

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

CT _ PT _ CVT

گردد اورندگان: محمد رضا میرجعفری

رضا مرکبی

استاد گرامی: مهندس یوسفیان



فهرست:

_ مقدمه

_ کاربردهای ترانسفورماتور اندازه گیری

_ ترانسفورماتور جریان

_ انواع ترانسفورماتور جریان

_ ترانسفورماتور ولتاژ

_ ترانسفورماتور های ولتاژ مغناطیسی

_ ترانسفورماتور ولتاژ خازنی

_ مراجع

مقدمه

امروزه اغلب شبکه های قدرت الکتریکی بصورت جریان متناوب طراحی و اجرا می شوند زیرا انتقال و توزیع انرژی الکتریکی تحت جریان متناوب با صرفه تر و دارای راندمان بالاتری می باشد. البته در بعضی از شبکه ها که انرژی الکتریکی را به مسافت طولانی منتقل می کنند استفاده از جریان مستقیم مناسب تر برآورد شده است. یکی از مزایای انتقال جریان متناوب امکان استفاده از ترانسفورماتور می باشد.

در حالت کلی می توان گفت ترانسفورماتور وسیله ای است که انرژی الکتریکی را از ولتاژی به ولتاژ دیگر تبدیل می کند و این عمل را از طریق میدان های مغناطیسی انجام می دهد هر چند ترانسفورماتور قادر است علاوه بر تبدیل ولتاژ جریان و امپدانس را نیز بین اولیه و ثانویه خود تبدیل نماید.

انواع ترانسفورماتورها

(۱) از دیدگاه ساختمان

(الف) نوع هسته ای (ب) نوع زرهی

(۲) از دیدگاه نوع منبع

(الف) تکفاز (ب) چند فاز (سه فاز و شش فاز و...)

(۳) از دیدگاه کاربرد

(الف) قدرت (نیروگاهی_انتقال_توزیع)

(ب) اندازه گیری (ترانسفورماتور ولتاژ_ترانسفورماتور جریان)

(ج) تطبیق امپدانس

(د) ایزوله کننده

کاربرد ترانسفورماتورهای اندازه گیری

این ترانسفورماتورها در اندازه گیری صنعتی اهمیت زیادی دارند. به طور مثال در سیستم قدرت مقادیر ولتاژ و جریان به اندازه ای بزرگ می باشد که از نظر فنی و اقتصادی اتصال مستقیم وسایل اندازه گیری و رله های حفاظتی امکان پذیر نمی باشد و تنها راه حل معقول کاهش این ولتاژها و جریان ها به وسیله ی ترانسفورماتورهای اندازه گیری است.

ترانسفورماتورهایی که برای اندازه گیری ولتاژ به کار می روند ترانسفورماتور ولتاژ و ترانسفورماتورهایی که برای اندازه گیری جریان به کار می روند ترانسفورماتور جریان نامیده میشوند.

مزایای ترانسفورماتورهای اندازه گیری

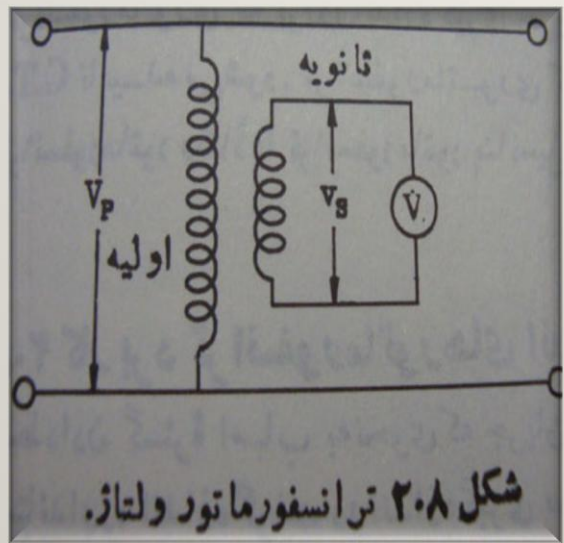
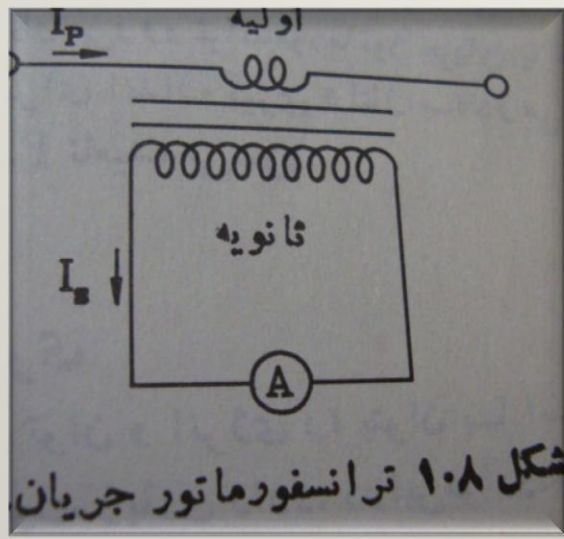
در واقع ترانسفورماتورهای اندازه گیری چنان اهمیتی دارند که تصور کار سیستم جریان متناوب بدون این وسایل مشکل است. از آنچه گفتیم بر می آید که ترانسفورماتورهای اندازه گیری دارای مزایای زیر می باشند:

۱) برای اندازه گیری از ابزار با مقدار نامی متوسط استفاده میشود یعنی ۵ امپر برای اندازه گیری جریان و ۱۰۰ تا ۱۲۰ ولت برای اندازه گیری ولتاژ

۲) با استاندارد سازی در مخارج کل صرفه جویی می شود و تعویض ابزار آسیب دیده آسان تر می شود.

۳) مدار اندازه گیری از مدار قدرت جدا می شود بنابراین مسئله عایق سازی مهم نیست. همچنین سلامت کارکنان تامین می شود.

