

هدف اصلی

عبارت کیفیت گاهی اوقات به عنوان مترادف کلمه قابلیت اطمینان برای نشان دادن وجود منبع قدرت مناسب و مطمئن بکار می رود. تعریف جامع تر به صورت «کیفیت سرویس» مطرح شده است که شامل سه نقطه نظر قابلیت اطمینان منابع تغذیه، کیفیت توان تحویل داده شده و نیز تهیه و دسترسی به اطلاعات شبکه است. با استفاده از عناوین مقالات و پروژه های مختلف در سالهای اخیر می توان کیفیت توان را کیفیت ولتاژ نیز تعریف کرد. با افزایش اعمال کنترل با استفاده از سیستمهای الکترونیک قدرت در شبکه های انتقال و شرکتهای توزیع، تعریف دوم کیفیت توان مقبولیت بیشتری پیدا نموده است.

اکثر کارهای پیشین در زمینه کیفیت توان با مسئله هارمونیکها مرتبط بوده است در حالیکه اعوجاج هارمونیکها یکی از مشکلات فزاینده کیفیت است، مفهوم وسیع تر کیفیت توان شامل تغییرات گذرا و غیر پریودیک شکل موج ایده آل نیز میگردد. چنین انحرافات برای ارزیابی سازکاری الکترو مغناطیسی (EMC) به کار می رود، موضوعی که شامل عملکرد مناسب تجهیزات و سیستم ها بدون تداخل با یکدیگر و یا تداخل ناشی از دیگر تجهیزات سیستم بر روی خود تجهیز است. چون سیستم قدرت وسیله ای برای انتقال تداخلات بین مصرف کنندگان مختلف است لذا مشخصه مهم کیفیت سیستم قدرت شامل قابلیت سیستم قدرت در انتقال و تحویل انرژی الکتریکی به مصرف کنندگان در محدوده های مشخص شده توسط استانداردهای EMC میباشد.

در این قسمت هدف اصلی یعنی کیفیت توان سیستم های قدرت ، همراه با تشریح اجمالی انحرافات ایجاد شده در شکل موج ها و اثر این انحرافات بر روی عملکرد سیستم قدرت مورد بحث و بررسی قرار میگیرد . این موارد سپس با مقدمه ای اجمالی به مبحث مونیتورینگ و روشهای تخمین حالت که در بررسی و ارزیابی کیفیت توان مورد استفاده قرار میگیرند ، دنبال می شود .

اغتشاشات

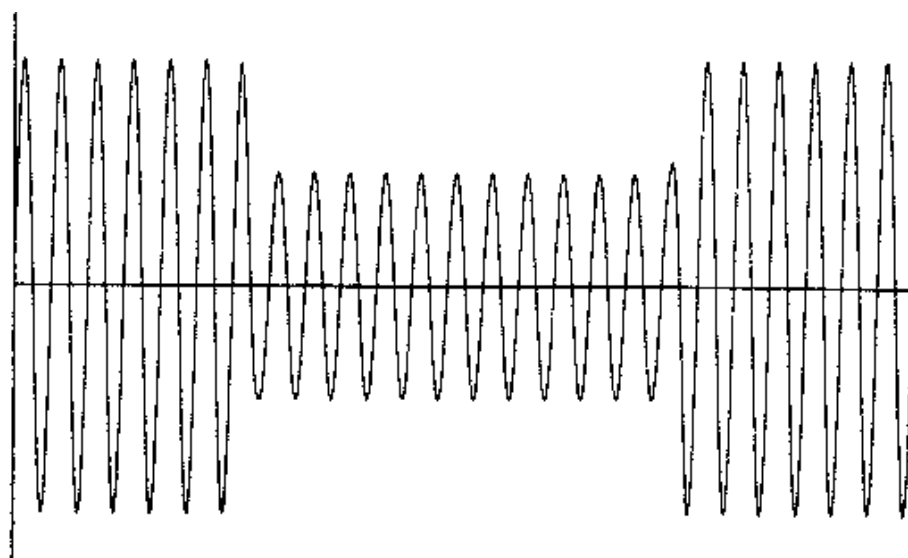
در مبحث کیفیت توان ، اغتشاش همان انحراف موقتی از حالت دائمی شکل موج است که به علت خطاهای کوتاه مدت و یا تغییرات ناگهانی در سیستمهای قدرت ایجاد می شود . اغتشاشات براساس نظریه I E C شامل فرورفتگی و لتاژ ، قطعی های کوتاه مدت ، افزایش ولتاژ و گذرا های ضربه ای و نوسانی است .

فرورفتگی ولتاژ (کاهش کوتاه مدت ولتاژ)

فرورفتگی ولتاژ ، به کاهش ناگهانی (بین ۱۰٪ تا ۹۰٪) ولتاژ در یک نقطه از سیستم الکتریکی گفته میشود که از نیم سیکل تا چند ثانیه طول می کشد (شکل ۱ - ۱) . فرورفتگی هایی که دوام آنها کمتر از نیم سیکل است به صورت گذرا در نظر گرفته می شوند .

فرورفتگی ولتاژ ممکن است به علت عملیات کلید زنی ناشی از قطع شدن منبع تغذیه ، عبور جریان های بالا ناشی از راه اندازی بارهای موتوری بزرگ یا عبور جریان های خطا بوجود آید . این وقایع ممکن است ناشی از مشترکین یا خطا در شبکه برق باشد . دلیل اصلی فرورفتگی های لحظه ای ولتاژ ، احتمالاً بر خورد صاعقه می باشد .

فرورفتگیها بر حسب زمان در سه گروه دسته بندی می شوند : ۴ سیکی (زمان تقریبی بر طرف شدن خطا) ، ۳۰ سیکی (زمان باز بست لحظه ای کلیدهای قدرت) و ۱۲۰ سیکی (زمان باز بست تأخیری کلید های قدرت) . در اکثر مواردی که امروزه مشاهده می شوند اثر فرورفتگی ولتاژ بر تجهیزات بستگی به مقدار فرورفتگی ولتاژ و مدت زمان تداوم فرورفتگی دارد . مطالعات نشان میدهد که حدود ۴۰٪ مواقع این کاهش ، به اندازه ای است که از میزان تحمل قابل قبول داده شده در استاندارد تجهیزات کامپیوتری بیشتر است . از دیگر تأثیرات ممکن میتوان به : خاموشی لامپ های تخلیه ، عملکرد نادرست ادوات کنترلی ، نوسان سرعت یا توقف موتورها ، فرمان قطع کنتاکتورها ، عدم کارکرد مناسب سیستم کامپیوتری یا خطا در کموتاسیون اینورتورها اشاره نمود . راه حل ممکن برای رفع فرورفتگی های ولتاژ استفاده از منابع قدرت غیر قابل قطع یا بهبود دهنده توان می باشد .



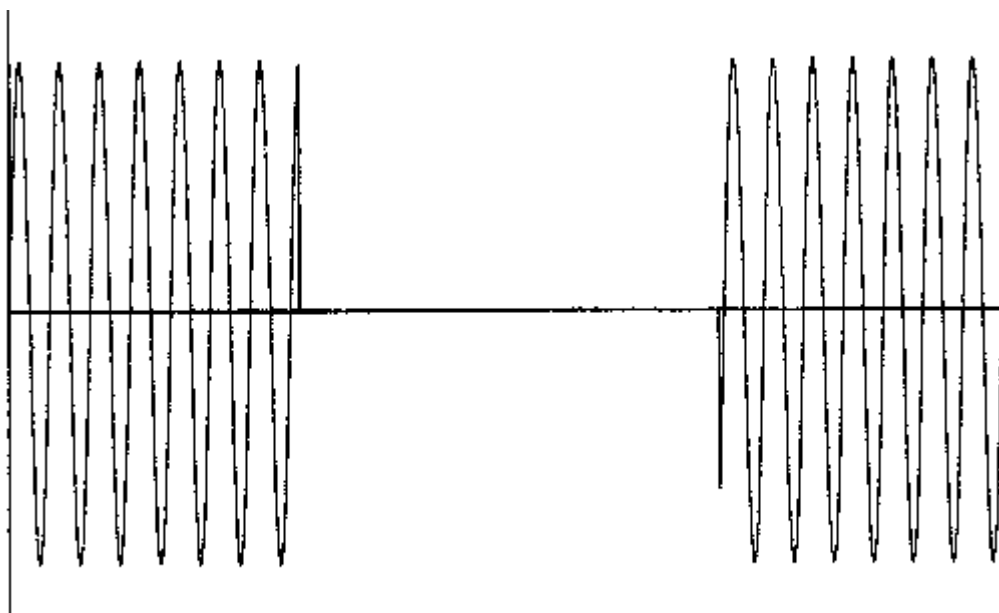
شکل ۱-۱ فرورفتگی ولتاژ

قطعی های کوتاه مدت

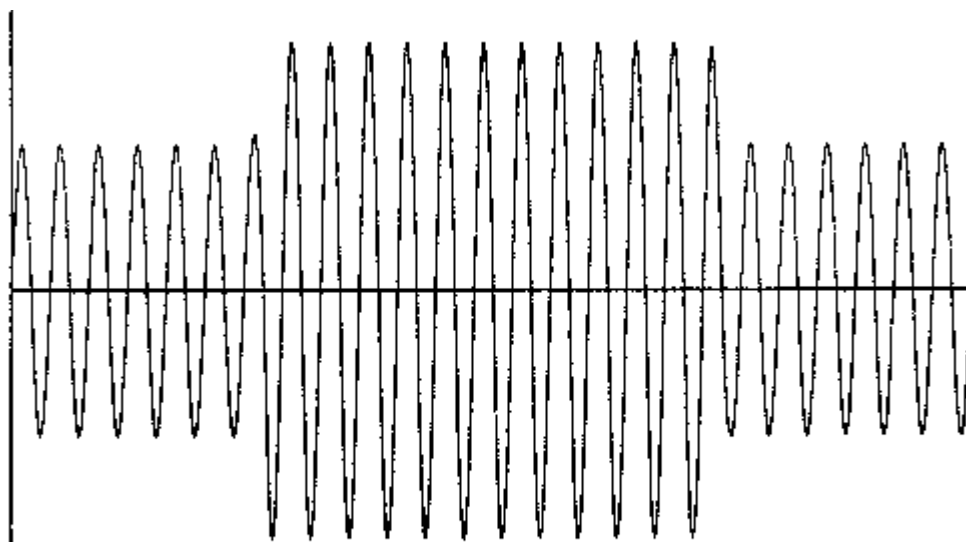
قطعی کوتاه مدت را می‌توان به عنوان کمبود ولتاژی با دامنه ۱۰۰٪ در نظر گرفت (شکل ۱ - ۲). دلایل وقوع این پدیده سوختن فیوز یا باز شدن کلیدهای قدرت و یا تأثیر یک قطعی در بخش بزرگی از سیستم است . به عنوان مثال : قطعی های منابع تغذیه به مدت چند سیکل (در یک کارخانه شیشه سازی) یا چند ثانیه (در یک مرکز کامپیوتر) ممکن است موجب صدها هزار دلار خسارت شود . حفاظت اصلی مصرف کننده در مقابل چنین اتفاقی نصب منابع قدرت غیر قابل قطع است .

برآمدگی ولتاژ ، افزایش ولتاژ کوتاه مدت

برآمدگی ولتاژ که در شکل ۱ - ۳ نشان داده شده است یک افزایش در مقدار موثر است که گاهی اوقات با فرورفتگی ولتاژ همراه است . برآمدگی ولتاژ معمولاً روی فازهای بدون خطای یک سیستم سه فاز ظاهر می شود و ناشی از خطای تک فاز در همان سیستم است . علت دیگر آن حذف بار می باشد که پس از آن ولتاژ بالا می‌رود . برآمدگی های ولتاژ می توانند کنترلرهای الکتریکی و راه اندازهای موتورهای الکتریکی را از کار بیندازد . به ویژه راه اندازها با قابلیت تنظیم سرعت که به دلیل سیستم حفاظت داخلی شان از کار می افتند . برآمدگی ولتاژ هم چنین بر قطعات ظریف کامپیوتر تأثیر نامناسب گذاشته و باعث کوتاه کردن طول عمر آنها می‌گردد . راه حل‌های ممکن برای محدود کردن این مشکل همانند آنچه که در مورد کمبودها عنوان شد استفاده از منابع قدرت غیر قابل قطع و بهبود دهنده ها است .



شکل ۱-۲ قطعی و تناژ



شکل ۱-۳ برآمدگی و تناژ

گذراها

اختلالات با دوره زمانی کوتاه تر از برآمدگیها و فرورفتگیها در گروه

گذراها دسته بندی می شوند این اختلالات به علت تغییرات ناگهانی در سیستم

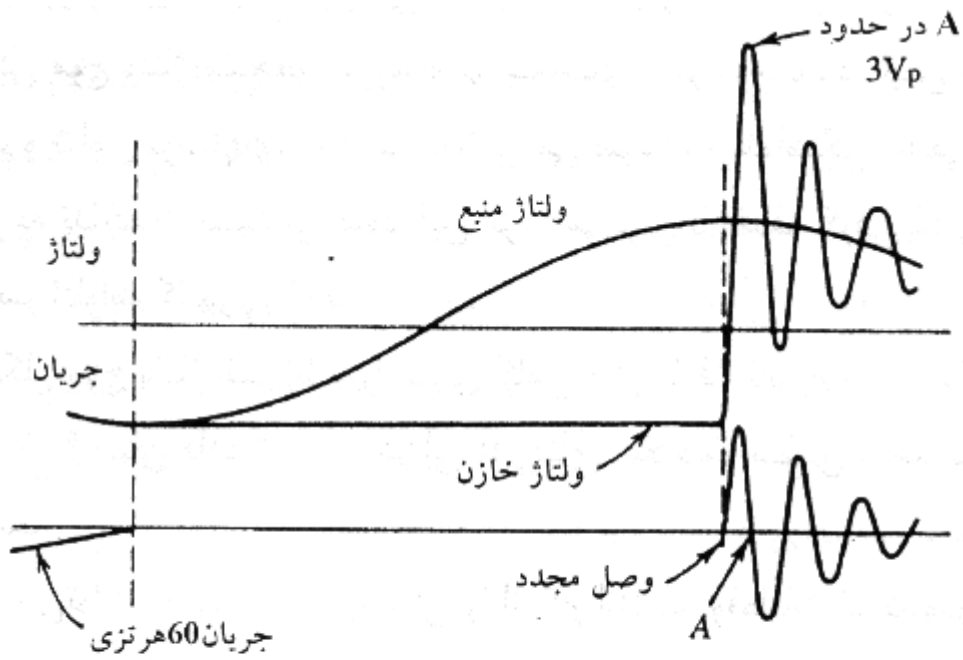
قدرت بوجود می آیند .

بر اساس مدت تداوم آنها، اضافه ولتاژهای گذرا را می توان به دو گروه موج کلیدزنی (بادوامی در رنج میلی ثانیه) و ضربه (بادوامی در رنج میکرو ثانیه) تقسیم نمود .

