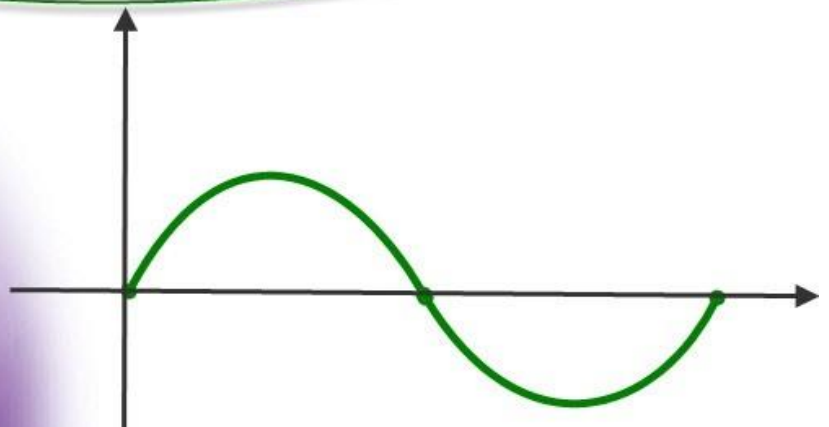


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

موضوع پروژه:

بررسی روشهای تصحیح ضریب توان و اثرات آن



برای خرید فایل word این پروژه [اینجا کلیک کنید](#).

(شماره پروژه = ۴۳۱)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل اول

خازنهای صنعتی

۱- کلیات

۲- تعاریف

۳- استاندارد و مشخصات فنی خازنهای صنعتی

۴- آزمونهای خازن

۵- توان واحدهای خازنی فشار ضعیف و روش محاسبه خازن مورد نیاز

۶- وسایل قطع و وصل و حفاظت خازنهای فشار ضعیف

۷- روشهای کنترل خودکار توان راکتیو

۸- اصول و روشهای نصب

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

خازنهای صنعتی

۱- کلیات

۱-۱- خازنهای صنعتی که به منظور کاهش توان راکتیو و اصلاح ضریب قدرت در مدارهای الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرند، اغلب همفاز کننده ساکن و یا جبران ساز ساکن نیز نامیده می شوند. امروزه، استفاده از این گونه خازنها در شبکه ها و تاسیسات برقی جایگزین جبران سازهای دوار شده است زیرا علاوه بر اینکه فاقد مشکلات راه اندازی است، دارای تلفات بسیار ناچیزی نیز می باشد.

۱-۲- در ساختمانها و کارخانه هایی که با ولتاژ فشار متوسط تغذیه شده ولی دارای بار متغیر فشار ضعیف است، برای تصحیح ضریب توان باید از خازنهای فشار ضعیف استفاده شود زیرا تجهیزات کنترل خودکار خازنهای ولتاژ پایین ضمن برخورداری از انعطاف پذیری مناسب، بسیار ارزانتر از وسایل مشابه فشار متوسط است.

۲- تعاریف

۲-۱- عنصر خازنی

یک جز غیر قابل تقسیم از یک خازن که شامل الکترودهای جداگانه ای بوده و به وسیله عایق از یکدیگر جدا شده باشد.

۲-۲- واحد خازن

مجموعه ای از یک یا چند عنصر خازن در یک محفظه منفرد با ترمینالهای خروجی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۳- بانک خازن

یک گروه از واحدهای خازن که به صورت الکتریکی به یکدیگر متصل شده باشد، مانند یک بانک خازنی سه فاز که از سه واحد خازنی تک فاز تشکیل شده است.

۲-۴- خازن

در این فصل واژه خازن هنگامی به کار برده می شود که تاکید خاصی روی معانی مختلف خازن یا مجموعه خازن و یا واحد خازن نباشد.

۲-۵- تجهیزات خازن

مجموعه ای از واحدهای خازنی و ابزار جانبی برای اتصال به مدار

۲-۶- وسیله تخلیه خازن

وسيله ای که در بین ترمینالهای خازن و یا شینه ها و یا در داخل واحد خازنی قرار داده می شود تا هنگام قطع اتصال خازن از منبع، بار ذخیره شده در داخل خازن از راه آن تخلیه گردیده و ولتاژ خازن به صفر برسد.

۲-۷- ترمینالهای خط

ترمینالهای خازن که به خطوط متصل می شود. در خازنهای چند فاز، ترمینالی که به خط نول یا زمین متصل می گردد جزو ترمینالهای خط محسوب نمی شود.

۲-۸- ولتاژ نامی Un

مقدار ولتاژ موثری که بین ترمینالهای خازن برقرار می شود. برای خازنهایی که شامل یک یا چند مدار جداگانه باشد (مانند واحدهای تکفاز که در سیستم سه فاز استفاده می شود)، Un مربوط به ولتاژ نامی هر مدار خواهد بود. برای خازنهای چند فاز با اتصالات الکتریکی داخلی بین فازها، Un مربوط به ترمینالهای خطی است که بین آن بالاترین مقدار ولتاژ پدید می آید.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۹-۲- میزان عایق بندی یا سطح عایقی

میزان عایق بندی یا سطح عایقی یک واحد خازنی عبارت است از ولتاژ ضربه با فرکانس مشخصی که هنگام انجام آزمون، عایق بین ترمینالهای خط و محفظه واحد خازنی بتواند آن ولتاژ را تحمل کند.

۱۰-۲- توان اسمی

توان راکتیو طراحی شده خازندر ولتاژ و فرکانس نامی

۱۱-۲- جریان نامی

مقدار موثر جریان عبوری از یک ترمینال خط، در ولتاژ، فرکانس و توان نامی

۱۲-۲- تلفات خازن

توان اکتیو مورد مصرف خازن

۱۳-۲- دمای محیط

دمای هوا در محل نصب خازن

۱۴-۲- دمای هوای خنک کننده

دمای هوای خنک کننده ای که در گرمترین نقطه از یک بانک خازنی اندازه گیری می شود. این نقطه، در وسط دو واحد خازنی قرار دارد. اگر خازن شامل یک واحد باشد، دمای مذکور عبارت از دمای اندازه گیری شده، در نقطه ای به فاصله حدوداً ۳۰ سانتیمتر از محفظه خازن و در ارتفاعی برابر با $\frac{2}{3}$ قد خازن بالاتر از کف آن خواهد بود.

۳- استاندارد و مشخصات فنی خازنهای صنعتی

۳-۱- خازنهای صنعتی فشار ضعیف با ولتاژ اسمی ۳۸۰ ولت و ۵۰۰ ولت و فرکانس نامی ۵۰ هرتز باید بر اساس استانداردهای IEC 70, 70 A, VDE 0560, DIN 48500 و یا ۲۷۸۱ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۳- مقررات استاندارد IEC 70 ، 70 A شامل خازنهایی است که در محدوده دمای محیط بین ۴۰- تا ۵۰+ درجه سانتیگراد و حداکثر ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا به کار می رود. (در مواردی که دمای محیط بیشتر از دمای نامبرده باشد و یا ارتفاع نصب بالاتر از ۱۰۰۰ متر باشد، خریدار باید این مراتب را به سازنده اعلام نماید)

بر اساس استاندارد یاد شده، خازنهای از نظر دمای کار طبقه بندی شده و حدود دمای کار هر طبقه با تعیین یک حداقل و یک حداکثر مشخص می شود. حداقل دما شامل سه مقدار ۴۰- و ۲۵- و ۱۰- درجه سانتیگراد انتخاب گردیده و حداکثر آن طبق جدول ۱ تعیین می شود.

حداقل دمای محیط (درجه سانتیگراد)			رده بندی بالاترین حد دما (درجه سانتیگراد)
میانگین دما در ۱ سال	میانگین دما در ۲۴ ساعت	میانگین دما در ۱ ساعت	
۲۰	۳۰	۴۰	۴۰
۳۰	۴۰	۴۵	۴۵
۳۵	۴۵	۵۰	۵۰

جدول ۱- رده بندی حداثر حدود دمای کار خازن

رده بندی خازنهای از نظر حداقل و حداکثر دمای استاندارد محیط کار بر حسب درجه سانتیگراد به قرار زیر است :

$$-۴۰/+۴۰ \text{ و } -۲۰/+۴۰ \text{ و } -۱۰/+۴۰ \text{ و } -۱۰/+۴۵$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۳- خازنهای مورد استفاده باید برای کار عادی در شرایط مشخص مناسب بوده و حتی المقدور دارای حداقل تلفات باشد.

۳-۴- اتصالات خازن باید با استفاده از مواد فساد ناپذیر در برابر شرایط مختلف کار به صورت غیر قابل نفوذ آب بندی شود.

۳-۵- محفظه خازن و تمامی اجزای فلزی آن که در معرض هوا قرار می گیرد مانند پیچها، مهره ها، ترمینالها و غیره باید در برابر زنگ زدگی و خوردگی و سایر عوامل فاسد کننده مقاوم باشد.

۳-۶- محفظه فلزی خازن باید مجهز به وسیله مناسبی برای اتصال الکتریکی مطمئن به بدنه باشد تا بدان وسیله بتوان محفظه خازن را در پتانسیل ثابتی نگهداری کرد.

۳-۷- پلاک مشخصات

هر واحد خازن باید دارای یک پلاک شناسایی از جنس فولاد گالوانیزه، یا دیگر مواد ضد آب و فساد ناپذیر باشد. پلاک مزبور باید حاوی اطلاعات زیر به صورت حکاکی یا مشابه آن بوده و به گونه ای نصب شود که به آسانی قابل رویت باشد.

۱- نام سازنده خازن

۲- شماره سری

۳- توان اسمی بر حسب کیلووار

۴- ولتاژ نامی Un به ولت یا کیلوولت

۵- فرکانس نامی به هرتز

۶- حدود مجاز دما

۷- نوع اتصال برای خازنهای سه فاز

۸- میزان عایق بندی

۹- وسیله مورد استفاده برای تخلیه خازن (در صورتی که در داخل خازن نصب شده باشد)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۱۰- ارتفاع محل نصب از سطح دریا

۱۱- کاپاسیتانس اندازه گیری شده (در ولتاژ و فرکانس نامی)

۱۲- جریان اندازه گیری شده (در ولتاژ و فرکانس نامی) به آمپر

در مواردی که برای ایمنی افرادی حفاظت تاسیسات، اطلاعات حائز اهمیت دیگری مورد نیاز باشد، اطلاعات مزبور باید در پلاک مشخصات یا در برگه راهنمای خازن درج شود. پلاک مشخصات باید حاوی راهنمایی لازم برای مراجعه به اطلاعات مندرج در برگه راهنما باشد.

۸-۳- در خازنهای سه فاز، نوع اتصال فازها به یکدیگر باید به وسیله یکی از علائم زیر نشان داده شود :

مثلث:



ستاره:



ستاره با سیم خنثی:



سه بخش بدون اتصالات داخلی:



توان واحدهای خازنی سه فاز باید به صورت مجموع توان سه فاز ارائه شود.

۹-۳- میزان عایق بندی باید به وسیله دو عدد جداگانه نشان داده شود. عدد اول مقدار موثر ولتاژ آزمون

به کیلوولت و عدد دوم حداکثر مقدار ولتاژ برای آزمون ضربه ای به کیوولت خواهد بود (مانند 28/75).

در مورد واحدهایی که برای نصب در فضای آزاد در نظر گرفته نشده است عدد دوم با یک خط تیره جایگزین

می شود. (مانند -/28).

۱۰-۳- اضافه بار مجاز

الف- حداکثر ولتاژ مجاز

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

واحدهای خازن باید برای کار دراز مدت با ولتاژ موثر بین ترمینالها که مقدار آن از ۱/۱ برابر ولتاژ اسمی تجاوز نکند (به استثنای ولتاژهای گذرا) مناسب باشد.

ب- حداکثر جریان مجاز

واحدهای خازن باید برای کار پیوسته در جریان خطی موثر که مقدار آن از ۱/۳ برابر جریانی که در ولتاژ اسمی سینوسی و فرکانس اسمی برقرار است (به جز در جریانهای گذرا) مناسب باشد.

۱۱-۳- تابلو اتصال کابل

تابلوی اتصال کابل باید از ورق آهن با حداقل ضخامت ۱/۵ میلیمتر و ابعاد مناسب و مشابه سایر اجزای سیستم اصلاح ضریب قدرت ساخته شده و شامل سه عدد فیوز کاردی با قدرت متناسب با ظرفیت شدت جریان سیستم باشد.

۱۲-۳- دستگاه رگولاتور

تابلوی دستگاه رگولاتور باید از ورق آهن با حداقل ضخامت ۱/۵ میلیمتر و ابعاد مناسب و مشابه سایر اجزای سیستم اصلاح ضریب قدرت ساخته شده و شامل رگولاتور نوع الکترونیکی با ولتاژ اسمی ۳۸۰/۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز و قدرت قطع حداقل ۲۵۰۰ ولت آمپر و مناسب برای اتصال به ترانسفورماتور جریان با جریان ثانویه ۵ آمپر و با تعداد مراحل لازم (۳ الی ۱۹ مرحله) به منظور زیر بار آوردن خازنها، به انضمام کلید سلکتور سه مرحله ای اتوماتیک- خاموش- دستی ۶ آمپری، چراغهای سیگنال و یک دستگاه کسینوس فی متر می باشد.

۱۳-۳- تابلوی فرمان

تابلوی فرمان باید از ورق آهن با حداقل ضخامت ۱/۵ میلیمتر و ابعاد مناسب و مشابه سایر اجزای سیستم اصلاح ضریب قدرت به نحوی ساخته شود که بتوان خازنها را به سهولت در زیر آن نصب نمود. این تابلو شامل کنتاکتور یک یا سه پل خشک بوبین دار با ظرفیت قدرت مناسب، دکمه فشاری دابل برای قطع و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

وصل کنتاکتور در حالت دستی، فیوزهای فشنگی نوع تابلویی، چراغهای سیگنال و ترمینالهای مربوط می باشد.

۱۴-۳- وسیله تخلیه خازن

الف- هر دستگاه خازن باید توسط یک وسیله تخلیه شارژ الکتریکی که مستقیماً به طور ثابت به آن وصل است مجهز باشد. چنانچه این وسیله مستقیماً به دستگاههای الکتریکی دیگر وصل باشد، یک مدار تخلیه را تشکیل می دهد. در مسیر مدار تخلیه خازن نباید کلید قطع کننده، فیوز کات اوت یا خازنهای سری قرار گیرد.

ب- وسیله تخلیه باید به گونه ای باشد که ولتاژ خازن را پس از قطع اتصال از منبع تغذیه، در مدت زمان تعیین شده ای از مقدار نامی ولتاژ (Un) به ۵۰ ولت یا کمتر از آن برساند. این زمان برای خازنهای با ولتاژ نامی ۶۶۰ ولت و کمتر، یک دقیقه و برای خازنهای با ولتاژ نامی بیشتر از آن، ۵ دقیقه می باشد.

ج- در صورتی که خازنها در فواصل کم کلیدزنی شود، وسایل حفاظتی باید طوری انتخاب گردد که هنگام وصل مجدد خازن به ولتاژ، ولتاژ ترمینالهای خازن، از ۱۰٪ ولتاژ نامی بیشتر نباشد.

د- وسیله تخلیه نباید به عنوان جانشین برای اتصال کوتاه نمودن ترمینالهای خازن به یکدیگر یا به زمین، که هنگام سرویس و قبل از دست زدن به آن باید انجام شود، مورد استفاده قرار گیرد، زیرا ممکن است به علت قطع اتصالات داخلی بین واحدهای خازنی سری شده و یا قطع فیوز آن، بار الکتریکی همچنان در واحدهای خازنی باقی مانده باشد.

۴- آزمونهای خازن

کلیه خازنهای مورد استفاده باید برابر مقررات و روشهای آزمون مندرج در نشریه ۲۷۸۱ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران یا IEC 70 , 70 A ، به شرح زیر مورد آزمونهای عادی و نوعی قرار گیرد:

۴-۱- آزمونهای عادی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این گونه آزمونها که برای هر خازن پس از اتمام کار ساخت در کارخانه انجام می شود شامل اندازه گیری ظرفیت خازن، تعیین تلفات خازن، ولتاژ مستقیم یا متناوب ترمینالها، ولتاژ متناوب بین ترمینالها و محفظه خازن (آزمون خشک)، و آزمون بین ترمینالها و زمین و بانکهای خازن می باشد.

۲-۴- آزمونهای نوعی

آزمونهای نوعی، که برای تایید درستی طرح خازن و مطابقت آن در عمل با کلیه مشخصات ذکر شده در مقررات استاندارد می باشد، شامل موارد زیر است:

- تلفات خازن در دمای بالا

- آزمون پایداری حرارتی

- آزمون ولتاژ متناوب با سطوح خشک بین ترمینالهای خازن و محفظه فلزی (برای خازنهای ویژه نصب در هوای آزاد این آزمون با سطوح تر انجام می شود)

- آزمون ولتاژ ضربه ای بین ترمینالها و محفظه خازن (ویژه نصب در هوای آزاد)

- آزمون یونیزاسیون

- آزمون خازنهای خود ترمیم کننده (ویژه خازنهای خود ترمیم کننده با لایه فلزی)

۳-۴- آزمونهای نوعی باید به وسیله کارخانه سازنده، قبل از تحویل خازنها انجام گرفته و نتایج جزئیات آن در صورت درخواست خریدار به صورت یک گواهی نامه به وی ارائه شود. این نوع آزمونها باید بر روی یک خازن نمونه که از بین یک سری از خازنها با مشخصات یکسان انتخاب شده باشد، انجام گیرد.

۵- توان واحدهای خازنی فشار ضعیف و روش محاسبه خازن مورد نیاز

۱-۵- توان واحدهای خازنی فشار ضعیف، با توجه به میزان خازن مورد نیاز، و تعداد پله های خازنی برای کلیدزنی اتوماتیک تعیین شده و آنگاه، با توجه به اندازه واحدهای خازنی که به وسیله سازندگان تولید می شود، خازن مورد نیاز مناسب انتخاب می گردد.

۲-۵- روش محاسبه خازن مورد لزوم برای حذف توان راکتیو

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای حذف مصرف راکتیو، قدرت خازن باید به اندازه ای باشد که را به حدود ۰/۹ تا ۱/۰ برساند. از

لحاظ تئوری وقتی $\cos \phi = 1$ باشد مصرف راکتیو کاملاً از بین رفته است. بنابراین:

الف- $\cos \phi$ با استفاده از دو فرمول زیر محاسبه می شود:

مصرف راکتیو (کیلوواریت ساعت)

$$\tan \phi = \frac{\text{مصرف راکتیو (کیلوواریت ساعت)}}{\text{مصرف اکتیو (کیلووات ساعت)}} \rightarrow \cos \phi = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \phi}}$$

مصرف اکتیو (کیلووات ساعت)

ب- با احتساب $\cos \phi$ قدرت اکتیو از فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$P_w = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \phi \quad (U \text{ ولتاژ}) \quad (I \text{ آمپر})$$

پ- ضریب F با کمک جدول شماره ۲ به این ترتیب پیدا می شود که مثلاً اگر بخواهیم $\cos \phi$ را از ۰/۶

به حدود ۱ و یا به ۰/۹۴ برسانیم، در ردیف مربوط به ۰/۶ پیش می رویم، تا به ستون ۰/۹۴ برسیم. به این

ترتیب ضریب F را برابر با ۰/۹۷ خواهیم یافت.

ت- با پیدا کردن ضریب F مقدار خازن از فرمول زیر محاسبه می شود:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$P_c = F P_w \times (\text{قدرت اکتیو})$$

فاکتور F = کیلوولت آمپر مورد نیاز به صورت درصد بار موثر نصب شده به کیلووات

ضریب قدرت واقعی	ضریب قدرت مورد نیاز (COS ϕ_2)																
	۱	۹۸	۹۶	۹۴	۹۲	۹۰	۸۷۵	۸۵	۸۲۵	۸۰	۷۷۵	۷۵	۷۰	۶۵	۶۰	۵۵	۵۰
۰/۴	۲۳۰	۲۱	۲۰	۱۹	۱۸	۱۸	۱۷۵	۱۶	۱۶۱	۱۵	۱۴۹	۱۴	۱۲	۱۱	۹۶	۷۸	۵۷
۰/۴۵	۱۹۸	۱۷	۱۶	۱۶	۱۵	۱۴	۱۴۲	۱۳	۱۲۹	۱۲	۱۱۶	۱۱۰	۹۶	۸۱	۶۴	۴۶	۲۴
۰/۵	۱۷۳	۱۵	۱۴	۱۳	۱۳	۱۲	۱۱۸	۱۱۱	۱۰۴	۹۸	۹۲	۸۵	۷۱	۵۶	۴۰	۲۱	
۰/۵۵	۱۵۲	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۱۰	۹۷	۹۰	۸۳	۷۷	۷۱	۶۴	۵۰	۳۵	۱۹		
۰/۶	۱۳۳	۱۱	۱۰	۹۷	۹۱	۸۵	۷۸	۷۱	۶۵	۵۸	۵۲	۴۶	۳۲	۱۶			
۰/۶۵	۱۱۷	۹۷	۸۸	۸۱	۷۴	۶۹	۶۲	۵۵	۴۸	۴۲	۳۶	۲۹	۱۵				
۰/۷	۱۰۲	۸۱	۷۳	۶۶	۵۹	۵۴	۴۶	۴۰	۳۳	۲۷	۲۰	۱۴					
۰/۷۲۵	۹۵	۷۵	۶۶	۵۸	۵۲	۴۶	۳۹	۳۳	۲۶	۲۰	۱۳	۷					
۰/۷۵	۸۸	۶۷	۵۹	۵۲	۴۵	۳۹	۳۳	۲۶	۱۹	۱۳	۶/۵						
۰/۷۷۵	۸۱	۶۱	۵۲	۴۵	۳۹	۳۲	۲۷	۱۹	۱۲	۱/۵							
۰/۸	۷۵	۵۴	۴۶	۳۹	۳۲	۲۷	۱۹	۱۳	۶								
۰/۸۲۵	۶۹	۴۸	۴۰	۳۳	۲۶	۲۱	۱۴	۷									
۰/۸۵	۶۲	۴۲	۳۳	۲۶	۱۹	۱۴	۷										
۰/۸۷۵	۵۵	۳۵	۲۶	۱۹	۱۳	۷											
۰/۹	۴۸	۲۸	۱۹	۱۲	۶												
۰/۹۲	۴۲	۲۲	۱۳	۶													
۰/۹۴	۳۶	۱۶	۷														
۰/۹۶	۲۹	۹															
۰/۹۸	۲۰																
۰/۹۹	۱۴																

جدول ۲- تعیین ضریب F و محاسبه قدرت خازن لازم (کیلووار) برای اصلاح ضریب قدرت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

قدرت خازن لازم (KVAR) برای تصحیح $\cos \phi_1$ به $\cos \phi_2$ برابر است با:

قدرت اکتیو * F

مثال : برای اصلاح ضریب قدرت 0.6 ($\cos \phi_1$) به 0.96 ($\cos \phi_2$) در کارخانه ای با 200 کیلوولت آمپر بار موثر، طبق جدول فوق فاکتور F برابر 1.04 ٪ خواهد بود.

$$200 * 0.6 * 1.04 = 125 \text{ KVAR}$$

۶- وسایل قطع و وصل و حفاظت خازنهای فشار ضعیف

۶-۱- در مواردی که بارهای خیلی کوچک الکتریکی با تغذیه فشار ضعیف مطرح باشد، برای تنظیم توان راکتیو ممکن است از سیستم کنترل دستی استفاده شود. وسایل کلیدی و حفاظت در این گونه سیستمها شامل کلیدهای هوایی قابل قطع در زیر بار همراه با فیوزهای نوع HRC ، و یا کلید فیوز خواهد بود. در این گونه موارد ظرفیت کلید فیوز باید با احتساب ضریب $1/5$ در جریان نامی خازن تنظیم شود.

۶-۲- در مواردی که از سیستم کنترل خودکار استفاده می شود، برای انتخاب کنتاکتور مناسب، باید پارامترهای حرارتی آن را، که در حداکثر جریان خازن به دست می آید، در ضریب 0.8 ضرب نمود تا در نتیجه پارامترهای لازم برای انتخاب کنتاکتور حاصل شود. در این صورت کنتاکتور قابلیت عبور جریان تا 25 ٪ بیشتر از جریان نامی خازن را خواهد داشت. همچنین برای حفاظت مطمئن در برابر اتصال کوتاه، باید کنتاکتور با استفاده از فیوز HRC به شبکه متصل شود. اندازه این نوع فیوزها نیز با اعمال ضریب $1/5$ در جریان نامی خازن تعیین می گردد.

۶-۳- در مواردی که تغذیه بارهای فشار ضعیف به وسیله چندین پست توزیع انجام می شود، استفاده از کنترل خودکار محلی در هر پست، برای خازنها، عموماً اقتصادی تر از به کار بردن یک سیستم کنترل مرکزی در ورودی برق مجموعه خواهد بود.

۷- روشهای کنترل خودکار توان راکتیو

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۷-۱- کنترل و تنظیم خودکار میزان خازنهای فشار ضعیف در مدار، معمولاً با توجه به کاربرد ممکن است با استفاده از رله های حساس به جریان و یا به وسیله کلیدهای زمانی صورت گیرد.

۷-۲- در مواردی که تغییرات ضریب توان دایمی و ناگهانی بوده و در شرایط مختلف بار یک ضریب توان ثابت یا با اندک تغییرات مورد نظر باشد باید از رله های حساس به توان راکتیو استفاده شود. این نوع رله که در جبرانسه‌های مرکزی مورد استفاده قرار می گیرد، بهترین روش برای کنترل خودکار خازنهای فشار ضعیف می باشد.

۷-۳- در مواردی که مصرف کننده های صنعتی کوچک یا جبران کننده های گروهی مورد نظر باشد استفاده از رله های جریان قابل توصیه است.

۷-۴- در صورتیکه بار یکنواخت و قابل پیش بینی مطرح باشد مانند برخی کارخانه های کوچکی که دارای این گونه مصرف کننده هایی است، رله های زمانی ممکن است به کار رود.

۸- اصول و روشهای نصب

۸-۱- دمای کار

۸-۱-۱- دمای کار خازن تاثیر بسیاری در دوام و عمر آن دارد و عامل تعیین کننده، دمای گرمترین نقطه درون خازن است که اندازه گیری مستقیم آن در عمل ممکن نیست، بنابراین دمای هوای خنک کننده باید ملاک تعیین دمای مطلوب خازن قرار گیرد، به این ترتیب که میانگین آن در طول یک ساعت نباید ۵ درجه سانتیگراد بیش از دمای محیط (ستون دوم جدول ۱) باشد.

۸-۱-۲- خازنها باید به گونه ای نصب شود که حرارت ناشی از تلفات خازن به وسیله تابش و تبادل حرارتی انتقال یافته و در نتیجه دمای خازن از حد مشخصی بالاتر نرود، بنابراین نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

الف- تهویه اتاقی که خازنها در آن نصب می شود و نیز ترتیب گردش هوا در اطراف هر واحد خازن باید مد نظر قرار گیرد. این امر به ویژه هنگامی که واحدهای خازن بر روی یکدیگر قرار می گیرد از اهمیت خاصی برخوردار است.

ب- در مواردی که دمای خازنها بر اثر تابش خورشید یا هر منبع حرارتی دیگر افزایش می یابد، برای کنترل دما باید با توجه به دمای هوای خنک کننده و همچنین شدت و مدتی که خازنها در برابر تابش قرار می گیرند، یکی از روشهای زیر مورد استفاده قرار گیرد:

- حفاظت خازنها در برابر تابش خورشید یا منبع حرارتی

- انتخاب خازنهایی که برای دمای محیط بالاتر طراحی شده باشد.

- استفاده از خازنهایی با ولتاژ نامی بالاتر (در این حالت کاهش توان راکتیو خازنها نیز باید منظور شود).

۲-۸- شرایط محل نصب

۱-۲-۸- محل نصب خازنهای طراحی شده برای فضاهای داخلی باید تمیز و خشک بوده و دارای تهویه مناسب باشد. خازنهای مورد استفاده در فضاهای باز باید از نوع مناسب برای فضای آزاد باشد.

۲-۲-۸- در مناطق گرمسیری، علاوه بر دمای زیاد محیط، شرایط نامناسب دیگری مانند رطوبت نسبی زیاد و متناوب، امکان رشد سریع کپک، ایجاد خوردگی در اثر عوامل جوی موجود در مناطق صنعتی و ساحلی و حمله حشرات موذی ممکن است وجود داشته باشد، در این گونه موارد خریدار باید هنگام سفارش خازنها و لوازم جانبی آن، شرایط نامبرده را به اطلاع سازندگان مربوط برساند.

