دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

دانشکده مهندسی برق وکامپیوتر

انتخاب مدل بهینه برای مدار معادل بار جهت تعیین سهم آن در آلودگی هارمونیکی شبکه توزیع

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق- قدرت

نام دانشجو:

رضا بهرامی اومالی

استاد راهنما:

دکتر عبدالرضا شیخ الاسلامی

شهریور ماه 1392

بسم الله الرحمن الرحيم

چکیده

گسترش دستگاه های الکترونیکی غیرخطی در سمت مشترک ، آلودگی هارمونیکی شدیدی را موجب شده است که در سمت شبکه نیز اعوجاج‌های جریان و ولتاژ هارمونیکی را گسترش می‌دهند . در مطالعه هارمونیک ، شناسایی منابع آن برای حل مشکلات مربوط به اعوجاج هارمونیکی مهم است. مکانیابی منابع هارمونیک در سیستم ها یکی از روش‌های مورد استفاده برای نشان دادن سهم بین مشترک و شبکه برای اعوجاج‌ها است . در این پژوهش، روش‌های مکانیابی منابع هارمونیک با بررسی دو روش ارائه شده است. این روش‌ها یک استراتژی اندازه‌گیری را برای شناسایی منابع اعوجاج غالب جهت تعیین سهم هارمونیک شبکه و مشترک در یک نقطه که نقطه اتصال مشترک نامیده می‌شود در نظرمی‌گیرند . این روش‌ها مدار معادل نورتون را برای ساده‌سازی سیستم تحت مطالعه مبنا قرار داده و بار مشترک را با مولفه‌های RLC موازی با در نظرگرفتن جریان نشتی و $R(L+R_L)C$ موازی با استفاده از ولتاژها و جریانهای هارمونیکی اندازه‌گیری شده در نقطه PCC مدل سازی می‌کنند .

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست شکل‌ها ..... Error! Bookmark not defined.

فهرست جدول‌ها ..... Error! Bookmark not defined.

فصل 1- مقدمه **1**

1-1- پیشگفتار **2**

1-2- تعریف مسئله تحقیق **4**

1-2- اهداف پایان نامه **6**

فصل 2- اغتشاشات هارمونیکی **7**

2-1- اغتشاشات هارمونیک در سیستم های قدرت **8**

2-1-1- اثرات هارمونیک **13**

2-1-1-1- ماشین های دوار **13**

2-1-1-2- سیستم های انتقال **13**

2-1-1-3- ترانسفورماتور **13**

2-1-1-4- بانکهای خازنی **14**

2-1-1-5- دستگاه های حفاظتی **14**

2-1-1-6- تداخل مخابراتی **14**

2-1-1-7- کلید های فشار قوی **15**

2-1-1-8- فیوزها **15**

2-1-1-9- عایق ها **16**

2-1-2- بارهای تولید کننده هارمونیک **18**

2-1-3- مدلسازی هارمونیکی مولفه های سیستم قدرت **21**

2-1-4- پخش توان هارمونیکی **24**

2-2- مروری بر روش های موجود برای تعیین منابع اعوجاج هارمونیکی **26**

2-2-1- روش جهت توان هارمونیک **26**

2-2-2- روش دامنه ولتاژ **30**

2-2-3- روش THD **30**

فصل 3- روش های پیشنهادی جهت مکانیابی منابع هارمونیک **32**

3-1- روش مکانیابی منابع هارمونیک با مدار RLC موازی **33**

3-1-1- مدل ساده شده سیستم با استفاده از مدار معادل نورتن 33
3-1-2- مدل بار بر اساس مولفه های R||L||C موازی و جریان نشتی3 Error! Bookmark not defined.
3-2- روش مکانیابی منابع هارمونیک با مدار R||(L+RL)||C موازی 40
3-3- تعیین سهم اغتشاشات هارمونیک شبکه و مشترک 46
3-4- مراحل اجرای روش پیشنهادی R||L||C موازی 51
فصل 4- شبیه سازی 52
4-1- سیستم نمونه ی مورد مطالعه 53
4-2- مکانیابی منابع هارمونیک 55
4-3- نتایج مکان یابی منبع هارمونیک در یک سیستم نمونه ساده 55
4-4- نتایج مکان یابی منبع هارمونیک در یک سیستم تست 10 باسه 60
فصل 5- نتیجه‌گیری و پیشنهادها 64
5-1- نتیجه‌گیری 65
5-2- پیشنهادها 66
ضمیمه أ - طیف های هارمونیکی 67
ضمیمه ب - اطلاعات سیستم تست 10 باسه 68
فهرست مراجع 69

