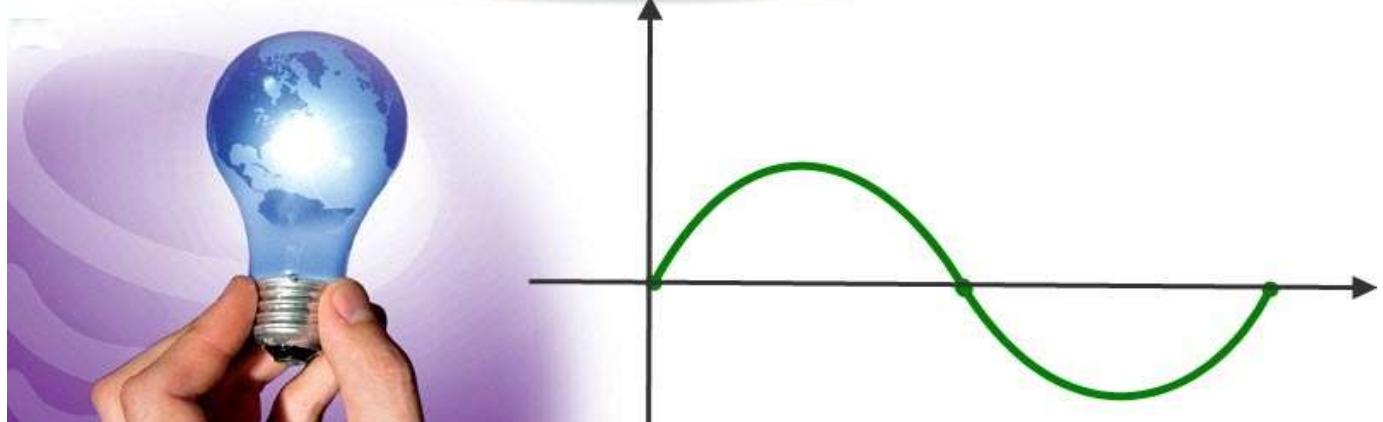
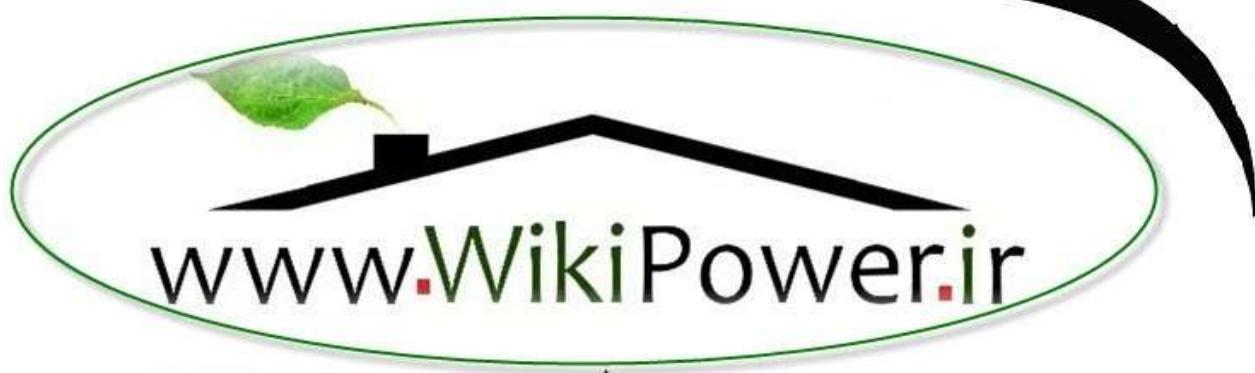


برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تحلیل و بررسی بانک های حازنی

فرستنده : علی مصلی نژاد



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

(شماره پروژه = ۲)

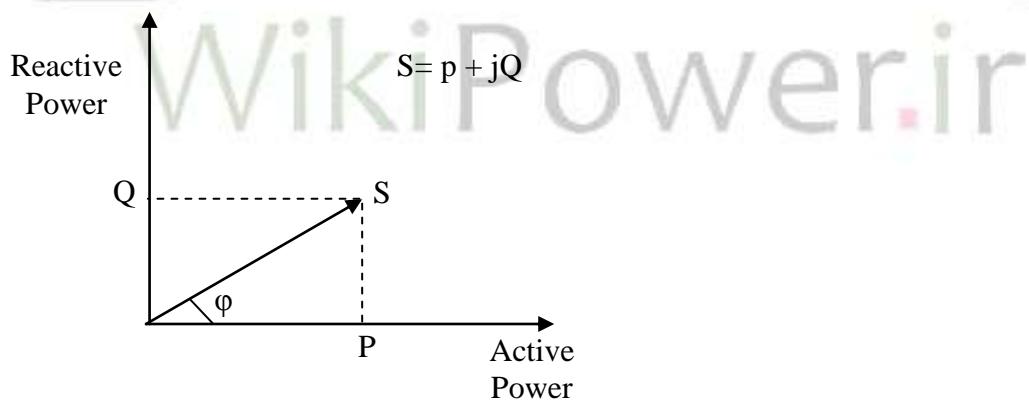
پشتیبانی : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

چکیده

صرف کننده های صنعتی، کشاورزی و حتی مصرف کننده های خانگی علاوه بر توان اکتیو، نیاز به تامین توان راکتیو دارند چونکه اینگونه مصارف الکتریکی در دوره هایی از زمان انرژی الکتریکی را به صورت انرژی مغناطیسی ذخیره نموده و سپس در زمان های بعدی آنرا به سیستم باز می گردانند.

تامین این انرژی اضافی هر چند که بازگردانده شود باعث افزایش جریان در شبکه الکتریکی خواهد شد و بنابر این سطح مقطع هادیها و استقامت مکانیکی برج های نگهدارنده این هادیها بایستی افزایش یابند. در غیراینصورت جریان الکتریکی که بدین سان افزوده می شود افت انرژی بیشتری بصورت تلف حرارتی در شبکه الکتریکی ایجاد می نماید و نیز باعث افت ولتاژ بیشتر در مسیر عبور جریان خواهد شد.

هر چه بار مصرفی در شبکه الکتریکی بیشتر اندکتیو باشد توان راکتیو بیشتری در شبکه بایستی جاری شود و اختلاف فاز بین شدت جریان و فشار الکتریکی بیشتر می شود البته در ایده آل ترین شرایط این اختلاف فاز صفر بوده و نتیجتاً توان ظاهری، یعنی حاصل ضرب شدت جریان الکتریکی و فشار الکتریکی، با توان حقیقی یا توان اکتیو برابر می شود اما در حالت کلی همواره توان ظاهری از توان حقیقی بیشتر بوده و نسبت ایندو ضریب قدرت ($\cos\phi$) است، شکل زیر توان اکتیو و توان راکتیو و نیز توان ظاهری را بصورت دیاگرام برداری نشان می دهد.



در مصرف کننده هایی که بین ولتاژ و جریان آنها اختلاف فاز وجود دارد توان دارای دو مقدار مثبت (سلفی) و منفی (خازنی) است. به این معنی که مصرف کننده، گاهی از شبکه توان می کشد و گاهی به آن توان می دهد. این موضوع سبب ایجاد توان راکتیو می شود. و این توان برای شبکه برق مضر می باشد. از آنجایی که در این مصرف کننده ها امکان صفر کردن اختلاف فاز ممکن نیست نتیجه این می شود که توان راکتیو را باید از بین برد. و ما می توانیم توسط خازن ها این توان راکتیو را جبران کنیم.

فهرست مطالب

۱.....	فصل اول: اصلاح ضریب قدرت.....
۱.....	۱-۱ مقدمه
۲.....	۱-۲ ضرورت اصلاح ضریب توان
۲.....	۱-۳ اهداف در جبران بار.....
۳.....	۱-۴ اصلاح ضریب قدرت.....
۴.....	فصل دوم: جبران کننده ها Compensation
۴.....	۲-۱ استفاده از جبران کننده ها
۴.....	۲-۱-۱ مصرف کننده های ساده توان دوایه
۵.....	۲-۱-۲ مصرف کننده های مرکب توان دوایه
۷.....	فصل سوم: تاثیر ضریب توان در تولید و انتقال انرژی.....
۷.....	۳-۱ تاثیر ضریب توان در میزان جریان کشیده شده از منبع انرژی
۸.....	۳-۲ تاثیر ضریب توان در قیمت ثابت تجهیزات
۸.....	۳-۳ تاثیر ضریب توان در تجهیزات مورد استفاده
۹.....	۳-۴ تاثیر ضریب توان در ولتاژ
۹.....	۳-۵ اصلاح ضریب توان
۹.....	۳-۵-۱ محدود کردن توان دوایه
۱۱.....	فصل چهارم: جبران توان دوایه توسط هم فاز کننده های دور
۱۱.....	۴-۱ همفاز کننده های سنکرون
۱۲.....	۴-۲ راه اندازی همفاز کننده سنکرون
۱۳.....	فصل پنجم: جبران کننده های ساکن (کمپینزاتور خازنی).....
۱۴.....	۵-۱ اتصال خازن ها در شبکه سه فاز
۱۴.....	۵-۱-۱ اتصال ستاره
۱۵.....	۵-۱-۲ اتصال مثلث
۱۵.....	۵-۲ محاسبه توان خازن
۱۹.....	۵-۳ موارد استعمال خازن ها
۲۰.....	۵-۴ مزایای استفاده از بانک های خازنی و یا خازن ها
۲۱.....	۵-۵ ابعاد خازن ها و نحوه قرارگیری و نصب آن در مدار
۲۱.....	۵-۶ طراحی خازن های شنت ثابت و سوئیچ شونده
۲۲.....	۵-۷ نحوه انتخاب خازن های ثابت
۲۳.....	۵-۸ نحوه انتخاب خازن های سوئیچ شونده

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

۲۳	فصل ششم: انواع کمپنیزاسیون ها
۲۳	۶-۱ کمپنیزاسیون انفرادی
۳۱	۶-۲ کمپنیزاسیون گروهی
۳۱	۶-۳ کمپنیزاسیون مرکزی
۳۱	۶-۴ کمپنیزاسیون در کارخانجات
۳۸	۶-۵ طرز محاسبه ضریب توان تاسیسات (تعیین ضریب توان $(COS \varphi)$)
۴۳	۶-۶ کمپنیزاسیون شبکه انتقال انرژی
۴۳	۶-۷ استفاده از خازن سری
۴۶	۶-۸ تقسیم بندی خازن ها
۴۷	فصل هفتم: نمونه ای از یک جبران سازی واقعی
۵۰	نتیجه گیری
۵۱	منابع و مراجع



فهرست جداول و اشکال

..... شکل ۱-۱: مصرف کننده های ساده توان دواته	۵
..... شکل ۲-۲: مصرف کننده های مرکب توان دواته	۶
..... جدول ۱-۳: توان ظاهری متناسب با ضریب توان	۷
..... شکل ۱-۵: اختلاف فاز	۱۳
..... شکل ۲-۵: اتصال ستاره	۱۵
..... شکل ۳-۵: اتصال مثلث	۱۵
..... شکل ۴-۵: دیاگرام توان	۱۶
..... جدول ۱-۵: توان خازن ها	۱۷
..... شکل ۵-۵: تعیین توان خازن برای اصلاح ضریب توان	۱۸
..... شکل ۶-۵: شکل موج خازن	۱۹
..... شکل ۱-۶: نمونه ای از کمپنزاشن انفرادی	۲۵
..... جدول ۲-۶: توان دواته لازم جهت تصحیح ضریب توان	۲۷
..... شکل ۲-۶: دیاگرام توان ظاهری	۳۵
..... شکل ۳-۶: سری کردن خازن در مدار	۴۵
..... شکل ۱-۷-۱ : تصحیح بار راکتیو با استفاده از کنترل کننده های خازنی اتوماتیک	۵۰

برای دریافت فایل WORD پژوهش به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فصل اول: اصلاح ضریب قدرت

۱-۱ مقدمه

مسائل اقتصادی همواره مهندسین طراح را بر آن داشته است که تا سر حد امکان حداکثر توان الکتریکی را از یک خط انتقال معین انتقال دهنند. البته امروزه قیود بیشتری از گذشته مطرح است.

اولاً: وابستگی مراکز بار به تولید مستمر برق، بحرانی تر شده است (با مشاهده حوادث و خسارات مالی که در اثر خاموشی ها رخ داده است) این بدان معنی است اینمی یا قابلیت اطمینان سیستم انتقال بایستی بطور پیوسته بهبود یابد.

ثانیاً: توسعه طرح های جبران کمک نموده است که انتقال ac را هم به لحاظ تکنیکی و هم اقتصادی، حتی در زمانی که انتقال dc پیشرفت زیادی نموده است قابل رقابت می نماید.

ثالثاً: مشکلاتی که در رابطه حریم در نصب خطوط انتقال جدید مطرح است (موسوم به بحران کوریدو Crisis). فشار روز افزون در بهره برداری ماکزیمم از خطوط انتقال موجود (به دلیل هزینه های زیاد برای احداث خطوط جدید)، و خطوط انتقال جدید، در ایجاد انگیزه برای توسعه و کاربرد جبران کمک نموده است.

