

پاسخ 5 سوال درباره ضریب توان و محافظت خوب از خازن ها و کیفیت توان

 electromarket.ir/answer-5-questions-power-factor-correction-protection-capacitor/

یوسف رجبی

هرش ۷۷۴/۱۲/۲۶



16 خرداد

پاسخ 5 سوال درباره ضریب توان

سلام خدمت دوستان و همراهان عزیز [الکترومارکت](#)

مقاله فوق به پاسخ 5 سوال پر تکرار شما دوستان در مورد خازن ، ضریب توان ، کیفیت توان ، روش های افزایش کیفیت توان میپردازد امید است مورد توجه شما دوستان عزیز قرار گیرد.

ضریب توان چیست؟

Answer 5 questions about power factor and good protection of the capacitors and power quality

در مقاله فوق که در ذیل معرفی میکنم به این موضوع به صورت کامل پرداخته شده است ولی در مقاله فوق قصد پاسخ به سوالات کلیدی شما رو داریم.

فهرست [نمایش]

1- اصل تقویت ضریب توان چیست؟

Power factor correction principle

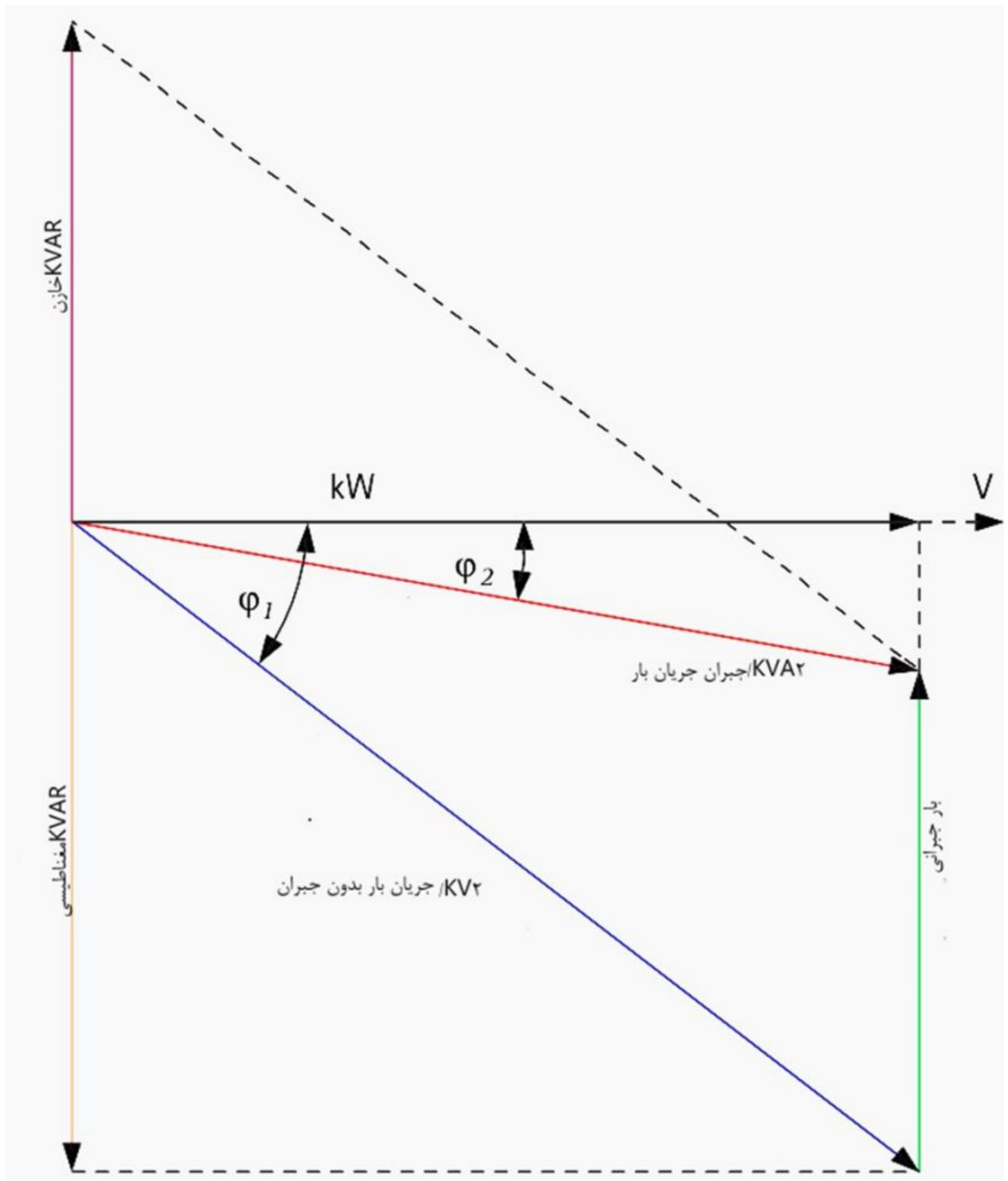
بارهایی مثل بارهای موتورهای القایی، **توان راکتیو** قابل توجهی را از سیستم برق می گیرند و ممکن است یک ضریب توان کلی ضعیف را حاصل کنند.