۳-۲-۸- در محیطهای مخاطره آمیز که به علت وجود گازها، بخارها، غبارها و مایعات قابل اشتعال، ایلاف و رشته های آتشگیر و مانند آن، امکان به وجود آمدن آتش سوزی و انفجار در اثر جرقه، قوس الکتریکی و دمای بیش از حد بسیار است، خازنها و دیگر لوازم و تجهیزات الکتریکی باید برابر یکی از استانداردهای شناخته شده بین المللی همچون NEC و IEC و مانند آن، از نوع تایید شده و متناسب با مکان مورد استفاده، انتخاب و به کار گرفته شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۸-۳- نصب مجموعه سیستم اصلاح ضریب قدرت

۸-۳-۱- مجموعه یک سیستم اصلاح ضریب قدرت خودکار که شامل تابلوی اتصال کابل، تابلوی دستگاه رگولاتور، تابلوهای فرمان و خازنهای صنعتی می باشد به وسیله کارخانه سازنده روی یک شاسی نصب و به صورت یک واحد در محل نصب قرار داده می شود.

۸-۳-۲- برای نصب مجموعه سیستم اصلاح ضریب قدرت مزبور روی زمین، باید در قسمت پایین شاسی مربوط (قسمتی که روی زمین قرار می گیرد) سوراخهایی پیش بینی و تعبیه شده و با استفاده از رول بولت (Roll Bolt) به زمین متصل شود.

۸-۳-۳- برای کابل کشی از تابلوی اصلی تا زیر تابلوی اتصال کابل سیستم اصلاح ضریب قدرت باید کانال مناسبی پیش بینی و تعبیه شود.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل دوم

منافع اقتصادی نصب خازن در شبکه های توزیع

۱- مزایای ناشی از آزاد شدن ظرفیت تولید

۲- مزایای ناشی از آزاد شدن ظرفیت خطوط انتقال

۳- مزایای ناشی از آزاد شدن ظرفیت پستهای توزیع

۴- مزایای ناشی از کاهش تلفات انرژی

۵- مزایای ناشی از کاهش افت ولتاژ

۶- مزایای ناشی از آزاد شدن ظرفیت فیدها

۷- سود مالی ناشی از بهبود ولتاژ

۸- جمع سود مالی ناشی از نصب خازن

منافع اقتصادی نصب خازن در شبکه های توزیع

مقدمه: بارها در سیستم قدرت شامل دو مولفه هستند: ۱- قدرت اکتیو ۲- قدرت راکتیو. قدرت اکتیو را فقط در نیروگاهها می توان تولید نمود، اما قدرت راکتیو را هم به وسیله نیروگاهها و هم توسط ابزارهای دیگر مثل خازن یا کمپونزاتور یا ژنراتور می توان تامین کرد. مسلم است که خازن های قدرت اقتصادی ترین منبع برای تامین توان راکتیو مورد نیاز سیستم است. وقتی قدرت راکتیو توسط نیروگاه ها تامین می

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شود تمام تجهیزات سیستم از قبیل ژنراتورها، ترانسفورماتورها، خطوط انتقال و توزیع، سوئیچها و تجهیزات حفاظتی از نظر قدرت و به عبارتی قیمت باید رشد کنند.

خازنها می توانند با کاهش انتقال توان راکتیو از خطوط بعد از ژنراتور تا محل نصب خازن این وضعیت را بهبود بخشند. بدین ترتیب در خطوط ما بین نیروگاه تا محل نصب خازن جریان کاهش می یابد و در نتیجه، تلفات خط و بار آن در خطوط انتقال و توزیع و پستهای ترانسفورماتوری کاهش می یابد.

متناسب با ضریب قدرت تصحیح شده سیستم، نصب خازن می تواند ظرفیت ژنراتورها و پستها را افزایش دهد و توانایی آنها را برای تامین بار اضافی تا 30% فراهم آورد و نیز تواناییهای مدار را از نقطه نظر تنظیم ولتاژ تقریباً بین 30% تا 100% افزایش دهد. علاوه بر این، کاهش جریان در ترانسفورماتورها و تجهیزات توزیع و خطوط، موجب کاهش بار در تجهیزاتی که از نظر KVA در محدودیت هستند شده و لذا نصب تجهیزات جدید را به تاخیر می اندازد. بطور کلی منفعت اقتصادی که از نصب خازن به دست می آید در زیر خلاصه شده است:

۱- آزاد شدن ظرفیت تولید.

۲- آزاد شدن ظرفیت انتقال.

۳- آزاد شدن ظرفیت پستهای توزیع.

۴- مزایای اضافی در سیستم توزیع شامل:

(a) کاهش تلفات اهمی.

(b) کاهش افت ولتاژ و در نتیجه بهبود تنظیم ولتاژ.

(c) آزاد شدن ظرفیت فیدرها و تجهیزات وابسته.

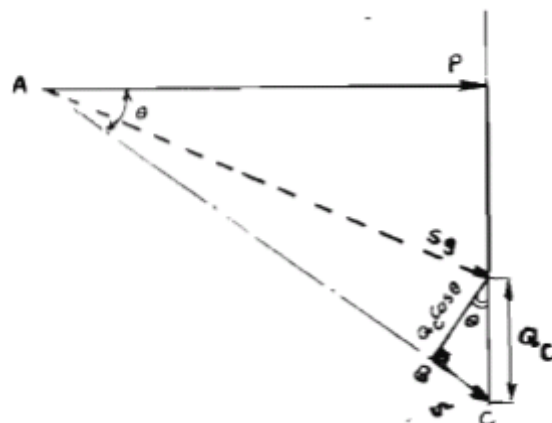
(d) به تعویق انداختن یا حذف کردن هزینه های سرمایه ای مربوط به بهبود و توسعه.

(e) افزایش بازده به خاطر بهبود ولتاژ.

۱- مزایای ناشی از آزاد شدن ظرفیت تولید

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

اگر کل توان اکتیو مصرفی سیستم P و کل توان راکتیو مصرفی Q باشد می توان شکل زیر را برای نمایش توان اکتیو و راکتیو بکار برد. با نصب خازن مقداری از توان راکتیو مورد نیاز توسط خازن تامین شده و در نتیجه باعث کاهش ظرفیت تولید از S به S_g می گردد.



$$S = AB + BC = \sqrt{(S_g^2 - Q_c^2 \cos^2 \theta)} + Q_c \sin \theta$$

$$\Delta S = S - S_g = \sqrt{(S_g^2 - Q_c^2 \cos^2 \theta)} + Q_c \sin \theta - S_g$$

$$\Delta S_g = \left[\left(1 - \frac{Q_c^2 \cos^2 \theta}{S_g^2}\right) + \frac{Q_c \sin \theta}{S_g} - 1 \right] S_g$$

برای مقادیر کوچک Q_c , $Q_c \leq 0.1 S_g$ و می توان گفت که $AB \approx S_g$ لذا:

$$\Delta S_g = Q_c \cdot \sin \theta$$

$$Q_c \leq 0.1 S_g \text{ که در آن}$$

Q_c : قدرت راکتیو تولیدی توسط خازنها.

S_g : ظرفیت تولید بر حسب KVA

$\cos \theta$: ضریب قدرت اولیه.

ΔS_g : ظرفیت آزاد شده بر حسب KVA

ظرفیت آزاد شده تولید ناشی از نصب خازن را می توان بطور تقریبی از رابطه زیر محاسبه کرد:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\Delta S_g = \begin{cases} \left[\sqrt{1 - \frac{Q_c^2 \cos^2 \theta}{S_g^2}} + \frac{Q_c \sin \theta}{S_g} - 1 \right] S_g & Q_c > 0.1 S_g \\ Q_c \sin \theta & Q_c \leq 0.1 S_g \end{cases}$$

لذا سود سالیانه ناشی از آزاد شدن ظرفیت تولید توسط رابطه زیر بیان می شود:

$$\Delta \$_g = \Delta S_g \cdot C_g \cdot i_g$$

$\Delta \$_g$ (\$/ year): مزایای سالیانه ناشی از آزاد شدن ظرفیت تولید.

ΔS_g (KVA): ظرفیت آزاد شده تولید نسبت به ماکزیمم ظرفیت تولید در ضریب قدرت اولیه.

C_g (\$/ KVA): بهای تولید (بیشترین مقدار).

i_g : نرخ بهره ثابت سالیانه مربوط به تولید.

۲- مزایای ناشی از آزاد شدن

$$\Delta S_t = \begin{cases} \left[\sqrt{1 - \frac{Q_c^2 \cos^2 \theta}{S_t^2}} + \frac{Q_c \sin \theta}{S_t} - 1 \right] S_t & \text{ظرفیت خطوط انتقال} \\ Q_c \sin \theta & \text{ظرفیت آزاد شده خطوط انتقال} \end{cases}$$

ناشی از نصب خازنهای توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$Q_c > 0.1 S_t$$

$$Q_c \leq 0.1 S_t$$

ΔS_t (KVA): ظرفیت آزاد شده خطوط انتقال نسبت به ظرفیت آن در ضریب قدرت اولیه.

S_t (KVA): ظرفیت خطوط انتقال.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

بنابراین منافع سالیانه ناشی از آزاد شدن ظرفیت خطوط انتقال توسط رابطه زیر بیان می شود:

$$\Delta \$_t = \Delta S_t \cdot C_t \cdot i_t$$

$\Delta \$_t$ (\$/ year): منافع سالیانه ناشی از آزاد شدن ظرفیت خطوط انتقال.

C_t (\$/ KVA): هزینه خطوط انتقال و وسایل مربوطه.

i_t : نرخ بهره ثابت سالیانه مربوط به خطوط انتقال.

۳- مزایای ناشی از آزاد شدن ظرفیت پستهای توزیع

ظرفیت آزاد شده پستهای توزیع ناشی از نصب خازن را می توان مشابه آنچه قبلا عنوان شد از رابطه زیر

معین کرد:

$$\Delta S_s = \begin{cases} \left[\sqrt{1 - \frac{Q_c^2 \cos^2 \theta}{S_s^2}} + \frac{Q_c \sin \theta}{S_s} - 1 \right] S_s & Q_c > 0.1 S_s \\ Q_c \sin \theta & Q_c \leq 0.1 S_s \end{cases}$$

ΔS_s (KVA): ظرفیت آزاد شده پستهای توزیع به ظرفیت آنها در ضریب قدرت اولیه.

S_s (KVA): ظرفیت پستهای توزیع.

بنابراین منافع سالیانه ناشی از آزادسازی ظرفیت پستهای توزیع از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\Delta \$_s = \Delta S_s \cdot C_s \cdot i_s$$

$\Delta \$_s$ (\$/ year): منافع سالیانه ناشی از آزاد سازی ظرفیت پستهای توزیع.

C_s : هزینه پستهای توزیع و وسایل مربوطه.

i_s : نرخ بهره ثابت سالیانه مربوط به پستهای توزیع.

۴- مزایای ناشی از کاهش تلفات انرژی

تلفات انرژی سالیانه به عنوان نتیجه مستقیمی از کاهش تلفات مسی (ناشی از نصب خازن) کاهش می یابد.

انرژی صرفه جویی شده به روش زیر محاسبه می شود:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\Delta ACE = \frac{Q_{C,3ph} \cdot R(2 S_{L,3ph} \cdot \sin \theta - Q_{C,3ph}) 8760}{1000 V_{L-L}}$$

$Q_{C,3ph}$ (KVAR): قدرت راکتیو حاصل شده از نصب خازن سه فاز.

ΔACE (KWH / year): کاهش انرژی سالیانه.

$S_{L,3ph}$: توان ظاهری بار سه فاز.

R : کل مقاومت خط تا مرکز بار.

مزایای سالیانه ناشی از کاهش تلفات انرژی از رابطه زیر به دست می آید:

$$\Delta \$_{ADE} = \Delta ACE \times EC$$

EC (\$/ KWH): هزینه انرژی.

$\Delta \$_{ACE}$ (\$/ year): مزایای سالیانه ناشی از کاهش انرژی.

۵- مزایای ناشی از کاهش افت ولتاژ

۱- جریان موثر خط کم شده و در نتیجه افت ولتاژ ناشی از RI و XI کم شده و تنظیم ولتاژ بهتری خواهیم داشت.

۲- بهبود ضریب قدرت، اثر افت ولتاژ ناشی از جریان راکتیو را کاهش می دهد.

در صد افت ولتاژ در یک مدار مفروض توسط رابطه زیر بیان می شود:

$$\%VD = \frac{S_{L,3ph} (r \cos \theta + X \sin \theta) L}{10 V_{L-L}^2}$$

$S_{L,3ph}$ (KVA): قدرت ظاهری سه فاز.

$\%VD$: در صد افت ولتاژ.

X (Ω / km): راکتانس واحد طول خط.

r (Ω / km): مقاومت واحد طول خط.

L (km): طول هادی انتقال.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

افت ولتاژی که از رابطه فوق محاسبه می شود مبنایی برای کاربرد خازن است. بعد از کاربرد خازن، سیستم افزایش ولتاژی خواهد داشت که به خاطر بهبود ضریب قدرت و کاهش مقدار موثر جریان خط است. بنابراین افت ولتاژ ناشی از XI, RI کم خواهد شد. مقدار تقریبی در صد افزایش ولتاژ در طول خط عبارت است از:

$$\%VR = \frac{Q_{C,3ph} \times X_L}{10V_{L-L}^2}$$

همچنین یک پدیده افت ولتاژ در هر ترانسفورماتور در حد فاصل منبع تولید تا خازنها رخ می دهد که بخاطر کاربرد این خازنها است. این افزایش ولتاژ مستقل از بار و ضریب قدرت خط است و می توان آن را به صورت زیر بیان کرد:

$$\%VR_t = \left(\frac{Q_{C,3ph}}{S_{t,3ph}} \right) X_t$$

$S_{t,3ph}$: مقدار نامی ظرفیت ترانسفورماتور.

VR_t %: در صد افزایش ولتاژ در ترانسفورماتور.

X_t : در صد راکتانس ترانسفورماتور (تقریبا برابر با امپدانس ثبت شده در پلاک).

۶- مزایای ناشی از آزاد شدن ظرفیت فیدرها

به طور کلی ظرفیت فیدرها توسط مقدار در صد افت ولتاژ مجاز، بیشتر از محدودیتهای حرارتی محدود می شود. لذا نصب خازنها باعث کاهش افت ولتاژ و بالا رفتن ظرفیت فیدر خواهد شد. بدون در نظر گرفتن آزاد سازی رگولاتورها و ظرفیت پست ها، این آزاد سازی ظرفیت ناشی از نصب خازن، توسط رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\Delta S_F = \frac{(Q_{C,3ph})X}{X \sin \theta + r \cos \theta}$$

بنابراین سود سالیانه ناشی از آزاد شدن ظرفیت فیدرها طبق رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\Delta \$_F = \Delta S_F \cdot C_F \cdot i_F$$

C_F (\$/KVA): هزینه نصب فیدر.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$\Delta \$_F$ (\$/ year): منافع سالیانه ناشی از آزادسازی ظرفیت فیدها.

i_F : نرخ بهره ثابت سالیانه مربوط به فیدر.

ΔS_F (KVA): میزان آزاد سازی ظرفیت فیدر.

۷- سود مالی ناشی از بهبود ولتاژ:

در آمد شرکتهای برق به عنوان نتیجه ای از افزایش کیلووات ساعت انرژی ناشی از ایجاد افزایش ولتاژ یک سیستم با بکارگیری بانک های خازنی تصحیح کننده افزایش می یابد. این مساله مخصوصا برای فیدهای تغذیه کننده مصارف خانگی صادق است. افزایش انرژی مصرفی به ولتاژ تجهیزات مورد استفاده وابسته است. بعنوان مثال مصرف انرژی برای روشنایی با توان دوم افزایش می یابد.

در جدول زیر تغییرات افزایش کیلووات ساعت انرژی (به درصد) به عنوان تابعی از نسبت ولتاژ متوسط قبل از نصب خازن ارائه شده است. لذا می توان افزایش در آمد ناشی از افزایش کیلووات ساعت انرژی مصرفی را از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\Delta \$_{BEC} = \Delta BEC \times BEC \times EC$$

$\Delta \$_{BEC}$: افزایش در آمد سالیانه ناشی از افزایش کیلووات ساعت انرژی.

ΔBEC : تغییرات افزایش کیلووات ساعت انرژی به در صد.

BEC (KWH / year): کیلووات ساعت انرژی مصرفی سالیانه اصلی.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

	KWH , Increase % Δ
. after V_{av}	
. before V_{av}	
1.00	0
1.05	8
1.10	16
1.15	25
1.20	34
1.25	43
1.30	52

۸- جمع سود مالی ناشی از نصب خازن

جمع سود مالی ناشی از نصب خازن را می توان از رابطه زیر حساب کرد:

$$\sum \Delta \$ = \Delta \$_g + \Delta \$_t + \Delta \$_s + \Delta \$_{ACE} + \Delta \$_{BEC} + \Delta \$_F$$

مجموع سود بدست آمده از معامله مذکور باید با مجموع هزینه نصب بانک های خازنی مقایسه شود. مجموع

هزینه های نصب بانکهای خازنی از رابطه زیر بدست می آید:

$$\Delta EIC_c = \Delta Q_c \cdot I_{Cc} \cdot i_c$$

I_{Cc} (\$/KVAR): هزینه نصب بانکهای خازنی.

ΔEIC_c (\$/year): معادل سالیانه مجموع هزینه نصب بانک خازنی.

i_c : نرخ بهره ثابت سالیانه مربوط به خازنها (افزایش قیمت).

ΔQ_c (KVAR): تعداد مورد نیاز بانکهای خازنی اضافی.

به طور خلاصه خازن ها می توانند در آمد صنعت برق را با کاهش هزینه وسایل بهبود بخشند. با در نظر

گرفتن هزینه نیروگاهها و هزینه رو به رشد سوخت، برای شرکتهای برق مفید است که سرمایه گذاری را

برای نیروگاهها به تعویق انداخته و یا حذف کنند. لذا استفاده از خازنها با توجه به آزاد سازی ظرفیت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سیستم این امکان را فراهم می آورد تا بدون سرمایه گذاری برای نیروگاهها پاسخگوی تعدادی از مشترکین جدید باشیم. امروزه شرکتهای برق در آمریکا تقریباً بازای هر 2kw قدرت تولیدی 1kvar خازن نصب شده دارند تا به سودهای ناشی از نصب خازن و مزایای اقتصادی آن دست یابند.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل سوم

انتخاب بهینه خازنهای موازی در شبکه توزیع

۱- کاربرد خازنهای موازی

۲- مبانی و معیارهای انتخاب

۳- انتخاب محل در سیستم

۴- انتخاب ظرفیت هر واحد

۵- انتخاب ظرفیت بانکهای خازنی

۶- انتخاب تعداد و نوع فیدرها



انتخاب بهینه خازنهای موازی در شبکه توزیع

۱- کاربرد خازنهای موازی

امروزه استفاده از خازنهای موازی در شبکه توزیع یکی از رایج ترین روشها برای بالا بردن مشخصات فنی سیستم از نظر کمی و کیفی می باشد. مفهوم استفاده از خازنهای موازی را می توان چنین بیان کرد که این خازنها بر حسب ظرفیت خود در حقیقت تولید کننده توان راکتیو یا VAR مورد نیاز از محل نصب آنها به سمت مصرف کننده ها بوده و به این ترتیب از نیاز به تولید و انتقال توان راکتیو در شبکه های انتقال و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فوق توزیع جلوگیری می شود. مزایای حاصل از چنین تاثیری را به شرح زیر می توان خلاصه کرد که بر حسب شرایط و نقاط ضعف شبکه یک و یا چند مورد از موارد زیر می تواند انگیزه و علت لازم برای نصب خازن ها باشد.

۱- کاهش مولفه راکتیویس فاز جریان مدار ونهایتا کاهش جریان مدار و در نتیجه افزایش قابلیت انتقال بار اکتیو از خطوط و پست ها.

۲- افزایش سطح ولتاژ در محل نصب خازنها و بهبود تنظیم ولتاژ در صورتی که واحدهای خازنی را بتوان به نحو مناسبی به مدار وارد و از آن خارج کرد.

۳- کاهش تلفات اکتیو در سیستم و در نتیجه افزایش توان اکتیو قابل تحویل به مصرف کنندگان.

۴- افزایش ضریب قدرت در محل نصب خازنها و در نتیجه افزایش ضریب قدرت ژنراتورهای منبع.

۵- کاهش بار (KVA) بر روی مدار (خطوط و پستها و ژنراتورها) به منظور خارج شدن از حالت اضافه بار و یا آزاد کردن ظرفیت برای توسعه و افزایش بار.

۶- قابلیت افزایش بار اکتیو (KW) بر روی ژنراتورها در صورت وجود ظرفیت لازم برای توربینها.

۷- کاهش دیماند (کیلو ولت آمپر) برای توان خریداری شده.

۸- کاهش هزینه سرمایه گذاری در تاسیسات سیستم برای تامین و تحویل هر کیلووات از بار.

۲- مبانی و معیارهای انتخاب

انتخاب محل نصب، ظرفیت واحدها (Units) و ظرفیت راکتیو بانک های خازنی تابع یک بررسی فنی و اقتصادی بر اساس ارزش مزایای حاصل از نصب خازنها در مقایسه با هزینه سرمایه گذاری مورد نیاز برای تهیه، نصب و راه اندازی و تعمیرات و نگهداری خازنها و فیدرهای مربوط به آن بوده و تا زمانی که ارزش مزایای حاصل از نصب خازنها برابر و یا بیشتر از هزینه آن باشد، استفاده از خازنهای موازی مقرون به صرفه می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳- انتخاب محل در سیستم

از نظر فنی خازنها در طول شبکه و یا سیستم توزیع و فوق توزیع تقریبا در هر سطح ولتاژی می توانند مورد استفاده قرار گیرند چون با سری کردن یونیت های خازنی می توان به سطح ولتاژ مورد نیاز رسید و با موازی کردن یونیتها به ظرفیت MVAR مورد نظر دست یافت. با این حال عوامل زیر باعث محدود شدن محل نصب و سطح ولتاژ مورد استفاده برای خازنها می گردد.

۱- مزایای حاصل از نصب خازنها با نزدیکتر شدن محل نصب خازنها به محل مصرف و مصرف کننده افزایش می یابد، چون باعث کاهش تلفات و آزاد شدن ظرفیت سیستم از محل نصب به سمت منبع می گردد و سطح ولتاژ را نیز به نحو موثرتری بهبود می بخشد.

۲- سطح ولتاژ کار خازنها در تعیین قیمت آنها نقش موثر و تعیین کننده ای دارد و یونیتهای خازنی با ولتاژ کار زیر 6kv و یا بالاتر از 15kv گرانتر بوده و بهترین ولتاژ کار خازنهای موازی از نظر اقتصادی فاصله ولتاژ 6 الی 15 کیلوولت است. به این ترتیب با توجه به نحوه اتصال خازنها به شبکه به صورت مثلث یا ستاره عملا بهترین سطح ولتاژ شبکه برای نصب خازنها از نقطه نظر قیمت آنها سطح ولتاژ 6 الی 20 کیلوولت می باشد. جدول صفحه بعد ارقام ترتیبی مربوط به قیمت بانکها و فیدرهای خازن را نشان می دهد و نمایشگر این مطلب است که با صرفه ترین سطح ولتاژ نصب خازنها بر روی شبکه توزیع 20kv می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ولتاژ کسار خازن (کیلوولت)	ولتاژ شبکه (کیلوولت)	قیمت تقریبی هر کیلوووار خازن (دلار)	قیمت تقریبی هر کیلوووار فیدر (دلار)	جمع تقریبی هر کیلوووار خازن + فیدر (دلار)	توضیحات
۰/۴	۰/۴	۶	۶	۱۲	—
۱۱/۵۵	۲۰	۳/۵	۴	۷/۵	—
۱۸/۱۹	۶۳	۴	۵	۹	در صورت استفاده از ۲ واحد سری برای رسیدن به ولتاژ هر فاز
۱۲/۱۲	۶۳	۳/۵	۵	۸/۵	در صورت استفاده از ۲ واحد سری برای رسیدن به ولتاژ هر فاز

۳- با توجه به اینکه بانکهای خازنی نیز نیازمند تجهیزات سویچینگ، حفاظت و کنترل هستند بنابراین مانند سایر تجهیزات پستها باید تحت نگهداری و مراقبت مداوم قرار گیرند. لذا اگر چه از نظر فنی و اقتصادی بهترین محل نصب آنها در انتهای فیدرهای 20kv به نظر می رسد ولی به این لحاظ تجمع و نصب آنها در محل پستهای 63kv/20kv و بر روی شینه 20kv متداول بوده و توصیه می شود.

۴- انتخاب ظرفیت هر واحد

نصب خازنها در پستها نیاز به فضای کافی برای استقرار بانکهای خازنی در داخل و یا خارج ساختمان دارد. این نیاز در هنگام اضافه کردن خازن های جدید به پستهای موجود با مشکلاتی نیز روبرو می باشد و در بعضی موارد محدودیت های ناشی از کمبود فضای مورد نیاز باعث عدم امکان نصب خازنها می شود. بنابراین بدیهی است که هر چه فضای مورد نیاز برای نصب بانکهای خازنی کوچکتر باشد بهتر است. با توجه به استاندارد بودن ابعاد سطح قاعده یونیت های ساخت داخل کشور (135m 345mm) از نظر تکنولوژی ساخت، افزایش ظرفیت هر واحد باعث کاهش ارتفاع نسبی آن در مقایسه با ظرفیت مربوطه گردیده و به همین ترتیب قیمت ساخت هر کیلوووار از ظرفیت خازنی در واحدهای با ظرفیت بیشتر، ارزان تر بوده و در

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نتیجه واحدهای خازنی بهینه از نظر ابعاد و قیمت تمام شده (هر کیلووار) در محدوده ظرفیت 200 الی 250 کیلووار می باشند. با توجه به این مطلب و وجود محدودیتهایی از نظر تعداد سازندگان یونیت‌های خازنی 250 کیلوواری، واحدهای خازنی با ظرفیت 200 کیلووار انتخاب و توصیه می گردد.

۵- انتخاب ظرفیت بانکهای خازنی

انتخاب ظرفیت راکتیو بانکهای خازنی مورد نیاز یک پست بر اساس استفاده از ظرفیت قطعی آن طبق رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$Q_c = S \times PF_c [\tan(\cos^{-1}(PF)) - \tan(\cos^{-1}(PF_c))]$$

که در این رابطه Q_c ظرفیت راکتیو بانک خازنی مورد نیاز، S ظرفیت قطعی بر حسب MVA، PF ضریب قدرت بار پست قبل از نصب خازن و PF_c ضریب قدرت پست پس از نصب خازن است.

با توجه به مطالب بالا و انتخاب ظرفیت قطعی 21MVA برای یک ترانسفورماتور 30 مگاوات آمپری منحنی های دیاگرام شماره ۱ جهت محاسبه ظرفیت بانکهای خازنی برای ضرایب قدرت بار مختلف (0.5 الی 0.95) توسط کامپیوتر محاسبه و ترسیم شده است. محل تقاطع هر یک از منحنی های مذکور با محور افقی، ضریب قدرت بار پست را قبل از نصب خازن (ظرفیت راکتیو خازن برابر صفر) نشان می دهد و لذا برای هر منحنی مقدار ظرفیت راکتیو مورد نیاز برای رسیدن از ضریب قدرت موجود (قبل از نصب خازن) به ضریب قدرت نهایی (پس از نصب خازن) را با استفاده از این دیاگرام می توان محاسبه نمود.

