برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

بررسی اثرات کیفیت توان برروی عملکرد، تلفات وطول عمر ترانسفورماتورهای توزیع

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.
(شماره پروژه = ۳۰۰)
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مقدمه ای بر کیفیت توان:

کیفیت توان موضوعی است که اهمیت آن برای مصرف‌کنندگان برق، در تمام سطوح، روز به روز در حال افزایش است. تجهیزات حساس و بارهای غیرخطی در هر دو بخش صنعتی ، تجاری و خانگی بسیار رایج هستند و به همین دلیل آگاهی از کیفیت توان در بین مصرف‌کنندگان در حال افزایش است. اتفاقاتی که سیستم را دستخوش تغییرات قرار می دهند و روزی برای مصرف‌کنندگان کوچک و بزرگ قابل پذیرش بود، امروزه اغلب به عنوان مشکل شناخته می‌شوند. دلیل این امر خسارات وارد شده در اثر فقدان کیفیت توان است. به عنوان یک نمونه، براساس گزارش مجله Business Week در سال ۱۹۹۱، خسارات وارد شده ناشی از این امر، در آمریکا در حدود ۲۶ میلیارد دلار بوده است. این هزینه شامل زمان از دست رفته، محصولات تولید نشده، از بین رفتن مواد خام، عدم فروش محصولات، آسیب دیدن تجهیزات تولیدکننده و .... می‌باشد.

علاوه بر این، امروزه جهت به سمت رقابتی شدن بازار برق است، به گونه‌ای که مصرف‌کننده بتواند تولیدکننده خود را انتخاب کند. در واقع انرژی الکتریکی به کالایی تبدیل شده است که یکی از پارامترهای تعیین کننده در انتخاب آن، مانند هر کالای دیگری، کیفیت آن است. بر همین اساس باید مشخصات کیفیت توان در نقاط مختلفی مانیتور شود تا از بروز اشکال در کیفیت توان جلوگیری شود و یا هر چه سریعتر به مشکلات ایجاد شده رسیدگی .ددرگ

با توجه به اهمیت این موضوع، برای درک بهتر آن، باید پارامترهای مهم بررسی شود و سپس راه حل ها مورد توجه قرار گیرند.

به طور کلی می توان دلایل زیر را برای توجه روز افزون به مبحث کیفیت برق ذکر نمود.

الف) شبکه برق یک شبکه به هم پیوسته و مجتمع می باشد و با توجه به این مشخصه هرگونه خرابی و نقصان در اجزا شبکه تاثیر نامطلوبی بر روی عملکرد کلی شبکه خواهد گذاشت .در نتیجه اگر شبکه برق از کیفیت مطلوب برخوردار نباشد احتمال بروز اعوجاج زیاد می گردد.

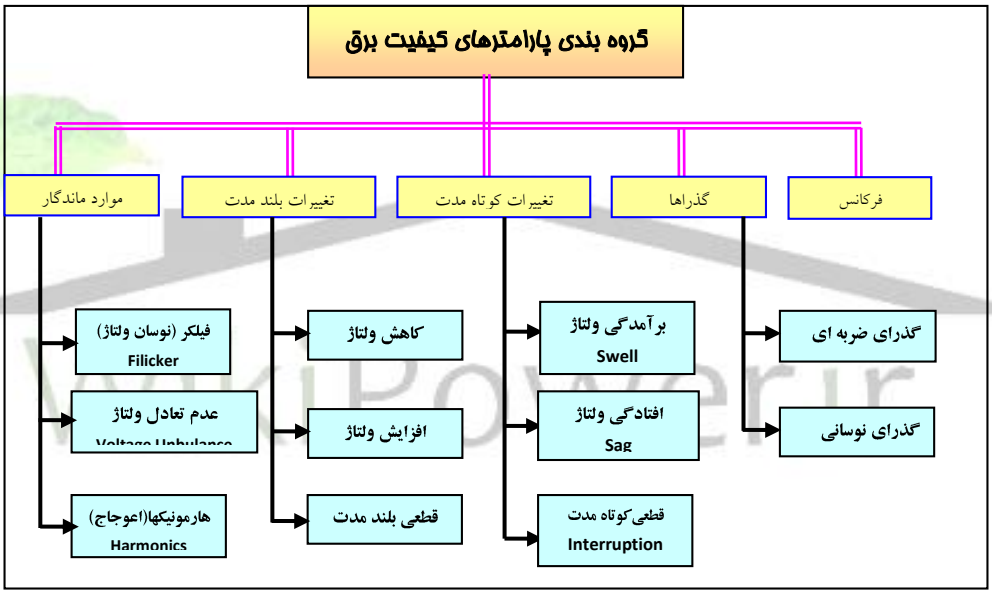
ب) حساسیت تجهیزات الکتریکی جدید نسبت به تغییرات کیفیت برق بیشتر شده است .بسیاری از وسایل الکتریکی جدید از کنتر ل کننده های میکروپروسسوری و المان های الکترونیک قدرت استفاده می کنند و این تجهیزات به بسیاری از انواع اعوجاج های موجود در شبکه قدرت حساس می باشند .حساسیت این تجهیزات الکتریکی نیز به نوبه خود به عملکرد نامناسب تجهیزات منجر خواهد شد که با توجه به تعداد زیاد این وسایل به خصوص در مراکز صنعتی، بیمارستانی، آزمایشگاهی و مانند آنها مسائل خاصی را به دنبال.تشاد دهاوخ

پ) آگاهی نسبت به مسائل کیفیت برق نزد مشترکین و مصرف کنندگان بالا رفته است و موضوعاتی از قبیل قطع برق، پایین بودن ولتاژ و پدید ه های گذرای مربوط به کلیدزنی روزبه روز مورد توجه مشترکین بیشتری قرار گرفته و شرکت های برق را وادار می سازد که کیفیت برق تحویلی به مشترکین را بهتر سازند. این بدان معناست که مشترکین مانند گذشته فقط به داشتن برق اکتفا نمی کنند بلکه برقی با کیفیت بالا مورد نظر آنها می باشد .به نحوی که تمامی تجهیزات مدرن بکار گرفته شده به نحو مطلوب مورد استفاده قرار گیرند.

ت) دلیل اصلی و نهایی توجه به کیفیت برق مسائل اقتصادی است . مسائل اقتصادی همچنین مسائل ناشی از تاکید بر بهبود راندمان کلی شبکه‌ها برای شرکتهای برق، مشترکین و تولیدکننده های وسایل الکتریکی بسیار تاثیر گذار می باشد و کیفیت برق می تواند تاثیر اقتصادی مستقیمی روی بسیاری از مصارف مشترکین به خصوص

مشترکین صنعتی داشته باشد .همانطور که گفته شد اخیراً تاکید بسیاری روی پیشرفت صنایع در استفاده از دستگاههای مدرن و اتوماتیک صورت می گیرد . این وسایل معمولا تجهیزاتی هستند که به صورت الکترونیکی کنترل شده و در نتیجه نسبت به کیفیت برق بسیارحساس خواهند بود.طبقه بندی پارامترهای کیفیت برق در شکل ۱-۱ آورده شده است.

شکل ۱-۱ :گروه بندی پارامترهای کیفیت برق



پارامترهای اساسی در کیفیت توان

کیفیت توان شامل شرایط گوناگونی در سیستم توزیع است و به رنج وسیعی از پدیده‌های الکترومغناطیسی که ولتاژ و جریان را دستخوش تغییر ، برمی گردد. اغتشاشات مهم، از پالسهای با فرکانسهای خیلی بالا که به وسیله رعد و برق تولید می‌شوند، تا اضافه ولتاژهای طولانی مدت ایجادشده توسط تپ تنظیم‌کننده ولتاژ را

شامل می شود. این اغتشاشات با محدوده‌ی وسیع زمانی، مشکلاتی را در دستگاهها، هم از لحاظ جمع‌آوری اطلاعات و هم از لحاظ پیچیدگی تجهیزات ایجاد می‌کنند.

با وجودی که اساساً کیفیت توان، همان کیفیت ولتاژ است، ولی جریان نیز می تواند روی کیفیت توان تاثیر داشته باشد. جریانهای هارمونیکی بارها، جریان رعد و برق و جریانهای خطا از این نوع هستند. تعاریف موجود برای کیفیت توان روی ولتاژ انجام می شود. در ادامه اصطلاحات و تعاریف مربوطه آورده خواهد شد. داشتن شکل موج برای تشخیص هر یک از موارد ضروری است.

گذراها:

حالت های گذرا به تغییرات بسیار سریع ولتاژ و جریان که مدت تداوم آن ها کمتراز ۱۰ میلی ثانیه (نیـــم سیکل) است اطلاق می گردد. حالت های گذرا به علت صاعقه و کلیدزنی بوجود می آیند و می توانند روی عایق های تجهیزات تأثیر بگذارند. دامنه های بالا و شیب های سریع حالات گذرا ممکن است منجر به پدیدهٔ شکست عایقی در تجهیزات الکتریکی از قبیل ماشین های گردان، ترانسفـــورماتورها، خـــازن ها ، کابـــل ها و ترانسفورماتورهای جریان وولتاژ شوند. تکرار اعمال حالت های گذرا با دامنه های کمتر نیزممکن است سبب کم شدن طول عمر وخرابی عایق شود. حالات گذرا همچنین می توانند باعث اشکال در تجهیزات الکترونیکی ویا قطع ناخواسته تجهیزات مدرن مانند محرکه های با قابلیت تنظیم سرعت شوند.

پدیده‌های گذرا بین دو حالت دائمی رخ می‌دهند و یا به‌طور متداول به دو نوع تقسیم می‌شوند.

ضربه ای:

این مشکل به عنوان اضافه ولتاژهای سوئیچینگ و جهش های ولتاژی شناخته می شود. شکل موج ولتاژ در این حالت مانند شکل ۲-۱ می‌باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۲-۱ : ولتاژ با گذرای پالسی

مشخصات آن عبارتند از :

تغییرات ناگهانی

دامنه بزرگ تا ۱۰ پریونیت (pu)

زمان صعود و زمان نزول بسیار کم (از چند نانوثانیه تا چندمیلی ثانیه)

انرژی بسیار زیاد

بازه زمانی بسیار کوچک

عوامل ایجادکننده آن عبارتند از :

رعد و برق

سوئیچینگ خازنی

خطاهای سیستم

سوئیچینگ بار

بریکرهای خارج شده از تنظیم

دشارژ الکترواستاتیکی

نوسانی:

در این حالت، شکل موج ولتاژ به صورت نوسانی (دو جهته) دستخوش تغییراتی می شود. شکل موج ولتاژ در این حالت مانند شکل ۳ـ۱ می‌باشد.

شکل ۳-۱ : ولتاژ با گذرای نوسانی

مشخصات آن عبارتند از :

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تغییرات ناگهانی

طیف با فرکانس بالا، از 1KHz تا 10MHz

دامنه بزرگ تا 6pu

بازه زمانی : برای فرکانسهای بالای 500KHz، بازه زمانی در حدود $1\mu s$ و برای فرکانسهای 5KHz تا 500KHz، بازه زمانی $10\mu s$ می‌باشد. در این دو مورد پاسخ زمانی مشابه نوع پالسی است. برای فرکانسهای زیر 5KHz، بازه زمانی 0.3 تا 50 میلی‌ثانیه می‌باشد.

عوامل ایجادکننده آن عبارتند از :

سوئیچینگ خط یا کابل

سوئیچینگ خازنی

سوئیچینگ بار

کوتاه مدت:

افت ولتاژ:

در این حالت-۴ ل‌کش رد ب‌لطم ن‌یا .دوش ی‌م ت‌فا راچد ،ی‌اه‌رود ی‌ط رد ج‌وم ل‌کش .دوشی‌م‌ه‌دهاشم۱

شکل ۴-۱ : افت ولتاژ کوتاه مدت

مشخصات آن عبارتند از :

کاهش ولتاژ در بازه 0.1 تا 0.9 پریونیت

بازه زمانی در حدود چند سیکل (از نیم سیکل تا یک دقیقه)

عوامل ایجادکننده عبارتند از :

راه‌اندازی موتورهای بزرگ در طول خط یا ورود بارهای بزرگ به شبکه

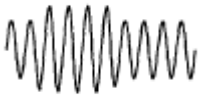
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

رخ دادن خطا در خطهای مشابه

خطاها

اضافه ولتاژ:

در این حالت، اندازه ولتاژ در طی دوره‌ای مانند شکل ۵-۱ افزایش می یابد.



شکل ۵-۱ : اضافه ولتاژ کوتاه مدت

مشخصات این مورد مشابه کاهش ولتاژ است با این تفاوت که افزایش ولتاژ در محدوده 1.1 تا 1.8 پریونیت رخ می دهد.

عوامل ایجادکننده آن عبارتند از :

خطای تکفاز به زمین که سبب افزایش ولتاژ در دو فاز دیگر می شود.

برداشتن بارهای بزرگ از شبکه

ورود خازن های بزرگ به شبکه

وقفه:

در این حالت ولتاژ به طور کامل در یک بازه زمانی از بین می‌رود. شکل موج ولتاژ در طی این حالت به صورت شکل ۶-۱ است. ۹۰ درصد خطاهای روی خطهای توزیع هوایی موقتی هستند. به همین دلیل شبکه‌های توزیع با بریکری به نام بریکر وصل مجددمجهز شده‌اند که در زمان وقوع خطا، خط را برای چند ثانیه قطع و سپس آن را وصل می کند. در صورتی که خطا مرتفع شده باشد، کلید بسته خواهد ماند ولی در صورتی که هنوز خطا وجود داشته باشد، خط مجدداً توسط این کلید قطع خواهد شد. معمولاً وصل مجدد سه بار قبل از خاموشی طولانی مدت صورت می گیرد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۶-۱ : وقفه ولتاژی کوتاه‌مدت

مشخصات وقفه عبارتند از :

از بین رفتن ولتاژ به طور کامل

بازه زمانی ۱۰ میلی‌ثانیه تا ۳ ثانیه

عوامل ایجادکننده آن عبارتند از :

رعد و برق

شاخه درختان یا حیوانات که سبب اتصال کوتاه فازها به هم و یا زمین شدن فازها می‌شوند.

حفاظتهای سیستم و بخصوص فیوزها

بریکرها

طولانی مدت:

افت ولتاژ:

در این حالت شکل موج ولتاژ مطابق شکل ۷-۱است.

شکل ۷-۱: افت ولتاژ طولانی‌مدت

مشخصات آن عبارتند از :

کاهش ولتاژ در بازه 0.8 تا 0.9 پریونیت

بازه زمانی طولانی (بیشتر از یک دقیقه)

همان عواملی که سبب ایجاد افت ولتاژ کوتاه‌مدت می‌شوند می توانند سبب افت ولتاژ طولانی مدت شوند.

اضافه ولتاژ:

در این حالت شکل موج ولتاژ مانند شکل ۸-۱است.

شکل ۸-۱: اضافه ولتاژ طولانی‌مدت

مشخصات اضافه ولتاژ طولانی مدت به صورت زیر است ؛

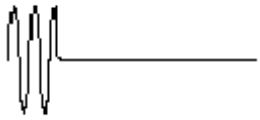
اضافه ولتاژ در بازه 1.1 تا 1.2 پریونیت

بازه زمانی طولانی (بیشتر از یک دقیقه)

عوامل ی‌نلاوط ژانتلو هفاضا داجیا ببسدننناوتی‌مت‌دمه‌ماتوک ژانتلو هفاضا هدننکداجیا .دنوشزیننت‌دم

وقفه:

در این حالت مطابق شکل ۹-۱ ولتاژ برای مدت زمان ۳ ثانیه تا یک دقیقه صفر می شود. عوامل ایجادکننده وقفه کوتاه‌مدت می توانند سبب ایجاد وقفه بلندمدت نیز شوند ولی تاثیر حفاظت سیستم و بریکرها می تواند از بقیه بیشتر باشد.



شکل ۹-۱ : وقفه طولانی مدت

۲-۲-۴- ماندگار

فلیکر (سوسوزدن) ولتاژ:

فلیکر در واقع احساس خاموش و روشن شدن سریع در لامپهای رشته‌ای و فلورسنت است که ناشی از تغییرات سریع در ولتاژ در محدوده مجاز 0.9 تا 1.1 پریونیت است. این مطلب در شکل ۱۰-۱ نشان داده شده است.

شکل ۱۰-۱: فلیکر ولتاژی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

عوامل ایجادکننده فلیکر عبارتند از :

کوره‌های قوس الکتریکی

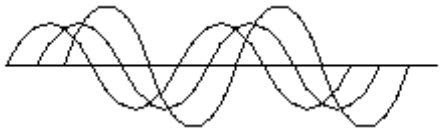
دستگاههای جوشکاری

بارهای با پریود سریع

ASDهای بزرگ بدون فیلتر مناسب در ورودی

عدم تعادل ولتاژ:

عدم تعادل ولتاژ به صورت نسبت تبدیل مولفه منفی و یا صفر به مولفه مثبت آن تعریف می دیلوت ه‌ک ل‌داعتماز ی‌اهرابر رثا رد ژاتلو رفص ایر و ی‌فنم ی‌اهه‌فلوم .دوش رد ل‌داعت مدع زا ی‌اه‌نومن .دنوشی‌م داجیا ،دننکی‌م رفص ایر ی‌فنم ی‌نایرج ی‌اهه‌فلوم .دوش ی‌م مدهاشما-۱۱ ل‌کش



شکل ۱۱-۱ : نمونه‌ای از عدم تعادل ولتاژ

عدم تعادل ولتاژ می تواند به صورت "حداکثر انحراف از مقدار متوسط ولتاژهای سه فاز تقسیم بر مقدار متوسط ولتاژها" تخمین زده شود. به عنوان مثال برای مقادیر ۲۲۵،۲۳۰،۲۳۲ ولت فازی مقدار متوسط ۲۲۹ ولت و حداکثر مقدار انحراف از مقدار متوسط ۴ ولت است. پس درصد عدم تعادل ولتاژ برابر $4/229 \times 100 = 1.7\%$ می‌باشد.

عدم تعادل ولتاژ می تواند در اثر اختلالات بانک خازنی نظیر قطع شدن فیوز یکی از فازها در بانک سه فاز ایجاد شود. عدم تعادل ولتاژ خیلی بد (بزرگتر از ۵%) می تواند ناشی از شرایط تکفاز باشد.

اعوجاج ولتاژ:

خارج شدن شکل موج ولتاژ از حالت سینوسی در اثر هارمونیک‌ها، میان هارمونیک‌ها، نویز، فرورفتگی ولتاژ و یا مقدار DC می‌باشد. در ادامه به توضیح هر یک از این موارد خواهیم پرداخت.

هارمونیک‌ها:

در مورد اعوجاج هارمونیکی در استاندارد IEEE 519 به طور مفصل بحث شده است. المانهای غیرخطی نظیر سوئیچهای الکترونیک قدرت، عناصر مغناطیسی اشباع‌شونده و کوره‌های قوس الکتریکی تولید هارمونیک می‌کنند. این جریانهای هارمونیکی روی امپدانسهای سیستم تولید ولتاژهای هارمونیکی می درادناتسا .دنک تازیهجت نایم لاصتا هطقن رد ،ژاتلو و نایرج جاجوعا رد ار یدح ریداقم روکذم .دهد یم داهنشیپ کرتشم جیوزت هطقن و یتعنص

هارمونیک‌ها می توانند سبب مشکلاتی از قبیل تداخل تلفنی، گرم شدن زیاد ترانسفورمر، جریان زیاد در سیم نول، سوختن فیوز خازنی و دشواری کنترل الکترونیکی شوند.

شکل ولتاژ و جریان اعوجاجی با کمک تبدیل فوریه برای دستیابی به اندازه‌ها و زاویه فاز در هر جزء هارمونیکی در حوزه فرکانس، تحلیل می‌شوند.

راه حل‌های پیشنهادی برای از بین بردن هارمونیک‌ها عبارتند از : استفاده از اتصالات ترانسفورمری، فیلترهای هارمونیکی، قرار دادن شیلد و زمین کردن مناسب.

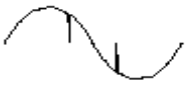
میان هارمونیک‌ها:

هارمونیک هایی که فرکانس آنها ضریب صحیحی از فرکانس قدرت نباشد، میان هارمونیک گفته می‌شوند. بحثهای انجام شده در بخش قبل درباره هارمونیک‌ها در مورد میان هارمونیک‌ها نیز صادق می‌باشد. عوامل ایجادکننده آنها مبدلهای فرکانسی استاتیک، سیکلوکانورترها، موتورهای القایی و وسایل قوسی هستند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فرورفتگی ولتاژ:

پدیده‌ای پریودیک است که در شکل موج حالت عادی ایجاد می شود و دارای پلاریته معکوس با شکل موج است. مدت زمان این اغتشاش کمتر از نیم سیکل است. نمونه‌ای از فرورفتگی ولتاژ در شکل ۱۲-۱ مشاهده می شود.



شکل ۱۲-۱ : فرورفتگی ولتاژ

این پدیده، یک پدیده معمول نیست و بیشتر در سیستمهای توزیع ضعیف دیده می شود. عملکرد عادی وسایل الکترونیک قدرت باعث این پدیده می شود و تولید آن جریانهای نویزی روی سیستم کنترل ایجاد می کند و سبب عدم کارکرد صحیح آن می شود. این کار به سبب تولید زیاد نقاط عبور از صفر در برخی تجهیزات است.

نویز:

سیگنال ناخواسته الکتریکی است که اثرات نامطلوب روی مدارهای کنترل دارد و مولفه‌های آن در تمواقم و عیرس گنیچیئوس .دنراد رارق 200KHz اتیعیسو جنر لخادت ببس هکدنک یم داجیا اهنآ رد ار زیون دیلوت لیسناتپ ، IGBT یلاباییدورو ،یتارباخم تازیهجت درکلمع ندش لتخم ببس زیون .دوش یم یسیطانغمورتکلا ببس دناوت یم زین نادرگرس نایرج .دوش یم بایتیعقوم تازیهجت و اهرگسح .دوش زیون دیلوت

مقدار DC:

وجود ولتاژ یا جریان DC در سیستم است که در اثر خواص مغناطیسی زمین یا یکسوسازی نیم موج ایجاد می شود. جریانهای DC می تواند نتیجه‌ای از افزایش اشباع ترانسفورمر و یا افزایش استرس عایق ها باشد.

تغییرات فرکانس:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

هنگامی که تعادل بین بار مصرفی و مقدار تولید تغییر کند، فرکانس شبکه تغییر می یابد. اندازه تغییر فرکانس ومدت زمان این تغییر بستگی به مشخصه بار و پاسخ سیستم کنترل در نیروگاهها دارد. تغییرات فرکانس می تواند به صدمه دیدگی ژنراتور و توربین منجر شود.تغییرات فرکانس در شبکه قابل حس نیست. در واقع به اندازه کافی قابل ملاحظه نیست که مشکلی را ایجاد کند. فرکانس در طول روز عقب می‌افتد و در شب با روشن شدن لامپها، جلو می‌افتد. این تغییرات به گونه‌ای است که در پایان ۲۴ ساعت، ساعتها تنظیم خواهند ماند. تغییرات فرکانس در شبکه‌های جزیره‌ای یا مراکز صنعتی که سیستم تغذیه درونی دارند، اتفاق می‌افتد.

جمع‌بندی:

کیفیت توان شامل موارد متعددی است که در یک دسته بندی کلی مطابق با استاندارد IEEE 1159-1995 به صورت گذرا، کوتاه‌مدت، طولانی مدت، تغییرات فرکانس، عدم تعادل ولتاژ، سوسوزدن ولتاژ، اعوجاج شکل موج قابل تقسیم‌بندی است. جدول ۱ـ۱ این دسته‌بندی را با جزئیات، مطابق با استاندارد مذکور نشان می دهد.

جدول (۱ـ۱) دسته‌بندی پدیده‌های کیفیت توان مطابق با استاندارد IEEE 1159

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Categories	Typical spectral content	Typical duration	Typical voltage magnitude
1.0 Transients			
1.1 Impulsive			
1.1.1 Nanosecond	5 ns rise	< 50 ns	
1.1.2 Microsecond	1 μs rise	50 ns–1 ms	
1.1.3 Millisecond	0.1 ms rise	> 1 ms	
1.2 Oscillatory			
1.2.1 Low frequency	< 5 kHz	0.3–50 ms	0–4 pu
1.2.2 Medium frequency	5–500 kHz	20 μs	0–8 pu
1.2.3 High frequency	0.5–5 MHz	5 μs	0–4 pu
2.0 Short duration variations			
2.1 Instantaneous			
2.1.1 Sag		0.5–30 cycles	0.1–0.9 pu
2.1.2 Swell		0.5–30 cycles	1.1–1.8 pu
2.2 Momentary			
2.2.1 Interruption		0.5 cycles–3 s	< 0.1 pu
2.2.2 Sag		30 cycles–3 s	0.1–0.9 pu
2.2.3 Swell		30 cycles–3 s	1.1–1.4 pu
2.3 Temporary			
2.3.1 Interruption		3 s–1 min	< 0.1 pu
2.3.2 Sag		3 s–1 min	0.1–0.9 pu
2.3.3 Swell		3 s–1 min	1.1–1.2 pu
3.0 Long duration variations			
3.1 Interruption, sustained		> 1 min	0.0 pu
3.2 Undervoltages		> 1 min	0.8–0.9 pu
3.3 Overvoltages		> 1 min	1.1–1.2 pu
4.0 Voltage imbalance		steady state	0.5–2%
5.0 Waveform distortion			
5.1 DC offset		steady state	0–0.1%
5.2 Harmonics	0–100th H	steady state	0–20%
5.3 Interharmonics	0–6 kHz	steady state	0–2%
5.4 Notching		steady state	
5.5 Noise	broad-band	steady state	0–1%
6.0 Voltage fluctuations	< 25 Hz	intermittent	0.1–7%
7.0 Power frequency variations		< 10 s	

مقدمه ای بر ترانسفورماتور:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در صورت بالا بودن درصد عدم نامتعادلی، ممکن است هسته ترانسفورماتور به اشباع برود و ترانس داغ کند همین طور اگر یک فاز دارای جریان زیادتری نسبت به فازهای دیگر باشد این جریان ممکن است باعث عملکرد رله های مربوطه شده و جریان فاز را قطع کند که این خود صدمات دیگری به سیستم وارد خواهد کرد پس برای جلوگیری از این نامتعادلی و تبعات ناشی از آن باید این عدم تعادل جبران گردد روش های مختلفی برای جبرانسازی عدم تعادل ولتاژ و به دنبال آن عدم تعادل جریان وجود دارد که به طور مختصر می توان گفت جهت رفع مشکلات ناشی از عدم تعادل در مرتبه اول ضروری است شبکه های قدرت به گونه ای طراحی شود که بار به صورت یکنواخت میان هر سه فاز توزیع شود در مرتبه دوم می توان از برخی ادوات الکترونیک قدرت که به صورت سری یا موازی با شبکه نصب می شوند برای اصلاح عدم تعادل و کنترل آن در محدوده قابل قبولی استفاده نمود.

