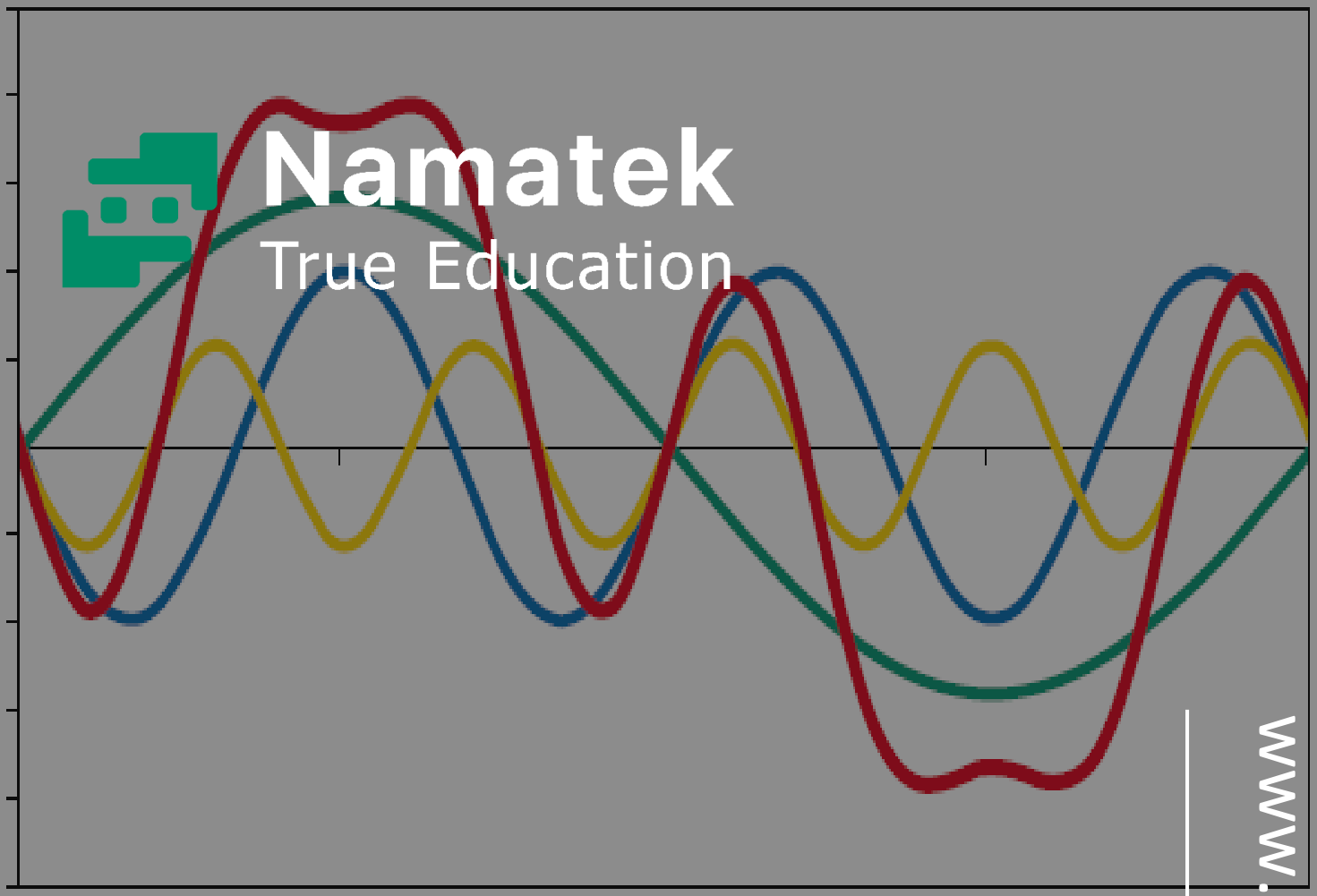


What is Harmonic?

