

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده برق و رباتیک

پایان نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت

عنوان پایان نامه:

بهینه‌سازی عملکرد میکروکنترلنده PWM تک فاز، طراحی و ساخت

تهیه کننده:

فرهاد جعفری

استاد راهنما:

دکتر علی دستفان

استاد مشاور:

دکتر علیرضا احمدی فرد

خرداد ۱۳۸۹

شماره: ۷۰۷.ت.ب  
تاریخ: ۱۳۸۹/۰۳/۲۴  
ویرایش: ----



مدیریت تحصیلات تکمیلی  
فرم شماره (۶)

### بسمه تعالی

فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای / آقا **فرهاد جعفری** رشته **برق** گرایش: **قدرت**  
تحت عنوان: **جهت سازی عملکرد یکسو کننده PWM تک فاز، طراحی و ساخت**  
که در تاریخ ۱۳۸۹/۰۳/۲۴ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است:

قبول (با درجه: عالی امتیاز: ۱۹.۵۵)  دفاع مجدد  مردود

- ۱- عالی (۲۰ - ۱۹)  
۲- بسیار خوب (۱۸/۹۹ - ۱۸)  
۳- خوب (۱۷/۹۹ - ۱۶)  
۴- قابل قبول (۱۵/۹۹ - ۱۴)

امضاء	مرتبه علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیأت داوران
	استاد دبير	علی کهنسال	۱- استاد راهنما
	استاديار	امير حسين فارد	۲- استاد مشاور
	استاديار	امير حسين فارد	۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی
	استاديار	امير حسين فارد	۴- استاد ممتحن
	استاديار	امير حسين فارد	۵- استاد ممتحن

تأیید رئیس دانشکده:

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

## تشکر و قدردانی

در اینجا جا دارد از جناب آقای دکتر دستفان که با حمایت و تلاش های بی دریغ خود، اینجانب را در به پایان رسانیدن این پایان نامه یاری نموده اند، کمال تقدیر و تشکر را نمایم. همچنین از جناب آقای دکتر احمدی فرد به جهت راهنمایی های مفیدشان سپاسگذاری می نمایم.

## تعهد نامه

اینجانب .....  
دانشجوی دوره کارشناسی ارشد / دکتری رشته .....  
دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه / رساله .....  
تحت راهنمایی استاد .....  
کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود »  
و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .  
در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .  
مطالب مندرج در پایان نامه / رساله ناکتون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه  
نشده است .  
کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود »  
و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .  
حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه / رساله تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از  
پایان نامه / رساله رعایت می گردد.  
در کلیه مراحل انجام این پایان نامه / رساله ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها ) استفاده شده است ضوابط و اصول  
اخلاقی رعایت شده است .  
در کلیه مراحل انجام این پایان نامه / رساله ، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده  
است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ :  
امضای دانشجوی

### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است ) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در توثیقات عادی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه / رساله بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد .

\* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه / رساله وجود داشته باشد .

## چکیده

یکسوکننده تک فاز یکی از پرکاربردترین تجهیزات مورد استفاده در مدارات الکترونیک قدرت بوده و به همین دلیل طراحی بهینه آن مورد توجه محققان می‌باشد. ساده‌ترین و مرسوم‌ترین روش تهیه انرژی الکتریکی بصورت DC، استفاده از یکسوکننده‌های دیودی و تریستوری می‌باشند. با وجود اینکه یکسوکننده دیودی و تریستوری دارای ولتاژ ثابت در خروجی‌اند ولی به دلیل دارا بودن جریان ورودی سینوسی با THD بالا و ضریب قدرت پایین کاربرد این نوع یکسوکننده محدود می‌باشد. امروزه با ظهور نیمه‌هادیهای قدرت سریع از قبیل IGBT از یک طرف، و ظهور پردازشگرهای دیجیتال سریع (DSP) از طرف دیگر، به کارگیری روشهای PWM جهت بهبود عملکرد مبدل‌های قدرت را بیش از پیش امکان پذیر ساخته است. استفاده از یکسوکننده‌های PWM علاوه بر تنظیم مقدار جریان و ولتاژ با سرعت گذرای، با حذف هارمونیک‌های پایین در امر فیلتر کردن سهولت بوجود آورده و به تبع اندازه فیلتر را به طور چشم‌گیری پایین می‌آورد و علاوه از این ضریب قدرت مناسبی را نیز ارائه می‌نماید.