کاربردهای زیاد الکترونیک و دیگر تجهیزات غیرخطی و بارهایی که هارمونیک ایجاد می کنند شبکه های قدرت و تجهیزات مرتبط با آن (مثلاً ترانس ها) را به سمت یک مشکل جدی سوق می دهد.

- اشباع هسته ترانسفورماتور با تغییر در نقطه کار در منحنی غیرخطی $\lambda - i$
- افزایش تلفات هسته (هیسترزیس و جریان گردابی)
- افزایش تلفات مسی (اساسی و هارمونیکی)
- ایجاد نیم سیکل اشباع در هارمونیک های زوج و جریان DC.
- عملکرد اشباه رله های حفاظتی ترانسفورماتور
- پیرشدن و کاهش عمر مفید ترانسفورماتور
- کاهش بازده

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- تولید رزونانس های موازی و شرایط فرو رزونانسی.
- زوال عایقی ترانسفورماتور در نزدیکی ترمینا ل های فشار قوی

این اثرات زیان آور گفته شد تا فهمیده شود که هارمونیک ها چه تاثیری بر ترانسفورماتورها برای یک ترانسفورماتور طراحی یک مدل هارمونیکی برای محاسبه تلفات و بررسی روند هارمونیک توان ضروری است.

مدل خطی (سینوسی) ترانسفورماتور:

ترانسفورماتورها تحت شرایط کار خطی شبیه سازی می شوند تحقیقات خوبی در موضوع با مدل حالت پایدار و مدل های حالت گذرای ترانسفورماتور در دسترس است هر چند که هسته ترانسفورماتورها از مواد فرومغناطیس با مشخصه $(\lambda - i)\, B - H$ غیرخطی تشکیل شده است.

آنها ابزار دارند که به دلیل سه عامل غیرخطی آنالیز پیچیده می شود شامل : اثرات اشباع، حلقه های اصلی و فرعی هیسترزیس و جریان های گردابی.

این عوامل باعث یک شار غیرسینوسی، اعوجاج در شکل موج ولتاژ اولیه و ثانویه و به دلیل جریان های هارمونیکی تلفات اضافی و تلفات هسته (هیسترزیس و جریان گردابی) استفاده از قسمت خطی مشخصه $(\lambda - i)$ و استفاده از ثابت ها برای مدل سازی اندوکتانس مغناطیسی و تلفات مقاومت هسته استفاده کرد.

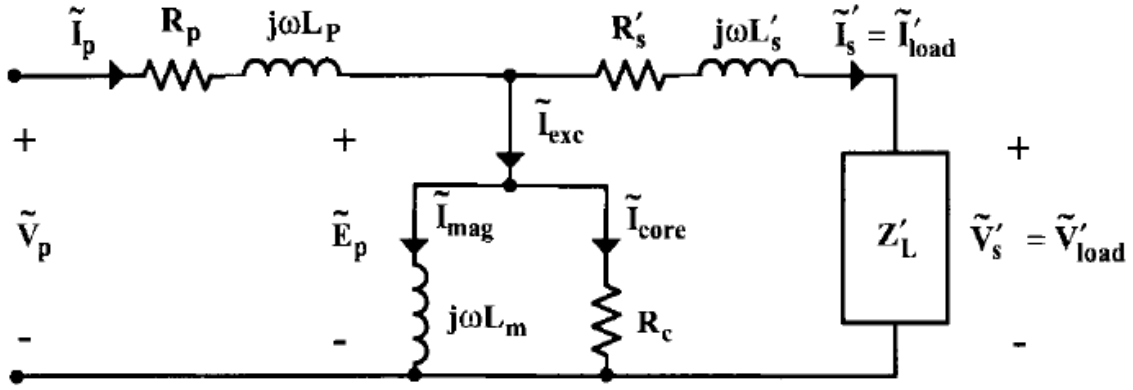
به طور کلی تلفات کل هسته ترانسفورماتور را می توان با فرمول زیر تقریب زد .

$$P_{fe} = P_{hys} + P_{eddy} = K_{hys}\,(B_{max})^{s} f + K_{eddy}(B_{max})^{2} f^{2}$$

که در این رابطه $B_{max}, P_{eddy}, P_{hys}$ و f به ترتیب، تلفات هیترزیس، تلفات جریان گردابی، ماکزیمم مقدار چگالی شار و فرکانس اساسی هستند.

k_{hys} یک ثابت برای در نظر گرفتن جنس هسته هست و K_{eddy} یک ثابت برای رسانایی ماده در جریان گردابی است.

S تعریف شده توسط استینمتز که مقداری بین $1.5<S<2.5$ دارد که مقدار آن بسته با نقاط کار هسته ترانسفورماتور مشخص می شود.



مدل های گذرا ی قابل استفاده برای شبیه سازی ترانسفورماتور در طول روشن کردن (جریان های هجومی)، خطاها، و نوع های دیگری از اختلالات هستند.

مدل های گذرا برای محاسبه نیاز به زمان زیادی دارند مدل های حالت پایداری ترانسفورماتور اغلب در آنالیز فازور در حوزه فرکانس برای شبیه سازی رفتار ترانسفورماتورها تور استفاده می شود و نیاز به محاسبات زمان کمی دارد.

مدل حالت ماندگار در شکل بالا مناسب برای مطالعه هارمونیک نیست ولی در شرایط کار عادی که در ناحیه خطی منحنی $\lambda - i$ هستیم که فرکانس هارمونیک ها قابل محاسبه است مدل خوبی است.

تلفات هارمونیکی در ترانسفورماتور:

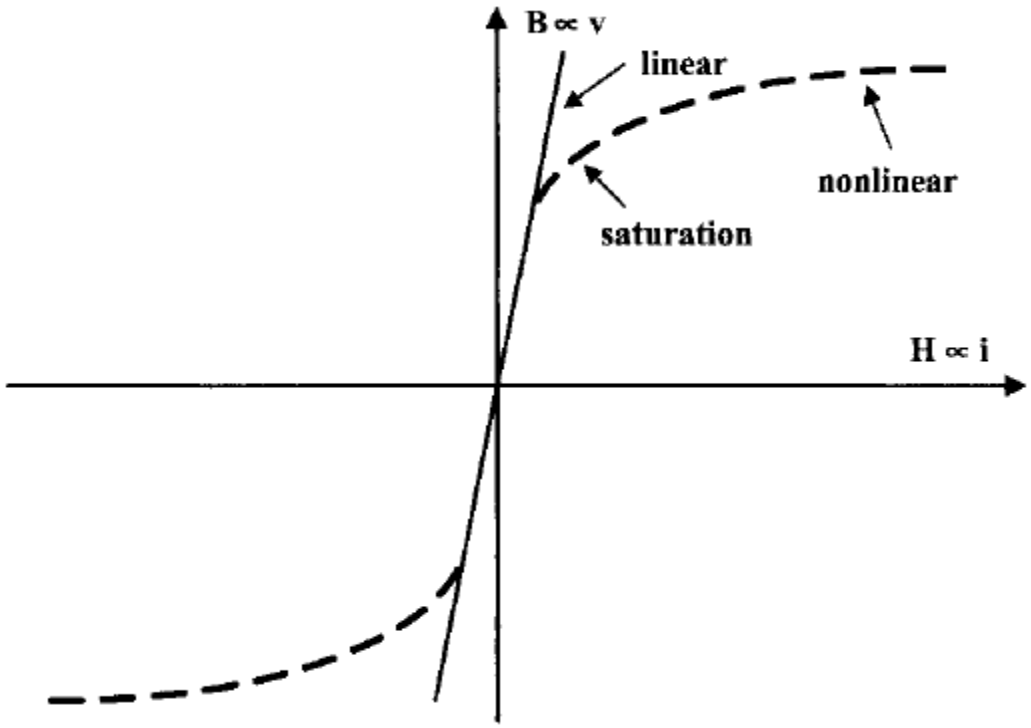
جریان ها و ولتاژهای هارمونیکی در سیم پیچ ها تلفاتی دلیل اثر پوستی و اثر مجاورتی ایجاد می کنند. هارمونیک جریان را با $i_h(t)$ و هارمونیک ولتاژ را با $V_h(t)$ نشان می دهیم که باعث تلفات هارمونیکی می شوند:

$$P_h(t)=i_h(t).V_h(t)$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اگر هر کدام از $i_h(t)$ یا $V_h(t)$ صفر باشد $P_h(t)$ صفر خواهد شدف تلفات هارمونیکی در هر کدام از تلفات آهنی، هیسترزیس و جریان گردابی رخ می دهد.

برای قسمت خطی مشخصه $B-H$ هسته آهنی تلفات بستگی به دامنه هارمونیک ها و موج اصلی دارد و در جایی که مشخصه $B-H$ هسته آهنی خطی نیست تغییر فاز بین ولتاژ هارمونیکی و ولتاژ اصلی ایجاد می شود برای مثال، یک جریان مغناطیسی با ماکزیمم قلّه قلّه با ارزش بالا ماکزیمم چگالی شار بالاتری نسبت به یک جریان مغناطیسی کمتر را دارا خواهد بود.



اثر پوستی:

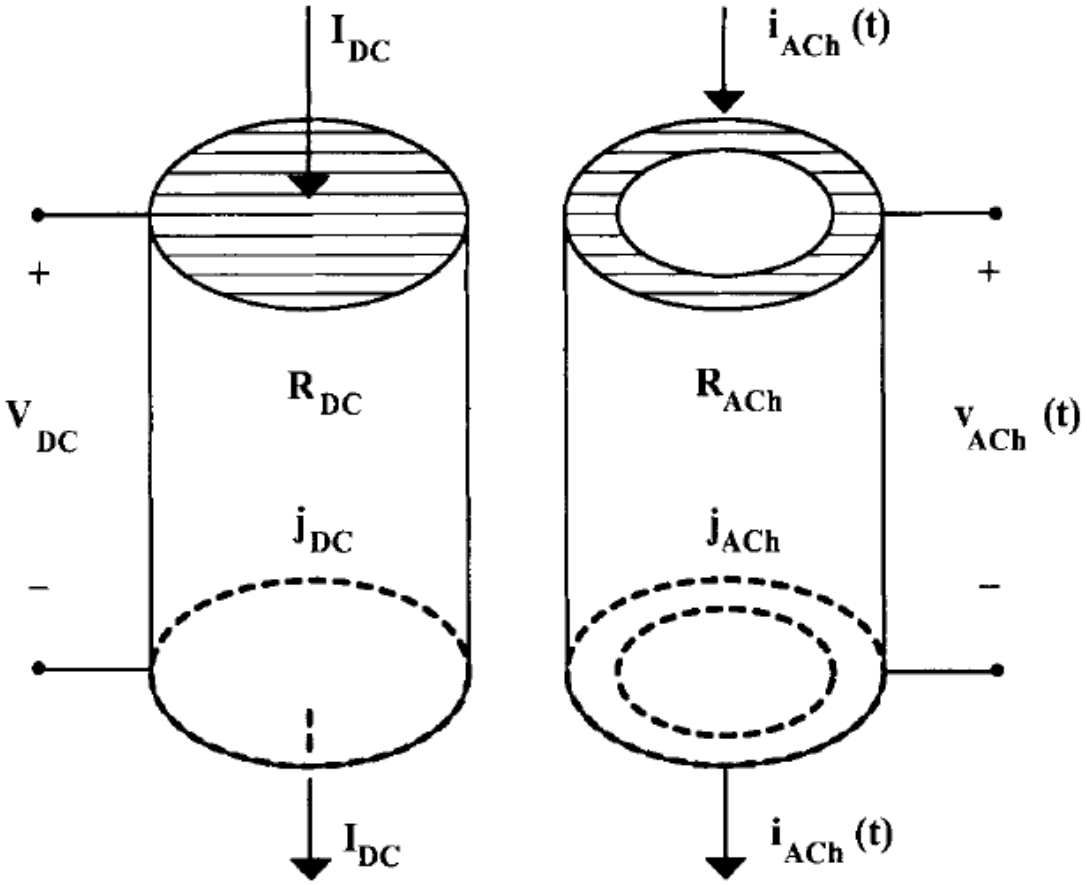
اگر یک رسانا با سطح مقطع Q_{cond} با یک جریان I_{OC},DC و چگالی جریان $j_\alpha = \frac{I_{DC}}{a_{cond}}$ به صورت یکنواخت از رسانا عبور کند و مقاومت R_{DC} مقاومت هادی می باشد:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$R_{DC}=\frac{V_{DC}}{I_{DC}}$$

برای جریان AC ، $i_{ACh}{}^{(t)}$ شارش

جریان نزدیک سطح بیرونی هادی بیشتر است و چگالی جریان D نایکنواخت است.



در کل

$$R_{DC}<R_{ACh}$$

و هر چه هارمونیک جریان h بالاتری باشد، اثرپوستی هم بزرگتر است.

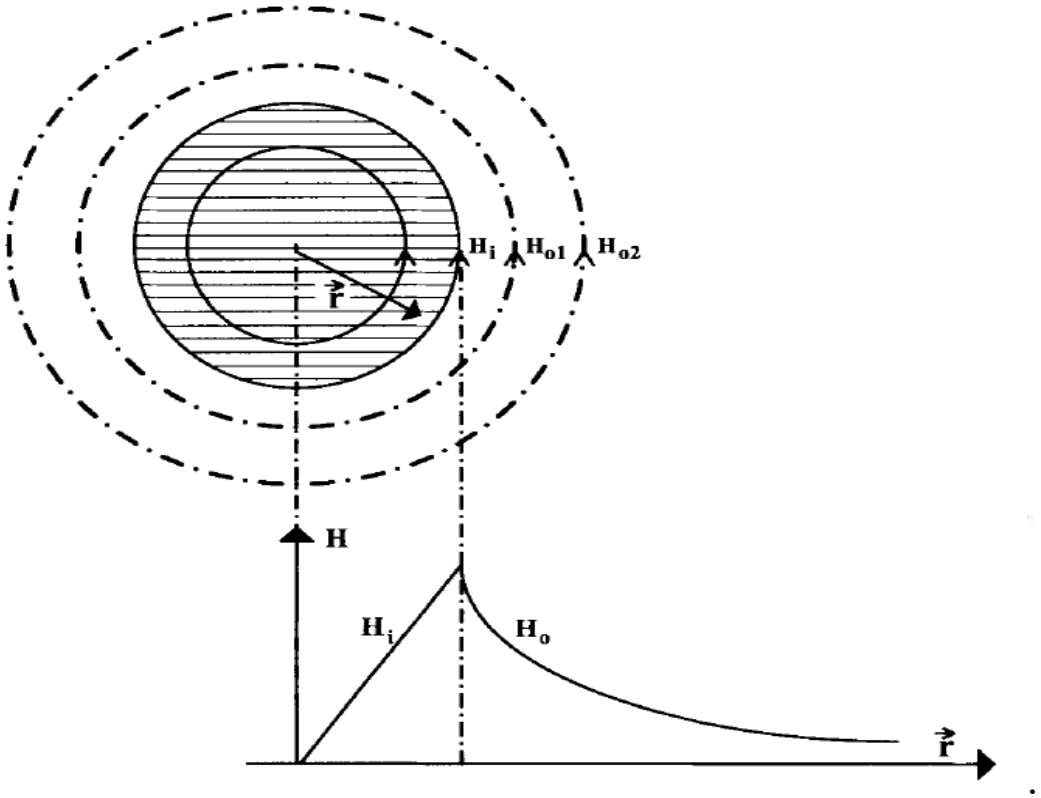
اثر مجاورتی:

تلفات مجاوتی درسیم پیچ ها و قسمت های رسانای یک وسیله اتفاق می افتد در مکان هایی که بین سیم پیچ ها و قسمت های رسانا ارتباط وجود دارد. توزیع جریان AC در یک هادی بستگی دارد به توزیع جریان در هادی های مجاور یا قسمت های

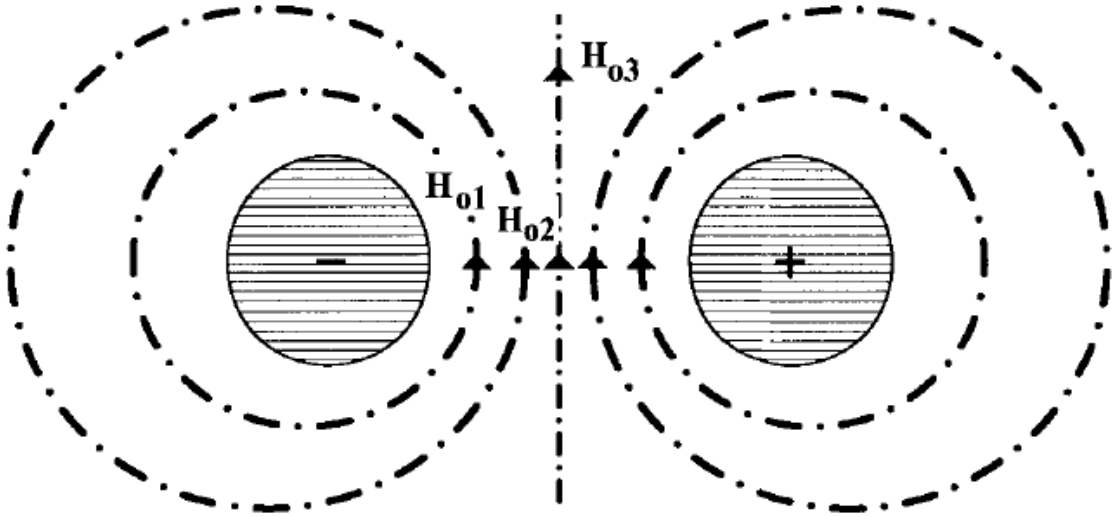
زسانا. میدان AC، $\vec{H}$ در یک هادی تکی در فضای آزاد دایره های هم محوری از میدان ایجاد می کند.

$$Ampere's\ Law, \int \vec{H}.\vec{dl} = \int_S \vec{J}.\vec{ds}.$$

اگر دو هادی یا بیشتر، میدان های حلقوی خود رادر کنار هم قرار داشته باشند تلفات جریان گردابی در دو هادی شکلی متفاوت با یک هادی تکی خواهد داشت

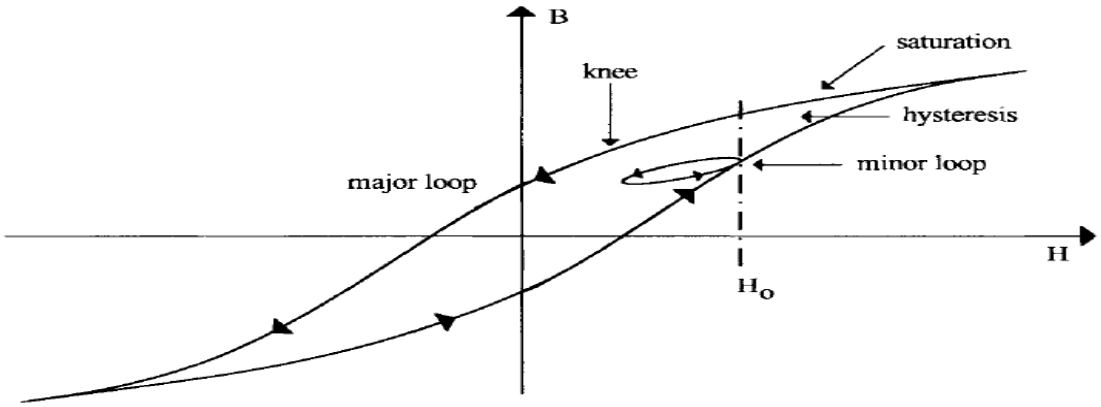


برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



تلفات مغناطیسی هسته آهنی (هیسترزیس و جریان گردابی):

همه مواد مغناطیسی در معرض اشباع و خاصیت هیسترزیس هستند وجود دارد حلقه های اصلی و حلقه های فرعی و با این وجود در مشخصه $B-H$ برای هر کدام از B یا H برای دیگری چه مقدار به دست می آید.



ارتباط بین ولتاژ و شارپیوندی برای تغییر فاز در صفر درجه بین موازای اصلی و هارمونیکی ولتاژ هارمونیک سوم ولتاژ $e_3(t)$ هست در فاز صفر درجه با مولفه اصلی ولتاژ $e_1(t)$ در نتیجه یک ماکزیمم قله به قله با ارزش بالا برای ولتاژ غیرسینوسی ایجاد می شود.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اندازه گیری تلفات:

برای بازده پایین $(\eta<97\%)$ وسایل اندازه گیری تلفات تقریبی و قراردادی انجام می گیرد، در این حالت تلفات P_{loss} از اختلاف بین توان ورودی P_{in} و توان خروجی اندازه گیری شده بدست می آید گرچه برای بازده های بالا $(\eta\geq97\%)$ وسایل اندازه گیری تقریبی تلفات را پیچیده و با خطای بزرگ همراه است.

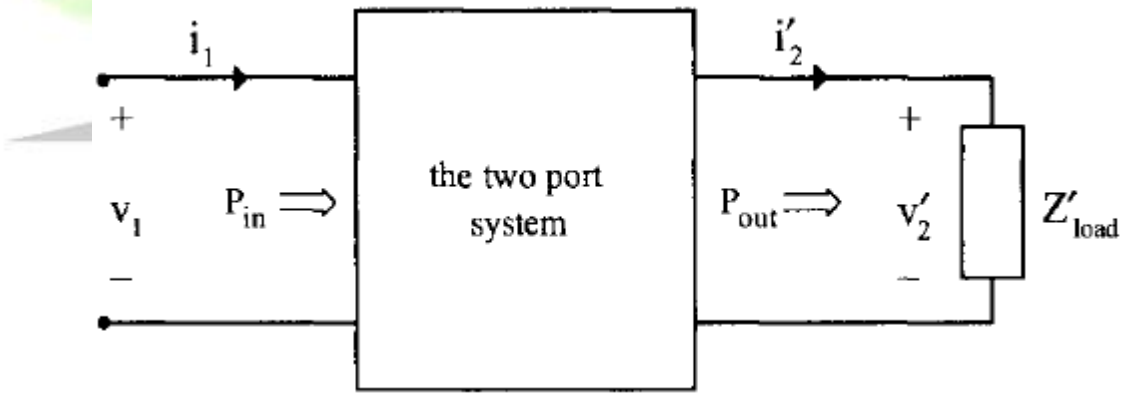
اندازه گیری تلفات به صورت غیرمستقیم:

شکل دوپورتی را در نظر بگیرید:

$$P_{Loss}=P_{in}-P_{out}$$

یا

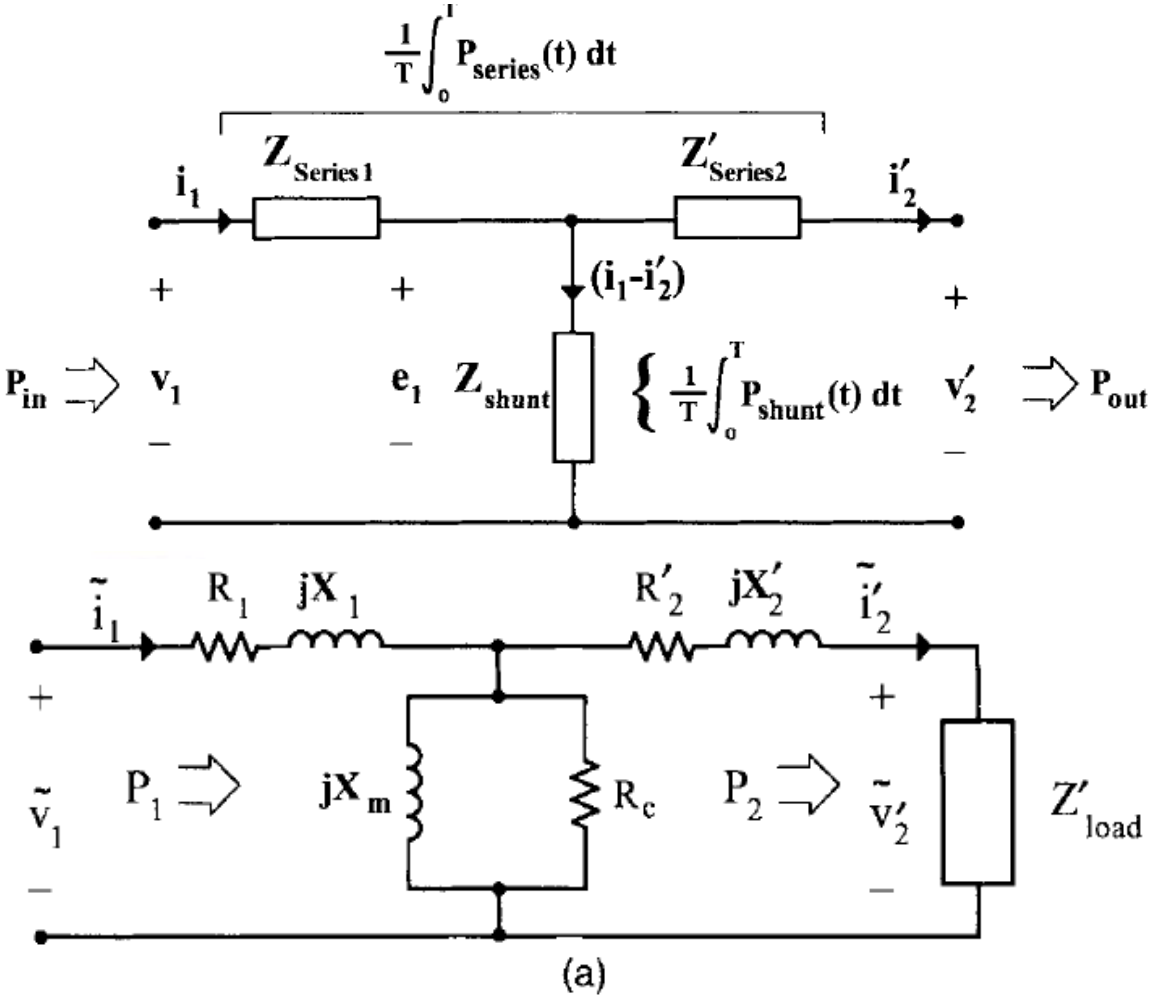
$$P_{Loss}=\frac{1}{T}\int_0^T V_1 i_1\,dt-\frac{1}{T}\int_0^T v_2' i_2'\,dt$$



اندازه گیری مستقیم تلفات:

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سیستم دو قطبی شکل بالا می تواند مشخص شود در ترم های امپدانسی سری وموازی نشان داده شده . در



(a)

توان پراکنده در $Z_{series1}$ و $Z_{Series2}$ هست:

$$P_{Series}=\frac{1}{T}\int_0^T P_{Series}(t)dt$$

توان پراکنده در Z_{Shunt} هست: $P_{Shunt}=\frac{1}{T}\int_0^T P_{Series}(t)dt$

در نتیجه: $P_{Loss}=P_{Series}+P_{Shunt}$

روش مستقیم معمولاً در ترانسفورماتور تکفاز استفاده می شود.

