جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

پیشگفتار :

پیدایش ترانسفورماتور در صنعت برق دو تحول عمده در این صنعت بوجود آورده است :

۱-ارتباط سراسری میان شبکه های مصرف و تولید در سطح یک یا چند کشور

۲-امکان طراحی وسایل الکتریکی با منابع تغذیه دلخواه.

گستردگی منابع انرژی در سطح هر کشور و مقرون به صرف بودن تاسیس نیروگاههای برق در نزدیکی منابع انرژی ، همچنین ضرورت تعیین محلی خاص برای احداث سدها سبب می شود که هنگام انتقال انرژی الکتریکی با ولتاژ پایین ، تلفات زیادی در انرژی تولید شده به وجود آید. بنابراین ، یا باید نیروگاههای برق ، محلی طراحی شوند یا به دلیل پایین بودن بازده اقتصادی از احداث آنها صرفنظر شود. بهره گیری از ترانسفورهای قدرت موجب افزایش ولتاژ جریان انتقال و کاهش تلفات انرژی به مقدار زیاد می شود، در نتیجه :

۱-مشکل انتخاب محل نیروگاه را بر طرف می کند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

۲- ایجاد شبکه سراسری را میسر می سازد.

۳-مدیریت بر شبکه مصرف و تولید را به مراتب گسترش می دهد

از سوی دیگر کاهش ولتاژ جریان متناوب شبکه با استفاده از ترانسفورماتور امکان طراحی وسایل الکتریکی ، الکترونیکی ، صوتی ، تصویری و سیستم های کنترل را با هر ولتاژ لازم فراهم می آورد . همچنین به علت طراحی مدارهای فرمان الکتریکی با ولتاژ کمتر، ایمنی تکنیسینها و کارگران فنی مربوطه در هنگام کار افزایش می یابد.

اصول و طرز کار ترانسفورماتور

ترانسفورماتور دستگاه استاتیکی (ساکن) است که قدرت الکتریکی ثابتی را از یک مدار به مدار دیگر با همان فرکانس انتقال می دهد . ولتاژ در مدار دوم می تواند بیشتر یا کمتر از مدار اول بشود، در صورتیکه جریان مدار دوم کاهش یا افزایش می یابد.

بنابراین اصول فیزیکی ترانسفورماتورها بر مبنای القاء متقابل می باشد که بوسیله فوران مغناطیسی که خطوط قوای آن اولیه و ثانویه را قطع می کند، ایجاد می گردد.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

ساده ترین فرم ترانسفورماتورها بصورت دو سیم القائی است که از نظر الکتریکی از یکدیگر جدا شده هستند ولی از نظر مدار مغناطیس دارای یک مسیر با مقاومت مغناطیس کم می باشد .

هر دو سیم پیچ اولیه و ثانویه دارای اثر القایی متقابل زیاد می باشند . بنابراین اگر یک سیم پیچ به منبع ولتاژ متناوب متصل شود، فلوی مغناطیسی متغیر بوجود خواهد آمد که بوسیله مدار مغناطیسی (هسته ترانسفورماتور که از یکدیگر عایق شده اند) مدارش بسته شده و در نیتجه بیشتر فلوی مغناطیسی مدار ثانویه را قطع نموده و تولید نیروی محرکه التریکی می نماید. (طبق قانون فاراده $e = M\frac{di}{dt}$ نیروی محرکه القاء شده) . اگر مدار ثانویه ترانسفورماتور بسته باشد یک جریان در آن برقرار می گردد و میتوان گفت که انرژی الکتریکی سیم پیچ اولیه (بوسیله واسطه مغناطیس) تبدیل به انرژی الکتریکی در مدار ثانویه شده است .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تعریف مدار اولیه و ثانویه در ترانسفورماتور.

بطور کلی سیم پیچ که به منبع ولتاژ متناوب متصل می گردد را سیم پیچ اولیه یا اصطلاحاً «طرف اول » و سیم پیچی کـه ایـن انـرژی را بـه مصـرف کننده منتقل می کند ، سیم پیچ ثانویه « طرف دوم » می نامند .

حال می توان بطور کلی مطالب فوق را بصورت زیر جمع بندی نمود:

بنا به تعریف ترانسفورماتور وسیله ایست که :

۱-قدرت الکتریکی را از یک مدار به مدار دیگر انتقال می دهـد. بـدون آنکه بین دو مدار ارتباط الکتریکی وجود داشته باشد.

۲- در فرکانس مدار هیچگونه تغییری ایجاد نمی نماید.

۳- این تبدیل بوسیله القاء الکترومغناطیسی صورت می گیرد.

٤- در صورتیکه مـدار اولیـه و مـدار ثانویـه بسـته باشـند ، ایـن عمـل بصورت القای متقابل و نفوذ در یکدیگر صورت می گیرد.

ساختمان ترانسفورماتور :

اجزای یک ترانسفورماتور ساده عبارتند از :

۱-دو سیم پیچ که دارای مقاومت اهمی و سلفی می باشند.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

۲- یک هسته مغناطیسی .

۳- قسمتهای دیگری که اصولاً مورد لزوم می باشند عبارتند از :

الف : یک جعبه برای قرار دادن سیم پیچ ها و هسته در داخل آن

ب : سیستم تهویه – که معمولاً در ترانسفورماتورهای با قدرت زیاد، علاوه بر سیستم تهویه می یابد مخزن روغن نیز برای خنک کردن بهتر کار گرفته شود.

ج : ترمینالهایی که باید سرهای اولیه و ثانویه روی آنها نصب شود.

خصوصیات هسته مغناطیسی :

در تمام انواع ترانسفورماتورها هسته از ورقه های ترانسفورماتور (ورقه های دینامو) ساخته می شود که مسیر عبور فوران مغاطیسی را با حداقل فاصله هوایی ایجاد نماید و جنس آن از آلیاژ فولاد می باشد که مقداری سیلیس به آن اضافه گردیده است.

با فعل و انفعالاتی که در متالوژی بر روی این نوع فولاد انجام می شود وعملیات حرارتی که صورت می گیرد سبب می شود که پر می ابلیته (

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

قابلیت هدایت مغناطیسی) هسته بالا رفته و به عبارت دیگر تلفات هیستر زیس کاهش می یابد و بطور کلی مقاومت مغناطیسی کوچک می گردد.