در این پایان‌نامه با استفاده از یک یکسوکننده PWM تک‌فاز ولتاژ DC ای با ریپل پایین همراه با جریان ورودی با THD پایین و ضریب قدرت واحد تولید شده است به طوری که به دلیل پایین بودن پهنای باند و سرعت این یکسوکننده از روشی جهت بهبود این مشکل استفاده شده است. در ادامه نیز به دلیل اینکه توابع هدف مد نظر در تضاد با یکدیگر بوده و به عبارتی بهبود یکی باعث خراب شدن دیگری می‌گردد از روش بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک استفاده شده است به طوری که با استفاده از این روش بهینه‌سازی، مقادیر بهینه جهت پارامترها بدست آمده است. جهت شبیه‌سازی این مبدل و بهینه‌سازی پارامترهای آن نیز از نرم افزار MATLAB استفاده شده و نتایج بدست آمده بیانگر بهبود عملکرد این یکسوکننده می‌باشد. در انتهای این پایان‌نامه نیز این یکسوکننده PWM تک فاز با استفاده از یک پردازشگر DSP به نام TMS320f2812 ساخته شده و نتایج بدست آمده از ساخت نیز در پایان آورده شده است.

واژگان کلیدی: یکسوکننده PWM تک‌فاز، الگوریتم ژنتیک، TMS320f2812

## لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

- [1] F.Jafari, A.Dastfan, “Optimization of Single-phase PWM Rectifier Performance by Using the Genetic Algorithm”, ICREPQ’10, Granada, Spain, March, 2010
- [2] F.Jafari, A.Dastfan, R.Tahmasebi, m.Rahideh, “Single-phase PWM Rectifier Parameters Optimized by Using the Intelligent Method” IEEE R 8 international conferences , Russia, July 2010
- [3] Farhad Jafari, Ali Dastfan, Alireza Ahmadyfard, “Optimization of Single-Phase PWM Rectifier Parameters, Design and Simulation” international conference on computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering, Chuang Chun, China, August 2010



## فهرست مطالب

### عنوان

### صفحه

لیست شکل ها	م
لیست جدول ها	ع
<b>فصل ۱ مقدمه</b>	<b>۱</b>
۱-۱ مقدمه	۲
<b>فصل ۲ اصول عملکردی یکسوکننده ایده ال</b>	<b>۵</b>
۱-۲ مقدمه	۶
۲-۲ یکسوکننده دیودی با خازن	۶
۳-۲ یکسوکننده تصحیح ضریب قدرت (PFC)	۷
۱-۳-۲ یکسوکننده بوست CCM تک سوئیچه	۷
۲-۳-۲ یکسوکننده بوست DCM تک سوئیچه	۹
۳-۳-۲ یکسوکننده بوست تک سوئیچه جهت استفاده در رنج وسیعی از تغییرات بار	۱۰
۴-۲ یکسوکننده های PWM	۱۱
۵-۲ یکسوکننده های بوست PWM تک فاز	۱۴
۱-۵-۲ یکسوکننده های بوست PWM نیم پل و تمام پل	۱۴
۶-۲ معادل مقاومتی	۱۵
۱-۶-۲ قانون کنترل جهت یکسوکننده بوست CCM تک سوئیچه:	۱۷
۲-۶-۲ قانون کنترل جهت یکسوکننده بوست DCM تک سوئیچه	۱۷
۳-۶-۲ قانون کنترلی برای یکسوکننده بوست تمام پل	۱۷
۴-۶-۲ قانون کنترلی یکسوکننده بوست نیم پل	۱۸
۷-۲ خلاصه فصل	۲۰
<b>فصل ۳ روش های کنترل یکسوکننده های PWM</b>	<b>۲۱</b>
۱-۳ مقدمه	۲۲
۲-۳ روش مدولاسین پهنای پالس سینوسی (SIN PULSE WIDTH MODULATION)	۲۳
۱-۲-۳ روش یک جهته (UNI POLAR):	۲۵
۲-۲-۳ روش دوجته (BI POLAR)	۲۶
HYSTERESIS	۲۷
۱-۳-۳ باند هیستریزس	۲۸
۱-۱-۳-۳ باند هیستریزس مضرب یک	۲۸

