



**PEMBUATAN ALAT PEMBERSIH UDARA PADA
RUANGAN SECARA OTOMATIS**

LAPORAN PROYEK AKHIR

Asal:	Hal-hal Pembelian	Klasifikasi
Tertima Tgl :	12 NOV 2007	669.43
No. Induk :		KUR
OLEH / PENYALIN:	far	P
Oleh :		

FERI KURIAWAN
NIM 031903102096

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2007**



**PEMBUATAN ALAT PEBERSIH UDARA PADA
RUANGAN SECARA OTOMATIS**

LAPORAN PROYEK AKHIR

diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Ahli Madya (A. Md) pada Program Studi Teknik
Universitas Jember

Oleh:

**FERI KURNIAWAN
NIM 031903102096**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2007**

PERSEMBAHAN

Segenap kemampuan untuk menyelesaikan karya yang aku persembahkan untuk:

- Bapak dan Ibu tercinta yang telah memberikan segenap perhatian, kasih sayang, doa dan restu. Bapak dan ibu aku takkan melupakan semuanya
- Terima kasih pada Bapak Bambang Srikaloko, ST., MT yang sudah membantu aku selama kuliah.
- Terima kasih pada Bapak Ir. Bambang Sujanarko, MM. yang sudah membantu aku selama kuliah dan memberikan masukan untuk proyek akhir ini.
- Buat adik-adikku yang telah memberi semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- Buat semua teman-temanku yang gak bisa aku sebutin satu2 makasih sudah menjadi teman ku yang terbaik selama ini.
- Special edition buat Alif yang udah menemani hari2 ku dalam penyelesaian proyek akhir ini. Thank's yang udah gak bosan2 nya ingetin aku untuk cepat lulus.

MOTTO

By Feri kurniawan '07

- Allah tidak akan pernah mengubah nasib seorang hambanya sampai orang tersebut mengubahnya sendiri.
- Tidak ada cinta sejati kecuali cinta orang tua pada anaknya.
- Jangan pernah merasa takut akan keadaan yang akan kita hadapi nantinya.
- Jadikanlah sebuah hidup menjadi tujuan hidup yang sebenarnya.
- Masa muda bukan tujuan hidup untuk bersenang – senang, tapi jadikanlah masa muda itu untuk menjalankan sesuatu hal yang berguna.
- Jadilah seorang anak menjadi kebanggaan bagi orang tuanya, karena itu salah satu kebahagiaan bagi orang tua.
- Janganlah menganggap suatu pekerjaan menjadi suatu beban.
- Orang belum menjadi sukses kalau orang tersebut belum bisa membuat orang lain menjadi sukses.
- Buatlah sebuah keluarga menjadi teman dalam menuju hidup yang lebih baik.
- Cobalah menghargai sesuatu hal yang kecil, karena dari sesuatu yang kecil itu akan datang suatu kebahagiaan yang sangat besar.
- Jangan pernah kalah karena keadaan, tapi buatlah suatu keadaan itu menjadi sebuah pandangan untuk hidup lebih baik.
- Jangan pernah percaya pada kata cinta, percayalah pada kata hati kita karena itu merupakan jawaban yang benar.
- Janganlah meminta tolong pada sesama apabila kita terkena masalah, minta tolonglah hanya pada ALLAH SWT

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Feri Kurniawan

NIM : 031 903 102 096

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah proyek akhir yang berjudul: "**Pembuatan Alat Pembersih Udara pada Ruang Secara Otomatis**" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika di sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada intitusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 31 Oktober 2007

Yang menyatakan,



Feri Kurniawan
031 903 102 096

PENGESAHAN

Laporan Proyek Akhir yang berjudul :

" PEMBUATAN ALAT PEMBERSIH UDARA PADA RUANGAN SECARA OTOMATIS"

oleh : **FERI KURNIAWAN**

NIM : 031903102096

Telah diuji dan dinyatakan lulus pada hari **Rabu**, tanggal **31 Oktober 2007** serta telah disetujui, disahkan dan diterima oleh Program Studi Teknik Universitas Jember.

Mengetahui dan Mengesahkan :

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,



R.B.Moch. Gozali, ST., MT
NIP . 132 231 416

Program Studi Teknik
Universitas Jember
Ketua,



I.E. Widvono Hadi, MT.
NIP . 131 832 307

PENGESAHAN

Laporan Proyek Akhir yang berjudul :

" PEMBUATAN ALAT PEMBERSIH UDARA PADA RUANGAN SECARA OTOMATIS"

oleh : **FERI KURNIAWAN,**

NIM : 031903102096

Telah diuji dan dinyatakan lulus pada hari **Rabu**, tanggal **31 Oktober 2007** serta telah disetujui, disahkan dan diterima oleh Program Studi Teknik Universitas Jember.

Menyetujui :

Ketua (Pembimbing I)



R.B Moch Gozali ST., MT.
NIP . 132 231 416

Sekretaris (Pembimbing II)



Bambang Srikaloko, ST., MT.
NIP . 132 304 775

Penguji I



Sumardi, ST., MT.
NIP . 132 206 138

Penguji II



Bambang Supeno, ST.
NIP . 132 133 387

Penguji III



Supriyadi prasetyono, ST., MT.
NIP . 132 418 400

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Elektro



Atma Yuana Adi, ST.
NIP. 132 231 417

RINGKASAN

Pembersih Udara Otomatis Pada Ruangan, Feri Kurniawan, 031903102096, 2007,

Dewasa ini perkembangan teknologi akan terus berkembang, banyak teknologi elektronika yang diciptakan manusia untuk membantu pekerjaan dan rutinitas sehari-hari.

Dalam kesehariannya cara menjaga kebersihan udara cenderung manual dan kontinu serta boros pada penggunaan listrik, maka dalam Proyek Akhir ini kami mencoba merancang suatu alat yang bisa meringankan biaya tagihan listrik secara otomatis.

Pada sistem yang dibuat ini, menggunakan komponen analog sebagai pengontrol dengan tambahan Sensor akan bekerja jika udara dalam keadaan panas dan berasap.

DIII Teknik Elektro, Program Studi Teknik , Universitas Jember

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah S.W.T. yang telah banyak melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, Serta junjungan besar Nabi Muhammad S.A.W yang telah banyak mengajarkan hal-hal mulia di dunia ini, sehingga terselesainya tugas akhir ini.

Tugas akhir yang berjudul **"Pembuatan Alat Pembersih Udara Otomatis Pada Ruangan"** diangkat guna memperoleh gelar ahli Madya (A. Md) Program Studi Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Diplom III Teknik, Universitas Jember.

Adapun tujuan dari penulisan Laporan Proyek Akhir ini adalah untuk memberi pengalaman dan menambah pengetahuan kepada mahasiswa dalam penerapan ilmu yang diperoleh di kampus dengan dunia industri.

Terima kasih sebanyak-banyaknya kepada semua pihak yang terkait baik secara langsung maupun secara tidak langsung ikut mendukung terselesainya tugas akhir ini dan secara khusus penulis sampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak. R.B. Moch. Gozali, ST.,MT selaku Ketua Program Studi teknik Universitas Jember.
2. Bapak. Bambang Sri Kaloko,ST.,MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
3. Bapak. Bambang Supeno,ST., selaku Pembimbing I yang telah memberikan saran dan kritik dan perhatiannya kepada penulis.
4. Bapak. Ir. Widyono Hadi,MT, selaku Pembimbing II yang telah memberikan dorongan dalam penyelesaian Proyek akhir ini.
5. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan dari berbagai golongan dan jabatan yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.
6. Serta Semua pihak yang telah memabantu memberikan bantuan dan semangat dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.

Penulis

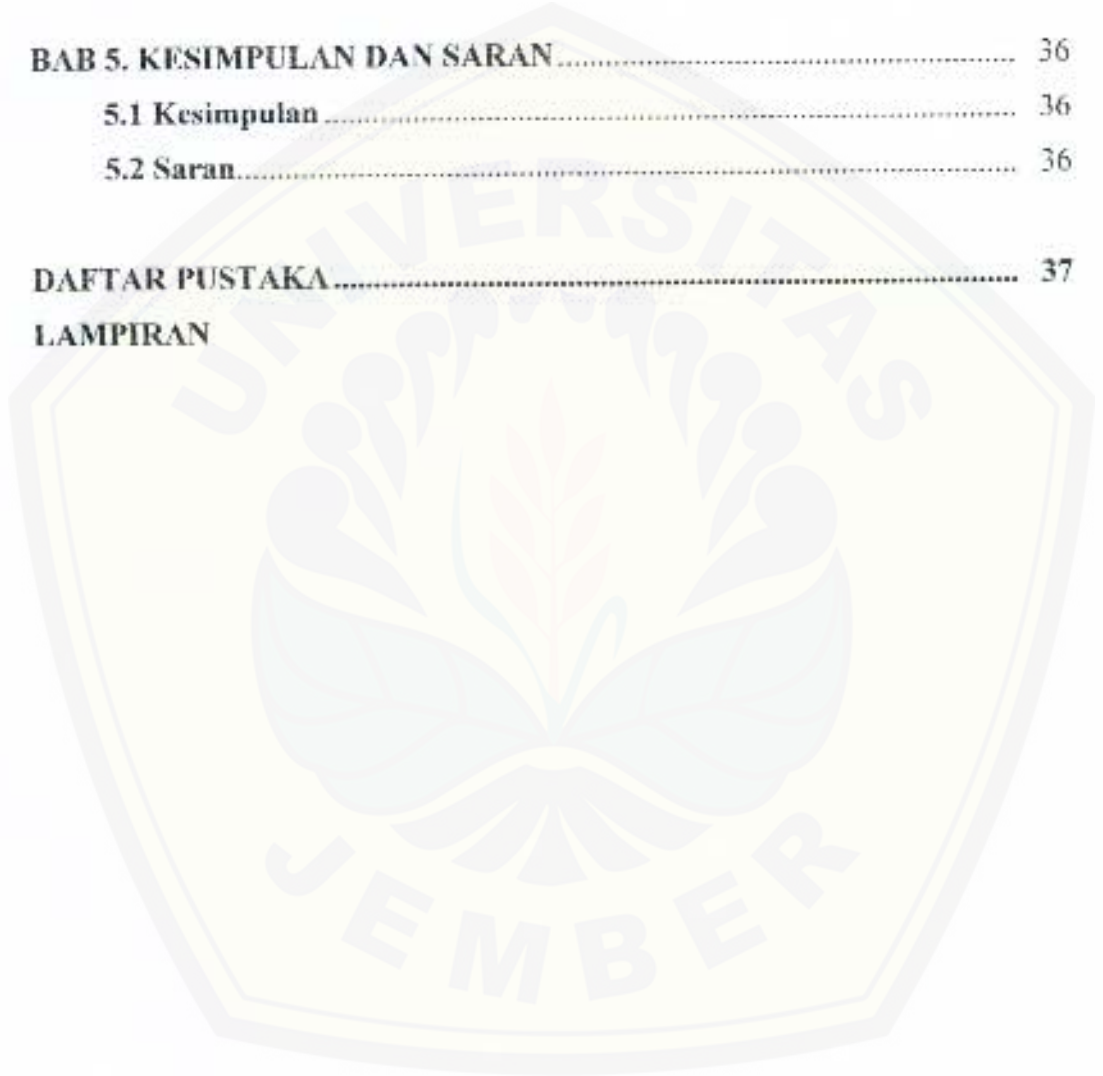
Jember, 31 oktober 2007

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vii
RINGKASAN	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.5.1 Tujuan	2
1.5.2 Manfaat	2
1.5 Sistematika Pembahasan.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sensor Asap (Optocoupler).....	4
2.2 LM 335 (Sensor Suhu).....	4
2.3 Transistor.....	5
2.3.1 Transistor Sebagai Saklar.....	9
2.4 Tahanan Listrik atau Resistor (Resistance)	11
2.5 IC NE555.....	14
2.6 Adjustable Timer	15

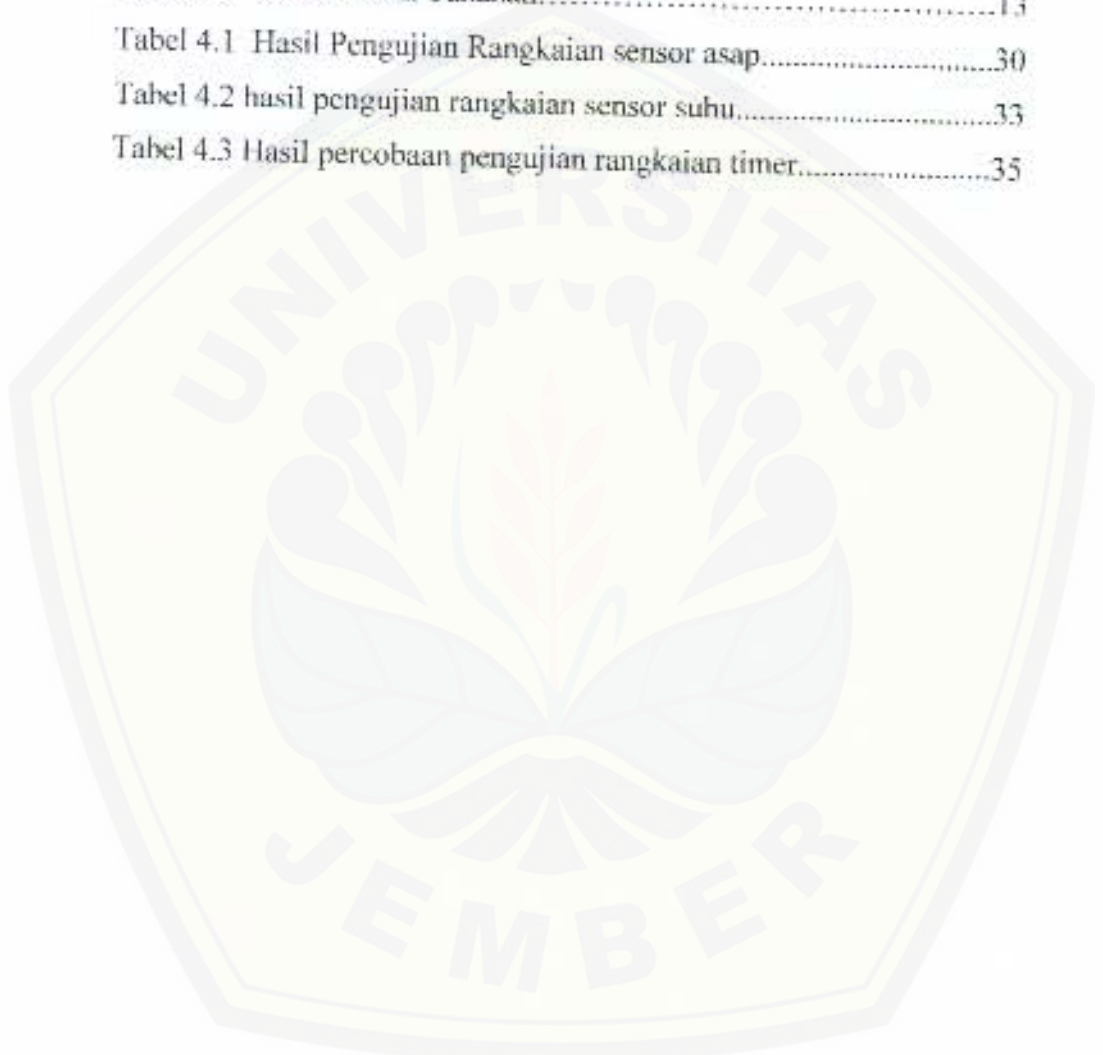
2.7 Rangkaian Catu Daya.....	16
2.8 Motor DC.....	16
2.9 Rele.....	17
BAB 3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....	21
3.1 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan.....	21
3.2 Perancangan Sistem.....	21
3.3 Perancangan Dan Pembuatan Alat.....	22
3.3.1 Rangkaian Sensor Suhu.....	22
3.3.2 Rangkaian Sensor Asap.....	23
3.3.3 Rangkaian Timer.....	24
3.3.4 Catu Daya 12 Volt.....	24
3.3.5 Miniatur Ruangan.....	25
3.4 Alat Dan Bahan.....	26
3.4.1 Alat.....	26
3.4.2 Bahan.....	26
BAB 4. ANALISA DAN HASIL PENGUJIAN.....	28
4.1 Rangkaian Penguat Sensor.....	28
4.1.1 Tujuan.....	28
4.1.2 Prosedur Pengujian.....	28
4.1.3 Hasil Pengujian.....	29
4.2 Rangkaian Sensor Optocoupler.....	29
4.2.1 Tujuan.....	29
4.2.2 Prosedur Pengujian.....	29
4.2.3 Hasil Percobaan.....	30
4.3 Rangkaian Sensor Suhu.....	31
4.3.1 Tujuan.....	31
4.3.2 Peralatan yang Digunakan.....	31
4.3.3 Prosedur Pengujian.....	32

