

کتاب

انواع پست‌های شبکه



PowerEn.ir

فهرست

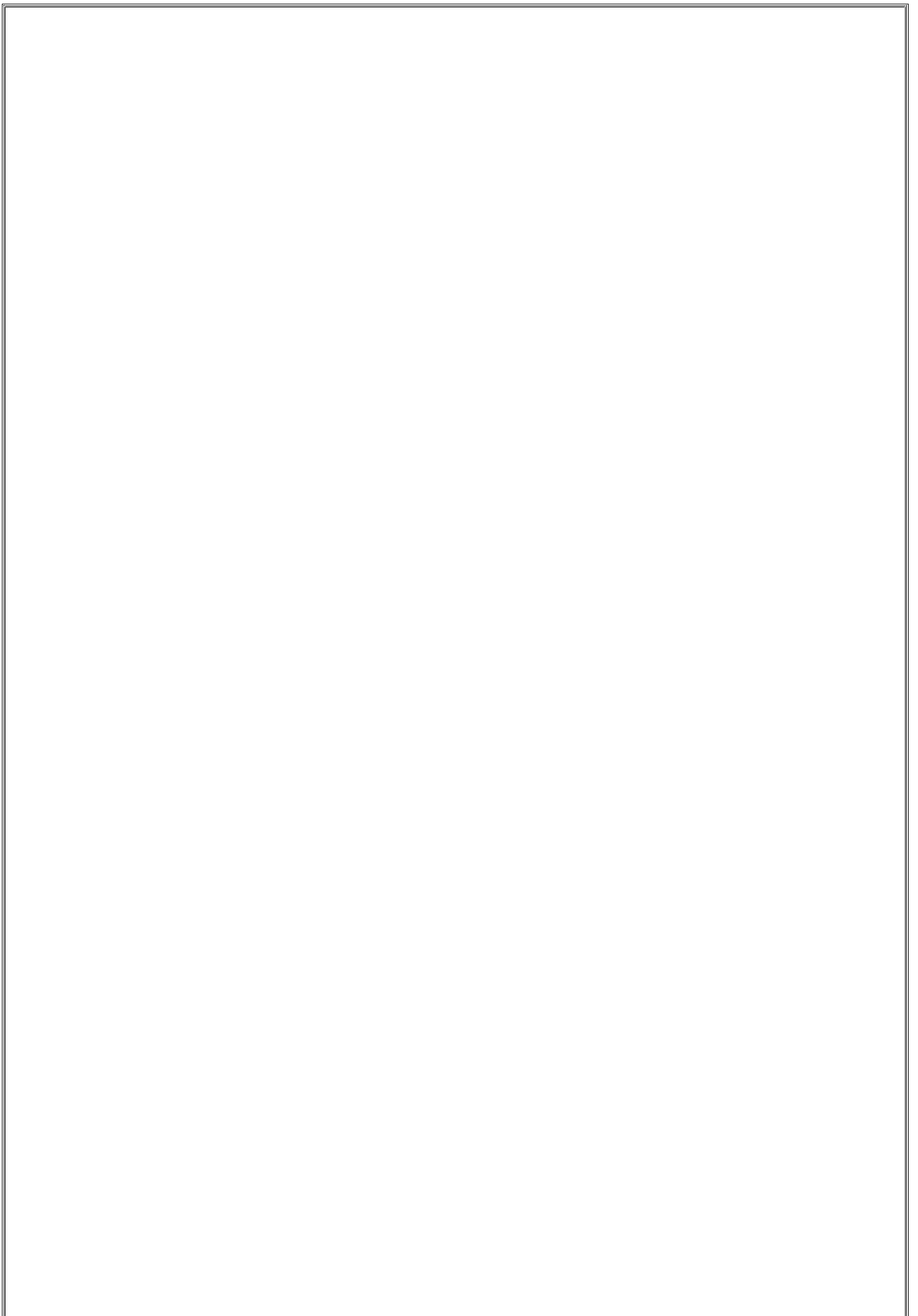
عنوان	صفحه
۱- مقدمه	۸
۱-۱- معرفی	۸
۱-۱-۱- پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده	۸
۱-۱-۲- پست ۲۰ کیلو ولت زمین کننده نوتر سیستم	۸
۱-۱-۳- انواع ترانسفورماتورها	۸
۱-۲- اهداف	۱۱
۱-۳- تعاریف	۱۲
۱-۳-۱- عنصر پست ۲۰ کیلو ولتی	۱۲
۱-۳-۲- واحد پست ۲۰ کیلو ولتی	۱۲
۱-۳-۳- بانک پست ۲۰ کیلو ولتی	۱۲
۱-۳-۴- تجهیزات پست ۲۰ کیلو ولت	۱۲
۱-۳-۵- وسیله تخلیه پست ۲۰ کیلو ولت	۱۲
۱-۳-۶- ترمینالهای خط	۱۳
۱-۳-۷- ولتاژ نامی U_n	۱۳
۱-۳-۸- سطح عایقی U_1	۱۳
۱-۳-۹- خروجی نامی	۱۳
۱-۳-۱۰- جریان نامی	۱۳
۱-۳-۱۱- تلفات پست ۲۰ کیلو ولت	۱۴
۱-۳-۱۲- تانژانت زاویه تلفات (tan)	۱۴
۱-۳-۱۳- حداکثر ولتاژ سیستم U_m	۱۴
۱-۳-۱۴- دمای هوای محیط	۱۴
۱-۳-۱۵- دمای هوای خنک کننده	۱۴
۱-۳-۱۶- دمای افزایش یافته ناشی از محفظه پست ۲۰ کیلو ولت	۱۴
۱-۳-۱۷- دمای استاندارد آزمایش	۱۵
۱-۴- طراحی و ساخت	۱۵
۱-۵- توان واحد پست ۲۰ کیلو ولتی	۱۶
۱-۶- اضافه بار قابل قبول	۱۶
۱-۶-۱- حداکثر ولتاژ قابل قبول :	۱۶
۱-۶-۲- حداکثر جریان قابل قبول :	۱۷
۱-۷- پلاک شناسایی پست ۲۰ کیلو ولت	۱۷

- ۱۸-۱-۸- مشخصات کلی پست ۲۰ کیلو ولت..... ۱۸
- ۱۹-۱- تعاریف..... ۱۹
- ۱۹-۱-۱- جریان نامی دائمی I_N ۱۹
- آزمایشات معمول (Routine tests)..... ۳۰
- ۱۰-۱- اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ..... ۳۱
- ۱-۱۰-۱- کلیات..... ۳۱
- ۲-۱۰-۱- پست ۲۰ کیلو ولت نوع خشک..... ۳۱
- ۳-۱۰-۱- پست ۲۰ کیلو ولت نوع روغنی..... ۳۱
- ۱-۱-۱- کنترانسها..... ۳۴
- ۲- مقدمه..... ۳۷
- ۱-۲- معرفی..... ۳۷
- ۱-۱-۲- طراحی..... ۳۷
- ۲-۲- تعاریف..... ۳۷
- ۲-۲-۱- جریان دائم نامی I_N ۳۷
- ۲-۲-۲- جریان هجومی نامی I_{IN} ۳۷
- ۳-۲-۲- اندوکتانس نامی L_N ۳۷
- ۲-۲-۴- فاکتور 0..... ۳۸
- ۲-۳-۲- جریان هجومی نامی..... ۳۹
- ۴-۲- سطح عایقی..... ۳۹
- ۵-۲- افزایش دما..... ۴۰
- ۶-۲- بلاک شناسایی..... ۴۰
- ۱-۶-۲- اطلاعاتی که باید هر ترانسفورماتور داده شود..... ۴۰
- ۷-۲- آزمایشها..... ۴۱
- ۱-۷-۲- آزمایشهای معمول..... ۴۱
- ۲-۷-۲- اندازه گیری مقاومت سیم پیچ..... ۴۱
- ۳-۷-۲- اندازه گیری اندوکتانس..... ۴۱
- ۴-۷-۲- آزمایش تحمل منبع ولتاژ مجزا..... ۴۱
- ۵-۷-۲- آزمایش تحمل اضافه ولتاژ القایی..... ۴۱
- ۸-۲- تلهانسها..... ۴۱
- ۱-۳- مقدمه..... ۴۳
- ۱-۱-۳- معرفی..... ۴۳
- ۲-۳- طراحی..... ۴۳

۴۴	تعاریف	۳-۳
۴۴	۱- جریان نامی با فرکانس سیستم I_N	۳-۳
۴۴	ولتاژ نامی با فرکانس سیستم U_N	۳-۳
۴۴	۳- جریان نامی با فرکانس تنظیم I_A	۳-۳
۴۴	ولتاژ نامی با فرکانس تنظیم U_A	۳-۳
۴۵	فرکانس تنظیم نامی f_A	۳-۳
۴۵	اندوکتانس نامی L_A	۳-۳
۴۵	فاکتور Q نامی Q_A	۳-۳
۴۶	جریان کوتاه مدت نامی I_{KN}	۳-۳
۴۶	مقادیر نامی	۳-۳
۴۶	۱- مقادیر ولتاژ و جریان نامی	۳-۳
۴۶	۲- جریان کوتاه مدت نامی	۳-۳
۴۶	۳- فاکتور Q نامی	۳-۳
۴۷	۴- ضعیف ولتاژ و جریان	۳-۳
۴۷	۵- سطح عایقی	۳-۳
۴۷	۵- پلاک شناسایی	۳-۳
۴۷	۱-۵- اطلاعاتی که باید برای هر ترانسفورماتور داده شود	۳-۳
۴۸	۶- آزمایشها	۳-۳
	۱-۶-۳ اطلاعات کلی در مورد آزمایشهای انجام شده ، نمونه و خاص در	
۴۸	بخشهای بعدی آمده است	۳-۳
۴۹	۲-۶-۳ اندازه گیری اندوکتانس	۳-۳
۴۹	۳-۶-۳ آزمایش تحمل اضافه ولتاژ القایی	۳-۳
۵۰	۴-۶-۳ اندازه گیری فاکتور Q	۳-۳
۵۰	۵-۶-۳ اندازه گیری تلفات	۳-۳
۵۰	۷-۶-۳ تعیین نحوه افزایش دما	۳-۳
۵۰	۷-۳- تلرانس	۳-۳
۵۳	۱-۴ مقدمه	۳-۳
۵۳	۲-۴ طراحی	۳-۳
۵۴	۳-۴ تعاریف	۳-۳
۵۴	۱-۳-۴ سیم پیچ اصلی	۳-۳
۵۴	۲-۳-۴ ولتاژ نامی	۳-۳
۵۴	۳-۳-۴ جریان زمین نامی	۳-۳

- ۴-۴-۴- مقادیر نامی ۵۵
- ۴-۴-۱- ولتاژ نامی سیم بیج اصلی ۵۵
- ۴-۴-۲- جریان زمین نامی ۵۵
- ۴-۴-۳- امپدانس توالی صفر نامی ۵۵
- ۴-۵-۵- سطح عایقی ۵۶
- ۴-۶-۶- پلاک شناسایی ۵۶
- ۴-۷-۷- نوع ترانسفورمر یا ترانسفورماتور ۵۶
- ۴-۸-۸- آزمایشها ۵۷
- ۴-۸-۱- آزمایشهای نمونه ۵۷
- ۴-۸-۲- آزمایشهای خاص ۵۸
- ۴-۹-۹- اندازه گیری امپدانس توالی صفر ۵۸
- ۴-۱۰-۱۰- افزایش درجه حرارت در جریان زمین نامی ۵۸
- ۴-۱۱-۱۱- تعیین توانایی تحمل جریان کوتاه مدت ۵۸
- ۴-۱۲-۱۲- تلرانسها ۶۰
- ۴-۱۳-۱۳- آزمایشات پست ۲۰ کیلو ولت ۶۰
- ۴-۱۳-۱- کلیات آزمایشهای پست ۲۰ کیلو ولت به دو نوع زیر می باشند : ۶۰
- ۴-۱۴-۱۴- جزئیات آزمایشات ۶۱
- ۴-۱۵-۱۵- تلفات پست ۲۰ کیلو ولت ۶۲
- ۴-۱۵-۱- آزمایش معلول : ۶۲
- ۴-۱۵-۲- آزمایش نمونه : ۶۲
- ۴-۱۶-۱۶- آزمایش پایداری حرارتی (آزمایش نمونه) ۶۳
- ۴-۱۷-۱۷- آزمایشات ولتاژ ۶۶
- ۴-۱۷-۱- برای واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی ۶۶
- ۴-۱۷-۳- برای بانکهای پست ۲۰ کیلو ولتی ۶۸
- ۴-۱۸-۱۸- آزمایش یونیزاسیون پست ۲۰ کیلو ولت (آزمایش نمونه) ۶۹
- ۴-۱۹-۱۹- سطوح عایقی و ولتاژهای تست بین ترمینال پست ۲۰ کیلو ولت و زمین ۷۰
- ۵-۱-۱- مقدمه ۷۳
- ۵-۱-۱- معرفی ۷۳
- ۵-۲-۲- تعاریف ۷۳
- ۵-۲-۱- ولتاژ نامی ۷۳
- ۵-۲-۲- جریان نامی ۷۴
- ۵-۲-۳- محدوده تنظیم ۷۴

۷۴	..... ۴-۲-۵ سیم پیچ کمکی
۷۴	..... ۵-۲-۵ سیم پیچ ثانویه
۷۵	..... ۵-۲-۶ ولتاژ نامی
۷۵	..... ۷-۲-۵ جریان نامی
۷۵	..... ۳-۵ محدودده تنظیم
۷۶	..... ۴-۵ افزایش درجه حرارت سیم پیچ
۷۶	..... ۵-۵-۵ سطح عایقی
۷۶	..... ۶-۵-۶ پلاک شناسایی
۷۷	..... ۷-۵-۷ آزمایشها
۷۸	..... ۱-۷-۵ آزمایشهای نمونه
۷۸	..... ۲-۷-۵ آزمایش های خاص
۷۸	..... ۹-۵ اندازه گیری ولتاژی باری
۷۸	..... ۱۰-۵ آزمایش افزایش درجه حرارت
۷۹	..... ۱۱-۵ آزمایشهای دی الکتریک
۷۹	..... ۱۳-۵ برای عایق غیرکنواخت
۸۱	..... ۱۴-۵ تلرانسها
۸۲	..... ۱-۶ مقدمه
۸۲	..... ۱-۱-۶ معرفی
۹۰	..... ۲-۶-۲ حالات مطالعه شده ی ترانسفورماتور و نتایج تشخیصی سیستم
۱۰۷	..... ۳-۶ ایجاد سیستم
۱۰۷	..... ۱-۳-۶ انتخاب روش های گوناگون تفسیر خطای پست
۱۱۱	..... ۲-۳-۶ داده های تحلیل گاز محلول در روغن (خطای پست) برای کاربر
۱۱۱	..... ۳-۳-۶ تست برای شرایط خطا دار ترانسفورماتور
۱۱۳	..... ۴-۳-۶ تشخیص خطاهای ترانسفورماتور
۱۱۵	..... ۵-۳-۶ روش نسبیت چهارگانه ی راجر
۱۱۷	..... ضمیمه A
۱۱۸	..... ضمیمه B
۱۲۰	..... ضمیمه C
۱۲۱	..... ضمیمه D
۱۲۲	..... ضمیمه E
۱۲۳	..... ضمیمه F
۱۲۴	..... ضمیمه G
۱۲۶	..... منابع و ماخذ:



فصل اول:

معرفی انواع پست های موجود در شبکه

۱- مقدمه

۱-۱- معرفی

پست ۲۰ کیلو ولتی که برای استاندارد اجرایی در مواقع بروز خطا در سیستم مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از:

۱-۱-۱- پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده

پست ۲۰ کیلو ولتی که برای استاندارد اجرایی های کوتاه مدت در سیستم بکار می روند و در هنگام کار نرمال سیستم ، یک جریان پیوسته ای از این ترانسفورماتورها عبور می کند.

۱-۱-۲- پست ۲۰ کیلو ولت زمین کننده نوتر سیستم

پست ۲۰ کیلو ولت تکفازی هستند که در سیستم های ، ما بین نوتر سیستم و زمین متصل گردیده و جهت استاندارد اجرایی فاز به زمین در مواقع بروز خطا بکار می روند. پست ۲۰ کیلو ولت زمین کننده ، عموماً جریان پیوسته ای نداشته و یا اینکه بطور پیوسته فقط جریان کوچکی را تحمل می نمایند.

۱-۱-۳- انواع ترانسفورماتورها

بسته به نوع کاربرد، پست ۲۰ کیلو ولت دیگری برای منظوره‌های متفاوت ، می توانند در این بخش تحت پوشش قرار گیرند.

این ترانسفورماتورها عبارتند از:

- پست ۲۰ کیلو ولت مقسم بار برای بالانس کردن جریان در مدارهای موازی

- پست ۲۰ کیلو ولت استارتر، که در موتورهای a.c. بصورت سری و جهت استاندارد اجرایی راه اندازی موتور به کار برده می شوند.

ترانسفورماتور یکی از نیازهای بسیار مهم سیستم‌های انتقال بسیار بزرگ می‌باشد. این بدان علت است که ترانسفورماتور همچون وسیله‌ای برای انتقال قدرت برق به مقادیر واقعی ولتاژ در هر یک از مراحل چندگانه‌ی انتقال و توزیع عمل می‌کند. از مرحله‌ی تولید در منبع تا ولتاژی که احتیاجات مصرف‌کننده‌را برآورده می‌کند، ترانسفورماتورهای متعددی در ایستگاه‌های قدرت و شبکه‌های توزیع برق مورد استفاده قرار می‌گیرند این مجموعه ترانسفورماتورهای متفاوت را می‌توان به دسته‌های گوناگونی تقسیم نمود که هر یک هدف خاصی را برآورده می‌سازد. این پروژه‌ی پایان نامه به بررسی ترانسفورماتورهای برق قدرت و شرایط خطای مربوط به آن‌ها می‌پردازد.

ترانسفورماتورهای قدرت روغنی حجم اصلی ترانسفورماتورهای قدرت به کاربرده شده در شبکه‌ی انتقال و توزیع برق را تشکیل می‌دهند. سیم‌پیچ‌های راکتور این ترانسفورماتورها در مایع هیدروکربنی غیر قابل اشتعال که از تقطیر و پالایش نفت خام به دست آمده‌است قرار دارند. نقش این مایع هیدروکربنی محافظت از سیم‌پیچ‌های ترانسفورماتور از آثاریان‌بار و خاصیت خورنده‌ی محیط می‌باشد. همچنین این مایع به عنوان یک هادی حرارتی و یا یک وسیله‌ی سرمایه‌ی عمل می‌کند.

این روغن معدنی (نفتی) که در ترانسفورماتورهای قدرت به کاربرده شده‌است، جهت برآوردن این نیازهای بزرگ، استقامت در برابر اکسیداسیون، ویسکوزیته، نقطه‌ی اشتعال، نقطه‌ی روان‌سازی، میزان سوپور مضر، ولتاژ تفکیک الکتریکی و فاکتور پراکندگی مورد استفاده قرار می‌گرفت.

۱-۱- این توصیه نامه برای یک واحد پست ۲۰ کیلو ولتی و یا مجموعه ای از واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی و برای اتصال به سیستمهای قدرت متناوب با فرکانسهای نامی ۵۰ هرتز و ولتاژهای نامی ۱۱ و ۲۰ و ۲۲ کیلو ولت و نیز سیستم فشار ضعیف بکار می رود. این پست ۲۰ کیلو ولت بصورت شنت و جهت تصحیح ضریب توان به سیستم متصل گردیده و برای کار در فضای آزاد و یا محیط سربسته مورد استفاده می باشد.

۱-۲- این توصیه نامه برای پست ۲۰ کیلو ولت از نظر پست ۲۰ کیلو ولتی که جهت کار در دمای بین ۴۰ تا +۵۰ درجه استاندارد نصب می کردند بکار می رود.

بهمین منظور پست ۲۰ کیلو ولتی که جهت کار در دمای کار دسته بندی گردیده اند و هر دسته توسط یک حداقل دما و یک حداکثر دما که امکان کار پست ۲۰ کیلو ولت در آن دماها وجود داشته باشد مشخص می گردد. برای حداقل دما سه مقدار ۴۰- و ۲۵- و ۱۰- درجه سانتیگراد انتخاب گردیده است و حداکثر دما نیز با توجه به جدول زیر تعیین می گردد:

حداکثر دمای محیط به درجه سانتیگراد	حداکثر دمای محیط به درجه سانتیگراد		
	متوسط دما در ۱ ساعت	متوسط دما در ۲۴ ساعت	متوسط دما در یکسال
۲۰	۴۰	۳۰	۴۰
۳۰	۴۵	۴۰	۴۵
۳۵	۵۰	۴۵	۵۰

حدود در دمای کارخانه را در چهار گروه زیر استاندارد کرده است.

$$-10/45^{\circ}\text{C} \text{ و } -10/-40^{\circ}\text{C} \text{ و } -25-40^{\circ}\text{C} \text{ و } -40/-40^{\circ}\text{C}$$

با توجه به شرایط محیطی پست ۲۰ کیلو ولت را در حد امکان می بایست از حدود استاندارد شده دما استفاده گردد. ولی اگر بعلت شرایط حامی محیطی می بایست . امکان انتخاب حدود استاندارد دما وجود نداشته باشد در آنصورت می یابست حدود دمای کار پست ۲۰ کیلو ولت با توجه به بخش ۱۷۱ این توصیه نامه تعیین گردد .

توجه ۱- تعریف دمای محیط و دمای هوای خنک کننده در بخش (۳-۴۱) و (۳-۱۵) آورده شده اند.

توجه ۲- این توصیه نامه برای پست ۲۰ کیلو ولتی که جهت نصب در محل‌های تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر استفاده می کردند تهیه شده است .

برای پست ۲۰ کیلو ولتی که در ارتفاع بیشتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا نصب می کردند می بایست ولتاژهای آزمایشهای مربوط به عایق خارجی برابر مقادیر مشخص شده در این توصیه نامه تقسیم برضریب ارتفاع مربوطه باشند .

$$k = \frac{1}{1 + 1.25 \times 10^{-4} (H - 1000)}$$

K = ضریب ارتفاع

H = ارتفاع از سطح دریا به متر

برای نصب پست ۲۰ کیلو ولت در ارتفاع بیشتر از ۱۰۰۰ متر بغیر از تصحیح بالا، تصحیح دیگری لازم نبوده لازم نبوده سایر مطالب این توصیه نامه صادق می باشند .

۲-۱- اهداف

هدف از تعیین این توصیه نامه عبارتست از :

a) تعیین قوانینی جهت کار مطمئن و سالم پست ۲۰ کیلو ولت

(b) تعیین قوانینی در مورد آزمایشات پست ۲۰ کیلو ولت و همچنین چگونگی و حدود پارامترهای مورد لزوم برای پست ۲۰ کیلو ولت

(c) تعیین قوانینی در مورد بسته بندی حمل و انبار کردن پست ۲۰ کیلو ولت

(e) تعیین مشخصات فنی پست ۲۰ کیلو ولت جهت انتخاب و خرید مناسب آن

۳-۱- تعاریف

تعاریف تعدادی از عبارات بکار رفته در این توصیه نامه بشرح زیر می باشد:

۳-۱-۱- عنصر پست ۲۰ کیلو ولتی

یک جزء غیر قابل تقسیم بوده که از الکترودهای جدا شده توسط دی الکتریک تشکیل می گردد .

۳-۱-۲- واحد پست ۲۰ کیلو ولتی

مجموعه ای از یک با تعدادی عنصر پست ۲۰ کیلو ولتی که در یک محفظه با ترمینالهای در دسترس ، قرار گرفته باشند .

۳-۱-۳- بانک پست ۲۰ کیلو ولتی

گروهی از واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی که به صورت الکتریکی بهم متصل شده باشند بطور مثال مانند یک بانک پست ۲۰ کیلو ولتی سه فاز از سه واحد پست ۲۰ کیلو ولتی تکفاز تشکیل شده است .

۳-۱-۴- تجهیزات پست ۲۰ کیلو ولت

مجموعه ای از واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی و ابزار جانبی مناسب اتصال به شبکه

۳-۱-۵- وسیله تخلیه پست ۲۰ کیلو ولت

وسیله ای که ما بین ترمینالهای پست ۲۰ کیلو ولت و یا باس بارها و یا در داخل واحد پست ۲۰ کیلو ولتی قرار داده می شود تا در موقع قطع اتصال از منبع بار ذخیره شده در

داخل پست ۲۰ کیلو ولت از طریق این وسیله تخلیه گردیده تا ولتاژ پست ۲۰ کیلو ولت سه فسفر برسد.

۱-۳-۶- ترمینالهای خط

ترمینالهای پست ۲۰ کیلو ولت که به خطوط متصل می گردند . در پست ۲۰ کیلو ولتی چند فازه ترمینالهالی که به خط نول یا زمین متصل می گردد جزو ترمینالهای خط محسوب نمی گردد .

