

معرفی تکنولوژی الکتروفلو
رویکردی یکپارچه برای بهبود کیفیت برق
و کاهش تلفات

کیفیت برق

هرگونه تغییر در کمیت ولتاژ، جریان یا فرکانس که سبب خرابی یا عملکرد نادرست تجهیزات مصرف کننده شود، در مباحث کیفیت برق قرار می گیرد.

چرا کیفیت برق اهمیت دارد؟

با پیشرفت تکنولوژی و استفاده روزافزون از تجهیزات با تکنولوژی بالا مانند کامپیوترها و کنترل کننده های برنامه پذیر منطقی (PLC) که وابستگی بیشتری به انرژی الکتریکی و کیفیت آن دارند، دیگر تنها استفاده از انرژی الکتریکی مورد پذیرش نبوده، بلکه کیفیت و خصوصیات برق تحویلی نیز مهم است. از سوی دیگر گسترش روزافزون استفاده از تجهیزاتی مانند کنترل کننده های سرعت، محرکه های تغییر دهنده فرکانس و خازنهایی که برای اصلاح توان راکتیو به کار می روند، همگی موجب کاهش کیفیت برق و ایجاد مشکلات متعدد برای تجهیزات الکتریکی می شود. لذا با در نظر گرفتن افزایش حساسیت تجهیزات و استفاده روزافزون از تجهیزاتی که موجب کاهش کیفیت برق می شوند، مبحث کیفیت برق روز به روز از اهمیت بیشتری برخوردار می گردد.

مدیریت انرژی

افزودن بهره وری استفاده از انرژی را مدیریت انرژی گویند.

چرا مدیریت انرژی اهمیت دارد؟

دلایل اهمیت مدیریت انرژی

- هزینه انرژی از فاکتورهای مهم در قیمت تمام شده محصول است.
- چشم اندازهایی که از آینده و پیوستن ایران به سازمان تجارت جهانی ترسیم می شود، بر حذف کلیه یارانه های انرژی گواهی می دهد.
- با پیگیری روال کنونی مصرف انرژی تا سال ۱۳۹۳ تمام نفت تولیدی کشور به مصرف داخل رسیده و صادرات نفت ایران به صفر خواهد رسید.
- از آنجا که اغلب انرژی ها آلاینده هستند، بین مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست رابطه مستقیمی وجود دارد.

الکتروفلو چیست؟

- الکتروفلو یک سیستم یک پارچه برای دستیابی همزمان به کیفیت برق و صرفه جویی انرژی است.
- الکتروفلو یک ساختار میکروپروسسوری پیشرفته دارد که ولتاژ، جریان، ضریب توان و هارمونیک ها را با نرخ نمونه برداری ۳۸۴۰-۱۵۳۶۰ به صورت کامل مشخص می کند.
- الکتروفلو از مدارات RLC تشکیل شده است که برپایه پارامترهای طراحی شده و منطق نردبانی این مدارات فعال می شوند.
- الکتروفلو قابلیت طراحی برای سطوح مختلف ولتاژ از ۲۰۸ ولت تا ۳۴۵ کیلوولت و برای تمام فرکانس های بین المللی را دارا است.
- الکتروفلو از حداقل توان ۱۰۰ کیلووات تا توان ۳۵۰۰ مگاوات سابقه نصب دارد.
- الکتروفلو سیستم عیب یاب خودکار دارد که هر یک از المانها یا مدارهای آن مشکلی پیدا کند به صورت اتوماتیک آن المان را مشخص کرده و به کاربر گزارش می دهد.
- الکتروفلو سیستمی بدون نیاز به تعمیر و نگهداری است.

سابقه الکتروفلو

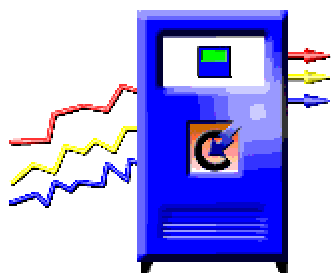
- الکتروفلو ۲۳ سال پیش در محیط دانشگاهی ایجاد شده و در طی سالها با تجربیات عملی به تکمیل آن پرداخته شده است. اکنون این سیستم با ۱۲۰۰۰ مورد نصب شده در جهان و نمایندگی در ۹۴ کشور دنیا و گواهی صحت عملکرد از بسیاری از شرکتهای معروف دنیا جای خود را در صنعت کیفیت برق باز نموده است.
- الکتروفلو تا ۳۴٪ رکورد صرفه جویی انرژی داشته و زمان بازگشت سرمایه آن از ۳ سال تجاوز نمی کند.
- الکتروفلو با بهبود کیفیت برق عمر تجهیزات و زمان خوابیدن آنها را کاهش داده و مشکلات ناشی از عدم کیفیت برق را از بین می برد.
- الکتروفلو در ۶ قاره جهان نمایندگی دارد که صدها گواهی صحت عملکرد نشان دهنده رضایت مشتریان از آن می باشد.

روش کار برای نصب الکتروفلو

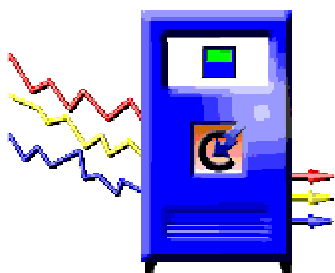
- ابتدا یک اندازه گیری جامع از سیستم توزیع انرژی الکتریکی کارخانه انجام شده و تمام پارامترهای الکتریکی مانند ولتاژ، جریان، توان اکتیو و راکتیو و هارمونیک ها اندازه گیری می شود.
- ساختار سیستم توزیع انرژی الکتریکی بررسی می شود.
- رفتار منحنی بار با گرفتن قبض های برق ۱۲ ماهه مدل سازی می شود.
- تیم مهندسی با بررسی داده های سیستم و قبض های برق تمام مشکلات کیفیت برق سیستم را استخراج کرده و در یک گزارش ذکر می کند.
- یک پیشنهاد برای الکتروفلو که در آن اثراتی که نصب الکتروفلو بر روی بهبود کیفیت برق سیستم مورد نظر و صرفه جویی انرژی خواهد داشت، قیمت آن و مدت زمانی که سرمایه گذاشته شده از روی بهای قبض های برق باز می گردد تهیه شده و به کارخانه مورد نظر ارائه می شود.

عملکردهای الکتروفلو

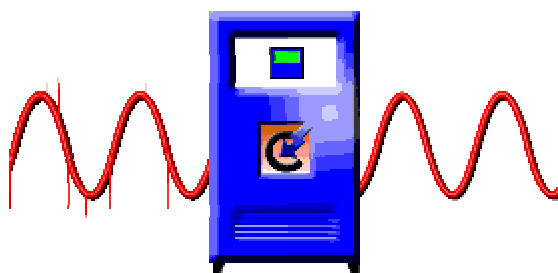
اولین خصوصیت الکتروفلو، تثبیت ولتاژ و متعادل سازی آن



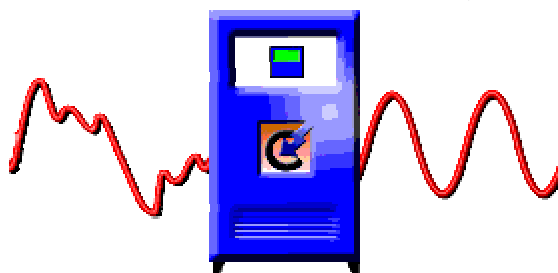
دومین خصوصیت الکتروفلو، متعادل سازی جریان



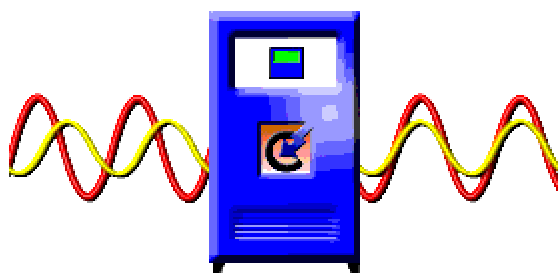
سومین خصوصیت الکتروفلو، حذف حالات گذرا



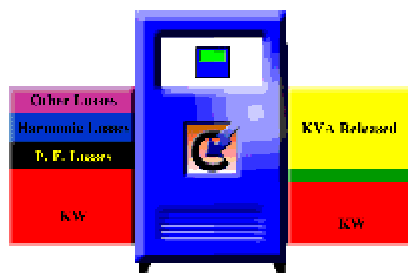
چهارمین خصوصیت الکتروفلو، فیلتر کردن پهنای باند گسترده



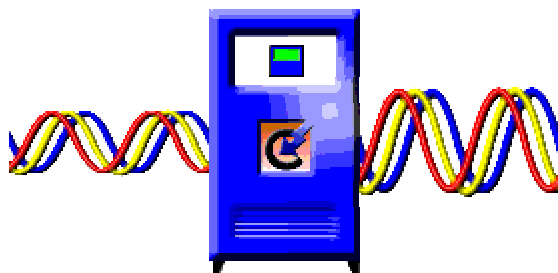
پنجمین خصوصیت الکتروفلو، بهبود ضریب توان



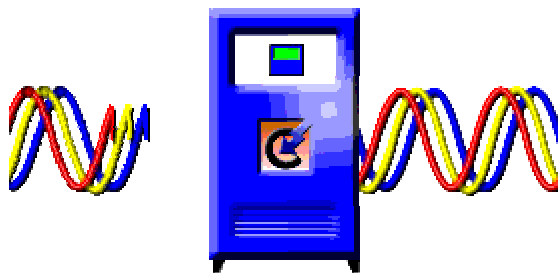
ششمین خصوصیت الکتروفلو، آزاد سازی ظرفیت KVA



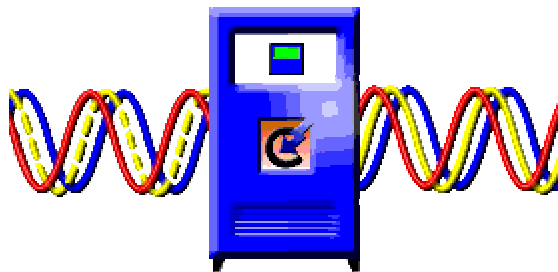
هفتمین خصوصیت الکتروفلو، محافظت در برابر Brownouts (اختیاری)



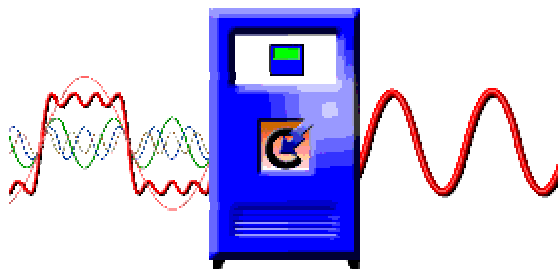
هشتمین خصوصیت الکتروفلو، محافظت در برابر قطع لحظه‌ای منبع تغذیه (اختیاری)



نهمین خصوصیت الکتروفلو، بازیابی فاز از دست رفته و ساختن آن از روی دو فاز موجود (اختیاری)



دهمین خصوصیت الکتروفلو، فیلتر کردن یک هارمونیک خاص (اختیاری)



مشکلات ناشی از کاهش، افزایش و عدم تعادل ولتاژ

یکسان نبودن ولتاژ سه فاز یک سیستم از نظر دامنه و فاز و تفاوت آنها را عدم تعادل ولتاژ می‌گویند.

علت ایجاد عدم تعادل ولتاژ

سوختن بانکهای خازنی، کوره های القایی، تقسیم نامناسب بارهای تک فاز، دستگاه های جوشکاری ...

گرم شدن موتورهای و خستگی عایقی

افزایش ولتاژ و عدم تعادل ولتاژ موجب افزایش تلفات و گرم شدن بیش از اندازه موتورهای می‌شود که به خستگی عایقی منجر می‌شود و کاهش عمر عایق‌ها را در پی خواهد داشت. در نتیجه موتورهای کوتاهتری دچار اشکال شده و نیاز به تعمیر پیدا می‌کنند.

ایجاد جریانهای نامتعادل

با تغذیه یک سیستم توسط ولتاژهای نامتعادل، جریانهای نامتعادل در آن سیستم ایجاد می‌شود که بدون داشتن اثر مثبت در سیستم گشته و موجب افزایش تلفات می‌شود.

کاهش میزان تحمل مکانیکی موتورهای

وجود ولتاژ توالی منفی در تغذیه موتور موجب ایجاد جریان توالی منفی می‌شود که به گشتاور منفی می‌انجامد. این گشتاور منفی موجب افزایش فشار مکانیکی بر روی روتور می‌شود که در نهایت به خستگی مکانیکی می‌انجامد.

تغییرات سرعت در موتورهای

در موتورهای الکتریکی گشتاور خروجی با توان دوم ولتاژ ورودی متناسب است. در موتورهایی که بدون وجود کنترل کننده-های سرعت و به صورت مستقیم به شبکه متصل هستند، تغییرات گشتاور خروجی که در نتیجه تغییر ولتاژ به وجود می‌آید به تغییر سرعت می‌انجامد. در نتیجه اغلب نمی‌توان موتوری یافت که همواره در سرعت نامی خود به کارپردازد.

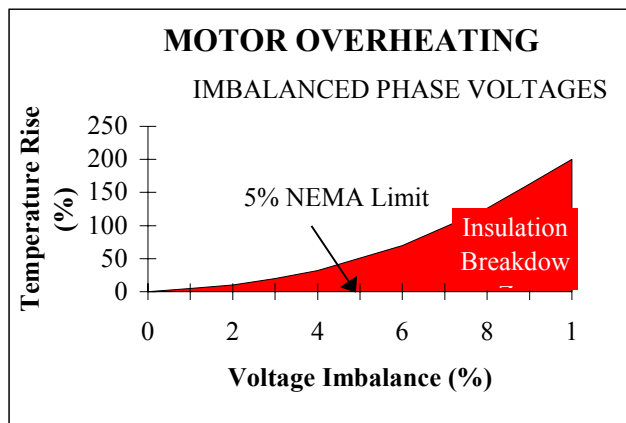
کاهش کیفیت محصولات تولیدی

تغییر در سرعت موتورهای الکتریکی که در نقاط زیادی از خطوط تولید به کار گرفته می‌شوند، موجب ایجاد ناهماهنگی میان قسمتهای مختلف تولید می‌شود که در بسیاری از موارد به کاهش کیفیت محصول تولیدی منجر می‌شود.

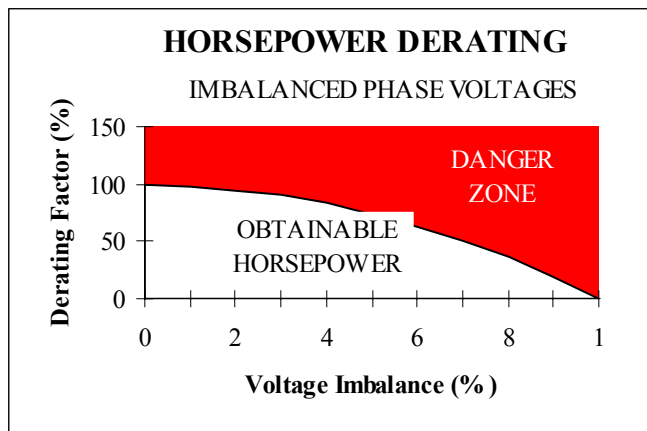
کاهش راندمان موتورهای

اغلب موتورهای به صورتی طراحی می‌شوند که بیشترین راندمان خود را در شرایط نامی داشته باشند، لذا با تغییر ولتاژ تغذیه از مقدار نامی این راندمان کاهش می‌یابد. این در شرایطی است که ولتاژ سه فاز موتور متعادل باشد. در صورت نامتعادل بودن این ولتاژ، یک ولتاژ توالی منفی در تغذیه موتور ایجاد می‌شود که به گشتاور توالی منفی منجر می‌شود. این گشتاور در خلاف جهت گشتاور اصلی است که موجب کاهش این گشتاور می‌گردد. از سوی دیگر وجود ولتاژ توالی منفی جریان توالی منفی را به دنبال خواهد داشت که در سیم پیچ های موتور بدون هیچ گونه کاربردی گشته و موجب افزایش تلفات و افزایش حرارت در موتور می‌شود. در شکل های زیر منحنی های ارائه شده توسط NEMA که میزان افزایش حرارت و کاهش راندمان موتورهای با افزایش عدم تعادل ولتاژ را نشان می‌دهد داریم. همین طور که می‌بینیم افزایش حرارت تقریباً با دو برابر توان دوم

عدم تعادل ولتاژ متناسب است. یعنی ۳ درصد عدم تعادل ولتاژ موجب ۱۸ درصد افزایش حرارت می شود که عمر موتور را به میزان قابل توجهی کاهش خواهد داد.



افزایش دمای موتور با افزایش عدم تعادل



کاهش راندمان موتور با افزایش عدم تعادل

افزایش تلفات، افزایش مصرف کیلووات ساعت، افزایش کیلو وات دیماند

عدم تعادل جریان و ولتاژ سبب ایجاد ولتاژ توالی منفی و جریان توالی منفی می شود که به ایجاد توان توالی منفی در سیستم منجر می شود. این توان بدون هیچ گونه کاربردی در سیستم تلف می شود. در نتیجه مصرف کیلووات ساعت و دیماند سیستم افزایش می یابد.

افزایش میزان سرمایه گذاری مورد نیاز

با اشغال شدن مقداری از ظرفیت تجهیزاتی مانند ترانسفورمرها، کابل های انتقال، موتورها، خازنها و کلیدهای قطع و وصل توسط توان توالی منفی نیاز به سرمایه گذاری برای خرید تجهیزاتی با ظرفیت بالاتر احساس می شود. به عنوان مثال اگر ۱۰۰ کیلو وات از توان یک ترانسفورمر یک مگاوات توسط توان توالی منفی اشغال شده باشد، ممکن است با افزایش بار به میزان ۱۰۰ کیلو وات نیاز به یک ترانسفورمر جدید وجود داشته باشد. در حالیکه با آزاد کردن ظرفیت اشغال شده می توان از سرمایه گذاری های اضافی خودداری نمود.

استفاده از ماشین هایی با مقادیر بالاتر از میزان مورد نیاز

با در نظر گرفتن ظرفیت توان توالی منفی و کاهش راندمانی که عدم تعادل ولتاژ و تغییرات آن به دنبال خواهد داشت، در شرایطی که تغذیه سیستم متعادل نباشد برای تغذیه یک بار مشابه نسبت به شرایط تغذیه متعادل، موتورهای بزرگتری مورد نیاز است که همین استفاده از موتورهای بزرگتر از اندازه مورد نیاز موجب کاهش راندمان، افزایش توان راکتیو مصرفی و اتلاف سرمایه گذاری می شود.

