لیست گزارشات

جمهوری اسلامی ایران
وزارت نیرو
پژوهشگاه نیرو

عنوان گزارش : ترانسفورماتورهای ولتاژ ۲۰ و ۳۳ کیلوولت

عنوان پروژه: "بررسی، تحقیق و تهیه ضوابط و معیارهای فنی"

کد پروژه: PTRVT02

کارفرما: سازمان توانیر

پژوهشکده انتقال و توزیع نیرو
گروه پژوهشی خط و پست
آبان‌ماه ۱۳۸۲

پیشگفتار

گزارشـات حاضر براساس موافقتنامه ۱۰۱-۸۰-۲۷۳ مورخ ۸۰/۷/۲۲ با موضوع "بررسی، تحقیق و تهیه ضـوابط و معـیارهای فنـی" که مابین شرکت توانیر و پژوهشگاه نیرو منعقد شده است تهیه گردیده است. ایـن گزارشـات براسـاس اسـتانداردهای موجـود در زمیـنه شـبکه و تجهـیزات توزیـع فشـار متوسـط و فشار ضعیف تدوین شده است. فهرست کلیه گزارشات در جدول صفحه بعد قید شده است.

ليست گزارشات مربوط به پروژه "بررسي، تحقيق و تهيه ضوابط و معيارهاي فني"

رئوس کلی / گزارشات	شبکه‌های توزیع نیروی برق فشار متوسط و ضعیف	تابلوهای فشار ضعیف و متوسط برق	پستهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت هوایی و زمینی	انشعابات برق مشترکین
۱	- طراحی خطوط توزیع هوایی	- تابلوهای فشار ضعیف و متوسط	- پستهای هوایی توزیع	- مقـررات عمومـی و خصوصـی انشـعابات بـرق مشترکین
۲	- هادیهای خطوط هوایی توزیع		- کلیات پستهای توزیع ۲۰ و ۳۳ کیلوولت زمینی	- کنتورهای اکتیو
۳	- یراق‌آلات خطوط هوایی		- تاسیسات پستهای ۲۰ و۳۳ کیلوولت زمینی	- کنتورهای راکتیو
۴	- حریم خطوط هوایی		- معماری و ساختمان پستهای توزیع زمینی	- کنتورهای استاتیکی
۵	- کراس‌آرم‌ها و سرتیرهای خطوط توزیع هوایی		- سیستم زمین پستهای توزیع	- فیوزهای فشارضعیف
۶	- تیرهای فلزی، بتونی و چوبی		- ترانسفورماتورهای توزیع	- کلیدهای اتوماتیک
۷	- مقره‌های توزیع		- کلیدهای قدرت ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	- کنتاکتورهای نوع ضعیف
۸			- سکسیونرهای ۲۰ و ۳۳ کیلوولت	- کلیدهای قابل قطع زیربار
۹			- کابلهای فشار متوسط و ضعیف	- ***ترانسفورماتورهای ولتاژ ۲۰ و ۳۳ کیلوولت***
۱۰			- کات‌اوت‌های فشار متوسط	- ترانسفورماتورهای جریان ۲۰ و ۳۳ کیلوولت
۱۱			- برقگیرهای فشار متوسط	- یراق‌آلات کابلهای شبکه‌های توزیع

فهرست مطالب

لیست گزارشات

۱- هدف ۱
۲-دامنه کاربرد ۱
۳- اصطلاحات و شرایط کار ترانسفورماتور ولتاژ ۱
۳-۱-شرایط کار ۱
۳-۱-۱-دمای هوای محیط ۱
۳-۱-۲-ارتفاع از سطح دریا ۱
۳-۱-۳-شرایط جوی (اتمسفری) ۲
۳-۱-۴- زمین سیستم ۲
۳-۱-۴-۱- سیستم با نوترال ایزوله ۲
۳-۱-۴-۲- سیستم با نوترال زمین شده ۲
۳-۲- تعاریف و اصطلاحات ۲
۳-۲-۱- ترانسفورماتور اندازه‌گیری ۲
۳-۲-۲- نسبت تبدیل واقعی ۲
۳-۲-۳- نسبت تبدیل نامی ۲
۳-۲-۴- خطای ولتاژ (خطای نسبت) ۲
۳-۲-۵- جابجایی فاز ۳
۳-۲-۶- کلاس دقت : ۳
۳-۲-۷- بار (Burden) ۳
۳-۲-۸- بار نامی ۳
۳-۲-۹- ضریب ولتاژ نامی ۳
۴- نیازها و خواسته‌ها ۳
۵- اطلاعات مورد نیاز جهت طراحی ۵

۵-۱- مشخصات و ویژگیهای شبکه و سیستمی که ترانسفورماتور ولتاژ درآن نصب می‌شود ۵
۵-۲- مشخصات محیطی و شرایط اقلیمی منطقه و محل نصب ترانسفورماتور ولتاژ ۶
۶- شاخص‌ها و پارامترهای مشخص کننده طراحی ۶
۶-۱- نوع ترانسفورماتور ولتاژ ۶
۶-۲- حداکثر ولتاژ سیستم (U_M) ۷
۶-۳- ولتاژهای نامی اولیه ۷
۶-۴- ولتاژهای نامی ثانویه ۸
۶- ۵- ظرفیت نامی خروجی ۸
۶-۶- ضریب ولتاژ نامی ۸
۶-۷- حدود افزایش دما ۹
۶-۸- شرایط عایقبندی ۹
۶-۸-۱- سطوح عایقی نامی برای سیم پیچهای اولیه ۹
۶-۸-۲- سطح عایقی بین قسمتها ۱۰
۶-۸-۳- شرایط عایقی برای سیم پیچهای ثانویه ۱۰
۶-۸-۴- فاصله خزش ۱۱
۶-۸-۵- ارتفاع ۱۱
۶-۸-۶- ایستادگی در شرایط اتصال کوتاه ۱۱
۶-۹- کلاس دقت ۱۱
۶-۹-۱- کلاس دقت ۱۲
۶-۹-۲- محدوده‌های خطای ولتاژ و جابجایی فاز ۱۲
۷- روش قدم به قدم طراحی ۱۳
۷-۱- مشخصات و ویژگیهای سیستم ۱۳
۷-۲- شرایط محیطی و اقلیمی محل نصب ۱۳
۷-۳- پارامترها و مشخصه‌های انتخاب ترانسفورماتور ولتاژ ۱۳

فهرست جداول

جدول (۱) : مقادیر استاندارد ضرایب ولتاژ نامی ۸
جدول (۲) : حداکثر افزایش دما برای کلاسهای مختلف عایق بندی ۹
جدول (۳) سطوح عایقی نامی برای سیم پیچهای اولیه ترانسفورمر ولتاژ با حداکثر ولتاژ کاری زیر ۳۶KV ۱۰
جدول (۴) : حداقل فاصله خزش ۱۱
جدول (۵) : مقادیر خطای ولتاژ و جابجایی فاز ۱۲

82461092

بخش اول
اصول طراحی و مهندسی

فهرست مطالب

۱- هدف

هـدف از این بخش توضیح کاربرد و ارائه مشخصات فنی جهت انتخاب و پذیرش ترانسفورمرهای ولتاژ اندازه گیری تکفاز و سه فاز در سطوح ولتاژ شبکه فشار متوسط می‌باشد.

۲-دامنه کاربرد

ترانسـفورمر ولـتاژ انـدازه‌گـیری در شـبکه فشـار متوسط به منظور تغذیه کنتورهای اکتیو و راکتیو به مـنظور سـنجش مصـارف انـرژی مشترکان با مصارف سنگین مورد استفاده قرار می‌گیرد. کلیه مستندات درج شده در این بخش مطابق با استاندارد IEC به شماره ۱۸۶ می‌باشد.

