



UNIVERSITAS INDONESIA

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA 12VDC – 220VAC 50 HZ

MENGGUNAKAN PEMBANGKIT GELOMBANG NE555

DENGAN FILTER ORDE 2

SKRIPSI

NOVRI ICHSAN DWIYANRI

0706267894

FAKULTAS TEKNIK

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

DEPOK

JULI 2011



UNIVERSITAS INDONESIA

RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA 12VDC – 220VAC 50 HZ

MENGGUNAKAN PEMBANGKIT GELOMBANG NE555

DENGAN FILTER ORDE 2

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

NOVRI ICHSAN DWIYANRI

0706267894

FAKULTAS TEKNIK

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

DEPOK

JULI 2011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Novri Ichsan Dwiyanri

NPM : 0706267894

Tanda Tangan : 

Tanggal : 11 Juli 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : Novri Ichsan Dwiyanri
NPM : 0706267894
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Inverter Satu Fasa 12VDC – 220VAC
50 Hz Menggunakan Pembangkit Gelombang NE555
Dengan Filter Orde 2

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

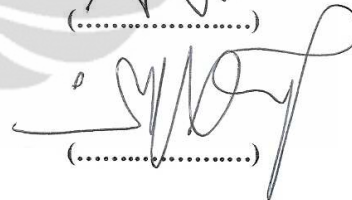
Pembimbing : Ir. Purnomo Sidi Priambodo M.Sc., Ph.D



Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Harry Sudibyo M. Sc.



Penguji 2 : Dr. Ir. Agus Santoso Tamsir M.T.



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 11 Juli 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Teknik Program Studi S1 Reguler Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ir. Purnomo Sidi Priambodo M.Sc., Ph.D., selaku dosen yang memberikan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini
- (2) Abdullah Umar, Irwan Sukma Darmawan, Mohamad Taufik, dan Danang Tri Broto selaku rekan – rekan satu bimbingan yang telah memberi masukan-masukan berharga dalam proses perancangan inverter
- (3) Para Asisten Laboratorium Elektronika yang telah memberikan berbagai kebutuhan yang menunjang skripsi ini di Laboratorium Elektronika
- (4) Azlul Fadhly Oka, Muhammad Rifki Nugroho, dan teman – teman Departemen Teknik Elektro yang telah membantu memahami penyusunan skripsi
- (5) Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan material dan moral

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dan penulisan skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok. 11 Juli 2011

Penulis



Novri Ichsan Dwiyanri

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novri Ichsan Dwiyanni
NPM : 0706267894
Program studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA 12VDC – 220VAC 50 HZ
MENGUNAKAN PEMBANGKIT GELOMBANG NE555
DENGAN FILTER ORDE 2**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta sebagai pemegang Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 11 Juli 2011

Yang menyatakan



Novri Ichsan Dwiyanni

ABSTRAK

Nama : Novri Ichsan Dwiyanni
Program Studi : S1 Reguler Teknik Elektro
Judul : Rancang Bangun Inverter Satu Fasa 12 VDC – 220VAC 50 Hz
Menggunakan Pembangkit Gelombang NE555 Dengan Filter Orde 2

Skripsi ini membahas tentang desain dari sebuah IC NE555 sebagai sebuah multivibrator astabil untuk membuat *inverter* dengan menggunakan *software* Multisim serta analisis rangkaianannya. Komponen – komponen pada *inverter* meliputi multivibrator astabil, *driver*, *amplifier*, filter, dan transformator. Desain ini dapat menggunakan tenaga sel surya sebagai energi alternatif pengganti baterai. *Inverter* ini memiliki masukan dari baterai sebagai representasi dari sel surya sebagai sumber DC. Kemudian sumber DC tersebut akan diubah menjadi gelombang persegi. Gelombang persegi dikuatkan dengan menggunakan *driver amplifier* kemudian difilter. Keluaran akhirnya berupa gelombang sinusoidal yang diberi transformator *step up*.

Kata kunci:

Amplifier, driver, IC NE555, inverter, multivibrator, transformator

ABSTRACT

Name : Novri Ichsan Dwiyanri
Program Study: S1 Reguler Teknik Elektro
Title : Design of One Phase Inverter 12 VDC – 220VAC 50 Hz Using
NE555 to Generate Wave with Second Order Filter

The focus of this study is about a design of an IC NE555 as an astable multivibrator for creating an inverter using Multisim software and circuit analyzing. Components of inverter are astable multivibrator, driver, amplifier, filter, and transformer. This design can be used by solar cell power as an alternative energy replacing batteries. Input for this design is DC source. This DC signal will be converted to square wave. This wave will be amplified with driver amplifier then it is filtered. The final output will be sinusoidal wave after using step up transformer.

Key Words:

Amplifier, driver, IC NE555, inverter, multivibrator, transformer

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
1.5 Metode Penelitian	3
BAB 2 DASAR TEORI INVERTER	4
2.1 Skema Inverter	4
2.2 Converter	5
2.2.1 Buck converter	5
2.2.2 Boost Converter	6
2.3 Multivibrator	7
2.4 Konfigurasi BJT Inverter	9
2.5 Rangkaian Darlington.....	10
2.6 Amplifier.....	12
2.7 Filter.....	13
2.8 Transformator.....	14
2.9 Voltage Feedback Circuit	15
BAB 3 ANALISIS HASIL SIMULASI INVERTER	17
3.1 Rangkaian Inverter	17
3.2 Analisis Hasil Simulasi.....	17
BAB 4 ANALISIS DAN HASIL EKSPERIMEN PROTOTIPE INVERTER.....	27
4.1 Prototipe Inverter.....	27
4.2 Analisis Eksperimen Inverter Tiap Bagian	29
4.2.1 Multivibrator Astabil.....	29
4.2.2 Common Emitter	31
4.2.3 Voltage Feedback.....	33
4.2.4 Common Collector	34
4.2.5 Amplifier Push – Pull	36
4.2.6 Filter Orde 2.....	38
4.3 Analisis Eksperimen Inverter Secara Keseluruhan	39
BAB 5 KESIMPULAN.....	41
DAFTAR ACUAN	42
DAFTAR PUSTAKA	43

LAMPIRAN 1: DATASHEET IC NE555 44
LAMPIRAN 2: DATASHEET 2N3055 DAN MJ2955 47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema inverter secara umum	4
Gambar 2. 2 Rangkaian <i>buck converter</i> ^[2] (a) <i>on state</i> (b) <i>off state</i>	5
Gambar 2. 3 Rangkaian <i>boost converter</i> ^[3] (a) <i>on state</i> (b) <i>off state</i>	6
Gambar 2. 4 IC NE555 ^[4]	8
Gambar 2. 5 Rangkaian multivibrator astabil IC NE555.....	8
Gambar 2. 6 Rangkaian <i>driver</i> (a). <i>Common emitter</i> dan (b). <i>Common collector</i>	10
Gambar 2. 7 Rangkaian Darlington	11
Gambar 2. 8 Kelas B <i>push-pull amplifier</i> ^[8]	12
Gambar 2. 9 Filter LC.....	13
Gambar 2. 10 Trafo <i>Step Up</i>	14
Gambar 2. 11 <i>Voltage Feedback Circuit</i> ^[10]	15
Gambar 3. 1 Rangkaian inverter dengan IC NE555 sebagai sumber pembentuk gelombang persegi.....	17
Gambar 3. 2 Diagram Blok Internal IC NE555.....	18
Gambar 3. 3 Output dari IC NE555 pada <i>boost regulator</i>	18
Gambar 3. 4 Multivibrator dengan IC NE555.....	19
Gambar 3. 5 <i>Boost Converter</i>	20
Gambar 3. 6 Output <i>boost Converter</i>	21
Gambar 3. 7 Output multivibrator IC NE555	21
Gambar 3. 8 Rangkaian Darlington	22
Gambar 3. 9 <i>Output</i> setelah rangkaian Darlington	22
Gambar 3. 10 Amplifier B tipe <i>push pull</i>	23
Gambar 3. 11 <i>Output</i> amplifier B tipe <i>push pull</i>	24
Gambar 3. 12 Filter Kapasitor dan induktor yang dirangkai seri	24
Gambar 3. 13 Output dari kapasitor	25
Gambar 3. 14 Output dari induktor.....	25
Gambar 3. 15 Gelombang sinusoidal setelah trafo.....	26
Gambar 4. 1 <i>Helicopter view inverter</i>	28
Gambar 4. 2 Implementasi rangkaian inverter dengan menggunakan <i>driver</i> (a) <i>common emitter</i> dan (b) <i>voltage feedback</i>	28
Gambar 4. 3 Multivibrator Astabil sebagai implementasi gambar 3.4.....	29
Gambar 4. 4 Output Multivibrator.....	30
Gambar 4. 5 <i>Common emitter</i> pada inverter	31
Gambar 4. 6 Rangkaian pengganti <i>common emitter</i>	32
Gambar 4. 7 Output <i>Common Emitter</i>	33
Gambar 4. 8 Rangkaian <i>Voltage feedback</i>	34
Gambar 4. 9 <i>Common Collector</i>	35
Gambar 4. 10 Output <i>Common Collector</i>	36
Gambar 4. 11 <i>Amplifier Push - Pull</i>	36

Gambar 4. 12 Output *Amplifier Push - Pull*..... 37
Gambar 4. 13 Filter orde 2 sebesar (a) 247 μF dan 39 mH dan (b) 440 μF dan 20
mH..... 38
Gambar 4. 14 Output setelah filter LC..... 39
Gambar 4. 15 Inverter dengan (a) *common emitter* (b) *voltage feedback* 39



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alat-alat elektronik dapat bekerja apabila sinyal yang dikirim dari suatu sumber listrik diterima oleh alat tersebut, baik dari sinyal analog maupun sinyal digital. Alat penerima sinyal pun juga harus disesuaikan dengan sinyal yang dikirim. Di Indonesia, sinyal-sinyal listrik tersebut disediakan oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara) dalam bentuk sinyal AC (*alternating current*) 3 fasa, yang kemudian akan disalurkan ke rumah, gedung, pabrik, dan sebagainya.

Saat ini, sedang dikembangkan energi alternatif dari sel surya untuk mengurangi ketergantungan terhadap PLN dan sebagai alternatif energi cadangan saat listrik padam. Akan tetapi, sumber yang dihasilkan dari sel surya ini adalah sumber DC (*Direct Current*) dan efisiensinya juga cukup kecil. Faktor cuaca turut mempengaruhi intensitas cahaya matahari yang dapat dimanfaatkan.

Sebagai energi alternatif yang menghasilkan sumber DC, merupakan suatu masalah bagi yang sebagian besar peralatan-peralatannya menggunakan sinyal AC sebagai *input*. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah divais elektronika untuk mengubah sinyal DC menjadi sinyal AC, yaitu inverter. Aplikasi yang biasanya menggunakan inverter sebagai alternatif adalah UPS (*Uninterruptible Power Supply*).

Komponen-komponen yang dipakai dalam sel surya ini adalah sel surya, *current limiter*, inverter, dan *voltage* regulator. Dalam makalah ini, penulis akan membahas mengenai desain inverter. Inverter yang akan dikembangkan disini adalah inverter sederhana yang menggunakan IC *timer* NE555 dengan *output* frekuensi kerja sebesar 50 Hz dengan

menggunakan *input* dari baterai sebesar 12 V, sebagai simulasi pengganti dari sel surya dengan menggunakan Multisim dan analisis rangkaiannya.

1.2 Tujuan Penulisan

Skripsi ini bertujuan untuk:

- 1) Mengubah sinyal DC dari sumber DC sebagai pengganti simulasi sel surya menjadi sinyal AC dengan IC NE555
- 2) Mengimplementasikan rancangan inverter ke PCB
- 3) Memenuhi salah satu persyaratan untuk menjadi Sarjana Teknik Elektro

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam skripsi ini, penulis melakukan analisis antara simulasi inverter dengan pengimplementasiannya ke PCB dengan menggunakan parameter tegangan, arus, daya dan frekuensi.