طبق رابطه:

$$\lambda(t)=\int e(t)dt$$

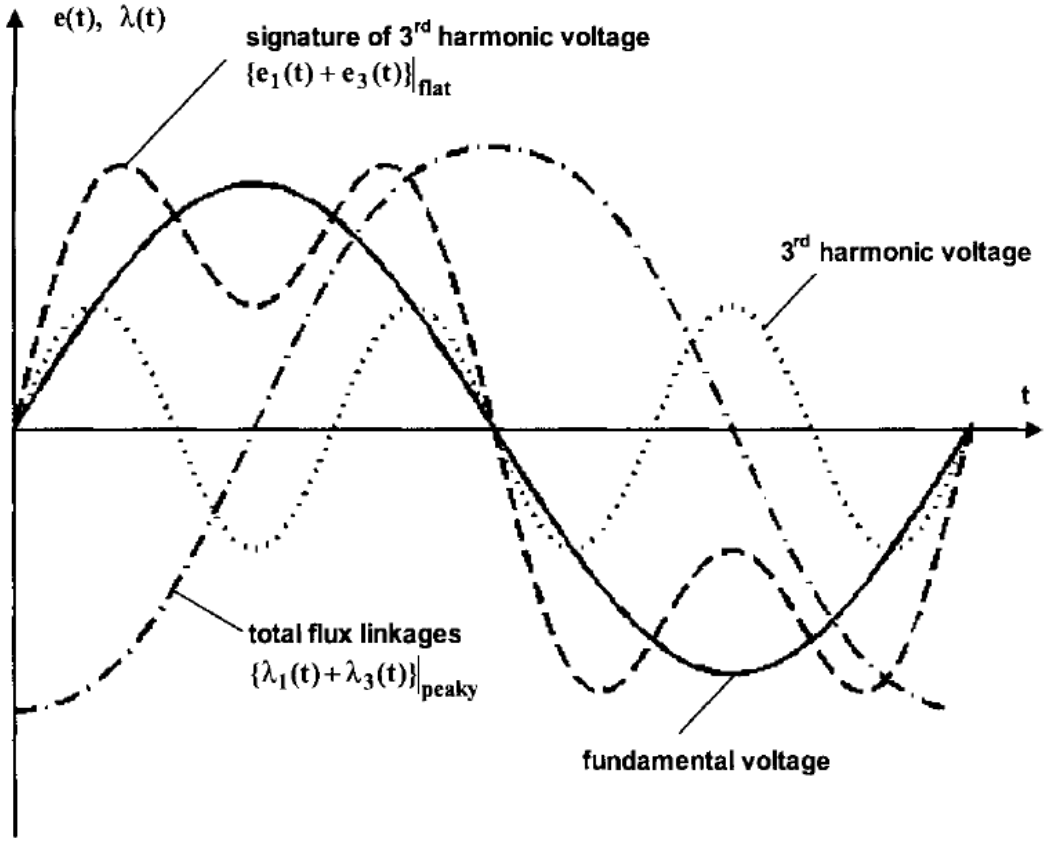
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

قله به قله در مینیمم خود است.

قانون: وقتی که قله به قله ولتاژ $\{e_1(t)+e_3(t)\}$ در ماکزیمم قرار دارد شار پیوندی در مینیمم مقدار است.

ارتباط بین ولتاژ و شار پیوندی برای اختلاف فاز ۱۸۰ درجه بین مولفه اصلی و هارمونیکی ولتاژ.

در این حالت هارمونیک سوم ولتاژ $e_3(t)$ در یک اختلاف فاز ۱۸۰ درجه با مولفه اصلی ولتاژقرار دارد در این مورد، ولتاژ کلی و نتیجه آن یعنی شارپیوندی مینیمم و ماکزیمم قله به قله ترتیبی دارند.



قانون: یک ولتاژ $\{e_1(t)+e_3(t)\}$ در مینیمم قله به قله یک شارپیوندی با ماکزیمم قله به قله می دهد.

درکل: برای هارمونیک های بالاتر، ارتباط مشابهی بین موج های غیر سینوسی ولتاژ القایی و شارپیوند وجود دارد؛ گرچه، یک رفتار تناوبی وجود دارد که در جدول نشان داده شده است.

Harmonic order	Nonsinusoidal voltage $e_1(t) + e_h(t)$	Nonsinusoidal flux linkage $\lambda_1(t) + \lambda_h(t)$
$h = 3$	$\{e_1(t) + e_3(t)\}$ peaky[a]	$\{\lambda_1(t) + \lambda_3(t)\}$ flat[b]
	$\{e_1(t) + e_3(t)\}$ flat	$\{\lambda_1(t) + \lambda_3(t)\}$ peaky
$h = 5$	$\{e_1(t) + e_5(t)\}$ peaky	$\{\lambda_1(t) + \lambda_5(t)\}$ peaky
	$\{e_1(t) + e_5(t)\}$ flat	$\{\lambda_1(t) + \lambda_5(t)\}$ flat
$h = 7$	$\{e_1(t) + e_7(t)\}$ peaky	$\{\lambda_1(t) + \lambda_7(t)\}$ flat
	$\{e_1(t) + e_7(t)\}$ flat	$\{\lambda_1(t) + \lambda_7(t)\}$ peaky
$h = 9$	$\{e_1(t) + e_9(t)\}$ peaky	$\{\lambda_1(t) + \lambda_9(t)\}$ peaky
	$\{e_1(t) + e_9(t)\}$ flat	$\{\lambda_1(t) + \lambda_9(t)\}$ flat
⋮	⋮	⋮

[a]Maximum peak-to-peak value.
[b]Minimum peak-to-peak value.

این رفتار تناوبی (رابطه انتگرالی بین $e(t)$ و $\lambda(t)$) تاثیرات مهمی در تلفات هسته آهنی دارد.

اندازه گیری و شبیه سازی تأثیر مولفه های هارمونیک بر تلفات ترانسفورماتورهای توزیع:

ترانسفورماتورها در زمره اساسی ترین و باارزش ترین تجهیزات در شبکه های برق رسانی هستند و کارکرد صحیح آنها نقش مهمیدر ضریب اطمینان شبکه دارد امروزه بار ترانسفورماتورها- که در فرکانس نامی عمل می کند به تدریج هارمونیکی شده است. مؤلفه ها این هارمونیک ها بر تلفات ترانسفورماتورها تأثیر گذاشته و آن را افزایش می دهد. در چنین شرایطی ترانسفورماتورها زودتر از موعود مقرر معیوب می شوند و یا می سوزند. در این مقاله ابتدا تأثیر بارهای هارمونیکی بر تلفات ترانسفورماتور بررسی می شود. سپس تلفات یک ترانسفورماتور توزیع ۱۵ کیلو ولت آمپر تکفاز تحت بار هارمونیکی براساس اندازه گیری و استانداردهای موجود محاسبه می شود. همچنین توسط مدل ترانسفورماتور در محیز هارمونیکی تلفات آن با استفاده از شبیه سازی در MATLAB/simulink نیز بدست می آید. نهایتاً نتایج حاصل شده با هم مقایسه می شود.

بارهای غیر خطی و تجهیزاتی از شبکه که دارای مشخصه غیرخطی هستند عامل اصلی اعوجاج شکل موج سینوسی ولتاژ و جریان در شبکه های برق می باشند که با تغییر موج، هارمونیک ها را ایجاد می کنند. با افزایش روز افزون بارهای غیرخطی اندازه گیری، تجزیه و تحلیل دقیق هارمونیک ها امری ضروری به نظر می رسد تا از تلفات انرژی ، ضایعات و اثرات مخرب آن برتجهیزات شبکه جلوگیری بعمل آید. یکی از عناصر مهم شبکه ترانسفورماتورها توزیع می باشد که از آنجایی که هارمونیک های ایجاد شده درسیستم قدرت کم نمی باشند بنابراین نیاز است وقتی ترانسفورماتور تحت بار هارمونیکی قرار می گیرد تلفات و ظرفیت آن به دقت محاسبه شود تا هر چه بهتر و بهینه تر از ظرفیت آن استفاده شود. کمیته ترانسفورماتور IEEE در مورد بارگیری ترانسفورماتورها تحت بارهای هارمونیکی استاندارد C57-110-1998 را ارائه داد. هدف اصلی این استاندارد تعیین ظرفیت و تلفات ترانسفورماتورها تحت بارهای هارمونیکی می باشد.

در این بخش تأثیر بارهای هارمونیکی بر تلفات ترانسفورماتورها بررسی می شود. سپس تلفات یک ترانسفورماتور ۱۵ کیلو ولت آمپر تحت بار هارمونیکی اندازه گیری می شود. در نهایت با

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

استفاده از استانداردهای موجود و مدل مناسب ترانسفورماتوردر محیط هارمونیکی که ارائه شده است، تلفات را تحت بار هارمونیکی بدست می آوریم.

تلفات ترانسفورماتورها در بار هارمونیکی

تلفات ترانسفورماتورها تحت بارهای خطی و هارمونیکی معمولا به دو دسته تلفات بی باری و بارداری تقسیم می شود.

$$P_T = P_{NL} + P_{LL}$$

P_{NL} تلفات بی باری است که به سبب القاء ولتاژ در هسته بوجود می آید. P_{LL} تلفات بارداری است که به تلفات اهمی و تلفات سرگردان تقسیم می شود. تلفات dc یا اهمی به وسیله اندازه گیری مقاومت dc سیم پیچ ها و ضرب آن در مجذور جریان بار بدست می آید. تلفات سرگردان به تلفات گردابی سیم پیچ ها و تلفات در دیواره مخزنی، چهارچوب های مهار هسته و سایر بخشهای فلزی تقسیم می شود، تلفات گردابی در سیم پیچ ها با تغییر شارنشتی در هادی ها بوجود می آید.

دیگر تلفات سرگردانه نیز به سبب قطع شارنشتی در دیواره مخزنی، شیلدها و ... بوجود می آید. بنابراین تلفات بارداری را می توان به صورت زیر بیان کرد:

$$P_{LL} = P_{dc} + P_{EC} + P_{OSL}$$

P_{dc} تلفات اهمی و P_{EC} تلفات گردابی سیم پیچ ها و P_{OSL} دیگر تلفات سرگردان می باشد مجموع تلفات سرگردان را می توان از کم کردن تلفات اهمی از تلفات بارداری که از تست اتصال کوتاه حاصل می شود، محاسبه کرد:

$$P_{TSL} = P_{EC} + P_{OSL} = P_{LL} - P_{dc}$$

درواقع هیچ تستی برای مشخص کردن تلفات گردابی سیم پیچ ها از دیگر تلفات سرگردان وجود ندارد اما مقدار این تلفات در ترانسفورماتورهای روغنی از روابط زیر بدست می آید.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$P_{TSL} = P_{LL} - \left[(R_1 I_{1-R}^2 + R_2 I_{2-R}^2) \right]$$

$$P_{EC} = 0.33 P_{STL}$$

$$P_{OSL} = P_{TSL} - P_{EC}$$

تأثیر هارمونیک بر تلفات بی باری

در این قسمت تأثیر هارمونیک ولتاژ و جریان بر تلفات بی باری بررسی می شود.

تأثیر هارمونیک ولتاژ

براساس قانون فاراده ولتاژ ترمینال مقدار شار ترانسفورماتور را تعیین می کند:

$$N \frac{d\varphi}{dt} = v(t)$$

با انتقال این رابطه به حوزه فرکانس می توان رابطه بین هارمونیک ولتاژ و مولفه های شار را نشان داد:

$$Nj(h\omega).\varphi_h = V_h$$

WikiPower

این رابطه نشان می دهد که اندازه شار با هارمونیک ولتاژ نسبت مستقیم دارد و با مرتبه هارمونیک رابطه معکوس دارد.

اما معمولاً در شبکه، THD_V زیر ۵٪ می باشد و اندازه مولفه های هارمونیکی در مقایسه با مؤلفه اصلی خیلی ناچیز می باشد و بندرت ولتاژ در تلفات بی باری تنها یک خطای ناچیز ایجاد خواهد کرد. درادامه با اندازه گیریهایی این نتایج نشان داده شده است. اگر اغتشاشات هارمونیک ولتاژ طوری باشد که نتوان از آن صرفنظر کرد می توان طبق استاندارد ANSI-C. 27-1920 به کمک رابطه زیر مقدار تلفات در شرایط ولتاژ غیرسینوسی را محاسبه کرد.

$$P = P_M \left[P_h + P_{ec} \left(\frac{V_{hrms}}{V_{rms}} \right)^2 \right]$$

V_{rms} و V_{hmrs} مقدار مؤثر سینوسی و غیر سینوسی، P و P_M تلفات بی باری در شرایط اعمال ولتاژ سینوسی و غیرسینوسی P_h و P_{ec} تلفات هیسترزیس و فوکو می باشند.

تأثیر هارمونیک جریان

تاثیر هارمونیک جریان بر تلفات هسته زیاد قابل توجه نمی باشد مگر اینکه جریان تزریق شده، دامنه ولتاژ را افزایش دهد.

تاثیر هارمونیک بر تلفات بارداری

از آنجایی که تلفات dc و تلفات جریان گردابی سیم پیچ ها و دیگر تلفات سرگردان با جریان رابطه مستقیمی دارند. بنابراین تنها تاثیر هارمونیک جریان در نظر گرفته می شود.

تاثیر هارمونیک جریان بر تلفات dc

تلفات اهمی با مجذور جریان نسبت مستقیم دارد بنابراین اگر مقدار موثر جریان به سبب مولفه های هارمونیک زیاد می شود تلفات اهمی نیز افزایش می یابد:

$$P_{\Omega} = R_{dc} \times I_A^2 = R_{dc} \times \left(\sum_{h=1}^{h_{\max}} I_{h,rms}^2 \right)$$

تاثیر هارمونیک جریان بر تلفات گردابی سیم پیچ ها

تلفات گردابی سیم پیچها تحت بارهای غیرخطی با مجذور جریان و مجذور فرکانس تغییر می کند:

$$P_{ec} = P_{ec-R} \sum_{h=1}^{h=\max} h^2 \left(\frac{I_h}{I_R}\right)^2$$

با توجه به رابطه بالا می توان فاکتور تلفات هارمونیکی زیر رابراساس مقدار موثرجریان مولفه اصلی بیان کرد:

$$F_{HL} = \frac{\sum_{h=1}^{h=\max} h^2 I_h^2}{\sum_{h=1}^{h=\max} I_h^2} = \frac{\sum_{h=1}^{h=\max} h^2 \left(\frac{I_h}{I_1}\right)^2}{\sum_{h=1}^{h=\max} \left(\frac{I_h}{I_1}\right)^2}$$

در واقع تحت بار هارمونیکی تلفات گردابی سیم پیچ ها باید در این فاکتور ضرب شود.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تاثیر هارمونیک جریان بر دیگر تلفات سرگردان

دیگر تلفات سرگردان تحت بارهای غیرخطی با مجذور جریان و توان ۰/۸ فرکانس تغییر می کند:

$$P_{OSL} = P_{OSL-R} \sum_{h=1}^{h=\max} h^{0.8} \left(\frac{I_h}{I_R}\right)^2$$

ضریب تلفات هارمونیکی را می توان برای دیگر تلفات سرگردان براساس مقدار موثر جریان مولفه اصلی بیان کرد:

$$F_{HL-STR} = \frac{P_{OSL}}{P_{OSL-R}} = \frac{\sum_{h-1}^{h-\max} \left[\frac{I_h}{I}\right]^2 h^{0.8}}{\sum_{h-1}^{h-\max} \left[\frac{I_h}{I}\right]^2} = \frac{\sum_{h-1}^{h-\max} \left[\frac{I_h}{I_1}\right]^2 h^{0.8}}{\sum_{h-1}^{h-\max} \left[\frac{I_h}{I_1}\right]^2}$$

درواقع تحت بار هارمونیکی دیگر تلفات سرگردان باید در این فاکتور ضرب شود.

تعیین تلفات ترانسفورماتور در بار هارمونیکی

حال که تاثیر هارمونیک بر روی تک تک مولفه های تلفات بررسی شد می توان رابطه کلی برای محاسبه تلفات در حالتی که ترانسفورماتور در معرض بار هارمونیکی قرار داد ارائه کرد.

تلفات بارداری در حالت بار خطی و در شرایط نامی بر حسب پریونیت برابر است با:

$$P_{LL-R}(pu) = 1 + P_{EC-R}(pu) + P_{OSL-R}(pu)$$

P_{PLL-R} تلفات بار نامی ترانسفورماتور، ۱ تلفات اهمی، P_{EC-R} تلفات جریان گردابی سیم پیچها در شرایط نامی و P_{osL-R} دیگر تلفات سرگردان در شرایط نامی می باشد. اگر با مورد نظر هارمونیکی باشد آنگاه داریم:

$$P_{LL}(pu) = I^2(pu) \times [1 + F_{HL} \times P_{ec-R}(pu) + F_{HL-STR} \times P_{OSL-R}(pu)]$$

بنابراین جریان ماکزیمم مجاز برای تعیین ظرفیت نامی ترانسفورماتور برابر است با:

$$I_{\max}(pu) = \sqrt{\frac{P_{LL-R}(pu)}{1 + [F_{HL} \times P_{ec-R}(pu)] + [F_{HL-STR} \times P_{OSL-R}(pu)]}}$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

از رابطه بالا می توان جریان مجاز و کاهش ظرفیت ترانسفورماتور را محاسبه کرد.

محاسبه تلفات ترانسفورماتور

در این قسمت ترانسفورماتور تحت بار هارمونیکی اندازه گیری می شود سپس با استفاده از استاندارد های موجود و شبیه سازی نیز تلفات محاسبه می شود. در نهایت نتایج با هم مقایسه می شود.

نتایج براساس اندازه گیری

در انجام آزمایش برای اینکه نیاز به اندازه گیری در طرف فشار قوی نباشد دو ترانسفورماتور تکفاز 15 KVA و ۲۰ کیلو ولت به ۲۳۱ ولت به صورت back-to-back قرار می گیرند که هر دو از یک تیپ و ساخت شرکت ایران ترانسفو می باشند. شکل ۱ نحوه قرار گیری ترانسفورماتورها را نشان می دهد بدین ترتیب قسمت های فشار ضعیف دو ترانسفورماتور، ورودی و خروجی به حساب می آیند. ورودی توسط یک اتو ترانس تکفاز تغذیه می شود و در خروجی نیز بار هارمونیکی قرار می گیرد.

WikiPower.ir

شکل ۱- نحوه قرارگیری ترانسفورماتور برای انجام آزمایش

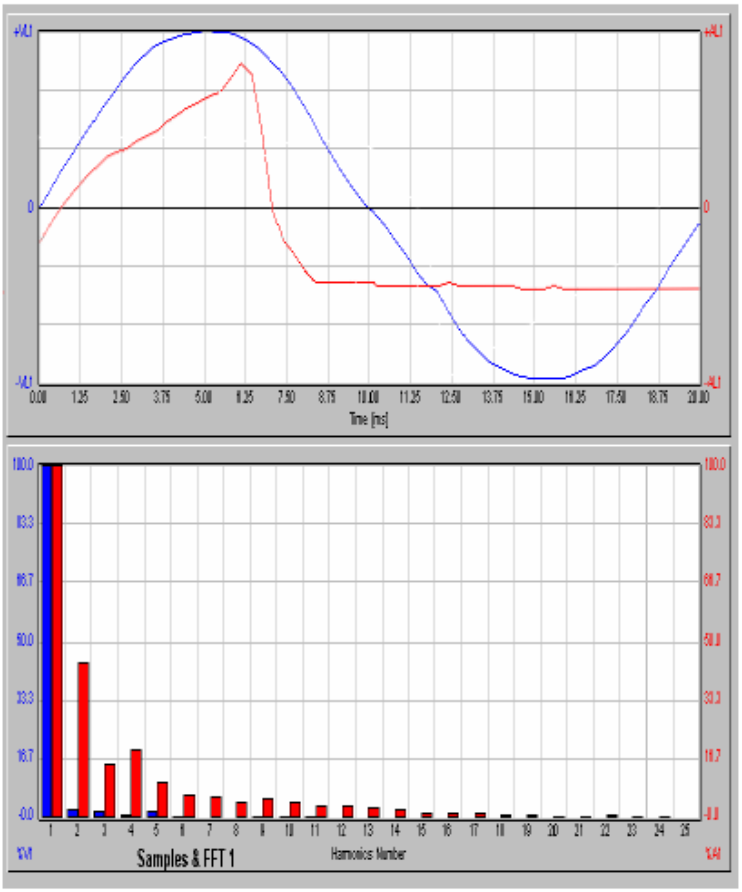
در حین انجام آزمایش مقدار تلفات توسط یک دستگاه ثبات در دو طرف اندازه گیری و ثبت می شود. دستگاه مورد استفاده پاور آنالیزور C.A8310 می باشد که دارای قابلیت های متعددی است و توانایی ذخیره نمودن شکل موج ها و محاسبه مقادیری مانند مقدار ولتاژ، جریان، توان اکتیو، THD و ... را دارد.

از اختلاف مقادیر اندازه گیری شده تلفات بین ترانسفورماتورها حاصل می شود از آنجایی که دو ترانسفورماتور یک تیپ و ساخت یک شرکت می باشد می توان گفت تلفات هر یک از ترانسفورماتورها نصف مقادیر ثبت شده می باشد. ضمناً آزمایش بی باری تحت ولتاژ نامی اعمال شده و آزمایش اتصال کوتاه با توجه به مقدار موثر نیز انجام می شود تا درصد افزایش تلفات تحت بار هارمونیکی نیز حاصل گردد.

بار هارمونیکی برای انجام آزمایش اول یک دیود ۵۰ آمپری و یک بخاری برقی ۲۰۰۰ ولت (یکسو کننده نیم موج اهمی) می باشدبار عبوری از ترانسفورماتور حدوداً ۷ آمپر می باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل زیر شکل موج جریان و ولتاژ دو سر بار را نشان می دهد.



شکل۲- شکل موج جریان و لتاژ دو سر بار در آزمایش ۱

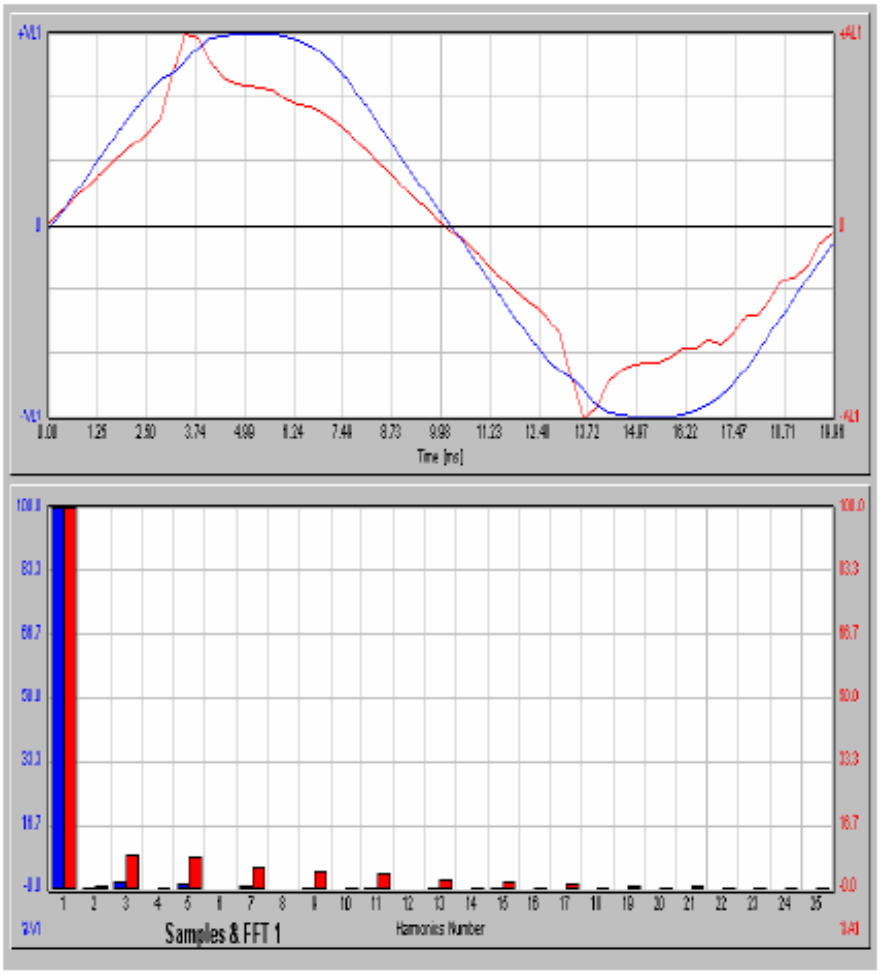
جدول ۱ نتایج اندازه گیری تلفات را برحسب وات نشان می دهد.

جدول۱- نتایج اندازه گیری تلفات برای بار اول

تلفات تحت بار سینوسی	تلفات تحت بار هارمونیکی
۱۲۸/۵۶	۱۳۶/۴۲

با توجه به جدول بالا تلفات در حدود ۷٪ نسبت به حالتنی مکه بار سینوسی بود افزایش پیدا کرد.