۳۰	۲-۱-۳-۳ باند هیستریزس شیفیت یافته
۳۱	۴-۳ مدولاسیون پهناهای پالس PWM
۳۴	۵-۳ مدولاسیون پهناهای پالس بردار فضایی (SPACE VECTOR PWM)
۳۶	۱-۵-۳ تبدیل کلارک
۴۱	۲-۵-۳ الگوریتم SVPWM
۴۴	<b>فصل ۴ الگوریتم ژنتیک</b>
۴۵	۱-۴ مقدمه
۴۷	۲-۴ تابع ارزیابی
۴۷	۳-۴ عملگرهای ژنتیک
۴۷	۱-۳-۴ عملگر تولید مثل
۴۸	۲-۳-۴ انتخاب
۴۹	۳-۳-۴ عملگر ضربدری (CROSSOVER)
۵۱	۴-۳-۴ تغییر ناگهانی
۵۲	۴-۴ مؤلفه های ژنتیک
۵۲	۱-۴-۴ جمعیت
۵۳	۲-۴-۴ نرخ عملگر ضربدری (C)
۵۳	۳-۴-۴ نرخ جهش ناگهانی (M)
۵۴	۵-۴ مزایای GA
۵۶	<b>فصل ۵ طراحی یکسوکونده PWM تک فاز</b>
۵۷	۱-۵ مقدمه
۵۷	۲-۵ طراحی سخت افزار
۵۷	۱-۲-۵ نحوه انتخاب المان های پسیو برای یکسوکونده PWM تک فاز
۵۸	۲-۲-۵ محاسبه سلف
۶۰	۳-۲-۵ محاسبه خازن
۶۱	۴-۲-۵ انتخاب پردازنده مناسب
۶۳	۵-۲-۵ برد DSP
۶۵	۱-۵-۲-۵ بلوک های نرم افزاری
۶۵	۲-۵-۲-۵ بلوک PWM
۶۶	۳-۵-۲-۵ بلوک ADC
۶۶	۴-۵-۲-۵ بلوک F2812 eZdsp
۶۷	۵-۵-۲-۵ بلوک ورودی دیجیتال (Digital Input)
۶۷	۶-۵-۲-۵ بلوک خروجی دیجیتال (Digital Output)
۶۸	۶-۲-۵ طراحی مدار نمونه گیر ولتاژ

۶۹	۷-۲-۵ انتخاب درایو سوئیچ
۷۱	۸-۲-۵ سوئیچ
۷۲	۹-۲-۵ سلف
۷۲	۱۰-۲-۵ تعداد سنسورهای مورد نیاز
۷۳	۱۱-۲-۵ سنسور جریان
۷۳	۱-۱۱-۲-۵ سنسور جریان PE-5310-2C
۷۴	۲-۱۱-۲-۵ سنسور LTS 25-NP
۷۵	۱۲-۲-۵ فرکانس سوئیچینگ متغیر
۷۶	۳-۵ طراحی مدار کنترلی بر مبنای مدل فرکانسی
۷۷	۱-۳-۵ پاسخ دینامیکی ضعیف سیستم:
۷۸	۱-۱-۳-۵ روش پیشنهادی جهت جبران ریبیل ولتاژ خروجی
۷۹	۲-۱-۳-۵ آنالیز ریبیل ولتاژ خروجی
۸۱	۳-۱-۳-۵ تخمین پیک ولتاژ و جریان منبع
۸۲	۲-۳-۵ تأثیر تغییر در پارامترهای متغیر بر روی توابع هدف
۸۵	۳-۳-۵ بهینه سازی یکسوکنده PWM تک فاز با استفاده از الگوریتم ژنتیک
۸۷	۴-۵ خلاصه فصل
۸۸	<b>فصل ۶ نتایج شبیه سازی و ساخت پروژه</b>
۸۹	۱-۶ مقدمه
۸۹	۲-۶ نتایج شبیه سازی
۸۹	۱-۲-۶ نتایج شبیه سازی برای کنترلر طراحی شده بر مبنای مدل فرکانسی
۹۱	۲-۲-۶ تغییر پله در ولتاژ مرجع
۹۴	۳-۲-۶ تغییر پله در ولتاژ ورودی
۹۷	۴-۲-۶ تغییر در بار خروجی
۹۹	۳-۶ نتایج ساخت
۹۹	۱۱-۳-۶ اینورتر تک فاز حلقه باز
۱۰۰	۲-۳-۶ یکسوکنده دیودی ساده بدون سوئیچینگ
۱۰۲	۳-۳-۶ یکسوکنده PWM تک فاز با استفاده از پارامترهای بدست آمده
۱۰۵	۴-۳-۶ شکل موج ها به ازای تغییر در ولتاژ مرجع
۱۰۷	۴-۶ خلاصه فصل
۱۰۸	<b>فصل ۷ نتیجه گیری و پیشنهادات</b>
۱۰۹	۱-۷ نتیجه گیری
۱۱۰	۲-۷ پیشنهادات
۱۱۱	منابع



