

ترانسفورماتورهای جریان

مؤلف:

طهماسب قلی شاهرخشاهی



کاوش پرداز

سرشناسه: شاهرخشاهی، طهماسبقلی، ۱۳۳۴
 عنوان و نام پدیدآور: ترانسفورماتورهای جریان، تألیف طهماسبقلی شاهرخشاهی
 مشخصات نشر: تهران، کاوش پرداز، ۱۳۹۷. مشخصات ظاهری: ۲۸۳ صفحه، مصور، جدول، نمودار
 شابک: ۷-۳۳-۲۰۲-۶۱۰۶۰-۹۷۸
 وضعیت فهرست نویسی: فیا
 یادداشت: کتابنامه
 موضوع: مدل های جریان موضوع: current transformers (instrument transformer)
 موضوع: مدل های جریان — طرح و ساختمان.
 موضوع: current transformers (instrument transformer)—Design and construction
 رده بندی کنگره: ۱۳۹۷ ت ۴ ش ۲ / TK2551
 رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۱۴
 شماره کاتالانسی ملی: ۵۳۴۳۳۷۳



• ترانسفورماتورهای جریان

• تألیف: طهماسبقلی شاهرخشاهی

• ترسیم تصاویر، صفحه آرای و ویراستاری: نیمه شاهرخشاهی

• چاپ و صحافی: واژه

• چاپ اول، تهران ۱۳۹۷

• ناشر: کاوش پرداز

• قیمت: ۳۰۰۰۰ تومان

• شابک: ۷-۳۳-۲۰۲-۶۱۰۶۰-۹۷۸

تهران، خیابان انقلاب، روبروی دانشگاه تهران، خیابان فخررازی، بن بست نیک پور، پلاک ۷

تلفن: ۶۶۲۸۳۹۵۷ - ۶۶۴۹۹۵۹۱

www.kavoshbook.com

۵۰

تیراژ

مقدمه :

بدینوسیله شرکت مهندس " انتقال انرژی مهان نیرو " سومین کتاب پژوهشی- تحقیقاتی در زمینه برق و انرژی را تحت عنوان " ترانسفورماتورهای جریان " منتشر و معرفی می نماید.

ترانسفورماتورهای جریان در ردیف معمول ترین ، کاربردی ترین و ضروری ترین تجهیزات فشارقوی در ایستگاهها ، نیروگاهها ، آزمایشگاهها و ... مورد نیاز بوده بدون استثناء بکار برده می شوند. علیرغم موارد متعدد مصرف به شرح فوق تاکنون هیچگونه کتاب پژوهشی- تحقیقاتی در مورد ساختمان و خصوصیات آن منتشر نشده است.

علاوه بر مطالب پژوهشی و تحقیقاتی در کتاب حاضر دستورالعمل های ارائه شده در استانداردها نیز به منظور انتخاب آن و جلوگیری از اشباع AC و DC ارائه شده اند. در بسیاری از حوادث رویداده ، عدم کار ای های حفاظتی تحت تاثیر اشباع ترانسفورماتورهای جریان عامل عمده بوده است.

این شرکت امید دارد کتاب حاضر مورد توجه همکاران ، کارشناسان و متخصصان در صنعت برق قرار گرفته ، مفید واقع گردد.

شرکت انتقال انرژی

مهان نیرو

۵	مقدمه مولف.....
۷	فصل اول: تعاریف اولیه و مشخصات ترانسفورماتورهای جریان.....
۷	مقدمه.....
۸	تعاریف اولیه ترانسفورماتورهای جریان.....
۱۱	خطا در نسبت تبدیل یا جریان ثانویه.....
۱۵	هسته‌های اندازه‌گیری و حفاظت.....
۲۰	حد تحمل بار و حد استقامت دینامیکی در ترانسفورماتورهای جریان.....
۲۲	قدرت و بار اسم (Burden) در ترانسفورماتورهای جریان.....
۲۳	مشخصات ضروری قید شده در name-plate در ترانسفورماتورهای جریان و اطلاعات عمده در کاتالوگ.....
۲۵	نمونه مشخصات ترانسفورماتورهای جریان.....
۲۶	منابع و مراجع فصل اول.....
۲۷	فصل دوم: ساختمان ترانسفورماتورهای جریان و مشخصات هسته مغناطیسی.....
۲۷	مقدمه.....
۲۷	ساختمان ترانسفورماتورهای جریان.....
۲۹	اصول کار ترانسفورماتورهای جریان.....
۳۲	ترانسفورماتورهای جریان با سیم‌پیچی اولیه و فاقد سیم‌پیچ ثانویه.....
۴۱	جزئیات ساختمانی ترانسفورماتورهای جریان C و T.....
۴۸	ترانسفورماتور جریان با ایزولاسیون گاز در ردیف ولتاژهای UHV (۷۵ تا ۱۰۰۰ kV).....
۴۹	ترانسفورماتور جریان نوع C شامل سه‌فاز یا ترانسفورماتور جریان مجموع فوران (Flux Summation).....
۵۱	ترانسفورماتورهای نوع مخصوص و اتصال زنجیره‌ای (Cascading) ترانسفورماتورهای جریان.....
۵۲	پارامترهای تعیین‌کننده کیفیت ساختمانی ترانسفورماتورهای جریان.....
۵۳	سابقه و مدل‌های اولیه ترانسفورماتورهای جریان.....
۵۶	منابع و مراجع فصل دوم.....
۵۷	فصل سوم: پدیده اشباع در ترانسفورماتورهای جریان.....
۵۷	مقدمه.....
۵۷	مدار معادل ترانسفورماتورهای جریان.....