فهرست اشکال

شکل2-1: شکل موج جریان هارمونیک نمونه..... 9
شکل2-2: مدل π معادل یک خط هوایی..... 21
شکل2-3: سه نوع مدل ترانسفورماتور برای تحلیل هارمونیک..... 23
شکل2-4: مدار معادل نورتون مشترک و شبکه..... 27
شکل2-5: مدار معادل تونن حد واسط مشترک و شبکه..... 33
شکل3-1: مدار معادل نورتون نمونه..... 34
شکل3-2: مدار معادل مشترک..... 35
شکل3-3: مدار معادل بار..... 39
شکل3-4: مدار معادل بار در فرکانس اصلی..... 42
شکل3-5: نمودار برداری یرای محاسبه مقدار سوسپتانس بار..... 42
شکل3-6: مدار معادل نورتون تجزیه شده..... 47
شکل3-7: سهم اسکالر بردار هارمونیک،(آ) وضعیت جمع شدن، (ب) وضعیت کم شدن..... 49
شکل3-8: تبدیل تغییرات امپدانس شبکه و مشترک به منابع جریان معادل..... 50
شکل4-1: سیستم نمونه ساده..... 53
شکل4-1: دیاگرام تک خطی سیستم تست 10 باسه..... 54

فهرست جداول

جدول 4-1 مقادیر واقعی و تخمینی مولفه های R، L و C.....56
جدول 4-2 سهم هارمونیک مشترک و شبکه با منبع هارمونیک درسمت شبکه.....57
جدول 4-3 سهم هارمونیک مشترک و شبکه با منبع هارمونیک درسمت مشترک.....57
جدول 4-4 سهم هارمونیک مشترک و شبکه با منبع هارمونیک درهر دو سمت شبکه و مشترک.....59
جدول 4-5 سهم هارمونیک مشترک و شبکه با منبع هارمونیک درهر دو سمت شبکه و مشترک و سوییچ کردن بانک خازنی 59
جدول 4-6 مقادیر واقعی و تخمینی مولفه های R، L و C.....60
جدول 4-7 سهم هارمونیک مشترک و شبکه با منبع هارمونیک درسمت شبکه.....62
جدول 4-8 سهم هارمونیک مشترک و شبکه با منبع هارمونیک درسمت مشترک.....62
جدول 4-9 سهم هارمونیک مشترک و شبکه با منبع هارمونیک درهر دو سمت شبکه و مشترک.....63
جدول 4-10 سهم هارمونیک مشترک و شبکه با منبع هارمونیک درهر دو سمت شبکه و مشترک و سوییچ کردن بانک خازنی.....63

فصل اول

مقدمه

1-1- پیشگفتار

هارمونیکها به طور ذاتی در همه بخش های سیستم های قدرت به دلیل بارهایی همچون ماشین‌های دوار و ترانسفورماتورها که بطورسنتی تولید هارمونیک می‌کنند وجود دارد. در اینگونه تجهیزات متعارف ، توزیع نابرابر شار در شکاف هوایی ماشین‌های دوار و اشباع هسته ترانسفورماتورها از دلایل اصلی برای تولید ولتاژ و جریان غیرسینوسی است . علاوه براین، شرایط اضافه بار وجریان هجومی می‌تواند دامنه هارمونیک‌های تولید شده در این تجهیزات را تقویت کند.

همچنین ، بانک‌های خازنی که برای تصحیح ضریب قدرت مورد استفاده قرار می‌گیرد به عنوان ادوات تقویت کننده هارمونیک شناخته می‌شوند . در حوزه فرکانس‌های هارمونیکی خاص ، راکتانس بانک خازنی با راکتانس القایی سیستم تشکیل مدار تشدید را می‌دهند . در این وضعیت نوسانات ولتاژ و جریان ممکن است افزایش یابد که ممکن است به عایق دستگاه‌های حساس فشار وارد آورد[1].

در دهه‌های اخیر، با گسترش دستگاه‌هایی برپایه ادوات الکترونیک قدرت مانند کوره‌های قوس الکتریکی و محرکه‌های با سرعت قابل تنظیم ، اعوجاج هارمونیکی در سیستم‌های قدرت افزایش یافته است .