۳- اصطلاحات و شرایط کار ترانسفورماتور ولتاژ

۳-۱-شرایط کار

اگر بگونه دیگری تصریح نشده باشد این استاندارد برای شرایط کار نامی زیر منظور شده است :

۳-۱-۱- دمای هوای محیط

- حداکثر ۴۰ $^{\circ}C$
- حداکثر دمای متوسط روزانه ۳۰ $^{\circ}C$
- حداقل دما، برای ترانسفورمرهای داخل فضای بسته -۵ $^{\circ}C$
- حداقل دما، برای ترانسفورمرهای هوای آزاد -۲۵ $^{\circ}C$

۳-۱-۲- ارتفاع از سطح دریا

حداکثر تا ۱۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا. البته در جاهایی که ارتفاع بالاتر از این مقدار باشد مستندات این بخش با ضرایب تصحیح مناسب مورد استفاده خواهد بود.

۳-۱-۳- شرایط جوی (اتمسفری)

هوای محیط نباید خیلی آلوده باشد.

۳-۱-۴- زمبن سیستم

۳-۱-۴-۱- سیستم با نوترال ایزوله

۳-۱-۴-۲- سیستم با نوترال زمین شده

- سیستم با نوترال به طور موثر زمین شده
- سیستم با نوترال زمین شده به طور غیر موثر

۳-۲- تعاریف و اصطلاحات

۳-۲-۱- ترانسفورماتور اندازه‌گیری

ترانسفورمری که جهت تامین ورودی تجهیزات اندازه‌گیری مثل کنتورها و وسایل مشابه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۲-۲- نسبت تبدیل واقعی

نسبت ولتاژ واقعی اولیه ترانسفورمر به ولتاژ واقعی ثانویه.

۳-۲-۳- نسبت تبدیل نامی

نسبت ولتاژ نامی اولیه به ولتاژ نامی ثانویه ترانسفورمر.

۳-۲-۴- خطای ولتاژ (خطای نسبت)

خطایی است که یک ترانسفورمر در اندازه‌گیری ولتاژ به سبب عدم برابری نسبت تبدیل واقعی ترانسفورمر با نسبت تبدیل نامی سبب میشود.

$$\text{درصد خطای ولتاژ} = \frac{K_n U_S - U_P}{U_P} \times 100$$

که :

K_n : نسبت تبدیل نامی ترانسفورمر

U_P : ولتاژ واقعی اولیه

U_S : ولتاژ واقعی ثانویه زمانی که ولتاژ U_P به اولیه اعمال شده است.

۳-۲-۵- جابجایی فاز

اختلاف فاز بین بردارهای اولیه و ثانویه می‌باشد. جهت بردارها چنان انتخاب می‌شود که زاویه برای یک ترانسفورمر ایده‌آل صفر باشد.

۳-۲-۶- کلاس دقت :

بیانگر محدوده خطایی است که ترانسفورمر ولتاژ تحت شرایط کار نامی داراست.

۳-۲-۷- بار (Burden)

تعریف اول : ادمیتانس مدار متصل به سیم پیچی ثانویه در جریان و ضریب توان معینی می‌باشد.

تعریف دوم : بار معمولاً بصورت توان ظاهری (ولت آمپر) که در ضریب توان معین و جریان ثانویه نامی جذب شده است گفته میشود.

۳-۲-۸- بار نامی

مقدار بار که بر اساس شرایط دقت ذکر شده در این استاندارد تعیین شده است.

۳-۲-۹- ضریب ولتاژ نامی

ضریبی است که به ولتاژ اولیه اعمال میشود تا ماکزیمم ولتاژی را مشخص کند که ترانسفورمر باید ضمن برآورده کردن محدودیتهای حرارتی (برای مدتی معین) و دقت، تحمل نماید.

۴- نیازها و خواسته‌ها

فهرست مطالب

ترانسفورماتورهای ولتاژ برای تبدیل ولتاژ فشارقوی و ولتاژ با دامنه پایین (با توان مصرفی کم) جهت سه هدف مهم اندازه‌گیری، حفاظت و کنترل بکار می‌رود. ترانسفورماتورهای ولتاژ جهت هدف سنکرون نمودن هم بکار می‌روند. یک از وظایف مهم و اساسی این نوع ترانسفورماتورها، ایزوله و جداکردن ولتاژ

82461092

فشارقوی اولیه از دستگاههای قابل دسترسی طرف ثانویه بوده که اینکار به لحاظ جلوگیری از خطرات ناشی از مواجه بودن با ولتاژ فشارقوی و همچنین دلایل اقتصادی انجام می‌گیرد.

ترانسفورماتورهای ولتاژ به دو صورت ترانس اندازه‌گیری و حفاظتی ساخته می‌شوند که هر کدام مشخصه ویژه خود را دارا است.

وجود ترانسفورماتور ولتاژ در شبکه اجتناب‌پذیر است زیرا برای هر گونه تصمیم‌گیری در مورد وضعیت حال و آینده شبکه به لحاظ کنترل توان اکتیو و راکتیو و محاسبات پخش بار و برقدار بودن یا نبودن منطقه‌ای نیاز به اطلاعاتی است که توسط دستگاههای اندازه‌گیری و کنتورها و نشان‌دهنده‌ها به مرکز کنترل می‌رسند و یا در مواقع اضطراری که به دلیل خارج از حد مجاز بودن ولتاژ نقطه‌ای از شبکه، رله یا رله‌هائی بایستی عمل نمایند این اطلاعات مورد نیاز است. لذا وجود ترانسفورماتورهای ولتاژ در سیستم قدرت ضروری بوده و یکی از اجزاءمهم آن می‌باشد.

ترانسفورماتورهای ولتاژ ممکن است تکفاز یا سه ساخته شوند که البته در سیستمهای فشارقوی معمولاً تکفاز هستند و دراین صورت اولیه آنها مستقیماً بین فاز و زمین شبکه فشارقوی متصل می‌شود.

ترانسفورماتورهای ولتاژ از نظر ساختاری به دو نوع تقسیم‌بندی می‌شوند.

* ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی با اندوکتیو (MVT)
* ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی (CVT)

ترانسفورماتورهای ولتاژ مغناطیسی تقلیل ولتاژ را به کمک نسبت تبدیل سیم‌پیچهای اولیه و ثانویه و یک واحد مغناطیسی انجام می‌دهند. این ترانسفورماتورها غالباً در سطوح ولتاژی پایین اقتصادی‌تر بوده و تا ولتاژهای ۷۲/۵ کیلوولت مستقیماً به خط فشارقوی متصل می‌شوند.

با افزایش ولتاژ نامی شبکه، ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی که از یک مقسم خازنی نیز برای کاهش ولتاژ استفاده می‌کنند اقتصادی‌تر می‌گردند.

اجزاء اصلی یک ترانسفورماتور ولتاژ خازنی به شرح زیر می‌باشد:

*مقسم خازنی (CVD)
* ترانسفورماتور ولتاژ میانی (IVT)

عوامل مهمی که برای انتخاب یا مقایسه ترانسفوماتورهای ولتاژ لازم هستند به شرح زیر می‌باشند:

* مشخصه‌های سیستم
* شرایط محیطی و اقلیمی
* مشخصه‌ها و پارامترهای طراحی و ساخت یا انتخاب ترانسفورماتور

پارامترها و مشخصه‌های طراحی و ساخت ترانسفورماتور ولتاژ براساس شرایط محیطی منطقه و مشخصه‌های سیستم تعیین می‌گردند. بنابراین لازم است تمام اطلاعات مربوط به شرایط محیطی و اقلیمی منطقه و ویژگیهای سیستم با دقت مورد مطالعه قرار گیرند تا ترانسفورماتور ولتاژ انتخابی خارج از انتظار عمل نکند.

