



دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان:

جایابی بهینه ی خازن در شبکه های توزیع شعاعی توسط الگوریتم ژنتیک

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر منصور اوجاقی

نگارش:

مهدی افتخاری

بهمن ۹۵

انرژی‌های تجدیدپذیر	۴۷
انرژی خورشیدی	۴۸
انرژی بادی	۴۹
انرژی زمینگرمایی	۵۰
انرژی هیدروپتانسیلی	۵۱
انرژی زیست‌توده	۵۲
انرژی امواج	۵۳
انرژی جنبشی	۵۴
انرژی گرما	۵۵
انرژی پتانسیل	۵۶
انرژی مکانیکی	۵۷
انرژی الکتریکی	۵۸
انرژی شیمیایی	۵۹
انرژی هسته‌ای	۶۰
انرژی خورشیدی	۶۱
انرژی بادی	۶۲
انرژی زمینگرمایی	۶۳
انرژی هیدروپتانسیلی	۶۴
انرژی زیست‌توده	۶۵
انرژی امواج	۶۶
انرژی جنبشی	۶۷
انرژی الکتریکی	۶۸
انرژی شیمیایی	۶۹
انرژی هسته‌ای	۷۰
انرژی خورشیدی	۷۱
انرژی بادی	۷۲
انرژی زمینگرمایی	۷۳
انرژی هیدروپتانسیلی	۷۴
انرژی زیست‌توده	۷۵
انرژی امواج	۷۶
انرژی جنبشی	۷۷
انرژی الکتریکی	۷۸
انرژی شیمیایی	۷۹
انرژی هسته‌ای	۸۰
انرژی خورشیدی	۸۱
انرژی بادی	۸۲
انرژی زمینگرمایی	۸۳
انرژی هیدروپتانسیلی	۸۴
انرژی زیست‌توده	۸۵
انرژی امواج	۸۶
انرژی جنبشی	۸۷
انرژی الکتریکی	۸۸
انرژی شیمیایی	۸۹
انرژی هسته‌ای	۹۰
انرژی خورشیدی	۹۱
انرژی بادی	۹۲
انرژی زمینگرمایی	۹۳
انرژی هیدروپتانسیلی	۹۴
انرژی زیست‌توده	۹۵
انرژی امواج	۹۶
انرژی جنبشی	۹۷
انرژی الکتریکی	۹۸
انرژی شیمیایی	۹۹
انرژی هسته‌ای	۱۰۰

کاهش تلفات در سیستم قدرت از جمله مباحثی است که همواره مورد توجه بوده است. بخصوص که با مراجعه به آمار تفصیلی صنعت برق می توان به میزان هدررفت انرژی در شبکه ایران و هزینه های تحمیلی ناشی از آن و تفاوت زیاد آن با کشورهای پیشرفته و صنعتی پی برد. طبق گزارشی که مرکز پژوهش های مجلس به آن اشاره کرده، تلفات شبکه های توزیع برق بین ۶/۴۲٪ (استان سمنان) تا ۳۴/۲۳٪ (شهرستان اهواز) متغیر و در نوسان بوده و میانگین این تلفات نیز ۱۶/۷۵٪ است که در مقایسه با تلفات ۷ الی ۸ درصدی بخش توزیع در کشورهای پیشرفته یک نوع فاجعه محسوب می شود. گسترش روزافزون شبکه های انتقال و فوق توزیع و توزیع و سرمایه گذاری اقتصادی در جهت توسعه ی آن نیز اهمیت جلوگیری از هدررفت این سرمایه ملی را برای ما روز به روز روشن تر می سازد.