4.3.4 Hasil Pembahasan	33
4.4 Pengujian Adjustable Timer	33
4.4.1 Tujuan	33
4.4.2 Prosedur Pengujian.....	34
4.4.3 Hasil Pengujian	35
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tahanan Jenis Bahan Penghantar.....	12
Tabel 2.2 Kode Warna Tahanan.....	13
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Rangkaian sensor asap.....	30
Tabel 4.2 hasil pengujian rangkaian sensor suhu.....	33
Tabel 4.3 Hasil percobaan pengujian rangkaian timer.....	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Fisik Optocoupler.....	4
Gambar 2.2 Sensor LM 335.....	5
Gambar 2.3 Prinsip penyambungan Transistor tipe PNP.....	6
Gambar 2.4 prinsip penyambungan transistor tipe NPN.....	7
Gambar 2.5 Transistor NPN dan PNP	7
Gambar 2.6 Garis beban DC.....	8
Gambar 2.7 Transistor sebagai saklar.....	10
Gambar 2.8 Simbol tahanan listrik	11
Gambar 2.9 Wujud tahanan listrik.....	13
Gambar 2.10 Warna resistor.....	14
Gambar 2.11 Bentuk fisik IC NE 555	15
Gambar 2.12 Sumber DC 12 Volt	16
Gambar 2.13 Penggunaan Rele standart.....	18
Gambar 2.14 Diagram Rele	19
Gambar 2.15 Simbol rangkaian Rele.....	19
Gambar 2.16 Dioda pengaman untuk Rele.....	20
Gambar 3.1 Diagram blok sistem.....	21
Gambar 3.2 Rangkaian sensor suhu.....	23
Gambar 3.3 Rangkaian sensor Asap.....	23
Gambar 3.4 Rangkaian Timer.....	24
Gambar 3.5 Rangkaian power supplay	25
Gambar 3.6 Miniatur ruangan.....	25
Gambar 4.1 Penguat sensor	29
Gambar 4.2 Rangkaian sensor optocoupler.....	30
Gambar 4.3 Rangkaian sensor optocoupler dan penguat.....	31
Gambar 4.4 Rangkaian sensor suhu (LM 335).....	32
Gambar 4.5 Rangkaian sensor suhu (LM 335) dan penguat	33
Gambar 4.6 rangkaian timer	35



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Didalam abad modern ini tidak terlepas dari apa yang namanya inovasi dalam bidang teknologi dan komunikasi dan berbasis otomatisasi. Hal ini untuk memajukan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) agar berkembang dengan cepat sesuai dengan kebutuhan dalam era globalisasi yang penuh persaingan dengan diwujudkan inovasi berupa pembersih udara otomatis pada ruangan.

Penggunaan miniatur ini diharapkan untuk menambah pengetahuan dan wawasan mengenai teknologi dan juga mengharapkan realisasinya agar mempermudah dan meringankan kerja manusia pada suatu aktivitas tertentu serta dapat menghemat energi listrik didalam perusahaan dan industri.

Mengenai miniatur ini terdiri dari berbagai rangkaian sensor yang banyak digunakan pada industri serta didukung dengan komponen lainnya dimana prinsip kerjanya sederhana sekali.

Dikarenakan semakin mahalnya biaya tagihan listrik pada masa-masa sekarang, kita dituntut agar dapat mengatur penggunaan listrik sebaik-baiknya dan seefisien mungkin, maka dengan diwujudkan inovasi berupa pembersih udara otomatis pada ruangan, diharapkan dapat membantu meminimalkan tagihan listrik yang semakin mahal.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas dapat dirumuskan suatu permasalahan dari perencanaan ini adalah sebagai berikut :

1. Cara merancang miniatur pembersih udara otomatis pada ruangan
2. Cara membuat desain miniatur secara praktis dan efisien tanpa menggunakan komponen yang mahal.
3. Cara mengaplikasikannya didunia kerja terutama pada ruangan, dsb.

4. Cara mengatur besarnya ruangan yang akan digunakan agar FAN (kipas) dapat bekerja baik dan optimal.

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi pembahasan masalah yang terlalu luas, maka kami memberikan batasan masalah pada pendesainan miniature ini, yaitu :

1. Dikhususkan pada daerah tropis
2. Menggunakan ADJUSTABLE TIMER dengan spesifikasi tertentu.
3. Implementasinya dikhususkan pada ruangan
4. menggunakan keadaan panas,berasap dan juga pengap.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan dari pembuatan miniatur ini, yaitu :

5. Memberikan suatu wawasan ilmu pengetahuan dan keterampilan bagi mahasiswa.
6. Mengurangi tingkat polusi khususnya pada ruangan.
7. Mengurangi tingkat tagihan listrik yang semakin mahal.

1.4.2 Manfaat

Manfaat dari pendesainan miniature ini, yaitu :

1. Dapat menambah wawasan mengenai ilmu pengetahuan mengenai miniatur ini dikhususkan untuk mahasiswa dan khalayak ramai (masyarakat luas) pada umumnya.
2. Dapat diaplikasikan didunia industri, perusahaan.
3. Dapat menjaga kesehatan.
4. Mengurangi tingkat tagihan listrik yang semakin mahal.

1.5 Sistematika pembahasan.

Laporan akhir ini dibagi menjadi lima bab pembahasan, dengan urutan sebagai berikut:

- BAB 1. Pendahuluan meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika pembahasan.
- BAB 2. Tinjauan Pustaka membahas teori-teori penunjang yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan proyek akhir ini.
- BAB 3. Perancangan dan Pembuatan Alat berisi tentang langkah-langkah perancangan dan pembuatan proyek akhir.
- BAB 4. Pengujian dan Pembahasan berisi tentang pengujian sistem yang dibuat dan data-data yang diperoleh pada pengujian sistem.
- BAB 5. Kesimpulan dan Saran berisi tentang kesimpulan yang diambil berdasarkan hasil analisis dari bab sebelumnya serta saran-saran yang diharapkan dapat menyempurnakan proyek akhir ini.

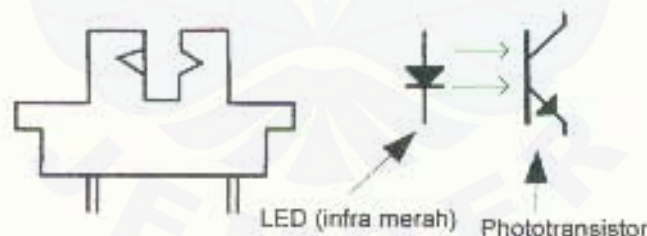


BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori dasar yang mendukung perancangan dan pembuatan pembersih Udara pada Ruangan Secara Otomatis meliputi: Sensor suhu, Sensor asap, Penguat Sensor, IC 555, rangkaian catu daya, dan motor dc yang bekerja untuk menjalankan kipas yang diatur waktu kerjanya.

2.1 Sensor Asap (optocoupler)

Optocoupler adalah sebuah sensor yang berisi LED dan fototransistor. LED berfungsi sebagai pemberi cahaya sedangkan fototransistor sebagai penerimanya, yang ketika cahaya LED terhalang maka nilai hambatan fototransistor akan menjadi besar. Jika fototransistor terkena cahaya dari LED maka arus mengalir dari kolektor ke emitor, tetapi apabila cahaya dari LED terhalang, maka arus kolektor ke emitor akan terhambat. Fungsi dari *optocoupler* adalah untuk membuat pulsa, dimana *low* dan *high* dari sensor akan terlihat. Bentuk fisik *optocoupler* ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Sumber : Malvino; Prinsip-Prinsip Dasar Elektronika

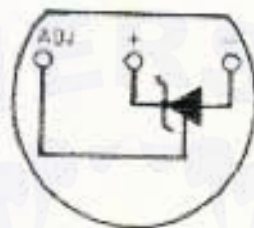
Gambar 2.1 Bentuk fisik Optocoupler

2.2 LM 335 (Sensor Suhu)

Seri LM 335 merupakan inti rangkaian sensor suhu, tegangan out-put sesuai dengan perubahan suhu pada udara, jadi apa bila temperature naik maka tegangan

out-put akan naik pula. Batas minimum operasional LM 35 sebesar -55°C dan batas atas sebesar 150°C . Catu daya yang digunakan LM 35 yaitu tegangan tunggal atau menggunakan kutup (+) dan kutup (-) serta besaran tegangan yang dibutuhkan LM 335 sebesar antara 4-30V, pada seri LM 335 juga terdapat penguat yang menggunakan IC UA 741 yang merupakan IC single OP-AMP.

Spesifikasi LM 335



Gambar2.2 Sensor LM335

- Bekerja pada derajat kelvin
- 1°C memaraf ketelitian tersedia
- Operasi dari $400\ \mu$ pada $5\ \text{mA}$
- Kurang dari $1\ \text{W}$ impedansi dinamis
- Mudah dikalibrasi
- Cakupan Temperatur Operasi lebar/luas
- 200°C overrange
- Biaya murah

2.3 Transistor

Nama transistor berasal dari kata Transfer dan Resistor dengan demikian transistor merupakan komponen elektronika yang terbuat dari bahan yang tidak dapat menghantar arus listrik menjadi dapat menghantar arus listrik atau setengah menghantar (semikonduktor). Perlu diketahui komponen transistor adalah komponen aktif. Transistor sendiri diciptakan oleh tiga orang bangsa Amerika yang bernama J.

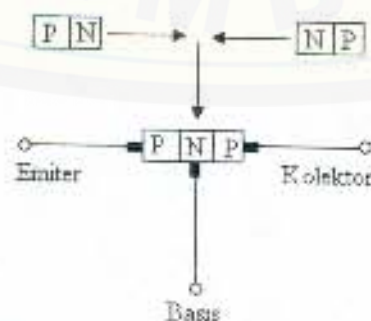
Berden, W. H Brattain dan W. Shockley pada tahun 1948. Sama halnya dengan komponen semikonduktor lainnya, transistor dibuat dari bahan indium, germanium dan silikon.

Komponen elektronika yang dianggap paling berperan dan banyak fungsinya adalah transistor. Meskipun sudah ditemukan komponen IC yang multiguna, namun transistor masih juga dibutuhkan. Pada dasarnya, transistor dibuat dari dua buah dioda yang disusun secara berbalikan. Katoda terdapat pada transistor kaki kolektor dan emiter, serta anoda terdapat pada kaki basis. Transistor ini dianggap sebagai jenis transistor NPN, sedangkan jika katodanya terdapat pada kaki basis, dan anodanya terdapat pada kaki kolektor dan emiter maka transistor jenis ini dianggap sebagai jenis transistor PNP.

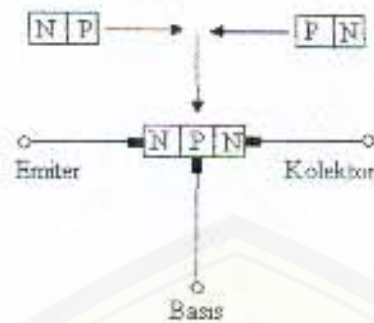
Dalam bidang elektronika komponen transistor banyak sekali macamnya, diantaranya jenis transistor bipolar dan jenis transistor efek medan (FET). Transistor bipolar memiliki 3 buah terminal yang membentuk tiga buah kaki, yaitu: kaki emiter disingkat e, kaki basis disingkat b dan kaki kolektor disingkat c.

Kita mengenal dua macam jenis transistor, yaitu transistor PNP (Positif Negatif Positif) dan NPN (Negatif Positif Negatif). Transistor asal mulanya adalah pengembangan dari dua buah dioda jenis PN dan NP yang dipertemukan menjadi satu, sehingga akan menghasilkan satu elektroda ketiga yang berfungsi sebagai pengontrol parameter antar bahan PN dan NP.

