بانک خازنی چیست و چگونه محاسبه می شود؟

به طور معمول در صنعت به دلیل وجود موتور های الکتریکی خاصیت سلفی وجود دارد و همانطور که می دانید این خاصیت سلفی باعث پایین آمدن ضریب قدرت شبکه می شود که نتیجه آن این است که مقداری از جریان که مصرف کننده از شبکه میگیرد ،غیر مفید باشد و مصرف نشود و این جریان غیرکارآمد ، به صورت مرتب بین شبکه و سلف ، که در موتور استفاده شده ، رد و بدل می شود.

البته این به این معنی نیست که بخواهیم این جریان را با خازن گذاری خذف کنیم نه , این جزو ماهیت و ذات سلف است که مقداری از انرژی را به صورت میدان در خود ذخیره و در نیم سیکل بعد به شبکه پس دهد . ما برای رفع مشکل همراهی جریان غیر مفید و جریان مفید ، این دو جریان را با موازی کردن خازن رفع می کنیم به این صورت که جریان غیر مفید به جای اینکه از ابتدای شبکه به سمت مصرف کننده برود ، از سمت خازن و مسیر کوتاه که باعث اتلاف توان نشود به سمت سلف می آید.همانطور که میدانید سلف و خازن با هم ۹۰ درجه اختلاف فاز دارن و به همین دلیل جریان هم مدام بین سلف خازن رد و بدل می شود.

حال مزایای خازن گذاری را بررسی می کنیم :

۱-کاهش سطح مقطع سیم و کابل به دلیل حذف جریان غیر مفید

۲-کاهش تلفات مسیر

۳-کاهش هزینه برق مصرفی

حال بررسی می کنیم در چه مواردی خازن گذاری به ما کمک میکند تا مشکل را حل کنیم.

۱-اگر ضریب قدرت تاسیسات الکتریکی ساختمان از ۰.۸۵ پایین تر باشد باید به شرکت برق منطقه ای جریمه برق را پرداخت نمود پس برای بالا اوردن ضریب قدرت باید خازن گذاری کنیم.

۲-اگر تلفات تاسیسات به دلیل پایین بودن ضریب قدرت بالا باشد با یک محاسبه ساده می توان فهمید که با خازن گذاری ظرف مدت کوتاهی تمام هزینه ها جبران شده و از آن به بعد سود محسوب میشود.

۳-در صورتی که قسمتی از تاسیسات بار اضافی داشته باشد و تقلیل امپراژ مد نظر باشد.

۴-اگر قرار باشد ماشین الات جدیدی به شبکه ای که ظرفیت ان پر شده اضافه شود.

۵-و.....

برای محاسبه قدرت خازن نیاز به ضریب قدرت فعلی سیستم داریم که آن را از راه های زیر بدست می آوریم.

۱-چنانچه تاسیات دارای کنتور اکتیو و راکتیو باشد از روی قبض میزان مصرف اکتیو وراکتو را خوانده و از فرمول زیر ضریب قدرت را بدست می آوریم

نکته قبض ها را در یک دوره یکساله بررسی میکنیم بعد میانگین اکتیو و راکتیو را در فرمول قرار میدهیم.

روش دوم :

چنانچه تاسیسات فقط دارای یک کنتور اکتیو باشد طبق فرمول زیر عمل میکنیم.

K : ضریب ثابت کنتور

N :چرخش دیسک کنتور در t ثانیه

I : جریان مدار

V : ولتاژ مدار که در طی سنجش ثابت هستند

روش های بالا برای جایی که کسینوس فی متر در اختیار نبود کاربرد دارد اگر که کسینوس فی متر داشتیم به راحتی اندازه میگیریم.

پس از بدست اوردن کسینوس فی به شرح زیر عمل میکنیم.

برای محاسبه قدرت خازن از فرمول زیر استفاده میکنیم.

در فرمول (۱) زاویه در حالت قبل خازن گذاری هست که یه (Arcsin)از ضریب قدرتی که در بالا محاسبه کردیم بدست میاد.

(۲) زاویه هست که ما میخواهیم به آن برسیم اگه ضریب قدرتی که می خواهیم به آن برسیم یه (Arccos) بگیریم بدست میاد

بعدش جایگذاری می کنیم و قدرت خازن رو بدست میاریم.

همچنین بانک خازنی را اینگونه نیز می توان تعریف نمود.

