

# حذف هارمونیک‌های سیستم قدرت با استفاده از فیلتر تطبیقی بر اساس تئوری توان لحظه‌ای

علی اصغر قدیمی  
دانشگاه اراک

حسن رستگار  
دانشگاه صنعتی امیر کبیر

علی اکبر دنکوب  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

[a-ghadimi@araku.ac.ir](mailto:a-ghadimi@araku.ac.ir)

[rastegar@aut.ac.ir](mailto:rastegar@aut.ac.ir)

[aliakbardankoob@yahoo.com](mailto:aliakbardankoob@yahoo.com)

## چکیده

در این مقاله از یک فیلتر هیبرید جدید برای حذف هارمونیک پیشنهاد شده است. سیستم پیشنهاد شده مشخصات بهتری در مقایسه با فیلتر هیبرید معمولی دارد و برای اغتشاشات هارمونیکی و بارهای غیر خطی فیلتری مناسب است. در فیلتر هیبرید بکار برده شده، فیلتر پسیو برای حذف هارمونیک‌های با فرکانس بالا (۱۷، ۱۹ و ۲۳) و فیلتر اکتیو برای حذف هارمونیک‌های با فرکانس پایین (۵، ۷ و ۱۱) استفاده و طراحی شده است. در فیلتر فعال، از تئوری توان راکتیو لحظه‌ای<sup>۱</sup> برای تخمین جریان‌های هارمونیکی استفاده می‌شود، تا با هرگونه تغییری در بارهای غیر خطی و هارمونیک‌های تولید شده جریان‌های جبران‌سازی مرجع را تخمین زند و این جریان توسط اینورتر که با تعریف باندهای هیستریزس<sup>۲</sup> کنترل می‌شوند تولید می‌گردد. نتایج شبیه‌سازی در محیط *Simulink* نرم افزار *Matlab* نشان دهنده این موضوع است که فیلتر هیبرید طراحی شده می‌تواند به خوبی در بارهای مختلف هارمونیک‌های مورد نظر را حذف نماید.

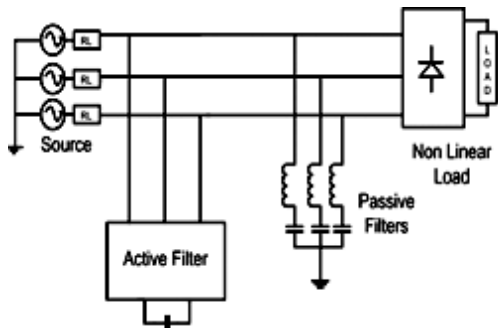
واژگان کلیدی: تئوری توان راکتیو لحظه‌ای، حذف هارمونیک جریان، فیلتر هیبرید، هیستریزس

---

<sup>۱</sup> Instantaneous reactive power theory

<sup>۲</sup> Hysteresis Band

شده است که در این مقاله از فیلتر هیبرید موازی مطابق شکل (۱) استفاده شده است.



شکل (۱) - ساختار فیلتر هیبرید موازی

با توجه به ساختار سیستم و بررسی هارمونیک‌های موجود در آن مقادیر فیلتر پسیو مانند جدول (۱) انتخاب شده است، اما از آنجائیکه از فیلتر پسیو برای حذف هارمونیک‌های (۱۷ و ۱۹ و ۲۳) استفاده می‌شود، سه شاخه فیلتر پسیو موازی بکار گرفته شده است و هارمونیک‌های (۵ و ۷ و ۱۱ و ۱۳) را به کمک فیلتر اکتیو حذف می‌نماییم.

$C(\mu)$	$L(mH)$
۰.۶۵	هارمونیک ۱۷ ۵۳.۳۴
۰.۵۲	هارمونیک ۱۹ ۵۳.۳۴
۰.۳۵	هارمونیک ۲۳ ۵۳.۳۴

جدول (۱) - مقادیر  $C$  و  $L$  مناسب فیلتر پسیو برای حذف هارمونیک‌های مختلف

اصول کلی فیلتر فعال بر پایه تزریق جریان‌های هارمونیک مورد نیاز بار در اتصال مشترک ( $pcc$ ) بنا نهاده شده است که در شکل (۲) نشان داده شده است. اندازه جریان به اندازه گیری صحیح جریان و ولتاژ بار، محاسبه جریان جبران کننده و استراتژی کلید زنی فیلتر به نحوی که جریان مرجع مورد نیاز