۶۰	جریان و منحنی مغناطیس کننده
۶۶	رسم منحنی مغناطیس کننده در سیم پیچی ها مجهز به هسته فریک (مغناطیسی)
۷۵	شرایط بروز اشباع در ترانسفورماتورهای جریان
۷۶	استاندارد آمریکا (IEEE/ANSI) به منظور جلوگیری از بروز اشباع AC در ترانسفورماتورهای جریان
۸۱	مثال ۳-۱
۸۲	مثال ۳-۲
۸۳	مثال ۳-۳
۸۳	تقسیم بندی ترانسفورماتورهای جریان با توجه به دقت در استاندارد IEEE/ANSI
۸۶	مثال ۳-۴
۸۷	مثال ۳-۵
۸۷	مثال ۳-۶
۸۸	مثال ۳-۷
۸۸	مثال ۳-۸
۸۹	مثال ۳-۹
۹۰	مشخصات ترانسفورماتورهای جریان و انتخاب معیار بار (Burden) در استاندارد IEC
۹۱	مثال ۳-۱۰
۹۳	شکل منحنی جریان ثانویه در صورت بروز اشباع در هسته
۹۸	ولتاژ نقطه زانویی و برآورد آن
۱۰۰	اشباع در هسته های اندازه گیری
۱۰۱	ضمیمه A (کدبندی ترانسفورماتورهای جریان در استاندارد آمریکا)
۱۰۳	منابع و مراجع فصل سوم
۱۰۴	فصل چهارم: اشباع تحت تاثیر جریان مستقیم یا اشباع DC
۱۰۴	مقدمه
۱۰۵	مولفه DC جریان های عیب
۱۱۴	اشباع DC یا DC-Saturation در هسته فریک
۱۱۶	بررسی تئوری فوران در هسته تحت تاثیر جریان عیب شامل مولفه DC با ثابت XR
۱۲۷	تاثیر سایر پارامترها

۱۲۸.....	رابطه استاندارد ANSI به منظور برآورد Burden در جوگیری از بروز اشباع DC
۱۳۰.....	مثال ۴-۱.....
۱۳۱.....	مثال ۴-۲.....
۱۳۴.....	تاخیر در اشباع DC و فاصله زمانی Saturation Free Time.....
۱۴۶.....	نکات عمده به منظور مدل نمودن اشباع CT.....
۱۴۷.....	دستورالعمل IEC به منظور مقابله با اشباع DC و انتخاب ضریب اضافه دیمانسیون مناسب.....
۱۴۸.....	مثال ۴-۳.....
۱۵۳.....	منابع و مراجع فصل چهارم.....
۱۵۵.....	فصل پنجم: اشباع ناشی از فوران باقی مانده در ترانسفورماتورهای جریان.....
۱۵۵.....	مقدمه.....
۱۵۵.....	فوران باقی مانده.....
۱۷۱.....	مشخصات کلی ترانسفورماتورهای جریان با هسته مغناطیسی با توجه به فوران باقی مانده.....
۱۷۵.....	خصوصیات کلی ترانسفورماتورهای جریان کلاس جدید مجهز به فواصل هوایی.....
۱۸۱.....	فوران باقی مانده تحت تاثیر جریان های جرمی در ترانسفورماتورهای قدرت.....
۱۸۳.....	فوران باقی مانده و اشباع ترانسفورماتورهای جریان با تأسیسات خازن سری و جریان مستقیم.....
۱۸۶.....	برآورد ابعاد و اندازه ها و مشخصات ترانسفورماتورهای جریان.....
۱۸۷.....	برآورد Burden یا امیدانس بار ثانویه با توجه به فوران باقی مانده (Remanence Flux).....
۱۸۸.....	نوع و مشخصات ترانسفورماتورهای جریان در ردیف ولتاژهای U _{LV}
۱۹۱.....	منابع و مراجع فصل پنجم.....
۱۹۲.....	فصل ششم: پیش بینی ها و امکانات جنبی در ترانسفورماتورهای جریان.....
۱۹۲.....	مقدمه.....
۱۹۲.....	تعاریف عمده در ترانسفورماتورهای جریان طبق استاندارد IEEE.....
۱۹۴.....	ترانسفورماتورهای جریان کمکی یا واسطه.....
۱۹۵.....	انتخاب ترانسفورماتورهای جریان کمکی به منظور نصب در مدار ثانویه ترانسفورماتورهای جریان اصلی.....
۱۹۹.....	ترانسفورماتورهای جریان با نسبت های تبدیل متعدد یا Multi ratio.....
۲۰۰.....	ترانسفورماتورهای جریان در شینه ها با اتصالات ۱/۵ کلید و یا Ring.....
۲۰۰.....	مقررات زمین کردن سیم پیچی و مدار ثانویه در ترانسفورماتورهای جریان.....

