



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی برق

پایان نامه دوره کارشناسی

(گرایش الکترونیک)

عنوان:

بررسی و طراحی فیلترهای فعال موازی برای حذف هارمونیک های بارهای غیر خطی

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر محمدی

تهیه کننده:

احمد کاوندی

تابستان ۹۴

چکیده

هارمونیک از زمان اولین ژنراتورها در سیستم های قدرت وجود داشت . با این حال ، به علت کوچک بودن اجزای هارمونیک اثرات این نوع امواج بر روی سیستمها ، قبل از سال ۱۹۶۰ به دلیل فقدان بارهای غیر خطی قابل اغماض بود . اما اخیرا به علت استفاده زیاد از ادوات الکترونیک قدرت از قبیل یکسوسازها و سایر بار های غیر خطی اندازه هارمونیک ها و همچنین اثرات مخرب آنها در شبکه قدرت از جمله کاهش کیفیت توان ، افزایش تلفات در خطوط انتقال ، تداخل الکترومغناطیسی و افزایش یافته است .

از جمله ادواتی که می توان به کمک آنها از ایجاد هارمونیک ها جلوگیری کرد ، فیلتر ها هستند که شامل انواع ، پسیو ، اکتیو و هیبرید می باشند .

در این پایان نامه سعی شده ضمن تعریف مفهوم هارمونیک ، عوامل ایجاد هارمونیک و اثر هارمونیک بر سیستم های برق ، نحوه حذف هارمونیک ها که عمدتا به وسیله انواع مختلف فیلترها می باشد شرح داده شده و در پایان یک فیلتر اکتیو موازی برای حذف اعوجاج هارمونیک ها طراحی و به وسیله ی نرم افزار متلب شبیه سازی شده است .

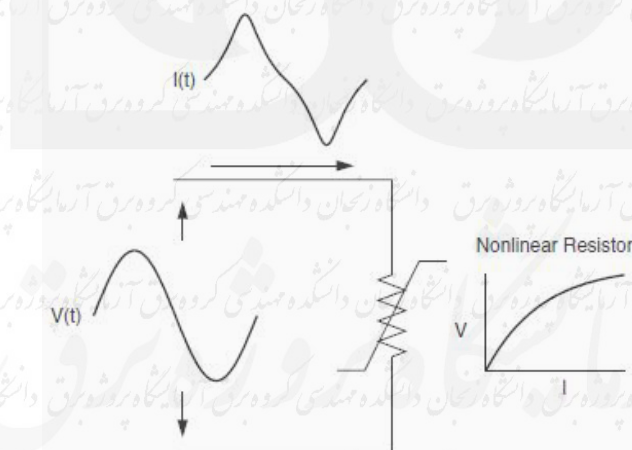
فصل پنجم - تبدیل $DQ0$	۲۱
۱- تعریف تبدیل.....	۳۱
۲- تفسیر هندسی.....	۳۱
فصل ششم - طراحی و شبیه سازی فیلتر اکتیو موازی.....	۳۴
۱- مقدمه.....	۳۴
۲- معرفی.....	۳۴
۳- روش Synchronous Reference Frame (SRF).....	۳۵
۴- روش Hysteresis band current control (HBCC) برای تولید پالس کنترلی.....	۳۷
۵- شبیه سازی.....	۳۸
نتیجه گیری.....	۴۱
مراجع.....	۴۲

فصل اول - تعاریف

۱-۱ تعریف هارمونیک ها

هارمونیک ها ، ولتاژها و جریانهای سینوسی هستند که دارای فرکانس هایی با مضرب عددی صحیح (مرتبه هارمونیک) از فرکانس اصلی شبکه می باشند . هارمونیک ها مولفه اصلی ولتاژ با جریان ترکیب شده و موجب اعوجاج در شکل موج می گردند . اعوجاج هارمونیک به علت مشخصه های غیر خطی دستگاه ها و بارهای سیستم قدرت به وجود می آید . در شکل ۱-۵ این مفهوم توسط اثر یک ولتاژ سینوسی که به دو سر یک مقاومت غیر خطی اعمال گردیده ، شرح داده شده است . گرچه ولتاژ اعمالی ، کاملاً سینوسی است ولی جریان دارای هارمونیک می باشد .

هارمونیک جریان تولید شده توسط بارهای غیر خطی با عبور از امپدانس شبکه به هارمونیک های ولتاژ تبدیل شده و علاوه بر وارد آوردن خسارت به تولید کنندگان انرژی آثار نامطلوبی نیز در مصرف کنندگان خواهد داشت که از جمله آن ها افزایش تلفات گرمایی کاهش راندمان در تجهیزات الکتریکی ، عملکرد نامطلوب تجهیزات الکترونیکی که به عبور جریان (با ولتاژ) از صفحه حساس می باشند . امکان ایجاد تشدید موازی در عناصر C , L شبکه با فرکانس معادل فرکانس از هارمونیک های موجود تاثیر نامطلوب بر روی شبکه مخابراتی ، افزایش صدای ماشین های الکتریکی ، پیری زودرس و انهدام خازن های موجود در شبکه ، تاثیر نامطلوب بر عملکرد تجهیزات مانند تلویزیون و کامپیوتر که نسبت به ولتاژ تغذیه حساس می باشند .