Prinsip terjadinya pertemuan kedua dioda jenis PN dan NP adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3 Prinsip penyambungan Transistor tipe PNP



Gambar 2.4 Prinsip Penyambungan transistor tipe NPN

Apabila yang dipertemukan bahan jenis N-nya maka akan diperoleh transistor jenis PNP.

$$P \boxed{N} + \boxed{N} P = PNP$$

Sedangkan bila yang dipertemukan bahan jenis P-nya maka akan diperoleh transistor jenis NPN.

$$N \boxed{P} + \boxed{P} N = NPN$$

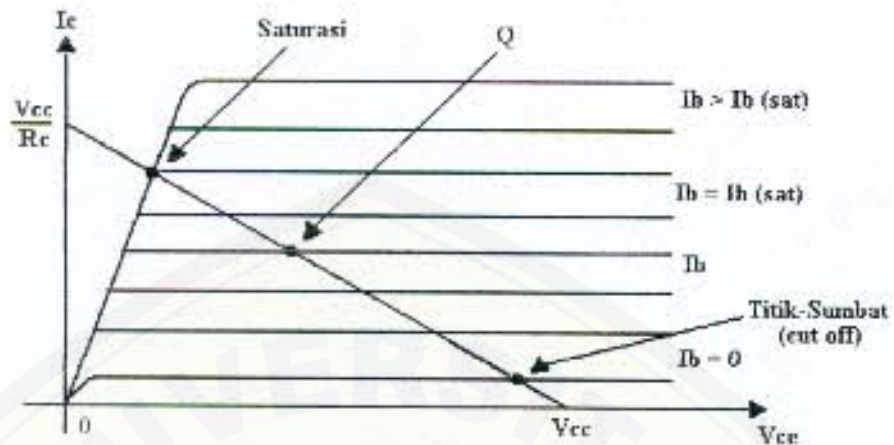
Untuk membedakan antara transistor tipe PNP dan tipe NPN dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Sumber: Malvino; Prinsip – prinsip Dasar Elektronika

Gambar 2.5 jenis Transistor NPN (a), Jenis Transistor PNP (b).

Daerah kerja Transistor



Sumber : Malvino; Prinsip – Prinsip Dasar Elektronika

Gambar 2.6 Garis Beban dc

Transistor bekerja pada daerah kerja seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.8

1. Daerah Kerja Jenuh (Saturasi)

Perpotongan dari garis beban dan kurva $I_B = I_{B(sat)}$ disebut penjenuhan (*saturation*). Pada daerah ini arus basis sama dengan $I_{B(sat)}$ dan arus kolektor adalah maksimum. Pada penjenuhan, dioda kolektor kehilangan reverse bias dan kerja transistor yang normal berhenti. Perhitungan arus kolektor pada saat saturasi adalah:

$$I_c \cong \frac{V_{cc}}{R_c} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dan perhitungan untuk arus basis adalah:

$$I_b \dots \dots \dots (sat) \dots \dots \dots \frac{I_c(sat)}{\beta_{dc}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Tegangan kolektor-emiter pada penjenuhan adalah:

$$V_{ce} \cong V_{cc(sat)} \dots \dots \dots (2.3)$$

Jika arus basis lebih besar daripada $I_{B(sat)}$ arus kolektor tak dapat bertambah karena dioda kolektor tidak lagi dibias mundur. Dengan kata lain, perpotongan dari garis beban dan kurva basis yang lebih tinggi masih menghasilkan titik penjumlahan yang sama.

2. Daerah Kerja Sumbat (*cut off*)

Titik di mana garis beban memotong kurva $I_B = 0$ disebut titik sumbat (*cut off*). Pada titik ini arus basis adalah nol dan arus kolektor kecil sehingga dapat diabaikan (hanya arus bocoran I_{CEO} yang ada). Pada titik sumbat, dioda emiter kehilangan bias maju, dan kerja transistor yang normal terhenti. Untuk perkiraan aproksimasi tegangan kolektor-emitor adalah:

$$I_{CE (cut\ off)} = I_{CO} \dots \dots \dots (2.4)$$

3. Daerah Kerja Aktif

Semua titik operasi antara titik sumbat dan penjumlahan adalah daerah aktif dari transistor. Dalam daerah aktif, dioda emitor dibias maju dan dioda kolektor dibias mundur. Titik Q (*Quiescent*) adalah titik perpotongan dari arus basis dan garis beban.

2.3.1 Transistor sebagai saklar

Transistor sebagai saklar adalah rangkaian yang berfungsi memutuskan dan menghubungkan dari satu rangkaian ke rangkaian yang lain, transistor yang berfungsi sebagai saklar bekerja pada daerah titik sumbat (*cut off*) dan saturasi.

Pada tegangan masukan ketika tegangan masukan V_{in} sama dengan nol, maka transistor berada pada titik sumbat sehingga tegangan kolektor-emitor V_{ce} sama dengan V_{cc} . Apabila tegangan masukan besar, maka transistor akan *on* atau berada pada titik saturasi sehingga arus kolektor I_c akan maksimum. Daerah kerja dari transistor sebagai saklar dapat dilihat pada Gambar 2.14(a).

Arus kolektor saturasinya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$I_c (sat) = \frac{V_{cc}}{R_c} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan tegangan masukan minimum untuk menghasilkan saturasi adalah:

$$V_{in} (sat) = I_b (sat) \cdot R_b + V_{be} \dots\dots\dots(2.6)$$

Untuk transistor yang difungsikan sebagai saklar, maka besarnya:

$$I_b (sat) = I_c (sat) \dots\dots\dots(2.7)$$

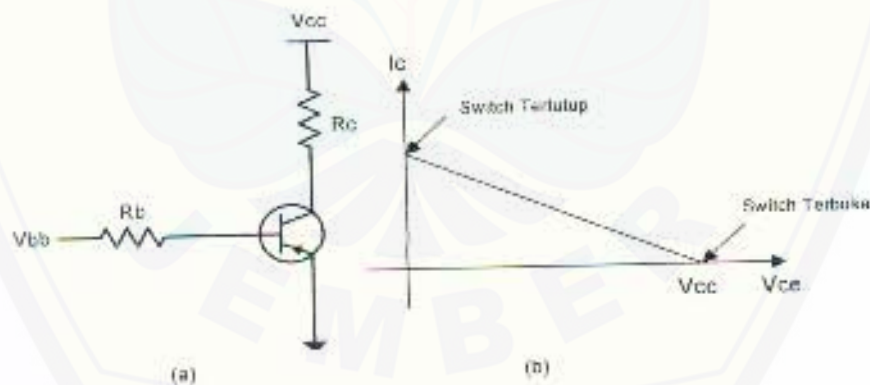
Karena besarnya $I_b (sat) = I_c (sat)$, maka untuk mencari besarnya R_b adalah:

$$R_b = \frac{V_{be}}{I_b} \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan: V_{cc} - tegangan kolektor (volt)

I_c - arus kolektor (ampere)

I_b - arus basis (ampere)

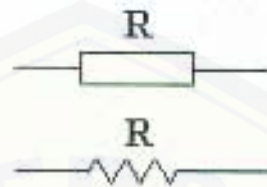


Sumber : Malvino; Prinsip – Prinsip Dasar Elektronika

Gambar 2.7 Transistor Sebagai Saklar (a) Rangkaian Emitor Terbumi (Common Emitor), (b) Grafik Garis Beban DC

2.4 Tahanan Listrik atau Resistor (Resistance)

Tahanan listrik dalam bahasa Inggris disebut resistance. Sedangkan benda yang menghambat atau melawan arus listrik disebut resistor yang disingkat dengan menggunakan huruf R. Di bawah ini merupakan gambar symbol resistor.



Gambar 2.8 Simbol Tahanan Listrik

Untuk lebih jelasnya mengenai tahanan listrik ini dapat dijelaskan seperti uraian di bawah ini.

Air yang mengalir dalam saluran (pipa) tertentu mendapat perlawanan atau hambatan, karena air tersebut bergesekan dengan dinding saluran tersebut. Jadi makin panjang pipanya atau salurannya, maka makin besar pula hambatan terhadap arus air tadi. Dalam hal ini air akan lebih mudah mengalir dalam saluran yang mempunyai luas penampang yang besar dan licin atau rata dindingnya daripada saluran yang mempunyai luas penampang yang kecil dan kasar dindingnya.

Dalam hal besar kecilnya luas penampang saluran untuk air tersebut dapat disamakan artinya dengan besar kecilnya luas penampang kawat penghantar sebagai saluran/penghubung listrik tersebut dibuat. Demikian pula panjang pendeknya saluran (pipa) untuk air dapat diartikan panjang pendeknya kawat penghantar yang digunakan untuk listrik.

Jadi besarnya tahanan listrik (resistance) dari suatu kawat penghantar listrik dari logam tentu tidak sama besarnya, karena tergantung dari luas penampang kawat penghantar, panjang kawat penghantar dan jenis bahan kawat penghantar.

Pengertian di atas tadi dapat dituliskan seperti persamaan berikut ini.

$$R = \rho \frac{l}{A} \dots \dots \dots (5)$$

Dengan:

R = Tahanan listrik dengan satuan Ohm

P = Tahanan jenis dari kawat penghantar dengan satuan Ohm-mm²/m

l = Panjang kawat penghantar dengan satuan meter

A = Luas penampang kawat penghantar dengan satuan mm²

Jadi satuan dari tahanan listrik adalah Ohm atau bisa ditulis dengan huruf Yunani yaitu omega (Ω) sebagai penghormatan terhadap sarjana Jerman yang bernama George Simon Ohm 1787-1850.

Menurut definisi bahwa dikatakan sebesar 1 ohm adalah tahanan 1 kolom air raksa yang panjangnya 1,063 m dan luas penampangnya 10⁻⁶ m² pada suhu 0⁰ Celsius, sedangkan tahanan jenis ialah tahanan suatu bahan yang panjangnya 1 m dan luas penampangnya sebesar 10⁻⁶ m².

Untuk mengetahui tahanan jenis suatu kawat penghantar atau penghantar dapat dilihat seperti tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.1 Tahanan Jenis Bahan Penghantar

Bahan penghantar	Tahanan jenis (ohm-mm ²)/m
Aluminium	0,03
Air raksa	0,957
Arang	13-100
Besi	0,13
Bismuth	1,2
Emas	0,022
Kuningan	0,08
Nikel	0,12-0,42
Nikrom	1,0
Perak	0,163
Seng	0,061
Tembaga	0,0175
Timah	0,13

Sumber: drs Ganti Depuri, 2003:19

a. Wujud Tahanan Listrik

Tahanan listrik dibuat dari bahan arang atau bahan nikelin. Suatu tahanan listrik, jika makin besar kadar arangnya tentu makin besar pula tahananannya. Wujud tahanan listrik yang beredar di pasaran antara lain adalah tahanan tetap dan tahanan variabel. Tahanan tetap yang dimaksud adalah suatu tahanan yang besar tahananannya (tidak dapat diubah-ubah), sedangkan tahanan variabel adalah suatu tahanan yang dapat diubah-ubah besar tahananannya.

Adapun wujud tahanan tetap ini dapat kita lihat seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.9 Wujud Tahanan Listrik

b. Membaca Nilai Tahanan

Nilai ukuran dari tahanan listrik ini ada yang tertulis langsung di badannya, ada juga yang memakai kode warna dengan nilai yang tertentu besarnya. Nilai ukuran dari tahanan listrik yang tertulis di badannya misalnya angka sebesar 5 K Ω dan lain sebagainya, berarti secara langsung kita dapat mengetahui besar/nilai tahanan tersebut. Akan tetapi untuk tahanan yang pada badannya hanya terdapat kode warna saja, maka untuk menentukan nilai tahanan tersebut harus kita pergunakan tabel kode warna.

Tabel 2.2 Kode Warna Tahanan

Warna	Angka kesatu	Angka kedua	Faktor perkalian	Toleransi
Hitam	0	0	1	2%
Coklat	1	1	10	
Merah	2	2	10 ²	
Jingga	3	3	10 ³	
Kuning	4	4	10 ⁴	
Hijau	5	5	10 ⁵	
Biru	6	6	10 ⁶	

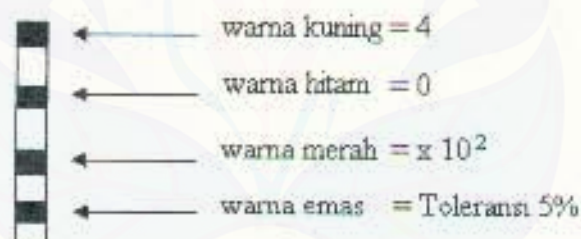
Ungu	7	7	10^7	
Abu-abu	8	8	10^8	
Putih	9	9	10^9	
Emas	-	-	10^{-1}	5%
Perak	-	-	10^{-2}	10%
Tanpa warna	-	-		20%

Dari tabel di atas bahwa untuk faktor perkalian itu adalah:

$10^2 = 100$; $10^3 = 1000$; $10^4 = 10.000$; $10^5 = 100.000$; $10^6 = 1.000.000$; $10^7 = 10.000.000$; $10^8 = 100.000.000$; $10^9 = 1.000.000.000$; $10^{-1} = 0,1$; $10^{-2} = 0,01$

Untuk toleransi yang dinyatakan dengan persen (%) misalnya 5% artinya nilai tahanan tersebut dapat berukuran lebih besar atau lebih kecil 5% dari ukuran semestinya.

Berikut ini merupakan contoh dari pembacaan nilai tahanan dengan kode warna.



Gambar 2.10 Warna resistor

Berarti nilai tahanan itu = $40 \times 10^2 = 4000$ Ohm toleransi 5% atau tahanan tersebut berukuran antara 3800 Ohm sampai 4200 Ohm.

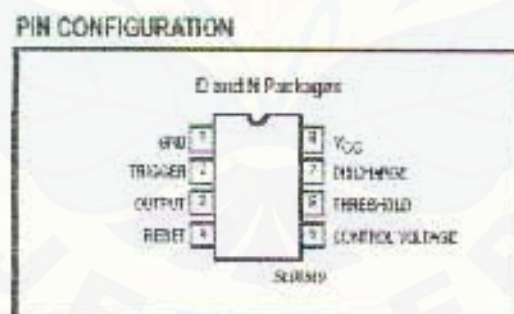
2.5 IC NE555

555 merupakan penghitung waktu tunggal yang kesetabilannya sangat tinggi dalam menghitung ketepatan waktu. Penundaan waktu operasi dapat di control dengan resistor dan kapasitor. Untuk kesetabilan operasi digunakan osilator untuk frekuensi pengantar, dikontrol menggunakan dua resistor dan satu kapasitor. Rangkaian ini dilengkapi dengan pemicu (TRIGGER) dan pengulang (RESET)

gelombang, dan susunan out-put dapat mencapai 200mA. Untuk maksud mematikan, seharusnya pemacu pulsa perlu tingkatan tegangan menggunakan pemulangan tegangan besar pada supply terakhir sebelum waktu dimatikan, dan dapat menggunakan salah satu pemacu pulsa pendek atau menggunakan AC dihubungkan pada pemacu atau menggunakan AC pemacu negative pendek menuju pulsa, dimana sinyal pemacu menuju GND.