۴) مصرف توان در مدار اندازه گیری کم است.



تفاوت بین ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان

عملکرد ترانسفورماتور ولتاژ با ترانسفورماتور جریان متفاوت است:
 (۱) ترانسفورماتور ولتاژ را می توان ترانسفورماتوری "موازی" دانست که مدار ثانویه آن باز است در حالی که ترانسفورماتور جریان را می توان ترانسفورماتوری "متوالی" دانست که در شرایط مجازی اتصال کوتاه قرار دارد.

(۲) جریان اولیه در ترانسفورماتور جریان مستقل از مدار ثانویه است در حالی که جریان اولیه در ترانسفورماتور ولتاژ به بار ثانویه بستگی دارد.

(۳) در کارکرد معمول که ولتاژ خط تقریباً ثابت است چگالی شار و بنابراین جریان تحریک ترانسفورماتور ولتاژ تنها در گستره ی محدودی تغییر می کند در حالی که جریان اولیه و تحریک ترانسفورماتور جریان در گستره ی وسیعی تغییر می کند.

(۴) به ترانسفورماتور جریان که متوالی با خط است ولتاژ کوچکی اعمال می شود و از آن جریان کامل خط می گذرد در حالی که ولتاژ کامل خط به ترانسفورماتور ولتاژ اعمال می شود.

ترانس جریان (current transformer)

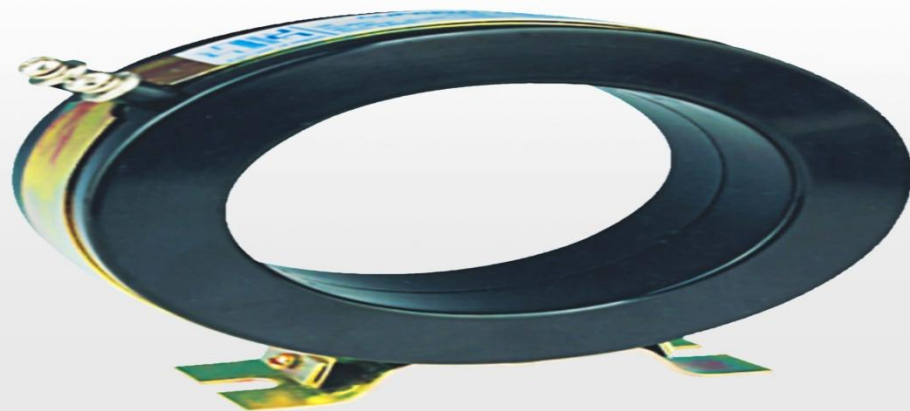
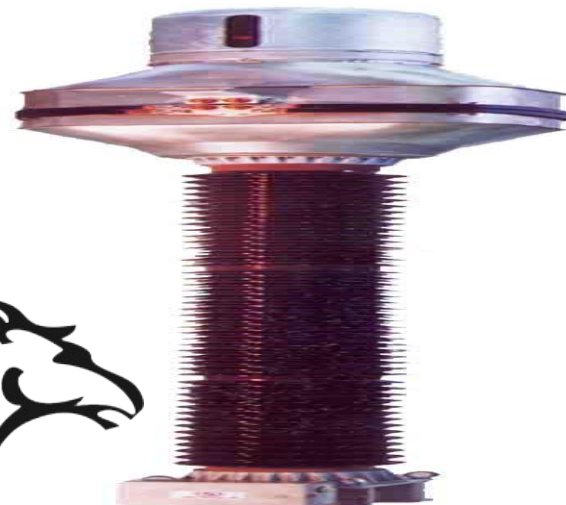
ترانسهای جریان برای نمونه گیری جریان به نسبت عبور جریان از اولیه خود و القای آن در ثانویه. این ترانسها به منظور حفاظت و اندازه گیری در ابتدای خطوط ورودی به پستها و همچنین در ورودی ترانس قدرت و ورودی ثانویه ترانس و همچنین در خروجی های پست و نقاط کابردی دیگر که احتیاج است جریان در آن نقطه تحت نظر باشد استفاده میشود که هر کدام از این نقاط با ترانس مخصوص به خود چه از نظر عایقی و ساختمان و چه از نظر قدرت و ترانسفورماتور جریان از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه تشکیل دقت، نصب و استفاده می گردند شده که جریان واقعی در پست از اولیه عبور نموده و در اثر عبور این جریان و متناسب با آن، جریان کمی (در حدود آمپر) در ثانویه به وجود می آید. استفاده میشوند. ثانویه این ترانسها به تجهیزات فشار ضعیف پست و رله ها و نشاندهنده ها متصل میشود. ثانویه این ترانسها دارای سیم پیچ با دورهای زیادتری نسبت به اولیه که بیشتر مواقع تنها یک شمش و یا چند دور از شمش است ساخته میشود یکی از مهمترین موارد در ساختمان یک ترانسفورماتور جریان، اختلاف ولتاژ خیلی زیاد بین اولیه و ثانویه می باشد زیرا ولتاژ اولیه همان ولتاژ نامی پست است، در حالیکه ولتاژ ثانویه خیلی پایین می باشد که با توجه به این مورد بایستی بین اولیه و ثانویه ایزولاسیون کافی وجود داشته باشد. ترانسفورماتورهای جریانی که در پست های فشار قوی مورد استفاده قرار می گیرند، دارای ایزولاسیون کاغذ و روغن (توآما) می باشند

