دانشکده مهندسی

گروه برق قدرت

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان:

تشخیص هارمونیک ها در سیستم قدرت با استفاده از تبدیل ویولت

استاد راهنما: دکتر سعیدالله مرتضوی

استاد مشاور: دکتر علی سعیدیان

تهیه کننده: مرجان سعادتی

تابستان ۱۳۸۸

بسم الله الرحمن الرحیم

تقدیم به

روان پاک پدرم که مدت کوتاهی پس از اتمام این پایان نامه به جهان باقی شتافت.

بزرگترین مشوق من به تحصیل که طنین صدای گرمش یک لحظه از یادم نمی رود.

مادر مهربانم که حضورش همچون باران سحرگاهی برایم پربرکت بوده و هست.

سلامتی اش آرزوی همیشگی ام است.

بی تردید هرچه دارم از زحمات بی دریغشان است.

برادر و خواهران عزیزم

دکتر سید مصفی سعادتی، دکتر نجمیه سعادتی، دکتر نسرین سعادتی و دکتر نغمه سعادتی

خواهرزاده هایم

دکتر فربد و دکتر فرزین فرح بخش، حمیدرضا و پارمیدا بشتام

و برادرزاده نوگلم

ترانه سادات سعادتی

تشکر فراوان از

استاد ارجمندم جناب آقای دکتر مرتضوی که مسلما بدون کمک، راهنمایی و ایده های ایشان راه به جایی نمی بردم.

در تمام مدت انجام این پایان نامه وقت و دقت بسیاری را صرف راهنمایی، تصحیح و رفع مشکلات این پروژه

نمودند و به جرئت از هیچ یاری فروگذار نکردند.

آرزوی موفقیت فراوان برای ایشان در تمام امور زندگیشان را دارم.

با آنکه این دوره تحصیلی دو سال به طول انجامید، لیکن این افتخار نصیبم شده که تاکنون هشت سال از محضر اساتیدی بزرگ بهره ببرم، حتی زمانهایی که دانشجوی این دانشگاه نبوده ام.

در حضورشان تا ابد دانشجوی ورودی سال ۸۰ خواهم ماند و به آن می بالم.

با تشکر از زحمات و سخنانشان که بسیار از آنها آموختم، چه در علم، چه عمل.

گر چه این کار کوچکتر از آن است که ارزش تقدیم به اساتید دانشمندم را داشته باشد،

امیدوارم این بزرگان تحفه درویشی مرا بپذیرند.

چکیده

نام خانوادگی: سعادتی نام : مرجان

عنوان پایان نامه:

شناسایی هارمونیک های سیستم قدرت با استفاده از تبدیل ویولت

درجه تحصیلی:کارشناسی ارشد رشته:برق گرایش:قدرت

دانشکده:مهندسی

تاریخ فارغ التحصیلی: تعداد صفحه:۱۴۶

واژه های کلیدی:تشخیص هارمونیک،تبدیل ویولت،کیفیت توان، RWPC ، WPT

چکیده:

بحث کیفیت برق از ابتدای شناخت الکتریسیته مطرح بوده، اما در سالهای اخیر به طور جدی مورد توجه موسسات برق و مصرف‌کنندگان در برخی از کشورها قرار گرفته است. علت آن افزایش بارهای غیر خطی است. یکی از مهمترین مباحث کیفیت توان هارمونیک ها و فلیکر ها هستند که بیشترین تاثیر را روی بارهای حساس دارند .در حال حاضر روش هایی مثل STFT, FFT و فیلتر کالمن برای تشخیص مقدار هارمونیک به منظور حذف آنها استفاده می شوند که هر یک به نوعی دارای خطا یا حجم محاسبات بالا دارند. هدف این پایان نامه ارائه روش نوینی با استفاده از ابزار تبدیل موجک[1] برای بررسی سیگنال های جریان و ولتاژ و شناسایی فرکانس های هارمونیک های مختلف و تخمین مقادیر اغتشاش ایجاد شده در سیگنال اصلی سیستم قدرت توسط هر کدام بوده که به این وسیله بتواند دقت و صحت پاسخ را افزایش دهد. در این پایان نامه ابتدا آخرین روش ارائه شده با استفاده از WPT را مورد بررسی قرار می دهد ، سپس ۲ راه برای کاهش خطای ناشی از این روش را مورد توجه قرار میدهد . روش اول با استفاده از ترکیب دو باند فرکانسی مجاور زمانی که یک سیگنال قدرت را تجزیه کرده است انجام می شود ونشان می دهد که چگونه این روش پراکندگی طیفی را کاهش داده و باعث کاهش خطای نتایج می شود . در روش دوم با تعیین باند فرکانسی که بدون نیاز به ترکیب باندهای فرکانسی ناشی از ضرایب قدرت بتواند علاوه بر کاهش خطا فلیکر را هم حساب کند را ارائه می دهد . در مرحله بعد خطای ناشی از استفاده از ضرایب ویولت را کاهش خطا بررسی کرده و به جای استفاده از ضرایب ویولت بازسازی شده را معرفی می کند. نتایج به دست آمده در این بخش را با استفاده از بهینه سازی خطی و کاربرد ماتریس خطا بهبود می بخشد . در نهایت نتایج برای سیگنال های واقعی و همینطور سیستم های شبیه سازی شده در نرم افزار MATLAB مورد بررسی قرار گرفته و با نتایج حاصل از FFT و HFFT مقایسه شده اند که نشان از کاهش خطا به صورت قابل توجه در پاسخ ها دارند.