همانطور که می دانیم علاوه بر اصلاح ضریب توان خطوط انتقال، باید ضریب توان در سیستم های توزیع نیز تصحیح شود. سیستم توزیع، مسیر تغذیه مشترکین از سیستم انتقال فشار قوی را فراهم می کند، بدلیل ولتاژ پایین بودن در نتیجه جریان زیاد، تلفات² RI در شبکه توزیع بطور قابل ملاحظه ای از تلفات انتقال بالاتر است. اجبار برای بهبود بازده تحويل توان در شبکه ها، شرکت ها را به کاهش تلفات به ویژه در شبکه توزیع وادر نموده است. در این تحقیق به بررسی ضریب توان و راه کارهایی که بتوان این ضریب توان را اصلاح کرد می پردازیم.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۱-۲ ضرورت اصلاح ضریب توان

تقریباً ۳۰٪ منابع انرژی اولیه در جهان برای تولید انرژی الکتریکی به مصرف می‌رسد و تقریباً تمامی این انرژی بوسیله جریان متناوب در فرکانس ۵۰ یا ۶۰HZ انتقال یافته و توزیع و سپس مصرف می‌گردد. در حال حاضر بیش از هر زمانی طراحی و بهره برداری سیستم‌های قدرت با حداکثر بازده و بیشترین میزان قابلیت اطمینان و ایمنی حائز اهمیت است.

به همین خاطر کنترل توان راکتیو که یکی از عوامل مهم در ضریب توان می‌باشد از اهمیت خاصی برخوردار است.

۱-۳ اهداف در جبران بار

جبران بار عبارت است از مدیریت توان راکتیو، که به منظور بهبود بخشیدن به کیفیت تغذیه در سیستم‌های قدرت ac انجام می‌گیرد. اصلاح جبران بار در جایی استفاده می‌شود که مدیریت توان راکتیو برای یک بار تنها و یا گروهی از بارها انجام می‌گیرد. و وسیله جبران کننده معمولاً در محلی در تملک مصرف کننده قرار دارد، حدالملکان در نزدیک بار نصب می‌شود.

در جبران بار اهداف اصلی سه گانه زیر مورد نظر می‌باشد:

(۱) اصلاح ضریب توان (Power – Factor correction)

(۲) بهبود تنظیم ولتاژ (Volteg Regulation)

(۳) متعادل کردن بار (Load balancing)

۱-۴ اصلاح ضریب قدرت

اصلاح ضریب توان به این معناست که توان راکتیو مورد نیاز بار به جای آنکه از شبکه تامین گردد، در محل نزدیک بار تولید گردد. اغلب بارهای صنعتی دارای ضریب توان پس فاز هستند یعنی توان راکتیو جذب می کنند. بنابراین جریان بار مقدارش از آنچه که برای تامین توان واقعی ضروری است بیشتر خواهد بود.

تنها توان حقیقی است سرانجام در تبدیل انرژی مفید بوده و جریان اضافی نشان دهنده اتلاف است که مشتری نه تنها بایستی بهای هزینه اضافی کابلی که آن را انتقال می دهد پردازد، بلکه تلفات ژولی اضافه ایجاد شده در کابل را نیز می پردازد. موسسات تولید کننده همچنین دلیل کافی برای عدم ضرورت انتقال توان راکتیو غیر ضروری از ژنراتور ها به بار را دارند و آن این است که ژنراتورها و شبکه های توزیع قادر خواهند بود در ضریب بهره کامل کار کنند و کنترل ولتاژ در سیستم تغذیه بسیار مشکل خواهد شد. تعریفهای برق تقریبا همواره مشتریان صنعتی را به واسطه بارهای با ضریب توان پائین آنها جریمه می نمایند و این عمل سالیان متعددی انجام گرفته و در نهایت منجر به توسعه گسترده کاربرد سیستمهای اصلاح ضریب توان در مراکز صنعتی شده است.

۱-۱-۱ مصرف کننده های ساده توان دواته

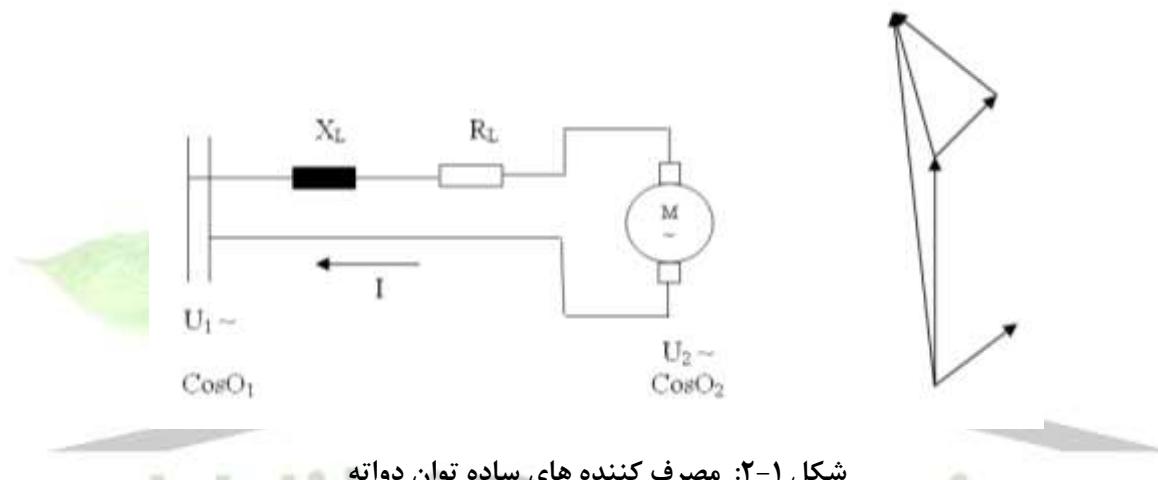
برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

صرف کننده های ساده توان دواته به مصرف کننده هایی گفته می شود که مقاومت اهمی و سلفی آن بطور قرار گرفته است. این حالت بخصوص شامل سیم های هوایی و سلف زمین بکار بردہ می شود.

توان در شبکه سه فاز برابر است با:

$$Q_S = 3 \times I^2 \times X_L \quad \text{و} \quad Q_S = S \times U_L / 100 \quad (2-1)$$

در این فرمول I جریان بار، S توان ظاهری و X_L مقاومت اندوکتیو به ولتاژ نامی می باشد.



شکل ۱-۲: مصرف کننده های ساده توان دواته

۲-۱-۲ مصرف کننده های مركب توان دواته

صرف کننده های توان دواته مصرف کننده هایی هستند که دارای مقاومت سری و موازی با مقاومت اهمی می باشند و مهمترین آنها مو تورهای آسنکرون و ترانسفورماتورها می باشند. موتور های آسنکرون و ترانسفورماتورها در حقیقت یک سیم پیچ با هسته آهنی هستند و برای مغناطیس کردن هسته آهن خود، احتیاج به توان دواته موازی دارند که توسط جریان مغناطیسی μI تأمین می شود. لذا توان دواته موازی در جریان سه فاز برابر است با:

$$Q_P = \sqrt{3} U \times I \mu \quad (2-2)$$

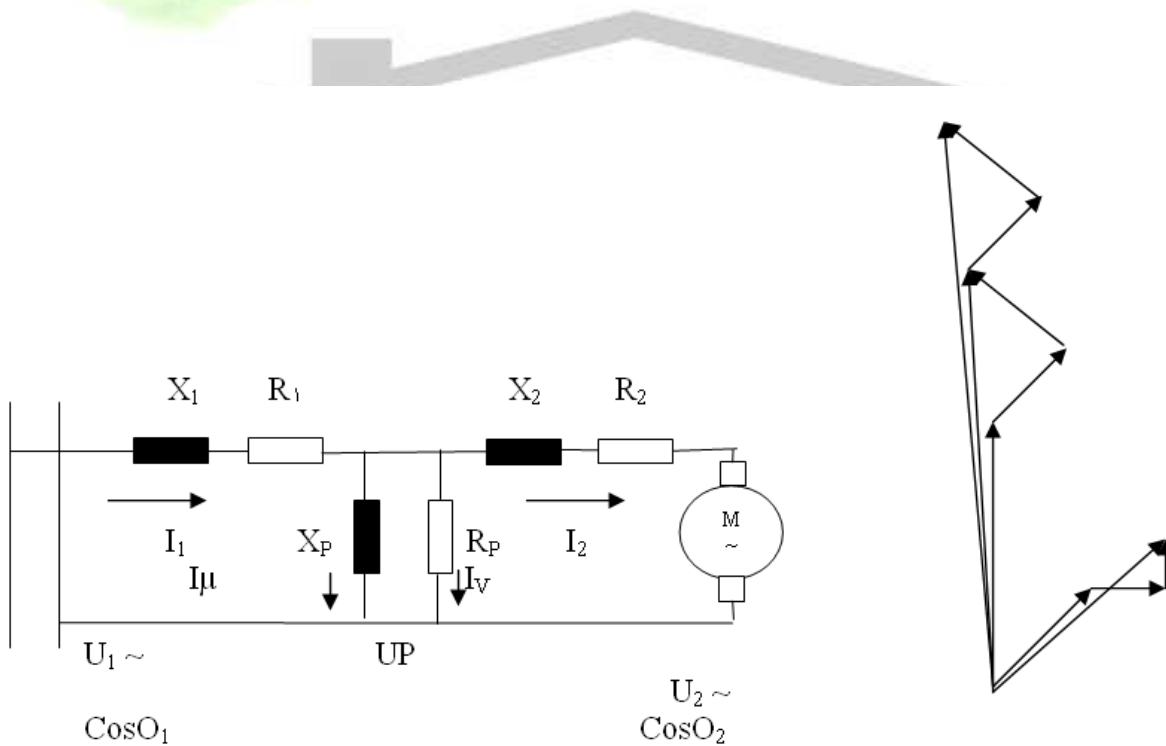
برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

در ضمن یک توان دواته موازی بطور مطلق نمی تواند وجود داشته باشد، بلکه همیشه این توان همراه با توان دواته سری است. مدار معدل موتور القائی در شکل زیر نشان داده شده است که مقاومت سلفی موازی که به خاطر جریان مغناطیسی از موتور می باشد باعث ایجاد اختلاف فاز بین جریان I_1 و I_2 می شود. و مقاومت سلفی سری بخاطر افت ولتاژ سلفی موجب اختلاف فاز بین U_1 و U_2 می گردد و باعث بزرگ شدن اختلاف فاز کل می شود.

طبق شکل توان دواته کل برابر است با مجموع توان دواته سری و موازی، که با فرمول (۲-۴) قابل محاسبه می باشد:

$$Q_g = Q_S + Q_P \quad (2-3)$$

$$Q_g = 3I_2 \times X + \sqrt{3} U \times I_\mu \quad (2-4)$$



شکل ۲-۲: مصرف کننده های مرکب توان دواته

فصل سوم: تاثیر ضریب توان در تولید و انتقال انرژی

۳-۱ تاثیر ضریب توان در میزان جریان کشیده شده از منبع انرژی

میزان ضریب توان در تولید و انتقال و مصرف انرژی تاثیر بسزایی در میزان مصرف انرژی دارد. در صورتیکه توان واته انتقال داده شده ثابت باشد، با کوچک شدن ضریب توان، توان دواته بزرگ شده و با آن مقدار موثر جریان خط I و یا بار سیم های نقل انرژی زیاد می شود. مثلا اگر خواسته باشیم توان واته ۴۵۶ را با ولتاژ ۳۸۰ ولت انتقال دهیم، در صورتیکه ضریب توان برابر ۱ باشد، شدت جریان خط ۳۰۰kw آمپر است ولی اگر همین توان را با ضریب توان ۰.۶ انتقال دهیم جریان خط به ۷۶۰ آمپر می رسد و این ازدیاد جریان بخاطر کوچک شدن ضریب توان باعث تلفات حرارتی زیادتر در خط می شود.

تلفات حرارتی برابر است با:

$$R_W \times V_T = I^2 \times R_W = (I_W^2 + I_d^2) \quad (3-1)$$

همانطور که مشخص است تلفات متناسب با مجدور جریان های واته و دواته می باشد. ما باید این جریان دواته را از محل دیگری بجز منبع تامین کنیم که در مباحث بعدی به آن خواهیم پرداخت.

جدول ۳-۱: توان ظاهری متناسب با ضریب توان برای توان واته NW=100kw

ضریب توان	۱	۰.۹	۰.۸	۰.۷	۰.۶	۰.۵	۰.۴	۰.۳	۰.۲	۰.۱
-----------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

توان ظاهری N _S (KVA)	۱۰۰	۱۱۱	۱۲۵	۱۴۳	۱۶۷	۲۰۰	۲۵۰	۳۳۰	۵۰۰	۱۰۰۰

مشاهده می شود که کم شدن ضریب توان باعث می شود که نتوان از تمامی قدرت ترانسفورماتور و ... استفاده کرد. با توجه به جدول زیر تاثیر ضریب توان کاملا قابل مشاهده می باشد. به این ترتیب که با کاهش ضریب توان (برای تامین توان واته 100kw) باید توان ظاهری بیشتری را در مقایسه با حالتی که ضریب توان بالا می باشد از شبکه گرفته شود.

۳-۲ تاثیر ضریب توان در قیمت ثابت تجهیزات

چنانچه مشخص است در همه مراحل تولید و انتقال و توزیع انرژی، ضریب توان از اهمیت خاصی برخوردار است. همانطور که از محاسبات مشخص است، افزایش شدت جریان بخاطر کوچک بودن ضریب توان ، باعث بزرگ تر شدن سطح مقطع رساناهای (سیم یا کابل) و در نتیجه زیاد شدن قیمت ثابت تاسیسات (کلیدها، رله ها ترانسفورماتور و...) می شود. این اضافه قیمت در مصرف کننده هایی که به منبع تامین کننده خود نزدیکتر می باشند چندان موثر نخواهد بود ولی در جاهایی که فاصله انتقال نیرو کوتاه نباشد این اضافه قیمت به حدی می رسد که نیروگاه نتواند انرژی الکتریکی خود را بطور اقتصادی و با قیمت مناسب به مصرف کننده برساند.