این دستگاه‌ها که به دلیل عملکردشان به طور گسترده برای کنترل و صرفه جویی انرژی مورد استفاده قرار می گیرند به عنوان بارهای غیرخطی در نظر گرفته می‌شوند . با این حال، این بارهای غیرخطی منبع اصلی اعوجاج هارمونیکی و پایین آمدن کیفیت توان محسوب می‌شوند. بنابراین ، از بین بردن اعوجاج هارمونیکی ولتاژ و جریان یک مسئله‌ی جدی پیش روی هم شبکه های برق و هم صنایع است . به منظور محدود کردن اعوجاج هارمونیکی درسیستم‌های قدرت ، استانداردهای محدودیت اعوجاج هارمونیکی در استاندارد IEC و IEEE ذکر شده‌اند .

با پیروی از روش‌های کاهش هارمونیک و رعایت استانداردها ، انتظار می‌رود سیستم های قدرت ، منبع تا حدودی خالص سینوسی برای همه مصرف‌کنندگان فراهم آورند .

اغتشاشات هارمونیکی مشکلات جدی را در سیستم‌های قدرت موجب می‌شوند . به عنوان مثال ، ولتاژهای غیر سینوسی ممکن است مشکلات گرمایی را در ماشین‌های دوار بوجود آورده و هارمونیک‌ها تلفات در سیم پیچ‌های استاتور و روتور را افزایش می‌دهند . هارمونیکها همچنین می‌توانند تلفات توانی که ناشی از تقویت مقدار rms شکل موج جریان در خطوط قدرت است را افزایش دهند . علاوه براین، جاری شدن جریان هارمونیک ممکن است افت ولتاژ هارمونیک بر روی امپدانس خطوط را افزایش داده و جریان غیر سینوسی می‌تواند موجب افزایش تولید گرما و تلفات مس در ترانسفورماتور قدرت گردد . در بانک‌های خازنی، اعوجاج ولتاژ می‌تواند تلفات دی الکتریک و تنشهای حرارتی را افزایش دهد . یکی از نگرانی‌های مربوط به اعوجاج هارمونیکی ، رزونانس در سیستم است . رزونانس موازی یا سری ممکن است بین امپدانس خازن و امپدانس بقیه سیستم رخ دهد که می‌تواند ولتاژ اضافی در سیستم ایجاد کرده و یا حتی موجب خرابی خازن گردد.

همه مسائل ذکر شده در بالا می‌تواند در نهایت به افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و کاهش قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت منجر گردد[2].

1-2- تعریف مسئله تحقیق

به دلیل اینکه هارمونیکها تبدیل به یک مشکل اصلی کیفیت توان در سیستم های قدرت شده‌اند ، شناسایی منبع هارمونیک در سیستم بسیار مهم است . بنابراین ، اولین گام در کاهش هارمونیک تعیین محل منابع هارمونیک است . روش‌های شناسایی موقعیت منابع هارمونیک در سیستم‌های قدرت می‌تواند به عنوان استراتژی‌های اندازه‌گیری نقطه و نقاط چندگانه طبقه بندی شود . استراتژی اندازه‌گیری نقطه تنها (single point) بر روی اندازه‌گیری ولتاژها و جریان‌های هارمونیکی در یک نقطه از سیستم که نقطه اتصال مشترک (PCC [1]) نامیده می‌شود تمرکز می‌کند ، در حالی که استراتژی اندازه‌گیری نقاط چندگانه ، اندازه‌گیری

[1] Point of Common Coupling

های‌هارمونیکی را در تمام شین‌های انتخاب شده بررسی می‌کند.

چندین روش اندازه‌گیری برای شناسایی موقعیت منابع هارمونیک در تعیین اینکه آیا این منبع از سمت شبکه است یا مشترک ، ارائه شده است . یکی از روش‌های اولیه برای تعیین محل منبع هارمونیک بر اساس جهت توان حقیقی(Real Power Direction) است که در آن سمتی که توان هارمونیک بیشتری تولید می‌کند مسئول اعوجاج هارمونیکی است[3] . اگرچه ، تشخیص داده شده است که روش جهت توان حقیقی تنها 50 درصد قابلیت اطمینان دارد و در نتیجه دقت و صحت این روش سوال برانگیز است[4].

