

فصل پانزدهم

معنی عبارت قوت

۱۵-۱ مقدمه

عبارت قوت یکی از عوامل مهم در شناخت کیفیت مصرف برق
 میباشد. مهمین دلیل همواره شرکت های برق منطقه ای آنرا معنای عام
 چشم کنترل مصرف قرار میدهند و بطوریکه اگر مقدار آن از حد
 مشخصی کاهش یابد هویت طلب برق مصرفی کارخانه محمول در
 بوی مصرف میگردد. لذا همواره سعی شرکتین بر این است که مقدار
 مصرف قدرت از حد معینی کاهش نیابد. (این امر برای جونیور در داخل کارخانه هست)

از نظر برق منطقه ای بارهای مقاومترین بهترین بارها هستند.

موثرترین آشکوب (۵ ثابت) و لامپهای فلورسنت و تابلو سوزها همی گردند.

۱۵-۲ قوت و کیفیت

بطور کلی هر مصرف کننده انرژی الکتریکی علاوه بر نیاز به قوت
 الکتریکی نیاز به قوت راکتیو نیز خواهد داشت که مصرف قوت راکتیو

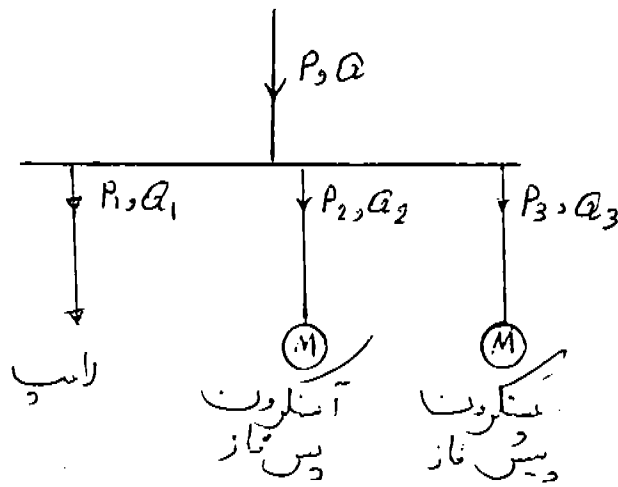
کار میکند)، ضرب قدرت آب پس ناز (lag) میآید و اگر از شبکه توان راکتیو جذب کند ضرب قدرت آب پس ناز (lead) نامیده میشود.

در صورتیکه ضرب قدرت به مالزیم مقدار خود یعنی عدد یک برسد، این حالت مصرف کننده از شبکه قدرت راکتیوی جذب نخواهد کرد مصرف کننده ای دارای ضرب قدرت واحد میباشد که عدد در صد می باشد. بعضی نمونه میتوان لامپهای رشته ای، بخاری برقی، و کما برقی را مصرف کنندگان با ضرب قدرت تقریباً یک دانست.

در کارخانجات صنعتی مهمترین عامل پایش آوردن ضرب قدرت موتورهای اندوکسین (آسنکرون) میباشند. این نوع موتورها در شرایط بارها مختلف معمولاً مقدار توان راکتیو تقریباً ثابتی را جذب میکنند و اگر مقدار بار مکانیکی کاهش یابد ضرب قدرت موتور شدیداً کاهش میابد. ناگنو رهای دیگری نیز به کاهش ضرب قدرت کمک میکنند. از آنجمله تعویض لامپهای رشته ای با لامپهای فلورسانس و یا تعویض موتورهای (M.G) موتور ژنراتور DC با وسائل تارسیستوری ایجاد برق DC

رای توان نام برد. موتور سنکرون وقتی استفاده می کنیم که شبکه قوی باشد و ژنراتورهای

با توجه به بحث فوق ضریب توان در این مورد اوار بارها که به یک نام بار متصل می‌باشند نیز همانند شکل زیر می‌تواند تعریف گردد.



$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$Q = Q_1 + Q_2 - Q_3$$

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

(این سیم‌تارها در سیم‌تار هستند. مگر آنکه با تراس آنها تقصیر شده باشد)

در هر حال مقادیر P و Q از محاسبات بخش بار در هر نقطه پوست آمده از دنباله می‌تواند ضریب قدرت را در هر نقطه محاسب نمود.

