

ترانس های اندازه گیری

گردآورندهها:

علی پاپی

محمدجواد جوادى نیا

زیر نظر مهندس رحمنی

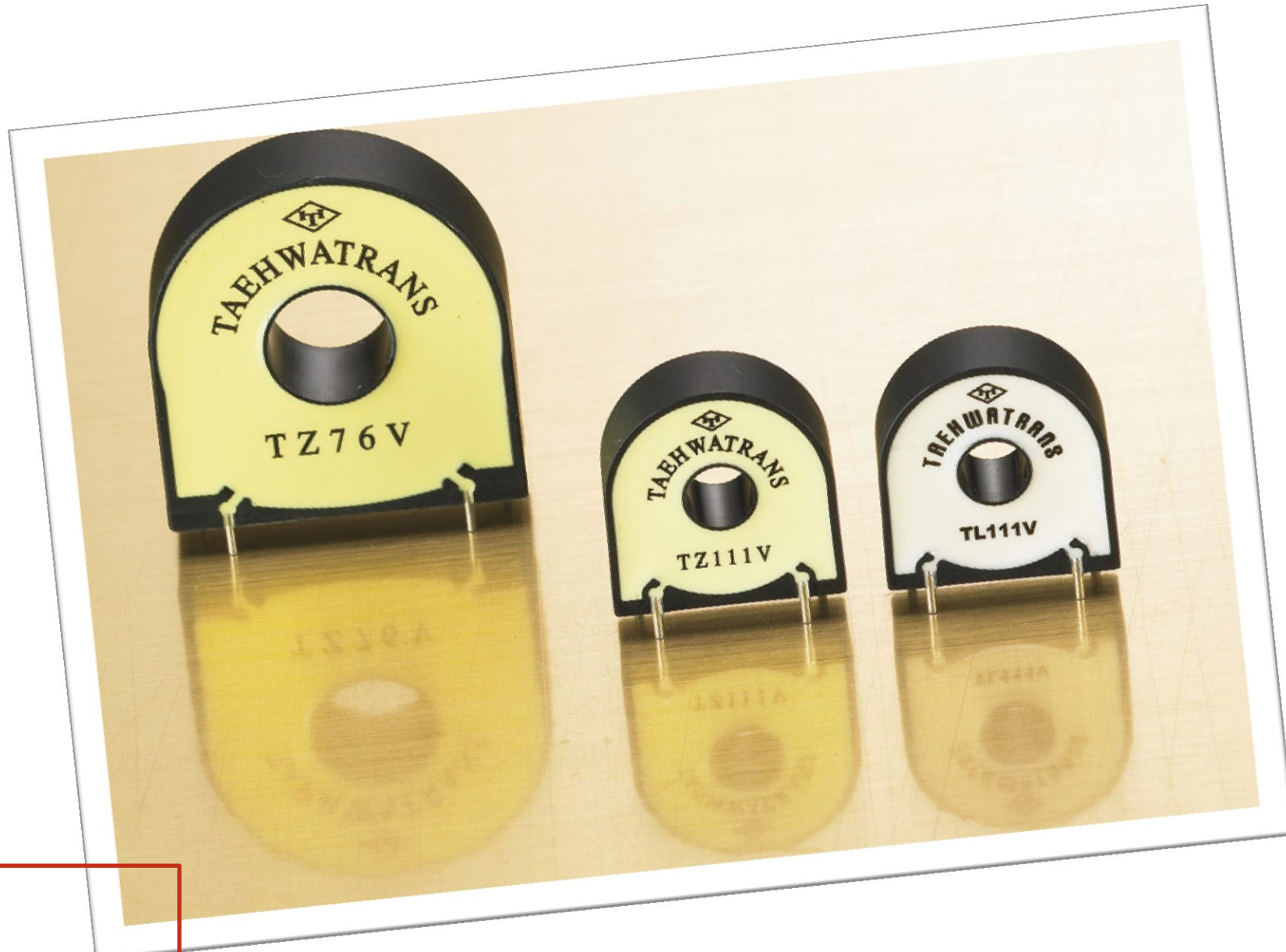


ترانس های اندازه گیری

همانطوری که میدانید و مطمئناً تا کنون به دفعات زیاد در آزمایشگاهها دیده اید و عمل کرده اید اندازه گیری سطوح ولتاژ و جریان کم بسادگی و با وسایل ساده آزمایشگاهی امکانپذیر است. اما در برق فشار قوی قضیه متفاوت است و اندازه گیری در این سیستم دشوارتر و مساس تر بنظر میرسد .