سخت تر شدن حفاظت در برابر افزایش بار

رله های حفاظت در برابر افزایش جریان و افزایش بار باید در مقادیر بالاتری تنظیم شوند و گرنه بدون آنکه جریان توالی مثبت از حد مجاز تجاوز کند، عمل خواهند کرد. از آنجا که شرایط تغذیه بار ممکن است تغییر یابد و جریان توالی منفی تغییر کند تنظیم دقیق حفاظت ها سخت تر می شود.

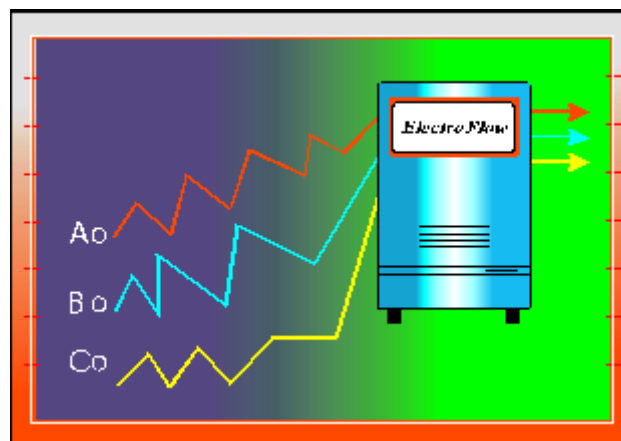
افزایش نویز و لرزش

وجود گشتاور توالی منفی باعث افزایش نوسانات گشتاور و لرزش موتور می‌شود که تبعات خود را در کاهش عمر مکانیکی نشان می‌دهد.

افزایش میزان تعمیر و نگهداری

افزایش حرارت، خستگی عایقی و مشکلات مکانیکی از عوارض وجود ولتاژ تغذیه نامتعادل است که به خرابی سریعتر تجهیزات و افزایش زمان تعمیر و نگهداری و هزینه‌های آن منجر می‌شود.

اولین خصوصیت الکتروفلو، تثبیت ولتاژ و متعادل سازی آن



مقایسه الکتروفلو با تجهیزات دیگر

تجهیزات دیگری که برای تامین یک ولتاژ متعادل استفاده می‌شوند عبارتند از: UPS، SPS و استایلیزهای ولتاژ که مشکلات زیر را خواهند داشت.

تلفات انرژی

سیستمهایی مانند UPS به علت ساختار خود که به وسیله سوئیچینگ به ایجاد ولتاژ خروجی می‌پردازند، خود دارای تلفات کلیدزنی بوده و این تلفات در توانهای بالا قابل توجه است. لذا مقداری از توان ورودی در خود این دستگاه‌ها تلف می‌شود.

اتصال سری در سیستم

سیستمهای UPS به صورت سری در مدار قرار می‌گیرند که به این دلیل در صورت خرابی، کاربر بار سیستم را نیز از دست می‌دهد. در نتیجه اعتمادپذیری سیستم پائین می‌آید و صحت عملکرد سیستم به عملکرد UPS وابسته می‌شود.

تولید هارمونیک

UPS در ورودی خود یکسوکننده ولتاژ دارد که جریان آن دارای هارمونیک قابل توجهی است.

♦ توان و مشخصات ثابت و غیر قابل گسترش

این سیستمها قابل گسترش نبوده و نمی توان با افزایش بار به میزان دلخواه آنها را افزایش توان داد. به عنوان مثال اگر برای یک بار ۱۰۰ کیلوواتی یک UPS با همین توان در نظر گرفته شده باشد، با افزایش بار، این UPS قابل استفاده نبوده و نمی توان از آن استفاده نمود.

♦ حجم و قیمت قابل توجه

به علت وجود دیودها، ترستورها و ترانزیستورهای قدرت که در توانهای بالا ابعاد و قیمت قابل توجهی دارند، ابعاد و قیمت این سیستمها در توانها بالا بسیار زیاد شده و استفاده از آنها غیراقتصادی می گردد.

این در حالی است که الکتروفلو

✚ به صورت بلادرنگ ولتاژ را اصلاح می کند. از تغییرات آن کاسته و عدم تعادل آن را جبران می کند.

✚ با حذف توان توالی منفی از سیستم و بهبود راندمان موتورهای موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می شود.

✚ به صورت موازی در سیستم اتصال می یابد و در صورت اشکال در کارکرد آن در عملکرد بار خللی وارد نمی شود، چراکه به صورت خودکار خود را از مدار خارج می کند.

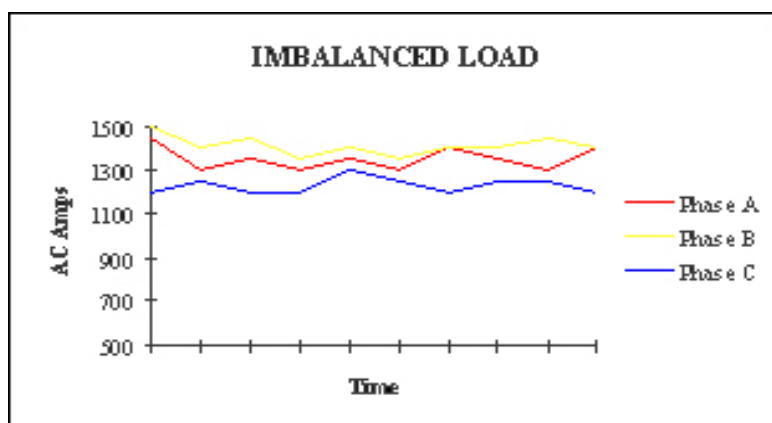
✚ ساختار مادولار و قابل گسترش دارد که با افزایش بار می توان با اضافه نمودن چند مادول دوباره سیستم را با گسترش بار تطبیق داد.

مشکلات ناشی از عدم تعادل جریان

یکسان نبودن جریان سه فاز یک سیستم از نظر دامنه و فاز و تفاوت آنها را عدم تعادل جریان می گویند.

علت ایجاد عدم تعادل جریان

سوختن بانکهای خازنی، کوره های القایی، تقسیم نامناسب بارهای تک فاز، دستگاه های جوشکاری ...



ایجاد ولتاژ توالی منفی

عدم تعادل جریان و وجود جریان توالی منفی موجب ایجاد ولتاژ توالی منفی در سیستم می شود که اثرات منفی آن پیش از این شرح داده شده است.

ایجاد جریان چرخشی

جریان توالی منفی بدون هیچ گونه استفاده ای در سیستم چرخیده و موجب ایجاد تلفات و افزایش حرارت می شود.

افزایش جریان زمین

عدم تعادل جریان به عبور جریانهای قابل توجه از هادی های زمین منجر خواهد شد، چرا که مجموع جریانهای سه فاز صفر نخواهد بود.

افزایش ولتاژ زمین

در صورتی که مقاومت زمین به اندازه کافی کم نباشد افزایش جریان آن موجب افزایش ولتاژ زمین می شود که اثر خود را بر روی تمام تجهیزات مخصوصاً وسایل الکترونیکی نشان خواهد داد.

افزایش حرارت و خستگی عایقی موتورها

وجود جریان توالی منفی منجر به ایجاد گشتاور توالی منفی در موتور می شود که در خلاف جهت گشتاور اصلی است. ضمن آنکه جریان توالی منفی بدون استفاده مفید در سیم پیچ ها چرخیده و تلف می شود که این تلفات باعث افزایش درجه حرارت موتور می شود. این افزایش حرارت موجب کاهش عمر عایق ها می شود.

کاهش راندمان موتورها

وجود جریانهای نامتعادل به دلایلی که پیش از این برای عدم تعادل ولتاژ ذکر شد باعث کاهش راندمان موتورها می شود.

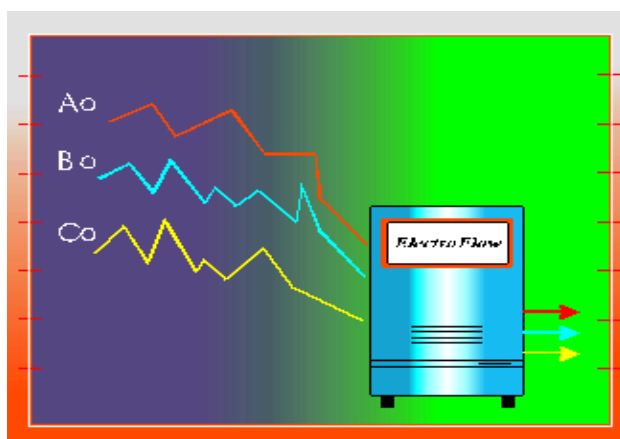
افزایش مصرف انرژی

توان توالی منفی به صورت افزایش کیلووات ساعت و کیلووات دیماند اثر خود را نشان می دهد.

افزایش هزینه لازم برای خرید تجهیزات

به علت آنکه قسمتی از ظرفیت تجهیزاتی مانند ترانسفورمرها، کابل های انتقال، موتورها، خازنها و کلیدهای قطع و وصل با جریانهای توالی منفی اشغال می شود به تجهیزاتی با ظرفیت بالاتر نیاز است.

دومین خصوصیت الکتروفلو، متعادل سازی جریان



مقایسه الکتروفلو با تجهیزات دیگر

سیستم SVC برای متعادل سازی جریان سه فاز استفاده می شود، اما مشکلات زیر را دارد.

♦ تلفات انرژی

سیستم SVC به علت ساختار خود که به وسیله سوئیچینگ به ایجاد توان راکتیو می پردازد، خود دارای تلفات کلیدزنی بوده و این تلفات در توانهای بالا قابل توجه است. لذا مقداری از توان ورودی در خود این سیستم تلف می شود.

♦ اتصال در سطوح ولتاژ بالا

SVC در سطوح ولتاژ بالا نصب شده و قابلیت و صرفه اقتصادی برای نصب در ولتاژهای پائین را ندارد. لذا تنها عدم تعادل جریان را در این سطح حذف می کند و نمی تواند برای تلفات توان توالی منفی در سطوح ولتاژ پائین تر مفید واقع شود.

♦ تولید هارمونیک

SVC به علت کلیدزنی ایجاد هارمونیک می کند که در نتیجه باید در کنار آن فیلتر نیز به کار برد.

♦ توان و مشخصات مشخص و غیر قابل گسترش

سیستم SVC قابل گسترش نبوده و نمی توان با افزایش بار به میزان دلخواه آنها را افزایش توان داد. به عنوان مثال اگر SVC برای جبران ۱۰۰ کیلو وارطراحی شده باشد، با افزایش بار، این سیستم SVC قابل استفاده نبوده و نمی توان از آن استفاده نمود.

♦ حجم و قیمت قابل توجه

به علت وجود دیودها، ترانزیستورها و ترانزیستورهای قدرت که در توانهای بالا ابعاد و قیمت قابل توجهی دارند، ابعاد و قیمت این سیستمها در توانها بالا بسیار زیاد شده و استفاده از آنها بسیار هزینه بر است.

این در حالی است که الکتروفلو

✚ به صورت بلادرنگ جریان را مونیتور کرده و عدم تعادل آن را جبران می کند.

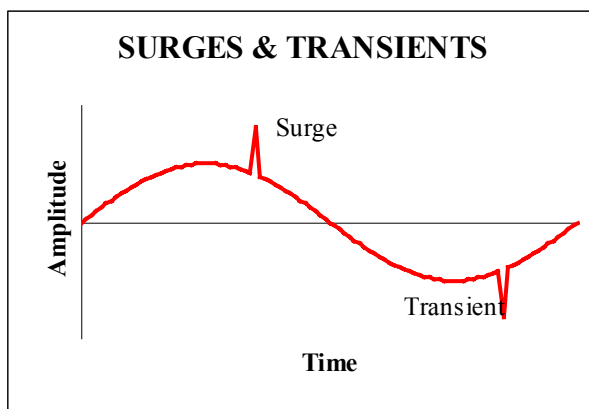
✚ با حذف توان توالی منفی از سیستم و بهبود راندمان موتورهای موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می شود.

مشکلات ناشی از موجهای لحظه‌ای و حالات گذرای ولتاژ

تغییرات لحظه‌ای ولتاژ در زمان بسیار کوتاه که اندازه ولتاژ گاهی اوقات تا ۸ برابر مقدار نامی نیز می‌رسد.

علت ایجاد گذرای ولتاژ

برخورد صاعقه، کلید زنی بانک‌های خازنی ...



افزایش زمان توقف خطوط تولید

وجود حالات گذار موجب قطع لحظه‌ای کنترل‌کننده‌های سرعت، هنگ کردن کامپیوترهای خطوط تولید و PLC ها می‌شود که موجب توقف خط تولید می‌گردد. این توقف می‌تواند خسارت زیادی از جهت خوابیدن سرمایه ایجاد نماید.

کاهش عمر تجهیزات

پیک‌های ولتاژ باعث آسیب‌رسیدن به تجهیزات می‌شود و عمر آنها را کاهش می‌دهد. در هر صورت ولتاژ قابل تحمل تجهیزات مقدار مشخصی است که در صورت تجاوز ولتاژ اعمالی از آن به این تجهیزات آسیب می‌رسد.

کارکرد نادرست کامپیوترها

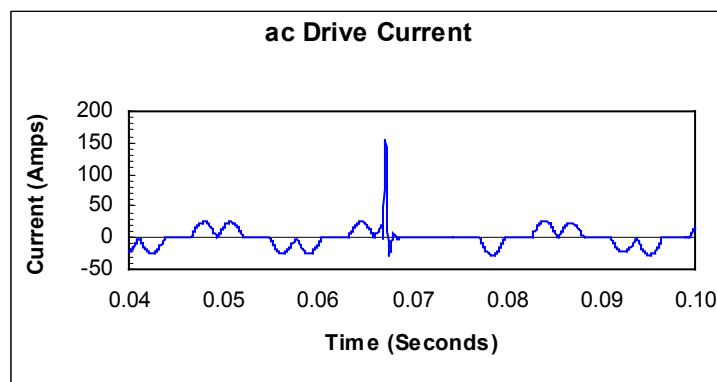
توقف در اجرای برنامه‌های کامپیوتری، هنگ کردن کامپیوترها و ایجاد اعداد غلط در حافظه کامپیوترها از نتایج جهش ناگهانی منبع تغذیه کامپیوترها می‌باشد.

ایجاد شکست عایقی

اگر پیک لحظه‌ای ایجاد شده از تحمل عایق‌های ترانسفورمرها و موتورها بیشتر باشد به عایق این تجهیزات لطمه زده و به آن آسیب وارد می‌کند.

توقف لحظه‌ای کنترل‌کننده‌های متغیر سرعت

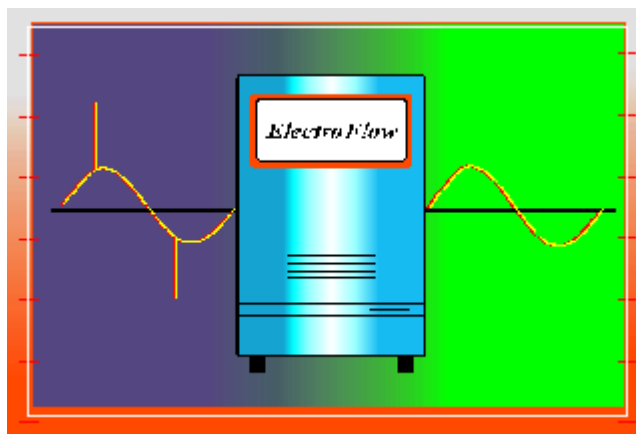
با افزایش لحظه‌ای ولتاژ ورودی، حفاظت‌های این سیستم‌ها عمل کرده و خروجی این سیستم‌ها قطع می‌شود. به این ترتیب یک شوک ناگهانی در حرکت موتور متصل به آن به وجود می‌آید.



افزایش تلفات انرژی

توان حمل شده توسط این پیک‌های لحظه‌ای بدون استفاده در سیستم تلف می‌شود.

سومین خصوصیت الکتروفلو، حذف حالات گذرا



مقایسه الکتروفلو با تجهیزات دیگر

MOV، دیودهای زنر و برق‌گیر از جمله تجهیزاتی هستند که برای حذف پیک‌های لحظه‌ای استفاده می‌شوند اما در مقایسه با الکتروفلو مشکلات زیر را دارند.

توان قابل تحمل محدود

میزان افزایش ولتاژ و توان قابل تحمل توسط این تجهیزات محدود است و نمی‌توان تا ولتاژهای بسیار بالا از آنها استفاده نمود.

هدایت اغتشاشات به زمین

کارکرد این تجهیزات به این صورت است که در برابر ولتاژهای بالا مقاومت اندکی از خود نشان می‌دهند و اغتشاش جذب شده را به زمین منتقل می‌کنند. در صورتی که مقاومت زمین تا حد مطلوب پائین نباشد، این اغتشاش از طریق سیستم زمین به تمام تجهیزات منتقل می‌شود.

◆ نشانگر وضعیت ندارند

این تجهیزات نشانگری که وضعیت و صحت عملکرد آن را نشان دهد ندارند. ممکن است یک برق گیر به علت برخورد صاعقه دچار مشکل شده باشد اما کاربر بدون اطلاع همچنان آن را در مدار نگه دارد و اغتشاش بعدی موجب صدمه رسیدن به تجهیزات شود.

این در حالی است که الکتروفلو

✚ در محدود نمودن اغتشاشات محدودیت توان ندارد.

✚ انرژی اغتشاشات را دوباره به سیستم تزریق کرده آن را تلف نمی کند.

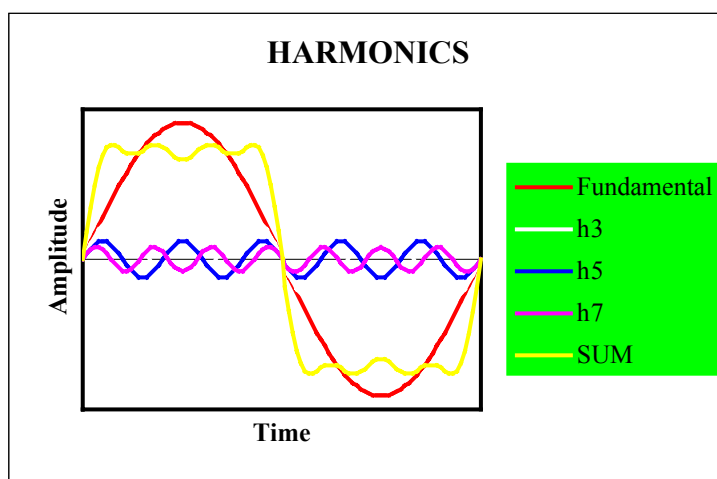
✚ نشانگر وضعیت دارد که خرابی هر یک از اجزا را به کاربر گزارش می دهد.

