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

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

موضوع پروژه:

جبرانسازی و خازن گذاری در شبکه

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.
(شماره پروژه = ۴۷۰)
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

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

مقدمه :

مصـرف کنندگان فشـار ضـعیف بخش عمده ای از برق تولید شـده را به خود اختصـاص می دهند. با افزایش روز افزون این م صرف کنندگان و همچنین افزایش بار راکتیو ک شیده شده از شبکه ، تلفات به طرز چ شمگیری بالا رفته و ن صب خازن اجتناب ناپذیر ا ست. از آنجا که تاثیر خازن بر جبران توان راکتیو با نزدیک تر شدن به محل م صرف بی شتر میگردد ، ن صب خازن در شبکه فشار ضعیف نقش پر رنگ تری به خود می گیرد.

در این پروژه سعی شده تا ا صول توان راکتیو و کار خازن ، نقش خازن در مکان های مختلف ، رو شهای به کار گیری خازن جهت جبران سازی ،دستگاه رگولاتور توان راکتیو، تاثیرات خازن بر هارمونیک های شبکه ،ویژگی های ساختاری خازن های قدرت، متعادل سازی بار با ا ستفاده از خازن ، همچنین مکان های ن صب بهینه خازن با روش های مختلف تئوری وعملی و در نهایت نتایج اقتصادی حاصل از نصب خازن مورد بررسی قرار گیرد.

قبل از شروع لازم است از زحمات و راهنمایی های استاد ارجمند جناب آقای " دکتر نصر آبادی " تشکر و قدردانی نماییم.

WikiPower.ir

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

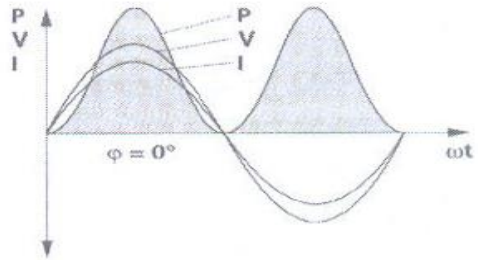
فصل اول : اصول

۱-۱- توان اکتیو:

حاصلضرب دو عدد منفی همیشه عددی مثبت است (-V).(-I)=(+P)

توان اکتیو به فرمی غیر الکتریکی (مثل حرارت، نور، توان مکانیکی) تغییر شکل می یابد و از طریق کنتور ثبت می شود. در بار اهمی خالص توان اکتیو از حاصلضرب مقدار مؤثر جریان (I) وولتاژ(U) محاسبه می شود.

WikiPower.ir



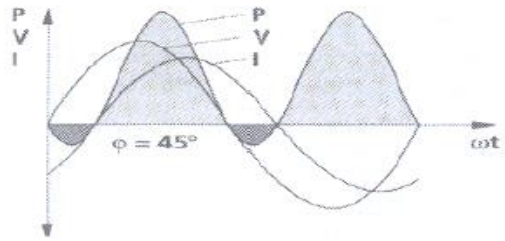
شکل ۱: ولتاژ، جریان و توان در بار اهمی ($\varphi = 0°$)

۱-۲- توان اکتیو و راکتیو:

در عمل، بیشتر اوقات بار خالص اهمی وجود ندارد. بلکه قسمت سلفی نیز به آن اضافه می‌گردد. این مطلب در تمامی‌مصرف‌کنندگانی که به میدان مغناطیسی احتیاج دارند مثل موتور آسنکرون،

راکتور و ترانسفورماتور صادق است. همچنین‌مبدلها و یکسوسازها برای کموتاسیون محتاج توان راکتیو هستند. جریانی که میدان مغناطیسی را به وجود می‌آورد و باعث تغییرقطب‌های آن می‌گردد، مصرف نشده بلکه به عنوان جریان راکتیو بین بار و ژنراتور رفت و آمد می‌کند. همانطوری که در شکل ۲نشان داده شده است، عبور از صفر ولتاژ و جریان دیگر بر روی یکدیگر قرار نمی‌گیرند و تأخیری بین آن دو وجود دارد. درفاصله بارهای اندوکتیو جریان بعد از ولتاژ حرکت کرده و در بارهای خازنی جریان جلوتر از ولتاژ حرکت می‌کند. در این‌وضعیت از رابطه (U).(I)=(P) مقدار توان لحظه‌ای محاسبه می‌شود. چرا که اگر یکی از دو عدد منفی باشد، حاصل منفی‌می‌گردد.

مثالی با تأخیر فاز $\varphi = 45^\circ$ انتخاب شده این اختلاف فاز برابر ضریب توان ۰/۷۰۷ است. بخشی از منحنی توان در محدوده منفی قرار می‌گیرد در این حالت توان اکتیو اینگونه محاسبه می‌شود:

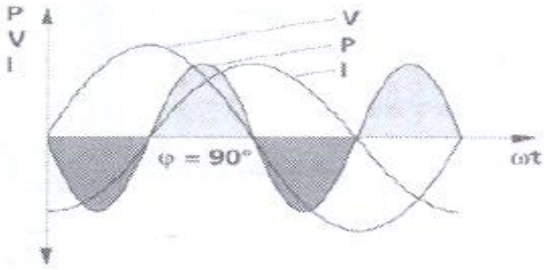


شکل ۲: ولتاژ ، جریان و توان در بار اهمی سلفی $(\varphi = 45^\circ)$

۳-۱- توان راکتیو:

در موتورها و ترانسفورموتورهای بی‌بار، اگر تلفات کابل‌ها، آهن و اصطکاک نادیده گرفته شود، آنچه باقی می‌ماند تنها توان‌راکتیو سلفی است. در صورتی که منحنی‌های ولتاژ و جریان با یکدیگر ۹۰° اختلاف فاز داشته باشند نیمی از منحنی توان درناحیه مثبت و نیمی دیگر در ناحیه منفی قرار می‌گیرد. در این حالت توان اکتیو صفر است چون ناحیهٔ مثبت و ناحیه منفی

برابرهستند. توان راکتیو که برای بوجود آوردن میدان الکترومغناطیسی بین ژنراتور و مصرف‌کننده در حال نوسان است، از رابطه‌درون کادر زیر به دست می‌آید:



شکل ۳: ولتاژ، جریان و توان در بار کاملا سلفی ($\varphi = 90°$)

۱-۴ توان ظاهری:

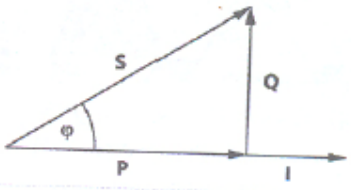
توان ظاهری یک شبکه مشخص‌کننده میزان بار پذیری آن شبکه است.

ژنراتور، ترانس‌ها، فیوزها و مقاطع سیم‌ها و کابلها می‌بایستی برای توان ظاهری شبکه انتخاب گردند.

توان ظاهری حاصلضرب مقدار ولتاژ و جریان بدون در نظر گرفتن اختلاف فاز آنهاست.

توان ظاهری از جمع هندسی توان مؤثر و توان راکتیو به دست می‌آید.

$S = U.I$
$[VA] = [V].[A]$
$S = \sqrt{P^2+Q^2}$
$[VA]=[W].[VAr]$



شکل ۴: دیاگرام قدرت

۱-۵ ضریب توان:

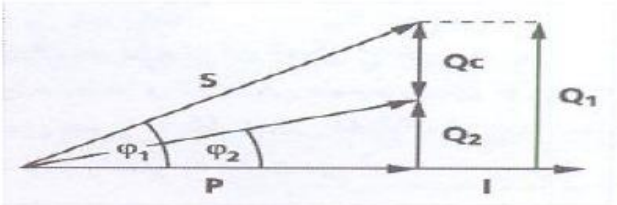
از کسینوس زاویه اختلاف فاز جریان و ولتاژ می‌توان اجزاء ظاهری و مؤثر توانها، ولتاژها و جریان‌ها را محاسبه نمود در عمل‌ضریب توان بدین صورت تعریف می‌شود

$$\cos\varphi = \frac{P[w]}{S[VA]}$$

در دستگاههای الکتریکی اصولاً ضریب توان برای بار کامل نوشته می‌شود. از آنجایی که شبکه برای توان ظاهری خاصی‌طراحی شده است، لذا سعی بر این است که مقدار توان ظاهری حتی‌الامکان پایین نگهداشته شود. در صورتی که خازنهای‌مناسب به صورت موازی و در کنار مصرف‌کننده نصب شوند بخشی از توان راکتیو بین خازن و مصرف کننده نوسان کرده وباقیمانده از شبکه کشیده می‌شود که میزان بارگذاری راکتیو شبکه را کاهش می‌دهد. در صورتی که بوسیله جبران‌سازی، ضریب‌توان به ۱ برسد در شبکه تنها جریان مؤثر وجود خواهد داشت.

Qc توان راکتیوی که از خازن گرفته می‌شود، از اختلاف توان اکتیو Q۱ قبل از جبران سازی و بعد از جبران‌سازی Q۲ به دست می‌آید. لذا

$$QC = P\,.\,(\tan\varphi 1 - \tan\varphi 2)$$
$$[VAr] \quad [w]$$



شکل ۵: دیاگرام اثر جبران‌سازی

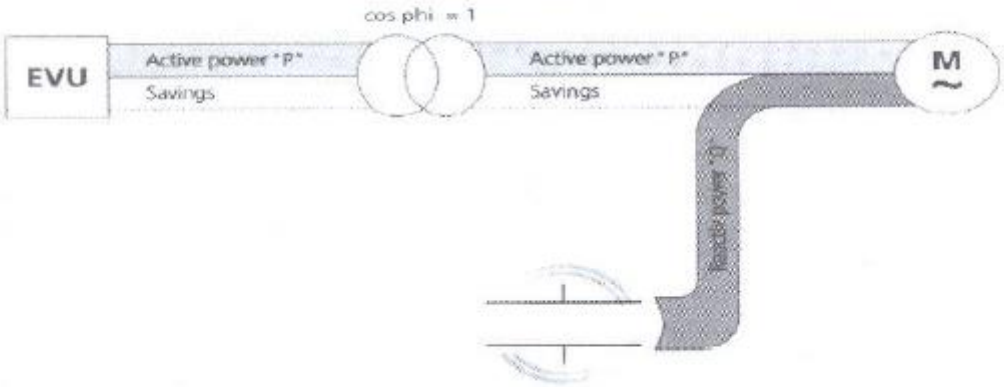
۶-۱- چراجبران سازی؟

توان راکتیوی که بین ژنراتور و مصرف کننده در حال نوسان است در شبکه به گرما مبدل می‌شود. مولدها، ترانسها، کابلها وسیم‌کشی‌ها و کلیدها نیز بر اثر آن تحت اضافه بار قرار گرفته که تلفات و افت ولتاژ را بهمراه دارند. در صورت زیاد بودن مقدارتوان اکتیو مصرفی ممکن است

کابلها و سیمها، توان انتقال جریان برق را نداشته باشند و لازم باشد که کابلها و سیم‌های دارای‌مقاطع بزرگتری به کار گرفته شوند.

از نظر وزارت نیرو کوچک بودن ضریب توان، هزینه‌های تولید، انتقال و توزیع مخارج سرمایه‌گذاری و نگهداری تجهیزات درشبکه تولید برق را افزایش می‌دهد. این مخارج به هزینه قبض‌های برق مصرف‌کننده‌ها اضافه می‌شود. به همین دلیل درمجاورت کنتوراکتیو یک کنتوراکتیو نیز نصب می‌شود.

شکل ۶: جریان اکتیو و راکتیو در شبکه بدون تجهیزات جبران‌سازی



شکل ۷: جریان اکتیو و راکتیو در شبکه به همراه تجهیزات جبران‌سازی

۷-۱- مزایای خازن‌گذاری:

استفاده اقتصادی از

- **ژنراتورها**
- **ترانسها**
- **سیم‌ها و کابلها**
- **کلیدها**

کاهش تلفات و افت ولتاژ

- مخارج کم انرژی

۸-۱- چرا خازن:

اغلب دستگاه ها و مصرف کنندگان الکتریکی برای انجام کار مفید نیازمند مقداری توان راکتیو برای مهیا کردن شرایط لازم برای انجام کار می باشند . به عنوان مثال موتورهای الکتریکی CA برای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی ، نیازمند تولید شار مغناطیسی در فاصله هوایی موتور هستند . ایجاد شار تنها توسط توان راکتیو امکان پذیر و با افزایش بار مکانیکی موتور مقدار توان راکتیو بیشتری مصرف می گردد.

عمده مصرف کنندگان انرژی راکتیو عبارتند از :
۱)سیستم های الکترونیک قدرت
الف) مبدل های DC/AC (Rectlfirs)
ب) مبدل های AC/DC (Inverters)
ج) مبدل های AC/AC (Converters)
د) چاپرها (Choppers)

۲) مصرف کنندگان یا تجهیزاتی که دارای مشخصه غیر خطی هستند .
۳) مصرف کنندگانی که در شکل موج ولتاژ محل تغذیه خود اعوجاج (هارمونیک) ایجاد می نمایند .
۴) متعادل سازهای بارهای نامتعادل
۵) تثبیت کننده های ولتاژ
۶) کوره های القایی
۷) کوره های قوس الکتریکی
۸) سیستم های جوش کاری AC ، DC
همانگونه که ذکر شد مصرف انرژی راکتیو اجتناب ناپذیر است.

انتقال انرژی راکتیو ، انتقال جریان الکتریکی است و انتقالش نیازمند به کابل با سطح مقطع بزرگتر ، دکل های فشار قوی مقاوم تر و در نتیجه هزینه های مازاد است. همچنین تلفات الکتریکی و کاهش راندمان شبکه را نیز به همراه دارد. در مواردی مانند کاربردهای الکترونیک قدرت و متعادل سازی بارهای نامتعادل حتی انتقال انرژی راکتیو هم کار ساز نبوده و باید انرژی در محل تولید گردد.
خازن اصطلاحا تولید کننده انرژی راکتیو است ، اما خازن توان راکتیو تولید نکرده بلکه مصرف کننده آن نیز می باشد. فقط در زمانی که القاگر انرژی راکتیو در خود ذخیره می نماید (از شبکه می کشد) خازن انرژی دخیره شده خو د را به شبکه تحویل می دهد و در زمانی که القاگر انرژی دخیره شده اش را به شبکه پس می دهد خازن از شبکه انرژی می کشد . حال اگر القاگر و خازن

در کنار هم قرار گیرند هنگامی که خازن انرژی می دهد القاگر آن انرژی را میگیرد و زمانی که خازن انرژی می دهد موجب تعادل انرژی بین القاگر و خازن گشته تبادل انرژی بین مصرف کننده و شبکه صورت نمی گیرد .

۹-۱- تثبیت ولتاژ :

مورد استفاده دیگر خازن (انرژی راکتیو) تثبیت ولتاژ محل تغذیه بار است. افزایش بار به معنی افزایش دامنه جریان کشیده شده از شبکه و ازدیاد افت ولتاژ درمحل تغذیه است. برای کاهش افت ولتاژ سه راه حل وجود دارد :

۱) تقویت شبکه

تقویت شبکه به معنای کاهش امپدانس معادل شبکه در محل تغذیه می باشد. انجام این مهم با افزایش ولتاژ شبکه و یا تغذیه چند سویه بار امکان پذیر است که برای اکثر مصرف کنندگان این کار امکان پدیر نیست.

۲) کاهش بار

افت ولتاژ بیش از حد مجاز را با تقلیل دادن بار و یا تنظیم توالی زمانی بهره برداری دستگاه ها می توان جبران نمود.

۳) استفاده از خازن

با تزریق کردن Qوار توان راکتیو به شبکه در معل مصرف ولتاژ از U_1 به U_2 افزاش می یابد که ولتاژ U_2 به طور تقریبی از رابطه مقابل محاسبه می گردد.

$$U_2 = U_1(1+\frac{Q}{S})$$

که در آن s قدرت اتصال کوتاه شبکه در محل مصرف و Q قدرت راکتیو پیاده سازی شده است.

با استفاده از این ویژگی می توان به تثبیت ولتاژ پرداخت.

۱۰-۱- اثر نحوه اتصال بر مشخصات مجموعه :

توان راکتیو خازن و مقدار موثر جریانی که هنگام اتصال خازن به شبکه از شبکه به سمت خازن جاری می گردد به نحوه اتصال خازن و ولتاژ محل نصب و ظرفیت خازن به شبکه بستگی دارد.

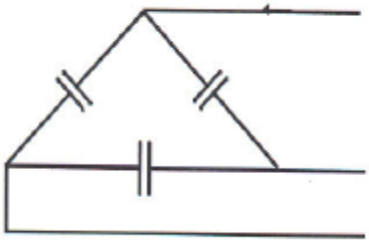
از جمله مشخصات خازن ولتاژ نامی و توان راکتیو خازن است. طبق استاندارد:

ولتاژ نامی U_n بر اساس استاندارد ولتاژی است که خازن آن را به طور د ائمی و بدون صدمه دیدن تحمل می کند. جریان نامی I_n بر اساس استاندارد جریانی است که خازن در ولتاژ و فرکانس نامی از شبکه می کشد.

توان راکتیو نامی Q_n میزان توان راکتیو خازن در ولتاژ و فرکانس نامی است.

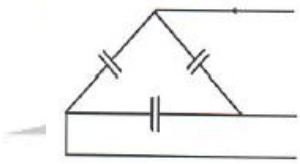
تمامی خازن ها به صورت تک فاز ساخته می شوند. در ولتاژهای پایین سه خازن تک فاز ، به صورت ستاره یا مثلث به هم متصل گشته درون بدنه فلزی قرار می گیرند.

شکل مقابل یک خازن سه فاز را با اتصال مثلث نشان میدهد. جریانی که مجموعه خازن ها از شبکه می کشد برابر مقدار زیر است:



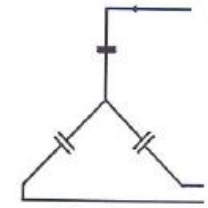
$$I = \frac{\sqrt{3}Q}{U_n}$$

در ولتاژهای بالا به دلیل مشکلات ایزولاسیون و در ظرفیت های زیاد به دلیل مشکلات انتقال حرارت و خنک سازی خازن ، خازن ها به صورت تک فاز ساخته می شوند. اتصال خازن های تک فاز به دو صورت اتصالات ستاره و یا مثلث امکان پذیر است و بسته به نوع اتصال جریان های متفاوتی از شبکه می کشند . دو شکل زیر نحوه اتصال و جریان کل کشیده شده از شبکه در دو حالت اتصالات ستاره و مثلث خازن های تک فاز را نشان می دهد .



$$I = \frac{\sqrt{3}Q \cdot U}{U_n^2}$$

U=ولتاژ محل اتصال



$$I = \frac{U \cdot Q}{\sqrt{3}U_n^2}$$

Q= توان خازن تک‌فاز در ولتاژ U_n

به عنوان مثال می توان سه خازن ۱۰ کیلو وار ، ۴۰۰ ولت را به صورت ستاره به هم متصل کرد و یا سه خازن ۱۰ کیلو وار ، ۴۰۰ ولت را به صورت مثلث به هم وصل کرد. جریان عبوری از هر خازن در دو حالت برابر نیست . با ذکر مثالی به بررسی اثر نحوه اتصال خازن های تک فاز در مقدار قدرت راکتیو بانک خازنی حاصل می پردازیم .

سه عدد خازن تک فاز ۱۰ کیلو وار ، ۴۰۰ ولت یک بار به صورت مثلث و یک بار بصورت ستاره به شبکه متصل می شوند:

ولتاژ شبکه = ۴۰۰ ولت توان راکتیو نامی خازن = ۱۰ کیلو وار

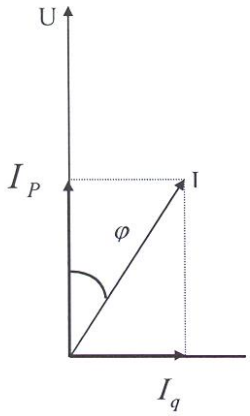
فرکانس شبکه = ۵۰ هرتز جریان نامی خازن = ۲۵ آمپر

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

	اتصال ستاره	اتصال مثلث
جریان هر خازن	۱۴,۴ آمپر	۲۵ آمپر
جریان کل کشیده شده از شبکه	۱۴,۴ آمپر	۴۳ آمپر
توان راکتیو تحویل به شبکه	۱۰ کیلووار	۳۰ آمپر

۱۱-۱-ضریب توان:

ضریب توان ، معیاری برای سنجش میزان توان راکتیو مورد نیاز دستگاه مصرف کننده برق برای انجام تبدیل انرژی می باشد ، ضریب توان براساس تعریف نسبت توان اکتیو مورد نیاز به کل توان الکتریکی ($\cos\varphi = p \div \sqrt{(P^2+Q^2)}$) تعریف می گردد و همیشه بین ۱- و ۱+ تغییر می کند. از ۱+ الی ۰ برای بارهای القایی و از ۰ الی ۱- برای بارهای خازنی می باشد.



با اتصال خازن به بار ، ضریب قدرت کل مجموعه مصرف کننده و خازن تغییر می کند چرا که بخشی از انرژی راکتیو مورد نیاز مصرف کننده را خازن تامین می کند و تنها باید جزء باقیمانده را از شبکه دریافت کند.

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

با اتصال Q وار خازن به مصرف کنندهای با ضریب توان $\cos\varphi_1$ ضریب توان مجموعه خازن و بار به $\cos\varphi_2$

تغییر می کند که $\cos\varphi_2$ را می توان از رابطه زیر محاسبه کرد.

$$\text{Cos}\varphi 2 = \text{Cos}\left[\text{Arctg}\left[\text{tg}\varphi 1 - \frac{Q}{P}\right]\right]$$

WikiPower.ir

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

فصل دوم:جبرانسازی

WikiPower.ir

۲-۱- جبران‌سازی انفرادی

در ساده ترین فرم، یک خازن با مقدار مناسب، موازی هر مصرف‌کننده سلفی نصب می‌شود. بدین‌وسیله بصورت چشمگیری ازبار سیم‌ها و کابلها کم می‌شود. باید دقت کرد که خازن فقط در محدوده زمانی فعالیت دستگاهها مورد استفاده واقع شود. درضمن نصب خازن برای جبران‌سازی انفرادی دستگاهها ساده نیست. (از قبیل مسایلی چون مکان و یا مخارج مونتاژ و نصب آن)

کاربرد

- جهت جبران‌سازی توان راکتیو بی‌باری ترانسفورماتورها

- برای موتورهای دائم کار

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

- برای موتورهای کم بار یا با کابل طولانی

مزایا

- شبکه داخلی کاملاً از جریان راکتیو پاک می‌شود.

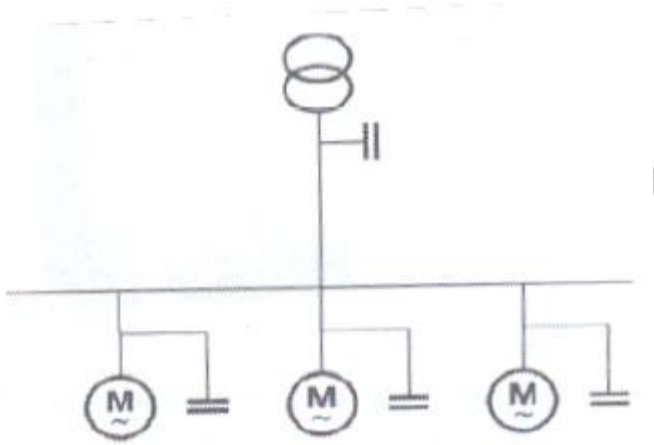
- مخارج کمتر بر حسب KVAR

معایب

- جبران‌سازی در تمام کارخانه پخش شده است.

- نصب پیچیده

- بطور کلی به خازن بیشتری نیاز است چونکه توجهی به ضریب هم زمانی نمی‌شود.



شکل ۸: مثالی از جبرانسازی انفرادی

۲-۲ جبران‌سازی گروهی:

دستگاههایی که به صورت گروهی نصب شده‌اند، به صورت جمعی جبران‌سازی می‌شوند. به جای خازنهای مختلف کوچک‌یک خازن مناسب بزرگ نصب می‌شود.

کاربرد

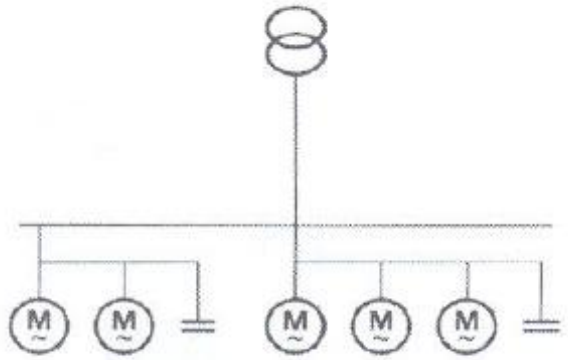
- برای مصارف سنگین سلفی در صورتی که با هم به کار گرفته شوند.

مزایا

- شبیه جبران‌سازی انفرادی ولی اقتصادی‌تر

معایب

- فقط برای مصرف‌کننده‌های گروهی که با هم کار می‌کنند قابل استفاده است.



شکل ۹: مثالی از جبران‌سازی گروهی

۳-۲ جبران‌سازی مرکزی:

کل جبران‌سازی به صورت متمرکز مثلاً در ورودی فشار ضعیف نصب می‌شود، بدین طریق تمام توان راکتیو موردنیاز پوشش‌داده می‌شود. کل توان خازن به پله‌های متعدد تقسیم شده و به وسیله یک رگولاتور توان راکتیو از طریق کنتاکتورها، بسته به‌وضعیت بار به مدار وارد یا خارج می‌شوند.

این روش امروزه در بیشتر مواقع مورد توجه قرار می‌گیرد، چرا که جبران‌سازی مرکزی بدین طریق می‌تواند به آسانی تحت‌کنترل قرار گیرد. تنظیم‌کننده‌های راکتیو مدرن می‌توانند دائماً

وضعیت کلیدها، ضریب توان و جریان اکتیو و راکتیو و همچنین‌هارمونیک‌های موجود در شبکه را تحت نظارت قرار دهند. به طور کلی با این روش به دلیل در نظر گرفتن هم زمانی در تمام‌کارخانه توان خازنی کمتر نسبت به جبران‌سازی انفرادی یا گروهی نیاز است. در این روش جریان راکتیو سیمها و کابلهای به‌کار رفته در شبکه درونی از طریق جبران‌سازی کم نمی‌شوند. یعنی اگر سطح مقاطع کابلها و سیمهای بار به اندازه کافی بزرگ‌باشد، دیگر مزیتی به شمار نمی‌رود.

کاربرد

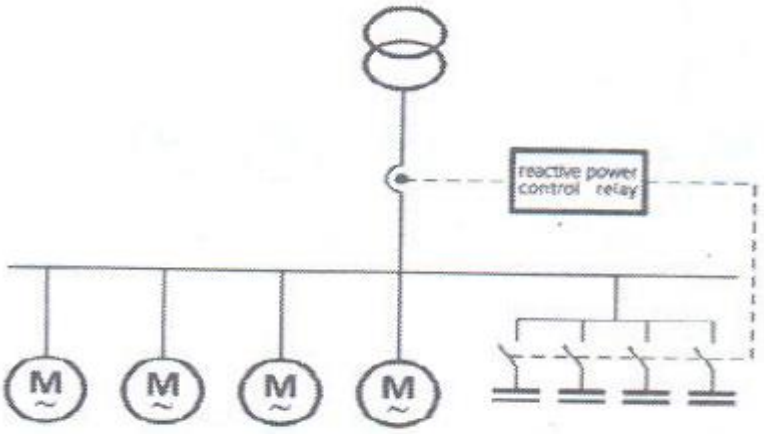
- در صورتی که مقاطع سیم‌ها و کابلهای داخل کارخانه ایجاد مشکل نکنند همیشه قابل استفاده است.

مزایا

- کل سیستم مقابل دید بوده و آسان قابل کنترل است.
- استفاده مفید از توان خازن نصب شده.
- نصب ساده در اغلب اوقات.
- مصرف کمتر خازن چون ضریب هم‌زمانی در نظر گرفته می‌شود.
- در صورت وجود هارمونیک در شبکه، دارای مخارج مناسبتری است زیرا خازنها آسانتر به سلف مجهز می‌شوند.

معایب

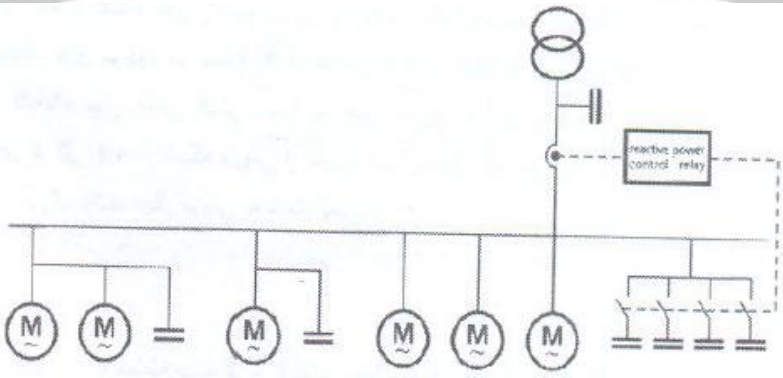
- بار داخلی شبکه کم نمی‌شود.
- مخارج اضافی برای تنظیم اتوماتیک سیستم.



شکل ۱۰: مثالی از جبران‌سازی متمرکز

۲-۴ جبران‌سازی مخلوط:

به دلیل اقتصادی اغلب مقرون به صرفه است که هر سه روش بالا را با یکدیگر استفاده نمود.



شکل ۱۱: مثالی از جبران‌سازی مخلوط

در ادامه راههای مختلف جهت تعیین توان مورد نیاز خازنی جهت جبران سازی بار ها را بررسی خواهیم کرد.

۲-۵- تعرفه‌های جریان:

برای مصرف‌کنندگان کوچک قوانین تعرفه‌ای مشخصی از سوی شرکتهای برق منطقه‌ای اعلام می‌شود. در صورتی که برای‌مصرف‌کنندگان بزرگ قراردادهای مخصوصی بسته می‌شود.

در بیشتر این قراردادها مخارج برق از اجزاء زیر تشکیل شده است.

- توان اکتیو - [kW] اندازه‌گیری توسط کنتور ماکسی‌متر مثلاًماکزیمم در هر ۱۵ دقیقه

- توان مؤثر - [kWh] اندازه‌گیری توسط کنتوراکتیو چند تعرفه(اغلب تعرفه روز و شب جداست).

- توان راکتیو - [kVArh] اندازه‌گیری توسط کنتوراکتیو چند تعرفه‌که بخشی از آن تعرفه روز و شب جدا دارد.

در حال حاضر زمانی مخارج انرژی راکتیوی محاسبه می‌شود که بارراکتیو بیشتر از ۵۰٪ بار اکتیو باشد. این مطابق ضریب توان ۰/۹ است.منظور این نیست که ضریب توان از ۰/۹ هرگز نباید بیشتر باشد. این‌ضریب توان به عنوان پایه ضریب توان در متوسط ماهانه صدق می کند.در بعضی از مناطق برق منطقه‌ای ضرایب توان دیگری مثل ۹/ اعمال‌می‌نماید.

در انواع تعرفه‌ها، توان با kW محاسبه نمی‌شود بلکه با kVA محاسبه‌می‌گردد. در این صورت مخارج توان راکتیو در قیمت توان مستتر است.برای پایین آوردن مخارج در این مورد می‌بایستی سعی بر آن شود تاضریب توان به ۱ افزایش یابد. کلاً باید از این نقطه نظر به موضوع نگاه‌کرد که در صورت انتخاب قدرت جبراسازی مناسب، از پرداخت مخارج‌اضافی جلوگیری شود

۶-۲- تخمین کلی: در ادامه درباره این موضوع بحث می‌شود که چطور توان جبران‌سازی‌موردنیاز را می‌توان به دست آورد.

نوع مصرف کننده	قدرت نامی خازن
موتورهای دارای جبران سازی انفرادی	۳۵-۴۰٪ توان موتور
ترانسهای جبران سازی انفرادی	۲,۵٪ ظرفیت ترانس (در ترانسهای قدیمی ۵٪)
جبران سازی مرکزی	۳۳-۲۵٪ توان ترانس با هدف ۰,۹ =cosφ ۵۰-۴۰٪ توان ترانس با هدف ۱ =cosφ

جدول(۱): داده های تخمینی برای توان خازن مورد نیاز

بعضی مواقع اطمینان صد درصد به‌صحت نتیجه محاسباتی وجود ندارد. در این موارد می‌توان از روی‌تخمین بررسی کرد که نتیجه محاسبه شده تا چه حد به حقیقت نزدیک‌است.

- تا زمانی که مصرف‌کننده‌های نصب شده خارج از عرف معمولی نباشند.چنین تخمین‌هایی به طور کلی نزدیک به اعداد واقعی هستند.

WikiPower.ir

۷-۲- محاسبه توان خازن موردنیاز به وسیله اندازه‌گیری:

آمپرمتر و دستگاه اندازه‌گیری توان اغلب در تابلو اصلی نصب شده‌اند.همچنین می‌توان از دستگاههای اندازه‌گیری چنگکی استفاده نمود.اندازه‌گیری‌های موردنیاز در فیدر ورودی و یا فیدرهای خروجی پست‌اصلی انجام می‌پذیرد. اندازه‌گیری هم زمان ولتاژ شبکه دقت محاسبه رابهتر می‌نماید. البته می‌توان ولتاژ نامی را ۳۸۰ یا ۴۰۰ ولت در نظر گرفت.

از ولتاژ(U) ، جریان ظاهری (Is) و ضریب توان می‌توان توان اکتیو رامحاسبه کرد.

$$P = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi.10^{-3}$$
$$[kw] \qquad [V]\,[A]$$

در صورتی که cos φ موردنظر مشخص باشد می‌توان با فرمول زیر توان‌خازن را محاسبه کرد. البته ساده تر است که فاکتور f از جدول ۲ استخراج‌شود و در توان مؤثر محاسبه شده ضرب شود.

$$Q_C = P.(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$$
$$[VAR] \quad [w]$$
$$Q_C = P.f$$

مثال: اطلاعات برای

جریان ظاهری = ۲۴۸ آمپر

ضریب توان = ۰/۸۶

ضریب توان مطلوب = ۰/۹۲

ولتاژ = ۳۹۷ ولت

$$P = \sqrt{3}\times 397\times 0.86\times 10^{-3} = 146.6 \quad [kw]$$

از جدول ۲ ، ضریب f برابر ۰،۱۷ است.پس مقدار خازن مورد نیاز:

$$Q_C = 146.6\times 0.17 = 24.9 \quad [KVAR]$$

تذکر: اندازه‌گیری که در بالا بر اساس آنها محاسبات انجام گرفته مقادیرلحظه‌ای را به دست می‌دهند. میزان بار بسته به روز و فصل تغییرات‌شدیدی دارد. به همین جهت کسی باید

اندازه‌گیری را انجام دهد که‌کارگاه یا کارخانه را به خوبی می‌شناسد. اندازه‌گیری‌های متعددی بایدانجام پذیرد و به این نکته باید توجه کرد که مصرف‌کننده‌های نیازمند به‌جبران‌سازی (مصرف‌کننده‌های اصلی) در حال کار باشند. همچنین‌داده‌های اندازه‌گیری بایستی حتی‌الامکان سریعاً و هم زمان برای تمام‌دستگاهها خوانده شود، تا اینکه با یک نوسان بار شدید ناگهانی اشتباهی‌در نتایج رخ ندهد.

۲-۸- اندازه‌گیری به وسیله ثبات اکتیو و راکتیو:

نتایج قابل قبول بوسیله دستگاه فوق حاصل می‌شود. این داده‌ها می‌توانندبرای مدت زمان طولانی ثبت شوند. بدین طریق داده‌های پیک به دست‌می‌آید.

توان خازن طبق روال زیر محاسبه می‌شود.

$$Q_C = Q_L - (P.\tan\varphi_2)$$
$$[kVAr] \quad [kVAr]$$

توان خازن موردنیاز = Qc

توان راکتیو اندازه‌گیری شده =QL

توان مؤثر اندازه‌گیری شده = P

تانژانت زاویه متناظر cos φ موردنظر (از جدول ۲ می‌توان این مقدار رابرداشت کرد) = tanφ2

مثلاً برای ۰/۹۲ = cos φ ، مقدار ۰/۴۳ = tanφ بدست می‌آید.

۲-۹- اندازه‌گیری از طریق خواندن کنتور:

کنتور توان اکتیو و راکتیو در ابتدای کار خوانده می‌شود. ۸ ساعت بعد، هردو کنتور مجدداً خوانده می‌شوند. در صورتی که در این ۸ ساعت توقفی‌در کار ایجاد شده باشد، این مدت توقف باید به ۸ ساعت اضافه شود.

مقدار اولیه کنتور راکتیو = RM۱

مقدار نهایی کنتور راکتیو = RM۲

مقدار اولیه کنتوراکتیو = AM۱

مقدار نهایی کنتوراکتیو = AM۲

$$\frac{RM_2 - RM_1}{AM_2 - AM} = \tan\varphi$$

با حاصل به دست آمده برای tanφ و cos φ موردنظر از جدول ۲ می‌توان‌فاکتور f را بدست آورد.

K نسبت ترانس جریان کنتور است.

$$Q_C = \frac{(AM_2 - AM_1)}{8} \times f$$

مثال: مقادیر زیر با خواندن کنتورها ثبت شده‌اند.

کنتوراکتیو (کیلووات ساعت)

AM۱ =۱۱۵/۳

AM۲ =۱۲۴/۶

کنتوراکتیو (کیلووات ساعت)

RM۱=۳۱۱/۲

RM۲=۳۲۱/۲

کنتورها با ترانس جریان با نسبت ۱۵۰ به ۵ آمپر(A۱۵۰/۵) کار می‌کنند،بنابراین ضریب تبدیل جریان ۳۰= K باید در نظر گرفته شود.

