



TUGAS AKHIR - VI190836

RANCANG BANGUN RECTIFIER DAN INVERTER SEBAGAI SARANA PENUNJANG MATA KULIAH SISTEM KONVERSI DAYA LISTRIK

FERDINAND NUSWANTORO PRASOJO

NRP. 1051150000055

Dosen Pembimbing:

Murry Raditya, S.T., M.T

Departemen Teknik Instrumentasi

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2020



TUGAS AKHIR - VI190836

**RANCANG BANGUN RECTIFIER DAN INVERTER
SEBAGAI SARANA PENUNJANG MATA KULIAH
SISTEM KONVERSI DAYA LISTRIK**

FERDINAND NUSWANTORO PRASOJO

NRP. 10511500000055

Dosen Pembimbing:

Murry Raditya, S.T., M.T

Departemen Teknik Instrumentasi

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2020

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT - VI190836

***DESIGN OF RECTIFIER AND INVERTER AS A
SUPPORT EQUIPMENT FOR POWER ELECTRONIC
CONVERSION SYSTEM CLASS***

FERDINAND NUSWANTORO PRASOJO

NRP. 10511500000055

Supervisors:

Murry Raditya, S.T., M.T

Department of Instrumentation Engineering

Faculty of Vocation

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : FERDINAND NUSWANTORO PRASOJO
NRP : 1051150000055
Departemen / Prodi : Teknik Instrumentasi / S.Tr Teknik Instrumentasi
Fakultas : Fakultas Vokasi (FV)
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “**RANCANG BANGUN *RECTIFIER* DAN *INVERTER* SEBAGAI SARANA PENUNJANG MATA KULIAH SISTEM KONVERSI DAYA LISTRIK**

” adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat pada Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya-benarnya.

Surabaya, 28 Juli 2020
Yang membuat pernyataan,



Ferdinand Nuswantoro Prasajo
NRP. 1051150000055

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN *RECTIFIER* DAN *INVERTER* SEBAGAI SARANA
PENUNJANG MATA KULIAH SISTEM KONVERSI DAYA LISTRIK

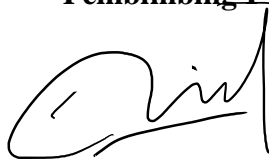
Oleh:



Ferdinand Nuswantoro Prasojo
NRP. 1051150000055

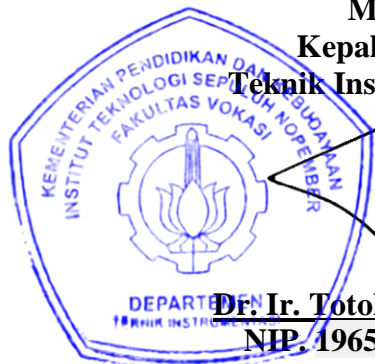
Surabaya, 28 Juli 2020

Menyetujui,
Pembimbing I



Murry Raditya, S.T., M.T
NPP. 1988201711055

Mengetahui,
Kepala Departemen
Teknik Instrumentasi FV-ITS



Dr. Ir. Totok Sohartanto., DEA
NIP. 19650309 199002 1 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *RECTIFIER* DAN *INVERTER* SEBAGAI SARANA PENUNJANG MATA KULIAH SISTEM KONVERSI DAYA LISTRIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Terapan

pada

Program Studi S.Tr Departemen Teknik Instrumentasi

Fakultas Vokasi (FV)

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:



FERDINAND NUSWANTORO PRASOJO

NRP. 1051150000055

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

- | | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-----------------|
| 1. Murry Raditya, S.T., M.T. |  | | (Pembimbing I) |
| 2. Dwi Nur Fitriyanah, S.ST.,M.T. |  | | (Ketua Penguji) |
| 3. Putri Yeni Aisyah, S.T.,M.T. |  | | (Penguji I) |



SURABAYA

2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

**RANCANG BANGUN *RECTIFIER* DAN *INVERTER* SEBAGAI SARANA
PENUNJANG MATA KULIAH SISTEM KONVERSI DAYA LISTRIK**

Nama : Ferdinand Nuswantoro Prasajo
NRP : 1051150000055
Departemen : Teknik Instrumentasi FV - ITS
Dosen Pembimbing : Murry Raditya, S.T., M.T

ABSTRAK

Energi listrik sangat berperan penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Sumber – sumber energy listrik dapat berasal dari batu bara atau berasal dari energy potensial dari alam yang dapat terbarukan seperti biomasa, panas bumi, energy surya, energy air dan energy angin, Indonesia memiliki sumber energy potensial yang cukup besar jumlahnya, namun untuk memanfaatkan energy tersebut kita memerlukan sebuah alat *rectifier* dan *inverter* yang dapat mengubah energi potensial tersebut menjadi energi listrik. Di teknik instrumentasi telah diajarkan bagaimana cara mengubah energy potensial tersebut menjadi energi listrik dalam mata kuliah Sistem Konversi Daya Listrik (SKDL).

Kata Kunci: konversi energi, *rectifier*, *inverter*,

Halaman ini sengaja dikosongkan

***DESIGN OF RECTIFIER AND INVERTER AS A SUPPORT
EQUIPMENT FOR POWER ELECTRONIC CONVERSION
SYSTEM CLASS***

Name : Ferdinand Nuswantoro Prasajo
NRP : 10511500000055
Department : Instrumentation Engineering FV – ITS
Supervisors : Murry Raditya, S.T., M.T

ABSTRACT

Electrical energy has an important role in every aspect of human being. The resources of electrical energy can be found on coal or from potential renewable energy for example biomass, geothermal energy, solar cell, water and wind. Indonesia has an abundant potential energy resources. But we need a technology called rectifier and inverter if we want to gather and use that potential energy and convert it to electrical energy. In instrumentation engineering has been taught about power electronic conversion system this subject teach us to convert potential energy from nature to electrical energy.

