دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان‌نامه کارشناسي

گرایش: قدرت

عنوان :

تشریح اصول عملکرد تپ چنجر ترانسفورماتورهای قدرت

استاد راهنما: **دکتر نظامی زاده**

نگارش: **محمدرضا قدیمی**

بهار ۸۸

عنوان:

بررسی مشخصات فنی ونحوه سیم بندی تپ چنجرهای ترانسفورماتور های قدرت

فهرست

مقدمه

فصل اول: ساختمان انواع تپ چنجرو اصول عملکردآنها

مقدمه‌ای در مورد تپ‌چنجر.....۹

اصول کار

انواع تپ‌چنجرها از لحاظ عملکرد در مدار

تپ‌چنجرهای غیر قابل قطع زیر بار

انواع تپ‌چنجرهای غیر قابل قطع زیر بار

نحوه اتصالات تپ‌چنجرهای غیر قابل قطع زیر بار

اطلاعات کاربردی مربوط به تپ‌چنجرهای غیر قابل قطع زیر بار

تپ‌چنجرهای قابل قطع زیر بار

مدارهای سیم‌پیچی تپ‌چنجرهای قابل قطع زیر بار و ارتباط آنها با هم

اصول عملکرد مدارات سیم‌پیچی تپ‌چنجرهای قابل قطع زیر بار

اساس کار تپ‌چنجرهای دو مرحله‌ای

اساس کار تپ‌چنجرهای تک‌مرحله‌ای

سیکل جریان عبوری کلید محدودکننده

افزایش حرارت و پایداری حرارتی

پارامترهای مهم در انتخاب یک تپ‌چنجر مناسب

عمر مکانیکی و الکتریکی قابل انتظار

قدرت دی‌الکتریک تپ‌چنجرها

معرفی چند نمونه تپ‌چنجر

روشهای کنترل پارالل تپ‌چنجرها

فصل دوم:نحوه سیم پیچی تپ چنجرهاوانواع مختلف آن

مقدمه.....۴۲

2-1)انواع سیم ها

2-2) انواع سیم‌پیچی ها و بوبینها

2-3) مدارهای سیم‌پیچی تپ‌چنجرهای قابل عمل زیر بارو ارتباط آنها

2-۴) حالات مختلف مدارسیم‌پیچی تپ‌چنجرهای شرکت M R (استاندارد آلمان):

2-5) بویین تنظیم ولتاژ (Fein) :