۲) ترانسفورماتورهای هسته پایین

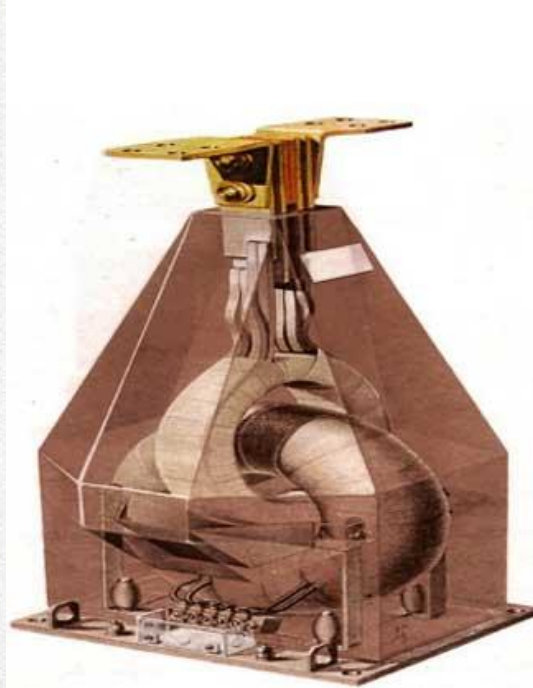
۱) ترانسفورماتورهای هسته بالا

۴) ترانسفورماتورهای قالبی یا رزینی

۳) ترانسفورماتورهای نوع پوشینگی



9/35



الف) ترانسهای جریان هسته پائین:

ترانسفورماتورهای جریان هسته پائین و یا "Tank Type"

در این نوع، هادی اولیه در داخل یک پوشینگ به شکل

"U" قرار دارد، بطوریکه سمت پایین "U"

در داخل یک تانک قرار دارد و در این حالت اطراف اولیه بوسیله کاغذ عایق شده و در روغن غوطه‌ور می‌باشند در این حالت مخزن فلزی از نظر الکتریکی محافظت میشود. سیم پیچی‌های ثانویه بصورت حلقه، هادی اولیه را در بر می‌گیرند. در این طرح طول اولیه نسبتاً زیاد بوده و عبور جریان باعث گرم شدن ترانس جریان می‌گردد. استفاده از این نوع ترانس های جریان بیشتر در مواقعی است که چندین هسته و نیز اتصالات متعدد در اولیه برای دسترسی به نسبتهای مختلف جریان لازم باشد.



ب (ترانسهای جریان هسته بالا:

در این نوع ترانسها مسیر طی شده در اولیه بسیار کوتاه میشود . هادی اولیه از داخل یک حلقه عبور کرده و سیم پیچ ثانویه دور هسته حلقوی پیچیده شده است . که ثانویه آن در قسمت بالا بوده و به نام " Top Core " مشهور است .

کلیه سیم پیچ ها در داخل عایقی از روغن قرار . مشهور می باشند دارد و سرهای ثانویه بوسیله سیم های عایق شده از داخل یک لوله به جعبه ترمینال هدایت میشود . جهت ایجاد عایق کافی بین ثانویه و اولیه در اطراف سیم پیچ ثانویه تعداد زیادی دور کاغذ که با توجه به ولتاژ ترانسفورماتور ها تعیین می گردد، پیچیده می شود و فضای خالی بین کاغذ و اولیه نیز توسط روغن احاطه می شود . در هر دو حالت فوق بایستی سعی شود که به هیچ عنوان هوا و یا ذرات دیگر به داخل محفظه ترانسفورماتور های جریان نفوذ ننموده و از طرف دیگر امکان انبساط و انقباض روغن در اثر تغییر درجه حرارت نیز وجود داشته باشد، لذا در بالای ترانسفورماتور ها بایستی فضای خالی به وجود آورد که به منظور ایزوله نمودن از هوا، از فولاد یا تفلون و یا دیافراگم های لاستیکی (ارتجاعی) استفاده می شود که در اثر انبساط و انقباض روغن بالا و پایین می روند . در بعضی از طرح ها نیز محفظه بالای روغن را از گاز نیتروژن پر می کنند .

ج) ترانس های جریان پوشینگی:

در بعضی از دستگاه‌ها نظیر کلیدهایی از نوع "Dead Tank Type" و یا ترانسفورماتورهای قدرت و راکتورها جهت صرفه‌جویی می‌توان ثانویه یک ترانس جریان را در داخل پوشینگ دستگاه‌ها قرار داده، بطوریکه اولیه آن با اولیه دستگاه مشترک باشد. این نوع ترانس را ترانسفورماتورهای جریان از نوع پوشینگی می‌نامند. در ولتاژهای پایین نیز ممکن است از رزین به عنوان ماده جامد عایقی استفاده نمود که این نوع ترانسفورماتورهای جریان تا ولتاژ ۶۳ کیلوولت کاربرد بیشتری دارند و در حال حاضر سازندگان مختلفی سعی می‌نمایند که این طرح را برای ولتاژهای بالاتر نیز مورد استفاده قرار دهند.

د) ترانس جریان نوع قالبی یا رزینی:

از این نوع ترانس ها بیشتر در مناطق گرمسیری و به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت و گرد و خاک به داخل ترانس استفاده می شود و تا سطح ولتاژ ۶۳ کیلو ولت و جریان ۱۲۰۰ آمپر بیشتر طراحی نشده اند.

