سایت تخصصی برق

www.power2.ir

reza@power2.ir

اصول طراحی و عملکرد ترانس های جریان و ولتاژ

فرستنده: محسن عرب زاده

www.power2.ir

مقدمه:

توسعه روز افزون صنایع، گسترش شهرها و همچنین نیاز به تولید بیشتر، همه و همه احتیاج به انرژی دارند اما این انرژی باید دارای خصوصیاتی مثل دسترسی آسان، امکان توسعه پذیری راه های استفاده از آن و همچنین تلفات کم و سادگی در تبدیل آن به انواع مختلف انرژی و نیز کمترین آلودگی زیست محیطی باشد. تمام این خصایص را در انرژی الکتریکی می توان یافت از حدود صد سال پیش که شبکه های کوچک برق اولین بار توسط توماس ادسیون طراحی و پیاده سازی شد تا به امروز صنعت برق پیشرفت های بسیاری کرده و نیز آن شبکه های کوچک که شاید چند محله از یک شهر را پوشش می داد امروزه حتی مرز کشورها را هم زیر پا گذاشته و مطمئناً از این هم فراتر خواهد رفت. شبکه های امروزی از عناصر بسیار زیادی تشکیل شده اند و بحث و تحقیق در رابطه با هر کدام هزینه و وقت بالایی را می طلبد با وجود این سعی بر آن شد که با اندوخته علمی هر چند ناچیز و نیز استفاده از منابع مختلف و نیز راهنمایی اساتید محترم، متن حاضر را به نحوی شایسته ارائه گردد.

این پروژه به چهار بخش تقسیم می شود. در بخش اول نخست به تشریحی مختصر درباره ترانس های اندازه گیر جریان (C.T)، مدار معادل، طراحی، تعاریف مربوطه و انواع C.T و .... پرداخته شده است.

www.power2.ir

بخش دوم شامل استانداردهای ترانسفورماتور جریان گازی، ترانسفورماتورهای اندازه گیر جریان، ترانس های جریان نوع روغنی و ترانس های جریان نوع رزینی خودایستا می باشد.

بخش سوم به توضیحی مختصر راجع به ترانس های اندازه گیر ولتاژ (PT و CVT)، انوع، مزایا و معایب آنها و ... پرداخته شده است.

بخش چهارم شامل استانداردهای ترانس های ولتاژ خازنی (CVT)، ترانس های ولتاژ نوع رزینی خودایستا و ترانس های ولتاژ اندوکیتو نوع گازی (SF_6) خودایستا می باشد.

در خاتمه بر خود لازم می دانیم از جناب آقای دکتر محمد محمدی که عنوان استاد راهنمای این پروژه را بر عهده داشته اند، تقدیر و تشکر نمائیم.

www.power2.ir

بخش (1)

ترانسفورماتورهای اندازه گیری

جریان (C.T)

www.power2.ir

ترانسفورماتورهای جریان (CT):

ترانسفورماتور جریان (CT) به خوبی در تجهیزات سیستم قدرت جا افتاده است. اما به طور کلی صرفاً به عنوان وسیله ای که جریان اولیه را در یک سطح کاهش یافته بازسازی می کند، شناخته می شود. یک ترانسفورماتور جریان طراحی شده برای مقاصد اندازه گیری در یک محدوده جریان تا مقدار نامی مشخصی که معمولاً مطابق با جریان نامی مدار است، کار می کند و مقدار مشخصی خطای اندازه گیری دارد. از طرف دیگر یک ترانسفورماتور جریان حفاظتی نیاز است که در یک محدوده ای از جریان که چندین برابر جریان نامی مدار است کار کند و اغلب در معرض شرایطی قرار دارد که بسیار سنگین تر از شرایطی است که ممکن است ترانسفورماتور جریان اندازه گیری با آن مواجه شود. تحت چنین شرایطی چگالی شار تا وضعیت اشباع پیشرفت می کند که پاسخ تحت این شرایط و دوره گذاری اندازه گیری اولیه جریان اتصال کوتاه مهم است.

بنابراین تصدیق می شود که روش تعیین مشخصه ترانسفورماتور جریان برای مقاصد اندازه گیری لزوماً برای مقاصد حفاظتی رضایت بخش نخواهد بود. علاوه بر این که شناخت عمیقی از طرز کار ترانسفورماتور جریان موردنیاز است تا عملکرد حفاظتی آن را پیش بینی نمود. ترانسفورماتورهای جریان دوعمل مهم را انجام می دهند:

1- ترانسفورماتورهای جریان شرایط جریان اولیه را در یک سطح بسیار پایین تر تولید می کنند، به طوری که جریان ثانویه بتواند به وسیله کابل های با سطح مقطع های کوچک، مناسب برای سیم کشی پانل و رله ها حمل شود.

2- آنها یک سد عایقی ایجاد می کنند به طوری که رله هایی که برای حفاظت تجهیزات فشارقوی استفاده می شوند فقط نیاز دارند برای یک ولتاژ نامی 600 ولت عایق بندی شوند.

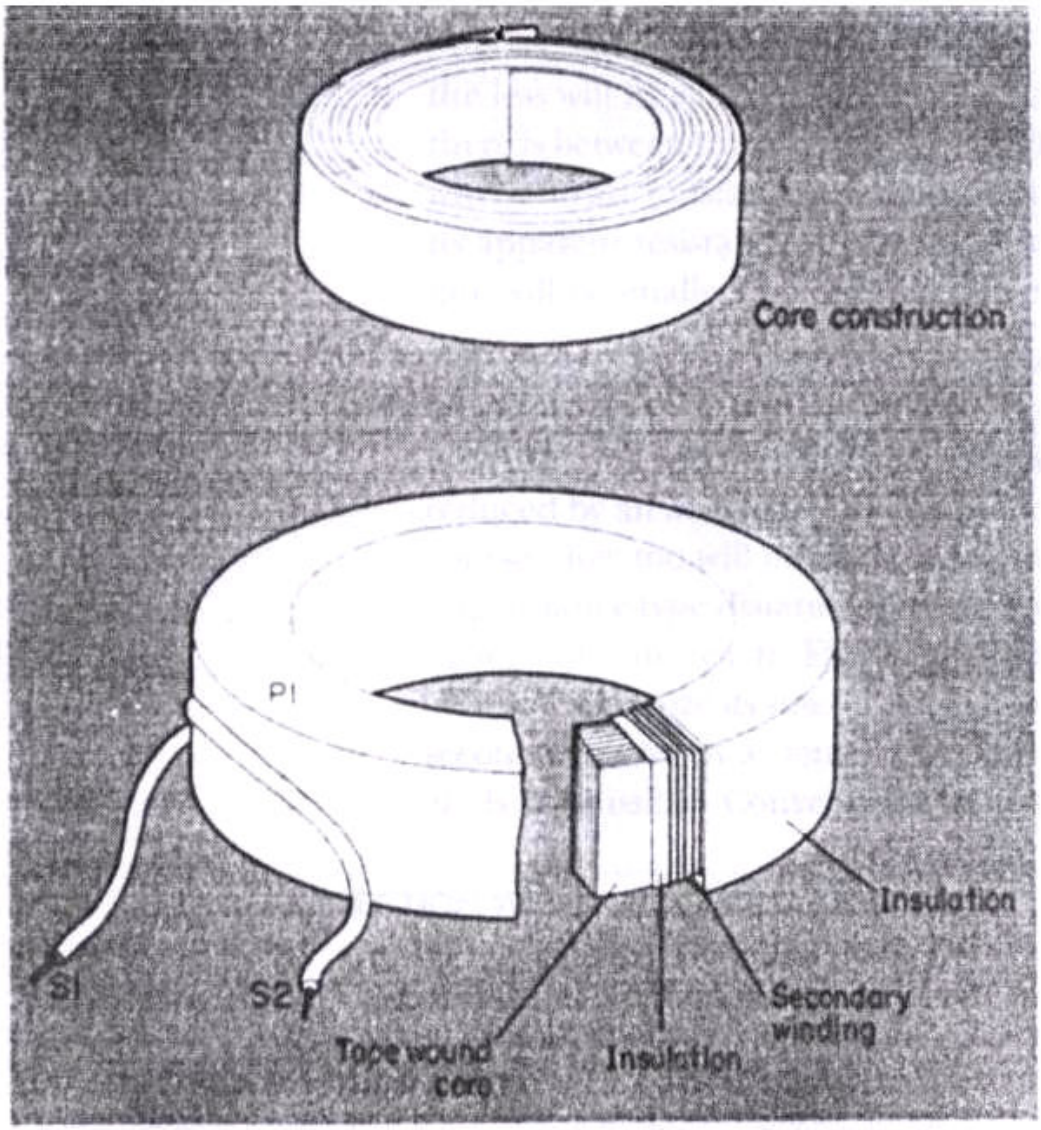
مقادیر استاندارد شده جریان ها اولیه و ثانویه ترانسفورماتورهای جریان مطابق نشریه IEC شماره 185 سال 1996 به شرح زیر است:

جریان اولیه 75-60-50-40-30-25-20-15-12/5-10 آمپر و مضارب 10 مقادیر فوق بوده و جریان ثانویه 5-2-1 آمپر می باشد.

ساختمان ترانسفورماتور جریان نوع حلقوی:

ساختمان یک ترانسفورماتور جریان نمونه با سیم پیچی حلقوی در شکل زیر نشان داده شده است. نوار فولادی جهت داده شده به صورتی پیچیده می شود که یک هسته را تشکیل دهد و با یک لایه عایقی پوشانده می شود. سیم پیچی ثانویه بر روی این هسته پیچیده می شود و تعداد دور تشکیل دهنده آن طوری انتخاب می شود که نسبت مورد نیاز را تولید کند. و سطح مقطع سیم آن باید دارای اندازه کافی جهت عبور جریان باشد و همچنین با یک لایه عایق بندی دیگر سیم پیچی ثانویه پوشانده می شود. هادی اولیه، که به صورت یک سیم پیچی تک حلقه است طوری نصب می شود که از مرکز هسته حلقوی عبور نماید. تولید هسته با روی هم قرار دادن لایه های دایره ای شکل اکنون به جای نوع پیچی فوق جایگزین شده است.

www.power2.ir



ساختمان یک ترانسفورماتور جریان

شکل 1-1

www.power2.ir

طراحی:

ترانسفورماتورهای جریان مطابق با معادله نیروی محرکه الکترومغناطیسی (e.m.f) ترانسفورماتورهای معمولی طراحی می شوند که در آنها ولتاژ متوسط القا شده مساوی با حاصل ضرب تعداد دورها و نرخ تغییرشار مغناطیسی (φ) می باشند. معیار طراحی معمولی محدود کردن شار به مقداری که اشباع آغاز می شود، که به شار نقطه زانو معروف است، می باشد و بنابراین برابر حداکثر مقدار جریان مغناطیس کننده ای است که این شار را تولید می کند.

جریان مغناطیس کننده و متعاقباً شار مربوط به آن در یک چهارم سیکل از صفر به حداکثر تغییر می کند و بنابراین نرخ تغییرات شار برابر با :

$$\frac{\varphi - 0}{1/4} = 4\varphi$$

وبر بر سیکل است یا در یک فرکانس f سیکل بر ثانیه برابر با $4\varphi f$ وبر بر ثانیه می باشد. با فرض یک ولتاژ القایی متوسط $V_{av} = 4\varphi fN$ که N تعداد دورها است، ولتاژ نقطه زانو در مقدار مؤثر (r.m.s) برابر با $V = 4.44\varphi fN$ است زیرا $V = 1.11V_{av}$ می باشد. همچنین از آنجایی که چگالی شار (φ) برابر B(تسلا) ضربدر سطح هسته (S) بر حسب متر مربع می باشد: $\varphi = BS$

پس ولتاژ نقطه زانو برابر با $V = 4.44BSfN$ می باشد.

www.power2.ir

چگالی شار صفحه فولادی در حدود 1/5 تسلا در نقطه زانو است که برای یک ترانسفورماتور جریان نوع حلقوی با داشتن نسبت آن به راحتی ولتاژ نقطه زانو را می توان تخمین زد، اگر ابعاد تقریبی هسته دانسته فرض شود.

به عنوان مثال یک نسبت CT300/1 با یک سطح هسته 30*40 میلی متر دارای شار نقطه زانوی $1.5\times40\times30\times10^{-6}=0.0018wb$ خواهد بود، که در یک سیستم 50هرتز تولید یک ولتاژ زانوی $V=4.44\times0.0018\times300\times50=120v$ را می نماید.

بعضی تعاریف و نکات مربوط به ترانسفورماتورهای جریان:

1- جریان اسمی:

جریان های اسمی یک ترانسفورماتور، جریان های اولیه و ثانویه ای است که برای آن مقادیر، ترانسفورماتور طراحی گردیده است. مقادیر استانداردشده این جریان ها قبلاً ذکر گردیده است.

2- نسبت تبدیل اسمی:

نسبت تبدیل اسمی نسبت جریان اسمی اولیه به جریان اسمی ثانویه است.

3- جریان حرارتی اسمی دائمی:

جریان حرارتی اسمی دائمی حداکثر جریان اولیه ای است که ترانسفورماتور می تواند موقعی که به طور دائم کار می کند تحمل نماید بدون اینکه درجه حرارت آن از حد نرمال تجاوز نماید.

4- جریان حرارتی اسمی موقتی (Ith):

آن مقدار از جریان اولیه بر حسب کیلوآمپر می باشد که ترانسفورماتور با سیم پیچ ثانویه اتصال کوتاه شده، می تواند بدون صدمه دیدن برای مدت یک ثانیه تحمل نماید. برای زمان های بیشتر از یک ثانیه، جریان حرارتی اسمی موقتی مجاز ممکن است از فرمول زیر محاسبه شود:

$$I_t = \frac{I_{th}}{\sqrt{t}}$$

5- بردن (BURDEN):

بار ترانسفورماتور جریان بردن نامیده می شود و می تواند به صورت یک بار ولت آمپری (VA) و یا یک امپدانس بیان شود. در حالت اول ولت آمپر کشیده شده در جریان نامی ثانویه CT در نظر گرفته می شود. به عنوان مثال با یک بردن 5 ولت آمپری اعمالی به یک ترانسفورماتور جریان یک آمپری امپدانس آن برابر 5 اهم خواهد بود:

$$\frac{5V}{1A} = 5\Omega \quad \text{امپدانس و} \quad \frac{5VA}{1A} = 5V$$

و یا برای یک ترانسفورماتور جریان 5 آمپری:

$$\frac{1V}{5A} = 0.2\Omega \quad \text{امپدانس و} \quad \frac{5VA}{5A} = 1V$$

www.power2.ir

همه بردن ها به طور سری متصل مـی شـوند و افـزایش امپـدانس، بـردن ترانسـفورماتور جریان را افزایش می دهد. یک ترانسفورماتور جریان وقتی بی بار است که سیم پیچی ثانویـه آن اتصال کوتاه شده باشد، زیرا در این صورت بردن ولت آمپری صفر است. خطاهای نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان بستگی به زاویه بردن علاوه بر امپدانس آن دارد.

6- قدرت اسمی:

قدرت اسمی ترانسفورماتور جریان قدرت ظاهری بر حسب ولت آمپر و همراه با ضریب قدرت است که ترانسفورماتور جریان می تواند در جریان اسمی و بردن اسـمی بـه مـدار ثانویـه تحویل دهد.

7- قدرت خروجی اسمی:

قدرت خروجی اسمی مساوی با حاصل ضرب جریان ثانویه اسـمی و افـت ولتـاژ مـدار خارجی ثانویه حاصل از این جریان می باشد. مقادیر استاندارد شده قدرت های خروجی تـا 30 ولت آمپر عبارتند از:

2.5-5-10-15-30 VA

قدرت های بالاتر از 30 ولت آمپر بسته به مورد لزوم انتخاب می شوند.

8- رابطه بین فرکانس و قدرت خروجی در ترانسفورماتورهای جریان:

ترانسفورماتورهای جریان طراحی شده بـرای فرکـانس 50 هرتـز و قـدرت خروجـی S موقعی که با فرکانس f کار کند قدرت خروجی اش مطابق فرمول زیر به دست می آید:

$$S' = \frac{f'(S + Se)}{50} - Se$$

که در آن S_e مصرف داخلی سیم پیچ ثانویه می باشد. اگر قدرت خروجی S در مقایسه با قدرت S_e بزرگ باشد قدرت S´ اغلب متناسب با فرکانس f´ تغییر می کند.

9- خطای جریان (خطای تبدیل):

خطای جریان (F_i) یک ترانسفورماتور جریان برای یک جریان اولیه مشخص I_1، درصد انحراف جریان ثانویه I_2 از مقدار تئوری می باشد.

خطای جریان بر حسب درصد به صورت زیر بیان می شود:

$$F_i = \frac{K_n I_2 - I_1}{I_1} \times 100$$

که در آن F_i خطای جریان بر حسب درصد، K_n نسبت تبدیل اسمی، I_1 جریان اولیه بر حسب آمپر و I_2 جریان ثانویه بر حسب آمپر می باشند.

خطای جریان موقعی که مقدار حقیقی جریان ثانویه از مقدار تئوری اش بیشتر باشد مثبت است.

10- جابجایی فاز (خطای فاز):

www.power2.ir

جابجایی فاز S_i، جابجایی فاز جریان ثانویه نسبت به جریان اولیه است. روابط اولیه بر این فرض است که در صورت عدم خطا جابجایی صفر است (نه 180درجه). زاویه فاز بر حسب دقیقه قوس است و در صورتی که ثانویه از اولیه جلو بیفتد این جابجایی مثبت است.

11- خطای کلی (مرکب):

خطای کلی یک ترانسفورماتور جریان از رابطه زیر بدست می آید:

$$\varepsilon_c = \frac{100}{I_1}\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T (K_n i_2 - i_1)^2 .dt}$$

که در آن ε_c خطای کلی بر حسب درصد، I_1 مقدار مؤثر جریان اولیه بر حسب آمپر، i_1 مقدار لحظه ای جریان اولیه بر حسب آمپر، i_2 مقدار لحظه ای جریان ثانویه بر حسب آمپر و K_n نسبت تبدیل اسمی هستند.

این تعریف در صورت حضور هارمونیک ها در جریان ثانویه و مغناطیس کننده به کار می رود چون در این حالت دیگر راه حل برداری مورد قبول نمی باشد.

عملکرد:

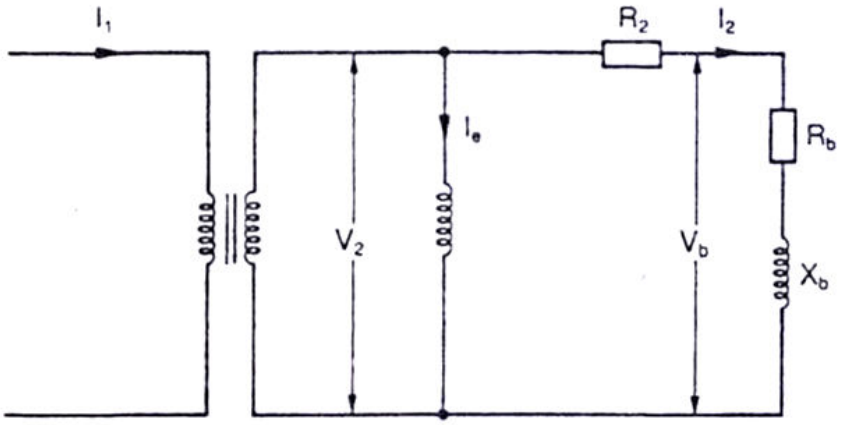
عملکرد ترانسفورماتور جریان نوع حلقوی از دیدگاه مداری برای نمونه ارائه می شود:

مدار معادل یک ترانسفورماتور جریان نوع حلقوی در شکل زیر نشان داده شده است. R_2 مقاومت سیم پیچ ثانویه، I_e جریان مغناطیس کنندگی و R_b و X_b مقاومت و راکتانس بردن هستند. آمپر – دور اولیه باید برابر مجموع آمپر- دور ثانویه و آمپر- دور مغناطیس کنندگی باشد.

$$N_1 I_1 = N_2 (I_2 + I_e)$$

در عمل I_e در مقایسه با I_2 کوچک است و بنابراین در همه محاسبات CT از آن صرفنظر می شود، به جز آنهایی که مربوط به اندازه گیری خطای نسبت و زاویه فاز هستند. جریان مغناطیس کنندگی وابسته به ولتاژ V_2 است که آن نیز وابسته به حاصل ضرب جریان ثانویه و امپدانس بردن به علاوه مقاومت سیم پیچی ثانویه CT است. یعنی طبق قانون اهم:

$$V_2 = I_2 (R_2 + R_b + jX_b)$$



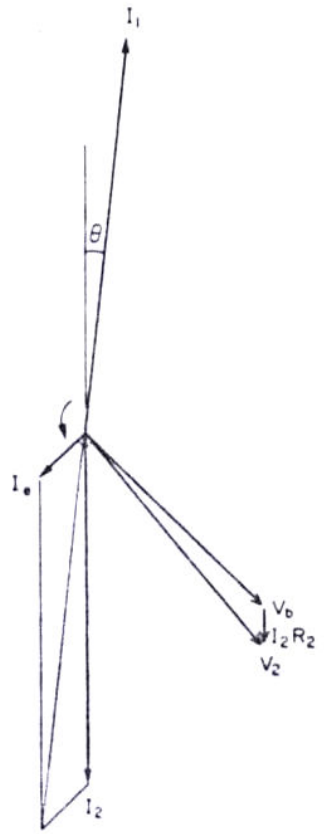
مدار معادل یک ترانسفورماتور جریان نوع حلقوی

شکل 2-1

اگر یک دیاگرام برداری مطابق شکل زیر کشیده شود در آن صورت خطای نسبت، که اختلاف دامنه I_1 و I_2 می باشد، و θ، که خطای زاویه فاز می باشد، مشخص می شوند.

جریان مغناطیس کنندگی I_e از ولتاژ V_2 به اندازه 90درجه عقب است. می توان مشاهده نمود که اگر بردن کاملاً مقاومتی باشد در آن صورت خطای نسبت حداقل خواهد شد و خطای

زاویه فاز حداکثر می شود، در حالی که اگر بردن کاملاً راکتیو باشد در آن صورت خطای نسبت حداکثر و خطای زاویه فاز حداقل خواهند بود.



دیاگرام برداری یک ترانسفورماتور جریان نوع حلقوی

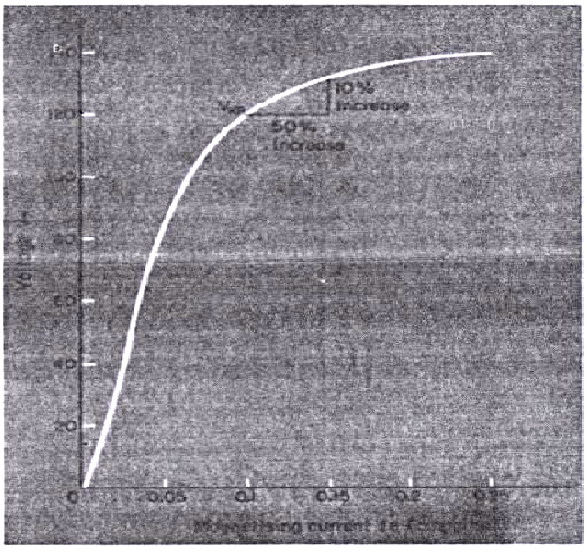
شکل 3-1

باید توجه شود که جمله $(R_2 + R_b + jX_b)$ یک جمع اسکالر نیست زیرا X_b به اندازه 90 درجه با R_2 و R_b اختلاف فاز دارد و بنابراین به صورت برداری جمع می شوند. برای این منظور از پسوند «j» استفاده می شود که 90 درجه جلو بردن را معنی می دهد. بنابراین ولتاژ I_2X_b به اندازه 90 درجه جلوتر از I_2R_2 و I_2R_b است و $V_b = I_2(R_b + jX_b)$ می باشد.

شکل زیر یک مشخصه مغناطیسی برای یک ترانسفورماتور 100/1 آمپری را نشان می دهد. قبلاً بیان شد که تا قبل از نقطه زانوی مشخصه، I_e در مقایسه با I_2 کوچک است. بنابراین خطاهای نسبت و زاویه فاز نیز همچنین کوچک خواهند بود. این بدان معنی است که رابطه جریان اولیه به ثانویه تا این نقطه حفظ می شود. یعنی در جایی که حاصل ضرب $I_2(R_2+R_b+jX_b)$ برابر با 120 ولت است. به عنوان مثال اگر R_2=1 اهم و $R_b+jX_b=7.5+j$ اهم باشند، در آن صورت خطی بودن تا یک جریان ثانویه:

$$I_2=\frac{V}{R_2+R_b+jX_b}=\frac{120}{8.5}=14.1 \text{ آمپر}$$

یا تا 14.1 برابر جریان نامی CT حفظ می شود. از طرف دیگر اگر خطی بودن تا مثلاً 20 برابر جریان نامی CT موردنیاز باشد، در آن صوت امپدانس کل ($R_2+R_b+jX_b$) نباید از 120/20=6 اهم تجاوز نماید.



مشخصه مغناطیس کنندگی CT

شکل 4-1

www.power2.ir

ترانسفورماتور جریان مدار بازشده:

اگر امپدانس R_b+jX_b در مدار معادلی در قبل آمد خیلی بالا باشد در آن صورت ولتاژ محاسبه شده از رابطه $I_2(R_2+R_b+jX_b)$ خیلی بزرگ خواهد شد و بالاتر از مقدار زانو قرار می گیرد، در نتیجه I_e در معادله تعادل آمپر–دور $N_1I_1=N_2(I_2+I_e)$ به طور قابل ملاحظه ای بزرگ می شود. حد نهایی آن وقتی است که سیم پیچ ثانویه مدار باز شده و I_2 برابر با صفر شود. همه آمپر–دور ورودی به عنوان آمپر– دورهای مغناطیس کنندگی به کار می روند و ترانسفورماتور جریان را اشباع می کنند. چنانکه در نمودار V_2 بر حسب I_e بالا دیده می شود افزایش زیاد جریان مغناطیس کنندگی باعث افزایش چندانی در ولتاژ متوسط نمی شود ولیکن این تغییر در شار از صفر تا مقدار نقطه زانو در ربع سیکل حاصل نمی شود، بلکه شاید در یک صدم این زمان اتفاق بیفتد بنابراین نرخ تغییر شار و در نتیجه ولتاژ القایی در این فاصله زمانی حدود 100 برابر ولتاژ زانو خواهد شد. در اثر این ولتاژ زیاد کوتاه مدت و اضافه حرارت ایجاد شده در اثر افزایش شدید در تلفات آهنی، عایق بندی می تواند آسیب جدی ببیند.

ضریب زمان کوتاه (short-time factor):

وقتی یک ترانسفورماتور جریان در یک سیستم قدرت به کار می رود ممکن است در معرض جریان خطایی چندبرابر بزرگ تر از جریان نامی اولیه اش قرار بگیرد و بنابراین باید قادر به تحمل اثرات این جریان برای مدت زمانی که متحمل است ادامه یابد، باشد. حداکثر جریانی که ترانسفورماتور جریان می تواند بدون هیچ گونه آسیب حرارتی و مکانیکی تحمل نماید به صورت ضریبی از جریان نامی آن بیان می شود و به عنوان ضریب زمان کوتاه نامیده می شود.

به عنوان مثال یک ترانسفورماتور جریان 200/5 که قادر به تحمل جریانی، مثلاً 13000 آمپر، می باشد، یک ضریب زمان کوتاه 65 خواهد داشت. چنین ضریب زمان کوتاه همیشه همراه با دور زمانی جریان مثلاً 3 ثانیه می باشد. جریان های کمتر مجازند برای زمان های طولانی تری عبور کنند زیرا زمان مجاز یا مجذور کاهش در جریان افزایش می یابد. ولیکن جریان های بزرگ تر لزوماً برای هیچ دوره زمانی مجاز به عبور نیستند، زیرا نیروهای الکترومغناطیسی نیز باید در نظر گرفته شوند.

ضریب حد دقت (Accuracy-Limit Factor):

وقتی که یک ترانسفورماتور جریان برای تغذیه یک رله حفاظتی به کار می رود، باید نسبت مشخصه خود را تا چندبرابر جریان نامی خود حفظ کند. این ضریب، که وابسته به نوع و مشخصه های حفاظتی است، می تواند 10، 20 یا حتی مقادیر بیشتر باشد و به عنوان ضریب حد دقت شناخته می شود.

خطای نسبت کوچکی که به وسیله جریان مغناطیس کننده در ترانسفورماتورهای جریان اندازه گیری به وجود می آید، که اغلب با تغییر مختصری در نسبت دورهای اولیه به ثانویه نسبت به حالت نامی جبران می شود. به عنوان مثال یک ترانسفورماتور جریان 100/1 می تواند یک دور اولیه و 98 دور ثانویه داشته باشد به طوری که نسبت تبدیل به صورت 100 به 1/02 آمپر ظاهر شود، اما وقتی که برای تغذیه بردن نامی به کار می رود جریان ثانویه از مقدار 1/02 آمپر به یک آمپر به وسیله تلفات مغناطیس کنندگی کاهش می یابد.

با وجود این که بردن یک آرایش حفاظتی فقط چند ولت آمپر در جریان نامی است، اما اگر ضریب حد دقت زیاد باشد جریان خروجی مورد نیاز از ترانسفورماتور جریان می توان قابل ملاحظه باشد. از طرف دیگر ترانسفورماتور جریان ممکن است در معرض بردن خیلی بالایی قرار گیرد. به عنوان مثال عناصر حفاظت اضافه جریان و خطای زمین یک رله که دارای مصرف ولت آمپر مشابهی در تنظیم هستند، اگر عناصر اضافه جریان در صددرصد تنظیم شوند، تنظیم عنصر خطای زمین در 10 درصد دارای امپدانسی به مقدار 100 برابر امپدانس عناصر اضافه جریان خواهد شد. با وجود این که اشباع عناصر رله تا حدی این موضوع را تعدیل می کند، ولی دیده خواهد شد که عنصر خطای زمین بردن شدیدی خواهد داشت و ترانسفورماتور جریان ممکن است در معرض خطای قابل توجهی در این حالت قرار گیرد. به این دلیل تصحیح دور برای ترانسفورماتورهای جریانی که برای مقاصد حفاظتی به کار می روند زیاد مفید نخواهد بود و معمولاً ساده تر و رضایت بخش تر است که آنها را طبق دور نامی خود سیم پیچی نمود.

