

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱۵
فصل اول: مقدمات.....	۱۹
۱-۱ مقدمه.....	۲۰
۱-۲ تغییر ظرفیت/سطح اتصال کوتاه شبکه.....	۲۰
۱-۲-۱ نحوه مشارکت ژنراتورها در تولید جریان اتصال کوتاه.....	۲۱
۱-۲-۳ منابع تولید پراکنده.....	۲۱
۱-۳-۱ مزایا و معایب منابع تولید پراکنده.....	۲۱
۱-۳-۲ مشکلات فنی منابع تولید پراکنده در ایجاد اتصال کوتاه.....	۲۲
۱-۳-۳ راه‌حلهایی جهت کاهش و یا حذف اثرات نامطلوب تولیدات پراکنده در شبکه توزیع.....	۲۴
فصل دوم: روش‌های محدودسازی جریان خطا در سیستم‌های قدرت.....	۲۷
۲-۱ مقدمه.....	۲۸
۲-۲ روش‌های سنتی محدودسازی جریان خطا.....	۲۹
۲-۲-۱ تقسیم‌بندی و چندتکه کردن شین.....	۲۹
۲-۲-۲ تقسیم‌بندی و شکافتن شبکه به چند زیر شبکه.....	۲۹
۲-۲-۳ راکتورهای محدودکننده جریان و ترانسفورماتورهای امپدانس بالا.....	۳۱
۲-۲-۴ امپدانس زمین‌شونده.....	۳۲
۲-۲-۵ کلیدزنی مرحله‌ای کلیدهای قدرت.....	۳۲
۲-۳ روش‌های جدید محدودسازی جریان خطا.....	۳۲
۲-۳-۱ فیوزهای فشارقوی.....	۳۲
۲-۳-۲ Is-limiter.....	۳۴
۲-۳-۴ محدودکننده جریان خطا.....	۳۶
۲-۴-۱ مزایا و معایب استفاده از محدودکننده‌های جریان خطا.....	۳۶
۲-۵ مقایسه انواع روش‌های محدودسازی جریان خطا در شبکه.....	۳۷

فصل سوم: جایگاه و اهمیت محدودکننده‌های جریان خطا در سیستم‌های قدرت.....	۵۳
۳-۱ مقدمه.....	۵۴
۳-۲ محل نصب محدودکننده‌های جریان خطا.....	۵۴
۳-۳ سطح ولتاژی محدودکننده‌های جریان خطا.....	۵۸
۳-۴ اهمیت محدودکننده‌های جریان خطا از ابعاد مختلف.....	۵۹
۳-۴-۱ بُعد سیاسی اجتماعی.....	۵۹
۳-۴-۲ بُعد زیست‌محیطی.....	۶۱
۳-۴-۳ بُعد اقتصادی.....	۶۱
۳-۴-۴ توجیه پذیری اقتصادی.....	۶۳
فصل چهارم: اصول عملکرد محدودکننده‌های جریان خطا و اثرات آنها بر مشخصه‌های سیستم قدرت.....	۶۶
۴-۱ مقدمه.....	۶۷
۴-۲ عملکرد FCL و تأثیر بر مشخصه‌های سیستم.....	۶۷
۴-۲-۱ تأثیر بر سطح اتصال کوتاه شبکه.....	۶۷
۴-۲-۲ تأثیر بر پایداری گذرا.....	۶۷
۴-۲-۳ تأثیر بر جریان هجومی.....	۷۳
۴-۲-۴ تأثیر بر فرورفتگی ولتاژ.....	۷۴
فصل پنجم: بررسی و دسته‌بندی انواع تکنولوژی‌های موجود در زمینه فناوری محدودکننده‌های جریان خطا.....	۶۳
۵-۱ مقدمه.....	۶۴
۵-۲ محدودکننده جریان خطای ابرسانا (SFCL).....	۶۴
۵-۲-۱ مزایای استفاده از محدودکننده‌های نوع ابرسانا.....	۶۵
۵-۲-۲ محدودکننده جریان خطای ابرسانا از نوع مقاومی (Resistive).....	۶۹
۵-۲-۳ محدودکننده جریان خطای ابرسانای هسته اشباع.....	۷۰
۵-۲-۴ محدودکننده جریان خطای ابرسانا با هسته مغناطیسی باز.....	۷۲
۵-۲-۵ محدودکننده جریان خطای ابرسانا با حفاظ مغناطیسی (القایی).....	۷۴
۵-۲-۶ محدودکننده جریان خطای ابرسانا از نوع میله‌ای.....	۷۵
۵-۲-۷ محدودکننده جریان خطای ابرسانا با شار قفل‌شونده.....	۷۵
۵-۲-۸ محدودکننده جریان خطای ابرسانای پل.....	۷۸
۵-۲-۹ محدودکننده جریان خطای ابرسانا از نوع راکتور DC.....	۷۹

