علوم زیست محیطی و دانش جغرافیا

بررسی عملکرد ترانسفورماتورهای الکترونیکی بر محیط زیست

مازیار دموری نژاد[1]*، مهرداد موحدپور[2]

چکیده

در طول ۳۰ و ۴۰ سال گذشته، پست‌های ترانسفورماتور TSتکامل زیادی داشته است، از مونتاژ کلاسیک در محوطه‌های باز، دیوارهای جداکننده و در فضای باز، به مدل موجود، به منظور افزایش ایمنی انسانی و قابلیت اطمینان مواد و همچنین پیشرفت چشمگیری. مونتاژ و کاهش فضا نتایج جدید مانند محفظه های فلزی، ساختمان های پیش ساخته، پست های ترانسفورماتور فشرده و در نهایت پست های نصب شده نیز انقلابی هستند. با توجه به نگرانی روزافزون جامعه در مورد محیط زیست، صنعت به طور کلی در حال تجدید نظر در طراحی و موادی است که ممکن است به معنای آلودگی باشد، تلاش می کند تا تا آنجا که ممکن است آنها را جایگزین جوامع دوستدار محیط زیست کنیم. پیشرفت جامعه اجتناب ناپذیر نباید و نباید آینده زمین را از بین ببرد. زمان توسعه پایدار فرا رسیده است. بنابراین کار امروز ما در اینجا کمکی به این معناست.

کلید واژه ها: مدل ترانسفورماتور فرکانس بالا، حفاظت، تبدیل کننده، سیگنال های گذرا، محیط زیست.

مقدمه

در سال ۱۹۹۵ اولین گام ها در استفاده و طراحی پست های روی پد در اسپانیا انجام شد. منشأ این پست‌ها جستجوی مکانی کوچک‌تر برای تاسیسات داخلی است. در آن سال‌ها ابعاد وسیع لازم برای ساخت و دسترسی به این ترانسفورماتورها (+۲۰ متر مربع)، شرایط تنظیم محلی فشار ضعیف ((LVو استفاده از آنها به معنای هزینه هنگفتی برای توسعه دهندگان املاک و در نتیجه تضاد بین آنها و شرکت های خدماتی بودند. بنابراین ساختمان کمیاب بود و به ندرت در شرایط خوبی قرار داشت.

به لطف گسترش ترانسفورماتورهای روی پد، فضای مورد نیاز از ۲۰ متر مربع مورد نیاز به ۵ متر مربع کاهش یافت و به توان های نصب شده زیر ۶۳۰ کیلو ولت آمپر رسید. در همان زمان کاهشی در هزینه کل مالکیت ۵۰٪ وجود داشت. علاوه بر این، پست‌های ترانسفورماتور پیشرفت مهمی هم در کیفیت و هم در قابلیت اطمینان نصب نشان می‌دهند و به طور کامل متصل و آزمایش شده از کارخانه تحویل داده می‌شوند. برای تنظیم فقط باید به سیم ورودی ولتاژ متوسط و خروجی ولتاژ پایین وصل شود. کارها در ساختمان نیز ساده شده است.

اولین ترانسفورماتور در ابتدا توسط UNIO FENOSA در مقر خود در لاکرونیا در سال ۱۹۹۷ تأسیس شد. این سیستم روی پد به معنای انقلابی کامل در ترانسفورماتورها بود و حتی مقررات اسپانیا به منظور اجازه دادن به نصب برای مطابقت با استانداردها اصلاح شد.

[1] نویسنده مسئول: دانشجویی کارشناسی، رشته برق وقدرت، دانشگاه فنی حرفه ای پسران یاسوج،

hamidkabir384com@gmail.com

[2] دپارتمان مهندسی برق و قدرت،دانشگاه فنی حرفه ای استان یاسوج، ایران،

Mehrdad.movahedpoor@gmail.com

این شروع کار تمام پست‌های مختلف نصب‌شده بر روی پد بود که در شرکت ما وجود داشت. پس از رسیدن به هدف اصلی کاهش فضا، تصمیم گرفتیم در یک ترانسفورماتور محیطی با دیدگاه‌های زیر کار کنیم:

- استفاده از مواد بازیافتی و/یا زیست تخریب پذیر .
- دفع عناصر آلوده یا سمی .
- کاهش تلفات (بازده انرژی بهتر).
- کاهش لرزش و صدا (آلودگی صوتی) .
- حداکثر استفاده از منبع تغذیه (حفاظت های پیشرفته).

تمام این جنبه ها در طراحی در حال اجرا پست ترانسفورماتور محیطی جدید یکپارچه در نظر گرفته شد.

ترانسفورماتورهای سنتی

ترانسفورماتورها یکی از اجزاء اصلی و از بازیگران مهم در عرصه صنعت برق میباشند و از آنجا که در سر راه تامین انرژی برق تجهیزات میباشند و متوقف شدن کار آنها موجب از کار افتادن تمام تجهیزات متصل به آن میگردد از لحاظ کار کرد دارای شرایط حساس و مهمی میباشند اهمیت ترانسفورماتورها در صنعت برق و شبکه های ،صنعتی بر کسی پوشیده نیست کاربرد بسیار زیاد این تجهیزات در بخش های مختلف صنعتی امری انکار ناپذیر است و در سطوح مختلف ولتاژ کاربرد دارد.[۱]

ترانسفورماتورها در اندازه ها و توانهای مختلفی جهت تغییر سطح ولتاژ الکتریکی به منظور کاهش تلفات ولتاژ در فرآیند انتقال و توزیع انرژی الکتریکی به کار میروند ترانسفورماتورها را با توجه به کاربرد و خصوصیات آنها میتوان به سه دسته ،کوچک متوسط و بزرگ دسته بندی کرد البته لازم به ذکر است که از نظر تعداد فازها تکفاز) یا سه فاز و یا عملکردهای خاص فاز شیفترها انواع مختلفی از ترانسفورماتورها ساخته شده اند[۱-۴] که مجال بررسی همه این ساختارها وجود ندارد.

ساختمان ترانسفورماتور

ساختمان ترانسفورماتورهای بزرگ و متوسط به دلیل مسائل حفاظتی و عایق بندی و امکانات، موجود نسبت به انواع کوچک آن پیچیده تر است.

اجزاء اصلی تشکیل دهنده یک ترانسفورماتور به شرح زیر است.

- **هسته**

ترانسفورماتور متشکل از ورقه های نازکی است که سطح آنها با توجه به قدرت ترانسفورماتورها محاسبه می.شود. برای کم کردن تلفات آهنی هسته ترانسفورماتور را نمیتوان به طور یکپارچه ساخت بلکه معمولاً آنها را از ورقه های نازک فلزی که نسبت به یکدیگر عایق ،هستند میسازند این ورقه ها از آهن بدون پسماند با آلیاژی از سیلیسیم (حداکثر ۵/۴ درصد) که دارای قابلیت هدایت الکتریکی و قابلیت هدایت مغناطیسی زیادی است ساخته میشوند.[۲]

زیاد بودن مقدار سیلیس باعث شکننده شدن ورقها میشود برای عایق کردن ورقهای ترانسفورماتور در گذشته از یک کاغذ نازک مخصوص که در یک سمت این ورقه چسبانده میشد استفاده میکردند اما امروز در هنگام ساختن و نورد این ورقه ها یک لایه نازک اکسید فسفات یا سیلیکات به ضخامت ۲ تا ۲۰ میکرون به عنوان عایق بر روی آنها مالیده میشود که باعث پوشاندن روی ورقه ها میگردد علاوه بر ،این از لاک مخصوصی نیز برای عایق کردن یک طرف ورقه ها استفاده می.شود تمامی ورقه های ترانسفورماتور دارای یک لایه عایق .هستند در هنگام محاسبه سطح مقطع هسته باید سطح آهن خالص را منظور کرد باید دقت کرد که سطح عایق شده ورقه های ترانسفورماتور همگی در یک جهت باشند (مثلاً همه به طرف بالا) علاوه بر این تا حد امکان نباید در داخل قرقره فضای خالی باقی بماند. لازم به ذکر است ورقه ها با فشار داخل قرقره جای بگیرند تا از ارتعاش و صدا کردن آنها نیز جلوگیری شود.

- **سیم پیچ**

معمولاً برای سیم پیچ اولیه و ثانویه ترانسفور ماتور از هادی های مسی با عایق (روپوش) لاکی استفاده می کنند که با سطح مقطع گرد و اندازه های استاندارد وجود دارند و با قطر آنها مشخص می شوند. در ترانسفورماتورهای پر قدرت از هادی های مسی که به صورت تسمه هستند استفاده می شوند و ابعاد این گونه هادی ها نیز استاندارد است. سیم پیچی ترانسفورماتور به این ترتیب است که سر سیم پیچ ها را به وسیله روکش عایق ها از سوراخهای قرقره خارج میکنند تا بدین ترتیب سیم ها قطع خصوصاً در سیم های نازک و لایه های اول یا زخمی نشوند، علاوه بر این بهتر است رنگ روکش ها نیز متفاوت باشد تا در ترانسفورماتورهای دارای چندین سیم پیچ به راحت بتوان سر هر سیم پیچ را مشخص کرد بعد از اتمام سیم پیچی یا تعمیر سیم پیچها ترانسفورماتور باید آنها را با ولتاژهای نامی خودشان برای کنترل و کسب اطمینان از سالم بودن عایق بدنه و سیم پیچ های اولیه و ثانویه آزمایش کرد.[۳]

- **قرقره**

برای حفاظت و نگهداری از سیم پیچ های ترانسفورماتور خصوصاً در ترانسفورماتورهای کوچک باید از قرقره استفاده نمود. جنس قرقره باید از مواد عایق .باشد قرقره معمولاً از کاغذ عایق ،سخت فیبرهای استخوانی یا مواد ترموپلاستیک میسازند قره قره هائی که از جنس ترموپلاستیک هستند.

