

# SKRIPSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL  
PADA PINTU AIR SUNGAI DENGAN PERINGATAN DINI  
BAHAYA BANJIR SERTA PEMBERSIHAN SAMPAH  
BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89s8252



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

DISUSUN OLEH :

M. A. HARRIS SUTIKNO  
NIM : 01. 17. 097

MALANG



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S.1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

2007

1961

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR  
FROM THE ASSISTANT ATTORNEY GENERAL  
RE: [Illegible]

DATE: 01 11 61  
BY: [Illegible]

DIRECTOR

[Illegible text block]

[Illegible text block]



## LEMBAR PERSETUJUAN

# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL PADA PINTU AIR SUNGAI DENGAN PERINGATAN DINI BAHAYA BANJIR SERTA PEMBERSIHAN SAMPAH BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89s8252

## SKRIPSI

*Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Elektro Strata Satu (S-1) Konsentrasi Teknik Elektronika*

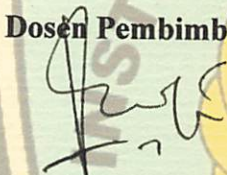
Disusun Oleh :

**MUHAMMAD ABDUL HARRIS SUTIKNO**

NIM : 01. 17. 097

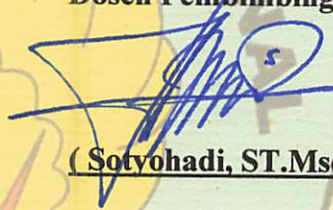
Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I



( Ir. Eko Nurcahyo )  
NIP. Y. 1028700172

Dosen Pembimbing II



( Sot'yohadi, ST.Msc )

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



  
( Ir. F. Yudi Limpraptono, MT )  
NIP. Y. 1039500274

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2007



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

NAMA : MUHAMMAD ABDUL HARRIS SUTIKNO  
NIM : 01. 17. 097  
JURUSAN : TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI : TEKNIK ELEKTRONIKA  
JUDUL SKRIPSI : "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL PADA  
PINTU AIR SUNGAI DENGAN PERINGATAN DINI BAHAYA  
BANJIR SERTA PEMBERSIHAN SAMPAH BERBASIS  
MIKROKONTROLLER AT89s8252"

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Kamis  
Tanggal : 6 September 2007  
Dengan Nilai : 67,55 ( B ) *By*



Ketua

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris

**( Ir. Mochtar Asroni, MSME )**  
NIP.Y. 1018100036

**( Ir.F.Yudi Limpraptono, MT )**  
NIP.Y. 1039500274

Penguji Pertama

Anggota Penguji

Penguji Kedua

**( Ir. Teguh Herbasuki, MT )**  
NIP.Y.1038900209

**( Ir.F.Yudi Limpraptono, MT )**  
NIP.Y. 1039500274



## ABSTRAKSI

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL PADA PINTU AIR SUNGAI DENGAN PERINGATAN DINI BAHAYA BANJIR SERTA PEMBERSIHAN SAMPAH BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89s8252

(M.A. Harris Sutikno, 01. 17. 097, Teknik Elektro S.1/Elektronika)  
(Dosen Pembimbing : Ir. Eko Nurcahyo dan Sotyohadi, ST.Msc)

**Kata Kunci** : Sensor Level, Motor DC, Motor Stepper, Buzzer, Mikrokontroler.

*Lingkungan sungai adalah ekosistem bagi banyak makhluk hidup, dan seharusnya sungai dapat menjadi sumber kehidupan dan memberikan manfaat bagi manusia maupun makhluk hidup disekitarnya akan tetapi yang terjadi adalah sebaliknya hal ini karena sungai justru hanya dapat mendatangkan permasalahan karena ulah manusia itu sendiri yang tidak mampu menjaga kelestarian lingkungannya, Maka untuk mengatasi permasalahan yang ada Pada skripsi ini dirancang suatu pintu air yang dilengkapi dengan kemampuan melakukan pembersihan sampah pada aliran sungai beserta perlengkapan tanda bahaya dari buzzer bila kondisi yang ada berpotensi menyebabkan banjir.*

*Alat ini dibuat dengan menggunakan sensor level untuk mendeteksi ketinggian air sehingga mikrokontroler akan mengatur pembukaan atau penutupan pintu air dengan perantara motor stepper menyesuaikan level yang terdeteksi dan ketika level ke-4 buzzer akan aktif, sedangkan untuk melakukan pembersihan sampah proses dijalankan melalui perantara mekanik berpenggerak motor DC gear-box.*

*Dengan menggunakan tegangan catu daya sebesar 9 volt untuk driver motor DC, dan 5 volt untuk driver motor stepper alat ini mampu menjalankan sistem kontrol pintu air dan sistem pembersihan sampah secara tepat dan teratur, dengan waktu pembersihan kurang lebih selama 25 detik, dengan menggunakan sensor led infra-red dan photo dioda alat ini mampu mendeteksi setiap peningkatan dan penurunan level air.*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadirat-Mu Ya Allah yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Dan Pembuatan Sistem Kontrol Pada Pintu Air Sungai Dengan Peringatan Dini Bahaya Banjir Serta Pembersihan Sampah Berbasis Mikrokontroler AT89s8252” ini dengan lancar. Skripsi ini diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang.

Keberhasilan penyelesaian laporan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibundaku tercinta yang telah memberikan Do'a restu, dorongan semangat, serta memotivasi dan membiayaiku.
2. Bapak Prof. DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
3. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ( FTI ) ITN Malang.
4. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
5. Bapak Ir. Eko Nurcahyo selaku Dosen Pembimbing I.
6. Bapak Sotyohadi, ST.Msc selaku Dosen Pembimbing II.
7. Sahabat serta teman-teman terbaiku yang telah setia memberikan bantuan, dorongan semangat dan motivasi bagiku.



8. Rekan-rekan di Laboratorium Elektronika dan semua yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Penyusun telah berusaha semaksimal mungkin dengan segala daya upaya yang ada dan menyadari sepenuhnya akan keterbatasan pengetahuan dalam menyelesaikan laporan ini. Untuk itu penyusun mengharapkan saran serta kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Harapan penyusun semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Malang, September 2007

*Penyusun*

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAKSI .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan .....	4
1.5. Metodologi .....	5
1.6. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>7</b>
2.1. Pendahuluan.....	7
2.2. Resistor .....	7
2.3. Transistor Bipolar .....	11
2.3.1. Arus Bias .....	11
2.3.2. Arus Emitor .....	11
2.3.3. Alpha ( $\alpha$ ).....	12
2.3.4. Beta ( $\beta$ ).....	13
2.3.5. Common Emitter.....	14



2.3.6. Kurva Base .....	15
2.3.7. Kurva Kolektor .....	16
2.3.8. Daerah Aktif .....	17
2.3.9. Daerah Saturasi.....	18
2.3.10. Daerah Cut-Off.....	18
2.3.11. Daerah Breakdown .....	19
2.4. Dioda Infra Merah .....	19
2.5. Photodiode .....	22
2.6. Limit Switch .....	26
2.7. Buzzer .....	27
2.8. Schmitt Trigger.....	28
2.9. Relay .....	30
2.10. Motor DC.....	32
2.10.1. Teori dasar Motor DC .....	32
2.10.2. Pengendalian Arah Putaran Motor DC.....	38
2.11. Motor Stepper .....	39
2.11.1. Teori Dasar Motor Stepper.....	39
2.11.2. Pengendalian Arah Putaran Motor Stepper .....	43
2.12. Liquid Crystal Display ( LCD ).....	45
2.12.1. Konfigurasi LCD .....	45
2.12.2. Sinyal Interface M1632 .....	47
2.12.3. Instruksi Operasi Dasar .....	49
2.12.4. Register.....	49

2.12.5. Busy Flag.....	50
2.12.6. Address Counter.....	50
2.12.7. Display Data RAM ( DDRAM ).....	50
2.12.8. Character Generator ROM ( CG ROM ).....	50
2.12.9. Character Generator RAM ( CG RAM ).....	50
2.13. Mikrokontroler AT89s8252.....	53
2.13.1. Fitur Mikrokontroler AT89s8252.....	53
2.13.2. Arsitektur Mikrokontroler AT89s8252.....	54
2.13.3. Konfigurasi Pin-pin Mikrokontroler AT89s8252.....	56
2.13.4. Organisasi Memory.....	60
2.13.5. SFR ( <i>Special Function Register</i> ).....	61
2.13.6. Sistem Interupsi.....	62
<b>BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT .....</b>	<b>64</b>
3.1. Pendahuluan .....	64
3.2. Penentuan Spesifikasi Alat .....	64
3.3. Diagram Blok Keseluruhan Sistem.....	65
3.4. Perancangan Perangkat Keras .....	69
3.4.1. Perancangan Sensor Level Air.....	69
3.4.2. Perancangan Rangkaian Push Button .....	71
3.4.3. Sistem Mikrokontroler AT89s8252 .....	72
3.4.3.1. Rangkaian Clock.....	74
3.4.3.2. Rangkaian Reset.....	76
3.4.4. Perancangan Rangkaian LCD.....	77



3.4.5. Perancangan Buzzer .....	80
3.4.6 Perancangan Driver Motor DC.....	81
3.4.7. Perancangan Driver Motor Stepper .....	84
3.4.8. Perancangan Sensor Limit.....	86
3.4.9. Perencanaan Perangkat Lunak/Software.....	87
3.4.9.1. Flowchart Sistem.....	87
<b>BAB IV PENGUJIAN ALAT .....</b>	<b>89</b>
4.1. Tujuan Pengujian .....	89
4.2. Alat-alat Untuk Pengujian .....	89
4.3. Pengujian Dan Pengukuran.....	90
4.3.1. Driver Motor Stepper .....	90
4.3.1.1. Analisa.....	90
4.3.2. Driver Motor DC .....	95
4.3.2.1 Analisa.....	96
4.3.3.Sensor .....	99
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>100</b>
5.1. Kesimpulan.....	100
5.2. Saran-saran .....	100
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>102</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

### BAB II

2-1. Arus Emitor.....	12
2-2. Rangkaian CE .....	14
2-3. Rangkaian Driver LED .....	18
2-4. Dioda Infra Merah .....	21
2-5. Simbol Photodioda.....	22
2-6. Struktur Photodioda .....	22
2-7. Diagram Pita Konduksi Photodioda.....	24
2-8. Photodioda.....	25
2-9. Simbol Limit Switch .....	27
2-10. a)Simbol b)dan c)Bentuk Fisik Limit Switch.....	27
2-11. Rangkaian Driver Buzzer.....	28
2-12. Rangkaian Dasar Schmitt Trigger.....	29
2-13. Cara Kerja Relay .....	30
2-14. Relay SPST .....	31
2-15. Relay SPDT .....	31
2-16. Relay DPDT.....	31
2-17. Kaidah Tangan Kiri .....	32
2-18. Konduktor BerArus Listrik Dalam Medan Magnet.....	33
2-19. Bergeraknya Sebuah Motor .....	34
2-20. Kaidah Tangan Kanan Untuk Motor .....	35



2-21. Konstruksi dasar motor DC .....	36
2-22. Konstruksi Motor DC .....	37
2-23. Arah Putaran Motor DC.....	38
2-24. Prinsip Kerja Motor Stepper.....	40
2-25. Rangkaian Driver Untuk Motor Stepper 6 Kabel .....	41
2-26. Macam-macam Eksitasi Motor Stepper.....	42
2-28. Motor Stepper .....	45
2-29. Rangkaian LCD M1632.....	46
2-30. Mengirim/Mengambil data Ke/Dari M1632.....	48
2-31. Diagram Blok Mikrokontroller AT89s8252 .....	55
2-32. Konfigurasi Pin-pin AT89s8252.....	56
2-33. Oscilator Eksternal AT89s8252.....	58
 <b>BAB III</b>	
3-1. Diagram Blok Keseluruhan Sistem.....	65
3-2. Sensor Level Ketinggian Air .....	69
3-3. Rangkaian Push Button.....	71
3-4. Perancangan Rangkaian Mikrokontroller AT89s8252 .....	73
3-5. Perencanaan Rangkaian Clock Pada Mikrokontroller AT98s8252 ....	75
3-6. Perencanaan Rangkaian Reset Pada Mikrokontroller AT89s8252.....	77
3-7. Perencanaan Rangkaian Liquid Cristal Display LCD .....	80
3-8. Alarm Menggunakan Buzzer .....	81
3-9. Rangkaian Driver Motor Pembersihan Sampah .....	82

3-10. Rangkaian Motor Stepper 4 Phasa 6 Kabel .....	84
3-11. Rangkaian Sensor Limit Motor Gear Box ke-2 .....	86
3-12. Flowchart Sistem .....	88

#### **BAB IV**

4-1. Keluaran Arus Kolektor [ $I_c$ ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian Diver Motor Stepper Sebesar 0,025 A .....	91
4-2. Keluaran Arus Kolektor [ $I_c$ ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian Diver Motor Stepper Sebesar 0,023 A .....	92
4-3. Keluaran Arus Kolektor [ $I_c$ ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian Diver Motor Stepper Sebesar 0,024 A .....	92
4-4. Keluaran Arus Kolektor [ $I_c$ ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian Diver Motor Stepper Sebesar 0,022 A .....	92
4-5. Keluaran Arus Kolektor [ $I_b$ ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian Diver Motor Stepper Sebesar 0,024 A .....	93
4-6. Keluaran Arus Kolektor [ $I_b$ ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian Diver Motor Stepper Sebesar 0,44 mA .....	93
4-7. Keluaran Arus Kolektor [ $I_b$ ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian Diver Motor Stepper Sebesar 0,40 mA .....	93
4-8. Keluaran Arus Kolektor [ $I_b$ ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian Diver Motor Stepper Sebesar 0,36 mA .....	94
4-9. Keluaran Arus Kolektor [ $I_b$ ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian Diver Motor Stepper Sebesar 0,39 mA .....	94

4-10. Keluaran Arus Kolektor [I <sub>b</sub> ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian	
Diver Motor Stepper Sebesar 0,42 mA .....	95
4-11. Keluaran Arus Kolektor [I <sub>b</sub> ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian	
Diver Motor Stepper Sebesar 0,43 mA .....	95
4-12. Keluaran Arus Kolektor [I <sub>b</sub> ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian	
Diver Motor DC Sebesar 0,17 mA .....	97
4-13. Keluaran Arus Kolektor [I <sub>b</sub> ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian	
Diver Motor DC Sebesar 0,16 mA .....	97
4-14. Keluaran Arus Kolektor [I <sub>b</sub> ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian	
Diver Motor DC Sebesar 0,18 mA .....	98
4-15. Keluaran Arus Kolektor [I <sub>b</sub> ] Pada Transistor TIP31 Pada Pengujian	
Diver Motor DC Sebesar 0,15 mA .....	98
4-16. Tegangan Keluaran Rangkaian Sensor Saat Tidak Terhalang .....	99
4-17. Tegangan Keluaran Rangkaian Sensor Saat Terhalang .....	99

## DAFTAR TABEL

### BAB II

2-1. Tabel Gelang Warna Resistor .....	8
2-2. Data Motor Stepper.....	45
2-3. Konfigurasi Pin-pin LCD.....	47
2-4. Tabel Register Seleksi .....	49
2-5. Fungsi Terminal Pada LCD .....	51
2-6. Fungsi Khusus Pada Port 1 .....	57
2-7. Fungsi Khusus Pada Port 3 .....	57
2-8. Spesial Function Register AT89s8252 SFR Map dan Reset Values ..	62
2-9. Alamat Sumber Interupsi .....	63

### BAB IV

4-1. Pengukuran Dan Perhitungan Driver Motor Stepper.....	90
4-2. Pengukuran Dan perhitungan Driver Motor DC.....	96
4-3. Data Out-put Rangkaian driver motor .....	98
4-4. Pengukuran Dan Perhitungan Driver Sensor .....	99

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Pada jaman yang kian maju ini percepatan perkembangan jaman tidak diimbangi dengan kesadaran masyarakat untuk menjaga lingkungannya, ini terjadi pada hampir semua negara yang sedang berkembang terlebih lagi ini juga terjadi di negara kita Indonesia, banyak sekali terjadi kasus pencemaran pada tempat-tempat yang vital yang seharusnya dapat memberikan manfaat bagi masyarakat itu sendiri, ini adalah permasalahan yang pelik dimana salah satu pihak atau lebih telah melakukan pencemaran maka akan berdampak buruk bagi masyarakat yang lain.

Dari sekian banyak tempat yang mengalami pencemaran lingkungan, sungai adalah salah satu tempat yang paling buruk mengalami pencemaran, bahkan saat ini kita akan kesulitan menemukan sungai yang airnya masih bersih dan kita bisa melihat bahwa air yang masih bersih mengalir hanya bisa ditemukan di daerah pegunungan dan daerah pelosok yang jauh dari pemukiman dan daerah-daerah industri, kebanyakan pencemaran sungai disebabkan karena banyak sekali sampah-sampah masyarakat yang dibuang ke sungai hingga menumpuk dan terkadang menimbulkan bau yang menyengat serta banjir saat hujan sangat deras.

Sedangkan mengacu pada bidang teknologi yang dalam setiap perkembangannya teknologi selalu mengarah pada bagaimana membangun suatu sistem atau metoda yang dapat memberikan kemudahan bagi manusia sebagai

pengguna sehingga manusia mengharapkan segala sesuatu yang menyangkut kehidupan serta lingkungannya nanti dapat teratur dan terkontrol secara otomatis.

Pada dewasa ini perkembangan teknologi elektronika dapat diaplikasikan dan dimanfaatkan dalam berbagai bidang terutama pada bidang kontrol. Pada sistem kontrol elektronika terus melakukan pengembangan salah satunya dengan teknologi mikrokontroler, dan sebagaimana kita ketahui mikrokontroler adalah suatu komponen kecil yang memiliki kemampuan sebagai pengendali utama dari suatu sistem kontrol, salah satu dari sekian banyak mikrokontroler yang kita kenal adalah mikrokontroler AT89s8252. Mikrokontroler AT89s8252 adalah mikrokontroler *Atmel* yang kompatibel penuh dengan MCS-51 yang membutuhkan daya rendah, memiliki performa yang tinggi dan merupakan mikrokontroler 8 bit yang dilengkapi 2 *Kbyte EEPROM* dan 256 *byte RAM internal*.

Sebagai suatu sistem kontrol mikrokontroler AT89S8252 bila dibandingkan dengan mikroprosesor memiliki kemampuan dan segi ekonomis yang bisa diandalkan karena dalam mikrokontroler sudah terdapat RAM dan ROM sedangkan mikroprosesor didalamnya tidak terdapat keduanya.

Mengacu dari berbagai hal yang telah disebutkan diatas maka timbul ide untuk membangun suatu sistem kontrol yang mampu mengatasi permasalahan yang timbul akibat pencemaran lingkungan dengan menerapkan sistem pengontrolan pada pembuangan sampah, proses pengaturan lebar-sempit bukaan pintu air yang otomatis serta peringatan dari bahaya banjir menggunakan mikrokontroler AT89s8252.



Alat ini nantinya diharapkan dapat digunakan sebagai acuan pada saat pembangunan pintu air di daerah tertentu seperti pintu-pintu air di perkotaan yang cenderung kotor dan tersumbat oleh sampah yang menumpuk, maupun tempat-tempat lainnya yang membutuhkan suatu sistem pengontrolan yang lebih modern sehingga pekerjaan yang sering kali dilakukan secara manual dan monoton dapat menjadi lebih efektif dan efisien, dan yang lebih penting lagi adalah masalah pencemaran lingkungan yang sering kali menyebabkan bencana banjir ini jadi bisa teratasi dengan baik.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Mengacu pada permasalahan yang diuraikan dalam latar belakang, maka rumusan masalah dapat ditekankan pada:

1. Bagaimana merancang dan membuat system sensor agar dapat mendeteksi peningkatan maupun penurunan level air sungai,
2. Bagaimana merancang dan membuat suatu system pengontrolan pintu air yang berbasis IC mikrokontroler AT89s8252,
3. Bagaimana merancang dan membuat suatu system pembersihan sampah agar tidak menumpuk dan menyumbat aliran sungai,
4. Bagaimana merancang dan membuat suatu system yang dapat memberi peringatan terhadap banjir,
5. Bagaimana merancang suatu program mikrokontroler agar sistem yang di buat mampu bekerja sesuai dengan yang diinginkan.

### **1.3. Batasan Masalah**

Mengingat begitu luasnya bahan kajian mengenai sistem kontrol Pada pintu air sungai, maka untuk mencegah meluasnya pokok permasalahan pembahasan skripsi ini dibatasi sebagai berikut :

1. Pengendali utama sistem menggunakan mikrokontroller AT89S8252.
2. Motor yang digunakan adalah motor DC, dan motor stepper.
3. Sensor yang digunakan adalah Photodiode dan LED infra-red.
4. Tampilan yang digunakan adalah LCD 16x2 M1632.
5. Sebagai peringatan tanda bahaya digunakan Buzzer.
6. Tidak membahas teori pengairan.
7. Sistem yang dibuat adalah sebatas simulasi yang diserupakan dengan keadaan dilapangan.
8. Sistem kontrol ini hanya ditujukan untuk diterapkan pada pintu-pintu air yang besar
9. Sistem yang dibuat adalah sebagai pencegahan luapan air sungai akibat kuantitas air sungai serta penyumbatan sampah.

### **1.4. Tujuan**

Tujuan penulisan skripsi ini adalah merencanakan dan membuat suatu sistem kontrol pada prototype pintu air sungai yang mampu membersihkan sampah, mengatur lebar-sempit pembukaan pintu air secara otomatis serta dilengkapi dengan peringatan dini bahaya banjir.

### **1.5. Metodologi**

Untuk mewujudkan sistem pengontrolan pada pintu air sungai ini, dilalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

#### **1. Studi literature**

Diperlukan untuk mempelajari dasar teori yang berhubungan dengan mikrokontroller, dan komponen pendukung sistem yang lain serta pengumpulan data-data mengenai karakteristik komponen yang akan digunakan.

#### **2. Perencanaan dan pembuatan alat**

Pada tahap ini terlebih dahulu dilakukan penentuan spesifikasi alat yang akan dirancang.

#### **3. Pengujian alat**

Ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian alat yang akan dirancang dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya serta untuk mendapat keakuratan dari sistem yang di rancang.

#### **4. Penyusunan laporan skripsi**

Penyusunan laporan skripsi dibuat sesuai dengan sistematika pembahasan yang telah ditetapkan.

### **1.6. Sistemetika Penulisan**

Pembahasan laporan skripsi ini akan diuraikan dan dijabarkan dalam setiap bab, dengan pembagian sebagai berikut :

## **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini membahas mengenai Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Metodologi serta Sistematika Penulisan.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini membahas mengenai teori-teori dasar yang mendukung dalam perancangan sistem yang dibuat. Selain itu digunakan untuk memberikan bahan penunjang untuk memahami dari keseluruhan sistem yang dirancang.

## **BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Pada bab ini membahas tentang perancangan dan pembuatan minimum sistem dari alat yang direncanakan yang meliputi perancangan rangkaian minimum sistem, mekanisme kerja minimum sistem, skematik rangkaian dari minimum sistemnya.

## **BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Pada bab ini membahas tentang uji coba alat, pengamatan, pengukuran dan analisa dari system yang dibuat.

## **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini membahas tentang kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan dan pembuatan sistem serta saran-saran untuk perbaikan dan untuk pengembangan lebih lanjut.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Pendahuluan**

Untuk dapat memahami alat yang akan dirancang, maka dalam bab ini akan dijelaskan mengenai dasar-dasar teori yang akan berkaitan dengan sistem yang digunakan pada perancangan dan pembuatan alat. Teori penunjang ini akan membahas tentang komponen dan peralatan pendukung pada alat yang dibuat. Pokok pembahasan pada bab ini adalah :

- Resistor
- Transistor Bipolar
- *Infra Red* dan Foto Dioda
- *Schmitt Trigger*
- Relay
- Motor DC
- Motor Stepper
- *Liquid Crystal Display ( LCD )* M1632
- Mikrokontroler AT89S8252

#### **2.2. Resistor**

Pada dasarnya semua bahan memiliki sifat resistif namun beberapa bahan seperti tembaga, perak, emas dan bahan metal umumnya memiliki resistansi yang sangat kecil. Bahan-bahan tersebut menghantar arus listrik dengan baik, sehingga

dinamakan konduktor. Kebalikan dari bahan yang konduktif, bahan material seperti karet, gelas, karbon memiliki resistansi yang lebih besar menahan aliran elektron dan disebut sebagai insulator.

**Tabel 2-1** Tabel Gelang Warna Resistor

Warna	Nilai	Faktor Pengali	Toleransi
Hitam	0	1	
Coklat	1	10	1%
Merah	2	100	2%
Jingga	3	1.000	
Kuning	4	10.000	
Hijau	5	100.000	
Biru	6	$10^6$	
Violet	7	$10^7$	
Abu-abu	8	$10^8$	
Putih	9	$10^9$	
Emas	-	0.1	5%
Aperak	-	0.01	10%
Tanpa warna	-	-	20%

*Sumber : [www.electroniclab.com](http://www.electroniclab.com), rubrik elka dasar, aswan hamonangan*

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang



mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol  $\Omega$  (Omega).

Tipe resistor yang umum adalah berbentuk tabung dengan dua kaki tembaga di kiri dan kanan. Pada badannya terdapat lingkaran membentuk gelang kode warna untuk memudahkan pemakai mengenali besar resistansi tanpa mengukur besarnya dengan Ohm meter. Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh *EIA (Electronic Industries Association)* seperti yang ditunjukkan pada tabel 2-1.

Resistansi dibaca dari warna gelang yang paling depan ke arah gelang toleransi berwarna coklat, merah, emas atau perak. Biasanya warna gelang toleransi ini berada pada badan resistor yang paling pojok atau juga dengan lebar yang lebih menonjol, sedangkan warna gelang yang pertama agak sedikit ke dalam. Dengan demikian pemakai sudah langsung mengetahui berapa toleransi dari resistor tersebut. Kalau kita telah bisa menentukan mana gelang yang pertama selanjutnya adalah membaca nilai resistansinya.

Jumlah gelang yang melingkar pada resistor umumnya sesuai dengan besar toleransinya. Biasanya resistor dengan toleransi 5%, 10% atau 20% memiliki 3 gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Tetapi resistor dengan toleransi 1% atau 2% (toleransi kecil) memiliki 4 gelang (tidak termasuk gelang toleransi). Gelang pertama dan seterusnya berturut-turut menunjukkan besar nilai satuan, dan gelang terakhir adalah faktor pengalinya.

Misalnya resistor dengan gelang kuning, violet, merah dan emas. Gelang berwarna emas adalah gelang toleransi. Dengan demikian urutan warna gelang resistor ini adalah, gelang pertama berwarna kuning, gelang kedua berwarna violet dan gelang ke tiga berwarna merah. Gelang ke empat tentu saja yang berwarna emas dan ini adalah gelang toleransi. Dari tabel 2-1 diketahui jika gelang toleransi berwarna emas, berarti resistor ini memiliki toleransi 5%. Nilai resistansinya dihitung sesuai dengan urutan warnanya. Pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai satuan dari resistor ini. Karena resistor ini resistor 5% (yang biasanya memiliki tiga gelang selain gelang toleransi), maka nilai satuannya ditentukan oleh gelang pertama dan gelang kedua. Masih dari tabel 2-1 diketahui gelang kuning nilainya = 4 dan gelang violet nilainya = 7. Jadi gelang pertama dan kedua atau kuning dan violet berurutan, nilai satuannya adalah 47. Gelang ketiga adalah faktor pengali, dan jika warna gelangnya merah berarti faktor pengalinya adalah 100. Sehingga dengan ini diketahui nilai resistansi resistor tersebut adalah nilai satuan x faktor pengali atau  $47 \times 100 = 4.7K$  Ohm dan toleransinya adalah 5%.

Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar watt-nya. Karena resistor bekerja dengan dialiri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar  $W=I^2R$  watt. Semakin besar ukuran fisik suatu resistor bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut.

Umumnya di pasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki disipasi daya 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk

kubik memanjang persegi empat berwarna putih, namun ada juga yang berbentuk silinder. Tetapi biasanya untuk resistor ukuran jumbo ini nilai resistansi dicetak langsung dibadannya, misalnya 100W 5W.

### 2.3. Transistor Bipolar

Prinsip kerja transistor adalah arus bias base-emiter yang kecil mengatur besar arus kolektor-emiter.

Bagian penting berikutnya adalah bagaimana caranya memberi arus bias yang tepat sehingga transistor dapat bekerja optimal.

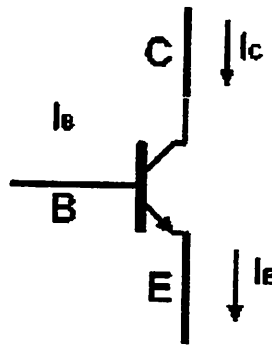
#### 2.3.1. Arus bias

Ada tiga cara yang umum untuk memberi arus bias pada transistor, yaitu rangkaian *CE (Common Emitter)*, *CC (Common Collector)* dan *CB (Common Base)*. Namun dalam hal ini akan lebih detail dijelaskan bias transistor rangkaian *CE*. Dengan menganalisa rangkaian *CE* akan dapat diketahui beberapa parameter penting dan berguna terutama untuk memilih transistor yang tepat untuk berbagai aplikasi.

#### 2.3.2. Arus Emiter

Dari hukum Kirchoff diketahui bahwa jumlah arus yang masuk ke satu titik akan sama jumlahnya dengan arus yang keluar. Jika teorema tersebut diaplikasikan pada transistor, maka hukum itu menjelaskan hubungan :

$$I_E = I_C + I_B \dots\dots\dots(2-2)$$



Gambar 2-1 Arus Emitor

Sumber : [www.electroniclab.com](http://www.electroniclab.com), rubrik elka analog, aswan hamonangan

Persamaan (2-2) tersebut mengatakan arus *emiter*  $I_E$  adalah jumlah dari arus kolektor  $I_C$  dengan arus base  $I_B$ . Karena arus  $I_B$  sangat kecil sekali atau disebutkan  $I_B \ll I_C$ , maka dapat dinyatakan :

$$I_E = I_C \dots\dots\dots(2-3)$$

### 2.3.3. Alpha ( $\alpha$ )

Pada tabel data transistor (*databook*) sering dijumpai spesifikasi  $\alpha_{dc}$  (*alpha dc*) yang tidak lain adalah :

$$\alpha_{dc} = I_C/I_E \dots\dots\dots(2-4)$$

Definisinya adalah perbandingan arus kolektor terhadap arus emitor. Karena besar arus kolektor umumnya hampir sama dengan besar arus emiter maka idealnya besar  $\alpha_{dc}$  adalah = 1 (satu). Namun umumnya transistor yang ada memiliki  $\alpha_{dc}$  kurang lebih antara 0.95 sampai 0.99.

### 2.3.4. Beta (b)

Beta didefinisikan sebagai besar perbandingan antara arus kolektor dengan arus *base*.

$$b = I_C/I_B \dots\dots\dots(2-5)$$

Dengan kata lain, b adalah parameter yang menunjukkan kemampuan penguatan arus (*current gain*) dari suatu transistor. Parameter ini ada tertera di *data book* transistor dan sangat membantu para perancang rangkaian elektronika dalam merencanakan rangkaiannya.