1.4 Sistematika Penulisan

Skripsi ini terdiri dari 4 bab:

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan penulisan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan

Bab II Dasar Teori Inverter

Bab ini berisi tentang teori-teori yang dibutuhkan untuk membuat sebuah inverter sederhana dan komponen-komponen yang digunakan

Bab III Analisis Hasil Simulasi Inverter

Bab ini berisi tentang penjelasan mengenai simulasi inverter

Bab IV Analisis dan Hasil Eksperimen Prototipe Inverter

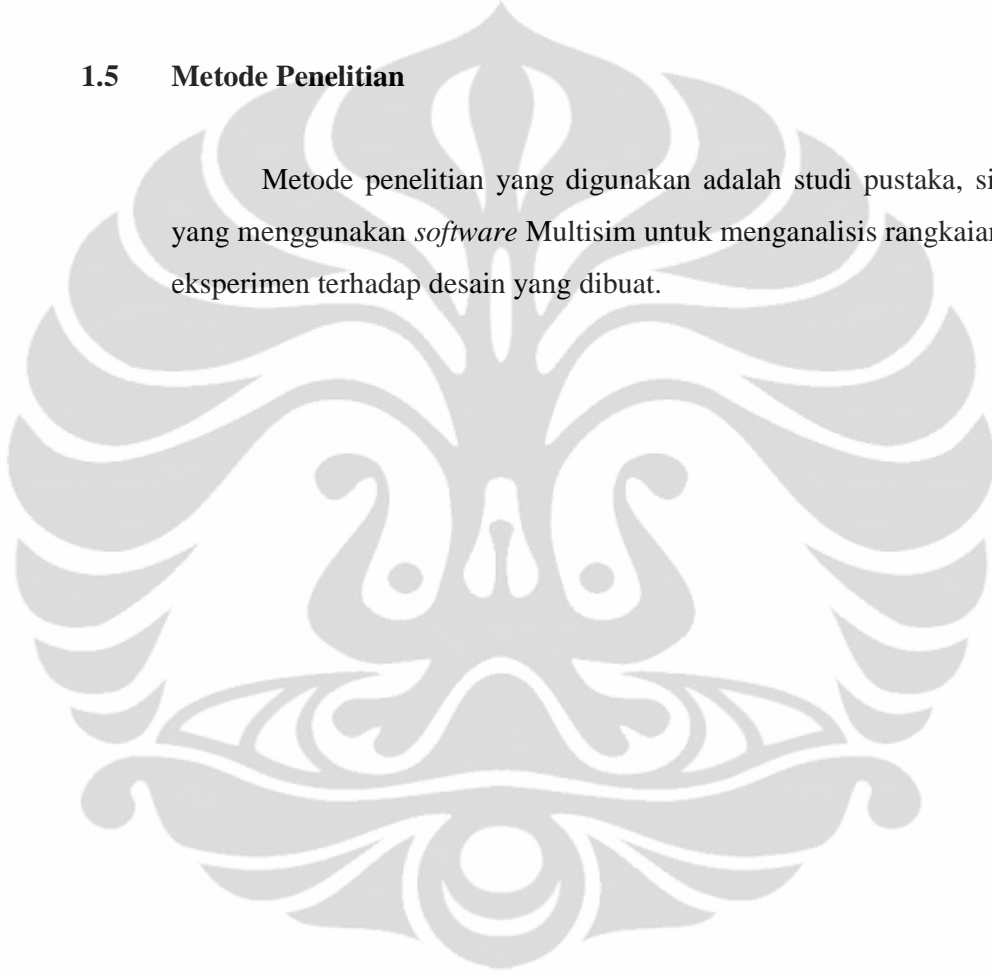
Bab ini berisi tentang analisis dan hasil eksperimen sebagai pengimplementasian dari simulasi

Bab V Kesimpulan

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran mengenai inverter yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah studi pustaka, simulasi yang menggunakan *software* Multisim untuk menganalisis rangkaian, serta eksperimen terhadap desain yang dibuat.

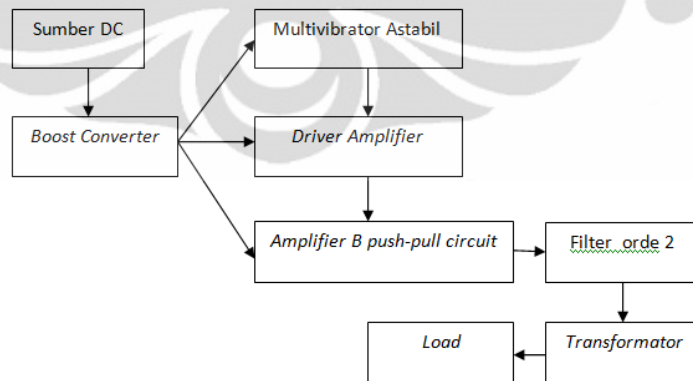


BAB 2

DASAR TEORI INVERTER

2.1 Skema Inverter

Inverter adalah sebuah divais elektronika yang mengubah sinyal DC (*direct current*) menjadi sinyal AC (*Alternating Current*) dengan output tegangan dan frekuensi yang diinginkan. Sinyal DC adalah sinyal arus searah dimana aliran elektron bergerak dari energi potensial tinggi menuju energi potensial rendah, sedangkan sinyal AC adalah sinyal arus dimana besar dan arahnya berubah – ubah secara bolak balik dan terhadap waktu, tidak seperti pada sinyal DC. Terdapat 2 jenis output inverter, yaitu *modified sine wave* dan *pure sine wave*. *Modified sine wave* adalah bentuk gelombang dimana output akan berada pada 0 V pada saat transisi dari output positif menjadi negatif dan sebaliknya, sedangkan *pure sine wave* adalah bentuk gelombang dimana outputnya mendekati gelombang sinusoidal sempurna.^[1] Komponen yang dipakai dalam inverter adalah *boost converter*, multivibrator astabil, rangkaian *driver*, amplifier, filter, dan transformator.



Gambar 2. 1 Skema inverter secara umum

Sumber DC digunakan untuk menyuplai rangkaian *boost converter*. Rangkaian ini bertujuan meningkatkan tegangan pada keluaran IC NE555

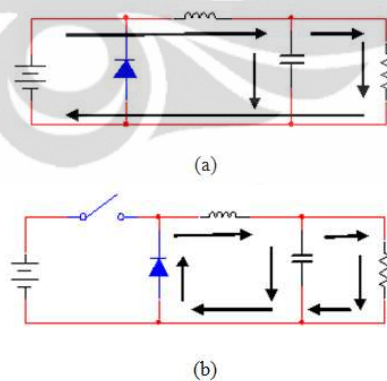
dan menyuplai multivibrator astabil, *current amplifier*, dan amplifier B *push-pull*. Multivibrator astabil digunakan untuk membuat gelombang persegi. Gelombang tersebut dikuatkan arusnya dengan *current amplifier*. Setelah itu, tegangan dikuatkan dengan rangkaian *push-pull*. Setelah cukup kuat, keluaran dari rangkaian *push-pull* difilter untuk mendapatkan gelombang sinusoidal mendekati sempurna. Berikut akan dijelaskan mengenai masing – masing bagian dari inverter.

2.2 Converter

Converter adalah sebuah divais elektronika yang mengubah input tegangan DC menjadi output tegangan DC yang lebih tinggi atau lebih rendah. Terdapat 2 jenis *converter*, yaitu *buck converter* dan *boost converter*.

2.2.1 Buck converter

Buck converter digunakan untuk menurunkan tegangan DC. Rangkaian yang dipakai menggunakan 2 *switch*, yaitu transistor dan dioda, 1 buah kapasitor dan 1 buah induktor.



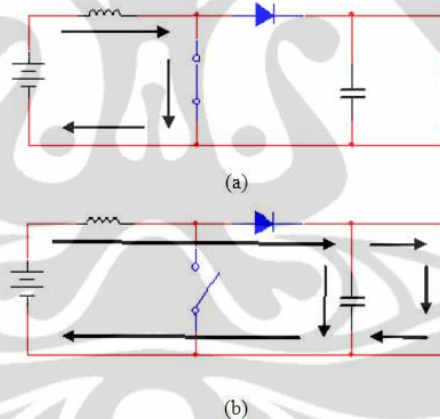
Gambar 2. 2 Rangkaian *buck converter*^[2] (a) *on state* (b) *off state*

Pada saat dalam keadaan *on*, arus yang mengalir melalui induktor meningkat secara linear. Karena dioda dalam keadaan *reverse-biased*,

maka tidak ada arus yang mengalir pada dioda. Pada saat keadaan *off*, arus pada induktor dilepaskan. Dioda menjadi *forward – biased*. Induktor berfungsi untuk mengalirkan energi dari input ke output *converter*. Kapasitor digunakan untuk mengurangi *ripple* pada beban. Untuk mengatur besar tegangan yang turun, yang perlu diperhatikan adalah nilai induktor, periode terjadinya *switching*, dan arus output yang dipakai untuk menyuplai beban.

2.2.2 Boost Converter

Boost converter digunakan untuk menaikkan tegangan DC. Komponen yang dipakai sama dengan *buck converter*, yang berbeda adalah konfigurasi.



Gambar 2. 3 Rangkaian *boost converter*^[3] (a) *on state* (b) *off state*

Pada saat dalam keadaan *on*, arus yang melalui induktor meningkat secara linear. Tidak ada arus yang mengalir ke dioda karena arus mengalir melalui hambatan yang paling kecil. Di sini terjadi penyimpanan medan magnet oleh induktor akibat sumber DC. Pada saat keadaan *off*, induktor melakukan pelepasan medan sehingga dioda menjadi *forward – biased*, sehingga arus dilepaskan dari induktor menuju kapasitor dan beban. Kapasitor di sini berfungsi untuk mengurangi *ripple* yang terjadi akibat proses *switching*. Pada skripsi ini, proses *switching* dilakukan oleh

transistor BJT NPN dimana *collector* diletakkan di antara induktor dan dioda, *base* dihubungkan dengan IC NE555 sebagai pemacu *switching*, dan *emitter* dihubungkan ke *ground*.

Besar arus yang dihasilkan bergantung pada kemampuan induktor dalam menyimpan medan. Semakin besar kemampuan induktor dalam menyimpan medan, maka arus yang mengalir juga menjadi semakin besar. *Duty cycle* juga memegang peranan penting. *Duty cycle* adalah siklus kerja dari IC NE555 saat output dalam keadaan *high* dalam 1 gelombang. Dengan kata lain, waktu pada divais saat divais dalam keadaan *on*. Seiring dengan meningkatnya *duty cycle*, maka tegangan output juga menjadi semakin tinggi. Semakin tinggi tegangan output, maka arus yang dialirkan juga menjadi semakin rendah. Oleh karena itu, dibutuhkan pengaturan tegangan yang optimal dalam membuat *boost converter*.

2.3 Multivibrator

Multivibrator adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengimplementasikan sistem 2 keadaan, seperti flip – flop dan osilator. Multivibrator terdiri atas 3 jenis, yaitu monostabil, bistabil, dan astabil.

Multivibrator monostabil adalah multivibrator dimana pada saat satu keadaan stabil, tetapi keadaan yang lainnya tidak stabil. Penyebab ketidakstabilan ini adalah adanya pemacu, kemudian menjadi stabil kembali setelah waktu yang ditentukan.

Multivibrator bistabil adalah multivibrator yang stabil pada 2 keadaan. Rangkaian dapat diubah dari satu keadaan ke keadaan lain dengan menggunakan pemacu dari luar.

Multivibrator astabil adalah multivibrator yang tidak stabil pada 2 keadaan. Multivibrator ini secara terus menerus berubah dari satu keadaan

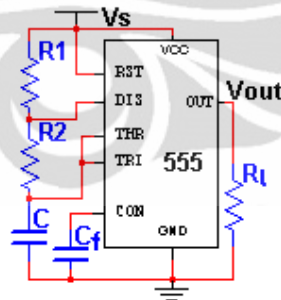
ke keadaan yang lain. Salah satu IC yang dapat menggambarkan karakteristik tersebut yang dipakai pada skripsi ini adalah IC NE555.

IC NE555 ini adalah rangkaian terpadu yang berfungsi sebagai timer. Operasi yang digunakan dalam rangkaian inverter ini adalah operasi astabil. Dalam operasi ini, frekuensi dan siklus kerja dikendalikan oleh 2 resistor eksternal dan 1 kapasitor. Gelombang yang keluar dari operasi ini adalah gelombang persegi.



Gambar 2. 4 IC NE555^[4]

Rangkaian yang digunakan pada IC NE555 agar bekerja pada mode multivibrator astabil adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 5 Rangkaian multivibrator astabil IC NE555

Untuk mendapatkan frekuensi yang diinginkan, kita dapat memasukkan rumus:

$$f = \frac{1}{\ln(2) \cdot C \cdot (R_1 + 2R_2)} \quad (2.1)^{[5]}$$

Dan pada datasheet NE555, didapat

$$T = 0.693(RA+2RB)*C \quad (2.2)$$

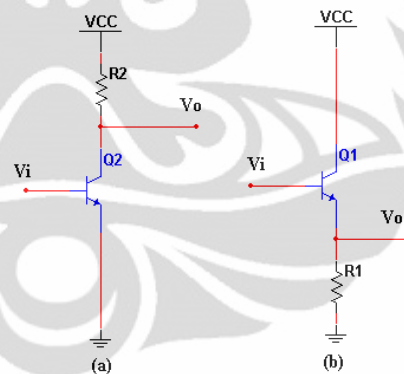
Terminal *trigger* dan *threshold* dihubungkan. Hal ini bertujuan agar terjadi *self-trigger* sehingga operasi pada IC tersebut adalah multivibrator. Saat output IC NE555 tinggi, bagian dalam IC yang bertugas untuk melepas muatan pada *trigger* (TRI) menjadi mati. Saat tegangan C1 (THR) mencapai $2V_{cc}/3$, output komparator pada terminal *trigger* menjadi tinggi, sehingga output IC NE555 menjadi rendah. Hal ini menyebabkan *trigger* untuk melepaskan muatan melalui R2. Saat tegangan C1 berada di bawah $V_{cc}/3$, output komparator pada terminal *trigger* menjadi tinggi kembali, sehingga outputnya menjadi tinggi. Hal ini menyebabkan bagian dalam IC yang bertugas untuk melepas muatan pada *trigger* (TRI) menjadi mati kembali. Dengan kata lain, output akan tinggi pada saat tegangan C1 akan naik dari $V_{cc}/3$ sampai $2V_{cc}/3$ dan output akan turun pada saat tegangan C1 turun dari $2V_{cc}/3$ ke $V_{cc}/3$ dan seterusnya.

2.4 Konfigurasi BJT Inverter

Common emitter, *common collector*, dan *common base* merupakan 3 konfigurasi umum yang dipakai sebagai *amplifier*. *Common emitter* digunakan untuk penguat tegangan, *common collector* digunakan untuk menahan tegangan, dan *common base* dapat digunakan untuk menahan arus atau penguat tegangan. Dalam rangkaian inverter, yang dipakai adalah konfigurasi *common emitter* dan *common collector*.