Keywords: energy conversion, rectifier, inverter

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Terimakasih kepada tuhan alam semesta atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir berjudul: “Rancang Bangun Rectifier dan Inverter Sebagai Sarana Penunjang Mata Kuliah Sistem Konversi Daya Listrik” sebagai syarat untuk lulus dari Diploma – 3 Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Penulis menyadari penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu perkenankan penulis mengucapkan terimakasih kepada

1. Bapak Murry Raditya, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1
2. Bapak Dr.Ir.Purwadi Agus Darwito, M.Sc selaku dosen pembimbing 2
3. Bapak Almasius Subagya, dan Ibu Nani restanti, Aloysia Reni yang selalu memberikan dukungan kepada penulis
4. Tim Betuldotin gresik dan Surabaya serta Tim Kopi Lebur Jiwa Surabaya yang telah mendukung penulis dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini
5. Teman-teman Transcendent Frontier
6. Bapak/Ibu dosen, staf & karyawan beserta seluruh keluarga besar Teknik Instrumentasi ITS
7. Bang Ricky Elson beserta tim lentera Bumi Nusantara
8. Alumni Ciheras University 2017 dan 2018

Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. Semoga laporan tugas akhir ini dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

Surabaya, 28 Juli 2020

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

COVER PAGE	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vi
LEMBAR PENGESAHAN	viii
LEMBAR PENGESAHAN	x
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiv
KATA PENGANTAR	xvi
DAFTAR ISI	xviii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR TABEL	xxii
BAB I PENDAHULUAN	24
1.1 Latar Belakang	24
1.2 Rumusan Masalah	24
1.3 Tujuan	25
1.4 Batasan Masalah	25
1.5 Sistematika Laporan	25
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	26
2.1 Dioda Rectifier	26
2.2 Thyristor Rectifier	26
2.3 Inverter	26
2.4 <i>Driver SPWM</i>	28
2.5 Teori Modulasi	28
2.6 <i>DC Link capacitor</i>	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Perancangan Alat	30
3.2 Flowchart Perancangan Sistem	30
3.3 Flowchart Cara Kerja Sistem	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Analisis Data	34
4.2 Pembahasan	35

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	39
BIODATA PENULIS	12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1	(a) Simbol (b) Model 3D dan (c) Komponen Diode.....	26
Gambar 2.2.1	Konfigurasi Thyristor.....	26
Gambar 2.3.1	Keluaran Gelombang <i>Modified Sine Wave</i>	27
Gambar 2.3.2	Output Gelombang Sinus <i>Pure Sine Wave Inverter</i>	27
Gambar 2.4.1	Modul driver SPWM EGS 002.....	28
Gambar 2.5.1	Modulasi Sinyal SPWM.....	28
Gambar 2.6.1	Gambar Rangkaian <i>DC Link</i>	29

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.1 Hasil Pengujian Pada Rectifier	34
Tabel 4.1.2 Hasil Pengujian Beban	35

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan kemampuan untuk melakukan usaha atau membuat suatu objek dapat bergerak. Energi listrik merupakan bentuk energy yang dihasilkan dari aliran muatan listrik. sehingga menimbulkan gerakan muatan listrik. Energy listrik dapat berupa energy potensial atau energy kinetik. Ketersediaan energi termasuk listrik merupakan elemen yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan seperti biomasa, panas bumi, energi surya, energi air, dan energi angin cukup besar (*Energi Terbarukan / WWF Indonesia*, n.d.). Untuk dapat memanfaatkan sumber – sumber energy tersebut kita perlu mengubahnya menjadi energy listrik.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk memanfaatkan energi listrik dari sumber yang telah tersedia adalah menggunakan generator. Namun keluaran dari generator yang berbentuk arus bolak balik tersebut masih perlu diolah kembali untuk dapat dimanfaatkan kedalam kehidupan sehari – hari atau untuk disimpan sebagai cadangan energy di kemudian hari. Salah satu cara untuk mengubah energy listrik yang dihasilkan generator adalah dengan cara mengubahnya menjadi listrik searah sehingga dapat disimpan kedalam baterai. Alat yang dibutuhkan untuk mengubah keluaran dari generator adalah rectifier. Rectifier berfungsi mengubah listrik bolak balik dari keluaran generator menjadi arus listrik searah yang dapat disimpan kedalam baterai.

Dalam mata kuliah system konversi daya listrik telah dijelaskan mengenai rectifier dan inverter tersebut. Namun untuk implementasi lebih jelasnya diperlukan sebuah praktikum agar mahasiswa dapat semakin memahami cara kerja dan penerapan rectifier dalam kehidupan sehari hari. maka dalam tugas akhir kali ini saya mengangkat tema tentang rancang bangun rectifier dan inverter sebagai penunjang mata kuliah system konversi daya listrik dalam bentuk modul praktikum.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana memahami cara kerja rectifier dan inverter sebagai pengubah energy listrik?
2. Bagaimana mengimplementasikan rectifier dan inverter yang telah dipelajari dalam mata kuliah sistem konversi daya listrik dalam kehidupan?

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari rancang bangun alat ini adalah untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai syarat kelulusan dari Teknik Instrumentasi, serta untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu untuk merancang sebuah perangkat rectifier dan inverter sebagai penunjang praktikum mata kuliah system konversi daya listrik.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batas ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini yaitu hanya membahas mengenai perancangan dan membangun sebuah perangkat rectifier dan inverter sebagai penunjang praktikum mata kuliah sistem konversi daya listrik

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika dalam laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab yaitu:

BAB I Pendahuluan

Bab pertama menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan dalam perancangan dan membangun sebuah perangkat rectifier dan inverter sebagai penunjang praktikum mata kuliah sistem konversi daya listrik

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas tentang teori-teori dasar yang terkait dengan sistem rectifier dan inverter.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan mengenai sistem secara keseluruhan dan alur pengerjaan perancangan dan membangun sebuah perangkat rectifier dan inverter sebagai penunjang praktikum mata kuliah sistem konversi daya listrik

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang analisa data hasil pengujian prototipe rectifier dan inverter beserta pembahasan dari data yang telah diperoleh

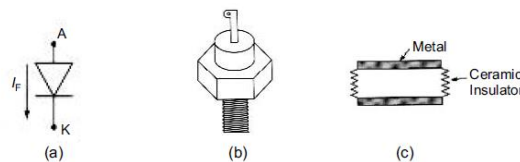
BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan dan saran yang dapat dijadikan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Dioda Rectifier

Rectifier merupakan sebuah alat konversi daya listrik dari listrik bolak balik menjadi listrik searah. Di dalam rectifier diode menjadi komponen utama untuk konversi tersebut. Konsep diode sebagai penyearah disebabkan oleh karakteristik diode tersebut. Karena diode akan bekerja saat tegangan yang masuk ke diode sesuai dengan karakteristik yang dimiliki diode tersebut (Rashid, 2001). Rectifier jenis ini disebut dengan rectifier tidak terkontrol. Karena hasil keluaran yang dihasilkan bergantung pada input yang diberikan.

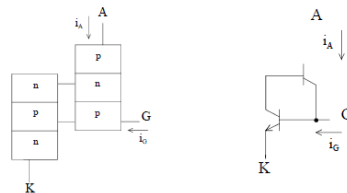


Gambar 2.1.1 (a) Simbol (B) Model 3D Dan (C) Komponen Diode

2.2 Thyristor rectifier

Komponen lain yang digunakan dalam rectifier adalah thyristor. Thyristor merupakan semiconductor yang digunakan untuk mengatur arus. Ketika digunakan dalam rangkaian rectifier, thyristor dapat menijinkan arus untuk lewat dengan kondisi tertentu. Dengan mengaktifkan saklar pada waktu yang sesuai. Maka thyristor dapat mengatur output yang dihasilkan agar sesuai dengan yang kita harapkan. Berbeda dengan penggunaan diode pada rectifier yang hasil keluarannya bergantung pada besarnya input yang diberikan.