Misalnya jika suatu transistor diketahui besar  $b=250$  dan diinginkan arus kolektor sebesar 10 mA, maka berapakah arus bias base yang diperlukan. Maka :

$$I_B = I_C/b = 10\text{mA}/250 = 40 \text{ uA}$$

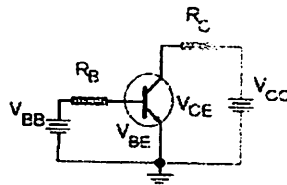
Arus yang terjadi pada kolektor transistor yang memiliki  $b = 200$  jika diberi arus bias base sebesar 0.1 mA adalah :

$$I_C = b I_B = 200 \times 0.1\text{mA} = 20 \text{ mA}$$

Dari rumusan ini lebih terlihat definisi penguatan arus transistor, yaitu sekali lagi, arus *base* yang kecil menjadi arus kolektor yang lebih besar.

### 2.3.5. Common Emitter (CE)

Rangkaian CE adalah rangkain yang paling sering digunakan untuk berbagai aplikasi yang menggunakan transistor. Dinamakan rangkaian CE, sebab titik *ground* atau titik tegangan 0 volt dihubungkan pada titik *emiter*.



Gambar 2-2 Rangkaian CE

*Sumber : [www.electroniclab.com](http://www.electroniclab.com), rubrik elka analog, aswan hamonangan*

Sekilas tentang notasi, ada beberapa notasi yang sering digunakan untuk menunjukkan besar tegangan pada suatu titik maupun antar titik. Notasi dengan 1 *subscript* adalah untuk menunjukkan besar tegangan pada satu titik, misalnya  $V_C$  = tegangan kolektor,  $V_B$  = tegangan *base* dan  $V_E$  = tegangan *emiter*.

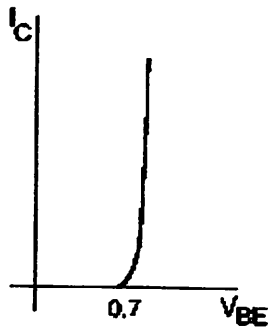
Ada juga notasi dengan 2 *subscript* yang dipakai untuk menunjukkan besar tegangan antar 2 titik, yang disebut juga dengan tegangan jepit. Diantaranya adalah :

- $V_{CE}$  = tegangan jepit kolektor-emitor.
- $V_{BE}$  = tegangan jepit *base*-emitor.
- $V_{CB}$  = tegangan jepit kolektor-*base*.

Notasi seperti  $V_{BB}$ ,  $V_{CC}$ ,  $V_{EE}$  berturut-turut adalah besar sumber tegangan yang masuk ke titik *base*, kolektor dan emitor.



### 2.3.6 Kurva Base



**Grafik 2-1 Kurva  $I_B - V_{BE}$**

Sumber : [www.electroniclab.com](http://www.electroniclab.com), rubrik elka dasar, aswan hamonangan

Hubungan antara  $I_B$  dan  $V_{BE}$  tentu saja akan berupa kurva dioda. Karena memang telah diketahui bahwa *junction base-emitor* tidak lain adalah sebuah dioda. Jika hukum Ohm diterapkan pada loop base diketahui adalah :

$$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B \dots\dots\dots(2-6)$$

$V_{BE}$  adalah tegangan jepit dioda *junction base-emitor*. Arus hanya akan mengalir jika tegangan antara base-emitor lebih besar dari  $V_{BE}$ . Sehingga arus  $I_B$  mulai aktif mengalir pada saat nilai  $V_{BE}$  tertentu. Besar  $V_{BE}$  umumnya tercantum di dalam *databook*. Tetapi untuk penyederhanaan umumnya diketahui  $V_{BE} = 0.7$  volt untuk transistor silikon dan  $V_{BE} = 0.3$  volt untuk transistor germanium.

Sampai disini akan sangat mudah mengetahui arus  $I_B$  dan arus  $I_C$  dari rangkaian berikut ini, jika diketahui besar  $b = 200$ . Katakanlah yang digunakan adalah transistor yang dibuat dari bahan silikon.

$$I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B$$

$$= (2V - 0.7V) / 100 K$$

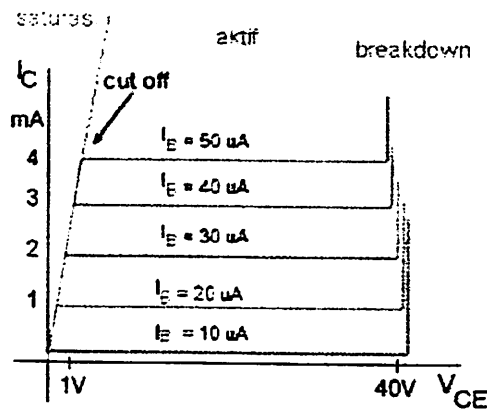
$$= 13 \mu A$$

Dengan  $b = 200$ , maka arus kolektor adalah :

$$I_C = b I_B = 200 \times 13 \mu A = 2.6 \text{ mA}$$

### 2.3.7. Kurva Kolektor

Sekarang sudah diketahui konsep arus base dan arus kolektor. Satu hal lain yang menarik adalah bagaimana hubungan antara arus base  $I_B$ , arus kolektor  $I_C$  dan tegangan kolektor-emiter  $V_{CE}$ . Pada grafik berikut telah diplot beberapa kurva kolektor arus  $I_C$  terhadap  $V_{CE}$  dimana arus  $I_B$  dibuat konstan.



**Grafik 2-2 Kurva Kolektor**

Sumber : [www.electroniclab.com](http://www.electroniclab.com), rubrik elka dasar, aswan hamonangan

Dari kurva ini terlihat ada beberapa *region* yang menunjukkan daerah kerja transistor. Pertama adalah daerah saturasi, lalu daerah *cut-off*, kemudian daerah aktif dan seterusnya daerah *breakdown*.

### 2.3.8. Daerah Aktif

Daerah kerja transistor yang normal adalah pada daerah aktif, dimana arus  $I_C$  konstan terhadap berapapun nilai  $V_{CE}$ . Dari kurva ini diperlihatkan bahwa arus  $I_C$  hanya tergantung dari besar arus  $I_B$ . Daerah kerja ini biasa juga disebut daerah linier (*linear region*).

Jika hukum Kirchhoff mengenai tegangan dan arus diterapkan pada loop kolektor (rangkaiannya CE), maka dapat diperoleh hubungan :

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \dots\dots\dots(2-7)$$

Dapat dihitung disipasi daya transistor adalah :

$$P_D = V_{CE} I_C \dots\dots\dots(2-8)$$

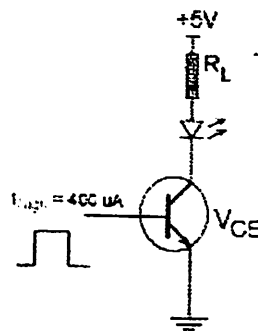
Rumus ini mengatakan jumlah disipasi daya transistor adalah tegangan kolektor-emitor dikali jumlah arus yang melewatinya. Disipasi daya ini berupa panas yang menyebabkan naiknya temperatur transistor. Umumnya untuk transistor power sangat perlu untuk mengetahui spesifikasi  $P_{Dmax}$ . Spesifikasi ini menunjukkan temperatur kerja maksimum yang diperbolehkan agar transistor masih bekerja normal. Sebab jika transistor bekerja melebihi kapasitas daya  $P_{Dmax}$ , maka transistor dapat rusak atau terbakar.

### 2.3.9 Daerah Saturasi

Daerah saturasi adalah mulai dari  $V_{CE} = 0$  volt sampai kira-kira 0.7 volt (transistor silikon), yaitu akibat dari efek dioda kolektor-base yang mana tegangan  $V_{CE}$  belum mencukupi untuk dapat menyebabkan aliran elektron.

### 2.3.10 Daerah *Cut-Off*

Jika kemudian tegangan  $V_{CC}$  dinaikkan perlahan-lahan, sampai tegangan  $V_{CE}$  tertentu tiba-tiba arus  $I_C$  mulai konstan. Pada saat perubahan ini, daerah kerja transistor berada pada daerah *cut-off* yaitu dari keadaan saturasi (*OFF*) lalu menjadi aktif (*ON*). Perubahan ini dipakai pada system digital yang hanya mengenal angka biner 1 dan 0 yang tidak lain dapat direpresentasikan oleh status transistor *OFF* dan *ON*.



**Gambar 2-3** Rangkaian *Driver* LED

*Sumber* : [www.electroniclab.com](http://www.electroniclab.com), rubrik *elka analog*, *aswan hamonangan*

Misalkan pada rangkaian *driver* LED di atas, transistor yang digunakan adalah transistor dengan  $b = 50$ . Penyalaan LED diatur oleh sebuah gerbang logika (*logic gate*) dengan arus *output high* = 400 uA dan diketahui tegangan

*forward* LED,  $V_{LED} = 2.4$  volt. Kemudian pertanyaannya adalah, berapakah seharusnya resistansi  $R_L$  yang dipakai.

$$I_C = \beta I_B = 50 \times 400 \text{ uA} = 20 \text{ mA}$$

Arus sebesar ini cukup untuk menyalakan LED pada saat transistor *cut-off*. Tegangan VCE pada saat *cut-off* idealnya = 0, dan aproksimasi ini sudah cukup untuk rangkaian ini.

$$\begin{aligned} R_L &= (V_{CC} - V_{LED} - V_{CE}) / I_C \\ &= (5 - 2.4 - 0) \text{V} / 20 \text{ mA} \\ &= 2.6 \text{V} / 20 \text{ mA} \\ &= 130 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

### 2.3.11. Daerah Breakdown

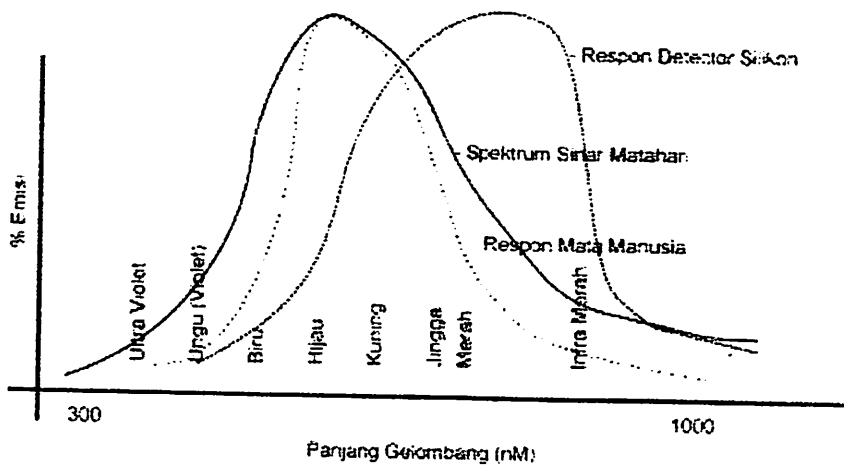
Dari kurva kolektor, terlihat jika tegangan  $V_{CE}$  lebih dari 40V, arus  $I_C$  menanjak naik dengan cepat. Transistor pada daerah ini disebut berada pada daerah *breakdown*. Seharusnya transistor tidak boleh bekerja pada daerah ini, karena akan dapat merusak transistor tersebut. Untuk berbagai jenis transistor nilai tegangan  $V_{CEmax}$  yang diperbolehkan sebelum *breakdown* bervariasi.  $V_{CEmax}$  pada *data book* transistor selalu dicantumkan juga.

## 2.4. Dioda Infra Merah

Cahaya infra merah merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan dengan *spektroskop* cahaya maka radiasi cahaya infra merah akan nampak

pada spektrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya infra merah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa/dideteksi.

Pada dasarnya komponen yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi infra merah termasuk tubuh manusia maupun tubuh binatang. Cahaya infra merah, walaupun mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang tetap tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewatkan cahaya yang nampak sehingga cahaya infra merah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata.

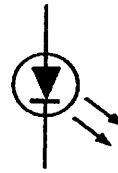


**Grafik 2-3 Spektrum Cahaya dan Respon Mata Manusia**

Komponen elektronik yang bisa menghasilkan cahaya infra merah adalah dioda infra merah.



(a) Bentuk Fisik



(b) Simbol Elektronika

**Gambar 2-4 Dioda Infra Merah**

Prinsip kerja dari *infra* merah adalah pada waktu LED *infra* merah dibias *forward*, elektron dari pita konduksi melewati *junction* jatuh ke dalam *hole* pita valensi, sehingga elektron tersebut memancarkan energi. Pada dioda penyearah biasa, energi ini dipancarkan sebagai energi panas, sedangkan pada LED *infra* merah energi ini dipancarkan sebagai cahaya.

LED *infra* merah merupakan *pin junction* yang memancarkan radiasi *infra* merah yang tidak kelihatan oleh mata kita. Apabila pada anoda diberi tegangan dan katoda ke *ground* maka LED menjadi *ON* dan arus akan mengalir dari anoda ke katoda. Pada reaksi semikonduktor, suatu dioda akan terjadi perpindahan elektron dari tipe N ke tipe P. Proses rekombinasi antara elektron dan *hole* menghasilkan pelepasan energi berupa pancaran cahaya.

Efisiensi pancaran cahaya akan berkurang seiring dengan berkurangnya arus input dan kenaikan suhu. Pada LED *infra* merah, cahaya yang dipancarkan mempunyai panjang gelombang 0,1 mm – 1  $\mu$ m sehingga pancaran gelombang tersebut tidak tertangkap oleh mata manusia.

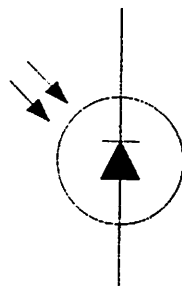


## 2.5. Photodioda

Photodioda merupakan dioda yang peka terhadap cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas begitu pula dengan spektrum *infra* merah. Karena spektrum *infra* merah mempunyai energi panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka fotodioda lebih peka menangkap radiasi dari infra merah.

Komponen ini akan mengubah energi cahaya, dalam hal ini energi cahaya infra merah menjadi sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal cahaya sebanyak mungkin sehingga sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik. Semakin besar intensitas cahaya yang diterima maka sinyal pulsa listrik yang dihasilkan akan baik jika sinyal cahaya diterima intensitasnya lemah maka penerima tersebut harus mempunyai pengumpul cahaya (*light collector*) yang cukup baik dan sinyal pulsa yang dihasilkan oleh sensor cahaya ini harus dikuatkan.

Simbol dari fotodioda adalah :



**Gambar 2-5** Simbol Fotodioda

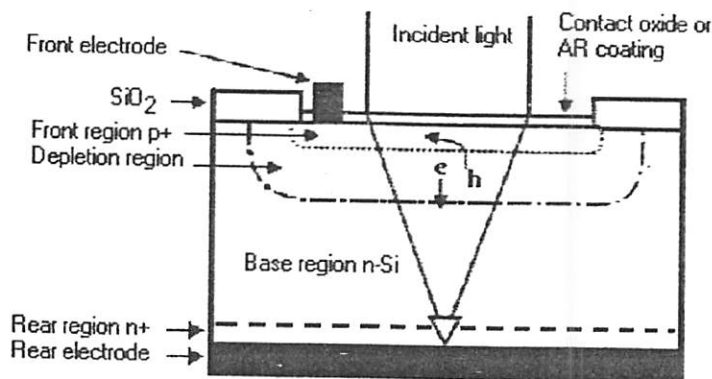
Sumber: [www.innovativeelectronics.com](http://www.innovativeelectronics.com)

Pada fotodioda ini terdapat suatu jendela kecil yang memungkinkan cahaya luar dapat masuk mengenai *pin junction*. Pada keadaan normal foto dioda berlaku sebagai dioda biasa yang dapat menghantarkan listrik dari anoda ke katoda, namun mempunyai tahanan balik yang besar. Bila cahaya luar mengenai

*pin junction* fotodioda, maka tahanan balik akan mengecil dan menimbulkan arus balik, sehingga foto dioda berlaku sebagai dioda yang dibalik atau dibias *reverse*.

Semakin besar intensitas cahaya yang diterima maka semakin besar pula arus balik yang ditimbulkannya. Bila energi foton diserap dalam suatu semikonduktor maka akan dihasilkan pasangan *electron hole* pada lapisan yang telah dibangkitkan oleh foton yang saling memisahkan diri karena pengaruh medan listrik, dimana elektron–elektron akan menuju ke sisi N dan hole menuju ke sisi P, sehingga dihasilkan arus dari katoda menuju anoda. Karena pengaruh suhu *junction* yang lebih tinggi, menciptakan lebih banyak pasangan *electron hole*, sehingga mengakibatkan arus balik yang melewati *junction* bertambah.

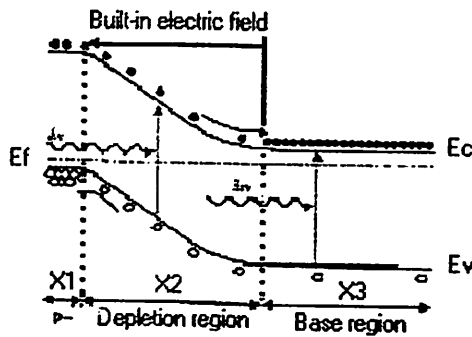
Photodioda merupakan sambungan substrat tipe N dan substrat tipe P yang dirancang untuk beroperasi bila dibiaskan dalam arah terbalik.



Gambar 2-6 Struktur Photodioda

Ketika energi cahaya (*photon*) yang jatuh pada sambungan photodioda lebih besar dari tegangan barrier silikon yaitu 1,12eV, energi cahaya ini dapat menyebabkan elektron keluar dari pita valensi (*valence band*) dan masuk ke pita

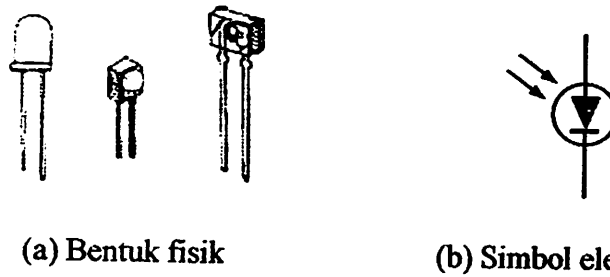
konduksi (*conduction band*) dan meninggalkan hole pada pita konduksi, dengan kata lain energi cahaya yang jatuh pada sambungan photodiode akan menghasilkan aliran arus *elektron-hole*.



**Gambar 2-7** Diagram Pita Konduksi Photodiode

Pada struktur photodiode terdapat *substrat* silikon tipe N , yang diatasnya doping dengan substrat tipe P, seperti *Boron*, dengan penumbuhan secara ion, sebagai suatu cara untuk menghasilkan sebuah sambungan (*junction*). Pada bagian bawah *wafer* (*Base Region*) didoping dengan bahan tipe N yang peka cahaya seperti *Phosphorous*.

Daerah sambungan (*depletion region*) dibentuk oleh medan elektromagnetik, yang timbul akibat adanya beda potensial sambungan (*junction*). Daerah sambungan ini sangat menentukan kemampuan kerja photodiode dalam merespon dan mengubah energi cahaya menjadi arus *elektron-hole*. Memperluas daerah sambungan adalah suatu cara untuk meningkatkan kemampuan kerja photodiode. Ini bisa dicapai dengan menerapkan tegangan bias terbalik pada sambungan P-N atau memilih *substrat* silikon tipe N yang lebih sensitif terhadap cahaya dan menebalkan *substrat* P.



**Gambar 2-8 Photodioda**

Sebuah foto dioda biasanya dikemas dengan plastik transparan yang juga berfungsi sebagai lensa *fresnel*. Lensa ini merupakan lensa cembung yang mempunyai sifat mengumpulkan cahaya. Walaupun demikian cahaya yang nampakpun masih bisa mengganggu kerja dari fotodioda karena tidak semua cahaya nampak bisa difilter dengan baik. Oleh karena itu sebuah penerima laser harus mempunyai filter kedua yaitu rangkaian filter yang berfungsi untuk memfilter sinyal *carrier* yang terbawa oleh cahaya laser tersebut.

Faktor lain yang juga berpengaruh pada kemampuan penerima infra merah adalah '*active area*' dan '*respond time*'. Semakin besar area penerimaan suatu foto dioda maka semakin besar pula intensitas cahaya yang dikumpulkannya sehingga arus bocor yang diharapkan pada teknik '*reversed bias*' semakin besar. Selain itu semakin besar area penerimaan maka sudut penerimaannya juga semakin besar. Kelemahan area penerimaan yang semakin besar ini adalah *noise* yang dihasilkan juga semakin besar pula. Begitu juga dengan respon terhadap frekuensi, semakin besar area penerimaannya maka respon frekuensinya turun

dan sebaliknya jika area penerimaannya kecil maka respon terhadap sinyal frekuensi tinggi cukup baik.

*Respond time* dari suatu fotodioda (penerima) mempunyai waktu respon yang biasanya dalam satuan nano detik. *Respond time* ini mendefinisikan lama agar foto dioda merespon cahaya infra merah yang datang pada area penerima. Sebuah foto dioda yang baik paling tidak mempunyai *respond time* sebesar 500 nano detik atau kurang. Jika *respond time* terlalu besar maka foto dioda ini tidak dapat merespon sinyal cahaya yang dimodulasi dengan sinyal *carrier* frekuensi tinggi dengan baik, hal ini akan mengakibatkan adanya *data loss*.

## 2.6. Limit switch

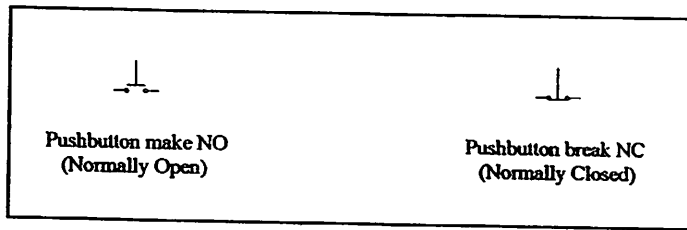
*Limit swicth* merupakan sebuah saklar yang bekerja karena ada suatu sentuhan atau gesekan. *Limit swicth* mempunyai beberapa bagian antara penungkit dan roda penjulung yang merupakan bagian mekanik yang jika tersentuh oleh suatu benda atau mekanisasi lain, maka *limit swicth* akan *on* dan lalu menggerakkan lengan pengungkit dalam suatu kontak.

Ada beberapa tipe *limit switch* yaitu :

1. NO (*Normally Open*)
2. NC (*Normally Closed*)

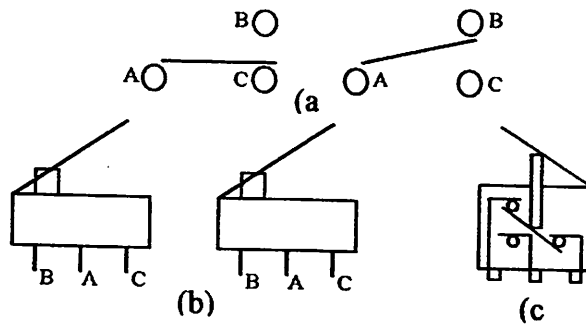
*Limit* yang merupakan kontak NO berfungsi sebagai penghubung sedangkan yang kontak NC berfungsi sebagai pemutus.

Adapun simbol dari *limit swicth* atau push botton sebagai berikut :



Gambar 2-9 Simbol *Limit Switch* [8]

Sedangkan jenis *limit switch* yang digunakan dalam peralatan ini adalah yang terlihat seperti di bawah ini :

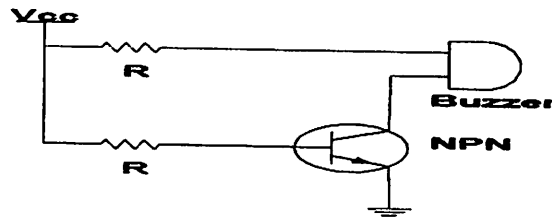


Gambar 2-10 a) Simbol b) dan c) Bentuk Fisik *Limit Switch* [8]

*Limit switch* ini biasanya digunakan dan ditempatkan sesuai dengan kebutuhan dan keadaan benda yang bersangkutan dan harus memperhitungkan jarak benda agar dapat mengontrol kerja dari *Limit switch* tersebut.

### 2.7. Buzzer

Perangkat *Buzzer* digunakan untuk menghasilkan bunyi, merupakan komponen resonator *piezoelectric* yang digunakan untuk mengadakan isyarat terdengar sebagai indikator. *Buzzer* akan aktif dengan cara mengeluarkan sinyal suara (berbunyi) dengan lama waktu sesuai dengan perencanaan nanti.



Gambar 2.11 Rangkaian Driver Buzzer

Sumber : 303 Rangkaian Elektronika, 1997 : 278

### 2.8. Schmitt Trigger

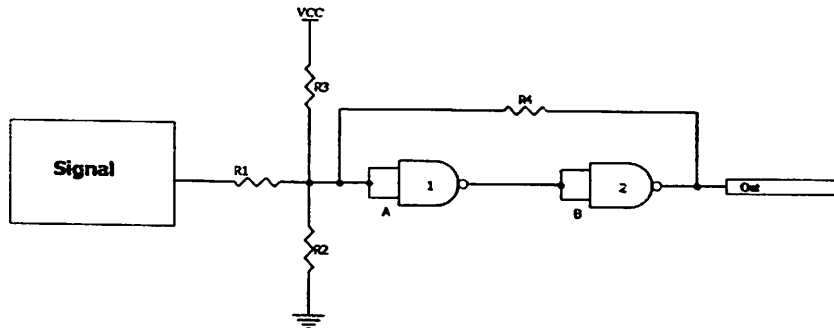
*Schmitt Trigger*, serupa dengan *bistabil*, *astabil*, dan *monostabil*, merupakan rangkaian *regenerative* dua gate dengan *feedback* diantara input dan outputnya. Suatu IC schmitt trigger, merupakan suatu *voltage level detector*. Bila tegangan inputnya lebih rendah dari suatu batas tegangan tertentu maka disebut sebagai *upper trip level (UTL)*, tegangan outputnya tepat pada batas logik 0 dan bilamana tegangan *input* tersebut diatas UTL-nya maka tegangan outputnya tepat pada batas logik 1.

Pada mulanya tegangan input pada suatu batas *high* maka rangkaian akan berubah menjadi output dengan level 0 pada suatu tegangan input yang disebut *Lower Trip Level (LTL)*. LTL ini lebih rendah dibandingkan dengan UTL dan perbedaan tegangan merupakan sesuatu yang *hysteresis*, diukur dalam volts :

$$\text{Hysteresis} = \text{UTL} - \text{LTL} \dots \dots \dots (2-15)$$

Rangkaiannya adalah *regenerative*, dan sebagai level trips yang mencapai transisi yang terjadi dengan kecepatan besar. Disamping itu digunakan untuk mengubah suatu *slowly changing signal* menjadi sesuatu dengan transisi yang cepat. Ini mempunyai manfaat yang besar dalam *pulses couple circuitry* dimana

kopling kapasitornya dapat diperkecil. Dalam gambar 2-11, tahanan R2 dapat digunakan untuk mengatur *trips point*-nya.



**Gambar 2-12** Rangkaian Dasar Schmitt Trigger

*Sumber : Buku Panduan Praktikum Teknik Digital, Proyek PUSDIK Migas Cepu, Jurusan Instrumen dan Elektronika, ITS Surabaya, Hal 173.*

Rangkaian gambar diatas dioperasikan dalam cara berikut ini. Jika tegangan *signal* dan lebih rendah dari tegangan pada titik A, input pada gate satu akan lebih rendah dibawah tegangan *threshold*-nya.

Hal ini dibantu oleh level 0 dari gate 2 melalui R4. Bila *signal input*-nya pada suatu *high* yang hampir mengenai tegangan (UTL) menjadikan tegangan pada A sama dengan tegangan *threshold* dari *gate*-nya, *gate* 1 mengubah level output-nya dan saat itu pula menjadikan output gate 2 menjadi level 1. Ini membantu menjaga/memelihara titik A berada pada tegangan transisinya. (pekerjaan ini merupakan *regenerative* dan mengambil posisi secara cepat ).

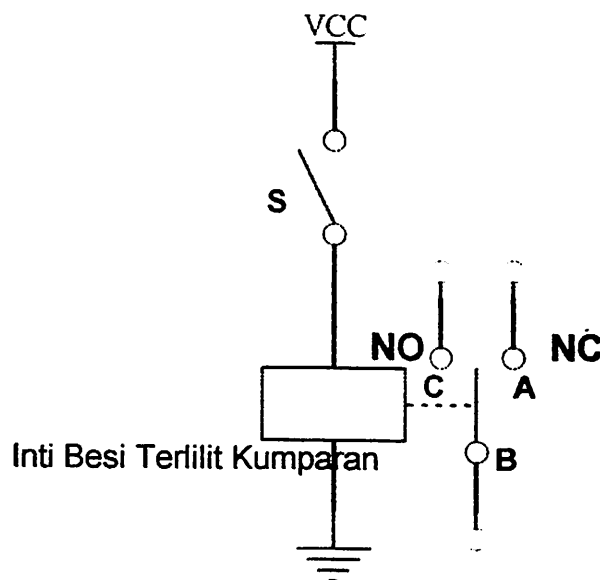
Sekarang jika kita memulai memperkecil tegangan inputnya, kita harus memperkecilnya sehingga tegangan pada titik A mencapai pada suatu tegangan *threshold* lagi. Ini harus lebih kecil daripada UTL sebab R4 sekarang



dihubungkan pada suatu level yang lebih tinggi. Pada tegangan ini, LTL, circuit *regenerative*-nya segera menuju output lagi.

## 2.9. Relay

*Relay* adalah komponen elektronika yang terdiri dari sebuah lilitan kawat (kumparan/koil) yang terlilit pada sebuah besi lunak. Pada gambar 2-13 jika kumparan dialiri arus listrik maka inti besi akan menjadi magnet dan menarik pegas sehingga kotak AB terhubung dan BC terputus. *Relay* merupakan suatu alat untuk menghubungkan atau memerlukan kontak antara komponen yang satu dengan yang lain.