جریان توان راکتیو، افت ولتاژ را از طریق سری مقاومت القایی مانند ترانسفورماتورها و راکتورها افزایش می دهد، و از برخی از ظرفیت های حامل جریان از دستگاه سیستم برق استفاده می کند و اتلاف مقاومتی را در آن افزایش می دهد.

تاسیسات برای جبرأت تلفات و محدودیت های موجود در ظرفیت دستگاه، و کمک به تنظیم ولتاژ، معمولا برای مشتریان صنعتی یا تجاری بزرگ، تعرفه جرایمی را بخاطر راه اندازی دستگاه های خود با ضریب توان بسیار پایین اعمال می کنند.

!. بنابراین مشتری برای بهبود ضریب توان در سیستم خود ترغیب می شود و ممکن است نصب و راه اندازی تجهیزات تقویت ضریب توان متغیر یا ثابت، برای افزایش یا تنظیم ضریب توان دستگاه تا یک سطح قابل قبول مقرون به صرفه باشد. خازنهای موازی اغلب اوقات برای بهبود ضریب توان مورد استفاده قرار می گیرند.

اساس و مبنای این جبران در شکل 1 نشان داده شده است، درجاییکه $\phi 1$ نشان دهنده زاویه ضریب توان اصلاح نشده و $\phi 2$ زاویه مربوط به ضریب توان مطلوب پس از تقویت آن می باشد.



شکل 1- اصل تقویت ضریب توان

ضریب توان در یک سیستم الکتریکی AC اصطلاحی است که به نسبت توان واقعی به توان ظاهری گفته می‌شود و مقداری بین ۰ تا ۱ دارد.

توان واقعی یک مصرف‌کننده برای تبدیل انرژی الکتریکی به دیگر شکل های انرژی را نشان می‌دهد در حالی که توان ظاهری در اثر وجود اختلاف بین ولتاژ و جریان پدید می‌آید.

با توجه به نوع بارها و میزان توان راکتیو آنها توان ظاهری می‌تواند از توان واقعی نیز بیشتر باشد.

پایین بودن ضریب توان (بزرگ بودن توان ظاهری نسبت به توان واقعی) در یک سیستم موجب بالا رفتن جریان در سیستم و در نتیجه بالا رفتن تلفات در مدار می‌شود.

موارد زیر ممکن است از این نمودار برداری استنتاج شود.

