

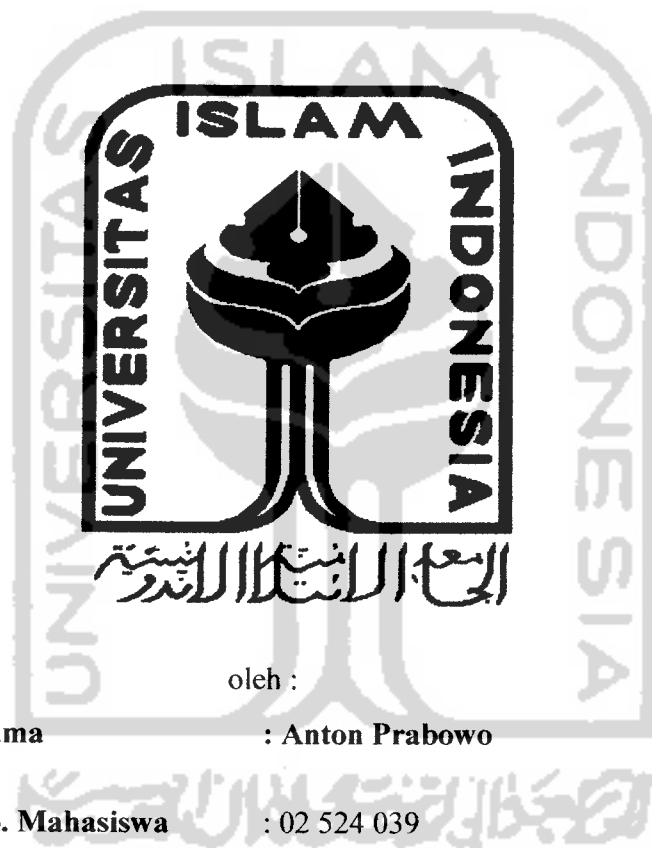
PERANCANGAN UPS PADA JARINGAN HFC

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



oleh :

Nama : Anton Prabowo

No. Mahasiswa : 02 524 039

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PERANCANGAN UPS PADA JARINGAN HFC



Pembimbing I

Tito Yuwono, ST, MSc

Pembimbing II

Eka Indarto, ST

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN UPS PADA JARINGAN HFC

Oleh :

Nama : Anton Prabowo

No. Mahasiswa : 02 524 039

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, Mei 2007

Tim Penguji

Tito Yuwono, ST, M.Sc


Ketua


Eka Indarto, ST


Anggota I

Yusuf Aziz Amrullah, ST

Anggota II







Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia



(Tito Yuwono, ST, M.Sc)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Seluruh Karya ini kupersembahkan untuk:

Kedua Orang Tua ku :

Bapak : Soeroso, BA

Ibu : Djumiati

Kakak- kakak ku yang sudah menikah

Semoga bahagia selalu :

Mba Dewi & Mas Nino

Mba Heni & Mas Wiwin

Dan buat Raka Kecil

MOTTO

*“Perjuangan sampai akhir,
karena hidup adalah proses dan amanah”*

*“Hidup hanya untuk mempersembahkan yang terbaik
Berarti bagi dunia, bermakna bagi akhirat”*

(Aa Gym)

*Semakin kita belajar, semakin kita menyadari begitu banyak
yang perlu kita pelajari*

*Dan Allah senantiasa menolong hambanya selama hambanya itu
menolong saudaranya*

(H.R Muslim)

KATA PENGANTAR

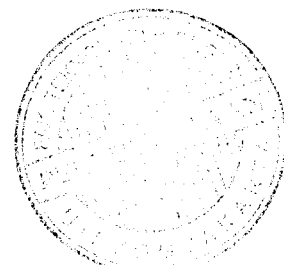
Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat, taufik dan hidayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat.

Tugas Akhir dengan judul ***“Perancangan UPS pada Jaringan HFC”*** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis menyadari banyak ilmu dan pengalaman serta dorongan dan doa yang diberikan kepada penulis. Pada kesempatan ini, Penulis ingin mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Fathul Wahid, ST , MSc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri,
2. Bapak Tito Yuwono, ST, MSc, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir I
3. Bapak Eka Indarto, ST selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir II, atas kepercayaan, bantuan serta bimbingannya selama Penulis mengerjakan Tugas Akhir
4. Bapak Yusuf Aziz Amrullah, ST, selaku Dosen Pembimbing Akademik, terima kasih atas bimbingannya.
5. Segenap Dosen Teknik Elektro dan FTI yang pernah mengajar penulis selama Penulis kuliah atas ilmu dan pengetahuan yang diberikan.
6. Kedua orang tua penulis di Kebumen, terima kasih atas doa, perhatian, dukungan, kasih sayang dan cintanya sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan kuliah.



7. Mas Tri, Mas Heri dan seluruh asisten di laboratorium Jurusan Teknik Elektro UII. terima kasih atas bantuan dan dukungannya.
8. Teman – teman seperjuangan Azis, Nugroho, Aji, Uul dkk dan Chaerul terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.
9. Sahabatku Sigit, Dayat, Soni, Dadang, serta teman – teman kostku Rahmat, David, Hari, Panjul, Agus, dkk terima kasih atas dukungan dan doanya. *Peace man.*
10. Terima Kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangannya, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penyusun harapkan. Akhirnya mudah – mudahan laporan ini dapat bermanfaat kepada penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya, amin.

Wassalammualikum Wr Wb.

Yogyakarta, Mei 2007

Anton Prabowo

ABSTRAKSI

Pada saat ini keamanan data dalam komunikasi merupakan hal yang mutlak diperlukan. Salah satu faktor pendukung keamanan pengiriman ataupun penerimaan data adalah tersedianya catu daya (power supply) yang memadai. Oleh karena itu keberadaan UPS pada jaringan HFC yang merupakan jaringan Tv kabel sangatlah diperlukan. Karena dalam penyampaian data kepada pemakai (user) daya tidak boleh terputus. Catu daya pada jaringan HFC ini terpasang pada terminal-terminal penghubung. Terminal ini terletak diantara pemakai (user) dan stasiun pusat(headend). UPS ini bekerja apabila supply daya dari PLN terputus. Dan pengoperasian UPS ini adalah secara otomatis yaitu dengan terhubungnya saklar yang berupa relay.

Daya yang dipakai dari sistem selalu salah satu dari sumber tersebut, sumber sekunder atau cadangan diperoleh dari inverter DC ke AC. Inverter DC ke AC adalah rangkaian yang berfungsi sebagai pengubah tegangan dan arus DC menjadi AC. Dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang harus dilaksanakan secara berurutan, yaitu: tahap penemuan ide, tahap pembuatan perangkat keras UPS, tahap analisa terhadap hasil rancangan. Tujuan skripsi ini adalah pembuatan catu daya yang diperuntukkan pada jaringan HFC, dimana jaringan ini merupakan jaringan yang sangat butuh catu daya yang terus menerus.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada beban antara 5 watt sampai 15 watt memerlukan waktu \pm 30 menit, sedangkan untuk beban 40 watt sampai 100 watt waktunya 20 menit dan 5 menit, sehingga untuk mencatu jaringan HFC yang memerlukan daya sekitar 35-90 watt bisa dilakukan walaupun dalam kenyataannya UPS ini masih sangat terbatas karena konfigurasi antar komponen yang tidak sesuai dengan data sheet dari masing-masing komponen dengan kenyataan dalam perancangan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAKSI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penulisan	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. Transformator	5
2.2. Penyearah AC ke DC	6
2.2.1 Penyearah Setengah Gelombang	8
2.2.2 Penyearah Gelombang Penuh	10

2.2.3	Penyearah Jembatan	11
2.3	Inverter DC ke AC	12
2.4.	<i>Accumulator</i> (Aki)	15
2.5.	(MOSFET)	16
2.6	Resistor	21
2.6.1	Resistor tetap	23
2.6.2	Resistor variabel	24
2.7	Kapasitor	25
2.7.1	Kapasitor filmplastik	27
2.7.2	Kapasitor keramik	28
2.7.3	Kapasitor elektrolit	29
2.8	Transistor	31
2.9	Saklar	35
2.10	Relai	36
2.11	HFC (<i>Hybrid Fiber Coaxial</i>)	37
2.12	Headend	39
2.13	Fiber Node	40
2.13	LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	41
2.15	Karakteristik LED	42

BAB III PERANCANGAN ALAT	44
3.1. Diagram alir	44
3.2. Diagram blok	46
3.3. Perancangan hardware	47
3.3.1 AC Mains	48
3.3.2. Penyearah (<i>Rectifier</i>)	48
3.3.3 Charger	49
3.3.4 Inverter	50
3.3.5. Baterai Detektor	52
3.4. Prinsip dan Cara Kerja Alat	53
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA	55
4.1. Pengujian Frekuensi	55
4.2. Pengujian Kemampuan <i>Accumulator</i> (aki)	58
4.3. Pengujian Rangkaian UPS	61
4.4. Pengujian gelombang masukan dan keluaran	65
BAB V PENUTUP	68
5.1. Kesimpulan	68
5.2. Saran	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan trafo dan tegangan puncak trafo	5
Gambar 2.2	Sambungan bahan dan simbol dioda	6
Gambar 2.3	Forward bias	7
Gambar 2.4	Reverse bias	7
Gambar 2.5	Penyearah setengah gelombang	8
Gambar 2.6	Masukan dioda	9
Gambar 2.7	Keluaran dioda	9
Gambar 2.8	Penyearah gelombang penuh	10
Gambar 2.9	Gelombang masukan dan keluaran	11
Gambar 2.10	(a) Penyearah gelombang penuh	12
	(b) Keluaran yang disearahkan	12
	(c) Setengah siklus positif	12
	(d) Setengah siklus negatif	12
Gambar 2.11	Prinsip dasar inverter DC ke AC	13
Gambar 2.12	Inverter dengan MOSFET	14
Gambar 2.13	Pulsa pemicu MOSFET dan Gelombang keluaran trafo	14
Gambar 2.14	Gelombang sinus dan gelombang kotak	15
Gambar 2.15	MOSFET <i>Depletion-Mode</i>	18
Gambar 2.16	MOSFET <i>Enhancement-Mode N Channel</i>	19
Gambar 2.17	MOSFET <i>Enhancement-Mode P Channel</i>	19
Gambar 2.18	Kurva keluaran E-MOSFET	20

Gambar 2.19	Karakteristik transfer E-MOSFET	21
Gambar 2.20	Kode warna resistor	23
Gambar 2.21	Simbol resistor	24
Gambar 2.22	Simbol trimpot	24
Gambar 2.23	Simbol potensiometer	25
Gambar 2.24	Simbol kapasitor	26
Gambar 2.25	Kapasitor <i>polyester</i>	28
Gambar 2.26	Kapasitor keramik	29
Gambar 2.27	Kapasitor elektrolit	30
Gambar 2.28	Simbol dan jenis transistor	32
Gambar 2.29	Pembiasan transistor	33
Gambar 2.30	Kurva karakteristik transistor NPN	35
Gambar 2.31	Simbol SCR	35
Gambar 2.32	Saklar <i>on/off</i>	36
Gambar 2.33	Kontak relai NO	37
Gambar 2.34	Kontak relai NC	37
Gambar 2.35	LED (Light Emitting Diode)	42
Gambar 2.36	Karakteristik LED	42
Gambar 3.1	Diagram alir sistem kerja power suplai	44
Gambar 3.2	Diagram Blok Sistem UPS (inverter)	46
Gambar 3.3	Sistem keseluruhan	47
Gambar 3.4	Rangkaian penyearah gelombang penuh	49
Gambar 3.5	Pengisian aki	50

Gambar 3.6	Rangkaian inverter	51
Gambar 3.7	Bentuk fisik rangkaian inverter	52
Gambar 3.8	Rangkaian baterai detektor	53
Gambar 4.1	Tampilan CRO pada percobaan 1	55
Gambar 4.2	Grafik pengukuran banyaknya gelombang pada CRO	56
Gambar 4.3	Tampilan CRO pada percobaan 2	57
Gambar 4.4	Tampilan CRO pada percobaan 3	58
Gambar 4.5	Tampilan CRO pada penggabungan Q dan Q	58
Gambar 4.6	Grafik perbandingan tegangan terhadap waktu	60
Gambar 4.7	Grafik perbandingan arus terhadap waktu	61
Gambar 4.8	Grafik perbandingan tegangan terhadap beban	62
Gambar 4.9	Grafik perbandingan arus terhadap beban	62
Gambar 4.10	Grafik perbandingan daya terhadap beban	62
Gambar 4.11	Grafik perbandingan tegangan terhadap waktu	64
Gambar 4.12	Grafik perbandingan arus terhadap waktu	64
Gambar 4.13	Bentuk gelombang input dari baterai	65
Gambar 4.14	Bentuk gelombang output sebelum trafo	65
Gambar 4.15	Bentuk gelombang output dari power suplai	66
Gambar 4.16	Bentuk gelombang output dari aki	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kode Warna dan Jumlah Angka pada Resistor	22
Tabel 4.1	Pengukuran banyaknya gelombang pada CRO	55
Tabel 4.2	Pengujian accumulator berbeban dengan perbandingan waktu	59
Tabel 4.3	Pengujian alat dengan sumber tegangan dari accumulator ...	61
Tabel 4.4	Pengujian alat dengan sumber tegangan dari PS	63
Tabel 4.5	Pengukuran gelombang masukan dan keluaran pada CRO ...	67



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Diera globalisasi teknologi dan informasi sebagian besar peralatan yang digunakan dirumah tangga, di kantor maupun di tempat-tempat umum serta di pabrik menggunakan sumber listrik yang berasal dari sumber listrik utama seperti generating set (genset) atau dari baterai untuk dapat mengoperasikan peralatan tersebut. Semua peralatan listrik dibuat berdasarkan spesifikasi tertentu yang dikaitkan dengan harga ataupun bentuk serta fungsi kegunaannya. Apabila sumber listrik mengalami gangguan kualitas sumber tegangan yaitu besar tegangan dan frekuensi, maka akan berakibat langsung terhadap baik-tidaknya peralatan elektronik tersebut dapat bekerja. Bahkan yang paling buruk dapat mengakibatkan kerusakan terhadap peralatan tersebut. Adapun gangguan terhadap sumber listrik dapat berasal dari internal maupun external.

Yang dimaksud dengan gangguan internal dari sumber listrik adalah gangguan listrik yang diakibatkan oleh sumber listrik itu sendiri. Seperti diketahui sumber listrik utama yang digunakan, sebelumnya melalui sebuah proses yang panjang mulai dari pembangkit listrik, transmisi tegangan tinggi, gardu induk, gardu distribusi hingga kerumah atau kantor. Selama pengiriman energi listrik dari pembangkit hingga ke konsumen tidak selamanya baik, bahkan sering terjadi gangguan seperti padamnya listrik.

Gangguan listrik secara eksternal adalah gangguan terhadap energi listrik yang disebabkan oleh penggunaan peralatan listrik yang lain misalnya di dalam sebuah gedung gangguan listrik dapat timbul karena hubung singkat (short circuit) atau pun kelebihan pembebanan. Hal ini akan menimbulkan gangguan berupa terjadinya perubahan terhadap tegangan yang dapat merusak peralatan elektronik.

Hampir semua peralatan elektronik, komputer maupun listrik yang bersifat umum selalu membutuhkan tegangan dengan frekuensi tertentu. Di Indonesia standar tegangan listrik pada umumnya adalah 220 watt dengan frekuensi 50 Hz. Daya listrik yang terpasang pada konsumen khususnya untuk rumah tangga sangatlah beragam, mulai dari 450 watt, 900 watt hingga 1300 watt atau lebih. Kebanyakan dari masyarakat mengandalkan sumber daya tersebut, jika sumber tersebut padam maka tidak dapat mengoperasikan peralatan elektroniknya hingga listrik dari sumber utama hidup kembali.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut : “Bagaimana merancang sebuah UPS (inverter) untuk jaringan HFC ”

1.3 Batasan Masalah

Perancangan UPS ini diberikan batasan masalah penulis agar dapat lebih menyederhanakan dan mengarahkan penelitian dan pembuatan sistem agar tidak menyimpang dari apa yang diteliti dan dikembangkan. Batasan-batasannya adalah sebagai berikut :

1. Transfer switch yang akan digunakan adalah relai.
2. Masukan yang digunakan dalam UPS (inverter) ini adalah 12volt, dengan pembangkit frekuensi 50Hz.
3. Keluaran dari inverter DC ke AC diharapkan adalah gelombang kotak dengan tegangan 220 Vac dan frekuensi 50 Hz.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian dan perancangan sistem ini adalah :

1. Merancang sebuah sistem penyedia daya cadangan apabila sumber daya utama padam.
2. Mensimulasi sebuah rangkaian UPS (inverter) dengan keluaran maximal 100Watt dan dapat ditambah daya dengan menambah beberapa komponen.
3. Menganalisa hasil dari perancangan UPS (inverter) tersebut.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab bagian isi laporan, dengan penjelasan bab sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Memuat dasar-dasar teori yang berhubungan dengan penelitian dan juga dasar teori yang berhubungan dengan power suplai tersebut.

BAB III : PERANCANGAN SISTEM

Menjelaskan tentang sistem power suplai, mensimulasikan rancangan dan pengujian sistem yang telah dibuat, pembagian fungsi kerja dalam diagram blok serta berisi lebih terperinci tentang apa yang telah disampaikan pada proposal Tugas Akhir.

BAB IV : PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang hasil pengujian dan analisis dari sistem yang dibuat dibandingkan dengan dasar teori sistem atau uraian alasan ilmiah yang lain.

BAB V : PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran-saran dari proses perancangan, simulasi sistem, serta keterbatasan-keterbatasan yang ditemukan dan juga asumsi-asumsi yang dibuat selama melakukan penelitian.

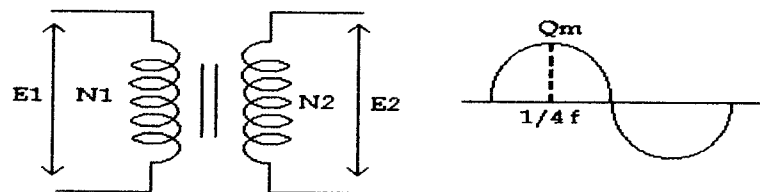
BAB II

DASAR TEORI

2.1 Transformator

Transformator adalah suatu alat untuk memindahkan energi listrik tanpa hubungan listrik secara langsung dari suatu rangkaian ke rangkaian lain, dengan perubahan tegangan atau arus pada frekuensi yang sama.

Transformator pada dasarnya adalah dua buah lilitan yang saling berdekatan yang terisolasi secara listrik namun terhubung secara magnet. Jika lilitan pertama atau primer dialiri arus maka akan timbul fluk magnet yang juga akan melingkupi pada lilitan yang kedua atau lilitan sekunder yang berada didekatnya, maka pada lilitan sekunder tersebut akan timbul tegangan induksi. Peristiwa tersebut disebut induksi bersama. Besar kecilnya nilai tegangan dipengaruhi oleh banyak sedikitnya lilitan sekunder tersebut. Transformator untuk menurunkan tegangan disebut transformator Step-Down, sedangkan untuk menaikkan tegangan disebut Step-Up.



Gambar 2.1 Hubungan trafo dan tegangan puncak trafo.

Keterangan :

$$\phi = \phi_M \sin 2 \pi f \text{ atau } \phi_M \sin \omega t \dots\dots\dots (2.1)$$

N1 = Jumlah lilitan primer

N2 = Jumlah lilitan sekunder

E1 = Tegangan induksi primer

E2 = Tegangan induksi sekunder

ϕ = Tegangan fluks trafo

ϕ_M = Maksimum fluks dalam inti

2.2 Penyearah AC ke DC

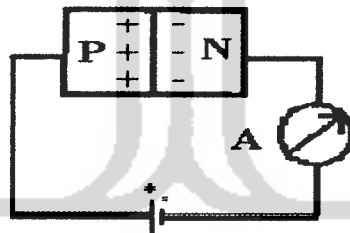
Sebagian besar rangkaian elektronika membutuhkan tegangan DC untuk dapat bekerja. Karena tegangan jala-jala adalah tegangan AC, maka yang harus dilakukan terlebih dahulu dalam setiap peralatan elektronika adalah mengubah tegangan AC ke DC.

