

شبیه سازی بالاست الکترونیکی ضریب قدرت بالای دو مرحله ای و یک مرحله ای با ساختار تقویتی برای لامپ های فلورسنت چندتایی

(در محیط سیمولینک Matlab و PSIM)

جواد باقری نیا
دانشکده مهندسی برق
دانشگاه روزبهان
ساری، ایران
j.bagherinia@yahoo.com

شاهین معصومی نژاد
دانشکده مهندسی برق
دانشگاه روزبهان
ساری، ایران
shahinmasouminejad@gmail.com

میلاذ کاظمی

دانشکده مهندسی برق
دانشگاه روزبهان
ساری، ایران
milad_kazemi911@yahoo.com

واژه‌های کلیدی — اصلاح ضریب قدرت (PFC)، بالاست الکترونیکی، ساختار تقویتی یک مرحله ای، ضریب قدرت بالا (HPF)، مجموع اعوجاج هارمونیک ها (THD)، Matlab و Psim.

۱. مقدمه

برای راه اندازی لامپ های فلورسنت نیاز به بالاست الکترونیکی می باشد. بالاست دو وظیفه دارد: * ایجاد ولتاژ بالا در موقع روشن شدن (برای یونیزه شدن گاز داخل لامپ، نیاز به ولتاژ بالا (در حدود ۶۰۰V) می باشد، این ولتاژ با بالاست و استارت (استارت تنها در بالاست مغناطیسی لازم است) ایجاد می شود).

چکیده — در این مقاله تجزیه و تحلیل عملکرد و شبیه سازی دو مرحله ای و یک مرحله ای بالاست الکترونیکی ضریب قدرت بالا با ساختار تقویتی برای لامپ های فلورسنت چندتایی (چهار) از نظر ضریب قدرت (PF) و مجموع اعوجاج هارمونیک ها (THD)، در محیط سیمولینک Matlab و Psim، مورد مطالعه قرار گرفته است. شبیه سازی برای لامپ (چهار) فلورسنت ۳۶ W با ورودی منبع ولتاژ ۲۲۰ V، 50Hz می باشد. مدار ورودی با پیکربندی سلفی-خازنی (LC) برای شکل دادن به جریان ورودی خط ارائه شده است و همچنین به منظور کاهش اختلالات ناخواسته تزر پی شده (هارمونیک ها)، از بالاست الکترونیکی فرکانس بالا استفاده شده است و همچنین مدار شامل مبدل افزایشده، که به عنوان اصلاح ضریب قدرت عمل می کند (PFC)، می باشد. نتایج تجزیه و تحلیل و شبیه سازی ثابت می کند که، بهبود ضریب قدرت، بهبود بازده لامپ فلورسنت را بدست می دهد.

* کنترل جریان

(با یونیزه شدن گاز مقاومت اهمی لامپ به شدت کاهش می یابد در این حالت بالاست جریان لامپ را کنترل می کند).

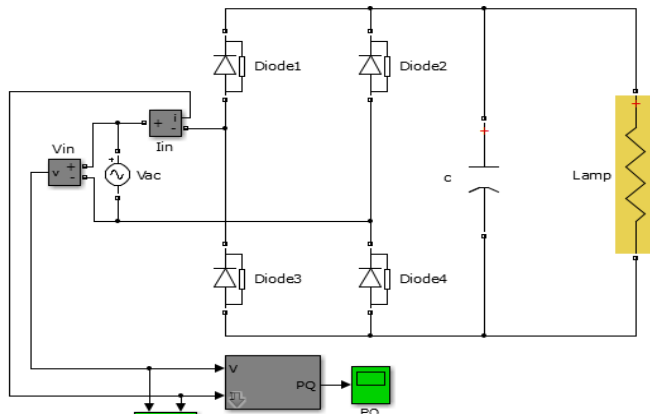
بلاست مغناطیسی، نوع قدیمی بالاست می باشد که از یک سیم پیچ حول هسته آهنی تشکیل شده و برای راه اندازی لامپ فلورسنت نیاز به استارت دارد. بالاست مغناطیسی به علت نواقص زیادی از قبیل مصرف برق بالا، کاهش راندمان نوری، سوسو زدن و ایجاد حرارت، استفاده از آن امروزه در کشور های پیشرفته منسوخ شده است. بالاست الکترونیکی (ترانس الکترونیکی)، از قطعات الکترونیک درست شده و با فرکانس بالا کار می کند. عملکرد در فرکانس بالا باعث مزایای از قبیل کاهش ۲۵٪ تا ۴۰٪ مصرف برق، استفاده از حداکثر راندمان نور، بدون سوسو زدن و صدا و حرارت در بالاست می شود.

روند اخیر بالاست الکترونیکی فرکانس بالایی با ضریب قدرت بالا، بازده بیشتر، اعوجاج هارمونیک کم، هزینه کم و تعمیر و نگهداری کمتر را ارائه می دهد [1]-[4]. بالاست الکترونیکی فقط برای لامپ های فلورسنت چندتایی استفاده شده است [4, 5, 9].

