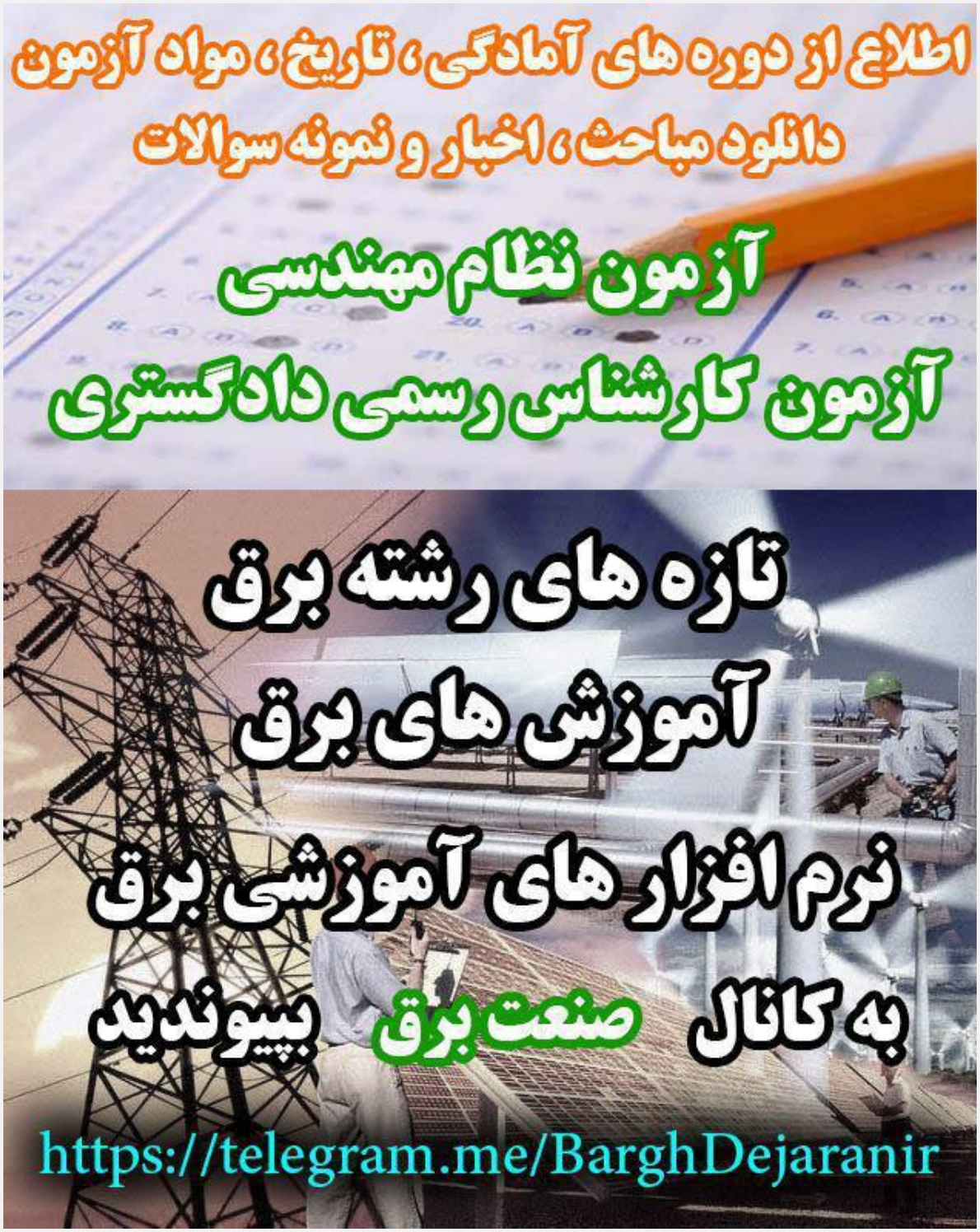
برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.



دریافت اطلاعات آزمون نظام مهندسی ،نمونه سوالات آزمون ، مباحث مقررات ملی اخبار آزمون ، دوره های آمادگی آزمون نظام مهندسی

آموزش های تخصصی برق و دانلود فایل های برقی به

کانال صنعت برق بپیوندید

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

ترانس جریان

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۱- مقدمه ۱
۲- ترانس جریان ۴
۳- توانایی های عمومی ترانسفورماتورهای جریان ۵
۴- ساختار ترانسفوماتورهای جریان ۵
۵- ترانسهای جریان هسته بالا ۶
۶- ترانسهای جریان هسته پائین ۶
۷- ترانس های جریان بوشینگی ۷
۸- ترانس جریان نوع قالبی یا رزینی ۷
۹- ساختمان ترانس جریان ۸
۱۰- تعاریف مربوط به ترانس جریان ۹
۱۱- کلاس دقت ترانسفورماتورهای جریان حفاظتی ۱۱
۱۲- کلاس دقت ترانسفورماتورهای جریان اندازه گیری ۱۴
۱۳- بعضی ویژگیها که در ساختمان ونصب ترانس جریان باید رعایت گردد ۱۶
۱۴- کورهای ترانسفورماتور جریان ۱۸
۱۵- اجتناب از باز بودن سمت ثانویه ترانسفورماتور جریان ۱۹
۱۶- ظرفیت ترانسفورماتور جریان ۱۹
۱۷- نحوه تست ترانس جریان ۲۰
۱۸- انواع تست های CT ۲۰
۱۹- قدم های انتخاب ترانسفورماتور جریان ۲۱
۲۰- اطلاعات مورد نیاز برای انتخاب ترانسفورماتور جریان ۲۳
۲۱- اشباع ترانسفورماتورهای جریان ۳۰
۲۲- مدار معادل ترانسفورماتور جریان ۳۳

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

مقدمه

امروزه با توجه به پیشرفت تکنولوژی و نیز با به روی کار آمدن رله های زکوندر استفاده از ترانسهای جریان وولتاژ جهت حفاظت و نیز جهت اندازه گیری کمیتهای جریان ، ولتاژ و توان و.....امری است اجتناب ناپذیر و استفاده از آنها در تابلوهای برق و پستهای فشار متوسط و قوی جهت رسیدن به اهداف فوق رو به افزایش است در این مقاله سعی برآن شده که با توضیحاتی مختصرآشنایی هرچه بیشتر دوستان گرامی با تجهیزات فوق فراهم آورده شود

چرا از ترانس های ولتاژ و جریان استفاده می کنیم؟

در صنعت برق برای دو منظور اندازه گیری و حفاظت نیاز به میزان پارامترهای ولتاژ و جریان هستیم ولی از آنجا که این مقادیر اعداد بزرگی می باشند لذا دسترسی به آنها نه عملی بوده و نه از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است پس ناگزیر به استفاده از ترانسهای جریان وولتاژ می باشیم تا این مقادیر را به مقادیر کوچکتری که کسری از مقادیر واقعی می باشند تبدیل نماییم. در واقع این تجهیزات نمونه کوچک شده ، با درصد خطایی بسیار کم از ولتاژ و جریان طرف اولیه هستند و چون تمامی دستگاه های اندازه گیری همچون آمپرمتر، ولتمتر، وارمتر و.....و نیز رله های حفاظتی بر اساس میزان جریان و ولتاژ ثانویه این تجهیزات ساخته می شوند لذا می توان به کمک این ترانسها به اهداف حفاظت و اندازه گیری دست یافت.

ترانس جریان

(C.T) Current Transformer

به دلیل بالا بودن جریان در شبکه های انتقال نیرو و همچنین به دلیل بالا بودن ولتاژ نیاز به نمونه برداری جریان از قسمتهای مختلف شبکه می‌باشد به همین دلیل نیاز به وسیله‌ای داریم به نام ترانس جریان که دو عمل را برای ما انجام می دهد.الف- جریانهای بالا را به جریانهای پایین ۵ آمپر و یا ۱ آمپر تبدیل می کند. ب- باعث ایزوله شدن شبکه های فشار قوی از سیستمهای اندازه گیری و حفاظت باشد. از **CT** ها به دو منظور استفاده می‌شود

۱- برای مقاصد اندازه گیری

۲- برای مقاصد حفاظت شبکه

این ترانسها در ابتدای خطوط ورودی به پستها و همچنین در ورودی ترانس قدرت و ورودی ثانویه ترانس و همچنین در خروجی های پست و نقاط کلیدی 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

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

ساختمان و چه از نظر قدرت و دقت ، نصب و استفاده می گردند. ترانس جریان در مدار بصورت سری قرار می گیرد .ترانسفورماتور جریان از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه تشکیل 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 می‌آید. ثانویه این ترانسها با مقیاس کمتری از اولیه خود که تا حد بسیار بالایی تمام ویژگیهای جریان در اولیه خود را دارد 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.

توانایی های عمومی ترانسفورماتورهای جریان

ترانسفورماتورهای جریان بایستی بتوانند نیازهای زیر را برآورده نمایند:

۱- بطور پیوسته بتوانند ولتاژ و جریان نامی را بدون ایجاد حرارت اضافی و شکست عایقی تحمل نمایند.

۲- ترانسفورماتورهای جریان حفاظتی بایستی در حالت اضافه جریان در اثر بروز عیب در شبکه با دقت خوبی عمل تبدیل را انجام دهند.

۳- ترانسفورماتورهای جریان اندازه‌گیری، بایستی در حالت اضافه جریان مربوط به اتصال کوتاه شبکه، بطور ذاتی محدود نمایند تا آسیبی به دستگاه‌های اندازه‌گیری وارد نگردد.