## ۱- مقدمه

اتصال بارهای غیر خطی و عدم تعادل در شبکه سه فاز موجب ایجاد هارمونیک و افت ولتاژ هارمونیک و در نهایت باعث تلفات خواهد شد. استفاده از فیلترهای پسیو همواره به عنوان روشی موثر برای جبران توان راکتیو و بهبود ضریب توان بارهای غیر خطی سیستم قدرت محسوب می‌شود [۱]، فیلترهای غیر فعال امپدانس کمی را در برابر یک هارمونیک خاص از خود نشان می‌دهد و به صورت موازی به شبکه قدرت متصل می‌گردد. بنابراین جریان هارمونیک از مسیر عادی خود در خطوط به سمت فیلتر منحرف می‌گردد. یکی از بزرگترین محاسن فیلترهای پسیو، قیمت بسیار کم آنها می‌باشد، اما به دلیل عدم سازگاری با تغییرات دینامیکی بارهای غیرخطی و احتمال تشدید هارمونیک‌ها به دلیل نوسان سری موازی بین امپدانس فیلتر و امپدانس منبع همچنین تولید توان راکتیو در اثر عدم طراحی مناسب و یا قطع ناگهانی آن در بارهای کم موجب افزایش ولتاژ در محل اتصال شبکه می‌شود، یکی دیگر از معایب فیلترهای پسیو ابعاد بزرگ آن است [۲ و ۳] با توجه به معایب گفته شده و با پیشرفت قابل ملاحظه در کلیدهای قدرت سریع مانند  $GTO$  و  $IGBT$ <sup>۲</sup>، جایگزینی فیلترهای اکتیو به جای فیلترهای پسیو و مزایای فراوان فیلترهای اکتیو در حذف و کاهش هارمونیک‌های ولتاژ و جریان بار در شبکه‌های قدرت مورد توجه و کاربرد عملی فراوان قرار گرفته است [۴]

## ۲- فیلتر هیبرید<sup>۵</sup>

به منظور بهره‌گیری از مزایای هر دو نوع فیلتر از ترکیب دو فیلتر اکتیو و پسیو و به کار بردن همزمان آنها در سیستم‌های قدرت که با نام هیبرید موسوم می‌باشد، استفاده گردیده است. این فیلترها مزایای هر دو فیلتر اکتیو و پسیو را همزمان داشته ولی معایب آنها را ندارند [۵]. قیمت کم و بازده بیشتر نیز از دیگر ویژگیهای این نوع فیلترها میباشد [۵]

ساختارهای بسیار متنوعی برای فیلترهای هیبرید پیشنهاد

<sup>۲</sup> Gate Turn Off (thyristor)

<sup>۴</sup> Insulated Gate Bipolar Transistor

<sup>۵</sup> Hybrid Filter

<sup>۶</sup> Point of Common Coupling

$$(1) \quad \begin{bmatrix} v\alpha \\ v\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} va \\ vb \\ vc \end{bmatrix}$$

$$(2) \quad \begin{bmatrix} i\alpha \\ i\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} ia \\ ib \\ ic \end{bmatrix}$$

این بردارهای فضایی به راحتی به مختصات  $\alpha$ - $\beta$  تبدیل می گردند. در یک سیستم سه فاز سه سیمه ، جریان‌های سه فاز می‌توانند بصورت ترم جریان‌های توالی صفر، منفی و مثبت هارمونیک بیان شوند. در معادلات (1) و (2) ،  $\alpha$  و  $\beta$  مختصات‌های قائم هستند.

در تئوری توان لحظه‌ای در سیستم سه فاز توان بصورت زیر تعریف میشود:

(3)

$$P = V_\alpha I_\alpha + V_\beta I_\beta$$

در حقیقت توان حقیقی لحظه‌ای با معادله زیر بیان میشود:

(4)

$$P = V_a I_a + V_b I_b + V_c I_c$$

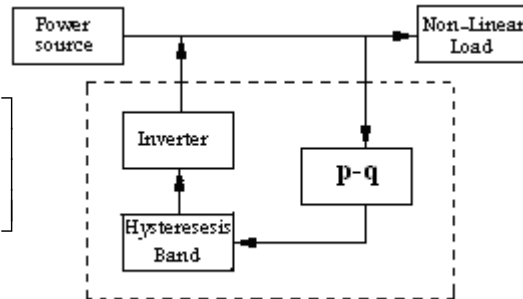
توان‌های موهومی و حقیقی لحظه‌ای رانیز می توان بصورت زیر محاسبه نمود:

(5)

$$\begin{bmatrix} p \\ q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v\alpha & v\beta \\ -v\beta & v\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i\alpha \\ i\beta \end{bmatrix}$$

در معادله (5) ،  $V_\alpha I_\alpha$  ،  $V_\beta I_\beta$  توان‌های حقیقی و موهومی لحظه‌ای هستند، بدلیل اینکه این معادلات محصول جریان‌ها و ولتاژهای لحظه‌ای در یک محور هستند ، در مدارات سه فاز توان حقیقی لحظه‌ای  $P$  بوده که واحد آن وات میباشد [8] ، [9].