اگر در حالت عادی بخواهیم وسیله های اندازه گیری فشار قوی بسازیم باید طوری عمل کنیم تا دستگاههای ما قدرت و تحمل ولتاژ و جریان بالا را داشته باشند؛ اما ساخت این دستگاهها بسیار سخت و پرهزینه میباشد و از طرفی دارای هزینه تعمیر و نگهداری بالایی میباشد. بنابراین باید کاری کرد که سطوح ولتاژ و جریان آنقدر کاهش یابند تا با دستگاههای اندازه گیری معمولی قابل اندازه گیری شوند. برای کاهش ولتاژ و جریان و قابل اندازه گیری نمودن آن از دستگاههایی بنام ترانسفورماتورهای اندازه گیری استفاده میکنیم. برای اندازه گیری جریان از ترانسفورماتور جریان (CT)، و برای اندازه گیری ولتاژ از ترانسفورماتور ولتاژ (PT) استفاده می نماییم. پس از کاهش مقادیر مورد نظر ثانویه این ترانسفورماتورها به آمپر متر و ولتمتر معمولی متصل میشوند .

ترانس جریان (CT)



اساس کار ترانس CT

CT هم مانند همه ترانسفورماتورها از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه تشکیل شده است که سیم پیچ اولیه بخاطر جریان زیاد دارای سیم با سطح مقطع زیاد و تعداد دور کمتر میباشد و در مقابل در ثانویه بخاطر جریان کمتر داری سیم با سطح مقطع کم و تعداد دورهای زیاد میباشد که به آمپر متر متصل میشود .

اگر فرض کنیم که جریان 1000 آمپر وارد یک دور سیم پیچ اولیه شود آنگاه در ثانویه بازای هر 1000 دور سیم پیچ جریان 1 آمپر را خواهیم داشت (کمی بهش فکر کنید). (پس می بینیم که جریان 1000 آمپری که قابل اندازه گیری نبود به یک آمپر تبدیل شد که برامتی با آمپر متر معمولی قابل اندازه گیری می باشد. بنابراین در این مثال اگر جریان 1 آمپر را روی آمپر متر مشاهده کردیم یعنی جریان واقعی ما 1000 آمپر میباشد و اگر 1.5 آمپر را مشاهده کردیم یعنی جریان واقعی ما 1500 آمپر میباشد. این نسبت عددی که مثال زده شد یعنی 1/1000 برای درک بهتر مطلب بود اما بطور معمول در CTها این نسبت 5/1000 میباشد .

نکته دیگر اینکه CT بطور سری در مدار قرار میگیرد .

انواع ترانس CT

ترانس های جریان به دو صورت ساخته می شوند :
الف) نوع فشک یا (زینی
ب) نوع (وغنی



نوع خشک یا رزینی

برای ولتاژهای پایین تا سطح 20kv و 33kv استفاده می شود.
مشکلاتی که ترانس های جریان رزینی دارند خیلی کمتر از P.T های رزینی
است چون تحت ولتاژ نیستند و عایق بندی آنها راحت تر است و لذا حجم
آنها کوچکتر است.



نوع روغنی

این نوع ترانس های جریان برای ولتاژهای بالا، از 63kv الی 400 kv و بالاتر استفاده می شوند، و خود به دو دسته زیر تقسیم می شوند :

- ۱) هسته بالا
- ۲) هسته پایین



نوع روغنی

CT هسته بالا

مشکلات هسته بالا :

- ۱) سطح روغنی از یک مدی نباید پایین تر برود .
- ۲) ناپایداری و عدم تعادل

CT هسته پایین

مشکلات هسته پایین :

همانطوریکه اشاره شد سیخ پیچ اولیه همان هادی می باشد لذا از هادی جریان زیادی عبور میکند و چون طول هادی عبوری در داخل C.T زیاد است و با توجه به جریان بالا (مثلاً 500A در طول یک متر) این امر سبب ایجاد تلفات و گرما در هادی می شود و لذا روغن داخل C.T گرم می شود و در اثر این حرارت روغن کاهش می یابد که خود در برگیرنده فطراتی از قبیل آلودگی و ی