۱۵-۴ محضار یا شش بودن ضریب قدرت

(S) قدرت اسمی یا قدرت نامی یک مصرف کننده برق اهم از یک کارخانه یا یک مجتمع برق در یک ولتاژ مشخص طبق مستقیم بستگی به جریان عبوری از آن دارد، چه شخصاً مورد نظر خط انتقال هواپیما، کابل، موتور، ترانسفورماتور، کلید و یا هر تجهیزاتی برق دیگر باشد. بطور کلی جریان عبوری از هر فاز یک

صرف کننده سه فاز که دارای قدرت اسمی S و ولتاژ U باشد
از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$I_{\Delta} = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \phi}$$

این رابطه نشان میدهد که برای مقادیر ثابتی از P و U ، هر چه ضریب
قدرت (cos ϕ) کاهش یابد مقدار I_{Δ} افزایش خواهد یافت. به طوری که
مقدار جریان در حالتی که ضریب قدرت 0.5 است دو برابر حالتی
است که مقدار آن برابر واحد باشد.

با توجه به افزایش مقدار جریان در اثر کاهش ضریب قدرت، که از رابطه
بالا مشخص است، مقدار پایش بودن ضریب قدرت عبارت است از:

الف- ظرفیت تا کمینات می باید افزایش یابد

ب- تلفات افزایش می یابد

ج- افت ولتاژ افزایش می یابد

د- از آنجایی که مسائل فوق در سبده تغذیه کننده کارخانه نیز اتفاق

می افتد و تمامی آنجا باعث افزایش هزینه برق رسانی می شود،

برق منطقه ای نیز صورت مسایلی برق مصرفی کارخانه را

مستول هزینه بوی مصرف میکند.

برای کار با صده باید بارها را مدل کنیم.

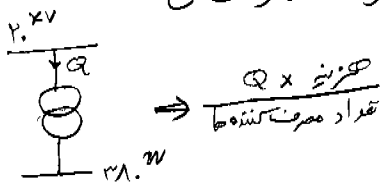


۱. در مورد بارهای لایمی از مشخصه امپدانس آنها استفاده می‌گردد.
۲. در مورد موتورها توان ثابت استناهی کنیم. λ توان ثابت
۳. لامپها و فلوروسنت جریان ثابت هستند. λ جریان ثابت

در مدل با سن یاری (P و Q)، از آنجا که تغییرات ولتاژ و ناشی از استارت موتورها و یا کوره‌های الکتریکی بصورت آن و موقتی است و این هم بصورت گذرا از ژنراتور کشیده می‌شود ($Q_{max} = \frac{1}{X_d}$) بنا بر این این مدل کامیابی مناسبی جهت بررسی داده نیست. در واقع Q کشیده شده گذرا از نظر برق منطقه‌ای هم مشکلی ندارد و تمام‌مکن است مسأله فلیکری باشد که آن هم مقوله دیگری است.

انواع اندازه‌گیری Q:

۱. کنسور: در فواصل هاتا λ دقیقه متوسط Q را اندازه‌گیری می‌کند.
۲. مانتریم سنج: در صورت لحظه‌ای بلکه در مدت λ دقیقه اندازه‌گیری می‌کند.
۳. صورت حساب را بصورت روبرو می‌دهیم:



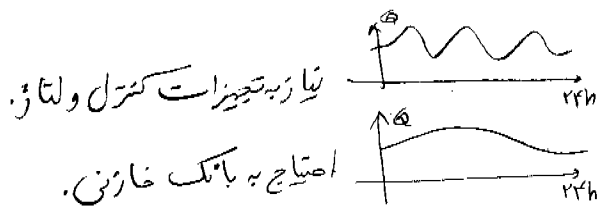
۴. دوره به نسبت توان آکتیو:

در حالت کنونی واقعیت اینست که هر واحد بخصوص نمی‌تواند جهت بهبود Q کشیده شده از شبکه، رأساً اقدام کند. البته از این نظر که در صورت هزینه Q بین تمام مشترکین تقسیم می‌شود، اما در مورد کارخانجات بزرگ وضع بدین منوال نیست و هدف برینه کردن مصرف Q است و حرکت از این کارخانجات دارای کنسور مخصوص به خود هستند و یا در برق منطقه‌ای دارای کنسور هستند.