فهرست مطالب

۵- اطلاعات مورد نیاز جهت طراحی

اطلاعات مورد نیاز جهت انتخاب ترانسفورماتورهای ولتاژ به منظور کاربردهای اندازه‌گیری و حفاظت را می‌توان در دو بخش زیر خلاصه کرد:

- مشخصات و ویژگیهای شبکه و سیستمی که ترانسفورماتور ولتاژ در آن نصب می‌شود.
- مشخصات محیطی و شرایط اقلیمی منطقه و محل نصب ترانسفورماتور ولتاژ

۵-۱- مشخصات و ویژگیهای شبکه و سیستمی که ترانسفورماتور ولتاژ درآن نصب می‌شود

ترانسفورماتورهای ولتاژ با توجه به وضعیتهای مجازی که سیستم می‌تواند بخود بگیرد علاوه بر کارکرد صحیح، بایستی قادر به تحمل شرایط اعمال شده از طرف سیستم باشند. لذا به هنگام انتخاب آنها داشتن محدوده تغییرات مشخصات و ویژگیهای سیستم لازم می‌باشد.

- ولتاژ نامی
- ولتاژ حداکثر
- فرکانس نامی
- نحوه زمین کردن نوترال سیستم

82461092

۵-۲- مشخصات محیطی و شرایط اقلیمی منطقه و محل نصب ترانسفورماتور ولتاژ

با توجه به اینکه مشخصات محیطی و شرایط اقلیمی در ایران متنوع است لذا به منظور جلوگیری از تنوع انتخاب در نقاط مختلف بایستی طرحهای استاندارد به جهت سهولت در بکارگیری و کاهش هزینه‌های طراحی برای سراسر کشور فراگیر و جامع باشند.

به آن تعداد از پارامترهای محیطی و اقلیمی موثر، ذیلاً اشاره می‌شود:

- ارتفاع محل نصب از سطح دریا
- حداکثر درجه حرارت محیط
- حداقل درجه حرارت محیط
- متوسط درجه حرارت روزانه محیط
- درصد رطوبت نسبی
- سرعت باد
- شتاب زلزله
- میزان آلودگی محیط و نوع آن
- سایر شرایط خاص و غیر عادی نظیر بخار آب و رطوبت غیرمتعارف، گرد و خاک غیرمعمول، نمک، دود، گازهای قابل اشتعال و قابل انفجار و خوردگیهای غیرمعمول.

۶- شاخص‌ها و پارامترهای مشخص کننده طراحی

فهرست مطالب

با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی و مشخصات سیستم پارامترها و شاخص‌های زیر جهت انتخاب ترانسفورماتور ولتاژ بایستی مشخص شوند:

۶-۱- نوع ترانسفورماتور ولتاژ

الف- نوع ترانسفورماتور ولتاژ از نظر عایق‌بندی اصلی به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

- نوع خشک با عایق رزین
- نوع روغنی با کاغذ آغشته به روغن
- نوع SF_6

* ساخت ترانسفورماتور ولتاژ نوع خشک با عایق رزین برای ولتاژهای پایین (۲۰ تا ۶۳) عملی است و موارد استعمال آنها بیشتر در محیطهای سرپوشیده (کلاس داخلی) با توجه به عدم انفجار این نوع ترانسفورماتور ولتاژ و داشتن ایمنی بیشتر آن در مقایسه با نوع روغنی ترانسفورماتورهای ولتاژ می‌باشد.

* ساخت ترانسفورماتورهای ولتاژ از نوع روغنی با کاغذ آغشته به روغن برای ولتاژهای پایین تابالاترین ولتاژ فوق فشارقوی معمول بوده و در حال حاضر عمده ترانسفورماتورهای ولتاژ فشارقوی و فوق‌فشارقوی از این نوع ساخته می‌شوند.

* ترانسفورماتورهای ولتاژ نوع SF_6 که درآنها نظیر کلیدها قدرت از ماده عایقی SF_6 استفاده می‌شود هنوز در مراحل اولیه استفاده بوده و تعداد محدودی از سازندگان در حال حاضر این نوع ترانسفورماتور ولتاژ را تولید می‌نمایند. لذا هنوز در بین شرکتهای برق و مصرف‌کنندگان ترانسفورماتور ولتاژ مقبولیت عام نیافته است.

ب- نوع ترانسفورماتور از لحاظ ساختاری

ترانسفورماتور ولتاژ از نظر ساختاری به دو نوع اندوکتیو و نوع خازنی تقسیم می‌شوند.

* ترانسفورماتور ولتاژ نوع اندوکتیو

این نوع ترانسفورماتور شامل سیم‌پیچهای اولیه و ثانویه و هسته بوده و براساس نسبت تبدیل ترانسفورماتور، ولتاژ اولیه را به ولتاژ ثانویه قابل استفاده در دستگاههای اندازه‌گیری، رله‌ها، کنتورها و دستگاههای کنترل تبدیل می‌کند. از نظر عایق‌بندی این ترانسفورماتورهای ولتاژ به یکی از سه نوع ذکر شده در بالا ساخته می‌شوند.

* ترانسفورماتور ولتاژ نوع خازنی در ولتاژهای فشارقوی و فوق فشارقوی مورد استفاده قرار می‌گیرند و در محدوده این استاندارد نمی‌گنجند.

۶-۲- حداکثر ولتاژ سیستم (U_m)

حداکثر ولتاژ موثر فاز-فاز سیستم است که تحت شرایط نرمال در هر نقطه از شبکه و در هر لحظه ممکن است بوجود آید.

۶-۳- ولتاژهای نامی اولیه

مقادیر استاندارد ولتاژ نامی اولیه ترانسفورماتورهای سه فاز و تکفاز باید یکی از ولتاژهای نامی بیان شده در استاندارد IEC به شماره ۳۸ (ولتاژهای استاندارد IEC) باشد.

82461092

۶-۴- ولتاژهای نامی ثانویه

ولـتاژ نامـی ثانویـه مطابق کاربرد بسته به محل مورد استفاده ترانسفورمر ولتاژ انتخاب میشود. مقادیر داده شـده در زیـر مقادیـر اسـتاندارد ولـتاژ بـرای ترانسـفورمرهای تکفـاز در سیسـتمهای تکفـاز یا برای ترانسفورماتورهای سه فاز می‌باشند :

ولت ۱۰۰ و ۱۱۰

۶- ۵- ظرفیت نامی خروجی

مقادیـر اسـتاندارد خروجـی نامی در ضریب توان برابر ۰/۸ پسفاز که به ولت آمپر بیان می‌گردد بشرح زیر است :

۱۰،۱۵،۲۵،۳۰،۵۰،۷۵،۱۰۰،۱۵۰،۲۰۰،۴۰۰،۳۰۰،۵۰۰ VA

مقادیـری کـه زیرشـان خـط کشـیده شـده اسـت ارجح‌تر می‌باشند. منظور از خروجی نامی برای یک ترانسفورمر سه فاز، خروجی نامی هر فاز آن می‌باشد.

۶-۶- ضریب ولتاژ نامی

ضـریب ولتاژ با توجه به حداکثر ولتاژ کاری که خودش وابسته به شبکه و شرایط زمین شدن سیم پیچ اولیه ترانسفورمر ولتاژ می‌باشد، معین میشود.

