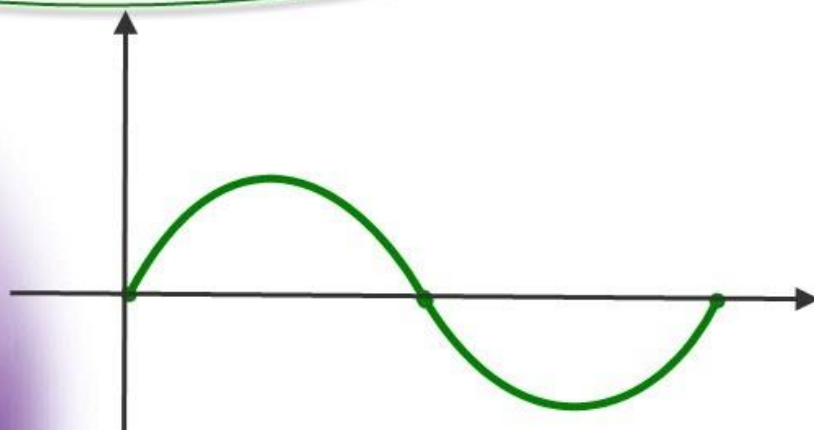


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

موضوع پروژه:

مطالعه و شبیه سازی پدیده رزنانس (تشدید) هارمونیک در سیستم الکتریکی



برای خرید فایل word این پروژه [اینجا کلیک کنید](#).

(شماره پروژه = ۲۷۰)

پشتیبانی : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ب.چکیده :

پدیده رزونانس یا تشدید یک حالت شدید از اغتشاشات هارمونیک است. هارمونیک ها نیز یکی از انواع اعوجاج در شکل موج می باشند. اعوجاج در شکل موج عبارت است از انحراف در شکل موج سینوسی ایده آل بافرکانس قدرت که در آن محتوای طیفی آن موج مشخص میگردد. پدیده رزونانس در سیستم های قدرت باعث ایجاد مشکلات خاصی در شبکه های قدرت میشود. از جمله این مشکلات می توان به عدم عملکرد مناسب تجهیزات و نیز کاهش عمر و پایین آمدن راندمان دستگاهها اشاره نمود. این پروژه را به چند بخش تقسیم کردیم که بخش اول شامل تعاریف اصطلاحات و روابط حاکم بر هارمونیک است، در بخش دو مشخصه های هارمونیک را بررسی کردیم و یک الگوریتم بهبود یافته برای تخمین فرکانس رزونانس موازی سیستم را ارائه کردیم که تنها با استفاده از بخشهای گذرا موثر ولتاژ و جریان که از انرژی بانک خازنی ناشی میشود، می تواند تاثیر گمراه کننده ای روی جریان های هارمونیک از بارهای غیر خطیوارائه تخمین فرکانس رزونانس دقیق داشته باشد، حتی زمانی که داده هادرمکان هایبانک خازنیقرار ندارند. همچنین روش دیگری که در این پروژه ارائه شده است دیگر نیازی به محاسبات پیچیده نیست. هر دو روشبهترین زمان اندازه گیری داده ها را در نقاطخازنی انجام می دهند. و آنها برای اندازه گیری های صورت گرفته در سراسر سیستم محلی مفید هستند (به عنوان مثال، سیستم توزیع یا همانباسهای اطراف روی سیستم انتقال). در حال حاضر تلاشی که صورت میگیرد به منظور بهبود روش ها استبه طوری که فرکانس رزونانس غیراضافی را می توانبه طور خودکار حذف کرد. در بخش سوم پاسخ های ناشی از این پدیده را با روش های مختلف تجزیه و تحلیل کرده و روش ههای مختلفی را برای تحلیل پدیده رزونانس معرفی میکنیم و در آخر با نتیجه گیری و شبیه سازی این پروژه را به اتمام میرسانیم.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

ج.پیشگفتار:

امروزه با گسترش استفاده از المان های غیر خطی در سیستم قدرت، موجبات تولید هارمونیک فراهم شده است. عنصر غیر خطی عنصری است که جریان آن متناسب با ولتاژ اعمالی نمی باشد و افزایش چند درصدی ولتاژ ممکن است باعث شود که جریان دو برابر شده و نیز موج جریان شکل دیگری به خود بگیرد. در عمل تقریباً غیر ممکن است که بتوان دستگاهی را یافت که شکل موج ولتاژ و جریان کاملاً سینوسی داشته باشد. مطالعه در زمینه هارمونیک از آن لحاظ اهمیت دارد که این پدیده یکی از مهم ترین پارامترها در تبیین کیفیت توان است. این پدیده مضراتی همچون افزایش تلفات و حرارت در سیستم، اشتغال ظرفیت ترانس ها، خطا در رله ها، بروز پدیده رزونانس و ... می شود. مهمترین منابع تولید هارمونیک عبارتند از کوره های قوس الکتریکی، یکسو کننده ها و مبدل های الکترونیک قدرت، SVC و ... که البته میتوان با فیلتر گذاری مناسب تولید هارمونیک را در محدوده مجاز تعیین شده قرار داد. دو استاندارد معروف IEEE 519 و 61000-3-IEC در بحث هارمونیک های سیستم های قدرت وجود دارد. هر دو این استانداردها هدف یکسانی دارند که آن عبارتست از محدود کردن هارمونیک در سیستم قدرت، اما برای رسیدن به این هدف راهکارهای مختلفی را ارائه میدهند. استانداردهای IEC مقدار مجاز تزریق هارمونیک وسیله برقی را مشخص می کند و استانداردهای IEEE مقدار مجاز آلودگی هارمونیکی در نقطه اتصال سیستم توزیع با مصرف کننده را مشخص می کند. میتوان پدیده هارمونیک را با استفاده از روش های پخش بار هارمونیک در سیستم های قدرت مورد مطالعه قرار داد. این مطالعات به منظور برنامه ریزی، بهره برداری و نحوه تبادل توان هارمونیک بین شرکت های برقی ضروری است.. در این پروژه ابتدا در خصوص هارمونیک و منابع تولید هارمونیک در شبکه و عامل رشد روز افزون آنها در سالیان اخیر بیان شده و سپس چگونگی ایجاد پدیده تقویت هارمونیکی در

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

خازنهایی که به منظور حصول اهداف مختلف در شبکه نصب می شوند تبیین می شود. در مرحله بعد نقش مولفه های هارمونیک جریان بار در این رابطه تشریح شده و روشهای ممکن برای پیشگیری از بروز پدیده مذکور توضیح داده می شوند و در آخر با نتیجه گیری و شبیه سازی ایمن پروژه را به اتمام میکنیم .



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست مطالب

عنوان

فصل اول: شناخت و بررسی مقدماتی هارمونیک

۱۳	۱. (۱,۱) مقدمه فصل
۱۴	۲. (۲,۱) تاریخچه هارمونیک
۱۵	۳. (۳,۱) تعریف هارمونیک
۱۸	۴. (۴,۱) آنالیز امواج
۲۰	۵. (۵,۱) اعوجاج هارمونیک
۲۰	۶. (۱-۵-۱) اعوجاج ولتاژ و جریان
۲۱	۷. (۲-۵-۱) مقدار موثر و اعوجاج هارمونیک کل
۲۲	۸. (۶,۱) قدرت و ضریب قدرت
۲۳	۹. (۷,۱) هارمونیک مضرب سه
۲۴	۱۰. (۸,۱) منابع تولید هارمونیک
۲۴	۱۱. (۹,۱) اثر اعوجاج هارمونیک بر روی عملکرد تجهیزات و سیستم قدرت
۲۵	۱۲. (۱۰,۱) روش های حذف هارمونیک
۲۵	۱۳. (۱۱,۱) فیلترگذاری

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۱۴	۱,۱۱,۱	فیلترهای غیر فعال	۲۵
۱۵	۱,۱,۱۱,۱	انواع فیلترهای غیر فعال	۲۶
۱۶	۲,۱۱,۱	فیلترهای فعال	۲۸
۱۷	۱۲,۱	فیلترهای فعال هایبرید	۲۹
۱۸	۱۳,۱	ترانسفورماتورهای سازگار با هارمونیک	۲۹
۱۹	۱,۱۳,۱	ترانسفورماتورهای مقاوم K	۲۹
۲۰	۲,۱۳,۱	ترانسفورماتور HMT	۳۰
۲۱	۱,۲,۱۳,۱	مزایای ترانسفورماتورهای HMT	۳۰
۲۲	۱۴,۱	چگالی شار کمتر	۳۱
۲۳	۱۵,۱	نوع اتصال	۳۱
۲۴	۱,۱۵,۱	اتصال مثلث سیم پیچی اولیه یا ثانویه	۳۱
۲۵	۲,۱۵,۱	استفاده از سیم پیچی ثالثیه	۳۱
۲۶	۱۶,۱	روش های چند پالسه	۳۱
۲۷	۱۷,۱	روش میکروپروسسوری تزریق جریان	۳۲
۲۸	۱۸,۱	جمع بندی	۳۳

فصل دوم : مشخصه های پاسخ سیستم به منابع هارمونیک

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۳۵	(۱,۲) مقدمه فصل	۲۹
۳۵	(۲,۲) امپدانس سیستم	۳۰
۳۸	(۳,۲) سیستم امپدانس و رزونانس هارمونیک	۳۱
۴۱	(۴,۲) امپدانس خازن	۳۲
۴۲	(۵,۲) اثر خازن بر رزونانس هارمونیک	۳۳
۴۲	(۶,۲) رزونانس موازی	۳۴
۴۶	(۷,۲) فرکانس رزونانس موازی	۳۵
۴۶	(۸,۲) تخمین تجربی فرکانس رزونانس موازی سیستم	۳۶
۴۶	(۱,۸,۲) روش اول	۳۷
۴۷	(۱,۱,۸,۲) برآورد فرکانس رزونانس موازی	۳۸
۴۸	(۲,۱,۸,۲) کاربرد روش ارائه شده	۳۹
۵۱	(۲,۸,۲) روش دوم	۴۰
۵۲	(۱,۲,۸,۲) برآورد تجربی فرکانس رزونانس موازی سیستم	۴۱
۵۶	(۲,۲,۸,۲) تکنیکهای کاربردی تخمین تجربی	۴۲
۵۶	(۱,۲,۲,۸,۲) معرفی سیستم نمونهها اعوجاج رزونانس هارمونیک	۴۳
۶۱	(۲,۲,۲,۸,۲) مثالی برای سیستم توزیع	۴۴

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۶۳	۹,۲ رزنانس سری	۴۵
۶۴	۱۰,۲ اثر مقاومت و بار مقاومتی	۴۶
۶۵	۱۱,۲ شناسایی محل منابع هارمونیک	۴۷
۶۷	۱۲,۲ مبانی کنترل هارمونیکها	۴۸
۶۷	۱۳,۲ اصلاح پاسخ فرکانسی سیستم	۴۹
۶۸	۱۴,۲ جمع بندی	۵۰
فصل سوم: تجزیه و تحلیل رزنانس هارمونیک سیستم قدرت		
۷۰	۱,۳ مقدمه فصل	۵۱
۷۱	۲,۳ تجزیه و تحلیل با استفاده از روش گره ماتریس متقارن حقیقی	۵۲
۷۱	۱,۲,۳ تعریف RMA	۵۳
۷۱	۲,۲,۳ توصیف ریاضی روش گره ماتریس متقارن حقیقی	۵۴
۷۵	۳,۳ مطالعه پاسخ هارمونیک سیستم برق با استفاده از اسکنفرکانس	۵۵
	۰,۱,۳,۳ توضیحات سیستم ۷۶	۵۶
	۲,۳,۳ خصوصیات رزنانس هارمونیک	۷۷
	۱,۲,۳,۳ ویژگی جریان تزریقی دستگاه غیر خطی	۷۹
	۰,۲,۲,۳,۳ ویژگیهای ماتریس ادمیتانس	۸۰

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۸۲	تجزیه و تحلیل پاسخ هارمونیک	۶۰
۸۳	کاربرد روش ارائه شده	۶۱
۸۴	نمونه ۱ (۱،۵،۳)	۶۲
۸۶	نمونه ۲ (۲،۵،۳)	۶۳
	کاربرد حساسیت مودال برای تجزیه و تحلیل هارمونیک رزونانس سیستم های قدرت	۶۴
		۸۸
۸۹	حالت رزونانس یا تشدید و حساسیت مودال	۶۵
	حساسیت مقدار ویژگیها توجه به ورودی های ماتریس ۲ ۹۱	۶۶
۹۲	مقدار ویژگی حساسیت نسبت به اجزای شبکه	۶۷
۹۵	حساسیت نرمال سازی	۶۸
۹۷	نتایج مورد مطالعه	۶۹
۹۸	فضای حساسیت با توجه به ورودی ۷	۷۰
۱۰۱	تاثیر پارامترها بر رزونانس پتانسیل	۷۱
۱۰۲	مثال های کاربردی	۷۲
۱۰۷	تجزیه و تحلیل روش پیشنهاد شده با روشهای آنالیز مدل دیگر	۷۳
۱۰۸	روش فضای حالت مبتنی بر مدل	۷۴

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۱۱۳	مسائل مربوط به اجرا (۱۷,۳)	.۷۵
۱۱۶	جمع بندی (۱۸,۳)	.۷۶
	فصل چهارم: شبیه سازی رزونانس هارمونیک در سیستم قدرت	.۷۷
۱۱۹	مقدمه (۱,۴)	.۷۸
۱۲۳	طراحی مدار (۲,۴)	.۷۹
۱۲۳	شبیه سازی (۳,۴)	.۸۰
۱۲۸	جمع بندی (۴,۴)	.۸۱
	فصل پنجم: نتیجه گیری	.۸۲
۱۳۰	نتیجه گیری (۱,۵)	.۸۳
۱۳۲	ضمیمه	.۸۴
۱۳۶	مراجع	.۸۵

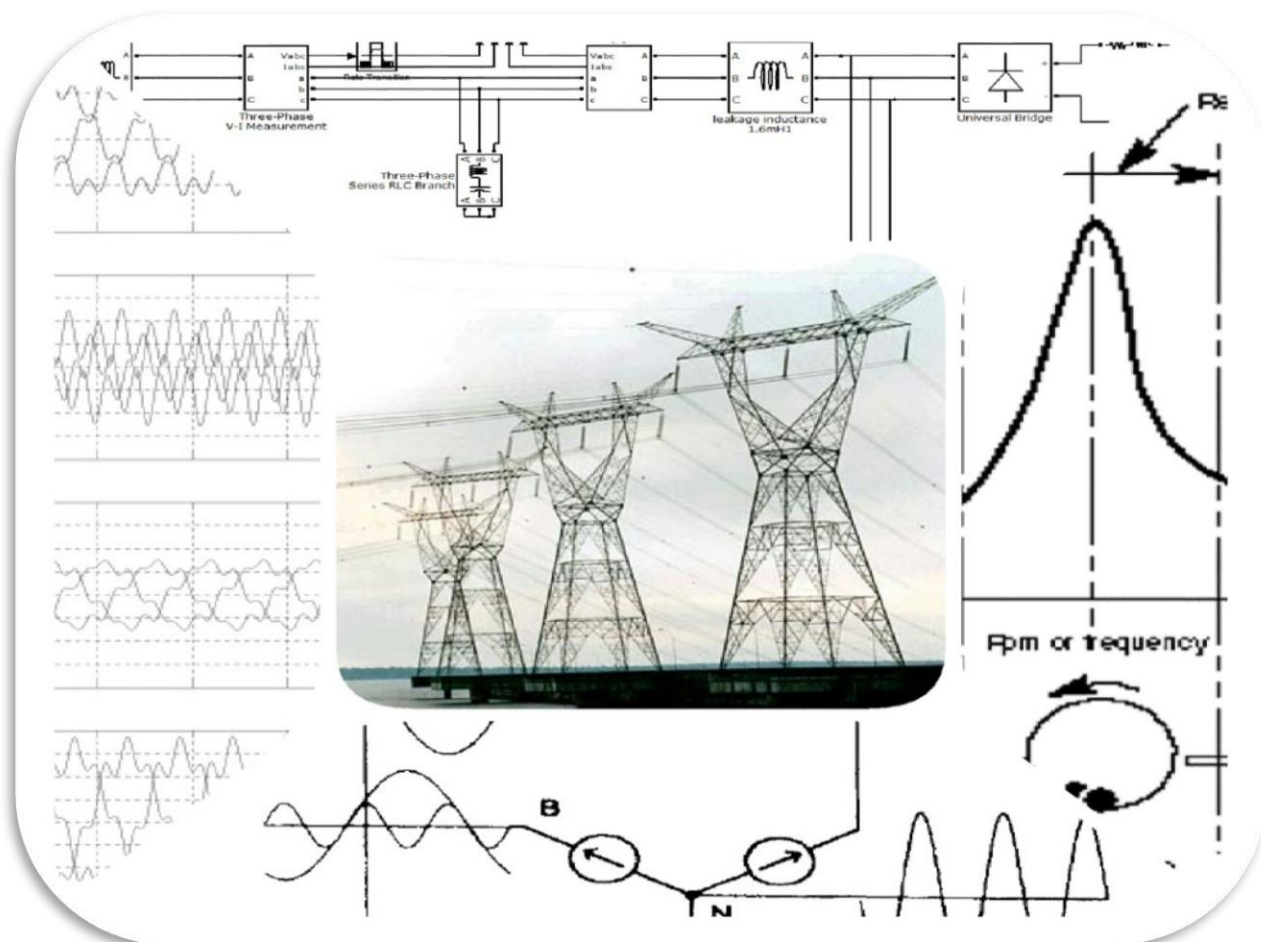
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل اول

شناخت و بررسی مقدماتی هارمونیک ها



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



۱- مقدمه:

یکی از مسائل و مشکلات کیفیت برق در سیستمهای توزیع و انتقال، مسئله هارمونیکها می باشد. که توجه زیادی را به خود جلب نموده است. بطوریکه مطالب بسیاری را در این خصوص می توان در کتب و مقالات گوناگون جستجو نمود.

اعوجاجها هارمونیکی باعث ایجاد مشکلات خاصی در شبکه های قدرت می شوند. از جمله این مشکلات می توان به عدم عملکرد مناسب تجهیزات و نیز کاهش عمر و پایین آمدن راندمان دستگاهها اشاره نمود. در چنین حالتی مطالعه هارمونیکها و ارائه یک سری قواعد و مقررات اجتناب ناپذیری خواهد بود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

محدود نمودن اعوجاج هارمونیک هم از نظر شرکتهای برق و هم از نظر مشترکین لازم می باشد.

شرکتهای برق باید محدودیتهایی را ارائه نمایند تا از آسیب دیدگی تجهیزات مشترکین، اعم از مشترکین خانگی و صنعتی جلوگیری شود. از طرف دیگر با توجه به اینکه ایجاد یک موج کاملاً سینوسی از طرف شرکتهای برق نمی تواند تضمین شود، لذا مشترکین باید اعوجاجها تولید شده توسط تجهیزات خود را محدود نمایند. اصولاً "هارمونیک ها آلوده سازی شکل موج را در اشکال سینوسی آنها نشان می دهد ولی فقط در مضارب فرکانس اصلی، تخریب شکل موج را می توان در فرکانس های مختلف (مضارب فرکانس اصلی) بعنوان یک نوسان دوره ای بوسیله آنالیز فوریه تجزیه و تحلیل کرد. در حال حاضر هارمونیک های فرد و زوج و مرتبه ۳ در اندازه های مختلف ضرایب فرکانسی مختلف در سامانه های الکتریکی موجودند که مستقیماً "تجهیزات سامانه الکتریکی را متاثر می سازد در معنایی وسیعتر هارمونیک های زوج و مرتبه ۳ هر یک تلاش می کنند که دیگری را خنثی نمایند ولی در مدت زمانی که بار نا متعادل است این هارمونیک های زوج و مرتبه ۳ منجر به اضافه بار در نول و اتلاف انرژی شدید می شوند. با تمام احوال هارمونیک های فرد اول مانند هارمونیک پنجم، هفتم، یازدهم، و سیزدهم و ... عملکرد این تجهیزات الکتریکی را تحت تاثیر قرار می دهند. در این فصل به بررسی مقدماتی در مورد هارمونیک ها و کیفیت برق داشته همچنین تعریفی از هارمونیک ارائه شده می نماید. همچنین به طور مفصل در مورد انواع هارمونیک و منابع تولید آن مورد تجزیه تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

۱-۲ تاریخچه هارمونیک

ادوارد اوئن در سال ۱۹۹۸ میلادی، تاریخچه ای در مورد هارمونیک ها در شبکه قدرت ارائه نمود. او از تجربه شهر هاتفورد امریکا در سال ۱۸۹۳ میلادی به عنوان اولین مشکل اعوجاجات هارمونیک یاد می کند، و اینکه مهندسين قدرت با مشکل گرم شدن بیش از حد یک موتور الکتریکی و خرابی عایق بندی آن مواجه شده بود. شایان به ذکر است که این موتور قبل از ارسال به هارتفورد در کارخانه سازنده به

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

خوبی کار می کرد. تنها تفاوت بین شرایط آزمایش در کارخانه و شرایط کار واقعی در هاتفوردها یک خط انتقال ۱۰ مایلی بود. به منظور پیدا کردن دلیل این مشکل، تحلیل هارمونیک بر روی شکل موج های جریان و ولتاژ خط انتقالی که موتور را تغذیه می کرد، انجام گرفت. نتایج به دست آمده عامل گرم شدن موتور را رزنانس ایجاد شده در خط انتقال ناشی از وجود هارمونیک ها تشخیص داد. شایان به ذکر است که تولید کنندگان تجهیزات الکتریکی در اروپا برخلاف آمریکایی ها به دلیل اینکه در سیستم های انتقال خود از فرکانس های بالا (مانند ۱۲۵، ۱۳۳، ۱۴۵ هرتز) استفاده نمی کردند. چون تا آن زمان با تشدید خط انتقال مواجه نشده بودند.

هنگامی که استفاده از مبدل های الکترونیک قدرت در اواخر دهه ۱۹۷۰ معمول گردید، توجه بسیاری از مهندسين شرکت های برق در مورد توانایی پذیرش اعوجاج هارمونیک توسط سیستم های قدرت برانگیخت. بروز هارمونیک در سیستم های برق اولین پیامد عناصر غیر خطی در شبکه است. به خاطر گسترش فزاینده استفاده از عناصر غیر خطی در سیستم های برق، مانند راه اندازی ها (درایورهای تنظیم سرعت) و مبدل های الکترونیک قدرت، مقدار هارمونیک شکل موج جریان و ولتاژ به طور چشم گیری افزایش یافته است، و بنابراین اهمیت موضوع کاملاً مشخص است، لذا شرکت های برق باید تمهیداتی را ارایه کنند تا از آسیب دیدگی تجهیزات مشترکین، اعم از خانگی و صنعتی جلوگیری شود. از طرف دیگر با توجه به اینکه ایجاد یک موج کاملاً سینوسی از طرف شرکت های برق نمی تواند تضمین شود، لذا مشترکین باید اعوجاجات تولید شده توسط تجهیزات خود را محدود میکنند.

۱-۳ تعریف هارمونیک

هارمونیک ها یکی از انواع اعوجاج در شکل موج می باشند. اعوجاج در شکل موج عبارت است از انحراف در شکل موج سینوسی ایده آل بافرکانس قدرت که در آن محتوای طیفی آن موج مشخص میگردد. پنج نوع کلی اعوجاج در شکل موج را می توان به شرح زیر نام برد (موضوع قابل اهمیت در این فصل مسئله هارمونیک ها می باشد):

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱- وجود مقدار DC در شبکه متناوت

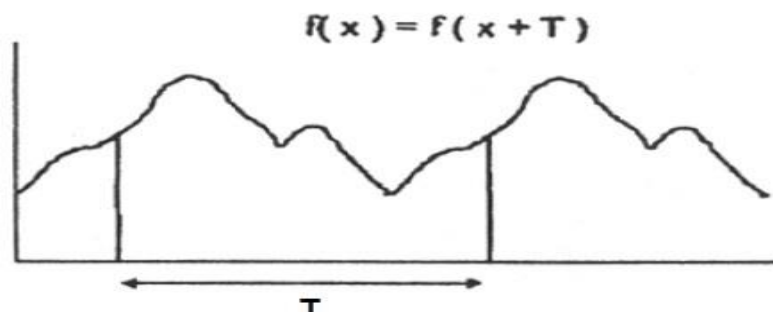
۲- هارمونیک ها

۳- هارمونیک های میانی

۴- نویز

۵- برش

هارمونیک ها، ولتاژها و جریان های سینوسی هستند که فرکانس آنها مضرب صحیحی از فرکانس نامی سیستم (۶۰ هرتز) می باشد. به طور کلی هر موج متناوبی را میتوان مجموعه ای از موجهای سینوسی تعریف کرد که این مجموعه به نام سری فوریه معروف است. با استفاده از سری فوریه میتوان فرکانس و اندازه چندین موج سینوسی را که یکدیگر ترکیب شده و یک شکل موج دلخواه ایجاد می کنند، مشخص نمود. از دیدگاه ریاضی بسط سری فوریه یک سیگنال بهترین پردازش از نظر خطای متوسط مربعات به کمک استفاده از هارمونیک مرتبه اول و مرتبه های بالاتر (مضرب صحیح از هارمونیک مرتبه اول) می باشد. اگر یک سیگنال متناوب با دوره تناوب T ثانیه در اختیار باشد، میتوان با استفاده از بسط سری فوریه به صورت دقیق این سیگنال را به صورت جمع مولفه اول و مولفه های دیگر نمایش داد. مرجع [1]



شکل (۱-۱) سیگنال موج دلخواه

چون هر سیگنال در پریود زمانی T کامل می شود بنابراین فرکانس آن به صورت $F = \frac{1}{T}$ هرتز قابل بیان

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

میباشد اگر داشته باشیم $\omega = \frac{2\pi}{T}$ آن گاه سری فوریه را می توان به صورت زیر نوشت:

$$F(t) = \frac{1}{2} A_0 + \sum_{N=1}^{\infty} a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t$$

$$f(t) = \frac{1}{2} c_0 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \sin(n\omega t + \phi_n) \quad n = 1, 2, \dots, \infty$$

$$C_0 = a_0, C_n \sin \phi_n = a_n, C_n \cos \phi_n = b_n$$

$$C_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}, \quad \phi_n = \text{Arc tan} \left(\frac{a_n}{b_n} \right)$$

رابطه ی (۱-۱)

که در آن $\sin(\omega t + \phi_1 C_1)$ هارمونیک اول یا اصلی و $\sin(\omega t + \phi_n C_n)$ هارمونیک n ام است.



$$a_0 = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) dt = \frac{\omega}{\pi} \int_0^{\omega} f(\omega) d\omega$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos n\omega t dt = \frac{\omega}{\pi} \int_0^{\omega} f(\omega) \cos n\omega d\omega$$

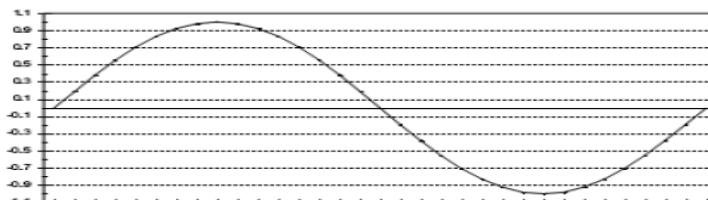
$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin n\omega t dt = \frac{\omega}{\pi} \int_0^{\omega} f(\omega) \sin n\omega d\omega$$

رابطه ی (۲-۱)

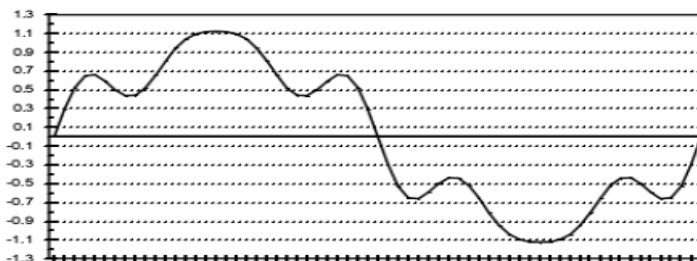
فرکانس هر یک از موج های سینوسی تشکیل دهنده این مجموعه مضرب صحیحی از فرکانس موج تناوبی اولیه یا پایه می باشد و جمله ای که فرکانس آن همان فرکانس پایه است را هارمونیک اول می خوانیم. جمله ای که فرکانس آن دو برابر فرکانس پایه است هارمونیک دوم و جمله ای که فرکانس آن سه برابر فرکانس پایه است هارمونیک سوم و به همین صورت هارمونیک های بعدی نام گذاری می شود. برای مثال هارمونیک دوم در یک سیستم ۶۰ هرتز برابر ۱۲۰ هرتز می باشد. اشکال زیر یک موج سینوسی پایه و چگونگی ظاهر شدن یک سیگنال با دو هارمونیک در یک اسکوپ را نشان می

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

دهد. مزیت استفاده از سری فوریه در نمایش شکل موجهای اعوجاجی ساده به دست آوردن پاسخ سیستم به یک ورودی سینوسی است. همچنین در این حالت تکنیکهای معمولی حل شبکه در حالت مانا نیز قابل استفاده خواهد بود.



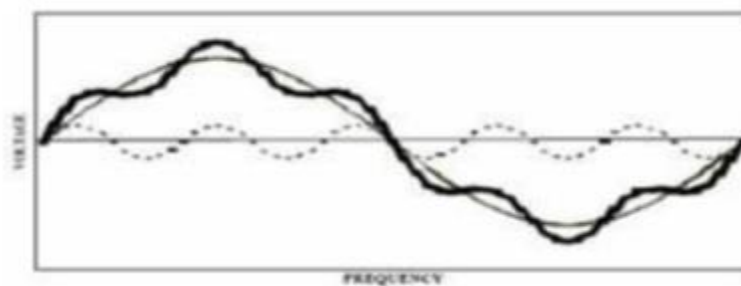
شکل (۱-۲) موج سینوسی پایه



شکل (۱-۳) جمع دو هارمونیک

در این روش هارمونیک سیستم برای هر هارمونیک جداگانه بررسی شده و سپس خروجی ها در هر فرکانس ترکیب میگردد تا سری فوریه جدید به دست آید. با استفاده از این سری فوریه خروجی بدست می آید اساساً هارمونیکها آلوده سازی شکل موج را در اشکال سینوسی نشان میدهند. ولی فقط در مضارب اصلی فرکانس تخریب شکل موج را می توان در فرکانس های مختلف به عنوان یک نوسان دوره ای به وسیله آنالیز فوریه تجزیه و تحلیل کرد. هارمونیک های زوج و مرتبه سه هر یک تلاش می کنند که اثر یکدیگر را خنثی کنند. ولی در مدت زمانی که بار نامتعادل است این هارمونیک های زوج و مرتبه سه منجر به اضافه بار در نول و اتلاف انرژی شدید می شوند. با تمام احوال هارمونیک ها فرد اول مانند هارمونیک پنجم، هفتم، یازدهم و سیزدهم و... عملکرد تجهیزات الکتریکی را تحت تاثیر قرار می دهند. شکل زیر تخریب یک شکل موج سینوسی را بر اثر هارمونیک پنجم را نشان می دهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۱-۴) تخریب یک شکل موج سینوسی بر اثر هارمونیک پنجم

۴-۱ آنالیز امواج

جهت آنالیز موج های مختلف ابتدا باید آن ها را دقیق تر بشناسیم که از لحاظ شکل کلی به دو دسته تقسیم میشوند:

۱- موج های متقارن

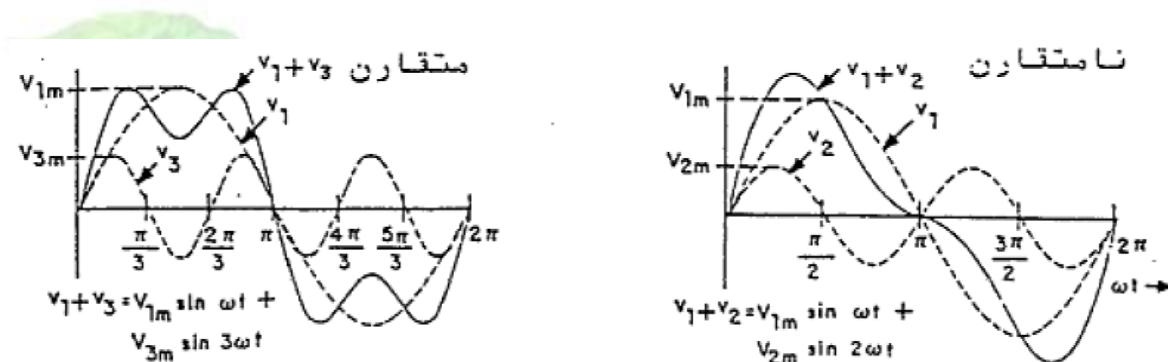
۲- موج های نامتقارن

موج های متقارن به دلیل آن که هر دو نیم سیکل مثبت و منفی آنها شبیه یکدیگر هستند سری فوریه شان فقط شامل هارمونیک های فرد است. با توجه به اینکه بیشتر وسایل و تجهیزات سیستم قدرت متقارن هستند. در حالت مانا تنها هارمونیک های فرد و بدون مولفه DC تولید می کنند و این امر مطالعه روی سیستم های برق را ساده تر می کند. تقارن مورد توجه در این جا به این معنی است که پاسخ وسیله جریان های مثبت و منفی یکسان است. با وجود این موارد استثنایی عدم تقارن نیز در سیستم های قدرت موجود است. موج های نامتقارن علاوه بر هارمونیک های فرد دارای هارمونیک زوج نیز می باشد. در این بین موج هایی هم ممکن است متوسطی غیر از صفر داشته باشند. که در این گونه موارد در مجموعه سری فوریه یک جمله سینوسی با فرکانس صفر وجود خواهد داشت که در مفهوم نشان دهنده ی مولفه جریان مستقیم (DC) موج می باشد. یکسو کننده های نیم موج جریان های نامتقارن تولید می کنند که هم دارای هارمونیک زوج و هم مولفه DC است. یکسو کننده تمام موج و اینورترهای قدرت نیز چنان چه قسمت مثبت و منفی موج تولید آن ها دقیقاً یکسان نباشد ایجاد

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

هارمونیک های زوج می نماید و این اتفاق موقعی که یکی از وسایل داخلی یک پل کار نکند اتفاق می افتد. در حقیقت می توان گفت وجود هارمونیک های زوج اغلب نشان دهنده وجود اشکال در سیستم می باشد. در طرفی دیگر تجهیزاتی که بر اساس تخلیه الکتریکی و یا ایجاد جرقه کار میکنند نیز ممکن است به دلیل صحیح نبودن زمان جرقه زدن آن ها تولید هارمونیک زوج می کند. مثل کوره های قوسی برای ذوب کردن آهن های قراضه.

ما برای آنالیز یک سیستم قدرت معمولاً از فرکانس پایه استفاده می کنیم و تمام محاسبات بر اساس همین یک فرکانس انجام می شود پس استفاده از زاویه بارها و همچنین قدرت راکتیو در موج های تناوبی غیر سینوسی به طور حتم نتیجه مطلوبی نخواهد داشت.



شکل (۵-۱) موج های مقارن و نامقارن

۵-۱ اعوجاج هارمونیک

اعوجاج هارمونیک در شبکه های قدرت ناشی از عناصر غیرخطی است. عنصر غیرخطی عنصری است که جریان آن متناسب با ولتاژ اعمالی نمی باشد. شکل (۶-۱) جریان غیرسینوسی یک مقاومت غیرخطی در حالی که ولتاژ سینوسی به آن اعمال شده است نشان می دهد. افزایش چند درصدی ولتاژ ممکن است باعث شود که جریان دو برابر شده و نیز شکل موج جریان فرم دیگری به خود بگیرد. این حالت، مورد ساده ای از تولید اعوجاج در سیستم قدرت می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۱-۶) اعوجاج جریان که به علت یک مقاومت غیر خطی ایجاد شده

۱-۵-۱ اعوجاج ولتاژ و جریان

کلمه هارمونیک اغلب بدون هیچگونه کلمه توصیفی دیگر و به تنهایی استفاده می شود. برای مثال، بسیار شنیده می شود که یک محرکه موتور با قابلیت تنظیم سرعت یا یک کوره القایی به دلیل وجود هارمونیکها نمی توانند به شکل مناسبی کار کنند. چرا این مسئله پدید آمده است؟ جواب می تواند یکی از سه مورد زیر باشد: هارمونیک ولتاژ آنقدر زیاد است که سیستم کنترل زاویه آتش به خوبی عمل نمی کند، و یا هارمونیک جریان زیادتر از ظرفیت بعضی از تجهیزات در شبکه تغذیه (مانند ترانسفورماتور و موتور) است که باید در زیر قدرت نامی خود کار کنند، و همچنین ممکن است هارمونیک ولتاژ زیاد باشد زیرا هارمونیک جریان ناشی از آن وسیله زیاد می باشد. همچنانکه این موارد نشان می دهد دلایل و اثرات جداگانه ای برای هارمونیک های ولتاژ و جریان و همچنین روی بعضی روابط بین این دو وجود دارد. بنابراین، واژه هارمونیک به تنهایی مبهم بوده و نمی توان به کمک آن به صورت دقیق یک مسئله را توصیف کرد.

۱-۵-۲ مقادیر موثر و اعوجاج هارمونیک کل

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چندین معیار عددی برای نشان دادن مقادیر هارمونیک یک موج وجود دارد. از معروف ترین آنها می توان به اعوجاج هارمونیک کل (THD^۱) که برای ولتاژ و جریان قابل محاسبه است اشاره نمود. مرجع [1]

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h \max} M_h^2}}{M_1} \quad \text{رابطه ی (۳-۱)}$$

که در آن M_h مقدار موثر مولفه هارمونیک h ام کمیت M می باشد. THD معیار اندازه گیری مقدار موثر مولفه هارمونیک یک موج اعوجاجی است. همانطور که می دانیم مقدار موثر کل یک موج (RMS^۲) برابر با جمع مولفه های آن نمی باشد بلکه از مجذور جمع مربعات تک تک مولفه های آن موج بدست می آید. THD را می توان توسط رابطه زیر به مقدار موثر شکل موج ارتباط داد:

$$RMS = \sqrt{\sum_{h=1}^{h \max} M_h^2} = M_1 \sqrt{1 + THD^2} \quad \text{رابطه ی (۴-۱)}$$

THD کمیتی مفید در بسیاری از کاربرد هاست، لیکن محدودیت هایش را نیز باید مورد لحاظ قرار داد. این کمیت می تواند ایده خوبی از حرارت اضافی ایجاد شده در یک بار مقاومتی هنگامی که ولتاژ اعوجاجی با آنها اعمال شده است ارائه دهد همچنین می تواند نشانه ای برای تلفات اضافی ناشی از جریان عبوری از یک هادی نیز باشد. ولی این کمیت نشانه خوبی از تنش ولتاژی بر خازن نمی باشد زیرا با مقدار پیک ولتاژ در ارتباط است. ولتاژهای هارمونیک تقریباً مربوط به مقادیر اصلی شکل موج در زمان نمونه برداری میباشند. از آنجا که ولتاژ فقط چند درصدی تغییر میکند، ولتاژ THD تقریباً همیشه عدد داری خواهد بود. این حالت برای جریان وجود ندارد. یک جریان کوچک ممکن است THD بزرگی داشته باشد ولی خطری برای سیستم ندارد.

^۱Total Harmonic Distortion

^۲Root mean square OR quadratic mean

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۶-۱ قدرت و ضریب قدرت

اعوجاج هارمونیک ، محاسبه توان و ضریب قدرت را مشکل می سازد ، زیرا بسیاری از ساده سازیهای صورت گرفته که در تحلیل فرکانس قدرت بکار می روند در این حالت قابل اعمال نخواهند بود.

سه کمیت استاندارد در رابطه با توان استفاده می شوند:

*توان ظاهری (S) : از ضرب مقدار موثر ولتاژ و جریان حاصل می شود .

*توان اکتیو (P) مقدار متوسط توان تحویلی

*توان راکتیو (Q) : بخشی از توان ظاهری که ۹۰ درجه با توان اکتیو اختلاف فاز دارد . در فرکانس مولفه

اصلی ، این مقادیر را می توان به راحتی به یکدیگر به صورت زیر مرتبط نمود: $Q=S \sin \theta$ و $P=S \cos \theta$

که در آن θ زاویه فاز بین ولتاژ و جریان باشد. پارامتر $\cos \theta$ ضریب قدرت نامیده می شود. به هر حال

تعریف دقیق تر استفاده از این معادله باشد. $PF = \frac{P}{S}$

مقادیر S, P را می توان بدون ابهام حتی در صورت وجود اعوجاج ولتاژ و جریان تعریف نمود. در حالی که هیچ مفهوم روشنی از زاویه فاز در شرایطی که چندین فرکانس داشته باشیم وجود ندارد.

۷-۱ هارمونیک های مضرب سه

هارمونیکهای مرتبه سه ضرایب فردی از هارمونیک سوم هستند (۳، ۹، ۱۵، ۲۱، ...) این هارمونیک ها

احتیاج به بررسی های ویژه ای دارند زیرا پاسخ سیستم در برابر این هارمونیکها متفاوت از پاسخ آن در برابر

دیگر هارمونیکها میباشد. هارمونیکهای مرتبه سه یکی از مهم ترین موضوعات در شبکه های با ستاره زمین

شده است که در نوترال آنها جریان وجود دارد. دو مشکل عمده، اضافه بار نوترال و تداخلات تلفنی می

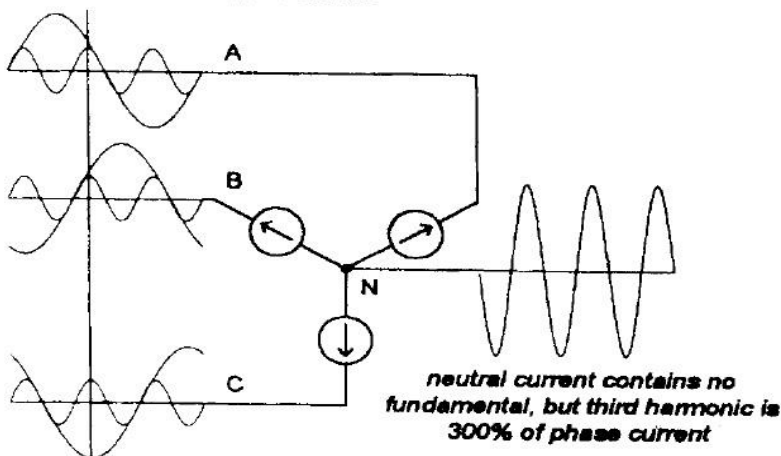
باشد. همچنین بعضی از دستگاهها به دلیل اینکه ولتاژ خط به نوترال (به علت افت ولتاژ هارمونیکهای مرتبه

سه در هادی نوترال) آنها کاملاً اعوجاجی شده درست عمل نمی کنند. برای یک سیستم کاملاً متعادل

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

متشکل از بارهای تک فاز فرض کنید که مولفه های هارمونیک سوم و اصلی هر دو وجود داشته باشند. با جمع جریانهها در گره نوترال (گره N) جریان مؤلفه اصلی صفر می شود. ولی به دلیل هم فاز بودن مؤلفه های فاز هارمونیک سوم، مقدار این مؤلفه ها سه برابر جریان فاز هارمونیک سوم خواهد بود.

*balanced fundamental currents sum to 0,
but balanced third-harmonic currents coincide*



شکل ۱-۷ جریانههای زیاد نول در مدارهایی که بار تکفاز غیر خطی دارند

۱-۸ منابع تولید هارمونیک.

از عوامل تولید هارمونیک می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- عدم یکنواختی در رلوکتانس ماشینهای سنکرون
- توزیع غیر سینوسی فوران مغناطیسی در ماشینها سنکرون
- جریان مغناطیسی ترانسفورماتورها
- بارهای غیرخطی مانند دستگاههای جوشکاری
- کوره های قوس الکتریکی و القایی.
- منابع تغذیه تک فاز
- مبدلهای قدرت سه فاز

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- تجهیزات قوس زننده
- عناصر اشباع شونده

۱-۱-۱-۱ اثر اعوجاج هارمونیک بر روی عملکرد تجهیزات و سیستم قدرت

برخی از آثار سوء هارمونیکها بر سیستم قدرت و تجهیزات آن به قرار زیر است:

شکست عایقی بانکهای خازنی و افزایش جریان و توان راکتیو بانکهای خازنی

- تداخل با سیستم های ریپل کنترل و تداخل در وظیفه کنترل از راه دور سیستم هیا کلیدزنی و اندازه گیری

- تلفات اضافی اهمی و نیز تلفات اضافی در هسته و ایجاد حرارت زیاد در ماشینهای الکتریکی.