ضریب توان اصلاح نشده = کیلو وات / $\cos \angle \phi 1$ $kWA1$

ضریب توان اصلاح شده = کیلو وات / $\cos \angle \phi 2$ $kWA2$

کاهش در $Kva = kVA1 - kVA2$

“اگر بار kW و ضریب های توان اصلاح نشده معلوم باشند، بنابراین رتبه بندی خازن در kvar برای رسیدن به یک افزایش مشخص ممکن است از رابطه زیر محاسبه شود:

خازن $\phi \angle \cos (\tan \cos \angle \phi 2) 1 - \tan \cos \angle \phi 1 = kVar \times kw$

یک صفحه گسترده اکسل می تواند به آسانی برای محاسبه جبران مورد نیاز برای رسیدن به یک ضریب توان مطلوب ایجاد شود.

کیفیت قدرت راه حل انتخاب با کمک صفحه گسترده اکسل

2- رگولاتور کنترل خازن چگونه عمل میکند؟

در جاییکه بار دستگاه یا ضریب توان دستگاه تغییر قابل ملاحظه ای دارد، کنترل افزایش ضریب توان ضروری است، بدلیل اینکه افزایش بیش از حد آن منجر به افزایش ولتاژ سیستم و اتلاف های غیر ضروری می شود.

در تعداد کمی از سیستم های صنعتی، خازن ها در صورت لزوم بطور دستی سوئیچ می شوند، اما کنترلر های اتوماتیک شیوه های استاندارد برای آنها هستند.

یک کنترلر، افزایش ضریب توان خودکار را با مقایسه راه اندازی ضریب توان با میزان هدف ایجاد می کند.

بر اساس گروه بندی موجود، مقدار مناسبی از ظرفیت برای حفظ یک میانگین ضریب توان مطلوب به داخل یا خارج سوئیچ می شود.

کنترلر با قابلیت کنترل عامل رله “اتلاف ولتاژ” متناسب می شود تا در صورت وقفه در ولتاژ تغذیه، از قطع همه خازن های انتخاب شده بطور همزمان اطمینان حاصل کند.

زمانیکه ولتاژ تغذیه به حالت اول برمی گردد، خازن ها در زمان بکار افتادن دستگاه بندریج متصل می شوند.

برای اطمینان از تغییر شکل گروه های خازن در تقریباً نرخ یکسانی، کنترلر معمولاً گروه های هم اندازه ای را بطور تصادفی برای هم سطح شدن با زمان اتصال انتخاب می کند.

حفاظت از آور ولتاژ (ولتاژ سطح بالا) برای گردش بانکهای خازنی نیز در بعضی از کاربردها مطلوب است.

این ممکن است از آورولتاژ شدید سیستم جلوگیری کند، در صورتیکه کنترلر حفاظت ضریب توان (PFC) نمی تواند اقدام اصلاحی سریعی را انجام دهد.

طراحی نصب و راه اندازی PFC باید مشخص کند که بسیاری از بارهای صنعتی، ولتاژهای هارمونیک را ایجاد می کنند که در نتیجه آن ممکن است خازنهای PFC در جریانه های هارمونیک قابل توجهی غوطه ور شوند.

یک مطالعه هارمونیک ممکن است برای تعیین رتبه بندی حرارتی خازن یا نیاز به فیلترهای سریالی ضروری باشد.

3- چگونه میتوان ضریب توان موتور را تقویت کرد؟

در هنگام مواجهه با افزایش ضریب توان در بارهای موتور، اصلاح گروهی همیشه مقرون به صرفه ترین روش نیست.

بعضی از مشتریان صنعتی به جای اعمال همه اصلاحات در شین اصلی ورودی، از خازن ها برای ایستگاه های انتخابی موتور استفاده می کنند.

گاهی اوقات، افزایش ضریب توان ممکن است حتی برای هر یک از موتور ها اعمال شود که منجر به حاصل شدن ضریب توان بهینه تحت شرایط مجموع بار موتور می شود.

در بعضی از نمونه ها، موتور ممکن است راه اندازی بهتری داشته باشد که همچنین از بهبود در تنظیم ولتاژ بدلیل وجود خازن ناشی می شود.