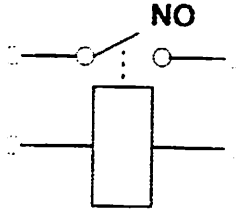
**Gambar 2-13** Cara Kerja Relay

*Sumber : Elektronika dalam Industri*

Dalam memutus atau menghubungkan kontak digerakkan oleh fluksi yang ditimbulkan dari adanya medan magnet listrik yang dihasilkan oleh kumparan yang melilit pada besi lunak. Ada beberapa macam *relay*, antara lain:

**1. SPST (Single Pin Single Terminal)**

*Smbol Relay SPST*

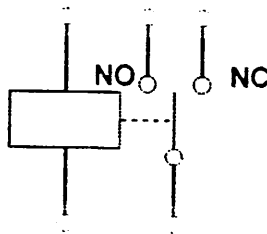


**Gambar 2-14 Relay SPST**

*Sumber : Elektronika dalam Industri*

**2. SPDT (Single Pin Dual Terminal)**

*Simbol Relay SPDT*

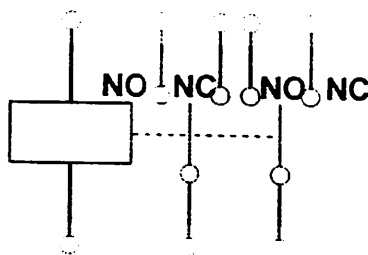


**Gambar 2-15 Relay SPDT**

*Sumber : Elektronika dalam Industri*

**3. DPDT (Dual Pin Dual Terminal)**

*Simbol Relay DPDT*



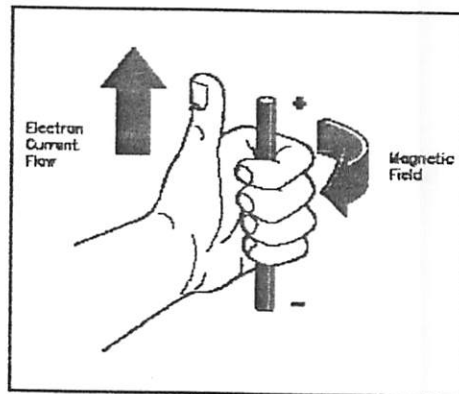
**Gambar 2-16 Relay DPDT**

*Sumber : Elektronika dalam Industri*

## 2.10. Motor DC

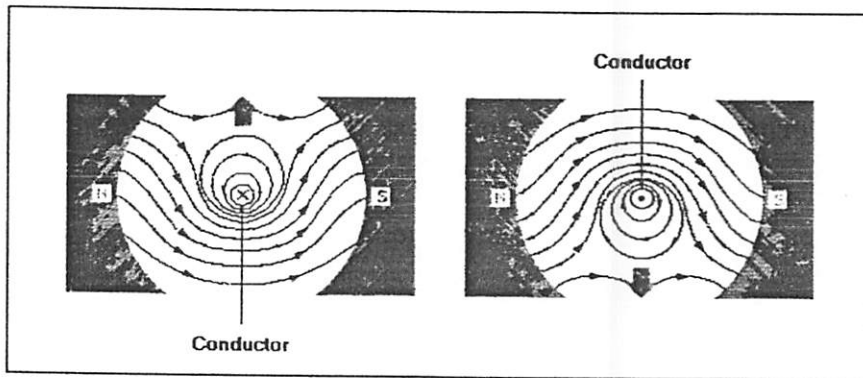
### 2.10.1. Teori Dasar Motor DC

Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. Arah medan magnet dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri. Ibu jari tangan menunjukkan arah aliran arus listrik sedangkan jari-jari yang lain menunjukkan arah medan magnet yang timbul, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2-17 berikut ini.



Gambar 2-17 Kaidah Tangan Kiri

Jika suatu konduktor yang dialiri arus listrik ditempatkan dalam sebuah medan magnet, kombinasi medan magnet akan ditunjukkan oleh gambar 2-18. Arah aliran arus listrik dalam konduktor ditunjukkan dengan tanda “x” atau “.”. Tanda “x” menunjukkan arah arus listrik mengalir menjauhi pembaca gambar, tanda “.” menunjukkan arah arus listrik mengalir mendekati pembaca gambar.



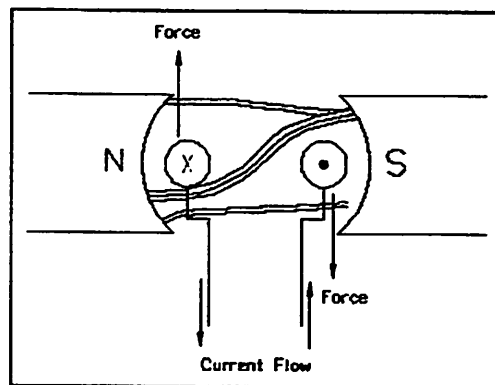
**Gambar 2-18**Konduktor Berarus Listrik Dalam Medan Magnet

Pada gambar sebelah kiri, arah medan magnet pada sisi atas yang dihasilkan oleh konduktor berlawanan dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Sementara pada sisi sebelah bawah, arah medan magnet yang dihasilkan oleh konduktor searah dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Dengan kata lain, pada sisi sebelah atas kerapatan fluks magnet lebih sedikit dari pada sisi sebelah bawah. Sebuah gaya dorong akan menyebabkan konduktor bergerak ke sisi sebelah atas.

Pada gambar sebelah kanan, arah medan magnet pada sisi atas yang dihasilkan oleh konduktor searah dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Sementara pada sisi sebelah bawah, arah medan magnet yang dihasilkan oleh konduktor berlawanan dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Dengan kata lain, pada sisi sebelah bawah kerapatan fluks magnet lebih sedikit dari pada sisi sebelah atas. Sebuah gaya dorong akan menyebabkan konduktor bergerak ke sisi sebelah bawah.

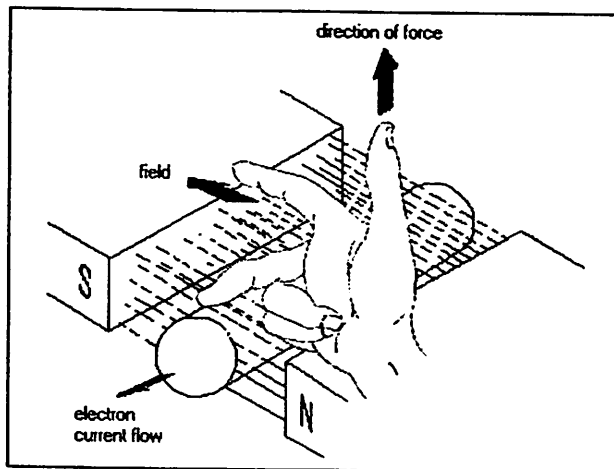
Pada sebuah motor DC, konduktor dibentuk menjadi sebuah loop sehingga ada dua bagian konduktor yang berada didalam medan magnet pada saat yang sama, seperti diperlihatkan pada gambar 2-19.

Konfigurasi konduktor seperti ini akan menghasilkan distorsi pada medan magnet utama dan menghasilkan gaya dorong pada masing-masing konduktor. Pada saat konduktor di tempatkan pada rotor, gaya dorong yang timbul akan menyebabkan rotor berputar searah dengan jarum jam, seperti diperlihatkan pada gambar 2-19.



**Gambar 2-19 Bergeraknya Sebuah Motor**

Sebuah cara lagi untuk menunjukkan hubungan antara arus listrik yang mengalir didalam sebuah konduktor, medan magnet dan arah gerak, adalah kaidah tangan kanan untuk motor seperti yang diperlihatkan pada gambar 2-20.



**Gambar 2-20** Kaidah Tangan Kanan Untuk Motor

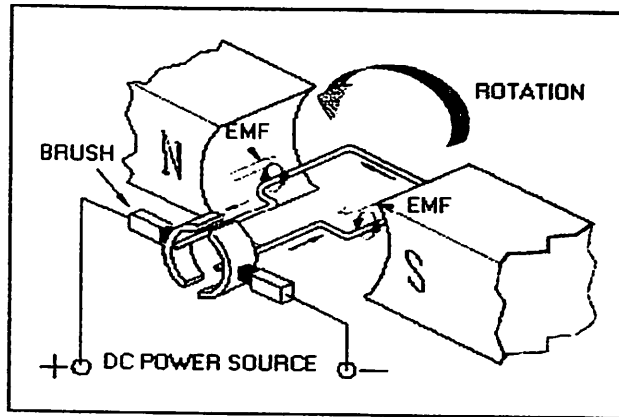
Kaidah tangan kanan untuk motor menunjukkan arah arus yang mengalir didalam sebuah konduktor yang berada dalam medan magnet. Jari tengah menunjukkan arah arus yang mengalir pada konduktor, jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet dan ibu jari menunjukkan arah gaya putar. Adapun besarnya gaya yang bekerja pada konduktor tersebut dapat dirumuskan dengan :

$$F = B.L.I \quad (\text{Newton})$$

Dimana : B = kerapatan fluks magnet (weber)

L = panjang konduktor (meter)

I = arus listrik ( ampere)

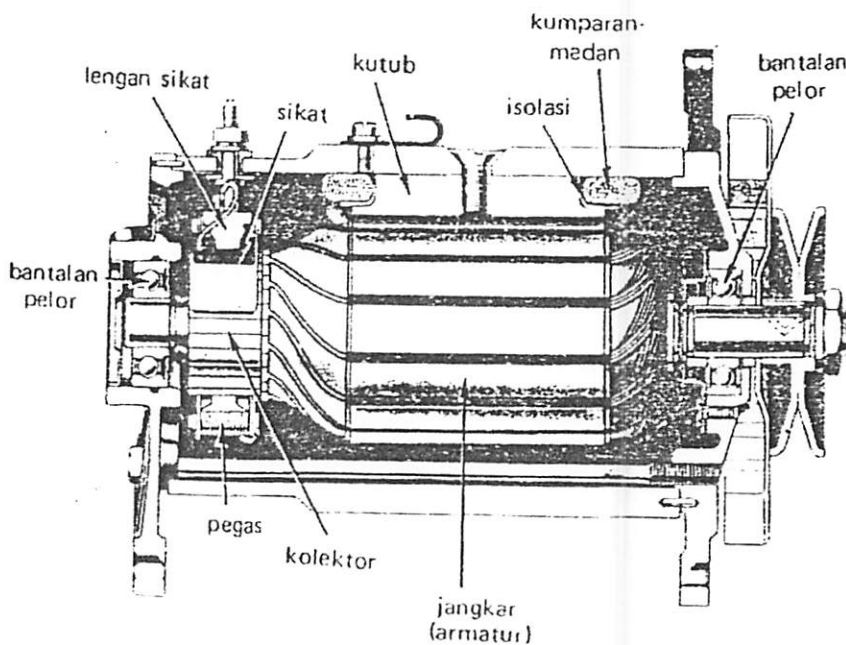


**Gambar 2-21** Konstruksi Dasar Motor DC

Pada gambar 2-21 diatas tampak sebuah konstruksi dasar motor dc, pada gambar diatas terlihat bahwa pada saat terminal motor diberi tegangan dc, maka arus elektron akan mengalir melalui konduktor dari terminal negatif menuju ke terminal positif. Karena konduktor berada diantara medan magnet, maka akan timbul medan magnet juga pada konduktor yang arahnya seperti terlihat pada gambar 2-21 diatas. Arah garis gaya medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen adalah dari kutub utara menuju ke selatan. Sementara pada konduktor yang dekat dengan kutub selatan, arah garis gaya magnet disisi sebelah bawah searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan di sisi sebelah atas arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi sebelah bawah lebih rapat daripada sisi sebelah atas. Dengan demikian konduktor akan terdorong ke arah atas. Sementara pada konduktor yang dekat dengan kutub utara, arah garis gaya magnet disisi sebelah atas searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan di sisi sebelah bawah arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi sebelah atas lebih rapat

daripada sisi sebelah bawah. Dengan demikian konduktor akan terdorong ke arah bawah. Pada akhirnya konduktor akan membentuk gerakan berputar berlawanan dengan jarum jam seperti terlihat pada gambar 2-21 diatas.

Lilitan kawat yang dapat berputar dengan bebas biasa disebut dengan jangkar(*armour*). Pada jangkar dimasukkan arus yang berasal dari sumber. Koneksi sumber tegangan dengan jangkar melalui brush-brush. brush-brush ini terpasang pada sebuah cincin yang terbelah dua, yang disebut kolektor. Adapun tujuan dari kontruksi ini adalah agar lilitan kawat dapat berputar apabila ada arus listrik yang melewatinya. Pada kawat yang berada di kanan arus mengalir dari depan ke belakang dalam kawat yang di kiri, arus mengalir dari belakang ke depan kawat kanan dan kiri secara berganti-gantian berada di kiri dan kanan. Karena itu arah arus di kanan dan arah arus di kiri selalu membolak balik. Pembalikan arah arus itu terjadi pada saat lilitan kawat melintasi posisi vertikal.



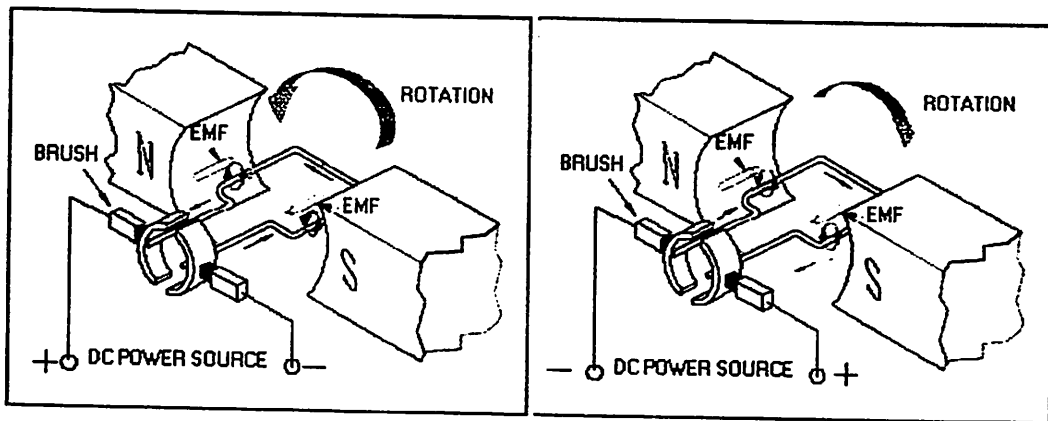
**Gambar 2-22** Kontruksi Motor DC

*Sumber : Elektronika dalam Industri*



Disini kolektor berfungsi bagaikan penyearah mekanik. *Flux* magnet yang ditimbulkan magnet permanen disebut medan magnetnya motor. Dalam gambar arah fluk magnetik adalah dari kiri ke kanan. Adapun gaya yang bekerja pada penghantar kiri adalah ke atas, sementara gaya yang bekerja pada penghantar kanan adalah ke bawah. Gaya-gaya yang bekerja sama kuatnya, jadi ada kopel yang bekerja pada kawat sehingga lilitan pun dapat berputar. Setelah berputar  $90^{\circ}$  arah arus berbalik, pada saat itu penghantar kanan dan penghantar kiri bertukar tempat. Akibatnya arah gerak putaran tidak berubah.

### 2.10.2. Pengendalian Arah Putaran Motor DC



Gambar 2-23 Arah Putaran Motor DC

Dari gambar 2-23 diatas, agar arah putaran motor DC berubah, maka polaritas tegangan pada terminal motor harus dibalik.

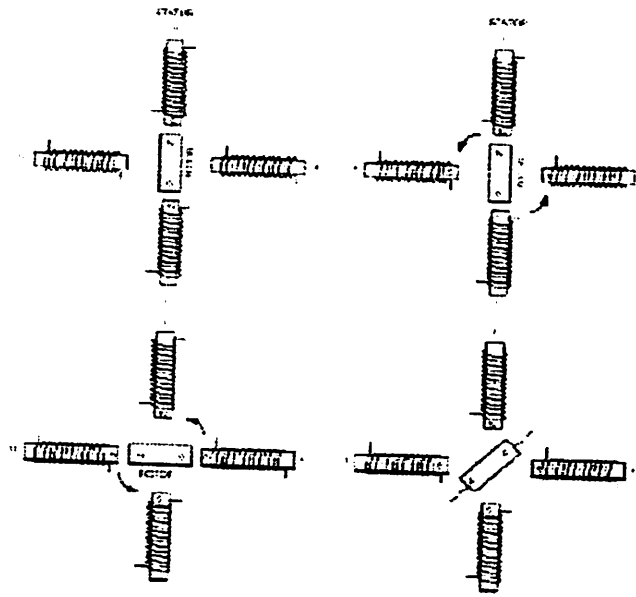
## 2.11. Motor Stepper

### 2.11.1. Teori Dasar Motor Stepper

Pada Motor *stepper* atau Motor Langkah adalah Motor listrik yang dirancang menggunakan pada sistem kontrol digital langsung (*Direct Digital Control*), dimana sinyal yang dihasilkan berasal dari system digital seperti microcomputer.

Motor *Stepper* berputar dengan tahapan (*step*) yang tetap dari posisi ke posisi yang lain. Besar pergeseran *step* tergantung dari konstruksi dari motor. Besar tahapan atau step ini disebut *step Angel* ( SA), nilai berkisar antara :  $1,8^{\circ} - 2,5^{\circ} - 3,75^{\circ} - 7,5^{\circ} - 15^{\circ} - 30^{\circ}$ .

Motor *Stepper* memiliki struktur yang lebih sederhana dibandingkan dengan motor-motor listrik yang lainnya, terutama rotornya yang terbuat dari besi magnet permanent. Untuk mempermudah memahami prinsip kerja dari motor *stepper*, diagap rotor motor *stepper* memiliki 2 (dua) kutup dan statornya memiliki 4 (empat) kutup. Prinsip utama berbagai tipe motor *stepper* pada dasarnya sama. Untuk prinsip kerja dapat dibantu dengan menggunakan gambar sebagai berikut:

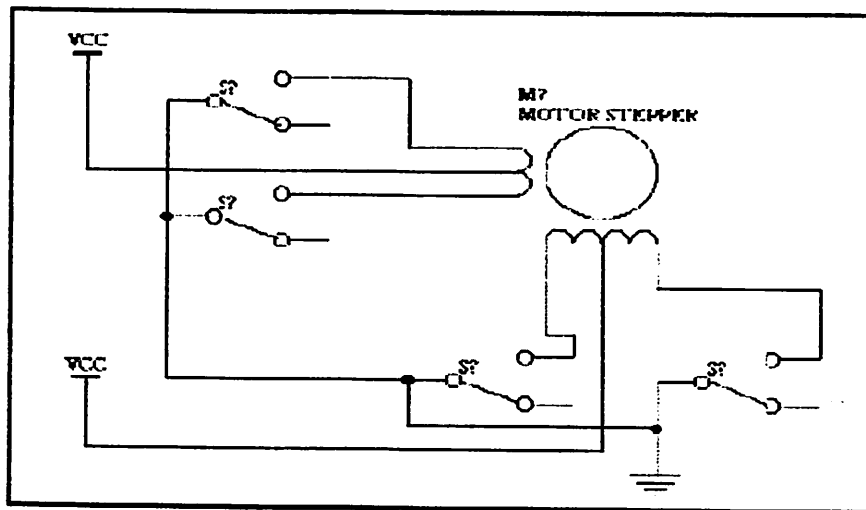


Gambar 2.24 Prinsip kerja Motor Stepper

Pada umumnya Motor Stepper sering dijumpai memiliki bermacam-macam jumlah kabel yang dimiliki, yang dapat disebutkan seperti di bawah ini:

1. Tipe 3 (tiga) kabel
2. Tipe 5 (lima) kabel
3. Tipe 6 (enam) kabel

Dibawah ini akan ditunjukkan tipe-tipe dari Motor Stepper dengan rangkain drivernya. Switch pada gambar ini akan menggunakan reley atau saklar biasa saja.



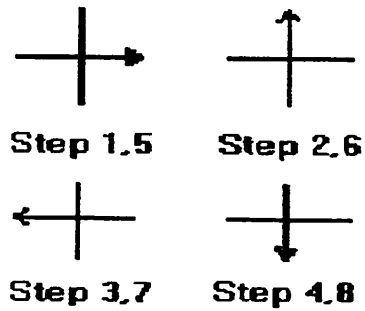
**Gambar 2.25** Rangkaian Driver Untuk Motor Stepper 6 Kabel

Didalam pengendalian Motor *Stepper* terdapat berbagai macam eksitasi yang dapat digunakan, yaitu:

1. Eksitasi 1 Fasa
2. Eksitasi 2 Fasa
3. Eksitasi 1-2 Fasa

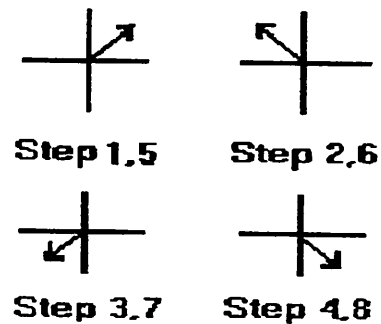
Eksitasi 1-2 Fasa disebut juga dengan mode *half-step*, sehingga *step angle* akan dua lebih kecil. Sebagai contoh, jika kumparan Motor *Stepper* memiliki *Step angle*  $1.8^{\circ}$  dan akan dikendalikan dengan eksitasi 1-2 Fasa maka gerak per *step* akan  $0.9^{\circ}$ . Dari 3(tiga) macam eksitasi diatas, eksitasi 2(dua) fasa yang memiliki Torsi relative lebih besar.

Step	SW1	SW2	SW3	SW4
1	On	Off	Off	Off
2	Off	On	Off	Off
3	Off	Off	On	Off
4	Off	Off	Off	On
5	On	Off	Off	Off
6	Off	On	Off	Off
7	Off	Off	On	Off
8	Off	Off	Off	On



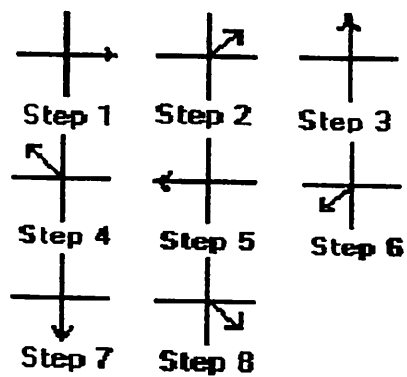
A. Eksitasi 1 ( satu ) fasa

Step	SW1	SW2	SW3	SW4
1	On	On	Off	Off
2	Off	On	On	Off
3	Off	Off	On	On
4	On	Off	Off	On
5	On	On	Off	Off
6	Off	On	On	Off
7	Off	Off	On	On
8	On	Off	Off	On



B. Eksitasi 2 ( dua ) fasa

Step	SW1	SW2	SW3	SW4
1	On	Off	Off	Off
2	On	On	Off	Off
3	Off	On	Off	Off
4	Off	On	On	Off
5	Off	Off	On	Off
6	Off	Off	On	On
7	Off	Off	Off	On
8	On	Off	Off	On



C. Eksitasi 1-2 fasa

Gambar 2.26 Macam – Macam Eksitasi Motor Stepper

### 2.11.2. Pengendalian Arah Putaran Motor Stepper

Pada Driver Motor Stepper ini digunakan sebuah rangkaian Transistor . Untuk mendapatkan nilai penguatan yang cukup besar dengan nilai input yang relatif kecil. Motor Stepper ini biasa digunakan sebagai penggerak mekanik agar bergerak Berdasarkan Stepp yang di inginkan .

Untuk dapat menggerakkan motor stepper terdapat beberapa pilihan eksitasi yang dapat digunakan yaitu eksitasi 1 Phasa. Eksitasi 2 Phasa, serta eksitasi 1 -- 2 Phasa, Pada pengendalian dengan menggunakan eksitasi 1 Phasa maka saat motor stepper ini bergerak 1 langkah maka akan digerakan oleh 1 buah coil dari motor stepper. Sedangkan bila menggunakan eksitasi 2 Phasa maka saat motor stepper ini bergerak 1 langkah maka akan digerakan oleh 2 buah coil dari motor stepper. Sedangkan bila menggunakan eksitasi 1 – 2 Phasa maka saat motor stepper ini bergerak 1 langkah maka akan digerakan oleh 1 buah dan 2 buah coil dari motor stepper.

Transistor yang pertama akan menguatkan sinyal sebelum masuk ke motor Stepper. Pada penguat ini kondisi Transistor diposisikan pada keadaan Cut-Off dan Saturasi atau dapat dikatakan bahwa transistor ini bekerja sebagai saklar. Untuk dapat menggerakkan motor stepper maka akan diaktifkan secara bergantian masing-masing phasanya

Untuk mencari harga dari resistansi basis transistor sehingga bekerja sebagai transistor saklar, maka digunakan persamaan dengan

$$I_c = \frac{V_{cc} - V_{CE}}{R_c} \quad (2.1)$$

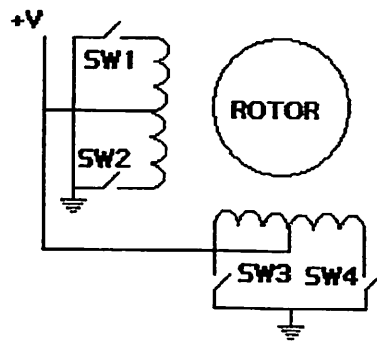
Dari persamaan ini maka akan didapatkan persamaan untuk mencari harga  $I_b$  seperti persamaan dibawah ini

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe} + 1} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dari persamaan ini maka akan didapatkan persamaan untuk mencari harga  $R_b$  seperti persamaan dibawah ini

$$R_b = \frac{V_b - V_{be}}{I_b} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan membuka menutupnya saklar sesuai dengan data pada tabel 4, maka kita dapat memutar inti motor dengan arah tertentu. Adapun urutan data yang harus diberikan ditunjukkan pada tabel 4 dibawah ini. Untuk arah putaran kebalikkannya, maka urutan data pada tabel 4 harus dibalik.



Gambar 2.28 Motor Stepper

Tab 2.2. Data Motor Stepper

Step	SW1	SW2	SW3	SW4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

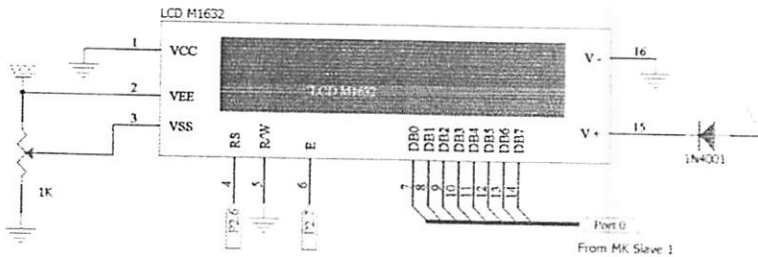
## 2.12. Liquid Crystal Display ( LCD )

### 2.12.1. Konfigurasi LCD

*Liquid Crystal Display* adalah modul tampilan berkonsumsi daya yang relatif rendah dan terdapat sebuah controller CMOS didalamnya. Kontroler tersebut sebagai pembangkit karakter dari ROM/RAM dan display data RAM. Semua fungsi tampilan dikontrol oleh suatu intruksi dan modul LCD dapat dengan mudah untuk diinterfacekan dengan mikroprossor/mikrokontroller. Input yang diperlukan untuk mengendalikan modul ini berupa bus data yang termultipleks dengan bus alamat dan 3 bit sinyal kontrol. Pengendali dot matrik LCD dilakukan secara internal pada modul LCD sendiri.



LCD merupakan suatu bentuk kristal cair yang akan beremulsi apabila dikenakan tegangan padanya. Tampilannya ini berupa dot matrik 5 x LCD sehingga jenis huruf yang dapat ditampilkan akan lebih banyak dan lebih baik resolusinya jika dibandingkan dengan 7 segment.



**Gambar 2-29** Rangkaian LCD M1632

*Sumber : alds.stts.edu, rubrik analog, STTS Surabaya*

LCD tipe M1632 memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- LCD ini terdiri dari 32 karakter dengan 2 baris masing-masing 16 karakter dengan display dot matrik 5 x 7
- Karakter generator Rom dengan 192 tipe karakter
- Karakter generator RAM dengan 8 tipe karakter
- 80 x 8 display data RAM
- Dapat diinterfacekan ke MPU 8 atau 4
- Dilengkapi fungsi tambahan : *display clear, cursor home, display ON/OFF, cursor ON/OFF, display character blink, cursor shift, dan display shift.*
- Internal Data
- Internal Otomatis, reset pada saat power ON
- +5 volt PSU Tunggu

**Tabel 2-3 Konfigurasi Pin-pin LCD<sup>[3]</sup>**

NO	SYMBOL	LEVEL	FUNCTION
1	Vss	-	0 Ground
2	Vcc	-	5 V + 10%
3	Vee	-	LCD Drive
4	RS	H/L	H : Data Input L : Intruksi Input
5	R/W	H/L	H : Read L : Write
6	E	H/L	Enable Signal
7-14	DB0-DB7	H/L	Data Bus
15	Light LCD	-	Menyalakan lampu LCD max 200 mA
16	Light LCD	-	Ground

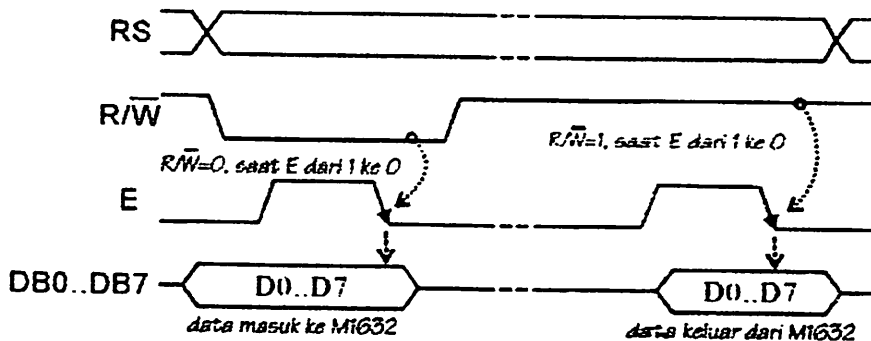
### 2.12.2. Sinyal interface M1632

Untuk berhubungan dengan mikrokontroler pemakai, M1632 dilengkapi dengan 8 jalur data (**DB0..DB7**) yang dipakai untuk menyalurkan kode ASCII maupun perintah pengatur kerjanya M1632. Selain itu dilengkapi pula dengan **E**, **R/W** dan **RS** seperti layaknya komponen yang kompatibel dengan mikroprosesor. Kombinasi lainnya **E** dan **R/W** merupakan sinyal standar pada komponen buatan Motorola. Sebaliknya sinyal-sinyal dari MCS51 merupakan sinyal khas Intel dengan kombinasi sinyal **WR** dan **RD**.

RS, singkatan dari *Register Select*, dipakai untuk membedakan jenis data yang dikirim ke M1632, kalau RS=0 data yang dikirim adalah perintah untuk mengatur kerja M1632, sebaliknya kalau RS=1 data yang dikirim adalah kode ASCII yang ditampilkan.

Demikian pula saat pengambilan data, saat RS=0 data yang diambil dari M1632 merupakan data status yang mewakili aktivitas M1632, dan saat RS=1 maka data yang diambil merupakan kode ASCII dari data yang ditampilkan.

Proses mengirim/mengambil data ke/dari M1632 digambarkan dalam gambar 2-26 bisa dijabarkan sebagai berikut :



Gambar 2-30 Mengirim/Mengambil Data Ke/Dari M1632

Sumber : *alds.stts.edu, rubrik analog, STTS Surabaya*

1. RS harus dipersiapkan dulu, untuk menentukan jenis data seperti yang telah dibicarakan di atas.
2. R/W di-nol-kan untuk menandakan akan diadakan pengiriman data ke M1632. Data yang akan dikirim disiapkan di DB0..DB7, sesaat kemudian sinyal E di-satu-kan dan di-nol-kan kembali. Sinyal E merupakan sinyal sinkronisasi, saat E berubah dari 1 menjadi 0 data di DB0 .. DB7 diterima oleh M1632.

3. Untuk mengambil data dari M1632 sinyal R/W di-satu-kan, menyusul sinyal E di-satu-kan. Pada saat E menjadi 1, M1632 akan meletakkan datanya di DB0 .. DB7, data ini harus diambil sebelum sinyal E di-nol-kan kembali.

### 2.12.3. Interuksi Operasi Dasar

#### 2.12.4. Register

Kontroller dari LCD mempunyai dua buah register 8 bit yaitu register intruksi (IR) dan register data (RD). IR menyimpan intruksi seperti *display clear*, *cursor shift* dan *display data* (DD RAM) serta *character generator* (CG RAM). DR menyimpan data untuk ditulis di DD RAM atau CG RAM atau membaca data dari DD RAM atau CG RAM. Ketika data ditulis ke DD RAM atau CG RAM maka DR akan secara otomatis menulis data ke DD RAM atau CG RAM dan data pada DD RAM atau CG RAM hendak dibaca maka alamat data ditulis pada IR sedangkan data alamat dimasukkan melalui DR dan mikroprosesor membaca data dari DR.

