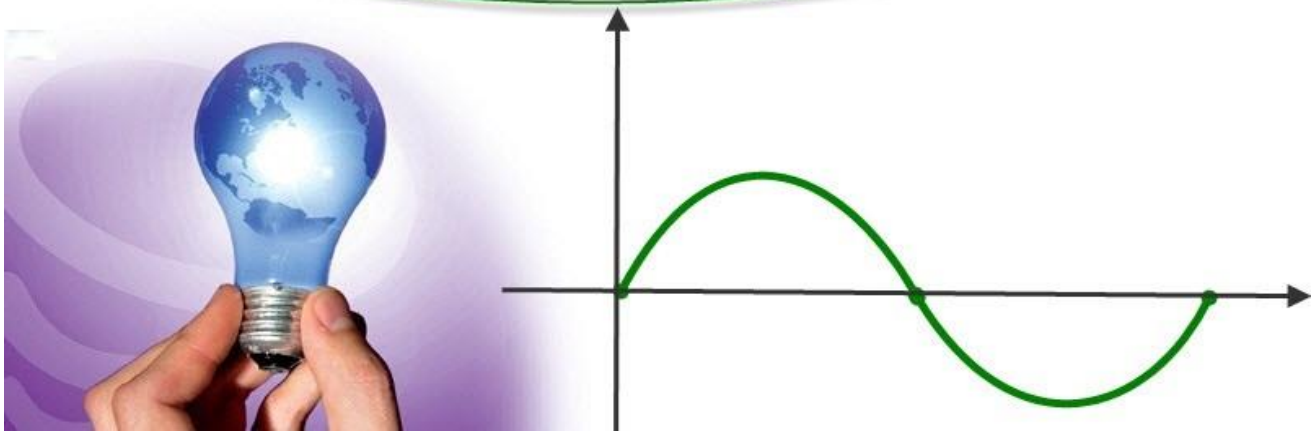
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم



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

موضوع پروژه:

معرفی، مدلسازی و کنترل جبران کننده ی UPQC

WikiPower.ir

برای خرید فایل word این پروژه اینجا کلیک کنید.
(شماره پروژه = ۳۴۱)
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

فهرست مطالب

چکیده ی مطالب۴

فصل ۱- مقایسه روش های کنترل سیستم UPQC و معرفی یک روش کنترل بهینه ۷

۱-۱- مقدمه

۱-۲- تئوری توان لحظه ای

۱-۳- پیکربندی UPQC

۱-۴- روش های کنترل

۱-۴-۱- تولید سیگنال مبنا

۱-۴-۲- کنترل مبدل های قدرت

۱-۴-۳- کنترل بهینه ی سیستم UPQC

۱-۵- شبیه سازی

۱-۶- نتیجه گیری

فصل ۲- روش کنترلی مناسب برای UPQC به منظور بهسازی جامع اغتشاشات مخل در کیفیت توان

۲-۱- مقدمه

۲-۲- ساختار UPQC و وظایف پایه ای

۲-۳- کنترل UPQC

۲-۳-۱- استراتژی کنترلی قسمت موازی

۲-۳-۲- استرتژی کنترلی قسمت سری

۲-۴- شبکه ی نمونه و مدلسازی اغتشاشات

WikiPower.ir

۲-۴-۱- بهسازی جریان

۲-۴-۲- بهسازی ولتاژ بار در باس PCC

۲-۵- نتیجه گیری

فصل ۳- بازآرایی شبکه های توزیع همراه با جایابی UPQC به منظور کاهش تلفات و بهبود سطح ولتاژ

۳-۱- مقدمه

۳-۲- تعریف تابع هدف مساله

۳-۳- الگوریتم ژنتیک

۳-۴- نحوه ی انجام بازآرایی همراه با جایابی UPQC در یک شبکه ی توزیع

۳-۵- شبیه سازی و نتایج عددی

۳-۶- نتیجه گیری

فصل ۴- بهبود کیفیت توان با استفاده از UPQS در شبکه های توزیع

۴-۱- مقدمه

۴-۲- اشکال فیلترهای اکتیو

۴-۳- ساختار UPQS

۴-۴- استخراج سیگنالهای مرجع

۴-۵- کنترل مبدلها

۴-۶- نتایج شبیه سازی

۴-۷- نتیجه گیری

منابع و مراجع

WikiPower.ir

چکیده ی مطالب :

این سمینار گذری مختصر بر فیلترهای اکتیو قدرت است که در آن به اجمال در مورد ساختار اولیه، طراحی وانواع این فیلترها مورد بحث قرار می گیرند.

هدف اصلی این رساله اینست که روش های مختلف طراحی فیلتر های اکتیو قدرت را با به کار گیری سیستم UPQC (Unified Power Quality Conditioner) را مورد ارزیابی و کنکاش قرار دهد و با مقایسه آنها در نهایت بتواند روشهای بهینه و کاربردی را معرفی نماید.

یک تفسیر مختصر اینست که یکی از عناصر شناخته شده در بهبود کیفیت توان UPQC است که شامل یک فیلتر اکتیو موازی، یک فیلتر اکتیو سری و لینک DC مشترک بین این دو فیلترمی باشد. این ترکیب که در سال ۱۹۹۸ ارائه شد، می تواند اعوجاجهای جریان ناشی از بارهای غیرخطی و ولتاژ منبع را جبران کرده و قابلیت اطمینان شبکه را برای حفاظت بارهای حساس افزایش دهد .

به طور خلاصه می توان چکیده فصول موجود را بدین صورت ارائه نمود :

فصل اول : کیفیت بد توان بدلیل تبعات نامطلوب اقتصادی آن، امروزه مورد توجه جدی قرار گرفته است.

UPQC در واقع ترکیبی از دو فیلتر فعال سری و موازی است که طرف dc آنها توسط یک خازن یا سلف به عنوان عناصر ذخیره کننده انرژی، به یکدیگر متصل شده است. این سیستم به طور همزمان قابلیت بهسازی و کنترل چند پارامتر شبکه را دارا است و می تواند در سیست مهای توزیع برای جبران بار هایی که جریان هامونیکی دارند، به کار رود.برای کنترل UPQC ابتدا سیگنال های مبنای جبرانسازی از روی سیگنال های اندازه گیری شده و با توجه به اهداف جبرانسازی استخراج می شود. در این فصل روش های استخراج سیگنال های مبنای جبران سازی در سه حوزه زمان، فرکانس و زمان- فرکانس مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین ضمن اشاره به رو شهای مورد استفاده برای کنترل مبدل های قدرت، روش کنترل ردیاب باند کلید زنی معرفی شده است. از تلفیق این روش با روش توان راکتیو لحظه ای می توان برای کنترل UPQC استفاده کرد. شبیه سازی

انجام شده با Simulink صحت عملکرد روش کنترل در حذف هارمونیک های موجود را نشان می دهد.

فصل دوم: در این فصل به قابلیت های یکی از ادوات کنترل پذیر پیوسته سیستم های Custom Power, یعنی UPQC پرداخته می شود .در ابتدا پس از بیان ضرورت کاربرد ادوات Custom Power , در شبکه های توزیع، ساختمان و اصول عملکرد UPQC بیان می شود. سپس استراتژی کنترلی جدید و اصلاح یافته ای با استفاده ازتئوری قاب مرجع همزمان برای UPQC ارایه می شود. با استفاده از این روش، نیازی به بکارگیری فیلت رهای بالا و پایین گذر که عموماً موجب ایجاد شیفت فاز و کاهش دامنه هارمونیک های عبوری از فیلتر ها می شوند نیست. از طرفی امکان تنظیم ولتاژ باس dc با استفاده از مدار کنترلی حلقه بسته ایجاد می شود و بطور همزمان آلودگی های موجود در بار (ازجمله عدم تعادلی) و منبع بهسازی (جبران) می گردد.

نکته برجسته روش پیشنهادی ایجاد توانایی متعادل سازی بار برای UPQC است.نتایج شبیه سازی توسط نرم افزار PSCAD/EMTDC بر روی یک شبکه توزیع نمونه تأیید کننده ایده و روش کنترلی ارائه شده دراین فصل بوده است.

فصل سوم : شبکه های توزیع برای دارا بودن قابلیت اطمینان بهتر معمولا به صورت غربالی یا حلقوی طراحی می شوند اما مشکلات حفاظتی مانند سطح اتصال کوتاه زیاد و لزوم رله های جریان دوطرفه، بهره برداری این شبکه ها را بصورت بهره برداری شعاعی میل می دهد. در شبکه های توزیع دو نوع کلید وجود دارد: کلیدهایی که در حالت معمول باز و کلیدهایی که در حالت معمول بسته هستند. بازآرایی و مدیریت باز و بسته شدن این کلیدها به منظور رسیدن به ساختاری از شبکه است که اهدافی مانند تلفات کمتر یا سطح ولتاژ بهتری را برآورده نماید. برای رسیدن به این اهداف، ساختارهای زیادی از شبکه و تعداد کلیدهای زیادی وجود دارند که باید باز و بسته شوند.

در اکثر کارهای صورت گرفته در مساله ی بازآرایی هدف، تنها کاهش تلفات اکتیو و بهبود سطح ولتاژ می باشد. در شبکه های توزیع، بازآرایی معمولا به صورت فصلی یا ماهانه صورت می گیرد اما با توجه به اتوماسیون در شبکه های توزیع و گسترش شبکه های هوشمند و در نتیجه قابلیت کنترل کلیدهای شبکه از راه دور، می توان بازآرایی را به صورت آنلاین انجام داد بنابراین زمان حل مساله

ی بازآرایی می تواند بسیار حائز اهمیت باشد. در این بخش به این مساله با تکیه بر جایابی UPQC پرداخته شده است.

فصل چهارم : در UPQC فیلتر اکتیو موازی علاوه بر جبرانسازی توان راکتیو و هارمونیکهای جریان بار، موظف به تامین و ک نترل سطح ولتاژ DC است که این موضوع علاوه بر پیچیده کردن مدار کنترل فیلتر اکتیو موازی، محدوده توان عناصر آن را نیز افزایش می دهد .

برای حل این مشکل استفاده از یک یکسو کننده کنترل شده با کنترلر مستقل برای حفظ ولتاژ DC علاوه بر فیلتر اکتیو موازی در UPQC پیشنها د شد و به عنصر جدید UPQS (Universal PowerQuality conditioning system) گفته می شو د . از این عنصر به منظور تامین ولتاژ و جریان کاملاً سینوسی برای تغذیه بارهای حساس به کیفیت ت و ان استفاده می شو د . در این فصل ، کنترل UPQS با استفاده از تئوری توان راکتیو لحظه ای (pq) تحقیق و نتایج شبیه سازی با نرم افزار PSCAD/EMTDC ارائه شده است.

مقایسه روش های کنترل سیستم UPQC و معرفی یک روش کنترل بهینه

مقدمه

امروزه با گسترش کاربرد بارهای غیرخطی مانند مبدل های صنعتی،کوره های قوس الکتریکی و منابع تغذیه سوئیچینگ در شبکه های توزیع از یک سو و افزایش بارهای حساس الکترونیکی که نیاز به منبع ولتاژ ایده آل سینوسی دارند از سوی دیگر؛ مساله کیفیت توان مورد توجه جدی قرار گرفته است. همچنین رقابتی شدن بازار انرژی الکتریکی در بسیاری از کشورها، افزایش سرمایه گذاری در زمینه عرضه انرژی الکتریکی با کیفیت مطلوب را در پی داشته است.

یکی از روش هایی که برای بهسازی کیفیت توان موجود است، نصب UPQC در شبکه توزیع- بویژه در جاورت بارهای غیرخطی- می باشد. UPQC ترکیبی از دو فیلتر فعال سری و موازی می باشد که توسط یک عنصر ذخیره کننده، اتصال مشترک DC دارند(Fryze). این جبرانساز متعلق به نسل جدید ادوات بهساز کیفیت توان بوده و برای اولین بار تحت عنوان universal active filter در ۱۹۹۵ پیشنهاد شده است(Akagi) .

یکی از مهمترین قسمت های سیستم UPQC بخش کنترل آن می باشد که وظیفه تولید سیگنال فرمان برای کنترل اینورترها را بر عهده دارد. در این فصل ضمن دسته بندی و مقایسه رو شهای کنترل سیستم UPQC به معرفی یک روش کنترل بهینه برای این سیستم پرداخته شده است. بخش ۲ به تعاریف توان لحظه ای که اساس روش زمانی استخراج سیگنال مبنا م یباشد پرداخته است. در بخش ۳ پیکربندی های رایج مدار قدرت سیستم مورد توجه قرار گرفته است. بخش ۴ به بررسی روش های کنترل اختصاص دارد. در این بخش روش های کنترل در دو قسمت استخراج سیگنا لهای مبنا و کنترل مبد لهای قدرت بررسی شده است. در بخش ۵ نتایج شبیه سازی ارایه شده و در پایان نتیجه گیری آمده است.

تئوری توان لحظه ای

با وجود اینکه تعاریف توان برای سیستم های سینوسی یکتاست؛ در حالت غیرسینوسی هیچ توافق عمومی برای استفاده از یک تعریف خاص وجود ندارد. تعاریف توان لحظه ای در دو حوزه زمان و فرکانس مطرح است. هم اکنون بدلیل کاربرد عملی در الگوریتم های کنترلی، تعاریف حوزه زمان بیشتر مورد توجه میباشد.

براساس تعاریف فریتس ۱ از توان لحظه ای، توان راکتیو شامل بخش هایی از ولتاژ و جریان می باشد که در ایجاد توان اکتیو شرکت نمی کنند. بر این اساس توان های لحظه ای اینگونه تعریف می شوند:

توان ظاهری:

$$S = VI \qquad (۱)$$

توان اکتیو:

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T p(t)dt = \frac{1}{T}\int_0^T v(t)i(t)dt = V_w I = VI_w \qquad (۲)$$

توان راکتیو:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = V_q I = VI_q \qquad (۳)$$

در تعاریف جدیدتر قسمتی از ولتاژ و جریان که در تولید توان اکتیو شرکت نم یکند، توان غیراکتیو نامیده میشود و توان راکتیو به عنوان زیر مجموعه ای از توان غیر اکتیو در نظر گرفته میشود (Clarke Transformation) .

Akagi مفاهیم جدیدی از توانهای اکتیو و راکتیو لحظه ای ارایه داده که در حالت های گذرا نیز معتبر است. در این تعاریف به منظور ساده سازی محاسبات از تبدیل کلارک استفاده شده است. با تبدیل $\alpha-\beta-O$ می توان ولتاژ جریان مولفه صفر را از مولفه های فازی جدا کرد و در محور O مستقل قرار داد. این موضوع از مزایای این روش میباشد و در قسمتهای بعد مورد استفاده قرار می گیرد. در مختصات $\alpha-\beta-O$ توان اکتیو لحظه ای به این صورت می باشد:

$$P = v_\alpha i_\alpha + v_\beta i_\beta + v_O i_O$$

توان اکتیو لحظه ای را میتوان به دو بخش توان اکتیو صفحه $\alpha\beta$ $(P_{\alpha\beta})$ و توان اکتیو مولفه صفر P0 تفکیک کرد. اگر توان را به عنوان حاصل ضرب ولتاژ در جریان در نظر بگیریم، حاصل ضرب ولتاژها و جریان های متناظر هر محور، معادل توان اکتیو و حاصل ضرب ولتاژها و جریان های غیر متناظر، بیانگر توان غیراکتیو است.

بنابراین مؤلفه توان راکتیو به این ترتیب خواهد بود:

$$q = v_\alpha \times i_\beta + v_\beta \times i_\alpha = v_\alpha i_\beta - v_\beta i_\alpha \qquad (۴)$$

خلاصه نتایج فوق را می توان به فرم ماتریسی زیر نوشت:

$$\begin{bmatrix} p_O \\ p_{\alpha\beta} \\ q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & v_O \\ 0 & v_\alpha & v_\beta \\ 0 & -v_\beta & v_\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_O \\ i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} \qquad (۵)$$

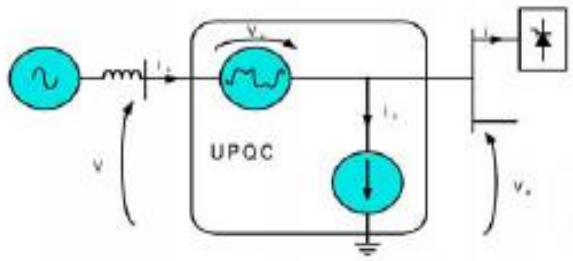
با استفاده از رابطه فوق جریان ها را در مختصات $\alpha-\beta$ محاسبه می کنیم:

$$\begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = \frac{1}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} \begin{bmatrix} v_\alpha & -v_\beta \\ v_\beta & v_\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_{\alpha\beta} \\ q \end{bmatrix} \qquad (۶)$$

با استفاده از تعاریف توان لحظه ای در مختصات $\alpha-\beta-O$ می توان توان های $p_{\alpha\beta}$ ، p_O و q را به تفکیک جبران کرد.

پیکربندی UPQC

همانطور که گفته شد این سیستم ترکیبی از فیلترهای فعال قدرت سری و موازی می باشد و قادر است همزمان جبرانسازی ولتاژ و جریان را انجام دهد. شکل ۱ اصول این جبرانسازی را بصورت مدار معادل نشان می دهد. منابع ولتاژ و جریان وابسته Vc و ic معادل دو اینورتر سری و موازی است که توسط یک قسمت مشترک dc به یکدیگر متصل شده اند. فرامین کلیدزنی هر یک از اینورترها توسط یک مدار کنترل تامین می شود تا ولتاژ و جریان مبنای لازم توسط دو اینورتر فراهم شود.



شکل ۱: مدار معادل UPQC

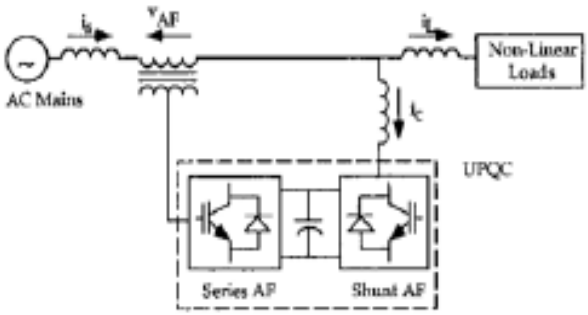
شکل 2 ترکیب کلی یک UPQC را نشان می دهد. همانطور که در این شکل مشاهده می شود مدار قدرت شامل دو مبدل PWM سری و موازی است .ارتباط dc توسط یک خازن فراهم شده است .به این ترتیب سیستم نیازی به منبع تغذیه dc ندارد .برای هریک از قسم تهای سری و موازی وظایف جداگان های تعیین شده است. بطور کلی وظیفه شاخه سری شامل:

- جبران هارمونیک های ولتاژ تغذیه
- جلوگیری ازجاری شدن جریان های هارمونیکی بار به منبع
- افزایش پایداری سیستم می باشد.