مشکلات ناشی از هارمونیک

مولفه های غیرفرکانس اصلی که مضرری از فرکانس اصلی بوده و با ترکیب با شکل موج ولتاژ و جریان موجب اعوجاج شکل موج آن می شوند.

علت ایجاد هارمونیک

کوره های القایی، کوره های قوس الکتریک، سیستمهای الکترونیک قدرت، لامپهای کم مصرف، کنترل کننده های دور متغیر، لوازم خانگی مانند تلویزیون و کامپیوتر، شارژرها، دستگاههای جوشکاری و...



یک موج هارمونیک با هارمونیک های سوم، پنجم و هفتم

✚ افزایش حرارت ترانسفورمرها و ماشینها

وجود هارمونیک موجب افزایش تلفات آهنی و مسی در ترانسفورمرها می شود، به علت فرکانس بالا بودن جریانهای هارمونیک مقاومت مسی به علت اثر پوستی افزایش یافته و تلفات مسی افزایش می یابد. ضمن آنکه تلفات هیستریزس و فو کو

با توان دوم فرکانس متناسب است و افزایش جریانهای هارمونیک موجب افزایش این تلفات می شود. با افزایش تلفات حرارت این تجهیزات از مقدار نرمال افزایش یافته و موجب آسیب دیدگی عایق ها و کاهش عمر این تجهیزات می گردد.

افزایش تلفات هیترزیس

تلفات هیترزیس با توان دم فرکانس متناسب است و وجود هارمونیک موجب افزایش قابل توجه این تلفات در تمام ادواتی که از اجزای آهنی در ساختمان آنها استفاده شده است مانند ترانسفورمر، موتور و کلیدها می شود.

اعوجاج شکل موج جریان و ولتاژ

در نتیجه وجود هارمونیک شکل موج های جریان و ولتاژ از حالت نرمال خود خارج شده و شکل سینوسی خود را از دست می دهد.

خرابی بانک های خازنی

به علت آنکه امپدانس خازن با فرکانس رابطه عکس دارد، در برابر جریانهای هارمونیک امپدانس کمی از خود نشان می دهد و به محلی برای جذب جریانهای هارمونیک تبدیل می شود. در نتیجه ممکن است جریان خازن از حدود مجاز تجاوز کرده و به خازن آسیب برسد. ترکیدن خازن در کارخانه هایی که دارای هارمونیک قابل توجه هستند امری عادی است.

عمل کردن بی جهت فیوزها و بریکرها

به علت هارمونیک بودن جریان، مقدار موثر آن از حالت تک هارمونیک بیشتر می شود که باعث می شود فیوزها و بریکرها بدون آنکه جریان اصلی از حدود قابل قبول تجاوز کند، عمل کنند.

کارکرد نامطمئن تجهیزات الکترونیکی و ژنراتورها

تجهیزات الکترونیکی برای کار در فرکانس اصلی طراحی شده اند و هر گونه تغییر در مشخصات تغذیه ورودی در کارکرد آنها تاثیر خواهد داشت. ژنراتورها نیز با فیدبک گرفتن از ولتاژ خروجی به تثبیت ولتاژ می پردازند که در صورت اعوجاج این ولتاژ و نوسان آن، این فیدبک تحت تاثیر قرار گرفته و خود باعث نوسان ولتاژ خروجی ژنراتور می شود.

اندازه گیری غلط تجهیزات اندازه گیری انرژی الکتریکی

اغلب تجهیزات اندازه گیری برای کارکرد دقیق در فرکانس اصلی طراحی شده اند و برای این فرکانس کالیبراسیون بر روی آنها صورت می گیرد. ضمن آنکه الگوریتم های متفاوتی برای اندازه گیری مانند اندازه گیری پیک، اندازه گیری متوسط و اندازه گیری مقدار موثر وجود دارد که هر یک در شرایط هارمونیک جواب خاص خود را می دهد. اغلب این الگوریتم ها هارمونیک ها را در انرژی مصرفی حساب کرده و مقدار آن را در نظر می گیرند که باعث افزایش بهای قبض های برق می شود.

اتلاف انرژی الکتریکی و افزایش کیلووات ساعت مصرفی و کیلووات دیماندا

هارمونیک جریان بدون استفاده در کابل های انتقال و تجهیزات اتلاف می شود، همینطور وجود هارمونیک سبب افزایش تلفات و کاهش راندمان تجهیزاتی مانند ترانسفورماتورها و موتورها می شود. به همین دلیل با وجود هارمونیک های ولتاژ و جریان هم کیلووات ساعت مصرفی و هم کیلووات دیماندا افزایش می یابد.

افزایش تعمیر و نگهداری تجهیزات

با وجود هارمونیک که سبب افزایش تلفات و دمای تجهیزات می شود، عمر تجهیزات کاهش یافته و در دوره های کوتاهتری نیاز به تعمیر و نگهداری پیدا می کنند. به این ترتیب هزینه های تعمیر و نگهداری به هزینه های دیگر افزوده می شود. اثرات

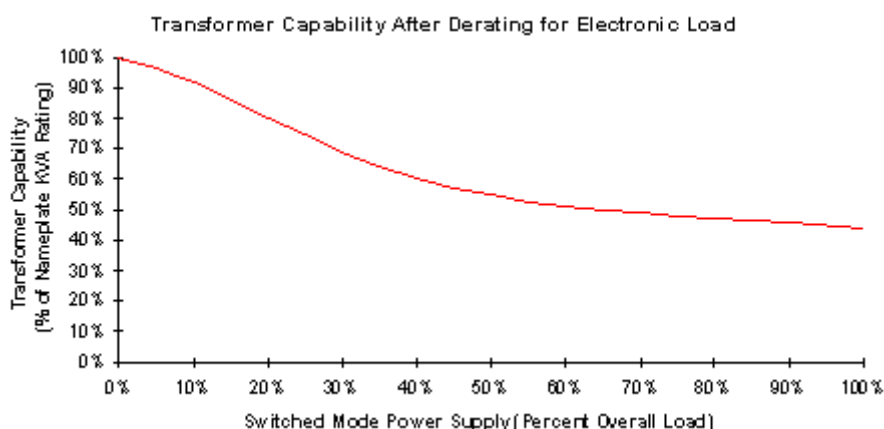
هارمونیک در افزایش میزان خرابی تجهیزاتی مانند ترانسفورماتورها، ماشینهای الکتریکی و خازنهای الکتریکی در بسیاری از کارخانه‌ها کاملاً محسوس است و سالانه مقدار زیادی از توقف خطوط تولید در نتیجه این گونه خرابی‌ها به وجود می‌آید.

اثرات هارمونیک بر تلفات و راندمان ترانسفورماتورها

همانطور که در جدول زیر دیده می‌شود در شرایطی که بار یک ترانسفورماتور تنها شامل هارمونیک فرکانس اصلی باشد تنها ۲,۵ درصد تلفات مسی و ۲,۵ درصد تلفات آهنی وجود دارد در حالیکه با افزایش هارمونیک بودن جریان به علت آنکه تلفات آهن شامل تلفات هیستریزس و تلفات جریان گردابی تقریباً با مجذور فرکانس متناسب است، این تلفات به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. در اینجا فرض شده است که تلفات مسی ثابت باقی می‌ماند. البته مقاومت سیم‌پیچی‌ها نیز به علت اثرات پوستی افزایش می‌یابد که به معنای افزایش تلفات مسی است. در هر صورت می‌بینیم که در صورتی که تمام جریان هارمونیک باشد راندمان ترانسفورماتور تا ۶۷ درصد کاهش می‌یابد.

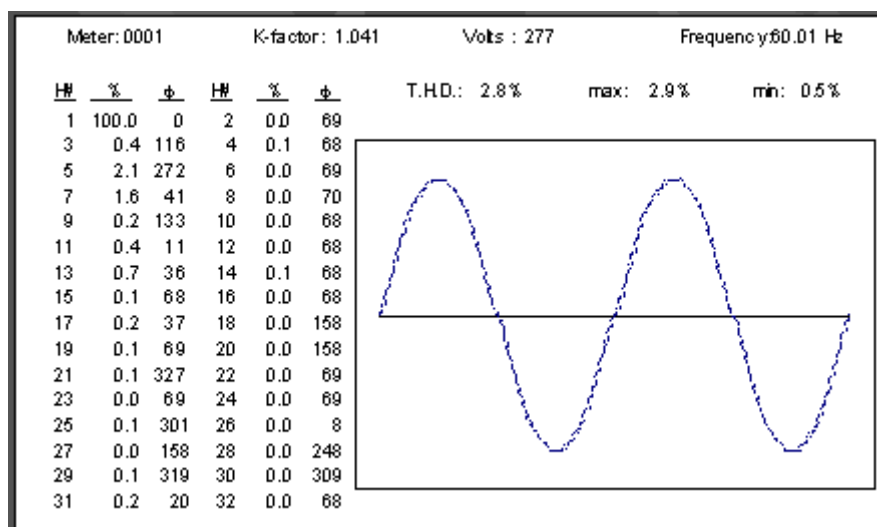
راندمان ترانسفورماتور	تلفات آهنی	تلفات مسی	درصد از بار الکتریکی
۹۵,۰٪	۲,۵٪	۲,۵٪	۰٪
۹۲,۲٪	۵,۲٪	۲,۵٪	۱۰٪
۸۹,۴٪	۸,۰٪	۲,۵٪	۲۰٪
۸۶,۶٪	۱۰,۸٪	۲,۵٪	۳۰٪
۸۳,۹٪	۱۳,۵٪	۲,۵٪	۴۰٪
۸۱,۱٪	۱۶,۳٪	۲,۵٪	۵۰٪
۷۸,۳٪	۱۹,۱٪	۲,۵٪	۶۰٪
۷۵,۵٪	۲۱,۹٪	۲,۵٪	۷۰٪
۷۲,۸٪	۲۴,۶٪	۲,۵٪	۸۰٪
۷۰,۰٪	۲۷,۴٪	۲,۵٪	۹۰٪
۶۷,۲٪	۳۰,۲٪	۲,۵٪	۱۰۰٪

در منحنی صفحه بعد کاهش راندمان یک ترانسفورماتور وقتی که بار آن یک منبع تغذیه سوئیچینگ باشد دیده می‌شود. همانطور که می‌بینیم اگر تمام بار این ترانس منبع تغذیه سوئیچینگ باشد راندمان ترانس به ۴۰ درصد نیز می‌رسد که با توجه به افزایش تلفات آهنی قابل توجیه است.

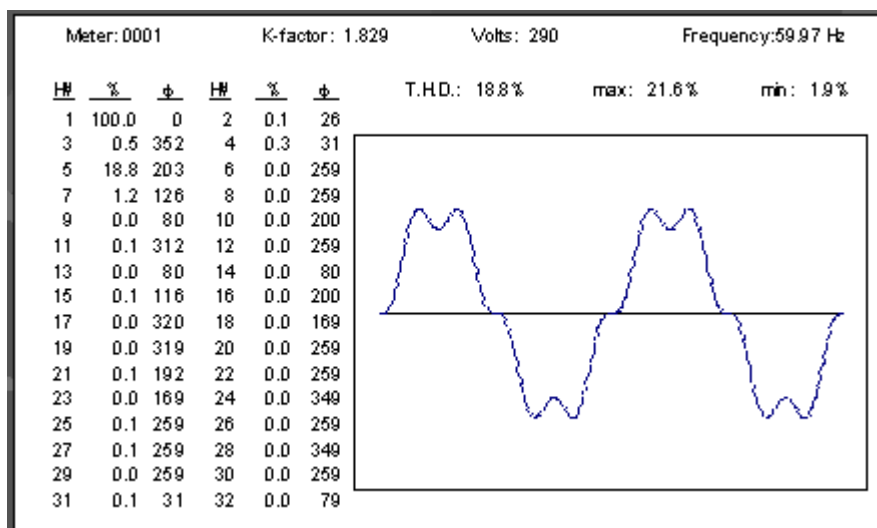


اثرات خازنها بر روی میزان هارمونیک

از آنجا که امپدانس خازنها با فرکانس رابطه عکس دارد، امپدانس خازنها با افزایش فرکانس به شدت کاهش می‌یابد که خازن را به منبع خوبی برای جذب هارمونیک تبدیل می‌کند. وجود خازن در یک سیستم الکتریکی مانند یک کارخانه امپدانس ورودی آن سیستم را کاهش داده و سبب می‌شود که کارخانه به محل خوبی برای جذب هارمونیک تبدیل شود. در شکل زیر ولتاژ یک سیستم واقعی در حضور خازن و بدون حضور آن را مشاهده می‌کنیم همانطور که دیده می‌شود با آمدن خازن در مدار THD سیستم تا ۲۱,۶ درصد افزایش یابد.

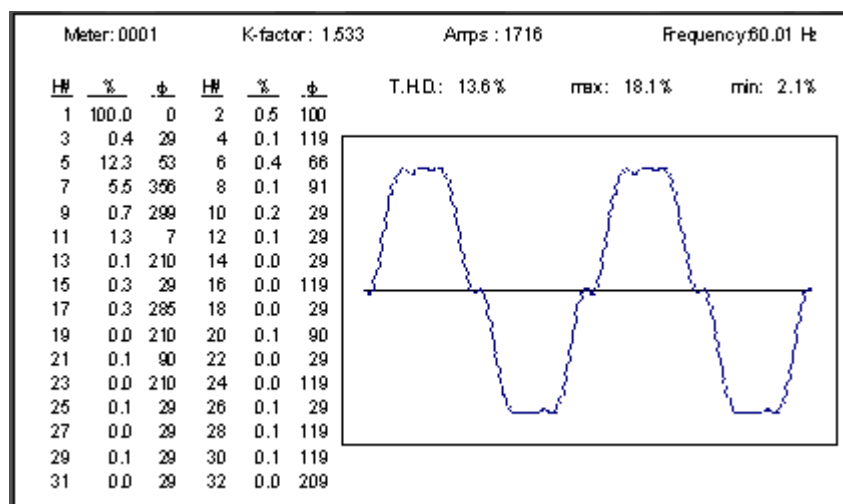


ولتاژ یک کارخانه بدون حضور خازن

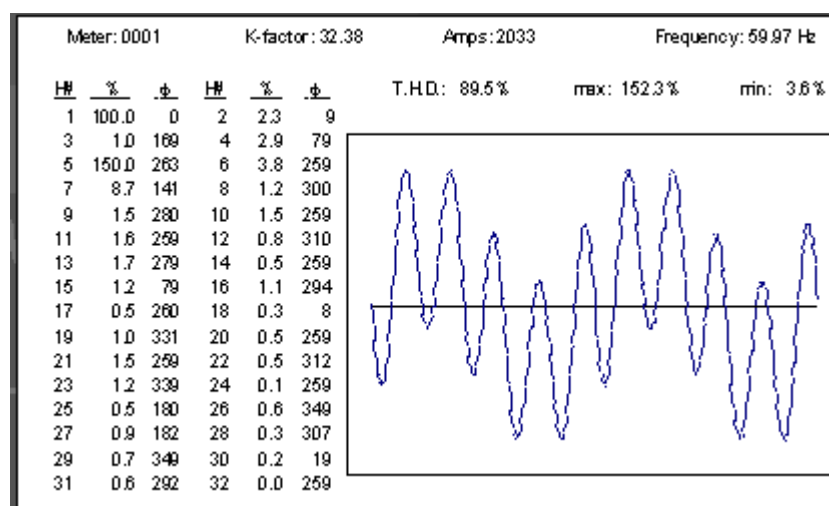


ولتاژ یک کارخانه با وجود خازن

به همین ترتیب می‌بینیم که جریان سیستم نیز با وجود خازن به شدت هارمونیک می‌شود که علت اصلی آن ایجاد رزونانس خازن با سلف ترانس و سایر سلف‌های موجود در مدار است. همانطور که دیده می‌شود بر خلاف تصور که گمان می‌رود خازن با حذف جریان راکتیو موجب کاهش اندازه موثر جریان می‌شود، در اینجا با وجود خازن جریان موثر از ۱۷۱۶ تا ۲۰۳۳ آمپر افزایش می‌یابد که علت آن وجود جریانهای هارمونیک و تقویت آنها است. در نتیجه افزایش تلفات و متعاقب آن افزایش مصرف انرژی را به دنبال خواهد داشت.

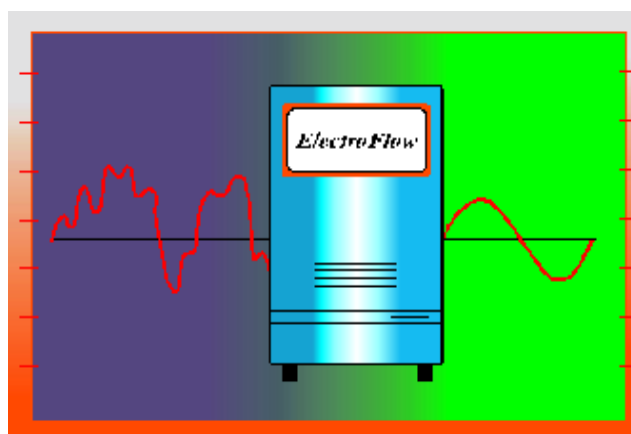


جریان یک کارخانه بدون حضور خازن



جریان یک کارخانه با حضور خازن

چهارمین خصوصیت الکتروفلو، فیلتر کردن پهنای باند گسترده



مقایسه الکتروفلو با تجهیزات دیگر

فیلترهای فعال از جمله تجهیزاتی هستند که برای حذف هارمونیک به کار می‌روند اما مشکلات زیر را به دنبال دارند.

♦ اتلاف انرژی

فیلترهای فعال به علت ماهیت کلیدزنی خود تلفات کلیدزنی دارند و انرژی تلف می‌کنند. این تلفات در توانهای بالا مقادیر قابل توجهی دارد.

♦ اتصال سری در مدار

این تجهیزات اغلب به صورت سری در مدار قرار می‌گیرند که موجب کاهش اعتمادپذیری سیستم می‌شود. چرا که با خراب شدن فیلتر بار اصلی نیز از دست می‌رود.

♦ تولید هارمونیک

اگرچه این فیلترها برای حذف هارمونیک طراحی شده‌اند اما به علت ماهیت کلیدزنی خود هارمونیک‌های مرتبه کلیدزنی را وارد شبکه می‌کنند.

