Archive of SID

طراحی و ساخت یک فیلتر اکتیو قدرت موازی با توان دو کیلووار جهت افزایش کیفیت توان سیستمهای با آلودگی هارمونیکی

مهدی مهدویان [۱] - مسعود جباری [۲]
(۱) گروه برق - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نایین
(۲) گروه برق - دانشگاه صنعتی اصفهان

خلاصه: این مقاله فیلترهای اکتیو قدرت را جهت افزایش کیفیت توان سیستمهای صنعتی در حضور آلودگیهای هارمونیکی مورد بررسی قرار می‌دهد. فیلتر اکتیو قدرت موازی جهت بهبود ضریب توان پیشنهاد گردیده، راهکار استخراج سیگنال مرجع مطرح و نتایج عملی یک نمونه با توان دو کیلووار- هارمونیک ارائه می‌گردد.

کلمات کلیدی: فیلتر اکتیو قدرت، کیفیت توان، هارمونیک، جبرانسازی.

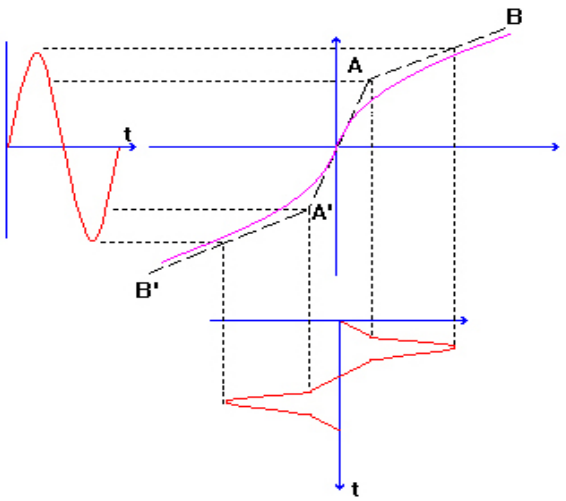
۱- مقدمه

امروزه ادوات الکترونیک قدرت در صنعت کاربردهای فراوانی پیدا کرده‌اند. هرروزه سیستمهای نوینی ساخته و به خدمت گرفته می‌شوند و بسیاری از سیستمهای قدیمی توسط اینگونه ادوات جایگزین می‌شوند. این فراگیر شدن استفاده از سیستمهای الکترونیک صنعتی موجب پیدایش مسائلی شده که در گذشته اصولاً مورد توجه نبوده است یا حداقل در این حد کنونی مطرح و قابل‌پیگیری نبوده‌اند. یکی از عمده‌ترین مسائلی که در پی فراگیر شدن استفاده از اینگونه سیستمها مطرح شده، مسئلهٔ کیفیت توان می‌باشد. هرچند در گذشته نیز این مسئله مطرح بوده و راهکارهایی هم جهت بهبود کیفیت توان ارائه شده‌است ولی این راهکارها دیگر قادر به برآوردن خواسته‌هائی که هم اکنون مورد انتظار است نیستند. علت این امر در دگرگون‌شدن آلودگی‌هایی است که هم اکنون به خاطر استفاده از ادوات الکترونیک صنعتی بوجود می‌آید. عمده‌ترین عامل کاهش کیفیت توان در حضور بارهای الکترونیکی را می‌توان در بروز حالتهای هارمونیکی دانست. ادوات الکترونیکی به خاطر داشتن ذات غیرخطی و نیز عملکرد سوئیچینگ (اغلب) باعث بوجود آمدن هارمونیکها می‌شوند که این اختلال هارمونیکی باعث کاهش کیفیت توان می‌گردد. در این میان اختلالات هارمونیکی جریان را شاید بتوان به‌عنوان اصلی‌ترین عامل قلمداد کرد.

امروزه مجامع بین‌المللی استانداردهائی را در خصوص سقف مجاز تولید هارمونیکها وضع کرده‌اند که از آن جمله می‌توان به IEC1000-3-2 اشاره کرد. در این راستا سیستمی که بتواند هارمونیکها را جبران کرده و باعث افزایش کیفیت توان گردد درخور توجه می‌باشد[۶]-[۱۱].

