به نام خدا

دانشکده مهندسی برق

معرفی یک جبران‌کننده جدید برای کنترل دینامیکی ولتاژ (DVC) و شبیه‌سازی و مقایسه آن با اصلاحگر دینامیکی ولتاژ (DVR)

استاد راهنما:

مهندس کاظمی

تهیه کننده:

علی اژدست

مهر ماه ۱۳۸۷

تاییدیهٔ هیأت داوران

هیـأت داوران پـس از مطالعـــه پـایـان نـامـه و شـرکـت در جلسـهٔ دفـاع از پـایـان نـامـــه بـا عنـــوان

" **معرفی یک جبران‌کننده جدید برای کنترل دینامیکی ولتاژ (DVC) و شبیه‌سازی و مقایسه آن با اصلاحگر دینامیکی ولتاژ(DVR)** "

توسط آقای **علی اژدست** کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشـد در رشتـه **برق** ، گرایش **قدرت** مورد تأیید قرار می دهد.

اسامی هیات داوران بشرح زیر می باشد:

۱ - **مهندس احد کاظمی** مرتبه علمی: **دانشیار** دانشگاه: **علم و صنعت ایران**

۲- **دکتر حیدر علی شایانفر** مرتبه علمی: **استاد** دانشگاه: **علم و صنعت ایران**

۳- **دکتر علیرضا جلیلیان** مرتبه علمی: **استادیار** دانشگاه: **علم و صنعت ایران**

۴- **دکتر مسعود علی اکبر گلکار** مرتبه علمی: **دانشیار** دانشگاه: **خواجه نصیر طوسی**

بسمه تعالی

اینجانـــب .....بـــه شـــماره دانـــشجویی.....

دانشجوی رشته .....مقطع تحصیلی .....

بدین وسیله صحت و درستی نتایج موجود در این پایان نامه را تایید نموده و گواهی می نمایم که در این نتایج هیچ گونه دخل و تصرفی صورت نگرفته باشد. همچنین متعهد می گردم کـه کلیـه نتایج عملی موجود در این پایان نامه حاصل کار اینجانب بوده و متعلق به هـیچ یـک از محققـین قبلی نمی باشد. چنانچه خلاف موارد فوق حتی بصورت جزئـی و در هـر زمـان مـشخص گـردد دانشگاه علم و صنعت ایران حق دارد که این پایان نامه را باطل نماید. در این صـورت تعهـد مـی نمایم که تبعات قانونی این مسئله و همچنین کلیه خسارات ناشی از آن به عهده اینجانب باشد.

نام و نام خانوادگی

امضاء و تاریخ

تقدیم به

پدر بزرگوارم

و مادر مهربانم

تقدیر و تشکر

لازم می دانم از زحمات و حمایت‌های بی دریغ استاد گرانقدرم جناب آقای مهندس کاظمی که با راهنمایی های بسیار ارزشمند خود، در انجام این پروژه بنده را یاری نموده‌اند، نهایت تشکر و قدردانی را بنمایم و از پروردگار بزرگ بهروزی ایشان را در همه مراحل زندگی خواستارم.
همچنین از آقایان دکتر شایانفر، دکتر گلکار، دکتر جلیلیان اعضای محترم هیئت داوری که در جلسه دفاعیه اینجانب شرکت فرمودند صمیمانه تشکر می نمایم.

چکیده

در این پروژه مراحل اصلاحگر دینامیکی ولتاژ DVR و جبران‌کننده‌ی دینامیکی ولتاژ DVC سه فاز و روش‌های کنترلی آن‌ها برای مقابله با اغتشاشات کمبود و بیشبود ولتاژ در سیستم مورد نظر مورد مطالعه قرار می‌گیرد. روش کنترلی ارائه شده، روش کنترلی پیشرو است که سیگنال کنترل را از اختلاف بین ولتاژ مرجع و ولتاژ واقعی اندازه‌گیری شده شبکه می‌سازد. سیستم کنترل با توجه به سیگنال خطا، پارامترهای اینورتر را به گونه‌ای تغییر می‌دهد که ولتاژ مصرف‌کننده برابر ولتاژ مرجع شبکه شود. این روش مزایای زیادی دارد که مهمترین آنها، کنترل آسان و پاسخ سریع و کیفیت دینامیکی بالا می‌باشد.