♦ توانهای مشخص و غیر قابل گسترش

فیلترهای فعال ابعاد مشخصی داشته و نمی‌توان آنها را گسترش داد. به عنوان مثال اگر یک فیلتر ۱۰۰ کیلووات وجود داشته باشد و بار هارمونیک ۱۰ کیلووات افزایش یابد، نمی‌توان با قراردادن یک مادل جداگانه فیلتر را گسترش داد بلکه باید یک فیلتر ۱۱۰ کیلووات نصب نمود.

♦ هزینه بالا و حجم زیاد

این فیلترها به علت بهره بردن از ترستورها و سایر ادوات الکترونیک قدرت که در توانهای بالا بسیار گران قیمت هستند، حجم و قیمت قابل توجهی دارند.

این در حالی است که الکتروفلو

✚ به صورت پهنای باند گسترده به فیلتر کردن هارمونیک‌ها می‌پردازد.

همانطور که می‌دانیم با تغییر ضریب کیفیت یک فیلتر می‌توان پهنای باند آن را تغییر داد که هر چه ضریب کیفیت بیشتر باشد، فیلتر تیزتر است. الکتروفلو پهنای باند فیلتر را به صورتی تنظیم می‌کند که بیشترین هارمونیک فیلتر شود.

✚ به صرفه جویی انرژی می‌پردازد.

الکتروفلو با حذف هارمونیک‌های ولتاژ و جریان اندازه موثر ولتاژ و جریان را کاهش می‌دهد که به کاهش میزان اتلاف انرژی منجر می‌شود.

✚ قابلیت گسترش دارد.

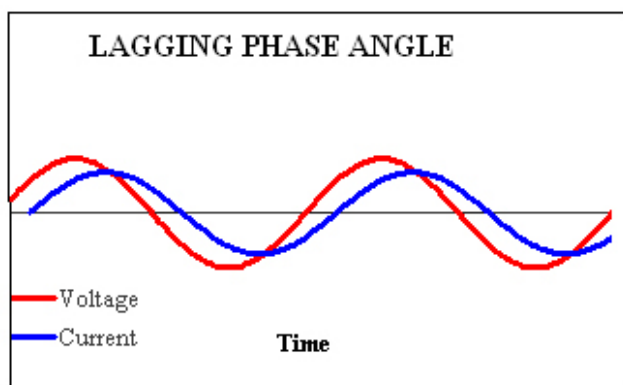
الکتروفلو مادلار بوده و می‌توان با افزودن چند مادل به مادل‌های الکتروفلو این سیستم را با شرایط جدید تطبیق داد.

مشکلات ناشی از ضریب توان پائین

هم فاز نبودن ولتاژ و جریان سیستم و وجود جریان راکتیو که سبب افزایش مقدار موثر جریان می‌شود.

علت مصرف توان راکتیو

تمام موتورهای الکتریکی به خصوص اگر در زیر بار نامی کار کنند، به میزان قابل توجهی توان راکتیو مصرف می‌کنند.



افزایش تلفات

به علت آنکه اندازه جریان به دلیل وجود جریان راکتیو افزایش می‌یابد، تلفات مسی یا I^2R نیز در تمام تجهیزات انتقال برق افزایش می‌یابد.

اشغال ظرفیت KVA

اگر چه توان راکتیو به صورت مجازی بوده و مصرف نمی‌شود اما وجود آن سبب می‌شود که تمام تجهیزاتی که این توان را انتقال می‌دهند باید قابلیت انتقال جریان راکتیو را نیز علاوه بر جریان اکتیو داشته باشند که این به معنی افزایش ظرفیت KVA این تجهیزات و افزایش قیمت می‌باشد. به ویژه در مورد ترانسفورماتورها که با افزایش ظرفیت قیمت آنها به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. مشخص است که این ترتیب ظرفیتی که می‌توان برای انتقال توان حقیقی که توان مورد نیاز است کاهش می‌یابد که سبب می‌شود از راندمان تجهیزات انتقال دهنده کاسته شود.

افزایش دیماند KVA و جریمه‌های مربوطه

در برخی از کشورها مانند استرالیا دیماند به جای KW بر حسب KVA محاسبه می‌شود که افزایش آن سبب افزایش مبلغ پرداختی و جریمه‌های مربوطه خواهد شد.

جریمه ضریب توان

در اغلب کشورها، ضریب توان مصرف کننده نباید از حد مشخصی پایین تر باشد، در غیر آن صورت آن مصرف کننده مشمول جریمه ضریب توان می‌شود. به عنوان مثال در ایران ضریب توان قابل قبول ۰.۹ است که در صورت کاهش ضریب توان از این مقدار جریمه‌هایی به مصرف کننده تعلق می‌گیرد.

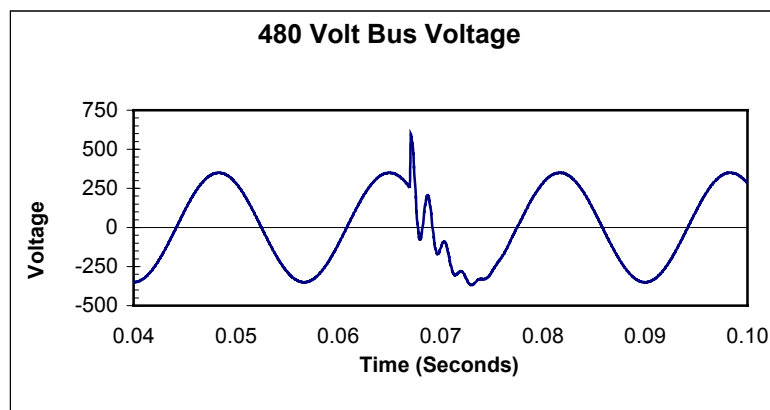
افزایش تعمیر و نگهداری تجهیزات

به علت جریانهای اضافهای که تجهیزات به جهت وجود توان راکتیو تحمل می‌کنند، میزان خرابی و خطای آنها بالاتر رفته و از عمر مفید آنها کاسته می‌شود. مشخص است که با حذف توان راکتیو از سیستم هم هزینه تعمیر و نگهداری کاهش می‌یابد و هم به عمر مفید تجهیزات افزوده می‌شود.

سرمایه گذاری بدون توجه

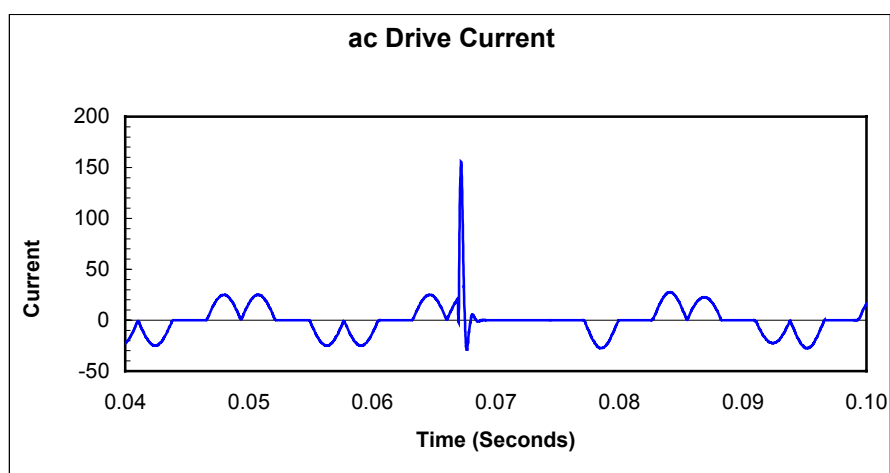
از آنجا که به علت وجود توان راکتیو باید تجهیزاتی با قابلیت تحمل جریانهای بالاتر استفاده نمود، برای خرید این تجهیزات باید سرمایه گذاری بالاتری انجام داد که این سرمایه بالاتر بدون توجه اقتصادی گذاشته شده است و اتلاف سرمایه گذاری به شمار می‌رود.

مشکلات اعوجاجات ایجاد شده از کلید زنی خازنی

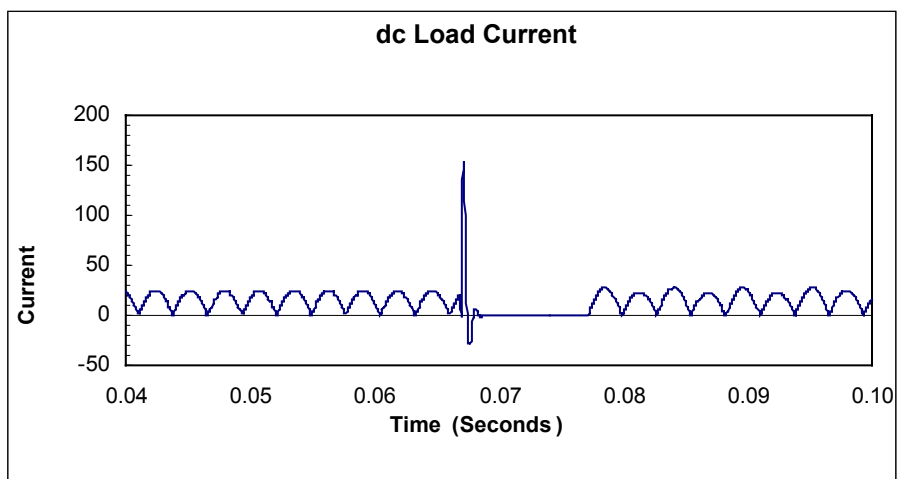


ولتاژ خط با آمدن یک خازن بدون بار

با آمدن یک خازن در مدار از آنجا که خازن در لحظه اول بدون بار است، حالت اتصال کوتاه از خود نشان می‌دهد که باعث اعوجاجات ولتاژ مطابق شکل زیر می‌گردد. این حالات گذرا ممکن است باعث قطع کارکرد تجهیزاتی مانند کنترل-کننده‌های سرعت و مبدل‌های AC/DC و مثلاً قطع یک خط تولید یا تغییر سرعت یک موتور شود که ممکن است اثرات جبران ناپذیری داشته باشد.

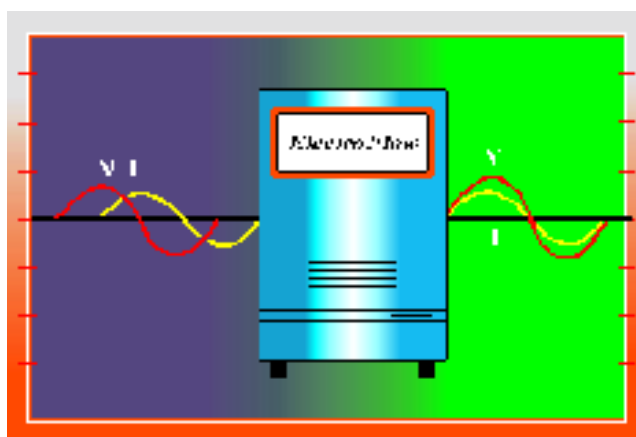


عمل کردن حفاظت‌های یک سیستم کنترل دور موتور و قطع توان تحویلی به موتور



عمل کردن حفاظت‌های ولتاژ یک مبدل AC/DC و قطع توان تحویلی به بار

پنجمین خصوصیت الکتروفلو، بهبود ضریب توان



مقایسه الکتروفلو با تجهیزات دیگر

خازنهای الکتریکی متداول‌ترین تجهیزاتی هستند که برای جبران راکتیو استفاده می‌شود اما این تجهیزات مشکلات جانبی زیر را به دنبال خواهند داشت.

افزایش ولتاژ و ایجاد یک ولتاژ ناپایدار

خازن به صورت ذاتی با تزریق توان راکتیو، موجب افزایش ولتاژ می‌شود. به خصوص خازنهایی که همیشه در مدار هستند در ساعات کم‌باری که میزان مصرف توان راکتیو کاهش یافته است موجب افزایش ولتاژ به میزان قابل توجهی می‌شوند. نکته دیگر آنکه اغلب خازنهای سه فاز نمایشگر صحت عملکرد خازنهای هر فاز را به صورت جداگانه ندارند و ممکن است در هر فاز خازنهایی سوخته شده باشد یا کیفیت آن کاهش یافته و آن میزان جریان راکتیو نامی خود را تولید نکند. به این ترتیب اغلب میزان جریان راکتیو تزریقی سه فاز یکسان نیست که خود موجب عدم تعادل می‌شود.

تقویت حالات گذرا

به جهت آنکه امپدانس خازن نسبت عکس با فرکانس آن دارد و یک حالت گذرای لحظه‌ای در بر گیرنده هارمونیک‌های مرتبه بالا می‌باشد. وجود خازن به شدت این حالت گذرا را تقویت کرده باعث آسیب دیدگی خود خازن در درجه اول و سایر تجهیزات در مراتب بعدی می‌شود.

خرابی سلولهای خازنی تک فاز

اغلب رگولاتورهای خازنی، بانک‌های خازنی را به صورت سه فاز مانیتور می‌کنند و تنها در صورتی که سه فاز خازن معیوب شود، آلارم هشدار دهنده صادر می‌شود. از طرف دیگر عمر سه فاز خازن و امکان سوختن آنها به هیچ عنوان یکسان نیست و بسیار احتمال دارد که یک فاز از سه فاز خازن، عمرش زودتر به پایان رسیده و کیفیت آن کاهش یابد.

تقویت هارمونیک‌ها

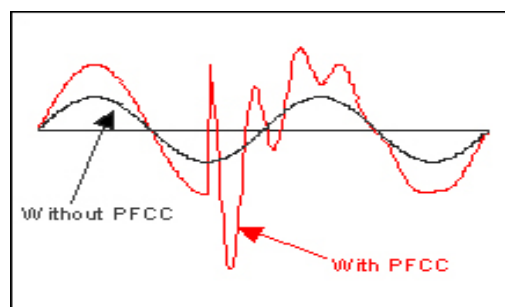
هارمونیک‌ها که فرکانسهایی بالاتر نسبت به مولفه اصلی دارند خازن را به صورت یک امپدانس ناچیز در مقابل خود می‌بینند و در حقیقت خازن به محل مناسبی برای جذب هارمونیک تبدیل می‌شود. به عنوان مثال هارمونیک پنجم جریان امپدانس معادل یک پنجم مولفه اصلی در مقابل خود می‌بیند و به سمت خازن جذب می‌شود. این امر علاوه بر صدمه زدن به تجهیزات دیگر موجبات افزایش مصرف انرژی را فراهم می‌کند.

ایجاد رزونانس

در صورتی که ظرفیت خازن با سلف موجود در سیستم در یک فرکانس خاص برابر باشد ($X_L = X_C$)، رزونانس در سیستم ایجاد می‌شود که موجب تقویت فوق‌العاده جریان در آن فرکانس خاص می‌شود. این مسئله اغلب باعث آسیب دیدگی شدید تجهیزات الکتریکی به خصوص ترانسفورماتورها می‌شود.

ایجاد نوسان

خازنهای الکتریکی در لحظه اتصال به جهت امپدانس ناچیزی که دارند ایجاد نوساناتی مانند شکل زیر می‌کنند. به خصوص در مورد رگولاتورهای خازنی که به صورت مستمر خازنهایی را وارد و خارج می‌کنند، این نوسانات به صورت مداوم ایجاد می‌شود که ایجاد این نوسانات به تجهیزات الکتریکی آسیب می‌زند.



پیش فاز شدن

در مورد خازنهایی که به صورت ثابت در شبکه وصل می‌شوند، در ساعتی که مصرف توان راکتیو کاهش می‌یابد، توان راکتیو ایجاد شده توسط خازنها بیشتر از مقدار مورد نیاز بوده و ضریب توان سیستم پیش فاز می‌شود.

این در حالی است که الکتروفلو

✚ ضریب توان را تا ۹۵ یا ۱۰۰ افزایش می‌دهد

در حالیکه هیچ یک از اثرات جانبی بانک‌های خازنی را ندارند.

✚ سیستم عیب‌یاب خودکار دارد

در صورتی که هر یک از اجزای سیستم دچار مشکل شود، پیام خطای مورد نظر در صفحه نمایش سیستم ظاهر می‌شود و علاوه بر آن هر یک از المانها به تنهایی نشانگر مخصوص به خود دارد که سالم یا معیوب بودن آن را نشان می‌دهد.

مشکلات ناشی از اشغال ظرفیت KVA

مقداری از ظرفیت KVA سیستم توسط هارمونیکها، عدم تعادل و توان راکتیو اشغال می‌شود که مشکلات زیر را به دنبال دارد.

✚ لزوم توسعه منابع تغذیه

با افزایش ظرفیت KVA مصرفی سیستم، منبع تغذیه سیستم نیز باید توانمندی تامین این ظرفیت را داشته باشد. اگر این منبع تغذیه به صورت محلی باشد " به عنوان مثال دیزل ژنراتور " باید ظرفیت آن به میزان لازم افزایش یابد که مستلزم هزینه قابل توجهی است.

✚ افزایش قیمت و ظرفیت کلیدها

کلیدهای قطع و وصل کننده باید توانایی تحمل جریان اضافی که به علت اشغال ظرفیت KVA به سیستم تحمیل می‌شود، داشته باشند. به عنوان مثال اگر مولفه فرکانس اصلی اکتیو ۱۰۰۰ آمپر باشد، در حالیکه ۲۰۰ آمپر به صورت هارمونیک، جریان راکتیو و جریان توالی منفی به سیستم وارد شود، کلید قطع کننده باید توانایی تحمل ۱۲۰۰ آمپر جریان را داشته باشد.

✚ افزایش ظرفیت تجهیزات حفاظتی

به علت بالا رفتن جریان از مقدار نامی به علت وجود جریانهای اضافی، تجهیزات حفاظتی باید توانایی عبور و قطع به میزانهای بالاتری را داشته باشد.

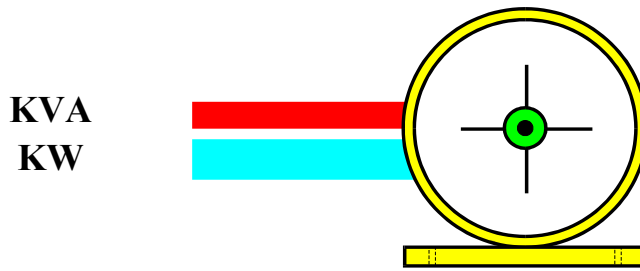
✚ افزایش ظرفیت کابل‌ها و ترانسفورماتورها

کابل‌های انتقال و ترانس‌های توزیع باید قابلیت انتقال جریانهای اضافی را داشته باشند که این به معنای افزایش هزینه و سرمایه گذاری است.