۲۰۶	 باز شدن مدار ثانویه ترانسفورماتورهای جریان تحت ولتاژ در طی بهره‌برداری
۲۱۰	 منابع و مراجع فصل ششم
۲۱۱	 ضمیمه شماره ۱
۲۱۵	 ضمیمه شماره ۲
۲۲۶	 ضمیمه شماره ۳
۲۳۴	 ضمیمه شماره ۴
۲۴۰	 ضمیمه شماره ۵
۲۴۸	 ضمیمه شماره ۶
۲۶۵	 ضمیمه شماره ۷
۲۶۹	 ضمیمه شماره ۸
۲۸۱	 ضمیمه شماره ۹
۲۸۳	 ضمیمه شماره ۱۰

www.ketab.ir

مقدمه مولف

مقابله با حوادث روی داده در شبکه‌های تولید، انتقال و توزیع انرژی به صورت اختلال در ایزولاسیون داخلی و خارجی تجهیزات و خطوط مستلزم تشخیص به موقع عیب و کار مناسب رله‌های حفاظتی خواهد بود. اهمیت کار به موقع و مطمئن رله‌های حفاظتی و برخورداری از dependability و security بالا (۹۰ تا ۱۰۰ درصد) در کتب و منابع مختلف به‌طور مشروح آورده شده است. عامل عمده موثر در کار مطمئن و به موقع رله‌های حفاظتی را تغذیه رله‌ها از جریان‌های عیب با استفاده از ترانسفورماتورهای جریان تشکیل می‌دهد. از آنجا اهمیت و نقش ترانسفورماتورهای جریان و کار دقیق آنان در مقابله با حوادث و اختلالات، خاموشی‌ها و صدمات به تجهیزات آشکار می‌گردد. آن‌چنانکه می‌توان گفت اهمیت کار صحیح و مرتب ترانسفورماتورهای جریان در مقابله با حوادث روی داده و جلوگیری از خاموشی‌ها در شبکه اهمیت رله‌های حفاظتی می‌باشد.^۱

کار مطمئن ترانسفورماتورهای جریان و تغذیه مداوم و مناسب رله‌های حفاظتی در محدوده‌ی جریان‌های عیب مستلزم انتخابی ساختن ترانسفورماتورهای جریان و عوامل بروز اختلال در کار آنان نظیر پدیده اشباع هسته در شرایط ناهمبندی و برداری خواهد بود.

برقراری جریان‌های بالای عیب از کار افتادن ترانسفورماتورهای جریان و عدم برقراری جریان در رله‌ها، تشخیص بروز عیب را توسط رله‌ها غیرممکن می‌نماید. تنها روش مناسب در جلوگیری از بروز اختلال در کار ترانسفورماتورهای جریان انتخاب مشخصات مناسب ترانسفورماتورهای جریان طبق دستورالعمل‌ها و استانداردهای ارائه شده می‌باشد. در بسیاری موارد دستورالعمل‌ها به منظور انتخاب و ساخت ترانسفورماتورهای جریان در استانداردهای مختلف کاملاً مغایر و متغایر می‌باشند. آگاهی از کلیه استانداردها و دستورالعمل‌های معمول در کشورهای مختلف عملی نبود. نیاز نمی‌باشد. در عوض آگاهی از ساختمان ترانسفورماتورهای جریان و عوامل و پدیده‌های موثر در کار مناسب آنان حائز اهمیت بوده، لازم است مورد بررسی قرار گیرد.