استفاده از بانک خازنی در تصحیح Q در مورد توان موتور:

زمانیکه یک موتور در توان نامی بالاتر از میزان توان مصرفی بارکاری رود، با توجه به مشخصه روبرو، وضعیت هر خراب می‌شود از طرفی هزینه زیادی نیز خرج کرده ایم. پس بهتر است هر موتور بانک توان نامی دقیقاً برای بارهای با همان توان خاص استفاده گردد.

کنترل Q بدو صورت است:



۱. تغییرات شدید Q بر حسب زمان.
۲. تغییرات آهسته Q بر حسب زمان.

در متد اصلی برای اصلاح ضریب قدرت در کارخانجات صنعتی

مورد استفاده قرار میگیرد

۱- نصب بانکهای خازنی

۲- استفاده از موتورهای سنکرون

نصب بانکهای خازنی متد معمول اصلاح ضریب قدرت است. در

موردیکه تقویم یک بار مکانیکی مورد نیاز باشد استفاده از موتورهای

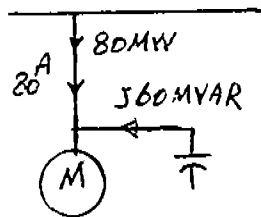
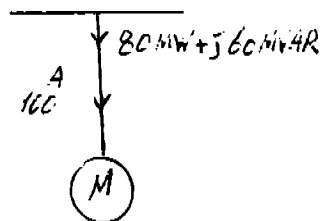
سنکرون جهت تقویم بار مکانیکی در همین اصلاح ضریب قدرت کاربرد

معمولاً می شود. مورد استفاده از بانک خازنی در درون کارخانجات و محل مصرف Q می باشد.

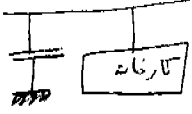
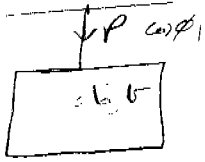
شکل زیر اصلاح ضریب قدرت را با نصب خازن نشان میدهد.

چنانکه مشاهده میشود با نصب خازن ^{متوازی} اجزای مورد نیاز نیز کاهش

پایافته است.



می خواهم در کارخانه متابل میزان ϕ_1 را به ϕ_2 تغییر دهم.



ضریب قدرت اقتصادی

جریه های ضریب قدرت در انواع مختلف اعمال میگردد.

۱- از روی مازیم MVAR مصرف شده (در طول نیم ساعت) در سال گذشته

۲- از روی مازیم MVA مصرف شده (در طول نیم ساعت) در سال گذشته

۳- از روی MVAR_h مصرف شده در سال گذشته

اگر متوجه دوم را که محور محور استفاده می شود در نظر بگیریم و فرض کنیم که برای

هر MVA مبلغ A تومان پول بایر پرداخت میمانیم و همچنین برای

هر MW_h مبلغ B تومان پرداخت میمانیم در این صورت سلفی که

در هر سال پرداخت میکنیم برابر است با :

$$\text{توان} = A * MVA + B * MW_{h}$$

اگر بار کارخانه در حال حاضر $P_{\text{در حال}}^{MW}$ باشد در آن صورت

$$MVA = \frac{P}{\cos \phi_1}$$

خواهد بود. اگر ضریب قدرت را به $\cos \phi_2$ تبدیل نمایم داریم :

$$MVAR = Q = P (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

اگر قیمت بانک $\cos \phi_2$ با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی C تومان برای MVAR

در هر سال بپایند بنابراین تعیینی که خازن برای ما در هر سال تمام می شود

برابر است با :

$$CP (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \quad \# / \text{MVA} \quad \text{مصرف}$$

بنابراین مقدار ذخیره شده قیمت در هر سال برابر است با :

$$\text{تومان ذخیره} = A \left(\frac{P}{\cos^2 \phi_1} - \frac{P}{\cos^2 \phi_2} \right) - C (P \tan \phi_1 - P \tan \phi_2)$$

اگر قیمت نصب تجهیزات را D تومان برای هر MVA در هر سال در نظر بگیریم در آن صورت :

$$\text{تومان ذخیره} = (A+D) \left(\frac{P}{\cos^2 \phi_1} - \frac{P}{\cos^2 \phi_2} \right) - C (P \tan \phi_1 - P \tan \phi_2)$$