Dioda adalah komponen elektronika yang dapat digunakan sebagai penyearah yang mempunyai dua elektroda yaitu anoda dan katoda. Dioda terbuat dari sambungan bahan semi konduktor tipe P dan N.

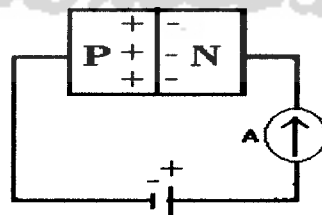


Gambar 2.2 Sambungan bahan dan simbol dioda.

Bahan semikonduktor tipe P adalah bahan semikonduktor yang kelebihan muatan positif, yang disebut 'hole' atau 'lubang'. Sedangkan bahan semikonduktor tipe N adalah bahan semikonduktor yang kelebihan muatan negatif atau elektron. Dioda dikatakan bertegangan maju atau forward bias apabila muatan positif di P dan muatan negatif di N terdorong oleh kutub kutub sumber tegangan ke arah sambungan. Akibatnya pada sambungan terisi muatan, sehingga dapat mengalirkan arus. Dioda bertegangan mundur atau reverse bias apabila muatan positif pada P dan muatan negatif pada N ditarik oleh kutub kutub sumber tegangan. Akibatnya pada sambungan terjadi kekosongan muatan, sehingga tidak dapat mengalirkan arus.



Gambar 2.3 Forward bias.

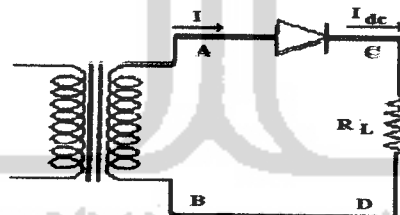


Gambar 2.4 Reverse bias.

Fungsi penyearah adalah mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Terdapat dua jenis penyearah yaitu penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh. Komponen utama penyearah adalah dioda.

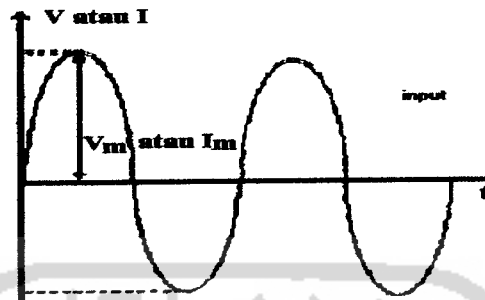
2.2.1 Penyearah Setengah Gelombang

Pada setengah siklus tegangan sekunder yang positif, dioda mengalami prategangan maju untuk setiap tegangan-tegangan sesaat yang lebih besar dari pada tegangan ambang (sekitar 0,7 volt untuk dioda silikon dan 0,3 volt untuk dioda germanium). Hal ini akan menghasilkan tegangan lintas tahanan beban yang mendekati bentuk setengah gelombang. Gambar dibawah memperlihatkan rangkaian yang disebut penyearah setengah gelombang.

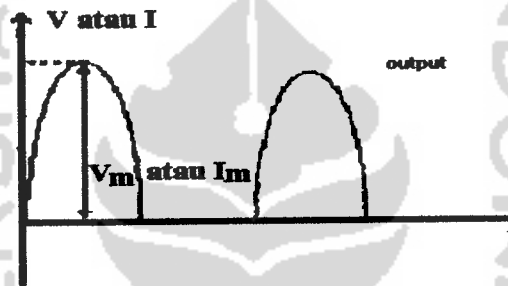


Gambar 2.5 Penyearah setengah gelombang.

Dari Gambar 2.5 tegangan bolak balik dari trafo memasuki dioda. Saat tegangan titik A lebih positif dari titik B ($V_A > V_B$) atau V anoda lebih besar dari V katoda, dioda dapat dikatakan dalam 'arah maju' atau mengalirkan arus. Jika $V_A < V_B$ ($V_{anoda} < V_{katoda}$), maka dioda dalam 'arah mundur' dan tidak ada arus yang mengalir.



Gambar 2.6 Masukan dioda



Gambar 2.7 Keluaran dioda

Penyearah setengah gelombang akan mengubah tegangan AC menjadi DC yang berdenyut. Dengan kata lain tegangan beban akan selalu nol atau positif, tergantung di setengah siklus mana tegangan beban berada, tetapi arus bebannya selalu bersifat DC.

V_{ef} (tegangan efektif yang terbaca pada voltmeter), V_m (tegangan puncak):

$$V_m = V_{ef} \sqrt{2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dan I_{ef} (arus efektif yang terbaca pada amperemeter), I_m (arus puncak) :

$$I_m = I_{ef} \sqrt{2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Arus dan tegangan yang keluar dari dioda adalah :

$$I_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \omega t dt = \frac{I_m}{\pi} \dots\dots\dots (2.4)$$

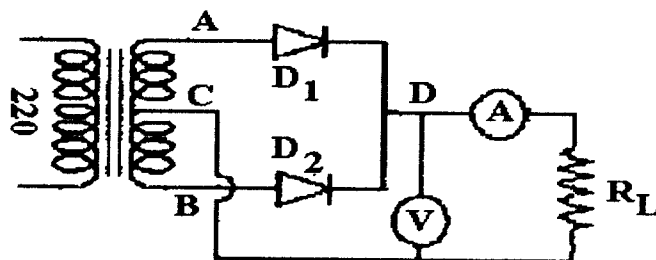
Sehingga tegangan searah keluaran dioda :

$$V_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t dt = \frac{V_m}{\pi} \text{ atau} \dots\dots\dots (2.5)$$

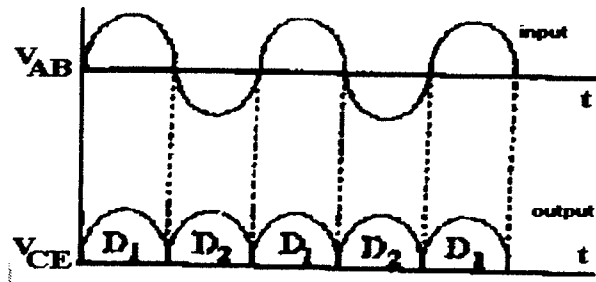
$$V_{dc} = I_{dc} R_L = \frac{I_m}{\pi} R_L = \frac{V_m}{\pi} \dots\dots\dots (2.6)$$

2.2.2 Penyearah Gelombang Penuh

Gambar 2.8 memperlihatkan penyearah gelombang penuh. Selama setengah siklus tegangan sekunder yang positif, D1 mengalami prategangan maju dan D2 mengalami prategangan balik, sehingga arus mengalir melalui D1, tahanan beban, dan setengah belitan yang diatas. Selama setengah siklus yang negatif, arus mengalir melalui D2, tahanan beban dan setengah belitan yang dibawah. Arus mengalir melalui tahanan beban dari arah yang sama tanpa memperhatikan dioda mana yang menghantarkan. Jadi tegangan beban berbentuk sinyal gelombang penuh yang disearahkan seperti terlihat dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.8 Penyearah gelombang penuh.



Gambar 2.9 Gelombang masukan dan keluaran.

Penyearah gelombang penuh seperti dua penyearah setengah gelombang dengan satu penyearah menangani setengah siklus pertama dan yang lainnya menangani setengah siklus kedua. Karena ada sambungan tengah pada belitan sekunder trafo, masing-masing rangkaian dioda hanya menerima setengah siklus tegangan sekunder dari trafo.

Nilai rata-rata atau nilai DC dari keluaran gelombang penuh yang disearahkan adalah dua kali keluaran setengah gelombang yang disearahkan.

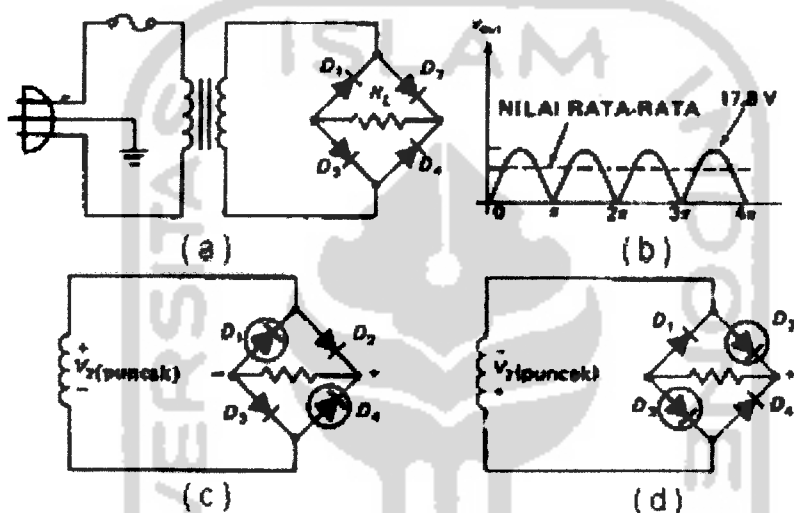
$$V_{dc} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2V_m}{\pi} \dots \dots \dots (2.7)$$

$$I_{DC} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2I_m}{\pi} \dots \dots \dots (2.8)$$

2.2.3 Penyearah Jembatan

Penyearah jembatan termasuk penyearah gelombang penuh. Gambar 2.10a menunjukkan penyearah jembatan. Selama setengah siklus tegangan sekunder yang positif (Gambar 2.10c), dioda D2 dan D3 mengalami prategangan maju, sehingga tegangan beban mempunyai polaritas seperti yang ditunjukkan tanda kurang di sebelah kiri dan tanda tambah di sebelah kanan. Selama setengah

siklus negatif (Gambar 2.10d), dioda D1 dan D4 mengalami prategangan maju. Untuk kedua setengah siklus, tegangan beban mempunyai polaritas yang sama karena arus beban selalu mengalir dalam arah yang sama tanpa memperhatikan dioda mana yang sedang menghantar.



Gambar 2.10. (a) Penyearah gelombang penuh. (b) Keluaran yang disearahkan.
(c) Setengah siklus positif (d) Setengah siklus negatif.

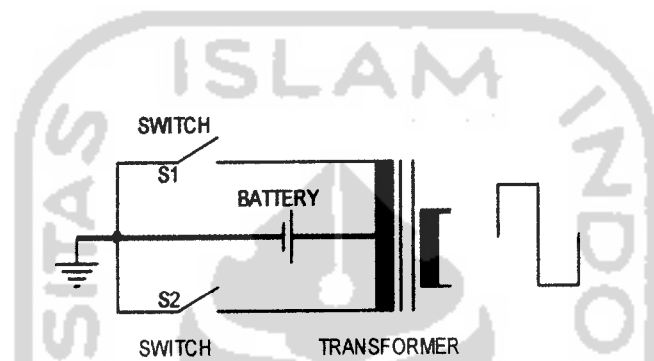
Nilai tegangan rata-rata atau nilai DC dari keluaran penyearah jembatan adalah :

$$V_{dc} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{2V_m}{\pi} \dots \dots \dots (2.9)$$

2.3 Inverter DC ke AC

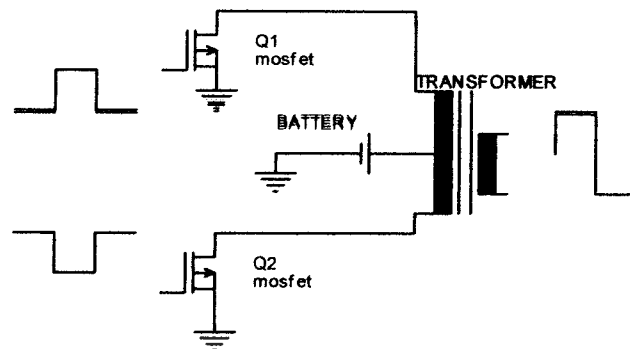
Inverter DC ke AC adalah suatu rangkaian untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Baik yang menggunakan penyaklaran thyristor maupun dengan menggunakan transistor dan transformator yang digerakan atau

dikemukakan oleh oscillator dimana tegangan inputnya adalah kecil dan bersifat DC. Transformator berfungsi sebagai pembalik fasa serta menaikkan tegangan yang semula kecil menjadi besar dan bersifat AC. Terdapat tiga jenis keluaran dari inverter yaitu gelombang kotak, gelombang berundak dan gelombang sinus. Dari ketiga jenis keluaran tersebut adalah bersifat AC.

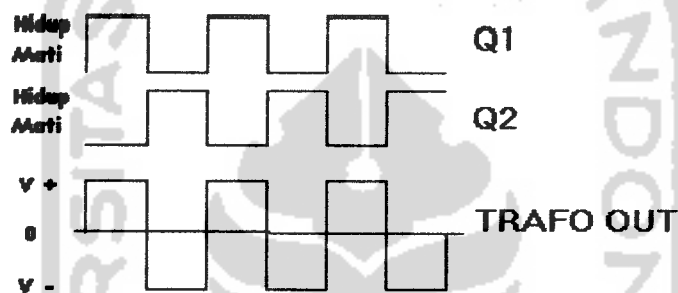


Gambar 2.11 Prinsip dasar inverter DC ke AC

Proses pengubahan dari DC ke AC adalah dengan pensaklaran tegangan maupun arusnya dimana memakai transistor daya maupun thyristor. Gambar 2.12 merupakan prinsip dasar inverter DC ke AC yaitu dengan mensaklarkan tegangan maupun arus dari baterai secara bergantian melalui saklar 1 (S1) dan saklar 2 (S2). Perlu diketahui untuk pensaklaran yang menggunakan thyristor akan lebih rumit karena sifat dari thyristor yang sulit dimatikan walaupun tegangan pemicunya telah dihilangkan. Untuk pensaklaran dengan transistor daya tidak serumit *thyristor* karena dapat diatur waktu hidup maupun matinya dengan tegangan pemicunya.

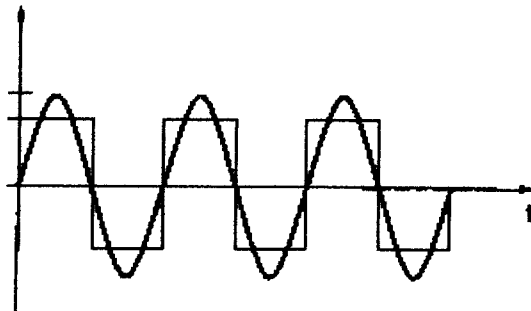


Gambar 2.12 Inverter dengan MOSFET



Gambar 2.13 Pulsa pemicu MOSFET dan Gelombang keluaran trafo

Gambar 2.12 merupakan dasar pensaklaran MOSFET yang mana Q1 dan Q2 diberi tegangan picu secara bergantian maka kondisi MOSFET akan mati dan hidup seperti sebuah saklar biasa yang mensaklarkan arus maupun tegangan dari baterai. Ini menyebabkan transformator terinduksi oleh pulsa – pulsa tersebut dan akan menghasilkan tegangan bersifat AC karena memiliki pulsa positif dan pulsa negatif seperti Gambar 2.13.



Gambar 2.14 Gelombang sinus dan gelombang kotak.

2.4 Accumulator (Aki)

Aki digunakan untuk menyimpan dan memberikan tenaga listrik dimana arus yang tersimpan adalah arus DC. Seperti yang telah diketahui aki terbentuk dari dua buah lempeng yang ditempatkan pada larutan elektrolit. Pada proses pengisian tenaga listrik diubah menjadi tenaga kimia, pada pembuangan muatan tenaga kimia yang tersimpan tersebut diubah menjadi tenaga listrik kembali. Kapasitas aki diukur dalam jam-Ampere (Ah). Yang dimaksud dengan kapasitas adalah jumlah Ah yang dapat diberikan oleh sebuah sel yang berisi muatan sampai tegangannya turun pada batas yang telah ditentukan. Kapasitas ini tergantung dari besar arus pembuangan muatan. Semakin kecil arus yang dibuang maka semakin besar kapasitasnya begitu sebaliknya. Karena itu untuk baterai-baterai aki pabrik memberikan jaminan kapasitas tertentu untuk pembuangan arus tertentu. Umur aki tergantung cara pengisiannya sesuai petunjuk pabrik dan pemeliharaannya. Untuk pengisian aki harus menggunakan arus DC dan dijaga agar jumlah arus muatan yang ditentukan pabrik tidak dilampaui. Biasanya laju arus pengisian arus muatan = $1/10$ harga kapasitasnya kecuali telah ditentukan oleh pabrikan.

2.5 *Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET)*

Tipe-tipe transistor daya dapat diklasifikasikan ke dalam empat kategori yaitu :

1. *Bipolar Junction Transistor (BJT)*
2. *Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET)*
3. *Static Induction Transistor (SIT)*
4. *Insulated-Gate Bipolar Transistor (IGBT)*

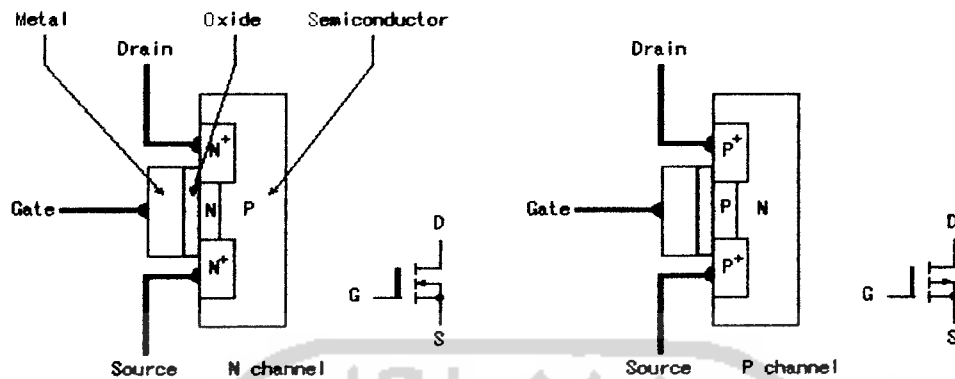
Kecepatan pensaklaran transistor modern lebih tinggi daripada thyristor, dan sering dipakai dalam konverter dc-dc dan dc-ac. Meskipun begitu, tingkat tegangan dan arusnya lebih rendah daripada thyristor.

Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET) merupakan komponen yang dikendalikan oleh tegangan dan memerlukan arus masukan yang kecil dengan kecepatan *switching* sangat tinggi. MOSFET memiliki tiga buah kaki yaitu saluran (*Drain*), sumber (*Source*), gerbang (*Gate*). Akan tetapi MOSFET berbeda dengan JFET, dalam hal ini gerbang diisolasi dari saluran. Oleh karena itu, arus gerbang lebih kecil daripada yang ada di JFET.

Ada dua jenis MOSFET yaitu *depletion-mode* dan *enhancement-mode* atau disingkat E-MOSFET yang masing-masing mempunyai dua tipe yaitu kanal N dan kanal P. Diluar pengaplikasiannya pada beberapa aplikasi khusus, *depletion-mode* MOSFET tidak banyak digunakan sedangkan *enhancement-mode* MOSFET secara luas digunakan dalam kedua macam rangkaian baik diskret maupun terpadu. Dalam rangkaian diskret, kegunaan utamanya adalah untuk pensaklaran daya, yang berarti mengubah arus besar menjadi hidup dan mati.

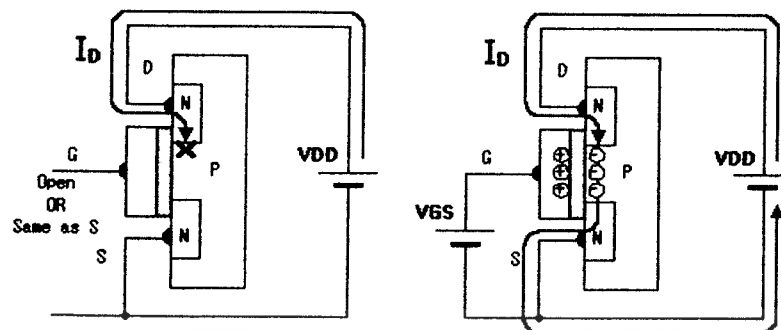
Dalam rangkaian terpadu, kegunaan utamanya adalah dalam pensaklaran digital, proses dasar di belakang komputer *modern*.