این مقاله به تجزیه و تحلیل عملکرد و شبیه سازی دو مرحله ای و یک مرحله ای بالاست الکترونیکی ضریب قدرت بالا با ساختار تقویتی برای لامپ های فلورسنت چندتایی (چهار) در محیط سیمولینک دو نرم افزار Matlab و Psim، را ارائه می دهد [۱۰].

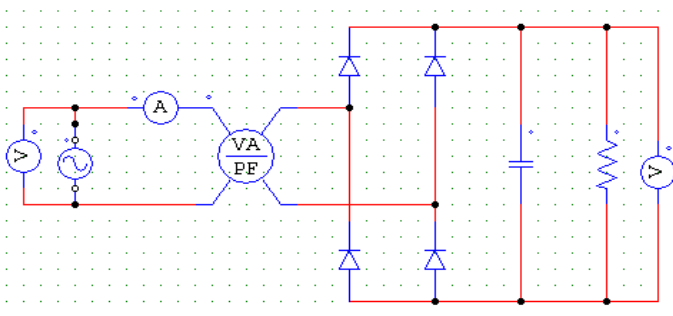
۲. مدار بدون اصلاح کننده ضریب قدرت

در حالت بدون اصلاح کننده ضریب قدرت دارای یک مدار یکسوکننده AC/DC شامل چهار دیود و یک خازن می باشد. یکسوکننده یک مدار جریان ac به جریان dc است. یکسوکننده تمام موج وسیله تبدیل جریان متناوب (ac) به جریان مستقیم (dc) با استفاده از هر دو نیم سیکل ولتاژ ورودی ac می باشد. هر دو بخش رفت مثبت و منفی از موج سینوسی را به dc قابل استفاده تبدیل می کند، و از اینرو کارآمدتر از یکسوکننده نیم موج است، که فقط نیمی از موج سینوسی را به dc تبدیل می کند. مدار معادل مدل بدون اصلاح کننده ضریب توان در دو محیط سیمولینک Matlab و Psim در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱: مدل شبیه سازی مدار بدون اصلاح کننده ضریب قدرت در

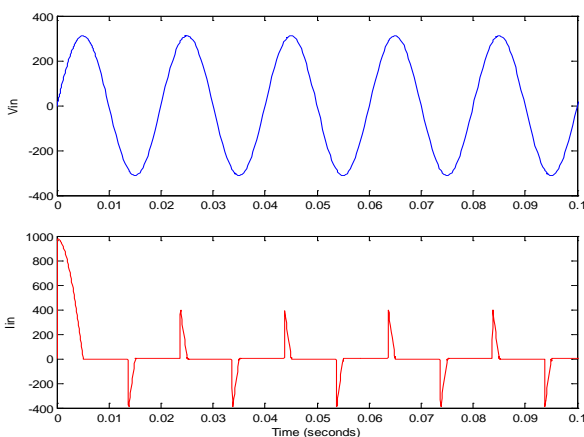
Matlab/Simulink



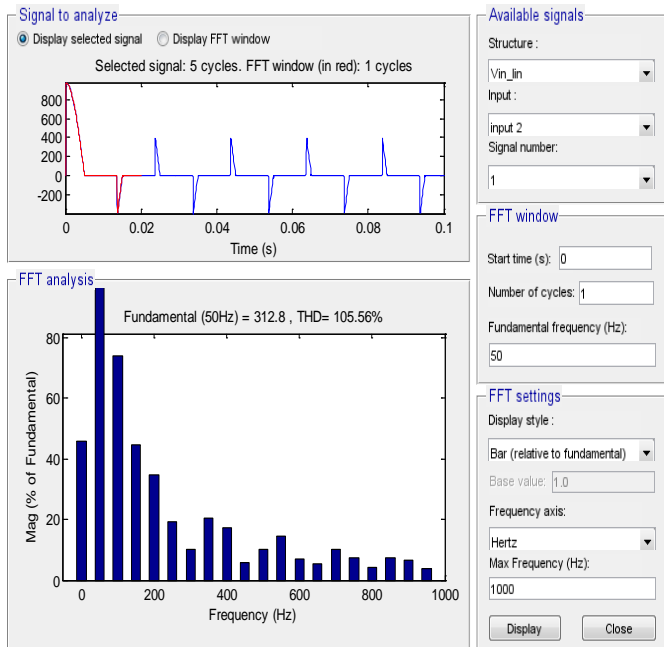
شکل ۲: مدل شبیه سازی مدار بدون اصلاح کننده ضریب قدرت در Psim

با اجرای دو مدار شکل ۱ و ۲ در دو محیط Matlab و Psim، به

شکل موج های نشان داده شده در شکل های ۳ و ۴ و ۵ می رسم.