- شکست عایقی کابلها

- تداخل با سیستم های مخابراتی و PLC

- ایجاد خطا در دستگاههای اندازه گیری

- ایجاد نوسانات مکانیکی

- عدم عملکرد مناسب سیستمهای کنترل

- اثر روی خازنها

- اثر روی ترانسفورماتورها

- اثر بر روی موتورهای

۱-۱۰ روش های حذف هارمونیک

علی رغم تلاش هایی که در زمینه طراحی بهتر منابع هارمونیک انجام گرفته است تا اینکه هارمونیک

کمتری وارد شبکه نماید ، لیکن هنوز برخی از بارهای غیر خطی بهتر در اندازه کوچک و بزرگ وجود

دارند که باعث تزریق هارمونیک در شبکه می گردند .هم چنین در شرایط گذرا نظیر وقوع اتصال

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

کوتاه و عملیات کلید زنی جریان ها از شکل سینوسی خارج می شوند، و باعث به وجود آمدن هارمونیک در شبکه میگردد. بنابراین بایستی اقداماتی در جهت کنترل آن صورت می گیرد. در نتیجه استفاده از وسایلی نظیر فیلترها اجتناب ناپذیر است.

۱-۱۱ فیلتر گذاری:

اولین روشی که در این بخش برای حذف هارمونیک ها پیشنهاد شد روش فیلتر گذاری است. فیلتر ها به دودسته فیلتر های فعال (اکتیو) و فیلتر های غیر فعال (پسیو) تقسیم میشوند. مرجع [2]

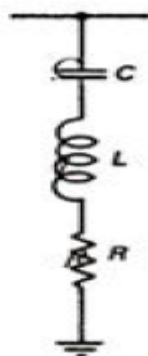
۱-۱۱-۱ فیلترهای غیر فعال

یکی از روش های حذف هارمونیک ، استفاده از فیلتر های غیر فعال است . هدف اولیه از طراحی یک فیلتر غیر فعال ، کاهش دامنه پیک یا چند مولفه هارمونیک و ولتاژ و جریان است. چنان چه تنها مقصود از طراحی این فیلتر پیشگیری از نفوذ یک مولفه فرکانسی خاص به قسمت هایی از شبکه قدرت می باشد، میتوان از فیلتر نوع سری استفاده نمود که از ترکیب موازی یک خازن و سلف بدست آمده و در برابر فرکانس های مربوطه امپدانس بزرگی را از خود نشان میدهند. در مورد مبدل استاتیکی و ترانسفورمرهای متصل به آنها میتوان از روش استفاده کرد . زیرا این تجهیزات برای عمل کرد عادی خود ناگزیر به تولید شکل موج های غیر سینوسی و به تبع آن هارمونیک می باشند . در این حالت می توان با ایجاد مسیر های موازی و در عین حال با امپدانس کم برای فرکانس های مورد نظر، هارمونیک را به این مسیر هدایت کرده و از نفوذ آن ها در سایر نقاط سیستم پیشگیری کرد. نوع دیگری هم قرار دادن فیلتر موازی نزدیک به منبع اغتشاش که باعث اتصال کوتاه کردن جریان های هارمونیک شده و این کار باعث می شود که این نوع جریان ها به منبع نرسد. این متدوال ترین نوع فیلتر گذاری است ، زیرا هم از نظر اقتصادی به صرفه است و هم باعث صاف کردن ولتاژ بار میشود. جهت به حداقل رساندن دامنه ولتاژها و جریان های هارمونیک در سیستم AC می توان از ترکیب فیلترهای سری و موازی نیز استفاده نموده ولی باید هزینه زیادی را صرف کرد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

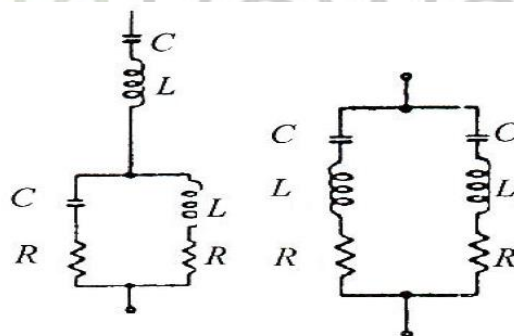
۱-۱۱-۱ انواع فیلترهای غیر فعال

از متداول ترین فیلترهای غیر فعال که برای حذف هارمونیک های جریان مورد استفاده قرار می گیرند. فیلترهای تک تنظیمه، دو تنظیمه و بالا گذر میباشد. فیلترهای تک تنظیمه دارای فرکانس تشدید نزدیک به مولفه فرکانس هارمونیک می باشد که قرار است حذف گردد.



شکل (۸-۱) فیلتر تک تنظیمه

فیلتر دو تنظیمه، از طرف دیگر، مسئولیت حذف دو فرکانس هارمونیک به طور همزمان را دارد.

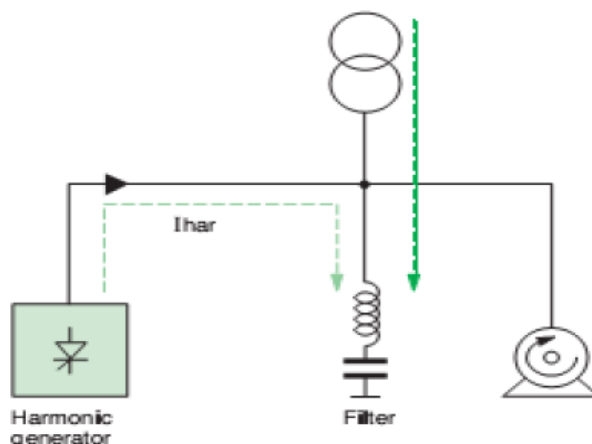


شکل (۹-۱) فیلتر دو تنظیمه

در حقیقت این نوع فیلترها برای مولفه جریان هارمونیک مربوطه یک مسیر با امپدانس کوچک ایجاد کرده و به تله انداختن مولفه های مذکور، از نفوذ آنها به سایر قسمت های شبکه جلوگیری می نماید. در کنار این نوع فیلترها، معمولاً فیلتر بالا گذر نیز استفاده می گردد که در برابر کلیه مولفه های هارمونیک با فرکانس بیش از فرکانس قطع، امپدانس کوچکی از خود نشان میدهند، و مانع نفوذ آنها به شبکه می

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

گردد. در شکل (۱-۱۰) اتصال یک فیلتر پسیو را نشان می دهد. همان طور که در قسمت های بالا به فیلتر های غیر فعال اشاره شد. این وسیله یک مسیر با مقاومت پایین در مسیر هارمونیک ایجاد شده به زمین توسط یک مقاومت ایجاد می کند از نقص های این فیلتر ثابت بودن مقادیرشان می باشد یعنی با تغییر مشخصات امپدانس سیستم دچار تشدید شود.



شکل (۱-۱۰) اتصال فیلتر غیر فعال به سیستم

۱-۱۱-۲ فیلتر های فعال

فیلترهای فعال تجهیزات نسبتاً جدیدی برای حذف هارمونیک ها می باشد. عملکرد آن ها بر اساس مدارات الکترونیک قدرت پیچیده بوده و در نتیجه هزینه بسیار زیادی نسبت فیلترهای غیر فعال دارند.

به هر حال این دسته فیلتر ها دارای مزایای متمایزی مانند تشدید نکردن با سیستم می باشد. این گونه تجهیزات در شرایط بسیار مشکل , جاییکه فیلتر های غیر فعال به صورت موفق عمل نمیکنند. (به

دلیل بروز تشدید موازی) می توان به کار برد. اینگونه تجهیزات در یک زمان می تواند بیش از یک

هارمونیک را کنترل کند. هم چنین بعضی دیگر از مسایل کیفیت برق مانند فلیکر ولتاژ را کنترل نمایند

این نوع فیلتر ها به صورت خاص برای بارهای بزرگ و اعوجاج ساز که در یک نقطه ی نسبتاً

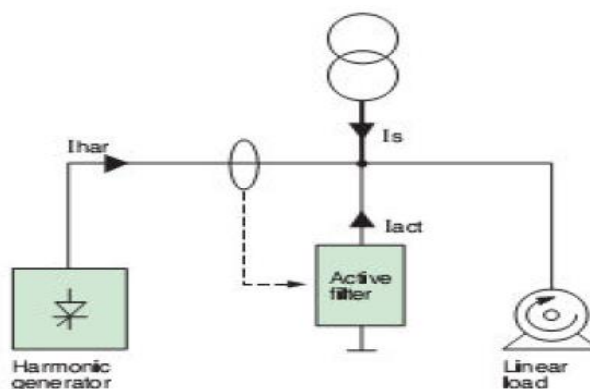
ضعیف در سیستم قدرت متصل می شوند مفید خواهد بود. اساس کار فیلتر های اکتیو بدین صورت

است که در ابتدا باید سیستم شناسایی کننده آن, مولفه های زاید (هارمونیک) جریان بار که یک

جریان غیر خطی و حاوی مولفه های هارمونیک است, شناسایی کند. گاه سیستم اینورتر فیلتر همراه با

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مدارات کنترلی مربوطه باید مبادرت به تولید مولفه های زاید جریان نماید و آنرا به شبکه تزریق کند تا به این صورت مولفه هایزیادی از خط ومنبع حذف گردد.شمای زیر نشان دهنده ی یک فیلتر فعالاست.



شکل(۱-۱۱) اتصال فیلتر فعال به سیستم

۱-۱۲ فیلترهای فعال هایبرید

در ترکیب های هایبرید ، از فیلترهای فعال و غیر فعال در کنار یکدیگر استفاده می شود. این ترکیب باعث می شود که هر یک از این فیلترها نارسایی های دیگری را بپوشاند. در این نوع فیلترها یکسری از فرکانسها توسط فیلتر فعال وهم چنین یکسری دیگر از فرکانس ها توسط فیلتر غیر فعال فیلتر می کند.به این ترتیب، مشخصه هارمونیک غیر فعال بهبود یافته و توان نامی مورد نیاز برای فلیتر فعال نیز کاهش می یابد.فیلترهای هایبرید به صورت سری و موازی ساخته میشود.

۱-۱۳ ترانسفورماتورهای سازگار با هارمونیک

روش دیگری که می توان برای از بین بردن هارمونیک های شبکه قدرت به کاربرد استفاده از ترانسفورماتورهای سازگار با هارمونیک است.این ترانسها به دودسته ترانسفورماتور مقاوم K

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

وترانسفورماتور^۱ HMT تقسیم میشوند.

۱-۱۳-۱ ترانسفورماتورهای مقاوم K

هارمونیک های تولید شده توسط بارهای غیر خطی می توانند مشکلات گرمایی و حرارتی خطرناکی را در ترانسفورماتورهای توزیع ایجاد کنند. حتی اگر توان بار از مقدار نامی خیلی کمتر باشد، هارمونیک ها با تولید گرمای زیاد به ترانسفورماتور ها صدمه زیادی وارد میکنند. جریان های هارمونیک تلفات فوکو را به شدت افزایش میدهد. به همین دلیل سازنده ها، ترانسفورماتورهای تنومندی را ساخته تا اینکه بتواند تلفات ناشی از هارمونیکها را تحمل کند. سازنده ها برای رعایت استاندارد یک روش سنجش ظرفیت، بنام عامل K را ابداع کرده اند. در اساس عامل K نشان دهنده ی مقدار افزایش در تلفات فوکو است. مقادیر استاندارد عامل K برابر با ۹ و ۱۳ و ۲۰ و ۳۰ و ۴۰ و ۵۰ می باشد. این نوع ترانسفورماتورها عملاً هارمونیک را از بین نبرده تنها نسبت به آن مقاوم هستند.

۱-۱۳-۲ ترانسفورماتور HMT

نوعی دیگر از ترانسفورماتورهای سازگار با هارمونیک ترانسفورماتور های HMT است که از صاف شدن بالای موج ولتاژ به واسطه بریده شدن آن جلوگیری میکند. HMT طوری ساخته شده است که اعوجاج ولتاژ سیستم و اثرات حرارتی ناشی از جریان های هارمونیک را کاهش میدهد. HMT این کار را از طریق حذف فلو ها و جریان های هارمونیک ایجاد شده توسط بار در سیستم ترانسفورماتور انجام میدهد. ترانسفورماتور HMT می توانند همه نوع بار های غیر خطی را بدون پیامد منفی تغذیه کنند. مرجع

[2],[3]

۱-۱۳-۲-۱ مزایای ترانسفورماتورهای HMT

۱- میتوان از عبور جریان مولفه های صفر هارمونیک ها (شامل هارمونیک های سوم، نهم و پانزدهم) در سیم پیچی اولیه، از طریق حذف فلو ی آنها در سیم پیچی ثانویه جلوگیری کرد. ترانسفورماتورهای

^۱Harmonic Mitigating Transformer

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

HMT با یک خروجی در دو مدل با شیفیت فازی متفاوت ساخته میشود. وقتی هر دو مدل با هم به کار میروند میتوانند جریان های هارمونیک پنجم، هفتم، نوزدهم را در قسمت جلویی شبکه حذف کرد.

۲- ترانسفورماتورهای HMT با دو خروجی می توانند مولفه متعادل جریان های هارمونیک پنجم، هفتم، نوزدهم و سیزدهم را در داخل سیم پیچی ثانویه حذف کنند.

۳- ترانسفورماتورهای HMT با سه خروجی میتوانند مولفه متعادل جریان های هارمونیک پنجم، هفتم، یازدهم و سیزدهم را در داخل سیم پیچی ثانویه حذف میکنند.

۴- کاهش جریان های هارمونیک در سیم پیچی های اولیه HMT باعث کاهش افت ولتاژهای هارمونیک و اعوجاج مربوطه شود.

۵- کاهش تلفات توان به علت کاهش جریان های هارمونیک، به عبارت دیگر ترانسفورماتورهای HMT باعث ایجاد اعوجاج ولتاژ خیلی کمتری در مقایسه با ترانسفورماتورهای معمولی یا ترانسفورماتورهای عامل K میشود.

روش های دیگری نیز برای حذف هارمونیک ها در ترانس وجود دارد که به آن ها در زیر اشاره شده است.

۱-۴ چگالی شار کمتر

با استفاده از شار چگالی کمتر می توان هارمونیک را کاهش داد ولی این مسئله با افزایش سطح هسته به نتیجه میرسد. (برای همین ولتاژ) که در نتیجه به هادی های بیشتری نیاز است و متعاقب هزینه افزایش مییابد.

۱-۱۵ نوع اتصال

جریان ها و ولتاژهای هارمونیک مضرب سوم در خطوط با استفاده از انواع اتصالات ستاره و مثلث ترانس ها قابل حذف است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱-۱۵-۱ اتصال مثلث سیم پیچی اولیه یا ثانویه

هارمونیک های ولتاژ بیش از هارمونیک های جریان زیان آورند هر کوششی باید برای حذف ولتاژهای هارمونیک مضر سوم باید صورت بگیرد. همان طور که میدانیم در مواقعی که یکی از سیم پیچی های ترانسفورماتور به صورت مثلث بسته می شود. ولتاژهای هارمونیک مضر سوم به طور قابل ملاحظه ای تضعیف میشود. نظریه اینکه یکی از سیم پیچی های ترانسفورماتور چه اولیه چه ثانویه به خاطر تضعیف ولتاژهای هارمونیک مضر سوم باید به صورت مثلث بسته شود تا با استفاده از خاصیت القای ترانسفورماتور حذف میشود.

۱-۱۵-۲ استفاده از سیم پیچی ثالثیه

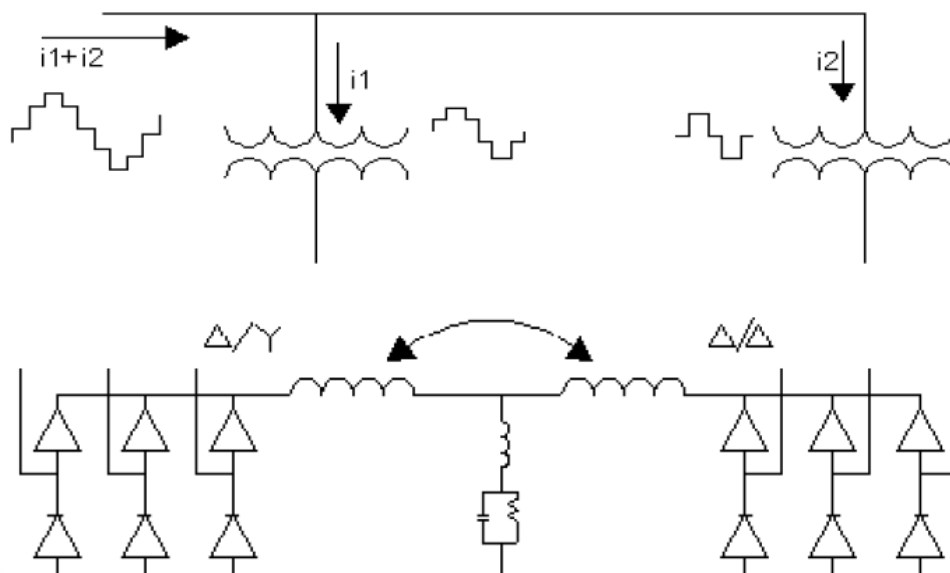
اگر امکان نداشته باشد که سیم پیچ اولیه یا ثانویه به صورت مثلث بسته میشود. ترانس سه فاز باید طوری ساخته شود که دارای یک سیم پیچ اضافی بنام سیم پیچ سوم باشد. سیم پیچ سوم باید به صورت مثلث بسته شود، که به صورت سیم پیچی ثالثیه تشکیل میگردد مسیری برای جریانهای هارمونیک سوم مهیا میگردد. در نتیجه هارمونیک سوم حذف میشود. بنابراین شکل موج شار و نیروی محرکه الکتریکی تقریباً سینوسی میگردد.

۱-۱۶ روش های چند پالسه

یکی دیگر از روش های حذف هارمونیک ها استفاده از مبدل چند پالسه می باشد. کلمه چند پالسه اساساً به معنی بیش از یک پالس است ولی در صنعت الکترونیک قدرت این لفظ به مبدل هایی اطلاق میشود که در یک سیستم سه فاز کار کرده و در سمت DC بیش از شش پالس در هر سیکل تولید میکند. مبدل های چند پالسه در واقع ترکیبی از چند مبدل است. این مبدل ها به گونه ای به یکدیگر و سیستم های قدرت متصل میگردند که هارمونیک های تولید شده یک مبدل توسط هارمونیک های تولید شده مبدل دیگر حذف میگردد. به این ترتیب هارمونیک های بخصوصی که با تعداد مبدل در ارتباط است حذف میگردد. شکل زیر چگونگی حذف هارمونیک توسط دو مبدل شش پالسه برای یک بار DC مشترک را

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

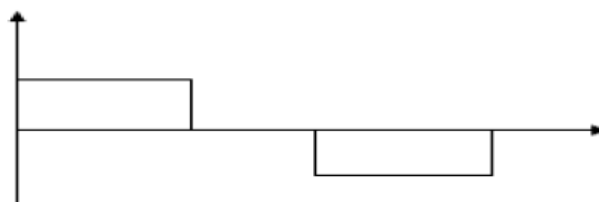
نشان میدهد.



شکل (۱۲-۱) چگونگی حذف هارمونیک توسط دو مبدل ۶ پالسه برای یک DC مشترک

۱۷-۱ روش میکروپروسسوری تزریق جریان

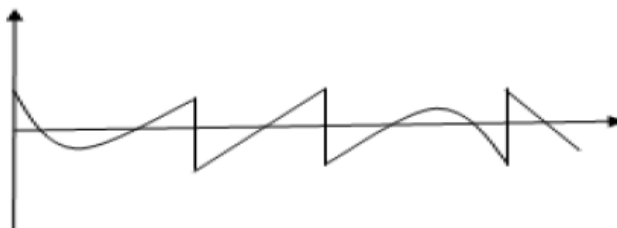
اساس این روش تغییر جریان هارمونیک تولید شده توسط عناصر غیر خطی که باعث می شود مقدار مولفه هارمونیک کاهش یابد. شکل موج های جریان با تزریق جریان های هارمونیک که از نظر اندازه مساوی ولی از نظر زاویه در خلاف جهت هارمونیک های موجود در جریان اصلی بار می باشند ، انجام میگیرد. اصول کار جبران هارمونیک در شکل های زیر شرح داده شده است. بار غیرخطی با منحنی مشخصه شکل (۱۳-۱) نشان داده شده



شکل (۱۳-۱) شکل موج بر غیر خطی

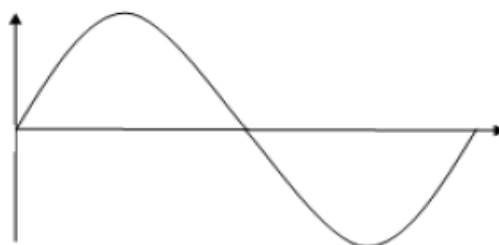
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

مجموع مولفه های هارمونیک که بر روی شکل موج اصلی اثر میگذارد در شکل زیر دیده میشود.



شکل (۱-۱۴) شکل موج حاوی کلیه مولفه هارمونیک

در این صورت با تزریق جریان معکوس مولفه های هارمونیک شکل موج سینوسی می شود.



شکل (۱-۱۵) شکل موج اصلی

۱-۱۸ جمع بندی

با مطالعه تعاریف و روش های مربوطه در این بخش و علم به شرایط و خصوصیات خازن ها و عوامل موثر بر آنها از جمله هارمونیک ها نه تنها موجب افزایش امنیت و سلامتی و طول عمر آنها خواهد شد بلکه سبب کاهش هزینه های پیش بینی شده و نشده در بکار گیری انرژی الکتریکی می شود.

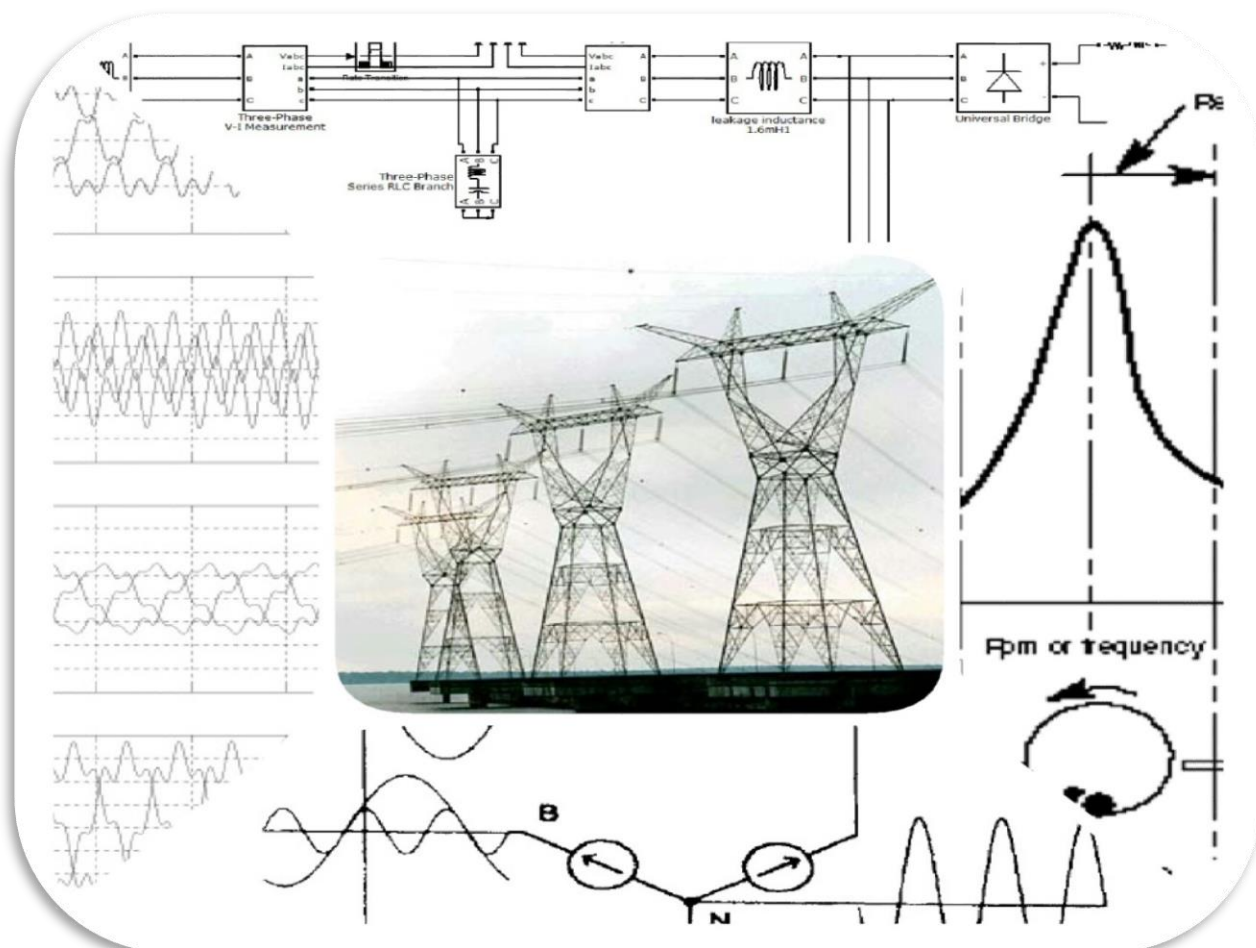
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل دوم

مشخصه های پاسخ سیستم به منابع هارمونیکی



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



۱-۲ مقدمه:

در سیستمهای قدرت، پاسخ سیستم به منابع هارمونیک دارای اهمیت است. در حقیقت، سیستم های قدرت در مقابل جریانهای هارمونیک ایجاد شده توسط بارهای هارمونیک زا، مقاوم می باشند مگر اینکه فرکانس این جریان هارمونیک با فرکانس تشدید موازی امپدانس دیده شده از آن شینه هم اندازه شود. پاسخ سیستم قدرت در هر فرکانس هارمونیک اثر واقعی بارهای غیرخطی را بر اعوجاج هارمونیک ولتاژ تعیین می کند.

پاسخ سیستم تابع سه مولفه زیر است:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۱-امپدانس سیستم

۲-حضور بانک های خازنی

۳-میزان بار های مقاومتی

۲-۲ امپدانس سیستم

زمانی که یکبانک خازنیشنت دارای انرژی است ، فرکانس رزونانس سیستم قدرتها توجه بهتغییرات کلی

ظرفیت خازنی و اندوکتانس سیستم تغییر می کند. هنگامی که یکی از اینفرکانسهای مربوط بهفرکانسیکه توسطبارهایغیر خطیرزونانس ممکن است تولید شود ، در آنولتاژوجریان سیستمی تواند به شدتدچار اعوجاج شود. این وضعیت معمولاً به عنوانرزنانسهارمونیک شناخته شده استرزنانسهارمونیک و بزرگنماییمهمراهسطحهارمونیکمی تواندمشکلاتمختلف زیادی درسیستم های قدرت ایجاد میکند. این اطلاعاترا می توانبا استفاده ازامپدانساتصال کوتاهدر نقطه ای دریک مدارکه در آنیک بانکخازنیواقع شده استبرآورد کرد. این برآوردبه طورکلیبرای یک سیستمساده ایست که در آنتنهایک یادو بانکخازندر سیستموجود دارد. در فرکانس مولفه اصلی، سیستم های قدرت اصولاً به صورت اندوکتیو هستند و امپدانس معادل آن را گاهی اوقات راکتانس اتصال کوتاه می نامند. عموماً در سیستم های توزیع وسیستم های صنعتی از اثرات خازنی صرفنظر می گردد. یکی از کمیتهایی که در تحلیل هارمونیک سیستم های قدرت کلاً استفاده می شود امپدانس اتصال کوتاه تا نقطه ای از شبکه که در آن خازن نصب شده است می باشد. اگر مقدار امپدانس اتصال کوتاه در دسترس نباشد می توان آنرا از مطالعات اتصال کوتاه شبکه بدست آورد. با استفاده از رابطه ی زیر میتوان امپدانس اتصال کوتاه سیستم را محاسبه کرد. مقدار این امپدانس از مگا ولت آمپر اتصال کوتاه یا جریان اتصال کوتاه به صورت زیر بدست می آید: مرجع [4], [1]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$Z_{sc} = R_{sc} + jX_{sc} = \frac{(KV)^2}{MVAsc} = \frac{KV}{\sqrt{3}Isc} \quad \text{رابطه (۱-۲)}$$

ZSC = امپدانس اتصال کوتاه

RSC = مقاومت اتصال کوتاه

XSC = راکتانس اتصال کوتاه

KV = ولتاژ فاز - فاز بر حسب کیلوولت

MVAsc = مگا ولت آمپر اتصال کوتاه هسه فاز

Isc = جریان اتصال کوتاه بر حسب کیلوآمپر

اگر بخواهیم این رابطه را تقریب بزنییم میتوانیم فرض کنیم که امپدانس سیستم کاملاً سلفی است. در این

صورت راکتانس در هارمونیک h به صورت $X_h = hX_1$ میباشد. خصوصاً در سیستمهای قدرت

صنعتی، تقریب راکتانس معادل با امپدانس ترانسفورماتور سرویس را می توان به صورت $X_{tx} X_{CS} \cong$ زد.

معمولاً X_{tx} بیش از ۹۰٪ کل امپدانس است. با داشتن این امپدانس، امکان بررسی وجود مشکلات رزونانس هارمونیک

میسر می شود.

برای یک سیستم پیچیده تر با بانک های خازنی متعدد، پاسخ فرکانس طبیعی است که معمولاً توسط مدل

سازی سیستم قدر تو انجام اسکن امپدانس برآورد شده است. سه موضوع در این برنامه کاربردی برای

مطالعات هارمونیک در نظر گرفته شده است:

اول، به اندازه هماتریس اد میتانس (این محاسبه با استفاده از مراحل فرکانسهای گسسته در سراسر طیف وسیعی

از منافع تکرار شده است) که ممکن است آنقدر بزرگ باشد که مدل ریاضی دقیق از این سیستم استوابع بینانه

نباشد.

دوم، پیچیدگی یک مدل ریاضی دقیق و کامل از سیستم را لزوماً توضیح میدهد که تا چه حد اجزای سیستم تحت

تاثیر ویژگی های پاسخ فرکانس پاسخی قرار دارند ولی آنها در یک محلمشخص نشده است.

سوم، از آنجا که سیستم قدر تبه طور مداوم دوباره (با تعویض عملیات) برای برآورد محدودیت های

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

مختلف عملیاتی پیکربندی میشود، مدلسیستم به تغییر و یا تنظیم اسکنامپدانس دوباره میپردازد. که این امر قطعا یک کار خسته کننده و وقت گیر است. علاوه بر این، اسکنامپدانس تنها یک عکس فوری از فرکانس رزونانس برای یک وضعیت سیستم خاص فراهم می کند.

در این بخش روش های ساده برای تخمین فرکانس رزونانس موازی سیستم پیشنهاد می کنیم. آنها برای ما در کردن یک جایگزین اساسی برای نظارت بر وجود شرایط مضر رزونانس استفاده از داده های اندازه گیری موجود و دستگاه نظارت بر کیفیت توان تلاش می کنند، که آن تخمین فرکانس

رزونانس سیستم در خازن سوئیچینگ داده گذرا است. بر خلاف روش اسکنامپدانس، این روش تجربی سیستم به اطلاعات اتصال کوتاه نیاز ندارند. که در این روش به خازن سوئیچینگ داده گذرا به طور مداوم نیاز داریم. مشخصات فرکانس رزونانس موازی سیستم را می توان با استفاده از روشهای پیشنهاد شده به یک سری از خازن سوئیچینگ رویداد گذرا بدست آمده در یک دوره نظارت داده شده دست آورد. به موازات مشخصات فرکانس رزونانس که قطعاً مفید تر از یک تصویر کلیتها از تخمین فرکانس است.

۲-۳ سیستم امپدانس و رزونانس هارمونیک
 امپدانس سیستم به طور قابل توجهی با تغییر زمان در یک بانک خازن نشنت تغییر کرده و راکتانس خازنی همراه با راکتانس القایی به شکل یک امپدانس جدید در سیستم به وجود می آید. شکل (۲-۱) یک سیستم توزیع ساده با بانک خازن نصب شده در پست مربوطه را نشان میدهد. در تاسیسات مشتری بار غیر خطی واقع شده است. منبع ولتاژ معادل فرض شده دارای اعوجاج آزاد است، به عنوان مثال، آن را تنها یک جزء ولتاژ اساسی می دانند. از دیدگاه بار غیر خطی، بانک خازن نشنت X_C است که به صورت موازی با منبع ولتاژ معادل است. در منبع ولتاژ سیستم به نظر می رسد که اتصال کوتاه به دلیل منبع سیستم اعوجاج آزاد است. در نتیجه هیچ منبع ولتاژ هارمونیک وجود ندارد. مرجع [4]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

امپدانس سیستم مظاهری که دیده می شود از بار غیر خطی خواهد بود و به شرح زیر است: رابطه (۲-۲)

$$Z_p(\omega) = \frac{X_C (X_{Leq} + R)}{X_C + X_{Leq} + R} \\ = \frac{R + j\omega L_{eq}}{1 - \omega^2 L_{eq} C + j\omega RC}$$

که در آن R و X_L مقاومت و راکتانس (اندوکتانس) منبع معادل تورانسفورماتور ترکیب است. مقاومت R در شکل

(۲-۲) نشان داده نشده است. مدار توزیعی که در بالا نشان داده شده است در معرض ابتلا

بهرزونانس موازی است. این وضعیت تشدید هنگامی رخ میدهد که امپدانس دیده شده از Z منبع هارمونیک آندر

حداکثر باشد، به عنوان مثال، زمانی که مخرج کسر حداقل یک باشد. البته برای هر سیستم قدر عملی که

در آن مقاومت R ترکیب بسیار کوچک باشد. امپدانس ظاهری به حداکثر زمانی که راکتانس X_C از سیستم

توزیع ($X_{Leq} = X_{Source} + X_T$) معادلا مخالف هستند در این سیستم قرار دارد. این وضعیت در فرکانس زیر که

نشان دادیم رخ میدهد.

$$f_p = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L_{eq} C} - \frac{R^2}{4L_{eq}^2}} \approx \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L_{eq} C}} \quad \text{رابطه (۳-۲)}$$

فرکانس f_p فرکانس رزونانس طبیعی است که در شکل (۱-۲) برای مدار نشان داده شده است. امپدانس سیستم

در این فرکانس به شرح زیر است:

$$Z_p(\omega_p) = \frac{X_C (X_{Leq} + R)}{X_C + X_{Leq} + R} = \frac{X_C (X_{Leq} + R)}{R} \\ \approx \frac{X_{Leq}^2}{R} = \frac{X_C^2}{R} = Q X_{Leq} = Q X_C$$

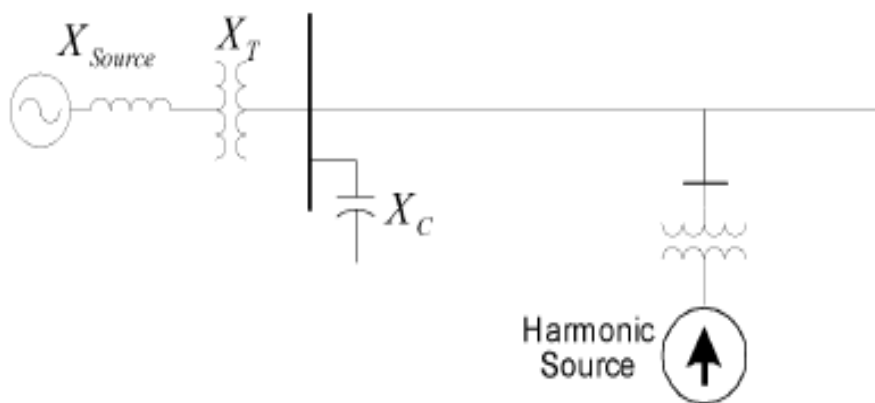
رابطه (۴-۲)

وقتی که $X_{Leq} R \ll R$ و $R = X_C Q = X_{Leq} R$ باشد. توجه داشته باشید که تمام راکتانس در فرکانس

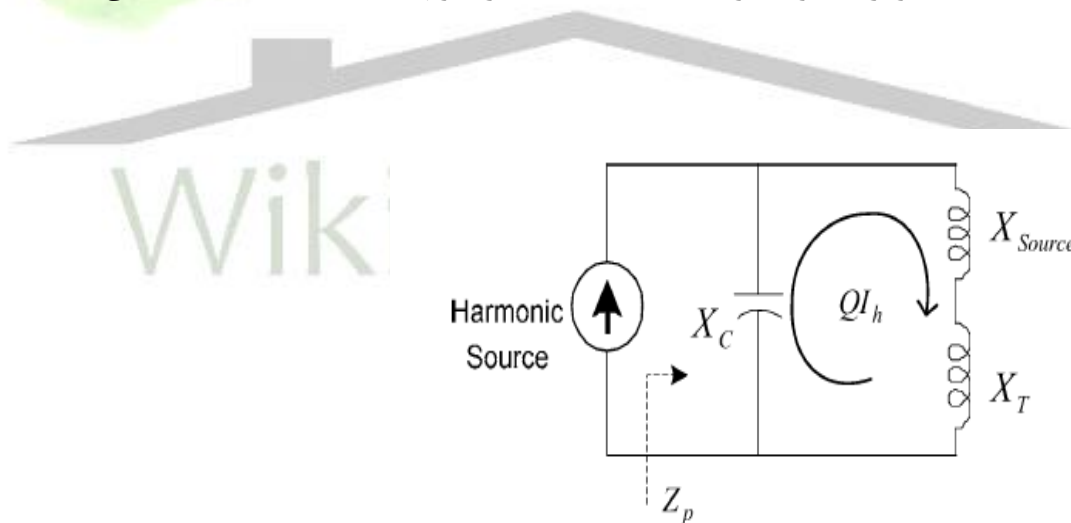
رزونانس f_p است. Q به عنوان عامل کیفیت مدار رزونانس شناخته شده و نشانه ای از شدت رزونانس موازی را فراهم

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

می کند. بطور قابل توجهی این تنوع به محلیسیستم قدرت بستگی دارد. این ممکن است کمتر از پنجدر یک فیدرتوزیع و بیش از ۳۰در باستانویه بزرگ گامپایین ترانسفورماتور است.



شکل (۱-۲). اینسیستم توزیعسادهیک وضعیترزونانس هارمونیک را نشان می دهد. توجه داشته باشید که منبع معادلوترانسفورماتورداریک مقاومتسریکوچک است که در شکل نشان داده شده است.



شکل (۲-۲) از منظر بار غیر خطی، بانک خازنشسته صورت موازی بامنبع ولتاژ معادل و امپدانس نشستی ترانسفورماتور است.

هنگامی که یک بار غیر خطی یک جریان هارمونیک I_p در فرکانس مشابه از f_p تولید می کند، ولتاژ که در سراسر امپدانس ظاهریه نظر می رسد برابر $V_p = Q X_{Leq} I_p$ می شود. توجه داشته باشید که X_{Leq} در معادله

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

بالا در فرکانس تشدید استاز آنجا که هر دو مولفه X_{Leq} و Q بزرگ هستند، ولتاژ V_p می تواند بسیار بزرگ باشد حتی زمانی که جریان هارمونیک I_p بسیار کوچک است. به عبارت دیگر، یک جریان هارمونیک کوچک می تواند ولتاژ بزرگ در نزدیکی بانک خازن تولید کند. شکل موج ولتاژ آن به شدت دچار اعوجاج شده و تحت فرکانس رزونانس است. جریانی که در بانک خازنی و در سیستم قدرت جاری می شود البته از طریق ترانسفورماتور این امر صورت می گیرد با افزایش تعداد دفعات Q ، میسر می گردد.

به عنوان مثال،

$$I_{cap} = \frac{V_p}{X_C} = \frac{Q X_C I_h}{X_C} = Q I_h \quad \text{رابطه (۵-۲)}$$

بنابراین، نباید برای پیدا کردن شکست خازن تعجب کرد، البته داغ شدن فیوز، یا حرارت بالای ترانسفورماتور، تحت چنین شرایطی نیست.

WikiPower.ir

۲-۴ امپدانس خازن

خازنهای موازی که برای تصحیح ضریب قدرت مورد استفاده قرار میگیرند در فرکانسهای مختلف امپدانس سیستم را شدیداً تحت تأثیر قرار می دهند. خازنهای خود عامل تولید هارمونیک نیستند ولی اعوجاج هارمونیک گاهی اوقات به دلیل حضور خازن تشدید می گردد. در حالیکه راکتانس اندوکتیو با افزایش فرکانس و متناسب با آن افزایش می یابد، راکتانس خازن X_C متناسب با فرکانس کاهش می یابد. با این رابطه میتوان امپدانس خازن را محاسبه کرد.

$$X_C = \frac{1}{2 \times f \times c} \quad \text{رابطه (۵-۲)}$$

که در آن:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

C ظرفیت خازن به فاراد و f فرکانس است.

در خازنهای مورد استفاده در صنعت، ظرفیت خازن داده نمی شود بلکه مقدار خازن برحسب Kvar یا Mvar بیان می شود. راکتانس خازنی خط به زمین در فرکانس قدرت برای یک بانک خازنی را می توان چنین بیان نمود.

$$X_c = \frac{KV^2}{K \text{ var}} = \frac{KV^2(1000)}{K \text{ var}} \quad \text{رابطه (۲-۶)}$$

برای بانکهای خازنی سه فاز باید از ولتاژ خط و توان راکتیو نامی سه فاز استفاده نمود. برای واحدهای تک فاز، از ولتاژ نامی فاز و توان راکتیو نامی استفاده می شود.

۲-۱۵ اثر خازن ها بر رزنانس هارمونیک

خازن ها تجهیزاتی هستند که تولید هارمونیک نمیکنند. لیکن بر روی هارمونیک های موجود ناشی از عوامل غیر خطی تاثیرات خاصی را بر جای میگذارند که لازم است بر روی آنها مطالعه شود. اولین تاثیر خازن منحرف کردن مسیر هارمونیک جریان از مسیر اصلی یعنی از روی عوامل تولید کننده هارمونیک به سوی شبکه می باشد. بدون خازن اصولاً سیستم ها سلفی است. این مسئله حتی در فرکانس های هارمونیک صدق می کند، اما هنگامی که خازن ها در یک مدار سلفی واقع می شوند امکان دارد باعث ایجاد رزنانس در فرکانس طبیعی سیستم می گردد.

اصولاً دو نوع رزنانس ناشی از خازن به وجود می آید:

۱- رزنانس موازی

۲- رزنانس سری.

۲-۶ رزنانس موازی:

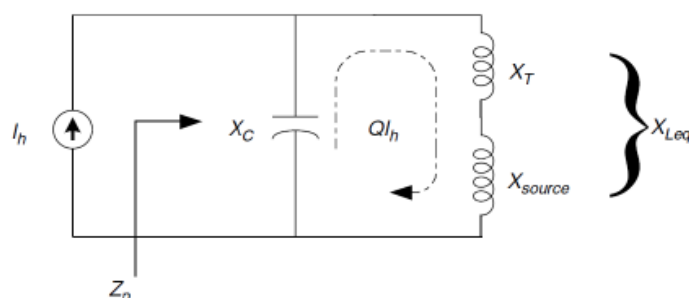
در فرکانس رزنانس ترکیب موازی بانک خازنی و راکتانس شبکه به صورت امیدانس بزرگ ظاهر میشود. در

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این صورت اگر جریان هارمونیک به این امیدانس تزریق شود ولتاژ اعوجاج دار بزرگی به دلیل بالا بودن امیدانس ظاهر میگردد. شکل زیر چگونگی تشدید موازی را نشان می دهد. ولتاژ هارمونیک بزرگ سبب تولید هارمونیک جریان در بانک خازنی و راکتانس منبع می شود به عبارت دیگر اثر رزونانس به صورت تقویت هارمونیک جریان تزریق شده ظاهر میگردد. در چنین حالتی ولتاژ دو سر خازن آنقدر زیاد بشود که به خازن آسیب وارد می کند. اثر خازن ها بستگی به تیزی حالت رزونانس دارد. بارهای مصرفی فاکتور اصلی در کاهش دادن اغتشاش هارمونیک در شرایط رزونانس است. در صورتی که سطح بار افزایش یابد میزان تقویت در شرایط رزونانس به دلیل اینکه مسیری با امیدانس کمتری در برابر جریان هارمونیک ایجاد میشود کاهش می یابد. به عبارت دیگر یکجریانهارمونیککوچکدرفرکانسرزونانسباعثافتلولتاژهارمونیکبزرگ رویامیدانس معادلترکیبموازی میشود.



