دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده فنی مهندسی

گروه برق و الکترونیک

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی برق- قدرت

۸۸۴۰۲۰۵۸

استفاده از کنترل کننده های مبتنی بر ادوات الکترونیک قدرت در کاهش سطح اتصال کوتاه باس بارهای نمونه شبکه قدرت استان خوزستان

نگارش:

سعید فراست زاده

استاد راهنما:

دکتر کوثریان

استاد مشاور:

دکتر سعیدیان

بهار۱۳۸۸

بسم الله الرحمن الرحیم

تقدیم به:

خانواده مهربانم(مادر، برادر و خواهرانم) و روح پر افتخار پدر که عشق به آنها همواره مشوق و انگیزه من در راه پیشرفت علمی و کاری بوده است.

تقدیر و تشکر:

بدین وسیله از اساتید محترم گروه برق مخصوصاً اساتید راهنما و مشاور عزیز کـه در طـول تحصیل بنده در مقطع کارشناسی ارشد در این دانشگاه محیطی صـمیمانه و علمـی ایجـاد نمودند، کمال تشکر و سپاس گذاری را دارم و امیدوارم که همواره در سـایه لطـف خداونـد موفق و سلامت باشند.

چکیده:

امروزه با افزایش بار و گسترش شبکه های قدرت سطح جریان اتصال کوتاه در باس بارها افزایش پیدا کرده است. افزایش ظرفیت خطوط انتقال و به هم پیوستگی زیاد شبکه ها باعث شده است که در لحظه اتصال کوتاه جریان بسیار زیادی از مسیرهای مختلف به محل اتصال کوتاه ریخته شود. این در حالی است که بریکرهای قدرت باید توانایی قطع این جریان بالا را داشته باشند. در این پایان نامه روشی برای کاهش این جریان توسط(TCR) و رله دیستانس در محل نوترال تراسفورماتور شبکه‌های قدرتی که ترانس آنها مستقیماً زمین شده معرفی شده است. ما این روش را کنترل ناحیه‌ای TCR و به اختصارZC-TCR نام گذاری نموده‌ایم. در این روش که خود به دو صورت RAS-ZC-TCR و FIX-ZC-TCR تقسم شده است می‌توان جریان اتصال کوتاه و همچنین مقدار اضافه ولتاژها در فازهای سالم را با توجه به محل خطا کنترل کرد بطوری که کلیدهای قدرت قادر به قطع این جریان باشند و اضافه ولتاژها ایجاد شده برای عایق ترانسفورماتور قابل تحمل باشند.

نام خانوادگی: فراست زاده **نام:** سعید
عنوان پایان نامه: استفاده از کنترل کننده های مبتنی بر ادوات الکترونیک قدرت در کاهش سطح اتصال کوتاه باس بارهای نمونه شبکه قدرت استان خوزستان
استاد راهنما: آقای دکتر کوثریان **استاد مشاور:** آقای دکتر سعیدیان
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** برق **گرایش:** قدرت
محل تحصیل(دانشگاه): دانشگاه شهید چمران اهواز
دانشکده: مهندسی
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۸/۰۴/۰۳
کلید واژه‌ها: محدود کننده جریان خطا- سیگنال آلارم رله- TCR - IPC- SSSC- FCL- FIX-ZC-TCR -RAS-ZC-TCR -SFCL -UPFC
چکیده: امروزه با افزایش بار و گسترش شبکه های قدرت سطح جریان اتصال کوتاه در باس بارها افزایش پیدا کرده است. افزایش ظرفیت خطوط انتقال و به هم پیوستگی زیاد شبکه ها باعث شده است که در لحظه اتصال کوتاه جریان بسیار زیادی از مسیرهای مختلف به محل اتصال کوتاه ریخته شود. این در حالی است که بریکرهای قدرت باید توانایی قطع این جریان بالا را داشته باشند. در این پایان نامه روشی برای کاهش این جریان توسط(TCR) و رله دیستانس در محل نوترال تراسفورماتور شبکه‌های قدرتی که ترانس آنها مستقیماً زمین شده معرفی شده است. ما این روش را کنترل ناحیه‌ای TCR و به اختصارZC-TCR نام گذاری نموده‌ایم. در این روش که خود به دو صورت RAS-ZC-TCR و FIX-ZC-TCR تقسیم شده است می‌توان جریان اتصال کوتاه و همچنین مقدار اضافه ولتاژها در فازهای سالم را با توجه به محل خطا کنترل کرد بطوری که کلیدهای قدرت قادر به قطع این جریان باشند و اضافه ولتاژها ایجاد شده برای عایق ترانسفورماتور قابل تحمل باشند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل۱ : مقدمه ۱