همچنین شاخه موازی وظایف زیر را بر عهده دارد:

- جبران هارمونیک های جریان بار

- تامین و کنترل توان راکتیو
- تنظیم ولتاژ خازن dc



شکل۲: ترکیب کلی یک UPQC شامل مبدل‌های منبع ولتاژی

تاکنون پیکربندی های مختلفی برای مدار قدرت UPQC پیشنهاد شده است. مدار قدرت به دو صورت سه فاز سه سیمه یا سه فاز چهارسیمه قابل پیاده سازی است. در صورتی که مولفه های توالی صفر نیز قابل توجه باشند با افزودن سیم چهارم از سیستم سه فاز چهارسیمه استفاده می کنیم. این دو پیکربندی از رایج ترین موارد می باشد. با این وجود پیکر بندی های دیگری نیز با ایده افزایش بازدهی سیستم یا کاربرد سیستم در موارد خاص پیشنهاد شده است. یکی از این موارد استفاده از اینورترهای منبع جریانی به جای اینورترهای منبع ولتاژی است. در این صورت برای اتصال dc از سلف به جای خازن استفاده می کنیم .

روش های کنترل

کنترل کننده سیستم UPQC را می توان در دو بخش مجزا بررسی کرد . تقریبا در تما م منابعی که به کنترل سیستم UPQC یا فیلترهای فعال سری و یا موازی پرداخته اند کنترل در دو بخش صورت می گیرد . ابتدا با توجه به اهداف جبرانسازی و پیکربندی سیستم، سیگنال های ولتاژ یا جریان مبنای مبدل های قدرت، از روی سیگنال های قابل اندازه گیری در سیستم مانند و لتاژ فازها، ولتاژ ترمینال بار و جریان خط محاسبه می شود . روش های گوناگونی برای محاسبه این سیگنال ها وجود دارد که در ادامه به بررسی تعدادی از مهمترین این روش ها خواهیم پرداخت.

پس از تولید سیگنال های مبنای جبرانسازی، لازم است فرامین کلید زنی مبدل های قدرت به گونه ای تولید شود که جریان یا ولتاژ مطلوب در خروجی آنها فراهم شود .

تولید سیگنال مبنا

روش های مختلفی برای استخراج سیگنا لهای مبنای فیلترهای فعال قدرت پیشنهاد شده است. یکی از تفاوت های مهم روش های تولید سیگنال مبنا، فضای پردازش سیگنال می باشد. به این معنی که عمل پردازش سیگنا لهای اندازه گیری شده و استخراج سیگنال های مبنا در حوزه های زمان، فرکانس و زمان- فرکانس قابل انجام است. هر یک از حوز ه های پردازش سیگنال مزایا و معایب خاصی دارند که در این بخش مورد بررسی قرار خواهند گرفت .

روش های حوزه زمان

این روش ها مبتنی بر استخراج لحظ های فرامین جبران، به صورت سیگنال های زمانی جریان یا ولتاژ می باشد. تعدادی از این روش ها از تئوری توان راکتیو لحظه ای برای تشخیص سیگنال های مبنا استفاده می کنند. در این رو شها ابتدا باید مولفه توالی مثبت ولتاژ در فرکانس پایه به طریقی استخراج شود .معمولا برای استخراج این مولفه از PLL استفاده می شود .

هدف اصلی شاخه موازی جبران هارمونیک های جریان بار می باشد. متناسب با این هدف دو ایده کلی مبتنی بر تئوری توان لحظه ای برای تولید سیگنال مبنا وجود دارد. ایده اول بر تحویل توان اکتیو ثابت لحظه ای توسط منبع و ایده دوم بر تحویل جریان سینوسی توسط منبع تاکید دارد. ثابت می شود که دستیابی به اهداف فوق به طور همزمان غیر ممکن است.

برای دستیابی به توان لحظه ای ثابت برای منبع، ابتدا ولتاژها و جریان های سه فاز ترمینال بار به عنوان ورودی اندازه گیری می شوند .پس از تبدیل ولتاژ فازها و جریان خطوط به کمیات $\alpha\beta o$ توانهای مولفه صفر P_o ، راکتیو q و توان اکتیو $P_{\alpha\beta}$ محاسبه می شوند .حال با استفاده از یک فیلتر بالا گذر با محاسبه می شوند .حال با استفاده از یک فیلتر بالا گذر با فرکانس قطع 50Hz بخش نوسانی توان اکتیو و راکتیو جدا می شود .با توجه به اینکه جبرا نکننده از منبع توان اکتیو $\bar{P}_o + \bar{P}_{Loss}$ را دریافت می کند و توان های

$\tilde{P}_{\alpha\beta}$ و q را بـه بـار تحویـل مـی دهـد؛ در مجمـوع مـی تـوان گفـت جبـران کننـده تـوان اکتیـو $-\tilde{P}_{\alpha\beta}+\bar{P}_o+\bar{P}_{Loss}$ وتوان راکتیو q– را دریافت می کند.پس خواهیم داشت:

$$\begin{bmatrix} i_{c\alpha} \\ i_{c\beta} \end{bmatrix} = \frac{1}{V_\alpha^2+V_\beta^2}\begin{bmatrix} V_\alpha & -V_\beta \\ V_\beta & V_\alpha \end{bmatrix}\begin{bmatrix} -\tilde{P}_{\alpha\beta}+\bar{P}_o+\bar{P}_{Loss} \\ -q \end{bmatrix} \quad (۷)$$

با استفاده از تبدیل معکوس می توان جریان های مبنا در مختصات فازی را محاسبه نمود.

در راهبرد جریان سینوسی منبع، ورودی ها ولتاژ فازها و جریان های خطوط ترمینال بار هستند. با توجه به اینکه هدف کشیده شدن جریان سینوسی توالی مثبت از منبع می باشد، باید ولتاژ توالی مثبت در فرکانس پایه تشخیص داده شود.

از رابطه زیر می توان کلیه توان های اکتیو مولفه منفی و نوسانی را که باید توسط جبران کننده تامین شوند، محاسبه کرد.

$$P'_{\alpha\beta} = V_\alpha i_\alpha + V_\beta i_\beta - \left(V_{\alpha 1} i_{\alpha 1} - V_{\beta 1} i_{\beta 1}\right) \quad (۸)$$

توان راکتیو نیز از رابطه زیر بدست می آید :

$$q = V_\alpha i_\beta - V_\beta i_\alpha \quad (۹)$$

حال با دانستن توان های $P'_{\alpha\beta}$ و q که باید توسط جبران کننده تامین شوند، می توان جریان های مبنای مورد نیاز را با کمک رابطه ۷ محاسبه نمود.

شاخه سری جبرانساز به طور عمده برای جبران عدم تعادل و هارمونیک های ولتاژ مورد استفاده قرار می گیرد. در واقع فیلتر فعال سری کلیه بخش های ولتاژ منبع غیر از مولفه توالی مثبت ولتاژ پایه را جبران می کند. برای استخراج سیگنال مبنا، جریان های خط iSa،iSb و iSc اندازه گیری شده و جریان های هارمونیکی آنها با روش زیر محاسبه می شوند.

ابتدا توان های Pα'β و q' با استفاده از رابطه زیر بدست می آیند.

$$\begin{bmatrix} P'_{\alpha\beta} \\ q' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{\alpha 1} & V_{\beta 1} \\ -V_{\beta 1} & V_{\alpha 1} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} i_{S\alpha} \\ i_{S\beta} \end{bmatrix} \quad (۱۰)$$

Pα'β و q' از دو قسمت متوسط و نوسانی تشکیل شده است .با عبور این سیگنال ها از فیلترهای بالاگذر با فرکانس قطع پایین بخش های نوسانی این توان ها استخراج می شوند حال با جایگزینی $\tilde{P}'_{\alpha\beta}$ و $\tilde{q}'$ به جای $P'_{\alpha\beta}$ و q' و نیز $i_{Sh\alpha}$ و $i_{Sh\beta}$ به جای $i_{S\alpha}$ و $i_{S\beta}$ در رابطه 10 و معکوس کردن ماتریس ضرایب خواهیم داشت:

$$\begin{bmatrix} i_{Sh\alpha} \\ i_{Sh\beta} \end{bmatrix} = \frac{1}{V_{\alpha 1}^2 + V_{\beta 1}^2} \begin{bmatrix} V_{\alpha 1} & -V_{\beta 1} \\ V_{\beta 1} & V_{\alpha 1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{P}'_{\alpha\beta} \\ \tilde{q}' \end{bmatrix} \qquad (11)$$

این جریا نها به عنوان مبنای جبرانسازی در فضای $\alpha\beta o$ می باشند .جریان های مبنای جبرانسازی در فضای abc با تبدیل معکوس $\alpha\beta o$ محاسبه می شوند و با ضرب آنها دریک ضریب مقاومت مجازی K_r ولتاژ های مبنای V_{hb} ,V_{ha} V_{hc}محاسبه می شوند.

روش های حوزه فرکانس

اغلب رو شهای حوزه فرکانس از FTT برای تفکیکاغتشاش و هارمونیک ها از سیگنال اصلی استفاده می کنند.

فرض مهمی که این روش ها بر مبنای آن شکل گرفته اند این است که جریان شبکه قابل پیش بینی و با یک طیف فرکانسی گسسته که تابعی از زمان می باشد قابل جانشینی است.

روش های حوزه فرکانس ایده فیلترینگ را بهتر نمایش می دهند و امکان فیلترکردن انتخابی هریک از هارمونیک ها را فراهم میکنند. با این وجود این رو شها مجموعاً مشکلات زیر را به همراه دارند:

الف- عدم ارائه توصیفی از زمان کاربرد عملی شان را دشوار میکند.

ب- حداقل یک سیکل زمان لازم است تا اغتشاش استخراج شود؛ این موضوع باعث افزایش ثابت زمانی کنترل کننده می شود.

پ- در صورت وجود رانش فرکانسی در سیستم قدرت،FTT نمی تواند دامنه فرکانس پایه را استخراج کند.

مشاهده می شود که با وجود مزایای ذکر شده، پیاده سازی عملی این رو شها با مشکلاتی همراه است.

روش های مبتنی بر تبدیل موجک

اخیراً موجک ها با موفقیت در حوزه پردازش سیگنال به کار گرفته شده اند .در کاربرد مورد نظر ما آنالیز MRA(multi-resolution analysis) برای استخراج سیگنال های مبنای جبران سازی استفاده می شود.

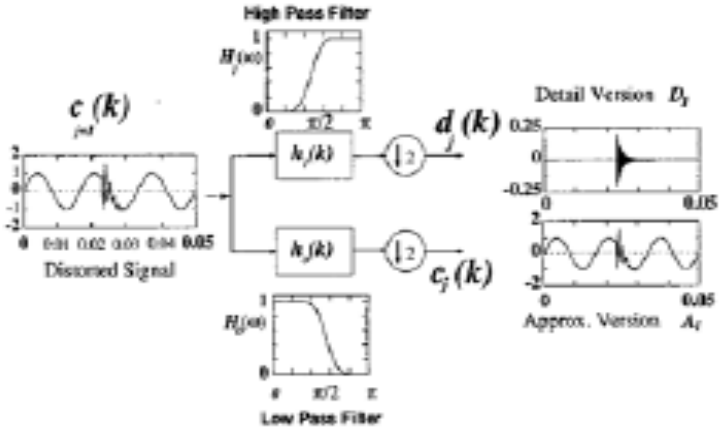
مزیت این روش نسبت به دو روش قبل این است که این روش ها به تعبیری هر دو حوزه زمان و فرکانس را شامل می شوند. تبدیل فوریه زمان کوتاه اولین نمونه از تبدیل هایی است که سیگنال را در حوزه مشترک زمان- فرکانس تصویر می کنند. در این تبدیل یک پنجره از سیگنال انتخاب شده و پیرامون این نقطه از زمان تبدیل فوریه گرفته می شود. این تبدیل با توجه به اینکه از پنجره ثابت استفاده میکند

محدودیت هایی دارد. ایده استفاده از پنجره قابل تغییر با توجه به خصوصیات سیگنال، منجر به پیدایش تبدیل موجک شد.

MRA ابزاری است که از تبدیل موجک زما ن گسسته برای تولید یک سیگنال متغیر با زمان برحسب اجزا فرکانسی اش استفاده می کند. در واقع با این روش یک سیگنال یک بعدی از زمان به یک سیگنال دو بعدی از زمان و فرکانس نگاشته می شود. یک سیگنال گسسته ابتدا از سیگنالی با تفکیک پذیری بسیار کم تشکیل شده است و به تدریج جزئیات بیشتری به آن اضافه می شود تا ترکیبی کامل از سیگنال بدست آید. در واقع این آنالیز بهترین کارایی را برای سیگنال هایی دارا می باشد که شامل اجزای فرکانس بالا با مدت زمان کوتاه، همراه با اجزای فرکانس پایین با مدت زمان طولانی می باشند .هدف MRA گسترش یک سیگنال پیچیده f (t) بر حسب پایه های متعامد نرمالش- که توابع مقیاس بندی و موجک -هستند می باشد.

شکل ۳ مثالی ساده از کاربرد MRA برای استخراج اغتشاش از سیگنال اصلی را نمایش می دهد.

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



شکل۳: اصول استخراج سیگنال مبنا توسط آنالیز MRA

کنترل مبدل های قدرت

سیستم UPQC برای تولید ولتاژ ها و جریان های لازم به منظور عمل جبران سازی از مبدل های قدرت در شاخه سری و موازی بهره می گیرد. با توجه اهمیت تولید سریع و دقیق این ولتاژ ها و جریان ها، لازم است از روشهای مناسبی برای کنترل مبدل های قدرت استفاده کنیم. این مبد لها به منظور کاهش تلفات در مد سوییچینگ مورد استفاده قرار می گیرند بنابراین خروجی کنترل کننده، سیگنالهای کلیدزنی مبدل ها خواهد بود. در جدول ۱ بعضی از روش های کنترل مبدلهای قدرت مقایسه شده اند.

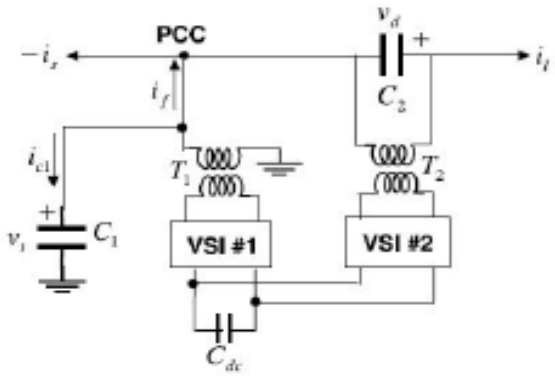
جدول۱: مقایسه روش‌های کنترل مبدل‌های قدرت

ویژگی / روش کنترل	مقاومت نسبت به نامعینی	سیگنال کنترل مناسب	حذف اثر اغتشاش	سادگی کنترل‌کننده
لغزشی[۹]	***	**	**	*
خطی‌سازی فیدبک[۱۰]	*	*	*	**
مرده‌گوش[۷]	*	*	*	***
LQR[۱۲]	*	***	*	***
مقاوم[۱۱]	***	*	**	*
هوشمند	***	**	**	**

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

کنترل بهینه سیستم UPQC

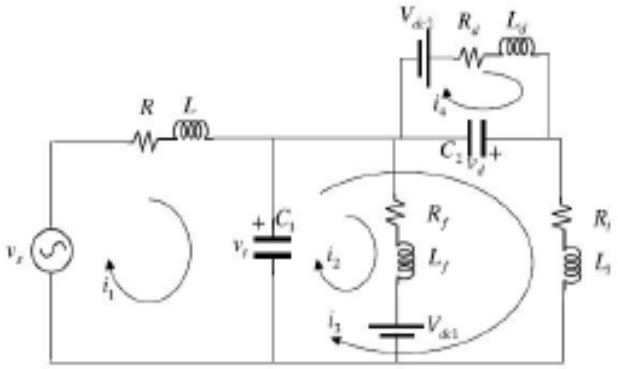
با توجه به اینکه یکی از اهداف اصلی در کنترل مبدل های قدرت دستیابی به خطای ردیابی کم در ازای سیگنال کنترل مناسب می باشد، اگر مدلی خطی برای مبدل در نظر بگیریم،می توانیم از روش LQR برای طراحی کنتر ل کننده استفاده کنیم.



شکل ۴: مدار معادل UPQC

شکل ۴ مدار معادل یک سیستم UPQC سه فاز چهار سیمه را نمایش می دهد که در آن برای حذف هارمونیک های فرکانس بالای ولتاژ و جریان از فیلترهای خازنی استفاده شده است. برای بدست آوردن معادلات حالت سیستم، مدار معادل سیستم جبرا نشده مطابق شکل ۵ در نظرگرفته شده است .در این مدار معادل اندوکتانس Lf جانشین اندوکتانس نشتی ترانس موازی و سایر اندوکتانس های اضافی موجود در شبکه شده است .همچنین اندوکتانس Ld جایگزین اندوکتانس نشتی ترانس سری شده است .تلفات کلید زنی اینورتر و تلفات مسی ترانس با مقاومتهای Rf وR d مدل شده اند .بار سلفی خازنی نیز با R1 و L1 جایگزین شده است .از تلفات آهنی ترانس هم صرف نظر شده است .منابع ولتاژ Vdc . 1وVdc . 2 ناشی از ضرب ولتاژ خازن ذخیره کننده , Vdc در توابع کلید زنی اینورترهای سری و موازی می باشد، بطوریکه هدف کنترل UPQC تعیین این توابع کلیدزنی است.

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



شکل۵: مدار معادل سیستم جبران‌شده UPQC

بردار حالت ها به این صورت در نظر گرفته شده است:

$$x^T = [i_1 \quad i_2 \quad i_3 \quad i_4 \quad v_t \quad v_d] \qquad (۱۲)$$

با این حالت ها و با توجه به مدار معادل، معادلات فضای

حالت را می توان به این صورت نوشت:

$$\dot{x} = Ax + B_1 v_s + B_2 u \qquad (۱۳)$$

$$A = \begin{bmatrix} -R/L & 0 & 0 & 0 & -1/L & 0 \\ 0 & -R_f/L_f & 0 & 0 & 1/L_f & 0 \\ 0 & 0 & -R_l/L_l & 0 & 1/L_l & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -R_d/L_d & 0 & -1/L_d \\ 1/C_1 & -1/C_1 & -1/C_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1/C_2 & 1/C_2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1/L \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad B_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -V_{dc}/L_f & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & V_{dc}/L_d \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{V_{dc}} \begin{bmatrix} V_{dc1} \\ V_{dc2} \end{bmatrix}$$

استفاده از یک تبدیل حالت مناسب متغیرهای حالت جدید به این صورت خواهد بود:

$$z = [i_f \quad i_{c1} \quad v_t \quad i_s \quad i_{c2} \quad v_d]^T \qquad (۱۴)$$

با فرض داشتن کنترل کامل بر سیگنال u می توانیم یک کنترل کننده LQR زمان بی نهایت برای این مساله طراحی کنیم .در این صورت سیگنال کنترل به صورت زیر میباشد:

$$u = -K(z - z_{ref}) \qquad (۱۵)$$

K از حل معادله ریکاتی بدست می آید .z ref بردار حالت مطلوب می باشد که با استفاده از شرایط مساله و از روش های استخراج سیگنال مبنا بدست م یآید. . لازم به یاد آوری است که در یک مساله LQR تابعی معیار به صورت زیر انتخاب می شود:

$$J = \int_0^\infty \left\{ (z - z_{ref})^T Q (z - z_{ref}) + u^T R u \right\} dt \qquad (۱۶)$$

در عمل سیگنال کنترل u فرامین کلید زنی اینورترهای منبع ولتاژی سیستم UPQC می باشد؛ بنابراین تنها مقادیر۱+و۱- را اختیار کند .در اینجا یک کنترل کننده کلیدزنی براساس بهره LQR طراحی می کنیم.