MOSFET *depletion-mode* kanal N dibentuk dari subtract silikon tipe P yang diperlihatkan pada Gambar 2.15, dengan dua silikon yang didoping N^+ dengan berat tertentu agar memiliki resistansi hubungan yang rendah. Gerbang diisolasi dari kanal dengan lapisan tipis oksida. *Substrate* biasanya dihubungkan dengan sumber. Tegangan gerbang ke sumber, V_{GS} dapat bernilai positif maupun negatif. Jika V_{GS} negatif, maka arus akan mengalir dari saluran ke sumber melalui saluran sempit kanal N. Tegangan gerbang akan mengontrol lebar saluran, semakin negatif tegangan gerbang maka semakin kecil arus saluran yang mengalir. Ketika tegangan gerbang cukup negatif, arus saluran diputus. Jika Tegangan gerbang ke sumber atau V_{GS} positif maka akan meningkatkan jumlah elektron bebas yang mengalir melalui saluran. Semakin positif tegangan gerbang maka semakin besar konduksi dari sumber ke saluran maka arus yang mengalir pun semakin besar. Untuk MOSFET *depletion-mode* kanal P maka polaritasnya akan berkebalikan dengan kanal N. Untuk selanjutnya mode ini tidak dibahas.

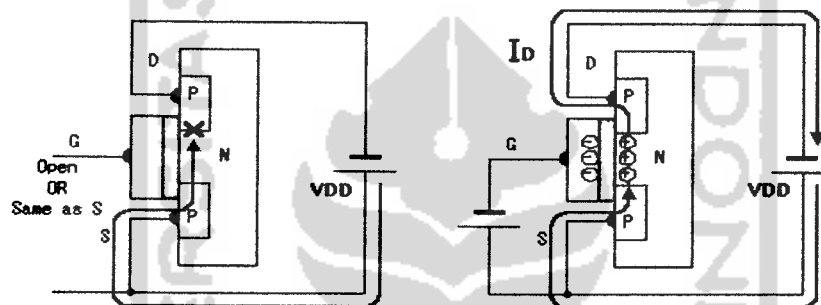


Gambar 2.15 MOSFET *Depletion-Mode*

MOSFET tipe *enhancement-mode* kanal N tidak memiliki kanal N fisik seperti pada tipe *depletion-mode* (Gambar 2.16). Ketika V_{GS} sama dengan nol maka arus *drain* tidak dapat mengalir menuju *source* karena tidak terdapat media untuk menghantarkannya. Jika V_{GS} positif, suatu tegangan induksi akan menarik elektron dari substrat P dan mengumpulkannya pada permukaan dibawah lapisan oksida. Jika V_{GS} lebih besar atau sama dengan nilai yang dikenal dengan tegangan *threshold* (V_T) maka jumlah elektron yang terakumulasi akan cukup untuk mengalirkan arus dari *drain* ke *source*. V_{GS} minimum yang membuat lapisan pembalik tipe N sebagai media penghantar arus dari *drain* ke *source* disebut tegangan ambang batas atau disimbolkan $V_{GS(th)}$ atau V_T . Untuk MOSFET *enhancement-mode* kanal P maka polaritas V_{DD} , I_D , V_{GS} akan berkebalikan dengan kanal N seperti gambar 2.17.

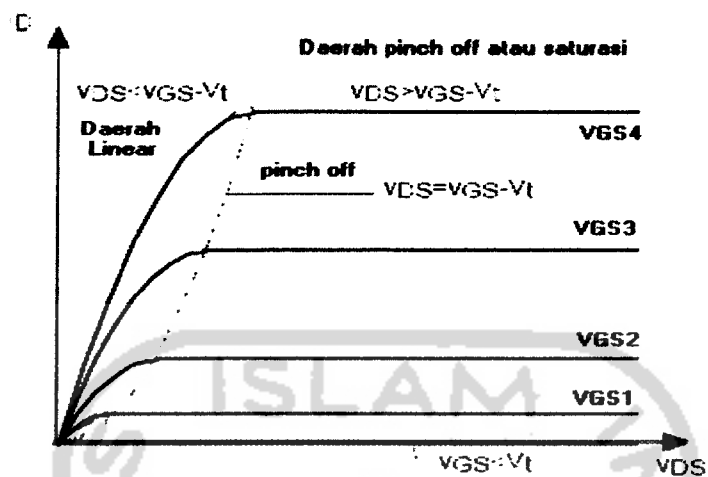


Gambar 2.16 MOSFET *Enhancement-Mode N Channel*



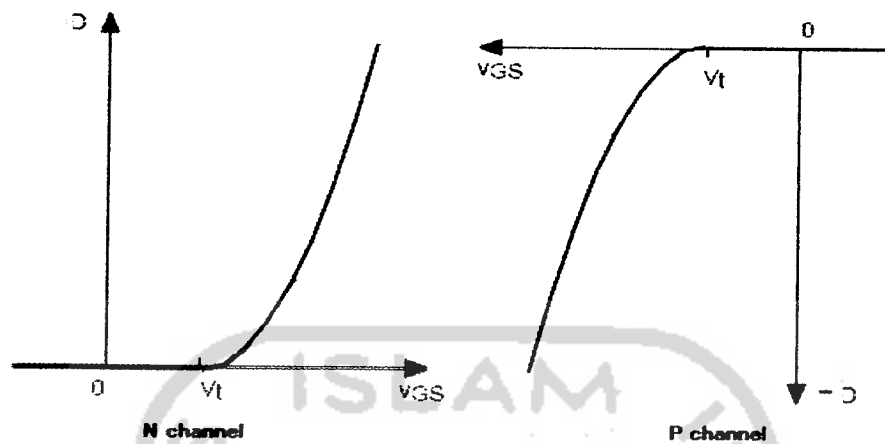
Gambar 2.17 MOSFET *Enhancement-Mode P Channel*

Gambar 2.18 menunjukkan kurva keluaran untuk E-MOSFET. Kurva terendah adalah kurva V_T . Ketika V_{GS} lebih kecil daripada V_T , maka arus saluran sama dengan nol. Ketika lebih besar dari V_T arus saluran mengalir dan dikontrol oleh tegangan gerbang. Ada tiga daerah operasi yaitu daerah *cut off*, dengan $V_{GS} \leq V_T$. Daerah *pinch off* atau saturasi, ketika $V_{DS} \geq V_{GS} - V_T$. Dan daerah linear, ketika $V_{DS} \leq V_{GS} - V_T$.



Gambar 2.18 Kurva keluaran E-MOSFET

Ketika bias di daerah linear, E-MOSFET sama dengan resistor ($R_{DS(on)}$) sebanding dengan besarnya V_{DS} . Karena arus *drain* yang tinggi dan tegangan *drain* yang rendah, pada aksi *switching* MOSFET daya dioperasikan pada daerah linear. Ketika bias di daerah *pinch off* atau saturasi, E-MOSFET sama dengan arus sumber dan konstan untuk sembarang peningkatan nilai V_{DS} . Perlu diketahui bahwa saturasi pada MOSFET tidak sama artinya dengan saturasi pada BJT.



Gambar 2.19 Karakteristik transfer E-MOSFET

Gambar 2.19 menunjukkan karakteristik transfer E-MOSFET. Tidak ada arus saluran sampai $V_{GS} = V_T$. Arus saluran kemudian bertambah secara cepat sesuai besarnya V_{GS} hingga mencapai arus jenuh $I_{D(sat)}$ dan arus saluran (I_D) tidak dapat bertambah meskipun V_{GS} bertambah. Untuk memastikan kejenuhan, digunakan tegangan gerbang $V_{GS(on)}$ yang berada di atas V_T . Resistansi keluaran (R_{DS}) didefinisikan sebagai berikut :

$$R_{DS} = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta I_D} \dots\dots\dots (2.10)$$

2.6 Resistor

Tahanan listrik adalah suatu komponen yang dapat menghantar arus listrik pada suatu penghantar, dengan satuan ohm (Ω) dan notasinya ditulis R.

Tahanan atau resistor diberi kode berupa pita warna yang melingkari pada badannya yang menunjukkan atau untuk mengetahui nilai tahanan dan

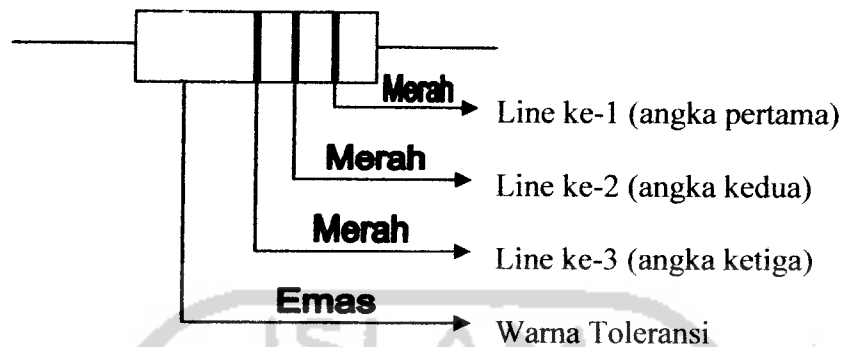
toleransinya. Warna-warna dan jumlah angka tersebut adalah seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Kode Warna dan Jumlah Angka pada Resistor

WARNA	ANGKA 1	ANGKA 2	ANGKA 3
Hitam	-	0	-
Coklat	1	1	0
Merah	2	2	00
Orange	3	3	000
Kuning	4	4	0000
Hijau	5	5	00000
Biru	6	6	000000
Ungu	7	7	0000000
Abu-abu	8	8	00000000
Putih	9	9	000000000

Warna Toleransi :

- Emas : 5 %
- Perak : 10 %
- Tanpa Warna : 20 %

Contoh :**Gambar 2.20** Kode warna resistor

Jadi, jumlah tahanannya adalah : $2200 \Omega \pm 5 \%$

Fungsi dari pada pemasangan tahanan pada suatu rangkaian adalah :

1. Sebagai pembatas atau pengatur arus.
2. Sebagai pengatur tegangan.
3. Sebagai pembagi tegangan.

Tahanan atau resistor ada dua macam yaitu:

2.6.1 Resistor tetap

Yaitu resistor yang mempunyai nilai tahanan tetap atau tidak berubah dan nilai tahanannya dicantumkan dengan kode warna yang melingkar pada beban resistor tersebut. Satuan resistor dinyatakan dalam satuan Ohm untuk nilai tahanannya sedangkan satuan daya yang melewati resistor tersebut. Pada resistor ada empat warna dan warna keempat letaknya agak jauh dari warna yang lainnya. Warna lingkaran satu menyatakan sebagai puluhan, warna lingkaran kedua menyatakan satuan, warna lingkaran tiga menyatakan faktor perkalian/kelipatan atau menunjukkan banyaknya nol sedangkan warna keempat menyatakan toleransi

tahanan yaitu kurang atau lebihnya dari nilai yang telah dinyatakan oleh warna lingkaran kesatu, dua dan tiga.



Gambar 2.21 Simbol resistor

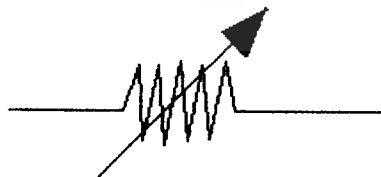
2.6.2 Resistor variabel

Resistor atau tahanan tidak tetap adalah tahanan yang nilainya bias berubah-ubah baik secara mekanis atau pun yang dipengaruhi keadaan sekitar, misalnya: suhu, cahaya atau yang lainnya.

Resistor tidak tetap ada beberapa jenis antara lain yaitu:

1. Trimpot

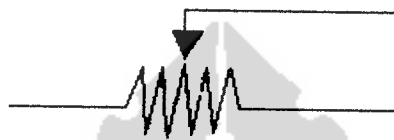
Trimpot yaitu tahanan geser yang bila digeserkan dengan obeng sehingga nilainya bisa diatur sesuai dengan keinginan.



Gambar 2.22 Simbol trimpot

2. Potensiometer

Potensiometer yaitu tahanan seperti trimpot, tetapi potensiometer mempunyai batang poros yang bisa diputar dengan tangan. Potensiometer ini biasa digunakan sebagai *volume control*, bass, treble dan sebagainya, nilainya potensiometer ini tercantum pada badan potensiometer itu sendiri.



Gambar 2.23 Simbol potensiometer

2.7 Kapasitor

Kapasitor banyak digunakan dalam sirkit elektronika dan berbagai fungsi, pada dasarnya alat penyimpan muatan listrik yang dibentuk dari dua permukaan (piringan) yang berhubungan tetapi dipisahkan oleh suatu penyekat. Bila elektron terpisah dari suatu plat ke plat yang lain, akan terdapat muatan positif pada plat yang kehilangan elektron dan muatan negatif pada plat yang memperoleh muatan elektron.

Dari keterangan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa kapasitor dapat dibentuk dimanapun asalkan kondisi diatas terpenuhi. Dengan kata lain, kapasitor dapat dibuat berdasarkan cara ini dan kapasitas yang tidak diharapkan (kapasitor liar) juga dapat ditentukan ditempat-tempat tertentu, seperti pada dua jalur kabel terpisah yang bekerja sama atau ada pertemuan alat semikonduktor, lilitan-lilitan

kawat dalam kumparan dan juga pada elektroda-elektroda dalam dioda, transistor, tabung elektron. Kapasitas liar hanya kecil saja (beberapa *piko farad*), dan tidak berpengaruh dalam teknik frekuensi rendah akan tetapi dalam teknik frekuensi tinggi perlu diperhitungkan. Kemampuan kapasitor dalam menyimpan muatan disebut kapasitansi (bersymbol C), yang dapat diukur berdasarkan muatan yang dapat tersimpan pada suatu kenaikan tegangan.

$$C = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots(2.11)$$

Ket :

C = Kapasitansi

Q = Muatan

V = Tegangan

Kapasitor mempunyai berbagai kegunaan didalam sebuah rangkaian elektronika yaitu untuk menyimpan energi listrik (dalam dielektriknya), menahan arus searah DC (*Direct Current*), meluruskan arus bolak balik AC (*Alternative Current*), penapisan, penalaan, penggandengan isyarat dari kalang satu ke kalang yang lain dan penjangkit gelombang tak sinus (misal bentuk gigi gergaji).



Gambar 2.24 Simbol kapasitor
(a) non polar (b) polar

Kapasitor *non polar* adalah jenis kapasitor yang mempunyai kutub-kutub positif maupun negatif, jadi pemasangannya boleh kaki-kaki negatif maupun

positif terbalik sedangkan kapasitor *bipolar* adalah jenis kapasitor yang mempunyai kutub positif dan negatif, jadi dalam pemasangannya tidak boleh terbalik.

Kapasitor merupakan komponen pasif yang terbuat dari plat penghantar yang sejajar yang dipisahkan oleh dielektrik isolasinya. Untuk mendapatkan kapasitas wajar luas plat-plat harus besar, permitifitas relatif harus tinggi dan tabel dielektriknya kecil. Bagi pabrik hal ini berarti bahwa konduktor dan dielektriknya harus tipis untuk membuat komponen yang volumenya cukup kecil. Perbandingan kapasitas terhadap volume adalah penting karena ruang yang tersedia untuk kapasitor di PCB (*Printed Circuit Board*). Setiap tipe kapasitor mempunyai keunggulan tersendiri dan daerah pemakaian masing-masing, penerapan kapasitor sangat luas diantaranya sebagai pembangkit getaran frekuensi tertentu, sebagai *filter* pada sirkuit satu ke sirkuit berikutnya.

Pada dasarnya banyak tipe kapasitor yang konstruksinya hampir sama, namun tipe-tipe pokoknya adalah sebagai berikut:

2.7.1 Kapasitor filmplastik

Kapasitor sangat mirip konstruksinya dengan kapasitor kertas yang diproduksi, ada yang tipe *foil* maupun tipe logam. Dengan tipe *foil* sejumlah film tipis dari jumlah bahan plastik disusun berselang seling dengan *foil* aluminium lalu digulung menjadi kumparan oleh mesin penggulung kumparan lalu dilengkapi dengan tudung ujung lalu dikapsulkan dalam resin atau vernis isolasi. Kapasitor *polystyrene/foil* merupakan kapasitor plastik pertama yang akan dibuat dan menunjukkan stabilitas yang bagus, resistensi isolasi yang tinggi dan

koefisien suhu rendah. Kapasitor dielektrik plastik yang dipakai banyak sekali dalam rangkaian elektronika untuk penerapan *non* kritis yaitu *polyethylene* yang dilogami, yaitu *film terphthalate*. Kapasitor ini lebih umum disebut *polyester*. Nilai kapasitas kapasitor *polyester* ini ada yang tertulis langsung dan ada juga yang memakai kode warna seperti pada resistor. Bentuk fisik kapasitor *polyester* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.25 Kapasitor *polyester*

2.7.2 Kapasitor keramik

Secara garis besar kapasitor ini dapat dibagi menjadi dua kelas, yaitu tipe permitivitas rugi rendah dan tipe permitivitas tinggi (K tinggi). Tipe rugi rendah biasanya dibuat dari *steatite* yaitu mineral alam. Bahan ini digerinda halus dan kemudian dipanasi sampai sekitar 900°C untuk menghilangkan kotorannya. Setelah digerinda ulang lalu dibentuk ulang pada sekitar 1300°C . Kapasitor keramik dibuat dalam bentuk piringan, pipa dan plat persegi. Sebagai contoh plat yang tipis dilogami dikedua belah sisinya lalu kabel-kabel penyambungannya disolderkan dipelograman itu. Selanjutnya kapasitor itu diberi beberapa lapis vernis isolasi. Keuntungan dari permitivitas tinggi adalah dapat memberikan kapasitas relatif tinggi dalam volume kecil, bahan yang banyak digunakan adalah *barium titanate* permitivitasnya bisa mencapai 10.000. Kapasitor ini berguna

untuk kopling dan dekopling serbaguna yang tahan terhadap variasi cukup besar dalam harga kapasitas akibat suhu frekuensi tegangan dan waktu, bentuk dari kapasitor keramik adalah sebagai berikut:



Gambar 2.26 Kapasitor keramik

2.7.3 Kapasitor elektrolit

Kapasitor ini merupakan salah satu dari beberapa kapasitor yang banyak dipakai sebagai penyimpan tenaga listrik, menahan arus searah, penapis sebagai kopling serta dekopling dalam penguat AF (amplitudo frekuensi). Kapasitas yang besar diperoleh dari dielektrik yang terbentuk dari kerja elektrolitik yang sangat tipis, harga dari beberapa nano meter. Elektrolit ini dibagi menjadi beberapa sub klas yaitu aluminium dan tantalum. Dalam elektrolit aluminium, suatu *foil* aluminium yang sangat tinggi kemurniannya (99%) dibenamkan kedalam cairan elektrolit lalu digerakkan lewat cairan ini dengan kecepatan konstan sambil dikenai tegangan tetap. Tegangan ini menimbulkan arus dan berangsur-angsur turun harganya bersama tumbuhnya oksida aluminium ini, suatu isolator yang nantinya akan menjadi dielektrik kapasitor. Sedangkan untuk kapasitor tantalum menggunakan oksida tantalum sebagai dielektriknya, oksida ini mempunyai permitivitas lebih tinggi daripada oksida aluminium, dan karena itu kapasitas yang

sangat tinggi bisa disediakan dalam ukuran kecil. Disamping itu tantalum mempunyai kebocoran lebih rendah, reabilitas lebih tinggi dan toleransi lebih baik dari tipe aluminium, oleh karena itu harganya juga lebih mahal. Bentuk dari kapasitor elektrolit adalah sebagai berikut:



Gambar 2.27 Kapasitor elektrolit

Tanda-tanda kerusakan pada kapasitor, diantaranya :

1. Terdapat gelembung pada permukaan atas atau pada karet bagian bawah kapasitor, yang menandakan kapasitor tersebut terjadi kelebihan pemasukan voltase.
2. Apabila diukur dengan multimeter, jarum naik sampai di nol dan tidak kembali lagi, ini menandakan kapasitor tersebut sudah konslet.
3. Apabila diukur, jarum multimeter sama sekali tidak bergerak, ini menandakan kapasitor tersebut sudah putus.
4. Adanya korosi pada kaki elko yang disebabkan keluarnya cairan kimia dari dalam elko.
5. Terdapat cacat dalam tubuh kapasitor tersebut.