محاسبه:

$$\tan\varphi = \frac{321.2-311.2}{124.6-115.3} = 1.08$$

برای رسیدن به ضریب توان ۰,۹۲ ضریب F از جدول برابر0.65 **به دست می آید.**

مقدار خازن مورد نیاز

$$Q_C = \frac{(124.6-115.3)\times 30}{8}\times 0.65 = 22.67 \quad [kVAr]$$

جدول ۲ :فاکتور F (**F**= tanφ actual - tanφ desired)

ضریب توان مطلوب									ضریب توان واقعی	
۱,۰۰	۰,۹۸	۰,۹۵	۰,۹۲	۰,۹۰	۰,۸۵	۰,۸۰	cosφ	tanφ
۳,۱۸	۲,۹۸	۲,۸۵	۲,۷۵	۲,۷۰	۲,۳۶	۲,۴۳	۰,۳۰	۳,۱۸
۲,۹۶	۲,۷۶	۲,۶۳	۲,۵۳	۲,۴۸	۲,۳۴	۲,۲۱	۰,۳۲	۲,۹۶
۲,۷۷	۲,۵۶	۲,۴۴	۲,۳۴	۲,۲۸	۲,۱۵	۲,۰۲	۰,۳۴	۲,۷۷
۲,۵۹	۲,۳۹	۲,۲۶	۲,۱۷	۲,۱۰	۱,۹۷	۱,۸۴	۰,۳۶	۲,۵۹
۲,۴۳	۲,۲۳	۲,۱۱	۲,۰۱	۱,۹۵	۱,۸۱	۱,۶۸	۰,۳۸	۲,۴۳
۲,۲۹	۲,۰۹	۱,۹۶	۱,۸۷	۱,۸۱	۱,۶۷	۱,۵۴	۰,۴۰	۲,۲۹
۲,۱۶	۱,۹۶	۱,۸۳	۱,۷۳	۱,۶۸	۱,۵۴	۱,۴۱	۰,۴۲	۲,۱۶
۲,۰۴	۱,۸۴	۱,۷۱	۱,۶۱	۱,۵۶	۱,۴۲	۱,۲۹	۰,۴۴	۲,۰۴
۱,۹۳	۱,۷۳	۱,۶۰	۱,۵۰	۱,۴۵	۱,۳۱	۱,۱۸	۰,۴۶	۱,۹۳

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

۱,۸۳	۱,۶۲	۱,۵۰	۱,۴۰	۱,۳۴	۱,۲۱	۱,۰۸	۰,۴۸	۱,۸۳
۱,۷۳	۱,۵۳	۱,۴۰	۱,۳۱	۱,۲۵	۱,۱۱	۰,۹۸	۰,۵۰	۱,۷۳
۱,۶۴	۱,۴۴	۱,۳۱	۱,۲۲	۱,۱۶	۱,۰۲	۰,۸۹	۰,۵۲	۱,۶۴
۱,۵۶	۱,۳۶	۱,۲۳	۱,۱۳	۱,۰۷	۰,۹۴	۰,۸۱	۰,۵۴	۱,۵۶
۱,۴۸	۱,۲۸	۱,۱۵	۱,۰۵	۱,۰۰	۰,۸۶	۰,۷۳	۰,۵۶	۱,۴۸
۱,۴۰	۱,۲۰	۱,۸۰	۰,۹۸	۰,۹۲	۰,۷۸	۰,۶۵	۰,۵۸	۱,۴۰
۱,۳۳	۱,۱۳	۱,۰۰	۰,۹۱	۰,۸۵	۰,۷۱	۰,۵۸	۰,۶۰	۱,۳۳
۱,۳۰	۱,۱۰	۰,۹۷	۰,۸۷	۰,۸۱	۰,۶۸	۰,۵۵	۰,۶۱	۱,۳۰
۱,۲۷	۱,۰۶	۰,۹۴	۰,۸۴	۰,۷۸	۰,۶۵	۰,۵۲	۰,۶۲	۱,۲۷
۱,۲۳	۱,۰۳	۰,۹۰	۰,۸۱	۰,۷۵	۰,۶۱	۰,۴۸	۰,۶۳	۱,۲۳
۱,۲۰	۱,۰۰	۰,۸۷	۰,۷۷	۰,۷۲	۰,۵۸	۰,۴۵	۰,۶۴	۱,۲۰
۱,۱۱	۰,۹۰	۰,۷۸	۰,۶۸	۰,۶۳	۰,۴۹	۰,۳۶	۰,۶۷	۱,۱۱
۱,۰۸	۰,۸۸	۰,۷۵	۰,۶۵	۰,۵۹	۰,۴۶	۰,۳۳	۰,۶۸	۱,۰۸
۱,۰۵	۰,۸۵	۰,۷۲	۰,۶۲	۰,۵۶	۰,۴۳	۰,۳۰	۰,۶۹	۱,۰۵
۱,۰۲	۰,۸۲	۰,۶۹	۰,۵۹	۰,۵۴	۰,۴۰	۰,۲۷	۰,۷۰	۱,۰۲
۰,۹۹	۰,۷۹	۰,۶۶	۰,۵۷	۰,۵۱	۰,۳۷	۰,۲۴	۰,۷۱	۰,۹۹
۰,۹۶	۰,۷۶	۰,۶۴	۰,۵۴	۰,۴۸	۰,۳۴	۰,۲۱	۰,۷۲	۰,۹۶
۰,۹۴	۰,۷۳	۰,۶۱	۰,۵۱	۰,۴۵	۰,۳۲	۰,۱۹	۰,۷۳	۰,۹۴
۰,۹۱	۰,۷۱	۰,۵۸	۰,۴۸	۰,۴۲	۰,۲۹	۰,۱۶	۰,۷۴	۰,۹۱
۰,۸۸	۰,۶۸	۰,۵۵	۰,۴۶	۰,۴۰	۰,۲۶	۰,۱۳	۰,۷۵	۰,۸۸
۰,۸۶	۰,۶۵	۰,۵۳	۰,۴۳	۰,۳۷	۰,۲۴	۰,۱۱	۰,۷۶	۰,۸۶

WikiPower.ir

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

۰,۸۳	۰,۶۳	۰,۵۰	۰,۴۰	۰,۳۴	۰,۲۱	۰,۰۸	۰,۷۷	۰,۸۳
۰,۸۰	۰,۶۰	۰,۴۷	۰,۳۸	۰,۳۲	۰,۱۸	۰,۰۵	۰,۷۸	۰,۸۰
۰,۷۸	۰,۵۷	۰,۴۵	۰,۳۵	۰,۲۹	۰,۱۶	۰,۰۳	۰,۷۹	۰,۷۸
۰,۷۵	۰,۵۵	۰,۴۲	۰,۳۲	۰,۷	۰,۱۳	–	۰,۸۰	۰,۷۵
۰,۷۲	۰,۵۲	۰,۴۰	۰,۳۰	۰,۲۴	۰,۱۰	–	۰,۸۱	۰,۷۲
۰,۷۰	۰,۴۹	۰,۳۷	۰,۲۷	۰,۲۱	۰,۰۸	–	۰,۸۲	۰,۷۰
۰,۶۷	۰,۴۷	۰,۳۴	۰,۲۵	۰,۱۹	۰,۰۵	–	۰,۸۳	۰,۶۷
۰,۶۵	۰,۴۴	۰,۳۲	۰,۲۲	۰,۱۶	۰,۰۳	–	۰,۸۴	۰,۶۵
۰,۶۲	۰,۴۲	۰,۲۹	۰,۱۹	۰,۱۴	–	–	۰,۸۵	۰,۶۲
۰,۵۹	۰,۳۹	۰,۲۶	۰,۱۷	۰,۱۱	–	–	۰,۸۶	۰,۵۹
۰,۵۷	۰,۳۶	۰,۲۴	۰,۱۴	۰,۰۸	–	–	۰,۸۷	۰,۵۷
۰,۵۴	۰,۳۴	۰,۲۱	۰,۱۱	۰,۰۶	–	–	۰,۸۸	۰,۵۴
۰,۵۱	۰,۳۱	۰,۱۸	۰,۰۹	۰,۰۳	–	–	۰,۸۹	۰,۵۱
۰,۴۸	۰,۲۸	۰,۱۶	۰,۰۶	–	–	–	۰,۹۰	۰,۴۸
۰,۴۶	۰,۲۵	۰,۱۳	۰,۰۳	–	–	–	۰,۹۱	۰,۴۶
۰,۴۳	۰,۲۲	۰,۱۰	–	–	–	–	۰,۹۲	۰,۴۳
۰,۴۰	۰,۱۹	۰,۰۷	–	–	–	–	۰,۹۳	۰,۴۰
۰,۳۶	۰,۱۶	۰,۰۳	–	–	–	–	۰,۹۴	۰,۳۶
۰,۳۳	۰,۱۳	–	–	–	–	–	۰,۹۵	۰,۳۳
۰,۲۹	۰,۰۹	–	–	–	–	–	۰,۹۶	۰,۲۹

WikiPower.ir

۲-۱۰- محاسبه از طریق فیش برق:

این روش نسبتاً راحت است و با دقت خوبی می‌توان خازن را از صورت‌حساب ماهانه برق محاسبه کرد و در صورت نبودن تعطیلات کارخانه یاکارگاه در مدت محاسبه قبض، می‌توان از صورت حساب سالانه و یاماهانه استفاده نمود. در صورت وقوع نوسانات فصلی مسلم است که بایداز صورت حساب زمان پرباری کارخانه استفاده شود. در صورت محاسبه‌جداگانه تعرفه‌های روز و شب برای محاسبه نهایی از اطلاعات روزاستفاده می‌شود. می‌توان چنین در نظر گرفت که توان خازن برای پوشش‌جریان راکتیو شب کافی است. در موارد خاصی که با برق شب که دارای‌قیمت مناسب‌تری است کار می‌شود نباید از اطلاعات شب صرفنظر کنیم.

۲-۱۱- تعرفه‌های قیمت انرژی:

در محاسبهٔ قیمت انرژی، حداکثر مصرف و انرژی اکتیو و انرژی راکتیو به صورت مجزا در نظر گرفته می‌شوند.

در بیشتر قراردادها حداکثر مصرف راکتیو برابر ۵۰٪ مصرف اکتیو در نظرگرفته می‌شود. مصرف راکتیو در صورتی مشمول هزینه می‌گردد که بیش‌از ۵۰٪ مصرف اکتیو باشد که این مصرف متناظر ضریب توان ۰/۹ است.توصیه می‌شود که برای محاسبه، عدد بالاتری مثل ۰/۹۲ در نظر گرفته‌شود تا توان رزرو خازنی داشته باشیم.

$$\tan\varphi = \frac{19840}{17850} = 1.11$$

مثال برای محاسبه:

اطلاعات از صورت حساب برداشته شده:

- حداکثر مصرف ۹۹ کیلووات

- انرژی مصرف شده ۱۷۸۲۰ کیلووات

- انرژی راکتیو مصرف شده ۱۹۸۴۰ کیلووات ساعت

برای $\tan\varphi$ برابر ۱/۱۱ از جدول ۲، ضریب توان برابر ۰/۶۷ و ضریب f برابر۰/۶۸ به دست می‌آید.

توان خازن موردنیاز به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$99\,KW \times 0.68 = 67.32\ [KVAR]$$

در این مورد خازنی با توان ۷۵ کیلووار باید انتخاب شود که جهت در نظرگرفتن امکان توسعه کارخانه می‌توان مقدار ۱۰۰ کیلووار انتخاب کرد.

۱۲-۲- تعرفه‌های میزان تقاضای انرژی:

در این حالت مبنای مصرف، حداکثر توان مصرفی مشتری در طول یک‌ماه خاص است. در صورتی که توان ظاهری و نه توان اکتیو مبنا باشد،توصیه می‌شود که میزان خازن را به نحوی انتخاب کنید که$\cos\varphi$ برابر ۱شود.

WikiPower.ir

مثال:

حداکثر توان اکتیو	۱۰۴ کیلووات
ضریب توان فعلی cos	۰/۶۲
ضریب توان مطلوب cos	۱/۰۰
در نتیجه:	f =۱/۲۷

توان خازنی موردنیاز:

$$104kw \times 1.27 = 132.08\ kVAr$$

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

در اینجا از یک کنترل کننده توان راکتیو ۱۵۰ تا ۱۷۵ کیلوواری متصل به‌یک بانک خازنی استفاده می‌شود.

WikiPower.ir

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

فصل سوم : کاربردها

۳-۱- جبران‌سازی انفرادی لامپهای تخلیه‌ای:

جریان اینگونه لامپها باید بوسیله چوک محدود گردد. از ترانسهای نشتی‌بیشتر اوقات برای لامپها فشار کم بخار سدیم استفاده می‌شود. همراه‌انواع دیگر لامپهای تخلیه‌ای از سلف سری به عنوان راکتور سری (ترانس‌نشتی) استفاده می‌شود. با استفاده از سلف به ضریب توان ۰/۵ و بااستفاده از ترانس نشتی به ضریب توان ۰/۳ می‌رسیم. بالاست‌الکترونیکی که برای لامپهای فلورسنت بکار می‌رود نیاز به جبرانسازی ندارد.

WikiPower.ir

توجه:

باید مدنظر داشت که اگر جریان غیرخطی از شبکه کشیده شود مخصوصاًدر صورت افزایش تعداد لامپها، امکان رزونانس در اثر هارمونیک‌هابوجود می‌آید. (به بخش هارمونیک‌ها مراجعه نمایید).

برای جبرانسازی بالاست می‌توان خازنهای تک فاز را بصورت موازی یاسری نصب کرد.

در کلیدهای یک پل با یک لامپ یا کلیدهای سری با دو لامپ خازن بایدبه موازات لامپ قرار داده شود. ولتاژ نامی خازن ۲۳۰ ولت و هم‌اندازه‌ولتاژ شبکه است.

خازنهای موازی شبکه با امپدانس شبکه رزونانس ایجاد می‌کنند.

در لامپ‌های مهتابی دوبل از نظر اقتصادی یک خازن برای دو لامپ کافی‌است. در یک شاخه مدار سلفی است. در صورتیکه در شاخه دوم سلف‌سری بوسیله خازن جبرانسازی شود. بخاطر افزایش ولتاژ که ناشی ازاتصال سری خازن و سلف خازن باید برای یک ولتاژ نامی بالاتر انتخاب شود.

۲-۳- جدول انتخاب برای لامپهای تخلیه‌ای :

در جداول متن، خازنهای مناسب برای انواع لامپها ارائه شده است.

توجه: چوکهای کم تلفات با خازنهای کم ظرفیت به صورت سری نصب‌می‌شوند. همانطور که در جدول نشان داده شده است. این اعداد بسته به‌تولیدکننده‌های متفاوت متغیر است. در این بین همیشه عدد تعیین‌کننده،عدد خازنی است. (عددی که روی چوک نوشته می‌شود).

متداول‌ترین خازنهای سری برای چوکهایی با تلفات کم:

	۴۸۰ ولت، ۲,۷ میکرو فاراد	۱۸ وات
۴۵۰ ولت، ۳,۵ میکرو فاراد	۴۵۰ ولت، ۳,۴ میکرو فاراد	۳۶ وات
۴۵۰ ولت، ۵,۴ میکرو فاراد	۴۵۰ ولت، ۵,۳ میکرو فاراد	۵۸ وات

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

نوع لامپ	ظرفیت لامپ بر حسب وات	ظرفیت خازن موازی بر حسب میکروفاراد	ظرفیت خازن سری بر حسب میکروفاراد
لامپ فلورسنت	۴ الی ۱۶	۲۳۰ ولت/۲,۰	-
	۱۸ الی ۲۰	۲۳۰ ولت/۴,۵	۴۵۰ ولت/۲,۹
	۳۶ الی ۴۰	۲۳۰ ولت/۴,۵	۴۵۰ ولت/۳,۶
	۵۸ الی ۶۵	۲۳۰ ولت/۷,۰	۴۵۰ ولت/۵,۷
لامپ هالوژن بخار فلز	۳۵	۲۳۰ولت/۶,۰	-
	۷۰	۲۳۰ ولت/۱۲,۰	-
	۱۵۰	۲۳۰ ولت/۲۰,۰	-
	۲۵۰	۲۳۰ ولت /۳۲,۰	-
	۴۰۰	۲۳۰ ولت/۳۵,۰	-
	۱۰۰۰	۲۳۰ ولت/۸۵,۰	-
	۲۰۰۰	۳۸۰ ولت/۶۰,۰	-
	۳۵۰۰	۳۸۰ ولت/۱۰۰,۰	-
لامپ بخار جیوه فشار بالا	۵۰	۲۳۰ ولت/۷,۰	-
	۸۰	۲۳۰ ولت/۸,۰	-

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

	۱۲۵	۲۳۰ ولت/۱۰,۰	-
	۲۵۰	۲۳۰ ولت/۱۸,۰	-
	۴۰۰	۲۳۰ ولت/۲۵,۰	-
	۷۰۰	۲۳۰ ولت/۴۰,۰	-
	۱۰۰۰	۳۸۰ ولت/۶۰,۰	-
لامپ سدیم کم فشار	۱۸	۲۳۰ ولت/۵,۰	-
	۳۵	۲۳۰ولت/۲۰,۰	-
	۵۵	۲۳۰ ولت/۲۰,۰	-
	۹۰	۲۳۰ ولت/۲۵,۰	-
	۱۳۵	۲۳۰ ولت/۴۵,۰	-
	۱۵۰	۲۳۰ ولت/۲۰,۰	-
	۱۸۵	۲۳۰ ولت/۴۰,۰	-
لامپ سدیم پر فشار	۵۰	۲۳۰ولت/۸,۰	-
	۷۰	۲۳۰ ولت/۱۲,۰	-
	۱۰۰	۲۳۰ ولت/۱۲,۰	-
	۱۵۰	۲۳۰ ولت/۲۰,۰	-
	۲۵۰	۲۳۰ ولت/۳۲,۰	-
	۴۰۰	۲۳۰ ولت/۵۰,۰	-
	۱۰۰۰	۲۳۰ ولت/۱۰۰,۰	-

۳-۳- جبرانسازی گروهی لامپهای تخلیه‌ای:

در صورتیکه لامپهای تخلیه‌ای زیادی هم زمان نصب باشند، می‌توان دریک تقسیم قرینه‌ای از خازن گروهی سه فاز با ولتاژ نامی ۴۴۰ ولت‌استفاده نمود.

توان خازن: $Qc= n\times c\times 0.015$

Qc = قدرت راکتیو بر حسب kVAr

n = تعداد لامپ‌ها

C = ظرفیت خازنی بر حسب µF برای هر لامپ

مثال: ۲۴ لامپ فلورسنت ۵۸ وات داریم:

$$24 \times 7\mu F \times 0.015 = 2.52\ KVAr$$

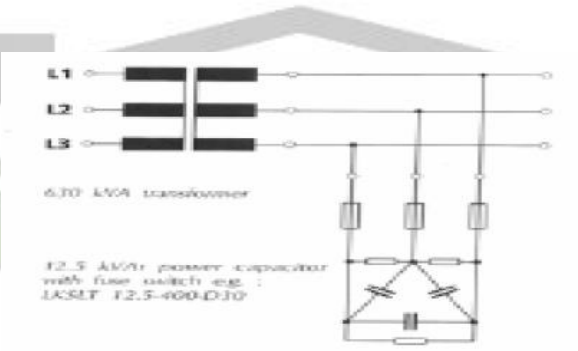
۴-۳- جبران‌سازی تکی ترانسفورماتورها:

مقادیری که از سوی سازندگان برای مقدار خازنهای جبران‌سازی ترانس،پیشنهاد می‌گردد یکسان نیست. به همین دلیل قبل از نصب یک چنین‌سیستم جبران‌سازی، مشاوره با پیشنهاد دهندگان توصیه می‌شود.ترانس‌های مدرن دارای ورقه‌های هسته‌ای هستند که برای تغییرمیدان‌مغناطیسی احتیاج به توان کمی دارند. در صورت بالا بودن توان‌خازن، هنگام بی‌بار بودن ترانس امکان بروز اضافه ولتاژهای بزرگ وجوددارد. خازنهایی با فیوز قدرت داخلی برای اتصال مستقیم به ترمینال‌ترانس مناسب هستند فقط در هنگام ارسال خازن باید در نظر داشت که‌کابل اتصال خازن برای یک قدرت اتصال کوتاه مناسب باشد.

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

قدرت ظاهری ترانس KVA	قدرت راکتیو KVAR
۱۰۰ الی ۱۶۰	۲,۵
۲۰۰ الی ۲۵۰	۵
۳۱۵ الی ۴۰۰	۷,۵
۵۰۰ الی ۶۳۰	۱۲,۵
۸۰۰	۱۵
۱۰۰۰	۲۰
۱۲۵۰	۲۵
۱۶۰۰	۳۵
۲۰۰۰	۴۰

جدول(۳): جدول پیشنهادی انتخاب برای جبران سازی ترانس



شکل ۱۲ : یک ترانس با جبران سازی ثابت

توجه: نباید فیوزهای قدرت خازنها دارای فیوز قدرت داخلی زیر باربیرون کشیده شوند زیرا به دلیل مصرف بار خازنی خالص، باعث تشکیل‌قوس الکتریکی می‌شود.

در صورت نیاز به قطع خازن از ترانس برقدار لازمست تا از کلید اتوماتیک بجای کلید فیوز استفاده شود.

۵-۳ - جبران‌سازی انفرادی موتورها:

توان خازن بایستی حدوداً ۹۰٪ توان ظاهری موتور را در هنگام بی‌باری تأمین کند. توان خازنی موردنیاز:

$$Q_C = 0.9 \times \sqrt{3} \times I_0$$
$$[VAR] \qquad [V]\ [A]$$

جریان بی‌باری موتور = I_0

بدین وسیله در بار کامل ضریب توان ۰/۹ و در حالت بی‌باری ضریب‌توان بین ۰/۹۵ تا ۰/۹۸ خواهد بود. برای موتورهای القایی با ۱۵۰۰ دوردر دقیقه اعداد ارائه شده در جدول ۴ به کار می‌رود. برای موتورهای۱۰۰۰ دور در دقیقه باید ۵٪ و با سرعت ۷۵۰ دور در دقیقه ۱۵٪ به اعدادجدول ۴ اضافه شوند.

WikiPower.ir

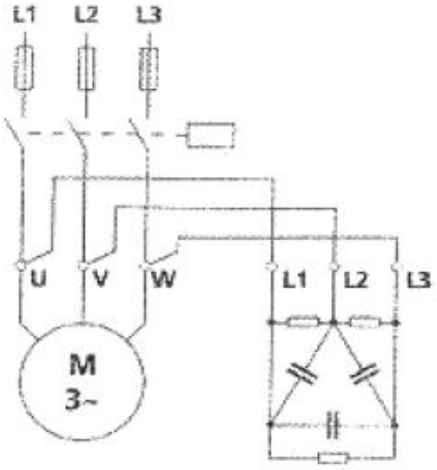
قدرت موتور KW	قدرت راکتیو KVAR
۱ الی ۱,۹	۰,۵
۲ الی ۲,۹	۱
۳ الی ۳,۹	۱,۵
۴ الی ۴,۹	۲
۵ الی ۵,۹	۲,۵
۶ الی ۷,۹	۳
۸ الی ۱۰,۹	۴
۱۱ الی ۱۳,۹	۵
۱۴ الی ۱۷,۹	۶
۱۸ الی ۲۱,۹	۷,۵
۲۲ الی ۲۹,۹	۱۰
۳۰ الی ۳۹,۹	حدود ۴۰٪ قدرت موتور
۴۰ به بالا	حدود ۳۵٪ قدرت موتور

جدول(۴): جدول جبران سازی برای جبران سازی انفرادی موتورها

توجه: ماشین‌هایی که جبران‌سازی انفرادی شده‌اند و دارای خازنی‌هستند که به ترمینالهای موتور متصل است توان خازنشان به هیچ وجه‌نباید بزرگ انتخاب شود. به ویژه در دستگاههایی که دارای گشتاور ماندبالایی هستند و پس از خاموش شدن هنوز دوران می‌کند.

خازنی که به صورت موازی با دستگاه قرار دارد می‌تواند موتور را مانندژنراتور تحریک کند و به این وسیله ولتاژهای بالای خطرناک پدید می‌آیدکه در این صورت به احتمال قوی خساراتی به خازن و موتور واردمی‌کند.

در ساده‌ترین فرم خازن مستقیماً به ترمینالهای موتور متصل می‌شود. دراین صورت می‌توان از حفاظت خازن صرفنظر کرد چون فیوز موتور ازخازن حفاظت می‌کند. در صورتی که کلید حافظ موتور نصب شده باشدتوصیه می‌شود که جریان آستانه قطع (Trip) کمتری انتخاب شود.



شکل ۱۳ : سیستم جبران سازی برای موتور

جریان آستانه قطع(trip) تقلیل یافته

$$I_{th} = \frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2} \times I_N$$

I_{th} = جریان آستانه قطع جدید مورد استفاده

I_N = جریان نامی موتور(طبق مشخصات پلاک)

$\cos\Phi_1$ = طبق مشخصات پلاک

$\cos\Phi_2$ = ضریب توان با جبران سازی (حدود ۰,۹۵)

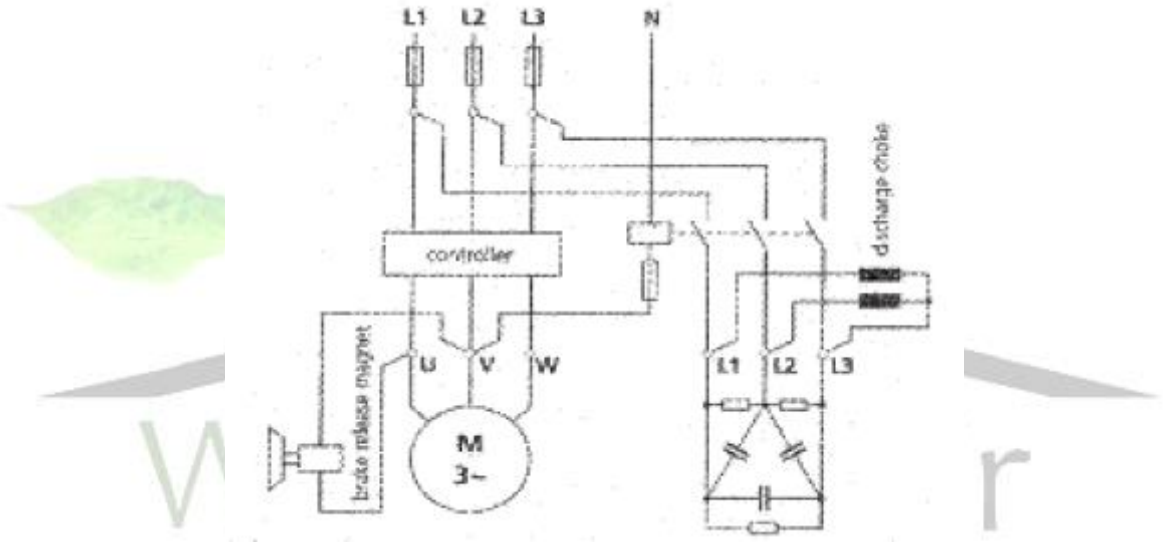
پس از قطع ولتاژ خازن‌ها مستقیماً به وسیله سیم‌پیچ‌های کم مقاومت‌مستقیماً تخلیه می‌شود لذا مقاومت‌های تخلیه زیاد ضروری نیستند.

۶-۳- جبران‌سازی انفرادی آسانسورها و بالابرها:

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

آسانسورها و بالابرها به تجهیزات ایمنی ویژه‌ای مجهز هستند. به عنوان‌مثال ترمز مغناطیسی که هنگام قطع برق به سرعت فعال می‌شود. این‌خازن که مستقیماً به صورت موازی با موتور نصب شده، احتمال دارد به‌دلیل انرژی باقیمانده در آن باعث تأخیر در عملکرد ترمز مغناطیسی شده‌و ایست با تأخیر صورت پذیرد.

به همین دلیل خازنها می‌بایست پیش از کلید نصب شوند. برای خازن‌می‌بایستی حفاظت جداگانه و تجهیزات تخلیه سریع در نظر گرفت.

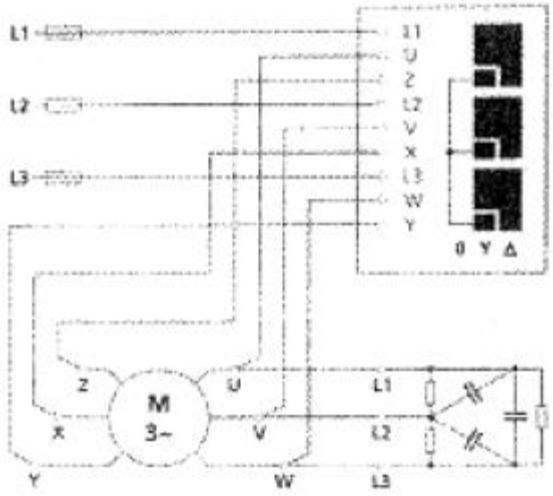


شکل ۱۴ : موتور بالابر به همراه تجهیزات مورد نیاز

به وسیله اینترلاک باید از وصل مجدد خازن تا قبل از اتمام زمان تخلیه‌جلوگیری شود. به دلیل خاموش و روشن کردن زیاد و استهلاکی که از این‌طریق به وجود می‌آیدتوصیفه می‌شود که خازنها گروه‌بندی شده باکلیدهای الکترونیکی قطع و وصل گردند. خازنها در هنگام عبور از صفرخاموش و روشن می‌شوند. بدین‌وسیله زمان عکس‌العمل در محدوده‌هزارم ثانیه قرار دارد.

۷-۳- کلیدهای ستاره مثلث:

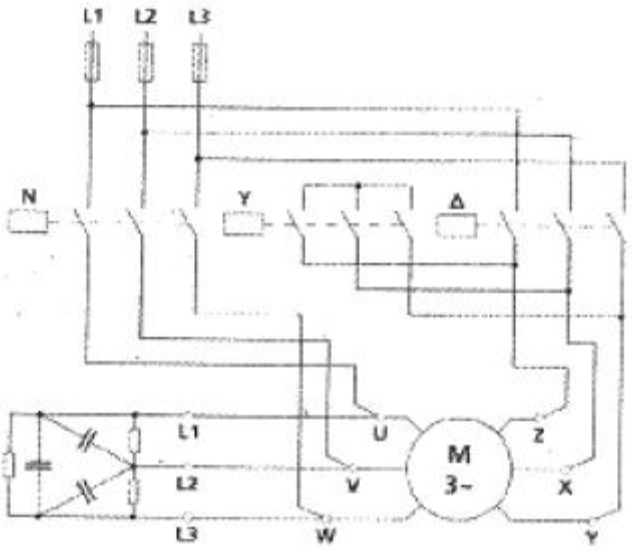
باید از کلیدهای ستاره مثلث دستی خاصی که برای جبران‌سازی منفردموتورها طراحی شده‌اند، استفاده شود. در انتخاب کلیدهای ستاره-مثلث دستی برای موتورهایی که به وسیله خازن جبران‌سازی می‌شوندباید دقت گردد که کلیدی به کار رود تا هنگام تبدیل از ستاره به مثلث‌جرقه در کنتاکتها ایجاد نشود. در غیر این صورت، در هنگام عبور ازحالت ستاره به مثلث خازن شارژ شده با ولتاژ ستاره تحت ولتاژ مثلث‌قرار گرفته و جریان ضربه‌ای بسیار شدیدی ایجاد شده که باعث تخریب‌خازن و کلید می‌شود.



شکل ۱۵ : نوعی خاص از کلید ستاره مثلث برای جبران سازی انفرادی موتور

۸-۳- ترکیب کنتاکتور ستاره مثلث:

در صورت استفاده از ترکیب کنتاکتوری باید دقت شود تا در تبدیل ازستاره به مثلث، قطع و وصل سریع صورت نپذیرد، بنابراین کنتاکتهای‌اصلی در هنگام تبدیل پیوسته وصل باقی بمانند. هنگام خاموش بودن‌موتور باید پل ستاره باز باقی بماند. خازن می‌تواند در قسمت خروجی‌حافظ شبکه یا در روی ترمینالهای W-V-U موتور وصل شده باشد ولی‌به ترمینالهای Z-Y-X نباید وصل شده باشد چرا که امکان ایجاد جرقه به‌وسیله پل ستاره پدید می‌آید.



شکل ۱۶ : جبران سازی انفرادی موتور با راه اندازی ستاره مثلث کنتاکتوری

مهم: توان خازن نصب شده نباید به هیچ وجه زیاد باشد. به ویژه هنگامیکه‌دستگاه دارای اینرسی بار بزرگ بوده و بعد از خاموش کردن، دستگاه آزاد می‌گردد. خازن موازی می‌تواند دستگاه را به عنوان ژنراتور تحریک کند و ولتاژ خطرناک بالایی به وجود آید. از این طریق خساراتی به خازن و موتور وارد می‌شود به همین دلیل باید در هنگام قطع موتور از شبکه و درشرایط قطع از بسته شدن کنتاکتور ستاره جلوگیری کرد.

زمانی که دستگاه در حالت اتصال ستاره به عنوان ژنراتور تحریک شود باید انتظار ولتاژهای بالایی با دامنه به مراتب بزرگتر از آنچه در حالت‌مثلث پیش می‌آید را داشت.

۹-۳- تجهیزات تنظیم توان راکتیو:

سیستم تنظیم توان راکتیو از اجزا زیر تشکیل شده است:

- تنظیم کننده توان راکتیو (رگولاتور)

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

- پله‌های خازنی که از طریق کلیدهای الکترونیکی یا کنتاکتور به کار گرفته‌می‌شوند.

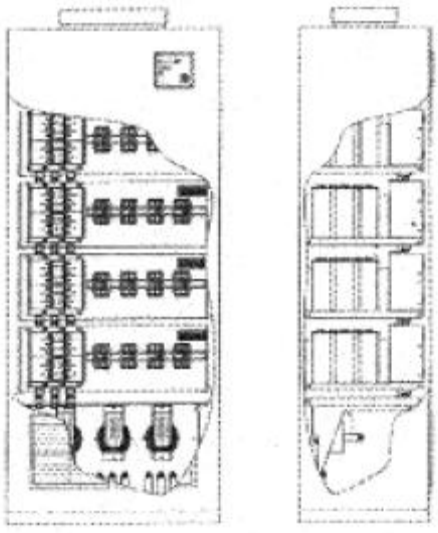
- راکتورهای بلوک‌کننده هارمونیک (در صورت وجود)

- سلف‌های بلوک کننده فرکانسهای رادیویی

- فیوزهای گروهی

- سیستم خنک کننده به همراه فیلتر هوا و ترموستات برای سلف‌های باهسته هوایی ترموستات‌دار برای سیستمهای مجهز به راکتور.

این اجزا یا روی یک صفحه مونتاژ یا در قسمت برق کارخانه در تابلو نصب‌می‌شود. تجهیزات تنظیم توان راکتیو مناسب نصب در شبکه‌هایی با توان راکتیو متغیر با زمان هستند. این خازنها به صورت پله‌های مختلفی‌دسته‌بندی شده‌اند و به وسیله رگولاتور اتوماتیک توان راکتیو از طریق کنتاکتور یا کلیدهای الکترونیکی به تناسب بار موجود به مدار وارد یاخارج می‌شوند.



شکل ۱۷ : مثالی از فرم مدولی سیستم اصلاح ضریب قدرت

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

کنترل بر جبران‌سازی مرکزی به راحتی امکان‌پذیر است. تجهیزات تنظیم توان مدرن دارای کنترل مداوم روی وضعیت کلیدها ضریب توان وجریان مؤثر و راکتیو و همچنین کنترل روی هارمونیک‌های موجود درشبکه هستند. در اغلب اوقات توان راکتیو کمتری از آنچه محاسبه شده مورد نیاز است.

WikiPower.ir

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

فصل چهارم : خازنهای قدرت

خازنهای قدرت بایدعاری ازPCB (مواد سمی) بوده و دارای عایقی با خاصیت خود ترمیمی باشد. در صورتیکه در اثر اضافه بار (مثلا ولتاژ بالا) شکست الکتریکی رخ دهد کویل خود را ترمیم می کند. گذشته از این خازنها امکانات ایمنی اضافی مانند فیوز داخلی قابل اطمینان را داراست. فیوزی که در برابر اضافه فشار داخلی بعنوان عنصر حفاظتی عکس العمل نشان می دهد برای به کارگیری خازنهای قدرت در شبکه اصولا سه عامل اهمیت دارد:

- میزان تحمل اضافه بار
- طول عمر بالا
- ایمنی بالا در بار زیاد و خرابی

WikiPower.ir

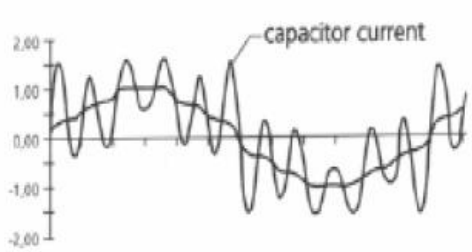
خازنهای قدرت دارای ساختار با چگالی انرژی بالا هستند . در یک حجم یک لیتری امروزه حدود ۱۵KVAR توان راکتیو را می توان تولید کرد. این پیشرفت با به کارگیری عایقهایی با تلفات پایین و ضریب دی الکتریکی بالا حاصل شده است. برای دست یابی به طول عمر بالا می بایستی تخلیه های جزیی محدود شوند. این تخلیه های جزیی تخلیه های کوچکی هستند که در داخل دی الکتریک به وجود می آیند. برای محدود کردن این تخلیه های جزیی مطمئن ترین راه ، اشباع عایق با پر کننده ای مایع است.

این مایع به وسیله خواص شیمیایی خود تخلیه های جزیی را محدود می کند . روغن گیاهی پایدار شده که در خازنها به کار می رود به صورت چشمگیری دارای این خواص است این روغن غیر سمی بوده و برای محیط زیست مسئله ساز نیست . نقطه اشتعال آن ^{o}C ۲۵۰ است. این مایع عملا از آتش سوزی جلوگیری می نماید . در مقایسه با مایع های اشباع کننده

دیگر که در خازنهای قدیمی به کار می رفت (اصولا روغنهای معدنی با نقطه اشتعال^{o}C ۱۳۰) این روغن غیر قابل اشتعال است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱ ۱-۴- ظرفیت جریان:

در شبکه با هارمونیک احتمال پدید آمدن رزونانس همراه با اضافه ولتاژ وجود دارد و قبل از آن جریان مجاز شبکه را باید مدنظر داشت. مثلا اگر حدود۷٪ هارمونیک مرتبه ۱۱ وجود داشته باشد، ولتاژ ۷٪ افزایش می یابد ولی مقدار جریان موثر خازن ۱,۳۳ برابر جریان نامی خازن می گردد. بنابراین اهمیت حداکثر اضافه جریان مجاز بیشتر از حداکثر اضافه ولتاژ مجاز است.



۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲ بعضی از شرکتها تنها خازنهای ۴۴۰ ولت را برای کار در شبکه های ۴۰۰ ولت استفاده می کنند . میزان ظرفیت جریانی آنها به شرح زیر است :

- تحمل دائمی دو برابر جریان نامی در ۴۰۰ ولت
- تحمل جریان ضربه ای با دامنه ۳۰۰ برابر جریان نامی

ظرفیت ولتاژی:

خازنهای طبق استا دارد VDE ۵۶۰ و استا دارد EN ۶۰۸۳۱ بخش های ا و ۲ به صورت زیر قابل بارگذاری هستند

ولتاژ نامی (ولت)	۴۴۰	۴۸۰	۵۷۰	۶۲۰
۸ ساعت در روز	۴۸۴	۵۲۸	۶۲۷	۶۸۲
۳۰ دقیقه در روز	۵۰۶	۵۵۲	۶۵۶	۷۱۳
۵دقیقه	۵۲۸	۵۷۶	۶۸۴	۷۴۴
۱دقیقه	۵۷۲	۶۲۴	۷۴۱	۸۰۶

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳ طول عمر:

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۴ اضافه ولتاژ ، اضافه دما و هارمونیک ها طول عمر مورد انتظار را کوتاه می کنند فقط افزایش دقت در تولید با کیفیت بالا و استفاده از مواد اولیه بسیار با کیفیت مانع از افزایش تلفات و تقلیل مقاومت عایقی و جریان مجاز خازن می گردند. خازنهای تولیدی تحت آزمایشهای طولانی مدت در شرایط ۱,۵ برابر ولتاژ نامی و ۶۰ ^{o}C درجه حرارت محیط و هارمونیک شدید قرار می گیرد . نرخ خرابی خازن بوضوح کمتر از ۰,۱٪ است. درصد خرابی نامحسوس است و تلفات در سطح پایینی ثابت می ماند.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۵ ۲-۴- رفتار ایمن در پایان طول عمر:

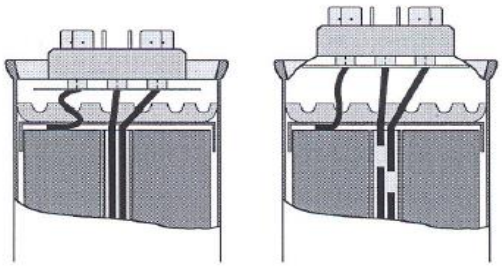
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۶ مسلم است که اگر خازن تحت اضافه بار به پایان طول عمر خود نزدیک گردد باید ایمن باشد. این ایمنی فقط در خازنهایی وجود دارد که دارای قطع کننده های باشد که:

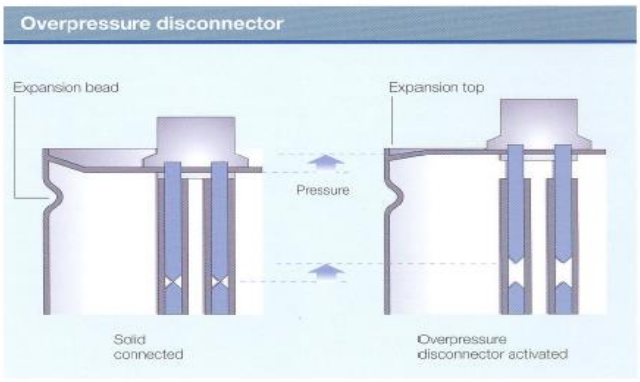
- در اثر فشارداخلی عمل کند
- خازن را از شبکه جدا کند

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۷ و به این وسیله مانع از تخریب پوسته خازن شود.

به خاطر چگالی انرژی بالای خازنهای مدرن از گرانترین و موثرترین قطع کننده ها استفاده می شود که دارای درپوش خمیده قابل انعطاف است. بدنه آلومینیومی و درپوش آنها به هم نورد شده اند و با یک ماده الاستیک آب بندی می گردد. پوشش دیافراگمی لبه داری که روی خازن است قسمت اتصال خازن را در حالت کار عادی نگه می دارد. در فشار حدود ۳ بار در داخل

خازن شروع به باد کردن می کند و تا حدود ۱۰ میلیمتر به بالا حرکت می کند. بیشتر مواقع سیم های خازن پس از ۵ میلیمتر حرکت درپوش بدون جرقه مجدد قطع می شود و خازن از شبکه جدا می شود. اطمینان در تولید به وسیله تست مجموعه ای کنترل می شود شرایط تست در VDE ۰۵۶۰، IEC831 قسمت ۴۱ مشخص شده است.





