بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه کردستان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه برق

عنوان:

خازن‌گذاری بهینه در شبکه‌های توزیع الکتریکی با در نظر گرفتن منحنی بار در طول یک شبانه‌روز در محل پست‌های توزیع

پژوهشگر:

حمید عباسی

استاد راهنما:

دکترجمال مشتاق

پاییز 1390

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش قدرت

مهر ماه1390

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایـج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه (رسـاله) متعلق به دانشـگاه کردستان است.

تعهد نامه

اینجانب حمید عباسی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش قدرت دانشگاه کردستان، دانشکده فنی و مهندسی گروه برق تعهد می‌نماییم که محتوای این پایان نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

حمید عباسی

1390/7/20

دانشگاه کردستان
دانشکده فنی و مهندسی
گروه برق

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق گرایش قدرت

عنوان:

خازن‌گذاری بهینه در شبکه‌های توزیع الکتریکی با در نظر گرفتن منحنی بار در طول یک شبانه‌روز در محل پست‌های توزیع

پژوهشگر:
حمید عباسی

در تاریخ 20/ 7 /90 13 توسط کمیته تخصصی وهیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با نمره ..... و درجه ..... به تصویب رسید.

هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
1ـ استاد راهنما	دکتر جمال مشتاق	استادیار	
3ـ استاد داور خارجی	دکتر حاتمی	دانشیار	
4ـ استاد داور داخلی	دکتر رحمت اله میرزایی	استادیار	

مهر و امضاء گروه
دانشکده

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی

تقدیم

با عنایت پروردگار، پس از تلاش‌های فراوان، بالاخره در تابستان 1390 کار گردآوری این پایان‌نامه به پایان رسید. امید است با ارائه این تحقیق، علاوه بر اینکه گامی مفید در این زمینه برداشته شود، در جهت سایر تحقیقات کاربردی نیز مثمرالثمر واقع شود. در اینجا لازم می‌بینم ثمره‌ی تمامی تلاش‌ها و زحماتی که در این مدت متحمل شده‌ام، را به پدر و مادر بزرگوارم تقدیم نمایم. زیرا در تمامی این مدت با تمام وجود در کنار بنده بوده و از حمایت‌های بی‌دریغ خود بنده را بی‌نصیب نگذاشته‌اند.

تشکر و قدردانی

در اینجا جا دارد از زحمات جناب آقای دکتر مشتاق عضو هیات علمی گروه مهندسی برق دانشگاه کردستان، که به عنوان استاد راهنمای بنده، با کمال صبر و پیگیری در راه تکمیل این پایان‌نامه به اینجانب راهنمایی‌های لازم را ارائه نمودند، کمال تشکّر و قدردانی را بنمایم. همچنین لازم می‌بینم از خواهر عزیزم که در کار تدوین و نگارش پایان‌نامه به اینجانب کمک نموده‌اند سپاسگذاری نمایم.