ترانس CT حفاظتی

یک C.T اندازه گیری فقط در شرایط عادی خط، مقادیر متناسب با اولیه را می سازد و در صورت بروز اتصالی در شبکه ، به اشباع می رود و با ثابت نگه داشتن جریان در ثانویه ، از سوختن وسائل اندازه گیری جلوگیری می کند . در حالیکه یک C.T حفاظتی وظیفه دارد در مواقع اتصالی مقدار جریان ثانویه را متناسب با مقدار اولیه به رله منتقل کند . هرگونه قصور C.T حفاظتی باعث می شود که عملکرد سلکتیو انتخابی رله های متوالی ، بدرستی صورت نگیرد . بنابراین باید C.T حفاظتی را به تناسب سیستم حفاظتی انتخاب نمود بنحوی که به دقت با رله ها منطبق بوده و تواما حفاظت ۱/۱۶ ، ۱/۱۰ ، ۱/۵ ، ۱/۳ ، ۱/۲



تذکر خیلی مهم:

ثانویه ترانس جریان اگر هیچ دستگاہی به آن متصل نباشد، بایستی تماماً در تمام لحظات اتصال کوتاه باشد. چون ممکن است ولتاژهای بسیار زیادی در ثانویه (مدار باز) آن ظاهر گردد. در عمل اغلب رله‌ها و وسایل اندازه‌گیری دیگر، که از جریان ترانسفورماتورهای جریان استفاده می‌کنند دارای یک کلید اتصال کوتاه هستند که باید قبل از برداشتن رله برای تعویض یا تنظیم بسته شود.

در صورتی که ثانویه ترانس مدار باز شود، چه میشود؟

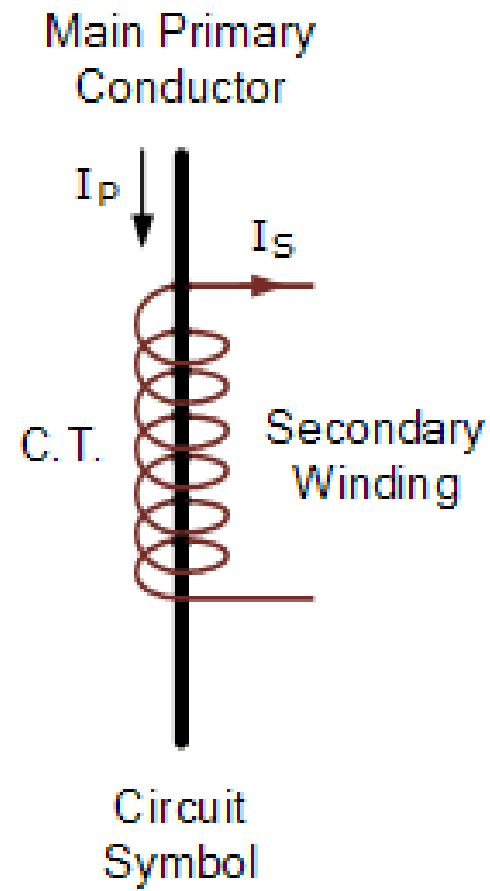
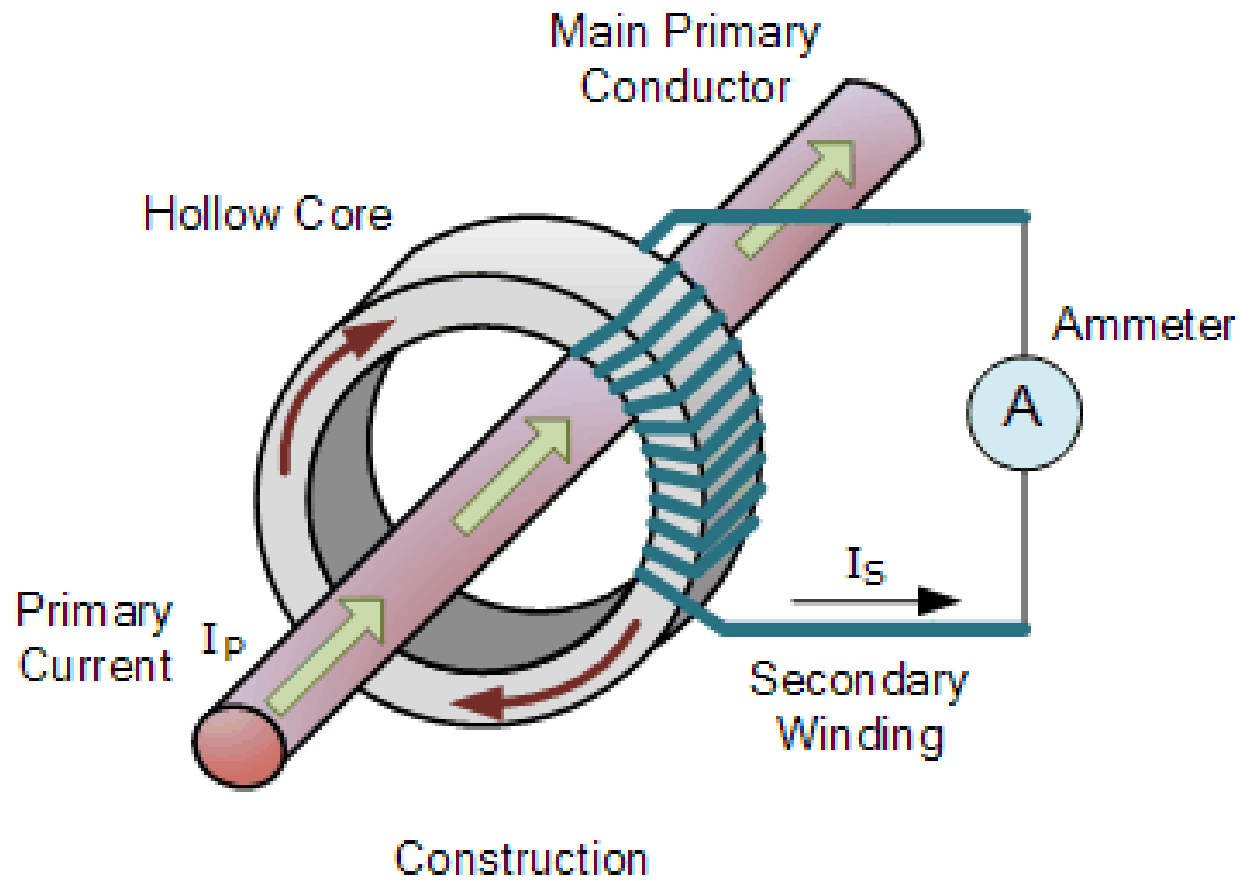
در صورت باز شدن ثانویه C.T مین کار ، فقط جریان مدار اولیه حضور خواهد داشت و E.M.F یا نیروی الکتروموتوری بزرگی در ثانویه تولید و در ترمینالهای ثانویه ظاهر خواهد شد و علاوه بر ایجاد فطرت جانی ، انهدام عایقی مدار ثانویه را بدنبال خواهد آورد .