Spesifikasi IC NE 555

- Waktu mati kurang dari $2\mu\text{S}$
- Frekuensi maksimal 500KHz
- Ukuran waktu berkisar dari Microseconds sampai Jam
- Keluaran berarus tinggi
- TTL stabil
- Temperature stabil pada 0.005% per $^{\circ}\text{C}$



Gambar 2.11. Bentuk fisik IC NE555

2.6 Adjustable Timer

Adjustable Timer adalah sebuah rangkaian elektronika dimana fungsi utama dari rangkaian ini adalah timer atau pewaktu, karena pada rangkaian ini tertanam IC NE 555 yang fungsinya sebagai pewaktu, pulsa generator.. Didalam rangkaian ini

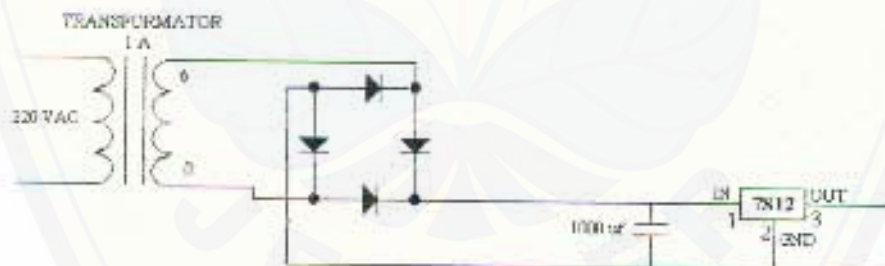
terdapat juga potensio meter (VR) dan kapasitor sebagai penentu panjang-pendeknya pulsa.

VCC sebesar +5 volt, kaki no 2 (trigger) pada rangkaian ini difungsi sebagai start awal apabila trigger dihubungkan pada GND, sedangkan kaki no 4 (reset) berfungsi sebaliknya. Jadi apabila rangkaian ini sudah disetting selama 5 menit maka untuk memulainya kita hubungkan trigger dengan GND dan apabila sebelum waktu habis kita hendak menghentikannya maka kita menghubungkan kaki reset dengan GND maka rangkaian akan berhenti bekerja.

Pada kaki out-put akan terhubung pada sebuah Transistor yang difungsikan hampir sama dengan TRIAC yang diperuntukkan menjalankan sebuah RELÉ.

2.7 Rangkaian Catu Daya

Catu daya yang dibuat terdiri dari transformator penurun tegangan dari tegangan 220 volt menjadi 12 volt, 4 buah dioda untuk penyearah dan sebuah IC regulator 7812. Karena rangkaian ini membutuhkan tegangan 12 VDC dan stabil. Rangkaian catu daya ditunjukkan pada Gambar



Gambar2.12 Sumber dc 5 volt

2.8 Motor DC

Kipas DC adalah alat atau mesin yang dapat merubah daya listrik menjadi daya mekanik. Apabila pada penghantar yang dialiri listrik dan terletak diantara dua buah kutub (kutub utara dan selatan). Maka pada penghantar tersebut akan terjadi

gaya yang dapat menggerakkan penghantar tersebut. Arah gerakan penghantar berdasarkan hokum tangan kanan motor.

Prinsip fan (kipas):

Setiap konduktor yang mengalirkan arus mempunyai medan magnet di sekelilingnya. Arahnya dapat ditentukan dengan aturan tangan kanan. Kuat medan tergantung pada besarnya arus yang mengalir dalam konduktor.

Motor dan generator searah dibuat dengan cara yang sama sehingga mesin dc dapat bekerja sebagai motor maupun sebagai generator. Fan (kipas) dc magnet permanent adalah kipas yang fluks magnet utamanya dihasilkan oleh magnet permanent. Elektromagnetik digunakan untuk medan sekunder atau fluks jangkar.

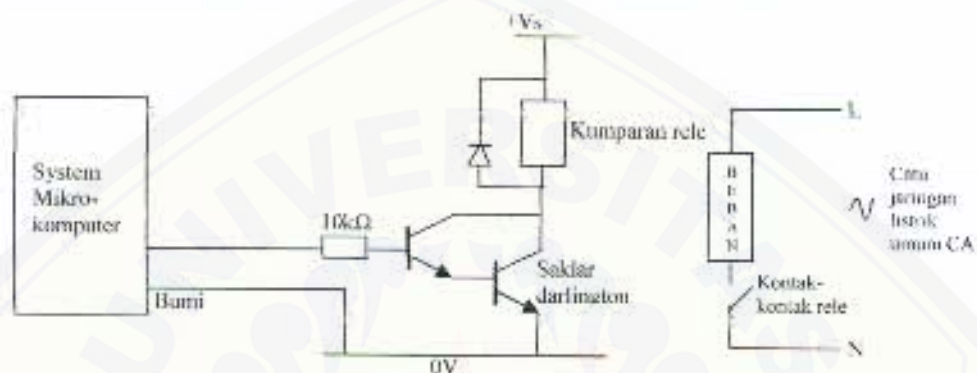
Klasifikasi umum untuk rumah (penutup) Fan (kipas) dc telah diterapkan oleh pabrik, yaitu: motor terbuka dan motor tertutup sempurna. Motor terbuka mempunyai lubang ventilasi yang memungkinkan lewatnya udara pendingin luar ke sekeliling lilitan motor. Walaupun udara luar diijinkan masuk ke dalam motor terbuka, bukan ventilasi dikonstruksi sedemikian agar dapat mencegah masuknya benda cair atau padat. Sedangkan motor tertutup sempurna, merupakan motor yang benar-benar tertutup sesuai dengan definisi namanya, sehingga tidak ada udara ventilasi yang dapat memasuki motor. Panas yang dihasilkan motor harus dilepaskan oleh radiasi dari rumah motor.

2.9 Rele

Rele merupakan piranti yang menggunakan magnet listrik untuk mengoperasikan seperangkat kontak. Beberapa susunan kontak dapat dipakai, semuanya itu secara listrik terisolasi dari rangkaian kumparan :

1. Normal terbuka [Normally open (NO)] : kontak-kontak tertutup bila rele dienergikan.
2. Normal tertutup [Normally closed (NC)] : kontak-kontak terbuka bila rele dienergikan

Sebuah contoh yang baik mengenai penggunaannya adalah meng-interface-kan beban AC pada jendela mikrokomputer. Isyarat logika daya rendah yang tersedia di jendela menggerakkan saklar darlington (logika 1= saklar hidup) dan saklar ini pada gilirannya mengoperasikan rele. Kontak-kontaknya menyambungkan daya jaringan listrik umum (220V 50Hz atau 110V60Hz) dengan beban.



Sumber: (<http://www.caltron.co.id/>)

Gambar 2.13 Penggunaan rele standar

Rele adalah alat yang dioperasikan dengan listrik dan secara mekanis mengontrol perhubungan rangkaian listrik, bermanfaat untuk kontrol jarak jauh dan untuk pengontrolan tegangan dan arus tinggi dengan sinyal kontrol tegangan dan arus rendah. Bekerja berdasarkan pembentukan elektromagnet yang menggerakkan elektromekanis penghubung dari dua atau lebih titik penghubung (konektor) rangkaian sehingga dapat menghasilkan kondisi kontak *on* atau kontak *off* atau kombinasi dari keduanya.

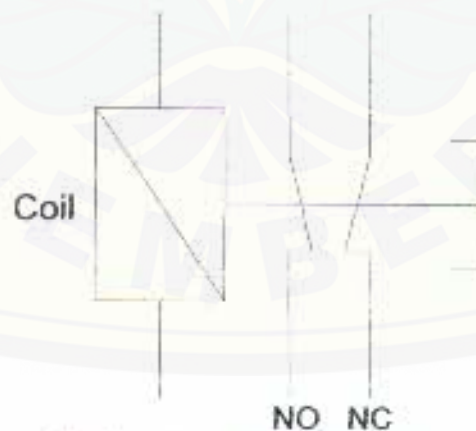
Kontak jenis ini merupakan salah satu komponen baru untuk proses otomatis walaupun kontak tersebut bersifat mekanis. Prinsip kerja dari rele adalah sebagai berikut. Apabila lilitan rele tersebut diberi tegangan, maka timbul induksi sehingga menyebabkan medan magnet pada kumparannya.

- a. Dengan adanya induksi, maka inti besi yang diselubungi lilitan berubah sifatnya menjadi magnet yang bersifat sementara.

- b. Karena inti tersebut berubah menjadi magnet, maka akan dapat menarik besi lain yang berfungsi sebagai kontak, sehingga rele *on*.
- c. Jika tegangan pada lilitan dihilangkan, maka besi akan kembali seperti semula sehingga rele *off*.

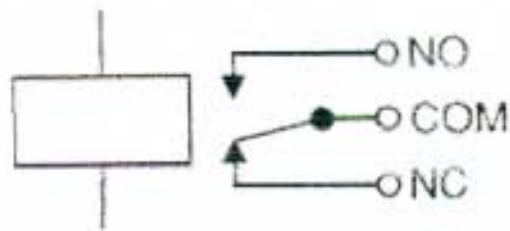
Karakteristik Rele antara lain:

1. Tegangan Operasi
Tegangan operasi adalah tegangan *coil* minimum yang diperlukan untuk dapat mengaktifkan kontak saklar rele dari posisi normal ke posisi operasi.
2. Tegangan Maksimum
Tegangan maksimum adalah tegangan maksimum yang diperlukan lilitan untuk dapat bekerja tanpa merusak lilitan itu sendiri.
3. Tegangan Normal
Tegangan normal adalah tegangan kerja normal sehingga *coil* dapat bekerja dengan arus searah.
4. Jika gulungan kumparan (*coil*) dilalui arus, maka inti menjadi magnet, inti ini menarik jangkar sehingga rele dapat bekerja.



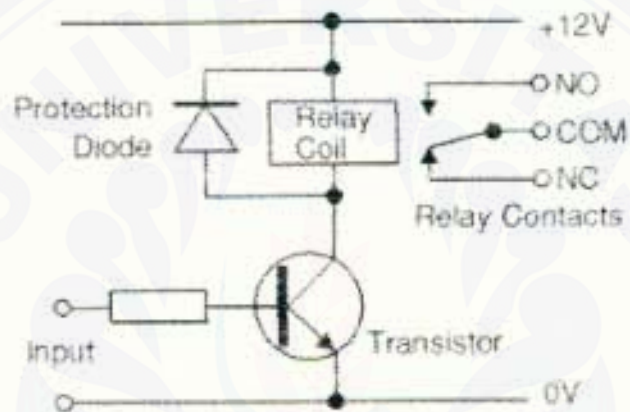
Sumber : Pantur Silabani, 1981

Gambar 2.14 Diagram Rele



Sumber : © John Hewes 2006, The Electronics Club, www.kpsec.freeuk.com

Gambar 2.15 Simbol Rangkaian Rele.



Sumber : © John Hewes 2006, The Electronics Club, www.kpsec.freeuk.com

Gambar 2.16 Diode Pengaman Untuk Rele.

BAB 3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

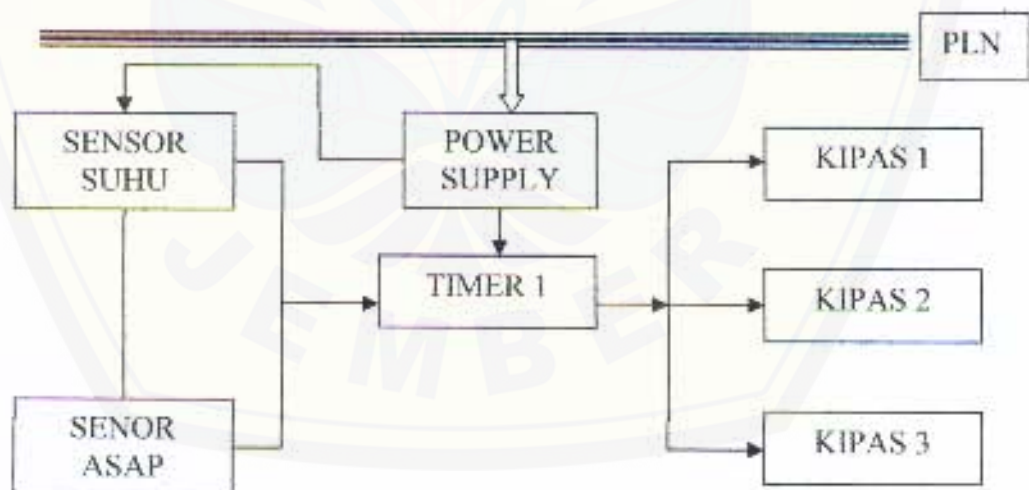
Perancangan dan pembuatan alat dilaksanakan:

Waktu : Bulan Oktober 2006 sampai dengan bulan oktober 2007.

Tempat : Ruang Workshop, Jurusan Teknik Elektro Program-Program Studi Teknik Universitas Jember.

3.2 Perancangan Sistem

Sebelum membahas tentang perancangan dan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak dari pengukur kecepatan gerak benda ini, terlebih dahulu kita tinjau mengenai diagram blok alat secara keseluruhan, seperti yang terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Cara kerja dari diagram blok di atas secara keseluruhan adalah:

Setelah sistem dihidupkan, maka tiap-tiap sensor akan bekerja untuk mendeteksi panas dan asap pada ruangan. Jika sensor panas aktif maka sensor akan mengirimkan sinyal berupa tegangan sebesar 0 sampai dengan 11,98 volt ke rele yang akan aktif apabila tegangan mencapai 11,98 volt lalu kaki common dihubungkan pada tegangan (-) setelah selesai lalu kaki NO pada rele dihubungkan pada in-put timer. Setelah timer bekerja maka kipas akan berputar dan lamanya proses perputaran kipas diatur oleh potensiometer yang berfungsi sebagai pengatur panjang pendeknya pulsa timer.

Sensor asap memiliki prinsip kerja yang sama dengan sensor panas. sensor panas aktif maka sensor akan mengirimkan sinyal berupa tegangan sebesar 0 sampai dengan 11,98 volt ke rele yang akan aktif apabila tegangan mencapai 11,98 volt lalu kaki common dihubungkan pada tegangan (-) setelah selesai lalu kaki NO pada rele dihubungkan pada in-put timer.