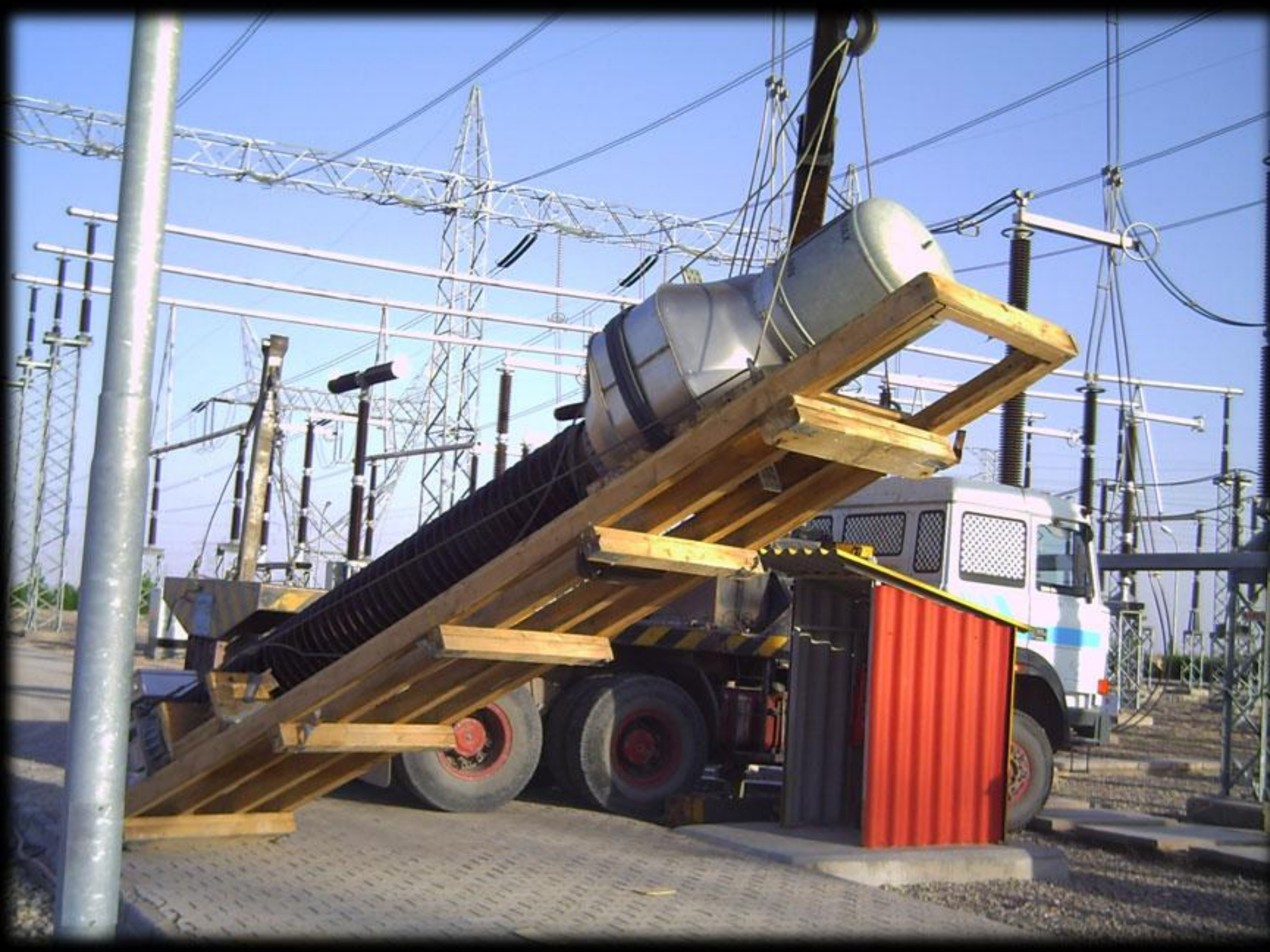
این ترانسها به منظور جداسازی مدارهای حفاظتی و اندازه گیری از مدار فشار قوی و تبدیل مقادیر جریان یا ولتاژ به میزان مورد نظر بکار می روند . این نوع ترانسها قابل نصب در تابلوهای فشار متوسط است . عایق این نوع ترانسها از نوع اپوکسی رزین است که تحت خلا ریخته گری میشود و با خواص عایقی و مکانیکی مناسب ساخته می شود.

ترانس های جریان از نظر هسته به دو نوع تقسیم می شوند:

- (۱) ترانس های جریان با هسته اندازه گیری
- (۲) ترانس های جریان با هسته حفاظتی

(۱) ترانس های جریان با هسته اندازه گیری وظیفه دارند که در حدود جریان نامی و عادی شبکه از دقت لازم برخوردار باشند. و این نوع هسته ها باید در جریان های اتصالی کوتاه به اشباع رفته و مانع از ازدیاد جریان در ثانویه و در نتیجه مانع سوختن و صدمه دیدن دستگاه های اندازه گیری در طرف ثانویه شوند.

(۲) ترانس های جریان با هسته حفاظتی باید در جریانهای اتصال کوتاه هم بتوانند دقت لازم را داشته و دیرتر به اشباع رفته تا بتوانند متناسب با افزایش جریان در اولیه، آن را در ثانویه ظاهر کرده و با تشخیص این اضافه جریان در ثانویه توسط رله های حفاظتی فرمان قطع یا تریپ به کلیدهای مربوطه داده تا قسمتهای انحصالی شده و معیوب از شبکه جدا شوند (منظور از اشباع هسته، زمانی است که هسته خاصیت خود را جهت کامل کردن مدار مغناطیسی از دست می دهد).



مشخصات الکتریکی ترانسفورماتور جریان:

(۱) ولتاژ حداکثر

حداکثر ولتاژ موثر فاز به فاز است که ترانسفورماتور جریان برای استفاده از این ولتاژ تحت شرایط کار عادی طراحی شده است.

(۲) سطوح عایقی

در ترانسفورماتورهای جریان استقامت عایقی به علت وجود چند سیم پیچ به صورت استقامت عایقی اولیه، استقامت بین سیم پیچهای اولیه و سیم پیچهای ثانویه و استقامت عایقی بین حلقه های داخلی سیم پیچهای ثانویه بیان می شود.

(۳) فرکانس نامی

مقادیر استاندارد فرکانس؛ "۵۰" و "۶۰" هرتز می باشد که برای شبکه ایران "۵۰" هرتز می باشد.

(۴) جریان نامی اولیه

جریان نامی اولیه جریانی است که عملکرد ترانسفورماتور جریان بر پایه ان استوار شده و مقدار ان بر اساس جریان عبوری در محل نصب ترانسفورماتور جریان خواهد بود.