۲- عوامل ایجاد هارمونیکهای جریان

در بسیاری از موارد عملی و صنعتی منبع تحریک یک ولتاژ سینوسی خالص (تقریباً) است؛ بنابراین هارمونیکهای جریان‌اند که به طور عمده باعث به وجود آمدن بار هارمونیکی می‌شوند. از این لحاظ جا دارد که عوامل ایجاد هارمونیکهای جریان بررسی شوند. به طور عمده دو عامل وجود دارد که باعث ایجاد جریان هارمونیکی می‌شود:



شکل (۱): عملکرد یک بار غیرخطی

www.SID.ir

Archive of SID

I. بارهای غیرخطی
II. بارهای متغییر با زمان (عمدتاً بارهای سوئیچینگ)

بارهای غیرخطی حتی با تحریک سینوسی خالص ولتاژ باعث پیدایش هارمونیک جریان می‌شوند. یک نمونه‌ی چنین باری در شکل (۱) نشان داده شده است. یکی از عمده‌ترین بارهای غیرخطی که به وفور مورد استفاده قرار می‌گیرد، یکسوسازهای دیودی می‌باشد. اینگونه سیستمها بخاطر استفاده از ادوات غیرخطی باعث پیدایش هارمونیکهای شدیدی در جریان می‌شوند.

بارهای متغییر با زمان اصولاً به دو دسته تقسیم می‌شوند:

I. بارهای متغییر با زمان غیرسوئیچینگ
II. بارهای سوئیچینگ

بارهای متغیر با زمان غیرسوئیچینگ شامل آن توصیف ریاضی می‌شوند که در رابطهٔ ولتاژ-جریان آنها پارامتر زمان نیز دخیل باشد. به‌عنوان نمونه توصیفی مطابق (۱) از این دسته می‌باشد:

$$r(t) = 5.e^{-\frac{1}{t}} \quad (1)$$

بارهای متغیر با زمان سوئیچینگ دارای استفاده‌های فراوان بخصوص در صنعت می‌باشند. از جمله آنها می‌توان به کلیه ادوات سوئیچینگ مانند:

ـــ درایوها
ـــ منابع تغذیه سوئیچینگ
ـــ مبدلهای فرکانس
ـــ مبدلهای پالسی
ـــ اینورترها

و ... اشاره کرد.

ادوات سوئیچینگ هم ذاتاً غیرخطی‌اند هم به خاطر عملکرد مداوم سوئیچینگ باعث ایجاد حالتهای گذرا به طور مداوم می‌شوند. این دسته از بارها می‌توانند هارمونیکهای شدیدی را به سیستم تزریق کنند.

۳- زیان‌بار بودن هارمونیکها

وجود هارمونیکها در سیستم چه از نوع ولتاژ یا جریان می‌توانند باعث بروز مشکلات و نیز به لحاظ اقتصادی زیان‌بار باشند. زیان‌بار بودن هارمونیکها را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

I. به لحاظ اقتصادی
II. آسیب‌رساندن به ادوات
اختلال در عملکرد سایر ادوات

۳-۱ زیان‌بار بودن هارمونیکها به لحاظ اقتصادی

وجود هارمونیکها باعث ایجاد توان راکتیو می‌شود که کاربر باید هزینهٔ این توان راکتیو را پرداخت کند. توجه به این نکته نیز لازم است که مطابق استانداردهای بین‌المللی هر کاربر تنها می‌تواند یک سقف مجاز از این نوع توان راکتیو را به شبکه تحمیل کند و نیز بهایی که بابت توان راکتیو پرداخته می‌شود عموماً دارای ضریبی بیش از همان مقدار توان اکتیو می‌باشد.

لطمهٔ دیگری که به لحاظ اقتصادی به کاربر تحمیل می‌شود این است که کاربری که می‌خواهد جریانهای هارمونیکی تغذیه کند می‌بایست در خطوط انتقال خود تدابیر لازم را بکار گیرد؛ از آن جمله می‌بایست از خطوط انتقال قوی‌تری استفاده کند که این خود باعث صرف هزینهٔ بیشتر است. از طرف دیگر آسیب‌رسانی هارمونیک‌ها به سایر ادوات خود باعث لطمات اقتصادی می‌شود.

۳-۲ آسیب‌پذیری ادوات در مقابل هارمونیکها

بسیاری از ادوات به گونه‌ای طراحی نشده‌اند که بتوانند خود را در مقابل اختلالات هارمونیکی محافظت کنند. برخی از موارد که ممکن است در اثر وجود هارمونیکها در سیستم پیش آید در زیر آمده است:

ـــ آسیب‌رسانی به خطوط انتقال نیرو در اثر جریانهای هارمونیکی: یکی از عمده مسائلی که جریانهای هارمونیکی باعث می‌شوند، آسیب‌رسانی به خطوط انتقال نیرو می‌باشد. دلیل عمدهٔ این مسئله افزایش تلفات مسیر در اثر افزایش مقاومت پوستی خطوط نیرو است. همچنانکه مشخص است اثر پوستی[1] و نیز اثر نزدیکی[2] با افزایش فرکانس، افزایش می‌یابد. این افزایش مقاومت در طول مسیر باعث افزایش تلفات مدار می‌شود که نهایتاً منجر به افزایش گرما در خطوط انتقال خواهد شد.