[1] wavelet

فهرست

فصل اول : مقدمه ۴

۱-۱ تعریف کیفیت توان ۸

۱-۲ اغتشاشات مربوطه به کیفیت توان ۹

۱-۲-۱ قطعی ها (Interruptions) ۹

۱-۲-۲ تغییرات ولتاژ (voltage variations) ۹

۱-۲-۲-۱ تغییرات ولتاژ دائمی (under/over voltage) ۹

۱-۲-۲-۲ تغییرات ولتاژ گذرا (sag/swell) ۱۰

۱-۲-۳ عدم تعادل ولتاژ/جریان ۱۰

۱-۲-۴ اغتشاشات گذرا ۱۰

۱-۲-۵ تغییرات افزایشی / کاهشی ولتاژ (voltage fluctuation) ۱۱

۱-۲-۶ هارمونیک ۱۱

فصل دوم : هارمونیک های سیستم قدرت و روش های تشخیص ۲۳

۲-۱- مقدمه ۲۴

۲-۲- بارهای هارمونیک زا در سیستم قدرت ۲۵

۲-۳- اثرات هارمونیک ها ۲۹

۲-۴- انواع هارمونیکها ۳۵

۲-۵-راه های تشخیص هارمونیک های سیستم قدرت ۳۵

۲-۵-۱-روش RMS ۳۶

۲-۵-۲- تبدیل فوریه یا DFT ۳۸

۲-۵-۳- FFT یا تبدیل فوریه سریع ۳۶

۲-۵-۴- روش STFT ۴۰

۲-۵-۵- تحلیل ویولت[۲] ۴۱

۲-۵-۶- فیلتر کالمن[۳] ۴۲

[2] Wavelet Analysis
[3] Kalman Filter

فهرست

فصل سوم : تئوری تبدیل ویولت و کاربرد آن در پدیده های کیفیت توان ۴۴

۳-۱-تاریخچه ۴۵

۳-۲- کاربردها ۴۶

۳-۳- تبدیل موجک ۴۶

۳-۳-۱- مقیاس کردن (scaling) ۴۹

۳-۳-۲-انتقال دادن (shifting) ۵۰

۳-۳-۳-تبدیل موجک ۵۰

۳-۴-بیان ریاضی ۵۱

۳-۴-۱-بسط موجک یک سیگنال ۵۱

۳-۴-۲-محاسبه ضرایب تبدیل موجک ۵۳

۳-۵- بانکهای فیلتری ۵۴

۳-۵-۱- تجزیه چند سطحی سیگنال ۵۸

۳-۵-۲- تجزیه به شیوه WPT[4] ۵۹

۳-۵-۳-بازسازی سیگنال تجزیه شده یا تبدیل موجک گسسته معکوس[5] ۶۲

۳-۶- پاسخ فرکانسی ۶۳

۳-۶-۱- تأثیر تعداد ضرائب فیلتر بر پاسخ فرکانسی موجک ۶۶

۳-۷- انتخاب نوع موجک ۶۸

۳-۸- کاربردهای موجک در سیستم‌های قدرت ۷۰

۳-۸-۱-آنالیز فرکانسی-زمانی ۷۰

۳-۸-۲- مکانیابی انواع اغتشاش در یک شکل موج سینوسی ۷۳

۳-۸-۲-۱- کمبود ولتاژ: (Sag) ۷۳

۳-۸-۲-۲- بیشبود ولتاژ: (Swell) ۷۴

۳-۸-۲-۳- قطعی: (Interrupt) ۷۶

۳-۸-۲-۴- شکاف (Notching) ۷۶

[4] Wavelet Packet Transform
[5] Inverse Discrete Wavelet Transform

۳-۸-۲-۵- گذراها ۷۷

۳-۸-۲-۶- هارمونیک: (Harmonic) ۷۸

۳-۸-۲-۷- فلیکر ولتاژ: (Flicker) ۷۸

فصل چهارم : اندازه گیری اغتشاش هارمونیکی سیستم قدرت با استفاده از Wavelet Packet Transform ۸۰