(۵) جریان نامی ثانویه

جریان نامی ثانویه مقدار جریانی است که با توجه به جریان اولیه و نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان در ثانویه ترانسفورماتور برقرار می گردد. نکته ای که باید تذکر داد این است که هر چه جریان ثانویه بزرگتر انتخاب شود تعداد دور سیم پیچ هسته کمتر و در نتیجه ترانسفورماتور از نظر حجم "کوچکتر" و "اقتصادی تر" خواهد بود اما در عوض افت ولتاژ و تلفات در کابل های ارتباطی بین ترانسفورماتورهای جریان و دستگاه های متصل بیشتر بوده و در نتیجه ظرفیت بیشتری در خروجی ترانسفورماتور جریان نیاز خواهد بود. (جریان ثانویه معمولاً "۱" امپر و یا "۵" امپر انتخاب می شود).

مطابق استاندارد عبارت است از نسبت جریان نامی اولیه به جریان نامی ثانویه. لازم به ذکر است که به دلیل رشد تدریجی بار و سطح اتصال کوتاه، بایستی امکان انتخاب نسبت تبدیل های مختلف وجود داشته باشد.

۷) جریان اتصال کوتاه

حداکثر مقدار جریان موثر اولیه است که یک ترانسفورماتور جریان بدون ایجاد مشکل در آن به مدت "۱" ثانیه تحمل می نماید. البته در این حالت، باید ثانویه اتصال کوتاه باشد.

۸) جریان دینامیکی نامی

مقدار پیک جریان اولیه است که یک ترانسفورماتور جریان بدون بروز مشکلات الکتریکی یا مکانیکی در اثر نیروهای الکترومغناطیسی در حالت اتصال کوتاه بودن ثانویه، در سیکل های اولیه اتصال کوتاه تحمل می نماید. این مقدار معمولاً "۲.۵" برابر جریان اتصال کوتاه نامی می باشد.

۹) جریان دائمی "حرارتی" نامی

عبارت است از جریانی که از اولیه ترانسفورماتور به طور پیوسته عبور می کند در حالی ثانویه ترانسفورماتور به بار نامی متصل بوده و افزایش درجه حرارت بیش از مقدار مجاز نداشته باشد. مقدار این جریان عموماً "برابر" جریان نامی اولیه ترانسفورماتور می باشد.



۱۰) توان نامی مجاز

الف) ظرفیت نامی: امپدانس مدار ثانویه با توجه به ضریب توان می باشد.

ب) ظرفیت نامی مجاز: مقدار ظرفیت خروجی است که در آن ملاحظات مربوط به دقت ترانسفورماتور اعمال می شود.

ج) توان نامی خروجی: مقدار توانی است "بر حسب ولت امپر" که یک ترانسفورماتور جریان، با جریان نامی به باری با ظرفیت خروجی تحویل می دهد.

۱۲) کلاس دقت

میزان خطای ترانسفورماتورهای جریان با توجه به کلاس دقت آنها مشخص می شود. کلاس دقت ترانسفورماتورهای جریان برای هسته اندازه گیری و حفاظتی به دو صورت مختلف بیان می شود.

اجتناب از باز بودن سمت ثانویه ترانسفورماتور جریان:

ترانسفورماتورهای جریان به علت نیاز به دقت بالا در آنها و عدم نیاز به تامین توان عمده، طوری طراحی می شوند که جریان مغناطیس کننده کوچکی داشته باشند. حال اگر بنا به مشکلی سمت ثانویه ترانسفورماتور جریان از بار جدا شود چه اتفاقی می افتد؟

جدا شدن بار از ترانسفورماتور جریان موجب می شود که کل جریان سمت اولیه صرف جریان مغناطیس کننده شود و این جریان که از مقدار واقعی جریان مغناطیس کننده در عملکرد نامی بسیار بیشتر است موجب دو مشکل عمده می شود:

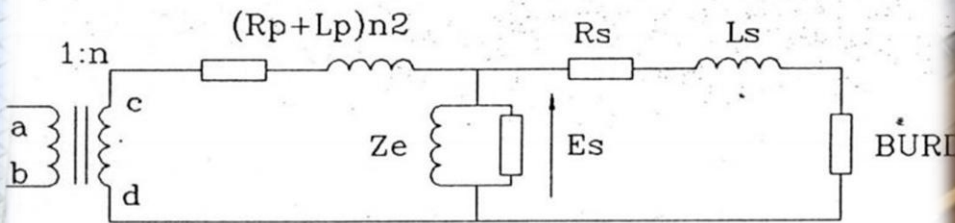
۱) عبور جریان بالای مغناطیس کننده موجب افزایش تلفات توان و در نتیجه گرم شدن بیش از حد هسته و از بین رفتن عایق های بین سیم پیچها و هسته و سوختن خود هسته می گردد.

۲) افزایش بیش از حد جریان مغناطیس کننده موجب القاء ولتاژ بسیار بالا در ثانویه ترانسفورماتور جریان شده و این مسئله برای استفاده کنندگان از تجهیزات در سمت فشار ضعیف و همچنین ترمینال های اتصالی مشکلات و خطرات فراوانی را در بر خواهد داشت.

لذا هرگز نباید با جدا کردن بار از ثانویه ترانسفورماتورهای جریان موجب بی بار شدن آنها شویم و در نتیجه هرگز نباید در مسیر ثانویه ترانسفورماتور جریان از فیوز استفاده شود و همچنین در زمان قطع رله های متصل به ثانویه از مدار جهت تست، باید از اتصال کوتاه بودن سمت ثانویه ترانسفورماتور جریان اطمینان داشته باشیم.