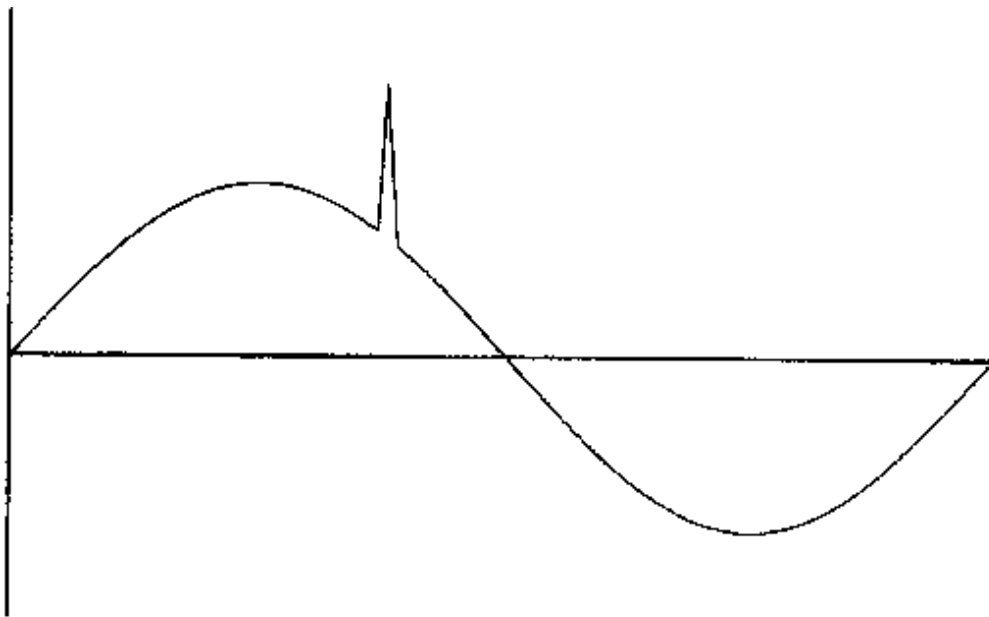
موجها ، پالسهای پرانرژی هستند که از اغتشاشات ناشی از کلیدزنی در سیستم قدرت بوجود می آیند و یا در نتیجه تشدید در مدارهایی که با عناصر کلیدزنی در ارتباط هستند بوجود می آیند . این موجهای پالسی شکل به علت تغییر پله ای و ناگهانی بار نیز بوجود می آیند به ویژه ، کلیدزنی خازنی می تواند سبب تشدید شده و به اضافه ولتاژی که گاهی سه یا چهار برابر مقدار ولتاژ نامی است منجر گردد . چنین حالتی می تواند به آسیب (خرابی) ادوات و تجهیزات حفاظتی منجر شود . به طور خاص ،کنترلرهای الکترونیکی موتورهای صنعتی در برابر این گذراها حساس هستند .

شکل ۱ - ۴ ایجاد کلیدزی نوسانی ناشی از بازشدن اولیه و همراه با باقی ماندن شارژ بر روی خازن تا جرقه بعدی را نشان می دهد . موج ضربه که در شکل ۱ - ۵ نشان داده شده است نتیجه بر خورد مستقیم یا غیر مستقیم صاعقه، قوس زدن ، شکست عایقی و غیره است .

حفاظت در مقابل موجهای گذرا و ضربه ها از طریق منحرف کننده های موج ضربه ، فاصله های هوایی در ولتاژهای بالا و دیود با رفتار شکست بهمنی در ولتاژهای پایین انجام می شود .



شکل ۴-۱ کلیدزنی خازنی با یک ضربه مجدد در پیک ولتاژ



شکل ۵-۱ موج ضربه

گذراهای سریعتر با تداوم نانو ثانیه ناشی از دشارژهای الکترواستاتیکی ، دسته

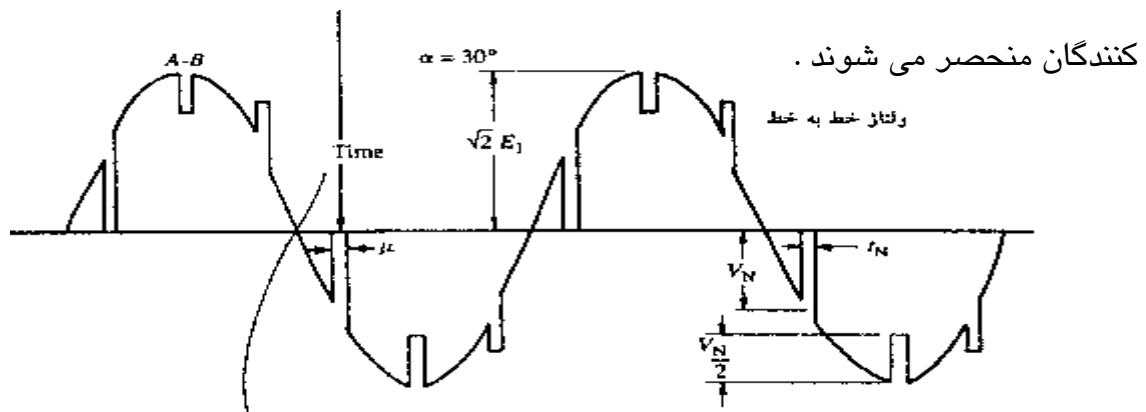
مهمی در استانداردهای E M C هستند که بطور نرمال تحت عنوان کیفیت توان بررسی

نمی شوند .

شکاف ولتاژ

شکاف یک گذرای دوره ای است که در هر سیکل بعلت اتصال کوتاه فاز به فاز و به سبب کموتاسیون در کانورترهای ac به dc رخ می دهد . به علت پریودیک بودن، این اغتشاشات با طیف هارمونیکی شکل موج ولتاژ مشخص می شوند . لبه های تیز موجود در این اغتشاش ناشی از کلیدزنی است و شامل نوسانهای فرکانس بالایی می شود که بر هماهنگی علیقی تاثیر می گذارد و می تواند . منجر به تداخلات تشعشعی شود . این اثر را می توان با اضافه کردن مدارات میراکننده (اسنابر) در دو سر ادوات کلیدزنی کاهش داد .

یک مثال از شکل موج ولتاژ خط (با میرا سازی کامل) در طرف ثانویه یک مبدل کانورتر شش پالسه در شکل ۶-۱ نشان داده شده که در آن μ پهنای شکاف و مطابق با هم پوشانی در شرایط کموتاسیون است . شکاف در ولتاژ می تواند تجهیزات الکترونیکی را از کار انداخته و قطعات اندکتیو در مدارها را با توجه به نرخ بالای افزایش ولتاژ و نیز عبور از صفر اضافی ولتاژ اصلی از بین ببرد . بهر حال بیشتر فرکانس های بالا، شامل شکاف های ایجاد شده توسط تجهیزاتی که در محدوده کنترل شرکت های برق نیستند توسط ترانسفورماتورهای سرویس فیلتر می شوند ، و در نتیجه در خطوط $M V$ پراکنده نمی شوند . در نتیجه اکثر مسائلی که با شکاف ها بوجود می آیند به تجهیزات مصرف



شکل ۶-۱ شکاف ولتاژ

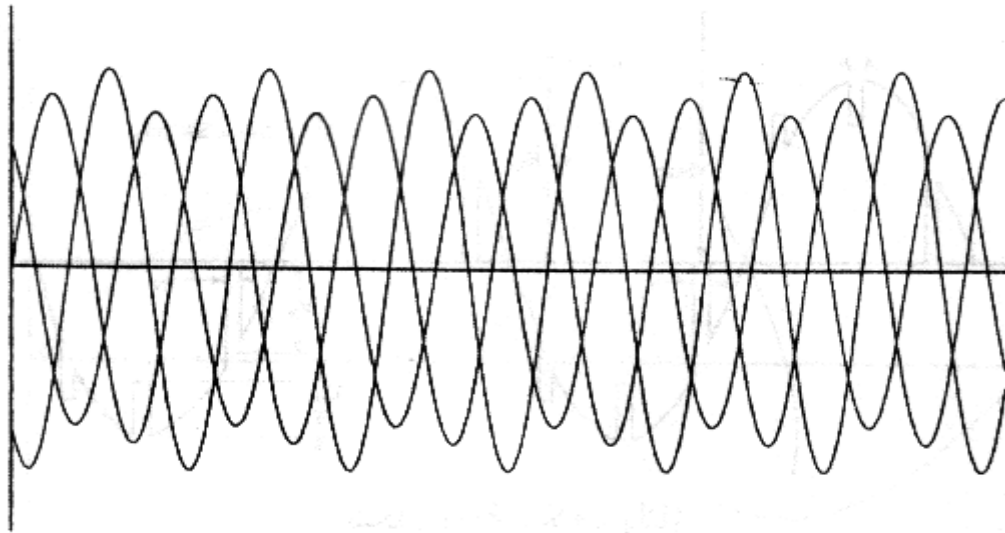
نامتعادلی

نامتعادلی مانند آنچه در شکل ۱ - ۷ نشان داده شده حالتی را بیان می کند که در آن دامنه و ولتاژهای سه فاز منبع یکسان نبوده یا اختلاف فاز بین آنها ۱۲۰ درجه الکتریکی نیست و یا هر دو این حالات بطور همزمان بوجود آیند .

درجه نامتعادلی ، معمولاً بوسیله نسبت مقدار مولفه های توالی منفی و صفر به مولفه های توالی مثبت تعریف می شود . دلایل اصلی نامتعادلی ، بارهای تک فاز (مانند راه آهن الکتریکی) و خطوط انتقال هوایی غیر ترانسپوز می باشد.

ماشینی که منبع ولتاژ تغذیه آن نامتعادل است ، جریان نامتعادلی چندین برابر نامتعادلی ولتاژ منبع خواهد کشید . در نتیجه ممکن است جریان های سه فاز بطور قابل ملاحظه ای فرق کرده و در نتیجه درجه حرارت ماشین بالا رود . موتورهای و ژنراتورها به خصوص انواع بزرگ و گران قیمت آنها ، در برابر نامتعادلی زیاد محافظت میگردند . اگر نامتعادلی منبع زیاد باشد ، ممکن است حفاظت تک فاز به جریان های نامتعادل پاسخ داده و باعث قطع موتور از شبکه گردد .

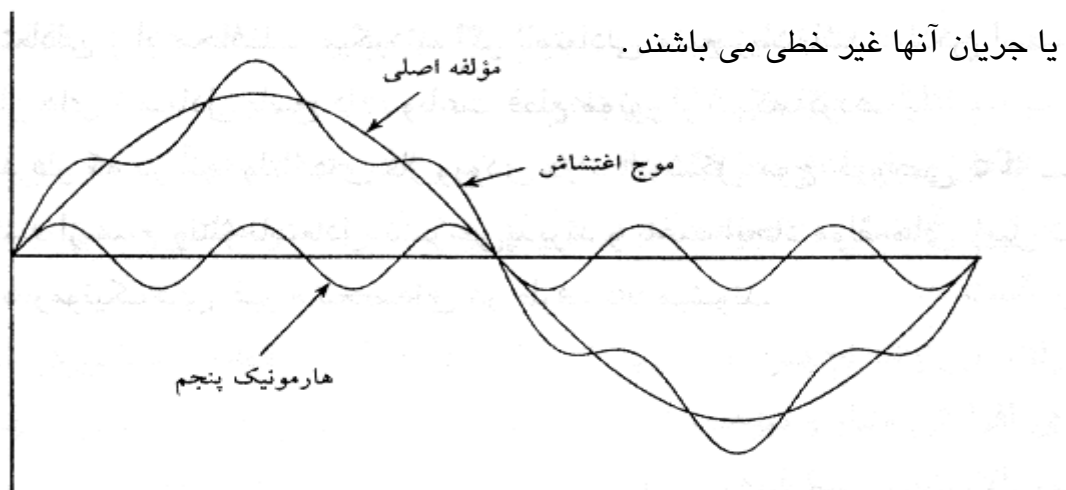
کانورترهای چند فاز که در آنها ولتاژهای فاز ورودی در ایجاد شکل موج خروجی d c به ترتیب مشارکت می کنند از منبع ولتاژ نامتعادل تأثیر می پذیرد و باعث ایجاد مولفه های ریپل نامطلوبی در طرف d c و هارمونیک های غیر مشخصه ای در طرف ac میشوند .



شکل ۷-۱ نامتعادلی ولتاژ

اعوجاج

معمولاً اعوجاج شکل موج با استفاده از مبحث هارمونیک مورد بررسی قرار میگیرد. هارمونیک ها، ولتاژها و جریانهای سینوسی هستند که فرکانس های آنها مضارب صحیحی از فرکانس کار سیستم (۵۰ تا ۶۰ هرتز) می باشند نمایش هارمونیک پنجم اعوجاج در شکل ۸-۱ نشان داده شده است. زمانی که فرکانس های این ولتاژها یا جریانها مضارب صحیحی از فرکانس اصلی نباشند به این شکل موجها هارمونیک های میانی گفته می شود. هر دو اعوجاج هارمونیکی و میان هارمونیکی معمولاً به علت وجود تجهیزاتی پدید می آیند که مشخصه ولتاژ



شکل ۸-۱ مثالی از موج سینوسی اعوجاجی

بطور کلی تجهیزات اعوجاج ساز ، جریان های هارمونیک تولید می کنند و موجب ایجاد ولتاژ هارمونیک بر روی امپدانس شبکه می شوند . جریان های هارمونیک با فرکانس مشابه ناشی از منابع مختلف به صورت برداری به یکدیگر اضافه می شوند .

در انگلستان ، هارمونیک پنجم در سیستمهای ولتاژ بالا دارای پیک بالاتری نسبت به بقیه مرتبه ها می باشد و در بعضی مناطق اندازه آن بین ۲.۵٪ تا ۳٪ می باشد .

همچنین هارمونیک پنجم بیشترین سطح متوسط هارمونیک را نیز دارا است .

این مشخصه بر روی سطوح انتشار قابل قبول تجهیزات انتقال که در شبکه ولتاژ پایین بوجود می آیند تأثیر می گذارد . در حالیکه تغییرات فصلی موجب تغییر اندازه های هارمونیک در محل های مختلف می شود ولی این تغییر ثابت نیست .

هیچ مدرکی دال بر اینکه مناطق جغرافیایی ویژه ای تمایل به ولتاژهای هارمونیک بالا دارند ، وجود ندارد . عموماً این اعتقاد وجود دارد که سطوح هارمونیک ابتدا به شرایط محلی محیطی و سپس به شرایط مجاور بستگی دارد .

تأثیرات اصلی و مشخص هارمونیکها عبارتند از .

۱- عملکرد نادرست ادوات کنترلی ، سیستم های سیگنالینگ اصلی و رله

های حفاظتی

۲- تلفات زیاد در خازنها ، ترانسفورماتورها و ماشین های دوار

۳- افزایش نویز موتورها و دستگاههای دیگر

۴- تداخلات تلفنی

۵- وجود خازنهای اصلاح ضریب قدرت و ظرفیت خازنی کابلها موجب

ایجاد تشدید سری و موازی در شبکه شده و باعث افزایش ولتاژ حتی در نقاطی دور از بارهای اغتشاشی می گردد.

مانند آنچه در بالا گفته شد ، هارمونیکهای میانی هم می توانند سیگنالهای

کنترل ریپل را بی نظم کنند و در سطوح زیر هارمونیکی موجب فلیکر شوند .

برای نگهداشتن ولتاژ هارمونیکی در سطوح پیشنهادی راه حلهای اصلی

و کاربردی عبارتند از :

۱- استفاده از رکتیفایرهای پالس بالا (در نوب کننده ها یا کنور تورهای ولتاژ بالا

(H Vd .c .)

۲- فیلترهای پسیو ، که برای فرکانس خاصی تنظیم شده است و یا فیلترهایی که

از نوع پهنای باند زیاد هستند .

۳- فیلترهای اکتیو و بهبود دهنده گان توان

منابع هارمونیکی بر حسب منشاء تولید ، اندازه و قابل تشخیص بودنشان

به سه دسته .

