



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه کارشناسی برق

عنوان:

نمونه برداری و بدست آوردن هارمونیک های ولتاژ و جریان برق شهر

استاد راهنما:

دکتر سیروس طوفان

نگارنده:

حمید رضا صفرزاده کلیشمی

پاییز ۱۳۹۵

چکیده

هدف از این پروژه ساخت دستگاهی است که هارمونیک های اول تا هشتم ولتاژ برق شهر را محاسبه کند. همان طور که می دانیم محاسبه دقیق هارمونیک ها امری مهم در پردازش های سیگنال می باشد. به عنوان مثال در شبکه های قدرت برای توصیف بهتر دستگاه های الکتریکی و همچنین طراحی فیلترهای جبران کننده مناسب نیاز به محاسبه دقیق هارمونیک ها تا مرتبه بالا می باشد. تبدیل فوریه اساس محاسبه هارمونیک می باشد واز بین روش هایی مانند تبدیل موجک سریع تر و دقیق تر می باشد

فهرست مطالب

فصل اول هارمونیک‌ها.....	۱
۱-۱ مقدمه.....	۲
۲-۱ تاریخچه هارمونیک.....	۲
۳-۱ مفهوم هارمونیک.....	۳
۴-۱ اساس هارمونیک ها.....	۷
۵-۱ میان هارمونیک‌ها.....	۷
۶-۱ هارمونیک‌های مضرب سوم.....	۸
۷-۱ منابع تولید هارمونیک.....	۹
۸-۱ علت ایجاد اعوجاج هارمونیکی.....	۱۰
۹-۱ تجهیزات آسیب پذیر.....	۱۳
۱۰-۱ حدود هارمونیک.....	۱۳
فصل دوم مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC).....	۱۴
۱-۲ مقدمه.....	۱۵
۲-۲ مبدل ADC به روش تقریب متوالی.....	۱۵
۳-۲ بررسی واحد ADC در میکروکنترلر AVR.....	۱۶
۴-۲ مدار نمونه بردار و نگه دارنده (sample and hold).....	۱۸
۵-۲ رجیستر کنترلی ADMUX.....	۱۹
۶-۲ رجیستر ADCSRA.....	۲۱
۷-۲ رجیستر داده ADC (ADCH,ADCL).....	۲۲
۸-۲ رجیستر SFIOR.....	۲۳
۹-۲ شروع تبدیل.....	۲۴

.....	۲۵
.....	۲۷
.....	۳۰
.....	۳۱
.....	۳۲
.....	۳۲
.....	۳۴
.....	۳۴
.....	۳۵
.....	۳۵
.....	۳۶
.....	۳۶
.....	۳۶
.....	۳۷
.....	۳۸
.....	۳۹
.....	۴۳
.....	۴۴
.....	۴۵

فصل اول

هارمونیک‌ها



۱-۱ مقدمه

بروز هارمونیک^۱ در سیستم‌های برق اولین پیامد عناصر غیرخطی در شبکه است. به خاطر 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، لذا شرکت‌های برق باید تمهیداتی را ارایه کنند تا از آسیب‌دیدگی تجهیزات مشترکین، اعم از خانگی و صنعتی جلوگیری شود. از طرف دیگر با توجه به اینکه ایجاد یک موج کاملاً سینوسی از طرف شرکت‌های برق نمی‌تواند تضمین شود، لذا مشترکین باید اعوجاجات تولید شده توسط تجهیزات خود را محدود کنند [۱].