شکل (۲-۳) تشدید موازی



شکل (۲-۴) بانک خازن نشننه صورت موازی با منبع ولتاژ معادل و امیدانس نشننه

ترانسفورماتور است

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$V_p = QX_{Leq}I_h$$

$$I_{\text{resonance}} = \frac{V_p}{X_C} = \frac{QX_C I_h}{X_C} = QI_h$$

$$I_{\text{resonance}} = \frac{V_p}{X_{Leq}} = \frac{QX_{Leq} I_h}{X_{Leq}} = QI_h$$

رابطه (۷-۲)

در فرکانسهای هارمونیک، از دیدگاه منابع هارمونیک، خازنهای موازی با اندوکتانس معادل شبکه به شکل موازی قرار می گیرند (شکل (۲-۳)) در فرکانسهای غیراز فرکانس اصلی، شبکه قدرت به صورت اتصال کوتاه دیده می شود. به عبارت دیگر فرض می شود که فقط منبع ولتاژ با فرکانس قدرت وجود دارد. در فرکانسی که X_C و راکتانس کل سیستم برابر می شوند، امپدانس ظاهری (ترکیب موازی اندوکتانس سیستم و خازن) که توسط منبع هارمونیک جریان دیده می شود بسیار بزرگ شده و شرایط تشدید موازی به وجود می آید. اثر تغییر اندازه خازن در امپدانس دیده شده از محل منبع هارمونیک ها در شکل (۳-۲) نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می شود. اگر یکی از مقادیر پیک امپدانس در فرکانس جریان هارمونیک تولید شده توسط بار به جود آید. افت ولتاژ شدیدی روی امپدانس ظاهری سیستم در مقایسه با حالت بدون خازن اتفاق می افتد فرکانس تشدید در ترکیب خاصی از خازن و اندوکتانس را می توان از روشهای مختلف و با توجه به نوع اطلاعات موجود محاسبه نمود. معادله اصلی تعیین فرکانس بدین صورت است.

$$F_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{رابطه (۸-۲)}$$

تحلیل گران سیستمهای قدرت معمولا مقادیر C, L سیستم را در اختیار ندارند و بنابراین ترجیح می دهند که از شکل دیگری از روابط استفاده نمایند. با توجه به اینکه در سیستمهای توزیع، راکتانس اتصال کوتاه معمولا برابر با امپدانس ترانسفورماتور می باشد یعنی $X_{sc} \approx X_{tx}$ بنابراین مرتبه هارمونیک فرکانس تشدید بر اساس امپدانس فرکانس اصلی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$h_r = \sqrt{\frac{X_C}{X_{SC}}} = \sqrt{\frac{MVA_{SC}}{M \text{ var}_{cap}}} \approx \sqrt{\frac{KVA_{TX} \times 100}{K \text{ var}_{cap} \times Z_{TX} (\%)}} \quad \text{رابطه (۹-۲)}$$

که در آن :

h_r رتبه هارمونیک فرکانس تشدید

X_C راکتانس خازن

X_{SC} راکتانس اتصال کوتاه سیستم

MVA_{SC} سطح اتصال کوتاه سیستم بر حسب مگا ولت آمپر

$M \text{ var}_{cap}$ ظرفیت نامی بانک خازنی بر حسب مگاوار

KVA_{TX} ظرفیت نامی ترانسفورماتور بر حسب کیلوولت آمپر

Z_{TX} امپدانس درصد ترانسفورماتور

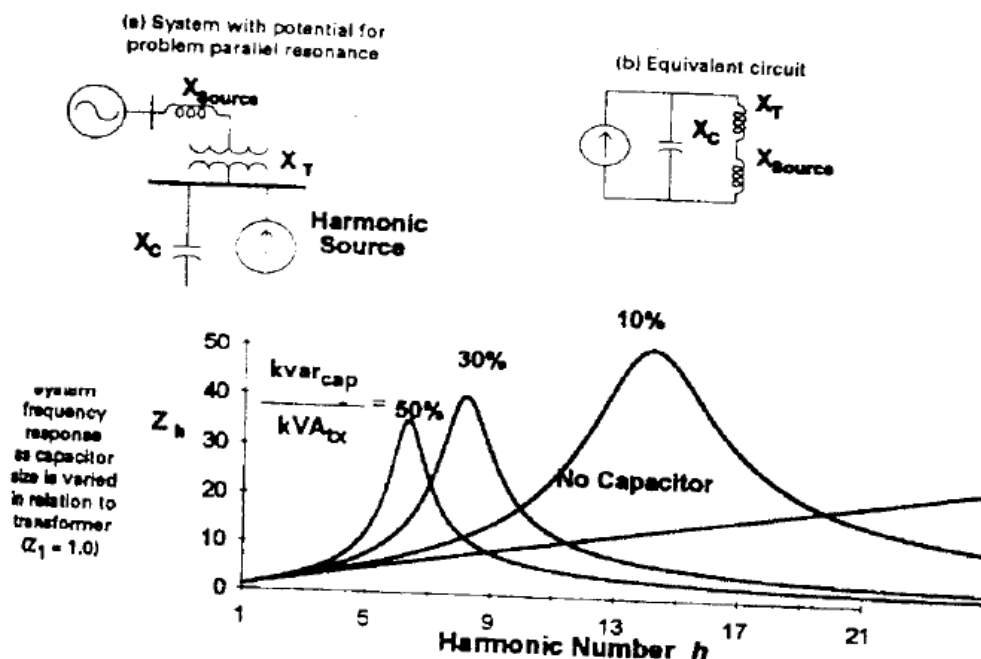
$K \text{ var}_{cap}$ ظرفیت نامی بانک خازنی بر حسب کیلووار



WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$F_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



شکل (۲-۵) اثر ظرفیت خازن روی فرکانس تشدید موازی

۲-۷ فرکانس رزونانس موازی

فرکانس رزونانس موازی از رابطه زیر بدست می آید:

$$f_p = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L_{eq}C} - \frac{R^2}{4L_{eq}^2}} \approx \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L_{eq}C}}$$

رابطه (۲-۱۰)

در فرکانس رزونانس :

بسیار بزرگ شدن امپدانس ترکیب موازی یابد و کتانسمعادلو خازن دید هشد هاز سویمبعجریانهارمونیک از رابطه زیر

بدست می آید

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\approx \frac{X_{Leq}^2}{R} = \frac{X_C^2}{R} = QX_{Leq} = QX_C$$

$$Z_p = \frac{X_C (X_{Leq} + R)}{X_C + X_{Leq} + R} = \frac{X_C (X_{Leq} + R)}{R}$$

رابطه (۱۱-۲)

۸-۲ تخمین تجربی فرکانس رزونانس موازی سیستم

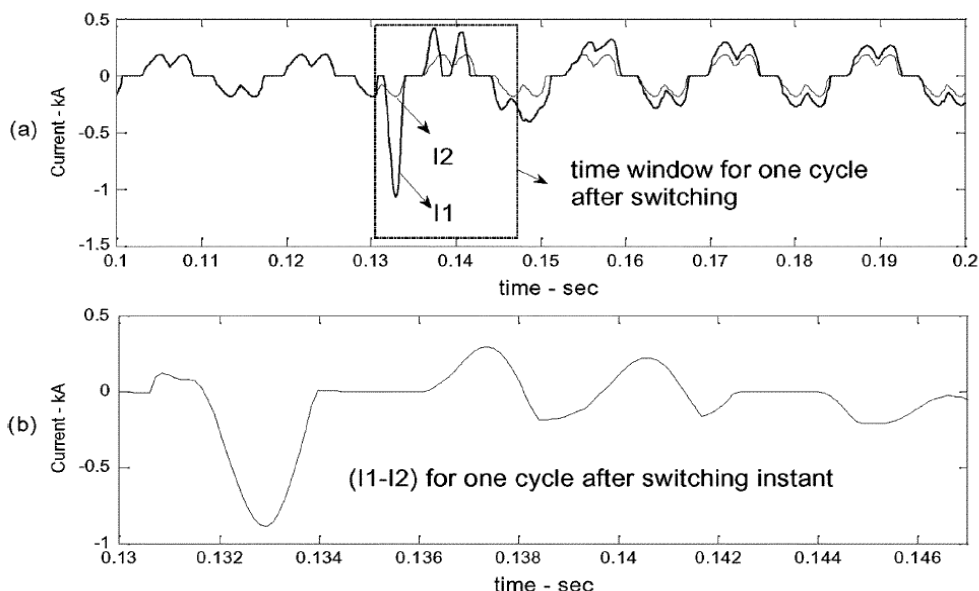
۸-۲-۱ روش اول:

در این بخش روش برای بهبود برآورد سیستم فرکانس رزونانس موازی با استفاده از سوئیچینگ خازن داده گذرا را بررسی می کنیم. معمولا برای آنالیز فرکانس رزونانس با استفاده از ردیابی کلسکل موج تخمین زده می شود، روش پیشنهادی در این بخش به صورت زیر است: مرجع [5]

با استفاده از این روش تنها بخش گذر امپدانس شکل موج اختلال را بررسی می کنیم و پس زمینه تحریف هارمونیک نامطلوب را حذف می کنیم. به این ترتیب، در این روش ارائه شده می توان داده های گرفته شده از هر نقطه ای را اندازه گیری کرد از جمله تسهیلاتی که به مشتری داده می شود این است که می توان از بارهای غیر خطی استفاده کنند. با توجه به ظرفیت موثر و اندوکتانس سیستم، به یک سیستم انتقال بانک خازنی با اتصال موازی فرکانس رزونانس، انرژی می دهیم. هنگامی که یکی از این فرکانس های مربوط به فرکانس بارهای غیر خطی تولید شود، رزونانس ولتاژ و جریان در آن سیستمی تواند به شدت تحریف شود. در این بخش یک روش تجربی دقیق برای تخمین فرکانس رزونانس موازی سیستم با استفاده از شکل موج ولتاژ و جریان از رویدادهای انرژی بانک خازنی معرفی شده است. بهترین روش عملکرد داده های اندازه گیری شده در نقاط خازن دار بوده است. متاسفانه، برآورد تولید اجزای فرکانس غیر رزونانس مصنوعی در هنگام اندازه گیری در جای دیگر گرفته شده زمانی که داده ها ارائه می شوند اعوجاج هارمونیک در آن قابل توجه است. این روش می تواند داده های گرفته شده در هر مکان اندازه گیری کنند از جمله مسیر باس بار که در آن بارهای غیر خطی قابل توجه می ممکن است استفاده شود. در روش بهبود یافته می توان از خازن سوئیچینگ

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

داده گذرا کمک بگیریم تا به جای تحلیل کلردیابیشکل موج، آن را تجزیه و تحلیل کرده و تنهابخشی گذر امواتر شکل موج را بررسی میکنیم.



شکل (a). (۲-۶) شکل موج جریان با بانک خازنی را نشان میدهد که هر دو مولفه سرویس در خط نقطه‌خارج از سرویس خط جامد (ب) بخش دیفرانسیل بین آنها در یک چرخه.

۲-۸-۱-۱ بر آورد فرکانس رزونانس موازی

هنگامیکه میکرویداد آنها از خازن سوئیچینگ داده گذرا شناسایی شده است. بخش گذرا از شکل موج ولتاژ و جریان پس

از سوئیچینگ سریع (به عنوان مثال، V_L و I_L ، به ترتیب) استخراج می شوند. به منظور به دست

آوردن بخش گذر امواتر، یک سیکلاز شکل موج ولتاژ و جریان با بانک خازن آفلاین به ترتیب V_2 و I_2 ساخته

میشود. آنالیز Prony و یا آشکار سازی فاز و روش های انتقال برای ساخت شکل موج جریان ولتاژ و یک چرخه با استفاده

از قسمت های قبل از لحظه انرژی دار شدن شکل موج بکار برده میشوند. شکل موجهای ولتاژ و

جریان V_2 و I_2 ممکن است شامل هارمونیک کوهر اجزای فرکانسی دیگری باشند که این امر با

فرکانس واقعی گذر همراه نیست. بخشهای گذر ولتاژ و جریان موثر ΔV و ΔI با کم کردن V_2 و I_2 از بخش های اصلی گذر

V_L و I_L به دست آمده که به ترتیب به صورت زیر است :

رابطه (۲-۱۱)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

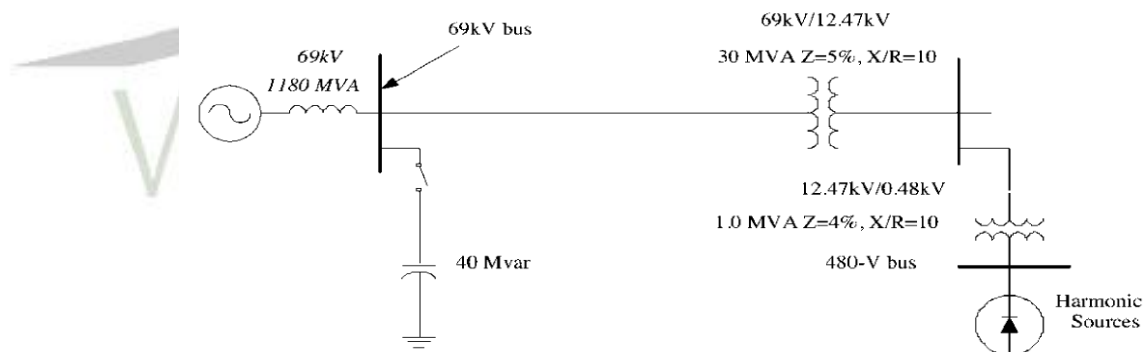
$$\Delta V = V_1 - V_2 \text{ and } \Delta I = I_1 - I_2$$

شکل (۲-۶) روند فوق را برای به دست آوردن جریان گذرا موثر ΔI نشان می دهد. جریان گذرا اصلی شکل موج (I_L) در خط نقطه ای نشان داده شده است، در حالی که بازسازی آفلاین خازن شکل موج I_2 در خط جامد نشان داده شده است. بخش موثر گذرا ΔI در شکل (۲-۶) بنشان داده شده است. برآورد سیستم مفراکانس رزونانس موازی تجزیه هستند و سپس با استفاده از تجزیه و تحلیل طیفی ΔV و ΔI به دست آمده است. $\Delta V(f)$ و $\Delta I(f)$ تبدیل فوریه ΔV و ΔI است و تابع Z به صورت زیر تعریف می شود:

$$Z(f) = \frac{\text{FFT of } \Delta V}{\text{FFT of } \Delta I} = \frac{\Delta V(f)}{\Delta I(f)}$$

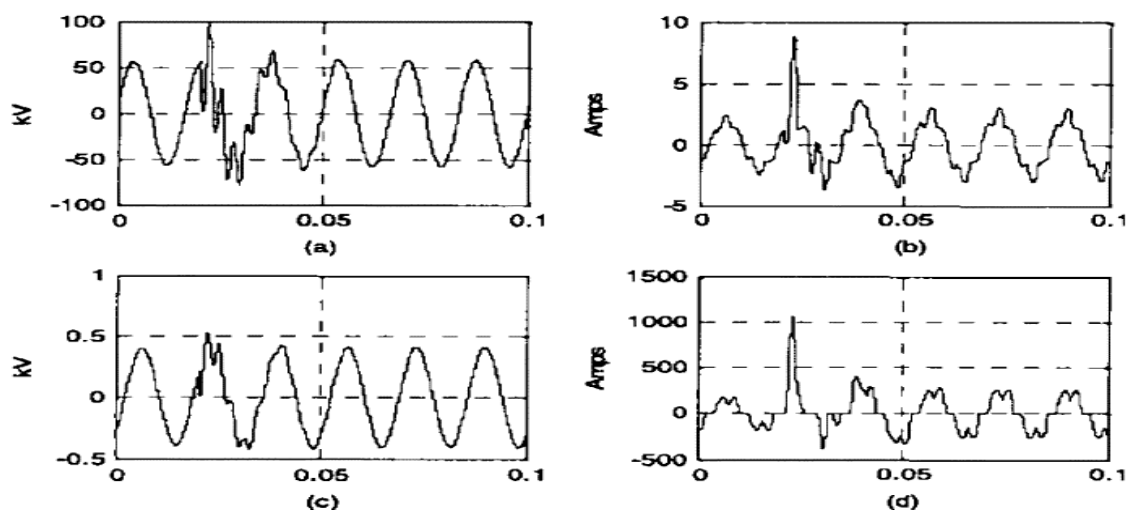
رابطه (۲-۱۲)

البته ممکن است مقادیر کوچک $\Delta V(f)$ و $\Delta I(f)$ در فرکانس غیر رزونانس به تخمین نادرست منجر شود.



شکل (۲-۷) نمودار یک خط برای سیستم تست.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۲-۸) خازن سوئیچینگ رویداد گذر الف و ب شکل موج ولتاژ و جریان که در باس 69 کیلو

ولتاژ اندازه گیری شده و ج، د شکل موج ولتاژ و جریان است که در باس 480V اندازه گیری شده.

و برای حل این مشکل میتوان از تنظیم امپدانس خطابه صفر برای فرکانس های مطلوب استفاده کرد. البته این روش اشاره شده یکی از روش های موجود برای حل این مشکل است $\Delta V(f) < X$ و حداکثر $[\Delta V(f)]$ که در آن X به طور معمول بین 5٪ الی 25٪ متغیر است. یکی دیگر از روشهای ابتکاری، استفاده از آستانه جریان ارائه شده در روشهای قبلی است که یک جایگزین مناسب برای مورد است باید تاکید کرد که روش ارائه شده برای تخمین امپدانس واقعی سیستم در نظر گرفته نشده، اما به تخمین فرکانس رزونانس کمک میکند.

۲-۸-۱-۲ کاربرد روش ارائه شده

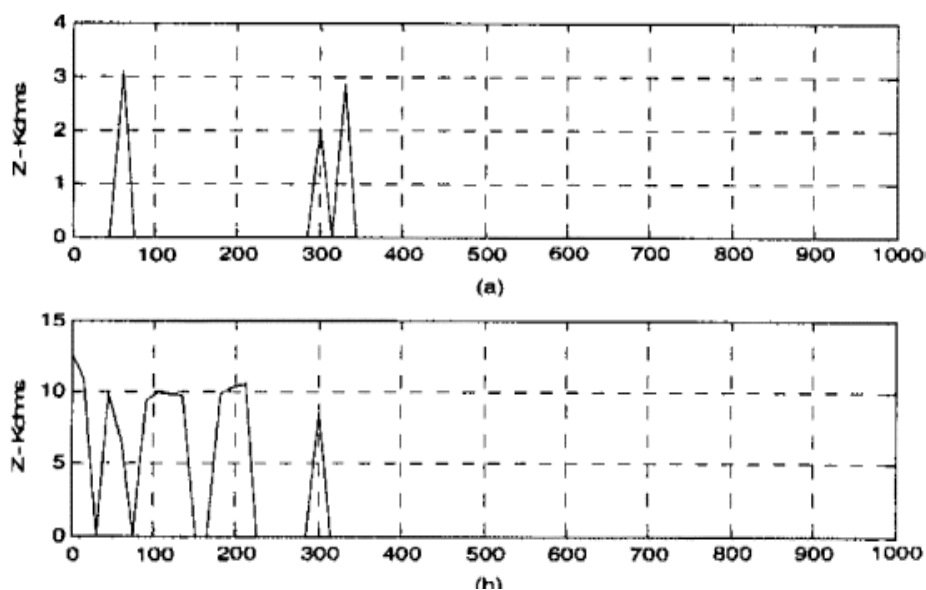
نمودار واقعی یک خط از یک مدار آزمون در شکل (۲-۷) نشان داده شده است. کهدار ایبانک خازنی 40 مگاوار است و، در نتیجه، یک فرکانس رزونانس موازی در 325 هرتز دارد. شکل (۲-۸) نشان می دهد که شکل موج ولتاژ و جریان گرفته شده در یک باس 69 کیلو ولت (بانک خازن باس) و باس 480-ولت (باس بار). شکل (۲-۹)

فرکانس رزونانس تخمین زده شده با استفاده از روش را نشان میدهد. توجه داشته باشید که روش

قبلی اندازه گیری داده ها را در محل بانک خازنی خوبی انجام میدهد. (به عنوان مثال، بار 69 کیلو ولت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

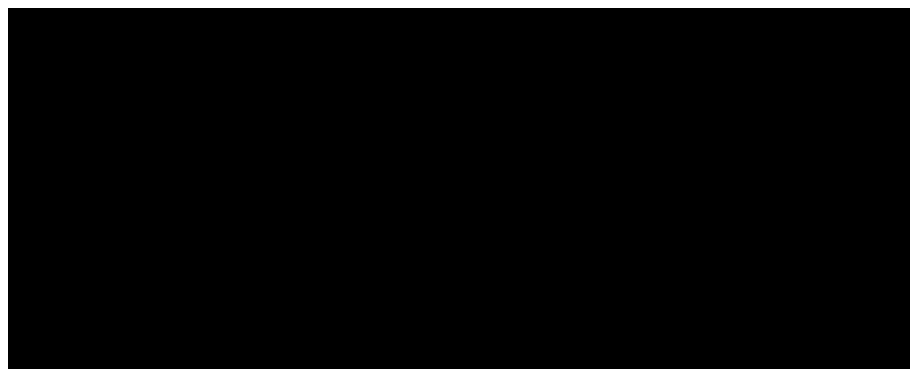
(. متاسفانه ، فرکانس رزونانستخمین زده شده باداده های اندازه گیری شده در باسباررضایت بخش نیست با توجه به اعوجاج چهارمونیکیبیش از حد بالا اعوجاج جریان کلهمونیکی %35.4 (THD) است . در نتیجه ، تخمین فرکانسشامل اجزای فرکانسهای مصنوعی حدود ۱۰۰ و 200 هرتز است که با فرکانس واقعی رزونانس همراه نیست . الگوریتم بهبود یافته بهمجموعه ای مشابه از داده اعمال شود. شکل (۲-۱۰) (۲-۱۱) نشان دهنده تخمین فرکانس با استفاده از داده های اندازه گیری شده در باس 69 کیلو ولت و باس باردر ۴۸۰ ولت است . در هر دو حالت ، اجزای فرکانس غیر رزونانسی حذف شده و در نتیجه ، در روش تولید فرکانس رزونانس دقیقاً برای سه فاز ۳۲۵ هرتز داریم توجه داشته باشید که روشهای جدید نیز مولفه 60 هرتز را سرکوب می کند . بنابر این در تخمین فرکانس رزونانس جدید هیچجزئی از فرکانس 60 هرتز به نظر نمی رسد و در ولتاژ موثر و بخش های گذرا جریان $\Delta V(f)$ و $\Delta I(f)$ وجود دارد. انتخاب مناسب مقدار آستانه ، به تخمین فرکانس رزونانس می تواند کمک کند.



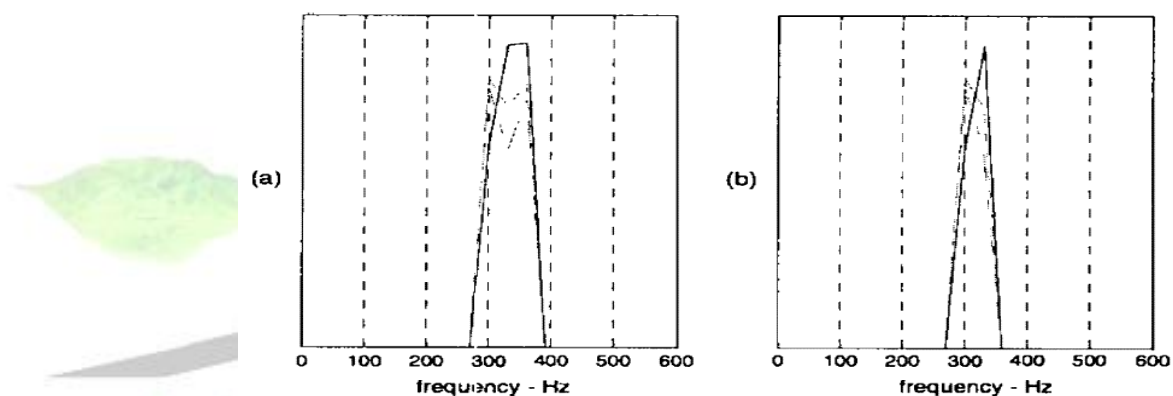
شکل (۲-۹) تخمین فرکانس رزونانس با استفاده از (الف) داده هایی که در پست

69 کیلو ولت اندازه گیری شده و (ب) داده های کهدر باس 480-V اندازه گیری شده.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۲-۱۰) تخمین فرکانس رزونانس با استفاده از داده های که در 69 کیلو ولت اندازه گیری شده.



شکل (۲-۱۱) محاسبه فرکانس رزونانس با استفاده از داده های که با آستانه x در 480 ولت (a) 15٪

و (b) 25٪ گرفته شده است. حالت جامد، بین خطوط این محور ها به ترتیب مربوط به فاز A-C است.

۲-۸-۲ روش دوم

روش ساده و دقیقی که برای تخمین فرکانس رزونانس موزیسیستار شده است. تکنیک های پیشنهاد

شده با استفاده از داده های کیفیت توان موجود است، به طور خاص کسانیکه از خازن سوئیچینگ گذرا، به

منظور تعیین تخمین فرکانس استفاده میکنند. برای نمایش دقیق سیستم از جمله داده های مورد نیاز برای

توسعه مدل های دستگاه (خطوط انتقال، ترانسفورماتور، بار، و غیره) مورد نیاز نمی باشد. کارایی و چالش های

موجود در این روش با استفاده از داده های کیفیت توان جمع آوری شده در انتقال و توزیع سیستم است که در

آنفرکانس رزونانس طوری که برای شناسایی بهتر محیط نرم افزار با این روش شناخته شده نشان داده شده

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

است. نتایج برآورد فرکانسیاز نزدیک مربوط به سیستم واقعی فرکانس رزونانس است.

۲-۸-۲-۱ برآورد تجربی فرکانس رزونانس موازی سیستم

این بخش، به ارائه روش ساده ای برای تخمین فرکانس رزونانس موازی سیستم با استفاده از داده هادر دسترس می پردازد. دانستن این فرکانس رزونانس برای جلوگیری از هارمونیک رزونانس مفید است. با استفاده از داده های کیفیت توان فرکانس رزونانس را تخمین می زنیم. این اطلاعات در حال حاضر معمولاً در بسیاری از نقاط جمع آوری شده، به عنوان مثال، در ایستگاه های فرعی، امکانات کاربر نهایی، فیدر، و دیگر مکان های استراتژیک به چشم می خورد. داده های کیفیت توان مورد توجه هستند و شکل موج ولتاژ و جریان با توجه به خازن سوئیچینگ دچار خداد می شوند. خازن سوئیچینگ داده گذرا به طور معمول به تخمین دقیق شرایط رزونانس موازی می پردازد و دلیلش این است که هنگامی که خازن دارای انرژی است، آن خازن با سلف سیستم در نقطه ای که باندها نقرار گرفته است در تعامل است. فرکانس های پنین انداز، که معمولاً حدود $1/4$ به $1/2$ هستند در چرخه پس از عمل سوئیچینگ به ارائه اطلاعات ارزشمند در مورد فرکانس رزونانس جدید معرفی شده سیستم قدرت می پردازند. شکل (۲-۱۲) جریان اطلاعات با استفاده از روش تخمین را نشان میدهد. این روش می تواند بایک پایگاه داده کیفیت توان موجود و یا زمان واقعی جریان اطلاعات کیفیت توان به عنوان دستگاه های نظارت مبتنی بر وب استفاده می شود. آغاز خواهد شد. از آنجا که نظارت بر کیفیت توان مبتنی بر نمونه گرفتن تنظیم گسترده ای از حوادث اختلال است، از این رو نیاز به جدا کردن یاشناسایی داده های ورودی داده سوئیچینگ خازن از داده های دیگر PQ قبل از انجام برآورد

دارد. شناسایی خازن سوئیچینگ داده گذرا می تواند بصری و یا به طور خودکار انجام می شود. هنگامی که یکروداد آنها از خازن سوئیچینگ داده گذرا (متشکل از شکل موج ولتاژ و جریان سه فاز) مشخص شده باشد، بخش گذرا از شکل موج ولتاژ و جریانا استخراج خواهد شد (که تنها چرخه مورد نیاز است) به منظور استخراج بخش گذرا، لحظه سوئیچینگ بانک خازن باید مشخص شود. تبدیل موجک را می توان برای تعیین قسمت موثر لحظه دقیق سوئیچینگ استفاده می شود. لازم به ذکر است که این روش برای محاسبه فرکانس

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

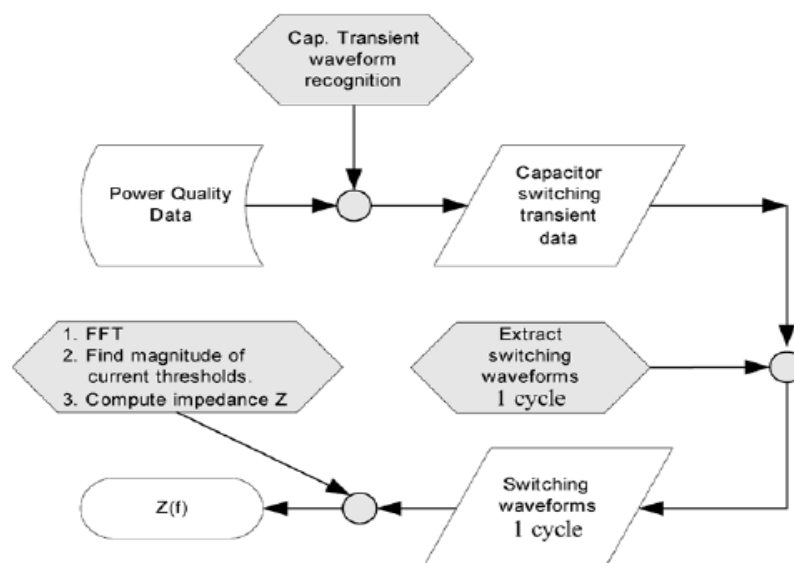
رزونانس در یک دوره معین از اندازه گیری میباشد ،

از سوی دیگر ، خازن سوئیچینگ رویدادی وابسته شدن قطب تاخیر می تواند از بخش مورد استفاده گذرا آنمانند همان شیوه ای که در بسته شدن به طور همزمان یکسان است چون تنها چرخه داده ها مورد نیاز است . تبدیلهای فوریه برای پیدا کردن تطبیق شکل موج گذرا برای ولتاژ و جریان هر فاز سریع هستند $V(f)$ و $I(f)$ تبدیل فوریه استخراج شکل موج های جریان و ولتاژ می باشند که حاوی این رویداد گذرا اند . شکل (۲-۱۳) (a) و (b) شکل موج های ولتاژ و جریان در دو فاز (C و A) یک خازن سوئیچینگ رویداد گذرا را نشان می دهد . این رویداد گذرا با استفاده از یک دستگاه نظارت بر کیفیت توان به طور گسترده ایدر دسترس هستند و در یک پست 115 کیلو ولتاژ یک شرکت آب و برق در شمال شرقی (ایالات متحده) قرار دارند. شکل (۲-۱۳) (C) , (D) در حال حاضر یکجفت از $V(f)$ و $I(f)$ شکل موج هادرمقیاس سطحی برای فازهای C و A به ترتیب نشان داده شده است. توجه داشته باشید که طیف جریان $I(f)$ شامل مقادیر بسیار کوچکی که بیش از یک طیف گسترده یفرکانس هایشکل موج گذرا هستند جریان تنها از فرکانس است کهاز فرکانس هایگذرا تشکیل شده است. شکل (۲-۱۴) (a) و (b) نشاندهنده ی طیف ولتاژ و جریان در مقیاس گاریتمی طبیعی است . فرکانسهای مورد علاقه ، حدود ۵۲۵ هرتز و ۷۲۰ هرتز است ، در حال حاضر به وضوح در هر دو طیف ولتاژ و جریان دیده می شود. ایندرواقع فرکانس هایموازی رزونانسی باشد. آنها را می توان به طور مستقیم از طیف ولتاژ و جریانبا پیدا کردن "ضربه" و یالوب های شبیه فرکانسها تعیین کرد. به اختصار، این روش به عنوان روش مستقیم در این مقاله اشاره شده است. یکی دیگر از روش تخمین فرکانس رزونانس را می توانبا استفاده از تخمین آمپدانس است که به صورت زیر بیان میشود:

$$Z_e(f) = \frac{V(f)}{I(f)}$$

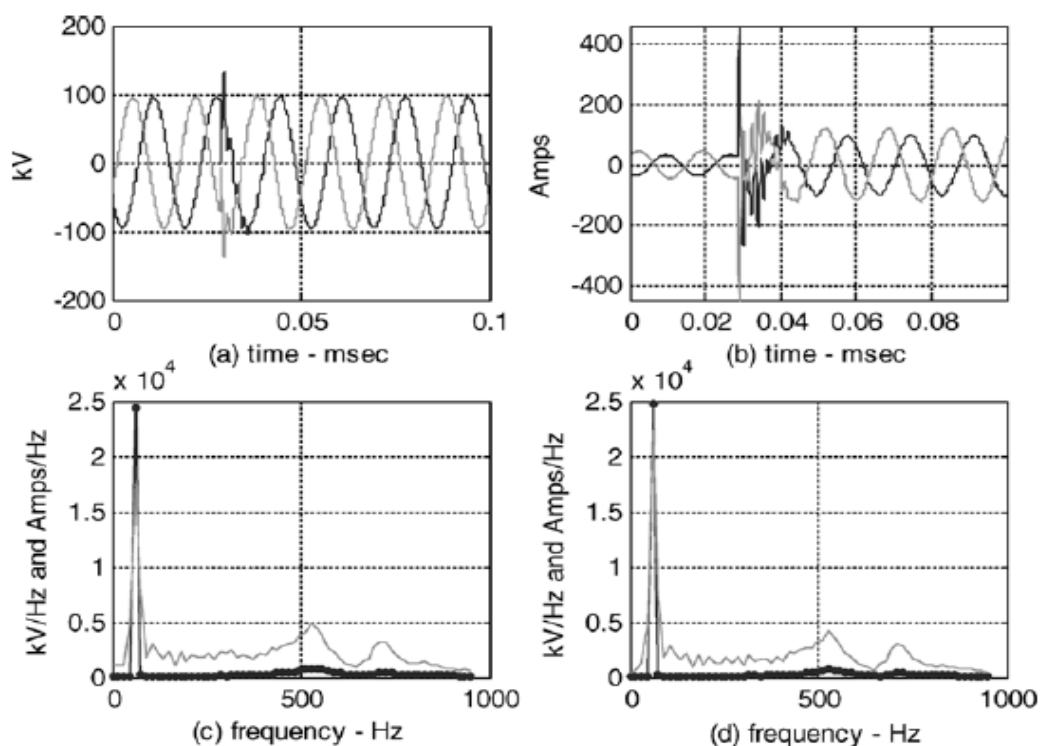
رابطه ی (۲-۱۳)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۲-۱۲). جریان داده ها و نمودار روند سیستم موازی تخمین فرکانس رزونانس با استفاده

از خازن سوئیچینگ داده گذرا.



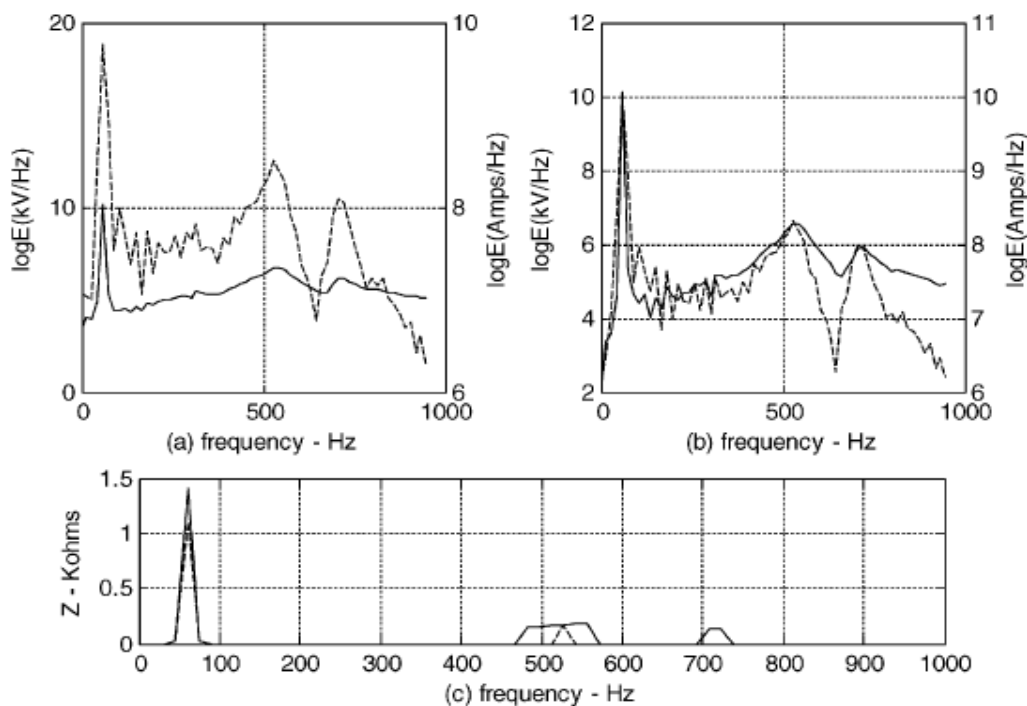
شکل (۲-۱۳) خازن سوئیچینگ شکل موج گذر اداریک پست 115 کیلو ولت اندازه گیری با استفاده از یک

مانیتور کیفیت توان معمولاً در دسترس را نشان میدهد که تنها فاز A و C (خط پراکنده) شکل

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موجنمایش داده می شود (a). شکل موجولتاژ، (b) شکل موج جریان، (c) و (d) می باشد، و FFT ولتاژ

و جریاندرد مقیاس هایخطی



شکل (۲-۱۴). خط (a) تبدیلفوریهفازولتاژ و جریان (خط پراکنده) شکل موج، (b)

تبدیلفوریهولتاژوجریانفاز c (خط پراکنده) شکل

موجدر مقیاسلگاریتمیطبیعی، (c) تخمینفرکانسبا استفاده از امپدانس روش (خط پراکنده).

البته از آنجایی که $I(f)$ حاویمقادیر کوچکدر فرکانسغیر گذراست، تخمین امپدانس دراینفرکانس غیر گذرا

بزرگ و گمراه کننده خواهد بود. یک راهحل برای بر طرف کردن این مشکلشامل تنظیماین

مقادیرامپدانسبزرگبه صفربرای فرکانس هایکه $I(f) < x I(60 \text{ Hz})$ مورد قبول است. که در

آن x به طور معمول بین 5٪ تا ۱۵٪ متغیر است. که در اینمقدار هیچ امپدانسمصنوعیبزرگی در فرکانس

هایغیر گذرا را نمی توان به صفر وادار کرد. باید تاکید کرد که روشامپدانسبرای تعیینواقعیامپدانسسیستم

تلاش نمی کند. در عوض، هدف اصلیخود را به صورت بالا توضیح داده است که به ارائهتخمین

فرکانس رزونانس موازی می پردازد روش های تخمین امپدانسسیستمموضوع تحقیقاتآینده می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

تخمینامپدانس در شکل (۲-۱۶) نشان داده شده است . که در آن C فرکانس رزونانس-480
 580هرتز و 700-720هرتزی باشد . هر دو تخمین (با استفاده از روش مستقیموامپدانس) نزدیک به
 نتیجه دست آمده با استفاده از روشاسکنامپدانس/فرکانس مطابقت دارد . در مثال بالا ، تخمین
 فرکانس رزونانس موازی با استفاده از یکرودادخازنسوئیچینگتنها با دو فاز شکل موج های ولتاژ و
 جریان تعیین می شود . این از لحاظ نظری ممکن است برای تخمینفرکانس رزونانس موازی باتنها یک
 فاز از شکل موج های ولتاژ و جریان بخشی از محاسبات $v(f)$ و $i(f)$ و $Z_e(f)$ به شکل
 موجهای 3فازنیازی ندارند . با این حال، داشتنیک مجموعه کاملی از شکل موجهای سه فاز ولتاژ و
 جریان را فراهم می کند . و این امر برآوردبهرتر با سطح اطمینان بالا ، در نتایج تخمین را افزایش می
 دهد . البته در برخی موارد ، فرکانس هایمورد علاقهممکن است وجود داشته باشد . علاوه بر این ، برای
 دست آوردن تخمین فرکانساز یک رویدادسوئیچینگ تکممکن است فرکانس هایرزونانس واقعی خود را
 نشان ندهند و پیکربندی سیستم ، ممکن است در طول زمانبا توجه به عملیات های مختلفسوئیچینگرا
 تغییر دهد ، و تخمین ها از یک رویدادخازنسوئیچینگواحدخواهد بود و طیف وسیعی از شاخص های
 فرکانس هایرزونانسبدست نمی آید . بنابراین ، تخمینرزونانساز رویدادهایمختلف بایدمورد استفاده قرار
 گیرد و به ارائه تخمینسازگار برای گرفتن تمامفرکانس رزونانس ممکن براییک دوره معین از پژوهش باشد
 . روشارائه شده در بالا به راحتی پیاده سازی می شود . آنها را با استفاده از داده ها و تجهیزات موجود می
 توان ساخت، و در نتیجه کار بردارزشافزوده دارد.

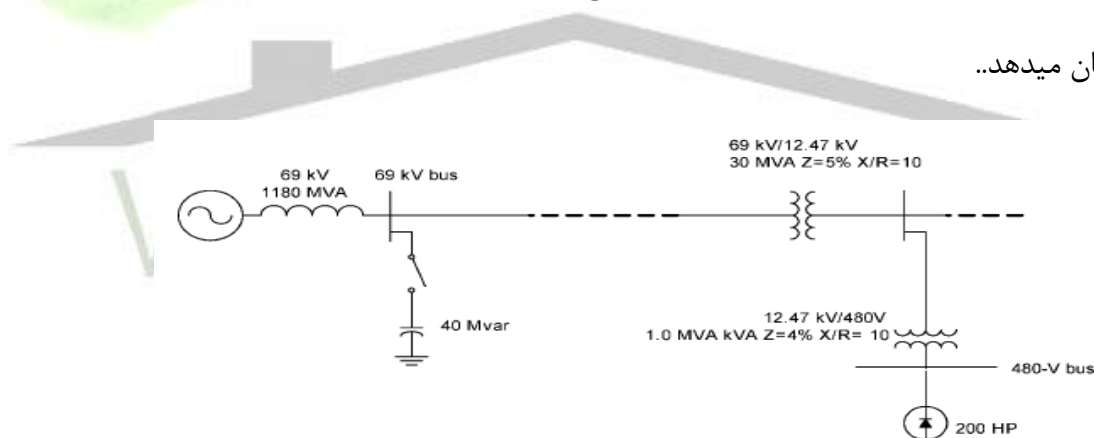
۲-۲-۸-۲ تکنیکهای کاربردی تخمین تجربی

در این بخش، استفاده از روش های ارزیابیبراییدو سیستمآزمون بررسی میشود ، به عنوان مثال، یک سیستم
 قدرت شبیه سازی شده بدوناعوجاج هارمونیک ، در یک سیستم توزیع واقعی نشان داده شده است.

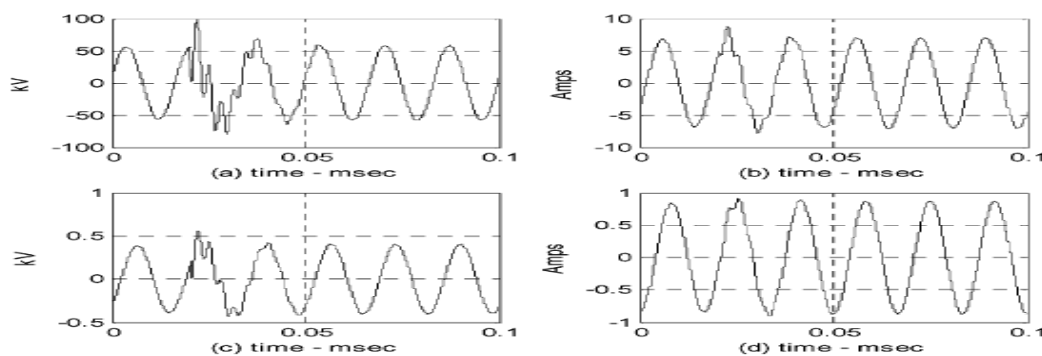
۲-۲-۸-۲ معرفی سیستم نمونهها اعوجاج رزونانس هارمونیک

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

نمودار یک خط برای یک سیستم آزمون ساده در شکل (۲-۱۵) نشان داده شده است، که دارای یک بانک خازنیسه فاز است، بنابراین آن دارای کفکانس رزونانس موزی است. این سیستم تست شده از مقایسه بین فراوانی نظریه برآورد ساده و آسان بدست آمده است. نرم افزار شبیه سازی سیستم قدرت کلی برای شبیه سازی سیستم تست استفاده شده است. دو مورد برای روش اعتبار سنجی توسعه داده شده است عبارتند از: ۱- مورد ۱: با بارهای خطی و ۲- مورد ۲ با بارهای غیر خطی. در هر دو مورد، اندازه گیری ولتاژ و جریان در دو ناحیه گرفته شده است، به عنوان مثال، در باس بانک خازنی (باس پست ۶۹ کیلو ولت) و در باسبار (باس ۴۸۰ ولت). شکل شماره (۲-۱۶) و (۲-۱۷) شکل موج اندازه گیری به دلیل برق دار شدن سوئیچینگ خازن در دو مکان متفاوت را نشان می دهد. شکلهای (۲-۱۶) (a) و (b) و شماره (۲-۱۷) (a) و (b) ولتاژ و جریان شکل موج اندازه گیری شده در باس ۶۹ کیلو ولت را نمایش می دهد. در حالی که شکلهای (۲-۱۷) (c) و (d) و (۲-۱۷) (c) و (d) شکل موج اندازه گیری شده جریان و ولتاژ در باسبار برای موارد ۱ و ۲ را نشان میدهد..