هدف اصلی و عمده نصب بانک خازنی جبران انرژی راکتیو مصرفی بار الکتریکی است. به دلیل تغییرات میزان انرژی مصرفی در طول زمان لازم است تا میزان راکتیو تزریق شده به وسیله خازن به مدار نیز تغییر کند. در غیر این صورت دو حالت پیش می آید

-توان راکتیو کمتری نسبت به آنچه مورد نیاز است به مدار تزریق می شود,که باعث جبران سازی ناقص توان راکتیو مصرفی بار می شود. به ناچار کمبود توان راکتیو از طریق شبکه تامین می شود که هزینه ها و جریمه های مصرف راکتیو را در برخواهد داشت.

-توان راکتیو بیشتری نسبت به آنچه مورد نیاز است به مدار تزریق می شود که اضافه ولتاژ را به همراه خواهد داشت.

درصد اضافه ولتاژی که با وارد شدن Q کیلووار به مدار بدون حضور هیچ باری پدید می آید از رابطه زیر بدست می آید:

که در آن درصد ولتاژ ترانسفورماتور و قدرت ترانسفورماتور است.

مثال :

باری با قدرت ۳۰۰ کیلووات و ضریب توان 0.7به وسیله ترانسفورماتوری با ولتاژ اتصال کوتاه ۴% و قدرت ۶۳۰ کیلو ولت آمپر تغذیه می گردد. توسط بانک خازنی به ظرفیت ۲۰۰ کیلووار ضریب توان بار به ۰.۹۵ اصلاح می گردد تا قبل از جبران سازی ولتاژ محل مصرف برابر 389.7ولت و پس از جبران سازی ولتاژ به ۳۹۵ ولت افزایش می یابد حال اگر بار به نصف کاهش یابد ولی رگولاتور صحیح عمل نکرده و ۲۰۰ کیلووار خازن در مدار باقی بماند ولتاژ محل تغذیه به ۴۰۰ ولت افزایش می یابد. اگر ترانسفورماتور تحت بار کامل بود و با جبران سازی مناسب ضریب توان به ۰.۹۵ اصلاح می گشت و به دلیل خرابی یا تنظیم ناصحیح رگولاتور با نصف شدن بار پله ای از مدار خارج نمی گردید اضافه ولتاژ حاصل برابر ۲.۸% معادل ۱۱ ولت می بود.

در طراحی بانک های خازنی سه موضوع زیر مد نظر قرار می گیرند:

-محاسبه ظرفیت مورد نیاز خازن

-تعیین ظرفیت پله اول و آرایش پله ها

-گزینش تجهیزات بانک خازنی

محاسبه ظرفیت مورد نیاز خازن:

بهترین روش برای محاسبه ظرفیت بانک خازنی استفاده از منحنی تغییرات توان اکتیو و ضریب توان بر حسب زمان است. در شرایطی که چنین منحنی هایی در دست نباشد همانگونه که پیش تر اشاره شد , معمولا با استفاده از میزان قدرت قراردادی و ضریب توان نامی بر اساس فرمول زیر مقدار راکتیو مورد نیاز را بدست می آورند.

تعیین ظرفیت پله اول و آرایش پله ها:

در صورت در دست داشتن منحنی تغییرات توان اکتیو بر حسب زمان با استفاده از شیب منحنی می توان ظرفیت اولین پله را تعیین کرد.در صورت در دست نبودن این منحنی از دو قانون زیر می توان استفاده کرد:
الف) در صورتی که لازم باشد رگولاتور به ٪۵ تغییرات بار پاسخ دهد,پله اول را ٪۵ ظرفیت کل تابلو انتخاب می نمایند, مثلا در یک بانک ۲۰۰ کیلواری با پله اول ۱۰ کیلووار که باری با ضریب توان ذاتی ۰,۷ را جبران میکند, به ازای هر ۱۵کیلووات تغییر در بار,یک پله وارد یا خارج می شود (ضریب توان مطلوب ۰,۹۵فرض شده است.(
ب) در صورت عدم نیاز به تنظیم دقیق یا تغییرات دقیق بزرگ بار برای آنکه رگولاتور به ٪۱۰ تغییرات بار پاسخ دهد لازم است پله اول ٪۱۰ ظرفیت کل انتخاب گردد.بدین معنی که در شرایطی مانند حالت (الف) به ازای هر ۳۰ کیلووات تغییر در میزان توان ۲۰ کیلوار به مدار وارد یا خارج می گردد.