قانون کنترل کلیدزنی مبتنی بر رابطه زیر می باشد:

$$u = -hys\{K(z - z_{ref})\} \qquad (۱۷)$$

که تابع hys به این صورت تعریف می شود :

$$hys(w) = \begin{cases} 1 & w > \lim \\ -1 & w < -\lim \end{cases} \qquad (۱۸)$$

انتخاب مقدار مناسب lim فرکانس کلیدزنی کنتر ل کننده را در حین تعقیب سیگنال مرجع معین می کند. در انتخاب فرکانس کلیدزنی باید ضمن توجه به کارایی سیستم به قابل قبول بودن میزان تلفات کلیدزنی نیز توجه داشت .این کاربرد طراحی LQR برای کنترل کلید زنی ضمن اینکه همگرایی خوبی به باند تعقیب دارد، از پایداری تعقیب خوبی نیز برخوردار است. در این قانون کنترل فرامین کلیدزنی مبتنی بر ترکیب خطی از حال تهای مختلف سیستم م یباشد. به این روش، "کنترل ردیاب باند کلید زنی" گفته می شود.

اکنون می توان از این روش حلقه بسته برای ردیابی ولتاژها و جریان های مرجع تولید شده استفاده کرد. برای تولید ولتاژها و جبرا نهای مرجع از روش توان لحظ های استفاده می کنیم.

از مزایای این روش قابلیت تعیین وزن مناسب برای هریک از ورود یهای کنترلی بوسیله ماتریس Q می باشد .به طورکلی وزن بیشتری را به جریان تزریقی i f و ولتاژ v d اختصاص می دهیم و وزن کمتری به ولتاژ ترمینال و جریان فیلتر خازنی اختصاص می یابد.

برای جلوگیری از پیچیدگی بجای استفاده از فیدبک همه حالت ها، با قرار دادن صفر به جای بعضی از درایه های ماتریس بهره فیدبک، آن را طوری تغییر می دهیم تا کنترل کننده سری و موازی از یکدیگر تفکیک شود. هزینه این تغییر کاهش اندکی در معیارهای عملکرد می باشد.

WikiPower.ir

شبیه سازی

شبیه سازی با استفاده از جعبه ابزار SimPowerSystems2.3 و در محیط Simulink نرم افزار MATLAB 6.5 انجام گرفته اند.

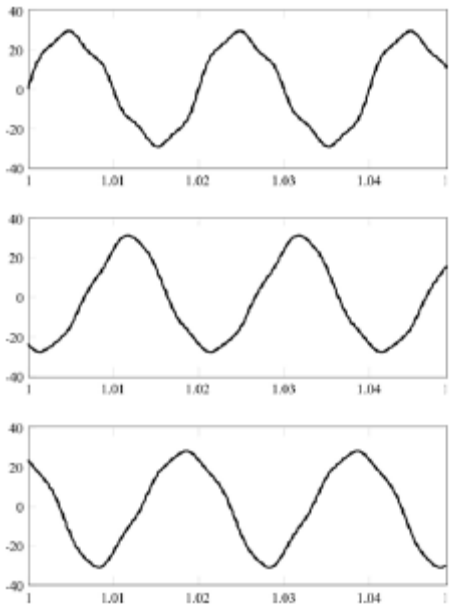
شبیه سازی برای یک بار متعادل غیرخطی که هارمونیک های مختلفی را در بر دارد انجام گرفته است. جریان های بار شامل هارمونیک های دوم بصورت مولفه توالی صفر و با دامنه حدود ۱۷مولفه توالی مثبت پایه، هارمونیکهای سوم بصورت مولفه توالی منفی و با دامنه حدود ۳/۵ مولفه توالی مثبت پایه، هارمونیک های پنجم به صورت مولفه توالی مثبت و مولفه توالی منفی هر دو با دامن های در حدود ۳/۵ مولفه توالی مثبت پایه می باشد.

همانطور که در شکل ۶ مشاهده می شود، جریان های بار دارای اعوجاج هستند . UPQC با تامین جریان های لازم برای جبران سازی که در شکل ۷ نشان داده شده است، عملا مانع از تاثیر بار غیرخطی بر شبکه می شود. در لحظات اولیه شروع ثانیه زمان لازم است تا سیستم به حالت شبیه سازی حدود ۰/۴عملکرد مناسب خود برسد.

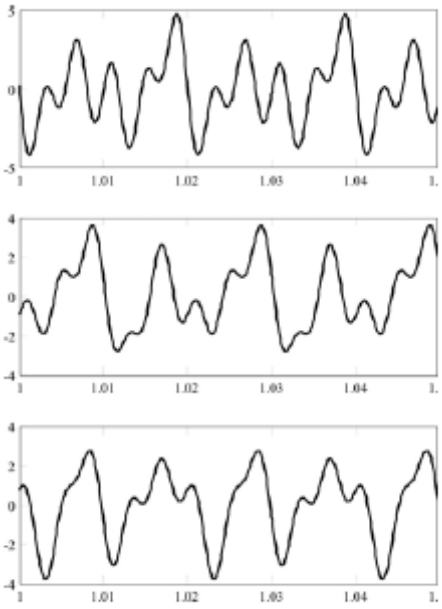
نتیجه گیری

توجه به روش کنترل UPQC یکی از مسایل مهم در پیاده سازی این سیستم می باشد. در این راستا اولا باید روش مناسبی برای استخراج دقیق و سریع سیگنال مبنا اتخاذ شود.

تاخیر زمانی در مرحله استخراج سیگنال مبنا کارایی سیستم را کاهش م یدهد. مرحله دوم در روند کنترل، انتخاب یک روش مناسب برای کنترل مبد لهای قدرت م یباشد. در این فصل تلفیق روش کنترل ردیاب باند کلید زنی با روش توان راکتیو لحظه ای پیشنهاد شده است. به این ترتیب ضمن بهر ه گیری از یک روش عملی برای استخراج سیگنال مبنا، از انعطاف پذیری کنترل کننده LQR نیز بهره می گیریم.

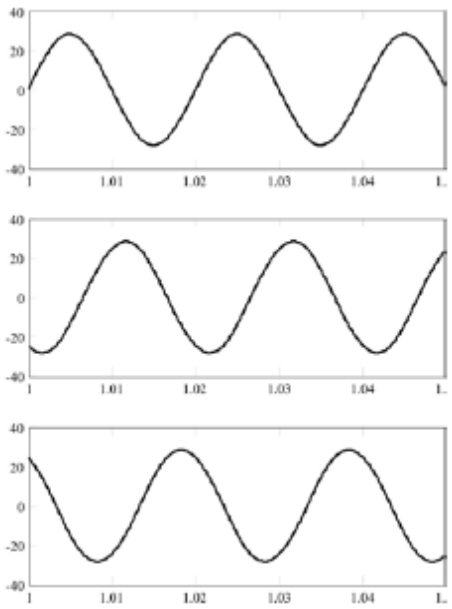


شکل۶: جریان بار غیرخطی هارمونیکی



شکل۷: جریان‌های تامین شده توسط مبدل

البته برای استفاده مناسب از این روش داشتن یک مدل خطی و دانستن مقدار دقیق پارامترهای سیستم ضروری است. همچنین عملکرد سیستم در حالت گذرا تا حدودی ضعیف تر می باشد، اما ضمن اینکه دوره گذرا کوتاه است، دراین مدت نیز سیستم UPQC تاثیر نامطلوبی بر شبکه قدرت ندارد.بنابراین مشکل عمده ای درحالت گذرا وجودنخواهد داشت.



شکل۸: جریان‌های کشیده‌شده از منبع

روش کنترلی مناسب برای UPQC به منظور بهسازی جامع اغتشاشات مخلّ در کیفیت توان

مقدمه :

با گسترش سریع کاربرد های گوناگون بارهای غیرخطی و حساس در شبکه های توزیع، مسئله کیفیت توان روز به روز از اهمیت بیشتری برخوردار می شود.

این بارها با کشیدن جریان غیرسینوسی از شبکه باعث کاهش کیفیت توان در شبکه های توزیع (صنعتی) می شوند. از طرفی اعوجاج های ولتاژ و هارمونیک های ولتاژ در سیستم قدرت بسیار جد ی اند و اکثر بارهای حساس، جهت عملکرد مناسب به منابع ولتاژ سینوسی نیاز دارند. با توجه به این موضوع استفاده از بهساز های کیفیت توان ضروری به نظر می رسد. تجهیزات پیشرفته ای، برای بهسازی کیفیت توان در شبکه های توزیع پیشنهاد شده اند. این تجهیزات با عنوان تجهیزات مطرح شده اند مفهوم این عبارت Custom Power بکارگیری ادوات الکترونیک قدرت (مبدلهای استاتیکی) در شبکه های توزیع، با هدف افزایشCustomPowerکیفیت توان است[۱ و ۲]. ادوات به سه گروه تقسیم می شوند:

(الف) - ادوات قطع/وصل، کلید های الکترونیک قدرت (On/OffApparatusSwitches)

(ب) - ادوات کنترل پذیر گسسته (Stepwise Controllable Apparatus)

(ج) - ادوات کنترل پذیر پیوسته (ContinuouslyControllableApparatus

هرکدام از موارد فوق در بالابردن کیفیت توان نقش دارند. نمونه هایی از ادوات گروه الف و ب ازتجهیزات Custom Power در جدول (۱) نشان داده شده اند.

جدول (۱) دسته بندی گروه الف و ب

الف: ادوات قطع/وصل	SSB (Solid State Circuit Breaker) SSTS (Solid State Transfer Switch) BTS(Bus Transfer Switch) FCL (Fault Current Limiter)
ب: ادوات کنترل پذیر گسسته	SVR (Static Voltage Regulator) SSLTC (Solid State Load Tap Changer) ASVC (Advanced Static Var Compensator) AVC (Adaptive Var Compensator)

انواع مختلف ادوات گروه ج در جدول (۲) آورده شده است. عموماً ساختار اصلی ادوات گروه ج بهVSC مبنای ساختار مبدل منبع ولتاژ با استراتژی های کنترلی مختلف است. این گروه شامل مبد لهای سری، موازی ۳و ۴]. مبدلهای ، و سری-موازی(یکپارچه) می باشند مبع ولتاژ بوسیله ترانسفورماتور شبکه وصل میگردند و دارای شش کلید نیمه هادی با قابلیت قطع و وصل، IGCT ،IBGT از طریق فرمان گیت می باشند. (از قبیل MOSFET و MCT،GTO) ادوات موازی با تزریق جریان به شبکه در نقطه برای PCC (Point of Common Coupling) بهسازی جریان کشیده توسط بار استفاده می شوند.

ادوات سری با اضافه کردن یک ولتاژ با زاویه فاز معین پس فاز انواع ،(PCC) و یا پیش فاز به خط قرار گرفته بین بار و منبع [۳ و ۴]، اغتشاشات ولتاژ را حذف میکنند.

جدول (۲) دسته بندی گروه ج

D-STATCOM (Distribution STATic COMpensator) STATCON STATic CONditioner AHF (Active Harmonic Filter) PAPF (Parallel Active Power Filter)	موازی
DVR (Dynamic Voltage Restore) SAPF (Series Active Power Filters)	سری
UPQC(Unified Power Quality Conditioner) APLC (Active Power Line Conditioner) UVC (Unified Voltage Controller) PQM (PQ-Manager, Hebrid) UPQS (Universal Power Quality Conditioning System	یکپارچه

بهسازهای موازی برای حذف اغتشاشات جریان بار مفید هستند و به نوسانات ناشی از پارامتر های شبکه های توزیع و فوق توزیع نمی توانند جواب دهند.

همچنین بهسازهای سری برای حذف اغتشاشات ولتاژ شبکه مفی داند و مشکلات ناشی از جریان بار غیرخطی و حساس را نم یتوانند حل کنند.

بنابراین ادوات موازی و سری بطور جداگانه بترتیب بهسازی جریان و ولتاژ را انجام می دهند. برای بهسازی همزمان از ترکیب دو نوع بهساز موازی و سری استفاده می شود. این جبرانساز فعال را بهساز می نامند. این عنصر UPQC یکپارچه کیفیت توان Custom یکپارچه یکی از ادوات کنترل

پذیر پیوسته می باشد. چنین راه حلی برای انواع اغتشاشات Power کیفیت توان می تواند پاسخگو باشد.

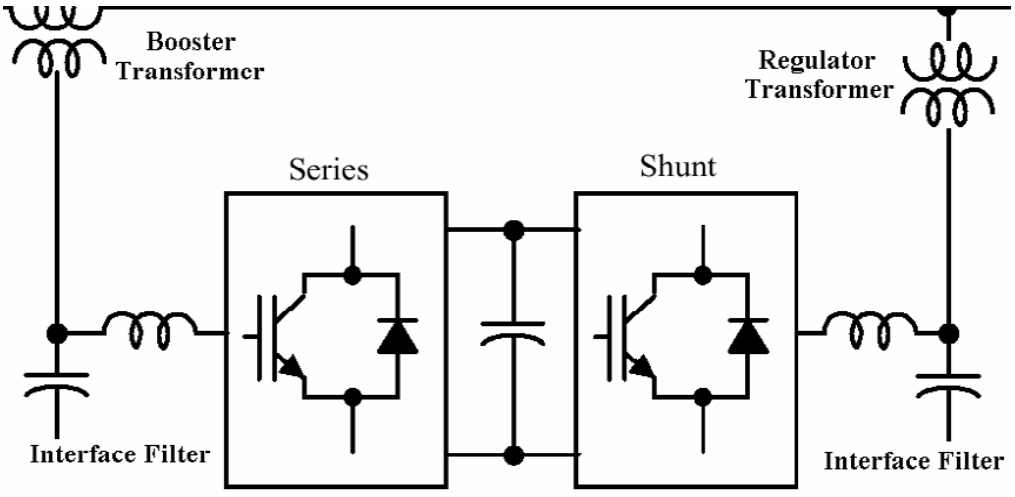
در این فصل ابتدا ساختار و وظائف پای های بهسازی بیان می شود. سپس استراتژی کنترلی UPQC توسط مناسب آن بر پایه قاب گردان همزمان پیشنهاد می گردد.

در انتها، بعد از معرفی شبکه توزیع نمونه، نتایج شبیه سازی انجام شده مربوط به یک شبکه توزیع نمونه (PSCAD/EMTDC) توسط نرم افزار ارائه میگردد.

ساختار UPQC و وظایف پایه ای

نشان داده شده در شکل (۱) از UPQC ساختار سری و موازی تشکیل (VSC) دو مبدل منبع ولتاژ شده است. قسمت سری توسط یک خازن به قسمت موازی لینک م یشود. قسمت سری با سه ترانسفورماتور تکفاز به شبکه توزیع وصل می شود در حالیکه در اتصال قسمت موازی از یک ترانسفورماتور سه فاز استفاده می گردد. برای حذف نوسانات کلید زنی از یک فیلتر پسیو درجه اول یا درجه دوم در سر Interface Filter مبدل ها استفاده می شود که به معروف اند .

WikiPower.ir



شکل (۱) ساختار کلی UPQC

اکثراً مؤلفین مدل هایی از قبیل مدل منبع جریان و ولتاژ و مدل ریاضی بر پایه توابع سوئیچینگ برای مدلسازی استفاده کرده اند[۵ و ۶]. در مدلسازی با منابع هر مبدل با یک منبع کنترل شده جایگزین می شود. این یک مدل ساده است و با ساختار عناصر و قطعات کلیدزنی مبدل کاری ندارد. در این فصل از مدل واقعی[۷] EMTDC کلیدها و عناصر شبکه که در نرم افزار و ۸] مدلسازی شده اند، استفاده می شود. با توجه به توانایی این نرم افزار جهت آنالیز و وارد کردن جزئیات و مشخصات داخلی کلیدهای قدرت (تلفات سوئیچینگ) نتایج بدست آمده به واقعی ت نزدیک ترمی شوند.

وظائف پایه ای قسمت موازیUPQCجهت بهبود کیفیت توان و قابلیت اطمینان در باس توزیع اولیه و یا ثانویه بدین ترتیب است:

- بهسازی نامتعادلی و هارمونیک های جریان بار؛
- جبرانسازی توان راکتیو بار و تصحیح ضریب قدرت؛
- تغذیه مقدار انرژی مورد نیاز قسمت سریUPQC ؛DC و تنظیم ولتاژ باسDC در مجموع وظیفه اصلی قسمت موازی،UPQC بهسازی جریان بار است.

وظائف پایه ای قسمت سری UPQC ثانویه جهت بهبود کیفیت توان و قابلیت اطمینان در باس توزیع اولیه و یا ثانویه بدین ترتیب است:

- جبرانسازی توالی صفر ولتاژ باس توزیع؛
- جبرانسازی توالی منفی ولتاژ باس توزیع؛
- ایجاد مقاومت در برابر جریان های تشدیدی بین بار و شبکه؛
- بهبود پایداری و میرائی نوسانات در سیستم های توزیع؛؛PCC
- جبرانسازی کمبود و بیشبود ولتاژ باس
- بهسازی نوسانات ولتاژ (فلیکر)؛

UPQC در مجموع وظیفه اصلی قسمت سری بهسازی ولتاژ دو سر بار است.

کنترل UPQC

روشهای آشکارسازی گوناگونی جهت استخراج اغتشاشات موجود در ولتاژ وجود دارد. از میان این روشها می توان روش تئوری توان لحظه ای[۵] و تئوری قاب مرجع همزمان[۹] را نام برد. در هر دو روش ازPLL جهت استخراج سیگنالهای سینوسی همزمان با شبکه استفاده می شود. در تئوری توان لحظه ای برخلاف تئوری قاب مرجع همزمان یک واحد آشکار ساز مولفهٔ اول توالی مثبت بکار رفته است. از طرفی وجود فیلترهای بالاگذر (پایین گذر) به تعداد دو عدد، باعث ایجاد تاخیر در پاسخ سیستم کنترل در موقع تغییر در ولتاژ باس PCC خواهد گردید. اما در تئوری قاب مرجع همزمان از هیچ فیلتری استفاده نشده است.