همانگونه که از منحنی های دیاگرام مذکور مشهود است، در فاصله ضریب های قدرت ابتدایی و نهایی 0.5 الی 0.95، ظرفیت راکتیو خازن مورد نیاز تقریباً به صورت خطی تغییر می کند و هر چه به سمت ضریب قدرت نهایی یک نزدیک می شویم، تغییرات ظرفیت راکتیو خازن مورد نیاز غیر خطی تر شده بدین معنی که برای رسیدن به ضرایب قدرت بالای 0.95 به ظرفیت راکتیو خازنی بیشتری در مقایسه با ضرایب قدرت پایین تر از 0.95 نیاز می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای تعیین ظرفیت راکتیو خازن جهت اصلاح ضریب قدرت، علاوه بر ظرفیت قطعی پست می بایست ضریب قدرت نهایی مورد نیاز و ضریب قدرت فعلی بار پست نیز مشخص گردد. با توجه به گزارش بررسی خازنهای شبکه سراسری که توسط دفتر برنامه ریزی برق تهیه شده، ضریب قدرت مطلوب برقهای منطقه ای در سال ۱۳۷۱ معادل 0.95 پیش بینی گردیده است لیکن ضریب قدرت فعلی بار پستها بر حسب نوع و میزان مصرف کننده ها متفاوت بوده و نتیجتاً ظرفیت خازن مورد نیاز نیز متغیر می باشد و بر حسب مورد می بایست توسط طراح و بر اساس آمار مربوط به ضریب قدرت بار موجود محاسبه می گردد. با این حال اگر بخواهیم به لحاظ پیش بینی فضای مورد نیاز برای نصب بانکهای خازنی در داخل و یا خارج ساختمان، ظرفیتی را به عنوان ظرفیت نمونه بانک های خازنی معرفی کنیم می توان ضریب قدرت بار موجود را 0.85 فرض کرد. چون در حال حاضر از این ضریب قدرت به عنوان حداقل ضریب قدرت مجاز در تعرفه های فروش انرژی به مصرف کننده های عمده استفاده شده است.

بر این اساس منحنی های دیاگرام شماره ۲ برای دقت عمل بیشتر در محاسبه ظرفیت بانکهای خازنی برای ظرفیت قطعی 21MVA و ضرایب قدرت بار 0.85 الی 0.95 توسط کامپیوتر محاسبه و ترسیم شده است. با استفاده از منحنی ضریب قدرت موجود 0.85 در دیاگرام شماره ۲، ظرفیت بانک خازنی موردنیاز برای افزایش ضریب قدرت به 0.95 به مقدار 5.7 MVAR به دست می آید. برای انتخاب ظرفیت نمونه بانکهای خازنی، علاوه بر نتیجه فوق باید به نکات زیر نیز توجه داشت :

- ۱- انتخاب و استفاده از واحدهای خازن 200 کیلوواری.
- ۲- قابلیت تقسیم متعادل کل ظرفیت خازنی بر روی سه فاز و انتخاب حداقل ۲ مرحله برای وارد و خارج کردن خازنها به مدار.
- ۳- ظرفیت بانکهای خازنی موجود در پستهای 63/20 کیلوولت که طبق آمار و اطلاعات جمع آوری شده عمدتاً دارای ظرفیتهای 2.4 و 2.7 مگاوار هستند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

با توجه به آنچه گفته شد ظرفیت نمونه بانک های خازنی متشکل از یونیت های 200 کیلوواری با ولتاژ کاری 11.55kv به میزان 2*2.4 مگاوار انتخاب و توصیه می شود. که این میزان خازن ضریب قدرت را از 0.85 به حدود 0.94 می رساند. طوریکه با وارد شدن بانک اول (1*2.4MVAR) به مدار ضریب قدرت از 0.85 به حدود 0.9 (یا 0.896) رسیده و با وارد شدن هر دو بانک (2*2.4MVAR) ضریب قدرت از 0.85 به حدود 0.94 (یا 0.936) می رسد.

۶- انتخاب تعداد و نوع فیدرها

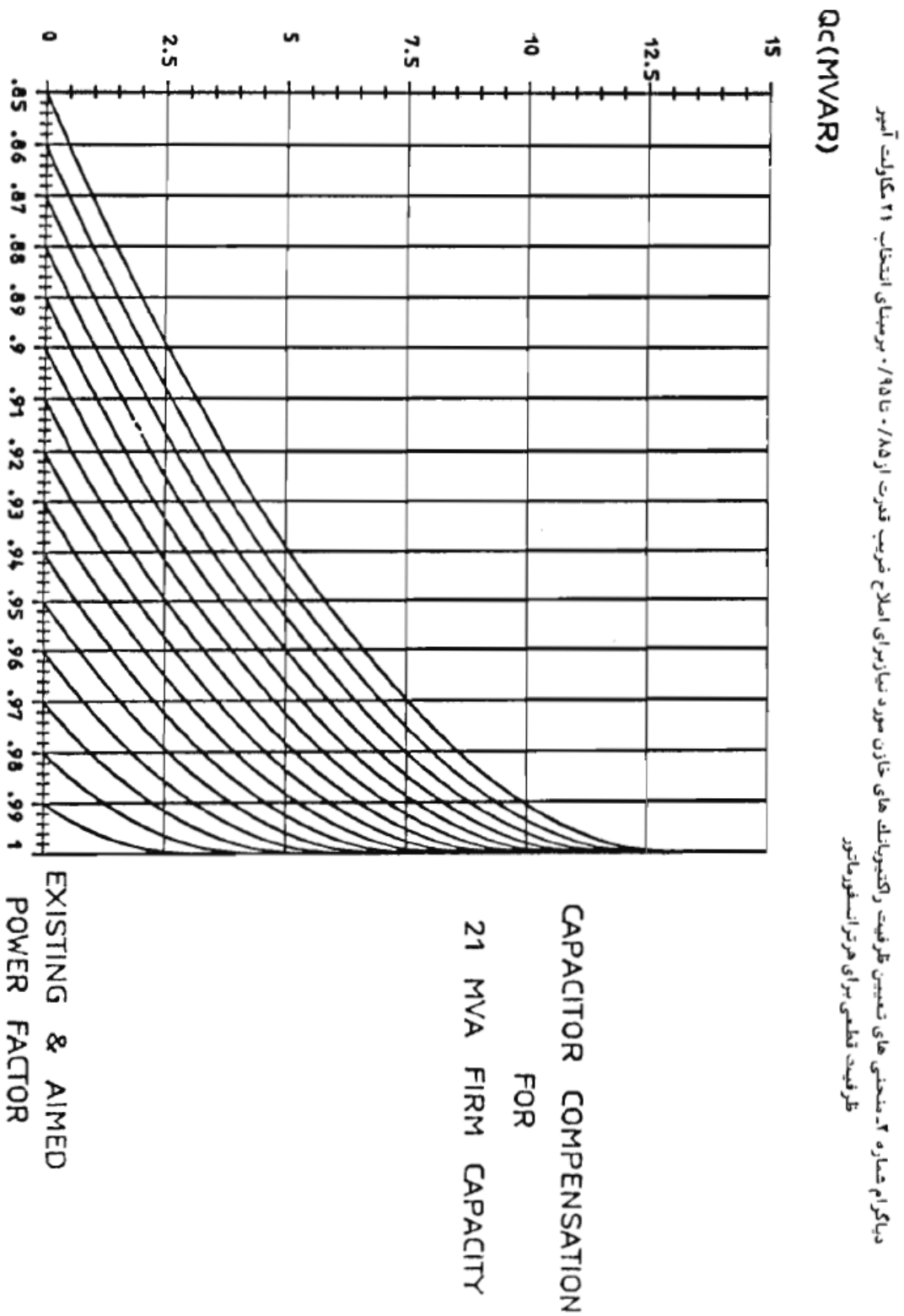
با توجه به نتایج حاصل از بخش ۵ تعداد فیدرهای مورد نیاز برای بانکهای خازنی انتخاب شده می تواند دو فیدر باشد و هر یک از فیدرها با کلید مربوط به خود ضمن حفاظت کلی بانک خازنی آن را به مدار وارد یا از مدار خارج کند با این حال با توجه به نکات زیر، انتخاب یک فیدر با یک کلید برای هر دو بانک به همراه دو کلید قطع کننده زیر بار برای قطع و وصل جداگانه بانک های خازنی توصیه می گردد.

۱- قیمت یک کلید (Circuit Breaker) گرانتر از قیمت دو کلید قطع کننده زیر بار (Load Breaker Switch) است.

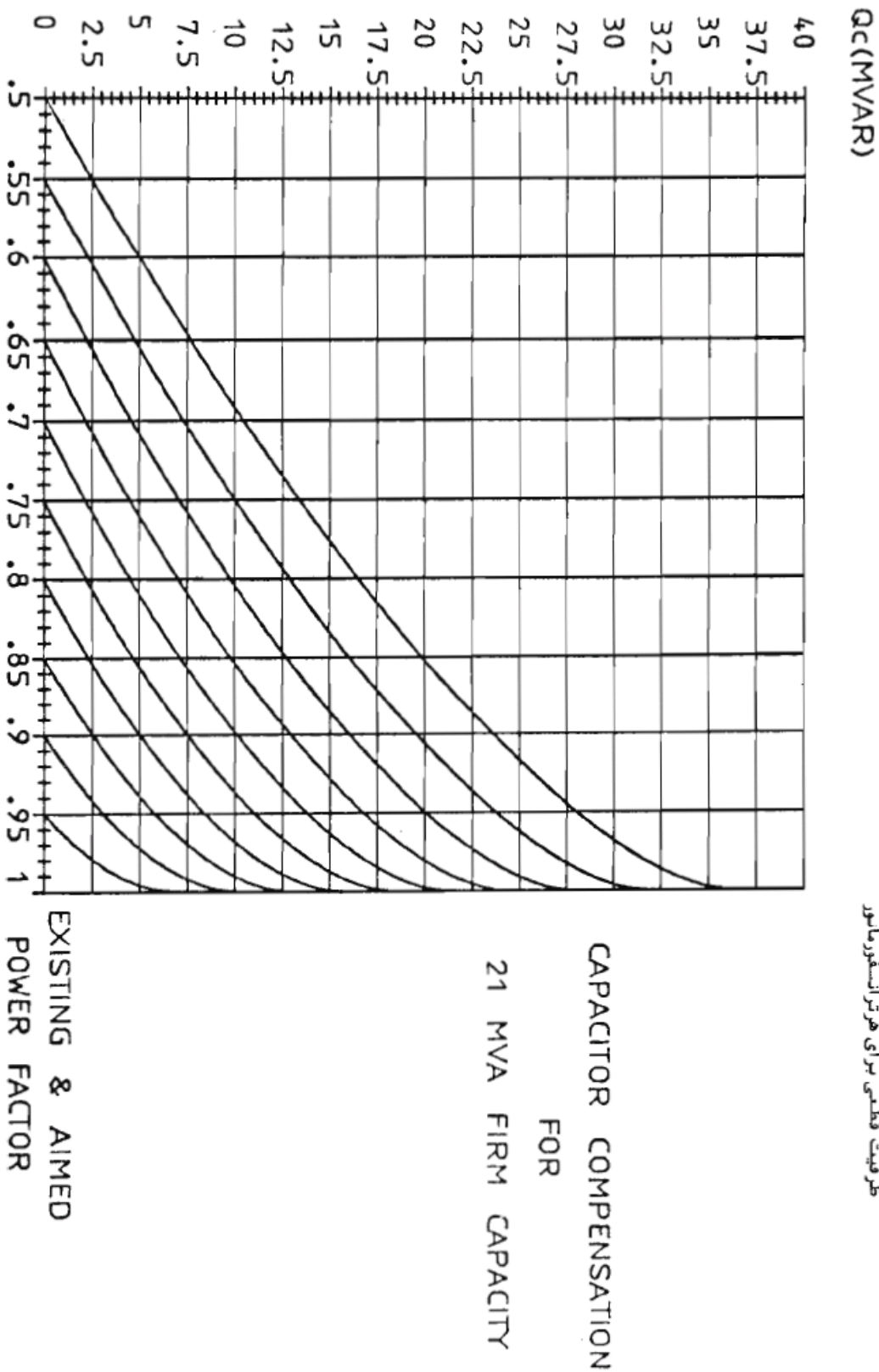
۲- هزینه تعمیر و نگهداری کلیدهای قطع کننده زیر بار پایین تر از کلید بوده و از سهولت و سادگی بیشتری نیز برخوردار است.

۳- در اکثر موارد انگیزه اصلی برای نصب خازنهای موازی، اصلاح ضریب قدرت بوده و لذا در صورت قطع هر دو بانک خازنی برای مدت کوتاه به علت بروز خطا بر روی یکی از آنها اشکال اساسی در سیستم بوجود نمی آید.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل چهارم

بهینه کردن تلفات در سیستمهای توزیع با استفاده از خازن

۱- مقدمه

۲- بررسی استفاده از خازن

۳- بار مجتمع در نقاط خاصی از خط

۴- نتیجه گیری



بهینه کردن تلفات در سیستمهای توزیع با استفاده از خازن

چکیده: در این بخش مجموعه دلایل استفاده از خازنهای شنت و مسایل فنی و اقتصادی که طراحان سیستمهای توزیع قبل از هر چیز باید به آن بیندیشند عنوان گردیده و همچنین تکراری بر روش بهینه کردن تلفات در یک خط شعاعی با بار یکنواخت همراه با بار مجتمعی در انتهای آن آمده است و با استفاده از همین روش، طریقه برخورد با خطوطی که بار در چند نقطه از خط قرار دارد پیشنهاد شده است و روابط مورد نیاز برای چنین حالتی نیز به دست آمده است. ادامه و بسط چنین روشی از طرف طراحان سیستمهای توزیع باعث ایجاد سیستمهای توزیعی با کمترین تلفات خواهد شد که بسیار مهم است.

۱- مقدمه:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بالا رفتن هزینه تولید و سوخت در نیروگاهها طراحان سیستمهای الکتریکی را وادار می سازد که شبکه های الکتریکی با کمترین تلفات را بوجود آورند. سیستمهای توزیع نیز به عنوان بخش بسیار مهمی که ارتباط با مصرف کننده را برقرار می کنند نیز در این محدوده قرار دارند به عبارت بهتر کاهش تلفات در سیستمهای توزیع به عنوان یک اصل مهم باید مورد توجه قرار گیرد.

اصولاً خازنها تجهیزاتی هستند که در شبکه های انتقال و توزیع موارد استفاده زیادی دارند و عملاً به صورت شنت و سری مورد استفاده قرار می گیرند و وظیفه تنظیم ولتاژ و توان راکتیو انتقالی را بر عهده دارند. خازنهای شنت با تصحیح ضریب قدرت بار و خازنهای سری با تنظیم راکتانس اندوکتیو خط این کار را انجام می دهند. در شبکه های توزیع معمولاً از خازنهای شنت استفاده می شود و در این بخش نیز به بررسی چنین خازنهایی پرداخته می شود. در واقع خازنهای شنت سالیان درازی است که مورد استفاده قرار می گیرند ولی به دلیل شرایط خاصی که در این قبیل مسایل پیش می آید طراحان هنوز با پیچیدگی های خاصی درگیر هستند و در عین سادگی هنوز مسایل چندی در ارتباط با استفاده بهینه از خازن باقی است. استفاده از خازن به منظور تامین توان راکتیو مصرف کنندگان است چرا که توان راکتیو مصرف کننده از دو طریق قابل حصول است. یکی از طریق مراکز تولید در نیروگاهها و دیگری استفاده از خازن. روش اول شدنی است اما به دلیل مسایلی که انتقال توان راکتیو ایجاد می کند (مانند افت ولتاژ و بالا رفتن تلفات سیستم) قابل استفاده نیست و به همین دلیل عملاً روش دوم یعنی استفاده از خازن کاربرد دارد.

اما خازن نیز به عنوان یک عنصر جدید در شبکه مسایل خاص خود را دارد و اصولاً طراحان شبکه های توزیع قبل از نصب خازن باید به سوالهای زیر پاسخ دهند:

- ۱- ظرفیت خازن نصب شده چقدر باید باشد.
- ۲- ضریب قدرت اقتصادی در شبکه چقدر است.
- ۳- خازنها در چه نقطه ای از سیستم توزیع باید نصب شوند.
- ۴- به چه میزان بر افت ولتاژ تاثیر می گذارد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵- تلفات را چقدر کاهش می دهد.

۶- به چه میزان جریان را کاهش می دهد و خطوط توزیع را آزاد می کند که بتوان از آن برای انتقال توان اکتیو استفاده نمود.

۷- خازنها باید به صورت یکپارچه در یک قسمت از سیستم قرار گیرند یا در نقاط مختلفی از سیستم نصب شوند.

۸- به چه میزان هزینه های تولید را کاهش می دهد.

۹- باید از خازنهای ثابت استفاده نمود یا از خازنهای ثابت همراه با خازنهای متغیر.

۱۰- طریقه اتصال خازن های سه فاز به چه صورتی باید باشد و چه سیستم حفاظتی را باید برای خازنها در نظر گرفت.

وبسیاری از سوالهای دیگر...

پیدا نمودن پاسخ سوالات بالا طراحی سیستمهای توزیع را به سمت طراحی اقتصادی و فنی پیش خواهد برد.

۲- بررسی استفاده از خازن :

اولین مساله ای که پیدا نمودن پاسخ آن، پاسخ بعضی از سوال های دیگر را به دنبال خواهد داشت پیدا نمودن ضریب قدرت اقتصادی در یک شبکه توزیع است. منطقی ترین روش برای یافتن ضریب قدرت اقتصادی در شبکه توزیع به هم پیوسته استفاده از برنامه های کامپیوتری پخش بار می باشد که می توان به کمک این برنامه ها ولتاژ نقاط مختلف شبکه توزیع و نیز تلفات سیستم و توان اکتیو و راکتیو بین نقاط مختلف را به دست آورد و سپس با قرار دادن خازنهایی در نقاط مختلف به تصحیح ضریب قدرت پرداخت. بعد از قرار دادن خازن در شبکه، پخش بار مجددی را انجام داده و ولتاژ و تلفات و توان انتقالی به دست می آید آنگاه با اضافه نمودن مقادیر خازنها همین مراحل را تکرار می کنیم و آنقدر مقادیر خازنها را افزایش می دهیم تا ضریب قدرت نقاط مختلف به یک برسد. در این مرحله به ازای تمامی مقادیر خازنها

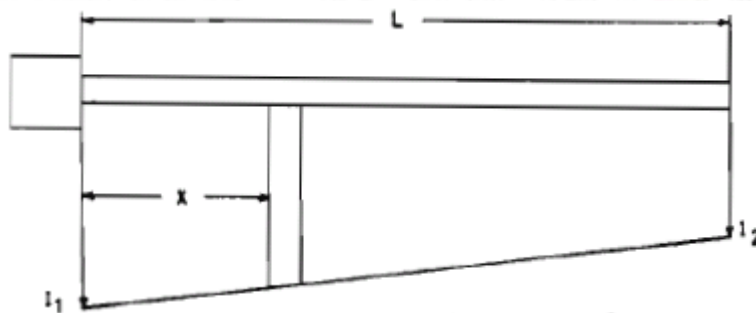
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

هزینه اقتصادی لازم برای خازنها و نیز مزایایی که استفاده از خازن به همراه خواهد داشت را مقایسه کرده و با تعیین نقطه سر به سر ضریب قدرت اقتصادی به دست می آید. اکنون به تاثیر خازن در کاهش تلفات سیستم می پردازیم. برای مطالعه و بررسی این بخش یک فیدر شعاعی را در نظر می گیریم و فرض می کنیم که بار یکنواختی بر روی خط توزیع قرار دارد و در انتهای خط نیز بار مجتمعی قرار گرفته است. (شکل ۱)



در این شکل جریانهای I_1, I_2 جریانهای راکتیو عبوری هستند و بخش اکتیو جریان که تلفات را به همراه دارد بعد از قرار دادن خازن نیز تغییر نمی کند و تلفات ناشی از جریان اکتیو ثابت باقی می ماند و گذاشتن خازن فقط بر جریان راکتیو موثر است.

به همین دلیل فقط جریان راکتیو را در محاسبات وارد می سازیم و تلفات ناشی از این جریان را کاهش می دهیم. با فرض توزیع یکنواخت جریان در طول خط، پروفیل جریان به صورت شکل (۲) در خواهد آمد.



(شکل ۲) پروفیل جریان در شکل (۱)

همانطور که در این شکل دیده می شود مقدار جریان در نقطه X از سر خط بصورت زیر است :

$$i = I_1 - X(I_1 - I_2)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

بنابراین تلفات سه فاز در یک المان از خط که در فاصله X از سر خط قرار دارد و مقاومت خط نیز R اهم می باشد برابر خواهد بود با:

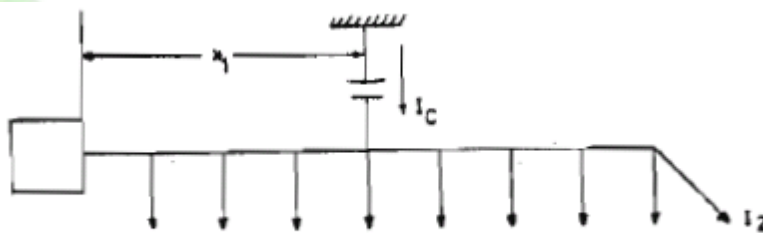
$$dP(loss) = 3[I_1 - (I_1 - I_2)X]RdX$$

برای به دست آوردن کل تلفات ناشی از عبور جریان راکتیو در خط کافی است در طول خط از معادله بالا انتگرال بگیریم. در این انتگرال فرض می کنیم که طول خط یک پریونیت باشد.

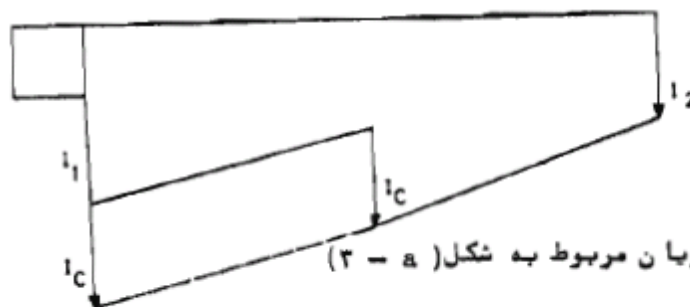
$$P(loss) = \int_0^1 dP(loss)$$

$$P(loss) = 3 \int_0^1 [I_1 - (I_1 - I_2)X]^2 \times R dX = (I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2) \times R$$

حال اگر در فاصله X از سر خط خازنی نصب شود پروفیل جریان بصورت زیر در می آید. (شکل ۳)



(شکل ۳ - a) نمایش خط توزیع همراه با خازن نصب شده



(شکل ۳ - b) پروفیل جریان مربوط به شکل (۳ - a)

با توجه به اینکه خازن فقط بر روی جریان راکتیو بین سر خط و محل نصب خازن تاثیر می گذارد بنابراین خواهیم داشت:

$$P'(loss) = 3 \int_0^{X_1} [I_1 - (I_1 - I_2)X - I_c]^2 R dX + 3 \int_{X_1}^1 [I_1 - (I_1 - I_2)X]^2 R dX$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$P'(loss) = (I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2)R + 3X_1[(X_1 - 2)I_1 I_c - X_1 I_2 I_c + I_c^2]R$$

اگر تغییرات تلفات در هنگام نصب خازن را به صورت زیر تعریف کنیم خواهیم داشت:

$$* P(loss) = \frac{P(loss) - P'(loss)}{P(loss)}$$

$$* P(loss) = \frac{3CX_1}{1 + \tau + \tau^2} [(2 - X_1) + X_1 \times \tau - C]$$

که در آن

$$\tau = \frac{I_2}{I_1}, C = \frac{I_c}{I_1}$$

I_2 : جریان راکتیو در انتهای خط

I_1 : جریان راکتیو در ابتدای خط

I_c : جریان خازن

همچنانکه در معادله بالا می بینیم تغییرات تلفات بستگی به محل قرار گیری خازن، ظرفیت خازن و توزیع بار (τ) دارد. اگر همین روند را ادامه دهیم و تعداد خازنهای را در طول خط بیشتر نماییم رابطه تغییر تلفات به صورت زیر در می آید.

$$* P(loss) = \frac{3C}{1 + \tau + \tau^2} \sum_{i=1}^n X_i [(2 - X_i) + 2X_i - (2i - 1)C]$$

که در آن n تعداد خازنهای در طول خط و X_i فاصله i امین خازن از سر خط است.

همچنانکه در معادله قبل نیز دیدیم محل قرارگیری خازن بر میزان تغییرات تلفات تاثیر می گذارد. بنابراین بهترین نقطه برای بیشترین کاهش تلفات را می توان با مشتق گیری از معادله بالا به دست آورد. در نتیجه خواهیم داشت:

$$X_{i, opt} = \frac{1}{1 - \tau} - \frac{(2i - 1)C}{2(1 - \tau)}$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

که در آن $X_{i,opt}$ بهترین مکان برای نصب i امین خازن در طول پریونیت شده خط است. با استفاده از معادله بالا زمانی که خازن در بهترین مکان نصب شود تلفات برابر خواهد شد با :

$$* P(loss.opt) = \frac{3C}{(1+\tau+\tau^2)(1-\tau)} \left[n - Cn^2 + \frac{C^2 n(4n^2-1)}{12} \right]$$

اگر از معادله بالا نسبت به C مشتق بگیریم و برابر با صفر قرار دهیم میزان خازن اپتیمم به دست می آید. در نتیجه :

$$\frac{I_c}{I_1} = C = \frac{2}{2n+1}$$

در اینجا می بینیم که مقدار خازن فقط بستگی به تعداد خازنهایی دارد که قرار است نصب گردند. به

عنوان مثال اگر جریان راکتیو انتهای خط برابر با صفر شود آنگاه $\tau = 0$ می شود و اگر بخواهیم از یک

خازن استفاده نماییم بهترین محل نصب برای خازن برابر است با:

$$X1 = 1 - C/2$$

و با توجه به اینکه داریم :

$$I_c/I_1 = C = 2/3$$

در نتیجه :

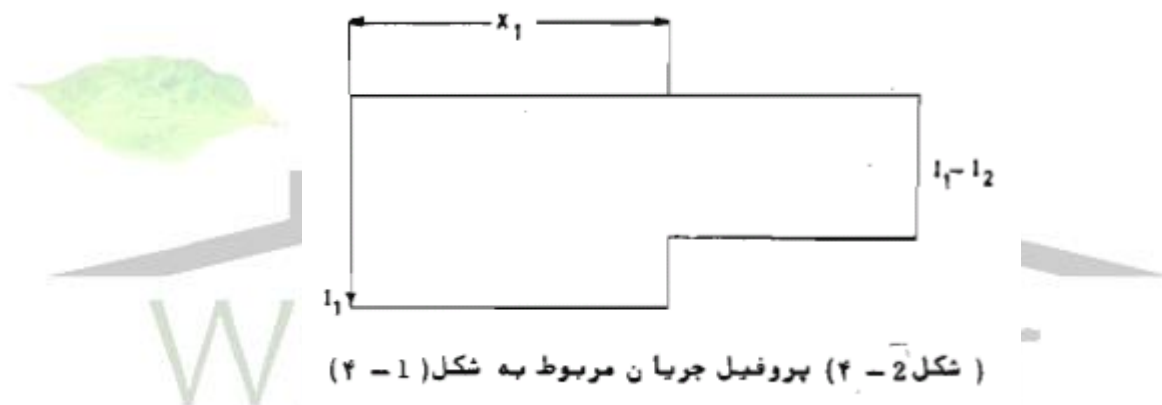
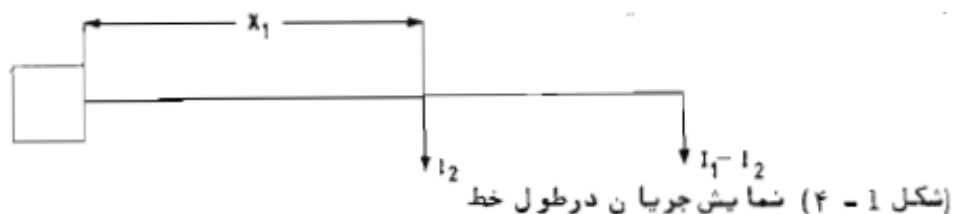
$$X1 = 2/3 P.U$$

۳- بار مجتمع در نقاط خاصی از خط

تا کنون با بار یکنواخت در طول خط توزیع همراه با بار مجتمع در انتهای خط برخورد کردیم ولی در عمل با بارهایی روبرو هستیم که در طول خط به صورت مجتمع قرار گرفته اند. برای سادگی فرض می کنیم که در طول خط توزیعی به طول یک متر در فاصله $X1$ از سر خط کارخانه I با جریان راکتیو I2 آمپر قرار دارد و در انتهای خط کارخانه II جریان راکتیو I1-I2 آمپر از شبکه می کشد. در این حال جریان وارد شده به خط توزیع I1 آمپر خواهد بود. در همین خط توزیع هدف این است که به جای استفاده از خازن های موضعی یعنی کمپانزه کردن هر بار، بطور مجزا از یک خازن در طول خط استفاده نماییم. بطوری که

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بیشترین کاهش تلفات را در کل طول خط به دنبال داشته باشد. در اینجا نیز با استفاده از روش پروفیل جریان می توان به مقصود رسید. شکل ۴-۱ نمایش جریان در طول خط و شکل ۴-۲ پروفیل جریان را نشان می دهد.