مشخصه ترانسفورماتورهای جریان:

یک روش برای مشخص نمودن ترانسفورماتورهای جریان برای مقاصد حفاظتی در استاندارد BS-3938 داده شده است. در این مشخصه آنها بر اساس بردن نامی، کلاس دقت و حد دقت تعریف می گردند.

مقادیر استاندارد بردن نامی 2.5-5-7.5-10-15 و 30ولت آمپر هستند. دو کلاس دقت 5p و 10p تعریف شده اند که به ترتیب یک خطای ترکیبی 5درصد و 10درصد را در جریان نامی بیان می کنند.

ضرایب حد دقت استاندارد عبارتند از: 5-10-15-20- و 30. روش توصیف یک ترانسفورماتور جریان که به صورت class5p20 , 15VA می باشد، بدان معنی است که بردن نامی آن 15 ولت آمپر است و بیش از 5درصد خطا در 20 برابر جریان نامی نخواهد داشت.

اغلب راحت تر است که مستقیماً به حداکثر ولتاژ مفید قابل دسترسی رجوع شود. در این ارتباط نقطه زانوی منحنی مغناطیس شوندگی به عنوان نقطه ای تعریف می شود که در آن یک افزایش 10درصدی در ولتاژ ثانویه باعث افزایش جریان مغناطیس کنندگی به میزان 50 درصد می شود. نیازهای طراحی برای ترانسفورماتورهای جریان برای مقاصد حفاظتی عمومی اغلب به صورت ولتاژ نقطه زانو، جریان مغناطیس کنندگی در زانو یا در نقطه ای دیگر، و مقاومت ثانویه بیان می گردند. این ترانسفورماتورها عموماً به عنوان ترانسفورماتورهای جریان کلاس X شناخته می شوند.

جریان نامی ثانویه :

ترانسفورماتورهای جریان معمولاً طوری طراحی می شوند که جریان نامی ثانویه آنها یک آمپر و یا 5 آمپر باشد. بسیاری از بردن ها یک مقدار مشخص از ولت آمپر در جریان نامی نیاز دارند و در نتیجه امپدانسی خواهد داشت که به طور معکوس با مجذور جریان نامی تغییر می کند، به طوری که به نظر نمی رسد که مقدار نامی جریان ثانویه مهم باشد. ولیکن بسیاری از بردن ها در فاصله نسبتاً دوری از ترانسفورماتور جریان مربوطه قرار گرفته اند، از آنجایی که اندازه سیم اتصال دهنده معمولاً به اندازه کافی برای انتقال جریان تولیدی یک ترانسفورماتور جریان با هر مقدار نامی ثانویه است، سیم ها دارای مقاومت مشخصی هستند و بنابراین بردن

بیشتری در جریان های نامی بزرگ تر را تولید می کنند. به عنوان مثال یک سیم اتصال دهنده با مقاومت یک اهم در جریان نامی ثانویه 5 آمپر، بردن 25 ولت آمپر را تولید می کند، در حالی که برای جریان نامی ثانویه یک آمپری همین سیم تولید بردن یک ولت آمپری می کند. واضح است که در تمام مواردی که مقاومت سیم ها می تواند قابل ملاحظه باشد مزیت بیشتری در استفاده از ترانسفورماتور جریان با جریان نامی کوچک تر است. در کاربردهای نوین استفاده از جریان نامی ثانویه یک آمپری مورد توجه است.

امپدانس سیم پیچی ثانویه:

با در نظر گرفتن این موضوع که ممکن است نیاز باشد که یک ترانسفورماتور جریان حفاظتی مقدار بالایی از جریان ثانویه را تحویل دهد، مطلوب خواهد بود که مقاومت سیم پیچی ثانویه تا حد امکان کوچک باشد تا تلفات مسی و در نتیجه تلفات حرارتی را محدود کند.

در حالت ترانسفورماتورهای جریان با اولیه سیم پیچی شده راکتانس سیم پیچی نیز ایجاد خواهد شد، هر چند اندازه گیری و تعریف دقیق آن نسبتاً مشکل است. ترانسفورماتورهای جریان نوع حلقوی با یک هادی متقارن و سیم پیچی ثانویه توزیع شده یکنواخت دارای راکتانس ثانویه قابل صرفنظر کردن می باشند.

سیم پیچ های اولیه:

برای داشتن یک خروجی از یک ترانسفورماتور جریانی که دارای مقدار نامی اولیه 80 آمپر یا کمتر است نیاز به یک سطح هسته بزرگ است و بنابراین اقتصادی تر است که تعداد دورهای سیم پیچ از یک دور به دو، سه یا بیشتر افزایش یابد. البته این لازم می دارد که دورهای

اضافی اولیه را می توان با عبور چند باره هادی اولیه از یک ترانسفورماتور حلقوی شکل و یا استفاده از یک ترانسفورماتور با ساختمان مخصوص با سیم پیچی اولیه به دست آورد.

کاربرد :

در انتخاب ترانسفورماتورهای جریان، بردن متصل شده و نحوه بهره برداری آنها باید در نظر گرفته شوند، با توجه به اینکه نه تنها محدوده وسیعی از وسایل ممکن است که متصل شوند، بلکه همچنین تغییرات امپدانس در یک محدوده از تنظیم رله باید مورد توجه قرار گیرند. به عنوان مثال در رله اضافه جریان الکترومغناطیسی به طور نمونه بردن رله 3 ولت آمپر می باشد و برای این کاربرد نیازهای CT به صورت زیر هستند:

فرض کنید یک رله خطای فازی و خطای زمین دارای جریان نامی یک آمپر و تنظیم های 0/5 تا 2 آمپر برای عنصر خطای فازی و 0/2 تا 0/8 آمپر برای عنصر خطای زمین می باشد. جدول زیر تنظیمات عناصر فازی و زمین این رله و ولتاژ در تنظیم و از 20 برابر تنظیم این رله ها را نشان می دهد:

	خطای فازی			خطای زمین		
تنظیم (آمپر)	0.5	1.0	2.0	0.2	0.4	0.8
ولتاژ در تنظیم	6	3	1.5	15	7.5	3.75
ولتاژ در 20 برابر تنظیم	20	60	30	300	150	75

چنانچه دیده می شود هر چه تنظیم پایین تر باشد ولتاژ نقطه زانو باید بالاتر باشد. نیازهای حفاظتی CT توسط رله خطای زمین تعیین می گردد و مقداری کاهش در ارقام فوق به

علت وجود مقداری اشباع در رله وجود داد. در 0/2 آمپر ولتاژ 15 ولت است اما در 20 برابر تنظیم، بعضی 4 آمپر، ولتاژ 300 ولت نیست و به علت اشباع تقریباً نصف این مقدار است.

یک ترانسفورماتور جریان برای این کاربرد نیاز به یک ولتاژ نقطه زانو 150 ولت دارد. یک ترانسفورماتور جریان 7/5 ولت آمپر، کلاس 5p20 و یا یک ترانسفورماتور جریان 15 ولت آمپر کلاس 5p10 رضایت بخش خواهند بود. یک روش سر انگشتی برای تعیین ولتاژ نقطه زانو حاصلضرب ولت آمپر نامی و ضریب حد دقت تقسیم بر جریان نامی ثانویه است یعنی $\frac{7.5\times 20}{1}=150$ ولت برای یک ترانسفورماتور جریان یک آمپری و 30 ولت برای یک ترانسفورماتور جریان 5 آمپری است. وقتی که پایداری خطای فازی و درجه بندی زمانی دقیق مورد نظر است، کلاس 5p انتخاب می شود. وقتی که این موارد اهمیت نداشته باشند از کلاس 10p استفاده می گردد.

ممکن است که بیش از یک رله باید به یک مجموعه ترانسفورماتورهای جریان متصل شوند که در آن صورت بردن مجموع باید محاسبه شود. عموماً کافی است که بردن ها به صورت حسابی (اسکالر) با یکدیگر جمع شوند، اما باید در نظر داشت که، ممکن است مقداری کاهش در جمع کردن بردن ها به صورت برداری حاصل شود.

انتخاب یک ترانسفورماتور جریان که به طور قابل ملاحظه ای بزرگ تر از اندازه مورد نیاز است، روش مهندسی خوبی نیست زیرا هیچ مزیتی در عملکرد حاصل نمی گردد و قیمت آن بیشتر و ابعاد آن نیز بزرگ تر خواهند بود.

www.power2.ir

روش انتخاب ترانسفورماتور جریان به وسیله ولت آمپر و ضرایب حد دقت اغلب برای استفاده با رله های اضافه جریان به کار گرفته می شود. برای استفاده با سایر انواع حفاظتی معمول است که ولتاژ نقطه زانو را مشخص نمود که به وسیله نوع حفاظت و سطح خطا تعیین می گردد. اینها ترانسفورماتورهای جریان کلاس X می باشند. سازندگان رله نیازهای CT را در دفترچه راهنمای رله های خود مشخص می کنند تهیه ترانسفورماتورهای جریانی که با نیازهای مشخص شده ای تطبیق داشته باشند غیر ضروری است.

یکی از مزایای رله های حفاظتی استاتیکی بردن پایین آنها برای ترانسفورماتورهای جریان است. یک بردن نمونه حدود 0/25 ولت آمپر در تنظیم می باشد. این بدان معنی است که ترانسفورماتورهای جریان خیلی کوچک تری می تواند به کار رود و تنظیم 10درصد نیاز به یک ولتاژ نقطه زانوی 50 ولتی در 20 برابر تنظیم دارد. در این حالت بردن مقاومتی است و بنابراین هیچ گونه اشباعی وجود ندارد. یک ترانسفورماتور جریان مشخص شده به صورت 2/5 ولت آمپر و کلاس 5p20 می تواند مناسب باشد.

اثر جریان مغناطیس کنندگی CT بر روی تنظیم رله:

تنظیم کل یک سیستم حفاظتی به وسیله جریان مغناطیس کنندگی ترانسفورماتورهای جریان تحت تاثیر قرار می گیرد، در حالی که این تاثیر برای رله های جریان زیاد ممکن است قابل توجه نباشد، ولی می تواند اثراتی را بر تنظیم کل یک رله خطای زمین بگذارد، در بعضی مواقع اثر ژرفی بر سیستم های حفاظت تفاضلی (Diffrential Protection) بگذارد، به

خصوص در جایی که تعداد زیادی ترانسفورماتورهای جریان به یکدیگر متصل شده اند؛ به عنوان مثال در این مورد می توان از طرح حفاظتی ناحیه ای شین (Busbar) نام برد.

جریان عمل کننده اولیه (P.O.C)،(Primary Operating Current) یک سیستم حفاظتی برابر مجموع جریان تنظیمی رله و جریان مغناطیس کنندگی همه ترانسفورماتورهای جریان متصل شده در ولتاژ دو سر رله در تنظیم، ضربدر نسبت CT می باشد.

اتصال باقیمانده ای: (Residual)

ترانسفورماتورهای جریان به صورت یک مجموعه سه تایی که هر یک جریان مربوط به فاز خود را اندازه می گیرند، بسته می شوند. اگر سه سیم پیچی ثانویه به صورت موازی متصل شوند به آن اتصال باقیمانده ای می گویند و رله ای که به موازات ترکیب آنها بسته می شود فقط جریان زمین را اندازه گیری می کند.

این روش معمولاً برای اندازه گیری جریان خطای زمین در جایی که اندازه گیری جریان خطای فازی نیز موردنیاز است، به کار می رود. اگر فقط اندازه گیری خطای زمین موردنیاز باشد در آن صورت می توان با عبور هادی های سه فاز از داخل یک ترانسفورماتور جریان حلقوی که سیم پیچی ثانویه آن به رله متصل شده است، این عمل را انجام داد. البته مسیر زمین برگشتی نباید از داخل ترانسورماتور جریان عبور کند. این نوع ترکیب به عنوان تعادل هسته ای (core-balance) شناخته می شود و یک ترانسفورماتور جریان تعادل هسته ای را به کار می برد.

انتخاب و کیفیت در طرح هسته:

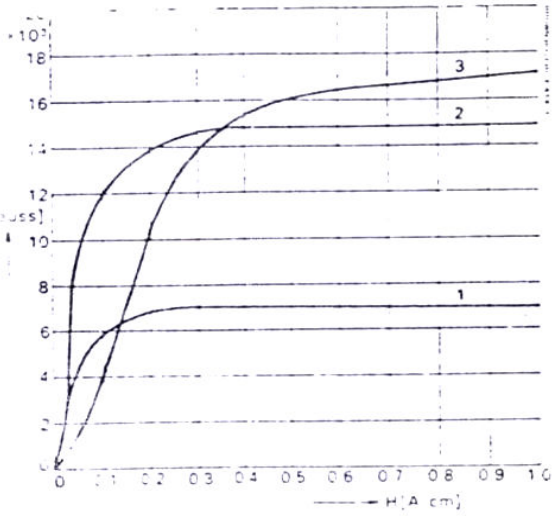
در ترانسفورماتورهای جریان باید جریان اولیه را از نظر مقدار و جابجایی فاز در محدوده خطای تعیین شده انتقال دهند. خطای تبدیل معمولاً بر اثر جریان مغناطیس کننده اتفاق می افتد. برای این که خطای تبدیل کوچک باشد ترانسفورماتورهای جریان باید بدون استثنا با هسته های مغناطیسی با کیفیت بسیار خوب مجهز شوند. مواد هسته علاوه بر آلیاژ فولاد سیلیکون از آلیاژ آهن نیکل نیز استفاده می شود.

برای موارد استعمال مختلف ترانسفورماتور جریان یعنی مثلاً استفاده همزمان از آن جهت انرژی دار نمودن رله محافظتی و اندازه گیری جریان که مشخصه های الکتریکی مختلفی را نیاز دارند، ترانسفورماتورهای جریان را با هسته های مختلف (تا 6 هسته یا بیشتر) می سازند.

سیم پیچی ثانویه به طور یکنواخت روی محیط هسته حلقه ای شکل توزیع می شود.

در شکل زیر منحنی مغناطیس شوندگی سه ماده مختلف که برای ساخت هسته CT به کار می روند نشان داده شده است سیم پیچ ثانویه ای که هسته آن از ماده شماره یک ساخته شده باشد عموماً برای تغذیه وسایل اندازه گیری استفاده می شود. چون این وسایل بایستی در مقادیر پایین جریان یعنی نزدیک به جریان نامی سیستم دقیق عمل نماید ولی در جریان های زیاد نزدیک به اتصال کوتاه سریعاً باید به اشباع برود که از افزایش جریان در ثانویه جلوگیری شود. لازم به یادآوری است که در شرایط اتصال کوتاه جریان از اولیه می گذرد و اگر نسبت تبدیل مثلاً 2000/1 باشد و جریان اتصال کوتاه به حدود 20 برابر جریان نامی برسد در ثانویه اگر خطی عمل نماید و به اشباع نرفته باشد جریان 20 آمپر خواهد بود که معمولاً این اضافه جریان برای وسایل اندازه گیری قابل تحمل نیست. اشباع سریع هسته سبب می شود که نسبت تبدیل

به مقدار کمتری تغییر نماید و با افزایش بیش از حد جریان اولیه، جریان ثانویه روی مقدار ثابتی باقی بماند. برعکس برای سیستم های حفاظتی باید جریان های زیاد اتصال کوتاه نیز بـا نسـبت تبدیل نامی به ثانویه منتقل شود و هسته نباید سریعاً به اشباع برود چون ممکن است در کار رلـه های حفاظتی و هماهنگی بین آنها اختلال ایجاد نماید. به همـن دلیـل هسـته ای کـه منحنـی آن مشابه منحنی شماره 3 باشد برای استفاده در سیستم های حفاظتی مناسب است.



شکل 5-1

ساختمان:

اصولاً ترانسفورماتورهای جریان از نوع مخزنی یا قالبی و یا ... را از یک یا چنـد هسـته فولادی با خاصیت مغناطیسی خیلی خوب که توسط سیم پیچی ثانویه احاطه می شـود تشـکیل می گردد. هادی اولیه از مس الکترولیت تشکیل می شود که از طریق هسته ها عبور مـی نمایـد.

عایق اصلی که از مواد مختلف تشکیل می شود بین هادی های اولیه و ثانویه قرار می گیرد. قسمت عمده این عایق رزین می باشد، که ضمن عایق کاری عمل نگهداری را نیز انجام می دهد.

سیم پیچ اولیه شامل دوکوئیل است که در حالت باراسمی به صورت موازی و در حالت نصف باراسمی به صورت سری وصل می شوند. انتهای سیم پیچی های ثانویه به ترمینال هایی که در قسمت پایین ترانسفورماتور واقع شده و توسط روپوش محافظت می شوند وصل می گردند.

ترانسفورماتورهای جریان تپ دار:

در مواقع ضروری ترانسفورماتورهای جریان می توانند با تپ های مختلف برای دو یا چند جریان اولیه تغذیه شوند که در این حالت سیم پیچ اولیه شامل دو یا چند کلاف جداگانه است که می توانند به صورت سری یا موازی وصل شوند. تغییر جریان خروجی نیز می تواند توسط یک یا چند تپ در سیم پیچ ثانویه صورت گیرد، که در این حالت کاهش جریان اسمی اولیه باعث کاهش قدرت اسمی خروجی خواهد بود.

ترانسفورماتورهای جریان مخزن دار:

این نوع ترانسفورماتور اصولاً برای ولتاژهای 765 کیلوولت و جریان های تا 3000 آمپر مناسب است. استفاده آن بیشتر در مواردی است که چندین هسته و نیز اتصالات متعدد اولیه برای نسبت های مختلف جریان لازم می باشد. در این ترانسفورماتور سیم پیچ اولیه از داخل یک محفظه استوانه ای به طرف پایین به داخل مخزن برده شده است. سطح خارجی مخزن

فلزی از نظر الکتریکی محافظت شده است. سیم پیچی ثانویه این ترانسفورماتور در مخزن قرار دارد (شکل 6-1).

ترانسفورماتورهای جریان با مخزن معکوس:

سیم پیچ اولیه این ترانسفورماتور شامل یک میله مستقیم است که توسط سیم پیچ ثانویه مارپیچی شکل محصور شده است. مجموعه سیم پیچ های اولیه و ثانویه در یک محفظه فلزی است که روی یک عایق توخالی پر از روغن قرار دارد. سرهای سیم پیچ ثانویه در داخل استوانه قرار دارد و به جعبه ترمینال آورده شده است (شکل 7-1).

ترانسفورماتورهای جریان نوع قالبی:

یکی از انواع ترانسفورماتورهای جریان نوع ریخته شده از رزین می باشد این ترانسفورماتور در رزین (صمغ) با کیفیت خیلی خوب ریخته می شود و بدین ترتیب در برابر رطوبت و گرد و خاک محافظت می گردد و برای نصب در مناطق گرمسیری مناسب است. در طرح نرمال این ترانسفورماتورها جریان اولیه می تواند به مقدار اسمی و نصف جریان اسمی انتخاب شود و این انتخاب جریان می تواند بدون قطع اتصالات صورت گیرد. علاوه بر آن هیچ کاهشی در قدرت اسمی خروجی به وجود نمی آورد (شکل 8-1).

ترانسفورماتورهای جریان قائم یا فاصله هوایی:

یک ترانسفورماتور جریان قائم یا فاصله هوایی صرفاً ترانسفورماتور جریانی است که یک فاصله هوایی در هسته دارد به طوری که بیشتر آمپر دورهای اولیه برای مغناطیس کردن هسته به کار می رود. این بدان معنی است که شار، و بنابراین ولتاژ ثانویه متناسب با جریان اولیه هستند.

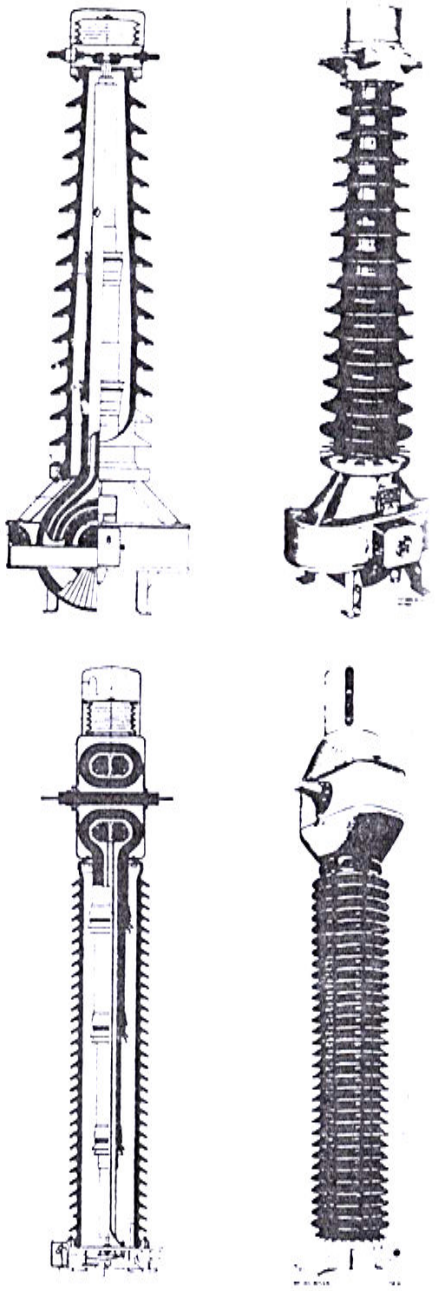
به طور صحیح تر، ولتاژ ثانویه متناسب با نرخ تغییرات شار می باشد و بنابراین از جریان اولیه 90 درجه عقب می باشد و در نتیجه به آن ترانسفورماتور جریان قائم می گویند.

ترانسفورماتور جریان جمع زنی (Summation):

دو کاربرد برای ترانسفورماتور جریان جمع زنی وجود دارد. یکی از کاربردها جمع با هم جریان ثانویه تعدادی از ترانسفورماتورهای جریان است که بیشتر برای مقاصد اندازه گیری به کار می رود. کاربرد دیگر در سیستم های حفاظتی سیم پیلوت (Pilot-wire) می باشد که ورودی های ترانسفورماتورهای جریان در هر فاز را به یک خروجی واحد برای مقایسه با یک خروجی مشابه از انتهای دور از طریق سیم های پیلوت، تبدیل می کند. در حالت اول هر سیم پیچی ورودی که مورد استفاده قرار نمی گیرد باید به صورت مدار باز رها شود.

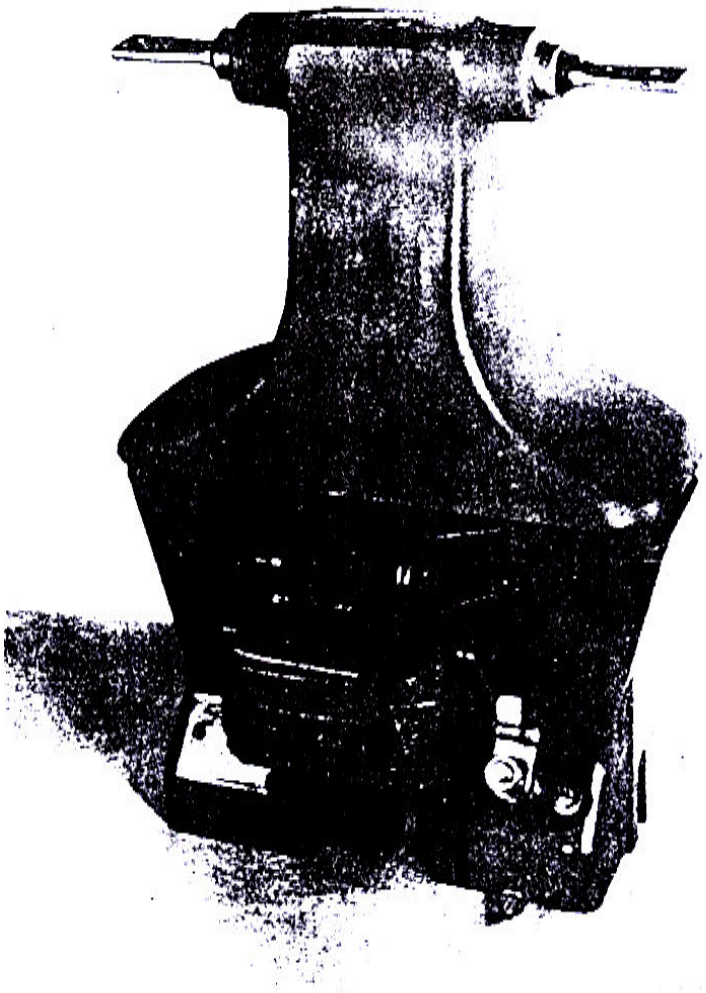
www.power2.ir

شکل 6-1



www.power2.ir

شکل 7-1



ترانس جریان ۱۲کیلو ولتی، سیم پیچ اولیه با عایق رزینی

www.power2.ir

بخش (2)

استاندارد ترانسفورماتورهای

اندازه گیری جریان (C.T)

www.power2.ir

استاندارد ترانسفورماتورهای اندازه گیر جریان

1- کلیات

1-1 ترانسفورمرهای جریان بایستی مطابق با نیازهای مندرج در استانداردهای IEC-185 IEC-135-TC و ISO-1461 طراحی، ساخته و آزمایش شوند.

تمام تجدید نظرها، مکمل ها و انتشارات مرجع اشاره شده در استانداردهای فوق بایستی بکار برده شود. ضمنا برای مواردی که در استاندارد IEC ذکر نشده استانداردهای معتبر دیگر نیز با تصویب خریدار می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

ترانسفورمرهای جریان بایستی با تمام منضمات لازمه برای کار مربوطه کامل گردد. اطلاعات اصلی وسائل و مقادیر نامی در جدول CT (1) نمایان گردیده است.

2-2 تجهیزات بایستی برای شرایط کار مشخص شده مناسب باشد. تعداد سیم پیچهای ثانویه بایستی متناسب با نیاز خواسته شده باشند.

1-3 ترانسفورمرهای جریان بایستی از نوع غوطه ور در روغن (خود خنک شونده) یا نوع خشک باشد.

1-4 ترانسفورمرهای جریان بایستی مناسب برای نصب در فضای باز و روی سازه های نگهدارنده باشد.

1-5 هر ترانسفورمر جریان بایستی خروجی مناسب را که برای عملکرد درست دستگاههای حفاظتی و وسائل اندازه گیری مربوطه لازم است در محدوده اعلام شده بار و خطا را داشته باشد.

www.power2.ir

1-6 حتی الامکان اتصال به زمین در طرف ترمینالهای S2 باشد.

1-7 نسبت تبدیلهای مورد نظر بایستی با استفاده از تپهای روی سیم پیچهای ثانویه بدست آید. تغییر نسبت تبدیلها در روی سمت سیم پیچ اولیه فقط در هنگامی که ایجاد آن روی سیم پیچ ثانویه غیر عملی باشد مورد ملاحظه قرار می گیرد.

1-8 ترانسفورمرهای جریان بایستی به وسائل زیر مجهز گردد.

1-8-1 نشان دهنده سطح روغن

1-8-2 دریچه ورود روغن (پر کردن روغن)

1-8-3 شیر تخلیه

1-8-4 درپوش تخلیه

1-8-5 قسمت فلزی پائین ترانسفورمر جریان بایستی به دو ترمینال زمین در دو پهلوی مقابل برای اتصال سیم زمین مناسب با مشخصات نامی که در جدول (1) CT آمده است مجهز گردد. (به طوری که اتصال زمین به طور سهوی نتواند کنده شود).

1-8-6 امکانات مناسب بالا بردن برای حمل ترانسفورمر (در حالی که با روغن کاملا پر شده است) تعبیه شود.

1-8-7 یک آرایش مناسب (مصوب) برای برقرار کردن اتصالات اولیه و ثانویه

1-8-8 یک پلاک فلزی ضد زنگ یا ساخته شده از مواد مقاوم در مقابل خورندگی هوا که در یک مکان قابل دید در پائین CT نصب شده باشد و نشان دهنده دیاگرام اتصالات. مقاومت سیم پیچ ثانویه در 75 ċ ، وزن کل ترانسفورمر و تمام اطلاعات مورد نیاز بر حسب

استاندارد IEC-185 و پیش نویس IEC-185-TC-38 باشد. این پلاک بایستی حکاکی یا کنده کاری یا پرس شده و یا با دیگر متدهای مورد تائید نوشته شده باشد.

1-9 تمام تجهیزات بدون حفاظ برای مقاومت در برابر خوردگی بایستی از مواد ضد خوردگی تهیه شده باشد یا به اندازه ضخامت مشخص شده در استاندارد ISO-146 گالوانیزه گرم شده باشند.

1-10 ترانسفورمرهای جریان بایستی به یک جعبه ترمینال ثانویه، با یک صفحه فلزی که شامل مهره ماسورهائی برای محکم کردن کابل ورودی و فضای کافی برای اتصال کابلهای ضروری مجهز شده باشند به طوری که اتصال کوتاه ترمینالهای ثانویه ترانسفورمر به راحتی در آن انجام گیرد. جعبه ترمینال ضد باران کاملا پوشیده و بدون درز و با دریچه های تنفس مجهز به توری باشد و در صورت نیاز به گرمکن دارای ترموستات مجهز گردد. جعبه ترمینال بایستی به کلمپ زمین مجهز باشد و تمام اتصالات مربوطه و پیچها از فلزات مقاوم در برابر خورندگی تهیه شده باشد.

2- طراحی و ساخت

2-1 ترانسفورمر جریان با استفاده از کاغذ روغنی اشباع شده به عنوان عایق می تواند با سیم پیچ اولیه تک یا چند حلقه ای ساخته شود.

احتیاطات کافی باید در نظر گرفته شود تا از توزیع یکنواخت فشار الکتریکی در سرتاسر عایق کاغذی اطمینان پیدا شود. بعد از طی فرایندساخت. عایق بایستی تماما از رطوبت و هوا

عاری شود. جزئیات متدهای پیشنهاد شده برای عملیات خشک کردن و پر کردن ترانس و زمان خشک کردن، درجه خلاء و غیره بایستی به خریدار تسلیم شود.

هر ترانسفورمر جریان پس از طی فرایند اشباع روغن بایستی با روغن با درجه مشخص شده در IEC-296 پر شود.

