دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان‌نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان:

استفاده از جبرانگر استاتیکی SVC در کارخانجات صنعتی دارای کوره‌های قوس برای بهبود پارامترهای کیفیت توان

استاد راهنما: دکتر سعید جلیل‌زاده

نگارش: هادی جوادی

زمستان ۱۳۹۴

تقدیر و تشکر

خدای را سپاس می‌گویم که با آنکه بنده حقیرش را می‌شناسد و می‌داند به هنگام نیاز به سراغش می‌آید، باز از دریای کرم و جودش ذره‌ای دریغ نمی‌کند.

بر خود لازم می‌دانم از استاد ارجمند جناب آقای دکتر جلیل‌زاده که با حمایت‌ها و نظرات خود بنده را در طول انجام پروژه راهنمایی نموده‌اند تشکر و قدر دانی نمایم.و در نهایت باید قدردان خانواده بزرگوارم باشم، همسرم که همواره از من حمایت کردند، پدر و مادرم که گرمای وجودشان امید راهم بود، برادرانم که همیشه و در همه مراحل کمک حال و مشوقم بوده‌اند، و از همه دوستانی که در انجام این پروژه از نظرات با ارزششان بی نصیب نبوده‌ام.

چکیده مطالب:

با گسترش صنعت و رشد روز افزون مصرف برق و همچنین استفاده از بارهای غیرخطی در سیستم قدرت، بهره برداری بهینه و پایدار از شبکه برق و ارائه یک توان با کیفیت بالا از دغدغه های مهندسین برق میباشد. بارهای غیرخطی زمانی که در مدار قرار می گیرند هارمونیک هایی در سیستم شبکه برق ایجاد می کنند که باعث اغتشاشاتی در شکل موج ولتاژ و جریان می شود و باتوجه به این نکته که پایداری شبکه در برابر نوسانات و حالت های گذرا بسیار مهم است، نیاز است که این اغتشاشات تا حد ممکن برطرف گردند. از جمله روش هایی که برای حل این مشکل مورداستفاده قرار می گیرد، ادوات FACTS می‌باشند. این ادوات با توجه به قابلیت انعطافی که دارند می توانند در زمان های مختلف باتوجه به میزان بار وارد مدار شده و به تثبیت ولتاژ و پایداری سیستم قدرت کمک بسزایی نمایند با توجه به اینکه در برخی از کارخانه‌های دارای بارهای خاص نظیر کوره‌های قوس یا موتورهای توان بالا با مشکل کیفیت توان روبه‌رو هستند،در این پروژه سعی خواهیم کرد با در نظر گرفتن شبیه سازی یک شبکه و با استفاده از ادوات Fact از جمله svc آن را جبران نماییم.

فهرست مطالب

فصل اول ۱
مقدمه ۱
فصل دوم ۴
مقدمهای بر عملکرد کورههای قوس الکتریکی ۴
۲-۱.مقدمه ۴
۲-۲.انواع کورههای الکتریکی ۵
۲-۲-۱.کورههای قوس الکتریکی ۶
۲-۲-۲.کورههای القایی ۷
۲-۲-۳.کورههای مقاومتی ۸
۲-۲-۴.کورههای اشعه الکترونی ۹
۲-۲-۵.کورههای پلاسما ۹
۲-۳.بررسی ساختمان کوره قوس الکتریکی ۱۰
۲-۳-۱.ترانسفورماتور کوره ۱۱
۲-۳-۲.کابلهای انعطاف پذیر ۱۲
۲-۳-۳.الکترودهای گرافیتی ۱۳

۲-۳-۴.سیستم کنترل موقعیت الکترودها ۱۳
۲-۴.مراحل کار کورههای قوس الکتریکی ۱۵
۲-۴-۱.مرحله بارگذاری ۱۵
۲-۴-۲.مرحله ذوب ۱۵
۲-۴-۳.مرحله تصفیه ۱۶
۲-۵.نتیجه گیری ۱۷
فصل سوم ۱۸
مقدمه SVC ۱۸
انواع جبران کنندههای توان راکتیو ۲۰
معرفی جبران کننده ایستای توان راکتیو SVC ۲۱
۳-۱-تعریف SVC ۲۲
۳-۲-مزایای SVC ۲۲
۳-۳-دسته بندی SVCها ۲۴
۳-۴.اصول و مدل SVC ۲۵
فصل چهارم ۲۸
انواع وساختار SVCها ۲۸
۴-۱.انواع SVC امپدانس متغیر ۲۸