شکل ۱-۱ - ۱ هارمونیک جریان به وجود آمده توسط مقاومت غیر خطی

۱-۲ میان هارمونیک ها

سیگنال هایی که فرکانس آن ها مضرب صحیحی از فرکانس اصلی شبکه نباشد میان هارمونیک گفته می شود.

۱-۳ اعوجاج هارمونیکی کل (THD)

اعوجاج هارمونیکی کل (THD) یک شاخص مهم در کیفیت برق شبکه های توزیع و انتقال می باشد. این شاخص تمامی مولفه های هارمونیکی موجود در سیگنال را به حساب آورده و بیانگر حجم و اندازه هارمونیک های یک شکل موج می باشد.

THD برای سیگنال های جریان و ولتاژ به صورت زیر محاسبه می گردد.

$$THD = \sqrt{\sum F_n^2} / F_1$$

F_n مقدار موثر مولفه هارمونیک h ام از کمیت f می باشد. THD مقدار موثر مولفه های هارمونیکی یک موج اعوجاج یافته می باشد و نشانگر مقدار انرژی گرمایی هارمونیک ها نسبت به مقدار اصلی می باشد اگر THD از یک مقدار خاص بیشتر گردد در آن صورت هارمونیک را به عنوان یک منبع آلودگی در شبکه قدرت به حساب می آورند.

۱-۴ هارمونیک مضرب سه

هارمونیک های مضرب ۳ ضرایب فرد هارمونیک سه هستند. $\{h = 3, 9, 15, \dots\}$ و اغلب اختلاف قابل ملاحظه ای از نظر اندازه با دیگر هارمونیک ها دارند. در سیستم های سه فاز که به صورت ستاره

هستند و سیم نول دارند، جریان هارمونیک سوم و مضارب آن از سیم نول عبور می کنند. با جمع جریان ها در گره N ، مولفه اصلی جریان در نول به علت اختلاف فاز، صفر خواهد شد ولی مولفه های مضرب سه، سه برابر جریان های هارمونیک مضرب ۳ هر فاز می باشند. زیرا فاز و زمان آن ها به طور طبیعی روی هم قرار می گیرند و با هم جمع می شوند.

عبور هارمونیک های مضرب سه از سیم نول سبب افزایش حرارت بیش از حد و آسیب رسیدن به آن ها و همچنین اختلال در خطوط مخابراتی می شود.

هارمونیک های ناشی از بارهای غیر خطی ، هارمونیک های دائمی هستند ولی منابعی نیز مانند کلید زنی ، اتصال کوتاه و جریان هجومی ترانسفورماتورها وجود دارند که موجب به وجود آمدن جریان و هارمونیک های گذرا در شبکه می شوند این هارمونیک ها مدت زمان کوتاهی در شبکه ظاهر شده و توسط مقاومت شبکه میرا می شوند [۱].

۱- ۵ هارمونیک های گذرا

اعوجاج هارمونیکی تعداد زیادی از اغتشاشات برقی گذرا می باشد . اندازه گیری یک شکل موج مغشوش شده ممکن است نشان دهد که شکل موج دارای مولفه های فرکانس بالا است . اما این اغتشاشات و مولفه های فرکانس بالا مربوط به قسمت گذرا می باشد و حالت گذرا و دائم هارمونیک ها متفاوت هستند که به صورت جداگانه تجزیه و تحلیل می شوند . شکل موج حالت گذرا دارای فرکانس های بالا ، فقط در مدت کوتاه بعد از تغییرات ناگهانی در سیستم قدرت مشاهده می شود . این فرکانس ها ضرورتاً هارمونیک نیستند و آن ها به فرکانس طبیعی سیستم که در زمان قطع و وصل به وجود می آید بستگی دارند ، این فرکانس ها به فرکانس اصلی سیستم ربطی ندارند [۱].

هارمونیک ها با توجه به تعریف آنها در حالت پایدار اتفاق می افتند و فرکانس آن ها مضرب صحیح از فرکانس اصلی می باشد ولی حالت گذرا عمدتاً بعد از چند ثانیه از بین می رود . حالت گذرا وابسته به تغییراتی است که در سیستم رخ می دهد ، برای مثال قطع و وصل بانک خازنی . از مواردی که به صورت گذرا رخ می دهد ، راه اندازی ترانسفورماتور می باشد که یک پدیده گذراست و اغتشاش شکل موج قابل ملاحظه ای برای چند ثانیه به وجود می آید .

۱- ۶ قدرت و ضریب قدرت

اغتشاش هارمونیکی محاسبات قدرت و ضریب قدرت را با مشکل مواجه می سازد ، زیرا خیلی از محاسبات ساده شده مهندسی برق که در تجزیه و تحلیل فرکانس قدرت به کار برده می شوند نمی توانند مورد استفاده قرار گیرند .