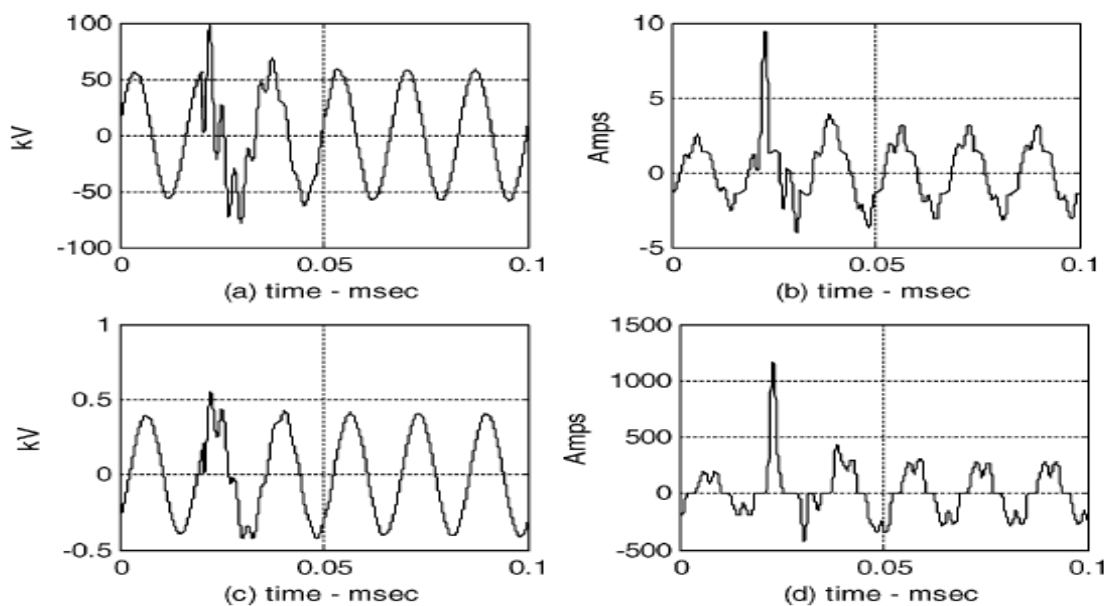


شکل (۲-۱۵) نمودار یک خط برای سیستم تست.



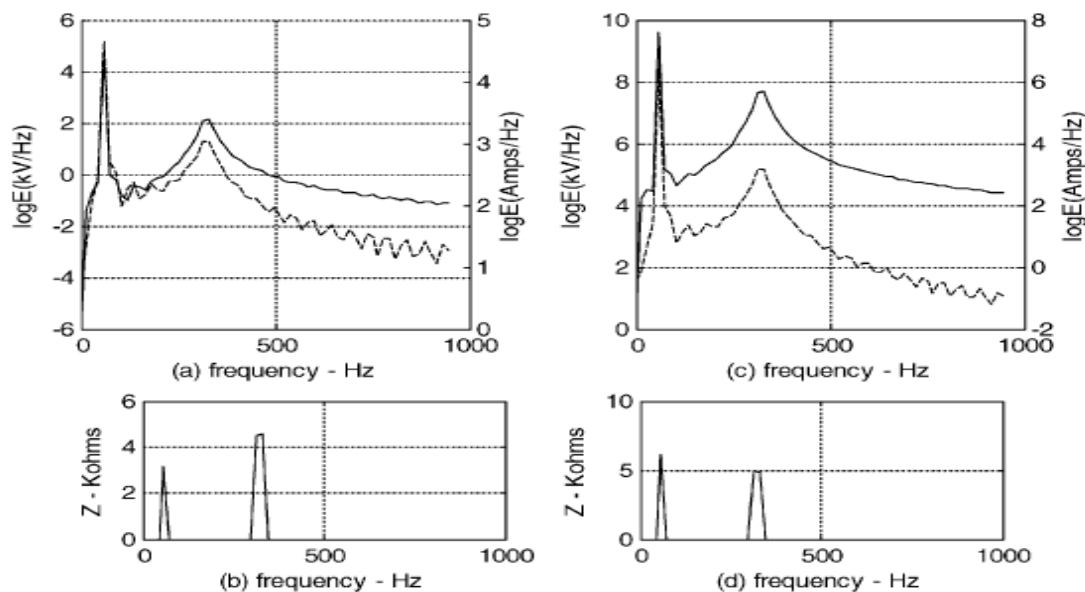
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۲-۱۶) مورد ۱: خازن تعویض ویداد گذرارا نشان میدهد. شکل (a-b) موجهای ولتاژ و جریان که در 69 کیلو ولت اندازه گیری شده، شکل (c-d) موج جریانو ولتاژ که در باس ۴۸۰ ولت اندازه گیری شده است.



شکل (۲-۱۷) مورد ۲: یک خازن سوئیچینگ رویداد گذرارا نشان میدهد. شکل (a-b) موج های جریان و ولتاژ در 69 کیلو ولت اندازه گیری شده، و در (c-d) شکل موج جریان و ولتاژ در باس ۴۸۰ ولت اندازه گیری شده است.

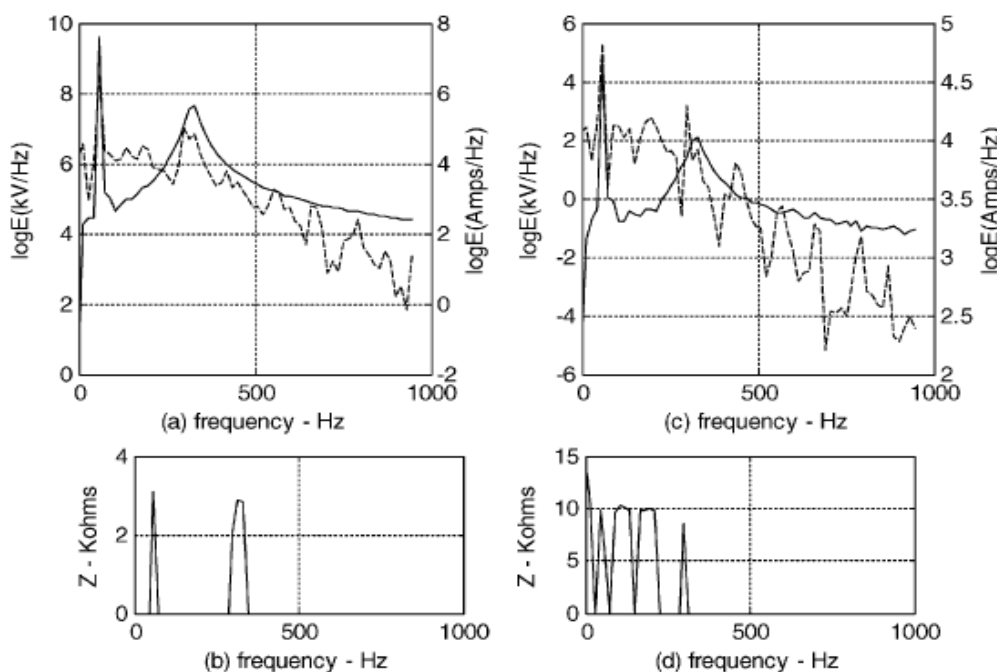
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۲-۱۸) مورد ۱: تخمین فرکانس رزونانس با استفاده از داده ها در 69 کیلو ولت در (a) مستقیم و (b)

تخمین آمپدانس اندازه گیری شده میباشد. تخمین فرکانس رزونانس با استفاده از داده ها

در 480 ولت با (c) مستقیم و (d) بر آورد آمپدانس اندازه گیری شده میباشد.



شکل (۲-۱۹) مورد ۲: تخمین فرکانس رزونانس با استفاده از داده ها در 69 کیلو ولت با (a) مستقیم و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

(b) تخمینا میداندانساندازه گیری شده میباشد. تخمینفرکانس رزونانسبا استفاده ازداده ها

درباس 480 ولتبا (c) مستقیمو (d) تخمینا میداندانساندازه گیری شده میباشد.

مورد ۱- بارهایخطی : شکل (۲-۱۸) (a) و (b) نتایج تخمینفرکانس را نشان می دهدبا استفاده از

روشمستقیم وامیدانس باداده هایی که درباس ۶۹ کیلو ولت اندازه گیری شده است ، در این صورت

تخمینفرکانس رزونانسدقیق تر است، به عنوان مثال . در حدود ۳۲۰هرتزاست . فرکانس

رزونانسثوری ۳۲۵هرتز می باشد . شکل (۲-۱۸) (c) و (d) نتایجحاضر با استفاده ازهر دو روش با داده

هایدرباس ۴۸۰ ولتگرفته شده است . توجه داشته باشید کهتخمینفرکانسبا وجوداندازه گیریبدقیقاست

درباسبانک خازنی و شکل موج های جریان محرک گرفته نمی شود و شکل (۲-۱۶) (d) نشان دهنده

حداقل گذراشکل موج است . مورد ۲- بارهای غیر خطی : شکل (۲-۱۹) (a) و (b) نتایج

تخمینفراوانیازداده های اندازه گیریشده درپسترانشان می دهد. توجه داشته باشید کهشکل موجهای

جریان درپستبه شدتدچار اعوجاج ۲۰٪ و ۳۵٪ میشود که به ترتیب در ۶۹ کیلو ولتو باس های ۷۴۸۰

دیده می شود . جریان FFT شکل (۲-۱۹) (a) مشخصه هارمونیک بار های مبدل ولتاژمنبع را نشان می

دهد. اعوجاججریان بالا غیر معمول عمدیاستبه طوری کهمحدودیتهر دو روشدر شرایطهارمونیکیمی

تواندمورد بررسی قرار دهد و بهترینکاربرد محیطیازهر دو روشرا می توانتعیین کرد . ازنتایج ارائه شده

در شکل (۲-۱۹) (a) و (b) مشخص می شود کههر دو روشدرووجود اعوجاججریان بالابه خوبی عمل

میکنند. تخمینفرکانسحدود ۳۲۰هرتز است. شکل (۲-۱۹) (c) و (d) نتایج تخمینفرکانسازاطلاعات جمع

آوری شدهدر باس ۴۸۱۰ ولترا نشان می دهد. از آنجا که اینباس باراست، شکل موج جریانااستبه شدتدچار

اعوجاج شده است. ایندر شکل (۲-۱۹) (c) مشهود استکهجریان FFT را نشان می دهد. مشخصههای مهم

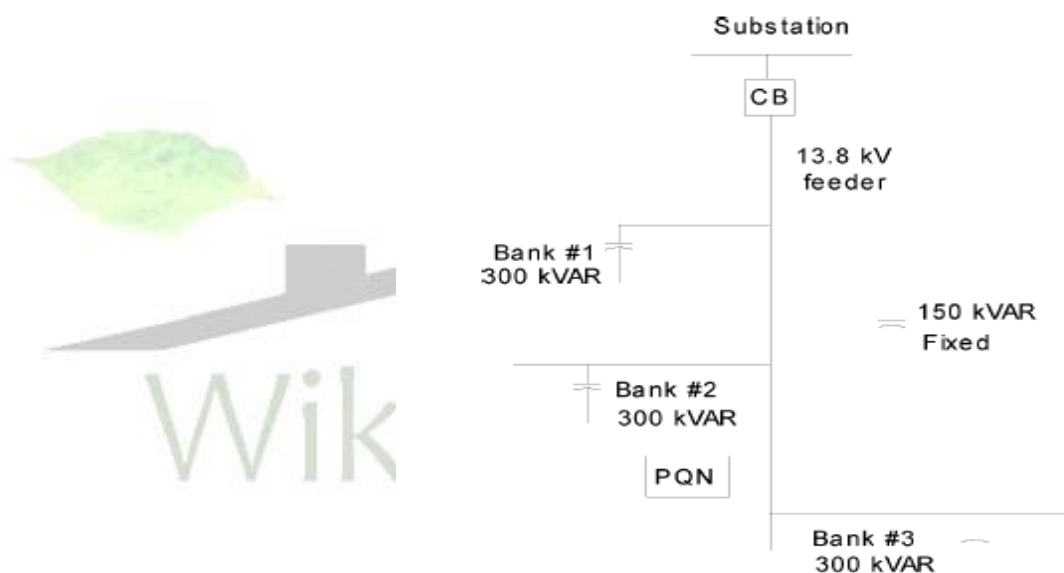
هارمونیک ها ، (5th, 7th, 11 th, 13 th) در شکلبیشتر آشکار است. روش تخمینبه خوبی دراین مورد

خیلی عملی نیست. زیرا در این موردبا توجه به نفوذهارمونیک هایبالاویژگیامیدانسبار غیر خطی

تخمیندقیق نیست. این روشبرای اندازه گیریدرباسدوم نیز توصیه نمی شودمگر این کهخازندر

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

حالتی که در باستانو یهیکسان باشد. به طور مشابه، تخمینا پیدانسی می تواند همراه کننده باشد. این نشان دهنده ی آن است که فرکانس صحیح تشدید شده در ۳۲۰ هرتز، آثار مصنوعی در تخمین بنین ۱۰۰ هرتز و ۲۰۰ هرتز را به عنوان خوب نشان می دهد. این منصفانه است که می گویند که هر دو روش تحت حاشیه ها و جابجریان بیش از حد بالا انجام میگیرد، با این حال آنها به ارائه بینش در برخی از فرکانسهای رزونانس ممکن میپردازند. در چنین مواردی، اطلاعات پیش زمینهدر مورد شرایط سیستم برای چک کردن تخمین فرکانسهای معقول و منطقی لازماست. در این مثال، فرکانس های بنین ۱۰۰ هرتز و ۲۰۰ هرتز به وضوح در این اجزا دیده میشود:



شکل (۲-۲) داده های کیفیت توان جمع آوری شده از این فیدر توزیع واقعی برای نشان

دادن اثر ساده ها لگوریتم تخمینا پیدانسی استفاده شده نشان میدهد.

۲-۲-۲-۸-۲ مثال برای سیستم توزیع

در شکل (۲-۲) نموداری که نشان داده شده است. که نشان دهنده یک فیدر توزیع واقعی در منطقه شهری

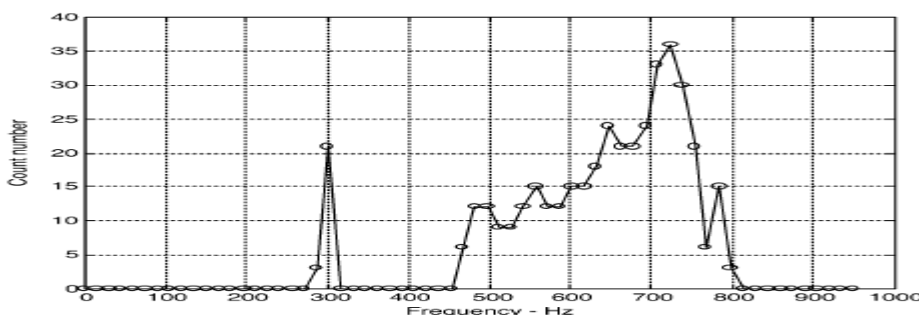
است. فیدر در حدود ۳ مایل طول دارد با ظرفیت اتصال کوتاه ۶۲ MVA. ترانسفورماتور اولیه از

سیستم زیر انتقال با ولتاژ ثانویه ۱۳.۸ کیلو ولت تغذیه می شود. نظارت بر داده های کیفیت توان با استفاده از

یک دستگاه نظارت PQ واقع در انتهای فیدر جمع آوری شده است. داده های مختلف کیفیت توان در طول دوره

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بازبینی مثبت میشود. توجه داشته باشید که تغذیه کننده دارای یکثابت 150kVar و سه سوئیچ بانکهای خازنی شنت 300kVar است. این فیدر بهارائه یک آزمون عالی میپردازد از آنجایی که فیدر چندین بانک خازنی وجود دارد در نتیجه بیش از یک فرکانس رزونانس در آن وجود دارد. سی و شش خازن سوئیچینگ رویداد گذر واقعی به منظور برآورد سیستم فرکانس رزونانس استفاده از روش ارائه شده در بالا استفاده شده است. شکل (۲) - (۲۱) مشخصات تخمین موازی فرکانس رزونانس در طی یک دور همنظر داده شده را نشان می دهد. توجه داشته باشید که تخمین فرکانس ارائه شده در یک راه کمی متفاوت است. به جای ارائه آن را به صورت



شکل (۲-۲۱) مشخصات سیستم موازی تخمین فرکانس رزونانس برای یک دور همنظر داده شده است.

امپدانس فرکانس، آن را به عنوان اعداد تصادفی برای هر فرکانس رزونانس معرفی می شود. بنابراین، فرکانس رزونانس 300 هرتز ۲۱ بار خارج از ۳۶ مجموعه اندازه گیری رویداد سوئیچینگ خازن به نظر می رسد. شکل ۲۰ -

۲۱ به وضوح به سیستم فرکانس رزونانس این فیدر دیده می شود می پردازد، به عنوان مثال، ۳۰۰

هرتز و ۴۸۰-۷۲۵ هرتز. با توجه به داده های فیدر ناقص، نمی توان یک مدل کامل از فیدر توزیع

روش اسکنا مپدانس بررسی کرد. با این حال، بازگشت از، پوشش محاسبات را می توان به منظور بررسی نتایج

حاصل از فرکانس رزونانس استفاده کرد. فرضیات باید برای این منظور ساخته می شود، به عنوان

مثال، امپدانس فیدر نادیده گرفته می شود و وضعیت های بانک خازن زیره شرح زیر است:

- بانک ۳ انرژیدر حالی که 150kVar بانک ثابت آنلاینبود.
- بانک ۳ انرژیدر حالی که بانک ۱ و 150kVar بانک ثابت آنلاینبودند.
- بانک ۳ انرژیدر حالی که بانک ۱ بانک ۲، و 150kVar بانک ثابت آنلاینبودند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در نتیجه فرکانس های رزونانس بالاتر از وضعیت بانک خازنی به ترتیب ۷۰۴ هرتز، ۵۴۵ هرتز و ۴۶۱ هرتز می باشد. این فرکانس تقریباً به تخمین فرکانس رزونانس مربوط دارد. شکل ۲-۲۱ یک فرکانس رزونانس غالب در ۳۰۰ هرتز را نشان می دهد. این فرکانس تشدید نمی تواند در روش استفاده از برگشتاز-پوشش محاسبات را تأیید کند.

تصور بر این است که نتیجه این واقعیت بیان کننده هارمونیک پنجم به میزان قابل توجهی در بارهای دولتی و غیر خطی ثابت وجود دارد و ممکن است لحظه ای توسط یک

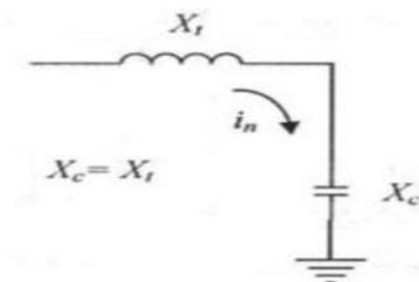
رویداد خازن سوئیچینگ محرک میشود

۲-۹ رزونانس سری

تشدید سری نتیجه ترکیب سری بانک های خازنی با خط یا اندوکتانس ترانسفورمرها است. این مسئله زمانی که خازنها در انتهای مسیر بر روی فیدر قرار دارند پدید می آید. شکل زیر حالت تشدید سری را نشان می دهد. تشدید سری باعث ایجاد یک مسیر با امپدانس کوچک در برابر جریانهای هارمونیک هم مرتبه با مقدار تنظیمی خودش را به تله انداخته و از نفوذ آنها در سایر قسمت های شبکه جلوگیری مینماید. تشدید سری می تواند باعث ایجاد مقادیر زیادی اعوجاج ولتاژ در خازن و سلفی گردد که در مدار سری قرار گرفته است. در تشدید سری بر خلاف تشدید موازی، هارمونیک جریان تقویت نمی گردد. اما جریان در موارد زیر آثار نامطلوبی دارد:

۱- اگر خطی در شرایط رزونانس سری قرار بگیرد خطوط مخابراتی با آن موازی باشد آن گاه در چنین حالتی تداخلات شدیدی می تواند بروز کند. [1]

۲- اعوجاج ولتاژ هارمونیک به دلیل تمرکز هارمونیک جریان در مسیر رزونانس پدید می آید.



شکل (۲-۲۲) حالت تشدید سری

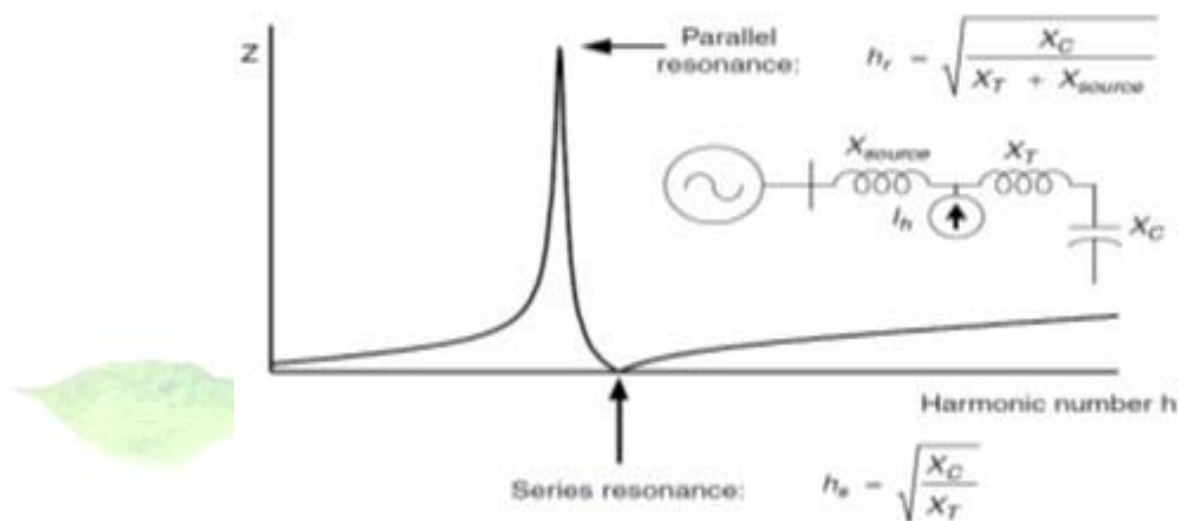
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

رابطه ولتاژ در محل خازن از رابطه زیر بدست می آید:

$$V_s \text{ (at power factor capacitor bank)} = \frac{X_c}{X_T + X_C + R} V_h \approx \frac{X_C}{R} V_h$$

رابطه ی (۲-۱۴)

V_h ولتاژ هارمونیک میمر بوط به جریان I_h هارمونیک V_s ، ولتاژ در محل خازن اصلاح ضریب توان

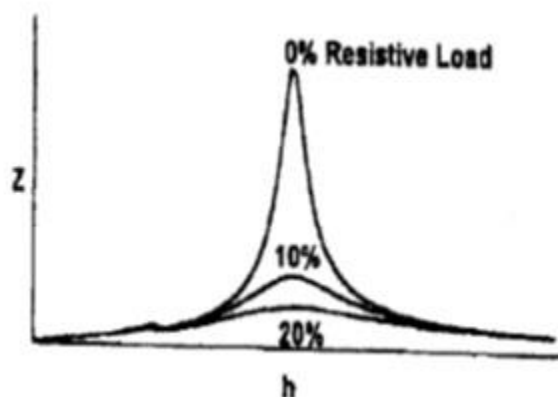


شکل (۲-۲۳) فرکانس رزونانس در یک مدار با رزونانس سری به علت نقش داشتن امپدانس منبع در رزونانس موازی فرکانس رزونانس موازی به مواز همواره کوچکتر از فرکانس رزونانس سری می باشد.

۲-۱۱ اثر مقاومت و بار مقاومتی

شرایط تشدید همیشه مایه نگرانی نیست. میرایی ایجاد شده توسط مقاومت اغلب باعث کاهش ولتاژ و جریان در حالت تشدید در سیستم می گردد. شکل ۲-۲۴ مشخصه امپدانس مدار تشدید موازی را برای مقادیر مختلف بار مقاومتی که به صورت موازی با خازن قرار گرفته است نشان میدهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



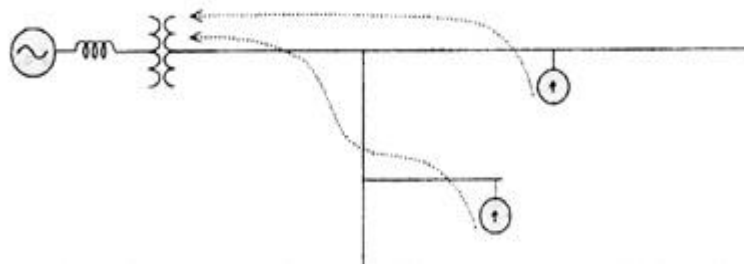
شکل (۲-۲۴) اثر مقاومت بارها در تشدید موازی

همان گونه که مشاهده می شود تنها ۱۰ درصد بار مقاومتی تاثیر بسزایی بر روی پیک امپدانس سیستم به وجود آورده است. مطابق آن اگر طول خط یا کابل های بین شینه خازنی و نزدیک ترین ترانسفورماتور زیاد باشد پدیده تشدید اثر نامطلوب کمی را ایجاد می کند زیرا خطوط و کابلها مقدار زیادی مقاومت به مدار معادل سیستم اضافه می کنند. مقاومت خطوط و بارها در شبکه توزیع مشکلات ناشی از تشدید هارمونیکی را کم می کنند. البته این بدان معنا نیست که به دلیل تشدید مشکل زیادی به وجود نمی آید. بلکه این مسائل و مشکلات با توجه به شرایط، موجب خسارت فیزیکی به تجهیزات شبکه قدرت نمی شوند. بدترین شرایط تشدید وقتی پدید می آید که خازن ها بر روی شینه های پست نصب گردند که این پست می تواند پست توزیع اصلی و یا پستهای فرعی در واحدهای صنعتی باشد. در این حالات وقتی که امپدانس ترانسفورماتور وجه غالب را دارد و نسبت X/R بالا است مقاومت نسبی کم شده و پیک امپدانس تشدید موازی بسیار بالا و تیز خواهد بود. این پدیده عامل اصلی خرابی خازن ها، ترانسفورماتور و دیگر تجهیزات می باشد. بارهای موتوری اساساً اندوکتیو هستند و میرایی کمی را ایجاد می کنند. در حقیقت این امکان وجود دارد که موتورها با جابجایی فرکانس تشدید به نزدیکی یک فرکانس هارمونیکی، باعث افزایش تعوجاج نیز شوند. موتورهای کم قدرت به دلیل پایین تر بودن نسبت X/R آنها نسبت به X/R موتورهای سه فاز بزرگ اثر قابل ملاحظه ای بر روی میرایی سیستم خواهند داشت. [1]

۱۱-۲ شناسایی محل منابع هارمونیکی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

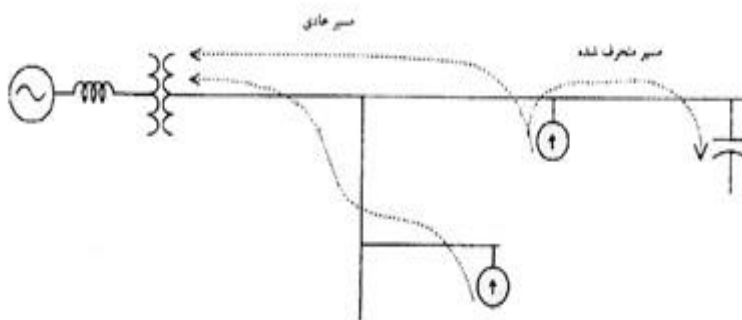
در فیدرهای توزیع شعاعی و در کارخانجات صنعتی، تمایل اصلی هارمونیکهای تولیدشده. جریان یافتن از محل تولید خود (بارهای هارمونیک زا) به طرف منبع تغذیه سیستم قدرت می باشد. این مسئله در شکل ۲-۲۵ نشان داده شده است. امپدانس سیستم معمولاً کمترین امپدانسی است که جریان هارمونیک در مقابل خود می بینند بنابراین قسمت اعظم جریان به طرف منبع تغذیه سیستم جاری می شود. از این مطلب می توان بهره جست تا محل منابع تولید هارمونیک را شناسایی نمود.



شکل (۲-۲۵) مسیر عمومی جریان های هارمونیک در شبکه های شعاعی

با استفاده از یک مونیتور کیفیت برق که قادر به نشان دادن مولفه های هارمونیک جریان باشد، بسادگی می توان هارمونیکهای جریان در هر شاخه را اندازه گیری کرد. این کار را باید از ابتدای هر مدار آغاز نمود تا منابع تولید هارمونیک را پیدا کرد. خازنهای تصحیح ضریب قدرت می توانند الگوی مسیر حرکت جریان را حداقل برای یک هارمونیک تغییر دهند. برای مثال، اضافه کردن یک خازن به مدار قبلی همانطوری که در شکل ۲-۲۶ نشان داده شده است می تواند باعث کشانده شدن بخش بزرگی از جریان هارمونیک به این قسمت از مدار شود. اگر در این حالت از روش اشاره شده در بالا استفاده شود ممکن است بجای ردیابی مسیر اصلی که نهایتاً به منابع تولید هارمونیک می رسد، اشتباهاً مسیر منتهی شده به بانک خازنی دنبال گردد. بنابراین لازم است که به صورت موقت تمامی خازنهای را از مدار خارج کرده تا محل منابع تولید هارمونیک را بتوان بطور دقیق مشخص نمود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۲-۲۶) خازنهای تصحیح ضریب قدرت قادر به تغییر مسیر یکی از مولفه های هارمونیک

جریان هستند

۲-۱۲ مبانی کنترل هارمونیکها

در این بخش برخی از اصول کنترل هارمونیکها توضیح خواهد شد. هارمونیکها هنگامی مشکل زا می شوند که:

۱- منبع تولید هارمونیک جریان بسیار بزرگ باشد.

۱-۱-۲- مسیری که در آن جریانهای هارمونیک عبور می کنند بسیار طولانی باشد در نتیجه باعث ایجاد اعوجاج ولتاژ بیشتر یا اختلاف تلفنی می شود.

۱-۱-۳- پاسخ سیستم باعث تشدید یک یا چند هارمونیک گردد.

۴- وقتی که یک مشکل هارمونیک در شبکه اتفاق می افتد، روشهای اصلی کنترل هارمونیکها به قرار زیر است:

۵- کاهش مقدار جریانهای هارمونیک تولید شده توسط بار" با فیلترگذاری (که در فصل قبل کاملاً شرح داده شد) و اصلاح پاسخ فرکانسی سیستم رفع میشود."

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱-۱-۶- اضافه کردن فیلتر به منظور ایجاد مسیری برای هارمونیکها و یا جلوگیری از وارد شدن هارمونیکها به شبکه

۱-۱-۵- تغییر پاسخ فرکانسی سیستم با استفاده از فیلترها، سلف و خازن

۱۳-۲ اصلاح پاسخ فرکانسی سیستم:

روش های اصلاح ضرر پاسخ سیستم به هارمونیک عبارتند از:

- ۱- قرار دادن فیلتر موازی. این عنصر موازی نه تنها باعث حذف هارمونیک های جریان می شود بلکه اغلب پاسخ سیستم را برای اینکه بهتر شود به کلی تغییر میدهد.
- ۲- قرار دادن یک راکتور برای از کار انداختن تشدید سیستم. تشدید های سنگین عموماً بین اندوکتانس سیستم و خازن موازی که برای تصحیح ضریب قدرت قرار داده شده است. بوجود می آیند راکتور را ما بین خازن و سیستم قرار میدهند. یک روش ساده قرار دادن یک راکتور سری با خازن میباشد که فیلتری را به وجود می آورد تا خازن تشدید نشود.
- ۳- تغییر اندازه خازن. از جمله راه های ساده و ارزان میباشد که کاربرد بسیاری دارد.
- ۴- تغییر محل خازن به نقطه ای از سیستم که امپدانس اتصال کوتاه متفاوت یا تلفات زیادی داشته باشد.
- ۵- حذف خازن. به طور ساده قبول تلفات بالا و ولتاژ کم، جریمه ضریب قدرت. اگر به صورت فنی قابل قبول باشد، اقتصادی ترین روش محسوب میشود.

۱۴-۲ جمع بندی

در این بخش ما به معرفی و مطالعه پدیده رزونانس هارمونیک پرداختیم. طی یک آشنایی اجمالی با این پدیده، راهکارها و روش هایی را برای کاهش اثرات مخربی که این پدیده بر روی سیستم های قدرت دارد ارائه دادیم. همانطور که میدانیم پاسخ سیستم به سه مولفه امپدانس سیستم، بانک های خازنی و بارها مقاومتی بستگی دارد. رزونانس تجزیه تحلیل فرکانس و پاسخ سیستم را مشکل میکند. در این بخش ما با معرفی روش های مختلف، راهکارهایی برای تجزیه و تحلیل فرکانس سیستم معرفی کردیم. دانستن اینفرکانس رزونانس برای جلوگیری از هارمونیک رزونانس مفید است. با استفاده از داده های کیفیت توان فرکانس رزونانس را تخمین می زنیم. که در بین این روش ها، خازن سوئیچینگ داده گدرا به طور معمول به تخمین دقیق شرایط رزونانس موازی میپردازد و دلیلش این است که پهنای باند خازن نداشتن است. آن خازن با سلف سیستم در نقطه ای که پهنای باند نقره گرفته است در تعامل است. البته باید این مورد را نیز در نظر گرفت که شرایط تشدید همیشه مایه نگرانی نیست. میرایی ایجاد شده توسط مقاومت اغلب باعث کاهش ولتاژ و جریان در حالت تشدید در سیستم می گردد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

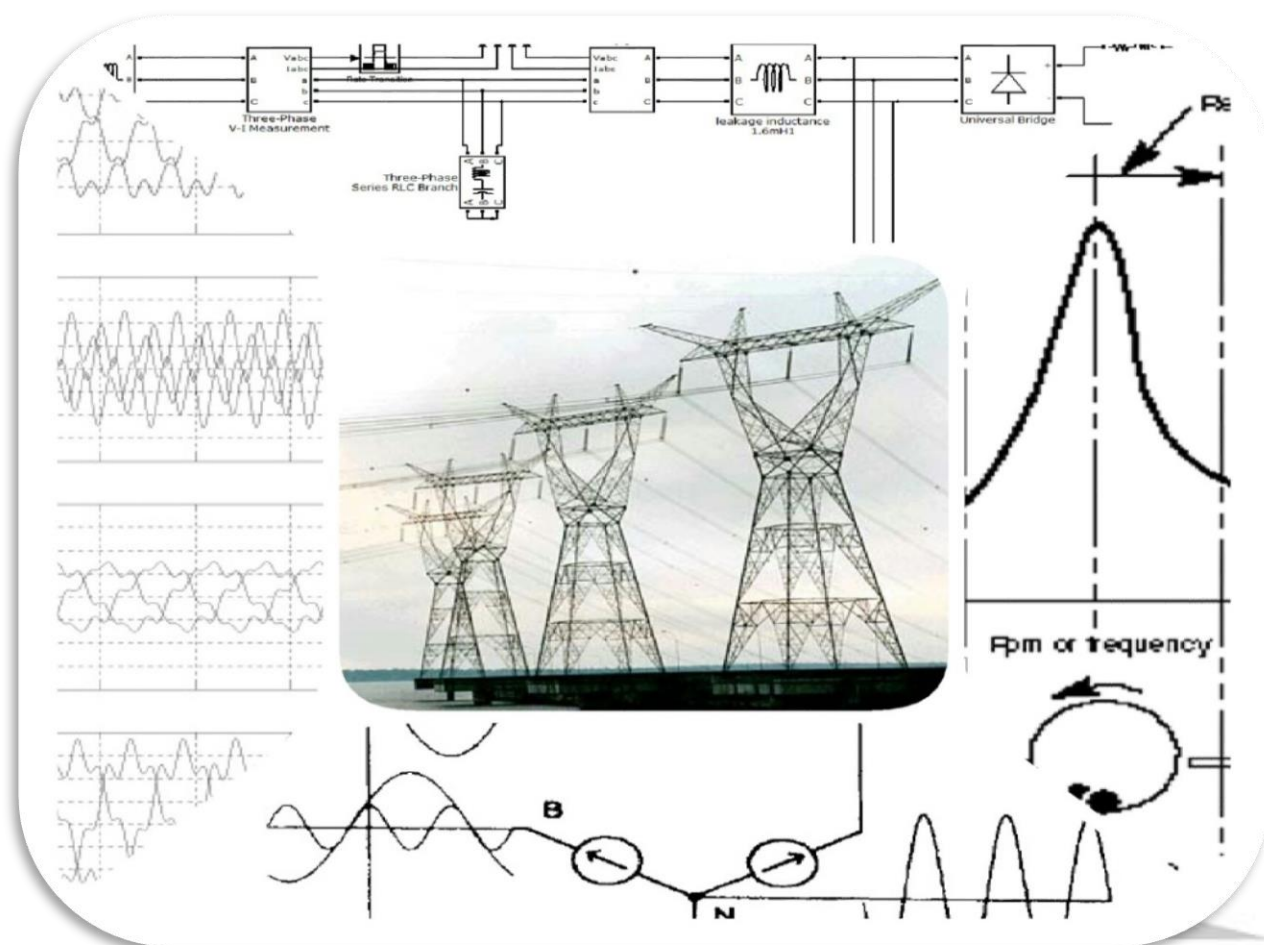


WikiPower.ir

فصل سوم

تجزیه و تحلیل رزونانس هارمونیک سیستم های قدرت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



WikiPower.ir

۳-۱ مقدمه:

تجزیه و تحلیل حالت تشدید هارمونیک (RMA) یک ابزار مؤثر برای مطالعه سیستم های قدرت هارمونیک می باشد. این نه تنها پتانسیل رزونانس هارمونیک را تعیین می کند، بلکه در اجزای مختلف شبکه های حالت رزونانس هم سهم دارد. RMA بر اساس تجزیه فضا ماتریس های گره متقارن پیچیده است، که این روش شناخته شده، در مقایسه با جدایی از ماتریس های متقارن حقیقی مشکل و ناکارآمد است. که در نتیجه مقادیر ویژه پیچیده هنجار باعث می شود که حساسیت تجزیه و تحلیل پیچیده تر شود. در این بخش یک فرمول معین مطرح شده است که میتوان آنرا جایگزین ماتریس گره واقعی متقارن در نظر گرفت. اعتبار این فرمولاسیون جدید از طریق تجزیه و تحلیل نظری و مطالعات

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

تجربیتحقق پیدا کرده است. همچنین در بخش بعدی این بخش به مطالعه یک روش برای تعیین اجزای

سازنده شبکه تعریف و کمک های قابل توجهی را برای یک پدیدهرزونانسهارمونیکپیشنهاد می کند .

رزانسهارمونیک که دارای ارتباط نزدیک بهنقطه تکنیک ماتریسادمیتانسشبهکهاست .کوچکترینمقدار

ویژهماتریسحالت هارمونیک رزونانسرا تعریف می کند .این فصلبه تئوری مقادیر ویژهپاسخ می دهدایده

اساسی این است که برای محاسبهحساسیت حالترزونانس از پارامترهایاجزایشبکه کمک

بگیریم.نتایجحساسیتهاپس از آنتعینتاثیرهر یک از مؤلفه ها. استدر این

فصل،تئوريفضا،حساسیتبههارمونیک وتجزیه و تحلیلحالترزونانساعمال شدهارائه شده است.موارد مورد

مطالعهبه منظور بررسی این نظریهاستفاده می شود.به عنوان یک مثالکاربردیبرای نشان دادناستفاده از

این روشارائه شده است. علاوه بر این،بیشتر بهانجامتجزیه و تحلیل پرداخته و مقایسهگسترده ای درسه

نوع ازتکنیک هایتجزیه و تحلیل مودالشبکه جهت دار ونتایجشبهات ها و تفاوتیبینتکنیک ها را

روشنساختیم.

۲-۳ تجزیه و تحلیل با استفاده از روش گره ماتریس متقارن حقیقی

۱-۲-۳ تعریف RMA^۱

مطالعهرزونانس هارمونیکبا توجه بهاثرات متقابلی که میاناجزای شبکه وجود دارددشوار است.برای تجزیه

و تحلیل حالترزونانس هارمونیک میتوانید این کاره ساده را با تجزیه و تحلیل فعل و انفعالاتبین یک پدیده

رزانس پیچیده همراه با یکحالت بحرانی ساده ،در یک فرم جدا شده بررسی کرد .تجزیه و

تحلیلحالترزونانس (RMA) میتواند هر دو مولفه ی پتانسیل هایهارمونیک رزونانس و اثراتاجزای شبکههای

مختلف بر روییک رزونانس را مشخص کندچنین اطلاعاتیدر طراحیکاهش اثر رزونانسبسیار مفید

است.تجزیه و تحلیل حالت رزونانسهارمونیک مبتنی بر تجزیه فضای شبکه ی گرهماتریساست. در

^۱Harmonic resonance mode analysis

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مطالعات سیستم قدرت، این ماتریس ها، ماتریس های پیچیده متقارن می باشد. مشخص است که هجدا ییاز چنین ماتریسی می تواند دشوار و نا کارآمد باشد به ویژه برای سیستم هایی که تعداد گره ی بالایی دارند. نتیجه حساسیت مطالعات ممکن است باعث بروز این مشکل شود که این امر ناشی از مقادیر ویژه و بردارهای ویژه است. تغییرات ویژه از حساسیت پیچیده به حساسیت مورد نیاز به منظور رسیدن به شاخص های معنی دار انجام میشود. یک فرمول معین جدید با استفاده از ماتریس گره ها و مقادیر ویژه (واقعی) یک این دور و شداری حالت های مشابه بحرانی (حالت های رزونانس) و مقادیر ویژه بحرانی جدید (واقعی) یک تقریباً میز انصالی است. (مختلط). مقادیر رزونانس دست آمده توسط این دو فرمول بسیار نزدیک به هم است [6].

۳-۲-۲ توصیف ریاضی روش گره ماتریس متقارن حقیقی

تجزیه و تحلیل حالت تشدید هارمونیک بر اساس ساختار گره شبیه قدرت و ارزیابی اسکن فرکانس انجام میشود. این فرایند را می توان به عنوان فرمول بیان کرد.

$$\begin{aligned} V_f &= Y_f^{-1} I_f \\ Y_f &= L \Delta T \end{aligned} \quad \text{رابطه ی (۱-۳)}$$

که در آن Y_f ماتریس admittance شبکه در فرکانس f است و V_f بردار ولتاژ گره ها است، و I_f بردار تزریقی جریان گره میباشد. $A = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_k, \dots)$ است که ماتریس مقادیر ویژه قطری و T ماتریس بردار چپ

و راست میباشد. در رابطه (۱-۳) یک پدیده رزونانس هارمونیک زمانی اتفاق می افتد که یک جریان هارمونیک کوچک تزریق شود (I_f)، ممکن است باعث ایجاد ولتاژ هارمونیک بسیار بزرگی در گره شود. V_f در شکل تجزیه و تحلیل حالت هارمونیک رزونانس را نشان میدهد. که این پدیده یک ارتباط متقابل بایکتایماتریس Y_f دارد و در نتیجه، یک مقدار ویژه منحصراً به فرد از این روش بدست می آید که در این فرکانس خاص، این مقدار ویژه حالت رزونانس بحرانی نامیده می شود. در نتیجه مطالعه هارمونیک رزونانس می تواند به مطالعه بردارهای ویژه و مقادیر ویژه مربوط به حالت بحرانی نیز منجر شود. برای جلوگیری از پیچیده

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

بودن معادلات بالا، می توان آنرا به صورت زیر بازنویسی کرد که در آن "R" و "I" بخشهای "حقیقی" و "موهومی" ماتریسها و بردارهای پیچیده را نشان میدهد.

$$\begin{bmatrix} V_i \\ V_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -B & G \\ G & B \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} I_r \\ I_i \end{bmatrix} = Y_R^{-1} \begin{bmatrix} I_r \\ I_i \end{bmatrix}$$

$$G + jB = (L_r + jL_i)(\Lambda_r + j\Lambda_i)(T_r + jT_i) \quad \text{رابطه ی (۲-۳)}$$

(۲-۳) ساده شده معادله بالا را نشان میدهد، البته باید این موضوع را در نظر گرفت که ماتریسهای A و B ماتریسمعکوس یکدیگر نیستند، و $|A|$ مقدار ویژه Y_f نیست. با این حال، با توجه به اینکه ماتریس A و B ماتریس مرتبه کامل است، هنگامی که λ_k یک مقدار ویژه از Y_f باشد، روش صفر Y_R روشی منحصراً به فرد است. این به معنی این است که Y_f و Y_R دارای مشخصات نقطه تکی منمشابه هستند. اگر نقطه تکی Y_f برای تعریف وضعیت رزونانس یک شبکه قدرت استفاده شود Y_R می تواند به چنین هدفی سرویس دهد. در شکل شماره (۱-۳) اگر روش صفر $|\lambda_k|$ خیلی بر معکوس ماتریس Y_R غالب شود. دیگر عناصر قطری (به جز مورد λ_k) را می توان نادیده گرفت. مقادیر ویژه غالب حقیقی Y_R بسیار نزدیک به $|\lambda_k|^{-1}$ است. این نشان می دهد که مقادیر ویژه بحرانی ماتریس Y_R نشان دهند بزرگیمقادیر ویژه بحرانی ماتریس Y_f است.

$$Y_R = \begin{bmatrix} -B & G \\ G & B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -L_r & L_i \\ -L_i & -L_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Lambda_i & -\Lambda_r \\ -\Lambda_r & -\Lambda_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_r & T_i \\ -T_i & T_r \end{bmatrix}$$

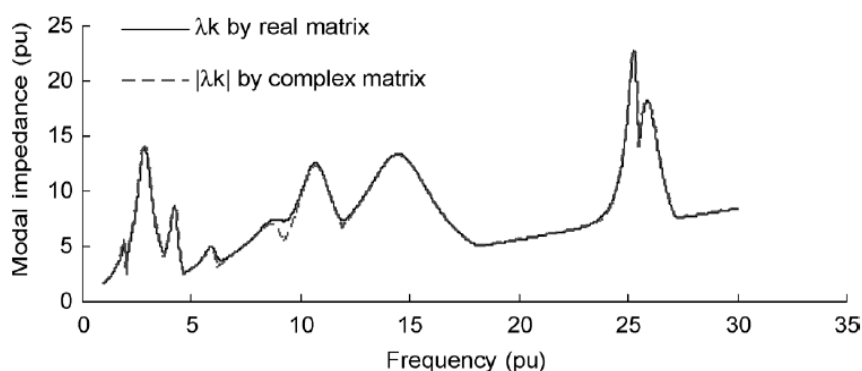
$$= A \begin{bmatrix} -|\Lambda| & 0 \\ 0 & |\Lambda| \end{bmatrix} B,$$

رابطه ی (۳-۳)

در روش RMA، شاخص های حساسیت برای اولین بار به عنوان مقادیر ویژه بحرانی پیچیده به ارزش های پادامیتانس پیچیده دست آمده است. سپس بزرگیمقادیر ویژه بحرانی واقعی به ارزش های کنداکتانس و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سوسپتانس واقعی انتقال مییابد. در روش جدید، این انتقال ویژه بهمقادیر ویژه بحرانی احتیاجی ندارد. بزرگی مقادیر ویژه ماتریسگره های پیچیده واقعی و ارزشهای کنداکتانس و سوسپتانس در ماتریس هایگره واقعی موجود را بیان میکنند. این ویژگی ساده تعریف حساسیت معین یا مودال میباشد.