یک روش مبتنی بر تشویق برای تعیین محل منبع هارمونیک ارائه شده است که این روش به دلیل نیاز به دانستن امپدانس واقعی سیستم برای محاسبات غیرعملی است[5] .

روش‌های اندازه‌گیری دیگر برای تعیین موقعیت منبع هارمونیک ، روش امپدانس مرزی[1][6] وروش مقایسه دامنه ولتاژ[7] بوده که نیازمند بکارگیری تست‌های سوییچینگ جهت بدست آوردن امپدانس هارمونیک هستند اگرچه در سیستم های عملی اجازه بکارگیری تست های سوییچینگ داده نمی‌شود .

بیشتر روش‌های اندازه‌گیری‌های اخیر، روش‌هایی همچون اعوجاج هارمونیک کل (THD [2]) [8] ، روش بردارهارمونیک (HVM [3]) [9] و روش مبتنی بر استاندارد IEEE1459 است که تلاش می‌شود محدودیت های قبلی با استفاده ازتوان راکتیو تحویلی کل در PCC حل شود . در روشTHD ، برای یافتن سهم اعوجاج هارمونیکی سمت شبکه و مشترک از THD استفاده می‌شود . ضعف این روش در این است که مقدار THD نمی‌تواند تغییرات سهم ناشی از تغییر در زاویه فاز منابع هارمونیک را نشان دهد.

روش HVM از مقاومت به عنوان امپدانس مرجع برای مدل سازی سمت مشترک استفاده می‌کند . با این

[1] Critical Impedance Method
[2] Total Harmonic Distortion
[3] Harmonic Vector Method

حال، مدل کردن سمت مشترک توسط یک مقاومت معادل ممکن است دقت در محاسبه ضرایب سهم هارمونیک به ویژه در مواردی که بارها شامل المانهای القایی مانند موتورها هستند را کاهش دهد . روشی که بر اساس استاندارد IEEE1459 با استفاده از توان راکتیو تحویلی کل داده شده است قادر به تعیین محل منابع هارمونیک ضعیف نیست چراکه نمی‌تواند توان راکتیو هارمونیک را درفرکانس هارمونیکی خاص محاسبه کند .

با توجه به محدودیت های ذکر شده در روش‌های اندازه‌گیری جریان در بالا ، روش‌های بهبود یافته‌ای برای تعیین منبع هارمونیک در PCC در این پایان نامه ارائه شده است . بهبود در روش‌های پیشنهادی با استفاده از یک مدل بار هارمونیکی دقیق انجام گرفته است که با ترکیب موازی از مولفه‌های مقاومت، سلف و خازن نشان داده شده است .علاوه بر این، سهم هارمونیکی محاسبه شده برحسب درصد ولتاژ و جریان‌های اندازه‌گیری شده در PCC درهر مرتبه هارمونیک ، یک شاخص ساده و معنی‌دار را برای مقایسه بهتر بین سهم اغتشاشات هارمونیکی شبکه و مشترک ارائه می‌دهد .

1-3- اهداف پایان نامه

این تحقیقات بر ارائه‌ی تکنیک‌های دقیق برای شناسایی منابع هارمونیک در سیستم های قدرت الکتریکی تمرکز می‌کند . هدف از این تحقیق به شرح زیر است:

بهبود روش‌های اندازه‌گیری برای تخمین سهم هارمونیکی بین شبکه و مشترک در نقطه اتصال مشترک (PCC) و تعیین محل منبع هارمونیک غالب و مقایسه در دقت RLC موازی ، R||(L+R)||C و RLC موازی با در نظر گرفتن جریان نشتی . کار تحقیق با ارایه‌ی روش‌های بهبود یافته درتعیین محل منبع هارمونیک در PCC آغاز می‌شود . در این روش، بار هارمونیکی بصورت مولفه‌های R||(L+R)||C و RLC موازی با منبع جریان ، مدل می‌شود . ولتاژ و جریان هارمونیکی اندازه‌گیری شده در PCC به منظور تخمین پارامترهای

RLC بار استفاده می‌شود . مدل نمودن امپدانس بار هارمونیکی بر مبنای محاسبات در حوزه زمان است که به حوزه فازی آن تبدیل شده است .سپس ، سهم هارمونیکی بین شبکه و مشترک با بکارگیری قضیه جمع آثار تعیین می‌شود . با استفاده از مقادیر عددی سهم هارمونیکی، موقعیت منبع هارمونیک در PCC برای نشان دادن اینکه منبع از سمت شبکه است یا مشترک ، بر اساس سهم هارمونیکی غالب تعیین می‌شود . سپس مقایسه ای بین پارامترهای بدست آمده از هر یک از روشهای فوق انجام می‌گردد . برای تایید روش اندازه‌گیری پیشنهادی از شبیه سازی MATLAB با استفاده از سیستم تست 10 باسه استفاده شده است .