2-2 هر سیم پیچی بایستی بطور الکتریکی از دیگر سیم پیچها مجزا گردد. ترانسفورمرهای جریان روغنی (غیر خشک) بایستی آب بندی شده و کاملا نفوذ ناپذیر باشند. عایق داخلی بایستی مناسب و بطور همیشگی در برابررطوبت محافظت گردد. مواد آب بندی بایستی مقاوم در برابر افتاب – هوا – روغن و آب باشد و ترانسها بایستی بدون چرخ طراحی شده باشند.

2-3 ترانسفورمرهای جریان حفاظتی از شروع اتصال کوتاه اولی و فالتهای بعد از اتوریکلوزر (بازبست) سه فاز سریع باید بدون اشباع شدن جریان فالت مربوطه را در ماکزیمم سطح اتصال کوتاه و جریان DC مربوطه. بطور صحیح تبدیل کنند. ولتاژ ایجاد شده در هسته به وسیله جریان خطا و در مدت حالت گذرای بایستی زیر (کمتر از) ولتاژ اشباع باشد. تا از پاسخ گذرای مناسب اطمینان حاصل شود.

2-4 احتیاطات و پیش بینی های لازمه که در طراحی سیم پیچ اولیه برای جلوگیری از تنشهای حرارتی و مکانیکی به وجود آمده ناشی از اتصال کوتاه در نظر گرفته می شود باید در مدارک و اسناد تسلیمی از طرف فروشنده نشان داده شود.

www.power2.ir

2-5 ترمینالهای ثانویه بایستی در مکانی تعبیه گردند که در هنگام برقدار بودن ترانسفورماتور قابل دسترسی باشند.

2-6 هر آرایش و یا ساختمان خاص سیم پیچ که برای اصلاح دقت و یا به هر دلیل دیگر در نظر گرفته شده است با جزئیات آن مدارک نمایان باشد.

2-7 برای تپهای نسبت تبدیل، برچسب نشان دهنده اتصالات لازمه بطور دقیق برای تمام نسبتهای تبدیل تهیه گردد. همچنین بایستی این اتصالات روی تمام دیاگرامهای اتصالات نشان داده شوند.

2-8 ترانسفورمرهای جریان بایستی طوری ساخته شوند که از نظر مکانیکی در برابر تنش ناشی از نیروی یخ، نیروی باد، نیروی کششی و جابجائی اتصالات همچنین اتصال کوتاه، نیروی زلزله و دیگر موارد مشخص شده در این مشخصات مقاوم باشند.

2-9 ترمینال اولیه بایستی از نوع مسطح باشد نوع میله ای نیز می تواند مورد قبول قرار گیرد.

2-10 عایقهای چینی باید دارای لعاب قهوه ای رنگ باشد و طبق استاندارد مربوطه ساخته و آزمایش شده و با نیازمندیهای CT ها مطابقت داشته باشند.

2-11 اگر ترانسفورمر جریان دارای چندین حلقه اولیه (که عموما در نوع گربالا مطرح می باشد) یا از نوع تانکی (گرپائین) باشد در صورت ضرورت سیم پیچهای اولیه بایستی با استفاده از یک برقگیر یا جرقه گیر در مقابل اضافه ولتاژهای احتمالی محافظت گردد. ولتاژ جرقه

بایستی بطور مناسب با عایق بین قسمتهای اولیه هماهنگ شود. پیشنهاد دهنده می باید ولتاژ جرقه. ولتاژهای تحمل و خاموش شدن را مطابق با ماده 47 جدول CT(1) مشخص کند.

2-12 ترانسفورمرهای جریان دارای چند نسبت تبدیل (MR) بایستی نسبتهای تبدیل کافی را آن گونه که مناسب برای طرح حفاظت از جمله قسمتهای خاص باشد را داشته باشند.

2-13 ترانسفورمرهای جریان برای آرایش 1.5 کلیدی معمولا 245 Kv و 400 Kv بایستی بدون اعتنا به نسبت تپها قادر به تحمل حرارتی عبور جریان نامی پیوسته باشند.

2-14 ترانسفورمرهای جریان 245 Kv و 400 Kv بایستی برای حمل افقی (ترانسفورمر خوابانده شده) طراحی شده باشند.

3- آزماش های ترانسفورمر جریان

آزمایشهای تیپ، روتین و مخصوص بایستی بر طبق IEC 185 و پیش نویس TC-38 IEC-185 و دیگر استانداردهای ذکر شده انجام گیرد مگر مواردی که در زیر مشخص شده اند:

الف- آزمایشات تیپ شامل:

1- آزمایشهای جریان کوتاه مدت

2- آزمایشهای افزایش درجه حرارت

3- آزمایش ضربه صاعقه

4- آزمایش ضربه کلیدزنی

5- تعیین خطا

6- آزمایشات خیس

ب- آزمایشهای روتین

1- تائید نشانه گذاریهای ترمینال

2- آزمایش ایستادگی سیم پیچ ثانویه با فرکانس قدرت

3- آزمایش ایستادگی بین قسمتها با فرکانس قدرت

4- آزمایش ایستادگی سیم پیچ اولیه با فرکانس قدرت

5- آزمایش اضافه ولتاژ بین حلقه ای

6- تعیین خطا

7- آزمایش مغناطیسی شدن و مصرف داخلی و منحنی بی باری:

یک منحنی بی باری کامل بایستی رسم شود و مقاومت سیم پیچ ثانویه بایستی برای درجه حرارت $75\ ^{\circ}c$ سیم پیچ ها اندازه گیری و داده شود.

8- اندازه گیری تخلیه جزئی

9- آزمایشهای موثر بودن آب بندی

متدها و روشهای ازمایش بایستی با پیمانکار در زمان مناسب اجراء تهیه شود.

10- نسبت تبدیل ولتاژ و ظرفیت خازنی برای ترمینال خازن بایستی اندازه گیری شود.

11- آزمایش ایستادگی با ولتاژ 4kvrms به مدت یک دقیقه با فرکانس قدرت انجام گردد.

www.power2.ir

ج- آزمایشهای مخصوص

1- اندازه گیری ضریب تلفات عایقی

tg زاویه تلفات برای عایق بایستی در درجه حرارت اتاق برای تقریبا 0.5 و 1 و 1.5 برابر ولتاژ ماکزیمم و اگر ممکن باشد تا ولتاژ مربوط به آزمایش ایستادگی با فرکانس قدرت اندازه گیری شود.

2- آزمایش ضربه صاعقه بریده شده روی سیم پیچ اولیه

3- آزمایش استقامت مکانیکی روی ترمینال HV

متد و روش آزمایش بایستی با پیمانکار به موقع مشخص گردد.

تذکر 1: علاوه بر آزمایشهای فوق الذکر تمام آزمایشهای ضروری بر طبق IEC-185-TC-38 بایستی انجام شود.

تذکر 2: آزمایش مقره چینی بایستی و مطابق با استاندارد IEC مربوطه انجام گردد (تایپ- روتین و آزمایش نمونه)

4- شرایط کاری

اصول طراحی بایستی طوری انتخاب گردد که ترانسفورمر جریان وظایف خواسته شده CT را بر طبق مشخصات با شرائطی که ذیلاً مشخص می شود انجام دهند.

- درجه حرارت محیط

حداکثر c +55

حداقل c -35

www.power2.ir

- ارتفاع از سطح دریا (m)	0-2000
حداکثر سرعت باد m/s	45
در شرایط یخ (جاری) m/s	25
- ضخامت یخ mm	0-20
- شرایط زلزله:	
حداکثر شتاب زمین	0/3 g
متوسط شتاب زمین	0/225 g

* تذکر: اختلاف مابین درجه حرارت ماکزیمم و مینیمم محیط در هر حال از 70 c سانتی گراد تجاوز نمی کند.

* برای اطلاعات بیشتر به جدول CT(1) مراجعه شود.

www.power2.ir

جداول

SCHEDULE CT (I)

RATING AND CHARACTERISTIC OF CURRENT TRANSFORMER

DESCRIPTION	PARTICULARS				مشخصات	شماره ردیف
	420KV	245KV	145KV	72.5KV		
OUTDOOR,INDOOR, ...)		OUT DOOR			کلاس	۱
		OIL IMMERSED TANK/INVERTED TYPE		DRY TYPE	نوع	۲
ON LEVEL		IEC 815 "GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATOR IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS.			سطح آلودگی	۳
VEUTRAL EARTHING		EFFECTIVIELY EARTHED		NON EFF./EFF EARTHED	سیستم زمین کردن خنثی ال	۴
REQUENCY HZ	50	50	50	50	فرکانس شبکه	۵
INAL STATIC WITHSTAND					تحمل نیروهای ایستای وارد بر ترمینال ماشار قوی	۶
TAL FORCE N	2000	2000	2000	2000	انتهایی	۶-۱
, FORCE N	2000	2000	2000	2000	عمودی	۶-۲
TON LEVEL (AT SEA LEVEL WDARD ATMOSPHERE)					سطح و عایق بندی (در سطح دریا و شرایط هوای استاندارد)	۷
SERVICE VOLTAGE KVrms	400	230	132	66/63	ولتاژ نامی کار	۷-۱
OLTAGE (MAX) KVrms	420	245	145	72.5	ولتاژ نامی ماکزیمم	۷-۲
TGHTNING IMPULSE KVrms	1425/1550	1050	650	325 *	ولتاژ ضربه ای قابل تحمل نامی از ماغه	۷-۳

ition

www.power2.ir

SCHEDULE CT (I)

RATING AND CHARACTERISTIC OF CURRENT TRANSFORMER

DESCRIPTION		PARTICULARS				مشخصات	شماره ردیف
		420KV	245KV	145KV	72.5KV		
RATED SWITCHING IMPULSE	KVpeak	1050/1175	—	—	—	ولتاژ ضربه ای قابل تحمل ناشی از کلید زنی	۷-۴
RATED ONE MIN. POWER FREQUENCY	KVrms	630/680	460	275	140 *	ولتاژ ضربه ای قابل تحمل با فرکانس قدرت در مدت یکدقیقه	۷-۵
MAX. RADIO INFLUENCE LEVEL MEASURED AT 1.1 RATED VOLTAGE(MAX) 1MHZ ACC. TO CISPR, PUB16, 1977.	MICRO VOLT	500	500	500	500	حداکثر ولتاژ تداخل رادیویی اندازه‌گیری شده در ۱.۱ ولتاژ ماکزیمم 1MHZ بر طبق CISPR, PUB 16.1977	۸
RATED PRIMARY CURRENT	A	—1000-2000-3000—		—600-1000-2000-3000—		جریان نامی اولیه	۹
RATED SECONDARY CURRENT	A	1	1	5/1	5/1	جریان نامی ثانویه	۱۰
RATED SHORT TIME THERMAL	KArms	40/50/63 (1S)	31.5/40/50 (1/3S)	20/31.5/40 (3S)	20/25/31.5 (3S)	جریان حرارتی کوتاه زمان نامی	۱۱
RATED DYNAMIC CURRENT	KApeak	125/160	100/125	80/100	63/80/100	جریان دینامیک کوتاه زمان نامی	۱۲
RATED CONTINUOUS THERMAL CURRENT (%OF RATED PRIMARY CURRENT)		120	120	120	120	جریان پیوسته حرارتی نامی (درصدی از جریان اولیه نامی)	۱۳
NUMBER OF SECONDARY CORES						تعداد هسته‌های ثانویه	۱۴
FOR METERING	NO	1	1	1	1	جهت اندازه‌گیری	۱۴-۱
FOR RELAYING	NO	3/4	3/4	2/3/4	2/3/4	جهت حفاظت	۱۴-۲
ACCURACY CLASS						کلاس دقت	۱۵
FOR METERING	CLASS	0.5/1	0.5/1	0.5/1	0.5/1	جهت اندازه‌گیری	۱۵-۱

: TRANSFORMATION RATED VARIATION IS FROM 100/1/5 TO 3000/1/5, MAX. NUMBER O
site condition

www.power2.ir

SCHEDULE CT (I)

RATING AND CHARACTERISTIC OF CURRENT TRANSFORMER

ITEM No	DESCRIPTION	PARTICULARS				مشخصات	شماره ردیف
		420KV	245KV	145KV	72.5KV		
15-2	FOR RELAYING CLASS	(as recomended) --TPX,TPY ,TPZ,TPS ,P ----- (ACC. TO DRAFT IEC 185/TC38 1986)				جهت حفاظت	۱۵.۲
16	Min. KNEE POINT VOLTAGE V	**	**	**	**	حداقل ولتاژ زانوئی	۱۶
	(**) ACC.TO A LARGE VARIETY OF DIFFERENT C.T CORES IN DIFFERENT PROTECTIVE APPLICATION BIDDER SHOULD CONSIDER DIFFERENT DESIGN WHICH ARE NECESSARY FOR FULFILLING THE WHOLE REQUIREMENTS AND SUBMIT HIS PROPOSAL.					برطبق کوناکونی زیاد هسته‌های مختلف CT ها در کاربردهای حفاظتی مختلف ، پیشنهاددهنده بایستی طرحهای مختلفی که برای دربرگرفتن تمام نیازها و پیشنهادات ضروری است، رابررسی ودرنظر بگیرد .	
17	Min. EXTERNAL INSULATION CREEPAGE DISTANCE, PHASE TO EARTH.MM/PHASE TO PHASE KV	16-20-25 31	16-20-25 31	16-20-25 31	16-20-25 31	حداقل فاصله خزشی فاز به زمین	۱۷

NOTE : TRANSFORMATION RATED VARIATION IS FROM 100/1/5 TO 3000/1/5, MAX. NUMBER O

* At site condition

استاندارد ترانسفورماتورهای جریان نوع روغنی

نیازهای خصوصی

1- کلیات

1-1 این مشخصات حداقل نیازمندیهای مربوط به طراحی، مقادیر نامی، مواد، تولید و آزمایش ترانسفورماتورهای جریان نوع روغنی فشار قوی بیرونی را در بر می گیرد.

1-2 این وسیله باید جهت بکارگیری در شرایط کار مشخص شده در جدول CT1 مناسب باشد.

1-3 اطلاعات اساسی و مقادیر نامی تجهیزات باید مطابق موارد مشخص شده در جدول CT1 باشند.

1-4 ترانسفورماتورهای جریان باید برای نصب در فضای باز، روی تکیه گاه مناسب باشند.

1-5 خروجی هر یک از ترانسفورماتورهای جریان باید برای عملکرد صحیح وسائل حفاظتی و اندازه گیری مرتبط، در محدوده مورد نیاز بار و شرایط خطا مناسب باشد.

1-6 اتصالات مجدد روی اولیه و یا ثانویه باید مطابق مشخصات ارائه شده در جدول CT1 باشد.

1-7 ترانسفورماتورهای دارای مقادیر نامی و ویژگی های یکسان، باید قابل تعویض با یکدیگر باشند.

www.power2.ir

2- استانداردها و آئین نامه ها

به جز در مواردی که طور دیگری در این مشخصات قید گردیده، ترانسفورماتورهای جریان بایستی طبق آخرین چاپ استاندارد IEC مربوط به ترانسفورماتورهای جریان (IEC 185) طراحی، تولید و آزمایش شوند.

آخرین چاپ نشریات زیر تا حدود مشخص شده باید به عنوان بخشی از این مشخصات محسوب گردند:

الف) IEC 44-6 ترانسفورماتورهای اندازه گیری، بخش ششم: نیازهای ترانسفورماتورهای جریان حفاظتی برای عملکرد در شرایط گذرا.

ب) ISO-1461 پوشش های فلزی- پوشش های گالوانیزه گرم غوطه ور بر روی محصولات ساخته شده آهنی- نیازها.

پ) BS-3938 ترانسفورماتورهای جریان

ت) IEC 296- مشخصات روغن های معدنی تازه برای ترانسفورماتورها و کلید افزار.

ث) استاندارد اروپا Cenelect، پیش نویس Pren 50062-1991 E، مقره های توخالی سرامیک تحت فشار برای تجهیزات ولتاژ بالا.

کلیه اصلاحیه ها و الحاقیه ها و نشریات مرجع درج شده در استانداردهای فوق الذکر نیز بایستی اعمال شود.

3- طراحی و ساختمان

3-1 ترانسفورماتورهای جریان باید خود خنک شونده، بطور محکم آب بندی شده و از نوع روغنی باشند.

3-2 احتیاطات کافی باید درنظر گرفته شود تا از توزیع یکنواخت فشار الکتریکی در سرتاسر عایق کاغذی اطمینان حاصل گردد. بعد از طی فرآیند ساخت، عایق بایستی تماماً از رطوبت وهوا عاری شود. جزئیات روش های پیشنهاد شده برای عملیات خشک کردن و پرکردن ترانسفورماتور و زمان خشک رکدن، درجه خلاء و غیره بایستی به خریدار تسلیم گردد.

هر ترانسفورماتور جریان بایستی با روغن با درجه مشخص شده در IEC 296 و نوع غیر PCB اشباع و پر شود.

3-3 عایق داخلی باید بطور رضایت بخش و دائمی در مقابل نفوذ رطوبت حفاظت شده باشد. وسائل آب بندی مربوطه باید در برابر نور خورشید، هوا و آب مقاوم باشد.

3-4 ترانسفورماتورهای جریان باید بطور محکم آب بندی شوند، تغییرات حجم روغن ناشی از تغییرات درجه حرارت باید توسط یک سیستم قابل ارتجاع جبران گردد. جبران توسط بالشتک گاز فقط برای ترانسفورماتورهای نوع تانک (کورپائین) قابل قبول است و کلیه آب بندی ها باید زیر سطح روغن باشند.

3-5 ترانسفورماتورهای جریان باید به تسهیلات زیر مجهز باشند:

الف) نشان دهنده سطح روغن

ب) دریچه تخلیه روغن

www.power2.ir

پ) دریچه پرکردن روغن

ت) تسهیلات جهت بلند کردن ترانسفورماتور کامل پر شده با روغن

ث) یک آرایش تائید شده برای برقرار کردن اتصالات اولیه و ثانویه

3-6 احتیاطاتی که در طراحی سیم پیچ اولیه جهت جلوگیری ازشکست در ترانسفورماتور ناشی از تنش های حرارتی و مکانیکی به هنگام اتصال کوتاه، در نظر گرفته شده است باید در مدارک تسلیمی سازنده نشان داده شود.

3-7 جزئیات هر آرایش و یا ساختمان خاص سیم پیچی ها که برای اصلاح دقت و یا به هر دلیل دیگر در نظر گرفته شده است باید در مدارک نشان داده شود.

3-8 مقره چینی باید دارای لعاب قهوه ای باشد مگر اینکه رنگ دیگری در جدول ct1 مشخص شده باشد. مقره چینی بایستی بر طبق استانداردهای IEC مربوطه ساخته و آزمایش شوند و با نیازمندیهای ترانسفورماتورهای جریان مطابقت داشته باشند.

3-9 بخش فلزی پائین ترانسفورماتورهای جریان باید به دو ترمینال زمین کردن در دو سمت مقابل مجهز باشد به طوری که بتوان هادی مسی به اندازه مناسب را به آن وصل کرد. اتصال زمین باید آن چنان باشد که ناخواسته قطع نگردد.

3-10 ترمینال های اولیه باید بطور معمول از نوع مسطح باشد. ترمینال های نوع میله ای نیز قابل قبول می باشند.

3-11 کلیه قطعاتی که در معرض خوردگی می باشند بایستی از جنس مقاوم در برابر خوردگی، یا به صورت گالوانیزه گرم شده مطابق با استاندارد ISO 1461 ساخته شوند.

3-12 ترانسفورماتورهای جریان باید از نظر مکانیکی طوری طراحی شوند که در مقابل فشارهای ناشی از بار یخ، نیروی باد، نیروهای کششی روی ترمینال های فشار قوی، همین طور نیروهای ناشی از اتصال کوتاه و زلزله که در این مشخصات آمده است مقاوم باشند.

ترکب نیروها باید بر اساس Cenelec. Draft pren 50062-1991E باشد. فشارهای زمین لرزه که به وسیله محاسبه یا آزمایش بدست می آید بایستی با سایر بارهای مشخص شده ترکیب شود و قابلیت پایداری ترانسفورماتور تعیین گردد.

3-13 ترانسفورماتورهای جریان باید به یک جعبه ترمینال ثانویه مجهز باشند. جعبه ترمینال باید دارای یک صفحه نگهدارنده کابل قابل برداشت و فضای کافی برای اتصال سیم های ارتباطی مورد نیاز و اتصال کوتاه کردن ترمینال های ثانویه ترانسفورماتور، به صورت راحت باشد.

جعبه ترمینال باید بر طبق IP54 حفاظت شده و در هنگام کار ترانسفورماتور قابل دسترس بوده و نیز به حفاظ باران، سوراخ های نفس کش پوشیده شده با تور و در صورت لزوم به گرمکن های ضد تقطیر کنترل شده با ترموستات مجهز باشد. جعبه ترمینال باید به یک ترمینال زمین جهت زمین کردن سیم پیچ های ثانویه و حفاظ کابلها مجهز باشد.

کلیه پیچها و عناصر اتصال دهند بایستی از فلز مقاوم در برابر خوردگی ساخته شده باشند.

ترمینالهای ثانویه و زمین باید برای اتصال سیم مسی رشته ای با مقطع تا 10 میلیمتر مربع مناسب باشند.

www.power2.ir

3-14 یک صفحه جهت درج مقادیر نامی از جنس فولاد ضد زنگ یا سایر مواد مقاوم در مقابل آب و هوا و خوردگی بایستی روی ترانسفورماتور در یک محل مناسب قابل رؤیت تعبیه شود.

نوشته های روی صفحه باید با حکاکی، قلم کاری و یا سایر روش های تأیید شده انجام شود.

دیاگرام اتصالات و نیز اطلاعات زیر باید روی صفحه مزبور آمده باشد:

الف) تمامی اطلاعات طبق استانداردهای IEC 185 و IEC 44-6

ب) اطلاعات مربوط به هسته های دارای کلاس X بر اساس استاندارد BS-3938

ج) وزن کل

د) مقاومت سیم پیچ های ثانویه در درجه حرارت 75 درجه سانتیگراد.

3-15 علامت گذاری ترمینال ها باید طبق استاندارد IEC 185 باشد.

3-16 ترانسفورماتورهای جریان می توانند دارای اولیه میله ای، یک یا چند دور باشند.

3-17 وقتی که ترانسفورماتور جریان دارای چندین دور در اولیه یا از نوع تانک (کورپائین) است. سیم پیچی اولیه بایستی در صورت لزوم توسط برقگیر محافظت شود. مشخصه های حفاظتی برقگیر بایستی هماهنگ با عایق موجود بین بخش های اولیه باشد.

3-18 برای پست های با آرایش 1/5 کلیدی یا حلقوی علیرغم نسبت تبدیل، ترانسفورماتورهای جریان باید قابلیت عبور جریان دائمی نامی را دارا باشند.

www.power2.ir

3-19 ترانسفورماتورهای جریان 245 و 420 کیلوولت باید جهت حمل به صورت افقی طراحی گردند.

4- ترمینال خازنی

در صورت درخواست، ترانسفورماتور جریان باید به ترمینال ولتاژ خازنی برای اندازه گیری، سنکرونیزاسیون و حفاظت رله ای مجهز باشد.

در ولتاژ نامی و اتصال کوتاه بین ترمینال ولتاژ و زمین حداقل جریان 8 میلی آمپر باید حاصل شود.

جریان واقعی مدار باید مشخص گردد. امپدانس داخلی در ترانسفورماتور جریان بین ترمینال و زمین باید خازنی خالص بوده و طوری طرح شود که ولتاژ بی باری حداقل برابر 250 ولت حاصل شود. اگر ترانسفورماتور جریان با حفاظت اضافه ولتاژ بین ترمینال و زمین مجهز شود، این وسیله حفاظتی مقادیر جرقه زنی و خاموش شدن آن نباید به ترتیب کمتر از 350 ولت و 250 ولت باشد. تقاضائی جهت اینکه ترانسفورماتور باید دارای امپدانس بار باشد یا خیر، نیست. هر گونه وسیله حفاظت اضافه ولتاژ باید بدون نیاز به تخلیه روغن عایقی در دسترس باشد. ترمینال خازنی باید همچنین جهت اندازه گیری ضریب توان عایقی (تانژانت دلتا) مناسب باشد. ترمینال خازنی باید برای تحمل آزمایش ولتاژ 4 کیلوولت مؤثر با فرکانس شبکه به مدت یک دقیقه طراحی گردد.

ترمینال خازنی باید در یک جعبه جدا از جعبه ترمینالهای ثانویه قرار گیرد.

5- آزمایش ها

آزمایش های نوعی و جاری باید طبق استاندارد IEC 185 و دیگر استانداردهای ذکر شده باشد، به جز مواردی که در شرح ذیل طور دیگری مشخص شده اند:

5-1 آزمایش های نوعی:

الف) آزمایش های جریان کوتاه مدت

ب) آزمایش افزایش درجه حرارت

پ) آزمایش ضربه صاعقه

ت) آزمایش ضربه کلیدزنی

ث) آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس قدرت به مدت یک دقیقه – خیس

ج) آزمایش های دقت

چ) آزمایش ضربه صاعقه بریده شده روی سیم پیچ اولیه

ح) آزمایش استقامت مکانیکی روی ترمینال فشار قوی. روش آزمایش و چگونگی آن در زمان مناسب با طرف قرارداد توافق شود.

5-2 آزمایش های جاری:

الف) بازرسی چشمی

ب) تایید نشانه گذاری ترمینال ها

پ) آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه روی سیم پیچی های ثانویه

ت) آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه بین قسمت ها

ث) آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه روی سیم پیچی های اولیه

www.power2.ir

ج) آزمایش اضافه ولتاژ بین حلقه ای

چ) اندازه گیری تخلیه جزئی

ح) آزمایش های دقت

خ) آزمایش مغناطیسی و بار داخلی بی باری (روی یک عدد ترانسفورماتور جریان از هر نوع و هر مقادیر نامی)

یک منحنی بی باری کامل باید رسم و مقاومت سیم پیچی ثانویه باید اندازه گیری و در درجه حرارت سیم پیچ 75 درجه سانتیگراد داده شود.

د) آزمایش های مؤثر بودن آب بندی:

روش و طرز آزمایش باید به موقع با سازنده مشخص گردد.

ذ) نسبت ولتاژ و ظرفیت ترمینال ولتاژ خازنی باید اندازه گیری شود.

ر) آزمایش ولتاژ با فرکانس شبکه روی ترمینال خازنی باید با 4 کیلوولت مؤثر انجام شود.

ز) اندازه گیری ضریب تلفات عایقی

نکته(1): علاوه بر آزمایش های ذکر شده، کلیه آزمایش های قابل اعمال طبق IEC 44-6 و BS-3938 بایستی انجام شود.

نکته(2): آزمایش مقره چینی بایستی طبق آخرین استاندارد IEC (آزمایش های نمونه، جاری و نوعی) اجرا شود.

6- مدارک:

www.power2.ir

6-1 مدارک همراه با پیشنهاد

پیشنهاد دهنده بایستی اطلاعات زیر را ارائه کند:

الف) کاتالوگ و نشریات جامع فنی برای ترانسفورماتور جریان و اجزاء مربوطه

ب) جزئیات تفاوت ها نسبت به مشخصات فنی مناقصه و یا استانداردهای مشخص شده

پ) ورقه های اطلاعات تضمین شده بطور کامل (جدول CT2)

ت) نقشه های طرح

ث) مشخصات مواد و حفاظت در مقابل خوردگی

ج) کپی استانداردهای اعمالی و سایر مراجع که در این مشخصات، مشخص نشده است.

چ) گزارشهای مربوط به آزمایشهای نوعی

ح) نحوه آزمایشهای جاری

خ) سیستم کنترل کیفیت که سازنده باید هم در مورد تجهیزات و هم در مورد اجزاء اعمال نماید.

د) یک لیست مرجع که نمایانگر کلیه ترانسفورماتورهای روغنی باشد که قبلا طراحی، ساخته و نصب شده است. نوع ترانسفورماتورها، ولتاژ نامی و محل استفاده از آنها و اداره برق مربوطه، سالهایی که در خدمت بوده اند باید روشن شود.

ذ) دستورالعمل های آموزشی برای انبار کردن، حمل و نقل، بکارگیری، تعمیر و نگهداری

ر) لوازم یدکی پیشنهادی برای عملکرد 5 ساله

6-2 مدارک قرارداد:

مدارکی که فروشنده بایستی در خلال پیشرفت کار جهت تأیید ارائه کند عبارتست از:

الف) نقشه های جزئیات طرح همراه با کلیه توضیحات لازم در خصوص طراحی فونداسیون و تکیه گاههای فلی که ترانسفورماتور روی آن نصب می شود.