فصل۲ : سیستم زمین در شبکه های فشار قوی ۶

۲-۱- سیستم های زمین نشده ۷

۲-۱-۱- قوس های پیاپی در شبکه زمین نشده ۱۱

۲-۲- سیستم های زمین شده ۱۳

۲-۲-۱- ویژگیهای کلی سیستم های زمین ۱۴

۲-۲-۲- سیستم های بطور موثر زمین شده ۱۶

۲-۲-۳- زمین کردن بطور مستقیم ۱۹

۲-۲-۴- زمین کردن از طریق مقاومت ۲۰

۲-۲-۵- زمین کردن از طریق راکتانس ۲۳

۲-۲-۶- مقایسه بین سیستم های زمین شده از طریق مقاومت و راکتور ۲۳

۲-۲-۷- زمین کردن بوسیله سیم پیچ پترسون ۲۶

۲-۲-۸- زمین کردن بوسیله ترانسفورماتور زمین ۲۸

۲-۲-۹- خلاصه فصل ۳۰

فصل۳ : مکانیزمهای محدودسازی جریان خطا ۳۲

۳-۱- روشهای غیر فعال ۳۳

۳-۱-۱- تغییر توپولوژی و سطح ولتاژ شبکه ۳۳

۳-۱-۲- استفاده از محدود کننده های جریان ۳۵

۳-۲- روش فعال ۳۶
۳-۲-۱- محدود کننده رزونانسی ۳۶
۳-۲-۲- محدود کننده امپدانسی با سوییچ موازی ۳۷
۳-۲-۳- ادوات ابر رسانا ۳۷
۳-۳- راکتورهای محدود کننده جریان خطا ۳۸
۳-۴- محدود کننده های فیوز انفجاری با قدرت قطع بالا ۳۹
۳-۵- محدود کننده جریان خطاازنوع فیوز قابل بازیافت ۳۹
۳-۵-۱- محدودکننده جریان خطای امپدانسی با کلید مکانیکی..... ۴۰
۳-۵-۲- محدودکننده جریان خطای امپدانسی با کلید تریستوری ۴۰
۳-۶- ویژگیهای لازم در طراحی محدودسازهای جریان خطا..... ۴۲
۳-۷- تجارب بدست آمده از کاربرد محدود سازجریان خطا در جهان..... ۴۳
۳-۸- خلاصه فصل..... ۴۷
فصل۴ : تجهیزات مورد استفاده برای کاهش جریان اتصال کوتاه ۴۹
۴-۱- IPC ۵۰
۴-۱-۱- اصول کارکرد و روابط اساسی..... ۵۲
۴-۱-۲- مدل سازی TC-IPC در مدل هفرون فیلیپس..... ۵۶
۴-۲- SSSC..... ۶۱
۴-۲-۱- قوائد عملکرد جبرانگر استاتیکی سنکرون سری..... ۶۲
۴-۲-۲- قائده محدود کردن جریان خطا ۶۲
۴-۲-۳- اسکیم کنترلی برای کنترل پایداری سیستم قدرت..... ۶۴
۴-۲-۴- آنالیز کنترل پایداری سیستم قدرت ۶۵
۴-۳- SFCL..... ۶۵