## لیست شکل ها

- شکل (۱-۱): یکسوکننده تک فاز دیودی با خازن [۵]..... ۲
- شکل (۲-۱): یکسوکننده تک فاز تریستوری ..... ۳
- شکل (۱-۲): یکسوکننده بوست CCM تک سوئیچ ..... ۸
- شکل (۲-۲): جریان سلف در طول پریود سوئیچینگ TS برای یکسوکننده بوست CCM تک سوئیچ ..... ۸
- شکل (۳-۲): یکسوکننده بوست DCM تک سوئیچ ..... ۹
- شکل (۴-۲): جریان سلف در طول پریود سوئیچینگ TS برای یکسوکننده بوست DCM تک سوئیچ ..... ۹
- شکل (۵-۲): یکسوکننده بوست CCM-DCM تک سوئیچ ..... ۱۰
- شکل (۶-۲): بلوک دیاگرام یک سیستم یکسوکننده بوست PWM ..... ۱۳
- شکل (۷-۲): یکسوکننده بوست تک فاز، الف) یکسوکننده بوست نیم پل ب) یکسوکننده بوست تمام پل ..... ۱۴
- شکل (۸-۲): مدل متوسط طرف ورودی یکسوکننده بوست تک فاز ..... ۱۵
- شکل (۹-۲): مدار معادل مقاومتی ..... ۱۵
- شکل (۱۰-۲): دیاگرام برداری ..... ۱۶
- شکل (۱۱-۲): کنترل یکسوکننده بوست نیم پل (طرح یک) ..... ۱۹
- شکل (۱۲-۲): کنترل یکسوکننده بوست نیم پل (طرح دوم) ..... ۱۹
- شکل (۱-۳): پالس های تولید شده جهت یکسوکننده (الف) شکل موج حامل دندان ارهای و ورودی سینوسی (ب) پالس های تولید شده جهت اعمال به سوئیچ های S1 تا S2 (ج) پالس های تولید شده جهت اعمال به سوئیچ های S3 تا S4 ..... ۲۴
- شکل (۲-۳): یکسوکننده تک فاز ..... ۲۵
- شکل (۳-۳): پالسهای تولید شده در روش یک جهته ..... ۲۶
- شکل (۴-۳): پالسهای تولید شده در روش یک جهته ..... ۲۶
- شکل (۵-۳): باند هیستریزس مضربی از یک ..... ۲۸
- شکل (۶-۳): جریان تولید شده با در نظر گرفتن این باند ..... ۲۹
- شکل (۷-۳): پالسهای تولید شده در روش هیستریزس ..... ۲۹
- شکل (۸-۳): باند هیستریزس شیفته داده شده ..... ۳۰
- شکل (۹-۳): جریان تولید شده با در نظر گرفتن این باند شیفته یافته ..... ۳۱
- شکل (۱۰-۳): بلوک کنترلر PWM ..... ۳۳
- شکل (۱۱-۳): سیستم اصلی و حلقه کنترلی ..... ۳۳
- شکل (۱۲-۳): طریقه تولید پالس در یکسوکننده تک فاز ..... ۳۴
- شکل (۱۳-۳): اینورتر سه فاز ..... ۳۵
- شکل (۱۴-۳): حالت های مختلف سوئیچ زنی ..... ۳۶
- شکل (۱۵-۳): جهت سوئیچ زنی ..... ۳۷
- شکل (۱۶-۳): سیگنال های PWM برای هر فاز ..... ۳۸
- شکل (۱۷-۳): یکسوکننده سه فاز PWM ..... ۳۹
- شکل (۱۸-۳): گراف بردار فضایی ولتاژ ..... ۴۰
- شکل (۱۹-۳): تجزیه بردار ولتاژ ..... ۴۰