معمولاً یک تکه ساخته میشوند ولی برای ساختن قرقره های دیگر آنها را در چند قطعه تهیه و سپس بر روی همدیگر سوار می.کنند بر روی دیواره های قرقره باید سوراخ یا شکافی ایجاد کرد تا سر سیم پیچ از آنها خارج شود اندازه قرقره باید با اندازه ورقه های ترانسفورماتور متناسب باشد و سیم پیچ نیز طوری بر روی آن پیچیده شود که از لبه های قرقره مقداری پائین تر قرار گیرد تا هنگام جا زدن ورقه های ترانسفورماتور لایه رونی سیم پیچ صدمه نبیند اندازه قرقره های ترانسفورماتورها نیز استاندارد ،هستند اما در تمام موارد با توجه به ،نیاز قرقره مناسب را میتوان طراحی کرد در ترانسفورماتورهای سنتی مباحث بسیاری وجود دارد که قابلیت این ترانسفورماتورها را تحت تاثیر قرار میدهند در این مبحث به بررسی اجمالی برخی از این مسائل پرداخته میشود.[۴]

روغن ترانسفورماتور

یکی از مباحث مهم در مورد ترانسفورماتورهای سنتی مبحث روغن این ترانسفورماتورهاست چنانکه سازندگان ترانسفورماتورهای خشک که به روغن نیاز ندارند ترانسفورماتورهای خشک را انقلابی در صنعت تولید ترانسفورماتور میدانند. روغن ترانسفورماتور بخش تصفیه شده روغن معدنی میباشد که در دمای بین ۲۵۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی گراد به جوش آمده است. این روغن پس از تصفیه از لحاظ شیمیایی کاملاً خالص بوده و تنها شامل هیدروکربنهای مایع می باشد. روغن ترانسفورماتور دو وظیفه اساسی بر عهده دارد اول اینکه به عنوان عایق الکتریکی عمل مینماید و ثانیاً حرارتهای ایجاد شده در قسمت های برقدار ترانسفورماتور را به خارج منتقل می.کند با ولتاژهای بالایی که هم اکنون در شبکه انتقال انرژی صورت میگیرد نیاز به روغن ترانسفورماتورها به عنوان عایق الکتریکی و وسیله خنک کننده افزایش یافته است. خصوصیات یک روغن ایده آل میتواند ایتم های زیر را در بر داشته باشد.[۵]

أ) استقامت الکتریکی بالایی داشته باشد .

ب) انتقال حرارت را بخوبی انجام دهد.

ت) جرم مخصوص پائینی داشته باشد در روغنهایی که جرم مخصوص پائینی ،دارند ذرات معلق براحتی و به سرعت ته نشین میگردند و این خاصیت باعث تسریع در روند هموژنیزه روغن می.شود.

ث) ویسکوزیته پائینی داشته باشد روغنی که ویسکوزیته پائینی دارد سیالیت آن بهتر است و بیشتر است و در نتیجه خاصیت خنک کنندگی بهتری خواهد داشت.

ج) Pour point .پائینی داشته باشد. روغنی که Pour point پائینی دارد در درجه حرارت های پائین حرکت خود را از دست خواهد داد.

ح) Flash point بالایی داشته باشد Flash point مشخص کننده تمایل روغن به تبخیر شدن می باشد. هر چه Flash point روغن پائین تر باشد تمایل به تبخیر شدن در روغن بیشتر است هنگامی که روغن تبخیر می شود ویسکوزیته آن بالا میرود و روغن های تبخیر شده ترکیبات آتش زایی را با هوای بالای روغن ایجاد میکنند.

خ) به مواد عایقی و ساختار فلزی نمی بایستی آسیبی برساند.

د) خاصیت شیمیایی پایداری داشته باشد این مساله به عمر بیشتر روغن کمک خواهد کرد. از آنجا که روغن یک ترکیب آلی است زوال و تاثیر ناپذیری آن را در مقابل گرما و اکسیژن نمیتوانیم کاملاً از بین ببریم. بنابراین روغن اکسیده میشود و ترکیبات اسیدی و قطبی به تبع آن بوجود میآید و کشش سطحی روغن در مقابل آب کاهش می یابد. از طرف دیگر ترکیبات اسیدی برکاغذ و تخته های فشرده شده عایقهای سیم خواهد گذاشت. [۶]

در حقیقت با تاثیر نامطلوبی سلول های عایقی هنگامی که تحت حرارت قرار میگیرند در محیط اسیدی سریعتر از محیط خنثی ترد و شکننده می شوند. تشکیل لجن و کثافات در روغن ترانسفورماتور از پیامدهای دیگر زوال و اضمحلال روغن میباشد پس از این مرحله تغییرات در روغن نسبتاً سریعتر صورت میگیرد لجن و کثافات هنگامی که در روغن ترانسفورماتور تشکیل میشوند. بر روی سیم پیچی ها رسوب میکنند و باعث میگردند که سیم پیچی ها بطور موثر خنک نشوند ساخت ترانسفورماتور فشار قوی فاقد روغن در طول عمر یکصد ساله ترانسفورماتورها یک انقلاب محسوب می شود. ترانسفورماتور خشک دارای ویژگی های منحصر بفردی هستند از جمله:

أ) به روغن برای خنک شدن یا به عنوان عایق الکتریکی نیاز ندارد.

ب) سازگاری این نوع ترانسفورماتور با طبیعت و محیط زیست یکی از مهمترین ویژگی های آن .است به دلیل عدم وجود ،روغن خطر آلودگی خاک و منابع آب زیر زمینی و همچنین احتراق و خطر آتش سورزی کم میشود.

ت) با حذف روغن و کنترل میدانهای الکتریکی که در نتیجه آن خطر ترانسفورماتور از نظر ایمنی افراد و محیط زیست کاهش می یابد امکانات تازه ای از نظر محل نصب ترانسفورماتور فراهم میشود. به این ترتیب امکانات نصب ترانسفورماتور خشک درنقاط شهری و جاهایی که از نظر زیست محیطی حساس هستند فراهم میشود.

ث) کاهش مواد قابل اشتعال نیاز به تجهیزات گسترده آتش نشانی کاهش میدهد. بنابراین از این دستگاه ها در محیط های سرپوشیده و نواحی سرپوشیده شهری نیز میتوان استفاده کرد.

ج) با حذف روغن در ترانسفورماتور خشک نیاز به تانک های روغن، سنجه سطح ،روغن آلارم گاز و ترمومتر روغن کاملاً از بین میرود .بنابراین کار نصب آسانتر شده و تنها شامل اتصال کابل ها و نصب تجهیزات خنک کننده خواهد بود.

تلفات ترانسفورماتور

یکی دیگر از مباحث مهم در زمینه ترانسفورماتورها بحث تلفات در ترانسفورماتورهاست متناسب با رشد روزافزون تقاضای انرژی الکتریکی ظرفیت ژنراتورها و ترانسفورماتورهای انتقال و توزیع افزایش میابد بطوری که امروزه در دنیا ترانسفورماتورهای با ظرفیت ۱۰۰۰ مگاولت آمپر در حال بهره برداری بوده و ترانسفورماتور با ظرفیت تا ۲۰۰۰ مگا ولت آمپر نیز ساخته میشود در شبکه های بزرگ و بهم ،پیوسته انرژی الکتریکی در مسیر تولید ولید تا مصرف چندین بار از طریق ترانسفورماتورهای افزاینده نیروگاهی و ترانسفورماتورهای انتقال و توزیع عبور داده میشود و این ویژگی باعث شده که ظرفیت منصوبه ترانسفورماتورها بمراتب بیشتر از ظرفیت منصوبه یا قابل تولید نیروگاهی باشد.[۷]

به عنوان مثال در سال ۷۹ حداکثر ظرفیت تولید برق کشور حدود ۲۵۰۰۰ مگاوات بوده که بازای آن مجموعا حدود ۱۳۵۰۰۰ مگاوات ترانسفورماتور در کل شبکه در حال بهره برداری بوده است. با توجه به این موضوع علیرغم این که بازده ترانسفورماتورها حدود ۹۹–۹۷ درصد میباشد ولی هنوز هم بخشی از تلفات شبکه های برق مربوط به ترانسفورماتورها بوده و از این حیث مطالعه آنها حائز اهمیت است و کاهش تلفات در انواع آنها باعث افزایش بازده کلی سیستم قدرت می.شود بحث عمده در اینجا برروی ترانسفورماتورهای توزیع می باشد.

ترانسفورماتورهای توزیع یکی از عوامل مهم تاثیر گذار بر میزان تلفات انرژی الکتریکی .است با وجود اینکه راندمان آنها نسبت به تجهیزات دیگر نسبتاً بالا است ولی با توجه به تعداد زیاد آنها در شبکه های توزیع و با عنایت به اینکه در تمامی ساعات سال فعال هستند و حتی در حالت بی باری نیز انرژی مصرف میکنند تلفات آنها در مقایسه با سایر تجهیزات قابل ملاحظه بوده و افزایش جزئی ،بازده این تجهیزات میتواند مزایای اقتصادی زیادی همراه داشته باشد ترانسفورماتورهای توزیع بسته به ،طراحی نحوه ساخت کیفیت مواد اولیه مورد استفاده و نوع بهره برداری دارای تلفات متفاوتی ،هستند و امروزه با پیشرفت تکنولوژی ساخت و تامین مواد اولیه مناسب میتوان بیش از ۷۰ درصد تلفات آنها را کاهش داد.