استراتژی تزریق ولتاژ، استراتژی پیش از افت است، که در این حالت هم دامنه و هم زاویه فاز ولتاژ بار دقیقا شبیه به مقادیر قبل از افت ولتاژ هستند. که این روش برای بارهایی که نسبت به جهش زاویه فاز حساس هستند مناسب است.

در مقایسه با ساختارهای اصلاحگر دینامیکی ولتاژ متداول، جبران‌کننده دینامیکی افت ولتاژ دارای مزایای تعداد کلید کاهش یافته و عدم وجود سیستم ذخیره انرژی است. نتایج شبیه‌سازی ارائه شده نشان می‌دهدکه جبران‌کننده دینامیکی افت ولتاژ قادر به حفاظت از بارهای حساس در برابر تداخلات کوتاه مدت ولتاژ، کمبود و بیشبود ولتاژ بوده و می‌تواند یک جایگزین جالب برای منبع ولتاژ غیر قابل وقفه ولتاژ پایین باشد.

فهرست مطالب

فصل اول : مقدمه

۱-۱ معرفی موضوع پروژه..... ۱

۱-۲ اهداف پروژه..... ۲

۱-۳ ساختار گزارش..... ۳

فصل دوم : مروری بر اصلاحگر دینامیکی ولتاژ

۲- ۱ مقدمه..... ۵

۲-۲ اهمیت و دلایل نیاز به کیفیت توان..... ۶

۲-۳ مشکل کیفیت قدرت..... ۸

۲-۳-۱ دلایل وجود افت ولتاژ..... ۸

۲-۳-۲ حساسیت تجهیزات صنعتی در مقابل افت‌های ولتاژ..... ۹

۲-۴ مروری بر روش‌های تعدیل کمبود ولتاژ..... ۱۰

۲-۴-۱ تغییرات در ساختار سیستم قدرت..... ۱۱

۲-۴-۲ افزایش مصونیت دستگاه..... ۱۲

۲-۵ ادوات تعدیل کمبود ولتاژ..... ۱۲

۲-۶ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ..... ۱۳

۲-۷ کاربرد اصلاحگر دینامیکی ولتاژ در نقاط مختلف جهان..... ۱۴

۲-۷-۱ کاربرد ولتاژ ضعیف..... ۱۴

۲-۷-۲کاربرد ولتاژ متوسط (MV)..... ۱۴

۲-۸ مروری بر روش‌های کنترلی انجام شده..... ۱۵

۲-۹ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ بدون ترانسفورماتور..... ۱۷

فصل سوم : معرفی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ و جبران‌کننده دینامیکی ولتاژو روش‌های کنترل آن‌ها

۳-۱ مقدمه ۱۸
۳-۲ اصول عملیاتی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ ۱۹
۳-۳ ساختار اصلاحگر دینامیکی ولتاژ ۲۰
۳-۳-۱ اینورتر منبع ولتاژ ۲۲
۳-۳-۲ ترانسفورماتورهای تزریق ۲۲
۳-۳-۳ فیلترهای غیر فعال ۲۲
۳-۳-۴ ذخیره انرژی و راه اندازی ۲۲
۳-۳-۴-۱ ذخیره‌سازی انرژی ۲۲
۳-۳-۴-۲ راه‌اندازی ۲۴
۳-۴ عملکرد حالت پایدار در طول کمبود ولتاژ ۲۵
۳-۴-۱ جبران پیش از افت ۲۵
۳-۴-۲ جبران هم‌فاز ۲۶
۳-۴-۳ جبران فاز پیشرفته ۲۷
۳-۴-۴ جبران فاز پیشرفته جلوروونده ۲۷
۳-۵ معیارهای طراحی و ساخت و محاسبات توان نامی ۲۸
۳-۵-۱ معیارهای طراحی ساخت ۲۸
۳-۵-۲ محاسبات توان اسمی ۳۰
۳-۶ جبران کننده دینامیکی ولتاژ ۳۱
۳-۷ ساختارهایی با حداقل اجزا و اصول عملیاتی ۳۲
۳-۷-۱ سیستم تک فاز ۳۲
۳-۸ ساختارهایی با حداقل اجزا و حذف ترانسفورماتور سری ۳۴
۳-۸-۱ سیستم تک‌فاز ۳۵
۳-۸-۱-۱ ساختار الف ۳۵
۳-۸-۱-۲ ساختار ب ۳۶
۳-۸-۱-۳ ساختارج ۳۷
۳-۸-۲ سیستم سه فاز ۳۸