از طرف دیگر برای کاهش تلفات ناشی از جریان گردابی فوکو هسته ترانسفورماتورها را به صورت ورقه می سازند و اصولاً یک طرف این ورقه ها را با ماده ای که بتواند فوران مغناطیسی را عبور دهد ولی عایق جریان الکتریکی باشد، می پوشانند و بنابراین این ورقه ها باید به ترتیبی چیده می شوند که از یکدیگر عایق الکتریکی باشند.

معمولاً ضخامت ورقه های هسته ترانسورماتورها در فرکانس ۵۰ تا ۲۵ بین ۰/۳۵ تا ۰/۵۰ میلیمتر می باشد.

این ورقه ها پهلوی هم قرار می گیرند. و اصولاً مقدار آن محاسبه می گردد. همانطوریکه در این شکل مشاهده می شود ، با قرار گرفتن ورقه ها بر روی یکدیگر بین آنها فاصله هوایی بوجود می آید و در نتیجه در سطح مقطع هسته همیشه یک شکاف وجود دارد که اجتناب ناپذیر است.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

انواع هسته های ترانسفورماتور

ساختمان هسته ترانسفورماتورهای معمولی بدو صورت کلی ساخته می شوند.

الف : هسته نوع معمولی

ب : هسته نوع زرهی

البته ترانسفورماتور با هسته های حلزونی یا مارپیچ هم ساخته می شود، ولی قسمت عمده را در صنعت تشکیل نمی دهد.

از نظر فیزیکی در ترانسفورماتور با هسته معمولی سیم پیچی اولیه و ثانویه در دو طرف بازوهای هسته و بصورت مجزا پیچیده می شوند. در حالیکه در نوع زرهی که کاربرد بیشتری هم دارد ، این سیم بندی بر روی قسمت وسط (اولیه و ثانویه) روی هم پیچیده می شوند . و از نظر اقتصادی راندمان کار بیشتر دارد و ارزان تر تمام می شود . به شکل (٤) توجه کنید.

در قسمت (الف) و (ب) دیاگرام فوران در هر دو نوع هسته مشخص شده است . در قسمت (الف) دیاگرام بسیار ساده ترانسفورماتور

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

با هسته نوع معمولی و وضعیت سیم بندی اولیه و ثانویه و جهت مخالف فوران در دو بازوی هسته کاملاً مشخص شده است.

ولی باید توجه داشت که مقداری فوران بصورت فوران پراکندگی نیز وجود دارد که سبب کاهش فوران از مقدار اصلی شده و به آن نشد مغناطیس می گویند.

اما اگر دقت کنید ، در می یابید که اینبار فوران مغناطیسی در دو مسیر دور می زند و اگر بخواهیم که هر یک از سیم پیچ های اولیه و ثانویه بر روی بازوی اول و دوم نوع معمولی پیچیده شده اند. (یعنی بر خلاف نوع معمولی که می یابد که می باید اولیه بر روی یک بازو ثانویه بر روی بازوی دیگر باشند) .

باید توجه داشت که چه نوع هسته معمولی باشد و چه نوع زرهی هر دو نوع هسته از ورقه های ترانسفورماتور ساخته شده است که در نوع معمولی این ورقه ها را بفرم L در می آورند و در نوع زرهی این ورقه ها را بصورت E و I در می آورند پهلوی هم قرار می دهند .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

نحوه سوار کردن هسته و بستن سیم پیچ یک ترانسفورماتور با هسته نوع معمولی بصورت می باشد.

همچنانکه در شکل مشاهده می گردد. اگر قسمت نمایش یک طبقه هسته باشد، قسمت نمایش طبقه دوم هسته است و به همین ترتیب این عمل تکرار می شود تا سطح مقطع خواسته شده بدست آید. و این عمل برای جلوگیری از افزایش (مقاومت مغناطیسی) در نقاط اتصال هسته و کاهش فوران پراکندگی صورت می گیرد.

نتیجه می گیریم که در ترانسفورماتور با هسته نوع معمولی همیشه باید هر طبقه ورقه ترانسفورماتور نسبت به طبقه بعدی در خلاف جهت هم چیده شوند.

نحوه سوار کردن هسته و بستن سیم پیچ ترانسفورماتور باهسته نوع زرهی هم مانند نوع معمولی است و مطابق صورت می گیرد.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تئوری مقدماتی ترانسفورماتور آیده آل :

ترانسفورماتور ایده آل ، ترانسفورماتوری است که افت ندارد. برای مثال سیم پیچ های آن مقاومت اهمی ندارد و پراکندگی فوران معناطیسی در آن وجود ندارد . تلفات مسی RI^2 و تلفات مسی آهنی (p_{Fe}) در آن موجود نمی باشد.

پس بطور کلی یک ترانسفورماتور ایده آل شامل دو سیم پیچ با ندوکیتویته خالص (مقاومت سلفی) که روی هسته بدون افت فوران مغناطیسی پیچیده شده می باشد . باید خاطر نشان شود که چنین ترانسورماتوری عملاً غیر ممکن است و وجود خارجی ندارد و به همین دلیل به آن ایده ال می گوییم . ولی برای کار بحث در مورد ترانسفورماتورها را از حالت ایده آل شروعت کرده و مرحله جلو می بریم تا به حالت واقعی آن نزدیک شویم.

تراسنفورماتور ایده آلی که مدار ثانویه آن باز است و مدار اولیه آن به مدار اولیه آن به منبع ولتاژ متناوب سینوس V_1 متصل است را در نظر می گیریم . این ولتاژ باعث یک جریان متناوب در مدار اولیه می شود. از

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

آنجائیکه سیم پیچی اولیه سلف خالص است و مدار خروجی هم باز است ، پس جریانی که از مدار اولیه عبور می کند فقط جریان مغناطیس کننده $I\mu$ است . اثر این جریان فقط مغناطیس کردن هسته می باشد و از لحاظ دامنه مقدار آن خیلی کوچک است و نسبت به V_1 مقدار ۹۰ درجه اختلاف فاز دارد، که چون مدار سلفی است این اختلاف فاز بصورت « پس فاز » می باشد . جریان متناوب $I\mu$ یک فوران مغناطیسی متغیر ϕ که در تمام مدت متناسب با جریان است را تولید می کند (فرض می کنیم قابلیت هدایت مغناطیسی هسته ثابت است) و بنابراین با آن هم فاز است . این فوران متغیر هم سیم بندی اولیه و هم ثانویه را قطع می کند . و طبق قانون لنز نیروی الکتروموتوری E_1 را در اولیه تولید می کند و این نیروی الکتروموتوری که در این حالت به آن خود القاء هم می توان گفت از نظر مقدار در هر لحظه معادل V_1 ولی در جهت مخالف آن می باشد. به همین ترتیب در ثانویه نیز نیروی الکتروموتوری E_2 تولید می شود که به آن می توان نیروی القای متقابل نیز گفت ، که جهت آن در خلاف جهت فاز

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

V_1 و دامنه آن متناسب با مقدار تغییر فوران مغناطیسی و تعداد دور سیم بندی ثانویه می باشد.