در رابطه بالا ϕ_2 تنها متغیری است و باید با طوری تعیین کرد که ماکزیمم ذخیره حاصل شود. با مشتق گرفتن از رابطه بالا و صفر قرار دادن آن مقدار ϕ_2 بدست می آید :

$$-(A+D) P \left(-\frac{1}{\cos^3 \phi_2} \right) (-\sin \phi_2) + CP \left(1 + \frac{\sin^2 \phi_2}{\cos^3 \phi_2} \right) = 0$$

$$\Rightarrow \sin \phi_2 = \frac{C}{A+D}$$

A : مبلغی که در طول زمان باید پرداخت کرد
 C : مبلغی که در حال حاضر باید پرداخت کرد
 مصرف

همانطوریکه دیده می شود مقدار ضریب قدرت اقتصادی بستگی به مقدار توان و یا ضریب قدرت اولیه ندارد.

در محاسبات بالا می توانستیم مقدار کاهش تلفات را نیز وارد کنیم. کاهش تلفات می تواند مقدار ناچیزی است اما در توان از آن صرف نظر نمود.

اما اگر نخواهیم آنرا نیز در نظر بگیریم ، از آنجائیکه تلفات با وجود رستور مقوار جوران در رابطه است ، بنابراین گامش تلفات به حساب در هر دو از رابطه زیر پوست سالی آید .

$$گامش\ تلفات = 100 * \left[1 - \left(\frac{C_{d1}}{C_{d2}} \right)^2 \right]$$

با توجه به هزینه $1 MW$ ، می توان هزینه تلفات را نیز در مثل مسئله بالا منظور نمود .

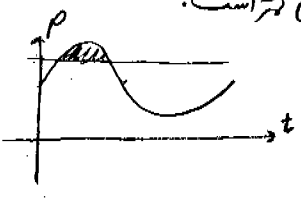
در حال همانطوریکه از رابطه بالا بدست می آید قدرت یک امپدانس ضریب قدرت نمی باشد . همچنین در بهره برداری از کارخانه همیشه می باید

ولتاژ تمامی باس بارها با یکدیگر بخش بار پس از حذف خازن پوست آمده و از در محدوده بودک آن اطمینان حاصل نمود که در کارخانجات

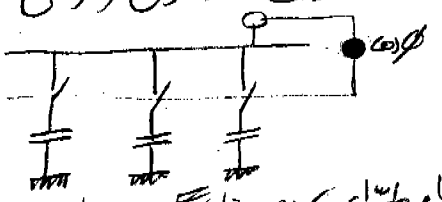
معمولاً مقوار بار در ۲۴ ساعت متغیری باشد و برای اینکه ضریب قدرت

ثابت بماند معمولاً استفاده از کابل کوچ گنزی با کله های خارجی

برای اندازه گیری P ، معمولاً $Peak$ را می گیرند بر اساس قیمت تمام شده ، ملک انتخاب توان ماکزیمم می باشد است . اما ممکن است میزان افزایش یا بدنه یا بدین بررسی شود . در صورت صواب یک کارخانه توان راکتور ، مگر هم سنج توان راکتور ، هزینه 0.001 مگاوات ساعت مصرفی



الته به مای اندازه گیری ولتاژ و وارد کردن فاز از روی آن ، هده را اندازه گیری کرده و فازن وارد می کنند . هر چند زمان بیشتری می کشد . یعنی شکل رو برو



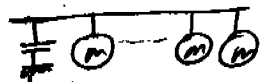
step های خازن می باید با محاسبات پیش بار قبلی شود تا مشکل ایجاد نکند .

برای اینکه رصنل از هر چیزی باید منحن بار را کارخانه را داشته باشید . پس از انجام طراحی دو مسئله دیگر وجود دارد :
 ۱- مسئله احتمال خروج تک بار بزرگ و افزایش ولتاژ ها در اثر بانک خازنی که سوختن اجزاء را در بر دارد .
 ۲- بانکهای فازن بسیار حساسند ، مخصوصاً به ولتاژهای عارومکنی و این در تک شبکه ای که کار موثقی زیاد دارد ممکن است باید ترمیم کنید . مثلاً جاتی که تار سستور داریم . پس باید کار موثقی را در نظر گرفت .