۴۲.....	شکل (۳-۲۰): شکل موج های $VA^*$ و $VB^*$ و $VC^*$ و $V^*$ .....
۴۸.....	شکل (۴-۱): چرخ گردان خطی.....
۵۰.....	شکل (۴-۲): الف) فرزند (ب) والد (و).....
۵۰.....	شکل (۴-۳): الف) والدین (ب) فرزندان.....
۵۱.....	شکل (۴-۴): الف) والدین (ب) فرزندان.....
۵۱.....	شکل (۴-۵): الف) ماسک الگو (ب) والدین (ج) فرزندان.....
۵۴.....	شکل (۴-۶): سیکل پایه ی الگوریتم ژنتیک.....
۵۸.....	شکل (۵-۱): یکسوکننده PWM تک فاز.....
۶۴.....	شکل (۵-۲): شماتیک DSP ، TMS320F2812 و بورد EZDSPTM F2812.....
۶۴.....	شکل (۵-۳): موقعیت هر رابط در EZDSPTM F2812.....
۶۵.....	شکل (۵-۴): بلوک پالس PWM.....
۶۶.....	شکل (۵-۵): بلوک ADC.....
۶۶.....	شکل (۵-۶): بلوک EZDSP F2812.....
۶۷.....	شکل (۵-۷): بلوک ورودی دیجیتال.....
۶۷.....	شکل (۵-۸): بلوک خروجی دیجیتال.....
۶۸.....	شکل (۵-۹): مدار کنترلی یکسوکننده PWM تک فاز به منظور نشان دادن مدار نمونه گیر ولتاژ.....
۷۰.....	شکل (۵-۱۰): درایو ماسفت و IGBT (PC923).....
۷۰.....	شکل (۵-۱۱): مدار کاربردی درایو سوئیچ (PC923).....
۷۱.....	شکل (۵-۱۲): ماسفت IXFM 11 N80.....
۷۲.....	شکل (۵-۱۳): شماتیک سلف مورد استفاده در پروژه.....
۷۴.....	شکل (۵-۱۴): سنسور جریان PE-5310-2C.....
۷۵.....	شکل (۵-۱۵): سنسور جریان LTS 25-NP.....
۷۶.....	شکل (۵-۱۶): مدل فرکانسی یکسوکننده PWM تک فاز برای حلقه کنترل ولتاژ.....
۷۹.....	شکل (۵-۱۷): طرح کنترلی پیشنهادی.....
۸۱.....	شکل (۵-۱۸): مقدار پیک بدست آمده برای یک موج.....
۸۵.....	شکل (۵-۱۹): فلوچارت الگوریتم ژنتیک.....
۹۰.....	شکل (۶-۱): جریان ورودی یکسوکننده PWM تک فاز با T برابر با ۴۵ میلی ثانیه و KP برابر با ۴ ، مقدار THD جریان ورودی، ۳/۱۹ درصد.....
۹۱.....	شکل (۶-۲): پاسخ راه اندازی یکسوکننده PWM تک فاز با ضرایب PI طراحی شده زمان نشست برابر با ۱۳۴ میلی ثانیه.....
۹۲.....	شکل (۶-۳): تغییر از ۴۰۰ به ۴۴۰ ولت در ولتاژ مرجع در لحظه ۰/۵ ثانیه و برگشت به حالت اولیه در ثانیه ۰/۹.....
۹۲.....	شکل (۶-۴): شکل موج ولتاژ خروجی به تغییر در ولتاژ مرجع.....
۹۲.....	شکل (۶-۵): افزایش جریان ورودی در ۰/۵ ثانیه و بازگشت به حالت اولیه در ثانیه ۰/۹.....
۹۳.....	شکل (۶-۶): جریان عبوری از یکی از سوئیچ ها و تغییرات آن در اثر تغییر در ولتاژ مرجع.....
۹۳.....	شکل (۶-۷): ولتاژ دو سر یکی از سوئیچ ها و تغییرات آن در اثر تغییر در ولتاژ مرجع.....
۹۴.....	شکل (۶-۸): تغییرات در ضریب قدرت در اثر تغییر در ولتاژ مرجع.....
۹۴.....	شکل (۶-۹): تغییر در ولتاژ ورودی از ۲۲۰ ولت به ۱۸۰ ولت.....
۹۵.....	شکل (۶-۱۰): شکل موج ولتاژ خروجی به تغییر در ولتاژ ورودی از ۲۲۰ به ۱۸۰ ولت.....

