دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: کنترل

"بررسی کیفیت فرایند خشک سازی اکتیو پارت ترانسفورماتور در کوره با استفاده از روش اندازه گیری پاسخ فرکانسی عایق (FDS) "

استاد راهنما :

دکتر حسن رضا میرزائی

نگارش:

مریم مهدوی

خرداد ۱۳۹۶

با سپاس ازسه وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

موهایشان سپید شد تا ماروسفید شویم...

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند...

پدرانمان

مادرانمان

استادانمان

مقدمه

با توجه به اهمیت ترانسفورماتور در صنعت برق ، مسایل مربوط به آن نیز اهمیت ویژه ای پیدا کرده است . یکی از این مسایل بسیار حساس و در عین حال مهم ، مسئله خشک سازی اکتیو پارت است .

بدلیل اینکه اگر خشک سازی بهتر و دقیق تر انجام نگیرد منجر به خساراتی همچون کاهش عمر اکتیو پارت ، تلفات بیشتر ، هزینه بیشتر و ... می شود .

در این پروژه ابتدا بنا به اهمیت ترانسفورماتور فصلی در شناخت ترانسفورماتور آورده شده است ؛ همچنین نقش عایق و عملکرد عایق بررسی شده و در فصل سوم درباره خشک سازی و فرآیند آن صحبت شده .

در انتها گزارشی از فاز عملی پروژه و نتایج حاصله و شبیه سازی های مربوطه نگاشته شده است .