ـــ ایجاد ولتاژ هارمونیکی: عبور جریانهای هارمونیکی از امپدانس منبع باعث می‌شود که ولتاژ در نقطهٔ اتصال مشترک هارمونیکی شود. این هارمونیکهای ولتاژ می‌توانند آثار زیان‌باری را روی سایر ادوات ایجاد کنند. از آن جمله می‌توان به بانکهای خازنی که جهت جبران‌سازی توان راکتیو جابجایی در مدار قرار داده شده‌اند اشاره کرد. چون ادمیتانس خازن بصورت ωc می‌باشد لذا جریان عبوری از این خازنها با افزایش ω شروع به افزایش می‌کند که در نهایت می‌تواند منجر به آسیب‌دیدن خازنها یا رزنانس شود.

۳-۳ بروز اختلال در عملکرد سایر ادوات

چند نمونه از اختلالاتی که ممکن است در اثر وجود هارمونیکها بروز کند در زیر آورده شده است:

ـــ ایجاد خطا در وسایل اندازه‌گیری و سنسورها.
ـــ بروز اختلال در وسایل الکترونیکی ولتاژ پائین.
ـــ بروز اختلال در خطوط ارتباطی و مخابراتی.
ـــ ایجاد لرزش در موتورهای القایی.

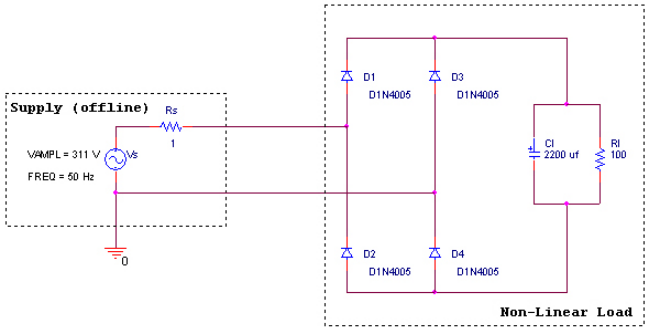
۴- بررسی یک بار غیرخطی نمونه

از آنجایی که یک یکسوساز تمام موج یکی از پرکاربردترین سیستمهایی است که اغلب در ابتدای مدار قدرت بسیاری از سایر سیستمها مانند منابع تغذیه، منابع تغذیه سویئچنیگ، مبدلهای فرکانسی / ولتاژی و ..... استفاده می‌شود، بار نمونه مطابق شکل (۲) یک یکسوساز تمام موج انتخاب شده است. این مدار با استفاده از نرم‌افزار Spice شبیه‌سازی شده است. در شکل (۳) به ترتیب از بالا به

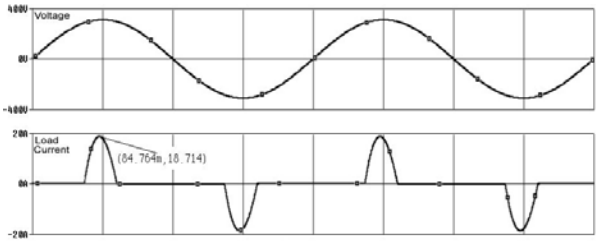
www.SID.ir

Archive of SID

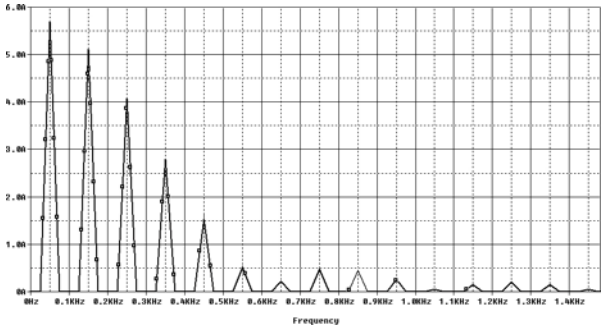
پائین و با رعایت همزمانی شکل موجهای ولتاژ منبع و جریان منبع رسم شده است. همانطوری‌که مشاهده می‌شود ولتاژ منبع یک سینوسی خالص است اما جریان بار اصلاً شکل سینوسی ندارد و سرشار از هارمونیک می‌باشد. طیف جریان منبع (FFT) در شکل (۴) آمده است.



شکل (۲): بار غیرخطی نمونه



شکل (۳): شکل موجهای بار غیر خطی، ولتاژ منبع (بالا)، جریان منبع (پائین)



شکل (۴): طیف جریان منبع

همان‌طوری‌که از جدول (۱) ملاحظه می‌شود این بار به ازای حدود ۸۸۰ وات توان اکتیوی که جذب می‌کند باعث ایجاد ۱۱۴۰ وات توان راکتیو می‌شود که تقریباً تمامی آن به صورت توان راکتیو هارمونیکی می‌باشد. این توان راکتیو باعث افت شدید ضریب توان می‌گردد.