۴-۳-۱- مدل تئوری ۶۶
۴-۳-۲- مشخصه محدودسازی ۶۶
۴-۴- محدودسازجریان تریستوریFCL ۶۷
۴-۴-۱- طراحی واصول علمی بکارگرفته شده ۶۷
۴-۴-۲- منطق کنترل تریستورها ۶۹
۴-۵- UPFC ۷۰
۴-۵-۱- کنترل خروجی صفر ۷۴
۴-۶- جایابی عناصر FACTS در شبکه قدرت ۷۵
۴-۷- خلاصه فصل ۷۶
فصل ۵ : روش پیشنهادی ۷۷
۵-۱- اساس روش پیشنهادی ۷۸
۵-۲- اصول TCR استفاده شده ۷۹
۵-۳- رله اضافه جریان ۸۲
۵-۳-۱- منحنی عملکرد رله های جریان زیاد ۸۴
۵-۴- رله دیستانس ۸۶
۵-۴-۱- رله‌های دیستانس با فالت دتکتور ۸۷
۵-۴-۲- رله‌های دیستانس با زمان عملکرد اختصاصی در هر ناحیه ۸۷
۵-۵- تشریح روش پیشنهادی ۸۹
۵-۵-۱- روش اول شروع الگریتم با آلارم رله ۹۲
۵-۵-۲- روش دوم کنترل بر اساس ناحیه مشخص ۹۲
۵-۶- خلاصه فصل ۹۶
فصل۶ : شبیه سازی ۹۸

۶-۱- مقدمه ۹۹
۶-۲- خطای تک فاز به زمین ۱۰۰
۶-۳- شبیه سازی بدون حضورTCR ۱۰۵
۶-۴- شبیه سازی با حضور TCR ۱۱۳
فصل۷ : نتیجه گیری و پیشنهاد ۱۲۰
۷-۱- نتیجه گیری ۱۲۱
۷-۲- پیشنهادات ۱۲۴
مراجع ۱۲۵

فهرست شکلها

عنوان شکل **صفحه**

۲-۱: سیستم های زمین نشده ۸

۲-۲: اختلاف زاویه بین ولتاژ و جریان در حالت تعادل شبکه ۹

۲-۳: نقطه نول تحت شرایط تعادل شبکه ۹

۲-۴: اتصال کوتاه در فاز R ۱۰

۲-۵: بردارهای جریان و ولتاژ در لحظه اتصال کوتاه در فاز R ۱۱

۲-۶: جابجایی فازها قبل و بعد از اتصال کوتاه ۱۳

۲-۷: اتصال کوتاه در خروجی ترانس ۱۵

۲-۸: تشکیل مولفه‌ها در نقطه اتصال کوتاه ۱۶

۲-۹: نمونه یک سیستم بطور موثر زمین شده ۱۹

۲-۱۰: زمین کردن به طور مستقیم ۲۰

۲-۱۱: زمین کردن از طریق مقاومت ۲۱

۲-۱۲ : تلفات مقاومت زمین کننده ۲۲

۲-۱۳: زمین کردن از طریق راکتانس ۲۴

۲-۱۴: مقایسه سیستم‌های زمین شده با X وR ۲۵

۲-۱۵: زمین کردن بوسیله سیم‌پیچ پترسون ۲۷

۲-۱۶: زمین کردن بوسیله سیم‌پیچ پترسون ۲۸

۲-۱۷: ترانسفورماتور زمین ۳۰

۲-۱۸: زمین کردن به وسیله ترانسفورماتور زمین ۳۰
۳-۱: محدود کننده رزونانسی سری و موازی ۳۸
۳-۲: محدود کننده فیوز انفجاری ۴۰
۳-۳: طرح کلی یک محدود کننده جریان PTC ۴۱
۳-۴: مدل کلی محدود سازی جریان با امپدانس متغیر ۴۲
۳-۵: نحوه استفاده از FCL در شبکه ۴۳
۴-۱: دیاگرام IPC ۵۲
۴-۲: دیاگرام منبع جریانی IPC ۵۲
۴-۳:مدل منبع جریان IPC ۵۶
۴-۴: نمودار توان راکتیو طرف فرستنده و گیرنده ۵۶
۴-۵: نمودار توان حقیقی انتقالی بر حسب مقادیر مختلف زاویه δ ۵۶
۴-۶: مدل منبع جریان IPC ۵۷
۴-۷: بلوک دیاگرام مدل هفرون فیلیپس TC-IPC ۶۱
۴-۸: ساختار sssc ۶۳
۴-۹: مدل مداری sssc ۶۳
۴-۱۰: مدل ساده شده sssc ۶۴
۴-۱۱: بردارهای ولتاژ و جریان sssc ۶۴
۴-۱۲: طرح کنترلی sssc ۶۵
۴-۱۳:a)خصوصیت عملکرد sssc- b)مدل AVR ۶۶
۴-۱۴: نمودارهای محدودسازی SFCL ۶۸
۴-۱۵: محل نصب FCL در محل ترانسفورماتور ۶۸
۴-۱۶: محدود ساز جریان یکسوساز تریستوری ۶۹