فهرست

عنوان صفحه

فصل اول : ترانسفورماتور ۲

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲-تاریخچه ۳

۱-۲-۱- تاریخچه صنعت برق در ایران ۳

۱-۲-۲- تاریخچه ترانسفورماتور ۳

۱-۳-کاربرد های ترانسفورماتور ۳

۱-۴- ترانسفورماتور چیست ؟ ۴

۱-۵- انواع ترانسفورماتور ۸

۱-۶- اجزای تشکیل دهنده ترانسفورماتور ۱۰

۱-۶-۱- هسته ترانسفورماتور ۱۰

۱-۶-۲- سیم پیچ ترانسفور ماتور ۱۱

۱-۶-۳- قرقره ترانسفور ماتور ۱۲

۱-۶-۴- روغن ترانسفور ماتور ۱۲

۱-۶-۵- تانک ترانسفورماتور ۱۴

۱-۶-۶-مقره ها (بوشینگ ها) ۱۵

۱-۶-۷- منبع انبساط روغن ۱۶

۱-۶-۸- تپ چنجر ۱۷

۱-۶-۹- ترمومترها ۱۷

۱-۶-۱۰-رله بوخهولتز ۱۸

۱-۶-۱۱- سوپاپ اطمینان یا لوله انفجاری ۲۰

۱-۶-۱۲- رادیاتور یا مبدل حرارتی ۲۰

۱-۶-۱۳- پمپ و فن ها ۲۰

۱-۷- عایق ترانسفورماتور ۲۱

فصل دوم : عایق های الکتریکی ۲۴

۲-۱- مقدمه ۲۴

۲-۲- ویژگی های الکتریکی و خواص فیزیکی و شیمیایی مواد عایقی ۲۶

۲-۲-۱- رفتار مکانیکی ماده عایقی ۲۷

۲-۲-۲- رفتارهای گرمایی ماده عایقی ۲۸

۲-۲-۳- رفتار شیمیایی ۲۸

۲-۲-۴- خصوصیات الکتریکی ۲۸

۲-۲-۵- عوامل اقتصادی ۲۹

۲-۳- انواع مواد عایقی ۲۹

۲-۴- دو قطبی الکتریکی ۳۰

۲-۵- ضریب تلفات عایقی ۳۰

۲-۶- ضریب دی الکتریک ۳۳

۲-۸- تغییرات عدد دی الکتریک و تلفات عایقی با فرکانس ۳۴

فصل سوم : خشک سازی اکتیو پارت ترانسفورماتور ۳۶

۳-۱- مقدمه ۳۶

۳-۲- رطوبت در ماده عایقی ۳۶

۳-۳- ماده ی عایق سلولزی در طول کارکرد ترانسفورماتور ۳۷

۳-۴- رطوبت در مواد عایقی سلولزی ۳۷

۳-۵- فرایند خشک سازی ۳۸

۳-۵-۱- فیزیک فرآیند خشک سازی ۳۸

۳-۵-۱-۱- کلیات ۳۸
۳-۵-۱-۲- دما ۳۹
۳-۵-۱-۳- سرعت انتشار ۴۰
۳-۵-۱-۴- زمان خشک سازی ۴۱
۳-۵- روش های خشک کاری ۴۱
۳-۶-خشک کاری فاز بخار ۴۲
فصل چهارم : طیف سنجی حوزه فرکانس عایق ۴۶
۴-۱- مقدمه ۴۶
۴-۲- FDS ۴۶
۴-۳- نتایج عملی پروژه ۵۱
۴-۳-۱- مقدمه ۵۱
۴-۳-۲- نتایج مشاهده شده ۵۴
منابع ۵۸

فهرست شکل ها

فصل **صفحه**

فصل اول

فصل دوم

فصل سوم

فصل چهارم

۴-۱- نمای اکپیو پارت در داخل کوره ۴۹

۴-۲-اتصالات اکتیو پارت ۵۰

۴-۳- اتصالات خارج کوره ۵۰

۴-۴- نمای کلی تر از اکتیو پارت و کوره ۵۱

۴-۵- دستگاه اندازه گیری ۵۲

فهرست نمودار ها

فصل **صفحه**

فصل اول

فصل دوم

فصل سوم

فصل چهارم

۴-۱- منحنی تانژانت دلتا برای تست های شماره ۱۶ تا ۳۰ ..... ۵۴

۴-۲-منحنی تانژانت دلتا برای تست های شماره ۲۱ تا ۳۰ .....۵۵

۴-۳- شبیه سازی نمودار رطوبت ۵۶

۴-۴- منحنی تانژانت دلتا در یک فرکانس ثابت ۵۷

فصل اول :

ترانسفورماتور

فصل اول : ترانسفورماتور

۱-۱- مقدمه

قسمت اعظم انرژی الکتریکی مورد نیاز انسان در تمام کشورهای جهان ، توسط مراکز تولید مانند نیروگاههای بخاری ، آبی و هسته ای تولید می شود . این مراکز دارای توربینها و ژنراتورهای سه فاز هستند و ولتاژی که بوسیله ژنراتورها تولید می شود ، باید تا میزانی که مقرون به صرفه باشد جهت انتقال بالا برده شود . گاهی چندین مرکز تولید بوسیله شبکه ای به هم مرتبط می شوند تا انرژی الکتریکی مورد نیاز را بطور مداوم و به مقدار کافی در شهرها و نواحی مختلف توزیع کنند .

در محلهای توزیع برای اینکه ولتاژ قابل استفاده برای مصارف عمومی و کارخانجات باشد ، باید ولتاژ پایین آورده شود . این افزایش و کاهش ولتاژ توسط ترانسفورماتور انجام می شود . بدیهی است توزیع انرژی بین تمام مصرف کننده های یک شهر از مرکز توزیع اصلی امکانپذیر نیست و مستلزم هزینه و افت ولتاژ زیادی خواهد بود . لذا هر مرکز اصلی به چندین مرکز یا پست کوچکتر (پستهای داخل شهری) و هر پست نیز به چندین محل توزیع کوچکتر (پست منطقه ای) تقسیم می شود . هر کدام از این مراکز به نوبه خود از ترانسهای توزیع و تبدیل ولتاژ استفاده می کنند .

بطور کلی در خانواده و شبکه توزیع انرژی الکتریکی ، ترانسفورماتورها از ارکان و اعضای اصلی هستند و اهمیت آنها کمتر از خطوط انتقال و یا مولدهای نیرو نیست . خوشبختانه به دلیل وجود حداقل وسایل دینامیکی در آنها کمتر با مشکل و آسیب پذیری روبرو هستند . مسلما این به آن معنی نیست که می توان از توجه به حفاظتها و سرویس و نگهداری آنها غفلت کرد .

