بهبود کیفیت توان با استفاده از فیلتر سلفی کنترل شده، هنگام بکارگیری کوره القایی دوازده پالسه

فرهاد دانشی[۱]، حسن براتی[۲*]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی برق، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، daneshifarhad@gmail.com
*۲- دانشیار، گروه مهندسی برق، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران، Barati216@gmail.com
تاریخ دریافت:۹۹/۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۳/۱

چکیده: در این مقاله روش تصحیح اعوجاج جریان شبکه با فیلتر سلفی قابل کنترل (CIPF) برای حل مسائل کیفیت توان موجود در بار کوره القایی پیشنهاد می‌گردد. این روش مبتنی بر تئوری تعادل پتانسیل مغناطیسی ترکیب شده با تکنولوژی فیلتر سلفی کنترل شده میباشد. در ابتدا ساختار سیستم و طرح سیم بندی فیلتر ارائه شده و مدار معادل آن به همراه مدل های ریاضیاتی سیستم فیلترینگ انجام می گیرد. سپس برای دستیابی به عملکرد بهتر فیلترینگ، یک استراتژی کنترلی اصلاح شده طراحی می‌گردد. ویژگی‌های فنی از قبیل حذف هارمونیک های ناشی از بار غیرخطی و میرایی تشدید به وسیله مکانیزم تجزیه و تحلیل نشان داده می شود. در نهایت مدل شبیه سازی سیستم فیلترینگ در محیط سیمولینک نرم افزار متلب پیاده‌سازی می‌شود. نتایج شبیه سازی، تحلیل تئوری را تایید می‌نماید و نشان می‌دهد که روش پیشنهادی با بهره کنترلی مناسب می‌تواند به طور موثر هارمونیک های عبوری از ترانسفورماتور را حذف نماید و اعوجاج در جریان شبکه ناشی از بار کوره القایی را بهبود دهد. ضمنا بهبود قابل توجه‌ای در ضریب قدرت شبکه قابل مشاهده است

واژه‌های کلیدی: کیفیت توان، فیلتر سلفی قابل کنترل، هارمونیک، کوره القایی

۱- مقدمه

با توجه به محدودیت‌های فنی مدیریت کیفیت توان در صنعت شیمیایی، متالورژی و سایر بنگاه های اقتصادی که دارای بارهای غیر خطی هستند، بسیاری از موارد کیفیت توان وجود دارد،که به شبکه های عمومی منتقل می شود، مانند آلودگی هارمونیک، ضریب توان کم . برای برآورده کردن نیازهای منبع تغذیه، IEEE یک سری از استانداردهای هارمونیک برای سیستم برق را صادر کرد. برای بهبود کیفیت توان و کاهش تلفات بهره برداری، معمولاً نصب دستگاه های فیلتر (مثلاً فیلتر پسیو ، فیلتراکتیو و فیلتر ترکیبی و غیره) در محل اتصال مشترک (PCC) نصب می شود. با این حال، طرح‌های فیلتر، که باعث شود اجزای توان هارمونیک و توان راکتیو آزادانه در سیستم قدرت صنعتی جریان پیدا کنند، منجر به اثرات منفی مختلف بر روی تجهیزات الکتریکی می شوند. به عنوان مثال، جریان های هارمونیک ناشی از بار غیرخطی منجر به تلفات و گرمای بیش از حد در ترانسفورماتور یکسوکننده می‌شوند[۱]. افزایش دما باعث پیری عایق ترانسفورماتورمیشود و عمر سرویس آن را نیز کوتاه می کند علاوه بر این ، ممکن است به اندازه ۵۰٪ ظرفیت ترانسفورماتور در محیط با اعوجاج هایی در شکل موج جریان وجود داشته باشد کاهش یابد. بر این اساس، به دنبال روشی برای بهبود کیفیت توان در نزدیکی منبع هارمونیک هستیم. با ترمیم مجدد در قسمت بار، جریانهای هارمونیک کمتر یا تولید نمی شوند[۲].

استراتژی های فعلی اتخاذ شده برای حذف هارمونیک در نزدیکی بار را می‌توان خلاصه‌کرد به شرح زیر:

الف) مدولاسیون پهنای پالس PWM ب) ترانسفورماتور با فیلتر یکپارچه و روش فیلتر قدرت سلفی تنظیم شده پسیو (IPF) و فیلتر سلفی قدرت کنترل شده(CIPF) .