فصل چهارم : الگوریتم‌های پیاده‌سازی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ و جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ

۴-۱ مقدمه ۳۹
۴-۲ استراتژی‌های جبران افت ۴۰
۴-۳ روش‌های تزریق ولتاژ در اصلاحگر دینامیک ولتاژ ۴۱
۴-۴ محاسبه ذخیره انرژی مورد نیاز ۴۸
۴-۵ ساختار و کنترل اصلاحگر دینامیک ولتاژ ۵۰

۴-۵-۱ تشخیص کمبود یا بیشبود ولتاژ ۵۲
۴-۵-۲ تولید ولتاژ بار مرجع ۵۲
۴-۵-۳ کنترل اصلاحگر دینامیکی ولتاژ ۵۲
۴-۶ حلقه قفل‌کننده فاز ۵۳
۴-۶-۱ ساختار حلقه قفل‌کننده فاز سه‌فاز ۵۴
۴-۶-۲ حلقه قفل‌کننده فازخطی شده ۵۴
۴-۷ جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ ۵۶
۴-۸ تناوب ساختارها ۵۷
۴-۸-۱ جبران‌کننده سه‌فاز ۵۹
۴-۸-۲ اصول اجرا ۵۹
۴-۹ استراتژی‌های کنترل ۶۰
۴-۹-۱ تشخیص اختلال و تولید مرجع ۶۰
۴-۹-۲ کنترل اینورتر ۶۱
۴-۹-۳ کنترل یکسوکننده‌ها ۶۲
۴-۹-۴ کنترل تریستور ۶۳
۴-۱۰ مشکلات طراحی ۶۳
۴-۱۰-۱ فیلتر LC ۶۴
۴-۱۰-۲ ترانسفورمر موازی ۶۵
۴-۱۰-۳ لینک DC ۶۵

فصل پنجم : نتایج شبیه‌سازی

۵-۱ مقدمه ۶۷
۵-۲ مشخصات سیستم مورد مطالعه ۶۷
۵-۳ نتایج شبیه‌سازی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ هنگام بروز کمبود ولتاژ ۶۹
۵-۳-۱ نتایج شبیه‌سازی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ هنگام بروز کمبود ولتاژ ۳۰ درصد ۶۹
۵-۳-۲ نتایج شبیه‌سازی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ هنگام بروز کمبود ولتاژ ۶۰ درصد ۶۹
۵-۳-۳ نتایج شبیه‌سازی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ هنگام بروز کمبود ولتاژ ۹۰ درصد ۷۰
۵-۴ نتایج شبیه‌سازی جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ هنگام بروز کمبود ولتاژ ۷۰
۵-۴-۱ نتایج شبیه‌سازی جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ هنگام بروز کمبود ولتاژ ۳۰ درصد ۷۰
۵-۴-۲ نتایج شبیه‌سازی جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ هنگام بروز کمبود ولتاژ ۶۰ درصد ۷۲
۵-۴-۳ نتایج شبیه‌سازی جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ هنگام بروز کمبود ولتاژ ۹۰ درصد ۷۲
۵-۵ نتایج شبیه‌سازی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ هنگام بروز بیشبود ولتاژ ۷۳
۵-۵-۱ نتایج شبیه‌سازی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ هنگام بروزبیشبود ولتاژ ۱۰ درصد ۷۳
۵-۵-۲ نتایج شبیه‌سازی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ هنگام بروزبیشبود ولتاژ ۳۰ درصد ۷۳

۵-۵-۳ نتایج شبیه‌سازی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ هنگام بروزبیشبود ولتاژ ۶۰ درصد.....۷۵
۵-۶ نتایج شبیه‌سازی جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ هنگام بروز بیشبود ولتاژ.....۷۵
۵-۶-۱ نتایج شبیه‌سازی جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ هنگام بروزبیشبود ولتاژ ۱۰ درصد.....۷۵
۵-۶-۲ نتایج شبیه‌سازی جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ هنگام بروزبیشبود ولتاژ۳۰ درصد.....۷۶
۵-۶-۳ نتایج شبیه‌سازی جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ هنگام بروزبیشبود ولتاژ ۶۰ درصد.....۷۷
۵-۷ مقایسه نتایج شبیه‌سازی با مقاله مرجع.....۷۷

فصل ششم : نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۶-۱ نتیجه‌گیری.....۸۳
۶-۲ پیشنهادها.....۸۴