www.namatek.com

هارمونیک چیست؟

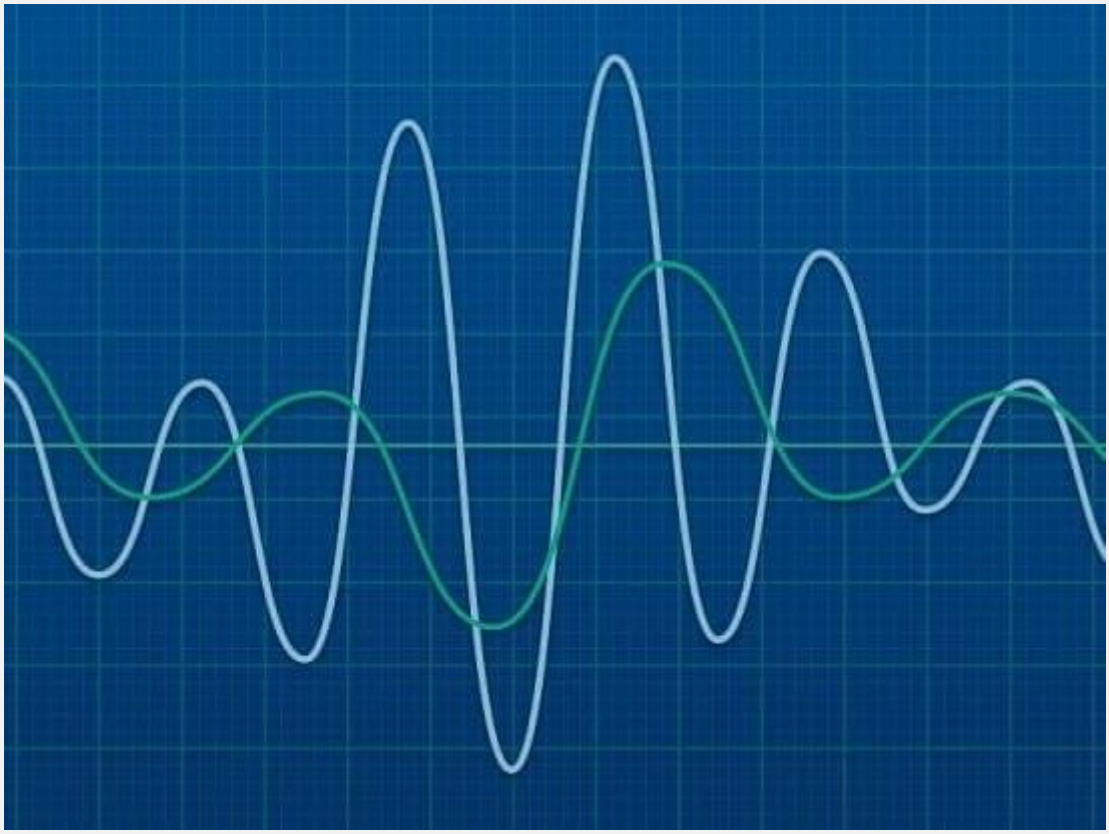
فهرست مطالب

۱. هارمونیک چیست؟ (Harmonics)
۲. هارمونیک جریان
۳. هارمونیک ولتاژ
۴. منابع تولید هارمونیک چیست؟
۵. حدود مجاز اعوجاج ولتاژ در شبکه
۶. تاثیرات ناخواسته در هارمونیک چیست؟
۷. عوامل مهم در ایجاد هارمونیک چیست؟
۸. فواصل زمانی اندازه گیری هارمونیک برای شرکت های برق
۹. کنترل هارمونیک
۱۰. بررسی محاسبه کامپیوتری هارمونیک ها (آنالیز هارمونیک)
۱۱. آنالیز خطی و غیرخطی

www.namatek.com

احتمالا تا به حال کلمه هارمونیک به گوشتان خورده است اما شاید دقیقا نمی دانید که منظور از هارمونیک چیست؟ هارمونیک ها یکی از انواع اعوجاج می باشند که سبب تغییر در شکل موج می شوند. اما چه عواملی سبب ایجاد هارمونیک می شوند و منابع تولید هارمونیک چیست؟ برای آشنایی بهتر با هارمونیک و انوع آن و پاسخ به سوالات بالا، این مقاله را تا انتها دنبال کنید.

هارمونیک چیست؟ (Harmonics)



در پاسخ ساده به این سوال که هارمونیک چیست باید بگوییم که هارمونیک ها یکی از انواع اعوجاج می باشند که سبب تغییر در شکل موج می شوند.