مقادیر لحظه ای ولتاژ بکار رفته و نیروی الکتروموتوری القاء شده و جریان مغناطیسی کننده بوسیله منحنی های سینوسی مشخص گردیده اند .

معادله نیروی الکتروموتوری در یک ترانسفورماتور

فرض می کنیم که تعداد دور سیم پیچهای اولیه برابر N_1 و تعداد دور سیم پیچهای ثانویه برابر N_2 باشد ، و از طرفی فوران مغناطیسی ماکزیمم در هسته نیز برابر است با :

$$\phi_{max} = B_{max}.S$$

ϕ_{max} = فوران مغناطیس ماکزیمم هسته

B_{max} = چگالی فوران مغناطیسی ماکزیمم هسته .

S = سطح مقطع هسته .

چون جریان $I\mu$ متناوب است ، بنابراین شکل موج فوران مغناطیس هم که همفاز با آن می باشد نیز متناوب است بنابراین اگر مطابق شکل (۱۰) زمانی معادل ۱/٤ زمان تناوب یعنی $\frac{1}{4}T$ را در نظر بگیریم در این مدت

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

زمان فوران مغناطیسی از مقدار صفر به مقدار ماکزییم خود ϕ_m افزایش می یابد.

$$T = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{4}T = \frac{1}{4f}$$

بنابراین اگر بخواهیم مقدار فوران مغناطیسی متوسط هسته را بدست آوریم باید مقدار از صفر تا ماکزییم را بر زمانی که این مقدار در طی آن افزایش می یابد تقسیم کنیم تا مقدار متوسط فوران بدست آید. یعنی :

$$\phi_m = \frac{o + \phi_m}{\frac{1}{4f}} = 4f\phi_{\max}$$ مقدار متوسط تغییرات فلوی مغناطیسی

که واحد آن بصورت وبر (wb) بر ثانیه (sec) می باشد. (wb/sec)

چون می دانیم که مقدار نیروی محرکه القایی $e = N\frac{d\phi}{dt}$ می باشد . از مقادیر متوسط را بررسی کنیم فرمول را بصورت زیر برای مقادیر متوسط می توان نوشت:

$$\frac{E_m}{N} = \frac{\phi}{t} = \phi_m$$

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

یعنی : مقدار متوسط نیروی محرکه القایی برابر است با مقدار متوسط فوران مغناطیس کننده که در فرمول فوق N , e را می توان هم برای اولیه در نتیجه صورت N_1 , E_1 و هم برای ثانویه در نتیجه بصورت N_2 , E_2 در نظر گرفت . با توجه به بحث فوق در حالت کلی می توان فرمول بالا را بصورت زیر تعریف نمود.

$$\frac{E_m}{N} = 4 f \phi_{\max}$$

$$E_m = 4 N f \phi_{\max}$$

چون مقدار متوسط نیروی محرکه القاء شده برابر است با مساحت سطح زیر منحنی سینوسی تقسیم بر یک ضلع آن یعنی π بنابراین می توان مقدار متوسط نیروی محرکه را بصورت زیر محاسبه نمود.

$$E_m = \frac{2}{\pi} E_{\max}$$

و از طرفی می دانید که مقدار موثر نیروی محرکه القا شده برابر است با :

$$E_e = \frac{E_{\max}}{\sqrt{2}}$$

بنابراین نسبت نیروی محرکه موثر به نیروی محرکه متوسط برابر است با :

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

پس می توان نوشت : $E_e 1.11 E_m$

$$\frac{E_e}{E_m} = \frac{\frac{E_{\max}}{\sqrt{2}}}{\frac{2}{\pi} E_{\max}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$$

و از رابطه (۱) نیز مقدار عددی E_m را در رابطه اخیر قرار می دهیم و در نتیجه

$$E_e = 1.11 \times (4Nf\phi_{\max}) \qquad E_e = 4.44Nf\phi_{\max}$$

بنابراین می توان نیروی الکتروموتوری القا شده در طرف اولیه را بصورت زیر محاسبه نمود:

$$E_1 = 4.44N_1 f\phi_{\max}$$

که در این فرمول N_1 تعداد حلقه های اولیه می باشد. و بهمین ترتیب مقدار مؤثر نیروی محرکه القایی در طرف ثانویه برابر است با :

$$E_2 = 4.44N_2 f\phi_{\max}$$

که در فرمول الخیر N_2 تعداد حلقه های طرف ثانویه می باشد.

در یک ترانسفورماتور ایده آل و بی بار می توان نوشت : $E_2=V_2$

و $E_1=V_1$

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

که مقدار V_2 ولتاژ بی باری طرف ثانویه می باشد.

محاسبه ضریب تبدیل ترانسفورماتور

اگر معادله نیروی محرکه القاء شده در اطراف اول (E_1) را بر معادله نیروی محرکه القاء شده در طرف دوم (E_2) تقسیم کنیم خواهیم داشت.

$$\frac{E_2}{E_1}=\frac{4.44fN_2\phi_{max}}{4.44fN_1\phi_{max}}\Rightarrow\frac{E_2}{E_1}=\frac{N_2}{N_1}=K$$

این نسبت به عنوان ضریب تبدیل ولتاژ یا بطور کلی ضریب تبدیل ترانسفورماتور شناخته می شود. از رابطه فوق می توان نتیجه گرفت :

الف : اگر $N_2>N_1$ باشد یعنی $N>1$ در نتیجه به ترانسفورماتور فوق افزاینده می گویند.