در آزمایش دوم بار هارمونیکی از بخاری برقی و ۱۲ عدد لامپ کم مصرف تشکیل شده است. جریان عبوری از ترانسفورماتور حدوداً ۱۲ آمپر می باشد . شکل ۳ شکل موج جریان و ولتاژ را نشان می دهد.



شکل۳- شکل موج جریان و لتاژ دو سر بار در آزمایش ۲

جدول ۲ نتایج اندازه گیری تلفات را بر حسب وات نشان می دهد.

جدول۲- نتایج اندازه گیری تلفات برای بار دوم

تلفات تحت بار سینوسی	تلفات تحت بار هارمونیکی
۱۴۳/۶۲	۱۴۵/۱۲

با توجه به بار مورد نظر که دارای مراتب هارمونیکی ناچیزی می باشد درصد افزایش تلفات بسیار کم
می باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

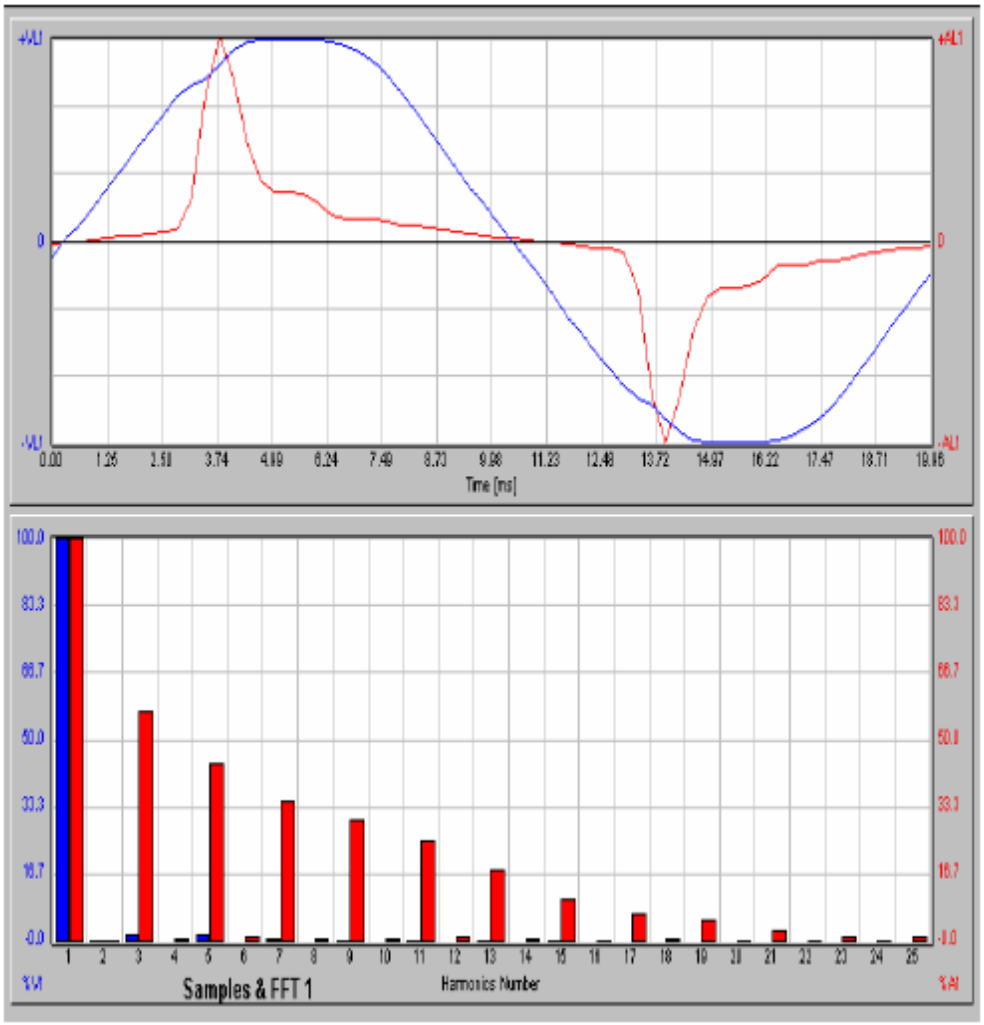
در آزمایش سوم بار هارمونیکی مورد نظر از اره عمودبر ۳۵۰ واتی و ۲۰ عدد لامپ کم مصرف تشکیل شده است. جریان عبوری از ترانسفورماتورها حدوداً ۹ آمپر می باشد. شکل ۴شکل موج ولتاژ و جریان دو سر بار را نشان می دهد. جدول ۳ نتایج اندازه گیری تلفات را بر حسب وات نشان می دهد.

جدول۳- نتایج اندازه گیری تلفات برای بار سوم

تلفات تحت بار سینوسی	تلفات تحت بار هارمونیکی
۱۳۱/۲۲	۱۵۸/۴۲

از آنجایی که مرتبه های هارمونیکی زیادی با دامنه های بسیار بالا در شکل موج جریان بار وجود دارد درصد افزایش تلفات زیاد و در حدود ۲۱٪ می باشد.

WikiPower.ir



شکل۴- شکل موج جریان و لتاژ دو سر بار در آزمایش ۳

نتایج براساس استاندارد

در این بخشتلفات ترانسفورماتور را تحت بار اول براساس استاندارد محاسبه می کنیم. مشخصات یک ترانسفورماتور توزیع15 kVA تک فاز ساخت کارخانه ایران ترانسفو در جدول ۴ آمده است.

جدول۴- مشخصات ترانسفورماتور۱۵کیلوولت آمپر تک فاز

$V_1(v)$	۲۰۰۰۰	$V_2(v)$	۲۳۱
$I_1(A)$	۰/۷۵	$I_2(A)$	۶۵
$R_{dc1}(\Omega)$	۴۳۵/۱۲	$R_{dc2}(\Omega)$	۰/۰۴۱۲

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مجموع تلفات سرگردان از رابطه زیر حاصل می شود:

$$P_{TSL} = P_{LL} - \left[(R_1 I_{1-R}^2 + R_2 I_{2-R}^2)\right]$$
$$P_{TSL} = 11.58 - 8.32 = 3.26$$

چون ترانسفورماتور روغنی می باشد بنابراین تلفات جریان گردابی سیم پیچ ها برابر است با:

$$P_{EC} = 0.33 P_{STL}$$
$$P_{EC} = 1.08w$$

دیگر تلفات سرگردان نیز از رابطه زیر حاصل می شود:

$$P_{OSL} = P_{TSL} - P_{EC}$$
$$P_{OSL} = 2.19w$$

جدول ۵ مرتبه های هارمونیکی بار را با توجه به شکل ۲ و نیز مراحل بدست آوردن فاکتور هارمونیکی تلفات جریان گردابی سیم پیچ ها و دیگر تلفات سرگردان را نشان می دهد.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۵- محاسبه فاکتور هارمونیکی

مرتبه هارمونیک	$\frac{I_h}{I_1}$	$\left(\frac{I_h}{I_1}\right)^2$	h^2	$h^2\left(\frac{I_h}{I_1}\right)^2$	$h^{0.8}$	$h^{0.8}\left(\frac{I_h}{I_1}\right)^2$
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۰/۴۶	۰/۲۱۱۶	۴	۰/۸۴۷	۱/۷۱۴	۰/۳۶۳
۳	۰/۱۵	۰/۰۲۲۵	۹	۰/۲۰۳	۲/۴۰۹	۰/۰۵۵
۴	۰/۱۸	۰/۰۳۲۴	۱۶	۰/۵۱۹	۳/۰۳۱	۰/۰۹۹
۵	۰/۱۱	۰/۰۱۲۱	۲۵	۰/۳۰۳	۳/۶۲۴	۰/۰۴۴
۶	۰/۱	۰/۰۱	۳۶	۰/۳۶	۴/۱۹۲	۰/۰۴۲
۷	۰/۰۹	۰/۰۰۸۱	۴۹	۰/۳۹۷	۴/۷۳۴	۰/۰۳۹
۸	۰/۰۸	۰/۰۰۶۴	۶۴	۰/۴۱۰	۵/۲۷۸	۰/۰۳۳
$\sum$	-	۱/۳۰۳۱	-	۴/۰۳۹	-	۱/۶۷۵

فاکتور هارمونیکی تلفات گردابی سیم پیچ ها و دیگر تلفات سرگردان نیز با توجه به روابط ۱۲ و ۱۴ برابرند با:

$$F_{HL} = \frac{4.039}{1.3031} = 3.099$$

$$F_{HL-STR} = \frac{1.675}{1.3031} = 1.285$$

جدول ۶ نیز تلفات را تحت بار هارمونیکی نشان می دهد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۶ – تلفات بر اساس استاندارد برای بار اول بر حسب وات

نوع تلفات	تلفات نامی	تلفات تحت جریان موثر هارمونیکی	فاکتور هارمونیکی	تلفات هارمونیکی
P_{NL}	۱۲۰/۱۲	۱۲۰/۱۲	–	۱۲۰/۱۲
P_{DC}	۸/۳۲	۱۰/۸۴	–	۱۰/۸۴
P_{EC}	۱/۰۸	۱/۴۱	۳/۰۹۹	۴/۳۸
P_{OSL}	۲/۱۹	۲/۸۵	۱/۲۸۵	۳/۶۶
P_T	۱۳۱/۷۱	۱۳۵/۲۲	–	۱۳۹

نتایج روش محاسباتی برای بار دوم و سوم با انجام مراحل فوق در جدول ۷ و ۸ نشان داده شده است با توجه به این جدول ها می توان دیدکه مرتبه های هارمونیکی و دامنه های آن تاثیر مستقیمی بر افزایش تلفات ترانسفورماتورها دارند.

همچنین می توان گفت بارهای هارمونیکی بر تلفات گردابی سیم پیچ ها تاثیر زیاد و قابل توجه دارند

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۷ – تلفات بر اساس استاندارد برای بار دوم بر حسب وات

نوع تلفات	تلفات نامی	تلفات تحت جریان موثر هارمونیکی	فاکتور هارمونیکی	تلفات هارمونیکی
P_{NL}	۱۲۰/۱۲	۱۲۰/۱۲	–	۱۲۰/۱۲
P_{DC}	۱۹/۳۷	۱۹/۶۵	–	۱۹/۶۵
P_{EC}	۱/۷۵	۱/۷۷	۱/۴۲۸	۲/۵۳
P_{OSL}	۳/۵۴	۳/۶۰	۱/۰۳۶۷	۳/۷۳
P_T	۱۴۴/۷۸	۱۴۵/۱۴	–	۱۴۶/۰۳

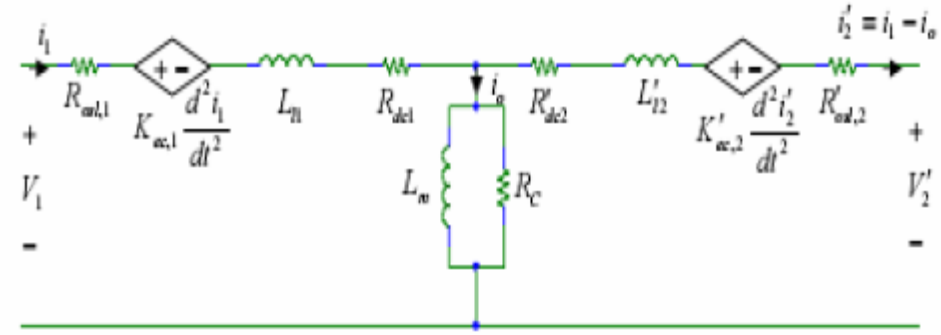
جدول ۸ – تلفات بر اساس استاندارد برای بار سوم بر حسب وات

نوع تلفات	تلفات نامی	تلفات تحت جریان موثر هارمونیکی	فاکتور هارمونیکی	تلفات هارمونیکی
P_{NL}	۱۲۰/۱۲	۱۲۰/۱۲	–	۱۲۰/۱۲
P_{DC}	۹/۵۴	۱۷/۲۰	–	۱۷/۲۰
P_{EC}	۰/۸۳	۰/۹۰	۱۸/۶۴۲	۱۶/۶۵
P_{OSL}	۱/۶۸	۳/۰۲	۲/۳۰۶	۶/۹۷
P_T	۱۳۲/۱۷	۱۴۱/۲۴	–	۱۶۰/۹۴

نتایج براساس شبیه سازی

در این بخش نیز تلفات ترانسفورماتور را تحت بار اول بر اساس شبیه سازی محاسبه می کنیم اساساً مدلی که برای ترانسفورماتور در نظر گرفته می شود شامل مقاومت هسته، اندوکتانس مغناطیس شدگی، اندوکتانس نشتی و مقاومت dc می باشد که این پارامترها از تست بی باری، تست اتصال کوتاه و تست مقاومت dc ترانسفورماتور حاصل می شود. در واقع در این

حالت تلفات سرگردان که شامل تلفات گردابی سیم پیچ ها و دیگر تلفات سرگردان می باشد در نظر گرفته نمی شود. اما وقتی که ترانسفورماتور تحت بار هارمونیکی قرار میگیرد، این تلفات که با فرکانس متفاوت می باشد بیشتر نمود پیدا می کند شکل ۵ مدار معادل پیشنهادی ترانسفورماتور را در محیط هارمونیکی نشان می دهد این مدل علاوه بر پارامترهای معمول، یک منبع ولتاژ وابسته به مشتق دوم جریان که نشان دهنده تلفات جریان گردابی سیم پیچ ها و یک مقاومت که نشان دهنده دیگر تلفات سرگردان می باشد را نیز شامل می شود.



شکل ۵- مدار معادل پیشنهادی ترانسفورماتور در محیط هارمونیکی

ارجاع داده به طرف اولیه

برای شبیه سازی مدل توسعه یافته ترانسفورماتور پارامترهای مورد نیاز می باشد این پارامتر در جدول ۹ بیان شده است.

جدول۹- پارامترهای ترانسفورماتور برای شبیه سازی

داده	مقدار
اندوکتانس نشتی فشار قوی	۲/۴۷۸ هانری
اندوکتانس نشتی فشار ضعیف	۰/۳۲۷ میلی هانری
مقاومت هسته در طرف فشار ضعیف	۹/۲۰۱ اهم
اندوکتانس مغناطیس کنندگی در طرف فشار ضعیف	۰/۲۲۴هانری

از آنجایی که تلفات جریان گردابی سیم پیچ ها به صورت یک منبع ولتاژ مدل می شود بنابراین می توان ولتاژ القاء شده در طرف فشار قوی و فشار ضعیف را به صورت زیر بیان کرد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$V_{EC,LV} = \frac{I_{R,LV} \times R_{EC-R,1}}{I_{R,LV} \times \omega_1^2} \times \frac{d^2 i_2}{dt^2} = 6.261 \times 10^{-8} \frac{d^2 i_2}{dt^2}$$

$$V_{EC,HV} = \frac{I_{R,HV} \times R_{EC-R,1}}{I_{R,HV} \times \omega_1^2} \times \frac{d^2 i_1}{dt^2} = 3.136 \times 10^{-4} \frac{d^2 i_1}{dt^2}$$

همچنین مقدار منبع ولتاژ طرف فشار قوی در صورت انتقال به سمت فشار ضعیف برابر است با:

$$V_{EC,HV} = 4.174 \times 10^{-8} \frac{d^2 i_2'}{dt^2}$$

مقاومت دیگر تلفات سرگردان نیز برابر است با:

$$R_{OSL-LV} = \frac{P_{OSL,LV}}{I_{R,LV}^2} = \frac{35.3692}{65^2} = 8.371 m\Omega$$

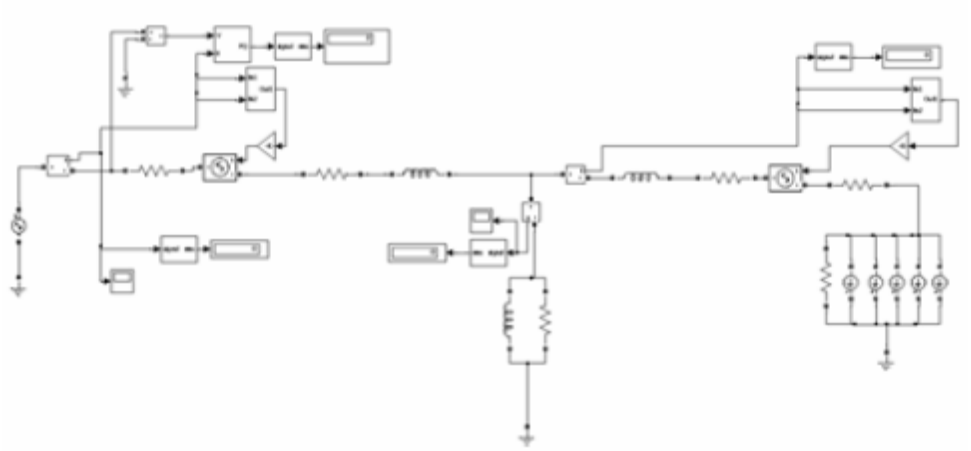
$$R_{OSL-HV} = \frac{P_{OSL,HV}}{I_{R,HV}^2} = \frac{53.0538}{0.75^2} = 94.317 \Omega$$

مقدار مقاومت دیگر تلفات سرگردان سیم پیچ فشارقوی که به سمت فشار ضعیف انتقال یابد برابر است با:

$$R'_{OSL-HV} = 4.12 m\Omega$$

شکل ۶نیز مدار معادل پیشنهادی ترانسفورماتور را در محیط MATLAB نشان می دهد. بار هارمونیکی مورد نظر با اتصال موازی چند منبع جریان با فرکانسهای مختلف مدل گردیده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



مقدار تلفات براساس شبیه سازی در جدول ۱۰ نشان داده شده است.

جدول ۱۰ – تلفات بر اساس شبیه سازی برای بار اول بر حسب وات

نوع تلفات	تلفات نامی	تلفات هارمونیکی
P_{NL}	۱۱۸/۳۴	۱۱۸/۳۴
P_{DC}	۷/۱۲	۸/۸۵
P_{EC}	۰/۸۶	۲/۷۶
P_{OSL}	۱/۷۵	۲/۸۵
P_T	۱۲۸/۰۷	۱۳۲/۸۰

نتایج روش شبیه سازی برای بار دوم و سوم درجدول ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است.

شکل ۷ و ۸ نیز مقایسه نتایج سه روش اعمال شده را تحت بار سینوسی و هارمونیکی نشان می دهد. با توجه به شکل ها می توان دید در روش محاسباتی از آنجایی که فاکتور تلفات هارمونیکی متناسب با توان مرتبه دوم مراتب هارمونیکی در نظر گرفته می شود دارای دقت کمتری نسبت به دو روش اندازه گیری و شبیه سازی می باشد، در فاکتور تصحیح شده تلفات جریان گردابی ارائه شده که موید این مطلب نیز می باشد همچنین روش شبیه سازی با توجه به مدار معادل ارائه شده ترانسفورماتور در محیط هارمونیکی دارای دقت مناسبی می باشد.

www.wikipower.ir
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

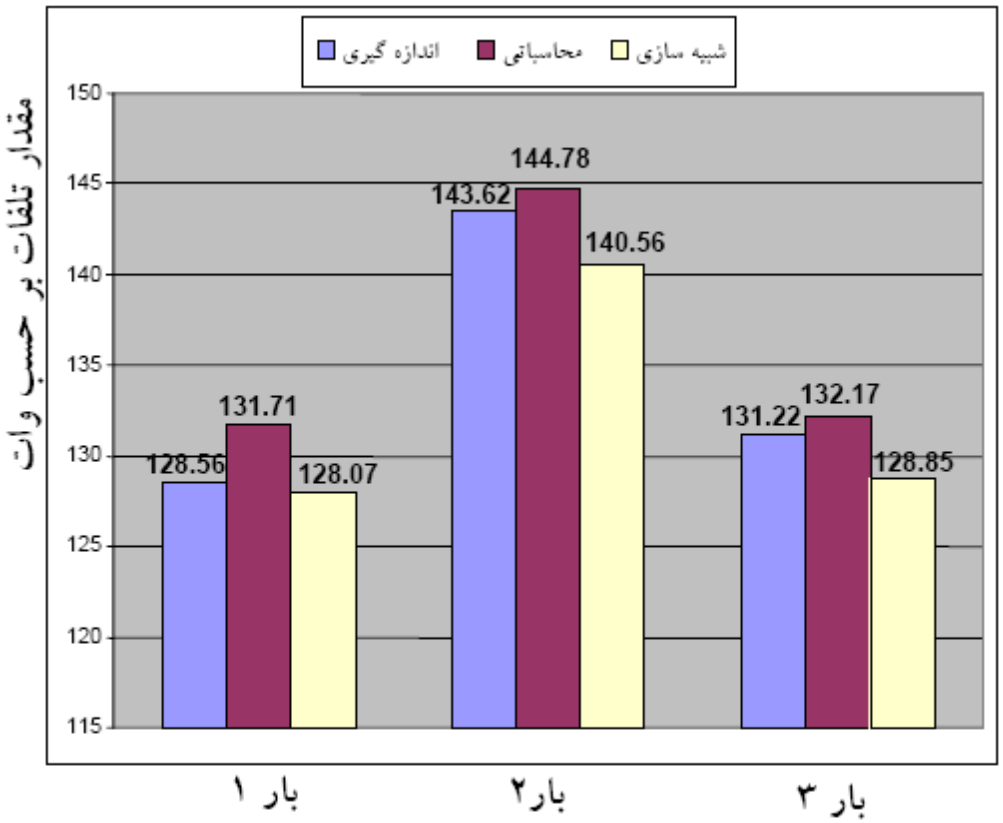
جدول ۱۱- تلفات بر اساس شبیه سازی برای بار دوم بر حسب وات

نوع تلفات	تلفات نامی	تلفات هارمونیکی
P_{NL}	۱۱۸/۳۴	۱۱۸/۳۴
P_{DC}	۱۸/۱۴	۲۰/۴۳
P_{EC}	۱/۲۱	۱/۸۷
P_{OSL}	۲/۸۷	۳/۱۲
P_T	۱۴۰/۵۶	۱۴۳/۷۶

جدول ۱۲ - تلفات بر اساس شبیه سازی برای بار سوم بر حسب وات

نوع تلفات	تلفات نامی	تلفات هارمونیکی
P_{NL}	۱۱۸/۳۴	۱۱۸/۳۴
P_{DC}	۸/۸۳	۱۶/۳۴
P_{EC}	۰/۴۷	۱۴/۳۵
P_{OSL}	۱/۲۱	۵/۶۷
P_T	۱۲۸/۸۵	۱۵۴/۷۰

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل۷- مقایسه بین روشها تحت بار سینوسی

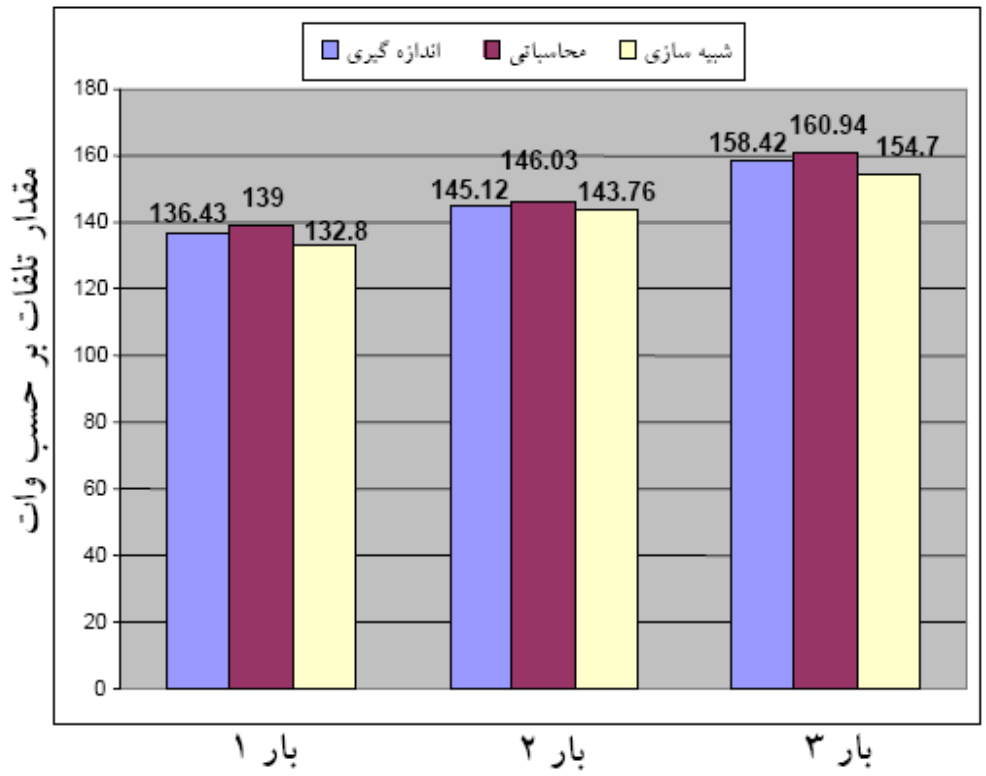
www.wikipower.ir

نتایج:

تأثیر بارهای هارمونیکی بر تلفات ترانسفورماتورها براساس استاندارد IEEEC57-110 به منظور تعیین تلفات بررسی شد فاکتور تلفات هارمونیکی به منظور تعیین تلفات ترانسفورماتورها تحت بار هارمونیکی محاسبه شد تلفات یک ترانسفورماتور براساس اندازه گیری و استاندارد موجود و شبیه سازی تعیین شد. نتایج نشان می دهد مرتبه های هارمونیکی و دامنه های آن تأثیر مستقیمی برافزایش تلفات ترانسفورماتورها دارند. همچنین تأثیر بارهای هارمونیکی بر تلفات اهمی و دیگر تلفات سرگردان کم می باشد اما تأثیر آن بر تلفات گردابی سیم پیچ ها زیاد و قابل توجه می باشد.

فرض افزایش تلفات جریان گردابی سیم پیچ ها با مجذور فرکانس برای انجام محاسبات می باشد و استانداردهای موجود در این زمینه دارای دقا کافی نمی باشد روش شبیه سازی نیز با

توجه به مدار معادل ارائه شده ترانسفورماتور در محیط هارمونیکی دارای دقت مناسبی می باشد.