Tabel 2-4 Tabel Register Seleksi<sup>[3]</sup>

RS	R/W	OPERASI
0	0	Seleksi IR, IR Write Display Clear
0	0	Busy Flag (DB7) @counter (DB0-DB7) Read
1	0	Seleksi DR, DR Write
1	1	Seleksi DR, DR Read

#### **2.12.5. Busy Flag**

*Busy Flag* menunjukkan bahwa modul siap untuk menerima instruksi selanjutnya. Sebagaimana yang terlihat pada table register seleksi sinyal akan melalui DB7. Jika RS = 0 dan R/W = 1. Jika bernilai 1 maka modul sedang melakukan kerja internal dan intruksi tidak dapat diterima. Sehingga status dari flag ini harus diperiksa sebelum melaksanakan intruksi selanjutnya.

#### **2.12.6. Address Counter**

AC menunjukkan lokasi memori dalam modul LCD. Pemilihan lokasi alamat itu diberikan lewat register intruksi (IR). Ketika data ada pada A, maka AC secara otomatis menaikkan atau menurunkan alamat tergantung dari *Entry Mode Set*.

#### **2.12.7. Display Data RAM (DD RAM)**

Pada LCD masing-masing line mempunyai range alamat tersendiri. Alamat ini diekspresikan dengan bilangan *Hexadecimal*. Untuk itu 1 range alamat berkisar 00H-0FH sedangkan untuk line 2 range alamat berkisar antara 40H-4FH.

#### **2.12.8. Character Generator ROM (CG ROM )**

CG ROM mempunyai tipe dot matrik 5 x 7 dan data pada LCD telah tersedia ROM sebagai pembangkit Character dalam kode ASCII.

#### **2.12.9. Character Generator RAM (CG RAM)**

CG RAM digunakan untuk pembuatan karakter tersendiri melalui program.

**Tabel 2-5 Fungsi Terminal Pada LCD<sup>(3)</sup>**

<b>Nama Signal</b>	<b>Jml Terminal</b>	<b>I/O</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Fungsi</b>
DB0-DB3	4	I/O	MPU	Sebagai lalu lintas data dan intruksi ke atau dari MPU Low Byte
DB4-DB7	4	I/O	MPU	Sebagai lalu lintas data atau intruksi 2 arah upper byte. DB7 sebagai busy flag
E	1	I	MPU	Sinyal Start (read/write)
R/W	1	I	MPU	Seleksi Sinyal 0 = write 1 = read
RS	1	I	MPU	Seleksi Register
VLS	1	-	PS	0 = intruksi reg (wr) Busy flag addr counter (rd) 1 = data reg (wr dan rd)
7	1	-	PS	Mengatur Tampilan LCD
Vcc	1	-	PS	+5 volt

Pada LCD juga terdapat instruksi – instruksi sebagai berikut :

- *Display clear* : membersihkan tampilan yang ada pada LCD serta menyimpan, sedangkan kursor kembali ke posisi semula.
- *Cursor home* : hanya membersihkan tampilan dan kursor kembali ke semula.
- *Empty mode Set* : layar beraksi sebagai tampilan tulis.
  - ✓ S : 1/0 = menggeser layar.
  - ✓ 1/0 : 1 = kursor bergerak ke kanan dan layar bergerak ke kiri.
  - ✓ 1/0 : 0 = kursor bergerak ke kiri dan layar bergerak ke kanan
- *Display On/Off* kontrol.
  - ✓ D : 1 = layar on
  - ✓ D : 0 = layar off
  - ✓ C : 1 = kursor on
  - ✓ C : 0 = kursor off
  - ✓ B : 1 = kursor berkedip-kedip
  - ✓ B : 0 = kursor tidak berkedip – kedip
- *Cursor Display Shift*
  - ✓ S/C : 1 = LCD diidentifikasi sebagai layar
  - ✓ S/C : 0 = LCD diidentifikasi sebagai kursor
  - ✓ R/L : 1 = menggeser satu spasi ke kanan
  - ✓ R/L : 0 = menggeser satu spasi ke kiri

- *Fuction Set*
  - ✓ DL : 1 = panjang data LCD pada 8 bit
  - ✓ DL : 0 = panjang data LCD pada 4 bit
  - ✓ Bit upper ditransfer terlebih dahulu kemudian diikuti dengan 4 bit lower.
  - ✓ N : 1/0 = LCD menggunakan 2 atau 1 baris karakter
  - ✓ P : 1/0 = LCD menggunakan 5 x 10 dot matrik
- *CG RAM address set* : menulis alamat RAM ke karakter
- *DD RAM address set* : menulis alamat RAM ke tampilan
- *BF/address set* : BF = 1/0, LCD dalam keadaan sibuk atau tidak sibuk.
- *Data write to CG RAM or DD RAM* : membaca byte dari alamat terakhir RAM yang dipilih.

## **2.13. Mikrokontroler AT89S8252**

### **2.13.1. Fitur Mikrokontroler AT89S8252**

Perbedaan mendasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor adalah mikrokontroler selain memiliki CPU juga dilengkapi memori dan input output yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokomputer sehingga sebuah mikrokontroler dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keeping tunggal (*Single Chip Microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri.



Mikrokontroler AT89S8252 adalah mikrokontroler ATMEL yang kompatibel penuh dengan Mikrokontroler keluarga MCS-51, membutuhkan daya rendah, memiliki performance yang tinggi dan merupakan mikrokomputer 8 bit yang dilengkapi dengan 8 Kilobyte *Flash* memori untuk program, 2 Kilobyte *EEPROM (Electrical Eraseable And Programmable Read Only Memory)* dan 256 Byte RAM *internal*. Program memori yang dapat diprogram ulang dalam sistem atau menggunakan programmer nonvolatile memori konvensional. Dalam sistem mikrokontroler terdapat dua hal mendasar yaitu : perangkat lunak dan perangkat keras yang keduanya saling terkait dan mendukung.

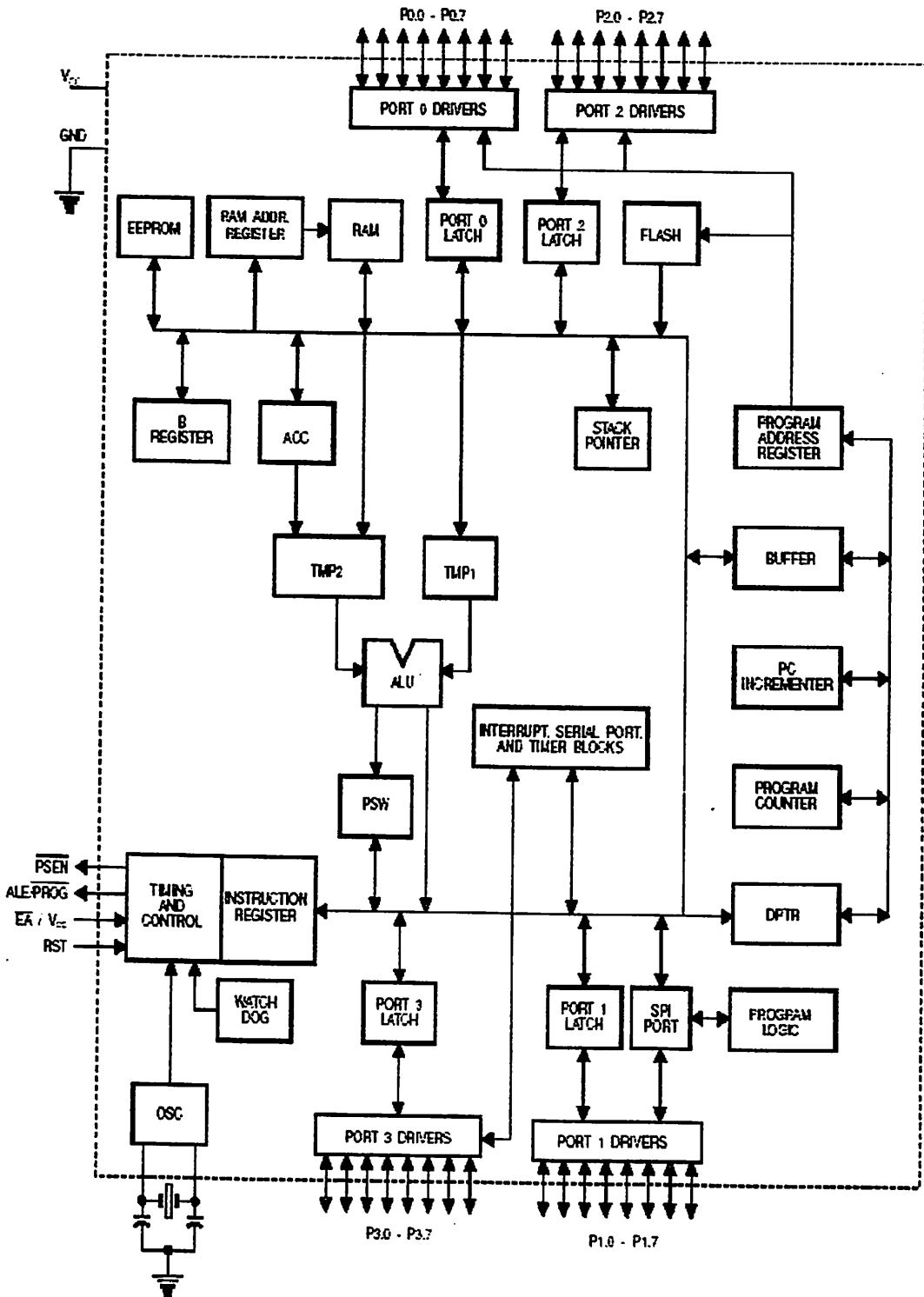
### 2.13.2. Arsitektur Mikrokontroler AT89S8252

Secara umum Mikrokontroler AT89S8252 memiliki :

- ✓ CPU 8 bit termasuk keluarga MCS-51.
- ✓ 8 Kbyte *Flash* Memori.
- ✓ 256 Byte *Internal* Memori.
- ✓ 32 Port I/O, masing-masing terdiri atas 6 jalur I/O.
- ✓ 3 *Timer/Counter* 16 Bit.
- ✓ 2 Serial Port *Full Duplex*.
- ✓ Kecepatan pelaksanaan instruksi per siklus 1  $\mu$ S pada frekuensi *clock* 12 MHz.
- ✓ 2 DPTR (*Data Pointer*).
- ✓ *Watchdog timer*.
- ✓ *Fleksibel ISP Programming*.

Dengan keistimewaan diatas pembuatan alat menggunakan AT89S8252 menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan IC pendukung yang banyak.

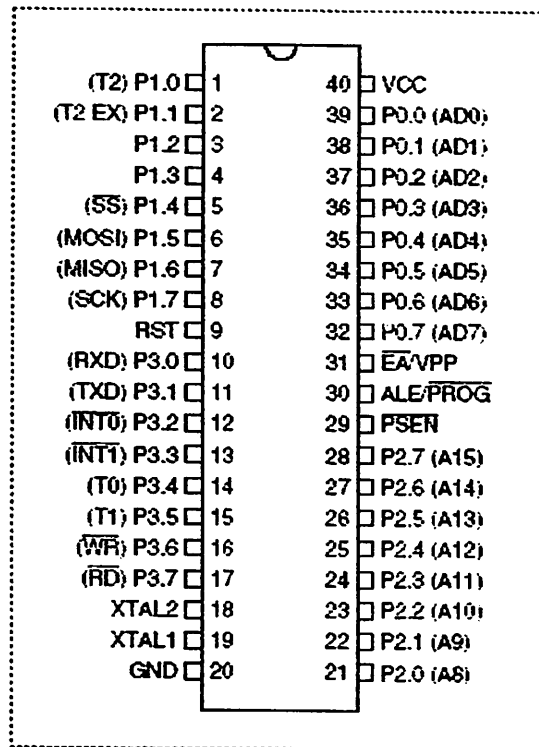
Adapun blok diagram dari Mikrokontroler AT89S8252 adalah sebagai berikut :



Gambar 2-31 Diagram Blok Mikrokontroler AT89S8252

### 2.13.3. Konfigurasi Pin - Pin Mikrokontroler AT89S8252

Mikrokontroler AT89S8252 terdiri dari 40 pin dengan konfigurasi sebagai berikut:



Gambar 2-32. Konfigurasi Pin-Pin AT89s8252  
Sumber: [www.atmel.com](http://www.atmel.com)

Fungsi-fungsi tiap pinnya adalah sebagai berikut :

- Port 1 pada pin 1 - 8

Merupakan port input-output dua arah dengan internal *pull-up* dan mempunyai fungsi khusus seperti yang terlihat pada tabel.

Tabel 2-6 Fungsi Khusus Pada Port 1

Identitas Port	Fungsi Khusus
P1.0	T2 (masukan eksternal untuk Timer/Counter 2)
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger dan kontrol arah)
P1.2	-
P1.3	-
P1.4	SS (slave port select input)
P1.5	MOSI (master data output, slave data input untuk chanel SPI)
P1.6	MISO (master data input, slave data output untuk chanel SPI)
P1.7	SCK (master clock output, slave clock input untuk chanel SPI)

- RST (Reset) pada pin 9

RST merupakan saluran 2 masukan untuk mereset mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika tinggi

- Port 3 pada pin 10 - 17

Merupakan port input-output dengan internal *pull-up*, dimana port 3 juga memiliki fungsi khusus dan dapat dilihat pada tabel berikut :

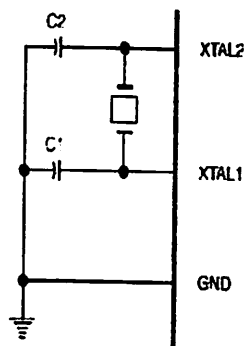
Tabel 2-7 Fungsi Khusus Pada Port 3

Identitas Port	Fungsi Khusus
Port 3.0	RxD (Port Masukan khusus)
Port 3.1	TxD (Port Keluaran Khusus)
Port 3.2	/INT0 (Masukan Interupsi Eksternal 0)
Port 3.3	/INT1 (Masukan Interupsi Eksternal 1)
Port 3.4	T0 (Masukan Pewaktu Eksternal 0)
Port 3.5	T1(Masukan Pewaktu Eksternal 1)

Port 3.6	/WR (Sinyal Tulis Memori Data Eksternal)
Port 3.7	/RD (Sinyal Baca Memori Data Eksternal)

- X-TAL 1 dan X-TAL 2 pada pin 18 dan 19

Pin ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan osilator internal. X-TAL 1 merupakan masukan ke rangkaian osilator internal sedangkan X-TAL 2 keluaran dari rangkaian osilator internal. Untuk keperluan ini diperlukan kapasitor penstabil sebesar 30 pF. Dan nilai dari X-TAL tersebut antara 4 - 24 Mhz. untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar pemasangan X-TAL serta kapasitor yang digunakannya.



**Gambar 2-33 Osilator Eksternal AT89S8252**

- Pin 20 Vss difungsikan sebagai Grounding
- Port 2 pada pin 21 - 28

Port 2 yang terdiri atas pin 21 - 28 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dengan internal *pull-up*. Port ini mengeluarkan 8-bit bagian alamat tinggi ( $A_8 - A_{15}$ ) selama pengambilan instruksi dari memori

program eksternal dan pengambilan data memori eksternal menggunakan mode pengalamatan 16-bit

- PSEN (*Program Store Enable*) pada pin 29

Merupakan sinyal pengontrol yang memperbolehkan program memori eksternal masuk ke dalam bus atau merupakan sinyal baca untuk mengaktifkan memori program eksternal

- ALE /Prog (*Address Lacth Enable*) pada pin 30

Digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan intruksi atau merupakan pulsa yang berfungsi untuk mengeluarkan alamat rendah ( $A_0 - A_7$ ) dalam port 0, selama proses baca/tulis memori eksternal. Frekuensi ALE adalah 1/6 kali frekuensi osilator dan dapat digunakan sebagai pewaktu. Pin ini juga berfungsi sebagai saluran program selama dilakukan pemrograman jika menggunakan memori program internal.

- EA/VPP (*External Access*), pin 31

EA/VPP (*External Access Enable*) untuk mengatur penggunaan memori program eksternal dan internal. Pin ini harus dihubungkan dengan ground bila menggunakan memori program eksternal dan dihubungkan dengan VPP sebesar 12 V jika menggunakan memori program internal. Dapat diberikan logika rendah (ground) atau logika tinggi (+5V), jika diberikan logika tinggi maka mikrokontroler akan mengakses program dari ROM internal (EEPROM/*Flash Memory*), dan jika diberikan logika rendah maka mikrokontroler akan mengakses program dari memori eksternal

- Port 0 pada pin 32 - 39

Port 0 yang terdiri atas pin 32 – 39 merupakan saluran masukan/keluaran dua arah tanpa internal *pull-up*. Port 0 merupakan saluran alamat rendah ( $A_0 - A_7$ ) yang dimultipleks dengan saluran bus data ( $D_0 - D_7$ )

- Pin 40 sebagai sumber tegangan ( $V_{CC}$ )

$V_{CC}$  merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC dengan toleransi kurang lebih 1 %

#### 2.13.4. Organisasi Memory

Organisasi memori pada mikrokontroler AT89S8252 dapat dibagi menjadi dua bagian besar yaitu memori program dan memori data. Pembagian tersebut didasarkan atas fungsi dari penyimpanan data maupun program. Memori program digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi yang akan dijalankan oleh mikrokontroler, sedangkan memori data digunakan sebagai tempat yang sedang diolah mikrokontroler.

Program mikrokontroler disimpan dalam memori program berupa ROM. Mikrokontroler AT89S8252 dilengkapi dengan ROM internal, sehingga untuk menyimpan program tidak digunakan ROM eksternal yang terpisah dari mikrokontroler. Agar tidak menggunakan memori program eksternal, pin EA dihubungkan dengan  $V_{CC}$  (logika 1).

Memori program mikrokontroler menggunakan alamat 16 Bit mulai dari  $0000_H - 0FFF_H$  sehingga kapasitas penyimpanan program maksimal adalah 4 Kbyte. Sinyal / PSEN (*Program Store Enable*) tidak digunakan jika menggunakan memori program internal.

Selain program mikrokontroler AT89S8252 juga memiliki data internal sebesar 128 Byte dan mampu mengakses memori data eksternal sebesar 64 Kbyte.

Semua memori data internal dapat dialamati dengan data langsung atau tidak langsung. Ciri dari pengalamatan langsung *operand* adalah alamat register yang berisi alamat data yang akan diolah. Sebagian memori tersebut dapat dialamati dengan pengalamatan register, dan sebagian lagi dapat dialamati dengan memori satu bit. Untuk membaca data digunakan sinyal / RD sedangkan untuk menulis digunakan sinyal / WR.

#### 2.13.5. SFR (*Special Function Register*)

Register Fungsi Khusus (*Special function Register*) terletak pada 128 byte bagian atas memori data internal dan berisi register-register untuk pelayanan latch port, timer, program status word (PSW), control peripheral dan sebagainya.

Beberapa macam register fungsi khusus yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

- *Accumulator* (ACC) merupakan register untuk penambahan dan pengurangan, perintah Mnemonic untuk mengakses akumulator disederhanakan sebagai A.
- *Register B* merupakan register khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian dan pembagian.
- *Stack Pointer* (SP) merupakan register 8 bit yang dapat diletakkan di alamat manapun pada RAM internal.
- *2 Data Pointer* (DPTR) terdiri atas dua register yaitu untuk byte tinggi (*data pointer high*, DPH) dan byte rendah (*data Pointer Low*, DPL) yang berfungsi untuk mengunci alamat 16 bit.
- *Port 0 sampai port 3* merupakan register yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada port 0, 1, 2, dan 3. Masing-masing register ini dapat dialamati per-byte maupun per-bit.



- *Control Register* terdiri dari register yang mempunyai fungsi kontrol. Untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus yaitu register IP (*Interrupt Priority*) dan register IE (*Interrupt Enable*). Untuk mengontrol pelayanan timer/counter terdapat register khusus yaitu register TCON (*Timer/Counter Control*) serta pelayanan port serial menggunakan register SCON (*Serial Port Control*).

**Tabel 2-8 Special Fuction Register AT89S8252 SFR Map dan Reset Values**

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000					SPCR 00000100			0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XXXX0000	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000			0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	E 0X900000		SPSR 00000000						0AFH
0A0H	P2 11111111								0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111						WMCON 00000010		97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000			8FH
80H	PD 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	SPDR XXXXXXXX	P0CON 00000000	87H

### 2.13.6. Sistem Interupsi

Mikrokontroler AT89S8252 mempunyai 5 buah sumber interupsi yang dapat membangkitkan permintaan yaitu INT0, INT1, T1, T2 dan Port Serial.

Saat terjadinya interupsi mikrokontroler secara otomatis akan menuju ke subrutin pada alamat tersebut. Setelah interupsi selesai dikerjakan, mikrokontroler akan mengerjakan program semula. Tiap-tiap sumber interupsi dapat *enable* atau *disable* secara software.

Tingkat prioritas semua sumber interrupt dapat diprogram sendiri-sendiri dengan set atau *clear* bit pada (*interrupt priority*). Jika dua permintaan interupsi dengan tingkat prioritas yang berbeda diterima secara bersamaan akan dilakukan polling untuk menentukan mana yang akan dilayani.

**Tabel 2-9** Alamat Sumber Interupsi

<b>Sumber Interupsi</b>	<b>Alamat Awal</b>
Interupt Luar 0 ( INT 0 )	03 <sub>H</sub>
Pewaktu/Pencacah 0 ( T0 )	0B <sub>H</sub>
Interrupt Luar 1 ( INT 0 )	13 <sub>H</sub>
Pewaktu/Pencacah 0 ( T0 )	1B <sub>H</sub>
Port Serial	23 <sub>H</sub>



## BAB III

### PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

#### 3.1. Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan tentang proses perancangan dan pembuatan sistem pengontrol pintu air dan pembersihan sampah. Perancangan dilakukan dengan merencanakan dan membuat blok diagram sistem agar mempermudah proses perakitan dan dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Perancangan sistem pengontrol pintu air dan pembersihan sampah terdiri dari perancangan perangkat keras (*hard ware*) serta perancangan perangkat lunak (*soft ware*). Perancangan perangkat keras meliputi rangkaian sensor, rangkaian pengkondisi sinyal, sistem mikrokontroler AT89s8252, Rangkaian tombol (*Push Button*), rangkaian *driver Buzzer*, rangkaian *driver motor DC serta stepper* dan rangkaian penampil berupa LCD. Sedangkan pada perancangan Perangkat lunak ini diperlukan untuk mengendalikan sistem secara keseluruhan sehingga dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diinginkan.

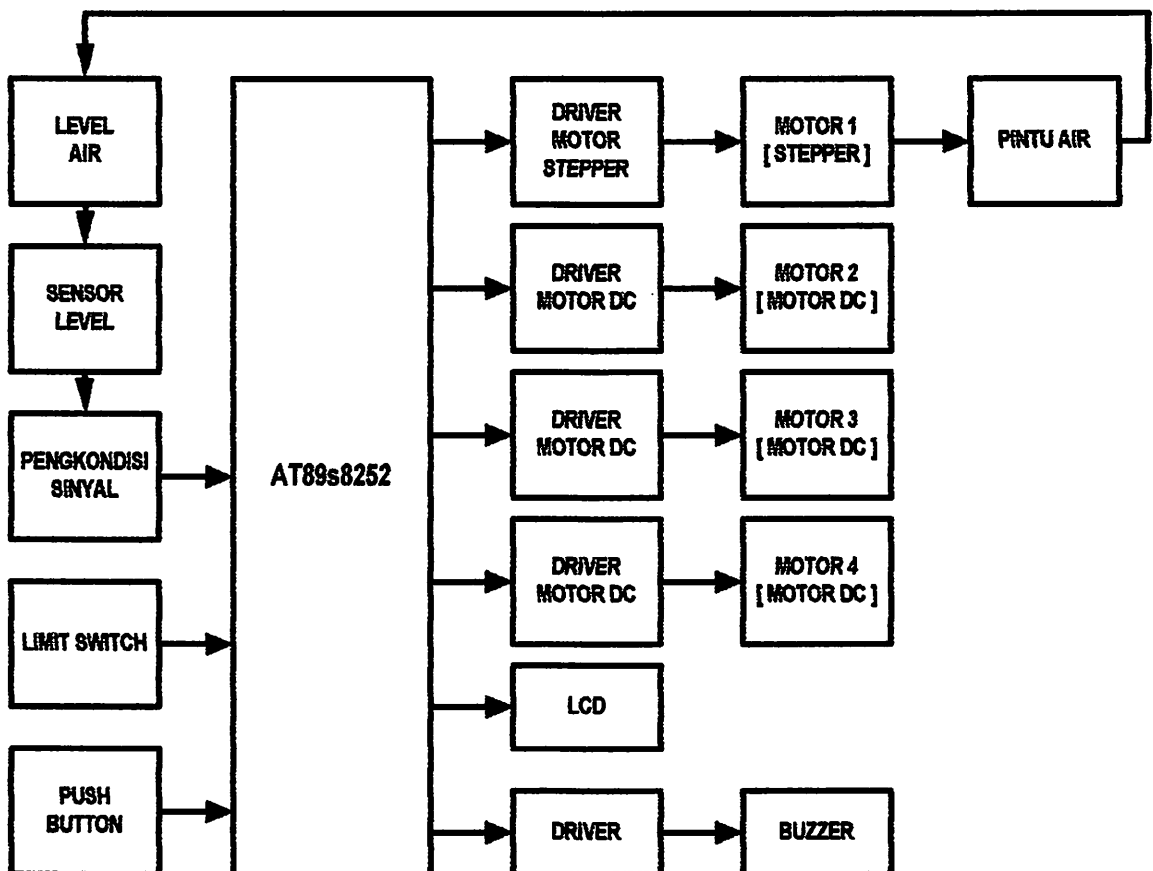
#### 3.2. Penentuan Spesifikasi Alat

Penentuan spesifikasi alat digunakan sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi dari alat yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan mikrokontroler AT89s8252 sebagai pengendali utama,
2. Komponen sensor yang digunakan adalah led infra-red dan photo dioda,
3. Media pemasukan data adalah menggunakan push button,
4. Tampilan menggunakan LCD M1632,
5. Buzzer akan digunakan sebagai keluaran suara,
6. Untuk penggerak mekanik digunakan motor stepper, dan motor DC.

### 3.3. Diagram Blok Keseluruhan Sistem

Blok diagram untuk perencanaan dan pembuatan sistem pengontrol pintu air dan pembersihan sampah dapat dilihat pada Gambar 3-1 yang merupakan diagram blok keseluruhan sistem yang secara umum terdiri dari masukan-masukan dan keluaran-keluaran yang diproses oleh mikrokontroler sebagai pengendali utama. Berikut penjelasan secara umum masing-masing diagram blok :



Gambar 3-1. Diagram Blok Keseluruhan System

**Fungsi dari tiap-tiap blok diagram dijelaskan sebagai berikut:**

➤ **Level Air**

Adalah suatu tingkat ketinggian air sungai yang akan dideteksi oleh sensor level.

➤ **Sensor Level**

Sensor ini dipakai sebagai penginderaan alat untuk mengetahui tingkat ketinggian air .

➤ **Rangkaian Pengkondisi Sinyal**

Rangkaian ini berfungsi untuk mengkondisikan sinyal dari sensor.

➤ **Push Button**

Difungsikan untuk memberikan masukan data ke mikrokontroler.

➤ **Limit Switch**

Digunakan sebagai saklar untuk memutuskan tegangan sumber pada motor DC

➤ **Mikrokontroler AT89s8252**

Difungsikan sebagai Pengendali utama dari keseluruhan rangkaian.

➤ **Driver Motor Stepper**

Driver ini berfungsi sebagai perantara dari mikrokontroler untuk mengendalikan motor stepper.

➤ **Driver Motor DC**

Driver-driver ini merupakan driver *relay* yang berfungsi sebagai perantara dari mikrokontroler untuk mengendalikan motor DC *gear box*.

➤ **Motor 1 [ motor stepper ]**

Motor pertama yang digunakan adalah motor stepper untuk menggerakkan mekanik pintu air.



#### **Motor 2,3,dan4**

Motor-motor yang digunakan adalah motor DC untuk menggerakkan mekanik pembersih sampah.

#### **LCD**

LCD dot matrik ukuran 16x2, artinya 16 karakter 2 baris ini difungsikan sebagai tampilan pada alat.

#### **Driver Buzzer**

Rangkaian ini terdiri dari transistor dan resistor dan berfungsi untuk menyambung dan memutus catu daya menuju buzzer atau bisa dikatakan bahwa rangkaian ini berfungsi sebagai saklar.

#### **Buzzer**

Berfungsi sebagai keluaran berupa suara.

#### **Cara kerja dari alat:**

Setelah alat ini diaktifkan maka sistem kerjanya akan berjalan sebagai berikut :

1. Pada tampilan pertama Mikrokontroller akan menampilkan menu utama melalui perantaraan LCD,
2. Penekanan tombol 1 pada menu utama akan masuk pada menu pintu air,
3. Penekanan tombol 2 pada menu utama akan masuk pada menu pembuangan sampah,
4. Penekanan tombol 1 pada menu pintu air akan menjalankan pintu otomatis,
5. Penekanan tombol 2 pada menu pintu air akan menjalankan pintu semi otomatis,

➤ **Motor 2,3,dan 4 [ motor DC gear box ]**

Motor-motor yang digunakan adalah motor DC untuk menggerakkan mekanik pembersih sampah.

➤ **Pintu Air**

Fungsi dari pintu ini adalah untuk pengendali debit air.

➤ **LCD**

LCD dot matrik ukuran 16x2, difungsikan sebagai tampilan pada alat.

➤ **Driver Buzzer**

Rangkaian ini terdiri dari transistor dan resistor dan berfungsi untuk menyambung dan memutus catu daya menuju buzzer.

➤ **Buzzer**

Berfungsi sebagai keluaran berupa suara.

**Cara kerja dari alat:**

Setelah alat ini diaktifkan maka sistem kerjanya akan berjalan sebagai berikut :

1. Pada tampilan pertama Mikrokontroller akan menampilkan menu utama melalui perantaraan LCD,
2. Penekanan tombol 1 pada menu utama akan masuk pada menu pintu air,
3. Penekanan tombol 2 pada menu utama akan masuk pada menu pembuangan sampah,
4. Penekanan tombol 1 pada menu pintu air akan menjalankan pintu otomatis,
5. Penekanan tombol 2 pada menu pintu air akan menjalankan pintu semi otomatis,



6. Penekanan tombol 1 pada menu pembuangan sampah akan menjalankan proses pembersihan sampah 1x sehari,
7. Penekanan tombol 2 pada menu pembuangan sampah akan menjalankan proses pembersihan sampah 2x sehari,
8. Proses pengontrolan pintu air otomatis berjalan berdasarkan informasi sensor level, sensor ini mendeteksi perubahan pada level air, informasi dari sensor dikirim ke mikrokontroller melalui pengkondisi sinyal untuk diolah kemudian mikrokontroller akan menggerakkan motor 1 untuk membuka atau menutup pintu air.
9. Proses pengontrolan pintu air semi-otomatis berjalan berdasarkan dari seting yang kita masukan ke mikrokontroller melalui penekanan tombol push-button, pintu air akan tetap pada posisi sesuai seting walupun sensor 1,2,3 aktif akan tetapi ketika sensor 4 aktif maka mikrokontroller akan mengaktifkan sirine dan membuka pintu air secara penuh,
10. Pada menu pembuangan sampah akan tampil 2 pillihan menu yaitu sehari 1x & 2x, pada posisi awal pengeruk akan digerakan oleh motor 3&4 kedar sungai kemudian akan melakukan gerakan menjepit setelah itu akan bergerak kembali keatas pada kedudukan awal dilanjutkan dengan pergerakan berlawanan arah jarum jam oleh motor 2 dan berhenti ketika berada tepat di atas bak sampah kemudian pengeruk akan membuka jepitannya untuk menjatuhkan sampah dan beberapa detik kemudian motor 2 akan bergerak memutar searah jarum jam untuk mengembalikan pengeruk pada posisi

semula dan berhenti setelah itu menunggu untuk proses pembuangan sampah berikutnya.

