دانشکده مهندسی
گروه برق

پایان‌نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان :

مطالعه و شبیه سازی خازنهای سری در خطوط انتقال برای کاهش افت ولتاژ

استاد راهنما: د.جلیل زاده

نگارش: نظری مریم

اردیبهشت ۹۰

با احترام

تقدیم به پدر و مادر عزیز مهربان و صبورم

با سپاس فراوان از:

استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر جلیلزاده که در تهیه این پایان نامه راهنمایی ها و الطاف بی دریغشان را نثار اینجانب نمودند.

فهرست مطالب

فصل اول: استانداردهای مربوط به خازن ۱

خصوصیات خازنها ۷

فصل دوم: اثرات مثبت خازن بر شبکه ۱۰

-معرفی ۱۰

-تأمین توان راکیف ۱۰

-بهبود پروفیل ولتاژ ۱۰

-اضافه ولتاژ ۱۰

-افزایش ولتاژ ترانس ۱۱

-کاهش تلفات ترانس و خط ۱۲

-صرفه جویی ۱۲

-کاهش تلفات با اصلاح ضریب توان ۱۲

-آزادسازی ظرفیت سیستم ۱۳

-آزادسازی ظرفیت ژنراتور ۱۸

فصل سوم:خازن های سری ۱۹

-معرفی ۱۹

-خازن های سری در فیلرهای شعاعی ۲۱

-خازن های سری در سیستم های توزیع ۲۲

-خازن های سری در خطوط انتقال ۲۲

-محدودیت های کاربرد خازن سری ۲۳

کاربردهای دیگر خازن سری ۲۵

فصل چهارم: کلید زنی خازن ها ۲۸

-معرفی ۲۹
-انواع کلیدزنی ۲۹
فصل پنجم: مشخصه ها و سیستم های انتقال جبران شده با خازن سری ۴۲
-خودتحریکی ناشی از ژنراتور القایی ۴۳
-تداخل پیچشی منجر به SSR ۴۴
-روش های مواجهه با مسائل SSR ۵۳
-اثر اغتشاشهای حاصل از کلیدزنی ۵۴
-کلیدزنی حالت ماندگار ۵۵
-اثر اغتشاشهای کلیدزنی پی در پی ۵۷
فصل ششم: استفاده از خازن سری در خطوط انتقال ایران ۶۲
فصل هفتم: مزایا و معایب خازن گاری در شبکه های اتصال ۷۷
اثر هارمونیک بر خازن (تشدیدهای سری و موازی) ۸۲
تأثیر کلید زنی خازن های فشار قوی در شبکه ۸۶
فرورزونانس ۹۳
توجیه اقتصادی نصب خازن در شبکه ۱۰۴
فصل هشتم:شبیه سازی ۱۲۳
مراجع و منابع ۱۳۰

فصل اول:

استانداردهای مربوط به خازن

فصل اول

استانداردهای مربوط به خازن

چهار استاندارد زیر به خصوصیات کاربرد و حفاظت از خازن های شانت و سری می پردازند:

استاندارد IEEE Standard 18 شامل تعاریف، خصوصیات، و روش های آزمایش خازن های اصلاح ضریب توان شانت است و همچنین جدول انتخاب ظرفیت های خازن بر اساس ولتاژ در آن آمده است.

استاندارد IEEE Standared 1036، اهداف خازن های شانت، ابعادشان، استفادهٔ کاربردی در خطوط توزیع، خازن های شانت در پست ها، و مسائل مربوط را بررسی می کند. کاربردهای خاص برای فیلترهای هارمونیک، موتور، و خازن های ضربه هم بحث می شوند. راهنمای ایمنی و حفاظت پرسنل، بررسی اولیه، اندازه گیری، و برق دار کردنِ خازن در این استاندارد موجود است. بازرسی دوره ای، نگهداری، و مشکلات عملی هم در این استاندارد آورده شده است.

استاندارد ANSI/IEEE Standard اصول اولیه ای مانند ابعاد خازن، آرایش های بانک مانند مثلث یا ستاره، ابعاد بانک، مسائل حفاظتی، اثر حفاظت عدم تعادل، و مسائل سیستمی مانند هارمونیک ها را بررسی می کند.

استاندارد IEEE Standard، حاوی راهنمای استفاده از خازن های سری در سیستم قدرت است. جبران سازی سری کاربرد بسیار خاصی از خازن است و باید دقت فراوانی در آن لحاظ گردد.