توان راکتیو هارمونیکی را نمی‌توان توسط بانکهای خازنی/ سلفی یا با استفاده از STATCON جبران‌سازی کرد. در ادامه فیلترهای اکتیو قدرت[۳] به‌عنوان راهکاری جهت جبران‌سازی این‌گونه از توانهای راکتیو مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول (۱): مشخصات بار

مشخصه	نماد	مقدار	واحد
مؤثر ولتاژ تغذیه	V_{rms}	220	V
مؤثر جریان منبع	I_{rms}	6.56	A
توان نامی	S	1443	VA
توان اکتیو	P	883	W
توان راکتیو کل	Q	1140	VAR
جابجائی* هارمونیکی	QD	91	
	QH	1139	
ضریب توان کل	PF	61.2	%
جابجائی* هارمونیکی	cos(φ)	99.8	
	D	61.32	
هارمونیک جریان منبع	THD_I	130	%

* Displacement

۵- فیلتر اکتیو قدرت

پیشنهاد فیلترهای اکتیو قدرت به عنوان یک جبرانساز عام جهت افزایش کیفیت توان به‌ویژه در حضور هارمونیکها به حدود سالهای ۱۹۸۰ باز می‌گردد. عمدتاً این فیلترها برای جبران‌سازی توان راکتیو هارمونیکی طراحی شده‌اند ولی می‌توان فیلتر را به‌گونه‌ای طراحی کرد که علاوه بر توان راکتیو هارمونیکی، توان راکتیو جابجائی را نیز جبران کند. فیلترهای اکتیو قدرت را می‌توان برای موارد زیر طراحی کرد: [۶]-[۱۱]

۱. جبران هارمونیکهای جریان (اصلی‌ترین هدف) [۲]
۲. جبران توان راکتیو جابجائی
۳. جبران هارمونیکهای ولتاژ منبع [۵]
۴. ایجاد تعادل بار در سیستمهای نامتعادل سه‌فاز [۳]
۵. از بین بردن آفست DC جریان [۴]

سه هدف اول مطرح شده در حقیقت بیان‌کننده یک ضریب توان واحد از دید منبع می‌باشند [۶].

در ادامه ساختار یک سیستم فیلتر اکتیو قدرت جهت جبران‌سازی هارمونیکهای جریان موردبررسی قرار می‌گیرد.

۶- ساختار فیلتر اکتیو قدرت

ساختار کلی یک فیلتر اکتیو قدرت موازی جهت جبران‌سازی هارمونیکهای جریان در شکل (۵) نشان داده شده است. چگونگی عملکرد سیستم را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد [۲]:

۱- استخراج جریان هارمونیکی منبع به عنوان جریان مرجع.

۲- ساخت جریانی درست برابر جریان مرجع ولی با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز و تزریق آن به شبکه جهت جبران‌سازی جریانهای هارمونیکی بار.

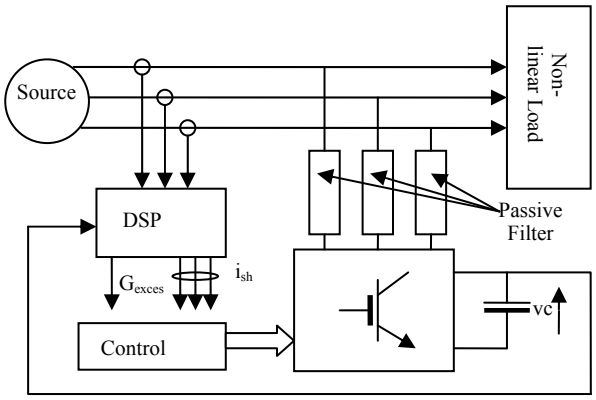
۳- کنترل سیستم داخلی جهت ارضاء شرط کنترل‌پذیری.

www.SID.ir

Archive of SID

۶-۱ استخراج جریان مرجع

ایده این است که جریانی را که باعث بوجود آمدن توان راکتیو شده است را بتوان به‌گونه‌ای استخراج و با فاز ۱۸۰ درجه برعکس به سیستم تزریق کرد آنگاه:



شکل (۵): ساختار کلی یک فیلتر اکتیو قدرت موازی

مجموعه‌ی بار به انضمام جبران‌ساز از دید منبع مانند یک مقاومت خالص خواهند بود. در نتیجه جریان راکتیو ساز (هارمونیکها) از منبع نمی‌گذرند. به عبارت دیگر منبع توان راکتیو موردنیاز و جبران‌ساز (APF) توان راکتیو مورد نیاز بار را فراهم می‌آورند؛ لذا ضریب توان منبع واحد می‌شود.