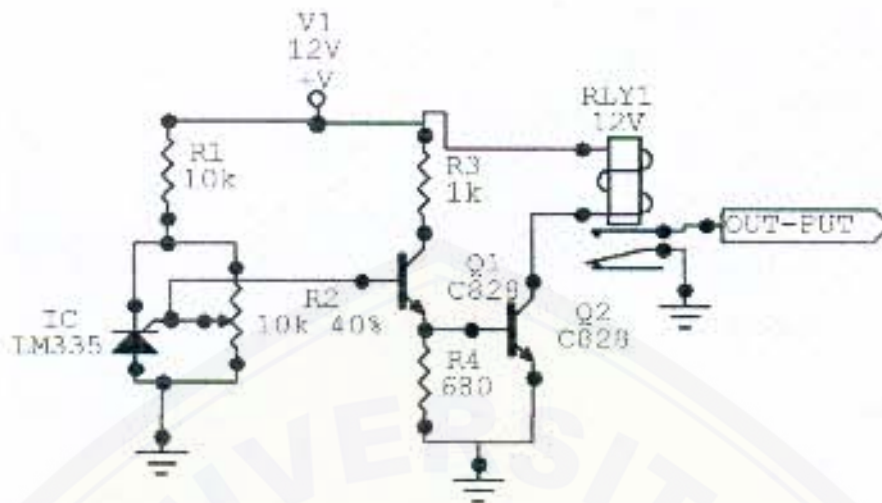
3.3 Perancangan Dan Pembuatan Alat

3.3.1 Rangkaian Sensor Suhu

Rangkaian sensor suhu ini digunakan sebagai pengukur suhu pada ruangan. Sensor suhu diletakan pada langit-langit ruangan. Sensor suhu yang digunakan pada proyek akhir ini adalah LM335 yang memiliki 3 pin. Ketiga pin tersebut memiliki fungsi diantaranya:

- Pin1 : Adjustable
- Pin2 : Vcc
- Pin3 : V-

Untuk mendapatkan output dari LM335 diperlukan komponen tambahan berupa Variable resistor dan resistor sebesar 100 K Ω yang berfungsi sebagai penentu kepekaan (Gain) dari pada IC LM 335 dengan rangkaian sedemikian rupa.

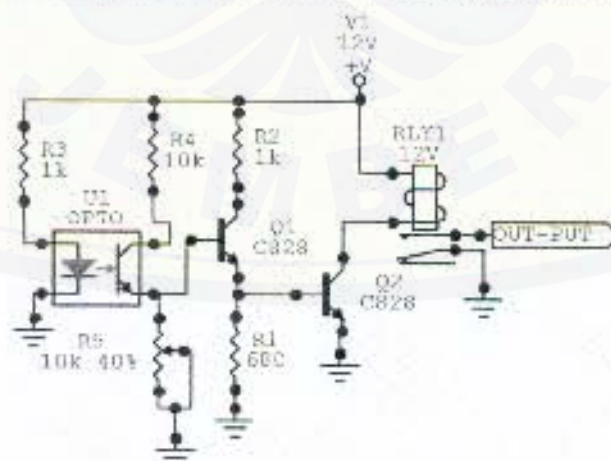


Sumber: <http://www.Saturn.com>

Gambar 3.2 Rangkaian Sensor suhu

3.3.2 Rangkaian sensor asap

Rangkaian sensor asap berfungsi untuk mendeteksi asap. Rangkaian ini terdiri dari sebuah Optocoupler sebagai pendeteksi asap. Jika ada asap yang menghalangi pancaran sinar inframerah maka arus akan masuk dan mengaktifkan basis transistor pada penguat, setelah TR 1 aktif maka secara otomatis Ground yang tersambung pada emiter TR 2 akan masuk pada kaki Colektor dan rele akan kontak.



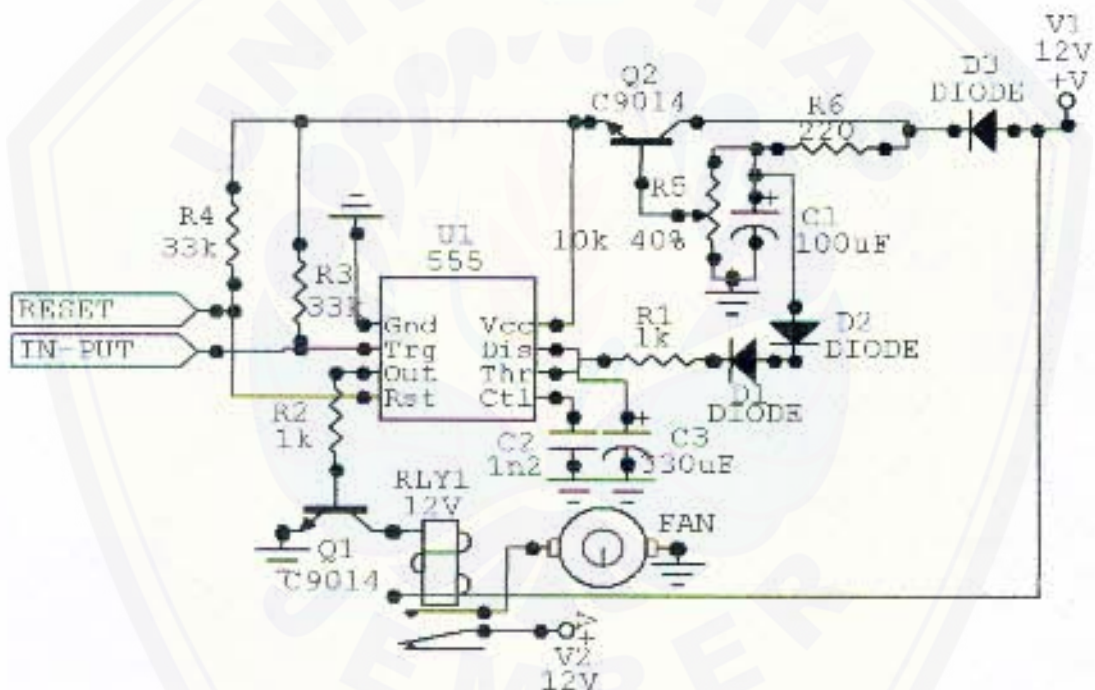
Sumber: <http://www.Saturn.com>

Gambar 3.3 Rangkaian sensor asap

3.3.3 Rangkaian Timer

Rangkaian Timer digunakan untuk mengatur waktu kerja dari kipas. Timer akan aktif jika mendapatkan sinyal dari sensor, lama waktu kerja dari timer di atur oleh sebuah tahanan variabel yang terpasang. Rangkaian timer terdiri bebrapa komponen yang saling bekerjasama diantaranya kapasitor dan resistor. Lama dari waktu kerja timer ditentukan oleh kedua komponen tersebut. Adapun hubungan antara waktu kerja dan besarnya nilai rasistansi dan kapasitasi adalah:

$$T : 1,1 RC$$



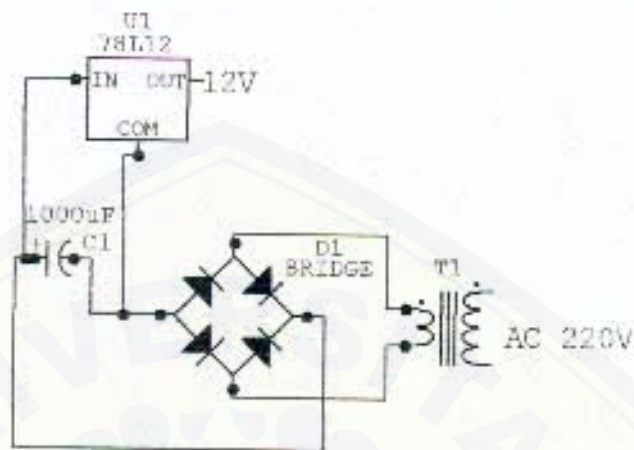
Sumber: <http://www.Saturn.com>

Gambar 3.4 Rangkaian Timer

3.3.4 Catu daya 12V

Dikarena catu daya yang yang diperlukan adalah sebesar 12 Volt maka dibuat sebuah power suplay yang tampak seperti gambar dibawah. Power supply yang dibuat terdiri dari sebuah transformator yang merupakan sumber awal power supply,

rangkaian dioda jembatan yang berfungsi sebagai penyearah gelombang dan sebuah IC 7812 yang fungsinya untuk menentukan keluaran dari power supply.

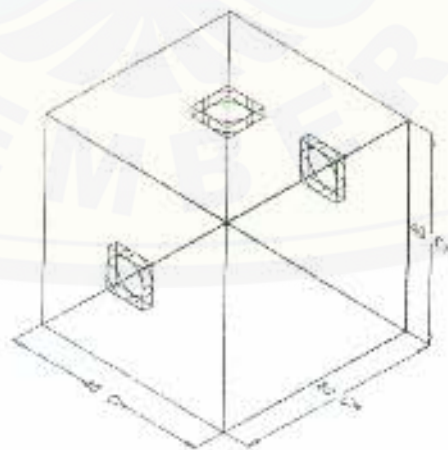


Sumber: <http://www.Saturn.com>

Gambar 3.5 Rangkaian Power Supply.

3.3.5 Miniatur Ruangan

Miniatur ruangan adalah sebuah ruang berbentuk kubus dan terbuat dari bahan kaca. Miniatur dibuat untuk mensimulasikan proses kerja dari Pembersih udara pada ruangan secara otomatis. Penggunaan kipas pada ruangan dimaksudkan untuk mengeluarkan asap/panas pada ruangan.



Gambar 3.6 Miniatur Ruangan

Miniatur yang dibuat untuk Pembersih udara pada ruangan secara otomatis memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Panjang : 40 Cm
2. Lebar : 40 Cm
3. Tinggi : 40 Cm
4. Tebal Kaca : 5 mm
5. Diameter Lubang : 4 Cm
6. Kipas : Fan Brusless 12 VDC

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Adapun peralatan yang digunakan pada saat pembuatan Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Solder listrik
2. Multimeter
3. Bor PCB
4. Power Supply
5. Penyedot Timah
6. Jala-Jala PLN 220 V
7. Obeng
8. Mur dan Baut

3.4.2 Bahan

1. Resistor
2. Kapasitor
3. Transformator
4. IC 555
5. Transistor
6. Optocoupler



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari Proyek Akhir ini yang berjudul Pembersih udara otomatis pada ruangan antara lain :

1. Untuk membuat alat Pembersih udara otomatis pada ruangan, dibutuhkan minimal dua buah sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi panas dan asap yang dihubungkan masing-masing pada penguat sensor dan timer..
2. pemasangan sensor harus betul-betul strategis dikarenakan sensor harus bekerja sebaik mungkin dan juga pemasangan Fan harus diletakkan pada bagian ruangan yang tepat.
3. Lamanya waktu operasi Timer tergantung pada harga VR 1 pada rangkaian.
4. Apabila sensor mendeteksi adanya asap atau panas secara terus-menerus sedangkan pulsa timer sudah habis maka timer tidak akan memberhentikan FAN dikarenakan IN-PUT timer secara terus menerus mendapatkan sinyal dari kedua penguat sensor.
5. Power supply yang digunakan harus benar-benar stabil. Jika power supply tidak stabil maka akan terjadi perubahan sensitifitas pada kedua sensor.

5.2 Saran

Alat yang dibuat dalam proyek akhir ini dapat dikembangkan menjadi suatu sistem yang lebih canggih, maka saran-saran yang dapat kami berikan :

1. Alat Pembersih udara otomatis pada ruangan memungkinkan untuk dibuat lebih canggih dan keakuratan dapat ditambahkan lagi.
2. Alat Pembersih udara otomatis pada ruangan dapat ditambahkan dengan indikator agar kita dapat mengetahui suhu ruangan dan kepekatan asap pada ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Malvino, dkk. 1984. *Prinsip-Prinsip Elektronika Jilid 1*. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Malvino, dkk. 1984. *Prinsip-Prinsip Elektronika Jilid 2*. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Malvino. 1985. *Prinsip-Prinsip Dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Hewes John. 2006. The Electronics Club, www.kpsec.freeuk.com
- Aswan, www.electroniclab.com
- Atmel Data Sheet, www.Atmel.com
- www.alldatasheet.com
- www.elektroindonesia.com
- www.electroniclab.com
- www.nationalsemikonduktor.com
- www.Saturn.com

LAMPIRAN



DATA SHEET

NE/SA/SE555/SE555C
Timer

Product data
Supersedes data of 1994 Aug 31

2003 Feb 14

Timer

NE/SA/SE555/SE555C

DESCRIPTION

The 555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays, or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200 mA.

FEATURES

- Turn-off time less than 2 μ s
- Max. operating frequency greater than 500 kHz
- Timing from microseconds to hours
- Operates in both astable and monostable modes
- High output current
- Adjustable duty cycle
- TTL compatible
- Temperature stability of 0.005% per $^{\circ}$ C

APPLICATIONS

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation

PIN CONFIGURATION

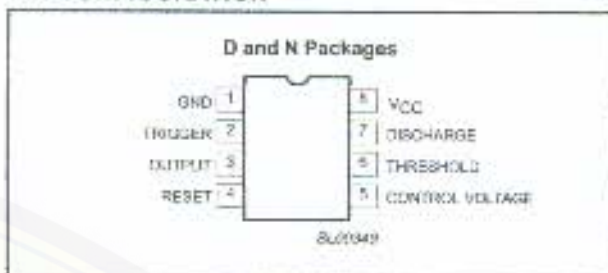


Figure 1. Pin configuration

BLOCK DIAGRAM

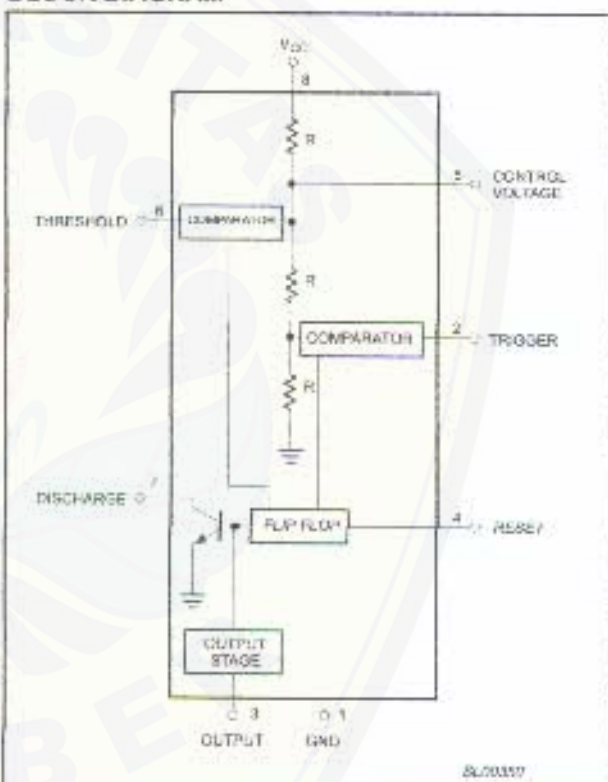


Figure 2. Block Diagram

ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE	ORDER CODE	DWG #
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0 to +70 $^{\circ}$ C	NE555D	SOT96-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to +70 $^{\circ}$ C	NE555N	SOT97-1
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-40 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	SA555D	SOT96-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	SA555N	SOT97-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-55 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C	SE555CN	SOT97-1
8 Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-55 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C	SE555N	SOT97-1