اولین سیستم توزیع قدرت در یک سیستم ۱۲۰ ولت بود که توسط ادیسون ساخته شد ؛ هم چنین اولین نیروگاه شهری در سال ۱۸۸۲ در نیویورک توسط ادسیون راه اندازی شد . اما نقص آن این بود که سیستم قدرت او توان را در ولتاژ کمی تولید می کرد پس برای تامین توانهای لازم نیاز به جریانهای بالایی است. این جریانهای بالا افت ولتاژها و تلفات بالایی را به دنبال داشت .

۱-۲-تاریخچه

۱-۲-۱- تاریخچه صنعت برق در ایران

در سال ۱۲۸۳ هجری شمسی با نصب ژنراتور ۴۰۰ Kw توسط حاج امین الضرب در خیابان چراغ برق تهران استفاده از انرژی الکتریکی بصورت یک سیستم در ایران آغاز شد . تا سال ۱۳۳۸ تنها چند نیروگاه دیگر به ظرفیت های ۶ MW ، ۸ MW ، ۲ MW ، ۱ MW مورد بهره برداری قرار گرفتند . در سال ۱۳۳۸ نیروگاه طرشت با چهار واحد توربین بخار وتولید جمعاً ۵۰ MW بعنوان اساسی ترین منبع تولید قدرت در ایران بشمار می رفت . با تشکیل وزارت آب وبرق در سال ۱۳۴۳ که بعداً به وزارت نیرو تغییر نام یافت ، وظایف شرکتهای برق پراکنده به این وزارتخانه محول شد . در پایان سال ۱۳۸۸ ظرفیت نصب شده در کل کشور به بیش از ۵۰۰۰۰MW رسید که نشان دهنده حدود ۶۰۰ W برای هر نفر بود .

۱-۲-۲- تاریخچه ترانسفورماتور

اولین ترانسفورماتور ،در سال ۱۸۸۵ طبق اختراع به ثبت رسیده " سی پرنوسکی ودری – بلاتی " در کارخانه گانس وکو ساخته شد . اسم ترانسفورماتور نیز اولین بار توسط همین مخترعین به ان داده شد . تقریباً ۵ سال بعد با بوجود آمدن جریان متناوب سه فاز ، ترانسفورماتور سه فاز توسط " دولیوو- دوبروولسکی " اختراع شد که از سه ترانس تکفاز تشکیل شده بود . در حدود یک سال بعد ترانسفوماتور سه ستونی که ستونهای آن در یک سطح قرار داشت ، طرح ریزی وتوسط کارخانه A . I . g ساخته شد .

۱-۳-کاربرد های ترانسفورماتور

ترانسفورماتور یکی از وسائل بسیار مهم تبدیل کمیاب جریان و ولتاژ الکتریکی متناوب است ؛ که بر خلاف ماشین های الکتریکی که انرژی الکتریکی ومکانیکی را بهم تبدیل می کند ؛ ترانسفورماتور در نوع انرژی تغییری نمی دهد .

بلکه ولتاژ و جریانی را بلکه ولتاژ و جریانی را با همان فرکانس ولی با دامنه متناوب تبدیل می نماید یا با بیان دیگر ترانسفورماتور یک وسیله الکترومغناطیسی ساکن است که می تواند انرژی الکتریی با ولتاژ پایین را تبدیل به همان انرژی با ولتاژ بالاتر نماید وهم چنین جریان را از مقدار داده شده در یک مدار به جریانی با اندازه ای متفاوت در مدار دیگر تبدیل کند .

امروزه ترانسفورماتور وسیله ای لازم وضروری در دستگاههای انتقال انرژی الکتریکی و پخش و توزیع انرژی الکتریکی متناوب است ؛ ترانسفورماتورها بطور بسیار وسیعی در مدارهای وسائل الکترونیکی ، راه اندازی موتورهای الکتریکی و تطبیق ولتاژ مورد نیاز جهت تغذیه مصرف کننده هایی از قبیل یکسوسازها ، مبدلهای جریان دائم به متناوب شارژ کننده های باطری ، ایجاد دستگاههای چندین فازه از دستگاههای دوفازه وسه فازه و در ارتباطات بمنظور تطبیق امپدانس ، در سیستم های قدرت برای انتقال اقتصادی قدرت با بالا بردن ولتاژ و پائین آوردن جریان جهت کاهش افت ولتاژ و کم کردن مقطع سیم انتقال بکار می رود .

