بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه ازاد اسلامی واحد اراک

دانشکده فنی مهندسی

گروه الکترونیک

گزارش پروژه فارغ التحصیلی

عنوان پروژه
طراحی و ساخت اینورتر

استاد راهنما :

جناب اقای مهندس خراسانی

دانشجو :

صالح اسکندری جابری

زمستان ۸۳

مقدمه

همیشه میان علم وعمل ضد ونقیضهایی وجود داشته وبا پیشرفت انسان وعلم اموزی این ضد ونقیضها رو به کاهش رفته وعلم وعمل با هم توام شده و در اینده هر چه بر میزان علم افزوده شود ضد ونقیض میان علم وعمل کاسته می شود.

به عنوان مثال نتیجه گیریهای علمی وعملی بر روی یک موضوع خاص همیشه دارای جواب مشابهی نیست ومقداری اختلاف میان این دو جواب بدست امده وجود دارد و برای کم کردن این اختلاف هر چه محاسبه پیشرفته تر ودقیقتر باشد وتمامی جوانب در نظر گرفته شود جواب حاصل به جواب ، در حالت عملی نزدیکتر خواهد بود.

باتوجه به این مسائل است که لزوم به کار گیری مسائل تئوری در عمل احساس می شود .

در نتیجه تصمیم گرفتم طراحی و ساخت یک دستگاه اینورتر که توضیحات ان در ادامه اورده خواهد شد ، را شروع کنم .

در پایان لازم میدانم که از جناب اقای **مهندس خراسانی** استاد محترم ، فهیم و دلسوز و عضو هیئت علمی دانشگاه ازاد اراک مراتب تشکر وسپاسگذاری را داشته باشم چرا که ایشان استاد راهنمای این واحد درسی من بوده اند ومرا در تهیه این گزارش کمک و راهنمایی کرده اند.

با تشکر

صالح اسکندری جابری

سال تحصیلی ۸۴-۸۳

فهرست :

- ✓ مقدمه.....٣
- ✓ فهرست.....٤
- ✓ اینورتر٥٠٠ وات ٥
- ✓ بررسی مدار داخلی ای سی SG 3525 .....٧
- ✓ برگه مشخصات ای سی SG 3525.....٩
- ✓ نقشه شماتیک مدار اسیلاتور.....١٠
- ✓ بخش تویت کننده قدرت.....١١
- ✓ نقشه شماتیک مدار قدرت.....١٢
- ✓ برگه مشخصات ترانزیستور IRF 540 .....١٣
- ✓ مدار نمونه برق شهر.....١٤
- ✓ نقشه شماتیک مدار نمونه گیر برق شهر.....١٥
- ✓ مدار نمونه گیر خطا.....١٦
- ✓ نقشه شماتیک مدار نمونه گیر خطا.....١٧

اینورتر ۵۰۰ وات به کمک MOSFET با مدولاسیون پهنای پالس

کار اصلی اینورتر تبدیل خروجی DC یک باطری دارای شارژ به ولتاژ AC با فرکانس برق شهر می باشد تا بتواند بارهای ضروری را تغذیه نمایند . در حالت ایده ال ، شکل موج خروجی یک اینورتر باید سینوسی خالص باشد که رابطه نزدیکی با قیمت ان دارد قیمت یک اینورتر همچنین به ظرفیت باتری پشتیبان ، توان خروجی ، در صد تنظیم ولتاژ (رگولاسیون) ، مدارهای محافظ ، نشانگرهای زمان تبدیل (سرعت عملکرد) و ... بستگی دارد . داشتن این ویژگیها ، اینورتر را به یک منبع تغدیه غیر قابل وقفه (UPS) تبدیل می کند .

این مدار علاوه بر داشتن ویژگیهای بسیار عالی قیمت ارزانی دارد خروجی اصلی اینورتر یک موج مربعی ۵۰ هرتز با مدولاسیون پهنای پالس می باشد که این خروجی به وسیله یک فیلتر EMI صاف می شود . بنابراین از ان می توان برای تغذیه بارهای روشنایی ، فنهای تهویه و پنکه های خانگی استفاده نمود . البته از مدار نمی توان برای تغذیه بارهای موتوری با جریان راه اندازی بزرگ استفاده کرد . ویژگیهای مهم مدار در زیر خلاصه شده است:

۱- کلید زنی خودکار از برق شهر به اینورتر به هنگام قطع برق شهر و یا هنگامی که ولتاژ برق شهر از محدوده مجاز خارج شود .