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-10]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.1.2.0]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.1- Spring 2020

یکسو کننده مبتنی بر PWM در قسمت AC شکل موج سینوسی را قابل کنترل می‌سازد و ضریب توان را همزمان تصحیح می‌کند. یکسو کننده چند پالس ، به عنوان اصلی‌ترین طرح برای از بین بردن هارمونیک در سیستم یکسو کننده‌های صنعتی، از چندین واحد اصلاح کننده تشکیل شده است که از طریق ترانسفورماتور جابجاکننده فاز نسبت به کاهش هارمونیک اقدام میکند [۳]. این طرح برای جابجایی فاز از نظر طراحی و ساخت آسانتر و دقیق‌تر است. یک روش جدید فیلتر با نام فیلتر سیم‌پیچ سوم با استفاده از سیم پیچ سوم ترانسفورماتور موجود برای ایجاد یک مسیر کم مقاومت امپدانس، به طوری که می توان هارمونیک ها را در فیلترهای پسیو گرفتار کرد بر خلاف فیلتر پسیو که یک مسیر اتصال کوتاه را برای هارمونیک ها ایجاد می کند، فیلتر پسیو مورد استفاده در روش (IPF) فقط برای القاء هارمونیک معکوس و جبران جریان های هارمونیک بار است [۴]. بنابراین می توان پدیده های هارمونیک را در قسمت ثانویه محافظت کرد. هنوز خطرتشدید سری / موازی را دارد که مشکل رایج در روش فیلتر پسیو است. در این مقاله با استفاده از روش فیلتر فعال، روش فیلترتوان القایی قابل کنترل (CIPF) برای بهبود کیفیت سیستم کوره القایی دوازده پالسه پیشنهاد می‌شود. این فیلتر به عنوان یک ایزولاتور هارمونیک قدرتمند بین شبکه برق و منبع هارمونیک عمل می کند، به این ترتیب که هارمونیک های از بالادست قابل محافظت باشد و خطر تشدید هارمونیک نیز کاهش می یابد. از این رو عملکرد کل سیستم فیلتر بهبود یافته است. در این مقاله در بخش دوم ساختار ترانس با فیلتر قدرت سلفی کنترل شده بیان شد، در بخش سوم مکانیسم عملکرد فیلتر به همراه روابط مربوطه شرح داده شد، در بخش چهارم نتایج شبیه سازی و در بخش پنجم نتایج حاصله از شبیه سازی عنوان گردید.

۲- ساختار سیستم با روشCIPF

ترانسفورماتور تپ چنجر دار (OLTC) با سیم پیچی شبکه ترانسفورماتور یکسوساز فیلتر شده سلفی (IFRT) ادغام می گردد. شاخه فیلترینگ به یک تپ بین سیم پیچی اصلاح شده و سیم پیچی مثلث متصل می گردد. شاخه فیلترینگ شامل شاخه های تنظیم شده کامل (FT) بوده و با اینورتر منبع ولتاژ (VSI) به صورت سری قرار میگیرد. ویژگی این IFRT این است که سیم پیچی فیلتر از طراحی تطبیق امپدانس خاص برای ایجاد یک مسیر امپدانسی صفر تقریبی در فرکانس هارمونیکی خاص استفاده می‌کند، به طوری که تعادل پتانسیل مغناطیسی بین سیم پیچی فیلترینگ و سیم پیچی متصل به بار می تواند تحقق یابد. سیستم تغذیه توان dc جدید با روش CIPF پیشنهادی ویژگی های فنی زیر را دارد:

۱- جریان های هارمونیکی عبوری از سیم پیچ متصل به بار از طریق بار غیر خطی با جریان های هارمونیکی القا شده در سیم پیچی فیلتر متعادل می گردد که با توجه به اصول تعادل پتانسیل مغناطیسی در فرکانس های هارمونیکی است. در این روش شار نشتی هارمونیکی در IFRT می تواند به طور قابل توجهی کاهش یافته و ناحیه آلوده شده توسط مولفه های هارمونیکی می‌تواند تقلیل یابد.