- شکل (۶-۱۱): افزایش در جریان ورودی در لحظه ۰/۵ ثانیه و برگشت به حالت اولیه در ۰/۹ ثانیه ..... ۹۵
- شکل (۶-۱۲): شکل موج جریان عبوری از سوئیچ به تغییر در ولتاژ ورودی ..... ۹۶
- شکل (۶-۱۳): تغییر در ولتاژ دو سوئیچ ..... ۹۶
- شکل (۶-۱۴): شکل موج ضریب قدرت ورودی ..... ۹۶
- شکل (۶-۱۵): تغییر پله در بار از ۸۰۰ وات به ۱۲۵۰ وات ..... ۹۷
- شکل (۶-۱۶): تغییرات ولتاژ خروجی به ازای تغییر پله در بار ..... ۹۷
- شکل (۶-۱۷): شکل موج جریان ورودی ..... ۹۸
- شکل (۶-۱۸): شکل موج جریان عبوری از یک سوئیچ ..... ۹۹
- شکل (۶-۱۹): ضریب قدرت ورودی و تغییرات بوجود آمده در آن ..... ۹۹
- شکل (۶-۲۰): مدار کنترلی آن در حالت نرم افزاری جهت تولید پالس TMS320F2812 ..... ۱۰۰
- شکل (۶-۲۱): خروجی ولتاژ اینورتر در حالت نرم افزاری و سخت افزاری ..... ۱۰۰
- شکل (۶-۲۲): ولتاژ خروجی یکسوکننده پل کامل دیودی، حالت نرم افزاری و سخت افزاری به ترتیب از راست به چپ ..... ۱۰۱
- شکل (۶-۲۳): جریان ورودی یکسوکننده پل کامل دیودی، حالت نرم افزاری و سخت افزاری به ترتیب از راست به چپ ..... ۱۰۱
- شکل (۶-۲۴): نمودار THD جریان ورودی یکسوکننده پل کامل بدون سوئیچینگ در حالت نرم افزاری و نمودار FFT آن در حالت سخت افزاری ..... ۱۰۲
- شکل (۶-۲۵): شماتیک یکسوکننده PWM تک فاز ساخته شده ..... ۱۰۳
- شکل (۶-۲۶): مدار کنترلی آن در حالت نرم افزاری جهت تولید پالس با TMS320F2812 ..... ۱۰۳
- شکل (۶-۲۷): شکل موج جریان ورودی در حالت نرم افزاری و ساخت ..... ۱۰۴
- شکل (۶-۲۸): THD جریان ورودی در حالت نرم افزاری و FFT آن در حالت سخت افزاری ..... ۱۰۴
- شکل (۶-۲۹): شکل موج ولتاژ خروجی با در نظر گرفتن ولتاژ ۶۰ ولت برای مرجع ..... ۱۰۵
- شکل (۶-۳۰): شکل موج ولتاژ در حالت نرم و سخت افزاری به ازای تغییر از ۶۰ به ۷۰ ولت در ولتاژ مرجع ..... ۱۰۵
- شکل (۶-۳۱): شکل موج ولتاژ در حالت نرم و سخت افزاری به ازای تغییر از ۷۰ به ۶۰ ولت در ولتاژ مرجع ..... ۱۰۶
- شکل (۶-۳۲): شکل موج جریان ورودی و نمودار FFT آن ..... ۱۰۶