شکل (۳-۱) حالت بحرانی سیستم ۱۴ باس در استاندارد IEEE را نشان میدهد

فرض می کنیم که $(\lambda_k \approx |\lambda_k|)$ اندازهمقادیر ویژه بحرانیگره ماتریس اصلی پیچیده یک مقدار ویژه بحرانی است و j^k و t^k برای ماتریس Y_R با بردارهای ویژه چپ و راست مطابقت دارد. فرض کنید α یک پارامتر از اجزای شبکه است. در این صورت برق متناوب AC طبق نظریه حساسیت فضا به صورت زیر است:

$$\frac{\partial |\lambda_k|}{\partial \alpha} \approx \frac{\partial \lambda_{Rk}}{\partial \alpha} = t^k \frac{\partial Y_R}{\partial \alpha} l^k, \quad \text{رابطه ی (۳-۴)}$$

اگر α ورودی ماتریس Y_R باشد. به عنوان مثال G_{ij} یا B_{ij} ، حساسیت معین یا مودال α به دست آمده می تواند به صورت زیر باشد:

$$\begin{aligned} \frac{\partial |\lambda_k|}{\partial G_{ij}} &\approx t_{i+n}^k l_j^k + t_i^k l_{j+n}^k = S_{j,i+n}^k + S_{j+n,i}^k = S_{Gij} \\ \frac{\partial |\lambda_k|}{\partial B_{ij}} &\approx -t_i^k l_j^k + t_{i+n}^k l_{j+n}^k = -S_{j,i}^k + S_{j+n,i+n}^k = S_{Bij} \end{aligned} \quad \text{رابطه ی (۳-۵)}$$

که در آن S^k به عنوان ماتریس حساسیت تعریف شده است. $S^k = t^k t^{k*}$ طبقه بندی اجزای شبکه قدرتمی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

تواند به صورت قطعات شنتو سریو اثر آنها برورودی هایماتریس Y_R دسته بندی کرد. در روشهای قبلی تنها می توانستیم یک ورودی را تحت تاثیر قرار دهیم، در حالی که بعد از آن با این روش می توانیم چهارورودی از ماتریسهای G و B را تحت تاثیر قرار دهیم. فرض میکنیم که $jB_{br} + G_{br}$ است. ادمیتانس معادل شاخه که در آن جزء قرار دارد، حساسیت مقادیر ویژه یکشنت (در باس i) و یک سری که (بین باس i و j) قرار گرفته است، این اجزاء را می توان به صورت زیر بیان کرد:

رابطه ی (۳-۶)

$$\begin{aligned} \frac{\partial |\lambda_k|}{\partial \alpha} &\approx S_{Gii} \frac{\partial G_{br}}{\partial \alpha} + S_{Bii} \frac{\partial B_{br}}{\partial \alpha} \quad (\text{shunt}) \\ \frac{\partial |\lambda_k|}{\partial \alpha} &\approx (S_{Gii} + S_{Gjj} - S_{Gij} - S_{Gji}) \frac{\partial G_{br}}{\partial \alpha} \\ &\quad + (S_{Bii} + S_{Bjj} - S_{Bij} - S_{Bji}) \frac{\partial B_{br}}{\partial \alpha} \quad (\text{series}). \end{aligned}$$

سیستم تست ۱۴ باس

IEEE برای مقایسه شاخص های رزونانس دست آمده توسط دو فرمول استفاده می شود. شکل (۳-۱) دو حالت بحرانی را نشان میدهد. همان طور که می بینیم آنها بسیار نزدیک بهم هستند. تنها تفاوت عمده این نشان داده شده در منطبقه در حدود 8.63 PU است. با روش ماتریسهای پیچیده یکا فتکوچکنشان داده شده است. در حالی که توسط روش ماتریس واقعیافت کمتری آشکار میشود. البته این تفاوت حیاتی نیست مانند قله های بالاتر که نگرانی های عمده ای را برای مطالعه رزونانس پدید می آورند. اگرچه ممکن است ارزش بررسی بیشتر برای پیدا کردن توضیحات در پشت این پدیده وجود داشته باشد. جدول افرکانس رزونانس و شدت آنها را می دهد و شاخص حساسیت معین یا مودال را در $h=4.21$ pu فراهم میکند. حالت رزونانس به روش به دست می آید. که نتایج این دو گروه های یکدیگر سازگار می باشد.

۳-۳ مطالعه پاسخ رزونانس هارمونیک سیستم برق با استفاده از اسکنفرکانس

اسکنفرکانس ساده ترین و شایع ترین روش مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل هارمونیک است. مشخص کردن پاسخ هارمونیک سیستم در یک گره از محاسبه ماتریس امپدانس آن بدست می آید. در این

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

بخشیه بررسی تعیینانیماتریسامپدانسویک طبقه بندی از جمله ماتریسارائه شده با توجه به خطی و غیر خطی بودن بارهای متصل شده به سیستم می پردازیم . در نهایت ، نتایج را به تجزیه و تحلیل پاسخ هارمونیک سیستمهای قدرت الکتریکیدر حضوربانک های خازنیو یا سیستم هایاستینمتراعمال میکنیم.نتایج تحلیلی بدست آمده در بانک خازنی بااندازه گیری هایتجربیتایید شده است. اینواقعیتهعلاقه ی رو به رشدیدر به دست آوردنولتاژشبکهدر فرکانسهارمونیک منجر شده استروش هایی برایتجزیه و تحلیلمشکلهارمونیک وجود دارد که در بین این روشها میتوان به طبقه بندیحوزه فرکانسوحوزه زمان اشاره کرد. روشفرکانسدامنهبه طور گستردهبرای تدوینمشکلهارمونیکاستفاده می شودبه طور کلی ، فرمولجریان بارمعمولیا هدفدرماندستگاهغیر خطی ومحاسبهولتاژهارمونیک استفاده میشود. ، پیچیدگی های این مسئله باعث شده است کهنویسندگانبرای مقابله باآن ازراه های مختلفبیه منظوررسیدن به یک مصالحهبینسادگی وقابلیت اطمینانازفرمول تلاش بسیاری کنند. اسکنفرکانسمعمولااولین قدم درتجزیه و تحلیل هارمونیک است، چرا که به وسیله آنمی توان به برخی ازبیش های رفتار سیستمدر فرکانس هایهارمونیکپی برد . در مطالعاتنفوذهارمونیکپاسخفرکانس سیستمدر گره هایبه طور خاصیمحاسبه شده است ، و سپسجریان های هارمونیک با بارهایغیر خطیرا می توان به داخل شبکه با سطوحاعوجا جولتاژتزریق کرد.. اسکنفرکانسنیزبرای تعیینفرکانستشدید (هارمونیک)ممکن مفید است ، کهممکن است باعث آسیبتهجیزات شود ، برای همین به یک فیلترقابلتنظیم احتیاج دارد، و تاثیراتصال آنها نیز مهم است . پاسخ فرکانس شبکه را می توانبا اندازه گیریو یامحاسبات عددیبه دست آورد. این است که بهطور معمولبه صورتقطعه تکامپدانسفرکانسمعرفی شده اند. با این حال، مطالعه دقیق باید شاملعدم تعادل در شبکه باشد پس، بنابراین ، ماتریس 3×3 در هرهارمونیکمورد نیاز است. این بخش به مطالعه ویژگی های اسکن فرکانس در یک سیستم توزیعسه فازمعمولیا استفاده از تجزیه و تحلیل ومحاسبات امیدانس ماتریس است . یک کلاس بندی از ۱۱ ماتریس با امیدانس مختلف با توجه به بارهای خطی و غیر خطی در سیستم مورد مطالعه ارائه شده است. در نهایت، اینمطالعه به منظورتجزیه و تحلیلیدو

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نمونه‌های عمل می شود. مدل های ساده‌دستگاه های خطی در هر دو نمونه برای به دست آوردن برخی از نتایج نظری جالب در مورد استفاده از بانک های خازنی و مدارهای استینمتر استفاده می شود. این نتایج با اندازه گیری های تجربی در بانک های خازنی نمونه بدست می آید.

۳-۳-۱ توضیحات سیستم :

در این بخش به بررسی پاسخ هارمونیک یک سیستم توزیع سه فاز می پردازیم. همان طور که در شکل ۳-۲ نشان داده شده است. که طبق تعریف :

A. سیستم AC : این است که توسط امپدانس Z_{sk} متعادل متصل به زمین مشخص می شود.

B. خط توزیع / ترانسفورماتور : متعادل در نظر گرفته شده و توسط امپدانس فاز مشخص می گردد.

C. بارهای سه فاز خطی

دو تنظیم مختلف برای آنها در نظر گرفته شده است :

(۱) پیکربندی دلتا، که می تواند نامتعادل باشد

$$(Z_{D1K}, Z_{D2K}, Z_{D3K}) \text{ متعادل یا } (Z_{D1K} = Z_{D2K} = Z_{D3K} = Z_{DK}):$$

(۲) زمین متصل پیکربندی WYE، که می تواند نامتعادل باشد :

$$(Z_{Y1K}, Z_{Y2K}, Z_{Y3K}) \text{ متعادل یا } (Z_{Y1K} = Z_{Y2K} = Z_{Y3K} = Z_{YK}):$$

D. دستگاه غیر خطی (NLDS):

آنها می توانند به صورت دستگاه های غیر خطی سه فاز یا دستگاه های غیر خطی تک فاز باشند.

۳-۳-۲ خصوصیات رزنانس هارمونیک

پاسخ فرکانس سیستم با استفاده از ویژگی های ماتریس $Z_{BUS K}$ امپدانس هارمونیک معادل مشخص می شود.

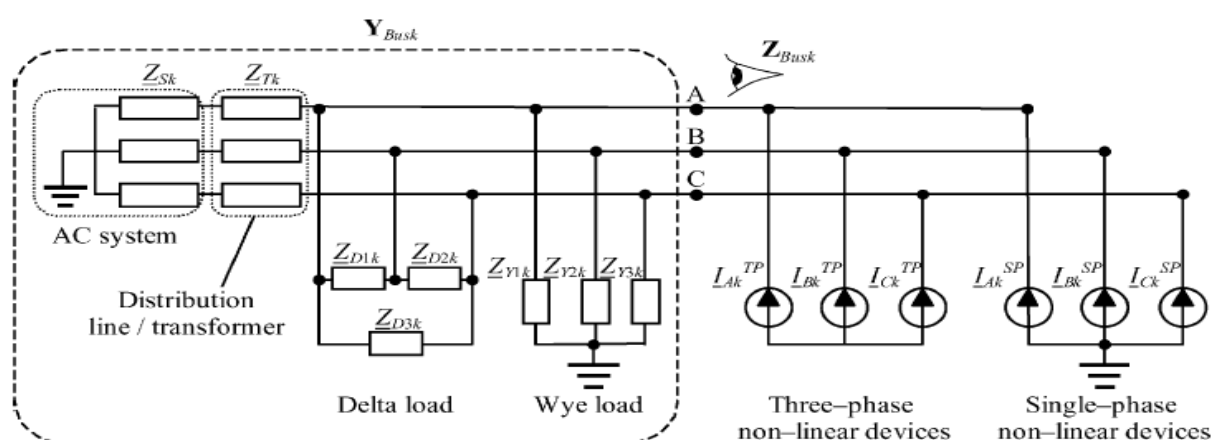
که ولتاژ و جریان سه فاز مربوطه شرح زیر است:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\begin{bmatrix} \underline{V}_A \\ \underline{V}_B \\ \underline{V}_C \end{bmatrix}_k = \begin{bmatrix} \underline{Z}_{AA} & \underline{Z}_{AB} & \underline{Z}_{AC} \\ \underline{Z}_{BA} & \underline{Z}_{BB} & \underline{Z}_{BC} \\ \underline{Z}_{CA} & \underline{Z}_{CB} & \underline{Z}_{CC} \end{bmatrix}_k \begin{bmatrix} \underline{I}_A \\ \underline{I}_B \\ \underline{I}_C \end{bmatrix}_k$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \underline{V}_{Ak} = \underline{Z}_{AAk} \underline{I}_{Ak} + \underline{Z}_{ABk} \underline{I}_{Bk} + \underline{Z}_{ACk} \underline{I}_{Ck} \\ \underline{V}_{Bk} = \underline{Z}_{BAk} \underline{I}_{Ak} + \underline{Z}_{BBk} \underline{I}_{Bk} + \underline{Z}_{BCk} \underline{I}_{Ck} \\ \underline{V}_{Ck} = \underline{Z}_{CAk} \underline{I}_{Ak} + \underline{Z}_{CBk} \underline{I}_{Bk} + \underline{Z}_{CCk} \underline{I}_{Ck} \end{cases}$$

رابطه (۷-۳)



شکل ۳-۲. سیستم مورد مطالعه.

قطرهای امپدانس به عنوان امپدانس محرک نقطه فاز شناخته شده است. اجازه تزریق سهم جریان های هارمونیک در هر فاز F را میدهند، و این I_{FK} است. ولتاژ هارمونیک این فاز (یعنی V_{FK}) را تعیین خواهد کرد. امپدانس غیر قطری، امپدانس معادل بین یک فاز و بقیه فازهای است، که اجازه تزریق سهمی از جریان های هارمونیک در هر فاز F را می دهد. و این I_{FK} است. به ولتاژ هارمونیک از هر فاز دیگر G (یعنی V_{FK})، مشخص میشود. محاسبه هر دو مجموعه امپدانس لازم است، زیرا یک رزونانس در هر یک از این امپدانسهای تواند سطح بالایی از اعوجاج در ولتاژ متناظر ایجاد کند. ماتریس امپدانس بالا این بیان را مشخص می کند.

رابطه (۸-۳)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\begin{bmatrix} \underline{V}_A \\ \underline{V}_B \\ \underline{V}_C \end{bmatrix}_k = \underline{Y}_{Busk}^{-1} \underline{I}_k^{NLD} = \begin{bmatrix} \underline{Y}_{AA} & \underline{Y}_{AB} & \underline{Y}_{AC} \\ \underline{Y}_{BA} & \underline{Y}_{BB} & \underline{Y}_{BC} \\ \underline{Y}_{CA} & \underline{Y}_{CB} & \underline{Y}_{CC} \end{bmatrix}_k^{-1} \begin{bmatrix} \underline{I}_A \\ \underline{I}_B \\ \underline{I}_C \end{bmatrix}_k^{NLD}$$

این امر را به راحتی می توان مشاهده کرد که در نتیجه به دستگاه غیر خطی تزریق جریان \underline{I}_k^{TP} or \underline{I}_k^{SP} و Y_{BUSK} ماتریس ادمیتانس سیستم بستگی دارد. (به عنوان مثال ، امیدانس های سیستم).

۳-۲-۱ ویژگی جریان تزریقی دستگاه غیر خطی:

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است که در آن $\underline{a} = e^{j2\pi/3}$ تزریق جریان توسط دستگاه های غیر خطی را می توان به سه نوع طبقه بندی کرد. با توجه به جدول ۱، می توان موارد زیر را متوجه شد.

- تغذیه دستگاه های سه فاز غیر خطی توسط ولتاژ تزریق شده متعادل تنها برای جریانهای به از $K=1,7,..$ و برای بقیه به از $K=5,13$ تنظیم شده است.
- دستگاه های سه فاز غیر خطی تغذیه شده با ولتاژ نامتعادل تزریق شده در یک مجموعه یسه فاز با جریان های هارمونیک که حاصل جمع آنها صفر می باشد. ولتاژهای نامتعادل باعث تزریق تمامی هارمونیکهای عجیب و غریب می شود. $K=1,3,5,7$.
- دستگاه های غیر خطی که فاز تزریقی در هر مجموعه ی جریان های هارمونیک غیر مرتبط، و مجموع جریانس فاز نمی تواند صفر باشد.
- ویژگی فوق از نوع جریان های ارائه شده در جدول ۱ می باشد که میتواند نتایج امیدانس هارمونیک معادل را تحت تاثیر قرار دهد.

جدول ۱ جریانهای هارمونیک تزریقی در دستگاههای غیر خطی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Three-Phase	Balanced supply voltages (Type R)	$\underline{I}_{Bk}^R = \underline{a}^2 \underline{I}_{Ak}^R, \underline{I}_{Ck}^R = \underline{a} \underline{I}_{Ak}^R$	$k = 1, 7, \dots$
		$\underline{I}_{Bk}^R = \underline{a} \underline{I}_{Ak}^R, \underline{I}_{Ck}^R = \underline{a}^2 \underline{I}_{Ak}^R$	$k = 5, 13, \dots$
		$\underline{I}_{Ak}^R = \underline{I}_{Bk}^R = \underline{I}_{Ck}^R = 0$	$k = 3, 9, \dots$
Unbalanced supply voltages (Type S)	$\underline{I}_{Ak}^S, \underline{I}_{Bk}^S, \underline{I}_{Ck}^S$	$k = 1, 3, 5, \dots$	
	$\underline{I}_{Ak}^S + \underline{I}_{Bk}^S + \underline{I}_{Ck}^S = 0$		
Single-Phase (Type T)	$\underline{I}_{Ak}^T, \underline{I}_{Bk}^T, \underline{I}_{Ck}^T$	$k = 1, 3, 5, \dots$	
	$\underline{I}_{Ak}^T + \underline{I}_{Bk}^T + \underline{I}_{Ck}^T \neq 0$		

۳-۲-۲ ویژگی های ماتریس ادمیتانس:

با توجه به سیستمهای غیر فعال (پسیو) معادله شکل ۳-۲ و با توجه به چهار تنظیمات مختلف برای بارهای خطیسه

فاز، عناصر ماتریس ادمیتانس می تواند به صورت زیر باشد.

رابطه (۳-۹)

$$\begin{aligned} \underline{Y}_{AAk} &= \frac{1}{\underline{Z}_{Sk} + \underline{Z}_{Tk}} + \frac{1}{\underline{Z}_{D1k}} + \frac{1}{\underline{Z}_{D3k}} + \frac{2}{\underline{Z}_{Dk}} + \frac{1}{\underline{Z}_{Y1k}} + \frac{1}{\underline{Z}_{Yk}} \\ \underline{Y}_{BBk} &= \frac{1}{\underline{Z}_{Sk} + \underline{Z}_{Tk}} + \frac{1}{\underline{Z}_{D1k}} + \frac{1}{\underline{Z}_{D2k}} + \frac{2}{\underline{Z}_{Dk}} + \frac{1}{\underline{Z}_{Y2k}} + \frac{1}{\underline{Z}_{Yk}} \\ \underline{Y}_{CCk} &= \frac{1}{\underline{Z}_{Sk} + \underline{Z}_{Tk}} + \frac{1}{\underline{Z}_{D2k}} + \frac{1}{\underline{Z}_{D3k}} + \frac{2}{\underline{Z}_{Dk}} + \frac{1}{\underline{Z}_{Y3k}} + \frac{1}{\underline{Z}_{Yk}} \\ \underline{Y}_{ABk} = \underline{Y}_{BAk} &= -\frac{1}{\underline{Z}_{D1k}} - \frac{1}{\underline{Z}_{Dk}} \\ \underline{Y}_{BCk} = \underline{Y}_{CBk} &= -\frac{1}{\underline{Z}_{D2k}} - \frac{1}{\underline{Z}_{Dk}} \\ \underline{Y}_{CAk} = \underline{Y}_{ACk} &= -\frac{1}{\underline{Z}_{D3k}} - \frac{1}{\underline{Z}_{Dk}} \end{aligned}$$

با توجه به عبارات فوق، جدول پنج توپولوژی سیستم با ساختار مربوط به ماتریس ادمیتانس را ارائه میکند

(به عنوان مثال، در توپولوژی ۱، یکبار حضور دلتا نام تعادل نظر گرفته شده است، و وجود بارهای دیگر نیز ممکن است در

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

نظر گرفته شود.) به صورت زیر میتواناشاره کرد.

پنج توپولوژی ماتریس ادیتمیتانسانس برابر عناصر قطری (به عنوان مثال $\underline{Y}_{FFk}^{IV} = \underline{Y}_{Mk}^{IV}$) با

F=A,B,C

همینکتهرا جعبه توپولوژی V درست است. به عنوان مثال $\underline{Y}_{FFk}^V = \underline{Y}_{Mk}^V$ با F=

A,B,C

• توپولوژی II ماتریس ادیتمیتانسانس معادل عنصر غیر قطری است. به عنوان مثال :

$$\underline{Y}_{FGk}^{II} = \underline{Y}_{GFk}^{II} = \underline{Y}_{Nk}^{II} \quad \text{با } FG=AB,AC,BC$$

همینکتهرا جعبه توپولوژی IV صدق میکند. به عنوان مثال:

$$\underline{Y}_{FGk}^{IV} = \underline{Y}_{GFk}^{IV} = \underline{Y}_{Nk}^{IV} \quad \text{با } FG=AB,AC,BC$$

جدول ۲ ساختار ماتریس ادیتمیتانسانس

	Load Configurations	Admittance matrix, \underline{Y}_{busk}
Topology I	Unbalanced Delta (+ Unbalanced Wye + Balanced Delta + Balanced Wye)	$\begin{bmatrix} \underline{Y}_{AA} & \underline{Y}_{AB} & \underline{Y}_{AC} \\ \underline{Y}_{AB} & \underline{Y}_{BB} & \underline{Y}_{BC} \\ \underline{Y}_{AC} & \underline{Y}_{BC} & \underline{Y}_{CC} \end{bmatrix}_k^{I}$
Topology II	Unbalanced Wye (+ Balanced Delta + Balanced Wye)	$\begin{bmatrix} \underline{Y}_{AA} & \underline{Y}_N & \underline{Y}_N \\ \underline{Y}_N & \underline{Y}_{BB} & \underline{Y}_N \\ \underline{Y}_N & \underline{Y}_N & \underline{Y}_{CC} \end{bmatrix}_k^{II}$
Topology III	Unbalanced Wye (+ Balanced Wye)	$\begin{bmatrix} \underline{Y}_{AA} & 0 & 0 \\ 0 & \underline{Y}_{BB} & 0 \\ 0 & 0 & \underline{Y}_{CC} \end{bmatrix}_k^{III}$
Topology IV	Balanced Delta (+ Balanced Wye)	$\begin{bmatrix} \underline{Y}_M & \underline{Y}_N & \underline{Y}_N \\ \underline{Y}_N & \underline{Y}_M & \underline{Y}_N \\ \underline{Y}_N & \underline{Y}_N & \underline{Y}_M \end{bmatrix}_k^{IV}$
Topology V	Balanced Wye	$\begin{bmatrix} \underline{Y}_M & 0 & 0 \\ 0 & \underline{Y}_M & 0 \\ 0 & 0 & \underline{Y}_M \end{bmatrix}_k^V$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

• تعیین ماتریس هابرایهر توپولوژی به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} \text{Det}\{\underline{\mathbf{Y}}_{\text{Busk}}^{\text{I}}\} &= \underline{Y}_{AAk}^{\text{I}} \underline{Y}_{BBk}^{\text{I}} \underline{Y}_{CCk}^{\text{I}} + 2 \underline{Y}_{ABk}^{\text{I}} \underline{Y}_{BCk}^{\text{I}} \underline{Y}_{ACk}^{\text{I}} \\ &\quad - \underline{Y}_{AAk}^{\text{I}} (\underline{Y}_{BCk}^{\text{I}})^2 - \underline{Y}_{BBk}^{\text{I}} (\underline{Y}_{ACk}^{\text{I}})^2 - \underline{Y}_{CCk}^{\text{I}} (\underline{Y}_{ABk}^{\text{I}})^2 \\ \text{Det}\{\underline{\mathbf{Y}}_{\text{Busk}}^{\text{II}}\} &= \underline{Y}_{AAk}^{\text{II}} \underline{Y}_{BBk}^{\text{II}} \underline{Y}_{CCk}^{\text{II}} + 2 (\underline{Y}_{Nk}^{\text{II}})^3 \\ &\quad - (\underline{Y}_{AAk}^{\text{II}} + \underline{Y}_{BBk}^{\text{II}} + \underline{Y}_{CCk}^{\text{II}}) (\underline{Y}_{Nk}^{\text{II}})^2 \\ \text{Det}\{\underline{\mathbf{Y}}_{\text{Busk}}^{\text{III}}\} &= \underline{Y}_{AAk}^{\text{III}} \underline{Y}_{BBk}^{\text{III}} \underline{Y}_{CCk}^{\text{III}} \\ \text{Det}\{\underline{\mathbf{Y}}_{\text{Busk}}^{\text{IV}}\} &= (\underline{Y}_{Mk}^{\text{IV}})^3 + 2 (\underline{Y}_{Nk}^{\text{IV}})^3 - 3 \underline{Y}_{Mk}^{\text{IV}} (\underline{Y}_{Nk}^{\text{IV}})^2 \\ \text{Det}\{\underline{\mathbf{Y}}_{\text{Busk}}^{\text{V}}\} &= (\underline{Y}_{Mk}^{\text{V}})^3 \end{aligned}$$

رابطه (۳-۱۰)

۳-۴ تجزیه و تحلیل پاسخ هارمونیک:

هنگامیکه عناصر سیستم مورد مطالعه (به عنوان مثال، بارهای غیر خطی و خطی)، شناخته شد، باید مطالعه سیستم

پاسخ هارمونیک ترکیبی از انواع دستگاه غیر خطی و توپولوژی بار خطی باشد

باتوجه به عبارات به دست آمده در ضمیمه، اینتر کیمنجریه ۱۱ ساختار مختلف از

معادل هارمونیک ماتریس امپدانس Z_{BUSK} است. توصیف رفتار فرکانس شبکه مورد مطالعه (جدول III). به صورت

زیر دید می شود. [8]

* ترکیب T-V و R-IV, R-V, T-IV عناصر قطری ماتریس ادیتمی تانس معادله عنوان مثال، $\underline{Z}_{Mk}^h = \underline{Z}_{FFk}^h$

با $h = R-IV, R-V, T-IV, T-V$ و $F = A, B, C$.

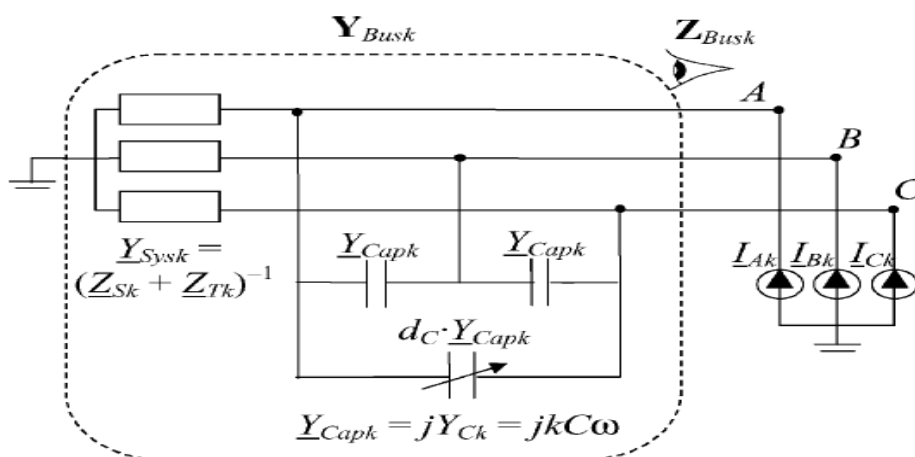
* ترکیب S/T-II و T-IV باید ماتریس ادیتمی تانس معادل عناصر غیر قطری به عنوان مثال:

$h = S/T-II$ و $T-IV$ و $FG = AB, AC, BC$ ، با $(\underline{Z}_{Nk}^h = \underline{Z}_{GFk}^h = \underline{Z}_{FGk}^h)$

* ترکیب R-II و R-III ولتاژهای مقارن با حضور بارهای WYE نامتعادلو S-IV و S-V ولتاژهای

نامتقارن با حضور بارهای متعادلممکن نیست.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۳-۳. مدار معادل از مثال ۱.

جدول ۳ آنالیز فرکانس رزونانس

	Non-linear device	
	Type R	Types S and T
Passive system		
Topology I	$\begin{bmatrix} Z_{AA} & 0 & 0 \\ 0 & Z_{BB} & 0 \\ 0 & 0 & Z_{CC} \end{bmatrix}_k^{R-I}$	$\begin{bmatrix} Z_{AA} & Z_{AB} & Z_{AC} \\ Z_{AB} & Z_{BB} & Z_{BC} \\ Z_{AC} & Z_{BC} & Z_{CC} \end{bmatrix}_k^{S/T-I}$
Topology II	-----	$\begin{bmatrix} Z_{AA} & Z_N & Z_N \\ Z_N & Z_{BB} & Z_N \\ Z_N & Z_N & Z_{CC} \end{bmatrix}_k^{S/T-II}$
Topology III	-----	$\begin{bmatrix} Z_{AA} & 0 & 0 \\ 0 & Z_{BB} & 0 \\ 0 & 0 & Z_{CC} \end{bmatrix}_k^{S/T-III}$
Topology IV	$\begin{bmatrix} Z_M & 0 & 0 \\ 0 & Z_M & 0 \\ 0 & 0 & Z_M \end{bmatrix}_k^{R-IV}$	$\begin{bmatrix} Z_M & Z_N & Z_N \\ Z_N & Z_M & Z_N \\ Z_N & Z_N & Z_M \end{bmatrix}_k^{T-IV}$
Topology V	$\begin{bmatrix} Z_M & 0 & 0 \\ 0 & Z_M & 0 \\ 0 & 0 & Z_M \end{bmatrix}_k^{R-V}$	$\begin{bmatrix} Z_M & 0 & 0 \\ 0 & Z_M & 0 \\ 0 & 0 & Z_M \end{bmatrix}_k^{T-V}$

با توجه به عبارات فوق ، جدول اپن جتوپولوژی سیستمها این ساختار انتظار می رود که ماتریس مربوط به ادمیتانس است به عنوان مثال ، در توپولوژی، حضور یکبار دلتا نام تعادل در نظر گرفته شده است ، و وجود بارهای دیگر نیز ممکن است در نظر گرفته شود. در این صورت می توان به موارد زیر اشاره کرد. این

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

محاسبه می توان تحلیل عبارات ارائه شده در این مقاله یاب به صورت عددی یا تعیینولتاژناشی ازمتناظر با-1 PU انجامتزیقجریاندر هر فرکانس .

۳-۵ کاربرد روش ارائه شده

دو مثال که در مطالعه بخش های قبلی را بکار رفته راتجزیه و تحلیل می کنیم .گرچه مدل های عمومی دستگاه های خطی می توانند برای محاسبه اسکن فرکانس در روندی که قصد داشته اند ، بکار برده می شوند.

مدل های ساده دستگاه های خطی در این مطالعه بکار برده می شوند.روبا استفاده بانک های خازن و مدار ها استینمتمز بعضی نتایج تئوریک جالب بدست می آید.در مثال بانک های خازنی ، نتایج تحلیلی با شبیه سازی و اندازه گیری های آزمایشی معتبر می شود . پاسخ فرکانس هر دو مثال توسط یک برنامه سفارشی متلب شبیه سازی شده و اندازه گیری های پاسخ فرکانسی مانند بانک خازنی با یک منبع نیروی 4.5 AC کیلو وار ساخته شده اند . ELGAR (تقویت کننده سوئیچینگ موج هوشمند) تقویت کننده ی که می توانند شکل موج های دلخواه را بهوجود بیاورند.

۳-۵-۱ نمونه ۱

شکل ۳-۳ نمایش مدار معادلی است که با استفاده از آن میتوان رفتار رزونانس را در یک شبکه خواند .که توسط یک سیستم AC که با یک بانک خازنی و یک مجموعه ای از ابزار های غیر خطی تنها تغذیه میشود. توسط یک ترانسفورماتور توزیع مورد بررسی قرار میگیرد.مانند یکی از پیامد های عدم تعادل ،بانک های خازنی را تجزیه و تحلیل می کند.(برای مثال ، خازنی که بین فازهای A و C) است ، در اثر رفتار رزونانس هارمونیکاین رویداد در این بانک خازنها یا در فیوزهایشان معمولاً آسیب می رساند.اگر $DC=1$ باشد ،بانک خازنی متعادل می شود ؛ در غیر اینصورت ، آن نامتعادل است و dc درجه عدم تعادل است .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۱) تجزیه و تحلیل مطالعه: در این مطالعه تحلیلی، سیستم ac و ترانسفورماتور مقاومت R_S و R_T در نظر گرفته نمیشود. به عنوان مثال :

$$\underline{Y}_{Sysk} = -jY_k = -j(k(L_S + L_T)\omega)^{-1}.$$

که به مورد نامتعادل رسیدگی می کنیم، چون ما باید این مورد را هم در نظر بگیریم که ما در توپولوژی یک دلتای نامتعادل داریم .

رابطه (۳-۱۱)

$$\begin{aligned} \underline{Y}_{AAk}^I &= \underline{Y}_{CCk}^I = \underline{Y}_{Sysk} + (1 + d_C) \underline{Y}_{Capk} \\ \underline{Y}_{BBk}^I &= \underline{Y}_{Sysk} + 2\underline{Y}_{Capk} \\ \underline{Y}_{ABk}^I &= \underline{Y}_{BCk}^I = -\underline{Y}_{Capk} \\ \underline{Y}_{ACk}^I &= -d_C \underline{Y}_{Capk}. \end{aligned}$$

ماتریس امپدانس همچنین روی دستگاه های غیر خطی تک فاز در مطالعه (نوع T) که در نظر میگیریم بستگی دارد .

رابطه (۳-۱۲)

$$\begin{aligned} |\underline{Z}_{AAk}^{T-I}| &= |\underline{Z}_{CCk}^{T-I}| = \left| \frac{Y_k^2 - Y_k Y_{Ck} (d_C + 3) + Y_{Ck}^2 (2d_C + 1)}{Y_k (Y_k^2 - 2Y_k Y_{Ck} (d_C + 2) + 3Y_{Ck}^2 (2d_C + 1))} \right| \\ |\underline{Z}_{BBk}^{T-I}| &= \left| \frac{Y_k - Y_{Ck}}{Y_k (Y_k - 3Y_{Ck})} \right| \\ |\underline{Z}_{ABk}^{T-I}| &= |\underline{Z}_{BCk}^{T-I}| = \left| \frac{Y_{Ck}}{Y_k (Y_k - 3Y_{Ck})} \right| \\ |\underline{Z}_{ACk}^{T-I}| &= \left| \frac{Y_{Ck} Y_{Ck} (2d_C + 1) + d_C Y_k}{Y_k (Y_k^2 - 2Y_k Y_{Ck} (d_C + 2) + 3Y_{Ck}^2 (2d_C + 1))} \right| \end{aligned}$$

اگر $DC=1$ باشد. بانک خازن متعادل و عناصر بالا در تعدیل میشوند.

رابطه (۳-۱۳)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$|Z_{Mk}^{T-IV}| = \left| \frac{Y_k - Y_{Ck}}{Y_k (Y_k - 3Y_{Ck})} \right| \quad |Z_{Nk}^{T-IV}| = \frac{Y_{Ck}}{Y_k |Y_k - 3Y_{Ck}|}$$

که مطابقت داشتن به توپولوژی IV با یک دلتای متعادل و یک دستگاه غیر خطی نوع T(A.9) میتوان به نتایج بالا برسیم چرا که وقتی مقدار $DC = 1$ باشد ما به ارتباط یک خازن متعادل میتوانیم پی ببریم که باعث ایجاد یک رزونانس موازی $Y_k - 3Y_{Ck} = 0$ در امپدانس محرک شبکه و امپدانس معادل بین فاز در

فرکانس زیر

$$f_{PR} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_S + L_T)3C}} \quad \text{رابطه (۱۴-۳)}$$

در صورتی که عدم تعادل در یکی از خازن ها وجود داشته باشد، تنهامحرک و امپدانس معادل از مراحل قبلی که بین خازن وصل شده است وجود دارد. به عنوان مثال: $Z_{AAK}, Z_{ACK}, Z_{CCK}, Z_{CAK}$ در صورتی که عدم تعادل در خازن بین فازها A و C تغییر کند. رزونانس موازی جدید با یکدیگر با تشدید قبلیه نظر می رسد. فراوانی این رزونانس جدید بستگی به قبل f_{PR} و عدم تعادل دارد، به عنوان مثال:

$$f_{PRu} = f_{PR} \sqrt{\frac{3}{2d_c + 1}} \quad \text{رابطه (۱۵-۳)}$$

با توجه به بیان فوق، فرکانس رزونانس جدید ناشی از عدم تعادل همیشه بالاتر از قبلی باشد:

$$f_{PRu} > f_{PR}$$

به دلیل عدم تعادل همیشه به کاهش پارامتر DC منجر می شود. (از دست دادن بانکهای خازنی) رزونانس سرنیز در امپدانس سیستم به نظر می رسد، اما در این مقاله مورد مطالعه قرار نگرفته است.

۲) شبیه سازی و اندازه گیری: سیستم شکل ۳-۳ را در نظر بگیرید:

$$C = 2\mu F$$

$$R_S + R_T = 15 \Omega, \quad L_S + L_T = 0.1 \text{ H},$$

پاسخ هارمونیکش شبیه سازی شده و اندازه گرفته می شود. مطالعه رفتار هارمونیک در شکل ۳-۴ ارائه شده است. برای همه فرکانس ها بین 50-450 هرتز است. در این شکل، شبیه سازیها و اندازه گیری های

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آزمایش کاملا مشابه هستند ، و هر دو مطالعه تحلیلی قبلی را معتبر می کند.

*حضور بانک خازن در یک رزونانس موازی موجب می شود که $f_{PR} = 205 \text{ Hz}$

*اگر بانک یک عدم تعادل را تحمل نکند و مقدار $DC=0.5$ باشد . در خازن بین فازهای A و C یک

رزونانس موازی جدید در امپدانس ظاهر میشود. $Z_{AAK}, Z_{ACK}, Z_{CCK}, Z_{CAK}$ در $f_{PRU} = 251 \text{ Hz}$ علاوه بر

این رابطه f_{PRU}/f_{PR} برای مرتبه های مختلف عدم تعادل ها اندازه گرفته شده است. DC در شکل ۳-۵ به

تصویر کشیده شده است . در این شکل ، به خوبی بیان تحلیلی نمایان شده است و می تواند محقق

داشته باشد

۲

۳-۵-۲ نمونه

شبکه شکل ۳-۶ شامل یک سیستم منبع که در آن $R_S + R_T = 0 \Omega$ و $L_S + L_T = 0.891 \text{ Mh}$ می باشد

که با تغذیه یک مبدل 6 پالسه ac/dc و یک مدار استینمتر ، تجزیه و تحلیل می شوند . در مدار استینمتر

، گیرنده تکفاز یک مقاومت است $Z_{LK} = 16 \Omega$ و دلتا متصل به عناصر واکنش متقارن دارند ، اندوکتانس

$Z_{1K} = jk27.718 \Omega$ و خازن $Z_{2K} = -j27.718/k\Omega$ به منظور تعادل جریان و ولتاژ تعیین شده اند

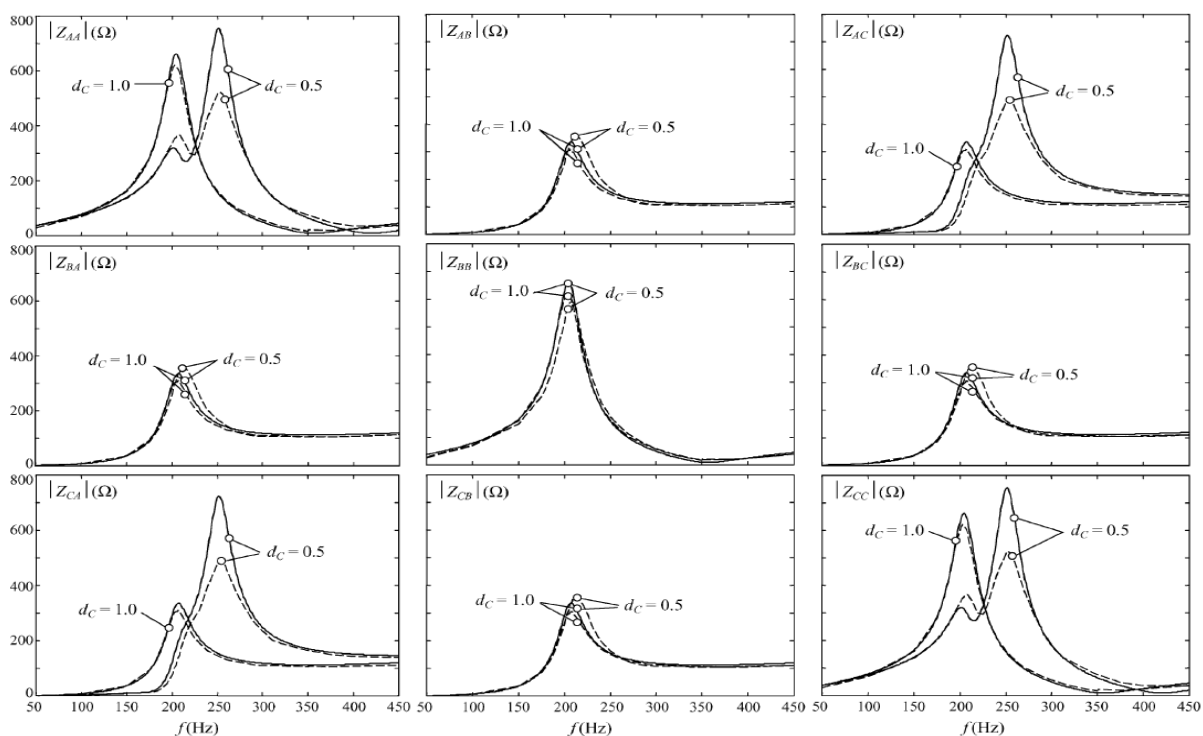
مدار مورد مطالعه منجر به یک ساختار ماتریس امپدانس R-1 است (سه فاز بار غیر خطی تغذیه شده با ولتاژ،

متعادل و یک بار دلتا خطی نامتعادل) که می تواند با (A.3) محاسبه می شود. پاسخ فرکانس هارمونیک

در شکل ۳-۶ نشان داده شده است . با توجه به (A.1) و (A.2)، این پاسخ هارمونیک است فقط

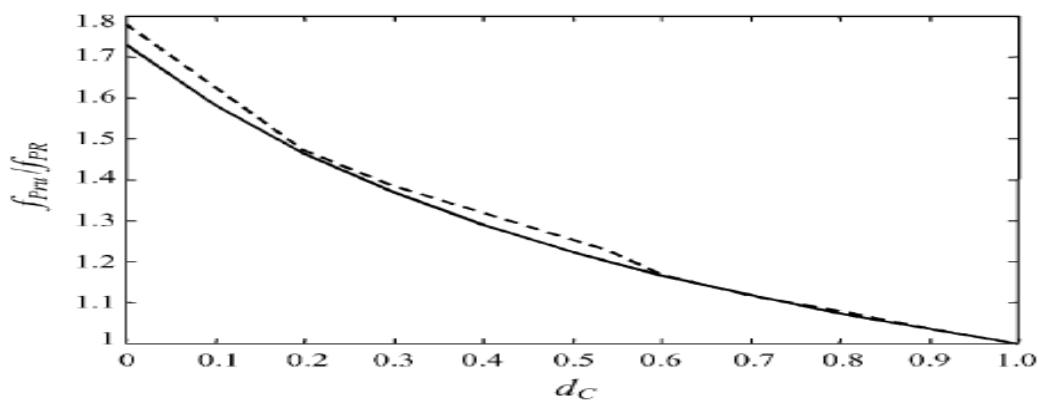
برای هارمونیک معنی $K=1,5,7,11,\dots$ به عنوان مثال، نقاطی در شکل ۳-۶ مشخص شده اند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۳-۴ ماتریس امپدانس/فرکانس (خط پیوسته: نتایج شبیه سازی، خط شکسته: نتایج اندازه

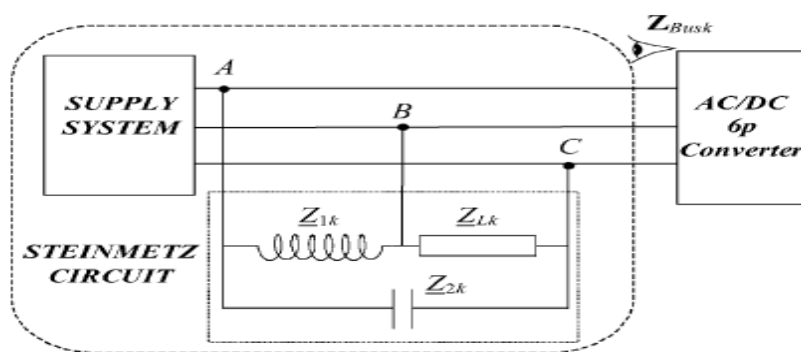
گیری)



شکل ۳-۵ محضرتان رزونانس جدید (خط پیوسته: نتایج شبیه سازی، خط شکسته: نتایج اندازه

گیری)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



مثال ۲.