۴-۱- مقدمه ۸۱

۴-۲- Wavelet Packet Transform ۸۳

۴-۲-۱- روابط ریاضی ۸۳

۴-۲-۲- Decomposition ۸۵

۴-۲-۳- روابط فرکانسی ۸۶

۴-۳- گروه هارمونیکی بر اساس تعریف استاندارد IEC ۶۱۰۰۰-۴-۷ ۸۷

۴-۴- پاسخ فرکانسی ۸۸

۴-۵- تعیین فرکانس نمونه برداری و تعداد سطوح بهینه ۸۹

۴-۶- انتخاب موجک مادر ۹۰

۴-۷- روش تجزیه در چهار سطح بر اساس WPT ۹۱

۴-۸- اصلاح روش ۹۲

۴-۹- روش دیگر اصلاح ۹۵

۴-۱۰- محاسبه ی RMS هارمونیک ها ۹۵

۴-۱۱- استفاده از Reconstructed Wavelet Packet Coefficient ۹۷

۴-۱۲- بهینه سازی خطی با استفاده از ماتریس خطا ۹۸

۴-۱۳- بررسی پراکندگی طیفی ۱۰۱

فصل ۵ : موارد شبیه سازی شده و تحلیل نتایج ۱۰۶

فصل ۶ : نتایج و پیشنهادات ۱۳۰

مراجع ۱۳۶

پیوست ۱۳۹

فصل اول

مقدمه

در یک سیستم قدرت الکتریکی ایده آل برق در یک فرکانس ثابت و منفرد ، سطوح ولتاژ مشخص ، دامنه ثابت ، شکل موج ثابت تولید می شود. اما, در یک سیستم واقعی اینگونه نیست . شرکت های برق این فرض را برای قسمت تولید صحیح می دانند. اما, در انتقال و توزیع فرکانس، دامنه ولتاژ و شکل موج ثابت نمی ماند. در سیستمهای انتقال تغییر امواج ولتاژ کمتر از ۱ درصد است. هر چه به سمت مصرف کننده نزدیک می شویم تغییر شکل موج بیشتر است. حتی به جایی می رسیم که شکل موج به سینوسی ها شبیه نیست و این مسئله بحث هارمونیک را در سیستمهای قدرت مطرح می کند.

هنگامی‌که استفاده از مبدل‌های الکترونیک قدرت در اواخر دهه ۱۹۷۰ معمول گردید، توجه بسیاری از مهندسین شرکت‌های برق درمورد توانایی پذیرش اعوجاج هارمونیکی توسط سیستم‌های قدرت را برانگیخت . پیش‌بینی‌های مأیوس‌کننده‌ای از سرنوشت سیستم‌های قدرت درصورت اجـازه استفاده ازاین تجهیزات انجام گرفت. درحالی‌که بعضی ازاین نگرانی‌ها احتمالاً بـیش از حـد قلمـداد گردیدند، ولی بررسی مفهوم کیفیت برق مدیون این افراد به‌دلیل پیگیری آنها درمورد ایـن مـسئله بوده است. هنوز هم هارمونیک به عقیده بسیاری از صاحب نظران مهمتـرین مـسئله کیفیـت تـوان است[۲۱].

بحث کیفیت برق از ابتدای شناخت الکتریسیته مطرح بوده است . اما در سالهای اخیر به طور جدی مورد توجه موسسات برق و مصرف‌کنندگان در برخی از کشورها قرار گرفته است. آن چه که در گذشته به عنوان کیفیت برق در نظر گرفته می شد، فقط شامل وصل و یا قطعی برق بوده که علت آن عدم حساسیت زیاد مصرف کننده ها است. امروزه کیفیت برق از اهمیت ویژه ای برخوردار شده است و برای یک مصرف کننده و یا یک توزیع کننده تنها بود و یا نبود برق تعیین کننده نیست. عامل اصلی ضرورت بازنگری مساله، گسترش بکارگیری تجهیزات جدید الکتریکی در شبکه‌هاست. کاربرهای جدید مانند: میکروپروسسورها، کامپیوترها، وسایل الکترونیکی سیستم‌های تغذیه و کنترل الکتروموتورها و فرآیند تولید کوره‌های القایی، لامپهای کم‌مصرف و ... از یک سو