خازن های موتور اغلب اوقات واحدهای شش ترمینال هستند و یک خازن ممکن است به آسانی و مستقیماً در سراسر هر یک از سیم پیچهای فاز موتور متصل شود

اندازه خازن مهم است ، بطوریکه ضریب توان پیشرو تحت هیچ یک از شرایط بار اتفاق نمی افتد.

اگر ظرفیت خازنی بیشتری در یک موتور اعمال شود، ممکن است خود تحریکی موتور در زمانیکه خاموش می شود یا منبع آن خراب می شود، امکانپذیر باشد و همچنین مقدار اضافی خازن نیز خود مصرف کننده برق شود و ما را از هدف اصلی مان که کاهش مصرف انرژی است دور کند.

این می تواند در صورت بازگشت ناگهانی منبع به حالت اول، منجر به تولید ولتاژ بالا یا ایجاد صدمات مکانیکی شود.

از آنجاییکه بیشتر تابلو های ستاره/مثلث یا استارترهای ترنسفورماتور خودکار بجای انواع “**Korndorffer**” در شکست گذرای منبع نقش دارند، اما معمولاً توصیه می شود که رتبه بندی خازن نباید از 85% از توان راکتیو مغناطیسی موتور بیشتر باشد.

توصیه میشود در ادامه مقاله فوق مطالعه شود: [بانک خازن چیست + بهترین روش محاسبه بانک خازنی ؟](#)

4- چگونه از خازن ها محافظت کنیم؟

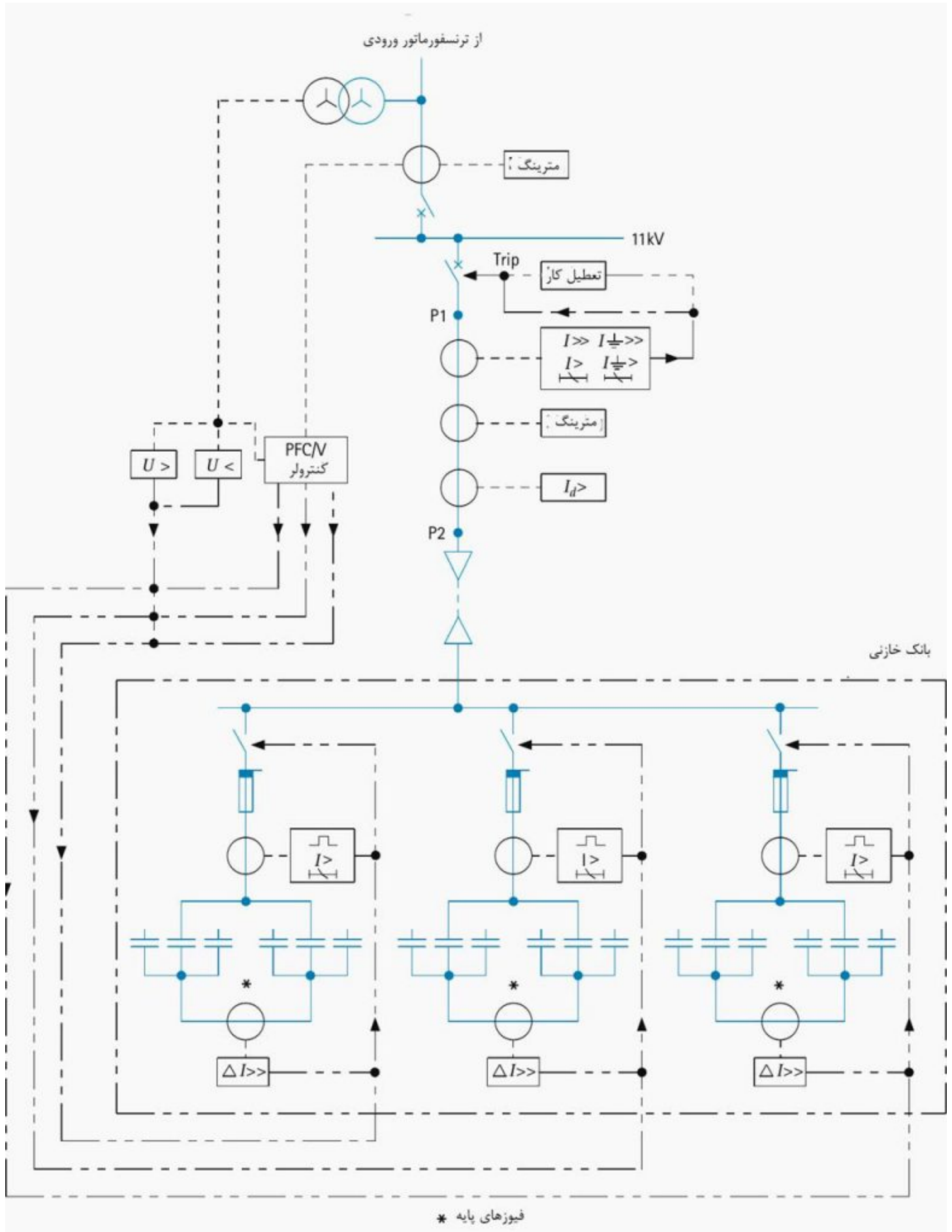
در زمانیکه محافظت از خازن ها مدنظر باشد، امکاناتی باید برای **جریان هجومی گذرا** که در حالت روشن بودن موتور اتفاق می افتد، ایجاد شوند، زیرا این می تواند به بیشترین مقدار برسد که حدود 20 برابر جریان عادی است.