عملکرد قطع کننده اضافه فشار در خازن ها

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۸ این خازن های قدرت پس از پایان طول عمر دراطرافشان تخریب بوجود نمی آورند.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۹ **۳-۴- کیفیت و ایمنی در خازن های قدرت:**

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۰کیفیت هر محصول لازمه عمر طولانی آن محصول است. این مطلب به ویژه در مورد خازن های قدرت صادق است تا آنجا که میزان اضافه بار قابل تحمل خازن و ایمنی خازن در هنگام خرابی آن از عوامل اصلی و تعیین کننده کیفیت خازن هستند و حتی در حال حاضر با افزایش هارمونیک در شبکه میزان مقاومت خازن نسبت به اضافه بارهای هارمونیکی نیز به جمع شروط لازم جهت کیفیت خازن پیوسته است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۱در حال حاضر تولید خازن های چگالی بسیار بالا امکان پذیر است وسازندگان قادر به تولید خازنی شده اند که در حجمی کمتر از یک لیتر ۱۵ کیلو وار توان راکتیو تولید می نماید .رمز چنین پیشرفتی در به کارگیری دی الکتریک هایی :

- با ضریب تلفات کمتر از ۱۲ kVAr/w
- با قابلیت تحمل شدت میدان های قوی با شدت بیش از **100 kv/mm** یا **100v/mic m** است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۲برای تولید خازنی با عمر طولانی و تضمین شده باید از تخلیه های جزئی (**Partial Discharge**) درون دی الکتریک جلوگیری نماییم . با توجه به شدت میدان بسیار قوی داخل دی الکتریک (**140 KV/mm**) می توان تصویر از قدرت تخلیه های جزئی بدست آورد .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۳روش های جلوگیری از وقوع تخلیه های جزئی بر اساس ترکیبی از خلاقیت و تجربه استوار است. در این زمینه نیز تولید کنندگان توانسته اند با تکیه بر تجارب و تکنولوژی های خود به موادی بسیار موثر و در عین حال سازگار با محیط زیست (نوعی ماده گیاهی) دست یابند . بعنوان نمونه در خازن های مذکور از مواد پرکننده ای استفاده شده که دمای اشتعال آنها بیش از ۲۵۰ درجه ساستیگراد بوده که در مقایسه با دیگر مواد پرکننده به ویژه روغن های معدنی با دمای اشتعال حدود ۱۳۰ درجه ساستیگراد تحقیقا غیر قابل اشتعال هستند . در مدل خازن های جدید از هیچ ماده پرکننده ای مثل رزین ، ژله ، مواد ژل مانند ، گاز **SF6** یا گازهای مشابه دیگر استفاده نشده است بلکه مواد غیر قابل اشتعال با منشا معدنی به عنوان پایدار ساز مورد استفاده قرار گرفته است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۴ ۴-۴- تست طول عمر و نتایج عملی حاصل از نصب خازن ها در شبکه:

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۵غالبا برای تعیین طول عمر خازن از آزمایش طول عمر شرح داده شده در استاندارد VDE و lEe استفاده می گردد. در بخش ۸ از استاندارد VDE ۰۵۶۰ روش آزمایش به شرح زیر تعیین شده است :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۶خازن را تحت ولتاژی بالاتر از ولتاژ نامی اش قرار دهید . طول عمر خازن از ضرب مدت زمان آزمایش (فاصله زمانی از لحظه اعمال اضافه ولتاژ تا لحظه خرابی خازن) در ضریب $(U_{test}/U_N)^7$ به دست می آید. در طول مدت آزمون۳٪ خرابی نمونه های آزمایش مجاز است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۷این تست ابتدا برای خازن های کاغذی - روغنی با ضریب تلفات حدود **5 W/kVAR** مورد کاربرد قرار می گرفته است. برای خازن های MKP جدید با عایق پلی پروپلین و جوشن های بخار فلز و ضریب تلفات کمتر از ۰.۱٪ تلفات خازن های قدیمی این تست صادق نمی باشد. علاوه بر اینکه در خلال تست ۳٪ خرابی مجاز شمرده شده است که امروزه چندان مقبول نیست .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۸به دلیل آن که این تست هیچ اطلاعاتی در خصوص طول عمر مفید و قابل انتظار به دست نمی دهد تنها برای تعریف و تعیین کلی کیفیت یک خازن مفید است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۹بر این اساس برخی از سازندگان از چنین آزمونهایی برای تعیین طول عمر استفاده نکرده بلکه بر اساس آمار و اطلاعات اخذ شده از خازن های نصب شده در شبکه طول عمر خازن را تعیین می نماید .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۰ ۵-۴- ایمنی خازن ها

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

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۱هر خازنی با هر درجه کیفیت و با عمری هر چند طولانی روزی خراب می شود.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۲با توجه به این نکته که پس از مدت زمان طولانی که خازن خراب می شود گارانتی آن دیگر معتبر نیست .خرابی خازن باید هیچگونه اثر سوء یا خرابی در اطرافش در اثر انفجار ، آتش سوزی و یا انتشار گازهای آتشزا یا سمی ایجاد نماید . لذا در طراحی خازن باید احتمال هر گونه خرابی در نظر گرفته شود و طراحی به گونه ای صورت پذیرد تا از ایجاد تخریب و آثار سوء در محیط اطراف جلوگیری گردد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۳به همین دلیل خازن ها دارای دو سیستم ایمنی مجزا هستند:

۱۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۴) مکانیسم خود ترمیمی

۲۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۵) قطع کننده اضافه فشار داخلی

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۶در خازن ها به جای جوشن های معمولی (فویل فلزات) از لایه های بسیار نازک بخار فلزات استفاده شده است. ضخامت و دیگر مشخصات این لایه ها به گونه ای است که با وجود ضخامت بسیار اندک در برابر موجها و حالت های گذرای جریان و ولتاژ مقاوم هستند و در عین حال تبخیر سطح جوشن در اطراف محل اتصالی در دی الکتریک موجب ایزوله شدن محل ضعیف(اتصال کوتاه) در دی الکتریک می شود. با وجود آنکه بخشی از جوشن از دست می رود تنها یک ده میلیونیم (10^{-7}) ظرفیت کاهش می یابد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۷خازن های قدرت تولیدی جدید مجهز به قطع کننده اضافه فشار داخلی هستند که در طی سالها گسترش و بهبود یافته اند و حتی امروز هم تلاش بسیاری در بهبود این مکانیسم صورت می پذیرد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۸در خازن های نسل جدید از هیچ گازی به عنوان پر کننده استفاده نشده است چرا که به دلیل تراکم پذیری گازها برای رسیدن به فشار داخلی خازن به حدی که قطع کننده اضافه فشار داخلی فعال شود لازم است تا تخریب شدیدی در خازن ایجاد گردد. همچین از پرکنندههای ژله ای و ژل مانند نیز استفاده نشده است. چون در صورت تخریب دی الکتریک گازهای تولید شده نمی توانند در مواد مذکور حرکت کنند لذا امکان فعال سازی مکانیسم قطع کننده اضافه فشار وجود دارد که نهایتا منجر به انفجار خازن می گردد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۹موثرترین و در عین حال گران ترین روش قطع کننده اضافه فشار درپوش های دیافراگمی است. در خط تولید در بین درپوش و بدنه آلومینیومی ماده ای الاستیک به منظور درزگیری قرار می گیرد و درپوش و بدنه کاملا درهم پیچیده می شود. بدین ترتیب نرخ نشتی خازن در طول زمان طولانی قابل صرف نظر است. (در صورتیکه تدابیری برای

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

کاهش نرخ به کار بسته نشود گازهای تولید شده در داخل خازن به بیرون نشت کرده موجب اختلال در عملکرد مکانیسم قطع کننده اضافه فشار داخلی می گردد)

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳۰سیم های ارتباطی در روی درپوش به ترمینال لحیم می شود. با افزایش فشار داخلی درپوش می تواند تا ۱۰ میلیمتر به سمت بالا حرکت کند . در اغلب اوقات پس از پنج میلیمتر حرکت دیافراگم سیم های ارتباطی قطع شده و خازن از شبکه جدا می گردد. اطمینان بخش بودن این مکانیسم (قابلیت اطمینان آن) بر اساس آزمایش های مذکور در استانداردهای ۸۳۱ lEe و ۰۵۶۰ VDE مورد ارزیابی قرار میگیرد . بدین ترتیب خازن ها از ایمنی بسیار بالایی برخوردارند.

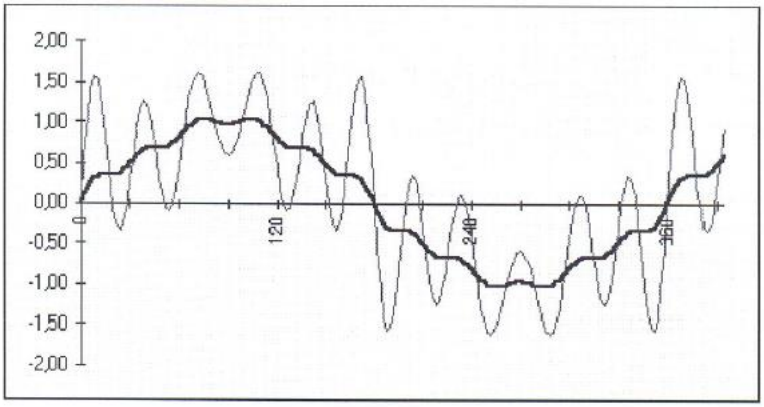
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳۱ ۶-۴- قابلیت تحمل اضافه بار:

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳۲در شبکه های آلوده به هارمونیک وقوع اضافه ولتاژ و اضافه جریان ناشی از رزونانس اجتناب ناپذیر است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳۳به عنوان مثال تنها با حضور ٪۸ هارمونیک مرتبه یازدهم مقدار موثر ولتاژ ۰,۳ درصد افزاش می یابد ولی جریان عبوری از خازن ۳۳ درصد افزایش می یابد .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳۴همانطور که دیده می شود ظرفیت تحمل اضافه جریان به مراتب مهم تر از ظرفیت تحمل اضافه ولتاژ است. با این وجود سازدگان خازن هایی با مشخصات ذیل را برای شبکه ۴۰۰ ولت تولید می نمایند .

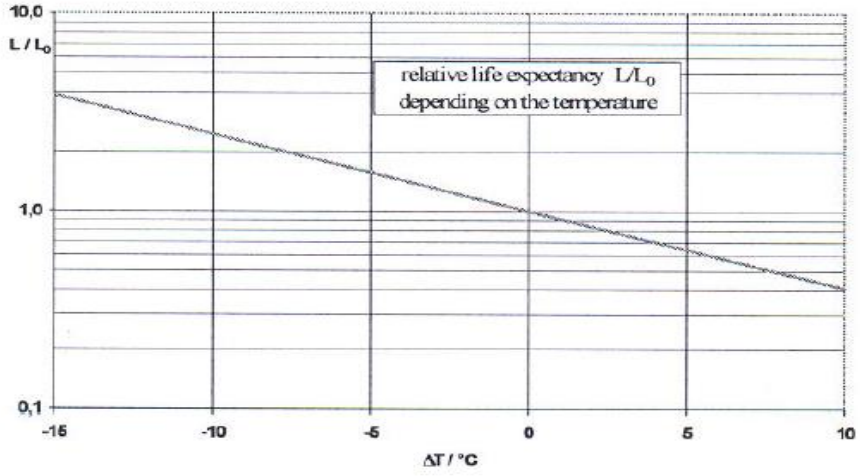
- ولتاژ قابل تحمل ۴۴۰ ولت به صورت دائمی
- قابلت تحمل دائمی حداقل ۲ برابر جریان نامی
- مقاوم در برابر جریان لحظه ای حداقل ۳۰۰ برابر جریان نامی



۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳۵

۴-۷- دمای قابل تحمل:

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳۶به ازای هر ۱۰ درجه سانتیگراد کاهش در دما سرعت واکنش های شیمیایی (مثل خوردگی و مانند آن) نصف می شود. به همین دلیل به طور کلی اگر خازن در محیطی با دمای کمتر از دمای نامی خود قرار گیرد طول عمری طولانی تر خواهند داشت .



۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳۷

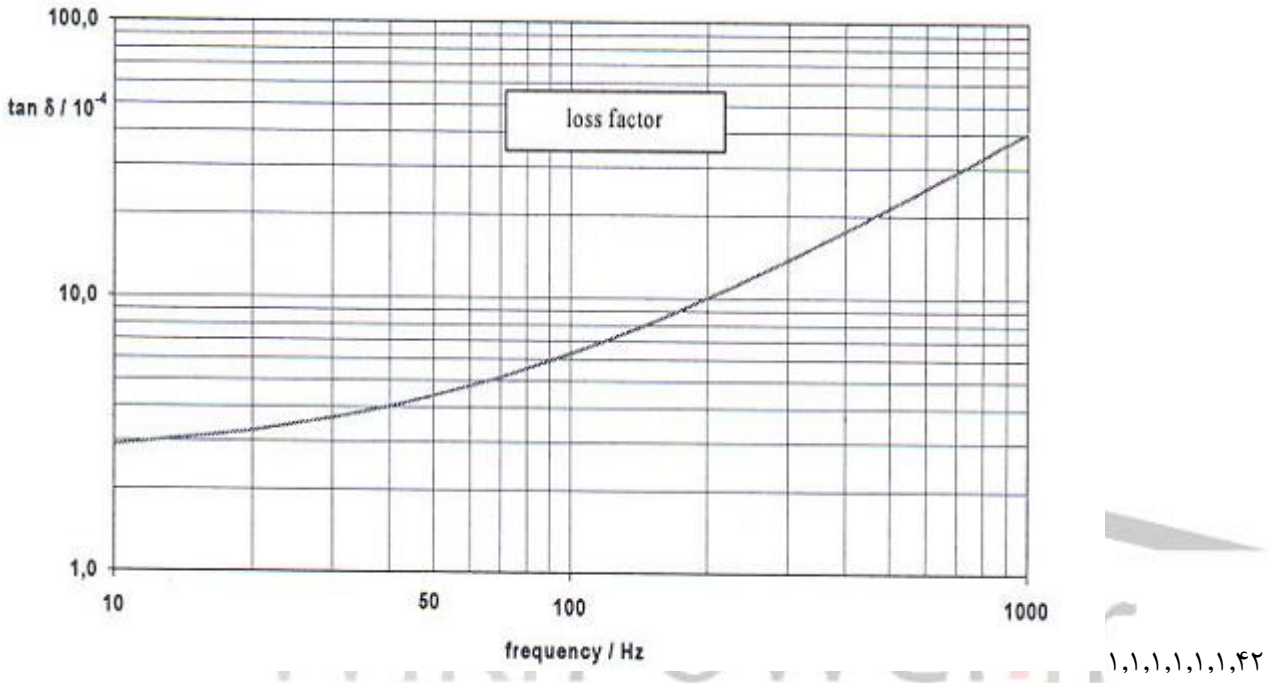
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳۸ خازن های جدید گرمای بسیار اندکی تولید می نمایند و دمای بدنه خازن ها بیشتر تحت تاثیر گرمای محیط و گرمای تولید شده دیگر تجهیزات مثل چوک ها و فیوزها قرار میگیرند . به ویژه فیلترهای هارمونیکی باید به گونه ای نصب شود تا گرمای تولیدی آنها کمترین اثر را بر بدنه خازن ها داشته باشد و این نکته ای است که در سیستم های جبران ساز جدید کاملا رعایت می گردد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳۹ ۸-۴- کیفیت قابل اندازه گیری:

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۴۰ظرفیت بار پذیری و در نتیجه کیفیت محصولات به روش های زیر تضمین می گردد:

- آموزش کامل افراد خط تولید به نحوی که تمامی آنها به طور کامل از روند تولید و اهمیت هر مرحله مطلع باشند.
- با انجام تست های نمونه ای در خلال فرآیند تولید کویل های خازنی روزانه بازرسی شده باید جریان هجومی با دامنه ۵۰۰ برابرجریان نامی را به دفعات تحمل نمایند .
- تست بارگذاری دراز مدت با جریان حداقل ۲,۵ برابر جریان نامی (I_n * ۲,۵) و ولتاژی در محدوده ۶۰۰ الی ۷۰۰ ولت به مدت حداقل ۱۰۰۰ ساعت.
- در تست های نهایی با شرایطی به مراتب فراتر از آنچه در استانداردهای EN ۶۰۸۳۱ و IEC۸۳۱ ذکر شده است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۴۱ضریب تلفات دی الکتریک پلی پروپلین مورد استفاده در خازن های جدید در حدود $2 * 10^{-4}$ (۰,۲ kVAr/w) است. جوشن های متالیزه و کنتاکت ها و مسیرهای جریان در خازن موجب افزایش تلفات اهمی می شوند به نحوی که ضریب تلفات اندازه گیری شده در ترمینال های خازن تا $5*10^{-4}$ (۰,۵ kVAn/w) افزایش می یابد . مقدار ضریب تلفات خازن در فرکانس ۱ کیلوهرتز اندازه گیری می شود که نشانگر مقدار مقاومت اهمی مدارات داخلی است و برای دست یابی به حداکثر ظرفیت بار خازنی باید تا سر حد امکان کوچک نگاه داشته شود.



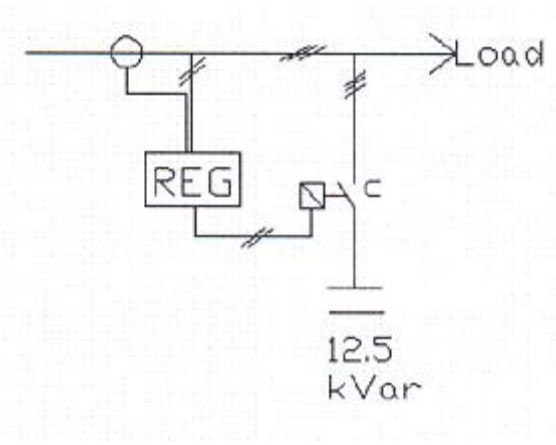
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۴۲

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۴۳ ۹-۴- انواع خازن از لحاظ کنترل توان راکتیو

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۴۴ ۱-۹-۴- خازن سوییچ شونده

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۴۵خازن سوییچ شونده **(switching capacitor)** پاسخی به نیاز صنعت برق :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۴۶این مجموعه ، یک کنترل کننده توان را کتیو در ظرفیت های کوچک ، با ابعادی کوچک است.با بکارگیری مدارهای کنترل کننده خاص و کلید زنی مکانیکی یا الکترونیکی خازن ، اصلاح ضریب قدرت یا کاهش تلفات در شبکه های توزیع امکان پذیر است.



۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۴۷

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۴۸ اجزاء مختلف خازن سوئیچ شونده عبارتند از :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۴۹- مدار کنترل بر اساس ضریب قدرت

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۵۰- کلید زنی مکانیکی یا الکترونیکی

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۵۱ ۳- ترانس جریان اندازه گیری

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۵۲- خازن اصلاح ضریب قدرت

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۵۳ چگونگی عملکرد مدار کنترل :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۵۴این مدار با اندازه گیری ولتاژ و جریان ، فرمان ورود و خروج خازن را به مدار با کلید زنی صادر می کند . برای وارد شدن خازن به مدار دو شرط زیر باید برآورده گردد :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۵۵- توان راکتیو مانده در مدار پس از وارد شدن خازن کمتر از توان راکتیو موجود گردد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۵۶- ضریب توان از مقدار مشخصی بیشتر نگردد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۵۷لزوم وجود دو شرط برای مواردی که توان راکتیو مدار کمتر از توان راکتیو نامی خازن و بیشتر از ۵۰٪ توان راکتیو خازن باشد نمایان است. به طور مثال اگر جریان راکتیو ۱۰ آمپر در مدار وجود داشته باشد جریان راکتیو مدار در صورت وارد شدن خازن به ۸ آمپر تقلیل می یابد. در این شرایط با فرض باری با ضریب توان ۰,۷ وارد کردن خازن ضریب توان را به ۰,۷۸ تغییر می دهد . بنابراین افزودن واحد محاسبه ضریب توان به این کنترل کننده تضمین کننده عملکرد مناسبتر آن و جلوگیری از خازنی شدن شبکه است.

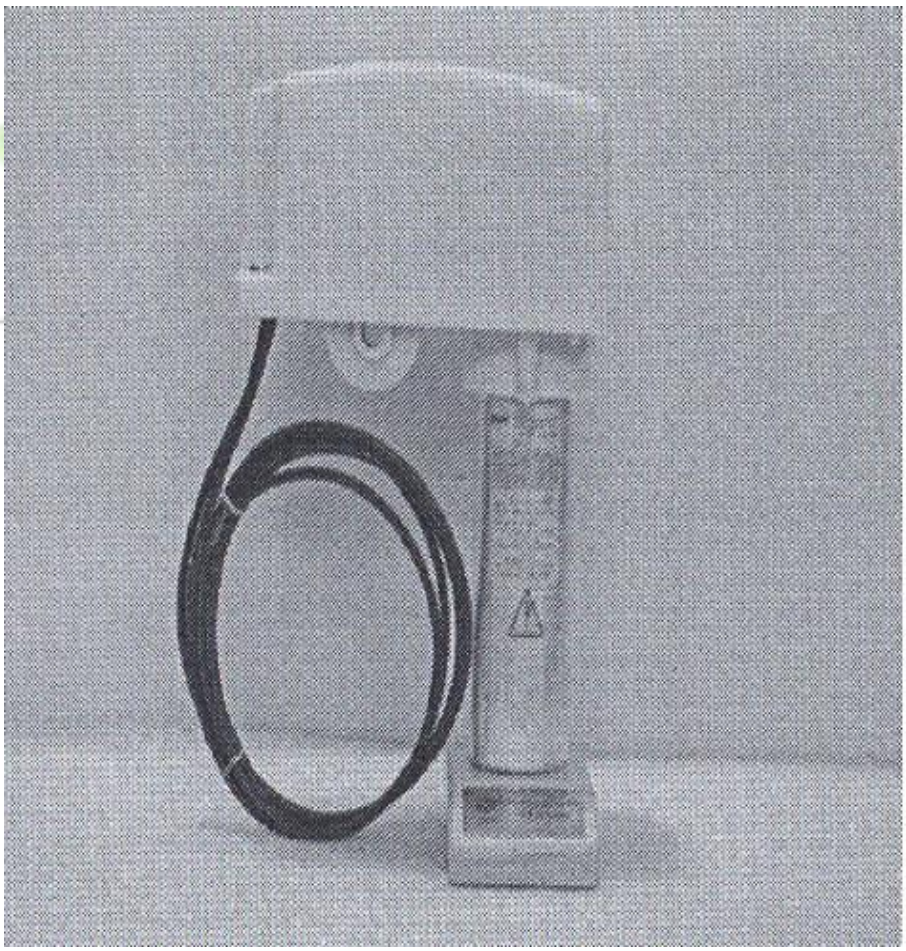
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۵۸ مدار کلید زنی مکانیکی یا الکترونیکی:

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

۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۵۹بر اساس نتایج حاصل از آزمایشات گوناگون با استفاده از کنتاکتورهای سازندگان معروف کنتاکتور شکل محفظه قوس و خصوصیات مدار مغناطیسی کنتاکتور مورد نیاز دقیقا تعیین گردیده و پس از بررسی سازندگان مختلف کنتاکتور کنتاکتوری با تمام ویژگی های مورد نظر برای کار در شرایط ویژه تهیه گردیده است.

۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۶۰ ترانس جریان اندازه گیری:

۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۶۱ ترانس جریان اندازه گیری به کار برده شده قابلیت نصب در فضای آزاد را دارد. با توجه به تغییر مشخصات هسته آهن بر اثر تغییرات دما و شوکهای جریان به منظور بالا بردن دقت اندازه گیری باید از آهن خاصی برای هسته ترانس استفاده گردد. علاوه بر این نحوه آب بندی اتصالات ترانس و تثبیت مکانیکی ترانس بر روی سیم نیز برای کارکرد مناسب آن در فضای آزاد از دیگر مسایل نصب ترانس جریان در فضای آزاد است.



۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۶۲

۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۱٫۶۳ ۲-۹-۴- خازن ثابت

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

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۶۴از آنجایی که اغلب مصارف خانگی همراه با ضریب قدرت پایین است و از طرفی اغلب مصرف کننده های خانگی از طرف وزارت نیرو به عنوان مصرف کننده تک فاز شناخته شده و نیازی به نصب کنتور راکتیو ندارند ، تمامی علل فوق الذکر عاملی است جهت پایین آمدن ضریب توان شبکه توزیع فشار ضعیف که نیاز روز افزون به خازن گذاری در سطح شبکه را افزایش می دهد .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۶۵از این رو خازنهای ثابت باید دارای حداقل مشخصه های زیر باشد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۶۶- قابل نصب در فضای آزاد IP = ۵۴

۲,۱,۱,۱,۱,۱,۶۷- نصب راحت برروی تیرهای فشار ضعیف شبکه توزیع

۳,۱,۱,۱,۱,۱,۶۸- دارای نشانگر عملکرد قطع کننده اضافه فشار

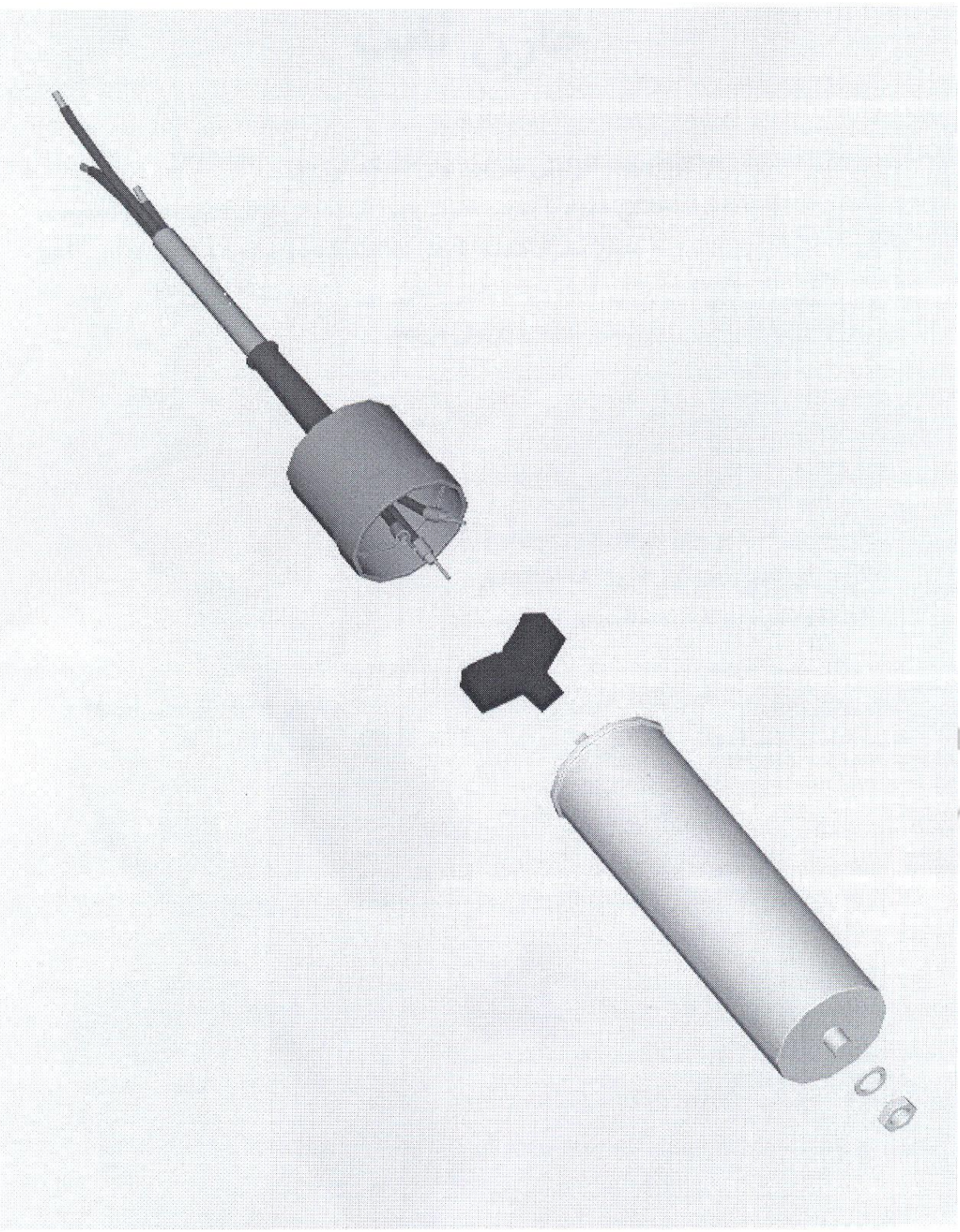
۴,۱,۱,۱,۱,۱,۶۹- مقاوم در برابر تابش مستقیم نور خورشید.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۷۰با این روش نیاز به ساخت بانک خازنی و اشغال فضا در پستهای فشار ضعیف از میان می رود و با هزینه مناسب و صرف زمان کمتر می توان ضریب قدرت شبکه فشار ضعیف را افزایش داد .

WikiPower.ir

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

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



۱,۱,۱,۱,۱,۱,۷۱

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۷۲

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۷۳

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۷۴ ۱۰-۴- مشخصات فنی خازن ها :

۱۱,۱,۱,۱,۱,۱,۷۵) مشخصات مکانیکی خارجی :

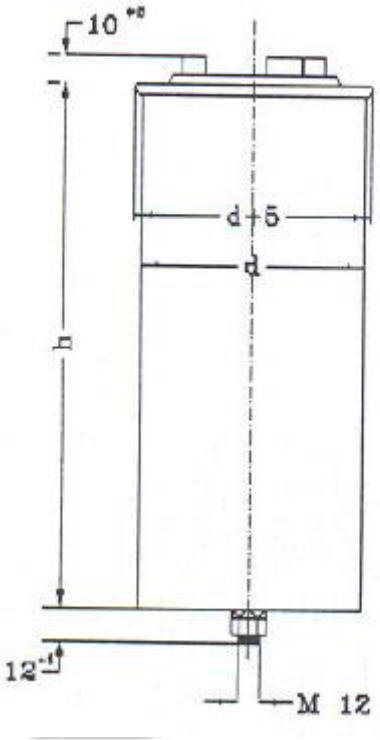
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۷۶الف) بدنه آلومینیومی استوانه ای شکل

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۷۷ب) ارتفاع

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۷۸پ) قطر

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۷۹ت) وزن

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۸۰ث) پیچ زیر همراه مهرهٔ **M12**



۱,۱,۱,۱,۱,۱,۸۱ ۲) ساختار درونی :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۸۲**الف)** جوشن خازن از فیلم های آلومینیومی با مشخصات زیر میباشد :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۸۳ چگالی $= 2.7[KG/m^3]$

مقاومت مخصوص $= 0.0303[\Omega.mm]$

دمای ذوب $= 600[^oC]$

ظرفیت گرمایی $= 0.21[cal/gr\ ^oC]$

ضریب هدایت گرمایی $= 0.5[cal/cm.s.\ ^oC]$

ضریب انبساط طولی $= 20\ [\mu m/m.gr]$

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۸۴**ب)** دی الکتریک خازن ، فیلم **polypropylene** با ضخامت **7µm** محصول واکنش یونی با مشخصات به شرح زیر:

چگالی $= 0.9\ [kg/m^3]$

مقاومت مخصوص در عمق $= 10^{18}\ [\Omega.cm]$

مقاومت رویه $= 10^{13}\ [\Omega.cm]$

WikiPower.ir

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

استحکام الکتریکی $= 100\ [KV / mm]$

تلفات در $[1MHz] = 5\times10^{-4}\ [w]$

ضریب دی الکتریک در $[1MHz] = 2.2$

استحکام نشتی $= 350[kgf / cm^2]$

انبساط گسیختگی $= 650\%$

سختی فشار گلوله $= 630[kgf / cm^2]$

حداکثر درجه حرارت کار $= 100[^0C]$

استحکام در برابر جسم گداخته $= class\ 1$

جذب آب در ۷ روز $\succ 0.1\%$

استحکام جریان خزنده $class\ T5$

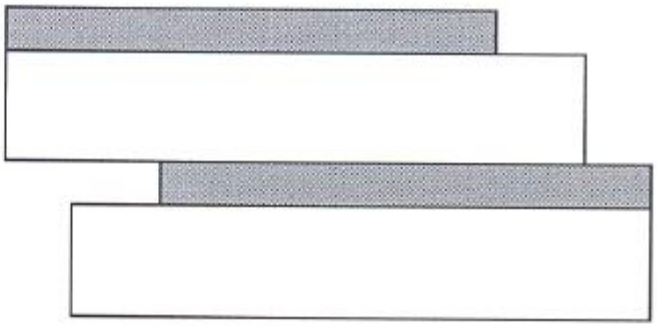
استحکام قوس الکتریکی $class\ L4$

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۸۵ج) ساختمان داخلی :

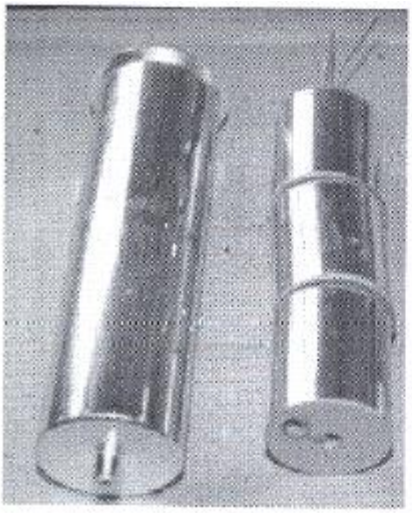
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۸۶فیلمهای متالیزه مطابق شکل ۱ روی هم قرار گرفته و در جهت فلش بدور میله ای پیچیده می شوند تا ظرفیت مطلوب بدست آید . مطابق شکل ۲ سه خازن روی هم قرار گرفته و توسط سیم از داخل بهم متصل میشوند نهایتا سه سر سیم روی درپوش لحیم شده به دور خازن کاغذ نوع Kraft پیچیده می شود و درون بدنه استوانه ای شکل قرار میگیرد . فضاهای خالی با روغن گیاهی بدون PCB بانقطه اشتعال ۲۵۰ درجه سانتیگراد پرمیگردند .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۸۷

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



شکل ۱



شکل ۲

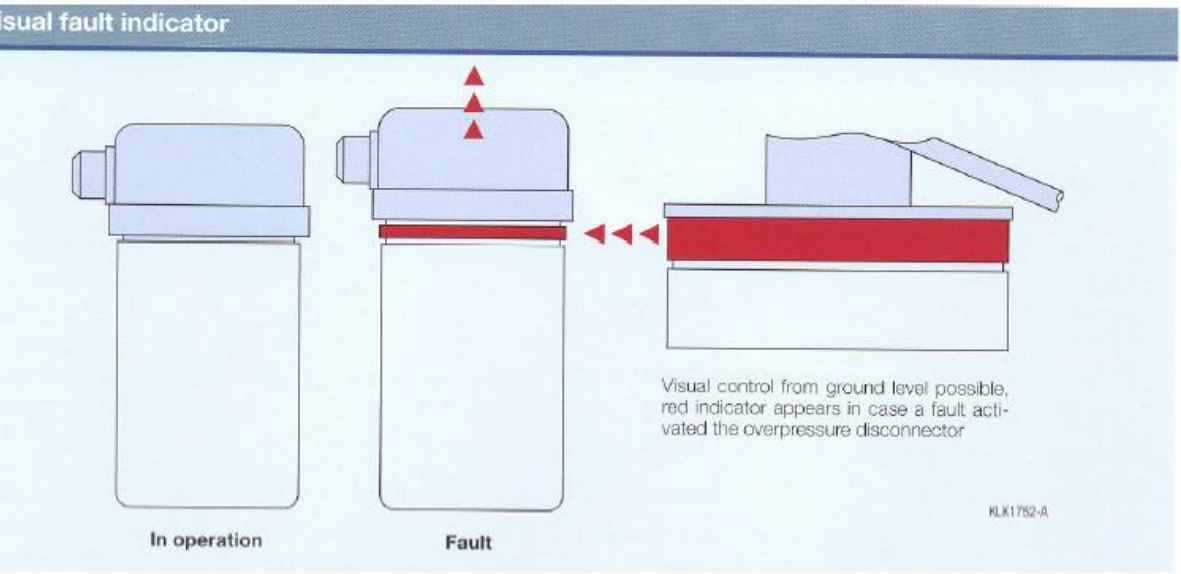
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۸۸

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۸۹

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۹۰

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۹۱ ۳) مکانیسم های حفاظتی :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۹۲الف) خازنها مجهز به قطع کننده های داخلی بوده که با افزایش فشار گازهای درونی بر اثر تجزیه شیمیایی و یا پایان رسیدن عمر خازن باعث قطع خازن از شبکه و اجتناب از افزایش فشار داخلی و نشت گاز هیدروژن و یا انفجار خازن میگردد.



۱,۱,۱,۱,۱,۱,۹۳

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۹۴ب)بر اساس ۲۲ **IEC 831-part 1-clause** هر خازن یا بانک خازنی باید مجهز به سیستم دشارژ ولتاژ باشد که ولتاژ $\sqrt{2} * U_{n(peack)}$ را در زمان ۳ دقیقه به ۷۵ ولت یا کمتر برساند. این در حالی است که خازن های جدید در زمان ۱ دقیقه ولتاژ $\sqrt{2} * U_{n(peack)}$ را به ۷۵ ولت می رسانند و انواع جدیدتر با مقاومت تخلیه **275kΩ** ولتاژ $\sqrt{2} * U_{n(peack)}$ را در مدت ۱ دقیقه به ۵۰ ولت می رسانند.

۴) بر اساس ۷,۲ IEC 831-part 1-clausel تلرانس خازنها باید بین صفر الی ۱۰ درصد باشد. خازنهای جدید دارای تلرانسی از ۵ الی۵- درصد ظرفیت نامی میباشد.

۵) ۹,۱ IEC 831-part 1-clausel شرایط Test Routing برای تست ولتاژ بین ترمینالها را ولتاژ سینوسی با دامنه ۲,۵ برابر ولتاژ نامی (Ut=2.15Un) با فرکانس ۱۵هرتز الی ۱۰۰ هرتز و اعمال ولتاژ تست به مدت زمان دو ثانیه (t=2s) تعیین نموده است. در هنگام آزمایش فعالیت مکانیسم SelfHealing مجاز است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۹۵خازنهای جدید توان تحمل ولتاژ سینوسی با دامنه ۲,۱۵ برابر ولتاژ نامی با فرکانس ۱۵ الی ۱۰۰ هرتز در مدت زمان **(t=2s)** دارند.

۶۱,۱,۱,۱,۱,۱,۹۶) ۱۰ **IEC 831-part 1-clause** شرایط تست ولتاژ بین ترمینال و بدنه را ولتاژ ۳ کیلوولت(**Un=3kv**)و اعمال ولتاژ تست به مدت ۱۰ ثانیه یا با ولتاژ تست ۳,۶ کیلوولت و مدت زمان ۲ ثانیه تعیین نموده است.

خازن های جدید قادر به تحمل ولتاژ ۳ کیلوولت در مدت زمان ۲ ثانیه هستند.

۷۱,۱,۱,۱,۱,۱,۹۷) براساس **IEC 831-part 1-clause 20.6** اضافه ولتاژها و زمان حضورشان باید بر طبق جدول زیر باشد:

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

دوام	ضریب ولتاژ * Un(rms)	نوع
دائمی	۱,۱	Power Frequency
۸ساعت در هر روز	۱,۲۱	Power Frequency
۳۰دقیقه در هر روز	۱,۲۶	Power Frequency
۵دقیقه در هر روز	۱,۳۲	Power Frequency
۱دقیقه در هر روز	۱,۴	Power Frequency

۸۱,۱,۱,۱,۱,۱,۹۸) حداکثر اضافه جریان مجاز بر طبق ۲۱IEC 831-part 1-clause در ولتاژ نامی و فرکانس نامی برابر $1.3I_n$ می باشد و با در نظر گرفتن تلرانس خازنها حداکثر اضافه جریان مجاز In ۱,۵ میباشد.حداکثر اضافه جریان مجاز خازنهای جدید در ولتاژ نامی و فرکانس نامی برابر ۱,۷In و با محسوب کردن تلرانس خازنها (حداکثر۵٪) حداکثر اضافه جریان مجاز In ۱,۸ میباشد.

Symbol	A	B	C	D
Max ºC	40	45	50	55

WikiPower.ir

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۹۹ ۱۱-۴- پایداری شدت جریان در هنگام وصل (Current Inrush) :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۰۰ خازنهایی که جهت اصلاح ضریب قدرت استفاده می گردد دائما در مدار قرار گرفته و یا از مدار خارج می شود بنابراین خازنها در این حالت می بایستی بدون اینکه در طول عمر آنها خللی وارد آید شدت جریان وصل را تحمل نمایند. این پایداری در مقابل ضربه های الکتریکی بستگی به محل اتصال و کنتاکتهای دی الکتریک داشته که با توجه به فناوری جدید در ساخت این نوع خازنها سطح محل اتصال الکترودهای خازنهای تکفاز به یکدیگر به طریق ایجاد سطح موجی افزایش یافته واین تکنولوژی جدید که انحصارا موج شکن نامیده می شود تحول بزرگی در این زمینه به وجود آورده است و به لحاظ این قابلیت خازنهای درای این تکنولوژی قادر خواهند بود شدت جریان وصل را تا ۲۰۰ برابر جریان نامی تحمل نمایند . ($I_s=200I_n$) این پایداری در مقابل شدت جریان وصل زیاد در موارد زیر از اهمیت بسزایی برخوردار است :

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

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۰۱ ۱- اتصال خازن به صورت موازی

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۰۲ ۲- قابلیت در مدار قرار دادن خازنها بدون نیاز به سلف تغذیه (reactor dIscharge)

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۰۳ ۳ - بانکهای خازنی که در آنها از کنتاکتورهای موتوری استفاده می گردد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۰۴ ۴- در مدار قرار گرفتن مجدد بانکهای خازنی بعد از قطع ولتاژ و یا قطع کامل برق

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۰۵ با توجه به موارد گفته شده رعایت موارد به شرح ذیل جهت محدود کردن جریان توصیه می گردد :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۰۶ ۱-استفاده از کنتاکتورهایی که از مقاومت پیش وصل شونده استفاده می نمایند(کنتاکتورهای مخصوص خازنی)

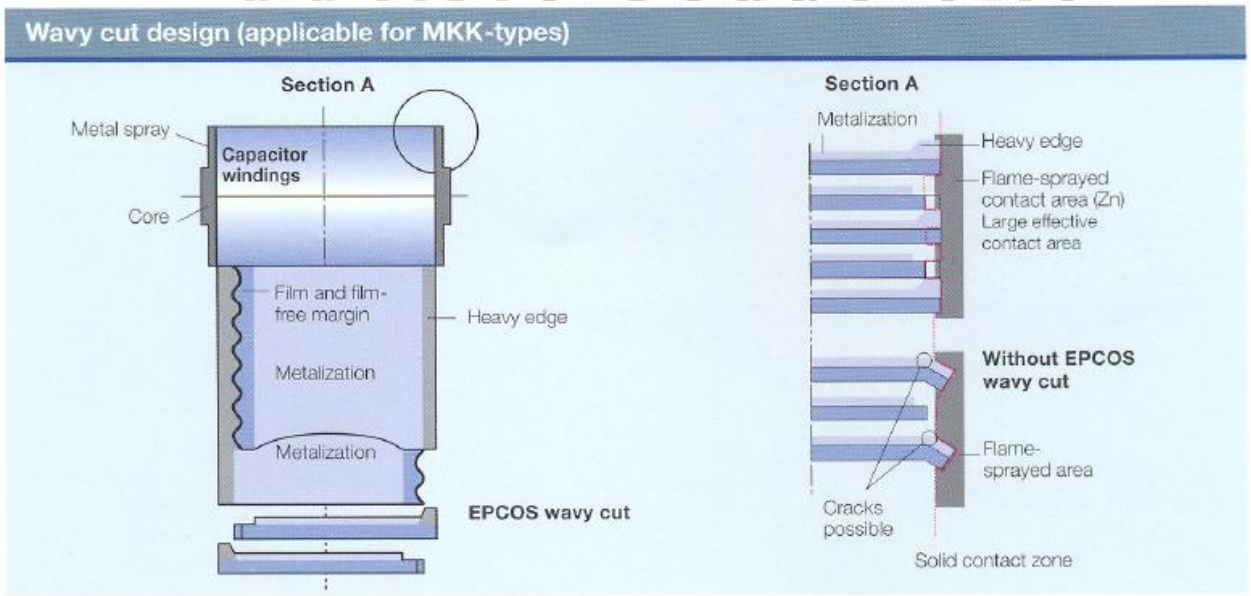
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۰۷ ۲- استفاده از سیم پیچ سری با هسته هوایی

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۰۸ ۱۲-۴- حفاظت در برابر اضافه جریان / اتصال کوتاه:

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۰۹ جهت حفاظت در برابر اتصال کوتاه می بایست از فیوزهای HRC یا کلید های MCCB استفاده شود. تجهیزات اتصال کوتاه و کابلهای متصل شده می بایست برای ۱,۵ برابر جریان نامی خازنها برای حالت کارکرد دائمی در نظر گرفته شوند .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۱۰ فیوزهای HRC خازنها را درمقابل اضافه بار محافظت نمی کنند .

