طراحی مبدل AC به DC اصلاح‌کننده ضریب توان

دانشجو: رسول خسروآبادی

استاد راهنما: دکتر حسین ایمان‌عینی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

خلاصه

- یکسوسازهای دیودی که معمولا بعنوان مبدل AC به DC استفاده می‌شوند، مانند بار غیرخطی رفتار نموده و موجب کاهش ضریب توان و افزایش ضریب اعوجاج هارمونیکی می‌شوند؛ لذا لازم است از روش‌های فعال برای اصلاح ضریب توان استفاده کرد که در این پروژه یک مبدل کلیدزنی برای این منظور ساخته شده‌است.

- در میان مبدل‌های کلیدزنی که می‌توان از آنها به عنوان اصلاح‌کننده ضریب‌توان استفاده کرد، از مبدل بوست به دلیل نویز کمتر و بازدهی بالاتر استفاده شده‌است.

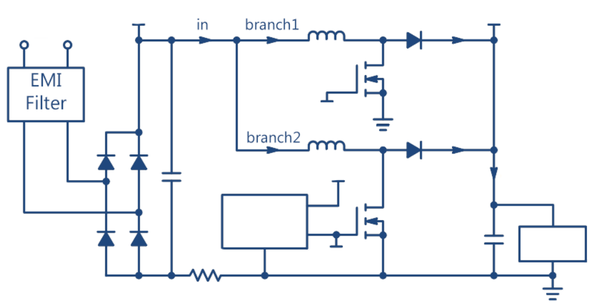
- در ابتدا با بررسی های مختلف، مدار اولیه طراحی شده و پس از شبیه سازی و ارزیابی آن به کمک نرم افزار متلب و رفع ایرادات اولیه، در نهایت مدار اصلاح‌کننده ساخته شده‌است.

مدل پیشنهادی

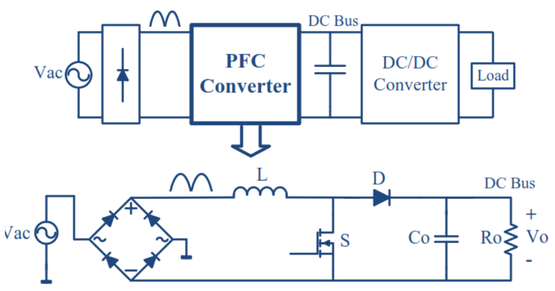
- در اغلب روش هایی که به منظور اصلاح ضریب‌توان به کار گرفته می‌شوند، ابتدا یک جریان سینوسی همفاز با ولتاژ منبع ساخته می‌شود و سپس با کلیدزنی فرکانس بالا، جریان ورودی را مجبور به تبعیت از جریان مرجع ساخته شده می‌نمایند. در صورت تحقق این امر، جریان ورودی مبدل، تقریبا سینوسی و همفاز با ولتاژ ورودی آن می‌شود و لذا یکسوساز در حکم یک مقاومت خالص خواهدشد. در این پروژه از مبدل بوست برای تحقق این مهم استفاده شده‌است (شکل ۱).

- به منظور اصلاح ضریب‌توان می‌توان از یک مبدل بوست با دو حلقه کنترلی (ولتاژی و جریانی) استفاده‌کرد. حلقه ولتاژی که بیرونی نیز نامیده می‌شود علاوه بر تنظیم ولتاژ خروجی، یک جریان مرجع را برای حلقه جریانی فراهم می‌کند؛ بر اساس جریان دریافت‌شده از سلف مبدل بوست و جریان مرجع تولیدشده توسط حلقه ولتاژی، سیگنال PWM مناسب برای کلیدزنی مبدل بوست فراهم می‌شود (شکل ۲).

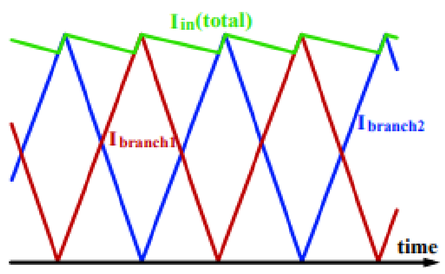
- به منظور افزایش بازده و کاهش ریپل جریان می‌توان از دو مبدل بوست موازی‌شده استفاده‌کرد که در آن کلید ها با اختلاف فاز ۱۸۰ درجه کلیدزنی می‌شوند؛ این مدار در اصطلاح موازی‌شده نامیده می‌شود (شکل ۳ و ۴).