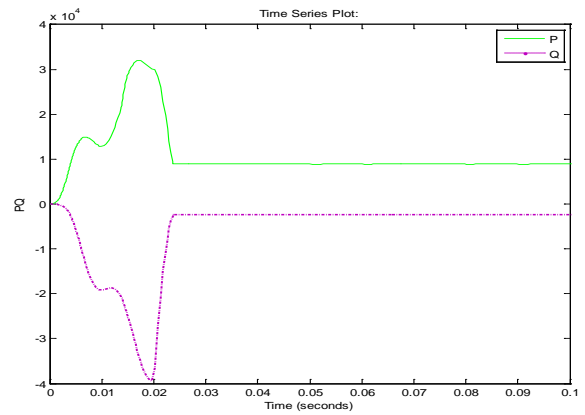
شکل ۳: شکل موج ولتاژ و جریان ورودی مدار شکل ۱



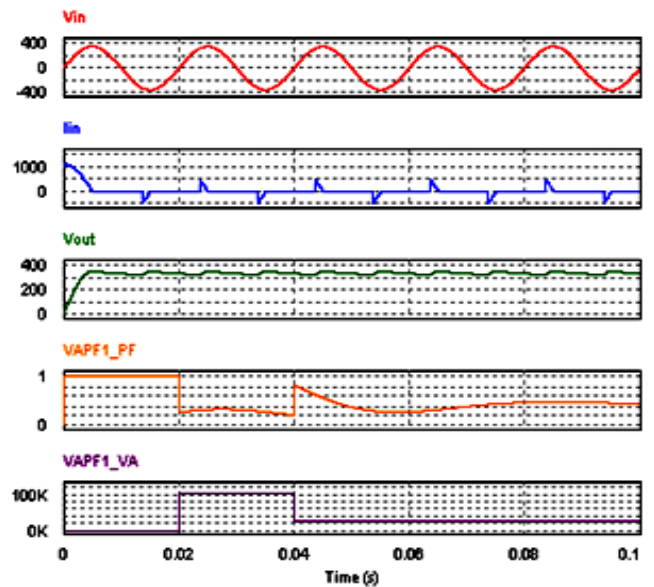
شکل ۶: طیف فرکانس جریان و THD مدار شکل ۱

مبدل افزایشدهنده، مداری است که با استفاده از یک کلید برق، یک سلف و یک دیود، انرژی را از ورودی به خروجی انتقال می دهد. اینورتر فرکانس یک اینورتر فرکانس بالا نیم موج با کلیدزنی ولتاژ صفر و نسبت کار ثابت به شکل مرحله دوم مدار بالاست می باشد. هر لامپ فلورسنت به فیلتر رزونانسی فرکانس بالای کوچکی متصل شده است. خازن و سلف سری C_s ، L_s بلوک های فیلتر رزونانسی را تشکیل می دهند. مزایای ساختار LC، کاهش مجموع اعوجاج هارمونیک (THD)، راندمان بالا و توانایی برای تحمل بارهای مختلف می باشد.

ساختار بالاست الکترونیکی HPF سنتی دو مرحله ای (برای یک لامپ فلورسنت) شامل دو مرحله است، اولین مرحله، تأمین PFC موثر به وسیله دیود یکسوکننده تمام موج با مبدل افزایشدهنده می باشد. این مرحله اصلاح PF ورودی می باشد، یعنی بالاست به عنوان یک بار مقاومتی با منبع ولتاژ خط ac دیده شده است. علاوه بر این، تولید ولتاژ خروجی dc تنظیم شده، برای تغذیه بالاست الکترونیکی می باشد. دومین مرحله، اینورتر رزونانسی فرکانس بالا، برای روشن کردن لامپ و ایجاد جریان ثابت برای لامپ در طول مدت عملیات در حالت پایدار، استفاده شده است. شکل ۷ و ۸ بالاست الکترونیکی HPF دو مرحله ای را برای لامپ فلورسنت در دو محیط سیمولینک نرم افزار Matlab و Psim را نشان می دهد.



شکل ۴: شکل موج توان اکتیو و توان راکتیو مدار شکل ۲



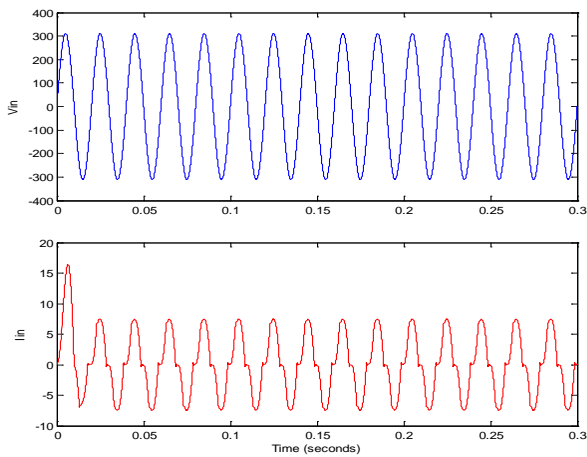
شکل ۵: شکل موج ولتاژ و جریان ورودی، ولتاژ خروجی، ضریب قدرت و

توان اکتیو مدار شکل ۲

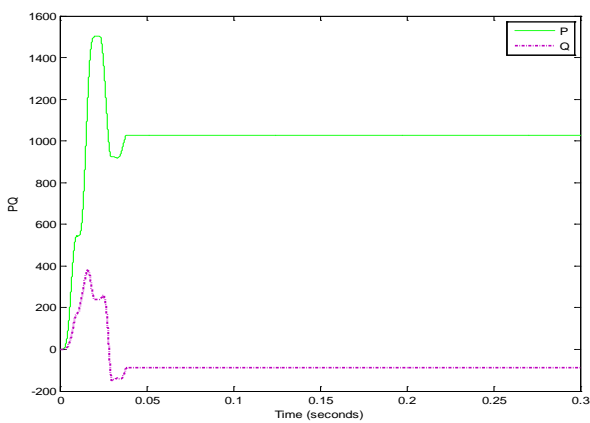
ضریب قدرت (PF) با توجه به P و Q در فرکانس 50Hz برابر است با ۰.۶۳۴ و THD برابر با ۱۰۵.۵۶٪ می باشد، که در شکل ۶ نمایش داده شده است. با توجه به نتایج بررسی این مدار در دو محیط Matlab و Psim دیده می شود که دو پارامتر PF و THD در این حالت به شدت نامطلوب می باشد.