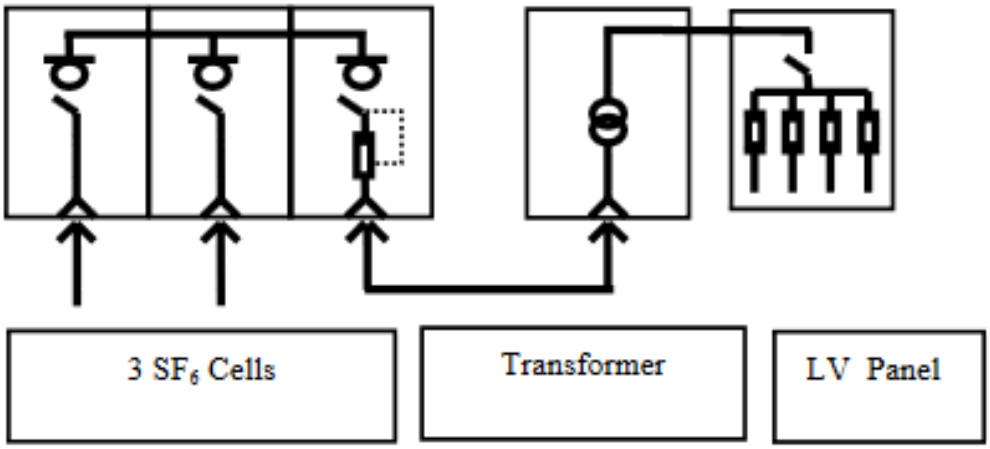
بکار گیری و استفاده بهینه از ترانسفورماتورهای کم تلفات در شبکه های توزیع بجای احداث و توسعه شبکه صرفه جویی قابل توجهی در سرمایه گذاری اولیه جهت احداث نیروگاه ها و توسعه شبکه های انتقال و توزیع و سوخت مصرفی ایجاد میگردد.در این مبحث انواع تلفات را که در یک ترانسفورماتور ممکن است وجود داشته باشند به صورت اجمالی بررسی میشود تلفات در ترانس های توزیع را میتوان از لحاظ ماهیت به دو نوع بی باری و تلفات بارداری تقسیم نمود.

تلفات بی باری شامل تلفات ،هسته تلفات اهمی ناشی از عبور جریان بیباری از سیم پیچها تلفات دی الکتریک و غیره میباشند. این تلفات تابعی از ،فرکانس حداکثر چگالی شار و مستقل از بار بوده و در طول بهره برداری از ترانسفورماتور ثابت میباشد. عمده تلفات بی باری ناشی از تلفات هیسترزیس و تلفات فوکو جریان گردابی در هسته است که در اثر تغییر شار در داخل هسته ایجاد می گردد و بصورت انرژی حرارتی در هسته تولید و دفع می.گردد برای کاهش این ،تلفات لازم است از آلیاژهای با کیفیت خوب ورقه های فولادی با نفوذ پذیری بالا ضخامت کوچک و مقاومت بالا) و سطح مقطع مناسب برای ساخت هسته استفاده گردد.

تلفات بارداری هادیهای سیم پیچ ها تلفات جریان فوکو در هادیهای سیم پیچ ها و بخش های فلزی و تلفات اهمی سیم پیچ ها بخش عمده ای از این تلفات را تشکیل میدهد که در اثر وجود مقاومت و عبور جریان از سیم پیچ ها ایجاد میگردد و برای کاهش این تلفات میتوان مقاومت سیم پیچ ها را کاهش .داد بدین منظور از موادی با مقاومت ویژه کم و یا با سطح مقطع بزرگتر استفاده نمود.

ویژگی های ساختمان

ترانسفورماتور نصب شده بر روی پد در مقابل مونتاژ معمولی رایج ترین و توسعه یافته ترین پست ترانسفورماتور در اروپا شامل سه دریچه ۶SF (حفاظت ورودی، خروجی و ترانسفورماتور)، خود ترانسفورماتور و یک پانل کنترل ولتاژ پایین با حفاظ های LV مربوطه است. سیستم امنیتی در مورد اتصال کوتاه در ترانسفورماتور شامل فیوز لینک محدود کننده جریان است و حفاظت در برابر اضافه بار توسط یک دماسنج انجام می شود که دمای کولر را اندازه می گیرد و در صورت گرمای بیش از حد محدود، سوئیچ به طور خودکار بسته می شود. این طرح معمولی در تصویر ۱ نشان داده شده است.



تصویر ۱. طرح پست ترانسفورماتور معمولی

هر مجموعه کاربردی (قطع کننده، ترانسفورماتور و پانل) LVیک واحد مستقل است. کلیدهای جداکننده با عایق کابل و پایانه های پلاگین به ترانسفورماتور متصل می شوند. همین امر برای اتصال بین ترانسفورماتور و پانل LV نیز صدق می کند. این باعث گسترش فضای ارائه شده و همچنین نقاط خطای احتمالی می شود.

ترانسفورماتور روی پد فلزی

در سال ۱۹۹۵ UNION FENOSA برای اولین بار در اسپانیا این نوع ترانسفورماتورها را معرفی کرد که قبلاً در ایالات متحده به خوبی شناخته شده بودند. این ترانسفورماتورها شامل یک مخزن روغن حاوی ترانسفورماتور، دستگاه های حفاظتی و سوئیچ ها هستند. این طرح شامل یک پیکربندی تغذیه حلقه با دو حالت سه حالته است. سوئیچ قطع کننده، ترانسفورماتور MV/LV و پانل توزیع LV با حفاظت فیوز برای خطوط ولتاژ پایین. تفاوت اصلی استفاده از یک محفظه فلزی مشترک برای تمام عناصر است. این باعث حذف بوش ها، پایانه ها و کابل های اتصال در بین آنها می شود. عنصر عایق مورد استفاده در این فرآیند از روغن های گیاهی با ویژگی های شرح داده شده در زیر می آید.[۸]

اجزای اصلی این طرح عبارتند از (تصاویر ۲ و ۳):

۱ .کلید حلقه: سه موقعیت، (باز–بست–زمین) کلید–قطع کننده

۲ .سوئیچ ترانسفورماتور: دو حالته، (باز–بست) کلید–قطع کننده

۳ .حفاظت حرارتی مغناطیسی.

۴ .اتصالات فیوز محدود کننده جریان پشتیبانELSP

۵ .روی Changer ضربه بزنید

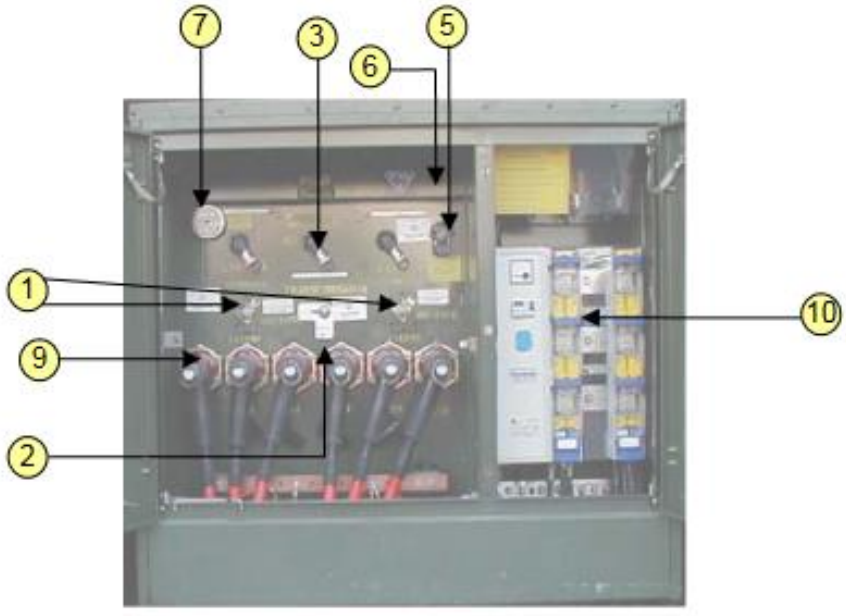
۶ .فشار سنج خلاء

۷ .دماسنج

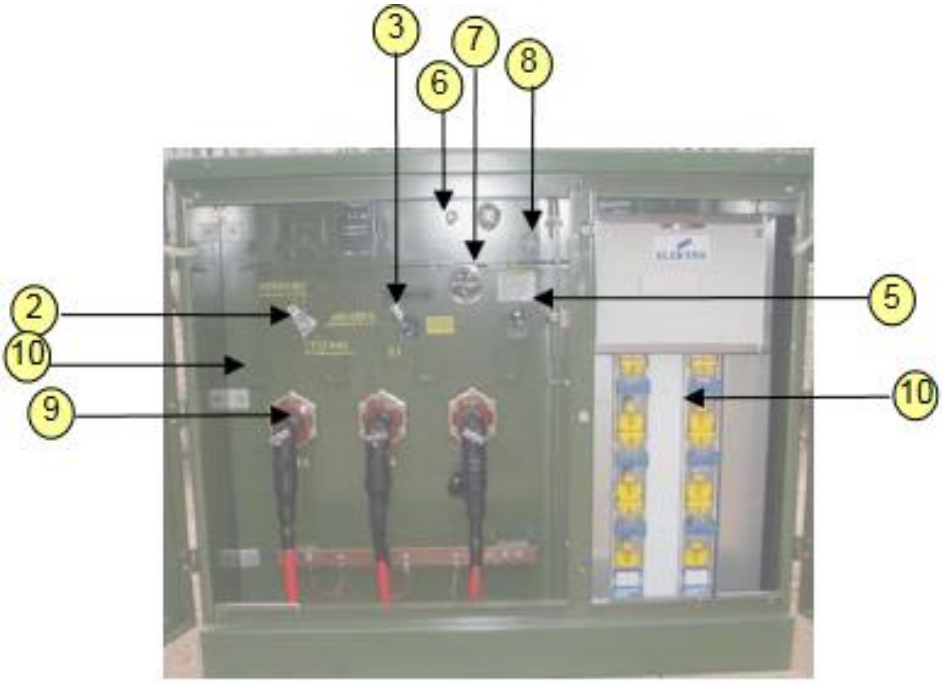
۸ .سطح سنج مایع

۹ .بوش ولتاژ میانی غربال شده.