۳-۳ تاثیر ضریب توان در تجهیزات مورد استفاده

کاملا روشن است که متناسب با زیاد شدن جریان علاوه بر کابل، کلیدها، فیوزها ، تابلوها و دستگاه های اندازه گیری ، کنتور و وسائل حفاظتی و بالاخره تمام وسائل مربوط به انتقال و توزیع جریان نیز بزرگ می

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

شود که علاوه بر مشکلاتی که در امر اجرای آن بوجود می آورد، باعث گران شدن هزینه های تاسیسات خواهد داشت. و همچنین کم شدن ضریب توان باعث می شود که نتوان از تمامی قدرت موتورهای الکتریکی، ترانسفورماتورها و غیره استفاده کرد.بطور تقریب هزینه مناسب با محدوده جریان افزایش می یابد.

۳-۴ تاثیر ضریب توان در ولتاژ

با کم شدن و بدشدن ضریب توان بعبارت دیگر با بالا رفتن جریان دواته افت اختلاف سطح (ولتاژ) نیز بزرگ می شود و باعث می شود کار رگولاتور ولتاژ در ترانسفورماتور و ثابت نگهداشتن ولتاژ در نیروگاه مشکل میگردد.

۳-۵ اصلاح ضریب توان

۳-۵-۱ محدود کردن توان دواته

همانطور که گفته شد، اغلب موتورهای آسنکرون هستند که باعث جریان مغناطیسی که لازم دارند باعث خراب کردن ضریب توان شبکه می شوند و هر چه موتور بیشتر باشد، جریان مغناطیس کننده آن نیز بیشتر می شود. در ضمن می دانیم که ضریب توان موتور بستگی به بار دارد. بطوريکه موتورها بر حسب نوع و ساختمان شان در موقع بار نامی دارای ضریب توان بین ۰.۷۵ تا ۰.۸۸ هستند و نیمه بار ۰.۶۵ الی ۰.۴۵ و در بی باری آنها حتی به ۰.۲ می رسند.علت این متغیر بودن ضریب توان نسبت به بار این است که موتورها در موقع بدون بار نیز جریان زیادی از شبکه می گیرند. به همین دلیل اگر بخواهیم مصرف دواته یک کارخانه ای را محدود کنیم کافی است که قدرت موتورها مناسب با قدرت ماشین های افزار انتخاب شوند. بعبارت دیگر قدرت موتورها بزرگتر از قدرت مکانیکی که از موتور گرفته می شود و کاری که انجام می دهد نباشد.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

و همین طور باید از حرکت بون بار ماشین ها حتی الامکان جلوگیری کرد و اگر نحوه کار ماشین ها طوریست که موتورها مدت نسبتاً زیادی بدون بار و یا نیمه بار کار می کنند، بهتر است که بخصوص موتورهای بزرگ مجهز به کلید ستاره مثلث باشند و در صورتیکه موتور زیر ۵۰٪ کار میکند سیم پیچ آن به صورت ستاره و در بالای ۵۰٪/تصور مثلث بسته شوند. زیرا توان دواته گرفته شده در اتصال ستاره کمتر است. در ضمن بهتر است که کابل ها از تابلو قطع نشوند، بلکه مصرف کننده ها از کابل قطع شوند. این عمل باعث می شود که کابل ها در موقع بدون بار بصورت کاپاسیته و خازن هایی در شبکه باقی بماند و توان دواته سلفی شبکه را جبران کنند. قبل از تعمیر یک الکتروموتور معیوب (سیم پیچی مجدد یا ...) هزینه خرید موتور پربازده مشابه بررسی می شود.

در صورتی که هزینه جایگزینی موتورهای قدیمی و پرمصرف با موتورهای پربازده طی مدت حدود ۶ تا ۱۸ ماه (بسته به مدت استفاده و قدرت و نوع موتور) بازگشت نماید، تمایل به جایگزینی وجود دارد. به طور کلی اگر هزینه تعمیر یک موتور حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد هزینه خرید یک موتور پربازده و نو باشد، آیا بازهم تعمیر موتور ترجیح داده می شود؟ (تعمیر موتور الکتریکی غالباً موجب کاهش بازده و افزایش مصرف آن نیز می شود) (وزارت نیرو شرکت برق منطقه ای یزد)

برای دریافت فایل WORD پژوهش به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل چهارم: جبران توان دواته توسط هم فاز کننده های دوار

هم فاز کننده های دوار دو نوع است:

۱) همفاز کننده های سنکرون

۲) همفاز کننده های آسنکرون

از هر دو آنها می توان بدون بار یا زیر بار جهت بهبود بخشیدن ضربی توان شبکه استفاده کرد. در صنعت بیشتر از همفاز کننده های سنکرون استفاده می شود. در حال حاضر انواع جدیدی از جبران کننده های راکتیو استاتیکی قابل کنترل توسعه یافته است. در سالات خیلی دور در روند رشد شبکه های قدرت الکتریکی برای حمایت از ولتاژ و بهبود توانایی انتقال توان از کندانسورهای سنکرون استفاده شده است.

۴-۱ همفاز کننده های سنکرون

موتور های سنکرونی هستند که می توانند در ضمن اینکه از آنها بار مکانیکی گرفته می شود، قسمتی از انرژی الکتریکی خود را بصورت توان دواته به شبکه پس دهند، و یا موتورهای سنکرونی که بدون بار هستند که کلیه توان ظاهری خود را بصورت توان دواته در اختیار شبکه قرار می دهند. موتورهای سنکرونی که در ضمن بار گرفتن جهت بهبود ضربی توان بکار گرفته می شوند، معمولاً دارای قدرت مکانیکی

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه 500-1500kw

در شبکه نیاز باشد برای جبران سازی آن، از آنها بار گرفته نمی شود، قطر محور آنها خیلی کم است.

۴-۲ راه اندازی همفاز کننده سنکرون

شروع به کار موتور سنکرون همانند موتور آسنکرون است، یعنی سرعت موتور از صفر شروع می شود تا به سرعت سنکرون برسد به همین خاطر اولاً این موتورها برای حرکت اولیه احتیاج به سیم پیچ قفسه ای راه اندازی دارند ثانیاً چون در شروع کار، جریان راه اندازی شدید است باید متناسب با قدرت و بزرگی موتور از راه اندازهای مخصوصی استفاده شود که عبارتند از:

۱- کلید ستاره برای موتورهای کم قدرت و مقاومت سلفی و یا اتو ترانسفورماتور برای قدرت های تا ۵MVA استفاده می شوند. به طوریکه وقتی موتور به سرعت سنکرون رسید راه اندازها از مدار خارج می شوند.

۲- استفاده از موتورهای مخصوص راه اندازی که در قدرت های بیش از ۵MVA بکار برد می شوند بطوریکه بصورت هم محور همفاز کننده نصب می شوند و مستقیماً با آن کوپل می باشد. این موتورها که عموماً از نوع آسنکرون با روتور سیم پیچی شده هستند، موتور سنکرون را در حالتی که هنوز از شبکه برق جدا است بصورت ژنراتور بدون بار می گردانند و پس از تحریک و سنکرون کردن آن با شبکه به شبکه وصل می گردد و سپس موتور راه اندازی از مدار قطع می شود.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

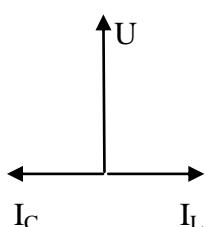
قدرت موتور راه انداز نباید کمتر از ۶٪ الی ۹٪، قدرت ظاهری همفاز کننده باشد. در نیروگاه ها اغلب امکان این هست که همفاز کننده ها را توسط ژنراتور رزرو آماده بکار کرد و پس از رسیدن به سرعت سنکرون، ژنراتور را از شبکه قطع نمود.

همزمان با هم فاز کننده های دوار ، خازنیها موازی در سیستم توزیع ، برای بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش بارگیری خط و تلفات (با اصلاح ضریب توان) استفاده می شود. توسعه سریع و اقتصادی بودن خازن های موازی منجر به جایگزینی آنها با کندانسورهای سنکرون در سیستم انتقال گردیده است.

فصل پنجم: جبران کننده های ساکن (کمپنزاتور خازنی)

خازن های جریان زیاد، که برای جبران توان دواته بکار برده می شوند اغلب هم فاز کننده ساکن و یا جبران کننده ساکن نامیده می شوند. این خازن ها بخاطر ساکن بودنشان عاری از معایب بسیاری هستند که جبران کننده های دوار دارا می باشند(عدم مشکلات راه اندازی و تلفات بسیار ناچیز). از این جهت امروزه کمپنزاتورهای خازنی در اغلب شبکه ها و تاسیسات برقی جانشین کمپنزاتورهای دوار شده است و روز به روز مورد استفاده آنها بیشتر می شود.

همانطور که می دانیم خازن ها از شبکه جریانی می کشنند که نسبت به ولتاژ ۹۰ درجه جلو افتادگی دارد. لذا این جریان نسبت به جریان اندوکتیو ۱۸۰ درجه اختلاف فاز دارد. مانند شکل (۵-۱)



شکل ۱-۵: اختلاف فاز

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

۱-۵ اتصال خازن ها در شبکه سه فاز

در طراحی خازن ها از روش سری و موازی کردن خازن ها با یکدیگر ظرفیت مورد نظر حاصل می شود.

اتصالاتی که بیشتر در صنعت مورد استفاده قرار می گیرد شامل:

- اتصال ستاره

- اتصال مثلث

۱-۱-۱ اتصال ستاره

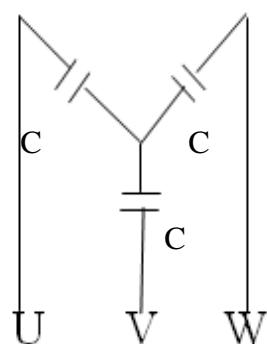
در رابطه زیر I_L جریان خط و I_C جریان خازن است و اگر C برحسب میکروفاراد و U برحسب کیلو ولت قرار داده شود، جریان بر حسب آمپر بدست می آید.

$$I_L = I_C = (U_L / \sqrt{3}) \times \times C \times 10^{-3} = U_{ph} \times C \times 10^{-3} \quad (5-1)$$

$$I_C = Q_C / (U_L \times \sqrt{3}) \quad (5-2)$$

$$Q_C = U_L \times I_C \times \sqrt{3} = U_{L2} \times C \times 10^{-3} \quad \text{توان دواته} \quad (5-3)$$

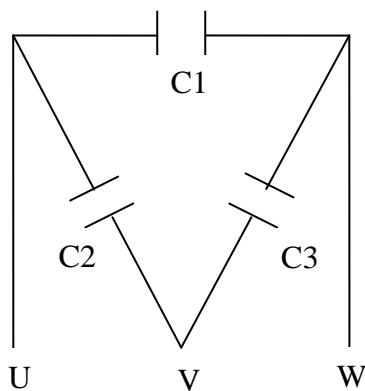
$$C = (Q_C \times 10^3) / U_{L2} \times = (I_C \times \sqrt{3} \times 10^3) / (U_L \times) \quad \text{ظرفیت خازن هر فاز} \quad (5-4)$$



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

شکل ۲-۵: اتصال ستاره

شکل ۳-۱-۲: اتصال مثلث



شکل ۳-۵: اتصال مثلث

۵-۲ محاسبه توان خازن

در هنگام جبران سازی توان راکتیو باید بررسی شود که این خازن به منظور جبران توان سلفی تمام تاسیسات استفاده می شود و یا فقط برای قسمتی از تاسیسات بکار برد میشود و یا اینکه خازن برای جبران توان سلفی فقط یکی از دستگاه های الکتریکی (مثلا فقط برای جبران سازی توان راکتیو یک موتور و یا یک ترانسفورماتور و ... بکار برد می شود)، زیرا روش محاسبه در هر یک از حالت های ذکر شده فوق متفاوت است.

به عنوان مثال در محاسبه توان خازن مورد نیاز برای جبران ضریب توان تمام تاسیسات با ید اول ضریب توان پایه و ضریب توان میانه تاسیسات، توسط وسایل اندازه گیری توان راکتیو تعیین گردد. موقعی توان راکتیو تاسیسات یا موتوری صد درصد جبران شده است که مقدار ضریب توان برابر با ۱ شود. در این صورت جبران کننده برابر است با:

$$Q_C = P \cdot \operatorname{tg} \theta \quad (5-5)$$

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در عمل جبران سازی بصورت صد درصد انجام نمی‌پذیرد، بلکه بطوری انجام می‌شود که ضریب توان بین ۰.۸۵ تا ۰.۹۵ گردد. در صورتی که ضریب توان کمتر از ۰.۸۰، جبران سازی از نظر اقتصادی مقرن به صرفه می‌باشد.

از فرمول زیر برای بدست آوردن توان راکتیو مورد نیاز استفاده می‌شود:

$$Q_C = Q_{L1} - Q_{L2} = P(\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \quad (5-6)$$



شکل ۴-۵: دیاگرام توان

همانطور که در نمودار مشخص است توان مصرفی در حالت جبران سازی شده توسط خازن، در مقایسه با حالت اول کمتر می‌باشد.