روشهای مختلفی به منظور کاهش تلفات در بخش توزیع ارائه گردیده است که از آن جمله می توان به تغییر آرایش شبکه، تغییر سطح مقطع هادی ها، جابجایی مناسب پست های توزیع، طراحی بهینه شبکه های توزیع، خازن گذاری، افزایش ولتاژ شبکه و... اشاره کرد. البته نباید فراموش کرد که مسائل اقتصادی همواره نقش اساسی را در انتخاب هر یک از روش ها ایفا می کند. یکی از مشکلات مهم شبکه های توزیع مصرف توان راکتیو بالا به دلیل تعداد بالای مصرف کننده های سلفی است. لذا یکی از متداولترین روش های کاهش تلفات جبران توان راکتیو می باشد. با وجود بارهای القائی در سیستم قدرت علاوه بر توان اکتیو، توان راکتیو نیز در شبکه جاری می شود. لذا جریان های راکتیو درصدی از این تلفات را به خود اختصاص می دهند.

مطمئناً برای جبران این توان راکتیو بهترین مکان نزدیک نقاط مصرف توان راکتیو یعنی بخش توزیع است. با این کار علاوه بر کاهش تلفات به اهداف دیگری مانند کاهش تولید توان اکتیو مورد نیاز در پیک بار، آزادسازی ظرفیت فیدرهای موجود، بهبود پروفیل ولتاژ دست یافت. همچنین ظرفیت ژنراتور و پست ها را آزاد کرده و توانایی آن ها را برای تامین بار اضافی تا میزان ۳۰٪ و همچنین توانایی مدار را به لحاظ تنظیم ولتاژ بین ۳۰ تا ۱۰۰ درصد بهبود بخشید. خازن های قدرت از جمله بهترین و

اقتصادی ترین منابع برای تامین توان راکتیو در محل مصرف هستند. در جایی بهینه خازن هم به لحاظ اندازه و هم به لحاظ محل نصب مواردی همچون ماهیت ناپیوسته محل نصب خازن، گسسته بودن اندازه خازن، اثر بارهای غیر خطی موجود در سیستم بر روی خازن، حدود مجاز ولتاژ شین ها و هزینه های مربوط به خرید و نصب خازن باید در نظر گرفته شود، بطوریکه باید در نظر داشت که اگر خازن گذاری در شبکه بصورت غیر اصولی و نامناسب انجام گیرد نصب خازن نه تنها مفید نبوده بلکه می تواند شبکه را با خطرات بیشتری مواجه سازد. مقدار یابی و جایابی خازن ها یک مسئله بهینه سازی است، بطوریکه اکثر تحقیقات براساس ارائه روش های جستجو برای دستیابی به بیشینه سوددهی بوده است. در این راستا از الگوریتم های بهینه سازی همچون: روش های تحلیلی، آبکاری فولاد، جستجوی جدولی، برنامه ریزی عددی و الگوریتم ژنتیک و... استفاده گردیده است. اغلب راه حل های ارائه شده تنها بصورت موضعی و محلی ارائه شده اند در حالیکه الگوریتم ژنتیک راه حلی است که همه قیود حاکم بر مسئله ی بهینه سازی را ارضا می کند و براساس برنامه ی پخش بار، موقعیت و مقدار بهینه ی نصب خازن را مورد جستجو و ارزیابی قرار می دهد. چهار چوب الگوریتم برای تعیین بهینه مقدار و مکان نصب خازن بدین صورت است که ابتدا تابع هدف خازن گذاری که معمولا بصورت تابع هزینه بیان می شود مشخص می گردد. منظور از تابع هزینه مجموع موارد هزینه بر از جمله: هزینه ی خازن، هزینه ی تولید توان در پیک و هزینه ی احداث خطوط انرژی است. بعد از تعریف تابع هدف، شبکه ی مورد مطالعه به قسمی خازن گذاری می شود که مجموع این هزینه ها حداقل گردد. البته باید توجه داشت که در کنار حداقل کردن تابع هزینه قیودی نیز باید رعایت شود که از جمله ی آنها قید جریان و ولتاژ است که در تمام سطوح بار، ولتاژ شین ها بایستی در یک محدوده ی معینی که از قبل تعیین شده است قرار بگیرد.