شکل۸- مقایسه بین روشها تحت بار هارمونیکی

بررسی ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع به دلیل عدم تعادل فازها در شبکه :

عدم تعادل در سیستم های قدرت یکی از مسائل اجتناب ناپذیر است که عمدتاً ناشی از وجود بارهای تکفاز در شبکه می باشد. این نامتعادلی تبعات منفی بسیاری را به دنبال دارد که از جمله آن افزایش تلفات حرارتی و کاهش راندمان تجهیزات سیستم های قدرت است. هدف این بخش بررسی و مطالعه ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع به دلیلی عدم تعادل در شبکه می باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در ابتدا به طور مختصر به دلایل عدم تعادل در ترانسفورماتورها می پردازیم و سپس ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع فرمول بندی و مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرد و در آخر به معرفی سه پست توزیع در تهران می پردازدو توسط برنامه های نوشته شده در نزم افزارهای MATLAB درصد عدم تعادل و همین طور مقدار ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع به دو روش محاسبه و نمودارهای مربوطه رسم و مقایسه شده است و نتایج مربوطه ارائه می گردد.

در سیستم های قدرت ولتاژ تولید شده سینوسی با دامنه های یکسان و با اختلاف فاز ۱۲۰ درجه برای هر فاز می باشد.با این وجود ولتاژ در خطوط توزیع و در باس های مصرف کننده ممکن است به چند دلیل نامتعادل باشد به طور عمومی بارهای تکفاز کوچک (بسته به سطح توان سیستم توزیع) باعث عدم تعادل در شبکه های قدرت می شوند.

عدم تعادل بار منجر به جاری شدن مؤلفه های توالی منفی و توالی صفر جریان (در صورت وجود سیم چهارم) در شبکه های قدرت می گردد.

بنابر آنچه گفته شد عدم تعادل در حالت کار عادی سیستم های قدرت یکی از مسائل اجتناب ناپذیر می باشد. عدم تعادل مشکلات و تبعات منفی بسیاری را بر تجهیزات متصل شده به شبکه دنبال دارد. البته آثار منفی عدم تعادل علاوه بر تجهیزات، گریبان گیر خود سیستم قدرت نیز بوده و باعث کاهش پایداری و همچنین افزایش تلفات و حرارت در سیستم نیز می گردد.

عدم تعادل ولتاژ ناچیز و تنها در حدود چند درصد می باشد که به طور مستقیم مشکل چندانی ایجاد نمی کند بلکه عدم تعادل جریان ناشی از آن است که مشکل ساز است عدم تعادل تلفات بسیاری را بر سیستم متحمل می کند همچنین عدم تعادل باعث می شود که نتوان از ظرفیت ترانسفورماتورهای توزیع به طور بهینه استفاده کرد این بدین معنی است که به دلیلی عدم تعادل مقداری از ظرفیت در ترانسفورماتورهای توزیع بدون استفاده باقی می ماند. همین طور عدم تعادل ممکن است موجب اختلال در کل سیستم شود این بدان معنی است که ممکن

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

است افزایش بیش از حد مجاز جریان یکی از فازها باعث عملکرد رله ها شده و کل سیستم را دچار مشکل کند.

در این قسمت به مطالعه و بررسی چگونگی غیر قابل استفاده شدن ظرفیت ترانسفورماتور و محاسبه مقدار ظرفیت غیرقابل استفاده و درصد آن در ترانسفورماتورهای توزیع پرداخته می شود و دو روش برای محاسبه درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع به صورت کاملاً تحقیقی ارائه می شود و نتایج به دست آمده در سه پست توزیع در منطقه شمال غرب تهران بررسی می گردد.

عدم تعادل در ترانسفورماتورها

بخشی از ظرفیت ترانسفورماتورها در اثر نامتعادلی بار غیر قابل استفاده می ماند که تا کنون کمتر به این موضوع توجه شده است با رفع نامتعادلی ترانسفورماتورها می تواند از حداکثر ممکن ظرفیت خود استفاده کند که این به نوبه خود راندمان کل سیستم قدرت بالا را خواهد برد در این قسمت به چگونگی قرار گرفتن ترانسفورماتور در وضعیت عدم تعادل می پردازیم و مشکلات ناشی از آن را بیان خواهیم کرد.

هر گاه صحبت از ظرفیت یک ترانسفورماتور شد منظور همان توان ظاهری آن است.

همان طور که گفته شد عدم تعادل ولتاژ ناچیز می باشد یعنی اختلاف اندازه ولتاژ ناچیز و در حد چند ولت است اما اختلاف اندازه جریان سه فاز بسیار زیاد است و همین منجر می شود که توان ظاهری هر فاز که ضرب ولتاژ در جریان آن فاز می باشند با هم اختلاف زیادی پیدا کنند و موجب می شود که ترانسفورماتور موجود در یک پست توزیع در هر فاز دارای یک توان ظاهری متفاوت شود پس ترانسفورماتور نیز دچار مشکل عدم تعادل خواهد شد. این مسئله منجر به بروز مشکلاتی می شودعدم تعادل منجر به جاری شدن مؤلفه صفر و منفی در فازها می شود همچنین ممکن است در اثر افزایش بیش از حد جریان در یک فاز دیگر بسیار کمتر از یک ماکزیمم حد جریان مجاز باشد پس به علت نامتعادلی جریان و افزایش جریان یک فاز کل سیستم قطع خواهد شد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مشکل دیگر این است که حتی اگر افزایش جریان یک فاز به قدری نباشد که رله ها عمل کنند، عدم تعادل جریان موجب خواهد شد که نتوان از تمام ظرفیت ممکن یک ترانسفورماتور استفاده نمود. در وضعیت متعادل توان ظاهری هر سه فاز با هم برابر می باشد پس ظرفیت ترانسفورماتور که برابر با جمع جبری توان های ظاهری یک فاز می شود اما در اثر عدم تعادل ، توان ظاهری هر فاز با هم متفاوت می شود و مقدار ظرفیت ترانسفورماتور کمتر از وضعیت تعادل خواهد شد پس می توان نتیجه گرفت در صورت عدم نامتعادلی می توانستیم بیش از ظرفیت کنونی داشته باشیم.

بدین معنا که در وضعیت تعادل ماکزیمم ظرفیتی که یک ترانسفورماتور می تواند داشته باشد برابر ظرفیت آن فازی می باشد که ضرب ولتاژ در جریان آن بیش از دو فاز دیگر شود.

پس می توان نوشت:

$$ULT = 3 \times S_{max}$$

که:

ULT= ماکزیمم ظرفیت ترانسفورماتور

S_{max}: ظرفیت آن فازی است که توان ظاهری آن از دو فاز دیگر بیشتر باشد.

همان طور که گفته شد به دلیلی عدم تعادل نمی توانیم از تمام ظرفیت ترانسفورماتورها استفاده کنیم. برای محاسبه مقدار این ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورمر و درصد آن چندین روش را می توان بکار برد، در بخش بعد به طور مفصل به بررسی روش های مختلف محاسبه این مقدار ظرفیت غیرقابل استفاده می پردازیم.

روش اول

در این قسمت از یک روش تحلیلی برای محاسبه مقدار ظرفیت غیرقابل ایتفاده در ترانسفورماتورهای توزیع استفاده می کنیم.

برای بدست آوردن مقدار ظرفیتی از ترانسفورماتور که در اثر عدم تعادل غیرقابل استفاده می ماند ابتدا باید ظرفیت واقعی خود ترانسفورماتور را محاسبه کنیم.

برای محاسبه ظرفیت واقعی یک ترانسفورماتور موجود در یک پست که دچار عدم تعادل گشته است باید در مرحله ی اول مقادیر مؤثر ولتاژ و جریان های هر فاز را اندازه گیری کرده و توان ظاهری هر فاز را که ضرب ولتاژ در جریان آن فاز می باشد را محاسبه نمود. سپس برای محاسبه ظرفیتی که ترانسفورماتور در حالت عدم تعادل دارد باید توان های ظاهری هر سه فاز را با هم جمع نمود. این ظرفیت را با BLT نمایش می دهیم:

$$BLT = S_a + S_b + S_c$$

که:

S_a و S_b و S_c به ترتیب ظرفیت فاز a، b و c می باشند.

BLT= ظرفیت واقعی ترانسفورماتور

$$BLT = S_a + S_b + S_c = v_a \times i_a + v_b \times i_b + v_c \times i_c$$

در مرحله بعدی برای محاسبه مقدار ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتور باشد ماکزیمم ظرفیتی را که یک ترانسفورمر می تواند داشته باشد محاسبه گردد.

همان طور که می دانیم در حالت عدم تعادل ظرفیت فازهای شبکه به علت جریان ها و ولتاژهای نامتعادل فازها با یکدیگر متفاوت می باشند. اگر فرض کنیم که هر سه فاز متعادل شود و ظرفیت هر سه فاز با آن فازی که ظرفیت بیشتری نسبت به دو فاز دیگر در وضعیت عدم تعادل داشته برابر شود آنگاه ظرفیت ترانسفورماتور بیشترین حالت ممکن را دارد پس ماکزیمم ظرفیتی که یک ترانسفورماتور می تواند داشته باشد برابر با سه برابرظرفیت آن فازی است که توان ظاهری آن بیشتر از دو فاز دیگر باشد.

$$ULT = 3 \times S_{max}$$

ULT:ماکزیمم ظرفیت ترانسفورماتور

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اگر ظرفیت واقعی ترانسفورماتور (BLT) را ماکزیمم ظرفیت آن (ULT) کم کنیم مقدار ظرفیتی که ترانسفورماتور به دلیلی عدم تعادل در شبکه نتوانسته است استفاده کند به دست می آید در صورت رفع کامل نامتعادلی می توان از این مقدار هدر رفته نیز استفاده نمود.

مقدار ظرفیت غیر قابل استفاده = (ULT- BLT)

حال برای محاسبه درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع مقدار بدست آمده از تفاضل ماکزیمم ظرفیت و ظرفیت واقعی (ULT- BLT) را باید مقداری تقسیم و در ۱۰۰ ضرب کنیم تا مقدار درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانس بدست آید در این روش این مقدار را همان ظرفیت واقعی ترانسفورماتور (BLT) در نظر می گیریم استفاده از این تعریف برای نمایش مقدار درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع در سه پست توزیع از شبکه شمال غرب نتایج امیدوار کننده ای را به همراه داشته است، پس داریم:

$$O.C_1 = \frac{ULT - BLT}{BLT} \times 100$$

روش دوم

در این روش برای محاسبه درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای تقریباً مشابه روش قبل عمل کردیم با این تفاوت که مقدار ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتور که همان (ULT- BLT) را به جای تقسیم بر مقدار ظرفیت واقعی ترانسفورمر بر ماکزیمم ظرفیت ترانسفورماتور (ULT) تقسیم و در ۱۰۰ ضرب می کنیم تا مقدار درصد ظرفیت هدر رفته در ترانس به دست آید:

$$O.C_2 = \frac{ULT - BLT}{ULT} \times 100$$

هر دو روش ذکر شده مقدار درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع به دلیل عدم تعادل در شبکه را می دهد. این نکته قابل ذکر است که مقدار عددی بدست آمده از این دو روش اندکی با هم متفاوت می باشند ولی هر دو، روش های مناسبی برای انجام این محاسبات می باشند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در قسمت بعد این دو روش را برای سه پست توزیع در شبکه شمال غرب تهران بکار بردیم و نتایج را ثبت نمودیم که بررسی می شود.

بررسی نتایج بر روی سه پست توزیع در تهران

در این قسمت سه پست توزیع واقع در تهران را مورد بررسی قرار داده و مقدار درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای موجود در هر پست و درصد عدم تعادل از تعریف اصلاح شده IEEE را محاسبه خواهیم کرد و به تحلیل این موارد می پردازیم.

در این سه پست توزیع ۲۰kv/۴۰۰v از شبکه توزیع شمال غرب در طی ۹ روز و با فاصله زمانی ۱۸ دقیقه نمونه برداری هایی شامل مقدار موثر ولتاژها و جریان های فاز و ضرایب توان هر فاز انجام داده شده است.

در هر پست ابتدا باید عدم تعادل مشخص شود. بدین منظور با اطلاعات داده شده ابتدا زاویه فاز محاسبه می گردد برای دستیابی به این هدف برنامه Mfile ای در نرم افزار Matlab نوشته شده و زاویه فازهامحاسبه شده است.

با گسترش سیستم های قدرت اهمیت پدیده عدم تعادل و کنترل آن ها نیز دوچندان شده است این فرایند باعث شد که مهندسین با دید تخصصی تری به مسئله عدم تعادل نگریسته و استانداردهایی جهت سنجش عدم تعادل مطرح می کنند تاکنون تعاریف مختلفی از عدم تعادل در یک سیستم سه فاز ارائه شده است، این تعاریف متفاوت می توانند به نتایج بسیار مختلفی در محاسبه عدم تعادل منجر شوند. در اینجا ما برای محاسبه عدم تعادل، براساس تعریف اصلاح شده IEEE در سال ۱۹۹۶ که نسبت بین اندازه موثر مولفه منفی ولتاژ خط به اندازه موثر مولفه در نظر گرفته می شود استفاده می کنیم:

$$\%VUF = \frac{V2}{V1} \times 100$$

در این تعریف جایی برای مولفه صفر ولتاژ در نظر گرفته نشده است بکارگیری این تعریف در سیستم های سه فاز سه سیمه و بصورت کلی تر در سیستم های فاقد مولفه صفر می تواند معیار خوبی برای نمایش عدم تعادل باشد. ولی باید به این نکته توجه شود که این تعریف برای کلیه سیستم های سه فاز (چه سه سیمه و چه چهارسیمه) ارائه گردیده است و یکی از

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

عوامل ایجاد عدم تعادل در سیستم های سه فاز چهار سیمه، هماناموله صفر می باشد حال این سئوال مطرح می شود که «آیا واقعا صحیح است که از اثر مولفه صفر ولتاژ در محاسبه عدم تعادل چشم پوشی شود؟» مسلماً پاسخ به این پرسش «نه» می باشد!

و این موضوع نقطه ضعف این تعریف می باشد.

در چهار استاندارد عمده ارائه شده توسط NEMA و IEEE از اثر مولفه ئ صفر چشم پوشی شده است.

در این قسمت برای محاسبه عدم تعادل از تعریف اصلاح شده عدم تعادل IEEE استفاده شده است.

بدین منظور باید مقادیر مولفه های مثبت و منفی را داشته باشیم همانطور که می دانیم توسط معادله ماتریسی زیر می توان این مقادیر را به دست آورد:

$$\begin{bmatrix} Va \\ Vb \\ Vc \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V0 \\ V1 \\ V2 \end{bmatrix}$$

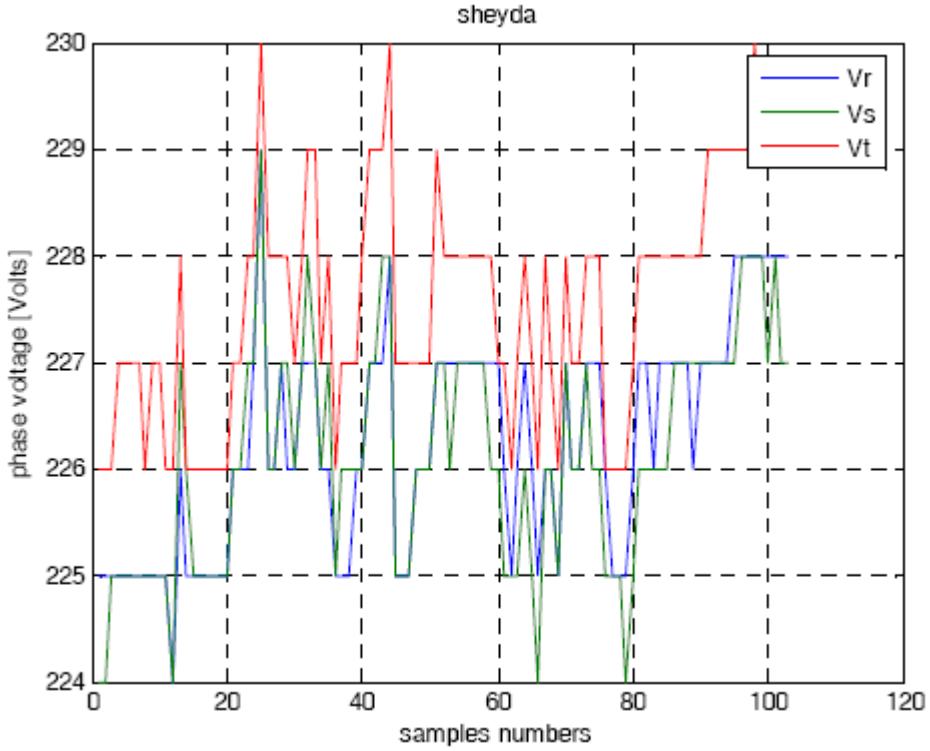
$$V1 = \frac{Va + a \times Vb + a^2 \times Vc}{3}$$

$$V2 = \frac{Va + a^2 \times Vb + a \times Vc}{3}$$

برای بدست آوردن این مولفه ها نیز برنامه ای در نرم افزار Matlab نوشته و با توجه به فرمول درصد نامتعادلی محاسبه شود و نمودارهای مربوطه بر حسب زمان نمونه برداری در هر پست رسم گردیده است. سپس برای هر پست مقدار ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع از روابط (۲-۷) و (۲-۶) محاسبه می شود و نمودارهای مربوطه رسم می گردد.

پست شیدا

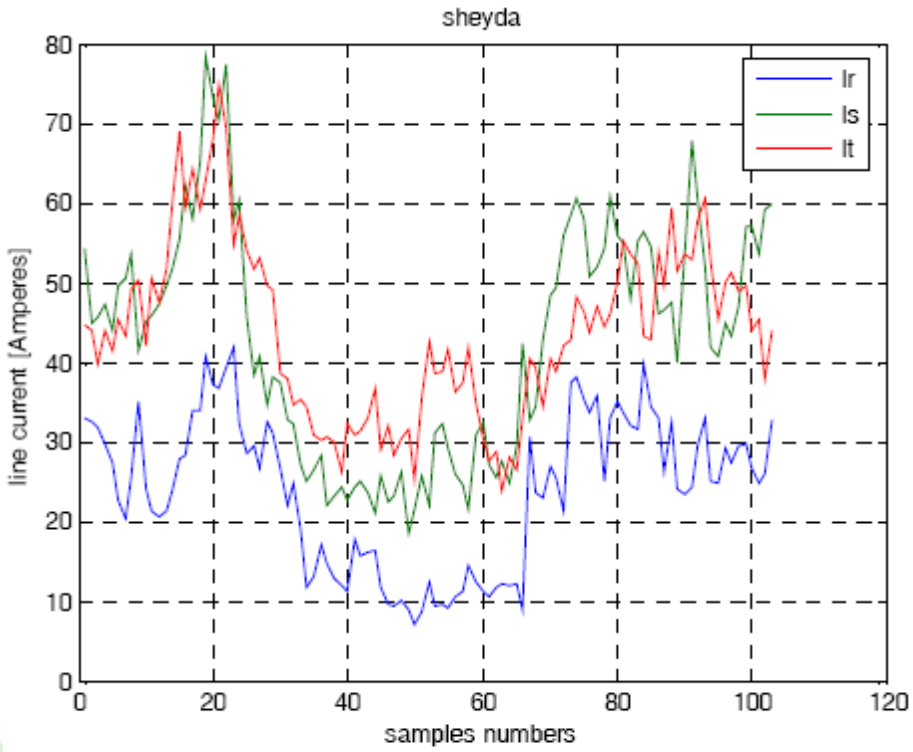
در پست شیدا در طی روز با فواصل زمانی ۱۸دقیقه، ۱۰۳ نمونه برداری از مقادیر موثر ولتاژها و جریان های فاز و ضرایب توان هر فاز انجام گرفت. اطلاعات ورودی را برحسب زمان های نمونه برداری شده رسم کرده نتایج زیر بدست می آیند.



همان طور که از نمودار فوق مشخص شده است محدوده ولتاژ ها بین ۲۲۴ تا ۲۳۰ ولت می باشد که اختلاف ناچیزی دارند و این تصدیق کننده این مطلب است که عدم تعادل ولتاژ ناچیز و در حد چند ولت می باشد.

نمودار جریان های موثر هر فاز برحسب زمان های نمونه برداری

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

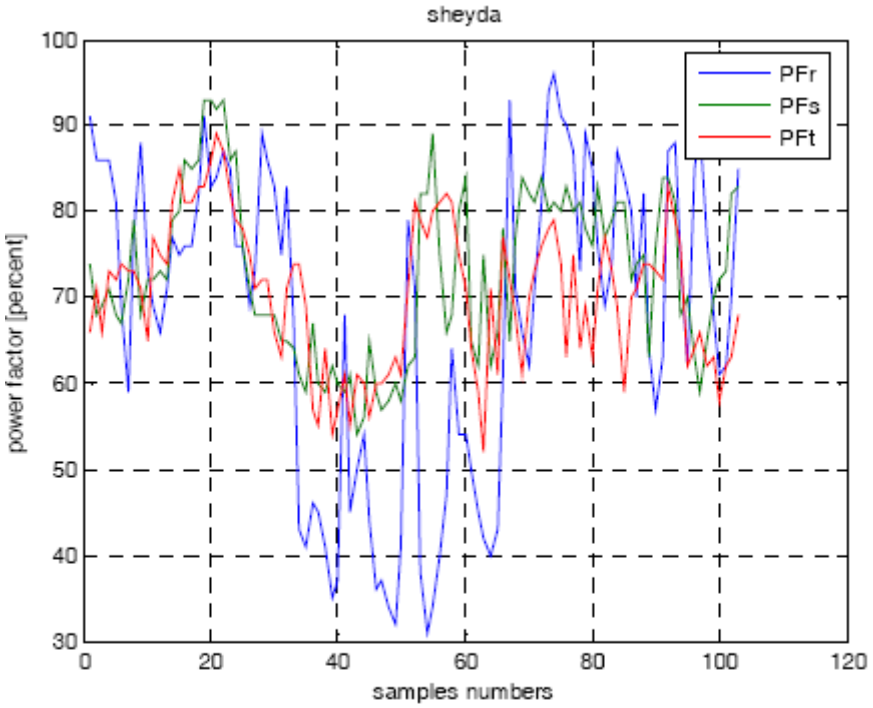


شکل۳-۱-۲ نمودار جریان‌های مؤثر فاز پست شیدا

همان طور که ازنمودار فوق پیداست اختلاف مقادیر موثر جریان های هر فاز بسیار زیاد می باشد و همین امر منجر به ایجاد نامتعادلی در ترانسفورماتور خواهد شد، این نمودار نیز این نکته را تصدیق می کند که آنچه دردسر ساز است عدم تعادل جریان می باشد که برخلاف عدم تعادل ولتاژ زیاد می باشد.

نمودار ضریب توان هر فاز برحسب زمان های نمونه برداری

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

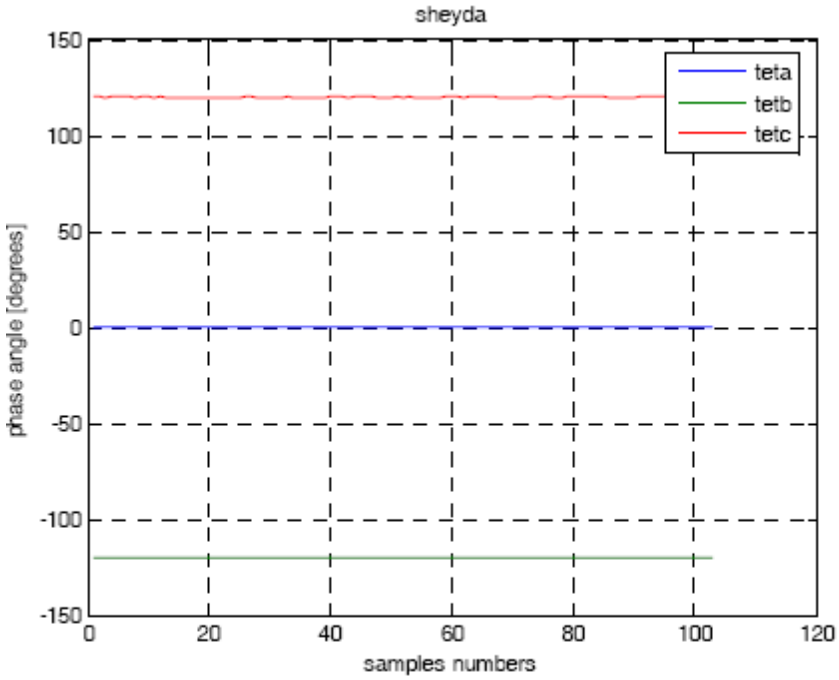


شکل۳-۱-۳ نمودار ضریب توان هر فاز در پست شیدا

همان طور که دیده می شود ضرایب توان نیز دارای نوسان می باشند و نامتعادل هستند.

نمودار زوایای فاز برحسب زمان های نمونه برداری

همان طور که گفته شد برای محاسبه درصد نامتعادلی نیاز به داشتن زوایای هر فاز داریم که توسط برنامه نوشته شده این زوایا به دست آمد و نتایج آن به صورت نمودار زیر قابل مشاهده می باشد:



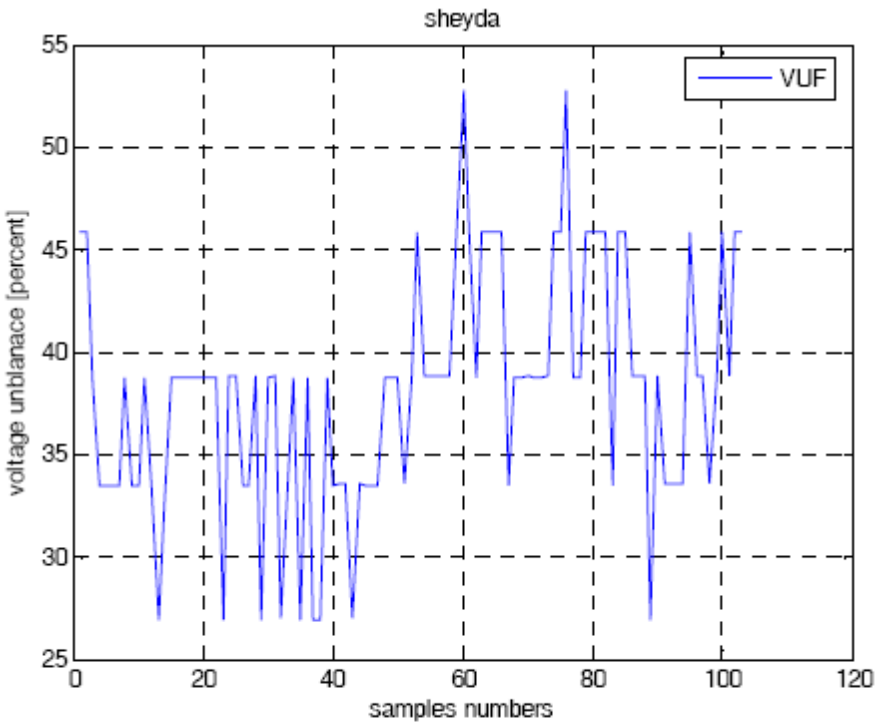
شکل۳-۱-۴ نمودار زوایای فاز پست شیدا

همان طور که از نمودار فوق مشخص است زوایا فاز تغییر زیادی پیدا نمی کنند.