۴-۱۷: محل نصب FCL در شبکه ۷۰
۴-۱۸: جریانهای بار در خطای سه فاز با و بدون FCL..... ۷۱
۴-۱۹: ساختار یک UPFC ۷۳
۴-۲۰: دیاگرام برداری a UPFC) قبل از خطا b)بعد از خطا..... ۷۳
۴-۲۱: بلوک دیاگرام کنترل صفر خروجی ۷۵
۴-۲۲: دیاگرام برداری در طول خطاUPFC ۷۵
۵-۱: مدار TCR..... ۸۱
۵-۲: کنترل TCR ۸۲
۵-۳: مدار TCRبرای افزایش زاویه هدایت..... ۸۳
۵-۴: ساختار درختی کاربرد رله اضافه جریان ۸۴
۵-۵: منحنی IEC با TMS=1..... ۸۶
۵-۶: نواحی مختلف رله دیستانس..... ۸۸
۵-۷: نواحی مختلف رله دیستانس..... ۸۹
۵-۸: محل TCRدر نوترال ترانس بار شکل(۶-۸) ۹۱
۵-۹: دیاگرام نحوه اتصال TCR به ترانس..... ۹۱
۵-۱۰: بلوگ دیاگرام کنترلی TCR..... ۹۳
۵-۱۱: بلوک دیاگرام روش RAS-ZC-TCR..... ۹۴
۵-۱۲: فلوچارت روش RAS-ZC-TCR ۹۶
۶-۱: خطای تکفاز به زمین..... ۱۰۱
۶-۲: دیاگرام تک خطی سیستم قدرت..... ۱۰۲
۶-۳: شبکه‌های توالی اتصال کوتاه در باس(۲) ۱۰۳
۶-۴: مدار معادل تونن..... ۱۰۴

۶-۵: توالی صفر در آرایش ستاره - مثلث..... ۱۰۴

۶-۶: توالی صفر در آرایش ستاره(امپدانسZ=0/25) – مثلث ۱۰۵

۶-۷: شبکه ساده مدلIEEE..... ۱۰۸

۶-۸: جریان و ولتاژ ثانویه ترانس بار در حالت dyn..... ۱۰۹

۶-۹: جریان و ولتاژ اولیه ترانس بار در حالت dyn ۱۰۹

۶-۱۰: جریان نوترال ترانس بار در حالت dyn..... ۱۱۰

۶-۱۱: جریان و ولتاژ ثانویه ترانس بار در حالت ynd..... ۱۱۱

۶-۱۲: جریان و ولتاژ اولیه ترانس بار در حالت ynd..... ۱۱۱

۶-۱۳: جریان نوترال ترانس بار در حالت ynd..... ۱۱۲

۶-۱۴:ترانس بار با امپدانس در نوترال، بخشی از مدار شکل(۶-۷)..... ۱۱۳

۶-۱۵: جریان و ولتاژ سمت ثانویه ترانس با امپدانس در نوترال..... ۱۱۳

۶-۱۶: محل نصب TCR در نوترال ترانسفورماتور..... ۱۱۵

۶-۱۷: جریان خطا در ناحیه۱ روش RAS-ZC-TCR- الف: اولیه ترانس ، ب ثانویه ترانس..... ۱۱۷

۶-۱۸: جریان خطا در ناحیه ۱- روش FIX-ZC-TCR - الف:اولیه و ب: ثانویه ترانس..... ۱۱۹