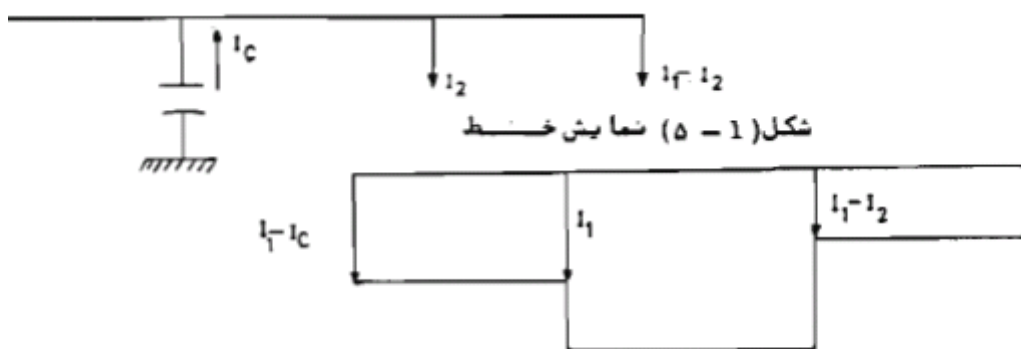
در این حالت تلفات برابر است با:

$$dP(loss) = 3R I_1^2 dx + 3R [I_1 - I_2]^2 dx$$

$$P(loss) = 3R I_1^2 X_1 + 3R (I_1 - I_2)^2 (1 - X_1) = 3R [(I_1 - I_2)^2 - (I_2^2 - 2I_1 I_2) X_1]$$

اگر بخواهیم از خازن استفاده نماییم دو محدوده مکانی برای نصب خازن وجود دارد یکی در فاصله $0 \leq X_c < X_1$ و دیگری در فاصله $X_1 < X_c \leq 1$ اگر خازن را در فاصله $0 \leq X_c < X_1$ قرار دهیم نمایش خط توزیع و پروفیل آن در شکل ۵-۱ و ۵-۲ به ترتیب نشان داده شده اند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۵ - ۲) پروفیل جریان مربوط به شکل (۵ - ۱)

$$d P'(loss) = 3R(I_1 - I_c)^2 dX + 3R I_1^2 + 3R(I_1 - I_2)^2 dX$$

$$P'(loss) = 3R[(I_c^2 - 2I_1 I_c)X_c + (I_1 - I_2)^2 - (I_2^2 - 2I_1 I_2)X_1]$$

$$* P(loss) = \frac{P(loss) - P'(loss)}{P(loss)} = \frac{-(I_c^2 - 2I_1 I_c)X_c}{[(I_1 - I_2)^2 - (I_2^2 - 2I_1 I_2)X_1]}$$

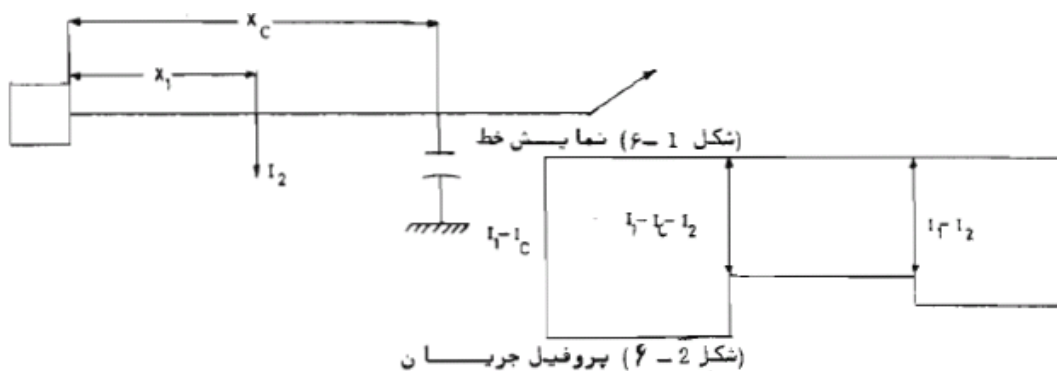
در اینجا دیده می شود که بهترین تغییرات جریان زمانی است که X_c بیشترین مقدار را داشته باشد و با توجه به شرایط حدی که در نظر گرفته ایم $X_c = X_1$ باید باشد. برای تعیین ظرفیت خازن اگر نسبت به

$I_1 = I_c$ مشتق بگیریم خواهیم داشت:

با توجه به روابط بالا دیده می شود که محل نصب خازن در محل کارخانه a و میزان جریان خازن برابر با جریان وارد شده به خط باشد در این حالت بهترین شرایط را خواهیم داشت. در اینجا می بینیم که می

توان خازن را بین کارخانه a و کارخانه b نصب نمود یعنی $X_1 < X_c \leq 1$

شکل ۱-۶ و ۲-۶ به ترتیب نمایش خط و نمایش پروفیل را در این حالت نشان می دهند.



در این حالت داریم:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$* P(loss) = \frac{(2IcI2)X1 - (Ic^2 - 2I1Ic + 2I2Ic)Xc}{[(I1 - I2)^2 - (I2 - 2I1I2)X1]}$$

در این حالت اگر

بهترین مکان برای

$$(Ic^2 - 2I1Ic + 2I2Ic) > 0$$

نصب خازن محل کارخانه I خواهد بود یعنی $Xc = X1$.

$$Ic/2 > I1 - I2$$

در این حالت خواهیم داشت:

ولی اگر

$$(Ic^2 - 2I1Ic + 2I2Ic) > 0$$

بهترین مکان برای نصب خازن کارخانه II خواهد بود یعنی $Xc = 1$.

$$Ic/2 < I1 - I2$$

در این حالت خواهیم داشت:

در حالتی که $Xc = X1$ باشد و بخواهیم میزان خازن را به دست آوریم نسبت به Ic مشتق می گیریم در این حالت به دست می آوریم $Ic = I1$ که دقیقاً نتیجه حالت قبل حاصل می شود.

حال اگر خازن در انتهای خط قرار گرفته باشد و نسبت به Ic مشتق بگیریم خواهیم داشت:

$$Ic > 2I2X1$$

و با توجه به اینکه هزینه خازن بستگی به ظرفیت خازن دارد حداقل را در نظر می گیریم یعنی

$$Ic = 2I2X1$$

براحتی می توان چنین استدلالی را برای هر تعداد بار در طول خط به کار برد و آن را بسط داد. در حالت

فوق نسبت خازن در پست کارخانه I و یا در پست کارخانه II بستگی به جریان راکتیو مصرفی دارد که می

توان در هر مورد آن را تست نمود.

۴- نتیجه گیری :

۱- نصب خازن در خطوط توزیع مسایل عمده ای را به همراه دارد که طراحان به منظور بالا بردن بازدهی

اقتصادی و فنی باید مد نظر داشته باشند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲- منطقی ترین راه برای پیدا نمودن ضریب قدرت اقتصادی در یک شبکه توزیع استفاده از برنامه های پخش بار می باشد.

۳- در حالتی که جریان انتهایی خط صفر باشد و بار بطور یکنواخت در طول خط قرار گرفته باشد بهترین مکان نصب خازن در $\frac{2}{3}$ طول خط از سر خط می باشد و مقدار جریانی که خازن باید به شبکه باید تزریق کند $\frac{2}{3}$ جریان وارد شونده به خط می باشد.

۴- در خطوطی که بار بطور مجتمع در انتهایی خط و یک نقطه در طول خط قرار دارد محل قرارگیری اپتیمم خازن بر روی بار شماره 1 و یا بار شماره 2 می باشد که بستگی به جریان راکتیو وارد شده به خط و جریان راکتیو بار شماره 1 دارد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل پنجم

تأثیر کلیدزنی خازنهای فشار قوی بر روی شبکه های توزیع و صنعتی

۱- اضافه ولتاژ های کلیدزنی

۲- تأثیر بر روی سیستم کنترل موجی

۳- مساله هارمونیکهای ولتاژ

۴- نتیجه گیری



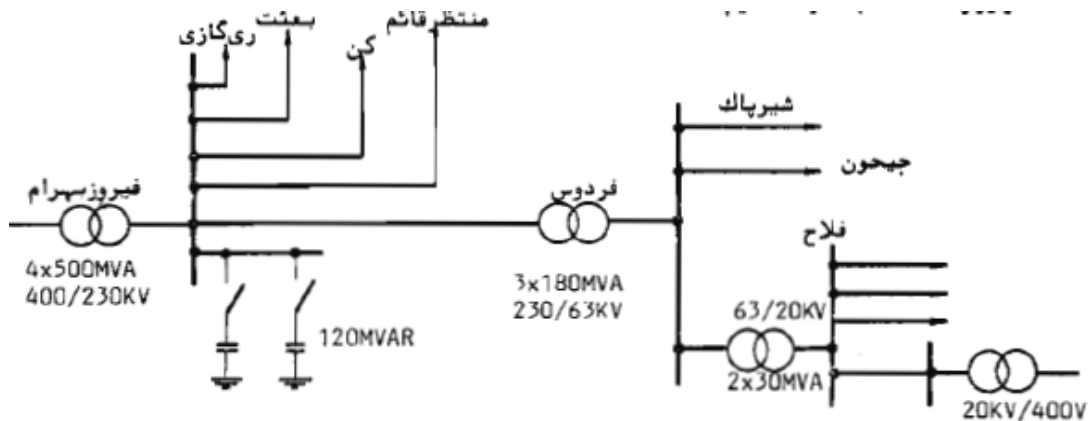
تأثیر کلید زنی خازنهای فشار قوی بر روی شبکه های توزیع و صنعتی:

چکیده: با توجه به مطالعات راکتیو در شبکه، ممکن است در مواردی خازنهایی بر روی شبکه فشار قوی نصب شوند. چنانکه هم اکنون در پست امیدیه بر روی شبکه 400kv و در پست فیروز بهرام بر روی شبکه 230kv خازنهایی نصب شده اند. چون احتمال گذاشتن خازن در روی شبکه فشار قوی در پستهای دیگر در آینده وجود دارد لذا لزوم بررسی تأثیر این خازنها بر روی شبکه های توزیع احساس می شود. در این بخش مسائلی را که در این رابطه باید مورد توجه قرار داد بررسی می کنیم.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۱- اضافه ولتاژهای کلید زنی:

برای بررسی مساله تاثیر کلید زنی خازنهای فشار قوی بر شبکه های توزیع شبکه زیر را انتخاب کرده ایم .



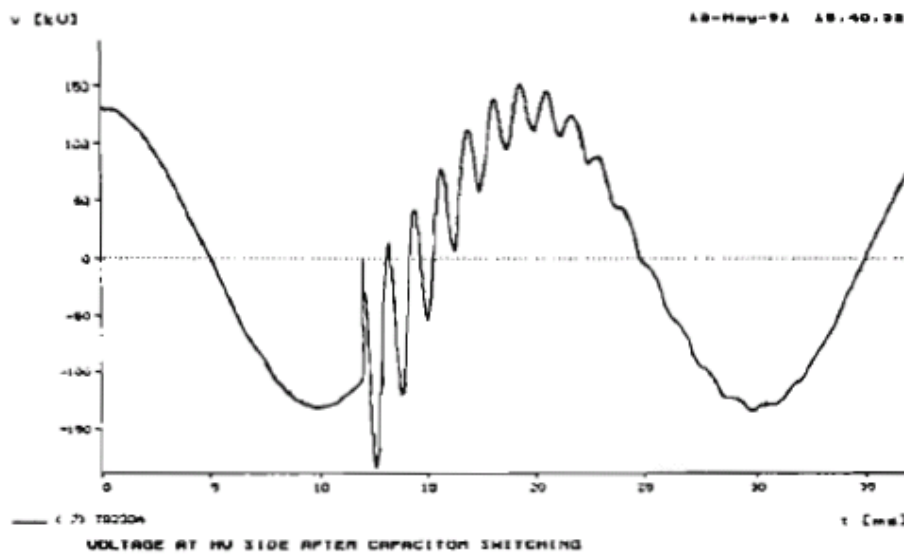
شکل (۱)

کلید

زنی در موقع قطع و وصل کلید متصل به خازن باید مورد توجه قرار گیرد. موقع قطع کلید مسائلی که می تواند ایجاد شود به برگشت قوس ضمن قطع کلید مربوط می شود. با توجه به این کلید، خازن ها همواره به صورت *Restrike Free* نصب می شوند در نتیجه در قطع مساله ای نباید وجود داشته باشد و ما تنها وصل خازن را مورد توجه قرار می دهیم.

برای بررسی مساله فوق از شبیه سازی کامپیوتری استفاده کرده و به کمک برنامه EMTP شبکه حل شده است. شکل موج در طرف HV پس از کلید زنی بر اساس خروجی برنامه EMTP به صورت زیر می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۲)

همانطوری که ملاحظه می شود علاوه بر ایجاد اضافه ولتاژ، نوسان با فرکانس خاصی روی فرکانس قدرت نیز وجود دارد. فرکانس این نوسان به قدرت اتصال کوتاه شینی که خازن روی آن نصب شده و همچنین توان خازن بستگی دارد. در صورتی که از مقاومت صرف نظر شود فرکانس از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$f = 50 \times \sqrt{P_{sc} / Q_c}$$

P_{sc} : قدرت اتصال شین

Q_c : قدرت راکتیو نصب شده

دامنه اضافه ولتاژ تا 2 P.U می تواند برسد.

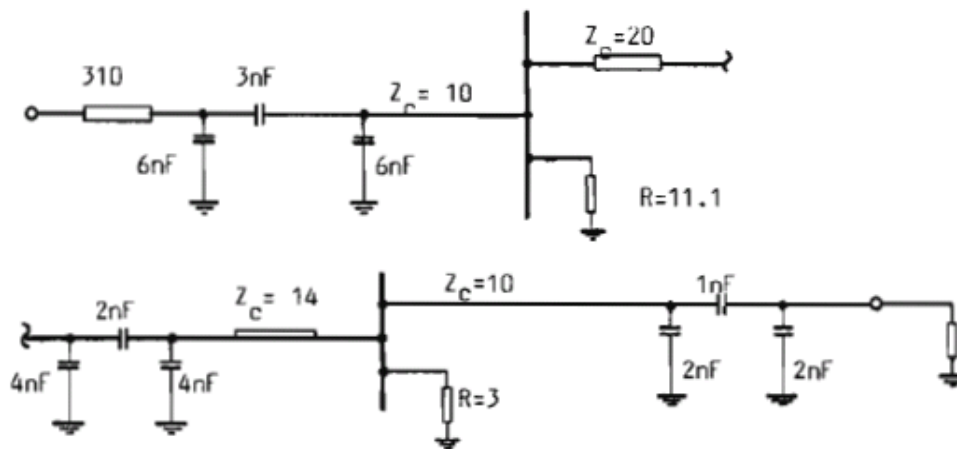
ولتاژی که در طرف فشار قوی ایجاد می شود به دو طریق کاپاسیتیو و اندوکتیو به طرف فشار متوسط و فشار ضعیف منتقل می شود. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود ولتاژ در لحظه وصل دارای پیشانی تیز می باشد و تقسیم اولیه ولتاژ در اصل تقسیم کاپاسیتیو می باشد. مدار معادل شبکه در شکل ۳ نشان داده شده است.

انتقال بر اساس قوانین امواج سیار است. مدل ترانس در این حالت متشکل از ظرفیت خازنی بین سیم پیچ های اولیه و ثانویه و همچنین ظرفیت این سیم پیچ ها با زمین می باشد. خط بلند بین فیروز بهرام و پست

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فردوس با مقاومتی برابر امپدانس موجی خط نشان داده شده است و برای کابل های کوتاه از پارامترهای توزیع شده (distributed) استفاده شده است.

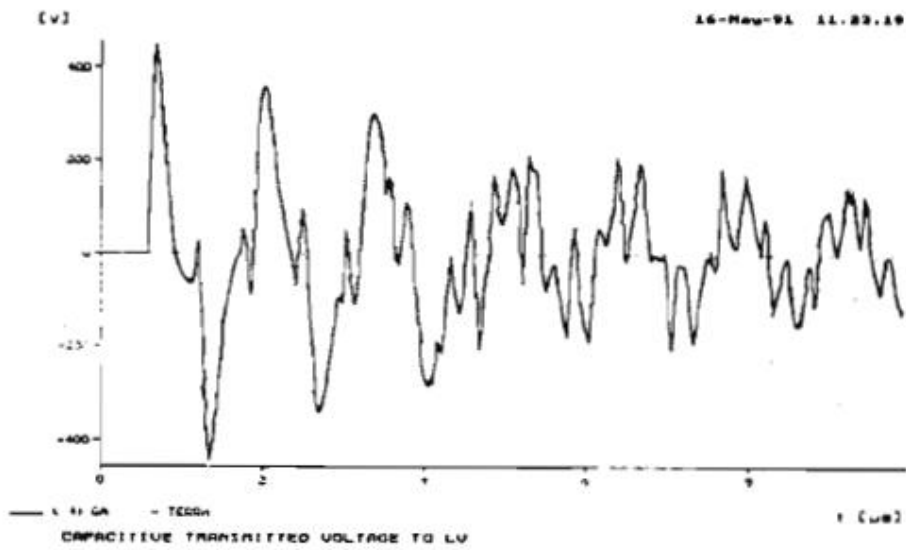
شکل موج در قسمت MV یعنی 20kv و همچنین شبکه توزیع 380v بر اساس خروجی EMTP در شکل های ۵، ۶ و ۷ آورده شده اند.



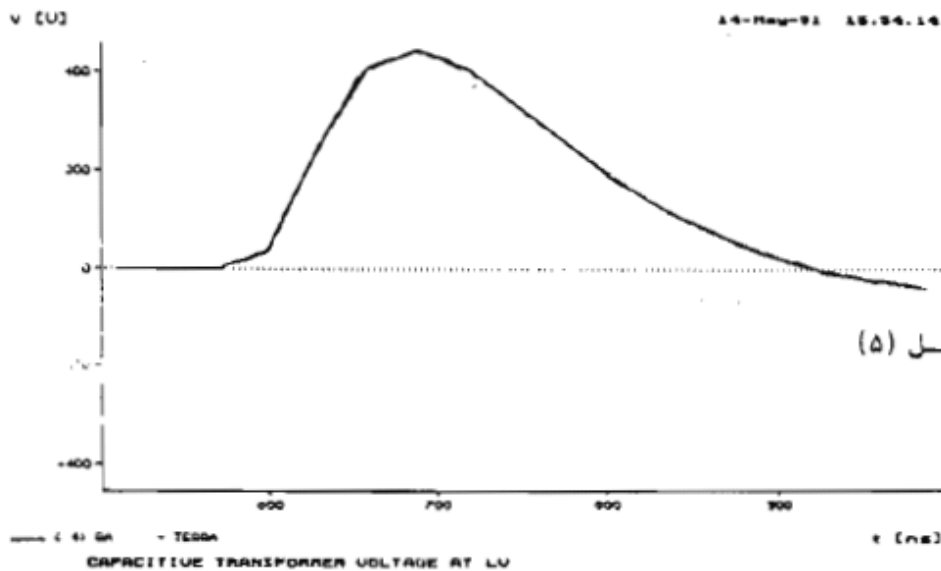
شکل (۳)

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

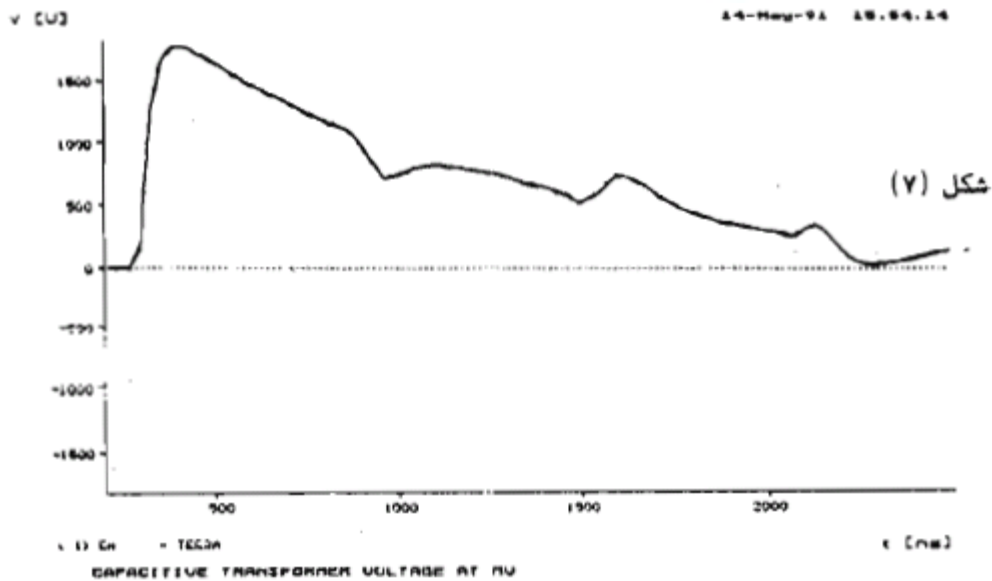
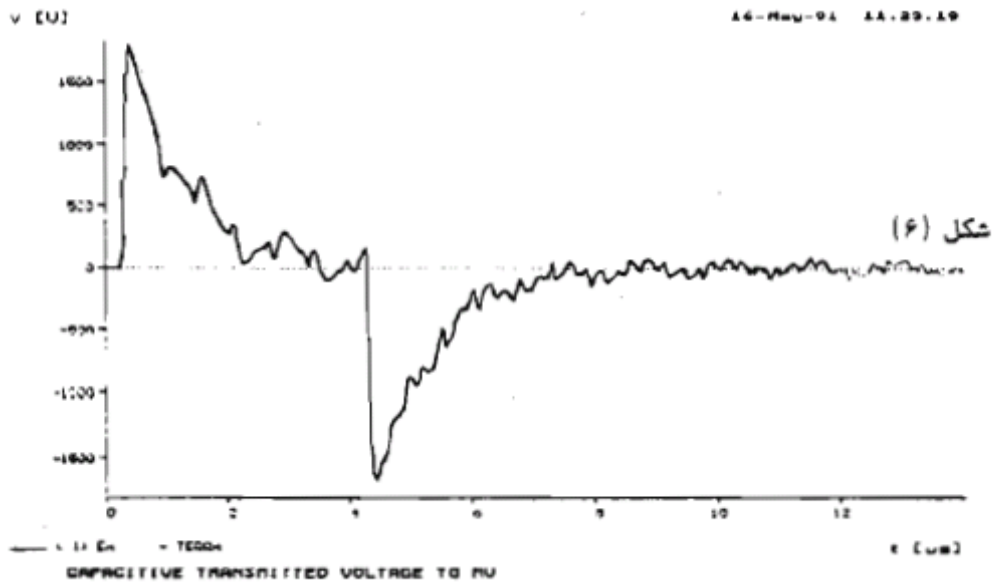


شکل (۴)



شکل (۵)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



همانطوری که در شکل دیده می شود:

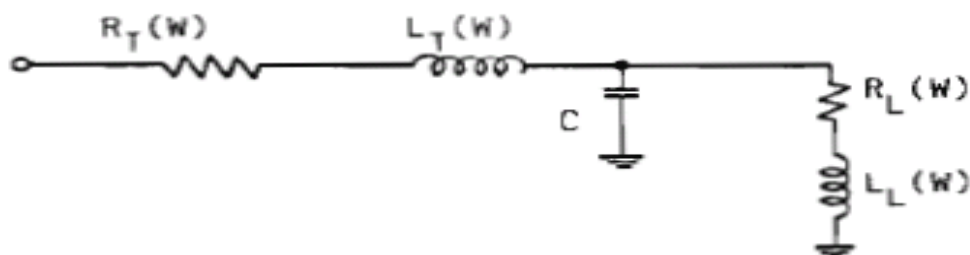
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پیک موج زمان رسیدن به پیک زمان رسیدن به نصف پیک

در فشار متوسط	1600v	0.5 sec	0.9 sec
در فشار ضعیف	430v	0.12 sec	0.2 sec

که البته این به ولتاژ فرکانس قدرت افزوده می شود. با توجه به سطح ولتاژ MV که 20kv است و LV که 380v می باشد در طرف فشار متوسط مساله ای در این حالت وجود ندارد در صورتیکه در LV پیشانی موج و بزرگی آن باید مورد توجه قرار گیرد. به عنوان مثال اگر ایزولاسیون در طرف فشار ضعیف 2.5 Un باشد با توجه به اینکه این ولتاژ فاز به زمین بوده و روی ولتاژ فرکانس اصلی سوار می شود می تواند مساله ساز باشد. البته در پاره ای از موارد ممکن است در شبکه ای دیگر با توجه به HV, MV, LV configuration و فواصل آنها حتی مساله از این هم حادثر باشد. در هر ترکیب و شبکه جدید باید ابتدا شبکه به کمک برنامه EMTP شبیه سازی شده و مساله فوق مورد بررسی قرار گیرد.

مورد دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد انتقال اندوکتیو از HV به LV پس از کلید زنی می باشد. همان طور که در شکل ۱ مشاهده می شود شکل موج با نوساناتی همراه است. موج فرکانس های مختلفی را با خود به همراه دارد. بنابراین مدلی که برای المان ها در انتقال اندوکتیو موج در نظر گرفته می شود باید مدل وابسته به فرکانس باشد. برای خطوط کابلی می توان از مدل های وابسته به فرکانس J-Marti و SEMLYEN که در EMTP وجود دارد استفاده کرد. مدلی که برای شبکه در انتقال اندوکتیو در نظر گرفته می شود به شکل زیر می باشد. (شکل ۸)



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

که برای هر قسمت از MV و LV باید یکی از این مدلها گذاشته شود. در شکلهای فوق $L_T(W)$ و $R_T(W)$ پارامترهای وابسته به فرکانس خط و $R_L(W)$ و $L_L(W)$ مدلهای وابسته به فرکانس برای بار می باشند و C خازن کابلها و خازن های نصب شده می تواند باشد. با توجه به این که مدلهای وابسته به فرکانس بار در MV, LV در دسترس نیست بررسی انتقال اندوکتیو بطور کامل امکان پذیر نمی باشد. پست فیروز بهرام که در آن خازن نصب شده است دارای قدرت اتصال کوتاه 7000MVA می باشد و بنابراین فرکانس نوسان

در صورتی که یکی از خازن ها در مدار باشد:

$$f_0 = 50 \times \sqrt{7000/120} = 382\text{Hz}$$

و در صورتی که هر دو خازن در مدار باشند:

$$f_0 = 50 \times \sqrt{7000/240} = 270\text{Hz}$$

فرکانس مشخصه MV بستگی به توان راکتیوی که توسط خازنهای کابلها و خازنهای نصب شده ایجاد می شود دارد. فرکانس مشخصه LV نیز به وجود خازنها در طرف فشار ضعیف بستگی دارد. انتقال اندوکتیو به فرکانس های طبیعی f_L, f_M, f_0 بستگی دارد و تغییر هر کدام می تواند میزان ولتاژ را تغییر دهد که در هر مورد خاص این مساله باید مدنظر قرار گیرد تا شرایط غیر نرمالی پیش نیاید.

جدا از این که ممکن است عملکرد کلیدها در طول زمان دچار اشکال شده باشد. در صورتی که مسائلی در زمینه انتقال های اندوکتیو و کاپاسیتیو مطرح باشد باید تجهیزات خاصی مثل مقاومت وصل در کلیدها و یا راکتانسهای سری با خازنهای مثل راکتورهای فیلتر فرکانسی در نظر گرفته شود تا شرایط غیر نرمال از بین برود.

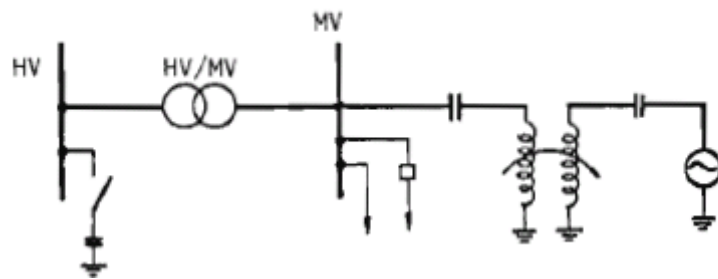
۲- تاثیر بر روی سیستم کنترل موجی (Ripple Control)

در این جا لازم است مساله دیگری که به تاثیر کلیدزنی خازنهای فشار قوی روی سیستم Ripple Control در شبکه توزیع مربوط می شود نیز بررسی شود. می دانیم مرکز کنترل برق تهران مجهز به سیستم کنترل

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موج می باشد هر چند که فعلا فقط برای روشن و خاموش کردن چراغ های خیابانی به کار می رود ولی می توان از این سیستم برای بهبود توزیع و کنترل بهتر آن استفاده کرد. بنابراین لازم است که مساله فوق الذکر مورد توجه قرار گیرد.