استخراج جریان مرجع می‌تواند هم در حوزه‌ی زمان و هم در حوزه‌ی فرکانس صورت پذیرد. برخی از روشهای متداول جهت استخراج جریان مرجع عبارتند از [۲]-[۱]:

1- sine multiplication
2- modified Fourier series
3- instantaneous methods
4- synchronous detection
5- synchronous frames
6- constant active power

تکنیک مورداستفاده در این مقاله روش ضرب سینوسی است که در ذیل مختصراً موردبررسی قرار می‌گیرد.

فرض کنید v(t) یک منبع سینوسی و i(t) یک جریان بار هارمونیکی باشد. در این‌صورت:

$$v(t) = V_m Sin(\omega_0 t) \qquad (۲)$$

$$i(t) = \sum_{n=1}^{\infty} I_n \, Sin(n\omega_0 t + \varphi_n) \qquad (۳)$$

می‌توان اثبات کرد که $i_a(t)$ مطابق تعریف زیر تنها جمله‌ای از جریان است که حامل توان اکتیو بوده و مابقی هیچ توان اکتیوی را انتقال نمی‌دهند.

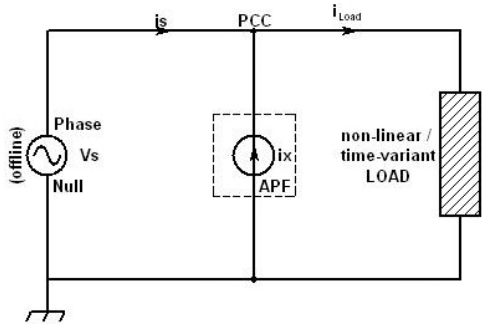
$$i_a(t) \stackrel{\Delta}{=} I_1 Cos\varphi_1 \, Sin(\omega_0 t) \qquad (۴)$$

$$i_r(t) \stackrel{\Delta}{=} i(t) - I_1 Cos\varphi_1 \, Sin(\omega_0 t) \qquad (۵)$$

جهت استخراج جریان راکتیوساز، $i_r(t)$، کافی است ابتدا جریان اکتیو استخراج و سپس مطابق (۵) جریان راکتیو محاسبه گردد. با استفاده از قضیه‌ی فوریه می‌توان $i_a(t)$ را استخراج نمود.

$$\frac{2}{T_0}\int_{T_0} i(t).Sin(\omega_0 t)dt = I_1 Cos\varphi_1 \qquad (۶)$$

با توجه به فرآیند استخراج (۶)، این روش به نام تکنیک ضرب سینوسی موسوم است.



شکل (۶): جبرانسازی اکتیو جریان

۶-۲ ساخت جریان مرجع و تزریق آن به شبکه

شکل (۶) نمایش نوعی فرآیند جبران‌سازی اکتیو را نشان می‌دهد. اگر جریان APF برابر جریان راکتیو بار باشد، با توجه به ابقاء KCL نتیجه می‌شود که جریان منبع برابر جریان اکتیو خواهد بود.

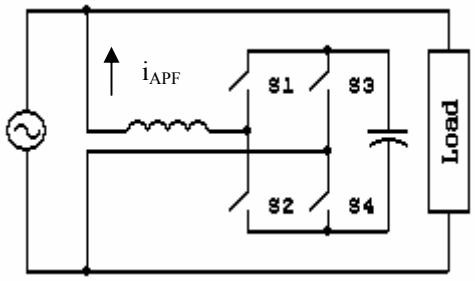
جهت ساخت قسمت قدرت APF دو توپولوژی عمده مورد توجه قرار گرفته است.

۱- استفاده از اینورترهای منبع ولتاژ (VSI)

۲- استفاده از اینورترهای منبع جریان (CSI)

بکارگیری CSI عموماً پیچیده‌تر از نوع VSI می‌باشد و در توانهای بالا توصیه می‌شود. در این مقاله از VSI استفاده شده است.

نمایش مدول قدرت با استفاده از توپولوژی VSI تکفاز و نحوه‌ی اتصال آن در شکل (۷) نشان داده شده است.