نام خانوادگی: فراست زاده **نام:** سعید
عنوان پایان نامه: استفاده از کنترل کننده های مبتنی بر ادوات الکترونیک قدرت در کاهش سطح اتصال کوتاه باس بارهای نمونه شبکه قدرت استان خوزستان
استاد راهنما: آقای دکتر کوثریان **استاد مشاور:** آقای دکتر سعیدیان
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** برق **گرایش:** قدرت
محل تحصیل(دانشگاه): دانشگاه شهید چمران اهواز
دانشکده: مهندسی
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۸/۰۴/۰۳
کلید واژه‌ها: محدود کننده جریان خطا- سیگنال آلارم رله- TCR - IPC- SSSC- FCL- FIX-ZC-TCR -RAS-ZC-TCR -SFCL -UPFC
چکیده: امروزه با افزایش بار و گسترش شبکه های قدرت سطح جریان اتصال کوتاه در باس بارها افزایش پیدا کرده است. افزایش ظرفیت خطوط انتقال و به هم پیوستگی زیاد شبکه ها باعث شده است که در لحظه اتصال کوتاه جریان بسیار زیادی از مسیرهای مختلف به محل اتصال کوتاه ریخته شود. این در حالی است که بریکرهای قدرت باید توانایی قطع این جریان بالا را داشته باشند. در این پایان نامه روشی برای کاهش این جریان توسط(TCR) و رله دیستانس در محل نوترال تراسفورماتور شبکه‌های قدرتی که ترانس آنها مستقیماً زمین شده معرفی شده است. ما این روش را کنترل ناحیه‌ای TCR و به اختصارZC-TCR نام گذاری نموده‌ایم. در این روش که خود به دو صورت RAS-ZC-TCR و FIX-ZC-TCR تقسیم شده است می‌توان جریان اتصال کوتاه و همچنین مقدار اضافه ولتاژها در فازهای سالم را با توجه به محل خطا کنترل کرد بطوری که کلیدهای قدرت قادر به قطع این جریان باشند و اضافه ولتاژها ایجاد شده برای عایق ترانسفورماتور قابل تحمل باشند.

فصل اول

مقدمه

فصل اول

مقدمه

از اوایل دهه ۱۹۸۰ میلادی با گسترش شبکه‌های الکتریکی تلاشهای گسترده‌ای جهت کاهش سطح اتصال کوتاه در جهان آغاز شد و اندیشمندان و محققین شروع به مطالعه و تحقیق درباره تهیه و ساخت تجهیزاتی جهت محدودسازی جریان خطا نمودند. با توسعه سیستمهای قدرت احتیاج به بازرسی و بازبینی سالانه سطوح خطا در تمام پستهای مهم قدرت بیشتر شده و همچنین بررسی در مورد ظرفیت قطع و نوع عملکرد کلیدهای قدرت ضرورت یافته تا اگر نیاز باشد کلیدهای جدید با قدرت قطع بالاتر در شبکه نصب گردد و یا تجهیزاتی مانند محدودکننده‌های جریان خطا به شبکه‌های موجود افزوده شوند. بطور کلی مکانیزم اکثر روشهای محدود سازهای جریان خطا بر اساس وارد کردن یک امپدانس بزرگ در زمان وقوع خطا بوده و تنها در نحوه عملکرد و چگونگی وارد شدن امپدانس به شبکه (مدار) و خارج شدن از آن متفاوت می‌باشند. در این ارتباط خصوصیاتی که از محدودسازهای جریان خطا انتظار می رود عبارتند از[۱] [۱۲]:

۱- داشتن مقاومت کم در جریان نامی سیستم

۲- وارد کردن امپدانس بسیار بزرگ در مدت زمان بسیار کوتاه به هنگام وقوع خطا که باعث محدود کردن جریان خطا می‌شود.

۳- قابلیت عملکرد متعدد و امکان بازیابی مجدد آنها

۴- عدم ایجاد هارمونیک در شبکه

۵- عدم ایجاد اضافه ولتاژهای گذرا در شبکه

۶- ایجاد قابلیت اطمینان بالاتر در شبکه

۷- داشتن مؤلفه‌های اتصال کوتاه کمتر بخصوص از نظر مؤلفه DC

روشهای کاهش سطح اتصال کوتاه را می‌توان به دو دسته عمده فعال و غیرفعال تقسیم بندی کرد[۱]. از آنجا که سطح اتصال کوتاه در شبکه به امپدانس تونن معادل از محل وقوع خطا بستگی دارد، لذا در روش غیرفعال این امپدانس در حالت کار عادی و نیز در هنگام وقوع خطا افزایش داده می‌شود. اما در روش فعال، این امپدانس فقط در زمان وقوع خطا افزایش داده می‌شود و با ترفندهایی در حالت عادی، امپدانس افزوده شده از مسیر خارج می‌شود.