مراجع.....۸۵

فهرست شکل‌ها

شکل۳-۱ اصل عملیاتی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ، (بالا) مدار معادل، (پایین) دیاگرام فازوری..... ۲۰
شکل۳-۲ طرح اصلاحگر دینامیکی ولتاژ..... ۲۱
شکل۳-۳ دیاگرام برداری روش جبران پیش از افت..... ۲۶
شکل۳-۴ دیاگرام برداری روش جبران هم‌فاز..... ۲۷
شکل۳-۵ دیاگرام برداری روش جبران فاز پیشرفته..... ۲۸
شکل۳-۶ ساختار سری اصلاحگر دینامیکی ولتاژ به عنوان منبع ولتاژ متغییر..... ۳۳
شکل۳-۷ جبران‌کننده ولتاژ سری: (بالا) با یکسوساز دیودی، (پایین) با یکسوساز نیم‌پل..... ۳۳
شکل۳-۸ جبران‌کننده ولتاژ تک‌فاز سری بدون ترانسفورماتور: یکسوساز دیودی، یکسوساز نیم‌پل..... ۳۴
شکل۳-۹ ساختار۱ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ تک‌فاز با استفاده از یکسوسازی دیودی نیم‌موج..... ۳۶
شکل۳-۱۰ساختار۲، جبران‌ساز تک‌فاز با حداقل اجزا با یکسوساز تمام‌موج..... ۳۶
شکل۳-۱۱ ساختار۲، جبران‌سازی تک‌فاز با یکسوساز دیودی تمام‌موج..... ۳۷
شکل۳-۱۲ ساختار۳، جبران‌سازی تک‌فاز با حداقل اجزا با یکسوساز نیم‌پل کنترل‌شده..... ۳۸
شکل۳-۱۳ جبران‌ساز دینامیکی ولتاژ سه‌فاز با حداقل اجزا..... ۳۸
شکل۴-۱ نمودار طرح وضعیت اصلاحگر دینامیکی ولتاژ..... ۴۲
شکل۴-۲ نمودار فازوری در روش جبران هم‌فاز..... ۴۲
شکل۴-۳ نمودار فازوری روش جبران پیش از افت..... ۴۳
شکل۴-۴ نمودار فازوری روش جبران فاز پیشرفته..... ۴۵
شکل۴-۵ نمودار فازوری روش جبران فاز پیشرفته جلورونده..... ۴۶
شکل۴-۶ مدار معادل کنترلر ولتاژ سری..... ۴۸
شکل۴-۷ ساختار اصلاحگر دینامیکی ولتاژ..... ۵۱
شکل۴-۸ استراتژی کنترل اصلاحگر دینامیکی ولتاژ..... ۵۳

شکل۴-۹ ساختار حلقه قفل‌کننده فاز سه‌فاز..... ۵۴
شکل۴-۱۰ مدل خطی حلقه قفل‌کننده فاز..... ۵۶
شکل۴-۱۱ جبران کننده سه فاز با اجزا کاهش یافته..... ۵۹
شکل۴-۱۲ الگوریتم تشخیص و تولید سیگنال مرجع اصلاحگر دینامیکی ولتاژ..... ۶۱
شکل ۴-۱۳ استراتژی اینورتر برای معکوس کننده و تریستور..... ۶۲
شکل۴-۱۴ استراتژی کنترل یکسوکننده..... ۶۳
شکل۵-۱ ساختار اصلاحگر دینامیکی ولتاژ..... ۶۸
شکل۵-۲ جبران کننده سه فاز با اجزا کاهش یافته..... ۶۸
شکل۵-۳ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ تحت کمبود ولتاژ ۳۰ درصد..... ۶۹
شکل ۵-۴ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ تحت کمبود ولتاژ ۶۰ درصد..... ۷۰
شکل ۵-۵ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ تحت کمبود ولتاژ ۹۰ درصد..... ۷۱
شکل ۵-۶ جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ تحت کمبود ولتاژ ۳۰ درصد..... ۷۱
شکل ۵-۷ جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ تحت کمبود ولتاژ ۶۰ درصد..... ۷۲
شکل ۵-۸ جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ تحت کمبود ولتاژ ۹۰ درصد..... ۷۳
شکل ۵-۹ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ تحت بیشبود ولتاژ ۱۰ درصد..... ۷۴
شکل ۵-۱۰ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ تحت بیشبود ولتاژ ۳۰ درصد..... ۷۴
شکل ۵-۱۱ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ تحت بیشبود ولتاژ ۶۰ درصد..... ۷۵
شکل ۵-۱۲ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ تحت بیشبود ولتاژ ۱۰ درصد..... ۷۶
شکل ۵-۱۳ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ تحت بیشبود ولتاژ ۳۰ درصد..... ۷۷
شکل ۵-۱۴ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ تحت بیشبود ولتاژ ۶۰ درصد..... ۷۸
شکل۵-۱۵ جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ تحت کمبود ۳۷ درصد(مقاله مرجع[۲۱])..... ۷۸
شکل۵-۱۶ اصلاحگر دینامیکی ولتاژ تحت کمبود ۳۷ درصد..... ۷۹
شکل۵-۱۷ جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ تحت کمبود ۳۷ درصد..... ۷۹