فصل دوم

اغتشاشات هارمونیکی

پیشینه‌ی تحقیق

۲-۱- اغتشاشات هارمونیک در سیستم‌های قدرت

درحالت کلی ، شکل موج ولتاژ تولید شده در ژنراتورهای AC تحت فرکانس ثابت ، سینوسی خالص است . با این وجود ، هنگامی که یک بار غیرخطی توسط یک ولتاژ سینوسی خالص تغذیه می‌شود ، جریان منتجه کاملا سینوسی نیست . جریانی که توسط بار غیرخطی کشیده می‌شود اعوجاج ولتاژ در ترمینال بار تحت اثر امپدانس سیستم تولید می‌کند . شکل موج ولتاژ شامل هارمونیک به صورت یک مولفه کاملا سینوسی با شکل موج پریودیک که دارای فرکانسی برابر با ضرایب صحیحی از فرکانس اصلی است تعریف می‌شود[2].

با این تعریف، فرکانس‌های هارمونیک را می‌توان به صورت زیر تعیین نمود :

$$f_h = h \times \text{فرکانس اصلی} \qquad (1\text{-}1)$$

که h نشان دهنده‌ی مرتبه هارمونیک است . مولفه‌های جریان هارمونیک‌های مختلف را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود :

$$i_1 = I_{m1}\sin(\omega t) \qquad (2\text{-}1)$$

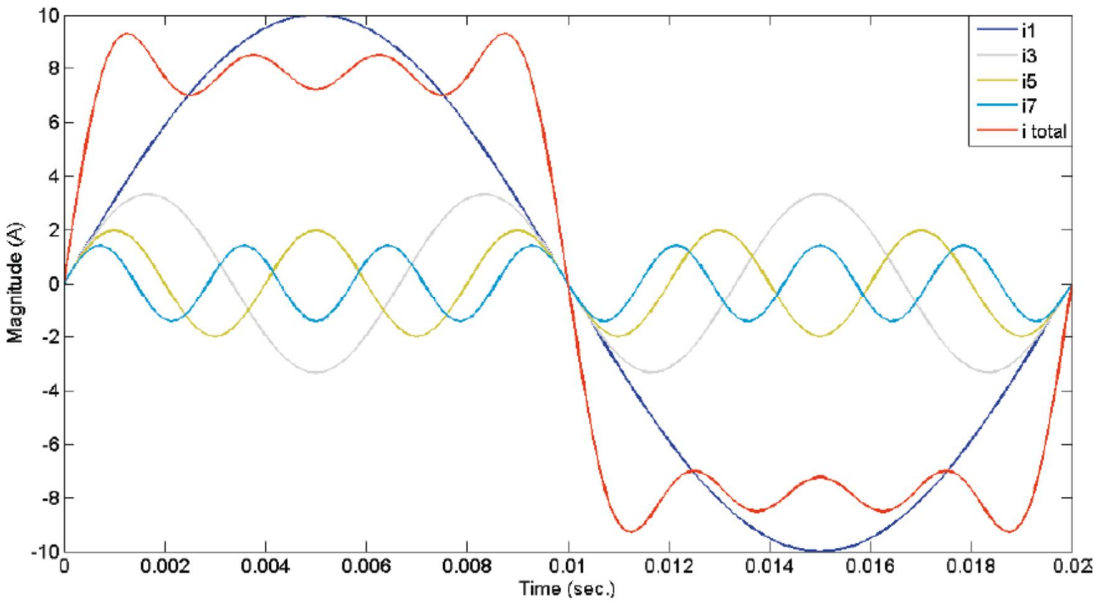
$$i_3 = I_{m3}\sin(3\omega t - \varphi_3) \qquad (3\text{-}1)$$

$$i_5 = I_{m5}\sin(5\omega t - \varphi_5) \qquad (4\text{-}1)$$

$$i_7=I_{m7}\sin(7\omega t-\varphi_7) \quad (5\text{-}1)$$

$$i_{total}=i_1+i_3+i_5+i_7 \quad (6\text{-}1)$$

که در آن I_{mh} مقدار rms جریان هارمونیک hام به صورت نشان داده شده در شکل است.