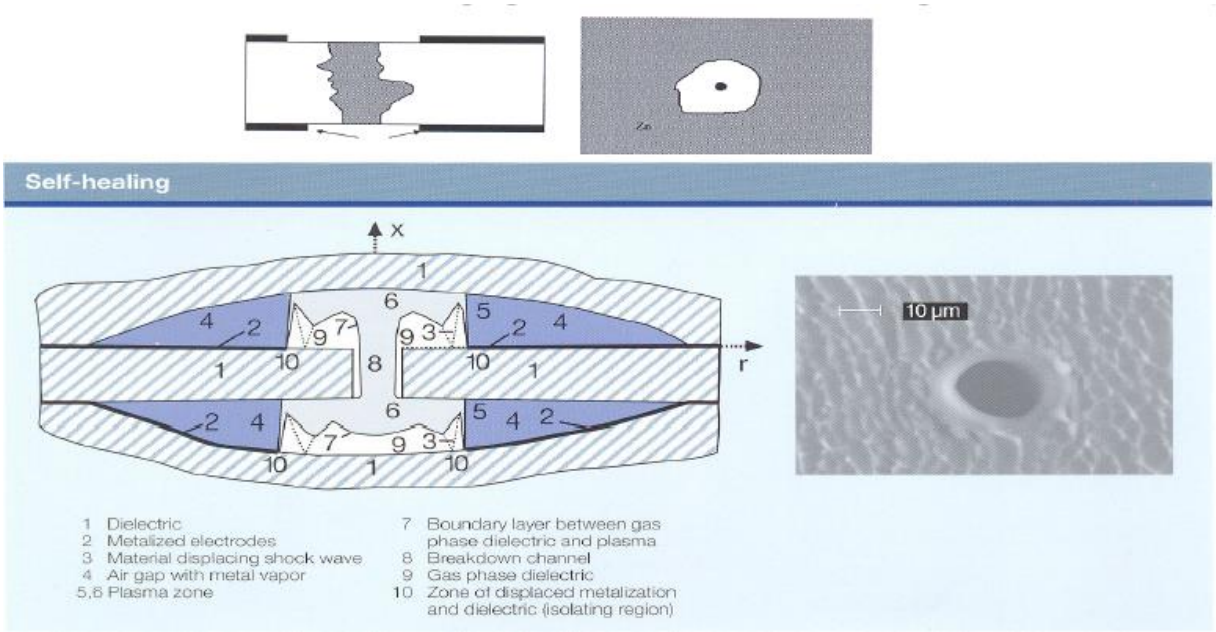
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۱۱ جریان نامی فیوزها می بایستی در محدوده ۱,۵ تا ۱,۸ برابر جریان نامی خازن در نظر گرفته شود.



۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۱۲ **۹**) رنج دمایی خازنهای جدید از **40°C-** تا **75°C** میباشد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۱۳ **۱۰**) خازنها مجهز به مکانیسم **Self Hiling** می باشند .

۱،۱،۱،۱،۱،۱،۱،۱۱۴ خازن از روی هم قرار گرفتن و پیچانده شدن دو فیلم Polyproplylen متالیزه مطابق شکل زیر تشکیل می گردد. اگر در هنگام کار عایق بین دو فیلم آلومینیمی صدمه ببیند و باعث اتصالی دو فیلم به یکدیگر گردد عبور جریان بسیار زیاد از محل اتصالی باعث تبخیر آلومینیم گشته و اتصالی را قطع میکند تبخیر در دمای حدود**200°C** صورت میگیرد (بدلیل نازکی فیلم آلومینیم) و از آنجا که مقاومت Polypropylene در برابر جسم گداخته یک میباشد در هنگام تبخیر آلومینیوم فیلم عایق صدمه نمی بیند و ارتباط الکتریکی قطع می گردد. لازم به ذکر است که در مدت اتصالی جریان کشیده شده از شبکه تغییر محسوسی نمی کند .



۱،۱،۱،۱،۱،۱،۱،۱۱۵ **۱۱)** با وجود اینکه تلفات **tgδ** عایق **polypropylene** برابر **0.5W/kvar** میباشد با به خدمت گرفتن تکنولوژی پیشرفته تلفات خازن های تولیدی کتر از **0.5 W/kvar** و بطور متوسط **0.3 W/kvar** میباشد.

۱۲) طول عمر خازنهای جدید ۱۰۰۰۰۰ ساعت می باشد. باحتساب روزی ۸ ساعت طول عمر خازنها بیش از ۳۴ سال می باشد.

۱،۱،۱،۱،۱،۱،۱،۱۱۶ **۱۳)** دامنه پاسخ فرکانسی خازنهای جدید در فرکانس های بالای (**MHZ** ۱) حدود ۴٪ الی ۶٪ دامنه فرکانس (**50 Hz**) می باشد. این ویژگی موجب جذب پارازیت های رادیویی موجود در شبکه و حذف هارمونی های بالا می گردد در حالیکه در دیگر خازنهای سلف پارازیتی در فرکانس بالا به مراتب بیش از ظرفیت خازنی بوده و موجب تشدید پارازیتها میگردد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۱۷ **۱۴)** خازن توانایی کار کردن در شرایط آلودگی بسیار شدید و رطوبت بالا را دارا می باشد طول خزنده کنتاکتهای خازن (dIstance Creepage) برابر **14mm** می باشد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۱۸ **۱۵)** در طراحی خازن های جدید سعی بر این است که در حد اقل حجم و وزن به حد اکثر ظرفیت دست یافت. به عنوان نمونه مشخصات یک نوع خازن در جدول زیر آورده شده است:

نوع	ارتفاع (cm)	قطر(cm)	حجم (cm^3)	وزن (Kg)	ظرفیت(KVAR)
نمونه	۲۶,۵	۷	۸۵۲	۱,۰۹	۱۲,۵

۱۳-۴-فرمول های محاسبات برای خازن:

خازن تکفاز:

$$Q_c = C.V^2.2\pi.f$$

مثال خازن $83\mu F$ با ولتاژ ۴۰۰ ولت در فرکانس ۵۰هرتز

$$0.000083\times400^2\times314.16=4.172\ kVAR$$

خازن سه فاز:

$$Q_c = C.3.V^2.2\pi.f_n$$

مثال:خازن $3\times332\mu F$ با ولتاژ ۴۰۰ ولت در ۵۰ هرتز

$$0.000332\times3\times4002\times314.16=50\ kVAR$$

جریان فاز خازن:

$$I=\frac{Q_c}{V.\sqrt{3}}$$

مثال: ۲۵ کیلو وار در ولتاژ ۴۰۰ ولت

$$25000/(400\times\sqrt{3})=36\ A$$

ردیف فرکانس رزونانس f_r و ضریب سلف (P) خازن های سلف دار

$$F_r = f_n\sqrt{\frac{1}{P}}$$

مثال: P=7% **در شبکه ۵۰ هرتز**

$$F_r = 50\times\sqrt{\frac{1}{0.07}} = 189\,Hz$$

توان خازن سه فاز در حالت چوک دار

$$Q_c = \frac{C.3.V^2.2\pi.f_n}{1-P}$$

مثال:3×332 **در ۴۰۰ ولت ۵۰ هرتز با سلف** P=7%

$$0.000332\times400^2\times314.16/(1-0.07)=53.8\ kVAR$$

ضریب توان و محاسبه **cosφ** و **tanφ** :

$$\cos\varphi=\frac{P}{S}\quad or\quad \cos\varphi=\sqrt{\frac{1}{1+\tan^2\varphi}}\quad or\quad \cos\varphi=\sqrt{\frac{1}{1+\left(\frac{Q}{P}\right)^2}}$$

$$\tan\varphi=\frac{Q}{P}\quad or\quad \tan\varphi=\sqrt{\frac{1}{\cos^2\varphi}-1}\quad or\quad \tan\varphi=\sqrt{\frac{1}{\left(\frac{P}{S}\right)^2}-1}$$

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

فصل پنجم: رگولاتورهای توان راکتیو

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

رگولاتورهای میکروپروسسوری مسایل بغرنجی را حل می نمایند و قابلیت های بیشتری نسبت به رگولاتورهای معمولی دارند. نوآوری این دستگاهها در جهت پاسخگویی به نیازهای یک شبکه مدرن صنعتی است که به صورت های گوناگون قابل نصب است. دقت و حساسیت این دستگاهها حتی برای شبکه های با هارمونیک بالا قابل توجه است. این دستگاهها همچنین پاسخگوی نیاز شبکه هایی است که در آنها به طور مداوم یا ناگهانی جهت توان برعکس می شود و به شبکه اصلی جریان تزریق می نمایند. تمامی اجزا یک بانک خازنی توسط این رگولاتور کنترل شده و از ایجاد اضافه بار جلوگیری می کند که افزایش طول عمر تجهیزات را به همراه دارد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۱۹ ۱-۵- جزئیات بیشتر مشخصات توان:

- اندازه گیری دقیق ضریب توان در شبکه های هارمونیک بالا در محدوده بار۰,۰۲ تا ۵ آمپر در مدار اندازه گیری و کنترل ضریب توان که با دقت بالایی بر اساس هارمونیک پایه حتی در بار کم انجام می پذیرد.
- تثبیت ضریب توان به حداقل ضریب توان مطلوب و هم زمان جلوگیری از اضافه جبرانسازی در بارهای کم که این خاصیت تنظیم، با استفاده از ایجاد شکست در منحنی های مشخص به دست می آید. این منحنی ها تعیین می نماید که در حالت بار طبیعی شبکه برای رسیدن به ضریب توان مطلوب جبران سازی می شود و در بارهای کمتر از فوق از جبرانسازی جلوگیری می نماید.
- اندازه گیری و کنترل هارمونیک های ۵، ۷، ۱۱و۱۳ در شبکه های فشار ضعیف: به وسیله این کنترل ، دستگاه به طور مرتب از کیفیت شبکه آگاه می شود و در هنگام افزایش دامنه هارمونیک ها از مقدار خاصی هشدار صادر می نماید . بدین وسیله می توان به موقع از ایجاد اختلالات در شبکه و در مصرف کننده مطلع و اقدامات لازم را برای جلوگیری از آن به عمل آورد.
- رله اضافه جریان در جبران سازهای بدون راکتور : این عمل به عنوان حفاظت از اضافه بار در جبران سازی های بدون راکتور است و از وقوع رزونانسهای هارمونیکی جلوگیری می کند . قطع جریان هنگامی به وجود می آید که اضافه بار بیش از ۷۵ ثانیه دوام داشته باشد. رله اضافه بار سریعتر از فیوز سری است که تنها در حالت اتصال کوتاه به صورت مطمئن عمل می کند .
- تنظیم اتوماتیک تاخیر بر اساس توان مورد نیاز: به تغییر بار شدید بسیار سریع پاسخ داده می شود و به تغییر بار کند با سرعت کمتری پاسخ داده می شود. در ضمن اطمینان حاصل می شود که پله های خازنی که پس از قطع کاملا تخلیه شده اند به شبکه وصل می شوند . کلیدزنی بر اساس تغییرات بار و با کمترین تعداد قطع و وصل و به صورت ادواری انجام

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

می پذیرد. این نوع تنظیم ترکیبی ما را به سوی کمترین تعداد قطع و وصل سوق می دهد و بدین وسیله کمترین استهلاک و طولانی ترین طول عمر به دست می آید .

- هم زمان از وضعیت بحرانی شبکه جلوگیری می شود. بدین صورت که بر عکس روش قدیمی توان خازن هنگام تغییر شدید بار سریع دقیق به میزان مورد نیاز تنظیم می شود.
- هنگام کاهش بار از جبران سازی اضافی طولانی ترانسهای بی بار جلوگیری می شود.
- در شبکه هایی که دارای هارمونیک هستند در کوتاهترین زمان ممکن هارمونیک ها توسط فیلترها جذب شده و کاهش آنها تضمین می شود. بدین وسیله با اطمینان از افزایش دامنه هارمونیک ها هنگام تغییرات شدید بار جلوگیری می شود.
- رله ولتاژ صفر و جریان صفر: این سیستم ایمنی در هنگام قطع مدار ولتاژ یا جریان ، تجهیزات جبران سازی را از شبکه جدا می کند . بدین وسیله در طی قطع کوتاه مدت ولتاژ از وصل تمامی خازن ها به ترانس بی بار جلوگیری می کند رگولاتور پس از برگشت ولتاژ پله های خازن را مطابق با توان مورد نیاز مجددا وصل می نماید.
- تنظیم توان راکتیو در مصرف کننده های دارای ژنراتور و با امکان بازگشت توان اکتیو : برای کار در این نوع شبکه ها رگولاتور به دستگاه اندازه گیری چهار ناحیه ای مجهز است. به غیر از این می توان دو مشخصه کنترلی متفاوت برای حالت های مصرف و برگشت توان اکتیو به کار گرفته شود. بدین وسیله اطمینان حاصل می شود که در هنگام برگشت توان اضافه جبران سازی رخ ندهد و همچنین جریان راکتیو از شبکه کشیده نشود. فقط این خاصیت تنظیم ترکیبی از ایجاد مخارج راکتیو هنگام بازگشت جلوگیری می کند.
- پله ثابت برای جبران سازی مستقل از بار : می توان پله هایی را مشخص نمود تا در فرآیند تنظیم قرار نگیرند و تا زمانیکه رگولاتور ولتاژ داشته باشد به شبکه متصل باشند . جمیع کنترل های حفاظتی مثل رله ولتاژ صفر یا رله جریان صفر یا رله اضافه جریان برای پله های ثابت برنامه ریزی شده فعال باقی می مانند .
- دو برنامه تنظیم جدا از هم که از طریق کنتاکتور خارجی می توانند انتخاب شوند : هر دو برنامه تنظیم می تواند با ضریب توانهای مختلف و خطوط متفاوت برنامه ریزی شود. با تنظیم دو برنامه مجزا می توان ضوابط وزارت نیرو برای جبران سازی بالا در روز و جبران سازی کم در شب را رعایت کرد .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۲۰ ۲-۵- راه‌اندازی و سرویس:

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

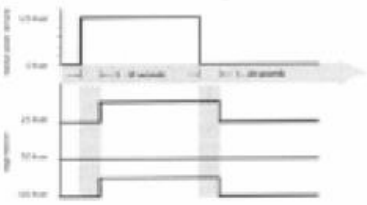
- تطبیق با شبکه و تجهیزات جبران‌سازی: راه‌اندازی بدین وسیله بسیارساده تر می‌شود چون که رگولاتور این تطبیق را خود به خود انجام می‌دهد. بسته به اختیار نصاب است که به روی کدام فاز ترانس جریان را نصب کند و با چه پلاریته‌ای ترانس ولتاژ را به رگولاتور وصل نماید. وضعیت فاز و جهت جریان به وسیله رگولاتور در هنگام تنظیم خودکارانجام می‌شود. هم زمان توان پله‌های خازن اندازه‌گیری شده و کنتاکتهایی از رگولاتور که به خازنی متصل نیستند شناسایی و غیرفعال می‌شوند. درصورتی که اشتباهاتی در هنگام نصب بروز کرده باشد، رگولاتوراطلاعاتی از نوع اشتباه احتمالی به دست می‌دهد.
- پس از اضافه یا کم کردن پله‌های خازنی می‌بایستی اندازه‌گیری دوباره انجام شود تا بدین وسیله پله‌های خازنی جدیدی که اضافه یا کم شده‌اند را در پروسه خود وارد کند. اگر این کار انجام نشود بعد از چند روز رگولاتور متوجه شده و به طوری خودکار پله‌های خازنی را به کارمی‌گیرد.
- اگر رگولاتور در هنگام کار متوجه یک پله خراب شود این پله را از پروسه‌تنظیم خارج کرده و آن را مشخص می‌نماید.
- نمایشگر و اطلاعات حاصل از آنها: تمام مقادیر اندازه‌گیری شده توسط رگولاتور قابل مشاهده هستند. در هنگام کار ضریب توان دیده شده از طرف **CT** نشان داده می‌شود. به علاوه داده‌های ذیل قابل مشاهده‌اند:

- جریان ظاهری، اکتیو و راکتیو ورودی
- دامنه نسبی هارمونیک ۵، ۷، ۱۱ و ۱۳ نسبت به ولتاژ تغذیه
- حداکثر مقادیر اضافه جریان، ضریب توان و اضافه جریان هارمونیکی در صورتی که از مقادیر تنظیم شده بیشترشده باشند.

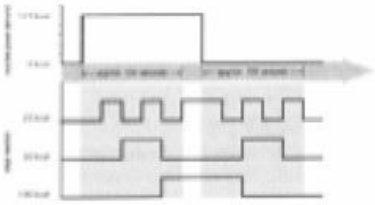
- شمارش و نمایش تعداد قطع و وصل کنتاکتور و نمایش پیغام وقتی که این مقدار به میزان از پیش تنظیم شده رسیده باشد.

کنتاکتورها هنگام وصل کردن‌خازن‌ها تحت فشار زیادی قرار دارند. کنتاکتورهایی که در حال خراب‌شدن هستند باعث جاری شدن جریان شارژ مجدد بسیار بزرگی می‌شوند و خرابی کنتاکتها را نیز به وجود می‌آورند. تعویض به موقع کنتاکتور می‌تواند طول عمر خازنها را به طور محسوس افزایش دهد.

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



شکل ۲۲: روش تنظیم یک رگولاتور توان راکتیو مدرن مدل EMR1100 ،RM9612 ،RM9606



شکل ۲۱: روش تنظیم یک رگولاتور توان راکتیو معمولی با روش قدم به قدم

۱،۱،۱،۱،۱،۱،۱،۱۲۱ رگولاتور زمان صحیح تعویض کنتاکتور را به شما اطلاع می‌دهد و بدین وسیله از مخارج بیهوده جلوگیری می‌شود. برای مراقبت بهتر، کاربرمی‌تواند تعداد قطع و وصل هر کنتاکتور را رویت نماید.

نشانگر ، پیغام ها ، آلارم ها	اطلاعات	نحوه آگاه سازی	وضعیت کنتاکت آلارم
ضریب توان حقیقی	نشانگر	صفحه نمایش	–
جریان های اکتیو، راکتیو و ظاهری	نشانگر	صفحه نمایش	–
هارمونیک های پنجم، هفتم، یازدهم و سیزدهم	نشانگر	صفحه نمایش	–
هارمونیک های پنجم، هفتم، یازدهم و سیزدهم	آلارم	صفحه نمایش و چراغ	بسته
اضافه جریان(قابل تنظیم از۱،۰۵In تا۳،۰In)	آلارم	صفحه نمایش و چراغ	بسته

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

نا کافی بودن ظرفیت خازن جهت رسیدن به ضریب توان تنظیمی	آلارم	صفحه نمایش و چراغ	بسته
تعداد قطع و وصل هر پله	نشانگر	صفحه نمایش	–
تنظیم حداکثر تعداد قطع و وصل	آلارم	صفحه نمایش و چراغ	بسته
ولتاژ صفر	آلارم	صفحه نمایش	بسته
جریان صفر	پیغام	صفحه نمایش	–
وصل نبودن خازن به رگولاتور	آلارم	صفحه نمایش	بسته
تعداد پله های وصل	نشانگر	LED	–
بدون ولتاژ بودن	–	–	بسته

WikiPower.ir

۳-۵- نصب

۳-۵-۱۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۲۲- ترانس جریان:

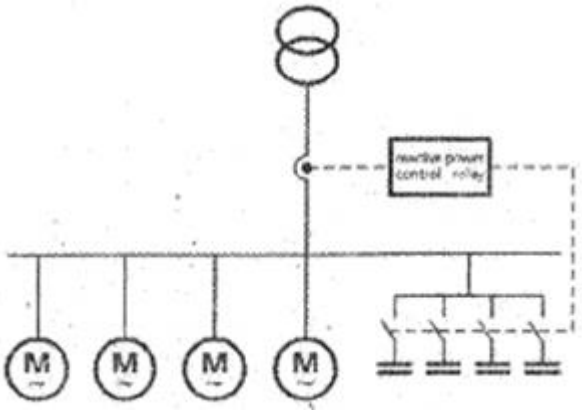
برای به کاراندازی یک رگولاتور توان راکتیو، نصب یک ترانس جریان‌ضروری است. این ترانس همراه با رگولاتور عرضه نمی‌شود ولی درصورت تقاضا از طرف مشتری تحویل می‌گردد. جریان اولیه ترانس ازطریق میزان جریان مصرف‌کننده مشخص می‌شود. نصب این ترانس‌بسته به حداکثر جریان بار است و یا به عبارت دیگر بسته به میزان بارنصب شده ترانس است. مسیر جریان داخلی رگولاتور توان راکتیو برای‌ترانسی با ثانویه ۱/۰۰۰ الی ۵/۰۰۰ آمپر با توان ۵ ولت آمپر در کلاس ۳طراحی شده است. در صورتی که دستگاههای جریان‌سنج به صورت‌سری با رگولاتور وصل شده باشد باید ترانسی با توان بالاتر به کار رود.

مصرف خود مسیر جریان رگولاتور برای ترانس جریانی با ثانویه ۵ آمپر،حدود ۱/۸ ولت آمپر است. اگر با همان ترانس دستگاههای اندازه‌گیری‌دیگری به کار بروند، باید حتماً هنگام نصب توان آنها در نظر گرفته شود.همچنین در کابلهای ترانس تلفات پدید می‌آید و به تلفات در مسیرهای‌طولانی ترانس تا رگولاتور توان راکتیو باید توجه کرد.

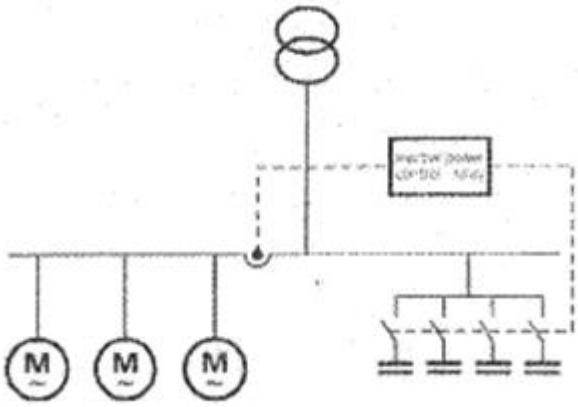
۲۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۲۳-۳-۵- مصرف درونی کابلهای ترانس:

اگر از ثانویه ترانس جریان ۵ آمپر بگذرد، تلفات به صورت جدول زیراست:

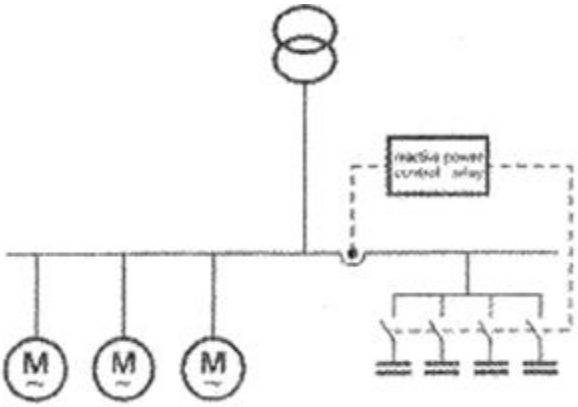
سطح مقطع(میلیمتر مربع)	تلفات در هر متر از سیم دو رشته (ولت آمپر)
۲,۵	۰,۳۶
۴	۰,۲۲
۶	۰,۱۵
۱۰	۰,۰۹



اتصال صحیح : ترانس هم جریان مصرف کننده و هم جریان خازن را می بیند.



اشتباه:ترانس فقط جریان مصرف کننده را دیده ، تمامی پله ها وصل شده و دیگر قطع نمی شوند.امکان تنظیم مجدد رگولاتور وجود ندارد.



اشتباه: ترانس فقط جریان خازن را دیده و هیچ پله ای وصل نمی شود.

مهم: ترانس جریان باید در فازی اختیاری چنان نصب شود که تمام جریان بار به همراه جریان خازن از آن بگذرد. (به تصاویر بالا دقت‌کنید). ترمینال (**S1(K** در سمت تغذیه و ترمینال(**S2(I** در سمت مصرف‌کننده است.

احتیاط: هنگام قطع مسیر جریان در ترانس جریان ولتاژ بالا پدید می‌آید که می‌تواند ترانس را تخریب نماید. به همین دلیل قبل از باز کردن مدارترانس در ترمینالهای ترانس اتصال کوتاه به وجود بیاورید.

۳-۳-۵- فیوزها و کابل‌ها:

برای اجرای عملیات نصب بایستی مقررات VED 0100 **و** VED 0105 **وتوصیه‌های عمومی وزارت نیرو و مقررات داخلی شرکت اجرا شوند.طبق بخش** VDE 0560-41 **واحدهای خازنی باید حداقل برای جریان‌دائمی معادل ۱/۳ جریان نامی مناسب باشد. جریانی که برای ولتاژ نامی بافرم**

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

سینوسی و فرکانس نامی محاسبه می‌گردد، با در نظر گرفتن تلرانس‌خازنی ۱/۱ می‌تواند به حداکثر جریان مجاز تاIs ۱/۳۸ برسد. این بار اضافی و همچنین جریان ضربه‌ای خازنها هنگام انتخاب فیوزها و مقاطع کابلها بایستی در نظر گرفته شود.

WikiPower.ir

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

فصل ششم: هارمونیک

هارمونیک :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۲۴ در شبکه های مدرن فشار ضعیف مصرف کنندگان زیادی وجود دارند که از شبکه ، جریان غیر سینوسی می کشند. این جریانها به دلیل وجود امپدانس شبکه باعث ایجاد افت ولتاژ می گردد. افتی که باعث تغییر شکل ولتاژ سینوسی شبکه می شود. این آثار طبق بسط فوریه می تواند به هارمونیک پایه (اصلی) و تک تک هارمونیک ها تجزیه شوند . فرکانس های هارمونیک مضرب صحیحی از فرکانس پایه هستند و با حرف n یا v مشخص می شوند . مثال :

(فرکانس شبکه = ۵۰ هرتز ← فرکانس هارمونیک پنجم = ۲۵۰ هرتز)

مصرف کنندگان خطی عمدتا عبارتند از:

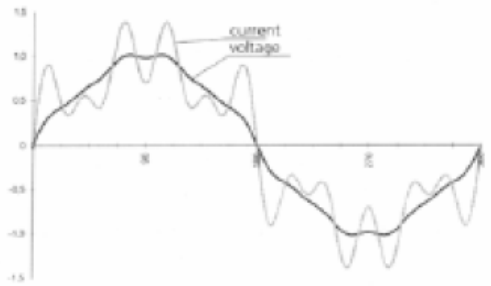
- مقاومت های اهمی(بخاری مقاومتی،لامپ رشته ای)
- موتور های سه فاز
- خازنها

مصرف کنندگان غیر خطی(مولدین هارمونیک) عبارتند از:

- یکسو کننده ها
- مبدلهای DC/AC و DC/DC به خصوص موتورهای القایی و مدارهای کنترل دور
- کوره های با قوس الکتریکی و القایی ، دستگاه جوش
- دستگاههای UPS

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

- منابع تغذیه سوئیچینگ تکفاز در مصرف کننده های مدرن الکترونیکی مانند تلویزیون ، ویدئو ، کامپیوتر ، مونیتور ، چاپگر ، فاکس، بالاست الکترونیکی ، چراغهای کم مصرف



شکل ۲۶: جریان و ولتاژ شبکه

٪۵ هارمونیک پنجم
٪۴ هارمونیک مرتبه هفتم
٪۲،۵ هارمونیک مرتبه یازدهم

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۲۵

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۲۶ هارمونیک ها نه فقط در شبکه های صنعتی بلکه به طور روز افزون در مصارف خانگی تولید می شود. از تولید کننده های هارمونیک عمدتا هارمونیک های فرد به شبکه تزریق می شود. به همین دلیل اصولا هارمونیک های ۳ ، ۵ ، ۷ ، ۹ و ۱۱ پدید می آید.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۲۷-۶- هارمونیک چطور به وجود می آ ید ؟

- در شبکه های فشار ضعیف داخلی بخصوص وقتی محرکهای تحت کنترل در محل نصب هستند.
- در هر خانه ، در هر تلویزیون ، کامپیوتر ، چراغهای کم مصرف یا بالاست های الکترونیکی .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۲۸ به دلیل تعداد زیاد مصرف کنندگان اینگونه بارها جریانهای هم فاز آنها در ساعات شب در بعضی از شبکه های ولتاژ، رزونانس پدید می آید.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۲۹ ۲-۶- میزان هارمونیک ها پیش از نصب فیلتر :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۳۰ الف)در شبکه های فشار ضعیف:

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۳۱ بسته به توان یکسو ساز و مبدل نصب شده است. وقتی به عنوان مثال یکسو ساز ۶ پالسه با توان نامی ٪۵۰ توان ترانس نصب شده باشد تقریبا :

- ٪۴ هارمونیک پنجم (۲۵۰ هرتز)
- ٪۳ هارمونیک هفتم (۳۵۰ هرتز) داریم .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۳۲ معمولا مبدلهای کوچک غیر متصل به هم در یک شبکه نصب می شوند . به دلیل فازهای مختلف جریانهای تک تک مبدلها ، هارمونیک کلی ایجاد شده در شبکه اندک است.

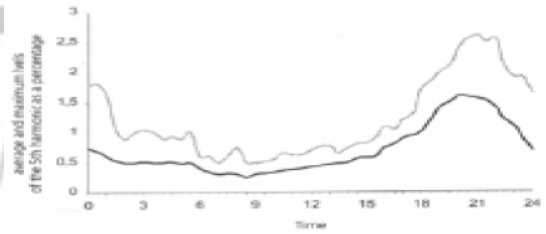
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۳۳ مثلا اگر تعدادی مبدل با توان حدود ۵۰٪ توان نامی ترانس نصب باشند ، هارمونیک های زیر به وجود می آیند:

- ۱ تا ۱,۵ درصد هارمونیک پنجم
- ۰,۷ تا ۱ درصد هارمونیک هفتم

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۳۴ این اعداد برای محاسبات تقریبی توصیه می شوند و با این اطلاعات می توان تعیین کرد که آیا دستگاه جبران سازی با فیلتر لازم است یا خیر.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۳۵ب) در شبکه فشار متوسط:

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۳۶ امروزه شبکه ها از هارمونیک های ایجاد شده به وسیله لوازم خانگی مانند تلویزیون بیشتر از تولید کننده های صنعتی تحت تاثیر قرار می گیرند . چیزی که در طول روز در هارمونیک ها مشخص می گردد.



متوسط و حداکثر هارمونیک پنجم

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۳۷ مقدار هارمونیک در شبکه با ولتاژ متوسط یک شهر در روز کاری :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۳۸ مقدار متوسط و حداکثر یک ردیف اندازه گیری از سال ۱۹۸۵ تا سال ۱۹۸۷ در کشور آلمان به انجام رسیده است. مطمئنا این اعداد امروزه افزایش یافته اند . بالا بودن این مقدار در شب در اثر تعداد زیاد تلویزیون و دیگر مصرف کنندگان خانگی است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۳۹ در مناطق پر جمعیت هارمونیک ولتاژ شبکه فشار متوسط در ساعات شب بیش از ۴٪(۲۵۰هرتز) و تا حدود ۱,۵٪ (۳۵۰ هرتز) افزایش پیدا می کند . هارمونیک های بالا اصولا قابل صرف نظر هستند و مقدار آنها به طور محدود قابل پیش بینی است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۴۰ ۳-۶- تاثیر جبرانسازی در شبکه دارای هارمونیک :

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

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۴۱ تجهیزات جبران سازی بدون سلف با امپدانس شبکه یک مدار نوسان تولید می کند. برای فرکانس رزونانس یک فرمول کلی وجود دارد :

$$f_r = 50Hz \times \sqrt{\frac{S_K}{Q_C}}$$ ۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۴۲

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۴۳ S_k = قدرت اتصال کوتاه درنقطه اتصال جبران سازی

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۴۴ Q_c = توان جبران سازی

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۴۵ قدرت اتصال کوتاه S_k در نقطه جبران سازی:

- اصولا به وسیله ترانس مشخص می شود (S_n / U_k)
- حدود ۱۰ درصد به وسیله امپدانس شبکه ولتاژ متوسط کاهش می یابد.
- می تواند شدیدا به وسیله کابلهای بلند بین ترانس و جبران سازی کاهش یابد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۴۶ مثال :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۴۷ ترانس ۱۰۰ کیلوولت آمپر ٪ ۶ = U_k

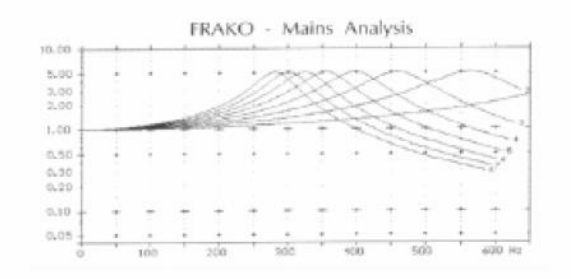
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۴۸ قدرت اتصال کوتاه شبکه فشار متوسط ۱۵۰ مگاولت آمپر و S_k=12.6 MVA

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۴۹ قدرت جبران سازی ۴۰۰ کیلووار در ۸ پله بدون راکتور

قدرت خازن (Qc) (کیلو وار)	فرکانس رزونانس (f_r) (هرتز)
۱۰۰	۵۶۲
۲۵۰	۳۵۵
۲۵۰	۲۸۱

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۵۰ هنگام اتصال پله های جبران سازی فرکانس رزونانس شبکه f_r شدیدا تغییر می نماید و بیشتر اوقات نزدیک به فرکانس هارمونیک اصلی شبکه است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۵۱ در صورتیکه رزونانس داخلی یک مدار نوسان نزدیک به یکی از هارمونیک های موجود در شبکه باشد باید انتظار داشت که ولتاژ هارمونیکی افزایش یابد. تحت شرایطی می توان آنها را در ضریب کیفیت شبکه (در شبکه های صنعتی ۵ تا ۱۰) ضرب کرد.



شکل ۳۰: ضریب تقویت هارمونیک‌های ولتاژ در یک سیستم جبران‌سازی بدون راکتور

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۵۲

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۵۳-۶- رزونانسهای خطرناک شبکه چه زمانی می توانند پدید می آیند ؟

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۵۴ بر اساس دیاگرام موجود می توان حدس زد که آیا مشکلات رزونانسی با هارمونیک می توانند پدید آیند یا خیر و برای این موضوع قواعد ساده زیر کافی هستند .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۱۵۵) اگر فرکانس رزونانس :

- ۱۰٪ بیشتر یا کمتر از فرکانس هارمونیک موجود در شبکه باشد ، این فرکانس رزونانس در یک شبکه با کیفیت بالا (مثلا عصرها و شب ها) تا یک ضریب بزرگتر از ۴ تقویت می شود.
- ۲۰٪ بیشتر از فرکانس هارمونیک موجود در شبکه باشد ، در یک شبکه با کیفیت بالا و با ضریبی تا ۲,۵ درصد تقویت می شود.
- ۳۰٪ بالای فرکانس هارمونیک موجود در شبکه باشد به مقدار کم در حدود ۱,۷ تقویت می شود.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۵۶ ۲) در شبکه ای که بدون مولد هارمونیک باشد ولی هارمونیک از شبکه فشار متوسط وارد می شود:

- با فرکانس رزونانس زیر ۴۰۰ هرتز ازدیاد دامنه هارمونیک هفتم
- با فرکانس رزونانس کمتر از ۳۰۰ هرتز ازدیاد شدید دامنه هارمونیک پنجم پدید آید.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۵۷ آرایش شبکه چه تاثیری بر روی مسایل هارمونیک دارد؟

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

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۵۸ قدرت اتصال کوتاه شبکه تعیین کننده فرکانس رزونانس است و در تولید کننده های هارمونیکی دامنه ولتاژ هارمونیک را تعیین می کند.

- قدرت اندک اتصال کوتاه شبکه در محل جبران سازی مشکل ساز است.
- همچنین تغییرات قدرت اتصال کوتاه شبکه ناشی از کلید زنی مشکل ساز است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۵۹ مثال : در کارخانه های بزرگ پست های فشار ضعیف برای قابلیت اطمینان بیشتر توزیع انرژی به صورت رینگ مورد استفاده قرار می گیرند. در این حالت قدرت اتصال کوتاه بسیار زیاد است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۶۰ معمولا در سیستمهای بزرگ جبران سازی و در شرایط کار یکسوسازهای بسیار پر قدرت مسایل رزونانس پدید نمی آید. در این حالت فرکانس رزونانس بزرگ است و عبور جریان هارمونیکی از شبکه فشار متوسط افت ولتاژ کمی ایجاد می نماید . در صورت باز شدن رینگ تغذیه مثلا به منظور تعمیرات قدرت اتصال کوتاه شدیدا کاهش می یابد و حتی امکان افت فرکانس رزونانس به زیر ۳۰۰ هرتز وجود دارد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۶۱ ۵-۷- اضافه ولتاژ و اضافه جریان تجهیزات جبران سازی بدون سلف:

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۶۲ هنگام پدید آمدن رزونانس مقدار موثر ولتاژ شبکه افزایش ناچیزی می یابد ولی مقدار موثر جریان خازن شدیدا افزایش می یابد. در حالت رزونانس با هارمونیک پنجم مقدار موثر دامنه هارمونیک تا۱۵٪ افزایش می یابد. بنابراین:

- مقدار موثر ولتاژ شبکه حدود ۱٪
- مقدار پیک حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد بسته به اختلاف فازها
- جریان موثر خازن ۲۵٪

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۶۳ افزایش می یابد .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۶۴ با رزونانس در هارمونیک یازدهم ، مقدار موثر دامنه هارمونیک تا ۱۰٪ می تواند افزایش یابد و مقدار موثر ولتاژ حدود ۵٪ و مقدار پیک ولتاژ حدود ۶٪ الی ۵۰٪ و جریان موثر خازن ۵۰٪ افزایش می یابد . بنابراین اضافه بار جریان در خازن یکی از مشخصات مهم کیفیت خازن است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۶۵ در شبکه ۴۰۰ ولت خازنی با ولتاژ نامی ۴۴۰ ولت کاملا مناسب است. چنین خازنی تا ۲ برابر جریان نامی قابل بارگذاری است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۶۶ در صورتیکه امکان وقوع رزونانس وجود داشته باشد ولی احتمالش کم باشد چه باید کرد؟

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۶۷ امروز این مطلب در بخش بزرگی از تجهیزات جبران سازی مطرح است:

- در شبکه داخلی مولد هارمونیک وجود ندارد و در شبکه ولتاژ متوسط نیز هارمونیک دیده نمی شود ولی فرکانس رزونانس زیر ۴۰۰ هرتز است.
- در شبکه ولتاژ متوسط هارمونیک وجود دارد و امکان کاهش فرکانس رزونانس با تغییر در توپولوژی شبکه فشار متوسط ،(در هنگام بازدیدهای ادواری به منظور نگهداری و کنترل) به کمتر از ۴۰۰ هرتز وجود دارد.
- برنامه ریزی شده است که بعدا تجهیزات نیمه هادی در شبکه نصب گردد.
- برای حفاظت از تجهیزاتی که دارای راکتور نیستند در قبال وقوع احتمالی رزونانس دستگاه مراقبت شبکه مناسب لازم است. این دستگاه مراقبت شبکه را در سه فاز تحت نظر دارد و در صورتیکه حد هارمونیک تاحد خطرناکی افزایش یابد تجهیزات را قطع می نماید و هنگامیکه این خطر برطرف شد دستگاهها را مجددا وصل می کند. مقادیر حداکثر در این دوره ثبت شده و می توان بعدا از طریق خط انتقال به اطلاعات آنها دست یافت. در شبکه هایی که بار متقارن دارند می توان از دستگاه تنظیم راکتیو استفاده نمود این دستگاه پدیده رزونانس را کنترل می کند. رگولاتور هارمونیک ولتاژ یک فاز را اندازه گیری کرده و جریان موثر خازنی ناشی ازآنها را محاسبه کرده و زمانی که از مقدار از پیش تنظیم شده بیشتر گردد دستگاه قطع شده و با کاهش دامنه هارمونیک ها دستگاه مجددا وصل می گردد. در چنین مواردی اغلب تجهیزات جبران سازی که قابلیت افزایش راکتور را دارند استفاده می شود.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۶۸-۶-۶۱ تجهیزات جبران سازی در شبکه های دارای ها رمونیک

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۶۹ بهترین اطلاعات درباره نحوه کار یک کارگاه وضعیت کاری آن) با روش زیر بدست می آید :

- اندازه گیری هارمونیک ولتاژ و جریان در طول چند روز بدون جبران سازی
- محاسبه تئوری رفتار رزونانسی در شبکه

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۷۰ در شبکه اندازه گیری شده انتظار حد هارمونیک زیر با جبران سازی چنین است :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۷۱ مقادیر حداکثر اندازه گیری شده قبل از جبران سازی ضرب در فاکتور رزونانس از آنالیز شبکه

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۷۲ مثال : یک شبکه فشار ضعیف متوسط با ترانس ۱۰۰۰ کیلو ولت آمپر داریم . تا بلوهای اصلی کلید از طریق دو کابل موازی ۲۰ متری به ترانس متصل هستند . (مطابق امپدانس یک کابل ۱۰ متری) به عنوان بار ، فقط بار اهمی در نظر گرفته می شود زیرا به عنوان مثال موتورهای آسنکرون هیچ اثری بر کاهش هارمونیک ها ندارند. وقتی بانک خازنی ۴۰۰ کیلو وار در مدار باشد هارمونیک پنجم سه برابر می گردد. با۲۵۰ کیلو وار هارمونیک هفتم تقریبا ۴ برابر می شود. در ساعات روز در شبکه دارای میرایی بالا این فاکتورها کاهش می یابد. شب ها و در آخر هفته ضریب افزایش هارمونیک ۷ می تواند بزرگتر گردد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۷۳ اقداماتی برای جلوگیوی از پدید آمدن رزونانس:

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۷۴ هنگام نصب تجهیزات جبران سازی ، اگر در صورت وقوع رزونانس اضافه ولتاژهای هارمونیکی با دامنه بزرگتر از:

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۷۵ ۴٪ هارمونیک مرتبه سوم (۱۵۰ هرتز)

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۷۶ ۵٪ هارمونیک مرتبه پنجم (۲۵۰ هرتز)

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۷۷ ۴٪ هارمونیک مرتبه هفتم (۳۵۰ هرتز)

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۷۸ ۳٪ هارمونیک مرتبه یازدهم (۵۵۰ هرتز)

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۷۹ ۱٪ هارمونیک مرتبه سیزدهم (۶۵۰ هرتز)

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۸۰ امکان پدید آمدن داشته باشد امکان بروز اغتشاش شدیدی در شبکه فشار ضعیف وجود دارد از قبیل :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۸۱ ~ مشکلاتی در کامپیوتر و ماشین های CNC

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۸۲ ~ خسارت به تجهیزات الکترونیک قدرت مثل یکسوسازها و مبدلها

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۸۳ ~ عملکرد غیر قابل کنترل کلید های قدرت و فیوزها

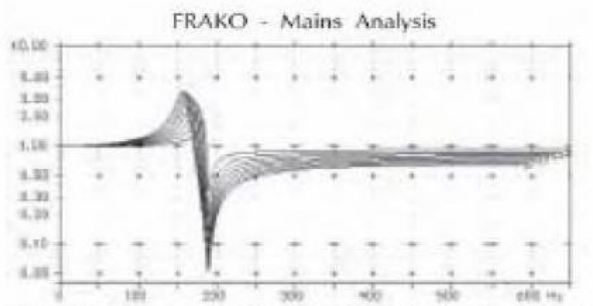
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۸۴ ~ قطع شدن تجهیزات جبران سازی بدون راکتور

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۸۵ ~ افزایش ولتاژ در شبکه

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۸۶ ~ افزایش تلفات جریان فوکو در ترانس ها و موتورهای القایی

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۸۷ در صورتیکه مقدار تک تک هارمونیک های (قبل از جبران سازی) بیش از ۱,۵٪ (هارمونیک ۷ و بالاتر) و یا به ۲٪ (هارمونیک ۵) باشد و هرگاه فرکانس رزونانس شبکه در نزدیکی این هارمونیک ها قرار گیرد باید انتظار داشت که این مقادیر به وسیله رزونانس افزایش یابند.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۸۸ راکتور فرکانس رزونانس را به کمتر از ۲۵۰ هرتز کاهش می دهد. تمام هارمونیک های مراتب بالاتر ضعیف می شوند.