فهرست جداول

جدول۵-۱اجزای سیستم.....۶۸

فصل اول
مقدمه

۱-۱ معرفی موضوع پروژه

انرژی الکتریکی از مهمترین جزهای جامعه مدرن صنعتی است، مصرف سرانه انرژی الکتریکی با اهمیت‌ترین میزان برای سنجش رفاه یک ملت است.

کیفیت توان همیشه برای مصرف‌کنندگان مهم بوده است. اما در سال‌های اخیر با افزایش یافتن کاربرد-های بارهای الکتریکی و کنترل‌کننده‌های حساس به کیفیت توان این موضوع مورد توجه دوباره قرار گرفته است.کیفیت توان شامل چندین جنبه می‌باشد: هارمونیک‌ها، اضافه ولتاژها، فلیکر و فروافتادگی و برجستگی ولتاژ و وقفه‌ها و ... .

مشکلات کیفیت توان شامل محدوده وسیعی از اختلالات می‌باشد که باعث تلفات مالی تولیدات در روند-های بحرانی می‌شود. فروافتادگی ولتاژ مهم‌ترین منبع برای مشکلات مربوط به کیفیت توان است.

متاسفانه، ابزارهای الکتریکی نسبت به مشکلات و اختلالات بسیار حساس می‌باشند. و بنابراین بارهای صنعتی، نسبت به اختلالاتی چون وقفه کوتاه مدت، افت ولتاژ، افزایش ولتاژ، دچار مشگل گردیده و توانایی کارکرد درست را ندارند.

راه‌حل‌ها برای جبران فرو افتادگی ولتاژ را می‌توان به راه‌حل‌های مبتنی بر صنعت تولید و راه حل‌های مبتنی بر مصرف تقسیم کرد.

راه حل‌های مبتنی بر صنعت شامل جلوگیری از خطا و بهبود پاک‌سازی خطا است.

راه‌حل‌های مبتنی بر مصرف شامل شایسته‌سازی توان برای بارهای حساس است.

پیشرفت تکنولوژی الکترونیک قدرت نقش چشم‌گیری در ظهور و تکامل ادوات بهبود دهنده کیفیت توان به عهده داشته است.

اصلاحگر دینامیکی ولتاژ یکی از ادوات FACTS سیستم‌های توزیع است که با استفاده از وسایل الکترونیک قدرت ولتاژ سه‌فازی به صورت سری و سنکرون با ولتاژ فیدر توزیع تزریق می‌کند تا کمبود ولتاژ جبران شود.

۱-۲ اهداف پروژه

کمبود و بیشبود ولتاژ یکی از مهم‌ترین مشکلات کیفیت توان است، تجزیه و تحلیل فرو افتادگی ولتاژ یک پیامد اتفاقی پیچیده است. چنانچه درگیر با چند عامل اتفاقی گوناگون می‌باشد، مثل: نوع اتصال کوتاه، مکان وقوع اتصالی، امپدانس خطا و کارآیی سیستم حفاظت.

هرروزه بر میزان استفاده از اصلاحگر دینامیکی ولتاژ افزوده می‌شود.

کاربرد اصلاحگر دینامیکی ولتاژ حفاظت از بارهای حساس در برابر اختلال‌های کوتاه مدت است که در کاربردهای توان متوسط و توان بالا، یک راه‌حل قابل رقابت و موثر نشان داده است.

برای کاربردهای توان پایین، برای رسیدن به کاهش هزینه بیشتر احتیاج به ساختار و تکنولوژی قابل رقابت‌تر است.