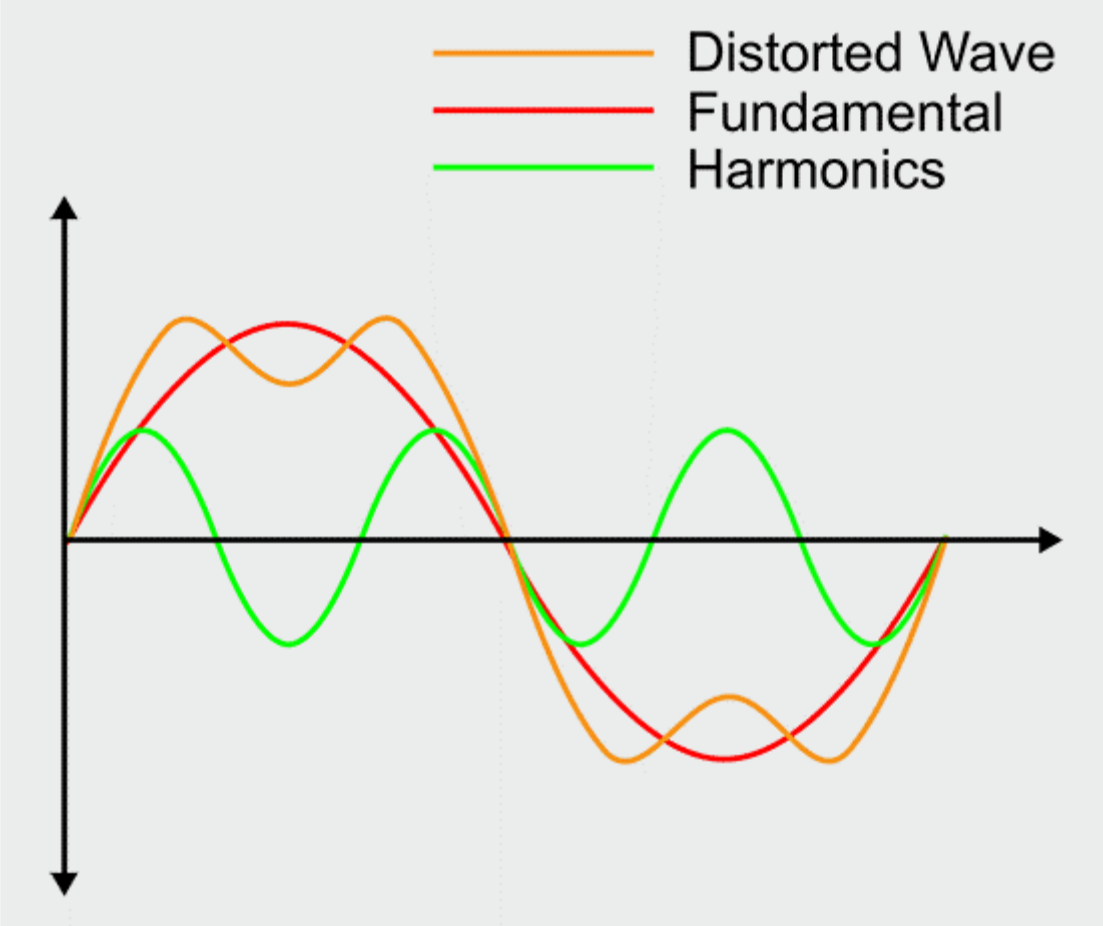
به زبان ساده تر اگر ولتاژ یا جریان از فرم سینوسی خودش خارج شود و یا در شکل سینوسی کامل نباشد، دچار هارمونیک شده است.

پنج نوع اعوجاج در شکل موج عبارتند از:

۱. وجود DC در شبکه متناوب
۲. هارمونیک ها
۳. هارمونیک های میانی
٤. برش
٥. نویز

هارمونیک جریان

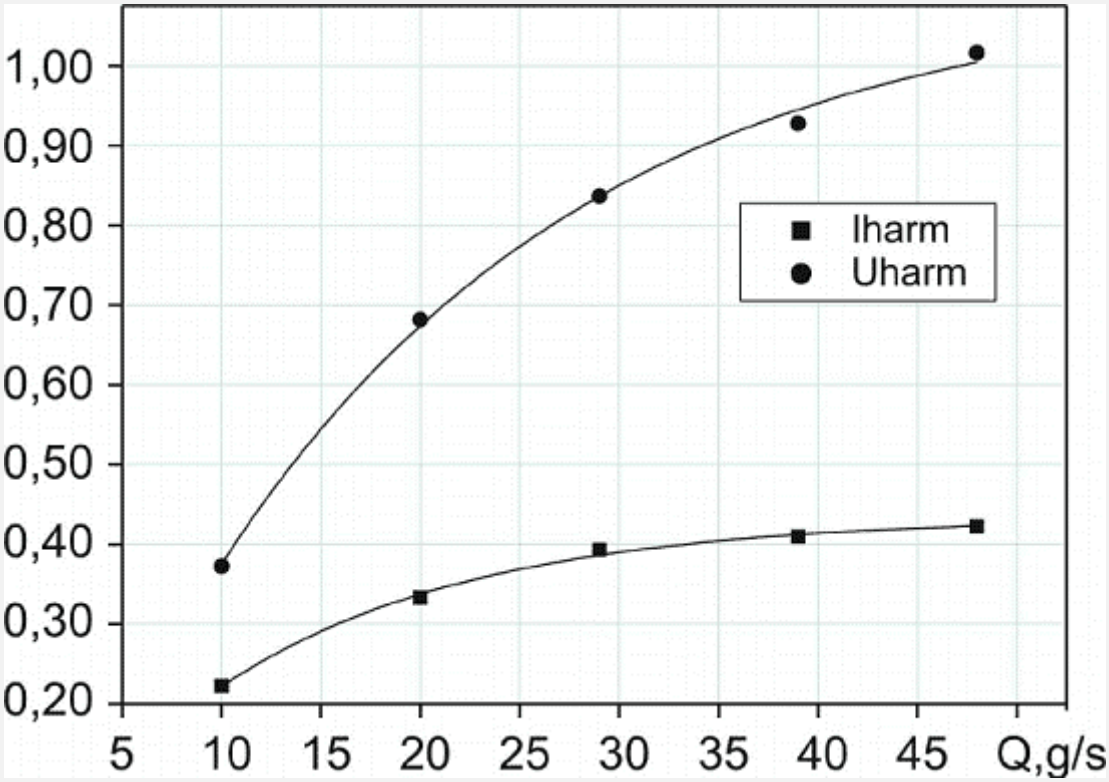
در یک سیستم قدرت، جریان سینوسی در فرکانس خاصی (معمولاً ٥٠ هرتز یا ٦٠ هرتز) متغیر است. هنگامی که یک بار الکتریکی خطی به سیستم وصل می شود، یک جریان سینوسی را با همان فرکانس ولتاژ ترسیم می کند.



هارمونیک های فعلی در اثر بارهای غیر خطی ایجاد می شوند. وقتی یک بار غیر خطی مانند یکسو کننده به سیستم متصل شود، جریانی را ترسیم می کند که لزوما سینوسی نیست. البته اعوجاج شکل موج فعلی بسته به نوع بار و اثر متقابل آن با سایر اجزای سیستم می تواند کاملاً پیچیده باشد.

هارمونیک ولتاژ

در این حالت هارمونیک ولتاژ بیشتر ناشی از هارمونیک های جریان است و ولتاژ ارائه شده توسط منبع ولتاژ به وسیله هارمونیک های جریان تغییر پیدا می کند.



منابع تولید هارمونیک چیست؟

وجود عناصر نیمه هادی و استفاده فراوان از آن ها در شبکه های قدرت عاملی برای ایجاد هارمونیک در سیستم های قدرت شده است. از سوی دیگر عوامل زیر را می توان به عنوان تولید کننده هارمونیک در شبکه الکتریکی در نظر گرفت:

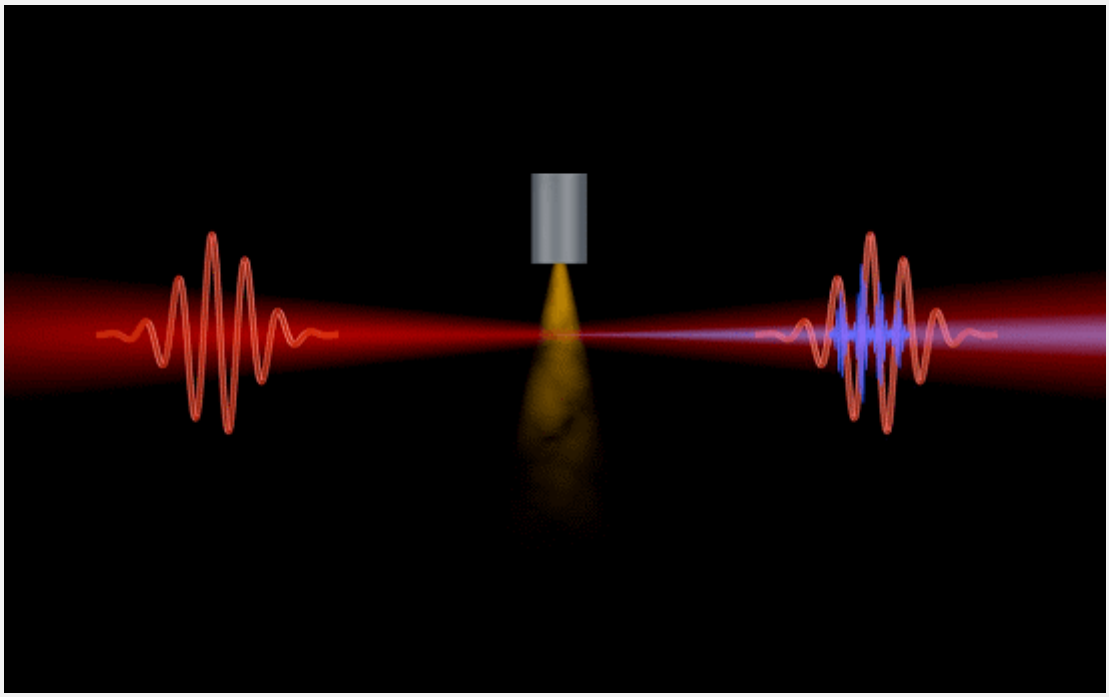
- صنعت هایی مانند مجتمع های پتروشیمی، شیمیایی و صنایع ذوب آلومینیوم که از یکسوکننده های قوی برای تولید برق DC مورد نیازشان در انجام فرآیندهای **شیمیایی** و **ذوب آلومینیوم** استفاده می کنند، در این صنایع به دلیل استفاده از برق DC تولید شده توسط