Common emitter maupun *common collector* berfungsi sebagai *driver*, yaitu rangkaian yang gunanya untuk mengendalikan tegangan dari rangkaian multivibrator astabil. *Common emitter* merupakan rangkaian dimana inputnya dihubungkan ke *base* transistor, outputnya dihubungkan ke *collector* transistor, dan *emitter* dari transistor dihubungkan ke ground. Rangkaian ini memiliki kemampuan untuk menguatkan tegangan.

Common collector merupakan rangkaian dimana inputnya dihubungkan pada *base* transistor, output dihubungkan ke *emitter*, *collector* dihubungkan ke tegangan suplai.. Rangkaian ini mampu menguatkan arus input dan menahan tegangan. Tegangan ditahan karena suplai tidak terhubung langsung ke output, dan terjadi tegangan jatuh sebesar V_{BE} transistor tersebut. Penguatan arus terjadi karena arus *base* dikuatkan tergantung pada penguatan β pada arus *emitter* yang dihubungkan ke output.

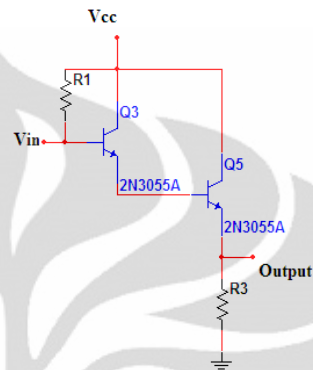


Gambar 2. 6 Rangkaian *driver* (a). *Common emitter* dan (b). *Common collector*

2.5 Rangkaian Darlington

Rangkaian Darlington ini terdiri atas 2 transistor bipolar yang disambung secara seri dimana *emitter* transistor pertama dihubungkan dengan *base* transistor yang kedua. *Collector* transistor yang kedua

dihubungkan ke tegangan sumber. *Base* transistor pertama dihubungkan ke input, dan *emitter* transistor kedua dihubungkan ke output. Konfigurasi yang dipakai adalah konfigurasi BJT *common collector*.



Gambar 2. 7 Rangkaian Darlington

Keuntungan dari rangkaian ini adalah untuk menghasilkan arus yang besar dari arus *input*. Hal ini disebabkan penggunaan 2 buah transistor yang besar penguatannya (β) hampir setara dengan pengalihan antara penguatan transistor yang satu dengan transistor yang lain.

$$\beta_{\text{Darlington}} \approx \beta_1 \cdot \beta_2$$

(2.3) ^[6]

Kerugian dari rangkaian ini adalah terjadinya jatuh tegangan yang cukup besar pada transistor. Tegangan jatuh yang terjadi sama dengan 2 kali tegangan jatuh 1 buah transistor. Hal ini berpengaruh terhadap efisiensi daya yang dihasilkan inverter. Untuk menentukan besar arus pada *base* dan *emitter*, maka rumus yang dipakai adalah:

$$I_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{R_1 + \beta_1 R_1}$$

(2.4) ^[7]

$$I_c = \beta I_b$$

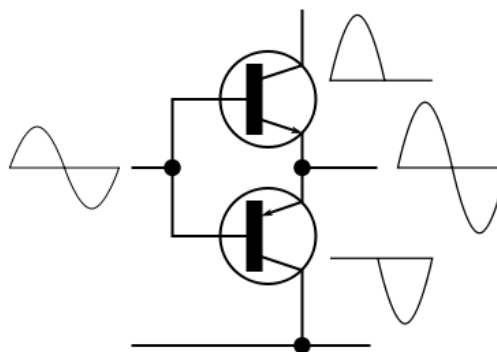
(2.5)^[7]

Dimana I_b adalah arus pada *base*, V_{cc} adalah tegangan sumber, V_{be} adalah tegangan jatuh dari Darlington, dan I_e adalah arus pada *emitter*.

2.6 Amplifier

Amplifier memiliki kelas – kelas tersendiri, sesuai dengan fungsi desain yang diinginkan, yaitu untuk desain analog atau desain switching berdasarkan sudut aliran yang berhubungan erat dengan efisiensi daya. Contohnya seperti amplifier A, amplifier B, amplifier AB dan sebagainya.

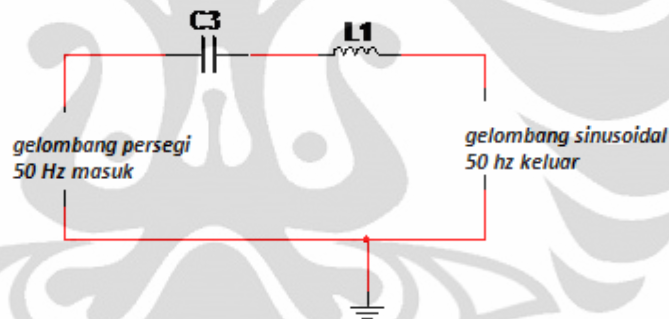
Amplifier yang digunakan pada skripsi ini adalah amplifier B dengan menggunakan *push-pull*, yaitu menggunakan transistor yang berkomplemen untuk memisahkan antara sinyal positif dan sinyal negatif yang kemudian masing-masing dikuatkan secara terpisah pada sumber bolak balik. Artinya, pada saat sinyal positif masuk, maka penguatan akan terjadi pada sinyal positif (NPN transistor menjadi *on*) dan sinyal negatif menjadi nol. Begitu juga sebaliknya, pada saat sinyal negatif masuk, maka akan terjadi penguatan pada sinyal negatif (PNP transistor menjadi *on*) dan sinyal positif menjadi nol. Pada saat direkombinasi, maka sinyal tersebut akan menjadi sinyal sinusoidal.



Gambar 2. 8 Kelas B *push-pull amplifier*^[8]

2.7 Filter

Filter terdiri atas beberapa jenis, yaitu *low pass*, *high pass*, *band pass*, dan *band reject*. Filter pada inverter ini adalah *band pass filter*, yang digunakan untuk mengurangi *noise* pada gelombang sehingga keluarannya menjadi sinusoidal. Rangkaian *band – pass filter* yang dipakai adalah filter orde 2, yaitu terdiri atas kapasitor dan induktor yang dirangkai seri sebagai parameter agar gelombang berbentuk mendekati sinusoidal sempurna. Kapasitor berfungsi sebagai *capacitor block*, yaitu untuk membuat sinyal DC menjadi sinyal AC. Kemudian sinyal diperhalus dengan menggunakan induktor sehingga sinyal dapat mendekati sinusoidal.



Gambar 2. 9 Filter LC

Untuk menentukan nilai rangkaian filter ini, maka digunakan persamaan frekuensi resonansi, yaitu frekuensi dengan impedansi total sama dengan 0. Impedansi induktor dan impedansi kapasitor dilambangkan dengan X_L dan X_C . Dengan menyamakan nilai kapasitor dan induktor, maka didapat persamaan:

$$Fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

(2.6)^[9]

Hal ini bertujuan agar mendapatkan nilai frekuensi yang sama dengan keluaran dari multivibrator karena impedansi total antara kapasitor dan induktor mendekati 0 dan frekuensi yang dihasilkan kedua komponen adalah 50 Hz sehingga dapat menghasilkan frekuensi output yang diinginkan, yaitu sebesar 50 Hz.

2.8 Transformator

Transformator atau trafo bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan input yang dimasukkan ke dalam trafo adalah tegangan input bolak – balik. Tegangan tersebut apabila disuplai ke trafo akan membentangi bagian primer sehingga menimbulkan fluks magnet yang berhubungan dengan lilitan sekunder, sehingga menginduksi gerak gaya listrik (GGL) pada lilitan sekunder. GGL ini yang akan menjadi tegangan sekunder sebagai keluaran dari trafo.

Secara umum, transformator terdiri atas 2 macam, yaitu trafo *step up* dan trafo *step down* yang secara berurutan berfungsi untuk menaikkan tegangan atau menurunkan tegangan. Trafo yang digunakan dalam skripsi ini adalah trafo *step up*.



Gambar 2. 10 Trafo *Step Up*

Dalam trafo, perbandingan arus primer dengan arus sekunder berbanding terbalik dengan tegangan primer dengan tegangan sekunder. Oleh karena itu, kita harus memperhatikan besar arus dan tegangan yang masuk pada kumparan trafo.

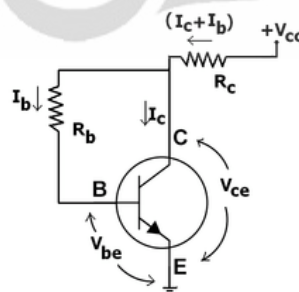
$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{V_s}{V_p}$$

(2.7)

2.9 Voltage Feedback Circuit

Voltage feedback adalah rangkaian yang menggunakan transistor yang dapat meningkatkan kestabilan dengan menggunakan jalur umpan balik dari kolektor ke *base* (*collector-to-base bias*). Hal ini digunakan untuk mencegah terjadinya perubahan temperatur yang dapat menyebabkan rusaknya rangkaian. Dengan adanya sistem umpan balik, maka perubahan temperatur akibat tegangan jatuh yang terjadi pada resistor yang terhubung dengan kolektor transistor dan V_{cc} dapat dihindari oleh resistor yang terhubung ke *base* transistor. Apabila temperatur naik, maka arus pada kolektor akan meningkat.

Akan tetapi, arus kolektor yang besar menyebabkan tegangan jatuh yang besar pula pada resistor yang terhubung dengan V_{cc} . Tegangan pada resistor yang terhubung ke *base* transistor menjadi lebih kecil sehingga arus yang masuk ke *base* pun kecil. Arus *base* yang kecil mengakibatkan arus kolektor juga menjadi kecil. Karena peningkatan arus kolektor dengan temperatur berlawanan, maka titik operasi dapat dijaga stabil.



Gambar 2. 11 *Voltage Feedback Circuit*^[10]

Rangkaian ini memiliki kestabilan yang tinggi, akan tetapi memiliki *gain* yang rendah. Biasanya dipakai apabila menginginkan kestabilan yang tinggi dibandingkan *gain*.

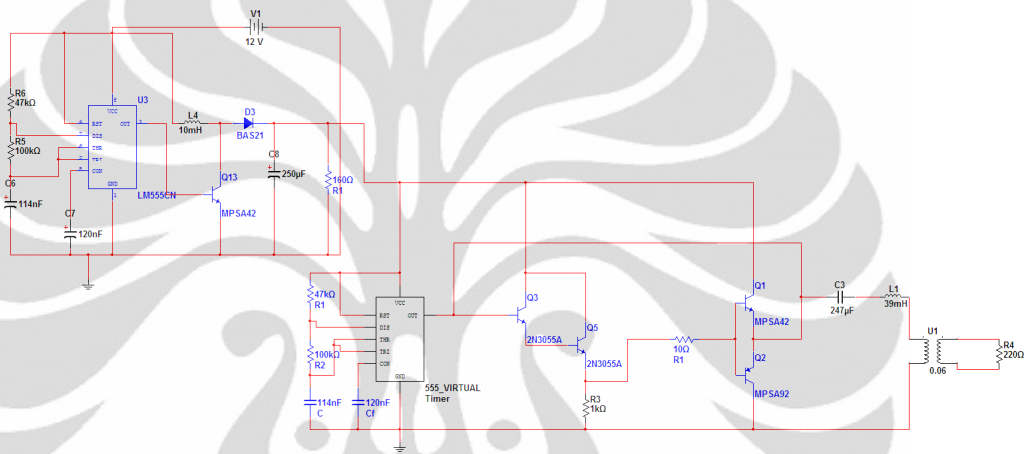


BAB 3

ANALISIS HASIL SIMULASI INVERTER

3.1 Rangkaian Inverter

Rangkaian inverter yang digunakan adalah sebagai berikut



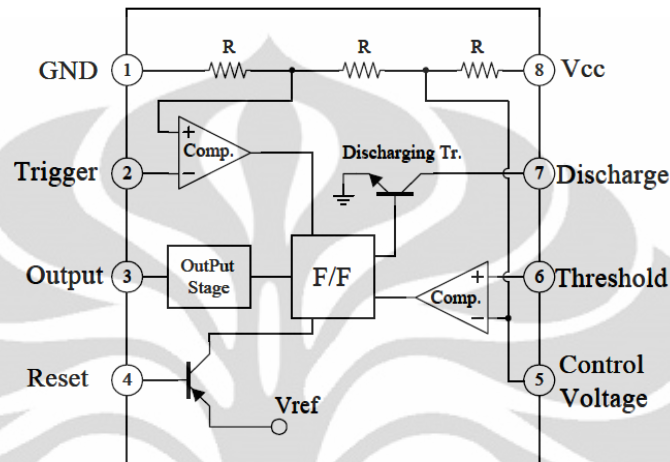
Gambar 3. 1 Rangkaian inverter dengan IC NE555 sebagai sumber pembentuk gelombang persegi

Seperti yang telah dijelaskan pada bab 2, rangkaian inverter ini terdiri atas *boost converter*, multivibrator astabil, rangkaian *driver* Darlington, amplifier B, filter LC dan transformator *step up*. Rangkaian di atas menggunakan simulasi Multisim agar mendapatkan *output* yang sesuai.