استاندارد ANSI/IEEE Standard C37.06 ابعاد استاندارد مدارشکن های مختلف را ارائه می کند:

-ابعاد توصیه شده برای مدارشکن های indoor

-ابعاد توصیه شده قطع جریان خازنی برای مدارشکن های indoor و بدون روغن

-ابعاد توصیه (برای ۷۲/۵ کیلوولت به پایین) برای مدارشکن های outdoor برای پست های گازی

-ابعاد توصیه شده برای قطع و وصل جریان خازنی (برای ۷۲/۵ کیلوولت به پایین) در مدارشکن های پست های گازی

این استاندارد همچنین مقادیر به دست آمده از آزمایش بر روی دی الکتریک ها، عایق مدارشکن های فشار قوی، و پست های گازی را در خود دارد. انتخاب مدارشکن برای کلیدزنی خازن ها بسیار حائز اهمیت است.

استاندارد ANSI/IEEE Standard، شامل توضیحاتی در مورد آزمایش های طراحی، ساخت، آزمایش های بعد از تحویل، آزمایش های در محل، و آزمایش های سازگاری بر روی مدارشکن ها مختلف است. این استاندارد مقادیر مجاز ولتاژ بازیافت گذرا (TRV) را برای شرایط مختلف مانند کلیدزنی خازن بیان می کند.

استاندارد ANSI/IEEE Standard C37.010 راهنمایی هایی در مورد کاربردهای مدارشکن های فشار قوی دارد. این موارد شامل زمان قطع، تأخیر مجاز تریپ، زمان بست مجدد، نرخ TRV، سوییچینگ جریان خازنی، سوییچینگ راکتور، و ملاحظات مربوط به اتصال کوتاه است.

استاندارد ANSI/IEEE Standard C37.011، مفاهیم مربوط به TRV را بررسی می کند. محاسبات ولتاژ بازیافت گذرا در سیستم های خازنی مختلف و محاسبات TRV در هنگام خطا هم بحث می شوند. مفهوم TRV پارامتری مهم در انتخاب و عملکرد هر مدارشکن است. مقادیر متعارف خازن برای تجهیزات مختلف مانند ژنراتور، باس، خط انتقال، و ترانس های صنعتی در این استاندارد آمده است.

استاندارد IEEE Standard 519 در مورد هارمونیک است و به مسائل مختلفی نظیر تولید هارمونیک، مشخصهٔ پاسخ سیستم به هارمونیک ها، و اثرات آنها بر قطعات مختلف سیستم مانند موتورها، ژنراتورها، کابل ها، و خازن ها می پردازد. تأثیر جبران سازی توان راکتیو و کنترل هارمونیک به دقت بررسی شده است. روش های تحلیلی، اندازه گیری، و راه حل های توصیه شده برای مصرف کنندگان در این استاندارد آمده است. استاندارد همچنین توصیه هایی از دید شرکت برق مطرح می کند. به علاوه، استاندارد روش هایی برای بررسی منابع هارمونیکی جدید ارائه می دهد.و در انتها، چند مثال عملی ارائه شده است. با استفاده از خازن می توان به طور همزمان ضریب توان و وضعیت هارمونیک ها را بهبود داد؛ این استاندارد از این جهت هم حائز اهمیت است.

استاندارد ANSI Standard 141، راهنمایی های برای طراحی سیستم، ملاحظات ولتاژ، حفاظت از ضربه ولتاژ، هماهنگی سیستم های حفاظتی، محاسبات خطا، زمین کردن، مسائل مربوط به ضریب توان، سوییچ کردن توان، ادوات و تجهیزات، کابل ها، باس ها، و صرفه جویی در مصرف انرژی آمده است. استفاده از خازنهای شانت برای بهبود ضریب توان بارهای صنعتی در بخش ضریب توان آمده است. همچنین استفاده از

خازن شانت در موتورهای القایی از نظر بازده و ایمنی بحث شده است. استاندارد ANSI Standard 399 نیز در مورد تحلیل شبکه با استفاده از کامپیوتر است.

استاندارد IEEE Standard، سطوح ولتاژی، مقادیر اضافه ولتاژ مجاز در حالت ماندگار، و روش های آزمایش عملکرد برای برق گیرها. به علاوهٔ آزمایش هیا طراحی، نکات ساخت، و مشخصهٔ حفاظتی برق گیرهای اکسید فلزی را بیان می کند.

استاندارد IEEE Standard C62.22 ملاحظات کلی استفاده از برقگیر مانند اضافه ولتاژ، اثرات جداسازی، و هماهنگی عایق را از دید سیستم بحث می کند. حفاظت از سیستم انتقال، روش های انتخاب برق گیر، و یافتن محل مناسب آنها بحث شده است. در تجهیزات تکی مانند ترانسفورمر، خازن های شانت، کابل های زیرزمینی، پست های گازی، ماشین های گردان، عایق کاری خط، خازن های سری، و روش های کنترل TRV در مدارشکن ها آورده شده است. روش های لازم برای انتخاب برق گیر در سیستم های توزیع نیز در این استاندارد موجود است.