ساخته شود بستگی دارد [6] در مقاله حاضر روشی با استفاده تئوری توان راکتیو لحظه‌ای برای تخمین جریان های هارمونیک ارائه گردیده است .



شکل (2)- ساختار فیلتر فعال

همچنین پارامترهای فیلتر فعال بکار برده شده در جدول (2) آورده شده است.

<b>Generator line voltage</b>	<b>200 Vrms</b>
<b>Generator frequency</b>	<b>50 Hz</b>
<b>Source inductance</b>	<b>0.1 mH</b>
<b>Filter inductance, Lf</b>	<b>4.5 mH</b>
<b>Filter DC capacitor ,CDC</b>	<b>30 μF</b>
<b>DC reference voltage, Vdcr</b>	<b>700 V</b>

جدول (2)- پارامترهای فیلتر فعال

3- تشخیص جریان مرجع به روش تئوری توان راکتیو لحظه‌ای در مدارات سه فاز ، ولتاژها و جریان‌های لحظه‌ای میتوانند به بردارهای فضایی لحظه‌ای تبدیل شوند [7]. با تئوری توان لحظه‌ای ، جریان‌ها و ولتاژهای سه فاز لحظه‌ای ، با معادلات زیر محاسبه می شوند:

$\alpha$  و  $\beta$  با استفاده از  $\tilde{p}$  و  $-q$  بصورت زیر بدست می آید:

(۹)

$$\begin{bmatrix} i_{ca} \\ i_{cb} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{\alpha} & V_{\beta} \\ -V_{\beta} & V_{\alpha} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -\tilde{p} \\ -q \end{bmatrix}$$

جهت بدست آوردن جریان های جبران سازی مرجع در مختصات  $a-b-c$  با ترکیب معادلات (۸) و (۹) بصورت زیر بدست می آید [۱۳]:

(۱۰)

$$\begin{bmatrix} i_{ca}^* \\ i_{cb}^* \\ i_{cc}^* \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{ca} \\ i_{cb} \end{bmatrix}$$

که این جریان های  $i_{ca}^*, i_{cb}^*, i_{cc}^*$  از طریق اینورتر تولید و به خط تزریق می شود.

#### ۴- روش کنترل جریان باند هیستریزس

پس از تعیین جریان های مرجع در فیلتر اکتیو باید اقدام به ساخت آنها نمود. یکی از روشهای کنترل جریان، استفاده از باند هیستریزس است که پهنای پالس آتش را برای گیت های مبدل فیلتر اکتیو تعیین می کند. از مزایای شاخص این روش، کنترل جریان، پایداری مناسب، پاسخ بسیار سریع، دقت بالا، پیاده سازی آسان، قابلیت ذاتی محدود سازی پیک جریان و عدم حساسیت به تغییرات پارامترهای بار می باشد [۱۴]. از نقاط ضعف روش کنترل جریان باند هیستریزس می توان به افزایش تلفات در توانهای بالا و فرکانس کلید زنی متغیر که باعث ایجاد نویزهای صوتی و هارمونیکهای کلید زنی در خروجی مبدل می شود اشاره کرد [۱۵]. مزایای انکار ناپذیر این روش آن را به مطلوبترین روش کنترل جریان برای مبدل های منبع ولتاژ تک فاز و سه فاز تبدیل کرده است [۱۵]. در این روش سیگنال خطای حاصل از مقایسه جریان مرجع و جریان تولیدی توسط مبدل مطابق بلوک شکل (۳) در بین یک باند کنترلی فرضی که جریان مرجع را در بر گرفته است کنترل می شود.