بنابراین روش تئوری قاب مرجع همزمان قابل ساخت و برنامه ریزی با هزینه کمتر می باشد. از طرفی مزیت دیگر آن کاهش زمان محاسبات مدار کنترلی و در نتیجه زمان پاسخ دهی سیستم کنترلی نسبت به روش تئوری توان لحظه ای سریعتر می شود در این فصل روش آشکارسازی اصلاح یافت های که . بر پایه تئوری قاب مرجع همزمان $d-q-0$ است، ارائه می شود. با این روش می توان هارمونیک ها، کمبودها، بیشبودها، توالی های منفی، صفر و نامتقارنی موجود در بار و ولتاژ را استخراج کرد. این روش برای شکل مو جهای سینوسی، غیر سینوسی، متقارن و نامتقارن قابل استفاده است. در این تبدیل ولتا ژها و جریان های سه فاز از قاب مرجع $a-b-c$ به قاب $d-q-0$ تحت ماتریس های تبدیل زیر انتقال می یابند:

تبدیل متغیر های $a-b-c$ به $d-q-0$ توسط ماتریس زیر صورت می گیرد.

$$T_{abc}^{dq0}=\frac{2}{3}\begin{bmatrix}\cos(\omega t) & \cos(\omega t-120^{\circ}) & \cos(\omega t+120^{\circ})\\ -\sin(\omega t) & -\sin(\omega t-120^{\circ}) & -\sin(\omega t+120^{\circ})\\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2}\end{bmatrix} \quad (۱)$$

تبدیل متغیر های $d-q-0$ به $a-b-c$ توسط ماتریس زیر صورت می گیرد.

$$T_{dq0}^{abc}=\begin{bmatrix}\cos(\omega t) & -\sin(\omega t) & 1\\ \cos(\omega t-120^{\circ}) & -\sin(\omega t-120^{\circ}) & 1\\ \cos(\omega t+120^{\circ}) & -\sin(\omega t+120^{\circ}) & 1\end{bmatrix} \quad (۲)$$

در این نظریه برای نمایش دادن ولتاژ و جریان دریک مختصات ثابت $\alpha-\beta$ در ماتریس تبدیل بجای ωt

صفر قرارمی دهیم. در این صورت ماتریس های تبدیل به صورت زیر تغییر می کند

برای تبدیل $a-b-c$ به $\alpha\beta$

$$C_{abc}^{\alpha\beta}=\frac{2}{3}\begin{bmatrix}1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2}\\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2}\end{bmatrix} \quad (۳)$$

برای تبدیل $\alpha\beta$ به $a-b-c$

$$C_{\alpha\beta}^{abc}=\begin{bmatrix}1 & 0\\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2}\\ -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2}\end{bmatrix} \quad (۴)$$

ower.ir

در مدار کنترلی UPQC بعد از تبدیل جریان و ولتاژ در قاب مرجع همزمان، توسط فیلترهای بالاگذر و پایین گذر قسمت های نامطلوب جریان و ولتاژها حذف می گردند. سپس بوسیله عکس تبدیل قاب مرجع همزمان جریان ها و ولتاژهای جبرانساز بدست می آیند. این روش منجر به ایجاد شیفت فاز و تغییر دامنهٔ هارمونیکهای عبوری از فیلتر ها می شود. در این فصل برای حل این مشکل روش اصلاح یافته ای پیشنهاد می شود. که در آن دیگر نیاز به استفاده از فیلتر های مدار کنترلی وجود ندارد.

استراتژی کنترلی قسمت موازی

برای اینکه بتوان قسمت موازی UPQC را به گونه ای کنترل کرد که در فرکانس اصلی یک مقاومت خالص بزرگ و در فرکانس های هارمونیکی مقاومت صفر را از خود نشان دهد، از نظریه

توان لحظه ایHAkagi استفاده می شود. این روش در سیستم های سه فاز سه سیمه کاربرد دارد و مولفهٔ توالی صفر و عدم تعادلی را نمی تواند حذف کند. در این فصل روش جدید اصلاح یافته ای برای جبرانسازی همزمان قدرت راکتیو و آلودگ یهای موجود در جریان بار پیشنهاد می شود، که توسط آن امکان بهسازی عدم تعادل و حذف مولفهٔ توالی صفر به وجود می آید. از طرفی تنظیم ولتاژ باس DC با نمونه گیری از ولتاژ و جریان خازن لینک DC عنصر یکپارچه به سادگی میسر می گردد. لازم به ذکر است که چنین روش اصلاح یافته ای یک ایدهٔ نو در کنترل قسمت موازی UPQCمی باشد.

در این نظریه مطابق با شکل (۲) ولتاژ و جریان در نمایش داده می شوند که از α–β یک مختصات ثابت تبدیل خطی ولتاژ های و جریان های سیستم سه فاز a – b – c بدست آمده اند.

$$\begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = \frac{2}{3}\begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} \quad (۵)$$

$$\begin{bmatrix} e_\alpha \\ e_\beta \end{bmatrix} = \frac{2}{3}\begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} e_a \\ e_b \\ e_c \end{bmatrix} \quad (۶)$$

WikiPower.ir

توان ها بصورت زیر تعریف می شوند

$$p = \bar{p} + \tilde{p} = e_\alpha i_\alpha + e_\beta i_\beta \quad (Watt) \quad (۷)$$

$$q = \bar{q} + \tilde{q} = e_\alpha i_\beta - e_\beta i_\alpha \quad (IVA) \quad (۸)$$

$\bar{p}$ و $\bar{q}$ به ترتیب توان های حقیقی و موهومی بار غیرخطی و حساس با اجزای ثابت و نوسانی (متغیر با زمان) است. طبق قرارداد واحد P, وات و واحد q ولت آمپر موهومی است. $(\tilde{p}$ و $\tilde{q})$ مولفه های نوسانی توان حقیقی و موهومی را شامل می شوند و از عوامل نامطلوب توان بشمار می روند. در روابط (۷) و (۸) $\bar{p}$ و $\bar{q}$ متوسط اجزای ثابت توان می باشند و نماینده مقدار متوسط توان حقیقی و موهومی اند. اجزای نوسانی $(\tilde{p}$ و $\tilde{q})$ از تأثیر متقابل مولفه های ناهمفرکانس ولتاژ و جریان و یا مولف ههای توالی منفی

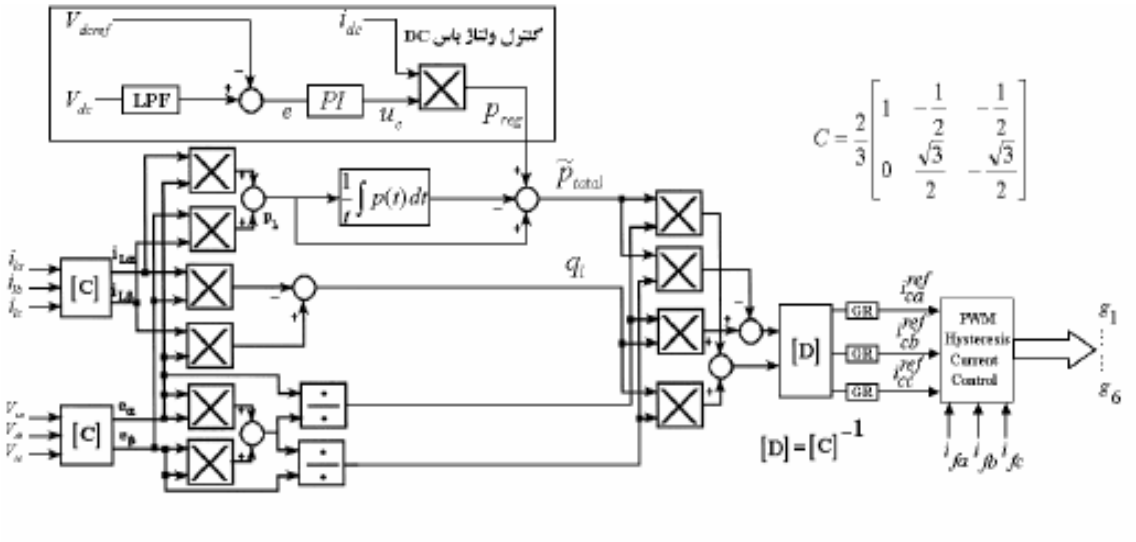
(در صورت وجود بار نامتعادل) ناشی می شوند. برای دستیابی به یک جریان سینوسی و عاری از هارمونیک، باید $(\tilde{p}$ و $\tilde{q})$ توسط قسمت موازی جبرانسازی گردند. برای تصحیح ضریب توان، باید q

بطور کامل بهسازی شود. قسمت نوسانی $\tilde{p}$ با استفاده از تفاضل توان لحظه ای از مقدار متوسط توان لحظه ای محاسبه می شود:

$$\tilde{p} = p - \bar{p} \qquad (۹)$$

دراین روش کنترلی، امکان تنظیم ولتاژ طرف DC قسمت موازی UPQC با استفاده از یک مدار کنترل حلقه بسته بسادگی میسر می گردد. با توجه به شکل ۲، با مقایسه سیگنال مرجع باس DC (Vdcref) با سیگنال اندازگیری ولتاژ دو سر خازن (Vdc) سیگنال خطا (e) طبق رابطه (10)بدست می آید.

$$e = V_{dcref} - V_{dc} \qquad (۱۰)$$



شکل (۲) بلوک دیاگرام سیستم کنترل قسمت موازی UPQC با استفاده تئوری توان لحظه‌ای

یک کنترل کننده PI جهت تصحیح دشارژ V_{dc} استفاده می شود. سیگنال خروجی کنترل کننده (uc)

طبق رابطه (۱۱) بدست می آید:

$$u_c = K_P e + K_I \int e dt \qquad (۱۱)$$

با ضرب سیگنال خروجی کنترل کننده دریdc طبق رابطه (12) تلفات سوئچینگ و همچنین توانی که

توسط مبدل سری از خازنها دریافت می گردد بدست می آید:

$$p_{reg} = u_c i_{dc} \qquad (۱۲)$$

بنابراین سیگنال لازم جهت تثبیت ولتاژ خازن، با افزودن p reg به ~ p در رابطه (9) بدست می آید:

UPQC جریان های بهسازی قسمت موازی از در های جایگذاری توان q و p ~ در روابط (۷)و(۸)

بصورت زیر محاسبه می شوند:

$$\begin{bmatrix} i_{c\alpha} \\ i_{c\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_\alpha & e_\beta \\ -e_\beta & e_\alpha \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \tilde{p}_{total} \\ q \end{bmatrix} \qquad (۱۴)$$

$$\begin{bmatrix} i_{ca} \\ i_{cb} \\ i_{cc} \end{bmatrix}_{ref} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{c\alpha} \\ i_{c\beta} \end{bmatrix}_{ref} \qquad (۱۵)$$

با توجه به شکل (۲) جریان های بدست آمده در رابطه (۱۵)، به مختصات a–b–c برگردانده می شوند. سپس جریان های مرجع در یک کنترل کننده جریان (از نوع هیسترزیس) با جریان های خروجی مبدل موازی مقایسه شده و پالس های کنترلی لازم تولید میشود.

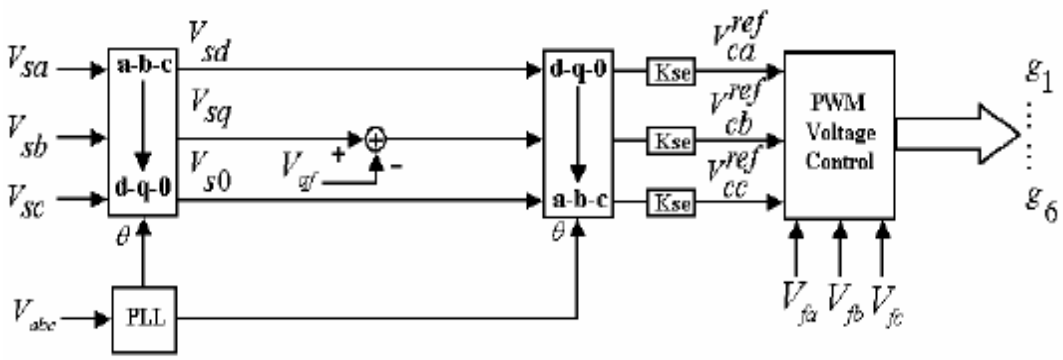
استراتژی کنترلی قسمت سری

شکل (۳) بلوک دیگرام مدار کنترلی جبرانساز سری را نشان می دهد. همانگونه که دیده می شود ابتدا ولتاژ سیستم با قاب مرجع همزمان ۰-d-q مطابقا رابطه (16) به مختصات d-q-0 تبدیل می شود

$$V_{sdq0} = T_{abc}^{dq0} V_{sabc} = V_{s1p} + V_{s1n} + V_{s10} + V_{sh} \qquad (۱۶)$$

در رابطه مذکور ، Vs1p مولفه اول توالی مثبت ولتاژ ، Vs ln توالی منفی ولتاژ،Vs 10 توالی صفر ولتاژ و Vsh قسمت هارمونیکی ولتاژ می باشد.

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



شکل (۳) بلوک دیاگرام مدار کنترلی قسمت سری UPQC با استفاده از قاب مرجع همزمان

برای در قاب مرجع همزمان، کمیتهای مربوط به محور 0وd برابر صفر شده و کمیت مربوط به محور q دارای دامنه ثابت می باشد .با کم کردن مقدار DC ولتاژ فاز مطلوب (Vqf) از Vsq ، همه اغتشاشات در محور q بدست میآید .بنابراین انواع کلی اغتشاشات توسط عکس تبدیل قاب مرجع همزمان به مختصات a – b – c انتقال می یابد .بدین ترتیب ولتاژ های مرجع جبرانساز سری ایجاد میشود .مطابق با شکل (3)این ولتاژها در کنترل کننده SPWM با یک شکل موج مثلثی مقایسه شده و پالس های کنترلی لازم $(g_1 - g_6)$ جهت اعمال به کلیدهای مبدل منبع ولتاژ سری تولید می گردد.

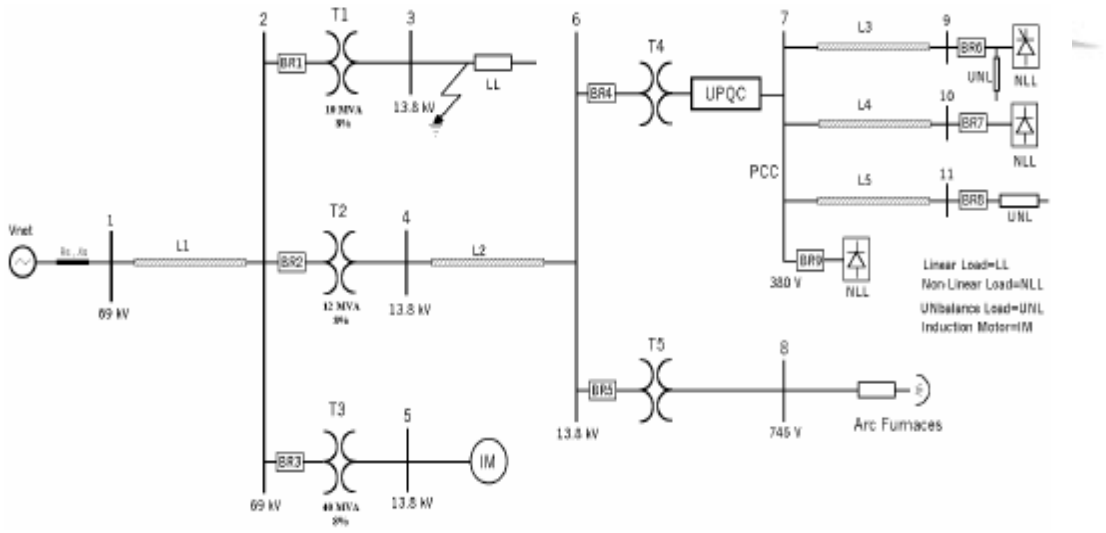
جبرانسازی قسمت های نامطلوب ولتاژ (به جزVs1p) بایستی آنها توسط فیلترهای بالاگذر و پایین گذر مد نظر استخراج گردند. اما اگر تنظیم ولتاژ باس PCCباشد در این حالت بجای فیلتر های بالا گذر و پایینگذر مقدارDC ولتاژ فاز مطلوب (Vqf) جایگزین می شود (شکل (۳)). چنین ایده ای از اینجا ناشی می شود که اگر ولتاژ سینوسی سه فاز متعادل Vm را به دامنه قاب مرجع همزمان انتقال دهیم، خواهیم داشت :

$$\begin{bmatrix} V_{df} \\ V_{qf} \\ V_{0f} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{3}{2}} \begin{bmatrix} 0 \\ V_m \\ 0 \end{bmatrix} \qquad (۱۷)$$

شبکه نمونه و مدل سازی اغتشاشات

شکل (۴) نمایش دهندۀ دیاگرام تک خطی شبکه توزیع نمونه انتخابی است. شبکه توزیع شعاعی مورد مطالعه از پست فوق توزیع ۶۹ کیلو ولت انشعاب می گیرد و یک شبکه توزیع شعاعی نمونه

شامل ۱۱باس بار است. اطلاعات این شبکه از مرجع [۱۱] استخراج شده است. به این سیستم توزیع تعدادی از بار غیرخطی، خطی و حساس وصل شده است که اثر آنها، ایجاد اعوجاج هارمونیکی، نامتعادلی ضریب قدرت نامطلوب است. این شبکه توزیع از پست فوق توزیع تغذیه می شود. باس ۳۸۰ ولت یعنی باس شماره 7در شکل (4) باس PCC است .در جبرانسازی جریان بار و ولتاژ منبع (ولتاژ باس توزیع)، یکسری اغتشاش در طرف مصرف کننده (روی جریان بار) مدل می شود و اغتشاشات دیگری درطرف فشار متوسط باس توزیع (۸. ۱۳ کیلو ولت) مدل می گردد. بار غیر خطی و حساس شامل یکسوکننده تریستوری سه فاز ۶ پالسه و دو یکسو کننده دیودی سه فاز است. بار ۷,۵اهمی تکفاز جهت ایجاد نامتعادلی سر بار یکسوساز تریستوری استفاده می شود. هم چنین با ایجاد اتصال کوتاه های سه فاز، تکفاز و دو فاز بهم امکان ایجاد کمبود (sag) و بیشبود (swell) ولتاژ در باس3 حاصل می شود .همچنین برای مدل کردن sag ولتاژ طولانی مدت می توان از موتو ر القایی باس ۵ نیز استفاده نمود. نتایج شبیه سازی در دو مرحله بهسازی (جبرانسازی) بار و بهسازی ولتاژ دو سر بار ارائه می شود و در هر حالت قابلیت روش کنترلی پیشنهادی و عملکرد UPQC مورد بررسی قرار می گیرد.



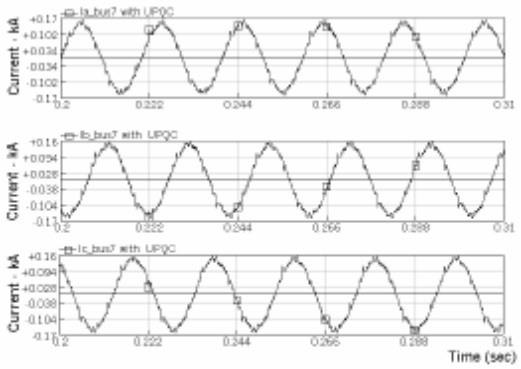
شکل (۴) دیاگرام تک خطی شبکه توزیع نمونه مورد مطالعه

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

بهسازی جریان

مدل سازی اغتشاشات فوق الذکر پوشش دهندهٔ حالت های مختلف آلودگ یهای موجود در شبکه های توزیع است. به همین علت برای بررسی قابلیت مدار نتایج در دو مورد زیر ، کنترلی قسمت موازی UPQC تفکیک شده است:

الف: بهسازی اعوجاج هارمونیکی و توان راکتیو شکل مو ج سه فاز جریان های بار در باس PCC (باس ۷ شکل (۴)) قبل از بهسازی در شکل (۵) نشان داده شده است.