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

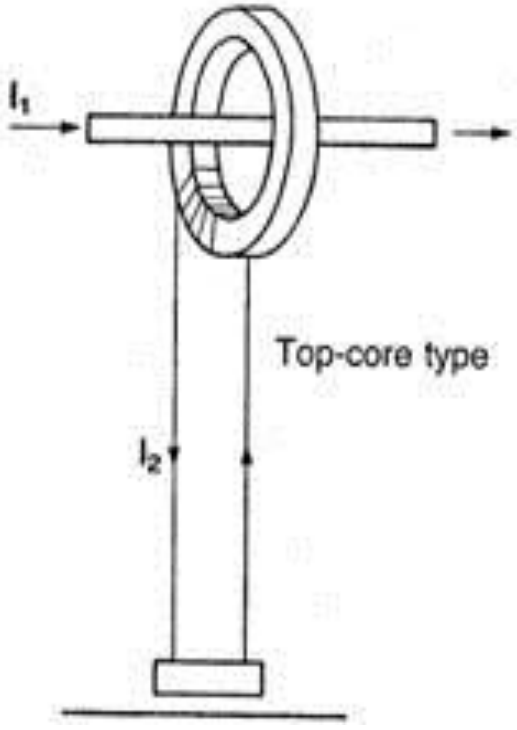
ساختار ترانسفوماتورهای جریان

یکی ازمهمترین موارد در ساختمان یک ترانسفورماتور جریان، اختلاف ولتاژ خیلی زیاد بین اولیه و ثانویه می‌باشد زیرا ولتاژ اولیه همان ولتاژ نامی پست است، در حالیکه ولتاژ ثانویه خیلی پایین می‌باشد که با توجه به این مورد بایستی بین اولیه و ثانویه ایزولاسیون کافی وجود داشته باشد. ترانسفورماتورهای جریان بر حسب نوع عایق بندی در انواع مختلف ساخته می‌شوند و عبارتند از:

۱- CT های هسته بالا(Tank Type)
۲- CT های هسته پایین (TAPCORE)
۳- نوع بوشینگی(Bushiny Type)
۴- نوع خشک با عایق رزینی(Castin Resine)
۵- ترانس نوع روغنی با عایق کاغذ آغشته به روغن
۶- نوع شمشی
۷- نوع حلقوی
۸- نوع SF6

در این قسمت چند نوع ترانس جریان که کاربرد بیشتری در پست دارند را بطور خلاصه توضیح می دهیم.

۱- ترانسهای جریان هسته بالا

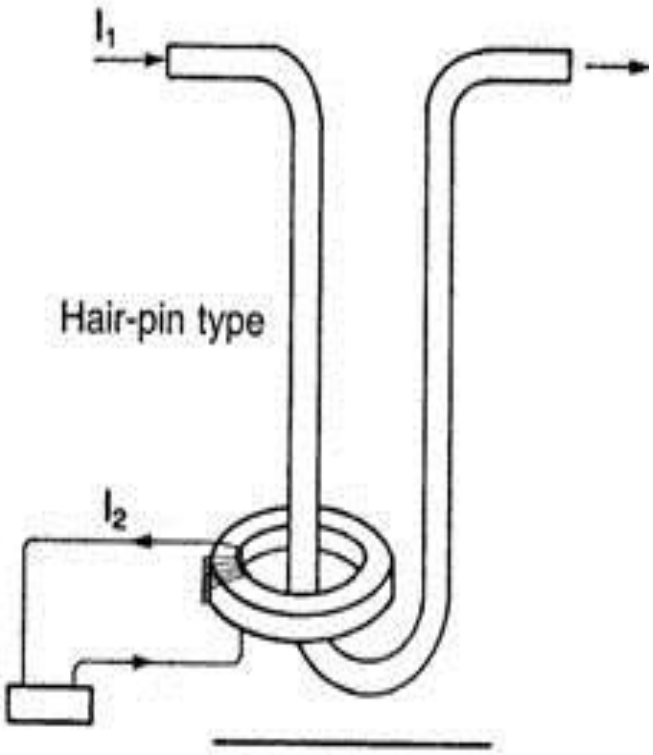


در این نوع ترانسها مسیر طی شده در اولیه بسیار کوتاه میشود . هادی اولیه از داخل یک حلقه عبور کرده و سیم پیچ ثانویه دور هسته حلقوی پیچیده شده است . که ثانویه آن در قسمت بالا بوده و به نام "Top Core " و یا "Inverted"مشهور می‌باشند .کلیه سیم پیچ ها در داخل عایقی از روغن قرار دارد و سرهای ثانویه بوسیله سیم 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 ترانسفورماتورها تعیین می‌گردد، پیچیده می‌شود و فضای خالی بین کاغذ و اولیه نیز توسط روغن احاطه می‌شود. در ولتاژهای بالا ممکن است که سیم پیچ

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

ثانویه در یک قالب آلومینیومی جاسازی شود . در هر دو حالت فوق بایستی سعی شود که به هیچ عنوان هوا و یا ذرات دیگر به داخل محفظه ترانسفورماتورهای جریان نفوذ ننموده و از طرف دیگر امکان انبساط و انقباض روغن در اثر تغییر درجه حرارت نیز وجود داشته باشد، لذا در بالای ترانسفورماتورها بایستی فضای خالی به وجود آورد که به منظور ایزوله نمودن از هوا، از فولاد یا تفلون و یا دیافراگم‌های لاستیکی (ارتجاعی) استفاده می‌شود که در اثر انبساط و انقباض روغن بالا و پایین می‌روند. در بعضی از طرح‌ها نیز محفظه بالای روغن را از گاز نیتروژن پر می‌کنند.

۲– ترانسهای جریان هسته پائین



در این نوع ترانس، هادی او لیه در داخل یک بوشینگ به شکل "U" قرار دارد، بطوریکه قسمت پایین "U" در داخل یک تانک قرار میگیرد و در این حالت اطراف هادی اولیه بوسیله کاغذ عایق شده و در روغن غوطه‌ور می‌باشد. 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 نسبتا "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 .در این ترانسها ترکیب روغن به همراه دانه های ریز کوارتز خالص است که منجر به حد اقل شدن ابعاد ترانس میشود . محفظه روغن کاملاً آب بندی است و نیاز به باز بینی و نگهداری ندارد .باید در نظر داشته باشیم که در مکانهای زلزله خیز از نوع کر پایین معمولاً استفاده می شود (بعلت تعادل بیشتر فیزیکی در اثر تکان خوردن زمین در زمان وقوق زلزله)

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

برخی از ویژگیهای ترانسهای جریان هسته پایین:

۱- کوچگتر بودن ابعاد ترانس (با بکارگیری روغن کوارتز)
۲- امکان تغییر حجم با استفاده از گاز نیتروژن و بدون استفاده از قسمتهای متحرک (عدم نیاز به تعویض روغن)
۳- آب بندی کامل بطوریکه نیاز به بازبینی و نگهداری ندارد
۴- دارای مقاومت بالا در برابر زلزله
۵- تانک روغنی از نوع گالوانیزه گرم می‌باشد.

مزایا و معایب c,t های هسته پایین و هسته بالا نسبت به یکدیگر :

۱ـ در **c,t** های هسته بالا چون هسته و سیم پیچهای ثانویه دربالا قرار گرفته است نیاز به استحکام مکانیکی ویژه ای دارد و بایستی دارای فونداسیونی باشد که در مقابل باد و طوفان و زلزله و نیروهای دینامیکی ناشی از جریان اتصال کوتاه ترانس جریان را نگه دارد . در صورتی که در **c,t** های هسته پایین نیاز فوق کمتر خواهد بود .

۲ـ درترانسهای هسته پایین چون سیم فشار قوی مسیر کل بوشینگ را بصورت رفت و برگشت طی نموده و از طرفی به قسمت پایین که به زمین نزدیکتر است وارد می شود لذا عایقبندی آن بمراتب از هسته بالا که سیم فشار قوی مسیر کوتاهی درداخل **c,t** طی می کند و در قسمت بالای مقره بوشینگی قرار گرفته است مشکلتر می باشد .

۳ـ در ترانسهای هسته پایین به هنگام اتصال کوتاه سیمهای فشار قوی رفت و برگشت چون حامل جریان خیلی زیادی هستند نیروهای زیاد بر هم وارد می نمایند و موجب خسارت دیدن **c,t** می گردند . در صورتی که این حالت درترانسهای جریان هسته بالا وجود ندارد .

۴ـ میدان مغناطیسی در هسته ترانس جریان هسته بالا بعلت اینکه سیم فشار قوی مستقیم و عمود بر سطح مقطع حلقه هسته عبور می نماید یک میدان یکنواخت می باشد . در صورتی که این میدان در ترانس جریان هسته پایین غیر یکنواخت می باشد و ترانس هسته پایین در معرض ناپایداری حرارتی قرار دارد .