۱-۳-۷- ولتاژ نامی U_n

مقدار r.m.s ولتاژی که بین ترمینالهای پست ۲۰ کیلو ولت برقرار می گردد . برای پست ۲۰ کیلو ولتی که شامل یک یا چندین مدار مجزا باشند (مانند واحدهای تک فاز که در سیستم سه فاز استفاده می گردند) . U_n مربوط به ولتاژ نامی هر مدار می باشد .

برای پست ۲۰ کیلو ولتی چند فاز با اتصالات الکترویکی داخلی بین فازها U_n مربوط به ترمینالهای خطی بوده که مابین آنها بیشتری مقدار ولتاژ پدید می آید .

۱-۳-۸- سطح عایقی U_1

برای یک واحد پست ۲۰ کیلو ولتی سطح عایقی عبارتست از ولتاژ ضربه با فرکانس مشخص که در موقع انجام آزمایش عایق بین ترمینالهای خط و محفظه واحد پست ۲۰ کیلو ولتی بتواند آن ولتاژ را تحمل بکند .

برای یک بانک پست ۲۰ کیلو ولتی سطح عایقی عبارتست از ولتاژ ضربه با فرکانس مشخص که در موقع انجام آزمایش ، عایق بین ترمینالهای مربوط به بانک پست ۲۰ کیلو ولتی وقسمتهای فلزی که به زمین متصل می باشند . بتواند آن ولتاژ را تحمل بکند .

۱-۳-۹- خروجی نامی

توان راکتیوی که در ولتاژ و فرکانس نامی برای پست ۲۰ کیلو ولت منظور گردیده است .

۱-۳-۱۰- جریان نامی

جریان r.m.s عبوری از یک ترمینال خط در ولتاژ فرکانس و خروجی نامی

۱-۳-۱۱- تلفات پست ۲۰ کیلو ولت

توان اکتیوی که توسط پست ۲۰ کیلو ولت مصرف می گردد .

۱-۳-۱۲- تانژانت زاویه تلفات (tan)

تلفات خزن تقسیم بر توان راکتیو خروجی خزان

۱-۳-۱۳- حداکثر ولتاژ سیستم Um

حداکثر r.m.s ولتاژ خط به خط که پست ۲۰ کیلو ولت در مواقع کار عادی کار خود بتواند

در هر زمان و هر نقطه از سیستم تحمل نماید . این شامل تغییرات موقت ناشی از بروز

خطا یا قطع بارهای بزرگ نمی گردد.

۱-۳-۱۴- دمای هوای محیط

دمای هوا در محل نصب پست ۲۰ کیلو ولت

۱-۳-۱۵- دمای هوای خنک کننده

دمای هوای خنک کننده ای که در گرمترین نقطه از یک بانک پست ۲۰ کیلو ولتی اندازه

گیری می شود . این نقطه ، در وسط دو واحد پست ۲۰ کیلو ولتی قرار دارد . اگر فقط از

یک واحد پست ۲۰ کیلو ولتی استفاده شده باشد . در این صورت دمای اندازه گیری شده،

در نقطه ای به فاصله حدوداً ۲۰ سانتیمتری از محفظه پست ۲۰ کیلو ولت و در ارتفاعی

به اندازه $\frac{2}{3}$ قد پست ۲۰ کیلو ولت بالاتر از کف پست ۲۰ کیلو ولت خواهد بود.

۱-۳-۱۶- دمای افزایش یافته ناشی از محفظه پست ۲۰ کیلو ولت

اختلاف بین دمای گرمترین نقطه محفظه پست ۲۰ کیلو ولت و دمای هوای خنک کننده

۱-۳-۱۷- دمای استاندارد آزمایش

حدود استاندارد محیط برای انجام آزمایش، بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد می باشد. در صورتی که تصحیحی لازم باشد. دمای مرجع ۲۰ درجه سانتیگراد منظور می شود.

۱-۴-۱- طراحی و ساخت

۱-۴-۱- پست ۲۰ کیلو ولتی مورد استفاده می بایست تا حد امکان کمترین میزان تلفات را داشته باشد. بهمین منظور توصیه می گردد که از پست ۲۰ کیلو ولتی بادی الکتریک پلاستیکی یا (Oriented polypropylene film) opp و انباشته از یکی از روغن های MIPB استفاده گردد.

۱-۴-۲- پست ۲۰ کیلو ولتی مورد نظر میبایست برای کار عادی تحت شرایط کار مشخص شده مناسب باشند.

۱-۴-۳- تمام اتصالات می بایست به شکل غیر قابل نفوذی با موادی که تحت هر شرایط کاری فساد ناپذیر باشند آب بندی شوند.

۱-۴-۴- پست ۲۰ کیلو ولت و متعلقات نصب مربوطه میبایست طوری طراحی شوند که بتوانند در مقابل بار ناشی از باد نیروهای کششی روی ترمینالهای بعلاوه نیروهای ناشی از زلزله ایستادگی نمایند مقادیر مربوطه در جدول II مشخص گردیده اند.

۱-۴-۵- محفظه فلزی پست ۲۰ کیلو ولت و همچنین کلیه اجزاء فلزی که در معرض هوا قرار دارند مانند ترمینالها، پیچها، مهره ها، واشرها و غیره می بایست در برابر زنگ زدگی، خوردگی و دیگر عوامل فساد مقاوم باشد.

۱-۴-۶- در طراحی محفظه فلزی پست ۲۰ کیلو ولت با توجه بایستی وسیله مناسبی جهت اتصال الکتریکی مطمئن بدنه پست ۲۰ کیلو ولت تعبیه گردد تا بدینوسیله بتوان پتانسیل محفظه پست ۲۰ کیلو ولت را در مقدار ثابتی قرار دارد.

۱-۴-۷- در طراحی محفظه فلزی پست ۲۰ کیلو ولت با توجه به طریقه نصب پست ۲۰ کیلو ولت پیش بینی های لازم جهت نصب مطمئن پست ۲۰ کیلو ولت انجام می گیرد .

۱-۴-۸- جهت طراحی و ساخت پست ۲۰ کیلو ولت محل موارد بالا ، می بایست کلیه شرایط و مشخصات ذکر شده در دیگر فصول این توصیه نامه نیز رعایت گردد.



فصل دوم

مشخصات پست ۲۰ کیلو ولت

۱-۵-۵- توان واحد پست ۲۰ کیلو ولتی

۱-۵-۱- واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی که برای ولتاژهای ۱۱ و ۲۰ و ۳۳ کیلوولت بکار می روند می توانند در سه اندازه ۱۰۰ و ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلو واری باشند.

۱-۵-۲- توان واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی برای فشار ضعیف با توجه به میزان پست ۲۰ کیلو ولت مورد نیاز و همچنین تعداد پله های پست ۲۰ کیلو ولتی جهت کلید زنی اتوماتیک تعیین گردیده و سپس با توجه به اندازه واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی که توسط سازندگان تولید می شود پست ۲۰ کیلو ولت مناسب انتخاب می گردد . به بخش ۷-۱۲ مراجعه شود.

۱-۶-۱- اضافه بار قابل قبول

۱-۶-۱- حداکثر ولتاژ قابل قبول :

واحدهای ولتاژ پست ۲۰ کیلو ولتی می بایست برای کار طولانی در ولتاژی که مقدار r.m.s آن از ۱/۱۰ برابر ولتاژ نامی تجاوز ننماید باشند . البته مقادیر ولتاژ در حالات گذرا جدای از این بحث می باشند .

۱-۶-۲- حداکثر جریان قابل قبول :

جریان خط برای واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی در حالت کار دائم بااستثنا جریانهای حالات گذرا نامی پست ۲۰ کیلو ولتد (جریانی که با ولتاژ سینوسی نامی وفرکاس نامی کشیده میشود) بیشتر نگردد .

۱-۷-۷- پلاک شناسایی پست ۲۰ کیلو ولت

۱-۷-۱- هر واحد پست ۲۰ کیلو ولتی می بایست به پلاک شناسایی از جنس ضد زنگ یا دیگر مواد معادل ضد آب و ضد فساد مجهز گردد و دریک وضعیت قابل رویت اطلاعات زیر را نشان می دهد . پلاک مشخصات می بایست به صورت حکاکی کراور سازی یا دیگر روشهای تائید شده ساخته شود .

۱- نام سازنده پست ۲۰ کیلو ولت

۲- شماره شناسایی پست ۲۰ کیلو ولت

۳- توان نامی به KVAR

۴- ولتاژ نامی U_n به ولت یا کیلو ولت

۵- فرکانس نامی به هرتز

۶- حدود مجاز دما

۷- سطح عایقی

۸- ارتفاع محل نصب از سطح دریا

۹- کاپاسیتانس اندازه گیری شده (در ولتاژ و فرکانس نامی)

۱۰- جریان اندازه گیری شده (در ولتاژ و فرکانس نامی) به آمپر

۱۱- نوع اتصال برای پست ۲۰ کیلو ولتی سه فاز

۱۲- وسیله مورد استفاده جهت تخلیه پست ۲۰ کیلو ولت (در صورتیکه در داخل پست ۲۰ کیلو ولت بکار رفته باشد).

۱۳- اطلاعات اضافی دیگری که برای حفاظت افراد و تجهیزات مهم باشند. می بایستی در پلاک شناسایی یا برگه راهنمای پست ۲۰ کیلو ولت داده شوند. در صورتیکه این اطلاعات در برگه راهنمای پست ۲۰ کیلو ولت داده شده باشد می بایست در پلاک شناسایی به آن برگه اشاره شده باشد.

۱-۷-۱- در پست ۲۰ کیلو ولتی سه فاز نوع اتصال فازها باید به یکی از صورتهای زیر نشان داده شود.

 مثلث =

 ستاره =

 ستاره با مرکز در دسترس =

||| سه فاز که اتصال داخلی بهم ندارند =

برای واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی سه فاز، توان خروجی باید به صورت مجموع توان سه فاز داده شود.

۱-۷-۲- سطح عایقی باید بوسیله دو عدد که توسط یک خط از هم جدا شده اند، نشان داده شود اولین عدد مقدار r.m.s ولتاژ برای آزمایش ولتاژ ac به کلولت و دومین عدد، ماکزیمم مقدار ولتاژ برای آزمایش ضربه به کلولت میباشند (برای مثال ۲۸/۷۵). برای واحدهایی که در محیط رو باز نصب نمی شوند عدد دوم نبوده و با یک خط تیره نشان داده شود (برای مثال -/۲۸)

۱-۸- مشخصات کلی پست ۲۰ کیلو ولت

با در نظر گرفتن موارد بالا و سایر نکات لازم شرایط کار پست ۲۰ کیلو ولت و همچنین مشخصات فنی آن برای سطح ولتاژهای مختلف در فصل ششم معین گردیده اند .

۱-۸-۱- با توجه به چگونگی طراحی و نصب ، پست ۲۰ کیلو ولت محدود کننده ، جریان می توانند در گروه های زیر قرار داده شوند:

- تکفاز یا ۳ فاز
- نوع خشک یا نوع انباشته از روغن
- با هسته هوایی یا هسته آهنی شکافدار
- با ، یا بدون حفاظ مغناطیسی
- با ، یا بدون تپ
- برای نصب در محیط روباز یا سربسته

توجه ۱- حفاظ مغناطیسی یک ترانسفورماتور خازن گذاری شده عموماً طوری طراحی می گردد تا در مواقع عبور جریان های کوتاه مدت و شدید ، اشباع گردد.

توجه ۲- یک ترانسفورماتور خازن گذاری شده از نوع خشک و بدون حفاظ ، در مواقع عبور جریان کوتاه مدت و شدید ، میدان پراکنده مغناطیسی قوی تولید می کند. لذا می بایستی به طرز قرار گرفتن سیم پیچی فازها و همچنین موفقیت آنها نسبت به سایر تجهیزات و بدنه فلزی راکتور، توجه کافی نمود تا از شدت این پدیده کاسته شده و از آثار مخرب آن همچون افزایش حرارت بخش های فلزی و فشارهای مکانیکی وارده در مواقع بروز خطا در سیستم جلوگیری گردد.

۹-۱- تعاریف

۱-۹-۱- جریان نامی دائمی I_N

جریانی که در فرکانس نامی از ترمینال سیم پیچ های ترانسفورماتور عبور کرده و ترانسفورماتور هم برای عبور دائم جریانی طراحی گردیده است. برای پست ۲۰ کیلو ولت زمین کننده ، جریان پیوسته نامی تعریف نمی گردد مگر اینکه بصورت دیگری برای آنها جریان نامی تعریف شود.

- جریان کوتاه مدت نامی I_{KN}

جزء متقارن و y.M.u جریان کوتاه مدتی که در حالت پایدار سیستم و در فرکانس نامی و برای مدت زمان تعیین شده ای ، ترانسفورماتور بتواند تحمل کرده و برای آن نیز طراحی شده باشد. بدین صورت که این جریان بتواند از ترانسفورماتور عبور کرده بدون آنکه باعث افزایش حرارت و یا فشارهای مکانیکی مخرب گردد. توجه- جریان کوتاه مدت نامی با توجه به شرایط سیستم در موقع بروز خطا تعیین می گردد.

- مدت زمان نامی برای عبور جریان کوتاه مدت I_{KN}

مدت زمان مجاز برای عبور جریان کوتاه مدت نامی که ترانسفورماتور برای آن طراحی شده باشد.

- امپدانس نامی Z_{KN}

امپدانسی که به اهم و برای هر فاز ، در فرکانس نامی و جریان کوتاه مدت نامی تعریف می گردد.

برای یک ترانسفورماتور خازن گذاری شده یا یک بانک متشکل از پست ۲۰ کیلو ولت تکفاز ، امپدانس نامی ، برابر با متوسط سه امپدانس تکفاز می باشد.

توجه- در یک ترانسفورماتور خازن گذاری شده ، یا یک بانک متشکل از پست ۲۰ کیلو ولت تکفاز ، کوپلاژ مغناطیسی بین فازها ، سبب ایجاد یک امپدانس مجازی در هر فاز گردیده که نسبت به امپدانس نامی تعریف شده در بالا متفاوت می باشد. این مطلب ، در

صورتیکه ضریب کوپلاژ مغناطیسی کمتر از ۵% باشد، عملاً اهمیت چندانی نخواهد داشت.

- مقادیر نامی

- جریان نامی دائمی

در صورتیکه تعریف دیگری صورت نگیرد، جریان نامی دائمی یک جریان متقارن خواهد بود. مقادیر مناسب برای جریان نامی دائم، می بایست بر طبق استاندارد از ISO انتخاب گردد.

- **جریان کوتاه مدت نامی**

جریان کوتاه مدت نامی بایستی طوری تعیین گردد که، از بزرگترین مقدار جریان در مواقع بروز خطا و یا شرایط راه اندازی سیستم، کمتر نباشد.

- **مدت زمان نامی برای عبور جریان کوتاه مدت**

در صورتیکه تعریف دیگری صورت نگیرد، مدت زمان نامی برای عبور جریان کوتاه مدت، می بایستی مقادیر زیر را داشته باشد:

a- برای پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده : ۳ ثانیه

b- برای پست ۲۰ کیلو ولت زمین کننده نوتر سیستم : ۱۰ ثانیه

توجه- در صورتیکه چندین خطا و یا عملیات راه اندازی در سیستم، در زمان های متوالی و به فاصله کم از هم پیش بیاید، در آن صورت می بایستی، مدت زمان و همچنین فاصله زمانی بین این رخدادها و همچنین تعداد آنها توسط خریدار تعیین گردیده و سپس، با توجه به آن، مدت زمان نامی برای عبور جریان کوتاه مدت انتخاب گردد.

- **امپدانس نامی**

مقدار امپدانس نامی با استفاده از دو پارامتر زیر، که یکی از آنها جریان کوتاه مدت نامی بوده و بر طبق مشخصه های سیستم تعیین می گردد و دیگری، میزان شناخته شده

برای احتمال وقوع خطا در سیستم می باشد. اندازه این امپدانس می بایست تا حد ممکن ، کمترین مقدار را داشته باشد. برای پست ۲۰ کیلو ولت با محافظ مغناطیسی ، امپدانس ترانسفورماتور در هنگام عبور جریان نامی دائم ، می بایست توسط سازنده تعیین گردد . سازنده ترانسفورماتور می بایست این امپدانس را اندازه گرفته و در پلاک شناسایی ترانسفورماتور قید نماید.

برای پست ۲۰ کیلو ولت و یا بانک متشکل از پست ۲۰ کیلو ولت تکفاز مجزا که نحوه نصب آنها نیز تعیین شده باشد، سازنده ترانسفورماتور می بایست اطلاعات مربوط به ، ضریب کوپلاژ و یا راکتانس متقابل بین فازها را ، در مواقع عبور جریان کوتاه مدت نامی در اختیار خریدار قرار دهد.

توجه- برای بعضی از انواع ترانسفورماتورها ، اندازه گیری مستقیم این پارامتر مشکل می باشد.

- سطح عایقی

- - عایق مورد لزوم برای پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده

عایق مورد لزوم بین فازها و همچنین بین فاز و زمین می بایست فوری انتخاب گردد که بتواند حداکثر ولتاژ سیستمی را که ترانسفورماتور به آن متصل می باشد (U_m) ، تحمل نماید. میزان عایق بین حلقه های سیم پیچ می تواند کمتر از مقدار بالا تعیین شود مخصوصا اگر برق گیری بصورت موازی با سیم پیچ ترانسفورماتور قرار گرفته باشد. توصیه

می گردد ولتاژ نامی که برای برقگیر انتخاب می شود، از $1/3$ برابر ولتاژی که در موقع عبور جریان نامی کوتاه مدت در دو سر ترانسفورماتور ایجاد می گردد، کمتر نباشد.

- عایق مورد لزوم برای پست ۲۰ کیلو ولت

برای چنین پست ۲۰ کیلو ولت ، عایق مورد مصرف می بایست برابر با عایق به کار رفته در نوتر سیستم ، که ترانسفورماتور به آن متصل بوده ، باشد. برای ترمینال متصل شونده به زمین ، انتخاب سطح عایقی کاهش یافته (با عایق غیر یکنواخت) ، می تواند مناسبتر باشد.

- توانایی تحمل جریان کوتاه مدت

- پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده و همچنین پست ۲۰ کیلو ولت زمین کننده نوتر سیستم می بایست طوری طراحی گردند که بتوانند آثار حرارتی و دینامیکی ناشی از عبور جریان کوتاه مدت نامی را ، در مدت زمان نامی که آن تحمل نمایند.

- افزایش دما

- محدودده مجاز افزایش دما در جریان نامی دائم

- حدود افزایش دما در شرایط نرمال کار

حداکثر افزایش دما (c)	کلاس عایقی	روش خشک کردن	میزان افزایش دمای سیم پیچ ، هسته و روغن پست ۲۰ کیلو ولت ی که برای کار در شرایط نرمال طراحی گردیده اند، بایستی از حدود تعیین شده در جداول ۱ و ۲ تجاوز نماید.
-----------------------	------------	--------------	---

			بخشی از ترانسفورماتور
۶۰ ۷۵ ۸۰ ۱۰۰ ۱۳۵ ۱۵۰	A E B F H	به کمک ها ، به صورت طبیعی یا با استفاده از انرژی (AN,AF)	سیم پیچها (افزایش دما با استفاده از متد مقاومت اندازه گیری می شود)
a) همان مقادیر قید شده برای سیم پیچها b) دما در هیچ حالتی نبایستی از مقداری تجاوز نماید که موجب آسیب هسته و یا مواد مجاور آن می گردد.	-	کلیه حالات	هسته و سایر قسمتها a) مجاور با سیم پیچها باشند.

جدول ۱- حدود افزایش دما برای پست ۲۰ کیلو ولت نوع خشک

(کلاس عایقی: که عبارت از توصیه نامه ای است برای طبقه بندی موادی که جهت عایقکاری در ماشین های الکتریکی و سایر تجهیزات به کار می روند. این طبقه بندی بر اساس پایداری حرارتی عایق در موقع کار صورت می گیرد.)

حداکثر افزایش دما (c)	بخشی از ترانسفورماتور
۶۵ ، زمانیکه جریان روغن بصورت طبیعی یا با صرف انرژی ولی بصورت غیر مستقیم (non-directed) باشد.	سیم پیچها: کلاس عایقی (افزایش دما با استفاده از متد مقاومت اندازه گیری شود)
۷۰، زمانیکه جریان با صرف انرژی و بصورت مستقیم (directed) باشد.	روغن در بالاترین قسمت ترانسفورماتور (افزایش دما با استفاده از ترمومتر اندازه گیری شود).
۶۰ ، زمانیکه ترانسفورماتور مجهز به تانک روغن بوده و یا بصورت ایزوله شده (sealed) باشد. ۵۵، زمانیکه ترانسفورماتور فاقد تانک روغن بوده و غیر ایزوله (دارای دیافراگم و قابلیت ارتباط با فضای خارج) باشد.	

در هیچ حالتی ، دما نبایستی از مقداری تجاوز نماید که موجب آسیب و یا مواد مجاور آن می گردد.	هسته، قسمت های فلزی و سایر موادی که در مجاورت آنها قرار دارند.
---	--

جدول ۲- حدود افزایش دما برای پست ۲۰ کیلو ولت نوع روغنی

- محدوده مجاز افزایش دما ، در شرایط کاری با دمای هوای خشک کننده بالا
- اگر ترانسفورماتور برای شرایط کاری طراحی شده باشد که دمای هوای خشک کننده آن ، از یکی از ماکزیمم مقادیر قید شده و حداکثر تا ۱۰ درجه سانتی گراد بیشتر باشد، در آنصورت می بایست حداکثر مقدار مجاز برای افزایش دما کاهش یابد.
- اگر توان ناشی ترانسفورماتور MVA ۱۰ یا بیشتر باشد، در آنصورت میزان کاهش ، برابر با میزان افزایش دمای هوای خشک کننده نسبت به شرایط نرمال کار ، در نظر گرفته می شود. برای پست ۲۰ کیلو ولت با توان نامی کوچکتر ، حداکثر مقدار مجاز برای افزایش دما می بایست به مقدار زیر کاهش یابد:
- به مقدار ۵ درجه سانتیگراد ، در صورتیکه دمای هوای خشک کننده نسبت به محدوده قید شده به اندازه ۵ درجه سانتیگراد یا کمتر ، افزایش داشته باشد.
- به مقدار ۱۰ درجه سانتی گراد ، در صورتیکه دمای خشک کننده نسبت به محدوده قید شده ، افزایشی به میزان بیشتر از ۵ درجه و کمتر با مساوی ۱۰ درجه سانتیگراد داشته باشد.
- اگر برای پست ۲۰ کیلو ولت خنک شونده با هوا ، افزایش دما نسبت به محدوده تعیین شده ، بیشتر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد، در آنصورت میزان تغیر لازم در جداول ۲و۱ با موافقت بین خریدار و سازنده تعیین می گردد.

- هر نوع شرایط خاصی که بتواند در جریان هوای خنک کننده محدودیت ایجاد کرده و یا اینکه دمای هوای محیطی را باعث گردد، می بایست توسط خریدار مشخص گردد.

- - محدوده مجاز افزایش دما ، در شرایط محیطی با ارتفاع بالا

برای پست ۲۰ کیلو ولت خنک شونده با هوایی که برای نصب در ارتفاعی بالاتر از ۱۰۰۰ متر طراحی شده ولی در ارتفاع نرمال تست شده باشند ، در صورتیکه توافق دیگری بین خریدار و سازنده صورت نگرفته باشد، حدود افزایش دما متر به بعد صورت می گیرد، به اندازه مقادیر زیر کاهش یابد:

- برای راکتورهای روغنی که به صورت طبیعی با هوا خنک می گردند، به میزان ۲%

- برای پست ۲۰ کیلو ولت نوع خشک که به صورت طبیعی با هوا خنک می گردند، به میزان ۲/۵ %

- برای پست ۲۰ کیلو ولت روغنی که با هوای پر فشار (Air forced) خنک میگردند، بمیزان ۳%

- برای پست ۲۰ کیلو ولت نوع خشک که با هوای پر فشار (AF) خنک می گردند، بمیزان ۵%

توجه- اگر ترانسفورماتور خنک شونده با هوا ، برای کار در ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر طراحی شده ولی در ارتفاعی بالاتر از ۱۰۰۰ متر تست گردد، در آنصورت حدود افزایش دمای اندازه گیری شده ، به ازای هر ۵۰۰ متر افزایش ارتفاع محل تست ، که از ۱۰۰۰ متر به بعد صورت می گیرد ، می بایست به اندازه مقادیر بالا ، کاهش یابد.

توجه ۳- این کاهش ، در مورد محدوده مجاز افزایش دما ، نمی تواند برای پست ۲۰ کیلو ولت خنک شونده با آب اعمال گردد.

■ میزان دما بعد از عبور جریان کوتاه مدت

میزان دمایی که برای سیم پیچ ، مقدار عبور جریان کوتاه مدت نامی محاسبه می گردد ، نبایستی از مقادیر ذکر شده در جدول ۳ تجاوز نماید.