استاندارد ANSI Standard C37.42 در مورد فیوزها و کارت اوت های مناسب بانک های خازنی بحث می کند. خصوصیات کات اوت های مناسب برای نصب فیوز به همراه روش های آزمایش آورده شده است. سطح ولتاژ، جریان نامی، جریان قطع، سطوح ولتاژی گذرا، و سطوح عایقی ابتدایی کات اوت ها در ولتاژهای ۵/۲ تا ۱۸ کیلو ولت بیان شده است که شامل کات اوت های indoor و outdoor است. جریان ذوب کنندهٔ فیوزهای انفجار سریع (K) و آهسته (T) در جدول هایی به صورت سطوح جریانی رایج، سطوح جریانی متوسط و سطوح جریانی کم تر از ۶ آمپر آورده شده است.

در استاندارد ANSI Standard C37.47 خصوصیات سوییچ های قطع شونده با فیوز در سطح توزیع به خصوص نگهدارنده های فیوز و فیوزهای محدود کنندهٔ جریان بحث می کند. سطوح ولتاژ و جریان فیوزهای محدود کنندهٔ جریان در این استاندارد آمده است.

مؤسسهٔ IEC استانداردهای متعددی در مورد خازن ها دارد. این خازن ها عمدتاً در اروپا استفاده می شوند. مؤسسهٔ NEMA نیز استانداردهایی در مورد خازن ها دارد.

مراجع و منابع:

۱-رضایی ساروی، م. «مهندسی توزیع برق»، (ترجمه Engineering Electric Power Distribution system نوشته McGraw-Hill ۱۹۸۶)، مرکز نشر دانشگاهی .۱۳۷۵

2-Wallace, R.L., 1983, "Copacitors Reduce system Investment and Losses" The line, Vol. 72, pp.15-7.

۳-کارنامه سال ۱۳۷۵، شرکت برق منطقه ای ترهان، مهر .۱۳۷۶

4-Hopkinson, R.H., 1980, "Economics Power Factor-Key to Kvar Supply" Electr. Forum. Vol.6,No.3,pp.20-22.

۵-ترازنامه انرژی سال ۷۵، شرکت برق منطقه ای تهران، مهر .۱۳۷۶

۶-حاتمی، ح. «منافع اقتصادی نصب خازن در شبکه های توزیع» «دومین کنفرانس شبکه های توزیع، اصفهان، اردیبهشت .۱۳۷۱

۷-سلطانی، م. تجهیزات کارگاه، جلد دوم، انتشارات هنر، .۱۳۶۴

۸-مرکز تحقیقات نیرو، «استاندارد خازن های مورد استفاده در شبکه های توزیع» امور برق وزارت نیرو، معاونت تحقیقات و تکنولوژی-دفتر استانداردها، مهر .۷۴

۹-استاندارد تجهیزات بانکهای خازنی Kv ۲۰ و Kv ۳۳-جلد اول؛ مطالعات پایه، اصول و معیارها، امور برق وزارت نیرو، معاونت تحقیقات و تکنولوژی-دفتر استانداردها، مهر .۷۵

9-Miroslav poljak, Tomislav Kelemen, Boris Bojanic," New experience with ferroresonance", Technical Bulletin of Koncar.

10-Tong. Y.K, "NGC experience on ferroresonance in power transformers and voltage transformers on HV transmission systems" IEEE Colloquium on, 12 Now 1997.

11-Wareing, J.B., Perrot, F. "ferroresonance overvoltages in distribution networks", IEEE Colloquium on, 12 Nov 1997"

۱۱-طراحی ترانسهای ولتاژ مقاوم در برابر فرورزونانس، واحد طراحی و تحقیق و توسعه-شرکت نیرو ترانس.

۱۲-بررسی امکان بکارگیری خازن سری در خطوط ۴۰۰ کیلوولت علیرضا شیرانی و امیرفرشاد فتحی- مرکز تحقیقات نیرو اسفند ماه ۱۳۷۰

13- E.Kataz, "Sub synchronous Resonance" , IEEE symposium on countermeasures for sub synchronous resonance, summer meeting 1981.

14- H.W. dommel, "EMTP teory book", 1980

15- Westinghous company, " Trancmission and distribution", 1964.

۱۶- بررسی پدیده نوسانات زیر سنکرون در اثر جبران سازی خازن سری امیر مهدی موسوی- مستانه مومنی ترکمان – مرکز تحقیقات نیرو- دیماه ۱۳۷۰.