حساسند و به توان الکتریکی با کیفیت مطلوب نیاز دارند و در ارزیابی کیفیت توان برق با توجه به ویژگیهای تجهیزات جدید و توقعات مشترکین بخصوص در محیط رقابت اقتصادی علاوه بر مدت زمان برق‌دار بودن، از جمله: پدیده‌های گذرای ضربه‌ای یا نوسانی، کاهش و افزایش کوتاه‌مدت ولتاژ، انحراف شکل موج و اعوجاج آن، تغییر فرکانس، فلیکر و عدم تعادل ولتاژ باید دقیقاًمورد بررسی قرار گیرد. زیرا اثرات سوء آنها روی تجهیزات موجب عملکرد نادرست، صدمه دیدن دستگاه‌ها و قطع روند تولید می‌شود.

این اهمیت را می توان ناشی از دلایل زیر دانست:

۱) امروزه بارهای صنعتی به مراتب حساس تر از بارهای قدیمی نسبت به کیفیت برق می باشند. به عنوان مثال دستگاه ها و پروسه های صنعتی که توسط مایکرو کنترل ها کنترل می شوند نسبت به کاهش ولتاژ تغذیه بیش از ۱۵٪ حساس بوده و درصد بالائی از آن ها در اثر این افت ولتاژها از شبکه قطع می شوند.

۲) افزایش بارهای غیر خطی در صنایع سبب ایجاد هارمونیک های جریان و ولتاژ در شبکه های برق این صنایع و انتقال این اعوجاجات به شبکه های توزیع و انتقال شده است. این امر به نوبه خود می تواند سبب افزایش تلفات و کاهش بازدهی و عمر تجهیزاتی نظیر ترانسفورماتورها و ماشین های الکتریکی گردد.

۳) افزایش استفاده از نیروگاه های کوچک نظیر نیروگاه های بادی و خورشیدی و اتصال آن به شبکه های فشار متوسط به طور مستقیم و یا توسط دستگاه های الکترونیک قدرت مسائل ومشکلات کیفیت توانی را به همراه آورده است.

۴) و در انتها مهم ترین شاخص در بررسی اثرات کاهش کیفیت برق افزایش هزینه های ناشی از آن است. خسارت های ناشی از کاهش کیفیت توان در کشور آمریکا بالغ بر ۱۱۶ میلیارد دلار برآورد شده است.

اگر چه امروزه تولید و انتقال انرژی الکتریکی با درجه قابلیت اطمینان بالا در اکثر کشورهای پیشرفته امکان پذیر شده است ولی توزیع آن کماکـان در معـرض مـشکلات ناشـی از (۱) حـوادث طبیعی و (۲) تأثیرپذیری از مصرف کننده های صنعتی قرار دارد. سیستم های توزیـع از آن جـائی که از مراکز شهری و مسکونی عبور می کنند و به جهت ساختار ضعیف تر نسبت به سیـستم هـای انتقال می باشند، در اثر حوادثی نظیر باد و سیل ممکن است در رساندن انرژی به مصرف کننده ها دچار وقفه شوند. از طرفی دیگر حـساسیت صـنایع و بارهـای امـروزی (نظیـر بارهـای موجـود در سیستم های تمام اتوماتیک صنعتی سیستم های بانکی، بیمارستان ها و...) باعـث شـده اسـت کـه توزیع انرژی برق دچار پیچیدگی های خاصی گردد. برای مثال مـصرف کننـده موتـوری را در نظـر بگیرید که نقطه تغذیه اشتراک آن با یک بار هارمونیک زا باشد. در این صورت هارمونیک های ایجاد شده توسط بار غیر خطی بر روی عملکرد بار موتوری تأثیر خواهد گذاشت. این اثر به صورت افزایش حرارت و کاهش بازدهی موتور خواهد بود. [۱۲]

۱-۱ تعریف کیفیت توان

اگر چه چند سالی است از بحث کیفیـت تـوان در صـنعت مـی گـذرد، ولـی هنـوز تعـاریف استاندارد شده ای در بعضی از زمینه ها وجود ندارد. بنابراین شاید بهترین تعریف کلی برای کیفیت برق را بتوان بر اساس مشخصات ولتاژ و جریان در بخش های مختلف شـبکه بـرق بـه صـورت زیـر تعریف کرد: *" در صورتی که تغییراتی در مشخصات ولتاژ و جریان در نقطـه ای از شـبکه باعث عملکرد ناخواسته و یا بد عمل کردن یک دستگاه شود، کیفیت برق در آن نقطه دیگر مطلوب نخواهد بود. این مشخصات می تواند شامل فرکانس، مقدار موثر، مقدار لحظه ای و... باشد."* [۲۰]

براساس تعریف فوق می توان دریافت که بحث کیفیت برق کاملاً بستگی به مصرف کننده، تجهیزات آن و میزان حساسیت آن ها به پارامترهای ولتاژ و جریان دارد. به عنوان مثال قطعی برق بـه مـدت حتی نیم سیکل در کامپیوترها باعث از دست رفتن اطلاعات و پاک شدن RAM آن ها خواهد شد.