۴-۱-۱.انواع خازن سوئیچ شونده با تریستور TSC ۲۸
۴-۱-۲.سلف کنترل شده با تریستور TCR ۳۰
۴-۱-۳.سلف کنترل شده با تریستور همراه با خازن ثابت FC-TCR ۳۲
۴-۱-۴.سلف کنترل شده با تریستور همراه خازن سوئیچ شونده با تریستور TSC-TCR ۳۳
۴-۱-۵.خازنهای سری با کنترل تریستوری TCSC ۳۴
۴-۲.انواع SVC با استفاده از مبدلهای الکترونک قدرت ۳۵
۴-۲-۱.SVC با استفاده از مبدل مستقیم ac-ac ۳۷
۴-۲-۲.SVC با استفاده از مبدل dc-ac ۳۹
فصل پنجم ۴۵
نتایج شبیه سازی ۴۵
مقدمه ۴۵
۵-۱.مدلسازی کوره قوس الکتریکی ۴۵
۵-۲.مدلسازی SVC ۴۸
۵-۳. نتایج شبیه سازی ۴۹
مراجع ۵۲

فهرست اشکال

شکل (۲-۱) نمای ساده از یک کوره قوس.....۱۰

شکل (۲-۲) نمای یک ترانسفورماتور کوره.....۱۲

شکل (۳-۱) نمودار تک خطی یکSVC.....۲۶

شکل (۳-۲) نمودار ولتاژ جریان یک SVC.....۲۶

شکل (۴-۱) نمودار تک خطی یک TSC.....۲۸

شکل (۴-۲) مدار یک TCR.....۳۰

شکل (۴-۳) مدار یک FC-TCR.....۳۲

شکل (۴-۴) مشخصه FC-TCR.....۳۳

شکل (۴-۵) نمودار TSC-TCR.....۳۴

شکل (۴-۶) الف)خازن واسط هنگامی که هردو منبع جریان است.....۳۸

شکل (۴-۶) ب)سلف واسط هنگامی که هر دو منبع جریان است.....۳۸

شکل (۴-۶) ج) سلف و خازن واسط هنگامی‌که که در ورودی منبع جریان و خروجی منبع ولتاژ است.....۳۸

شکل (۴-۷)الف مدار تک‌فاز ASVC.....۴۰

شکل (۴-۷) ب نمودار فازوری حالت پیش‌فاز.....۴۰

شکل (۴-۷) ج نمودار فازوری حالت پس‌فاز.....۴۰

شکل (۴-۸) نمودار مشخصه V-I یک VSI.....۴۱

شکل(۴-۹)الف مدار معادل تک‌فاز.....۴۲

شکل(۴-۹)ب مدار معادل تک‌فاز با سلف بعنوان منبع جریان.....۴۲

شکل(۴-۹)ج مدار سه‌فاز با سلف بعنوان منبع جریان.....۴۲

شکل(۵-۱)نمودار V-I کوره قوس الکتریکی.....۴۵

شکل(۵-۲)مدل کوره قوس الکتریکی.....۴۷

شکل(۵-۳)MATLAB Fanction.....۴۷

شکل(۵-۴)مدلSVC در MATLAB.....۴۸

شکل(۵-۵)کنترل کننده PI.....۴۹

شکل(۵-۶)ولتاژ شبکه قبل از جبران سازی توسط SVC.....۵۰

شکل(۵-۷)جریان شبکه قبل از جبران سازی توسط SVC.....۵۰

شکل(۵-۸) ولتاژ شبکه بعد از جبران سازی توسط SVC.....۵۱

شکل(۵-۹) جریان شبکه بعد از جبران سازی توسط SVC.....۵۱

فصل اول

مقدمه

از جمله بارهای غیرخطی و بسیار پر کاربرد در صنعت،کوره‌های قوس الکتریکی می‌باشند که تاثیر زیادی بر کیفیت توان شبکه دارند. به طوری‌که امروزه ظرفیت کوره الکتریکی در سطح جهان به طور پیوسته با سرعت قابل ملاحظه‌ای رو به افزایش است. مهمترین مبحث در کوره‌های قوس، چگونگی مدل سازی قوس الکتریکی در آنها می‌باشد. تا کنون مدل‌های فراوانی برای قوس الکتریکی بیان شده است.

یکی از این مدل‌ها، مبتنی بر مدار معادل غیر خطی در حوزه زمان می‌باشد که بر پایه منحنی مشخصه ولتاژ-جریان قوس بنا نهاده شده‌اند. در حقیقت این مدل‌ها مبتنی بر منبع ولتاژ هارمونیکی بنا می‌شوند که بر اساس مطالعات هارمونیکی نوع مشخصی از شکل موج ولتاژ قوس الکتریکی استوار است. تحت این شکل موج ولتاژ قوس، سیستم کوره قوس الکتریکی نمی‌تواند تحت شرایط توان ماکزیمم عمل نماید. دسته‌ای دیگر از مدل‌ها مبتنی بر حل در حوزه فرکانس است که با توجه به معادلات دیفرانسیل غیرخطی سیستم ایجاد می‌شود و تنها بر توپولوژی سیستم و شرایط عملکرد آن بستگی دارد. مدل‌های دیگری مبتنی بر فرآیندهای تصادفی و مدارهای مولد بی نظمی می‌باشند که می‌توانند به خوبی عملکرد سیستم کوره قوس را نمایش دهند.ولی این مدل‌ها تنها برای تحلیل فلیکر ولتاژ مناسب هستند.