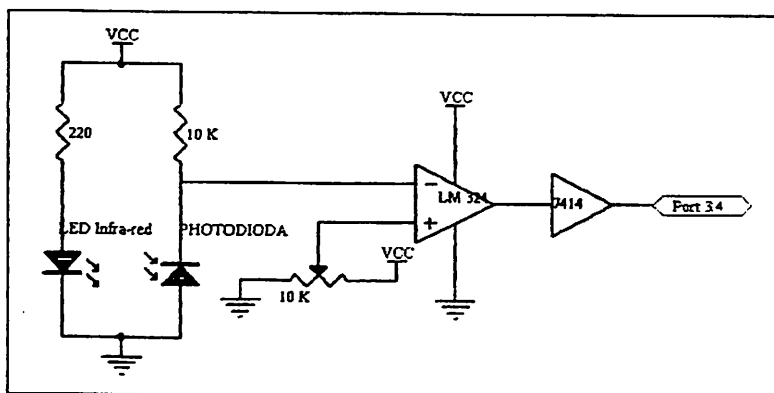
### 3.4. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa bagian yang secara umum dapat dibagi menjadi 3 bagian utama yaitu :

- Bagian masukan yang terdiri dari sensor-sensor dan tombol Push Button.
- Bagian pemroses data yaitu mikrokontroler.
- Bagian keluaran yang terdiri dari *driver-driver*, motor 1,2,3,dan 4, LCD, serta Buzzer.

#### 3.4.1. Perancangan Sensor Level air.

Sensor ini adalah sebagai pendeteksi peningkatan dan penurunan level air sungai dan dalam perancangan alat ini digunakan pasangan diode infra merah dan photodiode. Dioda infra merah akan memancarkan cahaya infra merah yang dapat dihalangi oleh objek yang berwarna gelap agar tidak sampai diterima oleh diode.



Gambar 3-2. Sensor Level Ketinggian air

Agar dioda infra merah dapat memancarkan sinar infra merah diperlukan arus ( $I_{IR}$ ) sebesar 20 mA dan tegangan ( $V_{IR}$ ) sebesar 1,2 Volt. Sehingga dapat dihitung besarnya  $R_1$  sebagai berikut :

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{IR}}{I_{IR}}$$

$$R_1 = \frac{5 - 1,2}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_1 = \frac{3,8}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_1 = 190 \Omega$$

Karena dipasaran tidak ada maka diambil nilai terdekatnya yaitu 220  $\Omega$ . Sedangkan untuk menentukan nilai resistor *pull up* pada photodiode adalah sebagai berikut :

Diketahui arus pada photodiode ( $I_{PD}$ ) sebesar 0,5 mA

$$R_2 = \frac{V_{CC}}{I_{PD}}$$

$$R_2 = \frac{5}{0,5 \times 10^{-3}}$$

$$R_2 = 10 K\Omega$$

Pada rangkaian diatas memanfaatkan inverter schmitt trigger yang terdapat pada IC 74LS14. Gerbang ini merupakan fungsi not yang akan membalik kondisi logika input menjadi kebalikannya. Misalnya jika inputnya berlogika "0" maka outputnya akan berlogika "1" atau sebaliknya. Rangkaian sensor infra merah ini dibuat 4 buah dengan nilai komponen yang sama.

Agar dioda infra merah dapat memancarkan sinar infra merah diperlukan arus ( $I_{IR}$ ) sebesar 20 mA dan tegangan ( $V_{IR}$ ) sebesar 1,65 Volt (Data Sheet).

Sehingga dapat dihitung besarnya  $R_1$  sebagai berikut :

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{IR}}{I_{IR}}$$

$$R_1 = \frac{5 - 1,65}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_1 = \frac{3,35}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_1 = 167,5 \Omega$$

Karena dipasaran tidak ada maka diambil nilai terdekatnya yaitu 220  $\Omega$ .

Sedangkan untuk menentukan nilai resistor *pull up* pada photodiode adalah sebagai berikut :

Diketahui arus pada photodiode ( $I_{PD}$ ) sebesar 100 mA

$$R_2 = \frac{V_{CC}}{I_{PD}}$$

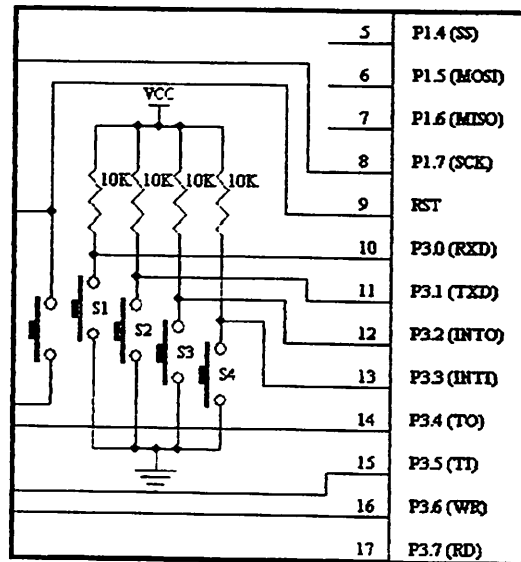
$$R_2 = \frac{5}{100 \times 10^{-3}}$$

$$R_2 = 50 \Omega \approx 47 \Omega$$

Pada rangkaian diatas memanfaatkan inverter schmitt trigger yang terdapat pada IC 74LS14. Gerbang ini merupakan fungsi not yang akan membalik kondisi logika input menjadi kebalikannya. Misalnya jika inputnya berlogika "0" maka outputnya akan berlogika "1" atau sebaliknya. Rangkaian sensor infra merah ini dibuat 4 buah dengan nilai komponen yang sama.

### 3.4.2. Perancangan rangkaian push button.

Tombol ini adalah sebagai perantara dalam memasukan data ketika melakukan penyetingan terhadap kinerja pintu air serta pembersih sampah.



Gambar 3-3. Rangkaian Push Button

Dalam gambar 3-3 rangkaian Push Button dipasang tahanan *pull up* yang dihubungkan ke masukan *port 3.0* sampai *port 3.3* pada mikrokontroler untuk menjamin agar masukan *port* berada dalam logika tinggi ketika tombol terbuka. Gambar 3-3 memperlihatkan persamaan tahanan *pull up*. Dengan melihat lembar data pada IC mikrokontroler AT89s8252, maka tahanan *pull up* minimum dapat dihitung :

$$R_{\text{pull up}} = \frac{V_{CC} - V_{OL}}{I_{OL}} \dots\dots\dots(3-1)$$

$$R_{\text{pull up}} = \frac{5 - 0,45}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 2843,75 \Omega$$

Dalam perancangan  $R_{pull\ up} = 10\ k\Omega$  sehingga arus yang mengalir ketika logika rendah dapat diketahui, yaitu :

$$I_{OL} = \frac{5 - 0,45}{10000} = 0,455\ mA$$

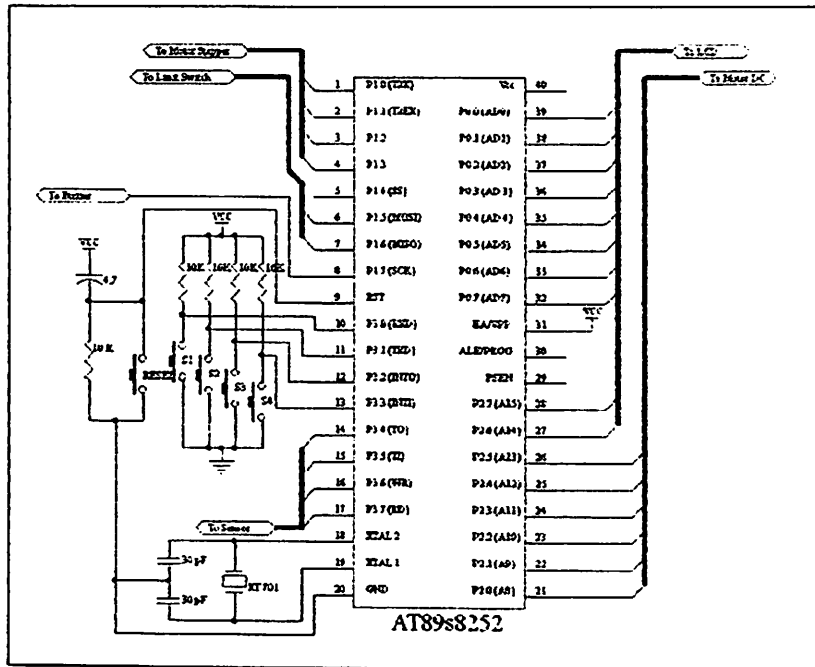
Jadi dengan nilai  $R_{pull\ up} = 10\ k\Omega$ , maka arus yang terserap ketika keluaran rendah tidak lebih besar dari batas arus  $I_{OL}$ nya (umumnya sebesar 1,6 mA).

### 3.4.3. Sistem Mikrokontroler AT89S8252

Sistem mikrokontroler terdiri atas mikrokontroler dan komponen-komponen pendukung agar sistem dapat berkerjasama dengan optimal. Mikrokontroler AT89S8252 adalah mikrokontroler *Atmel* yang kompatibel penuh dengan MCS-51 yang membutuhkan daya rendah, memiliki performa yang tinggi dan merupakan mikrokontroler 8 bit yang dilengkapi 2 *Kbyte EEPROM* dan 256 *byte RAM internal*.

Mikrokontroler AT89S8252 akan memproses masukan dan keluaran yang ada pada peralatan ini, pengontrolan tersebut dilakukan melalui pengaktifkan pin-pin atau port yang terdapat didalam mikrokontroler tersebut. Untuk mengaktifkan pin-pin atau port yang terdapat didalam mikrokontroler dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) yang ditempatkan pada *flash program memori internal* tanpa menggunakan memori program eksternal. Sehingga  $\overline{EA}$  (*Eksternal Accses Enable*) yang terdapat pada pin 31 diberi logika tinggi.

Perancangan mikrokontroler AT89S8252 dapat dilihat dalam gambar berikut :



Gambar 3-4. Perancangan Rangkaian Mikrokontroler AT89S8252

**Port-port yang digunakan dalam sistem adalah:**

- Pin 1-4 [ P1.0 – P1.3 ] digunakan sebagai sisi keluaran yang akan dihubungkan ke motor stepper untuk mengontrol pergerakan pintu air.
- Pin 6, 7 [ port 1.5 - 1.7 ] digunakan sebagai *input* dari sensor limit switch yang digunakan untuk membatasi pergerakan motor DC ke-2
- Pin 8 [ port 1.7 ] digunakan sebagai keluaran untuk rangkaian Buzzer.
- Pin 9 [ RST ]digunakan sebagai reset, *reset* aktif tinggi yang terhubung dengan rangkaian *power on reset* dan jika diaktifkan akan *mereset* mikrokontroler.
- Pin 10-13 [ P3.0 – P3.3 ] digunakan sebagai masukan dari penekanan tombol Push Button.
- Pin 14-17 [ P3.4 - 3.7 ] digunkan sebagai inputan dari keluaran sensor level.
- Pin 18, 19 [ XTAL1, XTAL2 ] digunakan untuk *clock*.

- Pin 20 [ GND ] digunakan sebagai ground.
- Pin 21-25,28 [ P2.0 - 2.4, 2.7 ] digunakan sebagai outputan yang dihubungkan ke inputan driver motor DC.
- Pin 27-28 [ P2.6 - 2.7 ] digunakan sebagai outputan ke LCD
- Pin 31 [ EA/VPP ] dihubungkan ke VCC
- Pin 32-29 [ P0.0 - P0.7 ] digunakan sebagai keluaran data LCD
- Pin 40 ( $V_{CC}$ ) digunakan sebagai tegangan sumber.

Untuk nilai arus yang melalui mikrokontroler AT89s8252 telah memiliki ketetapan, yaitu untuk arus *input* pada port 1, 2, dan 3 saat  $V_{in} = 0,45 \text{ V}$  adalah sebesar  $-50 \mu\text{A}$ . Sedangkan arus transisi pada port 1, 2, dan 3 adalah sebesar  $-650 \mu\text{A}$  saat  $V_{in} = 2\text{V}$ ,  $V_{cc} = 5 \text{ V}$  dengan toleransi sebesar 10%.

Nilai arus *output* maksimum yang ada pada setiap pin port adalah 10mA, sedangkan arus *output* maksimum setiap 8-bit port adalah sebesar :

Port 0 = 26 mA

Port 1, 2, 3 = 15 mA

Total arus maksimum untuk semua keluaran pin adalah sebesar 71 mA dan  $V_{cc}$  minimum untuk *power-down* adalah 3 V.

#### 3.4.3.1. Rangkaian *Clock*

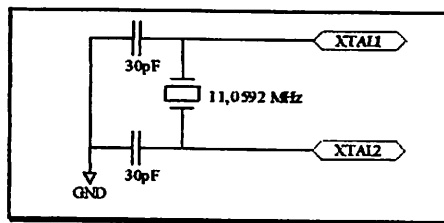
Kecepatan proses yang diperlukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Mikrokontroler AT89S8252 memiliki internal *clock* generator yang berfungsi sebagai sumber



clock yang diperlukan. Untuk sistem clocknya dipasang kristal dan resonator keramik yang berfungsi sebagai pembangkit clock osilator yang ada pada mikrokontroler.

Rangkaian ini terdiri dari dua buah kapasitor dan sebuah kristal. Untuk mengendalikan frekuensi osilatornya cukup dengan menghubungkan kristal pada pin 19 (XTAL1) dan pin 18 (XTAL2) serta dua buah kapasitor ke ground.

Dalam minimum sistem ini menggunakan kristal 11,0592 Mhz dan C1=C2 sebesar 30pF. Dengan rangkaian sebagai berikut :



Gambar 3-5. Perencanaan Rangkaian Clock pada Mikrokontroler AT89S8252

Dengan menggunakan nilai kristal dan kapasitor diatas maka dapat dihitung waktu yang diperlukan untuk satu siklus mesin.

Diketahui :  $F = 11,0592 \text{ Mhz}$

$$T = \frac{1}{f} \quad (3-1)$$

Sehingga :

$$T \frac{1}{11,0592 \text{ Mhz}} = \frac{1}{11,0592} \mu\text{s}$$

Maka untuk satu siklus mesin dari mikrokontroler AT89S8252 adalah sebesar :

$$T_m = 11,0592 \times T$$

$$T_m = 11,0592 \times \frac{1}{11,0592} \mu\text{s} = 1 \mu\text{s}$$

$$T_m = 1 \mu s$$

### 3.4.3.2. Rangkaian *Reset*

Rangkaian *reset* dalam mikrokontroler AT89S8252 akan melakukan *reset* setelah catu daya dihidupkan. Pada saat kondisi *reset* maka faktor *reset* pada alamat 0000H akan dituju oleh mikrokontroler AT89S8252 (dalam hal ini program *counter*) agar program yang terdapat didalam mikrokontroler kembali ke kondisi semula atau dengan kata lain mikrokontroler mengakses awal dari program yang telah diisi didalamnya. Untuk *mereset* mikrokontroler AT89S8252, maka pin *RESET* diberi logika tinggi selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator). Untuk membangkitkan sinyal *reset*, kapasitor dihubungkan dengan  $V_{CC}$  dan sebuah resistor yang dihubungkan ke *ground*. Besarnya nilai tahanan dan kapasitor pada rangkaian *reset* akan menentukan lamanya waktu pulsa *reset*.

Rangkaian ini terbentuk oleh komponen R dan C yang sudah ditetapkan oleh ATMEL. Nilai R yang dipakai adalah 10 K $\Omega$  dan untuk C sebesar 10 $\mu$ F.

$$F_o = \frac{1}{1,1 \cdot RC} \quad (3-2)$$

$$F_o = \frac{1}{1,1 \cdot 10 \times 10^3 \cdot 10 \times 10^{-6}}$$

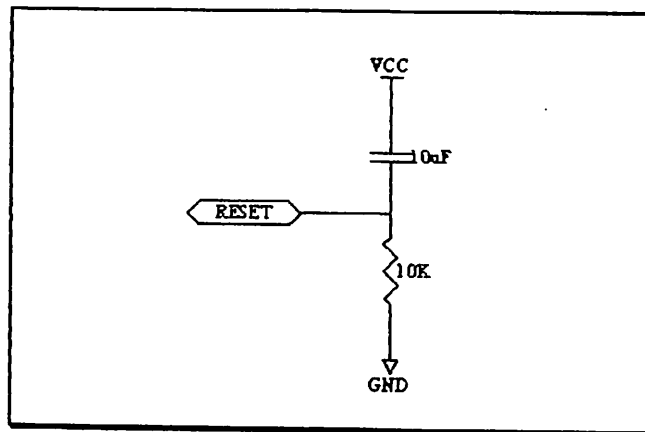
$$F_o = 90,9 \text{ Hz.}$$

$$\text{Maka periode } clock = \frac{1}{F}$$

$$T = \frac{1}{90,9}$$

$T = 0,011$  detik

Rangkaian *reset* ditunjukkan dalam gambar dibawah ini sebagai berikut :



Gambar 3-6. Perencanaan Rangkaian Reset pada Mikrokontroler AT89S8252

#### 3.4.4. Perancangan Rangkaian LCD

*LCD Display Module M1632* buatan Seiko Instrument Inc. terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka.

Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik pada panel LCD, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroler yang memakai tampilan LCD itu. Dengan demikian pemakaian M1632 menjadi sederhana, sistem lain yang M1632 cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ditampilkan seperti layaknya memakai sebuah printer.

Untuk berhubungan dengan mikrokontroler pemakai, M1632 dilengkapi dengan 8 jalur data (**DB0..DB7**) yang dipakai untuk menyalurkan kode ASCII maupun perintah pengatur kerjanya M1632. Selain itu dilengkapi pula dengan **E**, **R/W** dan **RS** seperti layaknya komponen yang kompatibel dengan mikroprosesor.

Kombinasi lainya **E** dan **R/W** merupakan sinyal standar pada komponen buatan Motorola. Sebaliknya sinyal-sinyal dari MCS51 merupakan sinyal khas Intel dengan kombinasi sinyal **WR** dan **RD**.

**RS**, singkatan dari Register Select, dipakai untuk membedakan jenis data yang dikirim ke M1632, kalau **RS=0** data yang dikirim adalah perintah untuk mengatur kerja M1632, sebaliknya kalau **RS=1** data yang dikirim adalah kode ASCII yang ditampilkan.

Demikian pula saat pengambilan data, saat **RS=0** data yang diambil dari M1632 merupakan data status yang mewakili aktivitas M1632, dan saat **RS=1** maka data yang diambil merupakan kode ASCII dari data yang ditampilkan.

Proses mengirim/mengambil data ke/dari M1632 bisa dijabarkan sebagai berikut :

1. **RS** harus dipersiapkan dulu, untuk menentukan jenis data seperti yang telah dibicarakan di atas.
2. **R/W** di-nol-kan untuk menandakan akan diadakan pengiriman data ke M1632. Data yang akan dikirim disiapkan di **DB0..DB7**, sesaat kemudian sinyal **E** di-satu-kan dan di-nol-kan kembali. Sinyal **E** merupakan sinyal sinkronisasi, saat **E** berubah dari 1 menjadi 0 data di **DB0 .. DB7** diterima oleh M1632.

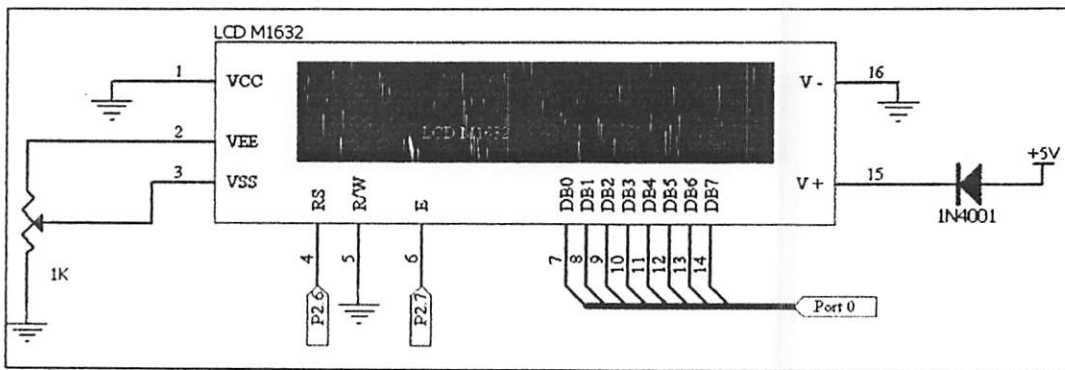
3. Untuk mengambil data dari M1632 sinyal R/W di-satu-kan, menyusul sinyal E di-satu-kan. Pada saat E menjadi 1, M1632 akan meletakkan datanya di DB0 .. DB7, data ini harus diambil sebelum sinyal E di-nol-kan kembali.

M1632 mempunyai seperangkat perintah untuk mengatur tata kerjanya, perangkat perintah tersebut meliputi perintah untuk menghapus tampilan, meletakkan kembali cursor pada baris huruf pertama baris pertama, menghidup/matikan tampilan dan lain sebagainya, semua itu dibahas secara terperinci dalam lembar data M1632.

Setelah diberi sumber daya, ada beberapa langkah persiapan yang harus dikerjakan dulu agar M1632 bisa dipakai, langkah-langkah tersebut antara lain adalah:

1. Tunggu dulu selama 15 mili-detik atau lebih.
2. Kirimkan perintah 30h, artinya transfer data antar M1632 dan mikrokontroler dilakukan dengan mode 8 bit
3. Tunggu selama 4.1 mili-detik
4. Kirimkan sekali lagi perintah 30h
5. Tunggu lagi selama 100 mikro-detik

Setelah langkah-langkah tersebut di atas M1632 barulah bisa menerima data dan menampilkannya dengan baik. Pada awalnya tampilan akan nampak kacau, dengan demikian perlu segera dikirim perintah menghapus tampilan dan lain sebagainya, sesuai dengan petunjuk yang ada di lembar data.



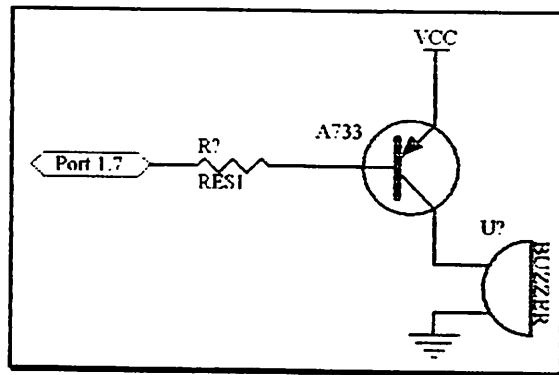
**Gambar 3-7.** Perancangan Rangkaian Liquid Crystal Display (LCD)

*Sumber : Perancangan.*

Untuk tampilan dipergunakan LCD Dot Matrik 2 x 16 karakter. Sinyal-sinyal yang diperlukan oleh LCD adalah RS dan Enable, sinyal RS dan Enable dipergunakan sebagai input yang outputnya dipakai untuk mengaktifkan LCD. LCD akan aktif apabila mikrokontroler memberikan instruksi tulis pada LCD. Saat kondisi RS don't care dan Enable 0 maka LCD tetap pada kondisi semula, pengiriman data ke LCD dilakukan saat RS berlogika 0 dan enable berlogika 1. Instruksi dikirim pada LCD bila keadaan RS 1 dan Enable 1. Pin LCD ini untuk data terkoneksi pada Port 0 mikrokontroler Slave 1. Kemudian untuk RS dihubungkan pada Port 2.6, tulis/baca (Read/Write) diberikan logika low karena disini LCD bersifat menulis data, dan yang terakhir Enable (E) dikendalikan dengan Port 2.7. Gambar rangkaian LCD ditunjukkan pada gambar 3-5.

### 3.4.5. Perancangan Buzzer

Dalam perancangan ini, alarm direalisasikan dengan menggunakan buzzer. Hidup dan matinya buzzer dikontrol dengan cara memutus atau menyambung catu daya yang menuju buzzer menggunakan transistor A733. Karena itu rangkaian alarm ditunjukkan pada Gambar 3.6.



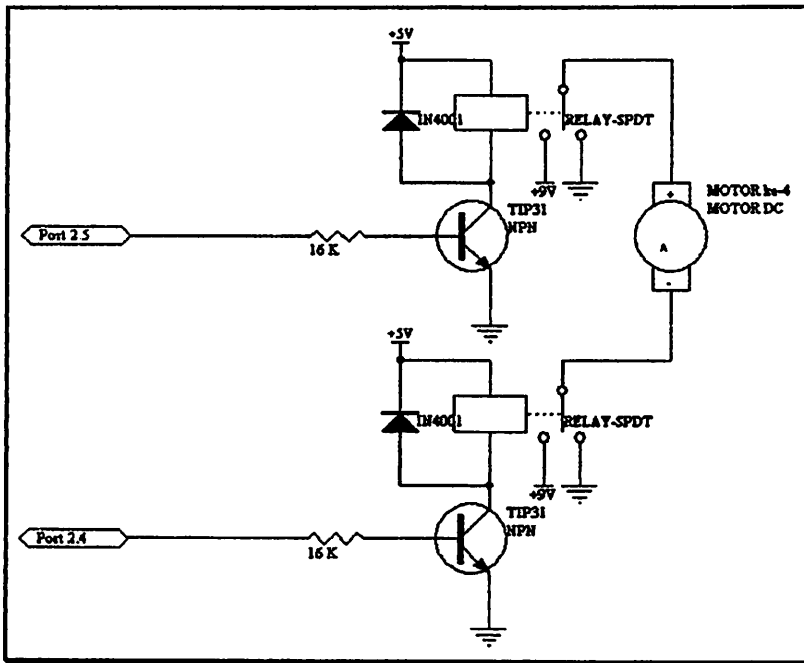
**Gambar 3-8.** Alarm menggunakan Buzzer

Ketika pin pada port 1.7 ini berlogika 1 maka transistor ON, catu daya masuk ke buzzer dan buzzer aktif. Sebaliknya jika pin ini berlogika 0 maka transistor OFF, catu daya menuju buzzer terputus dan buzzer mati.

### 3.4.6. Perancangan Driver Motor DC

Di dalam perancangan *driver-driver* motor ini dihubungkan dengan Port 2.0 sampai dengan port 2.5 dari mikrokontroler AT89s8252. Pada mekanik pembersih sampah terdapat beberapa macam pergerakan yaitu berputar kekanan dan berputar kekiri, pergerakan naik-turun serta pergerakan menjepit, sehingga untuk mencapai hal ini membutuhkan pergerakan motor DC *gear box*. Sistem kerjanya adalah apabila salah satu pin di-*ground*-kan pada motor *gear box* dan pin yang satunya dihubungkan ke *Vcc* maka mengakibatkan berputarnya motor. Untuk mengubah arah putaran motor dapat dilakukan dengan cara mengubah data pada kedua pin tersebut (*input data*) secara bergantian. Hal ini berlaku juga untuk pin-pin lain yang terhubung ke masing-masing *driver* motor. Jadi setiap motor *gear box* pada mekanik pembersih sampah memerlukan 2 *input data* dari

mikrokontroler AT89s8252. Untuk menggerakkan motor *gear box* ini diperlukan transistor driver, disini menggunakan transistor TIP31 untuk memicu *relay* untuk memutar motor ke kiri dan ke kanan.



Gambar 3-9. Rangkaian *Driver* Motor Pembersihan Sampah

Sumber : Perancangan

Gambar 3-4 adalah rangkaian *driver* motor *gear box* untuk pintu masuk dan keluar. Cara kerja dari rangkaian ini adalah pada saat mikrokontroler memberikan logika *high* pada basis transistor pertama maka akan mensaturasikan transistor dan memberikan beda potensial pada relay yang pertama. *Relay* bekerja dan membuat posisi kontak pada arah *normally open* sehingga *pin* yang pertama motor *gear box* mendapat tegangan positif, kemudian untuk transistor yang kedua pada saat logika *high* diberikan dari mikrokontroler maka akan mensaturasikan transistor dan memberikan beda potensial juga pada relay yang kedua. *Relay*



bekerja dan membuat posisi kontak pada arah *normally close* sehingga *pin* kedua dari motor *gear box* mendapat tegangan negatif, hal ini menyebabkan motor *gear box* berputar ke kanan dan kiri, transistor akan *cut off* dan satu rasi sesuai dengan logika yang diberikan dari mikrokontroler master yang bergantian. Untuk mencari harga dari resistansi basis transistor TIP31 sehingga akan bekerja sebagai transistor saklar, maka dengan data-data pengukuran Hfe Transistor didapat :

$$\text{Hfe Transistor TIP31} = \beta_{dc} = 50$$

$$\text{VCE} = 1,2 \text{ V}$$

$$\text{VBE} = 1,8 \text{ V}$$

$$\text{Rc} = \text{R Relay} = 0,694 \Omega$$

$$I_c = \frac{V_{cc} - V_{CE}}{R_c}$$

$$I_c = \frac{9 - 1,2}{0,69}$$
$$= 0.011 \text{ A}$$

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe} + 1}$$

$$= \frac{0.011}{50 + 1}$$

$$= 0.2 \text{ m A}$$

$$R_b = \frac{V_b - V_{be}}{I_b}$$

$$= \frac{5 - 1,8}{0.2 \text{ mA}}$$

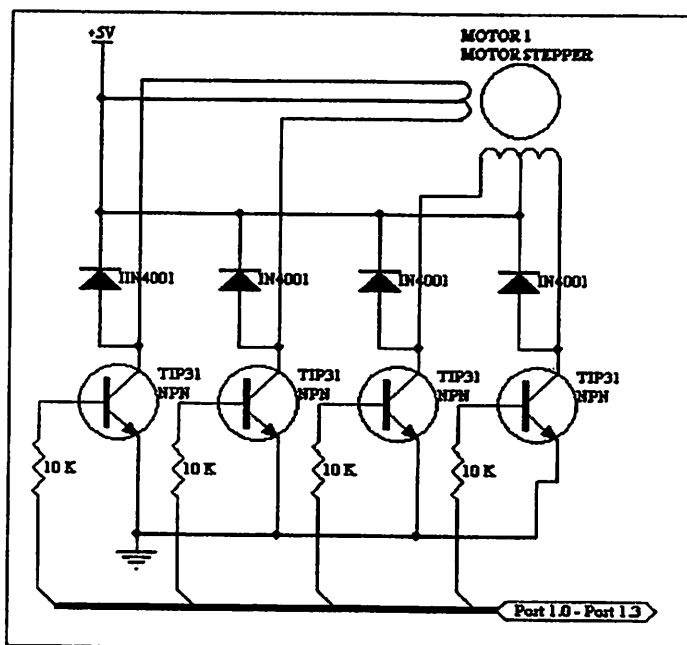
$$= 16000 \Omega$$

= 16 K $\Omega$

### 3.4.7. Perancangan Driver Motor Stepper

*Motor Stepper* ini adalah sebagai penggerak pintu air agar bergerak membuka dan menutup. Untuk menggerakkan motor stepper ini akan digunakan *Eksitasi 1* Phasa. Sehingga saat motor stepper ini bergerak 1 langkah maka akan digerakan oleh 1 buah coil dari motor *stepper*.