۱۰. تابلو توزیع LV



تصویر ۲. اجزای ترانسفورماتور مجتمع شهری

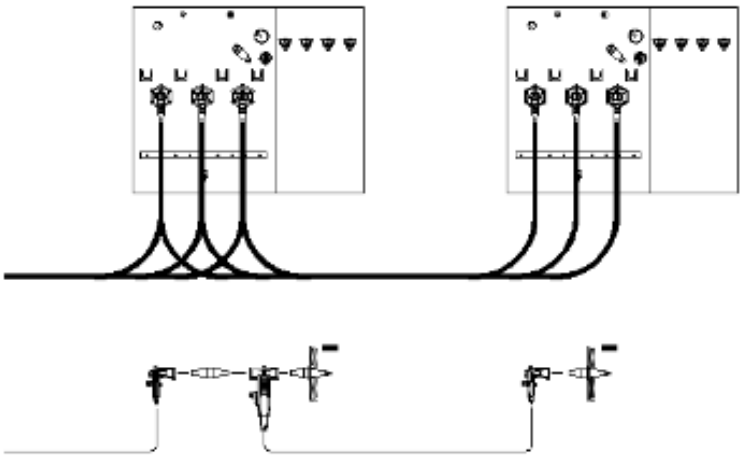


تصویر ۳. اجزای ترانسفورماتور مجتمع روستایی

طراحی جدید: پد شعاعی

با بیش از ۹ سال تجربه در استفاده از پیکربندی Loop Feed، ما یک TS جدید را با تطبیق شبکه های توزیع زیرزمینی در مناطق روستایی و نیمه شهری توسعه داده ایم. این امکان استفاده از ترانسفورماتور شعاعی را به جای قطب معمولی فراهم می کند، مناطقی که خطوط هوایی جدید امکان پذیر نیست.

طراحی مشابه ترانسفورماتور تغذیه حلقه با وسایل حفاظتی مشابه (سوئیچ های مغناطیسی حرارتی و فیوزهای محدود کننده جریان پشتیبان) است. عملکرد ترانسفورماتور دارای کلید سه حالته باز، بستن و ارتینگ فیدر می باشد. توان های موجود در مدل ها ۱۰۰،۱۶۰ و ۲۵۰ کیلوولت آمپر و کشش های ۱۵ و/یا ۲۰ کیلوولت می باشد. این مدل جدید امکان گسترش خط را به ترانسفورماتور دوم می دهد. (تصویر ۴)، جدا شده و خارج از فیدر پارک می شود.[۹]



تصویر ۴. طرح گسترش خط

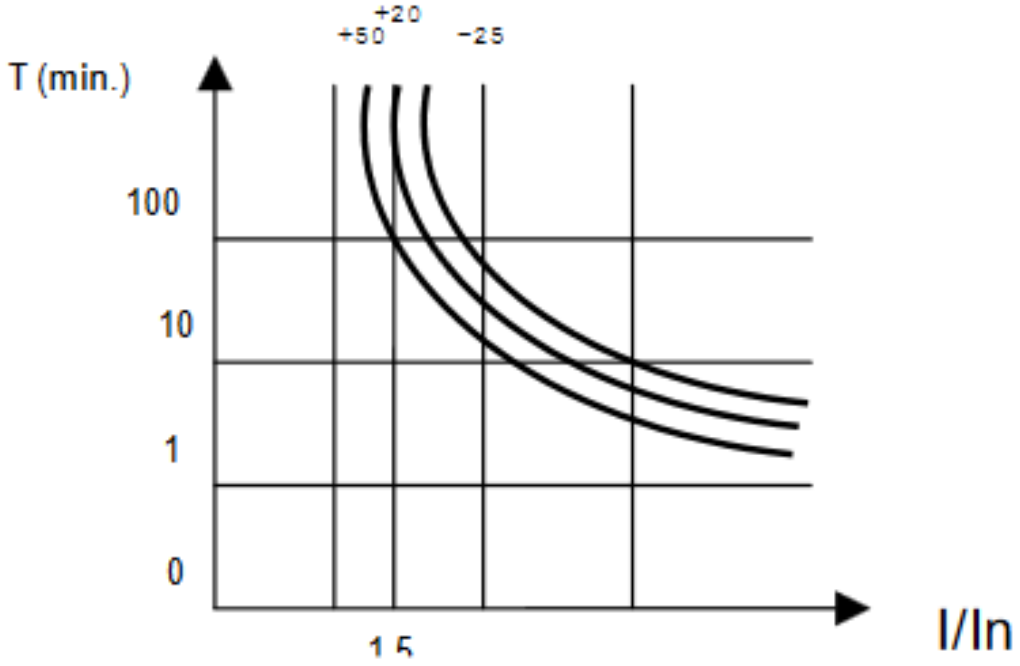
حفاظت ترانسفورماتور

حد بار بستگی به دو ملاحظه دارد: حدود حرارتی. مقدار باری که دما را در یک نقطه بحرانی افزایش می دهد و باعث پیری زودرس در مواد عایق می شود و طول عمر ترانسفورماتور را کاهش می دهد. عناصر محافظ وظیفه کنترل آن را بر عهده دارند.
دما از نقطه بحرانی تجاوز نمی کند، بنابراین در صورت رسیدن این اضافه بار به آن نقطه، منبع تغذیه باید به طور خودکار قطع شود. محدودیت های اقتصادی هنگامی که هزینه ناشی از تلفات بار سودآور باشد، ترانسفورماتور قدرتمندتری توصیه می شود. مشخصه انتقادی ترانسفورماتور با یک منحنی نشان داده می شود. این منحنی حداکثر زمانی را نشان می‌دهد که در آن دستگاه می‌تواند با نرخ اضافه بار معینی کار کند، قبل از فراتر رفتن از نقطه بحرانی، که در آن پیری سریع در طول عمر اتفاق می‌افتد.
منحنی نه تنها با توجه به ویژگی‌های خاص ترانسفورماتور تغییر می‌کند، بلکه به شرایط دیگری نیز بستگی دارد که مهمترین آنها است:

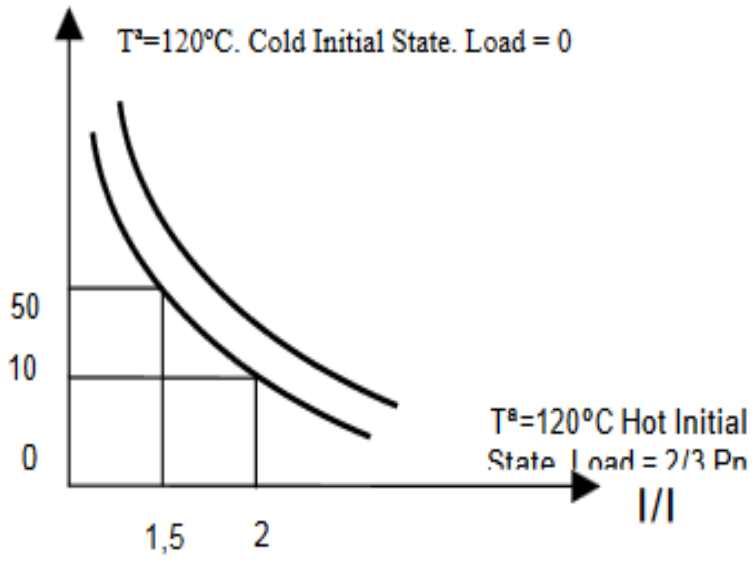
- دمای محیط
- شرایط بار قبل از اضافه بار

دمای محیط: هنگامی که دما کاهش می یابد، ترانسفورماتور شرایط اضافه بار بیشتری را می پذیرد، بنابراین منحنی به سمت راست حرکت می کند. برعکس، هنگامی که دمای محیط افزایش می یابد، اضافه بار مجاز کمتر از قبل خواهد بود، بنابراین منحنی به سمت چپ حرکت می کند.
شرایط بار قبل از اضافه بار: اگر ترانسفورماتور قبل از وضعیت اضافه بار تخلیه شده باشد، نرخ اضافه بار برتر را امکان پذیر می کند. اما اگر بارگذاری شده باشد، اضافه بار پذیرفته شده جزئی خواهد بود. طبق این اطلاعات، حفاظت برای اضافه بار باید با تغییرات منحنی بحرانی ناشی از عوامل مختلف به طور همزمان با رعایت دو شرط تطبیق داده شود:

- همیشه هنگامی که دما به حد بحرانی نزدیک است ترانسفورماتور را جدا کنید.
- اگر ترانسفورماتور می تواند این بار را تحمل کند، هرگز اتصال را قطع نکنید.



تصویر ۵. دمای محیط



تصویر ۶. وضعیت بار قبلی

حفاظت ترانسفورماتور معمولی

حفاظت در ترانسفورماتورهای توزیع همیشه عمدتاً مبتنی بر عناصر ذوب‌پذیر بوده است، هم برای خطاهای اولیه و هم برای اضافه بار. این نوع حفاظت فقط حساسیت جریان است. بنابراین دمای اتاق و شرایط بار در نظر گرفته نمی شود. تعویض فیوز لینک برای هر تجهیزات نیاز به فیوز لینک مناسب دارد که باید توسط تیم های تعمیر و نگهداری حمل شود. بسیاری از فیوز لینک‌های خاص نیز ضروری می‌شوند که به معنای هزینه فوق‌العاده سرمایه‌گذاری و هزینه بالاتر تعمیر است.