مدار.

شکل ۳-۶

خطوط بین اینهارمونیک تنه‌ها نمایندگی تحلیلی آن می باشد. (A.3) و یک ایده‌کیفی از روند پاسخ فرکانس رزونانس نزدیک بههارمونیک هفتم در آن مشاهده می شود. رفتار رزونانس متقارن از مدار منجر به بروز یک اثر نامتقارن بر روی ولتاژ هارمونیک رزونانس بحرانی در فاز A و C است. که در آن خازن متصل شده است. هر دو مرحله از بالاترین محرک امپدانس هارمونیک برخوردار هستند، بنابراین بالاترین ولتاژ هارمونیک را می توانند داشته باشند.

۳-۶ کاربرد حساسیت مودال برای تجزیه و تحلیل هارمونیک رزونانس سیستم های قدرت

رزونانس هارمونیک یک نگرانی عمده برای کنترل قدرت های هارمونیک است. فقدان کلی از ابزارهای عملی است که می تواند مشارکت یا کمک اجزای شبکه های مختلف به یک موقعیت رزونانس خاص تعیین کند. بیشترین

ابزار شناخته شده برای تجزیه و تحلیل هارمونیک رزونانس در حال حاضر روش اسکندر کاناست.

روش اسکندر کانسی می تواند اگر رزونانس وجود داشته باشد را نشان دهد. اگر چه، نمی تواند بگوید که اجزای

شبکه باعث تشدید و اینکه بهترین محل برای کاهش مشکل کجا است. یک تکنیک است که می تواند به این

سوالات که در حال حاضر بسیار مهم است پاسخ دهد. بارهای هارمونیک بیشتر و بیشتر تولید شده

در سیستم های قدرتی وجود دارد. هر یک از منابع می تواند رزونانس هارمونیک را تحریک کند. هر یک

از منابع می تواند هارمونیک رزونانس تحریک باشد. در طول سال مشاهده شده است که هارمونیک

رزونانس حضور عناصر زیاد در معکوس ماتریس دامیتانس شبکه مرتبط است. این چنین است که پدیده ایست

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

که بانقطه تکینماتریس همراه است. از آنجا که نقطه تکینماتریستوسط یکی از مقادیر ویژه آن نزدیک صفر ایجاد می شود، می توان ویژگی های مقادیر ویژه را جهت تجزیه و تحلیل و برای پیدا کردن ماهیت و مقدار رزونانس به کار برد. ایناستدلالمرا بهارائه تجزیه و تحلیل حالت هارمونیک رزونانس و روش (RMA) هدایت کرده است. این کار نشان داده است که هارمونیک رزونانس واقع با کوچکترین مقدار ویژه ماتریس ادمیتانس نامیده می شود که شامل رزونانس بحرانی است. بردارهای ویژه و یافاکتورهای مشارکت در حالت بحرانی می تواند محلی که در آن رزونانس می تواند به راحتی وجود آموهدومشاهده شده است. این مقاله ادامه کار ارائه شده دراست. هدف اصلی این است که بهر سیحساسیت از حالت بحرانی به توجه به پارامترهای جزء شبکه می باشد. ما اعتقاد داریم که چنین اطلاعاتی حساسیت را می تواند نشان دهد که جزئی از شبکه دارای بیشترین تأثیر در تشدید است. نتایج حساسیت با عوامل موجود در آنسبت به شباهت و تفاوت های آن ها تعیین می شود. بر اساس این تحقیقات، یک روش سیستماتیک برای انجام RMA هارمونیک فرموله شده است. این روش با استفاده از یک مثال کاربرد نشان داده شده است. روش تجزیه و تحلیل مودال جهت تجزیه و تحلیل مدار در شکل های دیگر استفاده می شود. یک نمونه مدار فضای حالت وجود فضای تجزیه و تحلیل است. هدف دوم از این فصل این است که برای انجام تجزیه و تحلیل مقایسه ای روشهای مختلف تجزیه و تحلیل مودال که برای قدرت تجزیه و تحلیل هارمونیک ارائه شده است را بررسی می کند.

۳-۷ حالت رزونانس یا تشدید و حساسیت مودال

مشکل تجزیه و تحلیل اسکندرکانسرا می تواند به شرح زیر فرمول بندی:

رابطه (۳-۱۶)

$$V_f = Y_f^{-1} I_f$$

مکانی که در آن، به ترتیب Y ماتریس ادمیتانس شبکه در فرکانس f است V بردار ولتاژ گره است، و i بردار تزریق فعلی گره می باشد. به منظور اسکندرکانس i تنها یک ورودی است که ارزش آن 1.0 pu و تمامی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

نوشته های دیگر برابر با ۰ است. برای نشانه گذاری ساده زیر نویس F خواهد شد که در بقیه این مقاله حذف شده است. فرکانس اسکین برای محاسبه امپدانس نقطه محرک سیستم را از باستزریق جریان در فرکانس های مختلف دنبال می کند. قله منحنی امپدانس نقطه محرک در مقابل فرکانس را نشان می دهد نقاط بالقوه هارمونیک رزونانس به عبارت دیگر، سیستم امپدانس بزرگ در فرکانس رزونانس را نشان می دهد. اگر هارمونیک رزونانس شدید در یک فرکانس خاص مشاهده شده، نشان دهنده آن است که برخی از ولتاژگرها بسیار بالایی باشد. این فقط هنگامی که ماتریس و شت کینگی است می تواند رخ دهد. مرجع نظریه RMA را ارائه می دهد برای بررسی اینکه چگونه ماتریس Y منحصر به فرد است. بر اساس تجزیه و تحلیل مودال، ماتریس Y را می توان به شکل زیر تجزیه کرد [7]:

$$Y = L \Lambda T \quad \text{رابطه (۱۷-۳)}$$

جایی که $\Lambda = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_k, \dots)$ مقادیر ویژه ماتریس مورب به این صورت است. و $L = [L_1, \dots, L_k, \dots]$ و $T = [t_1, \dots, t_k, \dots]^T$ مقدار ویژه ماتریس های چپ و راست هستند. بالانویس "T" نشان می دهد ترانزپوز ماتریس ورودی های قطر Λ را به واحدی از ادیتانس.

معکوس آن Z امپدانس معین نامیده می شود امپدانس معین k اما سببه شرح زیر تعریف می شود:

$$Z_{m,k} = \frac{1}{\lambda_k} \quad \text{رابطه (۱۸-۳)}$$

یک ماتریس منحصر به فرد Y بدان معنی است که یکی از مقادیر ویژه نزدیک به صفر است. به عنوان مثال، به طور مشابه امپدانس مودال به سمت بینهایت می رود. این مقدار ویژه است که حالت رزونانس در مرحله ی انتقال در این فرکانس خاص نامیده می شود. این حالت است که باعث می شود پدیده رزونانس را مشاهده کنیم. نظریه بالایی تواند برای تعیین اثر اجزای مختلف شبکه در حالت تشدید توسعه داده شود. این را می توان با استفاده از حساسیت مقادیر ویژه (حساسیت مودال) تجزیه و تحلیل به دست آورد که در پائین تشریح شده است. برای مقادیر ویژه k ام در ۱۷-۳، مقادیر ویژه چپ و راست آن در معادلات زیر است:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$t_k l_k = 1, \quad Y l_k = \lambda_k l_k, \quad \text{and } t_k Y = \lambda_k t_k \quad \text{رابطه (۱۹-۳)}$$

فرض کنید α یک پارامتر از اجزای شبکه است، به عنوان مثال: ظرفیت خازن نیست. تفاوت معادله سوم در ۳-۲۰ با توجه به بازده α :

$$\text{رابطه (۲۰-۳)}$$

$$t_k \frac{\partial Y}{\partial \alpha} + \frac{\partial t_k}{\partial \alpha} Y = \frac{\partial \lambda_k}{\partial \alpha} t_k + \lambda_k \frac{\partial t_k}{\partial \alpha}$$

پس از ضرب l_k و استفاده از دو معادله اول در ۳-۲۰، یکی می توان به دست آورد.

$$\frac{\partial \lambda_k}{\partial \alpha} = t_k \frac{\partial Y}{\partial \alpha} l_k \quad \text{رابطه (۲۱-۳)}$$

معادله (۲۱-۳) نشان می دهد که حساسیت مقادیر ویژه برای این پارامتری تواند شامل حساسیت ماتریس Y به پارامترهای مشابه شود.

۳-۸ حساسیت مقدار ویژه با توجه به ورودی های ماتریس Y

یکی از برنامه های کاربردینفورمیرابطه (۲۱-۳) است برای پیدا کردن حساسیت این حالت بحرانی نسبت به یک ورودی خاص از ماتریس Y, Y_{ij} بدیهی است که مشتق ماتریس Y با توجه به Y_{ij} دارای مقدار 1 در موقعیت ورود و صفر در تمام موقعیت های دیگر است.

$$\frac{\partial Y}{\partial Y_{ij}} = \begin{pmatrix} \dots & \dots & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ \dots & \dots & 0 & \dots \\ \dots & \dots & 0 & \dots \end{pmatrix} \quad \text{رابطه (۲۲-۳)}$$

با جایگذاری ۲۱-۳ در ۲۲-۳ و

استفاده از علامت تفکیک در ۳-۱۹ یک را در حساسیت مقدار ویژه با توجه به یک ورودی Y می تواند به شرح زیر محاسبه می شود:

$$\text{رابطه (۲۳-۳)}$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\frac{\partial \lambda_k}{\partial Y_{ij}} = t_k \frac{\partial Y}{\partial Y_{ij}} l_k = t_{ki} l_{jk}$$

جایی که t_{ki} عنصر آمدن بردار سمت راست t_k و l_{jk} عنصر j

آمدن بردار چپ است. معادله ۳-۲۳ نشان می دهد که هفضا حساسیت نسبت به ورودی خاص Y محصول متناظر با بردارهای ویژه چپ و راست است.

ماتریس حساسیت S_λ پس از آن می تواند به عنوان تعریف شده باشد.

$$\begin{aligned} S_\lambda &= l_k t_k \\ &= \begin{pmatrix} * \\ * \\ l_{jk} \\ * \end{pmatrix} \begin{pmatrix} * & t_{ki} & * & * \end{pmatrix} \\ &= j \begin{pmatrix} \dots & * & \dots & \dots \\ \dots & * & \dots & \dots \\ * & t_{ki} l_{jk} & * & * \\ \dots & * & \dots & \dots \end{pmatrix} \end{aligned}$$

رابطه (۳-۲۴)

از این رو، حساسیت مقادیر ویژه نسبت به Y_{ij} ورودی از ماتریس حساسیت است، به عنوان مثال،

رابطه (۳-۲۵)

$$\frac{\partial \lambda}{\partial Y_{ij}} = S_{\lambda, ji}$$

۳-۹ مقدار ویژه حساسیت نسبت به اجزای شبکه

تمام اجزای شبکه را می تواند عنواند و گروه از نظر تأثیرشان بر روی ورودی های ماتریس Y طبقه بندی شده:

1) قطعات مستند با s ، موثر بر تنها یکی از ورودی قطری Y_{ii}

2) قطعات سری بیناتوبوس های o ، که تحت تأثیر ورودی های قطری Y_{ii} و Y_{jj} و ورودی های غیر قطری Y_{ij}

و Y_{jj} حساسیت مقادیر ویژه با توجه به نسبت اجزاء مجموعها می تواند شرح زیر محاسبه می شود.

1) اجزاء شنت: برای یکی از اجزای شنت با s در Y_{sh} مشخص است که:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

رابطه (۳-۲۶)

$$Y_{ii} = y_{sh} + Y_{sh-i} + \sum_{j \neq i} Y_{ij}$$

جایی که Y_{sh-i} نشان دهنده اجزای دیگر شنت در باس i است بنابراین از ۳-۲۱، حساسیت مقادیر

ویژه به Y_{sh} است

$$\frac{\partial \lambda_k}{\partial y_{sh}} = t_k \frac{\partial Y}{\partial y_{sh}} l_k = t_k \frac{\partial Y}{\partial Y_{ii}} \frac{\partial Y_{ii}}{\partial y_{sh}} l_k = S_{\lambda, ii} = t_{ki} l_{ik}$$

رابطه (۳-۲۷)

در واقع می توانید که حساسیت مقادیر ویژه با توجه به اجزای شبکه شنت در واقع به عنوان عوامل حضور همان باس است در ۳-۲۷، λ_k, y_{sh} و $S_{\lambda, ii}$ مقادیر مختلط هستند این که در مطالعات رزونانس به عنوان اندازه مقادیر ویژه از بیشترین نگرانی هامی باشند مطلوب نیست. علاوه بر این، مشتق مقدار مختلط y_{sh} نیز گیج کننده است. برای حل این مشکل، یک نوع حساسیت جایگزین شده است که به شرح زیر مشتق شده است. فرض کنید

که اگر ΔB را تغییر دهید، که باعث می شود $\Delta \lambda$ تغییر کند:

رابطه (۳-۲۸)

$$\begin{aligned} \Delta F &= |\lambda + \Delta \lambda|^2 - |\lambda|^2 \\ &= |\lambda_r + j \lambda_i + j (S_r + j S_i) \Delta B|^2 - |\lambda|^2 \\ &= 2(S_r \lambda_i - S_i \lambda_r) \Delta B + (S_r^2 + S_i^2) (\Delta B)^2. \end{aligned}$$

Let $\Delta B \rightarrow 0$ و از بین بردن موارد مرتب بالاتر:

$$\frac{\partial F}{\partial B} = 2(S_r \lambda_i - S_i \lambda_r).$$

رابطه (۳-۲۹)

و به طور مشابه:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\frac{\partial F}{\partial G} = 2(S_r \lambda_r + S_i \lambda_i). \quad \text{رابطه (۳-۳۰)}$$

با تبدیل F به $|\lambda_K|$ داریم:

$$\begin{aligned} \frac{\partial |\lambda_k|}{\partial G} &= \frac{d|\lambda_k|}{dF} \frac{\partial F}{\partial G} = \frac{S_r \lambda_r + S_i \lambda_i}{\sqrt{\lambda_r^2 + \lambda_i^2}} \\ \frac{\partial |\lambda_k|}{\partial B} &= \frac{d|\lambda_k|}{dF} \frac{\partial F}{\partial B} = \frac{S_r \lambda_i - S_i \lambda_r}{\sqrt{\lambda_r^2 + \lambda_i^2}}. \end{aligned} \quad \text{رابطه (۳-۳۱)}$$

(۲) اجزای سری: برای یکی از اجزای مجموعه ایبادمیتانس Y_{se} بیناس های اول حساسیتمقادیر ویژه برابر است

با:

رابطه (۳-۳۲)

$$\begin{aligned} \frac{\partial \lambda}{\partial y_{se}} &= t_k \frac{\partial Y}{\partial y_{se}} l_k \\ &= t_k \left(\frac{\partial Y}{\partial Y_{ii}} \frac{\partial Y_{ii}}{\partial y_{se}} + \frac{\partial Y}{\partial Y_{jj}} \frac{\partial Y_{jj}}{\partial y_{se}} \right. \\ &\quad \left. + \frac{\partial Y}{\partial Y_{ij}} \frac{\partial Y_{ij}}{\partial y_{se}} + \frac{\partial Y}{\partial Y_{ji}} \frac{\partial Y_{ji}}{\partial y_{se}} \right) l_k \\ &= t_k \left(\frac{\partial Y}{\partial Y_{ii}} + \frac{\partial Y}{\partial Y_{jj}} - \frac{\partial Y}{\partial Y_{ij}} - \frac{\partial Y}{\partial Y_{ji}} \right) l_k \\ &= S_{\lambda,ii} + S_{\lambda,jj} - S_{\lambda,ij} - S_{\lambda,ji}. \end{aligned}$$

دیده می شود که حساسیتمقادیر ویژهها توجه به اجزای شبکه مجموعه ایترکیبی از ورودی

های ماتریس حساسیت S می باشد. مشابه به Y_{sh} حساسیت انداز همقادیر ویژه مقاومتی و همچنین اجزای واکنشی

تواند به دست آمده باشد. برای یکی از اجزای شبکه، آن است که معمولاً توسط یکامپدانسمعادلنشان داده

می شود. $Z_{SE} = R + jX$ به جای ادمیتانس $Y_{SE} = G + jB$ بنا بر این، راحت تر خواهد شد که برای به

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

دست آوردن حساسیت با مقادیر R و X شکل جدیدی از حساسیت به شرح زیر مشتق شده است. فرض کنید که به رابطه ی زیر میرسیم:

$$\frac{\partial |\lambda_k|}{\partial G} = \mu, \quad \frac{\partial |\lambda_k|}{\partial B} = \nu.$$

رابطه (۳۳-۳)

μ و ν را می توان با استفاده از همان روش که برای اجزایشنتدر بخش قبلی بود به دست آورد به عنوان دمی تانس متقابل از امپدانس است، مشتقات زیر را می توان به دست آورد:

$$\frac{\partial G}{\partial R} = \frac{X^2 - R^2}{(R^2 + X^2)^2}, \quad \frac{\partial G}{\partial X} = \frac{-2RX}{(R^2 + X^2)^2}$$

$$\frac{\partial B}{\partial R} = \frac{2RX}{(R^2 + X^2)^2}, \quad \frac{\partial B}{\partial X} = \frac{X^2 - R^2}{(R^2 + X^2)^2}$$

رابطه (۳۴-۳)

با استفاده از زنجیره

ایقانون مشتق:

رابطه (۳۵-۳)

$$\frac{\partial |\lambda_k|}{\partial R} = \frac{\mu(X^2 - R^2) + 2\nu RX}{(R^2 + X^2)^2}$$

$$\frac{\partial |\lambda_k|}{\partial X} = \frac{-2\mu RX + \nu(X^2 - R^2)}{(R^2 + X^2)^2}$$

۳-۱۰ حساسیت نرمال سازی

شاخص حساسیت با لامنعکس کنند هرابطه اندازهمقادیر ویژه با اجزای شبکه واقعی است هر دوی آنها با واحد

ها یواقعی باشد. در برخی شرایط، حساسیت هایهنجار شده مطلوب تر است

که شاخص حساسیت با واحدهای نسبی به جای آنهایی که واقعی هستند این گونه که، ۱۰٪ افزایش

امپدانس با ۱٪ از افزایش ظرفیت خازن "0.1Ω" افزایش امپدانس با 1UF افزایش ظرفیت مقایسه می

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شود یکی دیگر از مزیت های استفاده از حساسیت های نرمال این است که شاخصهای اجزای مختلف قابل مقایسه

است. برای مثال، ممکن است این حس را نداشته باشید که اگر گفته شود

که تاثیر 0.1H تغییر اندوکتانس بیشتر از 0.001F تغییر ظرفیت خازنی است، امامی توان تاثیر نسبی

مقایسه ۱٪ تغییر سلف با ۱٪ تغییر خازن را نشان داد. حساسیت های نرمال را می توان به شرح زیر بیان کرد [7]:

رابطه (۳-۳۶)

$$\left. \frac{\partial |\lambda|}{\partial \alpha} \right|_{\text{norm}} = \frac{\frac{\partial |\lambda|}{|\lambda|}}{\frac{\partial \alpha}{\alpha}} = \frac{\partial |\lambda|}{\partial \alpha} \cdot \frac{\alpha}{|\lambda|}$$

$\frac{\partial |\lambda|}{\partial \alpha}$ و $|\lambda| \frac{\partial |\lambda|}{\partial \alpha}$ به ترتیب نشان دهند تغییرات نسبی از میزان مقادیر ویژه و یک پارامتر از اجزای شبکه

است. معادله ۳-۳۶ نشان می دهد که هنجار سازی می تواند به سادگی ضرب حساسیت در مقدار اصلی پارامتر

اجزای شبکه تقسیم بر اندازه مقادیر ویژه انجام می شود.

مفاهیم حساسیت مقادیر ویژه در این بخش معرفی شده است، از جمله ماتریس حساسیت (حساسیت به ورودی

های ماتریس Y و حساسیت به اجزای شبکه واقعی). حساسیت اندازه مقادیر ویژه هنجار با توجه به اجزای شنت و

اجزای سری مجموعه ای از بیشترین علاقه هابرای مطالعات رزونانس هارمونیکو سبک سازی می باشد. این

روش برای محاسبه این شاخص حساسیت خلاصه شرح زیر است.

(1) مشاهده ماتریس حساسیت با استفاده از ۳-۲۴

(2) بدست آوردن حساسیت اندازه مقادیر ویژه توسط ۳-۲۷، ۳-۲۸، ۳-۳۰ و ۳-۳۱

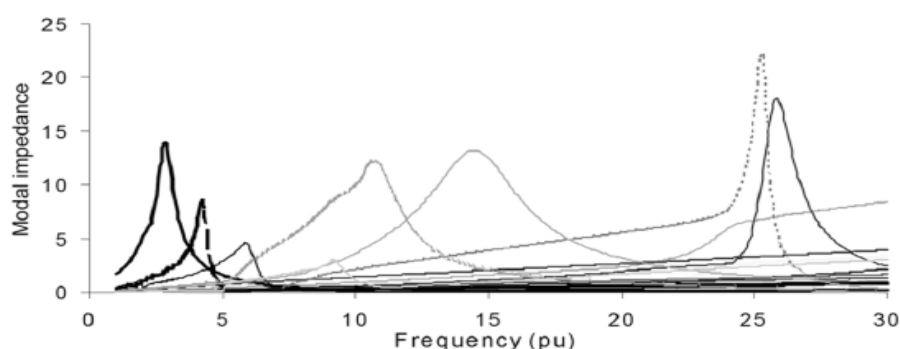
(3) محاسبه حساسیت عادی با ۳-۳۲ حساسیت هنجار در بخش های باقی مانده مقاله استفاده می شود.

۳-۱۱ نتایج مورد مطالعه

IEEE سیستم تست با ۱۴ استفاده می شود برای نشان دادن نظریه فضای حساسیت به تجزیه و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تحلیل رزونانس هارمونیک استفاده شده است. شکل ۳-۷ و جدول اطلاعات حالت رزونانس سیستم آزمایش نشان می دهد. در شکل ۳-۷، در منحنی هر قله روی منحنی یک حالت تشدید را نشان می دهد. جدول انیز بیشترین باس مشترک برای هر یک از فرکانس رزونانس، که توسط بزرگترین عوامل مشارکت مشخص شدنشان می دهد.



شکل ۳-۷. حالت شکل های از IEEE سیستم ۱۴ باس.

جدول اطلاعات حالت رزونانس سیستم تست

Modal Resonance Freq Order h (pu)	Critical Eigenvalue Magnitudes ($1/\Omega$)	Largest PFs	Most Participating Bus
1.9	0.1835	0.1888	8
2.8	0.0719	0.1688	3
4.2	0.1163	0.6010	8
5.9	0.2207	0.5218	8
8.6	0.4408	0.1495	9
10.7	0.2186	0.2074	1
14.5	0.0758	0.3687	9
25.3	0.0452	0.4119	2
25.9	0.0554	0.3756	1

جدول ۱ حساسیت مقدار ویژه با توجه به ورودی ۲

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

Modal Resonance Freq Order h (pu)	Largest Eigenvalue Sensitivity	Y Entry (i, j)
1.9	0.1888	(8, 8)
2.8	0.1688	(3, 3)
4.2	0.6010	(8, 8)
5.9	0.5218	(8, 8)
8.6	0.1495	(9, 9)
10.7	0.2074	(1, 1)
14.5	0.3687	(9, 9)
25.3	0.4119	(2, 2)
25.9	0.3756	(1, 1)

۳-۱۲ فضا حساسیت با توجه به ورودی Y

جدول ۱۱ بزرگترین فضا حساسیت با توجه به ورودی های Y را فراهم می کند همراه با زیر نویس ورودی های Y که

در آن بزرگترین فضا حساسیت مشاهده شده است. میتوان مشاهده نمود که ورودی های Y

با بزرگترین حساسیت مقدار ویژه ورودی های مرتبط با بیشترین باس های مشترک نشان داده شده

در جدول ۱۱ است. علاوه بر این، عوامل مشارکت در جدول ۱۱ دقیقاً همان بزرگترین ورودی حساسیت مقدار ویژه

است. بنابراین، عوامل شرکت در بخشی از فضا حساسیت های که در ۳-۲۶ نشان داده شده است، نشان می دهد

که ورودی های مورب Y دارای تاثیر غالب در مقادیر ویژه است. این مشاهدات همچنین محاسبه اعتبار روشها استفاده

از عوامل مشارکت برای ارزیابی تاثیر رزونانس هارمونیک به دلیل عوامل مشارکت در حقیقت حساس ترین عناصر در

میان تمام فضا حساسیت در این تجزیه و تحلیل سطح باس را نشان می دهد. از سوی دیگر، فضا حساسیت

های حاوی اطلاعات کامل در مورد رزونانس هارمونیک در بخشهای قبلی، فضا حساسیت بیشتر مورد مطالعه قرار

گرفته و اطلاعات اضافی موجود در فضا حساسیت است که برای تجزیه و تحلیل هارمونیک رزونانس به کار گرفته

شده است. که محدوده فرکانس های مختلف، در اشکال ۳-۸ نشان می دهد شکل ها حساسیت نرمال مقادیر

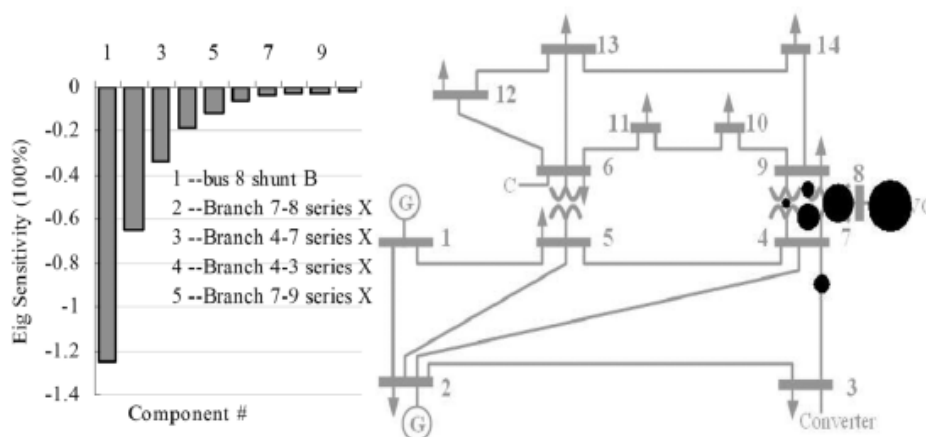
ویژه با توجه به راکتانس سریبا خازن نشنت را نشان می دهند. نمودار میله ای شاخص

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

حساسیت بهشتیا اجزای مجموعه در یک جهت زولی را نشان می دهد پنج مولفها با بزرگترین شاخصی نامیدند. نمودار حبابهمان اطلاعات در راهتجسمیشتر باتوپولوژی از IEEE سیستم ۱۴ باسبه عنوان پس زمینه فراهم می کند. حبابدر یک باس یا یک خط نشان می دهد که آیا شاخص حساسیت استبا توجه بهشتو یا یک جزء سری . به اندازه یک حبابدر نسبت بهمقدار شاخص حساسیت است . از این اشکال، مشاهدات زیر را می توانه دست آورد:

• حالت های رزونانس هارمونیکها به طور عمده تنها توسط چند مولفه تحت تاثیر قرار می گیرد، در حالی که اکثر اجزاء دارای تاثیر کمی ناچیز در حالت رزونانس است .

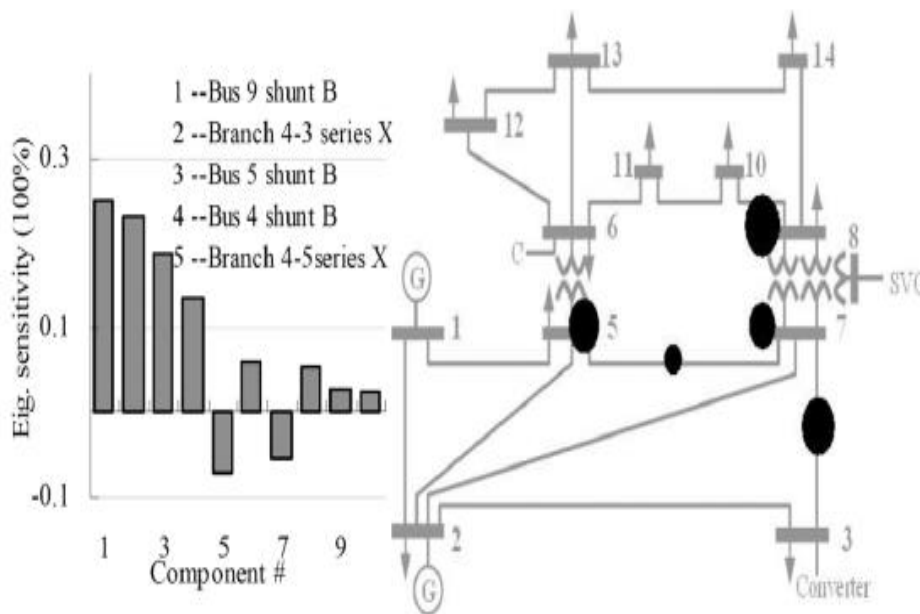
• حساسیت اندازه مقادیر ویژه بحرانی در رابطه با اجزای شبکه ممکن است همیشه سازگار با عوامل باس مشترک نباشد. درست است که باسها عوامل مشارکت بزرگ به طور کلی به شدت در شرایط رزونانس دخالت دارند. با این حال، این بدان معنا نیست که رزونانس می تواند به طور موثر با تنظیم اجزاء باس، کمتر شود.



شکل ۳-۸ حساسیت هنجار از اندازه مقدار ویژه بحرانی با توجه بهراکتانس سری باس و سوسپانس

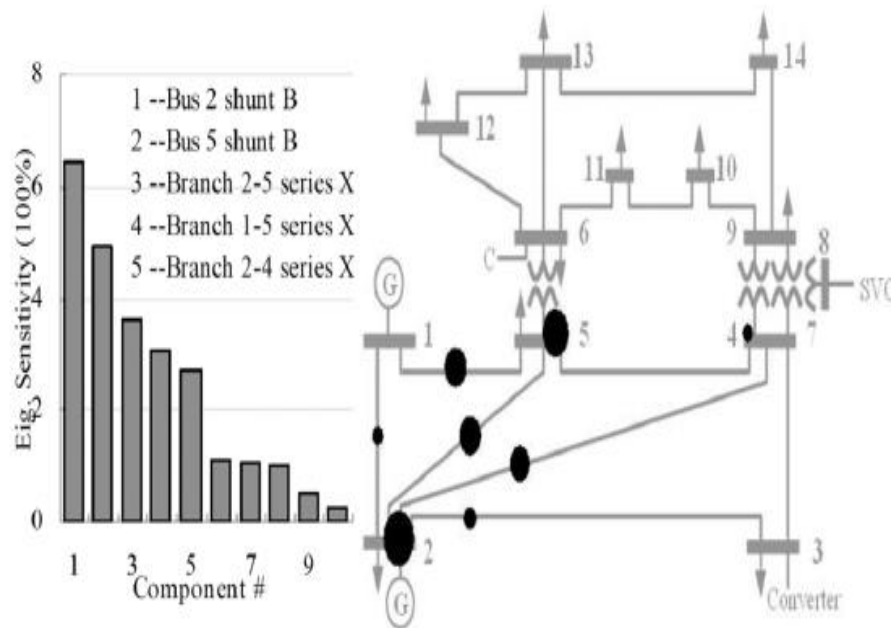
شنتدر $h=4.2pu$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۳-۹. حساسیت نرمالیزه‌ها از اندازه مقدار ویژه بحرانی با توجه به راکتانس سری با سوسپانس

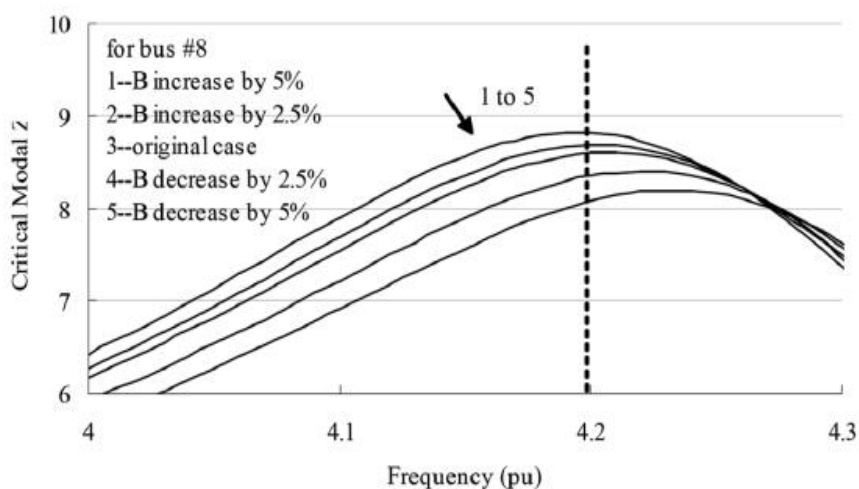
شنتدر $h=10.7pu$



شکل ۳-۱۰ حساسیت نرمالیزه‌ها از اندازه مقدار ویژه بحرانی با توجه به راکتانس سری با سوسپانس

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شنتدر $h=25.3\text{PU}$



شکل ۳-۱۱ تاثیر پارامترها در حالت رزونانس $h=4.2\text{pu}$

۳-۱۳ تاثیر پارامترها بر رزونانس پتانسیل

حساسیت مقادیر ویژه با توجه به اجزای شبکه شاخص خوبی برای اندازه گیری تاثیر

تغییرات پارامتر در رزونانس بالقوه است. در واقع می توان انتظار داشت برای کاهش یا حتی از بین

بردن رزونانس خاصا تنظیم پارامترها یا اجزای بحرانی توسط فضای حساسیت بزرگ تعریف شده است. مطالعات

قبلی نشان می دهد که با رزونانس بالقوه در IEEE سیستم با ۱۴ در $H=4.2\text{pu}$ وجود دارد. حساسیت مقادیر

ویژه به اجزای شبکه در شکل ۳-۸ نشان داده شده است. تخازن شنت در با ۸ بزرگترین فضای حساسیت بزرگ را

دارد و در نتیجه بهترین انتخاب برای کاهش رزونانس است. حساسیت منفی نشان می دهد که اگر

ظرفیت تخازن کاهش یابد، مقادیر ویژه بحرانی افزایش خواهد یافت و در نتیجه امید انسمعین کاهش می یابد، به

طوری که رزونانس کاهش خواهد یافت. شکل ۳-۱۱ نشان می دهد که کاهش حقیقتا می تواند با کاهش ظرفیت

خازن شنت به دست آید. در مقابل، رزونانس می تواند جدی تر شود اگر کسیاندا ز هخازن را افزایش دهد.

این پشتیبانی نتیجه می دهد که فضای حساسیتی تواند به عنوان یک شاخص خوبی برای

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

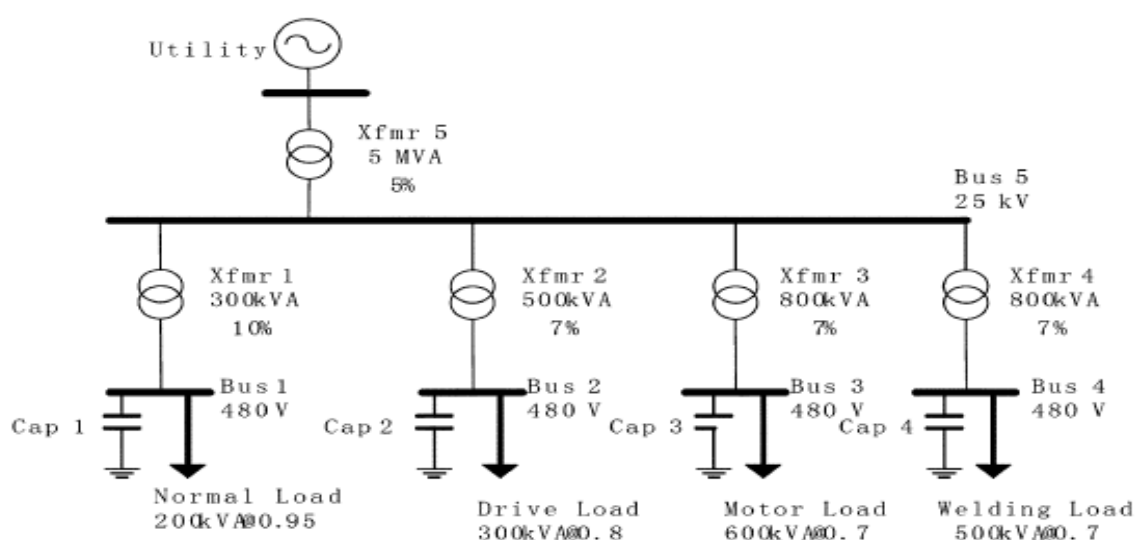
اهداف کاهش رزونانس هارمونیک به کار رود. ۳-۱۴ مثال های کاربردی

این بخش یک مثال برایشان دادناستفاده از نظریه فضای حساسیت به حل مشکلات هارمونیک رزونانس ارائه داده

استشکل ۳-۱۲ نشان می دهد که قدرت های صنعتی و معمولیکه در آنیک گروه از بارها بیاضریب قدر تخازن

هایتصحیح توسطیک منبع تغذیه سودمندی تغذیه می شود. مشخص است که خازن ها می تواند

باعث هارمونیک رزونانس شود. برای جلوگیری کاهشمشکلات رزونانس، روش زیر پیشنهاد شده است.

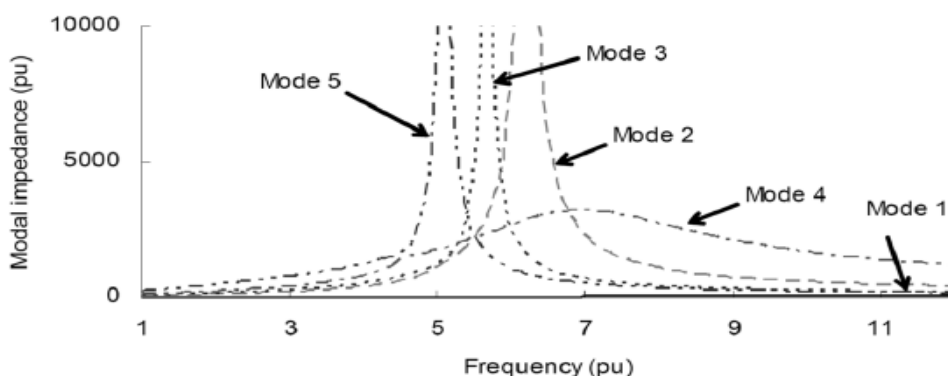


شکل ۳-۱۲. سیستم تستینجاس عملیبر اساس مدل بار استدر ۶

جدول اطلاعات حالت رزونانس سیستم تست

Modal Resonance Freq Order h (pu)	Critical Eigenvalue Magnitude	Largest PFs	Most Participating Bus
5.10	0.000075	0.4760	4
5.65	0.000064	0.5194	3
6.20	0.000030	0.9548	2

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۳-۱۳ نتیجه سکنمودال برای سیستم تست.

(۱) حالت های بحرانی هارمونیک رزونانس و نواحی تحت تاثیرش .

(۲) انجام مطالعات فضای حساسیت در تعیین اجزای سازنده آنها در رزونانس نقش دارد.

(۳) کاهش مشكل رزونانس با تنظیم اجزای مهم شناسایی شده در مرحله ۲

حالت های رزونانس سیستم با استفاده از تئوری RMA همانطور که در شکل ۳-۱۳ نشان داده شده است تعیین

می شود. در مجموع پنج حالت برای این سیستم پدید می آید. چهار حالت رزونانس پتانسیل رابه

عنوان قله در منحنی امپدانس معین خود نشان می دهد. در میان این چهار حالت، سه تا از آنها حالت های ۸،

۹ و ۱۱ از "خاصیت" طبیعت رزونانس است و از نگرانی های دیدگاه های کنترل هارمونیک می

باشد. جدول ۱۱ اطلاعاتی را برای این سه حالت بحرانی می دهد. هر یک از حالت در زیر بیشتر بررسی شده

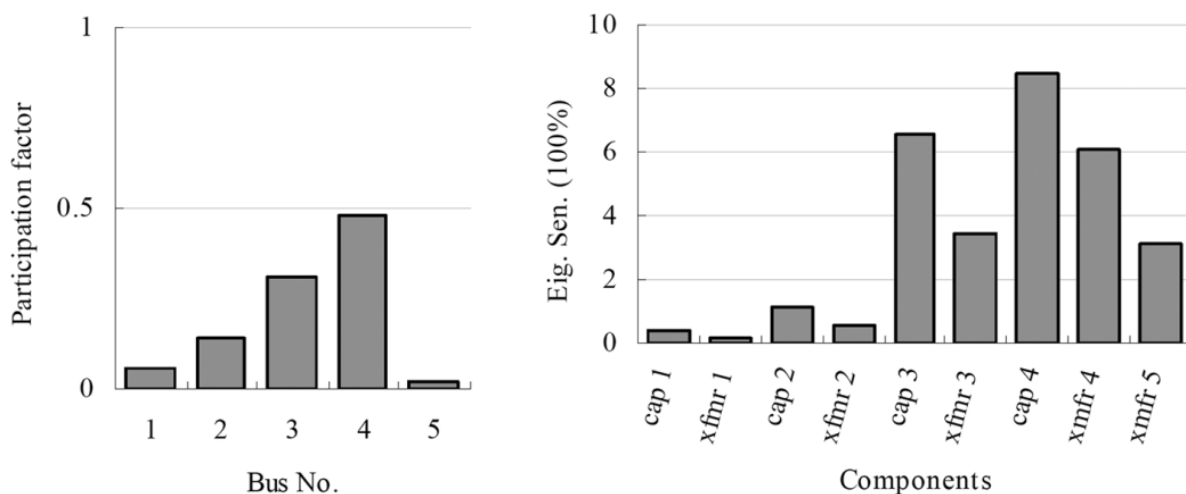
است. حالت $h=5.10p.u$ دارای رزونانس فرکانسی نزدیک به هارمونیک پنجم است. حالت عامل مشارکت

پیشنهاد می دهد که باس ۴ موقعیتی است که در آن این حالت می تواند به راحتی خنثی شود. با در نظر

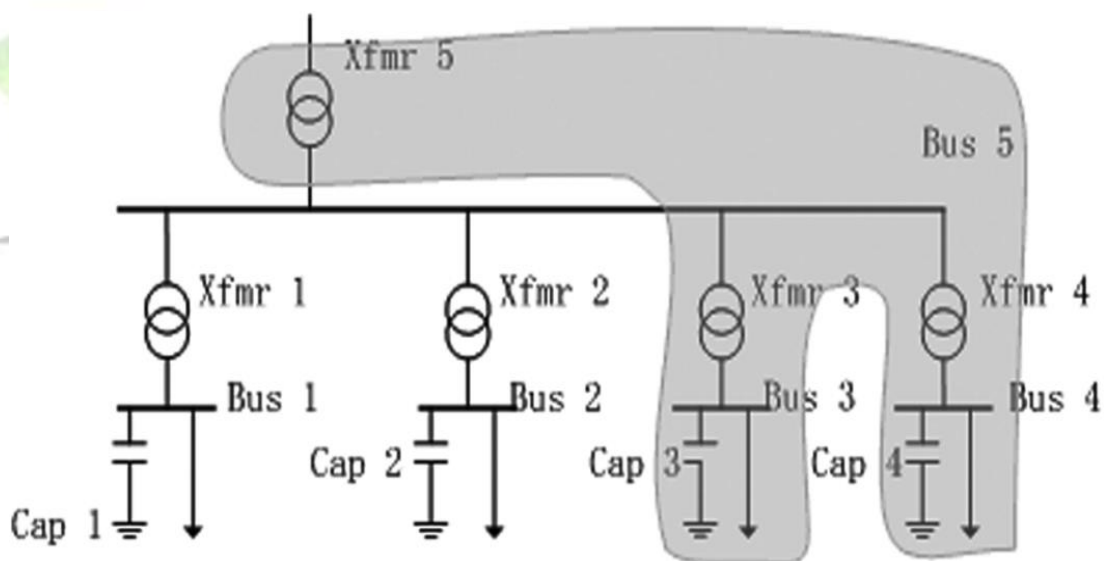
گرفتن حداقل باس ۴ یکبار تولید هارمونیک فرکانس معین که بسیار نزدیک به فرکانس هارمونیک است دارد، این

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

برای کاهش رزونانس بسیار مهم می شود.