Timer

NE/SA/SE555/SE555C

EQUIVALENT SCHEMATIC

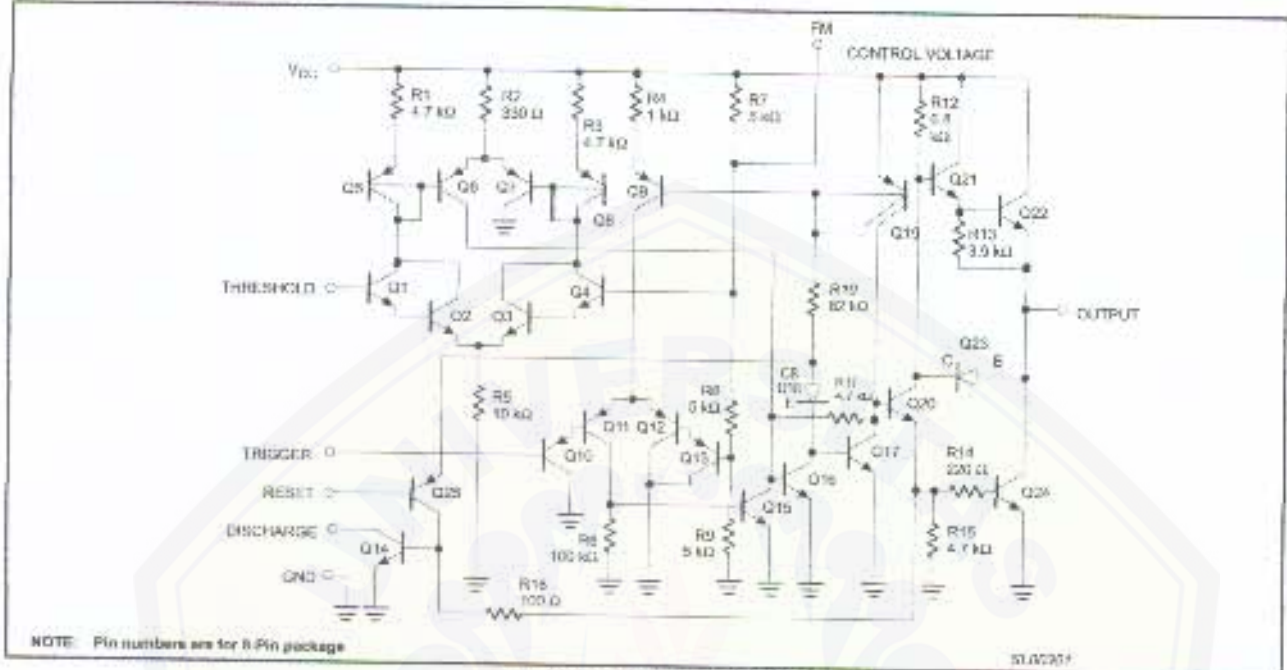


Figure 3. Equivalent schematic

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V_{CC}	Supply voltage		
	SE555 NE555, SE555C, SA555	+15 +15	V V
P_D	Maximum allowable power dissipation ¹	600	mW
T_{amb}	Operating ambient temperature range	NE555	0 to +70
		SA555	-40 to +85
		SE555, SE555C	-55 to +125
T_{stg}	Storage temperature range	-65 to +150	°C
T_{SOLD}	Lead soldering temperature (10 sec max)	+230	°C

NOTE:

- ¹ The junction temperature must be kept below 125 °C for the D package and below 150 °C for the N package.
At ambient temperatures above 25 °C, when this limit would be derated by the following factors:
D package 160 °C/W
N package 100 °C/W

Timer

NE/SA/SE555/SE555C

DC AND AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

 $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{ V}$ to $+15\text{ V}$ unless otherwise specified

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE555			NE555/SA555/SE555C			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_{CC}	Supply voltage		4.5		16	4.5		16	V
I_{CC}	Supply current (low state) ¹	$V_{CC} = 5\text{ V}$, $R_L = \infty$ $V_{CC} = 15\text{ V}$, $R_L = \infty$		3 10	5 12		3 10	6 15	mA mA
t_M $\Delta t_M/\Delta T$ $\Delta t_M/\Delta V_S$	Timing error (monostable) Initial accuracy ² Drift with temperature Drift with supply voltage	$R_A = 2\text{ k}\Omega$ to $100\text{ k}\Omega$ $C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$		0.5 30 0.05	2.0 100 0.2		1.0 50 0.1	3.0 150 0.5	% ppm/ $^{\circ}\text{C}$ %/V
t_A $\Delta t_A/\Delta T$ $\Delta t_A/\Delta V_S$	Timing error (astable) Initial accuracy ² Drift with temperature Drift with supply voltage	$R_A, R_B = 1\text{ k}\Omega$ to $100\text{ k}\Omega$ $C = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ $V_{CC} = 15\text{ V}$		4 0.15	5 500 0.6		5 0.3	13 500 1	% ppm/ $^{\circ}\text{C}$ %/V
V_C	Control voltage level	$V_{CC} = 15\text{ V}$ $V_{CC} = 5\text{ V}$	9.6 2.9	10.0 3.33	10.4 3.8	9.0 2.6	10.0 3.33	11.0 4.0	V V
V_{TH}	Threshold voltage	$V_{CC} = 15\text{ V}$ $V_{CC} = 5\text{ V}$	9.4 2.7	10.0 3.33	10.6 4.0	8.8 2.4	10.0 3.33	11.2 4.2	V V
I_{TH}	Threshold current ³			0.1	0.25		0.1	0.25	μA
V_{TRIG}	Trigger voltage	$V_{CC} = 15\text{ V}$ $V_{CC} = 5\text{ V}$	4.6 1.45	5.0 1.67	5.2 1.9	4.5 1.1	5.0 1.67	5.6 2.2	V V
I_{TRIG}	Trigger current	$V_{TRIG} = 0\text{ V}$		0.5	0.9		0.5	2.0	μA
V_{RESET}	Reset voltage ⁴	$V_{CC} = 15\text{ V}$, $V_{TH} = 10.5\text{ V}$	0.3		1.0	0.3		1.0	V
I_{RESET}	Reset current	$V_{RESET} = 0.4\text{ V}$		0.1	0.4		0.1	0.4	mA
	Reset current	$V_{RESET} = 0\text{ V}$		0.4	1.0		0.4	1.5	mA
V_{OL}	LOW-level output voltage	$V_{CC} = 15\text{ V}$ $I_{SINK} = 10\text{ mA}$		0.1	0.15		0.1	0.25	V
		$I_{SINK} = 50\text{ mA}$		0.4	0.5		0.4	0.75	V
		$I_{SINK} = 100\text{ mA}$		2.0	2.2		2.0	2.5	V
		$I_{SINK} = 200\text{ mA}$		2.5			2.5		V
		$V_{CC} = 5\text{ V}$ $I_{SINK} = 8\text{ mA}$ $I_{SINK} = 5\text{ mA}$		0.1 0.05	0.25 0.2		0.3 0.25	0.4 0.35	V V
V_{OH}	HIGH-level output voltage	$V_{CC} = 15\text{ V}$ $I_{SOURCE} = 200\text{ mA}$ $I_{SOURCE} = 100\text{ mA}$	13.0	12.5 13.3			12.5 13.3		V V
		$V_{CC} = 5\text{ V}$ $I_{SOURCE} = 100\text{ mA}$	3.0	3.3			2.75 3.3		V
t_{OFF}	Turn-off time ⁵	$V_{RESET} = V_{CC}$		0.5	2.0		0.5	2.0	μs
t_R	Rise time of output			100	200		100	300	ns
t_F	Fall time of output			100	200		100	300	ns
	Discharge leakage current			20	100		20	100	nA

NOTES:

- Supply current when output high typically 1 mA less.
- Tested at $V_{CC} = 5\text{ V}$ and $V_{CC} = 15\text{ V}$.
- This will determine the max value of $R_A + R_B$ for 15 V operation, the max total $R = 10\text{ M}\Omega$ and for 5 V operation, the max. total $R = 3.4\text{ M}\Omega$.
- Specified with trigger input HIGH.
- Time measured from a positive-going input pulse from 0 to $0.8V_{CC}$ into the threshold to the drop from HIGH to LOW of the output. Trigger is tied to threshold.

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A Precision Temperature Sensors

General Description

The LM135 series are precision, easily-calibrated, integrated circuit temperature sensors. Operating as a 2-terminal zener, the LM135 has a breakdown voltage directly proportional to absolute temperature at $+10 \text{ mV/}^\circ\text{K}$. With less than 1Ω dynamic impedance the device operates over a current range of $400 \mu\text{A}$ to 5 mA with virtually no change in performance. When calibrated at 25°C the LM135 has typically less than 1°C error over a 100°C temperature range. Unlike other sensors the LM135 has a linear output.

Applications for the LM135 include almost any type of temperature sensing over a -55°C to $+150^\circ\text{C}$ temperature range. The low impedance and linear output make interfacing to readout or control circuitry especially easy.

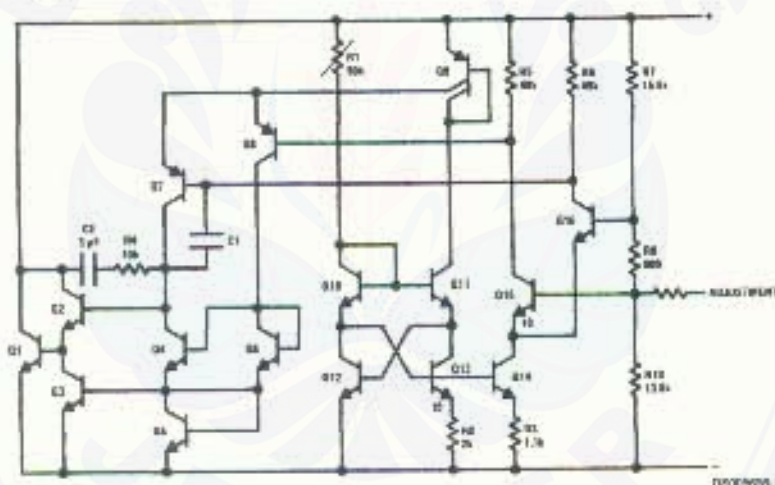
The LM135 operates over a -55°C to $+150^\circ\text{C}$ temperature range while the LM235 operates over a -40°C to $+125^\circ\text{C}$

temperature range. The LM335 operates from -40°C to $+100^\circ\text{C}$. The LM135/LM235/LM335 are available packaged in hermetic TO-48 transistor packages while the LM335 is also available in plastic TO-92 packages.

Features

- Directly calibrated in Kelvin
- 1°C initial accuracy available
- Operates from $400 \mu\text{A}$ to 5 mA
- Less than 1Ω dynamic impedance
- Easily calibrated
- Wide operating temperature range
- 200°C overrange
- Low cost

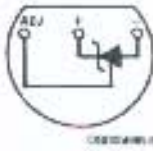
Schematic Diagram



LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

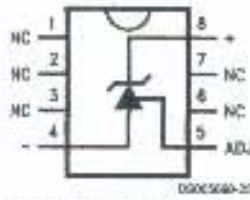
Connection Diagrams

TO-92
Plastic Package



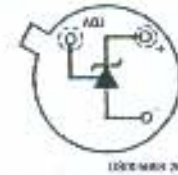
Bottom View
Order Number LM335Z
or LM335AZ
See NS Package
Number Z03A

SO-8
Surface Mount Package



Order Number LM335M
See NS Package
Number M08A

TO-45
Metal Can Package*



*Case is connected to negative pin

Bottom View
Order Number LM135H,
LM135H-MIL, LM235H,
LM335H, LM135AH,
LM235AH or LM335AH
See NS Package
Number H03H



Absolute Maximum Ratings (Note 4)

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

Reverse Current	15 mA
Forward Current	10 mA
Storage Temperature	
TO-46 Package	-60°C to +180°C
TO-92 Package	-60°C to +150°C
SQ-8 Package	-65°C to +150°C

Specified Operating Temp. Range

	Continuous	Intermittent (Note 2)
LM135, LM135A	-55°C to +150°C	150°C to 200°C
LM235, LM235A	-40°C to +125°C	125°C to 150°C
LM335, LM335A	-40°C to +100°C	100°C to 125°C
Lead Temp. (Soldering: 10 seconds)		
TO-92 Package:		260°C
TO-46 Package:		300°C
SQ-8 Package:		300°C
Vapor Phase (60 seconds):		215°C
Infrared (15 seconds):		220°C

Temperature Accuracy (Note 1)

LM135/LM235, LM135A/LM235A

Parameter	Conditions	LM135A/LM235A			LM135/LM235			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage	$T_C = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$	2.97	2.98	2.99	2.95	2.98	3.01	V
Uncalibrated Temperature Error	$T_C = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$		0.5	1		1	3	°C
Uncalibrated Temperature Error	$T_{MIN} \leq T_C \leq T_{MAX}$, $I_R = 1\text{ mA}$		1.3	2.7		2	5	°C
Temperature Error with 25°C Calibration	$T_{MIN} \leq T_C \leq T_{MAX}$, $I_R = 1\text{ mA}$		0.3	1		0.5	1.5	°C
Calibrated Error at Extended Temperatures	$T_C = T_{MAX}$ (Intermittent)		2			2		°C
Non-Linearity	$I_R = 1\text{ mA}$		0.3	0.5		0.3	1	°C

Temperature Accuracy (Note 1)

LM335, LM335A

Parameter	Conditions	LM335A			LM335			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage	$T_C = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$	2.95	2.98	3.01	2.92	2.98	3.04	V
Uncalibrated Temperature Error	$T_C = 25^\circ\text{C}$, $I_R = 1\text{ mA}$		1	3		2	6	°C
Uncalibrated Temperature Error	$T_{MIN} \leq T_C \leq T_{MAX}$, $I_R = 1\text{ mA}$		2	5		4	9	°C
Temperature Error with 25°C Calibration	$T_{MIN} \leq T_C \leq T_{MAX}$, $I_R = 1\text{ mA}$		0.5	1		1	2	°C
Calibrated Error at Extended Temperatures	$T_C = T_{MAX}$ (Intermittent)		2			2		°C
Non-Linearity	$I_R = 1\text{ mA}$		0.3	1.5		0.3	1.5	°C

Electrical Characteristics (Note 1)

Parameter	Conditions	LM135/LM235 LM135A/LM235A			LM335 LM335A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage Change with Current	$400\ \mu\text{A} < I_R < 5\text{ mA}$ At Constant Temperature		2.5	10		3	14	mV
Dynamic Impedance	$I_R = 1\text{ mA}$		0.5			0.6		Ω
Output Voltage Temperature Coefficient			+10			+10		mV/°C
Time Constant	Still Air		80			80		sec
	100 ft/Min Air		10			10		sec
	Stirred Oil		1			1		sec
Time Stability	$T_C = 125^\circ\text{C}$		0.2			0.2		°C/yr

Electrical Characteristics (Note 1) (Continued)

Note 1: Accuracy measurements are made in a well-stirred oil bath. For other conditions, self-heating must be considered.