۲- یک ترانسفورماتور جداگانه برای خروجی اینورتر و شارژ باطری در نظر گرفته شده است . بخش شارژ سیم پیچ ثانویه ، هنگام قطع برق شهر یا کامل شدن شارژ باطری از شارژر جدا می شود .

۳- مدولاسیون پهنای پالس (PWM) از تراشه ارزان وعمومی IC SG 3525 A استفاده می کند . هنگام فعال بودن اینورتر ، ولتاژ خطا در خروجی AC اشکار می شود .

٤- قطع خودکار اینورتر به ازای یک تعداد بیشتری از حالات زیر رخ می دهد :

الف . برق شهر وصل و ولتاژ ان در محدوده مجاز قرار نداشته باشد .

ب . ولتاژ باتری از مقدار حداقل کوچکتر باشد .

پ . دما از حد مجاز بیشتر شود .

ت . اضافه بار ایجاد شود .

ث . کلید قطع دستی عمل کند .

۵-علاوه بر حفاظتهای الکترونیکی داخلی بعضی از عناصر ، حفاظتهای اضافی دیگری به وسیله مدار شکنها در خروجی AC ، ورودی شارژ باتری و خروجی باتری در نظر گرفته شده است تا از اتصال کوتاه های ناخواسته جلوگیری شود و مدار اسیب نبیند

۶- نمایشگر LCD حالتهای زیر را نمایش می دهد :

الف . اینکه بار از طریق برق شهر تغذیه می شود یا به وسیله اینورتر .

ب . حالت اضافه بار .

پ . حالت دمای بالا .

ت . حالت پایین بودن ولتاژ و حالت اضافه شارژ باتری .

ث . شارژ باتری در حالت معمولی و شارژ چکه ای .

۷-علاوه بر نمایشگر LCD یک اخطار دهنده صوتی برای حالتهای پایین بودن ولتاژ باتری ، اضافه بار و اضافه دما در نظر گرفته شده است .

بررسی مدار :

مدار کنترل اینورتر و مدار تقویت کننده : تراشه IC SG 3525 A قسمت اصلی مدار کنترل PWM را تشکیل می دهد و خلاصه چگونگی عملکرد ان به شرح زیر است :

نمودار بلوکی عملکرد تراشه کنترل کننده PWM با شماره SG 3525 A در داخل برگه اطلاعاتی ان در انتهای این گزارش ضمیمه شده است . این تراشه می تواند با ولتاژهای ۸ تا ۳۵ ولت کار کند و به طور داخلی یک ولتاژ مبنای ۵/۱+ با خطای ۱٪ در پایه ۱۶ خود با توانایی جریان دهی حداکثر 20ma را دارا می باشد . نوسان ساز داخل تراشه میتواند در فرکانس بین ۱۰۰هرتز تا ٤۰۰ کیلو هرتز با توجه به خازن زمان بندی خارجی بین پایه ۵ و زمین و مقاومت خارجی بین پایه ۶ و زمین نوسان نماید . برای موج مربعی خروجی ۵۰ هرتز فرکانس نوسان ساز داخلی باید ۱۰۰ هرتز باشد . خروجیهای A , B (پایه های ۱۱ و ١٤) دارای پالسهای مثبت با چرخه کار (دیوتی سایکل) متغییر ۰ تا ٤۹ در صد می باشند که زمان مرده یا زمان صفر پالس خروجی به کمک مقاومت ۰ تا ۵۰۰ اهم متصل بین پایه های ۵ و ۷ کنترل می شود . خروجیهای totem-pole توانایی دریافت یا تحویل بیش از 200ma جریان را دارا می باشند (با توجه به خروجی صفر یا یک منطقی) . با وجود این دو مدار راه انداز شامل زوج ترانزیستور npn-pnp ، خروجی تراشه SG 3525 را برای تحریک تقویت کننده های قدرت MOSFET تقویت می نماید . با استفاده از پایه های ۸ و ۱۰ می توان کنترل کننده را خاموش کرد .در اینجا تنها از پایه ۸ برای منظور فوق می توان استفاده کرد و برای این کار باید صفر منطقی به پایه ۸ اعمال شود . پایه ۸ در حالت صفر منطقی