۳. ساختار دو مرحله ای بالاست الکترونیکی

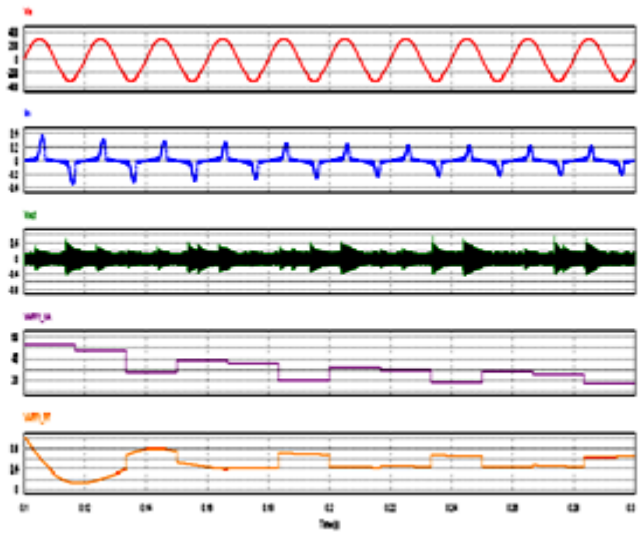
در بالاست الکترونیکی از مبدل افزایشدهنده به منظور بهبود مصرف انرژی الکتریکی استفاده می شود، در بالاست الکترونیکی روش های تصحیح ضریب قدرت (PFC) گنجانده شده است.



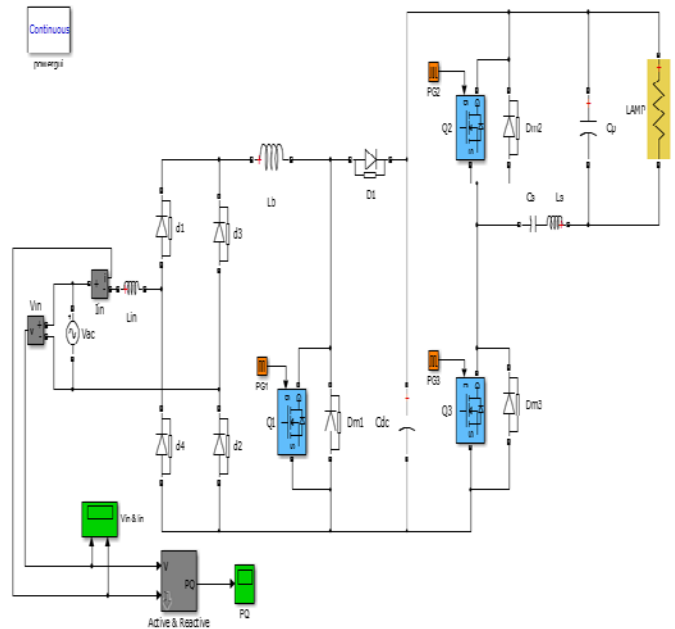
شکل ۹: شکل موج ولتاژ و جریان ورودی مدار شکل ۷



شکل ۱۰: شکل موج توان اکتیو و توان راکتیو مدار شکل ۷

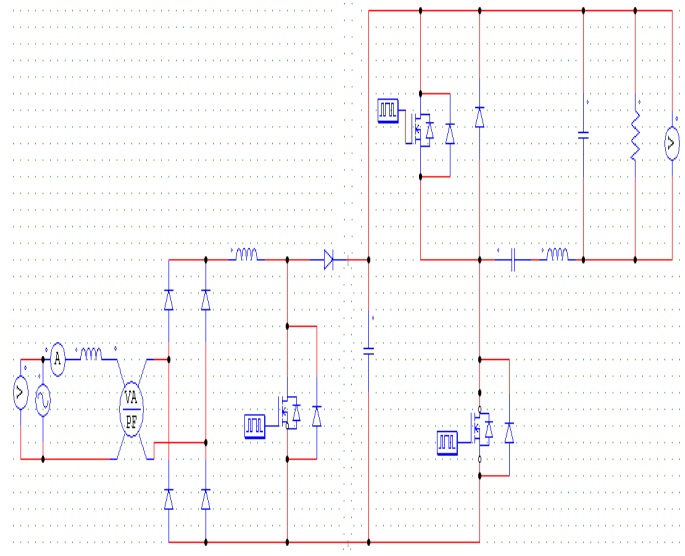


شکل ۱۱: شکل موج ولتاژ و جریان ورودی، ولتاژ خروجی، ضریب قدرت و توان اکتیو مدار شکل ۸



