مدلسازی مقاومت ورودی در تحلیل سیگنال کوچک مبدلهای چند پالسی

دکتر آلفرد باغرامیان ,سید مهدی علویان *, سکینه عقیقی
دانشگاه گیلان, دانشکده فنی

چکیده جامع:

این مقاله مدلسازی امپدانس ورودی سیگنال کوچک برای یکسوکننده های چند پالسی را ارائه می دهدکه به طور گسترده بر روی هوابردهای الکتریکی نسل جدید MEA مورد استفاده قرار می گیرد.این روش مدلسازی پایه که قبلا برای مبدلهای شش پالس تک فاز و سه فازبه کار رفته است یک کلیت روش بازنمایی مقاومت است. در این مقاله جزئیات روش مدلسازی ارائه و کاربرد آن بر اساس یک یکسوکننده ۱۸ پالس نشان داده می شود.

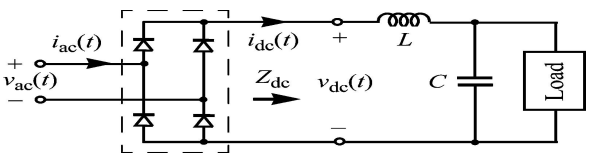
مقدمه:

تقابلات دینامیک بین منبع وبار یک مسئله معمول در سیستم های الکترونیک قدرت است یک روش سیستماتیک برای مطالعه چنین تقابلاتی در سیستم های برق ac , روش تعیین مقاومت منبع خروجی و مقاومت ورودی بار و کاربرد معیار ثبات Nyquist با نیت دو برای تعیین ثبات سیستم است.

کاربردهای آن را می توان در مخازن برقی کامپیوترها و انتقال dc ولتاژ بالا (برق ولتاژ زیاد) وسیستم های الکتریکی هواپیما اشاره کرد که تقابلات دینامیک بین مبدلها و منبع می تواند به عدم ثبات سیستم بیانجامد.

یکی از خصوصیات مهم روش مدلسازی مقاومت ورودی در مبدلهای چند پالسه این است که مقاومت ورودی به دست آمده به عنوان مقاومت مدار متصل به خروجی dc پل مبدل بیان می شود که این با روش مدل سازی مقاومت سیگنال کوچک معمول تعیین می شود.

مرور روش باز نمایی مقاومت



روش بازنمایی مقاومت پیشنهاد شده در شکل رو برو جهت مدل سازی مقاومت ورودی مدار به صورت زیر کار می کند:

ولتاژ منبع ac $V_{ac}(t)$ شامل $V_1 \sin(2\pi f_1 t)$ و به هم ریختگی سیگنال کوچک $Wp(t) = U_p \sin(2\pi f_p t + \varphi_p)$ با $Vp \le V_1,\ f_p < f_1$ است. ولتاژ به دست آمده خروجی $V_{dc}(t), dc$ پل مبدل در حضور به هم ریختگی با $V_{dc}(t) = |V_{ac}(t)|$ تعیین می شود برای تسهیل محاسبه ریاضی این رابطه به شکل زیر نوشته می شود.

$$V_{dc}(t) = \mathrm{sgn}[V_{ac}(t)]V_{ac}(t) \quad \mathrm{sgn}[V_{ac}(t)] \quad (\pm 1) \qquad (1)$$

نشان ولتاژ خروجی را ارائه می کند همچنین جریان ورودی ac به جریان خروجی dc و idc را با استفاده از تابع بازنمایی $\mathrm{sgn}[V_{ac}(t)]$ مربوط می باشد:

created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

(۲) $i_{ac}(t) = \mathrm{sgn}[V_{ac}(t)]\, i_{dc}(t)$ یک مرحله کلیدی جهت یافتن مدل مقاومت ورودی ارائه تابع بازنمایی $\mathrm{sgn}[V_{ac}(t)]$ در حوزه فرکانس با سری ضرایب پیچیده فوریه $S[i], i \in [-\infty, \infty]$ است چنین ولتاژ و بازنمایی جریان که با رابطه (۱) و (۲) تعریف می شوند را می توان با هم پوشانی حوزه فرکانس انجام داد وقتی که چنین تابع بازنمایی حوزه فرکانس به دست می آید مقاومت ورودی مبدل را می توان به شکل زیر محاسبه کرد.