(۱۱)

$$e = i_c^* - i_{apf} \text{ (actual)}$$

به طور قراردادی،  $V_{\alpha} I_{\alpha}, V_{\beta} I_{\beta}$  توان های لحظه ای نیستند به این دلیل که اینها محصول جریان و ولتاژهای لحظه ای در دو محور عمود بر هم هستند. بصورت یک واحد الکتریکی قراردادی مانند  $w$  یا  $var$  نیست، بلکه توان موهومی لحظه ای است و واحد آن ولت آمپر موهومی ( $IVA$ ) است [۱۰].

این مقادیر توان های داده شده در بالا برای سیستم الکتریکی در مختصات  $a-b-c$  ارائه شده و معانی فیزیکی زیر را دارا می باشند [۱۱]:

$\bar{P}$  مقدار متوسط توان حقیقی لحظه ای است با توجه به انرژی در واحد زمان که با مختصات  $a-b-c$  به یک صورت متعادل از منبع توان به بار انتقال می یابد (تبدیل می شود).

$\tilde{p}$  مقدار نوسانی توان حقیقی لحظه ای است که انرژی در واحد زمان که بین منبع توان و بار با مختصات  $a-b-c$  تغییر می کند (تبدیل می شود).

$\bar{q}$  توان موهومی لحظه ای است که مطابق توانی که بین فازهای بار تغییر می کند می باشد. این عضو، تغییری در انرژی بین منبع توان و بار ایجاد نمی کند اما عامل وجود جریان های ناخواسته که بین فازهای سیستم جریان دارد می باشد.

$\tilde{q}$  مقدار متوسط توان موهومی لحظه ای است که مساوی توان راکتیو قراردادی است. توان اکتیو و راکتیو لحظه ای شامل مقادیر  $AC$  و  $DC$  بوده و بصورت زیر تعریف میگردد:

(۶)

$$P = \bar{p} + \tilde{p}$$

(۷)

$$q = \bar{q} + \tilde{q}$$

مقادیر  $DC$  مربوط به  $q$  و  $p$  ( $\bar{q}$  و  $\bar{p}$ ) با اجزای توانی مثبت جریان بار ساخته می شوند.

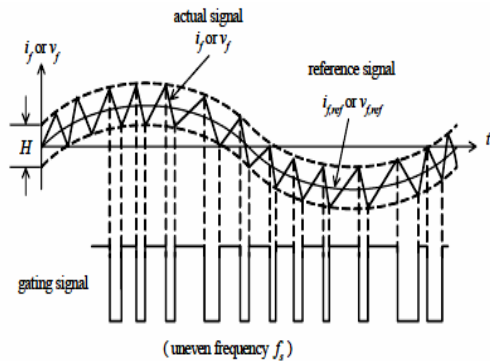
و مقادیر  $AC$  مربوط به  $q$  و  $p$  ( $\tilde{q}$  و  $\tilde{p}$ ) با اجزای هارمونیک جریان بار تولید می شوند [۱۲].

معادله (۵) می تواند بصورت معادله زیر نوشته شود:

(۸)

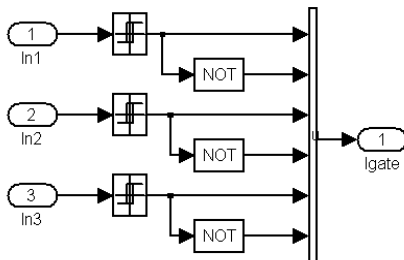
$$\begin{bmatrix} i_{\alpha} \\ i_{\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{\alpha} & v_{\beta} \\ -v_{\beta} & v_{\alpha} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p \\ q \end{bmatrix}$$

جهت جبران سازی هارمونیکها و توان راکتیو لحظه ای با معادله (۸)، جریان های جبران سازی  $i_{ca}$  و  $i_{cb}$  در مختصات



شکل (۴)-کنترل جریان به روش باند هیستریزس

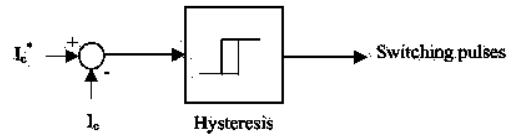
هر چه محدوده باند هیستریزس را کاهش دهیم، درصد خطا کم شده ولی فرکانس سوئیچینگ اینورتر افزایش می‌یابد. در شکل (۵) مدار فرمان برای تولید پالسهای PWM<sup>۱</sup> برای گیت اینورتر نشان داده شده است.