به عبارت ساده تر، در شرایط عادی در هر دو سیم پیچ اولیه و ثانویه ، نیروی محرکه مغناطیسی (M.M.F Magneto Motive Force) تولید می شود که بر خلاف هم هستند .

M.M.F ثانویه قدری کوچکتر از M.M.F اولیه است و در نتیجه برآیند این دو اندک است و همین برآیند است که در هسته تولید شار می کند و این شار در حالت کار عادی C.T کوچک بوده و ولتاژ کمی در ثانویه بوجود می آورد .

وقتی ثانویه C.T در حال کار باز شود ، M.M.F ثانویه صفر می شود در حالیکه M.M.F اولیه ثابت باقی مانده است . در نتیجه M.M.F برآیند برابر با M.M.F اولیه خواهد شد که بسیار بزرگ است . این M.M.F شار زیادی در هسته C.T ایجاد می کند که خود باعث به اشباع رفتن آن می شود .

در عین آنکه ولتاژ زیادی در ثانویه ایجاد می کند، از مد تحمل عایقی آن می گذرد و می تواند ترانسفورماتور جریان را منهدم کند . ولتاژ زیاد بوجود آمده نیز می تواند خطرناک باشد . در این وضعیت جریان های فوکو و هیستریزیس نیز زیاد شده و ایجاد تلفات حرارتی و سبب آتش گرفتن C.T می شود . همه این مسائل اگر موجبات انهدام C.T کاهش کیفیت C.T و تخریب نسبت تبدیل و افزایش فضای زاویه می شود



ترانس ولتاژ (PT)



اساس کار PT

PT هم مانند همه ترانسفورماتورها از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه تشکیل شده است که سیم پیچ اولیه بخاطر جریان کم و ولتاژ زیاد دارای سیم با سطح مقطع کم و تعداد دور زیاد میباشد و در مقابل در ثانویه بخاطر جریان بیشتر داری سیم با سطح مقطع زیاد و تعداد دورهای کم میباشد که به ولتمتر متصل میشود .