۲- با کنترل امپدانس مجازی اینورتر روش CIPF می‌تواند حذف دو جهته هارمونیکها از بار خطی و بالادست آن را تحقق بخشد.

۳- مکانیزم عملکرد فیلتر

۳-۱- مدلسازی سیستم

مدار معادل تک فاز سیستم تغذیه کوره القایی در شکل(۱) نشان داده شده است که، I_S جریان سمت شبکه، V_S ولتاژ شبکه و Z_S امپدانس سیستم است. جریان بار است، امپدانس معادل موازی شاخه های FT پنجم و هفتم است. ولتاژ خروجی اینورتر است که می‌تواند با رابطه (۱) بیان گردد:

$$V_C = K_n . \sum_{n=5,7,..}^{\infty} I_n \qquad (۱)$$

که اندیس n بیانگر مولفه هارمونیکی متغیرها است. ضریب میرایی هارمونیکی با واحد اهم است که می تواند معادل با یک مقاومت مجازی متصل به منبع توان باشد.

باتوجه به تئوری ترانسفورماتور چندسیم‌پیچه معادلات انتقال ولتاژ ترانسفورماتور سه‌سیم‌پیچه می‌تواند بهصورت رابطه (۲) حاصل شود:

$$-\frac{N_1}{N_3} . Z_{3n} . I_{3n} V_{1n} - \frac{N_1}{N_3} . V_{3n} = Z_{1n} . I_{1n} \qquad (۲)$$

که I_{in} و V_{in} (i=1, 2, 3) به ترتیب جریان و ولتاژهای اولیه سیم‌پیچی سمت مصرف‌کننده و سیم‌پیچی فیلتر هستند، و Z_{in} امپدانس معادل مربوطه می باشد.

$$N_1 . I_{1n} + N_2 . I_{2n} + N_3 . I_{3n} = 0 \qquad (۳)$$

که N_iها به‌ترتیب تعداد دورهای سیم پیچ اولیه، تعداد دورهای سیم پیچی سمت مصرف‌کننده و سمت فیلتر هستند.

با توجه به قانون ولتاژ (KVL) و جریان (KCL) کیرشهف، معادلات ولتاژ و جریان زیر می‌تواند به‌دست آید. با توجه به اصول تعادل پتانسیل مغناطیسی ترانسفورماتور و نادیده گرفتن جریان تحریک ترانسفورماتور داریم:

$$\begin{cases} V_{1n} = V_{sn} - Z_{sn} . I_{sn} \\ V_{3n} = V_c - Z_{fn} . I_{fn} \end{cases} \qquad (۴)$$

[DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.1.2.0]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.1- Spring 2020
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-10]

$$\begin{cases} I_{1n} = I_{Sn} \\ I_{2n} = I_{ln} \\ I_{3n} = I_{2n} - I_{fn} \end{cases} \quad (۵)$$

معادلات (۱) تا (۵)، مدل ریاضی را به وسیله رابطه میان ولتاژ، جریان و امپدانس سیستم جدید با روش CIPF تشکیل می دهند.

۳-۲- تحلیل ویژگی های فیلترینگ

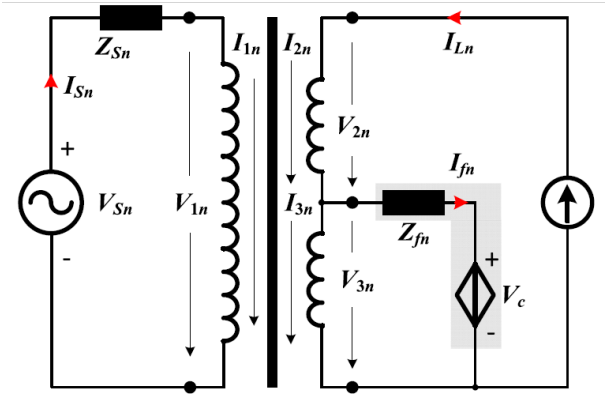
هنگام در نظرگرفتن ویژگیهای فیلتر از نقطه‌نظر شـــاخه فیلترینگ میتوان جریان شاخه فیلتر را به صورت رابطه (۶) بیان نمود.