3.2 Analisis Hasil Simulasi

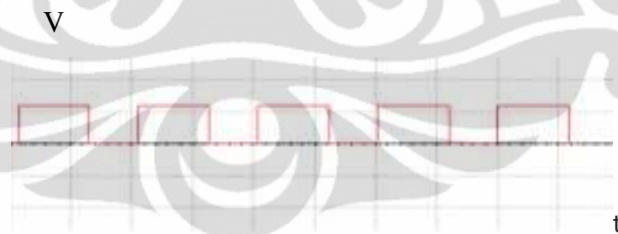
Pada rangkaian IC NE555, 2 resistor R1 dan R2 serta kapasitor C4 digunakan untuk mengatur frekuensi dan siklus kerja. Sumber DC yang dipakai disini adalah baterai, sebagai pengganti dari sel surya, sebesar 12 V. Pada gambar 3.1, gambar tersebut merupakan diagram koneksi IC NE555 yang terdiri dari 8 pin, yaitu *ground*, *trigger*, *output*, *reset*,

tegangan positif sumber ($+V_{cc}$), *discharge*, *threshold*, dan *control voltage*. Masing – masing pin dihubungkan sesuai dengan seperti pada gambar 7 dimana IC NE555 sebagai penghasil gelombang persegi.



Gambar 3. 2 Diagram Blok Internal IC NE555

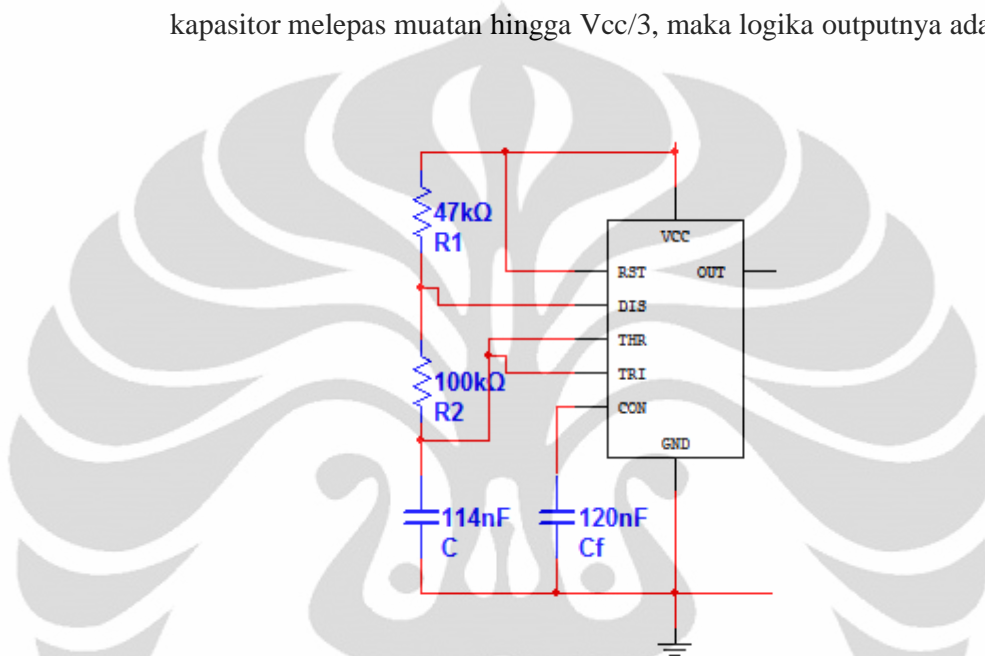
Output yang dikeluarkan dari multivibrator astabil adalah gelombang persegi dengan amplitudo sebesar 12 V dengan periode sebesar 20 ms. Hal ini ditunjukkan pada gambar (3.3) berikut.



Gambar 3. 3 Output dari IC NE555 pada *boost regulator*

Terlihat pada keluaran IC tersebut nilai output saat tinggi lebih panjang daripada nilai output saat rendah. Hal ini disebabkan oleh tegangan kapasitor naik di sekitar $2V_{cc}/3$, yang merupakan tegangan *threshold* yang menggerakkan komparator 1 untuk memicu flip-flop sehingga output pada pin 3 rendah. Kemudian, transistor melepas muatan sehingga keluaran pada pin 7 menyebabkan kapasitor melepas muatan

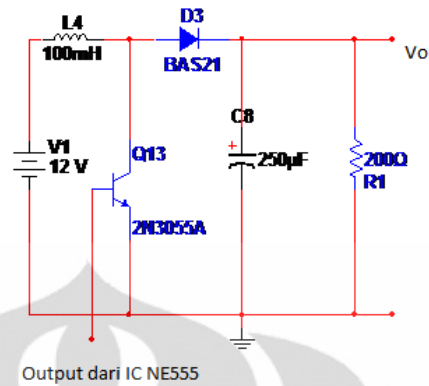
melalui resistor R2. Tegangan kapasitor menjadi turun hingga $V_{cc}/3$, dibawah level pemicu. Flip-flop kembali terpicu sehingga output menjadi tinggi dan transistor yang melepas muatan menjadi *off*. Kapasitor kembali mengisi muatan melalui R1 dan R2 menuju V_{cc} . Saat kapasitor mengisi muatan, output dari osilator ini adalah 1, yaitu saat $2V_{cc}/3$ dan saat kapasitor melepas muatan hingga $V_{cc}/3$, maka logika outputnya adalah 0.



Gambar 3. 4 Multivibrator dengan IC NE555

Untuk mendapatkan frekuensi yang diinginkan, yaitu sebesar 50 Hz, maka dilakukan penghitungan dengan persamaan (2.1). Dengan memasukkan nilai resistor R1 47 k Ω dan R2 100 k Ω , dan frekuensi 50 Hz, maka kita akan mendapatkan nilai kapasitor C. Dalam penghitungan, didapat kapasitor sebesar 116 nF, tetapi yang dipakai adalah kapasitor sebesar 114nF dimana besar kapasitor ini paling mendekati 50 Hz.

Keluaran dari multivibrator ini digunakan pada *boost converter* dan rangkaian utama. Pada *boost converter*, rangkaian ini digunakan sebagai *switching*.

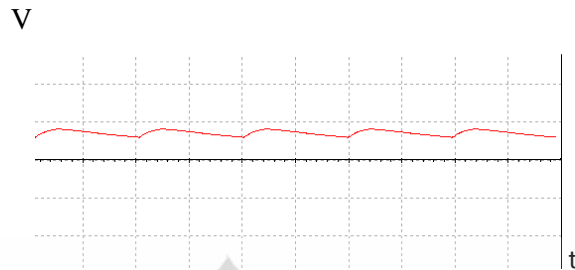


Gambar 3. 5 Boost Converter

Induktor digunakan untuk menyimpan arus pada saat kondisi *on*, yaitu saat transistor pada kondisi *on*. Kemudian induktor akan melepaskan arus yang telah disimpan pada saat transistor dalam kondisi *off*. Arus ini akan masuk ke dioda yang berfungsi sebagai penyearah arus. Dari dioda, arus kemudian akan masuk ke kapasitor, resistor, dan output V_o . Kapasitor dipasang untuk mengurangi *ripple*, sedangkan resistor digunakan untuk membatasi tegangan output sehingga tidak merusak rangkaian.

Pengaturan kombinasi antara nilai induktor, resistor dan kapasitor harus diperhatikan karena nilai – nilai tersebut dapat mempengaruhi output akhir dari inverter. Rangkaian yang memiliki nilai output DC yang hampir tidak memiliki *ripple*, belum tentu memiliki output inverter yang sesuai. Hal ini disebabkan terjadinya arus yang digunakan untuk menyuplai rangkaian lain akan menurun apabila dibandingkan dengan nilai output DC dengan *ripple* yang lebih besar.

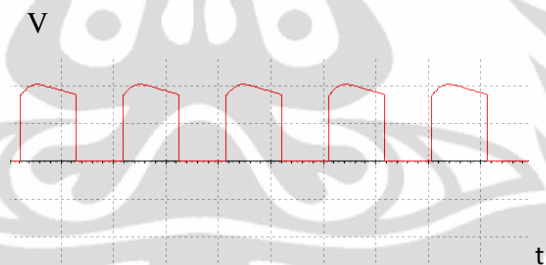
Output yang didapat dari *boost converter* digunakan untuk menyuplai IC NE555 dan rangkaian penguat inverter, yaitu *common emitter*, rangkaian Darlington, dan *amplifier push-pull*.



Gambar 3. 6 Output *boost Converter*

Hasil dari rangkaian *boost converter* berupa gelombang DC dengan tegangan puncak sekitar 40 V dan tegangan paling rendah sekitar 30 V. Sedangkan arus yang terjadi adalah sekitar 37 mA.

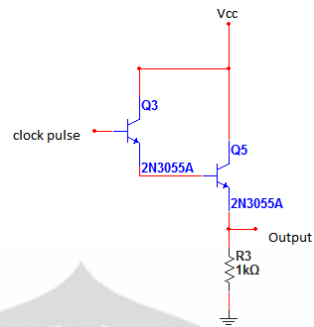
Keluaran dari IC NE555 yang kedua juga menjadi berubah akibat perubahan dari *boost converter* sehingga keluarannya menjadi naik turun saat outputnya tinggi.



Gambar 3. 7 Output multivibrator IC NE555

Tegangan yang terjadi pada keluaran IC ini saat logika 1 adalah sekitar 40.8 V saat puncak dan 30.1 V saat rendah. Arus yang dihasilkan juga menjadi bervariasi antara 200 mA sampai 600 mA.

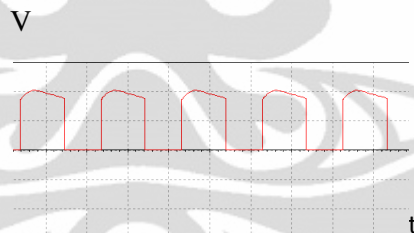
Output dari IC NE555 akan dilanjutkan dengan penguatan arus yang menggunakan rangkaian Darlington dengan 2 buah transistor 2N3055. Rangkaian ini merupakan tipe NPN transistor untuk daya tinggi^[11]. Arus penguatan yang didapat adalah dari 1.88 mA menjadi 16.5 mA.



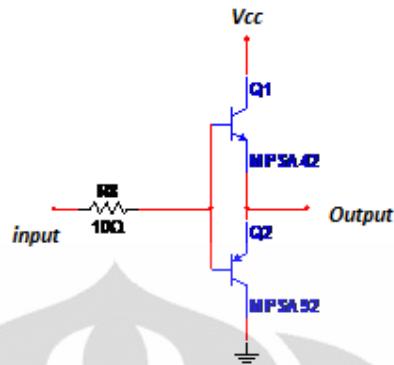
Gambar 3. 8 Rangkaian Darlington

Resistor sebesar $1\text{ k}\Omega$ ini digunakan untuk memperkecil arus yang berlebih agar arus yang masuk dalam amplifier B menjadi optimal, dimana terdapat arus maksimal yang diperbolehkan masuk oleh transistor – transistor tersebut agar tidak merusak transistor. Arus yang masuk pada resistor tersebut adalah 27.6 mA .

Gelombang *output* rangkaian Darlington adalah sebagai berikut.

Gambar 3. 9 *Output* setelah rangkaian Darlington

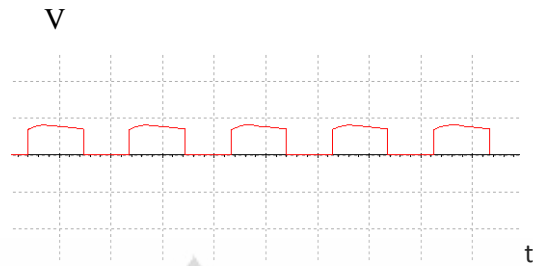
Gelombang yang dihasilkan hampir berupa gelombang persegi, akan tetapi terdapat tegangan jatuh dalam rangkaian Darlington, yaitu sebesar 2 V , yang merupakan jatuh tegangan dari rangkaian dan terjadi harmonisa yang sangat kecil dimana *output* menjadi sedikit tidak stabil saat output IC rendah akibat proses *switching*.



Gambar 3. 10 Amplifier B tipe *push pull*

Input yang dimasukkan ke dalam resistor $10\ \Omega$ masih dalam bentuk gelombang persegi. Resistor ini digunakan untuk mengatur tegangan pada outputnya. Semakin besar nilai resistor, maka output yang terjadi menjadi semakin kecil. Hal ini diakibatkan arus yang masuk melewati transistor menjadi semakin kecil.

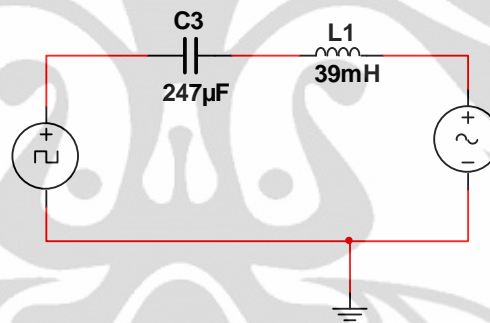
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, amplifier yang dipakai adalah amplifier B dengan tipe *push-pull* dimana transistor yang dipakai berkomplemen antara satu dengan yang lain. *Push-pull* yang dimaksud disini adalah terdapat bagian rangkaian yang mendorong sinyal yang lebih tinggi dan bagian rangkaian lain yang menarik sinyal yang lebih rendah. Transistor NPN yang dipakai adalah MPSA42 dengan komplemennya yaitu transistor PNP dengan tipe MPSA92, yang juga merupakan tipe transistor untuk tegangan tinggi^[12]. Penguatan yang terjadi disini memisahkan antara gelombang positif dan gelombang negatif, kemudian masing – masing dikuatkan. Sesaat sebelum masuk filter, gelombang tersebut digabungkan kembali sehingga didapat gelombang baru yang akan disimpan di dalam kapasitor. *Output* yang dihasilkan dari amplifier *push – pull* adalah sebagai berikut.