جبران کننده استاتیک توان راکتیو svc یکی از ادوات الکترونیک قدرت است که برای کنترل توان راکتیو و بهبود کیفیت توان به کار گرفته می‌شود. امروزه بحث کیفیت توان به یکی از موارد جدی و اساسی در سیستم‌های قدرت الکتریکی تبدیل شده است. افزایش کاربرد بارهای غیر خطی در سیستم‌های قدرت و اثرات

مخرب این بارها بر کیفیت توان شبکه‌های قدرت، جبران‌سازی این بارها را به یکی از مسایل خطیر و اساسی در سیستم‌های قدرت تبدیل نموده است که از بارزترین بارهای غیر خطی کوره قوس الکتریکی AC می‌باشد.

پیچیدگی روز افزون بهره برداری تجهیزات الکتریکی،سیستم‌های قدرت را با چالش‌های جدیدی رو به رو کرده است.ناپایداری ولتاژ یکی از مشکلاتی است که در سال‌های اخیر و به سبب بهره برداری بیش از حد از تجهیزات و افزایش تقاضای بار به وجود آمده است. در حالت کلی دو روش برای تحلیل پایداری ولتاژ پیشنهاد شده‌اند،تحلیل استاتیکی پایداری ولتاژ و تحلیل دینامیکی آن.تحلیل استاتیکی پایداری ولتاژ با استفاده از معادلات جبری و تجزیه و تحلیل صورت می‌گیرد. و در حالت کلی،این تحلیل سریعتر از نوع دینامیکی انجام می‌شود.

فراهم آوردن توان راکتیو در محل مناسب،سبب حل مشکلات ناپایداری ولتاژ خواهد شد. کمبود توان راکتیو در شبکه‌های قدرت سیستم را به سوی ناپایداری سوق می‌دهد و منجر به ایجاد افت ولتاژ و نوسانات ولتاژی می‌گردد. مصرف کننده‌ها باید ولتاژ را در حالت بسیار نزدیک به مقدار نامی نگه دارند. زیرا در غیر این‌صورت،آسیب‌هایی به دلیل جریان‌های بالا به تجهیزات وارد خواهد شد.

برای افزایش پایداری ولتاژ و جلوگیری از فروپاشی ولتاژ، از ترانسفورماتورهای مجهز به تپ چنجرهای زیر بار (LTC)، روش‌های حذف بار و تولید توان راکتیو و جبرانسازی توان راکتیو استفاده می‌شود.

مهمترین گزینه‌های پیشنهادی برای جبران سازی تولید مستقیم توان راکتیو توسط ژنراتورها، نصب بانک‌های خازنی ثابت، نصب بانک‌های خازنی سوییچ شونده،نصب جبران ساز وار استاتیکی (svc) و جبران سازی وار فعال با استفاده از STATCOM.

استفاده از تپ چنجر به دلیل محدودیت تپ ترانس‌ها بازه عملکرد کمتری دارد. همچنین روش حدف بار نسبت به روش تزریق توان مقبولیت کمتری دارد چرا که با وجود جبرانسازهای کنترل پذیر و صدمات اقتصادی ناشی از حذف قسمتی از بارهای مصرفی،نقاط ضعف این استراتژی نمایان می‌شود.از طرفی، توان راکتیو تولید شده توسط ژنراتورها و بانک‌های خازنی برای تغییرات ناگهانی بارها و کاربردهای فوری مثل توربین‌های بادی بسیار کند است. بنابراین بهترین راه حل استفاده از جبران‌سازهای موازی ادوات FACTS همچون SVC و STATCOM می‌باشد