در صورتی که همین قطعی تأثیر چندانی بر سرعت یک موتور الکتریکی که به صورت مستقیم به شبکه برق وصل است نخواهد داشت.

۱-۲ اغتشاشات مربوط به کیفیت توان

اغتشاشات مربوط به کیفیت توان را می توان به روش های مختلفی دسته بندی کرد. استانداردهای مختلف تعاریف و حدود متفاوتی را برای این اعتشاشات در نظر گرفته اند. آن چه که در زیر می آید اهم این اغتشاشات می باشد.

۱-۲-۱ قطعی ها (Interruptions)

شاید بتوان قطعی ها را مخرب ترین و پرهزینه ترین اغتشاشات دانست اما خوشبختانه از نظر پریود تکرار در مقایسه با سایر اغتشاشات کمتر رخ می دهند. منظور از قطعی ولتاژ زمانی است که مقدار موثر ولتاژ از حد معینی کمتر باشد. این حد در استاندارد IEEE1159 مقدار۰/۱p.u. و یا ۱۰٪ مقدار موثر نامی است. در استاندارد IEC این حد مقدار ۰/۰۱p.u. و یا یک درصد مقدار نامی می باشد. به عنوان مثال برای سطح ولتاژ ۳۸۰ ولت، قطعی ولتاژ موقعی است که مقدار موثر از ۳۸ ولت (طبق IEEE) و یا از ۳/۸ ولت (طبق IEC) کمتر باشد. مهم ترین عوامل ایجاد کننده قطعی های برق شامل خطاهای شبکه ، اشتباه عمل کردن رله های حفاظتی و نقص تجهیزات شبکه می باشند.[۱۲]

۱-۲-۲ تغییرات ولتاژ (voltage variations)

منظور از تغییرات ولتاژ، افزایش و یا کاهش مقدار موثر ولتاژ می باشد. این تغییرات معمولاً به دو دسته بلند مدت یا دائمی و کوتاه مدت یا گذرا تقسیم بندی می شوند.

۱-۲-۲-۱ تغییرات ولتاژ دائمی (under/over voltage)

تغییرات ولتاژ دائمی به آن دسته اغتشاشاتی گفته می شود که از یک زمان مشخصی بیشتر طول بکشد. این زمان طبق استاندارد ANSI یک دقیقه می باشد. ضمناً اندازه موثر ولتاژ نیز بین ۱۰٪ تا ۹۰٪ مقدار موثر نامی برای افت ولتاژ و بزرگ تر از ۱۱۰٪ برای اضافه ولتاژ بر طبق استاندارد

IEEE در نظر گرفته شده است. مهم ترین عوامل ایجاد کننده افت ولتاژهای دائمی در شبکه برق را می توان به صورت زیر خلاصه کرد: وارد مدارد شدن بارهای بزرگ، افزایش بیش از حد بار در شبکه، عدم تنظیم مناسب تپ ترانس، خارج شدن بانک های خازنی، قطع ناگهانی بارهای بزرگ از شبکه .[۱۲]

۱-۲-۲-۲ تغییرات ولتاژ گذرا (sag/swell)

منظور از تغییرات ولتاژ گذرا اغتشاشاتی است که مدت آن ها طولانی نباشد. این مدت طبق استاندارد ANSI بین نیم سیکل تا یک دقیقه است. ضمناً اندازه موثر ولتاژ نیز مشابه با تغییرات ولتاژ دائمی تعریف می گردد. عوامل ایجاد کننده افت ولتاژ گذرا عبارتند از:خطا در سیستم های توزیع، راه اندازی موتورهای بزرگ. عوامل ایجاد کننده اضافه ولتاژهای گذرا نیز عبارتند از: قطع بارهای بزرگ، تغییر ولتاژ به علت خطای تک فاز، روشن شدن بانک های خازنی.

۱-۲-۳ عدم تعادل ولتاژ/جریان

عدم تعادل ولتاژ یا جریان اغتشاشی است که در آن ولتاژهای سه فاز یا جریان های سه فاز از نظر دامنه مساوی نبوده و یا از نظر فاز ۱۲۰ درجه اختلاف فاز نداشته باشند.