یکسوکننده ها هارمونیک قابل توجهی در شبکه قدرت به وجود می آید.

- استفاده از سیستم های HVDC برای ایجاد ارتباط بین دو نقطه با فاصله طولانی از هم باعث ایجاد هارمونیک در سیستم می شود.
- استفاده از سیستم های برقی پر قدرت در سیستم حمل و نقل شهری مانند اتوبوس برقی و متروها باعث تزریق سطوح بالایی از هارمونیک به سیستم توزیع می شود.
- از سایر عوامل تولید هارمونیک می توان به تولید بارهای غیر خطی توسط کوره های قوس الکتریکی که در صنایع مربوط به ذوب آهن استفاده می شوند نیز نام برد که سبب تولید هارمونیک در مقیاس بزرگ می شوند.
- استفاده از کنترل کننده های وضعیت برق در شبکه باعث ایجاد هارمونیک در شبکه قدرت می گردد.

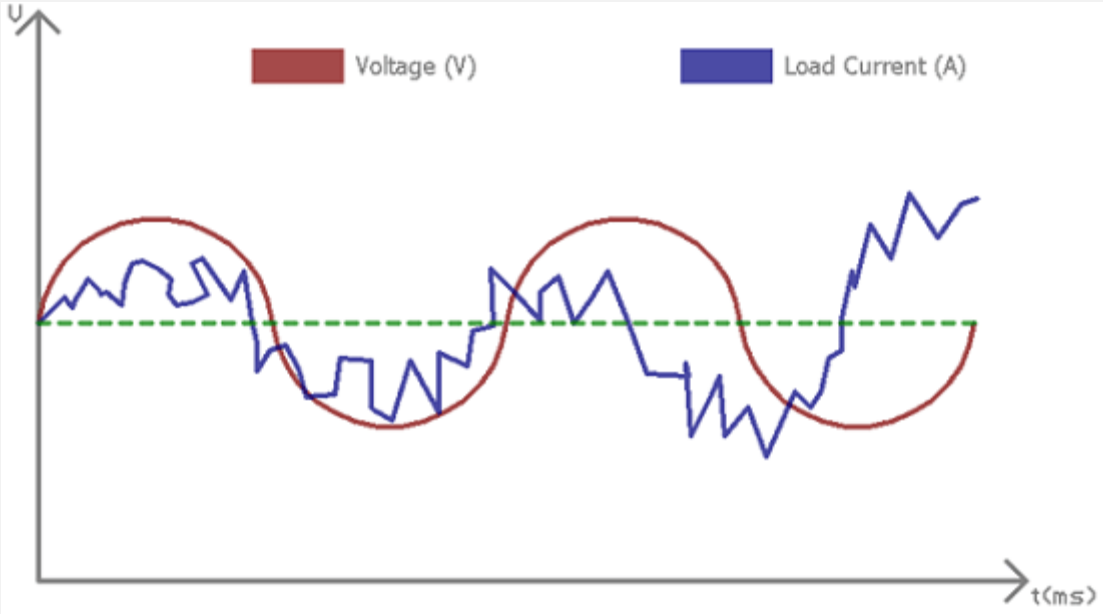
البته تنها تجهیزات صنعتی موجب ایجاد هارمونیک نمی شوند، بلکه مصارف خانگی نیز اثر قابل توجهی در این زمینه از خود به جای می گذارند. بارهای خانگی دارای توان مصرفی کمی می باشند؛ ولی به دلیل زیاد بودن تعداد وسایل خانگی که به طور همزمان و در بازه زمانی طولانی مورد استفاده قرار

می گیرند می توانند عامل اصلی تولید اعوجاج در سیستم باشند. مهمترین انواع این گونه وسایل در تلوزیون و وسایلی که در آن ها تریستور استفاده می شود، لامپ های **فلورسنت** و لامپ های **کم مصرف** است.