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

۳- ترانس های جریان بوشینگی

در بعضی از دستگاه‌ها نظیر کلیدها و یا ترانسفورماتورهای قدرت و راکتورها جهت صرفه‌جویی می‌توان ثانویه یک ترانس جریان را در داخل بوشینگ دستگاه‌ها قرار داده، بطوریکه اولیه آن با اولیه دستگاه مشترک باشد. این نوع ترانس را ترانسفورماتورهای جریان از نوع بوشینگی 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

۴- ترانس جریان نوع قالبی یا رزینی

از این نوع CTها بیشتر در مناطق گرمسیری و به منظور جلو گیری از نفوذ رطوبت و گرد و خاک به داخل CT استفاده می شودو تا سطح ولتاژ ۶۳ کیلو ولت و جریان ۱۲۰۰ آمپر بیشتر طراحی نشده اند .این ترانسها بمنظور جداسازی مدارهای حفاظتی واندازه گیری از مدار فشار قوی و تبدیل مقادیر جریان یا ولتاژ به میزان مورد نظر بکار میروند . 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

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

عایقی و مکانیکی مناسب ساخته میشود . ساخت ترانسفورماتورهای جریان نوع خشک با عایق زرینی برای ولتاژهای پائین تا سطح ۶۳ کیلوولت عملی بوده و خصوصاً در محل‌های سرپوشیده با توجه به عدم احتمال انفجار این نوع ترانسفورماتورهای مرسوم می‌باشد.

۴- ترانس نوع حلقوی

در این نوع CT-ها هادی حامل ولتاژ اولیه از درون یک حلقه مانند که در واقع ثانویه CT است عبور می کند. و به CBCT مشهور هستند. گاهی اوقات به این نوع ترانسها، ترانسهای جریان پنجره ای می گویند.

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

ساختمان ترانس جریان :

۱- تشکیل شده از یک سیم پیچ اولیه

۲- سیم پیچ ثانوی

۳- هسته (CORE)

۴- ماده ایزوله کننده

۵- مقره خارجی و بیرونی

۶- ترمینالهای فشار قوی

۷- ترمینالهای فشار ضعیف

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 اتصالی شده و معیوب از شبکه جدا شوند.

به طور کلی می توان گفت با توجه به کابردهای مختلف CT معمولاً چندین کر (هسته) در ترانسهای جریان تعبیه می‌شود که هر کدام با توجه به نوع کاربرد و خصوصیات خاص خود را دارد . مثلاً زمانیکه اتصالی در شبکه اتفاق می افتد جریان زیادی از اولیه CT عبور می نماید اگر قرار باشد

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

همان جریان به نسبت ، نسبت تبدیل CT در ثانویه ظاهر شود ، جریان نسبتاً زیادی در ثانویه خواهیم داشت که این امر باعث صدمه زدن به دستگاههای اندازه گیری می‌شود . بنابراین باید از هسته هایی استفاده شود که دارای نقطه اشباع پایین باشد که هنگام بروز اتصالی در شبکه ، جریان سیم پیچ اولیه در ثانویه القاء نشود (اشباء زمانی است که هسته خاصیت خود را جهت کامل کردن مدار مغناطیسی از دست می دهد) بالعکس در مورد دستگاههای حفاظتی در هنگام اتصالی در شبکه جریان ثانویه باید یک نسبت تقریباً خطی با جریان اولیه داشته باشد به همین دلیل از هسته هایی استفاده می‌شود که دارای نقطه اشباء بالایی داشته باشند در عمل معمولاً از ۲ ، ۳ و یا ۴ هسته در ترانسهای جریان استفاده می‌شود که به هسته های حفاظتی و اندازه گیری تقسیم می شوند .

کرهای ترانسفورماتور جریان

ترانسفورماتورهای جریان که برای تغذیه مدارها با سیستم‌های اندازه‌گیری (آمپرمترها، واتمترها، وارمترها و کنتورها) بکار می‌روند باید دقت کافی جهت اندازه‌گیری کمیت‌ها در مقادیر نامی داشته باشند که مطابق استاندارد این تجهیزات باید دقت کافی برای جریانی تا حدود ۱۲۰٪ جریان نامی را داشته باشند. ضمناً تجهیزات اندازه‌گیری می‌بایستی در مقابل جریانهای بسیار بالایی که ممکن است در اثر بروز اتصال کوتاه در شبکه به آنها اعمال می‌شود محافظت شوند چون این وسائل وظیفه اندازه-گیری مقادیر نامی را دارند و از آنجائیکه بکار بردن فیوز با هر حفاظتی قطع مدار ثانویه مجاز نمی-باشد لذا خود کور یا هسته ترانسفورماتور جریان باید قابلیت محدود کردن جریانهای خطا یا جریانهای بالاتر از حد نامی مدار یا شبکه را داشته باشد بنابراین باید این هسته ها در جریان‌های بالا به اشباع بروند.در مورد کورهایی که به منظور تغذیه مدارهای حفاظت بکار می‌روند موضوع فرق می-کند وظیفه این وسائل عملکرد در هنگام خطا می‌باشد لذا لازم نیست دقت زیادی در جریان نامی داشته باشند ولی باید دقت مناسب در رنج گسترده تا سطح جریان‌های خطا داشته باشند و به اشباع نروند.

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

تعاریف مربوط به ترانس جریان

جریان نامی:

مقدار جریانهای اولیه و ثانویه است که ترانس جریان بر اساس آن طراحی و ساخته شده است .
جریانی که در حالت عادی از اولیه CT می گذرد می تواند تا ۱.۲ برابر جریان نامی اولیه باشد.ولی بهتر است این جریان به جریان نامی اولیه CT نزدیک باشد.

قدرت نامی ترانس جریان

قدرت اسمی ترانس جریان مساوی حاصل ضرب جریان ثانویه اسمی و افت ولتاژ مدار خارجی ثانویه حاصل از این جریان می باشد. مقادیر استاندارد قدرت های اسمی عبارتند از:

2.5 – 5 – 10 – 15 – 30 VA

که البته مقادیر بالاتر در ترانسها قابل طراحی و استفاده نیز میباشد.

بردن:(burden)

بردن عبارتست از مجموع کل امپدانسهای تجهیزات وصل شده به ثانویه) CT شامل دستگاه های اندازه گیری یا حفاظتی، کابلهای ارتباطی). مقدار بردن با ولت آمپر مشخص می گردد.

نسبت تبدیل نامی:

نسبت جریان نامی اولیه CT به جریان نامی ثانویه آن

جریان حرارتی:Ith (thermal)

عبارت است از مقدار جریانی که به اولیه ترانس جریان، به مدت یک ثانیه اعمال می شود و از نقطه نظر حرارتی مشکلی برای آن بوجود نمی آید.

جریان دینامیکی:

حداکثر جریانی است که از اولیه CT می گذرد و از نقطه نظر نیروی مکانیکی اعمال شده، CTبا مشکل مواجه نخواهد شد.میزان این جریان معمولاً ۲.۵ برابر Ith می باشد.

توان نامی:

میزان توانی است که یک CT در جریان و بردن نامی به مدار ثانویه تحویل می دهد. طبق استاندارد مقادیر این توان عبارتند از: ۲.۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۳۰ ولت آمپر. البته در کاربردهای خاص مقادیر بزرگتری نیز وجود دارند(مثلاً ۵۰.(VA

خطای نسبت تبدیل:(Ratio error)

میزان انحراف جریان ثانویه از مقدار تئوری، به ازای یک جریان مشخص اولیه می باشد.

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

خطای جابجایی فاز:(Phase displacement error)

اختلاف فاز بین جریانهای اولیه و ثانویه یک ترانس جریان بر حسب رادیان می باشد. در صورتی که خطایی وجود نداشته باشد این مقدار برابر با صفر است.(نه ۱۸۰ درجه)

خطای مرکب:(Composite error)

خطایی است که هم دامنه و هم فاز را تحت تاثیر قرار می دهد.

نقطه اشباع یا نقطه زانو:(Knee point)

نقطه ایست که در آن به ازای ۱۰ %افزایش در ولتاژ ، جریان به اندازه ۵۰٪ تغییرات داشته باشد.

جریان حد دقت:(Accuracy limit current)

حداکثر جریانی که از نقطه نظر خطای مجاز (خطای مرکب) می توان به CT اعمال کرد را جریان حد دقت می گویند. به عبارت دیگر بالاترین حد جریان اولیه که با در نظر گرفتن خطای مرکب می تواند به ثانویه انتقال یابد.

ضریب حد دقت:

نسبت جریان حد دقت اولیه به جریان نامی اولیه را گویند.

ضریب ایمنی:Security factor

عبارتست از نرخ جریان اولیه محدود به جریان اولیه نامی. بنابراین یک SF بالا نشان دهنده یک تغییر زیاد از جریان اولیه باشد که می تواند به تجهیزات وصل شده به ثانویه آسیب وارد نماید. بنابراین این مقدار باید پایین نگه داشته شود تا فقط جریانهایی در حد جریان نامی اندازه گیری شوند، نه جریانهای خطا.

کلاس دقت ترانسفورماتورهای جریان حفاظتی

هسته حفاظتی ترانسفورماتورهای جریان به منظور تغذیه رله های حفاظتی در شرایط غیرعادی (اتصال کوتاه) بکار می‌روند. ترانسهای جریان حفاظتی می‌بایستی عملکرد مناسبی، حتی برای جریان‌های چندین برابر جریان نامی که ناشی از اتصال کوتاه می‌باشند را داشته باشند. این ترانسفورماتورها دو تفاوت عمده با ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری جریان دارند که عبارتند از:

- دقت کمتر
- ولتاژ نقطه زانویی بالا

طبق استاندارد **IEC 185** جهت ترانسفورماتور جریان حفاظتی فاکتور حد دقت یا (**ACCURACY LIMIT FACTOR**) که به طور اختصاصی **ALF** گفته می‌شود تعریف می‌گردد.