✚ اشغال فضای مفید کارخانه

به علت آنکه با اشغال ظرفیت KVA باید تجهیزات بزرگتر و حجیم‌تری برای انتقال و تولید و حفاظت استفاده نمود. فضای مفید کارخانه توسط این تجهیزات اشغال می‌شود که به معنای کاهش فضای مفید در دسترس می‌باشد.

ششمین خصوصیت الکتروفلو، آزاد سازی ظرفیت KVA



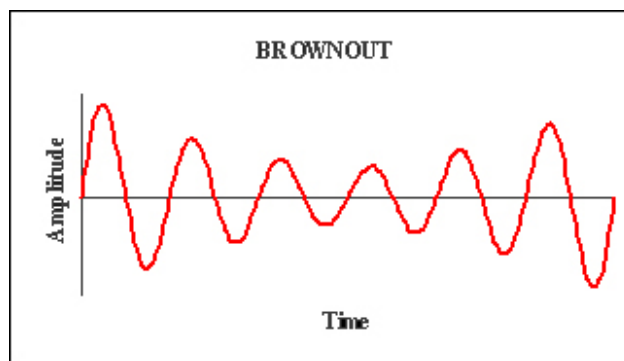
بر خلاف خازنها که اثرات جانبی دارند، الکتروفلو به صورت متعادل در سه فاز به آزادسازی ظرفیت KVA می پردازد. با حذف هارمونیک، عدم تعادل و توان راکتیو ظرفیت KVA سیستم کاهش می یابد هیچگونه اثرات جانبی ندارد. بهینه ترین روش از نظر هزینه در مقایسه با تمام تجهیزات دیگر موجود در بازار است.

مشکلات ناشی از Brownouts

کاهش ولتاژ پایدار تا ۲۰ درصد مقدار نامی را Brownouts می گویند.

علت ایجاد Brownouts

ایجاد اتصال کوتاه سه فاز و تک فاز در مدارهای تغذیه، خارج شدن یا سوختن بانک های خازنی بزرگ



کاهش موقت ولتاژ خط

کاهش ولتاژ اثرات فراوانی بر روی تجهیزات مختلف دارد و بسته به تنظیم رله های حفاظتی ممکن است خط به صورت کامل قطع شود.

قطع کارکرد (Shut Down)

بسیاری از تجهیزات مانند کامپیوترها به ولتاژ ورودی بسیار حساس هستند و با تغییرات اندک ولتاژ ورودی، خاموش می شوند.

از دست رفتن حافظه

حافظه های RAM بسیار حساس هستند و با کمترین تغییرات ولتاژ تغذیه، حافظه آنها از بین می رود. امروزه با گسترش استفاده از سیستم های میکروپروسسوری مانند PLC ها که تغذیه آنها به تغییرات ولتاژ بسیار حساس است، امر تثبیت ولتاژ مساله حساس تری شده است.

از دست رفتن کنترل خطوط تولید

از آنجا که در اکثر خطوط تولید تجهیزاتی مانند کنترل کننده های سرعت موتوری، PLC ها و حتی کامپیوترهای صنعتی موجود است، این قبیل تجهیزات به ولتاژ تغذیه بسیار حساس هستند که در نتیجه تغییر آن، موجبات توقف خط تولید برای مدت نامعینی فراهم می شود.

گرمای بیش از حد موتورها و آسیب عایقی

با افت ولتاژ ورودی به موتورها برای حفظ گشتاور بار باید جریان موتورها افزایش یابد که این امر موجب ایجاد تلفات و گرم شدن موتورها بیش از حد استاندارد می شود و ممکن است به عایق سیم پیچی ها لطمه بزند.

عمل کردن تجهیزات حفاظتی

با کاهش ۲۰ درصدی ولتاژ رله های حفاظت اغلب تجهیزات الکتریکی عمل کرده و این تجهیزات را از مدار خارج می کند به این ترتیب با کاهش ۲۰ درصدی ولتاژ، بهره برداری از این تجهیزات تا عادی شدن دوباره ولتاژ منتفی است.

کاهش گشتاور موتور

گشتاور خروجی موتور با ولتاژ ورودی آن متناسب است که ممکن است با کاهش ولتاژ اندازه این گشتاور به کمتر از گشتاور بار کاهش یابد و حتی موجب توقف موتور شود.

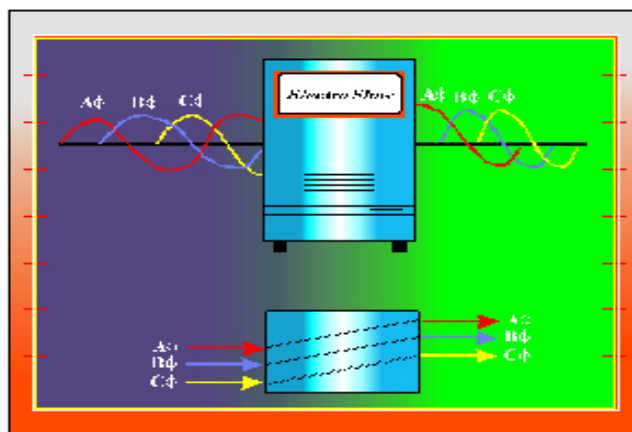
افزایش تعمیر و نگهداری و هزینه های عملیاتی

همانطور که قبلاً گفته شد، کاهش ولتاژ موجب آسیب رسیدن به تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی مانند کامپیوتر، تلویزیون و موتورهای الکتریکی می شود که این امر موجب افزایش تعمیر و نگهداری و هزینه های آن می شود.

تغییرات سرعت

در موتورهای الکتریکی به جهت آنکه گشتاور خروجی با توان دوم ولتاژ ورودی متناسب است، با تغییرات این ولتاژ گشتاور خروجی موتور به میزان قابل توجهی کاهش می یابد که به معنای تغییر سرعت موتور است. در خطوط تولیدی مانند خط تولید نورد فولاد و خط تولید کارخانه های ریسندگی، این تغییرات سرعت به کیفیت محصول خروجی به شدت لطمه می زند و باعث کاهش کیفیت آن می شود.

هفتمین خصوصیت الکتروفلو (اختیاری)، محافظت در برابر Brownouts



بر خلاف سایر تجهیزاتی مانند UPS و استابیلایزرهای ولتاژ که به محافظت در برابر Brownouts می‌پردازد و مشکلات زیر را دارند

◆ تلفات انرژی

سیستمهایی مانند UPS به علت ساختار خود که به وسیله سوئیچینگ به ایجاد ولتاژ خروجی می‌پردازند، خود دارای تلفات کلیدزنی بوده و این تلفات در توانهای بالا قابل توجه است. لذا مقداری از توان ورودی در خود این دستگاه‌ها تلف می‌شود.

◆ اتصال سری در سیستم

سیستمهای UPS به صورت سری در مدار قرار می‌گیرند که به این دلیل در صورت خرابی، کاربر بار سیستم را نیز از دست می‌دهد. در نتیجه اعتمادپذیری سیستم پائین می‌آید و صحت عملکرد سیستم به عملکرد UPS وابسته می‌شود.

◆ تولید هارمونیک

UPS در ورودی خود یکسوکننده ولتاژ دارد که جریان آن دارای هارمونیک قابل توجهی است.

◆ توان و مشخصات ثابت و غیر قابل گسترش

این سیستمها قابل گسترش نبوده و نمی‌توان با افزایش بار به میزان دلخواه آنها را افزایش توان داد. به عنوان مثال اگر برای یک بار ۱۰۰ کیلوواتی یک UPS با همین توان در نظر گرفته شده باشد، با افزایش بار، این UPS قابل استفاده نبوده و نمی‌توان از آن استفاده نمود.

◆ حجم و قیمت قابل توجه

به علت وجود دیودها، ترستورها و ترانزیستورهای قدرت که در توانهای بالا ابعاد و قیمت قابل توجهی دارند، ابعاد و قیمت این سیستمها در توانها بالا بسیار زیاد شده و استفاده از آنها غیراقتصادی می‌گردد.

این در حالی است که الکتروفلو

✦ به صورت زمان حقیقی به تثبیت ولتاژ و بهبود پایداری آن می‌پردازد و دامنه آن را در حدود نامی نگه می‌دارد.

✦ بر خلاف تجهیزات دیگر به صرفه‌جویی انرژی می‌پردازد.

✦ ضریب توان را تا ۹۵ یا ۱۰۰ افزایش می‌دهد.

✦ به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد و با ایجاد خطا در آن به سیستم آسیبی نمی‌رساند.

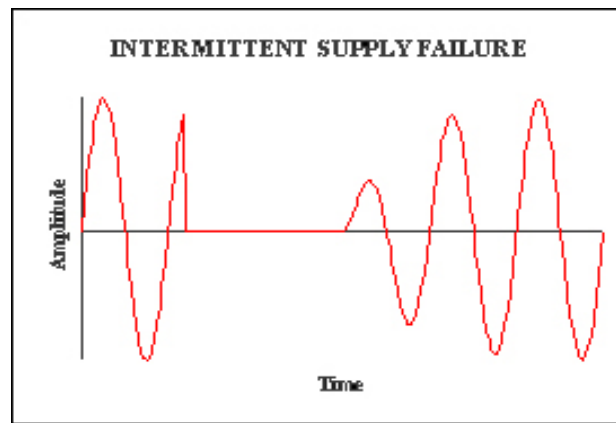
✦ به صورت مادولار و قابل گسترش است که می‌توان آن را برای توانهای بالاتر با اضافه کردن چند مادول گسترش داد.

مشکلات ناشی از وقفه لحظه‌ای منبع تغذیه

قطع لحظه‌ای منبع تغذیه برای مدتی در حدود چند سیکل را وقفه لحظه‌ای می‌گویند.

علت ایجاد وقفه لحظه‌ای

انتقال خطوط قدرت، کلید زنی خطوط و اتصال کوتاه موقت



✚ عمل کردن رله‌ها

رله‌های کنترل ولتاژ با قطع لحظه‌ای ولتاژ تغذیه عمل می‌کرده و بار را قطع می‌کنند. به این ترتیب به جهت یک قطع برق آنی در حد یک ثانیه بارها قطع می‌شود. همینطور اگر این مسئله به صورت یک بار به وقوع بپیوندد، رله‌های کنترل فاز نیز عمل کرده و برای خطای چند لحظه‌ای ولتاژ یک فاز تمام سه فاز قطع می‌شود.

✚ توقف کارکرد تجهیزات

بسیاری از تجهیزات الکترونیکی مانند کامپیوترها و تلویزیونها و سیستمهای میکرو پروسی به قطع لحظه‌ای بسیار هستند و یک توقف چند سیکلی موجب از کار افتادن و حتی خرابی آنها می‌شود.

✚ از دست دادن حافظه میکروپروسورها

حافظه‌های RAM به ولتاژ تغذیه بسیار حساس هستند و با از دست رفتن این ولتاژ برای چند سیکل، حافظه RAM به سرعت پاک می‌شود که ممکن است حاوی اطلاعات بسیار ارزشمندی باشد و مشکلات زیادی برای سیستمهای کنترلی و میکروپروسوری ایجاد کند.

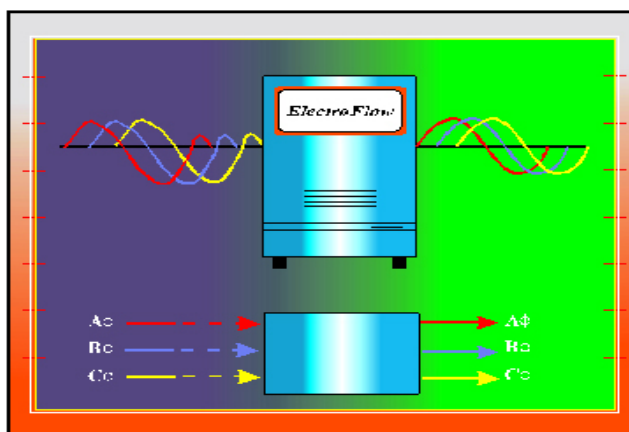
✚ قطع خطوط تولید

بسیاری از خطوط تولید مانند کارخانه‌های نورد فولاد، کارخانه‌های ریسندگی و کارگاه‌های سازنده تجهیزات با تکنولوژی بالا مانند آی‌سی‌ها به قطع ولتاژ بسیار حساس هستند و یک لحظه قطع تغذیه بر روی محصول خروجی به شدت اثر گذاشته و کیفیت آن را کاهش می‌دهد. به عنوان مثال در کارخانه‌های ریسندگی یک لحظه قطع برق منجر به توقف خط تولید برای چند روز و جمع‌آوری تمام نخ‌های سوخته در دستگاه‌های ریسندگی با هزینه بالا می‌شود.

✚ توقف، لرزش و شوک لحظه‌ای موتورها

موتورهای حساس و کوچک مانند موتورهای که در تجهیزات الکترونیکی خانگی به کار برده می‌شوند با قطع لحظه‌ای ولتاژ تغذیه دچار تغییر لحظه‌ای، شوک یا توقف موتور می‌شوند.

هشتمین خصوصیت الکتروفلو ، محافظت در برابر قطع لحظه‌ای منبع تغذیه (اختیاری)



UPS ها که پیش از اشکالات جانبی آنها را برشمردیم، ایجاد یک منبع تغذیه پیوسته می‌کنند این در حالی است که الکتروفلو

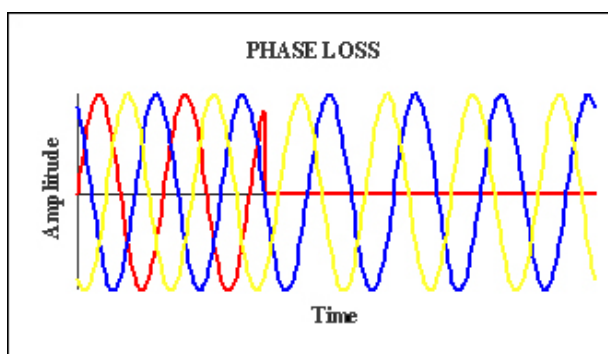
♦ به صورت پیوسته ولتاژ تغذیه را برای یک ثانیه تامین می‌کند که برای مقابله در برابر قطعی‌های لحظه‌ای منبع تغذیه یا انتقال خطوط قدرت و کلیدزنی آنها بسیار مفید است.

مشکلات ناشی از دو فاز شدن سیستم

از دست رفتن یک فاز به صورت پایدار را دو فاز شدن سیستم می‌گویند.

علت دوفاز شدن

اتصال کوتاه، عمل کردن رله‌های یک فاز



✚ کارکرد نامتعادل موتورهای سه فاز

دو فاز شدن سیستم سبب می‌شود موتورهای سه‌فاز به صورت نامتعادل کار کنند که سبب می‌شود درجه حرارت به میزان قابل توجهی افزایش یافته و موتور بسیار پر سر و صدا و با لرزش‌های فراوان کار کند که ادامه اینگونه کارکرد برای مدت کوتاهی موجب افزایش بیش از اندازه حرارت و سوختن موتورها می‌شود.

افزایش زمان توقف

اغلب کارخانه‌ها مجهز به رله‌های کنترل فاز هستند که در صورت از دست رفتن یک فاز این رله‌ها عمل کرده و خط تولید متوقف می‌شود. به این ترتیب با از دست رفتن یک فاز استفاده از تمام تجهیزات میسر نخواهد بود.

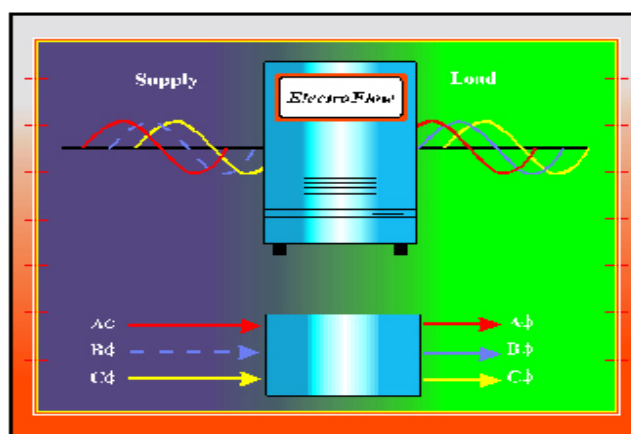
خوابیدن خط تولید

عمل کردن رله‌های حفاظتی تمام تغذیه کارخانه را به جهت از دست رفتن یک فاز، قطع می‌کند که سبب می‌شود خط تولید کارخانه برای مدتی که فاز از دست رفته بازیابی شود بخوابد که خسارت ناشی از خوابیدن خط تولید برای بسیاری از کارخانه‌ها که به صورت شبانه‌روزی به فعالیت می‌پردازند غیر قابل جبران است.

افزایش تعمیر و نگهداری

دو فاز کارکردن تجهیزات صدمات قابل توجهی به آنها وارد می‌کند که همین مساله از عمر مفید تجهیزات کاسته و میزان تعمیر و نگهداری لازم برای کارکرد صحیح آنها را افزایش می‌دهد.

نهمین خصوصیت الکتروفلو، بازیابی فاز از دست رفته و ساختن آن از روی دو فاز موجود

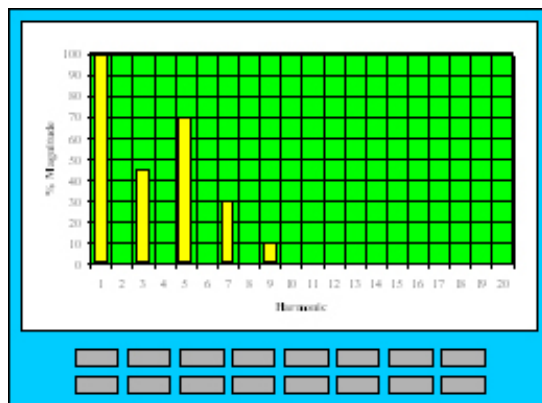


الکتروفلو در این زمینه تاکنون هیچ گونه مشابهی در دنیا نداشته‌است و مزایای زیر را دارد

- به صورت اتوماتیک از دست رفتن فاز را تشخیص داده و فاز از دست رفته را از روی فازهای موجود بازیابی می‌کند.
- بار یک منبع تغذیه پیوسته می‌بیند که هیچ گونه اختلالی در آن رخ نداده‌است.
- زمان توقف خطوط تولید به صفر می‌رسد و کارخانه بدون هیچ گونه توقفی به تولید خود ادامه داده و خسارات ناشی از توقف خط تولید مشمول کارخانه نمی‌شود.