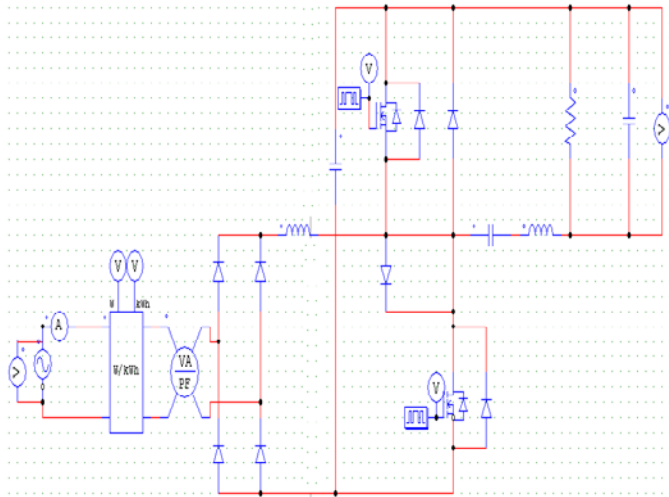
شکل ۷: مدل شبیه سازی مدار دو مرحله ای بالاست الکترونیکی در

Matlab/Simulink



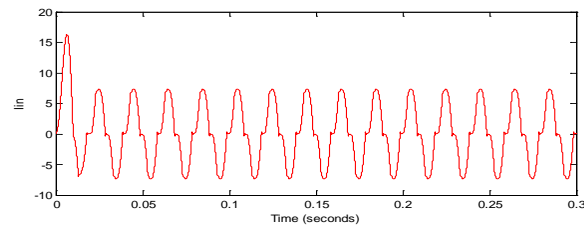
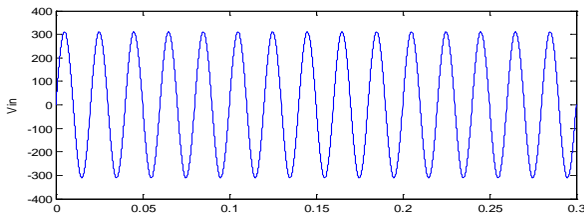
شکل ۸: مدل شبیه سازی مدار دو مرحله ای بالاست الکترونیکی در Psim

با اجرای دو مدار شکل ۷ و ۸ در دو محیط Matlab و Psim، به شکل موج های نشان داده شده در شکل های ۹ و ۱۰ و ۱۱ میسریم. ضریب قدرت (PF) با توجه به P و Q در فرکانس 50Hz برابر است با ۰.۹۸۱ و THD بدست آمده برابر با ۲۴.۳۸٪ می باشد که در شکل ۱۲ نشان داده شده است.

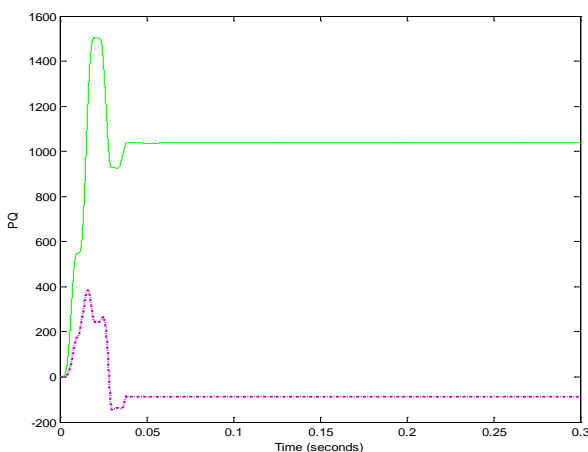


شکل ۱۴: مدل شبیه سازی مدار یک مرحله ای بالاست الکتریکی در Psim

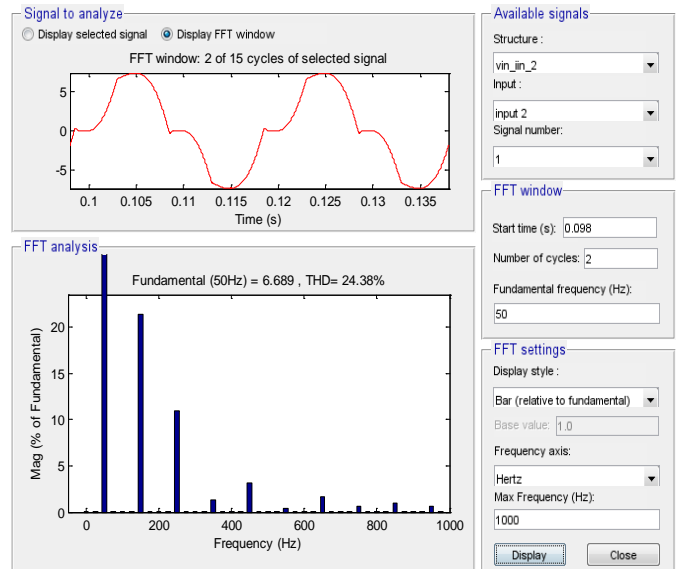
با اجرای دو مدار شکل ۱۳ و ۱۴ به شکل موج های نشان داده شده در شکل های ۱۵ و ۱۶ و ۱۷ می رسیم.