- ۱۰-۲-۵ محدودکننده جریان خطای ابرسانا از نوع راکتور DC اشباع شده ۸۰
- ۱۱-۲-۵ محدودکننده جریان خطای ابرسانا با کلید قطع خلاً ۸۱
- ۱۲-۲-۵ محدودکننده جریان خطای ابرسانا از نوع ماتریسی ۸۲
- ۱۳-۲-۵ محدودکننده جریان خطای ابرسانای تشدیدى ۸۴
- ۱۴-۲-۵ محدودکننده جریان خطای ابرسانای هیبریدی ۸۵
- ۳-۵ محدودکننده جریان خطای حالت جامد (SSFCL) ۸۵
- ۳-۱-۵ محدودکننده جریان خطای حالت جامد از نوع سوئیچ امپدانسى ۸۷
- ۳-۲-۵ محدودکننده جریان خطای چند سلولى (MCFCL) ۸۷
- ۳-۳-۵ محدودکننده جریان خطای امپدانسى (IBFCL) ۹۰
- ۳-۴-۵ محدودکننده جریان خطای حالت جامد از نوع رزونانسى ۹۳
- ۳-۵-۵ محدودکننده جریان خطای نوع پل ۹۵
- ۳-۶-۵ محدودکننده جریان خطای پل از نوع راکتور DC ۹۶
- ۳-۷-۵ محدودکننده جریان خطای حالت جامد نوع پل کوپل شده با ترانسفورماتور ۹۷
- ۳-۸-۵ ساختاری اصلاح شده برای محدودکننده جریان خطای نوع پل سوئیچی (BSFC-NSFCL) ۹۸
- ۳-۹-۵ محدودکننده جریان خطای خازنى (CBFCL) ۱۰۰
- ۳-۱۰-۵ محدودکننده جریان خطای حالت جامد بر مبنای خاموش شدن مغناطیسی ۱۰۲
- ۳-۱۱-۵ محدودکننده های جریان خطای هیبرید ۱۰۳
- ۳-۱۲-۵ محدودکننده جریان خطا از نوع پل هیبریدی ۱۰۳
- ۳-۱۳-۵ محدودکننده جریان خطای هیبریدی با سیم پیچ غیر القایی ۱۰۴
- ۴-۵ سایر تکنولوژی ها ۱۰۵
- ۴-۱-۵ محدودکننده جریان خطا از نوع هسته پیش اشباع تک فاز ۱۰۵
- ۴-۲-۵ طراحی هسته پنج پایه برای محدودکننده جریان خطا با هسته پیش اشباع ۱۰۶
- ۴-۳-۵ محدودکننده جریان خطا با استفاده از هسته با نفوذپذیری مغناطیسی پایین ۱۰۸
- ۴-۴-۵ محدودکننده جریان خطای DC با استفاده از هسته مغناطیس دائم ۱۰۸
- ۴-۵-۵ محدودکننده جریان خطای دینامیکی الکترومغناطیسی (EDFCL) ۱۰۹
- ۴-۶-۵ محدودکننده جریان خطای فلز مایع (Liquid Metal) ۱۱۰