2.3 Inverter



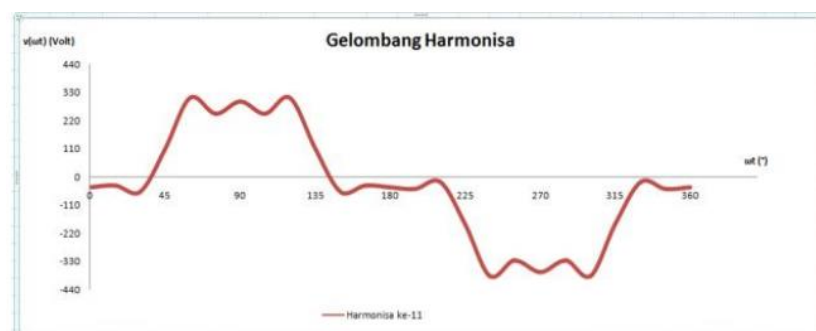
Gambar 2.2.1 Konfigurasi Thyristor (Baimel & Kuperman, 2019)

Tujuan utama dari konversi daya adalah menghasilkan arus bolak balik (AC) yang berasal dari sumber arus searah misalnya baterai. Perangkat yang digunakan

dalam konversi ini disebut inverter. Dalam menghasilkan arus bolak balik frekuensi dan fasa harus dapat dikontrol (Rashid, 2001). Dalam mengontrol frekuensi dan fasa digunakan transistor sebagai komponen utama yang ada dalam inverter. Transistor berfungsi sebagai switch yang akan membuka dan menutup sehingga akan menghasilkan sinyal yang akan membentuk gelombang sinusoidal. Ada dua macam inverter yang digunakan yaitu *modified sine wave* dan *pure sine wave* yaitu.

1. *Modified sine wave*

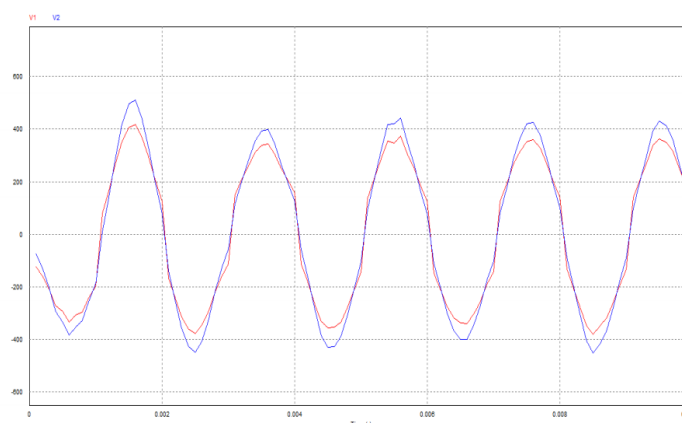
Inverter jenis ini memiliki gelombang keluaran yang masih seperti square wave, oleh karena itu inverter jenis ini disebut dengan *modified sine wave*. Bentuk gelombang dari inverter jenis ini *outputnya* hampir menyentuh titik 0 untuk beberapa saat.(Fierdaus et al., n.d.)



Gambar 2.3.1 Keluaran Gelombang *Modified Sine Wave* (Fierdaus et al., n.d.)

2. *Pure sine wave*

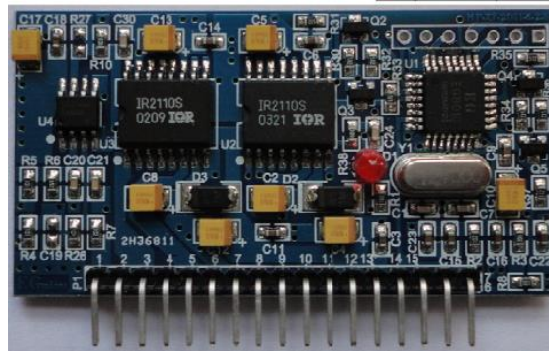
Inverter jenis *pure sine wave* memiliki bentuk gelombang sinus yang sama seperti gelombang keluaran dari sumber listrik on grid.inverter jenis *pure sine wave* juga dapat meningkatkan efisiensi dari sebuah sistem dan juga mencegah kerusakan yang akan terjadi pada alat yang digunakan sebagai beban. Gambar gelombang keluaran dari inverter ini ditunjukkan pada gambar berikut ini(Cd et al., 2018)



Gambar 2.3.2 Output Gelombang Sinus *Pure Sine Wave Inverter* (Cd et al., 2018)

2.4 Driver SPWM

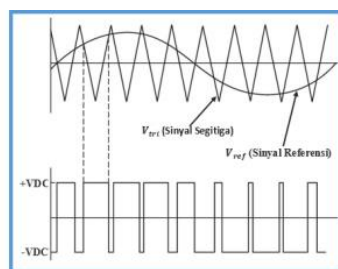
Driver spwm yang digunakan dalam hardware yang akan dibuat adalah EGS 002. Driver spwm ini berfungsi untuk menghasilkan SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation) yang berfungsi untuk memberi input ke IGBT sehingga Arus Searah dari baterai dapat diubah ke arus bolak balik



Gambar 2.4.1 Modul driver SPWM EGS 002 (Schematic et al., 2014)

2.5 Teori Modulasi

Dalam membangkitkan sinyal SPWM dibutuhkan sinyal pembawa dan sinyal pemodulasi. Sinyal pembawa berupa sinyal gelombang segitiga sedangkan sinyal pemodulasi berupa gelombang sinusoida. Dalam teknik lookup table gelombang sinusoida dihasilkan dari sine lookup table yang berisi data-data nilai amplitudo gelombang sinusoida dalam satu siklus. Nilai amplitudo ini digunakan sebagai duty cycle PWM. Perubahan pola sinusoida akan mempengaruhi perubahan duty cycle PWM (Turahyo, 2017).