اساس کار PT نیز مانند CT میباشد با این تفاوت که نسبت بکار گرفته شده در PT معمولا 110/66000 میباشد. و دیگر اینکه PT بطور موازی در مدار قرار می گیرد



وظایف اصلی ترانسهای ولتاژ

- تبدیل ولتاژ از مقداری معمولاً زیاد ، به مقداری قابل استفاده در رله ها و تجهیزات.
- مجزا نمودن مدار اندازه گیری از ولتاژ بالا.
- فراهم کردن امکان استفاده نمودن رله ها و تجهیزات در چند مقدار نامی جریان و ولتاژ.

تفاوت P.T و C.T :

تفاوت آنها در پارامترهای مدار معادل یعنی:

تفاوت در مقاومت سیم پیچها

تفاوت در مشخصه هسته ها

نکته:

عموما P.T ها بصورت تکفاز مورد استفاده قرار می گیرند.

کاربرد P.T ها

- اندازه گیری ولتاژ
- اندازه گیری توان
- اندازه گیری ضریب قدرت
- بهره گیری برای مدار سنکرون چک
- استفاده در حفاظتهای O/V---U/V---Directional

انواع ترانسفورماتور ولتاژ:

اندوکتیو PT (ترانسفورماتور ولتاژ مغناطیسی)

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 145 کیلو وات اقتصادی بوده و کاربرد دارد . و در ولتاژهای بالا ، فیلی گران تمام می شود اما از دقت بالایی برخوردار هستند .

بر خلاف ترانسفورماتور های جریان ، ترانسفورماتورهای ولتاژ دارای یک ثانویه می باشند که سرهای مختلف از آن بیرون آمده است .

در ولتاژهای پائین نوع عایق ترانسفورماتور هوا و یا رزین می باشد . و برای ولتاژهای بالا نوع عایق ترانسفورماتور روغن می باشد . و اساساً شبیه ترانسفورماتور قدرت می باشد که خروجی آن بجای KVA بر حسب VA می باشد .

انواع ترانسفورماتور ولتاژ

کاپاسیتی CVT (ترانسفورماتور ولتاژ خازنی):

در این نوع ترانسها که معمولاً در ولتاژهای بالا اقتصادی تر بوده و کاربرد بیشتری دارد، ابتدا ولتاژ اولیه با استفاده از تعداد زیادی خازن که از نوع کاغذ یا هادی آلومینیوم می باشد و بطور سری به یکدیگر متصل شده اند به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش یافته و سپس با استفاده از یک ترانسفورماتور ولتاژ کوچکتر، ولتاژ دلخواه بدست می آید.

ترانسفورماتور ولتاژ مذکور در داخل تانک پر از روغن که در پایین ترانسفورماتور ولتاژ اصلی قرار دارد جا داده می شود.

بنابراین ترانسفورماتورهای ولتاژ از نوع خازنی، از یک مقسم خازنی و یک ترانس ولتاژ مغناطیسی تشکیل می گردد.

حفاظت ترانسفورماتور ولتاژ

•
•
برخلاف ترانس های جریان ، در ترانس های ولتاژ چنانچه بیش از یک سیم پیچ ثانویه داشته باشیم هسته آنها از یکدیگر مستقل نبوده و تمام پارامترها در واقع به کل جریان ثانویه بستگی دارد . بنابراین مدارهای حفاظتی و اندازه گیری ، نمی توانند بطور مستقل از یکدیگر به ترانس های ولتاژ متصل شوند .
لذا تمام وسایل باید بصورت موازی وصل گردند . تا همه آنها ولتاژ ثانویه را بطور کامل دریافت دارند . یک ترانسفورماتور ولتاژ هرگز نباید باسیم پیچ ثانویه اتصال کوتاه کارکند و سیم پیچهای ثانویه در صورتی که اتصال مثلث باشد و به هیچ دستگاهی وصل نیستند باید همیشه باز باشند و در صورتیکه اتصال ستاره باشد که عمدتاً همین طور می باشند ، زمین کردن مدار ثانویه در یک نقطه الزامی می باشد . ترانسفورماتورهای ولتاژ اغلب توسط فیوزهای ثانویه یا کلیدهای مینیاتوری که حتی الامکان نزدیک ترانسفورماتور می باشد محافظت می گردند .