نمودار درصد نامتعادلی برحسب زمان های نمونه برداری

توسط برنامه نوشته شده در نرم افزار Matlab، درصد نامتعادلی (VUF) که براساس تعریف اصلاح شده IEEE می باشد در این پست محاسبه شد و نمودار مربوطه برحسب زمان های نمونه برداری رسم گردید. نتیجه در زیر قابل مشاهده می باشد:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل۳-۱-۵ نمودار درصد نامتعادلی در پست شیدا

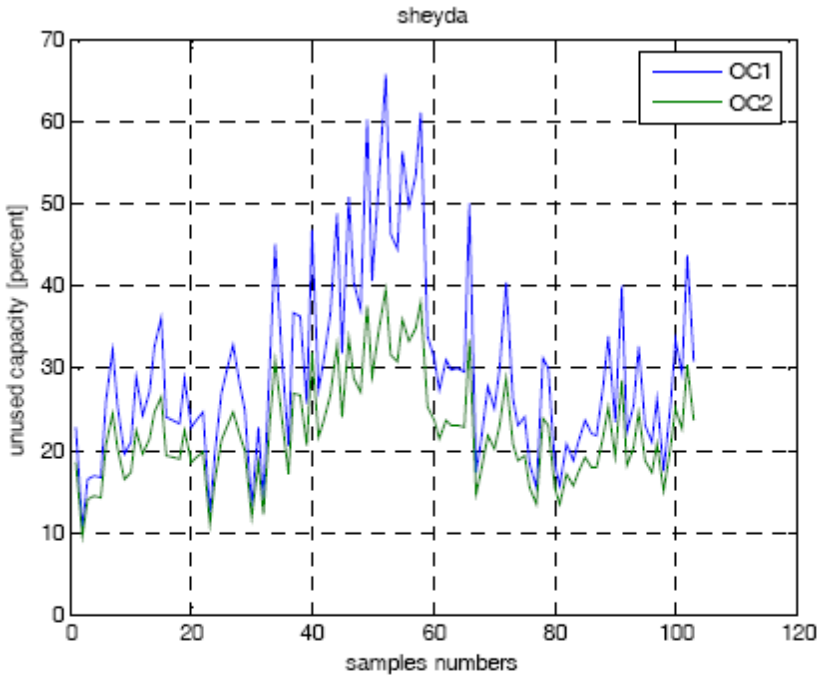
همان طور که از نمودار فوق دیده می شود پست شیدا از نامتعادلی بین تقریباً ۲۵ تا ۵۵ درصد رنج می برد.

اگر در نمودار فوق دقت کنیم خواهیم دید که در ۶۰ امین نمونه برداری (در دقیقه ۱۰۸۰)، این پست دچار عدم تعادل شدیدی در حدود ۵۲ درصد شده است که این ممکن است به علت خطاهای گذرا بوده باشد همان طور که دیده می شود در نمونه برداری بعدی این عدم تعادل به طرز چشمگیری کاهش پیدا کرد (۳۳ درصد).

نمودار درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتور برحسب زمان های نمونه برداری

همان طور که گفته شد دو روش برای محاسبه درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورها وجود دارد که نتایج آنها اندکی با هم متفاوت می باشند برای این پست نیز برنامه ای برای محاسبه این مقادیر نوشته شد و نمودار مربوطه رسم گردید.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل۳-۱-۶ نمودار درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتوهای پست شیدا

همان طور که از نمودار فوق دیده می شود مقادیر OC1 با OC2 با هم متفاوت می باشند ولی هر دو نمودار به یک صورت زاویه افزایش و کاهش این مقادیر را نشان می دهند. درصد نامتعادلی با تعریف OC1 تقریباً بین ۱۰ تا ۶۵ درصد و با تعریف OC2 بین ۱۰ تا ۴۰ درصد می باشند. با قدری تامل در نمودار فوق دریافت می شود که لحظه ۵۲ امین نمونه برداری زمانی است که ترانسفورماتور نتوانسته است از ۶۵ درصد ظرفیت خود استفاده کند (براساس تعریفOC1) که این مقدار زیادی می باشد. در این پست در بهترین حالت نیز ترانسفورماتور نمی تواند حداقل از ۱۰ درصد ظرفیت خود استفاده کند.

پست شاهین

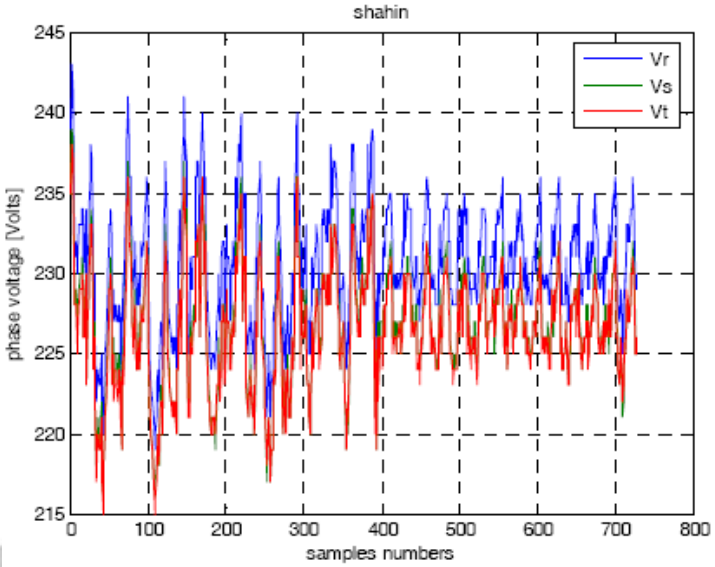
در پست شاهین در طی ۹ روز و با فواصل زمانی ۱۸ دقیقه، ۷۲۸ نمونه برداری از مقادیر موثر ولتاژها و جریان های فاز و ضرایب توان هر فاز انجام گرفت.

اطلاعات ورودی را اگر برحسب زمان های نمونه برداری شده رسم کنیم نتایج زیر به دست می آیند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نمودار ولتاژهای موثر بر حسب زمان های نمونه برداری

اگر نمودار ولتاژها را رسم کنیم می بینیم که در پست شاهین عدم تعادل ولتاژ بیشتر از پست شیدا می باشد و ولتاژها تقریبا بین ۲۱۵ تا ۲۴۵ ولت تغییر می کنند همین امر موجب شده است که این پست از عدم تعادل بسیار شدیدی رنج ببرد.

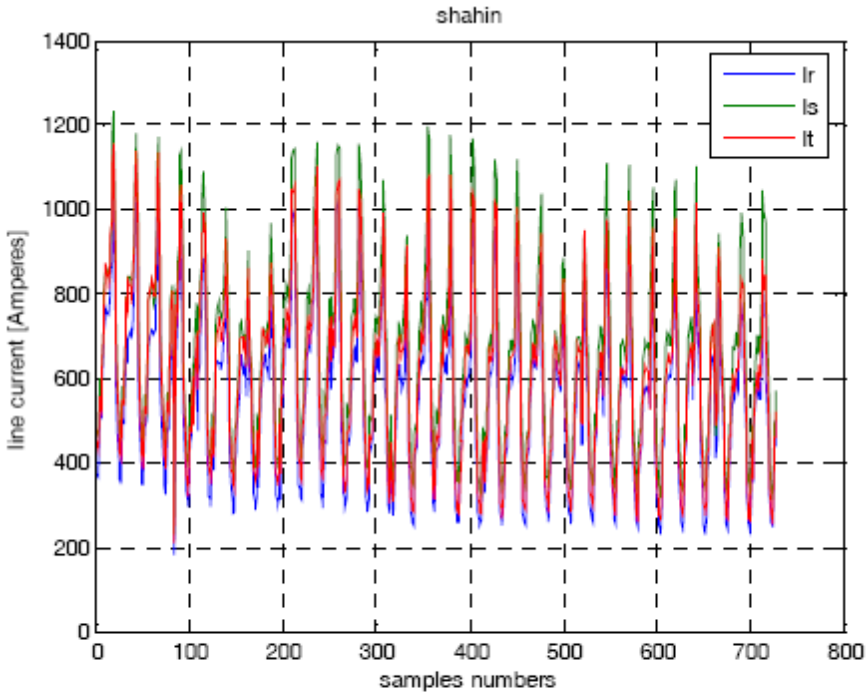


شکل۳-۲-۱ نمودار ولتاژ مؤثر پست شاهین

نمودار جریان های موثر هر فاز بر حسب زمان های نمونه برداری

با رسم این نمودار به صورت زیر در می یابیم که عدم تعادل جریان به تبع عدم تعادل ولتاژ بسیار زیاددر این پست بسیار شدید می باشد اختلاف بین جریان های فاز بسیار زیاد می باشد.

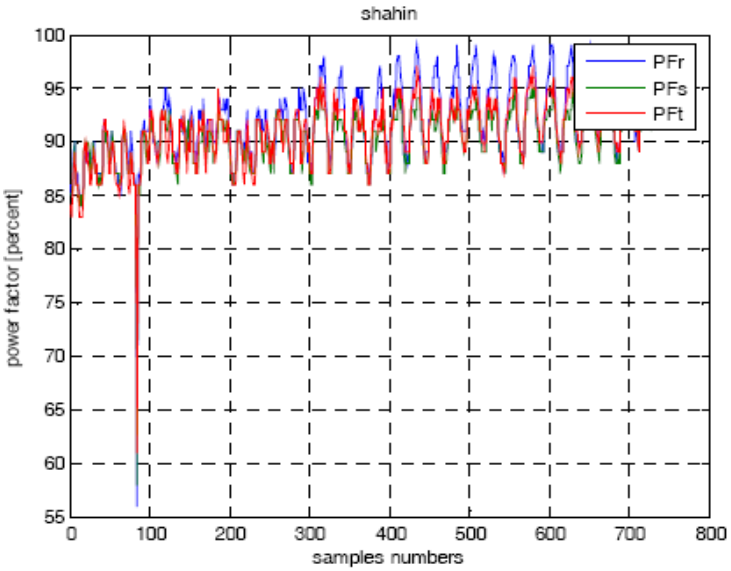
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل۳-۲-۲ نمودار جریان‌های مؤثر فاز پست شاهین

نمودار ضریب توان هر فاز بر حسب زمان های نمونه برداری

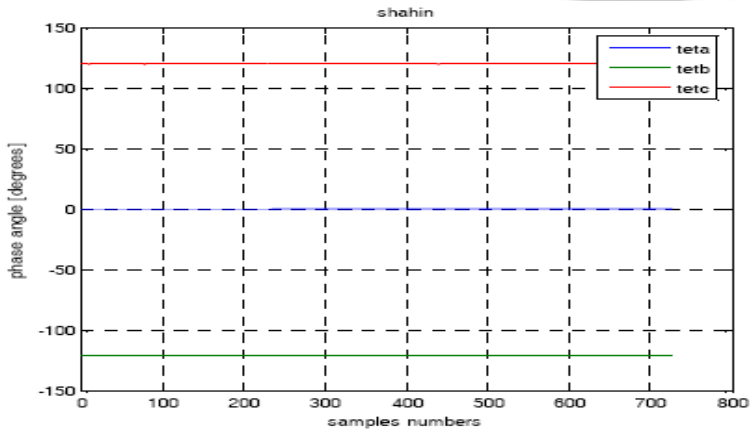
اگر نمودار ضرایب توان را برحسب زمان های نمونه برداری رسم کنیم، نمودار زیر به دست می آید همان طور که دیده می شود ضرایب توان نیز دارای نوسان می باشند و نامتعادل هستند ولی نوسان ضرایب توان در این پست کمتر از پست شیدا است.



شکل۳-۲-۳ نمودار ضریب توان هر فاز در پست شاهین

نمودار زوایای فاز برحسب زمان های نمونه برداری

همان طور که گفته شد برای محاسبه درصد عدم تعادل نیاز به محاسبه زوایای فاز داریم نتایج این محاسبات در نمودار زیر قابل رؤیت می باشد.



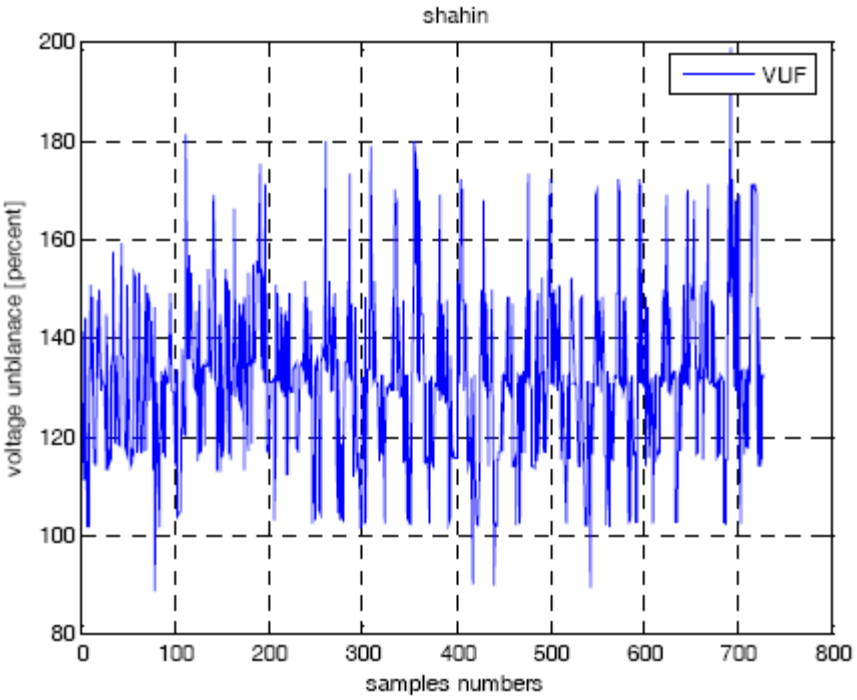
شکل۳-۲-۴ نمودار زوایای فاز پست شاهین

نمودار درصد نامتعادلی بر حسب زمان های نمونه برداری

با محاسبه درصد عدم تعادل (VUF) و رسم آن نمودار زیر به دست می آید نامتعادلی در این پست بسیار شدید است و حتی ۲۰۰ درصد نامتعادلی در لحظه نمونه برداری ۶۷۸ ام ثبت گردیده است. پست شاهین یکی از پرمصرف ترین پست های موجود در تهران می باشد و به همین علت از نامتعادلی زیادی رنج می برد. همان طور که در نمودار و جدول زیر دیده می

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شود، در زمان هایی نامتعادلی به طرز چشمگیری ناگهان افزایش و سپس کاهش می یابد، مانند نمونه برداری های ۱۲۰، ۳۱۰، ۶۷۸ و ... این ممکن است به دلیلی خطاهای گذرا رخ داده باشد.

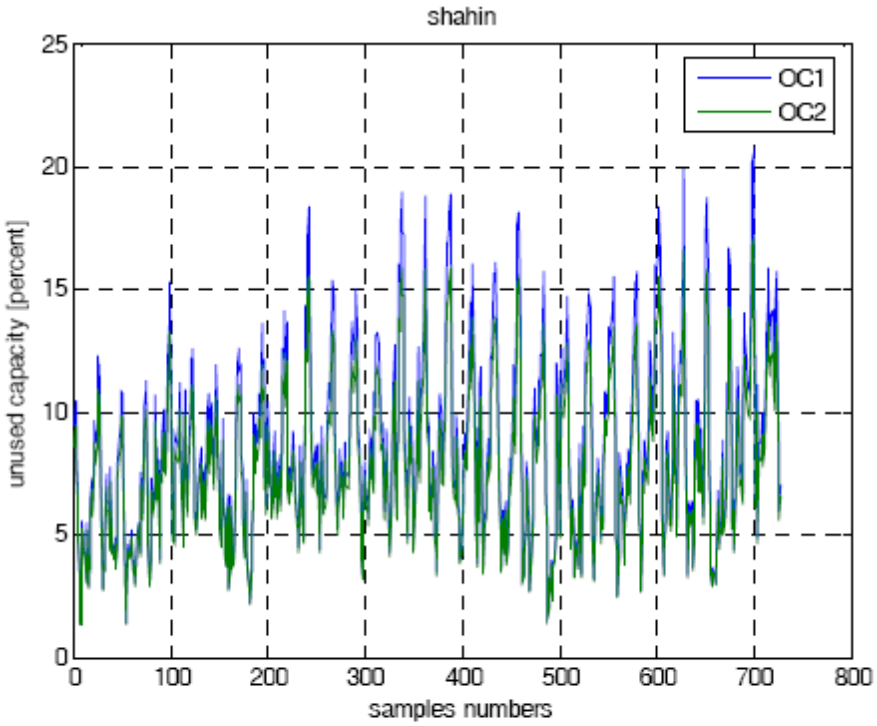


شکل۳-۲-۵ نمودار درصد نامتعادلی در پست شاهین

نمودار درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتور بر حسب زمان های نمونه برداری

نمودارهای OC1 و OC2 برحسب زمان های نمونه برداری به صورت زیر می باشند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



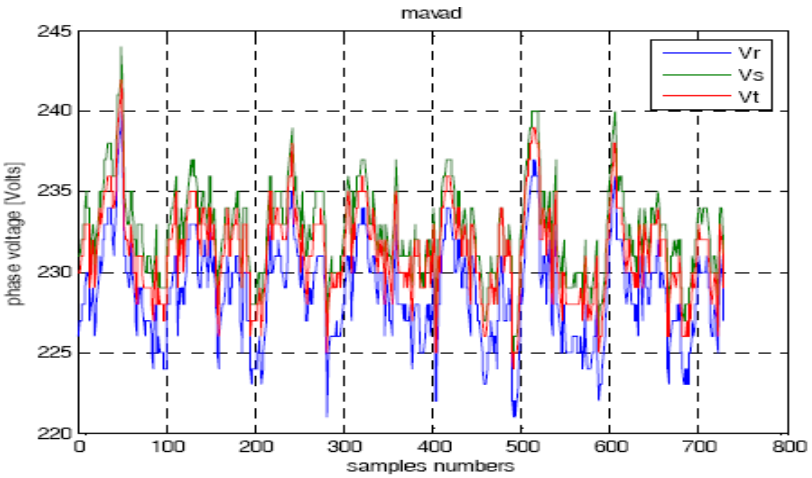
شکل۳-۲-۶ نمودار درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتوهای پست شاهین

ترانسفورماتور موجود در این پست تقریباً از ۱۵ تا ۲۰ درصد ظرفیت خود نمی توان استفاده کند.

پست مواد

در پست مواد نیز همانند پست شاهین در طی ۹ روز با فواصل زمانی ۱۸ دقیقه، ۷۲۸ نمونه برداری از مقادیر موثر ولتاژها و جریان های فاز و ضرایب توان هر فاز انجام گرفت و ثبت گردید اطلاعات ورودی برحسب زمان های نمونه برداری رسم شده است.

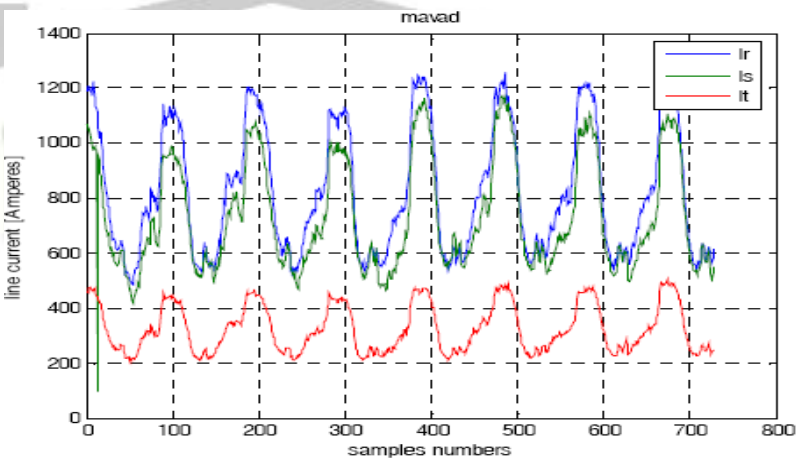
نمودار ولتاژهای موثر بر حسب زمان های نمونه برداری



شکل۳-۳-۱ نمودار ولتاژ مؤثر پست مواد

همان طور که از نمودار فوق مشخص است محدوده ولتاژها بین ۲۲۰ تا ۲۴۵ ولت می باشد که اختلاف ناچیزی دارند و این تصدیق کننده این مطلب است که عدم تعادل ولتاژ ناچیز و در حد چند ولت می باشد.

نمودار جریان های موثر هر فاز برحسب زمان های نمونه بردار

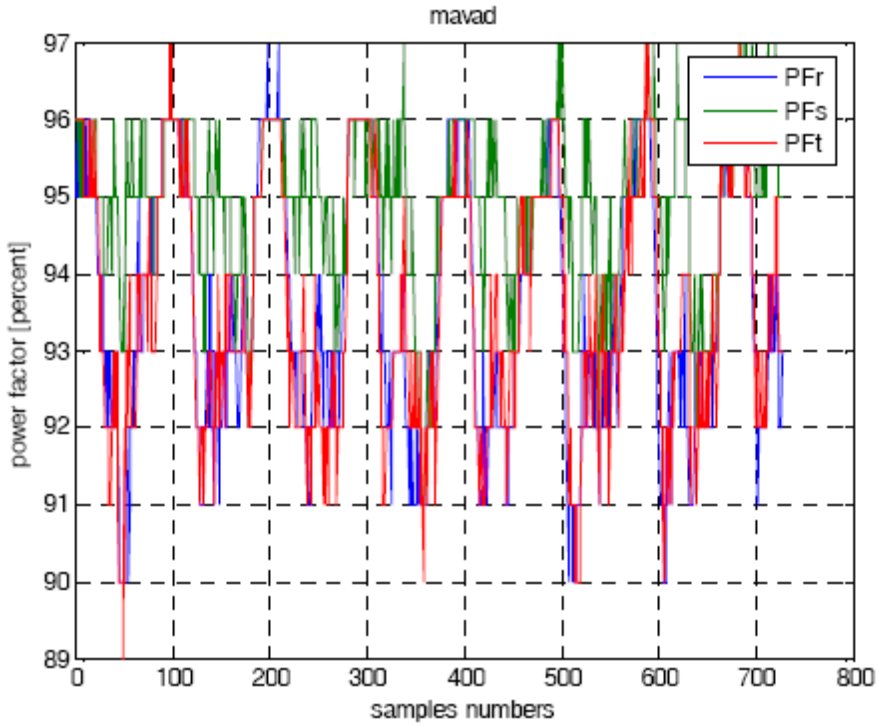


شکل ۳-۳-۲ نمودار جریان‌های مؤثر فاز پست مواد

همان طور که از نمودار فوق پیدا است اختلاف مقادیر موثر جریان های هر فاز بسیار زیاد می باشد و همین امر منجر به ایجاد نامتعادلی خواهد شد.

نمودار ضریب توان هر فاز بر حسب زمان های نمونه برداری

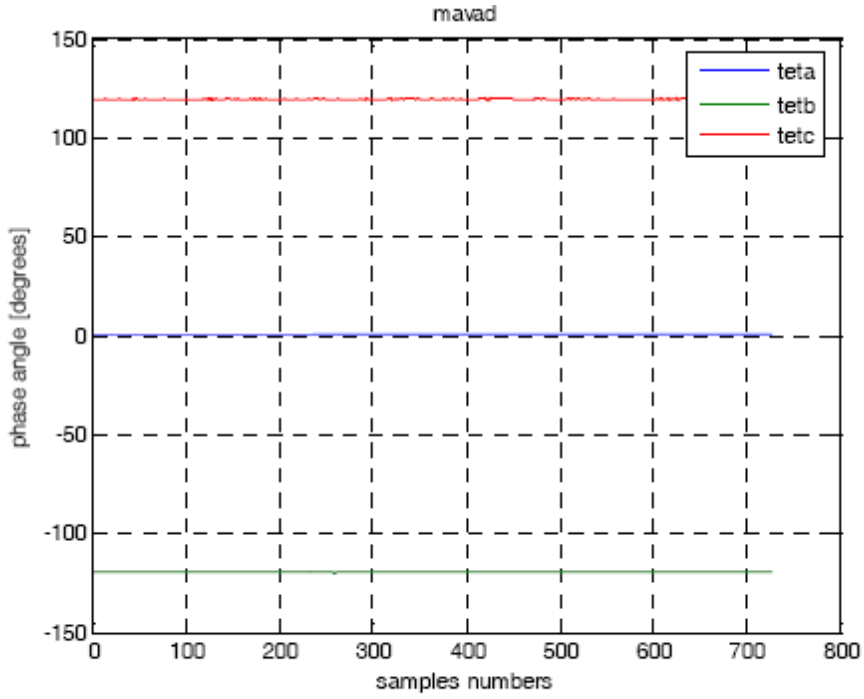
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل۳-۳-۳ نمودار ضریب توان هر فاز در پست مواد

اگر نمودار ضرایب توان را برحسب زمان های نمونه برداری رسم کنیم نمودار فوق بدست می آید همان طور که دیده می شود ضرایب توان نیز دارای نوسان می باشند و نامتعادل هستند. در پست مواد این نوسانات بسیار زیاد می باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



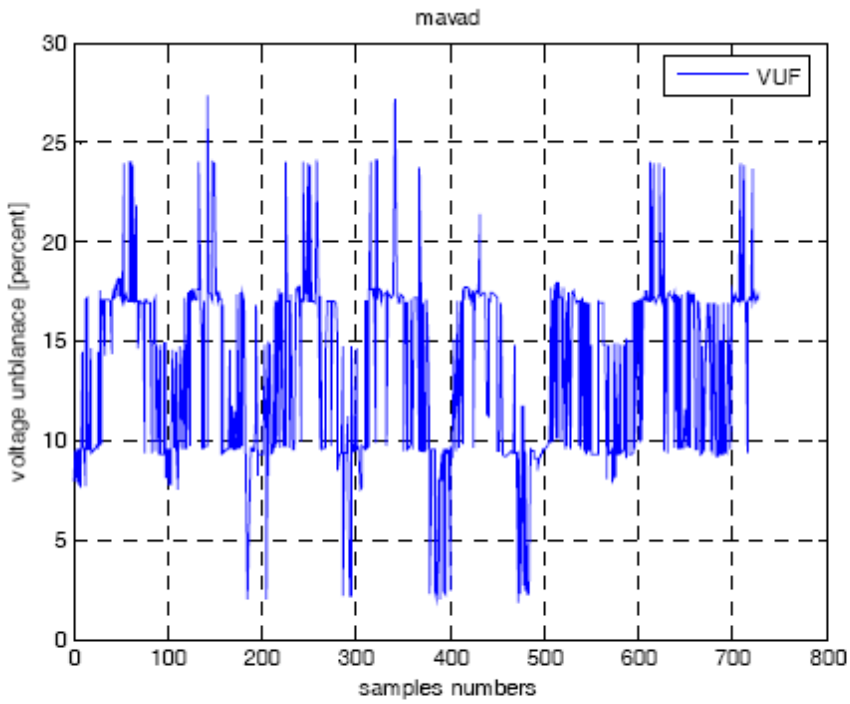
شکل۳-۳-۴ نمودار زوایای فاز پست مواد

همان طور که از نمودار فوق مشخص است زوایا فاز در این پست نیز تغییر زیادی پیدا نمی کنند.