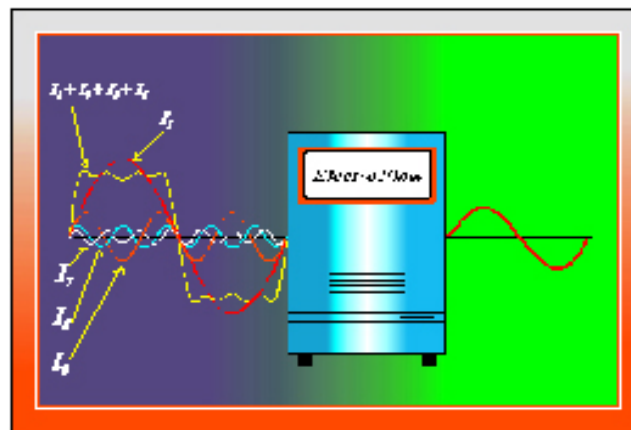
مشکلات ناشی از هارمونیک‌های خاص (Specific Harmonics)

در برخی موارد اندازه یک هارمونیک آنقدر قابل توجه است که نمی‌توان با فیلتر کردن پهنای باند گسترده آن را به صورت کامل حذف نمود. این نوع هارمونیک مشکلاتی مشابه آنچه پیش از این برای هارمونیک‌ها بر شمرديم ایجاد می‌کند.



دهمین خصوصیت الکتروفیلو، فیلتر کردن یک هارمونیک خاص

در مواردی که نتوان به صورت فیلتر کردن پهنای باند گسترده به میزان موثر از دامنه یک هارمونیک کاست، الکتروفیلو به صورت خاص یک هارمونیک خاص را فیلتر می‌کند و قابلیت این کار را دارد.

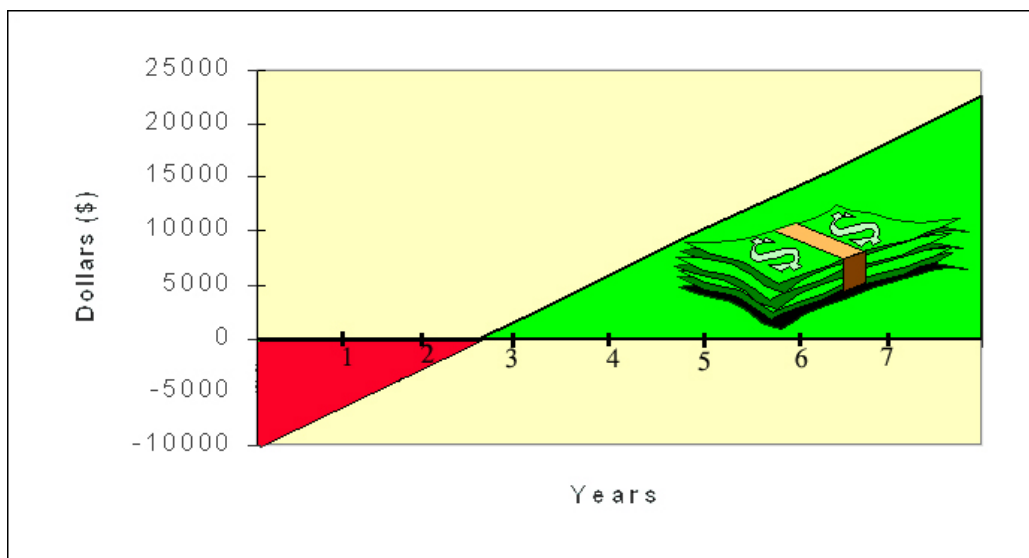


در این شرایط الکتروفیلو

- ⊕ یک هارمونیک خاص را با هر دامنه‌ای که باشد فیلتر نموده و آن را به صورت کامل حذف می‌کند.
- ⊕ انرژی هارمونیک مورد نظر را آزاد می‌کند و به صرفه‌جویی انرژی می‌پردازد.

زمان بازگشت سرمایه گذاشته شده برای خرید الکتروفلو از روی قبض های برق

از آنجا که الکتروفلو با حذف هارمونیک ها، عدم تعادل ولتاژ، عدم تعادل جریان و حالات گذرا انرژی مصرفی آنها را ذخیره می کند، مصرف کیلووات ساعت و کیلووات دیماندا را کاهش داده و بهای قبض های برق را به این ترتیب کاهش می دهد. این کاهش قبض برق موجبات بازگشت سرمایه را فراهم می کند که پیش بینی می شود این مدت بازگشت سرمایه در ایران حداکثر ۳ سال باشد. لازم به ذکر است این نرخ بازگشت بدون در نظر گرفتن جریمه ضریب توان محاسبه می شود.



*ElectroFlow*TM Benefits

- ١ - Reduces KW Demand
- ٢ - Reduces KWH Consumption
- ٣ - Eliminates Power Factor Penalty
- ٤ - Reduces Monthly Electricity Bill
- ٥ - Reduces Maintenance & Downtime

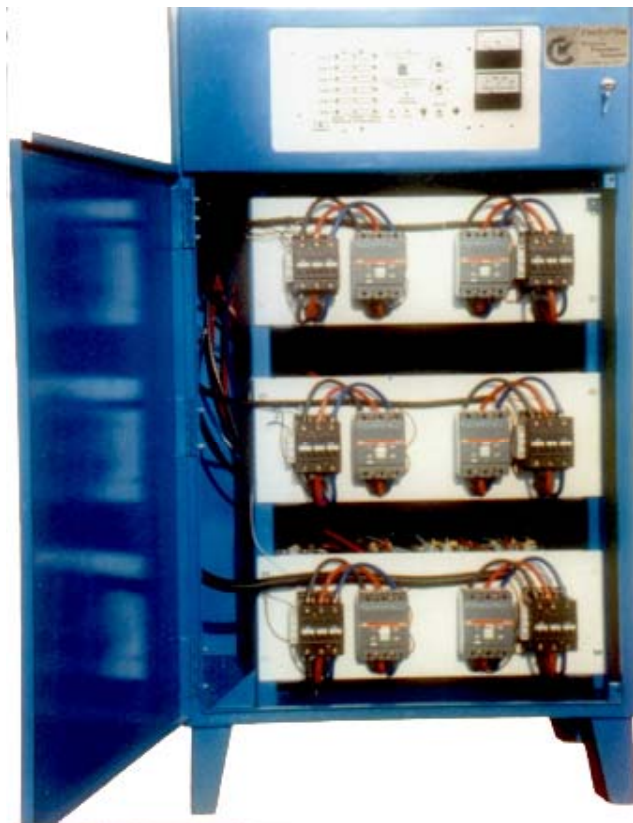
+

- ١ - Improves Voltage
- ٢ - Balances Three Phases
- ٣ - Filters Surges, Transients
- ٤ - Filters Harmonics
- ٥ - Improves Power Factor



**Satisfied
Customer**

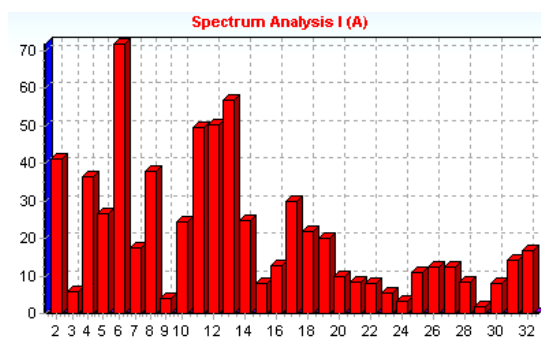
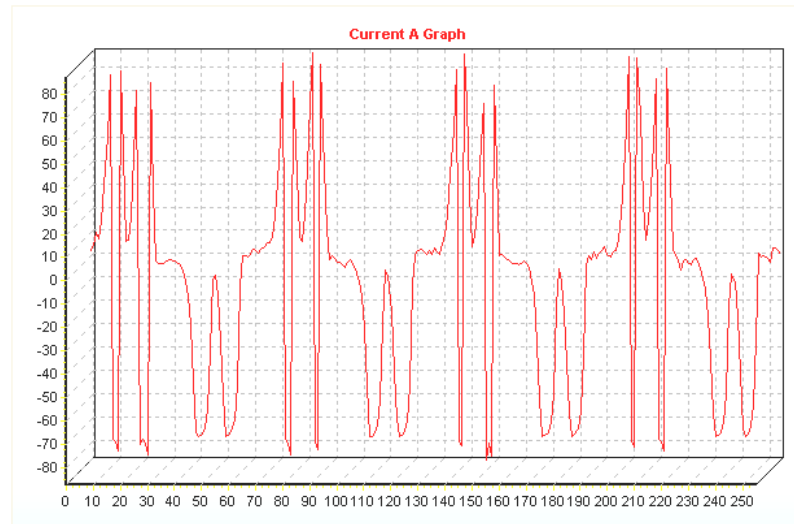
شكل ظاهري الكترولولو



نمونه‌هایی از اندازه‌گیری‌های انجام شده

خط نورد یک کارخانه فولاد

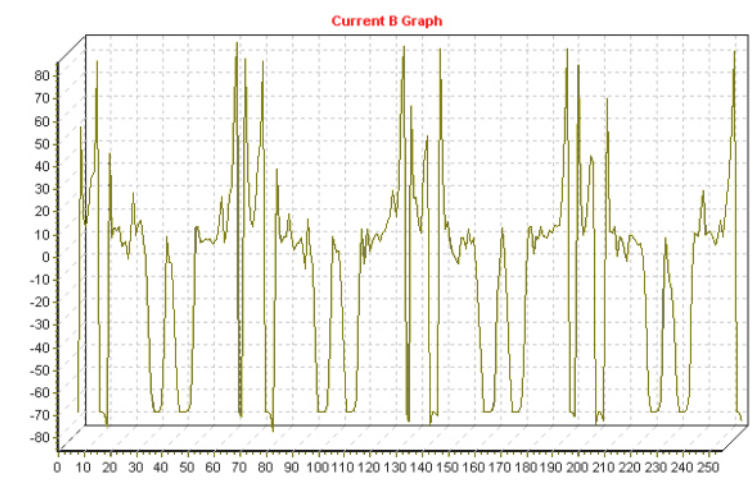
اندازه و هارمونیک جریان سه فاز و زمین باریک یکسوکننده

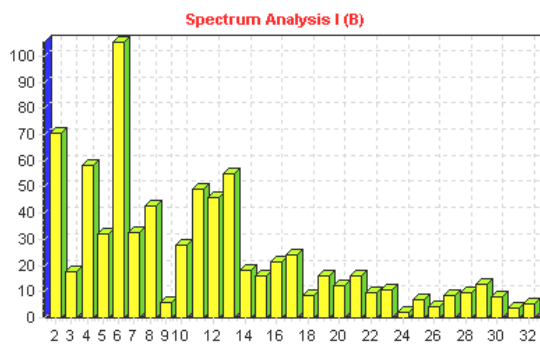


Harmonics Data

ITHD (A) = 153.21%

1= 100.00	9= 3.99	17= 29.97	25= 10.79
2= 41.01	10= 24.45	18= 22.00	26= 12.43
3= 5.88	11= 49.45	19= 20.12	27= 12.56
4= 36.52	12= 50.47	20= 9.77	28= 8.25
5= 26.77	13= 57.00	21= 8.21	29= 1.87
6= 71.79	14= 24.74	22= 8.19	30= 7.94
7= 17.59	15= 8.15	23= 5.60	31= 14.32
8= 37.97	16= 12.70	24= 3.11	32= 16.78

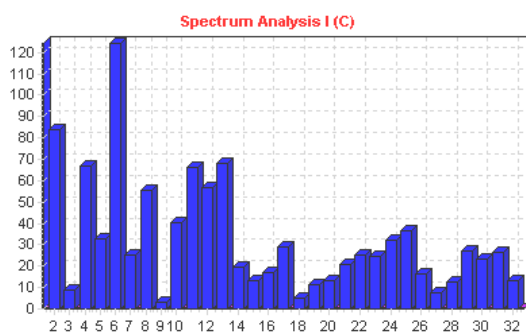
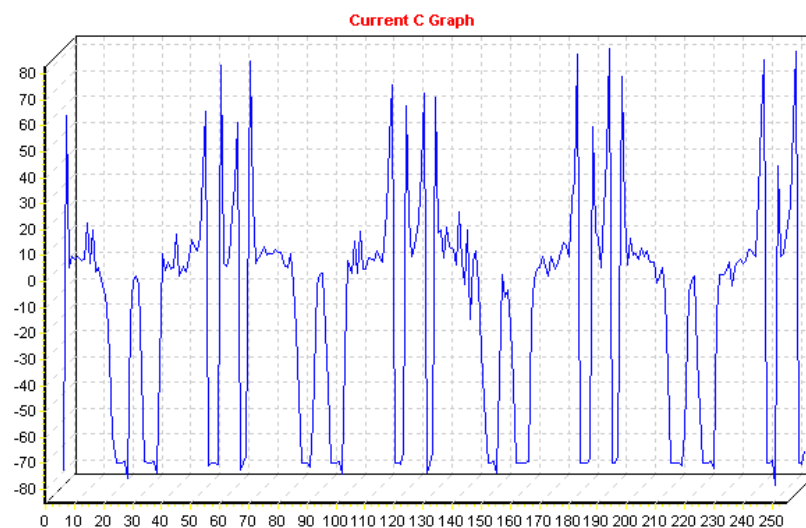




Harmonics Data

THD (B) = 187.22 %

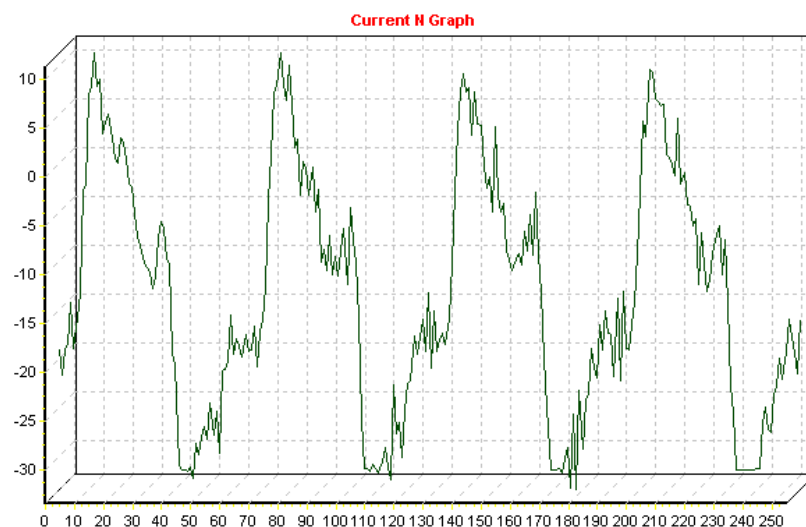
1= 100.00	9= 5.66	17= 24.18	25= 7.07
2= 70.45	10= 27.78	18= 8.70	26= 4.15
3= 17.71	11= 49.04	19= 16.25	27= 8.44
4= 58.02	12= 46.03	20= 12.29	28= 9.61
5= 31.84	13= 54.88	21= 16.11	29= 12.91
6= 105.24	14= 18.42	22= 9.78	30= 7.84
7= 32.68	15= 15.76	23= 10.59	31= 3.58
8= 42.69	16= 21.28	24= 2.35	32= 5.27

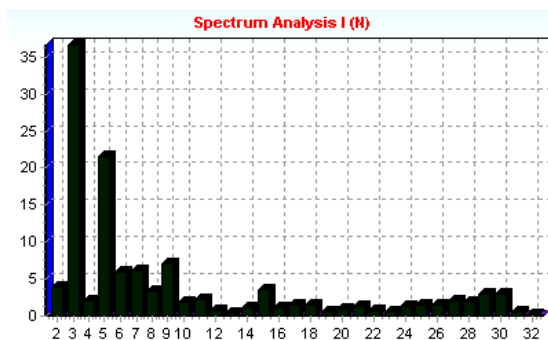


Harmonics Data

THD (C) = 233.22 %

1= 100.00	9= 3.35	17= 28.98	25= 36.62
2= 83.97	10= 40.28	18= 5.26	26= 16.31
3= 8.87	11= 66.39	19= 11.25	27= 7.28
4= 66.65	12= 56.64	20= 13.10	28= 12.37
5= 32.85	13= 68.11	21= 20.86	29= 26.85
6= 124.24	14= 19.51	22= 25.21	30= 23.12
7= 25.01	15= 13.43	23= 24.81	31= 26.66
8= 55.80	16= 16.80	24= 32.14	32= 13.07



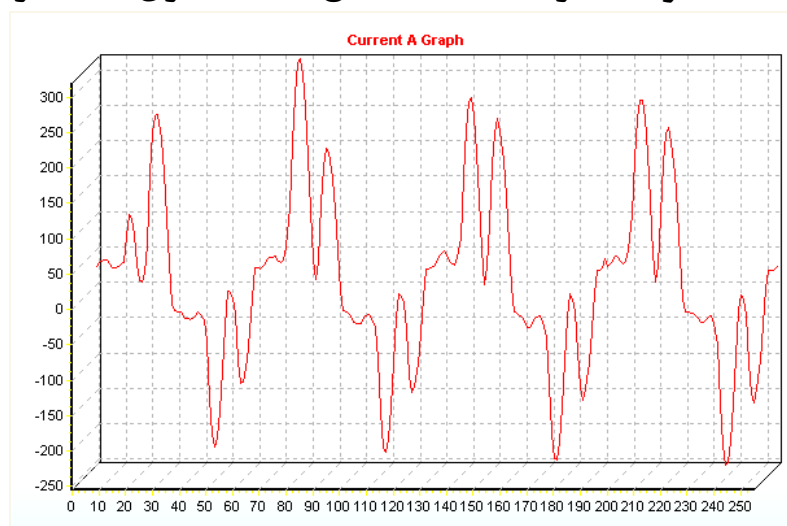


Harmonics Data
ITHD (N) = 44.93%

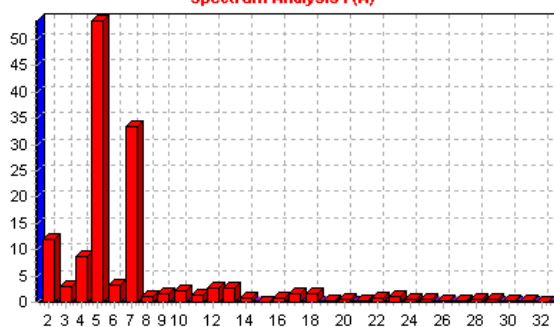
1= 100.00	9= 7.00	17= 1.46	25= 1.47
2= 3.90	10= 1.88	18= 1.42	26= 1.47
3= 36.63	11= 2.25	19= 0.54	27= 2.10
4= 2.12	12= 0.83	20= 0.92	28= 1.77
5= 21.48	13= 0.32	21= 1.36	29= 3.00
6= 5.97	14= 1.05	22= 0.81	30= 2.98
7= 6.10	15= 3.46	23= 0.62	31= 0.58
8= 3.30	16= 1.05	24= 1.31	32= 0.17