Note 2: Continuous operation at these temperatures for 10,000 hours for H package and 5,000 hours for Z package may decrease life expectancy of the device.

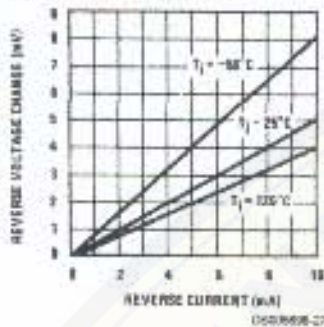
Note 3:

Thermal Resistance	TO-92	TO-46	SO-8
θ_{JA} (junction to ambient)	202°C/W	400°C/W	165°C/W
θ_{JC} (junction to case)	170°C/W	N/A	N/A

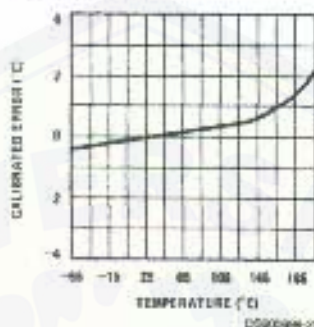
Note 4: Refer to RETS135H for military specifications.

Typical Performance Characteristics

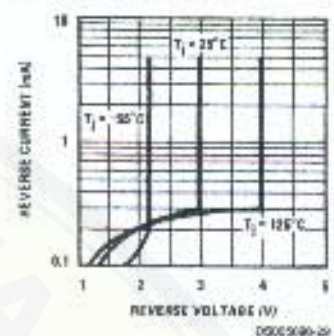
Reverse Voltage Change



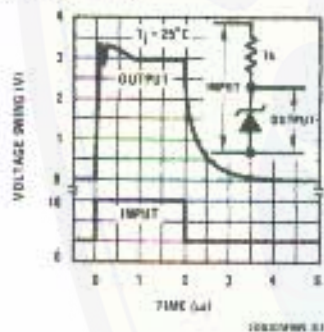
Calibrated Error



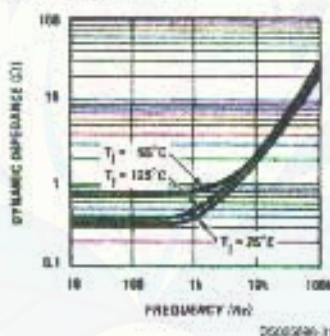
Reverse Characteristics



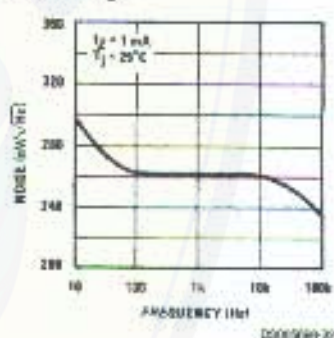
Response Time



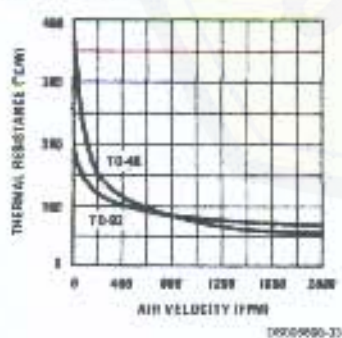
Dynamic Impedance



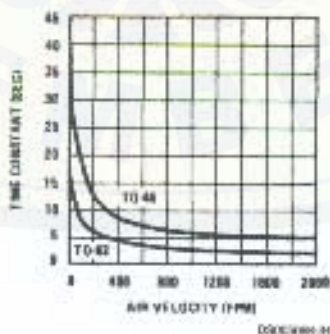
Noise Voltage



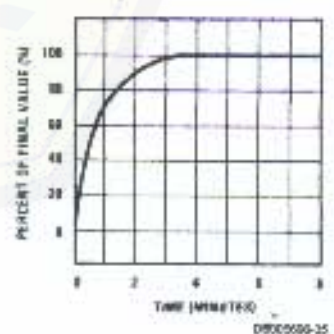
Thermal Resistance Junction to Air



Thermal Time Constant

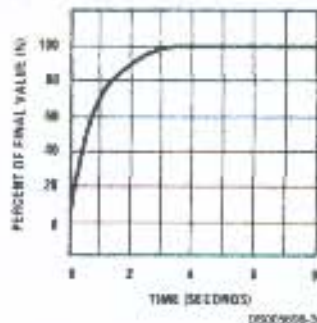


Thermal Response in Still Air

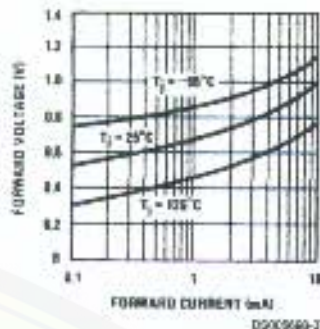


Typical Performance Characteristics (Continued)

Thermal Response in Stirred Oil Bath



Forward Characteristics



Application Hints

CALIBRATING THE LM135

Included on the LM135 chip is an easy method of calibrating the device for higher accuracies. A pot connected across the LM135 with the arm tied to the adjustment terminal allows a 1-point calibration of the sensor that corrects for inaccuracy over the full temperature range.

This single point calibration works because the output of the LM135 is proportional to absolute temperature with the extrapolated output of sensor going to 0V output at 0°K (-273.15°C). Errors in output voltage versus temperature are only slope (or scale factor) errors so a slope calibration at one temperature corrects at all temperatures.

The output of the device (calibrated or uncalibrated) can be expressed as:

$$V_{OUT_T} = V_{OUT_{T_0}} \times \frac{T}{T_0}$$

where T is the unknown temperature and T₀ is a reference temperature, both expressed in degrees Kelvin. By calibrating the output to read correctly at one temperature the output at all temperatures is correct. Nominally the output is calibrated at 10 mV/°K.

To insure good sensing accuracy several precautions must be taken. Like any temperature sensing device, self heating can reduce accuracy. The LM135 should be operated at the lowest current suitable for the application. Sufficient current, of course, must be available to drive both the sensor and the calibration pot at the maximum operating temperature as well as any external loads.

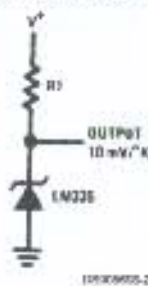
If the sensor is used in an ambient where the thermal resistance is constant, self heating errors can be calibrated out. This is possible if the device is run with a temperature stable current. Heating will then be proportional to zener voltage and therefore temperature. This makes the self heating error proportional to absolute temperature the same as scale factor errors.

WATERPROOFING SENSORS

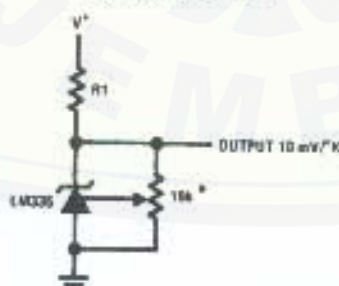
Meltable inner core heat shrinkable tubing such as manufactured by Raychem can be used to make low-cost waterproof sensors. The LM335 is inserted into the tubing about 1/8" from the end and the tubing heated above the melting point of the core. The unfilled 1/8" end melts and provides a seal over the device.

Typical Applications

Basic Temperature Sensor

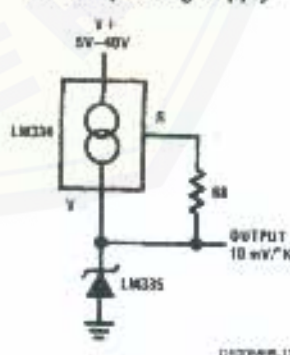


Calibrated Sensor



*Calibrate for 2.982V at 25°C

Wide Operating Supply



Slotted Optical Switches

Type OPB355 Series (Photodiode Output)



Features

- 0.125" (3.18 mm) wide gap
- Choice of mounting configuration

Description

The OPB355 series of slotted switches provides the design engineer with the flexibility of a custom device from a standard product line. Building from a standard housing with a .125" (3.18 mm) wide slot, the user can specify the mounting tab configuration.

The photodiode output provides a lower but more linear output vs. light input when compared to slotted switches with a standard phototransistor output.

All housings are an opaque grade of injection molded plastic to minimize the assembly's sensitivity to ambient radiation, both visible and near-infrared. Discrete shells (exposed on the parallel faces inside the device throat) are IR transmissive plastic for applications where aperture contamination is a concern.

Custom electrical, wire and cabling is available. Contact your local representative or Optek for more information.

Absolute Maximum Ratings ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Storage and Operating Temperature Range -40°C to $+85^\circ\text{C}$
 Lead Soldering Temperature Range [1/16 inch (1.6 mm) from case for 5 sec. with soldering iron] $240^\circ\text{C}^{(2)}$

Input Diode

Forward DC Current 50 mA
 Peak Forward Current (1 μs pulse width, 300 pps) 3.0 A
 Reverse DC Voltage 2.0 V
 Power Dissipation $100\text{ mW}^{(1)}$

Output Diode

Reverse Breakdown Voltage 60 V
 Power Dissipation $100\text{ mW}^{(1)}$

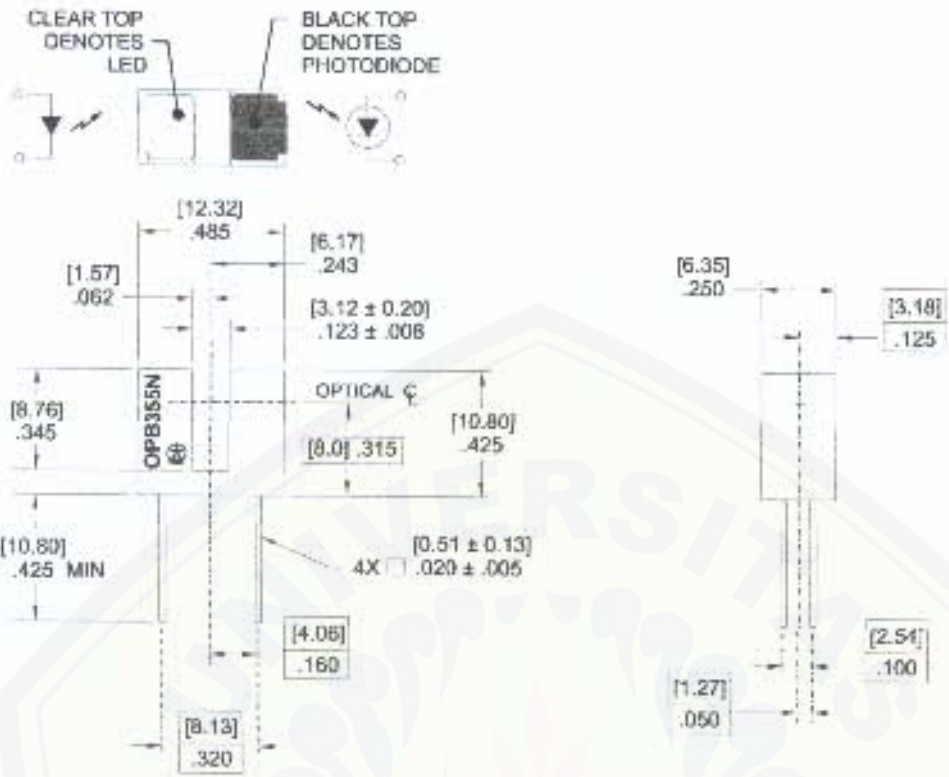
NOTES:

- (1) Derate linearly $1.67\text{ mW}/^\circ\text{C}$ above 25°C .
- (2) RMA flux is recommended. Duration can be extended to 10 sec. max. when flow soldering.
- (3) All parameters tested using pulse technique.
- (4) Polarity is denoted by color of housing top:
 LED - Clear
 Sensor - Black

PRECAUTIONS: Exposure of the plastic body to chlorinated hydrocarbons and ketones such as thread lock and instant adhesive products will degrade the plastic body. Cleaning agents methanol and isopropanol are recommended. Spray or wipe do not submerge.