۱-۲- خازن و روابط حاکم بر خازن

با اعمال اختلاف پتانسیل بین دو تیغه هادی که با فاصله کمی از هم قرار گرفته اند بار الکتریکی Q روی صفحات خازن نشست و انرژی الکترواستاتیکی بین صفحات ذخیره می‌گردد. نحوه کار بدین صورت است که با اتصال خازن به یک مولد برای مدت کوتاهی جریان از خازن عبور می‌کند که این جریان بار $+Q$ را روی یک تیغه و بار $-Q$ را روی تیغه دیگر جمع می‌کند. نسبت اختلاف پتانسیل اعمالی و بار Q برای خازن یک مقدار معینی است که آن مقدار با C نمایش داده شده و ظرفیت خازن نام دارد و واحد آن فاراد

است. فضای بین الکترودهای خازن با موادی تحت عنوان دی‌الکتریک پر می‌شود، بطوریکه ظرفیت آن به نوع ماده دی‌الکتریک بستگی دارد. اندازه‌ی توانایی دی‌الکتریک در ذخیره‌سازی انرژی الکترواستاتیکی ثابت دی‌الکتریک نامیده می‌شود. این ثابت معمولاً نسبت به هوا سنجیده شده و ضریبی از دی‌الکتریک هوا

(ϵ_0) است که مقدار آن $10^{-12} \times 8/85$ بر حسب $\frac{F}{m}$ است. ثابت دی‌الکتریک نسبی سایر عایق‌ها که ضریبی از ثابت دی‌الکتریک هوا است را با ϵ_r نمایش می‌دهیم. در جدول زیر ثابت دی‌الکتریک نسبی چند نمونه از عایق‌ها آورده شده است.

جدول ۱-۱ - ثابت دی‌الکتریک نسبی چند نمونه از عایق‌ها

دی‌الکتریک جامد		دی‌الکتریک مایع		دی‌الکتریک گازی	
شیشه	۶-۱۰	الکل	۲۵	CO ₂	۱/۰۰۰۹۷
میکا	۵/۱۶-۶/۶	روغن	۲-۲/۲	هوا	۱
کاغذ پارافینی	۲/۱-۲/۳	آب	۸۰-۸۳	هیدروژن	۱/۰۰۰۲۶

آنچه که از جدول بالا بر می‌آید این است که توانایی خازن در ذخیره انرژی الکترواستاتیکی با اضافه کردن برخی از عایق‌ها میان صفحات خازن افزایش می‌یابد. در تشریح این پدیده باید گفت که وقتی یک خازن را

به مولدی وصل می‌کنیم یک میدان یکنواخت داخل خازن پدید می‌آید این میدان سبب می‌شود که دو قطبی‌های موجود در عایق به نحوی قرار گیرند که در یک سمت عایق بارهای مثبت و در سمت دیگر بارهای منفی جمع شوند. این بارها بر بارهای روی صفحات خازن تاثیر گذاشته و سبب می‌شود که بارهای بیشتری روی صفحات جذب شوند که در نتیجه افزایش ظرفیت خازن را سبب می‌شوند.

۱-۳- ظرفیت خازن و عوامل مؤثر بر آن

ظرفیت خازن بر میزان باری که خازن می‌تواند در خود ذخیره کند گفته می‌شود این مقدار برابر با ظرفیت است بین صفحات یک خازن که ولتاژ یک ولت به آن اعمال شده و بار یک کولن را در آن ذخیره کرده است. با توجه به اینکه فاراد یک واحد خیلی بزرگ است معمولاً از واحدهای کوچک تر مثل نانوفاراد، میکروفاراد و پیکروفاراد و ... استفاده می‌شود.

$$C = \frac{Q}{V} \quad (F) \quad (1-1)$$

ظرفیت خازن از رابطه‌ی مقابل محاسبه می‌شود:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \quad (2-1)$$

همانطور که از رابطه‌ی مقابل بر می‌آید ظرفیت خازن:

۱. با مساحت هر یک از صفحات خازن نسبت مستقیم دارد.
۲. با فاصله بین صفحات خازن نسبت عکس دارد.
۳. با جنس عایق (ثابت دی‌الکتریک نسبی) نسبت مستقیم دارد.

در عمل هنگام استفاده از خازن در سیستم‌های قدرت و توزیع، عناصر خازنی برای رسیدن به سطح ولتاژندگی گروه‌های خازن قابل استفاده در سیستم قدرت و توزیع با هم سری و برای رسیدن به ظرفیت‌های بالاتر با هم موازی می‌کنند.