ضرایب ولتاژ استاندارد متناسب با شرایط مختلف زمین شدن به همراه طول مدت مجاز اعمال حداکثر ولتاژ کاری در جدول (۱) آمده است :

جدول (۱) : مقادیر استاندارد ضرایب ولتاژ نامی

ضریب ولتاژ نامی	زمان نامی	روش اتصال سیم پیچی اولیه و شرایط زمین شدن سیستم
۱/۲	پیوسته	بین فازها در هر شبکه‌ای که نقطه ستاره ترانسفورمر زمین شده است.
۱/۲	پیوسته	بین فاز و زمین در یک سیستم که نول به طریق موثری زمین شده است.
۱/۵	۳۰ثانیه	
۱/۲	پیوسته	بین فاز و زمین در یک سیستم که نول به طریق غیر موثر زمین شده، به همراه رله اتوماتیک خطای زمین
۱/۹	۳۰ ثانیه	
۱/۲	پیوسته	بین فاز و زمین در یک سیستم که نول ایزوله و بدون رله خطای زمین بوده و یا در یک سیستم زمین شده بطریقه رزونانس بدون رله خطای زمین
۱/۹	۸ ساعت	

82461092

۶-۷- حدود افزایش دما

اگـر بـه صـورت دیگری تصریح نشده باشد، افزایش دمای یک ترانسفورمر ولتاژ در یک ولتاژ معین، در فـرکانس و بـار نامـی و ضـریب توانی بین ۰/۸ پس فاز و ۱، نباید از مقدار داده شده در جدول (۲) تجاوز نمـاید. لازم بـه ذکر است که به‌ازاء هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع از مقدار مبنا، (۱۰۰۰ متر) بایستی مقادیر استاندارد برای ترانسفورماتورهای روغنی ۰/۴ درصد و برای نوع خشک ۰/۵ درصد کاهش داده شوند.

جدول (۲) : حداکثر افزایش دما برای کلاسهای مختلف عایق بندی

حداکثر افزایش دما (K)	کلاس عایقبندی
۶۰	همه انواع غوطه‌ور در روغن
۶۵	همه انواع غوطه‌ور در روغن و دقیقاً درجه بندی شده
۵۰	همه انواع غوطه‌ور در ترکیب قیری
	انواعی که در روغن یا ترکیب قیری غوطه ور نیستند:
۴۵	Y
۶۰	A
۷۵	E
۸۵	B
۱۱۰	F
۱۳۵	H

توجه : برای بعضی موادها (مثل رزین) سازنده بایستی کلاس عایقبندی مربوطه را مشخص کند.

۶-۸- شرایط عایقبندی

۶-۸-۱- سطوح عایقی نامی برای سیم پیچهای اولیه

انـتخاب سـطح عایقـی بـرای ترانسـفورهای ولـتاژ با حداکثر ولتاژ کاری بالاتر از ۳/۶kV باید مطابق با اسـتاندارد IEC به شماره ۷۱ (هماهنگی عایق بندی) باشد. برای ترانسفورمرهای با حداکثر ولتاژ کاری

82461092

پایین‌تر از ۳/۶kV سطح عایقبندی با توجه به ولتاژ ایستادگی کوتاه مدت در فرکانس قدرت تعیین می‌شود.

برای سیم پیچهای با حداکثر ولتاژ در گسترده ۳/۶kV < U_m <۳۰۰kV، سطح عایقبندی نامی، معین شده توسط ولتاژهای ضربه صاعقه و ایستادگی کوتاه مدت در فرکانس قدرت، باید یکی از مقادیر جدول (۳) باشد.

جدول (۳) سطوح عایقی نامی برای سیم پیچهای اولیه ترانسفورمر ولتاژ با حداکثر ولتاژ کاری زیر ۳۶kV

ولتاژ ایستادگی کوتاه مدت نامی در فرکانس قدرت (r.m.s) (KV)	ولتاژ ایستادگی نامی در برابر ضربه صاعقه (peak) (KV)	حداکثر ولتاژ کاری U_m (r.m.s) (KV)
۳		۰/۷۲
۵۰	۹۵	۲۴
۵۰	۱۲۵	
۷۰	۱۴۵	۳۶
۷۰	۱۷۰	

۶-۸-۲- سطح عایقی بین قسمتها

برای سیم پیچهای ثانویه که به دو یا چند قسمت تقسیم شده اند، عایقبندی بین قسمتها باید قادر به تحمل ولتاژ ایستادگی کوتاه مدت فرکانس قدرت به اندازه ۳kV $_{rms}$ به مدت ۱ دقیقه باشد.

۶-۸-۳- شرایط عایقی برای سیم پیچهای ثانویه

عایقبندی سیم پیچ ثانویه باید قادر به تحمل ولتاژ ایستادگی کوتاه مدت در فرکانس قدرت به اندازه ۳kV $_{rms}$ به مدت ۱ دقیقه باشد.

82461092

۶-۸-۴- فاصله خزش

برای عایقهایی که در هوای آزاد در معرض آلودگی هستند حداقل فاصله خزش که در سطح عایق اندازه گرفته میشود در جدول ۴ آمده است. علاوه بر این نسبت حداقل فاصله خزش کل به فاصله قوس (arcing distance) نباید از ۱ : ۳/۵ تجاوز کند.

جدول (۴) : حداقل فاصله خزش

سطح آلودگی	حداقل فاصله خزشی نامی بین فاز و زمین الکتریکی (فاز به فاز mm/kV)
I سبک	۱۶
II متوسط	۲۰
III سنگین	۲۵
IV خیلی سنگین	۳۱

۶-۸-۵- ارتفاع

تخلیه الکتریکی مخرب در عایقبندی خارجی بستگی به شرایط اتمسفری دارد. به منظور اطمینان از اینکه ولتاژ ایستادگی عایقبندی خارجی یک ترانسفورمر ولتاژ در ارتفاعهای بالاتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا کافی میباشد، فاصله قوس (arcing distance) معمولاً باید افزایش یابد. به عنوان یک راهنمایی کلی، ولتاژ ایستادگی نامی که طول قوس بر اساس آن تنظیم شده است به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش نسبت به مقدار مبنا ۱۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا، باید به مقدار ۰/۰۱ افزایش یابد.

۶-۸-۶- ایستادگی در شرایط اتصال کوتاه

ترانسفورمر ولتاژ باید طوری طراحی شود که حین تحریک (برقدار شدن) در ولتاژ نامی، در برابر اثرات مکانیکی حرارتی ناشی از یک اتصال کوتاه خارجی به مدت ۱ ثانیه آسیب نبیند.

۶-۹- کلاس دقت

مندرجات این بخش ویژه ترانسفورمرهای ولتاژ اندازه‌گیری می‌باشد.

82461092

۶-۹-۱- کلاس دقت

کلاس دقت یک ترانسفورمر ولتاژ اندازه‌گیری تکفاز، حداکثر خطای اندازه‌گیری ولتاژ به درصد، ناشی از ترانسفورمر در ولتاژ و بار نامی می‌باشد.

کلاسهای دقت استاندارد به قرار زیر می‌باشند :

۰/۱-۰/۲-۰/۵-۱-۳

برای اهداف اندازه‌گیری کلاس دقت ۰/۵ برای شبکه‌های فشار متوسط و فشار ضعیف پیشنهاد می‌گردد.

۶-۹-۲- محدوده‌های خطای ولتاژ و جابجایی فاز

خطای ولتاژ و جابجایی فاز در فرکانس نامی در هر ولتاژی بین ۸۰٪ و ۱۲۰٪ ولتاژ نامی و بار بین ۲۵٪ و ۱۰۰٪ بار نامی در ضریب توان ۰/۸ پس فاز، نبایستی از مقادیر داده شده در جدول (۵) تجاوز نمایند.

خطاها باید در ترمینالهای ترانسفورمر تعیین شوند و در برگیرنده اثرات هر فیوز یا مقاومت متصل به ترانسفورمر به عنوان جزیی از آن باشند.

جدول (۵) : مقادیر خطای ولتاژ و جابجایی فاز

کلاس	خطای ولتاژ	جابجایی فاز	
	درصد	سانتی رادیان	دقیقه
۰/۱	۰/۱	۰/۱۵	۵
۰/۲	۰/۲	۰/۳	۱۰
۰/۵	۰/۵	۰/۶	۲۰
۱	۱	۱/۲	۴۰
۳	۳	معین نشده	معین نشده

82461092

فهرست مطالب

۷- روش قدم به قدم طراحی

در این بخش براساس نتایج بدست آمده از بررسیها و مطالعات بخشهای قبل، مراحل مختلف چگونگی انتخاب ترانسفورماتور ولتاژ بیان می‌گردد.