در فرمول (۵-۶) توان دواته را قبل از جبران سازی می‌باشو و Q_{L2} توان راکتیو بعد از جبران سازی می‌باشد. پس از اینکه توان راکتیو مورد نیاز برای جبران سازی از فرمول (۵-۶) بدست آمد، حل کاپاسیته نامی آنرا از رابطه (۵-۷) بدست می‌وریم:

$$C = QC / (U^2) \quad (5-7)$$

برای دریافت فایل WORD پژوهش به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای جبران توان سلفی موتور همانطور که گفته شد توان بدون بار موتور در محاسبات در نظر گرفته می شود. در حالت بی باری $\text{CosO} = 1$ می باشد. در نتیجه در موقع بار نامی CosO به ۰.۹۵ تا ۰.۹۳ خواهد رسید. تجربه نشان داده است که توان خازن ها برای کمپنیزاسیون موتورها باید ۰.۴۰ تا ۰.۵۵ توان نامی موتور، طبق جدول (۱-۵)

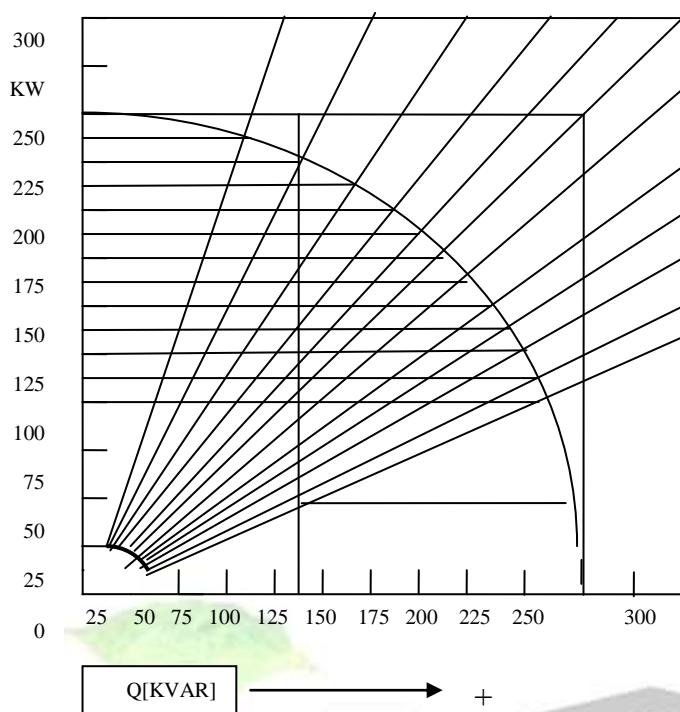
جدول ۱-۵: توان خازن ها

توان نامی موتور	توان خازن			
	موتور کند گرد		موتور تند گرد	
	$n < 1000 \text{r.p.m}$	$n > 1000 \text{r.p.m}$	$n < 1000 \text{r.p.m}$	$n > 1000 \text{r.p.m}$
1 → 3KW	۵۵٪.	توان نامی موتور	۵۰٪.	توان نامی موتور
۴ → 10KW	۵۰٪.	// // //	۴۵٪.	// // //
۱۱ → 20KW	۴۵٪.	// // //	۴۰٪.	// // //
۲۱ → 50KW	۴۰٪.	// // //	۳۵٪.	// // //
۵۷ → 100KW	۳۵٪.	// // //	۳۰٪.	// // //

برای جبران توان راکتیو ترانسفورماتور باید با توجه به توان دواته سری و موازی ترانسفورماتور محاسبه شود. ولی در عمل توان خازن در حدود ۱۰٪ توان ظاهری ترانسفورماتور انتخاب می شود.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

ساده ترین روش برای تعیین توان خازن مورد نیاز برای اصلاح ضریب توان از دیاگرام شکل زیر بدست می آید:



شکل ۵-۵: تعیین توان خازن برای اصلاح ضریب توان

مثال:

توسط دیاگرام ، توان خازن مورد استفاده برای یک موتور 250kw و ضریب توان متوسط ۰.۷ است. توان

راکتیو آن را می خواهیم تا ضریب توان ۰.۹، توان خازن جبران کنید؟

$$\cos \phi_1 = 0.7 \quad \tan \phi_1 = 1.02$$

الف) از طریق محاسبه

$$\cos \phi_2 = 0.9 \quad \tan \phi_2 = 0.484$$

$$Q_C = P(\tan \phi_1 - \tan \phi_2) = 250(1.02 - 0.484) = 134.5 \text{ KVAR}$$

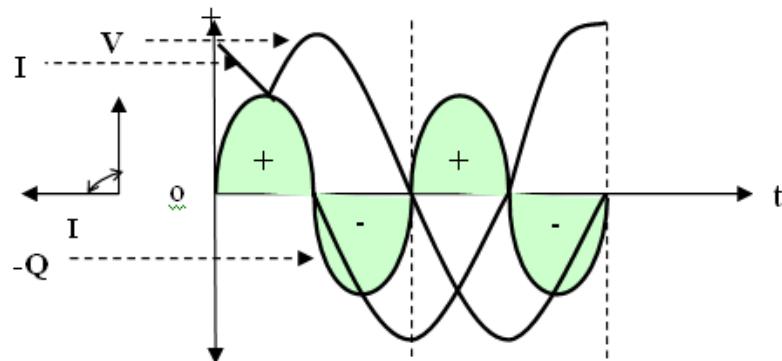
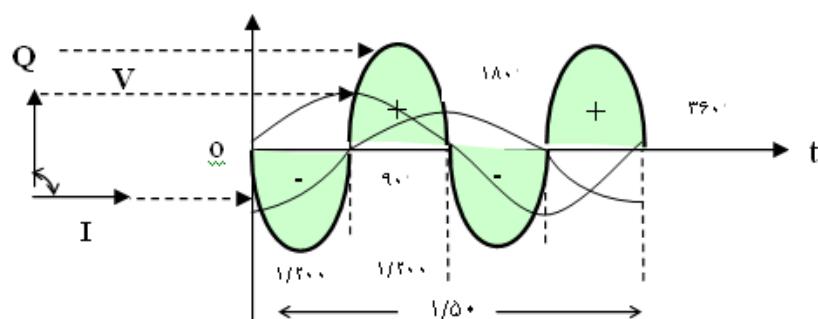
ب) از طریق نمودار:

خط افقی 250KW بردارهای مربوط به ضریب توان ۰.۷ و ۰.۹ را در دو نقطه قطع می کند که فاصله آنها

$$QC = 135 \text{ KVAR} \quad \text{برابر توان خازن است:}$$

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

شکل موج های ولتاژ و جریان سلف در شکل اول و شکل موج جریان و ولتاژ خازن در شکل دوم نشان داده شده.



شکل ۶: شکل موج خازن

همانطور که مشخص است در زاویه 0° الی 90° درجه جریان سلف منفی و ولتاژ آن مثبت می باشد، در نتیجه توان در این محدوده منفی می باشد. و در خازن، بر عکس سلف جریان در این محدوده مثبت و ولتاژ آن هم مثبت می باشد در نتیجه توان مثبت خواهد بود. بنابراین وقتی که خازن توان مثبت دارد و سلف توان منفی، برآیند این توان ها برابر صفر خواهد بود. توان راکتیو کل برابر با اختلاف توان های سلف و خازن می باشد.

۵-۳ موارد استعمال خازن ها

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

همان طور که می دانیم در حال حاضر اگر ضریب قدرت تاسیسات برقی ساختمان و یا کارخانه ها پایین باشد و بدان لحاظ شرکت برق منطقه جریمه مصرف راکتیو مطالبه می نماید (در صورتیکه ضریب توان متوسط تاسیسات کمتر از ۸۵٪ باشد پرداخت جریمه مصرف راکتیو الزامی است). در هر یک از موارد زیر ممکن است با تهیه و نصب خازن از مزایاهای آن بهره مند شد:

- ۱) چنانچه تلفات در تاسیسات بعلت پایین بودن ضریب قدرت زیاد و قابل ملاحظه باشد بررسی و مقایسه بین سرمایه گذاری تهیه و نصب خازن و هزینه و خسارات مستمر و تلفات در تاسیسات ممکن است بسادگی نشان دهنده این واقعیت باشد که ظرف مدت نسبتاً کوتاهی ، هزینه های خازن گذاری جبران خواهد شد.
- ۲) در صورتیکه قسمتی از تاسیسات بار اضافی داشته باشد و تقلیل آمپراز و بار در آن قسمت مورد نظر باشد.
- ۳) اگر لازم باشد ماشین آلات برقی جدیدی به شبکه (تابلو- کابل- ترانسفورماتور) کارخانه که ظرفیت آن پر شود، اضافه شود.
- ۴) برای تنظیم و ثبیت ولتاژ شبکه انتقال و توزیع نیروبدین منظور اغلب خازن های فشار قوی بکار برده می شود و در بعضی از موارد از مجموعه خازنهای اتوماتیک فشار ضعیف نیز کاربرد دارد.
- ۵) در هنگام تهیه طرح انتقال و توزیع نیروی یک کارخانه جدید (با منظور داشتن ضریب قدرت مناسب طرح اقتصادی تری تهیه می گردد).
- ۶) ایجاد تسهیلات در امر راه اندازی الکتروموتور های بزرگ مخصوصاً که اگر در انتهای شبکه فشار ضعیفی نصب شده باشد.

۴-۵ مزایای استفاده از بانک های خازنی و یا خازن ها

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

- در صورت استفاده از خازن در شبکه هزینه برق مصرفی کاهش می یابد.
- میتوان از شبکه جریان بیشتری را کشید.
- نگهداشتن ولتاژ در حد مطلوب

نکته:

تabelo های بانک های خازنی در اول خط نصب می شود.

۵-۵ ابعاد خازن ها و نحوه قرارگیری و نصب آن در مدار

خازن ها در ابعاد , 50kvar, 40kvar , 25kvar , 20kvar , 10kvar , 5kvar , 2.5kvar ساخته اند و در بازار موجود می باشد. خازن های صنعتی عموما به شکل مثلث در مدار قرار می گیرند، نحوه نصب خازن ها با استفاده از کنتاکتور ها می باشد و یا میتوانند توسط عناصر الکترونیک قدرت وارد مدار شوند. کنتاکتورهایی که این خازن ها را وارد مدار می کنند از دستگاهی رگولاتور ضریب قدرت فرمان می گیرد، به این ترتیب که دستگاه رگولاتور ضریب قدرت مدار را مورد سنجش قرار داده و ضمن مقایسه با مقدار تنظیم شده بر روی آن فرمان مناسب جهت بسته شدن کنتاکتورهای ... K1, K2,... را صادر می نماید. بدین ترتیب ضریب قدرت اصلاح می گردد.

۵-۶ طراحی خازن های شنت ثابت و سوئیچ شونده

خازن های جبران کننده توان دواوه در شبکه ها و تأسیسات بزرگ بهتر است به دودسته ثابت و متغیر تقسیم شوند. خازن های ثابت که همیشه در مدار قرار دارند معمولا به طریقی انتخاب می شوند که بتوانند ضریب توان شبکه را در بار کم در حدود ۰/۹ تا ۰/۹۵ ثابت نگهداشند. خازنهای متغیر خازنهای هستند که

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

متناوب با کم وزیاد شدن باراندوکتیودر ضمن از شبکه در مدار قرار می گیرند و باز شبکه جدامی شوند.

در صورتیکه تغییرات بارزیاد وبخصوص سریع نباشد و همیشه یک نفرمتصدی در پست محلی که خازن های

جبران کننده قرار دارند مراقبت ضریب توان شبکه به کمک \cos مترابه عهده بگیرد، می توان متناسب با

تغییرات ضریب توان ، خازن ها را دستی به شبکه ویا زمدار خارج کرد.

این طریقه راتنظیم دستی ضریب توان می گوئیم. در تأسیساتی که تغییرات ضریب توان آن دائمی

وناگهانی است ، اغلب از تصحیح خودکار ضریب خودکار ضریب توان استفاده می شود. تابع هدف شامل تلفات

در بار پیک، تلفات انرژی و هزینه خازن های شنت است در حالیکه محدودیت های بهره برداری نظری

پروفیل ولتاژ باس بارها و اندازه های واقعی موجود برای خازن شنت در مراحل حل مساله در نظر گرفته شده

اند.

ابتدا بار مشترکین، همچنین منحنی فیدرها در فصول مختلف استخراج می شوند. بنابراین رفتار بار هر

بخش می تواند بصورت واقعی تری پیش بینی گردد. با توجه به منحنی تداوم بار راکتیو فیدرها مورد

مطالعه، چگونگی بکارگیری خازن ها (با در نظر گرفتن هر دو نوع خازن های ثابت و سوئیچ شونده) شامل

اندازه و محل نصب و زمان کلید زنی، بگونه ای که منجر به بهبود بهره برداری سیستم می گردد، بدست می

آید.

به منظور جبران توان راکتیو مورد نیاز در فیدر از هر دو نوع خازن های ثابت و سوئیچ شونده استفاده

می شود. مقادیر خازن های ثابت با توجه به بار پایه و به منظور تزریق مستمر و دائمی توان راکتیو تعیین

می گرددند. در صورتیکه خازن های سوئیچ شونده در محل نصب شده اما با توجه به منحنی تداوم بار فیدر

برای تزریق توان راکتیو در زمان های مورد نیاز با کلید زنی به مدار وارد می شوند و در موقع عدم نیاز از

مدار خارج می شوند.

۵-۷ نحوه انتخاب خازن های ثابت

۱) منحنی تداوم بار توان راکتیو با توجه به منحنی بار نمونه ای مورد نظر، استخراج گردد.

برای دریافت فایل WORD پژوهش به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۲) بر اساس مینیمم بار راکتیو مورد نیاز خازن های ثابت انتخاب می شوند.

۵-۸ نحوه انتخاب خازن های سوئیچ شونده

- ۱) یک شاخص حساسیت برای انتخاب محل نصب هر خازن سوئیچ شونده اعمال می گردد.
- ۲) یک بانک خازنی اضافه شده و تغییرات هزینه در تابع $\Delta COST$ و پریود زمانی سوئیچ شدن و در مدار بودن خازن متناظر با این $\Delta COST$ محاسبه می شود. اگر هزینه برق کاهش یافته بود به مرحله بعد می رویم. در غیر این صورت فرآیند جبران سازی تکرار می شود.
- ۳) هزینه کل سیستم (TOTAL COST(k) برای مجموعه خازنی که در مرحله دوم تعیین شده است، محاسبه می شود. اگر تغییر هزینه کل بزرگتر از صفر باشد، به مرحله اول برگشته و جبران سازی ادامه می یابد در غیر این صورت عملیات جبران سازی متوقف می شود و به این ترتیب اندازه، محل نصب و پریود سوئیچ شدن خازن های سوئیچ شونده تعیین می گردد.