ب) نقشه کامل و جزئیات جعبه ترمینال ثانویه

پ) نقشه های صفحه نشان دهنده مقادیر نامی و دیاگرام

ت) نقشه مقره چینی با جزئیات

ث) محاسبات جهت تأیید استقامت مکانیکی ترانسفورماتور جریان در مقابل نیروهای مشخص شده

ج) گزارش های آزمایش های نوعی

چ) دستورالعمل های آموزشی برای حمل و نقل، انبار کردن، نصب، بکارگیری و نگهداری

ح) برنامه آزمایش های جاری و جزئیات نحوه انجام آنها

خ) پیشنهاد در خصوص نحوه آزمایش در کارگاه، وسایل آزمایش و معیارها

د) لیست لوازم یدکی

www.power2.ir

جداول

جدول CT1

مقادیر نامی و ویژگی های ترانسفورماتورهای جریان

(نوع روغنی)

شماره ردیف	شرح		مشخصات			
			۴۲۰ کیلوولت	۲۴۵ کیلوولت	۱۴۵ کیلوولت	۷۲/۵ کیلوولت
الف	**مشخصات سیستم**					
۱	ولتاژ نامی	کیلوولت مؤثر	۴۰۰	۲۳۰	۱۳۲	۶۳/۶۶
۲	بالاترین ولتاژ	کیلوولت مؤثر	۴۲۰	۲۴۵	۱۴۵	۷۲/۵
۳	فرکانس	هرتز	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
۴	زمین کردن نوترال	مؤثر-غیرمؤثر	بطور مؤثر زمین شده			بطور مؤثر یا غیرمؤثر
ب	**شرایط کار**					
۱	حداقل درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	۳۵- تا ۵-			
۲	حداکثر درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	۴۰+ تا ۵۵+			
۳	حداکثر متوسط روزانه	درجه سانتیگراد	۳۰+ تا ۴۵+			
۴	ارتفاع از سطح دریا	متر	صفر تا ۲۵۰۰			
۵	حداکثر سرعت باد	متربرثانیه	۴۵			
۶	رطوبت نسبی	٪	۱۰ تا ۱۰۰			
۷	پوشش یخ	میلیمتر	صفر تا ۲۵			
۸	شرایط زلزله:					
	۱)شتاب حداکثر زمین	شتاب ثقل	۰/۵ - ۰/۳			
	۲)طیف					
۹	نوع آلودگی		پیابانی - دریائی - صنعتی - حومه شهری			
۱۰	سطح آلودگی		سبک - متوسط - سنگین - خیلی سنگین			
۱۱	هر نوع شرایط مخصوص					

جدول CT1

مقادیر نامی و ویژگی‌های ترانسفورماتورهای جریان

(نوع روغنی)

شماره ردیف	شـــــــرح		مشخصات			
			۴۲۰ کیلوولت	۲۴۵ کیلوولت	۱۴۵ کیلوولت	۷۲/۵ کیلوولت
پ	**ویژگی‌های ترانسفورماتورهای جریان**					
۱	نوع		روغنی، نوع تانک یا معکوس			
۲	کلاس		تک فاز			
۳	بالاترین ولتاژ وسیله	کیلوولت مؤثر	بیرونی			
۴	سطوح عایقی نامی در شرایط استاندارد:					
	۱) ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه به مدت یک دقیقه	کیلوولت مؤثر	۶۸۰-۶۳۰	۴۶۰	۲۷۵	۱۴۰**
	۲) ولتاژ قابل تحمل ضربه صاعقه	کیلوولت پیک	۱۵۵۰-۱۲۲۵	۱۰۵۰	۶۵۰	۳۲۵**
	۳) ولتاژ قابل تحمل ضربه کلیدزنی	کیلوولت پیک	۱۱۷۵-۱۰۵۰	----	----	----
۵	حداکثر تداخل رادیویی در ولتاژ $\frac{1/1U_m}{\sqrt{3}}$ و در فرکانس یک مگاهرتز	میکروولت	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰
۶	جریان نامی اولیه	آمپر	تا *۳۰۰۰			
۷	جریان نامی ثانویه	آمپر	*۵-۱	*۵-۱	*۵-۱	*۵-۱
۸	نسبت‌های تبدیل نامی		*	*	*	*
۹	اتصال مجددتوسط:		*در صورت درخواست			
	۱)اولیه		بلی			
	۲)ثانویه					
۱۰	جریان نامی کوتاه مدت	کیلوآمپرمؤثر	۵۰-۴۰	۵۰-۴۰-۳۱/۵	۳۱/۵-۲۵-۲۰-۱۶	
۱۱	مدت زمان جریان کوتاه‌مدت	ثانیه	۱	۱	۳-۱	۳-۱
۱۲	جریان دینامیک نامی	کیلوآمپرپیک	۲/۵ برابرجریان نامی کوتاه مدت			

* به ردیف ۲۴ مراجعه شود.

** قابلیت تحمل ولتاژ عایق بیرونی برای محل نصب باارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا، باید افزایش یابد (به میزان یک درصد بازاء هر ۱۰۰ متر اضافه بر ۱۰۰۰ متر).

جدول CT1

مقادیر نامی و ویژگی‌های ترانسفورماتورهای جریان

(نوع روغنی)

شماره ردیف	شـــــــرح		مشخصات			
			۴۲۰ کیلوولت	۲۴۵ کیلوولت	۱۴۵ کیلوولت	۷۲/۵ کیلوولت
۱۳	جریان حرارتی دائمی نامی	آمپر	۱/۲ برابر جریان نامی اولیه			
۱۴	تعداد هسته‌ها:					
	۱)برای اندازه‌گیری		۰-۱-۲*	۰-۱-۲*	۰-۱-۲*	۰-۱-۲*
	۲)برای حفاظت		۳-۴-۵*	۳-۴-۵*	۲-۳-۴*	۲-۳-۴*
۱۵	کلاس دقت برای هسته‌های اندازه‌گیری		۰/۵-۱*			
۱۶	کلاس عملکرد برای هسته‌های حفاظتی		TPX, TPY, TPZ, TPS, CL.X, P*			
۱۷	خروجی نامی:					
	۱)برای اندازه‌گیری	ولت آمپر	* مطابق نیاز			
	۲)برای حفاظت	ولت آمپر	* مطابق نیاز			
۱۸	ضریب ایمنی وسائل برای هسته اندازه‌گیری		۵-۱۰*			
۱۹	ضریب حد دقت برای هسته‌های حفاظتی (برای کلاس عملکرد P)		*مطابق نیاز			
۲۰	حداکثرافزایش درجه حرارت درجریان حرارتی دائمی نامی	درجه سانتیگراد	مطابق استاندارد IEC با درنظرگرفتن شرایط کار			
۲۱	حداقل فاصلهٔ خزشی بیرونی مؤثر فازبه فاز	میلیمتر بر کیلوولت	۱۶-۲۰-۲۵-۳۱			
۲۲	نیروی کششی روی ترمینال‌های فشارقوی به علت سیم‌های متصل به آن	نیوتن	۲۰۰۰			
۲۳	رنگ لعاب مقره چینی		قهوه‌ای - خاکستری			

استاندارد ترانسفورماتورهای جریان گازی

استاندارد ترانسفورماتورهای جریان نوع گازی (SF6) خودایستا

1- کلیات:

1-1 این مشخصات نیازمندیهای مربوط به طراحی، مقادیر نامی، مواد، تولید و آزمایش ترانسفورماتورهای جریان نوع گازی (SF6)، بیرونی و خودایستا را بر می آورد.

1-2 این وسیله باید جهت به کار گیری در شرایط کار مشخص شده در جدول CT1 مناسب باشد.

1-3 اطلاعات اساسی و مقادیر نامی بایستی مطابق آن باشد که در جدول CT1 آمده است.

1-4 ترانسفورماتورهای جریان باید برای نصب در فضای باز، روی تکیه گاه مناسب باشند.

1-5 ترانسفورماتور جریان بایستی دارای خروجی مناسب برای عملکرد صحیح وسائل اندازه گیری و حفاظت مرتبط در محدوده مورد نیاز بار و شرایط خطا باشد.

www.power2.ir

6-1 اتصالات مجدد روی اولیه و یا ثانویه می بایست مطابق مشخصات ارائه شده در جدول CT1 باشد.

2- علائم و استانداردها:

به جز در مواردی که طور دیگری در این مشخصات قید گردیده، ترانسفورماتورهای جریان بایستی طبق آخرین چاپ استاندارد IEC مربوط به ترانسفورماتورهای جریان (IEC 185) طراحی، تولید و آزمایش شوند. آخرین چاپ نشریات زیر تا حدود مشخص شده باید به عنوان بخشی از این مشخصات مورد نظر قرار گیرد.

الف) IEC 375 مشخصات فنی و پذیرش هگزافلوراید گوگرد جدید.

ب) IEC 480 راهنمای بازرسی گاز SF6 گرفته شده از تجهیزات الکتریکی.

پ) IEC 517 کلید خانه های ولتاژ بالا با محفظه فلزی برای ولتاژهای 72/5 کیلو ولت و بالاتر.

ث) IEC 233 آزمایش مقره های توخالی برای استفاده از تجهیزات الکتریکی.

ج) IEC 168 آزمایشهای مربوط به مقره های اتکائی داخلی و خارجی برای سیستمهای دارای ولتاژ نامی 1000 ولت به بالا.

چ) IEC TC 38 ترانسفورماتورهای اندازه گیری.

ح) IEC 815 راهنمای انتخاب مقره ها در ارتباط با شرایط آلودگی.

www.power2.ir

خ) IEC DOC.36(CO)71 آزمایشهای مربوط به مقره هـای مرکـب خطـوط انتقـال هوایی با ولتاژ نامی متناوب بالاتر از 1000 ولت.

د) VDE 0441 بخش اول، آزمایشات مربوط به مقره های ساخته شده از مواد آلی برای سیستم هایی با ولتاژ نامی متناوب بالاتر از 1000 ولت. آزمایشات روی مواد بکار رفته در مقره های بیرونی.

ذ) VDE 0441 بخش دوم، آزمایشهای مربوط به مقره های سـاخته شـده از مـواد آلـی برای سیستم هایی با ولتاژ نامی بیش از یک کیلوولت. آزمایشهای مربوط به مقـره هـای مرکـب بیرونی با هسته فایبرگلاس (راهنمای VDE).

ر) ASTM-A123 پوشش روی (گالوانیزه گرم) بـر روی محصـولات سـاخته شـده از فولاد به روش نورد، پرس و آهنگری به صورت نوار، مفتول و صفحه.

ز) ASTM-A153 مشخصات فنی پوشـش روی (گـالوانیزه گـرم غوطـه ور) بـر روی سخت افزار آهنی و فولادی.

ژ) DIN/AD کد محفظه های تحت فشار MERKBLATTER (AD Code).

س) ASME کد محفظه های تحت فشار

ش) استاندارد اروپا CENELEC. پیش نویس Pr EN 50062-1990E. مقـره هـای توخالی سرامیک تحت فشار برای تجهیزات ولتاژ بالا.

کلیه اصلاحیه ها و الحاقیه ها و نشریات مرجع درج شده در استانداردهای فوق الذکر نیز بایستی اعمال شود.

3- طراحی و ساختمان:

3-1 ترانسفورماتورهای جریان بایستی محکم آب بندی شده و از نوع گازی SF6 باشد.

3-2 هسته ها بایستی در یک محفظه فلزی بسته در پتانسیل زمین تثبیت شده و دارای تکیه گاه مناسب برای مقابله با فشارهای ایجاد شده در حین حمل و نقل و زلزله باشند.

3-3 پایه و محفظه سر ترانسفورماتور جریان باید از جنس آلومینیوم مرغوب ریخته گری یا فولاد گالوانیزه با پوشش رنگ باشد.

3-4 مقره عایقی خارجی تکیه گاه محفظه برقدار باید از انواع غیر قابل انفجار به هنگام گسیختگی عایق مانند مقره مرکب یا مقره چینی دوبل شده با لوله داخلی از جنس اپوکسی تقویت شده با فایبرگلاس باشد.

3-5 ترانسفورماتور جریان باید طوری طراحی شود که قادر به تحمل فشار گاز SF6 در چگالی طراحی، در بالاترین درجه حرارت ممکن در شرایط کار عادی (فشار طراحی شده) باشد و همچنین بتواند خلاء کامل را تحمل نماید.

3-6 ترانسفورماتور جریان باید دارای یک صفحه قابل گسیختن باشد که بتواند افزایش فشار را زیر حد ترکیدگی پوسته ترانسفورماتور نگه دارد. کلیه گازهای رها شده، محصولات ناشی از قوس الکتریکی، تکه های خرد شده دیافراگم ترکیده، همگی بایستی به دور از کارکنان هدایت شده و حتی الامکان دور از نشان دهنده ها، بخش های پر کردن گاز، و سوئیچ های چگالی گاز باشد.

www.power2.ir

3-7 کلیه اتصالات باید آب بندی شده باشند و سازنده باید ضمانت کند که نشت گاز از ترانسفورماتور جریان کمتر از یک درصد در سال باشد.

3-8 ترانسفورماتور جریان بایستی به کار خود در ولتاژ نامی ادامه دهد حتی اگر فشار گاز به فشار اتمسفر نزول کند.

3-9 چگالی گاز ترانسفورماتور جریان بایستی بطور پیوسته توسط یک سوئیچ بدون ولتاژ، نظارت شده و هنگامی که چگالی گاز از مقدار پیش بینی شده کمتر شد علامت هشدار دهنده در دور را آغاز نماید. نشان دهنده فشار (فشار سنج) نیز جهت بازرسی چشمی مستقیم بایستی تدارک شود.

3-10 SF6 بایستی وقتی که ترانسفورماتور جریان در پائین ترین درجه حرارت مشخص شده در جدول CT1 کار می کند در حالت گازی بماند.

3-11 جذب کننده رطوبت باید در ترانسفورماتور جریان نصب گردد. جذب کننده رطوبت باید در موقعیتی مناسب طوری جاسازی شود که از نفوذ ذرات آب به داخل ترانسفورماتور جریان جلوگیری کند.

3-12 اتصالات مناسب بایستی برای پر کردن گاز، تخلیه و نصب نشان دهنده فشار گاز دستی (پرتابل) تدارک شود. پر کردن گاز باید طوری باشد که لازم به برداشتن سوئیچ چگالی و نشان دهنده فشار نباشد.

www.power2.ir

3-13 طراحی محفظه، جوشکاری، بازرسی و آزمایش اتصالات جوشکاری باید با نیازمندیهای تشریح شده در استانداردهای DIN/AD مطابقت داشته باشد. کیفیت کاری جوشکارها باید استانداردها را برآورد.

3-14 ترانسفورماتور جریان باید طوری باشد که تحمل فشارهای ناشی از موارد زیر را داشته باشد:

1- نیروهای اتصال کوتاه

2- زلزله

3- نیروی کششی روی ترمینالهای فشار قوی

4- فشار داخلی

ترانسفورماتورهای جریان می بایست بتوانند تحت ترکیب نیروهای چهارگانه فوق بکار خود ادامه دهند. فشارهای زمین لرزه که بوسیله محاسبه یا آزمایش بدست می آید، بایستی با سایر بارهای مشخص شده ترکیب شود و از ترکیب آنها قابلیت پایداری ترانسفورماتور جریان تعیین می گردد. تحت شرایط زلزله ترانسفورماتور جریان بایستی ولتاژ ایستادگی با فرکانس شبکه و ولتاژ ایستادگی ضربه کلید زنی را تحمل نماید.

3-15 مقره های مرکب باید طوری طراحی شده باشند که قادر به تحمل شرایط کاری ناگوار ناشی از تاثیرات آب و هوایی مانند تشعشع خورشیدی شدید، گرما، سرما، تغییرات شدید دما، رطوبت، شبنم، مه، برف، باران و همچنین آلودگی های ناشی گرد و غبار، نمک، دوده و گازهای خروجی صنایع باشند. مشخصات مکانیکی بایستی توسط لوله فایبرگلاس تقویت شده

با اپوکسی رزین با استحکام مکانیکی بایستی توسط لوله فایبرگلاس تقویت شده با اپوکسی رزین با استحکام زیاد برآورده گردد (لوله F.R.P) لوله F.R.P می بایست در مقابل تاثیرات محیطی به وسیله سیلیکون رابر محافظت شود. سیلیکون رابر باید دارای خواص عالی مکانیکی و الکتریکی و همچنین سطح دفع کننده آب بوده و فاصله خزشی لازم را تدارک کند. چتری بایستی دارای پروفیل باز آیرودینامیکی بدون برآمدگی های زیرین باشد. یک پیوند شیمیایی بایستی بین سطح لوله F.R.P و سیلیکون رابر وجود داشته باشد.

طراحی و مواد مقره باید آن چنان باشد که مقره از عمر کافی در شرایط کاری مشخص شده برخوردار گردد. پیشنهاد دهنده باید در مورد تجربه طولانی مقره های مرکب که برای ترانسفورماتورهای جریان پیشنهاد نموده گواهی ارائه کند و فروشنده باید ضمانت اضافی برای عملکرد طولانی را بدهد.

3-16 میدان الکتریکی بایستی توسط وسائل تنظیم کننده میدان کنترل شود.

3-17 مقره چینی بایستی دارای لعاب قهوه ای باشد و بر طبق استانداردهای IEC 815 , CENELEC DRAFT Pr EN 50062 1990 E , IEC 233 ساخته و آزمایش گردد و نیازمندی های ترانسفورماتور جریان را برآورد.

3-18 موادی که در ساخت مقره های یکپارچه در ترانسفورماتورهای جریان به کار می روند بایستی در محدوده درجه حرارت های کاری از خواص خوب مکانیکی و الکتریکی برخوردار باشند. تنشهای الکتریکی باید حداقل شود طوری که عمر مطمئن و رضایت بخش حاصل آید.

3-19 قسمت فلزی پائین ترانسفورماتورها باید دارای دو ترمینال زمین در دو سمت مقابل باشد. به طوری که بتوان یک هادی مسی با اندازه مناسب را به آن وصل کرد. اتصال زمین باید آن چنان باشد که ناخواسته قطع نگردد.

3-20 تسهیلاتی جهت بلند کردن ترانسفورماتور جریان باید مهیا شده باشد.

3-21 کلیه قطعاتی که در معرض خوردگی هستند باید از مواد غیر قابل خوردگی یا موادی که بطور غوطه ور طبق استاندارد ASTM گالوانیزه گرم شده اند ساخته شوند.

3-22 یک صفحه جهت درج مقادیر نامی از جنس فولاد ضد زنگ یا سایر مواد غیر قابل خوردگی مقاوم در برابر هوا بایستی روی ترانسفورماتور در یک محل مناسب قابل رویت تعبیه شود. نوشته های روی صفحه باید با روش تایید شده نظیر قلمکاری، حکاکی یا سایر روش ها درج گردد. دیاگرام اتصالات و نیز اطلاعات زیر باید در روی صفحه مزبور آمده باشد:

الف- تمامی اطلاعات طبق استاندارد IECTC38, IEC 185

ب- مقاومت سیم پیچی ثانویه در درجه حرارت 75 درجه سانتیگراد

ج- وزن کل

د- فشار نامی گاز در شرایط کار 20 درجه سانتیگراد

هـ- فشار علامت خالی شدن گاز در 20 درجه سانتیگراد

و- فشار حداقل گاز در شرایط کار در 20 درجه سانتیگراد

3-23 ترانسفورماتور جریان باید به یک جعبه ترمینال ثانویه با صفحه اتصالات قابل برداشتن مجهز شود. جعبه ترمینال باید از فضای کافی برای اتصال سر سیم های لازم برخوردار

باشد و اتصال کوتاه کردن ترمینال های ثانویه به سهولت انجام گیرد. جعبه ترمینال بایستی دارای درجه حفاظتی IP54 بوده و وقتی که ترانسفورماتور در حال کار است نیز قابل دسترسی و در مقابل بارندگی محفوظ و سوراخ های نفس کش آن با تور پوشیده شده باشد. جعبه ترمینال باید دارای یک ترمینال زمین باشد و تمام ترمینال ها و پیچ های آن از جنس ضد خوردگی باشد و در صورت لزوم گرم کننده ضد تقطیر در آن تعبیه شود.

3-24 ترانسفورماتورهای جریان می تواند دارای اولیه میله ای، یک یا چند دور باشد.

3-25 علامت گذاری ترمینال ها باید طبق استاندارد IEC باشد.

3-26 وقتی که ترانسفورماتور دارای چندین دور در اولیه است سیم پیچی اولیه بایستی در صورت امکان با سطح عایق موجود بین بخش های اولیه باشند.

3-27 وقتی که در پست های با طرح 1/5 کلیدی یا حلقوی نصب شوند صرف نظر از نسبت تبدیل انتخابی در ثانویه بایستی قابلیت حمل جریان حرارتی نامی را بطور مداوم داشته باشند.

3-28 ترانسفورماتورهای جریان 245 کیلوولت و 420 کیلولت بایستی برای حمل و نقل به صورت افقی طراحی شوند.

3-29 ترمینال های اولیه باید جهت اتصال هادی رشته ای آلومینیمی مناسب باشند.

4- آزمایش ها:

4-1 آزمایش های طراحی:

www.power2.ir

آزمایش های طراحی برای روشن کردن کیفیت طراحی، مواد و روش ساخت (تکنولوژی) اجرا می شوند.

الف- آزمایش فشار مداوم روی لوله اپوکسی تقویت شده با فایبرگلاس.

این تست باید طول عمر عملکرد وسیله را تحت فشار نامی داخلی روشن کند، هیچ گونه نشتی یا صدمه ای در خلال آزمایش نباید رخ دهد.

ب- آزمایش نفوذ رطوبت. شدت نفوذ رطوبت بایستی توسط یک ازمایش طولانی مدت تحت شرایط تغییر دما و رطوبت تعیین گردد.

پ- آزمایش لایه واسطه (بین لوله اپوکسی و سیلیکان رابر) طبق استاندارد VDE 0441 برای مقره های مرکب.

ت- آزمایش محفظه (مقره عایقی) آزمایش سایش و TRACKING طبق VDE 0441 یا IEC DOC 36 (CO) برای مقره های مرکب.

ث- آزمایش محفظه. آزمایش سایش و TRACKING طبق استاندارد Appendix C-LEC DOC 36 (CO)71 با یک دوره 5000 ساعته، برای مقره های مرکب.

ج- آزمایش برخورد. این آزمایش روی ترانسفورماتور جریان دارای مقره مرکب یا مقره چینی محکم شده با لوله FRP انجام می گردد. تست باید روشن کند که وقتی مقره شکسته یا پاره می شود قطعات آن توسط فشار گاز خروجی با شدت به اطراف پراکنده نشوند.

چ- آزمایش نفوذ آب طبق استاندارد IEC DOC 36(CO)71 روی مقره مرکب

ح- آزمایش نفوذ رنگ روی مقره های مرکب

خ- هیدروفوبی (خیس نشدن) سیلیکون رابر بایستی چک شود. سیلیکون رابر بایستی قابلیت اینکه آلودگی روی سطح خود را دافع آب نماید داشته باشد.

د- آزمایش قوس داخلی بر اساس IEC 517 با در نظر گرفتن نیازهای این مشخصات فنی

ذ- آزمایش زلزله

ر- آزمایش آلودگی مصنوعی بر اساس IEC 507

4-2 آزمایشات نمونه

الف- آزمایشات جریان کوتاه مدت طبق IEC 185

ب- آزمایش افزایش درجه حرارت طبق IEC 185

پ- آزمایش تحمل ضربه صاعقه طبق IEC 185

ت- آزمایش تحمل ضربه کلید زنی طبق IEC 185

ث- آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه به مدت یک دقیقه خیس طبق IEC 185

ج- آزمایش دقت طبق IEC 185

چ- آزمایش نیروی خمشی (Cantilever) طبق IEC 185 روی مقره های توخالی

ح- آزمایش امتحان برای محفظه های فلزی طبق IEC 517 بخش 6.104

خ- آزمایش تحمل ولتاژ وقتی که فشار گاز به یک اتمسفر تقلیل یافته است.

4-3 آزمایشات روتین

الف- بازرسی چشمی

ب- بازرسی علامت گذاری ترمینال ها طبق IEC 185

پ- آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه سیم پیچ های ثانویه.

ت- ازمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه بین قسمت های سیم پیچی اولیه و ثانویه طبق استاندارد IEC 185

ث- آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه روی سم پیچی اولیه طبق استاندارد IEC 185

ج- آزمایش ولتاژ بین حلقه ای طبق IEC 185

چ- آزمایش برای دقت طبق IEC 185

ح- آزمایش تخلیه جزئی. اندازه گیری تخلیه جزئی بایستی در خلال آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه انجام شده و سطح تخلیه جزئی نباید از 1PC در $1.1\ UM/\sqrt{3}$ تجاوز نماید. سطوح تخلیه جزئی بایستی در ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه با مدت یک دقیقه، اندازه گیری و ثبت گردد.

خ- یک منحنی کامل بی باری بایستی برای یک نمونه از هر نوع ترانسفورماتور جریان تر سیم شود. مقاومت سیم پیچ ثانویه بایستی اندازه گیری شده و برای درجه حرارت 75 درجه سانتیگراد داده شود.

www.power2.ir

د- آزمایش آب بندی. ترانس جریان بایستی با گاز با فشار حداکثر مشخص شده برای کار، در درجه حرارت محیط پر شود. در جریان آزمایش توجه شود که نشت گاز کمتر یا مساوی مقدار تضمینی باشد.

ذ- آزمایش فشار مطابق کد محفظه های تحت فشار مربوطه

ر- تست سوئیچ چگالی. فشار عملکرد سوئیچ مزبور بازرسی شود.

4-4 آزمایشات مخصوص:

الف- اندازه گیری کاپاسیتانس و ضریب تلفات دی الکتریک

ب- آزمایش موج صاعقه بریده شده طبق استاندارد IEC 185

ج- آزمایش استقامت خمشی روی ترمینال ولتاژ بالا. وقتی که ترانسفورماتور توسط یک پایه روی میز آزمایش نصب شده یک نیروی مکانیکی به مدت 60 ثانیه به موازات صفحه پایه به ترمینال های اولیه آن وارد می شود. فشار گاز SF6 در خلال آزمایش بایستی فشار گاز نامی به اضافه یک اتمسفر باشد.

نکته1: علاوه بر آزمایش های قبل کلیه آزمایش های لازم طبق IEC-TC 38 بایستی به عمل آید.

نکته2: مقره های چینی توخالی باید طبق CENELCE و IEC 233 پیش نویس Pr EN 50062-1990 آزمایش شوند.

نکته3: تمامی آزمایش های ولتاژ و آزمایش تخلیه جزئی برای ترانسفورماتورهای جریان بایستی در شرایط فشار گاز حداقل عملکرد اجرا گردد.

5- آماده سازی برای حمل و نقل:

5-1 ترانسفورماتور تنها می تواند تحت اضافه فشار 0/2 تا 0/3 بار حمل و نقل شود.

5-2 در صورت لزوم، برای نگهداشتن بخش فعال در جای خودش در خلال حمل و نقل بایستی از تکیه گاههائی که مجددا قابل برداشت هستند استفاده نمود.

5-3 فروشنده بایستی در موارد زیر اطمینان حاصل کند، مناسب بودن بسته بندی برای حمل دریایی، یا حمل از طریق جاده یا راه آهن، حفاظت در مقابل صدمات فیزیکی، فرسایش، آلودگی، رطوبت و سایر صدمات مربوط به وضعیت های آب و هوایی یا سایر علل که در جریان حمل و نقل، انبار کردن یا جابجایی وجود دارد. نامگذاری مناسب بایستی جهت جلوگیری از مفقود شدن بسته بندی روی آن انجام شود. نامگذاری بایستی مواردی از قبیل نام خریدار، نام سازنده، شماره بسته، شماره بارنامه و غیره را شامل گردد.

نامگذاری بایستی خوانا و مقاوم در برابر آب بوده و به طور مطمئن تثبیت و رنگ آمیزی شده باشد. علائم استاندارد نظیر «شکستنی»، «این طرف بالا»، «ابزار دقیق» و غیره روی بسته زده شود.

6- مدارک

6-1 مدارک همراه با پیشنهاد

پیشنهاد دهنده بایستی اطلاعات زیر را ارائه کند:

الف- کاتالوگ و نشریات جامع فنی برای ترانسفورماتور جریان و اجزاء مربوطه

ب- جزئیات تفاوت ها نسبت به مشخصات فنی مناقصه

ت- ورقه های اطلاعات تضمین شده به طور کامل (جدول CT2)

ث- نقشه های طرح

ج- مشخصات مواد و حفاظت در مقابل فرسایش

چ- کپی استانداردهای اعمالی و سایر مراجع که در این مشخصات مشخص نشده است.

خ- گزارشات مربوط به آزمایشهای طراحی

د- گزارشات مربوط به آزمایشهای نمونه

ذ- نحوه آزمایشهای روتین

ر- سیستم کنترل کیفیت که سازنده بایستی هم در مورد تجهیزات و هم در مورد اجزاء اعمال نماید.

ز- یک لیست مرجع که نمایانگر کلیه ترانسفورماتورهائی باشد که قبلا طراحی، ساخته و نصب شده است. نوع ترانسفورماتورها، ولتاژ نامی و محل استفاده از آنها و اداره برق مربوطه، سالهایی که در خدمت بوده اند باید روشن شود. برای مقره های توخالی و توپر نیاز به لیست مرجع جداگانه می باشد.

س- توضیحات در خصوص چگونگی تسکین یا رها کردن فشار گاز پس از وقوع اتصالات کوتاه همراه با منحنی ها و توضیحات مربوطه.

ش- مشخصات سوراخ شدن محفظه به علت قوس داخلی به صورت یک تابع از زمان و جریان اتصال کوتاه.

www.power2.ir

ص- مدارکی دال بر این که مقره های یکپارچه در مقابل کلیه فشارهای تعیین شده، دماها و بارهای مکانیکی استقامت دارند. مدارک همچنین بایستی قدرت عملکرد دراز مدت مقره ها را تحت تنش های الکتریکی نشان دهند.

ض- دستورالعمل های آموزشی برای انبار کردن، حمل و نقل، بکارگیری و تعمیر و نگهداری.

6-2 مدارک قرارداد:

مدارکی که فروشنده بایستی در خلال پیشرفت کار جهت تایید ارائه کند عبارتست از:

الف- نقشه و توضیحات لازم در خصوص طراحی فونداسیون و تکیه گاه های فلزی که ترانسفورماتور روی آن نصب می شود.