شکل ۱۵: شکل موج ولتاژ و جریان ورودی مدار شکل ۱۳



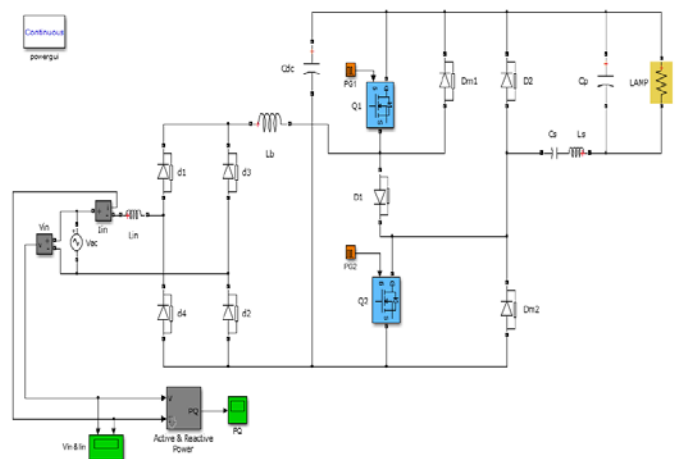
شکل ۱۶: شکل موج توان اکتیو و توان راکتیو مدار شکل ۱۳



شکل ۱۲: طیف فرکانس جریان و THD مدار شکل ۷

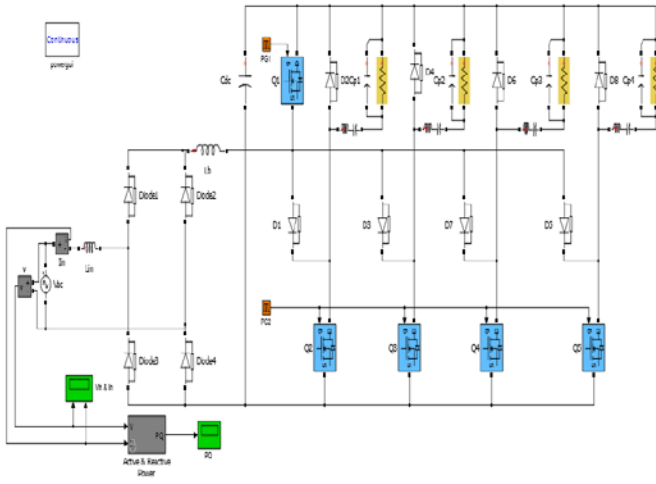
۴. بالاست الکترونیکی با ساختار یک مرحله ای

همانطور که در شکل ۴ دیده می شود، کلید برق اکتیو Q_1 و Q_3 یک ترمینال مشترک دارند، و آنها همزمان راه اندازی می شوند. به این ترتیب تعداد قطعات استفاده شده در بالاست الکترونیکی را می توان با یکپارچه سازی دو مرحله به یک مرحله کاهش داد. این ساختار یک مرحله ای استفاده شده، هر دو مورد ورودی PF و محرکه لامپ فلورسنت را اصلاح می کند، که نه تنها با اجتناب از یک کلید کنترل کننده کاهش واضحی در هزینه به وجود می آید، بلکه تنها یک مدار کنترل مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین بالاست الکترونیکی HPF یک مرحله ای جدیدی بدست می آید که در شکل ۱۳ و ۱۴ نشان داده شده است.



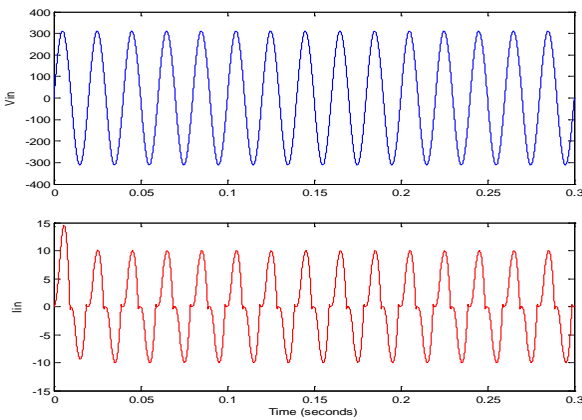
شکل ۱۳: مدل شبیه سازی مدار یک مرحله ای بالاست الکتریکی در

Matlab/Simulink

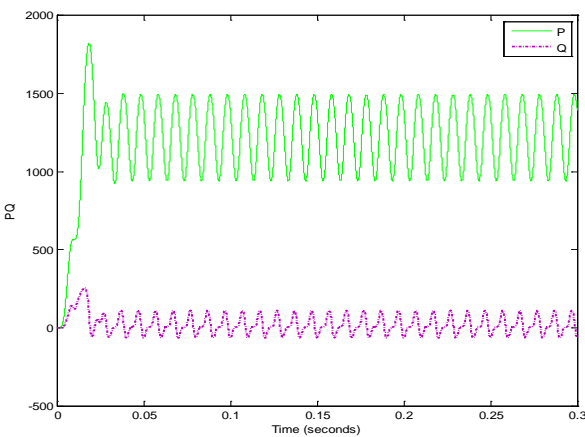


شکل ۱۹: مدل شبیه سازی مدار یک مرحله ای بالاست الکترونیکی چهار لامپ
 فلورسنت در Matlab/Simulink