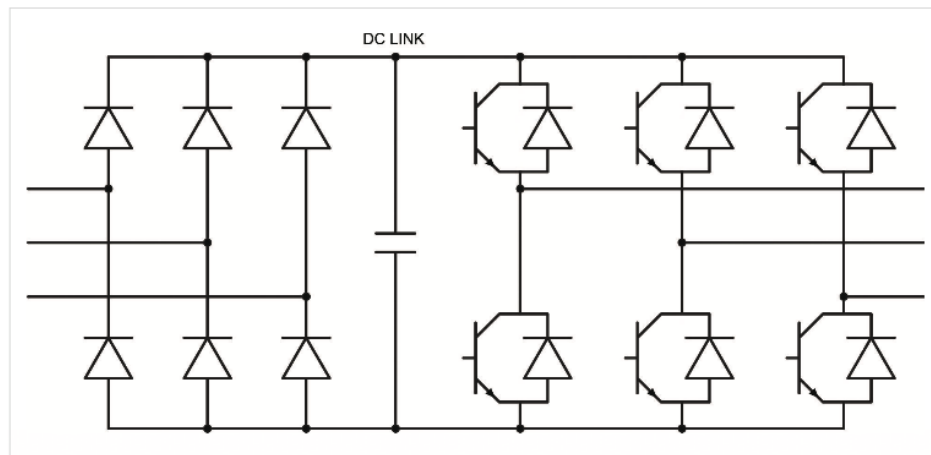


Gambar 2.5.1 Modulasi Sinyal SPWM (Turahyo, 2017)

Prinsip kerja dari modulasi sinyal SPWM tersebut adalah ketika amplitudo sinyal referensi lebih besar dari sinyal carrier maka hasilnya akan on. Dan ketika sinyal referensi lebih kecil dari sinyal carrier maka hasilnya akan off (Desiwantiyani et al., 2018).

2.6 DC Link Capacitor

Pada sistem konversi daya listrik, salah satu proses yang dilakukan adalah proses penyearah yaitu arus bolak – balik yang dikonversi menjadi arus searah dilakukan oleh komponen *rectifier*. Arus searah yang akan menjadi input ke inverter disebut *DC link*. *DC link* berfungsi mengurangi noise dari output rectifier.(Hossain et al., 2017)

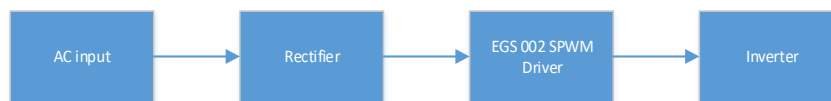


Gambar 2.6.1 Gambar Rangkaian *DC Link* (*How to Select DC Link Capacitor Application Notes by Electrocube, n.d.*)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan alat

Dibawah ini merupakan perancangan system *rectifier* dan *inverter* yang akan dibangun



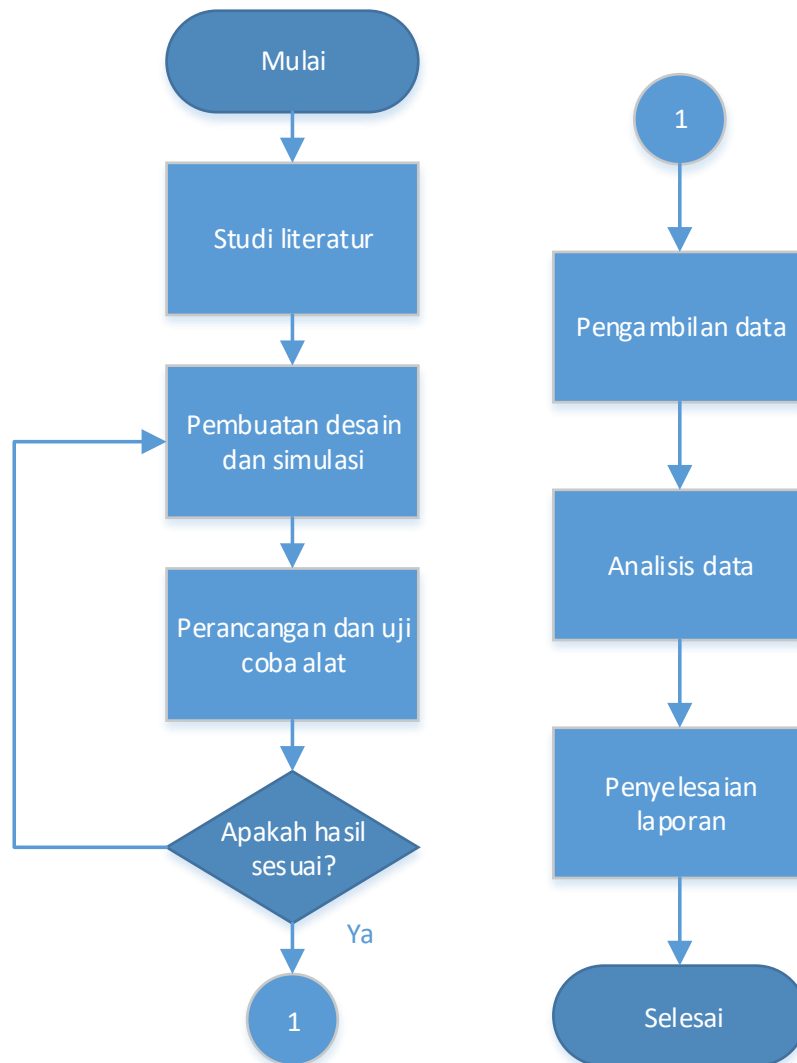
Gambar 3.1 Diagram Blok Alat

Gambaran perangkat yang akan dibangun adalah sebagai berikut. Input yang diberikan merupakan arus bolak balik 3 fasa yang akan diproses oleh *rectifier* menjadi arus searah. Lalu akan masuk ke controller yang nanti akan diproses oleh EGS 002 SPWM Driver menjadi sinyal PWM (Pulse Width Modulation) digunakan untuk menjadi input dari inverter tersebut. Inverter sendiri terdiri dari beberapa rangkaian transistor yang berfungsi merubah arus searah menjadi arus bolak balik 3 fasa.

3.2 Flowchart perancangan system

Agar dapat menyelesaikan perancangan sistem dari tugas akhir ini, maka diperlukan suatu langkah – langkah yang harus dilaksanakan. Adapun langkah – langkah pengerjaan sistem tersebut adalah:

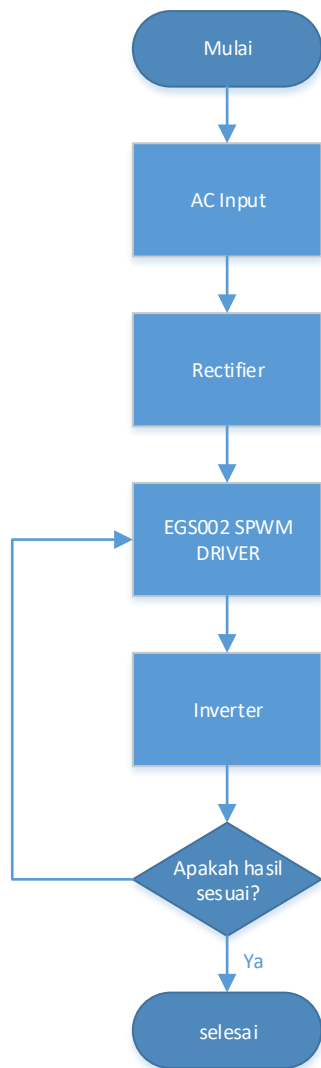
- a. Studi literatur yaitu langkah pertama yang dilakukan untuk menentukan desain dari sistem *rectifier* dan *inverter*
- b. Pembuatan desain dan simulasi, proses untuk menentukan desain dari sistem yang akan dibangun
- c. Perancangan dan uji coba alat, merupakan proses merancang perangkat keras *rectifier* dan inverter yang telah ditentukan sekaligus melakukan uji coba keluaran dari perasngkat keras yang telah dibangun
- d. Pengambilan data, merupakan kegiatan mengambil data untuk dianalisis keluaran dari perangkat keras tersebut
- e. Analisis data, menganalisis data yang telah diambil sehingga dapat diketahui keluaran dari perangkat keras tersebut telah sesuai dengan nilai yang telah ditentukan
- f. Penyelesaian laporan, penyelesaian laporan tugas akhir tentang sistem *rectifier* dan inverter sebagai sarana penunjang dalam mata kuliah Sistem Konversi Daya Listrik.



3.3 Flowchart cara kerja sistem

Berikut ini dijelaskan tentang alur kerja dari sistem rectifier dan interter yang telah dibangun. Adapun alur kerja dari sistem tersebut adalah sebagai berikut:

- AC input, input yang diberikan kepada sistem ini menggunakan arus bolak balik atau AC (alternating current)
- Rectifier, input yang telah masuk akan diproses menjadi arus searah atau DC (direct current) oleh rectifier yang komponennya terdiri dari diode bridge
- EGS002 SPWM driver, arus searah akan masuk ke SPWM (sinusoidal pulse width modulation) driver untuk diubah menjadi PWM yang akan mengontrol inverter
- Inverter, Inverter disini akan mengubah arus searah tadi menjadi arus bolak balik. Komponen dari inverter sendiri adalah mosfet



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

Tabel dibawah ini merupakan data yang diperoleh setelah melakukan pengukuran pada alat yang telah selesai dirancang

Tabel 4.1.1 Hasil Pengujian pada Rectifier

Output rectifier			
T(detik)	DC Voltage	Voltage seharusnya	Error
1	301,4	311,1269837	3,12 %
2	305,7	311,1269837	1,74 %
3	302,9	311,1269837	2,64 %
4	303,13	311,1269837	2,57 %
5	305,4	311,1269837	1,84 %
6	304,5	311,1269837	2,12 %
7	305,23	311,1269837	1,89 %
8	304,5	311,1269837	2,12 %
9	305,7	311,1269837	1,74 %
10	302,1	311,1269837	2,90 %
11	301,9	311,1269837	2,96 %
12	302,2	311,1269837	2,86 %
13	301	311,1269837	3,25 %
14	302,8	311,1269837	2,67 %
15	302	311,1269837	2,93 %
Rata – rata	303,364		2,49512

Tabel 4.1.2 Hasil Pengujian Beban

Pengujian beban			
Beban	Daya	Daya out inverter	Error
Bohlam 1	50	42	16 %
Bohlam 2	50	41,6	16,8 %
Bohlam 3	100	90,12	9,88 %
Bohlam 4	150	138	8 %
Bohlam 5	200	188	6 %
Rata – rata		99,944	11,34 %

4.2 Pembahasan

Berdasarkan data yang telah diperoleh pada tabel diatas ditunjukkan bahwa hasil keluaran dari alat yang telah dirancang menghasilkan rata – rata output pada DC rectifier sebesar 303,364 volt dan rata – rata output pada beban sebesar 99,94 watt. Error yang dihasilkan sebesar 2,49 % pada DC rectifier dan 11,34 % pada pengujian beban. Adanya perbedaan output dari hasil pengujian dengan output yang sebenarnya dikarenakan adanya loss pada alat yang telah dirancang sehingga menimbulkan perbedaan output. Loss tersebut dapat timbul karena noise yang dihasilkan dari komponen- komponen yang ada pada alat tersebut. Dari data diatas didapatkan pula besar errot yang terjadi semakin menurun seiring dengan semakin besar daya beban yang terpasang pada inverter. Walaupun persentase error yang semakin menurun namun ditunjukkan bahwa daya yang terbuang pada beban sebenarnya semakin besar pada bohlam sebesar 50 watt daya yang hilang sebesar 8 watt dan terus naik sampai ke 12 watt pada beban dengan daya 200 watt. Daya yang hilang tersebut berubah menjadi panas yang dihasilkan oleh beban saat dipasang pada inverter.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan alat yang telah selesai dan data yang telah didapatkan. Dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

- Perancangan rectifier dan inverter sebagai sarana penunjang mata kuliah sistem konversi daya listrik telah berfungsi dengan baik dan mampu menyuplai daya pada beban hingga 200 watt
- Data yang didapatkan terdapat beberapa error dikarenakan loss yang terjadi pada alat.

5.2 Saran

Berdasarkan dari penelitian yang telah diselesaikan, terdapat beberapa saran untuk penelitian lebih lanjut. Adapun saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

- Menggunakan komponen dengan tingkat error yang minim. Agar kemungkinan terjadi noise dapat diatasi.
- Pastikan input berasal dari sumber listrik yang stabil agar terjadinya error pada output dapat diatasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Baimel, D., & Kuperman, A. (2019). Full theoretical analysis with simulation-based verification of thyristors-bridge-type SFCL operation modes. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 94, 349–366. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2019.03.009>
- Cd, I. C., Rathod, N., Sharma, A., Mansur, U., & Priyadarshi, P. M. (2018). *Design & Simulation of a 100W Pure Sine Wave Inverter Using*. 4(5), 675–678.
- Desiwantiyani, N., Elektro, J. T., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2018). *Rancang bangun inverter spwm*.
- Energi Terbarukan | WWF Indonesia*. (n.d.). Retrieved April 17, 2020, from https://www.wwf.or.id/tentang_wwf/upaya_kami/iklim_dan_energi/solusikami/mitigasi/energi_terbarukan.cfm
- Fierdaus, R., Soeprapto, I., Purnomo, I. H., Elektro, T., Elektro, T., & Brawijaya, U. (n.d.). *Pengaruh bentuk gelombang sinus termodifikasi* (. 0–5).
- Hossain, M. A., Pota, H. R., Haruni, A. M. O., & Hossain, M. J. (2017). DC-link voltage regulation of inverters to enhance microgrid stability during network contingencies. *Electric Power Systems Research*, 147, 233–244. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2017.02.026>
- How to Select DC Link Capacitor Application Notes by Electrocube*. (n.d.). Retrieved August 7, 2020, from <https://www.electrocube.com/pages/how-to-select-dc-link-capacitor-data-sheet>
- Rashid, M. H. (2001). *POWER ELECTRONICS Academic Press Series in Engineering*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1002/qua.560340823>
- Schematic, C., Driver, E. G. S., & Schematic, B. (2014). *EGS002 Sinusoid Inverter Driver Board User Manual ns and d jump pers GS002 Fr ont View Pin n Descrip tion*. 8010.
- Turahyo, N. (2017). Implementasi Sinusoidal Pulse Width Modulation Pada Inverter Satu Fase Berbasis Lookup Table Menggunakan Mikrokontroler 16-Bit. *Semnastek*, November, 1–2. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/2035>