Gambar 3. 11 *Output* amplifier B tipe *push pull*

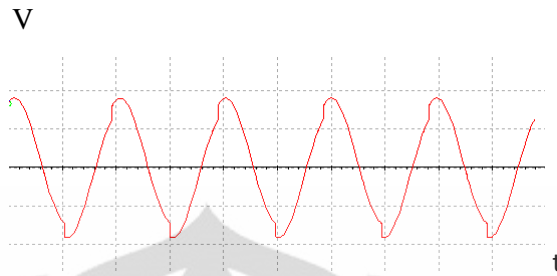
Hasil keluaran *amplifier* terlihat setelah dilakukan filter.

Filter yang dipakai adalah filter orde 2 yang menggunakan kapasitor dan induktor dirangkai secara seri. Besar kapasitor dan induktor masing-masing sebesar $247\mu\text{F}$ dan 39mH .



Gambar 3. 12 Filter Kapasitor dan induktor yang dirangkai seri

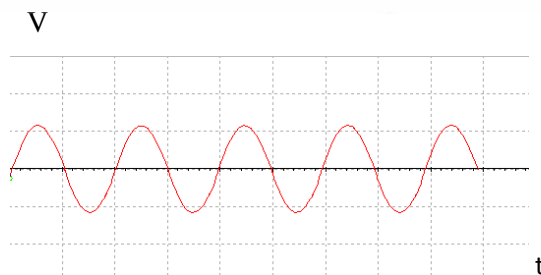
Kapasitor yang ada pada filter ini berfungsi untuk menyimpan dan melepas muatan secara bergantian. Akan tetapi, terjadi *crossover distortion* pada keluarannya. Distorsi ini merupakan efek samping dari penggunaan amplifier tipe *push – pull*. Diperlukan proses *matching* antara keadaan pada saat transistor dalam keadaan *push* dan pada keadaan *pull*. Keadaan ini dapat dilihat saat proses transisi antara sinyal positif menuju sinyal negatif dan sebaliknya. *Output* yang terjadi adalah gelombang non-sinusoidal periodik dengan tegangan puncak yang tinggi, yaitu sekitar 180 V.



Gambar 3. 13 Output dari kapasitor

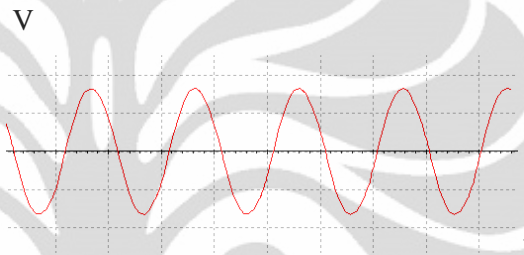
Setelah dari kapasitor, dilanjutkan dengan filter yang dilakukan induktor. Induktor berfungsi untuk membuat gelombang non-sinusoidal periodik menjadi gelombang yang mendekati sinusoidal sempurna dan menghilangkan distorsi yang terjadi saat keluaran kapasitor. Di sini terjadi tegangan jatuh yang cukup besar pada induktor sehingga tegangan puncak menjadi lebih kecil, yaitu sebesar 23V. Terjadi tegangan jatuh yang sangat signifikan akibat konsumsi tegangan oleh induktor.

Dengan adanya konsumsi tegangan oleh induktor, induktor akan menyimpan arus dan saat kondisi *discharge*, arus yang dihasilkan oleh induktor menjadi semakin tinggi. Hal ini diperlukan untuk input trafo dari bagian primer sehingga arus dan tegangan yang terjadi pada bagian sekunder sesuai dengan yang diinginkan. Arus yang terjadi sebelum masuk trafo adalah 9.19 A dengan frekuensi 51 Hz.



Gambar 3. 14 Output dari induktor

Transformator yang digunakan adalah transformator untuk menaikkan tegangan dari 12 V menjadi 220 V, tetapi pada kenyataannya tegangan puncak yang terjadi sekitar 166 V. Hal ini terjadi karena ternyata arus primer yang ada masih belum cukup untuk mencapai tegangan 220 V. Daya yang dihasilkan dari trafo adalah sebesar 64 watt. Sedangkan daya yang masuk sebelum trafo adalah sebesar 145 watt. Efisiensi yang dihasilkan dari rangkaian ini adalah sebesar 44.1%. Daya ini dapat berubah seiring dengan bertambahnya beban. Semakin besar beban, maka semakin besar pula daya yang akan dihasilkan.



Gambar 3. 15 Gelombang sinusoidal setelah trafo

Rangkaian inverter ini memiliki beberapa kelebihan, yaitu berbentuk gelombang AC sinusoidal yang mendekati sempurna hampir tanpa *noise*. Hal ini merupakan akibat dari proses filter yang dilakukan.

Kelebihan kedua adalah frekuensi output yang dapat diubah-ubah sesuai dengan yang diinginkan. Pengaturan ini dapat dilakukan dengan mengubah nilai kapasitor eksternal atau mengubah nilai 2 resistor eksternal pada masukan IC NE555. Sesuai dengan persamaan (2.1), semakin besar nilai kapasitansi, maka frekuensi menjadi semakin menurun. Begitu pula dengan resistor. .

Untuk kekurangan dari rangkaian, terjadi penurunan kualitas daya akibat waktu pemakaian IC NE555. Proses *switching* yang terjadi menyebabkan komponen menjadi cepat panas sehingga tidak dapat dilakukan pada waktu yang lama.

BAB 4

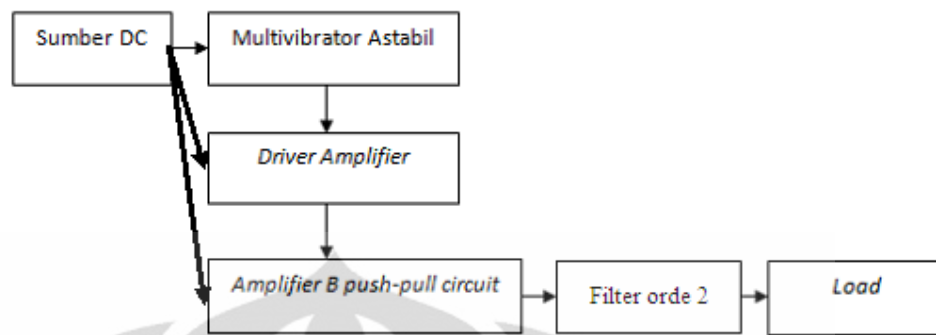
ANALISIS DAN HASIL EKSPERIMEN

PROTOTYPE INVERTER

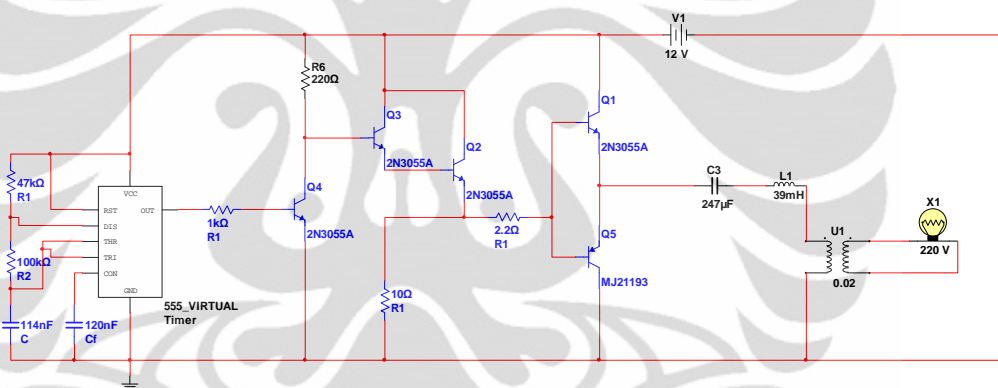
4.1 Prototipe Inverter

Prototipe ini sedikit berbeda dengan simulasi dimana *boost converter* tidak dipakai. Hal ini disebabkan dalam eksperimen, pengaruh *boost converter* dapat merusak IC NE555 pada rangkaian utama inverter. Arus yang dikeluarkan pada output multivibrator cukup besar sehingga panas yang ditimbulkan juga cukup besar sehingga menyebabkan IC NE555 menjadi rusak. Pada simulasi Multisim, arus yang dikeluarkan mencapai ratusan ampere. Oleh karena itu, digunakan rangkaian tanpa *boost converter* dengan sedikit modifikasi rangkaian. Modifikasi ini dilakukan sebagai pengganti dari *boost converter* yang menaikkan tegangan sebelum masuk ke multivibrator pada bab 3. Sebagai pengganti dari *boost converter* ini, maka diganti dengan menghubungkan konfigurasi BJT *common emitter* pada output multivibrator untuk memperkecil arus yang keluar pada IC NE555.

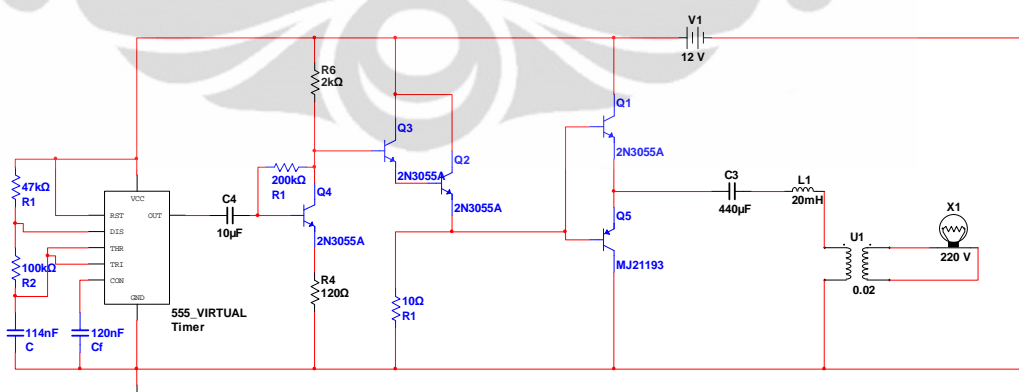
Sumber DC yang dipakai adalah sebesar 12V. Rangkaian ini terdiri dari multivibrator astabil, *common emitter/voltage feedback* dan *common collector* sebagai *driver amplifier*, *amplifier push – pull*, filter, dan beban. Eksperimen ini akan dianalisis pada tiap – tiap rangkaian dimana rangkaian ini tetap terhubung dalam rangkaian untuk mendapatkan nilai yang lebih akurat. Alat yang dipakai sebagai alat ukur adalah multimeter dan osiloskop. Untuk pengukuran arus, maka multimeter dipasang seri terhadap beban yang akan diukur arusnya. Untuk pengukuran tegangan dan *duty cycle*, maka digunakan osiloskop.

Gambar 4. 1 *Helicopter view* inverter

Untuk mengimplementasikannya, akan dibuat 2 buah prototipe dengan menggunakan konfigurasi yang berbeda.



(a)

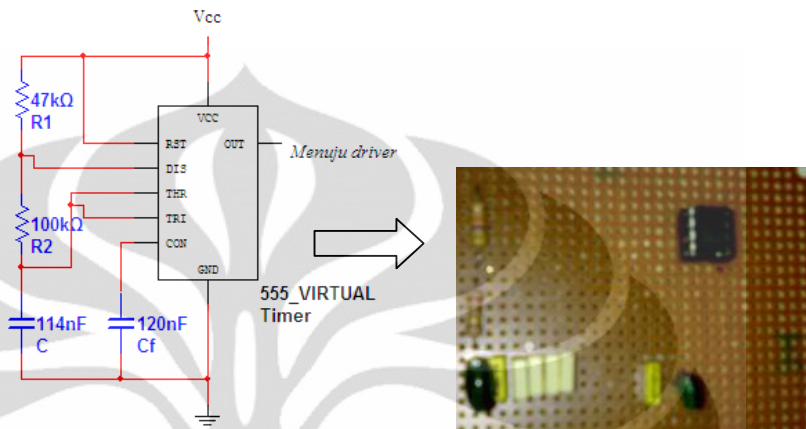


(b)

Gambar 4. 2 Implementasi rangkaian inverter dengan menggunakan *driver* (a) *common emitter* dan (b) *voltage feedback*

4.2 Analisis Eksperimen Inverter Tiap Bagian

4.2.1 Multivibrator Astabil



Gambar 4. 3 Multivibrator Astabil sebagai implementasi gambar 3.4

Besar resistor pada bagian atas adalah 47 k Ω , sedangkan pada bagian bawah adalah 100 k Ω . Kapasitor pada bagian kiri sebesar 114 nF yang terdiri dari 100 nF, 10 nF, dan 4 buah kapasitor 1 nF yang dipasang paralel. Kemudian kapasitor pada bagian kanan sebesar 120nF dimana 100 nF dan 20 nF yang dipasang paralel.

IC yang dipakai pada eksperimen ini adalah IC NE555. IC ini memiliki kemampuan untuk mengendalikan *duty cycle* dengan menggunakan 2 buah eksternal resistor dan 1 buah kapasitor. Pada rangkaian ini, pengendalinya adalah resistor 47 k Ω dan 100 k Ω dan kapasitor 114 nF. Karena frekuensi yang diinginkan adalah sekitar 50 Hz, maka persamaan (2.1) digunakan. Secara matematis, frekuensi yang dihasilkan dengan besar resistor dan kapasitor pada rangkaian adalah sekitar 51 Hz.