$$\begin{cases} I'_{fn} = \dfrac{(K_{21}+K_{31})(Z_{1n}+Z_{sn}+K_{13}.K_n)+K_{13}.Z_{3n}}{K_{31}(Z_{1n}+Z_{sn}+K_{13}.K_n)+K_{13}.(Z_{3n}+Z_{fn})}.I_{Ln} \\ I''_{fn} = \dfrac{V_{sn}}{K_{31}(Z_{1n}+Z_{sn}+K_{13}.K_n)+K_{13}.(Z_{3n}+Z_{fn})} \end{cases} \quad (۶)$$

که K_{21} ، K_{31} و K_{13} نســـبت دورهای مربوط بین ســـیم پیچ های ترانسفورماتور هستند.

و نســـبت دورها به صـــورت $K_{21}=\frac{N_2}{N_1}$,$K_{13}=\frac{N_1}{N_3}$,$K_{31}=\frac{N_3}{N_1}$, است.

$$I_{fn} = (K_{23}+1)I_{ln} \quad (۷)$$



شکل ۱: مدل مدار معادل سیستم تغذیه کوره القایی

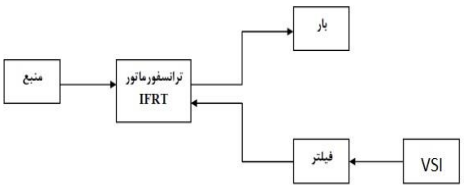
براساس شرایط اولیه امپدانس صفر دوگانه برای پیاده سازی روش IPF یعنی $Z_{3N}=0$ و $Z_{fn}=0$، میتوانیم به این نتیجه بر سیم که معادله اول رابطه (۶) می‌تواند با رابطه (۷) یکسان در نظر گرفته شود. بنابراین همه جریانهای هارمونیکی تولید شده تو سط بار کوره القایی بین سیم پیچ های ثانویه حذف می شوند و این بدان معنی ا ست که هیچ جریان هارمونیکی نمی تواند به طور آزادانه در سیم‌پیچی شبکه وجود دا شته باشـد. همچنین، می‌توان از طریق معادله دوم رابطه(۶) متوجه شـد که K_n درسـت مثل یک مقاومت میرایی سـری با امپدانس سـیسـتم می باشـد که به صـورت جداسـاز هارمونیکی عمل کرده و از مولفه های هارمونیکی عبوری از شـاخه‌های فیلتر از طریق سـیم پیچی شـبکه جلوگیری به عمل می آورد.

۳-۳- استراتژی کنترلی

الگوریتم کنترلی روش CIPF دارای سـه بخش اسـت: بخش اول برای ا ستخراج مولفه های هارمونیکی جریان های سمت شبکه، میرا نمودن تشدید هارمونیکی و بهبود قابلیت فیلترینگ می با شد. بخش دوم برای استخراج مولفه های هارمونیکی جریان های شاخه فیلترینگ به منظور تحقق طراحی امپدانس صـفر اسـت. و بخش آخر به منظور اسـتخراج مولفه توان اکتیو از طریق ولتاژ dc برای تنظیم ولتاژ dc مبدل منبع ولتاژ (VSI) می باشد.

۳-۴- مدار سیستم فیلتر و بار کوره القایی

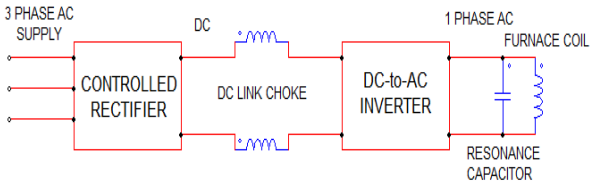
در شکل (۲) مدار پیاده‌سازی شده نشان میدهد که در سمت ثانویه ترانس دو سری سیم‌پیچ دارد که از یک سری برای تغذیه بار کوره القایی و از سیم پیچ دیگر برای سیستم فیلتر استفاده شده است.