ب : اگر $N_2<N_1$ باشد یعنی $N<1$ در نتیجه به ترانسفورماتور فوق کاهنده می گویند .

اما چون بحث در مورد ترانسفورماتورهای ایده آل است بنابراین افت قدرت در آنها موجود نمی باشد ، و می توان نوشت که :

قدرت خروجی = قدرت ورودی

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

$$V_1 I_1 = V_2 I_2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{K}$$

بنابراین رابطه جریانها نسبت به ضریب تبدیل ولتاژها بصورت عکس می باشد.

بررسی ترانسفورماتور همراه با افت ولی بدون پراکندگی مغناطیسی

در این حالت بدو صورت ترانسفورماتور را مورد برسی قرار می دهیم:

الف : در حالیکه ترانسفورماتور بدون بار باشد.

ب : در صورتیکه ترانسفورماتور باردار باشد .

الف : بررسی ترانسفورماتور در حالتبی باری .

در بحث قبل در مورد ترانسفورماتور ایده آل فرض کردیم که هیچگونه افت آهن و مسی در آن موجود نیست. اما شرایط واقعی ترانسفورماتور ایجاب می کند که اصلاحات و تغییرات اساسی در تئوری قبل ایجاد شود.

موقعیکه یک ترانسفورماتور واقعی بدون بار است تلفات آهنی در هسته و تلفات مس در سیم پیچ ها هست و این تلفات کلاً قابل صرف نظر کردن

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

نمی باشند ، حتی موقعیکه یک ترانسفورماتور بدون بار است ، جریان ورودی اولیه تماشا راکتیو نیست. بلکه این جریان مجبور است :

۱-افت ناشی از تلفات آهنی در هسته را جبران کند یعنی تلفات هیسترزیس و فوکو.

۲-مقدار خیلی کمی هم تلفات مسی در اولیه را جبران نماید.

(البته توجه دارید که ترانسفورماتور بی بار است و در طرف ثانویه افت مسی وجود ندارد) .

بنابراین نتیجه می شود که بعلت تلفات فوق بین جریان بی باری اولیه I_0 و ولتاژ اولیه V_1 زاویه ۹۰ درجه بصورت پس فاز موجود نمی باشد . بلکه این زاویه برداری از مقدار ۹۰ کمتر $(\phi_0 < 90)$ است .قدرت ورودی بی باری برابر است با : $P_0 = V_1.I_0.\cos\phi_0$

بنابراین شرایط بی باری یک تراسنفورماتور واقعی را می توان بصورت برداری نمایش داد.

جریان اولیه I_0 به دو مؤلفه برداری تجزیه می شود که یکی همفاز با V_1 است و به آن جریان I_w می گویند. که این مولفه بنام جریان اکتیو نامیده

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

می شود و معرف افت آهنی ترانسفورماتور است. و بطور کلی این جریان I_w معادل تلفات آهنی و مقدار کمی هم تلفات مسی اولیه است .

$$I_w - I_o \cos\phi_o$$

مولفه برداری دیگر که عمود بر V_1 است . به مولفه مغناطیسی معروف است ، زیرا که اثر آن نگاهداری فلوی متغیر در هسته ترانسفورماتور است.

$$I\mu - I_0 \sin\phi_0$$

بنابراین I_0مجموع برداری I_μ, I_wمی باشد که مقدار آن برابر است با :

$$I_0 = \sqrt{I^2\mu + I^2 w}$$

در مورد بحث فوق لازم است نکات زیر را مورد توجه قرار دهید:

۱-مقدار جریان بی باری اولیه I_0 در مقایسه با جریان بارداری اولیه خیلی کم است.

۲- بعلت این حقیقت که پرس ابیلیته هسته متناسب با مقادیر لحظه ای جریان تحریک تغییر می کند.

موج تحریک یا جریان مغناطیسی حقیقاً سینوسی نمی باشد . و در نتیجه نباید با یک بردار آن را نشان داد. زیرا فقط مقادیر متغیر سینوسی بوسیله

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

بردارهای چرخشی نمایش داده می شوند . اما در عمل اختلاف محسوسی بوجود نمی آید.

۳- همانطوریکه قبلاً بیان شد چون مقدار I_o خیلی کم است ، بنابراین افت مسی اولیه بی باری کم و قابل صرف نظر می باشد یعنی عملاً جریان ورودی اولیه معادل افت آهنی ترانسفورماتور است.

٤-همانطوریکه گفته شد اصولاً افت هسته سبب شده است که بردار جریان دوران کند بنابراین ϕ_o بعنوان زاویه هیسترزیس یا زاویه پیش برنده (Advance) نامیده می شود.

بررسی ترانسفورماتور با مقاومت سیم پیچی ولی بدون پراکندگی مغناطیسی

در ترانسفورماتور ایده آل از مقاومت اهمی سیم پیچها صرف نظر شد. اما در یک ترانسفورماتور واقعی همیشه مقداری مقاومت اهمی در سیم پیچهای اولیه و ثانویه وجود دارد و مقداری افت ولتاژ دردو سیم پیچ موجود است که بصورت زیر می توان آنها را بیان نموده .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

۱- ولتاژ دو سر خروجی در طرف ثانویه V_2 بصورت برداری به اندازه I_2 R_2 که R_2 مقاومت سیم پچ ثانویه است کمتر از نیروی الکتروموتوری القاء شده در ثانویه (E_2) می باشد.

بنابراین معادله تفاضل برداری E_2 و افت ولتاژ اهمی $I_2 R_2$ بصورت زیر تعریف می شود:

$$\vec{V}_2 = \vec{E}_2 - \vec{I}_2 R_2$$

۲- بهمین ترتیب نیروی محرکه القاء شده در اولیه E_1 معادله تفاضل برداری $I_1 R_1, V_1$ است که در آن R_1 مقاومت اهمی سیم پیچ اولیه است.

$$\vec{E}_1 = \vec{V}_1 - \vec{I}_1 R_1$$

دیاگرام برداری برای بارهای سلفی – خازنی مطابق شکل (۱۳) a),(b) و برای بارهای معمولی (ترکیبی) مانند قسمت (c) می باشد .