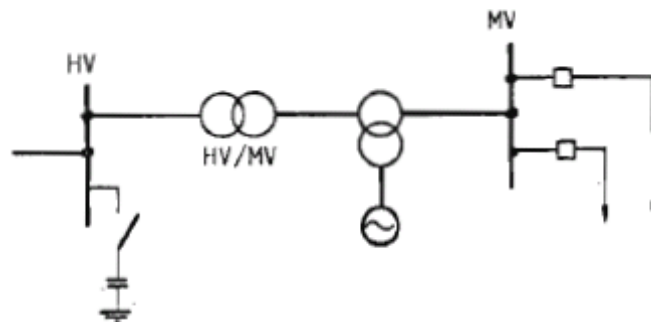
سیگنال Ripple Control ممکن است سری و یا موازی اعمال شود. در حالت موازی تزریق سیگنال از طریق یک کوپلاژ خازن مطابق شکل زیر به سیستم MV اعمال می شود. (شکل ۹)



توسط سیستم Ripple Control سیگنال با فرکانسهای مختلف برای عملکرد کلیدهای مختلف ارسال می شود. در این حالت در خازن طرف HV تشدید داریم. مدار تشدید سری متشکل از خازن کمپنزاسیون و امپدانس HV می باشد. در این حالت ممکن است که فرکانس طرف HV این مدار برابر یکی از فرکانسهای ارسالی سیستم Ripple Control باشد و موجب عملکرد نادرست گیرنده های طرف MV شود که در نزدیکی باس بار HV قرار دارند.

در حالت تزریق سری، سیگنال از طریق یک کوپلاژ اندوکتیو به سیستم اعمال می شود. (شکل

(۱۰)



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

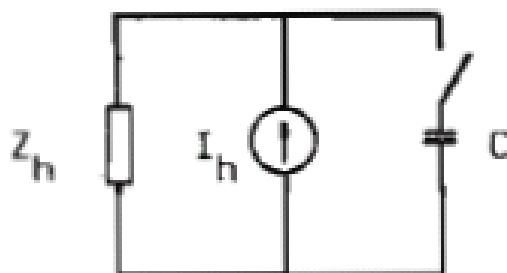
در این حالت مدار تشدید موازی بین خازن طرف فشار قوی و راکتانس سیستم فشار قوی اگر فرکانسی نزدیک فرکانس کنترل ایجاد کند در این صورت خطر تضعیف سیگنال در طرف MV و تقویت آن در طرف HV وجود دارد.

باید بررسی لازم در جهت تاثیر خازن روی سیستم Ripple Control انجام گیرد و در صورت لزوم تغییراتی در شبکه، بانک خازنی و یا سیستم کنترل موج داده شود. مثلاً با گذاشتن یک راکتیو سری با خازن می توان فرکانس را تغییر داد و یا با استفاده از یک LC موازی که به صورت سری در مدار قرار می گیرد می توان تاثیر آن را از میان برد. در سیستم قدرت نیز می توان با گذاشتن یک LC سری، تنظیم آن با فرکانس Ripple Control ولتاژ فرکانس تشدید را جذب کرد و نیز می توان در Configuration سیستم در حد امکان تغییراتی داد و از شرایط تشدید نا مناسب جلوگیری کرد. همچنین با تغییراتی در خود سیستم Ripple Control و فرکانسهای ارسالی از فرمان های نا خواسته جلوگیری کرد.

۳- مساله هارمونیک های ولتاژ:

مساله دیگری که باید به آن پرداخت مساله هارمونیکهای ولتاژ امپدانس هارمونیک در نتیجه وجود خازن می باشد. یک مساله مربوط به هارمونیک ولتاژ در حالت گذرا می باشد که در ابتدای بحث به آن اشاره شد و می تواند تاثیراتی بر روی سیستم Ripple Control نیز داشته باشد. مساله دیگر مربوط به وجود هارمونیکها در حالت کار عادی سیستم می باشد. توسط گروه کاری Cigre35 در سطوح مختلف ولتاژ HV, MV, LV حدی را برای هارمونیک ولتاژ در نظر گرفته است که باید رعایت شود. در شبکه فشار قوی که بانک خازنی در آن قرار دارد قبل از اتصال خازن می توان مدار معادل نورتن را برای شین HV به شکل زیر در نظر گرفت. (شکل ۱۱)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



که در آن امپدانس معادل هارمونیک شبکه در فرکانس مورد نظر و I_h منبع جریان معادل نورتن می باشد. وصل کردن خازن موجب می شود که امپدانس هارمونیک جدیدی مثل Z_h' داشته باشیم. اگر ولتاژ هارمونیک قبل و بعد از کلیدزنی خازن را بنویسیم خواهیم داشت:

$$V_h = Z_h \times I_h$$

$$V_h' = Z_h' \times I_h$$

بنابراین:

$$V_h' = V_h \times Z_h' / Z_h$$

که این می تواند باعث سطح جدیدی در هارمونیکها شود که در مداری ممکن است از حد پیشنهادی بیشتر باشد که این هارمونیک در سطوح MV, LV نیز به نوعی انتقال می یابد و بنابراین باید مساله ولتاژ هارمونیکها نیز بعد از کلیدزنی امتحان شود و در صورتی که از حدی تجاوز کرد اقداماتی از قبیل تغییر Configuration شبکه در حد امکان و همچنین راکتیو سری با بانک خازنی استفاده شود.

۴- نتیجه گیری:

تاثیر بانک خازنی HV در روی شبکه های فشار ضعیف باید از نظر سطح ولتاژ هارمونیکهای مختلف، اضافه ولتاژهای کلیدزنی و همچنین تاثیر آن بر روی سیستم Ripple Control مورد بررسی قرار گیرد و در صورتی که هر کدام از این مسائل وجود داشته باشد با استفاده روش هایی نسبت به رفع آنها اقدام نمود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل ششم

کنترل بهینه قدرت راکتیو

۱- طرح مساله

۲- مدل کوپل شده قدرت راکتیو

۳- کنترل خطی قدرت راکتیو

۴- مدل خطی معادله هدف

۵- مثال عددی

کنترل بهینه قدرت راکتیو:

چکیده: امروزه علاوه بر تامین بار تقاضای مصرف کنندگان با ولتاژ و فرکانس در محدوده های قابل قبول، تامین انرژی الکتریکی با حداقل هزینه و با حداکثر راندمان و ضریب قابلیت اطمینان بالا، از جمله اهداف اساسی تمام مراکز کنترل انرژی الکتریکی در مراحل برنامه ریزی و بهره برداری از شبکه های قدرت می باشد. در صورتی که پارامترهای شبکه یا بار تقاضا تغییر نماید، تمامی پارامترهای فوق الذکر نیز تغییر نموده

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

و عملیات کنترل در شبکه، مورد لزوم خواهد بود. از طرف دیگر، با این که هزینه بهره برداری سیستم های قدرت بطور مستقیم به کنترل قدرت اکتیو تولیدی بستگی دارد، قدرت راکتیو شبکه نیز باید مورد توجه قرار گیرد؛ چرا که می تواند به طور غیر مستقیم روی هزینه و نحوه بهره برداری از شبکه های قدرت اثر داشته باشد. بدین ترتیب می توان با کنترل قدرت راکتیو شبکه ضمن کاهش تلفات شبکه، سطح ولتاژ شبکه را نیز بهبود بخشید. در اینجا ابتدا فرض می شود که تقسیم بهینه قدرت اکتیو شبکه قبلا صورت گرفته و پس از آن کنترل قدرت راکتیو صورت می گیرد. بر این اساس یک مدل ریاضی به صورت برنامه ریزی خطی ارائه می گردد که با حل کردن آن می توان به طور هم زمان ضمن به حداقل رساندن تلفات شبکه، تمامی پارامترها، اعم از پارامترهای شبکه یا متغیرهای کنترل را در محدوده قابل قبول قرار داد.

۱- طرح مساله

به منظور بهبود سطح ولتاژ و به حداقل رساندن تلفات اکتیو شبکه، کنترل و توزیع مجدد قدرت راکتیو تولیدی در یک سیستم قدرت و در بهره برداری حالت پایدار ضروری به نظر می رسد. توزیع قدرت راکتیو در شبکه را می توان به وسیله متغیرهای کنترل زیر تنظیم نمود.

۱- ولتاژ ژنراتورها

۲- تپ چنجرهای ترانسفورماتور

۳- قدرت راکتیو تزریقی توسط راکتور و خازنهای موازی

هر یک از این متغیرها برای خود حدود بالا و پایین مجازی داشته و هر گونه تغییر در این متغیرهای کنترل، می تواند در سطح ولتاژ شبکه و قدرت راکتیو خروجی ژنراتورها و تلفات سیستم تاثیر داشته باشد. پس مساله بدین ترتیب مطرح می شود که لازم است یک سری سطوح تنظیم برای متغیرهای کنترل تعیین شود تا ضمن به حداقل رساندن تلفات شبکه، تمامی پارامترهای شبکه در محدودیت های معینی قرار گیرند.

۲- مدل کوپل شده قدرت راکتیو

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مدل کوپل شده کامل قدرت راکتیو (برای کنترل قدرت راکتیو در شبکه) را می توان به وسیله مدل نیوتن رافسون به دست آورد. در این مدل معادلات پخش توان غیر خطی بوده و می توان با استفاده از روش نیوتن رافسون به شرطی که تخمین اولیه برای متغیرهای معادلات در دست باشند حل نمود. پاسخ این معادلات وقتی همگرا می گردند که خطاهای قدرت در یک محدوده قابل قبول برای متوقف نمودن تکرار عملیات باشند. معادلات اختلاف قدرتها برای باسها به شکل ماتریسی زیر بیان می شوند. $[a, b]$

(a)

که در آن

$$\begin{bmatrix} \Delta P^K \\ \Delta Q^K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H^K & N^K \\ J^K & L^K \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{\Delta J^{K+1}}{V^K} \\ \frac{\Delta V^{K+1}}{V^K} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta P^k \\ \Delta Q^k \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \frac{\Delta J^{k+1}}{V^k} \\ \frac{\Delta V^{k+1}}{V^k} \end{bmatrix}$$

به ترتیب بردارهای خطاهای قدرت و ولتاژ در تکرار K ام می باشند. ماتریس جاکوبی دارای عناصر جاکوبی جزء به صورت زیر است:

$$H = \left[\frac{\partial P}{\partial \delta} \right] \quad N = \left[\frac{\partial P}{\partial V} \right]$$

$$J = \left[\frac{\partial Q}{\partial \delta} \right] \quad L = \left[\frac{\partial Q}{\partial V} \right]$$

با یک سری تغییرات روی معادلات نیوتن رافسون فوق، می توان محاسبات حساسیت سیستم را که شامل تمامی باسهای سیستم به غیر از باس مرجع خواهد بود به دست آورد. بنابراین تعداد $2n-1$ معادله خواهیم داشت که حساسیت خطی را می توان به وسیله آنها محاسبه نمود.

فرضیه اساسی مدل کنترل بهینه قدرت راکتیو این است که قدرت اکتیو تزریقی سیستم ثابت بوده و در نتیجه $\Delta P = 0$ است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

حال اگر تاثیر متغیرهای نسبت ترانسفورماتور را نیز به منظور محاسبات حساسیت در نظر بگیریم خواهیم داشت:

$$\begin{bmatrix} 0 \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial \delta} & \frac{\partial P}{\partial V} & \frac{\partial P}{\partial t} \\ \frac{\partial Q}{\partial \delta} & \frac{\partial Q}{\partial V} & \frac{\partial Q}{\partial t} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta J \\ \Delta V \\ \Delta t \end{bmatrix}$$

می توان با استفاده از معادله فوق، رابطه بین تغییرات قدرت راکتیو در اثر تغییر نمودن ولتاژ را در باسهای ولتاژ و نسبت ترانسها به صورت زیر بدست آورد. [C]

(C)

$$\Delta Q = [J_{qv} \quad J_{qt}] \cdot \begin{bmatrix} \Delta V \\ \Delta t \end{bmatrix}$$

که در آن ماتریسهای J_{qv} , J_{qt} به صورت زیر مشخص می شوند.

(D)

$$J_{qv} = \begin{bmatrix} \frac{\partial Q}{\partial V} & \frac{\partial Q}{\partial \delta} & \frac{\partial P}{\partial \delta} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial V} \end{bmatrix}$$

(E)

$$J_{qt} = \begin{bmatrix} \frac{\partial Q}{\partial t} & \frac{\partial Q}{\partial \delta} & \frac{\partial P}{\partial \delta} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial t} \end{bmatrix}$$

اگر معادله C بر اساس باس های تولیدی و بار نوشته شود، مدل کامل کوپل شده قدرت راکتیو به صورت زیر به دست خواهد آمد:

(F)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\begin{bmatrix} \Delta Q_g \\ \Delta Q_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_{gg} & J_{gl} & J_{gt} \\ J_{lg} & J_{ll} & J_{lt} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta V_g \\ \Delta V_l \\ \Delta V_t \end{bmatrix}$$

که در آن ΔQ_g بردار ژنراتورها ΔQ_l بردار قدرت راکتیو تولیدی در باس بارها و ΔV_g تغییرات ولتاژ در ولتاژ ژنراتورها و ΔV_l بردار تغییرات ولتاژ بار است. بدین ترتیب زیر ماتریسهای جاکوبی $J_{gt}, J_{gg}, J_{gl}, J_{ll}, J_{lt}$ به ترتیب دارای ابعاد $n_t \times n_t, n_l \times n_l, n_g \times n_g, n_g \times n_l, n_g \times n_t$ خواهند بود.

می توان در معادله F متغیرهای وابسته را به ازای متغیرهای کنترل نوشت. در این صورت ماتریس به دست آمده نشان می دهد که رابطه بین حساسیت متغیرهای کنترل و وابسته در سیستم قدرت وجود دارد.

(G)

$$\begin{bmatrix} \Delta Q_g \\ \Delta V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{gg} & S_{gl} & S_{gt} \\ S_{lg} & S_{ll} & S_{lt} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta V_g \\ \Delta Q_l \\ \Delta t \end{bmatrix}$$

بدین ترتیب:

(H)

$$S_{gg} = J_{gg} - J_{gl}(J_{ll})^{-1}J_{lg}$$

که نشان دهنده ماتریس حساسیت $n_g \times n_g$ بوده و رابطه بین تغییرات قدرت راکتیو تزریقی در باس تولیدی را در اثر تغییر ولتاژ تولیدی نشان می دهد.

زیر ماتریس S_{gl} یک ماتریس حساسیت با بعد $n_g \times n_{sh}$ بوده و رابطه میان تغییرات قدرت راکتیو تولیدی در اثر تغییر قدرت راکتیو تزریقی را نشان می دهد.

(I)

$$S_{gl} = J_{gl}(J_{ll})^{-1}$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

در این روابط n_{sh} عبارت است از تعداد خازن یا راکتور موازی در شبکه.

زیر ماتریس S_{gt} به صورت زیر تعریف می شود:

(J)

$$S_{gt} = J_{gt} - J_{gl} (J_{ll})^{-1} J_{lt}$$

این ماتریس نشان دهنده حساسیت با بعد $n_g \times n_t$ است که تغییرات قدرت راکتیو تولیدی را نسبت به تغییرات نسبت ترانسفورماتورها نشان می دهد.

بدین ترتیب رابطه حساسیت بین تغییرات ولتاژ وابسته باس بار (ΔV_l) نسبت به تغییرات در متغیرهای

کنترل $\Delta V_g, \Delta Q_l, \Delta t$ به صورت معادلات زیر نوشته می شود:

(K)

$$S_{lg} = -(J_{ll})^{-1} J_{lg}$$

(L)

$$S_{ll} = (J_{ll})^{-1}$$

(M)

$$S_{lt} = -(J_{ll})^{-1} J_{lt}$$

زیر ماتریس های S_{lg}, S_{ll}, S_{lt} به ترتیب دارای ابعاد $n_l \times n_t, n_l \times n_{sh}, n_l \times n_g$ می باشند.

۳- کنترل خطی قدرت راکتیو

بطور کلی اگر در سیستم قدرتی با n باس، که ترکیبات سیستم، نحوه قرار گرفتن نیروگاهها در مدار و بار تقاضا معلوم باشد، می توان پخش توان بهینه را برای این سیستم به صورت برنامه ریزی غیر خطی زیر در نظر گرفت.

(N)

$$\min [F = f(y)] \quad y \in R^n$$

(O)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$i = 1, \dots, m \quad g_i(y) = 0$$

(P)

$$J = 1, \dots, p \quad h(y) \geq 0$$

بردار نشان دهنده بردار n بعدی متشکل از متغیرهای سیستم، $f(Y)$ تابع هدف به صورت عددی، $g(Y)$ معادلات مربوط به محدودیتهای شبکه و $h(Y)$ مشخص کننده شرایط مهندسی سیستم می باشد. معادلات نامساوی و اساسی پخش توان شبکه مشتق پذیر و معادلات جبری غیر خطی هستند. تابع هدف را می توان به صورت یک معادله جبری و معادله مشتق پذیر مطرح ساخت. در مساله پخش بار بهینه، بردار Y طوری محاسبه می شود که تابع هدف f در معادله (N) با رعایت معادله پخش توان (O) و شرایط نامساوی (P) به حداقل برسد. بدین ترتیب به طور هم زمان به اهداف امنیت و اقتصادی می رسیم.

در معادلات فوق فرض می شود که قدرت اکتیو به غیر از باس مرجع ثابت بوده و مجموعه متغیرهای کنترل متغیرهایی هستند که در تزریق قدرت راکتیو اثر دارند. مانند ولتاژ ژنراتور (V_g)، نسبت ترانسفورماتورها (t_r) و سوسپیتانس موازی قابل قطع و وصل (Y_s). متغیرهای وابسته عبارتند از ولتاژ باس بار (V_l)، قدرت راکتیو تزریقی در باس ژنراتور (Q_g) و بعضی مواقع محدودیتهای جریان راکتیو در خطوط به طور خلاصه.

در اینجا توزیع خطی قدرت راکتیو بر حسب متغیرهای کنترل بصورت زیر در نظر گرفته شده است:

(Q)

$$\text{شرایط کنترل و} \quad f(y) = [C_1 \quad C_2 \quad \dots \quad C_{nc}] \cdot \begin{bmatrix} \Delta V_g \\ \Delta Y_s \\ \Delta t_r \end{bmatrix} \quad \min$$

متغیرهای وابسته نیز به صورت زیر تعریف می گردند:

(R)

$$\Delta i_g^m \leq S_{gg} \Delta V_g + S_{gs} \Delta Y_s + S_{gt} \Delta t_r \leq \Delta i_g^M$$

(S)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\Delta V_l^m \leq S_{lg} \Delta V_g + S_{ls} \Delta Y_s + S_{gt} \Delta t_r \leq \Delta i_g^M \quad (T)$$

$$\Delta V_l^m \leq \Delta V_g \leq \Delta V_g^M \quad (U)$$

$$\Delta Y_s^m \leq \Delta Y_s \leq \Delta Y_s^M \quad (V)$$

$$\Delta t^m \leq \Delta t_r \leq \Delta t^M$$

در این روابط:

V_i تغییرات ولتاژ باس i ام (بار یا تولید)

ΔY_s تغییرات در سوسپیتانس موازی در باس k ام

Δt_{pq} تغییرات نسبت ترانسفورماتور که به باسهای p و k متصلند

Δi_{gi} تغییرات قدرت راکتیو در باس تولید i ام

ΔV_j تغییرات ولتاژ باس j ام در باس i ام

C_i ضریب تلفات حساسیت نسبت به متغیر کنترل i ام

۴- مدل خطی معادله هدف

معادله خطی تلفات قدرت اکتیو به طور تقریب بصورت زیر نشان داده می شود:

(W)

$$\Delta P_l = \left[\frac{\partial P_l}{\partial V_l} \quad \frac{\partial P_l}{\partial Q_k} \quad \frac{\partial P_l}{\partial t_p} \right]$$

که در آن P_l تلفات قدرت اکتیو بوده و $\frac{\partial P_l}{\partial V_l}$, $\frac{\partial P_l}{\partial Q_k}$, $\frac{\partial P_l}{\partial t_p}$ عبارتند از ضرایب خطی تابع هدف با در نظر

گرفتن تاثیر تغییرات متغیرهای کنترل روی تابع هدف تلفات P_l .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۴-۱- حساسیت تلفات نسبت به ولتاژ ژنراتور

تغییر در VAR تزریقی در باس تولید موجب تغییر در ولتاژ پایانه همان باس شده و حساسیت تلفات نسبت به ولتاژ باس تولید را می توان به صورت زیر نوشت:

$$i = 1, \dots, n_g \quad \frac{\partial P_l}{\partial V_i} = \frac{\partial P_l}{\partial Q_i} \cdot \frac{\partial Q_i}{\partial V_i} (x)$$

بطوری که $\frac{\partial Q_i}{\partial V_i}$ را می توان از محاسبات و $\frac{\partial P_l}{\partial Q_i}$ را بوسیله معادله مربوط به افزایش تلفات به دست آورد.

تغییرات ولتاژ پایانه باس مرجع V_l موجب تغییر قدرت راکتیو تزریقی در تمام باسهای تولید و خطای قدرت راکتیو در همه باس باری اتصالی به باس مرجع می شود. لذا:

$$\frac{\partial P_l}{\partial V_l} = \sum_{\alpha=El} \frac{\partial P_l}{\partial Q_\alpha} \left(-\frac{\partial Q_\alpha}{\partial V_l} \right) + \frac{\partial P_l}{\partial Q_2} \frac{\partial Q_2}{\partial V_l} + \dots + \frac{\partial P_l}{\partial Q_{ng}} \frac{\partial Q_{ng}}{\partial V_l}$$

۴-۲- حساسیت تلفات نسبت به نسبت تبدیل ترانسفورماتورها

یک تغییر کوچک در نسبت تبدیل ترانسفورماتوری که به باسهای i, j وصل شده است موجب افزایش جریان قدرت در خط ij می گردد و در نتیجه سبب تغییر در قدرت باسهای انتهایی می شود. بدین ترتیب کل تلفات سیستم توسط همین تغییرات قدرت انتهایی متاثر خواهد شد.

ضرایب حساسیت مربوطه را می توان توسط معادله زیر محاسبه نمود:

$$\frac{\partial P_l}{\partial t_{ij}} = \frac{\partial P_l}{\partial P_i} \left(-\frac{\partial P_i}{\partial t_{ij}} \right) + \frac{\partial P_l}{\partial Q_i} \left(-\frac{\partial P_i}{\partial t_{ij}} \right) + \left(\frac{\partial P_l}{\partial P_j} \right) \frac{\partial P_i}{\partial t_{ij}} + \frac{\partial P_l}{\partial Q_j} \left(-\frac{\partial Q_i}{\partial t_{ij}} \right)$$

که در آن مقادیر $\frac{\partial P_l}{\partial Q_j}$, $\frac{\partial P_l}{\partial P_j}$, $\frac{\partial P_l}{\partial Q_i}$, $\frac{\partial P_l}{\partial P_i}$ را می توان با استفاده از مدل افزایش تلفات به دست آورد.

۴-۳- حساسیت تلفات نسبت به سوسپیتانس موازی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

تغییر در شدت جریان راکتیو تزریق شده در باس k ام، در اثر تغییرات سوسپیتانس اتصالی به باس، به وسیله معادله زیر به دست می آید:

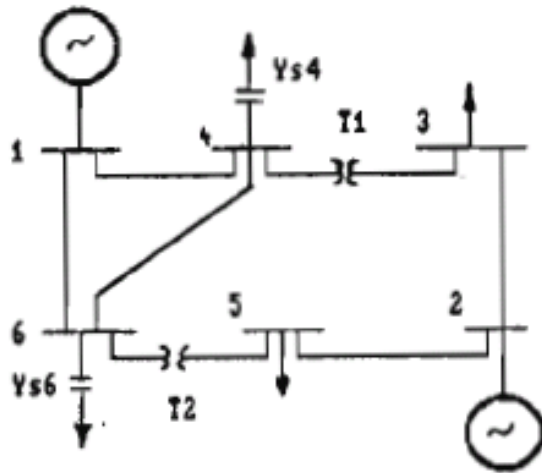
$$(\Delta i_{sh})_k = \frac{\Delta Q_k}{V_k} = V_k (\Delta b_{sh})_k$$

که در آن $(\Delta b_{sh})_k$ تغییر حاصل در سوسپیتانس اتصالی به باس k است. باید دقت نمود که معادله تلفات قدرت اکتیو نسبت به متغیرهای کنترل کوچک باشد تا حساسیت خطی تلفات معتبر و قابل استفاده باشد.

۵- مثال عددی

جهت بررسی روش ارائه شده، یک برنامه کامپیوتری بر اساس فلوجارت شکل ۲ ایجاد گردیده و سیستم ۶ باس Ward and Hale که در شکل ۱ نشان داده شده است جهت آزمون مورد استفاده قرار گرفته است. جدول ۱ و ۲ اطلاعات خطوط و باسهای سیستم ۶ باسه را نشان می دهد. جدول ۳ حدود بالا و پایین، شرایط اولیه، شرایط هر مرحله از تکرار برای متغیرهای کنترل کننده و وابسته و ضرایب حساسیت تلفات را نشان می دهد. همانطور که از جدول ۳ معلوم است ابتدا تلفات سیستم 11.72MW بوده و تلفات سیستم در هر تکرار بهبود می یابد به طوری که در مرحله آخر بدون اینکه هیچ یک از پارامترهای سیستم خارج از حدود تعیین شده قرار گیرند، تلفات به اندازه 2.2MW یا 19.5% کاهش پیدا می کند. این نتیجه بهینه در سه تکرار و با خطای 0.001MW همگرا می شود.