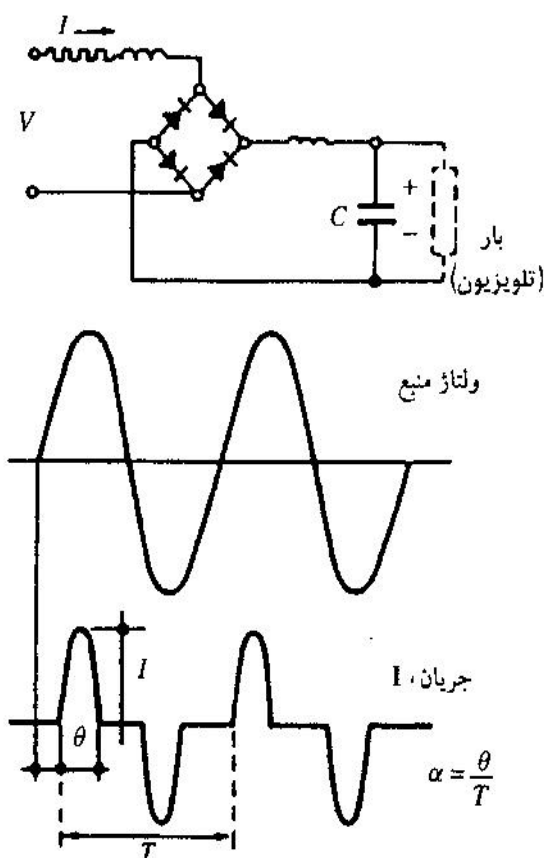
۱- کوچک و قابل پیش بینی (خانگی و مسکونی) ،

۲- بزرگ و تصادفی (کوره قوس الکتریکی)

۳- بزرگ و قابل پیش بینی (کانورترهای استاتیک) تقسیم می شوند .

۱- منابع کوچک و قابل پیش بینی

مصارف تجاری و مسکونی شامل تعداد زیادی مبدل تغذیه قدرت تک فاز است که در خروجی آنها خازن کوچکی به کار می رود ، مانند تلویزیون ها و کامپیوترهای شخصی . شکل موج جریان آنها در (شکل ۱ - ۹) کشیده شده است. گرچه قدرت نامی هر یک از آنها زیاد نیست ، ولی اختلاف کمی در عملکرد آنها در وجود دارد به نحویکه ترکیب آنها مقدار قابل ملاحظه ای هارمونیک فرد تولید می کنند . لامپ های تخلیه گازی نیز به علت اینکه هارمونیک های مشابهی تولید می کنند به هارمونیکهای دیگر تجهیزات اضافه می شوند .

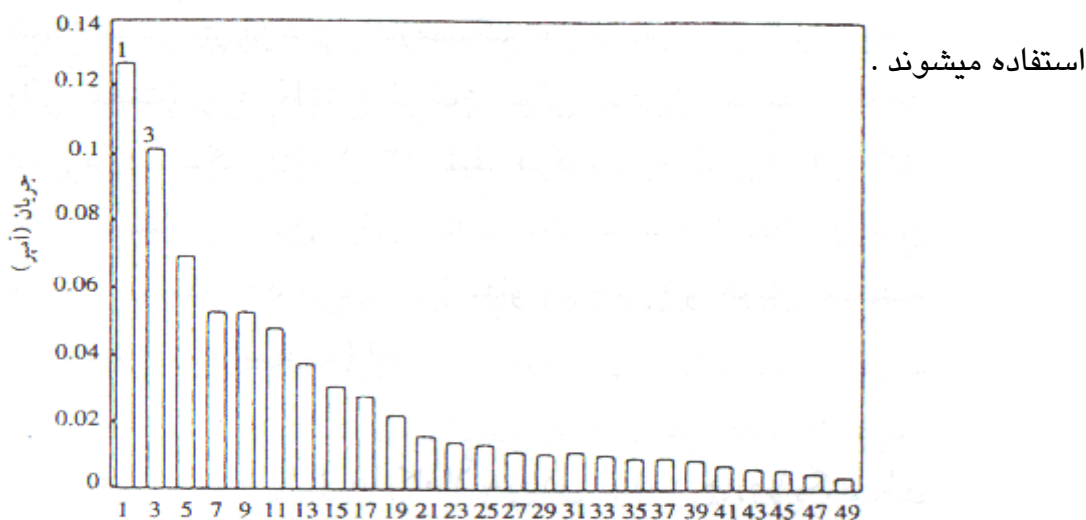


شکل ۹-۱ شکل موجهای ولتاژ و جریان منبع برای یک مجموعه تلویزیونی

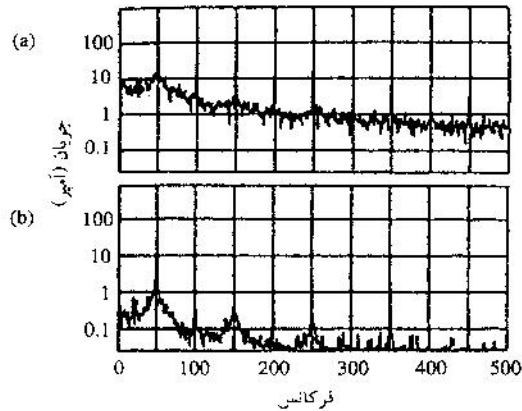
شکل ۱-۱۰ طیف جریان هارمونیکی لامپ با بازده بالا را نشان می دهد .
 اغتشاش هارمونیکی کل چنین لامپ هایی بین ۵۰٪ تا ۱۵۰٪ جریان اصلی است .
 جابجایی فاز جریان های هارمونیک سوم نسبت به شکل موج ولتاژ اصلی شبیه به
 توالی صفر در ترانسفورماتورهای سه فاز هستند . این حقیقت باید در محاسبه
 مقدار نامی نوترال ترانسفورماتور و محاسبه تداخلات تلفنی به حساب آیند .

۲ : منابع بزرگ و تصادفی

متداول ترین و آسیب رسان ترین بار بزرگ و تصادفی ، کوره قوس
 الکتریک می باشد . کوره - قوس الکتریک هارمونیک و هارمونیک میانی با تغییرات
 تصادفی تولید می کند که حذف آنها توسط فیلترهای معمولی مقرون به صرفه
 نیست . شکل ۱-۱۱ به ترتیب طیف فرکانسی ناشی از کوره قوس الکتریک در مدت
 زمان مراحل ذوب و تصفیه را نشان می دهد . مقادیر بسیار بیشتر از مقادیر
 پیشنهادی می باشند . این بارها همچنین باعث تولید نوسان ولتاژ و فلیکر
 می شوند . اتصال به بالاترین سطح ولتاژ و استفاده از راکتانس های سری از جمله
 راهکارهایی هستند که اکنون برای کاهش اثر این کوره ها بر روی کیفیت توان



شکل ۱-۱۰ طیف هارمونیکی لامپ کم مصرف



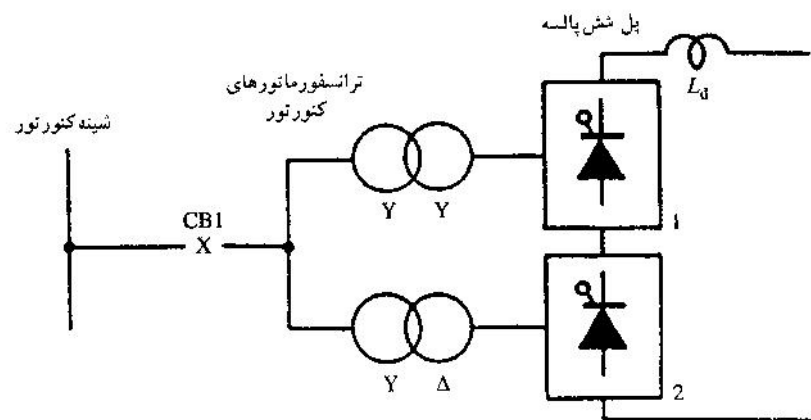
شکل ۱۱-۱ طیف فرکانسی نمونه عملیات قوس الکتریکی (a) طی مرحله ذوب (b) طی مرحله بالایش

۳- مبدل های استاتیک (منابع بزرگ و قابل پیش بینی)

مبدل های قدرت بزرگ ، مانند آنهایی که در کوره های ذوب و سیستم های HVdc استفاده میشوند تولید کننده اصلی جریان هارمونیک هستند . در طراحی آنها تلاش فراوانی جهت حذف این جریان ها در محل تولید صورت می گیرد . پیکربندی استاندارد مورد استفاده در سیستم HVDC و صنعتی ، مبدل ۱۲ پالس است که در شکل ۱-۱۲ نشان داده شده است . جریان های هارمونیک مشخصه برای این نوع مبدل از مرتبه $K + 1$ (از نوع توالی مثبت) و $1 - K$ (از نوع توالی منفی) هستند و دامنه آنها با مرتبه هارمونیک نسبت به عکس دارد، شکل (b) ۱-۱۳ طیف فرکانسی و شکل (a) ۱-۱۳ موج زمانی آن می باشد البته این حالت بیشترین سطح برای حالت یک سیستم ایده آل را نشان میدهد . این سیستم ایده آل مانند یک سیستم a . c بی نهایت (مقاومت صفر) و جریان مستقیم کاملاً مسطح (برای مثال راکتانس مسطح کننده بینهایت) است .

هنگامیکه سیستم a . c ضعیف باشد و ولتاژها کاملاً متعادل نباشند هارمونیک های غیر مشخصه ظاهر می شوند . در حالیکه مقدار هارمونیک های مشخصه مبدل های قدرت بزرگ را میتوان بوسیله فیلترها تقلیل داد لیکن کاهش هارمونیک های غیر مشخصه

با این روش غیر اقتصادی می باشد . بنابر این حتی تزریق مقدار کوچکی از این نوع جریان هارمونیکی میتواند. باعث تولید سطوح اعوجاج ولتاژ خیلی بزرگی از طریق رزونانس موازی شود .

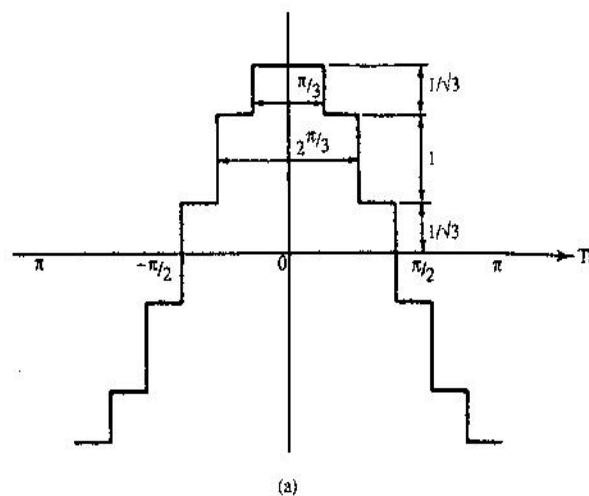


شکل ۱-۱۲ مبدل ۱۲ پالسه

یک مثال از وجود هارمونیکهای غیر مشخصه در اثر کارکرد مبدلها وجود فرکانس اصلی در طرف d c مبدل می باشد که اغلب ناشی از القای خطوط انتقال a.c به خطوط d c نزدیک می باشد ، در چنین حالتی هارمونیک دوم و جریان مستقیم در طرف a c تولید میشود . هارمونیک های زوج بخصوص هارمونیک دوم به لوازم الکترونیکی آسیب رسانده و طبق مقررات شامل جریمه سنگین می شوند . وجود جریان d c در سیستم a c ایجاد اعوجاج بیشتری می کند، سریعترین تأثیر آن اشباع غیر متقارن مبدلها، یا ترانسفورماتورها است که منجر به افزایش قابل ملاحظه هارمونیک های زوج میشود . بنابر این تحت شرایط خاص ، این حالت میتواند منجر به ناپایداری هارمونیکی گردد .

مثال دیگر ، هارمونیک های مضرب سه میباشد . وقتی که برای کلیه تریستورها از یک کنترل زاویه آتش مشترک استفاده شود، ولتاژهای غیر متقارن منجر به جریان پالس با عرض متفاوتی بین سه فاز می شود که منجر به تولید هارمونیک های مرتبه سوم

می‌شوند. برای جلوگیری از این اثر، مبدل‌های قدرت بزرگ مدرن از سیستم آتش با فاصله یکسان استفاده می‌کنند. البته، این کنترل کننده‌ها نمی‌توانند مدولاسیون دامنه هارمونیک دوم جریان $d c$ را که از طریق روند مدولاسیون مبدل، هارمونیک سوم جریان توالی مثبت را بر می‌گرداند، حذف نمایند. این جریان می‌تواند از طریق ترانسفورماتور مبدل، صرف نظر از نوع اتصالش عبور کرده و به نقاط دیگر در شبکه نفوذ نماید. روش تبدیل فرکانس بکار گرفته شده در سیستم‌های راه آهن قدیمی یک منبع مهم دیگر تولید هارمونیک‌های میانی شبه ثابت می‌باشد. اغلب این سیستم‌ها، در فرکانس $162/3 \text{ H Z}$ کار می‌کنند و این فرکانس میانی بعلاوه مولفه‌های هارمونیک آن $162/3$ و $81/3$ در داخل سیستم قدرت ۵۰ تا ۶۰ هرتز منتشر می‌شود.



شکل ۱-۱۳ مبدول ۱۲ پالسه الف- شکل موج جریان ب- طیف جریان

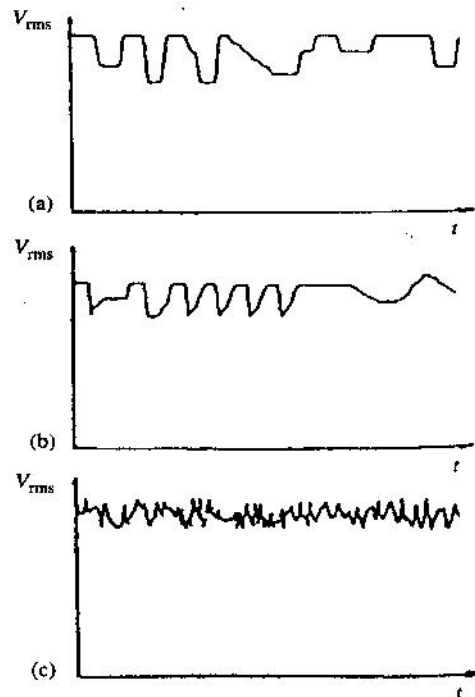
نوسانات ولتاژ

نوسانات ولتاژ به دو گروه عمده تقسیم می شوند .

۱- تغییرات ولتاژ پله ای ، بصورت با قاعده یا بی قاعده در زمان ، مانند

آنچه توسط ماشین های جوشکاری ، کارخانه های نورد و وسایل مورد استفاده

در معدن تولید می شوند . (شکل ۱۴-۱ (a) و (d)) .



شکل ۱-۱۴ نوسانات ولتاژ

۲- تغییرات ولتاژ تصادفی یا متناوب (دارای سیکل) ، ناشی از تغییرات متناظر

امپدانس بار که نمونه آن بار کوره های القایی می باشد (شکل ۱۴-۱ (c))

سایر تأثیرات نوسانات ولتاژ شامل ، تنزل کارایی دستگاه هایی که دارای

خازن هستند ، اختلال در سیستم های کنترل ، و ناپایداری ولتاژ و جریان های

داخلی دستگاههای الکترونیکی می باشد .