Rumus-rumus kapasitor :

1. Kapasitor yang dirangkai seri

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad \text{Farad} \dots\dots\dots (2.12)$$

2. Kapasitor yang dirangkai paralel

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n \quad \text{Farad} \dots\dots\dots (2.13)$$

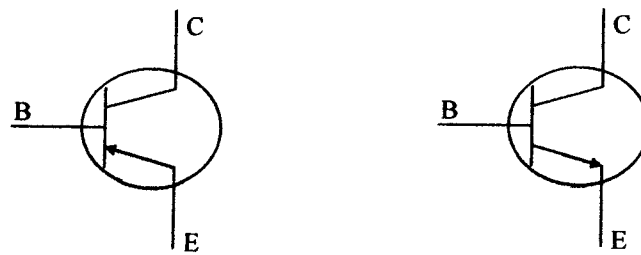
Keterangan : C_t = Kapasitor total/*equivalent*

C_n = Kapasitor ke- n

2.8 Transistor

Transistor adalah merupakan suatu komponen aktif pada elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor dan mempunyai tiga bagian pokok, yaitu emitor, basis, dan kolektor. Kolektor mempunyai jenis bahan yang sama negatif atau positif. Sedangkan basis yang terletak antara kolektor dan emitor mempunyai jenis yang berlawanan, jika kolektor dari bahan jenis- n maka basisnya dari bahan jenis- p , begitu sebaliknya.

Jadi, jenis transistor ada dua, yaitu jenis NPN dan transistor jenis PNP. Transistor dapat dianggap sebagai dua buah dioda yang disusun bertolak belakang, yaitu dioda emitor-basis dan dioda basis-kolektor. Telah diketahui bahwa sebuah dioda mempunyai tahanan yang kecil bila diberi bias maju dan tahanan relatif besar bila diberi bias arah terbalik. Dengan mengukur tahanan emitor-basis dan basis-kolektor, maka dapatlah ditentukan tipe dari transistor tersebut, yaitu jenis NPN atau jenis PNP.



Jenis PNP

Jenis NPN

Gambar 2.28 Simbol dan jenis transistor

Agar transistor dapat bekerja normal, maka dioda basis-emitor harus diberi bias maju (*Forward Bias*) dan dioda basis-kolektor diberi bias terbalik (*Reverse Bias*). Diberikannya bias demikian mendorong arus emitor mengalir ke kolektor.

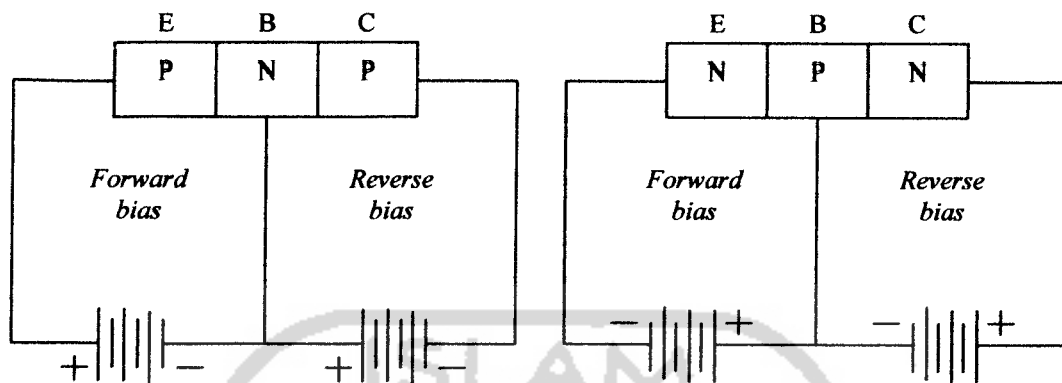
Transistor banyak digunakan dalam rangkaian elektronika, yang sebelumnya digunakan tabung hampa (*Vacuum Tube*). Adapun keuntungan dan kerugian dari transistor dibandingkan dengan tabung elektron.

Keuntungan dari transistor dibandingkan dengan tabung elektron adalah :

1. Ukuran fisiknya kecil
2. Tidak mudah pecah
3. Daya listrik yang diperlukan relatif rendah
4. Efisiensi kerja relatif tinggi

Kerugian dari transistor dibandingkan dengan tabung elektron adalah :

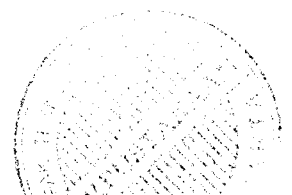
1. Tidak tahan panas
2. Tidak dapat menghasilkan frekuensi tinggi yang bertenaga besar
3. Penguatan yang dihasilkan lebih kecil dari pada tabung hampa



Gambar 2.29 Pembiasan transistor

Karakteristik transistor daya besar mempunyai sifat hampir sama, arus kolektor, tegangan kolektor emitor dan arus base lebih besar. Tiga daerah luar daerah aktif adalah A = daerah jenuh, B = daerah *out off* (tidak mengalirkan arus) dan C = daerah melebihi desipasi maksimum. Pada daerah aktif dimana transistor bersifat sebagai penguat kelas A dapat dipilih titik kerjanya tergantung keperluan. Pemilihan titik kerja ditengah akan memberikan titik kerja optimum. Dalam prakteknya pemilihan titik kerja sangat dipengaruhi oleh tegangan sumber catu dan syarat yang diminta. Peralatan yang banyak diberikan dalam data transistor dan sangat penting diketahui adalah penguatan arus diberikan kode.

Beberapa transistor memberikan kode huruf untuk memberikan tingkatan h_{fe} yang dimiliki sebuah transistor misalkan huruf-huruf A, B, C sampai H. Kode A mempunyai h_{fe} lebih tinggi dari pada B dan B lebih tinggi dari C, dan seterusnya. Suatu cara yang baik dilakukan pengukuran pada setiap transistor dengan h_{fe} meter pada sebuah multimeter. Penguat menggunakan transistor dapat ditentukan titik kerjanya dengan memberikan pada tegangan base.



Hubungan antara ketiga arus yang mengalir pada transistor *bipolar* dengan mengabaikan kebocoran arus, dapat ditulis sebagai berikut:

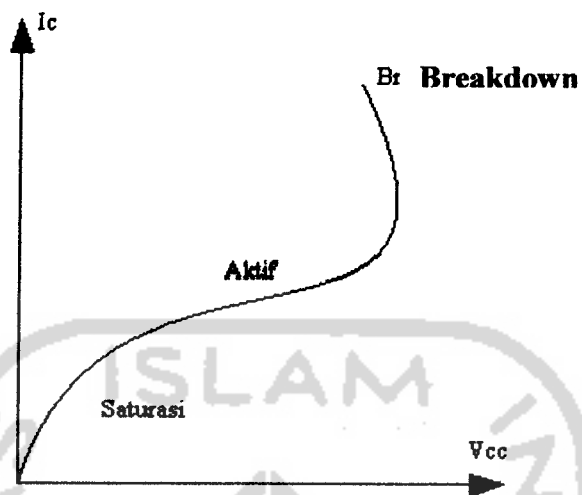
$$I_e = I_c + I_b \dots\dots\dots (2.14)$$

Arus basis I_b adalah jauh lebih kecil diantara I_e dan I_c , hal ini dikarenakan sebagian besar dari pembawa arus yang lewat dari emitor ke basis diambil oleh kolektor. Arus biasanya kecil sekitar 1 % dari arus *emitter*.

Pada transistor sambungan bipolar terdapat 3 (tiga) daerah operasi yaitu sebagai berikut:

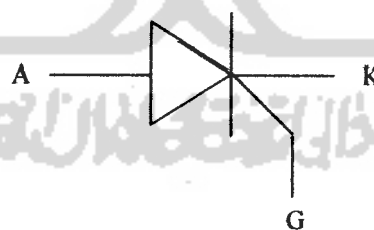
1. Daerah aktif, yaitu daerah kerja normal dari transistor dimana sambungan emitor basis diberi catu maju dan sambungan kolektor basis diberi catu balik pada daerah ini arus basis $(I_b) > 0$
2. Daerah jenuh (saturasi), yaitu daerah dimana kedua hubungan baik emitor, basis dan kolektor basis mendapatkan catu maju. Sehingga arus kolektor menjadi maksimum
3. Daerah putus (*cut-off*), yaitu daerah dimana kedua hubungan dari transistor mendapatkan catu balik. Pada daerah ini arus basis $(I_b) = 0$

Ketiga daerah operasi ini ditunjukkan pada gambar kurva karakteristik transistor di bawah ini:



Gambar 2.30 Kurva karakteristik transistor NPN

Jenis transistor lain diantaranya adalah SCR (*Silicon Control Rectifier*), yaitu penyearah yang dikontrol secara elektronik, nama elektrodanya adalah anoda, katoda, dan gate.

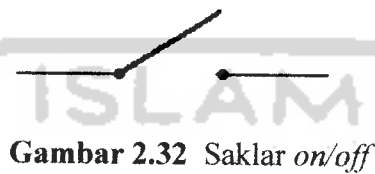


Gambar 2.31 Simbol SCR

2.9 Saklar

Pada dasarnya saklar adalah suatu alat penghubung dan pemutus suatu rangkaian listrik. Pemilihan suatu saklar didasarkan pada fungsi, banyaknya kontak, besarnya arus dan penempatan saklar, dalam rangkaian UPS ini tipe saklar

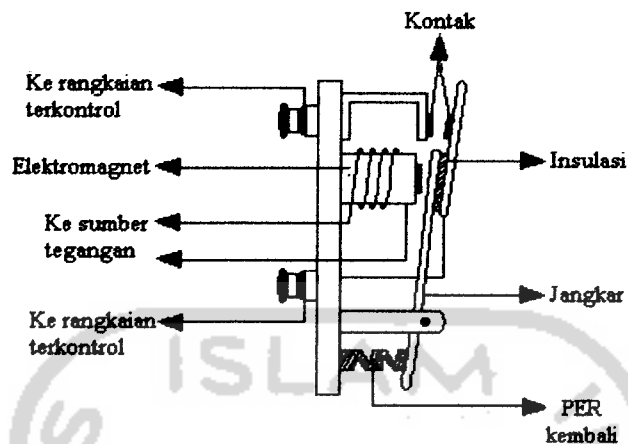
yang digunakan adalah saklar on/off yang bila ditekan akan ada perubahan pada kondisi kutub kontakannya, dari kondisi *off* ke kondisi *on* atau sebaliknya, dan untuk mengembalikan ke kondisi awal maka saklar perlu ditekan kembali.



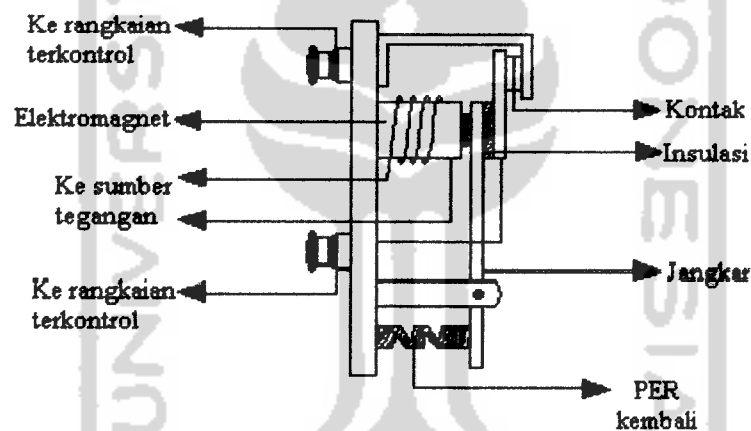
Gambar 2.32 Saklar on/off

2.10 Relai

Merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar Magnetis, *relay* pada umumnya bekerja pada dua keadaan yaitu: NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*). *Relay* terdiri dari gulungan kawat pada inti dan plat logam yang berfungsi sebagai konektor. *Relay* terdiri dari dua jenis yaitu *relay* arus searah (DC) dan *relay* arus bolak balik atau AC (*Alternative Current*), tetapi prinsip kerjanya sama yaitu berdasarkan gaya Elektromagnetis. Ketika gulungan kawat pada *relay* tidak dialiri arus listrik yaitu keadaan NC dan NO, tetapi jika gulungan tersebut dialiri arus listrik pada inti gulungan tersebut akan terbangkit gaya magnetis yang akan menggerakkan tuas untuk menarik konektor sehingga keadaan NC menjadi NO demikian juga sebaliknya NO menjadi NC.



Gambar 2.33 Kontak relai NO (terbuka ketika koil relai tidak diberi energi)



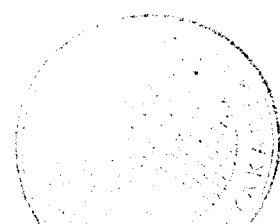
Gambar 2.34 Kontak relai NC (tertutup ketika koil relai tidak diberi energi)

2.11 HFC (*Hybrid Fiber Coaxial*)

HFC adalah singkatan dari Hybrid Fiber Coaxial. Pada dasarnya HFC adalah suatu perangkat yang digunakan untuk jaringan telekomunikasi dan merupakan penggabungan dari teknologi fiber optic, optoelektronik dan teknologi kabel koaksial tradisional sehingga merupakan suatu teknologi “*hybrid*”. Saat ini penggunaan HFC dalam jaringan telekomunikasi mendapat perhatian yang besar karena secara teoritis memungkinkan penyediaan

berbagai servise secara sekaligus (*multiservice*) seperti telephony, internet, TV kabel dan *Video-On-Demand* (VOD) dengan janji kecepatan transmisi data yang lebih tinggi dan harga yang terjangkau oleh pemakai. Jaringan HFC diterapkan melalui pemanfaatan jaringan TV kabel yang sudah luas seperti di Amerika Serikat ataupun dengan membangun infrastruktur TV kabel yang baru dengan teknologi HFC.

Dalam perlombaan untuk memenuhi keinginan pelanggan (*consumer*) akan servis internet yang lebih cepat dan murah, suatu factor yang memainkan peran yang penting adalah *bandwidth* (lebar pita). Sebagai perbandingan, jaringan kabel telephon memiliki *bandwidth* yang rendah sehingga mempunyai kecepatan yang rendah sedangkan jaringan TV kabel menyediakan *bandwidth* yang sangat lebar sehingga menawarkan kecepatan yang lebih tinggi. Dengan memanfaatkan keunggulan dari jaringan TV kabel ini, pemakai internet dapat memperoleh sambungan 500-1000 kali lebih cepat daripada modem *dial-up* biasa dan 100-200 kali lebih cepat daripada sambungan ISDN yang ada saat ini. File-file yang biasanya membutuhkan waktu beberapa menit untuk di-*download* dapat dilakukan dalam waktu yang jauh lebih singkat. Hal ini menunjukkan potensi besar yang dimiliki jaringan untuk penyediaan pelayanan multi media secara *real time*. Di Amerika Serikat jaringan CATV (singkatan yang umum digunakan untuk TV kabel) tersebar pada lebih dari 60 juta rumah. Dengan segala keunggulan tersebut beberapa hambatan yang dihadapi pada implementasi jaringan CATV sebagai *multiservice provider* adalah kebanyakan CATV menggunakan *system full coaxial cable*.



2.12 Headend

Headend merupakan bagian terpenting dari sistem HFC. Pada *headend*, sinyal dari bermacam-macam sumber (seperti sinyal satelit, sinyal *off air*) diterima dan diubah menjadi bentuk pengantaran sinyal yang semestinya. Pada saat sinyal-sinyal telah siap untuk diantarkan, sinyal-sinyal tersebut digabungkan dalam sebuah kabel tunggal dan siap untuk dikirim melalui jaringan. Headend ini terdiri dari beberapa bagian, antara lain adalah *receiver*, *demodulator/decoder*, *modulator*, dan *combiner*.

1. Receiver

Fungsi *receiver* di sini adalah sebagai penerima sinyal yang berasal dari stasiun bumi sebelum diteruskan ke *modulator*. Sedangkan fungsi stasiun bumi ialah menangkap sumber sinyal yang berasal dari satelit. Pada masing-masing *receiver* ini terjadi pemilahan sinyal untuk memilih satu *channel* yang diinginkan karena sinyal yang diterima dari satelit masih terdiri dari banyak *channel*. Sinyal kemudian diteruskan ke *modulator*.

2. Demodulator/Decoder

Untuk sumber sinyal yang merupakan sinyal *off-air*, sebelum sinyal RF *broadcast* yang diterima oleh antenna tersebut dimasukkan ke *modulator* maka sinyal tersebut dipisah terlebih dahulu berdasarkan *channel*-nya. Pemisahan ini dilakukan oleh *demodulator* atau *decoder*.

3. *Modulator*

Sinyal-sinyal sumber di *headend* yang berbentuk sinyal *baseband*, sebelum dikirim ke *combiner* harus dimodulasikan dulu ke dalam sinyal pembawa RF.

4. *Combiner*

Combiner mengacu pada proses dari penempatan berbagai sinyal-sinyal RF dalam sebuah kabel tunggal untuk pendistribusian melalui jaringan.

2.13 *Fiber Node*

Sebagaimana yang telah disebutkan di atas, *fiber node* adalah *node* pada jaringan dimana sinyal *optic* dari *truk fiber* diubah menjadi sinyal listrik untuk diteruskan ke kabel *coaxial* atau sebaliknya. *Fiber node* ini terdiri atas alat *optoelektronik* dan *power inserter*. Alat *optoelektronik* adalah alat yang mengkonversikan sinyal cahaya ke sinyal listrik atau sebaliknya.

1. Optoelektronik

Bagian optoelektronik pada jaringan HFC terdiri atas tiga bagian yaitu *Transmitter*, *Receiver* dan Penguat RF.

Ketiga bagian tersebut sudah dijelaskan pada keterangan dia atas.

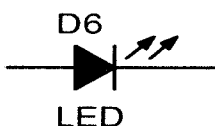
2. Power Inserter

Power Inserter merupakan *interface* yang menghubungkan catu daya luar dengan *node*. Jadi, daya disalurkan ke dalam *node* melalui *power inserter*. Salah satu *feature* dari *power inserter* adalah *surge suppression* untuk melindungi kabel dari arus yang naik secara tiba-tiba (*surge*) dan tegangan yang berlebihan (*overvoltage*).

2.14 LED (*Light Emitting Diode*)

LED merupakan dioda dengan sambungan P-N yang dapat memancarkan cahaya dalam daerah panjang gelombang (λ) antara inframerah sampai dengan ultraviolet. Karakteristik LED sama dengan karakteristik dioda penyearah. Jika dioda penyearah membuang energinya dalam bentuk panas (kalor), maka pembuangan energi pada LED dalam bentuk cahaya.

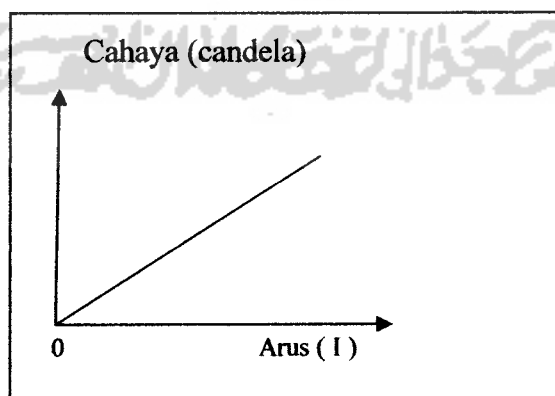
Keuntungan menggunakan LED adalah strukturnya solid, ukurannya kecil, masa pakai tahan lama dan tidak terpengaruh oleh *on-off* pensaklaran, mudah dipakai dan mudah untuk didapatkan di pasaran. Karena tahan lama dan tidak terpengaruh oleh *on-off* pensaklaran, maka LED banyak digunakan sebagai *display* atau indikator baik itu pada audio atau indikator mesin-mesin kontrol. Sedangkan kerugian penggunaan LED adalah intensitas cahayanya yang lemah, sehingga tidak dapat dipakai sebagai sumber cahaya besar. Simbol LED hampir sama dengan dioda namun pada LED terdapat dua tanda panah yang menandakan bahwa pada LED (*Light Emitting Diode*) memancarkan cahaya.



Gambar 2.35 LED (Light Emitting Diode)

2.15 Karakteristik LED

Seperti halnya sebuah dioda, salah satu karakteristik LED adalah harga ketergantungan antara I terhadap V . Grafik antara V - I untuk LED sama dengan grafik V - I untuk dioda penyearah. Perbedaannya terletak pada pengertian tegangan dan arus yang lewat. Harga arus I yang melewati LED menentukan intensitas cahaya yang dipancarkan atau dengan kata lain arus LED sebanding dengan intensitas cahaya yang dihasilkan. Semakin besar arus maka intensitas cahaya yang dihasilkan juga semakin besar. Gambar 2.48 menunjukkan perbandingan antara arus dan terangnya cahaya yang dihasilkan.