کنترلر خازن معمولاً برای استفاده در خازن ها بطور قابل توجهی حد مجاز را کاهش می دهد تا این امر را میسر سازد.

جریانهای هجومی ممکن است توسط یک مقاومت متوالی با هر خازن یا بانکهای خازنی محدود شوند.

تجهیزات حفاظتی برای جلوگیری از ترکیبگی خازن بدلیل نقص داخلی ، و همچنین برای حفاظت از کابلها و تجهیزات مربوطه در مقابل صدمات در خصوص خرابی خازن مورد نیاز هستند.

اگر محافظت توسط فیوز برای خازن سه فازی در نظر گرفته می شود، **فیوزهای HRC** باید با رتبه بندی جریانی که کمتر از 1.5 برابر جریان مجاز خازن باشد، بکار گرفته شوند.



شکل 2- محافظت از بانکهای خازنی

بانک های خازنی ولتاژ متوسط می توانند با طرحی که در شکل 2 در بالا نشان داده شده، محافظت شوند.

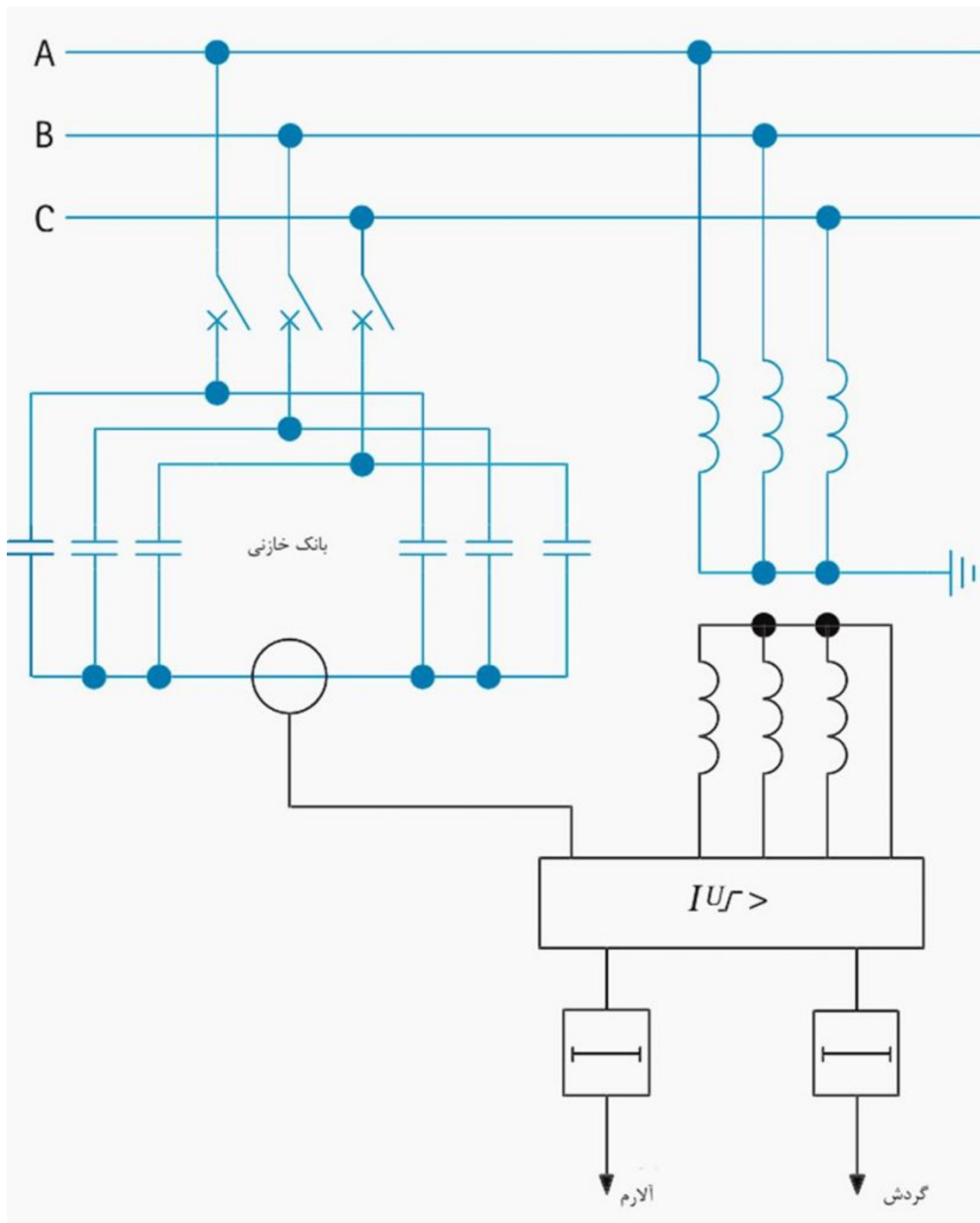
از آنجاییکه هارمونیک ها جریان خازنی را افزایش می دهند، در صورتیکه هیچ تنظیمات داخلی برای حذف هارمونیک وجود نداشته باشد، رله بطور درستی واکنش نشان خواهد داد.