مقاومت معادل در ترانسفورماتورها

مقاومتهای سیم پیچ اولیه و ثانویه R_1 و R_2 را از مدار داخلی ترانسفورماتور خارج نموده و جداگانه ترسیم شده است .حال باید نشان داد که چگونه این دو مقاومت را با هم جمع کرده و بصورت یک مقاومت

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

معادل در طرف اولیه و یا ثانویه نشان می دهیم . البته متمرکز کردن مقاومتها در یک طرف محاسبات ترانسفورماتور را بسیار ساده می کند . ثابت می شود که مقاومت R_2 در ثانویه معادل $\frac{R_2}{K^2}$ در مدار اولیه است . مقدار $\frac{R_2}{K^2}$ را بصورت R_2' مقاومت معادل مدار ثانویه است وقتی که از اولیه به آن نگاه می کنیم. و تلفات مسی در مدار ثانویه برابر $I_2^2 R_2$ است . بنابراین اگر از دید مدار اولیه به آن نگاه کنیم باید همان مقدار افت مسی در آن دیده شود بنابراین رابطه زیر را می توان نوشت:

$$I_1^2 R_2' = I_2^2 R_2$$

$$R_2' = (\frac{I_2}{I_1})^2 R_2$$

اگر چنانچه از مقدار جریان بی باری ترانسفورماتور (I_0) صرف نظر کنیم می توان نوشت:

در نتیجه :
$$R_2' = (\frac{1}{K})^2 R_2 \Rightarrow R_2' = \frac{R_2}{K^2}$$

مدار ترانسفورماتوری را مشاهده می کنید که مقاومت ثانویه به $\frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{K}$

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

طرف اولیه منتقل گردیده است و در نتیجه مقاومت معادل در این مدار برابر است با :

$$R_{01} = R_1 + \frac{R_2}{K_2} = R_1 + R_2'$$

و بهمین ترتیب مقاومت معادل تبدیل شده به طرف ثانویه را می توان در شکل (۱۶) ملاحظه کرد و رابطه زیر را در مورد آن نوشت .

$$R_{o2} = R_2 + K^2 R_1 = R_2 + R_1'$$

مطالب فوق الذکر را می توان بصورت زیر جمع بندی کرد:

۱- مقاومت R_1 در مدار اولیه معادل $K^2 R_1$ در مدار ثانویه است . بنابراین مقاومت معادل اولیه گفته می شود که از دید ثانویه به مدار نگاه کنیم و با R_1' نمایش می دهیم.

۲-مقاومت R_2 در مدار ثانویه معادل $\frac{R_2}{K^2}$ در مدار اولیه است . بنابراین مقاومت معادل ثانویه وقتی گفته می شود که از دید اولیه به مدار نگاه کنیم و با R_2' نمایش می دهیم.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

۳- مقاومت معادل مدار در طرف ثانویه ترانسفورماتور R_{o1} وقتی بکار می رود که از دید اولیه به مدار نگاه کرده و مقدار معادل ثانویه (R_2') را با مقدار مقاومت اولیه R_1 جمع کنیم یعنی : $R_{o1} = R_1 + R_2'$

٤- و به همین ترتیب مقاومت معادل مدار ترانسفورماتور در صرف ثانویه (R_1') را با مقدار مقاومت ثانویه R_2 جمع کنیم یعنی :

$$R_{o2} = R_2 + R_1'$$

پراکندگی مغناطیسی :

در بحث قبلی فرض بر این بود که تمام فوران مغناطیسی سیم پیچهای ثانویه را قطع می کردند. اما در عمل غیر ممکن است که این شرط قابل تشخیص باشد. بهر حال معلوم شده است که تمام فوران ناشی از سیم پیچی اولیه سیم پیچهای ثانویه را قطع نمی کند بلکه قسمتی از آن یعنی ϕ_{L_1} مدار مغناطیسی را در هوا کامل کرده و از هسته نمی گذرد. این فوران پراکندگی موقعی که نیروی محرکه القائی بعلت تحریک آمپر دور اولیه بین نقاط b , a حادث می شود ، تولید می گردد و در امتداد راههای باریکه پراکندگی عمل

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

می کند . بنابراین این فوران بعنوان پراکندگی اولیه معروف است و متناسب با آمپر دور اولیه است.

زیرا که دورهای ثانویه در اتصال مدار مغناطیسی ϕ_{L1} تاثیر ندارد. فلـوی ϕ_{L1} با I_1 هم فاز است و نیروی محرکه القایی e_{L1} را در اولیه (نه در ثانویه) ایجاد می کند . بهمین ترتیب عمل آمپر دور ثانویه(نیروی محرکـه القـایی) در امتداد نقاط d, c فوران پراکندگی ϕ_{L2} را ایجاد کـرده و دور سـیم پیچـی های ثانویه (نه دوره های اولیه) با آن رابطه ای مستقیم دارد این فلـوی ϕ_{L2} با I_2 همفاز بوده و نیروی محرکه القایی e_{L2} را در ثانویه تولید می کند (نـه در اولیه) . در بارهای کم و بی باری آمپر دورهای اولیه و ثانویه کم هستند . و بنابراین فلوی های پراکندگی قابـل صـرفنظر هسـتند . امـا موقعیکـه بـار افزایش می یابد از سیم پیچهای اولیه و ثانویه جریانهای زیادی می گـذرد و بنابراین نیروی محرکه های آنها در حین عمل روی راههای باریکـه بوجـود آمده و فوران پراکندگی را افزایش می دهند.

همانطوریکه قبلاً گفته شد فوران پراکندگی متصل به هر سـیم پـیچ یـک نیروی محرکه خود القاء در آن سیم پیچ تولید مـی کنـد بنـابراین ، ایـن اثـر

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

معادل یک مسدودکننده یا کوپل القایی که با هر سیم پیچ سری بوده ولتاژ در هر کدام از کوپل ها سری افت کرده و این مقدار افت ولتاژ معادل تولید شده بوسیلهٔ فوران پراکندگی است.

بعبارت دیگر یک ترانسفورماتور با پراکندگی مغناطیسی معادل یک ترانسفورماتور ایده آل و یک کوپل القایی که با مدارهای اولیه و ثانویه در ارتباط است می باشد ، آنچنانکه نیروی محرکه القائی داخلی در هر کدام از کوپل های القایی معادل فوران پراکندگی است .