فصل سوم: معرفی چند نمونه از تپ‌چنجرهای موجود در شبکه برق ایران.....۶۷

3-1) تپ‌چنجرهای مدل MR

Type v

Type G

Type M&MS

Type R&RM

(۳-۲ بررسی یک نمونه واقعی

فصل چهارم: سیستم حفاظتی تپ‌چنجر.....۱۰۴

حفاظت تپ‌چنجر قابل عمل زیر بار

سیستم حفاظتی

انواع رله های حفاظتی موجود از لحاظ نوع عملکرد

رله محافظ *RS-2001*

تنظیم فشار با استفاده از دیاگرام تنظیم فشار

رله محافظ کنترل‌کننده موج فشار *DW-2000*

شیر فعال کوالی‌ترول

رله جانسون

مانیتورینگ و کنترل از راه دور

نسل جدید موتوردرایوها و تپ‌چنجرها

فصل پنجم: سیستم موتور محرک تپ‌چنجرها.....۱۱۵

بررسی عناصر کنترل‌کننده

مکانیزم عملکرد تپ‌چنجرها

مدار فرمان تپ‌چنجرها

سیستم فرمان موتور درایو

قسمت مکانیکی فرمان تپ‌چنجر

مواردی چند در مورد مکانیزم عملکرد

فصل ششم: آزمایشات انجام‌شده بر روی تپ‌چنجرها.....۱۲۷

آزمایشات و کنترل‌های مربوطه برای سیستم‌های فرمان تپ‌چنجر

انواع آزمایشات

تشریح حوادث مهم روی تپ‌چنجرها

موادی که هنگام نصب تپ‌چنجر باید رعایت نمود

ضمیمه

منابع و مراجع

مقدمه

مقدمه

چنانچه می دانیم یکی از مشخصه های مهم یک سیستم قدرت ایده آل وجود ولتاژ نسبتاً ثابت در همه نقاط شبکه است. انرژی الکتریکی مورد نیاز مصرف کننده وقتی دارای کیفیت مطلوب می باشد که تغییرات ولتاژ و فرکانس آن از حد معینی تجاوز ننماید. یکی از مهمترین نکات در مورد تولید و توزیع انرژی الکتریکی ثابت نگاه داشتن ولتاژ و فرکانس برای مصرف کنندگان می باشد. عمل تثبیت فرکانس در نیروگاه و عمل تنظیم و تثبیت ولتاژ می تواند در هر مرحله ای از تولید ـ انتقال و توزیع انجام پذیرد. کاهش ولتاژ از سطح مجاز باعث عدم کارکرد صحیح و کاهش راندمان خواهد شد و افزایش آن نیز موجب آسیب رساندن به تجهیزات در دستگاه های الکتریکی می گردد. بعنوان مثال گشتاور یک موتور القائی با توان دوم ولتاژ ترمینال های آن متناسب است و یا شار نوری یک لامپ با ولتاژ آن تغییرمی نماید. همچنین بالا رفتن ولتاژ پدیده خطرناکی برای سیستم بوده که باعث ایجاد جرقه و از بین رفتن عایقها می گردد. علل مختلفی از جمله کاهش بار در سیستم ـ انتقال با خاصیت خازنی بالا ـ قطع ناگهانی بار و ... به همراه داشته باشد. در صورت عدم کنترل افزایش ولتاژ عمر مفید عایقها کاهش یافته و تجهیزات آسیب خواهد دید. اساس کار دستگاه های الکتریکی بر این حقیقت آن استوار است که در یک ولتاژ نسبتاً ثابت کار کنند و تغییرات ولتاژ آنها حتی المقدور در محدوده مشخصی (حدود 5٪) باشد.

تثبیت ولتاژ که قسمت اصلی بحث ما را در این پروژه به خود اختصاص داده است ، استفاده از ترانسفورماتورهایی با تپ چنجر های قابل عمل زیر بار می باشد. این کنترل توسط تغییر در نسبت تبدیل ترانسفورماتور صورت می گیرد. وسیله ای که این عمل را در ترانسفورماتور انجام

می دهد تپ چنجر نام دارد. عمل تغییر دور معمولاً روی سیم پیچ فشار قوی ترانسفورماتور صورت می گیرد و عملکرد تپ چنجر در حقیقت افزایش یا کاهش شماره دور های مؤثر سیم پیچ ترانسفورماتور بوده و استفاده از این روش معمول ترین روش کنترل ولتاژ در ترانسفورماتور های با قدرت بالا می باشد.

در این پروژه سعی بر این است که به تشریح کامل ساختمان ـ اصول کار ـ سیستم های کنترل حفاظتی الکتریکی و مکانیکی تپ چنجر و نحوه سیم پیچی و سر بندی های بوبین تپ چنجرها با بوبین ترانسفورماتورها پرداخته شود. همچنین به بررسی نمونه عملی از تپ چنجر های *MR* که استفاده زیادی در شبکه برق کشور دارند پرداخته و مشخصات آنها ذکر می گردد و در پایان به بررسی آزمایشات مربوط به تپ چنجر ها شرح حوادث مهم روی آن ها و عملیات پیشگیرانه جهت بوجود نیامدن عیب درتپ چنجر ها پرداخته شده است.