شکل ۲: بلوک دیاگرام سیستم پیشنهادی

۴- نتایج شبیه‌سازی و تحلیل نمودارها

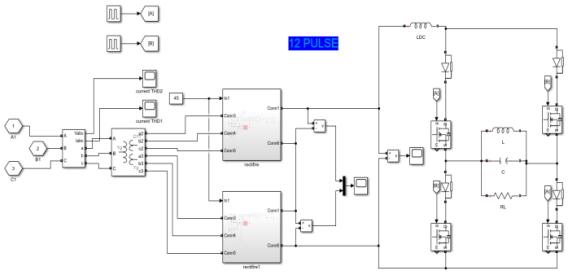
نتایج شبیه سازی در نرم افزار سیمولینک متلب انجام شده است. برای مدل‌سازی کوره القایی بدین صورت عمل شد که جریان سه فاز متناوب را مطابق شکل (۳) دریافت می‌کند سپس توسط مبدل‌های تریستوری آن را تبدیل به جریان مسـتقیم تبدیل می‌کند چون به‌صـورت دوازده پالسه می‌باشد، از دو مبدل شش پالسه سری استفاده شده، که خروجی این دوازده پالس تو سط لینک جریان م ستقیم مجددا تبدیل به جریان متناوب می‌شـود. اسـاس کار کوره القایی بدین صـورت اسـت که برای ذوب فلزات از جریان‌های فوکو ا ستفاده می شود. که مدل این جریان‌ها را به صورت کویل سیم پیچ موازی با خازن در نظر گرفته شده ا ست، که در شکل (۳) قابل مشاهده می‌باشد.



شکل (۳): مدل کوره القایی دوازده پالسه

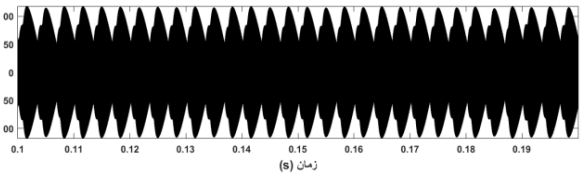
شکل(۴) شبیه سازی کوره القایی در سیمولینک متلب را نشان می‌دهد.

[DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.1.2.0]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.1- Spring 2020
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-10]



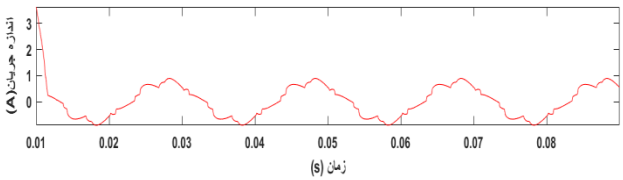
شکل (۴): بلوک دیاگرام کوره القایی دوازده پالسه

برای ایجاد ولتاژ متناوب با دامنه و فرکانس مورد نظر در کوره القایی از اینورتر ac به ac استفاده می‌کنیم. درواقع کاربرد این نوع اینورتر در تغییر دامنه، فرکانس و فاز موردنظر در ولتاژ متناوب می‌باشد. ابتدا ولتاژ متناوب شبکه به ولتاژ مستقیم تبدیل‌کرده، سپس با مدولاسیون پهنای باند دامنه و فرکانس موج متناوب خروجی جهت کوره القایی تامین- گردید. شکل(۵) ولتاژ بار کوره القایی در فرکانس هشتاد کیلو هرتز را که مورد نیاز کوره القایی بوده و شبیه‌سازی آن در محیط متلب انجام شد را نشان می‌دهد.

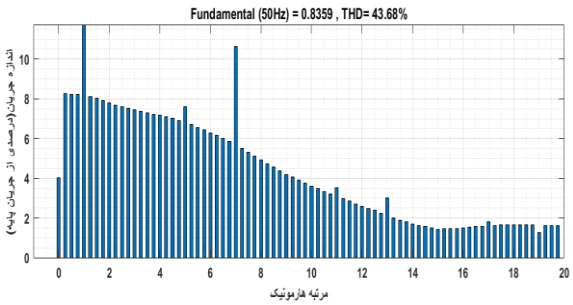


شکل(۵): ولتاژ متناوب با فرکانس بالا، مربوط به بار کوره القایی دوازده پالسه

نمودار جریان شبکه و همچنین اعوجاج‌های هارمونیکی مربوط به کوره القایی دوازده پالسه به صورت شکل‌های (۶) و (۷) نمایش داده شده است. عدم یکنواختی در نمودار جریان شبکه به وضوح دیده می‌شود و ضمنا اعوجاج‌های هارمونیکی کل به مقدار ۴۳,۶۸٪ بیانگر بار غیر خطی شدید می‌باشد که باعث خرابی نمودار جریان شبکه گردیده است.