حداکثر تا 10ua جریان را می تواند بکشد . استفاده از دریچه های CMOS مـی توانـد مفید واقع شود . در حالت خاموش ، هر دو خروجی کنترل کننده به نزدیک سطح ولتـاژ زمین افت می کنند و این امر خاموشی کـامل طبقـه تقویـت کننـده قـدرت مبتنـی بـر MOSFET را تضمین می کند . تقویت کننده خطای داخلی برای نمونه بهره DC حلقـه باز 75db را فراهم می کند . پایه خروجی ۹ برای جبران سازی در دسترس می باشـد . برای ولتاژ خطای مثبت (ناشی از نمونه برداری خروجی AC اینورتر) ورودی مبنـا بـه پایه غیر معکوس کننده و ولتاژهای خطـای نمونـه بـرداری شـده بـه ورودی معکـوس کننده تقویت کننده خطا به منظور مدولاسیون پهنای پالس اعمال می شود . دامنه ولتاژ مبنای ورودی می تواند در حدود ۲/۵ ولت انتخاب شود . ولتـاژ خطـا مـی توانـد بـرای بدست اوردن ٤٨ در صد پهنای پالس هنگامی که خروجی دارای ولتاژ نـامی (۲۳۰ ولـت موثر) به ازای بار نامی ۵۰۰ وات است تامین شود . در اینجا مهم است که از یک ولـت متر که مقدار موثر موج مربعی را نشان دهد استفاده شود . مولتـی مترهـای دیجیتـال معمولی بر اساس مقدار متوسط کار می کنند و با توجه به اینکـه مقـدار متوسـط مـوج مربعی از مقدار متوسط موج سینوسی با همان دامنه بزرگتر می باشد ، یک مولتی مـتر معمولی به جای ۲۲۰ ولت ممکن است عدد ۲۶۰ تا ۲۷۵ ولت را نشـان دهـد . از انجـا که ولت مترهای دیجیتال معمولی که مقـدار موثـر را انـدازه مـی گـیرند نسـبتا گـران هستند ، می توان از ولت مترهای AC اهن گردان استفاده کرد . مقدار ٤٨ درصـدی ذکر شده در قبل به حداکثر پهنای پالس ٤٩ در صدی مشـخص شـده بـرای تراشـه SG 3525 نزدیک می باشد . هر گونه افزایش در ولتاژ خطا باعث کاهش پهنـای پـالس می شود و بر عکس . برای افزایش حساسیت ، بهره تقویت کننده خطا را می تـوان بـا

کوچک کردن مقاومت متصل به پایه یک افزایش داد . اثر کلی تغییر ولتاژ خطا برای پهنای پالس را می توان به طور غیر مستقیم با مشاهده ولتاژ پایه ۹ (جبران سازی) بررسی کرد . برای مثال ، به ازای دیوتی سایکل صفر در صد ، ولتاژ این پایه ۰/۹ ولت و به ازای چرخه کار ٤۹ در صد (حداکثر) ولتاژ این پایه برابر ۳/۳ ولت می شود . این بسیار مهم است که ریپل ولتاژ خطا حداقل باشد ، در غیر این صورت بر تقویت کننده قدرت MOSFET بعدی اثر بدی خواهد گذاشت . عملکرد مناسب این بخش بسیار مهم است زیرا خروجی تثبیت شده کل مدار به ان وابستگی دارد . برای عملکرد بهینه کنترل کننده PWM مقادیر عناصر مدار ، از کتابچه مشخصات و ازمایشهای عملی انتخاب می شود . مقدار مقاومت زمان بندی به گونه ای انتخاب می شود که در پایه خروجی ٤ فرکانس ۱۰۰ هرتز ایجاد شود.

برگه مشخصات ای سی SG 3525 A

بخش تقویت کننده قدرت :

بخش تقویت کننده قدرت از دو مجموعه متشکل از سه MOSFET(IRF540) قدرت ساخته شده است . MOSFET ها با هم موازی شده اند تا ارایش پوش پول داشته باشند . این MOSFET ها همچنان که در برگه مشخصات ان که در انتهای این گزارش ضمیمه شده نشان داده شده است ، دارای یک دیود محافظ بین پایه درین و سورس خود می باشند (به کمک ازمایش کننده دیود مولتی متر دیجیتال می توان این موضوع را نشان داد) . مقادیر نامی IRF540 برابر Vds =150v و جریان درین ۳۰ امپر می باشد . مقاومت حالت وصل MOSFET ها یعنی Rds(on) برابر ۰/۰۸ اهم است وهنگامی که سه تا از انها با هم موازی می شوند به ۰/۰۲۷ اهم کاهش پیدا می کند . بنابراین حداکثر افت ولتاژ دو سر MOSFET ها به ازای جریان ۳۰ امپر پالس برابر ۰/۸ ولت می باشد . در فرکانس 50Hz از ترانزیستورهای با سرعت سوییچ زنی بالا استفاده نمی شود ، بلکه بیشتر MOSFET های با توان راه اندازی پایین استفاده می شود . دیودهای سرعت بالای D5,D6 به همراه ترکیب موازی مقاومتهای R7,R8 و خازنهای C1,C2 به عنوان دیودهای هرزه گرد عمل می کنند مقاومتها نقش محدود کننده جریان و خازنها نقش تسریع کننده را دارند . دیودهای زنر D1 تا D4 برای حفاظت بین منبع وگیت ترانزیستور به کار می روند . ترانزیستورهای MOSFET در برابر ضربه های ولتاژ یا اضافه ولتاژ های بیشتر از ولتاژ نامی بسیار اسیب پذیر هستند بنابراین باید احتیاطهای لازم انجام شود .