مدار معادل ترانس جریان:

یک ترانسفورماتور جریان همانند یک ترانسفورماتور قدرت دارای مدار معادل است که با انتقال اولیه به ثانویه خواهیم داشت:



I_e = Excitation current

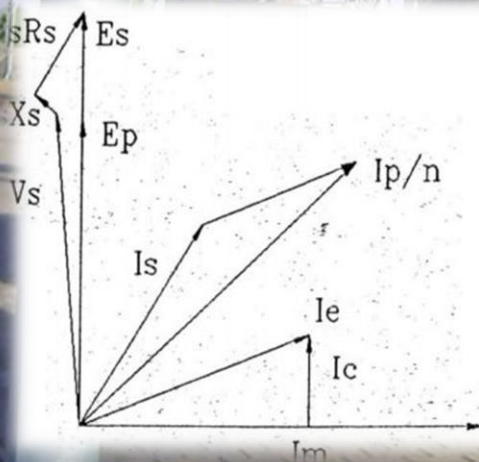
I_p = Primary current

I_c = Iron losses

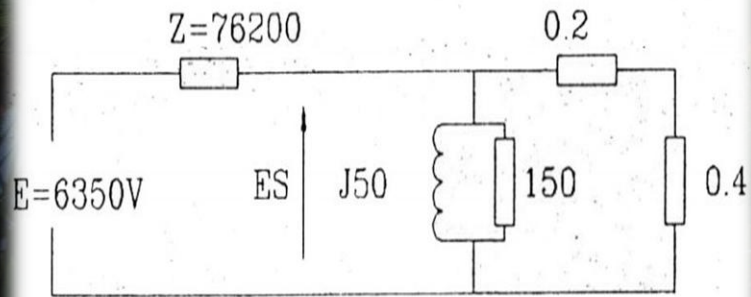
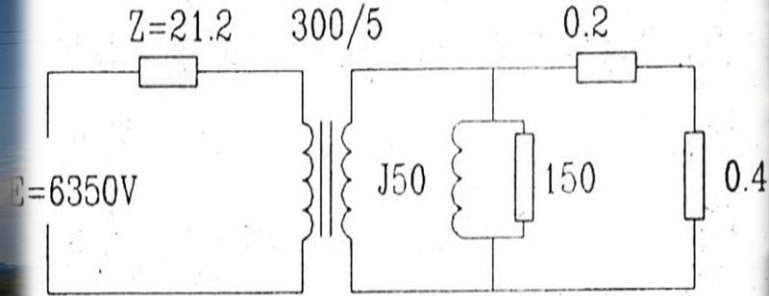
I_m = Magnetising current

E_p = PRIMARY Voltage

E_s = Secondary Voltage



اصولاً جریان ثانويه امکان تاثيرگذاري بر جريان اوليه را نخواهد داشت اين مسئله در مدار معادل زير مشاهده مي گردد، زيرا براي انتقال امپدانس اوليه به ثانويه امپدانس مدار اوليه در نسبت تبديل بتوان دو ضرب شده و به ثانويه منتقل مي شود لذا امپدانس انتقال يافته، امپدانس خيلي بزرگي خواهد شد و اين امپدانس غالب مدار خواهد بود مثلاً در يك شبکه ۱۱ کيلوولت با امپدانس شبکه و ترانسفورماتور جريان با نسبت تبديل ۵/۳۰۰ امپر، مدار معادل به قرار زير است:



لذا مشاهده مي شود که جريان اوليه در حد قابل قبولي، از بار متصل به ثانويه مستقل مي باشد.

ترانس ولتاژ: (Potential transformer)

در يك پست فشار قوي جهت اندازه گيري و در دست داشتن مقدار ولتاژ پست به منظور استفاده در سيستم هاي كنترل و اندازه گيري و همچنين سيستم هاي حفاظتي ضروري است كه با استفاده از ترانسفورماتور هاي ولتاژ ، مقدار ولتاژ واقعي پست را به حد خيلي زيادي کاهش داد تا بتوان آنرا در مدارهاي كنترل و حفاظت و اندازه گيري استفاده نمود .

بنابراين وظايف اصلي ترانسهاي ولتاژ عبارت خواهند بود :

- تبديل ولتاژ از مقداري معمولاً زياد ، به مقداري قابل استفاده در رله ها و تجهيزات .

- مجزا نمودن مدار اندازه گيري از ولتاژ بالا .

- فراهم كردن امكان استفاده نمودن رله ها و تجهيزات در چند مقدار نامي

جريان و ولتاژ .



انواع ترانسفورماتور ولتاژ:



ترانسفورماتور ولتاژ مغناطیسی (اندوکتیو)

ترانسفورماتور ولتاژ خازنی (کاپاسیتیو)



ترانسفورماتور ولتاژ مغناطیسی (اندوکتیو) :

در این نوع ترانس ها ، ولتاژ نامی اولیه مستقیماً به ولتاژ مورد نیاز در ثانویه تبدیل می شود . در این نوع ترانس ، ولتاژ اولیه از مدار اصلی پست گرفته شده و سیم پیچ اولیه بوسیله کاغذ آغشته به روغن از ثانویه و هسته آن مجزا می باشد . فضای خالی بین اولیه و ثانویه بوسیله روغن پر می شود . این نوع ترانسفورماتور های ولتاژ برای ولتاژهای تا ۱۴۵ کیلو وات اقتصادی بوده و کاربرد دارد . و در ولتاژهای بالا ، خیلی گران تمام می شود اما از دقت بالایی برخوردار هستند .

در ولتاژهای پائین نوع عایق ترانسفورماتور هوا و یا رزین می باشد ،

ولتاژهای بالا نوع عایق ترانسفورماتور روغن می باشد . لازم به ذکر است

در پست های فشار قوی از این نوع ترانس به منظور اندازه گیری ، حفاظت و سنکرونیزاسیون استفاده می شود .



ترانسفورماتور ولتاژ خازني (کاپاسيتيو) :

در این نوع ترانسها که معمولا در ولتاژهاي بالا اقتصادي تر بوده و کاربرد بيشتري دارد ، ابتدا ولتاژ اوليه با استفاده از تعداد زيادي خازن که از نوع کاغذ يا هادي آلومينيوم مي باشد و بطور سري به يکديگر متصل شده اند به مقدار قابل ملاحظه اي کاهش يافته و سپس با استفاده از يك ترانسفورماتور ولتاژ کوچکتر ، ولتاژ دلخواه بدست مي آيد .