خرابی ها. دماسنج تماسی جدید به یک مزیت برای حفاظت از اضافه بار تبدیل شده است، اما از طرف دیگر تاخیر مهمی در صورت بروز میانبرهای جدی در سمت LV دارد که فیوزهای MV را مجبور به کار می کند. بنابراین دسترسی به آنها باید بدون مشکل باشد.[۱۰]

عملکرد محافظ سوئیچ ترمو مغناطیسی

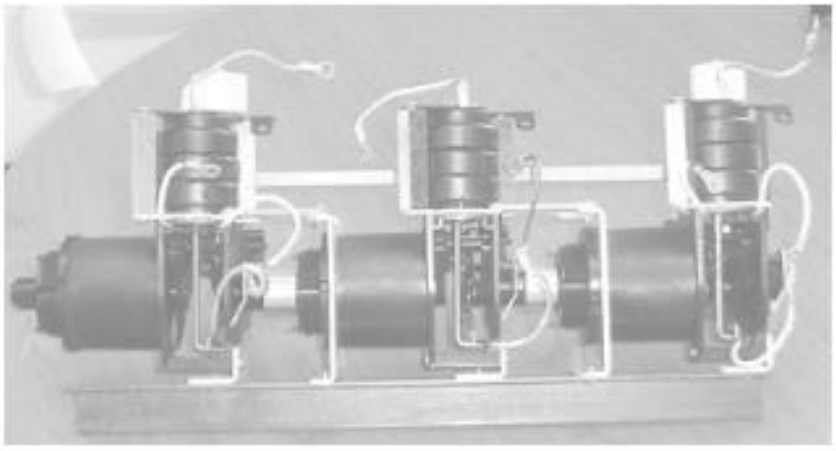
قطع کننده حرارتی مغناطیسی (TMI) یک محافظ جریان بیش از حد است. دستگاهی که از ترانسفورماتورهای توزیع در برابر آسیب های ناشی از اضافه بار و خطاهای ثانویه محافظت می کند. در حال حاضر دو نسخه موجود است: تک فاز و سه فاز.

تصویر ۷. TMI تک فاز

TMIزیر روغن در سمت اولیه ترانسفورماتور نصب شده است. این ترانسفورماتور را قطع می کند تا از آسیب مواد عایق ناشی از دماهای بالا جلوگیری کند TMI .توسط سنسوری فعال می شود که در صورت ترکیبی از دو حالت عمل می کند:

- گرمایRI) ۲ (تولید شده توسط جریان در اولیه.
- دمای روغنی که در آن غوطه ور است.

دمای بیش از حد سنسور را مجبور می کند که از حالت فرومغناطیسی به حالت پارامغناطیس تغییر کند و قابلیت جذب مغناطیسی آن را کاهش دهد که باعث فعال شدن سوئیچ می شود. در شرایط خطا، سنسور اثر اصلی گرمای فعلی را متحمل می شود و باعث واکنش ناگهانی TMI می شود. همانطور که یک عنصر فیوز انجام می دهد. در واقع، منحنی‌های مشخصه زمان–جریان محرک مغناطیسی بسیار شبیه به منحنی‌های فیوز–لینک هستند. برای هر محدوده و ولتاژ kVA باید یک سنسور مناسب تعیین شود. با این حال، این سنسور به افزایش دمای روغن در طول دوره اضافه بار طولانی واکنش نشان می‌دهد. ، که با فیوز لینک ها اتفاق نیفتاد.[۱۱]



تصویر ۸. TMI فاز درختی

در طول اضافه بارهای طولانی، گرمای بیش از حد هم در هسته و هم در سیم پیچ رخ می دهد. گرمای آزاد شده دمای روغن را افزایش می دهد. روغن دما در تماس با سنسور TMI را فعال می کند و از آسیب دیدن عایق و سیم پیچ جلوگیری می کند. به عبارت دیگر، در مقایسه با عنصر فیوز که فقط جریان جریان در آن کنترل می شود، TMI واکنش نشان می دهد. به دمای مایع خنک کننده که خود را با شرایط مختلف مانند شرایط آب و هوایی و وضعیت اضافه بار قبلی تطبیق می دهد، فقط در صورت لزوم کار می کند و در عین حال پیر شدن سریع ترانسفورماتور را کاهش می دهد.[۱۲]

هماهنگی حفاظتTMI

فیوز پیوندهای محدود کننده تا حد زیادی در هنگام خطاهای جدی ترانسفورماتور ناکارآمد هستند. با این حال، TMIو فیوز–لینک که با هم کار می کنند این مورد را پوشش می دهند. توزیع عملکردهای حفاظتی برای ترانسفورماتور به صورت زیر است:

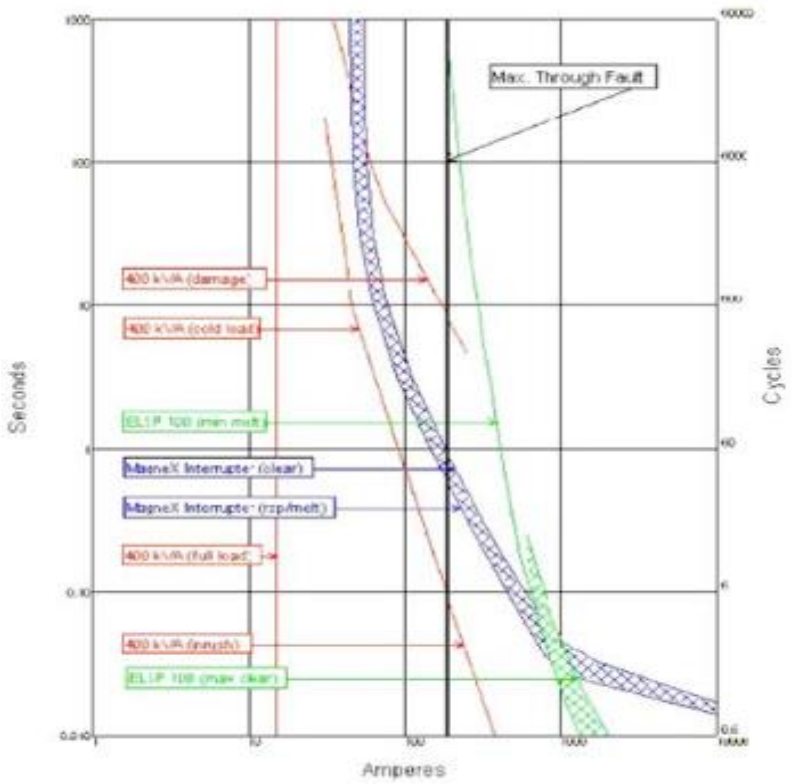
فیوز لینک در صورت اتصال کوتاه در سطح ولتاژ متوسط کار می کند، بنابراین فقط زمانی که ترانسفورماتور دچار خرابی داخلی باشد. تحت شرایط مختلف TMI همانی است که سفر می کند.

این طرح ساده امکان استفاده بهینه از ترانسفورماتور را در صورت اضافه بار فراهم می کند.

هنگامی که بار اضافی و/یا اتصال کوتاه در سمت LV اتفاق می افتد، TMIترانسفورماتور را خاموش می کند.

هنگامی که یک تابلو توزیع ولتاژ پایین با فیوز لینک نصب می شود تا از خطوط خروجی محافظت شود، TMIبا آنها هماهنگ می شود، بنابراین، در صورت بروز خطا در شبکهLV ، فیوز لینک ها قبل از انجام TMI عمل می کنند.

با انجام این کار، در صورت بروز خطا در یکی از خطوط خروجی LV از قطع کامل اتصال جلوگیری می شود.



تصویر ۹. هماهنگی حفاظت TMI

کاهش تلفات

مرحله اول: ترانسفورماتورهای شهری

به دنبال سیاست صرفه جویی و بهره وری ما، کاهش تلفات در پست های ترانسفورماتور نصب شده روی پد برای ما بسیار مهم بود. کاهش هزینه و اندازه در ترانسفورماتورها چندین نتیجه داشت:

- ترانسفورماتورها به مشتریان نزدیکتر شدند .
- شبکه ولتاژ پایین کوتاهتر.
- کاهش تلفات و نرخ خطا در شبکه LV

از سوی دیگر، با توجه به ویژگی‌های ترانسفورماتورهای MV/LV و تعداد روزافزون وسایل موجود، هرگونه صرفه‌جویی واحد به معنای صرفه‌جویی چند برابری در نهایت است. در سال ۱۹۹۸ کاهش زیادی در تلفات برای TS سوار بر پد شهری (۲۵۰، ۴۰۰، ۶۳۰ کیلو ولت آمپر). جدول ۱ نرخ تلفات مغناطیسی و همچنین توان های مختلف قبل و بعد از سال ۱۹۹۸ را نشان می دهد.