شکل ۳۲: میرایی ولتاژهای هارمونیک در ارتباط با مراحل جبران‌سازی با سلف

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۸۹

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۹۰ یک خازن راکتوردار مجموعه ای است از مدار خازن و فیلتر که فرکانس رزونانس آن به وسیله قرار دادن مدار فیلتر انتخاب می شود. بدین وسیله این ترکیب برای تمام فرکانسهای بالاتر از فرکانس رزونانس مدار به صورت سلفی تاثیر می گذارد. رزونانس های بین خازن و امپدانس شبکه امکان پذیر نمی گردد. یک تجهیزات چوک دار بخشی از هارمونیک را جذب می کنند. برای جلوگیری از اضافه بار ناشی از هارمونیک پنجم در شبکه اصولا فرکانس رزونانس چوک و خازن را در حد ۱۸۹ هرتز و پایین تر از آن قرار می دهند. این چوک یا طبق فرکانس رزونانس خازن و چوک ($\mathbf{f_r}$) طبقه بندی می شود و یا بر اساس درصد سلف p .

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۹۱ هر دو عدد طبق فرمول پایین با هم در ارتباط می باشند:

$$f_c = 50Hz \times \sqrt{\frac{1}{P}}$$

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۹۲ امپدانس خازنهای دارای سلف با ۲۵۰ هرتز به حدود ضریب x کوچکتر است تا امپدانس خازن بدون سلف برای هارمونیک پنجم تجهیزات جبران سازی چوک دار دارای

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۹۳ حالت جذب کردن با $\mathbf{2x > 1}$

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۹۴ حالت بلوک کردن با $\mathbf{x < 1}$

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۹۵ در حالت جذب کردن شدید تر میبایستی ۲۵۰ هرتز حداکثر مجاز محدود باشد برای اینکه سلف فیلتر بار اضافی نداشته باشد.

P=5.7 %	$f_r = 210Hz$	X=2.4	$\rightarrow$	$250_{max} = 4\%$ **µ**
P=7%	$f_r = 189Hz$	X=1.33	$\rightarrow$	$250_{max} = 5\%$ **µ**

P= 8 %	$f_r = 177Hz$	X=1	$\rightarrow$	$250_{max} = 5\%$ **µ**
P=13.5%	$f_r = 136Hz$	X=0.42	$\rightarrow$	$250_{max} = 5\%$ **µ**

مثال:در صورتیکه ولتاژ هارمونیک پنجم ۴٪ولتاژ شبکه باشد تجهیزات جبران سازی چوک دار برای هارمونیک پنجم چنین جذب می کند.

در ٪۷ چوک	$4\% \times 5 \times 1.33 = 0.27I_n$ (عدد ۵ به منظور تبدیل فرکانس ۵۰ به ۲۵۰ هرتز می باشد)
در ٪۵،۷ چوک	$4\% \times 5 \times 2.4 = 0.48I_n$ (عدد ۵ به منظور تبدیل فرکانس ۵۰ به ۲۵۰ هرتز می باشد)
در ٪۱۳،۵ چوک	$4\% \times 5 \times 0.42 = 0.08I_n$ (عدد ۵ به منظور تبدیل فرکانس ۵۰ به ۲۵۰ هرتز می باشد)

اصولا هنگام انتخاب تجهیزات جبران سازی چوک دار به نکات زیر باید توجه کرد:

~ مجاز نیست خازنهای با سلف یا بدون سلف در شبکه فشارضعیف به صورت موازی با هم به کار گرفته شوند.

~ در به کارگیری فیلترهای موازی با ضرایب سلفی متفاوت (p) ممکن است به دلیل وجود تفاوت در مشخصات فیلترها در مقادیر زیاد باید دقیقا آنالیز شود.

~ در صورتیکه موضوع مربوط به شبکه های فشار ضعیفی که ارتباط الکتریکی غیر مستقیم دارند بسته به احتیاج می توان مستقلا با خازن بدون سلف و یا با سلف جبران سازی انجام داد.

~ نصب فیلتر باید با قوانین EVU مطابقت داشته باشد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۹۶ ۷-۶- نظارت بر سیستمهای تصحیح ضریب توان در محیطهای صنعتی :

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

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۹۷ نگهداری و مراقبت صحیح از تجهیزات تصحیح توان بعد از نصب به اندازه خود برنامه ریزی و طراحی قبل از آن اهمیت دارد. این تجهیزات معمولا به دست فراموشی سپرده می شوند و کاربر باید بداند که کنتاکتورهای خازنی به مرور فرسوده می شوند ولی معمولا تا زمان خرابی کنتاکتورها و خسارات احتمالی بعدی به این نکته توجه نمی شود. کنتاکتورها در زمان قطع و وصل خازنها تحت فشار شدید قرار دارند کنتاکتهای خورده شده باعث می شوند در زمان قطع و وصل خازنها جریان زیادی کشیده شود که باعث خرابی بیشتر می شود. تعویض به موقع کنتاکتها تاثیر زیادی در طول عمر سیستم تصحیح ضریب توان دارد. شمارنده های تعداد قطع و وصلها که در رگولاتورها تعبیه شده است زمان مناسب برای تعویض کنتاکتها را نشان می دهد و به این ترتیب در هزینه ها صرفه جویی می کند.

تغییرات شبکه نیز باعث ایجاد آشفتگی هایی در سیستم فشار ضعیف می شود. هدف از سیستم نظارت بر شبکه شناسایی این تغییرات در مراحل اولیه است قبل از اینکه قطعاتی از سیستم از کار بیفتند. تمام پارامترهای موثر در امنیت و قابلیت اطمینان سیستم فشار ضعیف و فشار متوسط مانند دمای قطعات حساس ، میزان مصرف توان اکتیو و راکتیو اندازه گیری و ثبت می شوند .

وقتی مقدار هارمونیک بزرگ باشد و نیاز به توان راکتیو کوچک است چه باید کرد ؟

اصولا در چنین مواردی راه حلهای متفاوتی برای محدود کردن جریانهای هارمونیکی تولید شده مصرف کننده های مولد هارمونیک وجود دارد. معروفترین این روشها به کارگیری:

~ فیلتر پسیو متعدد (هماهنگ شده) یا

~ تغذیه بارهای حساس و مولد های هارمونیک از ترانسفورماتورهای مجزا است.

این راه حل ها دو نقطه ضعف دارد :

~ هزینه بالای تطابق مجدد سیستم با تغییرات شبکه که ناشی از عدم کاربرد تجهیزات اولیه

~ به کارگیری عملی این راه حل ها در تاسیسات از پیش نصب شده بسیار مشکل است. اغلب به کارگیری خازنهای بدون چوک در شبکه های دارای هارمونیک باعث ایجاد هارمونیک های بالا می شوند.

بهترین راه حل به کارگیری فیلترهای قدرت است که مقرون به صرفه هستند.

در صورت بروز مسائلی مانند:

~ دامنه های بزرگ هارمونیک ۳ و ۹ و ۱۵ و جریان سیم زمین

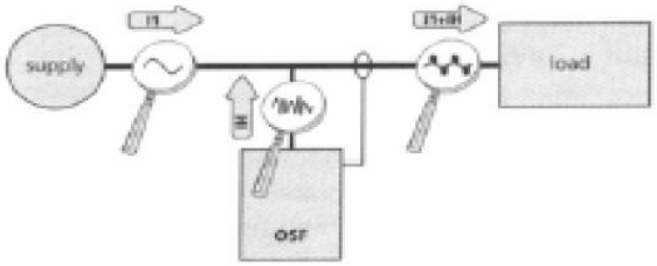
~ لزوم نگه داشتن دامنه هارمونیک های فشار متوسط در حد مجاز به وسیله فیلترهای تنظیم شده

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۹۸ ~ نیاز کم به توان راکتیو و جریان هارمونیک بالا مثلا بخش بزرگی از ماشین های القایی که به وسیله سیستم سوئیچینگ مدرن تغذیه می شوند.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱۹۹ راه حل بهینه برای مشکلات فوق فیلتر اکتیو **OFS** با ترکیبی از تجهیزات فیلتردار است. مزیت فیلتر اکتیو در این است که هنگام توسعه تجهیزات مصرف کننده جبران سازی به طور موثر انجام می شود. به دلیل انعطاف پذیری فیلترهای اکتیو می توان از مقدار مورد نیاز انتخاب شود و مازاد نیاز به دلیل گستردگی تجهیزات می تواند هر زمان به وسیله اضافه کردن اجزاء دیگر انجام پذیرد.

۸-۶- اصول کار فیلترهای اکتیو :

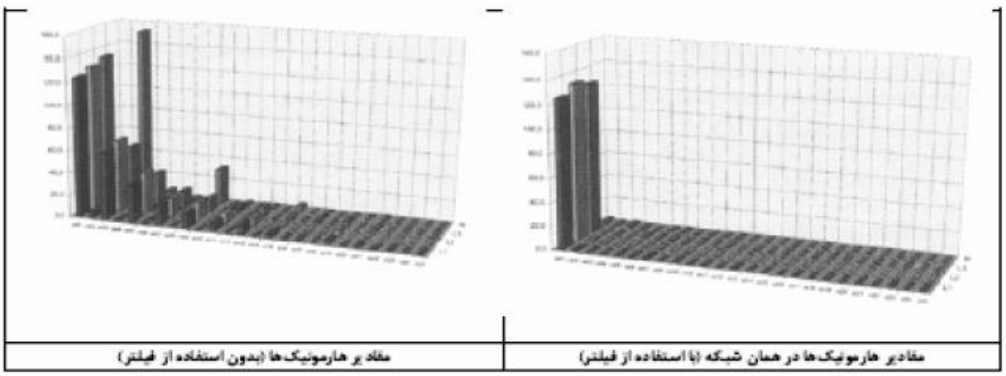
۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۰۰ فیلتر اکتیوی که به صورت موازی به تولید کننده هارمونیک متصل است جریان هارمونیکی که به وسیله مصرف کننده غیر خطی ایجاد شده تجزیه می کند و جریان جبران سازی با فاز مخالف را تزریق می کند یا تمام طیف هارمونیک های ۲ تا ۲۵ و یا هارمونیک های انتخاب شده و بدین وسیله جریانهای هارمونیک در محل اتصال در چهارچوب مفروضی کاملا خنثی می گردند.



I1 = fundamental current
IH= harmonic current

ترکیب فیلتر هارمونیک و هارمونیک مصرف کننده همانند یک بار خطی برای شبکه است. باری که جریان سینوسی مصرف می کند. مراحل نصب کاملا ساده است ، فقط باید یک تغذیه سه فاز با سیم نول و یا بدون سیم نول موجود باشد و مبدلهای جریان باید در ورودی مصرف کننده غیر خطی نصب شود.

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



نمونه کاربردها عبارتند از :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۰۱ ~ شبکه فشار ضعیف با سیستم های سوییچینگ قدرت متعدد که به صورت محدود جریانهای هارمونیک را به شبکه فشار ضعیف با بار سنگین تزریق کند. مانند کارخانه های دور از پست با کابل اختصاصی

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۰۲ ~ محرکهای سوئیچینگ قدرت مدرن با تزریق هارمونیک بالا که فقط احتیاج به جریان راکتیو کم دارند. در یک شبکه ولتاژ پایین با ترانس ۱۰۰۰ کیلو ولت آمپر و با به کارگیری موتورهای القایی زیاد احتیاج به یک تنظیم کننده توان راکتیو با توان نامی ۴۰۰ کیلو وار دارد. با به کارگیری مبدلهای مدرن نیاز حدود ۱۰۰ کیلو وار است.

~ در شبکه های ولتاژ پایین با مقدار هارمونیک ۳ به بالا به دلیل مصرف کننده های یک فاز این شبکه های ولتاژ پایین یک جریان سیم نول بالایی دارند که باید در یک بار متقارن تقریبا صفر آمپر باشد. به دلیل بار الکترونیکی در مجاورت بارهای اهمی نامتعادل جریانهای هارمونیک سه فاز روی سیم نول جمع می گردند زیرا هارمونیک های ۳ و ۹ و ۱۵ هم فاز هستند. در نتیجه یک جریان غیر صفر در سیم نول جاری می شود که بسته به شرایط امکان دارد بزرگتر از جریان فاز شود و کابل نول را تحت تاثیر قرار دهد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۰۳-۶-۹ مقابله با هارمونیکها :

تا به امروز راه حلهای اقتصادی بسیار ناچیزی برای کاهش هارمونیکها به مصرف کنندگان قدرت ارائه شده است. روش معمول نصب المانهای پسیو درمحل تولید هارمونیکها برای حذف یا تضعیف هارمونیکها است که به معنی نصب مدار خازنی و سلفی جداگانه برای اثر گذاشتن بر هر هارمونیک است. اکنون مشکل با نصب فیلترهای اکتیو هارمونیک حل می شود.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۰۴ مضارب صحیح فرکانس اصلی به نام هارمونیک شناخته شده اند و معمولا هر هارمونیک را با شماره آن شناسایی می کنند. بنابراین فرکانس هارمونیک پنجم ۲۵۰ هرتز خواهد بود. تحلیل ریاضی نشان می دهد که هر شکل موج متناوب را می توان به مجموع چند شکل موج کاملا سینوسی و دارای فرکانسهای مضارب صحیح فرکانس اصلی تبدیل کرد. در صورتیکه مصرف کننده جریان کاملا سینوسی از شبکه نکشد این هارمونیکها به وجود می آیند.

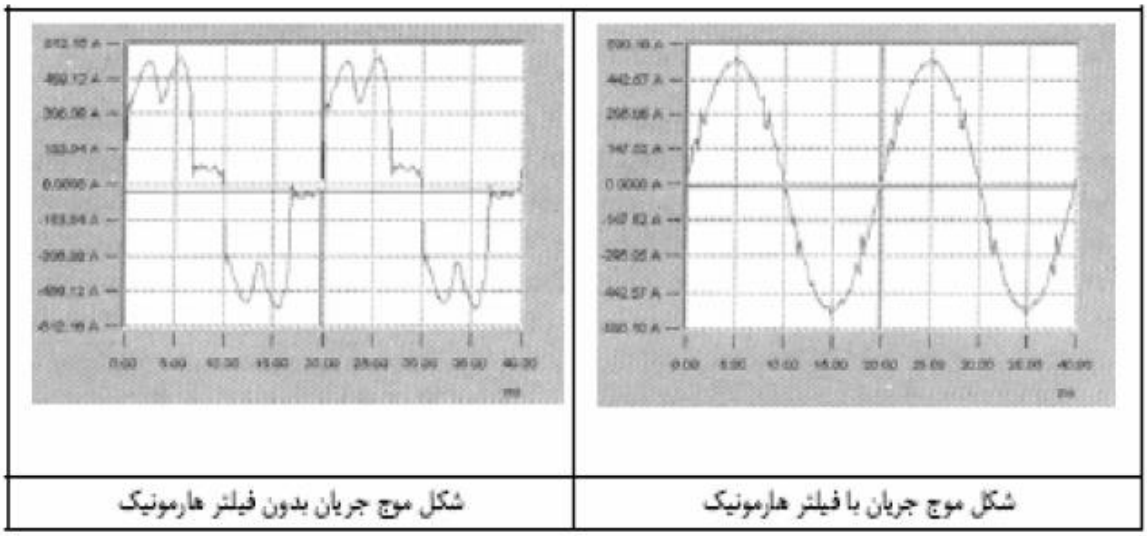
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۰۵ شکل موج جریان تعیین کننده دامنه و تعداد هارمونیکها است. هرچه این شکل موج تفاوت بیشتری با شکل موج سینوسی داشته باشد دامنه و تعداد هارمونیکها نیز بیشتر و بزرگتر است.

۱۰-۶- اصول کار فیلترهای هارمونیک :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۰۶ اصل کار فیلترهای هارمونیکی در یک مدار اکتیو است که هارمونیکها را جذب نمی کند بلکه به میزان لازم هارمونیک تزریق می کند. ابتدا توسط یک ترانس جریان، مقدار جریان لحظه ای بار اندازه گیری می شود سپس بخش کنترلی مدار با تحلیل فوریه دامنه تعداد هارمونیکها را به دست می آورد. سپس همان میزان جریان ولی با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز به مدار تزریق می شود و در نتیجه جریان حاصله کاملا سینوسی و بدون هارمونیک است. یک مزیت دیگر انعطاف پذیری مدار فوق است و بسته به میزان هارمونیکها جریان تزریقی کم و زیاد می شود.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۰۷ حتی در زمان اضافه بار فیلتر خاموش نمی شود بلکه حداکثر دامنه جریان را به مدار تزریق می کند که بخش عظیمی از هارمونیکها را جبران می کند. گسترش سیستم نیز حتی در صورت وجود چند فیلتر امکان پذیر است و با تغییر شرایط شبکه فیلتر در محدوده مقادیر نامی خود با شرایط جدید وفق داده می شود.



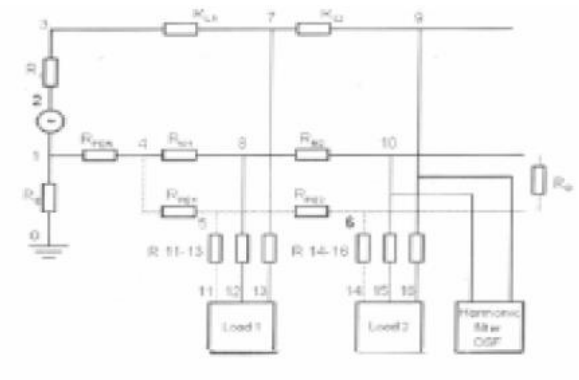
شکل موج جریان با فیلتر هارمونیک | شکل موج جریان بدون فیلتر هارمونیک

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۰۸-۶-۱۱۱- اهمیت تاسیسات الکتریکی :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۰۹ نصب صحیح تاسیسات الکتریکی در کارکرد درست سیستم جبران هارمونیک از اهمیت بالایی برخوردار است. نوع شبکه و کیفیت تجهیزات نصب شده نه تنها بر عملکرد درست فیلتر هارمونیک اثر می گذارند بلکه امکان اغتشاش در منبع تغذیه نیز وجود دارد. در هر تاسیسات الکتریکی اتصال زمین از اهمیت خاصی برخوردار است. اتصال زمین خوب و موثر پایه و اساس هر تاسیسات الکتریکی است. در صورت وجود اشکال در اتصال زمین امکان پارازیت در ولتاژ، تداخلهای الکترومغناطیسی و انتشار هارمونیکهای ناخواسته در سیتسم وجود دارد. کارکرد اصلی اتصال زمین جلوگیری از خسارتهای مالی و جانی در زمان بروز خطا است. این تنها روش فعال کردن رله اضافه جریان و قطع به موقع ولتاژ است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۱۰ ۱۲-۶- جداسازی سیم زمین مدار از سیم زمین حفاظتی :

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۱۱ در صورتیکه این جداسازی انجام نشود به دلیل وجود جریان در این سیمها و تشکیل میدان مغناطیسی در اطراف آن اثرات بدی خواهد داشت و باعث ایجاد تداخل درکابلهای شبکه و از بین رفتن اطلاعات می شود. اتصال سیم زمین به هادیهایی نظیر لوله آب و گاز باعث اضافه جریان در این بخشها می شود و باعث پارازیت در ولتاژ و خوردگی در لوله ها می شود. بنابراین در تاسیسات مدرن همواره دقت خاصی به جدا کردن سیم زمین و سیم خنثی می گردد. عدم توجه به این مساله مثلا باعث ایجاد لرزش در تصویر مونیتورها و اغتشاش در خطوط تلفن می شود که به دلیل وجود مقدار زیادی هارمونیک سوم در سیم زمین و سیم خنثی است.



۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۱۲ یک مثال عملی: یک کامپیوتر معمولی با منبع تغذیه ۲۵۰ واتی جریان نشتی حدود ۱ میلی آمپر دارد که دارای مولفه اصلی ۵۰ هرتزی و هارمونیکهای آن است. جریانهای نشتی باعث آلوده سازی سیم زمین می شود ولی در کل سیستم را به خطر نمی اندازد ولی وقتی که ۱۰۰ کامپیوتر در شبکه موجود باشد جریان نشتی در حدود ۰,۱ آمپر است. با فرض اینکه مقاومت سیم زمین ۱ اهم باشد افت ولتاژ حدود ۰,۱ ولت خواهد بود. کل سیستم زمین معمولا مقاومت کمی دارد ، ولی در سیستمی با جریان نامی حدود ۱۰۰ آمپر جریان هارمونیک سوم حدود ۴۰ آمپر می شود و افت ولتاژ حدود ۴۰ ولت خواهد بود.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۱۳ این یک مثال کلاسیک از فیلتر هارمونیک است. با حذف هارمونیکها در سطح توزیع مصرف کنندگان دیگر از مضرات هارمونیکها به دور خواهند بود. این عمل تنها در صورت مجزا بودن سیمهای زمین و خنثی میسر است.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲۱۴ خلاصه:

یک روش موثر برای کاهش هارمونیکها و اثرات نامطلوب آنها بر سیستمهای توزیع فشار ضعیف نصب فیلترهای هارمونیکی اکتیو است. ولی به همان اندازه اهمیت دارد که سیستم الکتریکی نصب شده به سادگی هر چه تمام تر باشد. در عمل توصیه می شود که مقدار جریان هادی زمین اندازه گیری شود و اضافه جریانهای آن به سرعت شناسایی شود. یافتن نقاط اتصال سیمهای زمین و سیمهای خنثی اضافی بسیار مشکل است و لازمه دانش دقیق از مسیر کابلها و خود ساختمان است. تنها با پیروی از راهنماییهای ذکر شده می توان سیستم الکتریکی مناسب و بی اشکالی دراختیار داشت .

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

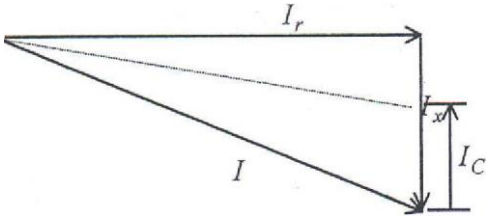
فصل هفتم :خازن گذاری در خطوط

فشار ضعیف

WikiPower.ir

۱-۷- رابطه ضریب قدرت و درصد تلفات قابل کاهش

شکل (۱) نحوه تاثیر جریان خازن بر بردار جریان را با فرض مدل متعارف بار نقطه ای نشان می دهد :



بنابراین کاهش تلفات از رابطه زیر بدست می آ ید :

$$\Delta LOSS=R(I_r^2+I_x^2)-R(I_r^2+(I_x-I_c)^2)=R(2*I\sin\varphi-I_c)*I_c$$

مشاهده می شود به ازای یک خازن مشخص وقتی مقاومت مسیر بیشتر با شد (مانند فیدرهای طولانی) ، اندازه کاهش تلفات هم بیشتراست. همچنین در شرایط متعارف (جریان خازن کمتر از۲ برابر جریان راکتیو فیدر) به ازای یک خازن

ضعیف مقدار کاهش تلفات بیشتر در فیدرهای پربارتر و یا ضریب قدرت نامناسب تر حاصل می شود. جدول (۱) میزان تلفات قابل کاهش را بر حسب ضرایب قدرت۰,۷تا ۰,۹۸ نشان می دهد .

ضریب قدرت	نسبت تقریبی KW به KVAR	درصد تلفات قابل کاهش
۰,۷	۱	۵۱
۰,۸	۱,۳	۳۶
۰,۹	۲	۱۹
۰,۹۵	۳	۱۰
۰,۹۷	۴	۶
۰,۹۸	۵	۴

جدول(۱): نسبت KW به KVAR و درصد تلفات قابل کاهش بر حسب ضریب قدرت

همانطور که مشاهده می شود در ضریب قدرت ۰,۷ حدود ۵۰٪ و در ضریب قدرت ۰,۹حدود ۲۰٪ اضافه تلفات نسبت به حالت ایده آل(ضریب قدرت ۱) وجود دارد. با توجه به مقادیر متداول ضریب قدرت شبکه های فشار ضعیف توزیع (به ویژه قبل از شروع طرح خازن گذاری در این شبکه ها) که غالبا حدود ۰,۷ تا ۰,۹است اضافه تلفات قابل ملاحظه مذکور (۲۰ تا ۵۰ در صد) عرفا به دلیل نامناسب بودن قدرت و کمبود خازن نصب شده به شبکه تحمیل می شود. در برآورد تقریبی تلفات قابل کاهش متناسب با توان دوم بهبود ضریب قدرت است.

با فرض تلفات پیک بار۲۷٪ و ضریب قدرت میانگین ۰,۹در ساعات پیک بار (فرضی خوش بینانه) در صورت رسیدن به قدرت ۰,۹۵تلفات پیک بار به ۲۵٪ کاهش می یابد.

تلفات شبکه های فشار ضعیف به دلیل سطح ولتاژ کمتر (و در نتیجه جریان بیشتر) حدود نیمی از تلفات پیک بار است و از این رو توجه به کاهش تلفات فشار ضعیف اولویت دارد علاوه بر این با توجه به نحوه تامین انرژی الکتریکی کاهش تلفات فشار ضعیف موجب کاهش تلفات سطوح ولتاژ بالاتر نیز می شود ولی عکس این واقعه اتفاق نمی افتد.

۲-۷- برآورد میزان ظرفیت نامی تولید آزاد شده در اثر خازن گذاری

در قبل محاسبات نحوه تاثیر گذاری خازن در آزادسازی ظرفیت و کاهش تلفات ارائه شده است (تخمین KW/KVAR ۰,۲ به عنوان میزان کاهش تلفات شبکه ناشی از خازن گذاری در فشار ضعیف) از آنجا که هزینه احداث در بخش تولید بر

حسب ظرفیت نامی واحدها داده می شود بررسی اقتصادی بر مبنای آزادسازی ظرفیت نامی تولید انجام شده است. نکته مهمی که در محاسبات آزادسازی ظرفیت غالبا مورد کم توجه قرار می گیرد فاصله قابل ملاحظه ظرفیت نامی تولید و پیک نیاز تولید است. با توجه به فاصله ظرفیت نامی و ظرفیت عملی به ویژه در پیک بار تابستان و نیز ضریب ذخیره مناسب و مورد نیاز (ظرفیت رزرو ، تعمیر و نگهداری و ... { طبق توافق سازمان مدیریت و برنامه ریزی و سازمان توانیر ۲۶٪ است}) ظرفیت نامی می باید حدود ۵۰٪بیشتر از پیک نیاز تولید باشد. به عبارت دیگر اگر ۱KW از پیک نیاز تولید آزاد شود حدود ۱,۵ KW از ظرفیت نامی تولید آزاد می شود. به همین ترتیب اگر مصارف داخلی نیروگاه و تلفات مضاعف پیک بار (تلفات با توان دوم جریان رشد می کند و بنابراین درصد تلفات در پیک بار به میزان قابل ملاحظه ای بیشتر از درصد تلفات ساعات عادی است) در نظر گرفته شود نسبت ظرفیت نامی به نیاز مصرف سطح فشار ضعیف را ضریب تناظر بنامیم در مجموع برآورد فوق مقدار این ضریب عددی حدود ۲ می گردد. { با توجه به فواصل عادی ظرفیت نامی و ظرفیت عملی و ضریب ذخیره متعارف و مصرف داخلی نیروگاه حتی برای کشورهایی که درصد تلفات کمی دارند این ضریب عددی نزدیک به ۲ است. به عنوان نمونه برای کشور کانادا این عدد ۱,۸ است.}

با توجه به توضیحات فوق در بررسی تئوری عدد ۰,۲ KW/KVAR به عنوان میزان آزادسازی ظرفیت نامی تولید ناشی از خازن گذاری در فشار ضعیف تخمین زده شده است.

۳-۷- بررسی اولویت های فنی و اقتصادی خازن گذاری و فعالیت های کاهش تلفات

۱-۳-۷- اولویت کاهش تلفات شبکه های فشارضعیف نسبت به کاهش تلفات دیگرسطوح ولتاژ

از آنجا که حدود ۵۰٪ تلفات پیک بار مربوط به شبکه های فشار ضعیف است توجه به کاهش تلفات فشار ضعیف اولویت دارد. علاوه بر در صد قابل ملاحظه تلفات این بخش کاهش تلفات فشار ضعیف موجب کاهش تلفات سطوح ولتاژ دیگر نیز می شود ولی کاهش تلفات فشار متوسط و بالاتر موجب کاهش ولتاژ فشار ضعیف نخواهد شد .

به طور خلا صه مزایای اقتصادی روش های کاهش تلفات با نزدیک تر شدن محل اجرای فعالیت کاهش تلفات به محل مصرف افزایش می یابد.

۲-۳-۷- مزایای خازن گذاری در شبکه فشار ضعیف نسبت به خازن گذاری در شبکه فشار متوسط:

مزایای نصب خازن با نزدیک تر شدن محل نصب آن به محل مصرف افزایش می یابد. مهمترین شاخص اقتصادی نصب خازن برای شرکت های برق کاهش تلفات است. در این مورد بردار جریان از نزدیکترین محل نسبت به مکان مصرف اصلاح (کوچک) می شود و متناسب با آن تلفات مرتبط با توان دوم جریان هم از همان محل کاهش می یابد. اما این مزیت اقتصادی همراه با مزایای فنی و اقتصادی متعدد دیگری است که در این بخش به آنها پرداخته می شود.

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

خازن گذاری در شبکه های فشار متوسط سابقه بسیار بیشتری نسبت به خازن گذاری در شبکه های فشار ضعیف دارد. در گذشته ای نه چندان دور (حدود ۱۵ تا ۲۰ سال قبل) بهای هر KVAR خازن فشار متوسط به میزان محسوسی از هر KVAR خازن فشار ضعیف ارزانتر بود. همچنین امکان نصب متمرکز خازن های فشار متوسط کسب سریع ملموس ترین اثر خازن گذاری یعنی بهبود منحنی ولتاژ را میسر می ساخت .

اما با ورود نسل جدید خازن های فشار ضعیف خود ترمیم با بهای نسبی کم به بازار مصرف و با توجه به اینکه بیشتر مشترکین از طریق شبکه های فشار ضعیف تغذیه می شوند (مزیت نصب خازن در نزدیک ترین نقطه نسبت به محل مصرف) به تدریج نصب خازن های فشار ضعیف سهم و جایگاه بیشتری یافته است.

اولویت و توجیه اقتصادی خازن گذاری در شبکه های فشار ضعیف نسبت به خازن گذاری در محل پست های توزیع یا شبکه های فشار متوسط حدود دو برابر و یا بیش از دو برابر است.

اهم مزایای اقتصادی و فنی مذکور عبارتند از :

۱- کاهش تلفات شبکه فشار ضعیف و تلفات مس ترانسفورماتورهای توزیع (حدود ۶۰٪ از تلفات پیک بار مربوط به شبکه های فشار ضعیف و ترانس های توزیع است)

۲- آزادسازی ظرفیت ترانسفورماتورهای توزیع و شبکه های فشار ضعیف

۳ - تصحیح ولتاژ از انتهای فیدرهای فشار ضعیف و نه از ابتدای فیدرها

۴ - تاثیر بسیار کمتر در تشدید هارمونیک ها به دلیل پراکندگی ظرفیت های کوچک خازنی

۵- جریان هجومی به مراتب کمتر به دلیل پراکندگی ظرفیت های کوچک خازنی

۶- بهای کمتر واحد ظرفیت

۷ - تجهیزات کلید زنی ارزان تر

۸ - عدم نیاز به فونداسیون خاص

۳-۳-۷- اولویت خازن گذاری در شبکه فشار ضعیف نسبت به خازن گذاری در پست های توزیع

خازن گذاری در محل پست توزیع (بانک خازن فشار ضعیف) با توجه به اثر محسوس آزادسازی ظرفیت ترانسفورماتورهای توزیع و تلفات آنها جذابیت بیشتری نسبت به خازن گذاری در شبکه های فشار متوسط داشته اما در مقایسه با خازن گذاری در شبکه های فشار ضعیف هزینه قابل ملاحظه بانک های خازنی و نیز مشکلات فنی مجاور بودن خازن ها با سلف ترانسفورماتور که منجر به بروز برخی حوادث شده (پیشگیری از چنین حوادثی نیاز به تجهیزات و صرف هزینه بیشتری در بانک های خازنی دارد) امکان رقابت خازن های قابل نصب در شبکه های هوایی فشار ضعیف را فراهم ساخته است.

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

مهمترین مزایای قابل ذکر در این زمینه عبارتند از:

۱- کاهش تلفات شبکه فشار ضعیف

۲- آزادسازی ظرفیت شبکه های فشار ضعیف

۳ - تصحیح ولتاژ از انتهای فیدرهای فشار ضعیف و نه از ابتدای فیدرها

۴ - منتفی شدن امکان تشدید با سلف ترانسفورماتور در مدار RLC شبکه فشار ضعیف و تاثیر بسیار کمتر در تشدید هارمونیک ها به دلیل پراکندگی ظرفیت های کوچک خازنی

۵- جریان هجومی به مراتب کمتر به دلیل پراکندگی ظرفیت های کوچک خازنی

۶- تجهیزات کلید زنی ساده تر و ارز انتر (برای نوع سوئیچ شونده)

۷- عدم نیاز به تابلو

۴-۳-۷- ایرادها و حوادث ناشی از بانک های خازنی (اعم از بانک های فشار ضعیف و فشارمتوسط)

در بیان محاوره ای خازن ها از نجیب ترین تجهیزات در شبکه برق معرفی می شوند (جزء اولین عناصری هستند که به دلیل کیفیت توان نامطلوب تخریب می شوند) ولی این نجابت تا زمانی باقی است که به اندازه کافی از همدیگر دور باشند! زیرا هر چه ظرفیت بانک خازنی بزرگتر باشد میزان جریان هجومی و نیز تشدید هارمونیک ها به مراتب افزایش می یابد.{ خازن به دلیل مشخصه خطی ، ایجاد کننده هارمونیک نیست ولی می تواند به دلیل وابستگی معکوس مشخصه امپدانسی به فرکانس هارمونیک های موجود را تشدید نماید} از این رو اگر ظرفیت خازن مورد نیاز به صورت پراکنده شبیه خازن گذاری در شبکه های فشار ضعیف هوایی استفاده شود این ایراد به نحو قابل ملاحظه ای کاهش می یابد.

آمار بسیار کم خرابی یک در هزار پس از نصب حدود ۱۱۰ هزار خازن فشار ضعیفKVAR ۱۲,۵ و مقایسه آن با آمار حوادث ثبت شده نا شی از بانک های خازنی اعم از خازن های فشار متو سط و بانک های خازن های نصب شده در محل پست های توزیع که در حد یک تا چند درصد هستند موید تجربی این امر است.

۵-۳-۷- تاثیرنامحسوس برافزایش THDدرمقایسه با خازن گذاری متمرکز و خازن گذاری فشار متوسط

نکته دیگری که اهمیت نصب خازن در شبکه های فشار ضعیف را دو چندان می کند تاکید بر بهبود شاخص های کیفیت توان و خصوصا کاهش درصد هارمونیک ها می باشد : روال رایج نصب بانک های خازنی { اعم از بانک های خازنی فشار ضعیف جهت نصب در محل پست های توزیع و بانک های خازنی فشار متوسط } موجب افزایش درصد هارمونیک ها به دلیل امپدانس موجود بین منابع هارمونیکی و محل نصب خازن است زیرا جریان های هارمونیکی ایجاد شده توسط بارهای غیر خطی ضرب در امپدانس مسیر تغذیه انرژی الکتریکی موجب ایجاد هارمونیک های ولتاژ می شوند و بانک های خازنی

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

دور از محل بار به دلیل امپدانس کوچکتر در مولفه های هارمونیکی ولتاژ موجب تقویت آنها می گردند . با نصب خازن در مسیر شبکه های فشار ضعیف و در نزدیکی بارهای اندوکتانسی از تقویت جریان های هارمونیکی توسط هارمونیک های ولتاژ روی خازن ها به میزان قابل ملاحظه ای جلوگیری می شود.

۶-۳-۷- اولویت خازن گذاری نسبت به دیگر روشهای کاهش تلفات فشار ضعیف

به طور کلی درمیان روشهای کاهش تلفات و کاهش مصرف ، خازن گذاری جزء کم هزینه ترین روش ها و هم ردیف روشهایی همچون آموزش ارزیابی می شود. این موضوع در سایت های عمومی مدیریت و کاهش مصرف ذکرشده و انحصار به کشور خاص ندارد. به بیان دیگر در صورتیکه ضریب قدرت بار مصرفی نا مناسب باشد خازن گذاری نسبت به بیشتر روشهای کاهش تلفات اولویت اقتصادی دارد.

مزیت قابل ملاحظه اقتصادی و سهولت اجرای خازن گذاری نسبت به روشهای دیگر اصلاح ساختار شبکه های فشار ضعیف در مطالعات مختلفی ارائه شده خلاصه نتایج مذکور در جدول زیر آورده شده است.

رده بندی اولویت	نام روش	نحوه تاثیر گذاری در کاهش تلفات	بازگشت سرمایه	درصد تقریبی کاهش تلفات
نوع فیدر	انتخاب فیدرهای پر بار	توان ۳ جریان		
۱	جابجایی بار	توان ۳ جریان	کمتر از یک ماه	٪۲۰ تا ٪۷۵
۲	خازن گذاری	توان ۲ جریان+ آزاد سازی ظرفیت	4 تا ۷ ماه	٪15 تا ٪۷۵
۳	جابجایی ترانسفورماتور	توان ۳ جریان	2 تا ۴ سال	الی ٪۷۵
۴	متعادل کردن بار سه فاز	توان ۲ جریان	۱ تا ۲ ماه	٪2 تا ٪۴۰
۵	اصلاح سطح مقطع سه فاز	توان ۱ مقاومت فاز	2 تا ۴ سال	٪25 تا ٪۵۰
۶	اصلاح سطح مقطع نول	توان ۱ مقاومت نول	10 تا ۲۰ سال	٪1 تا ٪۴
۷	ارت گذاری	کمتر از توان ۱ مقاومت نول	بیش از ۱۲۰ سال	٪0.1 تا ٪۰,۳

رده بندی اجرایی و اقتصادی روشهای کاهش تلفات شبکه های هوایی فشار ضعیف

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

در عمل نیز طی سه سال اجرای طرح های کاهش تلفات سهولت اجرا و توجیه اقتصادی نسبی این روش به اثبات رسیده است. پس از روش جا بجایی بار از انتهای فیدرها به یکدیگر (که برای تعداد محدودی از فیدرها قابل اجرای می باشد) خازن گذاری نسبت به بسیاری از روشهای مشابه اصلاح ساختار (افزایش ظرفیت ترانسفورماتورهای توزیع ، افزایش سطح مقطع سیم های شبکه و ...) تا چند ده مرتبه ارزان تر و در مدت بسیار کوتاه تر و حتی بدون اعمال خاموش به مشرکین { تنها با صرف حدود ۲۰ دقیقه برای نصب هر خازن بر روی خط گرم } قابل اجرا است. به عنوان نمونه شرکت های توزیع هر مزگان و کرمان به ترتیب حدود ۷۵۰۰ و ۶۷۰۰ دستگاه خازن مذکور را (جمعا حدود 180 MVAR) طی ۲ تا ۳ماه‌نصب کرده و ساختار شبکه های توزیع خود را در مدت کوتاه و با هزینه بسیارکم (جمعا حدود ۳۶۰۰ میلیون ریال در حد هزینه یک طرح متوسط احداث شبکه توزیع) به نحو محسوسی بهبود بخشیده‌اند.