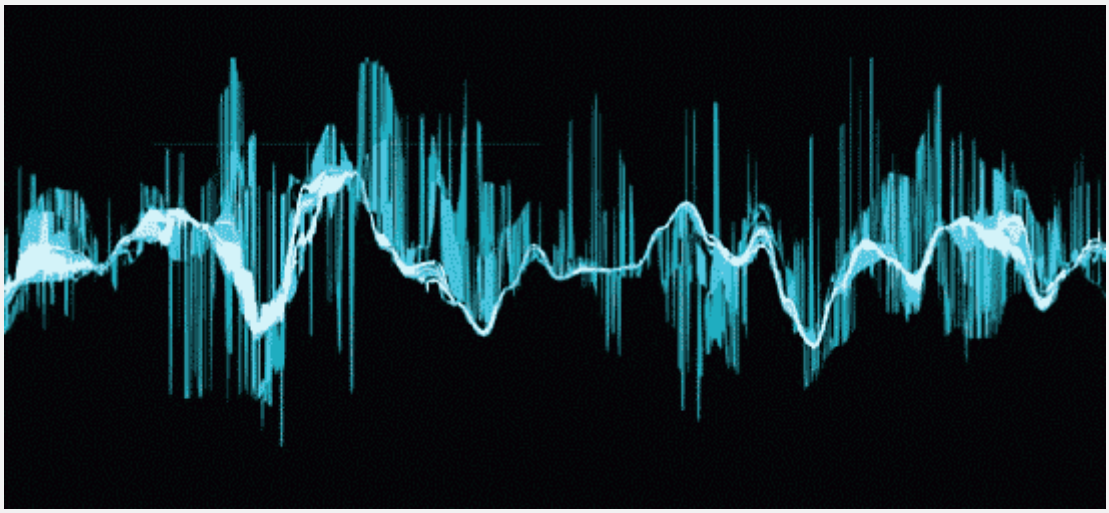
حدود مجاز اعوجاج ولتاژ در شبکه

زمانی که در قسمتی از شبکه برق رسانی، اعوجاج ولتاژ از حد مجاز خارج شود و یا در اصطلاح هارمونیک ایجاد شود، لازم است که شرکت های برق اقدام به اندازه گیری هارمونیک در بخش های مختلف در شبکه برق رسانی کنند. از این طریق مشترکینی که بیش از حد مجاز جریان هارمونیکی تولید می کنند مشخص می شوند.



پس از مشخص شدن مشترکین تولید کننده اعوجاج می بایست از آن ها خواسته شود که با تمهیداتی مقدار جریان هارمونیکی تزریقی خود را تا حد مجاز کاهش دهند.