شکل2-1: شکل موج جریان هارمونیک نمونه

رایج‌ترین شاخص که در تجزیه و تحلیل هارمونیک‌هارمونیک استفاده می‌شود اعوجاج هارمونیک کل (THD) برای ولتاژ و جریان است ، که به صورت مقدار rms از هارمونیکهای بیان شده به عنوان یک درصدی از مولفه اصلی به شرح زیر تعریف می‌شود:[11].

$$THD_v=\frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{H}V_h{}^2}}{V_1} \quad (7\text{-}1)$$

$$THD_i=\frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{H}I_h{}^2}}{I_1} \quad (8\text{-}1)$$

I_hوV_h مقادیر rms ولتاژ و جریان در فرکانس هارمونیک بوده وV1 و I1 مقادیر rms اصلی ولتاژ و جریان هستند . وقتی که جریان بار اصلی کم است مقدار THD جریان می‌تواند گمراه کننده باشد زیرا هنگامی‌که مقدار جریان هارمونیک کم است ، ممکن است بر روی مقدار THD جریان ورودی اثرگذار نباشد حتی اگرسطح اعوجاج مربوط به آن با فرکانس اصلی بالا باشد . برای دوری از چنین ابهامی، ضریب اعوجاج تقاضای کل (TDD[1]) تعریف می‌شود:

$$TDD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{H} {I_h}^2}}{I_R} \quad (9\text{-}1)$$

که در آن IR مقادیر rms اصلی جریان تقاضای بار است.

اندازه‌گیری توان و اصلاح ضریب توان معمولا در تجزیه و تحلیل هارمونیک در نظر گرفته می‌شود . بر اساس نظریه توان در شرایط سینوسی، توان لحظه‌ای به صورت حاصل ولتاژ و جریان لحظه‌ای تعریف می‌شود:[12].

$$p(t) = v(t).i(t) \quad (10\text{-}1)$$

با این حال، مهندسین قدرت علاقه‌ای به توان لحظه‌ای ندارند . بنابراین، توان متوسط به صورت زیر تعریف می‌شود :

$$P = V_{rms} I_{rms} \cos(\varphi) \quad (11\text{-}1)$$

$$Q = V_{rms} I_{rms} \sin(\varphi) \quad (12\text{-}1)$$

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (13\text{-}1)$$

و تحت شرایط سینوسی، ضریب توان را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود:

[1] Total Demand Distortion

$$PF = \cos(\varphi) \quad (14\text{-}1)$$

که در آن φ اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان است. با این‌حال، تحت شرایط غیر سینوسی دیگر اعتبار ندارد و به همین دلیل نیاز به تجدید نظر دارد. دو روش مختلف برای بررسی معادلات توان بر اساس نظریه توان Budeanu و Fryze ارائه داده شده است .

نظریه توان Budeanu بسط مستقیم (1-11) و (1-12) است، چراکه توان‌های اکتیو و راکتیو در حضور هارمونیک‌ها می‌تواند به صورت زیر بدست آید[13]:

$$P = \sum_{h=1}^{H} V_h I_h \cos(\varphi_h) \quad (15\text{-}1)$$

$$Q_B = \sum_{h=1}^{H} V_h I_h \sin(\varphi_h) \quad (16\text{-}1)$$

که V_h و I_h مقادیر rms مرتبه هارمونیک h ام و φ_h جابجایی فاز آنها است.