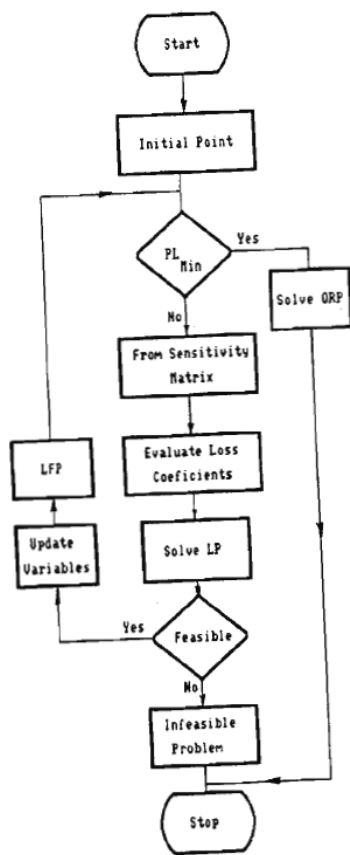
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۱ - سیستم قدرت Ward-Hale



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۲- فلورچارت برای الگوریتم کنترل بهینه VAR

جدول ۱: پارامترهای شبکه انتقال برای سیستم Ward & Hale

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

کد باس	مقاومت	راکتنس	ساختنس
۱-۴	۰/۰۸۰	۰/۲۷۰	۰/۰۰۲
۱-۶	۰/۱۲۳	۰/۵۱۸	۰/۰۱۰
۲-۳	۰/۷۲۳	۱/۰۵۰	۰/۰۰۰
۲-۵	۰/۲۸۲	۰/۶۴۰	۰/۰۰۰
۴-۳	۰/۰۰۰	۰/۱۳۳	۰/۰۰۰
۴-۶	۰/۰۹۶	۰/۴۰۷	۰/۰۰۰۴۶
۶-۵	۰/۰۰۰	۰/۳۰۰	۰/۰۰۰



جدول ۲: داده های بار و ژنراتور برای سیستم Ward & Hale

شماره باس	تولید MV	MVAR	بار MW	MVAR
۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۲	۵۰/۰	۵/۶	۰/۰	۰/۰
۳	۰/۰	۰/۰	۵۵٪	۱۳/۰
۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۵	۰/۰	۰/۰	۳۰/۰	۱۸/۰
۶	۰/۰	۰/۰	۵۰/۰	۵/۰

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

جدول ۳: نتایج حاصل برای سیستم

تکرار				متغیر حالت
۳	۲	۱	۰	
۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۰۵	V_1
۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/۱	V_2
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰	Q_4
۰/۰۵۶۹۱	۰/۰۵۶۹۱	۰/۰۵۶۹۱	۰/۰	Q_6
۰/۹	۰/۹	۰/۹۵۵۶۷	۱/۱	T_1
۰/۹	۰/۹	۰/۹۲۹۷۱۷	۱/۰۲۵	T_2
				<u>متغیر وابسته</u>
۰/۳۰۸۹۷	۰/۳۰۸۹۷	۰/۳۰۸۹۷	۰/۴۲۹۷۴	Q_1
۰/۲۲۳۲۶	۰/۲۲۳۲۶	۰/۲۲۳۲۶	۰/۲۷۲۴۴	Q_2
۱/۰۰۰۴۹	۱/۰۰۰۴۹	۱/۰۰۰۴۹	۰/۹۲۴۱۶	V_3
۱/۰۱۶۹۶	۱/۰۱۶۹۶	۱/۰۱۶۹۶	۰/۹۴۰۳۲	V_4
۰/۹۸۳۴۸	۰/۹۸۳۴۸	۰/۹۸۳۴۸	۰/۹۰۸۱۸	V_5
۱/۰۰۳۵۹	۱/۰۰۳۵۹	۱/۰۰۳۵۹	۰/۹۲۳۵۹	V_6
				<u>ضریب حساسیت</u>
				<u>تلفات</u>
- ۱/۱۸۴۸۷	- ۱/۱۸۴۸۷	- ۱/۱۸۴۸۷	- ۱/۳۴۱۷۴	P_L/V_1
- ۴/۶۴۲۳۵	- ۴/۶۴۲۳۵	- ۴/۶۴۲۳۵	- ۴/۱۶۴۹۳	P_L/V_2
- ۰/۰۳۵۱۷	- ۰/۰۳۵۱۷	- ۰/۰۳۵۱۷	- ۰/۱۹۵۵۱۱	P_L/Y_4
- ۰/۴۳۷۳	- ۰/۴۳۷۳	- ۰/۴۳۷۳	- ۰/۲۷۲۹۱۷	P_L/Y_6
۰/۱۸۱۳۴۴	۰/۱۸۱۳۴۴	۰۸۵۵۸۵	- ۰/۰۹۳۷۰۱	P_L/T_1
۰/۰۲۴۶۷	۰/۰۲۴۶۷	۰/۰۲۱۹۴	۰/۰۲۱۲۰۶	P_L/T_2
۰/۸۹۰۵۰۱	۰/۸۹۰۵۰۱	۰/۸۹۰۵۰۱	۰/۱۰۷۲۵۱	<u>تلفات</u>

۱۹/۵

درصد کاهش (%)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نتیجه گیری:

در این بخش کنترل قدرت راکتیو شبکه به منظور کاهش تلفات و اصلاح سطوح مختلف ولتاژ در شبکه مورد بررسی قرار گرفت و به این ترتیب با استفاده از حساسیت تلفات نسبت به پارامترهای کنترل کننده (مثل ولتاژ ژنراتورها و تپهای ترانسفورمرها و سوسیپتانس موازی) مساله به صورت یک مدل برنامه ریزی ارائه گردید. سپس جهت بررسی عملکرد مدل به دست آمده از یک شبکه ساده یعنی سیستم ۶ باسه IEEE استفاده شد. در این مثال کاهش تلفات و اصلاح سطوح ولتاژ با کنترل قدرت راکتیو شبکه به خوبی نمایش داده شد. نظر به اینکه موضوع کاهش تلفات شبکه جهت صرفه جویی انرژی و جلوگیری از خاموشی هامی تواند موثر باشد. لذا امید است با اتمام پروژه های کنترل کامپیوتری شبکه سراسری ایران بتوان از این مدلها به منظور کنترل بهینه شبکه استفاده نمود.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل هفتم

ارزیابی حفاظت خازنهای قدرت و بررسی علل انفجار بانکهای خازنی

۱- تحول در ساختار خازنها

۲- طریقه و عوامل موثر در از کار انداختن سیستمهای عایق

۳- ارزیابی حفاظت خازن

۴- نتیجه گیری



ارزیابی حفاظت خازنهای قدرت و بررسی علل انفجار بانکهای خازنی

مقدمه : با توجه به معضل صدمه دیدن و انفجار بانکهای خازنی در شبکه های توزیع برق کشور و بروز

خسارتهای ناشی از آن، در این بخش ابتدا تحول در ساختار خازنها در خلال چند دهه گذشته مورد مطالعه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

قرار گرفته، سپس طریقه و عوامل موثر در از کار انداختن سیستم های عایقی مختلف بررسی شده و نهایتاً روشهای مناسب جهت حفاظت خازنهای قدرت ارزیابی می گردد.

پیشرفت روز افزون طراحی و ساخت خازنهای قدرت، کارآیی و ضریب اطمینان خازنها را بطور محسوسی افزایش داده است. از جمله این پیشرفتها کاربرد لیزر جهت برش ورق آلومینیوم در سیستم عایق خازن، ارتقاء قابل توجه سطح ولتاژ آغاز کننده کرونا و استفاده از تکنیکهای جدید اتصال عناصر درون خازنها است که به خازن اجازه می دهد جریان اتصال کوتاهی معادل 10KA یا 30KJ تخلیه موازی را تحمل کند.

تکنیک کاربرد خازنهای قدرت مدرن این فرصت را به مصرف کننده انرژی برق می دهد تا سیستم و قدرت خود را جهت دستیابی به حداکثر کارآیی اصلاح کند. نصب موازی بانکهای خازنی با ولتاژ بالا، تلفات انتقال انرژی را کاهش داده و ولتاژ بحرانی زمان پیک بار را پشتیبانی می کند. یک شبکه از خازنهای قدرت که شامل تعبیه بانک های خازنی در محل پستهای 63/20 کیلوولت و همچنین تعبیه تعدادی خازن در شبکه های توزیع 380/220 ولت، به مقدار بسیار زیادی کارآیی سیستم قدرت را بهبود می بخشد و نیاز به تولید انرژی اضافی را کاهش می دهد.

چنین خاصیت مهمی نیاز مبرم به خازنهای قدرت جهت جبران جریان راکتیو را توجیه می نماید. تکنولوژی منحصر به فردی که به تازگی در جنس و روش ساخت خازنها به کار گرفته شده است، هنر بهره جویی در این زمینه ها را فراهم می سازد.

۱- تحول در ساختار خازنها

پیشرفت تکنولوژی در ساخت عایقهای جامد سبب گردیده تا خازنها با کیفیت بالاتری ساخته شود. به منظور لمس بهتر تکنولوژی سالهای اخیر، خلاصه ای کوتاه از توسعه تکنولوژی در 40 سال اخیر بیان می گردد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در دهه 1960 هر لایه عایق جامد از چندین صفحه موسوم به Kraft-Paper تشکیل می شد. خازنهای قدیمی که این نوع عایق در آنها بکار رفته است عموماً وزنی بیش از 0.5 kg به ازای هر KVAR و تلفاتی در حدود 2 الی 3 وات برای هر KVAR داشتند. در اواسط دهه 1960 ترکیبی از Kraft-Paper و صفحات نازک پروپیلن به عنوان عایق جامد جدید معرفی شد. در دهه 1970 عایقی بنام Paper-Film استاندارد کارخانجات و صنایع بود. این سیستم عایق مشابه نوع قبلی بود با این تفاوت که یکی از صفحات Kraft-Paper با صفحه ای نازک از پلی پروپیلن جایگزین شد و صفحه دیگر (Kraft-Paper) در جایش باقی ماند که به عنوان فتیله عمل کند و اجازه دهد تا عایق مایع در لایه های نازکی که از پلی پروپیلن هستند نفوذ کند. با تکنولوژی Paper-Film خازنهایی به بزرگی 200KVAR ساخته شد و وزن آنها نیز به زیر 0.5kg بازای هر KVAR کاهش یافت. مهمتر اینکه تلفات به 0.5 الی 0.8 وات برای هر KVAR تقلیل یافت و بطور قابل توجهی به ضریب اطمینان و کارآیی خازنهای قدرت افزوده شد.

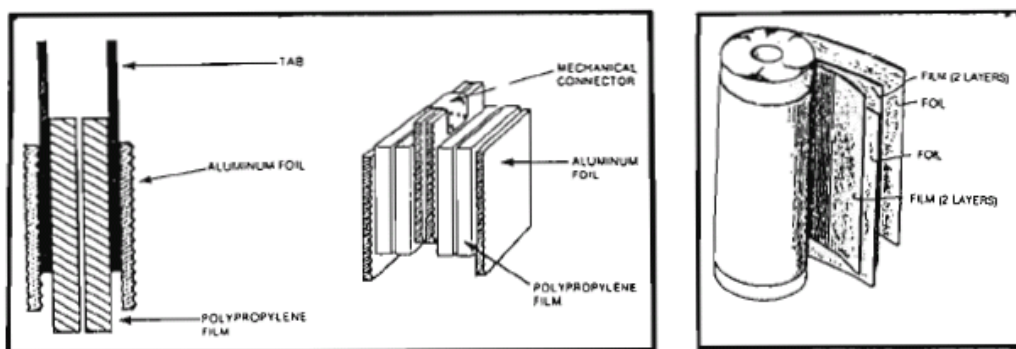
در اواسط دهه 1970 عایقی مایع به نام NON-PCB شناخته و جهت استفاده در خازنهای قدرت معرفی شد. این امر هم در بهبود عملکرد خازن سهیم بود و هم به خاطر نداشتن عامل PCB که برای محیط زیست خطرناک است، به طور خاصی مورد توجه قرار گرفت. بطوری که اکنون در سراسر دنیا خواسته می شود که جهت عایق خازنها از مایع NON-PCB استفاده شود. در دهه 1980 خازنهای All-Film عرضه شد. این نوع خازنها در اوایل دهه 1970 به بازار معرفی شده بود ولی کلا در دهه 1980 برای اولین بار تولید اینگونه خازن ها در سراسر دنیا معمول گردید.

پیشرفت در تکنولوژی ورقهای آلومینیوم و سطوح صفحات نازک امکان آغشته شدن بهتر لایه های نازک پروپیلن را به عایق مایع بدون نیاز به وجود صفحه Kraft-Paper مهیا ساخت. وزن خازنهای All-Film خیلی کمتر از 0.5kg برای هر KVAR بوده و تلفات آن تقریباً به 0.1 وات برای هر KVAR رسید. اضافه بر عملکرد خوب در بهره برداری، خازنهای All-Film از منحنی ترکیدن تانک خوبی برخوردار هستند، به طوری که خطر بهره برداری از این قبیل خازنها کاهش و ایمنی آن بطور چشمگیری بهبود یافت و همه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

سازندگان عمده خازنهای قدرت امروزه از عایق All-Film استفاده می کنند. مضافاً اینکه عایق مایع بدون PCB یا (NON-PCB) که برای محیط زیست هم هیچ گونه خطری ندارد به عنوان مایع آغشته کننده در همه صنایع بکار گرفته می شود.

یک دستگاه خازن از تعدادی خازنهای جداگانه که Capacitor Packs نامیده می شوند، تشکیل می شود. (شکل ۱) این خازنها معمولاً به صورت سری- موازی به یکدیگر متصل شده اند تا ظرفیت کلی یک دستگاه خازن Overall Rating مورد نظر به دست آید. یک روش اتصال خازنهای درونی (Packs) به یکدیگر، کار گذاشتن باریکه هایی بین ورق آلومینیوم و لایه های عایق جامد در فواصل معین در هنگام پیچیدن خازن (Pack) می باشد. روش دیگر اتصال خازنهای درونی که دارای مقاومت پایینتری می باشد، با استفاده از ورقهای ممتد آلومینیوم قابل اجرا است. شکل ۲ فرق بین این دو نوع خازن را نشان می دهد.



شکل ۲

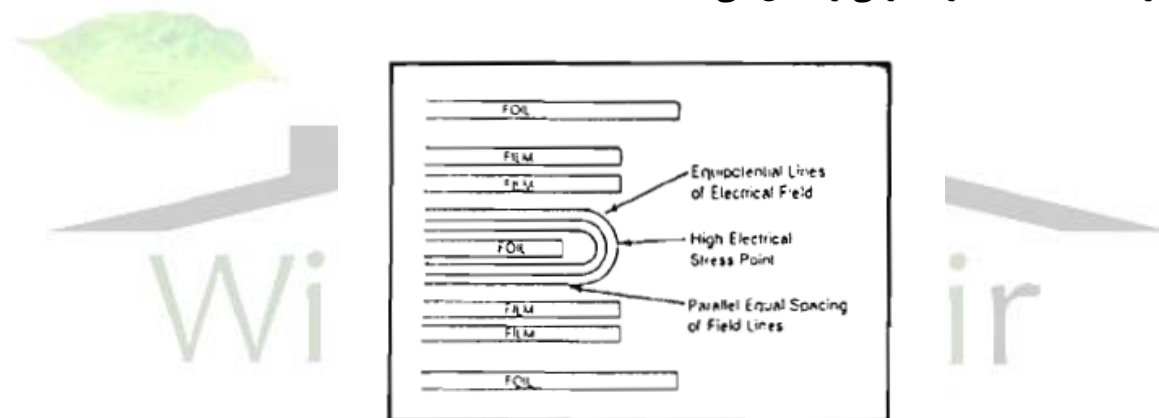
شکل ۱

در اتصال خازنها به شیوه استفاده از ورق های ممتد آلومینیوم، لایه های ورق آلومینیوم فراتر از لایه های نازک پلی پروپیلن امتداد داده می شود؛ به شکلی که اجازه دهد ورق آلومینیوم به خازن (Pack) مجاور مستقیماً متصل شده و یک اتصال الکتریکی با مقاومت پایینتری به وجود آورد.

در تکنولوژی سالهای 1990 به بعد از تجربیات گذشته استفاده شده و در واقع خازنهایی که اخیراً عرضه می شوند دارای تکنولوژی تکامل یافته تری می باشند. از جمله آنها استفاده از عایق جامد All-Film و عایق مایع NON-PCB و بکار گرفتن روش ورق آلومینیوم ممتد جهت انجام اتصالات بین خازنهای جداگانه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

درونی و همچنین استفاده از لیزر جهت انجام برش ورقهای آلومینیوم می باشد. همانطور که می دانیم ولتاژی که به ترمینالهای خازنهای قدرت اعمال می گردد به نسبت گروههای خازنهای جداگانه درونی (Packs) که با هم سری می باشند تقسیم می شود. ولتاژ (Pack) بین دو هادی آلومینیوم ظاهر شده و باعث می شود فشار الکتریکی به ماده عایق بین و اطراف هادی ها وارد شود. وقتی ولتاژ دو سر ورق آلومینیوم هادی زیاد شود، سطح ولتاژ به حدی می رسد که فشار الکتریکی را ناشی می شود و تخلیه گروهی خازنها به صورت جزئی در یک سطح ولتاژ ثابت شروع می شود که این ولتاژ اصطلاحاً ولتاژ آغاز تخلیه سیستم عایق نامیده می شود. شکل هندسی ورق آلومینیومی هادی و توانایی عایقی مایع در این سطح ولتاژ موثر می باشند. شکل (۳) سطح مقطع سیستم عایق یک خازن همراه با نقشه میدان الکتریکی اطراف هادی های آلومینیومی را نشان می دهد.



شکل ۳

در ناحیه بین هادیهای آلومینیومی، فشار الکتریکی کاملاً یکنواخت بوده و خطوط هم پتانسیل میدان الکتریکی به موازات سطح آلومینیومی و با فواصل مساوی از هم قرار دارند. در پاره ای از نقاط، بلافاصله بعد از حاشیه ورق آلومینیوم، میدان الکتریکی غیر یکنواخت می گردد. این پدیده به خاطر این است که در این ناحیه میدان الکتریکی بین دو سطح موازی و صاف محدود نمی باشد. شکل میدان و حداکثر تغییرات آن شدیداً به وضع حاشیه ورق آلومینیوم بستگی دارد. با توجه به مشخصه حاشیه ورق آلومینیوم، فشار در این نقاط در مقایسه با فشار ما بین ورقهای آلومینیوم در درون خازن (Pack) می تواند چندین برابر باشد. در

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

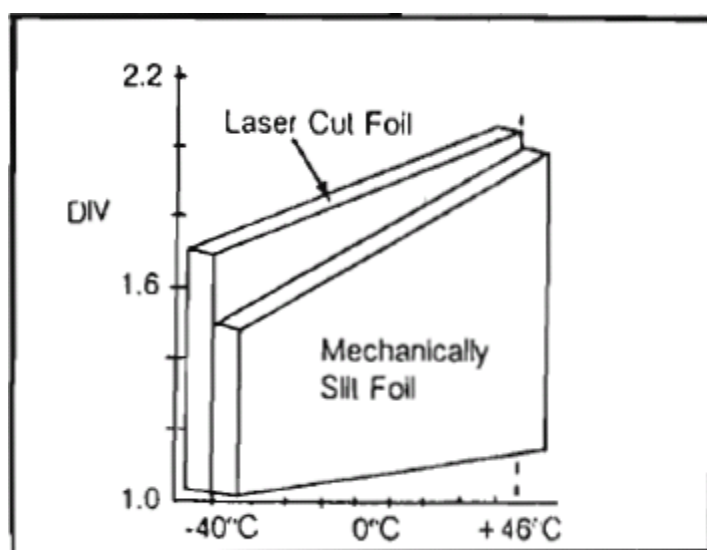
روش معمول ساخت ورق آلومینیوم از تکنیک برش مکانیکی حاشیه ورقهای آلومینیوم استفاده می شود که در این روش حاشیه ورق آلومینیوم ناهموار و غیر یکنواخت می گردد. مقدار ازدیاد فشار الکتریکی در حاشیه ورق آلومینیوم به پیرامون حاشیه ورق بستگی دارد.

در نقاطی که خطوط هم پتانسیل به دلیل تیز و ناصاف بودن لبه ورق آلومینیوم متمرکز می شوند، فشار الکتریکی فوق العاده بالایی ایجاد می شود. شیوه معمول مقابله با افزایش فشار الکتریکی در حاشیه ورق آلومینیوم، دو لایه کردن لبه ورق یا برگرداندن آن به منظور دستیابی به یک حاشیه صافتر می باشد. هر چند که دو برابر کردن ضخامت آلومینیوم، یک ناحیه پر فشار را در عایق فعال می کند که در ساختمان خازن محدودیتی را از نظر آغشتگی تحمیل می نماید.

ابداع جدیدی که اخیراً در ساخت خازنها به آن دسترسی پیدا شده است، استفاده از برش لیزری جهت حذف و از بین بردن ناهمواری هایی که معمولاً بر اثر برش مکانیکی در حاشیه ورق آلومینیوم ایجاد می شوند، بوده است. با بکار گیری این روش، حاشیه نسبتاً صافی در اطراف ورق آلومینیوم به دست می آید که باعث می گردد یکنواختی میدان الکتریکی حفظ شود. فشار الکتریکی بدلیل استفاده از برش لیزری در خازنها، بمقدار قابل ملاحظه ای موجب افزایش ولتاژ شروع تخلیه جزئی شده و در نتیجه سیستم عایقی خیلی بهتری به دست خواهد آمد.

شکل ۴ ولتاژ آغاز تخلیه سیستم عایق خازن (DIV) را برای هر دو روش برش مکانیکی و لیزری را با یکدیگر مقایسه می کند. مایع NON-PCB به کار رفته در ساخت این خازنها ترکیب منحصر به فردی است که مشخصه عایقی بهتری برای دامنه حرارتی کارکرد خازن فراهم می سازد. طبقه آغشتگی خازن با مایع به وسیله سیستم چند راهه صورت می گیرد تا اطمینان حاصل شود که خود مایع و هر Pack قبل از پر شدن با مایع، کاملاً از گاز تخلیه شده است. ترکیب برش ورق آلومینیوم بوسیله لیزر و آغشتگی بهتر، توانایی و تحمل خازن در برابر ولتاژ را بهبود می بخشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۲

۲- طریقه و عوامل موثر در از کار انداختن سیستمهای عایق

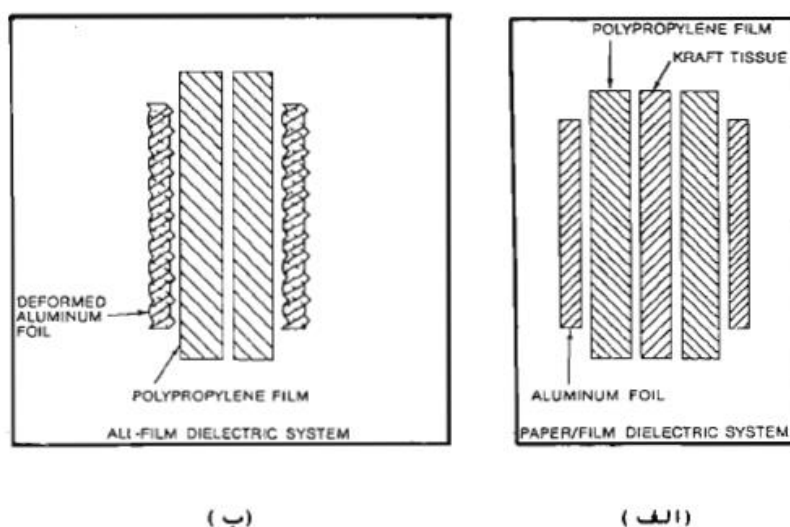
در حال حاضر دو نوع عایق توسط سازندگان عرضه می شود که بعضی دارای سیستم عایق Paper-Film و برخی دیگر دارای سیستم عایق All-Film هستند. به منظور درک بهتر این مطلب که چرا در مواردی جهت تعریف مشخصه ترکیدن تانک خازن، منحنی احتمالی و در بعضی موارد دیگر منحنی دقیق مورد استفاده قرار می گیرد، لازم است نحوه از کار افتادن دو نوع خازن مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. شکل ۵- الف سیستم عایق Paper-Film را که از دو ورق آلومینیوم که بوسیله دو صفحه نازک پلی

پروپیلن با رویه Kraft-Tissue از هم جدا شده اند، نشان می دهد. شکل ۵- ب سیستم عایق All-Film پیشنهاد شده توسط یک شرکت سازنده خازنهای قدرت را نشان می دهد که از دو ورق آلومینیوم با اعوجاج یکنواخت و مجزا از هم بوسیله دو صفحه نازک پلی پروپیلن خالص تشکیل شده است. حال باید دید که هنگام از کار افتادن هر یک از این سیستمها چه فعل و انفعالاتی رخ می دهد.

نمونه ای از یک خازن توزیع معمولی متشکل از پنج Pack جداگانه که به طور سری به یکدیگر متصل شده اند را مورد بررسی قرار می دهیم. بدیهی است که سازندگان مختلف، خازنهای متفاوتی را از نظر ساختمان عرضه می کنند. همان گونه که در شکل ۶ نشان داده شده است، فرض می شود هر Pack ظرفیت یک میکروفاراد داشته و جریانی معادل یک آمپر بکشد. برابر استاندارد صنعتی فعلی، خازنها باید

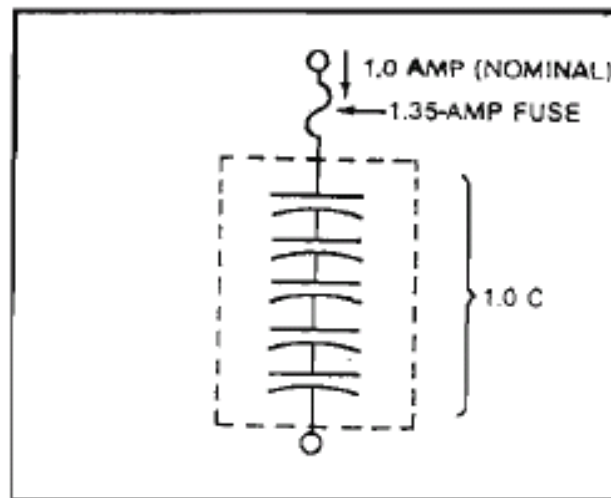
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

برای 135% کیلووار مورد نظر طراحی شوند. بعبارت دیگر ظرفیت واقعی خازن بایستی 1.35 برابر ظرفیت نامی باشد. این امر باعث می شود که حداقل فیوز محافظ به میزان 1.35 برابر جریان نامی خازن انتخاب گردد. البته فرض بر این است که یک فیوز جهت حفاظت یک خازن به کار می رود. در غیر اینصورت در یک مجموعه خازنی، جهت دو یا سه عدد خازن در هر فاز به ترتیب حداقل 2.7 و 4.05 برابر جریان نامی هر خازن لازم است.



شکل ۵

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



۱

شکل ۶

۲- طریقه از کار افتادن عایق Paper-Film

فرض کنیم که یک خازن Paper-Film از کار افتاده است. از کار افتادن یک خازن به معنای شکسته شدن عایق بین دو ورق آلومینیوم می باشد. این امر باعث می شود تا جریان ضعیفی از یک ورق آلومینیوم به ورق دیگر تخلیه گردد. در سیستم عایق Paper-Film وقتی که این تخلیه ضعیف برقرار می شود، صفحه نازک پلی پروپیلن از محل تخلیه جریان جدا گشته و به عقب کشیده می شود. لایه Kraft-Tissue که هنوز بین دو ورق باقی مانده است تجزیه شده و از خود مقداری کربن به جای می گذارد. بقایای کربن بین دو ورق آلومینیومی مانند یک مقاومت عمل می کند و قوس الکتریکی بین دو ورق را برقرار می سازد که این قوس الکتریکی، درون روغن (عایق مایع) تولید حبابهای گاز می نماید. حبابهای گاز به قسمت فوقانی محفظه خازن (تانک) صعود کرده و فضای نزدیک به سطح بالایی تانک و بوشینگ را اشغال می کنند. همزمان با تولید گاز، حجم داخل خازن تغییر یافته و سبب برآمدگی تانک خازن می شود تا فضای اضافی مورد نیاز گاز تامین شود و در نتیجه سطح مایع عایق داخل تانک خازن به پایین رانده شده و نزدیک

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

به قسمت فوقانی مجموعه خازن ها (Pack)، فضای آلوده به گاز باقی می ماند. پس از مدتی باقی مانده کربن شکسته شده، اجازه می دهد که دو ورق آلومینیوم به هم برخورد نمایند. مدت زمان لازم جهت به وقوع پیوستن این عمل مشخص نمی باشد زیرا معلوم نیست که برای چه مدت چه مقدار کاغذ تجزیه و متلاشی می شود ولی برای سهولت مطلب فرض می کنیم که بعد از مدتی لایه Kraft-Tissue می شکند و دو ورق آلومینیوم به همدیگر متصل می شوند. در نتیجه ظرفیت واحد تا مقدار 1.25 میکروفراد افزایش خواهد یافت یا به عبارت دیگر 25% به جریان افزوده می شود. جریان 1.25A جهت ذوب فیوز 1.35A که قبلاً انتخاب شده است کافی نمی باشد لذا چهار Pack سری باقیمانده اکنون تحت فشار سطح ولتاژ بالاتری (125%) نسبت به آنچه در ابتدا برای آن طراحی شده اند قرار دارند. لاجرم پس از مدتی یکی دیگر از خازنهای سری تحت تاثیر سطح ولتاژ بالاتر و سیستم عایق آلوده از کار خواهد افتاد. در حقیقت یکبار دیگر مراحل ذکر شده فوق برای خازن بعدی اتفاق خواهد افتاد که نهایتاً باعث تولید گاز بیشتر، حجم بیشتر و پایین رفتن سطح مایع از قوس الکتریکی به وجود آمده خواهد شد تا آنجایی که شکست ولتاژ بین اتصالات و بدنه تانک حاصل شده و متعاقب آن انفجار تانک از قسمت فوقانی به وقوع خواهد پیوست.