- ۱۱۱.....۵-۴-۷ محدودکننده جریان خطا بر مبنای مقاومت متغیر با دما (PTC-resistor).....
- ۱۱۱.....۵-۹ کاربردهای انواع مختلف محدودکننده‌های جریان خطا.....
- فصل ششم: بررسی فنی و مقایسه تکنولوژی‌های مختلف محدودکننده‌های جریان خطا..... ۱۱۵
- ۱۱۶.....۶-۱ مقدمه.....
- ۱۱۷.....۶-۲ محدودکننده‌های جریان خطای ابررسانا(SFCL).....
- ۱۱۷.....۶-۲-۱ مشخصات و الزامات فنی محدودکننده جریان خطای ابررسانا.....
- ۱۱۸.....۶-۲-۲ بررسی آماری وضعیت نصب محدودکننده جریان خطای ابررسانا.....
- ۱۲۰.....۶-۳ محدودکننده‌ی جریان خطای حالت جامد.....
- ۱۲۲.....۶-۳-۱ مشخصات و الزامات فنی محدودکننده جریان خطای حالت جامد.....
- ۱۲۶.....۶-۳-۲ بررسی آماری وضعیت نصب محدودکننده جریان خطای حالت جامد.....
- ۱۳۰.....۶-۴ مشخصات و الزامات فنی محدودکننده‌های جریان خطای هایبریدی.....
- ۱۳۰.....۶-۴-۱ بررسی آماری وضعیت نصب محدودکننده جریان خطای هایبریدی.....
- ۱۳۱.....۶-۵ مشخصات و الزامات فنی محدودکننده‌های جریان خطای بر مبنای سایر تکنولوژی‌ها.....
- ۱۳۲.....۶-۵-۱ محدودکننده جریان خطا بر مبنای مقاومت متغیر با دما (PTC-resistor).....
- ۱۳۲.....۶-۵-۲ محدودکننده‌های جریان خطای بر اساس فلز مایع.....
- ۱۳۳.....۶-۵-۳ محدودکننده جریان خطای دینامیکی الکترومغناطیسی.....
- ۱۳۳.....۶-۵-۴ بررسی آماری وضعیت نصب محدودکننده جریان خطای بر مبنای سایر تکنولوژی‌ها.....
- ۱۳۴.....۶-۶ مقایسه فنی تکنولوژی‌های مختلف محدودکننده‌های جریان خطا.....
- ۱۳۶.....۶-۷ مقایسه اقتصادی دو نوع محدودکننده جریان خطای حالت جامد و ابررسانا در یک رنج توان، ولتاژ و جریان مشابه.....

فصل هفتم: محدودیت‌های تکنولوژیکی و دلایل توسعه/عدم توسعه انواع

- محدودکننده جریان خطا در جهان..... ۱۳۷
- ۱۳۸.....۷-۱ مقدمه.....
- ۱۳۸.....۷-۲ دلایل توسعه/عدم توسعه‌ی محدودکننده جریان خطای ابررسانا.....
- ۱۳۹.....۷-۳ دلایل توسعه/عدم توسعه‌ی محدودکننده جریان خطای حالت جامد (SSFCL).....
- ۱۴۰.....۷-۴ دلایل توسعه/عدم توسعه‌ی محدودکننده‌های جریان خطای هایبرید.....
- ۱۴۰.....۷-۵ دلایل توسعه/عدم توسعه‌ی محدودکننده‌های جریان خطای بر مبنای سایر تکنولوژی‌ها.....
- ۱۴۱.....۷-۶ تعداد محدودکننده‌های جریان خطای نصب‌شده در جهان.....

فصل هشتم: بررسی استانداردهای مرتبط و آزمون‌های موردنیاز برای ساخت و تولید محدودکننده‌های جریان خطا ۱۴۳

۱۴۴	۸-۱ مقدمه.....
۱۴۴	۸-۲ استاندارد IEEE C.37.302.....
۱۴۴	۸-۲-۱ مراجع استفاده شده در انجام آزمون‌های محدودکننده جریان خطا.....
۱۴۶	۸-۳ تعاریف، اختصارات و اصطلاحات در استانداردها.....
۱۴۶	۸-۳-۱ تعاریف کلی مربوط محدودکننده جریان خطا در استانداردها.....
۱۴۷	۸-۳-۲ تعاریف مرتبط با ولتاژهای مشاهده‌شده در حین محدودسازی جریان خطا.....
۱۴۸	۸-۳-۳ تعاریف مرتبط با تغییر حالت CCL.....
۱۴۸	۸-۳-۴ پارامترهای مشخصه استاندارد نمونه.....
۱۵۱	۸-۴ تست‌های طراحی.....
۱۵۲	۸-۵ جنبه‌های عملکردی محدودکننده جریان خطا.....
۱۵۳	۸-۵-۱ آزمون تحمل ولتاژ فرکانس قدرت.....
۱۵۷	۸-۵-۲ آزمون ولتاژ تخلیه ۵۰٪.....
۱۵۷	۸-۵-۳ آزمون تحمل ولتاژ نامی.....
۱۵۸	۸-۵-۴ آزمون جریان موج (متناوب).....
۱۵۸	۸-۵-۵ تخلیه جزئی.....
۱۵۹	۸-۵-۶ آزمون طراحی مدار کنترلی.....
۱۵۹	۸-۵-۷ جریان پیوسته نامی.....
۱۶۰	۸-۵-۸ آزمون‌های جریان تحمل زمان کوتاه و پیک.....
۱۶۲	۸-۵-۹ آزمون اغتشاش هارمونیک.....
۱۶۲	۸-۵-۱۰ آزمون‌های محدودکننده‌ی جریان خطا.....
۱۶۶	۸-۵-۱۱ آزمون قطع جریان.....
۱۶۷	۸-۵-۱۲ آزمون بازیابی.....
۱۶۷	۸-۵-۱۳ آزمون سازگاری الکترومغناطیسی.....
۱۶۸	۸-۵-۱۴ آزمون‌های لرزه‌ای.....
۱۶۸	۸-۵-۱۵ بازیابی چشمی.....