۱- طیف V_{dc} با هم پوشانی حوزه فرکانس بین تابع بازنمایی و V_{ac} را محاسبه کنید .

۲- از طیف V_{dc} و Z_{dc} مقاومت مدار dc برای تعیین طیف جریان i_{dc} استفاده کنید.

۳- طیف i_{ac} را با هم پوشانی حوزه فرکانس بین تابع بازنمایی و i_{dc} را محاسبه کنید.

هروقت طیف i_{ac} تعیین شود نسبت ولتاژ به هم ریخته با توجه به ترکیب i_{ac} در فرکانس به هم ریختگی مقاومت ورودی را ارائه خواهد کرد Z_{ac} مقاومت ورودی ac را می توان با تابع وضع Z_{dc} بیان کرد:

$$Z_{ac}(S) = \frac{\pi^2}{4}\left\{\sum_{m=-\infty}^{\infty}\left[\frac{1}{1-4m^2}\frac{1}{Z_{dc}(j^{4\pi mf_1})} + \frac{1}{(2m+1)^2}\frac{1}{Z_{dc}(S+j^{2\pi(2m+1)f_1})}\right]\right\}^{-1} \quad (۳)$$

این مدل برای هرنوع ساختار خروجی dc با ارزش است ونیزجریان خروجیdcاین مدل اثرمقاومتZdcبرمدارdcازطریق پل مبدل رابرای ارائه رابطه مقاومت ورودیacمربوط آن را بازنمایی میکند مقاومت ورودی بدست آمده درفرکانس ارائه شده بعنوان اتصال موازی مقاومت مدار درفرکانسهای مختلف جداشده بوسیله تعدادوفرکانس اصلی ولتاژخروجی دیده میشود برای کاربردهای عملیmدررابطه (۳) رامیتوان خلاصه کرد تا فقط مشخصترین جملات را در بر بگیرد مثلاً ($m = 0, \pm 1$)

اندازه گیری مقاومت ظاهری و ارزشیابی مدل

یکATRU۱۸پالس که براساس طرح ترانسفورمرتغییرفازبه صورت مدلهای مقاومت ورودی سه فازبشکل زیر ارائه میشوند.

۱) مقاومت ورودی توالی مثبت

$$Z_{Tp}(s) = \frac{1/725\,\pi^2}{36\,\sin^2\frac{\pi}{9}}$$

$$\left\{\sum_{m=-\infty}^{\infty}\left[\frac{k_1}{(1-324\,m^2N^2)Z_{dc}(j36\,\pi mf_1)} + \frac{k_2}{(1-18\,mN)^2 Z_{dc}(S+2j\pi(18m-1)f_1}\right]\right\}^{-1} \quad (۴)$$

۲) مقاومت ورودی توالی منفی

$$Z_{Tn}(s) = \frac{1/725\,\pi^2}{36\,\sin^2\frac{\pi}{9}}$$

$$\left\{\sum_{m=-\infty}^{\infty}\left[\frac{k_1}{(1-324\,m^2N^2)Z_{dc}(j36\,\pi mf_1)} + \frac{k_2}{(1+18\,mN)^2 Z_{dc}(S+2j\pi(18m+1)f_1}\right]\right\}^{-1} \quad (۵)$$

فیلتر سازی خروجی ATRU با یک فیلتر LC با L=۲/۷۳ mH و $C = 220\mu F$ فراهم می شود . القاگر فیلتر یک ESR $1/65\Omega$ دارد که در مدل آمده است.

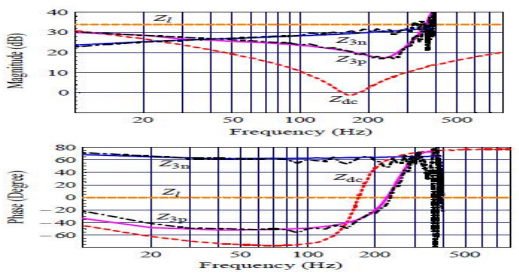
القای مغناطیسی پیش فاز ترانسفورمر با ۶۸۰ mH اندازه گیری شده در مدل هم آمده است این بار با یک مقاومت در موازات بار الکتریکی تشکیل می شود که برای پیروی از خصوصیات بار دینامیک مانند بار توان ثابت برنامه ریزی می شود.