فصل اول

ساختمان انواع تپ چنجر
و
اصول عملکرد آنها

مقدمه ای در مورد تپ چنجر

بیشتر از شصت سال است که تپ چنجر های قابل قطع زیر بار در ترانسفورماتور ها استفاده میگردد. هدف استفاده از آنها کنترل سطح ولتاژ و نسبت دور بوده و علاوه بر کنترل سطح ولتاژ، کنترل توان اکتیو و راکتیو نیز در سیستم های الکتریکی با این دستگاه امکان پذیر است.کنترل سطح ولتاژ بدون وجود این دستگاه ها فقط در نیروگاه ها و یا پست هایی که دارای تپ چنجر غیر قابل قطع زیر بار میباشند امکان پذیر است. در کشوری صنعتی مانند آلمان که از نظر تکنولوژی برق در موقعیت خوبی قرار دارد ۹۶٪ ترانسفورماتور های بالای 10MVA به این دستگاه مجهز میباشند و در دیگر کشور ها نیز این مسئله رعایت می گردد. عموماً افزایش این دستگاه ها وابسته به افزایش بار و اتصالات داخلی شبکه های الکتریکی میباشد. هدف از تپ

چنجر های قابل قطع زیر بار بهبود راندمان سیستم بوده و این تکنیک در تمام دنیا پذیرفته شد. در سال **۱۹۶۲** دکتر جانسون طرح استفاده از مقاومت جهت تعویض تپ را پیشنهاد نمود. چند سال بعد ترانسفورماتور های 10KV و 30MVA و اتوترانسفورماتورهای 110KV و 100MVA به این سیستم مجهز شدند و پس از گذشت حدود **۱۰** سال این وسیله جایگاه خاصی در شبکه های فشار قوی پیدا کرده است. در ادامه جهت آشنایی بیشتر با ساختمان و انواع تپ چنجر ها توضیحاتی ارائه می گردد. ابتدا به شرح مختصری در رابطه با اصول کار و انواع تپ چنجر ها از لحاظ عملکرد در مدار می پردازیم و سپس مطالبی در مورد انواع آن ،

بطور مشروح توضیح داده خواهد شد.

اصول کار

در ترانسفورماتور ها برای اینکه بتوانیم از ولتاژ های مختلفی استفاده نماییم بجای اینکه از دو سر سیم پیچ استفاده گردد سر های خروجی بیشتری از سیم پیچ ها گرفته می شود و بسته به مورد احتیاج هنگام استفاده از ترانسفورماتور از یکی از سر های خروجی استفاده می نماییم و تعداد دور های سیم پیچ را افزایش یا کاهش می دهیم. انتخاب هر یک از سر های فرعی تعداد دور مؤثر را تغییر داده و در واقع این عمل موجب تغییر در نسبت تبدیل و یا تغییر در ولتاژ خروجی می گردد و در نهایت در صورت تغییر در ولتاژ ورودی دارای ولتاژ خروجی ثابت مورد انتظار خواهیم بود. وسیله ای که توسط آن به حالت های مختلف دسترسی پیدا می کنیم و مشابه یک تعویض کننده انشعاب عمل می نماید و توسط آن ولتاژ ترانسفورماتور را در مقدار مطلوب تنظیم و کنترل می نماییم تپ چنجر نام دارد. تپ چنجر ها بصورت تکفاز یا سه فاز ساخته می شوند و وجود این دستگاه ها بر عملکرد ترانسفورماتور و روابط و معادلات حاکم بر مدار معادل ترانسفورماتور هیچگونه تأثیری نمی گذارد. لازم است تأکید گردد که در تپ چنجر

هیچگونه سیم پیچی که در نسبت تبدیل ترانسفورماتور نقش داشته باشد وجود ندارد و فقط انشعابات خروجی سیم پیچ ها است که به تپ چنجر انتقال داده می شود و در واقع تپ چنجر عملی مشابه یک کلید را بازی می کند و بسته به مورد مطابق فرامین مربوطه عمل می نماید. با توجه به اینکه کلید

- زنی های زیادی در یک پریود و بهره برداری و نگهداری انجام می شود. به این خاطر مخزن روغن تپ چنجر باید از مخزن اصلی روغن ترانسفورماتور جدا باشد. البته در تپ چنجر های با قدرت قطع پایین و غیر قابل عمل زیر باربه دلیل عدم نیاز به مسائل فوق تغییر وضعیت آنها در تانک تراسفورماتور انجام می گیرد.