با توجه به این تعاریف ، مجموع مربعات توان اکتیو و راکتیو کمتر از مربع توان ظاهری در (1-13) شده است، است. بنابراین، برای برابرسازی توان اعوجاج ، D را به صورت زیر تعریف می‌کنیم :

$$D = \sqrt{S^2 - (P^2 + {Q_B}^2)} \quad (17\text{-}1)$$

نظریه توان Fryze بر مبنای تجزیه جریان به جریان‌های اکتیو و راکتیو به شرح زیر است:

$$i = i_a + i_F \quad (18\text{-}1)$$

که در آن i_a و i_F به ترتیب جریان بارهای مقاومتی و غیرمقاومتی هستند . بخاطر عمود بودن i_a و i_F ، جریان واقعی را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$|i|^2 = |i_a|^2 + |i_F|^2 \quad (19\text{-}1)$$

و در نتیجه،

$$S^2 = P^2 + {Q_F}^2 \quad (20\text{-}1)$$

نظریه توان Budeanu و Fryze در S و P مشابه هستند . به صورت محاسباتی Q_F بر حسب Q_B و D به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Q_F = \sqrt{D^2 + {Q_B}^2} \quad (21\text{-}1)$$

توان راکتیو Budeanu، Q_B نمی‌تواند به عنوان معیاری از نوسان انرژی تفسیر شود . چون‌که در سیستم های دارای اعوجاج ، توان راکتیو در هر فرکانس هارمونیک می‌تواند دامنه مثبت، منفی یا صفر داشته باشد . بنابراین، این دامنه‌ها هم می‌توانند یکدیگررا حذف کرده و یا به هم اضافه شوند . بنابراین، نوسان انرژی میان منبع و بار ممکن است وجود داشته باشد حتی اگر $QB = 0$. در مقابل ، نظریه توان Fryze که بر اساس تجزیه جریان در حوزه زمان است با برخی از مشکلات در عمل مواجه است . بسیاری از مهندسین قدرت ، آنالیز در حوزه فرکانس را بر آنالیز در حوزه زمان ترجیح می‌دهند . بعلاوه ، تجزیه جریان Fryze تنها وقتی عملی است که توان از منبع به سمت بار جاری شود . اگرچه ، ممکن است نتایج مطلوب ، زمانی که سمت بار شامل یک منبع تغذیه اکتیو باشد بدست نیاید [14].

بنابراین، اندازه‌گیری توان و بهبود ضریب توان در شرایط غیرسینوسی گاهی اوقات بحث‌برانگیز هستند .

نظریه توان Fryze به طورگسترده در اندازه‌گیری توان هارمونیک پذیرفته شده است اما نظریه توان Budeanu نیز گاهی توسط مهندسین برق اعمال می‌شود .

2-1-1- اثرات هارمونیک

هارمونیکها اثرات منفی و شدیدی مانند اضافه حرارت و تنشهای دی الکتریک بر روی اجزای سیستم‌های قدرت دارند .

تاثیر هارمونیک بر روی تجهیزات مختلف به شرح زیر است:

2-1-1-1- ماشین‌های دوار:

ولتاژ غیر سینوسی اعمال شده به ماشین‌های دوار ممکن است باعث حرارت بیش ازحد شده و ولتاژها و جریان‌های هارمونیکی می‌توانند تلفات را در سیم پیچ‌های استاتور و مدار روتور به دلیل اینکه مقادیر rms ولتاژ و جریان افزایش می‌یابد افزایش دهند .

برای موتورهای القایی با روتور مورب ، هارمونیکها در فرکانس های بالا ، تلفات آهن را به علت تغییرات شار در استاتور و روتور افزایش می‌دهند . درماشین‌های سنکرون، باید توجه داشت که جریان‌های هارمونیکی استاتور جریان روتور را با فرکانسی مشابه بوجود می‌آورند که در اطراف روتور می‌چرخد اما درجهت مخالف ، از اینرو تلفات روتور را افزایش می‌دهد .[15]

2-1-1-2- سیستم های انتقال:

هارمونیکها دو تاثیر عمده بر روی سیستم های انتقال دارند . مورد اول مربوط به تلفات توان اضافی ناشی از افزایش مقدار rms جریان درمجاورت امپدانس سیستم می‌باشد . اثر دوم مربوط به افت ولتاژ بر روی امپدانسهای مختلف مدار می‌باشد ، به این معنی که اغتشاش ولتاژ در سیستمی با امپدانس بزرگتر، بیشتر و سطح خطا کمتر است . علاوه براین، هارمونیک می‌تواند تنش دی الکتریک را در سیستم افزایش دهد[16].

2-1-1-3- ترانسفورماتور:

تاثیرعمده هارمونیکها روی ترانسفورماتورها، حرارت اضافی ایجاد شده توسط تلفات ناشی از جریان هارمونیک