

۱۲۰/۰۰۰ تومان

باسمه تعالی

بسم الله الرحمن الرحيم

آزمون های کارخانه ای ترانسفورماتورهای قدرت

(آزمون های روتین و ویژه)

ثبت تجربیات کاری (سری)

رامین خرمی اجیرلو

شرکت برق منطقه ای آذربایجان - معاونت بهره برداری - امور انتقال نیرو

رضا شهباززاده

شرکت برق منطقه ای آذربایجان - معاونت بهره برداری - دفتر فنی



نشر گنجور

بهار ۱۴۰۰

سرشناسه	: خرمی اجیرلو، رامین، ۱۳۶۱ -
عنوان و نام پدیدآور	: آزمون‌های کارخانه‌ای ترانسفورماتورهای قدرت (آزمون‌های روتین و ویژه) ثبت تجربیات کاری (سری اول)/ رامین خرمی اجیرلو، رضا شهباززاده.
مشخصات نشر	: تهران: گنجور، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۲۶۰ ص: مصور؛ ۲۹×۲۲ س.م.
شابک	: ۱۲۰۰۰۰۰ : ریال : 978-622-7233-63-6
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: مبدل‌ها
موضوع	: Electric transformers :
موضوع	: مبدل‌ها -- آزمایش‌ها
موضوع	: Electric transformers -- Testing :
شناسه افزوده	: شهباززاده، رضا، ۱۳۵۹ -
رده بندی کنگره	: ۶۲۱/۳۱۴ : ۶۲۱/۳۱۴
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۱۴ : ۶۲۱/۳۱۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۶۰۰۵۰۸
وضعیت رکورد	: فیپا

آزمون‌های کارخانه‌ای ترانسفورماتورهای قدرت



مولفان: رامین خرمی اجیرلو، رضا شهباززاده

ناشر: گنجور

صفحه آرا و طراح جلد: خانم مهندس منیره حسن زاده مزرعه

ویراستار ادبی: خانم دکتر فاطمه جعفری

سال و نوبت چاپ: ۱۴۰۰ - اول

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۲۰۰۰۰ تومان

حق چاپ محفوظ است.

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۲۳۳-۶۳-۶

ISBN: 978 - 622 - 7233 - 63 - 6

میدان انقلاب - ابتدای کارگر جنوبی - کوچه شهدای ژاندارمری - پلاک ۱۲۷

تلفن: ۰۹۱۴۰۶۱۷۲۸۳ - ۰۹۹۰۱۹۱۰۲۰۸ - ۰۲۱۶۶۴۹۱۰۵۶

سایت انتشارات: www.ganjoorpub.ir

فهرست مطالب

۸	.....	پیشگفتار
۱۰	.....	پیشگفتار
		فصل اول : مقدمه / ۱۳
۱۴	.....	۱- مقدمه
		فصل دوم : اندازه گیری نسبت ولتاژ ترانسفورماتور / ۱۹
۲۰	.....	۲- اندازه گیری نسبت ولتاژ ترانسفورماتور
۲۰	.....	۲-۱- روش انجام تست اندازه گیری نسبت ولتاژ ترانسفورماتور
۲۳	.....	۲-۲- نتایج مربوط به ترانسفورماتور نمونه
۲۴	.....	۲-۳- برخی نکات در اندازه گیری نسبت تبدیل ولتاژ و ...
۲۴	.....	۲-۴- گروه برداری و جابجایی فاز (استاندارد IEC)
		فصل سوم : نسبت اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ / ۲۹
۳۰	.....	۳- تست اندازه گیری مقاومت اهمی سیم پیچ
۳۰	.....	۳-۱- روش اندازه گیری
۳۰	.....	۳-۲- تحلیل نتایج
۳۲	.....	۳-۳- رفتار سیم پیچ هنگام اندازه گیری مقاومت
۳۳	.....	۳-۴- روش اندازه گیری
		فصل چهارم : اندازه گیری ظرفیت خازنی و ضریب تلفات عایقی / ۴۱
۴۲	.....	۴- اندازه گیری ظرفیت خازنی و ضریب تلفات عایقی
۴۵	.....	۴-۱- مدار اندازه گیری / فرایند اندازه گیری
۴۵	.....	۴-۱-۱- پل شرینگ (Schering Bridge)
۴۶	.....	۴-۱-۲- پل اندازه گیری پیشرفته tgδ با مقایسه گر جریان و ریز پردازنده
۴۶	.....	۴-۲- توضیحات تکمیلی
۴۸	.....	۴-۳- تلفات یک عایق
۴۸	.....	۴-۴-۱- عایق بندی های اصلی یک ترانسفورماتور
۵۰	.....	۴-۴-۲- مدار معادل عایقی ترانسفورماتور دو سیم پیچه ...
۵۱	.....	۴-۵- مواردی که در زمان تست اندازه گیری ظرفیت خازنی ...
۵۳	.....	۴-۶- اندازه گیری ظرفیت خازنی و ظرفیت تلفات عایقی (tgδ)
۵۳	.....	۴-۶-۱- روش اندازه گیری مجموع ظرفیت خازنی
۶۰	.....	۴-۶-۲- روش دیگر اندازه گیری مجموع ظرفیت خازنی