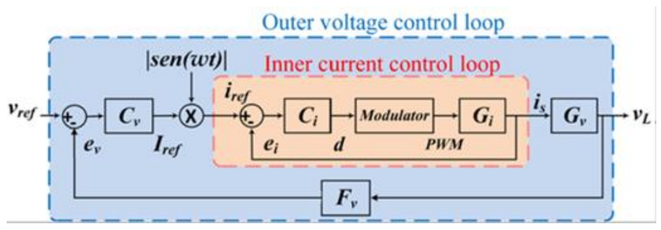
شکل۳ مبدل بوست موازی‌شده



شکل۱ مبدل بوست اصلاح‌کننده ضریب‌توان



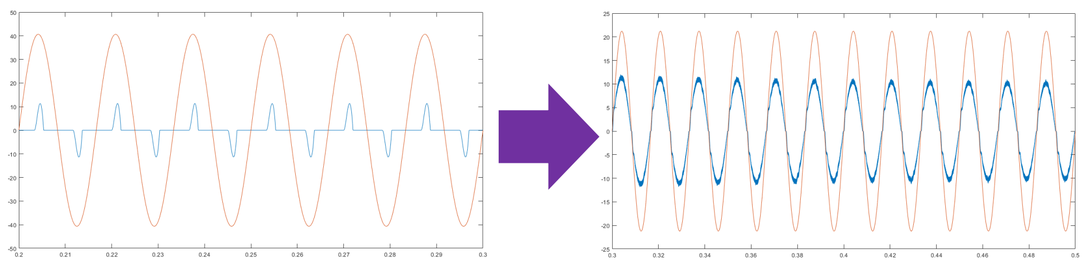
شکل۴ جریان ورودی مبدل بوست در حالت موازی‌شده



شکل۲ مدار کنترل اصلاح‌کننده ضریب‌توان

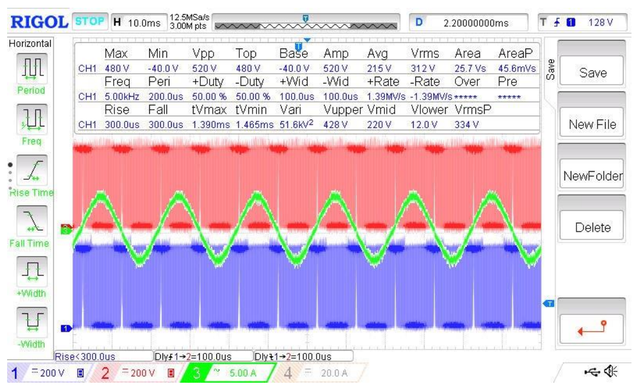
نتایج

پس از انجام محاسبات مربوط به طراحی مبدل، مدار طراحی‌شده در محیط نرم‌افزار متلب، شبیه‌سازی شد و مورد ارزیابی اولیه قرارگرفت (شکل ۵). با کسب اطمینان اولیه از درستی مدار طراحی‌شده، مرحله ساخت آغاز شد و در پایان نیز مدار ساخته‌شده مورد ارزیابی نهایی قرار گرفت (شکل ۶ و ۷).



شکل۵ شبیه‌سازی اصلاح شکل موج جریان توسط مدار اصلاح‌کننده در متلب

شکل۶ مبدل اصلاح‌کننده ضریب‌توان



شکل۷ شکل موج جریان ورودی در مبدل ساخته شده

جمع بندی

در این پروژه یک مبدل AC به DC ساخته شد که به برق‌شهری متصل شده و ضمن تثبیت ولتاژ خروجی روی ۴۰۰ ولت، جریان AC ورودی را برنامه ریزی می‌کند. به عبارت دیگر، شکل‌موج جریان ورودی به نحوی تنظیم می‌شود که علاوه بر کاهش اعوجاج هارمونیکی کل تا محدوده مجاز، ضریب‌توان ورودی به یک رسانده می‌شود. این طرح در صنعت به عنوان بخش اولیه در یک سیستم انتقال توان بی‌سیم برای وسایل نقلیه برقی کاربرد دارد؛ به عبارت‌دیگر، طبقه ورودی چنین سیستمی یک مبدل اصلاح‌کننده ضریب‌توان است که در این پروژه ساخته و پرداخته شد.

مراجع اصلی

1. Mohan, Ned, Tore M. Undeland, and William P. Robbins. *Power electronics: converters, applications, and design*. John Wiley & sons, 2003.
2. Bowser, Timothy J. "Sanitary Pump Selection and Use." *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering*. Academic Press, 2019. 651-672.
3. O'Loughlin, Michael. "UCC28070 300-W Interleaved PFC Pre-regulator Design Review." *TI Appl. Rep. SLUA479B* (2008).