عواملی که باعث ایجاد عدم تعادل می شوند عبارتند از:

پخش نامتعادل بارهای تک فاز بر روی خطوط سه فاز، بارهای غیر متعادل بزرگ نظیر کوره های قوسی، راه آهن، اتوبوس برقی و... ،عدم تعادل در بانک های خازنی در اثر ایجاد یک مشکل نظیر سوختن فیوز یک فاز.

۱-۲-۴ اغتشاشات گذرا

این اغتشاشات به دسته ای از پدیده ها اشاره دارند که مدت دوام آن ها بسیار کوتاه بوده و با گذشت زمان اثرات آن ها از بین می رود. مهم ترین آن ها عبارتند از: امواج ضربه ای که در اثر رعد و برق و یا عملیات کلیدزنی در شبکه ایجاد می گردد وگذارهای نوسانی که ناشی از پاسخ شبکه به یک ورودی ضربه، قطع و وصل کابل ها و یا بانک های خازنی است.

۱-۲-۵ تغییرات افزایشی / کاهشی ولتاژ (voltage fluctuation)

تغییرات افزایشی / کاهشی ولتاژ به دسته ای از اغتشاشات اطلاق می شود که در آن ولتاژ یک نقطه به صورت سیستماتیک و یا تصادفی افزایش و کاهش می یابد به طوری که دامنه ولتاژ در داخل یک پوش منحنی وار قرار می گیرد. اثر این پدیده در سیستم های روشنایی به فلیکر مشهور است. فلیکر در لغت به معنای سوسو زدن می باشد. این پدیده از آنجایی اهمیت پیدا می کند که باعث آزار چشم انسان شده و عوارضی مانند سردرد را باعث می شود. آزمایش ها نشان داده است که چشم انسان به تغییرات در رنج یک تا ۱۰ هرتز حساسیت بیشتری نشان می دهد.

۱-۲-۶ هارمونیک ها

بروز هارمونیک در سیستم‌های برق اولین پیامد عناصر غیرخطی در شبکه است. به‌خاطر گسترش فزاینده استفاده از عناصر غیرخطی در سیستم‌های برق، مانند راه‌اندازها (درایورهای تنظیم سرعت) و مبدل‌های الکترونیکی قدرت، مقدار هارمونیک شکل موج جریان و ولتاژ به‌طور چشمگیری افزایش یافته است و بنابراین اهمیت موضوع کاملاً مشخص است .

بررسی مسائل هارمونیک‌ها منجر به تحقیقاتی گردید که نتایج آن نقطه‌نظرات متعددی درمورد کیفیت برق بود. به‌نظر برخی از محققین، اعوجاج هارمونیکی هنوز مهمترین مسئله کیفیت برق می‌باشد. مسائل هارمونیکی با بسیاری از قوانین معمولی طراحی سیستم‌های قدرت و عملکرد آن تحت فرکانس اصلی مغایر است. بنابراین مهندس برق با پدیده‌های ناآشنایی روبرو می‌شود که نیاز به ابزار پیچیده و تجهیزات پیشرفته برای حل مشکلات و تجزیه و تحلیل آنها دارد. گرچه تحلیل مسائل هارمونیکی می‌تواند دشوار باشد، ولی خوشبختانه همهٔ سیستم قدرت دارای مشکل هارمونیکی نیست و فقط درصد کمی از فیدرهای مربوط به سیستم‌های توزیع تحت‌تأثیر عوامل ناشی از هارمونیک‌ها قرار می‌گیرند. مشترکین برق در صورت وجود هارمونیک‌ها مشکلات زیادتری از شرکت‌های برق را تحمل می‌کنند. مشترکین صنعتی که از محرکه‌های موتور با قابلیت تنظیم سرعت، کوره‌های قوس الکتریکی، کوره‌های القایی، یکسوکننده‌ها ، اینورترها، دستگاه‌های جوش و

نظایر آن استفاده می‌کنند، نسبت بـه مـسائل ناشـی از اعوجـاج هـارمونیکی ضـربه‌پـذیرتر از بقیـهٔ مشترکین می‌باشند.