ب- نقشه کامل برای جعبه ترمینال ثانویه

ث- صفحه نشان دهنده مقادیر نامی و دیاگرام

د- گزارشات آزمایش های طراحی و نمونه

ی- دستورالعمل ها

ف- برنامه آزمایش های روتین و جزئیات نحوه انجام آنها

پ- پیشنهاد در خصوص نحوه آزمایش در سایت، وسایل آزمایش و معیارها

www.power2.ir

جداول

جدول CT1

مقادیر نامی و ویژگی های ترانسفورماتورهای جریان

شماره ردیف	شرح		مشخصات			
			۴۲۰ کیلوولت	۲۴۵ کیلوولت	۱۴۵ کیلوولت	۷۲/۵ کیلوولت
الف	مشخصات سیستم					
۱-	ولتاژ نامی		۴۰۰	۲۳۰	۱۳۲	۶۳
۲-	بالاترین ولتاژ		۴۲۰	۲۴۵	۱۴۵	۷۲/۵
۳-	فرکانس		۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
۴-	زمین کردن نوترال		بطور مؤثر زمین شده			مؤثر / غیرمؤثر زمین شده
ب	شرایط کار					
۱-	حداقل درجه حرارت محیط °	درجه سانتیگراد				۳۵-
۲-	حداکثر درجه حرارت محیط °	درجه سانتیگراد				۵۵ +
۳-	ارتفاع از سطح دریا	متر				صفر تا ۲۰۰۰
۴-	سرعت باد	متر بر ثانیه				۴۵
۵-	رطوبت نسبی	٪				۱۰ تا ۱۰۰
۶-	پوشش یخ	میلیمتر				صفر تا ۲۰
۷-	شرایط زلزله :					
	۱) شتاب حداکثر زمین	شتاب ثقل				۰/۳
	۲) طیف					
۸-	نوع آلودگی		بیابانی - دریایی - صنعتی - حومه شهری			
۹-	سطح آلودگی		سبک - متوسط - سنگین - خیلی سنگین			
۱۰-	هر نوع شرایط مخصوص					
پ	ویژگی های ترانسفورماتور جریان					
۱-	نوع		اس. اف. شش - خودایستا			
۲-	کلاس		بیرونی			
۳-	بالاترین ولتاژ وسیله	کیلوولت مؤثر	۴۲۰	۲۴۵	۱۴۵	۷۲/۵

جدول CT1

شماره ردیف	شرح		مشخصات			
			۴۲۰ کیلوولت	۲۴۵ کیلوولت	۱۴۵ کیلوولت	۷۲/۵ کیلوولت
۴-	سطوح عایقی نامی در شرایط استاندارد					
	۱) ولتاژ قابل تحمل با فرکانس قدرت به مدت یک دقیقه	کیلوولت مؤثر	۶۸۰-۶۳۰	۴۶۰	۲۷۵	۱۴۰
	۲) ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای صاعقه	کیلوولت پیک	۱۵۵۰-۱۴۲۵	۱۰۵۰	۶۵۰	۳۲۵
	۳) ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای کلیدزنی	کیلوولت پیک	۱۱۷۵-۱۰۵۰	-	-	-
۵-	حداکثر تداخل رادیویی در ولتاژ $1/1\ Um/\sqrt{3}$ و در فرکانس یک مگاهرتز	میکروولت	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰
۶-	جریان نامی اولیه	آمپر	۴۰۰۰-۲۰۰۰-۱۰۰۰	۳۰۰-۶۰۰-۱۰۰۰-۲۰۰۰-۳۰۰۰		
۷-	جریان نامی ثانویه	آمپر	۱	۱	۵-۱	۵-۱
۸-	نسبت های تبدیل نامی		مطابق نیاز			
۹-	اتصال مجدد توسط :					
	۱) اولیه	بلی / خیر	در صورت نیاز			
	۲) ثانویه	بلی / خیر	بلی			
۱۰-	جریان کوتاه مدت نامی	کیلوآمپر مؤثر	۶۳-۵۰-۴۰	۵۰-۴۰-۳۱/۵	۴۰-۳۱/۵-۲۵-۲۰-۱۶	
۱۱-	مدت زمان جریان کوتاه‌مدت	ثانیه	۱	۱	۳-۱	۳-۱
۱۲-	جریان دینامیک نامی	کیلوآمپر پیک	۲/۵ برابر جریان کوتاه مدت نامی			
۱۳-	جریان دائمی حرارتی نامی	آمپر	۱/۲ برابر جریان نامی			
۱۴-	تعداد هسته ها					
	۱) برای اندازه گیری		۱	۱	۱	۱
	۲) برای حفاظت		۵-۴-۳	۵-۴-۳	۴-۳-۲	۴-۳-۲

* مقادیر ولتاژ قابل تحمل نامی ترانسفورماتورهای جریان ۷۲/۵ کیلوولت باید برای ارتفاعات بالاتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا افزایش یابد (به مقدار ۱٪ به ازاء هر ۱۰۰ متر بیشتر از ارتفاع ۱۰۰۰ متر.)

www.power2.ir

جدول CT1

شماره ردیف	شرح		مشخصات			
			۴۲۰ کیلوولت	۲۴۵ کیلوولت	۱۴۵ کیلوولت	۷۲/۵ کیلوولت
۱۵-	کلاس دقت برای هسته اندازه گیری		۱-۰/۵	۱-۰/۵	۱-۰/۵	۱-۰/۵
۱۶-	کلاس عملکرد برای هسته های حفاظتی (مطابق نیاز)		TPX - TPY - TPZ - TPS - P			
۱۷-	خروجی نامی					
	۱) برای اندازه گیری	ولت آمپر	مطابق نیاز			
	۲) برای حفاظت	ولت آمپر	مطابق نیاز			
۱۸-	ضریب ایمنی وسائل برای هسته اندازه گیری		۱۰-۵	۱۰-۵	۱۰-۵	۱۰-۵
۱۹-	ضریب حد دقت برای هسته های حفاظتی (برای کلاس عملکرد P)		مطابق نیاز			
۲۰-	حداکثر افزایش درجه حرارت در جریان نامی حرارتی دائمی	درجه سانتیگراد	مطابق استاندارد IEC با در نظر گرفتن شرایط سایت			
۲۱-	حداقل فاصله خزشی بیرونی	میلیمتر بر کیلوولت مؤثر فاز به فاز	۳۱ - ۲۵ - ۲۰ - ۱۶			
۲۲-	نیروی کششی روی ترمینال های ولتاژ بالا به علت سیم های متصل به آن	نیوتن	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰
۲۳-	حداکثر زمان قوس خطای داخلی	ثانیه	۰/۵	۰/۵	۱	۱

www.power2.ir

استاندارد ترانسفورماتورهای جریان نوع رزینی خودایستا

نیازهای خصوصی

1- کلیات

1-1- این مشخصات حداقل نیازمندیهای مربوط به طراحی، مقادیر نامی، مواد تولید و آزمایش ترانسفورماتورهای جریان ولتاژ بالا، بیرونی، با عایق رزینی نوع خودایستا را در بر می گیرد.

1-2 این وسیله باید جهت بکارگیری در شرایط کار مشخص شده در جدول CT1 مناسب باشد.

1-3 اطلاعات اساسی و مقادیر نامی باید مطابق آن باشد که در جدول CT1 آمده است.

1-4 ترانسفورماتورهای جریان باید برای نصب در فضای باز، روی تکیه گاه مناسب باشند.

1-5 خروجی هر یک از ترانسفورماتورهای جریان باید برای عملکرد صحیح وسائل حفاظتی و اندازه گیری مرتبط، در محدوده مورد نیاز بار و شرایط خطا مناسب باشد.

1-6 اتصالات مجدد روی اولیه و یا ثانویه باید مطابق مشخصات ارائه شده در جدول CT1 باشد.

1-7 ترانسفورماتورهای دارای مقادیر نامی و ویژگی های یکسان باید قابل تعویض با یکدیگر باشند.

www.power2.ir

2- استانداردها و آئین نامه ها

به جز در مواردی که طور دیگری در این مشخصات قید گردیده، ترانسفورماتورهای جریان باید طبق آخرین چاپ استاندارد IEC مربوط به ترانسفورماتورهای جریان (IEC 185) طراحی، تولید و آزمایش شوند.

آخرین چاپ نشریات زیر، تا حدود مشخص شده باید به عنوان بخشی از این مشخصات محسوب گردند.

الف) IEC 44-6 ترانسفورماتورهای اندازه گیری، بخش ششم: نیازهای ترانسفورماتورهای جریان حفاظتی برای عملکرد در شرایط گذرا.

ب) ISO 1461 پوشش های فلزی- پوشش های گالوانیزه گرم روی محصولات ساخته شده آهنی- نیازها.

پ) BS 3938 ترانسفورماتورهای جریان

ت) VDE 0441 بخش اول، آزمایش های مربوط به عایق های با مواد آلی برای سیستم های با ولتاژ نامی بیش از یک کیلوولت.

ث) استاندارد اروپا Cenelec، پیش نویس Pren 50062-1991، مقره های تو خالی سرامیک تحت فشار برای تجهیزات ولتاژ بالا.

کلیه اصلاحیه ها و الحاقیه ها و نشریات مرجع درج شده در استانداردهای فوق الذکر نیز باید اعمال شود.

3- طراحی و ساختمان

3-1 ترانسفورماتورهای جریان باید خود خنک شونده، بطور محکم آب بندی شده با عایق رزینی و از نوع خشک باشد.

3-2 عایق خارجی می تواند از جنس چینی یا اپوکسی رزین مناسب فضای باز باشد. اپوکسی رزین باید برای شرایط کاری نامطلوب ناشی از اثرات جوی نظیر تشعشعات شدید خورشیدی، حرارت، سرما، تغییرات متناوب دما، رطوبت، شبنم، مه، برف، باران همین طور رسوب غبار، نمکها، پس مانده های احتراق و گازهای زائد صنعتی طراحی شود. چتریها باید دارای پروفیل آئرودینامیکی باز، بدون برآمدگی زیرین باشد. طراحی و جنس عایق باید طوری باشد که عملکرد دراز مدت مناسبی را در شرایط کاری مشخص شده بدست دهد. پیشنهاد دهنده باید در مورد تجربه طولانی عایق اپوکسی رزین پیشنهادی برای ترانسفورماتور گواهی ارائه نماید. عایق های چینی باید دارای لعاب قهوه ای باشد مگر این که رنگ دیگری در جدول CT1 خواسته شده باشد.

مقره چینی باید طبق آخرین استاندارد IEC تولید و آزمایش شده و با نیازهای ترانسفورماتورهای جریان سازگار باشد.

ترانسفورماتورهای جریان باید در شرایط برقدار قابل شستشو باشند.

3-3 عایق داخلی باید بطور رضایت بخش و دائمی در مقابل نفوذ رطوبت حفاظت شده باشد. آب بندی مربوطه باید در برابر نور خورشید، هوا و آب مقاوم باشد.

3-4 بخش فلزی پائین ترانسفورماتورهای جریان باید به دو ترمینال زمین کردن در دو طرف مقابل، برای اتصال هادی زمین مسی با اندازه مناسب مجهز شده و طوری ترتیب داده شود که به طور ناخواسته برداشته نشود.

3-5 تسهیلات لازم جهت بلند کردن ترانسفورماتور جریان باید تدارک گردد.

3-6 کلیه قطعاتی که در معرض خوردگی می باشند باید از جنس مقاوم در برابر خوردگی، یا به صورت گالوانیزه گرم شده مطابق با استاندارد ISO 1461 ساخته شوند.

3-7 ترانسفورماتورهای جریان باید به یک جعبه ترمینال ثانویه مجهز باشند. جعبه ترمینال باید دارای یک صفحه نگهدارنده کابل قابل برداشت و فضای کافی برای انجام اتصال سیم های ارتباطی مورد نیاز و اتصال کوتاه کردن ترمینال های ثانویه ترانسفورماتور، به صورت راحت باشد. جعبه ترمینال باید بر طبق IP54 حفاظت شده و در هنگام کار ترانسفورماتور قابل دسترس بوده و نیز به حفاظ باران، سوراخ های نفس کش پوشیده شده با تور و در صورت لزوم به گرمکن های ضد تقطیر کنترل شده با ترموستات مجهز شود.

جعبه ترمینال باید به ترمینال(های) زمین جهت زمین کردن سیم پیچ های ثانویه و حفاظ کابلها مجهز شود. کلیه پیچ ها و عناصر اتصال دهنده باید از فلز مقاوم در برابر خوردگی باشند.

www.power2.ir

ترمینال های ثانویه و ترمینال(های) زمین باید از نوع میله ای و مناسب برای اتصال سیم های رشته ای مسی با مقطع تا 10 میلیمتر مربع باشند.

3-8 یک صفحه جهت درج مقادیر نامی از جنس فولاد ضد زنگ یا سایر مواد در مقابل آب و هوا و خوردگی باید روی ترانسفورماتور در یک محل مناسب قابل رویت تعبیه شود.

نوشته های روی صفحه باید با حکاکی، قلمکاری و یا سایر روش های تایید شده انجام شود.

دیاگرام اتصالات و نیز اطلاعات زیر باید روی صفحه مزبور آمده باشد:

الف) تمامی اطلاعات طبق استانداردهای IEC 185 و IEC 44-6

ب) اطلاعات مربوط به سیم پیچ های اولیه دارای کلاس X بر اساس استاندارد BS 3938

ج) وزن کل

د) مقاومت سیم پیچ های ثانویه در درجه حرارت 75 درجه سانتیگراد.

3-9 ترانسفورماتورهای جریان می توانند دارای اولیه میله ای، یک یا چند دور باشند.

3-10 علامت گذاری ترمینال ها باید طبق استاندارد IEC 185 باشد.

3-11 وقتی که ترانسفورماتور جریان دارای چندین دور در اولیه است سیم پیچی اولیه باید در صورت لزوم توسط برقگیر محافظت شود. مشخصه های حفاظتی برقگیر باید هماهنگ با عایق موجود بین بخش های اولیه باشد.

3-12 ترمینال های اولیه باید بطور معمول از نوع مسطح باشد. ترمینال های نوع میله ای نیز قابل قبول می باشند.

3-13 ترانسفورماتورهای جریان باید از نظر مکانیکی طوری طراحی شوند که در مقابل فشارهای ناشی از بار یخ، نیروی باد، نیروهای کششی روی ترمینال های فشار قوی، همین طور نیروهای ناشی از اتصال کوتاه و زلزله که در این مشخصات آمده است مقاوم باشند. ترکیب نیروها باید بر اساس Cenelec draft pren 50062-1991 E باشد.

4- آزمایش ها

4-1 آزمایش های طراحی:

آزمایش های طراحی به منظور اثبات مناسب بودن طراحی، مواد و روش تولید (تکنولوژی) عایق بیرونی اپوکسی رزین انجام می شود. آزمایش ها باید بر مبنای نیازمندیهای استاندارد VDE 0441 صورت پذیرد.

4-2 آزمایش های نوعی و جاری باید طبق استاندارد IEC 185 باشد، به جز مواردی که در شرح ذیل طور دیگری مشخص شده اند:

4-2-1 آزمایش های نوعی:

الف) آزمایش های جریان کوتاه مدت

ب) آزمایش افزایش دما

پ) آزمایش ضربه صاعقه

ت) آزمایش های دقت

ث) آزمایش استقامت ولتاژ با فرکانس شبکه به مدت یک دقیقه، خیس

ج) آزمایش ضربه صاعقه بریده روی سیم پیچی اولیه

چ) آزمایش تحمل مکانیکی روی ترمینال فشار قوی: روش آزمایش و چگونگی آن در زمان مناسب با طرف قرارداد توافق شود.

4-2-2 آزمایش های جاری:

الف) بازرسی چشمی

ب) بازرسی علامت گذاری ترمینال ها

پ) آزمایش استقامت الکتریکی فرکانس قدرت روی سیم پیچی های ثانویه

ت) آزمایش استقامت الکتریکی فرکانس قدرت بین قسمت ها

ث) آزمایش استقامت الکتریکی فرکانس قدرت روی سیم پیچی های اولیه

ج) آزمایش اضافه ولتاژ بین حلقه ای

چ) آزمایش های دقت

ح) آزمایش مغناطیسی و بار داخلی و منحنی بی باری (روی یک عدد ترانسفورماتور جریان از هر نوع و دارای هر مقادیر نامی) یک منحنی بی باری کامل باید رسم شده و مقاومت سیم پیچی ثانویه باید اندازه گیری شده و برای دمای سیم پیچی 75 درجه سانتیگراد داده شود.

خ) اندازه گیری تخلیه جزئی

www.power2.ir

- نکته (1): علاوه بر آزمایش های ذکر شده، کلیه آزمایش های قابل اعمال طبق IEC 44-6 و BS 3938 باید انجام شود.
- نکته (2): آزمایش مقره چینی باید طبق آخرین استاندارد IEC (آزمایش هـای نمونه، جاری و نوعی) اجرا شود.

5- مدارک

5-1 مدارک همراه با پیشنهاد

پیشنهاد دهنده باید اطلاعات زیر را ارائه کند:

الف) کاتالوگ و نشریات جامع فنی برای ترانسفورماتور جریان و اجزاء مربوطه

ب) جزئیات تفاوت ها نسبت به مشخصات فنی مناقصه و یا استانداردهای مشخص شده

پ) ورقه های اطلاعات تضمین شده بطور کامل (جدول CT2)

ت) نقشه های طرح

ث) مشخصات مواد و حفاظت در مقابل خوردگی

ج) کپی استانداردهای اعمالی و سایر مراجع که در این مشخصات، مشخص نشده است.

چ) گزارش های مربوط به آزمایشهای طراحی

ح) گزارش های مربوط به آزمایشهای نوعی

خ) نحوه آزمایشهای جاری

د) سیستم کنترل کیفیت که سازنده باید هم در مورد تجهیزات و هم در مورد اجزاء اعمال نماید.

www.power2.ir

ذ) یک لیست مرجع که نمایانگر کلیه ترانسفورماتورهای رزینی باشد که قبلا طراحی، ساخته و نصب شده است. نوع ترانسفورماتورها، ولتاژ نامی و محل استفاده از آنها و اداره برق مربوطه، سالهایی که در خدمت بوده اند باید روشن شود.

ر) دستورالعمل های آموزشی برای انبار کردن، حمل و نقل، بکارگیری، تعمیر و نگهداری.

ز) لوازم یدکی ونگهداری پیشنهادی برای عملکرد 5 ساله.

5-2 مدارک قرارداد:

مدارکی که فروشنده باید در خلال پیشرفت کار جهت تایید ارائه کند عبارتست از:

الف) نقشه های جزئیات طرح همراه با کلیه توضیحات لازم در خصوص طراحی فونداسیون و تکیه گاههای فلزی که ترانسفورماتور روی آن نصب می شود.

ب) نقشه کامل و جزئیات ترمینال ثانویه

پ) نقشه های صفحه نشان دهنده مقادیر نامی ودیاگرام

ت) نقشه تفصیلی برای مقره چینی

ث) گزارش های آزمایش های طراحی و نوعی

ج) دستورالعمل های آموزشی برای حمل و نقل، انبار کردن، بکار گیری و تعمیرات

چ) برنامه آزمایش های جاری و جزئیات نحوه انجام آنها

ح) پیشنهاد در خصوص نحوه آزمایش در کارگاه، وسایل آزمایش و معیارها

خ) لیست لوازم یدکی و نگهداری

جداول

جدول CT1

مقادیر نامی و ویژگی‌های ترانسفورماتورهای جریان

شماره ردیف	شـــــــرح		مشخصات
الف	**مشخصات سیستم**		
۱	ولتاژنامی	کیلوولت مؤثر	۶۶-۶۳
۲	بالاترین ولتاژ	کیلوولت مؤثر	۷۲/۵
۳	فرکانس	هرتز	۵۰
۴	زمین کردن نوترال		مؤثر - غیرمؤثر
ب	**شرایط کار**		
۱	حداقل درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	۳۵- تا ۱۰-
۲	حداکثردرجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	۴۰+ تا۵۵+
۳	حداکثرمتوسط روزانه	درجه سانتیگراد	۳۰+ تا۴۵+
۴	ارتفاع از سطح دریا	متر	صفرتا۲۵۰۰
۵	حداکثرسرعت باد	متربرثانیه	۴۵
۶	رطوبت نسبی	٪	۱۰ تا۱۰۰
۷	پوشش یخ	میلیمتر	صفرتا۲۵
۸	شرائط زلزله:		

جدول CT1

مقادیر نامی و ویژگی‌های ترانسفورماتورهای جریان

شماره ردیف	شـــــــرح		مشخصات
پ	**ویژگی‌های ترانسفورماتورهای جریان**		
۱	نوع		خشک با عایق اپوکسی رزین و تک‌فاز
۲	کلاس		بیرونی
۳	بالاترین ولتاژوسیله	کیلوولت مؤثر	۷۲/۵
۴	سطوح عایقی نامی درشرائط استاندارد:		
	۱) ولتاژ قابل تحمل با فرکانس قدرت به		
	مدت یک دقیقه	کیلوولت مؤثر	۱۴۰**
	۲) ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای صاعقه	کیلوولت پیک	۳۲۵**
۵	حداکثرتداخل رادیویی درولتاژ $\frac{1/1\ U_m}{\sqrt{3}}$		
	در فرکانس یک مگاهرتز	میکروولت	۵۰۰
۶	جریان نامی اولیه	آمپر	*۵۰ تا ۲۰۰۰
۷	جریان نامی ثانویه	آمپر	*۵-۱
۸	نسبت‌های تبدیل نامی		*
۹	اتصال مجددتوسط:		
	۱)اولیه		*بلی
	۲)ثانویه		*بلی
۱۰	جریان نامی کوتاه مدت	کیلوآمپرمؤثر	۱۶-۲۰-۲۵-۳۱/۵
۱۱	مدت زمان جریان کوتاه‌مدت	ثانیه	۱-۳
۱۲	جریان دینامیک نامی	کیلوآمپرپیک	۲/۵ برابرجریان نامی کوتاه مدت
۱۳	جریان حرارتی دائمی نامی	آمپر مؤثر	۱/۲ برابر جریان نامی اولیه

* به ردیف ۲۴ مراجعه شود

** قابلیت تحمل ولتاژ عایق بیرونی، درارتفاعات از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا افزایش یابد (به میزان یک درصد بازاء هر ۱۰۰ متر اضافه بر ۱۰۰۰ متر)

جدول CT1

مقادیر نامی و ویژگی‌های ترانسفورماتورهای جریان

شماره ردیف	شـــــــرح		مشخصات
۱۴	تعداد هسته‌ها:		
	۱) برای اندازه‌گیری		۱-۰ *
	۲) برای حفاظت		۳-۲ *
۱۵	کلاس دقت برای هسته اندازه‌گیری		۱-۰/۵-۰/۲ *
۱۶	کلاس عملکرد برای هسته‌های حفاظتی		5P/10P/CL.X/TP*
۱۷	خروجی نامی		
	۱) برای اندازه‌گیری	ولت آمپر	* مطابق نیاز
	۲) برای حفاظت	ولت آمپر	* مطابق نیاز
۱۸	ضریب ایمنی وسائل برای هسته اندازه‌گیری		۱۰-۵
۱۹	ضریب حد دقت برای هسته‌های حفاظتی (برای کلاس عملکرد P)		*مطابق نیاز
۲۰	حداکثرافزایش درجه حرارت درجریان حرارتی دائمی نامی	درجه سانتیگراد	مطابق استاندارد IEC با درنظرگرفتن شرائط کار
۲۱	حداقل فاصلهٔ خزشی بیرونی مؤثر فازبه فاز	میلیمتر برکیلوولت	۳۱-۲۵-۲۰-۱۶
۲۲	نیروی کششی روی ترمینال‌های فشارقوی به علت سیم‌های متصل به آن	نیوتن	۱۰۰۰
۲۳	رنگ لعاب مقرهٔ چینی		قهوه‌ای - خاکستری

*به ردیف ۲۴ مراجعه شود.

بخش (3)

ترانسفورماتورهای ولتاژ

(C.V.T , P.T)

www.power2.ir

ترانسفورماتور ولتاژ

ترانسفورماتور ولتاژ ترانسفورماتوری است که در آن ولتاژ ثانویه متناسب و هم فاز با ولتاژ اولیه بوده و برای تبدیل ولتاژ یک سیستم به ولتاژی متناسب جهت وسائل اندازه گیری و یا محافظتی به کار می رود، ضمن این که هم زمان مدار اندازه گیری را از مدار قدرت جدا می سازد.

ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی قدیمی ترین وسائل برای اندازه گیری ولتاژهای AC هستند. آنها از نظر ساختمانی ساده اند و فقط برای ولتاژهای کمتر از 50 کیلوولت به شکل یک ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ طراحی می شوند. برای ولتاژهای بالاتر، ساخت این نوع ترانسفورماتورها غیر اقتصادی است و به جای آنها از ترانسفورماتور ولتاژ خازنی یا CVT استفاده می شود.

نسبت تبدیل این نوع ترانسفورماتور برابر $K_n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2}$ است که V_1 ولتاژ نامی اولیه و V_2 ولتاژ نامی ثانویه و N_1 و N_2 تعداد دورهای سیم پیچ های اولیه و ثانویه هستند.

ولتاژ فشار قوی به اولیه ترانسفورماتور اعمال می شود و در ثانویه آن یک ولت متر فشار ضعیف، ولتاژ را قرائت می کند. ولتاژ فشار قوی براساس مقدار ولتاژ قرائت شده از ولت متر و نسبت تبدیل ترانسفورماتور ($V_1=K_n.V_2$) بدست می آید. به دلیل فوق العاده پایین بودن جریان در اولیه و ثانویه این ترانسفورماتورها، قطر سیم های آنها بسیار نازک بوده و عایق بندی آنها نیز معمولاً به صورت خشک و از جنس اپوکسی رزین (صمغ) است.

خطاهای این روش، از خطاهای نسبت تبدیل و زاویه فاز توسط امپدانس های نشتی و مغناطیس سیم پیچ های ترانسفورماتور به وجود می آید. این خطاها را می توان با تنظیم نسبت دورها جبران نمود.

تعاریف واژه های مربوط به ترانسفورماتور ولتاژ:

1- ولتاژ اولیه اسمی:

ولتاژ سیم پیچ اولیه ترانسفورماتور است که روی صفحه مشخصات ترانسفورماتور ثبت شده و اولیه ترانسفورماتور برای آن مقدار طراحی می گردد. ولتاژهای اسمی اولیه ترانسفورماتورهای ولتاژ استاندارد IEC ندارند و استاندارد شده نمی باشند.

2- ولتاژ ثانویه اسمی:

ولتاژی است که روی صفحه مشخصات ترانسفورماتور ثبت می شود. ولتاژهای ثانویه اسمی استاندارد شده مطابق نشریه IEC به شرح زیر است:

100-110-209 ولت برای اروپا

115-120-230 ولت برای آمریکا

و همچنین $\frac{1}{\sqrt{3}}$ برابر مقادیر فوق.

3- ولتاژهای سومی اسمی (tertiary)

استاندارد برای سیم پیچ های earth-falt در اتصالات ولتاژ باز (V شکل) طبق نشریه IEC عبارتست از:

($\frac{200}{3}-\frac{110}{3}-\frac{100}{3}-\frac{200}{\sqrt{3}}-\frac{100}{\sqrt{3}}-200-110-100$ ولت می باشند.

مقادیری از اعداد فوق که بیش از همه مورد استفاده اند عبارتند از: $\frac{100}{3}$ و $\frac{110}{\sqrt{3}}$ ولت.

توضیح عملکرد مثلث باز در حفاظت در قسمت اتصال باقیمانده ای آمده است.

4- نسبت تبدیل (Kn):

نسبت تبدیل K_n نسبت ولتاژ اولیه اسمی به ولتاژ ثانویه اسمی می باشد: $K_n=\frac{V_1}{V_2}$

5- قدرت خروجی:

قدرت خروجی اسمی S_n، قدرت ظاهری برحسب V.A با ضریب قدرت 0.8 است که ترانسفورماتور ولتاژ می تواند با ولتاژ ثانویه اسمی و با دقت مشخص تغذیه نماید. قدرت خروجی اسمی برابر است با حاصلضرب جریان ثانویه اسمی و ولتاژی که در دو سر ترمینال های ثانویه وجود دارد. قدرت های خروجی اسمی استاندارد عبارتند از:

(10-15-25-30-50-75-100-150-200-300-400-500) VA با ضریب قدرت ثانویه 0.8.

قدرت خروجی ترانسفورماتور ولتاژ با چند سیم پیچ ثانویه مساوی مجموع قدرت های همه سیم پیچ های ثانویه است.

6- قدرت خروجی ماکزیمم:

قدرت خروجی ماکزیمم قدرتی است که ترانسفورماتور می تواند بـه طـور دائـم تحویـل دهد بدون اینکه درجه حرارتش از مقدار مجاز بالاتر برود. قدرت خروجی ماکزیمم روی صفحه مشخصات ترانسفورماتور ذکر می گردد.

7- قدرت خروجی با ولتاژ غیر از ولتاژ اسمی:

اگر یک ترانسفورماتور ولتاژ به ولتاژی غیر از ولتاژ اسمی وصل باشـد قـدرت خروجـی داده شده در صفحه مشخصات (پلاک) ترانسفورماتور تقریباً با مربع نسبت ولتاژ حقیقی به ولتاژ اسمی تغییر می نماید و درجه دقت بدون تغییر باقی می ماند. از طـرف دیگـر قـدرت خروجـی ماکزیمم فقط با نسبت این ولتاژها تغییر می کند.

(تعریف دقت در قسمت کاربرد ترانسفورماتور ولتاژ در حفاظت آمده است)

8- خطای ولتاژ (خطای نسبت تبدیل):

خطای ولتاژ F_u یک ترانسفورماتور ولتاژ برای ولتاژ اولیـه مشـخص u_1 درصـد انحـراف ولتاژ ثانویه u_2 از مقدار اسمی اش می باشد و برحسب درصد از رابطه زیر به دست می آید:

$$F_u = \frac{K_n u_2 - u_1}{u_1} \times 100$$

که در آن K_n نسبت تبدیل اسمی، u_1 ولتاژ اولیه و u_2 ولتاژ ثانویه اند.

خطای ولتاژ در صورتی که ولتاژ حقیقی ثانویه از مقـدار اسـمی اش بیشـتر باشـد مثبـت خواهد بود.

9- زاویه خطا:

زاویه خطا (du) یک ترانسفورماتور ولتاژ جابجایی فاز ولتاژ ثانویه نسبت به ولتاژ اولیه است فرض می شود که در صورت عدم وجود خطا جابجایی صفر است (به 180 درجه). زاویه خطا برحسب دقیقه قوس می باشد و در صورتی که ثانویه از اولیه جلو بیفتد مثبت است.

10- کار در فرکانسی غیر از فرکانس اسمی 50 هرتز:

یک ترانسفورماتور ولتاژ طرح شده برای فرکانس 50 هرتز می تواند برای فرکانس 60 هرتز نیز استفاده شود، که در آن حالت قدرت خروجی اسمی و قدرت خروجی ماکزیمم بدون تغییر باقی می مانند. اگر فرکانس سرویس بیش از 20٪ اضافه شود خروجی اسمی تقریباً به طور معکوس با فرکانس متناسب است، گرچه قدرت خروجی ماکزیمم بدون تغییر باقی می ماند. یک ترانسفورماتور ولتاژ نباید در فرکانس کمتر از فرکانس اسمی بکار رود.