Pada Driver Motor *Stepper* ini digunakan metode saklar transistor, transistor - transistor ini di posisikan pada keadaan *Cut-Off* dan *Saturasi*. Atau dapat dikatakan bahwa Transistor ini digunakan sebagai saklar, karena menggunakan Motor Stepper 4 Phasa maka akan menggunakan transistor sebanyak 4 ( empat ) buah. Satu transistor akan mengaktifkan 1 ( satu ) phasa dari coil Motor *Stepper*.



Gambar 3-10 Rangkaian Motor Stepper 4 Phasa 6 Kabel

Pada Driver Motor *Stepper* ini masing-masing akan berlogika 1 atau On, sehingga arus  $I_c$  dapat mengalir menuju  $I_e$ . Dan Motor *Stepper* pun dapat bergerak, untuk dapat menggerakkan motor *stepper* maka akan diaktifkan secara bergantian masing-masing phasanya. Untuk mencari harga dari resistansi basis transistor TIP31 hingga bekerja sebagai transistor saklar, maka dengan data-data pengukuran  $H_{fe}$  Transistor didapat :

$$H_{fe} \text{ Transistor TIP31} = \beta_{dc} = 50$$

$$V_{CE} = 1,2 \text{ V}$$

$$V_{BE} = 1,8 \text{ V}$$

$$R_c = R \text{ Relay} = 122,8 \Omega$$

$$I_c = \frac{V_{cc} - V_{CE}}{R_c}$$

$$I_c = \frac{5 - 1,2}{122,8}$$

$$= 0.03 \text{ A}$$

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe} + 1}$$

$$= \frac{0.03 \text{ A}}{50 + 1}$$

$$= 0.5 \text{ mA}$$

$$R_b = \frac{V_b - V_{be}}{I_b}$$

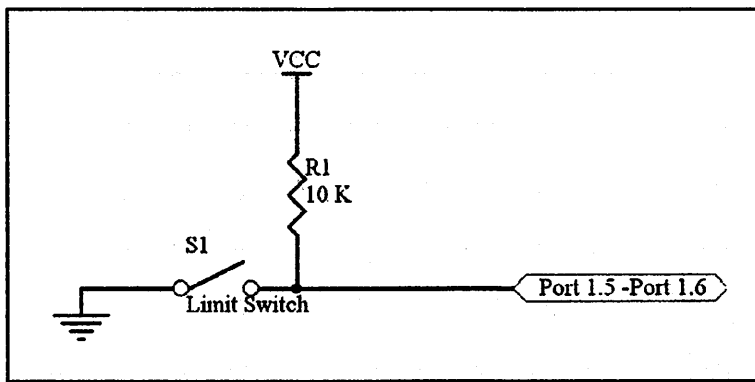
$$= \frac{5 - 1,8}{0.5 \text{ mA}}$$

$$= 6400 \Omega$$

$$= 6,4 \text{ K}\Omega$$

### 3.4.8. Perancangan Sensor Limit

Sensor *limit* adalah untuk membatasi pergerakan motor *gear box* ke-2. Menggunakan *limit switch* biasa diaktifkan secara aktif *low* dengan memberikan resistor *pull-up*.



Gambar 3-11. Rangkaian Sensor *Limit* motor gear box ke-2

Dalam gambar 3-11 rangkaian sensor limit dipasang tahanan *pull up* yang dihubungkan ke masukan *port* 1.5 sensor limit pintu masuk dan *port* 1.6 untuk sensor pintu keluar pada mikrokontroler master untuk menjamin agar masukan *port* berada dalam logika tinggi ketika tombol terbuka. Gambar 3-11 memperlihatkan persamaan tahanan *pull up*. Dengan melihat lembar data pada IC mikrokontroler AT89s8252, maka tahanan *pull up* minimum dapat dihitung :

$$R_{\text{pull up}} = \frac{V_{\text{CC}} - V_{\text{OL}}}{I_{\text{OL}}} \dots\dots\dots(3-1)$$

$$R_{\text{pull up}} = \frac{5 - 0,45}{1,6 \cdot 10^{-3}} = 2843,75 \Omega$$

Dalam perancangan  $R_{pull\ up} = 10\ k\Omega$  sehingga arus yang mengalir ketika logika rendah dapat diketahui, yaitu :

$$I_{OL} = \frac{5 - 0,45}{10000} = 0,455\ mA$$

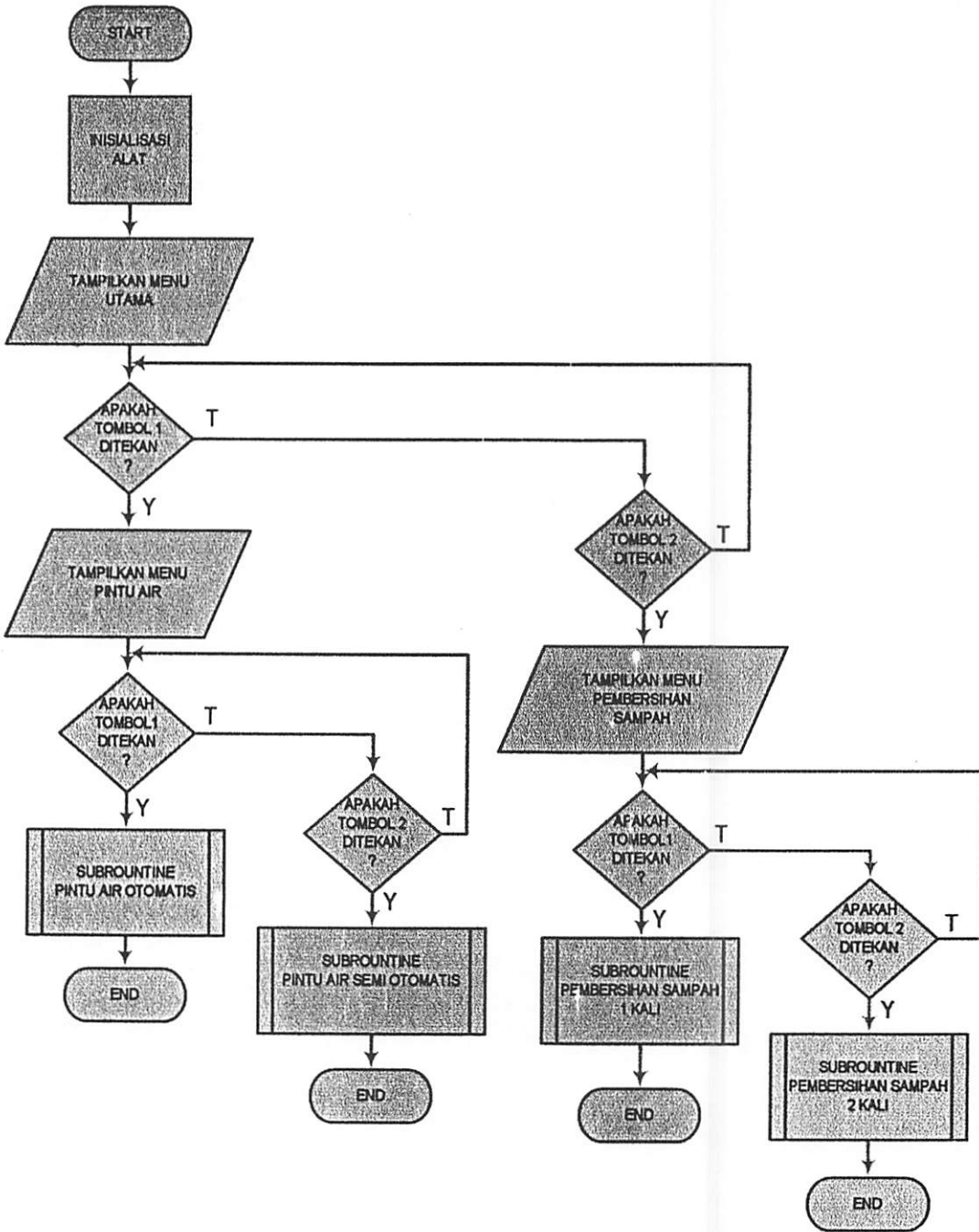
Jadi dengan nilai  $R_{pull\ up} = 10\ k\Omega$ , maka arus yang terserap ketika keluaran rendah tidak lebih besar dari batas arus  $I_{OL}$ nya (umumnya sebesar 1,6 mA).

### 3.4.9. Perencanaan Perangkat Lunak / Software

Untuk pemakaian mikrokontroller di dalam suatu sistem, perlu direncanakan perangkat lunak mikrokontroler yang dapat mengatur system tersebut. Perangkat lunak disini adalah susunan perintah-perintah ( program ) di dalam memori yang harus dilaksanakan mikrokontroler. Di dalam suatu mikrokontroler memori merupakan suatu fasilitas utama karena disinilah disimpan perintah-perintah yang harus dijalankan. Memori disini dapat dibedakan menurut fungsinya menjadi memori program dan memori data.

#### 3.4.9.1. Flowchart Sistem

Sebelum membuat perangkat lunak, terlebih dahulu dibuat diagram alir (*flowchart*) dari proses yang akan dibuat supaya memudahkan dalam pembuatan perangkat lunak (*software*).



Gambar 3-12. Flowchart Sistem secara umum.

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN ALAT**

Dalam bab ini akan di bahas mengenai pengujian alat yang telah dibuat. Hal ini dapat dilakukan untuk mengetahui kekurangan kerja sistem yang telah dibuat, sehingga dapat diketahui apakah alat tersebut dapat bekerja sesuai dengan yang telah di rencanakan. Dalam rangka pengujian alat tersebut diuraikan percobaan yang telah di lakukan untuk mengetahui respon dari alat yang telah dirancang.

#### **4.1. Tujuan Pengujian**

Tujuan pengujian yang dilakukan terhadap sistem aplikasi ini adalah sebagai berikut :

- Mengetahui unjuk kerja rangkaian sensor Level
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian driver motor DC.
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian driver motor Stepper.
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian LCD
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian keseluruhan

#### **4.2. Alat-alat untuk pengujian**

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian adalah :

1. Analog
2. Multimeter Digital
3. Power suplay +5 Volt dan +9 Volt

### 4.3. Pengujian dan Pengukuran

#### 4.3.1. Driver Motor Stepper

Metode pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan masukan sebesar 5 Volt DC pada rangkaian driver motor Stepper melalui kaki basis transistor, kemudian ukur arus keluaran pada  $I_c$  dan  $I_b$  nya.

Tabel 4-1. Pengukuran dan perhitungan Driver Motor Stepper

Transistor TIP 31						
Motor ke	$I_c$ Pengukuran	$I_c$ Perhitungan	Error %	$I_b$ Pengukuran	$I_b$ Perhitungan	Error %
2.	0,025 A	0,03 A	16,66	0,44 mA	0,5 mA	12
	0,023 A	0,03 A	23,33	0,40 mA	0,5 mA	20
3.	0,024 A	0,03 A	20	0,36 mA	0,5 mA	28
	0,022 A	0,03 A	26,66	0,39 mA	0,5 mA	20
4.	0,024 A	0,03 A	20	0,42 mA	0,5 mA	16
	0,023 A	0,03 A	23,33	0,43 mA	0,5 mA	14
Rata-rata			21,66	Rata-rata		18,66

##### 4.3.1.1. Analisa

$$H_{fe} \text{ Transistor TIP31} = \beta_{dc} = 50$$

$$V_{CE} = 1,2 \text{ V}$$

$$V_{BE} = 1,8 \text{ V}$$

$$R_c = R \text{ Relay} = 122,8 \Omega$$



$$I_c = \frac{V_{cc} - V_{CE}}{R_c}$$

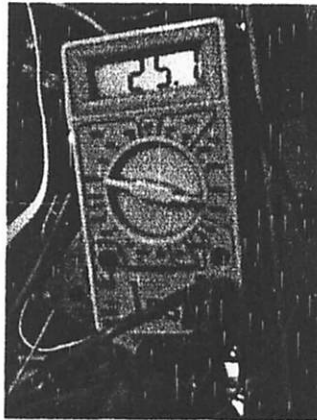
$$I_c = \frac{5 - 1,2}{122,8}$$

$$= 0,03 \text{ A}$$

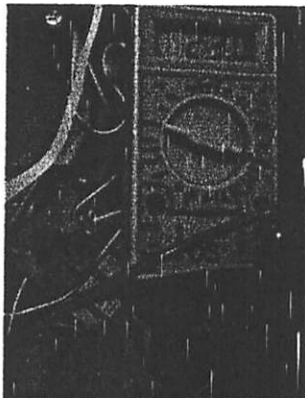
$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe} + 1}$$

$$= \frac{0,03 \text{ A}}{50 + 1}$$

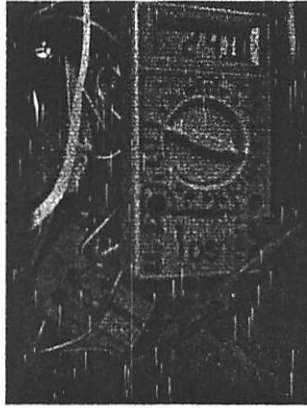
$$= 0,5 \text{ mA}$$



**Gambar 4-1.** *Keluaran Arus kolektor [I<sub>c</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor Stepper sebesar 0,025 A*



**Gambar 4-2.** *Keluaran Arus kolektor [Ic] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor Stepper sebesar 0,023 A*



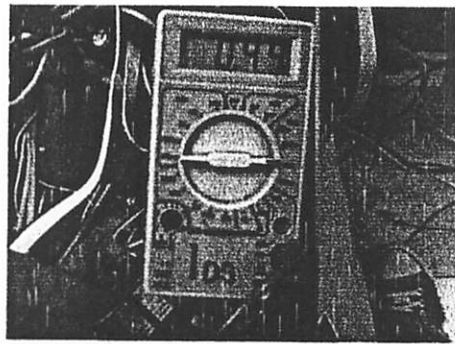
**Gambar 4-3.** *Keluaran Arus kolektor [Ic] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor Stepper sebesar 0,024 A*



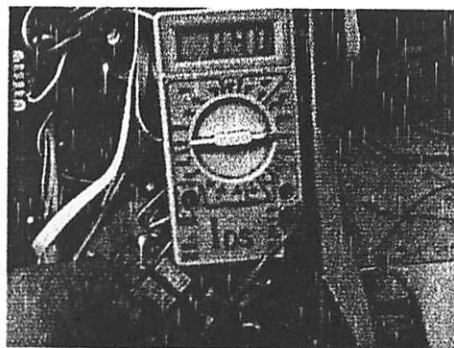
**Gambar 4-4.** *Keluaran Arus kolektor [Ic] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor Stepper sebesar 0,022 A*



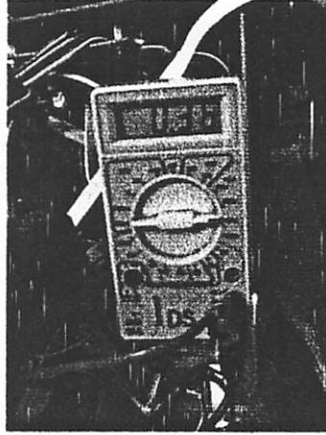
**Gambar 4-5.** *Keluaran Arus Basis [I<sub>b</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor Stepper sebesar 0,024A*



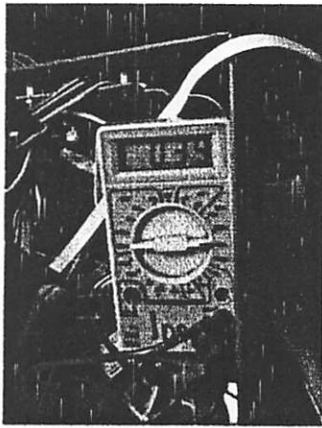
**Gambar 4-6.** *Keluaran Arus Basis [I<sub>b</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor Stepper sebesar 0,44 mA*



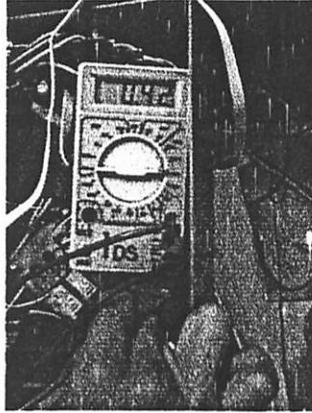
**Gambar 4-7.** *Keluaran Arus Basis [I<sub>b</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor Stepper sebesar 0,40 mA*



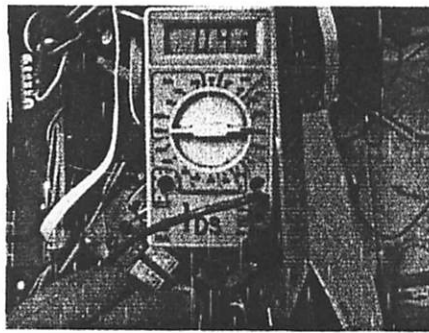
**Gambar 4-8.** *Keluaran Arus Basis [I<sub>b</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor Stepper sebesar 0,36 mA*



**Gambar 4-9.** *Keluaran Arus Basis [I<sub>b</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor Stepper sebesar 0,39 mA*



**Gambar 4-10.** *Keluaran Arus Basis [I<sub>b</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor Stepper sebesar 0,42 mA*



**Gambar 4-11.** *Keluaran Arus Basis [I<sub>b</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor Stepper sebesar 0,43 mA*

#### 4.3.2. Driver Motor DC

Tujuan dari pengujian motor DC adalah untuk mengetahui kerja yang dihasilkan oleh motor DC dan arus yang dipakai untuk memperoleh kinerja yang optimal. Metode pengujian dilakukan dengan cara memberikan tegangan masukan sebesar 9 Volt DC pada rangkaian driver motor DC melalui kaki basis transistor, kemudian ukur arus keluaran pada I<sub>c</sub> dan I<sub>b</sub> nya.

# Informasi Workshop

## Jenis pendaftaran

- Linux basic
- Delphi
- Desain grafis
- Visual basic
- Asp
- C++
- Java

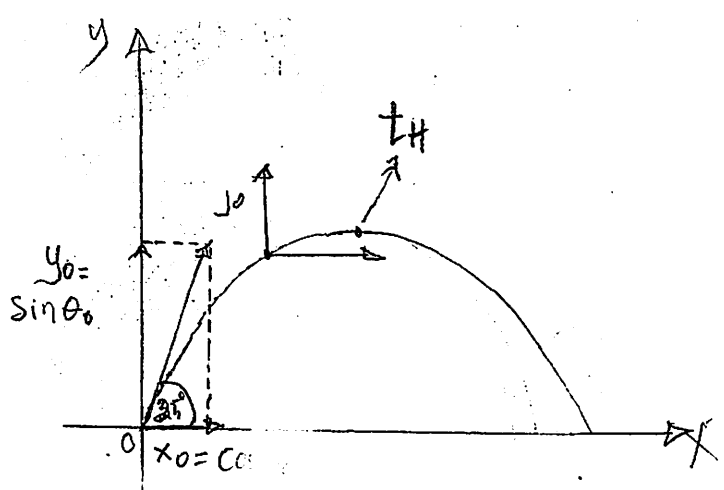
## Fasilitas :

- Modul
- Sertifikat
- Free CD LINUX

Workshop	Jumlah Pertemuan	Harga
Linux Basic	3 x 2 Jam	Rp. 80.000
Visual Basic :		
▪ Fundamental	6 x 2 Jam	Rp. 150.000
▪ Aplikasi	6 x 2 Jam	Rp. 175.000
Delphi :		
▪ Fundamental	6 x 2 Jam	Rp. 150.000
▪ Aplikasi	6 x 2 Jam	Rp. 175.000
Pemrograman Web :		
▪ ASP	6 x 2 Jam	Rp. 150.000
Java Basic	6 x 2 Jam	Rp. 150.000
Desain Grafis	6 x 2 Jam	Rp. 150.000
C++	6 x 2 Jam	Rp. 150.000



*Handwritten signatures and scribbles in blue ink.*



**Tabel 4-2. Pengukuran dan perhitungan Driver Motor DC**

<b>Transistor TIP 31</b>						
<b>No</b>	<b>Ic</b>		<b>Error %</b>	<b>Ib</b>		<b>Error %</b>
	<b>Pengukuran</b>	<b>Perhitungan</b>		<b>Pengukuran</b>	<b>Perhitungan</b>	
1.	0,009 A	0,011 A	18,18	0,17 mA	0,2 mA	15
2.	0,008 A	0,011 A	27,27	0,16 mA	0,2 mA	20
3.	0,010 A	0,011 A	9,09	0,18 mA	0,2 mA	10
4.	0,010 A	0,011 A	9,09	0,15 mA	0,2 mA	25
<b>Rata-rata</b>			<b>15,9</b>	<b>Rata-rata</b>		<b>17,5</b>

**4.3.2.1. Analisa**

**Hfe Transistor TIP31 =  $\beta_{dc} = 50$**

**VCE = 1,2 V**

**VBE = 1,8 V**

**Rc = R Relay = 0,694  $\Omega$**

$$Ic = \frac{Vcc - VCE}{Rc}$$

$$Ic = \frac{9 - 1,2}{0,69}$$

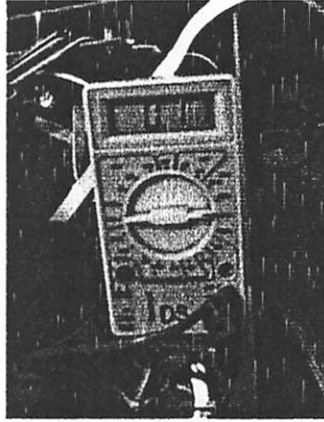
**= 0.011 A**

$$Ib = \frac{Ic}{Hfe + 1}$$

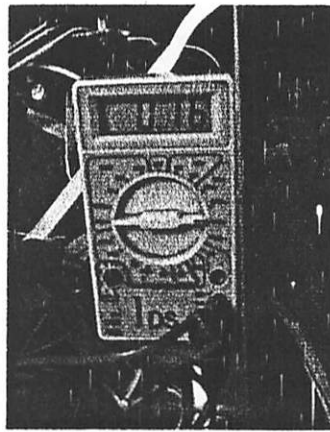
$$= \frac{0.011}{50 + 1}$$

**= 0.2 mA**

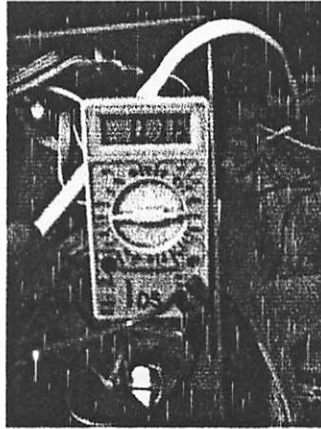




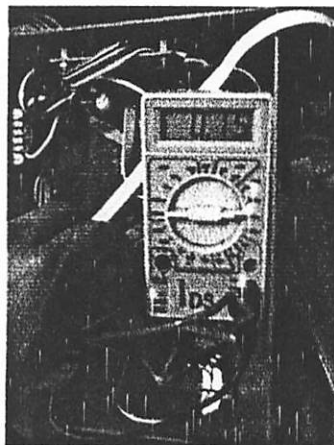
**Gambar 4-12.** *Keluaran Arus Basis [I<sub>b</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor dc sebesar 0,17 mA*



**Gambar 4-13.** *Keluaran Arus Basis [I<sub>b</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor dc sebesar 0,16 mA*



**Gambar 4-14.** *Keluaran Arus Basis [I<sub>b</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor dc sebesar 0,18 mA*



**Gambar 4-15.** *Keluaran Arus Basis [I<sub>b</sub>] Pada Transistor TIP31 pada Pengujian Driver Motor dc sebesar 0,15 mA*

**Tabel 4-3.** *Data output rangkaian driver motor*

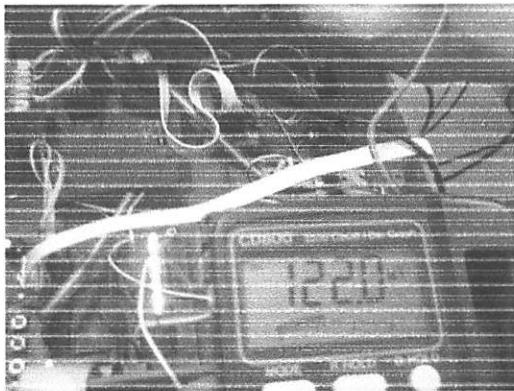
Input Driver Motor		Kondisi Relay		Kondisi Motor
Input A	Input B	Relay 1	Relay 2	
0 V	0 V	Pasif	Pasif	Diam
0 V	9 V	Pasif	Aktif	Putar Kiri

9 V	0 V	Aktif	Pasif	Putar Kanan
9 V	9 V	Aktif	Aktif	Diam

### 4.3.3. Sensor

**Tabel 4-4.** Pengukuran Driver Sensor [Photodiode]

Kondisi Sensor	Pengukuran
Tidak Terhalang	0,122 V
Terhalang	5,29 V



**Gambar 4-16.** Tegangan Keluaran rangkaian sensor saat tidak terhalang



**Gambar 4-17.** Tegangan Keluaran rangkaian sensor saat terhalang

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Selama dalam perencanaan dan pengujian dari keseluruhan sistem yang telah di buat maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dari hasil pengujian, dengan menggunakan tegangan catu daya sebesar 9 volt untuk driver motor DC gearbox, dan catu daya sebesar 5 volt untuk driver motor stepper alat ini mampu menjalankan sistem pembukaan pintu air dengan tepat dan sistem pembersihan sampah secara teratur.
2. Waktu yang diperlukan alat untuk melakukan satu kali proses pembersihan sampah kurang lebih selama 25 detik.
3. Dari hasil pengujian, dengan menggunakan sensor led infra-red dan photo dioda alat ini mampu mendeteksi setiap penigkatan dan penurunan level air.
4. Secara keseluruhan alat ini telah mampu bekerja dengan baik terbukti dengan kinerja pintu air serta pembersih sampah yang mampu bekerja sesuai dengan seting yang telah dimasukan

#### **5.2. Saran-saran**

Sistem kontrol ini masih mempunyai banyak kekurangan yang sekiranya perlu diadakan penambahan-penambahan baik secara software maupun hardware. Jika alat ini ingin dikembangkan lebih lanjut, maka penulis sarankan untuk

menambahkan spesifikasinya, seperti menambah sistem pengontrolan jarak jauh via handphone, mengganti sinyal peringatan tanda bahaya dengan ISD agar lebih jelas ataupun menambahkan piranti kamanan yang lebih canggih dan masih banyak lagi pengembangan pengembangan.

## Daftar Pustaka

- [1] Atmel Corporation, *MCS-51 Datasheet*. <<http://www.atmel.com>>
- [2] Putra, Agfianto Eko. "*Belajar Mikrokontroller AT89S51 (Teori Dan Aplikasi)*". Yogyakarta : Gava Media, 2002
- [3] Seiko Instruments Inc, *Liquid Crystal Display Modul M1632 User Manual*.  
Japan: Jan. 1987
- [4] ATMEL, Data Sheet Book.
- [5] Panduan praktikum Mikroprosesor 2005
- [6] <http://www.maxim-ic.com>
- [7] <http://www.digiware.com>
- [8] <http://vancouver-webpages.com/peter/nmeafaq.txt>

# LAMPIRAN



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**


**LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Dalam Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 ( S-1 ) Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : MUHAMMAD ABDUL HARRIS SUTIKNO  
NIM : 01. 17. 097  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Sistem Kontrol Pada Pintu Air Sungai Dengan Peringatan Dini bahaya Banjir Serta Pembersihan Sampah Berbasis Mikrokontroler AT89s8252

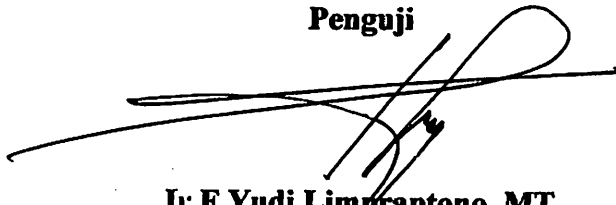
Hari/Tgl Ujian : Kamis, 6 September 2007

Perbaikan Meliputi :

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Supaya membetulkan rangkaian driver motor DC	 7/9
2.	Supaya membetulkan Flowchart	
3.	Supaya memberi umpan balik pada diagram blok	

**Diperiksa / Disetujui**

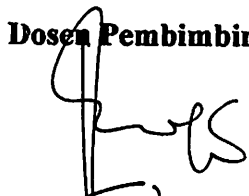
**Penguji**



**Ir.F.Yudi Limpraptono, MT**  
**NIP.Y.1039500274**

**Mengetahui:**

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Eko Nurcahyo**  
**NIP. Y. 1028700172**

**Dosen Pembimbing II**



**Sotyo Hadi, ST.Msc**  
**NIP.Y.**





**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

**LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Dalam Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 ( S-1 ) Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : MUHAMMAD ABDUL HARRIS SUTIKNO  
NIM : 01. 17. 097  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Kosentrasi : Teknik Elektronika  
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Sistem Kontrol Pada Pintu Air Sungai Dengan Peringatan Dini bahaya Banjir Serta Pembersihan Sampah Berbasis Mikrokontroller AT89s8252

Hari/Tgl Ujian : Kamis, 6 September 2007

Perbaikan Meliputi :

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Supaya Direvisi type transistor rangkaian driver motor	
2.	Supaya menyertakan rangkaian Power Supply	
3.	Supaya menyesuaikan rangkaian pada gambar dengan yang dipasang	
4.	Supaya menampilkan perhitungan R pada driver	

**Diperiksa / Disetujui**

**Penguji**

**Ir. Teguh Herbasuki, MT**  
**NIP.Y.1038900209**

**Mengetahui:**

**Dosen Pembimbing I**








**Ir. Eko Nurcahyo**  
**NIP. Y. 1028700172**

**Dosen Pembimbing II**


**Sotyo Hadi, ST.Msc**  
**NIP.Y.**

**FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : MUHAMMAD ABDUL HARRIS SUTIKNO  
 Nim : 01.17.097  
 Masa Bimbingan : 21 Juni 2007 s/d 21 Desember 2007  
 Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Sistem Kontrol Pada Pintu Air Sungai, Dengan Peringatan Dini Bahaya Banjir Serta Pembersihan Sampah Berbasis Mikrokontroller AT89S8252

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	26/07 2007	Konfirmasi Labor Kolaborasi Malang	
2.	31/07 2007	Tugasan	
3.	04/08 2007	Rancangan Limit Switch	
4.	15/08 2007	Rancangan Mekanisme Sistem MCU	
5.	27/08 2007	Uji Sistem Pengkondisian	
6.	1/09 2007	Laporan & Paragraf	
7.	3/09 2007	Acc Komparasi	
8.			
9.			
10.			

Malang, 2007  
 Dosen Pembimbing

  
 ( Ir. Eko Nurcahyo )  
 NIP. 1.1028700172

**FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : MUHAMMAD ABDUL HARRIS SUTIKNO  
Nim : 01.17.097  
Masa Bimbingan : 21 Juni 2007 s/d 21 Desember 2007  
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Sistem Kontrol PaCa Pintu Air Sungai, Dengan Peringatan Dini Bahaya Banjir Serta Pembersihan Sampah Berbasis Mikrokontroller AT89S8252

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.		Aa Kompre -	<i>fasi</i>
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, 4 - 9 - 2007

Dosen Pembimbing

*( Sotroadi, ST, Msc )*



## FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi, perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama	:	MA. Harris Sukirno
NIM	:	01.17.097
Fakultas	:	Teknologi Industri
Jurusan	:	Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	:	1. Teknik Energi Listrik *)
	:	2. Teknik Elektronika *)
	:	3. Teknik Komputer dan Informatika *)

Perbaikan meliputi :

- ~ Pada rangk. driver motor, harap direvisi, transistornya type apa?
- ~ Harap rangkaian power supply disertakan.
- ~ Rangkaian pd. qb. lain dg. yg. dipasang?
- ~ Perlut R pd. driver?