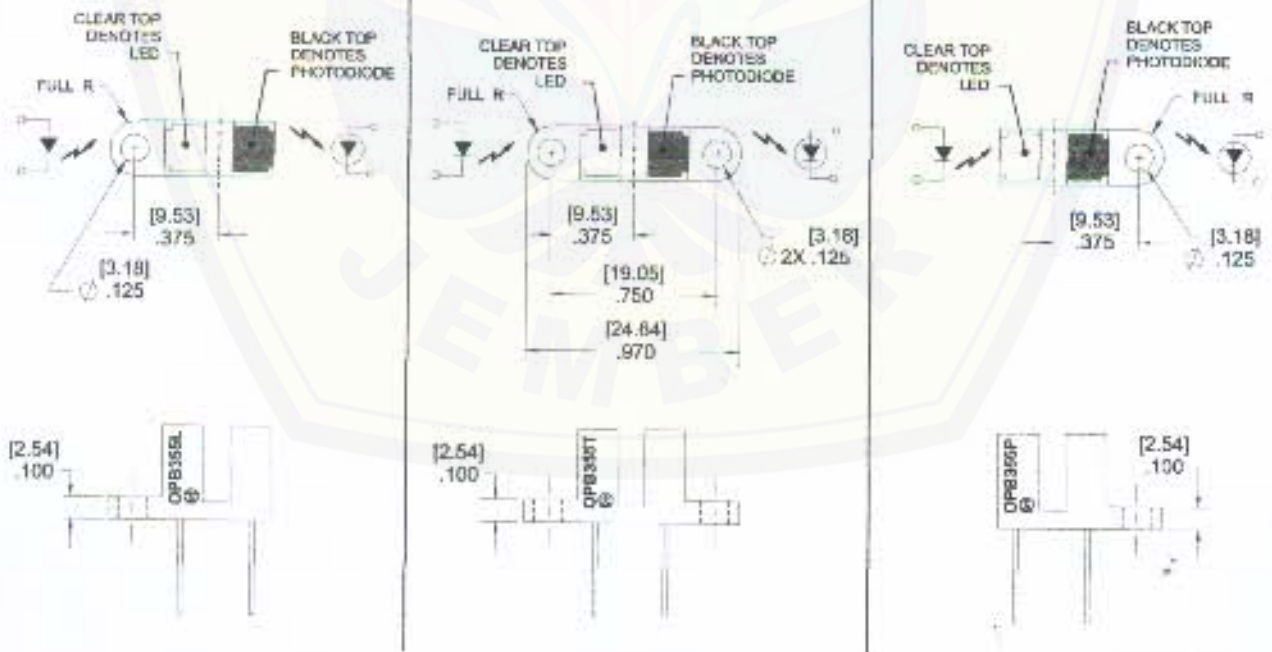
Visit our website at www.optekinc.com
 or email us at sensors@optekinc.com

Types OPB355 Series



TOLERANCE ± .010 [0.25]

DIMENSIONS ARE IN INCHES [MILLIMETERS]



Types OPB355 Series

Electrical Characteristics ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

SYMBOL	PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST CONDITIONS
Input Diode						
V_F	Forward Voltage		1.30	1.8	V	$I_F = 20\text{ mA}$
I_R	Reverse Current			100	μA	$V_R = 2\text{ V}$
Output Diode						
V_{BR}	Reverse Diode Breakdown Voltage	60			V	$I_R = 100\ \mu\text{A}$, $I_F = 0$, $E_o = 0$
V_{FD}	Forward Voltage Photodiode			1.2	V	$I_F = 1\text{ mA}$, $I_F = 0$, $E_o = 0$
I_D	Reverse Dark Current			60	nA	$V_R = 30\text{ V}$, $I_F = 0$, $E_o = 0$
Coupled						
I_L	On-State Collector Current OPB355T, N, L, P	10		200	μA	$V_R = 5\text{ V}$, $I_F = 40\text{ mA}$

SCOTTED OPTICAL SURFACES

PART NUMBER GUIDE

OPB 3 5 5 X

Optek
Assembly

Photodiode
Output Family

Mounting Configurations

- T - Both Mounting Tabs
- N - No Mounting Tabs
- L - Single Mounting Tabs
Emitter Side
- P - Single Mounting Tab
Photodiode Side

NEC

**NPN SILICON TRANSISTOR
2SC945**

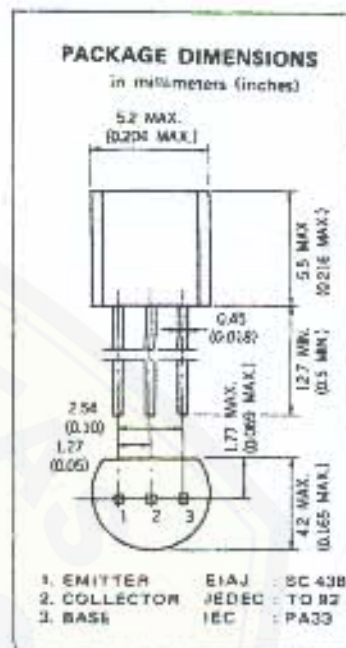
DESCRIPTION The 2SC945 is designed for use in driver stage of AF amplifier and low speed switching.

FEATURES

- High Voltage LV_{CEO} : 50 V MIN.
- Excellent h_{FE} Linearity
 $h_{FE1} (0.1 \text{ mA})/h_{FE2} (1.0 \text{ mA}) : 0.92 \text{ TYP.}$

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Maximum Temperatures	
Storage Temperature	-55 to +125 °C
Junction Temperature	+125 °C Maximum
Maximum Power Dissipation (T_a=25 °C)	
Total Power Dissipation	250 mW
Maximum Voltages and Currents (T_a=25 °C)	
V _{CB0} Collector to Base Voltage	60 V
V _{CEO} Collector to Emitter Voltage	50 V
V _{EB0} Emitter to Base Voltage	5.0 V
I _C Collector Current	100 mA
I _B Base Current	20 mA



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_a=25 °C)

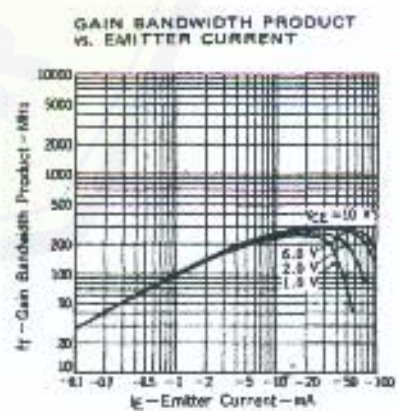
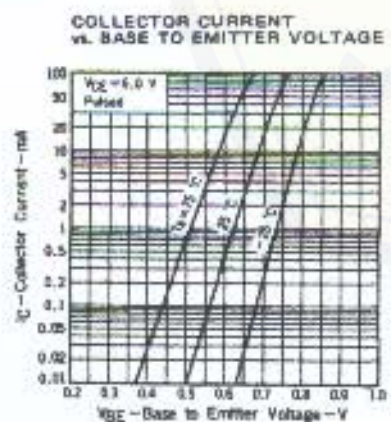
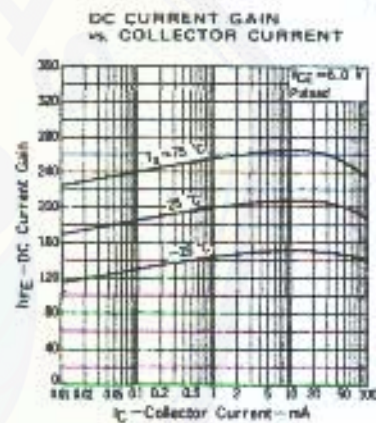
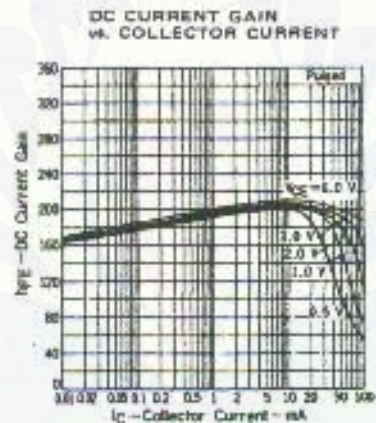
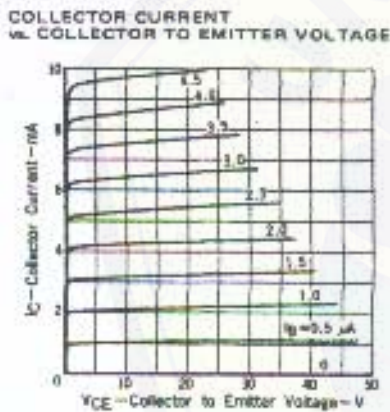
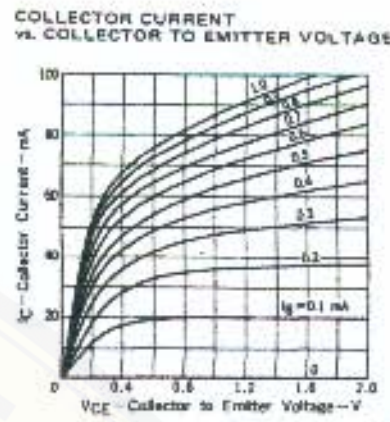
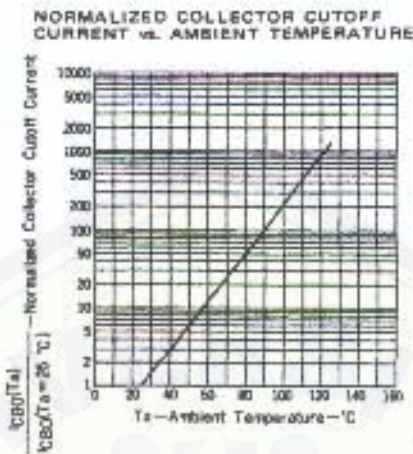
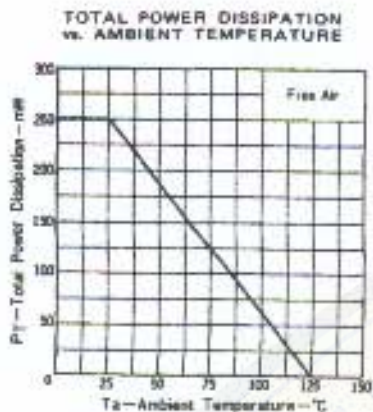
SYMBOL	CHARACTERISTIC	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	TEST CONDITIONS
h _{FE1}	DC Current Gain	50	185			V _{CE} =6.0 V, I _C =0.1 mA
h _{FE2}	DC Current Gain	90	200	800		V _{CE} =6.0 V, I _C =1.0 mA
NF	Noise Figure		0.8	15	dB	V _{CE} =6.0 V, I _C =0.1 mA, R _G =2.0 kΩ, f=1.0 kHz
f _T	Gain Bandwidth Product	180	250	450	MHz	V _{CE} =6.0 V, I _E =-10 mA
C _{ob}	Collector to Base Capacitance		3.0	4.0	pF	V _{CB} =6.0 V, I _E =0, f=1.0 MHz
I _{CB0}	Collector Cutoff Current			100	nA	V _{CB} =60 V, I _E =0
I _{EB0}	Emitter Cutoff Current			100	nA	V _{EB} =6.0 V, I _C =0
V _{BE}	Base to Emitter Voltage	0.55	0.62	0.65	V	V _{CE} =6.0 V, I _C =1.0 mA
V _{CE(sat)}	Collector Saturation Voltage		0.15	0.3	V	I _C =100 mA, I _B =10 mA
V _{BE(sat)}	Base Saturation Voltage		0.86	1.0	V	I _C =100 mA, I _B =10 mA

Classification of h_{FE2}

Rank	R	Q	P	K
Range	90 - 180	135 - 270	200 - 400	300 - 800

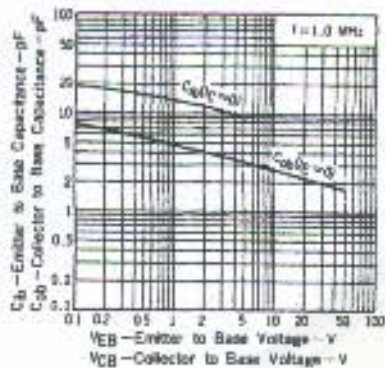
h_{FE2} Test Conditions : V_{CE} = 6.0 V, I_C = 1.0 mA

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

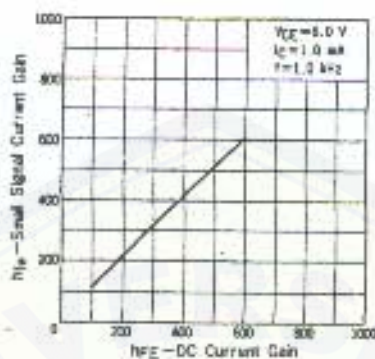


4-3

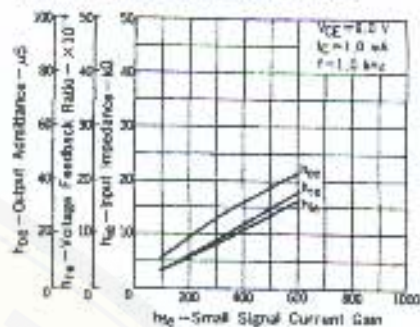
EMITTER TO BASE AND COLLECTOR TO BASE CAPACITANCE vs. REVERSE VOLTAGE



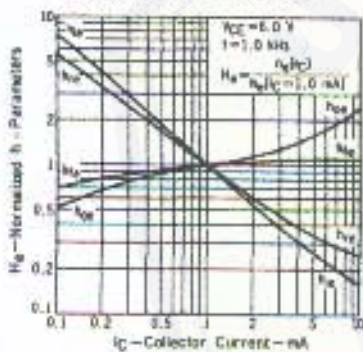
SMALL SIGNAL CURRENT GAIN vs. DC CURRENT GAIN



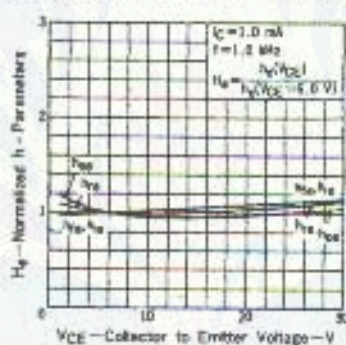
INPUT IMPEDANCE, VOLTAGE FEEDBACK RATIO AND OUTPUT ADMITTANCE vs. SMALL SIGNAL CURRENT GAIN



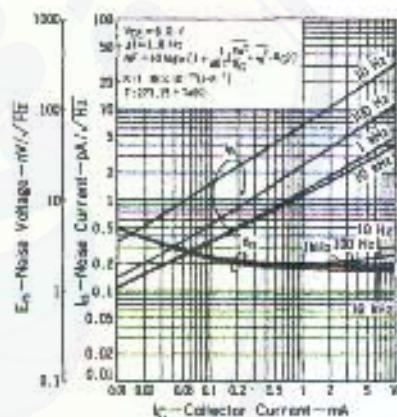
NORMALIZED h-PARAMETERS vs. COLLECTOR CURRENT



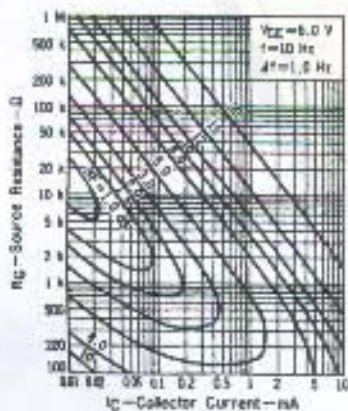
NORMALIZED h-PARAMETERS vs. COLLECTOR TO EMITTER VOLTAGE



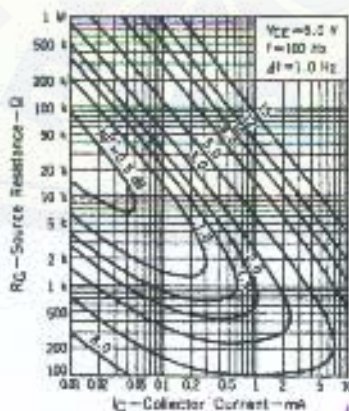
En AND In vs. COLLECTOR CURRENT



NOISE FIGURE MAP 1



NOISE FIGURE MAP 2



NOISE FIGURE MAP 3