شکل ۳-۱۴. عوامل مشارکت و حساسیت نرمالیزه برای حالت رزونانس $h=5.10$ p.u.



شکل ۳-۱۵. مسیر رزونانس برای حالت رزونانس

شکل ۳-۱۴ عاملهای مشارکت و فضای حساسیت نرمالیزه را برای حالت رزونانس $h=5.10$ p.u. نشان

میدهد نمودار عامل مشارکت نشان می دهد که باس ۳ همچنین دارای یک مشارکت قابل توجه در این حالت می

باشد ، که به معنی این است که رزونانس می تواند تحریک شود و تا حدیدر باس ۳ مشاهده

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شود. نمودار حساسیت نمودار بینش بیشتر برای این مشاهدات فراهم می کند. نمودار نشان می دهد که مسیر شامل ترانسفورماتور ۴، ۳ و ۵ با خازن های ۳ و ۴ و ترانسفورماتور ۴ و خازن ۴ به عنوان جفت تشدید کننده اصلی تشدید میکند. این وضعیت در شکل ۳-۱۵ نشان داده شده است. خازن های ۳ و ۴ بیشترین حساسیت را دارند به طوری که آنها بهترین انتخاب جهت تنظیم برای کاهش رزونانس $h=5.10pu$ می باشد. تغییر پارامترهای ترانسفورماتور ۴ (از قبیل اندازه آنوایدانس اتصال کوتاه) نیز کار خواهد کرد، اما این یک روش معمول نیست. جدول ۱۷ تاثیر ۵٪ مولف افزایش پارامتر در امپدانس نمودار $h=5.10$ نشان می دهد می تواند دید که این تغییر امپدانس مودالمطابق با نتایج حساسیت نشان داده شده در شکل ۳-۱۴ به عنوان یک تصدیق بیشتر، تغییر ترکیب از تحریک نقطه امپدانس در باس های ۳ و ۴، که هر دو به شدت بار رزونانس $H=5.10pu$ درگیر هستند، نیز در جدول ۱۷ داده شده است. تحریک نقطه امپدانس یک شاخص مستقیم از شدت هارمونیک رزونانس است. سازگاری بین این تغییر امپدانس مودال و تغییر تحریک نقطه امپدانس اطلاعات مفیدتری از فضای حساسیت برای کاهش هارمونیک رزونانس را تایید می کند. برای $h=5.65pu$ بیشترین باس مشترک باس ۳ است. عامل مشارکت حساسیت نتایج تفصیلی نشان می دهد که این حالت در هر دو باس های ۳ و ۴ تقریباً به همان اندازه است (شکل ۳-۱۶ را ببینید). اجزا بیشتر بار رزونانس خازن های ۳ و ۴ و همچنین ترانسفورماتور ۳ و ۴ مشارکت می کنند. مسیر رزونانس در شکل ۳-۱۷ نشان داده شده است. این حالت یکفرکانسبه دور از فرکانس هارمونیک است. کاهش این حالت ممکن است موجب نگرانی باشد. با این حال، اگر کسی انجام این کار را بخواهد، کار باید با کاهش رزونانس $h=5.10pu$ به دلیل که خازن های ۳ و ۴ و همچنین ترانسفورماتور ۳ و ۴ نیز به طور جدید رزونانس $h=5.10pu$ درگیر هستند. نشانه های مختلف از مقادیر حساسیت برای دو حالت این کار را پیچیده می کند به عنوان پارامتر جزء جهت تنظیم مخالف هستند. برای آخرین حالت $h=6.2PU$ باس ۲ باس بحرانی است و اجزای بحرانی ترانسفورماتور ۲

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

خازن ۲ هستند (شکل ۳-۱۸ را ببینید). در مقایسه بادو حالتدیگر، اینحالت موضعیبه

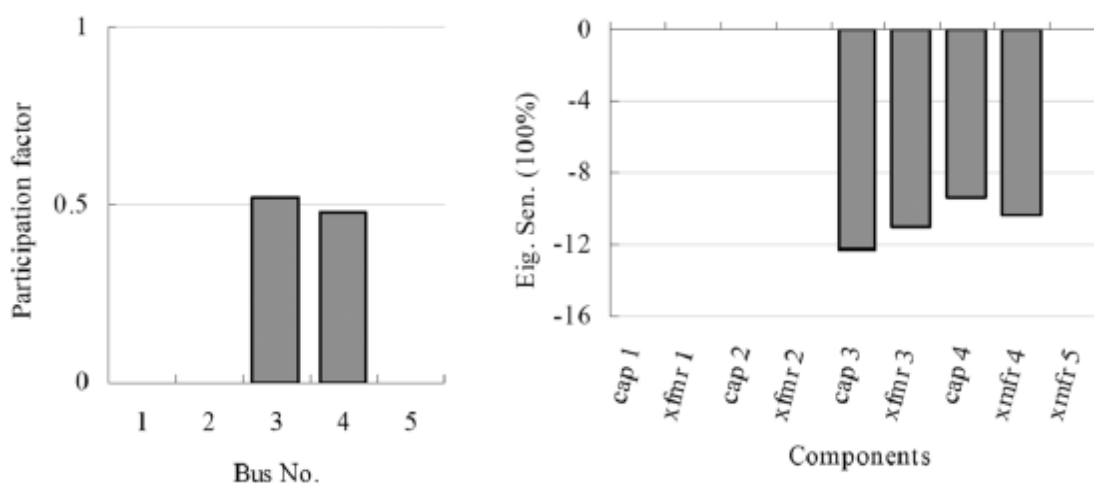
عنوانمسیررزونانسشان داده شده در شکل ۳-۱۹ است، وآنبرای کاهش آسان تر است. تنظیمترانسفورماتور ۲ به

نظر میرسد. موثرترین راه حل باشد. باز هم، ممکن است اینزمانی کهفرکانس رزونانسی دور از

فرکانسهارمونیک مشترک ۵ام، ۷ام، و ۱۱ام، و غیره باشد برای کاهشرزونانس لازم نباشد.

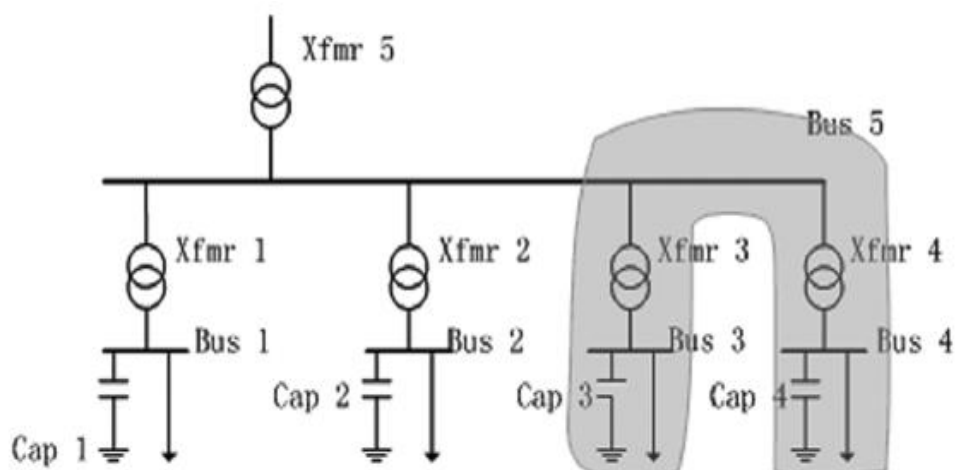
جدول ۱۷ تغییرامپدانسمودالبا توجه بهافزایش ۵٪ اجزای پارامتر $AT h=5.1 p.u$

Component Parameter	Modal Impedance Change (%)	Combined Driving Point Impedance Change at Buses 3 and 4 (%)
Capacitance of Capacitor 4	-44.4	-48.17
Capacitance of Capacitor 3	-37.0	-43.34
Reactance of Transformer 4	-34.8	-38.99
Reactance of Transformer 3	-21.9	-25.50
Reactance of Transformer 5	-16.7	-21.97



شکل ۳-۱۶ عوامل مشارکت و حساسیت نرمال سازی برای حالت رزونانس $h=5.65 p.u$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۳-۱۷ روش رزونانس برای حالت رزونانس $h=5.65$ p.u

۳-۱۵ تجزیه و تحلیل روش پیشنهاد شده با روشهای آنالیز مدل دیگر

جدایی از روش آنالیز مد رزونانس هارمونیک پیشنهاد شده ، دو گونه ی دیگر از این روشها که مقادیر ویژه

شبکه را تعیین می کنند ، در دسترس قرار گرفته اند .نوع اول از مدل فضای حالت یک شبکه RLC

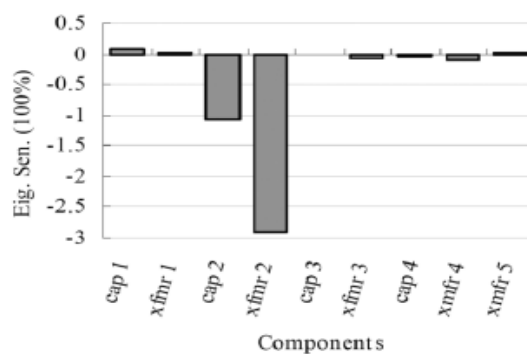
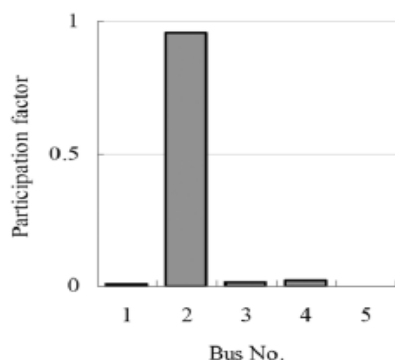
بهره میگیرد و مشخصات رزونانسی سیستم را با توجه به مقادیر ویژه ماتریس حالت ، تجزیه و تحلیل

می کند.این یک روش شناخته شده است که در اصل برای بررسی عملکرد گذرای شبکه شکل گرفته

است.نوع دوم ، آنالیز فضای بردارهای ماتریس Y در فرکانس انجام می دهد.با توسعه روش آنالیز مد

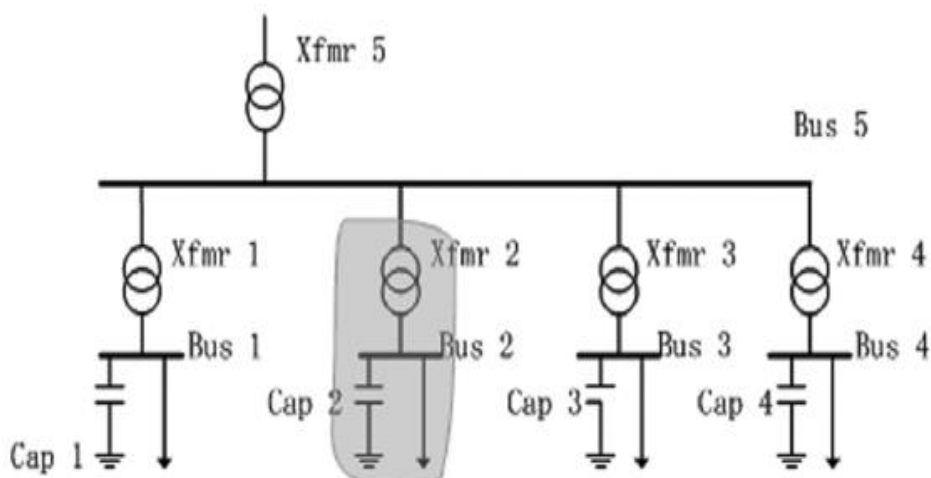
رزونانسی تعیین شباهت ها و تفاوت های این روش با روش های دیگر ، کاری ضروری به نظر میرسد.در

این بخش به این سوالات پاسخ میدهیم.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۳-۱۸ عوامل مشارکت و حساسیت نرمال برای حالت تشدید $h=6.20p.u$



شکل ۳-۱۹ روش رزونانس برای حالت رزونانس $h=6.20p.u$

۳-۱۶ روش فضای حالت مبتنی بر مدل

آنالیز فضای حالت یک شبکه ی خطی در کتب مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است و مبنایی برای آنالیز گذرای شبکه میباشد. در تئوری، متغیرهای حالت یک شبکه خطی، جریان، سلف ها و ولتاژ خازن هاست. پس یک شبکه قدرت میتواند مانند زیر مدل شود.

رابطه (۳-۳۶)

$$\dot{x} = Ax + bu$$

که در آن x بردار حالت A ، یک ماتریس حالت، u بردار تحریک و b ماتریسی است که u را به مشتق

متغیرها حالت مربوط میکند. با حل این معادله به پاسخ های گذرای یک شبکه دست پیدا میکند. پاسخ

شکل به فرم زیر است:

رابطه (۳-۳۷)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$x(t) = e^{At}x(0) + \int_0^t e^{A(t-\tau)}bu(\tau)dt.$$

e^{At} با بکار گیری تجزیه ویژه مشخص می گردد. نتیجه، مقادیر ویژه ی A است که مدهای بردارهای شبکه نامیده می شود. یک سوال مهم که بایستی مشخص گردد این است که: چه رابطه ای میان مدهای ماتریس A با مدهای ماتریس Y وجود دارد؟ برای مشخص کردن این رابطه، یک سیستم در شکل ۳-۱۹ به عنوان مثال آورده شده است. مدل فضای حالت این سیستم میتواند به صورت زیر شکل گیرد: در این مدار ساده، مدهای فضای حالت که در این مقاله λ_A نشان داده شده است. (که اندیس A به معنی ماتریس A است) میتواند به صورت تحلیلی، به صورت زیر محاسبه شود:

رابطه (۳۸-۳)

$$\lambda_A = \sigma_A \pm j\omega_A = -\frac{R}{2L} \pm j\frac{\sqrt{4LC - R^2C^2}}{2LC}$$

پاسخ (ولتاژ) شبکه به تحریک جریان سینوسی با فرکانس W به فرم زیر است:

رابطه (۳۹-۳)

$$V(s) = K_1 e^{\sigma_A t} \cos(\omega_A t + \phi_1) + K_2 \cos(\omega t + \phi_2)$$

که K_1 ثابتی است با ساختاری بسیار مختلط. از آن جایی که هیچ رابطه ای با آنالیز بعدی ندارد، پس K_1 را در این جا حذف میکنیم:

رابطه (۴۰-۳)

$$K_2 = \sqrt{\frac{R^2 + \omega^2 L^2}{(1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 R^2 C^2}}$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

پدیده میشود که λ_A در واقع پاسخ گذرای سیستم را تعیین میکند W_A . که پاسخ فرکانس گذرای سیستم است. فرکانس طبیعی سیستم را مشخص میکنند. ∂_A سرعت میرا شوندهگی بخش گذرا را تعیین کرده و ضریب میرا شوندهگی نامیده میشود. عکس ∂_A ثابت زمانی شبکه است. پس میتوان این گونه برداشت کرد که λ_A در واقع پارامتری است که با پاسخ های گذرای شبکه ارتباط دارد. با توجه به این موضوع، عنوان بهتری که میتوان برای ماتریس A در نظر گرفت، اغتشاش های گذرا است نسبت به هارمونیک که این خودی پدیده ی فضای حالت است. بایستی توجه داشته باشید که اگر یک تحریک سینوسی با فرکانس نزدیک به W_A . داشته باشیم سیستم پاسخ قوی تری از خود نشان می دهد. با آنالیز پارامتر K_2 میتوان این امر را درک کرد. با مرتب کردن

معادله داریم:

رابطه (۳-۴۱)

$$K_2 = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{\omega^2 + 4\sigma_A^2}{((\omega - \omega_A)^2 + \sigma_A^2) ((\omega + \omega_A)^2 + \sigma_A^2)}}$$

معادله ۳-۴۱ نشان میدهد که اگر ω به W_A نزدیک شود K_2 ، میتواند بسیار بزرگ گردد. اگر $\partial_A, K_2 = 0$ به بینهایت

میل میکنند. این توضیحی دیگر از رزونانس است. یک رزونانس هنگامی رخ میدهد که فرکانس تحریک به فرکانس طبیعی سیستم نزدیک میشود، از این منظر λ_A میتواند مورد بررسی پدیده ی رزونانس مورد بررسی قرار گیرد. مدهای مشخص شده توسط تکنیک آنالیز مد رزونانسی، توسط ۲ پارامتر مشخص

$$\frac{d|Z|}{d\omega} = 0.$$

میگردد. فرکانسی که امپدانس نقطه کار شبکه ماکزیمم شود و امپدانس در این شبکه

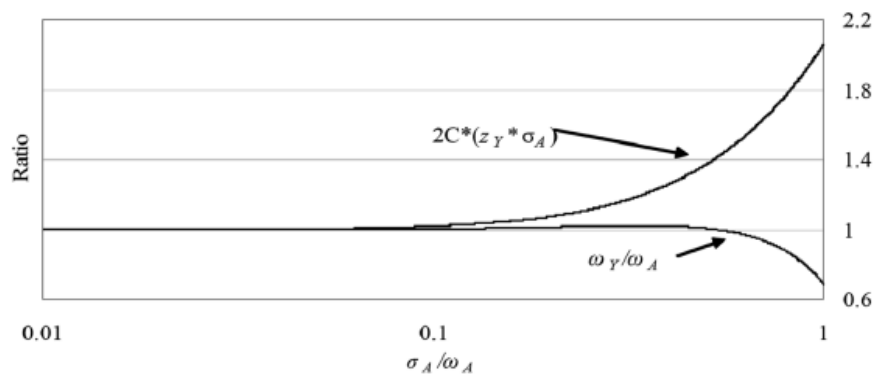
نتایج در معادلات ۴۲ و ۴۳ که در پایین صفحه قرار گرفته اند. که اندیس γ مشخص میکند که مدها از روی ماتریس Y_F شبکه بدست آمده است. W_γ فرکانس مد رزونانس و Z_γ اندازه ی بزرگی امپدانس

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مودال است. Z_Y نمایانگر درجه ی تقویت یک تحریک جریانی است. این دو پارامتر، مد رزونانسی λ_Y را

نشان میدهد. از معادله ۴۲ میتوان دید که $\omega_Y \neq \omega_A$ این دو فرکانس تنها هنگامی که $\partial_A = 0$

میشود با هم برابر میگردند.



شکل ۳-۲۰. مقایسه دو مجموعه از پارامترهای مودال.

معادله ی ۴۲ نشان میدهد که Z_Y هیچ رابطه ساده ای با ضریب میرا شونگی ∂_A ندارد. این آنالیز بیان میدارد که هیچ ارتباط یک به یکی میان λ_Y و λ_A وجود ندارد. داشتن اطلاعات از یک مد، لزوماً منجر به

فهمیدن روش های دیگر نمیشود. این گفته، به خصوص در مورد پارامترهایی میرا شونگی ∂_A و Z_Y

صادق است. تفاوت میان این دو مد نیز به صورت عددی مورد مقایسه انجام گرفته است. شکل ۳-۲۰

نسبت $\omega_A \omega_Y / \omega_A$ را به صورت تابعی از ∂_A نشان میدهد. به ازای ∂_A بزرگ، دیده میشود که تفاوت به

صورت قابل ملاحظه ای افزایش می یابد. همچنین این شکل حاصل ضرب اسکالر $Z_Y * \partial_A$ را نیز رسم

میکند. توجه داشته باشید که Z_Y بزرگتر، دمپینگ کوچکتری را در محدوده ی هارمونیک به دست

میدهد و یک ∂_A کوچکتر، دمپینگ کوچکتری را در محدوده ی گذرا به دست میدهد. پس $Z_Y * \partial_A$

اندازه ی تفاوت میان دو پارامتر میرا شونگی است. نتیجه نشان میدهد.

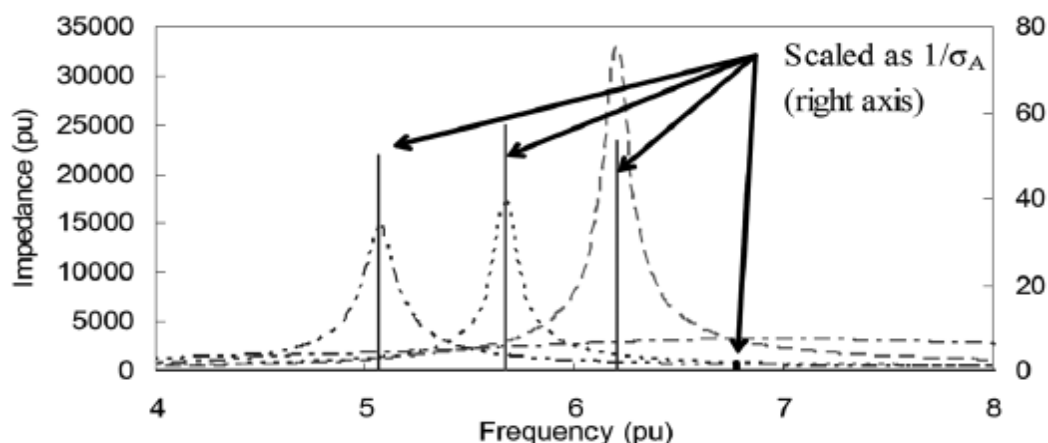
که $Z_Y * \partial_A$ ثابتی است برای مقادیر خیلی کوچک میرا شونگی. اگرچه آنالیز فوق، در یک سیستم ساده

انجام گرفته است ولی نتایج حاصل از آن عمومیت دارند. این به واسطه آن است که سیستم Z مدهایی

برای سیستم چند حالته، یا چند گره ارائه میدهد. از این آنالیز نسبی مشاهده میشود که λ_A و λ_Y

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

مفاهیمی متفاوت دارند گرچه با یکدیگر در ارتباط اند. هر مفهوم، معنی فیزیکی و توضیح مختص به خود را دارد. هنگامی که میراشوندگی سیستم کوچک است، از یکی میتوان برای تقریب زدن دیگری استفاده کرد. خالی از فایده نیست که اشاره کنیم، تفاوت های میان این دو مفهوم در آنالیز مدارات مدرن مشخص شده اند.



شکل ۳-۲۱. مودالاسکننتیچرها برای سیستم آزمون پنج باسنشان داده شده در شکل ۹.

علاوه بر تفاوت های اساسی ذکر شده در فوق، این دو مفهوم، مشخصات متمایز دیگری نیز دارند که در زیر خلاصه شده اند. مدهای ماتریس A دارای $\frac{1}{S}$ میباشند که مشخصات زمانی شبکه را تعریف میکنند، از سوی دیگر مدهای ماتریس Y_F مشخصه ی امیدانسی دارند که مشخصات فرکانسی شبکه را تعریف میکنند. Z_Y بزرگی جریان تحریک سینوسی را مشخص میکند. در حالی که θ_A سرعت به صفر میل کردن حالت گذرا را معلوم میکند. تعداد مدهای λ_A با اندازه ی ماتریس A برابر است. به هنگام به کارگیری آنالیز هارمونیک، از دید فرکانسی، این مدها به صورت نقاط گسسته ای در نظر گرفته می شوند از سوی دیگر، تعداد مدهای λ_Y با اندازه ی ماتریس Y_F برابر است. این مدها در تمامی فرکانس ها موجود است. این تفاوت به راحتی در شکل ۳-۲۱ دیده میشود. که در آن مدها بر حسب توابعی از فرکانس سیستم شکل ۹ رسم شده اند. مدهای λ_A تنها شامل ۵ میله است، از آن جایی که یکی از آنها dc است فقط ۴ تا از آنها در شکل نشان داده شده است. مدهای λ_Y منحنی هایی اند با قله هایی در فرکانس رزونانسشان. منحنی ها

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

اطلاعات بیشتری را نسبت به میله ها فراهم میکنند. چرا که شدت رزونانس در فرکانسهای به غیر از فرکانس رزونانس را نیز مشخص میکند. این امر برای آنالیزهای هارمونیک، مهم تلقی می شوند، زیرا فرکانسهای هارمونیک به ندرت با $\omega_A \omega_Y$ منطبق می شوند. شکل ۳-۲۱ همچنین تایید میکند که Z_Y و ∂_A رابطه ی تناسبی با هم ندارند. برای مثال سه میله اول (مدهای λ_A) اندازه های قابل مقایسه ای دارند که نشان دهنده ی آن است که شدت رزونانس می بایست نزدیک به هم باشد. هر چند، نتایج اسکن مودال نشان می دهد که میله ی سوم بسیار شدید تر از دو میله ی اولی است. این نتیجه بیان می دارد که

شدت رزونانس نمیتواند به وسیله ی مقایسه ∂_A در مدهای مختلف، تعیین گردد. آنالیز λ_A اطلاعات زیادی را در گره ها که رزونانس میتواند به راحتی دیده یا تحریک شود، به دست نمیدهند. این امر به واسطه ذاتی فرمولاسیون ماتریس A است که از مفهوم گره ای بهره نمیگیرد. بردار مشخصه ماتریس Y_f اطلاعات مهمی را در مورد انتشار یا حوزه های یک رزونانس هارمونیک، فراهم می کند. این یک مزیت قابل توجه دیگر از روش آنالیز مد رزونانسی است. این یکی دیگر از مزیت قابل توجهیاز روش تجزیه و تحلیل حالت رزونانس است.

رابطه (۳-۴۲)

$$\omega_Y = \sqrt{-4\sigma_A^2 + \sqrt{(\omega_A^2 + \sigma_A^2)(\omega_A^2 + 9\sigma_A^2)}}$$

$$z_Y = |Z_Y| = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{\omega_Y^2 + 4\sigma_A^2}{((\omega_Y - \omega_A)^2 + \sigma_A^2)((\omega_Y + \omega_A)^2 + \sigma_A^2)}} \lambda_A$$

تجزیه و دو شاخص حساسیت را

تحلیل ارائه می دهد $\frac{d\partial_A}{d\alpha}$ و $\frac{d\omega_A}{d\alpha}$ جایی که α پارامتر اجزای شبکه است.

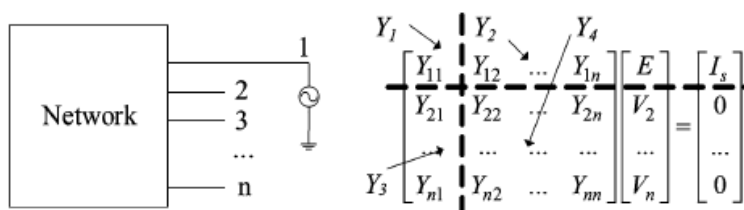
λ_Y تنها به تجزیه و تحلیل حساسیت $\frac{dZ_Y}{d\alpha}$ میپردازد. عبارت $\frac{d\omega_A}{d\alpha}$ برای تجزیه و تحلیل λ_A منحصر به فرد است.

این امر نشان دهنده ی تاثیریک پارامتر در فرکانس رزونانس است. این اطلاعات برای تجزیه و تحلیل λ_Y در

دسترس نیست. از این منظر، می توان دید که تجزیه و تحلیل λ_A دارای مزیت است. تجزیه و تحلیل λ_Y باید

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

برای پوشش دادن بهاینمهماطلاعات بهبود پیدا کند.



شکل ۳-۲۲. مطالعه سیر رزونانس

۳-۱۷ مسائل مربوط به اجرا

علاوه بر نظریه های متفاوت، این دو نظریه مودالتجزیه و تحلیل مجزادر پیاده سازیدارد.

(۱) تجزیه و تحلیل انتقال تابع اساسی: اگر تبدیل لاپلاس اعمال شود، می توان به دست آورد:

$$x(s) = (sI - A)^{-1} bu$$

$$= \frac{\text{adj}(sI - A)}{(s - \lambda_{A1})(s - \lambda_{A2}) \dots (s - \lambda_{An})} bu$$

رابطه (۳-۴۳)

جایی که $\text{adj}(sI - A)$ به این معنی است که ماتریس الحاقی از $(sI - A)$ باین تغییر حالت، نیز می تواند به عنوان قطب های یک سیستم مقابل درک باشد. تابع انتقال بین ورودی و خروجی جریانه های خروجی و ولتاژ به صورت زیر بیان شده:

رابطه (۳-۴۴)

$$y(s) = K \frac{(s - o_1)(s - o_2) \dots (s - o_n)}{(s - \lambda_{A1})(s - \lambda_{A2}) \dots (s - \lambda_{An})} u(s)$$

جایی که o_i نشان دهنده صفر تابع انتقال است. بر خلاف قطب ها، صفرها به ورودی و خروجی وابسته است. که آنها نشان دهنده حالت های سیر رزونانس است این دیده می شود که علاوه بر صفر، حوزه ی S و فرمول تابع انتقال هر گونه اطلاعات تجدید را ارائه نمی دهد. آنها فقط یک دیدگاه جایگزین در حالت های گذرا یک شبکه را ارائه می دهد. در واقع، فضای تجزیه ماتریس A که هنوز هم موثر ترین راه برای پیدا کردن نقطه صفر است. به عنوان

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

مثال تجزیه و تحلیل پایدار سیگنال کوچک برنامه SSAT روش تجزیه و تحلیل حالت رزونانس همچنین می تواند حالت های سری رزونانس را نشان می دهد. برای مثال، اگر یکی می خواهد رزونانس سری را چک کنید می توانید از گره 1، یک منبع ولتاژ با دامنه ی 1.0 در هر واحد به این گره وارد شده همانطور که در (شکل ۳-۲۲ را ببینید). ماتریس گره شکل ۳-۲۲ می تواند به صورت زیر مرتب شود. [9]

رابطه (۳-۴۵)

$$\begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_3 & Y_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E \\ V_{2...n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_s \\ 0_{2...n} \end{bmatrix} \Rightarrow I_s = (Y_1 - Y_2 Y_4^{-1} Y_3) E.$$

رزونانس سری به معنی منبع جریان نزدیکی نهایت است. این به این معنی است که یکی از مقادیر ویژه Y_4 بسیار کوچکی شود. تجزیه و تحلیل حالت رزونانس ماتریس Y_4 برای تعیین رزونانس سری استفاده می شود (رزونانس سری به طور کلیک نگرانیدر تجزیه و تحلیل هارمونیک نیست).

۲) تجزیه و تحلیل ماتریس $Y(s)$: شبکه های برقی بسیار آسان تر از دیدگاه تجزیه و تحلیل گره ها درک میکنند. مرجعاً بهره گیری از گره حوزه S ماتریس $Y(s)$ برای پیدا کردن نقطه سیستم با استفاده از فرمول زیر است

رابطه (۳-۴۶)

$$Y(s)V(s) = I(s).$$

و حالت های $Y(s)$ به ارزش S :

رابطه (۳-۴۷)

$$\det(Y(s)) = 0.$$

به طور مستقیم محل معادله غیر خطی در بالا کار بسیار پیچیده است. بنابراین، مشکل فرمول در قالبیک تابع انتقال بینترزیق جریان ولتاژ با سو پس از آن روش نیوتن را فسونبرای محاسبه نقطه هارفع میشود.

این تجزیه و تحلیل $Y(s)$ اطلاعات مقادیر ویژه مشابه را فراهم می کند. به عنوان فضاتجزیه و تحلیل در ماتریس

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

A همچنین مهم است که بردارهای ویژه که در ارتباط با $Y(S)$ هستند دارای معنای متفاوت ماتریس Y_f در مورد $Y(S)$ ، بردار $V(S)$ و پاسکسینوسیرا از بخش واقعیت نشان نمیدهد.

(۳) مبتنی بر فضای دولترمول حد اقل دارای دو محدودیت های مدل سازی است. یکی از

این مدل خطوط پارامتر توزیع شده است. به دانش ما، هیچ روشی در دسترس نیست که شاملیک مدلدن ماتریس فضای حالت باشد. فرمول $Y(S)$ برای رسیدگی به این محدودیت توسعه داده شد. متاسفانه، این روش باعث می شود که راه حل عددی از حالت S پیچیده تر شود. محدودیت دیگری این است که مدلا میداند سوابسته به فرکانس $Z(f)$ است.

این امپدانس در تجزیه و تحلیل هارمونیک شایع است. به عنوان مثال، یک منبع سیستم می تواند با چنین امپدانس ا ارائه کرد. به طور مستقیم مدلا جزای وابسته به فرکانس در ماتریس A یا $Y(S)$ تشکیل ماتریس

ممکن نیست. ایجاد شبکه های معادل "RLC" ابتدا با استفاده از روش های سنتز شبکه می باشد. C . $Y(h)$ تجزیه و تحلیل مودال: بر اساس نوع دو روش مبتنی بر تجزیه و تحلیل فضا است. برای تعیین مقادیر ویژه ماتریس $Y(h)$ که در آن h مخفف فرکانس هارمونیک در هر واحد است. این روش گسترش مستقیم Y (۶۰ هرتز) روش تجزیه و تحلیل فضا به فرکانسهای هارمونیک است. همانطور که در مقالات نشان داده شده است، سود اصل ارائه شده توسط تجزیه و تحلیل $Y(h)$ که از کوچکترین مقدار ویژه $Y(h)$ می توان

برای تخمین پاسخ $Y(h)$ استفاده کرد. از منظر تجزیه و تحلیل حالت هارمونیک رزونانس، به راحتی می

توانید یک نقص مضر از روش $Y(h)$ پیدا کرد: این امر بسیار نادر است که فرکانس رزونانس

فرکانس هارمونیک منطبق باشد. مقادیر ویژه تجزیه و تحلیل در فرکانس محدود غیر رزونانس (به عنوان مثال،

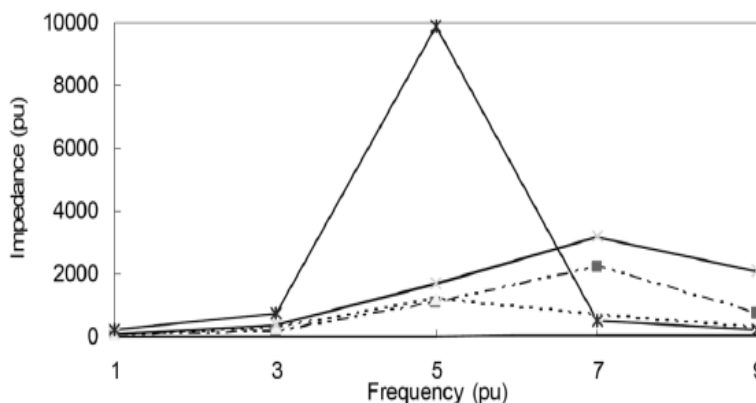
فرکانس هارمونیک) نمی تواند اطلاعات معنی داری برای ویژگی های رزونانس یک شبکه را فراهم کند. شکل ۳-

۲۳ تجزیه و تحلیل $Y(h)$ برای سیستم مشکل نمونه را ارائه دهد. الگوریتم جدید می تواند روش هایی که قطعه

ها در محدوده فرکانس غیر هارمونیک آن در دسترس نیست را شناسایی کند. در نتیجه، می توان نتیجه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

گرفت کپروش $Y(h)$ می تواند تجزیه و تحلیل هارمونیک رزونانس را انجام میدهد. با وجود مشکلات فوق، این روش ممکن است تجزیه و تحلیل جریان قدرتمساز با شناسایی تاثیر جریان های بار هارمونیک در اعوجاج ولتاژ باس را پشتیبانی می کند.



شکل ۳-۲۳. مودالنتیجه یارائه شده در روش $Y(h)$

۳-۱۸ جمع بندی:

این فصل پیشنهاد و توسعه ای برای روش حساسیت مودالو کمک به تجزیه و تحلیل رزونانس هارمونیک سیستم های قدرت ارائه داده است. مفاهیم حساسیت مودال معرفی شده، از جمله ماتریس حساسیت و حساسیت به اجزای واقعی شبکه، و فرم های نرمالاست. شاخص های حساسیتی تواند به شناسایی اجزای شبکه بحرانی درگیر در هر حالت تشدید کمک کند. این اطلاعات بسیار مفید برای طراحی استراتژی و کاهش مشکلات رزونانس هارمونیک است. در این مقاله بیش تر به تجزیه و تحلیل و مقایسه در سه نوع از تکنیک های تجزیه و تحلیل مودال شبکه گرا انجام شده است. روش رزونانس تجزیه و تحلیل حالت ماتریس مبتنی بر Y_f مناسب برای تجزیه و تحلیل رزونانس هارمونیک است. همچنین به مطالعه خصوصیات اسکن فرکانس سیستم توزیع سه فاز معمولی با تجزیه و تحلیل محاسبه ماتریس امپدانس آن می پردازد. و نتیجه آن بستگی به دستگاه غیر خطی ترزیق جریان امپدانس سیستم دارد. سه نوع از دستگاه های غیر خطی پنج پولوژیسیستم خطی این اساس طبقه بندی را بررسی می کنیم. سیستم پاسخ هارمونیک باید ترکیبی از انواع دستگاه غیر خطی و توپولوژی بار خطی باشد. این نظر منجر

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

به 11 ساختار مختلف ماتریس امپدانس هارمونیک معادل برای تعیین مشخصات رفتار کانساز شبکه سه فاز مطالعه قرار گرفت. اکثر بسته های تجاری اجازه می دهد که اسکنفرکانس سیستم محاسبه می شود.



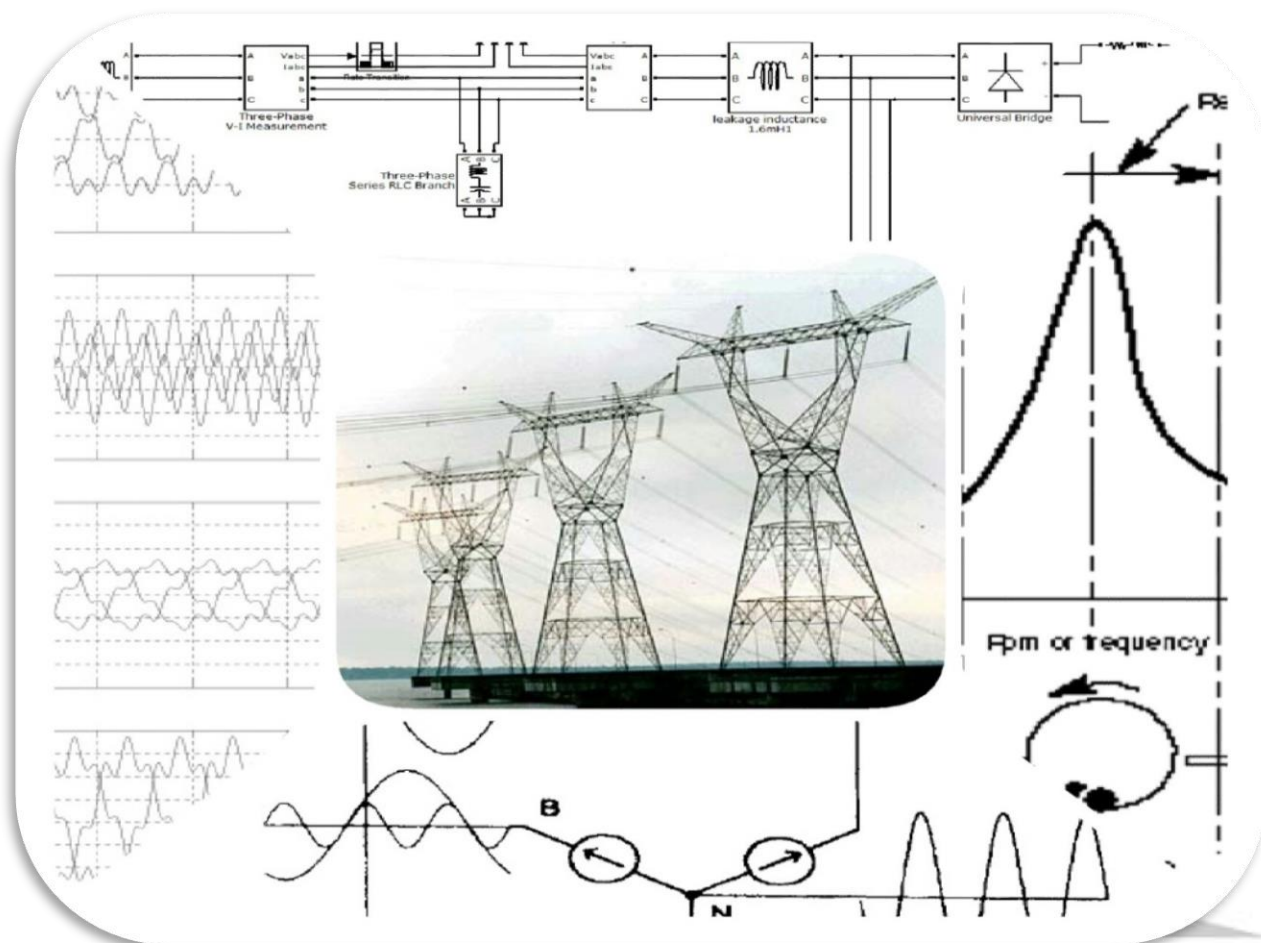
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل چهارم

شبیه سازی رزونانس هارمونیک در سیستم های قدرت



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



WikiPower.ir

۱-۴ مقدمه:

برای درک بهتر از اثر رزونانس هارمونیک، یکی از روش های مناسب تجزیه و تحلیل با استفاده از نرم افزار است. در این فصل به بررسی شبکه های ساده که در آن ها عناصر غیر خطی و به وجود آورنده رزونانس هارمونیک است پرداخته شده است.