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

این پارامتر ضریبی از جریان نامی است که تا آن مقدار از جریان، خطای مرکب ترانسفورماتور در محدوده ذکر شده باقی می‌ماند. علاوه بر آن کلاس دقت نیز می‌بایستی در این نوع ترانسفورماتورهای جریان مشخص شود که ذیلاً عنوان می‌گردد:

ACCURACY CLASS	CURRENT ERROR AT RATED PRIMARY CURRENT %	PHASE DISPLACEMENT AT RATED PRIMARY CURRENT		COMPOSITE ERROR AT RATED ACCURACY LIMIT PRIMARY CURRENT %
		MINUTES	CENTIRADIANS	
5P	+1	60	1.8	5
10P	+3	-	-	10

ارقام استاندارد فاکتور حد دقت (**ALF**) عبارتند از:

5-10-15-20-30

مطابق استاندارد کلاس دقت و فاکتور حد دقت بصورت زیر بیان می‌شود: **XYZ**

که در آن **XY** همان کلاس دقت یعنی **5P** یا **10P** و **Z** فاکتور حد دقت (**ALF**) است مثلاً **5P10** معمولاً کلاسهای دقت **10P20, 5P20, 10P10, 5P10** بیشترین کاربرد را دارند. در صورتی که ظرفیت خروجی (**BURDEN**) تغییر نماید حد دقت (**ALF**) نیز تغییر خواهد نمود و رابطه زیر صادق است:

< ![endif]--> $$(ALF)^1 = (ALF)\left[(Pn + Rct\ \ I^2sn)/(P + Rct\ I^2sn)\right]$$

که در این رابطه **Pn** برابر مقدار ظرفیت خروجی نامی، **P** مقدار توان متصل به ترانسفورماتور جریان حفاظتی، **Rct** مقدار مقاومت سیم‌پیچ ثانویه ترانسفورماتور جریان و **Isn** جریان نامی ثانویه می‌باشد.

بعبارت دیگر اگر به ترانسفورماتور جریان عملاً باری با **BURDEN** کمتر از مقدار نامی ترانسفورماتور جریان وصل شود فاکتور حد دقت یا **ALF** آن بالاتر خواهد رفت و دقت مورد نظر تا جریان‌های اتصال کوتاه با دامنه بیشتر هم بدست خواهد آمد.

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

مطابق استاندارد **BS 3938** جهت ترانسفورماتورهای جریان حفاظتی، کلاس دقت **X(CLASS X)** نیز مطرح می‌باشد در این کلاس دقت، ترانسفورماتور جریان با ولتاژ زانو و حداکثر مقاومت سیم‌پیچ ثانویه و حداکثر جریان مغناطیسی کننده معرفی می‌گردد. جهت حفاظت‌های دیفرانسیل یادیستانس خصوصاً در بیشتر از این نوع ترانسفوماتور جریان استفاده بعمل می‌آید.

IEC 44-6 کلاس‌های جدید حفاظتی از نوع **TP** را معرفی کرده است. این کلاس جدید بعلت نیاز فعلی به عملکرد سریع رله‌های حفاظتی در سیستم و نتیجتاً لزوم وجود دقت در زمان‌های گذرا برای ترانسفورماتورهای جریان مطرح شده است این کلاس‌ها عبارتند از:

الف) کلاس **TPX**

ترانسفورماتور جریان با هسته بدون فاصله هوایی می‌باشد که خطای نسبت ۰/۵ درصد داشته و ثابت زمانی ثانویه **۵see** دارد این ترانسفورماتور قابلیت استفاده مشترک با ترانسفورماتورهای کلاس **TPX, TPY** را دارد.

ب) کلاس **TPY**

ترانسفورماتور جریان با هسته مغناطیسی و فاصله هوایی کوچک است که خطای ۱+ درصد دارد و دارای ثابت زمانی ثانویه صفر تا ۱۰ ثانویه است و نسبت به جریان‌های **DC** گذرا رفتار مناسب‌تری از خود بروز می‌دهد و قابلیت استفاده مشترک با ترانسفورماتورهای کلاس **TPY** و **TPX**را دارد.

ج) کلاس **TPZ**

ترانسفورماتور جریان با هسته مغناطیسی و فاصله هوایی بزرگ است که خطای ۱+ درصد دارد و ثابت زمانی ثانویه آن ۶۰+۶ میلی ثانیه می‌باشد زمان سقوط جریان **DC (DC COLLAPSE TIME)** در آن بسیار کوتاه است و تنها با ترانسفورماتورهای نوع **TPZ** قابلیت کارکرد دارد.

کلاس دقت ترانسفورماتورهای جریان اندازه گیری

ترانسفورماتور جریان باید در محدوده جریان ۱۰ تا ۱۲۰ درصد جریان نامی و محدوده بار ۲۵ تا ۱۰۰ درصد بار نامی مطابق استاندارد **IEC 185** کلاس دقت مطلوب را داشته باشد.

ACCURACY	PERCENTAGE CURRENT (RATIO) ERROR AT	PHASE DISPLACEMENT AT PERCENTAGE OF RATED CURRENT SHOWN BELOW

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

					MINUTES				CENTIRADIANS			
0.1	5	20	100	120	5	20	100	120	5	20	100	120
	0.4	0.2	0.1	0.1	15	8	5	5	0.45	0.24	0.15	0.15
0.2	0.75	0.35	0.2	0.2	30	15	10	10	0.9	0.45	0.3	0.3
0.5	1.5	0.75	0.5	0.5	90	45	30	30	2.7	1.35	0.9	0.9
1.0	3.0	1.5	1.0	1.0	180	90	60	60	5.4	2.7	1.8	1.8

ACCURACY CLASS	PERCENTAGE CURRENT (RATIO) ERROR AT PERCENTAGE OFRATED CURRENT SHOWN BELOW	
	50	120
3	3	3
5	5	5

کلاس دقت مطابق استاندارد **0.1-0 . 2-5 . 5-1-3-5** می‌باشند البته برای ترانسفورماتورهای جریان با جریان ثانویه ۵ آمپر و جهت اندازه‌گیری جریان در محدود ۱٪ تا ۱۲۰٪ جریان نامی دو کلاس **0.2s** و **0.5s** نیز وجود دارد که معمولاً کاربرد چندانی در پستهای فشارقوی ندارند. جداول زیر نشان دهنده دقت‌های نامی می‌باشند:

جهت ترانسفورماتورهای جریان دو فاکتور زیر نیز تعریف می‌شود.

الف) حد نامی جریان اولیه **RATED INSTRUMENT LIMIT PRIMARY CURRENT (IPL)**

عبارت است از حداقل جریان اولیه که در آن خطای مرکب ترانسفورماتور اندازه‌گیری بزرگتر یا مساوی ۱۰٪ در شرایط باریا **BURDEN** نا می‌باشد.

این فاکتور بدین جهت مهم است که مطمئن شویم در جریانهای بالای اولیه (حامل از خطاها) جریان ثانویه محدود می‌گردد و ایمنی و تجهیزات اندازه‌گیری تامین می‌گردد.

ب) ضریب ایمنی **INSTRUMENT SECURITY FACTOR (FS)**

این مقدار نسبت حد نامی جریان اولیه به جریان نامی اولیه است هرچه این مقدار کمتر انتخاب شود تجهیزات متصل به ثانویه ترانسفورماتور جریان در مقابل شرایط غیرعادی ایمنی بیشتری دارند. **Fs<5** و **Fs<10** اعداد قابل قبولی می‌باشند.

معمولاً برای ترانسفورماتورهای جریان اندازه‌گیری در آزمایشگاه‌ها و مواردی که جهت کالیبراسیون بکار می رود کلاس ۰/۱٪، برای ترانسفورماتورهای جریان جهت اندازه‌گیری دقیق انرژی ۰/۲٪ برای ترانسفورماتورهای جریان در اندازه‌گیری‌های معمولی توان و انرژی اکتیو و راکتیو کلاس ۰/۵ و برای

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

اندازه گیری های جریان کلاس ۱ بکار می‌رود ولی مطابق استاندارد جهت پستهای ایران، کلاس ۰/۵ مورد نظر است.

بعضی ویژگیها که در ساختمان ونصب ترانس جریان باید رعایت گردد

ترانسفورماتورهای جریان باید از نوع روغنی و خود خنک شونده بوده و دارای عایق‌بندی مناسبی باشند (در سطح ولتاژ ۶۳ کیلوولت ترانسفورماتورهای جریان از نوع رزینی نیز می‌تواند استفاده شود). ترانسفورماتورهای جریان باید برای نصب در فضای آزاد و برروی پایه نگهدارنده مناسب باشند.خروجی هر یک از ترانسفورماتورهای جریان باید برای عملکرد صحیح وسائل حفاظتی و اندازه‌گیری در محدوده مورد نیاز بار وشرایط خطای مشخص شده مناسب باشد.نسبت تبدیل های متفاوت ترانسفورماتور جریان، حتی الامکان به وسیله سرهای مختلف از ثانویه آن گرفته شود.
ترانسفورماتورهای جریان نوع روغنی باید به تسهیلات زیر مجهز باشند:

- نشاندهنده سطح روغن
- دریچه پرکردن روغن
- شیر تخلیه
- درپوش تخلیه
- تسهیلات لازم جهت بلند کردن ترانسفورماتور کامل پرشده با روغن