ترانسفورماتور قدرت اصلی به همراه سیم پیچ شارژ کننده برای تحویل قدرت ظاهری 600VA با ضریب ۰/۸۵و ولتاژ ۲۳۰ ولت AC موثر طراحی شده است . هر نیمه سیم

پیچ اولیه ان دارای ولتاژ موثر ۱۲ ولت می باشد . سیم پیچ شارژ کننده به گونه ای طراحی شده است که به ازای ورودی ۲۳۰ ولت از ثانویه ترانسفورماتور مربوطه بتواند حداکثر ۱۵ ولت AC در جریان ۵ امپر تحویل دهد .

نقشه شماتیک مدار قدرت :

برگه مشخصات ترانزیستور IRF 540 :

مدار نمونه گیری برق شهر :

تغذیه مدار از طریق یک دو شاخه از پریزهای برق معمولی تامین می شود . ولتاژ برق شهر همچنین به مدار نمونه گیر متشکل از تراشه LM 393 و اجرا دیگر تحویل می شود . یک مدار اشکار ساز پنجره ای با مدار نمونه گیری برق شهر به کار رفته است تا اگر ولتاژ برق شهر بیش از 260 V AC یا کمتر از 170 V AC گردد ، اینورتر را خاموش کند . خروجی مقایسه کننده های A,B تنها در محدوده 168 V AC تا 258 V AC صفر می باشد . از این حالت برای تحریک رله مربوطه از طریق میکرو کنترولر استفاده می شود ، که در هنگام تبدیل ولتاژ عبارت Converting بر روی LCD نوشته می شود .

بنابراین هر گاه ولتاژ کمتر از 168 V AC یا بیشتر از 258 V AC گردد ، اینورتر وارد مدار می شود همچنان که در شکل مدار کنترلر مشاهده می شود ولتاژ مبنای ۵/۱ ولت مورد نیاز مدار نمونه گیر برق شهر از پایه ۱۶ تراشه SG 3525 گرفته می شود . هنگامی که ولتاژ برق شهر خارج از محدوده مشخص شده قرار ندارد ، سیم پیچ اولیه ترانسفور ماتور اصلی مانند مدار باز عمل می کند زیرا تحریک ترانزیستورهای MOSFET در این حالت قطع می باشد . سیم پیچ ثانویه دیگر مدار که مربوط به شارژ باطری می باشد از طریق رله مربوطه به مدار شارژ کننده وصل می باشد . همچنین دیود تعبیه شده بر روی پانل دستگاه که به حالت چشمک زن می باشد نشان از حالت شارژ باطری دارد.

نقشه شماتیک مدار نمونه گیری برق شهر :

مدار نمونه گیر خطا :

مدار نمونه گیر خطا در ایـن مـدار متشـکل اسـت از یـک مـدار پردازنـده ، کـه عمـل پردازش به وسیله یک ای سی میکروکنترلر به شماره AT 89C52 انجـام مـی شـود و تمامی نمونه ها ، از جاهای مختلف مدار جمع اوری شده و به ایـن ای سـی منتقـل می شود و وضعیتهای مختلف اینورتر ، اعم از حالت کـار اینورتـر (Converting)، حـالت شارژ باتری(Battry Charging) و یا شارژ کامل باتری (Battry full) ، همچنیـن خطاهـای مختلف مانند باتری ضعیف (Battry low) ، اضافـه بـار (Over load) ، اضافـه حـرارت (Over temp 1&2)، و یا حالت اماده به کار اینورتر (UPS is Standby)، بـر روی LCD نمایش داده می شود . و به هنگام بروز هر نوع خطایی سریعا UPS قطـع شـده و الارم مربوطه بر روی LCD نمایش داده می شود و LED قرمز بر روی پـانل نـیز روشـن خواهد شد .

نقشه شماتیک مدار نمونه گیر خطا :