Prinsip kerja yang digunakan secara teori adalah pada saat outputnya tinggi, bagian internal dari *trigger* mati sehingga muatan menjadi tersimpan dan tegangan kapasitor 114 nF meningkat dengan

konstanta waktu 11.6 ms. Saat tegangan *threshold* pada kapasitor 114 nF mencapai 8 V (*threshold* terhubung dengan *trigger* sehingga tegangannya sama), output dari komparator pada terminal *trigger* menjadi tinggi sehingga mereset flip flop dan output *timer* menjadi rendah. Hal ini menyebabkan kapasitor 114 nF untuk melepas muatannya melalui resistor 100 k Ω dan *trigger*. Konstanta waktunya adalah 7.9 ms. Saat Tegangan kapasitor 114 nF berada di bawah 4 V, maka komparator output menjadi tinggi kembali dan output *timer* menjadi tinggi kembali dan seterusnya.

Pada percobaan, output yang dihasilkan pada gambar (4.3) adalah sebesar 11 V dengan gelombang persegi. Saat outputnya tinggi, arus output sebesar 5.5 mA. Periode saat outputnya tinggi adalah 12 ms dan saat rendah adalah 7 ms. Frekuensi yang didapat adalah sekitar 52.6 Hz dengan siklus kerja 63.16 %.



Gambar 4. 4 Output Multivibrator

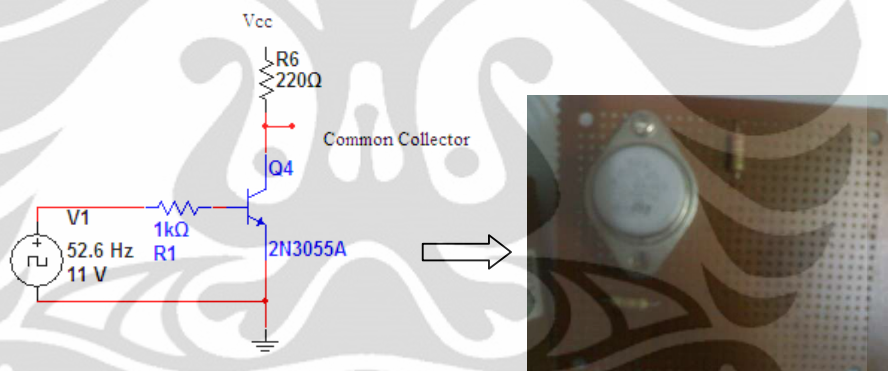
Berdasarkan dari data yang didapat, terjadi pergeseran frekuensi pada output multivibrator. Hal ini disebabkan frekuensi yang dikendalikan oleh 2 buah resistor bagian luar menjadi lebih rendah juga akibat tambahan dari resistansi lain, yaitu kabel dan kondisi lingkungan. Semakin besar resistansi pada bagian luar, maka frekuensi pun menjadi semakin kecil.

Terjadinya tegangan jatuh pada multivibrator diakibatkan oleh rugi – rugi oleh kabel itu sendiri. Konsumsi tegangan dan kebocoran arus merupakan faktor yang menyebabkan nilai yang terjadi tidak sesuai

dengan simulasi. Untuk mengurangi rugi – rugi tersebut, maka panjang kabel yang dipakai untuk menghubungkan antar komponen diperpendek agar arus yang mengalir menjadi lebih efisien.

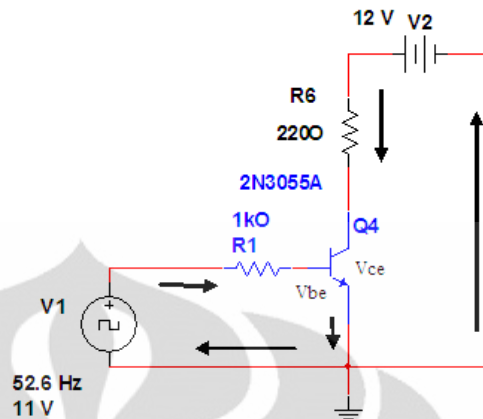
4.2.2 *Common Emitter*

Konfigurasi ini bertujuan untuk menaikkan tegangan akibat tegangan jatuh pada resistor. Pada DC *bias*, rangkaian ini juga disebut dengan *fixed bias circuit*. Resistor pada *base* adalah sebesar $1\text{ k}\Omega$ (bagian bawah transistor) dan resistor yang terhubung pada kolektor adalah sebesar $220\ \Omega$ (bagian kanan transistor). Transistor yang dipakai adalah 2N3055, yaitu transistor NPN yang digunakan untuk daya yang tinggi.



Gambar 4.5 *Common emitter* pada inverter

Pada rangkaian ini terjadi 2 keadaan, yaitu keadaan pada saat tegangan sebesar 11 V dan pada saat tegangan sebesar 0 V . Perubahan tegangan ini terjadi akibat proses yang dilakukan oleh multivibrator astabil. Pertama- tama akan dijelaskan saat tegangan 11 V . Dengan menggunakan Hukum Tegangan dan Arus Kirchoff, analisis dapat dilakukan. Rangkaian ganti untuk mempermudah penghitungan di atas adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 6 Rangkaian pengganti *common emitter*

Arus pada *base* transistor sebesar 10.3 mA, sedangkan arus pada kolektor apabila dengan penguatan minimal sebesar 20 (lihat datasheet 2N3055 pada lampiran), maka arus yang terjadi adalah 206 mA.

Pada saat tegangan sebesar 0 V, maka transistor akan berada pada daerah *cutoff*. *Vce* menjadi rangkaian terbuka, sehingga arus yang akan masuk ke rangkaian *common collector* adalah 0.5 mA.

Output yang dihasilkan pada gambar (4.5) adalah 11 V. Jatuh tegangan di sini akibat resistor yang dipasang sebelum memasuki *common emitter*, dan konsumsi daya dan rugi dari kabel yang dipakai. Resistor berfungsi untuk memperkecil arus yang keluar dari multivibrator sehingga tidak melampaui batas arus maksimal yang dapat ditahan oleh IC NE555. Tegangan jatuh pada transistor 2N3055 juga mempengaruhi menurunnya tegangan.^[10]

Arus keluarannya adalah 0.3 mA. Arus ini mengalami penurunan apabila dibandingkan dengan keluaran multivibrator. Hal ini disebabkan proses *switching* dengan frekuensi dan daya dari sumber yang rendah yang belum mampu untuk mendorong arus agar sampai ke bagian dari inverter yang berikutnya. Periodenya adalah 7 ms saat output tinggi dan 12 ms saat

outputnya rendah. Frekuensinya sekitar 52.6 Hz. Siklus kerja sebesar 36.84%.

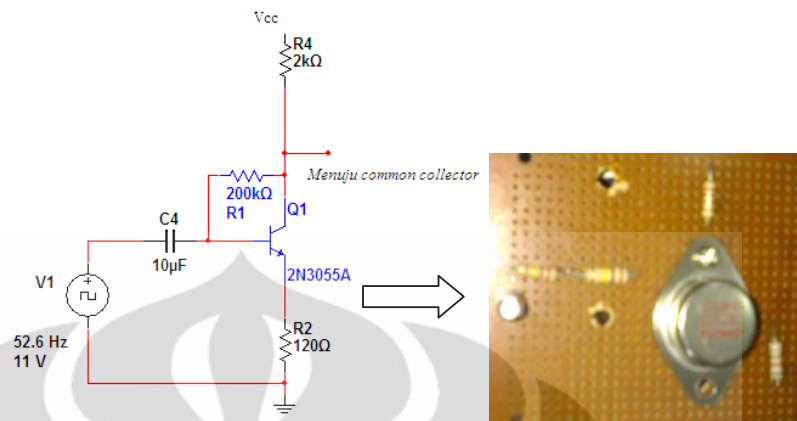
Apabila dibandingkan dengan keluaran multivibrator, siklus kerja yang terjadi berbanding terbalik apabila dibandingkan dengan keluaran *common emitter*, yaitu saat siklus kerja keluaran multivibrator 63.16%, kondisi siklus kerja pada *common emitter* adalah 36.84%. Begitu juga sebaliknya. Hal ini disebabkan terjadi *switching* pada *base* transistor ketika keadaan *on* dan *off*. Pada saat transistor dalam keadaan *on*, yaitu saat periode pertama, arus cenderung menuju ke arah *ground* karena hambatan yang terjadi lebih kecil apabila dibandingkan pada output. Sedangkan pada saat transistor dalam keadaan *off*, arus yang akan bekerja berasal dari sumber tegangan sehingga arus menuju ke arah rangkaian Darlington.



Gambar 4. 7 Output *Common Emitter*

4.2.3 *Voltage Feedback*

Konfigurasi ini bertujuan untuk menstabilkan sistem operasi dari transistor. Akan tetapi, penguatan yang didapat lebih rendah apabila dibandingkan dengan konfigurasi transistor yang lain. Komponen yang dipakai adalah kapasitor 10 μF yang terhubung antara multivibrator dengan *base* transistor, resistor 200 $\text{k}\Omega$, yaitu 2 buah resistor 100 $\text{k}\Omega$ yang dirangkai seri yang terhubung dengan *base* dan kolektor transistor, resistor sebesar 2 $\text{k}\Omega$ yang terhubung dengan kolektor dan V_{cc} , dan resistor 120 Ω yang terhubung dengan *emitter* dan *ground*.



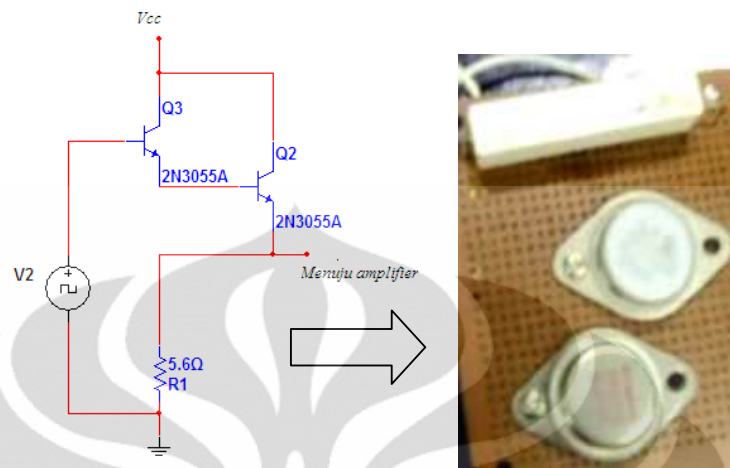
Gambar 4. 8 Rangkaian *Voltage feedback*

Rangkaian ini juga terjadi 2 keadaan, yaitu saat tegangan sebesar 11 V dan tegangan sebesar 0 V. Pada saat tegangan 11 V, maka arus pada *base* sebesar 42 µA. Arus pada kolektor adalah 840 µA dengan menggunakan penguatan minimal transistor 2N3055. Pada saat tegangan 0 V, maka arus yang akan masuk menuju *common collector* adalah arus *cut-off* dimana arus yang terjadi adalah sebesar 0.6 mA

Pada percobaan, arus yang terjadi adalah mendekati 0 A. Pengukuran yang terbaca pada saat percobaan hanya bergerak sedikit sehingga tidak dapat mengidentifikasi besar arus yang dihasilkan oleh *voltage feedback*. Tegangan yang dihasilkan adalah sebesar 9 V. Periode yang terjadi adalah 7 ms saat output tinggi dan 12 ms saat outputnya rendah. Frekuensi yang didapat adalah sebesar 52.6 Hz.

4.2.4 *Common Collector*

Konfigurasi ini bertujuan untuk memperkuat arus dan untuk menahan tegangan. BJT dipasang dengan pasangan Darlington dengan konfigurasi *common collector* sehingga arus yang dihasilkan diharapkan menjadi lebih besar. Resistor pada *emitter* adalah 5.6 Ω dengan daya sebesar 10 watt. Transistor yang digunakan adalah 2 buah transistor 2N3055.



Gambar 4. 9 *Common Collector*

Output yang dihasilkan pada gambar (4.9) adalah 10 V saat outputnya tinggi. Terjadi penahanan tegangan pada *common collector*, sesuai dengan fungsinya, walaupun terjadi jatuh tegangan.. Arus keluarannya adalah 1.5 mA. Periodenya adalah 7 ms saat output tinggi dan 12 ms saat outputnya rendah. Frekuensi yang dihasilkan juga sebesar 52.6 Hz.

Saat besar resistor diubah menjadi 10 Ω , pada tegangan tidak terjadi perubahan, tetapi arus yang masuk menuju *amplifier* menjadi sedikit lebih besar, walaupun pergerakan yang terjadi hanya sedikit. Nilai frekuensi dan siklus kerja tidak berpengaruh terhadap besarnya perubahan resistor antara 5.6 Ω dan 10 Ω .

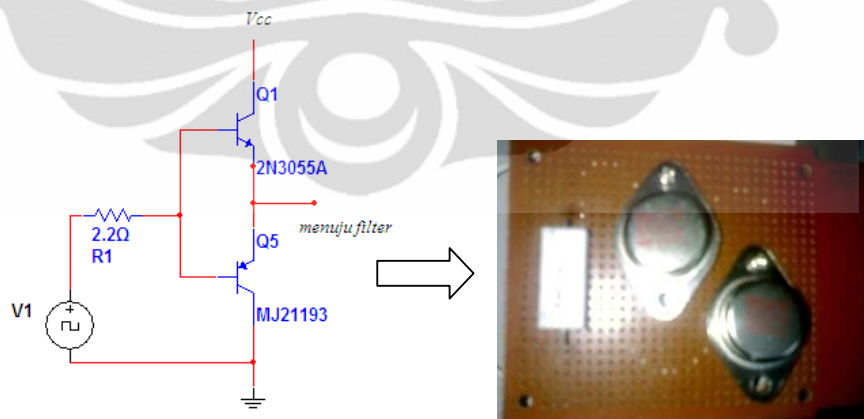
Pada saat dilakukan percobaan, kedua resistor akan menjadi panas saat penggunaannya dilakukan terus menerus. Hal ini dapat mengganggu performa keseluruhan rangkaian. Apabila resistor menjadi hangus, maka terdapat kemungkinan komponen lain juga menjadi rusak sebagai imbasnya.