وهمینطورترانسفورماتور یک وسیله بسیار ضروری در مدارهای اندازه گیری الکتریکی و در مدارهای جوشکاری وکوره های الکتریکی است ؛ هم چنین یک مجزا کننده مدارهای با ولتاژ زیاد از مدارهای با ولتاژ پائین است ؛ ترانسفورماتور حذف کننده مؤلفه های مستقیم جریان در یک دستگاه انرژی می باشد .

۱-۴- ترانسفورماتور چیست ؟

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 زیاد و بلعکس تبدیل نماید . ترانسفورماتور امروز یکی از وسایل لازم و حیاتی در سیستم های الکتریکی و همچنین سیستم های تبدیل انرژی می باشد و از دو بخش اصلی زیر تشکیل می گردد :

۱- هسته که از ورقه های نازک فولادی ساخته می شود .

۲- دو یا چند سیم پیچ که در ترانسفورماتور های معمولی با هم رابطه مغناطیسی و در اتوترانسفورماتورها دیگر رابطه الکتریکی و مغناطیسی دارند .

آن بخش از سیم پیچ که از مدار الکتریکی انرژی می گیرد سیم پیچ اولیه بخش دیگر که از آن انرژی گرفته می شود سیم پیچ ثانویه نامیده می شود . سیم پیچ متصل به مدار با ولتاژ زیاد به سیم پیچ فشار قوی (H.V.) و سیم پیچی که به مدار با ولتاژ کم اتصال می یابد به سیم پیچ فشار ضعیف (L.V.) معروف است . ترانسفورماتورهای که ولتاژ سیم پیچ ثانویه از ولتاژ اولیه آن کمتر باشد ترانسفورماتور کاهنده و آنکه ولتاژ ثانویه اش از ولتاژ اولیه بیشتر باشد ترانسفورماتور افزاینده نامیده می شود .

اگر یکی از دو سیم پیچ ترانسفورماتور مثلاً اولیه را به منبع ولتاژ متناوب وصل کنیم فوران (فلوی) متناوبی تولید خواهد شد که دامنه اش نسبت مستقیم با ولتاژ دو سر سیم پیچ اولیه و نسبت معکوس با تعداد دورهای اولیه دارد . فوران تولید شده ی سیم پیچ ثانویه را نیز دور می زند و ولتاژی در آن القاء می نماید که مقدار آن به تعداد دوره های سیم پیچ ثانویه بستگی دارد .

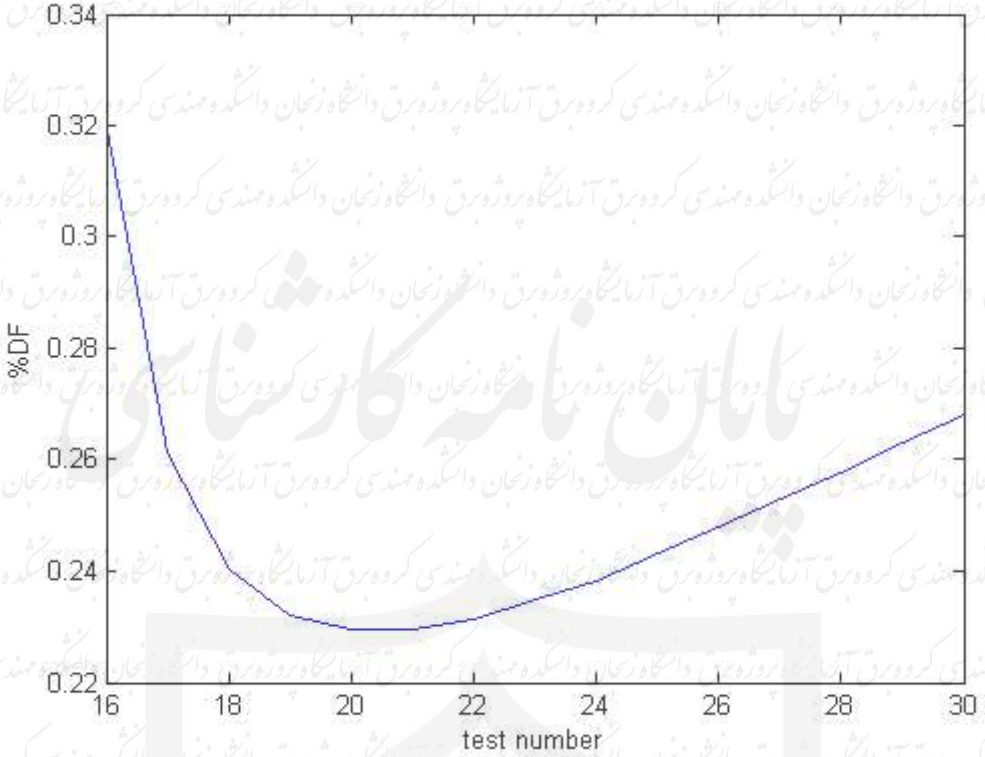
واضح است که ترانسفورماتور ها فقط با وجود فوران های متقابل که هر دو سیم پیچ را دور می زنند کار می کنند . لازم به تذکر است که این فوران ها (فلوها) از مواد فرو مغناطیسی با پرمابیلیته زیاد عبور مینمایند و از اینروست که هسته ترانسفورماتورها از آهن (فورمغناطیس) می باشد .