عموماً، از آنجائیکه نوسانات ولتاژ دامنه ای بیش از $\pm 10\%$ ندارند اکثر تجهیزات تحت تأثیر این اختلال قرار نمی گیرند. مشکل اصلی تأثیر آنها بر روی فلیکر بوده که در بخش بعدی مورد بحث قرار می گیرد.

فلیکر

فلیکر به صورت: اثر نوسان روشنایی یا رنگ، وقتی که فرکانس تغییرات نور بین چند هرتز تا هر ترکیبی از فرکانسها که دید میشود تعریف شده است. این یک تعریف بی قاعده بوده زیرا جمله « هر ترکیبی از فرکانسها که دیده شود » از شخصی به شخص دیگر تغییر کرده و به عوامل زیادی بستگی دارد. نوسان در سیستم ولتاژ بویژه در مقادیر موثر (r . m . s) میتواند سبب فلیکر نور (فرکانس پایین) شده که به شدت و فرکانس تغییرات وابسته است.

مهندسی قدرت این نوع اختلال را فلیکر ولتاژ مینامند اما اغلب فقط بصورت اختصار فلیکر نامیده می شود. شکل ۱ - ۱۵ یک نمونه ساده فلیکر ولتاژ را نشان می دهد، در این شکل ولتاژ a c بوسیله یک موج سینوسی که روی شکل موج ولتاژ قرار گرفته مدولاسیون دامنه شده است. ولتاژ میتوند بوسیله رابطه زیر بیان گردد.

$$v(t) = V(1 + m \cos \omega_m t) \cos \omega_o t \quad (1-1)$$

که ω_o فرکانس اصلی سیستم a c، ω_m فرکانس موج سینوسی مدوله شده، V دامنه ولتاژ نامی a c و $(m = \Delta V / 2V)$ ضریب مدولاسیون می باشد.

معادله بالا را می توان به صورت زیر بسط داد.

$$v(t) = v \left[\cos \omega_o t + \frac{m}{2} \cos (\omega_o + \omega_m) t + \frac{m}{2} \cos (\omega_o - \omega_m) t \right] \quad (2-1)$$

معادله ۱ - ۲ نشان می دهد که سینگنال A M شامل سه مؤلفه طیفی است که با

توجه به شباهت با تئوری مخابرات، ω_0

فرکانس کاری و $(\omega_0 + \omega_m, \omega_0 - \omega_m)$ دوباند کناری هستند .

فهم اصطلاحات علمی بکار رفته شده مهم است . فرکانس فلیکر ولتاژ در

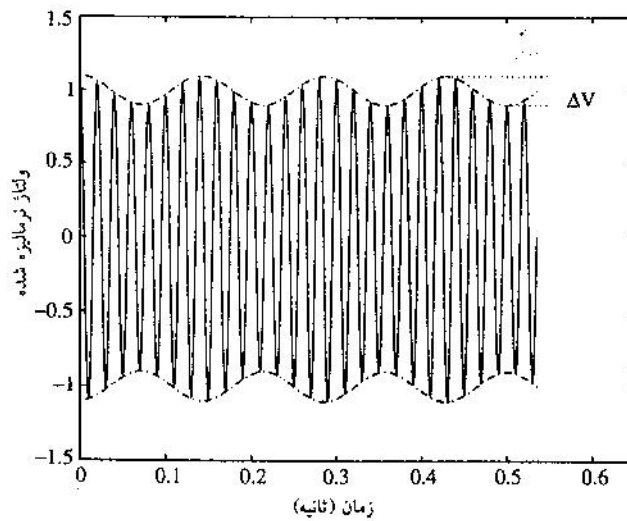
شکل ۱ - ۱۵ ، ۷ هرتز است که خودش را در مؤلفه های ۵۷ هرتز و ۴۳ هرتز در

طیف ولتاژ آشکار می کند ، فرکانس فلیکر به مؤلفه های طیفی شکل موج بر می

گردد و نه به مؤلفه های فرکانسی ولتاژ .

محدوده فرکانسی مدولاسیون که موجب فلیکر قابل ملاحظه می شود بین

۰ - ۳۰ هرتز است .



شکل ۱-۱۵ فلیکر ولتاژ سینوسی: ولتاژ سینوسی ac، ۵۰ هرتز بوسیله شکل موج سینوسی ۷ هرتز مدولاسیون دامنه شده است (نقطه چین) و ضریب مدولاسیون برابر $m = \Delta V / 2V$ است که در آن V دامنه مدوله نشده است.

همچنین ، اتفاقات غیر پریودیکی هم می تواند موجب مشاهده فلیکر

روشنایی گردد. بنابراین هر تغییر قابل درکی در روشنایی (نور) فلیکر نامیده

میشود.

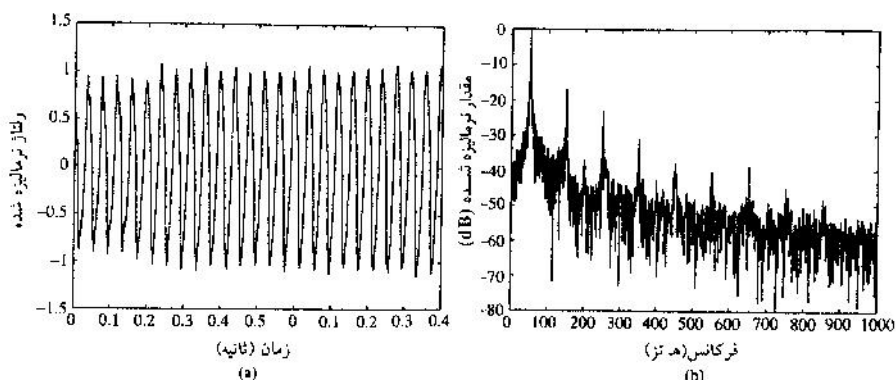
در نتیجه ، معنی فلیکر ولتاژ نباند به اختلالاتی شبیه آنچه در مدولاسیون دامنه توصیف شده ، محدود گردد. وقایع کلیدزنی ، هارمونیکهای میانی و هارمونیکهای مدوله شده هم منجر به فلیکر روشنایی می گردد . هم چنین عبارت فلیکر ولتاژ زمانی که بر روی سایر تجهیزات تأثیر می گذارد نیز اطلاق میشود و ربطی به فلیکر روشنایی ندارد .

علل فلیکر

دلایل اصلی فلیکر بارهایی هستند که جریان های متغیر بزرگی را از شبکه میکشند . با توجه به امیدانس سیستم قدرت (ژنراتورها ، ترانسفورماتورها و خطوط انتقال) این تغییرات موجب مدولاسیون دامنه ولتاژ در شینه بار و حتی در شینه های دور میشود . به عنوان مثال شکل ۱ - ۱۶ ولتاژ ثبت شده در طرف ثانویه ترانسفورماتوری ناشی از جریان کوره قوس الکتریک و همچنین طیف مطابق با آن را نشان می دهد . از دیگر عوامل تولید فلیکر میتوان به راه اندازی موتورهای الکتریکی اشاره نمود .

موتورها معمولا برای تولید گشتاور راه اندازی مناسب چندین برابر جریان بار کاملشان را از شبکه میکشند بنابر این ، کارکرد موتورها در کاربردهایی که نیاز به گشتاور نامنظم دارد. مشکل ساز است . کاربرد موتورها در محدوده لوازم خانگی (مانند ماشین لباسشویی ، خشک کن ها و مخلوط کن ها) تا تجهیزات پر قدرت مانند پمپ های گرمایی یا موتورهای مورد استفاده در کارخانه نورد فولاد میباشد در این حالت شکل موجهای فلیکر اساساً مثلثی هستند

و ممکن است مانند کمپرسورها با حرکات تناوبی (مثل یخچالها) پریودیک باشند .
 یا در صورت راه اندازی غیر پشت سرهم موتورهای بزرگ ، غیر پریودیک باشند .
 این منابع فلیکر ، باعث نوسان روشنایی لامپ الکتریکی با توجه به مدولاسیون
 دامنه ولتاژ منبع می گردند . هارمونیک های میانی در طیف ولتاژ هم فلیکر روشنایی ولی با
 تکرار کم را تولید می کند. این حالت با ایجاد ضربان با فرکانس اصلی a c ، سایر
 هارمونیکها یا هارمونیک های میانی که ممکن است وجود داشته باشند صورت می گیرد .
 به عنوان مثال یک هارمونیک 100 هرتزی با یک هارمونیک میانی 90 هرتزی منجر به فلیکر
 روشنایی 10 هرتزی می شوند .



شکل ۱-۱۶ فلیکر ولتاژ اندازه گیری شده برای قوس الکتریکی نمونه در ثانویه ترانسفورمر منبع
 (a) دفعات نوسان آشکار شده سری در حلقه (b) نمایش طیف هارمونیکهای میانی

اثرات فلیکر

فلیکر زدن لامپهای روشنایی الکتریکی موجب ناراحتی فرد بیننده می
 شود . تأثیر زیان آور آن بر سلامتی انسان معمولاً بسیار وخیم تر از اثرات ممکن
 آن بر تجهیزات است . این تأثیرات به حساسیت زیاد چشم انسان در مقابل تغییر
 روشنایی بستگی دارد . فلیکر روشنایی برای ضریب مدولاسیون کمتر از 0.15%
 قابل توجه است .

معمولا لامپ های گازی تخلیه ای (UV) به نوسان ولتاژ عکس العمل نشان می دهند ، لیکن لامپهای فلورسنت به علت اثر لایه فسفر و عملکرد مدار بالاست آن حساسیت کمتری به فلیکر ولتاژ دارد .

لامپ های فلورسنت فشرده مدرن (CFL) ها در فرکانس های بالا با استفاده از عناصر نیمه هادی عمل می کنند . در نتیجه فلیکر ولتاژ a c توسط سیستم مغز و چشم انسان قابل مشاهده نیست و شکایت در این زمینه کمتر است. البته فلیکر روشنایی با فرکانس بالا در لامپ های فلورسنت با سردرد و خستگی چشم همراه است .

سایر اثرات گزارش شده ناشی از فلیکر ولتاژ شامل: کاهش عمر وسایل الکترونیکی ، لامپهای فلورسنت ، لامپهای رشته ای و تیوب اشعه کاتدی (CRT) عملکرد نادرست (PLL) ها از دست دادن سنکرونیسم در منابع قدرت بدون وقفه (UPS)ها و عملکرد نادرست کنترل کننده های الکترونیکی و ادوات حفاظتی است .

ادوات حساس الکترونیکی می توانند با هزینه کمی از تأثیرات منفی فلیکر ولتاژ حفاظت شوند . لیکن این روش برای روشنایی الکتریکی مقرون به صرفه نیست . زیرا تعداد آنها زیاد و قیمت هر لامپ کم می باشد .

ارزیابی کیفیت

در یک سیستم قدرت ، شکل موجها را می توان از اندازه گیری در نقاط اتصال به مشترک (P C C) بدست آورد . سپس میتوان با استفاده از پردازش سیگنال ، مؤلفه های فرکانسی این شکل موجها را تعیین نمود . این روند کار هسته اصلی ارزیابی کیفیت توان می باشد بهرحال ، پیشرفت در ارزیابی کیفیت توان بدلیل هزینه بالا و محدودیت در ترانسدیوسرهای موجود و نیز دستگاههای مونیترینگ کم می باشد .

سیگنالهای آنالوگ ترانسدیوسرها ، به شکل دیجیتال تبدیل می شوند و با استفاده از پردازش در حوزه فرکانس یا زمان مورد بررسی قرار می گیرند . نوع پردازش به نوع اطلاعات مورد نیاز و نتیجه استفاده از آن بستگی دارد . برای بهبود کنندنده های توان راکتیو که در بعضی از پروسه های صنعتی مورد استفاده قرار میگیرند اطلاعات به طور مستقیم از شکل موجها و بصورت زمان واقعی ، گرفته می شوند .

از طرف دیگر پردازش اعوجاج شکل موج مانا یا شبیه مانا نیاز به تحلیل سیگنال در حوزه فرکانس دارد. سرعت پردازش در این حالت مهم نیست زیرا از نتایج برای فراهم کردن اطلاعات آماری استفاده میشود . در حال حاضر ، پردازش پیوسته زمان واقعی بیش از توانایی تجهیزات تجاری است و اطلاعات گسسته حوزه زمان برای پردازش های لازم بعدی باید روی نوار نخیره شود در ضمن با استفاده از پردازشگرهای سیگنال دیجیتالی (DSP) ها و پردازش های موازی می توان سرعت کافی برای پردازش سیگنال پیوسته در زمان واقعی فراهم نمود . اضافه شدن بارهای غیر خطی در سیستمهای قدرت ، نیاز به شبیه سازی کامپیوتری شبکه را برای نشان دادن اثر آنها بر کیفیت توان بیشتر کرده است . در این خصوص بررسیهای زیادی صورت گرفته است و نقش مهم آنها در طراحی سیستمهای قدرت مدرن اثبات شده است .

بطور کلی تأثیر فوری بارهای غیر خطی اعوجاج در شکل موج جریان می باشد . در بخش طراحی و طرح ریزی سیستم ، شکل موج جریان بارهای اغتشاش را باتوجه به شناخت مشخصه عنصر غیر خطی آنها و نیز مولفه های فرکانسی ایجاد شده توسط این عنصر غیر خطی بدست می آید . در بخش مدلسازی سیستم

قدرت با در نظرگیری عناصر غیر خطی ها بصورت منابع جریان ، از مدلهای عناصر شبکه در حوزه فرکانس برای بدست آوردن اطلاعات اعوجاج ولتاژ و جریان می توان استفاده نمود .

تخمین حالت کیفیت توان

معمولاً ، ارزیابی کیفیت توان بصورت پیوسته و سیستماتیک انجام نمیگیرد ؛ بجای آن از روشهای انداره گیری فاقد عمومیت برای بررسی سطح اغتشاشات ولتاژ در شینه ها استفاده میشود . راه حل های محلی بر بقیه سیستم قدرت چه بطور منفی و چه بطور مثبت تأثیر میگذارد . بنابر این برحسب میزان هزینه کلی و نیز عملکرد ، این راه حلها بسیار دور از حالت ایده آل میباشند . بهرحال مونیورینگ محلی و ارزیابی کامل شبکه راه حل فنی و اقتصادی تری را ارائه میدهد. ارزیابی کامل شبکه دارای محدودیت های عملی است زیرا نقاطی که مونیورینگ میگردند محدود بوده و اطلاعات کاملی از مشخصه و نیز شکل سیستم و شبکه الکتریکی وجود ندارد . بکمک تعداد بهینه ای دستگاه اندازه گیری و البته در محلهای مناسب ، همراه با شبیه سازی سیستم الکتریکی ، میتوان اطلاعات قابل قبول از سیستم را بدست آورد و سپس به تخمین محل ایجاد مشکلات پرداخت . این نوع بررسی همراه با تخمین حالت سیستم قدرت به تخمین حالت کیفیت توان مشهور است .

البته ، ارزیابی کامل سیستم نیاز به سنکرون کردن اطلاعات بدست آمده از

محل های مختلف دارد : نیاز به سنکرون سازی را میتوان با استفاده از سیستم G P S

بدست آورد . در مفاهیم کیفیت توان ، بحث تخمین حالت فقط در موضوع هارمونیکها بحث شده است و بهمین دلیل از طرف صنایع مقبولیت نیافته است .