قسمت فلزی پایین ترانسفورماتور جریان باید به دو ترمینال زمین در دو سمت مقابل هم مجهز باشد به‌طوری که بتوان هادی مسی با اندازه مناسب را به آن وصل نمود. اتصال زمین باید آنچنان باشد که ناخواسته قطع نگردد.برای برقرارکردن اتصالات اولیه و ثانویه آرایش تأیید شده‌ای باید درنظرگرفته‌شود.کلیه قطعاتی که درمعرض خوردگی می‌باشند باید از جنس مقاوم در برابر خوردگی، یا به صورت گالوانیزه گرم ساخته شوند.دسته‌ها و آویزهای مخصوص حمل و نقل و جابجایی ترانسفورماتور جریان بایستی به طور محکم به بدنه ترانسفورماتور متصل شوند.
ترانسفورماتورهای جریان، باید به یک جعبه ترمینال ثانویه با سوراخها و گلندهای کابل کافی جهت اتصال کابلها مجهز باشد. جعبه ترمینال باید دارای فضای کافی برای انجام اتصال سیمهای ارتباطی مورد نیاز و اتصال‌کوتاه کردن ترمینال‌های ثانویه ترانسفورماتور به‌طور آسان باشد. جعبه ترمینال می‌بایستی دارای درجه حفاظت **IP54** باشد و درهنگام کار ترانسفورماتور قابل دسترسی بوده و نیز به حفاظ باران، سوراخهای تنفس پوشیده‌شده با تور و در صورت لزوم به گرمکن‌های ضد تقطیر کنترل شده با ترموستات مجهز باشد. جعبه ترمینال همچنین باید به یک ترمینال زمین جهت زمین کردن سیم‌پیچهای ثانویه و حفاظ کابلها مجهز باشد (این عمل می‌تواند توسط یک میلهٔ مسی انجام شود). کلیه پیچها و عناصر اتصال‌دهنده باید از فلز مقاوم در برابر خوردگی ساخته شده باشند.
برای هر سه ترانسفورماتورجریان باید یک جعبه ترمینال مادر در نزدیکی استراکچر فاز میانی با درجه حفاظت **IP54** تهیه شود تا اتصالات بین فازها در آن انجام گیرد. حداکثر فاصله باید بین

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

گروه‌های سیم‌پیچی مختلف درنظر گرفته‌شود. احتیاطات لازم باید درنظر گرفته‌شود تا از توزیع یکنواخت فشارالکتریکی در سرتاسر عایق اطمینان حاصل گردد. پس از طی فرآیند ساخت ، عایق باید تماماً از رطوبت و هوا عاری شود. جزئیات روش‌های پیشنهادی برای عملیات خشک‌کردن و پرکردن ترانسفورماتور و زمان خشک کردن، درجه خلاء و غیره بایستی اعلام گردد.

هر ترانسفورماتورجریان باید با روغن با مشخصات استاندارد **IEC** شماره ۶۰۲۹۶ پرشود. هر هسته ترانسفورماتورجریان باید از نظر الکتریکی از کلیه سیم‌پیچها جدا باشد. پیش‌بینی‌های لازم به جهت جلوگیری از وارد آمدن فشارهای مکانیکی و حرارتی بر اثر اتصال کوتاه بروی سیم‌پیچ اولیه بایستی انجام شود.ترانسفورماتورهای جریان می‌توانند دارای اولیه به شکل میله‌ای، یک یا چند دور باشند. ترانسفورماتورهای جریان روغنی بایستی کاملاً آب‌بندی شده بوده و مجهز به وسیله انبساط باشند که این ساختار در مورد ترانسفورماتورهای جریان هسته بالا پذیرفته نمی‌باشد.عایق داخلی باید به طور دائم و رضایت‌بخش در مقابل نفوذ رطوبت حفاظت شده باشد. وسائل آب‌بندی مربوطه باید در برابر نورخورشید، هواو آب مقاوم باشد.اتصال مقره چینی به قسمتهای فلزی بایستی بگونه‌ای باشد که اطمینان حاصل شود که در شرایط بارگذاری خصوصاً در شرایط گذرا نشتی روغن اتفاق نخواهد افتاد.در لحظات اول وقوع اتصال کوتاه، هسته‌های حفاظتی ترانسفورماتورهای جریان باید به درستی عمل انتقال را انجام دهند.آنها باید خطاهای سه فاز با وصل مجدد سرعت بالا را دنبال نموده و در زمان ایجاد حداکثر سطح خطا و جریان **DC** مربوط به آن به اشباع نروند. ولتاژ ایجاد شده در هسته در اثر وقوع خطا یا در هنگام پدیده‌های گذرا در سیستم باید به حد کافی از ولتاژ اشباع ترانسفورماتورجریان پایین تر باشد تا پاسخ گذاری رضایت بخشی حاصل شود.

یک شیلد الکترواستاتیکی باید بین اولیه و ثانویه ترانسفورماتورجریان تهیه گردد تا از ورود جریانهای بالا به ثانویه و رله‌ها جلوگیری نماید. ترمینالهای ثانویه باید به نحوی قرارگیرد که در حالت برقدار بودن ترانسفورماتورجریان، دسترسی به آن میسر باشد.ترمینالهایی از سیم‌پیچ ثانویه که مورد استفاده قرار نمی‌گیرد بایستی زمین شوند.استقامت مکانیکی پیچهای ترمینال ثانویه باید به اندازه مناسب باشد. کلیه پیچ‌های ترمینالها باید مجهز به واشر فنری باشند.جزئیات هر آرایش و یا ساختمان خاص سیم‌پیچ‌ها که برای اصلاح دقت ویا به هر دلیل دیگر در نظرگرفته شده است باید در مدارک نشان داده شود. برای ترانسفورماتورهای جریان با چندین نسبت تبدیل باید برچسب‌هایی تهیه شود تا اتصالات لازم برای کلیه نسبت تبدیل‌ها را نشان دهد. این اتصالات همچنین باید در تمامی دیاگرام‌های اتصالات نشان داده شود.

ترانسفورماتورهای جریان باید از نظر مکانیکی طوری طراحی شوند که در مقابل فشارهای ناشی از بار یخ، نیروی باد، نیروهای کششی روی ترمینال های فشارقوی، همینطور نیروهای ناشی از اتصال کوتاه و زلزله که در این متن مشخصات آمده است مقاوم باشند.مقره چینی باید بر طبق استانداردهای **IEC** مربوطه ساخته و آزمایش شوند و با نیازمندیهای ترانسفورماتورهای جریان مطابقت داشته باشد.هنگامی که ترانسفورماتورجریان دارای چندین دور در اولیه یا از نوع هسته پایین باشد،

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

سیم‌پیچی اولیه بایستی در صورت لزوم توسط برق‌گیر محافظت شود. مشخصه‌های حفاظتی برق‌گیر باید هماهنگ با عایق موجود بین بخش‌های اولیه باشد.

اجتناب از باز بودن سمت ثانویه ترانسفورماتور جریان

ترانسفورماتور جریان به علت نیاز به دقت بالا در آنها و عدم نیاز به تامین توان عمده، طوری طراحی می‌شوند که جریان مغناطیسی کننده کوچکی داشته باشند. حال اگر بنا به مشکلی سمت ثانویه ترانسفورماتور جریان از بار جدا شود چه اتفاقی می‌افتد؟ جدا شدن بار از ترانسفورماتور جریان موجب می‌شود که کل جریان سمت اولیه صرف جریان مغناطیسی کنندگی شود این جریان که از مقدار واقعی جریان مغناطیس کننده در عملکرد نامی بسیار بیشتر است موجب دو مشکل عمده می-گردد:

۱- عبور جریان بالای مغناطیسی کننده موجب افزایش تلفات آهن و نتیجتاً گرم شدن بیش از حد هسته و از بین رفتن عایق‌های فیمابین سیم پیچ‌ها و هسته و سوختن خود هسته می‌گردد.

۲- افزایش بیش از حد جریان مغناطیسی کننده موجب القاء ولتاژ بسیار بالا در ثانویه ترانسفورماتور جریان شده و این مسئله برای نفرات استفاده کننده از تجهیزات در سمت فشار ضعیف و همچنین ترمینال‌های اتصالی مشکلات و خطرات فراوانی را در بر خواهد داشت. لذا هرگز نباید با جداکردن بار از ثانویه ترانسفورماتورهای جریان موجب بی‌بار شدن آنها گردیم و نتیجتاً هرگز نباید در مسیر ثانویه ترانسفورماتور جریان از فیوزیا وسائل جریانی استفاده شود و همچنین در زمان قطع رله‌ها متصل به ثانویه از مدار جهت تست باید همواره از اتصال کوتاه بودن سمت ثانویه ترانسفورماتور جریان اطمینان داشته باشیم.

ظرفیت ترانسفورماتور جریان

ظرفیت ترانسفورماتور جریان عبارتست از حاصلضرب جریان نامی CT در مقدار افت ولتاژ ناشی از گردش این جریان در مدار تغذیه شونده CT که بر حسب «VA» بیان میشود.
مقدار ظرفیت های CT تا ۳۰ آمپر استاندارد شده است از ۳۰ ولت آمپر به بالا بر حسب نیاز سفارش میدهند.

نحوه تست ترانس جریان

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

به منظور تایید صحت عملکرد تجهیزات الکتریکی تستهایی بر روی آنها انجام می شود. برخی از این تستها در کارخانه و برخی از آنها در تاسیسات و در مرحله پیش راه اندازی (Pre commissioning)صورت می گیرند.

این تست ها شامل موارد زیر می باشد:

(1بررسی ظاهر CT و خواندن وچک کردنData Plate ترانس جریان،

(2صحت نصب و کانکشنCT ،

(3عدم کمبود پیچها و به خصوص پیچ مربوط بهEarth

انواع تست هایCT

۱- میجر تست Megger Test

این تست برای تعیین مقاومت عایقی بین اولیه و ثانویه (ها (، اولیه و زمین ، ثانویه ها و زمین و سیم پیچهای مختلف ثانویه با هم انجام می گیرد .مقدار ولتاژ اعمالی ۵۰۰ V می باشد. لازم به ذکر است قبل از انجام این تست باید Earth از سمت ثانویه باز شود.