فصل دوم

مقدمه‌ای بر عملکرد کوره‌های قوس الکتریکی

۲-۱.مقدمه

استفاده از کوره‌های قوس الکتریکی برای تولید فولاد یکی از متداول‌ترین روش‌هایی است که امروزه به‌کار می‌رود. با نیاز روز افزون صنایع به فولاد، کوره‌هایی با ظرفیت ۲۵۰ تن و با قدرت نامی ۱۰۰ مگاوات نیز ساخته شده‌اند. به علت ظرفیت بالای این کوره‌ها، اندکی افزایش در راندمان آن‌ها باعث صرفه جویی انرژی بسیاری خواهد شد. با توجه به کاهش منابع طبیعی سنگ آهن و ذغال سنگ از یک طرف و مشکلات زیست محیطی ناشی از ذوب قراضه‌های آهن از طرف دیگر، استفاده از کوره‌های قوس الکتریکی با توجه به قادر بودن در حل مشکلات زیست محیطی و ایجاد چرخه‌ی بسته مصرف فولاد در جامعه‌ی بشری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود. لذا در آینده نه چندان دور استفاده از کوره‌های قوس الکتریکی در صنعت فولادسازی اهمیت استراتژیک پیدا خواهد کرد. همچنان که بارهای قوس الکتریکی در صنعت رو به افزایش است مشکلات کیفیت توان در اثر این‌گونه بارها نیز رو به فزونی است. ایجاد فلیکر و ترزیق هارمونیک، نمونه‌هایی از اثرات سوء کوره‌های قوس در سیستم قدرت است. علاوه بر مشکلات کیفیت توان کوره‌ها برای شبکه برق، به خاطر ظرفیت بالای بار مربوط به آن‌ها (در حدود ۱۰۰ مگاوات) تغییرات دینامیکی بار چنین کوره‌هایی دو هدف عمده را به دنبال دارد. یکی افزایش متوسط توان تحویلی به کوره و دیگری محدود نگه داشتن اغتشاشات ناشی از چنین

بارهای غیر خطی و متغیر با زمان، در محدوده استانداردهای تعیین شده. مواردی که در طراحی سیستم تغذیه کوره قوس بایستی در نظر گرفت عبارتند از:

۱-نوسانات فرکانس سیستم تغذیه کوره

۲-نوسانات ولتاژ باس

۳-فیلتر کردن هارمونیکی

۴-نحوه عملکرد کنترل کننده‌های کوره و سیستم قدرت

یکی از روش‌های مرسوم این است که ابتدا بار کوره تخمین زده شده و یا شبیه سازی عددی و دینامیکی بار کوره و سیستم قدرت مربوط به آن، پروسه‌های کنترل، شبیه سازی و آنالیز گردند. لذا شبیه سازی کوره‌های قوس الکتریکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد بود. برای این‌که دید کافی و دقیق نسبت به این موضوع داشته باشیم لازم است که با ساختمان کوره‌های قوس الکتریکی، مراحل کاری آن و نحوه عملکرد سیستم کنترل آشنا شویم. لذا در این فصل سعی می‌شود موارد فوق تا حدی مطلوبی تحت پوشش قرار داده شوند.

۲-۲.انواع کوره‌های الکتریکی

امروزه طیف گسترده‌ای از سیستم‌های ذوب الکتریکی در کنار هم مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند، چرا که انواع ویژه‌ای از کوره‌ها جهت دستیابی به احتیاجات کیفی برای انواع گوناگون فولادها طرح ریزی شده‌اند. کوره‌های الکتریکی بر اساس نحوه تبدیل انرژی الکتریکی به گرمایی، می‌توان به پنج گروه کلی زیر طبقه بندی نمود:

۱-کوره‌های قوسی

۲-کوره‌های القایی

دانشجویان محترم:

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

مراجع

[۱] Girgis.A.A,Makram.E.B,"Measurement of Voltage Flicker Magnitude and Frequency Using a Kalman Filtring Based Approach",IEEE ۱۹۹۶.

[۲] Mirra.C,Kendall.P.G,"An Ineternational Study of Flicker",CIRED ۱۹۸۹,PP.۹۷-۱۰۱

[۳] http://www.iran-transfo.com/productdetail.aspx?q=۱۰۲۰

[۴] Couvereur.M,Robret.A,"Arc Furnace Flicker Assessment and Prediction,"CTRED ۱۹۹۳.

[۵] Dixon.G.F.L,Kendall.P.G,"Supply to Arc Furnace Measurement ۸ Prediction of Supply-Voltage Fluctuation",Proc.IEEE ۱۹۷۲,PP.۴۵۶-۴۶۵.

[۶] Nang Sabai, and Thida Win (۲۰۰۸) “Voltage control and dynamic performance of power transmission system using SVC” *World Academy of Science, Engineering and Technology* ۴۲ Pp. ۴۲۵-۴۲۹.

[۷]كنترل توان راكتيو در سيستم‌هاي الكتريكي، رضا قاضي

[۸]رسالة كارشناسي ارشد با موضوع «بهبود پايداري گذراي سيستم قدرت با استفاده از«STATCON ، علي آگاه، دانشگاه صنعتي شريف

[۹]رسالة كارشناسي ارشد با موضوع «طراحي و شبيه سازي جبران‌كنندة ايستاي توان راكتيو اينورتري منبع جريان براي شبكه توزيع»، ناصر ريخته‌گران، دانشگاه صنعتي شريف

[۱۰]http://www.intechopen.com