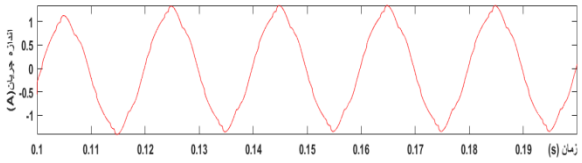


شکل(۶) موج جریان سمت شبکه در حالت بدون فیلتر، بارکوره القایی

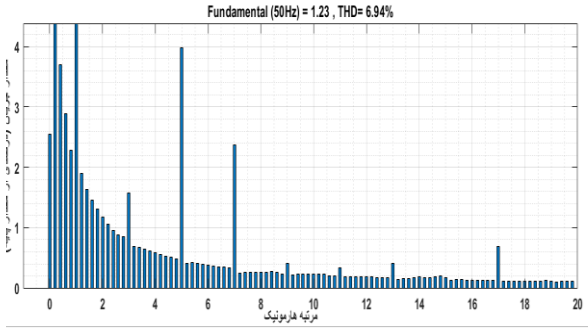


شکل(۷): اعوجاج‌های هارمونیک کل جریان سمت شبکه در حالت بدون فیلتر

پس از ا ستفاده از فیلتر سلفی قدرت کنترل شده (CIPF) شکل موج جریان مطابق شـــکل (۸) یکنواخت و کم اعوجاج گردیده، و همچنین مطابق شکل (۹) اعوجاج‌های هارمونیک کل از مقدار ۴۳,۶۸٪ به مقدار ۶,۹۴٪ کاهش یافت. که نســـبت به حالت بدون فیلتر ۸۴٪ بهبود در اعوجاج‌های جریان منبع حاصل شده است.

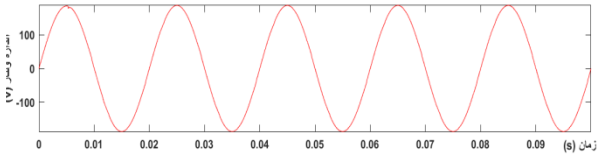


شکل (۸): شکل موج جریان سمت شبکه کوره القایی در حالت (CIPF)کوره القایی دوازده پالسه



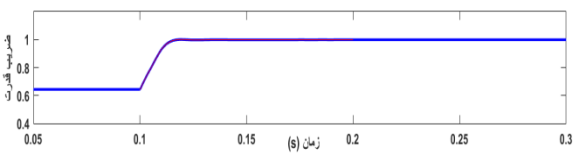
شکل (۹): اعوجاج‌های هارمونیک کل جریان شبکه در حالت فیلتر (CIPF)

ولتاژ شبکه همان‌طور که در شکل (۱۰) نشان داده شده است، در حالت استفاده از بار کوره القایی دوازده پالسه حالت سینوسی خود را حفظ کرده است.



شکل(۱۰): ولتاژ شبکه در حالت استفاده از بار کوره القایی دوازده پالسه

ضـمناً اسـتفاده از فیلتر (CIPF) باعث بهبود ضـریب قدرت شـبکه گردید. همان‌طور که در شکل (۱۱) مربوط به ضریب قدرت شبکه در حالت بار کوره القایی دوازده پالسـه مشـخص اسـت تا قبل از یک دهم ثانیه که فیلتر وارد مدار شود مقدار ضریب قدرت شبکه ۶۵/. می‌باشد، پس از یک دهم ثانیه که فیلتر وارد مدار گردید ضریب قدرت به مقدار ۹۸/. افزایش یافت. دلیل این موضوع تزریق توان راکتیو به شبکه توسط فیلتر می‌باشـد که حالت پس فازی شـبکه را کم می‌کند و باعث بهبود ضریب قدرت شبکه می‌گردد.