صرفه جویی واحد		۱۹۹۸ – ۲۰۰۵		قبل از سال ۱۹۹۸		
%	(W)	P_{cu}	P_o	P_{cu}	P_o	kVA
۲۵	۹۷۰	۲۴۵۰	۴۸۰	۳۲۵۰	۶۵۰	۲۵۰
۲۰	۱۱۵۰	۳۶۵۰	۷۳۰	۴۶۰۰	۹۳۰	۴۰۰
۲۰	۱۵۰۰	۵۲۵۰	۱۰۵۰	۶۵۰۰	۱۳۰۰	۶۳۰

جدول ۱: نرخ تلفات در ترانسفورماتورهای UNION FENOSA

این کاهش تلفات به معنای افزایش هزینه ترانسفورماتور شهری نیست زیرا همراه با توسعه انقلابی در اسپانیا از ترانسفورماتورهای TS که بر اساس اطلاعات قبلی کاهش قابل توجهی در ابعاد، هزینه ساخت و نصب دارند، به وجود آمد. با مشاهده انرژی صرفه جویی شده

به دلیل کاهش تلفات، باید تأثیر آنها را در عملکرد دستگاه به خاطر بسپاریم. تلفات مغناطیسی به طور دائمی در طول عمر دستگاه رخ می دهد، به این معنی که ترانسفورماتور به مدت ۸۷۶۰ ساعت در سال به طور دائم متصل است. تلفات بار، ما در نظر می گیریم که اکثر ترانسفورماتورها با ۶۰ درصد بار اسمی در طول ۴۰۰۰ ساعت در سال کار می کنند.[۱۳]

در جدول ۲ می توان تعداد ترانسفورماتورهای نصب شده از ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۳ و همچنین کاهش تلفات سالانه توسط UNION FENOSAبرای این دوره را مشاهده کرد. ۲۱ درصد انرژی بی مصرفی که از طریق خطوط برق می گذرد تا تلفات آتی را جایگزین کند. بنابراین انرژی صرفه جویی شده در این ۶ سال به لطف این ترانسفورماتورها به اندازه یک نیروگاه ۶۶۷ کیلو ولت آمپر است که به مدت ۸۷۶۰ ساعت در سال با بار کامل کار می کند. همچنین به معنای کاهش ۱ MVA در بار نصب شده یا ۲۲۲۰۰۰ یورو در سال است. با توجه به قیمت فعلی بازار انرژی در اسپانیا (۳۷۰۷ سنت در کیلوولت ساعت). از نظر زیست محیطی و طبق گزارش موسسه بین المللی حفاظت از انرژی در اروپا، این تلفات کاهش انتشار ۲,۳۰۰ تن 2CO، ۱۲,۳ تن NOX و ۳۷ 2SO در سال است.

kVA	شماره. ترفس.	تلفات (MWh)		صرفه جویی واقعی
		عادی	کاهش	(MWh)
۲۵۰	۵۵۹	۵۷۹۹	۴۳۲۳	۱۴۷۶
۴۰۰	۱۲۰۲	۱۷۷۵۵	۱۴۰۰۴	۳۷۵۱
۶۳۰	۲۰۰	۴۱۴۹	۳۳۵۱	۷۹۸
TOTAL	۱۹۶۱	۲۷۷۰۳	۲۱۶۷۸	۵۸۴۵
				۲۱٪

جدول ۲: صرفه جویی در تلفات سالانه در مرحله اول

مرحله دوم: ترانسفورماتورهای نیمه شهری و روستایی

به منظور ادامه تحقیقاتی که در سال ۱۳۷۷ با کاهش تلفات در ترانسفورماتورهای شهری آغاز شد، تصمیم گرفتیم که این تصفیه را در بقیه ترانسفورماتورها برای مونتاژ در شبکه گسترش دهیم، به ویژه در پدال شعاعی اخیر برای شبکه زیرزمینی در نیمه شهری. در ترانسفورماتورهای ۱۰۰، ۱۶۰ و ۲۵۰ کیلوولت آمپر بر کاهش تلفات بی باری تاکید می کنیم، زیرا این ترانسفورماتورها معمولاً با بار کمتری کار می کنند.

kVA	طبیعی		کاهش		صرفه جویی واحد	
	P_o	P_{Cu}	P_o	P_{Cu}	(w)	%
۱۰۰	۳۲۰	۱۷۵۰	۲۰۰	۱۷۵۰	۱۲۰	۶
۱۶۰	۴۶۰	۲۳۵۰	۳۲۰	۲۳۵۰	۱۴۰	۵
۲۵۰	۴۸۰	۲۴۵۰	۴۰۰	۲۴۵۰	۸۰	۳
۴۰۰	۷۳۰	۳۶۵۰	۶۰۰	۳۶۵۰	۱۳۰	۳
۶۳۰	۱۰۵۰	۵۲۵۰	۸۵۰	۵۲۵۰	۲۰۰	۳

جدول ۳: کاهش دوم تلفات در UNION FENOSA

جدول ۳ کاهش تلفات در واحدهای جدید را از نرخ های معمول (یونسا) و با احتساب نرخ های تعیین شده فعلی نشان می دهد. کاهش دوم نیز برای ترانسفورماتورهای شهری در نظر گرفته شده است که تلفات بی باری را بیشتر از تلفات بار تقویت می کند. برای مشاهده کاهش تلفات، این مورد را برای ترانسفورماتورهای موجود در شرکت اعمال کرده ایم. مرجع در سند اروپایی هماهنگ ۴۲۸HD گنجانده

شده است. ۵۰A٪ از ترانسفورماتورهای در حال کار دارای نرخ تلفات نرمال تخمین زده می شوند (طبیعی در ترانسفورماتورهایUNESA) و ۵۰٪ باقیمانده را ۱,۳ برابر این تلفات ناشی از منسوخ بودن ترانسفورماتورها در نظر می گیریم. مطالعه در جدول ۴ شامل ترانسفورماتورهای در حال کار است اما نه موارد موجود در جدول ۲ که از سال ۱۹۹۸ به بعد نصب شده اند (در حال حاضر نرخ بارگذاری کمتر از ۴۰٪ را نشان می دهند).[۱۴]

به طور خلاصه، این ترانسفورماتورهای جدید نسبت به ترانسفورماتورهای موجود ۳۹ درصد، برای ترانسفورماتورهای روستایی ۳۵ درصد و برای ترانسفورماتورهای شهری ۴۱ درصد کاهش انرژی دارند. کاهش تلفات کلی در این حالت ۸۲۳۸۷ مگاوات ساعت در سال خواهد بود. این صرفه جویی مانند یک نیروگاه است. ۹,۵ مگاوات با حداکثر بار در ۸۷۶۰ ساعت در سال کار می کند و ۱۵ مگا وات بار نصب شده را کاهش می دهد (یک پست کوچک). هزینه انرژی در بازار انرژی حدود ۳,۰۵۰,۰۰۰ یورو در سال است. از نظر زیست محیطی، اگر ترانسفورماتورهای قدیمی جایگزین شوند، انتشار سالانه ۲CO در جو به ۳۲۰۰۰ تن کاهش می یابد، ۱۶۴NOx و ۴۸۰ برای ۲SO.

صرفه جویی واقعی	تلفات (MWh)		شماره ترفس	kVA
(MWh)	کاهش	عادی		
۱۰۲۳۹	۱۷۹۳۶	۲۸۱۷۵	۶۲۴۵	۱۰۰
۸۳۳۱	۱۷۴۴۸	۲۵۷۷۹	۴۰۵۱	۱۶۰
۱۰۸۳۴	۱۴۲۰۷	۲۵۰۴۱	۲۸۰۱	۲۵۰
۱۹۵۹۲	۲۸۸۱۱	۴۸۴۰۳	۳۷۹۵	۴۰۰
۳۳۳۹۱	۵۱۰۰۴	۸۴۳۹۵	۴۷۲۰	۶۳۰
۸۲۳۸۷	۱۲۹۴۰۶	۲۱۱۷۹۳	۲۱۶۱۲	TOTAL
۳۹٪	صرفه جویی در ضررهای جهانی			

جدول ۴: صرفه جویی در تلفات بالقوه سالانه در UNION FENOSA

استفاده پیشرفته از بار ترانسفورماتور

مزیت مهم دیگر TS جدید مربوط به سیستم حفاظتی است. سیستم حفاظتی مبتنی بر TMI به ترانسفورماتور اجازه می دهد تا تحت شرایط اضافه بار کار کند، اما با این وجود این باعث افزایش پیری و خرابی دائمی نمی شود.

صرفه جویی مهم در تلفات بدون بار است. در غیر این صورت، اگر پیک ۲۰۰ کیلووات در طول سه ساعت در روز داشته باشیم، یک ترانسفورماتور ۲۵۰ کیلوولت آمپر با تلفات مغناطیسی کلی ۴۰۰ وات در سال نصب می کنیم. اگر ۱۶۰ کیلو ولت آمپر نصب کنیم. این تلفات دائمی ترانسفورماتور ۳۲۰ وات خواهد بود. تلفات بار با این ترانسفورماتور بیشتر خواهد بود، اما با توجه به شرایط بار، تأثیر زیادی بر ارقام سالانه ندارد و در نهایت باعث کاهش تلفات می شود. اگر تصمیم به نصب ترانسفورماتور با توان کمتر در ۵۰۰۰ داشته باشیم. دستگاه‌های با حفاظت جدید، ۵۰۰۰ مگاوات ساعت کاهش اضافی در سال خواهیم داشت، که به عبارت دیگر، ژنراتور ۶۰۰ کیلوولت آمپر با حداکثر بار در طول سال کار می‌کند، همچنین ۲۰۰۰ تن ۲CO، ۱۲ NO X و ۳۶ ۲SO. هزینه در بازار انرژی ۱۸۵۲۰۰ یورو در سال است.[۱۵]

خنک کننده دی الکتریک

خنک کننده مورد استفاده در این طرحFR ۳ است، محصولی که توسط Cooper Power Systems توسعه یافته و از روغن های گیاهی درجه بندی شده غذایی و مواد افزودنی برای به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی تولید شده است. روغن دانه کالا از محصولات معمولی به دست می آید و منبعی تجدیدپذیر است. با توجه به OECD G.L. ۲۰۳، یکی از حساس ترین تست ها برای سمیت، مایعFR ۳ عملکرد استثنایی با مرگ و میر صفر از خود نشان داد. همچنین استانداردهای EPA را برای محصول نهایی زیست