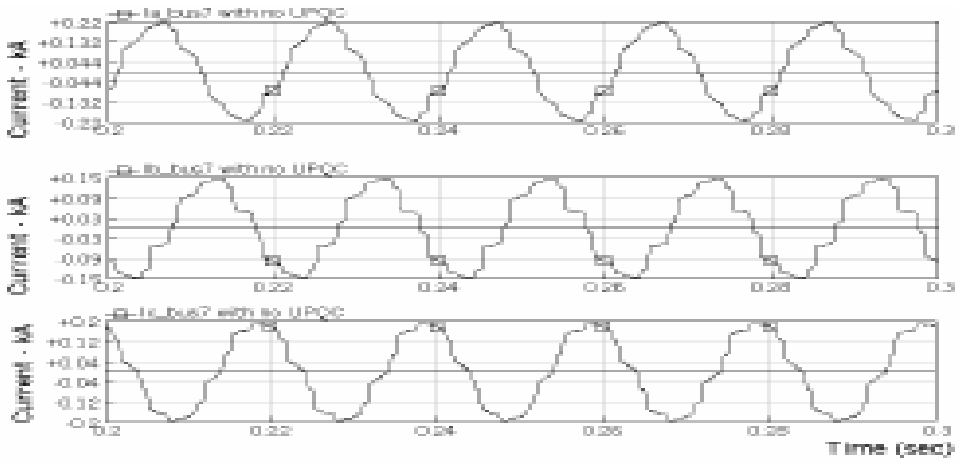
شکل (۶) جریان‌های لحظه‌ای سیستم با حضور UPQC

در این حالت جریان بار فقط هارمونیکی و تقاضای توان راکتیو جهت تصحیح ضریب قدرت است. شکل (6) جریان سه فاز باس PCC را بعد از فعال شدن UPQC نشان می دهد .با توجه شکل مذکور، با حضور UPQC تمام مولفه های هارمونیکی توسط شاخه موازی UPQC جبرانسازی شده اند و جریان سینوسی متعادل از باس توزیع کشیده می شود .

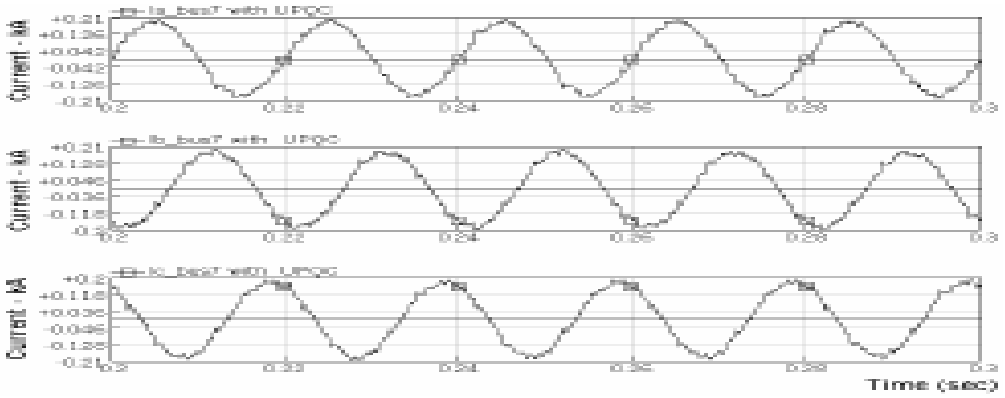
ب : بهسازی اعوجاج هارمونیکی، توان راکتیو و عدم تعادل

شکل موج سه فاز جریان های بار در باس PCC قبل از بهسازی در شکل (۷) نشان داده شده است. در مقایسه با شکل (۵) این حالت بار ۷,۵ اهمی بر سر بار تریستوری بین فاز های aوb جهت ایجاد نامتعادلی به شبیه سازی افزوده شده است. جریان بار دارای اغتشاش هارمونیکی، نامتعادلی و ضریب قدرت کم است .شکل(۸) جریان سه فاز باس PCC را بعد از حضور UPQC نشان می دهد.

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



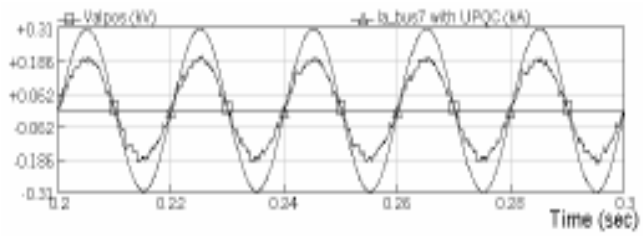
شکل (۷) جریان‌های لحظه‌ای بار در باس PCC بدون حضور UPQC



شکل (۸) جریان‌های لحظه‌ای بار در باس PCC با حضور UPQC

با توجه به شکل(۸)، با فعال شدن UPQC آلودگی های موجود در جریان بار و نامتعادلی توسط قسمت موازی UPQC, جبرانسازی شده اند و جریان سینوسی متعادل از باس توزیع کشیده شده است .شکل جریان فاز(۹) a باس PCC را در حضور UPQC همراه با مولفهٔ اصلی ولتاژ آن فاز نشان می دهد. با توجه به شکل (۹) اختلاف فازی بین جریا ن و ولتاژ باس ۷ وجود ندارد، یعنی UPQC توان راکتیو را بطور کامل جبرانسازی و تصحیح ضریب قدرت را نیز انجام داده است.

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

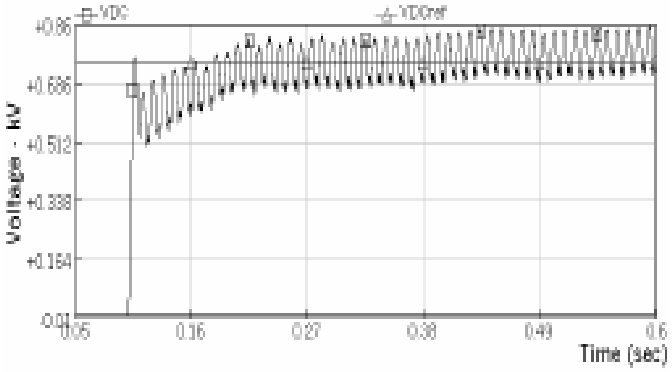


شکل (۹) مولفه اصلی ولتاژ فاز a منبع، جریان فاز a باس توزیع

در همین شرایط تغییرات ولتاژ باس DC در (شکل۱۰) نشان داده شده است. در این حالت نوسانات موجود در ولتاژ باس DC نسبت به حالت قبلی بیشتر بوده است و دلیل آن ناشی از تغییرات مولفهٔ نوسانی توان حقیقی بعلت نامتعادلی بار و مولفه صفر در جریان ولتاژ بار می باشد. با توجه به شکل ولتاژ باس DC مرجع خود را دنبال می کند. با توجه به نتایج فوق عملکرد مناسب مدار کنترلی پیشنهادی مورد تأیید قرار می گیرد.

بهسازی ولتاژ بار در باس PCC

از بین عوامل مخرب در شکل موج سینوسی ولتاژ، کمبود (Sag) ولتاژ بیشتر اتفاق می افتد[۱۲]. عوامل اصلی بروز آن خطاهای رخ داده در سیستم توزیع و فوق توزیع یا کلیدزنی بارهایی با جریان راه اندازی زیاد است. به همین علت برای بررسی قابلیت مدار کنترلی پیشنهادی برای UPQC,مجموعه ای از اتصال کوتا ه های سه فاز، تکفاز به زمین و دو فاز به هم در باس (۳) اعمال شده است.



شکل (۱۰) ولتاژ باس DC با حضور UPQC

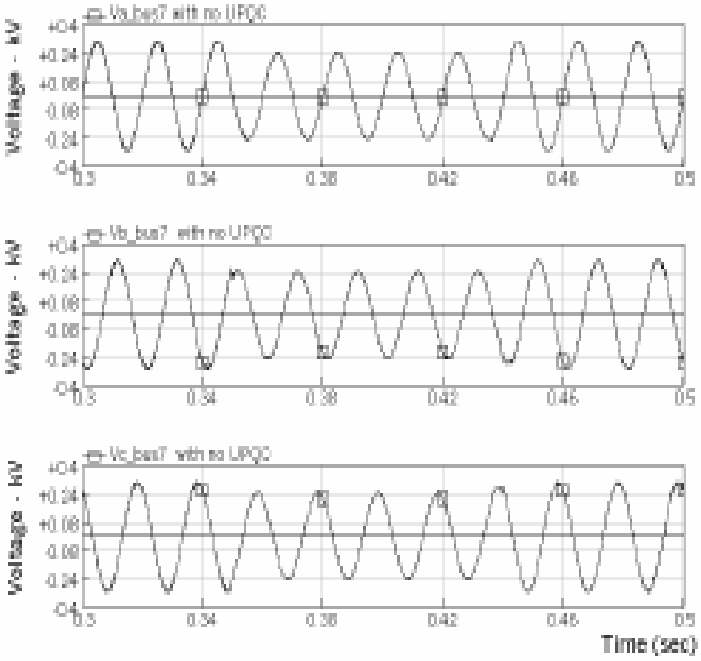
الف: کمبود ولتاژ ناشی از اتصال سه فاز

شکل (۱۱) شکل موج ولتاژهای سه فاز باسPCCرا در حین بروز اتصال کوتاه سه فاز به زمین نشان می دهد. با توجه به شکل (۱۱) با وقوع اتصال کوتاه در باس (۳)، کمبود ولتاژ بیش از ۲۰ درصد می باشد. شکل (۱۲) شکل موج ولتاژهای سه فاز باس PCC را بعد از بهسازی توسط UPQC نمایش می دهد .با توجه به شکل مذکور UPQC ولتاژ سینوسی متعادل به بار تحویل داده است.

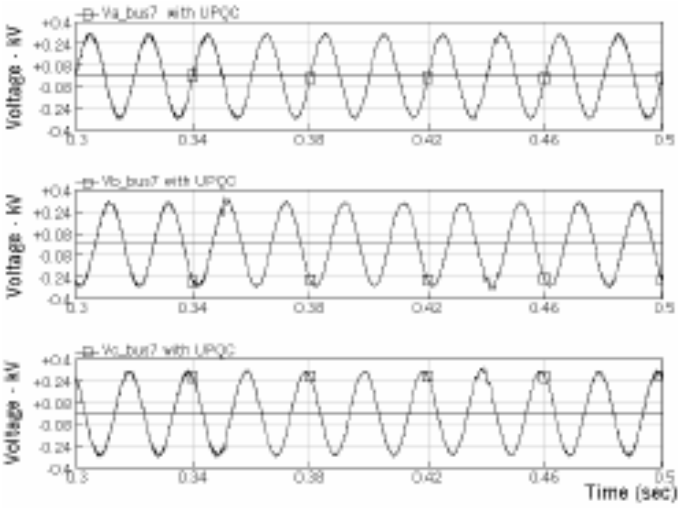
شکل(۱۳) تغییرات ولتاژ باس DC در حالت بهسازی UPQC در Sag ولتاژ ناشی از اتصال کوتاه سه فاز را نشان می دهد. همچنین در شکل (۱۴) دیده می شود که با وقوع کمبود ولتاژ جریان خط افزایش می یابد. این افزایش جریان، ناشی از عملکرد سیستم کنترل ولتاژ باس DC است، نحوه عمل بدین صورت است که با کاهش ولتاژ باس PCC شبکه، ولتاژ تزریقی توسط شاخه سری UPQC جهت بازیابی ولتاژ بار و رساندن آن به حالت نرمال تولید می شود.

UPQC با تولید این ولتاژ قسمتی از توان مصرفی بار را تغذیه می کند. این توان از خازن باس DC اخذ شده و در نتیجه باعث کاهش ولتاژ باس DC می گردد .در این حالت سیستم کنترل قسمت موازی UPQC با تولید توان preg , مبدل شاخه موازی UPQC را مجبور می کند تا با افزایش جریان خط، توان مورد نیاز جهت بهسازی ولتاژ را از شبکه بگیرد و نوسانات ولتاژ باس DC را جبران نماید.

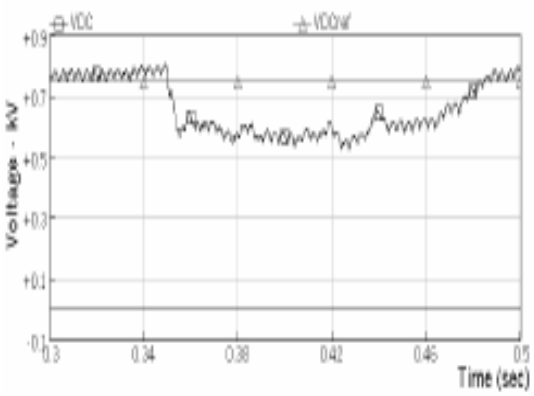
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



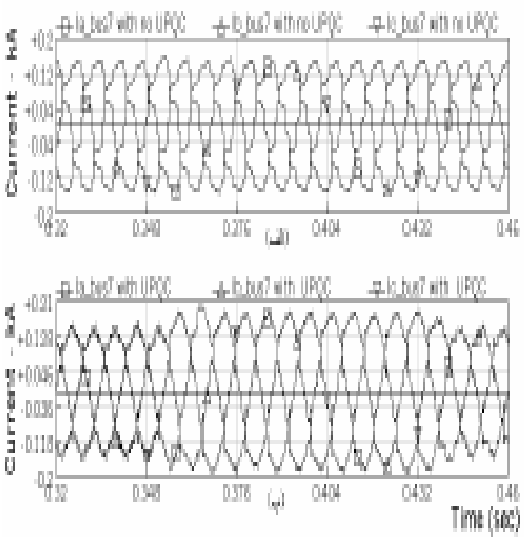
شکل (۱۱) کمبود ولتاژ ناشی از اتصال کوتاه سه فاز به زمین



شکل (۱۲) جبرانسازی کمبود ولتاژ ناشی از اتصال کوتاه سه فاز به زمین



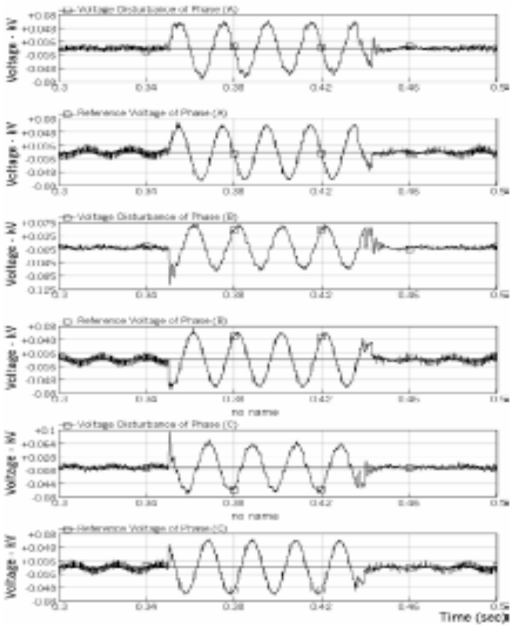
شکل (۱۳) نوسانات ولتاژ باس DC



شکل (۱۴) جریان‌های لحظه‌ای سیستم، (الف)- جریان سه فاز بار (ب) – جریان سه فاز خط

شکل (۱۵) ولتاژهای تولید شده (U cc, Uca ،Ucb) توسط مبدل سری UPQC را همراه با ولتاژ های مرجع تولیدی مدار کنترلی (قسمت سری) را نمایش می دهد.

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

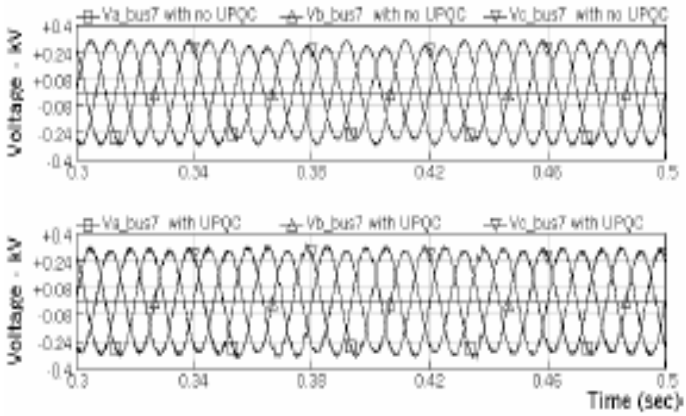


شکل (۱۵) ولتاژهای بهسازی قسمت سری UPQC همراه با ولتاژهای مرجع تولیدی توسط مدار کنترلی

ولتاژهای تولید شده به وسیله ترانسفورماتورهای تکفاز سری به باس توزیع افزوده می شوند. مشاهده می شود کمبود های ناشی از اتصال کوتاه در ولتا ژهای مرجع ظاهر شده است. مطابق شکل مذکور، هر دو ولتاژ عیناً همدیگر را دنبال می کند و بدلیل استفاده نکردن از فیلت رهای بالاگذر و پایی نگذر (در مدار کنترلی قسمت سری)، اضافه کردن ولتاژ توسط مبدل سریع انجام می شود. این نشانه موفقیت عملکرد UPQC در خنثی سازی اختلال ولتاژ است.

ب: کمبود و بیشبود ولتاژ ناشی از اتصال تک فاز

در اینجا فرض بر این است که اتصال کوتاه تک فاز به زمین در شین (3) و در فاز a در لحظهٔ t = 0.35 رخ می دهد. وقوع این اتصال کوتاه نامتقارن، باعث و ایجاد کمبود ولتاژ در فاز a بیشبود در فازهای دیگر می گردد. نتایج حاصل از شبیه سازی در شکل (۱۶) نشان داده شده است .با توجه به شکل(16) UPQC به سرعت، اغتشاش ایجاد شده را برطرف نموده و کمبود ها و بیشبود روی ولتاژ فازها را اصلاح می کند .



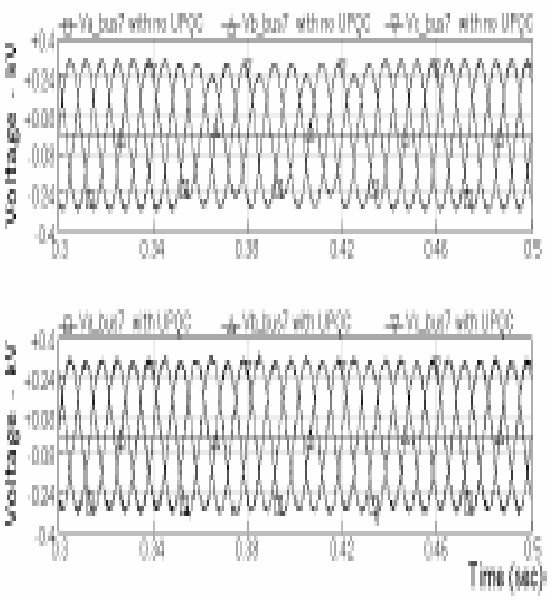
شکل (۱۶) کمبود و پیشبود ولتاژ ناشی از اتصال کوتاه تک فاز به زمین

ج: کمبود ولتاژ ناشی از اتصال کوتاه فاز به فاز

در این نوع اتصال کوتاه، کمبود در دو فاز ایجاد شده ولی وضعیت فاز سالم به امپدانس توالی صفر و منفی شبکه های فوق توزیع و انتقال بستگی دارد. از طرفی چون امپدانس توالی منفی و مثبت به یکدیگر وابسته هستند بنابراین در فاز سالم اثری از کمبود ولتاژ دیده نمی شود.