	Inst	Max	Min
I (A) :	46.6	48.80	46.6
I (B) :	46.1	46.10	21.7
I (C) :	45.8	47.10	45.8
I (N) :	18.0	18.00	18

اندازه و هارمونیک جریان سه فاز و زمین باریک کنترل کننده سرعت

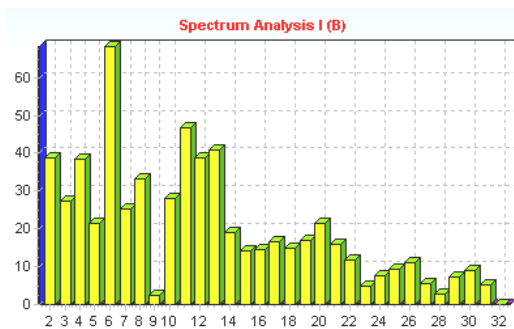
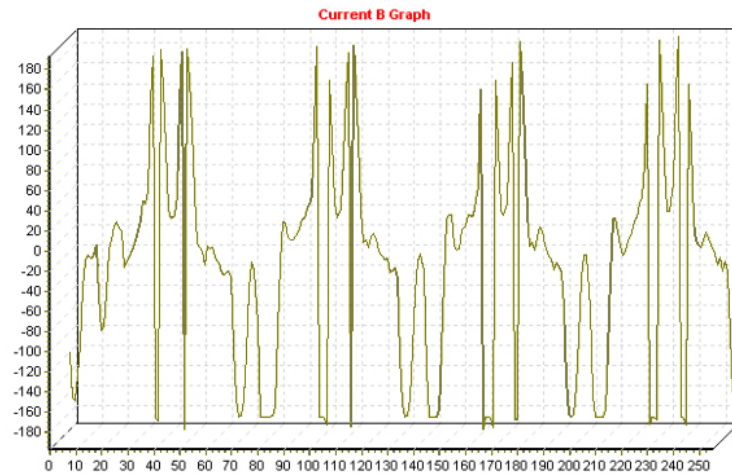


Spectrum Analysis I (A)



Harmonics Data
ITHD (A) = 65.24%

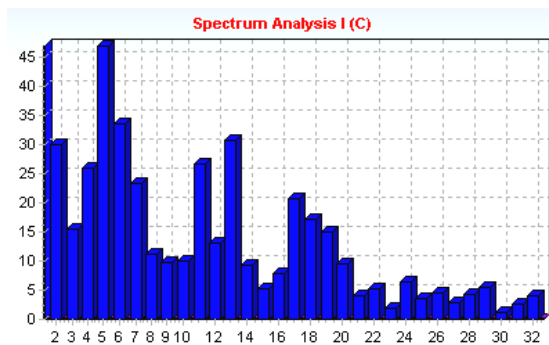
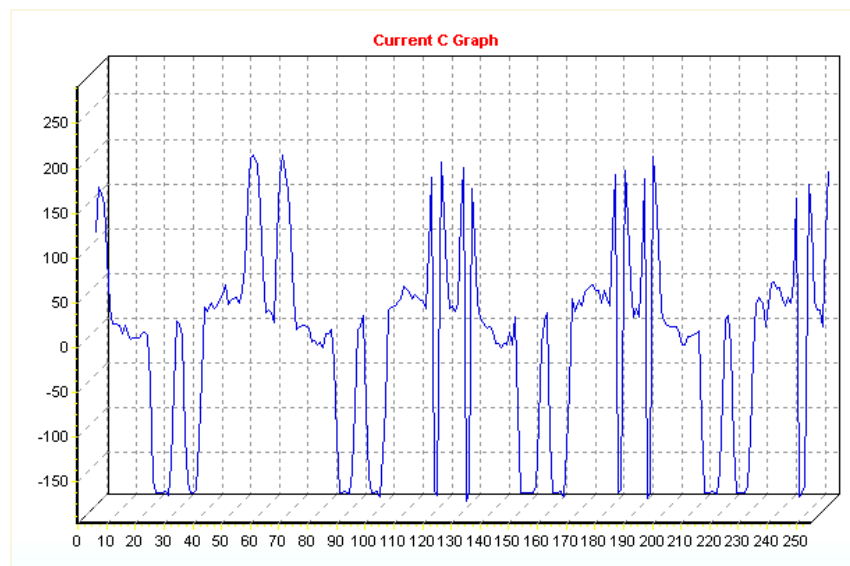
1= 100.00	9= 1.61	17= 1.65	25= 0.56
2= 11.96	10= 2.29	18= 1.61	26= 0.21
3= 2.94	11= 1.37	19= 0.27	27= 0.33
4= 8.65	12= 2.80	20= 0.44	28= 0.53
5= 53.56	13= 2.83	21= 0.15	29= 0.63
6= 3.35	14= 0.85	22= 0.71	30= 0.15
7= 33.37	15= 0.10	23= 0.97	31= 0.18
8= 1.05	16= 0.87	24= 0.46	32= 0.02



Harmonics Data

THD (B) = 140.11%

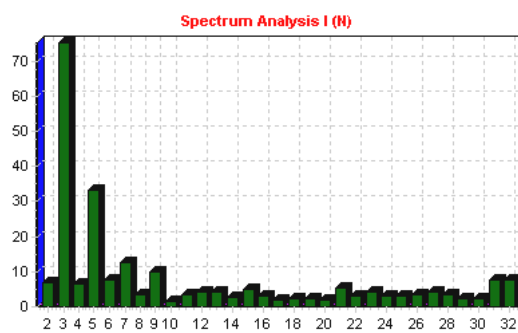
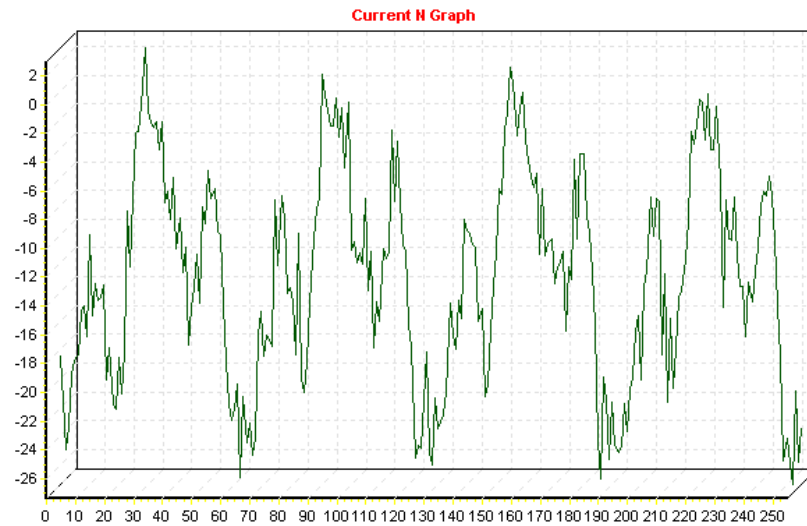
1= 100.00	9= 2.58	17= 16.62	25= 9.27
2= 38.72	10= 27.87	18= 14.73	26= 11.00
3= 27.19	11= 46.91	19= 16.80	27= 5.51
4= 38.39	12= 38.74	20= 21.40	28= 2.92
5= 21.46	13= 41.01	21= 15.96	29= 7.22
6= 68.20	14= 19.21	22= 11.87	30= 8.85
7= 25.23	15= 14.12	23= 4.67	31= 5.03
8= 33.39	16= 14.58	24= 7.57	32= 0.14



Harmonics Data

THD (C) = 96.13%

1= 100.00	9= 9.66	17= 20.62	25= 3.47
2= 30.09	10= 10.08	18= 17.18	26= 4.49
3= 15.44	11= 26.73	19= 14.96	27= 2.92
4= 26.00	12= 13.12	20= 9.45	28= 4.24
5= 46.88	13= 30.59	21= 3.98	29= 5.57
6= 33.49	14= 9.34	22= 5.29	30= 1.21
7= 23.38	15= 5.29	23= 1.83	31= 2.67
8= 11.11	16= 7.93	24= 6.52	32= 3.95

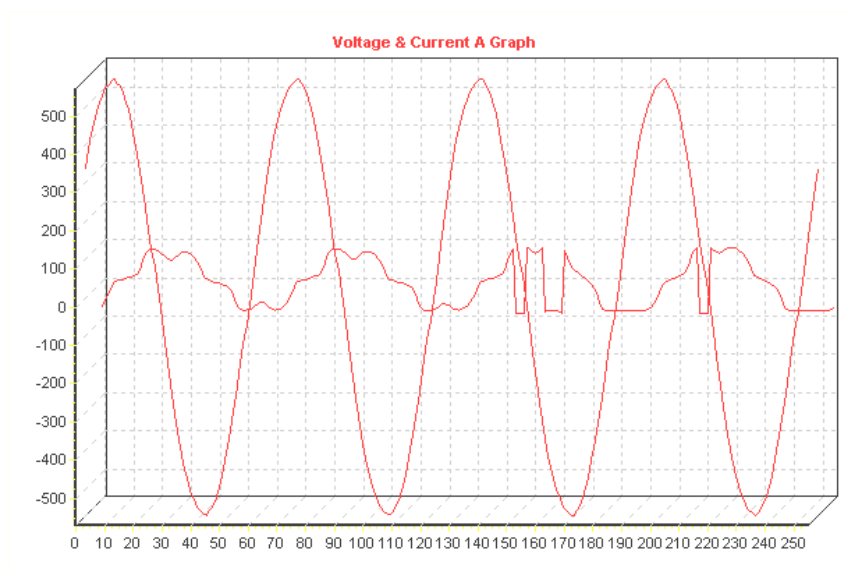


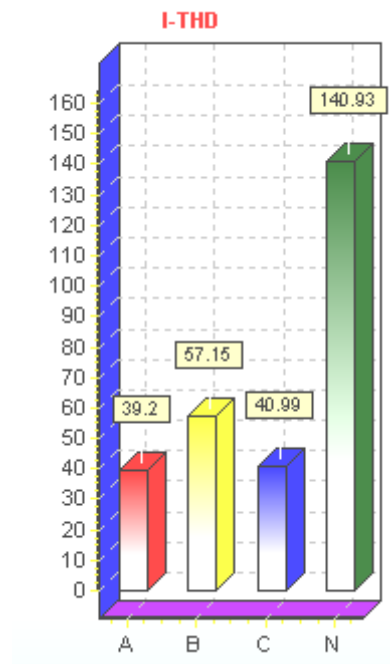
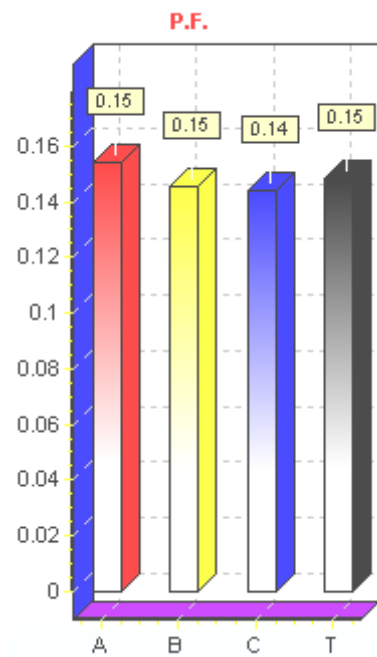
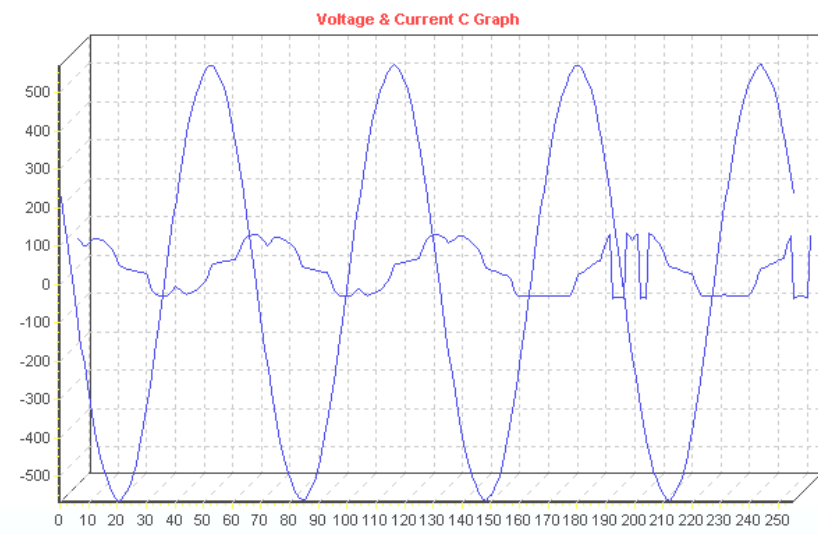
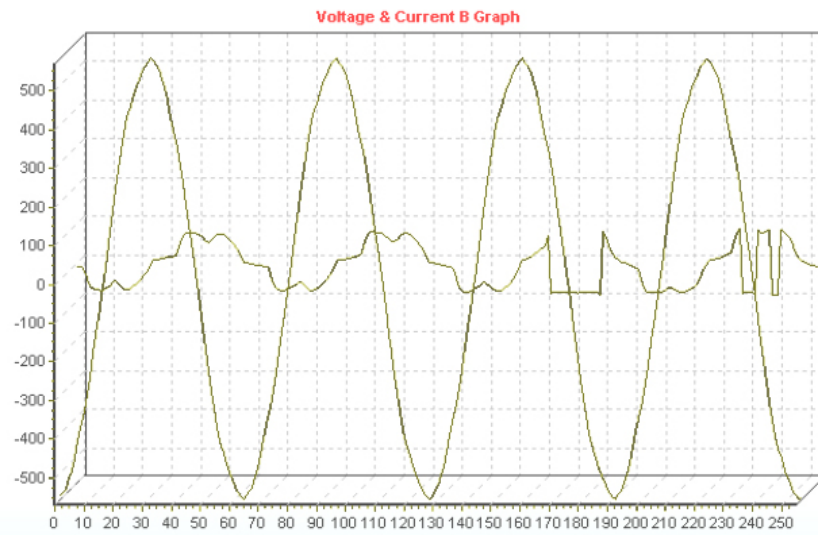
Harmonics Data
ITHD (N) = 86.85 %

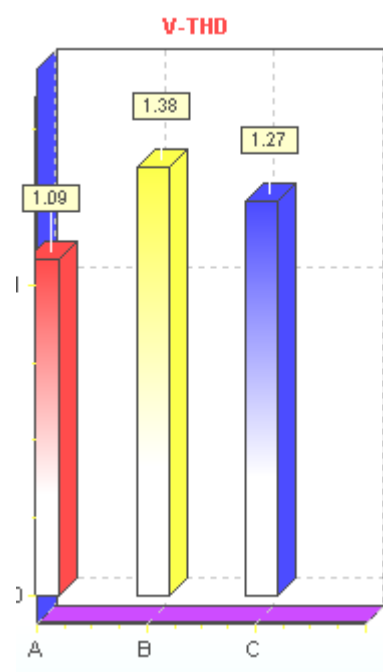
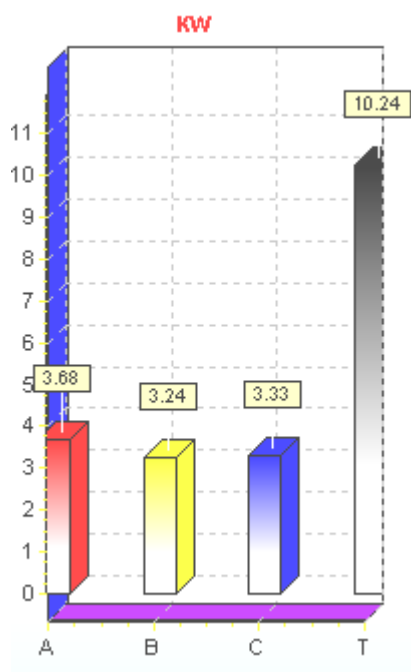
1= 100.00	9= 9.84	17= 2.03	25= 2.94
2= 6.96	10= 1.54	18= 2.47	26= 3.62
3= 75.25	11= 3.49	19= 2.37	27= 4.07
4= 6.54	12= 4.37	20= 2.08	28= 3.30
5= 33.38	13= 4.23	21= 5.47	29= 2.43
6= 7.72	14= 2.70	22= 3.11	30= 2.24
7= 12.43	15= 4.86	23= 4.22	31= 7.67
8= 3.44	16= 2.98	24= 3.00	32= 7.47

	Inst	Max	Min
I (A) :	119.4	119.40	119.4
I (B) :	106.9	106.90	106.9
I (C) :	106.7	106.70	106.7
I (N) :	14.8	14.80	14.8