نامتعادلی ولتاژ

ساده ترین روش بیان نامتعادلی ولتاژ اندازه گیری انحراف ولتاژ در هر

کدام از سه فاز و مقایسه آن با متوسط ولتاژ فازی می باشد .

$$\text{انحراف ماکزیمم از متوسط ولتاژ فازی} = \frac{\text{نامتعادلی ولتاژ فاز}}{\text{متوسط ولتاژ فازی}}$$

البته درجه نامتعادلی ولتاژ شبکه سه فاز بصورت بهتری توسط مؤلفه

های متقارن بعنوان نسبت مؤلفه های ولتاژ توالی منفی یا توالی صفر به مؤلفه

های توالی مثبت بیان میشود .

$$\text{فاکتور نامتعادلی ولتاژ} = \frac{\text{ولتاژ توالی صفر}}{\text{ولتاژ توالی مثبت}} = \frac{\text{ولتاژ توالی صفر}}{\text{ولتاژ توالی مثبت}}$$

در رابطه با حدود نامتعادلی ولتاژ که در آن موتور و ژنراتور بتوانند با

اطمینان کارکنند ، توافق عامی وجود ندارد . از آنجائیکه تأثیر اصلی نامتعادلی

ولتاژ گرم شدن سیم پیچی ماشین ها است لذا سطوح بالاتر ولی کوتاه مدت

نامتعادلی ممکن است برای چند ثانیه یا حتی دقیقه مورد قبول باشد .

نوسان ولتاژ و فلیکر

نوسان ولتاژ به تغییر دوره ای ولتاژ یا یک سری تغییرات تصادفی ولتاژ گفته

میشود بنحویکه دامنه اش از محدوده تغییرات ولتاژ مجاز اشاره شده در I E C ۳۸ (یعنی

تا % 10±) است تجاوز نکند و فرکانس وقوع آن از ۲۵ در ثانیه تا یک بار در دقیقه متغیر

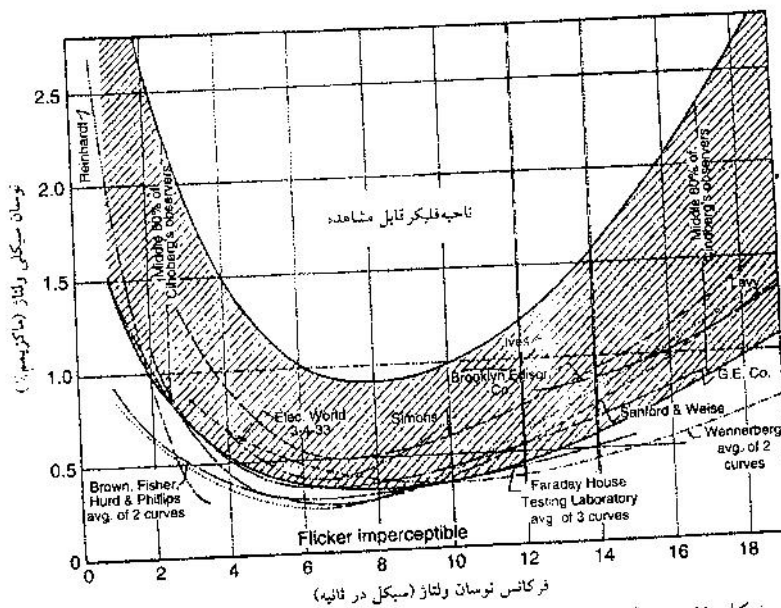
بوده و باید از تغییرات آرام و نرمال در همان محدوده که ناشی از تغییرات تدریجی بار در

شبکه است تمایز داده شود ، عموماً چنین پدیده ای توسط دامنه تغییرات ولتاژ و میزان تکرار مشخص می شود .

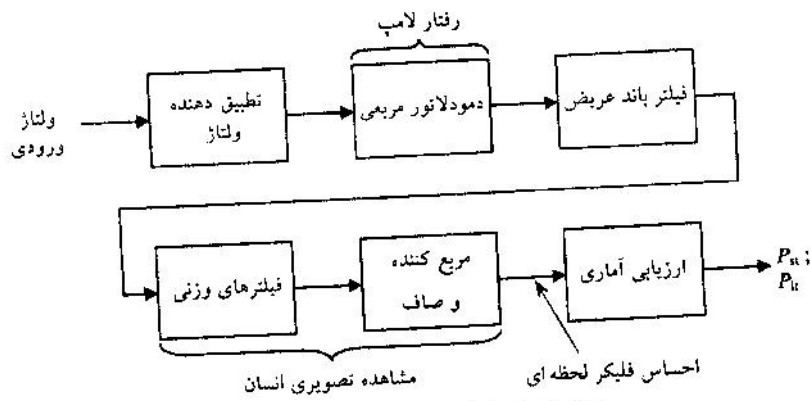
بسیاری از استانداردها و راهنمائیهای قبلی در خصوص فلیکر ، محدودیتهایی را در نوسان ولتاژ به خاطر محدود کردن فلیکر مزاحم نور لامپ اعمال نموده اند . بسیاری از منحنی های فلیکر ولتاژ درصد دامنه ضربان ولتاژ و فرکانس ضربانی که منجر به فلیکر قابل درک شود را ارائه می نمایند . این منحنی های از طریق آزمایشات بسیار زیاد و تجربیات عملی واقعی بدست آمده اند . منحنی ها متفاوت ممکن است دامنه یا فرکانسهای ضربانی قابل قبول یا قابل تحمل را مشخص سازند . اما همه آنها یک گرایش مشابه را چنانکه در شکل ۲ - ۶ نشان داده شده است دنبال می کنند . با استفاده از این منحنی ها دیده می شود که حساسترین فرکانس در حدود ۸ هرتز می باشد .

IEC ۸۶۸ : ۱۹۸۶ و IEC ۱۹۹۷ : ۱۵ - ۴ - ۶۱۰۰۰ IEC روش عمومی آنالیز شدت

فلیکر ، شامل اندازه گیری نوسان درخشش نور یک لامپ رشته ای را ارائه می دهد . استاندارد IEC ۶۱۰۰۰ - ۴ - ۱۵ مشخصات طراحی و عملی لوازم اندازه گیری فلیکر که از مطالب تهیه شده توسط Union International d . Electrothermie استنتاج شده را فهرست می نماید . تخمین فلیکر میتواند بصورت وسیعی به دو بخش تقسیم شود : اندازه گیری تأثیر فلیکر لحظه ای که توسط چشم انسان مشاهده می گردد و ارزیابی آماری سطح شدت آن در دوره های زمانی کوتاه و طولانی مدت .



شکل ۲-۶ مقایسه منحنیهای فلیکر ولتاژ بدست آمده از منابع مختلف



شکل ۲-۷ بلوک دیاگرام فلیکر متر IEC

شکل ۱-۷ بلوک دیاگرام فلیکر متر به صورت خلاصه از ۱۵-۲-۱۱۰۰۰ IEC

استخراج شده است را نشان می دهد. آداپتور ولتاژ ورودی، را بصورت دینامیک با یک مقدار مؤثر متوسط مقایسه می کند و شرایطی را بوجود می آورد که اندازه گیری فلیکر از سطح ولتاژ ورودی واقعی مستقل باشد. این مقیاس بندی دارای یک مشخصه پایین گذر با ثابت زمانی ۶۰ ثانیه است که تغییرات آرام در اثر تنظیم ولتاژ را تعقیب می کند. پاسخ لامپ به نوسان ولتاژ با یک دمودولاتور با قانون مربع شبیه سازی می شود. مربع کردن ولتاژ

لحظه ای این شرط را بوجود می‌آورد که توان احظه ای تغذیه شده به لامپ با فرض مقاومت ثابت فیلامان لامپ صورت میپذیرد. فیلتر بالا گذر (Band _ Pass) ولتاژ d.c را حذف کرده و ریپل فرکانس اصلی را در دمودولاتور خروجی دو برابر می کند. فیلترهای وزنی مشخصه های باند گذر چشم انسان را منعکس می کنند. مربع سازی برای این است که تغییرات روشنایی مثبت و منفی منجر به احساس مشابه شوند. یکنواخت سازی بایک فیلتر پایین گذر، حالت انتگرال گیری از شکل موج را بوجود می آورد که احساس فلیکر را از توالی تغییرات روشنایی مستقل می گرداند. از سطوح احساس فلیکر لحظه ای برای ارزیابی آماری شدت فلیکر استفاده میشود.

۱۹۹۱: ۰-۸۶۸ I E C این استاندارد بر اساس یک رویه آماری است که توسط U I E پیشنهاد و سپس توسط I E C پذیرفته شده است. از این استاندارد جهت ارزیابی اثر شدت تغییرات ولتاژ روی فلیکر روشنایی استفاده می‌شود. دامنه تأثیر فلیکر به تعداد کلاسهای مناسب تقسیم بندی می شوند. هر بار که مقداری در یک کلاهی مناسب اتفاق می‌افتد، شمارنده آن کلاس یکی اضافه می شود. بدین طریق تابع توزیع وقوع فلیکر بدست می آید. با انتخاب فرکانس نمونه برداری دست کم دو برابر ماکزیمم فرکانس فلیکر، نتیجه بدست آمده در انتهای دوره اندازه گیری نشان دهنده توزیع و تداوم سطوح فلیکر در هر کلاس خواهد بود. با اضافه کردن محتویات شماره کلیه کلاسها، و بیان شماره هر کلاس نسبت به کل، تابع دانسیته احتمال سطح فلیکر بدست می آید.

این تابع برای بدست آوردن تابع احتمال تجمعی جایی که مقادیر آماری مهم از قبیل انحراف معیار، مقدار متوسط و درصد زمانی که سطح فلیکر از حدود معینی تجاوز نماید، مورد استفاده قرار می گیرد.

احتمال تجمعی $P(1)$ که I F L از 1 بیشتر می شود به صورت زیر تعریف

گردد :

$$p(1) = \frac{t_1}{T} \quad (2-6)$$

که آن ؛

t_1 = مدت زمانی که سیگنال بالای 1 باقی می ماند

T = زمان مشاهده کلی میباشد .

از نظر عملی فقط تعداد محدودی از نقاط منحنی $P(1)$ را میتوان محاسبه کرد .

محاسبه N نقطه روی منحنی معادل تقسیم کل رنج سیگنال به $N - 1$ کلاس بوده و این

روش ، زمان - دسته بندی سطح نامیده می شود . شکل 2 - 8 این روش را با استفاده از

تعداد کمی کلاسهای با فاصله یکسان به وضوح نشان می دهد از سوی دیگر ، کلاسها

میتوانند بصورت لگاریتمی فاصله داده شوند .

نتیجه تابع احتمال تجمعی گسسته (C P F) برای زمان مشاهده در شکل 2 - 9

بوضوح نشان داده شده است . افزایش شماره کلاس منجر به توزیع دقیقتر اما نیاز به

محاسبات بیشتری دارد . برای محدود کردن محاسبات و افزایش دقت روشهای دسته بندی

(خطی و لگاریتمی) ، چندین تکنیک درون یابی توسط I E C پیشنهاد شده است .

دو شاخص شدت ، برای ارزیابی فلیکر پیشنهاد شده است که شدت فلیکر دوره

کوتاه مدت (P s t) و شدت فلیکر دوره طولانی مدت (P l t) نامیده می شود . شدت

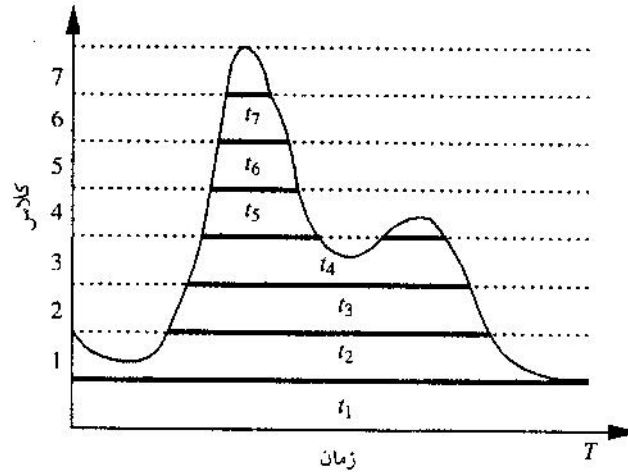
دوره کوتاه مدت ، P s t عموماً در 10 دقیقه محاسبه و از آمار زمان در سطح

(Time_at_level) که از تابع احتمال تجمعی استخراج شده است بدست می آید .

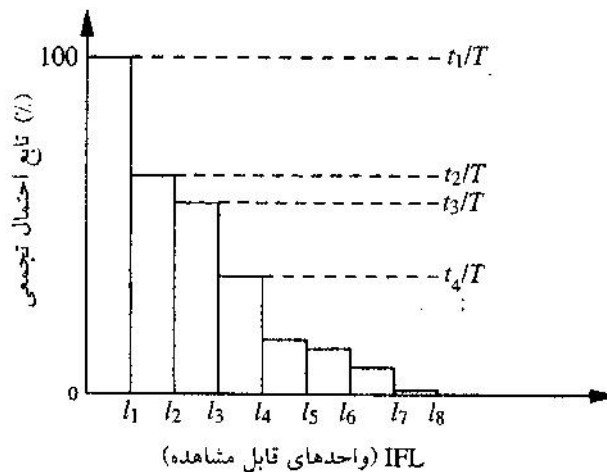
$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0/1} + 0.0525P_{1s} + 0.0657P_{3s} + 0.28P_{10s} + 0.08P_{50s}}$$

درصدهای ۰/۱ P، ۱ P، ۳ P، ۱۰ P، ۵۰ P سطوح فلیکری هستند که برای ۱/۰٪، ۱٪،

۳٪، ۱۰٪، ۵۰٪ زمان دوزه مشاهده سطح تأثیر فلیکر از این مقادیر بیشتر شده است.



شکل ۲-۸ نسته بندی خطی سربهای زمانی . t_k طول زمانی را نشان میدهد که سیگنال از حد پایین آن کلاس (k) بیشتر شده است.



تکر ۲-۹ تابع احتمال تجمعی (CPF) سیگنال در شکل ۲-۸ برای زمان مشاهده T

پسوند S در فرمول خاطر نشان می سازد که مقادیر زیر بایستی مورد استفاده

قرار گیرند .

$$P_{50S} = (P_{30} + P_{50} + P_{80}) / 3$$

$$P_{10S} = (P_6 + P_8 + P_{10} + P_{13} + P_{17}) / 5$$

$$P_{50S} = (P_{22} + P_3 + P_4) / 3$$

$$P_{50S} = (P_{0.7} + P_1 + P_{1.5}) / 3$$

ثابت زمانی حافظه ۰/۳ ثانیه در فلیکر متر تضمین میکند که $P \leq 0.1$ نمیتواند ناگهانی تغییر کرده و هیچ مسطح سازی برای این درصد لازم نیست. پریود ۱۰ دقیقه ای که در آن ارزیابی شدت فلیکر دوره کوتاه مدت صورت می پذیرد برای تخمین اختلال ایجاد شده توسط منابع تکی با یک دوره کاری کوتاه و مفید می باشد. برای منابع فلیکر با دوره کاری مختلف و طولانی مانند کوره های قوس الکتریکی، شدت فلیکر با دوره بلند P_{Lt} از سطوح شدت فلیکر دوره کوتاه مدت استخراج می شود. مدت زمان دوره بلند مدت معمولاً چندین ساعت بطول می انجامد و چند برابر مدت زمان دوره کوتاه مدت می باشد و متناسب با دوره کاری بار یا پریودی که مشاهده گر ممکن است نسبت به فلیکر عکس العمل نشان دهد می باشد.

$$P_{Lt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N P_{sti}^3}{N}} \quad (2-9)$$

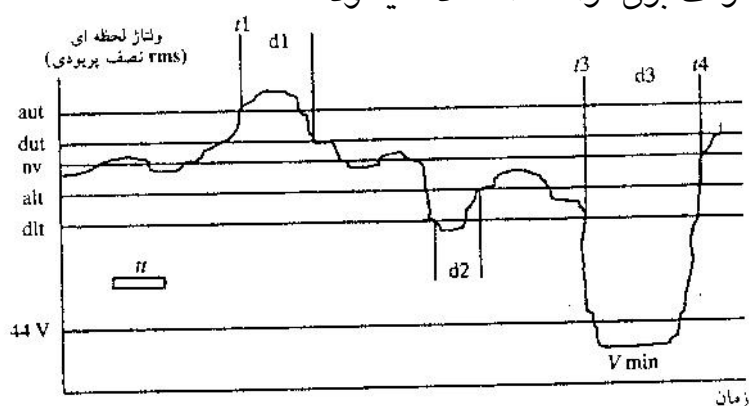
که در آن P_{sti} ($I = 1, 2, 3, \dots$) قرائت های متوالی شدت فلیکر کوتاه مدت P_{st} می باشد.