created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional

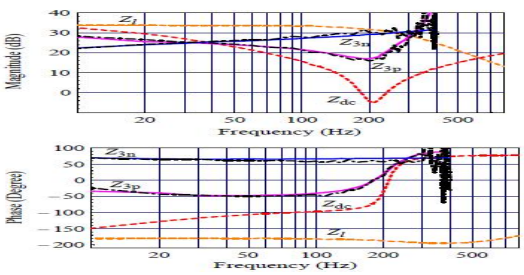
اندازه گیری آزمایشگاهی مقاومت ورودی با استفاده از روابط قبلی انجام شده و با پیش بینی مدل تحلیلی مطابق شکل ۲ و ۳ مقایسه شده است. در هر دو شکل Zl مقاومت بار بدون فیلتر LC و Zdc مقاومت بار با فیلتر LC است. ولتاژ ورودی ۲۳۰ Vrms در ۴۰۰ Hz در هردو مورد است.

شکل ۲ پاسخهای مقاومت را نشان می دهد وقتی یک بار مقاومت خالص ۱/۵ kw استفاده می شود خصوصیت بار مقاوم خالص در پاسخهای ZL اندازه گیری شده دیده می شود شکل ۳ پاسخهای مشابه را زمانی نشان می دهد که بار مقاومتی حذف می شود بار الکتریکی طوری برنامه ریزی می شود تا به عنوان یک بار توان ثابت عمل کند. به دلیل محدودیت پهنای باند کنترل بار الکترونیک رفتار توان ثابت آن در حدود ۲۰۰ Hz پایان می یابد در بالای آن بزرگی مقاومت آمده وفاز از ۱۸۰ درجه منحرف شده است.

پاسخهای مقاومت ورودی توالی مثبت ومنفی اندازه گیری شده با پیش بینی های مدل خیلی توافق دارند. وقتی فرکانسها با هم منطبق هستند رفتار وضعیت بار توان ثابت در شکل ۳ در همان وضعیت در ورودی سه فازی جابجا نمی شود این معنای مهمی در ثبات سیستم دارد.



شکل۲) پاسخ امپدانس ورودی مبدل ۱۸ پالس با بار مقاومتی خالص



شکل۳) پاسخ امپدانس ورودی مبدل ۱۸ پالس ثابت با بار توان ثابت

نتیجه گیری

مدلهای مقاومت ورودی سیگنال کوچک برای تحلیل ثبات سیستم توان الکتریکیMEAضروری هستند چنین مدلهایی برای مبدلهای چند پالسی توسعه یافته اند که ازترانسفورمر درون فازی استفاده نمیکنندروش مدل سازی براساس خطی شدن هارمونیک تکنکیهای بازنمایی مقاومت مدلهای مقاومت ورودی اولیه برای مبدلهای فاز N بدون توجه به ترانسفورمر تغییرفاز توسعه میبابد مدلهای فازNدرابتدای ترانسفورمر جابجا می شوند مدلهای مقاومت ورودی سه فازی بدست می آید.

مدلهای توسعه از طریق مقایسه با اندازه گیری آزمایشی ۱۸- پالسی تحت شرایط بارمتفاوت ارزشیابی می شوند.

تحلیل فوریر تابعهای بازنمایی بین فرکانس پایه خطی و فرکانس به هم ریختگی تناسب پذیر فرض شده است این محدودیت را می توان با استفاده از روش سریهای فوریر دوبل رفع کرد.

مراجع

[۱] Zhonghui Bing, Kamiar J. Karimi, Member, IEEE, and Jian Sun, Senior Input Member," Impedance Modeling and Analysis of Line-Commutated Rectifiers", IEEE transactions on power electronics, vol. ۲۴, no. ۱۰,pp.۲۳۳۸-۲۳۴۶, october ۲۰۰۹

[۲] Jian Sun, Zhonghui Bing and Kamiar J. Karimi*," Small-Signal Modeling of Multipulse Rectifiers for More-Electric Aircraft Applications", Department of Electrical , Compute and Systems Engineering Rensselaer Polytechnic Institute,Troy,NY۱۲۱۸۰-۳۵۹۰,USA,pp.۳۰۲-۳۰۸,۲۰۰۹

created with nitroPDF professional
download the free trial online at nitropdf.com/professional