شکل (۱۷)، شکل موج های ولتاژ در باس PCC را قبل و بعد از جبرانسازی نشان می دهد. با توجه به شکل (17) دیده می شود که با تزریق ولتاژ توسط قسمت سری UPQC کمبود ولتاژ در فاز ها حذف شده است.

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



شکل (۱۷) کمبود ولتاژ ناشی از اتصال کوتاه دو فاز بهم

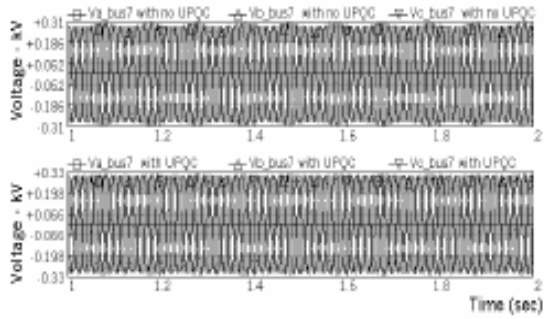
برای مدل کردن sag ولتاژ طولانی می توان از موتور القایی باس 5 نیز استفاده نمود .بررسی این مورد نشان داده است که UPQC عملکرد مطلوبی از خود نشان می دهد .همچنین رفتار UPQC برای بار گذاری موتور القایی و وصل بارهای بزرگ به شبکه توزیع بررسی شده است که این بهساز توانسته است بارهای حساس را در مقابل کمبود ولتاژها محافظت کند.جهت خلاصه کردن مطلب از آوردن نتایج خودداری شده است.

د: جبرانسازی فیلکر ولتاژ

در این مرحله، کوره قوس الکتریکی وارد مدار می شود. با توجه به ماهیت غیرخطی کوره، ولتاژ باس (۸) دارای نوسانات ولتاژ و فیلکر در ولتاژ است. این فلیکر ، به باس PCC منتقل شده است . شکل موج های ولتاژ باس PCC قبل و بعد از جبرانسازی در شکل(۸) نشان داده شده است.

مقدار این نوسانات در حدود ۲۰ درصد و فرکانس فیلکر آن ۱۰ هرتز است. همانطور که از این شکل های دیده می شود با حضور UPQC ولتاژ باس PCC دارای دامنه ثابت شده است .

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



شکل (۱۸) شکل موج‌های سه‌فاز باس PCC قبل وبعد از جبرانسازی

بنابراین مشخص است که استراتژی کنترلی پیشنهادی توانسته است هر گونه آلودگی در بار و ولتاژ را بهسازی کند.

نتیجه گیری

در این فصل، مدل مشروح UPQC همراه با مدلسازی انواع اغتشاشات و با الگوریتم کنترلی بهبود یافته ای بر پایه تئوری قاب مرجع همزمان مطرح شده است. همچنین اصلاحات کلی و جزئی مدار کنترلی و چگونگی طراحی مدار کنترلی جهت حذف هارمونیک های جریان و نامتعادلی های آن نیز ارائه شده است. نتایج شبیه سازی برای حالت های مختلف مربوط به کمبود ولتاژ، نشان داده است که الگوریتم کنترلی پیشنهادی برای UPQC بطور مطلوبی پاسخگوست.

همچنین در این فصل نشان داده شده است که UPQC می تواند بطور همزمان با الگوریتم کنترلی ارائه شده هر گونه آلودگی در بار و ولتاژ را بهسازی کند. قابل ذکر است که نکته برجسته فصل ایجاد توانایی متعادل سازی بار در UPQC بوده است در ضمن اینکه دیگر ضرورتی به کاربرد فیلتر ها در مدار کنترلی وجود ندارد و بدین ترتیب سرعت عملکرد مدار نیز افزایش یافته است.

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

فصل ۳- بازآرایی شبکه های توزیع همراه با جایابی UPQC به منظور کاهش تلفات و بهبود سطح ولتاژ

۳-۱- مقدمه

شبکه های توزیع برای دارا بودن قابلیت اطمینان بهتر معمولا به صورت حلقوی یا غربالی طراحی می شوند اما مشکلات حفاظتی مانند سطح اتصال کوتاه زیاد و لزوم رله های جریان دو طرفه، بهره برداری این شبکه ها را به بهره برداری به صورت شعاعی میل می دهد. در شبکه های توزیع دو نوع کلید وجود دارد : کلید هایی که در حالت معمول باز و کلیدهایی که در حالت معمول بسته هستند.

بازآرایی، مدیریت باز و بسته شدن این کلیدها به منظور رسیدن به ساختاری از شبکه است که اهدافی مانند تلفات کمتر یا سطح ولتاژ بهتری را برآورده نماید. برای رسیدن به این اهداف ساختارهای زیادی از شبکه و تعداد کلیدهای زیادی وجود دارند که باید باز یا بسته شوند. همچنین مساله ی بازآرایی یک مساله ی مشتق ناپذیر می باشد به همین منظور برای بهینه کردن مشخصه های شبکه ی توزیع از روش های هوشمند استفاده می شود.

در اکثر کارهای صورت گرفته در مساله ی بازآرایی، هدف تنها کاهش تلفات اکتیو و بهبود سطح ولتاژ می باشد.

در شبکه های توزیع، بازآرایی معمولا به صورت فصلی یا ماهانه صورت می گیرد اما با توجه به اتوماسیون در شبکه های توزیع و گسترش شبکه های هوشمند و در نتیجه قابلیت کنترل کلیدهای شبکه از راه دور، می توان بازآرایی را به صورت آنلاین انجام داد بنابراین زمان حل مساله ی بازآرایی می تواند بسیار حائز اهمیت باشد. در یک شبکه ی مجهز به اتوماسیون، حداقل دوره ی زمانی انجام بازآرایی، برابر با مدت زمان حل مساله ی بازآرایی توسط الگوریتم استفاده شده می باشد.

در این بخش یک روش ابتکاری به منظور بهبود مدت زمان حل بازآرایی توسط الگوریتم ژنتیک برای کاهش تلفات و بهبود سطح ولتاژ شبکه ارائه شده است. در این روش با حذف جواب های تکراری در تکرارهای قبلی الگوریتم و جلوگیری از محاسبه ی مجدد تابع هدف متناظر با این جواب های تکراری، مدت زمان حل مساله و حجم اطلاعات مورد تحلیل کاهش داده شده است.

۳-۲ تعریف تابع هدف مساله

توابع هدف درنظر گرفته شده به منظور بازآرایی شبکه ی توزیع، کاهش کل توان تلفاتی اکتیو شبکه و بهبود سطح ولتاژ شبکه می باشند که هر کدام به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته اند.

فرمول بندی این توابع را می توان به صورت زیر بیان کرد :

$$f(\mathrm{x}) = \mathrm{P}_{total,loss}$$

$$f(x) = \sum_{i=1}^{n} |I - V_i|$$

به طوری که $\mathrm{P}_{total,loss}$ کل تلفات اکتیو موجود در شبکه، n تعداد باس ها و $\mathrm{V_i}$ اندازه ی ولتاژ باس های شبکه می باشند. هر کدام از توابع هدف مساله دارای محدودیت هایی می باشد که باید در نظر گرفته شود و به صورت زیر بیان می شوند :

$$V_{\min} \prec V_i \prec V_{\max}$$

$$|I_i| \prec I_{i,\max}$$

$$P_{total,loss} \prec P_{total,loss,\max}$$

که در آن $\mathrm{V_{min}}$،$\mathrm{V_i}$ و $\mathrm{V_{max}}$ به ترتیب ولتاژ باس iام، حداکثر و حداقل ولتاژ شین ها، $\mathrm{I_i}$ و $\mathrm{I_{max}}$ به ترتیب جریان شاخه ی iام و حداکثر جریان شاخه ی iام و $\mathrm{P_{total,loss,max}}$ حداکثر توان تلفاتی می باشند. برای تابع هدف اول، محدودیت های جریان و ولتاژ و برای تابع هدف دوم، محدودیت های جریان و توان تلفاتی در نظر گرفته شده است.

در تابع هدف دوم، اگر محدودیت توان در نظر گرفته نشود امکان دارد که الگوریتم جواب را ارائه دهد که اگر چه سطح ولتاژ بسیار مناسبی را دارا باشد اما توان تلفاتی شبکه نیز بسیار بالا و غیر قابل قبول باشد.

در این بخش، V_{min} و V_{max} به ترتیب 0.9 و 1.01 پریونیت و $P_{total,loss,max}$، کل توان تلفاتی اکتیو در حالت اولیه ی شبکه در نظر گرفته شده اند. مقادیر حداکثر جریان شاخه ها مربوط به محدودیت های فیزیکی شبکه می باشد.

برای آنالیز پخش بار، از مجموعه روابطی ساده شده حاکم بر جریان (توان) خطوط و شین ها استفاده شده است که از پیچیدگی مساله ی پخش بار می کاهد و می تواند در کاهش زمان حل مساله ی بازآرایی موثر باشد. با توجه به شکل ، روابط توان اکتیو، راکتیو و اندازه ی ولتاژ باس ها در هر شین از شبکه به صورت زیر بیان می شود.

$$P_i = P_{i+1} + P_{1i+1} + R_{i,i+1}\frac{P_i^2+Q_i^2}{|V_i|^2}$$

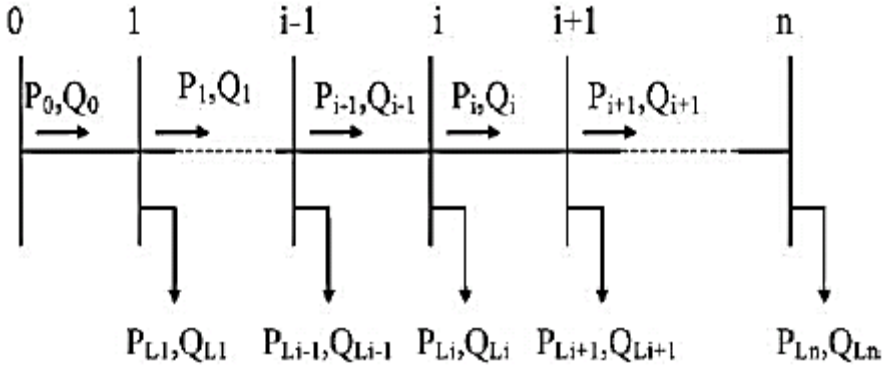
$$Q_i = Q_{i+1} + Q_{1i+1} + X_{i,i+1}\frac{P_i^2+Q_i^2}{|V_i|^2}$$

$$|V_{i+1}^2| = |V_i^2| - 2(R_{i,i+1}P_i + X_{i,i+1}Q_i) + (R_{i,i+1}^2 + X_{i,i+1}^2)\frac{P_i^2+Q_i^2}{|V_i|^2}$$

$$P_{total,loss} = R_{i,i+1}\frac{P_i^2+Q_i^2}{|V_i|^2}$$

که در این روابط P_i و Q_i به ترتیب توان اکتیو و راکتیو خارج شده از باس i ام، P_{1i} و Q_{1i} به ترتیب توان اکتیو و راکتیو بار متصل به باس i ام، $R_{i,i+1}$ و $X_{i,i+1}$ مقاومت و راکتانس خط بین باس i ام و باس (i+1) ام و V_i ولتاژ باس iام می باشند. شرط همگرایی پخش بار با توجه به دقت موردنیاز

تعیین می شود. در این روش، دقت پخش بار ۰,۰۰۰۱ در نظر گرفته شده است. بعد از انجام یک سری تکرار، شرط همگرایی مساله برآورده می شود و مقادیر کل تلفات اکتیو و ولتاژ باسها با دقت مناسب بدست می آیند.



دیاگرام تک خطی یک فیدر اصلی

WikiPower.ir

۳-۳- الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یکی از روش های ابتکاری مساله ی بهینه سازی است که ریشه ی آن از قانون بقای نسل برتر نشات می گیرد. این الگوریتم در هرتکرار، محاسباتی روی جمعیتی از کروموزوم ها(کاندیدهای جواب مساله) انجام داده و تغییرات تصلدفی رویمجموعه ی کروموزوم ها از طریق عملگرهای ژنتیکی(انتخاب، ترکیب و جهش) اعمال می کند. پس از اعمال این عملگرها، دنباله ی کروموزوم ها به روز شده و جواب های مختلف بدست آمده از نظر برازندگی بر اساس تابع هدف ارزیابی شده و انتخاب برای نسل بعدی بر مبنای این ارزیابی انجام می گیرد.

الف) انتخاب

انتخاب عملی است که در آن کروموزوم های نسل بعدی از جمعیت فعلی بر اساس قانون بقای اصلح تعیین می شوند. روش های مختلفی برای این عمل وجود دارد که می توان برای انتخاب ژن ها از آن استفاده کرد. به عنوان مثال می توان به روش نخبه گرایی، روش مسابقه و روش چرخ رولت اشاره کرد.

ب) عملگر ترکیب

ترکیب یا تولید مثل، عملی است که بر روی دو کروموزوم از جمعیت موجود عمل کرده و خصوصیات آن دو را به طور تصادفی تعویض می کند. کروموزوم های حاصل از این عملگر جواب های جدیدی هستند که فرزند کروموزوم های قبلی محسوب می شوند چرا که بسیاری از خصوصیت کروموزوم های قبلی را دارند.

ج) عملگر جهش

جهش عملگری است که بر روی یکی از کروموزوم های جمعیت عمل کرده و خصوصیات آن را فقط در نقطه ی جهش تغییر می دهد. اگر سرعت جهش بالا باشد فرزندان حاصل خصوصیات کمتری ازوالدین خود به ارث می برند در عوض حالت های محتمل دیگر نیز مورد ارزیابی قرار می گیرد. در لحظاتی که مساله به جواب نزدیک می شود، این عملگر از حرکت تابع بهینه شونده به سمت نقاط بهینه ی محلی جلوگیری می کند.

۳-۴- نحوه ی انجام بازآرایی همراه با جایابی UPQC در یک شبکه ی توزیع

سه حالت برای انجام بازآرایی و جایابی UPQC در یک شبکه وجود دارد که می توان این حالات را به صورت زیر دسته بندی کرد:

حالت اول) ابتدا بازآرایی شبکه ی توزیع و سپس جایابی UPQC

حالت دوم) ابتدا جایابی UPQC و سپس بازآرایی شبکه ی توزیع

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

حالت سوم) بازآزایی شبکه و جایابی UPQC به طور همزمان

که ما در این بخش حالت سوم را بررسی می کنیم

در این حالت، بازآرایی و جایابی به صورت همزمان و نه در دو مرحله ی جداگانه صورت می گیرد و هر رشته دارای دو بخش مجزا می باشد. بخش اول به کلیدهای باز شده به منظور بازآرایی و بخش دیگر به مشخصات UPQC به منظور جایابی تعلق دارد. به عنوان مثال برای یک شبکه ی ۳۳ باس با ۳۷ شاخه که دارای 5 کلید در حالت عادی باز و یک UPQC است، هر رشته دارای ۵ جزء و بصورت خواهد بود :

[شماره ی کلید، . . .، شماره ی کلید مکان UPQC، اندازه ی توان سری UPQC، اندازه ی توان موازی UPQC]

روش سوم مطمئنا هر دو ویژگی دو روش دیگر را می تواند به طور همزمان داشته باشد پس در این پایان نامه از روش سوم برای ترکیب بازآرایی و جایابی استفاده شده است.

WikiPower.ir

۳-۵- شبیه سازی و نتایج عددی

برای نمایش عملکرد مناسب الگوریتم ارائه شده، این الگوریتم بر روی یک شبکه ی توزیع ۳۳ شینه با ۳۷ شاخه، مورد بررسی واقع شده است. ولتاژ مبنا در این شبکه ۱۲,۶۶ کیلوولت و توان مبنا 10 مگاوات می باشد.

بر اساس نظریه ی گراف، شرط لازم برای درختی بودن یک گراف این است که تعداد شاخه های مدار یک واحد از تعداد گره ها کمتر باشد. در این شبکه ی ۳۳ باس، باید پنج عدد از شاخه های شبکه باز شوند.. پس در الگوریتم ژنتیک تعداد ژن ها در هر کروموزوم برابر با ۸ خواهد بود.

در این بررسی، تعداد جمعیت ۵۰ و تعداد تکرارهای الگوریتم ژنتیک ۲۰۰ بار انتخاب شده است. هر کدام از توابع هدف مساله یعنی کاهش تلفات و بهبود سطح ولتاژ به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته و زمان و مقدار تابع هدف با استفاده از الگوریتم ژنتیک و الگوریتم پیشنهادی مقایسه شده اند. در حالت عادی شبکه ی مورد بررسی، کلیدهای ۷، ۹، ۱۴، ۲۸ و ۳۶ باز می باشند همچنین مکان و اندازه ی توان موازی سری UPQC به ترتیب 29، ۱,۲۸ و ۰,۸۱ مگاوار است که توانسته است تلفات شبکه را به ۱۰۰,۸۴ کیلوولت کاهش و بیشتر از ۵۰ درصد بهبود دهد. نتایج اعمال بازآزایی با استفاده از الگوریتم ژنتیک پیشنهادی و ژنتیک معمولی در حالت های مختلف، در جدول ۱ آورده شده است. لازم به ذکر است که چون در هر دو الگوریتم جواب های بدست آمده در هر سه حالت زیر یکسان بوده اند از ذکر مجدد آنها صرفنظر شده است. دو الگوریتم تنها از لحاظ زمان اجرا با هم متفاوت هستند و دارای پاسخ های یکسان می باشند.