حداکثر دما (c)		کلاس عایقی	نوع ترانسفورماتور
هادی مسی	هادی آلومینیومی		
۳۵۰	۳۰۰	A	روغنی
۱۸۰	۱۸۰	A	نوع خشک
۳۵۰	۳۰۰	E	
۳۵۰	۳۰۰	B	
۳۵۰	-	H,F	

جدول ۳ - حداکثر دما بعد از عبور جریان کوتاه مدت

- پلاک شناسایی

هر ترانسفورماتور می بایست مجهز به پلاک شناسایی فلزی و ضد آب بوده و در یک محل قابل رویت نصب شده باشد. این پلاک می بایست اطلاعات زیر را بطور کامل و بصورتی پاک نشدنی نشان دهد. (مثلا با استفاده از روشهای حکاکی ، قلم زنی یا کلیشه ای ساخته شود).

اطلاعاتی که برای هر نوع ترانسفورماتور باید داده شود

- نوع ترانسفورماتور
- محل نصب ترانسفورماتور (سر بسته یا روباز)
- شماره استاندارد مورد استفاده
- نام سازنده
- شماره سریال سازنده
- سال ساخت
- تعداد فازها
- فرکانس نامی
- حداکثر ولتاژ مجاز
- جریان نامی دائم
- جریان کوتاه مدت نامی و زمان آن
- سطح عایقی
- امپدانس (مقدار اندازه گیری شده)
- نوع خنک شوندگی
- وزن کش
- وزن روغن مورد مصرف جهت عایقکاری

اطلاعات اضافی که فقط برای بعضی از ترانسفورماتورها لازم می باشد

- کلاس حرارتی عایق (فقط برای پست ۲۰ کیلو ولت نوع خشک)
- افزایش دما (در صورتیکه یک مقدار نرمال وجود نداشته باشد).

- عایق مورد لزوم برای ترمینال زمین ترانسفورماتوری که در آن از عایقکاری غیر یکنواخت استفاده شده باشد.

- ولتاژ ضریب نامی که سیم پیچ ، قابلیت تحمل آن را داشته و در زمانی که برآن تیری هم بصورت موازی با سیم پیچ نصب شده باشد(برای ترانسفورماتورها خازن گذاری شده)
- وزن ترانسفورماتور در موقع حمل(برای پست ۲۰ کیلو ولتی که وزن کل آنها از ۵ تن بیشتر باشد).

- وزن ترانسفورماتور بدون روغن (برای پست ۲۰ کیلو ولتی که وزن کل آنها از ۵ تن بیشتر باشد).

- نوع مایع مورد استفاده جهت عایق (در صورتیکه از روغن معدنی استفاده نشده باشد).

- جزئیات مربوط به تپ ترانسفورماتور (اگر وجود داشته باشد).

آزمایشات ترانسفورماتور

- برای پست ۲۰ کیلو ولت ی که تحت آزمایش قرار میگیرند ، می بایستی شرایط زیر رعایت گردند.

آزمایشها می توانند در هر دمایی انجام بگیرند به شرطی که میزان دما از ۳۵ درجه سانتی گراد تجاوز نکند).

انجام آزمایشها بعهدہ سازنده ترانسفورماتور بوده، مگر اینکه توافق دیگری بین خریدار و سازنده صورت گرفته باشد.

کلیه تجهیزات جانبی یا متعلقات ترانسفورماتور که بتوانند مشابه با خود ترانسفورماتور تحت تاثیر آزمایشات واقع گردند، بایستی در موقع انجام تست همراه ترانسفورماتور باشند.سیم پیچ تپ چنجر می بایست به تپ اصلی آن متصل گردد مگر اینکه ، توافق دیگری ما بین خریدار و سازنده ، صورت گرفته باشد.

کلاس عایقی	دمای مرجع C
A	**
E	۷۵
B	
سایر کلاس های عایقی	۱۱۵

** برابر با ۸۰ درجه سانتیگراد ، وقتی که جریان روغن بصورت پر فشار و مستقیم forced directed باشد.

جدول ۴- دمای مرجع

آزمایشات معمول Routine tests

- a اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ
 - b اندازه گیری امپدانس در جریان دائمی در صورتیکه قابل انجام باشد،
 - c اندازه گیری تلفات در صورتیکه قابل انجام باشد،
 - d آزمایش تحمل منبع ولتاژ مجزا
 - e آزمایش تحمل اضافه ولتاژ القاء شده
- آزمایشات نمونه type tests

- a آزمایش افزایش دما در جریان نامی دائم
 - b آزمایش ضربه ناشی از صاعقه
- آزمایشات مخصوص special tests



a) آزمایش جریان کوتاه مدت و اندازه گیری امپدانس در جریان کوتاه مدت اندازه گیری سطح ایجاد شده

۱-۱۰-۱- اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ

۱-۱۰-۱- کلیات

در هر اندازه گیری می بایست پارامترهای زیر ثبت گردند. این پارامترها عبارتند از رزیستانس هر سیم پیچ ، ترمینالهایی که رزیستانس ما بین آند و اندازه گیری می گردد و همچنین دمای سیم پیچ ها. برای اندازه گیری رزیستانی می بایست از جریان مستقیم استفاده گردد.

در اندازه گیری مقاومت کلیه سیم پیچ ها ، می بایست دقت کافی صورت گیرد تا اثر اندوکتانی خودی در آنها مینیمم گردد.

در موقع این اندازه گیریهای رزیستانی که در حالت سرد انجام می شود، می بایست به مدت زمانی که طول می کشد تا جریان به حالت پایدار خود رسیده و قابل اندازه گیری شود، در موقع اندازه گیری رزیستانی در حالت گرم (در آزمایش نوعی افزایش درجه حرارت) استفاده نمود.

۱-۱۰-۱-۲- پست ۲۰ کیلو ولت نوع خشک

دمایی که ثبت می گردد می بایست میانگین دماهای خوانده شده از چندین ترمومتر (حداقل سه ترمومتر اندازه گیری می شود ، می بایستی تقریباً برابر با متوسط دمای محیط اطراف سیم پیچ باشد.

۱-۱۰-۱-۳- پست ۲۰ کیلو ولت نوع روغنی

بعد از پر کردن ترانسفورماتور با روغن و بدون تحریک کردن آن ، و در صورتیکه حداقل ۳ ساعت از این عمل گذشته باشد، می توان اقدام به اندازه گیری متوسط دمای روغن

نمود. این مقدار اندازه گیری شده، می تواند با دمای سیم پیچ یکسان فرض گردد. متوسط دمای روغن عبارت از متوسط دمای روغن در بالاترین و یا پایین ترین نقطه خواهد بود. در موقع اندازه گیری مقاومت سرد، که برای استفاده در آزمایش افزایش دما صورت می گیرد، می بایستی کوشش شود که متوسط دمای سیم پیچ با دقت زیای تعیین گردد. در این حالت می بایست اختلاف ما بین دمای روغن در بالاترین و پایین ترین نقطه کم باشد. برای رسیدن سریع به این هدف، روغن می تواند با استفاده از پمپ جریان یابد.

- اندازه گیری امپدانس در جریان دائمی

امپدانس می بایست در فرکانس نامی اندازه گیری شود. برای ترانسفورماتورها سه فاز و همچنین بانکهای متشکل از پست ۲۰ کیلو ولت تکفاز، می بایست با تحریک تک تک فازها، امپدانس های مربوطه اندازه گیری شده و آنگاه، امپدانس ترانسفورماتور برابر با متوسط امپدانسهای اندازه گیری شده تکفاز خواهد بود.

امپدانس یک ترانسفورماتور، زمانیکه ضریب کوپلاژ مغناطیسی آن بزرگتر از ۵% باشد، می بایست با اتصال به یک سیستم ولتاژ متقارن و در حالتیکه سیم پیچ فازهای آن بصورت ستاره متصل شده اند، اندازه گیری گردد.

در این حالت میزان امپدانس می بایست طبق رابطه زیر محاسبه گردد:

ولتاژ فاز به فاز

$\sqrt{3} \times$ متوسط جریان اندازه گیری شده

توجه- برای پست ۲۰ کیلو ولت بدون محافظ مغناطیسی، این آزمایش، میزان امپدانس نامی را مشخص خواهد کرد.

- اندازه گیری تلفات

این اندازه گیری فقط در مورد پست ۲۰ کیلو ولتی صورت می گیرد که جریان دائمی برای آن تعریف شده باشد. اندازه گیری می بایست در فرکانس نامی صورت گرفته و روش

تعیین تلفات نیز با توافق بین خریدار و سازنده مشخص گردد. نتیجتاً می بایست در مورد دقت و قابلیت روش پیشنهادی در متن قرار دارد، شماره کافی شده باشد.

همچنین، از آنجا که ضریب قدرت یک ترانسفورماتور خازن گذاری شده معمولاً خیلی کم می باشد لذا اندازه گیری تلفات به روشهای وات متری معمول، دارای خطای زیادی بوده و توصیه می گردد که از یکی از روشهای اندازه گیری با پل استفاده گردد.

برای پست ۲۰ کیلو ولت فاقد مدار مغناطیسی و فاقد حفاظ مغناطیسی، اندازه گیری می تواند در هر جریانی انجام شود به شرطی که نتایج حاصل، به جریان کار دائم تبدیل گردند. به همین منظور می بایست مقادیر تلفات اندازه گیری شده، با ضرب شدن در توان دوم نسبت بین جریان نامی (یا برای پست ۲۰ کیلو ولت دارای تپ، جریان تپ مربوطه) به جریان آزمایش، تصحیح گردد. سپس دریافت میزان تلفات حاصل می بایست به دمای مرجع مناسب که در جدول ۴ آمده، تصحیح گردد. برای این کار می بایست فرض گردد که میزان تغییرات تلفات $I^2.R$ (مقاومت) نسبت مستقیم با مقاومت داشته و سایر تلفات به نسبت عکس با مقاومت تغییر پیدا می کنند.

توجه- حضور قطعات فلزی در همسایگی ترانسفورماتور، می تواند منبع خطای اندازه گیری مهمی باشد.

برای ترانسفورماتورها با حفاظ مغناطیسی، تلفات قسمت های مختلف ترانسفورماتور (شامل تلفات I^2R ، تلفات آهن و تلفات اضافی دیگر) نمی تواند بطور جداگانه اندازه گیری شود. در نتیجه بهتر است به منظور اجتناب از تصحیح درجه حرارت، به درجه حرارت مرجع، اندازه گیری ها زمانی انجام شوند که درجه حرارت متوسط سیم پیچها تقریباً مساوی درجه حرارت مرجع باشد. چنانچه این کار عملی نباشد، در اینصورت تلفات اضافی را می توان همانند تلفات آهن، مستقل از درجه حرارت در نظر گرفت.

- آزمایش تحمل منبع ولتاژ مجزا (آزمایش معمول)

آزمایش منبع ولتاژ متناوب تکفاز که شکل موج آن تا حد امکان سینوسی بوده و فرکانسی آن از ۸۰% فرکانسی نامی کمتر نباشد، انجام گیرد.

در این حالت می بایست پیک ولتاژ اندازه گیری شده و سپس مقدار آنرا بر ۱۰ تقسیم کرده و برابر با مقدار حاصل از آزمایش قرار داد. آزمایش می بایست با ولتاژی شروع شود که اندازه ی آن یک سوم میزان تعریف شده برای آزمایش بزرگتر نباشد. سپس ولتاژ با سرعت هر چه تمام تر افزایش یابد بطوریکه برابر با ولتاژ تعریف شده برای آزمایش گردیده و در این حالت، اندازه گیری نیز به طور مرتب انجام شده باشد. در خاتمه آزمایش نیز، ولتاژ می بایست به سرعت به یک سوم ولتاژ تست کاهش یافت و سپس قطع گردد. در این آزمایش، ولتاژ تعریف شده برای تست، می بایست به مدت ۶۰ ثانیه ما بین هر سیم پیچ و زمین و همچنین ما بین سیم پیچ های مختلف قرار گیرد. به طوری که در هر یک از حالات بالا، در طول آزمایش، سایر سیم پیچ های ترانسفورماتور و همچنین هسته و بدنه آن به هم وصل شده و به زمین متصل شده باشند.

۱-۱۱-کنترانسها

کنترانس امپدانس بدست آمده از طریق آزمایش و یا از طریق محاسبه در جریان کوتاه مدت نامی می تواند از صفر تا حداکثر ۲۰% + امپدانس نامی باشد.

کنترانس امپدانس پست ۲۰ کیلو ولت می بایست بصورت زیر باشد:

جریانی که در هر سیم پیچ و تحت شرایط تعریف شده اندازه گیری می شود، نباید بیشتر از ۵% از مقدار متوسط انحراف داشته باشد و در این حالت می بایست تعریف بالا در مورد تفرانس امپدانس، یعنی از صفر تا حداکثر ۲۰% + امپدانس نامی رعایت گردد.

تفرانس امپدانس در جریان دائم نامی می تواند از صفر تا حداکثر ۲۰% + باشد.

تفرانس تلفات (فقط موقعی که یک جریان دائم نامی برای ترانسفورماتور تعریف شده

باشد): ۱۵% اعلام شده باشد.

فصل دوم:

پست ۲۰ کیلو ولت میراکننده

۲- مقدمه

۲-۱- معرفی

پست ۲۰ کیلو ولت میراکننده مخصوصا برای استاندارد اجرایی هجومی که در هنگام کلید زنی خازنهای شارژ شده و اتصال آنها به شبکه ac ایجاد می گردد، بکار می روند. این ترانسفورماتورها بصورت سری با خازنهای قرار می گیرند.

در هنگام کار عادی ، جریان نامی خازن از داخل ترانسفورماتور می گذرد. حداکثر جریان مجاز (اضافه جریان) ترانسفورماتور، برابر با مقدار تعیین شده برای خازنهای شنت در استاندارد مربوطه خازن می باشد.

توجه - برای کاربردهای خاص خازن، همچون منبع تولید VAR و سیستمهای HVDC ، اضافه جریان تعریف شده در استاندارد خازنهای قدرت معمولا کاربرد ندارد.

۲-۱-۱ طراحی

پست ۲۰ کیلو ولت میراکننده می بایست بصورت تکفاز یا ، از نوع خشک و خنک شوندگی بصورت طبیعی یا هسته هوایی و جهت نصب در محیط های روباز یا سرپسته ساخته شوند.

۲-۲ تعاریف

۲-۲-۱ جریان دائم نامی I_N

مقدار $f.M$ جریانی که از داخل ترانسفورماتور میراکننده می گذرد.

۲-۲-۲ جریان هجومی نامی I_{IN}

دامنه بزرگترین جریان هجومی که برای ترانسفورماتور میراکننده تعریف شده باشد.

۲-۲-۳ اندوکتانس نامی L_N

مقدار اندوکتانسی که در فرکانس سیستم برای ترانسفورماتور میراکننده تعریف شده است.

۲-۲-۴ فاکتور Q

نسبت بین راکتانس و رزیتانس ترانسفورماتور، در فرکانس و دمای تعیین شده

۲-۳-۲- مقادیر نامی

۲-۳-۱ جریان دائم نامی

جریان دائم نامی برای ترانسفورماتور میراکننده می تواند حداقل برابر با ماکزیمم جریان مجاز خازن انتخاب گردد.

توجه- ماکزیمم جریان مجاز برابر با جریانی است که مقدار $f.M.\Delta$ آن، $1/3$ برابر مقداری باشد که در مواقع ایجاد ولتاژ سینوسی نامی در دو سرخازن برقرار می گردد.

۲-۳-۲ جریان هجومی نامی

جریان هجومی نامی، می بایست طوری انتخاب گردد که همه حالات مختلف کلید زنی خازن در آن در نظر گرفته شده باشد. فرکانس تشدید در جریان هجومی مشخص شده می بایست تعیین گردد. سازنده ترانسفورماتور می بایست اطلاعات لازم در مورد فاکتور Q ترانسفورماتور را در فرکانس مزبور تهیه نماید. ترانسفورماتور میراکننده می بایست توانایی تحمل آثار دینامیکی ناشی از جریان هجومی نامی را داشته باشد.

توجه ۱- اثر حرارتی جریان هجومی معمولاً بدون اهمیت می باشد.

توجه ۲- اگر ترانسفورماتور میراکننده لازم باشد که تحمل اضافه جریانهای بیش از جریان هجومی نامی را داشته باشد. برای مثال جریان ناشی از وقوع خطا در خازن، در آنصورت می بایست دامنه و همچنین چگونگی چنین اضافه جریانهایی تعریف شده باشند.

۲-۴- سطح عایقی

تا تعریف دیگری صورت نگرفته باشد، سطح عایقی به بزرگترین ولتاژ سیستم U_m اطلاق خواهد گردید که ترانسفورماتور میراکننده به آن سیستم متصل می گردد. اگر یکی از ترمینالهای ترانسفورماتور میراکننده مستقیماً به زمین متصل گردد در آن صورت با موافقت بین خریدار و سازنده می تواند عایق یکنواخت بکار برده شود.

۲-۵- افزایش دما

برای پست ۲۰ کیلو ولت میراکننده، حدود افزایش دما تعیین می گردد.

۲-۶- پلاک شناسایی

هر ترانسفورماتور می بایست مجهز به پلاک شناسایی از جنس فلز ضد آب بوده که در یک محل قابل رویت نصب شده باشد و اطلاعات زیر را مشخص سازد. اطلاعات قرار گرفته در آن می بایست بصورتی پاک نشدنی باشند. (بطور مثال با استفاده از روشهایی همچون حکاکی، قلم زنی و غیره آماده شده باشد).

۲-۶-۱ اطلاعاتی که باید هر ترانسفورماتور داده شود.

- نوع ترانسفورماتور
- محل کاربرد آن (در محیط سربسته یا روباز)
- شماره استاندارد مورد استفاده
- نام سازنده
- شماره سریال سازنده
- سال ساخت
- فرکانس نامی
- جریان دائم نامی
- جریان هجومی نامی
- سطح عایقی
- اندوکنانس نامی
- فاکتور Q در فرکانس مشخص شده
- کلاس حرارتی عایق (برای پست ۲۰ کیلو ولت نوع خشک)
- افزایش حرارت

- جرم کل

۲-۷-۷-آزمایشها

۲-۷-۱-آزمایشهای معمول

۲-۷-۲-اندازه گیری مقاومت سیم پیچ

۲-۷-۳-اندازه گیری اندوکتانس

اندازه گیری می تواند با هر جریان مناسبی و یا بوسیله پل اندازه گیری انجام شود. مقدار اندوکتانس نامی، در فرکانس سیستم مشخص می گردد.

۲-۷-۴-آزمایش تحمل منبع ولتاژ مجزا

۲-۷-۵-آزمایش تحمل اضافه ولتاژ القایی

این آزمایش می بایست بر طبق بخش های قبل فقط بااستثناء مطلب زیر انجام گیرد:
ولتاژ آزمایش می بایست دو برابر ولتاژی باشد که در جریان هجومی نامی پیش می آید.

- آزمایشهای نمونه

- آزمایش افزایش دما

- آزمایش ضربه ناشی از صاعقه

-آزمایش های خاص

- آزمایش تحمل جریان هجومی

آزمایش می بایست در فرکانس سیستم انجام بگیرد.

- اندازه گیری فاکتور Q

اندازه گیری می بایست با استفاده از روش پل و در فرکانس تشدید تعریف شده

برای جریان هجومی انجام شود.

۲-۸-۸-تلرانسلها

از صفر تا حداکثر ۲۰٪ اندوکتانس نامی

فصل سوم :

پست ۲۰ کیلو ولت تنظیم کننده (جهت فیلتر کردن)

۱-۳-۱- مقدمه

۱-۳-۱-۱ معرفی

پست ۲۰ کیلو ولت تنظیم کننده در سیستمهای a.c پست ۲۰ کیلو ولت هستند که به همراه خازنهای به شبکه متصل می شوند تا مدارهای مخصوص جهت فیلتر کردن را تنظیم بکنند بطوریکه در یک محدوده فرکانس صوتی، تشدید شده و بوسیله می توان اقدام به حذف ، سد کردن و یا فیلتر کردن هامونیکها و یا فرکانسهای مخابراتی نمود. پست ۲۰ کیلو ولت تنظیم کننده هم بصورت موازی به سیستم متصل می گردند(در این حالت ولتاژ جریان بار در دو سر آن قرار می گیرد) و هم بصورت سری (که در اینحالت جریان بار از داخل آن می گذرد).

۲-۳-۲ طراحی

پست ۲۰ کیلو ولت تنظیم کننده، پست ۲۰ کیلو ولت تکفاز یا بوده و همچنین می توانند از نوع خشک یا روغنی باشند. پست ۲۰ کیلو ولت ممکن است طوری طراحی گردند که بتوان اندوکتانس آنرا در یک محدوده مشخصی تغییر داد و اینکار را با استفاده از تغییر تپ و یا بوسیله حرکت هسته یا سیم پیچها انجام داد. چگونگی آن ، موضوعی است که می بایست مورد موافقت خریدار و سازنده قرار گرفته و در قرارداد نیز قید گردد.

ترانسفورماتور تنظیم کننده ، برای سیگنالهای با فرکانس صوتی، ممکن است به سیم پیچ دومی نیز مجهز گردد که به منبع با فرکانس صوتی، به سایر تجهیزات

متصل می گردد.

در مواقع اتصال موازی ترانسفورماتورها ، مسئله اصلی بروز حالات گذاری ناشی از جریان هجومی در مواقع کلید زنی می باشد ولی در حالت اتصال سری ترانسفورماتور ، مسئله مهم ، اضافه جریان ناشی از وقوع خطا در سیستم می باشد.

توجه ۱- در صورتیکه از فیلتر استفاده گردد، می بایست به کوپلاژ مغناطیسی بین فازهای مختلف ترانسفورماتور توجه نمود.

توجه ۲- برای پست ۲۰ کیلو ولت تنظیم کننده بدون حفاظ مغناطیسی ، می بایست به امکان القا توسط استراگچری که بر روی آن نصب شده توجه نمود.

۳-۳- تعاریف

۳-۳-۱ جریان نامی با فرکانس سیستم I_N

میزان $r.m.s$ جریانی که با فرکانس سیستم و به صورت دائم از ترانسفورماتور می گذرد.

۳-۳-۲ ولتاژ نامی با فرکانس سیستم U_N

میزان $r.m.s$ ولتاژی که با فرکانس سیستم و بصورت دائم در دو سر ترانسفورماتور قرار می گیرد.

۳-۳-۳ جریان نامی با فرکانس تنظیم I_A

میزان $r.m.s$ جریانی که با فرکانس تنظیم شده بصورت دائم از ترانسفورماتور می گذرد.

توجه - در بعضی کاربردها (مانند ارسال سیگنالهای با فرکانس صوتی) جریان با فرکانس تنظیم شده ، یک جریان متناوب می باشد. در این حالت می بایست به تلفات و افزایش دما توجه نمود.

۳-۳-۴ ولتاژ نامی با فرکانس تنظیم U_A

میزان $f.m.s$ ولتاژی که با فرکانس تنظیم شده بصورت دائم در دو سر ترانسفورماتور قرار می گیرد.

۵-۳-۳ فرکانس تنظیم نامی f_A

فرکانس تشدید در مدار فیلتری که ترانسفورماتور هم یکی از عناصر آن می باشد.

۶-۳-۳ اندوکتانس نامی L_A

مقدار اندوکتانس در فرکانس تنظیم نامی.

۷-۳-۳ فاکتور Q نامی Q_A

نسبت بین راکتانس و رزیستانس در فرکانس تنظیم و در دمای مرجع.

۸-۳-۳ جریان کوتاه مدت نامی IKN

میزان $r.m.s$ جریان کوتاه مدت و زمان آن (اگر قابل دسترسی باشد) ، که برای ترانسفورماتور تنظیم کننده شناخته شده است.

۴-۳ مقادیر نامی

۱-۴-۳ مقادیر ولتاژ و جریان نامی

با توجه به نحوه اتصال سری یا موازی ترانسفورماتور، مقادیر نامی ولتاژ و جریان ترانسفورماتور، چه در فرکانس سیستم و چه در فرکانس تنظیم، تعیین می گردد. این مقادیر نامی، می توانند حداقل برابر با مقادیری انتخاب شوند که در حالت کار نرمال مدار فیلتر در سیستم پیش می آیند.

۲-۴-۳ جریان کوتاه مدت نامی

برای ترانسفورماتور با اتصال موازی، مقدار این جریان بستگی به جریان هجومی داشته تعیین می گردد.

برای ترانسفورماتور با اتصال سری، مقدار این جریان، به اضافه جریان ناشی از بروز خطا در سیستم بستگی دارد

دامنه و زمان جریان کوتاه مدت نامی، برای ترانسفورماتور تنظیم کننده، که بصورت منفرد متصل می گردد می بایست در اسناد مناقصه تعیین شده باشد.

برای استاندارد کردن ترانسفورماتورها در پایینترین سطح ولتاژ و بدون در نظر گرفتن سایر مشخصات آن، اضافه جریان می بایست در ۲۵ برابر جریان نامی با فرکانس سیستم، محدود گردیده و مدت زمان آن نیز از ۳ ثانیه تجاوز ننماید.