نمودار درصد نامتعادلی برحسب زمان های نمونه برداری

توسط برنامه نوشته شده در نرم افزار Matlab درصد نامتعادلی (VUF) در این پست محاسبه شد و نمودار مربوطه برحسب زمان های نمونه برداری رسم گردید. نتیجه در زیر قابل مشاهده می باشد:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

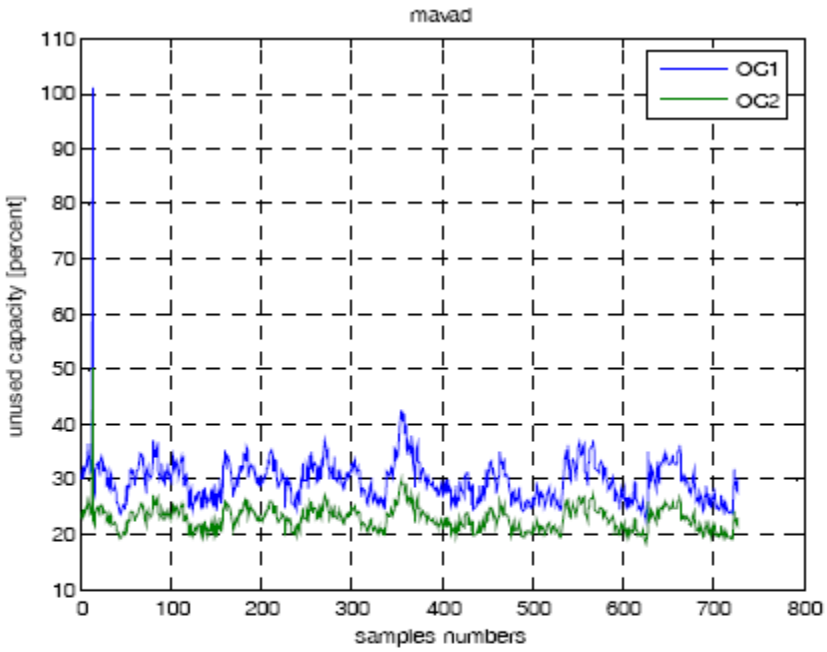


شکل۳-۳-۵ نمودار درصد نامتعادلی در پست مواد

اگر در نمودار فوق دقت کنیم خواهیم دید که در بعضی اوقات نامتعادلی بسیار پایین می باشد ودر حد ۳ درصد است که درصد قابل قبولی می باشد.

نمودار درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتور برحسب زمان های نمونه برداری

همان طور که گفته شد از دو روش درصد ظرفیت غیرقابل استفاده محاسبه می شود که نتایج آنها اندکی با هم متفاوت است.



شکل۳-۳-۶ نمودار درصد ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتوهای پست مواد

همان طور که از نمودار فوق دیده می شود مقادیر OC1 با OC2 با هم متفاوت می باشند ولی هر دو

نمودار به یک صورت و با یک ضریب زاویه افزایش و کاهش این مقادیر را نشان می دهند با یک نگاه در نمودار فوق دریافت می شود که لحظه ۱۱ امین نمونه برداری زمانی است که ترانسفورماتور نتوانسته است از ۱۰۱ درصد ظرفیت خود استفاده کند (بر اساس تعریف OC1) که این مقدار زیادی است که در این پست در بهترین حالت نیز ترانسفورماتور نمی تواند حداقل از ۱۸درصد ظرفیت خود استفاده کند! ولی در کل ظرفیت ترانس موجود در این پست تقریباً بین ۲۰ تا ۴۰ درصد بدون استفاده می ماند.

تحلیل و نتیجه گیری

نامتعادلی بار در شبکه های توزیع نه تنها موجب افزایش تلفات انرژی است بلکه از لحاظ افت ولتاژ نیز اثرات نامطلوبی روی مصرف کنندگان خواهد داشت همین طور از نظر ایمنی نیز جریان داشتن سیم خطر آفرین بوده و صدمات جانبی برای انسان در بردارد. از طرفی اثرات

www.wikipower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مالی زیان باری که از این طریق بر وزارت نیرو و زیر مجموعه ی آن تحمیل می گردد قابل تعمق است.

همان طور که گفته شدعدم تعادل در سیستم های قدرت باعث افزایش تلفات حرارتی و کاهش راندمان تجهیزات سیستم های قدرت می شود. علاوه بر این ممکن است در عملکرد صحیح برخی تجهیزات اختلال ایجاد نماید. در مورد ظرفیت ترانسفورماتورها همان طورکه مشاهده شد می توان گفت که عدم تعادل فازها موجب می شود که نتوان از تمام ظرفیت ترانسفورماتور استفاده نمود و درصدی از این ظرفیت بدون استفاده می ماند.

همان طور که از نتایج و نمودارهای فوق نیز مشخص است درصد عدم تعادل و مقدار ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورمر توزیع به دلیلی عدم تعادل جریان بسیار بالا می باشد پس باید تدابیری اندیشیده شود تا مقدار این نامتعادلی کاهش یابد تا بتوان از ظرفیت ترانسفورماتورها به طور بهینه تری استفاده نمود.

WikiPower.ir

راهکارهای متنوعی جهت بهبود کیفیت توان چه از دید گاه مشترک و چه از دید شرکتهای برق وجود دارد که برخی از متداول ترین آنها را در ادامه بیان می شود.

۵-۲- خارج کردن خازن و جایگزینی با فیلتر

خازن های الکتریکی متداول ترین تجهیزاتی هستند که برای جبران راکتیو استفاده می شود اما این تجهیزات مشکلات جانبی زیر را به دنبال خواهند داشت.

افزایش ولتاژ و ایجاد یک ولتاژ ناپایدار

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

خازن به صورت ذاتی با تزریق توان راکتیو، موجب افزایش ولتاژ می شود. به خصوص خازن های 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 خازن های سه فاز نمایشگر صحت عملکرد خازن های هر فاز را به صورت جداگانه ندارند و ممکن است در هر فاز خازن های سوخته شده وبتکار نایرج نازیم نآ و هتفای شهاک نآ تیفیک ای دشاب تسین نامسکی زاف هس یقیرز توبتکار نایرج نازیم بلغا بیترت نیا هب .دنکن دیلوت ار دوخ یماد ای‌هرود ندرک کچ نزاخ زا هدافتسا تروص رد .دوش یم نایرج لداعت مدع بجوم دوخ هک .دریگرارق یسرزاب و تراظن راک روتسد رد دیاب اهنآ ندوب یواسم یسررب و نزاخ زاف هس نایرج

افزایش ولتاژ ناشی از نصب خازن ها روی یک مدار اندوکتیو از نظر کیفیت توان یک شمشیر دو لبه است . اگر ولتاژ پایین باشد، آنگاه خازن ها موجب افزایش و برگرداندن ولتاژ به مقدار مجاز می شوند ولی موقعی که بارها قطع گردد و خازن های شارژ شده رها شوند، ولتاژ شدیداً افزایش یافته و موجب بروز اضافه ولتاژ پایدار مدار می گردد.

افزایش ولتاژ ناشی از نصب خازن ها تقریباً برابر است با:

$$\%\Delta V = \frac{K\,\mathrm{var}_{cop} \times Z_{tx}(\%)}{KVA_{tx}}$$

WikiPower.ir

که در آن :

ΔV ٪ = درصد افزایش ولتاژ

$Kvar_{cap}$ = قدرت نامی بانک خازنی

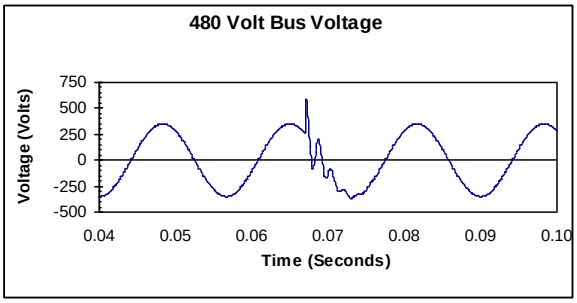
KVA_{tx} = قدرت نامی ترانسفورماتور کاهنده

Ztx٪ = امپدانس ترانسفورماتور کاهنده

در این فرمول فرض بر این است که امپدانس ترانسفورماتور در برگیرنده کلیه امپدانسهای شبکه تا نقطه نصب خازن می‌باشد.

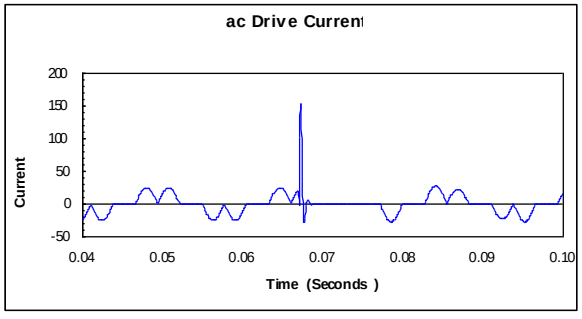
تقویت حالات گذرا

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 می شود.



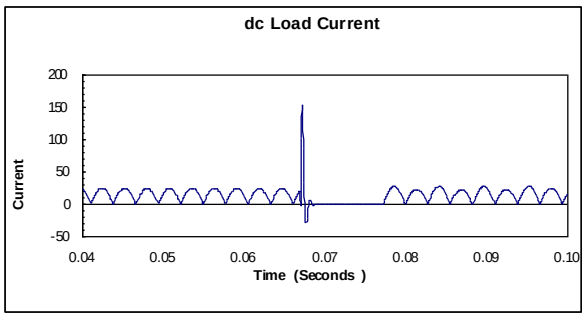
شکل ۱-۵ : ولتاژ خط با آمدن یک خازن بدون بار

از سوی دیگر با آمدن یک خازن در مدار از آنجا که خازن در لحظه اول بدون بار است، حالت اتصال کوتاه از خود نشان می دهد که باعث اعوجاجات ولتاژ مطابق شکل ۱-۵ می گردد. این حالات گذرا ممکن است باعث قطع کارکرد تجهیزاتی مانند کنترل-لدبم و تعرس یاهدننک تارثا تسا نکمم هک دوش روتوم کی تعرس رییغت ای دیلوت طخ ک یعطق لاًثم و AC/DC یاه ک یه داجیا اب تعرس هدننکل‌رتنک ک یه درکلمع عطق ۵-۲ لکشد.شابه‌تشاد یریذپان ناربج عطق ،یگدنسیر یاهه‌ناخراک رد لاشم ناونع هب .دهد یم ناشن ار نآ یدورو رد ارذگ تالاح و تقو دیاب تیاهن رد هک دوش یم یگدنسیر یاهخن‌تخوس ب‌جوم دیلوت طوطخ یاه‌ظحل .دوش هتشاذگ ی‌گدنسیر یاهماگتسد زا هدش هتخوس یاهخن‌درک عمج تهج ی‌ناوارف هنیزه .دهد یم ناشن ار ارذگ تالاح داجیا اب AC/DC لدبم عطق زین ۵-۳ لکش



شکل ۲-۵ : عمل کردن حفاظت‌های یک سیستم کنترل دور موتور و قطع توان تحویلی به موتور

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۳-۵ : عمل کردن حفاظت‌های ولتاژ یک مبدل AC/DC و قطع توان تحویلی به بار

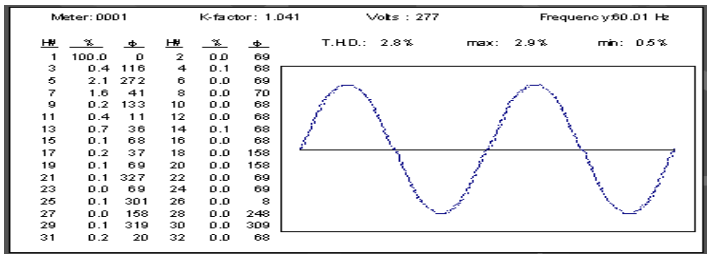
عدم تعادل ناشی از خرابی سلولهای خازنی تک فاز

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 می شود. 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.

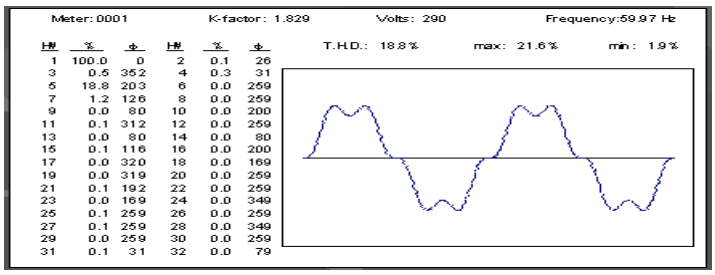
تقویت هارمونیک‌ها

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 می شود. به عنوان مثال هارمونیک پنجم جریان امپدانسی معادل یک پنجم مولفه اصلی در مقابل خود می‌بیند و به سمت خازن جذب می شود. این امر علاوه بر صدمه زدن به تجهیزات دیگر موجبات افزایش مصرف انرژی را فراهم می‌کند.

از آنجا که امپدانس خازن ها با فرکانس رابطه عکس دارد، امپدانس خازن ها با افزایش فرکانس به شدت کاهش می یابد 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 می شود که کارخانه به محل خوبی برای جذب هارمونیک تبدیل شود. در شکل ۵-۴ ولتاژ یک سیستم واقعی در حضور خازن و بدون حضور آن را مشاهده می‌کنیم همانطور که دیده می شود با آمدن خازن در مدار **THD** سیستم تا ۲۱,۶ درصد افزایش یابد.



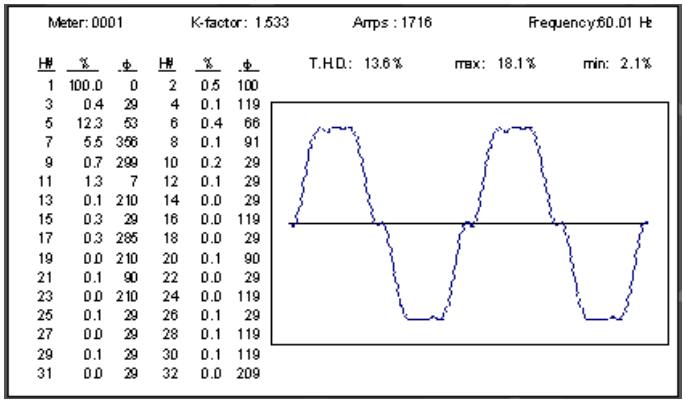
ولتاژ یک کارخانه بدون حضور خازن



ولتاژ یک کارخانه با وجود خازن

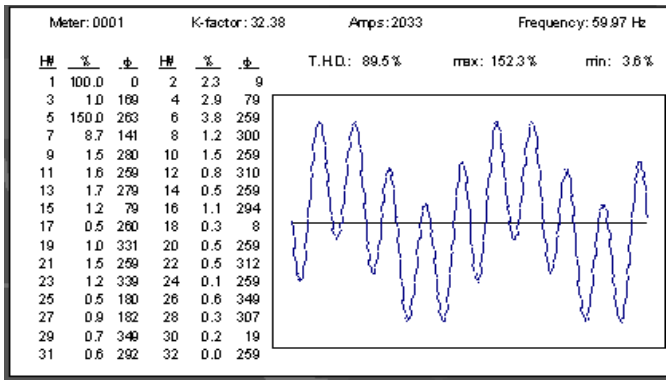
شکل ۴-۵ : ولتاژ یک کارخانه در حضور خازن و بدون حضور آن

به همین ترتیب در شکل ۵-۵ می‌بینیم که جریان سیستم نیز با وجود خازن به شدت هارمونیکی می شود که علت اصلی آن ایجاد رزونانس خازن با سلف ترانس و سایر سلف‌های موجود درمدار است. همانطور که دیده‌می شود بر خلاف تصور که گمان می‌رود خازن با حذف جریان راکتیو موجب کاهش اندازه موثر جریان می شود، در اینجا با وجود خازن جریان موثر از ۱۷۱۶ تا ۲۰۳۳ آمپر افزایش می یابد که علت آن وجود جریانهای هارمونیکی 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

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



جریان یک کارخانه با حضور خازن

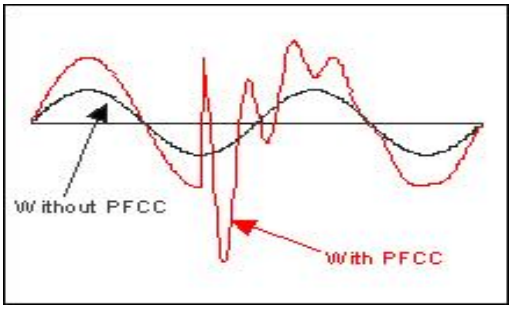
شکل ۵-۵ : جریان یک کارخانه با حضور خازن و بدون حضور آن

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 می شود که موجب تقویت فوق‌العاده جریان در آن فرکانس خاص می شود. این مسئله اغلب باعث آسیب دیدگی شدید تجهیزات الکتریکی به خصوص ترانسفورماتورها می شود.

ایجاد نوسان

خازن های الکتریکی در لحظه اتصال به جهت امپدانس ناچیزی که دارند ایجاد نوساناتی مانند شکل ۶-۵ می‌کنند. به خصوص در مورد رگولاتورهای خازنی که به صورت مستمر خازن ها را وارد و خارج می‌کنند، این نوسانات به صورت مداوم ایجاد می شود که ایجاد این نوسانات به تجهیزات الکتریکی آسیب می‌زند.



شکل ۶-۵ :ایجاد نوسان در حضور خازن

پیش‌فاز شدن

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

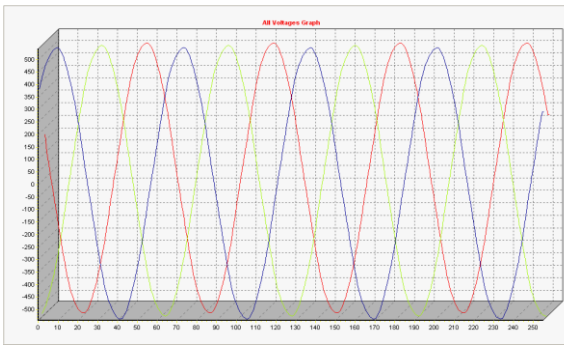
در مورد خازن های که به‌صورت ثابت در شبکه وصل می‌شوند، در ساعاتی که مصرف توان راکتیو کاهش می یابد، توان راکتیو ایجاد شده توسط خازن ها بیشتر از مقدار مورد نیاز بوده و ضریب توان سیستم پیش فاز می شود.

در نظر نگرفتن توان راکتیو هر فاز به صورت جداگانه سیستم کنترل‌کننده خازن های الکتریکی سه فاز را مونیتور نموده و بر حسب متوسط توان راکتیو سه فاز، یک پله را وارد یا خارج می‌کنند. در این صورت کاملاً ممکن است در زمانی که راکتیو مورد نیاز سه فاز به ترتیب ۸۰ کیلو وار، ۱۰۰ کیلووار و ۱۲۰ کیلووار باشد، بانک خازنی ۱۰۰ کیلووار وارد مدار می کند که ضریب توان را در دو فاز اصلاح نخواهد کرد.

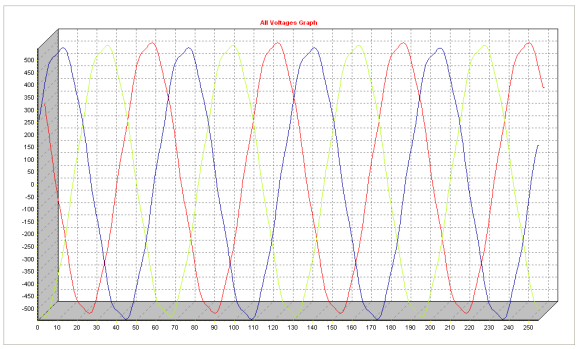
پله‌های مساوی و بزرگ

پله‌های خازنی در اغلب بانک‌های خازنی به صورت ظرفیت‌های مساوی تعریف می شود مثلاً یک بانک خازنی با ظرفیت ۶۰ کیلو وار، شامل شش پله ۱۰ کیلوواری خواهد بود. در نتیجه دقت تصحیح توان راکتیو و تثبیت ولتاژی که در نتیجه آن حاصل می شود همان ۱۰ کیلو وار است.

برای درک بهتر تاثیر حضور خارن در ایجاد هارمونیک های ولتاژی و جریانی مثال هایی در شکل های ۵-۷ و۵-۸ آورده شده است،ودر شکل ۵-۹ اثر خازن بر جریان ترانس آورده شده است.

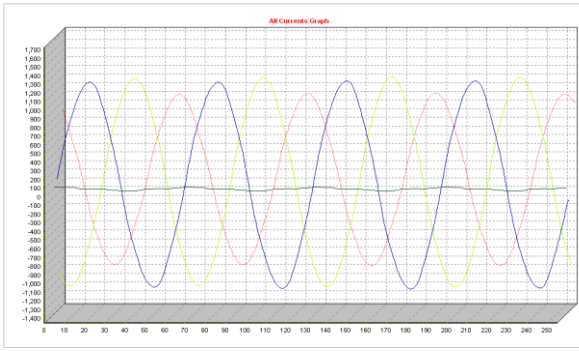


لتاژ سه فاز بدون حضور خازن

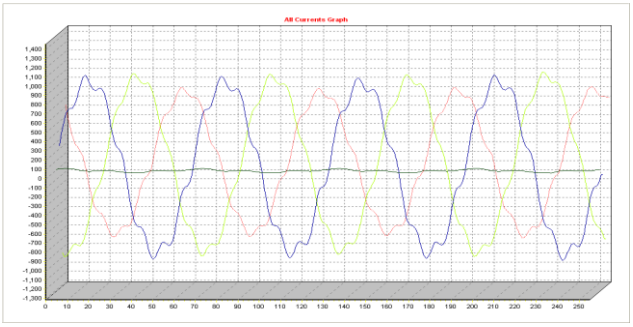


ولتاژ سه فاز در حضور خازن

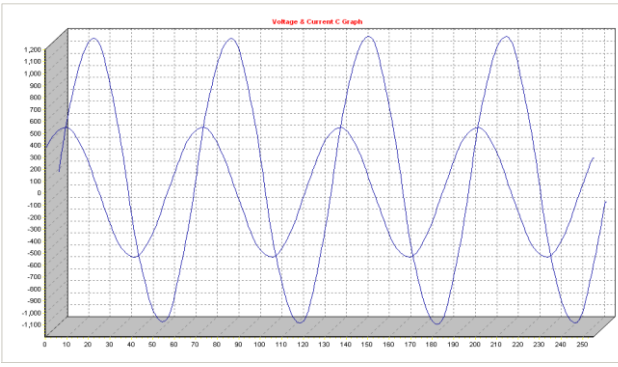
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