۱ - ممکن است گفته شود ترانسفورماتورهای ولتاژ نیز به‌عنوان تغذیه‌کننده رله‌های حفاظتی نقش عمده را در کار رله‌های حفاظتی ایفا نموده از اهمیت بالا مشابه ترانسفورماتورهای جریان برخوردار می‌باشند. یادآوری می‌شود ترانسفورماتورهای ولتاژ کمیت ثابت عبارت از ولتاژ شبکه را با تغییرات ناچیز $\pm 5\%$ کاهش داده و رله‌های حفاظتی را تغذیه می‌نمایند. لذا با پدیده‌های خاص و یا از کار افتادن، مشابه ترانسفورماتورهای جریان همراه نمی‌باشند. در حالی که ترانسفورماتورهای جریان کمیت جریان را با تغییرات وسیع در اولیه از محدوده‌ی جریان‌های بار تا محدوده جریان‌های عیب با مقدار بالا (چند ده کیلو آمپر) لازم است به مدار ثانویه با خطای یکسان منتقل نمایند. جریان‌های بالای عیب با پدیده اشباع هسته و از کار افتادن همراه بوده، اشباع به سهولت و به‌طور مداوم روی داده، از کار افتادن رله‌ها و یا تاخیر در کار آنان را موجب می‌شود.

به همین علت در کتاب حاضر ساختمان ترانسفورماتورهای جریان و پدیده‌های ظاهرشده همچنین عوامل موثر در از کار افتادن ترانسفورماتورهای جریان مورد تاکید قرار گرفته است. در این صورت آشنایی با استانداردها و دستورالعمل‌ها به سهولت مقذور می‌گردد. با این‌همه روش انتخاب مشخصات مناسب ترانسفورماتورهای جریان طبق دو استاندارد عمده در دنیا به طور مبسوط آورده شده است. آشنایی با این دو نوع استاندارد امکان می‌دهد تا سایر استانداردها نیز قابل فهم و استفاده شوند. در حال حاضر دو استاندارد عمده معمول در دنیا را استاندارد بین‌المللی IEC و استاندارد آمریکا (IEEE/ANSI) تشکیل می‌دهند. دو استاندارد از نظر ساخت و مشخصات انتخاب ترانسفورماتورها کاملاً متفاوت و متمایز می‌باشند. دو استاندارد مورد اشاره در کتاب حاضر آورده می‌شوند. دیگر استانداردها در کشورهای مختلف نزدیک به دو استاندارد فوق می‌باشند (استاندارد انگلیسی یا BS، استاندارد کشور هند یا IS، استاندارد کشور ژاپن یا JIS و غیره).

از سال ۱۳۸۱ تاکنون، به علاقه‌ی شخصی ۵۰ عنوان کتب متعدد پژوهشی-تحقیقاتی (خارج از دروس دانشگاه) در موضوع: تجهیزات فشار قوی (کلیدها، سکسیونر، برق‌گیرها، خطوط انتقال، رله‌های حفاظتی) بهره‌برداری شبکه و سیستم‌های قدرت و غیره تالیف و یا ترجمه شده، در بازار موجود می‌باشد. در موضوع ترانسفورماتورهای ولتاژ بالا و رانورهای شنت نیز کتب لازم تهیه شده، آماده‌ی چاپ می‌باشند. بسیاری از عناوین منتشر شده تغییر در ولتاژهای فشار قوی، اضافه‌ولتاژها، ایستگاه‌ها و تاسیسات GIS، برق‌گیرها و غیره، علیرغم گذشت ۲۰-۳۰ سال هم‌پنانز منحصر به فرد بوده، کتب دیگری منتشر نشده‌اند.

امید است کتاب حاضر مطلوب نظر همکاران، کارشناسان متقاضیان در امور برق و انرژی واقع شده، مورد توجه قرار گرفته، تا حد امکان نیاز لازم را برآورده نماید. بهت هرگونه پیشنهاد، سوال و راهنمایی امکان تماس مستقیم با اینجانب (تلفن ۰۹۱۲۱۸۳۵۸۳۳) در بود بوده در خدمت کلیه کارشناسان و همکاران خواهم بود.

مؤلف: طهماسبقلی شاهرخ‌شاهی

۱۳۹۶/۰۷/۰۱