شکل (۵)- مدار فرمان

۵-نتایج شبیه سازی

جهت بررسی دقیقتر و ارزیابی روش ارائه شده شبیه سازی یک سیستم شامل بار هارمونیک و فیلتر فعال در محیط *Simulink* نرم افزار *MATLAB* انجام گرفته است. این شبیه سازی برای یک بار یکسو ساز پل سه فاز دیودی با بار اهمی-سلفی متغییر، که در لحظه‌های اول ابتدا بار  $R_{Load1} = 10\Omega, L_{Load1} = 2mH$  و در زمان  $T = 0.25S$  بار دوم  $R_{Load2} = 10\Omega, L_{Load2} = 2mH$  به مدار اضافه می‌شود تا درستی کار فیلتر هیبرید بهتر نشان داده شود، صورت گرفته است و یک بانک اینورتری شامل شش مبدل تک فاز منبع



شکل (۳)- بلوک محدود کننده هیستریزس

اندازه باند هیستریزس، اندوکتانس مابین مبدل و شبکه و ولتاژ خازن DC در تعیین فرکانس سوئیچینگ نقش مؤثری ایفا می‌کنند [۱۶].

بالاترین فرکانس کلید زنی عبارتست از [۱۷]:

$$(۱۲)$$

$$f_{sw(max)} = \frac{V}{9HB.L}$$

که  $HB$  حد هیستریزس و  $L$  مقدار اندوکتانسی است که جریان بوسیله آن تزریق می‌شود.

همان گونه که در شکل (۴) می‌توان دید شیب صعودی و نزولی خطا با اعمال ولتاژ  $+V_o$  و  $-V_o$  ایجاد میشود.

$$(۱۳)$$

$$\frac{d i_c}{dt} = \frac{1}{L} (|V_g| + V_o)$$

$$(۱۴)$$

$$\frac{d i_c}{dt} = \frac{1}{L} (|V_g| - V_o)$$

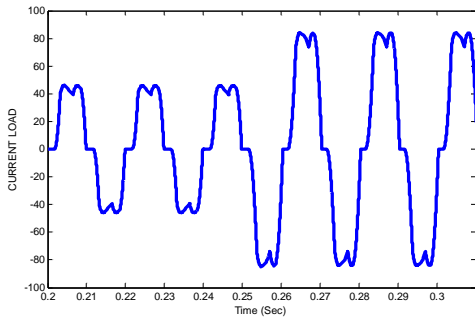
مشاهده میشود اختلاف ولتاژ اعمالی به اندوکتانس در طی دو نیم سیکل سوئیچینگ برابر  $2V_o$  می‌باشد.

$$(۱۵)$$

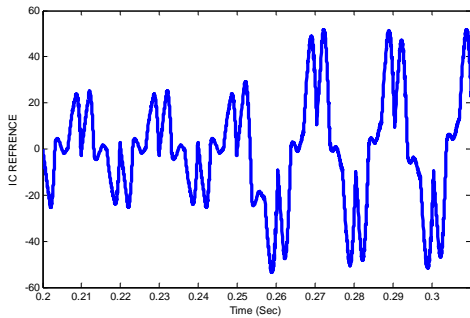
$$\Delta V_{bipolar} = |V_g| + V_o - (|V_g| - V_o) = 2V_o$$

که با نرخ تماس سیگنال خطا با باندها (فرکانس سوئیچینگ) نسبت مستقیم دارد.

<sup>۱</sup> Pulse Width Modulation

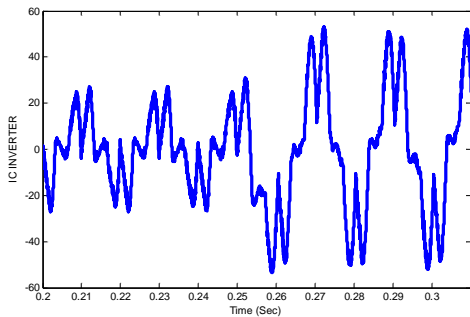


شکل (۱۰)- جریان مصرفی بار قبل از جبران سازی



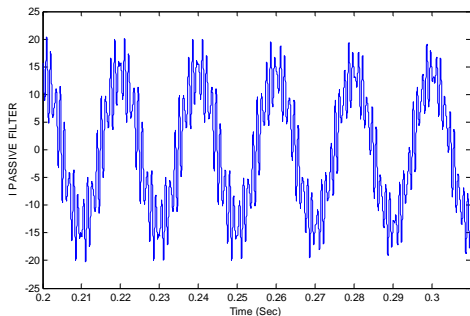
شکل (۱۱)- جریان جبران سازی تخمین زده شده