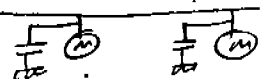
همانطوریکه گفته شد خرید ضرب خازن در ماهش تلفات، کاهش افت ولتاژ، آزاد سازی ظرفیت وسایل و کاهش هزینه بوی مصرف میباشد. بنابراین موارد، بهترین عملی ضرب خازن در نزدیکی بار میباشند همان عملی که توان را گتیه مورد نیاز است میباشند که در این صورت تمامی مزایای که ذکر شد تواناً حاصل میگردد. اما امکان ضرب خازن در محل مصرف در موارد زیر غیر اقتصادی یا غیر عملی میباشند:

۱- وجود بارهای کوچک پراکنده باعث میگردد که ضرب خازن برای عمر بار غیر عملی باشد چرا که بانکههای خازن در ظرفیت max بارهای است ندارد وجود دارند.

۲- وجود گروه های موتوری که در هر زمان بهره برداری تعدادی از آنها خارج میباشند. [تکسری باعث اضافه ولتاژی گردد.] این سبب می شود که مجموعه ای از بارها را اگر بخواهیم با خازن تقویت کنیم، خروج



۳- موجود نبودن عملی ضرب مناسب برای بانکه های خازنی در محل بار (فضای زیادی لازم دارد)



بنابر موارد فوق، برای جایابی عمل مناسب برای ضرب بانکه های خازنی میباید محاسبات فوق را محاسبات اقتصادی تواناً انجام گردد. برنا- های کامپیوتری مخصوص جایابی عمل مناسب برای ضرب بانکه های خازنی در بازار موجود است اما با استفاده از نتایج برنا- پنجم بار اکثر موارد آنرا میتوان برای عمل ضرب زیاد نباشد این محاسبات می تواند بصورت دستی انجام

گرفته و نتیجه مطلوب حاصل گردد.

۱۵-۷-۱ نصب خازن در محل موتور آسنکرون

نصب خازن همراه موتورهای آسنکرون در یکجا از دیرباز مورد استفاده بوده است. ضریب قدرت یک موتور آسنکرون بزرگ در بار کامل معمولاً

بین ۰.۸۵ الی ۰.۹۴ می باشد و این ضریب قدرت بدون نصب خازن نیز معمولاً قابل قبول است. اما وقتی که بار موتور کاهش

میابد ضریب قدرت سرعت کاهش می یابد و معمولاً نیز موتورهای

آسنکرون در کاربرد عملی با بار کامل کار نمی کنند و با اصلاح

overmatured هستند. گرچه ضریب قدرت یک موتور آسنکرون

از بون بار تا بار کامل بسیار تغییر می کند ولی مقوار قدرت

راکتیو درخواستی موتور در این نامه تقریباً ثابت می باشد. این

موضوع باعث می شود که موتورهای آسنکرون جهت نصب

ثابت بسیار مناسب باشند.