فصل ششم : انواع کمپنزاویون ها

از کمپنزاویون خازنی می توان به سه طریق زیر استفاده کرد:

- کمپنزاویون انفرادی
 - کمپنزاویون گروهی
 - کمپنزاویون مرکزی
- در ضمن ممکن است در یک مجتمع بزرگ صنعتی از هر سه نوع کمپنزاویون مشترک استفاده گردد.

۶-۱ کمپنزاویون انفرادی

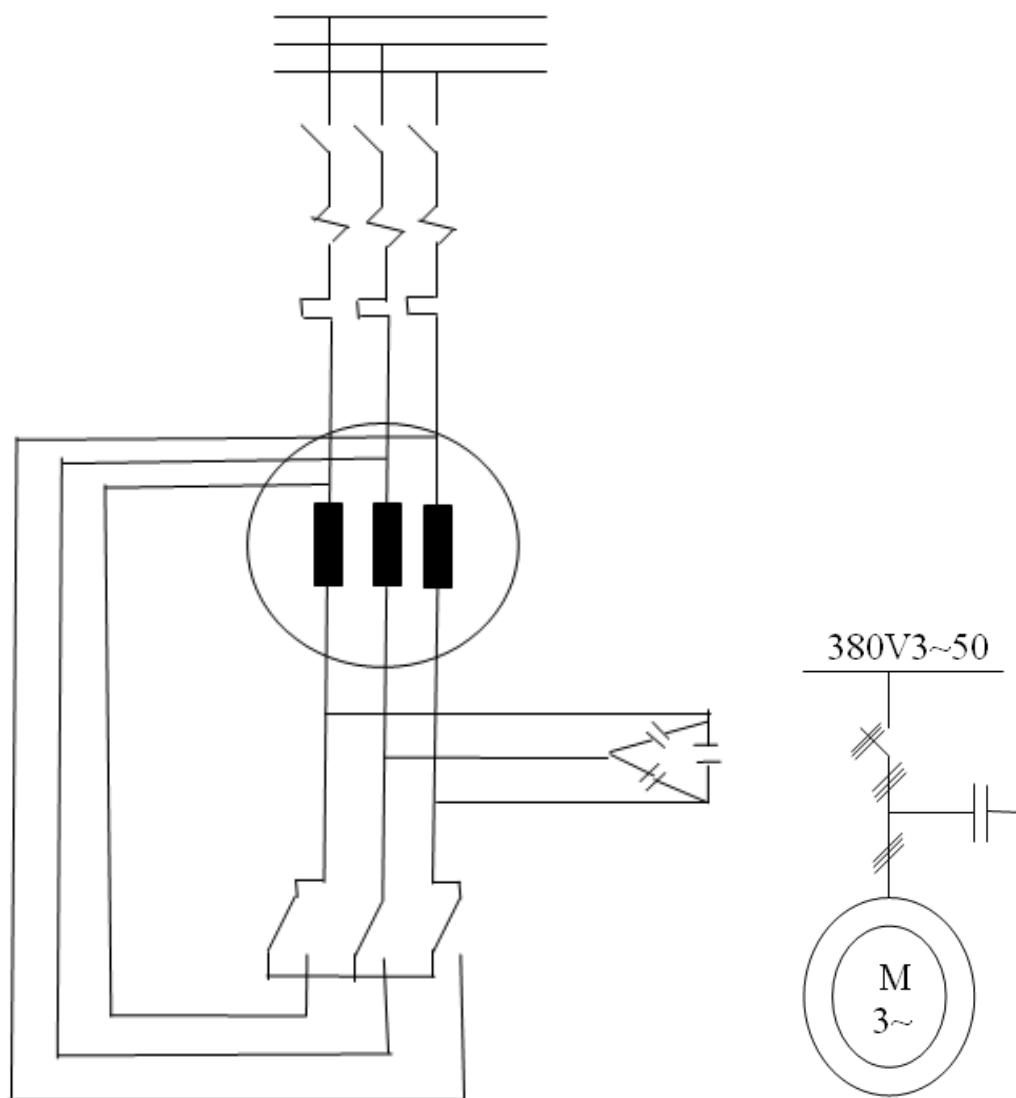
برای دریافت فایل WORD پژوهش به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

در کمپنیزاسیون انفرادی توان دو اته در همان محل که بوجود می آید جبران می شود. لذا خازن های جبران کننده توان دواته در همان محل با موتور یا ترانسفورماتور موازی می شوند. کمپنیزاسیون انفرادی باعث می شود که حتی سیمهای نقل انرژی تا مصرف کننده نیز از جریان دواته خالی شوند و درنتیجه سیم های رابط مقاطع کمتر افت ولتاژ کمتر و بالاخره افت توان کمتری پیدا کنند.

در این طریق کمپنیزاسیون به خاطر صرفه جویی در وسایل الکتریکی معمولاً خازن و موتور هر دو با یک کلید قطع و وصل می شوند. (شکل زیر) وقطع کننده حرارتی (رله بار زیاد) کلید محافظ موتور برای جریان $I_a = 1,1 \cdot I_n \cdot \cos \theta$ تنظیم می گردد. در موتورهایی که دارای کلید ستاره مثلث می باشند خازن ها طبق شکل زیر بسته می شوند. اگر در تمام قسمتهای کارخانه از کمپنیزاسیون انفرادی استفاده شود تمام معایب انتقال جریان متناوب یکجا از بین می رود.

ولی متأسفانه همیشه و در همه جا نمی توان از کمپنیزاسیون انفرادی استفاده کرد زیرا اغلب تجمع آنها در یک محل و استفاده از واحدهای بزرگتر از نظر اقتصادی بیشتر مقرنون به صرفه خواهد بود. در بیشتر مواقع نیز به خاطر نبودن محل مناسب و یا حرارت زیاد دستگاه ها نمی توان خازن را در همان محل نصب کرد. مورد استعمال کمپنیزاسیون انفرادی به خصوص در موتورهایی است که مدت زیادی از آنها بار گرفته می شود و یا در کوره های اندوکسیونی و ترانسفورماتورهای جوشکاری و ترانسفورماتور معمولی و لامپ های نئون و فلورسنت می باشد.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۶: نمونه ای از کمپنزاویون انفرادی

جدول ۱-۶: توان اکتیو و راکتیو کمپنزاویون انفرادی

Cos	tg	sin	Cos	tg	Sin	Cos	tg	sin
-----	-------------	-----	-----	-------------	-----	-----	-------------	-----

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

0,21	4,639	0,978	0,46	1,930	0,888	0,71	0,992	0,704
0,22	4,449	0,976	0,47	1,877	0,882	0,72	0,964	0,694
0,23	4,219	0,973	0,48	1,828	0,877	0,73	0,936	0,683
0,24	4,061	0,971	0,49	1,772	0,872	0,74	0,909	0,672
0,25	3,807	0,968	0,50	1,732	0,866	0,75	0,882	0,651
0,26	3,732	0,966	0,51	1,687	0,860	0,76	0,850	0,550
0,27	3,566	0,963	0,52	1,643	0,854	0,77	0,829	0,638
0,28	3,431	0,960	0,53	1,600	0,848	0,78	0,802	0,626
0,29	3,305	0,957	0,54	1,559	0,842	0,79	0,876	0,613
0,30	3,172	0,954	0,55	1,518	0,835	0,80	0,750	0,600
0,31	3,067	0,951	0,56	1,480	0,828	0,81	0,724	0,586
0,32	2,961	0,918	0,57	1,442	0,822	0,82	0,608	0,372
0,33	2,861	0,911	0,58	1,405	0,815	0,83	0,672	0,558
0,34	2,766	0,940	0,59	1,368	0,807	0,84	0,616	0,543
0,35	2,776	0,937	0,60	1,333	0,800	0,85	0,620	0,527
0,36	2,592	0,933	0,61	1,299	0,702	0,86	0,303	0,510
0,37	2,511	0,929	0,62	1,266	0,785	0,87	0,367	0,488
0,38	2,434	0,925	0,63	1,233	0,777	0,88	0,540	0,475
0,39	2,361	0,921	0,64	1,201	0,708	0,89	0,512	0,450
0,40	2,291	0,916	0,65	1,169	0,759	0,90	0,484	0,436
0,41	2,225	0,912	0,66	1,135	0,751	0,91	0,456	0,414
0,42	2,161	0,908	0,67	1,108	0,742	0,92	0,426	0,392
0,43	2,10	0,903	0,68	1,078	0,733	0,93	0,395	0,367
0,44	2,041	0,896	0,69	1,040	0,723	0,94	0,363	0,341
0,45	1,985	0,893	0,70	1,020	0,714	0,95	0,379	0,313
						0,96	0,292	0,280
						0,97	0,251	0,243
						0,98	0,203	0,199
						1,00	0	0

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

جدول ۲-۶: توان دواوه لازم جهت تصحیح ضریب توان از

هر مقدار به مقدار مورد نظر را در توان واته یک کیلو وات

ضریب توان موجود Cos	ضریب توان مورد نظر Cos												
	0,7	0,75	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,0
0,20	3,88	4,02	4,15	4,20	4,26	4,31	4,36	4,42	4,48	4,54	4,61	4,70	4,90
0,25	2,86	2,99	3,13	3,18	3,23	3,28	3,33	3,39	3,45	3,51	3,58	3,67	3,88
0,30	2,16	2,30	2,42	2,48	2,53	2,59	2,65	2,70	2,76	2,82	2,89	2,98	3,18
0,35	1,66	1,80	1,93	1,98	2,03	2,08	2,14	2,19	2,25	2,31	2,38	2,47	2,68
0,40	1,27	1,41	1,54	1,60	1,65	1,70	1,76	1,81	1,87	1,93	2,00	2,09	2,20
0,45	0,67	1,11	1,24	1,20	1,34	1,40	1,45	1,50	1,56	1,62	1,69	1,78	1,99
0,50	0,71	0,85	0,98	1,04	1,09	1,14	1,20	1,25	1,31	1,37	1,44	1,53	1,73
0,52	0,62	0,76	0,89	0,95	1,00	1,05	1,11	1,16	1,22	1,28	1,35	1,44	1,64
0,54	0,54	0,68	0,81	0,86	0,92	0,97	1,02	1,08	1,14	1,20	1,27	1,36	1,56
0,56	0,46	0,60	0,73	0,78	0,84	0,89	0,94	1,00	1,05	1,12	1,19	1,28	1,48
0,58	0,39	0,62	0,66	0,71	0,76	0,81	0,37	0,92	0,98	1,04	1,11	1,20	1,41
0,60	0,31	0,45	0,58	0,64	0,69	0,74	0,80	0,85	0,91	0,97	0,04	1,33	1,33
0,62	0,25	0,39	0,52	0,57	0,62	0,67	0,73	0,78	0,84	0,90	0,97	1,06	1,27
0,64	0,18	0,32	0,45	0,51	0,56	0,61	0,67	0,72	0,78	0,84	0,91	1,00	1,20
0,66	0,12	0,26	0,30	0,45	0,49	0,55	0,60	0,66	0,71	0,78	0,85	0,94	1,14
0,68	0,06	0,20	0,33	0,38	0,43	0,49	0,54	0,60	0,65	0,72	0,79	0,88	1,08
0,70		0,14	0,27	0,33	0,38	0,43	0,49	0,54	0,60	0,66	0,73	0,82	1,02
0,72		0,08	0,22	0,27	0,32	0,37	0,43	0,48	0,54	0,60	0,67	0,76	0,97
0,74		0,03	0,16	0,21	0,26	0,32	0,37	0,43	0,48	0,55	0,62	0,71	0,90
0,76			0,11	0,16	0,21	0,26	0,32	0,37	0,43	0,50	0,56	0,65	0,86
0,78			0,05	0,11	0,16	0,21	0,27	0,32	0,38	0,44	0,51	0,60	0,80
0,80				0,05	0,10	0,16	0,21	0,27	0,33	0,38	0,46	0,55	0,75
0,82					0,05	0,10	0,16	0,22	0,27	0,33	0,49	0,48	0,70
0,84						0,05	0,11	0,16	0,22	0,28	0,35	0,44	0,65
0,86							0,06	0,11	0,17	0,23	0,30	0,39	0,59
0,88								0,06	0,11	0,17	0,26	0,33	0,51
0,90									0,06	0,12	0,10	0,28	0,48
0,92										0,06	0,13	0,22	0,43
0,94											0,07	0,16	0,36

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

مثال ۱: یک موتور آسنکرون بار تور قفسه ای به قدرت 40 kW و عدد دور

($\text{tg } 1=0,59$) باید به طریقی کمپانزه شود که ضریب توان آن به

$\cos 1=0,86$ برسد. اختلاف سطح کار موتور در اتصال مثلث برابر با 380 است.

حل :

$$Q = p(\text{tg } 1 - \text{tg } 2) = 40(0,59 - 0,29) = 12 \text{ KVAr}$$

و به کمک جدول فوق :

$$Q = 40 \cdot 0,30 = 12 \text{ KVAr}$$

لذا یک دستگاه خازن سه فاز به قدرت 12 KAVr و اختلاف سطح مثلث 380 ولت انتخاب می گردد.(شکل زیر) که دارای شش سر سیم تا بتوان از اتصال ستاره مثلث استفاده کرد.

البته می توان به جای خازن های با اتصال متغیر از سه خازن به ظرفیت هر یک 4 KVAr و برای اختلاف سطح $380v$ استفاده کرد و خازنها را به طور مستقیم بین دو سر هر یک از پیچه های موتور وصل کرد.