Gambar 2.36 Karakteristik LED

Dari Gambar 2.36 dapat dijelaskan bahwa arus dan cahaya pada LED berbanding lurus. Jika arus yang melewati LED besar, maka intensitas cahaya yang dihasilkan juga akan lebih terang. Sebaliknya jika arus yang lewat kecil, maka nyala LED akan redup atau bahkan LED tidak akan menyala sama sekali. Tegangan maju antara katoda anoda berkisar 1.5 – 2.4 V. Arus maju berkisar antara 5 – 50 mA tergantung dari tipe dioda.

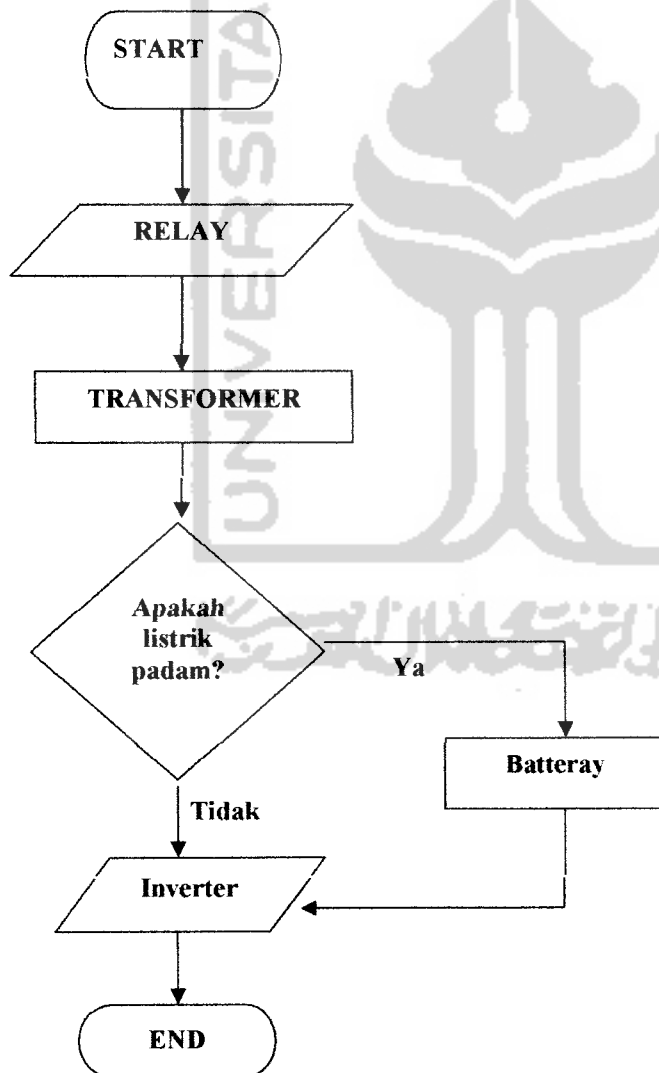


BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan dijelaskan perancangan mekanis, dan cara kerja blok-blok rangkaian dari sistem kerja power suplai.

3.1 Diagram alir

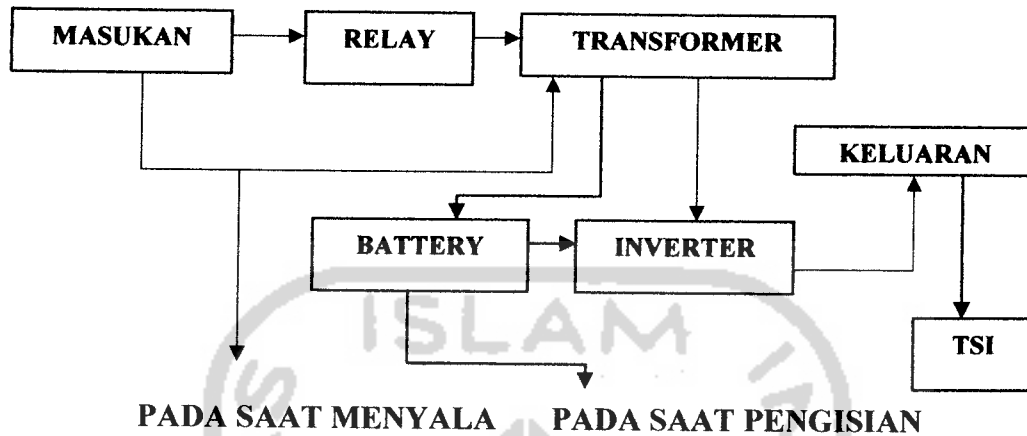


Gambar 3.1 Diagram alir sistem kerja power suplai.

Dari diagram alir dapat dijelaskan bahwa pada saat start listrik masuk yaitu dengan suplai daya dari PLN kemudian diteruskan ke relai yang dalam rangkaian ini berfungsi sebagai pengaman apabila listrik dari PLN terputus. Kemudian relai ini juga berfungsi mengaktifkan baterai, sebelum masuk ke baterai listrik masuk ke transformer yang dalam rangkaian ini berfungsi sebagai rangkaian penyearah untuk menurunkan tegangan AC dari jala-jala listrik pada kumparan primer menjadi tegangan AC yang lebih kecil pada kumparan kumparan sekundernya.

Setelah itu bila listrik tidak terputus maka dari transformer diteruskan menuju ke rangkaian inverter, pada rangkaian ini berfungsi sebagai pengubah tegangan AC menjadi DC yang kemudian diubah lagi dari tegangan DC menjadi AC. Sedangkan apabila listrik terputus maka listrik dari transformer diteruskan ke baterai yang berfungsi untuk mensuplai daya cadangan yang kemudian diteruskan ke rangkaian inverter yang pada rangkaian inverter ini mempunyai tegangan 216 volt, jika diberi tegangan penuh sekitar 100 watt maka tegangan yang dihasilkan 120 volt dengan arus sesuai perhitungan 0,83 Ampere tetapi kenyataannya arus yang dihasilkan sekitar 320 mili Ampere.

3.2 Diagram blok



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem UPS (inverter)

Dari gambar dapat dijelaskan setiap blok mempunyai fungsi masing-masing tetapi tetap berhubungan satu sama lain, yaitu sebagai berikut:

- Masukan berfungsi sebagai pemberi tegangan pada sistem yang ada (memakai tegangan AC/220V).
- Relay berfungsi untuk mencegah / mengamankan trafo dari kerusakan isolasi kumparan, akibat adanya panas lebih yang ditimbulkan oleh arus lebih.
- Transformer berfungsi sebagai suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga / daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya (mentransformasikan tegangan).
- Battery berperan untuk menjadi sumber tegangan cadangan selama beberapa menit.

- e) Inverter berfungsi sebagai untuk mengubah arus DC dari baterai menjadi arus AC ke peralatan yang dilindungi oleh UPS (inverter).
- f) Keluaran merupakan hasil dari perubahan dari arus DC pada baterai menuju ke rangkaian inverter menjadi arus AC (220V).
- g) *TSI* adalah trafo step down dari tegangan 220 volt ke 60 volt yang berfungsi untuk menyuplai tegangan pada ampli di jaringan HFC.

3.3 Perancangan hardware



Gambar 3.3 Sistem keseluruhan

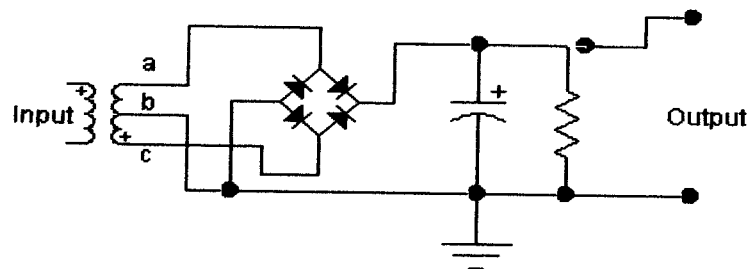
Dalam perancangan UPS pada jaringan HFC dibutuhkan komponen-komponen penyusun rangkaian yang baik, komponen-komponen tersebut dibagi-bagi menjadi beberapa blok agar lebih mudah dalam meneliti.

3.3.1 AC Mains

AC Mains adalah tegangan jala-jala listrik PLN dengan tegangan ± 220 VAC dengan frekuensi 50 Hz. AC Mains ini akan memberikan tegangan pada rangkaian setelah melalui rangkaian penyearah. Selama tidak terjadi pemadaman / terjadi kegagalan jaringan listrik PLN, tegangan ini digunakan untuk mengisi sel baterai Ni Cad setelah melalui rangkaian penyearah dengan filter kapasitor perata (elektrolit).

3.3.2 Penyearah (*Rectifier*)

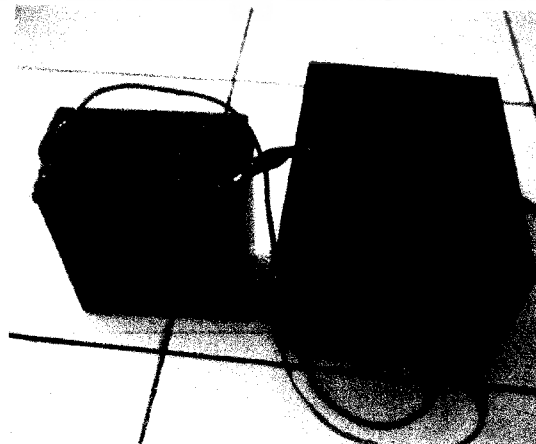
Penyearah (*rectifier*) merupakan rangkaian yang digunakan untuk mengubah energi AC menjadi DC, yang umumnya diperlukan dalam rangkaian elektronika. Dalam rangkaian UPS pada jaringan HFC ini rangkaian penyearah menggunakan penyearah gelombang penuh. Penyearah gelombang penuh yang terlihat pada gambar 3.1 menggunakan suatu tipe trafo yang memiliki CT (*Centre Tap*) yang diberi symbol b. Tegangan sekunder diukur di antara b dan c dan diantara a dengan b. Tegangan pada kumparan sekunder dalam rangkaian UPS pada jaringan HFC ini telah dinyatakan sebesar 12-0-12V yang berarti bahwa tegangan a dan b dan tegangan antara b dan c adalah 12 Volt.



Gambar 3.4 Rangkaian penyearah gelombang penuh

3.3.3 Rangkaian pengisian baterai (aki)

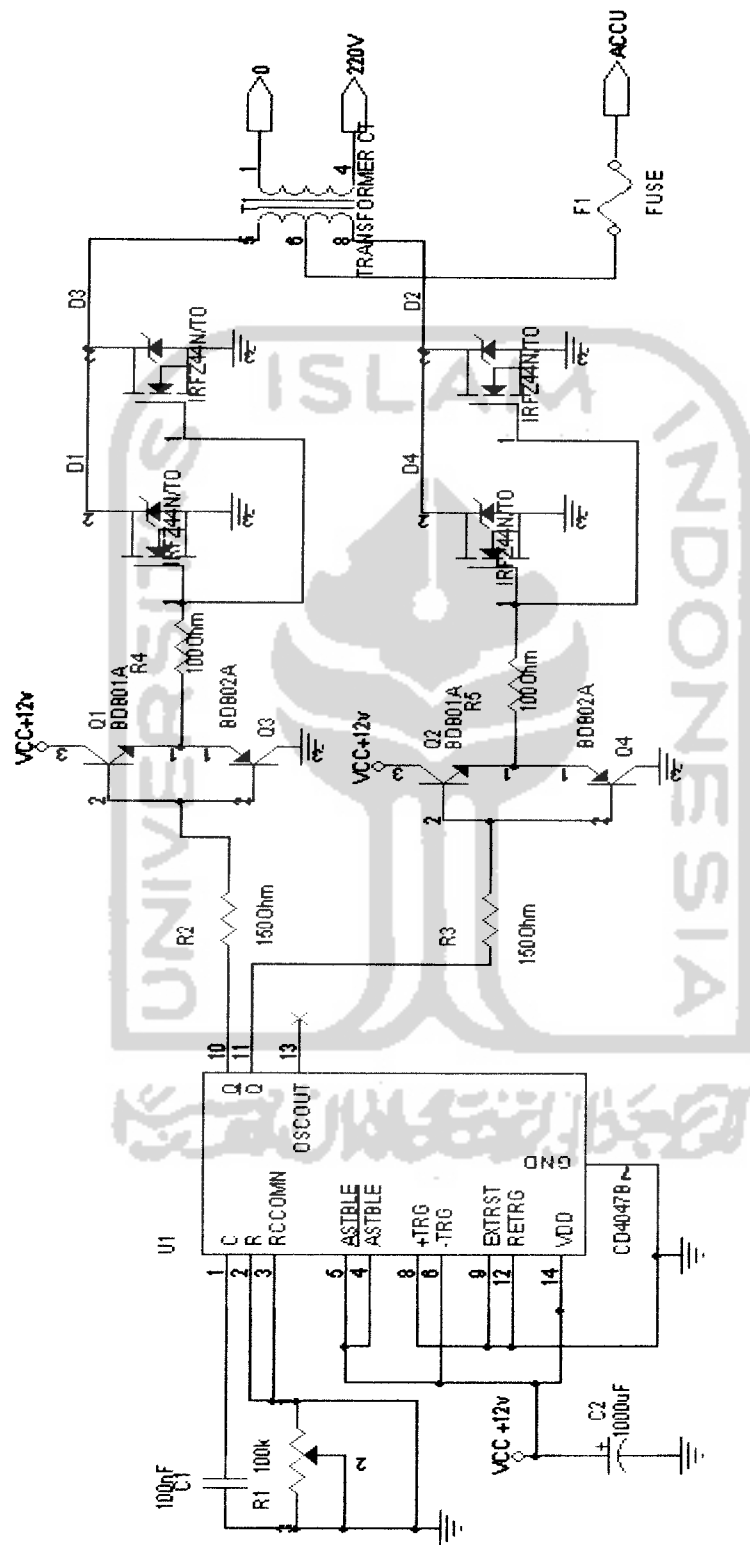
Pada bagian ini merupakan rangkaian (alat) pengisian arus pada sel Ni Cad atau pada baterai yang digunakan untuk memberikan catu pada rangkaian UPS bila terjadi pemadaman arus listrik. Sel Ni Cad yang digunakan di sini adalah sebesar 12 Volt yang disusun secara seri dan dengan arus pengisian 7 Ah artinya setiap satu jam baterai menarik arus pengisian sebesar satu ampere. Jadi apabila trafo yang digunakan adalah sebesar 5 Ampere maka arus pengisian memakan waktu sekitar 5-8 jam.



Gambar 3.5 Pengisian aki

3.3.4 Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC (kebalikan dari penyearah). Pada perancangan UPS jaringan HFC ini rangkaian inverter menggunakan tegangan 12 volt DC yang berguna untuk meng-cover IC CD 4047 dan *Center Tab* (CT) pada trafo, karena standart tegangan yaitu menggunakan tegangan AC sehingga memerlukan trafo untuk mengubah tegangan menjadi 220 volt. Untuk penguatan tegangan atau saklar picu digunakan transistor dengan tipe BDB0X yang disusun seperti Gambar 3.6, untuk memperbesar pengeluaran dari transistor maka pada kaki-kaki keluaran emitornya dipasang R dengan nilai sama. Sebelum itu pada IC CD 4047 yang berfungsi sebagai rangkaian clock mempunyai keluaran yang berupa tegangan DC yang terputus-putus kemudian masuk melalui transistor MOSFET yang berfungsi untuk perintah (driver) dimana disusun parallel yang berfungsi untuk membagi beban, kemudian masuk melalui trafo dimana didalam trafo polaritasnya berkebalikan karena dipengaruhi oleh perubahan garis gaya sehingga keluaran yang dihasilkan berbentuk gelombang pulsa.



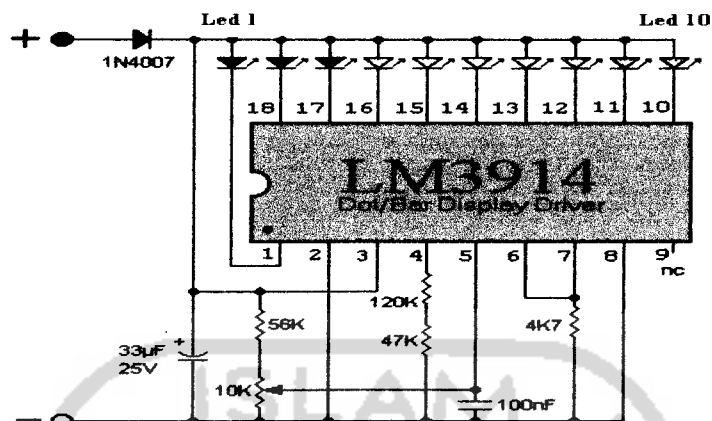
Gambar 3.6 Rangkaian inverter.



Gambar 3.7 Bentuk fisik rangkaian inverter.

3.3.5 Baterai Detektor

Baterai detektor adalah rangkaian yang digunakan untuk mengetahui berapa besar kapasitas/isi tegangan dari baterai. Sehingga kita bisa mengetahui kapasitas dari baterai apakah sudah bisa untuk meng-cover dari jaringan atau belum. Untuk tampilan digunakan enam buah LED (*Light Emmiting Dioda*) yang terdiri dari tiga buah warna. Setiap warna mewakili kapasitas dari tegangan baterai. Untuk lemah diwakili warna merah, untuk tegangan menengah ditunjukkan dengan warna kuning dan untuk tegangan maksimal (12V) digunakan warna hijau.



Gambar 3.8 Rangkaian baterai detektor.

3.4 Prinsip dan Cara Kerja Alat

Pada dasarnya rangkaian UPS ini akan bekerja apabila suplai daya dari PLN terputus. Sehingga secara otomatis akan mengaktifkan *relay*. Apabila tegangan PLN masih bisa meng-cover maka *inverter* akan mendapat tegangan dari rangkaian *rectifier*. Dalam perancangan jaringan UPS ini rangkaian *rectifier* tersusun dari sebuah dioda *Bridge*(jembatan), dimana di dalam jembatan ini terdapat 4 buah dioda yang tersusun sedemikian rupa. Selain jembatan juga terdapat trafo dan kapasitor sebagai penyimpan tegangan yang diberikan ke rangkaian *rectifier* untuk mencatu rangkaian *inverter* yaitu sebesar 12 Volt.

Apabila daya dari PLN benar-benar terputus maka yang pertama aktif adalah *relay*. Dan apabila *relay* ini telah aktif (*On*) maka bateraipun akan mensuplai daya ke dalam rangkaian inverter, kemudian tegangan masukan langsung dari tegangan sumber (*Accumulator*), tetapi sebelum tegangan masuk tegangan terlebih dahulu melewati hambatan yaitu berupa resistor fuse. Kegunaan resistor fuse pada Op-Amp ini adalah sebagai pembatas tegangan pada Op-Amp

agar tegangan yang diterima Op-Amp tidak terlalu besar yang akan membayakan Op-Amp itu sendiri.

Keluaran dari Op-Amp melalui transistor jenis NPN tipe BD80XX, kemudian terhubung dengan transistor jenis MOSFET sebelum ke transistor jenis MOSFET keluaran tersebut kita beri tahanan berupa resistor yang besarnya sama (100 Ohm). Keluaran tersebut masuk pada transistor MOSFET jenis IRFZ44N/TO dengan kaki emitor dari transistor tersebut dihubungkan dengan *ground*. Kegunaan dari transistor ini adalah sebagai pensaklaran daya yaitu mengubah arus besar menjadi hidup.

Kemudian pada rangkaian ini keluarannya diteruskan melalui rangkaian trafo step up yang di sini adalah sebagai penaik tegangan, dimana trafo tersebut berfungsi untuk menginduksikan tegangan DC 12 Volt menjadi AC 220 Volt dengan melalui rangkaian yang frekuensinya sudah diubah berkisar 50 Hz. Karena syarat dari frekuensi AC 220 Volt adalah 50 Hz.

