



دانشگاه جامع
علمی-کاربردی

موضوع:

بهینه سازی مصرف انرژی الکتریکی در کارگاههای صنعتی

دبیر راهنما:

استاد آزاد منش

گرد آورنده:

قدرت ا... خرما آبادی

بهینه سازی مصرف انرژی الکتریکی در کارگاههای صنعتی

مقدمه:

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

www.kandooon.com

www.kandooon.com

عمده مصرف کنندگان انرژی راکتیو عبارتند از:

(۱) - سیم های الکترونیک قدرت

(الف) مبدل‌های AC/DC (Rectifier)

(ب) مبدل‌های DC/AC (INVERTER)

(ج) مبدل‌های AC/AC (Converter)

(۲) مصرف کنندگان یا تجهیزاتی که دارای منته‌خه غیر خطی هستند:

(۳) متعادل سازهای بارهای نامتعادل.

(۴) تثبیت کننده‌های ولتاژ

(۵) کوره های القایی

(۶) کوره های قوس الکتریکی

(۷) سیستم های جوشکاری AC/DC

-انتقال انرژی راکتیو، انتقال جریان الکتریکی است و انتقالش نیازمند به کابل با سطح مقطع بزرگ تر

دکل های فشار قوی مقاومتر، و در نتیجه هزینه های مازاداست، و همچنین افزایش تلفات الکتریکی

و کاهش راندمان شبکه را نیز همراه دارد. و 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 نشود.

www.kandooon.com

خازن بعنوان تولید کننده انرژی راکتیواست اما خازن توان راکتیو را تولید نکرده بلکه مصرف کننده آن نیز می باشد. فقط در زمان که ملف در خود انرژی ذخیره می نماید (توان راکتیو که از شبکه می کشد)، خازن، انرژی ذخیره خود را به شبکه تحویل می دهد. و در زمانی که علف و خازن در کنار همدیگر قرار گیرند موجبات تبادل انرژی بین علف و خازن گشته و دیگر تبادل انرژی بین مصرف کننده و شبکه صورت نمی گیرد.

ثبیت ولتاژ:

مورد استفاده دیگر خازن، ثبیت ولتاژ محل تغذیه بار است افزایش بار به معنی افزایش دامنه جریان کشیده نشده از شبکه زدیاد افت ولتاژ در محل تغذیه است.

(۱) تقویت شبکه:

تقویت شبکه به معنی کاهش امپیرانس معادل شبکه در محل تغذیه می باشد انجام این مهم با افزایش ولتاژ شبکه و با تغذیه چند سوبه بار امکان پذیر است که برای اکثر مصرف کنندگان امکان پذیر نیست.

(۲) کاهش بار:

افت ولتاژ از حد مجاز را با تقلیل دادن بار و تنظیم متوالی زمانی بهره برداری دستگاهها می توان جبران نمود.

(۳) استفاده از خازن

با تزریق کردن Q وار تتوان راکتیو به شبکه در محل مصرف ولتاژ از U_1 به U_2 افزایش پیدا کرد. که ولتاژ U_2 از فرمول تقریبی زیر به دست می آید:

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

قدرت اتصال کوتاه شبکه در محل مصرف: S

قدرت راکتیو پیاده سازی شده : Q

با استفاده از ویژگی فوق می توان به تثبیت ولتاژ پرداخت. البته باید دانست که تثبیت ولتاژ و تنظیم ضریب توان بصورت همزمان امکان پذیر نیست.

تمامی خازنهای بصورت تکفاز بسته می شوند و در ولتاژهای پایین سه خازن تکفاز بصورت ستاره یا مثلث به متصل می شوند.

ضریب توان:

ضریب توان معیاری برای سنجش میزان توان راکتیو مورد نیاز دستگاههای برای تبدیل انرژی می باشند. ضریب توان طبق تعریف عبارت است از نسبت توان اکتیو به کل توان الکتریکی

$$\cos\Phi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

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

با اتصال Q وار خازن به مصرف کننده ای با ضریب توان $\cos\Phi_1$ ضریب توان مجموعه خازن و بار به $\cos\Phi_2$ تغییر پیدا می کند که $\cos\Phi_2$ را از رابطه مقابل می توان محاسبه کرد.

$$\cos\Phi_2 = \cos\left[\arctan\left(\tan\Phi_1 - \frac{Q}{P}\right)\right]$$

رگولاتور:

رگلاتور اصلاح ضریب قدرت یکی از اساسی ترین بانکهای خازنی با قدمتی تقریباً برابر با قدمت خازن می باشد

طبق تعریف رگلاتور دستگاهی است که با اندازه گیری ضریب توان بار، به مقدار مورد نیاز خازن به مدار وارد می نماید.