ثبت وقایع

احتمالاً توجه اصلی مشترکین به کیفیت توان مربوط به فلش فرورفتگی ولتاژ، تعداد، تداوم قطعی ها می باشد. پردازش های اولیه این وقایع اطلاعات ناقصی به مشترکین می دادند. فقدان گزارش دهی مناسب، عدم دقت در نقشه شبکه موجود و تغییرات در شرایط عملکردی سیستم با یکدیگر ترکیب می شوند بنحویکه قابلیت اطمینان در مونتورینگ کاهش می یابد. این موارد شرکتهای برق را تشویق می کند تا استفاده از وسایل اندازه گیری مطمئن اقتصادی را مد نظر قرار دهند.

یک مثال از تکنولوژی جدید مفهوم (I Q F) Indiatear de Qualitede Fourniture

است که توسط شرکت برق فرانسه استفاده میشود .



شکل ۵-۲۳ یک نمایش از تعریف وقایع

چنین روشی به تضمین کیفیت منبع تغذیه در قراردادهای مشترکین ملحق شده ، عموماً اطلاعات کیفیت توان را بهبود بخشیده و به مشتریان در عملکردهایشان اطمینان و اعتماد میدهد .

تجهیزات I Q F در دو حالت ، همانطور که در شکل ۵ - ۲۳ نشان داده شده است عمل می کنند . در حالت معمولی ، مقدار موثر لحظه ای برای زمان ۱۰ میلی ثانیه تعریف می شود (پریود ۵۰ هرتز) و بطور دائم با مقدار آستانه مقایسه می گردد . هنگامیکه ولتاژ از مقدار آستانه بالا بیشتر شود یک تایمر بکار می افتد و این تایمر تا زمانیکه ولتاژ به زیر آستانه (d w t) نرسد به کار خود ادامه می دهد. سپس این زمان با زمان آستانه مقایسه می گردد. این زمان اگر از زمان آستانه بیشتر باشد. این حالت بعنوان یک واقعه در نظر گرفته شده و زمان وقوع ، مدت زمان استمرار و مقدار اصلی $r . m . s$ لحظه ای محاسبه شده در این فاصله ، ثبت می شود . پردازش مشابهی برای کمبود ولتاژ تعریف شده است . وقتی ولتاژ کاهش می یابد ، مثلاً ۱۰٪ مقدار نامی ، وسیله به حالت کمبود قدرت سویچ شده و بررسی وضعیت ولتاژ قطع می گردد. این واقعه بعد از بازیافت قدرت با زمان اتفاق

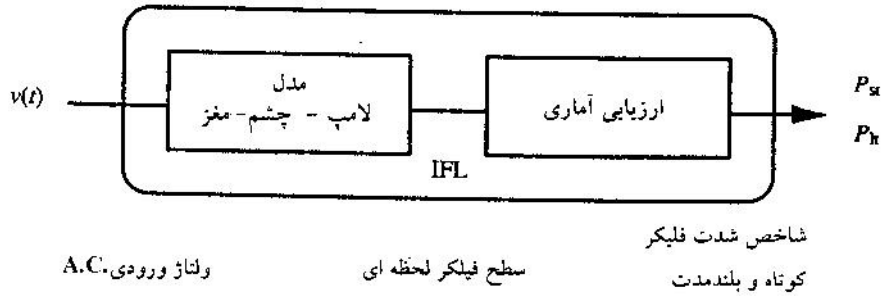
افتادن ، استمرار آن و مقدار $r . m . s$ آن ثبت می گردد. ولتاژ از یک تقسیم کننده مقاومتی گرفته شده و یک میکروپروسسور ST ۹۰۳۰ پردازش لازم یعنی ۹۰ مرتبه در هر نیم سیکل را انجام می دهد .

مونیتورینگ فلیکر

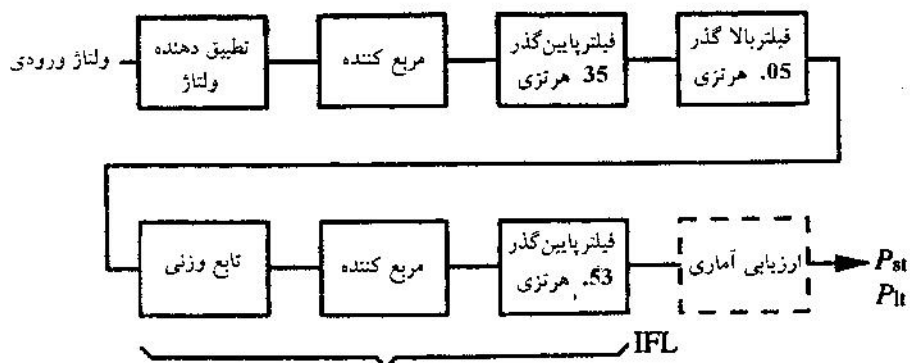
فلیکر متر I E C

دو قسمت اصلی فلیکر متر I E C در شکل ۵ - ۲۴ نشان داده شده است . فلیکر ولتاژ براساس ناراحتی انسان تعیین می گردد . بنابر این اولین قسمت مدل سازی یک لامپ رشته ای و همچنین سیستم مغز - چشم انسان خواهد بود. از ولتاژ مونیتور شده ، فلیکر تجربه شده لحظه ای (آنچنانکه ۵۰٪ مردم آنرا ملاحظه کنند) بدست می آید . این مقدار سطح فلیکر لحظه ای (I F L) نامیده میشود . در قسمت دوم ، مقادیر غیر قابل پیش بینی برای فراهم نمودن سازگاری بهتری بین اندازه گیریها ، بصورت آماری ارزیابی می گردند . ارزیابی آماری ، توزیع دامنه های سیگنال I F L را بدست می دهد بنحویکه آنرا می توان توسط یک عدد ، شاخص شدت فلیکر کوتاه مدت (P st) مشخص کرد . مدت زمان مربوط به این شاخص ۱۰ دقیقه می باشد . از شاخص شدت فلیکر بلند مدت (P lt) برای مشخص سازی فلیکر ولتاژ در دو ساعت استفاده می شود .

شکل ۵ - ۲۵ بلوک های فلیکر متر برای تولید I F L را نشان می دهد . منظور از آدابتور ولتاژ درجه بندی ولتاژ ورودی $a . c$ به معدل مقدار $r . m . s$ آن می باشد . به این طریق ، تغییرات آرام در اثر تنظیم ولتاژ نیز دنبال خواهد شد . علاوه بر این امکان ، اجازه اتصال فلیکر متر به هر سطح ولتاژی بوجود میآید . مربع کردن ولتاژ خروجی آدابتور توان لحظه ای نرمالیزه شده تغذیه شده به لامپ را ایجاد می کند .



شکل ۵-۲۴- اصول کار فلیکرمتر IEC



شکل ۵-۲۵- بلوک دیاگرام فلیکرمتر IEC آنالوگ. فیلترها فرکانس ۳db نیز در این شکل نشان داده شده اند.

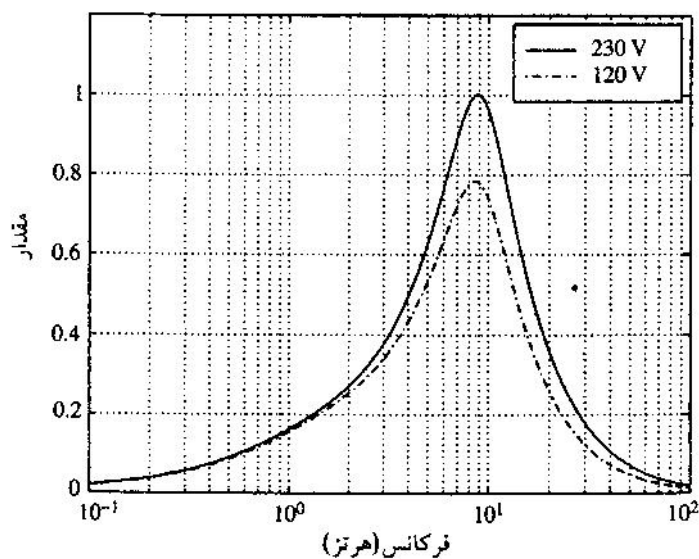
فیلتر پایین گذر بایستی تضعیفی حدود 90 dB در دو برابر فرکانس اصلی و اعوجاج پایین در باند گذر خود داشته باشند. فیلتر باتروورث (Butterworth) مرتبه ششم، با فرکانس قطع ۳۵ هرتز برای این منظور بکار رفته است، برای نسبت ریپل ۱۰٪ که بعنوان بیشترین نوسان که در سیستم های قدرت اتفاق می افتد، بالاترین فرکانس قابل درک است فلیکر درست زیر ۳۵ هرتز می باشد.

فیلتر بالاگذر برای حذف dc طراحی شده است بنحویکه خروجی فیلتر اعوجاج های نرمالیز شده فرکانس پایین قدرت لحظه ای لامپ را نشان می دهد. یک لامپ فیلامانی تنگستن ۶۰ وات، ۲۳۰ ولت بعنوان لامپ مرجع مورد استفاده قرار گرفته است. مشخصات

پایین گذر آن در فیلتر وزنی قرار داده شده است بطوریکه پاسخ چشم به نوسان روشنایی را نمایش دهد .

پاسخ دامنه فیلتر وزنی I E C توسط منحنی خط پر در شکل ۵ - ۲۶ نشان داده شده است . مشخصه خط چین برای اندازه گیریهای فلیکر در سیستم های ۱۲۰ ولت بکار میرود .

بلوک های باقیمانده مدل درک انسانی ، بلوک های مربع کننده و یک فیلتر پایین گذر مرتبه اول میباشدند . آنها با هم یک برآورد کننده تغییرات غیر خطی برای خروجی فیلتر وزنی را تشکیل میدهند . بنابراین ، I F L منتهی اغلب مثبت است . استنتاج دیجیتال I F L بعداً توضیح داده شده است .



شکل ۵-۲۶- دامنه پاسخهای فیلترهای وزنی برای سیستمهای ۱۲۰ ولت و ۲۳۰ ولت

فلیکر متر دیجیتال در حوزه زمان

فلیکرمتر دیجیتال ، بجز بخش بلوک ارزیابی آماری ، براساس تکنیک آنالوگ کار

می کند ، البته استفاده از D S P نیازمند یک سیستم کاملاً دیجیتال می باشد .

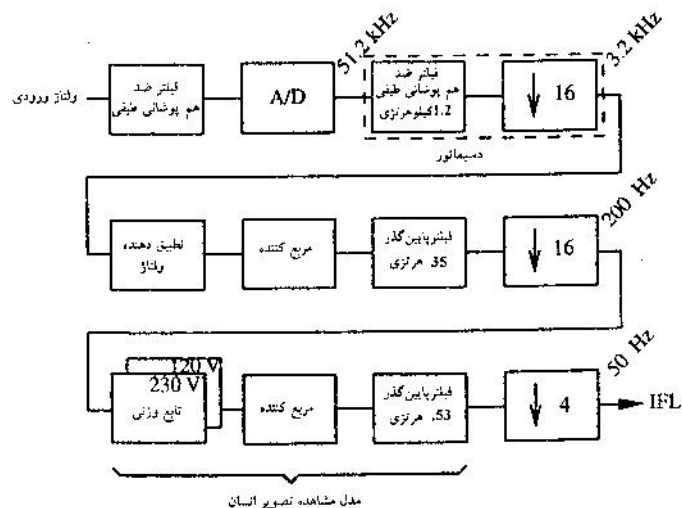
توابع تبدیل S برای همه فیلترها توسط I E C تعریف شده است . توابع تبدیل Z مربوطه می تواند توسط الگوریتم های تبدیل فیلتر آنالوگ به دیجیتال استاندارد یا طراحی مستقیم بدست آیند .

شکل ۵ - ۲۷ بلوک دیاگرام یک فلیکرمتر دیجیتال بکار رفته شده در آنالیز هارمونیکی مستمر در زمان واقعی (CHART) را نشان میدهد .

فرکانس نمونه گیری : فلیکرمتر دیجیتال از پردازش چند سرعت استفاده می کند . استفاده از پایین ترین سرعت نمونه گیری ممکن در هر طبقه بیشترین کارایی محاسباتی را اطمینان میدهد . فلیکربه عنوان مدولاسیون دامنه ولتاژ سیستم ac که نمایشگر طیف فرکانسی حامل با باندهای کناری است ، در نظر گرفته میشود . با این فرض و برای حداکثر فرکانس ۳۵ هرتز ، باند فرکانس مناسب برای اندازه گیری فلیکر در یک سیستم ac ۵۰ هرتز تا ۸۵ هرتز در نظر گرفته می شود . (۹۵ هرتز برای یک سیستم ۶۰ هرتز a . c) . پهنای باند ورودی فلیکر متر نباید در این محدوده کوچک محدود شود زیرا پدیده های دیگری نیز باید در نظر گرفته شوند .

میان هارمونیک ها باعث تولید فلیکر سبکی می شوند غلبه مؤلفه های معین حاضر در طیف فرکانس ولتاژ می تواند منجر به نوسان دامنه ولتاژ شده و سبب فلیکر سبک قابل درک گردد .

برای مثال ولتاژی با طیفی شامل سیستم a . c ، (فرکانس ۵۰ هرتز) ، هارمونیک پنجم و یک مؤلفه ۲۶۰ هرتز حاوی یک ضربان فرکانس ۱۰ هرتز درپوش ولتاژ می شود که باعث احساس فلیکر خواهد شد ، گرچه در این حالت طیف مؤلفه ها در فرکانسهای زیر یا نزدیک فرکانس پایه وجود ندارد .



شکل ۵-۲۷ بلوک دیاگرام فلیکرمتر دیجیتال (شامل ارزیابی آماری). سرعت نمونه برداری و فیلتر فرکانس ۳db نیز نشان داده شده‌اند.