BAB IV

ANALISA DAN PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Frekuensi

Pada pengujian frekuensi yang pertama kali dilakukan adalah pengujian frekuensi pada masukan/diukur pada titik sebelum masuk pada rangkaian inverter (sebelum merubah nilai tahanan). Data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

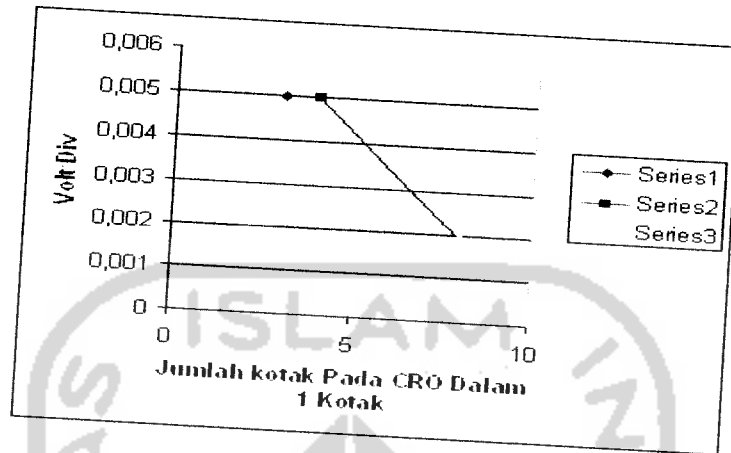
- a. Percobaan 1 : pengukuran frekuensi pada IC sebelum merubah nilai tahanan.



Gambar 4.1 Tampilan CRO pada percobaan 1

Tabel 4.1 Pengukuran banyaknya gelombang pada CRO

Percobaan Ke-	Beban (Watt)	Jumlah kotak pada CRO dalam satu gelombang	Volt/Div
1.	5	3	$5 \cdot 10^{-3}$
2.	5	8	$2 \cdot 10^{-3}$
3.	5	4	$5 \cdot 10^{-3}$



Gambar 4.2 Grafik pengukuran banyaknya gelombang pada CRO

Dari percobaan 1 ini dapat diambil contoh bahwa sebelum tahanannya diubah dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Periode } (T) &= 3 \times 5 \cdot 10^{-3} \\ &= 15 \times 10^{-3} \text{ sekon} \end{aligned}$$

Jadi frekuensi yang diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi } (f) &= \frac{1}{T} = \frac{1}{15 \cdot 10^{-3}} = \\ &= \frac{1000}{15} = 66,66 = 66,67 \text{ Hz} \end{aligned}$$

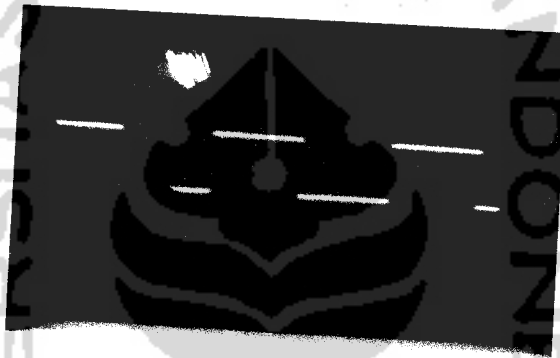
b. Percobaan 2 : pengukuran frekuensi pada keluaran IC :

Pada percobaan ke 2 ini tahanannya juga belum diubah yang pada *Oscilloscope* di chanel ke 2 dimasukan ke hambatan ke 2 di rangkaian inverter, sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Periode}(T) &= 8 \times 2 \cdot 10^{-3} \\ &= 16 \cdot 10^{-3} \text{ sekon} \end{aligned}$$

Jadi frekuensi yang diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi}(f) &= \frac{1}{T} = \frac{1}{16 \cdot 10^{-3}} = \\ &= \frac{1000}{16} = 62,5 \text{ Hz} \end{aligned}$$



Gambar 4.3 Tampilan CRO pada percobaan 2

- c. Percobaan 3 : pengukuran frekuensi pada keluaran rangkaian (frekuensi yang diinginkan) :

Pada percobaan ini pengukuran frekuensi sudah diubah-ubah sesuai yang diinginkan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Periode}(T) &= 4 \times 5 \cdot 10^{-3} \\ &= 20 \cdot 10^{-3} \text{ sekon} \end{aligned}$$

Jadi frekuensi yang diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi}(f) &= \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-3}} = \\ &= \frac{1000}{20} = 50 \text{ Hz} \end{aligned}$$



Gambar 4.4 Tampilan CRO pada percobaan 3



Gambar 4.5 Tampilan CRO pada penggabungan Q dan Q

4.2 Pengujian Kemampuan *Accumulator* (aki)

Dalam perancangan UPS pada jaringan HFC untuk meng-cover tegangan digunakan aki dengan kemampuan 12V / 7 Ah / 10 HR. Tulisan itu berarti untuk meng-cover suatu daya yang besarnya 84 VA aki tersebut kuat bertahan dalam 10 jam. Tetapi dalam kenyataannya keadaan tersebut tidak terpenuhi karena faktor-faktor seperti : tegangan aki yang tiba-tiba turun drastis, daya yang dicatu melebihi kapasitas dari kemampuan aki. Berikut perhitungannya kemampuan dari aki tersebut :

1. Kemampuan dasar aki :

Data aki tertera : 12V / 7 Ah / 10 HR, berarti dalam satu jam aki tersebut bisa mencatu beban dengan daya 8,4 W.

Aki normal : 1 *Ampere* x 12 *Volt* = 12 *Watt*

Kenyataan : 1 *Ampere* x 9 *Volt* = 9 *Watt*

Keluaran aki pada UPS =

$$50 \text{ mA} \times 150 \text{ V} = 7,5 \text{ Watt}$$

Jadi Effisiensi dari aki tersebut adalah :

$$\eta = \frac{7,5}{9} \times 100\% = 77\%$$

Dilihat dari efisiensi aki tersebut maka dapat disimpulkan bahwa aki tersebut masih cukup stabil (normal).

2. Kemampuan aki dalam mencatu jaringan HFC :

Jadi untuk keadaan normal kemampuan aki dalam mencatu daya untuk HFC adalah sebagai berikut :

Daya yang harus dicatu : 90 VA

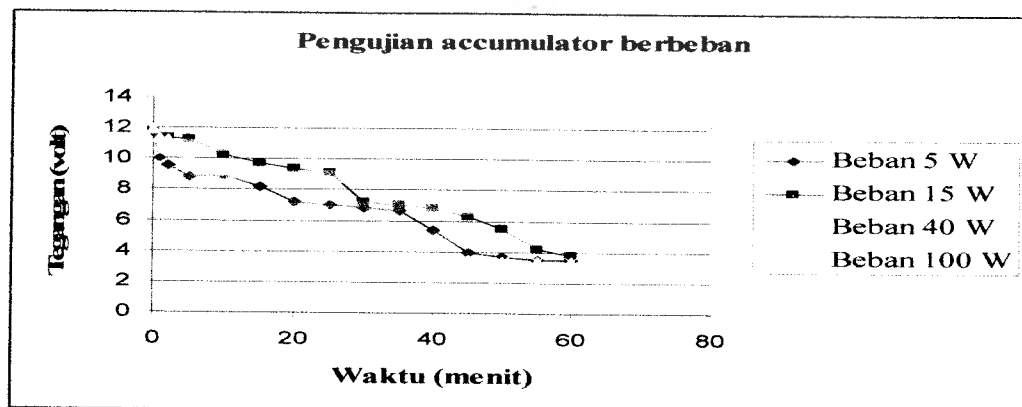
Kemampuan aki dalam waktu satu jam : 8,4 Watt

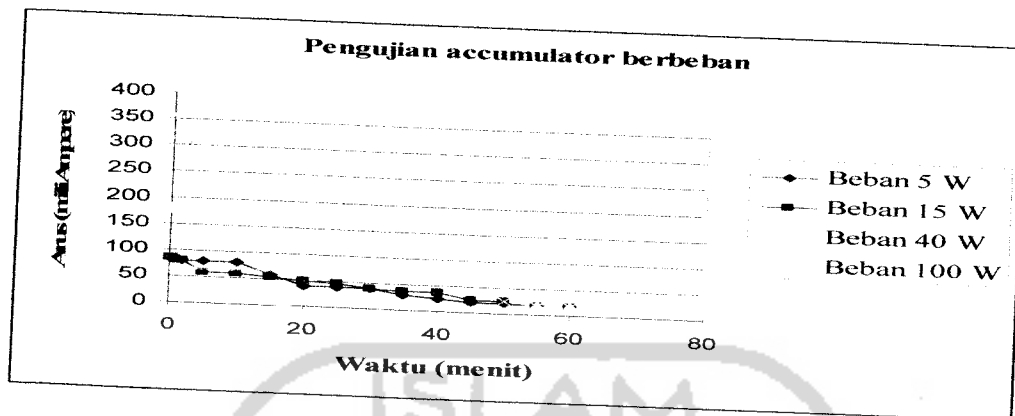
$$\text{Jadi, } \frac{8,4}{90} \times 60 = 5,6 \text{ menit}$$

- Drop tegangan pada aki selama pemakaian :

Tabel 4.2 Pengujian accumulator berbeban dengan perbandingan waktu

Waktu (Menit)	Daya Beban 5 Watt		Daya Beban 15 Watt		Daya Beban 40 Watt		Daya Beban 100 Watt	
	Teg (Volt)	Arus (mA)	Teg (Volt)	Arus (mA)	Teg (Volt)	Arus (mA)	Teg (Volt)	Arus (mA)
0	11,70	85	11,87	85	11,90	180	11,88	380
1	10,10	85	11,41	80	11,35	178	10,41	320
2	9,56	80	11,39	80	11,28	164	9,21	300
5	8,81	80	11,29	60	10,14	160	6,76	280
10	8,90	80	10,33	60	9,22	158	4,17	220
15	8,24	60	9,77	55	7,02	140	3,69	180
20	7,20	40	9,39	50	6,36	135	3,58	175
25	7,02	40	9,10	48	3,78	125	3,53	160
30	6,90	40	7,22	40	3,62	80	3,48	100
35	6,66	30	7,07	38	3,55	75	3,46	80
40	5,46	30	6,82	38	3,50	65	3,44	80
45	3,98	22	6,35	25	3,49	50	3,43	40
50	3,66	22	5,55	25	3,46	50	3,41	25
55	3,54	20	4,28	20	3,43	20	3,40	20
60	3,49	20	3,75	20	3,42	20	3,40	20

**Gambar 4.6** Grafik perbandingan tegangan terhadap waktu



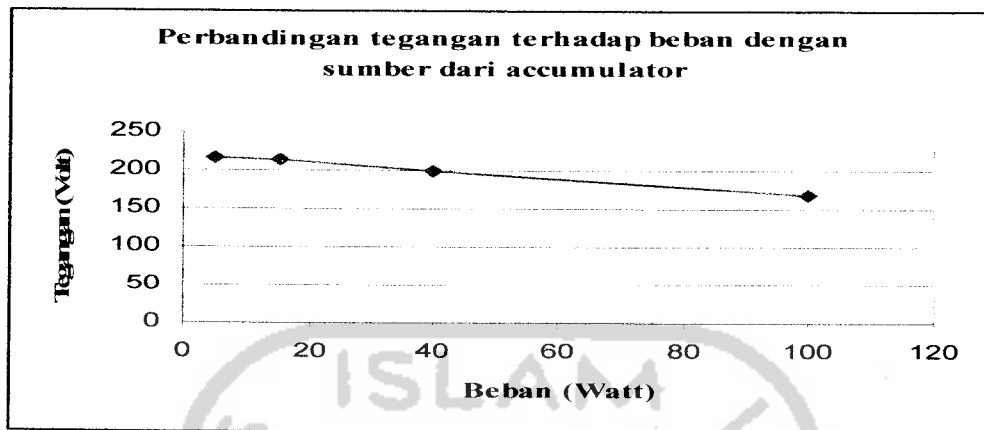
Gambar 4.7 Grafik perbandingan arus terhadap waktu

4.3 Pengujian Rangkaian UPS

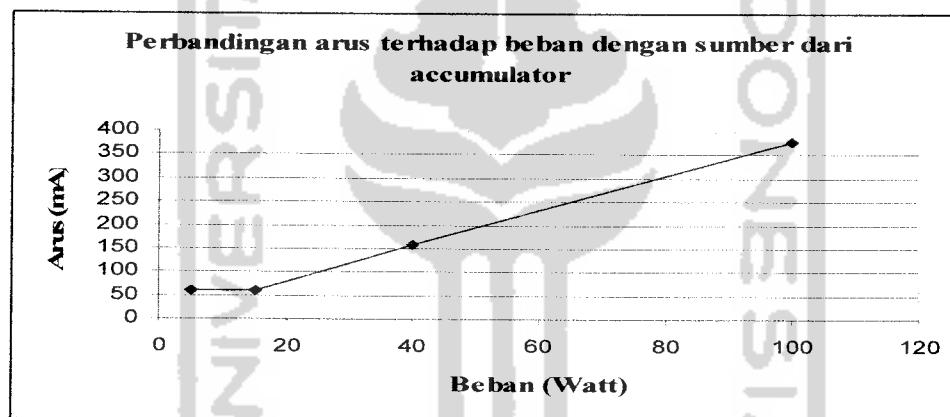
Karena daya yang dipakai dalam ampli pada jaringan HFC adalah 35 - 90 VA maka untuk uji coba cukup memakai daya maksimal 100 Watt. Berikut adalah tabel perbandingan antara penurunan tegangan, dan arus pada aki dalam mencatu beban terhadap waktu dan beban dengan hasil pengamatan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Pengujian pembebanan UPS terhadap beban

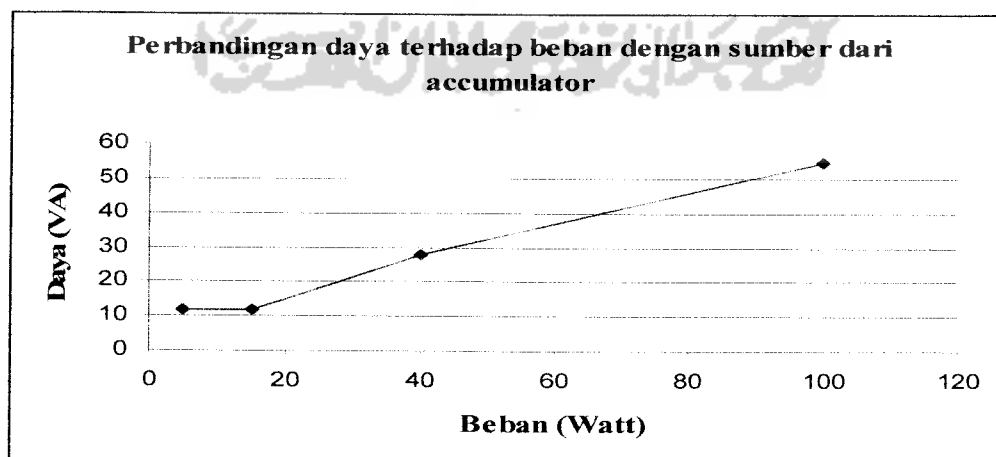
Percobaan	Beban (watt)	Tegangan (Volt)	Arus (miliAmpere)	Daya (VA)
1.	5	216	60	12
2.	15	214	60	12
3.	40	201	160	28
4.	100	169	380	55



Gambar 4.8 Grafik perbandingan tegangan terhadap beban



Gambar 4.9 Grafik perbandingan arus terhadap beban

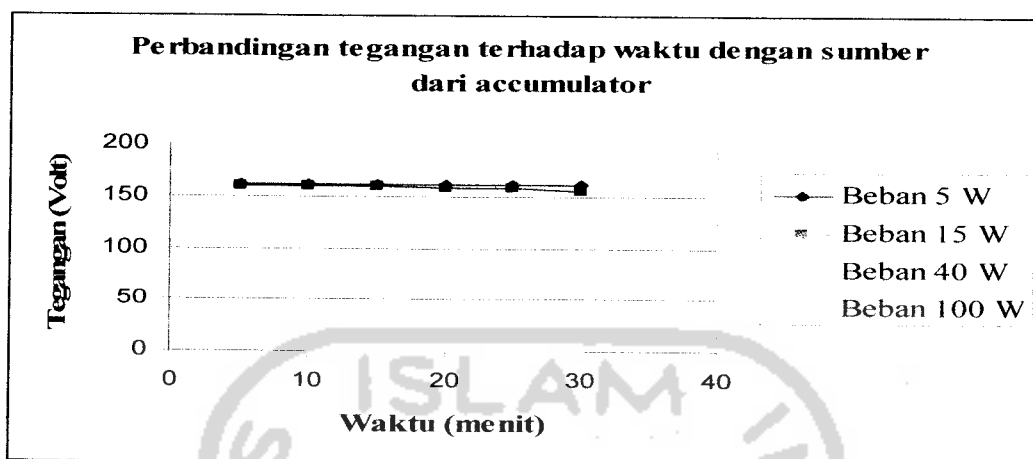


Gambar 4.10 Grafik perbandingan daya terhadap beban

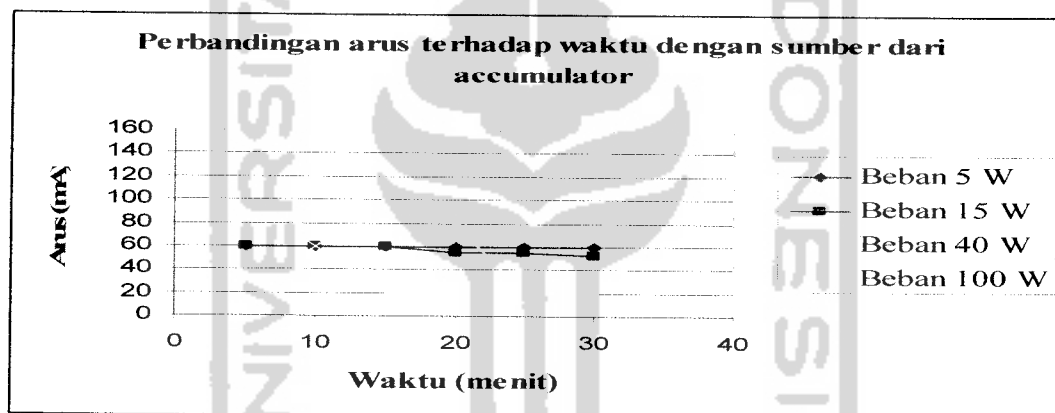
Tabel 4.4 Pengujian pembebanan UPS terhadap waktu

Percobaan	Waktu (menit)	Beban 5 W		Beban 15 W		Beban 40 W		Beban 100 W	
		Teg (Volt)	Arus (mA)	Teg (Volt)	Arus (mA)	Teg (Volt)	Arus (mA)	Teg (Volt)	Arus (mA)
1.	5	162	60	160	60	130	150	20	145
2.	10	162	60	160	60	80	120	0	60
3.	15	162	60	160	60	50	100	0	20
4.	20	162	60	159	55	20	80	0	20
5.	25	162	60	159	55	0	20	0	20
6.	30	162	60	155	53	0	20	0	20

Dalam pengujian ini menunjukkan bahwa UPS dalam mencatu beban berpengaruh terhadap waktu, dimana jika tegangan mengalami penurunan maka arus akan mengalami penurunan juga. Pada beban 5 watt arus dan tegangan belum terlihat mengalami penurunan setelah pada beban 15 watt yaitu tepatnya pada menit ke 20 dan seterusnya terlihat arus dan tegangan mengalami penurunan karena disebabkan oleh waktu dimana tegangan aki untuk mensuplai daya mengalami penurunan. Pada beban 40 watt pada menit ke 25 terlihat tegangan bernilai 0 sedangkan arus bernilai 20 mA, begitu juga pada beban 100 watt tetapi pada beban ini pada menit ke 10 tegangannya sudah bernilai 0 karena disebabkan oleh tegangan aki tersebut dimana drop tegangan aki tidak mengalami penurunan sampai tidak bernilai (bernilai 0).