بعبارت دیگر یک ترانسفورماتور با پراکندگی مغناطیسی معادل یک ترانسفورماتور ایده آل و یک کوپل القایی که با مدارهای اولیه و ثانویه در ارتباط است می باشد، آنچنانکه نیروی محرکه القایی داخلی در هر کدام از کوپل های القایی معادل فوران پراکندگی نظیر در ترانسفورماتور واقعی است.

$$x_1 = \frac{e_{L_1}}{I_1}$$

$$x_2 = \frac{e_{L_2}}{I_2}$$

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

X_1 و X_2 راکتانس های پراکندگی اولیه و ثانویه معروف هستند.

نکات زیر را باید همیشه در خاطر سپرد :

(۱) فلوی پراکندگی روی یکی از سیم پیچها یا دیگری بوجود می آید نه هر دو بنابراین به هیچ روش انتقال انرژی از سیم پیچ اولیه به ثانویه صورت نمی گیرد.

(۲) ولتاژ اولیه V_1 مجبور خواهد بود افت راکتیو I_1X_1 را ذخیره کند و بهمین ترتیب نیروی محرکه القاء شده در طرف ثانویه (E_2) نیز باید افتهای طرف دوم را جبران کند.

(۳) در ترانسفورماتور واقعی سیم پیچهای اولیه و ثانویه روی ساقهای جداگانه ای طبق شکل (۱۸) قرار ندارند زیرا بعلت پهنای جداگانه آنها فوران پراکندگی اولیه و ثانویه زیادی نتیجه می شود . این فوران پراکندگی بوسیلهٔ قسمت بندی کردن سیم پیچهای اولیه و ثانویه به حداقل می رسد.

ترانسفورماتور باردار :

موقعیکه ثانویه باردار است جریان ثانویه I_2 وارد عمل می شود . دامنه و فاز I_2 نسبت به V_2 بوسیله مشخصات بار محاسبه می شود. جریان I_2 هم

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

فاز با V_2 است اگر بار اهمی باشد ، پس فاز است اگر بار سلفی باشد ، پیش فاز است اگر بار خازنی باشد جریان ثانویه خود یک نیروی محرکه مغناطیسی $N_2\ I_2$ تولید می کند و بنابراین فوران ϕ_2 که در جهت مخالف ϕ اولیه اصلی که بر اثر I_o ایجاد شده بود است ایجاد می کند آمپر دور ثانویه $I_2\ N_2$ بعنوان آمپر دور غیر مغناطیسی معروف است . فوران ثانویه ϕ_2 فوران اصلی را لحظه به لحظه ضعیف می کند . بنابراین نیروی محرکه القایی برگشتی E_1 مایل است که کم شود.

برای یک لحظه V_1 بیشتر از E_1 شده و بنابراین جریان بیشتری در اولیه جاری می شود.

فرض کنید که جریان اضافی اولیه I_2' باشد . این جریان به مولفه بارداری جریان اولیه معروف است . این جریان در فاز مخالف I_2 است نیروی محرکه مغناطیسی اولیه اضافی $N_1 I_2'$ بنوبه خود فوران ϕ_2 که در جهت مخالف ϕ_2 است (اما هم جهت با ϕ است) ایجاد کرده و از لحاظ دامنه با آن مساوی است . همینطور ما در می یابیم که اثرات مغناطیسی جریان ثانویه I_2 فوراً بوسیله جریان اضافی I_2' خنثی می شود. بنابراین در

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

شرایط بارداری نورانیکه از هسته می گذرد تقریباً همانی است که در حالت بی باری می گذرد.

یک نتیجه مهم که از ثابت بودن فوران هسته در تمام بارها بدست می آید آنستکه افت هسته عملاً همان افتی است که در شرایط بی باری داریم .

$$I_2' = \frac{N_2}{N_1} I_2 = KI_2 \qquad N_2 I_2 = N_1 I_2'$$

$$\phi_2 = \phi_2'$$

بنابراین موقعیکه ترانسفورماتور باردار است سیم پیچی اولیه دو جریان دارد یکی I_o و دیگری I_2' که با I_2 در فاز مخالف و دامنه آن برابر دامنه I_2 است . جریان کلی اولیه مجموع برداری I_o, I_2' است . دیاگرام برداری برای ترانسفوماتور را موقعیکه بار اهمی و موقعیکه سلفی (دیاگرامی شبیه این می توان برای بار خازنی کشید) است نشان داده شده است .

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

در نسبت تبدیل واحد فرض بر این است کـه بردارهـای اولیـه مسـاوی بردارهای ثانویه هستند I_2 جریان ثانویه هم فاز با E_2 اسـت . ایـن باعـث می شود که جریان اولیه I_2' در فاز مخالف و هم دامنه با آن باشـد . جریـان اولیه کلی I_1 مجموع برداری I_2', I_0 و زاویه ϕ_2 از V_1 پـس فـاز اسـت . در شکل (۲٤) بردارها برای یک بار سلفی کشیده شده اند.

در اینجا I_2 باندازه ϕ_2 از E_2 (در واقع V_2) پس فاز است . جریان I_2' با I_2 در فاز مخالف است و دامنه اش مساوی با دامنه آن است .همانطور کـه قبلاً دیده شده I_1 مجموع برداری I_2' و I_0 است و باندازه ϕ_1 از V_1 پس فاز است . بعداً دیده خواهد شد که ϕ_1 کمی بزرگتر از ϕ_2 است اما اگر مـا از I_o صرفنظر کنیم (۲٤) $\phi_1 = \phi_2$ می شود . و بر طبق این فرض :

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = K$$

$$N_1 I_2' = N_1 I_1 = N_2 I_2$$

که نشان می دهد تحت شرایط بار کامل نسبت جریانهای اولیـه و ثانویـه ثابت است . این رابطه مهم اصل جریان ترانسفورماتور نامیده مـی شـود. در

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

نتیجه به کمک رابطه فوق می توان بوسیله قرار دادن یک آمپرمتر کوچک در ثانویه ترانسفورماتور مقادیر جریانهای زیاد را با در نظر گرفتن نسبت تبدیل اندازه گیری نمود.