۳-۴-۳ فاکتور Q نامی

اگر تعریف دیگری صورت نگیرد، عبارت خواهد بود از کوچکترین مقداری که اندازه آن گارانتی شده باشد.

۴-۴-۳ ضعیف ولتاژ و جریان

طیف فرکانسی ولتاژ و جریان برای سیگنالهای هارمونیک دار و یا غیر هارمونیکی که در محل نصب ترانسفورماتور وجود دارند می بایستی در اسناد مناقصه مشخص گردد.

۵-۴-۳ سطح عایقی

اگر تعریف دیگری صورت نگیرد، سطح عایقی عبارت خواهد بود از بالاترین ولتاژ سیستم U_m که ترانسفورماتور به آن متصل می گردد. اگر یکی از ترمینالهای ترانسفورماتور به زمین متصل گردد در آن صورت، استفاده از عایق غیر یکنواخت می تواند با توافق بین خریدار و سازنده صورت پذیرد.

توجه- زمانی که سیم پیچ دومی، به ترانسفورماتور بکار رفته برای سیگنالهای صوتی اضافه می گردد، در طراحی آن می بایست به امکان انتقال اضافه ولتاژها از سیستم قدرت توجه نمود.

۵-۳ پلاک شناسایی

هر ترانسفورماتور می بایست مجهز به پلاک شناسایی از جنس فلز ضد آب بوده که در یک محل قابل رویت نصب شده باشد و اطلاعات زیر را مشخص سازد. اطلاعات قرارگرفته در آن می بایست بصورتی پاک نشدنی باشند. (بطور مثال با استفاده از روشهایی همچون حکاکی، قلم زنی و غیره آماده شده باشد)

۱-۵-۳ اطلاعاتی که باید برای هر ترانسفورماتور داده شود.

- نوع ترانسفورماتور

- محل کاربرد آن (در محیط سربسته یا روباز)

- شماره استاندارد مورد استفاده

- شماره سریال سازنده

- سال ساخت

- فرکانس نامی سیستم
- فرکانس نامی تنظیم
- ولتاژ نامی در فرکانس سیستم (در صورت کاربرد)
- ولتاژ نامی در فرکانس تنظیم (در صورت کاربرد)
- جریان نامی در فرکانس سیستم (در صورت کاربرد)
- جریان نامی در فرکانس تنظیم (در صورت کاربرد)
- جریان کوتاه مدت نامی و مدت زمان آن
- سطح عایقی
- اندوکتانس نامی
- فاکتور Q
- وزن کل
- وزن روغن مصرفی جهت عایقکاری

۶-۳- آزمایشها

۱-۶-۳ اطلاعات کلی در مورد آزمایشهای انجام شده ، نمونه و خاص در بخشهای بعدی آمده است.

۱-۶-۳-۱ آزمایشهای معمول

(a) اندازه گیری مقاومت سیم پیچ

(b) اندازه گیری اندوکتانس

(c) آزمایش تحمل اضافه ولتاژ القایی

(d) آزمایش تحمل ولتاژ منبع مجزا

(e) اندازه گیری فاکتور Q

(f) اندازه گیری تلفات



۲-۱-۶-۳ آزمایشهای نمونه

a آزمایش افزایش دما

b آزمایش ضربه ناشی از صاعقه

۲-۶-۳ اندازه گیری اندوکتانس

اندوکتانس یک ترانسفورماتور تنظیم کننده می بایست در فرکانس تنظیم ترانسفورماتور و در ولتاژ و جریان نامی با فرکانس تنظیم مربوطه، اندازه گیری شود. در این اندازه گیری استثناهای زیر وجود دارد:

اندوکتانس یک ترانسفورماتور با هسته هوایی، فرض می گردد که مستقل از جریان بوده و ثابت می باشد. لذا می تواند با جریان یا ولتاژ کاهش یافته اندازه گیری شود. در صورتیکه در ترانسفورماتور از نوع هسته دار، مقدار جریان در بالاترین نقطه از قسمت خطی منحنی هسته، برابر با جریان با فرکانس تنظیم ترانسفورماتور باشد در این صورت اندوکتانس ترانسفورماتور در فرکانس تنظیم می تواند در جریان و ولتاژ کاهش یافته اندازه گیری شود.

۳-۶-۳ آزمایش تحمل اضافه ولتاژ القایی

ولتاژ مورد استفاده در این آزمایش می بایست از بین یکی از دو مقدار زیر، که بزرگتر از دیگری باشد انتخاب گردد.

a دو برابر ولتاژی که در موقع عبور جریان I_{KN} از ترانسفورماتور در دو سر آن ایجاد می گردد.

b دو برابر $U_N + U_A$.

در صورتی توان و ولتاژ مورد نیاز جهت آزمایش، خارج از حدود توانایی وسایل آزمایشگاهی باشد، در آن صورت این آزمایش با موافقت بین خریدار و سازنده، می تواند با آزمایش ضربه ناشی از صاعقه جایگزین گردد.

۴-۶-۳ اندازه گیری فاکتور Q

اندازه گیری در فرکانس تنظیم انجام گیرد. فاکتور Q که در دمای مرجع اندازه گیری شده و یا بعد از اندازه گیری ، اصلاح لازم در مورد دما در آن صورت گرفته باشد، نباید کمتر از مقدار گارانتی ،مقدار داشته باشد. روش مورد استفاده جهت اصلاح دما، در صورت کاربرد می بایست مطابق با ضمیمه B انجام گیرد.

۵-۶-۳ اندازه گیری تلفات

مجموع تلفات یک ترانسفورماتور تنظیم کننده، ترکیبی از تلفات آهن (در صورتیکه ترانسفورماتور، هسته آهنی یا محافظ مغناطیسی داشته باشد) و تلفات سیم پیچ می باشد. این تلفات، ناشی از جریانی است که عناصر ترکیب دهنده آن دارای فرکانسهای سیستم، فرکانس هارمونیکهای ممکنه و یا فرکانس غیر هارمونیکی (برای ارسال سیگنال) می باشد.

تلفات آهن و همچنین تلفات سیم پیچ در فرکانس برابر با فرکانس سیستم ، با اندازه گیری در فرکانس سیستم بدست می آیند. تلفات فرکانسهای بالاتر، می بایست با اندازه گیری و یا محاسبه تلفات، برای تک تک فرکانسهای ذکر شده انجام گرفته و سپس با تلفات فرکانس سیستم جمع گردند. در نهایت، می بایست کل تلفات بدست آمده به صورتی اصلاح گردد که در آن دمای مرجع منظور شده باشد و در این حالت، نبایستی از مقدار گارانتی تجاوز نماید.

۷-۶-۳ تعیین نحوه افزایش دما

آزمایش افزایش دما می بایستی در فرکانس سیستم انجام گیرد. اندازه ولتاژ و جریان در طی آزمایش می بایستی طوری انتخاب گردد که در آن تلفات کل، مقداری برابر با مقدار بدست آمده داشته باشد.

۷-۳-۷ تلرانس

اگر ترانسفورماتور تنظیم کننده طوری ساخته شده باشد که اندوکتانس آن قابل تنظیم نباشد در آن صورت ، می بایستی مقدار اندوکتانس نامی و تلرانس آن توسط سازنده مشخص شده و گارانتی نیز گردد.

فصل چهارم:

ترانسفورمر زمین کننده

(متصل کننده نوترها در سیستم)

۴-۱ مقدمه

ترانسفورمر زمین کننده در سیستمهای بکار می رود که عملاً دارای زمینهای متفاوتی می باشند. این موضوع بستگی دارد به جریان زمینی که در مواقع بروز خطای فاز به زمین در هر نقطه از سیستم برقرار می گردد.

در صورتیکه نقطه نوتر ترانسفورمر زمین کننده ، بطور مستقیم و یا توسط یک ترانسفورماتور خازن گذاری شده به زمین متصل گردد در آن صورت جریان زمین نامی نسبتاً بزرگ شده و در عوض مدت زمان آن کوتاه خواهد بود (فقط چند ثانیه). و در صورتیکه نقطه نوتر این ترانسفورمر به یک ترانسفورماتور خازن گذاری شده صاعقه متصل گردد در آن صورت جریان زمین نامی از نظر دامنه محدود شده و در عوض مدت زمان آن طولانیتر می گردد (ساعتها و یا حتی بصورت پیوسته و دائمی).

۴-۱-۱ معرفی

ترانسفورمرهای زمین کننده، ترانسفورمرهای یا پست ۲۰ کیلوولتی هستند که جهت بارگذاری مصنوعی نقطه نوتر سیستم بکار رفته و از این طریق می توان هر نقطه از سیستم را که به طریق دیگری زمین نشده باشد، زمین نمود. این زمین کردن بطرق زیر می تواند انجام گیرد:

- بطریق زمین کردن مستقیم
- با اتصال پست ۲۰ کیلو ولت زمین کننده، و یا پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده صاعقه.

۴-۲ طراحی

ترانسفورمر زمین کننده عموماً بصورت زیگزاگ و یا ستاره- مثلث متصل می گردند. سیم پیچ با اتصال مثلث، ممکن است بصورت یک حلقه باز باشد که در این صورت، امکان اضافه کردن مقاومت یا ترانسفورماتور برای داشتن امپدانس توالی صفر مطلوب وجود

خواهد داشت.

ترانسفورمر زمین کننده ممکن است به سیم پیچ ثانویه ای (با ولتاژ پایین) و توان نامی دائمی نیز مجهز بوده که از این سیم پیچ بعنوان منبع تغذیه کمکی پست استفاده می گردد.

توجه - ترانسفورمر زمین کننده همچنین در سیستمهای فاقد سیم نول، جهت اتصال بار تک فاز بین خط و نوتر، مورد استفاده قرار می گیرند.

۴-۳- تعاریف

۴-۳-۱ سیم پیچ اصلی

سیم پیچ ترانسفورمر زمین کننده که برای اتصال فازهای سیستم به زمین، مورد استفاده قرار می گیرند.

۴-۳-۲ ولتاژ نامی

ولتاژ خط که بین ترمینالهای سیم پیچ ترانسفورمر در فرکانس نامی و در حالت بدون باری قرار می گیرد.

۴-۳-۳ جریان زمین نامی

جریانی که از ترمینال نوتر سیم پیچ اصلی و در فرکانس نامی عبور کرده و ترانسفورمر زمین کننده هم برای عبور چنین جریانی در حالت دائم و یا در مدت زمان مشخص طراحی شده باشد.

۴-۳-۴ جریان نامی دائمی برای ترانسفورمر زمین کننده با سیم پیچ ثانویه جریان

مشخص شده در فرکانس نامی که متناسب با توان نامی ترانسفورمر از سیم پیچ ثانویه عبور می کند.

۴-۳-۵ امپدانس توالی صفر Z₀ (برای ترانسفورمر یا ترانسفورماتور)

امپدانس هر فاز در فرکانس نامی، که برابر است با سه برابر امپدانس که در یک سیم پیچ با اتصال ستاره اندازه گیری می شود. این اندازه گیری بین ترمینالهای سیم پیچ که بهم اتصال داده شده اند، و ترمینال نوتر آن صورت می گیرد.

۴-۴-۴- مقادیر نامی

۴-۴-۱ ولتاژ نامی سیم پیچ اصلی

در صورتیکه شرایط بهره برداری، انتخاب ولتاژ بالاتری را ایجاب ننماید، ولتاژ نامی سیم پیچ می بایست برابر با ولتاژ فاز به فاز سیستم مربوطه انتخاب شود.

۴-۴-۲ جریان زمین نامی

جریان زمین نامی که تعریف می گردد، نبایستی از بزرگترین مقدار جریان دائم ترانسفورماتور، که در شرایطی همچون نامتفاوتی فاز پیش می آید، کمتر باشد. در صورتیکه امکان وقوع خطاهای پی در پی و در فاصله زمانیهای کوتاه وجود داشته باشد، در آن صورت می بایست فاصله زمانی بین خطاها و همچنین تعداد آنها توسط خریدار مشخص گردد. نتیجتاً مدت زمان جریان کوتاه مدت نیز با توجه به آن تعیین می گردد.

در صورت لزوم، خریدار می بایست جریان عبوری دائم ناشی از نامتفاوتی فازها و یا امثال آنرا مشخص نماید.

۴-۴-۳ امپدانس توالی صفر نامی

اندازه امپدانس توالی صفر ممکن است تعریف شده باشد و ممکن هم هست که تعریف نشود. زیرا ممکن است از ترانسفورمر زمین کننده برای استاندارد اجرایی خطای زمین استفاده شده باشد و در این صورت امپدانس توالی صفر مورد نظر، با اضافه کردن مقاومت یا ترانسفورماتور بدست می آید.

۴-۵- سطح عایقی

سطح عایقی برای ترمینالهای خط مربوط به سیم پیچ اصلی در یک ترانسفورمر زمین کننده انتخاب گردد.

برای ترمینال نوتر، انتخاب سطح عایقی کاهش یافته مناسبتر می باشد (عایق غیریکنواخت).

۴-۶- پلاک شناسایی

هر ترانسفورماتور می بایست مجهز پلاک شناسایی از جنس فلز فدآب بوده که در یک محل قابل رویت نصب شده باشد و اطلاعات زیر را مشخص سازد. اطلاعات قرار گرفته در آن می بایست بصورتی پاک نشدنی باشند. (بطور مثال با استفاده از روشهایی همچون حکاکی، قلم زنی و غیره آماده شده باشد).

- اطلاعاتی که باید برای هر ترانسفورماتور داده شود

۴-۷- نوع ترانسفورمر یا ترانسفورماتور

- محل نصب (محیط سربسته یا روباز)

- شماره استاندارد مورد استفاده

- نام سازنده

- شماره سریال سازنده

- سال ساخت

- فرکانس نامی

- ولتاژ نامی

- جریان زمین نامی و مدت زمان آن

- سطح عایقی

- نحوه اتصال سیم پیچ و علامت مشخصه آن
 - امپدانس توالی صفر (مقدار اندازه گیری شده)
 - نحوه خنک کردن
 - وزن کل
 - وزن روغن مصرفی جهت عایقکاری
 - اطلاعات اضافی که در بعضی موارد باید داده شود
- برای ترانسهای زمین با سیم پیچ ثانویه، که به منظور تغذیه داخلی پست نیز مورد استفاده قرار می گیرند، می بایستی اطلاعات اضافی نیز داده شود.

۸-۴- آزمایشها

اطلاعات کلی در مورد آزمایشهای معمول، نمونه و خاص.

آزمایشهای معمول

(a) اندازه گیری مقاومت سیم پیچ

(b) اندازه گیری امپدانس توالی صفر

(c) اندازه گیری تلفات بی باری و جریان بی باری (طبق ضمیمه c)

(d) تستهای دی الکتریک

برای ترانس های زمین با سیم پیچ ثانویه، آزمایشهای زیر نیز بایستی انجام شوند.

(e) اندازه گیری نسبت تبدیل ترانسفورمر و مشخص کردن نوع کوپلاژ آن.

نسبت تبدیل ترانسفورمر می بایست برای هر نپ اندازه گیری شود. همچنین پلاریته

ترانسفورمرهای تکفاز و نحوه اتصال سیم پیچ های ترانسفورمرهای می بایست کنترل

شوند.

(f) اندازه گیری ولتاژ اتصال کوتاه، امپدانس اتصال کوتاه و تلفات بار (طبق ضمیمه D)

۸-۴-۱ آزمایشهای نمونه

g) تستهای دی الکتریک

h) آزمایشهای افزایش درجه حرارت

۴-۸-۲ آزمایشهای خاص

i) آزمایش جریان کوتاه مدت

j) اندازه گیری سطح صوت ایجاد شده

۴-۹- اندازه گیری امپدانس توالی صفر

امپدانس توالی صفر می بایستی در جریان زمین نامی اندازه گیری شده و برحسب اهم برفاز بیان گردد. همچنین می بایستی مطمئن بود که مقدار جریان و مدت زمان آن، با توانایی سیم پیچ و یا بخشهای فلزی به کار رفته در آن، برای عبور دادن جریان سازگار باشند. در صورتیکه این شرایط طوری باشند که امکان اندازه گیری با جریان زمین نامی وجود نداشته باشد در آن صورت، مقدار جریان می تواند بین ۲۵% تا ۱۰۰% جریان نامی انتخاب گردد.

برای چگونگی روش اندازه گیری به ضمیمه E مراجعه شود.

۴-۱۰- افزایش درجه حرارت در جریان زمین نامی

- در حالتیکه ترانسفورمر زمین کننده، جریان کوتاه مدت می کشد و زمان جریان نیز از ۱۰ ثانیه بیشتر نباشد، در آن صورت توانایی تحمل افزایش درجه حرارت، بر طبق ضمیمه f محاسبه می گردد.

در شروع آزمایش، مقدار اولیه دمای روغن، در صورت امکان می بایستی برابر با دمای روغن در حالت کار بدون باری ترانسفورمر و یا در حالت کار دائم با توان نامی سیم پیچ ثانویه باشد.

دمای سیم پیچ بعد از انجام آزمایش، با استفاده از روش مقاومت تعیین می گردد.

۴-۱۱- تعیین توانایی تحمل جریان کوتاه مدت

این بخش برای ترانسفورمرهای زمین کننده ای بکار می رود که زمان عبور جریان کوتاه مدت در آنها، ۱۰ ثانیه یا کمتر باشد.

توانایی تحمل اثرات دینامیکی ناشی از عبور جریان کوتاه مدت، بوسیله انجام آزمایش بر روی آن ترانسفورمر و یا ترانسفورمر مشابه دیگری تعیین می شود. آزمایشها می بایست بر روی ترانسفورمری انجام گیرد که برای نصب و بهره برداری آماده شده باشد.

برای انجام آزمایش، یکی از دو حالت زیر جهت نحوه اتصال می بایست انتخاب گردد:

- ترانسفورمر زمین کننده می بایست ابتدا به یک منبع متقارن متصل گردیده و سپس یک اتصال کوتاه مابین یکی از ترمینالهای خط و ترمینال نوتر ترانسفورمر بهم متصل گردیده و سپس یک منبع تغذیه تکفاز بین این ترمینالها و ترمینال نوتر ترانسفورمر قرار داده شود. آزمایش می بایست دوبار انجام گیرد و مدت زمان هر آزمایشی نیز ۰/۵+۰/۰۵ ثانیه باشد.

- فاصله بین هر دو آزمایش نیز می بایست بحد کافی زیاد باشد تا از تجمع حرارت اضافی در ترانسفورمر جلوگیری گردد.

- در سایر حالاتی که در محدوده بیان شده در این بخش نگنجد، اندازه گیری می بایست بر طبق موارد درخواستی انجام پذیرد.

تفرانس مربوط به امپدانس مؤلفه صفر که در جريان زمين نامی اندازه گیری می شود عبارتست از:

صفر تا حداکثر ۲۰% مقدار تعريف شده.

برای سایر کمیت ها، بطور مثال تلفات ، نسبت ولتاژ ، امپدانس اتصال کوتاه و غیره، در صورتیکه قرار بر گارانتی شدن آنها باشد، در حالت تفرانس قابل حصول خواهد بود.

۱۳-۴ - آزمایشات پست ۲۰ کیلو ولت

۱-۱۳-۴ - کلیات آزمایشهای پست ۲۰ کیلو ولت به دو نوع زیر می باشند :

(a) آزمایشات معمول (Routine tests) :

- اندازه گیری کاپاسیتانس

- تعیین تلفات پست ۲۰ کیلو ولت

- آزمایش ولتاژ ac یا dc بین ترمینالها و محفظه فلزی پست ۲۰ کیلو ولت (آزمایش با سطوح خشک)

- آزمایش بین ترمینالهای پست ۲۰ کیلو ولت و زمین برای بانکهای پست ۲۰ کیلو ولتی

(b) آزمایشات نمونه (Type tests) :

- تلفات پست ۲۰ کیلو ولت در دمای بالا

- آزمایش پایداری حرارتی

- آزمایش ولتاژ ac با سطوح خشک با سطوح خشک بین ترمینالهای پست ۲۰ کیلو ولت و

محفظة فلزی (برای پست ۲۰ کیلو ولتی که در محیط روباز نصب میشوند بایستی این

آزمایش هم با سطوح خشک و هم با سطوح مرطوب انجام بگیرد .)

- برای پست ۲۰ کیلو ولتی که در محیط رو باز نصب می شوند. آزمایش ولتاژ ضربه بین

ترمینالهای پست ۲۰ کیلو ولت و محفظه فلزی آن انجام گیرد .

- آزمایش تخلیه پست ۲۰ کیلو ولت

- آزمایش یونیزاسیون پست ۲۰ کیلو ولت

۴-۱۳-۱- آزمایشات معمول ، برای هر پست ۲۰ کیلو ولت بعد از تکمیل شدن در کارخانه انجام می گیرد .

۴-۱۳-۲- آزمایشات نمونه جهت تأیید درستی طراحی و مطابقت آن در عمل با کلیه مشخصات ذکر شده در اینجا می باشد .

آزمایشات نمونه بایستی توسط کارخانه سازنده از تحویل پست ۲۰ کیلو ولت انجام گرفته و نتایج حاصل از آزمایش نیز با جزئیات کامل و بصورت یک گواهی نامه به خریدار داده شود. این آزمایشات می بایست یکسان انتخاب شده باشد . انجام گیرد.

همه آزمایشات نمونه یا یا بعضی از آنها می توانند در هنگام نصب توسط سازنده تکرار کردند که این موضوع می بایست در قرار داد بین خریدار و سازنده قید گردد. همچنین تعداد پست ۲۰ کیلو ولتی نمونه برداری شده جهت تکرار این آزمایشات نیز در قرار داد مشخص میگردد .

۴-۱۳-۴- هر پست ۲۰ کیلو ولت نمونه برداری شده جهت انجام آزمایش نمونه باید قبلاً کلیه آزمایشات معمول را به طور رضایت بخشی تحمل کرده باشد. البته ضروری نیست که کلیه آزمایشات نمونه حتماً بر روی یک پست ۲۰ کیلو ولت انجام گیرد بلکه می تواند پست ۲۰ کیلو ولت یکسان انتخاب و این آزمایشات بر روی آنها انجام شود .

۴-۱۴- جزئیات آزمایشات

۴-۱۴-۱- اندازه گیری کاپاستیانس پست ۲۰ کیلو ولت (آزمایش معمول)

۴-۱۴-۲- کاپاسیتانس پست ۲۰ کیلو ولت می بایست در محدوده دمای استاندارد برای آزمایش (مراجعه شود به تعریف دمای استاندارد در بخش ۱۷-۲) و با استفاده از روشی

که در آن، خطاهای ناشی از هارمونیکها و ناشی از وجود المانهای مانند مقاومتها، سلفها و یا مدارهای الکتریکی دیگر وارد نگردد، اندازه گیری شود.

این آزمایش در ولتاژ و فرکانس نامی انجام شود.

۴-۱۴-۳- توان پست ۲۰ کیلو ولت (که با استفاده از کاپاسیتانس اندازه گیری شده ولتاژ نامی و فرکانس نامی محاسبه می شود). نماید با توان نامی آن بیشتر از مقدار زیر تفاوت داشته باشد:

۵- یا $+10\%$ برای واحد های پست ۲۰ کیلو ولتی

۰- یا $+10\%$ برای بانکهای پست ۲۰ کیلو ولتی

توجه - فرمولی برای محاسبه توان پست ۲۰ کیلو ولت سه فاز با استفاده از کاپاسیتانس اندازه گیری شده پست ۲۰ کیلو ولت تک فاز در ضمیمه B آمده است.

۴-۱۴-۴- در یک واحد پست ۲۰ کیلو ولتی سه فاز نسبت بین بزرگترین و کوچکترین مقادیر کاپاسیتانسی که بین ترمینالهای هر دو فاز از پست ۲۰ کیلو ولت اندازه گیری می شود، نباید $1/06$ برای پست ۲۰ کیلو ولتی با نامی بالاتر از ۶۶۰ ولت و $1/08$ برای پست ۲۰ کیلو ولتی با ولتاژ نامی ۶۶۰ ولت یا کمتر تجاوز کند.

۴-۱۵- تلفات پست ۲۰ کیلو ولت

۴-۱۵-۱- آزمایش معلول:

در آزمایش معلول هدف از انجام این اندازه گیری کنترل یکنواختی محصولات تولیدی می باشد. در این آزمایش تانژ است زاویه تلفات می بایست در محدوده دمای استاندارد و در ولتاژ فرکانس نامی اندازه گیری شود.

۴-۱۵-۲- آزمایش نمونه:

در آزمایش نمونه ، تانژانت زاویه تلفات می بایست در دو حالت اندازه گیری شود یکی مانند آزمایش معمول و دیگری با ولتاژ و فرکانس نامی پست ۲۰ کیلو ولت در دمای ثابت 75 ± 2 درجه سانتیگراد .

در این آزمایش دوم پست ۲۰ کیلو ولت می بایست در زمان اندازه گیری و برای مدت زمانی هرچه کوتاهتر که ممکن باشد . شارژ گردد .