11- تغییر ولتاژ (change over):

در ترانسفورماتورهای ولتاژ قالبی (ریخته شده از رزین) امکان تغییر ولتاژ فقط در طرف ثانویه وجود دارد.

اگر لازم باشد طرف اولیه ترانسفورماتور ولتاژی برای چند ولتاژ استفاده شود، تغییر ولتاژ باید در طرف ثانویه انجام گیرد. باید توجه شود که قدرت خروجی اسمی با مربع ولتاژ اولیه و قدرت خروجی ماکزیمم با نسبت خطی به ولتاژ اولیه تغییر می کنند.

مدارهای وسایل اندازه گیری و شرایط بی باری:

موقعی که چندین وسیله اندازه گیری و حفاظتی به ثانویه یک ترانسفورماتور ولتاژ وصل می شوند تمام وسایل باید به صورت موازی وصل شوند تا همه آنها ولتاژ ثانویه را به طور کامل

دریافت کنند. برعکس ترانسفورماتورهای جریان، یک ترانسفورماتور ولتاژ هرگز نباید با سیم پیچ ثانویه اتصال کوتاه شده کار کند. سیم پیچ های ثانویه ای که به هیچ دستگاهی وصل نیستند همیشه باید اتصال باز باقی بمانند وگرنه جریان در سمت ثانویه به حد وحشتناکی بالا خواهد رفت. این نکته درباره تمامی ترانسفورماتورهای ولتاژ صادق است.

نکته دیگر این است که زمانی که ترانسفورماتورهای ولتاژ میانجی (intermediate) به کار برده می شوند باید توجه شود که خطاهای ترانسفورماتورهای ولتاژ و میانجی باید با هم جمع شوند.

ترانسفورماتورهای ولتاژ در حفاظت:

ترانسفورماتورهای ولتاژ برای استفاده در حفاظت باید فقط یک نیاز را برآورده کند و آن این است که ولتاژ ثانویه باید نمایش دقیقی از ولتاژ در دامنه و فاز هر دو باشد.

برای برآوردن این نیاز، ترانسفورماتورهای ولتاژ طوری طراحی می شوند که در چگالی های شار نسبتاً پایین بهره برداری شوند به طوری که جریان مغناطیس کننده و همچنین خطاهای نسبت و زاویه فاز کوچک باشند. این بدان معنی است که سطح هسته برای یک خروجی داده شده بزرگ تر از یک ترانسفورماتور قدرت مشابه می باشد، که در نتیجه اندازه کلی آن افزایش می یابد. علاوه بر این، ترانسفورماتور قدرت با ساختمان سه ساق معمولی (Limb) مناسب نیست زیرا تداخل مغناطیسی بین فازها به وجود می آید. برای اجتناب از این تداخل یک ساختمان پنج ساق به کار می رود (در مورد ساختمان سه ساق و پنج ساق قبلاً توضیح داده شده

است.) که آن نیز اندازه را افزایش می دهد. ولتاژ نامی ثانویه در بعضی موارد 110 ولت است اما بیشتر معمولاً 63/5 ولت در هر فاز است تا ولتاژ خط 110 ولت را تولید نماید.

دقت:

فقط در تعداد کمی از کاربردهای حفاظتی خطاهای زاویه فازی و نسبت ممکن است خیلی مهم باشند. با وجود این احتمال این که یک ترانسفورماتور ولتاژ فقط برای حفاظت به کار رود کم می باشد و بنابراین دقت های بالایی برای مقاصد ابزار دقیق و اندازه گیری مورد نیاز هستند.

برای مقاصد حفاظتی، دقت اندازه گیری ممکن است در هنگام شرایط خطا که ولتاژ به شدت کاهش یافته است مهم باشد. بنابراین یک ترانسفورماتور ولتاژ برای حفاظت باید محدوده گسترش یافته نیازمندی ها در یک محدوده 5 تا 80 درصد ولتاژ نامی و برای بعضی کاربردها بین 120 تا 190 درصد ولتاژ نامی را برآورده نماید.

اتصال باقیمانده ای:

بسیار مهم است که یک ولتاژ با دامنه و زاویه فاز صحیح به رله های خطای زمین جهتی (Directional) و عناصر خطای زمین رله های امپدانسی اعمال شود. از آنجایی که خطای زمین می تواند بر روی هر یک از سه فاز باشد، ممکن نیست که یک ولتاژ را به طریق متعارف به دست آورد. راه حل این موضوع استفاده از اتصال باقیمانده ای یا مثلث باز (Broken delta) مطابق شکل زیر می باشد. تحت شرایطی که سه فاز متعادل باشند سه ولتاژ صفر است. اگر ولتاژ یک فاز به علت خطای زمین در آن فاز صفر شود و یا کاهش یافته باشد، در آن

صورت اختلاف بین ولتاژ نامی و آن ولتاژ کاهش یافته به رله اعمال می گردد. یک سیم پیچی ثانویه برای این نوع اتصال علاوه بر سیم پیچی ثانویه معمولی وجود دارد.

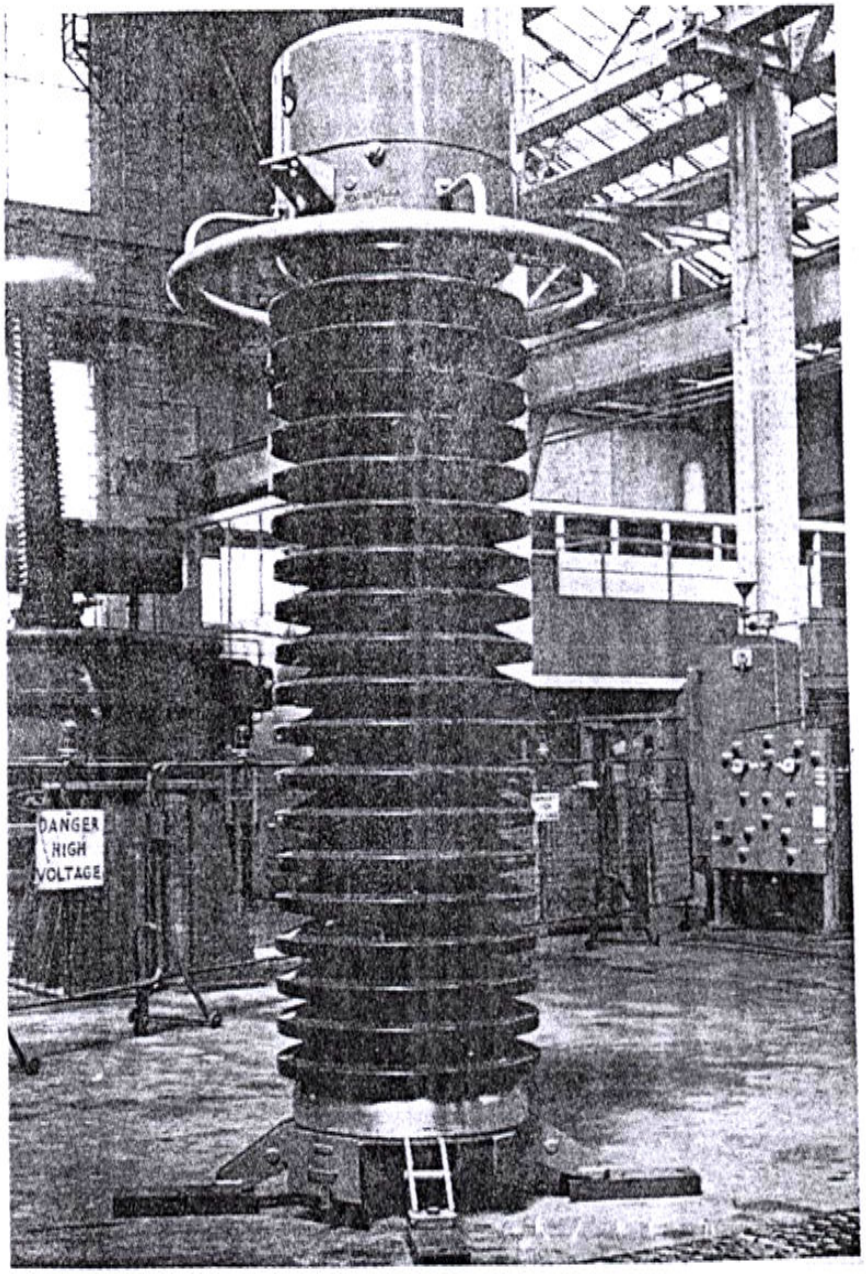
حفاظت ترانسفورماتورهای ولتاژ: معمولاً به وسیله فیوزهای HRC (High Rupturingfuse, HRC) در طرف اولیه و توسط فیوزها یا یک مدارشکن مینیاتوری دو طرف ثانویه حفاظت می شوند. از آنجایی که آنها برای بهره برداری در یک چگالی شار پایین طراحی شده اند امپدانس آنها پایین است و بنابراین یک اتصال کوتاه در طرف ثانویه یک جریان خطایی چند برابر جریان نامی تولید خواهد کرد.

واحدهای سه فاز عموماً تا 33 کیلوولت مورد استفاده قرار می گیرند و برای ولتاژهای بالاتر واحدهای یک فاز مناسب ترند.

ترانسفورماتورهای ولتاژ برای ولتاژ متوسط دارای عایق خشک بوده و برای ولتاژهای خیلی بالا در روغن غوطه ور می باشند.

ترانسفورماتورهای قالبی (ریخته شده از رزین) تا ولتاژ 33 کیلوولت به کار می روند.

www.power2.ir



ترانس ولتاژ 420 کیلو ولت

شکل 2-3

www.power2.ir

ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی:

اندازه ترانسفورماتورهای ولتاژ الکترومغناطیسی برای ولتاژهای بالا (33 کیلوولت و یا بیشتر) به طور قابل توجهی با ولتاژ اسمی متناسب است و قیمت آن نیز افزایش می یابد. یک راه حل اقتصادی تر استفاده از ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی می باشد. این ترانسفورماتور اصولاً یک تقسیم کننده ولتاژ بوده و مانند تقسیم کننده های ولتاژ مقاومتی، ولتاژ خروجی آن تحت تأثیر بار در نقطه انشعاب قرار می گیرد و درنتیجه دو قسمت از تقسیم کننده که به طور موازی قرار می گیرند می توانند به عنوان امپدانس منبع (Source Impedance) عمل نمایند و در مواقع دریافت بار باعث افت تنظیم ولتاژ گردند.

تقسیم کننده خازنی از آن نقطه نظر تفاوت دارد که امپدانس منبع معادل آن خازنی است و می تواند توسط راکتوری که به طور سری با نقطه انشعاب قرار دارد جبران گردد. با یک راکتور ایده آل احتیاجی به تنظیم نخواهد بود و هرگونه قدرت خروجی را تأمین می نماید.

هر سیستم مقسم ولتاژ دچار این مشکل است که ولتاژ خروجی آن به طور قابل ملاحظه ای با بردن تغییر می کند. با وجود این، اگر c_2 با یک راکتور در وضعیت تشدید (Resonance) قرار گیرد در آن صورت بردن می تواند در یک محدوده وسیعی بارگولاسیون خیلی کوچک تغییر کند تولید مقسم ولتاژ 63/5 ولت ممکن نیست زیرا c_2 باید به طور غیرممکنی بزرگ باشد و بنابراین یک پتانسیل حدود 12 کیلوولت در دو سر c_2 ایجاد می شود.

این ولتاژ به یک واحد الکترومغناطیسی (یک ترانسفورماتور تقریباً ارزان) اعمال می شود و ولتاژ 63/5 ولت از سیم پیچی ثانویه به دست می آید. این روش همچنین دارای این مزیت است که یک سیم پیچی با تپ (Tapped) می تواند تهیه شود تا تلرانس های نسبتاً وسیع خازن ها را پوشش دهد:

اندوکتانس L ممکن است یک واحد مجزا بوده و یا به صورت اندوکتانس پراکندگی در ترانسفورماتور T ظاهر شود. چون خازن های c_1 و c_2 نمی توانند به طور مناسب با تلرانس های نزدیک به هم ساخته شوند، لازم است که تنظیم نسبت ها توسط انشعاب (Tapping) روی ترانسفورماتور T و یا یک اتو ترانسفورماتور جداگانه در مدار ثانویه انجام گیرد.

تنظیم توسط اندوکتانس L نیز لازم است، که این عمل می تواند به وسیله یک سلف (اندوکتانس) منشعب در مدار ثانویه توسط تنظیم فواصل هوایی در هسته های آهنی یا به وسیله موازی نمودن خازن های متغیر انجام پذیرد.

از نظر ساختمانی تقسیم کننده های ولتاژ خازنی معمولاً از یک تا سه طبقه (پوسته) چینی قهوه ای رنگ که روی یکدیگر سوار شده اند تشکیل می گردند. هر طبقه (پوسته) چینی شامل تعداد زیادی از المان های خازنی است که به طور سری با یکدیگر قرار دارند. هر کدام از المان ها شامل دو لایه آلومینیوم است که توسط چند لایه کاغذ سلولز آغشته به روغن معدنی از هم جدا شده است.

www.power2.ir

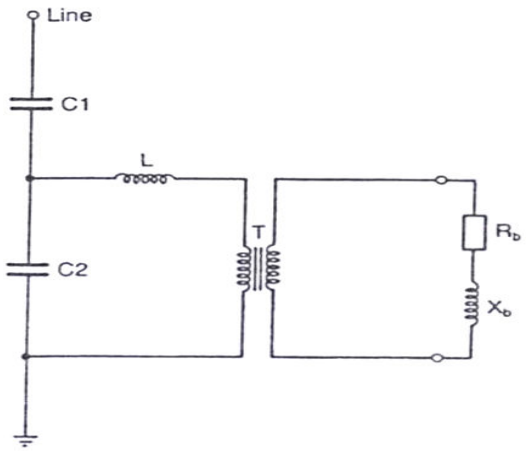
ترمینال ولتاژ کم از صفحه پایه (base plate) عایق شده و بین این ترمینال و صفحه پایه یک فاصله هوایی قابل تنظیم جهت جرقه (spark gap) وجود دارد کـه دو سـر آن تجهیـزات کاری نصب می گردد.

ترانسفورماتور ولتاژ میانی (واسطه- intermediate)، از صفحه پایه عایق شده تـا ولتـاژ آزمایش 10KV با فرکانس کم را تحمل نماید. این ترانسفورماتور ممکن است جزیی از سیستم تقسیم کننده ولتاژ بوده و یا یک واحد مجزا باشد که در کنار خازن سوار می گـردد. هسـته ایـن ترانسفورماتورها معمولاً دارای سه ساق می باشد و سیم پیچ ها به طور متحـدالمرکز روی سـاق پیچیده می شوند. سیم پیچ های اولیه شامل سیم پیچی اصلی و سیم پیچ های اصلاح کننده ولتاژ (trimming windings) می باشد کـه سـیم پـیچ هـای اصـلاح کننـده روی انتهـای خنثـی (neutral end) قرار می گیرند. سیم پیچ های اولیه و ثانویه توسط شبکه اتصال یافته به زمـین (ارت شده) تقسیم شده اند. یک وسیله میراساز (damping) به طـور مـوازی دو سـر یکـی از سیم پیچ های ثانویه وصل است و تمام این قسمت ها در یک تانک فولادی که دارای دو جعبـه ترمینال است قرار می گیرند. یکی از این جعبه ترمینال ها برای ترمینال های سـیم پـیچ اصـلاح کننده و ترمینال ارت این سیم پیچ ها و دیگری برای ترمینال های ثانویه می باشد. مقدار روغـن های آزاد (Free Oil)، توسط پرکردن تمام فضاهای آزاد بـا شـن کـوارتز کـاهش مـی یابـد و ترانسفورماتور تحت شرایط تخلیه با روغن پرمی شود.

استفاده از ترانسفورماتور ولتاژ خازنی (CVT):

در ایستگاه های برق فشار قوی، برای اندازه گیری ولتاژ شین ها و خطوط انتقال، اغلب از مقسم ولتاژ خازنی همراه با یک ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ استفاده می شود.

برای جبران اثر خازن c_2 در مقسم ولتاژ خازنی از اندوکتانس القایی L استفاده مـی شـود تا مقدار به صورت اهمی خالص درآید. مدار معادل CVT در شکل زیر نشان داده شده است:



شکل 3-3

ترانسفورماتور ولتاژ خازنی

خازن معادل C_1 از چندین واحد سری مشابه ولتاژ بالا ساخته شده است و ظرفیـت کـل آن حدود چندهزار پیکوفاراد است. وسایل اندازه گیری دو قسمت فشار ضعیف از قبیل واتمتـر، کنتور و نیز وسایل حفاظتی مانند رله ها، به توانی درحدود چند صد ولت آمپر احتیاج دارند کـه این توان را نمی توان مستقیماً از یک مقسم ولتاژ خازنی به دست آورد، بلکه بایـد ولتـاژ V_2 را توسط یک ترانسفورماتور ولتاژ القایی به حدود 100 تا 110 ولت کاهش داد. مقدار ولتاژ فشار قوی نامی طرف اولیه این ترانسفورماتور هم در حدود 10 تا 30 کیلوولت می باشد. بـرای ایـن که ترانسفورماتور اختلاف فازی ناشـی از جریـان خـازنی نداشـته باشـد، در حالـت بـی بـاری ترانسفورماتور، تعادلی بین C_2 و اندوکتانس L، در ساخت مدار CVT منحصراً بـرای مقـاومتی شدن مدار، یا برای رساندن شرایط تشدید (رزونانس) مدار انتخاب می شود.

این شرایط وقتی مهیا می شود که:

$$\omega(L+L_T)=\frac{1}{\omega(C_1+C_2)}$$

که در این رابطه L= اندوکتانس چوک و L_T= انـدوکتانس معـادل ترانسـفورماتور منتقـل شده به طرف اولیه آن است.

چون به عنوان سیم پیچی که دو فرکانس های بالاتر از حد یک مدار، امپـدانس بـالایی از خود نشان داده و در نتیجه به منظور صاف کـردن جریـان هـای ضـربانی و جلـوگیری از عبـور فرکانس های زیاد به کار می رود. در این حالت، ولتاژ V_2 (ولتاژ اندازه گیری دستگاه)، هم فـاز با ولتاژ ورودی V_1 خواهد بود.

اگر نسبت دورهای اولیه به ثانویه ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ (که برابر بـا نسـبت تبـدیل ولتاژ نامی اولیه به ثانویه آن می باشد)، برابر K_1 و نسبت تبدیل خازنی نیز براساس معادله

$$V_1=\frac{C_1+C_2}{C_1}V_2$$

برابر با:

$$K_2=\frac{V_1}{V_2}=(1+\frac{C_2}{C_1}$$

باشد، آنگاه نسبت تبدیل مجموعه CVT برابر خواهد بود با:

$$K=\frac{V_1}{V_2}=K_1\times K_2$$

مزایای CVT را می توان به صورت زیر بیان نمود:

1- طراحی ساده و نصب آسان

2- از CVT به دو صورت می توان استفاده نمود، هم به عنوان یک وسیله انـدازه گیـری ولتاژ برای ثبت متغیرهای اندازه گیری و برای سیستم های حفاظتی و هم به عنوان یک خازن در سیستم های مخابراتی خطوط قدرت (PLC).

3- در CVT برخلاف ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی معمولی، توزیع ولتـاژ وابسـته به فرکانسی نمی گیرد.

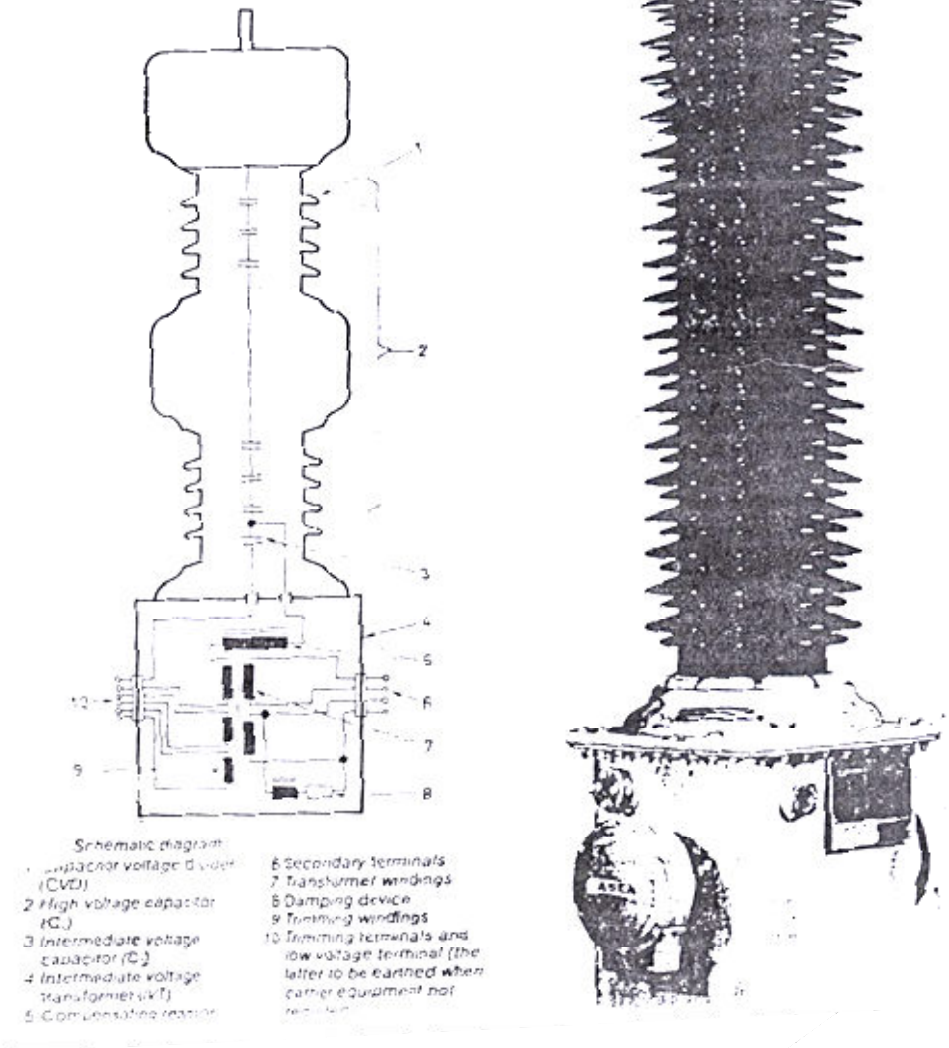
4- ایجاد سیستم عایقی بین ولتاژ فشار قوی سیستم و دستگاه های اندازه گیری ولتاژ

معایب CVT عبارتند از:

1- نسبت تبدیل ولتاژ با تغییرات دما حساس است.

2- ایجاد مسأله فرورزونانس در سیستم های قدرت.

www.power2.ir



شکل 4-3

www.power2.ir

بخش (4)

استاندارد ترانس های اندازه گیری

ولتاژ (P.T , C.V.T)

www.power2.ir

استاندارد تراسنفورماتورهای ولتاژ نوع رزینی خودایستا

نیازهای خصوصی

1- کلیات

1-1- این مشخصات حداقل نیازمندیهای مربوط به طراحی، مقادیر نامی، مواد، تولید و آزمایش تراسنفورماتورهای ولتاژ اندوکتیو فشار قوی، بیرونی، با عایق رزینی نوع خودایستا را در بر می گیرد.

1-2- این وسیله باید جهت بکارگیری در شرایط کار مشخص شده در جدول VT1 مناسب باشد.

1-3- اطلاعات اساسی و مقادیر نامی باید مطابق جدول VT1 باشد.

1-4- ترانسفورماتورهای ولتاژ باید برای نصب در فضای باز، روی تکیه گاه مناسب باشند.

1-5- سیم پیچ های ثانویه ترانسفورماتورهای ولتاژ از نظر الکتریکی باید بطور کامل مجزا باشند.

1-6- هر سیم پیچی ثانویه باید دارای دقت های مورد نیاز اندازه گیری و حفاظت طبق جدول VT1 باشد.

1-7- کلاس دقت حفاظت و اندازه گیری هر سیم پیچی باید از 25٪ بار نامی تا بار نامی معتبر باشد، درحالیکه سیم پیچی دیگر از صفر تا صددرصد بار نامی در ضریب توان 0/8 پس فاز بار شده باشد.

1-8- دیاگرام خطای ترانسفورماتور ولتاژ برای صفر تا 100٪ بار نامی باید ارائه گردد. محدوده ولتاژ کلاس حفاظت باید از 2٪ ولتاژ نامی تا ولتاژ نامی ضرب در ضریب ولتاژ نامی و برای کلاس اندازه گیری از 80٪ تا 120٪ ولتاژ نامی باشد.

1-9- منحنی های مغناطیسی ترانسفورماتور ولتاژ باید ارائه گردد.

1-10- امپدانس اتصال کوتاه نباید از 25٪ اُهم، اندازه گیری شده درترمینالهای ثانویه در ولتاژ یک ولت مؤثر ($1V_{rms}$) با فرکانس 50 هرتز تجاوز نماید.

1-11- ترانسفورماتورهای ولتاژ دارای مقادیر نامی و ویژگی های یکسان باید قابل تعویض با یکدیگر باشند.

2- استانداردها و آئین نامه ها

به جز در مواردی که طور دیگری در این مشخصات قید گردیده، ترانسفورماتورهای ولتاژ باید طبق آخرین چاپ استاندارد IEC مربوط به ترانسفورماتورهای ولتاژ (IEC 186) طراحی، تولید و آزمایش شوند. آخرین چاپ نشریات زیر تا حدود مشخص شده باید به عنوان بخشی از این مشخصات محسوب گردند.

الف) ISO 1461 پوشش های فلزی- پوشش های گالوانیزه گرم غوطه ور بر روی محصولات ساخته شده آهنی- نیازها.

ب) VDE 0441 بخش اول، آزمایش های مربوط به عایق های با مواد آلی برای سیستم های با ولتاژ نامی بیش از یک کیلوولت.

پ) استاندارد اروپا Cenelec، پیش نویس Pren 50062-1991 E، مقره های تو خالی سرامیک تحت فشار برای تجهیزات ولتاژ بالا.

کلیه اصلاحیه ها و الحاقیه ها و نشریات مرجع درج شده در استانداردهای فوق الذکر نیز باید اعمال شوند.

3- طراحی و ساختمان

3-1- ترانسفورماتورهای ولتاژ باید خود خنک شونده، بطور محکم آب بندی شده با عایق رزینی و از نوع خشک باشد.

3-2- عایق خارجی می تواند از جنس چینی یا اپوکسی رزین مناسب برای فضای باز باشد. اپوکسی رزین باید برای شرایط کاری نامطلوب ناشی از اثرات جوی نظیر تشعشعات شدید خورشیدی، حرارت، سرما، تغییرات متناوب دما، رطوبت، شبنم، مه، برف، باران همین طور رسوب غبار، نمک ها، پس مانده های احتراق و گازهای زائد صنعتی طراحی شود. چتریها باید دارای پروفیل آئرودینامیکی باز، بدون برآمدگی زیرین باشد. طراحی و جنس عایق باید طوری باشد که عملکرد درازمدت مناسبی را در شرایط کاری مشخص شده بدست دهد.

پیشنهاد دهنده باید در مورد تجربه طولانی عایق اپوکسی رزین پیشنهادی برای ترانسفورماتور گواهی ارائه نماید. عایق های چینی باید دارای لعاب قهوه ای باشد مگر اینکه رنگ دیگری در جدول VT1 خواسته شده باشد. مقره چینی باید طبق آخرین استانداردهای IEC تولید و آزمایش شده و با نیازهای ترانسفورماتورهای ولتاژ سازگار باشد.

ترانسفورماتورهای ولتاژ باید در شرایط برقدار قابل شستشو باشند.

3-3- عایق داخلی باید بطور رضایت بخش و دائمی در مقابل نفوذ رطوبت حفاظت شده باشد. آب بندی مربوطه باید در برابر نور خورشید، هوا و آب مقاوم باشد.

3-4- بخش فلزی پائین ترانسفورماتورهای ولتاژ باید به دو ترمینال زمین کردن در دو طرف مقابل، برای اتصال هادی زمین مسی با اندازه مناسب مجهز شده و طوری ترتیب داده شود که به طور ناخواسته برداشته نشود.

3-5- تسهیلات لازم جهت بلند کردن ترانسفورماتور ولتاژ باید تدارک گردد.

3-6- کلیه قطعاتی که در معرض خوردگی می باشند باید از جنس مقاوم در برابر خوردگی، یا به صورت گالوانیزه گرم شده مطابق با استاندارد ISO 1461 ساخته شوند.

3-7- ترانسفورماتورهای ولتاژ باید از نظر مکانیکی طوری طراحی شوند که در مقابل فشارهای ناشی از بار یخ، نیروی باد، نیروهای کششی روی ترمینالهای فشار قوی، همین طور نیروهای ناشی از اتصال کوتاه و زلزله که در این مشخصات آمده است مقاوم باشند. ترکیب نیروها باید براساس Cenlec. Draft Pren 50061-1991 E باشد.

3-8- ترانسفورماتورهای ولتاژ باید به یک جعبه ترمینال ثانویه مجهز باشند. جعبه ترمینال باید دارای یک صفحه نگهدارنده کابل قابل برداشت و فضای کافی برای انجام اتصال سیم های ارتباطی مورد نیاز به صورت راحت باشد.

جعبه ترمینال باید برطبق IP54 حفاظت شده و در هنگام کار ترانسفورماتور قابل دسترس بوده و نیز به حفاظ باران، سوراخهای نفس کش محفوظ از باران و پوشیده شده با تور

مجهز و در مقابل نور خورشید و آب و هوا مقاوم باشند. در صورت لزوم، گرمکن ضد تقطیر مجهز به ترموستات باید تعبیه گردد.

جعبه ترمینال باید به وسائل زیر مجهز شود:

1- یک مجموعه بلوک ترمینال

2- فیوزهای HRC یا کلیدهای مینیاتوری با تسهیلات نشان دادن از دور، درصورت درخواست

3- ترمینالهای زمین برای زمین کردن سیم پیچی های ثانویه

4- رابط زمین مجزا برای هر سیم پیچ ثانویه

کلیه پیچها و عناصر اتصال دهنده باید از فلز مقاوم در برابر خوردگی باشند.

ترمینال های ثانویه و زمین، باید جهت اتصال هادی های رشته ای مسی تا 10 میلیمتر مربع مناسب باشند.