حالت اول: ساختار اولیه ی شبکه ی توزیع

حالت دوم: بازآرایی به منظور کاهش تلفات اکتیو

حالت سوم: بازآرایی به منظور بهبود سطح ولتاژ

WikiPower.ir

	حالت اول	حالت دوم	حالت سوم
تلفات اکتیو(kw)	۲۰۲,۶۸	۱۰۰,۸۴	۱۹۶,۴۸
میانگین ولتاژ(pu)	۰,۹۴۹۸	۰,۹۷۳۱	۰,۹۸۴۹
شماره خطهای بازشده	۳۳،۳۷	۱۴،۹،۷،۲۷،۲۸	۸،۲۸،۳۳،۳۱

جدول ۱- حالت های مختلف بازآرایی

همانگونه که مشاهده می شود بعد از بازآرایی به منظور کاهش تلفات اکتیو شبکه، این تلفات به کمتر از ۵۰ درصد حالت اولیه شبکه کاهش پیدا کرده است و همچنین شبکه در این ساختار جدید سطح ولتاژ مناسب تری دارد. بازآرایی به منظور بهبود سطح ولتاژ، میانگین ولتاژ را از مقدار ۰,۹۴۹۸ تا مقدار ۰,۹۸۴۹ بهبود داده است. همان گونه که ذکر شد جدول شماره هم شامل جواب های الگوریتم ژنتیک معمولی و هم شامل جواب های الگوریتم پیشنهادی می باشد که به علت یکسان بودن نتایج، از ذکر مجدد خودداری شده است. پروفیل ولتاژ تمام باس های شبکه برای بهینه سازی تابع هدف دوم در چهار حالت مختلف زیر در شکل رسم شده است:

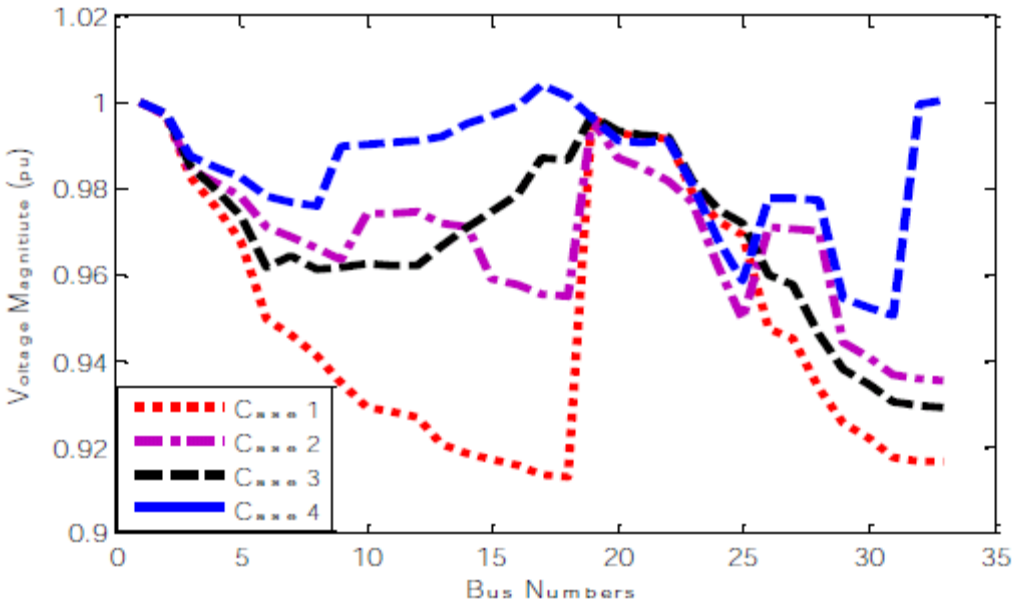
حالت اول: ساختار اولیه ی شبکه

حالت دوم: بازآرایی شبکه

حالت سوم: جایابی UPQC

حالت چهارم: بازآرایی و جایابی به صورت همزمان

همانطور که در شکل زیر مشاهده می شود پروفیل ولتاژ در ساختار اولیه ی شبکه، وضعیت مناسبی ندارد اما بعد از انجام بازآرایی و جایابی در بهترین حالت خود نسبت به سایر حالت های ذکر شده قرار دارد.



ولتاژ تمام باس ها در حالت های مختلف

WikiPower.ir

Line number	Sending bus no.	Receiving bus no.	Resistance (Ω)	Reactance (Ω)	Load at receiving end bus	
					Real power (kW)	Reactive power (kVAr)
1	1	2	0.0922	0.0477	100.0	60.0
2	2	3	0.4930	0.2511	90.0	40.0
3	3	4	0.3660	0.1864	120.0	80.0
4	4	5	0.3811	0.1941	60.0	30.0
5	5	6	0.8190	0.7070	60.0	20.0
6	6	7	0.1872	0.6188	200.0	100.0
7	7	8	1.7114	1.2351	200.0	100.0

8	8	9	1.0300	0.7400	60.0	20.0
9	9	10	1.0400	0.7400	60.0	20.0
10	10	11	0.1966	0.0650	45.0	30.0
11	11	12	0.3744	0.1238	60.0	35.0
12	12	13	1.4680	1.1550	60.0	35.0
13	13	14	0.5416	0.7129	120.0	80.0
14	14	15	0.5910	0.5260	60.0	10.0
15	15	16	0.7463	0.5450	60.0	20.0
16	16	17	1.2890	1.7210	60.0	20.0
17	17	18	0.7320	0.5740	90.0	40.0
18	2	19	0.1640	0.1565	90.0	40.0
19	19	20	1.5042	1.3554	90.0	40.0
20	20	21	0.4095	0.4784	90.0	40.0
21	21	22	0.7089	0.9373	90.0	40.0
22	3	23	0.4512	0.3083	90.0	50.0
23	23	24	0.8980	0.7091	420.0	200.0
24	24	25	0.8960	0.7011	420.0	200.0
25	6	26	0.2030	0.1034	60.0	25.0
26	26	27	0.2842	0.1447	60.0	25.0
27	27	28	1.0590	0.9337	60.0	20.0
28	28	29	0.8042	0.7006	120.0	70.0
29	29	30	0.5075	0.2585	200.0	600.0
30	30	31	0.9744	0.9630	150.0	70.0
31	31	32	0.3105	0.3619	210.0	100.0
32	32	33	0.3410	0.5302	60.0	40.0
*Tie lines						
33*	21	8	2.0000	2.0000		
34*	9	15	2.0000	2.0000		
35*	12	22	2.00000	2.0000		
36*	18	33	0.50000	0.50000		
37*	25	29	0.50000	0.50000		

Substation voltage = 12.66 kV, MVA base = 10 MVA

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

نتیجه گیری

با توجه به میزان تلفات بالا در شبکه های توزیع و اهمیت تحویل سطح ولتاژ مناسب، در این بخش بازآرایی شبکه های توزیع به منظور کاهش تلفات اکتیو و بهبود سطح ولتاژ به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. بازآرایی با استفاده از روش پیشنهادی بر روی یک شبکه ی ۳۳ شینه ی استاندارد مورد بررسی واقع شد. نتایج نشان داد که هر دو الگوریتم بهینه ساز یعنی الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ژنتیک پیشنهادی دارای پاسخ یکسان بوده و تلفات اکتیو شبکه را به کمتر از نصف تلفات حالت اولیه کاهش داده و میانگین ولتاژ به میزان قابل توجهی بهبود پیدا کرد.

فصل ۴- بهبود کیفیت توان با استفاده از UPQS در شبکه های توزیع

۴-۱- مقدمه

امروزه با افزایش بارهای غیر خطی در شبکه توزیع انرژی الکتریکی، بهبود کیفیت توان و افزایش قابلیت اطمینان شبکه برای عملکرد صحیح فرآیند ه ای صنعتی بویژه شامل بارهای حساس ضروری اس ت . این نوع بارها مانند عناصر الکترونیک دیجیتال دارای حافظه ، به اختلالات جزئی توان بسیار حساس می باشند.

فیلتر اکتیو از جمله سیستمهایی است که در دو دهه اخیر، علاوه بر جنبه تئوری، در عمل نیز بسیار مورد توجه قرار گرفته است و با استفاده از مبدلهای الکترونیک قدرت برای جبرانسازی اعوجاجهای جریان در ترکیب موازی و اعوجاجهای ولتاژ در ترکیب سری به کار می رود اما هر کدام از این فیلترها به تنهایی نمی توانند همه پارامترهای کیفیت توان را به طور کامل جبران نمایند.

به عنوان یک راه حل کلی می توان از UPQC استفاده نمود. با افزودن یک یکسو کننده کنترل شد ه (مبدل توان اکتیو موازی) به UPQC ترکیب دیگری به نام UPQS پیشنهاد شده است. که علاوه بر مستقل شدن مدار کنترل ولتاژ لینک DC, محدوده توان اینورتر فیلتر موازی نیز کاهش می یابد و می تواند تمام پارامترهای مربوط به کیفیت توان مانند جریان راکتیو، نامتعادلی و هارمونیکهای جریان بار، قطعی، کمبود، بیشبود، نامتعادلی و فلیکر ولتاژ را جبران کند . بنابراین

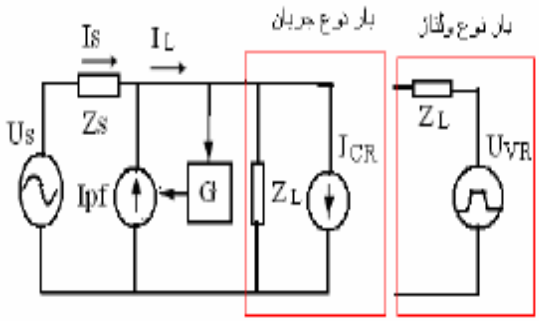
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

UPQS برای نصب در PCC (Point of Common Coupling) بارهای صنعتی مناسب می باشد.

در این فصل ، کنترل UPQS با استفاده از تئوری توان راکتیو لحظه ای (pq) انجام می شود و کارایی آن در جبرانسازی اعوجاجهای ولتاژ و جریان با این روش کنترل تحقیق می گردد . در جدول ۱ تاثیرات بار / شبکه و شبکه / بار لیست شده است.

بار ← شبکه	شبکه ← بار
هارمونیکهای جریان	کمبود / بیشبود ولتاژ
جریان راکتیو	نامتعادلی ولتاژ
نامتعادلی جریان	اعوجاج ولتاژ
شکافت ولتاژ	قطعی ولتاژ
فلیکر ولتاژ	نوسان ولتاژ

جدول(۱): پارامترهای کیفیت توان بار وشبکه



شکل (۱) : جبرانسازی بار نوع ولتاژ و جریان با فیلتر اکتیو موازی

۴-۲- اشکال فیلترهای اکتیو

فیلتر اکتیو موازی بر اساس تزریق جریان کنترل شده برای جبران هارمونیکهای جریان بار غیر خطی استفاده می شود . شکل ۱ مفهوم اصلی کاربرد این فیلتر را توضیح می دهد که Z L / ZS امپدانس منبع / بار ، ICR جریان یکسوساز نوع جریان U VR ولتاژ مبدل ac/dc نوع ولتاژ است .برای حذف هارمونیکها، جریان فیلتر I PF باید دامنه برابر و فاز مخالف با هارمونیکهای جریا ن بار داشته باشد و تابع کنترل G رابطه زیر را برآورده کند.

$$I_{PF} = G.I_L \rightarrow |G(jw)| = \begin{cases} 0 & w = w_1 \\ 1 & w = w_h \end{cases}$$

در این رابطه w 1 ، فرکانس اصلی w h ، فرکانس هارمونیکها است در صورتی که بار از نوع جریان باشد، جریانهای منبع و بار برابر است با :

$$I_S = \frac{Z_L}{Z_S + \frac{Z_L}{1-G}}.I_{CR} + \frac{U_S}{Z_S + \frac{Z_L}{1-G}}$$

$$I_L = \frac{Z_L/(1-G)}{Z_S + \frac{Z_L}{(1-G)}}.I_{CR} + \frac{1}{1-G}.\frac{U_S}{Z_S + \frac{Z_L}{1-G}}$$

اگر در فرکانس $w = w_h$ ، $\left|\frac{Z_L}{1-G}\right| >> |Z_S|$ باشد در اینصورت :

$G \rightarrow 1$ » I_{PF} I_L , I_S 0

$$I_L = I_{CR} + \frac{U_S}{Z_L}$$

در صورتی که امپدانس بار نسبت به امپدانس منبع زیاد باشد (باس بار قوی)، جبرانسازی به امپدانس منبع وابسته نیست در غیر این صورت مانند استفاده از فیلتر پسیو یا خازن اصلاح کننده ضریب توان در نقطه وصل فیلتر اکتیو موازی، کارایی سیستم بدتر می شود بنابراین در استفاده همزمان از فیلتر اکتیو موازی و پسیو باید دقت نمود . فیلتر اکتیو برای حذف هارمونیکهای ۷,۵و حداکثر ۱۳ و فیلتر پسیو برای حذف هارمونیکهای فرکانس بالا استفاده می شود.

در صورت وجود بار نوع ولتاژ، جریان منبع و بار برابر است با :

$$I_S = \frac{U_S - U_{VR}}{Z_S + \frac{Z_L}{1-G}}$$

$$I_L = \frac{1}{1-G} \cdot \frac{U_S - U_{VR}}{Z_S + \frac{Z_L}{1-G}} .$$

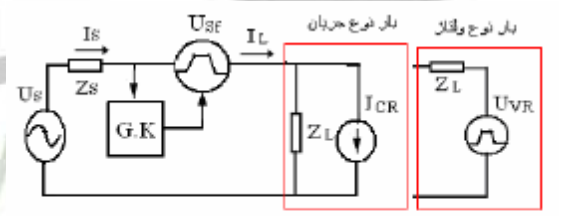
اگردر فرکانس :

$$\left| \frac{Z_L}{1-G} \right| >> | Z_S | \ . \ w = w_h$$

باشد , در اینصورت :

$$I_{PF} = I_L \quad , \quad I_S \cong 0 \quad , \quad I_L = \frac{U_S - U_{VR}}{Z_L}$$

بارهای نوع ولتاژ مانن د بار خازنی با یکسوساز دیودی دارای Z L بسیار کم هستند بنابراین فیلتر اکتیو موازی در جبرانسازی این نوع بارها کارایی کافی ندارد.



شکل (۲) : جبرانسازی بار نوع ولتاژ و جریان با فیلتر اکتیو سری

عملکرد فیلتر اکتیو سری بر اساس تزریق ولتاژ کنترل شده و سری با ولتاژ منبع می باش د . ایده اصلی، وارد نمودن امپدانس بالا در فرکانس هارمونیکها به منظور جبرانسازی جریانهای هارمونیکی کشیده شده توسط بار است که در شکل ۲ نشان داده شده است . اگر هارمونیکهای جریان منبع تعیین شود، فیلتر اکتیو سری امپدانس بالایی را در فرکانس هارمونیکی بین منبع و بار قرار می دهد . ولتاژ خروجی فیلتر اکتیو سری و جریان منبع برابر است با :

$$U_{SF} = K.G.I_S \quad ,$$

$$I_S = \frac{Z_L.I_L}{Z_L + Z_S + K.G} + \frac{U_S}{Z_L + Z_S + K.G}$$

در این رابطه K بهره تنظیم کننده ولتاژ است . اگر در فرکانس $K >> | Z_S + Z_L | \ . \ w = w_h$ باشد:

$$U_{SF} = Z_L . I_L + U_S \quad , \quad I_{SF} \cong 0$$

اگر فیلتر اکتیو سری برای جبرانسازی یک بار خازنی با یکسوساز دیودی استفاده شود، شرط لازم برای فیلتر نمودن صحیح و جریان منبع برابر است با :

$$I_S = \frac{U_S - U_{VR}}{Z_S + Z_L + K.G}$$

$$K >> 1 \rightarrow I_s = 0 \quad , \quad U_{SF} = U_S - U_{VR}$$

شرط فوق با استفاده از کنترلر هیسترزیس یا PI با ضریب تناسب ی بالا بدست می آی د . بنابراین کارایی فیلتر اکتیو سری در حذف هارمونیکهای بار یکسو شده خازنی شبیه فیلتر اکتیو موازی در بار یکسو شده القایی است.

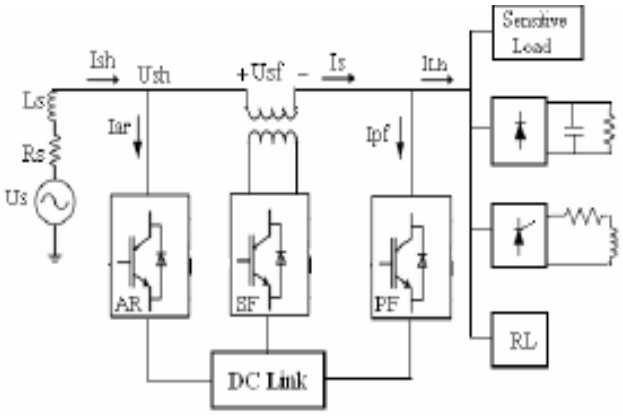
در صورتی که بار شامل بار القایی با یکسوسازتریستوری بدون فیلتر پسیو در نقطه وصل باشد، Z L بسیار بزرگ شده و جبرانسازی ممکن نخواهد بو د . یک راه حل می تواند استفاده از فیلتر اکتیو سری و پسیو موازی به طور همزمان باشد اما این ترکیب بسیار پر هزینه بوده و همچنان مشکلات فیلتر پسیو را دارا می باشد.

WikiPower.ir

۴-۳- ساختار UPQS :

همانطور که ذکر شد، حذف اعوجاجهای ولتاژ منبع و جریان بار نوع ولتاژ با است ف اده از فیلتر اکتیو سری امکانپذیر است . در این صورت تنظیم کننده ولتاژ فیلتر اکتیو سری به شارژر خازن DC نیاز خواهد داشت . اگر از یکسوساز دیودی بدین منظور استفاده شود، فقط کمبود ولتاژ را می توان جبران نمو د . در صورت نیاز به جبرانسازی بیشبود ولتاژ باید از یکسوساز کنترل شده استفاده شود در ساختار UPQC ، فیلتر اکتیو موازی خازن لینک DC را شارژ می کر د . این بهبود دهنده برای کارکرد صحیح و حذف هارمونیکهای جریان بار به فیلتر پسیو نیز نیاز دارد در این صورت احتمال رزونانس فیلتر پسیو با عناصر شبکه هنوز وجود داشته و علاوه بر آن جبرانساری ضریب توان چنین سیستمی محدود است . فیلتر اکتیو موازی به علت اینکه خازن لینک DC را شارژ می کند، باید

دارای عناصر با محدوده توان بالا نیز باشد .برای حل این مشکل ساختار UPQS شکل ۳پیشنهاد شده است، فیلتر اکتیو سری د ر این ساختار، سیستم سه فاز چهار سیمه است.



شکل(۳): ساختار UPQS

بهبود دهنده جامع کیفیت توان UPQS شامل سه بخش اصلی است:

I یکسوساز اکتیو(AR) : برای تبادل توان اکتیو و کنترل ولتاژ لینک DC استفاده می گردد.

II فیلتر اکتیو سری (SF) : هارمونیکهای ولتاژ منبع، کمبود و بیشبود ولتاژ را حذف نموده و هارمونیکهای ناشی از بار خازنی یکسو شده را مجبور به عبور از فیلتر اکتیو موازی می کند.

III فیلتر اکتیو موازی (PF) : هارمونیکهای جریان بار را حذف و ضریب توان آن را جبران می کند.

منبع توان در شکل فوق دارای مقدار قابل توجهی هارمونیک، نامتعادلی و افت ولتاژ است بارهای موازی مولد هارمونیک جریان و ولتاژ و با ضریب توان پایین همراه با بار حساس به شبکه وصل شده اند.