۲- تست نسبت تبدیل:Ratio Test

روش ۱:

در این حالت ثانویه های تمامی هسته های CT را اتصال کوتاه کرده و توسط دستگاه تزریق جریان(Current Injection Set) ،جریانی برابر جریان نامی به اولیه CT اعمال نموده و مقدار جریان به دست آمده در سمت ثانویه را یادداشت می کنند. برای خواندن این جریان از آمپرمتر انبری استفاده می گردد.

روش ۲:

نسبت تبدیل از رابطه A1/A2 به دست می آید. مقدار A3 نشان دهنده جریان نشتی است.

۳- تست پلاریته و Polarity Test & continuity test

طبق قرارداد می دانیم اگر جریان از سر نقطه دار اولیه یک ترانس وارد شود از سر نقطه دار ثانویه آن خارج می گردد. یعنی اگر جریان از سر اولیه وارد شود از سر ثانویه خارج می شود. برای انجام این کار یک ولتاژ(DC ، (9 Vبه صورت لحظه ای به اولیه اعمال کرده و با توجه به جهت حرکت عقربه گالوانومتر (یا مولتیمتر آنالوگ دارای نقطه صفر مرکزی central Zero (scale، پلاریته CT تعیین می گردد. برای داشتن پلاریته صحیح در لحظه بستن کلید انحراف عقربه به سمت راست و در لحظه باز کردن آن به سمت چپ خواهد بود. و بطور کلی حرکت عقربه، نشانه پیوستگی سیم پیچی هاست.

نکته :لازم است که ترمینالهای یک CT با پلاریته صحیح بسته شوند. زیرا در صورت وصل CT با پلاریته اشتباه در-CT های اندازه گیر باعث به وجود آمدن خطا در اندازه گیری و در-CT های

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

حفاظتی باعث بوجود آمدن سیگنالهای نا منظم می گردد. البته اگر رله وصل شده به ثانویه جهتی (directional)نباشد، دیگر پلاریته اهمیت ندارد. مثل رله تشخیص جریان توالی صفر که به ثانویه CT کوربالانس (Core balance)وصل می شود.

۴- تست دی الکتریک:

بر اساس استاندارد تست دی الکتریک با اعمال ولتاژ V 1000 به مدت یک دقیقه و فقط برای ولتاژهای کمتر از V 60 صورت می گیرد. و چون در تست Megger ولتاژ V 500 اعمال شد، دیگر نیازی به انجام این تست نیست.

۵- تعیین مقاومت اهمی سیم پیچ ثانویه:

از آنجا که مقدار این مقاومت پایین است میتوان با استفاده از دستگاهی مانند پل وتستون آنرا محاسبه نمود. اندازه گیری این مقاومت برای هسته های حفاظتی کلاس X ضروری است.

پس از انجام تست های فوق کابل یا پیچ Earth را می بندیم.و مطابق شکل در– CT های چند Coreبه کانکشن های داخلی مربوط به ترمینال های ثانویه نیز توجه می کنیم.

ترمینال ولتاژ خازنی

از لایه های خازنی که در عایق بندی سیم پیچ اولیه استفاده شده می توان بصورت مقسم ولتاژ استفاده نمود بدین منظور از لایه یکی به آخر اتصالی از طریق یک بوشینگ کوچک روی مخزن بیرون آورده میشود امتیاز بزرگ این اتصال خازنی اینست که می توان از آن برای چک کردن عایق کاغذی از طریق تست تلفات عایقی استفاده کرد . از این ترمینال همچنین جهت نشانگر ولتاژ یا برای سنکرونیزه کردن و موارد مشابه (غیر از اندازه گیری) استفاده کرد.

قدم های انتخاب ترانسفورماتور جریان

۱- مشخص شدن مشخصات سیستم شامل

- ولتاژ حداکثر سیستم
- فرکانس سیستم
- جریان نامی موقعیت نصب ترانسفورماتور جریان با توجه به توسعه آینده
- سطح اتصال کوتاه در موقعیت نصب ترانسفورماتور جریان

۲- مشخص شدن سیستم حفاظت و کنترل پست

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

با توجه به اینکه کلاس دقت، توان خروجی، تعداد و نوع کورهای ترانسفورماتورهای جریان در ارتباط با سیستم حفاظت و کنترل پست مشخص می‌گردد. لذا ابتدا می‌بایست با محاسبات ترانسفورماتورهای جریان، اعداد مناسب را انتخاب نمود و سپس نسبت به سفارش، خرید و تامین این اقلام اقدام نمود.

۳- مشخص شدن مشخصات محیطی محل نصب

۴- تعیین پارامترها و مشخصات ترانسفورماتور جریان که خود شامل قسمتهای زیر می گردد:

- نوع ترانسفورماتور جریان از نظر عایقی
- نوع ترانسفورماتور جریان از نظر محل قرارگیری هسته‌ها
- نوع ترانسفورماتور جریان از نظر تعداد تپ و نحوه تعویض تپ‌ها
- نوع ترانسفورماتورهای جریان از نظر تعداد کورها
- نوع هسته‌های (کورهای) ترانسفورماتور جریان (اندازه‌گیری یا حفاظتی)
- فاصله خزشی مقره ترانسفورماتور جریان
- استقامت مکانیکی مورد نیاز مقره‌ها و ترمینال‌های فشار قوی ترانسفورماتور جریان
- ولتاژ حداکثر
- سطوح عایقی نامی
- فرکانس نامی
- جریان نامی اولیه
- جریان نامی ثانویه
- نسبت تبدیل نامی
- جریان اتصال کوتاه (حرارتی) کم مدت نامی
- جریان دینامیکی نامی

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

- جریان دائمی حرارتی نامی
- توان نامی خروجی
- کلاس دقت

اطلاعات مورد نیاز برای انتخاب ترانسفورماتور جریان

الف) مشخصات محیطی و شرایط اقلیمی شامل :

۱- ارتفاع محل نصب از دریا

۲- حداکثر درجه حرارت مطلق هوای محیط

۳- حداقل درجه حرارت مطلق هوای محیط

۴- سرعت باد

۵- میزان رطوبت نسبی

۶- شتاب زلزله

۷- ضخامت یخ

۸- میزان آلودگی

ب) مشخصات ساختاری ترانسفورماتور جریان شامل :

۱- نوع ترانسفورماتور جریان از نظر عایقی

۲- نوع ترانسفورماتور جریان از نظر محل قرار گیری هسته‌ها

۳- نوع ترانسفورماتور جریان از نظر تعداد تپ‌ها و نحوه تعویض تپ‌ها

۴- نوع ترانسفورماتور جریان از نظر تعداد کورها (هسته‌ها)

۵- نوع ترانسفورماتور جریان (اندازه‌گیری یا حفاظتی)

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

۶- فاصله خزشی که همان مسیر قوس بر روی مقره می‌باشد و حداقل این مقدار به آلودگی محیط بستگی دارد. ضمناً **IEC 185** متذکر شده است که نسبت فاصله خزشی به فاصله قوس (**ARCING DISTANCE**) نباید از ۳/۵ کمتر باشد.

۷- استقامت مکانیکی مقره و ترمینال‌های ترانسفورماتور جریان

ج) مشخصات الکتریکی ترانسفورماتور جریان شامل :

۱- ولتاژ حداکثر **(HIGHEST VOLTAGE FOR EQUIPMENT)**

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

۲- سطوح عایقی **(RATED INSULATION LEVELS)**

در ترانسفورماتورهای جریان استقامت عایقی بعلت وجود چند سیم‌پیچ به صورت استقامت عایقی اولیه، استقامت مابین سیم‌پیچ‌های اولیه و سیم‌پیچهای ثانویه و استقامت عایقی مابین حلقه‌هی داخلی (دورهای) سیم‌پیچ‌های ثانویه بیان می‌شود.

در مورد استقامت عایقی اولیه با توجه به سطوح ولتاژ مورد استفاده اعداد استاندارد **IEC 71** و **IEC 185** نیز تکرار شده است و می‌توان به بخش هماهنگی عایقی این جزوه نیز رجوع نمود. تذکر اعداد ذکر شده برای ارتفاع زیر ۱۰۰۰ متر می‌باشند و برای محیط‌های با ارتفاع بالاتر می‌بایست تصحیح گردند.

برای استقامت الکتریکی مابین بخش‌های مختلف یا سیم‌پیچ‌های مختلف اولیه و همچنین ثانویه **(BETWEEN – SECTION INSULATION REQUIEMENT)** می‌بایستی عایق مابین سیم‌پیچ‌ها، توانایی تحمل ولتاژ فرکانس قدرت سه کیلوولت (موثر) به مدت یک دقیقه را داشته باشند.

همچنین سیم پیچ‌های ثانویه باید تحمل ولتاژ فرکانس قدرت سه کیلوولت (موثر) به مدت یک دقیقه را داشته باشند.

برای تعیین استقامت عایقی مابین حلقه‌های داخلی **(INTERTURN INSLATION REQUIRMENT)** هرسیم پیچ در حالت مدار باز تحت ولتاژی از طریق اعمال جریان به اولیه قرار می‌گیرد و می‌بایستی ولتاژ چهارونیم (۴/۵) کیلوولت موثر را به مدت یک دقیقه تحمل نماید.

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

۳- فرکانس نامی (RATED FREQUENCY)

مقادیر استاندارد این فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز است که برای شبکه ایران ۵۰ هرتز می‌باشد.