مقدار تانژانت زاویه تلفات که در این آزمایش دوم اندازه - گیری میشود ، نباید از مقدار تعیین شده در کاتالوگ سازنده پست ۲۰ کیلو ولت و یا از مقدار مشخص شده در قرارداد تجاوز نماید .

در صورتیکه اندازه گیری در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد نتواند انجام نگیرد در آنصورت با توافق آزمایش زاویه تلفات در ۷۵ درجه سانتیگراد که در این بخش تعریف شده است ، می تواند برای کنترل ثابت بودن مشخصات پست ۲۰ کیلو ولت تولیدی مورد استفاده قرار گیرد و اگر نتیجه بدست آمده تفاوت قابل ملاحظه ای با نتایج نمونه اصلی نداشته باشد در آنصورت می تواند آزمایش پایداری حرارتی تکراری حذف گردد مگر آنکه توسط خریدار بر انجام آن تصریح شده باشد .

۱۶-۴- آزمایش پایداری حرارتی (آزمایش نمونه)

این آزمایش برای اطمینان از پایداری حرارتی پست ۲۰ کیلو ولت در شرایط اضافه باری طولانی و در محدوده مشخص شده در بخش ۶ انجام می گیرد .

توجه - توصیه می گردد که پست ۲۰ کیلو ولت منتخب برای این تست تا آنجا که ممکن است توانی برابر با توان نامی پست ۲۰ کیلو ولت داشته باشد .

۱-۱۶-۴- پست ۲۰ کیلو ولت می بایست در محیطی با شرایط خنک شونده طبیعی قرار داده شود. در این محیط دمای هوای خنک کننده با توجه به حد بالای محدوده دمای انتخاب شده برای پست ۲۰ کیلو ولت تعیین می گردد.

مقادیر این دما طبق زیر می باشد.

حدبالای در محدوده دمای منتخب برای کار پست ۲۰ کیلو ولت °C	دمای هوای خنک کننده در محیط آزمایش °C
۴۰	۴۵
۴۵	۵۰
۵۰	۵۵

در طی آزمایش دمای هوای خنک کننده می بایست بوسیله یک دماسنج اندازه گیری و از آنجا که دمای پست ۲۰ کیلو ولت کمتر از دمای محیط می باشد لذا رسیدن دمای آن به دمای محیط با ثابت زمانی حدود یک ساعت انجام می گیرید . در تمام طول آزمایش اختلاف بین دمای بالا نبایست از ۲ درجه سانتیگراد تجاوز نماید .

۴-۱۶-۲- بعد از رسیدن دمای قسمتهای پست ۲۰ کیلو ولت به دمای هوای خنک کننده می بایست پست ۲۰ کیلو ولت برای مدت زمان ۴۸ ساعت به یک ولتاژ سینوسی با فرکانس نامی متمم شود دامنه این ولتاژ به اندازه ای انتخاب گردد تا توان پست ۲۰ کیلو ولت برابر با ۱/۴۴ توان نامی آن باشد .

در طی ۱۰ ساعت آخر تانژانت زاویه تلفات و همچنین دمای محفظه پست ۲۰ کیلو ولت (که در حول و حوش ماکزیمم مقدار محدوده انتخاب شده برای کار پست ۲۰ کیلو ولت قرار دارد) می بایست هر ۲ ساعت یکبار اندازه گیری شوند . در تمام این فاصله زمانی ۱۰ ساعته .

تانژانت تلفات و همچنین افزایش دمای محفظه پست ۲۰ کیلو ولت نباید بیشتر از میزان حساسیت اندازه گیری تغییر نماید . این مقدار تغییرات نباید بیشتر از $\pm 10\%$ برای $\tan\delta$

و $\pm 0.5^\circ\text{C}$ برای اندازه گیری دما باشد. در صورتیکه تغییرات بزرگتری مشاهده گردد. در آنصورت آزمایش باید ادامه پیدا کند تا جایئیکه یا به حالت پایدار برسد یا شکستی رخ بدهد.

توجه ۱- ولتاژی که برای رسیدن به توانی برابر با $1/44$ توان نامی پست ۲۰ کیلو ولت بکار می رود عبارتست از:

$$U_{test} = 1.2 U_n \sqrt{\frac{C_n}{C_{test}}}$$

که در آن: C_n = کاپاسیتانس مربوط به توان نامی
 کاپاسیتانس اندازه گیری شده برای پست ۲۰ کیلو ولت تست شونده
 $C_{test} =$

توجه ۲- جهت کنترل اینکه چگونه این شرایط برآورده شده اند می بایست نوسانات ولتاژ فرکانس و دمای هوای خنک کننده در طی آزمایش در گزارش مربوطه آورده شوند بهمین خاطر توصیه می گردد که منحنی این پارامترها و همچنین منحنی تانژانت زاویه تلفات یا تغییرات دما بصورت تابعی از زمان رسم کردند.

توجه ۳- آخرین اندازه گیری زاویه تلفات می تواند جایگزین آزمایش نمونه در مورد تعیین تلفات پست ۲۰ کیلو ولت گردد (رجوع شو به پاراگراف آخر از آزمایش مذکور)

توجه ۴- آزمایش با دیگر فرکانسهای بشرطی که اختلاف آن با فرکانس نامی بیشتر از ۲۰٪ نگردد. با توافق بین خریدار و سازنده مجاز می باشد. همچنین می توانند با توجه به میزان تغییر فرکانس در مقدار ولتاژ و دمای آزمایش تجدید مناسبی انجام بدهند.

۳-۱۶-۴- میزان کاپاسیتانس پست ۲۰ کیلو ولت می بایست قبل و بعد از آزمایش در محدوده استاندارد تعیین شده برای دما اندازه گیری کرد. اختلاف دمای پست ۲۰ کیلو

ولت برای در اندازه گیری نباید بیش از ۵ درجه سانتیگراد باشد. میزان تغییر کاپاسیتانس نیز در اندازه گیری فوق باید بیش از ۲% باشد.

۴-۱۷- آزمایشات ولتاژ

۴-۱۷-۱- برای واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی

۴-۱۷-۱-۱- آزمایش ولتاژ بین ترمینالها (آزمایش معمول)

هر پست ۲۰ کیلو ولت می بایست بمدت ۱۰ ثانیه تحت یکی از آزمایشهای a یا b که در زیر توضیح داده شده، قرار گیرد. اگر قبلاً توافقی در نوع آزمایش صورت نگرفته باشد در آنصورت انتخاب آزمایش با سازنده پست ۲۰ کیلو ولت می باشد.

آزمایش a) یک آزمایش d.c که ولتاژ آزمایش برابر مقدار زیر انتخاب گردد:

$$U_t = 4,3 U_0$$

توجه - جریانهای شارژ و دشارژ پست ۲۰ کیلو ولت در مقدار ۱۰ برابر جریان نامی محدود گردد.

مدت زمان ۱۰ ثانیه از لحظه ای حساب می گردد که مقدار ولتاژ به میزان تعیین شده برای آزمایش برسد.

آزمایش b) یک آزمایش a.c که ولتاژ آزمایش برابر مقدار زیر انتخاب گردد.

$$U_t = 2,15 U_0$$

U₀ ولتاژ موثر بین ترمینالهای پست ۲۰ کیلو ولت می باشد که در موقع آزمایش در هر عنصر پست ۲۰ کیلو ولتی، فشاری روی دی الکتریک آن ایجاد می کند که در حالت کار عادی ولتاژ نامی همین فشار را ایجاد بکند.

آزمایش a.c می بایست با یک ولتاژ سینوس با فرکانس بین ۱۵ تا ۱۰۰ هرتز و ترجیحاً با فرکانس هرچه نزدیکتر به فرکانس انجام بگیرد.

۴-۱۷-۲- آزمایش ولتاژ A.C بین ترمینالها و محفظه پست ۲۰ کیلو ولت

(a) آزمایش با سطح خشک (آزمایش معمول)

ترمینالهای پست ۲۰ کیلو ولت را بهم وصل کرده و سپس بمدت ۱۰ ثانیه ولتاژ تست بین ترمینالها و محفظه پست ۲۰ کیلو ولت قرار داده شود.

ولتاژ تست می بایست یک ولتاژ ac و با فرکانس ۱۵ الی ۱۰۰ هرتز بوده و دامنه آن با توجه به سطح عایقی واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی انتخاب می گردد

(b) آزمایش با سطح خشک (آزمایش نمونه)

همانند آزمایش

۴-۱۷-۱-۳- بوده، فقط مدت زمان آزمایش از ۱۰ ثانیه به یک دقیقه افزایش می یابد.

(c) آزمایش با سطح مرطوب (آزمایش نمونه)

واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی که در محیط روباز نصب می گردند، همان آزمایش b-۲-۴- روی آنها انجام گرفته فقط باید شرایط بارانی را بطور مصنوعی برای آزمایش ایجاد کرد.

۴-۱۷-۲-۱- آزمایش ولتاژ ضربه بین ترمینالها و محفظه پست ۲۰ کیلو ولت (آزمایش نمونه) برای واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی که همه ترمینالهای آنها از محفظه پست ۲۰ کیلو ولت عایق شده باشند، باید قبل از انجام آزمایش ضربه انجام بگیرد.

تست ضربه بایستی با استفاده از ضربه ۱,۲/۵۰ (طبق تعریف ۶۰ IEC) انجام بگیرد و مقدار قله این موج برابر با سطح عایقی واحد پست ۲۰ کیلو ولتی (جدول بخش ۱۱) انتخاب می گردد.

رخ ندادن شکست در طی آزمایش می بایست با استفاده از یک اسیلوگراف با لامپ کاتدیک، که برای بدینطریق بوده که ابتدا ترمینالها و محفظه پست ۲۰ کیلو ولت اعمال می گردد. این عمل می بایست برای هر کدام از پلاریته های مثبت و منفی به تعداد ۵ بار انجام پذیرد.

در صورتیکه، در ۵ آزمایش ضربه که پشت سرهم و با پلاریته یکسانی انجام می گیرد، بیش از یک تخلیه الکتریکی یا شکست رخ دهد، در آنصورت واحد پست ۲۰ کیلو ولتی در تست قبول نمی گردد. ولی اگر در این تست فقط یک تخلیه الکتریکی صورت بگیرد در آنصورت آزمایش باید ۱۰ بار دیگر و با همان پلاریته انجام بگیرد و اگر هیچ تخلیه الکتریکی دیگری صورت نگیرد، در آنصورت واحد پست ۲۰ کیلو ولتی این تست را گذارنده است.

برای واحدهایی که با یک ترمینال به محفظه خود متصل می باشند، خواه این محفظه به زمین متصل گردد یا از زمین عایق گردد یا به عبارت دیگر واحدها بدون حفاظت نصب نشده باشند، در آنصورت نیازی به انجام این تست نیست.

۴-۱۷-۲-۲- آزمایش تخلیه پست ۲۰ کیلو ولت (آزمایش نمونه)

واحد پست ۲۰ کیلو ولتی می بایست توسط یک ولتاژ dc به اندازه دوبرابر مقدار موثر ولتاژ نامی اش شارژ شده و سپس توسط یک فاصله هوایی که تا حد ممکن به پست ۲۰ کیلو ولت نزدیک شده، تخلیه گردد. این پست ۲۰ کیلو ولت می بایست در مدت زمان ۱۰ دقیقه به تعداد ۵ بار تحت این آزمایش قرار گیرد.

۵ دقیقه بعد از آزمایش مزبور، این واحد پست ۲۰ کیلو ولتی می بایست تحت آزمایش ولتاژ بین ترمینالها مشخص گردیده قرار گیرد.

کاپاسیتانس پست ۲۰ کیلو ولت می بایست قبل از آزمایش تخلیه و بعد از آزمایش ولتاژ اندازه گیری شده و مقدار تغییرات آن نباید از ۲٪ تجاوز نماید.

۴-۱۷-۳- برای بانکهای پست ۲۰ کیلو ولتی

۴-۱۷-۳-۱- آزمایش بین ترمینالها و زمین (آزمایش معمول)

اگر یک بانک پست ۲۰ کیلو ولتی، شامل واحدهای پست ۲۰ کیلو ولتی یا نگهدارنده های عایقی باشد که سطح عایقی آنها کمتر از سطح عایقی بانک پست ۲۰ کیلو ولتی باشد، در

آنصورت تستهای اضافی باید انجام بگیرد تا مشخص گردد که کل بانک پست ۲۰ کیلو ولتی، در برابر ولتاژی برابر با سطح عایقی بانک، تحمل دارد یا خیر.

۴-۱۸- آزمایش یونیزاسیون پست ۲۰ کیلو ولت آزمایش نمونه

ولتاژ مورد استفاده در این آزمایش می بایست یک ولتاژ سیسنوسی با فرکانس نامی پست ۲۰ کیلو ولت باشد. مدا آزمایش باید یک میزان مناسب داشته باشد تا بتواند اضافه ولتاژ ناشی از حالات گذرا را هرچه بهتر کم بکند. در مدت زمانی آزمایش، دمای هوای محیط باید در مقدار 10 ± 25 °C باقی بماند.

نحوه آزمایش بدینطریق بوده که برای مدت زمانی کافی، بطوریکه دمای پست ۲۰ کیلو ولت به حالت تعادل خود برسد. می بایست ولتاژ نامی به پست ۲۰ کیلو ولت متصل گردد. سپس یک ولتاژ تست، که اندازه آن با موافقت خریدار و سازنده تعیین می گردد. می بایست فقط یکبار و بمدت ۱ ثانیه به پست ۲۰ کیلو ولت متصل شود. بعد از آن، ولتاژ می بایست به مقدار $U_n / 2$ کم گردید و در همان مقدار، بمدت ۱۰ دقیقه باقی بماند. سپس، ولتاژ به مقدار $U_n / 5$ افزایش یافته و به مدت ۱۰ دقیقه در همان مقدار باقی بماند. در طی این ۱۰ دقیقه آخر، نبایستی در هیچ لحظه ای افزایشی در سطح یونیزاسیون پست ۲۰ کیلو ولت مشاهده گردد.

قبل و بعد از آزمایش، کاپاسیتانس پست ۲۰ کیلو ولت می بایست بر طبق روش گفته شده در بخش های قبل اندازه گیری شده و هیچ تغییر قابل توجهی در این دو اندازه گیری مشاهده نگردد.

هنگام مقایسه نتایج حاصل از این دو اندازه گیری باید دو فاکتور زیر بحساب آورده شوند.

a دقت اندازه گیری های انجام شده



(b) توجه به این عامل که تغییرات داخلی در دی الکتریک پست ۲۰ کیلو ولت ممکن است سبب تغییرات کوچک در کاپاسیتاس شده بدون آنکه هیچ شکستی در المانهای پست ۲۰ کیلو ولت رخ داده باشد.

توجه ۱- اندازه ولتاژی که در مدت ۱ ثانیه بکار برده می شود، تعیین نگردیده است. مقدار این ولتاژ، می بایست با توجه به موقعیت محل نصب پست ۲۰ کیلو ولت و اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی که در این حالت پیش می آیند، تعیین گردند.

توجه ۲- این آزمایش می بایست بهمان ترتیبی که در بالا گفته شد بطور پیوسته انجام بگیرد، بدون آنکه در بین مراحل آزمایش ولتاژ قطع گردد.

توجه ۳- در صورتیکه کاپاسیتاس آنکه در واحد پست ۲۰ کیلو ولتی که تست می گردد، خیلی بزرگ باشد بطوریکه در محدوده حساسیت وسایل مورد استفاده در آزمایش نباشد، در آنصورت سطح عایقی چنین پست ۲۰ کیلو ولتی قابل اندازه گیری نخواهد بود.

در چنین حالتی، با موافقت خریدار و سازنده پست ۲۰ کیلو ولت، این آزمایش بر روی مدل کوچکی از پست ۲۰ کیلو ولت انجام می گیرد که مراحل طراحی و ساخت آن، مشابه با پست ۲۰ کیلو ولت اصلی می باشد.

توجه ۴- مقصود از عبارت یونیزاسیون که در اینجا بکار برده شده، اشاره به عمل تخلیه الکتریکی است که در دی الکتریک پست ۲۰ کیلو ولت انجام می گیرد و معادل با عبارت « تخلیه جزئی » می باشد.

توجه ۵- آزمایش هایی نظیر اندازه گیری $\tan\delta$ آن دقت لازم برای آشکار سازی یونیزاسیون را ندارد. اطلاعات کلی جهت اندازه گیری یونیزاسیون خازن در پیوست A مشخص شده است.

۴-۱۹- سطوح عایقی و ولتاژهای تست بین ترمینال پست ۲۰ کیلو ولت و زمین

جدول زیر، سطوح عایقی استاندارد برای سیستم‌هایی با ماکزیمم ولتاژ مربوطه U_m را نشان می‌دهد. سطوح عایقی با مقدار r.m.s ولتاژ a.c در آزمایش ولتاژ و همچنین مقدار ماکزیمم ولتاژ در آزمایش ضربه، در جدول زیر مشخص شده‌اند.

حداکثر ولتاژ سیستم U_m (ولتاژ خط) KV(r.m.s)	سطح عایقی	
	ولتاژ آزمایش a.c KV(r.m.s)	حداکثر میزان ولتاژ در آزمایش ضربه KV
۰/۶	۳	۱۵
۱/۲	۶	۲۵
۲/۴	۱۱	۳۵
۳/۶	۱۶	۴۵
۷/۲	۳۳	۶۰
۱۳	۳۸	۷۵
۱۷/۵	۳۸	۹۵
۳۳	۵۰	۱۲۵
۳۶	۷۰	۱۷۰

فصل پنجم:

پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده قوس

۱-۵- مقدمه

۱-۱-۵ معرفی

پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده قوس، پست ۲۰ کیلو ولت تکفازی هستند که برای جبران جریان خازنی ناشی از وقوع خطای فاز به زمین که در سیستمهای با نوتر ایزوله ایجاد می گردد، بکار می روند.

این ترانسفورماتورها ، مابین زمین و نقطه نوتر ترانسفورمر قدرت با ترانسفورمر زمین کننده، در سیستمهای متصل می کردند.

این ترانسفورماتورها می توانند اندوکتانس متغیر داشته و در یک محدوده مشخصی به صورت پله ای یا پیوسته، و با توجه به کاپاسیتانس شبکه، قابل تنظیم باشند.

پست ۲۰ کیلو ولت محدود کننده جریان قوس می توانند به سیم پیچ ثانویه ای نیز مجهز گردند که از آن برای اتصال مقاومت ، و یا سیم پیچ کمکی به منظور کاربرد در اندازه گیری، استفاده می گردد.

۲-۵- تعاریف

۱-۲-۵ ولتاژ نامی

ولتاژ نامی ولتاژی است که درفرکانس نامی تعریف گردیده و مابین ترمینالهای سیم پیچ اصلی به کار برده می شود.

۲-۲-۵ جریان نامی

جریانی که در موقع اتصال ولتاژ نامی بافرکانس نامی از سیم پیچ اصلی کشیده می شود و ترانسفورماتور هم برای عبور دائمی این جریان و یا عبور، در مدت زمان مشخص طراحی می گردد.

اگر اندوکتانس ترانسفورماتور، یک پارامتر متغیر در محدوده مشخصی باشد در آنصورت ، جریان نامی با توجه به کوچکترین اندوکتانس تعیین می گردد.

۳-۲-۵ محدوده تنظیم

برای پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده قوس با اندوکتانس متغیر، عبارتست از نسبت به جریان نامی ، به کمترین جریان قابل دسترس در ولتاژ نامی.

۴-۲-۵ سیم پیچ کمکی

سیم پیچی که برای هدفهای کنترلی و یا اندازه گیری بکار رفته و طوری طراحی می گردد که با کمترین ولتاژ و جریان کار بکند، برای مثال با ۱۰۰ ولت و ۱۰ آمپر.

۵-۲-۵ سیم پیچ ثانویه

سیم پیچی که در یک ترانسفورماتور خازن گذاری شده قوس، برای اتصال مقاومت اضافی بکار می رود تا بدینوسیله بتوان برای مواقع بروز اتصال کوتاه و کم کردن جریان آن، مقدار مقاومت اتصال کوتاه را افزایش داد.

۶-۲-۵ ولتاژ نامی

ولتاژ نامی، حداقل می بایستی برابر با بزرگترین ولتاژ ممکن باشد که در مواقع بروز خطای زمین، می تواند مابین نقطه نوتر ترانسفورمر قدرت و یا زمین کننده، و زمین ایجاد شود.

عموماً، ولتاژ نامی برابر با ولتاژ فاز به زمین سیستم تعریف می گردد. مشخصه مغناطیسی ترانسفورماتور، می بایستی ولتاژ نامی آن، خطی باشد

۷-۲-۵ جریان نامی

جریان نامی و مدت زمان آن می بایستی طوری تعریف شوند که از بزرگترین مقدار جریان در مواقع بروز خطای فاز به زمین، کمتر نباشد.

در صورتیکه یکسری خطای متوالی با فاصله زمانی کوتاه رخ دهد، در آنصورت مدت زمان بین هر خطا با خطای بعدی و همچنین تعداد خطاها، می بایستی توسط خریدار تعیین گردد. در اینحالت، مدت زمان تعریف شده برای جریان نامی می تواند بر طبق مقادیر بالا انتخاب گردد.

۳-۵ - محدوده تنظیم

جریانی که در ولتاژ و فرکانس نامی تعریف شده، ممکن است به یکی از طرق زیر تغییر نماید:

(a) با اضافه کردن بخشی از سیم پیچ یک تپ چنجر، چه قابل قطع در زیر بار و چه غیر قابل قطع در زیر بار، و با پله های محدود و مشخص.

(b) با کم کردن فاصله هوایی در مدار مغناطیسی ترانسفورماتور (با استفاده از روشهای مکانیکی).

توجه- در قسمت (a) توصیه می گردد که محدوده تنظیم، از نسبت ۱/۵/۲ بیشتر نگردد.

۴-۵ افزایش درجه حرارت سیم پیچ

میزان افزایش درجه حرارت سیم پیچ یک ترانسفورماتور محدود کننده جریان قوس ، در جریان نامی و در هنگامی که تحت آزمایش قرار دارد، نبایستی از مقادیر زیر تجاوز نماید:

۸۰K برای جریان نامی دائمی

۱۰۰K برای جریان نامی که برای حداکثر مدت زمان ۲ ساعت تعریف شده است.

۱۲۰K برای جریان نامی که با حداکثر مدت زمان ۳۰ دقیقه تعریف شده است.

توجه- مقادیر افزایش درجه حرارت، با در نظر گرفتن این موضوع که خطای زمین در سیستم بندرت اتفاق افتاده و مدت زمان آن نیز محدود میباشد، تعیین شده اند. اگر در مدار قرار گرفتن سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور بمدت کوتاهی و حداکثر تا ۱۰ دقیقه تعریف شده باشد، در آنصورت افزایش درجه حرارت ، نبایستی از مقداری که برای سیم پیچ ترانسفورمر در شرایط وقوع اتصال کوتاه تعیین شده تجاوز نماید.

۵-۵-۵ سطح عایقی

در صورتیکه تعریف دیگری نشده باشد، سطح عایقی یک ترانسفورماتور محدود کننده جریان قوس می بایستی برابر با سطح عایقی نقطه نوتر ترانسفورمرهای سیستم باشد. برای ترمینالی از ترانسفورماتور، که به زمین متصل می گردد ، می تواند کوچکترین سطح عایقی تعریف شود(عایق غیریکنواخت)

۵-۶-۵ پلاک شناسایی

هر ترانسفورماتور خازن گذاری شده قوس می بایست مجهز به پلاک شناسایی از جنس فلز ضد آب بوده که در یک محل قابل رویت نصب شده باشد و اطلاعات زیر را مشخص سازد. اطلاعات قرار گرفته در آن می بایست بصورتی پاک نشدنی باشند. (بطور مثال با استفاده از روشهایی همچون حکاکی، قلم زنی و غیر آماده شده باشد).

اطلاعاتی که باید برای هر ترانسفورماتور خازن گذاری شده قوس داده شود.

- نوع ترانسفورماتور
- محل کاربرد آن (در محیط سربسته یا روباز)
- شماره استاندارد مورد استفاده
- نام سازنده
- شماره سریال سازنده
- سال ساخت
- فرکانس نامی
- ولتاژ نامی
- ولتاژ نامی (در صورت امکان، ولتاژ بی باری سیم پیچ کمکی و ثانویه هم داده شود)
- جریان نامی (کلیه سیم پیچها) و مدت زمان تعریف شده برای آن
- سطوح عایقی
- نحوه خنک شدن
- وزن کل
- وزن روغن مصرفی جهت عایق کاری
- اطلاعات اضافی که در بعضی حالات میبایست داده شود
- برای پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده قوس که اندوکتانس متغیر دارند، جدول یا گرافی که محدوده تنظیم را مشخص می سازد.