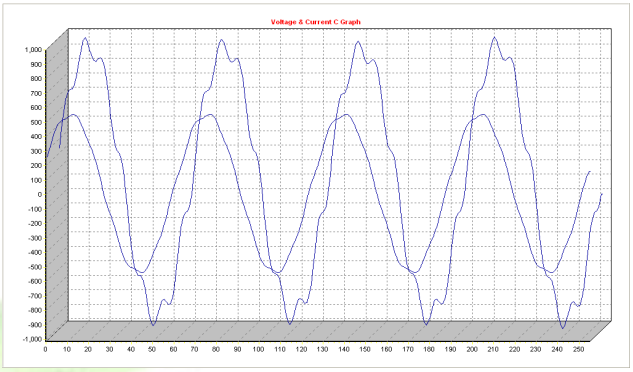
جریان سه فاز بدون حضور خازن



جریان سه فاز در حضور خازن



جریان و ولتاژ یک فاز بدون حضور خازن

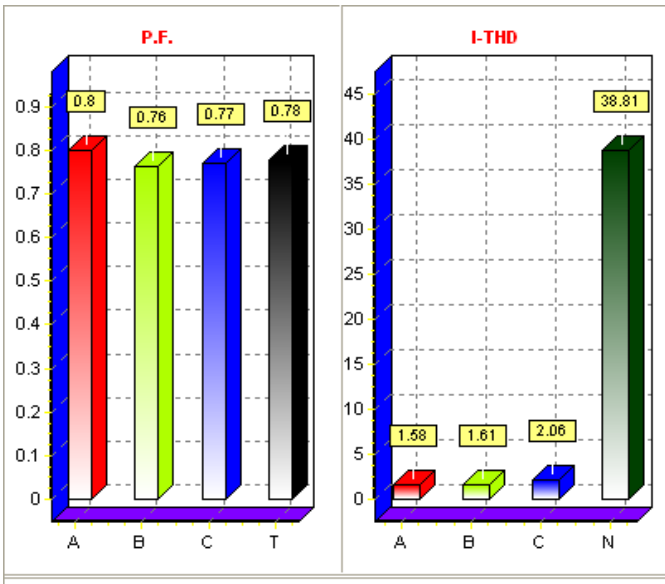


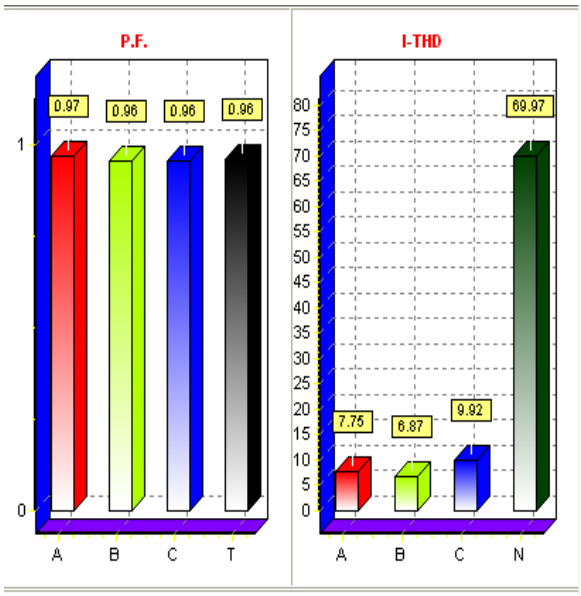
جریان و ولتاژ یک فاز در حضور خازن

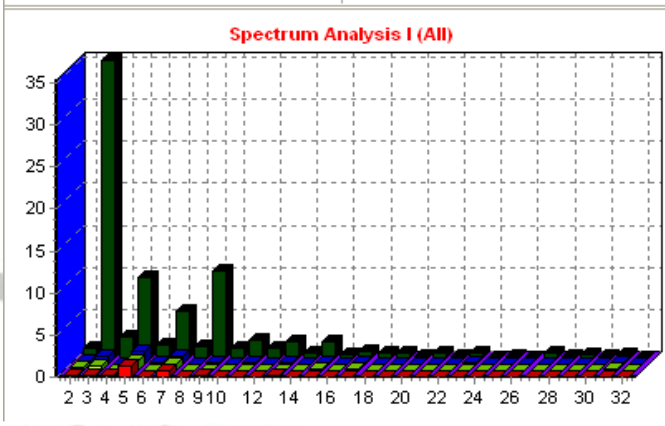
شکل ۷-۵ : شرایط تغذیه در یک پالایشگاه گاز در ایران قبل و بعد از نصب

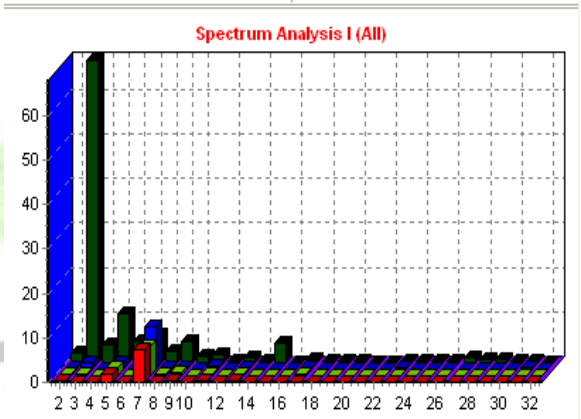
WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه





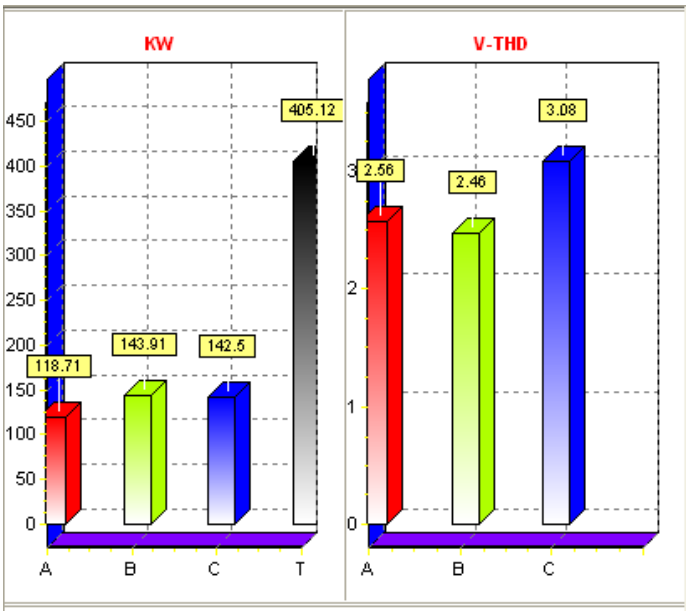


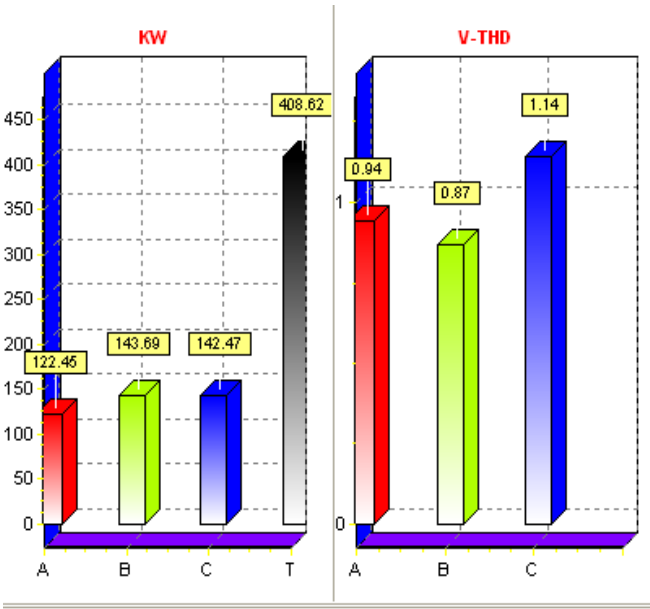


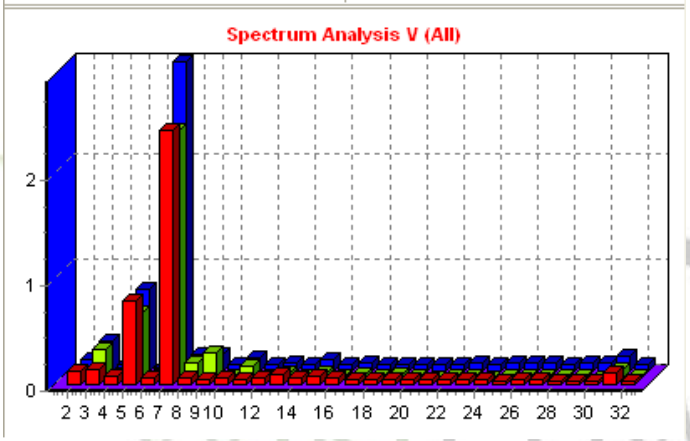
هارمونیک‌های جریان و ضریب توان بدون حضور خازن

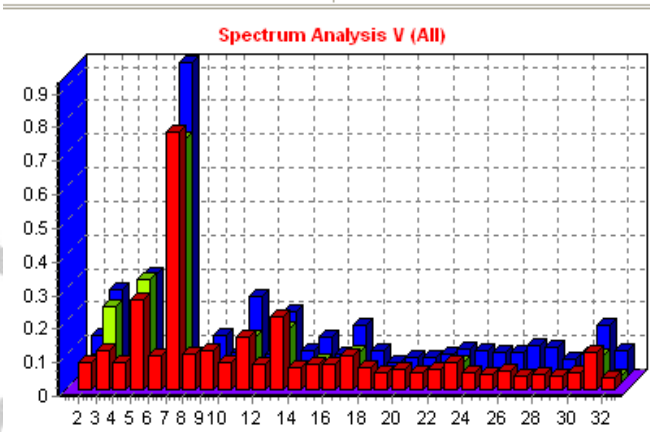
هارمونیک‌های جریان و ضریب توان با حضور خازن

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه







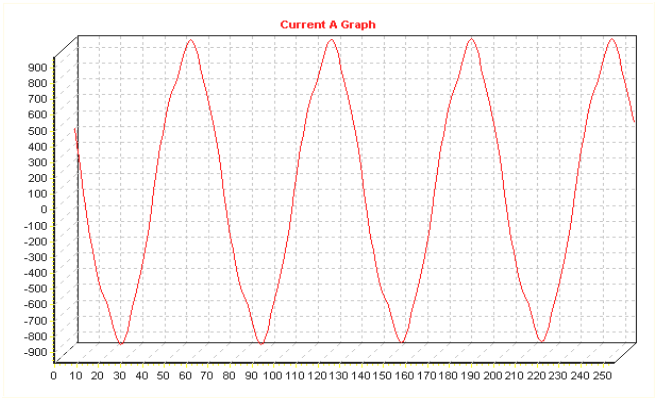


هارمونیک‌های ولتاژ در حضور خازن هارمونیک‌های ولتاژ بدون حضور خازن

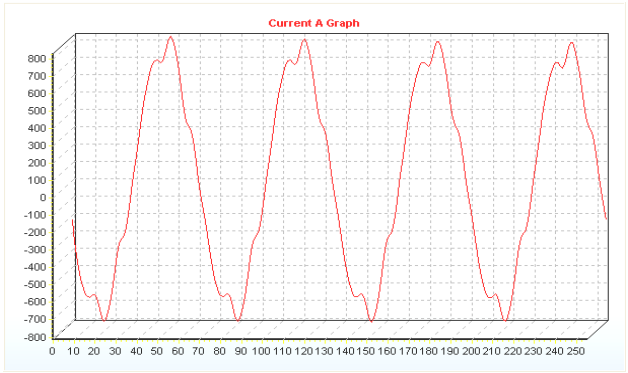
۸-۵ :مقایسه جریان بار ضریب توان با خازن و بدون خازن در یک کارخانهٔ ریسندگی

با مقایسه این دو جریان می‌بینیم که با آمدن خازن در مدار میزان هارمونیک‌های 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 قبض‌های برق محسوس خواهد بود.

جریان ترانس بدون خازن



جریان ترانس با خازن



Harmonics Data

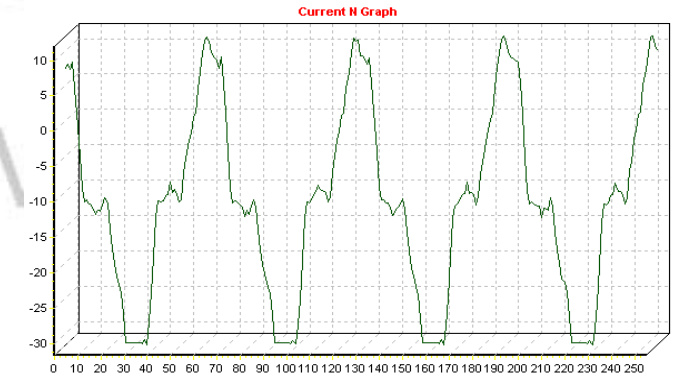
ITHD (A) = 5.43%

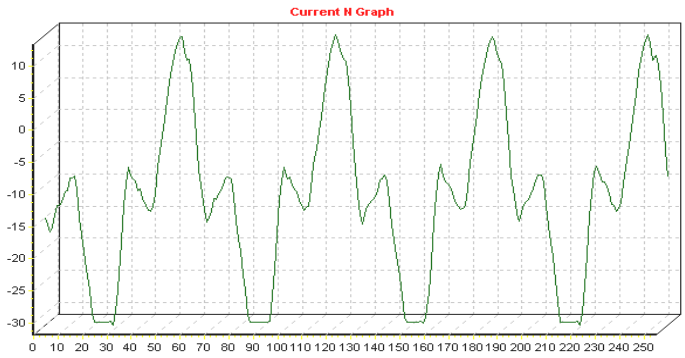
1= 100.00	9= 0.12	17= 0.29	25= 0.17
2= 0.51	10= 0.05	18= 0.02	26= 0.03
3= 1.83	11= 0.63	19= 0.17	27= 0.08
4= 0.21	12= 0.05	20= 0.04	28= 0.01
5= 4.83	13= 0.37	21= 0.08	29= 0.17
6= 0.03	14= 0.04	22= 0.04	30= 0.03
7= 1.27	15= 0.07	23= 0.22	31= 0.14
8= 0.12	16= 0.04	24= 0.03	32= 0.01

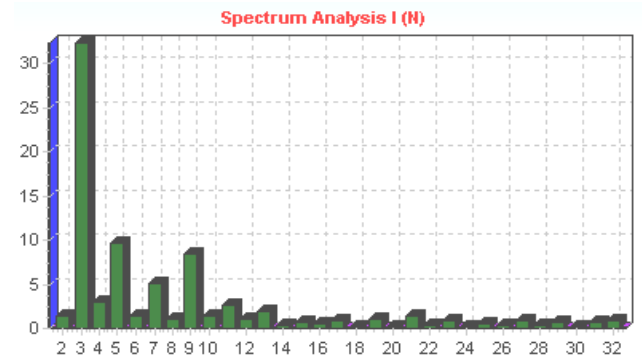
Harmonics Data

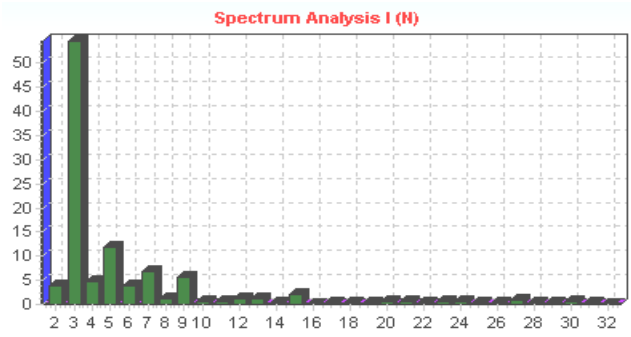
ITHD (A) = 8.38%

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









۵-۹ :اثر حضور خازن بر جریان ترانس

۵-۳- غیرهمزمان نمودن بارهای تولیدکننده هارمونیک

اگر ضریب همزمانی بارهای تولیدکننده هارمونیک را تغییر دهیم، میزان تولید هارمونیک تغییر خواهد کرد. این مساله را می توان از طریق جابه‌جا نمودن زمانی بارها، تحقق داد. به عنوان مثال زمان کارکرد کوره‌های القایی، دستگاه‌های اکستروژن و کنترل‌کننده‌های سرعت را به صورتی تنظیم نمود که کمترین همزمانی را با یکدیگر داشته باشند. البته این راهکار برای چند کارخانه و شهرک صنعتی به سادگی قابل به کارگیری نیست و نمی توان این ضریب همزمانی را تنظیم نمود. در حالیکه این روش برای کاهش هارمونیک تک‌تک کارخانه‌ها قابل اعمال است.

۵-۴- متعادل سازی بار از طریق جابه‌جایی بار

اگرچه عدم تعادل ولتاژ و جریان در شهرک صنعتی در حدود استاندارد است اما به هرحال عدم تعادل موجبات افزایش تلفات در خطوط و ترانس‌های قدرت را فراهم خواهد نمود. برای بهبود این مشکل، می توان از جابه‌جایی فازهای مشترکین بهره برد. به این صورت که با شناسایی چند مشترک متصل به یک پست، فازها را به گونه‌ای جابه‌جا نمود که تعادل بار و در نتیجه تعادل ولتاژ ایجاد شود. به این ترتیب که فازهای پربارتر یک مشترک در کنار فازهای کم‌بارتر قرارگیرد.

نام بار	جریان فاز A	جریان فاز B	جریان فاز C
۱	۱۰۵	۱۱۷	۱۱۲
۲	۱۳۰	۱۴۰	۱۳۵
۳	۱۵۰	۱۶۵	۱۵۶
۴	۱۳۵	۱۵۰	۱۴۳

به عنوان مثال اگر ترکیب بارها در زمان پیک به ترتیب بالا باشد، می توان حالت‌های مختلفی که این بارها می توانند در کنار یکدیگر قراربگیرند به کمک یک برنامه کامپیوتری ساده محاسبه نمود که برای چهار بار، تعداد این حالت‌ها 3^4 می‌باشد. این برنامه کامپیوتری می

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تواند هر بار عدم تعادل جریان را محاسبه نموده و حالتی که کمترین عدم تعادل جریان وجود داشته‌باشد را به ما اعلام نماید تا آرایش بارها را به آن ترتیب تغییر دهیم.

۵-۵-۱-فیلترهای فعال سری و موازی، جبران‌ساز ایستای راکتیو

فیلترهای فعال نسبتاً وسیله جدیدی برای حذف هارمونیک‌ها می باشند. کار آنها بر اساس عناصر الکترونیک قدرت مدرن می باشد و از فیلترهای غیرفعال گرانتر هستند. به هرحال مزیت برجسته آنها این است که آنها تشدید با سیستم به وجود نمی آورند. در شرایط سخت بکار می روند، جایی که فیلترهای غیرفعال نمی توانند موفقیت آمیز باشند، زیرا در آنجا تشدید موازی بوجود می‌آید. آنها می توانند در یک زمان خطاب به بیش ازیک فرکانس باشند و همچنین با مشکلات دیگر کیفیت قدرت مثل تغییرات ناگهانی برق مقابله کنند، آنها بویژه برای بارهای اغتشاشی که از نقطه نسبتاً ضعیفی روی سیستم قدرت تغذیه می شوند، مناسب هستند.

ایده اصلی جایگزین کردن آن قسمت از جریان موج سینوسی مربوط به بار غیرخطی است که از شکل موج مولفه اول کم شده است. 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 توان های بالا مقادیر قابل توجهی دارد.

اتصال سری در مدار

این تجهیزات اغلب به صورت سری در مدار قرار می‌گیرند که موجب کاهش اعتمادپذیری سیستم می شود. 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.

توان های مشخص و غیرقابل گسترش

فیلترهای فعال ابعاد مشخصی داشته و نمی توان آنها را گسترش داد. به عنوان مثال اگر یک فیلتر ۱۰۰ کیلووات وجود داشته باشد و بار هارمونیکی ۱۰ کیلووات افزایش یابد، نمی توان با قراردادن یک مادول 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 تریستورها و سایر ادوات الکترونیک قدرت که در توان های بالا بسیار گران قیمت هستند، حجم و قیمت قابل توجهی دارند.

همانطور که می‌دانیم با تغییر ضریب کیفیت یک فیلتر می توان پهنای باند آن را تغییر داد که هر چه ضریب کیفیت بیشتر باشد، فیلتربهتر است.

۵-۶- قراردادن راکتورهای سری

راکتور به جهت امپدانسی که در مقابل هارمونیک‌های بالا از خود نشان می دهد، در صورت سری شدن با تغذیه، هارمونیک‌های بالاتر را حذف می‌کند. اما این سیستم مشکلات زیر را خواهد داشت.

قابلیت اعتماد سیستم را پایین می‌آورد.

چون راکتور به صورت سری با تغذیه قرار گرفته است، در صورت خراب شدن راکتور، تغذیه نیز دچار مشکل خواهد شد، که این به معنای کاهش اعتمادپذیری سیستم است.

افزایش تلفات سیستم

به دلیل اضافه شدن یک سیستم سری و وجود مقاومت در راکتور، افزایش تلفات در آن وجود خواهد داشت و به دنبال آن اتلاف انرژی بیشتر خواهد شد، اگر سیستم دارای هارمونیک باشد، اتلاف انرژی روی این راکتور زیادتر می شود، زیرا مقاومت آن در برابر هارمونیک‌های مرتبه بالاتر بیشتر است.

پایین آمدن ولتاژ سیستم

به دلیل افت ولتاژ بر روی راکتور، ولتاژ کل سیستم پایین‌تر خواهد آمد، در نتیجه باید ولتاژ سیستم قبل از راکتور را بالا برد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نکته مهم: یکی از راه‌کارهای بسیار مناسب و ساده برای اجرای راکتور سری در یک سیستم، استفاده از کابل‌های خود سیستم است، به طوریکه اگر کابلهای تغذیه را بر روی یک میله آهنی یا هر ماده فرومغناطیس دیگر بپیچانیم، می توان راکتورهای سری به دست آورد. البته انتخاب میزان پیچش کابل‌ها و جنس میله بستگی به راکتور مورد نیاز دارد.

۵-۷- استفاده از ترانسفورماتورهای شیفت فاز برای بارهای هارمونیکی

در این روش بارهای هارمونیکی براساس هارمونیک تولید شده دسته‌بندی می‌شوند، سپس ترانسفورماتوری طراحی می شود که دارای دو یا چند سیم‌پیچ با شیفت فاز باشد، این ترانس با توجه به اختلاف فازی که میان هارمونیک‌های فازهای مختلف وجود دارد، به گونه‌ای طراحی می شود که با شیفت فاز ایجاد شده، مجموع هارمونیک‌های سه فاز صفر شده و با یکدیگر خنثی شوند. این روش باعث کاهش هارمونیک‌ها در طرف تغذیه خواهد شد ولی باید با توجه به مورد، میزان بازگشت سرمایه و توجیه اقتصادی آن بررسی شود. مشکلات این روش عبارت است از:

افزایش تلفات سیستم

به دلیل وجود یک المان انرژی‌بر مانند ترانسفورماتور در سیستم، تلفات و انرژی مصرفی در سیستم بیشتر خواهد شد.

کاهش قابلیت اطمینان سیستم

چون ترانس شیفت‌فاز به صورت سری با تغذیه قرار گرفته است، در صورت خراب شدن راکتور، تغذیه نیز دچار مشکل خواهد شد، که این به معنای کاهش اعتمادپذیری سیستم است.

نیاز به سرمایه‌گذاری بالا در سیستم

این روش روشی هزینه .دنشابی‌م مهتسیس رد یناراگ رصانع اهروتامروفسنارت اریز ،دشاب یم رب

وجود جریان گردشی در سیستم

حذف شدن هارمونیک‌ها در طرف تغذیه به معنای وجود جریان گردشی داخلی در سیستم می.دوش یم تازیهجت رمع شهاک و یژرنا فلاتا ثعاب هک دشاب

۵-۸- تغییر آرایش سیستم

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

با تغییر آرایش سیستم و تغییر قدرت اتصال کوتاه فیدرها، می توان کیفیت برق و مصرف انرژی را بهبود بخشید، در این روش مشترکین تولیدکننده هارمونیک می توانند با خریداری قدرت اتصال کوتاه بالاتر میزان تولید هارمونیک مجاز خود را بالاتر ببرند. البته برای ایجاد قدرت اتصال کوتاه بالاتر، نیاز به اضافه نمودن فیدر جدید یا تغییر ترانس است که این روش را بیشتر برای طراحی اولیه شبکه به کار می‌رود به صورتی که برای مشترکینی که می‌دانند بارهای تولیدکننده هارمونیک دارند، قدرت‌های اتصال کوتاه بیشتری در نظرگرفته شود. ضمن آنکه هزینه ایجاد این قدرت اتصال کوتاه نیز از مشترک تولیدکننده هارمونیک گرفته شود.

۵-۹- تعویض یا تغییر تجهیزات یا سیستم‌ها

این روش نیز روشی هزینه‌بر می‌باشد و با توجه به مورد و بازگشت سرمایه باید اولویت آن مشخص شود، در این روش تجهیزات تولیدکننده هارمونیک با تکنولوژی بالاتر که هارمونیک کمتری تولید می‌کند، عوض می شود و کابل‌های فرسوده با کابل‌های جدید تعویض شده و با ایجاد بهبود در سیستم باعث کاهش اتلاف انرژی و بهبود کیفیت برق در سیستم شویم. البته به علت تعدد عناصر سیستم در این حالت باید برآوردی اقتصادی برای تعویض هر یک از عناصر سیستم شود تا توجیه اقدام برای هر یک از روش‌ها بررسی شده باشد. در اکثر موارد این روش نسبت به روش‌های قبلی در اولویت‌های پایین‌تر قرار دارند مگر اینکه سیستم موجود به دلیل یک عنصر مورد نظر با مشکلات و ایرادات زیادی روبرو باشد.

نتیجه‌گیری

کیفیت توان موضوعی است که اهمیت آن برای مصرف کنندگان، روز به روز بیشتر می شود. دلیل این امر ورود تجهیزات حساس و بارهای غیرخطی به سیستم است.

کیفیت توان شامل شرایط گوناگونی در سیستم توزیع است و به رنج وسیعی از پدیده‌های الکترومغناطیسی که ولتاژ و جریان را دستخوش تغییر قرار می‌دهند، برمی گردد. اغتشاشات مهم، از پالسهای با فرکانسهای خیلی بالا تا اضافه ولتاژهای طولانی مدت را شامل می شود.

امروزه استفاده از انواع موتورهای الکتریکی جهت تبدیل انرژی الکتریکی به مکانیکی و به عنوان عامل حرکت بسیار مرسوم شده است، و همچنین مصارف خانگی در سطح گسترده ای

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

استفاده می شود.تعداد این موتورها در حدود یکصد میلیارد بوده و ۳۸ درصد انرژی الکتریکی در کشورهای صنعتی توسط آنها مصرف می شود.لذا اهمیت و نقش کیفیت توان در عملکرد موتورها واضح می باشد همچنین خود موتورها می توانند باعث کاهش کیفیت توان شوند لذا لازم است با بررسی شرایط مختلف کاری و ارزیابی هزینه به سود راهکارهایی مناسب بسته به شرایط انتخاب شود .

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

منابع:

۱-سید محمد باقرساداتی،سید هادی حسینی ،هادی یوسفی - اندازه گیری و شبیه سازی تأثیر مولفه های هارمونیک بر تلفات ترانسفورماتورهای توزیع- بیست و سومین کنفرانس بین اللمللی برق۲۰۰۸

۲-مریم بهرامی پناه،دکتر محمد توکلی بینا،محسن بهرامی پناه،سید مهدی حکیمی- بررسی ظرفیت غیرقابل استفاده در ترانسفورماتورهای توزیع به دلیل عدم تعادل فازها در شبکه- بیست و سومین کنفرانس بین اللمللی برق۲۰۰۸

۳- power quality in power system and electrical machines-ewald f.fuchs,mohammad A. S. Masoum

WikiPower.ir