انواع تپ چنجر ها از لحاظ عملکرد در مدار

تپ چنجر ها از لحاظ عملکرد در مدار به دو دسته تقسیم می گردند:

۱. غیر قابل عمل زیر بار ۲. قابل عمل زیر بار

1-1) تپ چنجر های غیر قابل عمل زیر بار

موارد استعمال این نوع تپ چنجر محدود بوده و فقط در جاهایی که قطع‌شدن‌لحظه ای برای مصرف کنندگان بدون زیان باشد و یا تنظیم ولتاژ مداوم مورد نیاز نباشد بکار برده می شود. این دستگاه زمانی می تواند عمل تغییر تپ را انجام دهد که ترانسفورماتور قدرت توسط کلید های فشار قوی از هر دو طرف ایزوله باشد (اولیه و ثانویه) و چنانچه ترانسفورماتور صرفاً مصرف کننده ای را تغذیه نماید فقط قسمت منبع باید از ترانس جدا باشد. با توجه به اینکه مکانیزم این تپ چنجر بوسیله دست قابل عمل می باشد اینترلاک لازم جهت جلوگیری از عملکرد سهوی و یا اشتباه پیش بینی می گردد. در این تپ چنجر ها به لحاظ اینکه مدار

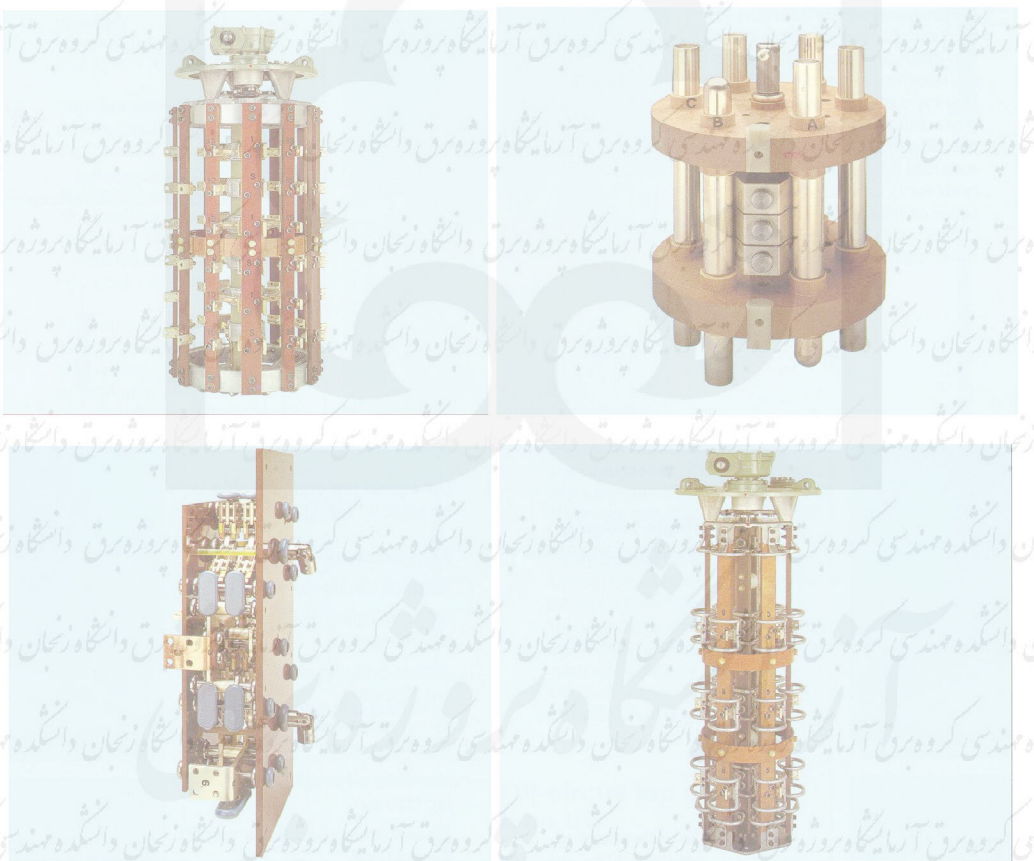
خاصی برای قطع جریان و تغییر وضعیت لازم ندارد پیچیدگی زیادی در مدارات آنها مشاهده نمی گردد و در ترانسفورماتور ها یک کلید سلکتوری که بر روی سقف