محل نصب ترانسفورماتور ولتاژ:

ترانسهای ولتاژ نیز مانند ترانس های جریان بطور کلی برای اندازه گیری کمیت های باس بار ، فیدرهای مختلف از قبیل ترانس ، خط کابل ، نوترال ترانس ، فیدرهای کوپلاژ و جدا کننده باس بارها مورد نیاز می باشند . بنابراین در یک پست فشار قوی معمولا ترانسهای ولتاژ در خروجی هر فیدر و در بعضی از پست ها که ضرورت ایجاد کند بر روی باس بارها مورد استفاده قرار می گیرند. از ترانس ولتاژ جهت سنکرو نیز اسیون دو طرف کلید در موقع وصل آن نیز استفاده می گردد.

PT باید در جایی نصب گردد که از بی برق بودن فیدر مطمئن شویم

پس محل نصب P.T:

- در دو سر خطوط انتقال و در کنار Line Trap.
- در ورودی و خروجی ترانس قدرت.
- در زیر هر شین باید P.T وجود داشته باشد.

مسئله طراحی:

یک ترانسفورماتور جریان $5A / 200, 50Hz$ را برای یک کنتور kWh طرح کنید، اولیه به شبکه $4400V$ وصل شده است. سایر مشخصات عبارتند از:

۱- بارگیری خارجی

$$5 = VA \text{ ضریب توان } 0.85$$

خطای مجاز برای 25 تا 100% جریان چنین است:

$$30 \text{ min} = \text{زاویه فاز} \quad \% 5.0 \pm = \text{ضریب}$$

جریان اتصال کوتاه برای یک ثانیه 50 برابر جریان نامی

تعداد دور سیم پیچی

نیروی محرکه مغناطیسی اولیه $I_p T_p = 1000A$ فرض می شود :

$$T_p = \frac{I_p T_p}{I_p} = \frac{1000}{200} = 5$$

$$I_s = 5A \text{ جریان ثانویه}$$

$$T_s = \frac{I_p}{I_s} \times T_p = \frac{200}{5} \times 5 = 200$$

سیم پیچی ها

دو سیم پیچی اولیه و ثانویه روی یک ساقه قرار میگیرند.

سیم پیچی ثانویه بادر نظر گرفتن چگالی جریان $1.7 A/mm^2$

$$a_s = \frac{5}{1.7} = 2.94 mm^2$$

سطح مقطع هادی سیم پیچی ثانویه

$$= 1.93 mm$$

قطرهای عایق دار

نزدیک ترین هادی استاندارد از نظر قطر چنین است:

$$= 1.9 mm$$

قطر هادی لخت

$$= 2.045 mm$$

قطرهای عایق دار

$$a_s = \frac{\pi}{4} \times (1.9)^2 = 2.83 mm^2$$

سطح مقطع هادی سیم پیچی ثانویه

$$\delta_s = \frac{5}{2.83} = 1.94 A/mm^2$$

چگالی جریان در سیم پیچی ثانویه

سیم پیچی ثانویه ۲۰۰ دور سیم دارد که سیم پیچی مرکب ۵ لایه بوده و هر لایه ۴ دور سیم دارد.

$$L_{CS} = 40 \times 2.045 = 8.18 = 8.2 \text{ cm}$$

که در هر طرف بین هسته و سیم پیچی ثانویه فاصله باقی می ماند. با استفاده از کاغذ ضخامت ۰/۱۲۵ بین لایه ها

$$b_s = 5 \times 2.045 + 4 \times 0.125 = 10.72 \text{ mm}$$

برای این سیم پیچی $b_s = 12 \text{ mm}$ در نظر میگیریم.

سیم پیچی اولیه بادر نظر گرفتن چگالی جریان 2 A/mm^2

$$a_p = \frac{200}{2} = 100 \text{ mm}^2$$

باتوجه به این که سیم پیچی اولیه برای عایق بندی میشود ارتفاع سیم ۶۶۰۰v پیچی را حدود ۷cm در نظر میگیریم که در هر طرف بین سیم پیچی و هسته ۱.۵cm فاصله وجود دارد.