شکل (۷): توپولوژی قدرت

شرط کنترل‌پذیری APF آن است که ولتاژ خازن لینک DC از پیک ولتاژ منبع بیشتر باشد (عموماً دو تا دو و نیم برابر پیشنهاد می‌گردد). فرض کنید سوئیچهای S1,S4 روشن و سوئیچهای S2,S3 خاموش باشند؛ در این‌صورت مشتق جریان خروجی APF مثبت است. در حالت معکوس این مقدار منفی خواهد شد (با فرض برقراری شرط کنترل‌پذیری). بنابراین می‌توان سوئیچها را به‌گونه‌ای کنترل کرد که

www.SID.ir

Archive of SID

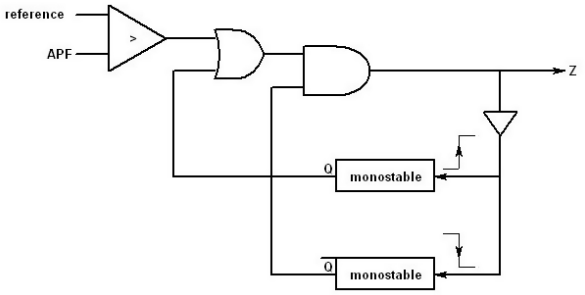
جریان خروجی APF بتواند جریان دلخواهی را ردگیری کند (جریان مرجع). لذا APF می‌تواند جریان مرجع را به شبکه تزریق کند.

۷- کنترل جریان خروجی APF

روشهای گوناگونی جهت ایجاد الگوی سوئیچینگ جهت ردگیری جریان مرجع پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به روشهای زیر اشاره کرد:

1- PWM control
2- Bang-Bang control
3- Hysteresis control
4- Sliding-mode control
5- UCI control

در این مقاله روش نوینی به نام روش کنترل با فرکانس محدودشده (Limited Frequency Control) پیشنهاد می‌گردد که دارای خصوصیات وفقی بوده و مزایای خاص خود را دارا می‌باشد.



شکل (۸): مدار ایجاد الگوی سوئیچینگ با استفاده از روش فرکانس محدودشده

جهت تحلیل مدار، فرض کنید در ابتدا هر دو مناستابل Reset باشند. بنابراین Q=0 و Q`=1 است؛ لذا با توجه به آرایش مدار، سیگنال ورودی به خروجی انتقال می‌یابد. حال اگر در ورودی مدار یک لبه‌ی بالارونده ایجاد شود مناستابل مربوطه فعال شده، لذا Q=1 می‌شود. از آنجایی که یکی از ورودی‌های گیت منطقی OR، بالا رفته است، در طول مدتی که این مناستابل فعال است (مدت زمان ناپایداری =Tmin) خروجی بدون توجه به ورودی همچنان بالا می‌ماند. حال اگر سیگنال ورودی در طول این مدت ناپایداری پائین آمده باشد، خروجی همچنان بالا نگه داشته می‌شود. همین وضعیت برای مناستابل دوم و گیت منطقی AND هنگامی که مدار یک لبه‌ی پائین‌رونده ببیند به وجود می‌آید. لذا این مدار پس از بوجود آمدن هر لبه در پالس ورودی، خروجی را حداقل به اندازه‌ی Tmin در وضعیت ایجاد شده نگه می‌دارد. لذا فرکانس خروجی مدار حداکثر برابر با $Tmin^{-1}$ است.

مزایای این روش:

۱- عرض پنجرهٔ ثابت بودن استفاده از تکنیک‌های پیچیده.

۲- فیدبکی بودن سیستم. با توجه به وجود دو فیدبک دیجیتال سیستم فوق‌العاده پایدار است.

۳- تعیین حداکثر فرکانس سوئیچینگ به جای استفاده از یک فرکانس سوئیچینگ ثابت. در نتیجه تنها آنجائی که لازم باشد، سیستم در حداکثر فرکانس سوئیچینگ عمل می‌کند و در سایر مواقع به نسبت موردنیاز فرکانس کاهش می‌یابد.

۴- کاهش تلفات سوئیچینگ.

۵- عدم قابلیت مدار قدرت در پاسخ‌دهی به الگوی سوئیچینگ مشکلی ایجاد نمی‌کند

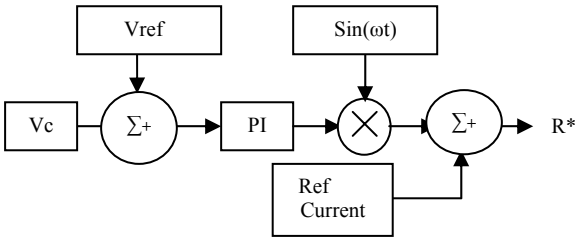
۶. عدم ایجاد خطا در جریانهای پائین (در بسیاری از روشهای کنترلی PWM، در صورتی‌که جریان بار از یک حد مشخص پائین‌تر بیاید، سیستم دچار اغتشاش می‌شود).