مثال ۲:

مشخصات یک موتور سه فاز به شرح زیراست :

$$22 \text{ KW} \quad 220/380 \text{ V} \quad 78/45 \text{ A} \quad \cos = 0,84$$

این موتور باید تا $\cos = 0,95$ کمپانزه شود مطلوبست ظرفیت خازنها در اتصال مثلث

برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

حل :

۱- از طریق توانها :

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 45 \cdot 0,84 \cdot 10^{-3} = 24,9 \text{ KW}$$

$$\cos_1 = 0,84 \quad \tan_1 = 0,646$$

$$\cos_2 = 0,95 \quad \tan_2 = 0,3288$$

$$Q_c = P(\tan_1 - \tan_2) = 24,9 (0,646 - 0,3288) = 7,9 \text{ KVA}$$

۲- از طریق جریانها :

$$I_w = I \cdot \cos_1 = 45,0 \cdot 0,84 = 37,8 \text{ A}$$

$$I_c = I_w \cdot (\tan_1 - \tan_2) = 37,8 (0,646 - 0,3288) = 11,95 \text{ A}$$

سه خازن به ظرفیت هر کدام ۵۸ میکروفا را به صورت مثلث بسته می شوند.

مثال ۳.

یک ترانسفورماتور سه فاز به قدرت ۷۵ KVA در ز کوندر دارای ولتاژ ۵۰۰ ولت است و در $\cos = 0,7$ با بار کامل کار می کند از آنجا که به توان بیشتری نیاز است باید بررسی شود در صورتی که ضریب توان برابر یک شود ($\cos = 1$) چه مقدار دیگر توان واته آزاد می شود و ظرفیت خازنها برای چنین کمپنزاویونی چه قدر است.

$$P_s = P \cdot \cos = 75 \cdot 0,7 = 52,5 \text{ KW}$$

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

توان اضافه شده در $\cos = 1$ برابر می شود با :

$$P=75-52,5 = 22,5 \text{ KW}$$

$$\cos = 0,7 \quad \operatorname{tg} = 1,02$$

$$Q=p\cdot \operatorname{tg} = 52,5 \cdot 1,02 = 53,5 \text{ KVAr}$$

مثال ۴ :



این موتور باید تا $\cos = 0,95$ کمپانزه شود مطلوب است ظرفیت خازن :

$$P=u \cdot I \cdot \cos = 220 \cdot 12 \cdot 0,78 \cdot 10^{-3} = 2,06 \text{ KW}$$

$$\cos_1 = 0,78 \quad \operatorname{tg}_1 = 0,8026$$

$$\cos_2 = 0,95 \quad \operatorname{tg}_2 = 0,3288$$

$$Qc = p(\operatorname{tg}_1 - \operatorname{tg}_2) = 2,06(0,8026 - 0,3288) = 0,976 \text{ KVAr}$$

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۶-۲ کمپنیزاسیون گروهی

شکل زیر کمپنیزاسیون گروهی را برای هشت موتور نشان می دهد. این روش برای تاسیسات و کارخانجاتی که دارای چندین موتور کوچک هستند ولی همه آنها با هم کار نمی کنند مناسب می باشد. در این روش خازنها با کلید محافظ مخصوصی به شین تابلوی اصلی وصل می شوند و قدرت راکتیو آن برای تعداد موتور هایی که دائما با هم کار می کنند محاسبه می شود. به طور مثال اگر فقط چهار موتور به طور دائم کار می کنند خازنها نیز برای قدرت اندوکتیو چهار موتور محاسبه می شوند و به محض اینکه دو موتور به کار افتاد خازنها دستی و یا به طور خودکار وارد عمل می شوند.

۶-۳ کمپنیزاسیون مرکزی

در این روش یک سری خازن در محل مخصوصی نصب می شوند و بر حسب احتاج تعدادی از آنها به شکل اصلی و یا در تابلو به شین اصلی وصل می گردند. در کمپنیزاسیون مرکزی معمولا خازنها دارای شین و تابلوی جداگانه هستند و توسط کلید قدرت مخصوصی به شین اصلی کارخانهذ وصل می گردند. در این روش تعدادی از خازنها به طور دائم و همیشه به شین اصلی وصل هستند و تعداد دیگری متناسب با بار اکتیو به طور خودکار به شبکه اضافه می گردند. شکل انواع کمپنیزاسیون ها را به طور شماتیک با مسیر جریاندواته آنها نشان می دهد.

۶-۴ کمپنیزاسیون در کارخانجات

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

برای بهبود بخشیدن به وضع ضریب توان در($\cos\phi$) کارخانجات همیشه و تقریبا بدون استثنای خازن استفاده می شود. کارخانجات عموما دارای تاسیسات فشار ضعیف هستند. حتی کارخانجات بزرگ صنعتی نیز که دارای شبکه فشار متوسط (اغلب ۶ هزار ولت برای موتورهای سنگین و بزرگ) می باشند نیز دارای شبکه وسیع و گسترده فشار ضعیف هستند . انرژی این کارخانجات بزرگ اغلب توسط یک یا چند ترانسفورماتوری که در اختیار دارند تامین می شود . لذا کافی است برای بهبود $\cos\phi$ جبران کننده ها در طرف فشار قوی و به طور مرکزی و یک جا نصب شوند (کمپنزاشیون مرکزی) ولی با توجه به اینکه در این روش رساناهای انتقال انرژی بعد از خازنها و کمپنزاشورها از بار و جریان آنکتیو خالی نمی شوند(شکل زیر) لذا از مزایای دیگر کمپنزاشیون که عبارت بود از کم شدن قدرت ترانسفورماتور و کم شدن مقاطع سیم های انتقال انرژی و توزیع و جلوگیری از آفت ولتاژها و تلفات حرارتی بی مورد باردواته بهره گرفته نشده است . در ثانی کمپنزاشیون مرکزی در طرف فشار قوی احتیاج به کلیدهای فشار قوی بزرگ و گران قیمت دارد. در ثالث خود خازن ها نیز باید مقاوم در مقابل اختلاف سطح زیاد طرف پریمر ترانسفورماتور باشند. از این جهت در کارخانجات بزرگ که دارای شبکه فشار قوی متوسط کارگاهی (داخلی) هستند گاه از کمپنزاشیون مرکزی در طرف فشار قوی این شبکه محلی استفاده می شود و گاه موتورهای فشار قوی به طور انفرادی کمپانزه می شوند و بقیه دستگاهها که با فشار ضعیف کار می کنند بر حسب نوع کار آنها از کمپانزاشیون انفرادی گروهی و یا مرکزی طرف فشار ضعیف بهره می گیرند.

مثال ۱ :

یک کارخانه سازنده لوازم خانگی دارای مصرف ماهیانه متوسطی برابر با 72000 KWh می باشد . به طوریکه 42000 KWh آن ساعت ۶ تا ۲۲ و 30000 کیلو وات ساعت آن از ساعت ۲۲ تا ۶ صبح مصرف می شود. توسط کنتورواته و دواته کارخانه ماکزیمم بار در مدت نیم ساعت برابر $p=385 \text{ KW}$ تعیین شده است و حد وسط ضریب توان روزانه کارخانه برابر با $\cos\phi=0,65$ می باشد . برق آنکتیو این کارخانه باید با

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

استفاده از خازن کمپانزه شود . به طوریکه ضریب توان در طرف فشار قوی به $\cos = 0,9$ برسد در این کارخانه یک پست ترانسفورماتور $20\text{KV}/0,4\text{ KV}$ موجود است که در آن یک ترانسفورماتور 400KVA و یک ترانسفورماتور 250 KVA نصب گردیده است. کمپنزاشیون باید در طرف فشار ضعیف و به شکل زیر انجام گیرد.

الف- دو موتور بزرگ کارخانه به قدرت هر یک 25 KW و ضریب توان در بار نامی $\cos = 0,86$ به طور انفرادی کمپانزه شوند.

ب - بقیه مصرف کننده ها به طور مرکزی و در طرف فشار ضعیف کمپانزه شوند .

پ - ترانسفورماتورها در طرف فشار ضعیف و بطور جداگانه کمپانزه گردند.

برق فشار ضعیف کارخانه 380V و چهار سیمه است .

حل :

۱- محاسبه توان ظاهری و جریان در حالت کمپانزه نشده

$$P=385\text{ KW} \quad \cos_1=0,65 \quad \tan_1=1,17$$

۲- محاسبه توان ظاهری و جریان در حالت کمپانزه شده :

$$P=385\text{ KW} \quad \cos_2=0,90 \quad \tan_2=0,484$$

و چنانچه دیده می شود شدت جریان کل در حالت کمپانزه شده در حدود $27/5\%$ کم می شود و در اینصورت تلفات

حرارتی تقریبا نصف می شود .

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۳- توان خازنهای کمپانزه کننده :

توان لازم در طرف فشار ضعیف کلا برابر است با :

$$Q_c = p(\tan \phi_1 - \tan \phi_2) = 385(1,17 - 0,484) = 264 \text{ KVar}$$

از این مقدار $Q_c = 0,4 \cdot 25 \cdot 2 = 20 \text{ KVar}$ برای موتورهای سنگین ۲۵ کیلو واتی مصرف می شود . (

توان خازن تقریبا برابر است با 40% توان نامی موتور) و بقیه آن $Q_c = 264 - 20 = 244 \text{ KVar}$ باید در

طرف فشار ضعیف و به طور مرکزی کمپانزه شود. لذا طبق استاندارد از ۱۲ خازن 20 KVar استفاده می

شود . ($12 \cdot 20 = 240 \text{ KVar}$) که ۸ خازن آن بر حسب احتیاج یکی پس از دیگری و چهار خازن بقیه

بطور ثابت و دائمی در شبکه قرار می گیرند.

۴- کمپنزاویون توان دواته ترانسفورماتورها

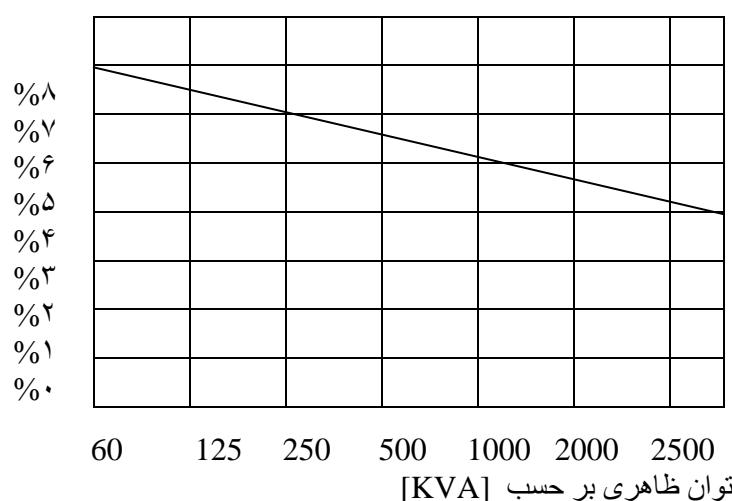
مشخصات ترانسفورماتور 400 KVA :

$$S = 400 \text{ KVA}$$

$$U_k = 6\%$$

$$U_r = 1,85\%$$

وازوی دیاگرام شکل ۶-۲ . $Q_p = 0,046 \cdot S$ بدست می آید.



برای دریافت فایل WORD پژوهش به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

شکل ۲-۶: دیاگرام توان ظاهری

$$U_S = \sqrt{Uk^2 - Ur^2} = \sqrt{6^2 - 1.85^2}$$

$$Q_g = U_S \cdot S / (100) + QP = 5.7 / (100) \cdot 400 + 0.046 \cdot 400$$

$$Q_g = 22,8 \text{ KVar} + 18,4 \text{ KVar} = 41,2 \text{ KVar}$$

محاسبات نشان می دهد که توان دواته ترانسفورماترها فقط کمی بیشتر از ۱۰٪ توان ظاهری آنها است . لذا همیشه می توان برای کمپنزاپیون توان دواته ترانسفورماتور ها از خازنی با قدرت ۱۰٪ توان ظاهری ترانسفورماتورها استفاده کرد.

چون در این حالت نیز باید از خازنها ی استاندارد شده استفاده کرد. لذا برای کمپنزاپیون ترانسفورماتور 250 KVar از یک خازن 20 KVar و برای ترانسفورماتور 400KVA از دو خازن 20 KVar استفاده می شود . خازنهای کمپنزاپیون ترانسفورماتور معمولاً به طور ثابت و دائم با ترانسفورماتور به طور موازی نصب و کلا از یک کلید استفاده می شود.

مثال ۲:

یک کارخانه لاستیک سازی کلا دارای ۱۶ موتور آسنکرون است به قدرت کل 216/3 KW اختلاف سطح شبکه چهار سیمه کارخانه ۳۸۰/۲۲۰ ولت است. در جدول زیر مشخصات موتور ها که عبارتند از توان نامی عده دور و ضریب توان نامی و راندمان نامی و بار موتورها داده شده است. بقیه مشخصات از طریق محاسبه

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

بدست آمده است. مثلا در ستون نهم توان واته ای که هر یک از موتورها از شبکه می کشنند بدین طریق

بدست آمده است :

ردیف اول:

و در ستون دهم : توان دواته ای که از شبکه کشیده می شود برابر است با حاصلضرب توان واته در tg .

برای اینکه ضریب توان میانه کارخانه بدست آید باید tg_{m1} محاسبه شود که برابر است با : برای $m1 = \text{tg}_{m1}$

ضریب توان متوسط کارخانه برابر $\cos_{m1} = 0,775$ بود. بدست می آید .