تخریب پذیر در آب و خاک رعایت می کند. تجزیه حرارتیCO_2 وH_2Oتولید می کند اما نمی تواند ترکیبات Furanic و Dioxin تولید کند. این به آسانی زیست تخریب پذیر است و در صورت خرید بیش از حد می تواند به عنوان بیودیزل برای روغن سوخت استفاده شود. با توجه به ویژگی های خاص آن در ایالات متحده، توسط قوانین فدرال روغن خوراکی تنظیم می شود. به منظور تمایز آنها از سایر مایعات و افزایش خواص زیست محیطی آن است. رنگ مایل به سبز داده شده است. جدول ۵ ویژگی های مایع خنک کننده دی الکتریک را در ترانسفورماتورها در مقایسه با ۳FR نشان می دهد.[۱۶]

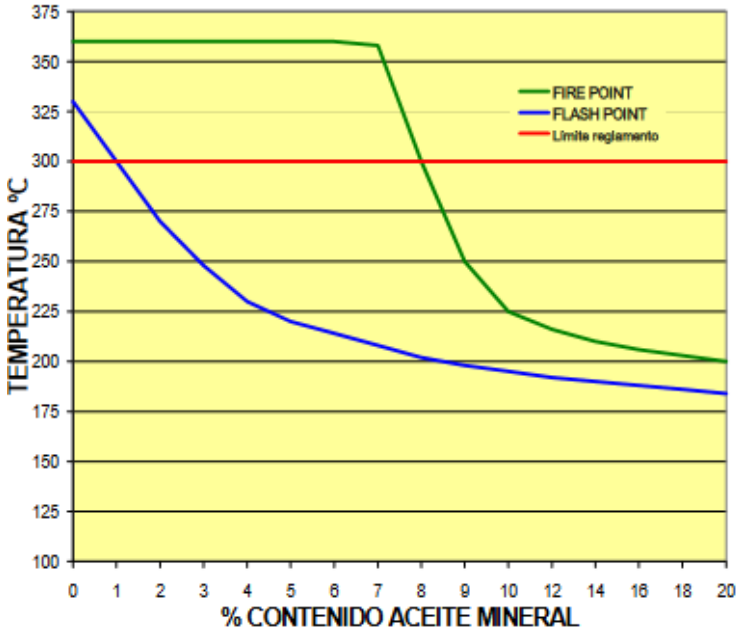
CARACTERÍSTICAS DE DIVERSOS FLUIDOS REFRIGERANTES						
Característica	**FR3**	**R-TEMP**	**Aceites convencionales**	**Aceites de Silicona**	**Esteres sinteticos**	**Metodo de ensayo**
Rigidez Dieléctrica(kV)	56	52	45	35-70	45 a 70	ASTM D877
Viscosidad 40°C	33	113	9,2	39	14 a 29	ASTM D445
Viscosidad 100°C	8	12	2,3	17	4 a 6	ASTM D445
Fire Point °C	324	276	147	300	250 a 270	ASTM D92
Flash Point °C	360	312	165	343	300 a 310	ASTM D92
Pour Point (°C)	-21	-22	-50	-55	-40 a -50	ASTM D97
Densidad (kg/dm3)	0,92	0,87	0,87	0,96	0,9 a 1,00	ASTM D1298
Calor específico (J/g.°K)	2,09	1,88	1,63	1,5	1,8 a 2,3	ASTM E1269
Conductividad térmica (W/m.°K)	0,17	0,13	0,11 - 0,16	0,16 - 0,17	0,15	CPS
Coeficiente de dilatación (10^-4/°K)	7,4	7,3	7 - 9	10	6,5 a 10	CPS

جدول ۵. ویژگی های مایع خنک کننده دی الکتریک

ایمنی آتش

در ۳FR، هر دو (۳۶۰FIRE POINT(º و ۳۳۰FLASH POINT(º نسبت به سایر مایعات مانند سیلیکون، استرهای مصنوعی یا روغن‌های معمولی برتری دارند. این ویژگی نیاز به کپسول آتش نشانی را در ترانسفورماتورهای نصب شده بر روی پد که مطابق با ۴,۱ ۱۴MIE-RAT (مقررات ولتاژ بالا اسپانیایی) است را برطرف می کند. به دلیل ویژگی‌های غیرآلاینده و در نهایت زیست تخریب‌پذیر، ساخت یک گودال نفتی با رعایت استاندارد ۵,۱ MIE-RAT غیرضروری می‌شود، زیرا نشت‌های تصادفی باعث آلودگی زمین و آب نمی‌شوند. و می‌توان آن را در هر محیط یا مکانی نصب کرد.

(تغییر نقطه آتش فلاش با توجه به محتوای روغن معدنی)



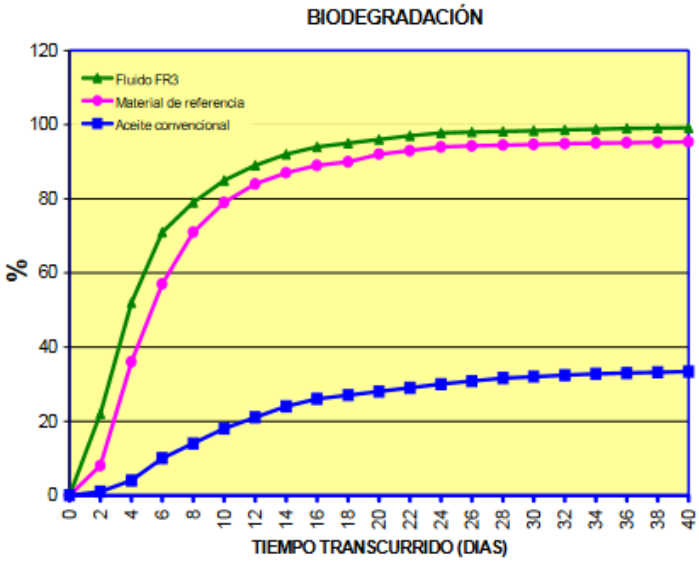
تصویر ۱۰. نقطه فلاش و آتش بسته به درصد روغن معدنی

انتقال کالری

نقطه ریزش ((PPو ویسکوزیته در سیال خنک کننده بسیار مهم هستند. PP حداقل دمایی را نشان می دهد که روغن در آن می تواند استفاده شود و همچنان کار کند. ویسکوزیته به اتلاف گرما در ترانسفورماتور کمک می کند به خصوص در یک تبرید طبیعی (مانند ترانسفورماتورهای توزیع) ۳FR دارای PP بسیار بالا، −۲۱ درجه سانتیگراد (استاندارد بین ۳۰− و −۴۰ است) و ویسکوزیته بالاتری نسبت به سایر ترانسفورماتورهای طبیعی معمولی دارد. روغن‌ها. این به معنای جریان آهسته‌تر مایع است که با القای حرارتی بهتر و گرمای ویژه جبران می‌شود، البته ضریب انبساط نیز کمتر از روغن‌های دیگر است. این ویژگی خاص ۳FR اجازه استفاده از آن را در ترانسفورماتورهای موجود، بدون تغییر در طراحی، می‌دهد. هسته مغناطیسی یا مخازن نفت، از جمله مقاوم سازی یکپارچه ترانسفورماتورهای توزیع.

سازگاری شیمیایی

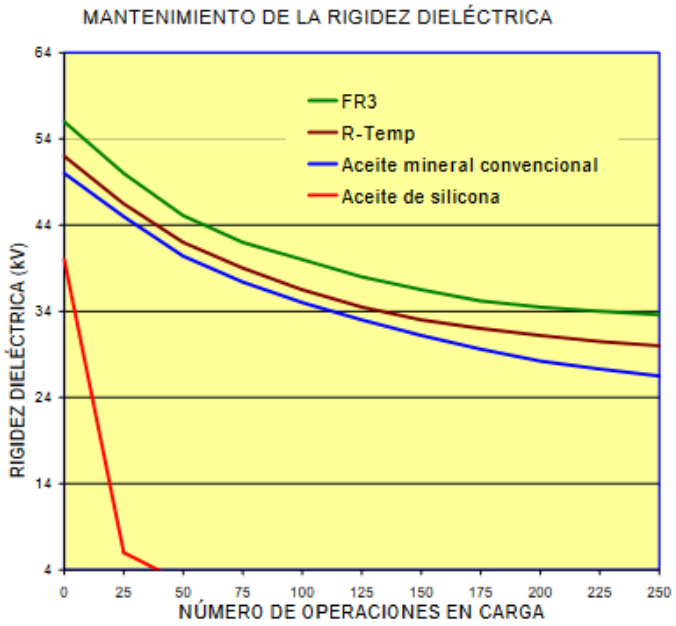
ساختار شیمیایی از روغن های گیاهی تشکیل شده است. این کاملاً با مواد عایق و سایر اجزای مورد استفاده در روغن ترانسفورماتور سازگار است. ثابت شده است کهFR ۳ پیری کاغذ ناشی از دماهای بالا را به حداقل می رساند. در کنار چندین آزمایش پیری تسریع شده در کاغذ عایق، غوطه ور در خنک کننده های مختلف، این سیال است نشان داده است که طول عمر عایق را افزایش می دهد و ظرفیت اضافه بار بیشتری را امکان پذیر می کند. کاملاً با روغن‌های معدنی معمولی قابل اختلاط است و خصوصیات را حتی در شرایط بسیار آلوده حفظ می‌کند. یک ترانسفورماتور معمولی را می‌توان با ۳FR تقویت کرد و نیازی به تمیز کردن روغن معدنی باقی‌مانده نیست که به معنای صرفه‌جویی در تعمیر و نگهداری است.



