دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان‌نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان :

روش نوین در تعیین فرکانس بر مبنای تبدیل dq

استاد راهنما: **دکتر مظلومی**

نگارش: **پرزیوند یوسف**

شهریور ۹۰

تقدیم به دست‌های زحمت‌کش پدرم

و

محبت‌های بی‌دریغ مادرم

فهرست

فصل اول : مقدمه 5

1 – 1– مقدمه 5

فصل دوم : رله های فرکانسی 7

2 – 1– رله های فرکانسی 7

2 – 2– علت ایجاد اعوجاج هارمونیکی 11

2 – 3– مزایای فنی و اقتصادی کاهش هارمونیک‌ها 12

2 – 4– تجهیزات آسیب‌پذیر 13

2 – 5– منابع تولید هارمونیک 13

2 – 6– آثار سوء هارمونیک ها 15

2 – 7– هارمونیک ها و شبکه ی قدرت ایران 15

2 – 8– انواع رله های فرکانسی 17

2 – 8 – 1– نوسانات دینامیکی فرکانس و نقش رله‌های حذف بار 18

2 – 8 – 2– وابستگی بار به فرکانس و ولتاژ 19

2 – 8 – 3– انتخاب فرکانس پله‌های حذف بار 20

فصل سوم : روش های اندازه گیری فرکانس 22

3 – 1– توابع متناوب و توابع متعامد 22

3 – 2– تبدیل فوریه ی توابع پیوسته 24

3 – 3– فرم مختلط سری فوریه 24

3 – 4– تبدیل فوریه 25

3 – 5– کانولوشن 26
3 – 6– اهمیت گسسته سازی توابع پیوسته 28
3 – 7– توابع پایه مثلثاتی برای سیگنال های گسسته 30
3 – 8– فرکانس دیجیتال 32
3 – 9– عکس تبدیل فوریه گسسته 33
3 – 10– دسته تبدیل فوریه ی گسسته 35
3 – 11– پدیده ها ی الیاسینگ 36
3 – 12– پدیده نشت طیفی 38
3 – 13– پدیده حصار نرده ای 40
3 – 14– ارتباط بین تبدیل فوریه پیوسته و گسسته 41
3 – 15– تبدیل فوریه سریع 42
3 – 16– نیاز محاسباتی تبدیل فوریه سریع 42
3 – 17– تبدیل فوریه زمان کوتاه 44
3 – 18– هارمونیک سنج های دیجیتال 45
3 – 18 – الف– نوع تبدیل فوریه ی گسسته 45
3 – 18 – ب– نوع فیلتر دیجیتال 49
3 – 19– هارمونیک سنج های آنالوگ 49
3 – 20– تشخیص فرکانس شبکه بر مبنای گذر سیگنال از نقطه صفر 50
فصل چهارم : روش تشخیص فرکانس شبکه بر مبنای تبدیل (dq) 51
4 – 1– **روش تشخیص فرکانس شبکه بر مبنای تبدیل (dq)** 52

4 – 2– تحلیل مسایل کلیدی 56
4 – 2 – 1– طراحی فیلتر پایین گذر 57
4 – 2 – 2– تعیین زاویه فاز اولیه 57
4 – 2 – 3– محاسبه ی محدودیت ها و ارایه ی راه حلی برای دیتاهای گسسته 57
4 – 3– تحلیل نتایج شبیه سازی 59
فصل پنجم : نتیجه گیری 60
5 – 1– نتیجه گیری 60
5 – 2– منابع و مراجع 61

فصل اول :

مقدمه:

شبکه قدرت ایده ال، شبکه ای است که در آن انرژی الکتریکی بصورت ولتاژ و جریان سینوسی با فرکانس ثابت و در سطوح ولتاژی مشخص از سوی نیروگاه به مراکز مصرف منتقل می شود. اما در عمل وجود عناصر و تجهیزات با مشخصه غیر خطی به خصوص ادوات الکترونیک قدرت در بخش های مختلف تولید ، انتقال و مصرف انرژی الکتریکی ، موجب پیدایش اعجاج هارمونیکی در شکل موج سینوسی ولتاژ و جریان در شبکه قدرت می شوند.