ترانس نصب گردیده است و با قدرتی کم (توزیع) مدارات داخل ترانسفورماتور را تغییر وضعیت داده و توسط آن عمل تغییر تپ صورت می گیرد. لازم به توضیح است در ترانسهای توزیع که در حال حاضر به این نحو بوده و در قدرت های پایین مورد استفاده قرار می گیرند معمولاً به سه حالت بسنده می گرددکه رنج تغییرات (۵+٪....۵-٪) می باشد.

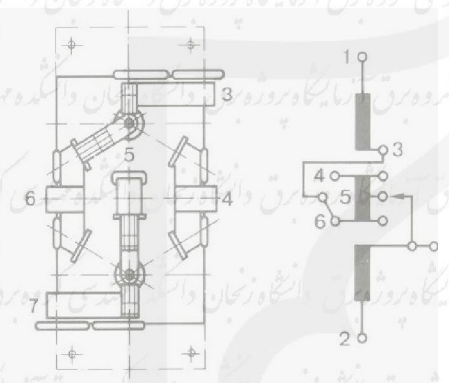
انواع تپ چنجر های غیر قابل قطع زیر بار

این تپ چنجر ها بصورت تکفاز و سه فاز ساخته می شوند و اصولاً دارای اتصال ستاره هستند.

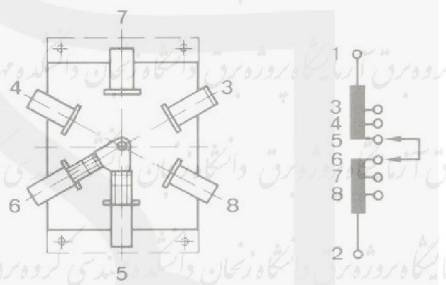
در شکل زیر چند نمونه از این تپ چنجر ها نشان داده شده است.



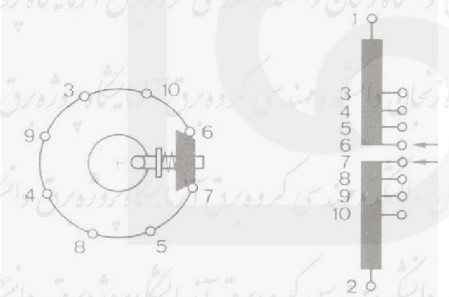
مشخصات چند نمونه از تپ چنجر های غیر قابل قطع زیر بار از قبیل تعداد پلها ـ میزان جریان عبوری و جریان اتصال کوتاه ـ موقعیت های سرویس ـ نحوه اتصالات ـ میزان فرکانس ـ قدرت عایقی تجهیزات ـ میزان مقاومت در برابر ولتاژ ضربه ـ میزان ولتاژ مقاوم فرکانس های قدرت بر حسب کیلوولت در یک دقیقه ـ وزن تقریبی و ابعاد کنتاکت ها در جدول صفحه بعد آورده شده است.



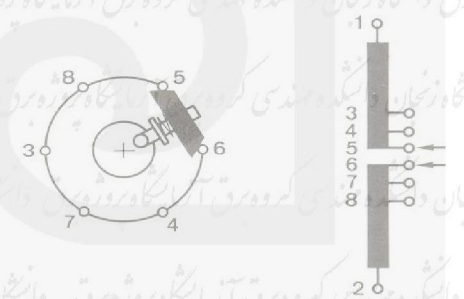
Linear off-circuit tap changer
with reverser



Single-bridging
off-circuit tap changer



Single-bridging
off-circuit tap changer
with 7 service positions



Single-bridging
off-circuit tap changer
with 5 service positions

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.