۴- جریان نامی اولیه (RATED PRIMARY CERRENT)

جریان نامی اولیه جریانی است که عملکرد ترانسفورماتور جریان بر پایه آن استوار شده و مقدار آن براساس جریان عبوری در محل نصب ترانسفورماتور جریان خواهد بود. استاندارد IEC 185 اعداد زیر را پیشنهاد نموده است [یا مضارب ده یا یکدهم این اعداد].

10-12. 5-15-20-25-30-40-50-60-75

مقادیری که زیر آنها خط کشیده شده است ارجحیت دارند.

۵- جریان نامی ثانویه (RATED SECONDARY CURRENT)

جریان نامی ثانویه مقدار جریانی است که با توجه به جریان اولیه و نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان در ثانویه ترانسفورماتور برقرار می‌گردد. استاندارد IEC 185، سه عدد ۲ ،۱ و ۵ آمپر را توصیه کرده است که اعداد ۱ و ۵ آمپر در ایران کاربرد دارند.

نکته‌ای که باید تذکر داد این است که هرچه جریان ثانویه بزرگتر انتخاب شود تعداد دور سیم پیچ هسته کمتر و در نتیجه ترانسفورماتور از نظر حجم کوچکتر و اقتصادی‌تر خواهد بود ولی در عوض افت ولتاژ و تلفات در کابل‌های ارتباطی بین ترانسفورماتور جریان و دستگاه‌های متصل بیشتر بوده و در نتیجه ظرفیت بیشتری در خروجی ترانسفورماتور جریان نیاز خواهد بود.

از آنجائی که در ولتاژهای بالا (۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت) ابعاد و اندازه پستهای نسبتاً بزرگ می‌باشند، لذا طول کابلهای ارتباطی قابل توجه بوده و بنابراین برای جلوگیری از افزایش ظرفیت خروجی ترانسفورماتور جریان معمولاً جریان ثانویه یک آمپر انتخاب می‌گردد ولی در ولتاژهای پائین‌تر هر دو گزینه یک آمپر و پنج آمپر مورد می‌باشد لکن استفاده از ترانسفورماتور جریان با جریان ثانویه ۵ آمپر بعلت اقتصادی‌تر بودن، مناسب‌تر می‌باشد.

۶- نسبت تبدیل نامی (RATED TRANSFORMATION RATIO)

مطابق استاندارد عبارت است از نسبت جریان نامی اولیه به جریان نامی ثانویه. معمولاً به دلیل رشد تدریجی بار و سطح اتصال کوتاه، بایستی امکان انتخاب نسبت تبدیل‌های مختلف وجود داشته باشد که توضیح در مورد انواع روشهای تغییر تعداد دور سیم پیچ‌ها در بخش‌های قبل داده شده است.

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

۷- جریان اتصال کوتاه (حرارتی) کم مدت نامی

(RATED SHORT – TIME THERMAL CURRENT (Ith))

حدکثر مقدار جریان موثر اولیه است که یک ترانسفورماتور جریان بدون ایجاد مشکل در آن به مدت یک ثانیه تحمل می‌نماید. البته در این حالت باید ثانویه اتصال کوتاه باشد.

۸- جریان دینامیک نامی (PATEC DYNQMIC CURRENT (Idyn))

مقدار پیک جران اولیه است که یک ترانسفورماتور جریان بدون بروز مشکل الکتریکی یا مکانیکی در اثر نیروهای الکترومغناطیسی در حالت اتصال کوتاه بودن ثانویه، در سیکلهای اولیه اتصال کوتاه تحمل می‌نماید. این مقدار معمولاً ۲/۵ برابر جریان اتصال کوتاه مدت نامی می‌باشد.

۹- جریان دائمی حرارتی نامی (RATED CONTINUOUS THERMAL CURRENT)

جریان دائمی حرارتی نامی ترانسفورماتور جریان عبارت است از جریانی که از اولیه ترانسفورماتور بطور پیوسته عبور کند هنگامی که ثانویه ترانسفورماتور به بار نامی‌اش متصل بوده و افزایش درجه حرارت بیش از مقدار مجار نداشته باشد. مقدار این جریان عموماً برابر جریان نامی اولیه ترانسفورماتور می‌باشد مگر اینکه عدد دیگری برای آن ذکر گردد.

در استاندارد **IEC** مقادیر مجاز افزایش جریان دائمی حرارتی نامی نسبت به جریان نامی با ضریب ۱۲۰٪ و ۱۵۰٪ و ۲۰۰٪ مشخص شده است که با توجه به ترانسفورماتورهای موجود در سطح کشور مورد قبولیت بین سازندگان، ضریب ۱۲۰٪ نسبت به جریان نامی برای جریان دائمی حرارتی نامی انتخاب گردیده است.

۱۰- توان نامی خروجی (VALUES OF RATED OUTPUT)

۱-۱۰- ظرفیت نامی (BURDEN)

امپدانس مدار ثانویه با توجه به ضریب توان می‌باشد. ظرفیت خروجی معمولاً بصورت توان یا ولت آمپر در جریان نامی و ضریب توان تعریف شده، بیان می‌گردد. این ظرفیت در واقع توان جذب شده توسط تجهیزات متصل به ثانویه و افت سیم پیچ ثانویه را مشخص می‌کند.

۲-۱۰- ظرفیت نامی (RATED BURDEN)

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

مقدار ظرفیت خروجی یا **BURDEN** است که در آن ملاحظات مربوط به دقت ترانسفورماتور اعمال شده است.

۳-۱۰- توان نامی خروجی (RATED OUTPUT)

مقدار توان (به ولت آمپر و با ضریب توان مشخص) است که یک ترانسفورماتور جریان با جریان نامی به باری با ظرفیت خروجی تحویل می‌دهد.

توان نامی خروجی مقادیر استاندارد شده دارد که عبارتند از:

2. 5-5. 0-10-15 & 30VA

برای مقادیر بالاتر از **30VA** می‌بایستی مقداری مناسب عملکرد انتخاب شود. ظرفیت خروجی نامی ترانسفورماتور جریان را اصل همان توانی است که به وسیله مصرف کننده‌ها و تلفات سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور جریان مصرف می‌شود و ترانسفورماتور جریان بایستی بتواند توان ظاهری مصرف شده توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری و رله‌ها و کابلها و سیم‌های رابط و سیم پیچ ثانویه خود را تامین نماید.

۱۱- کلاس دقت (ACCURACY CLASS)

این بند در قسمتهای قبل کاملاً تشریح گردیده است.

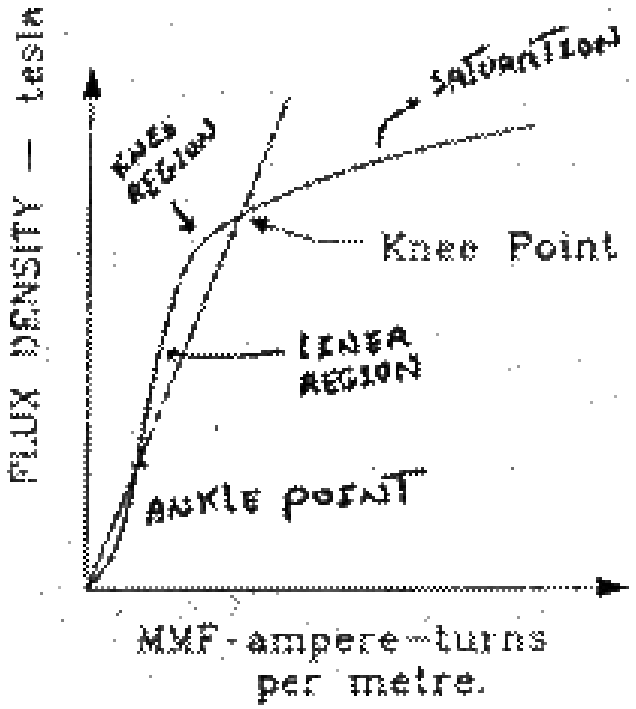
۱۲- محدودیت افزایش درجه حرارت

درجه حرارت ترانسفورماتور جریان، با جریان اولیه‌ای برابر جریان نامی و باری با ضریب قدرت واحد و معادل ظرفیت خروجی نامی نبایستی از مقادیر مجاز ذکر شده در جدول **I** استاندارد **IEC 185** فراتر رود لازم به ذکر است که این افزایش درجه حرارت برای ارتفاع زیر ۱۰۰۰ متر می‌باشد و برای ارتفاع عای محیطی بیشتر از هزار متر می‌بایستی مقادیر این جدول به ازاء هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع به مقدار ۰/۴٪ برای ترانسفورماتورهای روغنی و ۰/۵٪ برای ترانسفورماتورهای خشک کاهش داده شود.

اشباع ترانسفورماتورهای جریان

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

هر هسته ترانسفورماتور جریان دارای منحنی مغناطیسی است که در واقع همان منحنی مغناطیسی ماده تشکیل دهنده هسته می‌باشد این منحنی بصورت زیر است:



البته با توجه به روابط:

$$E_s = 4.44fNAB \Rightarrow E_s = Kvb$$

$$NI = H.L \Rightarrow I = KiH$$

می‌توان دریافت که این منحنی برحسب ولتاژ و جریان نیز قابل رسم می‌باشد که در عمل برای تعیین این منحنی از اعمال ولتاژ به اولیه و اندازه‌گیری ولتاژ و جریان عبوری از سیم پیچ ثانویه با باز بودن سیم پیچ اولیه استفاده می‌شود.