البته می توان $\cos = 0,775$ را یک ضریب توان خوب برای این کارخانه بحساب آورد. حتی اگر امکان

این باشد که موتورهای 750 دور با موتورهای 1000 دور در دقیقه تعویض گردد ضریب توان متوسط

کارخانه حتی به $\cos_{m1} = 0,82$ نیز خواهد رسید. اما اگر لازم باشد که ضریب توان کارخانه از $775/0$ به

$9/0$ برسد باید تفاوت این مقدار توسط خازن جبران شود. در $\cos_{m2} = 0,9$ که مورد در خواست است

ضریب $\text{tg}_{m2} = 0,484$ می باشد. در نتیجه کل توان راکتیو برابر می شود

با :

$$N_b = N_w \cdot \text{tg}_{m2} = 200,1 \cdot 0,484 = 97 \text{ KVAr}$$

و توانی که باید توسط خازن جبران شود برابر است با :

$$Q_c = N_{b1} = N_{b2} = N_w (\text{tg}_{m1} - \text{tg}_{m2})$$

$$Q_c = 161,9 - 97 = 64,9 \text{ KVAr}$$

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

لذا خازنهای لازم باید دارای توانی برابر ۶۵ KVarl ۷۰ باشند. مثلا می توان از یک خازن 30KVar و یک خازن 40 KVar و یا 20 KVar (40+25) استفاده کرد . در ضمن می توان دو خازن را بدین طریق در مدار قرار داد که یک خازن 40KVar با موتور ۸۵ کیلو واتی وصل می شود (توسط یک کلید موتوری با رله جریان زیاد و بار زیاد هر دو حفاظت و قطع و وصل می شوند) و یک خازن 25KVar و یا 30KVar را با موتور ۵۰ کیلو واتی موازی کرد این حالت که توضیح داده شد ارزانترین و مناسب ترین راه حل برای بهبود بخشیدن به ضریب توان کارخانه است و احتیاج به رگولاتورو یا وسایل دیگری برای تنظیم ضریب توان کارخانه هم ندارد .

مثال ۳:

یک کارخانه نساجی رویهم دارای ۶۵ موتور با قدرت کل 118/4 KW می باشد . مشخصات موتورها در جدول زیر داده شده است:

در ستون های ۱۰ و ۹ مانند مثال قبل توان های واته و دواته ای که موتورها از شبکه می گیرند محاسبه شده است .

در نتیجه : و لذا کارخانه دارای ضریب توان متوسط $\cos m_1=0,7$ می باشد چنانچه دیده می شود ضریب توان این کارخانه آن چندان خوب نیست و اگر بتوانیم توسط خازن ضریب توان را به $0/9$ برسانیم نیروگاه فقط توان دواته ای برابر با :

$$\cos m_2=0,9 \quad \tan m_2=0,484$$

$$N_{b2}=N_w \cdot \tan 2 = 119,1 \cdot 0,484 = 57,6 \text{ KVar}$$

به کارخانه می دهد و بقیه آن معادل :

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

$$Q_c = N_w \cdot tg_{M1} - N_w \cdot tg_{m2} = 122,1 - 57,6 = 64,5 \text{ KVAR}$$

توسط خود خازنها جبران می شود و در صورتی که از خازنها نرم شده استفاده کنیم می توان ۶۵ تا ۷۰ کیلو وار را با خازن جبران کرد. در این صورت بهتر است که از یک خازن KVAr 40 و یک خازن 30 استفاده شود.

چون در این کارخانه موتورهای بزرگی وجود ندارد که یکی از خازنها را با آن موازی کنیم لذا خازنها باید با کلید محافظ مخصوص به شین و یا نزدیک به آن دسته از موتورها که زیادتر در خراب کردن ضریب توان موثر هستند وصل گردند. خازنها ۳۰ تا ۳۰ کیلو وار تقریباً ۶۰ تا ۸۰ کیلو گرم وزن دارند و می توان آنها را به دیوار نصب کرد تا از برخورد احتمالی و یا تماس با آنها جلوگیری شود. در ضمن چون خازنها خیلی نسبت به گرما حساس می باشند باید در هر کجا که نصب می شوند دارای هوای خنک و یا وسیله تهویه مطبوع باشند. در کمپنیزاسیون کارخانجات برای اینکه از هر گونه اشتباهی جلوگیری شود بهتر است منحنی باروته و دواته روزانه و ماهیانه و حتی سالیلنہ کارخانه رسم گردد.

۶-۵ طرز محاسبه ضریب توان تاسیسات (تعیین ضریب توان (COS φ))

الف - توسط ضریب توان سنج :

به کمک دستگاه های مخصوص ضریب قدرت شنج (کسینوس فی متر) به سادگی ضریب قدرت در هر نقطه از تاسیسات مقدور می باشد.

ب - توسط کنتور اکتیو و راکتیو :

چنانچه تجهیزات مجهز به کنتور اکتیو و راکتیو باشد از روی قبض تشخیص ، با در دست داشتن میزان مصرف ماهانه اکتیو و راکتیو مشخص می شود.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

(۱) با استفاده از مصرف ماهیانه:

مصرف کننده های بزرگ و متوسط حتما دارای کنتورواته و دواته هستند و می توان توسط مصرف ماهیانه که این کنتورها معرف آنها هستند ضریب توان متوسط ($\cos \varphi$) را بطريق زیر بدست آورد:

بطور مثال مصرف واته و دواته یک کارخانه نخ ریسی در دیماه طبق شماره انداز کنتورها برابر است با :

119,100	KVAr	تowan راكتيو مصرفی
---------	------	--------------------

87,300	KWh	تowan اكتيو مصرفی
--------	-----	-------------------

$$\operatorname{tg}O = 119.1 / (87.3) = 1.367 \quad \text{و در نتیجه}$$

$$\cos = 0.59$$

و

چنانچه تجهیزات مجهز به کنتور اکتیو و راكتیوباشد از روی قبض تشخیص با در دست داشتن میزان مصرف

ماهانه اکتیو و راكتیو از فرمول زیر ، می توان ضریب قدرت ماهانه بدست آورد.

$$\sqrt{1 + \left(\frac{\text{صرف اکتیو ماهانه}}{\text{صرف راكتیو ماهانه}} \right)^2} = \text{ضریب قدرت متوسط ماهانه} \quad (6-1)$$

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

نکته: فیش های برق ۶ دوره را آورده و ضریب توان هر کدام را توسط فرمول بدست آورده و بانک های خازنی را بر اساس کوچکترین ضریب توان محاسبه می کنیم.

۲) با استفاده از سنجش عده دور کنتورها :

در این روش عده دور کنتورها در یک زمان معین شمارش می شوندو سپس با داشتن عدد ثابت کنتور (عده دور بازار یک کیلو وار ساعت یا یک کیلو وار ساعت) ضریب توان متوسط تاسیسات به طریق زیر محاسبه می گردد.

$$tgO = n_b \cdot C_w \cdot t_w / (n_w \cdot C_b \cdot t_b) \quad (6-2)$$



به طور مثال فرض می کنیم مشخصات کنتورواته و دواته تاسیساتی بشرح زیر باشد.

مشخصات کنتورواته :

$$3 \times 5 \text{ A} \quad 6000/100 \text{ v} \quad C_w = 45$$

مشخصات کنتورواته :

$$3 \times 5 \text{ A} \quad 6000/100 \text{ v} \quad C_b = 55$$

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

دور می زند و	$n_w = 10$	ثانیه	$t_w = 61,5$	کنتور و اته در مدت
دور زده است	$n_b = 20$	ثانیه	$t_b = 58,2$	کنتور و اته در مدت

لذا :

$$\operatorname{tg}O = n_b \cdot C_w \cdot t_w / (n_w \cdot C_b \cdot t_b) = 20 \cdot 45 \cdot 61.5 / (10 \cdot 55 \cdot 58.2) = 1.73$$

و این آزمایش بهتر است چند بار تکرار شود و حد وسط گرفته شود.

۳) توسط کنتور اکتیو:

چنانچه تاسیسات فقط دارای یک کنتور اکتیو باشد طبق روش زیر می توان ضریب توان را تعیین کرد.
 فرض می کنیم ضریب ثابت کنتور (k) تعداد گردش دیسک کنتور در مدت t ثانیه N دور باشد. جریان و ولتاژ در مدت مذکور ثابت و به ترتیب I (آمپر) و V (ولت) است و در این صورت به کمک فرمول زیر ضریب قدرت بدست می آید.

$$\cos \theta = (60000 \times N) \div \sqrt{3 \times k \times t \times i \times v} \quad (6-3)$$

مثال:

کنتوری در مدت ۱۰ ثانیه ۵۰ دور می زند ضریب ثابت کنتور که در طرف فشار ضعیف است $k=600 \div 40$ است جریان مصرفی در این مدت روی هر فاز 51^A و ولتاژ 380^V می باشد ضریب توان را مشخص کنید.

برای دریافت فایل WORD پژوهش به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

$$\cos \theta = \frac{(60000 \times 50)}{\sqrt{3} \times 15 \times 10 \times 51 \times 380} = \% 60$$

K را به این صورت حساب می کنیم که نسبت گوران مثل ۵/۱۰۰ بود عدد ۲۰ بدست می آید و هر چقدر کنتور توان kW نشان داد در نسبت ترانس گوران ها ضرب می کنیم و آن توان مصرفی می باشد.

۴) توسط کنتور راکتیو :

کارگاه ها و مصرف کننده های کوچک اغلب فاقد کنتور راکتیو می باشند ولی چون در هر حال هر تاسیساتی دارای کنتور راکتیو است، می توان به کمک سنجش جریان های I_R و I_T و اختلاف سطح های U_{TS} و U_{RS} ضریب توان را به طریق ساده زیر حساب کرد.

$$\cos O_m = N_w / (\sqrt{3} \cdot U_m \cdot I_m) \quad (6-4)$$

در این رابطه I_m حد وسط جریان و U_m حد وسط اختلاف سطح شبکه می باشد . توان واته N_w به کمک عده دور کنتور در زمان معین و مشخصی تعیین می گردد:

$$N_w = n \cdot 3600 \cdot 100 / (C \cdot t) \quad (6-5)$$

بطور مثال اگر عدد ثابت کنتور $C = 45$ باشد (کنتور به ازای یک کیلو وات ساعت ۴۵ دور می زند) و در زمان $t = 61.5$ ثانیه $N_w = 40$ دور زده باشد و اختلاف سطح متوسط شبک $V = 382$ و $I_m = 114A$ باشد

در نتیجه :

$$N_w = 40 \cdot 3600 \cdot 1000 / (45 \cdot 61.5) = 52000W$$

و ضریب توان متوسط پشت کنتور برابر است با :

$$\text{Cos}\theta_m = N_w / (\sqrt{3} \cdot U_m \cdot I_m) = 52000 / (\sqrt{3} \cdot 382 \cdot 114) = 0.69$$

۶-۶ کمپنیزاسیون شبکه انتقال انرژی

جبران توان دواته فقط در قسمت مصرف کننده و در طرف فشار ضعیف کافی نمی باشد. زیرا قسمت اعظم توان دواته مربوط به ترانسفورماتورها و یک قسمتی از آن مربوط به سیم های نقل انرژی می باشد. بطور مثال اگر ضریب توان متوسط در سمت فشار ضعیف ۰.۸۵ باشد، این ضریب توان در نیروگاه به ۰.۷۵ کاهش می یابد. برای این منظور باید توان دواته موجود در خطوط انتقال را بنحوی جبران نمود.

خازن هایی که به این منظور مورد استفاده قرار می گیرند به دوزیر دسته تقسیم بندی می شوند:

- خازن سری

- خازن موازی

۶-۶-۱ استفاده از خازن سری

برای کوچک نگهداشتن افت اختلاف سطح خطوط انتقال انرژی امروزه بیشتر از خازن های سری استفاده می شود. این خازنها و یا به طور کلی این روش تصحیح ولتاژ بخصوص برای شبکه های با تغییرات شدید و

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

سریع بار مثل شبکه هائی که تغذیه کارخانجات با مصرف زیاد جوشکاری و یا کوره های ذوب فلزات و از این قبیل را بعده دارند بسیار مناسب است.

چنانچه دیده می شود U افت ولتاژ طولی خط برابر است با :

این رابطه نشان می دهد که افت اختلاف سطح روی خط را می توان به طرق مختلف زیر کوچک کرد.

۱) کم کردن جریان I توسط بالا بردن اختلاف سطح U. این عمل موجب مخارج زیاد برای تعویض ایزو لاسیون خط نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای افزایینده ابتدای خط و کاهنده انتهای خط می شود و بدین جهت بسیار گران تمام خواهد شد.

۲) کوچک کردن مقاومت سیم (I) در این صورت باید مقاطع سیم را بزرگتر کرد. (سیم دو رشته ای یا چند رشته ای) و یا اینکه اصولا سیم های نقل انرژی را بکلی تعویض نمود. در هر حال اثر این روش محدود است زیرا حتی در مقاطع خیلی بزرگ سیم هم افت اختلاف سطح در اثر جریان اندوکتیو روی مقاومت اندوکتیو سیم در خط باقی خواهد ماند.

۳) کم کردن جریان اندوکتیو توسط خازنهای موازی این خازنها در بار کم شبکه باید از مدار خارج شوند تا از ازدیاد غیر مجاز ولتاژ جلوگیری شود.

۴) و بالاخره می توان مقاومت اندوکتیو خط را با استفاده از خازن سری در خط کوچک کرد. در این حالت ولتاژ متناسب با بار خط خود بخود تنظیم می شود و افت ولتاژ اهمی خط را نیز می توان با بزرگتر انتخاب کردن مقاوت کاپاسیتیو خازنهای سری نسبت به مقاومت اندوکتیو خط جبران کرد.

۵) جبران افت ولتاژ خط توسط نصب اتو ترانسفورماتور در انتهای خط (مراجعه شود به کتاب تولید و بهره برداری) هزینه این روش شاید برابر روش خازن سری باشد ولی اتو ترانسفورماتور بر عکس خازن سری یک مصرف کننده قدرت اندوکتیو است و مصرف داخلی آن (تلفات آن) خیلی بزرگتر از تلفات خازن می باشد. در ضمن خازن سری افت ولتاژ را به طور یکنواخت و خطی و بدون تاخیر در زمان

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

جبران می کند در صورتیکه اتو ترانسفورماتورها و یا حتی خازنهای موازی قابل تنظیم فقط تغییرات آهسته بار را آن هم به طور درجه ای و پله ای (غیر خطی) و با تأخیر زمانی می توانند تنظیم کنند.