توسط فیلتر اکتیو



شکل (۱۲)- جریان جبران سازی تزریق شده توسط

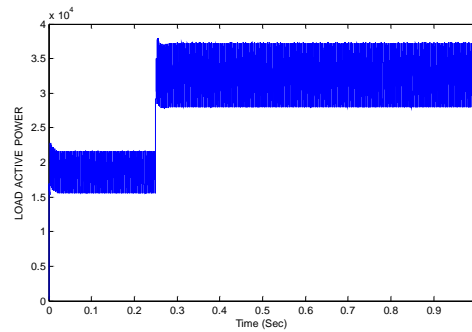
فیلتر اکتیو



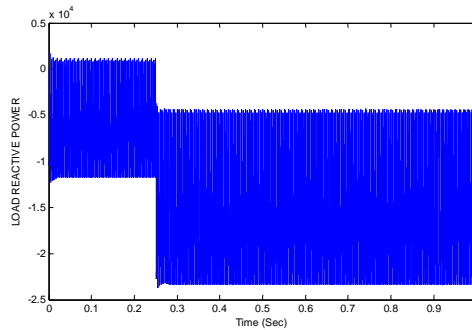
شکل (۱۳)-جریان جذب شده توسط فیلتر پسیو

ولتاژ، جریان مرجع شناسایی شده را تولید و به خط تزریق می کند. اینورتر شامل شش سوئیچ IGBT می باشد.

با توجه به پاسخ های بدست آمده از شبیه سازی می توان ملاحظه نمود جزء اصلی توان راکتیو مورد نیاز بار از طریق فیلتر فعال تأمین شده شکل های (۵) و (۶)، که این موضوع مبین تصحیح بسیار خوب ضریب قدرت بار می باشد. توان حقیقی مصرفی مبدل بر اثر تلفات کلیدزنی ایجاد شده است که بوسیله رگولاتور DC ولتاژ خازن کنترل شده و توان اکتیو مورد نیاز بار نیز توسط منبع تأمین گشته است.



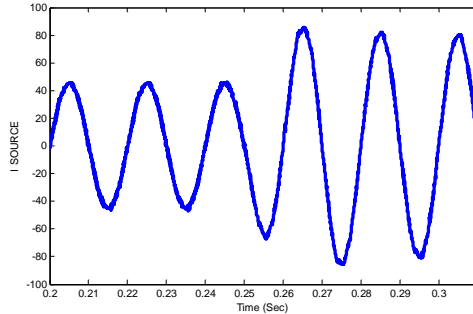
شکل (۸)-توان اکتیو مورد نیاز بار



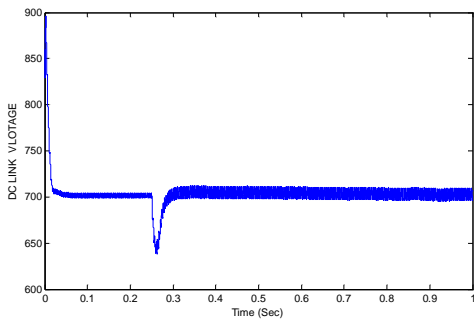
شکل (۹)-توان راکتیو مورد نیاز بار

نتایج شبیه سازی در شکل (۱۰) جریان بار، شکل (۱۱) جریان جبران سازی تخمین زده شده توسط فیلتر اکتیو، شکل (۱۲) جریان جبران سازی تولیدی توسط فیلتر اکتیو، شکل (۱۳) جریان جذب شده توسط فیلتر پسیو و شکل (۱۴) جریان کشیده شده از منبع پس از جبران سازی فیلتر هیبرید است را نشان می دهد.

شکل (۱۶)-طیف هارمونیک‌ی جریان منبع بعد از جبران سازی فیلتر هیبرید



در شکل (۱۷) ولتاژ دو سر خازن DC و عملکرد رگلاتور ولتاژ شاخه DC را نشان می‌دهد.