۸- کنترل ولتاژ لینک DC اینورتر

جهت ابقاء شرط کنترل‌پذیری لازم است ولتاژ خازن لینک DC اینورتر کنترل شود. روشهای زیر پیشنهاد شده‌اند:

1- Constant capacitor voltage (for VSI)
2- Constant inductor current (for CSI)
3- Linear voltage control
4- Power flow control

در این مقاله از روش کنترل ولتاژ خازن ثابت استفاده شده است. در این روش سعی می‌شود با استفاده از یک حلقه‌ی کنترل داخلی، ولتاژ خازن ثابت نگه داشته شود. در بسیاری از مراجع استفاده از یک کنترلر PI پیشنهاد شده است. شکل (۹) بلوک دیگرام چنین کنترلری را نشان می‌دهد.



شکل (۹): کنترل ولتاژ خازن لینک DC اینورتر

درصورتی‌که کنترلر دارای بهره‌ی DC مناسب باشد، سیگنال خروجی کنترلر را می‌توان به عنوان مرجع جدید بکار برد که علاوه بر کنترل جریان خروجی اینورتر، ولتاژ خازن لینک DC را نیز کنترل می‌کند.

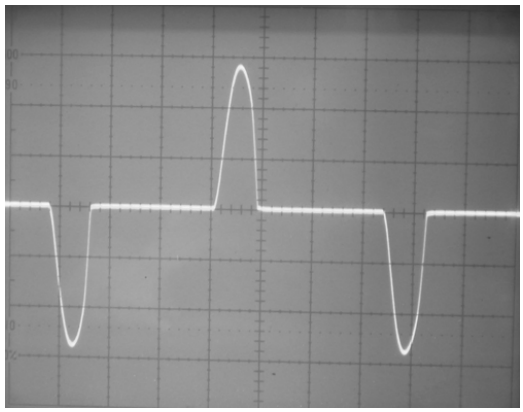
۹- نتایج عملی

در این قسمت نتایج عملی فیلتر ساخته شده ارائه می‌گردد. بار غیرخطی انتخاب شده، یک یکسو ساز تمام موج تکفاز با توان راکتیو هارمونیکی دو کیلو وار بوده است.

شکل (۱۰) جریان بار را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

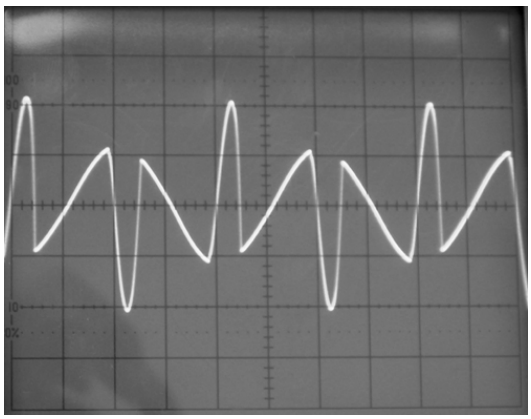
Archive of SID



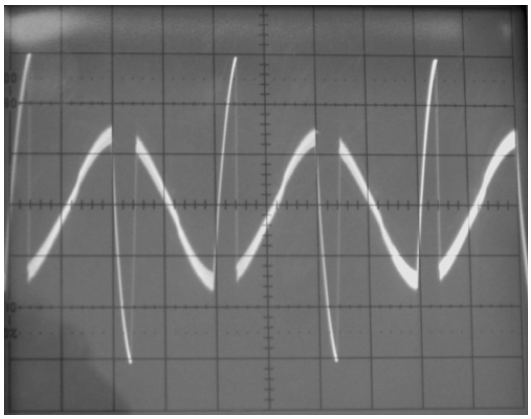
شکل (۱۰): جریان بار (مقیاس ۱۰ آمپر)

جریان راکتیوساز استخراج شده در شکل (۱۱) آمده است. شکل (۱۲) جریان ساخته شده توسط APF را نشان می‌دهد. حداکثر فرکانس سوئیچینگ روی ۶۵ کیلوهرتز تنظیم شده است.

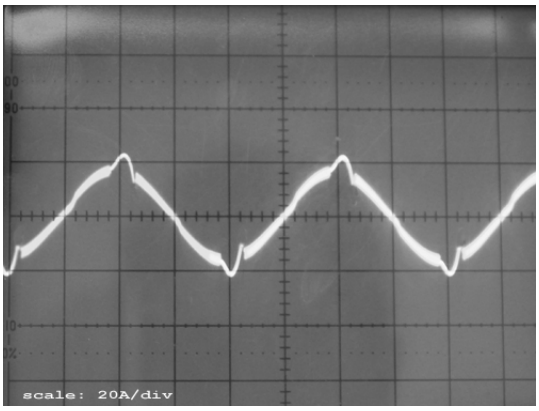
جریان منبع پس از جبرانسازی در شکل (۱۳) آورده شده است. پس از جبران‌سازی ضریب توان از ۶۱٪ به ۹۶٪ رسیده است. ولتاژ تثبیت‌شده‌ی خازن لینک DC اینورتر در شکل (۱۴) نشان داده شده است.