از جمله راهکارهای روش غیرفعال می توان به استفاده از ترانسفورماتور با امپدانس سری، استفاده از راکتور سری، تغییر ساختار شبکه، جداسازی شبکه با استفاده از HVDC و شکستن شینه اشاره نمود. برای روش فعال می توان به استفاده از ادوات ابررسانا، محدودکننده‌های جریان نیمه هادی، فیوزهای ولتاژ بالا و محدودکننده‌های امپدانسی با سوئیچ موازی اشاره نمود.

در روشهای غیرفعال، تلفات شبکه در حالت کار عادی افزایش می یابد و باید تحلیل‌های پخش بار و پایداری گذرا مورد بررسی قرار گیرد تا شبکه از وضعیت استاندارد خارج نشود. همچنین راهکارهایی مثل جداسازی شبکه یا شکستن شینه ممکن است که بر قابلیت اطمینان شبکه تاثیر بگذارند که در صورت در اختیار داشتن شاخص های لازم این ارزیابی نیز قابل انجام خواهد بود.

اغلب روشهای فعال به دلیل بالا بودن هزینه، پیچیدگی (داشتن عناصر متنوع که ضریب اطمینان تجهیز را پایین می آورد)، محدودیت ولتاژ و جریان عملکرد و ایجاد حالات گذرا در شبکه، هنوز به طور وسیع در صنعت بکار گرفته نشده‌اند.

اکثر محدودکننده‌های جریان اتصال کوتاه با ایجاد یک امپدانس نسبتاً بزرگ در سر راه جریان اتصال کوتاه باعث کم کردن آن می‌شوند. از طرفی لازم است که این محدودکننده‌ها تاثیر منفی در پایداری شبکه نداشته باشند. از محدود کننده‌های مبتنی بر سویچینگ ادوات الکترونیک قدرت می‌توان به این منظور استفاده کرد. عموماً این تجهیزات با توجه به تغییرات زاویه آتش تریستورها یا IGBT یا دیگر عناصر الکترونیک قدرت دارای دو مد کاری، زمان قبل از اتصال کوتاه و زمان اتصال کوتاه می باشند. بنابراین توجه به دو نکته در استفاده از این تجهیزات اهمیت دارد.

۱- طول عمر تجهیزات نیمه هادی و سویچینگ و اینکه این تجهیزات دائماً (قبل از اتصال کوتاه و زمان اتصال کوتاه) در مدار می‌باشند یا خیر

۲- نحوه تشخیص خطا و تامین زاویه آتش برای کلیدهای الکترونیک قدرت

در بیشتر روش‌های جدید برای کاهش سطح اتصال کوتاه از الکترونیک قدرت استفاده شده است. عملکرد دائم محدود کننده‌های الکترونیک قدرت با توجه به سطح ولتاژ و جریان آنها باعث تغییر در خصوصیات و کارایی سویچ‌های نیمه هادی می‌شود. از طرفی تعمیر و نگهداری این تجهیزات و تست های دوره ای آنها عملکرد صحیح آنها را در زمان اتصال کوتاه تضمین نمی‌کند.

با استفاده از رله های اضافه جریان یا دیستانس می توان جریان اتصال کوتاه را تشخیص داده و سیگنال فعال ساز را برای محدود کننده الکترونیک قدرت فراهم کرد. و بدین ترتیب تجهیز محدودساز را در حالتهای مختلف کار شبکه وارد مدار کرد و قابلیت اطمینان آن را افزایش داد.

زمانی که جریان خطوط انتقال بالا می رود (چند دهم جریان نامی) رله با توجه به مکانیزم تشخیص خطا در آن pickup می‌شود. یعنی اینکه رله قبل از اینکه سیگنال تریپ برای کلید صادر