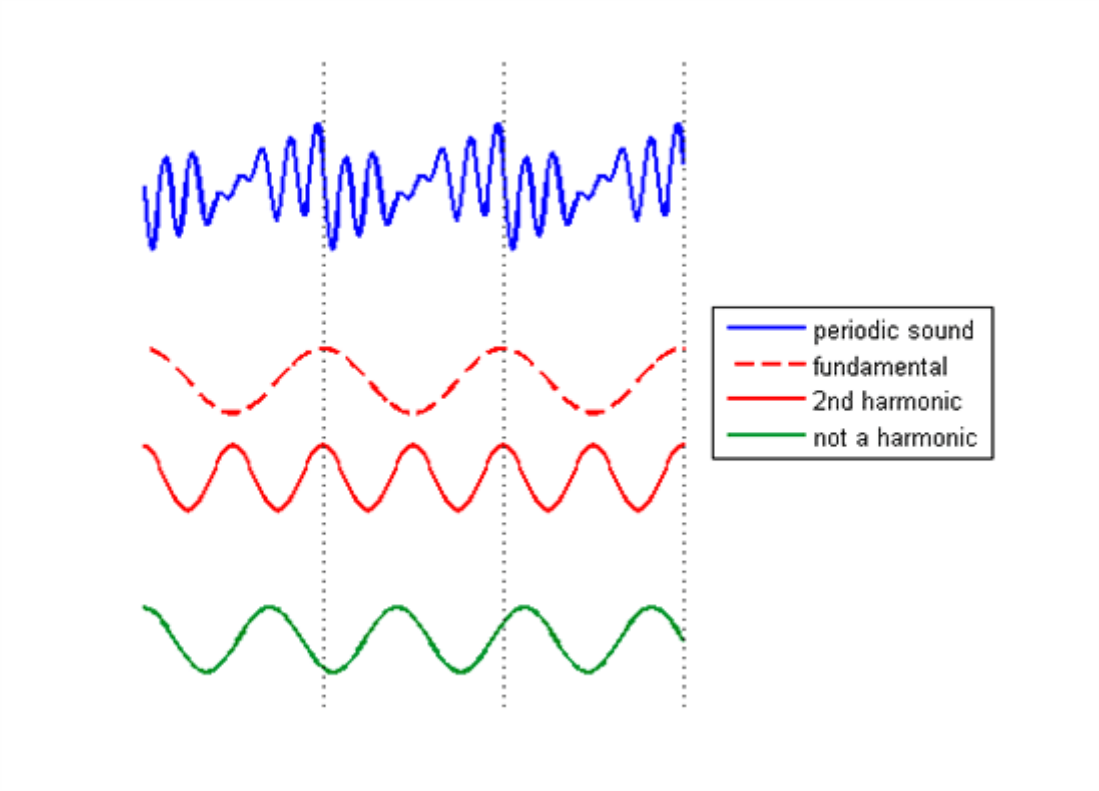
تاثیرات ناخواسته در هارمونیک چیست؟



- افزایش مقدار موثر جریان ها
- افزایش جریان گذرنده از نقطه صفر سیستم

- اشباع ترانس
- ایجاد اختلال در کارکرد تجهیزات جریان ضعیف

عوامل مهم در ایجاد هارمونیک چیست؟



درصد عمده ای از عوامل تولید کننده هارمونیک ولتاژ توسط تجهیزات زیر ایجاد می شوند:

- کنترل کننده دور موتور (درایو)
- UPS
- مبدل فرکانس
- دیمرهای روشنایی

- اینورترها
- شارژر باتری
- کوره های قوسی
- منبع تغذیه سوییچینگ
- کوره های القایی

فواصل زمانی اندازه گیری هارمونیک برای شرکت های برق

در حالت عادی و بدون ایجاد تغییر در شبکه برق رسانی و یا شکایت مشترکین از اعوجاج، در سیستم اندازه گیری هارمونیک ها می بایست به صورت سالانه و در دو مقطع زمانی بیشترین مقدار مصرف و کمترین مصرف سالانه انجام شود. این اندازه گیری ها در پست های ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت انجام می شود.

کنترل هارمونیک

هارمونیک ها هنگامی مشکل زا می شوند که یکی از حالت های زیر را داشته باشند:

۱. منبع تولید کننده هارمونیک دارای یک جریان بزرگ باشد.

۲. مسیری که جریان هارمونیک در آن عبور می کند طولانی باشد، به این دلیل که طولانی بودن مسیر باعث ایجاد اعوجاج ولتاژ بیشتری می شود.

با این وجود روش های اصلی کنترل هارمونیک عبارتند از:

- کاهش میزان جریان های تولید شده توسط بار در هارمونیک
- اضافه کردن فیلتر به منظور ایجاد مسیر برای هارمونیک ها و یا جلوگیری از وارد شدن هارمونیک ها به سیستم و یا تغذیه کردن هارمونیک های جریان به صورت محلی
- تغییر پاسخ فرکانسی سیستم با استفاده از فیلتر ها، اندوکتانس و خازن ها

بررسی محاسبه کامپیوتری هارمونیک ها (آنالیز هارمونیک)