اعوجاج هارمونیکی یک پدیده جدید در سیستم‌های قدرت به شمار نمی‌رود. نگرانی ناشـی از اعوجاج در بسیاری از دوره‌ها درسیستم‌های قدرت الکتریکی جریان متناوب وجـود داشـته و دنبـال شده است. جستجوی منابع و مطالب تکنیکی دهه‌های قبل نـشان مـی‌دهـد کـه مقـالات مختلفـی دررابطه با این موضوع انتشار یافته است. اولین منابع هارمونیکی شناخته‌شده، ترانسفورماتورها بودند و اولین مشکل نیز در سیستم‌های تلفن پدید آمد. استفاده گروهـی از لامـپ‌هـای قـوس الکتریـک به‌دلیل مؤلفه‌های هارمونیکی توجهات خاصی را برانگیخت ولی این مسائل به اندازه اهمیت مـسئله مبدل‌های الکترونیک قدرت در سال‌های اخیر نبوده است.

خوشبختانه در طی این سال ها پژوهشگران متوجه شده اند که اگر سیستم انتقال به نحـو مناسبی طراحی گردد، به‌نحوی که بتواند مقدار توان مورد نیـاز بارهـا را بـه راحتـی تـأمین نمایـد، احتمال ایجاد مشکل ناشی از هارمونیک‌ها برای سیستم قدرت بـسیار کـم خواهـدبود، گرچـه ایـن هارمونیک‌ها می‌توانند موجب مسائلی در سیستم‌های مخابراتی شوند. اغلب در سیستم‌هـای قـدرت مشکلات زمانی بروز می‌کنند که خازن‌های موجود در سیستم باعث ایجاد تـشدید دریـک فرکـانس هارمونیکی گردند .دراین شرایط اغتشاشات و اعوجاجات، بسیار بیش از مقادیر معمـول مـی‌گردنـد. امکان ایجاد این مشکلات در مورد مراکز کوچک مصرف وجود دارد ولی شرایط بدتر در سیستم‌های صنعتی به‌دلیل درجه زیادی از تشدید رخ می‌دهد.

برای بررسی مزایای فنی و اقتصادی کاهش هارمونیک‌ها باید گفـت ،اگرچـه بحـث تفـصیلی درمورد خسارات هارمونیک‌ها ، پیچیده است ولی می‌توان در یک جمع‌بندی اجمالی مزایای کاهش هارمونیک‌ها را به‌شرح زیر بیان نمود:

۱- کاهش تلفات تجهیزات الکتریکی و شبکه برق‌رسانی

۲- آزادسازی ظرفیت تجهیزات شبکه مانند موتورهای الکتریکی و ترانسفورماتورها

۳- افزایش طول عمر تجهیزات به‌دلیل کاهش تلفات و کاهش درجه حرارت

۴- کاهش احتمال رزونانس موازی و سری در شبکه

۵- افزایش راندمان موتورهای الکتریکی

۶- کاهش خطای عملکرد رله‌ها ، تجهیزات کنترلی و حفاطتی شبکه ناشی از تأثیرات هارمونیک‌ها

۷- کاهش خطای قرائت دستگاه‌های اندازه‌گیری و کنتورها و در نتیجه کاهش خطای مبالغ دریافتی از مشترکین

۸- عملکرد بهتر تجهیزات شبکه و مشترکین از جمله ماشین‌های الکتریکی به‌دلیل کاهش اثر گشتاورهای مخالف به‌واسطه برخی از هارمونیک‌ها

۹- بهبود رضایت مشترکین به‌دلیل بهبود کیفیت توان[۱۲]

موتورهای الکتریکی ازجمله وسایلی هستند که درمعرض بیشترین اثر نامطلوب هارمونیک‌ها قراردارند، هارمونیک حاصل‌از ولتاژ تغذیه باعث تلفات بالاتر در موتورهای الکتریکی شده که باعث کاهش ظرفیت نامی می‌شود. کاهش عمر و فرسوده شدن عایق‌بندی موتور به‌خاطر افزایش دمای داخلی بالاتراز میزان نامی، از دیگر اثرات نامطلوب هارمونیک‌ها در موتورهای الکتریکی است. سیستم عایق‌بندی آسیب‌پذیرترین قسمت یک موتور الکتریکی درمقابل افزایش دمای حاصل‌از هارمونیک است.تسریع در فرسایش، خطا و مشکلات عایقی و کاهش عمر معمول‌ترین نشانه‌های مشاهده شده در سیستم‌های عایقیِ درمعرض اضافه حرارت، میباشدباشد.

پیدایش عناصر نیمه هادی و المان‌های غیرخطی نظیر دیود ، تریستور و ... و استفادهٔ فراوان از آنها در شبکه‌های قدرت عامل جدیدی برای ایجاد هارمونیک در سیستم‌های قدرت به‌وجود آورد می باشد. کاربرد این عناصر را می‌توان در تجهیزات و سیستم‌های قدرت زیر دید:

-کوره‌های قوس الکتریکی و القایی

-یکسوکننده‌ها و مبدل‌های الکترونیک قدرت

-تجهیزات مورد استفاده در کنترل‌کننده‌های سرعت ماشین‌های الکتریکی

-کاربرد SVC بعنوان ابزار مهمی درکنترل توان راکتیو(استفاده از بار های با فرکانس غیر سنکرون با فرکانس اساسی سیستم قدرت می باشد که ایجاد هارمونیک با طیف گسترده ای از فرکانس های دیگر می کند .) .