۷-۱- مشخصات و ویژگیهای سیستم

تعیین مشخصات و اطلاعات مربوط به سیستمی که ترانسفورماتور ولتاژ در آن نصب و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد:

- ولتاژ نامی سیستم (kV)
- ولتاژ حداکثر سیستم (kV)
- فرکانس نامی سیستم (HZ)
- نحوه زمین کردن نوترال سیستم

۷-۲- شرایط محیطی و اقلیمی محل نصب

تعیین مشخصات و ویژگیهای محیطی و اقلیمی محل نصب ترانسفورماتور ولتاژ:

- ارتفاع از سطح دریا (m)
- حداکثر درجه حرارت محیط $(^{\circ}C)$
- حداقل درجه حرارت محیط $(^{\circ}C)$
- متوسط درجه حرارت محیط $(^{\circ}C)$
- سرعت باد (m/s^2)
- میزان آلودگی

۷-۳- پارامترها و مشخصه‌های انتخاب ترانسفورماتور ولتاژ

تعیین مشخصه‌ها و پارامترهای انتخاب ترانسفورماتور ولتاژ شامل:

- نوع ترانسفورماتور ولتاژ از نظر عایق‌بندی (SF_6، روغنی و یا خشک)
- نوع ترانسفورماتور ولتاژ از نظر ساختاری (اندوکتیو، خازنی)

- حداکثر ولتاژ سیستم
- سطوح عایق‌بندی براساس مطالعات هماهنگی عایقی و بخش ۶-۸
- فاصله خزشی مقره‌ها
- ولتاژ نامی اولیه براساس ولتاژ نامی سیستم و مطابق بخش ۶-۳
- ولتاژ نامی ثانویه مطابق بخش ۶-۴ و براساس چگونگی اتصال ترانسفورماتور ولتاژ
- ضریب ولتاژ نامی مطابق بخش ۶-۶ با توجه به نحوه زمین شدن نوترال سیستم
- محدودیت افزایش درجه حرارت
- ظرفیت خروجی با توجه به مقادیر مشخص شده در بخش ۶-۵
- کلاس دقت

82461092

بخش دوم

معیارها و ویژگیهای فنی

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱- طرح و ساخت ۱
۲- پلاک مشخصات ۲
۳- علامتگذاری ترمینالها ۲
۳-۱-علامتها ۲
۳-۲- پلاریته نسبی ۳
۴- مدارک ۳

فهرست جداول

جدول (۱): مقادیر نامی و مشخصات اصلی ترانسفورمرهای ولتاژ اندازه‌گیری (توسط خریدار تکمیل شود).....۴
جدول (۲) : مشخصات و داده‌های تضمین شده برای ترانسفورمر ولتاژ اندازه‌گیری (توسط فروشنده تکمیل گردد).....۵
جدول (۳) : مشخصات فنی نمونه برای ترانسفورمرهای ولتاژ اندازه‌گیری ۷

۱- طرح و ساخت

فهرست مطالب

۱- ترانسفورمرهای ولتاژ باید بصورت یکپارچه با عایق رزین قالب‌گیری شوند و با طرح و ابعاد مناسب برای نصب در سلولهای تمام بسته فلزی یا هوای آزاد (بسته به نوع درخواست)، ساخته شوند و دارای خواص تحمل الکتریکی و مکانیکی در حد بالایی بوده و در برابر قوس الکتریکی و تغییرات درجه حرارت، مقاومت زیاد داشته باشند. تمام اجزای فلزی که در معرض هوا می‌باشند. باید برای مقاومت در مقابل خوردگی، از مواد ضد خوردگی تهیه و یا از فولاد با روکش گالوانیزه گرم ساخته شده باشند.

۲- این ترانسفورمرها نباید نیازی به تعمیر داشته باشند.

۳- ترانسفورمرهای هوایی باید در مقابل تابش اشعه آفتاب مقاومت کافی داشته باشند.

۴- ترمینال اولیه باید از جنس مس قلع اندود شده، برنج و یا فولاد گالوانیزه شده بوده و به پیچهای اتصال و واشرهای با اندازه مناسب مجهز باشند.

۵- ترمینالهای ثانویه باید از جنس مس قلع اندود شده، برنج و یا فولاد گالوانیزه شده باشند و پیچ‌های اتصال واشرهایی با اندازه مناسب برای اتصال هادیهای مسی با سطح مقطع حداکثر شش میلیمتر داشته باشند. ترمینال ولتاژ پایین باید با پوشش مناسبی پوشانده شود و به بدنه و پایه نگهدارنده محکم شده و آب بندی مناسبی (IP=۵۴) را دارا باشد و به گلندهای مناسب برای ورود کابل مجهز شده باشد.

۶- مجموعه ترانسفورمرهای ولتاژ باید روی یک صفحه نگهدارنده با مقاومت مکانیکی کافی ثابت گردد و باید بتواند بوسیله چهار پیچ در هر وضعیت مطلوبی داخل پانلها نصب گردد. یک عدد پیچ برای اتصال زمین در این صفحه نگهدارنده بایستی تعبیه گردد.

۷- سیم پیچ اولیه (سیم پیچ فشار قوی) بصورت کلاف بر روی سیم پیچ ثانویه عایق شده پیچیده می‌شود.

۸- هر سیم پیچ ثانویه باید خروجی مناسب را که برای عملکرد درست دستگاههای حفاظتی و وسایل اندازه‌گیری مربوطه لازم است در محدوده بار اعلام شده دارا باشد.

۹- در ترانسفورماتورهای ولتاژ که دارای دو سیم پیچ جداگانه برای حفاظت و اندازه‌گیری می‌باشند هر کدام از سیم پیچ‌ها باید دقت مورد درخواست را در محدوده خروجی خود در زمانی که خروجی سیم پیچ دیگر از صفر تا صد درصد مقدار نامی آن تغییر کند را دارا باشد.

۱۰- یک ترمینال زمین که با نشانه مشخص شده است باید در کنار ترمینالهای ثانویه تعبیه شود.

۲- پلاک مشخصات

فهرست مطالب

روی همه ترانسفورمرهای ولتاژ حداقل باید مشخصات زیر درج شده باشد :

- نام یا علامت تجاری سازنده بنحوی که به راحتی قابل شناسایی باشد.
- شماره سریال ساخت یا علامت بیانگر نوع، ترجیحاً هر دو.
- ولتاژ نامی اولیه و ثانویه
- فرکانس نامی
- ولت آمپر نامی و کلاس دقت متناظر آن
- حداکثر ولتاژ سیستم
- سطح ولتاژ عایقی نامی

همه اطلاعات فوق باید به راحتی قابل خواندن و غیر قابل پاک شدن باشد. این اطلاعات یا روی خود ترانسفورمر یا روی یک پلاک مشخصات که بنحو مناسبی به بدنه ترانسفورمر متصل شده است، درج میشود.

علاوه بر آن اگر روی بدنه ترانسفورمر جای کافی وجود داشت، اطلاعات زیر باید روی آن درج شود :

- کلاس عایقی، اگر غیر از کلاس A باشد.
- روی ترانسفورمرهایی که بیش از یک سیم پیچی ثانویه دارند، کاربرد هر سیم پیچی و ترمینالهای متناظرش.

۳- علامتگذاری ترمینالها

فهرست مطالب

این علایم برای ترانسفورمرهای ولتاژ تکفاز و همچنین مجموعه ترانسفورمرهای ولتاژ تکفازی که بمنظور ایجاد یک ترانسفورمر ولتاژ سه فاز بهم متصل شده‌اند و برای ترانسفورمرهای ولتاژ سه فازی که سیم پیچهای سه فاز روی هسته مشترک پیچیده شده‌اند، بکار می‌روند.

۳-۱- علامتها

حروف بزرگ C،B،A و N بیانگر ترمینالهای سیم پیچ اولیه و حروف کوچک c،b،a و n بیانگر ترمینالهای متناظر در سیم پیچ ثانویه می‌باشند.