9-3- یک صفحه نشان دهنده مقادیر نامی خوانا باید در موقعیتی قابل مشاهده نصب شود. علاوه بر اطلاعات خواسته شده در IEC 186، وزن کل ترانسفورماتور نیز در صفحه مزبور قید شود.

10-3- یک صفحه نشان دهنده دیاگرام مدار خوانا که اتصالات ترانسفورماتور و علامت گذاری های ترمینال ها را نشان می دهد، باید بطور دائمی در نزدیکی جعبه ترمینال

ترانسفورماتور نصب گردد. اطلاعات اصلی مربوط به اتصالات مختلف به صورت مجزا، باید به طور روشن روی صفحه دیده شود.

3-11- ترتیب و اندازه صفحه نشان دهنده مقادیر نامی و صفحه دیاگرام مدار باید تأیید شده باشند.

3-12- صفحه ها باید از فولاد ضد زنگ یا سایر مواد مورد تأیید مقاوم در مقابل هوا و خوردگی، ساخته شده باشند.

3-13- نحوه علامت گذاری ترمینال ها باید مطابق استاندارد IEC 186 باشد.

3-14- ترمینال اولیه معمولاً باید از نوع مسطح باشد. ترمینال نوع میله ای نیز می تواند قابل قبول باشد.

4- آزمایش ها

4-1- آزمایش های طراحی:

آزمایش های طراحی به منظور اثبات مناسب بودن طراحی، مواد و روش تولید (تکنولوژی) عایق بیرونی اپوکسی رزین انجام می شود. آزمایش ها باید بر مبنای نیازمندیهای استاندارد VDE 0441 صورت پذیرد.

4-2- آزمایش های نوعی و جاری باید طبق استاندارد IEC 186 باشد، به جز مواردی که در شرح ذیل طور دیگری مشخص شده اند:

4-2-1- آزمایش های نوعی:

الف) آزمایش افزایش دما

www.power2.ir

ب) آزمایش ضربه صاعقه

پ) آزمایش استقامت الکتریکی فرکانس قدرت به مدت یک دقیقه، خیس

ت) آزمایش های دقت

ث) آزمایش میزان مقاومت در برابر اتصال کوتاه

ج) آزمایش ضربه صاعقه بریده روی سیم پیچی اولیه

2-2-4- آزمایش های جاری

الف) بازرسی چشمی

ب) بازرسی علامت گذاری ترمینال ها

پ) آزمایش استقامت الکتریکی فرکانس قدرت روی سیم پیچ اولیه

ت) آزمایش استقامت الکتریکی فرکانس قدرت روی سیم پیچ ثانویه

ث) آزمایش استقامت الکتریکی فرکانس قدرت بین قسمت ها

ج) اندازه گیری تخلیه جزئی

ح) آزمایش های دقت با درنظرداشتن نیازهای بند 2-1-7 این مشخصات فنی

خ) اندازه گیری مقاومت سیم پیچی

نکته: عایق های چینی باید طبق آخرین استانداردهای IEC آزمایش شوند (نوعی، جاری و آزمایش های نمونه).

5- مدارک:

5-1- مدارک همراه با پیشنهاد:

پیشنهاد دهنده باید اطلاعات زیر را ارائه کند:

الف) کاتالوگ و نشریات جامع فنی برای ترانسفورماتور ولتاژ و اجزاء مربوطه

ب) جزئیات تفاوت ها نسبت به مشخصات فنی مناقصه و یا استانداردهای مشخص شده

پ) ورقه های اطلاعات تضمین شده بطور کامل (جدول VT2)

ت) نقشه های طرح

ث) مشخصات مواد و حفاظت در مقابل خوردگی

ج) کپی استانداردهای اعمالی و سایر مراجع که در این مشخصات، مشخص نشده است.

چ) گزارش های مربوط به آزمایشهای طراحی

ح) گزارش های مربوط به آزمایشهای نوعی

خ) نحوه آزمایشهای جاری

د) سیستم کنترل کیفیت که سازنده باید هم در مورد تجهیزات و هم در مورد اجزاء اعمال نماید.

ذ) یک لیست مرجع که نمایانگر کلیه ترانسفورماتورهای رزینی باشد که قبلاً طراحی، ساخته و نصب شده است. نوع ترانسفورماتورها، ولتاژ نامی و محل استفاده از آنها، اداره برق مربوطه و سالهایی که در خدمت بوده اند باید روشن شود.

ر) دستورالعمل های آموزشی برای انبار کردن، حمل و نقل، بکارگیری، تعمیر و نگهداری.

ز) لوازم یدکی و نگهداری پیشنهادی برای عملکرد 5 ساله.

www.power2.ir

2-5- مدارک قرارداد:

مدارکی که فروشنده باید در خلال پیشرفت کار در جهت تأیید ارائه کند عبارتست از:

الف) نقشه های تفصیلی طرح همراه با کلیه توضیحات لازم درخصوص طراحی فونداسیون و تکیه گاههای فلزی که ترانسفورماتور روی آن نصب می شود.

ب) نقشه کامل تفصیلی برای جعبه ترمینال ثانویه

پ) نقشه های صفحه نشان دهنده مقادیر نامی و صفحه دیاگرام

ت) نقشه کامل تفصیلی برای مقره چینی

ث) گزارش های آزمایش های طراحی و نوعی

ج) دستورالعمل های آموزشی برای حمل و نقل، انبار کردن، بکارگیری و تعمیرات

چ) برنامه آزمایش های جاری و جزئیات نحوه انجام آن ها

ح) پیشنهاد درخصوص نحوه آزمایش در کارگاه، وسایل آزمایش و معیارها

خ) مقادیر نامی و منحنی جریان- زمان برای فیوزهای حفاظتی یا کلیدهای مینیاتوری مدارهای ثانویه.

د) لیست لوازم یدکی و نگهداری

www.power2.ir

جداول

جدول VT1

مقادیر نامی و ویژگی های ترانسفورماتورهای ولتاژ

شماره ردیف	شـــــــــــرح		مشخصـــات
الف	**مشخصات سیستم**		
1	ولتاژ نامی	کیلوولت مؤثر	63-66
2	بالاترین ولتاژ	کیلوولت مؤثر	72/5
3	فرکانس	هرتز	50
4	زمین کردن نوترال		مؤثر – غیر مؤثر
ب	**شرایط کار**		
1	حداقل درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	35- تا 10-
2	حداکثر درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	40+ تا 55+
3	حداکثر متوسط روزانه	درجه سانتیگراد	30+ تا 45+
4	ارتفاع از سطح دریا	متر	صفر تا 2500
5			45
6			
7			
8			

www.power2.ir

	حداکثر سرعت باد	متر بر ثانیه	10 تا 100
	رطوبت نسبی	٪	صفر تا 25
9	پوشش یخ	میلیمتر	
10	شرایط زلزله:		0/5
11	1) شتاب حداکثر زمین	شتاب ثقل	
	2) طیف		بیابانی- دریائی- صنعتی- حومه شهری
	نوع آلودگی		سبک- متوسط- سنگین- خیلی سنگین
	سطح آلودگی		
	هر نوع شرایط مخصوص		

جدول VT1

مقادیر نامی و ویژگی های ترانسفورماتورهای ولتاژ

شماره ردیف	شـــــــــــرح		مشخصـــات
پ	**ویژگی های ترانسفورماتورهای ولتاژ**		
1	نوع		خشک با عایق اپوکسی رزین، اندوکتیو و تک فاز
2	کلاس		بیرونی
3	بالاترین ولتاژ وسیله (U_m)	کیلوولت مؤثر	72/5
4	سطوح عایقی نامی در شرایط استاندارد:		
	1) ولتاژ قابل تحمل با فرکانس قدرت به مدت یک دقیقه	کیلوولت مؤثر	140*

www.power2.ir

5	2) ولتاژ قابل تحمل ضربه ای صاعقه	کیلوولت پیک	325*
	حداکثر تداخل رادیویی در ولتاژ $\frac{1/1U_m}{\sqrt{3}}$		
6	در فرکانس یک مگاهرتز	میکروولت	500
7	ولتاژ نامی اولیه	کیلوولت مؤثر	$\frac{63}{\sqrt{3}} - \frac{66}{\sqrt{3}}$
8	ولتاژ نامی ثانویه	کیلوولت مؤثر	$\frac{100}{\sqrt{3}} - \frac{110}{\sqrt{3}}$
	ضریب ولتاژ نامی		
9	1) دائمی		1/2
10	2) 30 ثانیه		1/5 - 1/9
11	تعداد سیم پیچ های ثانویه		2
	کلاس دقت هر سیم پیچی		0/5 + 3P
	خروجی نامی هر سیم پیچی	ولت آمپر	تا 200

* قابلیت تحمل ولتاژ عایق بیرونی در ارتفاعات بالاتر از 1000 متر از سطح دریا افزایش یابد (به میزان یک درصد به ازاء هر 100 متر اضافه بر 1000 متر)

www.power2.ir

جدول VT1

مقادیر نامی و ویژگی های ترانسفورماتورهای ولتاژ

شماره ردیف	شـــــــــــرح	مشخصـــات
12	حداقل فاصله خزشی خارجی مقره میلیمتر بر کیلوولت مؤثر فاز به فاز	16-20-25-31
13	نیروی کشش روی ترمینال ولتاژ بالا به علت سیم متصل به آن نیوتن	1000
14	حداکثر افزایش دما درجه سانتیگراد	مطابق با استاندارد IEC با در نظر گرفتن شرایط کار
15	فیوزهای HRC یا کلیدهای مینیاتوری برای حفاظت مدارهای ثانویه بلی / خیر	(مشخصات مربوط قید گردد)
16	رنگ لعاب مقره چینی	قهوه ای- خاکستری

www.power2.ir

استاندارد ترانسفورماتورهای ولتاژ اندوکتیو نوع گازی (SF6)، خودایستا

نیازهای خصوصی

1- کلیات

1-1- این مشخصات حداقل نیازمندیهای مربوط به طراحی، مقادیر نامی، مواد، ساخت، آزمایش و آماده سازی برای حمل ترانسفورماتورهای ولتاژ فشار قوی اندوکتیو نوع گازی (SF6)، بیرونی و خودایستا را دربر می گیرد.

1-2- این وسیله باید جهت بکارگیری در شرایط کار مشخص شده در جدول VT1 مناسب باشد.

1-3- اطلاعات اساسی و مقادیرنامی تجهیزات باید مطابق موارد مشخص شده در جدول VT1 باشد.

1-4- ترانسفورماتورهای ولتاژ باید برای نصب در فضای آزاد و روی تکیه گاه مناسب باشند.

1-5- سیم پیچ های ثانویه ترانسفورماتورهای ولتاژ از نظر الکتریکی باید کاملاً مجزا باشند.

1-6- هر سیم پیچ ثانویه باید دارای دقت های مورد نیاز اندازه گیری و حفاظت طبق جدول VT1 باشد.

www.power2.ir

1-7- کلاس دقت حفاظتی و اندازه گیری هر سیم پیچی باید از 25٪ ولت آمپر نامی تا ولت آمپر نامی، در حالی که سیم پیچی دیگر از صفر تا صددرصد جریان نامی بار شده و دارای ضریب توان پس فاز 0/8 باشد، معتبر باشد.

1-8- دیاگرام خطای ترانسفورماتور ولتاژ برای صفر تا صددرصد بار نامی باید ارائه گردد. برای کلاس حفاظتی، محدوده ولتاژ باید از دو درصد ولتاژ نامی تا حاصلضرب ولتاژ در ضریب ولتاژ نامی، و برای کلاس اندازه گیری از 80 تا 120 درصد ولتاژ نامی باشد.

1-9- منحنی های مغناطیسی ترانسفورماتورهای ولتاژ باید ارائه گردد.

1-10- امپدانس اتصال کوتاه نباید از 0/25 اهم (اندازه گیری شده از ترمینال های ثانویه در 1Vrms و 50Hz) تجاوز نماید.

1-11- ترانسفورماتورهای ولتاژ دارای مقادیر نامی و ویژگی های یکسان باید قابل تعویض با یکدیگر باشند.

2- آئین نامه ها و استانداردها

به جز در مواردی که طور دیگری در این مشخصات به گونه ای دیگر قید شده باشد، ترانسفورماتور ولتاژ باید طبق آخرین چاپ استاندارد IEC مربوط به ترانسفورماتورهای ولتاژ (IEC 186) طراحی، تولید و آزمایش شوند. آخرین چاپ نشریات زیر تا حدود مشخص شده باید به عنوان بخشی از این مشخصات محسوب گردند:

الف) IEC 376 مشخصات فنی و پذیرش هگزافلوراید گوگرد جدید.

ب) IEC 480 راهنمای بازرسی گاز SF6 گرفته شده از تجهیزات الکتریکی.

پ) IEC 517 کلید خانه های ولتاژ بالا با محفظه فلزی برای ولتاژهای 72/5 کیلوولت و بالاتر.

ت) IEC 233 آزمایش مقره های تو خالی برای استفاده در تجهیزات الکتریکی.

ث) IEC 168 آزمایش های مربوط به مقره های اتکایی داخلی و خارجی برای سیستم های دارای ولتاژ نامی بالاتر از 1000 ولت.

ج) IEC 815 راهنمای انتخاب مقره ها در ارتباط با شرایط آلودگی.

چ) IEC DOC. 36 (CO) 71 آزمایش های مربوط به مقره های مرکب خطوط انتقال هوایی با ولتاژ نامی متناوب بالاتر از 1000 ولت.

ح) VDE 0441 بخش اول، آزمایش های مربوط به مقره های ساخته شده از مواد آلی برای سیستم هایی با ولتاژ نامی بالاتر از 1000. آزمایش های روی مواد بکار رفته در مقره های بیرونی.

خ) VDE 0441 بخش دوم، آزمایش های مربوط به مقره های ساخته شده از مواد آلی برای سیستم هایی با ولتاژ نامی بیش از یک کیلوولت. آزمایش های مربوط به مقره های مرکب بیرونی با هسته فایبرگلاس (راهنمای VDE).

د) ASTM A123 پوشش روی (گالوانیزه گرم) بر روی محصولات ساخته شده از فولاد به روش نورد، پرس و آهنگری به صورت صفحه، مفتول و نوار.

ذ) ASTM A153 مشخصات فنی پوشش روی (گالوانیزه گرم غوطه ور) بر روی سخت افزار آهنی و فولادی.

www.power2.ir

ر) DIN/AD آئین نامه برای محفظه های تحت فشار MERKBLAETTER (AD Code).

ز) ASME آئین نامه محفظه های تحت فشار

ژ) استاندارد اروپا Cenelec. پیش نویس Pren 50062-1991E. مقره های تو خالی سرامیک تحت فشار برای کلید افزار و افزار کنترل ولتاژ بالا.

س) Draft IEC 1166: راهنما برای توصیف کلیدهای ولتاژ بالای جریان متناوب در مقابل زلزله. کلیه اصلاحیه ها، الحاقیه ها ونشریات مرجع درج شده در استانداردهای فوق الذکر نیز باید اعمال شوند.

3- طراحی و ساختمان

3-1- ترانسفورماتورهای ولتاژ باید محکم آب بندی شده و از نوع گازی (SF6) باشند.

3-2- بخش فعال باید در یک محفظه فلزی قرار داده شده باشد. ترانسفورماتور ولتاژ باید دارای عایق گازی (SF6) با فیلم پلاستیکی باشد. اتصال سیم پیچی فشار قوی به ترمینال فشار قوی باید از طریق یک مقره عبوری گازی SF6 انجام شود.

3-3- محفظه ترانسفورماتور ولتاژ باید از جنس آلومینیوم ریخته شده مرغوب یا فولاد گالوانیزه گرم، با پوشش رنگ باشد.

3-4- مقره عایقی خارجی باید از انواع غیرقابل انفجار به هنگام گسیختگی عایق، مانند مقره مرکب یا مقره چینی دوبل شده با لوله داخلی از جنس اپوکسی رزین تقویت شده با فایبرگلاس باشد.

3-5- ترانسفورماتور ولتاژ باید طوری طراحی شود که قادر به تحمل فشار گاز SF6 در چگالی طراحی، در بالاترین درجه حرارت ممکن در شرایط کار عادی (فشار طراحی شده) باشد و همچنین بتواند خلأ کامل را تحمل نماید. ترانسفورماتور ولتاژ همچنین باید از نظر تنش در شرایط غیرمعمول افزایش فشار ناشی از بروز قوس داخلی، بررسی شود.

محفظه باید در مقابل قوسی داخلی که مدت زمان و جریان آن در جداول VT1 قید شده، بدون سوراخ شدن مقاومت کند.

3-6- ترانسفورماتور ولتاژ باید دارای یک صفحه قابل گسیختن باشد که بتواند افزایش فشار را زیر حد ترکیدگی پوسته ترانسفورماتور نگه دارد.

کلیه گازهای رها شده، محصولات ناشی از قوس الکتریکی، تکه های خرد شده دیافراگم ترکیده، همگی باید به دور از کارکنان، هدایت شده و حتی الامکان دور از نشاندهنده ها، بخش های پر کردن گاز، و سوئیچ های چگالی گاز باشد.

3-7- کلیه اتصالات باید آب بندی شده باشند و سازنده باید ضمانت کند که نشت گاز از ترانسفورماتور ولتاژ کمتر از یک درصد در سال باشد.

3-8- ترانسفورماتور ولتاژ باید به کار خود در ولتاژ نامی ادامه دهد حتی اگر فشار گاز به فشار اتمسفر نزول کند.

3-9- چگالی گاز ترانسفورماتور ولتاژ باید بطور پیوسته توسط یک سوئیچ بدون ولتاژ نظارت شده و هنگامی که چگالی گاز از مقدار پیش بینی شده کمتر شده علامت هشدار دهنده

www.power2.ir

در دور را آغاز نماید.نشاندهنده فشار (فشارسنج) نیز جهت بازرسی چشمی مستقیم باید تدارک شود.

3-10- گاز SF6 باید در زمانی که ترانسفورماتور ولتاژ در پائین ترین درجه حرارت مشخص شده در جدول VT1 کار می کند در حالت گازی باقی بماند.

3-11- جذب کننده رطوبت باید در ترانسفورماتور ولتاژ نصب گردد. جذب کننده رطوبت باید در موقعیتی مناسب طوری جاسازی شود که از نفوذ ذرات آن به داخل ترانسفورماتور ولتاژ جلوگیری شود.

3-12- اتصالات مناسب باید برای پرکردن گاز، تخلیه و نصب فشارسنج دستی (پرتابل) تدارک شود. پرکردن گاز باید طوری باشد که لازم به برداشتن سویچ چگالی و نشاندهنده فشار نباشد.

3-13- طراحی محفظه، جوشکاری، بازرسی و آزمایش اتصالات جوشکاری شده باید با نیازمندیهای تشریح شده در استانداردهای DIN/AD مطابقت داشته باشد. کیفیت کاری جوشکارها نیز باید با استانداردها مطابقت داشته باشد.

3-14- ترانسفورماتور ولتاژ باید از نظر مکانیکی به گونه ای طراحی شده باشد که تحمل فشارهای ناشی از موارد زیر را داشته باشد:

1- زلزله

2- نیروی کششی روی ترمینال های فشار قوی

3- فشار داخلی

www.power2.ir

4- نیروی باد

5- بار یخ

ترانسفورماتورهای ولتاژ باید بتوانند تحت ترکیب نیروهای فوق بکار خود ادامه دهند.ترکیب نیروها باید براساس Cenelec.draft pren 50062 – 1991 E باشد. فشارهای زمین لرزه که بوسیله محاسبه یا آزمایش بدست می آید باید با سایر بارهای مشخص شده ترکیب شود و از ترکیب آنها قابلیت پایداری ترانسفورماتور ولتاژ تعیین گردد.

15-3- مقره های مرکب باید طوری طراحی شده باشند که قادر به تحمل شرایط کاری نامطلوب ناشی از تأثیرات آب و هوایی مانند تشعشع شدید خورشیدی، گرما، سرما، تغییرات مکرر دما، رطوبت، شبنم، مه، برف، باران و همچنین آلودگی های ناشی از گرد و غبار، نمک، دوده و گازهای خروجی صنایع باشند.

مشخصات مکانیکی باید توسط لوله فایبرگلاس تقویت شده با اپوکسی رزین با استحکام زیاد برآورده گردد (لوله F.R.P). لوله F.R.P باید در مقابل تأثیرات محیطی به وسیله سیلیکون رابر محافظت شود. سیلیکون رابر باید دارای خواص عالی مکانیکی و الکتریکی و همچنین سطح دفع کننده آب بوده و فاصله خزشی لازم را برآورده نماید. چتری باید دارای پروفیل باز آئرودینامیکی بدون برآمدگی های زیرین باشد. یک پیوند شیمیایی باید بین سطح لوله F.R.P و سیلیکون رابر وجود داشته باشد.

طراحی و مواد مقره باید آنچنان باشد که مقره از عمر کافی در شرایط کاری مشخص شده برخوردار گردد. پیشنهاد دهنده باید در مورد تجربه طولانی مقره های مرکب که برای

ترانسفورماتورهای ولتاژ پیشنهاد نموده گواهی ارائه کند و فروشنده باید ضمانت اضافی برای عملکرد طولانی را بدهد.

3-16- میدان الکتریکی باید توسط وسایل تنظیم کننده میدان کنترل شود.

3-17- مقره چینی باید دارای لعاب قهوه ای باشد مگر اینکه رنگ دیگری در جدول VT1 خواسته شده باشد. مقره چینی باید برطبق استانداردهای IEC 233 و IEC 815 ساخته و آزمایش گردد و نیازمندیهای ترانسفورماتور ولتاژ را برآورد.

3-18- قسمت فلزی پایین ترانسفورماتورها باید دارای دو ترمینال زمین در دو سمت مقابل باشد به طوری که بتوان هادی مسی با اندازه مناسب را به آن وصل کرد.اتصال زمین باید آن چنان باشد که ناخواسته قطع نگردد.

3-19- تسهیلاتی جهت بلند کردن ترانسفورماتورهای ولتاژ باید مهیا گردد.

3-20- کلیه قطعاتی که در معرض خوردگی هستند باید از مواد غیرقابل خوردگی یا موادی که بطور غوطه ور طبق استاندارد ASTM گالوانیزه گرم شده اند ساخته شوند.

3-21- یک صفحه جهت درج مقادیر نامی از جنس فولاد ضد زنگ یا سایر مواد غیرقابل خوردگی مقاوم در برابر هوا باید روی ترانسفورماتور در یک محل مناسب قابل رویت تعبیه شود. نوشته های روی صفحه باید با روش تأیید شده نظیر قلمکاری، حکاکی یاسایر روشها درج گردد. دیاگرام اتصالات و نیز اطلاعات زیر باید روی صفحه مزبور آمده باشد:

الف) تمامی اطلاعات طبق استاندارد IEC 186

ب) وزن کل

پ) فشار گاز نامی در شرایط کار 20 درجه سانتیگراد

ت) فشار هشدار دهنده برای پر کردن گاز در 20 درجه سانتیگراد

ث) فشار حداقل گاز در شرایط کار در 20 درجه سانتیگراد

22-3- ترانسفورماتورهای ولتاژ بایدبه یک جعبه ترمینال ثانویه با صفحه نگهدارنده کابل قابل برداشتن مجهز شوند. جعبه ترمینال باید از فضای کافی برای اتصال سر سیمهای لازم برخوردار باشد.

جعبه ترمینال باید بر طبق IP54 حفاظت شده و وقتی که ترانسفورماتور ولتاژ در حال کار است نیز قابل دسترسی و در مقابل بارندگی محفوظ و سوراخهای نفس کش آن با تور پوشیده شده باشد. جعبه ترمینال باید دارای یک ترمینال اتصال زمین باشد و تمام ترمینالها و پیچهای آن از جنس ضدخوردگی باشد و در صورت لزوم گرم کننده ضد تقطیر در آن تعبیه شود. ترمینالهای ثانویه و ترمینالهای زمین باید جهت اتصال هادی رشته ای مسی تا مقطع 10 میلیمتر مربع مناسب باشد.

23-3- یک پلاک دیاگرام مدار که اتصالات و علامتگذاری های ترانسفورماتور را نشان می دهد باید بطور ثابت در نزدیکی جعبه ترمینال نصب شود. اطلاعات اصلی مربوط به اتصالات مختلف، باید به تفکیک و به طور واضح روی صفحه ارائه شده باشد. روش علامت گذاری باید طبق استاندارد IEC باشد.

24-3- ترتیب و اندازه پلاک نامی و پلاک دیاگرام مدار باید تهیه شود.

www.power2.ir

3-25- درصورت درخواست، جعبه ترمینال ثانویه باید دارای فیوزهای HRC یا کلیدهای مینیاتوری دارای نشان دهنده از دور، برای محافظت سیم پیچهای ثانویه باشد.

3-26- ترانسفورماتورهای ولتاژ 245 کیلوولت و 420 کیلوولت باید برای حمل و نقل به صورت افقی طراحی شوند.

3-27- ترمینال اولیه باید معمولاً از نوع مسطح باشد. نوع میله ای نیز می تواند مورد قبول قرار گیرد.

4- آزمایش ها

4-1- آزمایشهای طراحی:

آزمایشهای طراحی به منظور اثبات مناسب بودن کیفیت طراحی، مواد و روش ساخت (تکنولوژی) اجرا می شود.

الف) آزمایش فشار مداوم روی لوله اپوکسی تقویت شده با فایبرگلاس- این آزمایش باید طول عمر عملکرد وسیله را تحت فشار نامی داخلی روشن کند. هیچگونه نشتی یا صدمه ای در خلال آزمایش نباید رخ دهد.

ب) آزمایش نفوذ رطوبت- شدت نفوذ رطوبت باید توسط یک آزمایش طولانی مدت تحت شرایط تغییر دما و رطوبت تعیین گردد. فرسودگی عایق برای مدت طولانی نباید اتفاق بیفتد.

پ) آزمایش لایه واسطه (بین لوله اپوکسی و سیلیکون رابر) طبق استاندارد VDE 0441 برای مقره های مرکب.

ت) آزمایش محفظه (مقره عایقی)- آزمایش سایش و TRACKING طبق VDE 0441 یا IEC, DOC 36(CO) 71 برای مقره های مرکب.

ث) آزمایش محفظه- آزمایش سایش و TRACKING طبق استاندارد APPENDIX C IEC, Doc 36 (CO) 71 با یک دوره 5000 ساعته، برای مقره های مرکب.

ج) آزمایش برخورد- این آزمایش باید معلوم گرداند که وقتی مقره شکسته یا پاره می شود قطعات آن توسط فشار گاز خروجی با شدت به اطراف پراکنده نمی شوند.

چ) آزمایش نفوذ آب طبق استاندارد IEC, Doc 36 (CO) 71 روی مقره های مرکب.

ح) آزمایش نفوذ رنگ طبق استاندارد IEC, Doc 36 (CO) 71 روی مقره های مرکب.

خ) هیدروفوبی (خیس نشدن) سیلیکون رابر باید چک شود. سیلیکون رابر باید قابلیت اینکه آلودگی روی سطح خود را دافع آب نماید، داشته باشد.

د) آزمایش قوس داخلی براساس IEC 517 با درنظر گرفتن نیازهای این مشخصات فنی.

ذ) آزمایش زلزله براساس Draft IEC 1166 سایر استانداردهای شناخته شده نیز ممکن است پس از بررسی و تأیید خریدار قرار گیرد.

ر) آزمایش آلودگی مصنوعی براساس IEC 507.

2-4- آزمایش های نوعی:

الف) آزمایش افزایش درجه حرارت طبق IEC 186

ب) آزمایش تحمل ضربه صاعقه طبق IEC 186.

پ) آزمایش تحمل ضربه کلیدزنی طبق IEC 186.

ت) آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه به مدت یک دقیقه، طبق IEC 186.

ث) آزمایش دقت طبق IEC 186.

ج) آزمایش تحمل اتصال کوتاه طبق IEC 186.

چ) آزمایش RIV طبق CISPR نشریه 16، 1977.

ح) آزمایش نیروی خمشی (Cantilever) روی مقره های خالی طبق IEC 168.

خ) آزمایش تأیید برای محفظه های فلزی طبق IEC 517 بخش 6.104

د) آزمایش تحمل ولتاژ وقتی که فشار گاز به یک اتمسفر تقلیل یافته است.

ذ) آزمایش موج صاعقه بریده شده طبق IEC 186.

3-4- آزمایشهای جاری:

الف) بازرسی چشمی

ب) بازرسی علامتگذاری ترمینالها طبق IEC 186.

پ) آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه بین سیم پیچهای ثانویه طبق IEC 186.

ت) آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه بین قسمت ها طبق IEC 186.

ث) آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه روی سیم پیچی اولیه طبق IEC 186.

ج) آزمایش عایق بین ترمینال فشار ضعیف و زمین طبق IEC 186.

www.power2.ir

چ) آزمایش تخلیه جزئی طبق IEC 186 اندازه گیری تخلیه جزئی باید در خلال آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه انجام شده و سطح تخلیه جزئی نباید از یک پیکوکولمب $\frac{1/1U_m}{\sqrt{3}}$ در ولتاژ تجاوز نماید. سطوح تخلیه جزئی باید در ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه به مدت یک دقیقه اندازه گیری و ثبت شود.

ح) آزمایش های دقت طبق IEC 186، با توجه به نیازمندی های ماده (7-1) از این مشخصات فنی.

خ) منحنی مغناطیسی مربوط به یک ترانسفورماتور ولتاژ از هر نوع باید رسم شود. مقاومت سیم پیچی ثانویه باید اندازه گیری گردد.

د) آزمایش آب بندی- ترانسفورماتور ولتاژ باید با گاز، با فشار حداکثر مشخص شده برای کار، در درجه حرارت محیط، پر شود. در جریان آزمایش، باید توجه شود که نشت گاز کمتر یا مساوی مقدار تضمینی باشد.

ذ) آزمایش فشار مطابق آئین نامه محفظه های تحت فشار مربوطه.

ر) آزمایش سوئیچ چگالی- فشار عملکرد سوئیچ مزبور باید بازرسی شود.

نکته (1): مقره های چینی توخالی باید طبق Cenelec, draft, Pren 50062 1991 E و IEC 233 آزمایش شوند.