فصل نهم: آینده پژوهی فناوری محدودکننده‌های جریان خطا.....	۱۶۹
۹-۱ مقدمه.....	۱۷۰
۹-۲ تحلیل مقالات.....	۱۷۰
۹-۲-۱ یافته‌های حاصل از تحلیل مقالات فناوری محدودکننده جریان خطا.....	۱۷۰
فناوری	
۹-۲-۱-۱ وضعیت کلی مقالات ثبت‌شده در پایگاه‌های Scopus و IEEE در حوزه	
محدودکننده‌های جریان خطا.....	۱۷۱
۹-۲-۱-۲ مقایسه تعداد مقالات بر حسب سال انتشار برای انواع زیرفناوری‌های محدودکننده جریان خطا.....	۱۷۳
۹-۲-۱-۳ شناسایی دانشگاه‌های متخصص در زمینه فناوری محدودکننده‌های جریان خطا.....	۱۷۷
۹-۲-۱-۴ شناسایی کشورهای پیشرو در عرصه مقالات مربوط به فناوری محدودکننده‌های جریان خطا.....	۱۷۸
۹-۲-۱-۵ فراوانی مقالات منتشرشده بر حسب زمینه کاری محدودکننده‌های جریان خطا.....	۱۷۸
۹-۲-۱-۶ شناسایی محققان برتر دنیا در سطح فناوری محدودکننده‌های جریان خطا.....	۱۷۹
۹-۲-۱-۷ بیشترین ارجاعات مقالات در زمینه محدودکننده‌های جریان خطا.....	۱۸۱
۹-۳ تحلیل پتنت.....	۱۸۳
۹-۳-۱ پایگاه جستجو.....	۱۸۴
۹-۳-۲ یافته‌های حاصل از تحلیل پتنت فناوری محدودکننده جریان خطا.....	۱۸۴
۹-۳-۲-۱ وضعیت کلی پتنت‌های ثبت‌شده در حوزه فناوری محدودکننده‌های جریان خطا.....	۱۸۴
۹-۳-۲-۲ مقایسه تعداد پتنت‌ها بر حسب سال ثبت برای انواع زیرفناوری‌های محدودکننده جریان خطا.....	۱۸۶
۹-۳-۲-۳ شناسایی کشورهای پیشرو در حوزه فناوری محدودکننده جریان خطا.....	۱۸۸
۹-۳-۲-۴ شناسایی شرکت‌های متخصص در زمینه فناوری محدودکننده جریان خطا.....	۱۹۰
۹-۳-۲-۵ شناسایی بازیگران جدید در حوزه ثبت فناوری محدودکننده جریان خطا.....	۱۹۱
۹-۳-۲-۶ بررسی شتاب ثبت اختراعات در کشورهای پیشرفته در فناوری محدودکننده‌های جریان خطا.....	۱۹۱
واژه نامه.....	۱۹۴
پیوست (الف): بررسی بازار فناوری محدودکننده‌های جریان خطا.....	۱۹۶
پیوست (ب): نمونه پروژه‌های انجام‌شده در زمینه محدودکننده جریان خطا.....	۱۹۷
مراجع.....	۲۱۳