محل انفجار تانک بستگی کامل به استحکام، مقاومت جنس و جوشکاری تانک خازن دارد. اگر جوشکاری تانک خازن مناسب نباشد، انفجار تانک ممکن است خیلی زودتر و از محل درز جانبی (محل جوش) و یا کف تانک اتفاق بیفتد. همه این اتفاقات می تواند قبل از اینکه جریان کافی جهت ذوب فیوز محافظ کشیده شود حادث گردد. بنابراین بقایای کربن ناشی از تجزیه Kraft-Paper بصورت یک مقاومت افزایش جریان را محدود می کند. از طرف دیگر مدت زمانی که بقایای کربن در عایق فعال خازن باقی می ماند مشخص نیست. روش شبیه سازی نمی تواند مجهولات مربوط به متلاشی شدن کاغذ را پیش بینی کند. لذا تولید کنندگان خازنهای قدرت Paper-Film قادر نخواهند بود به طور دقیق و قطعی منحنی مربوط به مشخصه انفجار تانک این قبیل خازنها را پیش بینی و یا تهیه کنند به همین دلیل است که از منحنی های احتمالی و تقریبی باید استفاده نمود. در این راستا آزمایشات مختلفی توسط سازندگان خازنهای Paper-Film

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

جهت تایید و اعتبار بخشیدن منحنی های احتمالی 10% اجرا شده است. لذا خازنی که توسط یک فیوز محافظت می شد مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که امکان ترکیدن تانک این خازن به طور قابل ملاحظه ای با افزایش تعداد خازنهای افزایش می یابد، به طوری که فیوز 2.7A جهت حفاظت دو خازن و یا یک فیوز 4.05A جهت حفاظت سه خازن، نیاز به اتصال کوتاه شدن Pack های بیشتری دارند تا ذوب شوند. این پدیده موجب می شود تا گاز بیشتری تولید شده و احتمال ترکیدن تانک به طور محسوسی افزایش یابد. (جدول ۱)

Packs Shorted	% of Rated Current	% of Fuse Link Rating		
		Case 1	Case 2	Case 3
0	100	74.1	37.0	24.7
1	125	92.6	46.3	30.9
2	167	123.7	61.9	41.2
3	250	185.2	92.6	61.7
4	500	370.4	185.2	123.5
5	∞	—	—	—

جدول ۱- احتمال انفجار تانک خازن

۲-۲- طریقه از کار افتادن عایق All-Film

هنگامی که سیستم عایق All-Film که در شکل ۵- الف نشان داده شده است از کار می افتد، عایق بین دو ورق شکسته شده و باعث برقراری تخلیه جریان ضعیفی از یک ورق به ورق دیگر می شود. فضای اشغال شده میان دو ورق اکنون لایه نازک پلی پروپیلن خالص است. لایه نازک زمانی که در معرض منبع گرما قرار گیرد جدا گشته و از نقطه گرما به عقب کشیده می شود و دو ورق به هم برخورد نموده و Pack را اتصال کوتاه می کنند. این اتصال بدون تولید گاز و یا با مقدار خیلی کمی گاز همراه است زیرا هیچگونه Tissue یا مقاومت دیگری که منشا قوس الکتریکی بین دو ورق آلومینیوم باشد وجود ندارد.

از اتصال کوتاه شدن یک Pack، 25% افزایش جریان نتیجه می شود و متعاقب آن 125% ازدیاد ولتاژ در Pack های باقیمانده بوجود می آید. در سطح فشار بالاتر، بعد از مدت زمانی یک Pack دیگر از کار افتاده و دوباره اتصال کوتاهی همراه با کمی گاز و یا بطور کلی بدون تولید گاز رخ خواهد داد و سبب افزایش

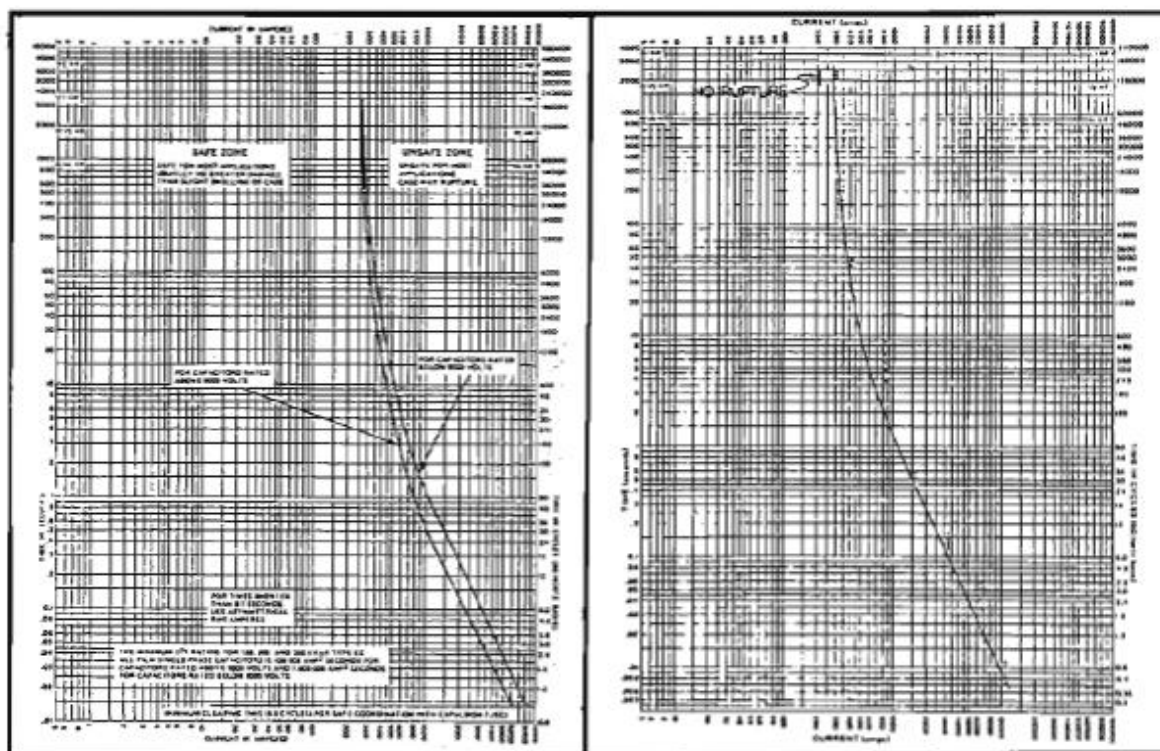
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جریان در فیوز خواهد شد. آزمایش انفجار تانک نشان می دهد که یک خازن با سیستم عایق All-Film (شکل ۵- ب) می تواند به اتصال کوتاه کامل ترمینال به ترمینال برسد، بدون اینکه مقدار گاز قابل اندازه گیری تولید نماید. انجام آزمایشات عدیده انفجار تانک روی سیستم عایق All-Film برای مصرف کنندگان، یک منحنی انفجار تانک دقیق را فراهم نموده است. روش استفاده شده جهت از کار انداختن خازنها در این آزمایشات در واقع شبیه سازی شرایط واقعی در زمان کارکرد بوده است. خازنها تحت فشار ناشی از ولتاژ و درجه حرارت بالای محیط در حالی که جریان زیر نظر بوده است بکار گرفته می شوند. کار کردن خازن در فشار و درجه حرارت بالا عمر آنها را کوتاه می سازد.

پس از اینکه خازنها به این سبک از کار افتاده می شوند، آزمایش های ترکاندن تانک بر روی آنها با اعمال جریان اتصال کوتاه به هر خازن به عمل آمده و مدت زمان رسیدن تانک به حد انفجار اندازه گیری می شود. شکل ۷ بیانگر اطلاعات واقعی به دست آمده از این آزمایشات است.

همان گونه که ملاحظه می شود، زمان های ترکیدن تانک برای سطوح مختلف جریانها خیلی نزدیک به همدیگر دسته بندی شده اند. از این رو منحنی دیگری برای ترکیدن تانک در سمت چپ نقاط به دست آمده از اطلاعات واقعی رسم گردیده که نسبت به منحنی واقعی یک منحنی محافظه کارانه است. در نتیجه اگر عمل فیوز کردن در سمت چپ این منحنی صورت گیرد، یک قطع مطمئن خواهد بود و چنانچه عمل قطع کردن فیوز در سمت راست این منحنی صورت گیرد، همان گونه که در شکل ۸ ملاحظه می شود این قطع نامطمئن خواهد بود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۸

شکل ۷

۳- ارزیابی حفاظت خازن :

مشخصه انفجار تانک خازن Paper-Film به دلیل ابهام ناشی از کاغذ درون سیستم عایق فعال، بطور قطعی غیر قابل پیش بینی است. لذا ارزیاب جهت تایید منحنی انفجار، هر خازنی را که دریافت می دارد باید اطلاعات مربوط به آزمایش خازن را از سازنده مطالبه کند و پس از تجزیه و تحلیل قانع شود که منحنی های فراهم شده در حد کفایت دقیق می باشند و اطمینان پیدا کند که به مناسبترین و بی خطرترین مقدار ممکن برای فیوز محافظ دست یافته است. در سال های اخیر به منظور دستیابی به عمل قطع مطمئن یک فیوز و یا حداقل کاهش تعداد اتفاقات منجر به انفجار خازنهای با سیستم عایق مختلف تلاش های زیادی صورت گرفته است.

به طور کلی از دیدگاه حفاظتی اختلاف بسیار زیادی برای انواع مختلف خازنها وجود دارد که متأسفانه شرح کامل آن از حوصله این بحث خارج است. به طور اجمال، مثلاً اگر خازن از نوع Mixed Dielectric باشد

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

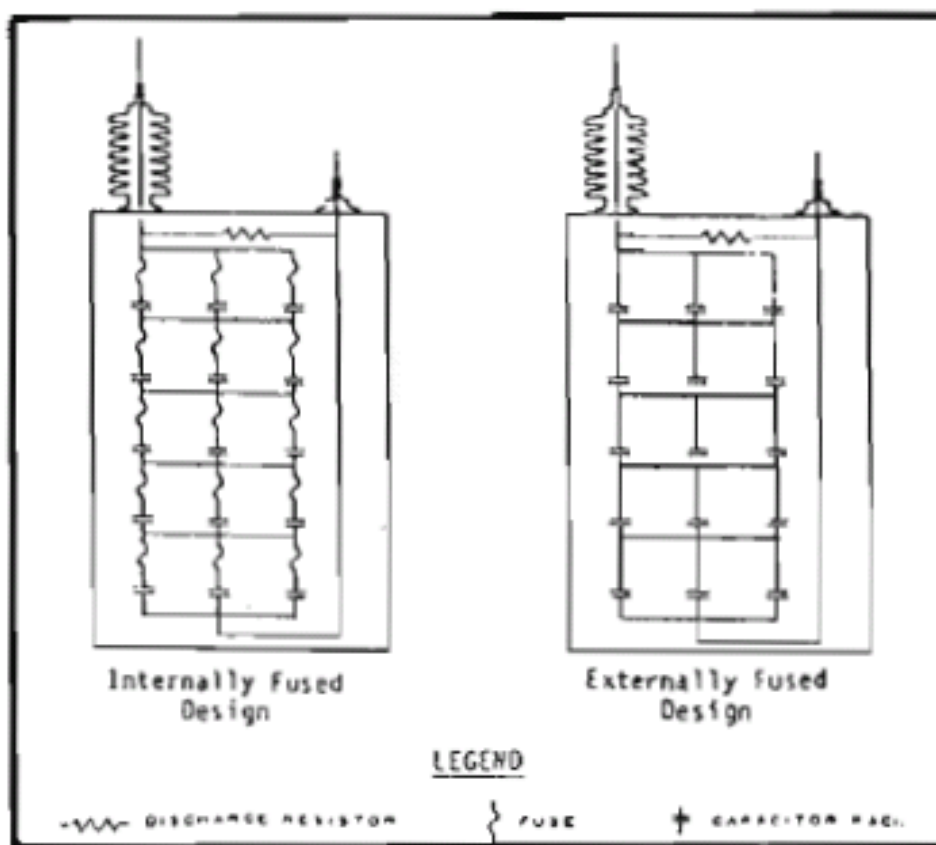
حفاظت آن به وسیله فیوزهای درونی جداگانه محاسنی از قبیل قطع سریع خازن داخلی (Pack) معیوب، کاهش قابل اغماض قدرت خروجی خازن، عدم تغییر محسوس در عمر خازنهای باقیمانده، احتمال کم انفجار محفظه خازن و امکان ساخت یونیت های بزرگ خازنی را دارد. ولی اگر نوع سیستم عایق آن Metallic-Dielectric باشد- که اختلاف این دو نوع عمدتاً در ضخامت ورق آلومینیوم آنهاست و نوع اخیر از ضخامت ورق کمتری برخوردار است- مقاومت الکتریکی الکترودها (ورق آلومینیومی) به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. در عمل ثابت شده است که حفاظت با استفاده از روش فیوزهای درونی جداگانه در خیلی از موارد برای این قبیل خازنها اثری ندارد. لذا جهت حفاظت خازنها، بایستی با توجه به شرایط از کار افتادگی خازن، نوع سیستم عایق بکار رفته و محل نصب آنها، از روشهای مناسب استفاده شود. از جمله روشهای دیگر حفاظتی، استفاده از قطع خازن یا استفاده از کلیدهای فشار و بکار گیری حفاظت دو فیوزه برون خازنی می باشد که هیچکدام به صورت صددرصد موثر شناخته نشده است. بنابراین راه حل منطقی این است که از یک سیستم عایقی که هنگام از کار افتادن خازن گاز زیادی از خود متصاعد نکند استفاده شود. همان طوری که توضیح داده شد با بکارگیری سیستم عایق All-Film این مهم میسر خواهد شد. این نوع سیستم عایق امکان دستیابی به بهترین هماهنگی ممکن بین منحنی انفجار تانک خازن و منحنی مشخصه عملکرد فیوز را به مصرف کننده می دهد.

۴- نتیجه گیری :

کاربرد خازنهای قدرت علیرغم معایب آن اجتناب ناپذیر است. لذا با توجه به انواع خازنها و طرحهای حفاظت مختلف که توسط سازندگان ارائه می گردد نهایت دقت در انتخاب نوع سیستم عایق خازن و طرح حفاظتی آن بایستی به عمل آید. سهل انگاری در بررسی و مطالعه مشخصه فنی خازنها و عدم انتخاب مناسب بانکهای خازنی می تواند علاوه بر تحمیل هزینه سنگین تهیه و خرید، خسارتهای جنبی دیگری از قبیل صدمه زدن به تاسیسات و دستگاههای مجاور بر اثر احتمال بروز حریق، تمیزکاری، تعطیل بهره برداری و غیره را وارد نماید. خازنهای دارای سیستم عایق All-Film در شرایط عملی از توانایی بیشتر و بهره برداری

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

مطمئن نسبت به خازنهای با عایق Paper-Film برخوردارند. از جمله این تواناییها کم بودن تلفات، حجم، حرارت و هزینه بهره برداری آن است. ضمناً قبل از اتخاذ هر گونه تصمیمی در جهت انتخاب خازن و نوع حفاظت آن، شخص ارزیابی کننده باید از اهمیتی که شرکت برای ایمنی خازن قایل است مطلع باشد و به هر حال اطمینان حاصل نماید که طرح حفاظت خازن پیشنهادی، حقیقتاً می تواند خازن خریداری و نصب شده را به نحوی محافظت نماید که فیوز یا هر وسیله حفاظتی دیگر قبل از انفجار تانک عمل نموده و خازن را از مدار جدا سازد.



شکل ۹ - خازنهای درون و برون فیوزی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل هشتم

کاربرد SVC برای کنترل بهینه قدرت راکتیو

۱- تعیین تابع هدف برای کنترل SVC

۲- کنترل زمان واقعی SVC

۳- فلوجارت مربوط به کنترل SVC

۴- تخمین بهینه ولتاژ، جریان و فاز بین آن دو

۵- الگوریتم فیلتر کالمن

۶- استفاده از فیلتر کالمن برای تخمین دامنه و فاز یک موج سینوسی آلوده به اغتشاش

۷- مدلسازی کامپیوتری و نتایج آن

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

کاربرد SVC برای کنترل بهینه قدرت راکتیو

چکیده: کاربرد بهینه *Var (Static SVC Compensator)* در شبکه های الکتریکی با تعیین تابع هدف بهینه سازی برای حداقل کردن تلفات در سیستم الکتریکی اساس این مقاله را تشکیل می دهد. تخمین بهینه مقدار ولتاژ، جریان و زاویه بین آن دو در حالت وجود اغتشاش برای تنظیم بهینه قدرت راکتیو ضروری است که در این بخش با استفاده از تئوری فیلتر کالمن (*Kalman Filter*) به این مساله پرداخته شده و نتایج مدلسازی کامپیوتری کنترل کننده زمان واقعی SVC همراه تخمین گر بهینه نیز آمده است.

مقدمه: جبرانگر استاتیک قدرت راکتیو (SVC) وسیله ای است که در قسمت مصرف در شبکه نصب شده است و به طور پیوسته توانایی کنترل قدرت راکتیو را دارد. SVC دارای کاربردهای عمده زیر است:

- ۱- کاهش تلفات در شبکه انرژی رسانی.
- ۲- متعادل کردن جریان سه فاز سیستم.
- ۳- متعادل کردن ولتاژ سه فاز سیستم.
- ۴- ایجاد استهلاک در مقابل نوسانات بوجود آمده در شبکه.
- ۵- افزایش پایداری سیستم.

با توجه به کاربردهای عمده ای که SVC دارد مشخص است که عملکرد مناسب آن می تواند به کارکرد بهینه شبکه از نظر فنی و اقتصادی کمک نماید.

مطلب اساسی در این میان این است که مقدار جبران توسط SVC باید هماهنگ با تغییرات بار باشد و طبیعی است SVC با تغییراتی که در هر لحظه می تواند در بار واحدهای صنعتی و یا شبکه های توزیع

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شهری به وقوع بپیوندد. لزوم بکار بردن کنترل کننده زمان واقعی را ضروری می سازد. مشکل اساسی در مقابل عملکرد مناسب کنترل کننده زمان واقعی، آلودگی اطلاعات ورودی به اغتشاش می باشد. با توجه به موارد فوق این بخش در سه قسمت عمده زیر تنظیم شده است :

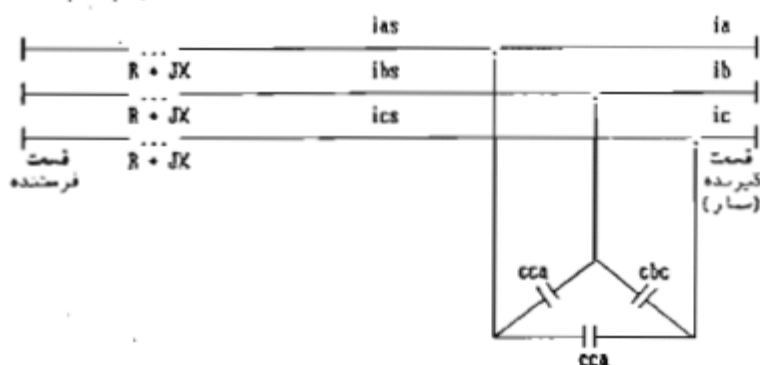
۱- تعیین تابع هدف برای بهینه کردن جبران.

۲- تخمین بهینه مقادیر ولتاژ، جریان و فاز بین آن دو و با فرض آلوده بودن آنها به اغتشاش (ورودی های کنترل کننده SVC) با استفاده از تئوری فیلتر کالمن.

۳- مدلسازی کامپیوتری کنترل کننده SVC و نتایج کامپیوتری حاصل.

۱- تعیین تابع هدف برای کنترل SVC

یکی از اساسی ترین وظایف SVC در شبکه های توزیع، کاهش تلفات اهمی است. این مساله وقتی اهمیت خود را نشان می دهد که بدانیم حدود پنج الی سیزده درصد توان تولیدی نیروگاهها به صورت تلفات حرارتی در شبکه های توزیع شهری به هدر می رود. لذا برای کاهش تلفات، استراتژی کنترل بر کمینه کردن تابع هزینه ای که نشان دهنده تلفات اهمی در شبکه توزیع است قرار داده می شود. شکل ۱ شبکه سه فازی را که با خازنهای C_{ca} , C_{bc} , C_{ab} جبران شده است نشان می دهد.



برای شبکه فوق تابع هزینه به صورت رابطه (۱) تعریف می شود.

$$CF(C) = 1/T \int_0^T (i_{as}^2 + i_{bs}^2 + i_{cs}^2) dt \quad (1)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

از طرف دیگر با توجه به شکل ۱ مجموعه روابط (۲) نتیجه می شود:

$$\begin{aligned} i_{as} &= i_a + C_{ab}(dV_{ab}/dt) - C_{ca}(dV_{ca}/dt) \\ i_{bs} &= i_b + C_{bc}(dV_{bc}/dt) - C_{ab}(dV_{ab}/dt) \\ i_{cs} &= i_c + C_{ca}(dV_{ca}/dt) - C_{bc}(dV_{bc}/dt) \end{aligned} \quad (2)$$

جریانهای i_c, i_b, i_a مربوط به بار بوده و شکل موج آنها سینوسی با فرکانس ω و به ترتیب با دامنه I_c, I_b, I_a و ولتاژهای V_{ca}, V_{bc}, V_{ab} نیز سینوسی با فرکانس ω و به ترتیب با دامنه های V_{ca}, V_{bc}, V_{ab} فرض می شود. بدیهی است که مقدار بهینه جبران با حل دستگاه معادلات (۳) به دست می آید.

$$\begin{aligned} (\partial CF(c)/\partial C_{ab}) &= 0 \\ (\partial CF(c)/\partial C_{bc}) &= 0 \\ (\partial CF(c)/\partial C_{ca}) &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

با حل دستگاه معادلات (۳) مقدار بهینه جبران یا مجموعه روابط (۴) به دست می آیند :

$$\begin{aligned} (C_{ab})_{optimal} &= C_{ab}^* = 1/(2\omega V_{ab}) [I_a (\sin \phi_{ab} + 1/(3\sqrt{3}) \cos \phi_{ab}) + I_b (1/3 \sin \phi_{bc} - \\ &5/(3\sqrt{3}) \cos \phi_{bc}) + I_c (-1/3 \sin \phi_{bc} - 5/(3\sqrt{3}) \cos \phi_{ca})] \\ (C_{bc})_{optimal} &= C_{bc}^* = 1/(2\omega V_{bc}) [I_a (-1/3 \sin \phi_{ab} + 1/(3\sqrt{3}) \cos \phi_{ab}) + I_b (\sin \phi_{bc} + \\ &1/(3\sqrt{3}) \cos \phi_{bc}) + I_c (1/3 \sin \phi_{ca} - 5/(3\sqrt{3}) \cos \phi_{ca})] \\ (C_{ca})_{optimal} &= C_{ca}^* = 1/(2\omega V_{ca}) [I_a (1/3 \sin \phi_{ab} + -5/(3\sqrt{3}) \cos \phi_{ab}) + I_b (-1/3 \sin \phi_{bc} \\ &+ 1/(3\sqrt{3}) \cos \phi_{bc}) + I_c (\sin \phi_{ca} + 1/(3\sqrt{3}) \cos \phi_{ca})] \end{aligned} \quad (4)$$

منفی بودن مقادیر C_{ab} یا C_{bc} یا C_{ca} نشانگر این مطلب است که جبران بهینه شبکه با استفاده از سلف عملی است. در این حالت مقدار بهینه سلف بوسیله رابطه (۵) حاصل خواهد شد.

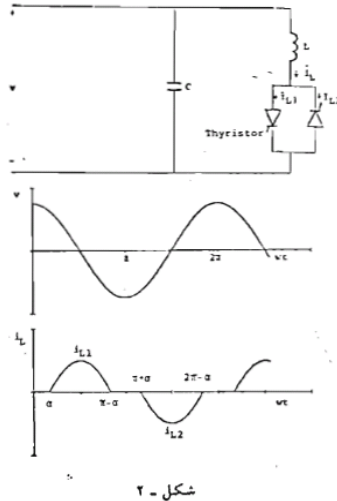
(۵)

$$L^* i = 1/(\omega^2 C^* i)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۲- کنترل زمان واقعی SVC

شمای کلی یک SVC از نوع TRC-FC در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل - ۲

در اثر عملکرد تریستور، جریان حاصل در سلف L که در شکل ۲ نشان داده شده است به صورت رابطه (۶) خواهد بود.

$$\begin{aligned} \alpha \leq \omega t \leq \pi - \alpha & \quad i_{L1} = (V / \omega L)(\sin \omega t - \sin \alpha) \\ \pi + \alpha \leq \omega t \leq 2\pi - \alpha & \quad i_{L2} = (V / \omega L)(\sin \omega t + \sin \alpha) \end{aligned} \quad (۶)$$

مقدار موثر جریان جاری در سلف L با رابطه (۷) مشخص می شود.

$$I_L = (V / \omega L)(1 / \pi)[(\pi / 2 - \alpha)(1 + 2 \sin^2 \alpha) - \sqrt{3 / 2} \sin 2\alpha] \quad (۷)$$

از طرفی مقدار جبران قدرت راکتیو توسط SVC شکل ۲ با مجموعه روابط (۸) محاسبه می شود:

$$Q_{comp} = Q_C + Q_L \quad (۸)$$

$$Q_L = -I_L^2 \omega L$$

$$Q_C = (\omega C V^2) / 2$$

از طرف دیگر طبق مجموعه رابطه (۴) مقدار جبران بهینه عبارت خواهد بود از:

$$Q^* = (\omega C^* V^2) / 2 \quad (۹)$$

با مقایسه رابطه (۸) و (۹) رابطه کنترل زاویه آتش تریستور بصورت زیر حاصل خواهد شد:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

(۱۰)

$$Q_T = Q_C + Q_L$$

۳- فلوجارت مربوط به کنترل SVC

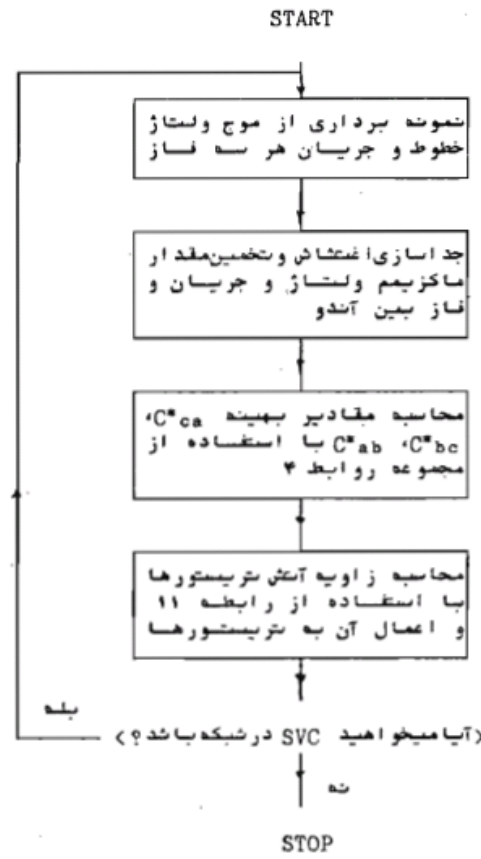
از مجموعه بحثها و روابط به دست آمده در قسمتهای پیشین نتیجه می شود که فلوجارت مربوط به کنترل زمان واقعی SVC بصورت شکل ۳ خواهد بود.

۴- تخمین بهینه ولتاژ، جریان و فاز بین آن دو

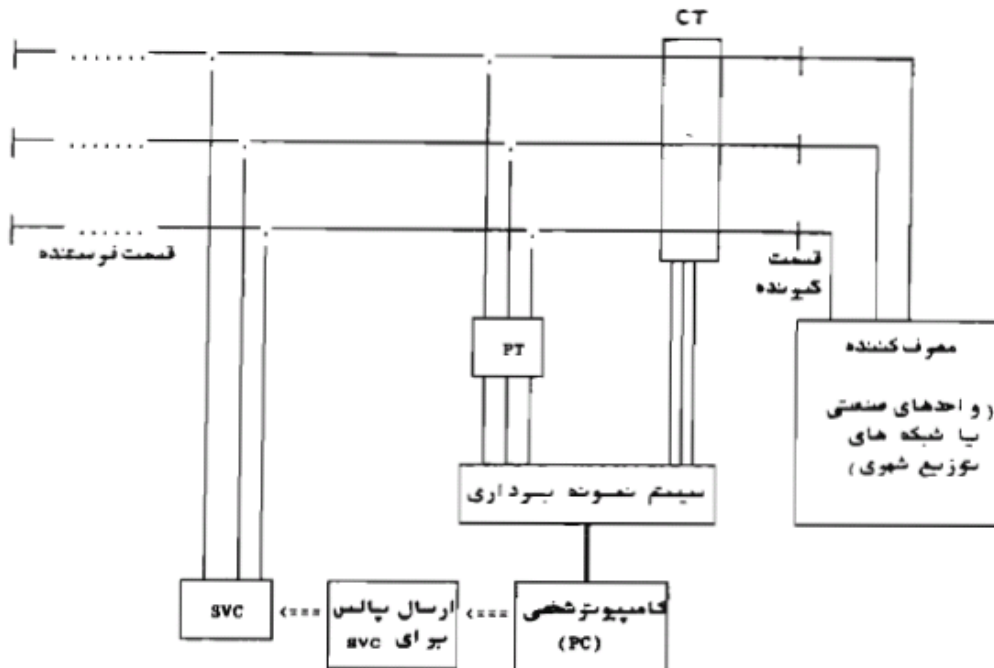
شماتیک کنترل کننده SVC در شکل ۴ نشان داده شده است. ورودی این کنترل کننده سه متغیر ولتاژ، جریان و فاز بین آن دو می باشد که ممکن است در اثر عملکرد غیر دقیق CT , PT و یا تغییرات شدید در بار شبکه های توزیع و ایجاد هارمونیک در موج جریان و ولتاژ به نوبز آلوده باشد و بدیهی است که اگر مقدار جبران به وسیله SVC با ورودیهای آلوده تنظیم شود مسلماً عملکرد آن مورد قبول نخواهد بود. سپس باید بتوان بوسیله ای ورودیهای واقعی را از اغتشاش جدا کرد. در این بخش برای این منظور از یک تخمین گر بهینه یعنی فیلتر کالمن استفاده شده است.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۳)



شکل (۳-)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۵- الگوریتم فیلتر کالمن

۱- نوشتن مدل ریاضی سیستم به فرم متغیرهای حالت.

$$X_{K+1} = \phi_K X_K + W_K \quad (12)$$

X_K : بردار متغیر حالت X ام در نمونه برداری K ام به ابعاد $[N*1]$

ϕ_K : ماتریس گذر حالت به ابعاد $[N*N]$.