۶۳	 سایر مد های اندازه گیری
	فصل پنجم: اندازه گیری تلفات بی باری و جریان بی باری / ۷۳
۷۴	 اندازه گیری تلفات بی باری و جریان بی باری قبل از تست های ضربه
۷۶	 ۱-۵- روش اندازه گیری تلفات بی باری و جریان بی باری
۸۰	 ۲-۵- فرمول تصحیح تلفات بی باری
	فصل ششم: تست های عایقی / ۸۳
۸۴	 ۶- تست های عایقی (Dielectric Tests)
۸۴	 ۱-۶- تست ضربه کلید زنی
۹۲	 ۱-۱-۶- مقسم ولتاژ ضربه (impulse voltage divider)
۹۲	 ۲-۱-۶- توضیحات تکمیلی پیرامون تجهیزات و اصطلاحات تست ولتاژ ضربه
۹۶	 ۳-۱-۶- وضعیت تپ ترانسفورماتور در تست ضربه کلید زنی
۱۰۱	 ۲-۶- تست ضربه صاعقه و تست ضربه صاعقه با موج برش خورده
۱۰۱	 ۱-۲-۶- انواع موج ضربه صاعقه
۱۰۴	 ۲-۲-۶- تست ضربه صاعقه
۱۱۰	 ۱-۲-۲-۶- وضعیت تپ (Position Tap)
۱۱۰	 ۲-۲-۲-۶- تست ضربه صاعقه از سمت ثالثیه
۱۱۴	 ۲-۲-۲-۶- تست ضربه صاعقه از سمت ثانویه
۱۱۶	 ۳-۲-۲-۶- تست ضربه صاعقه از سمت اولیه
۱۳۰	 ۳-۶- تست ولتاژ اعمالی (Applied Voltage Test (AV)
	فصل هفتم: اندازه گیری تلفات بی باری و جریان بی باری (آزمایش تکراری) بعد از تست های ضربه) / ۱۳۷
۱۳۸	 ۷- اندازه گیری تلفات بی باری و جریان بی باری (آزمایش تکراری) بعد از تست های ضربه
	فصل هشتم: تست استقامت ولتاژ القایی همراه با اندازه گیری تخلیه جزئی (IVPD) / ۱۴۱
۱۴۲	 ۸- تست استقامت ولتاژ القایی همراه با اندازه گیری تخلیه جزئی (IVPD)
۱۴۳	 ۱-۸- عوارض ناشی از PD
۱۴۳	 ۲-۸- آشکارسازی الکتریکی PD
۱۴۳	 ۳-۸- بررسی اثر رطوبت در تخلیه جزئی
۱۴۴	 ۱-۳-۸- علل تولید رطوبت در ترانسفورماتور
۱۴۴	 ۲-۳-۸- رطوبت باقیمانده در ترانسفورماتور نو
۱۴۴	 ۳-۳-۸- تجزیه کاغذ و روغن
۱۴۵	 ۴-۸- تشریح تخلیه جزئی در تست استقامت ولتاژ القایی همراه با اندازه گیری تخلیه جزئی
۱۴۵	 ۱-۴-۸- کلیات
۱۴۸	 ۲-۴-۸- اصول اولیه اندازه گیری PD
۱۴۸	 ۵-۸- اندازه گیری PD برای ترانسفورماتور