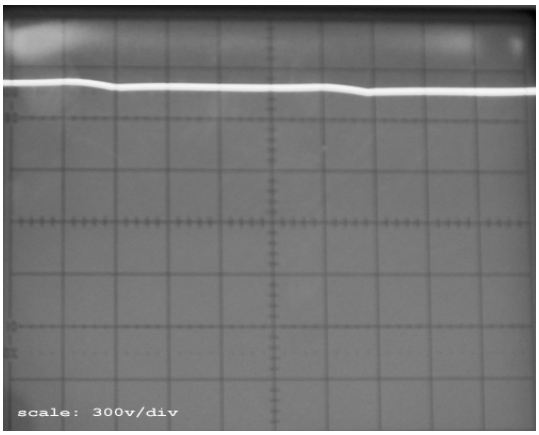
شکل (۱۱): جریان راکتیو ساز استخراج شده



شکل (۱۲): جریان ساخته شده توسط APF



شکل (۱۳): جریان منبع پس از جبرانسازی



شکل (۱۴): ولتاژ تثبیت شده‌ی خازن لینک DC

۱۰- نتیجه‌گیری

در راستای بهبود کیفیت توان در سیستمهایی که دچار آلودگیهای هارمونیکی شده‌اند می‌توان از فیلترهای اکتیو قدرت بهره جست. عمده‌ترین عامل کاهش کیفیت توان در حضور بارهای غیرخطی و / یا سوئیچینگ آلودگی ناشی از به وجود آمدن هارمونیکهای جریان می‌باشد. این عامل می‌تواند به‌طور مؤثری کیفیت توان و ضریب توان را پائین آورد و موجب ضررهای سیستمی و اقتصادی شود.

پی‌نوشت:

1-Skin effect
2-Proximity effect
3-Active Power Filter (APF)

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

[1] M.El-Habrouk, M.K.Darwish, "Design and implementation of a modified fourier analysis harmonic current computation technique for power active filters using DSP's", IEE Proc.-Elec. Pow. Appl., Vol.148, No.1, Jan. 2001.
[2] M.El-Habrouk, M.K.Darwish, P.Mehta, "Active power filter: A review", IEE Proc.-Electr. Pow. Appl., Vol.147, No.5, Sep. 2000.
[3] B.V.Bhavaraju, N.Enjeti, "Analysis and design of an active power filter for balancing unbalanced loads", IEEE Trans. on Pow. Elec., Vol.8, No.4, Oct. 1993.
[4] M.Aredes, J.Hafner, K.Heumann, "Three-phase four-wire shunt active power filter control strategies", IEEE Trans. on Pow. Elec., Vol.12, No.2, Mar. 1997.
[5] M.Aredes, H.Wantanabe, "New control algorithms for series and shunt active power filters", IEEE Trans. on Pow. Deli., Vol.10, No.3, Jul. 1995.
[6] T.Esther, A.Pomilio, "Shunt active power filter synthesizing resistive loads", IEEE Trans. on Pow. Elec., Vol.17, No.2, Mar. 2002.

رزومه

مهدی مهدویان در ۱۳ دی ۱۳۵۷ در اصفهان متولد شد. وی دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد خود را به ترتیب در سالهای ۱۳۸۱ و ۱۳۸۳ در رشته مهندسی برق - الکترونیک در دانشگاه کاشان و دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد به پایان رساند. وی از سال ۱۳۸۳ تا سال ۱۳۸۶ به عنوان محقق و پژوهشگر ارشد در مرکز تحقیقات مهندسی اصفهان وابسته به پژوهشکدهٔ مهندسی همکاری داشته و از سال ۱۳۸۶ با گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نایین همکاری می‌نماید. تخصص ایشان در زمینه‌های الکترونیک قدرت، فیلترهای توان اکتیو، مبدل‌های DC-DC، خطوط انتقال HVDC و HVAC و جبران‌سازهای سنکرون استاتیکی می‌باشد.

مسعود جباری در ۸ اردیبهشت ماه ۱۳۵۸ در اصفهان به دنیا آمد. وی دوره کارشناسی خود را در رشته الکترونیک در دانشگاه کاشان و دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری را به ترتیب در سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۸۸ در دانشگاه صنعتی اصفهان به پایان رساند. وی دارای تعداد زیادی مقالات در کنفرانسها و مجلات معتبر داخلی و خارجی می‌باشد. زمینه تخصصی او در الکترونیک قدرت، فیلترهای توان اکتیو، تکنیک‌های سوییچینگ نرم درمبدل‌های DC-DC و DC-AC و توان بالای فرکانس بالا می‌باشد.

www.SID.ir