۲-۴ طراحی مدار

شکل ۱-۴ شبکه مورد نظر را نشان می دهد که مشخصات هر المان ثبت شده است. این شبیه سازی با

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نرم افزار متلب انجام شده است. این مدار از یک بانک خازنی 150 (C1) مگاوار که توسط بار سری RLC سه

فاز مدل شده است. و همان طور که مشخص است در این مدار از سه فیلتر که با استفاده از فیلتر هارمونیک

سه فاز مدل شده است. یک فیلتر بالا گذر نوع (F1) که روی 3rd و 150 مگاوار تنظیم شده است. یک

فیلتر دوبل (F2) که روی 11/13th و 150 مگاوار تنظیم شده و همچنین از یک فیلتر بالا گذر (F3)

که روی 24th و 150 مگاوار تنظیم شده. رنج مگاوار کل با فیلترهای تنظیم شده در مدار برابر با 600 مگاوار

است. همچنین از یک قطع کننده مدار سه فاز (Brk1) که برای اتصال فیلتر در باس AC استفاده شده

است. powergui را روی "امپدانس در مقابل اندازه گیر یفرکانس". قرار دادیم. مقادیر طراحی شده برای این

مدار به صورت زیر است:

مقادیری که در شبیه سازی و طراحی مدار استفاده شده است در جدول زیر ذکر شده است. [11], [10]

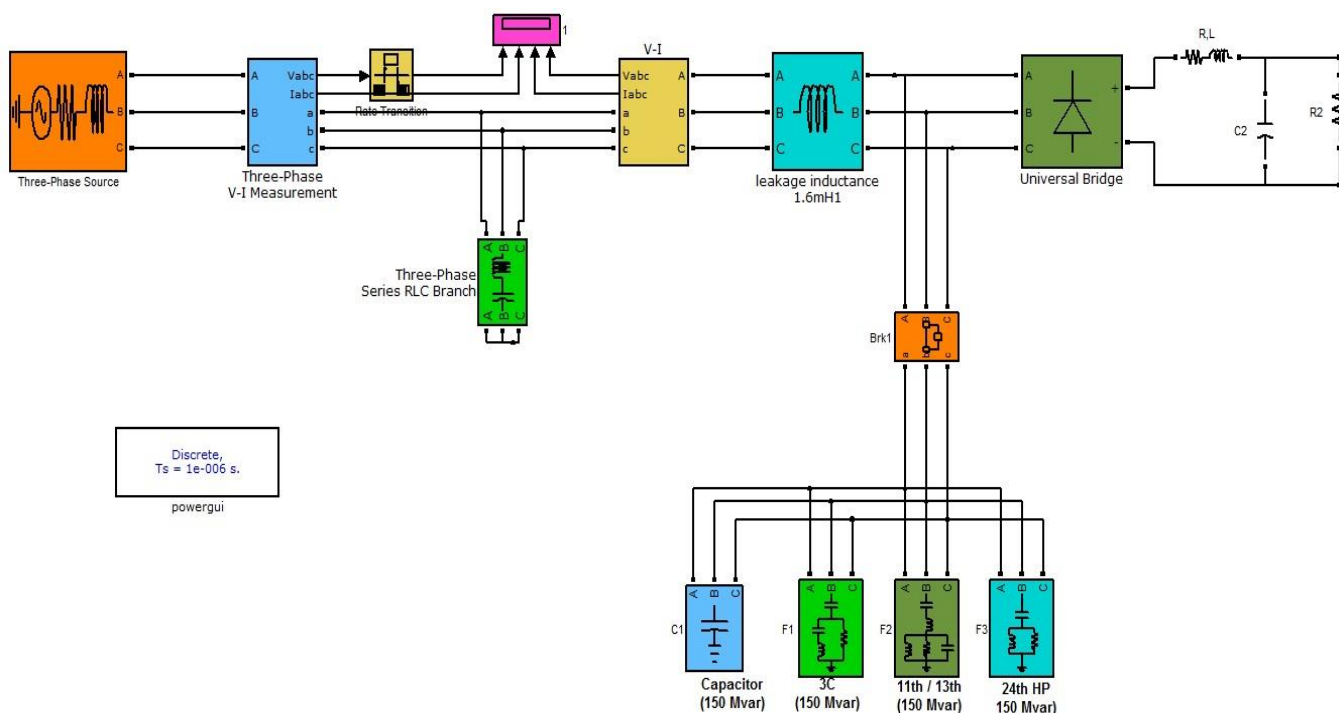
WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

جدول (۱-۴) مقادیر شکل (۲-۴)

COMPONENTS	PARAMETER VALUES
Source Voltage	$V_{abc} = 220V_{rms}$
Line inductance at source side	$L_{sabc} = 1.6mH$
Line inductance at rectifier side	$L_{Rabc} = 23mH$
Rectifier load capacitance	$c_2 = 50\mu F$
Rectifier load resistance	$R_2 = 78 \Omega$
LC Branch	1.6mH, 25 μ F
R,L	1 Ω , 5mH
Universal Bridge	DIODE
F_1	150Mvar
F_2	150Mvar
F_3	150Mvar
C_1	150Mvar

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۲-۴) یک نمونه سیستم قدرت

بر اساس شکل (۲-۴) و شکل (۳-۴)، بار غیر خطی توسط دیود ۶ پالس هیکسو کننده نشان داده شده

است. استفاده از یکسو کننده دیود از نظر اقتصادی بهینه

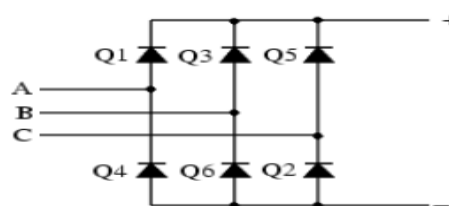
است. بلوک کدیود یکسو کننده از کتابخانه SimPowerSystems در بلوک Universal به دست آمده. این نوع

دیود یکسو کننده تولید جریان هارمونیک ۵ام، ۷ام، ۱۱ام، ۱۳ام و سایر مولفه های هارمونیک بالاتر

است. هارمونیکهای ۵ام و ۷ام می باشد که جزء مهم ترین هارمونیک ها است که باعث آلودگی شدید

هارمونیک در سیستم قدرت میشود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۴-۳) دیود یکسو کننده

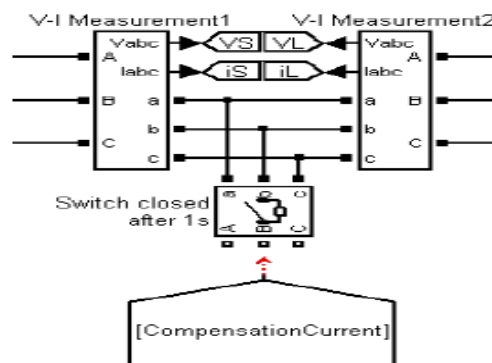
بر اساس شکل (۴-۴) و شکل (۴-۵)، قطع کننده مدار به عنوان سوئیچینگ استفاده می شود. تایمر به منظور

مشاهده انتقال بین منبع جریان و اعوجاج بلوک قطع کننده مدار می توان از کتابخانه SimPowerSystem

بدست آورد. همانطور که در شکل نشان داده شده است این مدار قطع کننده سوئیچینگ فاز ABC آن در

زمان اولیه باز است. زمان انتقال هم روی یک ثانیه تنظیم شده است که قطع کننده مدار 1s بسته خواهد

شد. پارامترهای دیگری مانند مقاومت و خازن snuber به عنوان پیش فرض تنظیم شده است.



شکل (۴-۶) سوئیچینگ تایمر

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

Parameters

Initial status of breakers: open

Switching of phase A

Switching of Phase B

Switching of phase C

Transition times (s): 1

External control of switching times

Breakers resistance R_{on} (ohms): 0.001

Snubbers resistance R_p (Ohms): 1e6

Snubbers capacitance C_p (Farad): inf

Measurements: None

شکل (۴-۷) پارامترهای سوئیچینگ تایمر

۴-۳ شبیه سازی

هنگامی که یکی از اینفرکانسهای مربوط بهفرکانسیکه توسطبارهایغیر خطیرزونانس ممکن است تولید شود

در آولتاژوجریان سیستمی تواند به شدت دچار اعوجاج شود. این وضعیت معمولاً به

عنوانرزونانسهارمونیک شناخته شده است. هنگامی که یک بار غیر خطیجریان هارمونیک I_p را در فرکانس

f_p تولید می کند،ولتاژیکهدر سراسرامپدانس ظاهریبه نظر می رسد برابر $V_p = QX_{Leq}I_p$ می شود

.همان طور که میدانیم X_{Leq} درفرکانس تشدیداستاز آنجا کههر دو مولفه X_{Leq} و Q بزرگ هستند،ولتاژ

V_p می تواند بسیاربزرگباشدحتی زمانی کهجریانهارمونیک I_p بسیار کوچک است.،یک جریان

هارمونیککوچک میتواندولتاژ بزرگدر نزدیکیبانک خازنیتولیدکند. شکل موج ولتاژآنبه

شدتدچاراعواجشدهو تحتفرکانس رزونانس است. در پدیده رزونانس ولتاژ مدار شکل سینوسی خود را

حفظ نموده ، دامنه نوسانات ولتاژ بطور فوق العاده افزایش می یابد.برای مشاهده پدیده رزونانس یک

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

بار مدار خود را بدون خازن موازی و امپدانس آنالیز کرده و خروجی را مشاهده میکنیم. خروجی مدار

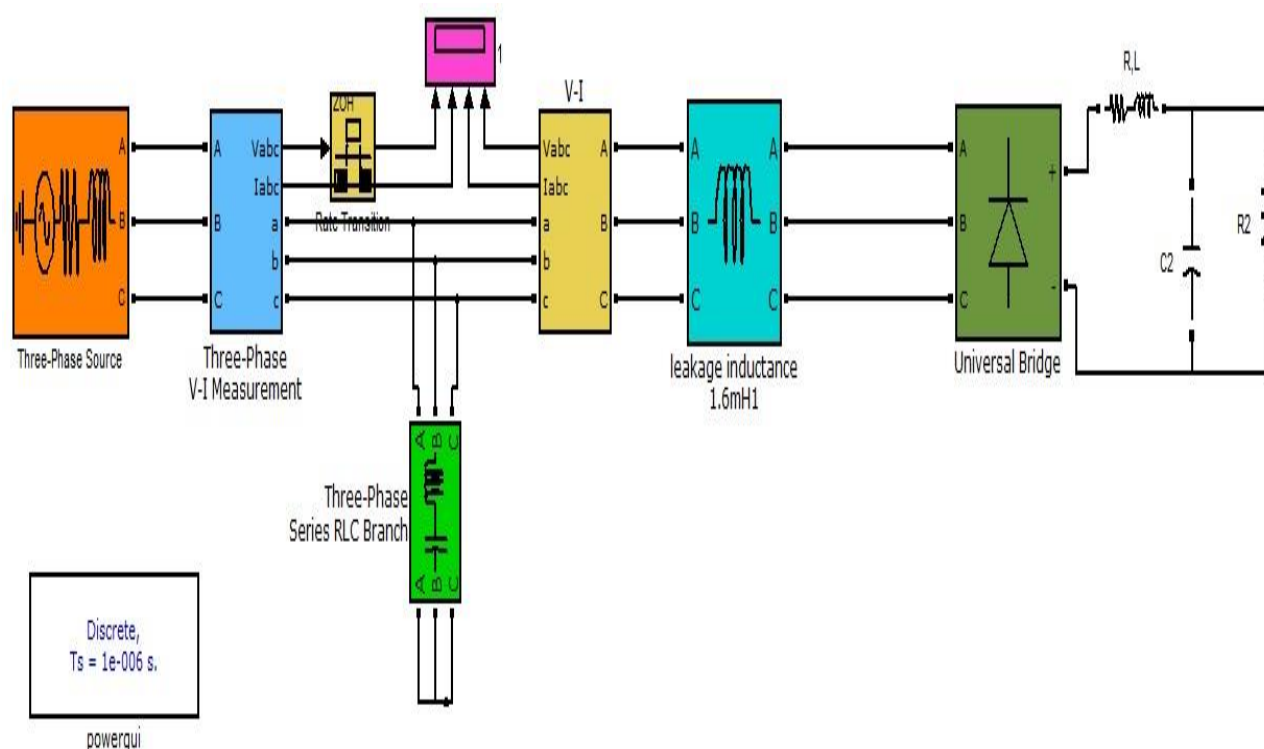
۸-۴ در شکل ۹-۴ مشاهده میشود. همانطور که میبینیم شکل موج جریان و ولتاژ باس بارها کاملاً

سینوسی و ایده آل بوده و شکل ما عاری از هارمونیک است. بار دیگر یک خازن ۱۵۰مگاوار موازی به

مدار شکل ۴-۱۰ اضافه میکنیم. چون مقدار خازن به درستی طراحی نشده است در شکل موج خروجی

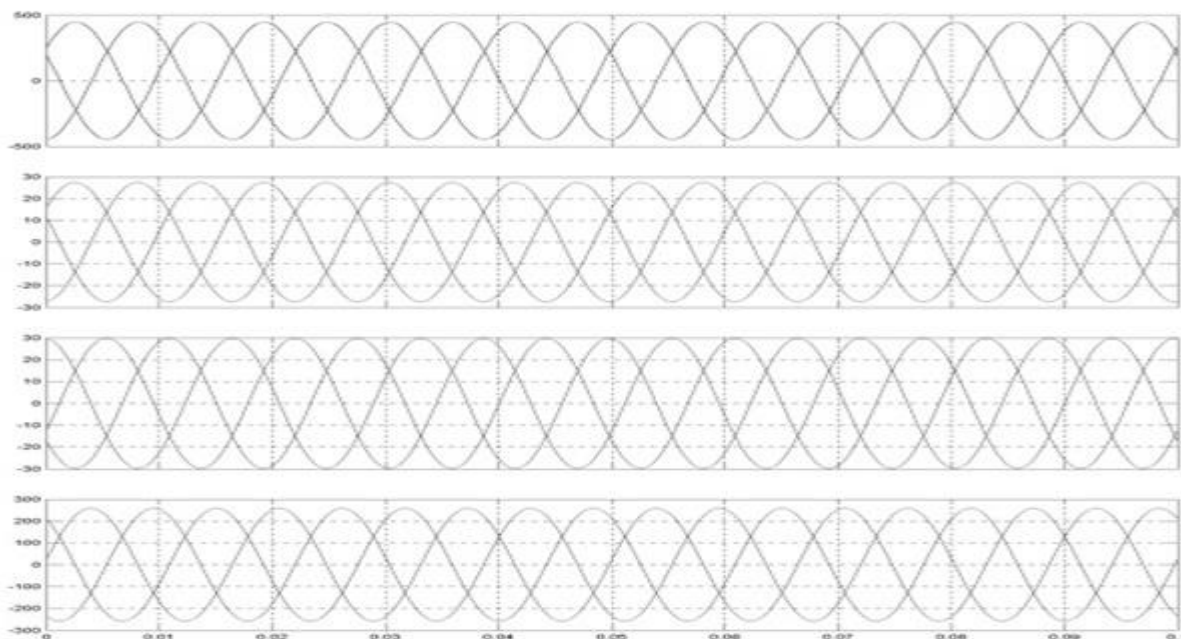
رزونانس دیده نمیشود. وضعیت تشدید هنگامی رخ میدهد که امپدانس Z دیده شده از منبع حداکثر

باشد. [12]



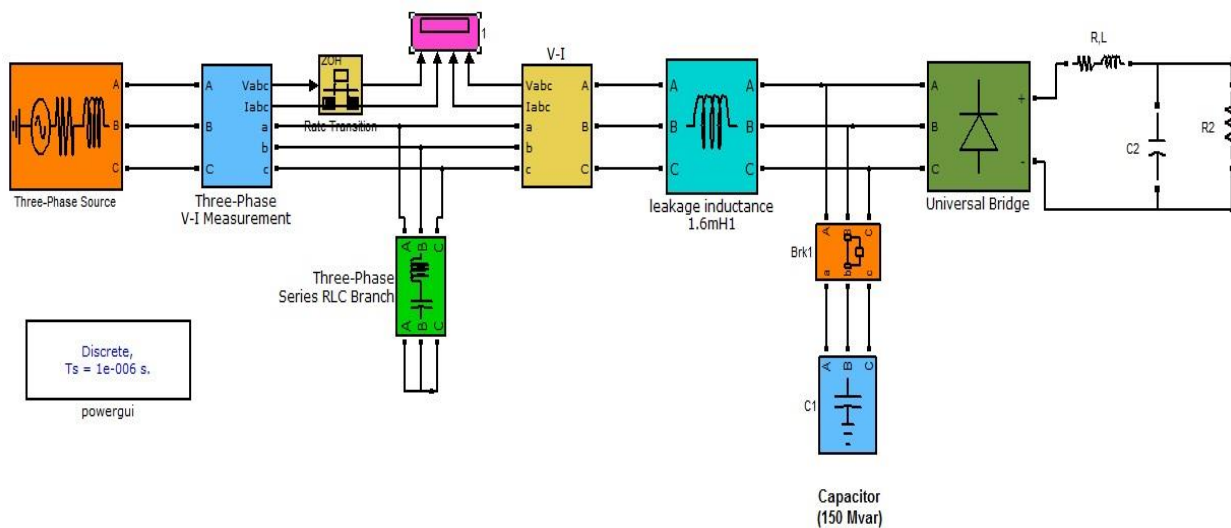
شکل (۸-۴) یک نمونه سیستم قدرت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



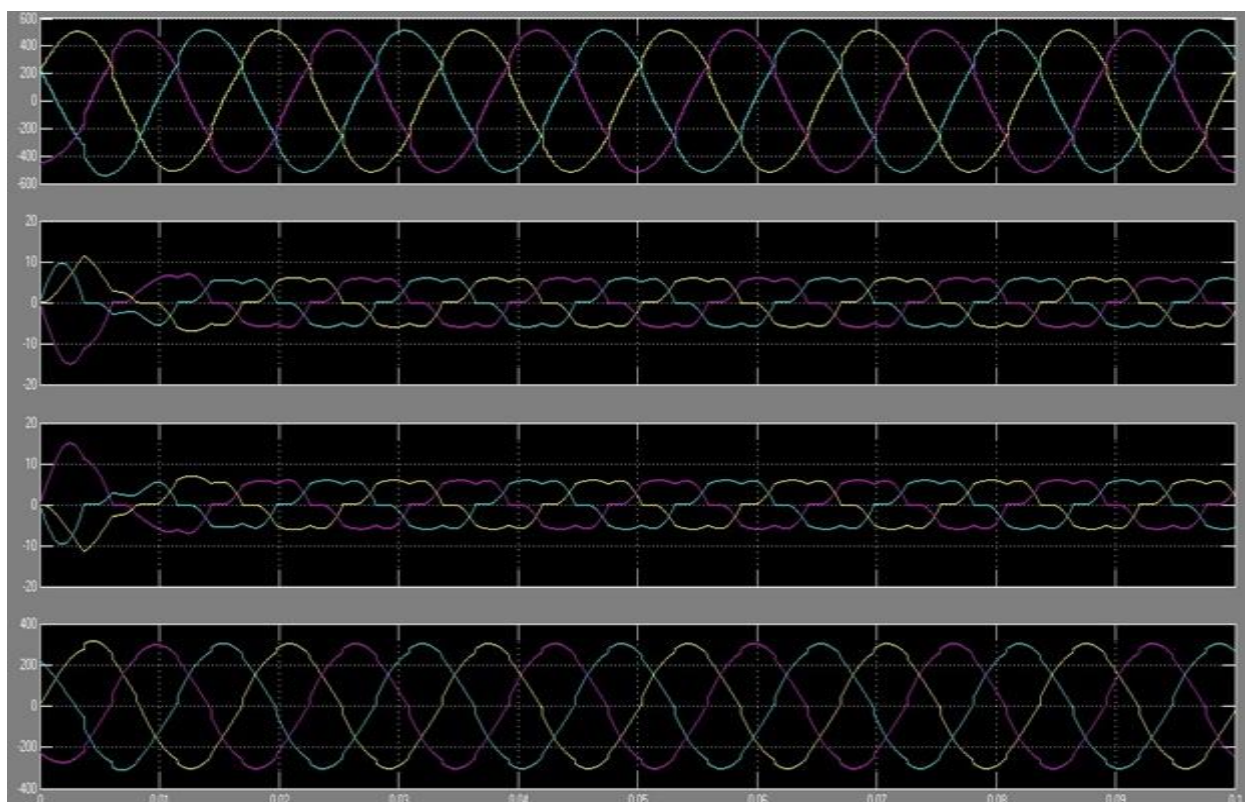
شکل (۴-۹) خروجی موج باس ۴-۸

این بار یک خازن ۱۵۰ مگاوار را به مدار اضافه میکنیم و خروجی باس حاصل از آن را میبینیم.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۴-۱۰) یک نمونه سیستم قدرت

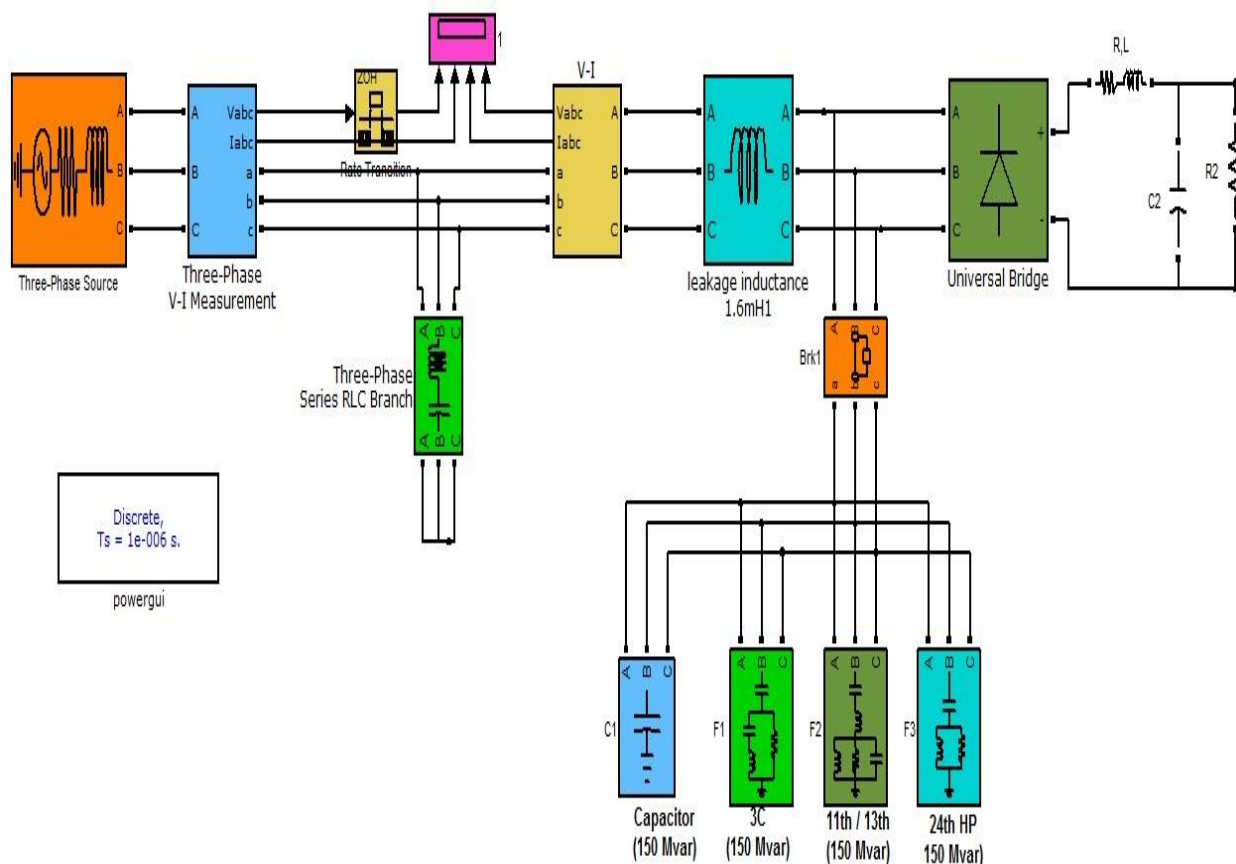


شکل (۴-۱۱) خروجی باس شکل ۴-۱۰

مدار شکل ۴-۱۰ را با امپدانس موازی زیر کامل میکنیم. همان طور که میبینیم شکل موج باس بار از حالت سینوسی خود خارج شده و حاوی مولفه هارمونیک می باشد. در سیستم زیر علاوه بر عناصر غیر خطی از خازن موازی نیز استفاده کردیم. خازنهای موازی که برای تصحیح ضریب قدرت مورد استفاده قرار میگیرند در فرکانسهای مختلف امپدانس سیستم را شدیداً تحت تأثیر قرار می دهند. خازنها خود عامل تولید هارمونیک نیستند ولی اعوجاج هارمونیک گاهی اوقات به دلیل خضور خازن تشدید می گردد. در خازنهای مورد استفاده در صنعت، ظرفیت خازن داده نمی شود بلکه مقدار خازن برحسب

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

Kvar یا Mvar بیان می شود.



شکل (۴-۱۲) یک نمونه مدار قدرت برای نمایش پدیده رزونانس

با اضافه کردن عناصر غیر خطی و امپدانس موازی مناسب به سیستم شکل موج خروجی باس حاوی

رزونانس میشود. با استفاده از روش هایی که در فصل قبل به آن اشاره کردیم، با استفاده از شکل موج

جریان و ولتاژی که در اختیار داریم میتوانیم فرکانس رزونانس را تخمین بزنیم. با استفاده از این فرکانس

رزونانس تخمین زده شده و روشهای ارائه شده میتوان تشدید هارمونیک را کاهش دهیم تا از صدمات

ناشی از این پدیده به سیستم های قدرت جلوگیری کنیم.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۴-۱۳) شکل موج باس حاوی رزونانس

۴-۴ جمع بندی

در این بخش ما به شبیه سازی یک سیستم قدرت پرداختیم که با اضافه کردن امپدانس موازی شکل موج باس آن به تشدید هارمونیک آلوده می‌شود. همان طور که بررسی ها نشان می‌دهد با قرار دادن مقدار امپدانس دلخواه پدیده رزونانس را مشاهده نکردیم، ولی زمانی که برای سیستم قدرت صنعتی خود یک امپدانس

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

صنعتی در رنج مگاوار قرار دادیم, شکل موج خروجی نمایانگر پدیده رزونانس شد. با استفاده از روش های

ارائه شده و تخمین فرکانس رزونانس میتوان پدیده تشدید را کاهش داد.



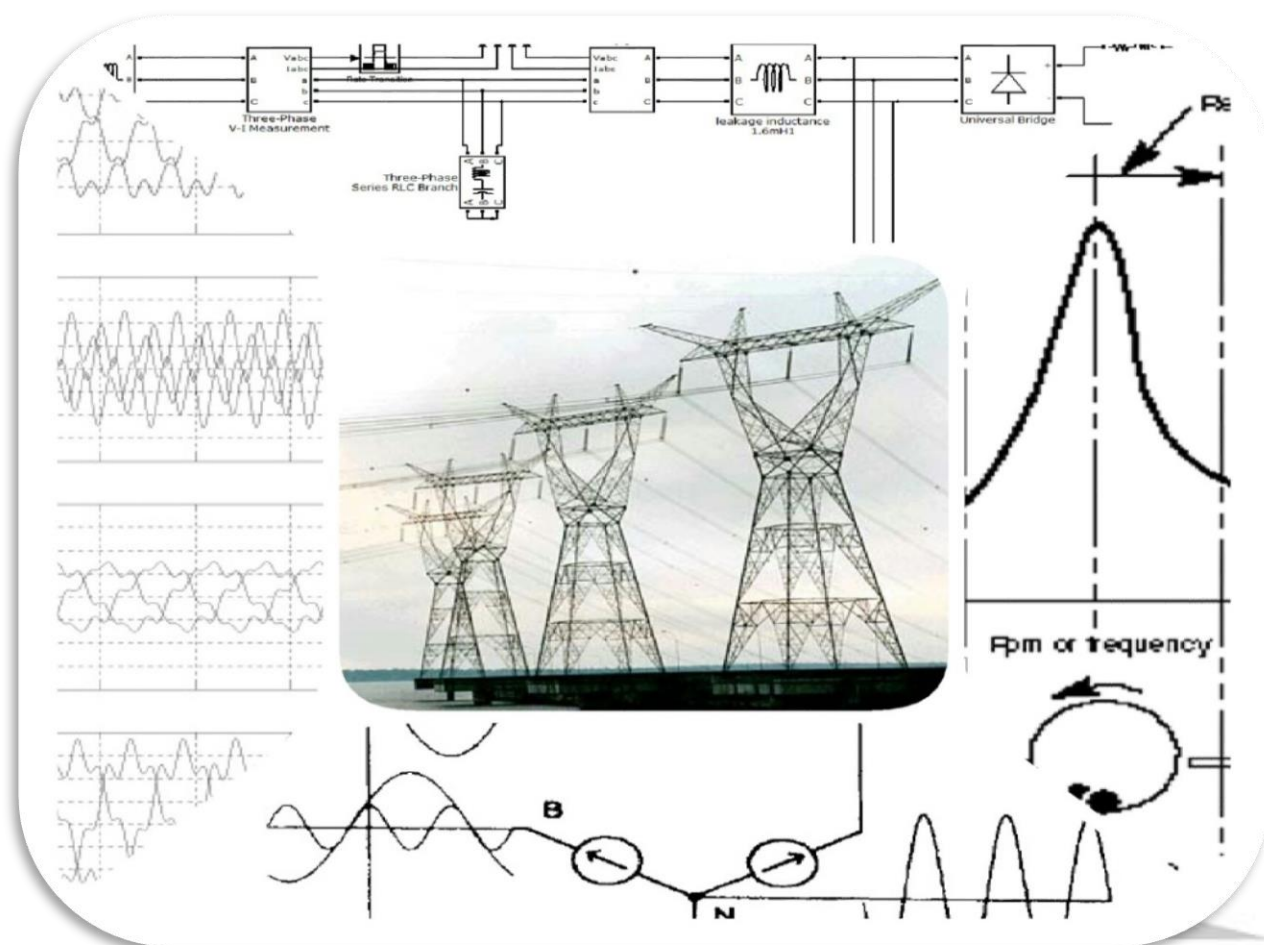
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل پنجم

نتیجه گیری



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



گیری

نتیجه

۱-۵

این پایان نامه به تعیین و بررسی پدیده رزونانس در سیستم های الکتریکی پرداخته است. همچنین روش های مختلفی برای آنالیز تشدید هارمونیک و فرکانس رزونانس را ارائه دادیم. با مطالعه تعاریف و روش های مربوطه در این بخش نه تنها موجب افزایش امنیت و سلامتی و طول عمر آنها خواهد شد بلکه سبب کاهش هزینه های پیش بینی شده و نشده در بکار گیری انرژی الکتریکی می شود. در بخش اول تعاریف و کلیات رزونانس را مورد بررسی قرار دادیم. پس از مطالعه مشخصه های رزونانس بر اساس تجزیه و تحلیل گسترده و مقایسه ارائه شده در این بخش، نتایج اصلی به شرح زیر به دست آمده است:

۱- ماتریس مبتنی بر تجزیه و تحلیل مودال Y_f که در فصل ۳ به آن اشاره شد بهترین انتخاب برای تجزیه و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

تحلیل رزونانس هارمونیک است. و ماتریس $Y(S)$ تجزیه و تحلیل مودال برای تجزیه و تحلیل رزونانس هارمونیک مناسب نیست. این روش ممکن است برای تجزیه و تحلیل جریان قدرتهای هارمونیک مفید باشد. فشار محاسباتی در واقع بیشتر از روش های دیگر است. مفاهیم محاسباتی مودال معرفی شده، از جمله ماتریس حساسیت و حساسیت به اجزای واقعی شبکه، و فرم های نرمال است. شاخص های حساسیتی می تواند به شناسایی اجزای شبکه بحرانی درگیر در هر حالت تشدید کمک کند. این اطلاعات بسیار مفید برای طراحی استراتژی و کاهش مشکلات رزونانس هارمونیک است. در این پروژه بیش تر به تجزیه و تحلیل و مقایسه در سه نوع از تکنیکهای تجزیه و تحلیل مودال شبکه گرا انجام شده است. سهم اصلی نتیجه گیری به شرح زیر خلاصه شده است.

۲- اطلاعات حساسیت مفیدترین حساسیت نرمال شده از امپدانس مودال بحرانی (دامنه) با توجه به پارامترهای مولفه است. این اطلاعات می تواند به شناسایی اجزای سازنده در حالت رزونانس خاص درگیر کمک کند.

۳- حساسیت مقادیر ویژه حساسیت عناصر قطری ماتریس امپدانس به عنوان عوامل مشارکت مودال نشان داده شده است. بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که عوامل مشارکت یک نوع حساسیت مودال هستند.

۴- تجزیه و تحلیل مقایسه ای سه روش تجزیه و تحلیل مودال را نشان می دهد که تجزیه و تحلیل مودال بر اساس فضای حالت برای تجزیه و تحلیل انتشار گذراریک شبکه مناسب تر است.

همچنین مطالعه خصوصیات اسکن فرکانس یک سیستم توزیع سه فاز معمولی با تجزیه و تحلیل محاسباتی امپدانس می پردازد. و نتیجه آن بستگی به دستگاه غیر خطی تزریق جریان امپدانس سیستم دارد. سیستم پاسخ هارمونیک باید ترکیبی از انواع دستگاه غیر خطی و توپولوژی باشد. اکثر بسته های تجاری اجازه می دهد که اسکن فرکانس سیستم محاسبه می شود. روش پیشنهاد شده همچنین قادر است پاسخ فرکانس را به صورت تحلیلی مورد مطالعه قرار دهد. این روش در دو نمونه استفاده از مدل ساده از دستگاه های خطی ارائه شده است. شبیه سازی هادر هر دو نمونه ساخته شده است، و به عنوان مثال برای اولین بار نیز با اندازه گیری های تجربی تایید شده است. در فصل آخر با طراحی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مقدار امپدانس مناسب و قرار دادن به صورت موازی در مدار قدرت پدیده رزونانس را شبیه سازی کردیم و اثر تخریبی را بر روی شکل موج باس مشاهده کردیم. هدف ما از ارائه این پروژه معرفی و شناخت پدیده رزونانس و معرفی راهکار های مناسب برای کاهش اثر این پدیده بر روی سیستم های قدرت بوده است که بیان این مطلب را در طی پنج فصل شرح دادیم.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ضمیمه:

پاسخسیستم بستگی به عناصر غیر فعال متصل شونده دارد جدول انواع دستگای غیر خطی، جدول ا، میتوان

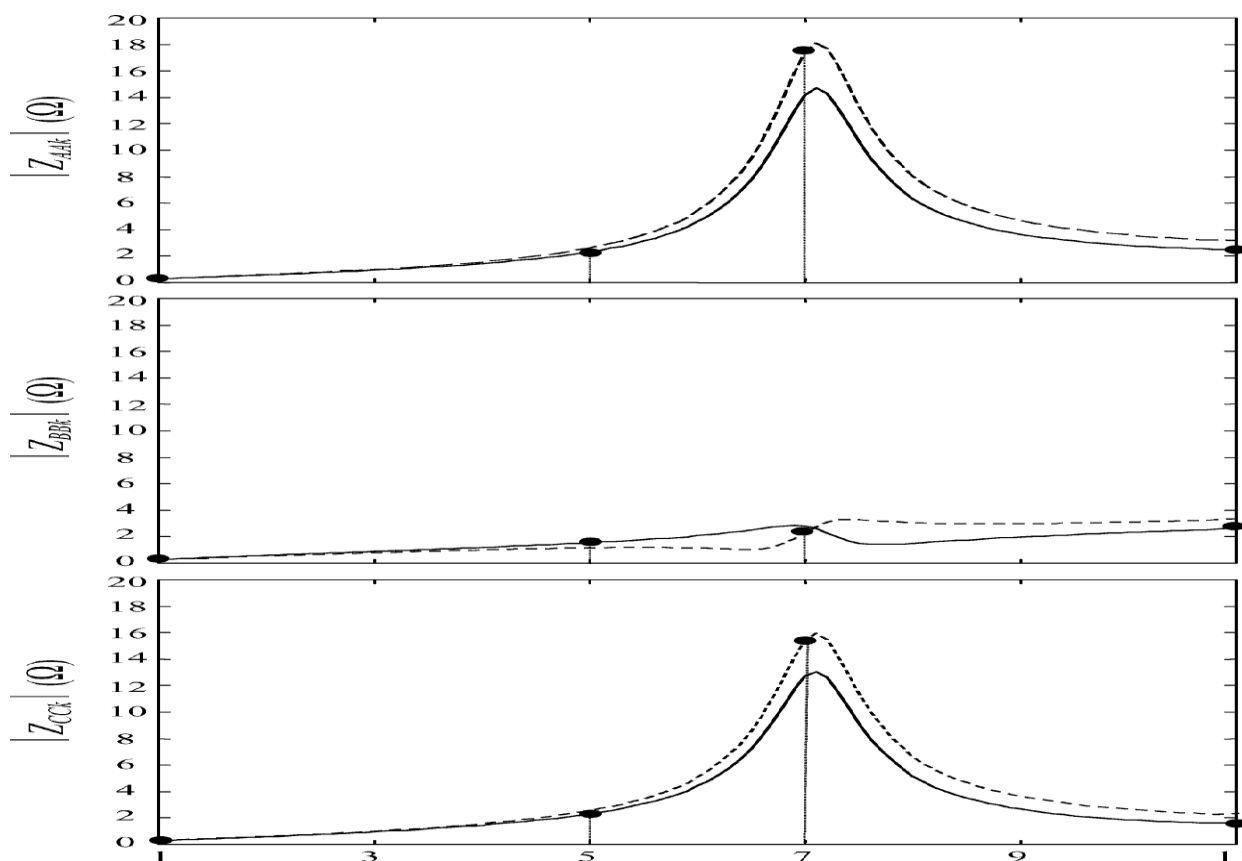
این عناصر را "مشاهده" کرد. بنابراین، با توجه به موارد زیر است [9]:

• متغیر ∂Y_K تعیین کننده ماتریس ادیتاناسات، $\{Y_{BUSK}\}$ در:

$m=a^2$ و $n=a$ برای هارمونیک $k=1,7,\dots$

$m=a$ و $n=a^2$ برای هارمونیک $k=5,13,\dots$

• FGH در مراحل مربوط به دنباله ABCABC.... به عنوان مثال با (F=B, GH=CA)



شکل اسیستم محرک میباشد. که برای خط پیوسته $k=5,11,\dots$ و خط شکسته $k=1,7,\dots$

و ترکیبی از انواع دستگای غیر خطی و توپولوژی بار خطی است.

۶-۲ نوع R:

جریان های غیر خطی از نوع دستگاه R با توجه به جدول ادر این مورد، معادلات ریسمپدانس هارمونیک را می توان

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

بهامیدانسه نقطه محرک کاهش می یابد اگر جریان مجموعه ای از توالی مثبت مرتبط باشند:

$$(\underline{I}_{Bk} = \underline{a}^2 \underline{I}_{Ak} \text{ and } \underline{I}_{Ck} = \underline{a} \underline{I}_{Ak} \text{ where } k = 1, 7, \dots) \text{ since}$$

$$\underline{V}_{Fk} = (\underline{Z}_{FFk} + \underline{a}^2 \underline{Z}_{FGk} + \underline{a} \underline{Z}_{FHk}) \underline{I}_{Fk}, \quad F = A, B, C$$

رابطه (۱-۶)

و یا اگر آنها منقبض باشند:

$$\underline{I}_{Bk} = \underline{a} \underline{I}_{Ak}$$

$$\underline{I}_{Ck} = \underline{a}^2 \underline{I}_{Ak} \text{ where } k = 5, 13, \dots) \text{ since}$$

$$\underline{V}_{Fk} = (\underline{Z}_{FFk} + \underline{a} \underline{Z}_{FGk} + \underline{a}^2 \underline{Z}_{FHk}) \underline{I}_{Fk}, \quad F = A, B, C.$$

رابطه (۲-۶)

با توجه به عبارات فوق، پاسخ فرکانس سیستم را برای این هارمونیک ها ارائه شده است.

(۱) توپولوژی I:

$$\begin{aligned} \underline{V}_{Fk} = \frac{1}{\delta \underline{Y}_k^I} & (\underline{Y}_{GGk}^I \underline{Y}_{HHk}^I + \underline{m} (\underline{Y}_{FHk}^I \underline{Y}_{GHk}^I - \underline{Y}_{FGk}^I \underline{Y}_{HHk}^I) \\ & + \underline{n} (\underline{Y}_{FGk}^I \underline{Y}_{GHk}^I - \underline{Y}_{FHk}^I \underline{Y}_{GGk}^I) - (\underline{Y}_{GHk}^I)^2) \underline{I}_{Fk}, \\ & F = A, B, C. \end{aligned}$$

رابطه

(۳-۶)

(۲) توپولوژی IV:

رابطه (۴-۶)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\underline{V}_{Fk} = \frac{(\underline{Y}_{Mk}^{IV})^2 + \underline{Y}_{Mk}^{IV} \underline{Y}_{Nk}^{IV} - 2(\underline{Y}_{Nk}^{IV})^2}{\underline{\delta Y}_k^{IV}} \underline{I}_{Fk}, \quad F = A, B, C$$

(۳) توپولوژی V :

$$\underline{V}_{Fk} = \frac{1}{\underline{Y}_{Mk}^V} \underline{I}_{Fk}, \quad F = A, B, C.$$

رابطه (۵-۶)

۳-۶ نوع S

در این نوع ازدستگاههای غیر خطی ، کهدر مجموع از جریان هایسه فازتهیبرای به دست آوردنپاسخ فرکانسسیستماست .این وضعیتبرای تمامفرکانس هامعتبر است.بنابراین،پاسخ فرکانسیبه دست آمده و همچنین برایتمام فرکانسهامعتبر است.

(۱) توپولوژی I :

$$\begin{aligned} \underline{V}_{Fk} = & \frac{\underline{Y}_{GGk}^I \underline{Y}_{HHk}^I - (\underline{Y}_{GHk}^I)^2}{\underline{\delta Y}_k^I} \underline{I}_{Fk} \\ & + \frac{\underline{Y}_{Fhk}^I \underline{Y}_{GHk}^I - \underline{Y}_{FGk}^I \underline{Y}_{HHk}^I}{\underline{\delta Y}_k^I} \underline{I}_{Gk} \\ & + \frac{\underline{Y}_{FGk}^I \underline{Y}_{GHk}^I - \underline{Y}_{Fhk}^I \underline{Y}_{GGk}^I}{\underline{\delta Y}_k^I} \underline{I}_{Hk}, \quad F = A, B, C \end{aligned}$$

رابطه (۶-۶)

(۲) توپولوژی II :

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\begin{aligned} \underline{V}_{Fk} = & \frac{Y_{GGk}^{\text{II}} Y_{HHk}^{\text{II}} - (Y_{Nk}^{\text{II}})^2}{\delta Y_k^{\text{II}}} \underline{I}_{Fk} \\ & + Y_{Nk}^{\text{II}} \frac{Y_{Nk}^{\text{II}} - Y_{HHk}^{\text{II}}}{\delta Y_k^{\text{II}}} \underline{I}_{Gk} \\ & + Y_{Nk}^{\text{II}} \frac{Y_{Nk}^{\text{II}} - Y_{GGk}^{\text{II}}}{\delta Y_k^{\text{II}}} \underline{I}_{Hk}, \quad F = A, B, C \end{aligned}$$

رابطه (۶-۷)

(۳) توپولوژی III :

$$\underline{V}_{Fk} = \frac{1}{Y_{FFk}^{\text{III}}} \underline{I}_{Fk}, \quad F = A, B, C$$

رابطه (۶-۸)

۴-۶ نوع T

در این نوع از دستگاه غیر خطی، هیچ رابطه ای بین جریان های هارمونیک ها اعمال شده برای به دست

آوردن پاسخ فرکانس سیستم نیست بنابراین، این پاسخ برای تمام فرکانسها معتبر است.

(۱) توپولوژی I، II، و III همان عبارات به عنوان کسانی که مربوط به نوع S به (عنوان مثال، S-I، S-II، S-III)

(۲) توپولوژی IV:

$$\begin{aligned} \underline{V}_{Fk} = & \frac{(Y_{Mk}^{\text{IV}})^2 - (Y_{Nk}^{\text{IV}})^2}{\delta Y_k^{\text{IV}}} \underline{I}_{Fk} + Y_{Nk}^{\text{IV}} \frac{Y_{Nk}^{\text{IV}} - Y_{Mk}^{\text{IV}}}{\delta Y_k^{\text{IV}}} \underline{I}_{Gk} \\ & + Y_{Nk}^{\text{IV}} \frac{Y_{Nk}^{\text{IV}} - Y_{Mk}^{\text{IV}}}{\delta Y_k^{\text{IV}}} \underline{I}_{Hk}, \quad F = A, B, C \end{aligned}$$

رابطه (۶-۹)

(۳) توپولوژی V: همان اصطلاحات به عنوان V-7

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مراجع:

- [1] Dugan,ragore c;Translated by javad rouhi and the others; electrical power system Ouality;MazandaranUniversity; August1378;
- [2]Michael Leporace;" Harmonic Design Considerations" IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems,
IEEE Std 519-1992
- [3]M. Caro, L. Sainz;"Harmonic Mitigating Transformers (HMTs)" Res., vol. 76/12, pp. 1055–1063, Aug. 2006
- [4] Surya Santoso, Senior Member" Empirical Estimation of System Parallel Resonant Frequencies Using CapacitorSwitching Transient Data"; IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 20, NO. 2, APRIL 2005
- [5] Kyeon Hur;" An Improved Method to Estimate Empirical System Parallel ResonantFrequencies Using Capacitor Switching Transient Data"; IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 21, NO. 3, JULY 2006
- [6] Yu Cui," Harmonic Resonance Mode Analysis Using Real Symmetrical Nodal Matrices";IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 22, NO. 3, JULY 2007
- [7] Zhenyu Huang;" Application of Modal Sensitivity for Power System Harmonic Resonance Analysis" IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, VOL. 22, NO. 1, FEBRUARY 2007

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

[8] Luis Sainz; " Study of Electric System Harmonic Response" IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 19, NO. 2, APRIL 2004

[9] Luis Sainz; "Influence of the Steinmetz Circuit Capacitor Failure on the Electric System Harmonic Response"; IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 22, NO. 2, APRIL 2007

[10] Stan George Dan, Doniga Daniel Benjamin, R. Magureanu L. Asiminoaei, R. Teodorescu, F. Blaabjerg. Control Strategies of Active Filters in The Context of Power Conditioning. Power Electronics and Applications, 2005 European Conference. Location: Dresden. On page(s): 10 pp.-P.10., ISBN: 90-75815-09-3. INSPEC Accession Number: 9035839.

[11] Bayindir K. Cagatay; Ermis Muammer (2006). Understanding The Modelling and Analysis of a Shunt Active Power Filter Using MATLAB / Simulink. International Journal of Electrical Engineering Education. ISSN:0020-7209 Volume 43 Issue 3, July 2006, pp 185-205

[12] Jou, H. L. and Wu, H. -Y. New Single-Phase Active Power Filter. Proc. IEE Electric Power Applications. 1994. 141(3): 129-134