LAMPIRAN

A. Sistem *rectifier* dan *Inverter*



BAB VIEGS002 Sinusoid Inverter Driver Board User Manual

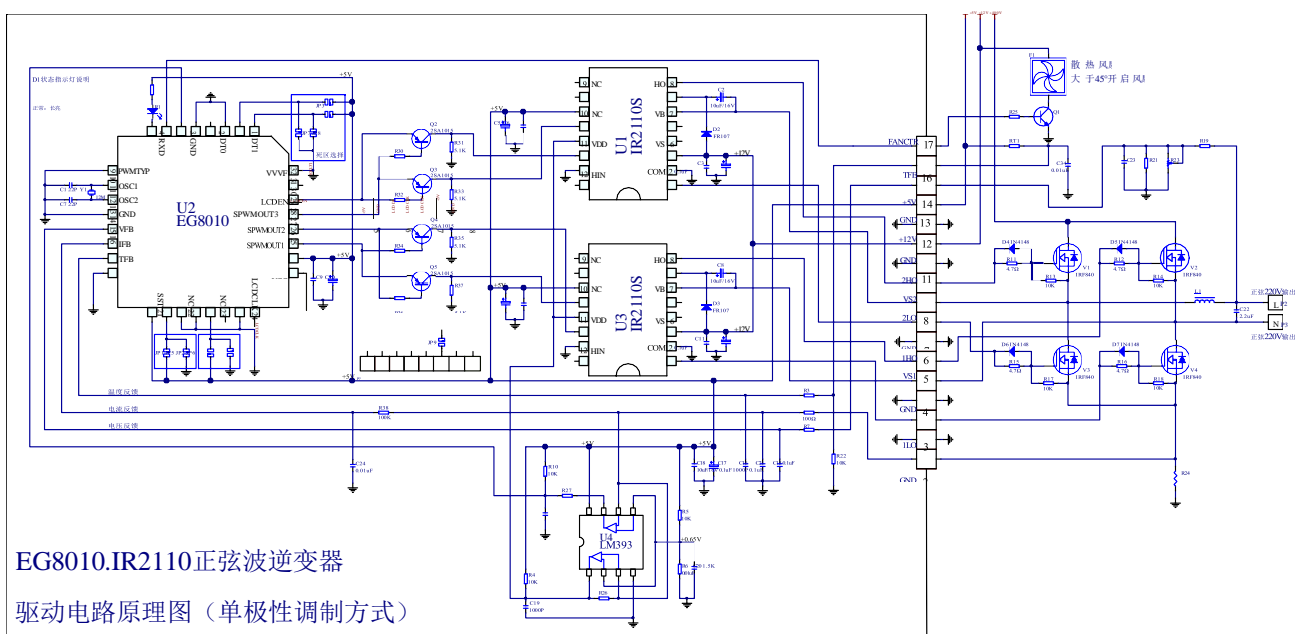
1. Description

EGS002 is a driver board specific for single phase sinusoid inverter. It uses ASIC EG8010 as control chip and IR2110S as driver chip. The driver board integrates functions of voltage, current and temperature protection, LED warning indication and fan control. Jumper configures 50/60Hz AC output, soft start mode and dead time. EGS002 is an improved version of EGS001 that is compatible of EGS001's original interfaces. EGS002 also integrates cross-conduction prevention logic to enhance its ability of anti-interference, and LCD display interface for users' convenience to use chip's built-in display function.

EG8010 is a digital pure sine wave inverter ASIC (Application Specific Integrated Circuit) with complete function of built-in dead time control. It applies to DC-DC-AC two stage power converter system or DC-AC single stage low power frequency transformer system for boosting. EG8010 can achieve 50/60Hz pure sine wave with high accuracy, low harmonic and distortion by external 12MHz crystal oscillator. EG8010 is a CMOS IC that integrates SPWM sinusoid generator, dead time control circuit, range divider, soft start circuit, circuit protection, RS232 serial communication, 12832 serial LCD unit, and etc.

2. Circuit Schematic

6.1 EGS002 Driver Board Schemati



...