۱-۲ تاریخچه هارمونیک

ادوارد اوئن در سال ۱۸۹۸ میلادی، تاریخچه ای را در مورد هارمونیک‌ها در شبکه قدرت منتشر نمود. او از تجربه شهر هارتفورد^۲ آمریکا در سال ۱۸۹۳ میلادی به عنوان اولین مشکل اعوجاجات هارمونیک یاد می‌کند، و اینکه مهندسين قدرت با مشکل گرم شدن بیش از حد یک موتور الکتریکی و خرابی عایق بندی آن متوجه شده بودند. شایان ذکر است که این موتور قبل از ارسال به هارتفورد در کارخانه ساخته شده و به خوبی کار کرده بود. تنها تفاوت بین شرایط آزمایش در کارخانه و شرایط واقعی در هارتفورد یک خط انتقال ۱۰ مایلی بود. به منظور پیدا کردن دلیل این مشکل، تحلیل هارمونیک بر روی شکل موج‌های جریان و ولتاژ خط انتقالی که موتور را تغذیه می‌کرد، انجام گرفت. نتایج بدست آمده عامل گرم شدن موتور را، تشدید ایجاد شده در خط انتقال ناشی از وجود هارمونیک‌ها تشخیص داد. شایان ذکر است که تولید کنندگان تجهیزات الکتریکی در اروپا برخلاف آمریکایی‌ها به دلیل اینکه در سیستم‌های انتقال خود از فرکانس‌های بالا (مانند ۱۲۵، ۱۳۳ یا ۱۴۰ هرتز) استفاده نمی‌کردند، تا آن زمان با تشدید خط انتقال مواجه نشده بودند. از دیگر تجارب هارمونیک‌ها در شبکه قدرت در آن سالها می‌توان به بکارگیری یک ژنراتور سه فاز ۱۲۵ هرتز با ولتاژ نامی ۳٫۸ کیلو ولت اشاره نمود که توسط شرکت جنرال الکتریک^۳ برای نیروگاه طراحی شده بود. قدرتی که توسط این ژنراتور تولید می‌شد از طریق یک خط انتقال به سمت دیگر شهر هارتفورد منتقل می‌گردید و در آنجا یک موتور سنکرون را تغذیه می‌کرد. موتور سنکرون نیز به نوبه

¹ Harmonic

² Hartford

³ General electric

خود به عنوان محرک یک ژنراتور DC بود که قطارهای شهر را تغذیه می کرد. مهندسی با محاسبه اندوکتانس و خازن خط انتقال و اندوکتانس بار، مشاهده کردند که در فرکانس حدود ۱۶۰۰ هرتز (هارمونیک سیزدهم فرکانس اصلی) در خط تشدید ایجاد می شود. شکل موج های ولتاژ ژنراتور نیروگاه و موتور سنکرون دارای مولفه های هارمونیکی قابل توجه بودند. شاید جالب ترین جنبه این تحقیقات این باشد که آنها چگونه توانستند با وجود وسایل و تجهیزات بسیار ابتدایی کار خود را به اتمام برسانند. آنها به تجهیزات اندازه گیری مدرن مانند اسیلوسکوپ یا هارمونیک سنج دسترسی نداشتند. در سال ۱۸۹۳ حتی امکان دسترسی به یک ولت متر خوب نیز وجود نداشت. اسیلوگراف ها هم هنوز اختراع نشده بودند و تنها وسیله ای که امکان استفاده از آن وجود داشت موج نما نام داشت که شکل موج را بصورت نقطه به نقطه از طریق قطع و وصل مرتب یک زبانه نمونه گیری می کرد. آنان موفق شدند که شکل موج ها را ثبت کرده و تحلیل فوریه را بر روی این شکل موج ها انجام دهند. طبق گزارشات موجود محاسبه هریک از ضرایب فوریه یک ساعت طول می کشید. شایان ذکر است که کموتاتور موج نما، با فرکانس ۴۵۰۰ هرتز اطلاعات را ثبت می کرد که برای فرکانس پایه ۱۲۵ هرتز، ۳۶ نمونه در هر سیکل بدست خواهد آمد. امروزه با استفاده از هارمونیک سنج های دیجیتال^۴ و با بکار گیری الگوریتم های سریع تبدیل فوریه گسسته می توان بصورت بلادرنگ اعوجاجات هارمونیکی را اندازه گیری کرد [۱].

۱-۳ مفهوم هارمونیک

به بیان ساده میتوان هارمونیک را چنین بیان کرد: به دلیل وجود عواملی در سیستم شکل موج جریان و در نتیجه شکل موج ولتاژ از حالت سینوسی خود خارج شده و با ضرایبی دارای نوسان می شود. درسالهای اولیه هارمونیک ها به خاطر مصرف کننده های خطی متعادل در صنایع چندان رایج نبودند، مانند: موتورهای القایی سه فاز، گرم کننده ها و.... این بارهای خطی جریان سینوسی در فرکانسی برابر با فرکانس ولتاژ می کشند. بنابراین با این تجهیزات اداره کل سیستم نسبتاً با سلامتی بیشتری همراه بود. ولی پیشرفت سریع در الکترونیک صنعتی در کاربری صنعتی سبب بوجود آمدن بارهای غیر خطی صنعتی شد. در ساده ترین حالت، بارهای غیرخطی شکل موج بار غیر سینوسی از شکل موج ولتاژ سینوسی رسم کنند (شکل