در این پروژه به بررسی ساختارهای جدید به‌منظور جبران کمبود ولتاژ برای کاربردهای توان پایین براساس حذف ترانسفورماتورهای سری و استفاده از ساختارهای تبدیل با کلیدهای کاهش‌یافته می‌پردازیم. هم‌چنین طرح و عملکرد و ساختار پیشنهادی، که باعث کاهش هزینه و تلفات هدایتی نیز می‌گردد، بیان شده، همراه با آن مطالعات شبیه‌سازی نیز ارائه می‌گردد.

هدف از انجام این پروژه به‌دست آوردن منحنی‌های ولتاژ بار و شبکه بر اثر به‌وجود آمدن کمبود و بیشبود ولتاژ با حضور جبران کننده دینامیکی ولتاژ و اصلاحگر دینامیکی ولتاژ بوده تا منحنی‌های بدست آمده گواهی بر صحت عملکرد این ادوات جبران‌کننده باشد.

۱-۳ ساختار گزارش

در فصل دوم با مروری اجمالی بر کیفیت توان، اهمیت و دلایل نیاز به کیفیت توان بررسی شده، سپس به دلایل بوجود آمدن اساسی ترین مشکل کیفیت توان، یعنی کمبود ولتاژ، پرداخته می‌شود. روش‌های تعدیل کمبود ولتاژ، شامل: راه حل‌های مبتنی بر صنعت یا همان تغییر در ساختار سیستم قدرت و راه‌حل‌های مبتنی بر مصرف یا همان افزایش مصونیت دستگاه‌ها مرور می‌شود. سپس به ادوات تعدیل کمبود ولتاژ پرداخته می‌شود و از بین آن‌ها، اصلاحگر دینامیکی ولتاژ به عنوان یک راهکار مناسب بیان می‌شود. کاربرد-های اصلاحگر دینامیکی ولتاژ در نقاط مختلف جهان شامل کاربردهای ولتاژ ضعیف و ولتاژ متوسط را برشمرده شده و به مروری بر روش‌های کنترلی انجام شده پرداخته می‌شود. و در آخر اصلاحگر دینامیکی ولتاژ بدون ترانسفورماتور را معرفی می‌شود.

فصل سوم با اصول عملیاتی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ شروع شده و سپس ساختار آن شامل اجزای تشکیل دهنده و انواع مختلف اجزا توضیح داده می‌شود. عملکرد حالت پایدار در طول کمبود ولتاژ دنبال شده و

روش‌های جبران کمبود ولتاژ معرفی می‌شوند. سپس معیارهای طراحی و ساخت ارائه می‌شود که پارامترهای تعیین کننده برای طراحی محسوب می‌شوند و بحث طراحی با محاسبه توان در اصلاحگر پایان می‌پذیرد. در آخر جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ همراه با ساختارهایی با حداقل اجزا برای سیستم تک‌فاز و سه‌فاز معرفی می‌شود و اصول عملکرد آن‌ها توضیح داده می‌شود.

فصل چهارم روش‌های جبران افت توضیح داده می‌شود و روش‌های تزریق ولتاژ بیان می‌شود. روش‌های جبران شامل: جبران هم‌فازی، جبران پیش از افت و جبران فاز پیشرفته شرح داده شده و به مزایا و معایب و کاربرد هر یک از روش‌ها اشاره می‌شود. کار محاسباتی را با محاسبه ذخیره انرژی مورد نیاز پیگیری می‌شود. ساختار اصلاحگر دینامیکی مورد نظر و کنترل آن شامل: تشخیص کمبود یا بیشبود ولتاژ، تولید سیگنال‌های مرجع و کنترل اصلاحگر دینامیکی ولتاژ توضیح داده می‌شود. توضیح مختصری راجع به حلقه قفل‌کننده فاز داده می‌شود. جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ همراه با تناوب ساختارهای تک‌فاز و مزایا و معایب ساختارها بحث شده و ساختار سه‌فاز مورد نظر معرفی می‌گردد. اصول اجرایی و استراتژی‌های کنترل این ساختار سه فاز شرح داده می‌شود. در آخر در مشکلات طراحی اندازه صحیح المان‌های غیرفعال در مدار محاسبه می‌شود.