نکته (2): تمامی آزمایش های ولتاژ و آزمایش تخلیه جزئی برای ترانسفورماتورهای ولتاژ باید در شرایط حداقل چگالی گاز عملکرد، اجرا گردد.

5- آماده سازی برای حمل و نقل

5-1- علاوه بر نیازهای مشخص شده در بخش یک این مشخصات، ترانسفورماتور تنها می تواند تحت اضافه فشار 0/2 تا 0/3 بار حمل و نقل شود.

5-2- در صورت لزوم، برای نگه داشتن بخش فعال در جای خودش در خلال حمل و نقل باید از تکیه گاه هائی که مجدداً قابل برداشت هستند استفاده نمود. فروشنده باید نوسانات در جریان حمل و نقل جاده ای را به دقت زیر نظر داشته باشد.

6- مدارک:

6-1- مدارک همراه با پیشنهاد

پیشنهاد دهنده باید اطلاعات زیر را ارائه کند:

الف) کاتالوگ و نشریات جامع فنی برای ترانسفورماتورهای ولتاژ و اجزاء مربوطه

ب) جزئیات تفاوت ها نسبت به مشخات فنی مناقصه و یا استانداردهای مشخص شده

پ) ورقه های اطلاعات تضمین شده بطور کامل (جدول VT2)

ت) نقشه های طرح

ث) مشخصات مواد و حفاظت در مقابل خوردگی

ج) کپی استانداردهای اعمالی و سایر مراجع که در این مشخصات، مشخص نشده است.

چ) گزارش های مربوط به آزمایش های طراحی

ح) گزارش های مربوط به آزمایش های نوعی

خ) نحوه آزمایش های جاری

www.power2.ir

د) سیستم کنترل کیفیت که سازنده باید هم در مورد تجهیزات و هم در مورد اجزاء اعمال نماید.

ذ) یک لیست مرجع که نمایانگر کلیه ترانسورماتورهای گازی (SF6) باشد که قبلاً طراحی، ساخته و نصب شده است. نوع ترانسفورماتورها، ولتاژ نامی و محل استفاده از آنها و اداره برق مربوطه و سالهایی که در خدمت بوده اند باید روشن شود.

ر) توضیحات در مورد چگونگی تسکین یا رها کردن فشار گاز پس از وقوع اتصال کوتاه در داخل ترانسفورماتور همراه با منحنی ها و توضیحات مربوطه

ز) مشخصات سوراخ شدن محفظه به علت قوس داخلی به صورت تابعی از زمان و جریان اتصال کوتاه

ژ) دستورالعمل های آموزشی برای انبار کردن، حمل و نقل، بکارگیری، تعمیر و نگهداری.

س) لیست لوازم یدکی پیشنهادی برای عملکرد 5 ساله.

2-6- مدارک قرارداد:

مدارکی که فروشنده باید در خلال پیشرفت کار جهت تأیید ارائه کند عبارت است از:

الف) نقشه های تفصیلی طرح همراه با کلیه توضیحات لازم درخصوص طراحی فونداسیون و تکیه گاههای فلزی که ترانسفورماتور روی آن نصب می شود.

ب) نقشه کامل تفصیلی برای جعبه ترمینال ثانویه

پ) نقشه های صفحات نشاندهنده مقادیر نامی و دیاگرام

ت) گزارش های آزمایش های طراحی و نمونه

ث) دستورالعمل های حمل، انبار کردن، نصب، بکارگیری، تعمیر و نگهداری

ج) برنامه آزمایش های جاری و جزئیات نحوه انجام آنها

چ) پیشنهاد درخصوص نحوه آزمایش در کارگاه، وسایل آزمایش و معیارها

ح) مقادیر نامی و منحنی جریان- زمان برای فیوزهای حفاظتی یا کلیدهای مینیاتوری مدارهای ثانویه

خ) لیست لوام یدکی

www.power2.ir

جداول

جدول VT1

مقادیر نامی و ویژگی های ترانسفورماتورهای ولتاژ گازی (SF6)

شماره ردیف	شـــــــــــرح		مشخصـــات 420 کیلوولت	245 کیلوولت	145 کیلوولت
الف	**مشخصات سیستم**				
1	ولتاژ نامی	کیلوولت مؤثر	400	230	132
2	بالاترین ولتاژ	کیلوولت مؤثر	420	245	145
3	فرکانس	هرتز	50	50	50
4	زمین کردن نوترال	مؤثر- غیرمؤثر	بطور مؤثر زمین شده		
ب					
1	**شرایط کار**				
2	حداقل درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	-15 تا -35		
3	حداکثر درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد	+55 تا +40		
4	حداکثر متوسط روزانه	درجه سانتیگراد	+45 تا +30		
5	ارتفاع از سطح دریا	متر	صفر تا 2500		
6	حداکثر سرعت باد	متر بر ثانیه	45		
7	رطوبت نسبی	٪	10 تا 100		
8	پوشش یخ	میلیمتر	صفر تا 25		
9					
10			0/5		

بیابانی- دریائی- صنعتی- حومه شهری

سبک- متوسط- سنگین- خیلی سنگین

www.power2.ir

11	شرایط زلزله: 1) شتاب حداکثر زمین شتاب ثقل 2) طیف نوع آلودگی سطح آلودگی هر نوع شرایط مخصوص			

جدول VT1

مقادیر نامی و ویژگی های ترانسفورماتورهای ولتاژ گازی (SF6)

شماره ردیف	شـــــــــــرح		مشخصـــات		
			420 کیلوولت	245 کیلوولت	145 کیلوولت
پ	**ویژگی های ترانسفورماتور ولتاژ**				
1	نوع		اس- اف- 6 اندوکتیو و تک فاز		
2	کلاس		بیرونی		
3	بالاترین ولتاژ وسیله (U_m)	کیلوولت مؤثر	420	245	145
4	سطوح عایقی نامی در شرایط استاندارد:				
	1) ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه به مدت یک دقیقه	کیلوولت مؤثر	630-680	460	275
	2) ولتاژ قابل تحمل ضربه صاعقه	کیلوولت پیک	-1550 1425	1050	650
5	3) ولتاژ قابل تحمل ضربه کلیدزنی	کیلوولت پیک	-1175 1050	----	----
6	حداکثر تداخل رادیویی در ولتاژ $\frac{1/1U_m}{\sqrt{3}}$ و در فرکانس یک مگاهرتز	میکرو ولت	500	500 $\frac{230}{\sqrt{3}}$	500 $\frac{132}{\sqrt{3}}$
7	ولتاژ نامی اولیه	کیلوولت مؤثر	500	$\frac{100}{\sqrt{3}}-\frac{100}{\sqrt{3}}$	
8					

www.power2.ir

	ولتاژ نامی ثانویه	ولت مؤثر	$\frac{400}{\sqrt{3}}$	
9	ضریب ولتاژ نامی:			
10	الف) مداوم		1/2	1/2
11	ب) سی ثانیه		1/5	1/5
12	تعداد سیم پیچ های ثانویه		2	2
	کلاس دقت هر سیم پیچی		0/5+ 3P	
	خروجی نامی هر سیم پیچی	ولت آمپر	تا 200	
	حداقل فاصله خزشی خارجی مقره	میلیمتر برکیلوولت مؤثر فاز به فاز	16-20-25-31	

جدول VT1

مقادیر نامی و ویژگی های ترانسفورماتورهای ولتاژ گازی (SF6)

شماره ردیف	شـــــــــــرح		مشخصـــات		
			420 کیلوولت	245 کیلوولت	145 کیلوولت
13	نیروی کشش روی ترمینال ولتاژ بالا به علت سیم متصل به آن:				
	الف) افقی	نیوتن	1000	1000	1000
	ب) قائم	نیوتن	1000	1000	1000
14	جریان قوس خطای داخلی	کیلوآمپر	50	50	31/5
15	حداکثر زمان قوس خطای داخلی	ثانیه	0/5	0/5	1
16	حداکثر افزایش دما	درجه سانتیگراد	مطابق با استاندارد IEC با در نظرگرفتن شرایط کار		
17	فیوزهای HRC یا کلیدهای مینیاتوری برای حفاظت مدارهای ثانویه	بلی/خیر	(مشخصات مربوطه قید گردد)		
18	رنگ لعاب مقره چینی		قهوه ای- خاکستری		

www.power2.ir

استاندارد ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی

نیازهای خصوصی

1- کلیات

1-1- این مشخصات حداقل نیازمندیهای مربوط به طراحی، مقادیر نامی، مواد، ساخت، آزمایش و آماده سازی برای حمل ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی فشار قوی، بیرونی را دربر می گیرد.

1-2- این وسیله باید جهت بکارگیری در شرایط کار مشخص شده در جدول CVT1 مناسب باشد.

www.power2.ir

1-3- اطلاعات اساسی و مقادیر نامی تجهیزات باید مطابق موارد مشخص شده در جدول CVT1 باشند.

1-4- ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی باید برای نصب در فضای آزاد و روی تکیه گاه مناسب باشند.

1-5- سیم پیچ های ثانویه ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی از نظر الکتریکی باید کاملاً مجزا باشند.

1-6- هر سیم پیچ ثانویه باید دارای دقت های مورد نیاز اندازه گیری و حفاظت طبق جدول CVT1 باشد.

1-7- کلاس دقت حفاظتی و اندازه گیری هر سیم پیچی باید از 25٪ ولت آمپر نامی تا 100٪ ولت آمپر نامی، در حالی که سیم پیچی دیگر از صفر تا صددرصد ولت آمپر نامی در ضریب توان 0/8 پس فاز بار شده، معتبر باشد.

1-8- طراحی ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی باید طوری باشد که دقت آنها تحت تاثیر آلودگی در سطوح خارجی قرار نگیرد. ترانسفورماتورهای ولتاژ باید برای استفاده همزمان بعنوان کوپلینگ کاربر خط قدرت PLC و ترانسفورماتورهای اندازه گیر ولتاژ مناسب باشند.

1-9- ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی باید طوری طراحی گردند که با استفاده از یک دستگاه میراکننده نوسانات مناسب، از ایجاد فرورزونانس جلوگیری شود و مصرف اضافی این دستگاه نیز درنظرگرفته شده باشد.

1-10- دیاگرام خطا برای صفر تا صددرصد مصرف نامی باید داده شود. تغییرات ولتاژ برای کلاس حفاظت بین 2٪ ولتاژ نامی تا ولتاژ نامی ضربدر ضریب ولتاژ نامی و برای کلاس اندازه گیری بین 80 الی 120 درصد ولتاژ نامی باشد.

1-11- منحنی مغناطیسی ترانسفورماتور ولتاژ مغناطیسی و دستگاه میراکننده نوسانات فرورزونانس باید داده شود.

1-12- بستگی خطای ولتاژ و جایجائی فاز به فرکانس بازاء خروجی نامی و ولتاژ نامی باید در دیاگرام خطای ترانسفورماتور ولتاژ (برای حفاظت 96%<f<102% و برای اندازه گیری 99%<f<101%) داده شود.

1-13- امپدانس اتصال کوتاه اندازه گیری شده روی سیستم ثانویه در شرایط یک ولت مؤثر و 50 هرتز نباید از 25٪ اهم تجاوز کند.

1-14- ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی، دارای مقادیر نامی و ویژگی های یکسان، باید قابل تعویض با یکدیگر باشند.

2- آئین نامه ها و استانداردها

به جز در مواردی که در این مشخصات به گونه ای دیگر قید شده باشد، ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی باید طبق آخرین چاپ استاندارد IEC مربوط به ترانسفورماتورهای ولتاژ (IEC 186) طراحی، تولید و آزمایش شوند.

آخرین چاپ نشریات زیر تا حدود مشخص شده باید به عنوان بخشی از این مشخصات محسوب گردند:

الف) IEC 358 خازنهای کوپلینگ و مقسم خازنی

ب) ISO 1461 پوششهای فلزی- پوشش گالوانیزه غوطه ور گرم روی محصولات آهنی ساخته شده- نیازها.

پ) IEC 296- مشخصات روغن های معدنی تازه برای ترانسفورماتورها و کلید افزار.

ت) IEC 815 راهنمای انتخاب مقره ها در ارتباط با شرایط آلودگی.

ث) استاندارد اروپا Cenelec. پیش نویس Pren 50062 1991E. مقره های تو خالی سرامیک تحت فشار برای کلید افزار و افزار کنترل ولتاژ بالا.

کلیه اصلاحیه ها، الحاقیه ها و نشریات مرجع درج شده در استانداردهای فوق الذکر نیز باید اعمال شوند.

3- طراحی و ساختمان

3-1- تمام قسمتهائی که در معرض خوردگی می باشند باید از مواد ضدخوردگی ساخته شوند یا برطبق ISO-1461 گالوانیزه غوطه ور گرم گردند.

3-2- ترانسفورماتورها باید به طور کامل آب بندی شوند. عایق های داخلی باید به طور رضایت بخش و دائم در برابر رطوبت محافظت شده باشند. وسائل آب بندی تجهیزات باید مقاوم در برابر آفتاب، هوا، روغن و آب باشند.

ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی باید با روغن دارای درجه مشخص شده در استاندارد IEC 296 و نوع غیر PCB پر شوند.

3-3- ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی باید به نشاندهنده سطح روغن که به آسانی از سطح زمین قابل دید باشد، مجهز گردند.

4-3- اگر خازن مقسم ولتاژ دارای فشارسنج باشد باید به آسانی قابل رؤیت و قابل خواندن در هنگام کار باشد.

5-3- قسمت فلزی پائین ترانسفورماتور ولتاژ خازنی باید دارای دو ترمینال زمین در دو قسمت مقابل باشند بطوریکه بتوان هادی مسی به اندازه مناسب را به آن وصل کرد. اتصال زمین باید آنچنان باشد که ناخواسته قطع نگردد.

6-3- ترمینال اولیه باید عموماً از نوع مسطح باشد ترمینالهای نوع میله ای نیز می تواند قابل قبول باشد.

7-3- ترانسفورماتور ولتاژ خازنی باید از نظر مکانیکی به گونه ای طراحی شده باشد که تحمل فشارهای ناشی از بار یخ، نیروی کششی روی ترمینال های فشار قوی و همچنین نیروی زلزله را داشته باشد. ترانسفورماتورهای ولتاژ باید بتوانند تحت ترکیب نیروهای فوق بکار خودادامه دهند. ترکیب نیروها باید براساس Cenelec. Draft pren 50062-1991 E باشد. فشارهای زمین لرزه که بوسیله محاسبه یا آزمایش بدست می آید باید با سایر بارهای مشخص شده ترکیب شود و از ترکیب آنها قابلیت پایداری ترانسفورماتور ولتاژ تعیین گردد.

3-8- عایقهای چینی باید برطبق استانداردهای IEC مربوطه ساخته و آزمایش گردد و نیازمندی های ترانسفورماتور ولتاژ خازنی را برآورد. مقره چینی باید دارای لعاب قهوه ای باشد مگر اینکه رنگ دیگری در جدول CVT1 خواسته شده باشد.

3-9- اتصالات چینی به فلز باید آن چنان باشند که اطمینان از آب بندی و عدم نشتی روغن تحت تمام شرایط بار خصوصاً در هنگام حمل به سایت بدست آید.

3-10- اجزای خازن باید در یک محفظه چینی پرشده با روغن قرار گرفته باشد. محفظه چینی باید بطور کامل و توسط واشرهایی که مقاوم در مقابل هوا و روغن داغ باشند آب بندی شده باشد. کلیه اقدامات جهت اطمینان از امکان انبساط آزاد روغن در درجه حرارتهای محیطی مشخص شده باید به عمل آید.

3-11- علاوه بر تمام وسائل لازم برای ترانسفورماتور ولتاژ مغناطیسی، منضمات زیر نیز باید تهیه گردد:

1- دریچه پر کردن روغن

2- شیر تخلیه

3- درپوش تخلیه

4- تسهیلات جابجائی

3-12- تسهیلات جهت بلند کردن ترانسفورماتور ولتاژ خازنی کامل پر شده یا روغن باید تعبیه گردد.

www.power2.ir

3-13- باید تمام اقدامات جهت حفاظت ترمینال کوپلینگ فرکانس بالا در برابر باران و جانوران موذی در هنگام استفاده صورت گیرد، به طوری که احتمال اتصال کوتاه به زمین از بین رود. ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی باید تماماً سازگار با نیازهای قابل اعمال ردیف 4 این مشخصات باشند.

3-14- تدارکات لازم جهت کوپلینگ سیگنال حامل فرکانس بالا به واحد خازنی باید ایجاد گردد. ترمینال فشار ضعیف، مطابق استاندارد IEC 358 باید هم برای اتصال به ترمینال زمین و هم برای اتصال به تجهیزات فرکانس بالا مناسب باشد.

3-15- ترانسفورماتورهای ولتاژ باید به یک جعبه ترمینال ثانویه با صفحه نگهدارنده کابل قابل برداشتن مجهز باشد. جعبه ترمینال باید از فضای کافی برای اتصال سر سیم های لازم برخوردار باشد.

جعبه ترمینال باید مطابق با IP54 حفاظت شده و وقتی که ترانسفورماتور ولتاژ در حال کار است نیز قابل دسترسی و سوراخ های نفس کش آن در مقابل بارندگی محفوظ و با تور پوشیده شده و در مقابل اثرات نور خورشید، آب و هوا مقاوم باشد.

کلیه قطعات فلزی واقع در این جعبه ترمینال باید در مقابل خوردگی مقاوم باشند. در صورت لزوم گرم کننده ضد تقطیر مجهز به ترموستات باید تعبیه گردد.

جعبه ترمینال باید به وسایل زیر مجهز شود:

www.power2.ir

1- یک مجموعه بلوک ترمینال

2- فیوزهای HRC یا کلیدهای مینیاتوری دارای نشان دهنده از دور، درصورت درخواست

3- ترمینال های زمین برای زمین کردن سیم پیچی های ثانویه

4- رابط زمین مجزا برای هر سیم پیچ ثانویه

ترمینال های ثانویه و زمین، باید جهت اتصال هادی های رشته ای مسی تا مقطع 10 میلیمتر مربع مناسب باشند.

16-3- یک صفحه نشان دهنده مقادیر نامی خوانا باید در موقعیتی قابل مشاهده نصب شود.

علاوه بر اطلاعات خواسته شده در IEC 186 و IEC 358، وزن کل ترانسفورماتور نیز در صفحه مزبور قید گردد.

17-3- یک پلاک دیگرام مدار که اتصالات و علامت گذاری های ترانسفورماتور را نشان می دهد باید بطور ثابت در نزدیکی جعبه ترمینال نصب شود. اطلاعات اصلی مربوط به اتصالات مختلف، باید به تفکیک و بطور واضح روی صفحه ارائه شده باشد. روش علامت گذاری باید طبق استاندارد IEC باشد.

18-3- اندازه و آرایش پلاک مشخصات نامی و صفحه دیاگرام مداری باید به تصویب برسد.

www.power2.ir

19-3- صفحات باید از فولاد ضدزنگ یا صفحات آنودایز شده آلومینیومی ساخته شده باشند. نوشته های روی صفحه باید با حکاکی، قلمکاری و یا سایر روش های تأیید شده انجام شود.

4- نیازهای کوپلینگ PLC

4-1- خازنهای کوپلینگ باید برای انتقال در محدوده فرکانس 40 تا 500 کیلوهرتز مناسب باشد.

4-2- مقاومت سری معادل خازن کوپلاژ باید در محدوده فرکانس 40 تا 500 کیلوهرتز از 40 اهم کمتر باشد.

4-3- فرکانس طبیعی خازن کوپلاژ باید از یک مگاهرتز بیشتر باشد.

4-4- ترانسفورماتور ولتاژ مغناطیسی نباید باعث افت بیشتر از 1 db در محدوده فرکانس 40 تا 500 کیلوهرتز گردد. مقدار واقعی میرائی باید داده شود.

5- آزمایش ها

آزمایش های نوعی و جاری باید مطابق IEC 185 و دیگر استانداردهای ذکر شده، انجام گیرد مگر در مواردی که در زیر مشخص شده اند:

5-1- آزمایش های نوعی:

الف) آزمایش افزایش درجه حرارت

ب) آزمایش تحمل ضربه صاعقه

پ) آزمایش تحمل ضربه کلیدزنی

ت) آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس شبکه به مدت یک دقیقه، خیس

ث) آزمایش دقت

ج) ازمایش تحمل اتصال کوتاه

چ) آزمایش ولتاژ تداخل در امواج رادیویی- RIV- طبق CISPR نشریه 16، 1977

ح) آزمایش مقسم ولتاژ خازنی برطبق IEC 358 شامل:

1) آزمایش های فرکانس بالا

2) تعیین ضرایب حرارتی

خ) آزمایش پاسخ گذرا

د) آزمایش فرورزونانس

ذ) ازمایش ضربه صاعقه بریده شده

2-5- آزمایش های جاری:

الف) بازدید چشمی

ب) بازرسی علامت گذاری ترمینال ها

پ) آزمایش فرکانس قدرت روی:

1) مقسم ولتاژ خازنی

2) ترمینال فشار ضعیف مقسم ولتاژ خازنی

3) واحد الکترومغناطیسی

ت) آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس قدرت بین سیم پیچ های ثانویه

www.power2.ir

ث) آزمایش تحمل ولتاژ با فرکانس قدرت بین قسمت ها

ج) ظرفیت و تانژانت زاویه تلفات خازن

چ) اندازه گیری مقاومت سیم پیچی

ح) اندازه گیری تخلیه جزئی

خ) آزمایش آب بندی طبق IEC 385

د) آزمایش های دقت

نکته: مقره های عایق باید طبق IEC مربوطه موردآزمایش انجام گیرند. (آزمایش های نوعی و جاری و نمونه)

6- مدارک:

6-1- مدارک همراه با پیشنهاد

پیشنهاد دهنده باید اطلاعات زیر را ارائه کند:

الف) کاتالوگ و نشریات جامع فنی برای ترانسفورماتور ولتاژ خازنی و اجزاء مربوطه

ب) جزئیات تفاوت ها نسبت به مشخصات فنی مناقصه و یا استانداردهای مشخص شده

پ) ورقه های اطلاعات تضمین شده به طور کامل (جدول CVT2)

ت) نقشه های طرح

ث) مشخصات مواد و حفاظت در مقابل خوردگی

ج) کپی استانداردهای اعمالی و سایر مراجع که در این مشخصات، مشخص نشده است

چ) گزارش های مربوط به آزمایش های نوعی

ح) نحوه آزمایش های جاری

خ) سیستم کنترل کیفیت که سازنده باید هم در مورد تجهیزات و هم در مورد اجزاء اعمال نماید.

د) یک لیست مرجع که نمایانگر کلیه ترانسفورماتورهای خازنی باشد که قبلاً طراحی، ساخته و نصب شده است. نوع ترانسفورماتورها، ولتاژ نامی و محل استفاده از آنها، اداره برق مربوطه و سالهایی که درخدمت بوده اند باید روشن شود.

ذ) دستورالعمل های آموزشی برای انبار کردن، حمل و نقل، بکارگیری، تعمیر و نگهداری

ر) لیست لوازم یدکی پیشنهادی برای عملکرد 5 ساله

2-6- مدارک قرارداد:

مدارکی که فروشنده باید در خلال پیشرفت کار جهت تأیید ارائه کند عبارت است از:

الف) نقشه های تفصیلی طرح همراه با کلیه توضیحات لازم درخصوص طراحی فونداسیون و تکیه گاههای فلزی که ترانسفورماتور روی آن نصب می شود

ب) نقشه کامل تفصیلی برای جعبه ترمینال ثانویه

پ) نقشه های صفحه نشان دهنده مقادیر نامی و صفحه دیاگرام

ت) نقشه تفصیلی و مشخصات تفصیلی برای مقره (های) چینی

ث) محاسبات استقامت مکانیکی بر طبق بند 7-3 این مشخصات فنی

ج) گزارش های آزمایش های نوعی

چ) دستورالعمل های آموزشی برای حمل، انبار کردن، نصب، بکارگیری، تعمیر و نگهداری

www.power2.ir

ح) برنامه آزمایش های جاری و جزئیات نحوه انجام آنها

خ) پیشنهاد درخصوص نحوه آزمایش در کارگاه، وسایل آزمایش و معیارها

د) مقادیر نامی و منحنی جریان- زمان برای فیوزهای حفاظتی یا کلیدهای مینیاتوری مدارهای ثانویه

ذ) لیست لوازم یدکی

www.power2.ir

جداول

جدول CVT1

مقادیر نامی و ویژگی های ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی

شماره ردیف	شـــــــــــرح		مشخصـــات			
			420 کیلوولت	245 کیلوولت	145 کیلوولت	72/5 کیلوولت
الف	مشخصات سیستم					
1	ولتاژ نامی	کیلوولت مؤثر	400	230	132	-66
2	بالاترین ولتاژ	کیلوولت مؤثر	420	245	145	63
3	فرکانس	هرتز	50	50	50	72/5
4	زمین کردن نوترال	مؤثر- غیرمؤثر	بطور مؤثر زمین شده			50
ب						بطور مؤثر یا غیرمؤثر
1	شرایط کار					
2						
3	حداقل درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد				-5 تا -35
4						
5	حداکثر درجه حرارت محیط	درجه سانتیگراد				+55 تا +40
6	حداکثر متوسط روزانه	درجه سانتیگراد				+45 تا +30
7	ارتفاع از سطح دریا	متر				صفر تا 2500
8	حداکثر سرعت باد	متر بر ثانیه				45
	رطوبت نسبی	٪				10 تا 100
9	پوشش یخ	میلیمتر				صفر تا 25
10	شرایط زلزله:					
11						0/3-0/5

	1) شتاب حداکثر زمین 2) طیف نوع آلودگی	شتاب ثقل				

جدول CVT1

مقادیر نامی و ویژگی‌های ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی

شماره ردیف	شـــــــرح		مشخصات			
			۴۲۰ کیلوولت	۲۴۵ کیلوولت	۱۴۵ کیلوولت	۷۲/۵ کیلوولت
پ	**ویژگی‌های ترانسفورماتور ولتاژ خازنی**					
۱	نوع		روغنی، خازنی، تک فاز			
۲	کلاس		بیرونی			
۳	بالاترین ولتاژ وسیله	کیلوولت مؤثر	۴۲۰	۲۴۵	۱۴۵	۷۲/۵
۴	سطوح عایقی نامی در شرایط استاندارد:					
	۱) ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه به					
	مدت یک دقیقه	کیلوولت مؤثر	۶۳۰-۶۸۰	۴۶۰	۲۷۵	۱۴۰*
	۲) ولتاژ قابل تحمل ضربه صاعقه	کیلوولت پیک	۱۴۲۵-۱۵۵۰	۱۰۵۰	۶۵۰	۳۲۵*
	۳) ولتاژ قابل تحمل ضربه کلیدزنی	کیلوولت پیک	۹۵۰-۱۱۷۵	----	----	----
۵	حداکثر تداخل رادیویی در ولتاژ $\frac{1/1U_m}{\sqrt{3}}$					
	و در فرکانس یک مگاهرتز	میکروولت	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰
۶	ولتاژ نامی اولیه	کیلوولت مؤثر	$\frac{400}{\sqrt{3}}$	$\frac{230}{\sqrt{3}}$	$\frac{132}{\sqrt{3}}$	$\frac{13}{\sqrt{3}}$ $\frac{11}{\sqrt{3}}$
۷	ولتاژ نامی ثانویه	ولت مؤثر	$\frac{110}{3}$	$\frac{100}{3}$	$\frac{110}{\sqrt{3}}$	$\frac{100}{\sqrt{3}}$
۸	ضریب ولتاژ نامی:					
	الف) مداوم		۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
	ب) سی ثانیه		۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۹
۹	تعداد سیم‌پیچ‌های ثانویه		۲	۲	۲	۲
۱۰	کلاس دقت هر سیم‌پیچی		۰/۵ + ۳P			

جدول CVT1

مقادیر نامی و ویژگی‌های ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی

شماره ردیف	شـــــــرح	مشخصات ۴۲۰ کیلوولت	۲۴۵ کیلوولت	۱۴۵ کیلوولت	۷۲/۵ کیلوولت
۱۳	نیروی کشش روی ترمینال ولتاژبالابه‌علت سیم متصل به‌آن:				
	الف) افقی نیوتن	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
	ب) قائم نیوتن	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
۱۴	حداکثر افزایش دما درجه سانتیگراد	مطابق با استاندارد IEC با درنظر گرفتن شرایط کار			
۱۵	فیوزهای HRC یا کلیدهای مینیاتوری برای حفاظت مدارهای ثانویه بلی / خیر (مشخصات مربوطه قید گردد)				
۱۶	رنگ لعاب مقره چینی	قهوه‌ای - خاکستری			
۱۷	حداقل خازن کوپلاژ پیکوفاراد				
۱۸	آیا ترانسفورماتورولتاژ خازنی برای نصب موجگیر روی آن، مناسب است؟ بلی /خیر (وزن و ابعاد موجگیر مشخص شود)				
۱۹	جریان اتصال کوتاه سیستم در محل نصب کیلوآمپر	۵۰	۵۰	۳۱/۵	۳۱/۵

منابع:

) سیستم های حفاظتی تالیف: مسعود سلطانی

4) هنر و دانش رله گذاری حفاظتی تالیف راسل میسن

5) Power System Protection & Switgear تالیف: McGraw Hill

6) relay's & Protection System's تـالیف: Brow Bowerti co

7) گزارش آزمون های استاندارد 7-4221 و 1-7-4221 و 2-7-4221 و 3-4221 و 1-7-4222 و 2-7-4222 و 3-7-4222 و 5-7-4222 انتشارات اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی

8) استانداردها و مشخصات فنی سیستم های قدرت 219 . 54 انتشارات شرکت توانیر 319 . 54

9) ماشین های الکتریکی تالیف: پروفسور بیم بهارا

10) ترانسفورماتورهای قدرت تالیف: مهندس خرمشکوه

11) ترانسفورماتورهای تک فاز و سه فاز تالیف: دکتر علی مطلبی

12) ترانسفورماتور تـالیف: مهنـدس امیـر قلعـه نوعی

13) استانداردهای ترانس های قدرت IPS انتشار توسـط شـرکت ملـی نفت

www.power2.ir

14) استاندارد ترانسفورماتورهای اندازه گیری جریان و ولتاژ انتشارات شرکت توانیر

www.power2.ir