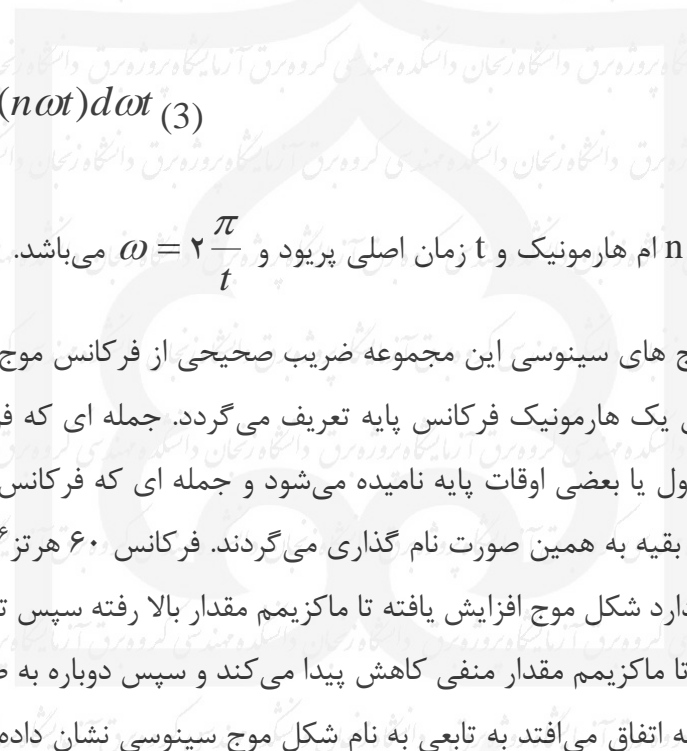
متناوبی می تواند بوسیله مجموعه ای از موج های سینوسی توصیف گردد که این مجموعه بنام سری فوریه ریاضی دان فرانسوی (۱۷۶۸-۱۸۳۰) معروف است که در فصل سه راجع آن توضیحات بیشتری داده می شود.

$$u_{(t)} = u_{dc} + \sum_{n=1}^{\infty} (u_{(n)s} \sin(n\omega t) + u_{(n)c} \cos(n\omega t)) \quad (1)$$

سری مربوطه به دو بخش قابل تفکیک می باشد.

$$u_{(n)s} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} u(t) \sin(n\omega t) d\omega t \quad (2)$$

$$u_{(n)c} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} u(t) \cos(n\omega t) d\omega t \quad (3)$$



در این روابط n مرتبه n ام هارمونیک و t زمان اصلی پریود و $\omega = \frac{2\pi}{t}$ می باشد.

فرکانس هر یک از موج های سینوسی این مجموعه ضریب صحیحی از فرکانس موج تناوبی اولیه می باشد. هر هارمونیک مرتبه n ام هارمونیک فرکانس پایه تعریف می گردد. جمله ای که فرکانس آن همان فرکانس پایه است، هارمونیک اول یا بعضی اوقات پایه نامیده می شود و جمله ای که فرکانس آن دو برابر فرکانس پایه است هارمونیک دوم و بقیه به همین صورت نام گذاری می گردند. فرکانس ۶۰ هرتز به این معنی می باشد که ۶۰ بار بر ثانیه نوسان دارد شکل موج افزایش یافته تا ماکزیمم مقدار بالا رفته سپس تا صفر کاهش پیدا می کند و در ادامه این کاهش تا ماکزیمم مقدار منفی کاهش پیدا می کند و سپس دوباره به صفر برمی گردد بر آورد هر کدام از این تغییرات که اتفاق می افتد به تابعی به نام شکل موج سینوسی نشان داده شده است. فرکانس های سی که در این متن مختلف هارمونیک به فرکانس بنیادی و اصلی وابسته می باشند [۱].

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب
زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب
زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب
دانشگاه مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو

[۱] بررسی هارمونیکی سیستم قدرت، تألیف: جوز آر لاگا، بروس سن. اسمیت، نول ر. رواتسن، آلن ر. وو،

ترجمه: دکتر محمد علی شرکت معصوم، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۱

[۲] پرتویی فر، م، مظاهریان، ف، بیانلو، ی، "میکروکنترلرهای AVR"، تهران، نص، ۱۳۹۵.

[۳] شیدفر، ع، "ریاضیات مهندسی پیشرفته"، تهران، دالفک، ۱۳۹۱.

[۴] دینانی، م، "پردازش سیگنال گسسته در زمان (جلد ۲)"، تهران، نص، 1393

پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب

برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب

زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب

دانشگاه مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو

مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی

گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان

برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب

آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان

آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان

پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان پروژه

برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب

زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروهبان برق و انشعاب زنجان و انستیتو