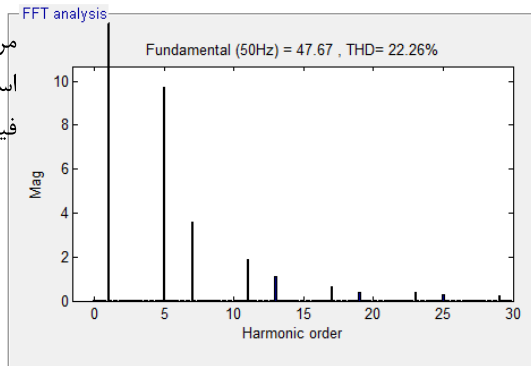


شکل (۱۷)-ولتاژ شاخه DC

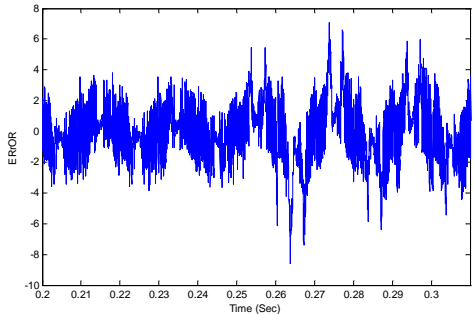
شکل (۱۴)-جریان منبع پس از جبران سازی

با مقایسه طیف فرکانسی جریان بار و جریان منبع ملاحظه می‌شود  $THD^A$  قبل از اعمال فیلتر هیبرید ۲۲.۲۶٪ در جریان بار بوده است و با اعمال فیلتر هیبرید به ۲.۵۷٪ در جریان منبع جبران سازی شده رسیده است که در شکل‌های (۱۵) و (۱۶) نشان داده شده است.

در مورد عملکرد فیلتر اکتیو ، مقایسه بین شکل موج مرجع و شکل موج تولیدی توسط فیلتر اکتیو در شکل (۱۸) آمده است که اختلاف ناچیز حکایت از ردیابی دقیق جریان توسط فیلتر اکتیو می‌کند.



شکل (۱۵)-طیف هارمونیک‌ی جریان بار



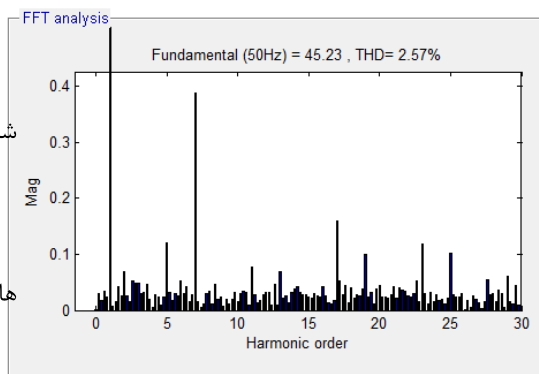
شکل (۱۸)-خطای بین جریان مرجع و جریان ساخته شده توسط مبدل

۶-نتیجه گیری

در این مقاله از فیلتر هیبرید موازی برای حذف هارمونیک استفاده شده است.

در مقاله حاضر به علت استفاده از فیلتر پسیو برای حذف هارمونیک‌هایی با فرکانس بالا اندازه و ابعاد فیلتر پسیو کاهش چشمگیری داشته است.

همچنین به علت استفاده از فیلتر اکتیو برای حذف هارمونیک‌هایی با فرکانس پایین، تلفات کلید زنی پایین آمده است.



<sup>A</sup> Total Harmonic Distortion

[۵] Y. Wang, Z. Wang, J. Yang, J. Liu, Z. Fu, Y. Duan, Y. Hua, "A new hybrid parallel active filter", *IEEE ۳۴th Conf. on Power*

*Electronics Specialist, Vol. ۳, June ۲۰۰۳, pp. ۱۰۴۹-۱۰۵۴.*

[۶] H. Akagi, A. Nabae, S. Atoh, "control strategy of active power filters using multiple voltage-source PWM converters", *IEEE Trans. Ind. Appl. IA-۲۲(۱۹۸۶), pp. ۴۶۰-۴۶۵.*

[۷] N. G. Hingorani, L. Gyugyi "understanding FACTS", *IEEE press, New York, ۲۰۰۰.*

[۸] H. Akagi, "New trends in active filters for power conditioning", *IEEE Trans. Ind. Appl. ۳۲(۱۹۹۶), pp. ۱۳۱۲-۱۳۲۲.*

[۹] H. Akagi, Y. Kanazawa, A. Nabae, "Instantaneous reactive power compensators comprising switching devices without energy storage components", *IEEE Trans. Ind. Appl. ۲۰(۱۹۸۴), pp. ۶۲۵-۶۳۰.*

[۱۰] J. Holtz, "pulse width modulation-a survey", *IEEE Trans. Ind. Electron. ۳۹(۵)(۱۹۹۲), pp. ۴۱۰-۴۲۰.*