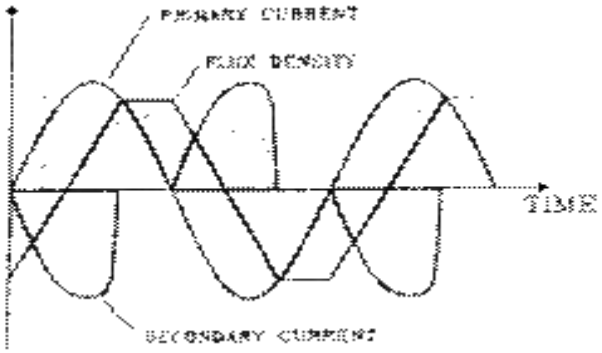
مفهوم اشباع را می‌توان چنین بیان کرد که با اعمال میدان الکتریکی بر سیم پیچی که یک ماده مغناطیسی در مجاورت آن قرار دارد کشتاورهای مغناطیسی موجود در این ماده که ابتدا جهات مختلفی دارند با اعمال آمپردوری تغییر محور می‌دهند و لذا تاخیری با رابطه غیرخطی مابین افزایش

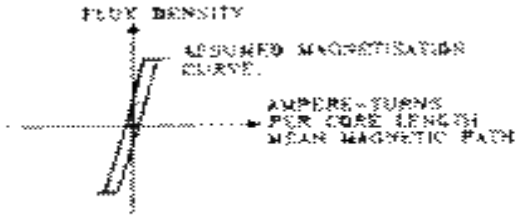
برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

آمپردور و افزایش چگالی شار عبوری از مسیر یا مدار مغناطیسی خواهیم داشت پس از آن کشتاورها محورهایشان، بتدریج در یک سمت قرار می‌گیرند که در نتیجه رابطه تقریباً خطی مابین آمپردور و چگالی شار بدست می‌آید لکن پس از این مرحله، به محدوده‌ای می‌رسیم که اعمال آمپردور اضافی موجب عبور شار مغناطیسی بیشتر از مدار مغناطیسی نمی‌گردد و لذا شارهای پراکندگی افزایش می-یابد و نتیجتاً هم خطای تبدیل جریانها افزایش می یابد و هم ولتاژ اعمالی به سیم پیچ ثانویه به شدت کاهش می‌یابد و مدار ثانویه تقریباً به صورت مدار باز عمل خواهد نمود اگر منحنی مغناطیسی را بصورت دو خط صاف مدل نمائیم و تقریب بزنیم و نه بصورت یک منحنی چند جمله‌ای، با اعمال ولتاژ سینوسی به اولیه یا عبور جریان سینوس در محدوده‌ای که Φ دارای شیب می‌باشد ولتاژ منتجه در ثانویه که مشتق این شار است مقدار مشخصی است ولی در زمان ورود به ناحیه‌ای که Φ بصورت خطی ثابت می‌باشد، ولتاژ صفر خواد بود.

رابطه جریان اولیه و ثانویه در حالت اشباع بصورت زیر می‌باشد.

!Error





این مسئله موجب ایجاد خطا در سنجش و استفاده از جریان ثانویه می‌گردد. لذا لزوم دارد که از

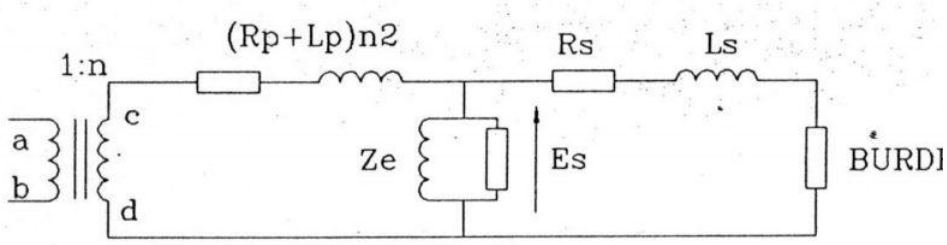
برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

ورود به منطقه اشباع خودداری نمود و تجهیزات همواره در منطقه غیر اشباع ترانسفورماتور جریان کار کنند.

در عمل جهت اندازه‌گیری منحنی اشباع از مداری استفاده می‌کنند که توسط یک منبع ولتاژ متغیر یا اتوترانسفورماتور متغیر ولتاژی را به ثانویه ترانسفورماتور جریان با سیم‌پیچ اولیه باز اعمال می‌کنند و در مراحل یا پله‌های مختلف ولتاژ اعمالی را ۱۰٪ افزایش می‌دهند و جریان بدست آمده را می‌سنجند به مرحله هایی می رسیم که با افزایش ۱۰٪ ولتاژ اعمالی، جریان بیش از ۵۰٪ افزایش می‌یابد. این نقطه، نقطه یا ولتاژ زانوی ترانسفورماتور جریان می‌باشد.

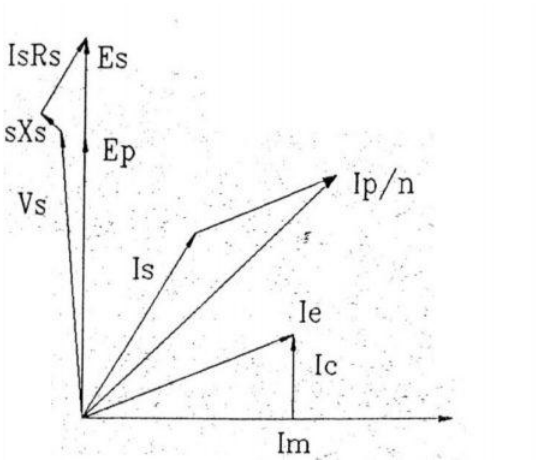
مدار معادل ترانسفورماتور جریان

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



دیاگرام فاز ساده شده ترانسفورماتور جریان عبارت است از:

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.



Ie = Excitation current

Ip = Primery current

Ic = Iron Iosses

Im = Magnetisig current

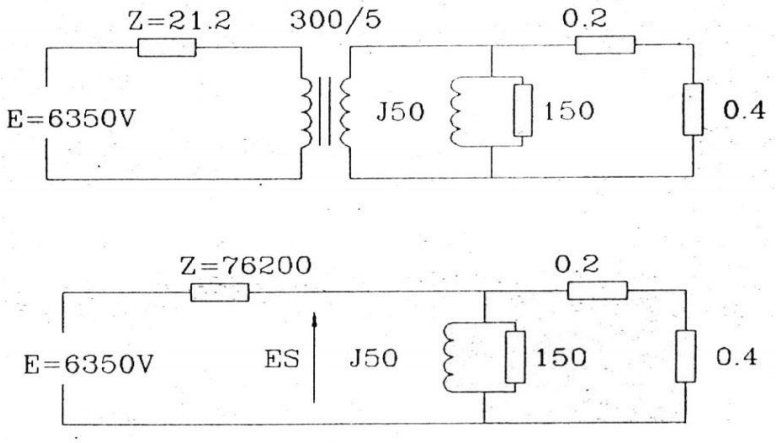
Φ = Flux

Ep = PRIMERY Voltage

Es = Secondary Voltage

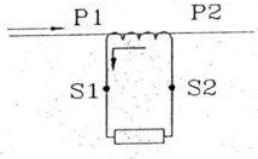
اصولاً جریان ثانویه امکان تاثیرگذاری بر جریان اولیه را نخواهد داشت این مسئله از مدار معادل فوق مشاهده می‌گردد، زیرا برای انتقال امپدانس اولیه به ثانویه امپدانس مدار اولیه در نسبت تبدیل بتوان دو ضرب شده و به ثانویه منتقل می‌شود لذا امپدانس انتقال یافته، امپدانس خیلی بزرگی خواهد شد و این امپدانس غالب مدار خواهد بود مثلاً در یک شبکه ۱۱ کلیوولت با امپدانس شبکه $Z = 21/2\Omega$ و ترانسفورماتور جریان با نسبت تبدیل ۳۰۰/۵ آمپر، مدار معادل به قرار زیر است:

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.



لذا مشاهده می‌شود که جریان اولیه در حد قابل قبولی، از بار متصل به ثانویه مستقل می‌باشد.

در روی ترانسفورماتورهای جریان، پلاریته‌هایی مشخص می‌شود که نشان دهنده ارتباط بین جهت جریان عبوری در ثانویه و در اولیه است. علامات انتخابی برای این پلاریته به صورت زیر می‌باشند:



در زمان اتصال ترانسفورماتورهای جریان به تجهیزات فشار ضعیف در صورتیکه تنها مقدار جریان برای ما با اهمیت باشد نیاز به در نظر گرفتن پلاریته‌ها نیست لکن در صورتی که جهت جریان تعیین کننده عملکرد سیستم باشد حتماً باید به پلاریته‌ها توجه نمود مثال بارز این مسئله رله‌های دیفرانسیل یا خطای اتصال زمین محدود یا RESTRICTED EARTH FAULT می‌باشند که براساس تفاظی از جریان‌های عبوری چند ترانسفورماتور جریان کار می‌کنند لذا لازم است که در حین اتصال مدارهای جریانی به این رله‌ها مسئله فوق را مدنظر داشت.

برای پیوستن به کانال تلگرام صنعت برق کلیک نمایید.

منابع:

۱- سایتهای اینترنتی

http://www.abdftm.com

http://www.ewa.ir

http://www.kochacksaraei.blogfa.com

http://honarjo.com/modules/smartsection/

http://pecworld.zxq.net/Persian

http://absharan.com

۲- کتاب

۳- جزوه هشتصد پرسش و پاسخ ایستگاه فشار قوی