برای جلوگیری از اثر تخریبی هوا و بهبود شرایط خنک شدن ترانسفورماتورهای با قدرت زیاد ، معمولاً هسته و سیم پیچ های آنها را در مخزن پر از روغن قرار می دهند که این نوع ترانسفورماتور را روغنی می نامند و آنهایی که توسط هوا خنک می شوند به ترانسفورماتورهای خشک معروفند.

انواع کاربری ترانسفورماتورها :

دانشجویان محترم:

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



نمودارشماره ۴-۴

نتیجه گیری:

خشک سازی در ۱۶ ساعت پایانی متوقف شده و در نتیجه باعث افزایش تلفات شده و از معایب و مشکلات ایجاد شده در طی این تنش عایقی می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱.اتلاف در هزینه های مالی و انسانی

۲.کاهش طول عمر ترانس

۳. کاهش طول عمر عایقی و پیری عایق

۴.کاهش سرعت در پروسه تولید و کاهش میزان تولید در سال

بنـابراین مـی بایسـت بـا انجـام تسـت هـای متعـدد نقطـه بهینـه زمـان خشـک سـازی را بـرای هـر نـوع بدست اورد و در انجـام خشـک سـازی مطـابق ایـن نقطـه فراینـد قطـع شـود تـا در ضـمن بهینـه سـازی زمان خشک سازی از به وجود امدن مشکلات ذکر شده جلوگیری نماید.

منابع

[1] ح.محسـنی ، "مهندسـی فشـار قـوی الکتریکـی پیشـرفته" ، انتشـارات دانشـگاه تهـران ، شـماره استاندارد بین المللی کتاب ISBN 964 – 03 0 3416 – 2 ، فروردین ۱۳۷۳ ، تهران ، ایران

[2] م.قلـی محمـدی ، "تکنـولژی فشـار قـوی الکتریکـی " ، انتشـارات پـژوهش ، چـاپ اول ۱۳۶۳ ، تهران ، ایران

[3] محمـدی ، "اصـول مهندسـی فشـار قـوی الکتریکـی" ، اداره چـاپ و اتشـارات دانشـگاه علم و صنعت ، ۱۳۶۶

[4] جـان ار . ریتس،فردریـک جـی . میلفـورد ، رابـرت دبلیـو . کریسـتی ، انتشـارات دانشگاه تهران ، ۱۳۶۸

[5] مقالات تازه های صنعت برق ، شماره ۵

[6] bargh.16.persiangig.com/page 29

[7]talyelc.com/articles/111

[8]worldpower.blogfa.com

[9]irantransfomer.com

[10] gselectronic.ir/forum/viewtopic.php?p=3366

[11] tadfa.org

[12] dbase.irandoc.ac.ir

[13] bikalak.wordpress.com

[14] forum.patoghu.com

[15] م.مرتاضی ، ا.مرادی ، "عیب یابی کاغذ روغن ترانسفورماتور قدرت به روش fds" ، سی و یکمین کنفرانس بین المللی برق ۱۳۹۵، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب ، تهران ، ایران

[16] ب.امانلو ، "طیف سنجی حوزه فرکانس سیستم عایق روغن کاغذ ترانسفورماتور" ، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه زنجان