[۱۱] B. K. Bose, "An adaptive hysteresis band current control technique of a voltage feed PWM inverter for machine drive system", *IEEE Trans. Ind. Electron. ۳۷(۵)(۱۹۹۰), pp. ۴۰۲-۴۰۶.*

[۱۲] Benhabib, M. C. and Saadate, S. "New Control approach for four-wire active power filter based on the use of synchronous reference frame" *ELSEVIER Electric power systems, vol. ۷۳, (۲۰۰۸ Elsevier), pp. ۳۵۳-۳۶۲.*

[۱۳] Akagi, H. Kanazawa, Y. and Nahae, A. "Instantaneous reactive power compensators comprising switching devices without energy storage components", *IEEE Trans on., Vol ۲۰, May ۱۹۸۴, pp. ۶۲۵-۶۳۰.*

[۱۴] s. valiviita and s. j. ovasaka, "

با بهره گیری از روش کنترل هیستریزس و استفاده از تئوری توان لحظه‌ای برای تخمین جریان‌های هارمونیک در فیلتر فعال، همچنین بکارگیری از فیلترهای پسیو، کیفیت جریان در شبکه‌های توزیع با کیفیتی بالا و حداقل تلفات امکان پذیر می باشد فیلتر هیبرید طرح شده در این مقاله جهت انسداد و جداسازی مؤلفه‌های هارمونیک و جریان و عاری سازی شبکه از این اختلالات حتی برای بارهای متغییر کاملاً مؤثر عمل کرده و نتایج بدست آمده از شبیه سازی ها کاملاً منطبق با استاندارد ۱۹۵۱۹<sup>IEEE</sup> میباشد. در این استاندارد نشان می دهد برای بارهای کمتر از ۶۹KV ماکزیمم ولتاژ هارمونیک خاص به ۳٪ و THD به ۵٪ محدود می شود که نتایج شبیه سازی کاملاً منطبق با این استاندارد است.

۷- مراجع

[۱۵] H. Akagi, S. Srianthumrong, Y. Tamai, "Comparisons in circuit configuration and filtering performance between hybrid and pure shunt active filters", *IEEE ۳۸th Conf. on Industry Applications, Vol. ۲, Oct. ۲۰۰۳, pp. ۱۱۹۵-۱۲۰۲*

[۱۶] Chinyao Low, Ying-Pin Chang, Shih-Yu Hung, "An application of sequential neural-network approximation for sitting and sizing passive harmonic filters", *Expert Systems with Applications (۲۰۰۸ Elsevier), pp. ۲۹۱۰-۲۹۲۰.*

[۱۷] L. Chen, A. V. Jouanne, "A comparison and assessment of hybrid filter topologies and control algorithms", *IEEE ۳۲th Conf. on Power Electronics Specialists, Vol. ۲, June ۲۰۰۱, pp. ۵۶۵-۵۷۰.*

[۱۸] D. Rivas, L. Moran, J. Dixon, J. R. Espinoza, "Improving passive filter compensation performance with active techniques", *IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol. ۵۰, Feb ۲۰۰۳, pp. ۱۶۱-۱۷۰.*



*Delayess Method to Generate Current References for Active Filters", IEEE Trans on ,Vol.۴۵, ۱۹۹۸, pp. ۵۵۹-۵۶۷.*

[۱۴] *J.M.M.Ortaga , A.T.Lora, M.B.Payan and C.L.Mitchell, " Reference Current Errors of Instantaneous p-q based Methods for Active Filters",IECON'۰۲,IEEE ۲۸th conf, Vol.۱, Nov۲۰۰۲, pp.۷۲۱-۷۲۶.*

[۱۵] *Kale, Murat, Ozdemir, Engin, "An adaptive hysteresis band current Controller for shunt active power filter". ELSEVIER Electric Power Systems. Vol.۷۳, (۲۰۰۵ Elsevier), pp.۱۱۳-۱۱۹.*

[۱۶] *Rukonuzzaman, M. and Nakaoka,M. "Single-phase shunt active power filter with harmonic detection" Electric Power Applications, IEE Proceedings, Vol.۱۴۹ ,Sep ۲۰۰۲, pp ۳۴۳- ۳۵۰.*

[۱۷] *Qiao, chongming. and Smedley. Keyue. Ma," Three phase bipolar mode active power fillers", IEEE Trans. Ind, App۱. vol.۳۸, Feb ۲۰۰۲,pp ۱۴۹-۱۵۸.*

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.