W_K : رشته غیر وابسته با متوسط صفر و کوواریانس مشخص Q_K برای در نظر گرفتن خطای سیستم به

ابعاد $[N*1]$

۲- نوشتن پروسه اندازه گیری بر حسب متغیرهای حالت سیستم.

$$Z_K = H_K X_K + V_K \quad (12)$$

Z_K : بردار اندازه گیری شده در نمونه برداری K ام به ابعاد $[m*1]$

H_K : ماتریس ارتباط دهنده بردارهای حالت و اندازه گیری به ابعاد $[m*N]$

V_K : رشته غیر وابسته با متوسط صفر و کوواریانس مشخص R_K بزرگتر از صفر برای در نظر گرفتن

خطای اندازه گیری به ابعاد $[m*1]$

۳- محاسبه بهره (gain) فیلتر کالمن.

$$K_K = \bar{P}_K H_K^T (H_K \bar{P}_K H_K^T + R_K)^{-1} \quad (13)$$

\bar{P}_K : کوواریانس خطای تخمین زده شده در مرحله K

۴- اصلاح تخمین حالت به وسیله اندازه گیری.

$$\hat{X}_K = \hat{X}_K + K_K (Z_K - H_K \hat{X}_K) \quad (14)$$

\hat{X}_K : حالت تخمین زده شده در مرحله K

\hat{X}_K : حالت تخمین زده اصلاح شده در مرحله K

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۵- محاسبه کوواریانس خطا برای اصلاح تخمین.

$$P_K = (I - K_K H_K) \bar{P}_K \quad (15)$$

۱: ماتریس یک

۶- تخمین برای مرحله K+1

$$\begin{aligned} \hat{X}_{K+1} &= \phi_K \hat{X}_K \\ \bar{P}_{K+1} &= \phi_K P_K \phi_K^T + Q_K \end{aligned} \quad (16) \text{ و } (17)$$

۷- نمونه برداری از

موج در مرحله K+1 برای به دست آوردن Z_{K+1}

۸- تکرار مراحل ۳ تا ۷ تا رسیدن به یک دقت مناسب برای تخمین

۶- استفاده از فیلتر کالمن برای تخمین دامنه و فاز یک موج سینوسی آلوده به اغتشاش

با توجه به الگوریتم تشریح شده در قسمت پیشین، مدل ریاضی مربوط به تخمین دامنه و فاز یک موج سینوسی از رابطه (۱۸) به دست می آید.

$$\text{موج سینوسی} = A \cos(\omega t + \theta) = X_1 \cos \omega t - X_2 \sin \omega t \quad (18)$$

مشخص است که برای تخمین دامنه و فاز موج سینوسی که ممکن است آلوده به اغتشاش باشد کافی است مقدار واقعی X_1 و X_2 را به دست آورد. پروسه اندازه گیری از مدل ریاضی رابطه (۱۹) مشخص می شود.

$$Z_K = \begin{bmatrix} \cos(\omega k \Delta t) & \sin(\omega k \Delta t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + V_K \quad (19)$$

با توجه به اینکه X_1 و X_2 دارای توزیع گوسی می باشند ماتریس گذر حالت به صورت زیر خواهد بود:

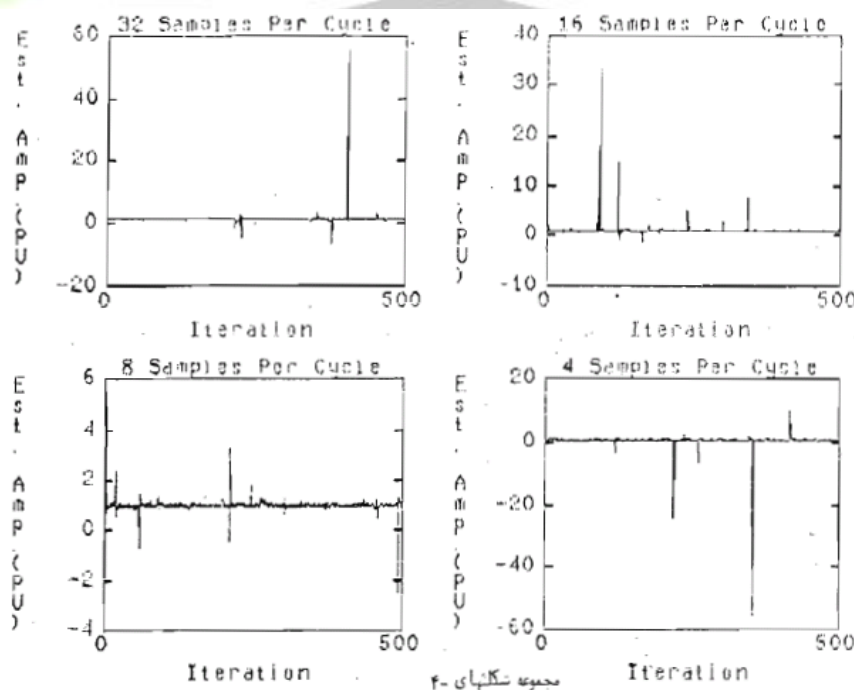
$$\phi_K = \begin{bmatrix} 1.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.0 \end{bmatrix}$$

۷- مدلسازی کامپیوتری و نتایج آن

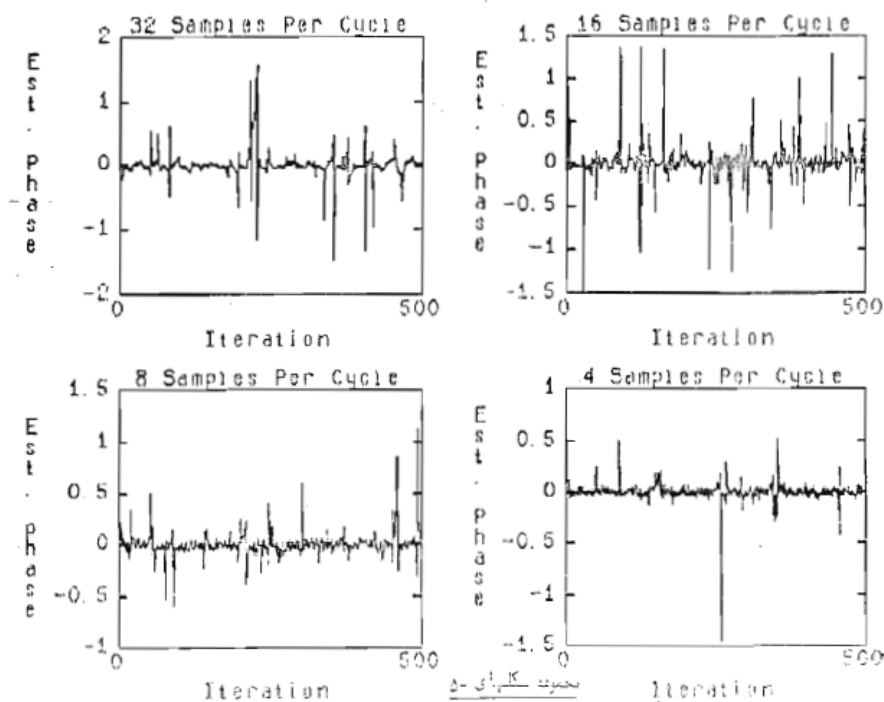
با توجه به فلوجارت شکل ۳ مهمترین مرحله در عملکرد کنترل کننده زمان واقعی SVC جداسازی اغتشاش و تخمین مقدار ماکزیمم ولتاژ و جریان و فاز بین آن دو می باشد و اگر عملکرد در این قسمت موفقیت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

آمیز باشد محاسبه مقدار جبران و زاویه آتش تریستورها با استفاده از الگوریتم فیلتر کالمن بود که بطور مشروح در قسمت پیشین به آن پرداخته شد. در اینجا نیز برای نشان دادن قابلیت الگوریتم و مدل ریاضی انتخاب شده اقدام به مدلسازی کامپیوتری آن شده است. لازم به تذکر است که در این مدلسازی برای ایجاد موج سینوسی آلوده به اغتشاش از جمع یک موج سینوسی ایده آل و یک اغتشاش با توزیع گوسی و متوسط صفر و واریانس پنج درصد دامنه موج سینوسی استفاده شده است. نرخ نمونه برداری (Sampling Rate) در سرعت و دقت تخمین موثر است. که در اینجا برای نشان دادن عملکرد فیلتر کالمن و نیز تاثیر نرخ نمونه برداری در تخمین دامنه موج تخمین زده شده به P.U و موج ایده آل با دامنه یک پریونیت را برای نرخهای نمونه برداری 32,16,8,4 در هر سیکل در مجموعه شکلهای ۴ آورده شده است. همچنین اختلاف بین فاز تخمین زده شده و موج ایده آل در نرخهای نمونه برداری 32,16,8,4 در هر سیکل در مجموعه شکلهای ۵ آمده است.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرمان سایت و به همراه فونت های لازم



نتیجه گیری :

این بخش تاثیر SVC در شبکه های توزیع را مورد بررسی قرار داده و نشان داد که جبرانگر قدرت راکتیوی که بتواند با تغییرات بار خود را هماهنگ سازد اثر به سزایی در کاهش تلفات سیستم توزیع خواهد داشت. محاسبه مقدار بهینه جبران کننده و نیز زاویه آتش مناسب برای تریستورها نیز در این فصل آمده بود. برای تامین ورودی لازم برای محاسبه مقدار بهینه جبران که ممکن است آلوده به اغتشاش باشد فیلتر خطی دو متغیره کالمن پیشنهاد شد که الگوریتم عملکرد این فیلتر همراه با مدل ریاضی مناسب برای تخمین موج سینوسی، قسمت دیگری از این بخش را تشکیل می داد. برای نشان دادن قابلیت الگوریتم مربوطه و همچنین تاثیر نرخ نمونه برداری، به مدلسازی کامپیوتری سیستم تخمین، اقدام شد که نتایج حاصله و نیز تاثیر نرخ نمونه برداری بر دقت و سرعت تخمین نیز در این فصل آمده است. با توجه به مجموعه بحثها و مدلسازی کامپیوتری که در این بخش آمد، به نظر می رسد که استفاده از یک SVC همراه با یک میکروپروسسور و دستگاه های اندازه گیری CT و PT راه حل مناسبی برای جبران قدرت راکتیو در مراکز صنعتی بزرگ و نیز شبکه های توزیع شهری است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل نهم

تقلیل بار راکتیو کارخانجات توسط ژنراتورهای موجود در آنها

۱- بررسی کار ژنراتور در بارهای مختلف

۲- مدار معادل

۳- دیاگرام زاویه ای

۴- دیاگرام قدرت

۵- نتایج حاصل از دیاگرام قدرت

۶- نحوه به کارگیری ژنراتور

۷- مزایای این روش

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

تقلیل بار راکتیو کارخانجات توسط ژنراتورهای موجود در آنها

چکیده: یکی از بزرگترین مشکلاتی که در شبکه های توزیع نیرو با آن مواجه هستیم مصرف بالای بار راکتیو است که سبب تلفات و افت ولتاژ زیادی می شود. بخش عمده این بار ناشی از کارخانجات صنعتی بزرگ و کوچک می باشد که به دلیل وجود الکتروموتورهای آسنکرون و الکتروموتورهای جریان مستقیم با کنترل استاتیک، دارای ضریب قدرت پایین تر از 0.7 می باشند. به عنوان مثال در حال حاضر صنایع چوب و کاغذ ایران دارای بار اکتیو 15MW و بار راکتیو حدود 15MVAR است که اگر این بار راکتیو زیاد به شبکه منتقل شود، اثرات سوء ذکر شده به شبکه توزیع اعمال خواهد شد. ولی اگر بتوانیم به طریقی آن را در خود کارخانه خنثی سازیم، با بهبود ضریب قدرت، از تلفات و افت ولتاژهای بیهوده در خط جلوگیری کرده و به پایداری شبکه توزیع نیز کمک خواهیم نمود.

در این بخش چگونگی استفاده از ژنراتورهای موجود در کارخانجات را به عنوان جبران کننده بار راکتیو آنها بررسی می کنیم. این روش را می توان در بسیاری از کارخانجاتی که دارای ژنراتور هستند بطور موضعی بررسی نموده و با توجه به دیگرام قدرت ژنراتورها، بار راکتیو آن کارخانه را تامین نمود. در این بخش در مرحله اول آشنایی با نحوه کار ژنراتور مطرح گردیده و در مرحله بعد نحوه به کار گرفتن ژنراتور جهت تقلیل بار راکتیو تشریح خواهد شد.

۱- بررسی کار ژنراتور در بارهای مختلف

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

یکی از مشخصه های هر ژنراتور ضریب قدرت نامی آن است که معمولا حدود 0.8 می باشد. سوالی که مطرح می باشد این است که حفظ این ضریب قدرت در تمام نقاط کار ژنراتور الزامی است یا می توان به نسبت بار اکتیو آن را تغییر داد؟ جهت پاسخ به این سوال لازم است کار ژنراتور را در بارهای مختلف بررسی کرده و محدودیتهای حرارتی و پایداری آن را به دست آوریم.

۲- مدار معادل

یک ژنراتور همیشه بوسیله ولتاژ تولیدی و راکتانس سنکرونش مشخص می شود (مقاومت سیم پیچ به دلیل کوچکی قابل صرف نظر می باشد) مدار معادل تکفاز ساده شده ژنراتور در شکل ۱ آمده است. در حالت مدار باز $E = U$ بوده و ولتاژ تولید شده در استاتور تا قبل از اشباع هسته، با جریان تحریک نسبت مستقیم دارد. شکل ۲ منحنی مشخصه ژنراتور در حالت مدار باز و حالت اتصال کوتاه را نشان می دهد. همان طوری که ملاحظه می گردد در حالت اتصال کوتاه چون استاتور نیز میدانی در جهت عکس میدان روتور تولید می کند کل فلوی میدان حدود صفر شده و می توان گفت هسته هرگز به حد اشباع نمی رسد.

۳- دیاگرام زاویه ای

دیاگرام زاویه ای شکل ۳ کار ثابت ژنراتور را نشان می دهد. در این دیاگرام U ولتاژ شبکه (مقدار ثابت)، X_I افت ولتاژ ناشی از راکتانس ژنراتور و E ولتاژ متناسب با جریان تحریک بوده و a نیز زاویه بین ولتاژ تولیدی E و ولتاژ شبکه U می باشد.

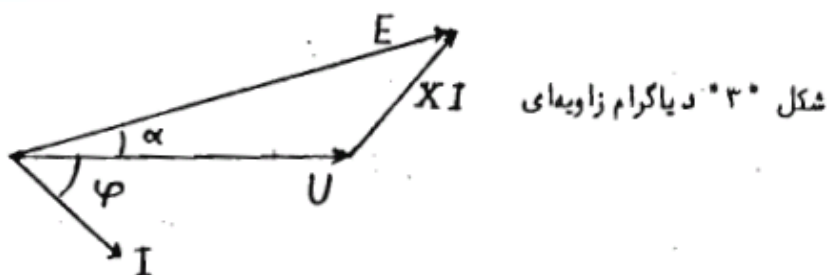
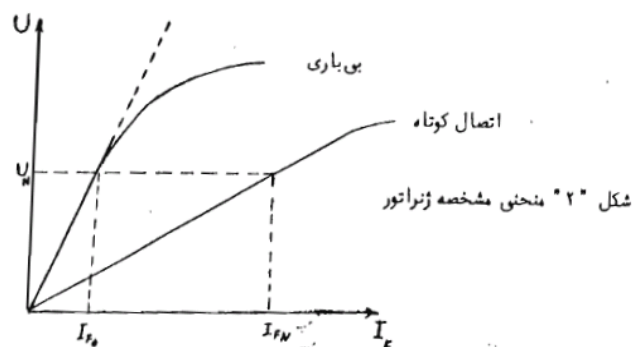
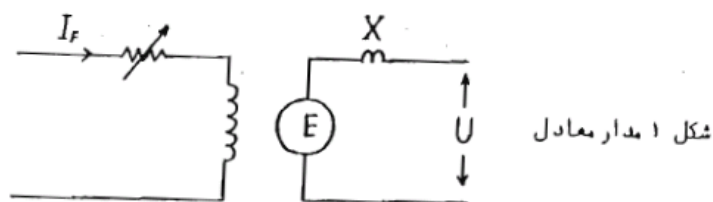
توان اکتیو از رابطه زیر به دست می آید:

$$P = 3UI \cos \phi$$

و با توجه به دیاگرام زاویه ای و روابط مثلثاتی معادله توان به صورت زیر است:

$$P = \frac{3IE \sin(a)}{X}$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



۴- دیاگرام قدرت

با تقسیم کردن ولتاژ دیاگرام زاویه ای به راکتانس ژنراتور (X)، دیاگرام زاویه ای جریان به دست می آید که در ولتاژ ثابت متناسب با بار می باشد. (شکل ۴)

در این شکل فاصله OB متناسب با جریان استاتور و O'B متناسب با جریان تحریک خواهد بود. مرکز زاویه بار به نقطه O' منتقل می گردد و با توجه به وضعیت پایداری سعی می شود همیشه زاویه بار کمتر از 90 درجه باشد.

پارامترهای دیگر دیاگرام به قرار زیرند :

کمان دایره AB به مرکز O' مرز مجاز جریان میدان و کمان BC به مرکز O مرز مجاز جریان استاتور بوده و نقطه برخورد این دو دایره محدوده جریانهای تحریک و استاتور را مشخص می کند. تنها در صورتی که

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

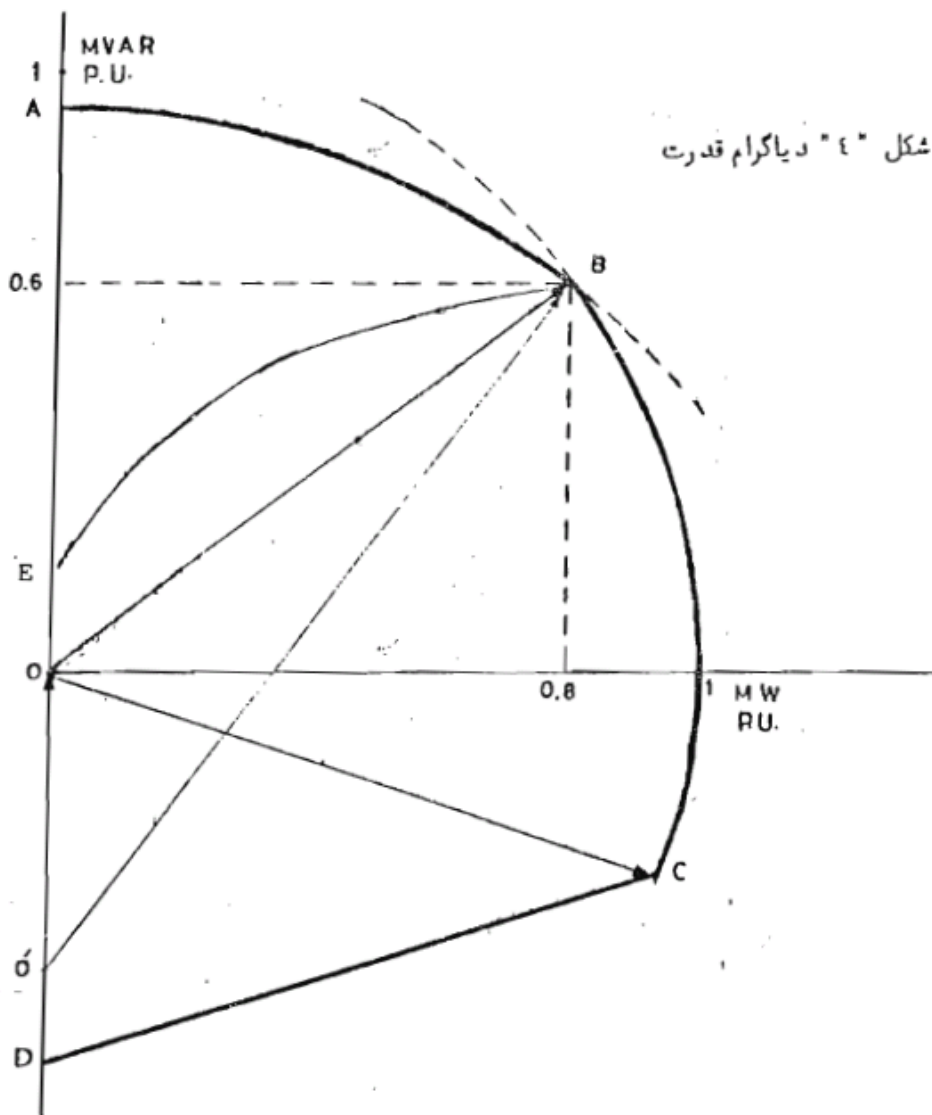
ژنراتور در این نقطه کار کند، هر دو جریان برابر جریان نامی طراحی شده و ضریب قدرت نیز مقدار نامی خود را خواهد داشت. بنابراین می توان گفت ضریب قدرت نوشته شده بر روی ژنراتور، نقطه ای را مشخص می کند که در بار کامل جریانهای استاتور و تحریک برابر جریانهای نامی آنها هستند.

ژنراتور در قسمت بالای محور افقی به صورت فوق تحریک کار کرده و تولید کننده بار راکتیو است. در نتیجه با تغییر نقطه کار می توان بار راکتیو تولیدی آن را تغییر داد، در قسمت پایین محور افقی ژنراتور به صورت زیر تحریک بوده و از شبکه بار راکتیو دریافت می کند. خط CD نشانگر مرز پایداری ژنراتور است و اگر جریان تحریک کمتر از آن گردد ژنراتور به حالت ناپایدار در می آید و باعث بالا رفتن درجه حرارت در ناحیه انتهای هسته استاتور و همچنین در ناحیه روتور می گردد.

به طور کلی تمام اطلاعات اساسی برای کار پایدار ژنراتور را می توان از این دیاگرام به دست آورد. باید توجه داشت که به هر حال دیاگرام نشان داده شده فقط برای یک ماشین اشباع نشده صادق می باشد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



- ABCD محدوده حرارتی ژنراتور
- AB حد مجاز جریان تحریک
- BC حد مجاز جریان استاتور
- CD حد مجاز حرارتی ناحیه انتهایی استاتور ناشی از کاهش بیش از حد جریان تحریک
- BE منحنی بهینه ژنراتور

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۵- نتایج حاصل از دیاگرام قدرت

از دیاگرام قدرت ژنراتور می توان نتیجه گیری کرد که در هنگامی که ژنراتور در قدرتی پایین تر از قدرت اکتیو نامی خود کار می کند، با رعایت محدودیتهای زیر در طی بهره برداری می توان از آن به عنوان جبران کننده بار راکتیو استفاده نمود.

محدودیتهای ژنراتور به قرار زیر می باشند :

۱- حد اکثر جریان مجاز تحریک (محدوده AB)

۲- حداکثر جریان مجاز استاتور (محدوده BC)

۳- حداقل جریان تحریک (محدوده CD)

لذا می توان نتیجه گرفت که اگر به دلایلی مجبور باشیم از ژنراتور در پایین تر از قدرت اکتیو نامی آن بهره برداری کنیم، می توان با توجه به دیاگرام قدرت همان ژنراتور، راکتیو مطلوب را از ژنراتور گرفته و بدین طریق ضریب قدرت کارخانجات را اصلاح کرد.

۶- نحوه بکارگیری ژنراتور (به عنوان مثال در چوکا)

ژنراتور موجود در صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) یک توربو ژنراتور دابل بوده و به عنوان یک تولید جنبی انرژی در این مجتمع نصب شده است. بدین معنی که بخار تولید شده توسط بویلر صرفاً به خاطر تولید خمیر و خشک کردن کاغذ به کار برده می شود. توربین برق نصب شده در مجتمع عمل شکستن فشار بخار دیگهای بخار به فشار مورد نیاز پروسه تولید را صورت داده و انرژی الکتریکی را به شکل یک محصول جنبی تولید می کند. این به آن معنی است که تولید انرژی الکتریکی برای مصرف مجتمع نبوده و صرفاً به منظور تولید بخار می باشد و تولید بخار نیز مستقیماً به مصرف بخار در واحدهای مختلف مجتمع وابسته است. بدین جهت متوسط تولید انرژی الکتریکی از ژنراتور تا به حال حدود 6MW بوده است و بنابراین با توجه به قدرت نامی ژنراتور و دیاگرام قدرت آن می توان به عنوان جبران کننده بار راکتیو مجتمع استفاده کرد. برای رسیدن به این هدف با توجه به مصرف راکتیو گذشته و تولید قدرت اکتیو ژنراتور توانستیم یک

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

منحنی بهینه که از منحنی دیاگرام قدرت پایین تر می باشد بدست آوریم و توسط آن ضریب قدرت مجتمع را به حدود 0.9 برسانیم. (شکل ۴)

این ژنراتور دارای مشخصات زیر می باشد :

18.75MVA	قدرت ظاهری
0.8	ضریب قدرت نامی
340A	جریان نامی تحریک
905A	جریان نامی استاتور

با توجه به مشخصات بالا قدرت حقیقی نامی در ضریب قدرت 0.8 برابر 15MW است. خروجی ژنراتور موجود همانطور که ذکر شد با توجه به تولید بخار حدود 6MW می باشد با توجه به دیاگرام قدرت آن که در شکل ۴ آمده است می توان بار راکتیو لازمه جهت تصحیح ضریب قدرت را از آن گرفت. طبق منحنی بهینه که برای صنایع چوکا رسم شد جهت تصحیح ضریب قدرت (در این حالت حدود 9 مگاوار) لازم است که با بالا بردن جریان تحریک این بار را از ژنراتور دریافت کنیم. در این حالت درجه حرارت سیم پیچ استاتور به حدود 60 درجه سانتیگراد می رسد که از درجه حرارت مجاز آن (110 درجه) به مراتب کمتر می باشد.

۷- مزایای این روش

همانطور که می دانیم هزینه نصب خازن جهت تصحیح ضریب قدرت به این مقدار زیاد (0.9)، بسیار بالا بوده و همچنین تعمیرات و نگهداری یک واحد بزرگ جبران کننده که دارای سیستم کنترل اتوماتیک، کنتاکتور و کلیدهای بزرگ باشد، بسیار بالا است و وجود یک گروه تکنسین و متخصص جهت این کار الزامی می باشد. در حالی که تصحیح ضریب قدرت توسط ژنراتور موجود هیچ یک از این هزینه ها را در بر نخواهد داشت.

نتیجه گیری :

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در کارخانجاتی که ژنراتورهای موجود در آنها فقط در هنگام قطع برق استارت زده می شوند، پس از مطالعه روی آن و بررسی اقتصادی می توان آنها را با شبکه پارالل نمود و به عنوان جبران کننده از آنها استفاده نمود. در ضمن لازم به ذکر می باشد که از زمانی که از ژنراتور موجود به عنوان جبران کننده نیز استفاده گردیده است ماهیانه چندین میلیون ریال در هزینه برق صرف جویی می شود.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

منابع :

- 1- Allen J. Wood and Bruce F. Wollenberg , Power Generation, Operation and Control, John Wiley and Sons, 1984.
- 2- Electrical Transmission & Distribution Reference Book.
Westinghouse Company
- 3- T.J.E MILLER "REACTIVE POWER CONTROL IN ELECTRIC SYSTEMS", John Wiley & Sons, 1982.
- 4- Electric Power Distribution System Engineering, GENON.
- 5- PALOSKI, E.J. – Dual Fusing To Prevent Capacitor Case Rupture.

۶- راههای مقابله با کمبود برق و خاموشی ها. جواد ساعی