حمید عباسی
پاییز1390

چکیده

در این پایان‌نامه مساله خازن‌گذاری در یک دوره‌ی سرمایه‌گذاری بلندمدت مورد بررسی قرار گرفته است. تابع هدف مورد استفاده، شامل هزینه‌های کاهش تلفات انرژی در شبکه، آزادسازی ظرفیت خطوط توزیع و هزینه ناشی از نصب و نگهداری خازن‌ها می‌باشد. در سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت، پارامترهایی نظیر نرخ بهره بانکی، نرخ تورم و ارزش باقیمانده‌ای تجهیزات در پایان دوره سرمایه-گذاری، از اهمیت بسیاری برخوردارند، لذا این پارامترها در فرمولاسیون تابع هدف وارد شده‌اند. علاوه بر این، فرض شده است که میزان مصرف بارها در هر سال افزایش یابد، به عبارتی رشد بار سالانه نیز در تابع هدف ملحوظ شده است. از سوی دیگر به منظور حل تابع هدف، یک الگوریتم موثر و جدید به کار گرفته شده، که با استفاده از روش‌های الگوریتم رشد گیاهان و آنالیز ضرایب حساسیت، به شیوه‌ای متفاوت از روش‌های قبلی، در چندین مرحله به حل مساله می‌پردازد. روش پیشنهادی بر روی انواع شبکه‌های توزیع شعاعی که دارای انشعاب‌های مختلف و خطوطی با اندازه‌های دلخواه می‌باشد، قابل اجراست. بارها در این شبکه از نوع توان- ثابت بوده و در طول شبانه‌روز تغییر می‌کند. متغیرهای تصمیمی که در هر مرحله باید تعیین شوند، عبارتند از «*بهترین باس جهت خازن‌گذاری*»، «*اندازه خازن*»، «*تعداد خازن*»، «*سال خازن‌گذاری*» و «*نحوه کلیدزنی روزانه*». از آنجایی که در تحقیقات قبلی، تمامی پارامترهای فوق همزمان بررسی نشده‌اند، این الگوریتم در دو سناریو، بر روی یک شبکه 34 باسه مورد آزمایش قرار گرفته است. در سناریو اول متغیرهای«*سال خازن‌گذاری*» و « *نحوه کلیدزنی روزانه*» حذف شده و نتایج آزمایش با چند نمونه از مقالات قبلی مقایسه شده، و در سناریو دوم تمامی پارامترها وارد مساله شده و بار دیگر بر روی همان شبکه 34 باسه تست شده است. با مقایسه نتایج مربوط به الگوریتم پیشنهادی با سایر مقالات، مشاهده می‌شود که در آنها بهبود حاصل شده است. از طرفی با وارد نمودن متغیرهای تصمیم اضافی و افزایش دامنه پاسخ‌های ممکن، این الگوریتم به خوبی و در یک زمان مناسب، قادر به حل مساله است.

کلید واژه: خازن‌گذاری، الگوریتم رشد گیاهان، نرخ بهره، نرخ تورم، رشد بار، ارزش باقیمانده‌ای

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل1- کلیات.....1

1-1-پیشگفتار.....1

1-2-هدف از گزارش.....3

1-3- فصول متن اصلی گزارش.....4

فصل2- خازن های مورد استفاده در سیستم توزیع الکتریکی.....5

2-1-مقدمه.....5

2-2- مزایای استفاده از خازن ها.....6

2-3- خازن‌های مورد استفاده در شبکه‌های توزیع.....7

2-3-1-مشخصات فنی واحدهای خازنی 8

2-3-2- آزمایش‌های مربوط به خازن‌های مورد استفاده در شبکه‌های توزیع.....10

2-3-3-استاندارد نصب و بهره‌برداری خازن.....11

2-3-3-1-نحوه انتخاب خازن برای نصب در شبکه 11

2-3-3-2- انتخاب محل نصب خازن در سیستم توزیع.....11

2-3-3-3- نحوه اتصال فازها در بانک‌های خازنی.....13

2-3-3-4- انتخاب ولتاژ نامی خازن.....13

2-3-3-5- انتخاب ظرفیت هر واحد.....14

فصل 3- حل مساله خازن‌گذاری..... 15

3-1-مقدمه.....15

3-2- انواع روش‌های خازن‌گذاری.....16

3-2-1- روش‌های تحلیلی.....17

3-2-2- روش‌های برنامه‌ریزی عددی.....19
3-2-3- روش‌های ابتکاری.....21
3-2-4- روش‌های بر پایه هوش مصنوعی.....24
3-2-5- نمونه‌هایی از روش‌های بر پایه هوش مصنوعی و ابتکار.....27
3-2-5-1-الگوریتم ژنتیک.....28
3-2-5-2-شبیه‌سازی ذوب فلزات.....30
3-2-5-3-بهینه سازی ذرات گروهی.....31
3-2-5-4-بهینه‌سازی دسته مورچگان.....33
3-2-5-5-شبکه‌های عصبی.....36
3-2-5-6- تئوری مجموعه‌های فازی.....36
3-2-5-7-الگوریتم رشد گیاهان.....37
3-2-6- انتخاب روش مورد استفاده.....37
3-2-6-1- مسئله ای که باید حل شود.....38
3-2-6-2-پیچیدگی مسئله.....38
3-2-6-3-دقت نتایج.....39
3-2-6-4- میزان عملی بودن.....39
فصل4- مدل‌سازی ریاضی مساله خازن‌گذاری.....43
4-1-مقدمه.....43
4-2-تعریف مساله و تابع هدف.....44
4-3- محدودیت‌های تابع هدف.....48
4-3-1- محدودیت شعاعی بودن و پخش توان.....48
4-3-2- محدودیت ولتاژی.....48
4-3-3- محدودیت توان راکتیو.....48