سه کمیت استاندارد مربوط به قدرت وجود دارد :

قدرت ظاهری S ، حاصل ضرب ولتاژ و جریان موثر

نکته مهمی که در مورد مفهوم وار (Var) وجود دارد این است که این مفهوم فقط برای حالت پایدار سینوسی اعتبار دارد. موقعی که اغتشاش وجود دارد. مابقی کمیت ها بجز S و P از اصل بقا تبعیت نمی

کند. این بدین مفهوم است که مجموع این کمیت در هر گره صفر نمی شود.

این بدین معنی نیست که قدرت واقعی P و یا جریان از اصل بقا تبعیت نمی کند، زیرا اصل بقای انرژی و قانون جریان کیرشهف برای هر نوع موجی صادق است. بلکه مولفه های قدرت غیر واقعی از قانون مجموع مربعات تبعیت نمی کنند. این باعث شده برخی از تحلیل گران پیشنهاد دهند جزئی از Q قدرت غیر واقعی باشد که از قانون بقا تبعیت می کند و مابقی را D، کمیت جدیدی که از قانون اصل بقا تبعیت نمی کند معرفی کرده اند.

این کمیت D قدرت اغتشاش و به صورت ساده ولت آمپر اغتشاش نامگذاری شده است. واحد آن ولت آمپر می باشد ولی مناسب نیست که به این کمیت، قدرت گفته شود به خاطر اینکه مانند قدرت در داخل سیستم جریان ندارد.

بدین ترتیب D از مجموع قدرت غیر واقعی متعارف مربوط به تمامی ولتاژها و جریان های فرکانس های مختلف تشکیل شده، که تولید قدرت متوسط نمی کنند. رابطه D, Q, P به قرار زیر است.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}$$

برق آزمایشگاه پروژه بنابرین D بعد از به دست آوردن P, Q, S توسط فرمول زیر تعیین می شود.

$$D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}$$

بعضی ها ترجیح می دهند که از بردار سه بعدی برای نشان دادن روابط مولفه ها همان طور که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است استفاده کنند.

دانشجویان محترم:

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

نتیجه گیری

با توجه به شرایط ، حذف هارمونیک های سیستم های برق نیازی مبرم به شمار می رود که با بررسی های صورت گرفته روی انواع فیلتر ها به این نتیجه رسیدیم . فیلتر های پسیو راهکاری سنتی و در عین حال ارزان و با ساختی آسان جهت حذف هارمونیک ها از شبکه می باشند اما دارای مشکلاتی می باشند که سبب محدود شدن استفاده از آنها در شبکه های قدرت الکتریکی شده است . از این رو فیلتر های اکتیو به عنوان روش موثر در جبران سازی توان راکتیو و حذف یا محدود کردن هارمونیک های شبکه مورد توجه صنعت قرار گرفته اند . ساختار قدرت فیلتر های اکتیو تقریباً ثابت می باشد اما توجه به استراتژی کنترلی برای عملکرد فیلتر اکتیو بسیار مهم است .

در این پروژه از روش کنترلی DQ0 برای کنترل فیلتر اکتیو بهره بردیم . بدین صورت که با تبدیل DQ0 و استفاده از روش Synchronous Reference Frame (SRF) مقدار جریان مرجع را محاسبه کردیم و سپس با استفاده از روش Hysteresis band current control (HBCC) پالس های کنترلی را برای

اینورتر ارسال کردیم .

مراجع

- [1] Jos Arrillaga , Bruce C. Smith , Neville R. Watson , Alan R. Wood
" Power System Harmonic Analysis "
1997
- [2] Rejil C1, AnzariM2 and Arun Kumar R3
" Design and Simulation of Three Phase Shunt Active Power Filter Using
SRF Theory"
School of Electrical Engineering, VIT University Chennai Campus
Chennai, Tamil Nadu, India.
- [3] Nassar Mendalek , Kamal Al-Haddad , Louis A. Dessaint
" Nonlinear Control Strategy Applied To A Shunt Active Power Filter"
Ecole de Technologie SupCrieure , Department of electrical engineering
,1100, rue Notre-Dame Ouest, , Montreal, Quebec H3C 1K3, Canada
- [4] L.R.LIMONG , M.C.CAVALCANTI , F.A.S.NEVES , G.M.S.AZEVEDO
"Implementation of a sigital Signal Processor _ controlled Shunt Active
Filter " , UFPE . Recife – PE – Brasil , Brasile
- [5] H.K. Messerle, Dynamic Circuit Theory,Pergamon Press, Oxford, 1965.

[6] مهندس آرام کنعانی ودکتر محسن کلانتر؛ طراحی و شبیه سازی یک فیلتر اکتیو تکفاز جهت حذف

هار مونیک های جریان- دانشکده برق ، دانشگاه علم و صنعت ایران

[7] زارع محسن ، نیری پور مجید ، تقی زاده مهدی - " مقایسه روش های شناسایی هارمونیک و ارائه روشی بهینه برای کاهش تاخیر پاسخ فیلتر های اکتیو " - چهاردهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق

ایران ، شهریور ۱۳۹۰