Tidak terjadi penguatan arus yang diharapkan karena tegangan suplai masih mampu untuk menyuplai daya dari rangkaian keseluruhan inverter. Penguatan yang terjadi adalah sebesar lima kalinya. Apabila kita bandingkan dengan *datasheet* 2N3055, seharusnya penguatan minimal yang terjadi sebesar 20 kalinya pada satu transistor. Karena konfigurasi berupa Darlington dengan tipe *common collector*, maka penguatannya menjadi 400 kali. Kesalahan yang terjadi di sini adalah arus yang dihasilkan dari rangkaian ini belum cukup besar untuk masuk ke dalam konfigurasi sehingga penguatan yang terjadi cukup kecil.



Gambar 4. 10 Output *Common Collector*

4.2.5 Amplifier Push – Pull



Gambar 4. 11 Amplifier Push - Pull

Amplifier *push – pull* yang digunakan adalah 2N3055 dan MJ2955. Resistor 2.2 Ω yang digunakan disini sebagai *bias* dari multivibrator agar

keluaran diharapkan menjadi lebih stabil. Amplifier ini menggunakan transistor dengan daya yang tinggi yang dipasang secara *push - pull*. Output yang dihasilkan pada gambar (4.7) adalah 10 V. Arus yang terjadi sangat kecil akibat proses *switching push - pull* yang memisahkan gelombang antara siklus positif dan negatif. Penggunaan resistor ini tidak terlalu berpengaruh terhadap keluaran dari *amplifier*.

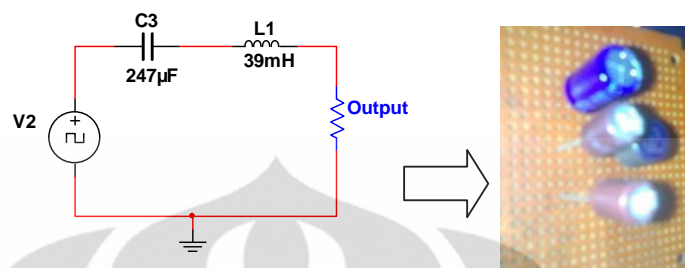
Proses *switching* ini dapat terjadi karena adanya pergantian kerja antara transistor 2N3055 dan MJ2955 yang dipicu oleh gelombang persegi yang dihasilkan rangkaian multivibrator. Saat transistor 2N3055 *on* (output timer tinggi), maka arus akan mengalir dari multivibrator menuju filter dimana kapasitor dan induktor akan menyimpan muatan dan arus. Pada saat MJ2955 *on* (output timer rendah), maka filter berperan sebagai sumber arus dan tegangan dengan melepaskan muatan dan arus yang telah disimpan, sehingga akan memicu keluaran menjadi bolak-balik.

Periodenya adalah 7 ms saat output tinggi dan 12 ms saat outputnya rendah. Berarti frekuensi yang dihasilkan adalah 52.6 Hz dengan *duty cycle* sebesar 63.16%. Frekuensi yang dihitung di sini tidak mengalami perubahan apabila dibandingkan dengan keluaran *common collector*.

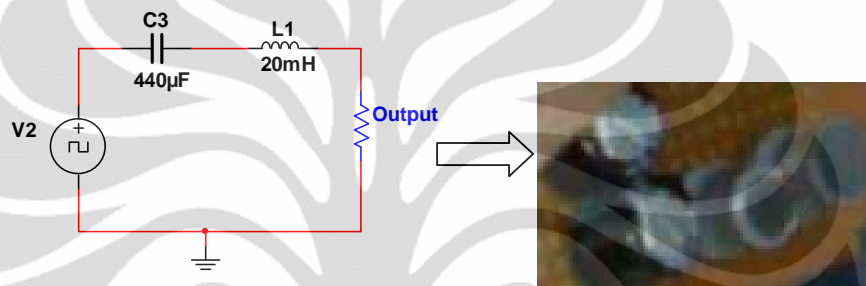


Gambar 4. 12 Output *Amplifier Push - Pull*

4.2.6 Filter Orde 2



(a)



(b)

Gambar 4. 13 Filter orde 2 sebesar (a) $247 \mu\text{F}$ dan 39 mH dan (b) $440 \mu\text{F}$ dan 20 mH

Rangkaian filter berguna untuk mengubah sinyal DC menjadi sinyal AC. Output tegangan yang dihasilkan pada gambar (4.13) adalah 10 V pada hambatan $1 \text{ k}\Omega$. Arus yang terjadi juga kecil. Daya yang dihasilkan pun menjadi kecil, yaitu sebesar 2.5 mW

Besar filter yang divariasikan mempengaruhi besar keluaran yang terjadi. Agar rangkaian menjadi *matching*, maka besar kapasitor berbanding terbalik dengan besar induktor. Semakin besar kapasitor, semakin kecil induktor, sehingga keluaran menjadi semakin besar. Hal ini disebabkan dengan besarnya penyimpanan kapasitor, maka pada saat melepas muatan tegangan semakin besar. Akan tetapi, kapasitor memiliki batasan dalam menyimpan muatannya, maka harus diperhatikan ketahanan kapasitor terhadap muatan yang akan disimpan agar kapasitor tidak rusak.

Gelombang tegangan juga sudah menunjukkan AC, tetapi masih belum mendekati sinusoidal sempurna. Gelombang ini tidak dapat dimasukkan ke dalam transformator karena gelombang yang dihasilkan belum mampu untuk menghasilkan tegangan sekunder dari transformator. Arus yang terjadi juga sangat kecil sehingga untuk menaikkan tegangan hampir tidak mencukupi. Periodenya adalah 7 ms saat output tinggi dan 12 ms saat outputnya rendah. Frekuensi yang terjadi adalah 52.6 Hz.

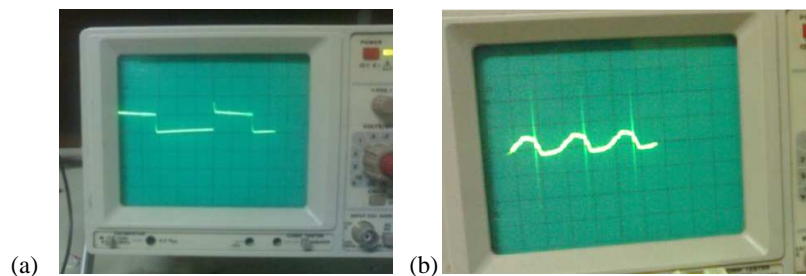


Gambar 4. 14 Output setelah filter LC

4.3 Analisis Eksperimen Inverter Secara Keseluruhan

Apabila konfigurasi – konfigurasi pada subbab sebelumnya digabung secara keseluruhan dengan memperhatikan rancangan pada gambar (4.2) dengan menggunakan beban sebesar 1 k Ω , maka kita bias membandingkan keluaran antara kedua rangkaian.

Pada rangkaian yang menggunakan *common emitter* (4.2a) dan *voltage feedback* (4.2b), outputnya adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 15 Inverter dengan (a) *common emitter* (b) *voltage feedback*

Pada gambar (4.15a), tegangan yang dihasilkan adalah sebesar 10 V. gelombang yang dihasilkan sudah menjadi gelombang bolak – balik. Hal ini dapat dilihat pada osiloskop dengan menggunakan mode AC. Gelombang yang terjadi tidak berbentuk sinusoidal karena rangkaian ini sangat sensitif terhadap beban. Saat beban dicekikan, rangkaian menjadi lebih mirip sinusoidal walaupun masih belum terlihat. Sebagai imbasnya, tegangan menjadi berkurang. Oleh karena itu, dibutuhkan penyesuaian rangkaian dengan beban agar gelombang mendekati sinusoidal sempurna dan optimal.

Pada gambar (4.15b), tegangan yang dihasilkan sebesar 1 V. Gelombang yang dihasilkan sudah menjadi gelombang bolak – balik. Akan tetapi, terdapat gangguan tiap 1 periode. Hal ini disebabkan adanya kemungkinan hubungan pendek pada rangkaian sehingga keluaran tidak sesuai harapan. Penggunaan komponen secara terus menerus juga merupakan salah satu penyebab tidak optimalnya rangkaian.

Di sini dapat terlihat bahwa frekuensi sampai beban tidak berubah sehingga rangkaian yang digunakan tidak mempengaruhi frekuensi. Gelombang yang terbentuk walaupun belum mendekati sinusoidal, gelombang tersebut sudah menjadi gelombang bolak – balik. Agar rangkaian menjadi mendekati sinusoidal, maka dibutuhkan nilai filter yang seimbang untuk menyaring *ripple* yang terjadi sebelum masuk ke beban dan proses *matching* untuk menghindari *crossover distortion*.

Dalam rangkaian ini, filter harus ditaruh di bagian belakang karena arus keluaran NE555 yang terhubung langsung dengan filter dapat menyebabkan NE555 menjadi rusak. Penggunaan konfigurasi yang ada dilakukan adalah untuk menjaga agar NE555 dapat bekerja tanpa merusak IC itu sendiri.

BAB 5

KESIMPULAN

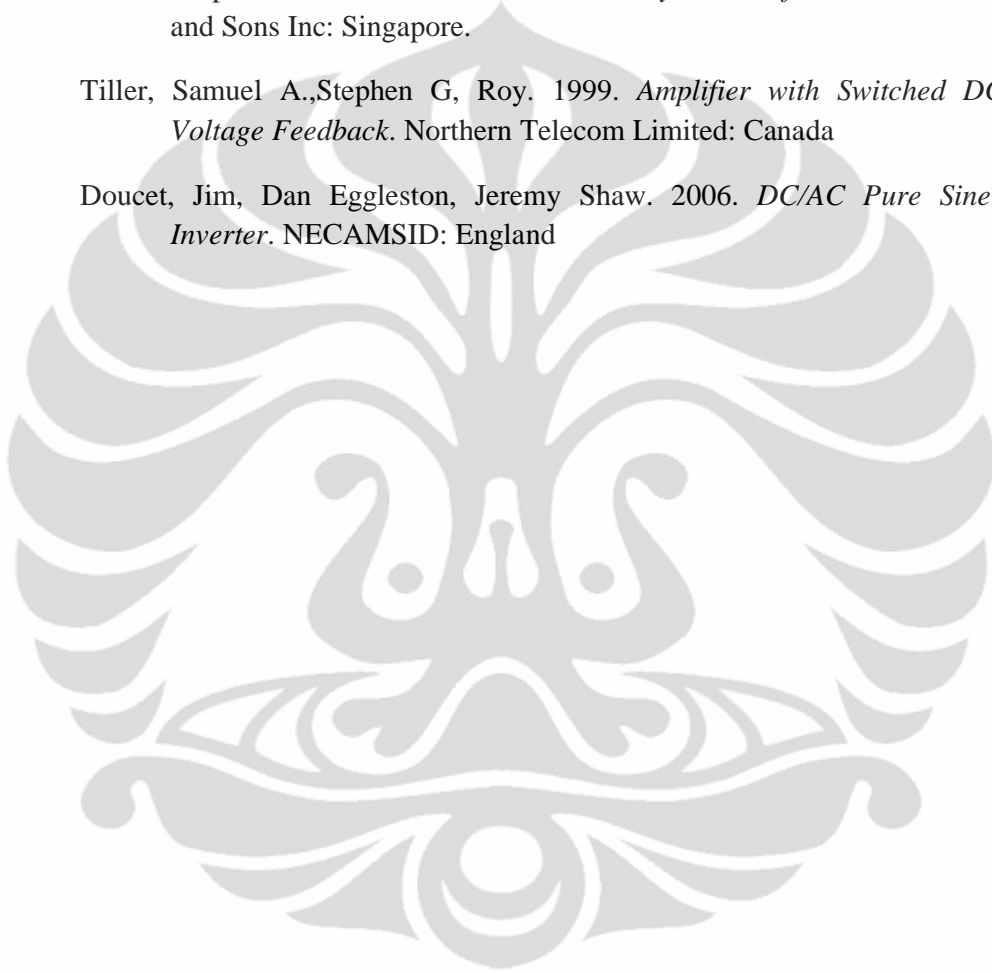
1. Penggunaan *boost converter* yang dikombinasikan dengan NE555 kurang tepat, karena karakteristik NE555 yang memiliki daya keluaran yang rendah sehingga dapat merusak NE555 itu sendiri
2. Dengan menggunakan komponen pengganti dengan daya keluaran tinggi dapat membuat penggunaan *boost converter* direalisasikan
3. *Output* yang dihasilkan dari rangkaian inverter dengan *common emitter* maupun *voltage feedback* adalah dengan tegangan puncak sekitar 164 V dengan menggunakan beban lampu 11 watt dalam simulasi Multisim
4. Bentuk gelombang pada rangkaian dipengaruhi oleh beban, pencocokan terhadap rangkaian, dan pemilihan dan lamanya penggunaan komponen itu sendiri
5. Penggunaan filter pada bagian belakang dilakukan untuk menjaga IC NE555 agar tidak rusak akibat *fan-out* yang berlebihan
6. Eksperimen yang dilakukan hanya sampai pada beban karena gelombang yang terjadi tidak dapat sampai transformator
7. Walaupun gelombang belum menjadi sinusoidal, tetapi gelombang tersebut sudah menjadi tegangan bolak – balik