در فصل پنجم نتایج شبیه‌سازی اصلاحگر دینامیکی ولتاژ و جبران‌کننده دینامیکی ولتاژ برای غلبه بر کمبود و بیشبود ولتاژ ارائه می‌گردد. برای کمبود ولتاژ، حالت‌های آزمایش شده سه حالت می‌باشد که ولتاژ ۳۰ درصد و ۶۰ درصد و ۹۰ درصد کاهش یافته و برای بیشبود ولتاژ سه حالتی که ولتاژ ۱۰ درصد و ۳۰ درصد و ۶۰ درصد افزایش داشته آزمایش شده است. در آخر نتایج حاصله از این پروژه با نتایج حاصل از مقاله‌ی مرجع مقایسه می‌شود. شبیه‌سازی‌ها با استفاده از نرم‌افزار MATLAB انجام شده است.

در فصل ششم نتیجه‌گیری و پیشنهادها مورد بررسی قرار گرفته است.

فصل دوم

مروری بر اصلاح دینامیکی ولتاژ

۲- ۱ مقدمه

مصرف سرانه انرژی الکتریکی با اهمیت ترین میزان برای سنجش رفاه یک ملت است. مقدار زیادی از این انرژی توسط الکترونیک قدرت برای استفاده در کاربردهای صنعتی، تجارتی، خانگی، فضایی و نظامی مصرف می‌شود. با پیشرفت تکنولوژی الکترونیک قدرت در طول دو دهه گذشته، کاربرد آن در تمام سطوح ولتاژ از فشار قوی در انتقال، تا ولتاژهای پایین در مصرف کننده های کوچک گسترش یافته است. در سیستم انتقال، اهمیت با کنترل توان اکتیو و راکتیو است. در حالیکه نیازمندیهای سیستم توزیع : ولتاژ ثابت، فرکانس ثابت و ارائه توان مورد نیاز است.

در سال‌های اخیر تمایل زیادی به استفاده از دستگاه‌های کنترل‌شونده رایانه‌ای و سیستم‌های اتوماسیون و توسعه مبحث تجدید ساختار در سیستم‌های توزیع با هدف تحویل سطوح مختلف کیفیت توان وجود داشته است تا با نیازهای مشتریان تطبیق داشته باشد.

کیفیت توان و قابلیت اطمینان برای عملکرد مناسب فرآیند صنعتی درگیر بارهای بحرانی و حساس بسیار اهمیت دارد و لازم است شناخت کافی از پدیده‌های آن داشته باشیم. کیفیت توان در مراجع مترادف با

قابلیت اطمینان تغذیه، کیفیت سرویس دهی به مشتریان، کیفیت ولتاژ، کیفیت جریان، کیفیت مصرف و ... تعریف شده است. با مقایسه تعاریف فوق می‌توان دریافت که کیفیت توان به نوعی بیانگر کیفیت ولتاژ و جریان می‌باشد[۱].

۲-۲ اهمیت و دلایل نیاز به کیفیت توان

دلیل توجه به کیفیت توان، مسایل اقتصادی است. اثرات اقتصادی فراوانی برای شرکت‌های برق، مصرف-کننده‌ها و تولید کننده‌های تجهیزات الکتریکی وجود دارد[۲].

- حساسیت زیاد بارها و تجهیزات جدید الکترونیکی و سیستم‌های کنترل‌شونده رایانه‌ای و اتوماسیون و امکانات ذخیره‌سازی تحت شبکه‌های رایانه‌ای
- مشکل‌آفرینی تجهیزات جدید در سیستم‌های قدرت (مانند ایجاد اغتشاشات ولتاژ و جریان)
- رقابت بین تولیدکنندگان انرژی الکتریکی
- توقع مصرف‌کنندگان جهت در اختیار داشتن انرژی الکتریکی با کیفیت بالا که به تجهیزات آنها آسیب نرساند.
- نیاز به داشتن یک استاندارد جهت سنجش عملکرد تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان.
- کمبود ولتاژ در اثر خطاهای اتصال کوتاه، راه‌اندازی موتورهای بزرگ، انرژی‌دار کردن ترانسفورماتورها و تغییرات ناگهانی بار بوجود می آید و موجب قطع دستگاه و افت انرژی می‌شود.

کمبود ولتاژ معمولا توسط یک اتصال کوتاه در شبکه قدرت شروع می‌شود و تا برطرف کردن خطا ادامه دارد. براساس مطالعات گزارش شده اختلال‌های شبکه که ولتاژ بهره‌برداری را در حد۱۰ تا ۳۰ درصد زیر