حروف C،B،A نشانگر ترمینالهای کاملاً عایق بندی شده و حروف N نشانگر ترمینالی است که باید زمین الکتریکی شود و سطح عایقی آن پایین تر از ترمینالهای دیگر است. حروف da و dn بیانگر ترمینالهایی است که بمنظور تامین یک ولتاژ پسماند در نظر گرفته شده‌اند.

۳-۲- پلاریته نسبی

ترمینالهایی که حروف متناظر بزرگ و کوچک دارند، در هر لحظه پلاریته یکسان خواهند داشت.

۴- مدارک

فهرست مطالب

پیشنهاد دهنده باید مدارک فنی زیر را به همراه پیشنهاد خود ارائه نماید:

۱. کاتالوگ و دستورالعمل نصب و بهره‌برداری
۲. گزارش آزمونهای نوعی
۳. لیست قراردادهای عمده فروش
۴. نقشه، ابعاد و مشخصات کامل ترانسفورمر
۵. نمونه ترانسفورمر
۶. جدول تکمیل شده مشخصات فنی (جدول شماره ۲)

در ضمن خریدار برای سفارش ترانسفورماتور ولتاژ باید جدول شماره (۱) را نیز تکمیل نموده و همراه سایر مدارک برای فروشنده ارسال کند.

جدول (۱): مقادیر نامی و مشخصات اصلی ترانسفورمرهای ولتاژ اندازه‌گیری (توسط خریدار تکمیل شود)

ردیف	توضیحات	مشخصات فنی
۱	اطلاعات عمومی شبکه :	
۱-۱	ولتاژ نامی (کیلوولت)	
۱-۲	فرکانس نامی (هرتز)	
۱-۳	حداکثر ولتاژ کار نامی (کیلوولت)	
۱-۴	نوع زمین کردن نوترال شبکه	
۱-۵	ضریب قدرت	
۲	شرایط محیط :	
۲-۱	ارتفاع از سطح دریا (متر)	
۲-۲	حداکثر درجه حرارت محیط (درجه سانتیگراد)	
۲-۳	حداکثر درجه حرارت متوسط روزانه در مدت ۲۴ ساعت (درجه سانتیگراد)	
۲-۴	حداقل دما (درجه سانتیگراد)	
۲-۵	رطوبت نسبی محیط (درصد)	
۲-۶	شتاب زلزله (شتاب نقل)	
۳	نوع ترمینال اولیه و ثانویه	
۴	سطح ولتاژ ایستادگی در مقابل ضربه صاعقه (کیلوولت –پیک)	
۵	ولتاژ ایستادگی با فرکانس قدرت بمدت یک دقیقه (کیلوولت موثر)	
۶	ولتاژ نامی اولیه (کیلوولت- موثر)	
۷	ولتاژ نامی ثانویه (ولت- موثر)	
۸	کلاس دقت	
۹	توان نامی (ولت- آمپر)	
۱۰	نوع نصب (بین دو فاز/ فاز و نول)	
۱۱	حد افزایش درجه حرارت (درجه سانتیگراد)	
۱۲	محل نصب (داخل سلول / هوای آزاد)	
۱۳	تعداد سیم پیچ‌های ثانویه	
۱۴	ضریب ولتاژ نامی (در حالت دایم)	
۱۵	ضریب ولتاژ نامی (برای ۸ ساعت)	

جدول (۲) : مشخصات و داده‌های تضمین شده برای ترانسفورمر ولتاژ اندازه‌گیری (توسط فروشنده تکمیل گردد)

ردیف	توضیحات	مشخصات فنی
۱	سازنده :	
۱-۱	کشور	
۱-۲	نام کارخانه	
۲	تیپ و علامت مشخصه	
۳	نوع عایق اصلی	
۴	کلاس عایقی	
۵	ولتاژ نامی اولیه (کیلوولت-موثر)	
۶	ولتاژ نامی ثانویه (ولت – موثر)	
۷	بالاترین ولتاژ برای تجهیزات (کیلوولت)	
۸	فرکانس نامی (هرتز)	
۹	ضریب قدرت	
۱۰	ولتاژ ایستادگی سیم پیچ اولیه برای ضربه صاعقه در شرایط استاندارد (کیلوولت)	
۱۱	ولتاژ ایستادگی سیم پیچ اولیه با فرکانس قدرت بمدت یک دقیقه در شرایط استاندارد (کیلوولت- موثر)	
۱۲	ولتاژ ایستادگی سیم پیچهای ثانویه با فرکانس قدرت به مدت یک دقیقه (کیلوولت – موثر)	
۱۳	نسبت تبدیل نامی	
۱۴	تعداد دور سیم پیچ اولیه	
۱۵	تعداد دور سیم پیچهای ثانویه	
۱۶	سطح مقطع و جنس سیم پیچ اولیه	
۱۷	سطح مقطع و جنس سیم پیچهای ثانویه	
۱۸	مقاومت اهمی سیم پیچهای اولیه در ۲۰ درجه سانتیگراد	
۱۹	مقاومت اهمی سیم پیچهای ثانویه در ۲۰ درجه سانتیگراد	
۲۰	کلاس دقت	
۲۱	ضریب اشباع	
۲۲	خروجی نامی (ولت آمپر)	

ادامه جدول (۲) :

ردیف	توضیحات	مشخصات فنی
۲۳	ضریب ولتاژ نامی :	
۱-۲۳	در حالت دائم	
۲-۲۳	برای ۸ ساعت	
۲۴	زمان مجاز جریان اتصال کوتاه ثانویه با ولتاژ نامی در ترمینالهای اولیه (ثانیه)	
۲۵	ارتفاع نصب (متر)	
۲۶	حداکثر/حداقل درجه حرارت طراحی (درجه سانتیگراد)	
۲۷	افزایش درجه حرارت زیر بار (درجه سانتیگراد)	
۲۸	فاصله خزش بین فازها و بدنه	
۲۹	حداکثر مقدار تخلیه جزیی وقتی مطابق استاندارد IEC آزمایش شود.	
۳۰	وزن (کیلوگرم)	
۳۱	ابعاد(mm×mm×mm)	
۳۲	جنس و ابعاد ترمینال اولیه	
۳۳	جنس و ابعاد ترمینال ثانویه	
۳۴	جنس پایه	
۳۵	طریقه نصب (افقی/عمودی)	
۳۶	نوع جنس و مشخصات هسته ترانسفورمر	

جدول (۳) : مشخصات فنی نمونه برای ترانسفورمرهای ولتاژ اندازه‌گیری

ردیف	مشخصات فنی
۱	ولتاژ نامی شبکه ۱۱، ۲۰ و ۳۳ کیلوولت
۲	حداکثر ولتاژ نامی شبکه ۱۲،۲۴ و۳۶ کیلوولت
۳	فرکانس نامی شبکه ۵۰ هرتز
۴	سطح ولتاژ عایقی (BIL) برای ترانسفورمرهای داخلی، بترتیب ۷۵،۱۲۵ و ۱۷۰ (برای هوایی ۹۵،۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوولت)
۵	ولتاژ قابل تحمل برای مدت یک دقیقه بترتیب ۳۰،۵۰ و ۷۰ کیلوولت
۶	ولتاژ نامی ثانویه، ۱۰۰ ولت
۷	کلاس دقت ، ۰/۵
۸	قدرت خروجی، ۵۰ ولت آمپر
۹	جنس عایق اپوکسی رزین بصورت ریختگی یکپارچه، چینی با روکش لعاب و یا لاستیک فشرده
۱۰	ترمینال خروجی ثانویه بایستی قابل پلمپ شدن باشد.