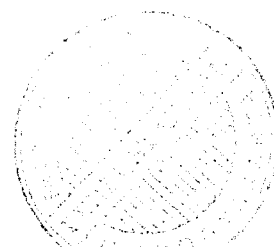
Gambar 4.11 Grafik perbandingan tegangan terhadap waktu



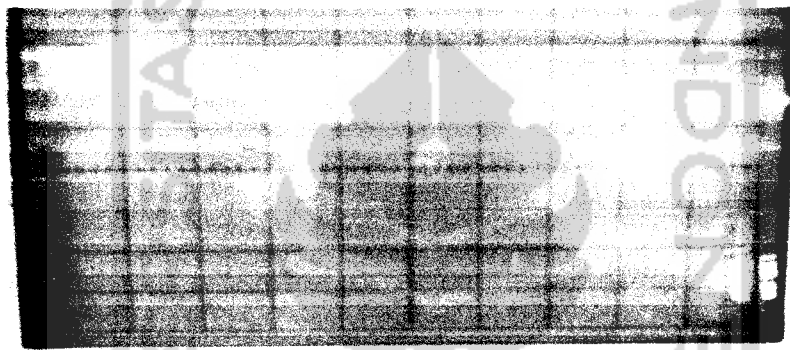
Gambar 4.12 Grafik perbandingan arus terhadap waktu

4.4 Pengujian gelombang masukan dan keluaran

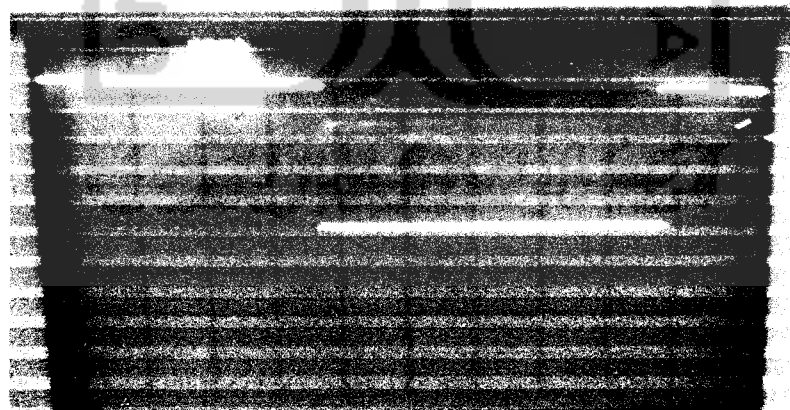
Pengujian yang dilakukan pada gelombang masukan dan keluaran ini merupakan pengujian untuk dapat melihat gelombang yang dihasilkan oleh masukan dari power suplai ataupun dari baterai. Pada pengujian gelombang masukan dari power suplai berbentuk gelombang sinus karena merupakan masukan dari sumber daya PLN, sedangkan gelombang masukan dari baterai berbentuk garis lurus karena gelombang yang masuk merupakan tegangan DC.



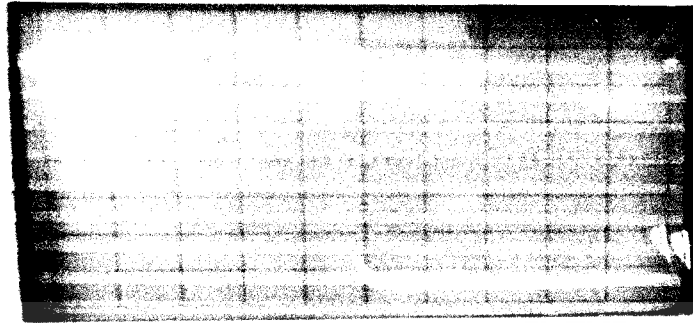
Kemudian pengujian yang dilakukan berikutnya adalah pengujian pada gelombang keluaran, yang pertama kali dilakukan yaitu pengujian gelombang keluaran dengan menggunakan tegangan masukan dari power suplai yaitu berbentuk gelombang kotak, sedangkan menggunakan tegangan masukan dari baterai juga berbentuk gelombang kotak.



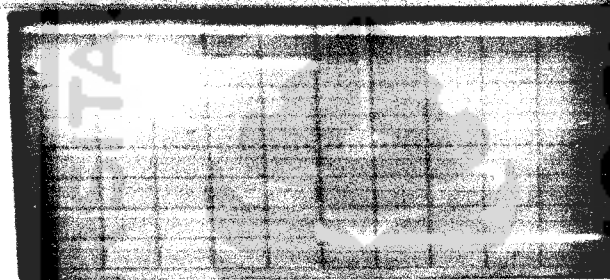
Gambar 4.13 Bentuk gelombang input dari baterai



Gambar 4.14 Bentuk gelombang output sebelum trafo



Gambar 4.15 Bentuk gelombang output dari power suplai



Gambar 4.16 Bentuk gelombang output dari aki

Tabel 4.5 Pengukuran gelombang masukan dan keluaran pada CRO

Percobaan Ke-	Keterangan	Jumlah kotak pada CRO dalam satu gelombang	Volt/Div
1.	Gelombang input dari baterai	0	5
2.	Gelombang output sebelum trafo	10	$2 \cdot 10^{-3}$
3.	Gelombang output dari power suplai	10	$2 \cdot 10^{-3}$
4.	Gelombang output dari aki	10	$2 \cdot 10^{-3}$

Dari percobaan ini dapat diambil atau dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$1. \text{ Periode } (T) = 0 \times 5 \\ = 0 \text{ sekon}$$

$$2. \text{ Periode } (T) = 10 \times 2.10^{-3} \\ = 20.10^{-3} \text{ sekon}$$

Jadi frekuensi yang diperoleh :

Frekuensi (f) = tidak ada frekuensi karena masukan dari baterai.

Jadi frekuensi yang diperoleh :

$$\text{Frekuensi } (f) = \frac{1}{T} = \frac{1}{20.10^{-3}} = 50 \text{ Hz}$$

$$3. \text{ Periode } (T) = 10 \times 2.10^{-3} \\ = 20.10^{-3} \text{ sekon}$$

$$4. \text{ Periode } (T) = 10 \times 2.10^{-3} \\ = 20.10^{-3} \text{ sekon}$$

Jadi frekuensi yang diperoleh :

$$\text{Frekuensi } (f) = \frac{1}{T} = \frac{1}{20.10^{-3}} = 50 \text{ Hz}$$

Jadi frekuensi yang diperoleh :

$$\text{Frekuensi } (f) = \frac{1}{T} = \frac{1}{20.10^{-3}} = 50 \text{ Hz}$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

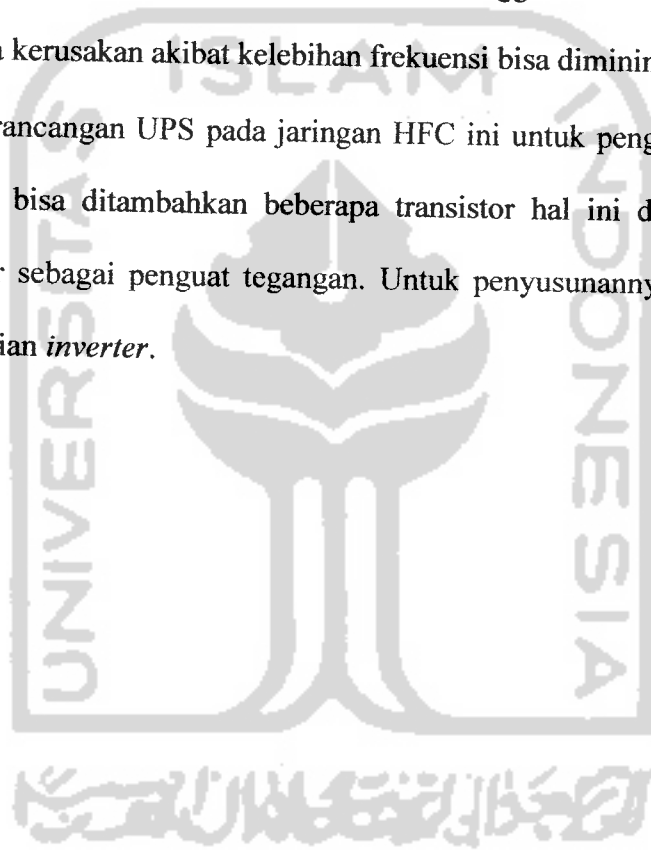
Dalam perancangan UPS pada jaringan HFC ini penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Perpindahan dari sumber utama ke sumber cadangan memiliki waktu kurang dari 1 detik.
2. Dalam pengujian rangkaian UPS dimana tegangan akan mengalami penurunan sedangkan arus mengalami penurunan juga karena dipengaruhi oleh waktu.
3. Frekuensi dari Inverter DC ke AC adalah 50 Hz dengan bentuk gelombang kotak.
4. Gelombang yang dihasilkan oleh kedua gelombang masukan yang berbeda berbentuk gelombang kotak.
5. Tegangan yang dihasilkan adalah 169 Vac dan arusnya 380 mili Ampere pada saat diberi beban penuh.

5.2 Saran

Karena keterbatasan penulis dalam perancangan UPS pada jaringan HFC ini, maka penulis sengaja menyertakan saran agar diperhatikan oleh pembaca.

1. Agar lebih keluaran maksimal maka tegangan baterai perlu diperhatikan. Karena alat UPS ini berkerja pada tegangan 12 Volt, sehingga pengisian baterai haruslah maksimal.
2. Diusahakan dalam pengukuran frekuensi harus benar-benar tepat (50 Hz) dikarenakan alat elektronik di Indonesia menggunakan frekuensi 50 Hz, sehingga kerusakan akibat kelebihan frekuensi bisa diminimalkan.
3. Pada perancangan UPS pada jaringan HFC ini untuk penguatan tegangan keluaran bisa ditambahkan beberapa transistor hal ini disebabkan sifat transistor sebagai penguat tegangan. Untuk penyusunannya dapat dilihat pada bagian *inverter*.



DAFTAR PUSTAKA

- IEC 76/1976 “Power Transformer” 1976.
- SPLN 50 - 1982 “Pengujian Transformator” Jakarta, 1982.
- Stevenson, William D. Jr. “Elements of Power System Analysis”: Mc Graw_hill, Inc., 1982.
- Kosow, Irving L. “Electric Machinery and Transformers”: Prentice-Hall Inc. 1972.
- Kosow, Irving L., 1972 ,” Electric Machinery and Transformers”, Prentice-Hall Inc.
- Stevenson, William D. Jr. , 1982, “ Elements of Power System Analysis”, Mc Graw_hill, Inc..
- Thomas Sri Widodo, 2002, "Elektronika Dasar", Salemba Teknika, Jakarta.
- Tim peneliti dan pengembang., 2003, “ Konsep Jaringan Komputer dan Pengembangannya “ , Salemba Infotek, Jakarta.
- Wasito S., 1992, “Kumpulan Data Penting Komponen Elektronika”, PT. Multimedia, Jakarta. 2004, “Vedenekum Elektronika”, PT. Gramedia, Jakarta.

lampiran



CD4047BM/CD4047BC Low Power Monostable/Astable Multivibrator

General Description

CD4047B is capable of operating in either the monostable or astable mode. It requires an external capacitor (between pins 1 and 3) and an external resistor (between pins 2 and 3) to determine the output pulse width in the monostable mode, and the output frequency in the astable mode.

Astable operation is enabled by a high level on the astable input or low level on the astable input. The output frequency (at 50% duty cycle) at Q and \bar{Q} outputs is determined by the timing components. A frequency twice that of Q is available at the Oscillator Output; a 50% duty cycle is not guaranteed.

Monostable operation is obtained when the device is triggered by low-to-high transition at + trigger input or high-to-low transition at - trigger input. The device can be retriggered by applying a simultaneous low-to-high transition to both the + trigger and retrigger inputs.

A high level on Reset input resets the outputs Q to low, \bar{Q} to high.

Features

- Wide supply voltage range 3.0V to 15V
- High noise immunity 0.45 V_{DD} (typ.)
- Low power TTL compatibility Fan out of 2 driving 74L or 1 driving 74LS

SPECIAL FEATURES

- Low power consumption: special CMOS oscillator configuration
- Monostable (one-shot) or astable (free-running) operation
- True and complemented buffered outputs
- Only one external R and C required

MONOSTABLE MULTIVIBRATOR FEATURES

- Positive- or negative-edge trigger
- Output pulse width independent of trigger pulse duration
- Retriggerable option for pulse width expansion
- Long pulse widths possible using small RC components by means of external counter provision
- Fast recovery time essentially independent of pulse width
- Pulse-width accuracy maintained at duty cycles approaching 100%

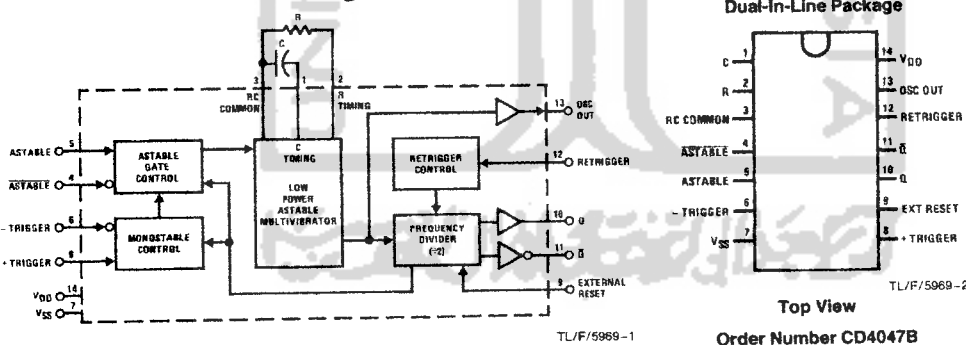
ASTABLE MULTIVIBRATOR FEATURES

- Free-running or gatable operating modes
- 50% duty cycle
- Oscillator output available
- Good astable frequency stability
 - typical = $\pm 2\% + 0.03\%/^{\circ}\text{C}$ @ 100 kHz
 - frequency = $\pm 0.5\% + 0.015\%/^{\circ}\text{C}$ @ 10 kHz
 - deviation (circuits trimmed to frequency V_{DD} = 10V $\pm 10\%$)

Applications

- Frequency discriminators
- Timing circuits
- Time-delay applications
- Envelope detection
- Frequency multiplication
- Frequency division

Block and Connection Diagrams



CD4047BM/CD4047BC Low Power Monostable/Astable Multivibrator

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 and 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

DC Supply Voltage (V_{DD}) -0.5V to +18VDC

Input Voltage (V_{IN}) -0.5V to V_{DD} + 0.5VDC

Storage Temperature Range (T_S) -65°C to +150°C

Power Dissipation (P_D)
Dual-In-Line 700 mW
Small Outline 500 mW

Lead Temperature (T_L) (Soldering, 10 seconds) 260°C

Recommended Operating Conditions (Note 2)

DC Supply Voltage (V_{DD}) 3V to 15VDC

Input Voltage (V_{IN}) 0 to V_{DD} VDC

Operating Temperature Range (T_A)
CD4047BM -55°C to +125°C
CD4047BC -40°C to +85°C

DC Electrical Characteristics CD4047BM (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	-55°C		25°C			125°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	$V_{DD} = 5V$		5		5		150	μA	
		$V_{DD} = 10V$		10		10		300	μA	
		$V_{DD} = 15V$		20		20		600	μA	
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$ I_O < 1 \mu A$								
		$V_{DD} = 5V$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 10V$		0.05		0	0.05		0.05	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$ I_O < 1 \mu A$								
		$V_{DD} = 5V$	4.95		4.95	5		4.95		V
		$V_{DD} = 10V$	9.95		9.95	10		9.95		V
V_{IL}	Low Level Input Voltage	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$ or 4.5V		1.5		2.25	1.5		1.5	V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 1V$ or 9V		3.0		4.5	3.0		3.0	V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$ or 13.5V		4.0		6.75	4.0		4.0	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$ or 4.5V	3.5		3.5	2.75		3.5		V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 1V$ or 9V	7.0		7.0	5.5		7.0		V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$ or 13.5V	11.0		11.0	8.25		11.0		V
I_{OL}	Low Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V$	0.64		0.51	0.88		0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V$	1.6		1.3	2.25		0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	4.2		3.4	6.8		2.4		mA
I_{OH}	High Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V$	-0.64		-0.51	-0.88		-0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V$	-1.6		-1.3	-2.25		-0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	-4.2		-3.4	-8.8		-2.4		mA
I_{IN}	Input Current	$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V$		-0.1		-10^{-5}	-0.1		-1.0	μA
		$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 15V$		0.1		10^{-5}	0.1		1.0	μA

DC Electrical Characteristics CD4047BC (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	-40°C		25°C			85°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	$V_{DD} = 5V$		20			20		150	μA
		$V_{DD} = 10V$		40			40		300	μA
		$V_{DD} = 15V$		80			80		600	μA
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$ I_O < 1 \mu A$								
		$V_{DD} = 5V$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 10V$		0.05		0	0.05		0.05	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$ I_O < 1 \mu A$								
		$V_{DD} = 5V$	4.95		4.95	5		4.95		V
		$V_{DD} = 10V$	9.95		9.95	10		9.95		V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$V_{DD} = 15V$	14.95		14.95	15		14.95		V

DC Electrical Characteristics CD4047BC (Note 2) (Continued)

Symbol	Parameter	Conditions	-40°C		25°C			85°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
V _{IL}	Low Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V or 4.5V		1.5		2.25	1.5		1.5	V
		V _{DD} = 10V, V _O = 1V or 9V		3.0		4.5	3.0		3.0	V
		V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V or 13.5V		4.0		6.75	4.0		4.0	V
V _{IH}	High Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V or 4.5V	3.5		3.5	2.75		3.5		V
		V _{DD} = 10V, V _O = 1V or 9V	7.0		7.0	5.5		7.0		V
		V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V or 13.5V	11.0		11.0	8.25		11.0		V
I _{OL}	Low Level Output Current (Note 3)	V _{DD} = 5V, V _O = 0.4V	0.52		0.44	0.88		0.36		mA
		V _{DD} = 10V, V _O = 0.5V	1.3		1.1	2.25		0.9		mA
		V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V	3.6		3.0	8.8		2.4		mA
I _{OH}	High Level Output Current (Note 3)	V _{DD} = 5V, V _O = 4.6V	-0.52		-0.44	-0.88		-0.36		mA
		V _{DD} = 10V, V _O = 9.5V	-1.3		-1.1	-2.25		-0.9		mA
		V _{DD} = 15V, V _O = 13.5V	-3.6		-3.0	-8.8		-2.4		mA
I _{IN}	Input Current	V _{DD} = 15V, V _{IN} = 0V		-0.3		-10 ⁻⁵	-0.3		-1.0	μA
		V _{DD} = 15V, V _{IN} = 15V		0.3		10 ⁻⁵	0.3		1.0	μA

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. They are not meant to imply that the device should be operated at these limits. The table of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

Note 2: V_{SS} = 0V unless otherwise specified.

Note 3: I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.

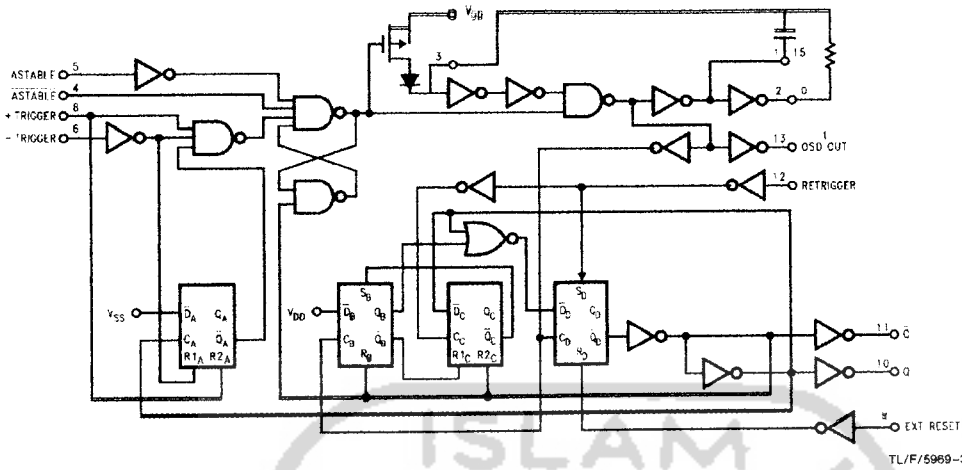
AC Electrical Characteristics* CD4047B

T_A = 25°C, C_L = 50 pF, R_L = 200k, input t_r = t_f = 20 ns, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t _{PHL} , t _{PLH}	Propagation Delay Time Astable, Astable to Osc Out	V _{DD} = 5V		200	400	ns
		V _{DD} = 10V		100	200	ns
		V _{DD} = 15V		80	160	ns
t _{PHL} , t _{PLH}	Astable, Astable to Q, \bar{Q}	V _{DD} = 5V		550	900	ns
		V _{DD} = 10V		250	500	ns
		V _{DD} = 15V		200	400	ns
t _{PHL} , t _{PLH}	+ Trigger, - Trigger to \bar{Q}	V _{DD} = 5V		700	1200	ns
		V _{DD} = 10V		300	600	ns
		V _{DD} = 15V		240	480	ns
t _{PHL} , t _{PLH}	+ Trigger, Retrigger to \bar{Q}	V _{DD} = 5V		300	600	ns
		V _{DD} = 10V		175	300	ns
		V _{DD} = 15V		150	250	ns
t _{PHL} , t _{PLH}	Reset to Q, \bar{Q}	V _{DD} = 5V		300	600	ns
		V _{DD} = 10V		125	250	ns
		V _{DD} = 15V		100	200	ns
t _{rHL} , t _{rLH}	Transition Time Q, \bar{Q} , Osc Out	V _{DD} = 5V		100	200	ns
		V _{DD} = 10V		50	100	ns
		V _{DD} = 15V		40	80	ns
t _{WL} , t _{WH}	Minimum Input Pulse Duration	Any Input				
		V _{DD} = 5V		500	1000	ns
		V _{DD} = 10V		200	400	ns
t _{RCL} , t _{FCL}	+ Trigger, Retrigger, Rise and Fall Time	V _{DD} = 5V			15	μs
		V _{DD} = 10V			5	μs
		V _{DD} = 15V			5	μs
C _{IN}	Average Input Capacitance	Any Input		5	7.5	pF

*AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

Logic Diagram



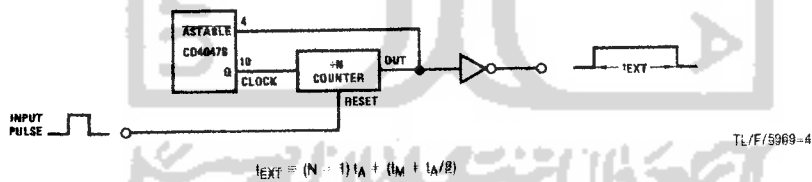
*Special input protection circuit to permit larger input-voltage swings.