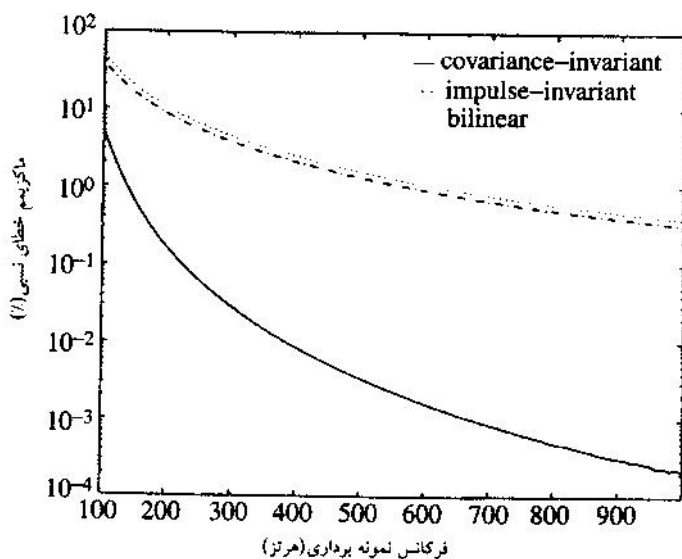
مؤلفه های طیفی در فرکانسهای غیرهارمونیکی می‌تواند از تقاطع هارمونیکی مدولاسیون در مرحله تبدیل استاتیک $a.c / d.c$ نتیجه شود در عمل ، دامنه ها خیلی کوچک هستند (زیر ۱٪) بنحویکه یک میان هارمونیک تکی سبب فلیکر قابل درک نمی گردد. محدوده فرکانس مورد نظر ، اگر فقط ضربان سیگنال میان هارمونیک ها بافرکانس پایه در نظر گرفته شود ، تقریباً بین ۲۰ هرتز تا ۸۰ هرتز محدود می‌شود. البته چندین میان هارمونیک و هارمونیک ممکن است به فلیکر قابل ملاحظه ای نتیجه شود ، زیرا سطوح فلیکر با یکدیگر جمع می شوند در نتیجه ، فلیکرمترها بایستی دارای پهنای باند ورودی بالای کافی باشند . پهنای باند فلیکرمتر دیجیتال شرح داده شده ۱/۲ کیلو هرتز می باشد و توسط یک فیلتر FIR anti _ aliasing خطی فاز مرتبه دویست و پنجاه و پنج محدود میگردد . باند پایانی از ۱۶ کیلو هرتز بیشتر می شود در نتیجه نرخ نمونه گیری به $3/2 KHZ$ کاهش می یابد .

فیلتر کردن FIR در نمونه بردار پایین قرار داده شده است و برای بدست آوردن

یک دسیماتور ((decimator)) کارا ، از تقارن ضرایب فیلتر استفاده شده است .

اولین فیلتر (LP) فیلتر متر I E C، دارای تضعیف دست کم 90 dB در 100 هرتز و به بالا برای تضعیف فرکانس های دوبرابر فرکانس اصلی ناشی از مربع سازی می باشد. بنابراین نرخ نمونه برداری را می توان بعد از فیلتر کردن کاهش داد. فیلترهای باقیمانده با نرخ نمونه گیری 200 هرتز کار می کنند. فیلتر نهایی I P دوباره پهنای باند سیگنال را کاهش میدهد (فیلتر مرتبه اول $f_{\text{cut-off}} = 0.53\text{ Hz}$). بنحویکه سرعت نمونه گیری را بتوان کاهش داد. این کار منجر به کم شدن محاسبات بخش آماری I F L خواهد شد. کمترین سرعت در چنین نمونه برداریهایی برای بلوک ارزیابی آماری 50 هرتز در نظر گرفته میشود.

طراحی فیلتر وزنی دیجیتال: پاسخ دامنه فیلتر وزنی دیجیتال کلیه مشخصه های اندازه گیر را قویاً تحت تأثیر قرار داده و بنابراین فیلتر دیجیتال باید کاملاً بر مشخصه های I E C منطبق باشد. تبدیل های دو سویه ایمپالس غیر متغیر و تبدیل ایمپالس کوواریانس برای تبدیل فیلتر آنالوگ به دیجیتال مورد توجه قرار گرفته اند. شکل ۵ - ۲۸ حداکثر دامنه خطاهای نسبی، برای طرحهای فیلتر وزنی دیجیتال با مراجعه به مشخصه فیلتر آنالوگ I



E C را نشان میدهد.

شکل ۵-۲۸- دامنه خطاهای طرحهای فیلتر دیجیتال در مقایسه با فیلتر آنالوگ نسبت به فرکانس نمونه برداری

جدول ۵-۱- ضرایب فیلتر وزنی برای سیستمهای ۲۳۰ ولت (سرعت نمونه برداری ۲۰۰ هرتز)

مرتبه	ضرایب صورت	ضرایب مخرج
τ^0	$+ 9,487215 e^{-2}$	$+ 1,0$
τ^{-1}	$- 1,082865 e^{-1}$	$- 3,167151 e^{+0}$
τ^{-2}	$+ 4,023729 e^{-2}$	$+ 3,752054 e^{+0}$
τ^{-3}	$+ 2,317702 e^{-2}$	$- 1,958255 e^{+0}$
τ^{-4}		$+ 3,747149 e^{-1}$

فیلترها برای یک محدوده سرعت نمونه برداری طراحی می شوند و بیشترین خطا در محدوده فرکانسی مورد نظر (۰/۵ هرتز تا ۳۵ هرتز) هر بار ثبت می گردد. برای سرعت نمونه برداری ۲۰۰ هرتز، فقط فیلتر کوواریانس نامتغیر یک دقت قابل قبول را ارائه می نماید. عدم پذیرش مقادیر dc توسط فیلتر دیجیتال که مستقیماً توسط تبدیل کوواریانس نامتغیر بوجود می آید توسط جابجا کردن صفر فیلتر مربوطه به دایره واحد (یعنی از $J = 0$ به $0/9989 + J = 0$)، بهبود داده می شود. این کار نیاز به یک فیلتر قدرت بالای مجزا (HP) و قبل از فیلتر وزنی از بین می برد. ضرایب فیلتر مشخص شده در جدول ۵ - ۱ داده شده اند.

همانطور که قبلاً اشاره شد، فیلتر اصلی برای لامپ های ۲۳۰ ولت تعیین شده است در نتیجه استفاده از فلیکر متر در سیستمهای ۱۲۰ ولت را منتفی مینمایند. فلیکر متر دیجیتال قابلیت انعطاف سوئیچ شدن بین مشخصه های فیلتر وزنی مختلف همانطور که در شکل ۵ - ۲۷ نشان داده شده است را دارد. جدول ۵ - ۲ ضرایب فیلتر دیجیتال مطابق با سیستم های ۱۲۰ ولت را ارائه می نمایند. اندازه گیریها با استفاده از فیلتر مناسب، قابل قبول است و اجازه مقایسه نتایج را میدهند.

مقبولیت آزمایشات : برای تأیید قابل قبول بودن فلیکر متر طراحی شده ، در

حوزه زمان با استاندارد I E C ، آزمایشات استاندارد شده ای برای فلیکر متر شبیه سازی شده توسط برنامه MATLAB و CHART بوجود آمده است.

شکل ۵ - ۲۹ حداکثر I F L برای فلیکر سینوسی و مستطیل تحت محدوده

فرکانسها و دامنه های تعریف شده توسط I E C را نشان میدهد . کلیه مقادیر کاملاً در

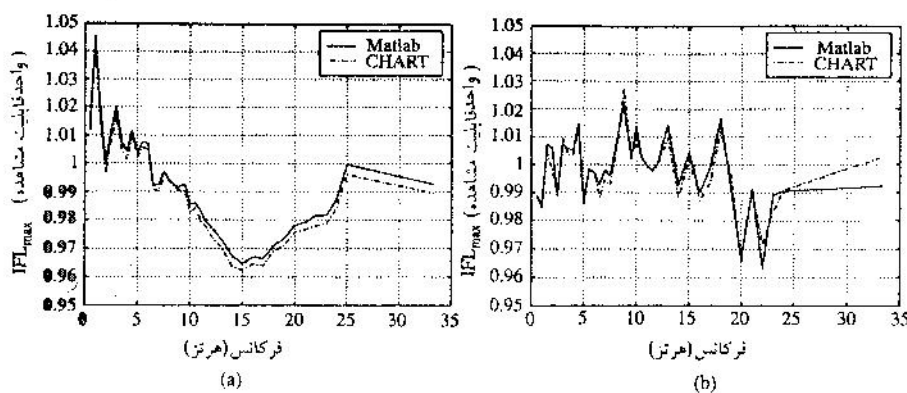
باند تولرانس $\pm 10\%$ اطراف یک واحد قابل درک واقع شده اند . این معادل با روش خاصی

از استاندارد I E C است که برای اینکه نتیجه هر آزمایش ، یک شود دامنه سیگنال مورد

آزمایش باید بین $\pm 5\%$ مقادیر مرجع قرار گیرد.

شکل ۵-۲۹ ضرایب فیلتر وزنی برای سیستمهای ۱۲۰ و ۶۰ هرتز (سرعت نمونه برداری ۲۰۰ هرتز)

مرتبیه	ضرایب صورت	ضرایب مخرج
τ^0	$+6.68021e-2$	$+1$
τ^{-1}	$-1.81596e-01$	$-2.226145e+0$
τ^{-2}	$+2.660924e-2$	$+2.22687e+0$
τ^{-3}	$+1.586997e-2$	$-2.127022e+0$
τ^{-4}		$+4.275761e-1$



شکل ۵-۲۹ پذیرش نتایج آزمایش برای فلیکر متر شبیه سازی شده MATLAB و نمایش

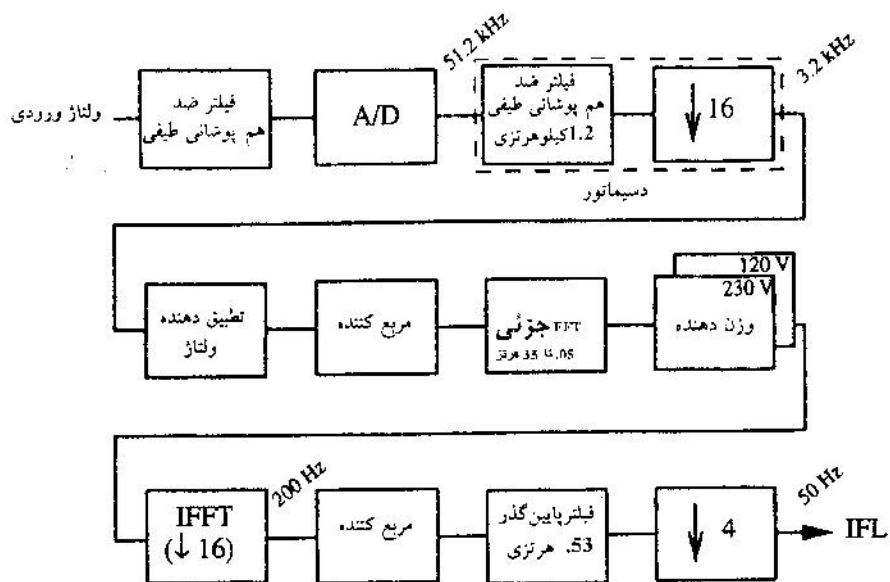
(a) CHART سیگنالهای آزمایش سینوسی (b) سیگنالهای آزمایش مستطیل

۵-۷-۳: فلیکر متر دیجیتال در حوزه فرکانس

برای بدست آوردن مشخصه های فلیکر متر I E C ، یک دستگاه اندازه گیری در حوزه فرکانس بایستی معادل های حوزه فرکانس همه بلوک ها را به کار گیرد . پردازش حوزه فرکانس هنگام طراحی فیلترها برای ایجاد هر پاسخ فرکانسی و نیز طراحی ساده تر فیلتر، مناسب می باشد. البته جایگزینی عملیات مربع سازی با روش کونولوشن که محاسبات خیلی بیشتری را طلب میکند ، مناسب نیست . شکل ۵ - ۳۰ بلوک دیاگرام طراحی شده را نشان میدهد . تبدیلات از طریق F F T ، F F T معکوس (I F F T) درست قبل و بعد از بلوک وزنی انجام می گیرد . سایر بلوکهای وظیفه ای مشابه آنچه که برای فلیکر متر طراحی شده در حوزه زمان داشتند ، ساخته می شوند(شکل ۵ - ۲۷) .

این کار به این دلیل انجام می شود که پردازش در حوزه فرکانس بهره را کاهش داده و هیچ بهبودی در عملکرد ایجاد نمی کند . الگوریتم F F T که نمونه گیریها در باند ۰/۰۵ تا ۳۵ هرتز را محاسبه میکند محاسبات را کم کرده و به سادگی امکان فیلتر کردن ایده آل باند گذر را تحقق می بخشد . روش تبدیل تجزیه پیشنهاد شده توسط سورسن ۷۵٪ کاراتر از F F T نوع ۲- Radix می باشد (برای تعداد ورودی F F T موجود و نقاط خروجی و ورودی واقعی) .

تعداد نمونه ها در حوزه فرکانس بدست آمده توسط F F T با توجه به قابلیت تفکیک پذیری فرکانسها کم می باشد (برای مثال ۳۵ برای تفکیک پذیری ۱ هرتز) . وزنهاى مختلط مطابق با پاسخ فرکانس فیلتر وزنی آنالوگ را می توان از جدول مراجعه گرفت و سپس به مؤلفه طیفی متناظر با آن اعمال کرد .



شکل ۵-۳۰- بلوک دیاگرام دیجیتال فلیکرمتری که حوزه فرکانس کار میکند

این بار نیز ، طیف با باند محدود شده ، کاهش سرعت نمونه گیری را اجازه می دهد . از طریق اجرای یک I F F T با طول کاهش داده شده بهترین عملکرد نیز بوجود می آید . اگر F F T دارای N ورودی باشد آنگاه I F F T با N/D خروجی، میتواند سیگنالهای نمونه برداری شده را با نرخ کاهش داده شده ای متناسب با D ، دوباره تولید کند. برای فاکتور یک دهم کننده (decimation) ۱۶ ، تعداد ورودیهای غیر صفر برای I F F T خیلی کمتر از تعداد خروجی ها (مطابق با نمونه گیری بیش از نیاز) می باشد ، در نتیجه استفاده از تبدیل تجزیه محاسبات را کم می کند . استفاده از پنجره های مستطیلی و داده های نمونه گیری شده همزمان با سیستم C . a ، نشی طیف را از بین می برد .

آزمایشات تطابق : فلیکر متر طراحی شده در حوزه فرکانس با استفاده از

MATLAB تحت UNIX شبیه سازی شده است . این کار بروی D S P های ۹۵

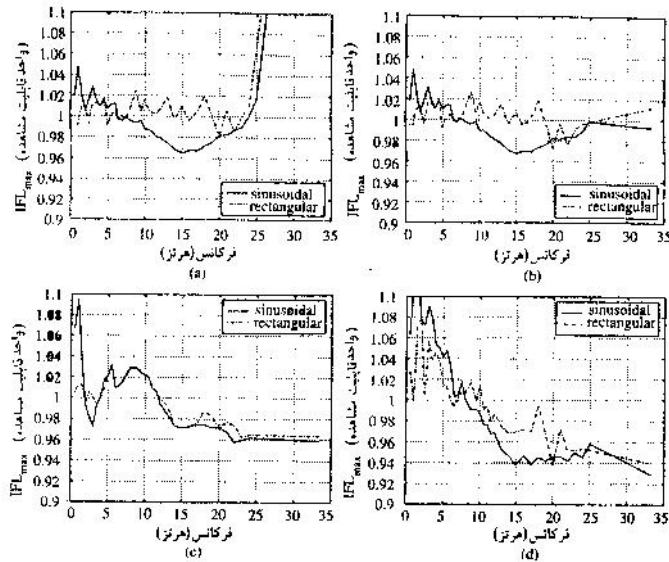
CHART انجام نشده است . زیرا هر دو سیستم کاملاً دیجیتال هستند و فقط تفاوت های

جزئی بدلیل استفاده از اعداد با دقت کم در D S P مورد انتظار می باشد . شکل ۵ - ۳۱

نتایج آزمایش ها را با استفاده از F F T ۸۱۹۲ ، نقطه ای به ازای طول مختلف پنجره Nx

نشان می دهد. L در دو حالت (c) - (a) توان ۲، بوده چنانکه ریبهای باز سازی شده ناشی از پنجره سنتز کننده ها صفر می باشد. مطابق استاندارد $I E C$ که معمولاً فقط سیگنالهای آزمایش در محدوده فرکانس صفر هرتز تا ۲۵ هرتز را مقایسه می کند در این حالات خروجی، بین باند رواداری (تولرانس) از ۰/۹ تا ۱/۱ واحد قابل درک قرار گرفته است.