Catatan :

\*) Coret yang tidak diperlukan.

Malang, 6-9-2007

Dosen Penguji

( Ir. Teguh Herbasuli, MT )



## FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi, perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama	:	MA. Harris Suhleno
NIM	:	01.17.097
Fakultas	:	Teknologi Industri
Jurusan	:	Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	:	1. Teknik Energi Listrik *)
		② Teknik Elektronika *)
		3. Teknik Komputer dan Informatika *)

Perbaikan meliputi :

- ① Betul dan rapiis diin buktir de
- ② Betul dan Rona clear.
- ③ Bor diagram tak ada yang lebih.

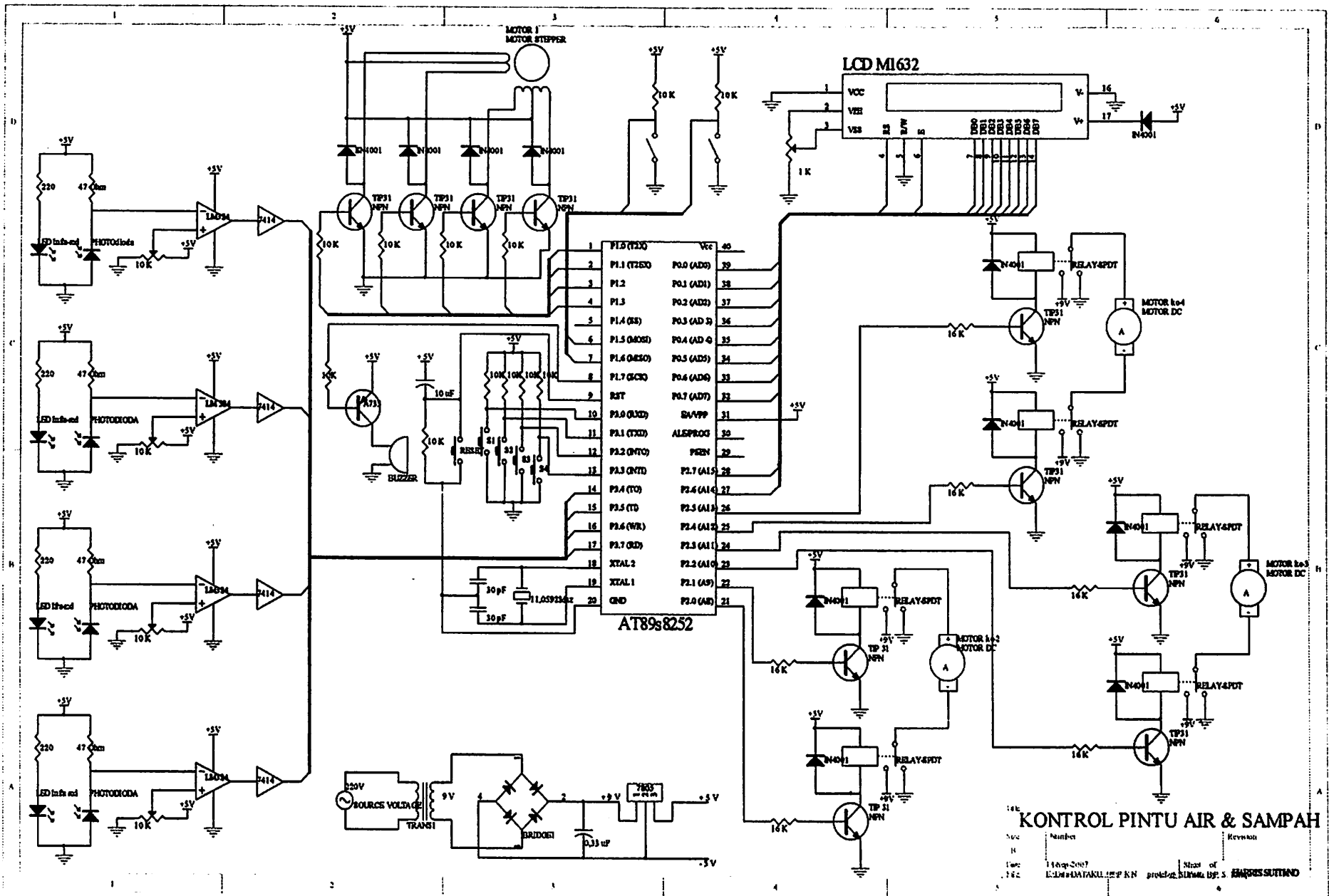
Catatan :

\*) Coret yang tidak diperlukan.

Malang, 6-9-2007

Dosen Penguji

(Ir. F. Tudi Limpraptono, MT)

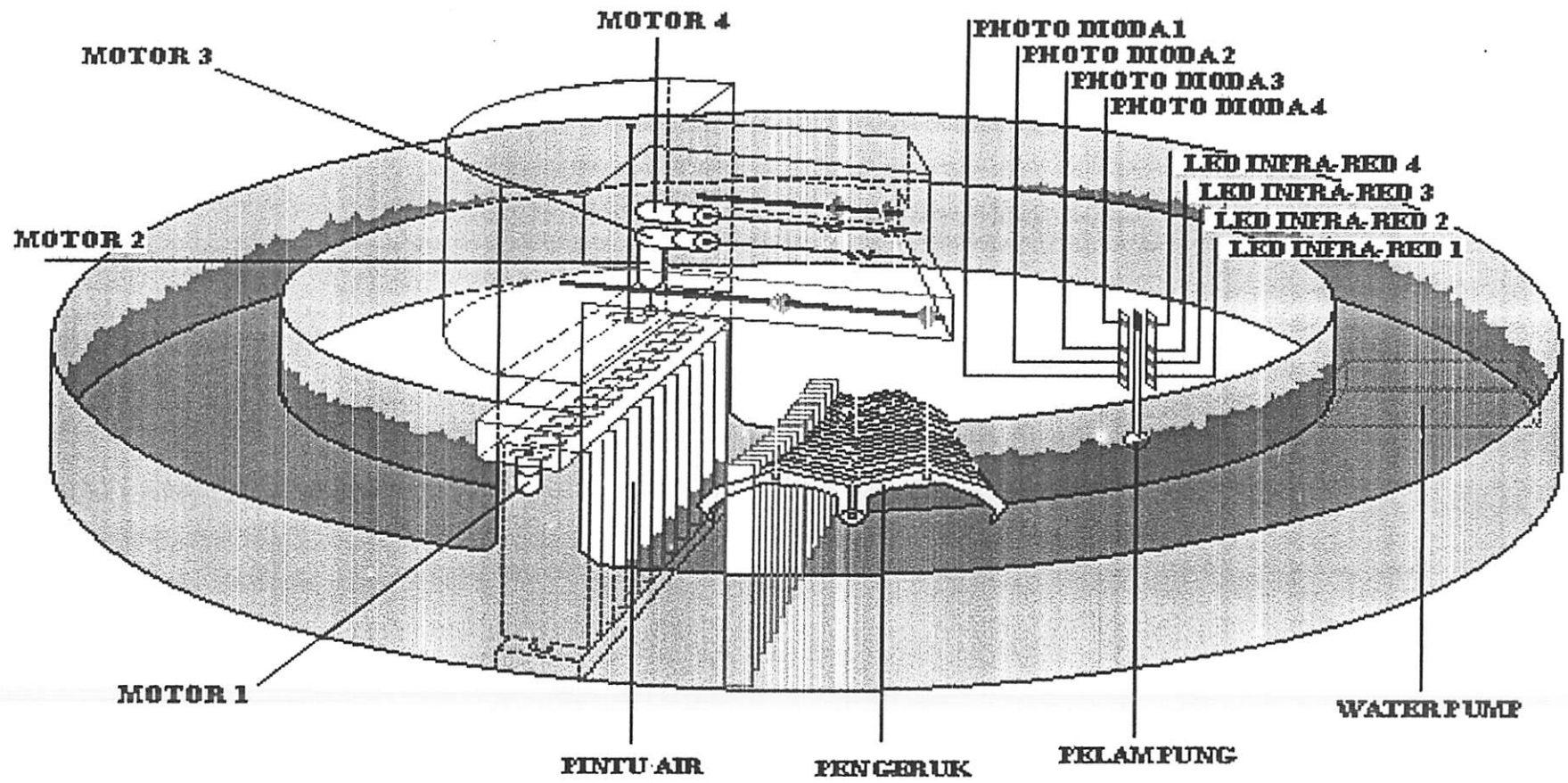


### KONTROL PINTU AIR & SAMPAH

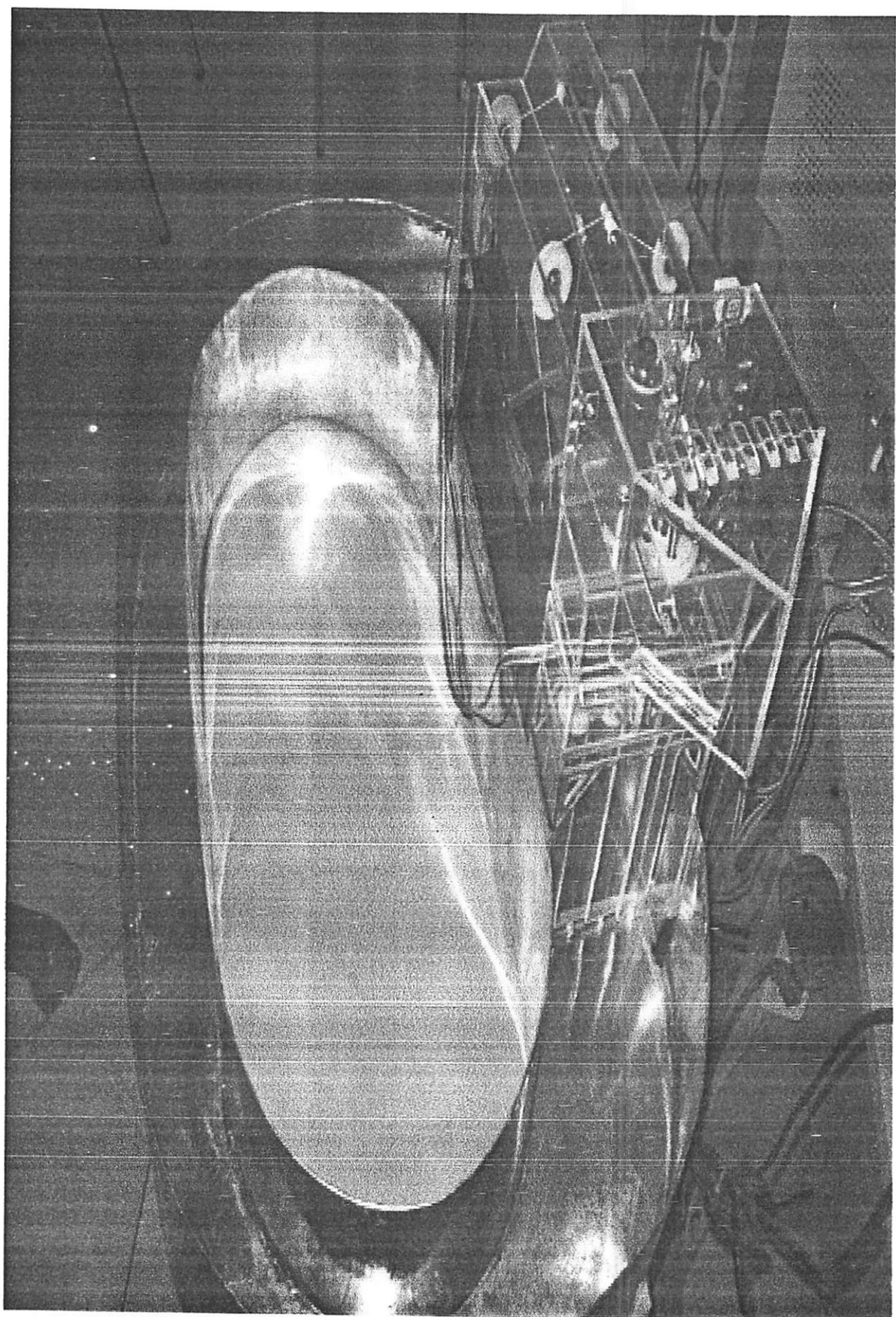
No	Number	Revisi
1	1100p-0007	
2	1100p-0007	

100: 1100p-0007  
 102: 1100p-0007

Made of: KIRANA DATA KIRANA DATA KIRANA DATA  
 Made by: KIRANA DATA KIRANA DATA KIRANA DATA



Gambar. SIMULASI ALAT





```
#include<at89S8252.h>
```

```
#define LCD_RS P2_6
```

```
#define LCD_CS P2_7 // Port 2.5 untuk mengontrol LCD Brighnes
```

```
#define m_angkat1 P2_5
```

```
#define m_angkat2 P2_4
```

```
#define m_buka1 P2_3
```

```
#define m_buka2 P2_2
```

```
#define m_geser1 P2_1
```

```
#define m_geser2 P2_0
```

```
#define step1 P1_0
```

```
#define step2 P1_1
```

```
#define step3 P1_2
```

```
#define step4 P1_3
```

```
#define s_1 P3_4
```

```
#define s_2 P3_5
```

```
#define s_3 P3_6
```

```
#define s_4 P3_7
```

```
unsigned char keydata,derajat,lebar,coba1;
```

```
int sudut,sudut1,aku,jcb;
```

```
void Delay(unsigned int tunggu)
```

```
{
```

```
    while(tunggu--);
```

```
}
```

```
void satu()
```

```
{
```

```
step1=0;
```

```
step2=1;
```

```
step3=1;
```

```
step4=1;
```

```
}
```

```
void dua()
```

```
{
```

```
step1=1;
```

```
step2=0;
```

```
step3=1;
```

```
step4=1;
```

```
}
```

```
void tiga()
```

```
{
```

```
step1=1;
```

```
step2=1;
```

```
step3=0;
```

```
step4=1;
}
void empat()
{
step1=1;
step2=1;
step3=1;
step4=0;
}
void tangg()
{
    sudut1=0;
    while (sudut1<sudut)
    {
        satu();
        Delay(5000);
        tiga();
        Delay(5000);
        dua();
        Delay(5000);
        empat();
        Delay(5000);
        sudut1++;
    }
}
```

```
void tangg1()
```

```
{
```

```
    empat();
```

```
    Delay(5000);
```

```
    dua();
```

```
    Delay(5000);
```

```
    tiga();
```

```
    Delay(5000);
```

```
    satu();
```

```
    Delay(5000);
```

```
}
```

```
void LCD_data(unsigned char c,unsigned char dat, bit LCD)
```

```
{
```

```
    LCD_RS = c;
```

```
    P0 = dat;
```

```
    if (LCD == 0)
```

```
    {
```

```
        LCD_CS = 1;
```

```
        LCD_CS = 0;
```

```
    }
```

```
    Delay(1000);
```

```
}
```

```
void init_LCD()
```

```
{
```

```
    Delay(50000);
```

```
    LCD_data(0,0x3F,0);
```

```
    LCD_data(0,0x0D,0);
```

```
    LCD_data(0,0x06,0);
```

```
    LCD_data(0,0x01,0);
```

```
    LCD_data(0,0x0F,0);
```

```
}
```

```
void Tulis_LCD(char a, char* dat)
```

```
{
```

```
    char i = 0;
```

```
    LCD_data(0, a, 0);
```

```
    while(dat[i] != 0)
```

```
    {
```

```
        LCD_data(1,dat[i],0); i++;
```

```
    }
```

```
}
```

```
o
```

```
void tunggu()
```

```
{
```

```
    Tulis_LCD(0x80,"Please Wait  ");
```

```
        Tulis_LCD(0xC0,"—  ");
```

```
        Delay(50000);
```

```
Tulis_LCD(0xC0,"----- ");  
Delay(50000);  
Tulis_LCD(0xC0,"----- ");  
Delay(50000);
```

```
}
```

```
void Air()
```

```
{
```

```
    if (lebar==0)  
    {  
        Tulis_LCD(0xC0," 0");  
        Delay(100);  
        sudut=0;  
    }  
    else if (lebar==1)  
    {  
        Tulis_LCD(0xC0," 30");  
        Delay(100);  
        sudut=8;  
    }  
    else if (lebar==2)  
    {  
        Tulis_LCD(0xC0," 60");  
        Delay(100);
```

```
        sudut=16;
    }
    else if (lebar==3)
    {
        Tulis_LCD(0xC0," 90");
        Delay(100);
        sudut=25;
    }
    else if (lebar==4)
    {
        Tulis_LCD(0xC0,"120");
        Delay(100);
        sudut=33;
    }
    else if (lebar==5)
    {
        Tulis_LCD(0xC0,"150");
        Delay(100);
        sudut=41;
    }
    else if (lebar==6)
    {
        Tulis_LCD(0xC0,"180");
        Delay(100);
        sudut=50;
```

```
}
```

```
}
```

```
void kiri()
```

```
{
```

```
m_geser1=0;
```

```
m_geser2=1;
```

```
Delay(50000);
```

```
Delay(50000);
```

```
}
```

```
void kanan()
```

```
{
```

```
m_geser1=1;
```

```
m_geser2=0;
```

```
Delay(50000);
```

```
Delay(50000);
```

```
}
```

```
void buka()
```

```
{
```

```
m_buka1=0;
```

```
m_buka2=1;
```

```
Delay(50000);
```



**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**}**

**void tutup()**

**{**

**m\_buka1=1;**

**m\_buka2=0;**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**



```
m_angkat1=1;
```

```
m_angkat2=0;
```

```
Delay(50000);
```

```
Delay(50000);
```

```
}
```

```
void stabil()
```

```
{
```

```
m_angkat1=1;
```

```
m_angkat2=1;
```

```
m_buka1=1;
```

```
m_buka2=1;
```

```
m_geser1=1;
```

```
m_geser2=1;
```

```
}
```

```
void mengangkut()
```

```
{
```

```
turun();
```

```
tutup();
```

```
Delay(50000);
```

```
Delay(30000);
```

```
Delay(50000);
```

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**stabil();**

**angkat();**

**tutup();**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**stabil();**

**angkat();**

**buka();**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**stabil();**

**kiri();**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**Delay(50000);**

**stabil();**

```
buka();  
  
Delay(50000);  
  
Delay(50000);  
  
Delay(50000);  
  
Delay(50000);  
  
Delay(50000);  
  
Delay(50000);  
  
stabil();
```

```
kanan();  
  
Delay(50000);  
  
Delay(50000);  
  
Delay(50000);  
  
Delay(50000);  
  
Delay(50000);  
  
stabil();  
  
}
```

```
void main ()  
  
{ // inialisasi LCD  
  
    init_LCD();  
  
  
    Tulis_LCD(0x80," Menu    ");  
    Tulis_LCD(0xC0," Pengaturan ");  
    Delay(50000);
```

```
Delay(50000);
```

```
Menu: Tulis_LCD(0x80,"1.Pintu 2.Sampah");
```

```
Delay(50000);
```

```
while(1)
```

```
{
```

```
    if (P3_0==0)
```

```
    {
```

```
        Tulis_LCD(0x80,"Masukkan Derajat");
```

```
        Tulis_LCD(0xC0,"Pintu Air    ");
```

```
        Delay(20000);
```

```
        derajat=1;
```

```
        Tulis_LCD(0x80," Buka    ");
```

```
        Tulis_LCD(0xC0,"  Derajat  ");
```

```
        while (derajat==1)
```

```
        {
```

```
            if (lebar==0)
```

```
            {
```

```
                if (P3_0==0)
```

```
                {
```

```
                    lebar++;
```

```
                    Air();
```

```
ulang1:
```

```
                    if (P3_0==0)
```

```
                    goto ulang1;
```

```

    }
    else if (P3_2==0)
    {
        derajat++;
ulang2:        if (P3_2==0)
                goto ulang2;
    }
}
else if (lebar>5)
{
    if (P3_1==0)
    {
        lebar--;
        Air();
ulang3:        if (P3_1==0)
                goto ulang3;
    }
    else if (P3_2==0)
    {
ulang4:        if (P3_2==0)
                goto ulang4;

                derajat++;
    }
}
}

```



```

else if (lebar<6)
{
    if (P3_0==0)
    {
        lebar++;
ulang5:        if (P3_0==0)
                goto ulang5;
    }
    else if (P3_1==0)
    {
        lebar--;
ulang6:        if (P3_1==0)
                goto ulang6;
    }
    else if (P3_2==0)
    {
        derajat++;
ulang7:        if (P3_2==0)
                goto ulang7;
    }
    Air();
    aku++;
}
}

```

**Tulis\_LCD(0x80,"Pintu terbuka ");**

```
Delay(50000);
```

```
Delay(50000);
```

```
tunggu();
```

```
tangg();
```

```
goto Menu;
```

```
}
```

```
else if (P3_1==0)
```

```
{
```

```
    Tulis_LCD(0x80,"Berapa x sehari ");
```

```
    Tulis_LCD(0xC0," 1.1x  2.2x ");
```

```
    Delay(10000);
```

```
    coba1==0;
```

```
    while(coba1==0)
```

```
    {
```

```
        if (P3_0==0)
```

```
        {
```

```
            Tulis_LCD(0x80,"Sehari 1 x  ");
```

```
            Tulis_LCD(0xC0,"Pengangkutan  ");
```

```
                Delay(50000);
```

```
                Delay(50000);
```

```
                coba1++;
```

```
                mengangkut();
```

```
        }
```

```
    else if (P3_1==0)
```

```

        {
            Tulis_LCD(0x80,"Sehari 2 x ");
            Tulis_LCD(0xC0,"Pengangkutan ");
            cobal++;
            mengangkut();
            Delay(50000);
            Delay(50000);
            mengangkut();
        }

    }

    tunggu();
    goto Menu;
}

else if (P3_2==0)
{
    sudut=50;
    sudut1=0;
    Tulis_LCD(0x80,"Proses Penutupan");
    Tulis_LCD(0xC0," Pintu Air ");

    while (sudut1<sudut)
    {
        empat();
        Delay(5000);
    }
}

```

```

    dua();

    Delay(5000);

    tiga();

    Delay(5000);

    satu();

    Delay(5000);

    sudut1++;

}

Tulis_LCD(0x80," Pintu Air  ");

Tulis_LCD(0xC0," Tertutup  ");

Delay(50000);

Delay(50000);

goto Menu;

}

else if (s_1==1)

{

    jcb=1;

    Tulis_LCD(0xC0," Level 1  ");

    sudut=7;

    if(aku==0)

        if (jcb==1)

            {

                jcb++;

                tangg();

            }

}

```

```

        else if (jcb==2)
            jcb--;
        goto Menu;
    }
else if (s_2==1)
{

    Tulis_LCD(0xC0," Level 2 ");
    sudut=7;
    if(aku==0)
        if (jcb==2)
            {
                jcb++;
                tangg();
            }
        else if (jcb==3)
            jcb--;
        goto Menu;
}
else if (s_3==1)
{

    Tulis_LCD(0xC0," Level 3 ");
    sudut=7;
    if(aku==0)

```

```

        if (jcb==3)
        {
            jcb++;
            tangg0;
        }
        else if (jcb==4)
        jcb--;
        else if (jcb==5)
        {
            jcb=3;
            tangg10;
            tangg10;
            tangg10;
            tangg10;
            tangg10;
            tangg10;
            tangg10;
            tangg10;
        }
        goto Menu;
    }
    else if (s_4==1)
    {

        Tulis_LCD(0xC0," Level 4  ");
        sudut=7;
    }

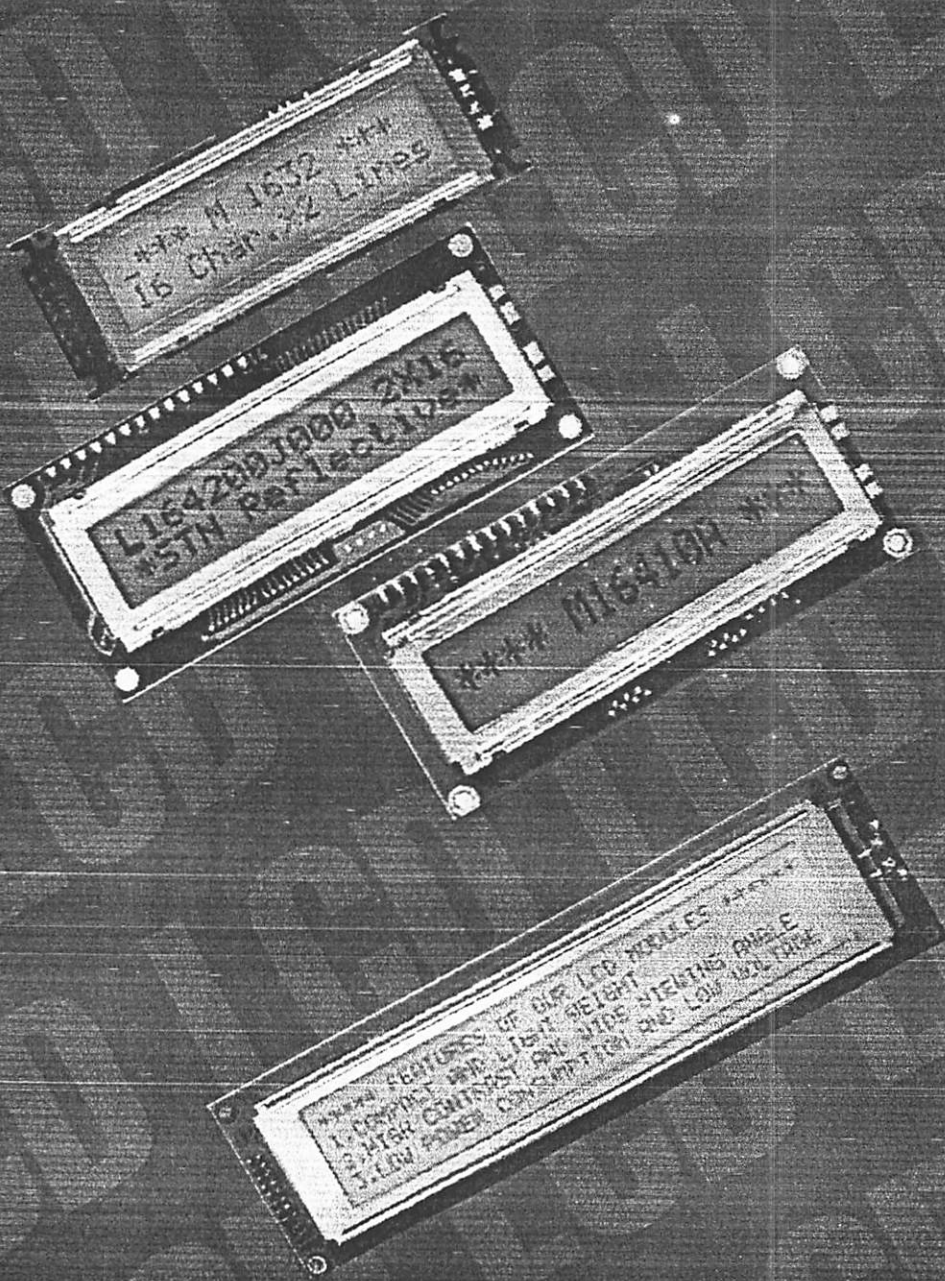
```

```
    if(aku==0)
        if (jcb==4)
            {
                jcb++;
                tangg();
            }
        else
            aku++;
        goto Menu;
    }
else
    {
        Tulis_LCD(0xC0," Level 0  ");
    }
}
```

# LCM

Liquid Crystal Display Modules

Seiko Instruments GmbH





# Dot Matrix Liquid Crystal Display Modules

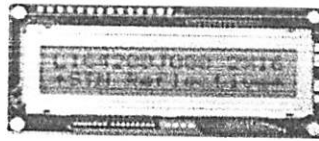
## CHARACTER TYPE

### • FEATURES :

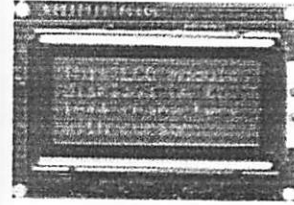
- Slim, light weight and low power consumption
- High contrast and wide viewing angle
- Built-in controller for easy interfacing
- LCD modules with built-in EL or LED backlight



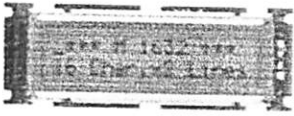
M1641



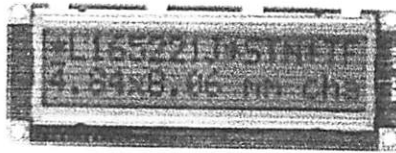
L1642



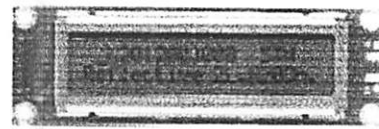
L1614



M1632



L1652



L2012

### • SPECIFICATIONS :

		Standard products			Products of optional specification		
Character Form (character x line)		16 x 1	16 x 2	16 x 2	16 x 2	16 x 4	20 x 2
Model		M1641	M1632	L1642	L1652	L1614	L2012
Module type	Reflective	M16410AS	M16320AS	L164200J000S	L165200J200S	L161400J000S	L201200J000S
Backlight	EL backlight	M16419DWS	M16329DWS	L164221J000S	L165221J200S	L161421J000S	L201221J000S
Backlight	LED backlight	M16417DYS	M16327DYS	L1642B1J000S	L1652B1J200S	L1614B1J000S	L2012B1J000S
Module type	Reflective (wide temp)	M16410CS	M16320CS	L164200L000S	L165200L200S	L161400L000S	L201200L000S
Backlight	LED backlight (wide temp)	M16417JYS	M16327JYS	L1642B1L000S	L1652B1L200S	L1614B1L000S	L2012B1L000S
Character font		5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor
Module size (HxV) mm	Reflective	80.0 x 36.0 x 11.3	85.0 x 30.0 x 10.1	80.0 x 36.0 x 11.3	122.0 x 44.0 x 11.3	87.0 x 60.0 x 11.6	116.0 x 37.0 x 11.3
	EL backlight	80.0 x 36.0 x 11.3	85.0 x 30.0 x 10.1	80.0 x 36.0 x 11.3	122.0 x 44.0 x 11.3	87.0 x 60.0 x 11.6	116.0 x 37.0 x 11.3
	LED backlight	80.0 x 36.0 x 15.8	80.0 x 30.0 x 15.8	80.0 x 36.0 x 15.8	122.0 x 44.0 x 15.8	87.0 x 60.0 x 15.8	116.0 x 37.0 x 15.8
Mounting area (HxV) mm		64.5 x 13.8	62.0 x 16.0	64.5 x 13.8	99.0 x 24.0	61.8 x 25.2	83.0 x 18.6
Character size (HxV) mm *1		3.07 x 5.73	2.78 x 4.27	2.95 x 3.80	4.84 x 8.06	2.95 x 4.15	3.20 x 4.85
Dot size (HxV) mm		0.55 x 0.75	0.50 x 0.55	0.50 x 0.55	0.92 x 1.10	0.55 x 0.55	0.60 x 0.65
Power supply voltage (VDD-VSS) V		+5 V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V
Current consumption (mA typ)	IDD	1.5	2.0	1.6	2.0	2.7	2.0
	ILC *4	0.2	0.2	0.3	0.4	1.1	0.4
Driving method (duty)		1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
IC	IC	KS0066 or equivalent	KS0066 or equivalent	KS0066 or equivalent	KS0066 or equivalent	KS0066 or equivalent	KS0066 or equivalent
Operating temperature (°C)	normal temp.	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50
	wide temp. *2	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70
Storage temperature (°C)	normal temp.	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60
	wide temp.	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80
Viewing angle (typ.)	Reflective	25	25	25	50	50	40
	EL backlight	30	30	30	55	55	45
	LED backlight	35	40	35	65	65	60
Parameters	Model	5S	5S	5S	5C	5A	5A
	Power supply (V)	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
	Current consumption (mA) *3	10	10	10	35	45	45
Backlight	Forward current consumption (mA)	100	112	100	240	200	154
	Forward input voltage (V typ.)	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1

\*1 Excluding cursor

\*2 With external temperature compensation

\*3 Including EL backlight

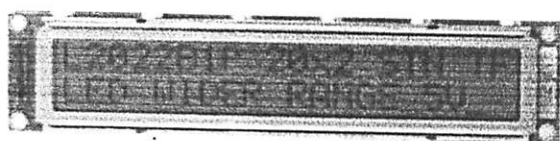
\*4 Based on normal temperature range

As our policy is one of continuous improvements we reserve the right to change the specifications for the products in the catalogue without notice.