۴-۷ نتایج:

۱-۴-۷- کاهش افت ولتاژ انتهای فیدرها

از دیدگاه شرکت های توزیع ملموس ترین و مفید ترین آثار خازن گذاری در شبکه فشار ضعیف کاهش بار فیدرها و جبران افت ولتاژ انتهای فیدر فشار ضعیف بدون افزایش ولتاژ ابتدای فیدر می باشد.

با توجه به اهمیت مسئله افت ولتاژ در ابتدای این بند توضیحات مختصری در این باره ارائه می شود :

مهمترین مزیت موثر در بهبود رضایت مشترکین جلوگیری از کم شدن طول عمر الکتروموتور وسایل خانگی به دلیل افت ولتاژ قابل ملاحظه می باشد. یخچال ،فریزر ، کولر گازی و ... که دارای کمپرسور هستند به دلیل ماهیت توان ثابت به نسبت افت ولتاژ جریان بیشتری دریافت می کند . افت ولتاژ مستمر و شدید موجب افزایش قابل ملاحظه جریان دریافتی این وسایل ، گرم شدن زیاد سیم پیچی و در نتیجه کاهش عمر الکتروموتور می شود.

به طور کلی افزایش ولتاژ فاز نقاط انتهایی فیدرهای فشار ضعیف از حدود ۲ تا ۱۰ ولت بدون افزایش ولتاژ نقاط ابتدایی طی اندازه گیریهای متعدد در مناطق مختلف کشور گزارش شده است.

چند مورد از گزارش های نمونه عبارتند از :

با نصب دو مرحله ای دو عدد خازن ۱۲,۵ KVAR در انتهای ۵ فیدر فشار ضعیف در یک منطقه نمونه اهواز پس ازنصب یک و دو خازن به طور متوسط به ترتیب حدود ۱,۷ و ۴,۸ولت افزایش ولتاژ فاز و نیز ۳و ۸,۳ ولت افزایش ولتاژ خط در انتهای فیدرهای اندازه گیری گردید . همچنین تغییر ولتاژ محسوسی در ابتدای فیدر ثبت نگردید . همین اندازه گیری با یک خازن در فیدر۵ نمونه شهر یزد با سطح مقطع کوچکتر انجام گردید و میانگین افزایش ولتاژ ۶ ولت در محل نصب اندازه گیری شد .

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

به دلیل افت ولتاژ شدید در یکی از مناطق حاشیه شهری یخچال منازل تنها از حدود ساعت ۲۴ الی ۶ صبح روشن می شدند . با نصب خازن در حدود نقاط انتهایی فیدر فشار ضعیف مذکور این مشکل برطرف شده است.

به دلیل افت ولتاژ قابل ملاحظه در مناطق متعدد شهری و روستایی الکتروموتور یخچال و فریزر منازل هرچند ماه یک بار آسیب جدی دیده، تعمیر (سیم پیچی مجدد و ...) می شدند . با نصب خازن در فیدرهای مورد بحث و جبران بخش از افت ولتاژ مشکل مذکور به نحو محسوسی کاهش یافته است.

در برخی از مناطق به دلیل افت ولتاژ قابل ملاحظه لامپ های رشته ای با نور کم و لامپ های فلورسنت تنها در ساعات کم باری شبکه روشن می شدند . تاثیر خازن گذاری در کاهش این معضل محسوس بوده است.

۲-۴-۷- کاهش جریان و کاهش KW مورد نیاز فیدرها

همانطور که مشاهده می شود به طور میانگین نزدیک به ۱۴٪ از جریان پیک بار فیدرهای فشار ضعیف پس از خازن گذاری کاسته شده است. با توجه به رابطه مستقیم اندازه جریان و KVAمیزان آزاد سازی ظرفیت خطوط و ترانسفورماتورهای توزیع ارتباط مستقیمی با میزان کاهش اندازه جریان دارد و از این نظر کاهش جریان برای بهره برداران شبکه حائز اهمیت فراوان است.

برآوردها از زاویه دیگری برای سنجش میزان تغییرات KWتکرارشده و با توجه به وابستگی KWبه حاصل ضرب ولتاژ ، جریان و ضریب قدرت ، KWمیانگین فیدرهایی که برای آنها خازن نصب شده حدود ۳,۵٪ کاهش یافته است. در مباحث آکادمیک این نظر وجود دارد که بهبود ولتاژ ناشی از خازن گذاری ضمن کاهش مضاعف جریان الکتروموتورهای توان ثابت می تواند موجب افزایش مصرف تجهیزات با مشخصه اهمی مانندلامپ های رشته ای شود. از آنجا که تغییر KW حاصل جمع جبری میزان کاهش تلفات ناشی از خازن گذاری و افزایش مصرف ناشی از بهبود ولتاژ است کاهش KWبیانگر سهم بیشتر کاهش تلفات نسبت به افزایش مصرف است. (لازم به ذکر است که این افزایش مصرف هم حق طبیعی مصرف کننده بوده و قبل از خازن گذاری به دلیل افت ولتاژ تامین نمی شده است)

۳-۴-۷- بهبود ضریب قدرت فیدرها

بررسیها حدود ۱۳٪ بهبود ضریب قدرت فیدرهای فشار ضعیف را پس از خازن گذاری نشان می دهد . از نظر فنی غالبا اثرات جانبی بهبود ضریب قدرت از قبیل کاهش تلفات و آزادسازی ظرفیت تجهیزات مد نظر است اما به عنوان یک شاخص کلی بهبود ضریب قدرت تا مرز عدد ۱ نشان دهنده کاهش اضافه تلفاتی است که برای تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز مصرف کننده به شبکه تحمیل می شود.

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

۴-۴-۷- افزایش رضایت مشترکین و کاهش شکایات سوختن الکتروموتورها به دلیل افت ولتاژ

پس از خازن گذاری ، کاهش قابل ملاحظه قطعی کلید فیدرهای پربار با توجه به کاهش محسوس جریان و کاهش احتمال سوختن ترانسفورماتورهای پربار و فیوزهای مربوطه در اثر اضافه بار از سوی برخی از شرکت های برق منطقه ای و توزیع برق گزارش شده است. این موضوع به ویژه در استان های محروم و فیدرهای فشار ضعیف طولانی که در مواردی شدت افت ولتاژ مانع روشن شدن لامپ های مهتابی در پیک بار می گردید رضایت محسوس مشرکین را به همراه داشته است.

۵-۴-۷- بررسی اثرات اقتصادی

جدول زیر به اختصار شاخص های اقتصادی طرح را بیان می کند همانطور که مشاهده می شود کاهش تلفات با خازن گذاری به شدت ارزانتر از توسعه تجهیزات و تاسیسات صنعت برق می تواند موازنه مصرف و تولید را برقرار کند.

مرحله اول خازن گذاری ثابت فشار ضعیف	**۲۰۰۰MVAR**
آزاد سازی ظرفیت نامی ناشی از خازن گذاری	**۰,۲ KW/KVAR**
ظرفیت نامی قابل آزاد سازی	**۴۰۰ MW**
ارزش ظرفیت نامی قابل آزاد سازی	**۴۰۰-۷۰۰ M$**
معادل هزینه خرید و نصب خازن	**۶-۷ M$**
نسبت صرفه اقتصادی	**حدود ۷۰ -۱۰۰ مرتبه**

بررسی اثرات اقتصادی طرح خازن گذاری در شبکه های فشار ضعیف

۶-۴-۷- نتایج کلی و جمع بندی

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

تجربه ۳۰ ساله نصب خازن در مسیر شبکه های فشار ضعیف هوایی خوزستان نشان می دهد این نوع خازن گذاری از نظرعدم بروز مشکلات بهره برداری جزو مناسب ترین روش های خازن گذاری است.

اهم نتایج حاصله عبارتند از :

- کاهش تلفات در فیدرهای پربار و در نتیجه در شهر های بزرگ به مراتب بیشتر است. (رابطه تلفات با توان ۲ جریان)

- بهبود ولتاژ در جهت مسطح کردن پروفایل ولتاژ از قسمت انتهای فیدر (و نه افزایش ولتاژ ابتدای فیدر) می باشد. (هدف اصلی طرح کاهش تلفات بوده وافزایش ولتاژ یکی ازاثرات مثبت جانبی طرح بوده است)

- نیاز افزایش ظرفیت بسیاری از فیدرها و ترانسفورماتورهای توزیع برای چندین سال به تعویق افتاده‌است.

- قطعی کلید فیدرهای پربار کاهش قابل ملاحظه ای داشته است.

- کاهش خرابی های الکتروموتور وسایل خانگی مانند یخچال و فریزر به دلیل افت ولتاژ (افت ولتاژ موجب افزایش جریان دریافتی این وسایل ، گرم شدن زیاد سیم پیچی و در نتیجه کاهش عمر می شود) موجب افزایش رضایت مشرکین شده است.

- آمار خرابی خازن های نصب شده در مجموع حدود ۱ در ۱۰۰۰ است.

- بیشترین میزان کاهش تلفات به ازای هر خازن یا هر کیلو وار خازن مربوط به ساعات پیک بار است که جریان فیدرها نیز به طور طبیعی افزایش می یابد.

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

فصل هشتم:

متعادل سازی بار با استفاده از جبران ساز های خازنی

WikiPower.ir

۸-۱- مقدمه:

یکی از وظایف مهم شرکت های برق ، توزیع انرژی الکتریکی با کیفیت مناسب به مشترکین می باشد.

بدلیل عدم آشنایی از الگوی بار مشترکین مختلف ، وجود مشترکین سه فاز نامتعادل، غیر یکنواخت بودن مصرف مشترکین و عدم توزیع مناسب مشترکین بین فازهای مختلف شبکه ، بار فازهای شبکه برابر نبوده و سبب ایجاد نامتعادلی می گردد.

یکی از اثرات نامطلوب این پدیده کاهش کیفیت توان توزیع شده به مشترکین شبکه بوده که به صورت افت ولتاژ شدید یا

اضافه ولتاژ در شبکه حادث می گردد.

در این بخش سعی شده است تا پس از بررسی اثرات نامطلوب عدم تعادل و روشهای سنتی جهت کاهش اثرات این پدیده روشی جدید جهت متعادل سازی ولتاژ شبکه با استفاده از جبران سازهای خازنی ارائه گردد. در روش پیشنهادی با استفاده از خازن و روشهای کنترل آن سعی می گردد تا از جابجایی ولتاژ نول در آخر شبکه جلوگیری بعمل آید که بدین ترتیب تاثیرات مطلوبی در پروفیل ولتاژ سه فاز شبکه بوجود خواهد آمد.

نتایج بدست آمده برروی شبکه واقعی با استفاده از روش پیشنهادی حاکی از مطلوب بودن این روش می باشد.

شبکه های توزیع فشار ضعیف چهار سمیه بوده که سه سیم آن سه فاز شبکه و سیم چهارم نیز نول شبکه می باشد که به نول ترانسفورماتور وصل می گردد.مشترکین شبکه نیز به صورت سه فاز یا تک فاز می باشند که مشترکین تک فاز از یک فاز و نول شبکه تغذیه شده و مشترکین سه فاز نیز از سه فاز و نول شبکه انشعاب می گیرند .مشترکین تک فاز شبکه معمولا دارای مصرف خانگی و تجاری می باشند و مشترکین سه فاز نیز غالبا دارای مصرف کارگاهی ، صنعتی، کشاورزی و خانگی (مناطق جنوبی کشور) می باشند .

یکی از مشکلات مهم شبکه های فشار ضعیف توزیع ، عدم تعادل بار در طول خطوط می باشد. عدم تعادل در شبکه بدین معناست که توزیع بار بر روی فازهای شبکه در هر گره برابر نبوده و جمع برداری جریان های سه فاز در هر گره شبکه برابر صفر نمی گردد.این امر سبب می گردد تا یک جریان برگشتی در سیم نول شبکه جاری باشد که سبب جابجایی نقطه صفر در هر گره شده و موجب کاهش کیفیت ولتاژ در شبکه و افزایش تلفات شبکه های فشار ضعیف می گردد.

یکی از عوامل مهم ایجاد پدیده عدم تعادل در شبکه های فشار ضعیف جنوبی کشور وجود مشترکین سه فاز خانگی و تجاری می باشد که عمده مصرف این مشترکین در پیک بارهای سرمایشی می باشد.آرایش سیم کشی داخلی اینگونه مشترکین بنحوی است که بارهای سرمایشی ، که دارای توان مصرفی بالا می باشند برروی دو فاز و مصرف روشنایی و عمومی ساختمان برروی فاز دیگر می باشد.این امر سبب می گردد تا در پیک بار فاز روشنایی کمتر از بار فازهای سرمایشی شده و سبب ایجاد عدم تعادل شدید در شبکه ، گردد.

تاکنون فعالیتهای محدودی در زمینه بررسی تاثیرات عدم تعادل بار در شبکه های فشار ضعیف صورت گرفته است که محور اصلی این تحقیقات به بحث تلفات بدلیل وجود این پدیده اشاره داشته اند و در زمینه تاثیرات نامطلوب این پدید، بر روی کیفیت ولتاژ تحقیقات چندانی صورت نگرفته است.

در این بخش ابتدا با مروری بر روابط توزیع انرژی در سیستمهای سه فاز غیر متعادل تاثیرات این پدیده کاملا تشریح می گردد و پس از بررسی روشهای سنتی جهت کاهش اثرات این پدیده روش پیشنهادی که بر مبنای ثابت نگه داشتن ولتاژ

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

نول شبکه با استفاده از جبران ساز خازنی می باشد ارائه می گردد.

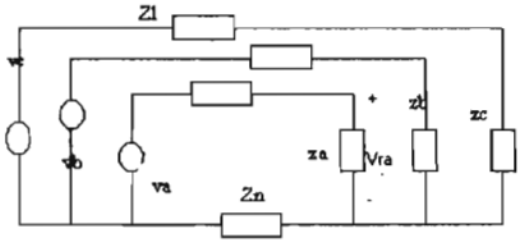
مطالعات عملی انجام شده بر روی یک شبکه نمونه واقعی تاثیرات اعمال روش پیشنهادی را مناسب ارزیابی می نماید.

۲-۸- مروری بر روابط

در این بخش با مروری سریع بر روابط مداری شبکه های سه فاز نامتعادل به بررسی بیشتر تاثیرات عدم تعادل بار بر روی تغییرات ولتاژ شبکه خواهیم پرداخت .فرضهای که در این بررسی صورت گرفته است عبارتند از:

۱- امپدانس داخلی منبع تغذیه (ترانسفورماتور توزیع) ناچیز است.

۲- ولتاژ منبع تغذیه سه فاز متقارن می باشد. در شکل(۱) شمای یک شبکه سه فاز چهار سمیه با اتصال ستاره نشان داده شده است.در صورتیکه از امپدانس خط توزیع (چون هدف بررسی جریان عدم تعادل می باشد) صرفه نظر شود مجموعه روابط (۱) برای مدار شکل (۱) قابل بیان است.



شکل(۱) : مدار شبکه سه فاز چهارسیمه

$$V_{ra} = V\angle 0 - Z_n I_n$$
$$V_{rb} = V\angle -120 - Z_n I_n$$
$$V_{rc} = V\angle 120 - Z_n I_n$$
$$I_n = I_a + I_b + I_c$$
$$I_a = \frac{V_{ra}}{Z_a}$$
$$I_b = \frac{V_{rb}}{Z_b}$$
$$I_c = \frac{V_{rc}}{Z_c}$$

WikiPower.ir

که در این روابط:

V_r : ولتاژ فاز بار

V :ولتاژ فاز منبع

Z_n :امپدانس سیم نول

In : جریان نول می باشد.

با توجه به مجموعه روابط (۱) تغییرات ولتاژ بار نسبت به تغییرات جریان نول به صورت رابطه (۲) قابل بیان است.

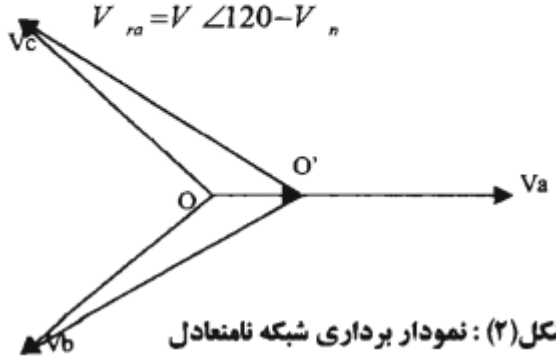
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\frac{\partial V_r}{\partial I_n} = -z_n \qquad (2)$$

با توجه به رابطه (۲) تغییرات ولتاژ بار متناسب حاصلضرب تغییرات جریان نول در امپدانس سیم نول می باشد ، بنابراین هر قدر امپدانس سیم نول کمتر باشد تغییرات جریان نول کمتر گردد تغییرات ولتاژ بار در طول شبکه کمتر خواهد شد.در شبکه های سه فاز متعادل به دلیل صفر بودن جریان نول اینگونه نوسانات در شبکه موجود نمی باشد.

اگر در شبکه شکل(۱) فرض کنیم که جریان فاز aبرابرI با زاویه صفر، امپدانس خط مقاومتی خالص باشد و جریان دو فاز دیگر برابر صفر باشد در این صورت مجموعه روابط (۳) قابل بیان است.در شکل (۲) نمودار برداری ولتاژ شبکه مورد نظر در این حالت نشان داده شده است.

$$I_n = I_a = I$$
$$V_n = Z_n I \qquad (3)$$
$$V_{ra} = V\angle 0 - V_n$$
$$V_{ra} = V\angle -120 - V_n$$
$$V_{ra} = V\angle 120 - V_n$$



شکل(۲) : نمودار برداری شبکه نامتعادل

همانگونه که ملاحظه می گردد بدلیل عبور جریان از نول شبکه نقطه oبه نقطه ' o انتقال یافته و این بدین معنا است که نقطه صفر اتصال ستاره جابجا شده است این امر سبب می گردد دامنه ولتاژ برخی از فازها با شدت بیشتر کاهش یابد و دامنه ولتاژ فازهای دیگر افزایش یابد که خود حساسیت ولتاژ بار را نسبت به تغییرات جریان نول افزایش خواهد داد.

زمین کردن سیم نول در طول شبکه های نامتعادل سبب تثبیت نقطه صفر گره های شبکه می گردد و حساسیت ولتاژ شبکه را نسبت به عدم تعادل بار کاهش می دهد.

با توجه به بحثهای انجام شده و روشهای سنتی به منظور کم کردن اثرات عدم تعادل که به صورت تواما در شبکه انجام می گیرد عبارتند از :

- یکسان سازی توزیع بار بین فازها در طول شبکه

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

- افزایش سطح مقطع سیم نول به اندازه سیم فاز
- تثبیت ولتاژ نول در طول شبکه با زمین کردن سیم نول در نقاط مختلف شبکه

در ادامه به بحث بیشتر درباره پیشنهادهای ارایه شده خواهیم پرداخت.

۳-۸- بررسی روشهای سنتی

شبکه نمونه شامل هفت گره توزیع بار می با شد امپدانس هر فاز شبکه در هر ا سپن برابر ۰,۰۲+۰,۰۱j اهم و امپدانس سیم نول نیز در هر ا سپن ۰,۰۴ اهم می با شد ضریب قدرت بارهای شبکه یکسان و برابر ۰,۹ و ولتاژ ابتدای خط ۲۴۰ ولت می با شد. در این شبکه ابتدا فرض می کنیم بار توزیع شده در هر گره متعادل می با شد که در جدول یک اطلاعات پخش بار در این حالت نشان داده شده است:

Se	Vole(v)				P(KW)		
c	R	S	T	N	R	S	T
-۱ ۰	۲۳ ۴	۲۳ ۴	۲۳ ۴	۰	۸	۸	۸
-۲ ۱	۲۲ ۸	۲۲ ۸	۲۲ ۸	۰	۸	۸	۸
۳ ۲-	۲۲ ۴	۲۲ ۴	۲۲ ۴	۰	۸	۸	۸
-۴ ۳	۲۲ ۰	۲۲ ۰	۲۲ ۰	۰	۸	۸	۸
-۵ ۴	۲۱ ۷	۲۱ ۷	۲۱ ۷	۰	۸	۸	۸
-۶ ۵	۲۱ ۵	۲۱ ۵	۲۱ ۵	۰	۸	۸	۸
۷ ۶-	۲۱ ۴	۲۱ ۴	۲۱ ۴	۰	۸	۸	۸

جدول(۱): پخش بار نمونه در حالت تعادل

همانگونه که ملاحظه می گردد افت ولتاژ در طول شبکه مناسب بوده و ولتاژ نقطه صفر شبکه همواره ثابت و برابر صفر می باشد.تلفات شبکه در این حالت ۱۴ kw که معادل ۸,۳٪ می باشد.

در صـورتیکه بار فازR درهر گره دو کیلو وات افزایش یابد و بار فازT، ۲ kw کاهش یابد وضـعیت پروفیل ولتاژ در طول

شبکه به صورت جدول (۲) تغییر خواهد یافت .

همانگونه که م شاهده می گردد پروفیل ولتاژ فاز R به شدت کاهش یافته و ولتاژ فاز Tدر طول خط افزایش می یابد که در این حالت هر گونه افزایش بار در فاز Rمی تواند موجب ناپایداری شبکه گردد، در استانهای جنوبی کشور بدلیل استفاده فراوان از کولرهای گازی که باری معادل ۲ تا ۳ کیلووات را از شبکه می کشند تحت چنین شرایطی شبکه را کاملا ناپایدار (نوسان شدید ولتاژ، فیدر سوزی ، ترانس سوزی)می سازند، در این حالت تلفات شبکه ۱۶,۹ kw که معادل ۱۰٪ می باشد.

Se c	Vole(v)				P(KW)		
	R	S	T	N	R	S	T
-۱ ۰	۲۲ ۹	۲۳ ۱	۲۴ ۱	۵	۱ ۰	۸	۶
-۲ ۱	۲۱ ۹	۲۲ ۴	۲۴ ۱	۱ ۰	۱ ۰	۸	۶
۳ ۲-	۲۱ ۱	۲۱ ۸	۲۴ ۲	۱ ۴	۱ ۰	۸	۶
-۴ ۳	۲۰ ۵	۲۱ ۳	۲۴ ۲	۱ ۷	۱ ۰	۸	۶
۵ ۴-	۲۰ ۰	۲۰ ۹	۲۴ ۳	۲ ۰	۱ ۰	۸	۶
-۶ ۵	۱۹ ۷	۲۰ ۷	۲۴ ۳	۲ ۱	۱ ۰	۸	۶
۷ ۶-	۱۹ ۵	۲۰ ۶	۲۴ ۳	۲ ۲	۱ ۰	۸	۶

جدول(۲): اطلاعات پخش بار شبکه نمونه در حالت عدم تعادل بار

همانگونه که در دو حالت شبکه فوق ملاحظه گردید عدم تعادل بار در طول شبکه می تواند بطور چشم گیری کیفیت توان توزیع شده را کاهش داده و سبب عدم استفاده مناسب از تجهیزات منصوبه و افزایش تلفات شبکه گردید. در ادامه روشهای سنتی مختلف را، که پیش از این درباره آنها صحبت شد، بر روی شبکه نمونه مورد مطالعه قرار می دهیم.

۴-۸- ایجاد تعادل بار تا حد امکان

یکی از رو شهای کاهش اثرات عدم تعادل در شبکه تقسیم بار با چگالی یکنواخت در طول شبکه ا ست ولی بدلیل یکسان

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

نبودن الگوی مصرف مشترکین این کار بسیار مشکل می باشد. یکی از راههای مناسب جهت کم کردن اثرات عدم تعادل بار انتخاب یک یا چند گره از شبکه جهت تعادل بار می با شد بگونه ای که جابجای بار در شبکه به شکلی صورت گیرد که جریان نول برگشتی از شبکه به ترانس در این گره یا گره ها برابر صفر گردد. در شبکه نمونه گره ۴ انتخاب شده و تعادل بار گره های بعد از آن صورت گرفته است که نتایج پخش بار در اینحالت در جدول (۳) آورده شده است.

Sec	Vole(v)				P(KW)		
	R	S	T	N	R	S	T
-۱ ۰	۲۳ ۲	۲۳ ۳	۲۳ ۷	۲	۱ ۰	۸	۶
۲ -۱	۲۲ ۵	۲۲ ۷	۲۳ ۳	۴	۱ ۰	۸	۶
۳ - ۲	۲۲ ۰	۲۲ ۲	۲۳ ۰	۵	۱ ۰	۸	۶
۴ - ۳	۲۱ ۶	۲۱ ۸	۲۲ ۶	۵	۲	۸	۱ ۴
۵ - ۴	۲۱ ۱	۲۱ ۴	۲۲ ۷	۷	۱ ۰	۸	۶
۶ - ۵	۲۰ ۸	۲۱ ۲	۲۲ ۷	۹	۱ ۰	۸	۶
۷ - ۶	۲۰ ۶	۲۱ ۰	۲۲ ۷	۹	۱ ۰	۸	۶

جدول(۳): پخش بار شبکه نمونه در حالت تعادل بار در گره ۴

همانگونه که ملاحظه می گردد انجام این تعادل بار در شبکه اثرات مطلوبی در پروفیل ولتاژ شبکه دارد ولی در نقاط جنوبی کشور بدلیل وزین بودن بارهای مشترکین و تغییرات شدید الگوی بار رسیدن به چنین حالتی بسیار مشکل می باشد. در این حالت تلفات شبکه ۱۴,۵ kw بوده که معادل ۸,۲٪ توان ورودی به شبکه می باشد.

۵-۸- تاثیرات زمین کردن نول در تثبیت ولتاژ

زمین کردن سیم نول شبکه در برخی از نقاط در طول خط سبب تثبیت ولتاژ نول در طول فیدر در صورت وجود عدم تعادل بار در شبکه می باشد.

شاید بتوان زمین کردن سیم نول در شبکه را مانند میخی تعبیر کرد که فقط صفر شبکه را محکم نگه داشته و از جابجای آن جلوگیری می نماید و هر قدر مقاومت الکتریکی زمین کمتر باشد جابجای نقطه صفر شبکه کمتر خواهد بود. سئوال اصلی در اینجا است که مقاومت زمین جهت تعادل بار در شبکه نامتعادل چقدر باید باشد؟

در جداول(۴) و (۵) نتایج پخش بار شبکه نمونه در حالتی که نول باس ۷ به ترتیب به چاه ارتی با مقاومت الکتریکی صفر و یک اهم وصل گردیده نشان داده شده است.

Se c	Vole(v)				P(KW)		
	R	S	T	N	R	S	T
-۱ ۰	۲۳ ۱	۲۳ ۳	۲۳ ۸	۲	۱ ۰	۸	۶
-۲ ۱	۲۲ ۳	۲۲ ۷	۲۳ ۵	۴	۱ ۰	۸	۶
۳ ۲-	۲۱ ۷	۲۲ ۲	۲۳ ۳	۵	۱ ۰	۸	۶
-۴ ۳	۲۱ ۲	۲۱ ۸	۲۳ ۰	۵	۱ ۰	۸	۶
۵ ۴-	۲۰ ۹	۲۱ ۶	۲۲ ۷	۴	۱ ۰	۸	۶
-۶ ۵	۲۰ ۷	۲۱ ۴	۲۲ ۴	۲	۱ ۰	۸	۶
۷ ۶-	۲۰ ۷	۲۱ ۴	۲۲ ۱	۰	۱ ۰	۸	۶

جدول(۴): پخش بار شبکه نمونه در حالت زمین کردن نول با مقاومت صفر

Sec	Vole(v)				P(KW)		
	R	S	T	N	R	S	T
-۱ ۰	۲۲ ۹	۲۳ ۱	۲۴ ۱	۵	۱ ۰	۸	۶
-۲ ۱	۲۲ ۰	۲۲ ۴	۲۴ ۰	۱ ۰	۱ ۰	۸	۶
۳ ۲-	۲۱ ۲	۲۱ ۸	۲۴ ۱	۱ ۳	۱ ۰	۸	۶
-۴ ۳	۲۰ ۶	۲۱ ۳	۲۴ ۱	۱ ۷	۱ ۰	۸	۶
-۵ ۴	۲۰ ۱	۲۰ ۹	۲۴ ۱	۲ ۱	۱ ۰	۸	۶
-۶ ۵	۱۹ ۸	۲۰ ۷	۲۴ ۱	۲ ۰	۱ ۰	۸	۶
-۷ ۶	۱۹ ۶	۲۰ ۷	۲۴ ۱	۲ ۰	۱ ۰	۸	۶

جدول(۵): پخش بار شبکه نمونه در حالت زمین کردن نول با مقاومت یک اهم

از نتایج آورده شده در جداول (۴) و (۵) می توان مشاهده کرد که هر چند زمین کردن نول شبکه می توان تاثیرات مناسب در کیفیت ولتاژ شبکه های نامتعادل داشته باشد ولی شرط لازم آن این است که مقاومت زمین ناچیز باشد (کمتر از ۰,۱ اهم) که رسیدن به چنین مقاومت الکتریکی زمین بسیار مشکل و نیاز به نگهداری مناسب نیز دارد.

علاوه بر دو روش سنتی فوق افزایش سطح مقطع سیم نول به اندازه سیم فاز نیز می تواند موجب بهبود پروفیل ولتاژ شبکه های نامتعادل شده که تاثیرات آن بسیار کم می باشد بطوریکه در شبکه نمونه ولتاژ فاز Rدر باس ۷ ، ۳ ولت افزایش می یابد.

در بین سه روشی سنتی یاد شده در فوق توزیع یکنواخت بار بین فازها در طول شبکه و زمین کردن کامل شبکه بیشترین تاثیر را در بهبود پروفیل ولتاژ فازهای شبکه های نامتعادل دارد ولی بدلیل غیر یکنواخت بودن مصرف مشترکین و عدم دستیابی به زمین کامل فعالیتهای فوق بسیار مشکل است. در مناطق جنوبی کشور بدلیل استفاده از تجهیزات سرمایشی با قدرت مصرف بالا معمولا استفاده از روش اول غیر ممکن می باشد. افزایش سطح مقطع سیم نول هر چند تاثیراتی در

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

بهبود پروفیل شـــبکه های نامتعادل دارد ولی تاثیرات آن چندان نبوده و علاوه بر هزینه بر بودن این فعالیت زمانبر نیز می باشد.

۶-۸- متعادل سازی ولتاژ با جبران ساز خازنی

همانگونه که مشاهده گردید زمین کردن نول شبکه می توان تاثیرات مطلوب در متعادل سازی ولتاژ شبکه های نامتعادل داشته باشد، به بیان دیگر اگر بتوانیم ولتاژ نول گره یا گره های شبکه را صفر نماییم به هدف خواسته شده دست خواهیم یافت. این امر قابل دسـتیابی می باشـد به شـرطی که بتوانیم ولتاژی مخالف ولتاژ نول گره یا گره های شـبکه تولید نمایم. جهت رسیدن به این ولتاژ لازم است جریانی به نول گره یا گره های شبکه تزریق نماییم بطوریکه حاصل ضرب این جریان در امپدانس نول دیده شده از هر گره برابر مخالف ولتاژ نول آن گره با شد. جهت بد ست آوردن چنین جریانی می توان از جبران کننده های خازنی در شبکه استفاده کرد. توضیحات فوق در مجموعه روابط (۴) آورده شده است.

$$V_A = -V_{nm} = (\frac{Q_a}{V_a}\angle\alpha + 90 + \frac{Q_b}{V_b}\angle\beta + 90 + \frac{Q_c}{V_c}\angle\gamma + 90) \times R_{nm} \qquad (4)$$

که در این رابطه:

V_A: ولتاژ مورد نیاز جهت صفر شدن ولتاژ نول باس m

V_{nm} : ولتاژ نول باس m

Qa،Qb،Qc: قدرت راکتیو تزریقی به فاز های a،b،c

Vc،Vb،Va . اندازه ولتاژ فازهای c ،b ،a

γ و β و α: زاویه فازهای c،b ،a

R_{nm} : امپدانس زمین دیده شده از باس m می باشد.

در رابطه (۴)عبارت داخل پرانتز مبین جریانی اســت که جبران ســازهای خازنی به نول شــبکه تزریق می نمایند که این جریان ۹۰ درجه از ولتاژ فاز مربوطه جلوتر است.

با مشــاهده رابطه (۴) مشــخص می گردد که این رابطه شــامل دو معادله (قســمت حقیقی و موهومی) و ســه مجهول (Qc،Qb،Qa) می باشد. می توان نشان داد که جهت رسیدن به هدف تنها تزریق توان راکتیو به فاز با کمترین ولتاژ و فاز با بیشترین ولتاژ مورد نیاز می باشد ، بنابراین یکی از مجهولات برابر صفر می گردد. در شبکه نمونه اگر هدف صفر کردن ولتاژ نول باس هفتم باشد تحت شرایط آورده شد، در جداول (۲)و(۴)

$$Va_7 = 207\angle 0\ v$$
$$Vb_7 = 214\angle -120\ v$$
$$Vb_7 = 221\angle 120\ v$$
$$Vn_7 = 22\angle -56\ v$$

طبق رابطه (4) می توان نوشت :

$$22\angle 114 = (\frac{Q_a}{207}\angle 90 + \frac{Q_b}{211}\angle -30 + \frac{Q_c}{221}\angle -150) \times 0.28$$

که در رابطه فوق با صفر قرار دادن مقدار Qb مقادیر Qa و Qc به ترتیب۱۸,۶ و ۱۱ کیلووار بد ست خواهد آمد. در جدول (۶) نتایج پخش بار شبکه تحت چنین شرایطی آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می گردد علاوه بر صفر شدن ولتاژ نول در باس ۷ ولتاژ شبکه نسبت به حالتی که نول گره ۷ زمین کامل شده بود بهبود یافته ا ست که علت آن بهبود ضریب قدرت شبکه می باشد. در این حالت تلفات شبکه۱۳ kw می باشد که نسبت به حالت اولیه ۳,۹ kwکاهش یافته است.

WikiPower.ir

جدول(۶): صفر کردن ولتاژ نول در باس ۷

Sec	Vole(v)				P(KW)		
	R	S	T	N	R	S	T
۱-۰	۲۳۲	۲۳۳	۲۳۸	۲	۱۰	۸	۶
۲-۱	۲۲۵	۲۲۶	۲۳۶	۴	۱۰	۸	۶
۳-۲	۲۱۹	۲۲۱	۲۳۳	۵	۱۰	۸	۶

-۴ ۳	۲۱ ۶	۲۱ ۸	۲۳ ۲	۵	۱ ۰	۸	۶
-۵ ۴	۲۱ ۳	۲۱ ۵	۲۳ ۰	۴	۱ ۰	۸	۶
-۶ ۵	۲۱ ۳	۲۱ ۴	۲۲ ۸	۳	۱ ۰	۸	۶
-۷ ۶	۲۱ ۴	۲۱ ۴	۲۲ ۵	۰	۱ ۰	۸	۶

جهت متعادل سازی بهتر ولتاژ در گره یا گره های شبکه می توان نقطه نول گره یا گرههای مختلف را با روش پیشنهادی به مکانی انتقال داد که اندازه ولتاژ هر سه فاز شبکه در گره یا گره های شبکه برابر و در حد مطلوب باشند.مجموعه روابط ذیل چگونگی دستیابی به این هدف را تشریح می نمایند. که در این مجموعه روابط :

Vn': ولتاژ مورد نظر برای نول باس m

V0: توالی صفر ولتاژ سه فاز باس m

بوده و سایر پارامترها نیز پیش از این معرفی شده اند

$$V_a + V_b + V_c - 3V_n = 3V_0 \qquad (۵)$$

که رابطه فوق بیان کننده واقعیت ولتاژ قبل از متعادل سازی می باشد.

*بعد از متعادل سازی ولتاژ*در یک گره خاص داریم :

$$Va + Vb + Vc - 3Vn' = 0 \qquad (6)$$

از ساده سازی دو رابطه ۴ و۵ داریم : (۷)

$$V_n' = V_n + V_0$$

که بدین ترتیب ولتاژ مورد نظر برای دست یابی به تعادل ولتاژ در باس m بدست می آید.با توجه به

$$V_A = -(V_{n'} + V_n) \qquad (8)$$

اینکه هدف جابجایی ولتاژ نول باس m از نقطه Vn به Vn'می باشد بنابراین : با داشتن VAو قرار دادن مقادیر در رابطه (۳) مقادیر توان راکتیو مورد نیاز در دو فاز باس mتعیین خواهد شد. در شبکه نمونه اگر هدف ایجاد تعادل ولتاژ در باس هفتم باشد.در اینصورت ولتاژ نول این باس باید ۱۱۰> Vn '=۸ شده که بدین ترتیب تغییرات ولتاژنول این گره برابر۱۲۲> VA= ۲۹ گردد.که با قرار دادن در رابطه (f') مقادیر قدرت راکتیو تزریقی برابر است با :

Qa=26KVAR

Qb=0

Qc=13KVAR

درجدول (۷) نتایج پخش بار در چنین شرایطی آورده شده است.

Se c	Vole(v)				P(KW)		
	R	S	T	N	R	S	T
۱-۰	۲۳۲	۲۳۳	۲۳۷	۱,۵	۱۰	۸	۶
۲-۱	۲۲۶	۲۲۷	۲۳۵	۲	۱۰	۸	۶
۳-۲	۲۲۱	۲۲۳	۲۳۲	۲	۱۰	۸	۶
۴-۳	۲۱۸	۲۲۰	۲۲۹	۱	۱۰	۸	۶
۵-۴	۲۱۷	۲۱۸	۲۲۶	۱	۱۰	۸	۶
۶-۵	۲۱۷	۲۱۸	۲۲۳	۳	۱۰	۸	۶
۷-۶	۲۱۹	۲۱۹	۲۱۹	۶	۱۰	۸	۶

جدول(۷): تعادل ولتاژ در باس ۷

همانگونه که از نتایج آورده شده در جدول (۷) م شخص ا ست اعمال روش پی شنهادی بر روی شبکه های نامتعادل سبب بهبود کامل پروفیل ولتاژ سه فاز در طول شبکه می گردد.در این حالت تلفات شبکه نیز ۱۳,۶ kw می باشد که نسبت به حالت *اولیه* ۳,۳kw *کاهش یافته است.*

ذکر این نکته ضروری است که با توجه به تغییرات بار شبکه در هر لحظه لازم است مدار کنترلی ، طراحی شود که با توجه به تغییرات ولتاژ گره قدرت راکتیو مورد نیاز هر لحظه را محاسبه و در مدار قرار دهد.

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

فصل نهم :

محاسبه ظرفیت و مکان خازن مورد نیاز در شبکه

WikiPower.ir

9-1- روش معمول بکار گرفته شده توسط شرکت های توزیع:

۹-۱-۱- خازن ثابت

در ابتدا باید توان راکتیو حالت بی باری جبران گردد. توان مورد نیاز یک ترانس در حالت بی باری (که جهت مغناطیس شدن هسته ترانس مورد نیاز است) تقریبا ۱۰٪ ظرفیت ترانس است که عرفا دارای ماهیت راکتیو می باشد اگر فرض شود در حالت کم باری ترانس مصرف راکتیو آن معادل حالت بی باری باشد:

$$Q_C = \%10\,S \qquad n = \frac{Q_C}{q}$$

Qc: کل ظرفیت خازن مورد نیاز (KVAR)

n : تعداد کل خازن سه فاز مورد نیاز ترانسفورماتور (دستگاه) ،

q: ظرفیت بانک خازنی موجود (مثلا ۱۲،۵ کیلو وار سه فاز، ۵۰ کیلو وار سه فاز)

تذکر : در صورتیکه بانک خازنی ۱۲,۵ کیلو وار سه فاز باشد می توان با استفاده از جدول(۱) که متعاقبا تشریح خواهد شد تعداد خازن مورد نیاز را با مقایسه مقدار Qcبدست آمده در جدول استخراج نمود . ضمنا تعداد خازنهای تکفاره در این حالت از ضرب تعداد خازنهای سه فازه در۳ بدست می آید .

مکان نصب خازن (نقاط بهینه)

برای مشخص کردن محل نصب خازن و فاصله بین آنها در طول شبکه تعارف زیر را در نظر می گیریم :

L : فاصله بین خازنهای متوالی (به عبارت دیگر در صورتیکه ترانس را مبدا در نظر بگیریم در هر فیدر (از شعاب) اولین خازن به فاصله L متر از ترانس دومین خازن به فاصله ۲L متر از ترانس و سومین خازن به فاصله۳L متر از ترانس و الی آخر نصب می گردد.)

H : طول کل شبکه (فیدر) منشعب شده از ترانس (متر) ،

F : شماره پایه محل نصب اولین خازن (در صورتیکه ترانس را مبدا در نظربگیریم)

r : طول اسپن (متر)

K : ضریب فواصل نصب

n : تعداد خازن مورد نیاز

$$l = \frac{H}{n+1} \times H = K \times H \quad , \quad F = \frac{L}{r}$$

تذکر بسیار مهم: در صورتیکه از ترانس بیش از یک فیدر منشعب شده باشد (H1 و H2و H3و ...) باید با توجه به طول هر انشعاب (فیدر) ترانس تعداد خازن هر فیدر مشخص گردد (n1و n2و n3و ...که در واقع n= n1 + n2+n3 + ... یعنی برای انشعابات با متراژ بالاتر خازن بیشتری در نظر گرفت سپس با توجه به تعداد خازن هر فیدر (انشعاب) ترانس مقادیر L و F را به جهت تعیین مکان نصب خازن محاسبه نماییم . بطور خلاصه : اگر : H1>H2>H3.....

در نتیجه:

$$n_1 \succ n_2 \succ n_3 \quad \ldots \Rightarrow \quad L_1 = \frac{1}{n_1+1} \times H_1 \ , \ L_2 = \frac{1}{n_2+1} \times H_2 \ , \ \ldots$$

تعیین جدول کلی

از آنجا که ولتاژ شبکه های توزیع در بیشتر موارد کمتر از ۴۰۰ ولت است ظرفیت موثر خازنهای فشار ضعیف طراحی شده برای ولتاژ ۴۰۰ ولت نیز کمتر از ۱۲,۵ کیلو وار خواهد بود و معمولا ظرفیت ۱۲ کیلو وار برای ســـه فاز و کیلو وار برای تکفاز در نظر گرفته می شود. بنابراین جدول زیر به شرح صفحه بعد بر اساس کیلو وار تعدیل شده تنظیم شده است.