آزمایشهای ترانسفورماتور :

کار مهمی که در مدار معادل میتوان انجام داد محاسبه ٤ پارامتر اصلی یعنی مقاومت معادل R_{0_1} از دیدگاه اولیه (یا Ro_2 ثانویه) و راکتانس پراکندگی معادل Xo_1 از دیدگاه اولیه (یا Xo_2ثانویه) ضریب هدایت افت هسته G_o (یا مقاومت R_o) قابلیت نفوذ مغناطیسی B_o (یا راکتانس X_o) است . این ثابت ها یا پارامترها به آسانی بوسیلهٔ دو آزمایش ، زیر بدست می آیند.

۱- آزمایش بی باری

۲- آزمایش اتصال کوتاه .

این آزمایشات خیلی اقتصادی و مناسب هستند چون اطلاعات لازم را بدون بارداری کردن ترانسفورماتور به دست می دهند. در حقیقت آزمایش

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

هر ماشین A.C بزرگ شامل دو آزمایش پی در پی اتصال کوتاه و بی بار است .

آزمایش بی باری :

منظور از این آزمایش محاسبهٔ افت بی باری یا افت هسته است و این جریان بی باری I_o برای محاسبه R_o , X_o لازم می باشد. در آزمایش بی باری یکی از سیم پیچ های ترانسفورماتو را که مناسب باشد . معمولاً سیم پیچ ولتاژ بالا را باز می کنند و دیگری به یک منبع ولتاژ با فرکانس وصل می شود و یک ولتمتر w و یک ولتمتر V و آمپرمتر A در سیم پیچ ولتاژ کم یعنی در حال حاضر سیم پیچ اولیه وصل می کنند به کمک ولتاژ بکار برده شده در اولیه یک فلو در هسته بوجود آمده و بنابراین افت آهن بوسیلهٔ ولتمتر قرائت می شود.

چون جریان بی باری اولیه I_o (بوسیلهٔ آمپرمتر اندازه گیری شده) کم است (معمولاً ۲ تا ۱۰ درصد جریان بار) افت مسی در اولیه قابل صرفنظر و در ثانویه صفر است (چون مدار ثانویه باز است) . بنابراین واتمتر عملاً افت هسته را تحت شرایطی بی باری نشان می دهد (که برای تمام بارها

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

یکسان است) باید توجه شود از آنجا که مقدار I_o خیلی کم است بوبین ها ولتاژ واتمتر و ولتمتر بهم مربوط بوده آنچانکه جریان آنها از بوبین جریان واتمتر نمی گذارد.

بعضی وقتها یک ولتمتر با مقاومت زیاد در ثانویه می بندند، قرائت ولتمتر نیروی محرکه القایی را در سیم پیچ ثانویه نشان می دهد این عمل برای پیدا کردن ضریب تبدیل K بما کمک می کند.

دیاگرام برداری بی باری در نشان داده شده است اگر W قرائت یک واتمتر باشد پس $R_o = \frac{V_1}{I_w}$ و

$$w = V_1 I_1 \cos\phi_o$$

$X_o = \frac{V_1}{I_\mu}$ و $I_w = I_o \cos\phi_o$ و $I_\mu = I_o \sin\phi$ و

$$\cos\phi_o = \frac{W}{V_1 I_o}$$

یا از آنجائیکه عملاً تمام جریان صرف تحریک مدار می شود (وقعیکه ترانسفورماتور بی بار است یعنی $I_o = I_\mu$) و ولتاژیکه در امپدانس

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

پراکندگی اولیه افت می کند کم است پس بنابر این آدمیتانس تحریک Y_o ترانسفورماتور بوسیله ی این رابطه محاسبه می شود.

$$\rightarrow \qquad Y_o = \frac{V_1}{I_o} I_o = V_1 Y_o$$

و ضریب هدایت تحریک G_o بوسیله ی $G_o = \frac{w}{V_1^2}$ یا $W = V_1^2 G_o$

و قابلیت نفوذ مغناطیسی از رابطه ی $B_o = \sqrt{Y_o^2 - G_o^2}$ بدست می آید.

جدا کردن تلفات هسته :

افت هسته یک ترانسفورماتور به فرکانس و چگالی فوران ماکزیمم موقعیکه حجم و ضخامت لایه های هسته معلوم باشد بستگی دارد. افت هسته از دو قسمت افت هیسترزین $W_h = pB_{\max}^{1.6} f$ که بوسیله ی رابطه تجربی اشتن متس داده شده و افت جریان گردابی $W_e = QB_{\max}^2 f^2$ که Q مقداری ثابت است و افت کلی بوسیله ی W_1 داده می شود.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

$W_1 = W_h + W_e$ اگر از دو رابطه تجربی فوق یکسان استفاده کنیم باید قادر باشیم که ثابت های Q , P را پیدا کنیم تا افت های هیسترزیس و جریان گردابی بطور جداگانه قابل محاسبه باشند.

آزمایش اتصال کوتاه محاسبه امپدانس ترانسفورماتور :

این روش اقتصادی برای محاسبه پارامترهای زیر است :

۱-امپدانس معادل (Zo_1 , Zo_2) راکتانس پراکندگی (Xo_1 , Xo_2) و مقاومت (Ro_1 ,Ro_2) ترانسفورماتور از دیدگاه سیم پیچی که وسایل اندازه گیری روی آن جاگذاری شده است .

۲-افت مس دربار کامل (و در هر بار دلخواه و مطلوب) این افت برای محاسبه یازده (راندمان) ترانسفورماتور است.

۳- داستن Zo_1 یا Zo_2 افت ولتاژ کلی در ترانسفورماتور از دیدگاه اولیه یا ثانویه قابل محاسبه می باشد و به کمک آنها درصد تنظیم ترانسفورماتور به دست می آید.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

در این آزمایش معمولاً یک سیم پیچ (سیم پیچ ولتاژ کم) بوسیله یک هادی (یا بوسیله یک آمپرمتر که در ضمن جریان را نیز اندازه گیری می کند) . اتصال کوتاه می شود .

ولتاژ کمی (معمولاً ۵ تا ۱۰ ٪ ولتاژ نامی اولیه) با فرکانس صحیح (اگرچه برای افت های مس لازم نیست) . در اولیه بکار برده می شود. و تا زمانیکه جریان به مقدار بار کامل در اولیه و ثانویه می رسد این ولتاژ با احتیاط افزایش داده میشود. (این جریانها بوسیله آمپر متر نشان داده می شود) .