Truth Table

Function	Terminal Connections			Output Pulse From	Typical Output Period or Pulse Width
	To VDD	To VSS	Input Pulse To		
Astable Multivibrator					
Free-Running	4, 5, 6, 14	7, 8, 9, 12		10, 11, 13	$t_A(10, 11) = 4.40 RC$
True Gating	4, 6, 14	7, 8, 9, 12	5	10, 11, 13	$t_A(13) = 2.20 RC$
Complement Gating	6, 14	5, 7, 8, 9, 12	4	10, 11, 13	
Monostable Multivibrator					
Positive-Edge Trigger	4, 14	5, 6, 7, 9, 12	8	10, 11	$t_M(10, 11) = 2.48 RC$
Negative-Edge Trigger	4, 6, 14	5, 7, 9, 12	6	10, 11	
Retriggerable	4, 14	5, 6, 7, 9	8, 12	10, 11	
External Countdown*	14	5, 6, 7, 8, 9, 12	(See Figure)	(See Figure)	(See Figure)

Note: External resistor between terminals 2 and 3. External capacitor between terminals 1 and 3.

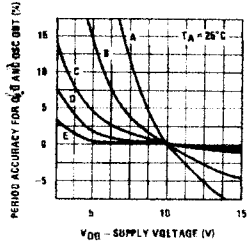
*Typical Implementation of External Countdown Option



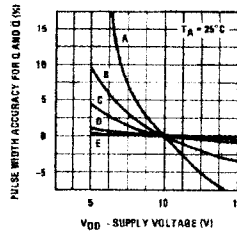
$$t_{EXT} = (N - 1)t_A + (t_M + t_A/2)$$

Typical Performance Characteristics

Typical Q, \bar{Q} , Osc Out Period Accuracy vs Supply Voltage (Astable Mode Operation)



Typical Q, \bar{Q} , Pulse Width Accuracy vs Supply Voltage (Monostable Mode Operation)

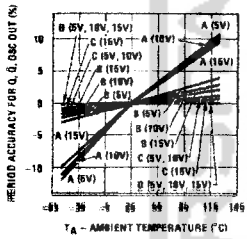


TL/F/5969-5

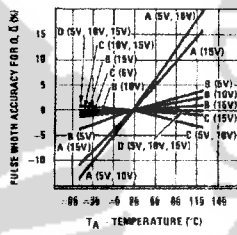
TL/F/5969-6

	f_Q, \bar{Q}	R	C	t_M	R	C
A	1000 kHz	22k	10 pF	2 μ s	22k	10 pF
B	100 kHz	22k	100 pF	7 μ s	22k	100 pF
C	10 kHz	220k	100 pF	60 μ s	220k	100 pF
D	1 kHz	220k	1000 pF	550 μ s	220k	1000 pF
E	100 Hz	2.2M	1000 pF	5.5 ms	2.2M	1000 pF

Typical Q, \bar{Q} and Osc Out Period Accuracy vs Temperature (Astable Mode Operation)



Typical Q and \bar{Q} Pulse Width Accuracy vs Temperature (Monostable Mode Operation)

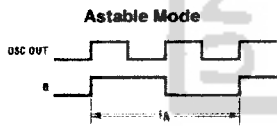


TL/F/5969-7

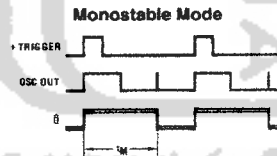
TL/F/5969-8

	f_Q, \bar{Q}	R	C	t_M	R	C
A	1000 kHz	22k	10 pF	2 μ s	22k	10 pF
B	100 kHz	22k	100 pF	7 μ s	22k	100 pF
C	10 kHz	220k	100 pF	60 μ s	220k	100 pF
D	1 kHz	220k	1000 pF	550 μ s	220k	1000 pF

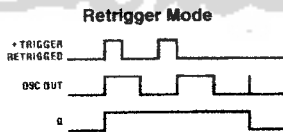
Timing Diagram



TL/F/5969-9



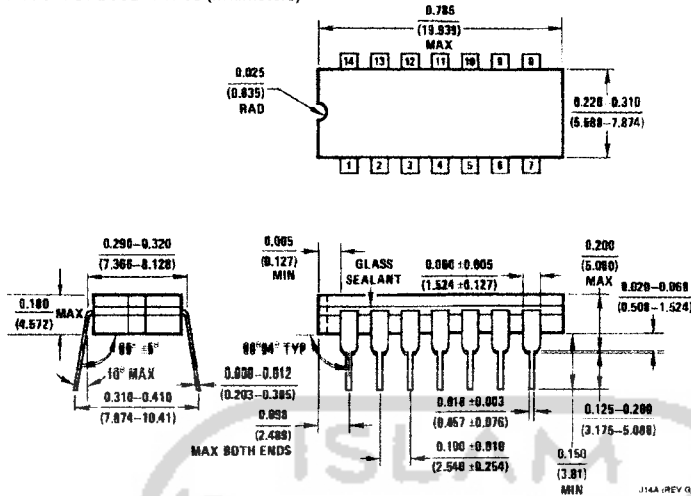
TL/F/5969-10



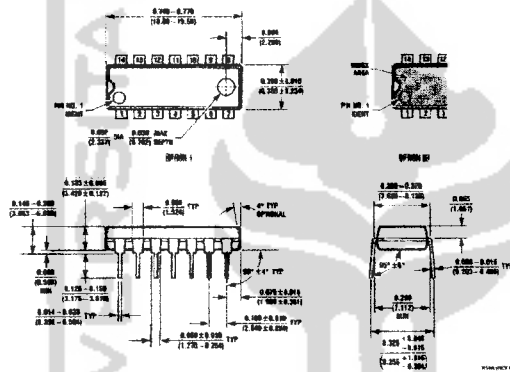
TL/F/5969-11

CD4047BM/CD4047BC Low Power Monostable/Astable Multivibrator

Physical Dimensions inches (millimeters)



Order Number CD4047BMJ or CD4047BCJ
NS Package Number J14A



Order Number CD4047BMN or CD4047BCN
NS Package Number N14A

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor Corporation
1111 West Bardin Road
Arlington, TX 76017
Tel: 1(800) 272-9959
Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
Fax: (+49) 0-180-530 85 86
Email: crywge@tevm2.nsc.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.,
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1600
Fax: (852) 2736-8960

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-043-299-2309
Fax: 81-043-299-2406

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

NPN SILICON POWER TRANSISTORS

...designed for use in audio frequency power amplifier applications

FEATURES:

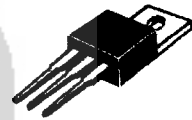
- * Low Collector-Emitter Saturation Voltage
 $V_{CE(sat)} = 1.0V(\text{Max}) @ I_C = 3.0A, I_B = 0.3A$
- * DC Current Gain
 $hFE = 60-300 @ I_C = 0.5A$
- * Complementary to PNP 2SB834

NPN
2SD880

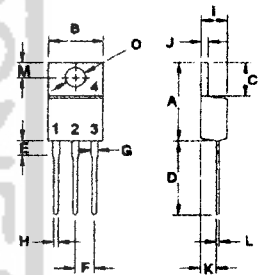
3 AMPERE
POWER
TRANSISTORS
60 VOLTS
30 WATTS

MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	2SD880	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	60	V
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	60	V
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	7.0	V
Collector Current - Continuous - Peak	I_C I_{CM}	3.0 6.0	A
Base current	I_B	0.5	A
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	30 0.24	W W/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{STG}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$



TO-220



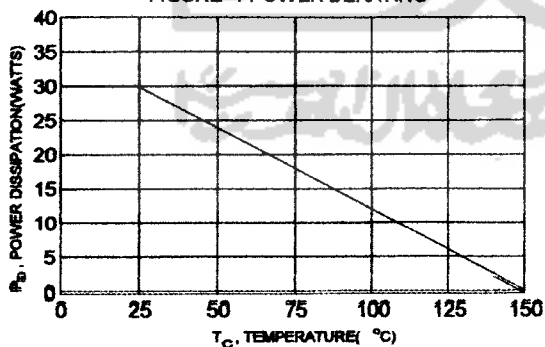
PIN 1: BASE
 PIN 2: COLLECTOR
 PIN 3: EMITTER
 PIN 4: COLLECTOR (CASE)

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance Junction to Case	$R_{\theta jc}$	4.16	$^\circ\text{C/W}$

DIM	MILLIMETERS	
	MIN	MAX
A	14.68	15.31
B	9.78	10.42
C	5.01	6.52
D	13.06	14.62
E	3.57	4.07
F	2.42	3.66
G	1.12	1.36
H	0.72	0.96
I	4.22	4.96
J	1.14	1.38
K	2.20	2.97
L	0.33	0.55
M	2.48	2.96
O	3.70	3.90

FIGURE -1 POWER DERATING



ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_c = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	------

OFF CHARACTERISTICS

Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 50\text{ mA}$, $I_E = 0$)	$V_{(BR)CEO}$	60		V
Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_B = 1.0\text{ mA}$, $I_C = 0$)	$V_{(BR)EBO}$	7.0		V
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 60\text{ V}$, $I_E = 0$)	I_{CBO}		100	μA
Emitter Cutoff Current ($V_{EB} = 7.0\text{ V}$, $I_C = 0$)	I_{EBO}		100	μA

ON CHARACTERISTICS (1)

DC Current Gain ($I_C = 0.5\text{ A}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$) *	$h_{FE(2)}$	60	300	
Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 3.0\text{ A}$, $I_B = 300\text{ mA}$)	$V_{CE(sat)}$		1.0	V
Base-Emitter On Voltage ($I_C = 0.5\text{ A}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$)	$V_{BE(on)}$		1.0	V

DYNAMIC CHARACTERISTICS

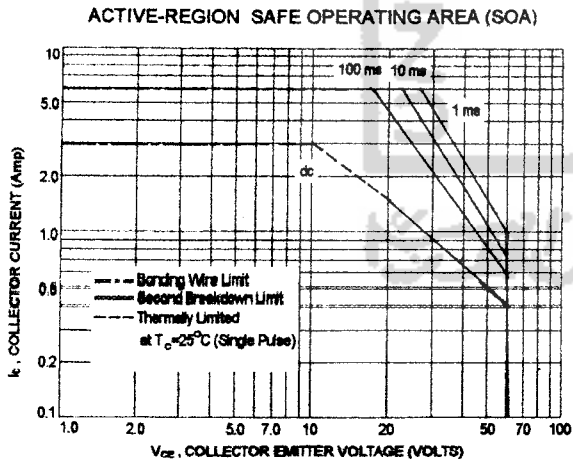
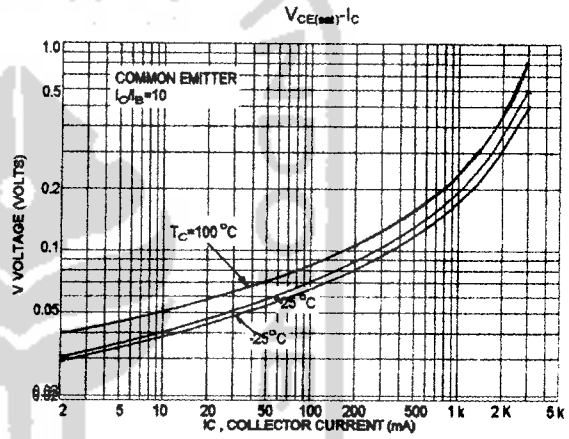
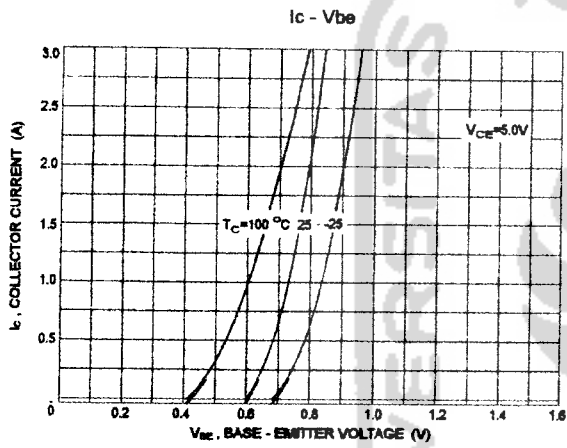
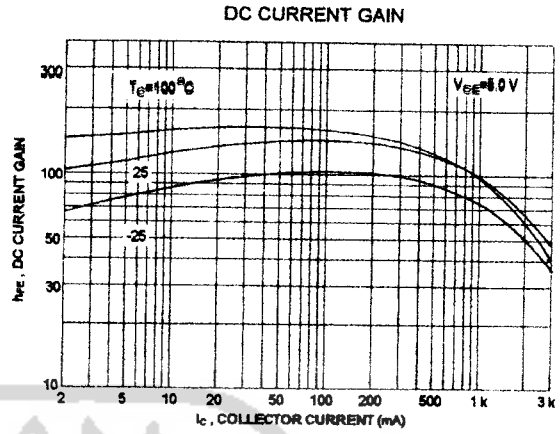
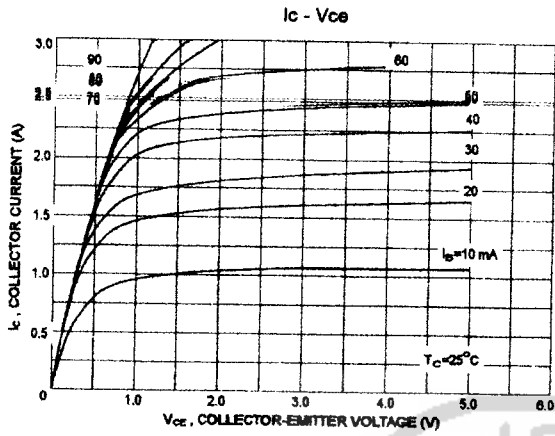
Current-Gain-Bandwidth Product ($I_C = 0.5\text{ A}$, $V_{CE} = 5.0\text{ V}$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	f_T	3.0(typ)		MHz
---	-------	----------	--	-----

SWITCHING CHARACTERISTICS

Turn-on Time	$V_{CC} = 30\text{ V}$, $I_C = 2.0\text{ A}$ $I_{B1} = -I_{B2} = 200\text{ mA}$ $PW = 20\text{ }\mu\text{s}$	t_{on}	1.2	μs
Storage Time		t_s	2.0	μs
Fall Time		t_f	1.1	μs

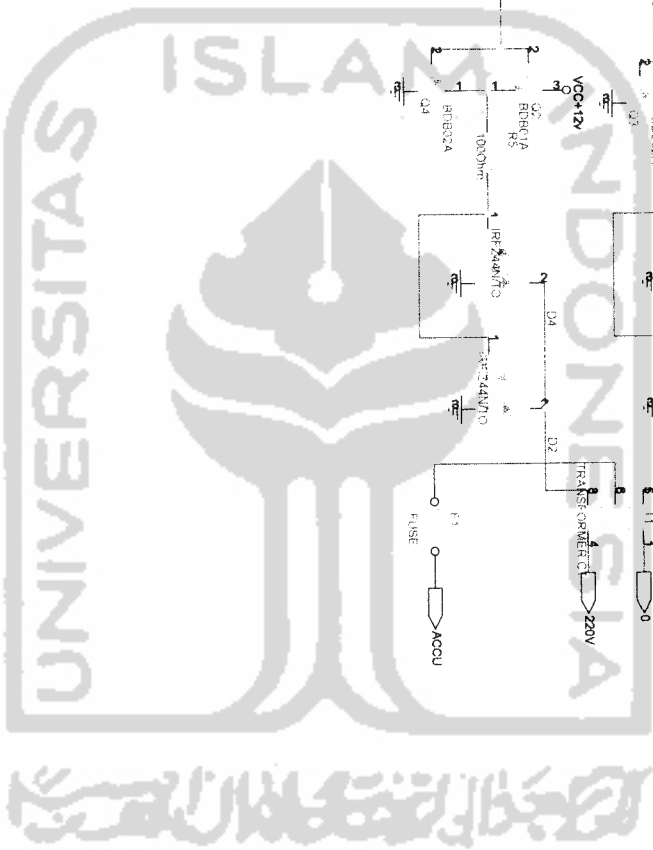
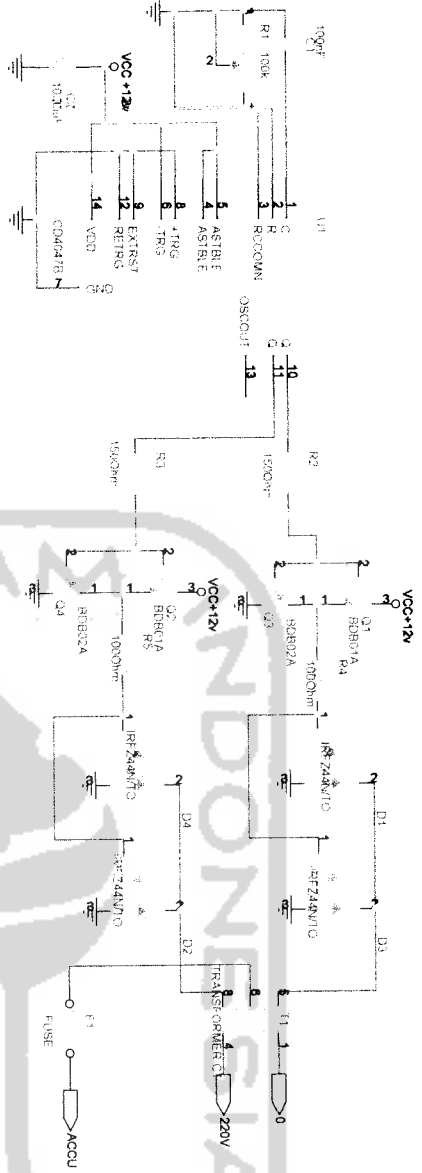
(1) Pulse Test: Pulse Width = 300 μs , Duty Cycle $\leq 2.0\%$ * $h_{FE(2)}$ Classification :

60	O	120	100	Y	200	150	GR	300
----	---	-----	-----	---	-----	-----	----	-----



There are two limitation on the power handling ability of a transistor: average junction temperature and second breakdown safe operating area curves indicate I_c - V_{ce} limits of the transistor that must be observed for reliable operation i.e., the transistor must not be subjected to greater dissipation than curves indicate.

The data of SOA curve is base on $T_{j(PK)} = 150^\circ\text{C}$; T_c is variable depending on conditions. second breakdown pulse limits are valid for duty cycles to 10% provided $T_{j(PK)} \leq 150^\circ\text{C}$. At high case temperatures, thermal limitation will reduce the power that can be handled to values less than the limitations imposed by second breakdown.



File	<Title>
Size	Document Number
B	<Doc>
Rev	<RevCode>
Date	Thursday, March 29, 2007
Sheet	1 of 1