با بکار گیری فزاینده ادوات و تجهیزات الکترونیکی و نیز رشد تصاعدی مصرف انرژی الکتریکی منابع هارمونیک نیز افزایش یافته است. شناخت این منابع و نیز بررسی آثار مخرب ناشی از آن بر روی عملکرد صحیح تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی مجاور که می تواند بصورت هدایتی ، القایی و تشعشعی صورت گیرد از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد. شایان ذکر است ادوات الکترونیکی وکامپیوتر های شخصی امروزه در کلیه کارخانه ها و مجتمع های صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد بطوریکه سیستم های اندازه گیری الکترونیکی حفاظتی و کنترلی به سرعت جای گزین تجهیزات مشابه الکتریکی و مکانیکی می شوند. منابع هارمونیکی تجهیزات الکتریکی حوزه وسیعی از فرکانس (گستره فرکانس 100 هرتز تا 3 کیلو هرتز) را شامل می شود از سویی دیگر با توجه به رشد تصاعدی مصرف، لازمه تداوم در برق رسانی با کیفیت بالا داشتن ذخیره کافی و هماهنگی روند رشد مصرف با توسعه قابلیت تولید و انتقال می باشد. با توجه به شرایط کنونی محدودیت‌ها، تاخیرات در احداث و راه‌اندازی واحدهای جدید، رشد سریع مصرف و راه‌اندازی واحدهایی با ظرفیت نسبتاً بالا، بهره برداری مطمئن و بدون دردسر با استفاده از کنترل کننده‌های معمول مانند سیستم‌های کنترل بار یا سرعت در واحد بخصوص در پی حوادث حاد امکان‌پذیر نمی‌باشد.غالباً بدلیل در دست نبودن ذخیره کافی با خروج خودکار یک واحد بزرگ سرعت افت فرکانس ناشی از عدم تعادل بین تولید و مصرف در حدی است که تنها با حذف سریع قسمتی از بار و افزایش تولید می‌توان از افت فرکانس تا حد بحرانی و خروج تسلسلی واحدها جلوگیری نمود.[1]

نوسانات فرکانس شبکه در هر لحظه به تبادل بین توان مکانیکی ورودی به گرانده اولیه مولدهای در مدار و توان الکتریکی مصرف شده بستگی دارد. بدنبال از دست رفتن قسمتی از تولید و پیش از آنکه سیستم‌های اتوماتیک کنترل بار واحدها بتوانند وارد عمل شده و سیستم کنترل فرکانس یا همان گاورنر که در مراکز تولید وظیفه کنترل فرکانس را به عهده دارند را تحریک کنند تا با تزریق سوخت (آب ، بخار یا سوخت فسیلی) توان مکانیکی را افزایش دهند، فرکانس شبکه در نتیجه عدم تعادل بین توان مکانیکی و توان الکتریکی از حد نامی کاهش می‌یابد. در واقع فزونی توان الکتریکی به توان مکانیکی بصورت شتاب منفی بر روی جرم دوار کلیه مولدها اعمال و در مجموع باعث افت فرکانس در سیستم می‌گردد. در صورت تداوم نامتعادلی بین توان الکتریکی و مکانیکی، افت فرکانس می‌تواند

منجر به خروج تسلسلی واحدها و از دست رفتن بخش بیشتری از تولید گردد و این روند نهایتاً می‌تواند منجر به از دست رفتن سیستم گردد با کاهش فرکانس توان تغذیه مولد ها نیز کاهش می یابد که این نیز می تواند باعث کاهش بیشتر توان تولیدی مولد ودرنتیجه افت بیشتر فرکانس شود. از طرفی دیگر کاهش توان مصرفی مصرف کننده ها می تواند باعث افزایش میزان فرکانس از حد نامی شود.