تصویر ۱۱. زیست تخریب پذیری

قدرت دی الکتریک

۳FR در مقایسه با روغن‌های خنک‌کننده معمولی و سایر خنک‌کننده‌های با کیفیت بالا مانند R-Temp یا روغن‌های سیلیکونی، قدرت دی‌الکتریک برتری دارد. حتی با وجود رطوبت زیاد، که با روغن های معمولی امکان پذیر نیست، این ویژگی ها همچنان ثابت می مانند. رطوبت ۲۲۰ ppm در این روغن معادل ۱۰ ppm برای روغن معدنی است. این واقعیت آن را برای ترانسفورماتورهای دارای محفظه هوا مناسب می کند. ۳FR به عنوان یک عامل خشک کننده کاغذ و سایر عایق ها عمل می کند، رطوبت را جذب می کند و عمر طولانی تری به ترانسفورماتور می دهد. به دلیل کاهش لجن کک و تمایل به گازدهی آن به عنوان یک عایق و خاموش کننده قوس (کلید قطع کننده بار شکن) ایده آل است و در عین حال امکان نصب ترانسفورماتور و قطع کننده فیدر را در یک مخزن می دهد.[۱۷]



تصویر ۱۲. قدرت دی الکتریک

کاهش آکوستیک

ترانسفورماتور محفظه فلزی از روغن ها به عنوان یک سیال عایق استفاده می کند. باید با مقررات نویز آمریکا (ANSI-NEMA) و اروپا (CEI) مطابقت داشته باشد. میدان مغناطیسی نویز در هسته ترانسفورماتور به دلیل ارتعاش ذرات آهن در هنگام تغییر جهت در طول تغییرات جریان مغناطیسی ایجاد می شود. نرخ نویز با توجه به نرخ جریان هسته متفاوت است، که همچنین به طراحی و ولتاژ اعمال شده آن بستگی دارد. برای مشاهده نویز تولید شده در ترانسفورماتور باید ولتاژ اسمی را در سیم پیچ اعمال کنیم و نتیجه را در هنگام افزایش از ۱۱۰٪ به ۱۲۰ مشاهده کنیم همچنین روغن اطراف هسته ترانسفورماتور به صورت صدا عمل می کند.[۱۷]

عایق در نتیجه، این ترانسفورماتورها به دلیل داشتن حجم روغن بیشتر از ترانسفورماتورهای معمولی، کم صداتر هستند.طبق مقررات بین المللی، محدودیت نرخ نویز در ترانسفورماتور به توان، ولتاژ اعمال شده و روش تست آن بستگی دارد. NEMA و CEI حد dB۵۵ را تعیین می کنند. در ترانسفورماتورهای ۱۰۱ تا ۳۰۰ کیلو ولت آمپر و ۵۶ دسی بل برای بیش از ۳۰۰ کیلو ولت آمپر. در اسپانیا ۷۰ درصد از جمعیت از سطح نویز بیش از ۶۵ دسی بل رنج می برند که این حد نویز قابل قبول است. درصد فعلی ۲۰٪ کمتر از مقادیر تعیین شده توسط NEMA و CEI است. از طرف دیگر، برای به دست آوردن حداکثر سطح مجاز، ولتاژ تغذیه مورد نیاز ۲۱٪ بیش از ولتاژ اسمی است، بنابراین بسیار بالاتر از حد تامین کیفیت است. . چندین مطالعه در دستگاه‌های خاص صحت سطوح نویز را ثابت کرده‌اند.

نتیجه گیری

این سند خلاصه ای از معیارهای دنبال شده در طراحی این ترانسفورماتورهای جدید بر اساس سال ها توسعه و تجربه در صنعت برق، از جمله خواسته های جدید مانند نگرانی های زیست محیطی و افزایش بهره وری انرژی است. شبکه پست‌ها. با توجه به تقاضای تنوع و استفاده از فناوری‌های مناسب مختلف در پست‌های ترانسفورماتور، یونیون فنوسا با همکاری سازندگان اسپانیس، انگیزه تکامل ترانسفورماتورهای نصب‌شده روی پد، با مزایای یکسان یا حداقل کاملاً مشابه در پست‌های ترانسفورماتور را فراهم کرده است. در حال حاضر این پست های ترانسفورماتور در مرحله نهایی طراحی و آزمایش هستند و تا چند ماه دیگر امکان تولید سریال وجود دارد.

شامل تمامی امکانات:

- بازیافت مواد ← صرفه جویی در کالاها ← صرفه جویی در انرژی.
- خنک کننده زیست تخریب پذیر و غیر سمی ← صرفه جویی در دفع ← صرفه جویی در انرژی .
- امنیت آتش نشانی.
- کاهش تلفات ← صرفه جویی در انرژی .
- کاهش نویز ← صرفه جویی در اقدامات اصلاحی ← صرفه جویی در انرژی.
- کاهش فضا.

References

[۱] A. Abu-Siada, S. Islam,A novel online technique to detect power transformer winding faults,IEEE Tran, ۲۷ (۲) (۲۰۱۲), pp. ۸۵۷-۸٤۹,
[۲] V. Nurmanova, M. Bagheri, A. Zollanvari, K. Aliakhmet, Y. Akhmetov, G.B. G.harehpetian,A new transformer FRA measurement technique to reach smart interpretation for inter-disk faults,IEEE Tran.., ۳٤ (٤) (۲۰۱۹), pp. ۱٥۱۹-۱٥۰۸,
[۳] J. Chong, A. Abu-Siada,A novel algorithm to detect internal transformer faults
Proceedings of the IEEE Power and Energy Society General Meeting, IEEE(۲۰۱۱), pp. ٥-۱
[٤] M. Bagheri, M.S. Naderi, T. Blackburn, T. Phung,Practical challenges in online transformer winding deformation diagnostics,Proceedings of the ۲nd International Conference on Electric Power and Energy Conversion Systems (EPECS), IEEE (۲۰۱۱), pp. ٦-۱
[٥] S.H. Hosseini, M. Vakilian, G.B. Gharehpetian,Comparison of transformer detailed models for fast and very fast transient studies
IEEE Tran.., ۲۳ (۲) (۲۰۰۸), pp. ۷٤۱-۷۳۳
[٦] M. Popov,General approach for accurate resonance analysis in transformer windings,Electr.., ۱٦۱ (۲۰۱۸), pp. ٥۱-٤٥
[۷] D. Smugala, W. Piasecki, G. Bywalec, M. Ostrogorska, O. Granhaug, P. Skryten,Very Fast Transient Suppressing Device (۲۰۱٥)
[۸] W. Piasecki, G. Bywalec, M. Florkowski, M. Fulczyk, J. Furgal,New approach towards very fast transients suppression,Proceedings of the IPST (۲۰۰۷)
[۹] A. Heidary, K. Rouzbehi, H. Radmanesh, J. Pou,Voltage transformer ferroresonance: an inhibitor device,IEEE Trans., ۳٥ (٦) (۲۰۲۰), pp. ۲۷۳۳-۲۷۳۱
[۱۰] Y. Zhang, Q. Yang, S. Xie, C. Zhang,Mechanism and application of arrester block voltage division to lightning transient voltage monitoring in substation,transformers,IEEE Trans, Electromagn. Compat., ٦۱ (۳) (۲۰۱۹), pp. ٦۹٦-٦۸۹
[۱۱] M. García-Gracia, M. Villén, M. Cova, N. El Halabi,Detailed three-phase circuit model for power transformers over wide frequency range based on design parameters,Electr. ۹۲ (۲۰۱۲), pp. ۱۲۲-۱۱٥
[۱۲] T.A. Papadopoulos, A.I. Chrysochos, A.I. Nousdilis, G.K. P.apagiannis
Simplified measurement-based black-box modeling of distribution transformers using transfer functions,Electr.., ۱۲۱ (۲۰۱٥), pp. ۸۸-۷۷
[۱۳] R. Aghmasheh, V. Rashtchi, E. Rahimpour,Gray box modeling of power transformer windings for transient studies,IEEE Tran.., ۳۲ (٥) (۲۰۱۷), pp. ۲۳٥۹-۲۳٥۰
[۱٤] E. Rahimpour, J. Christian, K. Feser, H. Mohseni,Transfer function method to diagnose axial displacement and radial deformation of transformer windings,IEEE Tran., ۱۸ (۲) (۲۰۰۳), pp. -٤۹۳ ٥۰٥
[۱٥] R.M. Del Vecchio, B. Poulin, P.T. F.eghali, D.M. Shah, R. Ahuja
Transformer Design Principles,CRC press (۲۰۱۷)
[۱٦] M.G. N.iasar, W. Zhao,Impulse voltage distribution on disk winding: calculation of disk series capacitance using analytical method,Proceedings of the IEEE International Conference on High Voltage Engineering and Application (ICHVE), IEEE (۲۰۲۰), pp. ٤-۱
[۱۷] E. Rahimpour, "Hochfrequente modellierung von transformatoren zur berechnung der übertragungsfunktion [high frequency modeling of transformers using the transfer function]," Ph. D. dissertation, University of Stuttgart, ۲۰۰۱.

Abstract

During the last 30 and 40 years, TS transformer substations have evolved a lot, from the classic assembly in open areas, partition walls and outdoors, to the existing model, in order to increase human safety and material reliability, as well as significant progress. Assembly and space reduction, new results such as metal enclosures, prefabricated buildings, compact transformer substations and finally installed substations are also revolutionary. Due to society's increasing concern about the environment, the industry as a whole is rethinking the design and materials that may mean pollution, trying to replace them as much as possible with environmentally friendly communities. The inevitable development of society cannot and should not destroy the future of the earth. The time for sustainable development has come. So our work here today is a help in that sense.

Keywords: high frequency transformer model, protection, converter, transient signals, environment.