4-3-4-محدودیت نوع و تعداد خازن‌های قابل نصب.....49
4-4- آنالیز حساسیت و فاکتورهای حساسیت.....49
4-5-الگوریتم رشد گیاهان.....50
4-6-الگوریتم پیشنهادی جهت بهینه‌سازی مسئله خازن‌گذاری.....53
4-7-نتیجه‌گیری.....58
فصل5- مطالعات عددی.....59
5-1- شبکه مورد آزمایش.....59
5-2-فرضیات و شرایط آزمایش.....60
5-2-1-سناریو اول آزمایش.....60
5-2-2-سناریو دوم آزمایش.....61
فصل6- نتیجه‌گیری و پیشنهادات.....64
6-1-نتیجه‌گیری.....64
6-2-پیشنهادات.....65
فهرست منابع.....67
پیوست الف.....72
الف-1- آزمایش‌های معمول.....72
الف-2- آزمایش‌های نمونه.....72
الف- 3- جزئیات آزمایش‌ها.....73
الف- 3-1- اندازه‌گیری کاپاسیتانس خازن.....73
الف- 3-2- تعیین تلفات خازن.....73
الف- 3-3- آزمایش پایداری حرارتی.....74
الف-3- 4- آزمایش‌های ولتاژ.....74
الف-3-5- آزمایش یونیزاسیون خازن.....75

پیوست ب.....77

ب-1- الگوریتم ژنتیک.....77

ب-2- شبیه‌سازی ذوب فلزات.....79

ب-3- بهینه‌سازی ذرات گروهی.....80

ب-4- بهینه‌سازی دسته مورچگان.....83

ب-5- شبکه‌های عصبی.....84

ب-6- تئوری مجموعه‌های فازی.....86

فهرست جداول

جدول 3-1 اندازه‌های موجود برای خازن‌های سه‌فاز.....29

جدول 3-2 مقایسه روش‌های مختلف خازن‌گذاری.....41

جدول 4-1 تغییرات بار در طی یک شبانه‌روز.....44

جدول 5-1 اندازه و قیمت خازن‌های پیشنهادی.....60

جدول 5-2 هزینه آزادسازی ظرفیت خطوط توزیع شبکه.....60

جدول 5-3 نتایج حاصل از خازن‌گذاری در شبکه مورد آزمایش.....61

جدول 5-4 نتایج حاصل از سناریو دوم آزمایش.....62

جدول ب-1 درجه عضویت و عبارات مربوطه.....87

فهرست شکل‌ها

شکل1-1 نموداربرداری توان‌های ظاهری، اکتیو و راکتیو.....1

شکل2-1 نمونه‌ای از خازن‌های مورد استفاده در سیستم توزیع.....8

شکل 2-2 فیوزهای محافظ خازن.....10

شکل 3-1 نمونه‌ای از الگوریتم بهینه‌سازی بر اساس آنالیز حساسیت.....24

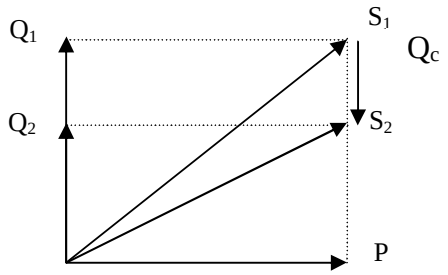
شکل 3-2 کروموزوم به دو بخش تقسیم شده است.....28