از آنجائیکه ، در این آزمایش ولتاژ بکار برده شده درصد کمی از ولتاژ نامی فوران است. افت های هسته با توجه به اینکه قرائت واتمتر افت مس دربار کامل یا افت RI^2 را برای تمام ترانسفورماتور اعم از اولیه و ثانویه نشان می دهد ، کم است . مدار معادل ترانسفورماتور تحت شرایط اتصال کوتاه.

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

اگر V_{SC} ولتاژ لازم برای ایجاد بارازیابی شده باشد پس

$$Zo_1 = \frac{V_{SC}}{I_1}$$

$$Xo_1 = \sqrt{Zo_1^2 - Ro_1^2} \qquad Ro_1 = \frac{W}{I_1^2}$$

$$W = I_1^2 Ro_1$$

دیاگرام برداری مدار معادل را برای آزمایش اتصال کوتاه نشان داده این دیاگرام شبیه دیاگرام با تفاوت اینکه تمام مقادیر از دیده گاه اولیه هستند آشکار است که تمام ولتاژ V_{SC} در مقاومت دو سیم پیچ مصرف شده است . اگر R_1 را بتوان اندازه گرفت Ro_1 و از آنجا $R_2' = Ro_1 - R_1$ بدست می آید .مثلث امپدانس بوسیله تقسیم تقریبی مثلث های معادل برای اولیه و ثانویه بدست می آید.

تنظیم ترانسفورماتور

۱- موقعیکه ترانسفورماتور با ولتاژ اولیه ثابتی باردار شده باشد بعلت مقاومت و راکتانس پراکندگی در دو سر ترمینالهای خروجی افت ولتاژ وجود دارد. فرض کنید ولتاژ ترمینالهای ثانویه در بی باری

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

$KV_1 = KE_1 = E_2 = Vo_2$ باشد چون در حالت بی باری افت امپدانس قابل صرفنظر کردن است.

تغییرات در ترمینالهای خروجی از حالت بی باری تا حالت بارکامل عبارتست از Vo_2-V_2 و اگر این مقدار را بر V_2 ولتاژ ثانویه بار کامل تقسیم کنیم عدد بدست آمده تنظیم بالا نامیده می شود.

$$\text{درصد تنظیم حد} = \frac{Vo_2 - V_2}{Vo_2} \times 100$$

پایین

$$\text{درصد تنظیم حد} = \frac{Vo_2 - V_2}{V_2} \times 100$$

بالا

اکثراً از تنظیم پائینی استفاده می کنند مگر اینکه توضیح داده باشند .

تغییرات در ولتاژ ثانویه از بی باری تا بار کامل بصورت درصدی از ولتاژ ثانویه بی باری بیان شده یعنی تقریباً : $V_r \cos\phi \pm V + \sin\phi$

یا خیلی دقیق تر

$$(V_r \cos\phi \pm V_x \sin\phi) + \frac{1}{2}(V_x \cos\phi \mp V_r \sin\phi)$$

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

تقریبی $= V_r \cos\phi \pm V_x \sin\phi$ درصد تنظیم

هر چقدر این مقدار کم باشد نوع ترانسفورماتور بهتر است چون در یک ترانسفورماتور خوب باید ولتاژ ثانویه تحت هر شرایط ثابت باشد.

۲-تنظیم ممکن است بر حسب مقادیر اولیه بیان شود مدار معادل تقریبی یک ترانسفورماتور دیاگرام برداری ضریب قدرت های مختلف بر حسب نوع بار نشان داده شده ، ولتاژ خروجی بی باری ثانویه از دیدگاه اولیه $E_2' = \frac{E_2}{K} = E_1 = V_1$ است و اگر ولتاژ بار کامل ثانویه از دیدگاه اولیه برابر $(\frac{V_2}{K} =)V_2'$ باشد سپس داریم .

$$\text{درصد تنظیم} = \frac{V_1 - V_2'}{V_1} \times 100$$

از دیاگرام برداری معلوم است که زاویه بین V_2', V_1 صرفنظر شده و مقدار عددی اختلاف $V_1 - V_2'$ بوسیله ی رابطه زیر بیان گردیده است :

برای پس فاز :

$$I_1 Ro_1 \cos\phi + I_1 xo_1 \sin\phi$$

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

$$\text{درصد} \quad = \frac{I_1 Ro_1 \cos\phi + I_1 xo_1 \sin\phi}{V_1} \times 100 = V_r \cos\phi + V_x \sin\phi$$

تنظیم

و

$$\text{که :} \quad V_X = \frac{I_1 xo_1 \times 100}{V_1}$$

$$V_r = \frac{I_1 . Ro_1 \times 100}{V_1}$$

از زاویه بین V_2', V_1 صرفنظر کردیم.

$$\text{درصد تنظیم .} = (V_r \cos\phi \pm V_X \sin\phi) + \frac{1}{200}(V_X \cos\phi \mp V_r \sin\phi)$$

۳-در تعریف حد بالای تنظیم ولتاژ اولیه ثابت فرض شده بود و تغییرات در ثانویه مورد نظر بود. وقتی که ترانسفورماتور باردار است ولتاژ ثانویه برای پس فاز کم می شود. بنابراین برای ثابت نگه داشتن خروجی ولتاژ اولیه باید افزایش یابد.

افزایش لازم در ولتاژ اولیه برای ثابت نگاهداشتن ولتاژ ثانویه وقتی ترانسفورماتور از حالت بی باری به حالت بارداری میرود (برای یک ضریب قدرت داده شده) درصدی از ولتاژ اولیه است که تنظیم ترانسفورماتور را

جهت خرید فایل word به سایت www.kandoocn.com مراجعه کنید
یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۶۶۴۰۶۸۵۷ و ۰۵۱۱-۶۶۴۱۲۶۰ تماس حاصل نمایید

می دهد . فرض کنید ولتاژ اولیه مجبور است که از مقدار V_1 به V_1' افـزایش

یابد سپس :

$$\text{درصد تنظیم} = \frac{V_1' - V_1}{V_1} \times 100$$

www.kandoocn.com
www.kandoocn.com
www.kandoocn.com