۷-۵-آزمایشها

آزمایشهای معمول

(a) اندازه گیری مقاومت سیم پیچ

(b) اندازه گیری جریان در کل محدوده تنظیم ، در صورتیکه ترانسفورماتور دارای اندوکتانس متغیر باشد

(c) اندازه گیری نسبت ولتاژ بین سیم پیچ اصلی با سیم پیچ های کمکی و ثانویه برای پست ۲۰ کیلو ولتی که انجام آن لازم باشد

(d) آزمایشهای دی الکتریک

(e) آزمایش نحوه عملکرد تپ چنجر و یا مکانیزم عمل هسته با فاصله هوایی، برای پست ۲۰ کیلو ولت ی که انجام آن لازم باشد(طبق ضمیمه G).

۱-۷-۵ آزمایشهای نمونه

(f) آزمایشهای دی الکتریک

(g) آزمایش افزایش درجه حرارت

۲-۷-۵ آزمایش های خاص

(h) اندازه گیری تلفات

(i) اندازه گیری مشخصه ولتاژ - جریان ، تا ۱/۱ برابر ولتاژ نامی.

۸-۵ اندازه گیری جریان

اندازه گیری می بایست در کل محدوده تنظیم و ترجیحاً با ولتاژ و فرکانس نامی انجام گیرد. در صورتیکه اندازه گیری تحت شرایط فوق غیرعملی باشد، در آنصورت ولتاژ آزمایش می تواند تا حد امکان بزرگ انتخاب گردد.

۹-۵ اندازه گیری ولتاژ بی باری

اندازه گیری ولتاژ بی باری برای هر یک از سیم پیچ های کمکی و ثانویه، می بایست در کل محدوده تنظیم و با اعمال ولتاژ نامی به سیم پیچ اصلی ترانسفورماتور انجام گیرد.

۱۰-۵ آزمایش افزایش درجه حرارت

آزمایش می بایست در حالی انجام شود که ترمینالهای هر یک از سیم پیچهای کمکی و ثانویه باز بوده و چیزی به آنها متصل نباشد. قبل از آزمایش، دمای ترانسفورماتور می بایست بحد کافی به دمای محیط نزدیک باشد. در خاتمه ی آزمایش، دمای سیم پیچ می بایست با استفاده از متد مقاومت تعیین گردد.

۱۱-۵ آزمایشهای دی الکتریک

ولتاژهای قابل تحمل نامی برای عایق ترانسفورماتور، با استفاده از آزمایشهای دی الکتریک به شرح زیر، مورد تحقیق قرار می گیرد:

۱۲-۵ برای عایق یکنواخت

(a) آزمایش ولتاژ در فرکانس شبکه و با منبع جداگانه آزمایش معمول).

(b) آزمایش اضافه ولتاژ القایی (آزمایش معمول).

(c) آزمایش ضربه ناشی از صاعقه (آزمایش نمونه).

۱۳-۵ برای عایق غیریکنواخت

(a) آزمایش ولتاژ در فرکانس شبکه و با منبع جداگانه، برای ترمینال زمین سیم پیچ اصلی (آزمایش معمول).

(b) آزمایش اضافه ولتاژ القایی (آزمایش معمول).

(c) آزمایش ضربه ناشی از صاعقه

در هنگام انجام این آزمایشها، پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده قوس با اندوکتانس متغیر، می بایست برای عبور مینیمم جریان، تنظیم شده باشند.

اگر آزمایش تحمل اضافه ولتاژ القایی، از نظر عملی قابل انجام نباشد، در آنصورت این آزمایش می تواند با آزمایش ضربه ناشی از صاعقه جایگزین گردد.

البته این موضوع می بایست با موافقت بین خریدار و سازنده و در هنگام سفارش کالا مشخص گردد. در اینحالت ، ولتاژ ضربه با زمان پیشانی طولانیتر ، تا ۱۳ میکروثانیه ، می تواند مورد استفاده قرار گیرد. اگر سیم پیچ ترانسفورماتور دارای تپ باشد، در این صورت آزمایش ضربه ناشی از صاعقه ، می بایست برای هر دو حالت با ماکزیمم و مینیمم تپ ، انجام بگیرد.

۵-۱۴- تفرانسها

در جدول زیر تفرانسهای مربوط به تعدادی از متغیرهای نامی و یا سایر متغیرهایی که طبق این استاندارد، گارانتی شده اند، بیان می کند. تفرانس سایر متغیرهایی که در اینجا بیان نشده باشند، می بایست در موقع سفارش و با قرارداد، مشخص گردند.

تفرانس	متغیر
$\pm 5\%$ مقدار نامی $+10\%$ مقدار تعیین شده $+10\%$ مقدار تعیین شده	(۱) جریان سیم پیچ اصلی در مینیمم اندوکتانس و ولتاژ نامی (۲) جریان در سایر تنظیمهای اندوکتانس (۳) ولتاژ بی باری سیم پیچ های کمکی و ثانویه، وقتیکه جریان نامی از سیم پیچ اصلی بگذرد.

جدول ۵-۱۴ تفرانسها

فصل ششم:

مشخصات فنی ترانسفورماتور

۱-۶ مقدمه

۱-۱-۶ معرفی

اطلاعات لازم در مورد مشخصات سیستم و شرایط محیط نصب ترانسفورماتور که می بایست توسط خریدار، به سازنده یا پیمانکار، در مورد انواع مختلف ترانسفورماتورها ارائه شود در جدول I و II قید گردیده است.

اطلاعات لازم در مورد مشخصات فنی ترانسفورماتور که میبایست توسط خریدار، به سازنده یا پیمانکار، در مورد تک تک مشخصات فنی ترانسفورماتورها ارائه شود، بطور جداگانه در جداول III-۱، IV-۱، V-۱، VI-۱، VII-۱ قید گردیده است.

اطلاعات لازم که می بایست توسط سازنده یا پیمانکار ترانسفورماتور، در مورد تک تک ترانسفورماتورها ارائه شود در جداول III-۲، IV-۲، V-۲، VI-۲، VII-۲ قید گردیده است. سازنده یا پیمانکار ترانسفورماتور، می بایست این اطلاعات خواسته شده را بصورت کاتالوگی که به زبان انگلیسی تهیه شده، در ۵ نسخه، به خریدار ارائه نماید.

جدول I - مشخصات سیستم

توضیحات	مقادیر	واحد	
با توجه به سیستم مورد نظر انتخاب گردد	۲۰، ۱۱، ۰/۴ ۳۳	kV	ولتاژ نامی حداکثر ولتاژ سیستم
		kV	فرکانس نامی
		Hz	تعداد فازها
		s	نوع زمین شدن نوتر سیستم بیشترین زمان خطای زمین جریان اتصال کوتاه سیستم در محل نصب ترانسفورماتور

		KA	
--	--	----	--

جدول II- شرایط محیطی کار ترانسفورماتور

توضیحات	مقادیر	واحد	
با توجه به محل نصب تعیین گردد	۳۰- تا +۵۵	c	درجه حرارت محیط
	تا ۳۰۰۰	m	ارتفاع محل نصب
	۱۰ تا ۱۰۰	درصد	رطوبت نسبی
	سبک / متوسط	m/s	میزان آلودگی محیط
	سنگین / خیلی سنگین	m/s	حداکثر سرعت باد
	۴۵	mm	سرعت باد در شرایط یخ
	۲۵		ضخامت بار یخ
	۳۰	N	نیروی وارد بر ترمینال فشار قوی
	۰/۳ برابر شتاب ثقل زمین	m/s	شتاب زمین لرزه

توسط خریدار آماده می گردد

جدول III-۱ مشخصات فنی پست ۲۰ کیلو ولت محدودکننده جریان و پست ۲۰ کیلو

ولت زمین کننده نوتر سیستم

توضیحات

برای واحدهای نحوه اتصال فازها نیز بیان گردد	۱-تعداد قطب ها- (برای پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده)
سربسته / روباز (indoor/ outdoor)	۲-نوع ترانسفورماتور از نظر محل نصب
در صورت وجود ، بیان مشخصات مربوطه الزامی است در صورت وجود ، مشخصات آن بیان گردد	۳-نوع ترانسفورماتور از نظر ساختمانی: ۳-۱ نوع خشک یا نوع روغنی ۳-۲ هسته هوایی یا هسته آهنی شکافدار ۳-۳ وجود یا عدم وجود حفاظ مغناطیسی ۳-۴ وجود یا عدم وجود تپ
	۴-فرکانس نامی
	۵-جریان نامی دائم
	۶-جریان کوتاه مدت نامی و زمان آن
	۷-حداکثر ولتاژ مجاز
	۸-سطح عایقی
مقدار اندازه گیری شده	۹-امپدانس نامی ترانسفورماتور
	۱۰-رزیستانس ترانسفورماتور
	۱۱-تلفات ترانسفورماتور
	۱۲-محدوده دمای کار ترانسفورماتور
	۱۳-ارتفاع نصب ترانسفورماتور
توضیحات	
	۱۴-کلاس حرارتی عایق

	۱۵- نوع خنک شوندگی ترانسفورماتور
	۱۶- محدوده مجاز افزایش دما
برای پست ۲۰ کیلو ولت که در آن از عایقکاری غیر یکنواخت استفاده شده باشد	۱۷- عایق ترمینال زمین ترانسفورماتور
برای پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده و در حالتیکه برقگیری بصورت موازی با سیم پیچ آن قرار گرفته باشد	۱۸- ولتاژ ضربه نامی
نتایج حاصل از آزمایشات نمونه با جزئیات کامل و به صورت گواهی نامه به خریدار داده شود.	۱۹- آزمایشات
مقدار اندازه گیری شده	۲۰- سطح صوت ایجاد شده
	۲۱- کلیه مشخصات عایقهای بیرونی
	۲۲- ابعاد ترانسفورماتور
	۲۳- وزن ترانسفورماتور بدون روغن
	۲۴- وزن روغن مورد نیاز ترانسفورماتور
	۲۵- وزن ترانسفورماتور در موقع حمل
	۲۶- جنس مایع مورد استفاده جهت عایق
	۲۷- کلیه اطلاعات ضروری جهت نصب ترانسفورماتور
	۲۸- کلیه اطلاعات ضروری جهت بهره برداری و نگهداری
	۲۹- کلیه اطلاعات در مورد بسته بندی ، حمل و انبار کردن

جدول ۱-۱۷- مشخصات فنی پست ۲۰ کیلو ولت میراکننده

۱- تعداد قطبها و نوع اتصال آنها	می تواند تک فاز یا باشد
---------------------------------	-------------------------

سربسته/ روباز (indoor/ outdoor) با توجه به محل نصب انتخاب گردد	۲- نوع ترانسفورماتور از نظر محل نصب
از نوع خشک ، خشک شونده بصورت طبیعی و دارای هسته ی هوایی باشد	۳- نوع ترانسفورماتور از نظر ساختمانی
۵۰ هرتز	۴- فرکانس نامی ترانسفورماتور
با توجه به بخش ۱۴ و ۱۵ تعیین می گردد	۵- جریان دائم نامی
	۶- جریان هجومی نامی
برای جریان های خطای بیش از جریان هجومی نامی و مطابق با بخش ۱۴ و ۱۵ تعریف می گردد.	۷- حداکثر اضافه جریان قابل قبول
با توجه به بخش ۱۵ تعیین می گردد	۸- فرکانس تشدید در جریان هجومی نامی
	۹- سطح عایقی
مطابق با بخش ۹	۱۰- محدوده مجاز افزایش دما
کلیه آزمایشات معمول، نمونه و خاص ترانسفورماتور، طبق بخش ۱۹ انجام گیرد.	۱۱- آزمایشات ترانسفورماتور

جدول ۲-۱۷- مشخصات فنی ترانسفورماتور میراکننده

برای واحدهای ه نحوه اتصال فازها نیز بیان گردد	۱- تعداد قطبها
سربسته/ روباز (indoor/ outdoor)	۲- نوع ترانسفورماتور از نظر محل نصب
	۳- نوع ترانسفورماتور از نظر ساختمانی
	۴- فرکانس نامی
	۵- جریان نامی دائم
	۶- جریان هجومی نامی
	۷- حداکثر اضافه جریان قابل قبول
	۸- سطح عایقی
مقدار اندازه گیری شده	۹- اندوکتانس نمی ترانسفورماتور
	۱۰- رزیستانس ترانسفورماتور

	۱۱-محدوده دمای کار ترانسفورماتور
	۱۲-ارتفاع نصب ترانسفورماتور
	۱۳-فاکتور Q در فرکانس تشدید
	۱۴-کلاس حرارتی عایق
	۱۵-محدوده مجاز افزایش دما
نتایج حاصل از آزمایشات نمونه می بایست با جزییات کامل و به صورت گواهی نامه به خریدار داده شود.	۱۶-آزمایشات انجام شده بر روی ترانسفورماتور
	۱۷-کلیه مشخصات عایق های بیرونی
	۱۸-ابعاد ترانسفورماتور
	۱۹-وزن کل ترانسفورماتور
	۲۰-کلیه اطلاعات ضروری جهت نصب ترانسفورماتور
	۲۱-کلیه اطلاعات ضروری جهت بهره برداری و نگهداری
	۲۲-کلیه اطلاعات در مورد بسته بندی ، حمل و انبار کردن

جدول ۱-۷ مشخصات فنی پست ۲۰ کیلو ولت تنظیم کننده (جهت فیلتر کردن)

توضیحات

می تواند تکفاز یا باشد	۱-تعداد قطب ها و نوع اتصال آنها
سربسته/ روباز (indoor/ outdoor) با توجه به محل نصب انتخاب گردد	۲-نوع ترانسفورماتور از نظر محل نصب
با توجه به بخش (۲-۲۱) تعیین می گردد با استفاده از تغییر تپ/ بوسیله حرکت هسته یا سیم پیچها	۳-نوع ترانسفورماتور از نظر ساختمانی: ۳-۱ نوع خشک یا نوع روغنی ۳-۲ مکانیزم تغییر اندوکتانس
	۴-فرکانس نامی سیستم
با توجه به بخش ۲۲ و ۲۳ تعیین می گردد	۵-فرکانس نامی تنظیم
	۶-جریان نامی با فرکانس سیستم
	۷-ولتاژ نامی با فرکانس سیستم
	۸-جریان نامی با فرکانس تنظیم
	۹-ولتاژ نامی با فرکانس تنظیم
	۱۰-جریان کوتاه مدت نامی و زمان آن
با توجه به بخش (۴-۲۳) تعیین می گردد	۱۱-طیف فرکانسی ولتاژ و جریان
با توجه به بخش ۲۳ تعیین می گردد	۱۲-سطح عایقی
مطابق با بخش ۹	۱۳-محدوده مجاز افزایش دما
کلیه آزمایشات معمول و نمونه، طبق بخش ۲۵ انجام گیرد	۱۴-آزمایشات ترانسفورماتور

جدول ۱- VII - مشخصات فنی پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده قوس

سربسته/ روباز (indoor / outdoor) با توجه به محل نصب انتخاب گردد با توجه به بخش (۱-۲۷) و ۴۰ تعیین می گردد با استفاده از تیپ چنجر / با تغییر فاصله هوایی هسته	نوع ترانسفورماتور از نظر محل نصب نوع رآکتیو از نظر ساختمانی: ۲-۱ نوع خشک یا نوع روغنی ۲-۲ مکانیزم تغییر اندوکتانسی ۳-۳ وجود سیم پیچ ثانویه برای اتصال مقاومت ۳- فرکانس نامی
--	--

<p>با توجه به بخش ۳۸ و ۳۹ تعیین می گردد</p> <p>" " " " " " " "</p> <p>" " " " " " " "</p> <p>" " " " " " " "</p> <p>مطابق با بخش ۴۱</p> <p>با توجه به بخش ۴۲ تعیین می گردد</p> <p>کلیه آزمایشات معمول، نمونه و خاص طبق بخش ۴۴ انجام گیرد</p>	<p>۴- ولتاژ نامی</p> <p>۵- جریان نامی و مدت زمان تعریف شده برای آن (برای کلیه سیم پیچ ها)</p> <p>۶- محدوده تنظیم (برای پست ۲۰ کیلو ولت با اندوکتانس متغیر)</p> <p>۷- ولتاژ بی باری سیم پیچ کمکی</p> <p>۸- ولتاژ بی باری سیم پیچ ثانویه</p> <p>۹- محدوده مجاز افزایش دمای سیم پیچ</p> <p>۱۰- سطح عایقی</p> <p>۱۱- آزمایشات ترانسفورماتور</p>
--	---

جدول ۲- VII - مشخصات فنی پست ۲۰ کیلو ولت خازن گذاری شده قوس

<p>سربسته / روباز (indoor / outdoor)</p> <p>با استفاده از تیپ چنجر / با تغییر فاصله هوایی هسته</p> <p>برای کلیه سیم پیچ ها</p> <p>مقدار اندازه گیری شده</p>	<p>نوع ترانسفورماتور از نظر محل نصب</p> <p>نوع ترانسفورماتور از نظر ساختمانی</p> <p>۲-۱- نوع خشک یا نوع روغنی</p> <p>۲-۲- مکانیزم تغییر اندوکتانس و مشخصات مربوطه</p> <p>۲-۳- وجود یا عدم وجود سیم پیچ ثانویه برای اتصال مقاومت</p> <p>۲-۴- وجود یا عدم وجود سیم پیچ کمکی برای کاربرد در اندازه گیری</p> <p>۳- فرکانس نامی</p> <p>۴- ولتاژ نامی</p> <p>۵- نسبت ولتاژ بین سیم پیچ اصلی با سیم پیچ های کمکی و ثانویه</p> <p>۶- جریان نامی و مدت زمان تعریف شده برای آن</p> <p>۷- محدوده تنظیم</p> <p>۸- سطح عایقی</p> <p>۹- ولتاژ بی باری سیم پیچی ثانویه</p> <p>۱۰- ولتاژ بی باری سیم پیچ ثانویه</p>
---	---

<p style="text-align: center;">" " " " " " " "</p> <p style="text-align: center;">" " " " " " " "</p> <p style="text-align: center;">مقدار اندازه گیری شده</p> <p style="text-align: center;">" " " " " " " "</p> <p style="text-align: center;">نتایج حاصل از آزمایشات نمونه می بایست با جزئیات کامل و به صورت گواهی نامه به خریدار داده شود.</p>	<p>۱۱- رزیستانس سیم پیچ</p> <p>۱۲- تفات سیم پیچ</p> <p>۱۳- تغییرات جریان در کل محدوده تنظیم</p> <p>۱۴- مشخصه ولتاژ - جریان تا ۱/۱ ولتاژ نامی</p> <p>۱۵- اندوکتانس سیم پیچ (برای پست ۲۰ کیلو ولت با اندوکتانس ثابت)</p> <p>۱۶- محدوده زمانی کار ترانسفورماتور</p> <p>۱۷- ارتفاع نصب ترانسفورماتور</p> <p>۱۸- کلاس حرارتی عایق</p> <p>۱۹- نوع خنک شونده ترانسفورماتور</p> <p>۲۰- محدوده مجاز افزایش دما</p> <p>۲۱- آزمایشات انجام شده بر روی ترانسفورماتور</p> <p>۲۲- کلیه مشخصات عایق های بیرونی</p> <p>۲۳- ابعاد ترانسفورماتور</p> <p>۲۴- وزن کل ترانسفورماتور</p> <p>۲۵- وزن روغن ترانسفورماتور</p> <p>۲۶- جنس مایع مورد استفاده جهت عایق</p> <p>۲۷- کلیه اطلاعات ضروری جهت نصب ترانسفورماتور</p> <p>۲۸- کلیه اطلاعات ضروری جهت بهره برداری و نگهداری</p> <p>۲۹- کلیه اطلاعات در مورد بسته بندی ، حمل و انبار کردن</p>
--	---

۲-۶- حالات مطالعه شده ی ترانسفورماتور و نتایج تشخیصی سیستم

این سیستم متخصص با ۲۲ حالت خطا مورد آزمایش قرار گرفته است. ۸ عدد از این ۲۲ حالت بدون دادن اطلاعات اولیه ی خطای خطای پست بوده است. داده های پیش خطا نمونه هایی از روغن ترانسفورماتور ، پیش از بروز خطا بوده اند. با این حال ،

همه‌ی ۲۲ حالتی که با سیستم متخصص مورد آزمایش قرار گرفته اند و مشروحي از نتایج حاصل از آن‌ها در همین بخش ارائه گردیده‌است .

در این بخش گزیده‌ای نتایج خروجی حاصل از روش‌های تشخیصی گوناگون به کاربرده شده در تحلیل و تفسیر حالت‌های مورد مطالعه ارائه گردیده است . خطای اصلی ترانسفورماتور با نتایج روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ی راجر، روش فازی سازی شده‌ی نسبت چهارگانه‌ی راجر و سیستم متخصص پذیرفته مقایسه گردیده است . از یک گراف برای نمایش میزان دقت روش‌ها استفاده گردیده است علاوه بر آن ،مقایسه‌ای بین میزان دقت دو روش راجر انجام پذیرفته است . میزان دقت سیستم متخصص پیش‌رفته همره با و یا بدون وجود روش نسبت نرخ تولید نیز موجود می‌باشد .

❖ حالت مطالعه‌ی اول ترانسفورماتور

نتیجه‌ی تشخیصی واقعی

گرم شدن بیش از حد محلی بسیار شدید و قوس الکتریکی بدون دخالت سلولز

نتیجه‌ی تشخیصی حاصل از روش نسبت چهارگانه‌ی راجر

نیاز به عیب شناسی بیشتر می‌باشد .

روش فازی شده‌ی نسبت چهارگانه‌ی راجر

حالت خطای ترانسفورماتور

قوس الکتریکی موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده‌است ، این

مهم شامل سلولز نمی‌باشد .

خروجی کلی سیستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ تولید / داده‌های پیش

خطا)

حالت خطای ترانسفورماتور

Ñ قوس الكتریکی موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است ، این مهم شامل سلولز نمی باشد .

❖ حالت مطالعه‌ی دوم ترانسفورماتور

نتیجه‌ی تشخیصی واقعی

گرم شدن بیش از حد محلی بسیار شدید و قوس الکتریکی بدون دخالت سلولز

نتیجه‌ی تشخیصی حاصل از روش نسبت چهارگانه‌ی راجر

نیاز به عیب شناسی بیشتر می باشد .

روش فازی شده‌ی نسبت چهارگانه‌ی راجر

گرم شدن بیش از حد جزئی (کمتر از ۱۵۰)

خروجی سیستم متخصص

شرایط خطای ترانسفورماتور

Ñ گرم شدن بیش از حد بسیار شدید که ممکن است در اثر قوس الکتریکی صورت گرفته باشد ، سلولز شامل این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه‌ی سوم ترانسفورماتور

نتیجه‌ی تشخیصی واقعی

جرقه زدن بدون دخالت سلولز

نتایج تشخیصی حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ی راجر

جرقه زدن ، همراه با عبور شار

روش فازی شده‌ی نسبت چهارگانه‌ی راجر

جرقه زدن ، همراه با عبور شار

خروجی سیستم متخصص

شرایط خطاي ترانسفورماتور

توجه !!! جرقة زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است
لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

خروجي كلي سيستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ تولید / داده‌هاي پيش
خطا)

شرایط خطاي ترانسفورماتور

توجه !!!! جرقة زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است
لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه‌ي چهارم ترانسفورماتور

نتیجه‌ي تشخیص واقعي

گرم شدن بیش از حد محل جرقة زدن

نتیجه‌ي تشخیصي حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ي راجر

نیاز به شناخت عیب بیشتر می باشد .