شکل 3-3 فرومون.....34
شکل 3-4 شبکه تغذیه پیشرو سه لایه نوعی.....36
شکل 3-5 نمونه‌ای از الگوریتم بهینه‌سازی بر اساس تئوری مجموعه‌های فازی.....37
شکل 4-1 شبکه توریع شعاعی نمونه.....46
شکل 4-2 خط توزیع.....49
شکل 4-3 فضای حالت تمرکز مورفکتین.....51
شکل 4-4 الگوریتم پیشنهادی جهت بهینه‌سازی مساله خازن‌گذاری.....57
شکل 5-1 شبکه مورد آزمایش جهت خازن‌گذاری.....59
شکل الف-1 مدل خازن واقعی.....73
شکل ب-1 یک نورون مصنوعی.....85
شکل ب-2 شماره crips، a 87
شکل ب-3 شماره فازی (a_1, a_2, a_3,a_4).....87
واژه نامه فارسی به انگلیسی.....88
واژه نامه انگلیسی به فارسی.....91
Abstract.....94

فصل 1 - کلیات

1-1- پیشگفتار

اکثر مصرف کنندگان انرژی الکتریکی دارای خاصیت سلفی بوده و به همین علت علاوه بر توان اکتیو، توان راکتیو نیز مصرف می‌کنند. توان اکتیو یا همان توان حقیقی باید در نیروگاه تولید شود. در صورتی که توان راکتیو می‌تواند در نیروگاه و یا در محل‌های دیگر تولید گردد. روش‌های مختلفی برای تولید توان راکتیو وجود دارد. مناسب‌ترین و ارزان‌ترین روش برای تولید توان راکتیو، استفاده از خازن‌های موازی می‌باشد. در صورتی که توان راکتیو در محل نیروگاه تولید گردد، هر یک از عناصر سیستم (ژنراتورها، ترانسفورماتورها، خطوط انتقال و توزیع و سایر تجهیزات که در مسیر مابین تولید و مصرف قرار دارند) باید از ظرفیت بالاتری برخوردار باشند تا بتوانند کل توان ظاهری، که جمع برداری توان اکتیو و راکتیو است، را از خود عبور دهند[1]. درصورتی که خازن‌های موازی می‌توانند با تولید این توان راکتیو در محل‌های مورد نیاز، از افزایش ظرفیت المان‌های شبکه به این منظور جلوگیری نمایند. نمودار برداری در شکل 1-1، کاهش توان راکتیو توسط خازن را نشان می‌دهد:



شکل1-1 نمودار برداری توان‌های ظاهری، اکتیو و راکتیو

که P توان اکتیو، Q_1، Q_2، S_1 و S_2 توان‌های راکتیو و ظاهری قبل و پس از نصب خازن بوده و Q_c نیز که برابر با (Q_2-Q_1) است، توان راکتیو جبران‌شده توسط خازن می‌باشد.

المان‌های خازنی را در نقاط مختلفی از شبکه‌های الکتریکی می‌توان نصب نمود. بهترین نقطه برای نصب خازن، محل مصرف است، یعنی اگر هر مصرف کننده، توان راکتیو خود را توسط خازن جبران کند، بیشترین سود از لحاظ آزادسازی و کاهش تلفات انرژی حاصل خواهد شد، اما این امر از لحاظ عملی و اقتصادی ممکن نیست. نقطه بعدی برای نصب خازن، شبکه توزیع فشارضعیف و فشار متوسط است. از آنجایی که بیش از 13 درصد کل انرژی الکتریکی تولیدی، در قالب تلفات انرژی، در شبکه-های توزیع الکتریکی مصرف می‌شود[1] و همچنین به دلایل فنی و اقتصادی دیگر، بهترین مکان برای نصب خازن‌های موازی، سطوح ولتاژی 11 تا 33 کیلوولت می‌باشد[2]. به طور کلی، هنگام استفاده از خازن‌ها در سیستم‌های توزیع الکتریکی، مزایای زیادی متوجه سیستم خواهد شد. این مزایا عبارتند از تصحیح ضریب قدرت[1]، بهبود پروفیل ولتاژ[2] باس‌های شبکه، کاهش تلفات توان[3] و آزادسازی ظرفیت[4] خطوط، و سایر تجهیزات در شبکه الکتریکی.