روش استفاده از خازن سری

اگر طبق شکل ۲۸ خازنی با مقاومت کاپاسیتیو X_C با اندوکتیویته خط X_L به طور سری قرار گیرد رابطه (۶-۶) به صورت زیر در می آید.

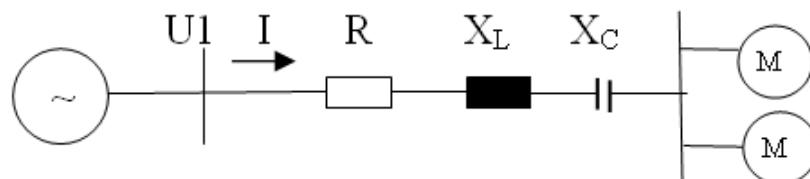
$$\Delta U = I \cdot r \cdot \cos \theta + I (X_L - X_C) \cdot \sin \theta \quad (6-6)$$

و یا

$$\Delta U = I \cdot r \cdot \cos \theta + I (1 + (X_L - X_C) \cdot \tan \theta / r) \quad (6-7)$$

در این رابطه افت ولتاژ ΔU صفر خواهد شد، در صورتیکه $X_C = (X_L + r) \cdot \cot \theta$ شود.

چنانچه دیده می شود هر چه اختلاف ضریب توان کوچکتر باشد، ظرفیت بیشتری برای بهبود افت ولتاژ لازم است.



شکل ۳-۶: سری کردن خازن در مدار

شکل ۳-۶ نشان می دهد که خازن سری علاوه بر اینکه باعث بهبود ضریب توان می شود، اثر کمپنزاشون جریان سلفی و جبران افت ولتاژ را نیز دارد. در ضمن خازن سری وسیله حفاظتی خوبی در مقابل امواج

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

سیار فشار قوی نیز می باشد زیرا این خازن ها بطور موثری باعث شکستن پیشانی موج سیار فشار قوی می شوند.

$$\Delta U = I_W \cdot r \cdot I_b (X_L - X_C) = I_W \cdot r \cdot I_b \cdot X_L (1 - K) \quad (6-8)$$

در رابطه بالا $K = X_C / X_L$ ، ضریب کمپنیزاسیون نامیده می شود و $I_W = I \cdot \text{CosO}$ و $I_b = I \cdot \text{SinO}$ می باشد. در صورتیکه $K = 1$ باشد یعنی $X_C = X_L$ ، مقاومت راتیو سیم صفر می شود و در نتیجه افت ولتاژ خط صفر شده و فقط افت ولتاژ اهمی خط باقی می ماند. در خطوط انتقال انرژی فشار قوی ، معمولاً $K_{\max} = 1$ و $K_{\min} = 0.3$.

اگر $K < 0.5$ باشد، فقط از یک سری خازن در وسط خط استفاده می گردد، و در حالتیکه $K > 0.5$ باشد از چند سری خازن در طول خط استفاده می گردد. مشکل خازن های سری در موقعی است که جریان اتصال کوتاه از شبکه می گذرد. در صورت اتصال کوتاه شدن شبکه، جریان اتصال کوتاه از خازن ها نیز عبور کرده و باعث می شود خازن ها از نظر جریان و وهمچنین ولتاژ اضافه بار بگیرند. لذا باید توسط مدار بخصوصی در موقع اتصال کوتاه شدن شبکه، از مدار خارج شوند. این عمل توسط گلوله های حفاظتی جرقه زن، که مدار آن در شکل زیر مشخص می باشد.

۶-۷ تقسیم بندی خازن ها

خازن ها به دو دسته تقسیم می شوند:

- خازن های خشک

- خازن های روغنی

که گروه اول توسط هوا خنک می شود و گروه دوم توسط روغنی که در داخل آن قرار دارد. خنک می شود.

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

تست خازن

برای تست خازن پس از وصل آن به برق باید جریان آن را توسط آمپر متر اندازه گیری کرد . مقدار اندازه گیری شده باید برابر جریان مجازی خازن باشد.

روش دیگر برای تست خازن استفاده از اهم متر می باشد، بصورتیکه دو سر اهم متر را به دو سر خازن وصل می کنیم ، اگر اهم متر انحراف پیدا کند و بهد آهسته به عقب برگشت ، خازن سالم است و اگر اینگونه نبود خازن سالم نمی باشد.



فصل هفتم: نمونه ای از یک جبران سازی واقعی

شرکت برق آیدaho واقع در ایالت آیداهوی آمریکا، در سال ۱۹۹۶ برنامه ای را برای تصحیح ناکارایی جبران سازی توان راکتیو که منجر به کاهش ولتاژ در سیستم توزیع شده بود، شروع کرد. ضمن اینکه در پیک

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

مصرف، مشکل نگهداری حاشیه مطمئن توان راکتیو سیستم نیز وجود داشت. اگرچه جبران سازی بار راکتیو را به شیوه های مختلفی مثلاً "در محل تولید انرژی، با استفاده از کنداسورهای سنکرون و یا در محل پستها و در شبکه توزیع (با استفاده از بانکهای خازنی) می توان انجام داد، اما بهترین شیوه برای جبران سازی بار راکتیو، استفاده از بانکهای خازنی در محل بار است.

هنگام استفاده از بانک های خازنی توزیع، در اکثر این موارد، عمل کنترل با استفاده از کلیدهایی صورت می گیرد که بصورت دستی و با لحاظ کردن شرایط فصلی، خازنها را وارد یا از مدار خارج میکنند. چنانی کنترلی، مؤثر و کارا نمی باشد زیرا در شرایط پیک بار، سیستم توزیع دچار کمبود توان راکتیو و در شرایط بارکم، دچار اضافه توان راکتیو می گردد. اگرچه بانک های خازنی توزیع، تک تک و کوچک هستند اما اثر مجموع آنها بر سیستم قابل ملاحظه است.

هدف از برنامه ای که از سوی اداره طراحی توزیع ارائه شده بود، ابداع سیستمی در دل سیستم مدیریت انرژی موجود بود و در آن بانکهای خازنی در فیدرهای توزیع با توجه به میزان توان راکتیو مورد نیاز در پست ها انتخاب شوند.

ایده اصلی شرکت Stellar Dynamics Inc برای کنترل خازن های توزیع، اندازه گیری مقادیر توان راکتیو و اکتیو در سطح پست های توزیع و سپس ارسال دستورات مناسب به تجهیزات کنترلی مخصوص نصب شده روی هر بانک خازنی توزیع می باشد. تجهیزات لازم برای ارتباط کنترل کننده پست با سیستم (Distribution Capacitor DCC) یعنی الگوریتم کنترل دینامیک بانک های خازنی توزیع، امکان استفاده بهینه سیستم های انتقال و توزیع را فراهم می آورد.

DCC یک دستگاه کنترل است که با حذف یا کاهش جزء راکتیو و بهبود ضریب قدرت، ظرفیت شبکه را بالا می برد. با بهبود ضریب قدرت، جریان سیستم کم شده و سیستم امکان می یابد تا بار بیشتری را تغذیه نماید. این مزیت به ویژه در مورد تجهیزاتی که ممکن است تحت تأثیر اضافه بار حرارتی قرار گیرند، اهمیت

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

پیدا می کند. همچنین، بهبود ضریب قدرت به ژنراتور امکان می دهد تا توان اکتیو بیشتری را تولید نماید.

به علاوه در صورت پیش آمدن شرایط غیرعادی در محل خازنها، دستگاه DCC هشدارهای لازم را صادر می

کند. ترانسفورماتور توزیع، نقطه کنترل طراحی شده در این الگوریتم است.

در سال ۱۹۹۶، نخستین DCC در یک پست ۱۲/۷ کیلوولت سه فیدره در غرب بویس (Boise) در

آیدaho که مشکل توان راکتیو و افت ولتاژ داشت نصب گردید. به عنوان بخشی از اتوماسیون خازنی، تعداد ۱۴

بانک خازنی تحت کنترل قرار گرفتند. بخشی از این بانک ها از قبل وجود داشته و تعدادی دیگر تازه نصب

شده بودند تا توان راکتیو اضافی تولید نمایند. بعد از نوسانات اولیه، سیستم آنچه را از آن انتظار می رفت،

عملی ساخت. جبران سازی کامل در پست توزیع دریک محدوده وسیع بار انجام گرفت.

اتوماسیون خازن در سال ۱۹۹۷ در ۱۶ پست و در سال ۱۹۹۸ در ۱۴ پست دیگر نیز اجرا گردید. پست

هایی که در سال ۱۹۹۷، تحت اتوماسیون قرار گرفتند، از مدول ارتباطی Harris D-10 برای ارتباط با

RTU استفاده می کردند. این مدول بصورت یک کنترل کننده خازن عمل می کند. در سال ۱۹۹۸ در

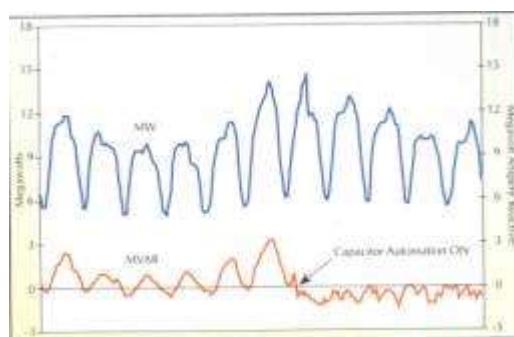
آیدaho، شرکت برق این ایالت، تصمیم گرفت سیستم مدول ارتباطی Harris D-20 را طوری تغییر دهد که

این ترمینالها را قادر سازد تا توسط سیستم مدیریت انرژی برای کارهایی غیر از کنترل خازن نیز مورد

استفاده قرار گیرند. این کار باعث شد تا کنترل خازن با اضافه کردن یک نرم افزار ساده در پست هایی که

دارای مدول D-20 برای کنترل، نظارت و اخذ داده هستند، انجام پذیرد. شکل (۱) نتیجه عملکرد یک

DCC برای کنترل توان راکتیو را در پستی در ناحیه بویس نشان می دهد.



برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

شکل ۱-۷: تصحیح بار راکتیو با استفاده از کنترل کننده های خازنی اتوماتیک

قبل از نصب DCC ، شکل موج بار راکتیو از تقاضای بار اکتیو پیروی می کرد. بعد از نصب، الگوریتم کنترل باعث شد تا شکل بار راکتیو نسبت به منحنی بار اکتیو عکس گردد که این موضوع باعث کاهش تلفات انتقال و بهبود رگولاسیون ولتاژ سیستم گردید. هرچند با نصب خازن های ثابت نیز ممکن است چنین نتیجه ای حاصل شود اما با کار انجام شده، امکان تنظیم و کنترل در محدوده وسیعی از بارهای فصلی به شکل بهتری فراهم می شود. سیستم اتوماسیون خازنی بدون دخالت انسان، توان راکتیو را در هر یک از پست ها با پله های کوچک کنترل می کند به نحوی که راندمان کل سیستم بالا می رود. با نصب کنترل کننده بانک خازنی در یک پست، یک مگاوار توان راکتیو پشتیبان در آن شبکه توزیع (شامل ترانسفورماتور و فیدرهای مربوط به آن) بدست آمد. این کار با استفاده مؤثر از خازن های موجود و بدون نصب خازن های اضافی انجام گرفته است. در بیشتر نواحی روتاسیوی به خصوص آنها که با شبکه های شعاعی تغذیه می شوند، بهبود پروفیل ولتاژ باعث کاهش یا به تأخیر افتادن بازسازی می شود. اتوماسیون خازنی، زمان لازم برای کنترل دستی بانک های خازنی در فیدرهای طولانی را به نحو چشمگیری کاهش داده است.

نتیجه گیری

در این مقاله روشی جدید برای جایابی خازنهای ثابت در شبکه های توزیع بر اساس کمینه کردن تلفات انرژی ارائه گردید. مدل ارائه شده در این روش برای فشار ضعیف، دقیقترین مدلی است که در سیستم

برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

های توزیع فشار ضعیف (با وجود وسعت بسیار زیاد آنها و تغییرات نامعلوم و مداوم بارها) می تواند بکار گرفته شود.

در این مقاله پس از ارائه مدل فوق و بسط روابط تلفات توان، به جابجایی خازن بر اساس کمینه کردن تلفات انرژی پرداخته شد. حل مساله بهینه سازی مربوطه توسط الگوریتم ژنتیک انجام گرفت.

الگوریتم ارائه شده قابل تعمیم به شبکه فشار متوسط است. لحاظ کردن قید ولتاژ و جابجایی خازنهای قابل کلیدزنی جزء کارهای تکمیلی این الگوریتم جهت استفاده در شبکه فشار متوسط می باشد.



منابع و مراجع:

- [1] Ng H. N., Salama M. M. A., and Chikhani A. Y., "Classification of Capacitor Allocation Techniques," IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 15, No.1, 2000.
- [2] Turan Gonen, "Electric Power Distribution System Engineering", Mc.Graw-Hill International Edition, 1986.

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

[3] A. Dwyer, "The use of shunt capacitors applied for line loss savings," in Proc. 1992 CEA Conference, Apr. 1992.

[4] T. Marx, The Why and How of Power Capacitor Switching: Fisher Pierce, Mar. 1991.

[5] S. H. Lee and J. J. Grainger, "Optimum placement of fixed and switched capacitors on primary distribution feeders," IEEE Trans. Power and Systems, vol. 100, no. 1, pp. 345– 352, Jan. 1981.

"مجله T&D" - آگوست ۱۹۹۹

<http://www.tdworld.com/>



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



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

(۲ =) شماره پروژه

۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶ : پشتیبانی