Figure 2-1. EGS002 Sinusoid Inverter Driver Board Schematic

3. Pins and jumpers

3.1 EGS002 Front View

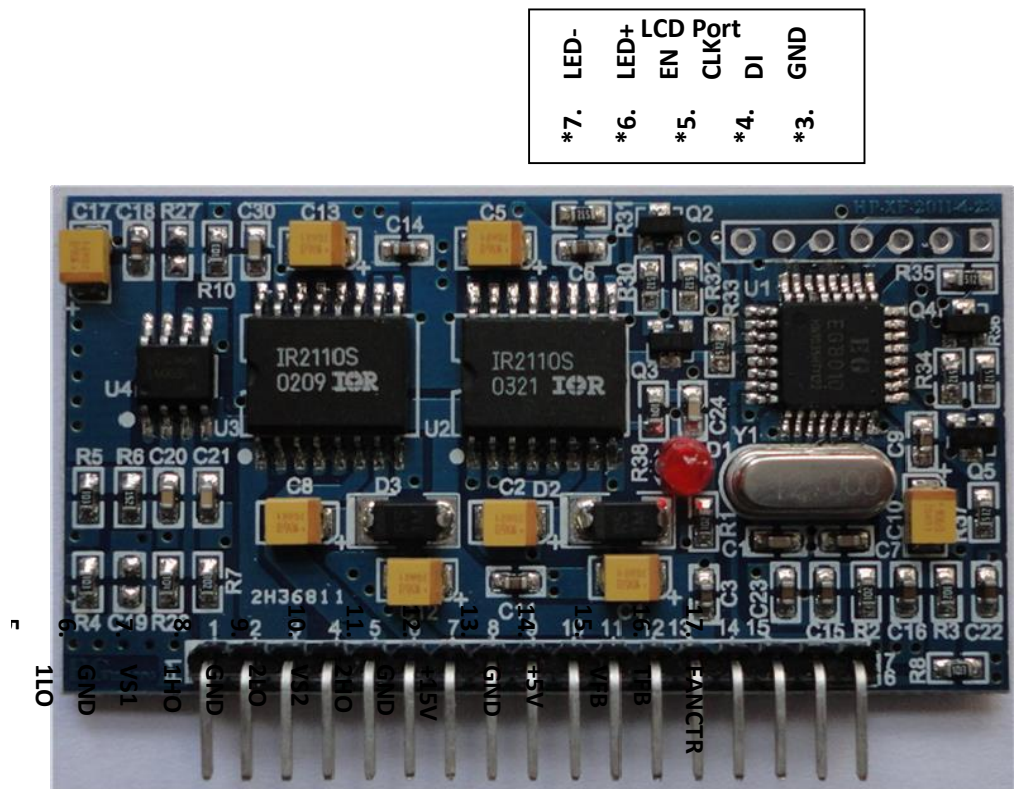


Figure 3-1. EGS002 Driver Board Pin Definition

3.2 Pin Description

Designator	Name	I/O	Descriptions
1	IFB	I	AC Output Current Feedback. Overcurrent protection turns on when pin's input

			voltage is over 0.5V
2	GND	GND	Ground
3	1LO	O	Right bridge low sidegate drive output
4	GND	GND	Ground
5	VS1	O	Right bridge high side floating supply return
6	1HO	O	Right bridge high side gate drive output
7	GND	GND	Ground
8	2LO	O	Left bridge low side gate drive output
9	VS2	O	Left bridge high side floating supply return
10	2HO	O	Left bridge high side gate drive output

11	GND	GND	Ground
12	+12V	+12V	+12V voltage input. (range: 10V-15V)
13	GND	GND	Ground
14	+5V	+5V	+5V power supply
15	VFB	I	AC Output voltage feedback. Referring to EG8010 datasheet for specific function and circuit.
16	TFB	I	Temperature feedback. Overtemperature protection turns on when pin's input voltage is over 4.3V
17	FANCTR	O	Connect to the fan control. When detects a temperature over 45°C, FANCTR outputs high level "1" to turn on the fan. When the temperature is lower than 40°C, FANCTR outputs low level "0" to turn off the fan.
* The followings are LCD display interface			
*1	+5V	+5V	+5V power supply for the LCD
*2	GND	GND	Ground
*3	LCDDI	I/O	LCD Serial Data
*4	LCDCLK	O	LCD Serial Clock
*5	LCDEN	O	LCD Chip Select
*6	LED+	+5V	+5V power supply for the backlight
*7	LED-	GND	Ground

3.3 Jumper settings

Designator	Name	Mark	Setting Description
1	FS0	JP1	When JP1 is short, it selects AC output frequency at 60Hz
		JP5	When JP5 is short, it selects AC output frequency at 50Hz
2	SST	JP2	When JP2 is short, it enables 3 seconds soft start mode
		JP6	When JP6 is short, it disables soft start mode
3	DT0	JP3	When JP7 and JP8 are short, dead time is 300ns.
		JP7	When JP3 and JP8 are short, dead time is 500ns.
		JP4	When JP4 and JP7 are short, dead time is 1.0us.

4	DT1	JP8	When JP3 and JP4 are short, dead time is 1.5us.
*5	LED+	JP9	When JP9 is short, LCD backlight is on When JP9 is open, LCD backlight is off

The driver board's jumper JP5, JP2, JP7 and JP8 are shorted as default setting, corresponding to 50Hz output, soft start mode on, 300nS dead time. Users can change these based on their needs. **Warning: Jumper of the same function CANNOT be short circuited at the same time.**
(For example: JP1 And JP5 cannot be short at the same time.)

3.4 LED Warning Indication

EGS002 driver board provides LED warning indication function. User can determine problem according to the followings:

- Normal: Lighting always on
- Overcurrent: Blink twice, off for 2 seconds, and keep cycling
- Overvoltage: Blink 3 times, off for 2 seconds, and keep cycling
- Undervoltage: Blink 4 times, off for 2 seconds, and keep cycling
- Overtemperature: Blink 5 times, off for 2 seconds, and keep cycling

3.5 LCD Display Interface

EGS002 integrates LCD display interface for users' convenience to test chip's built-in display function that EG8010 supports. Shielding cable is required for connecting EGS002 driver board and LCD, otherwise inverter's high voltage and high current environment will significantly interfere driver board's operation.

EG8010 supports 12832 LCD (default) or LCD3220 that we specifically designed. Because two LCDs' drivers are different, user has to specify if intends to buy LCD3220. Salesperson will ship 12832 LCD as default if not otherwise specified.

• **12832 LCD Connection Diagram:**

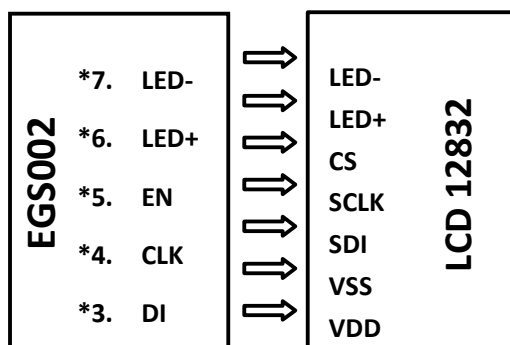


Figure 3-2. Connection between EGS002 and 12832 LCD Figure 3-3. 12832 LCD Display

Note:

There are many modules of LCD in the market. EG8010 supports majority of 12832 LCD based on control IC ST7920. Different LCDs may vary a little in pin map, name or description; user can obtain information online.