خازن‌گذاری در شبکه‌های الکتریکی با در نظر گرفتن ملاحظاتی انجام می‌پذیرد. این ملاحظات، به لحاظ جنبه‌های فنی و اقتصادی است. نوع خازن‌ها از لحاظ ثابت بودن و یا دارای قابلیت کلیدزنی، اندازه آنها، مکان نصب و مواردی از این قبیل باید مدنظر قرار گیرد. از گذشته تاکنون تحقیقات بسیاری در این زمینه صورت گرفته است که هدف از آنها یافتن بهترین مکان و اندازه خازن‌ها در شبکه‌های توزیع الکتریکی است، به گونه‌ای که اولا از جنبه اقتصادی بیشترین سود را به فرآیند سرمایه‌گذاری بازگرداند، ثانیا محدودیت‌های فنی این کار برآورده شود. در تحقیقات اولیه، مساله خازن‌گذاری تا حد بسیاری ساده‌سازی می‌شد، برای نمونه شبکه‌های تحت آزمایش فقط به صورت

1-Power Factor Correction

2- Voltage Profile Improvement

3-Power loss decrease

4-Capacity Release

یک فیدر یکنواخت و بدون انشعاب بوده و یا بارها به‌صورت یکنواخت در نظر گرفته می‌شد. رفته‌رفته این مساله شکل واقعی‌تری به خود گرفت، و ساده‌سازی‌ها یکی پس از دیگری برداشته شد. این کار باعث شد که حجم مساله – یعنی تعداد جواب‌های ممکن مساله - افزایش یابد. به همین علت الگوریتم‌ها و روش‌های مختلفی در جهت حل مساله خازن‌گذاری ارائه شد. در این تحقیقات سعی بر این بوده است که در کنار کاهش هزینه‌ها و رعایت نمودن مسائل فنی، مساله را به شکل واقعی‌تری مورد بررسی قرار دهند. این روش‌ها را می‌توان به ترتیب زمانی به صورت زیر دسته‌بندی نمود:

- روش‌های بر پایه تجزیه و تحلیل
- روش‌های بر پایه آنالیز عددی
- روش‌های بر پایه ابتکار
- روش‌های بر پایه هوش مصنوعی

در فصول بعد به تفصیل به بررسی این روش‌ها پرداخته می‌شود.

1-2- هدف از گزارش

هدف اساسی از این تحقیق این است که مساله خازن‌گذاری در یک افق گسترده مورد بررسی قرار داده شود. به این منظور مساله خازن‌گذاری، در قالب یک دوره سرمایه‌گذاری بلندمدت حل می‌گردد. علاوه بر این، پارامترهایی که باعث می‌شوند مساله شکل واقعی‌تری به خود بگیرد، در تابع هدف گنجانده می‌شود. به عبارتی:

-در نظر گرفتن بارهای مصرفی به صورت متغیر با زمان، به جای در نظر گرفتن بار به صورت ثابت

-در نظر گرفتن رشد سالانه بارها

-اعمال نرخ بهره بانکی، نرخ تورم و فرسوده شدن تجهیزات در طی زمان و ارزش باقیمانده آنها

-آزمایش نمودن روش پیشنهادی بر روی یک شبکه دلخواه که ساده‌سازی در آن انجام نشده باشد. به عبارتی، شبکه دارای هر تعداد انشعاب باشد و یا خطوط توزیع ارتباط دهنده بارها، دارای اندازه‌های دلخواه باشند.

-در نظر گرفتن اندازه و تعداد خازن‌ها به صورت پارامترهای گسسته و واقعی.

حل چنین تابع هدفی مستلزم وقت و زمان زیادی است، زیرا تعداد جواب‌های ممکن برای تابع هدف به شکل چشم‌گیری افزایش می‌یابد. از این‌رو الگوریتم رشد گیاهان – که یکی از روش‌های ابرابتکاری در حل مسائل بهینه‌سازی است – و همچنین آنالیز ضرایب حساسیت جهت حل تابع هدف مورد استفاده قرار گرفته‌اند، که به این صورت تعداد دامنه پاسخ‌های ممکن تا حد زیادی کاهش می‌یابد. به علاوه با اعمال تغییرات اساسی در الگوریتم، ضمن وارد نمودن متغیرهای تصمیم جدید در مساله، یک الگوریتم موثر به دست می‌آید که منجر به حصول نتایج قابل توجهی می‌شود.