## لیست جدول ها

- جدول (۱-۲) مشخصه هارمونیک‌های مرتبه‌های مختلف یکسوکننده دیودی با خازن ..... ۶
- جدول (۱-۳): ولتاژهای مربوطه برای هر حالت کلیدزنی ..... ۳۵
- جدول (۱-۴): نمونه‌های از یک چرخ گردان خطی ..... ۴۸
- جدول (۱-۵): مشخصات یکسوکننده مورد نظر جهت طراحی ..... ۶۱
- جدول (۲-۵): مقدار امان‌های پسیو انتخاب شده برای یکسو کننده PWM تک فاز ..... ۶۱
- جدول (۳-۵): طریقه بستن و ضرایب مورد نظر در سنسور LTS 25-NP ..... ۷۵
- جدول (۴-۵): چگونگی تغییر در توابع هدف با تغییر در پارامتر C ..... ۸۲
- جدول (۵-۵): چگونگی تغییر در توابع هدف با تغییر در پارامتر KP ..... ۸۳
- جدول (۶-۵): چگونگی تغییر در توابع هدف با تغییر در پارامتر T ..... ۸۴
- جدول (۷-۵): چگونگی تغییر توابع هدف با تغییر پارامترهای مدل ..... ۸۴
- جدول (۸-۵): مقادیر بدست آمده برای متغیرها با استفاده از بهینه سازی ..... ۸۶
- جدول (۹-۵): مقادیر مطلوب با استفاده از بهینه سازی ..... ۸۷

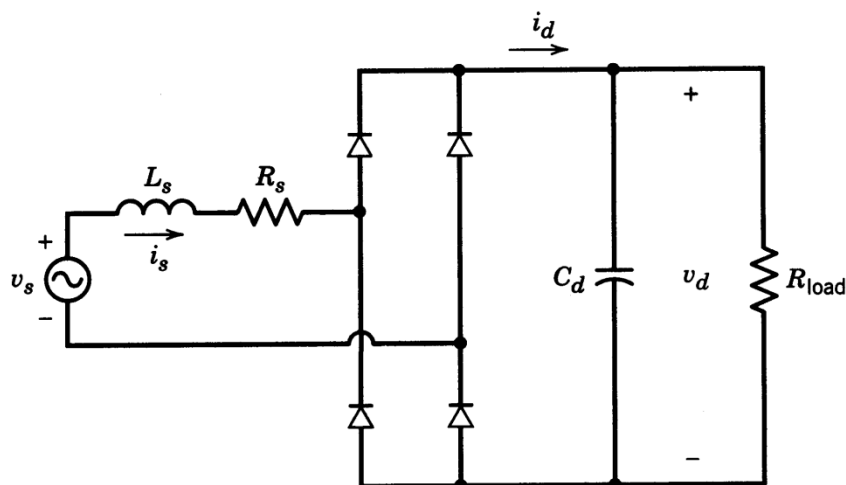


## فصل ۱

## مقدمه

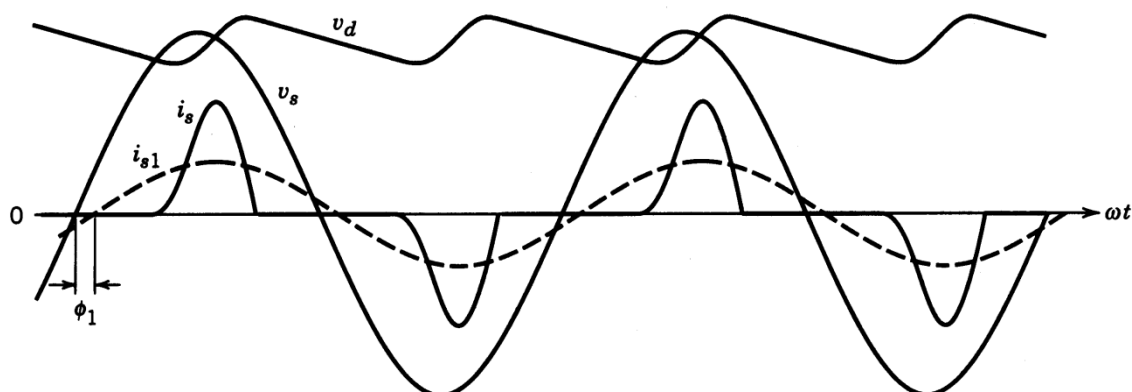
## ۱-۱ مقدمه

یکسوکننده<sup>۱</sup> تک فاز یکی از پرکاربردترین تجهیزات مورد استفاده در مدارات الکترونیک قدرت از قبیل موتورهای الکتریکی و ذخیره‌سازی الکتریکی بوده و به همین دلیل طراحی بهینه آن مورد توجه محققان می‌باشد. ساده‌ترین و مرسوم‌ترین روش تهیه انرژی الکتریکی بصورت DC، استفاده از یکسوکننده‌های دیودی همراه با فیلتر خازنی می‌باشد که به ترتیب شکل این مبدل و شکل موج ولتاژ خروجی و جریان ورودی آن به ترتیب در شکل‌های (۱-۱) و (۲-۱) نشان داده شده اند [۵].