آرایش پله ها:

شرایط قانون (الف) را در نظر می گیریم.پله اول برابر ۱۰ کیلووار می باشد برای رسیدن به ظرفیت ۲۰۰ کیلووار به ۲۰ عدد پله ۱۰ کیلووار نیاز داریم که تعداد بسیاری است و در هنگام ساخت بانک باعث افزایش قیمت تمام شده می شود,روش دیگر استفاده از توالی...۱:۲:۲:۲است, در این صورت تعداد پله ها به ۱۰ کاهش می یابد ولی نمی توانیم به ظرفیت ۲۰۰ کیلوار برسیم.تنها راه حل نصب یک پله ثابت ۲۰ کیلووار است.این روش,روش مناسبی نمی باشد.
محدودیتی که مشاهده شد انگیزه ای برای ایجاد دیگر آرایش ها و توالی های پله خازنی گشت و آرایش هایی مانند:
...۱:۲:۲:۴:۸ و ۱:۲:۴:۸:۸:۸ به وجود آمد.اخیرا رگولاتورهایی طراحی گشتهاند که می توانند آرایش
۱:۲:۴:۸:۱۶:۳۲:۶۴را پشتیبانی کنند که با چنین رگولاتورهایی می توان بانکی به ظرفیت ۱۲۷۰ کیلووار با پله اول ۱۰ کیلووار ایجاد نمود.

گزینش تجهیزات بانک خازنی:

خازن بر خلاف دیگر تجهیزات برقی همیشه تحت اضافه بار است.حضور تنها درصد ناچیزی هارمونیک یا اعوجاج در ولتاژ محل تغذیه باعث اضافه جریان در خازن می گردد.بر این اساس در استاندارد تعیین شده است که خازن ها باید حداقل ٪۳۵ اضافه جریان را بصورت دایمی تحمل کند با توجه به این مطلب که خازن همیشه تحت اضافه بار (به ویژه اضافه جریان است)و جریان خازن از فیوز و شینه و کنتاکتور عبور می کند لازم است تمامی تجهیزات خازن بر اساس ٪۳۰ اضافه جریان انتخاب گردند.

به عنوان مثال برای انتخاب کنتاکتور و فیوز برای یک پله ۱۲,۵ کیلووار به صورت زیر عمل می شود:

جریان نامی خازن ۱۲,۵ کیلووار=۱۸ آمپر

جریان معیار طراحی ۲۳,۴=۱,۳×۱۸ آمپر

کنتاکتور، سیم و فیوز مناسب اولین رنجی است که جریان نامی آن برابر یا بیشتر از ۲۳,۴ آمپر باشد.

چندنکته :

الف) برای افزایش طول عمر یک بانک خازنی قویا توصیه می گردد که از کنتاکتورهای تیپ AC6-b استفاده شود.
در صورت استفاده از کنتاکتورهای AC3 در لحظه وصل خازن پیک جریان هجومی از رابطه زیر محاسبه می گردد.

که در آن قدرت ترانسفورماتور ,جریان نامی پله خازن ، ولتاژ اتصال کوتاه ترانسفورماتور و Q ظرفیت نامی پله خازنی است.

مثال:

یک خازن ۵۰ کیلوار در سمت ۴۰۰ ولت یک ترانسفورماتور ۲۰ به ۶,۴ کیلووات نصب شده است. اگر مشخصات ترانسفورماتور ۶۳۰کیلو ولت آمپر و K= 4% باشد, در لحظه وصل جریانی با پیک ۳۱,۵ کیلوآمپر معادل ۶۳۰ برابر جریان نامی به داخل خازن جاری می شود, حال اگر به جای یک ۵۰کیلووار از چهار عدد ۱۲,۵ کیلووار که به صورت موازی وصل شده اند استفاده شود, پیک جریان هر خازن به ۷,۹ کیلوآمپر معادل ۴۳۷ برابر جریان نامی به داخل خازن جاری می شود. در جدول ذیل مقایسه ای بین حالت های متفاوت در گزینش تجهیزات جانبی انجام پذیرفته است.

ب) براساس استاندارد وظیفه فیوز در بانک های خازنی تنها قطع اتصال کوتاه است و نمی تواند وظیفه حفاظت در برابر اضافه بار(جریان) را برعهده بگیرد و حفاظت در مقابل اضافه بار(جریان) بر عهده رگولاتور است.

از موارد دیگر مطرح در طراحی بانک خازنی می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

-گزینش فیورهای حفاظتی که به صورت سری در یک بانک خازنی قرار می گیرند

-حداکثر ظرفیت مجاز یک پله رگولاتور

-تنظیم رله های هارمونیکی تعبیه شده در رگولاتور

-اصول تنظیم رله اضافه جریان

-حفاظت در برابر اعوجاجات

-هماهنگی بین سیستم مخابراتی و بانک خازنی

-مساله انتقال حرارت در بانک های خازنی

-قدرت اتصال کوتاه تابلو

-بانک های خازنی با سرعت بسیار بالاThyristor Capacitor Bank

-جبران سازی بارهای موتوری