شکل(۱۱): ضریب قدرت شبکه قبل و بعد از ورود فیلتر (CIPF) مربوط به بار کوره القایی

[DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.1.2.0]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.1- Spring 2020
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-10]

۵- نتیجه گیری

با شبیه سازی انجام شده در سمیولینک متلب استفاده از فیلتر سلفی قدرت کنترل شده (CIPF) در تصحیح اعوجاج های جریان شبکه و در نتیجه بهبود کیفیت توان بطور موثر مفیده بوده اســـت. به طوری که اعوجاج هارمونیک کل را از مقدار ۴۳,۶۸٪ به مقدار۴,۹۶٪ کاهش داد. و هم چنین ضـــریب قدرت شـــبکه از مقدار۰,۶۵به مقدار۰,۹۸افزایش یافت که بیانگر کارا بودن استفاده از فیلتر سلفی کنترل شده می‌باشد.

مراجع

[1] Lee, T., Wang, Y., Li, J., & Guerrero, J. M. (2015). Hybrid active filter with variable conductance for harmonic resonance suppression in industrial power systems. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 62(2), 746–756.

[2] Li, Y., Liu, Q., Hu, S., Liu, F., Cao, Y., Luo, L., et al. (2017). A virtual impedance

[3] comprehensive control strategy for the controllably inductive power filtering system.IEEE Transactions on Power Electronics, 32(2), 920–926.

[4] Li, X., Xu, W., & Ding, T. (2017). Damped high passive filter-A new filtering scheme for multipulse rectifier systems. IEEE Transactions on Power Delivery, 32(1), 117–124.

[5] Liang, C., et al. (2017). Harmonic elimination using parallel delta-connected filtering windings for converter transformers in HVDC systems. IEEE Transactions on Power Delivery, 32(2), 933–941.

[6] Liu, Q., Li, Y., Hu, S., & Luo, L. (2019). A controllable inductive power filtering system: modeling, analysis and control design. International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 105, 717–728.

رزومه

فرهاد دانشـــی در رامهرمز متولد شـــده اســـت (۱۳۵۲). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی مکانیک- طراحی جامدات در دانشـــگاه شـــهید چمران اهواز(۱۳۷۴)، کارشـــناســـی‌ارشـــد مدیریت اجرایی (۱۳۸۴) کارشناسی ارشد اقتصاد توسعه و برنامه ریزی (۱۳۸۶) سپری کرده است.هم اکنون دانشجویی ترم آخرکارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز(۱۳۹۸) است.فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه کیفیت توان، تجهیزات شـــبکه های توزیع برق و بهره‌برداری از ســـیســـتم‌های قدرت است .

حسن براتی تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشـــناســـی مهندســـی برق- قدرت از دانشـــگـــاه صـــنعتی اصـــفهـان(۱۳۷۱)، کارشـــناســـی‌ارشـــد مهندســـی برق- قدرت از دانشگاه تبریز(۱۳۷۵) و دکتری مهندسی برق- قدرت از دانشگاه علوم و تحقیقات تهران(۱۳۸۶) سپری کرده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه ادوات FACTS، کیفیت توان، و بهره‌برداری از ســـیســـتم‌های قدرت و قابلیت اعتماد است و در حال حاضر استادیار گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول می‌باشد.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-10]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.1.2.0]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.1- Spring 2020

Improving power quality using a controlled inductive power filter when using a twelve-pulse induction furnace

Farhad Daneshi[1], Hassan Barati[2]

1- MSC - Department of Electrical Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran, daneshifarhad@gmail.com

2- Associated Professor - Department of Electrical Engineering, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran, barati216@gmail.com

Abstract: In this paper, the method of correction of network current distortion with controllable inductive power filter (CIPF) is proposed to solve the quality problems of the power available in the induction furnace load. This method is based on the equilibrium potential theory of magnetic potential combined with controlled inductive power filter technology. First, the structure of the system and the filter wiring scheme are presented, and the equivalent circuit is performed along with the mathematical models of the filtering system. A modified control strategy is then designed to achieve better filtering performance. Technical characteristics such as the elimination of harmonics due to nonlinear load and intensification damping are shown by the analysis mechanism. Finally, the simulation model of the filtering system is implemented in the Simulink environment of MATLAB software. The simulation results confirm the theoretical analysis and show that the proposed method with appropriate control efficiency can effectively eliminate the harmonics passing through the transformer and improve the distortion in the network current caused by the induction furnace load.

Keywords: Power quality; controllable inductive power filter(CIPF); induction furnace; harmonic.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-10]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1399.9.1.2.0]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 9-No.1- Spring 2020