بخش سوم
آزمونها

لیست گزارشات

فهرست مطالب

۱- دسته بندی آزمونها ۱
۱-۱-آزمونهای نوعی ۱
۱-۲-آزمونهای معمول ۱
۱-۳-آزمونهای ویژه ۲
۲- روش انجام آزمونهای نوعی ۲
۲-۱- آزمون افزایش دما ۲
۲-۲- آزمون ایستادگی در شرایط اتصال کوتاه ۲
۲-۳- آزمونهای ضربه روی سیم پیچ اولیه ۳
۲-۳-۱- کلیات ۳
۲-۳-۲- آزمون ضربه صاعقه ۳
۲-۳-۳- آزمون ضربه سوئیچینگ ۴
۲-۴- آزمون رطوبت برای ترانسفورمرهای ثبت شونده در هوای آزاد ۴
۳- آزمونهای معمول ۴
۳-۱- تایید صحت علامتگذاری ترمینالها ۴
۳-۲- آزمونهای ایستادگی با فرکانس قدرت روی سیم پیچهای اولیه و اندازه‌گیری تخلیه جزئی .. ۴
۳-۲-۱- کلیات ۴
۳-۲-۱-۱- ترانسفورمرهای ولتاژ زمین نشده ۵
۳-۲-۱-۲- ترانسفورمرهای ولتاژ زمین شده ۵
۳-۳-آزمونهای ایستادگی با فرکانس قدرت بین قسمتها و روی سیم پیچیهای ثانویه ۶
۳-۴- آزمون تعیین دقت ۶
۳-۴-۱- آزمونهای نوعی ۶
۳-۴-۲- آزمونهای معمول ۶

فهرست مطالب

۱- دسته بندی آزمونها

- آزمون نوعی

روی یـک ترانسـفورمر از هـر نـوع، یـک آزمایش باید صورت بگیرد تا معلوم شود همه ترانسفورمرهای مشابه با ملزوماتی که توسط آزمایشهای معمولی پوشش داده نمیشوند، مطابقت می‌نماید.

- آزمون معمول (جاری)

آزمونی است که روی تک تک ترانسفورمرها انجام می‌شود.

- آزمون ویژه

آزمونی است که نوعی یا معمول نباشد و با توافق سازنده و خریدار صورت می‌گیرد.

۱-۱- آزمونهای نوعی

- آزمون افزایش دما
- آزمون ضربه صاعقه
- آزمون ضربه سوئیچینگ
- آزمون رطوبت برای ترانسفورمرهای نصب شونده در هوای آزاد
- تعیین خطاها
- آزمون تحمل اتصال کوتاه
- بعـد از اینکه ترانسفورمرها در معرض آزمونهای نوعی قرار گرفتند، آزمونهای معمول روی آنها انجام می‌شود.

۱-۲- آزمونهای معمول

الف- تایید صحت علامتگذاری ترمینالها

ب- آزمون ایستادگی در فرکانس قدرت روی سیم پیچی ثانویه

ج- آزمون ایستادگی در فرکانس قدرت بین قسمتها

د- آزمون ایستادگی در فرکانس قدرت روی سیم پیچی اولیه

هـ- اندازه‌گیری تخلیه جزئی

و- تعیین خطاها

بجـز آزمـون تعییـن خطاها که بایستی بعد از آزمونهای (ب)، (ج)، (د) انجام شود، ترتیب بقیه آزمونها استاندارد شده نیست.

۱-۳-آزمونهای ویژه

- آزمون ضربه قطع و وصل شونده روی سیم پیچی اولیه
- اندازه‌گیری ظرفیت خازنی و ضریب تلفات پراکندگی
- آزمونهای مکانیکی

۲- روش انجام آزمونهای نوعی

فهرست مطالب

۲-۱- آزمون افزایش دما

به منظور انجام این آزمون، ترانسفورمرهای ولتاژ هنگامی که نرخ افزایش دمای آنها کمتر از ۱K در هر سـاعت است باید به یک دمای ماندگار برسند. دمای محیطی مناسب برای آزمایش بین $۱۰^{\circ}C$ و $۳۰^{\circ}C$ می‌باشد.

۲-۲- آزمون ایستادگی در شرایط اتصال کوتاه

جهـت انجـام این آزمون، ترانسفورمر باید ابتدا در دمایی بین $۱۰^{\circ}C$ و $۳۰^{\circ}C$ باشد. ترانسفورمر ولتاژ در شـرایطی که ترمینالهای ثانویه‌اش اتصال کوتاه شده‌اند از طرف اولیه برقدار می‌گردد. مدت اتصال کوتاه ۱ ثانـیه مـی‌باشـد. در حیـن آزمـون مقدار موثر ولتاژ اعمالی به ترمینالهای اولیه ترانسفورمر نباید از ولتاژ نامـی کمـتر باشـد. پس از سرد شدن ترانسفورمر و رسیدن به دمای محیط در صورتیکه شرایط زیر برقرار باشد، ترانسفورمر آزمون را با موفقیت پشت سر گذاشته است :

- صدمه قابل مشاهده‌ای ندیده باشد.
- خطاهای ترانسفورمر پس از انجام آزمون نباید بیش از نصف محدوده مجاز خطای مربوط به کلاس دقت ترانسفورمر تغییر کرده باشد.
- در مقابل آزمونهای دی الکتریکی، در شرایطی که ولتاژ آزمون به ۹۰ درصد مقدار داده شده کاهش یافته است، ایستادگی کند.

- عـایق سطح هر دو سیم پیچهای اولیه و ثانویه نبایستی تغییر قابل توجهی کرده باشد (مثلاً کربونیزه نشده باشد)

۲-۳- آزمونهای ضربه روی سیم پیچ اولیه

۲-۳-۱- کلیات

آزمونهـای ضـربه باید مطابق با استاندارد IEC شماره ۶۰ باشد. ولتاژ آزمون بین هر ترمینال خط سیم پـیچ اولـیه و زمیـن اعمال خواهد شد. ترمینال زمین شده سیم پیچ اولیه، ترمینال خط آزمایش نشده در مـورد یک ترانسفورمر ولتاژ زمین نشده، حداقل یکی از ترمینالهای هر سیم پیچ ثانویه، چارچوب، قاب (در صورت وجود) و هسته (اگر بخواهیم زمین شود) در طول آزمون باید زمین شوند.

آزمونهـای ضـربه عموماً شامل اعمال ولتاژهایی در سطوح ولتاژهای نامی و مرجع می‌باشد. ولتاژ ضربه مـرجع بایسـتی بیـن ۵۰٪ و ۷۵٪ ولتاژ ایستادگی نامی ضربه باشد. مقادیر قله و شکل موجهای ولتاژهای ضـربه بایسـتی ثبـت شوند. تشخیص خرابی عایق در اثر آزمایش مشاهده تغییرات شکل موج در هر دوی ولتاژهای مرجع و ایستادگی نامی امکانپذیر است.

۲-۳-۲- آزمون ضربه صاعقه

ولـتاژ آزمـون در جدول ۳ استاندارد طراحی و مهندسی ترانسفورماتورهای ولتاژ، بسته به حداکثر ولتاژ کاری و سطح عایقبندی معین داده شده است.

آزمـون بـاید با هر دوی پلاریته‌های مثبت و منفی انجام شود. ۱۵ ضربه متوالی از هر پلاریته، بدون در نظر گرفتن شرایط جوی، باید اعمال شود.

- ترانسـفورمر بـرای هـر پلاریـته، آزمـون را در صورت وجود شرایط زیر با موفقیت گذرانیده است:
- تخلیه مخرب در عایق بندی داخلی بازگشت ناپذیر (non-self-restoring) رخ ندهد.
- در عایقبندی خارجی برگشت ناپذیر جرقه‌ای رخ ندهد.
- بیش از دو جرقه در عایق بندی خارجی بازگشت پذیر (self-restoring) رخ ندهد.
- هـیچ علامتـی از خرابـی عـایق مشاهده نشود. (برای مثال تغییرات در شکل موج کمیتهای ثبت شده)

۲-۳-۳- آزمون ضربه سوئیچینگ

مقادیر ولتاژهای آزمون در جدول ۳ استاندارد طراحی و مهندسی ترانسفورماتورهای ولتاژ، بسته به حداکثر ولتاژ کاری و سطح عایق‌بندی معین، داده شده‌اند.