در این مقاله به بررسی انواع خازن‌ها و کاربردهای آنها پرداخته می‌شود. در ادامه به بررسی انواع خازن‌ها و کاربردهای آنها پرداخته می‌شود.

نتیجه گیری

- 1- برای شبکه های بزرگ که امکان در نظر گرفتن تمام نقاط به عنوان نقاط کاندید خازن گذاری نیست، یکی از سگده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان بهترین روش ها استفاده از روش الگوریتم ابتکاری است که در فصل دوم در مورد این روش توضیحاتی ارائه شد.
- 2- یکی از اهداف جبران توان راکتیو قرار گرفتن ولتاژ شین ها در محدوده مجاز است. منتهی ممکن است افت ولتاژ کروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان ناشی از توان اکتیو به میزانی باشد که حتی اگر تمام توان راکتیو نیز جبران گردد ولتاژ شین ها در این محدوده قرار نگیرند.
- 3- در مطالعاتی که در این تحقیق انجام شد، سود حاصل از کاهش تلفات انرژی تنها مربوط به شبکه مورد مطالعه در کروه برق دانشگاه زنجان و اسکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکده مهندسی کروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان نظر گرفته شد. در صورتیکه کاهش تلفات انرژی در شبکه های بالا دست نیز باید لحاظ گردد. به عبارتی لازم است مشخص باشد که اگر مقدار مشخصی در سیستم توزیع تلفات کاهش داده می شود، در کل سیستم قدرت چه میزان تلفات کاهش داده شده است.
- 4- وجود خازن های با قابلیت کلید زنی در شبکه فوق توزیع ضروری به نظر می رسد. اما در این پروژه به خازن های کلیدزنی مورد نظر نبوده است. با وجود این بحث کنترل خازن های کلیدزنی هم مطرح می شود که اخیرا توسط ترستورها این کار انجام می گیرد.
- 5- الگوریتم ارائه شده برای شبکه های فوق توزیع مناسب است. در شبکه فشار ضعیف این الگوریتم مناسب نیست. چرا که شبکه فشار ضعیف را نمی توان متعادل فرض نمود. (به دلیل مدل بار الگوی مصرف مشترکین) که پیشنهاد می شود برای شبکه فشار ضعیف این موضوع مدنظر قرار گرفته شود.

- 1- Hadi Saadat, Power System Analysis, McGraw-Hill, 1999.
- 2- Grainger . JohnJ & Stevenson Wiliam, Power System Analysis, McGraw-Hill, 1994.
- 3- R. Srinivasa Rao and S. V. L. Narasimham, " Optimal Capacitor Placement in a Radial Distribution System using Plant Growth Simulation Algorithm .
- ۴- حلم زاده، امین، بررسی سیستم های قدرت، چاپ چهارم، پوران پژوهش، پاییز ۱۳۹۳.
- ۵- کاظمی، احد، بررسی سیستم های قدرت ۲، چاپ اول، دانشگاه پیام نور، آذر ۱۳۷۹.
- ۶- روحانی، انیسه، "تغییر ساختار در شبکه های توزیع به کمک الگوریتم ژنتیک به منظور کاهش تلفات با در نظر گرفتن خازن"، موسسه آموزش عالی خاوران، بهمن ۱۳۹۲.
- ۷- حاجیان، محمد - دونده، حامد - عبادی، جعفر، " بهینه سازی شبکه های توزیع با استفاده از الگوریتم ژنتیک"، دانشگاه فردوسی مشهد، بهمن ۱۳۹۰.
- ۸- رجیبی مشهدی، حبیب - دشتی، رحمن، " جایابی بهینه خازن جهت کاهش تلفات شبکه توزیع بان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه بکارگیری الگوریتم ژنتیک"، دانشگاه فردوسی مشهد، تیر ۱۳۸۸.
- ۹- سنایت های علمی در مورد خازن گذاری
- www.electro-technic.loxblog.com
- 1001daneshjo.ir