بعنوان مثال مقوار بانک خازنی که برای موتوری که مشخصات

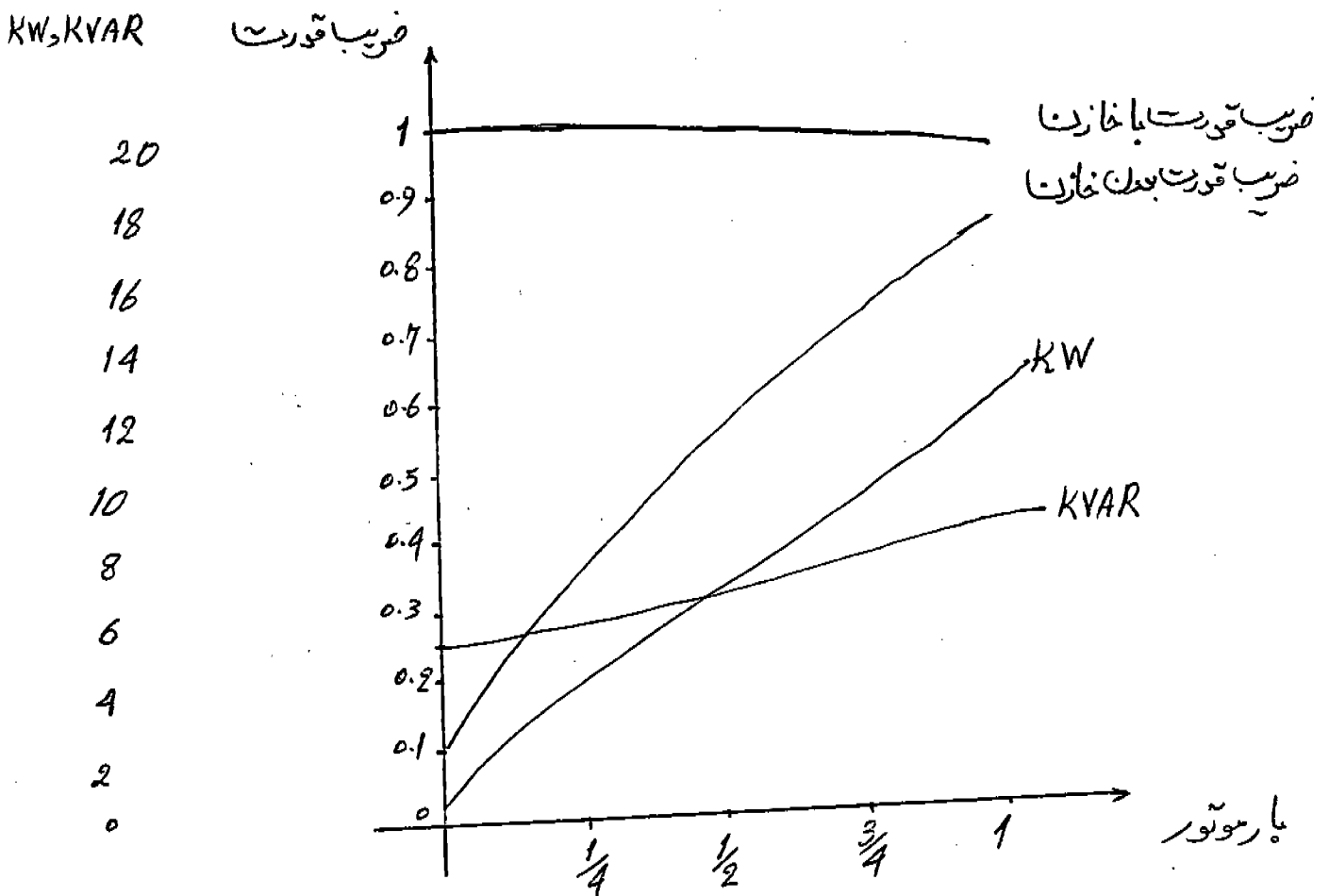
آن در شکل زیر کشیده شده است 3 KVAR می باشد که این