کیلو وار سه فاز تعدیل شده فیدر Q3φ (کیلووار)	کیلو وار تک فاز تعدیل شده فیدر Q3φ (کیلووار)	تعداد خازن n دستگاه	فواصل نصب به نسبت کل طول فیدر منشعب از ترانس K
کمتر از ۶	کمتر از ۲	۰	–
۶-۱۸	۲-۶	۱	۱/۲
۱۸-۳۰	۶-۱۰	۲	۱/۳
۳۰-۴۲	۱۰-۱۴	۳	۱/۴
۴۲-۵۴	۱۴-۱۸	۴	۱/۵
۵۴-۶۶	۱۸-۲۲	۵	۱/۶
۶۶-۷۸	۲۲-۲۶	۶	۱/۷
۷۸-۹۰	۲۶-۳۰	۷	۱/۸
۹۰-۱۰۲	۳۰-۳۴	۸	۱/۹
۱۰۲-۱۱۴	۳۴-۳۸	۹	۱/۱۰
۱۱۴-۱۲۶	۳۸-۴۲	۱۰	۱/۱۱

WikiPower.ir

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

جدول(۱): تعداد خازن و ضریب فاصله نصب خازنهای فشار ضعیف (۱۲,۵ کیلو وار سه فاز یا ۴ کیلو وار تک فاز) بر مبنای کیلو وار تعدیل شده

تذکر ۱ (بسیار مهم) :با توجه به اینکه رابطه Qc= 10% S در حالت بی باری ترانس تعریف شده و از طرفی فرض می شـود کلیه ترانسـهای شـبکه توزیع باردار هسـتند لذا برای تعیین ظرفیت خازن مورد نیاز شبکه ابتدا با دستگاه وارسنج حداقل وار هر ترانس را اندازه گیری و آن را QC نامیده و روند ارائه شده در قسمتهای قبل را تکرار می نماییم.

تذکر ۲ : جا بجایی خازن در حد یک پایه قابل قبول است. به عبارت دیگر در صورتیکه مقدار F دقیقا با محل پایه منطبق نباشد (مثلا محل نصب خازن بین دو پایه محاسبه شده باشد) میتوان خازن را یک پایه جلو یا عقب تر نصب نمود.

تذکر۳: در صـورتیکه بخواهیم اثر بهبود ولتاژ را با نصـب خازن در نقاط انتهایی فیدرهای منشـعب شـده از ترانس افزایش دهیم می توان ته خط همان فیدر را بعنوان محل نصـب اولین خازن در نظر گرفته و مابقی خازنها را به فواصـل Lمتر محاسبه شده از یکدیگر نصب نمود.

تذکر۴: برای سهولت کار در خصوص مشخص کردن فیدرهای اصلی منشعب از ترانس و شماره پایه محل نصب خازنها به جهت تشخیص سریع محل دقیق خازن هر فیدر منشعب از ترانس را با توجه به جهت های شمال ، جنوب ، شرق ، ... یا بر اساس آدرس دهی مناسب هر فیدر (منشعب) مشخص و پایه ها را با در نظر گرفتن ترانس بعنوان مبدا از عدد ۱ شماره گذاری می کنیم .

مثال:

اگر ترانسفورماتور 630 KVA دارای سه فیدر اصلی با متراژهای 175، 245، 310متر باشد محاسبه کنید : (فرضیات : بانک خازنی را 12.5کیلو وار سه فاز در نظر بگیرید طول هر اسپن شبکه را 35متر در نظر بگیرید جهت H1 به سمت جنوب و H2 به سمت غرب و H3 به سمت شرق در نظر گرفته شود)

الف) مقدار خازن (کیلووار مورد نیاز شبکه)

ب)تعداد خازن مورد نیاز

ج) تعیین نقاط بهینه (مکان نصب خازن در هر فیدر)

حل (بدون استفاده از جدول۱) :

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

الف) $0.1*630=63KVAR$ ⟸ $Qc=\%10S$

ب) تعداد کل خازن $n=63/12.5=5.04=5$

ج) مقادیر n_1 و n_2 و n_3 را با توجه متراژ انشعابات ترانس انتخاب می کنیم :

$F_1=2.5$، $L_1=1/2*H_1=87.5$، $K_1=1/(n_1+1)=1/2$، $n_1=1$،$H_1=175m$

اولین خازن در فیدر اول روی پایه دوم یا سوم بعد از ترانس نصب شود.

$F_2=2.3$، $L_2=1.3*H_2=82$ ،$K_2=1/(n_2+1)=1/3$ ، $n_2=2$ ،$H_2=245m$

دومین و سومین خازن در فیدر دوم به ترتیب روی پایه دوم و چهارم (یا پنجم) بعد از ترانس نصب شود.

$F_3=2.9$، $L_3=1.3*H_3=103$ ، $K_3=1/(n_3+1)=1/3$ ، $n_3=2$ ،$H_3=310m$

چهارمین و پنجمین خازن در فیدر سوم به ترتیب روی پایه سوم و ششم بعد از ترانس نصب شود.

حل با استفاده از جدول(۱):

$Qc=10*630=63$ KVAR ⟹ $Qc=\%10S$

ب) با مقایسه مقدار $QC = 63KVAR$(سه فاز) با جدول (1) تعداد کل خازن مورد نیاز را استخراج می کنیم (در جدول(۱) در ستون کیلو وار سه فاز۶۳ عدد ۵۴ بین ۶۶ تا میباشد) $n=5$

ج) با توجه به متراژ انشعابات ($H1=175m$ و $H2 =245\ m$ و $H3 = 310\ m$) تعداد خازنهای هر فیدر را انتخاب می کنیم :

$n3=3$، $n2=2$ ،$n1=1$

(بدلیل آنکه متراژ فیدرهای دوم و سوم تقریبا اختلاف کمی داشته برای هر دو فیدر تعداد خازن برابر در نظر گرفته ایم).

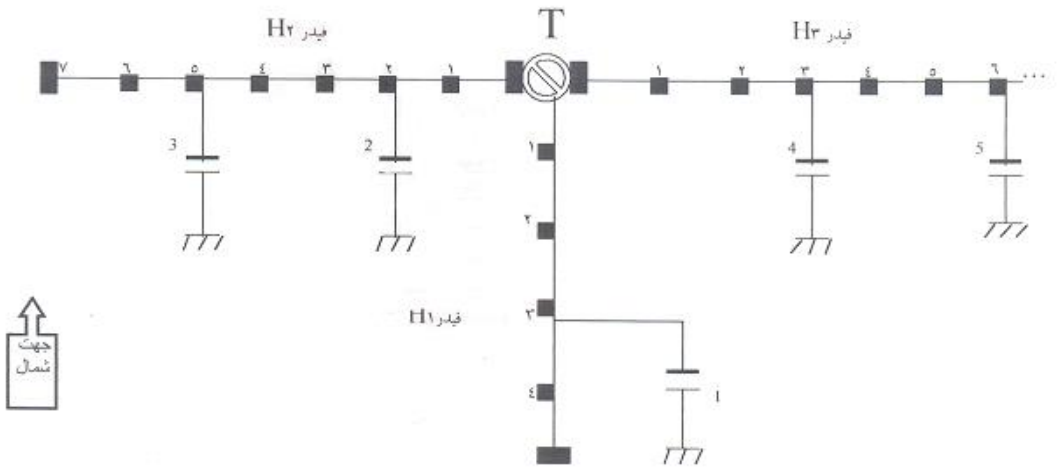
حال با مقایسه مقادیر $n1$ و $n2$ و $n3$ با جدول(۱) ضرایب فواصل نصب را مشخص می کنیم : $K3 = 1.3$ و $1.3 =$

$K1 = 1.2$ و $K2$

بنابراین : مقادیر $L1$ و $L2$ و $L3$ همانند قبل محاسبه می شود.

مدار شبکه (کروکی):

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



۲-۱-۹- خازن سوئیچ شونده:

قبل از نصب خازن سوئیچ شونده باید حداقل بار راکتیو فیدر به وسیله خازن ثابت جبران شده باشد.

ظرفیت خازن ها ۱۲,۵ KVAR در ۴۰۰ V است. از آنجا که ولتاژ شبکه های فشار ضعیف در بیشتر موارد کمتر از ۴۰۰ است ظرفیت خازن نیز کمتر از ۱۲,۵ KVAR خواهد بود. برای سادگی ظرفیت خازن ۱۲KVAR برای سه فاز و ۴ KVAR برای تک فاز فرض شده است.

بر خلاف نحوه تعیین ظرفیت خازن ثابت (بر مبنای حداقل بار راکتیو) ظرفیت خازن سوئیچ شونده با توجه به حداکثر بار راکتیو فیدر تعیین می شود. جدول زیر ضرایب برآورد پیک بار برای تخمین حداکثر بار راکتیو فیدر را نشان می دهد . در صورتیکه توان راکتیو اندازه گیری شده و یا برآورد شده پیک بار بیش از ۱۲KVAR با شد نصب یک دستگاه خازن سوئیچ شونده مجاز است.

ضرایب برآورد پیک بار

(ضرایب برآورد با توجه به خصوصیات بار منطقه قابل اصلاح است)

زمان اندازه گیری	فصل کم باری	فصل پر باری
ساعات پیک	۱,۵	۱
ساعات بار پایه	۲	۱,۵
ساعات حداقل بار	۲,۵	۲

- مثال : در ساعت ۱۰ صبح (بار پایه) یک روز فصل کم باری بار راکتیو سه فاز فیدر 120 KVAR است. با توجه به جدول بالا ضریب برآورد پیک بار۲ بوده و بنابراین KVAR تخمینی در ساعات پیک بار 130است. از این

رو نصب خازن سوئیچ شونده مجاز است.

نکات:

1- خازن سوئیچ شونده به گونه ای طراحی شده که با افزایش بار راکتیو از KVAR ۹ وصل و پس از تقلیل آن به کمتر از ۶KVAR قطع شود (به ترتیب KVAR ۳ و KVAR ۲، برای فاز نمونه گیری)

۲- با توجه به اولویت جبران حداقل بار راکتیو فیدر به وسیله خازن ثابت نصب خازن سوئیچ شونده برای فیدرهای پرباری انجام شود که حداقل بار راکتیو آنها توسط خازن ثابت جبران شده باشد. در غیر اینصورت خازن سوئیچ شونده به طور دائم در حالت وصل باقی مانده از قابلیت سوییچینگ آن استفاده نخواهد شد .(در حالیکه بهای آن حدود ۳ برابر خازن ثابت است)

۳- به دلیل امکان قطع و وصل مکرر و تاثیر نامطلوب متقابل خازن های سوئیچ شونده متعدد در یک فیدر این دستورالعمل برای نصب تنها یک خازن در هر فیدر تدوین شده اگر چه برای جبران کامل نیاز به تعداد بیشتری خازن سوئیچ شونده باشد.

۴- با توجه به ضرورت وجود جمپر در محل نصب خازن می باید خازن بر روی یکی از پایه های انتهایی (دارای جمپر) نصب شود.

۵- جهت جریان جمپر عبوری از CT باید هم جهت فلش روی درپوش خازن باشد. همچنین سیم فاز ولتاژ نمونه گیری (نزدیکترین سیم به CT) باید به همان فاز وصل شود. در غیر اینصورت سوییچینگ انجام نمی شود.

۶- در صورت نامناسب بودن محل نصب و دور شدن محل نصب خازن از پایین ترین فاز از جمپر با طول بیشتر استفاده شود.

۷- سه رشته کابل حتما باید به سمت ابتدای فیدر به شبکه منتقل شوند تا جریان خازن موجب تغییر جریان نمونه گیری نشود.

۸- برای اتصال روی خط گرم ابتدا توسط یک قطعه کابل با طول مناسب جمپری به موازات جمپر مورد نظر بسته شود تا هنگام بازشدن جمپر فاز مربوطه بی برق نشود.

۹- هنگام مانور خط در صورت احتمال تغییر جهت جریان به نماینده خازن گذاری شرکت توزیع اطلاع داده شود.

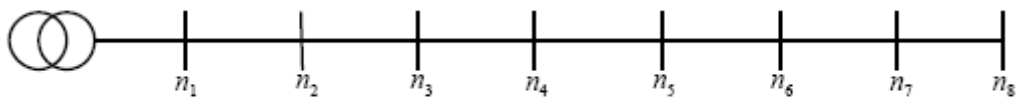
مکان نصب پیشنهادی :

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

توصیه می شود خازن در حوالی میانه فیدر نصب شود. اگر در میانه فیدر پایه انتهایی نباشد نزدیکترین پایه انتهایی به میانه از سمت ابتدای فیدر انتخاب شود. اگر قبلا خازن ثابت در محل پایه انتخابی نصب شده مکان خازن ثابت اصلاح شود.

۲-۹- خازن گذاری در شبکه های فشار ضعیف بر مبنای توزیع تجمعی مشترکین

توزیع غیر یکنواخت بار در شبکه فشار ضعیف مطالعه و بررسی آن را پیچیده نموده است از طرفی با توجه به تعداد قابل توجه مشترکین یک فیدر فشار ضعیف امکان دست یابی به الگوی مصرف تک مشترکین امکان پذیر نیست لذا بایستی با استفاده از تقریب های مهندسی قابل قبول و جمع آوری حداکثر اطلاعات قابل دستیابی نسبت به بررسی، مطالعه و اصلاح شبکه فشار ضعیف اقدام نمود. شکل (۲) یک فیدر فشار ضعیف شعاعی ساده را نشان می دهد.



شکل (۲): فیدر فشار ضعیف نمونه

در این شبکه مفروضات زیرا را داریم:

الف: از عدم تعادل بار در این شبکه صرفنظر می گردد زیرا چنانچه شبکه دارای عدم تعادل بار قابل توجه باشد نصب جبران ساز توان راکتیو اثر معکوس دارد لذا اگر شبکه دارای عدم تعادل بار باشد ابتدا بایستی نسبت به اصلاح عدم تعادل بار اقدام و سپس به جبران سازی آن پرداخته خواهد شد.

ب: توزیع مشترکین در طول فیدر غیر یکنواخت فرض می گردد به طوری که تعداد مشترکین در پایه ها با هم برابر نخواهند بود.

ج: از خازنهای 12.5 KVARجهت جبران سازی توان راکتیو استفاده خواهد شد.

د: حداقل توان راکتیو ابتدای فیدر مشخص می باشد.

ه: میزان مصرف مشترکین را یکسان فرض می کنیم.

سهم هر مشترک از حداقل توان راکتیو ابتدای فیدر از رابطه زیر تعیین می گردد:

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

$$q_{cr} = \frac{Q_{\min}^{F}}{\sum_{i=1}^{n} n_i}$$

که در آن:

q_{cr} : حداقل توان راکتیو مصرفی هر مشترک

$Q_{\min}^{F}$: حداقل توان راکتیو فیدر

n_i : مجموع تعداد مشترکین پایه i ام

n : تعداد کل پایه ها

می باشد.

نمودار تجمعی توزیع مشترکین در طول فیدر مطابق شکل (۳) ترسیم می گردد که در آن محور افقی شماره پایه ها و محور عمودی بیانگر مجموع مشترکین پس از هر پایه است.

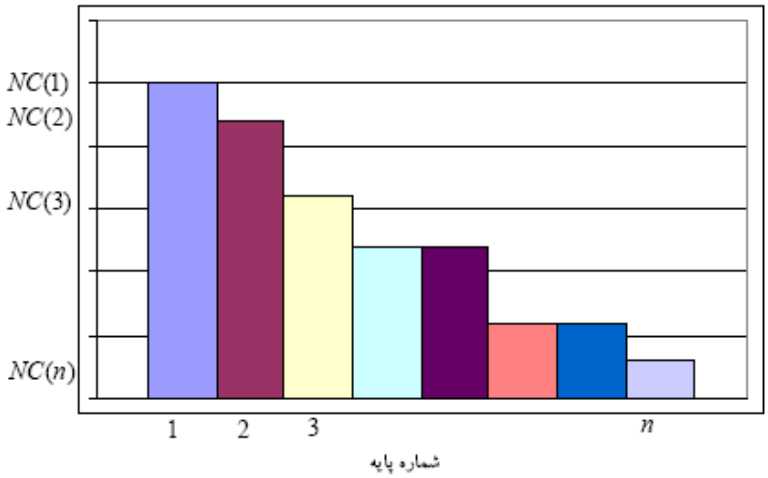
که در آن:

$$NC(i) = \sum_{j=i}^{n} n_j$$

WikiPower.ir

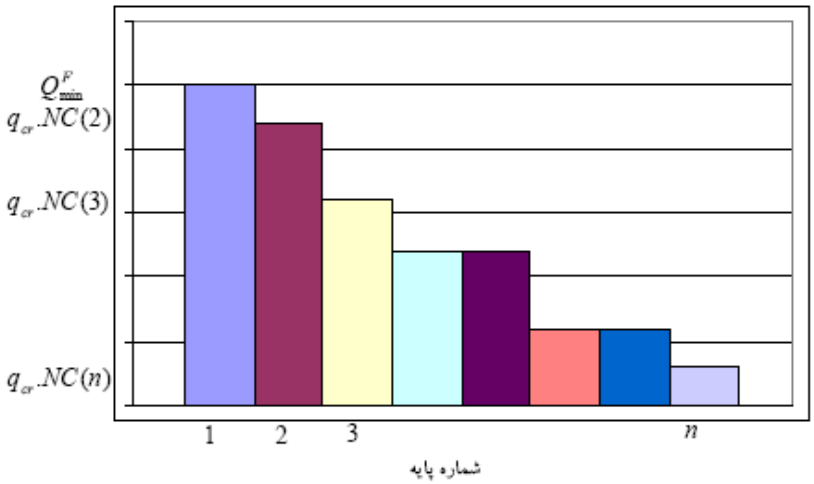
می باشد.

از ضرب محور عمودی شکل (۳) در q منحنی توان راکتیو تجمعی فیدر قابل دستیابی است:



شکل (۳): نمودار تجمعی مشترکین در طول فیدر

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



شکل (۴): منحنی توان راکتیو تجمعی فیدر

حال به شرح زیر نسبت به انتخاب محل نصب جبران سازی های توان راکتیو ۱۲,۵ KVAR اقدام می کنیم:

الف: از انتهای فیدر به سمت ابتدای فیدر حرکت نمود. اولین نقطه ای (نقطه حساس) که توان راکتیو آن بزرگتر یا مساوی *12.5 KVAR* را تعیین می کنیم.

ب: پس از تعیین نقطه حساس، میانگین مشترکین نقطه حساس تعیین شده تا انتهای فیدر محاسبه و به کمک آن نقطه میانی محدوده فوق تعیین می گردد، این نقطه به عنوان اولین گزینه جهت نصب خازن می باشد.

ج: نمودار توان راکتیو تجمعی اصلاحی فیدر را پس از نصب جبران ساز توان راکتیو از اولین نقطه ترسیم می گردد.

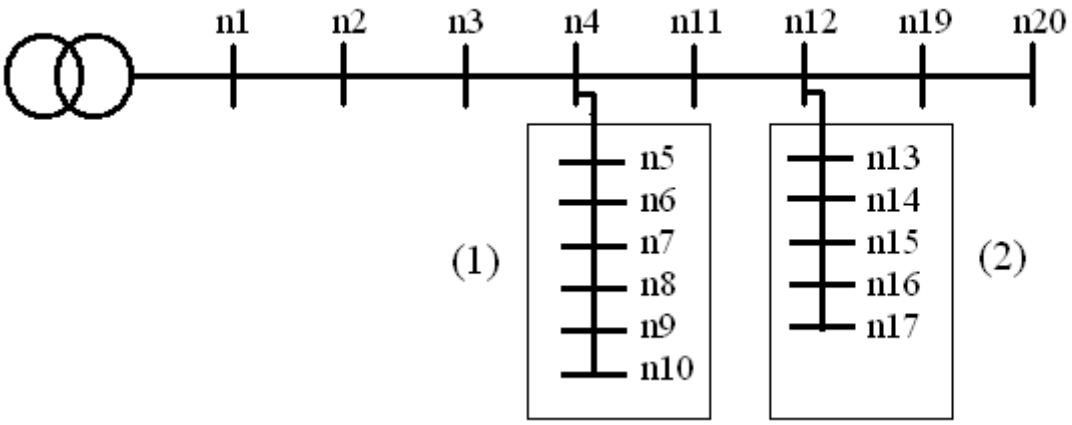
د: از آخرین نقطه حساس تعیین شده(صفر توان راکتیو) به سوی ابتدای فیدر حرکت می کنیم و مشابه حالت قبل اولین نقطه ای که نمودار تجمعی توان راکتیو آن بزرگتر یا مساوی ۱۲,۵ KVAR گردد بعنوان نقطه حساس بعدی معرفی می شود. میانگین تعداد مشترکین بین این نقط حساس و نقطه حساس قبل به عنوان محل نصب خازن بعدی است.

ه: نمودار تجمعی اصلاحی فیدر را پس از نصب جبران ساز توان راکتیو در نقطه حساس تعیین شده ترسیم می کنیم و سپس الگوریتم را از بند (د) تکرار می کنیم.

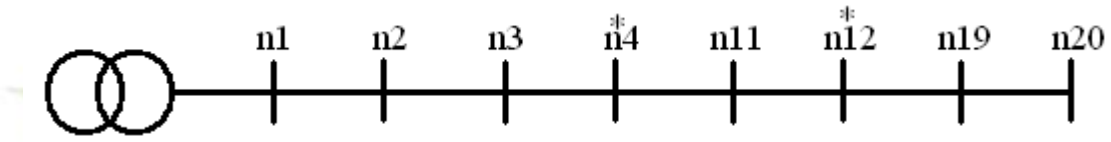
این روش در عین سادگی مفاهیم مهمی را رعایت می نماید از جمله با این روش به حداکثر کاهش تلفات دست خواهیم یافت و پروفیل ولتاژ مناسب ترین وضعیت را خواهد داشت.

حال اگر فیدر مورد مطالعه مطابق شکل (۵) باشد، بخشهای (۱) و (۲) مطابق روش بیان شده بررسی و در صورت امکان هر یک از بخشهای (۱) و (۲) به صورت مستقل جبران سازی گردیده و مشترکین مازاد جبران سازی نشده بعنوان مشترکین متمرکز مطابق شکل (۶) در ابتدای انشعاب لحاظ گردیده و با استفاده از روش بیان شده فیدر مورد مطالعه قرار می گیرد.

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



شکل (۵) : فیدر فشار ضعیف مورد مطالعه با انشعاب فرعی



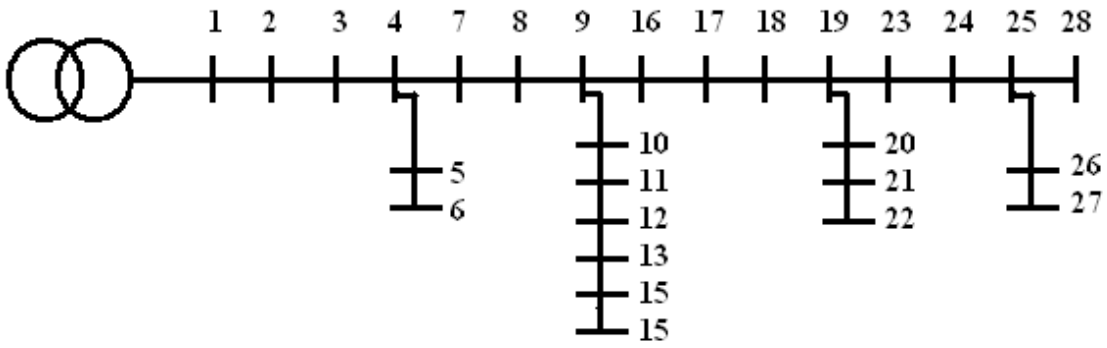
شکل(۶): فیدر فشار ضعیف پس از جبران سازی فیدر های فرعی

تذکر: تعداد مشترکین شین ۴ام در شکل (۶) برابر است با مشترکین ۴ام در شکل (۵) بعلاوه مشترکین جبران سازی نشده شاخه فرعی (۱)

تعداد مشترکین شین ۱۲ام در شکل (۶) برابر است با مشترکین ۱۲ام در شکل (۵) بعلاوه مشترکین جبران سازی نشده شاخه فرعی(۲)

جا یابی بهینه خازن در یک فیدر فشار ضعیف نمونه واقعی

بخشی از شبکه فشار ضعیف به روش بیان شده مورد مطالعه قرار گرفته است که در اینجا یک فیدر نمونه از آن آورده شده است. شکل (۷) فیدر نمونه واقعی مورد مطالعه را نشان می دهد که در جدول (۱) اطلاعات مریوط آن آورده شده است.



شکل(۷): فیدر نمونه مورد مطالعه واقعی

جدول ۱ :تعداد مشترکین در هر پایه

شماره پایه	تعداد مشترک هر فاز R	تعداد مشترک هر فاز S	تعداد مشترک هر فاز T	تعداد کل مشترکین پایه
۱	۱	۱	۱	۳
۲	۰	۰	۰	۰
۳	۲	۲	۱	۵
۴	۱	۱	۱	۳
۵	۱	۱	۲	۴
۶	۱	۱	۱	۳
۷	۲	۲	۲	۶
۸	۱	۲	۲	۵
۹	۱	۱	۱	۳
۱۰	۰	۰	۰	۰
۱۱	۱	۱	۱	۳
۱۲	۲	۲	۰	۴
۱۳	۱	۱	۱	۳

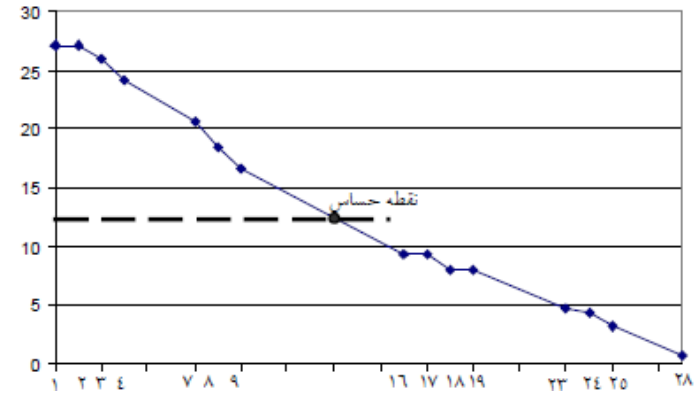
۱۴	۱	۱	۲	۴
۱۵	۱	۱	۱	۳
۱۶	۰	۰	۰	۰
۱۷	۱	۱	۲	۴
۱۸	۰	۰	۰	۰
۱۹	۲	۲	۱	۵
۲۰	۱	۰	۱	۲
۲۱	۰	۰	۰	۰
۲۲	۱	۱	۰	۲
۲۳	۰	۰	۱	۱
۲۴	۱	۱	۱	۳
۲۵	۱	۱	۰	۲
۲۶	۱	۱	۱	۳
۲۷	۰	۱	۱	۲
۲۸	۱	۰	۱	۲

حداقل توان راکتیو ابتدای فیدر برابر با ۲۷,۱ KVAR می باشد لذا حداقل توان راکتیو هر مشترک این فیدر عبارت است از:

$$q_{cr} = \frac{Q_{\min}^{F}}{\sum_{i=1}^{n} n_i} = \frac{27.1}{75} = 0.3613$$

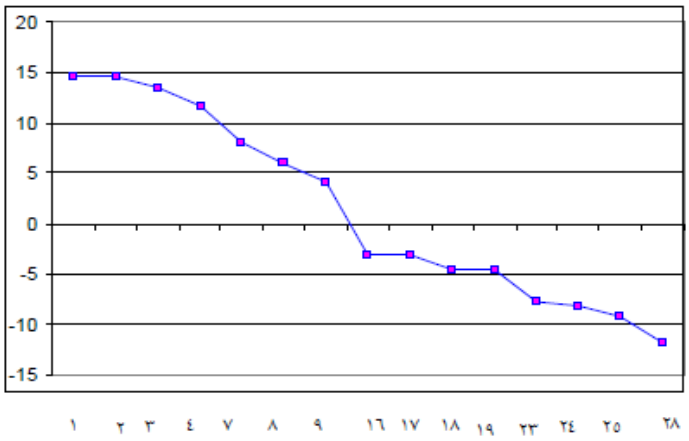
با توجه به حداقل توان راکتیو هر مشترک، نصب خازن در شاخه های فرعی مقدور نیست و برای یافتن مکان مناسب نصب در شاخه اصلی ابتدا مشترکین شاخه های فرعی را به سر انشعاب منتقل نموده سپس منحنی توزیع تجمعی توان راکتیو آن را ترسیم می کنیم:

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



شکل ۸ : منحنی توزیع تجمعی مشترکین

اولین نقطه حساس گره ۹ است و محل نصب خازن گره ۱۶ می باشد. منحنی توزیع تجمعی فیدر پس از نصب خازن در گره ۱۶ در شکل (۹) نشان داده شده است.



شکل ۹ : منحنی توزیع تجمعی مشترکین پس از نصب اولین خازن

به طریق مشابه عمل نموده نقطه حساس دیگر گره ۳ می باشد و محل مناسب نصب خازن گره ۴ می باشد.

اگر در همین فیدر با دستورالعمل خازن گذاری موجود در شرکتهای توزیع اقدام به خازن گذاری می کردیم بایستی در گره های ۸ و ۱۹ خازن نصب می شد که در این صورت اضافه ولتاژ ناشی از عدم استقرار خازن در مرکز ثقل توان راکتیو و اضافه ولتاژ ناشی از نوسانات بار موجب آسیب دیدن خازن و برخی مشترکین خواهد شد که این مساله در چند شرکت توزیع رخ داده است.این فیدر به روش جستجوی کامل مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن با روش ارائه شده، یکسان است.

در جدول صفحه بعد مقایسه ای بین دو روش انجام گرفته است:

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

ردیف	ولتاژ قبل از جبران سازی	ولتاژ بعد از جبران سازی به روش معمول در پیک	ولتاژ بعد از جبران سازی به روش پیشنهادی در پیک	ولتاژ بعد از جبران سازی به روش معمول در حداقل بار	ولتاژ بعد از جبران سازی به روش پیشنهادی در حداقل بار
۱	۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	۲۲۸	۲۲۸
۲	۲۱۶,۴۵ ۹	۲۱۶,۷۵ ۹۹	۲۱۶,۷۵ ۹۹	۲۲۷,۴۲ ۲	۲۲۷,۴۲ ۲
۳	۲۱۲,۹۰۴ ۹	۲۱۳,۵۲ ۰۷	۲۱۳,۵۲ ۰۷	۲۲۶,۸۴ ۶۸	۲۲۶,۸۴ ۶۸
۴	۲۰۹,۷۴ ۴۵	۲۱۰,۶۶۷ ۳	۲۱۰,۵۱۱ ۲	۲۲۶,۳۷ ۰۴	۲۲۶,۳۷ ۰۴
۵	۲۰۹,۵۳ ۹۴	۲۱۰,۴۶۰ ۳	۲۱۰,۳۰۴ ۴	۲۲۶,۳۱ ۸۴	۲۲۶,۳۱ ۸۴
۶	۲۰۹,۳۹ ۱۷	۲۱۰,۳۱۲ ۳	۲۱۰,۱۵۶ ۵	۲۲۶,۲۸۱ ۴	۲۲۶,۲۸۱ ۴
۷	۲۰۶,۹۳ ۸	۲۰۸,۰۱۲ ۸	۲۰۷,۸۵ ۶۳	۲۲۵,۹۸ ۵۶	۲۲۵,۸۲ ۶
۸	۲۰۴,۴۲ ۷۴	۲۰۵,۵۶ ۴۲	۲۰۵,۴۹ ۷۵	۲۲۵,۶۷ ۷۹	۲۲۵,۳۳ ۶۳
۹	۲۰۲,۲۶ ۹۴	۲۰۳,۶۵ ۱۳	۲۰۳,۴۹ ۳۹	۲۲۵,۲۹ ۹۶	۲۲۴,۹۷ ۶۳
۱۰	۲۰۱,۲۹۲ ۷	۲۰۲,۶۷ ۴۸	۲۰۲,۵۱۷ ۳	۲۲۵,۰۵ ۵۵	۲۲۴,۷۳ ۲۲
۱۱	۲۰۰,۳۱۶	۲۰۱,۰۹۸ ۵	۲۰۱,۳۴۰ ۷	۲۲۱,۰۱۱۵	۲۲۱,۱۸۸ ۰
۱۲	۱۹۹,۴۸ ۶۹	۲۰۰,۸۶۹ ۸	۲۰۰,۷۱۲ ۲	۲۲۴,۶۰۴ ۵	۲۲۴,۲۸۱ ۱
۱۳	۱۹۹,۱۳ ۴۸	۲۰۰,۵۱۴ ۲	۲۰۰,۳۵ ۷	۲۲۴,۵۱۵ ۱	۲۲۴,۱۹۱ ۹

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

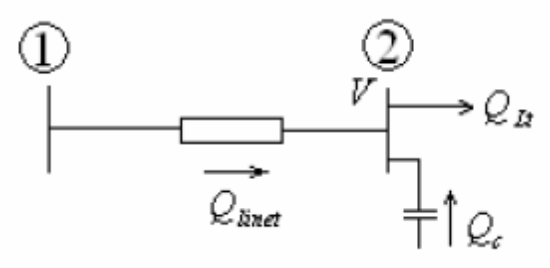
۱۴	۱۹۸,۹۳۰۵	۲۰۰,۳۰۶۸	۲۰۰,۱۴۹۹	224.462	۲۲۴,۱۳۹۸
۱۵	۱۹۸,۷۸۲۹	۲۰۰,۱۵۸۸	۲۰۰,۰۰۲	۲۲۴,۴۲۵۸	۲۲۴,۱۰۲۸
۱۶	۲۰۱,۲۳۵۹	۲۰۲,۷۷۳۵	۲۰۲,۴۵۸۱	۲۲۵,۲۰۳۲	۲۲۴,۸۷۸۳
۱۷	۲۰۰,۲۰۲۵	۲۰۱,۸۹۶۱	۲۰۱,۴۲۲۴	۲۲۵,۱۰۷۶	۲۲۴,۶۱۹
۱۸	۱۹۹,۲۲۵۸	۲۰۰,۹۱۹۷	۲۰۰,۴۴۵۸	۲۲۵,۰۲۸۱	۲۲۴,۳۷۵
۱۹	۱۹۸,۲۴۲۱	۱۹۹,۹۴۳۲	۱۹۹,۴۶۹۲	۲۲۴,۹۴۹۶	۲۲۴,۱۳۰۹
۲۰	۱۹۸,۱۵۸۱	۱۹۹,۸۵۵۲	۱۹۹,۳۸۰۴	۲۲۴,۹۲۸	۲۲۴,۱۰۹
۲۱	۱۹۷,۹۱۹۶	۱۹۹,۶۱۹۲	۱۹۹,۱۴۳۷	۲۲۴,۸۶۹۴	۲۲۴,۰۵۰۱
۲۲	۱۹۷,۶۸۱۱	۱۹۹,۳۸۳۲	۱۹۸,۹۰۷	۲۲۴,۸۱۰۷	۲۲۳,۹۹۱۲
۲۳	۱۹۷,۷۴۹۷	۱۹۹,۴۳۹۱	۱۹۸,۹۶۶۳	۲۲۴,۸۲۲۹	۲۲۴,۰۰۴۶
۲۴	۱۹۷,۱۵۹۳	۱۹۸,۸۴۶۹	۱۹۸,۳۷۴۶	۲۲۴,۶۷۴۶	۲۲۳,۸۵۶۵
۲۵	۱۹۶,۷۱۶۵	۱۹۸,۴۰۲۸	۱۹۷,۹۳۰۸	۲۲۴,۵۶۳۴	۲۲۳,۷۴۵۴
۲۶	۱۹۶,۳۶۵	۱۹۸,۰۴۷	۱۹۷,۵۷۶۱	۲۲۴,۴۷۳۷	۲۲۳,۶۵۶۲
۲۷	۱۹۶,۱۶۱۲	۱۹۷,۸۳۹۳	۱۹۷,۳۶۹۵	۲۲۴,۴۲۱۲	۲۲۳,۶۰۴
۲۸	۱۹۶,۰۰۴۰	۱۹۸,۵۵۰۰	۱۹۸,۹۷۸۷	۲۲۴,۶۰۰۴	۲۲۳,۷۸۲۴
درصد کاهش تلفات		٪۱۰,۲	٪۱۱,۷	٪۴,۶	٪۵,۲

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

۳-۹- خازن گذاری بدون توجه به سطح ولتاژ و با توجه به شعاعی بودن:

در این قسمت مسئله خازن گذاری بهینه در فیدرهای شعاعی شبکه های توزیع فرمولبندی و یک راه حل تحلیلی جدید برای حل مسئله ارائه شده است. اعمال روش خازن گذاری مطرح شده در این بخش مستقل از سطح ولتاژ سیستم مورد مطالعه می باشد و تنها محدودیت آن شعاعی بودن سیستم قدرت مورد بررسی است. لذا از روش ارائه شده می توان در شبکه های فشار ضعیف و فشار متوسط منتهی با ساختار شعاعی استفاده کرد. تابع هدف در مسئله بهینه سازی، کاهش تلفات انرژی با در نظر گرفتن هزینه خازنهای به کار رفته و همچنین برای اولین بار هزینه تامین توان راکتیو مورد نیاز بارهای شبکه است. در روش پیشنهادی هر دو پارامتر مقدار و محل بهینه خازنهای ثابت در فیدرهای با توزیع بار غیر یکنواخت با احتساب مقادیر متوسط بار در دوره های زمانی معین و با وجود یا نبود فیدرهای فرعی توسط فرمولهای بسته ریاضی محاسبه گردیده است. روش ارائه شده در این بخش به عنوان یک آلترناتیو جدید با قابلیت دقت بیشتر و ارائه مدلی نزدیک به شرایط موجود و حذف فرضیات غیر واقعی نسبت به سایر روشهای تحلیلی دیگر میتواند در عمل مورد استفاده برقهای منطقه ای واقع شود.

فرض کنید خط انتقالی با ولتاژV و مقاومت Rانرژی الکتریکی مصرف کننده ای را در نقطه ۲ تامین میکند(شکل ا). بار موجود توان راکتیو متغیر با زمان را مصرف می کند. اگر جبران کننده ای در سر بار نصب نشده باشد، Qc=0 هزینه تولید و اتنقال توان راکتیو از خط اتنقال در مدت زمان Tرا می توان از رابطه (۱) به دست آورد.



شکل (۱):نمودار مربوط به نحوه تولید ، توزیع و مصرف انرژی الکتریکی

$$C_1 = \int_0^T Q_{Lt}{}^2 \left(\frac{Rb}{V^2}\right) dt + c_1 \int_0^T Q_{Lt}\, dt \qquad (1)$$

در رابطه فوق داریم:

- **b1:هزینه هر کیلو وات ساعت در نقطه۱**
- **c1:هزینه تولید هر کیلو وار ساعت در نقطه۱**

در صورتیکه خازن ثابتی با ظرفیت در نقطه ۲ نصب شود هزینه تولید و اتنقال توان راکتیو به صورت رابطه (2) خواهد بود.

$$C_2 = \int_0^T Q_{linet}{}^2 \left(\frac{Rb}{V^2}\right) dt + c_1 \int_0^T Q_{linet}\, dt + c_c Q_c \qquad (2)$$

در رابطه فوق C_c هزینه هر کیلو وار خازن نصب شده در نقطه ۲ است.

لذا کار گذاری خازن ثابت با ظرفیت Q_c در سر بار زمانی قابل توجیه است که طبق رابطه (۳) داشته باشیم:

$$E = C_1 - C_2 \succ 0 \qquad (3)$$

با جای گذاری عبارات مربوط به C_2 و C_1 در رابطه (۳) و همچنین با در نظر گرفتن روابط (۴) و (۵) به رابطه (۶) می رسیم:

$$Q_c + Q_{linet} = Q_{Lt} \qquad (4)$$

$$Q_L = \frac{1}{T}\int_0^T Q_{Lt}\,dt \qquad (5)$$

$$E = \left[\frac{2Q_L RbT}{V^2} - (c_c - c_1)T\right]Q_c - \frac{RbT}{V^2}Q_c^{\,2} \qquad (6)$$

با فرض پارامتر های A_2 و A_1 طبق روابط (۷) و (۸) معادله (۹) هم ارز معادله (۶) شده و با مشتق گیری از این رابطه مقادیر بهینه $Q_{line\,e}$ ،E_{max} و Q_{ce} از روابط (۱۰)،(۱۱)،(۱۲) به دست می آیند.

$$A_1 = \frac{2Q_L RbT}{V^2} - (c_c - c_1)T \qquad (7)$$

$$A_2 = \frac{RbT}{V^2} \qquad (8)$$

$$E = A_1 Q_c - A_2 Q_c^{\,2} \qquad (9)$$

$$Q_{line_e} = \frac{(c_c - c_1)}{2b}\left(\frac{V^2}{R}\right) \qquad (10)$$

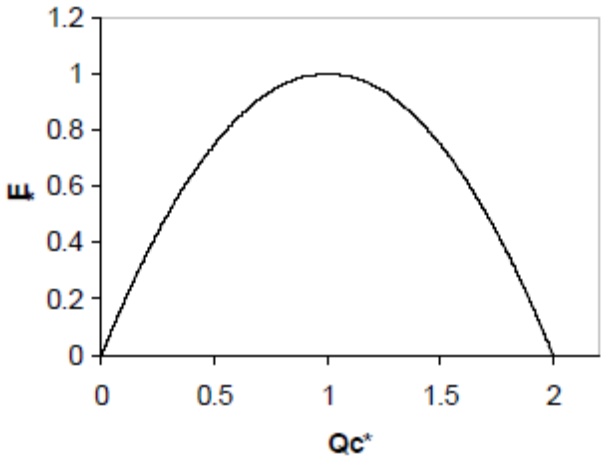
$$E_{\max} = \frac{Q_{ce}}{V^2} RbT \qquad (11)$$

$$Q_{ce} = \frac{A_1}{2A_2} = Q_L - \frac{(c_c - c_1)V^2}{2bR} \qquad (12)$$

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

با نرمالیزه کردن معادله (۹) توسط مقادیر Q_{ce} و E_{max} این معادله به صورت رابطه (۱۳) تغییر می یابد.