ولتاژ، جریان و هارمونیک‌های سه فاز بار خط نورد



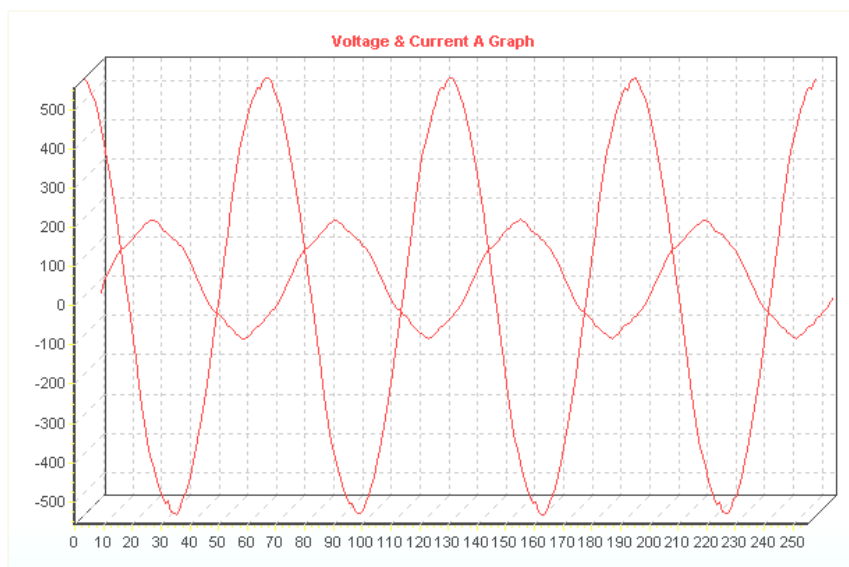


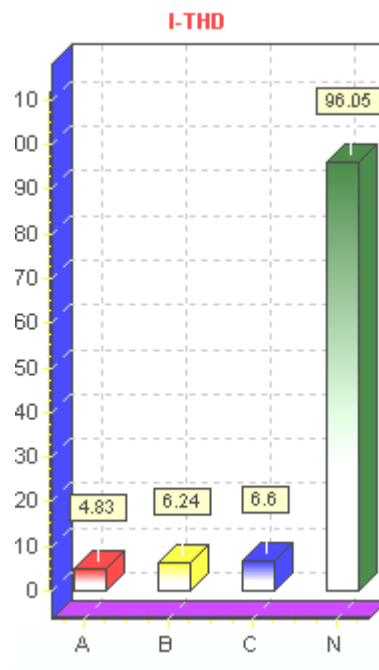
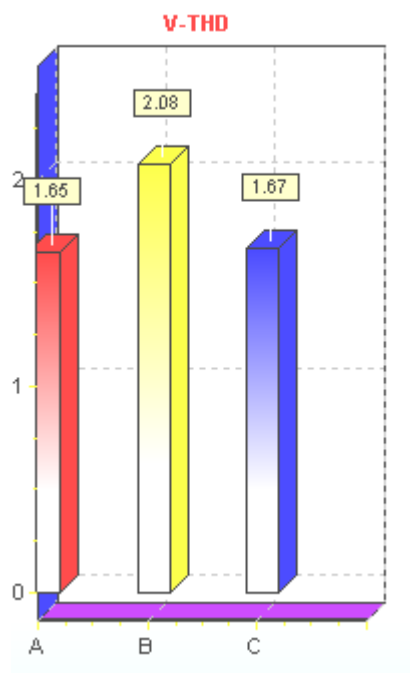
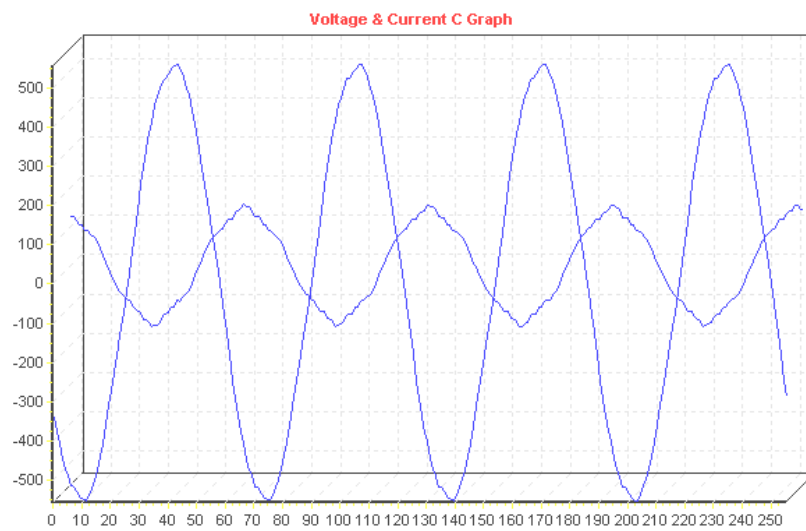
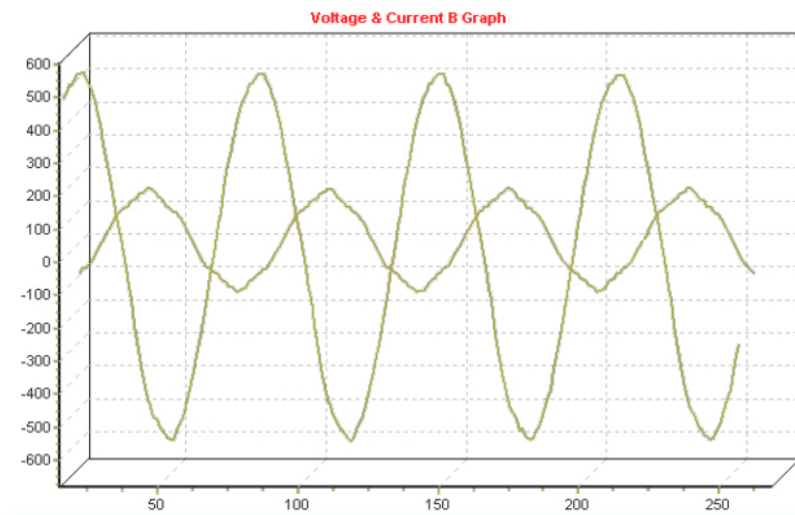


Reset	Inst	Max	Min
V (AB) :	400.78	400.80	390.2
V (BC) :	398.93	398.90	388.5
V (CA) :	398.14	398.20	388.4
P.F. :	0.15	0.10	-0.16
KW :	10.2	11.80	-3.9

	Inst	Max	Min
I (A) :	59.6	108.40	8.1
I (B) :	55.8	95.50	4.1
I (C) :	57.9	96.40	5.2
I (N) :	14.3	15.40	13.8
Kwh :	0.30	Sequence:	ABC

ولتاژ، جریان و هارمونیک‌های سه فازیک بار موتوری و تک‌فاز





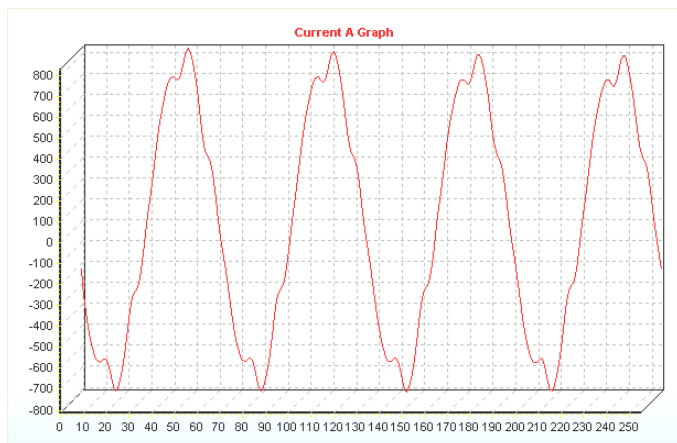
Reset	Inst	Max	Min
V (AB) :	391.72	391.72	391.72
V (BC) :	390.26	390.26	390.26
V (CA) :	389.60	389.60	389.6
P.F. :	-0.29	-0.29	-0.29
KW :	-34.6	-34.60	-34.6

	Inst	Max	Min
I (A) :	100.8	100.80	100.8
I (B) :	103.1	103.10	103.1
I (C) :	100.8	100.80	100.8
I (N) :	14.6	14.60	14.6
Kwh :	0.00	Sequence:	ABC

مقایسه جریان بار با خازن و بدون خازن در یک کارخانه ریسندگی

با مقایسه این دو جریان می بینیم که با آمدن خازن در مدار میزان هارمونیک های جریان تا ۲ برابر افزایش می یابد، همینطور جریان زمین به شدت هارمونیکی می شود. افزایش هارمونیک موجب افزایش تلفات، افزایش حرارت و کاهش عمر تجهیزات می شود و اثر آن در افزایش بهای قبض های برق محسوس خواهد بود.

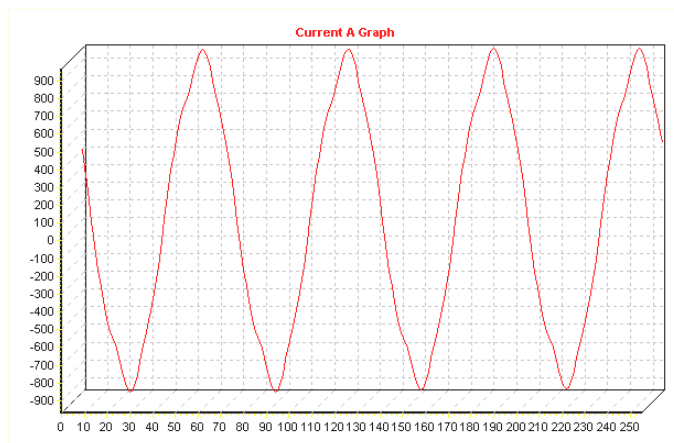
جریان ترانس با خازن



Harmonics Data
ITHD (A) = 8.38%

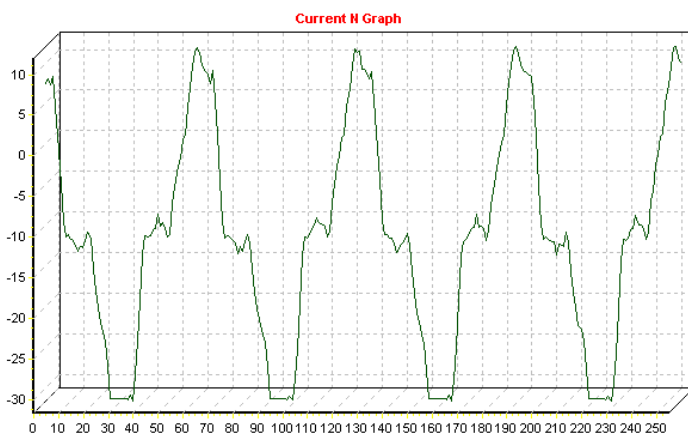
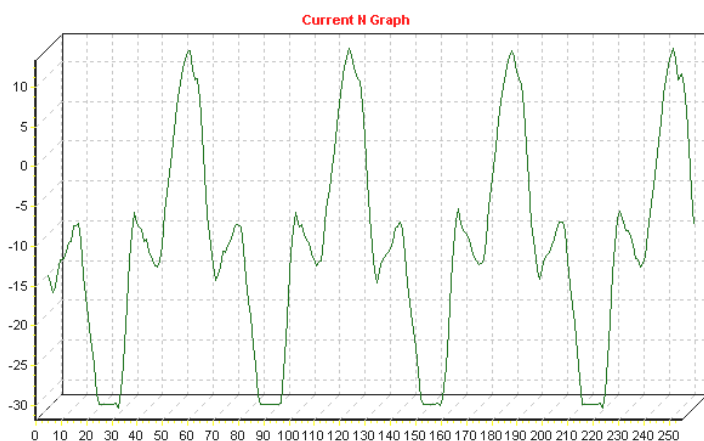
1= 100.00	9= 0.35	17= 0.06	25= 0.07
2= 1.52	10= 0.14	18= 0.08	26= 0.06
3= 2.10	11= 1.66	19= 0.05	27= 0.06
4= 0.36	12= 0.18	20= 0.07	28= 0.06
5= 6.67	13= 0.29	21= 0.07	29= 0.07
6= 0.76	14= 0.08	22= 0.06	30= 0.06
7= 3.86	15= 0.06	23= 0.03	31= 0.03
8= 0.42	16= 0.08	24= 0.07	32= 0.06

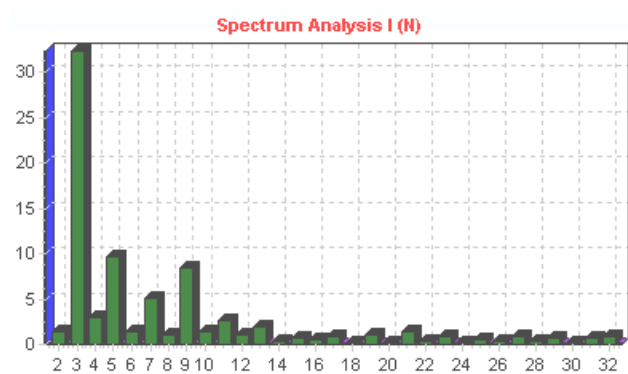
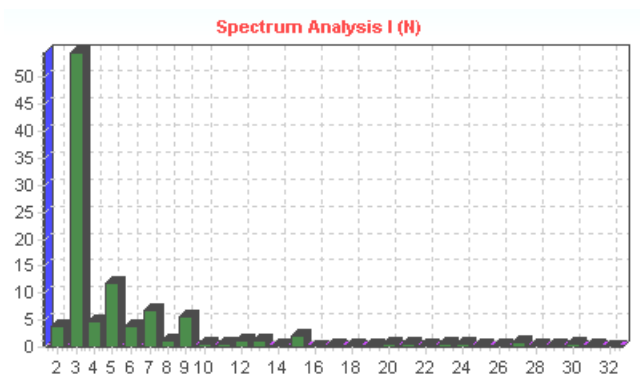
جریان ترانس بدون خازن



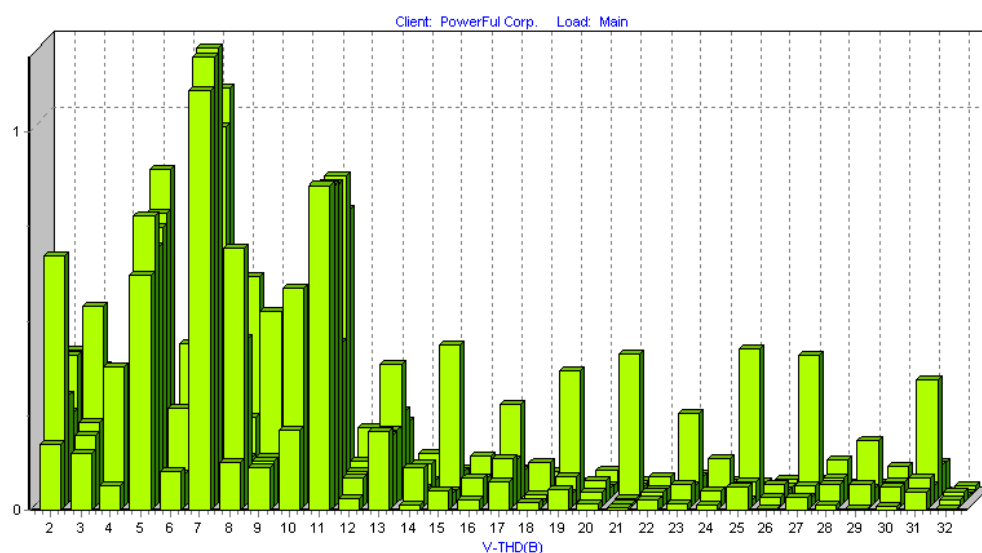
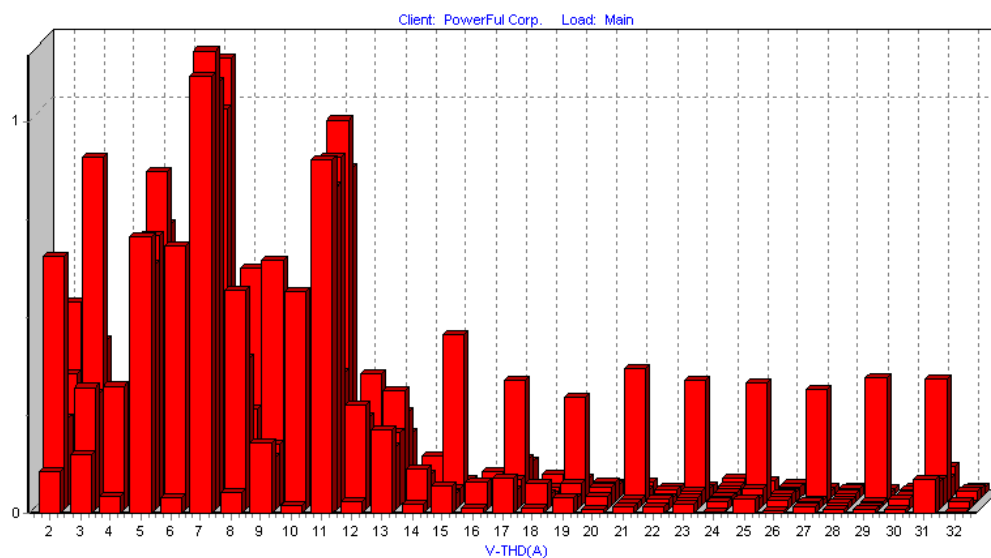
Harmonics Data
ITHD (A) = 5.43%

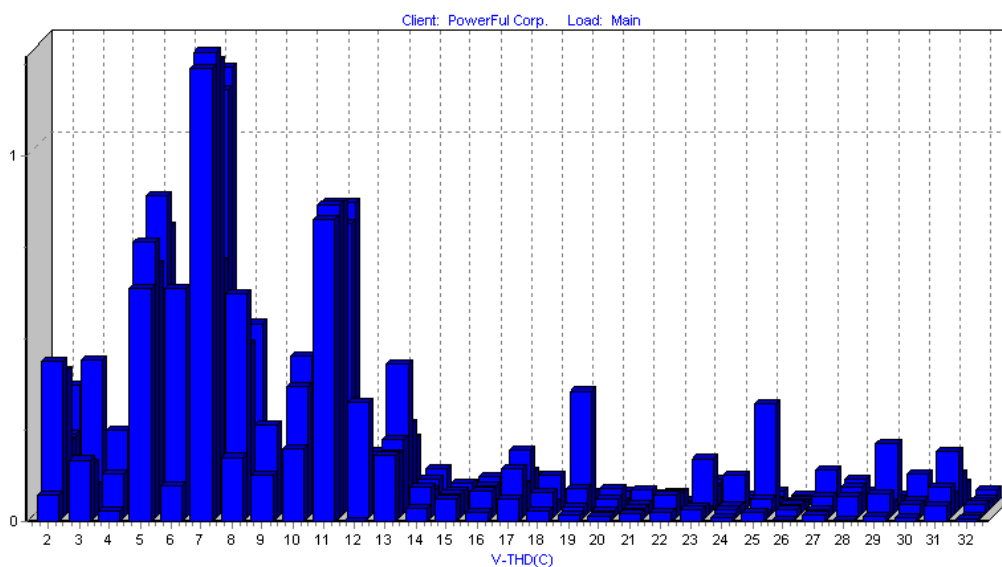
1= 100.00	9= 0.12	17= 0.29	25= 0.17
2= 0.51	10= 0.05	18= 0.02	26= 0.03
3= 1.83	11= 0.63	19= 0.17	27= 0.08
4= 0.21	12= 0.05	20= 0.04	28= 0.01
5= 4.83	13= 0.37	21= 0.08	29= 0.17
6= 0.03	14= 0.04	22= 0.04	30= 0.03
7= 1.27	15= 0.07	23= 0.22	31= 0.14
8= 0.12	16= 0.04	24= 0.03	32= 0.01





منحنی‌های تغییرات هارمونیک‌های ولتاژ کارخانه ریسندگی بر حسب زمان





منحنی های تغییرات هارمونیک های جریان کارخانه ریسندگی بر حسب زمان