توصیه میشود در ادامه مطالعه شود: **هارمونیک های جریان های خط – کنترل فرکانس با قابلیت تنظیم**

بانکهای خازنی دو ستاره در ولتاژ متوسطی بکار گرفته می شوند.

همانطور که در شکل 3 نشان داده شده، یک ترنسفورماتور جریان در اتصال بین نقطه-ستاره می تواند برای راه اندازی رله حفاظتی برای تشخیص جریانهای نامتعادل مورد استفاده قرار گیرد که در زمانی که پایه های خازن دارای مدار کوتاه یا باز باشند، جریان پیدا خواهد کرد.

رله دارای تنظیمات جریان قابل تنظیمی خواهد بود و ممکن است شامل یک جریان بایاس باشد که از ترنسفورماتور ولتاژ خارجی تغذیه می شود، و می تواند برای جبران جریان نشت حالت مداوم در اتصال بین نقطه-ستاره تنظیم شود.



شکل 3- محافظت از بانکهای خازنی دو ستاره ای

بعضی از بارهای صنعتی مانند کوره قوسی شامل بخش های القایی بزرگی هستند و اغلب اوقات اصلاح با استفاده از خازنهای دارای ولتاژ بسیار بالا در پیکره بندیهای مختلف، اعمال می شود.