-بارهای غیرخطی شامل دستگاه‌های جوشکاری

-بارهایی نظیر لامپ های فلورسنت

-جریان مغناطیسی ترانسفورماتور (ترانسفورماتورها به علت غیرخطی بودن منحنی B-H جریان مغناطیسی هارمونیکی می کشند.)

-دستگاه های FACTs و HVDC

از سوی دیگر عوامل زیر را نیز می‌توان به عنوان تولیدکنندهٔ هارمونیک در نظر گرفت:

-تولید شکل موج غیر سینوسی توسط ماشین‌های سنکرون ناشی از وجود شیارها و عدم توزیع یکنواخت سیم‌پیچی‌های استاتور

-توزیع غیر سینوسی فوران مغناطیسی در ماشین‌های سنکرون

همچنین صنایع زیر را می‌توان از جمله عوامل تولید هارمونیک در شبکه‌های الکتریکی محسوب نمود:

-صنایع شامل مجتمع‌های شیمیایی و پتروشیمی و نیز صنایع ذوب آلومینیم که از یکسوکننده‌های پرقدرت برای تولید برق DC مورد نیاز انجام فرآیندهای شیمیائی و ذوب آلومینیم استفاده می‌کنند. با توجه به قدرت بالا، این یکسوکننده‌ها هارمونیک قابل ملاحظه‌ای در شبکهٔ قدرت به وجود می‌آورند.

استفاده از سیستم‌های الکترونیک قدرت در سیستم حمل و نقل برقی مانند اتوبوس برقی و متروها باعث می‌شود سطوح زیادی از هارمونیک به سیستم توزیع تزریق شود.

بارهای غیرخطی مانند کوره‌های قوس الکتریکی که در صنایع ذوب‌آهن استفاده می‌شود از عوامل تولید هارمونیک در مقیاس بزرگ می‌باشند.[۲۱]

مهم ترین شاخص های هارمونیکی شاخص های THD و TDD می باشد. این شاخص ها به صورت زیر تعریف می شوند:

$$THD = \frac{X_h}{X_I}$$

$$TDD = \frac{X_h}{X} \qquad (۲)$$

که در آن ها X_h مقدار rms مولفه هارمونیکی، X_i مقدار rms مولفه اصلی و x مقدار rms سیگنال ولتاژ و یا جریان می باشد.

از آنجایی که اغتشاشات هارمونیکی در شبکه نه فقط باعث گرم شدن بیش از حد وکاهش عمر دستگاه ها ، خرابی تجهیزات و خود سیستم شده ، بلکه عملکرد غلط دستگاه های حفاظتی را نیز سبب می شوند ، به این سبب تشخیص سریع و به موقع این بارها در سیستم از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است . به این منظور استفاده از نرم افزار های پخش بار هارمونیکی که توزیع هارمونیک را بررسی می کنند بسیار مورد توجه است و بهبود روشهای شناسایی و تخمین هارمونیک در سالهای اخیر موضوع بسیار پر اهمیتی محسوب شده است . آنچنانکه مقالات و روشهای جدید در مجلات معتبر و کنفرانس ها به طور مداوم به روز می شوند . به همین علت توجه خود را به یافتن راهی با خطای کمتر در شناسایی هارمونیک که به نظر بسیاری از صاحبنظران این مسئله هنوز مهمترین مسئله کیفیت توان است معطوف کرده ایم.

در شیوه های سنتی به کار برده شده در نرم افزارهای تشخیص هارمونیک از تبدیل فوریه FT برای محاسبه ی و اندازه گیری هارمونیک استفاده می شود . الگوریتمهایی مثل تبدیل فوریه سریع برای سرعت بخشیدن به اجرا در پردازش سیگنال دیجیتال استفاده شده است[۱۴و۱۵] . اما طیف گسترده ی فرکانس های هارمونیکی جدید را نمی توان با روش های پردازش سیگنالی نظیر FT و FFT با دقت بالا محاسبه کرد .DFT مرحله اولیه استفاده از تبدیل فوریه برای تشخیص هارمونیک بود . این روش سنتی برای یافتن هارمونیکها است که برای یافتن اجزا هارمونیکی روی