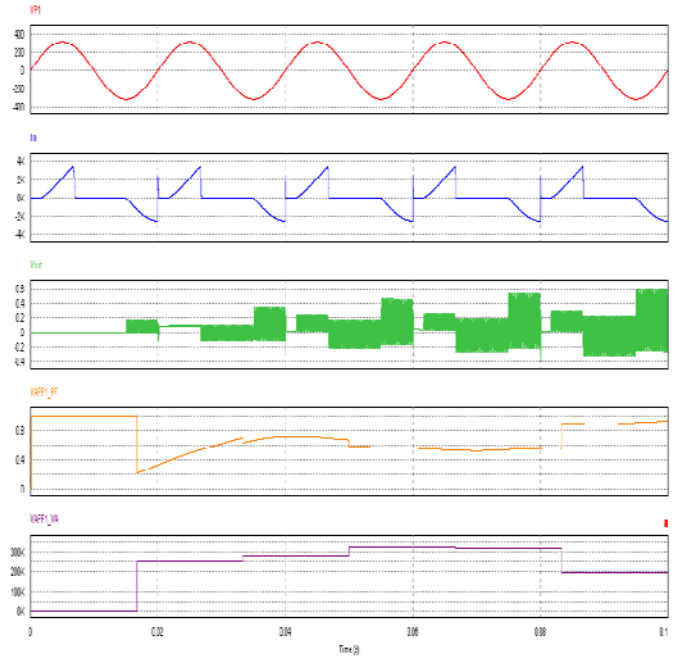
با اجرای مدار شکل ۱۹، به شکل موج های نشان داده شده در شکل های ۲۰ و ۲۱ میرسیم.



شکل ۲۰: شکل موج ولتاژ و جریان ورودی مدار شکل ۱۸



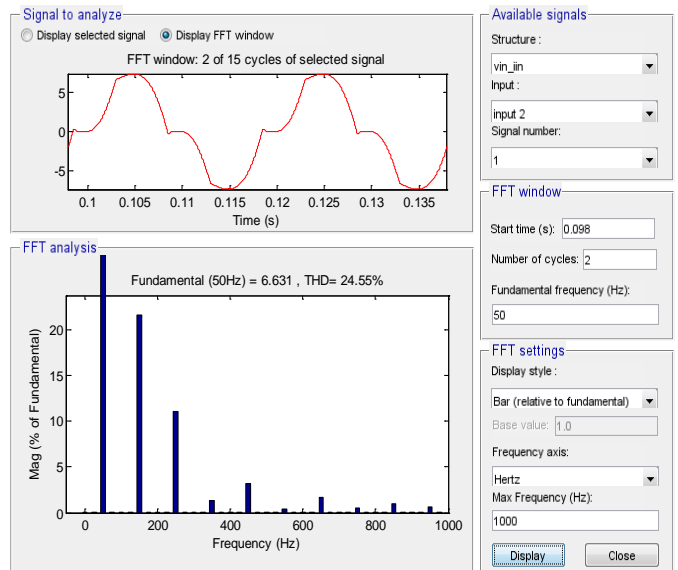
شکل ۲۱: شکل موج توان اکتیو و توان راکتیو مدار شکل ۱۸



شکل ۱۷: شکل موج ولتاژ و جریان ورودی، ولتاژ خروجی، ضریب قدرت و توان اکتیو مدار شکل ۱۴

ضریب قدرت (PF) با توجه به P و Q در فرکانس 50Hz برابر است با 0.982 و THD بدست آمده برابر با 24.55% می باشد که در شکل ۱۷ نشان داده شده است.

حال بالاست الکترونیکی را برای چهار لامپ فلورسنت که پارامترهای آن در ضمیمه A بیان شده، مورد بررسی گرفته شده که در شکل ۱۸ نمایش داده شده است.



شکل ۱۸: طیف فرکانس جریان و THD مدار شکل ۱۳

ضریب قدرت (PF) با توجه به **P** و **Q** بدست آمده در فرکانس 50Hz برابر است با 0.98 و **THD** بدست آمده برابر با 25.06% می باشد، که در شکل 22 نشان داده شده است .