بنابر این ترانسفورماتور هاي ولتاژ از نوع خازني ، از يك مقسم خازني و يك ترانس ولتاژ مغناطيسي تشکيل مي گردد .

از نظر ظرفيت خازني، این ترانس ها در دو نوع با ظرفيت بالا و پايين ساخته مي شوند. هر چه ظرفيت خازني افزايش يابد قيمت هم افزايش مي يابد...



اجزاء اصلی ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی

با توجه به شکل ، یک ترانسفورماتور ولتاژ خازنی از سه بخش اصلی زیر تشکیل می شود :

الف) مقسم خازنی

- (۱) ترمینال ولتاژ اولیه یا فشار قوی
- (۲) خازن فشار قوی
- (۳) ترمینال فشار متوسط
- (۴) خازن فشار متوسط

ب) ترانسفورماتور ولتاژ متوسط

- (۱) پیچک جبران کننده
- (۲) ترانسفورماتور ولتاژ متوسط
- (۳) امدانس میرا کننده

ج) جعبه ترمینال ثانویه

- (۱) ترمینال های ثانویه
- (۲) ترمینال فشار پایین برای اتصال به جعبه تطبیق امدانس
- (۳) ترمینال زمین
- (۴) گرمکن برای ممانعت از عرق کردن جعبه ترمینال در صورت نیاز

الف) ازمون های نوعی

- ۱) ازمون افزایش درجه حرارت
- ۲) ازمون تحمل ضربه صاعقه
- ۳) ازمون تحمل ضربه کلیدزنی
- ۴) ازمون تحمل اتصال کوتاه
- ۵) ازمون پاسخ گذرا
- ۶) ازمون فرورزنانس
- ۷) ازمون دقت

ب) ازمون های جاری

- ۱) ازمون ناشی از بار در مقسم خازنی
- ۲) کنترل علامت گذاری ترمینال ها
- ۳) ازمایش تحمل ولتاژ
- ۴) بازدید چشمی

ج) ازمون های خاص

- ۱) ازمون فشار مکانیکی
- ۲) اندازه گیری ضریب حرارتی
- ۳) اندازه گیری ضریب انتقال ولتاژهای فرکانس بالا

فرورزونانس:



فرورزونانس اصولاً نوعی تشدید رزونانس است که در مدارهای سلفی و خازنی سری، نظیر مدار بسته سیم پیچی روی می دهد.

ظرفیت خازنی مقسم ولتاژ "سری" با راکتور جبران کننده و ترانس اصلی یک مدار تشدید را در این ترانس ها به وجود می آورد. در زمان بروز این پدیده شرایط اشباع هسته مغناطیسی مدار و اندوکتانس ظاهر گردیده، پدیده رزونانس را به فرورزونانس تبدیل می کند. بدون وجود مقاومت اضافی بار با تلفات در یک مدار "سلفی خازنی"، ولتاژ دو سر هر یک از المان های آن می تواند از ولتاژ منبع اعمال شده به انها بزرگتر شود.

در نتیجه این پدیده، ممکن است ولتاژهای بزرگی در قسمت های مختلف یک شبکه رخ دهد و یا موجب اشباع شدید هسته آهنی در اثر جریان های زیاد شود و یا موجب گرم شدن بیش از حد واحد الکترو مغناطیسی و یا شکست عایقی در آن شود.



پیامدهای فرورزونانس در ترانسفورماتورهای ولتاژ:

شکست ولتاژ در سیم پیچ های اولیه به دلیل اضافه ولتاژ
خرابی برقگیر بر اثر اضافه ولتاژ و اضافه بار حرارتی
خرابی عایقی به دلیل افزایش حرارت و عدم توانایی دفع حرارت
خرابی سیم پیچ های اولیه به دلیل نیروی دینامیکی ناشی از عبور
جریان اولیه

"ترانسفورماتورهای با ظرفیت کم مثل ترانسفورماتورهای ولتاژ
بیشتری" مغناطیسی ، در مقایسه با ترانسفورماتورهای قدرت ، آمادگی
برای وقوع فرورزونانس دارند.

_ افزایش سطح مقطع هسته به منظور جلوگیری از اشباع هسته می تواند وقوع این پدیده را کاهش دهد.

_ مدار میرا کننده از اتصال سری یک راکتور دارای هسته آهنی و یک مقاومت خنک شونده با روغن

تشکیل شده است. در شرایط معمولی هسته راکتور میرا کننده اشباع نمی شود و امپدانس بالایی از

خود نشان می دهد. با شروع فرورزنانس، فلز در هر دو هسته ترانسفورماتور اصلی و راکتور

میرا کننده افزایش می یابد. اشباع هسته راکتور میرا کننده باعث کاهش امپدانس در مدار می شود که

خود باعث عبور یک جریان از داخل آن شده و موجب خنثی شدن این پدیده می شود.

پارامترهای اساسی در انتخاب ترانسفورماتور ولتاژ

31/35

1) ولتاژ اولیه

ولتاژ سیم پیچ اولیه ترانسفورماتور ولتاژ بستگی به سطح ولتاژ کاری دارد که باید طبق استاندارد انتخاب شود.

2) ولتاژ نامی ثانویه

طبق استاندارد ولتاژ نامی ثانویه برای کشورهای اروپایی "۱۰۰"، در امریکا و کانادا "۱۱۵" و "۱۲۰" و در موارد خاص "۲۰۰" ولت خواهد بود.

3) نسبت تبدیل

نسبت تبدیل ولتاژ نامی اولیه به ولتاژ نامی ثانویه را نسبت تبدیل گویند.