DAFTAR ACUAN

- [1] *Inverter (Electrical)*, Juni 5, 2011 [http://en.wikipedia.org/wiki/Inverter_\(electrical\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Inverter_(electrical))
- [2] *Buck Converter*, Juni 4, 2011, http://en.wikipedia.org/wiki/Buck_converter
- [3] *Boost Converter*, Juni 4, 2011, http://en.wikipedia.org/wiki/Boost_converter
- [4] *Timer 555*, Juni 5, 2011, <http://www.ordigami.net/timer555-en>
- [5] *Multivibrator*, Juni 5, 2011, <http://en.wikipedia.org/wiki/Multivibrator>
- [6] *Darlington Transistor*, Juni 5, 2011, http://en.wikipedia.org/wiki/Darlington_pair
- [7] Boylestad, Robert L., Louis Nashelsky. 2006. *Electronic Devices and Circuit Theory* (9th edition). Depok: Universitas Indonesia
- [8] *Electronic Amplifier*, Juni 5, 2011, http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_amplifier
- [9] *Resonansi Pada Rangkaian AC*, Juni 5, 2011, <http://ilmu-elektronika.co.cc/index.php/arus-bolak-balik-ac/resonansi-pada-rangkaian-ac.html>
- [10] *Bipolar Transistor Biasing*, Juli 7, 2011, http://en.wikipedia.org/wiki/Bipolar_transistor_biasing
- [11] *Complementary High Power Transistors*, Juni 5, 2011, http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/2/N/3/0/2N3055.shtml
- [12] *NPN Silicon High Voltage Transistors*, Juni 5, 2011, <http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=MPSA42>

DAFTAR PUSTAKA

- Boylestad, Robert L., Louis Nashelsky. 2006. *Electronic Devices and Circuit Theory* (9th edition). Depok: Universitas Indonesia
- Smith, Ralph J. 1992. *Circuits, Devices, and Systems, Fifth Edition*. John Wiley and Sons Inc: Singapore.
- Tiller, Samuel A., Stephen G, Roy. 1999. *Amplifier with Switched DC Bias Voltage Feedback*. Northern Telecom Limited: Canada
- Doucet, Jim, Dan Eggleston, Jeremy Shaw. 2006. *DC/AC Pure Sine Wave Inverter*. NECAMSID: England



LAMPIRAN 1: DATASHEET IC NE555


www.fairchildsemi.com

LM555/NE555/SA555

Single Timer

Features

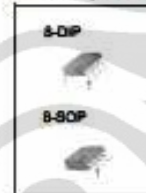
- High Current Drive Capability (200mA)
- Adjustable Duty Cycle
- Temperature Stability of 0.005%/°C
- Timing From μ Sec to Hours
- Turn off Time Less Than 2 μ Sec

Applications

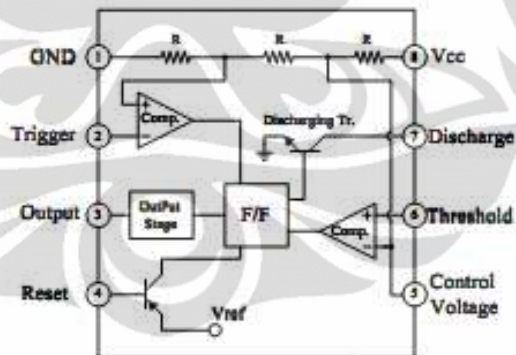
- Precision Timing
- Pulse Generation
- Time Delay Generation
- Sequential Timing

Description

The LM555/NE555/SA555 is a highly stable controller capable of producing accurate timing pulses. With a monostable operation, the time delay is controlled by one external resistor and one capacitor. With an astable operation, the frequency and duty cycle are accurately controlled by two external resistors and one capacitor.



Internal Block Diagram



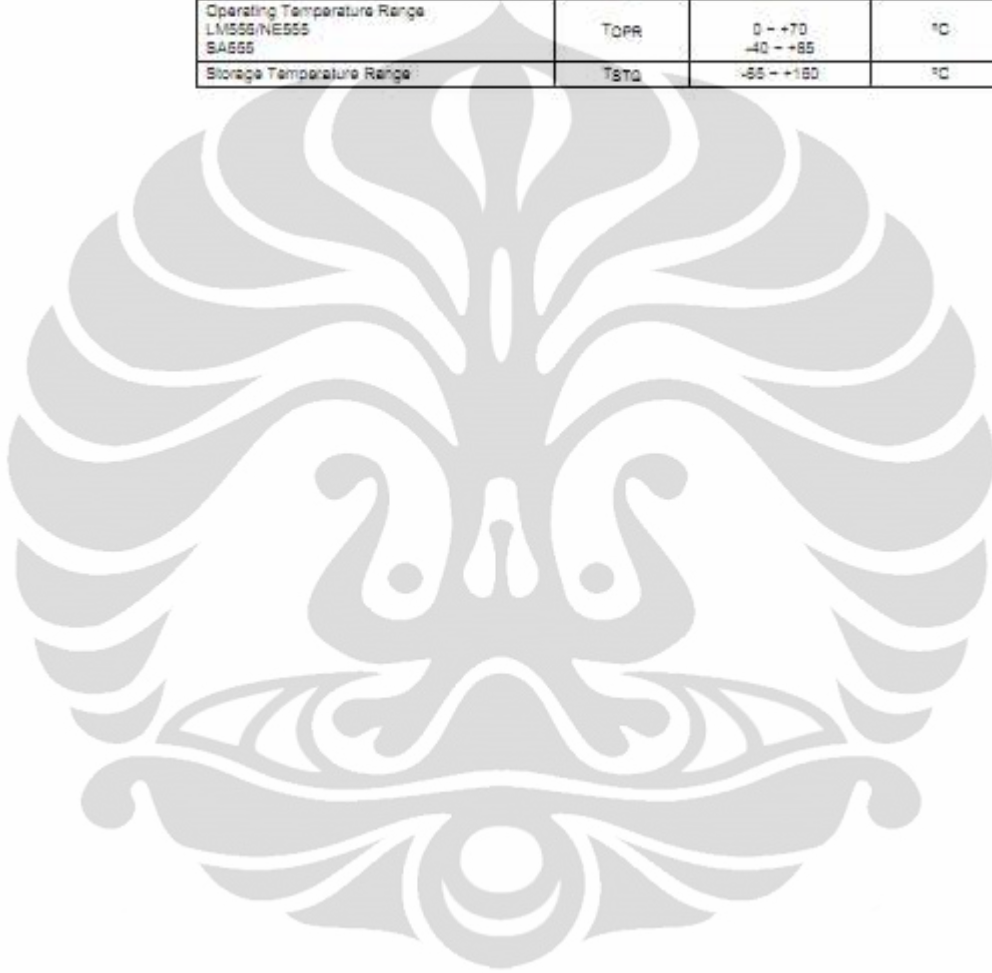
Rev. 1.0.3

©2002 Fairchild Semiconductor Corporation

LM555/NE555/S4555

Absolute Maximum Ratings (TA = 25°C)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	VCC	18	V
Lead Temperature (Soldering 10sec)	TLEAD	300	°C
Power Dissipation	Pd	600	mW
Operating Temperature Range LM555/NE555 SA555	TOPR	0 - +70 -40 - +85	°C
Storage Temperature Range	TSTG	-55 - +150	°C



Electrical Characteristics

(TA = 25°C, VCC = 5 – 15V, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Supply Voltage	VCC	-	4.5	-	15	V
Supply Current (Low Stable) (Note1)	ICC	VCC = 5V, RL = ∞	-	3	8	mA
		VCC = 15V, RL = ∞	-	7.5	15	mA
Timing Error (Monostable) Initial Accuracy (Note2) Drift with Temperature (Note4) Drift with Supply Voltage (Note4)	ACCUR Δt/ΔT Δt/ΔVCC	RA = 1kΩ to 100kΩ C = 0.1μF	-	1.0 50 0.1	3.0	% ppm/°C %/V
Timing Error (Astable) Initial Accuracy (Note2) Drift with Temperature (Note4) Drift with Supply Voltage (Note4)	ACCUR Δt/ΔT Δt/ΔVCC	RA = 1kΩ to 100kΩ C = 0.1μF	-	2.25 150 0.3	-	% ppm/°C %/V
Control Voltage	VC	VCC = 15V	9.0	10.0	11.0	V
		VCC = 5V	2.5	3.33	4.0	V
Threshold Voltage	VTH	VCC = 15V	-	10.0	-	V
		VCC = 5V	-	3.33	-	V
Threshold Current (Note3)	ITH	-	-	0.1	0.25	μA
Trigger Voltage	VTR	VCC = 5V	1.1	1.67	2.2	V
		VCC = 15V	4.5	5	5.5	V
Trigger Current	ITR	VTR = 0V	-	0.01	2.0	μA
Reset Voltage	VRST	-	0.4	0.7	1.0	V
Reset Current	IRST	-	-	0.1	0.4	mA
Low Output Voltage	VOL	VCC = 15V ISINK = 10mA ISINK = 50mA	-	0.05 0.3	0.25 0.75	V
		VCC = 5V ISINK = 5mA	-	0.05	0.35	V
High Output Voltage	VOH	VCC = 15V ISOURCE = 200mA ISOURCE = 100mA	12.75	12.5 13.3	-	V
		VCC = 5V ISOURCE = 100mA	2.75	3.3	-	V
Rise Time of Output (Note4)	tr	-	-	100	-	ns
Fall Time of Output (Note4)	tf	-	-	100	-	ns
Discharge Leakage Current	ILKO	-	-	20	100	nA

Notes:

- When the output is high, the supply current is typically 1mA less than at VCC = 5V.
- Tested at VCC = 5.0V and VCC = 15V.
- This will determine the maximum value of RA + RB for 15V operation, the max. total R = 20MΩ, and for 5V operation, the max. total R = 5.7MΩ.
- These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

LAMPIRAN 2: DATASHEET 2N3055 DAN MJ2955



2N3055
MJ2955

COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

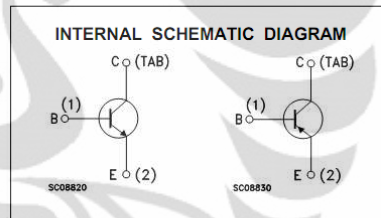
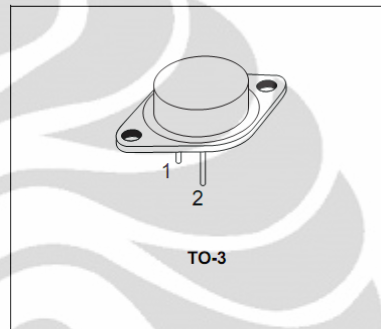
- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES
- COMPLEMENTARY NPN-PNP DEVICES

DESCRIPTION

The 2N3055 is a silicon Epitaxial-Base Planar NPN transistor mounted in Jedec TO-3 metal case.

It is intended for power switching circuits, series and shunt regulators, output stages and high fidelity amplifiers.

The complementary PNP type is MJ2955.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value		Unit
		NPN	2N3055	
V_{CBO}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)		100	V
V_{CER}	Collector-Emitter Voltage ($R_{BE} \leq 100\Omega$)		70	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)		60	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)		7	V
I_C	Collector Current		15	A
I_B	Base Current		7	A
P_{tot}	Total Dissipation at $T_c \leq 25^\circ\text{C}$		115	W
T_{stg}	Storage Temperature		-65 to 200	$^\circ\text{C}$
T_J	Max. Operating Junction Temperature		200	$^\circ\text{C}$

For PNP types voltage and current values are negative.

August 1999

1/4

2N3055 / MJ2955

THERMAL DATA

$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	1.5	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
----------------	----------------------------------	-----	-----	-----------------------------

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CEX}	Collector Cut-off Current ($V_{BE} = -1.5\text{V}$)	$V_{CE} = 100\text{V}$ $V_{CE} = 100\text{V}$ $T_j = 150^{\circ}\text{C}$			1 5	mA mA
I_{CEO}	Collector Cut-off Current ($I_B = 0$)	$V_{CE} = 30\text{V}$			0.7	mA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current ($I_C = 0$)	$V_{EB} = 7\text{V}$			5	mA
$V_{CEO(sus)*}$	Collector-Emitter Sustaining Voltage ($I_B = 0$)	$I_C = 200\text{mA}$	60			V
$V_{CER(sus)*}$	Collector-Emitter Sustaining Voltage ($R_{BE} = 100\ \Omega$)	$I_C = 200\text{mA}$	70			V
$V_{CE(sat)*}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 4\text{A}$ $I_B = 400\text{mA}$ $I_C = 10\text{A}$ $I_B = 3.3\text{A}$			1 3	V V
V_{BE*}	Base-Emitter Voltage	$I_C = 4\text{A}$ $V_{CE} = 4\text{A}$			1.8	V
h_{FE*}	DC Current Gain	$I_C = 4\text{A}$ $V_{CE} = 4\text{A}$ $I_C = 10\text{A}$ $V_{CE} = 4\text{A}$	20 5		70	
f_T	Transition frequency	$I_C = 0.5\text{A}$ $V_{CE} = 10\text{V}$	3			MHz
$I_{S/B*}$	Second Breakdown Collector Current	$V_{CE} = 40\text{V}$	2.87			A

* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle 1.5 %
For PNP types voltage and current values are negative.