آزمون فقط باید با پلاریته مثبت انجام شود. ۱۵ ضربه متوالی که با توجه به شرایط جوی تصحیح شده‌اند، باید اعمال شود.

ترانسفورمر به شرطی آزمون را با موفقیت می‌گذراند که :

- تخلیه مخرب در عایق بندی داخلی بازگشت ناپذیر رخ ندهد.
- در عایق بندی بازگشت ناپذیر، جرقه‌ای رخ ندهد.
- بیش از دو جرقه در عایقبندی خارجی بازگشت پذیر رخ ندهد.
- هیچ علامتی از خرابی مشاهده نشود. (برای مثال تغییرات در شکل موج کمیتهای ثبت شده)

۲-۴- آزمون رطوبت برای ترانسفورمرهای ثبت شونده در هوای آزاد

روش رطوبت دهی باید مطابق با IEC به شماره ۱-۶۰ باشد. آزمون با ولتاژ فرکانس قدرت داده شده در جدول ۳ استاندارد طراحی و مهندسی ترانسفورماتورهای ولتاژ، بسته به حداکثر ولتاژ کاری و با اعمال تصحیحات لازم بخاطر شرایط جوی انجام میشود.

۳- آزمونهای معمول

فهرست مطالب

۳-۱- تایید صحت علامتگذاری ترمینالها

با توجه به بند ۴-۳ بایستی صحت علامتگذاری ترمینالها تایید شود.

۳-۲- آزمونهای ایستادگی با فرکانس قدرت روی سیم پیچهای اولیه و اندازه‌گیری تخلیه جزئی

۳-۲-۱- کلیات

آزمون ایستادگی با فرکانس قدرت باید مطابق با IEC به شماره ۱-۶۰ انجام شود. برای آزمونهای ایستادگی ای که منبع جداگانه دارند دوره آزمون ۶۰ ثانیه می‌باشد.

بـرای آزمون ایستادگی در برابر ولتاژ القایی، فرکانس ولتاژ آزمون ممکن است بمنظور ممانعت از اشباع هسته به مقدار بالاتر از فرکانس نامی افزایش داده شود. مدت آزمون ۶۰ ثانیه می‌باشد. اما اگر فرکانس آزمـون از دو برابـر فـرکانس نامـی بزرگـتر باشد، مدت آزمایش از ۶۰ ثانیه (مطابق با رابطه زیر) کمتر خواهد بود :

$$\text{مدت آزمایش به ثانیه} = \frac{\text{دو برابر فرکانس نامی}}{\text{فرکانس آزمون}} \times ۶۰$$

حداقـل مـدت آزمون ۱۵ ثانیه می‌باشد. ولتاژهای آزمون بسته به حداکثر ولتاژ کاری در جدول ۳ داده شـده‌انـد. هنگامیکه اختلاف قابل توجهی بین حداکثر ولتاژ کاری معین شده (Um) و ولتاژ نامی اولیه وجود داشته باشد، ولتاژ القایی به ۵ برابر ولتاژ نامی اولیه محدود خواهد شد.

۳-۲-۱-۱- ترانسفورمرهای ولتاژ زمین نشده

ترانسفورمرهای ولتاژ زمین نشده باید در معرض آزمونهای زیر قرار گیرند :

الف- آزمون ولتاژ ایستادگی با منبع جداگانه

ولـتاژ آزمـون بیـن زمیـن و ترمینالهای سیم پیچ اولیه که بهم وصل شده‌اند، اعمال میشود. چارچوب، قاب (در صورت وجود)، هسته (در صورت وجود ترمینال ویژه برای زمین) و همه ترمینالهای سیم پیچ ثانویه بهم و به زمین متصل خواهد شد.

ب- آزمون ایستادگی در برابر ولتاژ القایی

ایـن آزمـون با تحریک سیم پیچ ثانویه توسط ولتاژی که اندازه آن برای القای ولتاژ آزمون تعیین شده در سیم پیچ اولیه کافی می‌باشد انجام میشود. یا میتوان مستقیماً سیم پیچ اولیه را توسط ولتاژ آزمون تعیین شده تحریک کرد. در هر حالت ولتاژ آزمون در طرف ولتاژ بالای ترانسفورمر اندازه‌گیری میشود. چـارچوب، قـاب (در صـورت وجـود)، هسـته (اگر بخواهیم زمین شود) و یک ترمینال از هر سیم پیچ ثانویـه و ترمینال دیگر سیم پیچ اولیه باید بهم و به زمین متصل شوند. آزمون باید به این طریق انجام شـود کـه ولتاژ به هر ترمینال خط بمدت نصف زمان لازم (حداقل ۱۵ ثانیه برای هر سیم پیچ) اعمال شود.

۳-۲-۱-۲- ترانسفورمرهای ولتاژ زمین شده

ترانسفورمرهای ولتاژ زمین شده باید در معرض آزمونهای زیر قرار گیرند :

الف- آزمون ولتاژ ایستادگی با منبع جداگانه

ولـتاژ آزمون مقداری مناسب که در بند ۳-۳-۵-۱ آمده است را اختیار می‌کند و بین زمین و ترمینال اولیه ولتاژی که قرار است زمین شود، اعمال می‌شود.

چارچوب، قاب (در صورت وجود)، هسته (اگر بخواهیم زمین کنیم) و همه ترمینالهای ثانویه ولتاژ باید بهم و به زمین متصل شوند.

ب- آزمون ایستادگی در برابر اضافه ولتاژ القایی

آزمـون همـانطوری کـه در بـند ۲۱ بـیان شـد، صورت می گیرد. ترمینال ولتاژ اولیه که قرار است در شـرایط کـار زمیـن شود در طول آزمایش باید زمین شود. حساسیت اندازه‌گیری باید به اندازه‌ای باشد که بتوانیم تخلیه جزیی به مقدار ۵ پیکوکولن را اندازه‌گیری کنیم.

۳-۳- آزمونهای ایستادگی با فرکانس قدرت بین قسمتها و روی سیم پیچیهای ثانویه

ولـتاژ آزمـون که مقدار آن در بند ۶-۸ استاندارد طراحی و مهندسی داده شده است، باید به مدت ۶۰ ثانـیه بیـن زمیـن و ترمینالهای اتصال کوتاه شده هر قسمت سیم پیچ ثانویه یا هر قسمت سیم پیچ ثانویه اعمـال شـود. چـارچوب، قاب (در صورت وجود)، هسته (اگر بخواهیم زمین شود) و ترمینالهای همه سیم پیچها یا قسمتهای دیگر بایستی بهم و به زمین وصل شوند.

۳-۴- آزمون تعیین دقت

۳-۴-۱- آزمونهای نوعی

جهـت اثـبات بـند ۶-۹، اسـتاندارد طراحـی و مهندسی آزمونهای نوعی در ۸۰٪، ۱۰۰٪ و ۱۲۰٪ ولتاژ نامی در فرکانس نامی و بار بین ۲۵٪ و ۱۰۰٪ بار نامی انجام می‌شوند.

۳-۴-۲- آزمونهای معمول

آزمونهـای معمـول بـرای دقت، در اصل مشابه آزمونهای نوعی می‌باشند، اما آزمونهای معمول در تعداد کمـتری از سـطوح ولـتاژها و بارهـا انجام می‌شوند زیرا توسط آزمونهای نوعی روی یک ترانسفورمر مشابه نشـان داده مـی‌شود که تعداد کمتری آزمون معمول جهت اثبات مطابقت با ملزومات دقت کفایت خواهد کرد.

بخش چهارم
آئین‌کار و روشهای اجرایی
(مصداق ندارد)

لیست گزارشات