منظور از آنالیز هارمونیک چیست؟

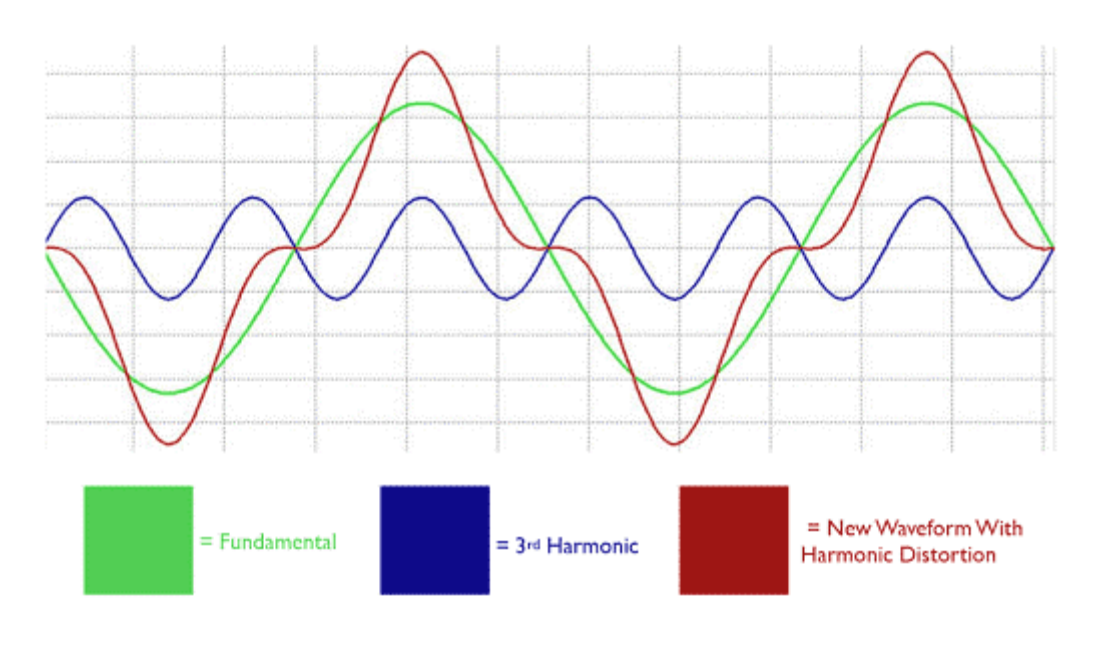
آنالیز هارمونیک سیستم های قدرت محاسبه ولتاژها و جریان های هارمونیکی در تمام نقاط شبکه می باشند. این سیستم ها اندازه گیری فیزیکی سیگنال های هارمونیکی اعوجاج ولتاژ و جریان را در نقاط مختلفی از شبکه انجام می دهند. به این دلیل که اندازه گیری در همه نقاط شبکه امکان پذیر نمی باشد اهمیت آنالیز هارمونیک سیستم امری مهم است. با مشخص نمودن توزیع هارمونیک ها در شبکه می توان افزایش تلفات در مسیرهای مختلف شبکه و میزان اعوجاج ولتاژ در نقاط مختلف را مشخص کرد.

به طور کلی سه روش مختلف کامپیوتری با پیچیدگی های متفاوت برای آنالیز هارمونیک سیستم های قدرت وجود دارد که عبارتند از:

- **آنالیز غیر خطی در حوزه زمان**
- **آنالیز غیر خطی در حوزه فرکانس**
- **آنالیز خطی در حوزه فرکانس**

آنالیز خطی و غیرخطی

مدل المان های سیستم قدرت در کلیه روش های آنالیز هارمونیک یکسان بوده و تنها تفاوت در مدلی است که برای بارهای غیر خطی در نظر گرفته می شود. برای کلیه عناصر خطی سیستم قدرت از قبیل ماشین های الکتریکی ترانسفورماتور، خط انتقال و غیره می بایستی مدل های هارمونیکی مناسبی در نظر گرفته شوند.



به طوری که در گستره فرکانسی مورد نظر (معمولا تا هارمونیک پنجاهم) رفتار این عنصر بر حسب فرکانس به طور مناسبی در محاسبات مورد توجه قرار گیرد. ضمنا در هر یک از این سه روش می توان شبکه مورد نظر را هم به صورت تکفاز و هم به صورت سه فاز در نظر گرفت و واضح است که در حالت سه فاز حجم محاسبات افزایش خواهد یافت.

در روش های آنالیز غیر خطی در حوزه زمان و فرکانس تنها آن دسته از منابع هارمونیکی را می توان مورد آنالیز قرار داد که دارای مدل ریاضی مشخص باشند. زمان انجام محاسبات در این روش ها طولانی بوده و کاربرد آن ها معمولا محدود به شبکه هایی با ابعاد کوچک می باشد. لذا بیشتر از روش آنالیز خطی در حوزه فرکانس استفاده می شود. در این روش بارهای غیر خطی در هارمونیک های مختلف به صورت منابع جریان در نظر گرفته می شوند. دامنه و زاویه هارمونیک های جریان مستقل از شکل موج ولتاژ در نظر گرفته شده و هارمونیک های مرتبه های مختلف، به صورت مجزا محاسبه می گردند.