روش فازی شده‌ي نسبت چهارگانه‌ي راجر

جرقة بدون عبور شار

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

توجه !!!! جرقة زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است
لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه‌ي پنجم ترانسفورماتور

نتیجه‌ي تشخیص واقعي

گرم شدن بیش از حد محل جرقه زدن سلولز شامل این مورد نمی باشد
نتیجه‌ی تشخیصی حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ی راجر

جرقه ، همراه با عبور شار

روش فازی شده‌ی نسبت چهارگانه‌ی راجر

جرقه ، همراه با عبور شار

خروجی سیستم متخصص

حالت خطای ترانسفورماتور

⚠ توجه !!!! جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است
لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

خروجی کلی سیستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ تولید / داده‌های پیش

خطا)

شرایط خطای ترانسفورماتور

⚠ توجه !!!!! جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است
لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه‌ی ششم ترانسفورماتور

نتیجه‌ی تشخیص واقعی

گرم شدن بیش از حد محل جرقه زدن و قوس الکتریکی ، سلولز شامل این مورد
نمی باشد

نتیجه‌ی تشخیصی حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ی راجر

عبور جریان از هسته تانک ، اتصالات بیش از حد گرم شده

روش فازی شده‌ی نسبت چهارگانه‌ی راجر

عبور جریان از هسته و تانک ، اتصالات بیش از حد گرم شده

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

قوس الكتریکي موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه ي هفتم ترانسفورماتور

نتیجه ي تشخیص واقعي

گرم شدن بیش از حد محلي جرقه زدن سلولز شامل این مورد نمی باشد

نتیجه ي تشخیصي حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه ي راجر

عبور جریان از هسته تانک ، گرم شدن بیش از حد اتصالات

روش فازی شده ي نسبت چهارگانه ي راجر

عبور جریان از تانک و هسته ، گرم شدن بیش از حد اتصالات

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

قوس الكتریکي موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه ي هشتم ترانسفورماتور

نتیجه ي تشخیص واقعي

گرم شدن بیش از حد محلي و جرقه زدن ، سلولز شامل این مورد نمی باشد

نتیجه ي تشخیصي حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه ي راجر

جرقه ، همراه با عبور شار

روش فازی شده ي نسبت چهارگانه ي راجر

جرقه ، همراه با عبور شار

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

ن توجه !!!! جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است
لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

خروجي كلي سيستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ توليد / داده‌هاي پيش

خطا)

شرایط خطاي ترانسفورماتور

ن توجه !!!! قوس الکتریکی موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده
است لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه‌ي نهم ترانسفورماتور

نتیجه‌ي تشخیص واقعي

فولاد هسته به دیواره‌ي تانک اصابت نموده است و روغن بیش از حد گرم شده

نتیجه‌ي تشخیصي حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ي راجر

عبور جریان از هسته‌ي تانک ، گرم شدن بیش از حد اتصالات

روش فازی شده‌ي نسبت چهارگانه‌ي راجر

عبور جریان از هسته و تانک ، گرم شدن اتصالات

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

ن توجه !!!! قوس الکتریکی موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده
است لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه‌ي دهم ترانسفورماتور

نتیجه‌ي تشخیص واقعي

ترانسفورماتور گرمای بسیار زیادی را تحمل می نماید .

نتیجه ی تشخیصی حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه ی راجر

نیاز به اطلاعات بیشتری می باشد .

روش فازی شده ی نسبت چهارگانه ی راجر

گرم شدن کلی هادی کندانکتور

خروجی سیستم متخصص

حالت خطای ترانسفورماتور



⌘ توجه !!!! قوس الکتریکی موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده

است که سلولز نیز شامل این مورد می باشد .

خروجی کلی سیستم متخصص بدون استفاده از نسبت نرخ تولید / داده های پیش

خطا

شرایط خطای ترانسفورماتور

⌘ توجه !!!! قوس الکتریکی موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده

است همچنین سلولز نیز شامل این مورد می باشد .

❖ حالت مطالعه ی یازدهم ترانسفورماتور

نتیجه ی تشخیص واقعی

گرم شدن بیش از حد و بسیار شدید ترانسفورماتور

نتیجه ی تشخیصی حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه ی راجر

نیاز به اطلاعات بیشتری می باشد .

روش فازی شده ی نسبت چهارگانه ی راجر

قوس الکتریکی پیوسته تا پتانسیل شناور

خروجی سیستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

Ñ قوس الكتریكي موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

خروجي كلي سيستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ تولید / داده‌هاي پيش
(خطا)

شرایط خطاي ترانسفورماتور

Ñ جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه‌ي دوازدهم ترانسفورماتور

نتیجه‌ي تشخیص واقعي

گرم شدن بیش از حد محل جرقه زدن، سلولز شامل این مورد نمی باشد
نتیجه‌ي تشخیصی حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ي راجر
نیاز به اطلاعات بیشتری در این زمینه می باشد .

روش فازی شده‌ي نسبت چهارگانه‌ي راجر

افزایش دما (گرم شدن بیش از حد) ی ناچیز بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

Ñ توجه !!!! جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد محلي گردیده است لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

خروجي کلي سيستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ توليد / داده‌هاي پيش

خطا)

شرایط خطاي ترانسفورماتور

Ñ ترانسفورماتور گرم شدن بیش از حد محلي را تحمل مي‌نماید لیکن سلولز شامل

این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه‌ي سیزدهم ترانسفورماتور

نتیجه‌ي تشخیص واقعي

قوس الکتریکی موجب گرم شدن بیش از حد شده است .

نتیجه‌ي تشخیصی حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ي راجر

جرقه ، همراه با عبور شار

روش فازی شده‌ي نسبت چهارگانه‌ي راجر

تخلیه‌ي بار پیوسته تا پتانسیل شناور

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

Ñ جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است لیکن سلولز

شامل این مورد نمی باشد .

خروجي کلي سيستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ توليد / داده‌هاي پيش

خطا)

شرایط خطاي ترانسفورماتور

توجه !!!! جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است

لیکن سلولز شامل این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه‌ي چهاردهم ترانسفورماتور

نتیجه‌ي تشخیص واقعي

جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد گردیده است .

نتیجه‌ي تشخیصی حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ي راجر

جرقه، همراه با عبور شار

روش فازی شده‌ي نسبت چهارگانه‌ي راجر

جرقه، همراه با عبور شار

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

توجه !!!! قوس الکتریکی موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده

است که سلولز را نیز شامل می شود

خروجي کلي سيستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ توليد / داده‌هاي پيش

خطا)

شرایط خطاي ترانسفورماتور

تخلیه الکتریکی موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است لیکن

سلولز شامل این مورد نمی باشد .

❖ حالت مطالعه‌ي پانزدهم ترانسفورماتور

نتیجه‌ي تشخیص واقعي

جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد گردیده است

نتیجه‌ي تشخیصی حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ي راجر

جرقه ، همراه با عبور شار

روش فازی شده‌ي نسبت چهارگانه‌ي راجر

جرقه ، همراه با عبور شار

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

خطرناك !!!! جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است

که شامل سلولز نیز می‌گردد .

خروجي کلي سيستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ توليد / داده‌هاي پيش

خطا)

شرایط خطاي ترانسفورماتور

⚠ خطرناك!!!! جرقة زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است

که شامل سلولز نيز مي‌گردد .

❖ حالت مطالعه‌ي شانزدهم ترانسفورماتور

نتیجه‌ي تشخیص واقعي

جرقة زدن موجب گرم شدن بیش از حد گردیده است

نتیجه‌ي تشخیصي حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ي راجر

جرقة ، همراه با عبور شار

روش فازی شده‌ي نسبت چهارگانه‌ي راجر

جرقة ، همراه با عبور شار

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

⚠ توجه!!!! جرقة زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است که

شامل سلولز نيز مي‌گردد .

خروجي کلي سيستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ توليد / داده‌هاي پيش

خطا)

شرایط خطاي ترانسفورماتور

توجه !!! جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است که

شامل سلولز نمي گردد .

❖ حالت مطالعه ي هفدهم ترانسفورماتور

نتیجه ي تشخیص واقعي

جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد گردیده است

نتیجه ي تشخیصي حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه ي راجر

جرقه ، همراه با عبور شار

روش فازی شده ي نسبت چهارگانه ي راجر

جرقه ، همراه با عبور شار

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

توجه !!! جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است که

شامل سلولز نمي گردد .

خروجي كلي سيستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ توليد / داده‌هاي پيش

خطا)

شرایط خطاي ترانسفورماتور

توجه !!! جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است که شامل سلولز نمي گردد .

❖ حالت مطالعه‌ي هجدهم ترانسفورماتور

نتیجه‌ي تشخیص واقعي

قوس الکتریکی موجب گرم شدن بیش از حد گردیده است

نتیجه‌ي تشخیصی حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ي راجر

عبور جریان از تانک هسته ، گرم شدن بیش از حد اتصالات

روش فازی شده‌ي نسبت چهارگانه‌ي راجر

عبور جریان از تانک و هسته ، گرم شدن بیش از حد اتصالات

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

توجه !!! جرقه زدن موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است که شامل سلولز نمي گردد .

خروجي كلي سيستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ توليد / داده‌هاي پيش

خطا)

شرایط خطاي ترانسفورماتور

قوس الكتریكي موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است که

شامل سلولز نمي گردد .

❖ حالت مطالعه‌ي نوزدهم ترانسفورماتور

نتیجه‌ي تشخیص واقعي

قوس الكتریكي موجب گرم شدن بیش از حد گردیده است

نتیجه‌ي تشخیصي حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ي راجر

نیاز به اطلاعات بیشتری مي باشد

روش فازی شده‌ي نسبت چهارگانه‌ي راجر

عبور جریان از تانك و هسته ، گرم شدن بیش از حد اتصالات

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

قوس الكتریكي موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است که

شامل سلولز نمي گردد .

خروجي کلي سيستم متخصص (بدون استفاده از نسبت نرخ توليد / داده‌هاي پيش

(خطا)

شرایط خطاي ترانسفورماتور

N قوس الكتریكي موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است که شامل سلولز نمي گردد .

❖ حالت مطالعه ي بيستم ترانسفورماتور

نتیجه ي تشخيص واقعي

جرقه موجب گرم شدن بیش از حد گردیده است

نتیجه ي تشخيصي حاصله از روش قديمي نسبت چهارگانه ي راجر

قوس الكتریكي ، عدم عبور شار

روش فازی شده ي نسبت چهارگانه ي راجر

گرم شدن کلي هادي (کنداکتور)

خروجي سيستم متخصص

حالت خطاي ترانسفورماتور

N توجه !!!!! جرقه موجب گرم شدن بیش از حد بسیار شدید گردیده است که شامل سلولز نمي گردد .

❖ حالت مطالعه ي بيست و يكم ترانسفورماتور

نتیجه ي تشخيص واقعي

شرایط گرم شدن بیش از حد بين ۱۵۰ تا ۳۰۰ درجه

نتیجه ي تشخيصي حاصله از روش قديمي نسبت چهارگانه ي راجر

گرم شدن بیش از حد به میزان کم بين ۱۵۰ تا ۲۰۰ درجه

روش فازی شده ي نسبت چهارگانه ي راجر

گرم شدن بیش از حد بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ درجه

خروجی سیستم متخصص

حالت خطای ترانسفورماتور

ترانسفورماتور گرم شدن بیش از حد محلی را تحمل می‌نماید که شامل

سلولز نمی‌گردد .

❖ حالت مطالعه‌ی بیست و دوم ترانسفورماتور

نتیجه‌ی تشخیص واقعی

شرایط گرم شدن بیش از حد محلی بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ درجه

نتیجه‌ی تشخیصی حاصله از روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ی راجر

گرم شدن بیش از حد به میزان کم بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ درجه

روش فازی شده‌ی نسبت چهارگانه‌ی راجر

گرم شدن بیش از حد بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ درجه

خروجی سیستم متخصص

حالت خطای ترانسفورماتور

ترانسفورماتور گرم شدن بیش از حد محلی را تحمل می‌نماید که شامل

سلولز نمی‌گردد .

۳-۶ ایجاد سیستم

۱-۳-۶ انتخاب روش‌های گوناگون تفسیر خطای پست

روش‌های چندی برای تحلیل گاز حل شده در روغن موجود می‌باشد. که روش نسبت

چهارگانه‌ی راجر، که توسط شورای مرکزی تولید انرژی بریتانیای بزرگ به کار گرفته

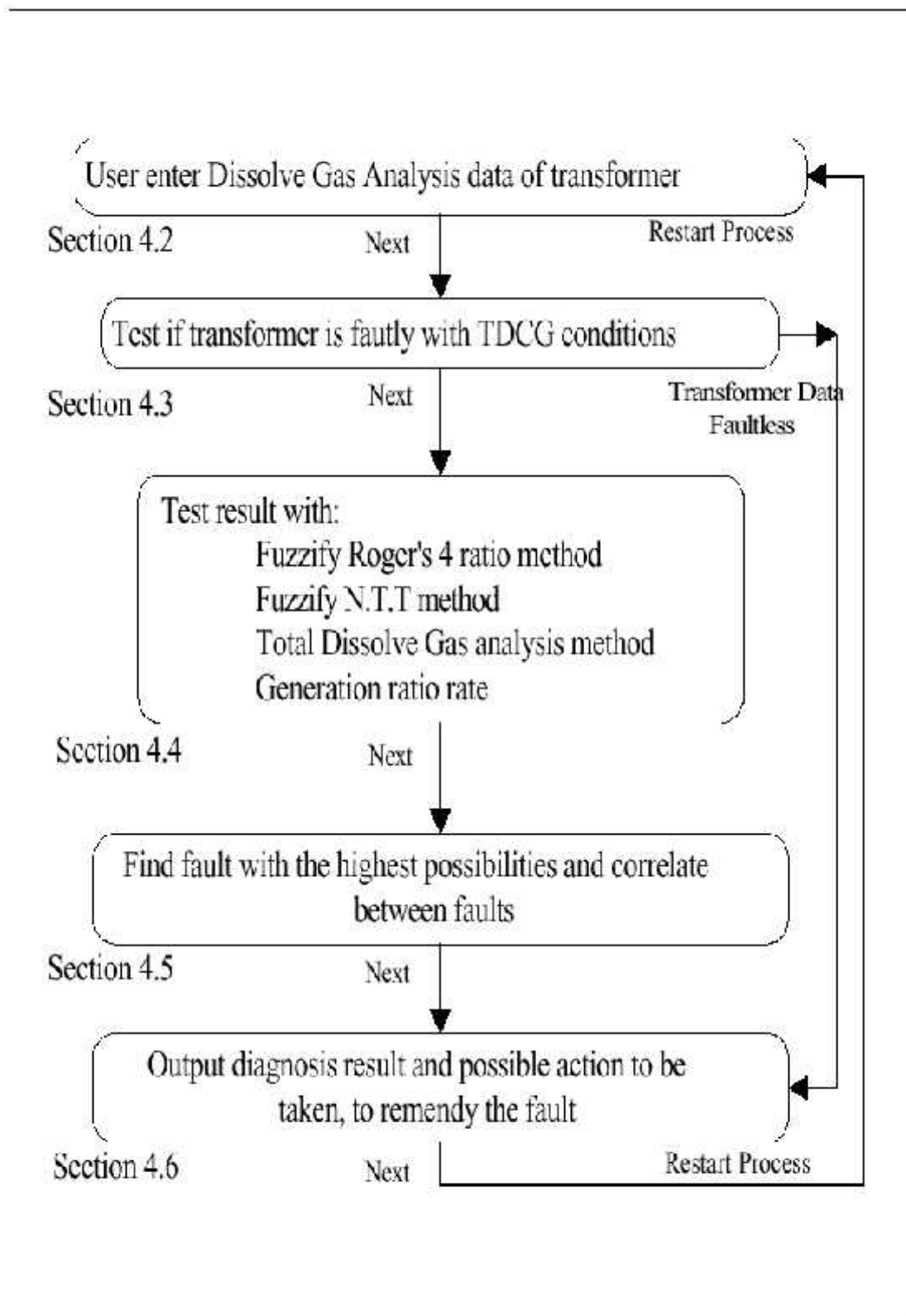
شده است ، تحلیل کلی گازهای محلول قابل احتراق و روش نقطه پرچم (جذب نقطه‌ای

N.T.T) ، در شکل ۱-۶ فلو چارت کلی و مرور اجمالی برنامه‌ی نرم‌افزاری طراحی برای

سیستم‌های متخصص آورده شده است در بخش تشخیص فلوچارت روش نرخ نسبت تولید را نیز شامل گردیده. این روش بعداً در بخش مربوطه مورد تحلیل قرار خواهد گرفت. این سیستم متخصص هر چهار روش تشخیص را تولید می‌کند، هر روش خصوصیات خاص خود را برای تشخیص داده‌های خطای پست دارد روش‌های نسبت چهارگانه‌ی راجر و نسبت نرخ تولید را می‌توان برای هر مقدار از گازهای تولید شده استفاده نمود زیرا هیچ محدودیتی برای گازها تعیین نگردیده است با این حال این روش فرایندی تجربی است که بر پایه‌ی آزمایش استوار گردیده است. در حالی که روش نقطه پرچم جذب نقطه‌ای و *TDCG* برای حالت‌های کلی‌تر کاربرد دارند. هنگامی که تغلیظ گاز از محدوده‌ی تنظیمی در این روش‌ها فراتر رود، انتظار می‌رود خروجی ترانسفورماتور با خطا همراه باشد. بنابراین، ترکیبی از ۳ روش برای میدان دانش تخصصی روش‌های نسبت همراه با راهنمای کلی و محدودیت تغلیظ گاز در روش‌های نقطه پرچم جذب نقطه‌ای و *TDCG* را می‌توان به کاربرد.

بقیه‌ی این فصل با توجه به لیست نمودن اعداد بر اساس فلوچارت ادامه خواهد یافت. این عدد نشان‌دهنده‌ی بخش خاصی از این قسمت است که به فرم دهی ساخت بلوک اصلی کل برنامه خواهد پرداخت.





شکل ۱-۶ : فلوجارت سیستم متخصص کلي

دو حالت مطالعات مربوط به ترانسفورماتور معیوب برای تشریح چگونگی کاربرد هر روش در اجرای این برنامه مورد استفاده قرار گرفته است. این حالت‌های همراه با خطای ترانسفورماتور در جدول آمده است.

جدول ۱-۶: داده‌های خطای پست مربوط به ترانسفورماتور معیوب

حالت ۱ (مجموعه‌ی A و B) ترانسفورماتوری بود که در آن شرایط خطای زیر

	Set \ Gas	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂	H ₂	CO	CO ₂
Case 1	Set 1A (Pre-fault)	231	126	480	2	80	268	2952
	Set 1B (Fault)	1775	276	2438	2	495	293	2999
Case 2	Set 2A (Pre-fault)	19	162	69	2	16	159	1401
	Set 2B (Fault)	104	231	153	363	911	82	1080

تشخیص داده شد: داغ شدن بیش از حد در نتیجه کوچک بودن اندازه‌ی زیربار اتصالات تعویض‌کننده‌ی محل اتصال. و حالت ۲ (مجموعه‌ی A، B) که شرایط ترانسفورماتور در آن به صورت: عدم عملکرد منحرف ساز تعویض‌کننده‌ی محل اتصال در محل‌های فرد، که موجب سوییچ جریان توسط اتصالات انتخاب‌کننده‌ی سوییچ در درون ترانسفورماتور گردید، می‌باشد. داده‌های خطای پست ی مربوط به مجموعه‌ی A ی هر دو حالت قبل از بروز خطای اولیه به دست آمده است و داده‌های مجموعه‌ی B در طول و پس از روی داد خطا جمع‌آوری گردیده‌اند.

۶-۳-۲ داده‌های تحلیل گاز محلول در روغن (خطای پست) برای کاربر

این بخش اولین قسمت نرم‌افزار است که به کاربر اجازه می‌دهد تا داده‌های خطای پستی ترانسفورماتور را وارد کند. در این برنامه، کاربر ملزم به وارد نمودن ۲ مجموعه‌ی متفاوت از داده‌های ترانسفورماتور می‌باشد. مجموعه‌ی اول داده‌های گاز باید نتایج کنونی و خطا دار خطای پست باشد. داده‌های ثانویه باید مجموعه‌ای از نمونه‌های بدون خطایی باشد که پیش از بروز خطا برداشته شده است. کاربر باید داده‌های مربوط به خطای گازها را در فرم *PPM* یا بخش بر میلیون وارد کند.

۶-۳-۳ تست برای شرایط خطا دار ترانسفورماتور

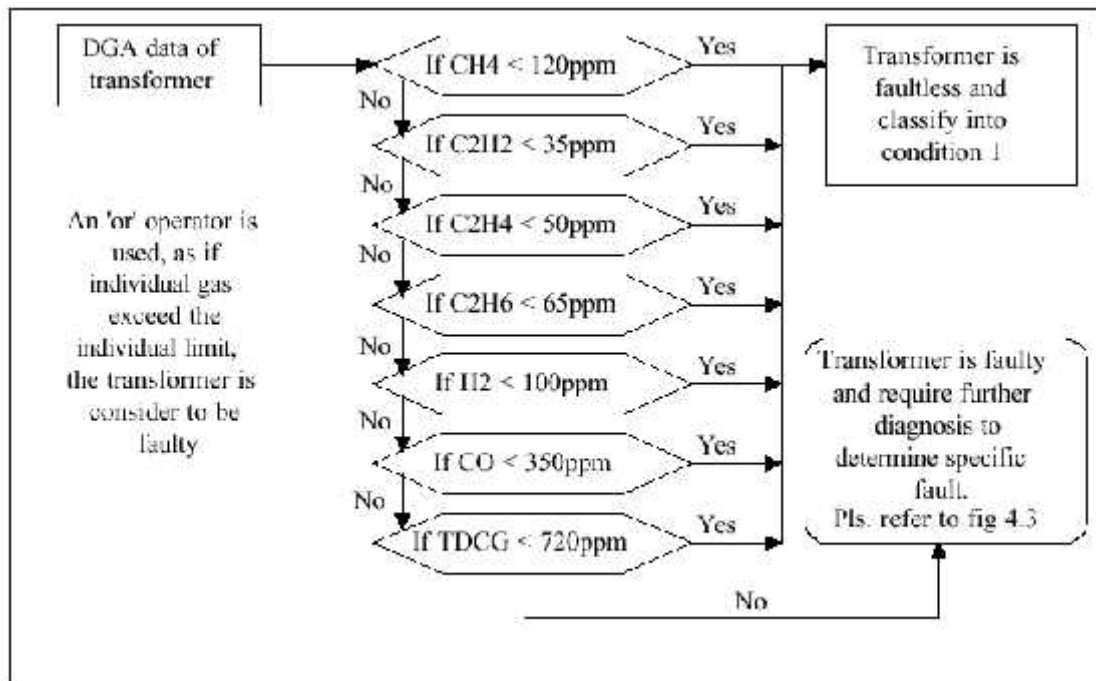
در این بخش از برنامه، آنالیز نهایی گاز حل شده و قابل احتراق (*TDCG*) برای دسته بندی ترانسفورماتور تحت شرایط نرمال یا خطا دار مورد استفاده قرار می‌گیرد. جدول ۶-۲ چکیده‌ای از نتایج روش تحلیل نهایی گاز حل شده و قابل احتراق در شرایط ۱ را نشان می‌دهد. این اولین روش تحلیلی مورد استفاده برای تعیین شرایط اولیه‌ی ترانسفورماتور می‌باشد. اگر داده‌های خطای پست بدون خطا ارزیابی گردیدند، برنامه از اجرای بقیه‌ی روندهای تشخیصی خودداری نموده و مستقیماً به انتهای برنامه می‌رود. در انتهای برنامه، دو پیغام نمایان خواهند شد، "عملکرد طبیعی" و "به عملیات خود در جهت کنترل شرایط غیر نرمال ادامه دهید".

جدول ۶-۲: خلاصه‌ی روش TDCG (شرایط ۱)

Dissolve Key Gas Concentration Limits (ppm)								
Status	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	CO	CO ₂	TDGA
Condition 1	100	120	35	50	65	350	2500	720
Status	TDGA Level (ppm)	Sampling intervals and Operating Procedure for Gas Generation Rate						
		Operation Procedures						
Condition 1	≤ 720	<ul style="list-style-type: none"> • Continue normal operation • Exercise caution • Analyze for individual gases • Determine load dependence 						

این بخش یکی از مهمترین قسمت های کل برنامه است چرا که در صورتی که سیستم معیوب نباشد، به کاربر اجازه می‌دهد در زمان و قدرت پردازش صرفه جویی کند. همانگونه که در ابتدای نوشتن این پروژه نیز به آن اشاره شد، افزایش مقدار گازی خاص یا کل گازها نشان از وجود خطایی در ترانسفورماتور دارد. با این حال، این گازهای قابل اشتعال، در طول فرایند عملکرد نرمال نیز تولید می‌گردند. که ممکن است در این هنگام خطاهایی رخ دهد و یا ندهد و یا اضافه بار به وجود آید یا نیاید. شکل ۲-۳ فلوچارت این بخش از برنامه می‌باشد.

تحلیل با استفاده از جدول های مختلف جدول که حاوی محدودیت های بخصوص گازی می‌باشند صورت می‌گیرد. داده‌های ترانسفورماتور خطای پست باید زیر این مقادیر و محدوده‌ها باشد تا بتوان آن را تحت شرایط بدون خطا دسته‌بندی نموده و به عملکرد عادی سیستم ادامه داد.