بهر حال، با توجه به پیشنهاد انجام تست در فرکانس ۳۳/۳۳ هرتز برای بدست آوردن مقایسه بهتر بین عملکرد فلیکر مترهای مختلف، در حالت a (شکل a - ۳۱ - ۵) آزمایش به شکست منجر می شود. دلیل این اتفاق حذف فیلتر پایین گذر دمولاسیون می باشد (شکل ۳۰ - ۵) با این کار ماکزیم $I F L$ برای فرکانس ۳۳/۳۳ Hz بیشتر از حد بالایی خواهد شد.



شکل ۵-۳۱- نتایج آزمایش پذیرش برای فلیکرمتر حوزه f. پنجره های آنالیز همینگ و پنجره ترکیبی راست گوشه مورد استفاده قرار گرفته است. $N = N_f = 8192$

این مشکل توسط ترکیب پاسخ فیلتر وزنی و دمودولاسیون فیلتر پایین گذر در بانک فیلتر D F T حذف شده است با این کار پیچیدگی سیستم افزایش نمیابد. نتیجه در شکل ۵ - ۳۱ (b) نشان داده شده است. اکنون مطابق استاندارد برای کلیه محدود

فرکانسهای آزمایش می توان بررسی را انجام داد. شکل های ۵ - ۳۱ (c) و ۵ - ۳۱ (d) منحنی های $I F L \max$ برای آنالیز با طول پنجره بزرگتر یعنی $N h = 6720$ را نشان میدهد که به یک سیستم محاسباتی کارا تر منجر می گردد.

۵ - ۷ - ۴ : اندازه گیری فلیکر کوره های قوس الکتریکی

برای آزمایش فلیکر متر برای اندازه گیری واقع بینانه ، ولتاژ ثبت شده کوره قوس الکتریکی بعنوان ورودی مورد استفاده قرار گرفته است . فلیکر کوره قوس الکتریکی محتویات طیفی که مورد توجه خاص در هنگام آزمایش بر اساس $F F T$ است را تغییر می دهد .

سیگنالهای $I F L$ بدست آمده با خروجی بدست آمده بر اساس حوزه زمان با استفاده از انتگرال خطای مطلق ($I A E$) به عنوان یک شاخص مقایسه می گردند . شکل ۵ - ۳۲ نتایج سیگنالهای خروجی و تفاوت های مربوط به آنها را نشان می دهد. از دامنه اختلافات ، واضح است که $N h = 6720$ باز سازی غیر قابل قبولی را بدست میدهد ، در حالی که در شکل ۵ - ۳۲ (a) اختلافات قابل ملاحظه ای بین دو منحنی $I F L$ وجود ندارد . خطاها کوچک هستند و فقط به چند درصد رسیده اند .

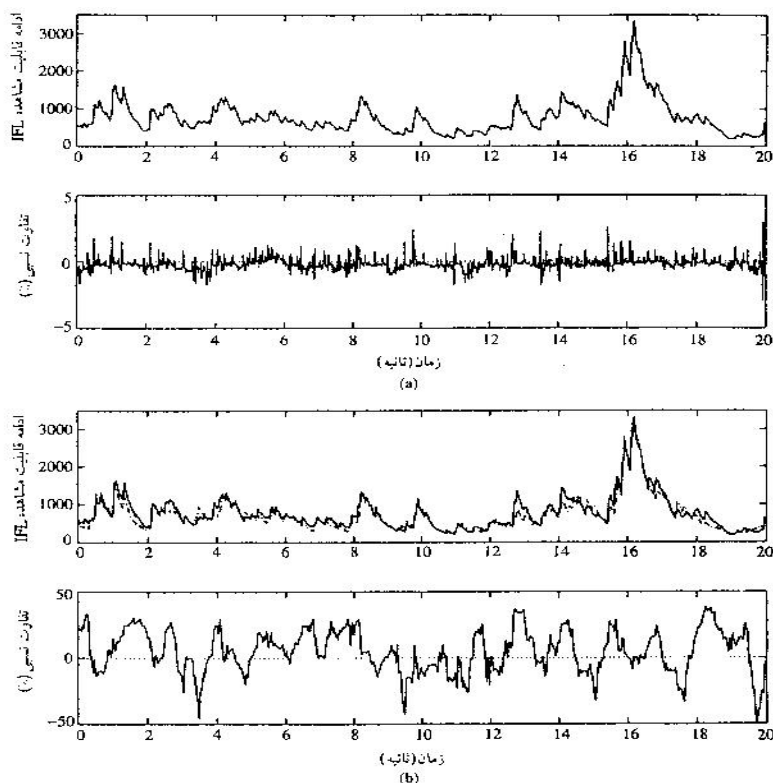
گرچه همپوشانی مورد استفاده در شکل ۵ - ۳۲ (a) فقط ۵۰٪ مقدار تئوریک است و با نتایج . به ازای همپوشانی ۷۵٪ اختلاف قابل ملاحظه ای ندارد .

۵ - ۷ - ۵ : بر آورد فلیکر حالت مانا

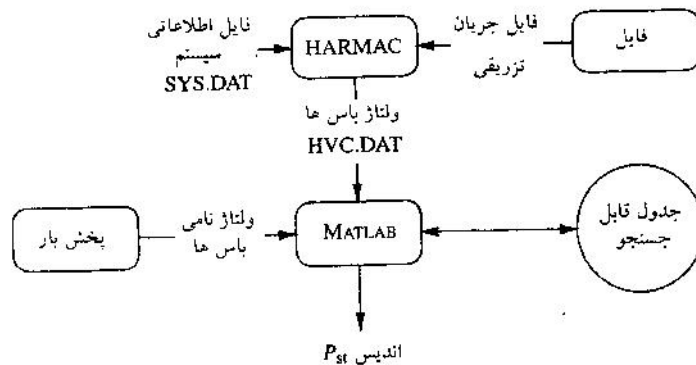
در حالت کلی ، نوسان ولتاژ منجر به فلیکر سبک بصورت معین و مشخص نبوده و بنابر این اندیسه های شدت فلیکر براساس ارزیابی آماری سری زمانی $I F L$ می باشد . ارزیابی شدت فلیکر ذاتاً نیاز به شکل موج حوزه زمان $I F L$ دارد .

مونیتورینگ IFL یک پروسه غیر خطی می باشد (شامل دو عمل مربع سازی)
 . این بدان معنی است که IFL ها در باسهای مختلف یک سیستم قدرت نمی توانند به
 یکدیگر از طریق مشخصه های خطی شبکه یعنی به روشی که برای هارمونیک ها انجام می
 شود ، به هم مربوط شوند . این مورد همچنین برای اندیس های Pst و Pit نیز صدق می
 کند ، زیرا Pst با استفاده از سری زمانی IFL بدست آمده و Pit بر اساس Pst
 محاسبه می شود .

بنابراین شدت فلیکر در باسبار مورد نظر را نمی توان مستقیماً از مقادیر Pst
 اندازه گیری شده در سایر باسبارها محاسبه کرد در عوض بایستی از سریهای زمانی
 ولتاژ محاسبه شده در موقعیتهای مورد نظر استفاده کرد و بر اساس آن IFL و Pst را
 محاسبه کرد . در نتیجه شبیه سازی حوزه فرکانس فقط برای محاسبه شدت فلیکر برای یک
 اختلال حالت مانا یعنی فلیکر پریودیک مناسب است .



شکل ۵-۳۲- IFL ناشی از فلیکر کوره قوس الکتریکی. خط ممتد خروجی فلیکرمتر حوزه زمان



شکل ۵-۳۳- استفاده از خروجی هارمک (HARMAC) برای برآورد شاخص P_{st}

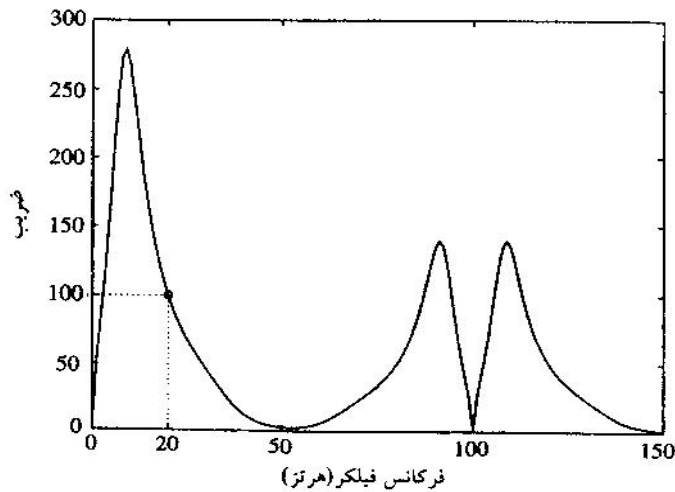
برای فلیکر پریودیک ، فلیکر متر I E C شدت فلیکر و دامنه فلیکر را بطور خطی به یکدیگر مرتبط می کند . این رابطه خطی می تواند برای برآورد شاخص شدت فلیکر در یک سیستم قدرت که تکنیک های حوزه فرکانس را مورد استفاده قرار میدهند ، مورد بهره برداری قرار گیرد در این حالت طیف ولتاژ اتفاق افتاده در همه باسبارها می تواند توسط برنامه نفوذ هارمونیک محاسبه گردد .

شکل ۵ - ۳۳ مراحل برآورد P_{st} از طیف محاسبه شده توسط برنامه نفوذ هارمونیک (HARMAC) را نشان می دهد . در مراحل شبیه سازی ، جریانهای تزریقی می توانند بصورت دستی وارد شده یا از فایل خوانده شود .

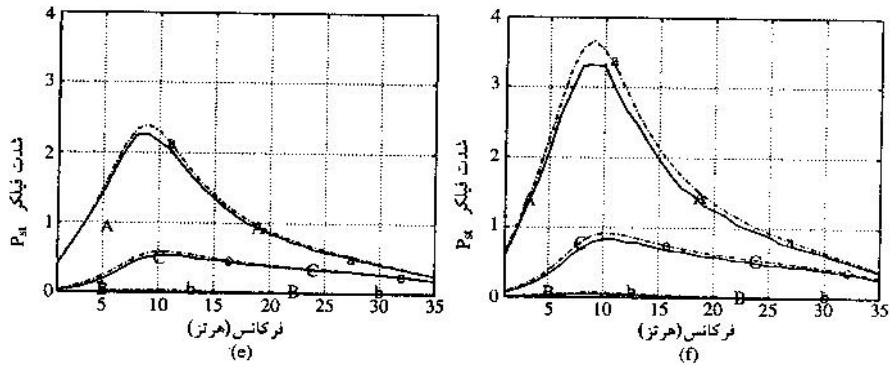
ولتاژ باسبارها از طریق جمع آثار مدولاسیون ولتاژهایی که توسط تزریق جریان (HVC. DAT) و نیز ولتاژ فرکانس قدرت بدست آمده از برنامه پخش بار بدست می آیند .

در قدم بعدی ، دامنه های فلیکر بایستی تعیین گردند سپس مقادیر P_{st} آنها با فاکتور مناسب مربوطه بر اساس نوع و فرکانس شکل موج فلیکر (اخذ شده از جدول جستجو) بدست می آید . برای نمایش بیشتر ، فاکتورهای فلیکر سینوسی در شکل ۵ - ۳۴

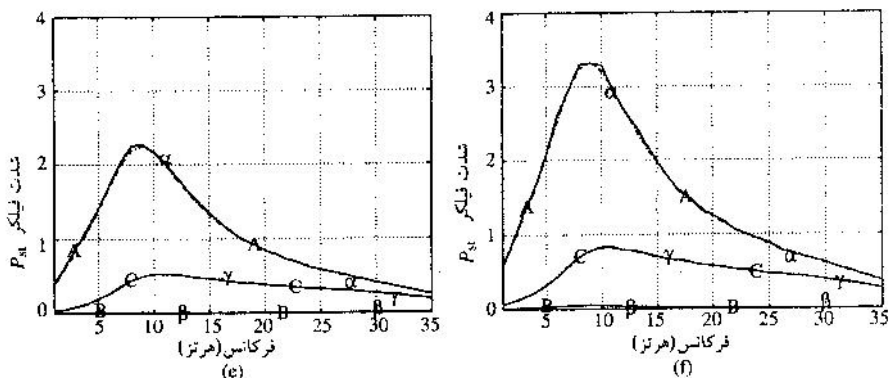
نشان داده شده اند. برای مثال برای مدولاسیون دامنه ۳٪ در ۲۰ هرتز مقدار $P_{st} = 3$ می شود.



شکل ۵-۳۳- فاکتورهای متناسب مربوط به مدولاسیون دامنه و شدن فلیکر برای فلیکر سینوسی



شکل ۵-۳۵- مقایسه شاخص‌های P_{st} منتج از یک تزریق جریان تک‌فاز (یعنی تمام توالی‌ها) در فاز A با سباز Tiwai نتیجه بدست آمده از برنامه PSCAD بصورت خط ممتد نشان داده شده است (فازهای A, B, C) نتایج HARMAC بصورت خط نقطه می‌باشد (فازهای a, b, c) (e): روکسبورگ (Roxburgh) ۱۱ کیلوولت; (f) اینورکارگیل (Invecargill) ۲۳ کیلوولت



شکل ۵-۳۶- مقایسه شاخص‌های P_{st} ناشی از تزریق جریان تک‌فاز در فاز a (Tiwai) نتایج بدست آمده از PSCAD با خط ممتد نشان داده شده است (فازهای A, B, C) خط نقطه‌ها P_{st} های بدست آمده از ولتاژهای FFT شده را نشان می‌دهد (فازهای alpha, beta, gamma) (e) : روکسبورگ ۱۱ کیلوولت (f) اینورکارگیل ۲۳ کیلوولت

برای نمایش برآورد فلیکر در حالت مانا از برنامه شبیه سازی سیستم در حوزه فرکانس (PSCAD) همراه با کارخانه نوب فلز آلومینیوم در تیوای (Tiwai) که نمایشی از یک منبع فلیکر است استفاده شد. شکل ۵ - ۳۵ مقادیر P st بدست آمده برای ۶ باسبار که با استفاده از شبیه سازی حوزه فرکانس و شبیه سازی حوزه زمان بدست آمده را مقایسه می کند. این مقایسه اختلاف کمی را که ناشی از اثرات مختلف وابستگی فرکانسی مدل است را نشان میدهد.

با این کار، اعمال روش FFT به نتایج شبیه سازی حوزه زمان (PSCAD) و سپس پردازش آن با فلیکر متر حوزه فرکانس و مقایسه آنها با نتایج فلیکر متر دامنه زمان، تایید گردید. این مقایسه در شکل ۵ - ۳۶ نشان داده شده است.