۱۵۲	.....	۸-۵-۱- توالی آزمون استقامت ولتاژ القایی همراه با اندازه گیری تخلیه جزئی (IVPD)
۱۵۵	.....	۸-۵-۲- معیار پذیرش تست PD
۱۵۶	.....	۸-۵-۳- فرآیند جستجوی منبع PD
۱۵۷	.....	۸-۵-۴- اندازه گیری تخلیه جزئی اولیه
۱۵۷	.....	۸-۵-۵- سیستم PD پیشرفته
		فصل نهم: اندازه گیری امپدانس یا ولتاژ اتصال کوتاه و تلفات بار / ۱۶۱
۱۶۲	.....	۹- اندازه گیری امپدانس یا ولتاژ اتصال کوتاه و تلفات بار
۱۶۷	.....	۹-۱- مدار اندازه گیری
۱۶۸	.....	۹-۲- وضعیت تپ
۱۶۸	.....	۹-۳- اندازه گیری امپدانس یا ولتاژ اتصال کوتاه و تلفات بار
		فصل دهم: اندازه گیری جریان بی باری با ولتاژ فشار ضعیف ۳۸۰ ولت (مینا) / ۱۸۱
۱۸۲	.....	۱۰- اندازه گیری جریان بی باری با ولتاژ فشار ضعیف ۳۸۰ ولت (مینا)
		فصل یازدهم: آزمایش تقسیم شار مغناطیسی ترانسفورماتور (مینا) / ۱۸۷
۱۸۸	.....	۱۱- آزمایش تقسیم شار مغناطیسی ترانسفورماتور (مینا)
۱۹۱	.....	۱۱-۱- تمهیدات و محدودیتهای تست تقسیم شار
۱۹۲	.....	۱۱-۲- مثال کاربردی از اتصال حلقه
		فصل دوازدهم: تستهای کلید تنظیم ولتاژ زیر بار / ۱۹۷
۱۹۸	.....	۱۲- آزمونهای مربوط به تپ چنجر قابل تغییر زیربار
		فصل سیزدهم: اندازه گیری مقاومت عایقی DC (اندازه گیری مینا) / ۲۰۱
۲۰۲	.....	۱۳- اندازه گیری مقاومت عایقی DC (اندازه گیری مینا)
۲۰۳	.....	۱۳-۱- میگر یا تستر عایق چیست؟
۲۰۴	.....	۱۳-۲- اصول عملکرد میگر
۲۰۴	.....	۱۳-۳- خروجی محافظ The Guard Terminal
۲۰۵	.....	۱۳-۴- دستگاه مورد استفاده جهت تست
۲۰۵	.....	۱۳-۵- مقدار ولتاژ مستقیم تست
۲۰۵	.....	۱۳-۶- ضریب اندیکس PI (اندیس پلاریزاسیون Polarization Index)
۲۰۶	.....	۱۳-۷- نکات مورد توجه در اندازه گیری مقاومت عایقی
۲۰۷	.....	۱۳-۸- اندازه گیری مقاومت عایقی بین هسته و زمین
۲۰۸	.....	۱۳-۹- تست مقاومت عایقی (میگر) ترانسفورماتورهای اندازه گیری جریان
۲۱۱	.....	۱۳-۹-۱- انواع ترانسفورماتورهای جریان
۲۱۱	.....	۱۳-۹-۲- علت زمین کردن یک سمت CT در ثانویه
۲۱۳	.....	۱۳-۱۰- اندازه گیری مقاومت عایقی سیم پیچ ها بعد از نصب ترانسفورماتور در سایت
۲۱۳	.....	۱۳-۱۱- نحوه انجام تست اندازه گیری مقاومت عایقی (میگر)
۲۱۵	.....	۱۳-۱۲- توضیحات اضافی

فصل چهاردهم : تست عایقی سیم کشی های کمکی و تست سیگنالینگ تجهیزات حفاظتی / ۲۲۱

- ۲۲۲ ۱۴- تست عایقی سیم کشی های کمکی و تست سیگنالینگ کلیه ...
- ۲۲۲ ۱۴-۱- تست عایقی سیم کشی های کمکی
- ۲۲۲ ۱۴-۲- تست سیگنالینگ کلیه تجهیزات حفاظتی و کنترلی ...

فصل پانزدهم : گواهی بازرسی- تست نشتی / ۲۲۳

- ۲۲۶ ۱۵- گواهی بازرسی- تست نشتی
- ۲۲۶ ۱۵-۱- آزمون نشتی به روش تغییر فشار
- ۲۲۶ ۱۵-۲- توضیحات اضافی

فصل شانزدهم : گزارش گازهای محلول در روغن / ۲۲۷

- ۲۳۰ ۱۶- گزارش گازهای محلول در روغن
- ۲۳۱ ۱۶-۱- نسبت O_2 / N_2

فصل هفدهم : تعیین سطح صدا در ترانسفورماتور قدرت / ۲۳۳

- ۲۳۵ ۱۷- تعیین سطح صدا در ترانسفورماتور قدرت
- ۲۳۸ ۱۷-۱- نکات مهم در خصوص سطح صدا (نویز) ترانسفورماتور
- ۲۳۹ ۱۷-۲- منابع اصلی صدا در ترانسفورماتور
- ۲۳۹ ۱۷-۳- فرآیند اندازه گیری
- ۲۳۹ ۱۷-۳-۱- نکته مهم
- ۲۳۹ ۱۷-۳-۲- مکان تست
- ۲۴۰ ۱۷-۳-۳- شرایط تست
- ۲۴۰ ۱۷-۳-۴- نقاط و دستگاههای اندازه گیری
- ۲۴۰ ۱۷-۳-۵- کالیبراسیون
- ۲۴۱ ۱۷-۳-۶- ترتیب برقداری ترانسفورماتور و تجهیزات جانبی در هنگام انجام تست صدا
- ۲۴۲ ۱۷-۴- گزارش نتایج