شکل (۱-۱): یکسوکننده تک فاز دیودی با خازن [۵]

<sup>۱</sup> rectifier



شکل (۱-۲): یکسوکننده تک فاز تریستوری [۵]

با وجود اینکه یکسوکننده دیودی با خازن موازی در خروجی نشان داده شده در شکل (۱-۱) دارای ولتاژ ثابت در خروجی بوده ولی همان طور که در شکل (۱-۲) نشان داده شده است به دلیل دارا بودن جریان ورودی سینوسی با THD<sup>۱</sup> بالا و ضریب قدرت<sup>۲</sup> پایین از این نوع یکسوکننده استفاده نمی‌گردد.

امروزه با ظهور نیمه‌هادیهای<sup>۳</sup> قدرت سریع از قبیل IGBT از یک طرف، و ظهور ریزپردازنده‌ها و پردازشگرهای دیجیتال سریع (DSP<sup>۴</sup>) از طرف دیگر، یکسوکننده‌های دیودی دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. جهت رفع این مشکلات ناشی از یکسوکننده دیودی با خازن، یکسوکننده‌های PFC<sup>۵</sup> که تک سوئیچ می‌باشند، معرفی شده‌اند که علاوه بر دارا بودن ولتاژ DC با ریبیل کم در خروجی توانایی تولید جریان سینوسی با THD پایین و ضریب قدرت واحد در سمت ورودی را داشتند. از ایراداتی که این نوع یکسوکننده دارا می‌باشد، یک طرفه بودن آن‌ها می‌باشد.

برای رفع مشکل یک طرفه بودن یکسوکننده PFC، یکسوکننده‌های PWM پدید آمدند که علاوه بر دارا بودن خاصیت‌های موجود در این یکسوکننده مشکل یکطرفه بودن را نیز رفع کرده‌اند.

در این پروژه به بهینه‌سازی یک یکسوکننده PWM تک فاز توسط الگوریتم ژنتیک پرداخته شده و این یکسوکننده توسط پردازشگر DSP. TMS320f2812 ساخته شده است. در فصل اول مقدمه‌ای از

<sup>۱</sup> Total Harmonic Distortion

<sup>۲</sup> Power Factor

<sup>۳</sup> Semi Conductors

<sup>۴</sup> Digital Signal Processing

<sup>۵</sup> Power Factor Correction

یکسوکننده‌ها گفته شده که در آن به معرفی یکسوکننده تک فاز دیودی با خازن خروجی پرداخته شده است. در فصل دوم ضرورت استفاده از یکسوکننده های دیگری جهت تهیه ولتاژ DC بیان شده و انواع یکسوکننده‌های موجود اعم از PFC و PWM پرداخته و اصول عملکرد این یکسوکننده ها مورد بررسی قرار گرفته شده است. در فصل سوم روش‌های مختلف جهت کنترل این مبدل و مزایا و معایب هر یک از این روش‌ها را گفته و دلایل استفاده از روش کنترلی PWM جهت این یکسوکننده PWM بیان شده است. در فصل چهارم به توضیح اجمالی پیرامون الگوریتم ژنتیک که یکی از معروفترین و پرکاربردترین روش‌های بهینه سازی است پرداخته شده است. فصل پنجم نیز به شرح یکسوکننده PWM تک‌فاز مورد استفاده در این پایان نامه می‌پردازد و در ادامه آن المان‌های مورد نیاز جهت ساخت این یکسوکننده را به طور مجزا را معرفی می‌گردند و در انتهای این فصل نیز ضرورت استفاده از یک الگوریتم بهینه سازی بیان می‌گردد. در فصل ششم نیز نتایج بدست آمده از حالت نرم افزاری و ساخت این مبدل نشان داده است.