مقوار برابر است با توان راکتیوی که موتور در بی باری از شبکه

درخواست می نماید. بنابراین بجای نصب خازن ضریب قدرت

درجا باری برابر یک می باشد. بدون نصب خازن موتور توان راکتیو

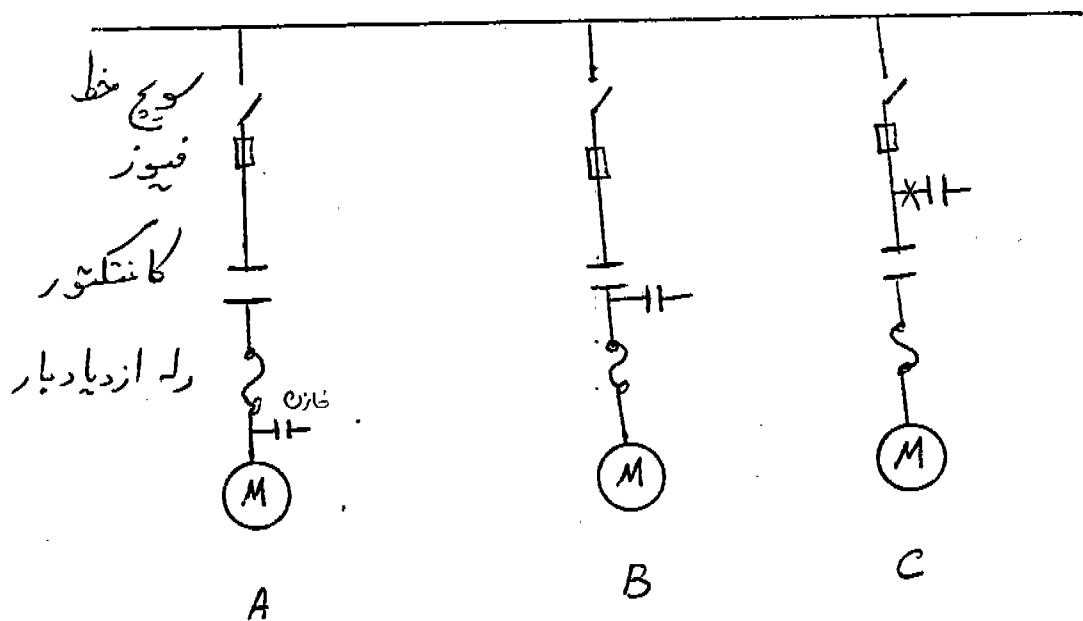
درخواستی این موتور از بی باری تا بار کامل از 5 KVAR الی 7.6 KVAR متغیر می بود. اما با نصب خازن توان راکتیو درخواستی مجموعی از 0 الی 2.6 KVAR تغییر می نماید. این مسئله باعث اصلاح ضریب قدرت از یک الی 0.98 همانطوریکه در شکل دیده می شود شده است.



نکته مهم در استفاده از خازن برای موتور وقتی هر دو با هم سوچ می شوند

اینست که جریان ریزشی توسط خازن می باید کوچکتر از جریان بی باری موتور باشد. اگر جریان خازن بیشتر از جریان حفاظت کننده

(بی باری) موتور باسد در ای صورت وقتیکه خازن و موتور از کیستم قطع
 شوند، کنترل ولتاژ که توسط کیستم صورت میگیرد دیگر وجود ندارد و
 همانطوریکه موتور آهسته می شود، علت وجود خازن و سلف مضامین گونه
 از دید ولتاژهای بالائی بوجود می آید که باعث خرابی موتور می شود. این
 از دید ولتاژ سلفی و خازنی در فصل هشتم مورد بحث قرار گرفته است.
 کابالکیستور (خازن) همانند اشکال زیر ممکن است با موتور همراه گردد.
 در حالیکه در شکل A و B موتور و خازن با یکدیگر وارد و خارج میگردند
 در شکل C خازن همواره در مدار قرار دارد.



مضم (شکل A برای مواقعی که کارخانه در حال طراحی است مناسب است. چرا که
 رله از دید

بار برای جریان کمتری انتخاب بگیرد. طرح B برای مواقعی که نصب خازن در محل موتور ضروری است ولی نمی‌خواهیم رله از دیار بار را تعویض کنیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در طرح C موتور و خازن با یکدیگر کوچک نمی‌کوند و

خازن احتیاج به یک کوچ هواگانه دارد ولی می‌توانی همواره در حار باشی (۴۴)

(خوبی طرح C در آن است کسی توان (MVA) با سرامتی در موقع شروع موتور تصحیح کرد) سلا (موتور خازن در سطح پایین تر و به ازای ۳۳ جزء شبکه بتار روند بهتر است اما مشکل جا و هزینه است) ۱۵-۷۲ نصب خازن به همراه یک رله از موتورها

سرامتی که در بالا ذکر سوند برای نصب یک بانک خازنی بزرگ به همراه یک گروه از موتورها نیز باید در نظر گرفته شود. نکته مهم در اینجا اینست که هیچگاه نباید متواد زیادی از موتورها از مدار خارج کوند و در نتیجه بانک خازنی به همراه یک مقوار موتور کوچک در مدار تنها بماند. در اینفو از دیار ولتاژ مانوگا رسیتم زیاد شده باعث خرابی موتورها می‌گردد.

۱۵-۸ اصلاح ضریب قدرت در کارخانجاتی که بار مونیک زیاد است

در عبور منابع تولیدی کارمونیک ، ضریب قدرت بنا به تعریف شامل دو

مؤلفه می‌شود

۱- فاکتور اختلاف فاز $(\cos \phi)$ Displacement Factor

۲- فاکتور اعوجاج Distortion Factor = $\frac{I_1}{\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2}}$ (با خازن گذاری) (کتری می‌شود)