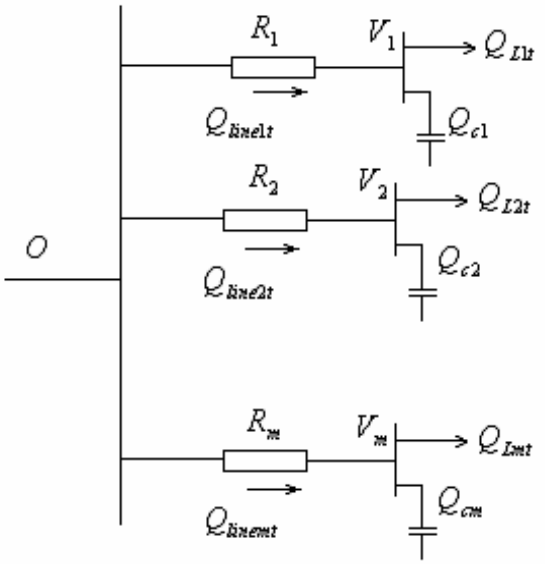
$$E_* = 2Q_{c^*} - Q_{c^*}\ ,E_* = \frac{E}{E_*}\ ,Q_{c^*} = \frac{Q_c}{Q_{ce}} \qquad (13)$$



شکل (۲) : دیاگرام نرمالیزه شده صرفه اقتصادی بر حسب ظرفیت خازنی منصوبه

همانطوری که مشاهده می شود حداکثر مقرون به صرفه گی نصب خازن Qc ، $E.=1$ در $Qc=Qce$ حاصل میشود. هر گونه انحراف از مقدار Qce در قالب بیشبود، Qc^* >۱ یا کمبود Q_c^* <1 ، جبرانسازی کاهش صرفه اقتصادی خازن منصوبه می گردد.نمودار شکل(۲) نشان میدهد که اگر تزریق توان راکتیو دو برابر مقدار بهینه آن باشد صرفه اقتصادی منفی شده و این به معنی افزایش هزینه است. با معلوم بودن ضرایب Ai میتوان مقادیر بهینه خازنها را در شبکه های پیچیده تر با روش فوق محاسبه کرد. برای شروع کار شبکه شعاعی شکل(۳) را در نظر میگیریم.

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



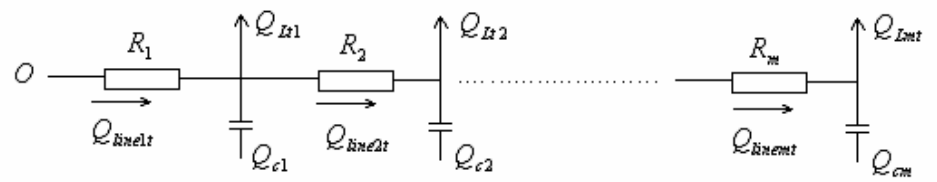
شکل(3): نحوه اتصال m مصرف کننده از طریق فیدرهای اختصاصی به منبع واحد O

فرض بر این است که به تعداد m مصرف کننده از منبع واحد O تغذیه میکنند و در سر هر یک از مصرف کننده ها خازن ثابتی به ظرفیت Qc نصب شده است. اگر فرض کنیم که بارهای موجود در هر فیدر مستقل از هم باشند میتوان شبیه دسته معادلات (۱۰) الی(۱۲) توانهای راکتیوی که باید به صورت بهینه و اقتصادی از فیدر های مربوطه عبور کنند از رابطه(۱۴) به دست آورد.

$$\frac{V_i^2(c_{ci}-c_c)}{2b}=R_iQ_{line\,ic} \qquad (14)$$

شکل(۴) یک فیدر اصلی با انشعابات متناظر با آن را نشان می دهد. در این شکل بر سر هر انشعاب i خازن ثابتی به ظرفیت مجهول Qci نصب شده است.

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



شکل(4): ساختار یک فیدر عمومی به تعداد m مصرف کننده توزیع شده روی آن

بدون نصب هیچگونه خازنی در مدار هزینه تولید و انتقال توان راکتیو به مصرف کننده ها از رابطه(۱۵) به دست می آید.

$$C_1 = \sum_{i=1}^{m} R_i \left(\sum_{j=1}^{m} Q_{Lj}\right)^2 \left(\frac{bT_i}{V^2}\right) + c_1 \sum_{i=1}^{m} Q_{Li} T_i \qquad (15)$$

با فرض وجود خازن ها در مدار تابع هزینه طبق رابطه (۱۶) محاسبه می شود.

$$C_2 = \sum_{i=1}^{m} R_i \left[\sum_{j=i}^{m} (Q_{Lj} - Q_{cj})\right]^2 \frac{bT_i}{V^2} + c_1 \sum_{i=1}^{m} (Q_{Li} - Q_{ci}) T_i + c_c \sum_{i=1}^{m} Q_{ci} T_i \qquad (16)$$

طبق معمول تابع صرفه اقتصادی مشابه رابطه (۳) از تفاضل دو تابع هزینه فوق به دست می آید.

$$E = C_1 - C_2 \qquad (17)$$

پس از دیفرانسیل گیری از رابطه فوق نسبت به پارامتر Q_{ci} دستگاه معادلات ذیل حاصل می شود.

$$2R_1 Q_{line1} \frac{bT_1}{V^2} + +c_1 T_1 - c_c T_1 = 0$$

$$2R_1 Q_{line1} \frac{bT_1}{V^2} + 2R_2 Q_{line2} \frac{bT_2}{V^2} + c_1 T_2 - c_c T_2 = 0 \qquad (18)$$

$$2R_1 Q_{line1} \frac{bT_1}{V^2} + 2R_2 Q_{line2} \frac{bT_2}{V^2} + 2R_3 Q_{line3} \frac{bT_3}{V^2} + c_1 T_3 - c_c T_3 = 0$$

....

$$2R_1 Q_{line1} \frac{bT_1}{V^2} + 2R_2 Q_{line2} \frac{bT_2}{V^2} + 2R_3 Q_{line3} \frac{bT_3}{V^2} + ... + 2R_m Q_{linem} \frac{bT_m}{V^2} + c_1 T_m - c_c T_m = 0$$

در دستگاه معادلات فوق پارامتر Ri مقاومت سکشن متصل به پایه i در شکل (۴) می باشد. با حل دستگاه معادلات فوق مقادیر بهینه توان راکتیو جاری شده بین هر دو باسبار کنار هم در این شکل محاسبه شده و متعاقبا از روی مقادیر به

دست آمدهQ_{linei}، و با استفاده از رابطه (19) مقادیر بهینه خازنهای منصوبه در گرههای مختلف به دست می آید.

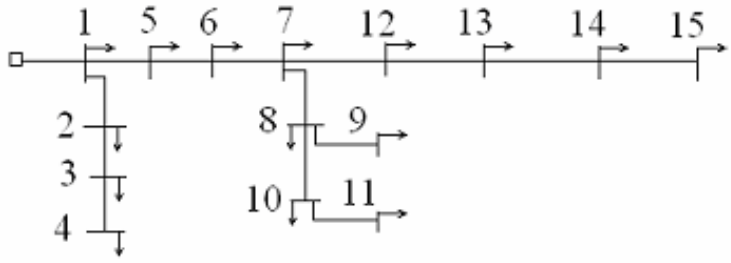
$$Q_{ci} = Q_{Li} + Q_{line(i+1)} - Q_{linei} \qquad i = 1, 2, \ldots, m \qquad (19)$$

ولی در عمل در صورتیکه تابع هدف را تنها کاهش میزان تلفات انتخاب نماییم (Cc=0،C1=0) و همچنین با فرض برابری دوره های زمانی T_i ، در این صورت به جواب بدیهی و ایده ال $Q_{ci}=Q_{Li}$ می رسیم که مسلما به لحاظ اینکه در اکثر باس بارها امکان کوچکتر بودن مقدارQ_{Li} از مقدار استاندارد بانک های واحد ۱۲,۵کیلو واری وجود دارد اعمال این روش در عمل غیر ممکن خواهد بود. لذا برای حل مسئله از ترفندی دیگر مشابه روشهای تحلیل حساسیت به شرح ذیل استفاده شده است.

در روش جدید ابتدا تعدادی از گره های فیدر مورد نظر به عنوان حساس ترین گره ها از طریق یک روش تکراری انتخاب شده و عملیات بهینه سازی تنها برای این تعداد گره اعمال میشود. در این روش ابتدا یک خازن تکی را در کلیه گره ها جابجا کرده و در هر حالت میزان کاهش تلفات را محاسبه می کنیم. گرهی که در آن بیشترین کاهش تلفات مشاهده گردید به عنوان اولین کاندید برای خازن گذاری انتخاب میشود و خازن حاصله از روش بهینه یابی در آن گره اختصاص می یابد. روند فوق برای خازنهای منفرد بعدی با احتساب خازنهای کار گذاشته شده قبلی نیز ادامه می یابد تا مرحله ای که کار خازن گذاری دیگر کاهش قابل ملاحظه ای در میزان تلفات راکتیو ایجاد ننماید. پس از آنکه بهترین گره ها برای خازن گذاری انتخاب گردیدند مسئله بهینه گذاری خازن ها دوباره با در نظر گرفتن خازنهای متناظر با گرههای انتخاب شده در مرحله اول به صورت همزمان و توام انجام گرفته و جواب نهایی به دست می آید. مرا حل تحلیلی این روش در بخشهای ذیل مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۳-۹- روش کاهش تلفات با استفاده از خازنهای منفرد

شکل(5) دیاگرام تک خطی یک فیدر ۱۵ باس باره را نشان می دهد. فرض کنید که خازن Qc در باس شماره i بوده و a مجموعه شاخه هایی باشد که باس خازن دار Qci را به منبع وصل می کند.



شکل(5): ساختار یک فیدر نمونه

به عنوان مثال اگر خازن Qc در باس شماره یازده قرار گیرد توان راکتیو دریافتی از این خازن از سمت منبع تنها مولفه های راکتیو شاخه های مجموعه $\alpha = \{11, 1, 5, 6, 7, 8\}$ ،10 را تغییر میدهد و توان راکتیو عبوری از شاخه هایی که متعلق به مجموعه نباشند تغییر نمی یابد. لذا توان راکتیو در شاخه iام با رابطه (20) بیان می شود:

$$Q_{lineinew} = Q_{linei} + D_i Q_{cj} \qquad D_i = \begin{matrix} 1 \; if \; i \in \alpha \\ 0 \; if \; i \notin \alpha \end{matrix} \qquad (20)$$

توابع مربوط به محاسبه تلفات قبل و بعد از خازن گذاری از روابط (21) و(22) محاسبه میشوند.

$$P_{loss} = \sum_{i=1}^{n} \frac{Q_{line\,i}^{\,2}}{V^2} R_i \qquad (21)$$

$$P_{lossnew} = \sum_{i=1}^{n} \frac{(Q_{line\,i} + D_i Q_c)^2}{V^2} R_i \qquad (22)$$

میزان صرفه جویی یا کاهش تلفات از تفاضل معادلات فوق به دست می آید که طبق رابطه (23) به دست میاید.

$$E = P_{loss} - P_{loss\,new} = -\sum_{i=1}^{n} \frac{(2 D_i Q_{linei} Q_c + D_i Q_c^{\,2})}{V^2} R_i \qquad (23)$$

برای دستیابی به حداکثر کاهش تلفات از تابع E نسبت به مقدارQc مشتق می گیریم که نتیجه به صورت رابطه (۲۴)بیان شده است.

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

$$\frac{\partial E}{\partial Q_c} = -2\sum_{i=1}^{n} \frac{(D_i Q_{line\,i} + D_i Q_c)}{V^2} R_i = 0 \qquad (24)$$

که در نتیجه آن مقدار بهینه خازن برای حد اکثر کاهش تلفات از رابطه (۲۵) به دست می آید.

$$Q_c = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i Q_{line\,i} R_i}{\sum_{i=1}^{n} D_i R_i} \qquad (25)$$

روش فوق را برای کلیه گره های موجود روی فیدر اعمال کرده و کاهش تلفات متناظر نیز محاسبه میگردد. گرهی که در آن کارگذاری خازن بیشترین کاهش تلفات را در بر داشته باشد بهترین و اولین گره برای خازن گذاری انتخاب می گردد. با اختصاص خازن متناظر با این گره عملیات فوق با وجود اولین خازن انتخاب شده در مدار برای گرههای بدون خازن باقیمانده تکرار میگردد تا بهترین گره بعدی از لحاظ بیشترین تاثیر در کاهش تلفات به دست آید. عملیات فوق تا لحظه ای ادامه می یابد که کارگذاری خازن در شبکه کاهش قابل ملاحظه ای در تلفات فیدر را شامل نگردیده و لذا از لحاظ اقتصادی توجیهی نداشته باشد. پس از مشخص شدن بهترین گرهها برای خازن گذاری عملیات بهینه گذاری خازن به صورت توام و همزمان برای گرههای کاندید شده از مرحله اول تکرار می شود که منجر به دستگاه معادلات (26) می شود. دوباره تاکید میگردد که در این دستگاه عملیات مشتق گیری تنها برای گره های کاندید شده از مرحله اول انجام می گیرد. در حالیکه مشتق گیری در دستگاه معادلات (18) نسبت به تمامی خازنهای اولیه مفروض در کلیه گره ها انجام گرفت که منجر به ایجاد نتایج کاملا تئوریک و غیر عملی گردید.

$$\frac{\partial E}{\partial Q_{C1}} = 0; \frac{\partial E}{\partial Q_{C2}} = 0; \ldots; \frac{\partial E}{\partial Q_{Ck}} = 0 \qquad (26)$$

در روش ارائه شده در این بخش در صورتیکه توان راکتیو متوسط شاخه های فرعی موجود روی فیدر به راحتی قابل اندازه گیری نباشد میتوان سهم هر یک از مصرف کننده های فرعی را از یکی از روشهای ذیل به دست آورد:

الف- در صور دیماند تمام مشترکین متصل به گره یا پایه i معلوم باشد پس از تعیین مجموع دیماند های متصل به هر پایه توان راکتیو متوسط ابتدای فیدر را به نسبت دیماند هر پایه تقسیم کرده و مقدار Qli را محاسبه میکنیم.

ب- در صورتیکه دیماند در دسترس نباشد ولی بتوان تعداد مشترکین متصل به هر پایه را به دست آورد میتوان توان راکتیو متوسط ابتدای فیدر را به نسبت تعداد مشترکین بین پایه ها تقسیم کرده و مقادیر Qli را به دست آورد.

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

ج- در صورتیکه اطلاعات فوق نیز در دسترس نباشد بهتر است توان راکتیو ابتدای فیدر به صورت یکنواخت بین پایه ها تقسیم گردد. در این صورت مسئله از حالت توزیع بار غیر یکنواخت به توزیع با یکنواخت تبدیل میگردد. از آنجا که در روش ارائه شده در این بخش امکان عدم برابری مقاومت معادل بین پایه های مجاور و همچنین وجود کلیه انشعابات فرعی در نظر گرفته شده است. لذا نسبت به روشهای تحلیلی موجود من جمله روش تحلیلی ارائه شده در برخی کتاب ها تحت عنوان ״قانون ۲/۳ ״ از دقت بیشتری برخوردار است.

۲-۳-۹- مطالعات عددی:

برای بررسی کارایی روش پیشنهادی در عمل، یک مطالعه موردی بر روی یک فیدر واقعی (شکل 5) انجام گرفته است. گرچه مثال مورد استفاده در این بخش یک فیدر شعاعی فشار ضعیف با ولتاژ 380 ولت است، اعمال روش مزبور مستقل از سطح ولتاژ سیستم مورد مطالعه بوده و تنها محدودیت آن شعاعی بودن سیستم قدرت مورد بررسی است. لذا از روش ارائه شده می توان در شبکه فشار متوسط با ولتاژ 20 کیلو ولت منتهی با ساختار شعاعی استفاده کرد. مقدار متوسط توان راکتیو ابتدای فیدر با نصب دستگاه اندازه گیری 50کیلو وار محاسبه گردیده است. تلفات ناشی از جریانهای راکتیو جاری در شبکه مزبور و در سطح ولتاژ های ۴۰۰ ، 390 و 380ولت به ترتیب برابر 7.28، 7.66و 8.067است. پس از اعمال روش خازن یابی ابتدا گره 7 با مقدار خازنی 37.42کیلو وار و پس از آن گره شماره 40با مقدار خازن 13.14 کیلو وار به عنوان بهترین کاندیداها برای خازن گذاری به دست آمدند. میزان کاهش تلفات در اثر خازن گذاری با مقادیر به دست آمده ار مرحله اول عملیات بهینه یابی در روش ارائه شده به ازای سطح ولتارهای مختلف در جدول شماره ۱ خلاصه شده است. در این جدول اعداد ثبت شده در ستون های دوم و سوم مربوط به میزان کاهش تلفات در هر مرحله نسبت به مرحله قبل است.

سطح ولتاژ (ولت)	میزان کاهش تلفات (کیلووات)		
	پس از خازن گذاری در باس ۷	پس از خازن گذاری در باس ۴ با وجود خازن ۷ در مدار	تلفات نهایی (کیلووات)
۴۰۰	۵,۵۹	۰,۷۸۶	۰,۹۰۴
۳۹۰	۵,۸۸	۰,۸۲	۰,۹۶
۳۸۰	۶,۱۹	۰,۸۷	۱,۰۰۷

جدول(۱): میزان کاهش تلفات در مراحل مختلف خازن گذاری

پس از آنکه گره های ۷ و ۴ به عنوان بهترین گره ها برای خازن گذاری انتخاب گردیدند،در مرحله بعد دستگاه معادلات(26) برای به دست آوردن مقادیر بهینه خازن به صورت توام و همزمان برای گرههای منتخب حل شد که در نتیجه آن به

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

ترتیب برای گره های ۷ و ۴ مقادیر 29.54 و 16.44 کیلو وار به دست آمد. تلفات نهایی حاصل از خازن گذاری مقادیر به دست آمده جدید در سطوح ولتاژ ۴۰۰ ، 390 و 380 ولت به ترتیب برابر ۰/۷ ،۰/۷۴و۰/۷۸ است. از آنجا یی که در عمل بانک های خازنی موجود در قالب واحد های خازنی 12.5کیلو واری هستند لذا در نهایت مقادیر عملی 25 و 12.5کیلو واری که نزدیکترین مقادیر عملی به نتایج بهینه به دست آمده هستند انتخاب گردید که در نتیجه آن مقدار تلفات نهایی در سطوح ولتاژ مختلف به ترتیب برابر۰/۹۲۶ ، ۰/۹۷۴ و ۱/۰۲۶ به دست آمد.

WikiPower.ir

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

فصل دهم : منافع اقتصادی نصب خازن

بارسیستم های الکتریکی شامل دو مولفه است : توان حقیقی و توان راکتیو.

توان حقیقی می بایست درنیروگاه تولید شود و درحالیکه توان راکتیومیتواند یا درنیروگاه تولید شده یا توسط خازن ها تامین گردد.این موضوع یک حقیقت شناخته شده ای است که خازنهای قدرت موازی اقتصادی ترین طریق تامین نیاز بار راکتیو بارهای اندوکتیو وخطوط انتقال با ضریب توان پس فاز هستند.

اگر توان راکتیو منحصرا در نیروگاه تولید شود هر یک ازتجهیزات سیستم (ژنراتورها، ترانسفورماتورها، خطوط انتقال و توزیع، کلیدها و وسایل حفاظتی)بایستی به تناسب اندازه شان بزرگتر شوند. خازنها با کاستن ازتقاضای بار راکتیو ژنراتورها می توانند این شرایط را کاهش داده وجریان خطوط از محل خازنها تا نیروگاه کمتر گردد درنتیجه ازتلفات و بارگزاری روی خطوط توزیع ، ترانسفورماتورها وخطوط انتقال کاسته می گردد. با نصب خازن ها می توان مقداری از ظرفیت ژنرا تورها و پستها و خطوط انتقال و توزیع را آزاد نمود . بعلاوه کاهش جریان در ترانسفورماتور و تجهیزات توزیع وخطوط ، دراین وسایل محدودیت کیلو ولت آمپری را کاهش داده و در نتیجه نیاز به تا سیسات جدید را به تاخیر می اندازد. درکل ،منافع اقتصادی ایجاب می کند که بانکهای خازنی بجای شبکه های ثانویه روی سیستم های توزیع اولیه نصب شوند.

بطور خلاصه ،منافع اقتصادی حاصل ازنصب خازنها را چنین می توان بیان نمود:

- آزاد شدن ظرفیت تولید
- آزاد شدن ظرفیت انتقال
- آزاد شدن ظرفیت پست توزیع
- منافع اضافی در سیستم توزیع عبارتست از:
- کاهش تلفات انرژی (مس)
- کاهش افت ولتاژ و در نتیجه بهبود تنظیم ولتاژ

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

- آزاد شدن ظرفیت فیدر و تجهیزات مربوطه

- به تاخیر انداختن یا حذف هزینه سرمایه جهت اطلاع یا توسعه سیستم

- افزایش درآمد ناشی از بهبود ولتاژ

۱-۱۰- منافع حاصله از ظرفیت آزاد شده:

ظرفیت آزاد شده دراثرنصب خازنها ر ا بطورتقریبی از فرمول زیر می توان بدست آورد.

$$\Delta S_G = \begin{cases} \left[\left(1-\frac{Q_c^2\times\cos^2\theta}{S_G^2}\right)^{0.5}+\frac{Q_c\times\sin\theta}{S_G}-1\right]S_G & Q_c \succ 0.1S_G \quad (1) \\ Q_c\times\sin\theta & Q_C \prec 0.1S_G \quad (2) \end{cases}$$

که در آن :

ΔS_G = ظرفیت آزاد شده مازاد بر حداکثر ظرفیت درضریب توان قبلی ، KVA

S_G = ظرفیت لازم بعد از نصب خازن

Q_c = توان راکتیو خازنهای تصحیح کنند، KVAR

$\cos\theta$ = ضریب توان قبل ازنصب خازنها(کنترل نشده)

بنابراین منافع سالیانه عاید شده در اثر این ظرفیت آزاد شده را می توان چنین بدست آورد:

$$\Delta\$_G = \Delta S_G \times (C_G \times i_G + C_T \times i_T + C_S \times i_S + C_{SS} \times i_{SS}) \qquad (3)$$

که در آن :

$\Delta\$_G$ = منافع سالیانه حاصله از ظرفیت آزاد شده تولید، انتقال ،فوق توزیع و پست های توزیع

ΔS_G = ظرفیت آزاد شده مازاد بر حداکثر ظرفیت درضریب توان قبلی ، KVA

C_G = هزینه تولید(تولید پیک) $/KW

i_G = نرخ هزینه ثابت سالیانه قابل اعمال در تولید

C_T = نرخ هزینه خط انتقال وتجهیزات وابسته ، $/KVA

i_T = نرخ هزینه ثابت سالیانه قابل اعمال درانتقال

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

C_S = هزینه پست وتجهیزات وابسته فوق توزیع و انتقال $/KVA

i_S = نرخ هزینه ثابت سالیانه قابل اعمال در پست فوق توزیع وانتقال C_{ss} = هزینه پست وتجهیزات وابسته توزیع S/KVA

i_{SS} = نرخ هزینه ثابت سالیانه قابل اعمال در پست توزیع

۲-۱۰- منافع حاصله از کاهش تلفات انرژی

در نتیجه کاهش تلفات مس ناشی از نصب خازنها، تلفات انرژی سالیانه پایین می آید. انرژی ذخیره شده را به شکل زیر می توان بیان نمود:

$$\Delta ACE = \frac{Q_c \times R(2S_1 \sin\theta - Q_c)8760}{1000 \times V^2} \quad KWh/yr \qquad (4)$$

که در آن :

ΔACE = انرژی ذخیره شده سالیانه ، Kwh/yr

Q_c = توان راکتیو سه فازخازنهای اصلاح، KVAR

R = مقاومت کل خط تا مرکز بار

S_1=بار سه فاز اولیه یا کنترل نشده ، KVA

$\sin\theta$ = سینوس زاویه ضریب توان اولیه (کنترل نشده)

V = ولتاژخط - خط KV

بنابراین منافع سالیانه حاصل ازانرژی ذخیره شده را بصورت زیرمی توان حساب نمود:

$$\Delta\$_{AEC} = \Delta AEC \times EC \qquad (5)$$

لازم به ذکر است که برای محاسبه انرژی ذخیره شده سالیانه باید منحنی بار Si، برای پستهای عمومی تعیین و یک ضریب تعدیل نسبت به منحنی بارحالت پیک درنظر گرفته شود.

۳-۱۰- منافع حاصل از کاهش افت ولتاژ

عواید زیر از نصب خازن در یک مدار بدست می آید:

جریان مؤثرخط کاهش می یابد درنتیجه افت ولتاژمربوط به ولتاژهای IR و IX هر دو کم شده باعث بهبود تنظیم ولتاژ می شوند.

بهبود ضریب توان ،اثر افت ولتاژراکتیو خط را کاهش می دهد. درصد افت ولتاژیک مدار رامی توان چنین نوشت:

$$\%VD = \frac{S_1(r\cos\theta + X\sin\theta)L}{10\times V^2} \qquad (6)$$

که درآن:

٪ VD = درصد افت ولتاژ

S_1 = بارسه فاز، KVA

r = مقاومت خط ، Ω/KM

L = راکتانس خط ، Ω/KM

L = طول هادی ، Km

v = ولتاژخط به خط ، KV

افت ولتاژ حساب شده ازفرمول (۶)مبنای کاربرد خازنها است.پس از نصب خازنها، در اثر بهبود ضریب توان و کاهش جریان موثر خط ،سیستم شاهد افزایش ولتاژی خواهد بود. بنابراین افت ولتاژهای IR و IX به حداقل می رسند. درصد تقریبی خیز ولتاژ در طول خط از رابطه زیر بدست می آید:

$$\%VR = \frac{Q_c \times X \times l}{10\times V^2} \qquad (7)$$

بعلاوه دراثر کاربرد خازنها، پدیده خیز ولتاژی درتمامی ترانسفورماتورهای واقع در بین منبع تولید تا خازنها حاصل می شود. این خیز ولتاژ مستقل ازبار و ضریب توان خط بوده و از رابطه زیر بدست می آید:

$$\%VR_T = \left(\frac{Q_c}{S_T}\right) X_T \qquad (8)$$

که درآن:

$\%VR_T$ = درصد خیزولتاژ در ترانسفورماتور

S_T= قدرت نامی سه فازترانفورماتور، KVA

X_T = در صد راکتاس تراز سفورماتور(تقریبا برابر امپدانس نامی پلاک تراز سفورماتور) باتوجه به رابطه ۷ که مقدار جبران

افت ولتاژ را دراثرخازن گذاری نشان می دهد می توان مصرف انرژی مشترکین (آنچه که توسط شرکت توریع به مشترکین فروخته می شود) را چنین محاسبه کرد:

مصرف انرژی سالیانه $W_1 = (LF)\sqrt{3}\, V_{L1}\, I_R \times 8760$

(V_{L1}= ولتاژ مشترکین است)

درمقابل انرژی فروخته شده به مشترکین، شرکت توزیع ناچار است که در محل پستهای فوق توزیع ، انرژی خریداری نماید که این میزان انژی عبارتست از:

خرید انرژی سالیانه $W_2 = (LF)\sqrt{3}\, V_{L2}\, I_R \times 8760$

(V_{L2} : ولتاژ در پست فوق توزیع است)

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{V_{L1}}{V_{L2}} \Rightarrow \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 = \frac{V_{L2} - V_{L1}}{V_{L1}} \times 100 = \%VR + \%VR_T \qquad (9)$$

یعنی خیزولتاژ$\%VR + \%VR_T$ برابردر صد تلفات انرژی ا ست که در شبکه م صرف نمی شود بلکه در قرائت کنتورها درمحل م شترکین وپست فوق توزیع م ستتربوده ونا شی ازافت ولتاژا ست. و از آنجا که تلفات درهر شرکت توزیع برا ساس انرژی فروخته شـده وانرژی خریداری شـده محاسـبه می گردد ،کاهش افت ولتاژ درکاهش درصـد تلفات شـرکتهای توزیع بسیارموثرخواهد بود.

$$\Delta\$_{VR} = EC_1 + (\%VR + \%VR_T) \times W_1 \qquad (10)$$

که در آن:

W_1 = کل انرژی فروخته شده در سال

خیز ولتاژ = $\%VR + \%VR_T$

EC_1 = هزینه یک کیلووات ســاعت انرژی که ازطرف شــرکت توزیع به شــرکت برق منطقه ای پرداخت می گردد

۴-۱۰-منافع حاصله از ظرفیت آزاد شده در فیدر:

عموما درتعیین ظرفیت هرفیدرغیرازمحدودیتهای حرارتی و مهمتراز آن افت ولتاژ مجاز اســت که دخالت می کند بنابراین

نصب خازنها، افت ولتاژ را کاهش داده وظرفیت فیدرها را افزایش می دهند. بدون احتساب ظرفیت آزاد شده پست یا تنظیم کننده ،ظرفیت آزاد شده فیدرازرابطه زیر حساب می شود:

$$\Delta S_f = \frac{(Q_c)X}{X\sin\theta + r\cos\theta} \quad KVA \qquad (11)$$

بنابراین ،منافع سالیانه حاصله ازظرفیت آزاد شده فیدربه صورت زیرمحاسبه می شود:

$$\Delta\$_f = \Delta S_f \times C_f \times i_f \qquad (12)$$

که در آن:

$\Delta\$_f$= منافع سالیانه حاصله از آزاد شدن فیدر، $/yr

ΔS_f = ظرفیت آزاد شده فیدر، KVA

C_f = **هزینه فیدر نصب شده**،$/KVA

i_f = نرخ هزینه ثابت سالیانه قابل اعمال در فیدر

۵-۱۰- عایدات مالی حاصله از بهبود ولتاژ:

دراثرخیز ولتاژی که ناشی ازنصب بانکهای خازنی تصحیح کننده درسیستم بوجود می آید عایدات شرکت به سبب افزایش مصرف انرژی کیلووات ساعت ،بالامی رود. این وضعیت بخصوص در مورد فیدرهای مناطق مسکونی صادق است.افزایش مصرف انرژی بستگی به وضعیت وسیله مورد استفاده دارد مثلا مصرف روشنایی بصورت توان دوم ولتاژ بالا می رود. در جدول (1) افزایش انرژی کیلووات اضافی (برحسب درمد)بصورت تابعی ازنسبت ولتاژ متوسط پس ازنصب خازنها به ولتاژ متوسط قبل ازنصب آنها نشان داده شده است.

پس ازافزایش عایدی در اثرافزایش مصرف انرژی کیلووات ساعت را بصورت زیرمی توان حساب کرد:

$$\Delta\$_{BEC} = \%Kwh \,.\, W_1 \times (EC - Ec_1) \qquad (13)$$

که در آن:

$\Delta\$_{BEC}$=عایدی سالیانه اضافی دراثرافزایش مصرف انرژی، Kwh و $/yr

%Kwh= افزایش مصرف انرژی Kwhاضافی : ٪

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

W_1= مصرف انرژی Kwhسالیانه اولیه ، Kwh/yr

Ec = هزینه یک کیلووات ساعت انرژی که ازمشترک دریافت می شود.

Ec_1 = **هزینه یک کیلووات ساعت انرژی که به شرکت برق منطقه ای پرداخت می شود.**

افزایش Kwh%	V2/V1
۰	۱,۰۰
۸	۱,۰۵
۱۶	۱,۱
۲۵	۱,۱۵
۳۴	۱,۲
۴۳	۱,۲۵

جدول(۱)

۶-۱۰- منافع کل حاصل از کاربرد خازنها:

منافع کل حاصل از کاربرد خازنها را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

$$\Sigma\Delta\$ = \Delta\$_G + \Delta\$_f + \Delta\$_{ACE} + \Delta\$_{BEC} + \Delta\$_{VP} \qquad (14)$$

اختلاف در اندازه گیری افزایش عایدی انرژی کاهش تلفات کاهش

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

تقاضا منافع کل بدست آمده از رابطه (14)میبایستی با معادل سالانه هزینه کل نصب بانکهای خازنی مقایسه نمود.هزینه کل نصب بانکهای خازنی از رابطه زیر بدست می آید:

$$AEIC_c = \Delta Q_c \times IC_c \quad (15)$$

$\times i_c$

که در آن:

$AEIC_c$ = معادل سالانه هزینه کل بانکهای خازنی نصب شده، $/yr

ΔQ_c = مقدارمورد نیازبانک خازنی اضافه شده ، KVAR

IC_c=هزینه بانکهای خازنی نصب شده ، $/KVAR

i_c= نرخ هزینه ثابت سالانه قابل اعمال درخازنها که برابرمجموع درصد سود بانکی و درصد استهلاک خازن درطول عمرمفید خود است.

دربرآورد اقتصادی مقدار$\Sigma\Delta\$$ را باید با مقدار$AIEC_c$ مقایسه نمود و در صورت بزرگتر بودن $\Sigma\Delta\$$ ضروریت شرکتهای توزیع نسبت به نصب خازنها درنقاط مناسب اقدام نمایند.

WikiPower.ir

نتیجه گیری و پیشنهادات:

کاهش تلفات فشار ضعیف موجب صرفه جویی زیادی از نظر منابع ملی است.(در مقایسه با احداث نیروگاه وتاسیسات برق رسانی با ظرفیت مشابه ، اجرای روش های کاهش تلفات پنجاه بار ارزانتر تمام می شود).خازن گذاری در شبکه های فشار متوسط هم ، علیرغم بهبود ضریب توان و پروفیل ولتاژ، نقش چندانی در کاهش تلفات شبکه فشار ضعیف ندارد.

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

آینده طرح و اولویت های ادامه آن

۱- ضرورت ادامه سیاست گذاری متمرکز جهت نصب خازن در شبکه فشار ضعیف و محل مصرف

سیا ست گذاری متمرکز در تعیین میزان و محل ن صب خازن مورد نیاز ون صب خازن ها تو سط گروه های حرفه ای برای مصرف کنندگان نقش اساسی در توسعه و استمرار طرح خازن گذاری را دارا می باشد.

با توجه به سطح ولتاژ تلفات شبکه های فشار ضعیف حدود نیمی از تلفات پیک بار را شامل می شود. در صورت نصب بانک خازنی در محل پستهای توزیع یا شبکه فشار متوسط اصلاح ضریب قدرت منجر به کاهش تلفات شبکه فشار ضعیف نمی شود و جهت این امر نیاز به نصب خازن در مسیر شبکه فشار ضعیف است.با توجه به انگیزه ناکافی شرکت های توزیع به اولویت دهی روش های کاهش تلفات سازمان توانیز از سال ۷۹ (ابتدای برنامه سوم) اقدام به سیاست گذاری متمرکز در این زمینه نمود . خرید متمرکز خازن های outdoor نیز بعنوان ابزار این هدف ا ستفاده شده ا ست. در مقام مقایسه می توان قابلیت مشابه خازن گذاری در شبکه فشار متوسط یا پست توزیع را ذکر کرد که مشکل افت ولتاژ (یک معضل محسوس و دارای اولویت اجرایی در شبکه توزیع) را شبیه به خازن گذاری در شبکه فشار ضعیف کم می کند ولی نمی تواند موجب کاهش تلفات قابل ملاحظه شبکه فشار ضعیف شود. در صورت توقف سیاست گذاری متمرکز بازگشت به روش های گذشته که مصالح ملی کاهش تلفات را کم رنگتر می بیند محتمل خواهد بود.

۲- اولویت سویچینگ خازن همراه وهم زمان با الکتروموتورها به جای استفاده از خازن سوئیچ شونده مستقل

بخش قابل ملاحظه ای از بار راکتیو شبکه سراسری مربوط به الکتروموتورهایی است که نیاز به خازن اصلاح ضریب قدرت دارند . این الکتروموتورها در بخش کشاورزی و صنعتی به کرات مشاهده می شوند . مناسب ترین راه برای اصلاح ضریب قدرت این الکتروموتورها نصب خازن از طریق کنتاکتور الکتروموتور و بدون تجهیزات سویچینگ اضافی درکنارآنها ست. به این ترتیب همزمان با روشن و خاموش شدن الکتروموتور خازن نیز قطع و وصل می شود.

۳-جبران بار راکتیو مشترکین کشاورزی

برق کشاورزی بسیار ارزان است و با توجه به هزینه تمام شده انرژی الکتریکی تقریبا رایگان است. حتی اگر کنتور دوزمانه برای اندازه گیری راکتیو نصب شده باشد با توجه به ارزانی KWHمبلغ جریمه محاسبه شده از طریق ضریب زیان نیز کم می باشد. اما از نظر هزینه های تولید، انتقال و توزیع صنعت برق تحویل انرژی به بخش کشاورزی حتی گرانتر از بخش صنعت تمام می شود.(میانگین سطح ولتاژ تحویلی به مشترکین کشاورزی پایین تر و در نتیجه تلفات تا محل تحویل

بیشتر است) در هر حال بخش عمده‌ای از مشترکین کشاورزی از خازن استفاده نمی کنند وهزینه ضریب قدرت نامناسب آنها به صورت ا ضافه تلفات به شبکه تحمیل می شود. بعنوان نمونه میزان ا ضافه تلفات در ضریب قدرت ۰,۷ به ۵۰٪ می رسد .

مزایای فنی برای مشترکین کشاورزی

بهبود ولتاژ افزایش عمر مفید الکتروموتور و تجهیزات جانبی از اجرای طرح حاصل می شود. این مطلب می تواند به صورت خلاصه در قالب یک بروشور مکان نصب خازن به مشرکین ارائه شود.

نحوه واگذاری

در این بخش دو روش رایج واگذاری تو ضیح داده می شوند . از نظر اجرایی روش پی شنهادی ا صلی این مزیت را دارد که اجرای طرح منوط به تفهیم مطلب و مراجعه م شترکین برای خرید خازن ها نخواهد بود و از طریق گروه های حرفه ای و با سرعت قابل اجرا است. به بیان خلاصه هم از نظر دقت نصب و سرعت اجرا و هم از نظر سودآوری قابل ملاحظه ملی طرح ، روش پیشنها دی اصلی مورد نظر می باشد.

روش پیشنهادی اول

با توجه به سودآوری فوق العاده در جهت کاهش تلفات و آزادسازی ظرفیت از دید ملی پیشنهاد می شود از اعتبارات طرح خازن گذاری در شبکه های توزیع (از طرح های کاهش تلفات) جهت خرید و ن صب رایگان این خازن ها اقدام شود. می توان شکل و ترکیب ترمینال خازن ها را به گونه ای ساخت که در موارد خاص امکان سرقت یا فروش مجدد آنها به حداقل برسد

گزینه دوم

در صورتیکه امکان نصب رایگان وجود نداشته باشد پیشنهاد می شود بخشی از هزینه مذکور از طریق اعتبار طرح خازن گذاری جهت جبران بار راکتیو لحاظ شود و فروش و ن صب با بهای یارانه ای انجام شود.

۴-جبران بار راکتیو مشترکین صنعتی کوچک ومتوسط و مشترکین بدون کنتور راکتیو

حدود یک سوم م صرف سالانه انرژی الکتریکی و یک پنجم پیک بار ک شور مربوط به صنایع ا ست. عمده بار صنعتی را موتورمای الکتریکی تشکیل می دهد .

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

می توان خازن ها را همراه با کلید موتور قطع و وصل کرد به بیان دیگر هزینه اضافی برای بخش سوییچینگ خازن ها مورد نیاز نیست . به عبارت دیگر صرفا هزینه خازن ثابت مورد نیاز ا ست و بهایی برای تجهیزات سوییچینگ ا ضافی لحاظ نمی شود.

مزایای فنی برای مشترکین صنعتی

بهبود ولتاژ و افزایش عمر مفید الکتروموتور و تجهیزات جانبی از اجرای طرح حاصل می شود. این مطلب می تواند به صورت خلاصه در قالب یک بروشور هنگام نصب خازن به مشترکین ارائه شود. با توجه به امکان سوییچینگ مستقیم خازن های مذکور هنگامیکه به صورت موضعی در کنار موتورهای الکتریکی نصب شوند علاوه بر مزیت اقتصادی چشمگیر نسبت به هزینه تا بلوهای خازنی (چند برابر هزینه مذکور با توجه به رگولاتورها و تجهیزات جانبی دیگر) مزایای فنی بیشترین میزان کاهش تلفات و آزادسازی ظرفیت تجهیزات جانبی تاثیر بسیار کمتر در افزایش هارمونیک ها و نیز جریان هجومی بسیار کمتر خازن ها به دلیل پراکندگی ظرفیت های کوچک خازنی را نسبت به بانک های خازنی متداول به همراه دارد.

WikiPower.ir

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

مراجع:

۱- م.رضایی ساروی،"مهندسی توزیع برق" ،(ترجمه" ELECTRIC POWER DISTRIBUTION SYSTEM ENGINEERING "نوشته" TURAN GONEN " 1986]) McGraw-Hill] ، مرکز نشر دانشگاهی،۱۳۷۵

۲- مقالات منتشر شده توسط شرکت فراکوه

۳-جمال مشتاق، "توجیه اقتصادی نصب خازن در شبکه های توزیع" ، ششمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق،کردستان،۱۳۸۰

۴- عبد الامیر یاقوتی، " استفاده از جبران سازهای خازنی جهت متعادل سازی ولتاژ و بهبود کیفیت توان " ، هشتمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق،هرمزگان،۱۳۸۲

۵- محمد هجری، " ارائه یک روش تحلیلی جدید در مورد خازن گذاری ثابت بهینه در شبکه های توزیع شعاعی" ، نهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق،زنجان ،۱۳۸۳

۶- محمود اصغری فرد، "خازن گذاری در شبکه فشار ضعیف با در نظر گرفتن توزیع تجمعی مشترکین " ، دهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق،تبریز،۱۳۸۴