۴-۴- استخراج سیگنالهای مرجع :

برای کنترل هر دو فیلتر اکتیو سری و موازی از روش کنترل دستگاه مختصات سنکرون(dq) استفاده شده است . در این فصل از تئوری توان راکتیو لحظه ای (pq) با ارائه یک ابزار بسیار قدرتمند برای تعیین سیگنالهای مرجع استفاده می شو د . در این روش، جریان بار اندازه گیری می شود تا مؤلفه اصلی و همفاز با ولتاژ شبکه آن شناسایی و بعد توسط فیلتر بالا گذر تفکیک گردد، جریان باقیمانده شامل مؤلفه های هارمونیکی و بخش راکتیو جریان بار است که باید جبرانسازی شود به طور خلاصه بعد از اندازه گیری ولتاژ و جریان سه فاز تبدیل زیر بر روی آنها انجام می شود:

$$\begin{bmatrix} X_\alpha \\ X_\beta \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ 0 & \sqrt{3} & -\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_a \\ X_b \\ X_c \end{bmatrix}$$

در این رابطه X متغیر جریان بار یا ولتاژ وa , b و c نمایانگر فازهای شبکه می باشند .با استفاده از پارامترهای جدید X_β ، X_α توان اکتیو و راکتیو لحظه ای بر طبق رابطه زیر محاسبه می شود:

$$P = V_\alpha . i_\alpha + V_\beta . i_\beta = \overline{P} + \hat{P} + \tilde{P}$$
$$q = -V_\beta . i_\alpha + V_\alpha . i_\beta = \overline{q} + \hat{q} + \tilde{q}$$

که $\overline{q}$ ، $\overline{p}$ مولفه های DC و $\hat{q}$ ، $\hat{p}$ مؤلفه نوسانی فرکانس پایین و $\tilde{q}$ ، $\tilde{p}$ بخش هارمونیکی آنهاست .براساس تئوری توان لحظه ای، مؤلفه DC این توانها مربوط به فرکانس پایه بوده و سایر مؤلفه ها مر بوط به فرکانسهای هارمونیکی و زیر هارمونیکی است . برای جبرانسازی هارمونیکی، بعد از فیلتر و جدا کردن مؤلفه DC توان اکتیو و راکتیو، سایر مؤلفه ها باید جبرانسازی شوند .اگر جبرانسازی ضریب توان بار نیز توسط فیلتر اکتیو موازی مد نظر باشد، به غیر از مؤلفه DC توان اکتیو بقیه مؤلفه ه ا باید جبرانسازی شوند که جریان جبرانسازی بدین منظور از رابطه زیر بدست می آید :

$$\begin{bmatrix} i_{C\alpha} \\ i_{C\beta} \end{bmatrix} = \frac{1}{V_\alpha^2 + V_\beta^2} \begin{bmatrix} V_\alpha & -V_\beta \\ V_\beta & V_\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} (\hat{p} + \tilde{p}) \\ q \end{bmatrix}$$

که در این رابطه $i_{C\beta}$ ، $i_{C\alpha}$ مقادیر جریان مرجع در β ، α محورهای هستند با تبدیل معکوس می توان مقادیر جریان مرجع فیلتر اکتیو موازی در هر فاز را بدست آورد :

$$\begin{bmatrix} i_{pfa}^* \\ i_{pfb}^* \\ i_{pfc}^* \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -1 & \sqrt{3} \\ -1 & -\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{C\alpha} \\ i_{C\beta} \end{bmatrix}$$

ولتاژهای مرجع برای فیلتر اکتیو سری با فرآیند مشابه فیلتر اکتیو موازی و شروع از رابطه زیر تعیین می شوند.

$$\vec{U}_{SF} = K . G . \vec{I}_{Sh} + \vec{U}_{Comp}$$

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

در این را بطه، $\vec{U}_{SF}$ بردار ولتاژ فیلت راکتیو سری، I_{Sh} بردار جریان هارمونیک منبع و $\vec{U}_{Comp}$ بردار ولتاژ جبرانسازی است که اعوجاجهای ولتاژ منبع را حذف می کند. اگر فقط جبرانسازی هارمونیکی مورد نظر باشد، ولتاژهای مرجع برابر است با :

$$\begin{bmatrix} U^{*}_{Sfha} \\ U^{*}_{Sfhb} \\ U^{*}_{Sfhc} \end{bmatrix} = \frac{K}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -1 & \sqrt{3} \\ -1 & -\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{Sh\alpha} \\ i_{Sh\beta} \end{bmatrix}$$

ولتاژهای مرجع برای جبرانسازی کامل ولتاژ از رابطه زیر بدست می آیند :

$$\begin{bmatrix} U^{*}_{Sfa} \\ U^{*}_{Sfb} \\ U^{*}_{Sfc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U^{*}_{Sfha} \\ U^{*}_{Sfhb} \\ U^{*}_{Sfhc} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U_{Compa} \\ U_{Compb} \\ U_{Compc} \end{bmatrix}$$

در رابطه فوق ضریب جبرانسازی ولتاژ برابر است با:

$$\begin{bmatrix} U_{Compa} \\ U_{Compb} \\ U_{Compc} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ -1 & \sqrt{3} \\ -1 & -\sqrt{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_{Comp\alpha} \\ U_{Comp\beta} \end{bmatrix} ,$$

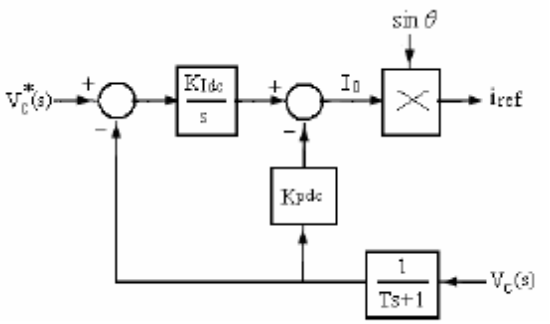
$$\begin{bmatrix} U_{Comp\,\alpha} \\ U_{Comp\,\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{S\alpha} - U_{\alpha} \\ U_{S\beta} - U_{\beta} \end{bmatrix}$$

که مقادیر نامی ولتاژ در محورهای *** قبلا از شکل موج منبع ولتاژ ایده آل محاسبه شده اند.

۴-۵- کنترل مبدلها

ثابت بودن ولتاژ لینک DC برای عملکرد صحیح هر دو فیلتر سری و موازی ضروری است . وظیفه مبدل اکتیو موازی تنظیم ولتاژ لینک DC است . با وجود این مبدل ، حلقه کنترل ولتاژ لینک DC از سیستم کنترل فیلتر اکتیو موازی حذف می شو د . بنابراین لازم است که مبدل اکتیو داخل UPQS دارای کنترلر سریع و دقیق باشد که در اینجا با یک کنترلر I-P انجام می شود و در شکل ۴ نشان داده شده است.

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



شکل(۴): کنترل مبدل اکتیو

در حالت دائم توان اکتیو تامین شده توسط شبکه باید برابر توان اکتیو مورد نیاز بار و تلفات توان در اینورترها باشد . زمانیکه افت ولتاژی در شبکه رخ می دهد، کاهش توان باید توسط خازن لینک DC تامین گردد که جریان با مؤلفه اصلی، مطابق با کاهش توان تزریق می کند . بنابراین ولتاژ لینک DC باید به مقدار تعیین شده $V_C^*(s)$ توسط کنترلر با دینامیک پایین برسد .جریان مرجع تنظیم کننده لینک DC شامل دو قسمت است:

$$i_0(t) = I_{ms}.\sin(wt) + I_{m0}.\sin(wt)$$

در این رابطه مؤلفه اول، برابر توان اکتیو مصرف شده توسط فیلتر اکتیو سری در مدت افت ولتاژ است و مؤلفه دوم برابر توان تلف شده در کلی د ها می باشد . زمانیکه تغییری در توان اکتیو سیستم روی می دهد، موجب نوسان ولتاژ لینک DC برابر رابطه زیر می شود:

$$\tilde{V}_C(t) = \frac{1}{C_f.V_C}\int_0^t \sum_{n=1}^{\infty} P_{6n}.Cos(6nwt - \Phi_{6n})\,dt$$

فرض اینکه، نوسانات ولتاژ لینک DC بیشتر وابسته به هارمونیکهای ۵ و ۷ جریان بار باشد، بنابراین :

$$\tilde{V}_C(t) = \frac{P_6}{6wC_fV_C}.Sin(6wt - \Phi_6)$$

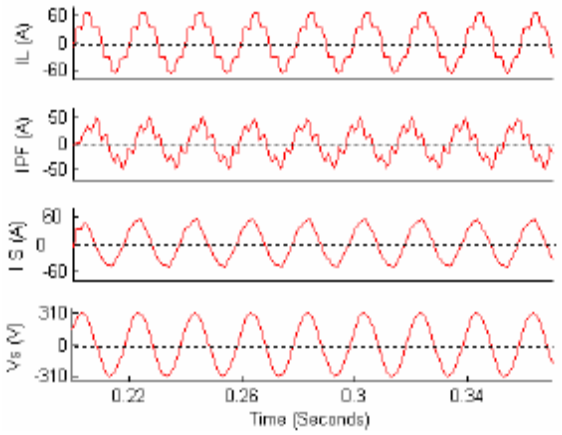
این رابطه نشان می دهد که دامنه و مرتبه هارمونیکهای جریان بر دامنه نوسانات ولتاژ لینک DC تأثیر میگذارند. از طرفی فرکانس این نوسانات ضرایب مرتبه ۶ فرکانس اصلی هستند . برای کاهش اثر این هارمونیکهای مراتب بالا، $V_C(s)$ اندازه گیری شده از ی ک فیلتر پایین گذر عبور داده می شود.

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

در واقع توان اکتیو در حالت دائم توسط شبکه تامین می شود و به علت وجود تلفات در کلیدها مؤلفه I_0 همواره غیر صفر است . انتگرالگیر تعیین میکند که ولتاژ لینک DC در حالت دائم به مقدار مورد نظر برسد. به منظور کنترل سریع جریان در فیلتر اکتیو موازی و مبدل اکتیو، روش کنترل هیسترزیس برای کنترل کلیدزنیها انتخاب شده است . کنترل سیگنالهای کلیدزنی اینورتر فیلتر اکتیو سری نیز با استفاده از مدولاسیون پهنای باند سینوسی(SPWM) انجام شده است.

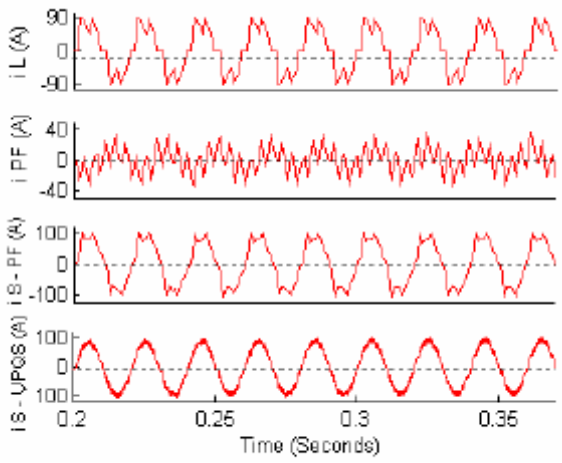
۴-۶- نتایج شبیه سازی

کل سیستم در نرم افزار PSCAD/EMTDC شبیه سازی UPQS و سیستم کنترل آن در اعوجاجهای مختلف ناشی از بار و شبکه تست شده است . در شکلهای ۵ و ۶ نتایج شبیه سازی جبرانسازی ضریب توان و هارمونیکهای بار نوع جریان و ولتاژ به ترتیب نشان داده شده است . از شکل ۶ مشاهده می شود که فیلتر اکتیو موازی به تنهایی نمی تواند هارمونیکهای ناشی از بار نوع ولتاژ را جبران کند اما UPQS ، هر دو نوع بار را جبران نموده و THD جریان بار را از 25 % به 4 %کاهش داده است.



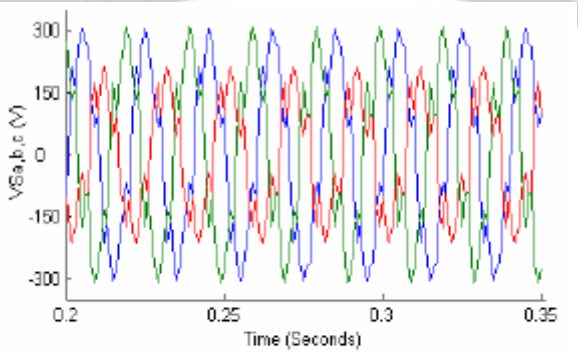
شکل(۵): جریان ورودی بار نوع جریان، جریان فیلتر اکتیو موازی، جریان منبع و ولتاژ منبع

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

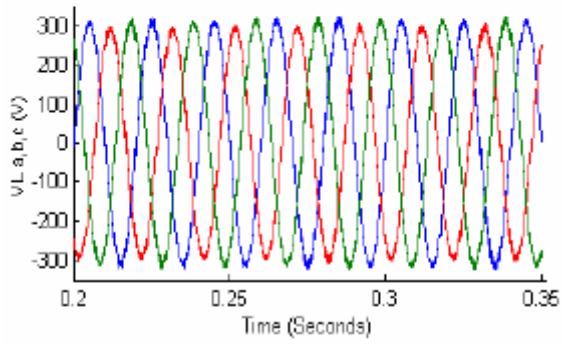


شکل(۶): جریان ورودی بار نوع ولتاژ ، جریان فیلتر اکتیو موازی، جریان منبع با فیلتر اکتیو موازی، جریان منبع با *UPQS*

در شکل ۷ مشخصات منبع ولتاژ نشان داده شده که دارای ٪ ۱۶ هارمونیک پنجم، ٪ ۱۱ هارمونیک هفتم و می باشد و شکل ۸ ولتاژ بار را b 30% کمبود ولتاژ در فاز بعد از جبرانسازی توسط UPQS و با وجود منبع ولتاژ فوق نشان می دهد.



شکل(۷): ولتاژ منبع با هارمونیک پنجم+هفتم+کمبود ولتاژ فاز *b*

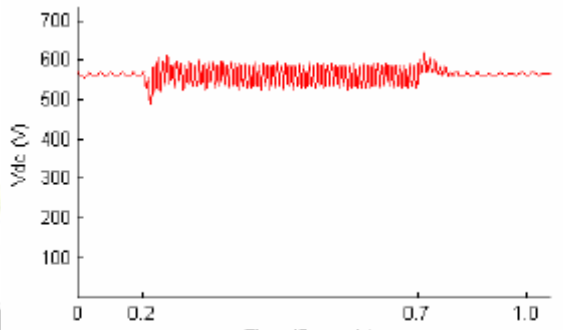


شکل(۸): ولتاژ بار بعد از جبرانسازی با *UPQS*

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

از شکل فوق مشاهده می شود که UPQS ، کیفیت ولتاژ را در باسی که بار ح س اس به آن وصل شده در حد قابل قبولی بهبود داده است.

برای جبرانسازی کامل (هارمونیکی، توان راکتیو ، کمبود و بیشبود ولتاژ)، ثابت بودن ولتاژ لینک DC ضروری است . یعنی مبدل اکتیو باید بتواند توان کافی را در زمان کوتاه جذب یا تزریق کند . شکل ۹ ولتاژ لینک DC را در حالت دائم و با وجود قطعی در فاز b درفاصله زمانی ۰/۲-۰/۷ ثانیه نشان می دهد که مقدار میانگین آن (۵۵۰ ولت) ثابت است هر چند که ریپل ولتاژ در مدت قطعی به علت دو فاز شدن مبدل اکتیو افزایش یافته است.



شکل(۹): ولتاژ لینک DC با وجود قطعی در فاز b

WikiPower.ir

۴-۷- نتیجه گیری

در این فصل عنصر بهبود دهند ه جامع کیفیت توان UPQS با استفاده از روش تئوری توان راکتیو لحظه ای (pq) کنترل و سعی شد که کارایی آن در جبرانسازی اعوجاجهای ناشی از بارهای نوع ولتاژ و جریان و همچنین در جبرانسازی اعوجاجهای ولتاژ تحقیق شود .

نتیجه تجزیه و تحلیل با روش فوق نشان داد که UPQS دارای مزایای گفته شده نسبت به UPQC همچنین در روش کنترل (pq) جدا نمودن هارمونیکها از مؤلفه اصلی آسان است و نسبت به روش دستگاه مختصات سنکرون (dq) که نیاز به استخراج فرکانس زاویه ای و شناخت توابع سینوسی دارد، برای عملی شدن ساده تر است . بنابراین می توان از UPQS با طراحی مناسب به عنوان یک بهبود دهنده جامع کیفیت توان در باس PCC بارهای حساس استفاده نمود.

مراجع

۱-H. Fujita and H. Akagi., “The Unified Power Quality Conditioner: The Integration of Series- and Shunt-Active Filters,”. Trans. on Power Electronics, Vol.13, No. 2. IEEE,2006

۲-F. Kamran, T. G. Habetler, "Combined Deadbeat Control Of A Series-Parallel Converter Combination Used As A Universal Power Filter,". IEEE, PESC 95, Seattle, Washington, USA 2005

3- D. Graovac, V. Kativc and A. Rufer., “Power quality compensation using universal power quality conditioning system,”. Power Engineering Review. IEEE, 2005.

4-S. Mariethoz, A. C. Rufer, “Open loop and closed loop spectral frequency active filtering,” IEEE trans. On Power Electronics vol. 17, no. 4, July. 2006.

4- A. Elnady, A. Goauda, M. M. A. Salama, “Unified power quality conditioner with a novel control algorithm based on wavelet transform,” in IEEE Electrical and Computer Engineering, Canadian Conference, 2007

۵- E. Acha, V.G. Agelidis, O.Anaya-Lara, T.J.E. Miller, “Power Electronic Control in Electrical Systems” MPG Books Ltd., BODMIN, Cornwall, First Published 2007

۶- “CUSTOM POWER - STATE OF THE ART”, Report by CIGRE WG14.31.

۷- D.A. Taylor,“Power Quality Hardware Solutions For Distribution System: Custom Power” Reliability, Security and Power Quality of Distribution Systems, 2002., IEE North Eastern Center Power Section Symposium.

۸- M. Osborne, R. H. Kitchim and H. M. Ryan, “Custom Power Technology in Distribution System an Overview”, IEE Symposium, Reliability and Security of Distribution Systems.

۹- M. Aredes, “Active Power Line Conditioner” Dr.-Ing. Thesis,

Technische University Berlin, Berlin, Germany, March 2006.

۱۰- Ming Hu, Heng Chen, “Modeling and Controlling Unified Power Quality Compensator” IEEE Proceeding Power System Control, Operation and Management, APSCOM 2000; October 2000, pp431-435.

۱1- D. Graovac, V. A. Katic, and A. Rufer,“Power quality problems compensation with universal power quality conditioning system,” IEEE Trans. Power Del., 2007.

۱2- V. Khadkikar, A. Chandra, A. O. Barry,and T. D. Nguyen, “Application of UPQC to protect a sensitive load on a polluted distribution network,” IEEE Power Engineering Society General Meeting, June 2006.

۱3- M. Shafiee Khoor, and M. Machmoum, "Simplified analogical control of a unified power quality conditioner" IEEE Pesc, PP.2565-2570, 2005.

۱4- M. T. Haque, and S. H. Hosseini. “A novel control strategy for UPQC,” in Proc. IEEE Pesc 02 Conf., PP. 94-98, June 2006.

۱5-J. M. Correa, S. Chakraborty, M. G. Simoes, and F. A. Farret, "A single phase high frequency ac microgrid with an unified power quality conditioner," IEEE Industry Applications Conf, Vol. 2, PP. 956-962, Oct 2003.

۱6- A. Kazemi, A. Mokhtarpour, and M. Tarafdar Haque, ”A new control strategy for unified power quality conditioner in distribution system,” IEEE International Conference on Power System Technology,Oct 2006.