اصول کار رگلاتور:

فرض کنیم می خواهیم به صورت دستی و بوید دستگاهاهای اندازه گیری توان اکتیو و راکتیو، ضریب توان را اصلاح کنیم همچنین فرض کنیم که ۵ عدد خازن هم ظرفیت Q کیلوواری در اختیار داریم روند تنظیم به شرح زیر می باشد:

مرحله (۱) اندازه گیری توان اکتیو و راکتیو.

$$\text{Cos}\Phi = \frac{P}{\sqrt{Q^2 + P^2}} \text{ فرمول از استفاده از فرمول}$$

مرحله (۲) محاسبه ضریب توان با استفاده از فرمول $Q = p(\text{tag}\Phi - \text{tag}\Phi_2)$ محاسبه توان راکتیو مورد نیاز برای رسیدن به ضریب توان مطلوب

مرحله (۳) محاسبه توان راکتیو مورد نیاز برای رسیدن به ضریب توان مطلوب

مرحله (۴) تفریق Q کیلووار راکتیو به مدار.

در این جا دو حالت پیش می آید:

حالت الف: Q کیلووار معادل $308q$ می باشد یعنی ۳ پله واحد و 0.8 پله را وارد مدار نمائیم حال دو انتخاب وجود دارد:

وارد کردن ۳ پله (به ضریب توان مطلوب نمی رسیم)

وارد کردن ۴ پله (ضریب توان بزرگ تر از مقدار مطلوب می شود)

حال باید بپذیریم که:

در هر حال مقداری خطا وجود دارد این میزان خطا چقدر است؟ به چه عواملی بستگی دارد؟ و چگونه می توان آنرا کنترل نمود؟

پاسخ به دو سوال آخر آسان است: ظرفیت کوچکترین پله چون کل راکتیو مورد نیاز به مضربی از

کوچک ترین پله گرد می شود. و هر چه این عدد کوچک تر باشد خطا کمتر است. ولی کوچک

ساختن پله اول موجب استهلاک قطعات، افزایش تعداد قطع و وصل ها ایجاد شوک و تنش های

الکترومکانیکی می شود.

نسبت C/K در واقع تنظیم کننده دقت یا خطای تنظیم است. و معمولا میزان خطا متناسب است با 0.5 الی 0.65 کوچکترین پله بانک خازن.

در رگلاتوری که مبنای خطا 0.65 کوچک ترین پله است بجای 5.67 برابر کوچک ترین پله $(0.65 * q)$ ، 6 برابر کوچکترین پله یعنی $6 * q$ وارد مدار می شود و بجای 5.4 برابر کوچک ترین پله، S برابر کوچکترین پله یعنی $5 * q$ وارد مدار می شود.

پس هر خطا به صورت زیر فرمول بندی می شود.

$$C/K = 0.65 \frac{Q}{\sqrt{3uk}} \quad K = \text{نسبت تبدیل ترانس جریان}$$

محاسبه خازن گذاری:

همانطور که گفته شد اهمیت خازن در سیستم های صنعتی کاملا متهود می باشد. ضریب توان کل سیستم برابر با 0.7966 می باشد. حالت مطلوب برای ما، بودن ضریب توانی برابر با 0.95 می باشد.

$$\cos \Phi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = 0.7966$$

مرحله اول که اندازه گیری توان اکتیو و راکتیو و مرحله دوم که محاسبه ضریب توان می باشد انجام نشده است.

حال مرحله سوم که محاسبه توان راکتیو مورد نیاز برای رسیدن به ضریب توان مطلوب است را انجام می دهیم:

$$Q = p(\text{tag}_1 - \text{tag}_2)$$

$$\cos \Phi_1 = 0.7966 \rightarrow \Phi_1 = 37.193$$

$$\cos \Phi_2 = 0.95 \rightarrow \Phi_2 = 18.194$$

$$Q = 987.336(0.7588 - 0.3286) = 424.75 \text{ KVAR}$$

بانک خازن 425KVAR به عنوان بانک خازنی در نظر گرفته می شود.