1-3- فصول متن اصلی گزارش

این گزارش در 6 فصل تنظیم شده است. فصل اول شامل مقدمه و کلیاتی در مورد تحقیق می‌باشد، فصل دوم حاوی معرفی و توضیحاتی در مورد خازن‌های مورد استفاده در شبکه‌های توزیع است. استاندارد IEC 70 توضیحات کاملی در مورد این خازن‌ها داده است. با استفاده از این استاندارد و همچنین منابع دیگر، به صورت اجمالی این نوع از خازن‌ها معرفی شده‌اند. در فصل سوم ضمن آشنایی و طبقه‌بندی روش‌های خازن‌گذاری، به مقایسه این روش‌ها پرداخته شده و مزایا و معایب آنها مورد بحث قرار گرفته است. فصل چهارم دربرگیرنده‌ی نحوه پیاده‌سازی روش پیشنهادی است. در این فصل، مساله خازن‌گذاری به صورت فرمول در آمده و الگوریتم حل چنین مساله‌ای به تفصیل شرح داده شده است. علاوه بر این، روش‌های الگوریتم رشد گیاهان و آنالیز حساسیت، که در حل توابع هدف مسائل بهینه‌سازی کاربرد فراوانی دارند، توضیح داده شده است. در فصل 6 که فصل پایانی گزارش است، نتایج حاصل از شبیه‌سازی روش پیشنهادی ارائه، و در شرایطی خاص با تعدادی از روش‌های پیشین مقایسه شده است. در نهایت نیز با بخش نتیجه‌گیری، گزارش به پایان می‌رسد.

فصل 2- خازن‌های مورد استفاده در سیستم توزیع الکتریکی

2-1- مقدمه

اکثر قریب به اتفاق بارها در سیستم‌های توزیع را یکی از سه گروه مقاومتی، سلفی و خازنی تشکیل می‌دهند. در سیستم‌های مدرن، معمول‌ترین نوع بار- از میان بارهای مذکور- بار از نوع سلفی است. ترانسفورماتورها، لامپ‌های فلئورسنت و موتورهای القاییAC مثال‌هایی از بارهای سلفی می‌باشند. تمامی بارهای القایی برای داشتن عملکرد مناسب نیازمند دو نوع توان هستند:

- ✓ توان اکتیو (kW) که عملا توسط مصرف کننده مصرف می‌شود.
- ✓ توان راکتیو (kVAR) که صرف ایجاد میدان مغناطیسی می‌شود.

با یک مثال ساده این امر را می‌توان نشان داد. یک موتور القایی بدون بار را در نظر بگیرید، انتظار می‌رود که هیچ جریانی مصرف نکند و یا جریانی نزدیک به صفر جهت تلفات گرمایی مصرف نماید، اما با اندازه‌گیری جریان موتور، مشاهده می‌شود که در حالت بی‌باری جریانی معادل 25 تا 30 درصد جریان بار نامی را از منبع دریافت می‌کند. این امر به خاطر تقاضای مداوم جریان مغناطیسی در اینگونه بارهای القایی است.

بارهای خازنی نیز همانند سلف‌ها به صورت یک مولفه توان راکتیو عمل می‌نمایند، با این تفاوت که در مدارات الکتریکی، اثر سلفی را خنثی و یا جبران می‌کنند. بنابراین ما یک وسیله‌ی الکتریکی را در اختیار داریم که می‌تواند به طور موثری توان راکتیو دریافتی از منبع تغذیه را کاهش دهد. بدون حضور خازن، موتورها هم توان اکتیو و هم راکتیو مصرف نمایند. به این ترتیب ترانس‌ها می‌بایستی با