- ۲۴۷ ۱۷-۵- اطلاعات مربوط به خط تراز مقرر شده (prescribed contour) و ...
- ۲۴۹ ۱۷-۵-۱- اندازه گیری سطح صدا در تحریک بی باری (ولتاژ نامی)
- ۲۵۰ ۱۷-۵-۲- اندازه گیری سطح نویز زمینه
- ۲۵۱ ۱۷-۵-۳- محاسبه متوسط فضایی تراز فشار صدا
- ۲۵۱ ۱۷-۵-۴- اعتبار سنجی اندازه گیری های آزمون با توجه به نویز پس زمینه
- ۲۵۲ ۱۷-۵-۵- محاسبه ضریب اصلاح محیط K
- ۲۵۳ ۱۷-۵-۶- اصلاح نهایی برای نویز پس زمینه حالت پایدار و محیط آزمون
- ۲۵۳ ۱۷-۵-۷- تعیین تراز توان صدا با انجام محاسبه

فصل هجدهم : انجام تست های پیش از راه اندازی و عیب یابی / ۲۵۵

- ۲۵۶ ۱۸- انجام تست های پیش از راه اندازی و عیب یابی

امیرالمؤمنین علیه السلام:

اگر تجربه ها نبود، راه ها پوشیده می ماند. و در تجربه ها است که دانش جدید به دست می آید.

پیشگفتار مدیر عامل محترم شرکت برق منطقه ای آذربایجان

نقش صنعت برق به عنوان یک صنعت زیر بنایی و مادر در توسعه اقتصادی و رفاه جوامع اجتناب ناپذیر است. و پایداری و تداوم آن در مسیر توسعه کشور تاثیر شگرفی دارد.

شرکت برق منطقه ای آذربایجان به عنوان یکی از شرکتهای تابعه شرکت مادر تخصصی توانیر، مأموریت تأمین، تولید، انتقال و فروش نیروی برق مطمئن در منطقه شمال غرب ایران را به عهده دارد. گستردگی جغرافیایی حوزه عمل شرکت برق منطقه ای آذربایجان و تجربه بهره برداری، نگهداری، سرویس و تعمیرات از شبکه بزرگ و همچنین انجام پروژه های انتقال، اصلاح و بهینه سازی تجهیزات، تجربیات گرانقیمی را نصیب کارکنان این شرکت نموده است.

مستند سازی و انتقال تجربیات کاری یکی از عوامل اصلی در یادگیری موثر و کارآ در سازمان محسوب می شود و زمینه ایجاد تحول در سازمان و شرکت از طریق انتقال تجربیات را به دنبال دارد. سازمان یادگیرنده پنج مهارت: " حل سیستمی مسائل، آزمون راهکارهای جدید، درس گرفتن از تجربیات گذشته، درس گرفتن از بهترین تجربیات دیگران، انتقال سریع و مؤثر و نتیجه بخش آموخته ها " را در سازمان جاری و از نتایج آن توانمندی فزاینده را کسب و منتقل می نماید.

ترانسفورماتورهای قدرت یکی از مهمترین عناصر سیستمهای الکتریکی را تشکیل می دهند و خروج ترانسفورماتور از مدار در اثر بروز عیب، باعث وارد آمدن خسارات جبران ناپذیری خواهد شد. اهمیت و جایگاه ترانسفورماتور در سیستم قدرت ایجاب می کند که در کلیه مراحل طراحی، ساخت، تست، بهره برداری و نگهداری ترانسفورماتور، دقت بسیار بالایی لحاظ شود. آزمون های کارخانه ای ترانسفورماتور قدرت از اهمیت بالایی برخوردار است. لازم است دقت، کنترل و نظارت دقیق بر کلیه تست های کارخانه ای صورت گیرد.

کتاب حاضر اطلاعات گرانبها و ارزشمند فنی و تخصصی حاصل از تجربیات همکاران را در زمینه آزمون های کارخانه ای ترانسفورماتور قدرت را ارائه می دهد. شرکت برق منطقه ای آذربایجان در راستای رسالت خود از تلاشهایی که برای مستند سازی و انتقال تجربیات کاری با هدف تربیت

نیروی انسانی ماهر صورت پذیرد ، حمایت می نماید و امید است با انتشار این کتاب و سایر کتاب های حاصل از تجربیات کاری همکاران در آینده، زمینه ارتقاء دانش فنی و مهارت افزایی را در سطح شرکت را به دنبال داشته باشیم.

افشین روشن میلانی

مدیرعامل شرکت برق منطقه ای آذربایجان

www.ketab.ir