4) ضریب ولتاژ

مقادیر استاندارد ضریب ولتاژ به نحوه زمین شدن سیستم بستگی دارد. مطابق با استاندارد ضریب ولتاژ نامی ترانسفورماتورهای ولتاژ برای حالت دائم "۲.۱"، برای مدت زمان استمرار ۳۰ ثانیه "۵.۱" و برای مدت زمان استمرار ۸ ساعت "۹.۱" خواهد بود.

۵) کلاس دقت

کلاس دقت یک ترانسفورماتور ولتاژ با ولتاژ اولیه مشخص، میزان انحراف ولتاژ ثانویه از مقدار نامی خواهد بود. این مقدار بر حسب درصد بیان می شود.

۶) قدرت نامی و ظرفیت خروجی

قدرت خروجی نامی قدرتی است که ترانسفورماتور ولتاژ میتواند با ولتاژ نامی ثانویه و با دقت مشخص تغذیه نماید. به عبارت دیگر قدرت خروجی برابر است با حاصلضرب جریان نامی ثانویه و ولتاژی که دو سر ترمینال های ثانویه وجود دارد.

۷) زاویه خطا

جابجایی "فاز" ولتاژ ثانویه نسبت به اولیه است.

۸) استقامت عایقی

۹) شرایط محیطی



نکات مهم در بهره برداری ترانسفورماتورهای ولتاژ

۱) اتصال کوتاه ثانویه

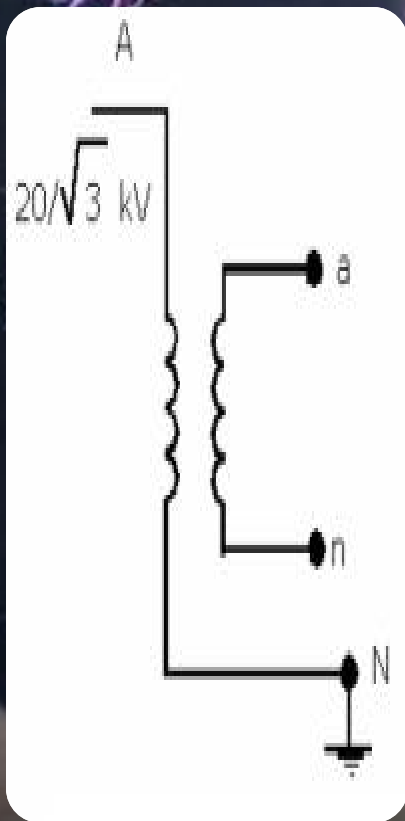
در اتصال کوتاه ثانویه جریان زیادی "تا حدود ۳۰۰ امپر" از سیم پیچ ثانویه می گذرد. تلفات حرارتی و نیروی دینامیکی ناشی از جریان اتصال کوتاه باعث سوختن و پاره شدن سیمها و از بین رفتن عایق سیم و ترانسفورماتور و انفجار آن می شود. می توان از فیوز برای حفاظت ترانسفورماتورهای ولتاژ در برابر اتصال کوتاه شدن در ثانویه استفاده کرد.

البته نمی توان از فیوزهای فشار قوی در سمت اولیه استفاده کرد، زیرا در حالت اتصال کوتاه "در ثانویه"، مقدار کمی جریان از اولیه می گذرد که برای عملکرد فیوزهای فشار قوی کافی نیست.

۲) باز بودن نقطه اتصال نوترال ترانسفورماتورهای ولتاژ

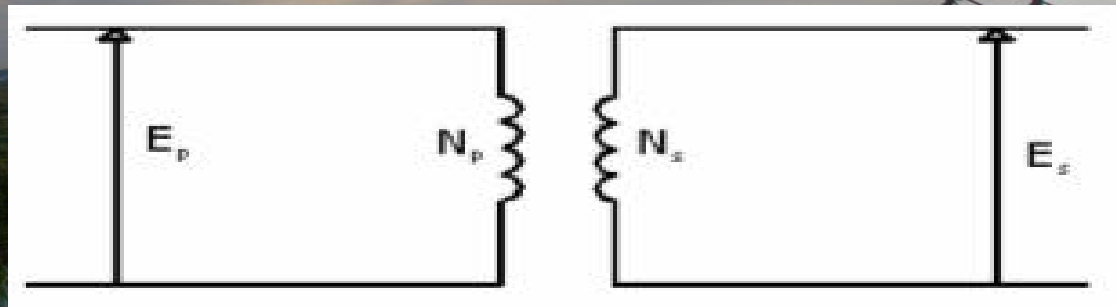
شماتیک اتصال ترانسفورماتورهای ولتاژ تک قطبی در شکل زیر آورده شده است.

در صورتیکه نقطه "N" به زمین وصل نشده باشد ولتاژ آن با ولتاژ خط برابر خواهد شد و با توجه به فاصله کم بین نقطه "N" و سرهای سیم پیچ ثانویه، بین نقطه "N" و سیم پیچ های ثانویه جرقه ایجاد و ترانس خواهد سوخت.



اصول عملکرد ترانسفورماتورهاي ولتاژ

عملکرد ترانسفورماتورهاي ولتاژ دقیقاً شبیه ترانسفورماتورهاي قدرت است با این تفاوت که توان خروجي این ترانسفورماتورها بسیار کم است. این ترانسفورماتورها با شبکه موازي می شوند و بار ولتاژ شبکه (ولتاژ سیستم) از بار آنها مستقل است. يك ترانسفورماتور ولتاژ ایده آل، ترانسفورماتوری است که تحت شرایط بی باري که جریان مغناطیس کنندگی آن ناچیز است افت ولتاژ ناچیز داشته باشد.



ترانسفورماتور ولتاژ ایده آل

مراجع:

کتاب اصول اندازه گیری ساوونی
(ترجمه محمود دیانی)

کتاب اصول اندازه گیری مسعود سلطانی

کتاب ماشین های الکتریکی

اینترنت