خارج شدن فرکانس از محدوده استاندارد باعث خروج بار یا حتی مولد های توان از مدار می شود که علاوه بر زیان های اقتصادی باعث اختلال در عملکرد تجهیزات الکترونیکی ، تجهیزات حفاظتی ، تغییر سرعت موتورها ، افزایش تلفات در تجهیزات الکتریکی همانند ترانس ها و بسیاری از موارد دیگر می شود.

با توجه به مطالب فوق اهمیت اندازه گیری دقیق و بلادرنگ فرکانس اصلی و هارمونیک های شبکه آشکار می شود که این وظیفه مهم در مراکز تولید توان ، پست ها و مراکز مصرف توان به عهده رله های فرکانس می باشد.[2]

نتیجه گیری :

روش تشخیص فرکانس بر مبنای تبدیل (dq) از ولتاژ سه فاز شبکه برای تشخیص فرکانس استفاده می کرد. به طوری که ابتدا با انتقال مولفه های سه فازی به مولفه های دو فازی، مولفه های ترتیبی صفر را از سیگنال اصلی حذف می نمود. سپس با انتقال به محورهای چرخان سنکرون مرتبه ی مولفه های ترتیبی مثبت را یک مرتبه کاهش و مرتبه ی مولفه های ترتیب منفی را یک مرتبه افزایش می داد تا مولفه های ترتیب منفی و مولفه های ترتیب مثبت با مرتبه بالاتر از مولفه اصلی به راحتی فیلتر شوند. روش های دیگر اندازه گیری فرکانس هر کدام معایبی داشتند از جمله تأخیر در اندازه گیری بخاطر پاسخ دینامیکی کند، خطای اندازه گیری قابل توجه ناشی از حساسیت به هارمونیک ها و عمل نمونه برداری و یا نیاز به حجم دیتای زیاد برای تشخیص فرکانس بودند. همین امر سبب شد که نیاز به الگوریتمی که این مشکلات را تا حد قابل قبولی حل کند احساس شد به همین خاطر این الگوریتم جدید پیشنهاد شد که دارای پاسخ دینامیکی سریع، غیر حساس به مولفه های هارمونیکی و با دقت بالا پیشنهاد شد که مشکلات قبلی را تا حد قابل قبولی حل کرد.

برای تصدیق درستی الگوریتم، شبیه سازی الگوریتم توسط نرم افزار $(MATLAB)$ انجام شده است همان طور که مشاهده می شود درستی تحلیل نظری الگوریتم را تصدیق می کند. از ویژگی های متمایز این الگوریتم نیاز به حجم دیتای کم می باشد به طوریکه در هر نمونه از سیگنال نمونه برداری شده فرکانس را اندازه گیری می کند. که همین امر باعث شده که امکان ساخت آسانی داشته باشد به طوری که به راحتی با استفاده از میکروکنترلر ها و یا DSP قابل ساخت می باشد.

[1]- H.E Lokay, V . Burthnyk "Application of under Frequency Relays for Automatic Load Shedding", IEEE Trans, Power APP. Sys. 1986. P. 525-531.

[2]- A.R. Van C. Warrington "Protective Relays", Chapman and Hall London 1974

[3]- "رله وحفاظت"، تألیف مسعود سلطانی– انتشارات دانشگاه تهران.

[4]-J.Arrillaga, D.A. Bradley,and P.S. Bodger."Power system harmonics",Book,John Wiley and Sons,1985.

[5]- "هارمونیک ها در شبکه های قدرت" ، تألیف دکتر سید حسین صادقی، مهندس آرتین درمیناسیانس، دکتر شهرام منتصر کوهساری-انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر-1382

[6]- مجموعه ی کاتالوگ ها ی شرکت "ABB".

[7]- ریاضیات مهندسی پیشرفته"Erwin Kreysing"، ترجمه ی دکتر عبدالله شیدفر و علیمردان شاهرضایی، انتشارات دالفک، 1387.

[8]- Zhou Wei, Mu Longhua, Rui Ying, "A Frequency Detection Algorithm Based on dq Coordinate Transformation",