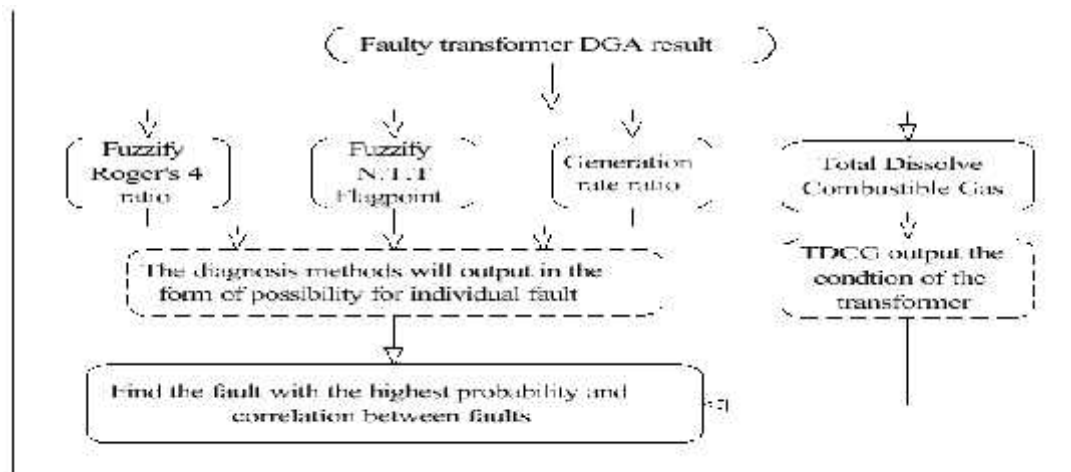
شکل ۶-۲: فلوچارتی برای تست شرایط اولیه ترانسفورماتور

داده‌های مجموعه‌ی B_۱ حالت یک تحت شرایط بالا تست گردید. نسبت تغلیظ گازها در مجموعه‌ی B_۱ حالت ۱ به صورت زیر است: (۱۷۷۵) CH_۴، (۲۷۶) C_۲H_۲، (۲) C_۲H_۴، (۲۴۳۸) C_۲H_۶، (۴۹۵) H_۲ و (۲۹۳) CO این مجموعه از داده‌ها مورد تست قرار گرفت و پس از اجرای آن‌ها بر روی شرایط اولیه‌ی سیستم متخصص، نتایج، خطا دار تعیین گردید. میزان تغلیظ متان، اتان، اتیلن و هیدروژن از محدوده‌ی تعیین شده برای کار درست فرا تر رفته است. پس از آن، این مجموعه از داده‌ها در روال نرم‌افزاری ثانویه مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روال به تعیین و تشخیص شرایط خطای خاص ترانسفورماتور می‌پردازد.

۴-۳-۶ تشخیص خطاهای ترانسفورماتور

در این بخش ، ترانسفورماتور تحت شرایط خطا دار دسته بندی شده است . لیکن این خطای خاص شناخته شده نمی باشد . به طور کلی ۵ نوع خطا برای یک ترانسفورماتور قدرت وجود دارد : دشارژ جزئی (دشارژ الکتریکی با شدت کم) ، جرقه زدن (دشارژ الکتریکی با شدت متوسط) ، قوس الکتریکی (دشارژ الکتریکی با شدت زیاد) ، داغ شدن محلی و داغ شدن شدید . برای تشخیص این خطاها روش های زیر را به کار خواهیم برد . در این بخش به شرح و توضیح روش فازی سازی شده ی نسبت چهارگانه ی راجر ، روش نقطه پرچم (جذب نقطه ای) *N.T.T* ، روش *TDCG* و روش نرخ نسبت تولید خواهیم پرداخت . در شکل ۶-۳ می توانید شمایی کلی از روش های تشخیصی به کار رفته در این بخش را ببینید .

شکل ۶-۳ : شمایی کلی از فرایندها و جریانات تشخیص خطا در این بخش از برنامه داشتن شرایط کاری دقیق نمونه ی ترانسفورماتور خطا دار برای خروجی این سیستم متخصص از اهمیت به سزایی برخوردار است زیرا ممکن است عدم وجود این شرایط



موجب تولید و کاربرد نقشه های مغایر با اصول تشخیص خطا گردد . در این سیستم متخصص سه روش تشخیصی متفاوت مورد استفاده قرار گرفته اند . هر یک از این روش ها نشانه های احتمالی از ۵ نوع خطای گفته شده را به عنوان خروجی به ما خواهند داد . از این احتمالات میانگین گرفته خواهد شد و شرایط خطا با بیشترین احتمال

تعیین می‌گردد. روند تهیه‌ی میانگین خطای کلی سیستم را به یک‌سوم هر یک از روش‌های تشخیص کاهش می‌دهد.

۶-۳-۵ روش نسبت چهارگانه‌ی راجر

روش سنتی نسبت چهارگانه‌ی راجر قادر به تجزیه و تحلیل بعضی از داده‌های خطای پست ترانسفورماتور نمی‌باشد. با این حال با کاربرد منطق فازی در روند تشخیص می‌توان این روش را ارتقا داد. حالت ۱ مجموعه‌ی B برای تشخیص به کمک روش نسبت چهارگانه‌ی قدیمی (۱) و روش فازی شده‌ی راجر انتخاب گردیده است. بین این دو روش مقایسه‌ای انجام خواهیم داد.

الف روش قدیمی نسبت چهارگانه‌ی راجر

با استفاده از فرمول‌های نسبت می‌توان نتایج زیر را به دست آورد:

سپس کدهای مربوط به نسبت‌های مورد نظر به ترتیب برابر مقادیر زیر خواهد بود:

$$R1 = \frac{CH4_{(Methane)}}{H2_{(Hydrogen)}} = \frac{1755}{495} = 3.545$$

$$R2 = \frac{C2H6_{(Ethane)}}{CH4_{(Methane)}} = \frac{276}{1775} = 0.155$$

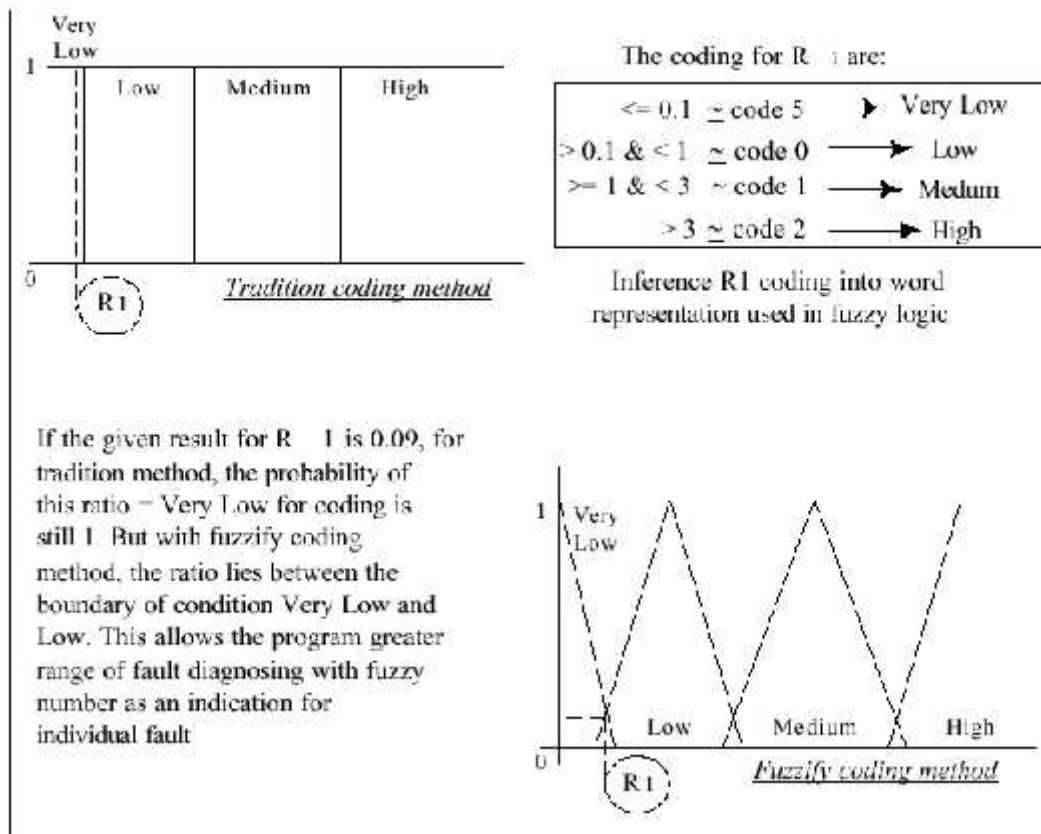
$$R3 = \frac{C2H4_{(Ethylene)}}{C2H6_{(Ethane)}} = \frac{2438}{276} = 8.833$$

$$R4 = \frac{C2H2_{(Acetylene)}}{C2H4_{(Ethylene)}} = \frac{2}{2438} = 8.203^{-4}$$

$R1$ ، $R2$ ، $R3$ ، $R4$ ، $R5$ ، با مراجعه به مشروح جدول ۶-۲ خواهیم دید که این مجموعه نتایج از اعتبار برخوردار نیستند از این رو با استفاده از روش قدیمی نسبت راجر نمی‌توان به مجموعه جواب مورد نظر رسید. این امر به این دلیل است که کدهای نسبت از عبارت‌های "کمتر از"، "بیشتر از" و "معادل با" به عنوان قوانین تعیین کننده‌ی کمیت استفاده می‌کنند. استفاده از این عبارات به کدها تنها اجازه‌ی نوسان در محدوده‌ی خاصی را می‌دهند. این روش قدیمی هیچ نشانه‌ای از گذار و یا پیوستگی نواحی کدها نسبت به یکدیگر ارائه نمی‌دهد. به بیان دیگر، این مهم برای ارائه‌ی نتایج تفسیری دقیق ترکیبی از نسبت‌ها را به ما تحمیل می‌نماید که خارج از

رینج موارد شرح داده شده در جدول ۶-۲ می باشد. بنابراین، این فرایند عدم توانایی روش قدیمی را جر در ت تشخیص حالت های خطای ترانسفورماتور را به ما می نمایاند. از سوی دیگر، منطق فازی مقادیر نوسان دار فازی (احتمالی) را برای تعیین مقدار نتایج نسبی کدهای احتمالی به دست آمده از جدول ۶-۱ به کار می گیرد. شکل قبل نمونه ای از مشروح تفاوت های موجود در فرایند کدبندی برای هر دو روش نسبت چهارگانه ی راجر و روش فازی سازی شده را نشان می دهد. در این مثال از نسبت R_1 برای اثبات تفاوت های بین دو روش استفاده شده است.

در روش قدیمی، قوانین مربوط به تعیین مقدار تابعی پله ای می باشند که تنها به تعیین امکان صفر یا یک بودن می پردازند. برای مثال، با توجه به شکل ۱، نسبت R_1 تقریباً برابر $0/09$ می باشد. در نمای قدیمی قوانین تعیین کننده ی مقدار تابع پله احتمال وقوع R_1 در کد بسیار پایین یک و برای بقیه ی کدها صفر خواهد بود. با این حال، منطق فازی به ما اجازه ی گذار بین دو کد یا دو زیر مجموعه را می دهد. امکان وقوع R_1 در زیر مجموعه ی بسیار پایین (یک عبارت زبانی برای نسبت R_1 برای مقادیر بزرگتر از $0/1$) در حدود $0/1$ خواهد بود. امکان وقوع در زیر مجموعه ی پایین (یک عبارت زبانی برای مقادیر بین $0/1$ تا 1) نیز در حدود $0/1$ خواهد بود. بنابراین، منطق فازی به ما امکان ایجاد یک توزیع بین ۲ زیر مجموعه یا کد را می دهد و موجب افزایش رینج کلی تشخیص یک روش قدیمی می گردد.



تفاوت‌های بین روش نسبیت قدیمی و فازی شده‌ی راجر با مقدار R_1

ضمایم

ضمیمه A

روش تعیین درجه حرارت سیم پیچ

درجه حرارت سیم پیچ می بایست با استفاده از روش رزیستانس تعیین گردد. درجه حرارت سیم پیچ در پایان آزمایش (θ_2)، می بایست با استفاده از رزیستانس اندازه گیری شده در آن دما (R_2) و همچنین رزیستانس اندازه گیری شده (R_1) در دمای دیگری مانند (θ_1) و با استفاده از فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$t_2 = \frac{R_2}{R_1}(235 + t_1) - 235 \quad \text{برای مس}$$

$$t_2 = \frac{R_2}{R_1}(235 + t_1) - 225 \quad \text{برای آلومینیوم}$$

در روابط بالا θ_1 و θ_2 بر حسب درجه سانتیگراد می باشند.

رزیستانس (R_1) همان مقاومت سرد بوده اندازه گیری می شود.

رزیستانس (R_2) نیز بلافاصله بعد از قطع منبع تغذیه اندازه گیری می شود.

در صورتی که استفاده از روش رزیستانس امکان پذیر نباشد (به عنوان مثال در مورد سیم پیچ های با رزیستانس کم، که در آنها رزیستانس ناشی از اتصالات در سیم پیچ ، در مقایسه با کل رزیستانس قابل ملاحظه می باشد)، می تواند با توافق بین خریدار و سازنده تغییر نماید. در این حالت می بایست متوسط درجه حرارت سیم پیچ ، با استفاده از ترموکوپل هایی که بر روی لایه خارجی سیم پیچ نصب شده اند، اندازه گیری شده و میزان افزایش درجه حرارت نیز از محدوده مجاز تجاوز ننماید.

توجه- فقط یکی از روش های ذکر شده از روش های ذکر شده در بالا می تواند برای تعیین دمای سیم پیچ مورد استفاده قرار گیرد.

ضمیمه B

اندازه گیری تلفات

تلفات می بایست در ولتاژ و فرکانس نامی اندازه گیری شود. ولتاژ می بایست با ولتمتری اندازه گیری اندازه گرفته شود که نسبت به متوسط ولتاژ حساس بوده ولی بر اساس مقادیر rms. یک موج سینوسی با همان مقدار متوسط مدرج شده باشد.

در حالات استثنایی ، به عنوان مثال برای توان نامی بسیار بزرگ و ولتاژ بالای سیستم ، ممکن است آماده کردن شرایط انجام این آزمایش مشکل باشد. در این حالات، میزان تلفات در ولتاژ نامی، می بایست با ضرب کردن تلفات اندازه گیری شده، در مجذور نسبت بین جریان نامی به جریان اندازه گیری شده در ولتاژ کاهش یافته ، به دست آید.

روش تعیین تلفات، موضوعی است که با موافقت بین خریدار و سازنده مشخص می‌گردد. در این موافقت نامه می‌بایست دلایل قانع کننده ای در مورد دقت و قابلیت اطمینان روش انتخاب شده بیان گردد.

از آنجایی که ضریب توان یک ترانسفورماتور شنت به طور معمول کوچک می‌باشد، لذا اندازه گیری تلفات با استفاده از روش های واتمتری معمول دارای خطای قابل ملاحظه ای خواهد بود.

به همین منظور می‌توان از یک روش اندازه گیری با پل، به دلیل مزایای آن استفاده کرد. در حالت های خاص نیز می‌توان گالریمتری را مورد استفاده قرار داد.

تلفات در قسمت های مختلف ترانسفورماتور (تلفات I²R، تلفات آهن و تلفات اضافی دیگر) را نمی‌توان از طریق اندازه گیری تفکیک نمود لذا به خاطر اجتناب از انجام تصحیح به دمای مرجع، اندازه گیری می‌باید زمانی صورت بگیرد که متوسط دمای سیم پیچ عملاً برابر دمای مرجع باشد.

اگر اینکار عملی نباشد، در آن صورت تلفات اضافی را می‌باید همانند تلفات آهن مستقل از دما فرض نمود.

در صورتی که چندین واحد بخواهند مورد آزمایش قرار گیرند، توصیه می‌گردد تلفات یکی از واحدهای مطابق با آزمایش نوعی و در دمای مرجع اندازه گیری شده و سپس تلفات آن در دمای محیط نیز اندازه گرفته شود. نتیجتاً می‌توان با استفاده از این دو اندازه گیری، یک ضریب دما برای کل تلفات بدست آورد (با فرض خطی بودن تغییرات) سپس سایر واحدها می‌توانند فقط در دمای محیط مورد آزمایش قرار گرفته و تلفات اندازه گیری شده آنها با استفاده از ضریب دمای بدست آمده در بالا به دمای مرجع اصلاح گردد.

اگر در ولتاژ نامی، جریان اندازه گیری شده، متفاوت با جریان نامی باشد، در آن صورت تلفات اندازه گیری شده می بایست در مجدوز نسبت جریان نامی بسته به جریان اندازه گیری ضرب گردد.

توجه - زمانیکه محل انجام آزمایش، شرایط مناسب برای انجام آزمایش را نداشته باشد در آن صورت با موافقت بین خریدار و سازنده آزمایش می توانند در سایت انجام بگیرد.

ضمیمه C

اندازه گیری تلفات و جریان بی باری

اندازه گیری تلفات و همچنین جریان بی باری می بایست بر روی یکی از سیم پیچها و در فرکانس نامی صورت بگیرد بطوریکه برای تپ اصلی، ولتاژ قسمت برابر با ولتاژ نامی انتخاب گردد در صورتیکه برای سایر تپها ولتاژ تست متناسب با ولتاژ تپ مربوطه باشد در حین آزمایش سایر سیم پیچها می بایست بصورت مدار باز باشند همچنین در صورت وجود سیم پیچهایی که به صورت مثلث با مدار هستند می بایست بصورت مثلث مدار بسته گردند.

در این آزمایش به متوسط ولتاژ خط می بایست با ولتمتری اندازه گرفته شود که نسبت به متوسط ولتاژ حساس بوده ولی بر اساس مقادیر rms یک موج سینوسی با همان مقدار متوسط، مدرج شده باشد. ولتاژ U' که به وسیله این ولتمتر نشان داده میشود. می بایست بعنوان ولتاژ خط در نظر گرفته شده و تلفات بی باری p_m نیز در این همچنین همزمان با آن می بایست ولتمتر دیگری که نسبت به rms ولتاژ قرائت شده توسط آن (U) نیز ثبت گردد.

اگر ولتاژ U, U' یکسان باشند، در آن صورت نیازی به تصحیح تلفات بی بازی اندازه گرفته شده (P_m) نمی باشد.

ولی اگر ولتاژ U, U' یکسان نباشد، در آن صورت تلفات بی بازی اندازه گیری شده می بایست طبق فرمول تصحیح گردد:

$$p = \frac{P_m}{p_1 + k \cdot p_2}$$

که در آن:

نسبت تلفات هیستریزیس به کل تلفات آهن $p_1 =$

نسبت تلفات جریان فوکو به کل تلفات آهن $p_2 =$

$$k \left(\frac{U}{U'} \right)^2$$

توجه - برای شارهای مغناطیسی با دانستیه نرمال که در فرکانسهای ۵۰ و ۶۰ هرتز مورد استفاده قرار می گیرند. مقادیر زیر می بایست در نظر گرفته شوند:

p_2	p_1	
۰/۵	۰/۵	فولاد جهت دار (oriented steel)
۰/۳	۰/۷	فولاد غیر جهت دار (Non-oriented steel)

جدول ۶- نسبتهای بین تلفات هیستریزیس و فوکو به تلفات کل آهن

همچنین جریان بی باری کلیه فازها می بایست با استفاده از آمپرمتری که مقدار rms را نشان می دهد اندازه گیری شده و سپس از روی آهن مقدار متوسط قرائت شده، محاسبه شده به عنوان جریان بی باری منظور گردد.

ضمیمه D

اندازه گیری ولتاژ اتصال کوتاه (در تپ اصلی)، امپدانس اتصال کوتاه و تلفات اتصال کوتاه و ولتاژ اتصال کوتاه (در تپ اصلی)، امپدانس اتصال کوتاه و همچنین تلفات اتصال کوتاه می بایست در فرکانس نامی و با اتصال یک منبع سینوسی به یکی از سیم پیچها

اندازه گیری شود ، در حالیکه سایر سیم پیچها اتصال کوتاه بوده و به تپ اصلی نیز متصل باشند.

اندازه گیری می تواند در هر جریانی ما بین ۲۵٪ تا ۱۰۰٪ جریان نامی در تیپ اصلی انجام شود ولی بهتر است که جریانی کمتر از ۵۰٪ جریان نامی انجام نگیرد . اندازه گیریها می بایست بسرعت انجام شوند



بدست می آید . در این رابطه ، ولتاژ تست و I جریان تست می باشد . $3U$

در این آزمایش ، جریان فاز می بایست برابر $\frac{I}{3}$ باشد همچنین باید اطمینان داشت که جریان در نقطه نوترانسفورمر از میزان مجاز آن تجاوز ننماید .

همچنین جریان نقطه نوتر و مدت زمان عبور آن باید طوری محدود گردد که دمای قسمت‌های فلزی افزایش نیابد.

اندازه گیری بر روی سیم پیچ‌های دارای تپ ، می بایست با تپ اصلی انجام بگیرد . همچنین اندازه گیری با سایر تپ‌ها می تواند با موافقت بین خریدار و سازنده صورت بگیرد .

ضمیمه F

محاسبه درجه حرارت θ_1

بزرگترین دمای متوسط θ_1 که سیم پیچ بعد از اتصال کوتاه شدن آن می رسد می بایست با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردد:

$$\theta_1 = \theta_0 + a \cdot j^2 \cdot t \cdot 10^{-3} \quad ^\circ C$$

که در آن :

θ_0 ، درجه حرارت اولیه به درجه سانتیگراد می باشد .

J ، دانستیه جریان اتصال کوتاه بر حسب آمپر بر میلیمتر مربع می باشد .

T ، مدت زمان عبور جریان به ثانیه می باشد .

A ، تابعی از $\frac{1}{2}(\theta_2 + \theta_0)$ می باشد که در جدول ۷ بیان گردیده و در آن :

θ_2 ، حداکثر ماز برای متوسط دمای سیم پیچ ، به درجه سانتیگراد می باشد که در

جدول ۸ بیان شده گردیده است .

$\frac{1}{2}(\theta_2 + \theta_0)$ از تابعی A		$\theta_0 = \frac{1}{2}(\theta_2 + \theta_0)$ °C
سیم پیچ آلومینیومی	سیم پیچی مسی	
۱۶/۵	۷/۴۱	۱۴۰

۱۷/۴	۷/۸۰	۱۶۰
۱۸/۲	۸/۲۰	۱۸۰
۱۹/۱	۸/۵۹	۲۰۰
-	۸/۹۹	۲۲۰
-	۹/۳۸	۲۴۰
-	۹/۷۸	۲۶۰

جدول ۷-مقادیر فاکتور a

مقدار ^۲		کلاس عایقی	نوع ترانسفورمر
۳۰۰ °C	۲۵۰ °C	A	روغنی
۱۸۰ °C	۱۸۰ °C	A	خشک
۲۰۰ °C	۲۵۰ °C	E	
—	۳۵۰ °C	B	
—	۳۵۰ °C	H,F	

جدول ۸- حداکثر مجاز برای متوسط دماس سیم پیچ بعد از اتصال کوتاه، که با^۲ نشان داده می شود.

ضمیمه G

آزمایشهای تپ چنجر قابل در زیر بار

G-۱- آزمایش عملکرد

بعد از نصب کامل تپ چنجر بر روی ترانسفور سازنده ترانسفور مر، می بایست آزمایشهای زیر را به (به جز قسمت های b) با ۱۰۰% ولتاژ نامی منبع تغذیه کمکی انجام . کلیه این آزمایشهای می بایست با موفقیت انجام شوند .

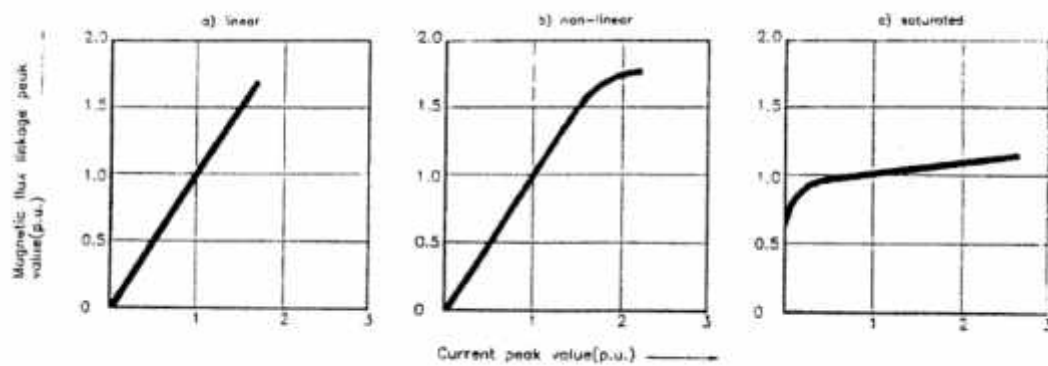
(a) عملکرد هشت سیکل کامل تپ چنجر ، بدون انرژی دار کردن ترانسفورمر .

(b) تعداد ده تعویض تپ با پله های ± 2 تایی در هر طرف تپ اصلی ، با جریانی نزدیک

به جریان نامی ترانسفور و زمانی که یکی از سیم اتصال کوتاه باشد .

G-۲- تست عایقی مدارهای کمکی

بعد از نصب چنجر بر روی ترانسفور یک آزمایش با فرکانس قدرت می بایست بر روی مدارهای کمکی انجام گیرد.



انواع مختلف مشخصه های مغناطیسی برای پست ۲۰ کیلو ولت شانت



منابع و ماخذ:

- ۱- سایت اطلاع رسانی شرکت برق
- ۲- جزوات و کتابهای موجود در شرکت برق منطقه ای اصفهان
- ۳- www.ieee.org
- ۴- www.barghiran.com
- ۵- www.irandoc.ac.ir