یکی دیگر از پیکره بندیهای خازن ولتاژ بالا، آرایش “تقسیم فاز” است درجاییکه عواملی که هر یک از فازهای خازن را تشکیل می دهند، به دو مسیر موازی تقسیم می شوند.

5- اندازه گیری ضریب توان

ضریب توان در یک مدار تک فاز (یا یک مدار سه فاز متعادل) را می توان از روش وات متر- آمپر متر- ولت متر اندازه گیری کرد.

به این ترتیب که توان به دست آمده به صورت وات (توان واقعی) را بر حاصل ضرب ولتاژ و جریان (توان ظاهری) تقسیم می کنیم.

نسبت به دست آمده در واقع میزان ضریب توان بار است.

در ادامه توصیه میشود مطالعه شود: بانک خازن چیست + بهترین روش محاسبه بانک خازنی ؟

البته ضریب توان در یک مدار سه فاز نامتعادل را نمیتوان به این روش اندازه گیری کرد.

برای اندازه گیری ضریب توان می توان از یک دستگاه اندازه گیری مستقیم ضریب توان نیز استفاده کرد.

نوع آنالوگ این دستگاه از دو قاب گردان الکترو دینامیکی تشکیل شده است.

این دو قاب گردان به صورت موازی به مدار متصل شده اند. اگر این دو قاب را A و B بنامیم در سر راه قاب A یک مقاومت و در سر راه قاب B یک القاگر قرار داده شده است به این ترتیب جریان در قاب B نسبت به قاب A با تأخیر همراه است.

در حالتی که ضریب توان ۱ باشد جریان در قاب A با جریان مدار هم زاویه است و بنابراین گشتاور بیشینه در قاب A به وجود می آید و میزان ضریب توان را حداکثر مشخص می کند بنابراین ۱ بودن ضریب توان مشخص خواهد شد.

در ضریب توان صفر، جریان جاری در قاب B با جریان مدار هم زاویه است و بنابر این گشتاور بیشینه در این قاب به وجود خواهد آمد که نشان دهنده مینیمم بودن ضریب توان است.

در ضریب توان های بین این دو مقدار دستگاه اندازه گیری با توجه به نسبت گشتاور در دو قاب میزان ضریب توان را مشخص می کند.

نوع دیگری از دستگاه های اندازه گیری مستقیم ضریب توان دستگاه های دیجیتال هستند.

این دستگاه ها با اندازه گیری میزان اختلاف زمانی بین شکل موج جریان و ولتاژ یا اندازه گیری میزان توان ظاهری و توان واقعی میزان ضریب توان را تشخیص می دهند.

روش اول – یعنی اندازه گیری میزان اختلاف بین جریان و ولتاژ – تنها در صورتی قابل استفاده است که شکل موج جریان و ولتاژ کاملاً سینوسی باشد.

در بارهایی مانند یکسو کننده ها استفاده از این روش میزان درست ضریب توان را اندازه گیری نخواهد کرد.

“نظرات شما را میخوانیم و به آن ها فکر میکنیم.

اگر روش های دیگری را که حاصل از مطالعه و تجربه شما دوستان عزیز است با ما به اشتراک بگذارید خوشحال میشویم لطفا در قسمت نظرات عنوان فرمایید.

ما در 24 ساعت از 7 روز هفته منتظر شنیدن صدای شما هستیم

02143844440

02143844441

09122659154

یوسف رجبی

Iran-Tehran at Electromarket.ir

یوسف-مهندسی کنترل صنعتی، برنامه نویسی و بنیان گذار الکترومارکت طراح و برنامه نویسی سیستم های مبتنی بر اتوماسیون صنعتی. طراح پروژه های انرژی سیوینگ بر پایه تکنیک های نوین، حرفه ای در برنامه نویسی اتو کد، ای پلن و طراحی وب سایت