- **LCD3220 Connection Diagram:**

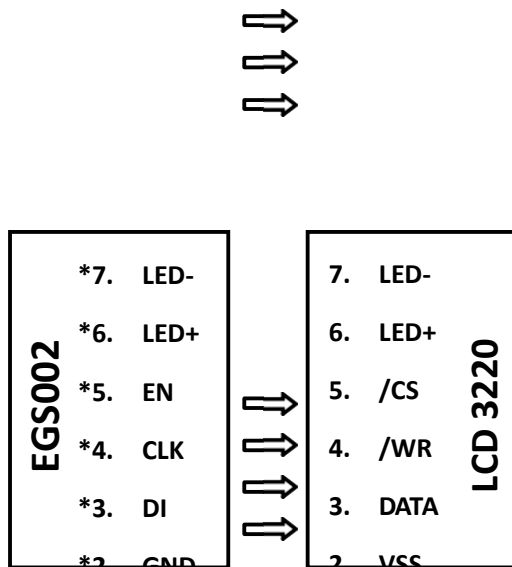
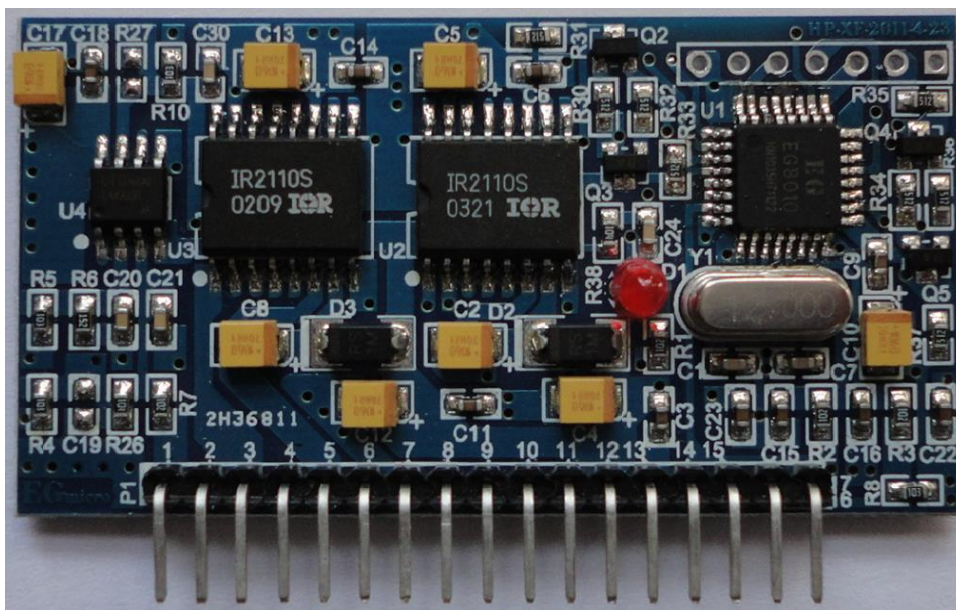


Figure 3-4. Connection between EGS002 and LCD3220

Figure 3-5.LCD3220 Display

4. Testing

6.2 EGS002 Driver Board Testing



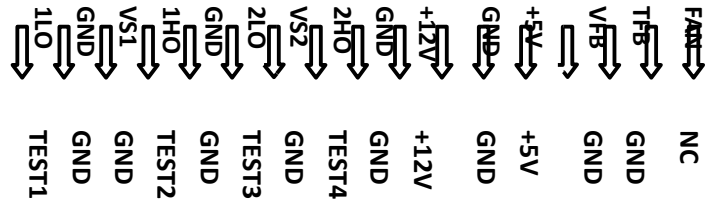


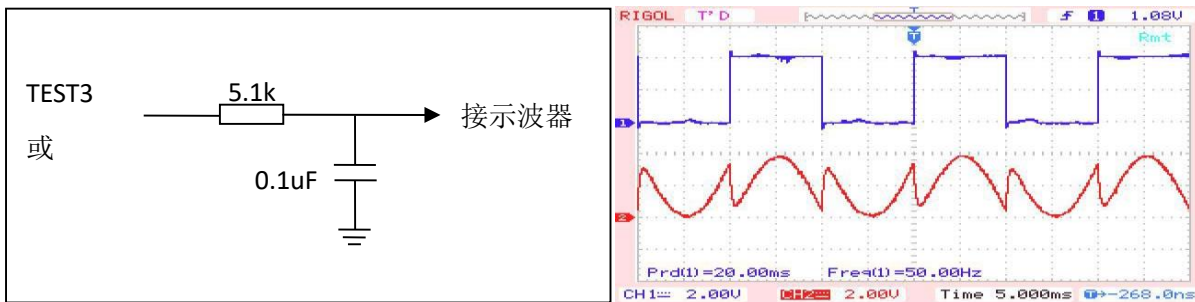
Figure 4-1. EGS002 Driver Board Connection Diagram

EGS002 Driver Board Testing

- 1) Connect IFB, VS1, VS2, VFB and TFB to the ground during testing.
- 2) Connect DC 5V to pin +5V and DC 12V (voltage can be between 12V and 15V) to pin +12V
- 3) Connect oscilloscope to TEST1 to TEST4 to observe waveforms. TEST1 and TEST2 outputs

G8010 demo board fundamental frequency square wave, which is shown as CH1 blue waveform in figure 5-3. TEST3 and TEST4 outputs unipolar modulation wave. When TEST3 and TEST4 are connected to RC filter, it will output waveform shown as CH2 red waveform in figure 5-3.

- 4) Because pin VFB is grounded, undervoltage protection is going to turn on in 3 seconds. Test1~Test 4 will all shut down; LED blinks four times, off for 2 seconds and keep cycling. When EGS002 is connected to the power supply again, user can observe waveforms



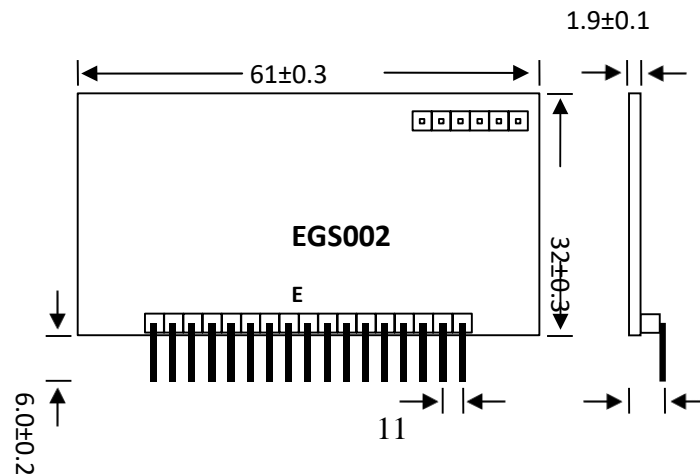
for another 3 seconds.

Figure 4-2. EGS002 SPWM RC filter circuit Figure 4-3. Output waveform of TEST 2 and TEST3

5. Dimension

Diagram

6.4 EGS002 Dimension Diagram



BIODATA PENULIS



Penulis yang bernama Ferdinand Nuswantoro Prasajo dilahirkan di Gresik pada tanggal 03 Juni 1997. Merupakan anak Sulung dari orang tua Bapak Almasius Subagya dan Ibu Nani Restanti. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Pusaka Tuban, SMPN 3 Tuban, dan SMAN 1 Tuban. Kemudian penulis melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi yaitu di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, tepatnya di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi di tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 10 51 15 000 00 055. Di Departemen Teknik Instrumentasi ini penulis aktif di organisasi Teknokrat Muda Indonesia. Pada laporan ini, penulis telah melaksanakan Tugas Akhir Program Studi DIII Teknologi Instrumentasi Departemen Teknik Instrumentasi FV ITS. Selesaiannya Tugas Akhir ini diajukan penulis untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Ahli Madya di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.