تمام ظرفیت خود کار کنند تا توان مورد نیاز مصرف‌کننده را تامین نمایند. اما با انتخاب یک خازن مناسب به موازات موتور و در محل آن، توان راکتیو مصرفی موتور تا حد زیادی خنثی شده و ترانسفورماتور می‌تواند تنها توان اکتیو را از خود عبور داده و بخشی از ظرفیت آن آزاد می‌شود. خازن-های قدرت، عناصری ثابت بوده و به طور معدودی نیاز به تعمیر و نگهداری پیدا می‌کنند، از طرفی در مصرف توان اکتیو نیز تقریبا تاثیری نمی‌گذارند، از این‌رو یک گزینه‌ی مناسب جهت استفاده در سیستم‌های قدرت می‌باشند.

در گذشته استفاده از خازن‌ها به منظور کاهش توان راکتیو معمول نبوده است، زیرا هزینه‌ی تلفات از اهمیت کمتری برخوردار بوده و رگولاتورها به خوبی می‌توانستند افت ولتاژ را کنترل نمایند. بعدها همه چیز تغییر کرد و تلفات به مساله اصلی تبدیل شد. در نیمه اول قرن بیستم، با وجود بحران نفتی، خازن‌ها به عنوان کاهش دهنده‌ی میزان تلفات، جایگزین مساله‌ی افت ولتاژ شدند. هم اکنون نیز به عنوان تجهیزات بهینه‌سازی مدنظر قرار می‌گیرند. به علاوه، خازن‌ها با کاهش تلفات، تاثیر زیادی نیز بر روی کاهش افت ولتاژ دارند، از این‌رو هم اکنون به عنوان یک روش ارزان جهت نیل به اهداف فوق به کار گرفته می‌شوند.

2-2- مزایای استفاده از خازن‌ها

استفاده صحیح از خازن‌ها سبب می‌شود که جریان در سیستم کاهش یافته و ولتاژ در محل بار افزایش یابد. کاهش جریان ناشی از خازن‌گذاری، به طور غیرمستقیم مزایایی را در سیستم ایجاد می-نماید که خود موجب می‌شوند به طرق مختلف هزینه‌های ناشی از بهره‌برداری از سیستم و همچنین مشترکین، کاهش یابد. به طور کلی می‌توان مزایای مذکور را به‌صورت زیر تقسیم‌بندی نمود:

- پایین آوردن حد گرمایی تجهیزات ناشی از بارگذاری
- کاهش افت ولتاژ در سیستم

- کاهش تلفات سیستم[1]
- افزایش پایداری سیستم در اثر پایین آمدن میزان توان دریافتی از نیروگاه‌ها
- آزادسازی بخشی از ظرفیت تجهیزات که قبلا توسط توان راکتیو اشغال شده بود

تعداد خازن‌های مورد استفاده و نحوه قرارگیری آنها باید به گونه‌ای باشد که این مزایا بیشتر شود. روش‌های مختلف خازن‌گذاری نیز بر همین اساس مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

2-3- خازن‌های مورد استفاده در شبکه‌های توزیع

این خازن‌ها در فضای بیرون– به صورت روباز[2] - و در محل ترانسفورماتورهای توزیع، نصب می-گردند. شکل 2-1 نمونه‌ای از خازن‌های مورد استفاده در سیستم توزیع را نشان می‌دهد.

بر اساس استاندارد IEC باید ملزوماتی در خازن‌ها رعایت شود، به شکلی که بتوانند در محیط خارج و در مجاورت گرما، سرما، گرد و غبار، رطوبت و سایر عوامل محیطی عملکرد مناسبی داشته باشند. در استاندارد IEC60871 با عنوان "shunt capacitors of AC power systems having a rated voltage above 1000 V" تمامی موارد مربوط به ساخت، تست‌های قبل از بهره‌برداری و تعمیرونگهداری چنین خازن‌هایی شرح داده شده است.

۱- باید دقت نمود که عبور توان راکتیو نیز همانند توان اکتیو، تلفاتی را به همراه دارد، یعنی مقدار آن در محل منبع بیش از مقدار در محل بار است، پس تامین آن در محل بار سبب می‌شود که این تلفات نیز صرفه‌جویی شود.

۲- Outdoor