ضمیمه

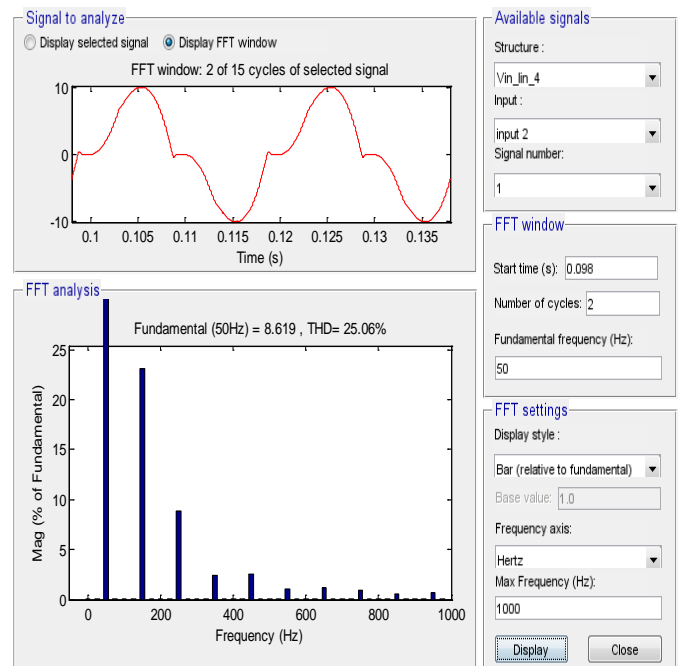
S. No PARAMETER VALUE

1. Input Voltage V_{in} 220 Vrms, 50 Hz
2. Switching Frequency f_s 50 KHz
3. DC link capacitor C_{dc} 155 μF
4. Boost inductor L_b 0.4 mH
5. Inductor L_s 1.81 mH
6. Capacitor C_s 0.15 μF
7. Capacitor C_p 10 μF
8. Inductor L_2 60 mH

مراجع :

- [1] P.Zhu, S.Y.R.Hui, "Modelling of a high-frequency operated fluorescent lamp in an electronic ballast environment", In IEE Proceedings of Science, Measurement and Technology, Volume 145, Issue 3, May 1998, pp. 111-116.
- [2] R. Gules, E. U. Simons, and I. Barbi, "A 1.2kW electronic ballast for multiple lamps, with dimming capability and High-Power-Factor", in Proc. of IEEE APEC Rec., 1999, pp. 720-726.
- [3] Chin Chang, Joseph Chang, and Gert W. Bruning, "Analysis of the Self-Oscillating series resonant inverter for electronic ballasts", IEEE Transactions on Power Electronics, Volume 14, Issue 3, May 1999, pp. 533-540.
- [4] A. Maamoun, "An electronic ballast with power factor correction for fluorescent lamps", In Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering 2000, Volume 1, 7-10 March 2000, pp. 385-389.
- [5] Fabio Toshiaki Wakabayashi, Carlos Alberto Canesin, "Novel High-Power-Factor isolated electronic ballast for multiple tubular fluorescent lamps", In IEEE conference record of industry Applications, 2001.
- [6] hiaki Wakabayashi and Carlos Alberto Canesin, "An Improved Design Procedure for LCC Resonant Filter of Dimmable Electronic Ballasts for Fluorescent Lamps, Based on Lamp Model", In the 29th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2003, IECON '03. Volume 3, 2-6 Nov. 2003, pp. 2596-2601.
- [7] Eduardo Indcio Pereira, Claudinor B. Nascimento' & Arnaldo JosC Perin, "Electronic ballast for fluorescent lamps with the PFC stage integrated with the resonant inverter", In the IEEE 35th annual Power Electronics Specialists Conference, 2004, PESC 04, Volume 5, 20-25 June 2004, pp. 4050-4056.
- [8] Marin Tomše, Nistor Daniel Trip, Adrian Şchiop and Cornelia Gordan, "Modeling and Simulation of a series resonant inverter", In the International Conference, EUROCON 2007, Warsaw, September 9-12, pp. 1512-1517.
- [9] Ying-Chun Chuang, Chin-Sien Moo, "A novel single-stage High-Power-Factor electronic ballast with boost topology for multiple fluorescent lamps", IEEE Transactions On Industry Applications, Vol. 45, No. 1, January/February 2009, pp. 323-331.
- [10] Thomas J. Ribarich, John J. Ribarich, "A New Procedure for High-Frequency Electronic Ballast Design", IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Louisiana, October 5-9, 1997, pp. 1-6.
- [11] V B Borghate, H M Suryawanshi, G A Dhokane, "Analysis and Performance of novel and highly efficient Electronic Ballast at unity-power-factor" Sadhana Vol. 33, Part 5, October 2008, pp. 523-535. ©

Printed in India.



شکل 22: طیف فرکانس جریان و **THD** مدار شکل 18

۵. نتیجه گیری

در این مقاله، بالاست الکترونیکی یک مرحله ای با ضریب قدرت بالا و اعوجاج هارمونیک کم، را برای لامپ فلورسنت مطرح شده است. تجزیه و تحلیل عملکرد و شبه سازی دو مرحله ای و یک مرحله ای بالاست الکترونیکی ضریب قدرت بالا با ساختار تقویتی برای لامپ های فلورسنت چندتایی (چهار) در محیط سیمولینک دو نرم افزار **Matlab** و **Psim**، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تجزیه و تحلیل شبه سازی بدست آمده، نتیجه می دهد که با استفاده از بالاست الکترونیکی یک مرحله ای تعداد قابل توجهی از قطعات کاهش می یابند، در نتیجه بالاست الکترونیکی پیشنهادی برای لامپ های فلورسنت چندگانه علاوه بر کاهش قابل توجهی در هزینه، باعث بالا رفتن ضریب قدرت و کاهش **THD** می شود.