H : Horizontal

V : Vertical

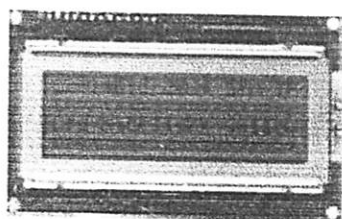
T : Thickness (max)



L2022



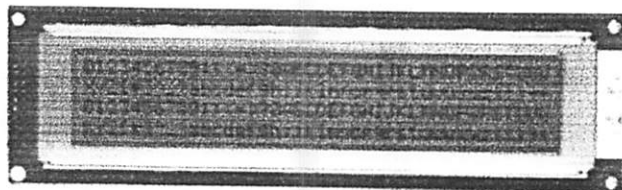
L2432



L2014



L4042



M4024

• SPECIFICATIONS :

: Standard products

: Products of optional specification

Character Format (character x line)		20 x 2	20 x 4	24 x 2	40 x 2	40 x 4
Model		L2022	L2014	L2432	L4042	M4024
Reflective		-	L201400J000S	L243200J000S	L404200J000S	M40240AS
EL backlight		-	L201421J000S	L243221J000S	L404221J000S	M40249DWS
LED backlight		-	L2014B1J000S	L2432B1J000S	L4042B1J000S	M40247DYS
Reflective (wide temp)		L202200P000S	L201400L000S	L243200L000S	L404200L000S	M40240CS
LED backlight (wide temp)		L2022B1P000S	L2014B1L000S	L2432B1L000S	L4042B1L000S	M40247JYS
Character font		5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor
Module size (HxVxT) mm	Reflective	180.0 x 40.0 x 10.5	98.0 x 60.0 x 11.6	118.0 x 36.0 x 11.3	182.0 x 33.5 x 11.3	190.0 x 54.0 x 10.1
	EL backlight	180.0 x 40.0 x 10.5	98.0 x 60.0 x 11.6	118.0 x 36.0 x 11.3	182.0 x 33.5 x 11.3	190.0 x 54.0 x 10.1
	LED backlight	180.0 x 40.0 x 14.8	98.0 x 60.0 x 15.8	118.0 x 36.0 x 15.8	182.0 x 33.5 x 16.3	190.0 x 54.0 x 16.3
Viewing area (HxV) mm		149.0 x 23.0	76.0 x 25.2	94.5 x 17.8	154.4 x 15.8	147.0 x 29.5
Character size (HxV) mm *1		6.00 x 9.66	2.95 x 4.15	3.20 x 4.85	3.20 x 4.85	2.78 x 4.27
Dot size (HxV) mm		1.12 x 1.12	0.55 x 0.55	0.60 x 0.65	0.60 x 0.65	0.50 x 0.55
Power supply voltage (VDD-VSS) V		+ 5 V	+ 5 V	+ 5 V	+ 5 V	+ 5 V
Current consumption (mA, typ.)	IDD	4.2	2.9	2.5	3.0	8.0
	I <sub>LC</sub> *4	2.6	1.2	0.5	1.0	3.0
Driving method (duty)		1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
Built-in LSI		KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent
Operating temperature (°C)	normal temp.	-	0 to + 50	0 to + 50	0 to + 50	0 to + 50
	wide temp. *2	- 20 to + 70	- 20 to + 70	- 20 to + 70	- 20 to + 70	- 20 to + 70
Storage temperature (°C)	normal temp.	-	- 20 to + 60	- 20 to + 60	- 20 to + 60	- 20 to + 60
	wide temp.	- 30 to + 80	- 30 to + 80	- 30 to + 80	- 30 to + 80	- 30 to + 80
Weight (g. typ.)	Reflective	80	55	40	70	90
	EL backlight	-	50	45	75	105
	LED backlight	110	70	60	95	140
Inverters for EL	Model	-	5A	5A	5C	5D
	Power supply (V)	+ 5.0	- 5.0	+ 5.0	+ 5.0	+ 5.0
	current consumption (mA) *3	-	45	45	25	80
LED backlight	Forward current consumption (mA)	320	240	150	260	480
	Forward input voltage (V, typ.)	+ 4.1	- 4.1	+ 4.1	+ 4.1	+ 4.1

H : Horizontal

V : Vertical

T : Thickness (max)

\*1 : Excluding cursor

\*2 : With external temperature compensation

\*3 : Including EL backlight

\*4 : Based on normal temperature range

# Dot Matrix Liquid Crystal Display Modules

## GRAPHIC TYPE

### • FEATURES :

- Wide viewing angle and high contrast
- Full dot configuration fits any application

- Slim, light weight and low power consumption
- Available in STN and FSTN

### • SPECIFICATIONS :

Format (HxV,dot)			97 x 32	128 x 32	128 x 64	128 x 64
Model			Y97031	G1213	G1216	G1226
Display type (W mode)	Reflective	built-in RAM	-	-	-	-
	Reflective wide temp.	built-in RAM	-	G121300N000S	G121600N000S	-
	LED backlight	built-in RAM	-	-	-	G1226B1J000S
	LED backlight wide temp.	built-in RAM	-	G1213B1N000S	G1216B1N000S	-
Display type (V mode)	Transmissive	-	-	-	-	-
	with CFL backlight	built-in controller	-	-	-	-
Module size (V x T)	Transflective	built-in RAM	Y97031LF60W	-	-	-
	Reflective (no backlight)	-	47,5 x 65,4 x 2,1	75,0 x 41,5 x 6,8	75,0 x 52,7 x 6,8	-
Module size (V x T)	LED backlight	-	-	75,0 x 41,5 x 8,9	75,0 x 52,7 x 8,9	93,0 x 70,0 x 11,4
	CFL backlight	-	-	-	-	-
Module size (HxV) mm			43,5 x 23,9	60,0 x 21,3	60,0 x 32,5	70,7 x 38,8
Module size (H x V) mm			0,35 x 0,48	0,40 x 0,48	0,40 x 0,40	0,44 x 0,44
Module size (H x V) mm			0,39 x 0,52	0,43 x 0,51	0,43 x 0,43	0,48 x 0,48
Operating voltage (V)	(VDD - VSS)		+5,0	+5,0	+5,0	+5,0
	(VLC - VSS)		-	-8,0	-8,1	-8,2
Current consumption (typ.)	IDD		0,10	2,0	2,0	3,0
	IDD (built-in controller)		-	-	-	-
Driving method (duty)	ILC		-	1,8	1,8	2,0
	Driving method (duty)		1/33	1/64	1/64	1/64
IC in LSI	Driver		SED1530 or equivalent	HD61202 HD61203 or equivalent	HD61202 HD61203 or equivalent	KS0107 KS0108 or equivalent
	Controller		-	-	-	-
Operating temperature range (°C)			-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	0 to +50
Storage temperature range (°C)			-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-20 to +60
Viewing angle (typ.)	Reflective (Transflective no backlight)		10	23	35	-
	LED backlight		-	35	45	72
	CFL backlight		-	-	-	-
Backlight	Forward current consumption (mA)		-	40	90	125
	Forward input voltage (V, typ.)		-	3,8	4,1	4,1
Driver for CFL	Mode		-	-	-	-
	Power supply voltage (V)		-	-	-	-
Driver for CFL	Current consumption (mA, typ.)		-	-	-	-
	Current consumption (mA, typ.)		-	-	-	-

built-in DC/DC converter (single power source)

use with external temperature compensation circuit

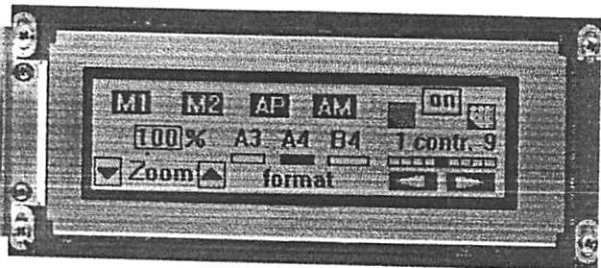
As our policy is one of continuous improvements we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice.

Dot format (HxV,dot)			240 x 64	240 x 128	320 x 200	320 x 240	640 x 200
Model			G2446	G242C	G321D	G324E	G6490
STN type (Gray mode)	Reflective	built-in RAM	-	-	-	-	-
	Reflective wide lamp	built-in RAM	-	-	-	-	-
	LED backlight	built-in RAM	-	-	-	-	-
	LED backlight wide lamp	built-in RAM	-	-	-	-	-
FSTN type (B&W mode)	Transmissive	-	G2446X5R1A0S	G242CX5R1ACS	G321DX5R1A0S	G324EX5R1A0S	G649DX5R010S
	with CFL backlight	built-in controller	G2446X5R1ACS	G242CX5R1A0S	G321DX5R1ACS	G324EX5R1ACS	-
	Transmissive	built-in RAM	-	-	-	-	-
Module size (H x V x T) mm	Reflective (no backlight)	-	-	-	-	-	-
	LED backlight	-	-	-	-	-	-
	CFL backlight	-	-	-	-	-	-
Viewing area (HxV) mm			191.0 x 79.0 x 15.1	180.0 x 110.0 x 15.1	166.0 x 134.0 x 15.1	166.0 x 134.0 x 15.1	260.0 x 122.0 x 15.7
Dot size (H x V) mm			134.0 x 41.0	134.0 x 76.0	128.0 x 110.0	128.0 x 110.0	216.0 x 83.0
Dot pitch (H x V) mm			0.49 x 0.49	0.47 x 0.47	0.34 x 0.48	0.32 x 0.39	0.30 x 0.36
Dot pitch (H x V) mm			0.53 x 0.53	0.51 x 0.51	0.38 x 0.52	0.36 x 0.43	0.33 x 0.39
Power supply voltage (V)	(VDD - VSS)		+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
	(VLC - VSS)		*1	*1	-24.0	-24.0	-24.0
Current consumption (mA, typ.)	I <sub>DD</sub>		12	30	8	7.5	11
	I <sub>DD</sub> (built-in controller)		15	40	23	23	-
	I <sub>LC</sub>		-	-	6	6.5	9
Built-in LSI	Driving method (duty)		1/64	1/128	1/200	1/240	1/200
	Driver		MSM5298 MSM5299 or equivalent	KS0103 KS0104 or equivalent	MSM5298 MSM5299 or equivalent	HD66204 HD66205 or equivalent	MSM5298 MSM5299 or equivalent
	Controller		SED1330FB	SED1330FB	SED1330FB	SED1330FB	-
Operating temperature range (°C)			0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50
Storage temperature range (°C)			-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60
Weight (g, typ.)	Reflective (Transflective no backlight)		-	-	-	-	-
	LED backlight		-	-	-	-	-
	CFL backlight		200	280	350	350	420
LED backlight	Forward current consumption (mA)		-	-	-	-	-
	Forward input voltage (V, typ.)		-	-	-	-	-
Inverter for CFL	Mode		4800210	4800210	4800210	4800210	4800120
	Power supply voltage (V)		+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+12.0
	Current consumption (mA, typ.)		250	350	365	365	390

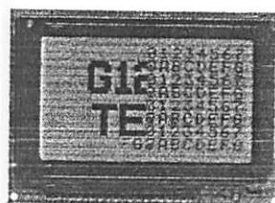
\*1: built-in DC/DC converter (single power source)

\*2: Use with external temperature compensation

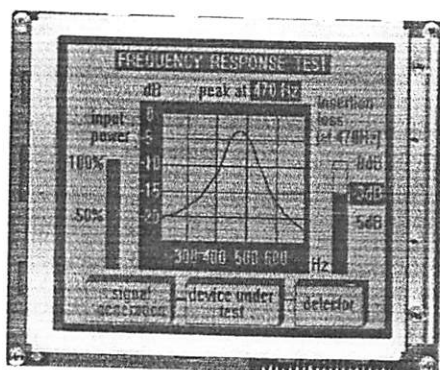
Since our policy is one of continuous improvements, we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice.



G2446



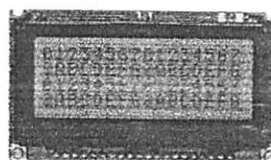
G1226



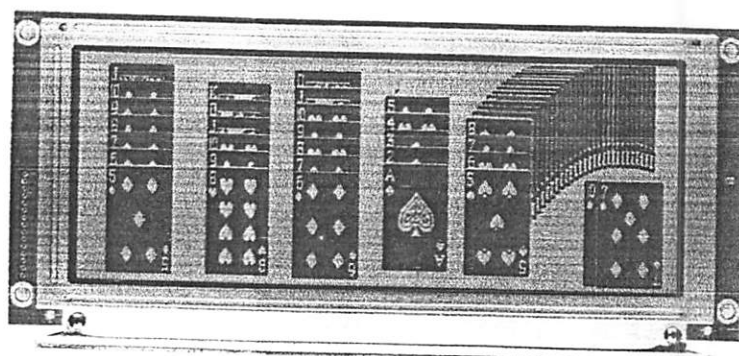
G321D



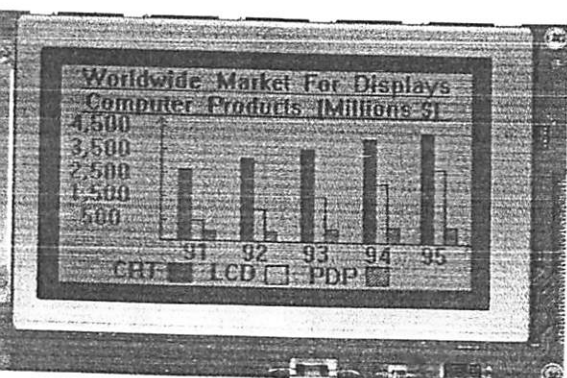
G1216



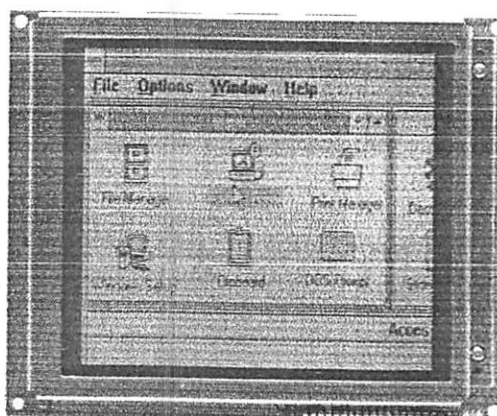
G1213



G649D



G242C



G324E



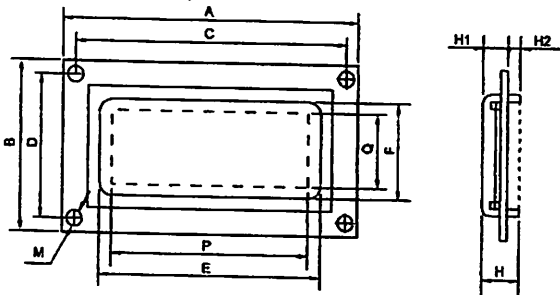
# CHECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD MODULE

1. Company \_\_\_\_\_ 2. Application \_\_\_\_\_ 3. Customer Specified Part No. \_\_\_\_\_

## 4. Design

New  Modified : Manufacturer \_\_\_\_\_, Part No. \_\_\_\_\_, Remarks \_\_\_\_\_  
 Equivalent: Manufacturer \_\_\_\_\_, Part No. \_\_\_\_\_, Remarks \_\_\_\_\_

## 5. LCM Dimensions



A x B : Module size \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ mm  
 E x F : Viewing area \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ mm  
 P x Q : Active display area \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ mm  
 C : Length between mounting holes \_\_\_\_\_ mm  
 D : Length between mounting holes \_\_\_\_\_ mm  
 M : Diameter of mounting hole \_\_\_\_\_ mm  
 H : Total thickness \_\_\_\_\_ mm  
 H1 : Upper thickness \_\_\_\_\_ mm  
 H2 : Lower thickness \_\_\_\_\_ mm

## 6. Display Contents

Character type: \_\_\_\_\_ characters \_\_\_\_\_ lines  
 Character font \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ dots + cursor  
 Character pitch \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ mm  
 Dot pitch \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ mm  
 Dot size \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ mm  
 Graphics (Full dot) type: \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ dots  
 Dot pitch \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ mm  
 Dot size \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ mm  
 Segment type: \_\_\_\_\_ digits \_\_\_\_\_ lines  
 Others \_\_\_\_\_

## 7. LCD Panel

Viewing angle:  6 o'clock  12 o'clock  \_\_\_\_\_ o'clock  
 Type:  TN  FSTN (Black and white)  
 STN ( Yellow green  Gray  Blue)  
 Chromaticity coordinates  
 ( \_\_\_\_\_ ≤ x ≤ \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ ≤ y ≤ \_\_\_\_\_ )  
 Positive type  Negative type  
 Reflective  Transflective  Transmissive  
 Others \_\_\_\_\_  
 Gray scale:  Yes \_\_\_\_\_ gray scale  No  
 Preferential specifications:  
 Response time  $t_{on}$  ms ( \_\_\_\_\_ °C)  $t_{off}$  ms ( \_\_\_\_\_ °C)  
 Viewing angle \_\_\_\_\_ deg. ( \_\_\_\_\_ °C)  Contrast \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ °C)  
 Others \_\_\_\_\_

## LCD surface finishing:

Normal  Anti-glare  \_\_\_\_\_  
 Polarizer color:  Normal (neutral gray)  Red  
 Green  Blue  \_\_\_\_\_

## 8. Driving Method

Multiplexing: 1/ \_\_\_\_\_ duty, 1/ \_\_\_\_\_ bias  
 Frame frequency: \_\_\_\_\_ Hz

## 9. IC

LCD driver:  Specified  Unspecified  
 Segment driver \_\_\_\_\_ (Manufacturer \_\_\_\_\_)  
 Common driver \_\_\_\_\_ (Manufacturer \_\_\_\_\_)  
 Controller:  Internal  External  
 Type No. \_\_\_\_\_ (Manufacturer \_\_\_\_\_)  
 MPU:  Internal  External  
 Type No. \_\_\_\_\_ (Manufacturer \_\_\_\_\_)  
 RAM:  Internal  External  
 Type No. /Memory size \_\_\_\_\_ (Kbit) (Manufacturer \_\_\_\_\_)

## 10. Power Supply

Single power supply:  5V  \_\_\_\_\_ V  
 2 power supplies  
 For logic: (V<sub>DD</sub>-V<sub>SS</sub>) :  5V  \_\_\_\_\_ V  
 For LC drive: (V<sub>LC</sub>-V<sub>SS</sub>) :  \_\_\_\_\_ V

## 11. Temperature Compensation Circuit

Internal  External  Unnecessary  
 Compensation range:  0°C to 50°C  \_\_\_\_\_ °C to \_\_\_\_\_ °C

## 12. Current Consumption

For logic: typ. \_\_\_\_\_ mA, max. \_\_\_\_\_ mA  
 For LC drive: typ. \_\_\_\_\_ mA, max. \_\_\_\_\_ mA  
 Others ( \_\_\_\_\_ ) : typ. \_\_\_\_\_ mA, max. \_\_\_\_\_ mA

## 13. Contrast Adjustment

Internal  External  Unnecessary  
 Method:  Temp. compensation circuit  Volume  \_\_\_\_\_

## 14. Temperature Range

Operating temperature range:  0°C to 50°C  \_\_\_\_\_ °C to \_\_\_\_\_ °C  
 Storage temperature range:  -20°C to 60°C  \_\_\_\_\_ °C to \_\_\_\_\_ °C

## 15. Input/Output Terminals

Specifying allocation:  Yes  No  
 Specifying position:  Yes  No

## 16. Weight

typ. \_\_\_\_\_ g, max. \_\_\_\_\_ g

## 17. Connector

Internal  External  Unnecessary  
 Type No. \_\_\_\_\_ (Manufacturer \_\_\_\_\_)

## 18. Backlight

Internal  External  Unnecessary  
 EL:  Green  White  \_\_\_\_\_  
 LED:  Yellow green  Amber  \_\_\_\_\_  
 CFL:  White  \_\_\_\_\_  
 Incandescent lamp  Others \_\_\_\_\_  
 Backlight type  Edge backlight type  
 Brightness: \_\_\_\_\_ cd/m<sup>2</sup>  
 Inverter:  Internal  External  Unnecessary  
 Power supply voltage \_\_\_\_\_ V  
 Current consumption (backlight included) \_\_\_\_\_ mA  
 Brightness control:  Yes  No

## 19. Others

## 20. Schedule

Estimate: \_\_\_\_\_  
 Sample: Delivery \_\_\_\_\_, Quantity: \_\_\_\_\_ pcs  
 Mass production: Target price: \_\_\_\_\_  
 Delivery \_\_\_\_\_, Total quantity: \_\_\_\_\_ pcs  
 Quantity per month \_\_\_\_\_ pcs

# Liquid Crystal Displays

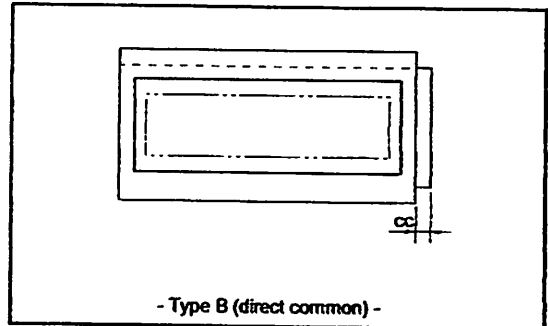
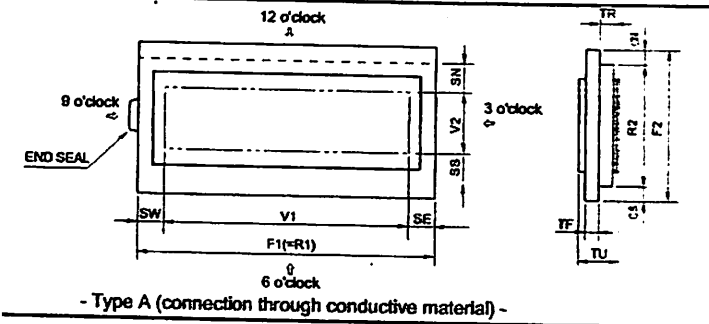
## HECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD

Company \_\_\_\_\_ 2. Application \_\_\_\_\_ 3. Customer Specified Part No. \_\_\_\_\_

### Design

New  Modified: Manufacturer \_\_\_\_\_, Part No. \_\_\_\_\_, Remarks \_\_\_\_\_  
 Equivalent: Manufacturer \_\_\_\_\_, Part No. \_\_\_\_\_, Remarks \_\_\_\_\_

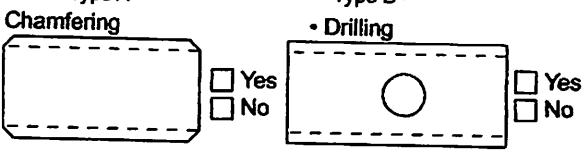
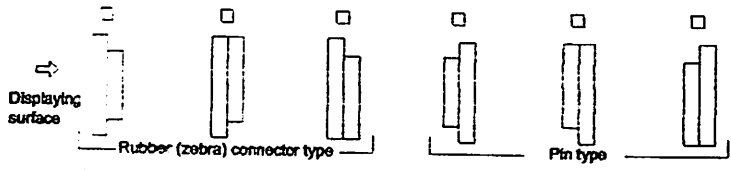
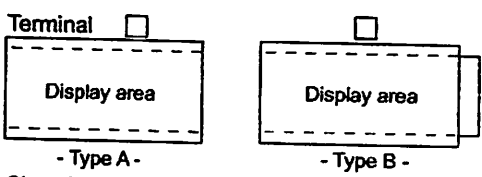
### Panel Dimensions



V1: Horizontal length of upper glass \_\_\_\_\_ mm  
 V2: Vertical length of upper glass \_\_\_\_\_ mm  
 F1: Horizontal length of lower glass \_\_\_\_\_ the same as F1  
 F2: Vertical length of lower glass \_\_\_\_\_ mm  
 R2 is generally longer than F2 when terminals are with pin.  
 TR: Thickness of glass \_\_\_\_\_ mm  
 Standard type: 1.1 mm or 0.7 mm  
 Thickness of LCD \_\_\_\_\_ mm  
 Seal:  Right  Left  Right or Left

V1: Horizontal length of viewing area \_\_\_\_\_ mm  
 V2: Vertical length of viewing area \_\_\_\_\_ mm  
 CN: Terminal length \_\_\_\_\_ mm  
 CS: Terminal length \_\_\_\_\_ mm  
 \*\*CN or CS=0 in case of one side terminal type.  
 CC: Terminal length \_\_\_\_\_ mm  
 SE, SW, SN, SS: Seal width  
 (According to design or manufacturing condition: about 2.0 mm to 4.0 mm)

### Panel Form



### Display Mode

Viewing angle:  6 o'clock  12 o'clock  \_\_\_\_\_ o'clock  
 Type:  TN  FSTN (Black and white)  
 STN: ( Yellow green  Gray  Blue)  
 Chromaticity coordinates ( $x \leq$  \_\_\_\_\_,  $y \leq$  \_\_\_\_\_)  
 Positive type  Negative type  
 Reflective  Transflective  Transmissive  
 Referential specifications:  
 Response time  $t_{on}$  ms (°C)  $t_{off}$  ms (°C)  
 Viewing angle \_\_\_\_\_ deg. (°C)  Contrast \_\_\_\_\_ (°C)  
 Others \_\_\_\_\_

### Polarizer

Surface finishing:  Normal  Anti-glare \_\_\_\_\_  
 Color:  Normal (neutral gray)  Red  Green  
 Blue  
 Front polarizer:  Attached type  Separate type  
 Rear polarizer:  Attached type  Separate type

### Driving Method

Static  Multiplexing: (1/\_\_\_\_\_ duty, 1/\_\_\_\_\_ bias)  
 Operating voltage ( $V_{op}$ ): \_\_\_\_\_ V  
 Frame frequency: \_\_\_\_\_ Hz  
 Driving IC: \_\_\_\_\_ (Manufacturer \_\_\_\_\_)  
 Current consumption: \_\_\_\_\_  $\mu A$

### 10. Temperature Range

Operating temperature range  
 With temperature compensation circuit (or volume)  
 0°C to 50°C  \_\_\_\_\_ °C to \_\_\_\_\_ °C  
 Without temperature compensation circuit  
 0°C to 50°C  \_\_\_\_\_ °C to \_\_\_\_\_ °C  
 Storage temperature range  
 -20°C to 60°C  \_\_\_\_\_ °C to \_\_\_\_\_ °C

### 11. Terminal Connecting Method

Rubber connector (Zebra rubber)  
 Pin:  DIL  SIL  \_\_\_\_\_  
 Pitch ( 2.54  \_\_\_\_\_ mm) Length (\_\_\_\_\_ mm)  
 Heat seal:  Equipped  Unnecessary

### 12. Others

Print (Characters, lines, masks etc.):  Yes  No  
 Protective film:  
 Yes (Color:  Red  Translucent  Transparent)  No  
 Chamfering (for heat-seal connector):  
 Yes (Position: \_\_\_\_\_)  
 (Quantity: \_\_\_\_\_)  
 No



### 13. Schedule

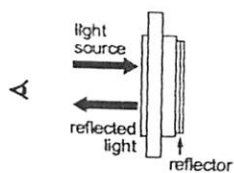
Estimate: \_\_\_\_\_  
 Sample: Delivery \_\_\_\_\_, Quantity: \_\_\_\_\_ pcs  
 Mass production: Target price: \_\_\_\_\_  
 Delivery \_\_\_\_\_, Total quantity: \_\_\_\_\_ pcs  
 Quantity per month: \_\_\_\_\_ pcs

# Liquid Crystal Display Modules

## REFLECTIVE/TRANSFLECTIVE/TRANSMISSIVE LCD

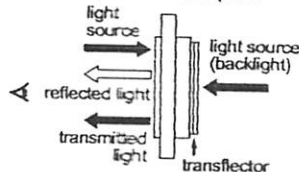
### 1 Reflective LCD

Reflector bonded to the rear polarizer reflects the incoming ambient light. Low power consumption because no backlight is required.



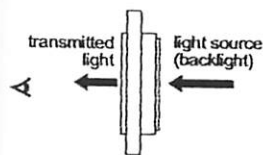
### 2 Transflective LCD

Transflector bonded to the rear polarizer reflects light from the front as well as enabling lights to pass through the back. Used with backlight off in bright light and with it on in low light to reduce power consumption.



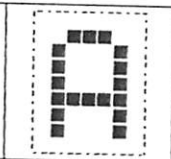
### 3 Transmissive LCD

Without reflector or transflector bonded to the rear polarizer. Backlight required. Most common is transmissive negative image.

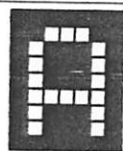


## POSITIVE/NEGATIVE MODE

Positive type



Negative type



Negative type (inverse image) (when data is inverted)



## TN TYPE/STN TYPE/FSTN TYPE

TN	(Background/dot color) Gray/Black	TN (Twisted Nematic) type is most conventional and economical. It is used for static drive LCD and low-duty drive LCD (watch, calculator, etc.)
STN	Yellowgreen/Dark blue	STN (Super Twisted Nematic) type has a higher twist angle, and thus provides clear visibility and wider viewing angle. This is suitable especially for high-duty drive LCD.
	Gray/Dark blue White/Blue	
FSTN	White/Black	FSTN (Film Super Twisted Nematic) type utilizes RCF (Retardation Control Film) to remove the coloring of STN LCD. Thus FSTN type provides easy-to-read black-and-white display.

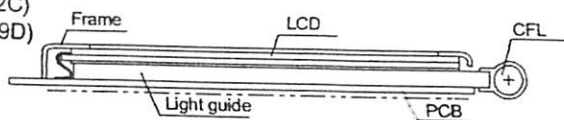
## STRUCTURE AND FEATURE OF LCD MODULE WITH BACKLIGHT

### CFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) backlight

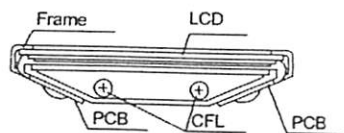
Features: high brightness, long service life, inverter required

#### Edge backlight type

(G2446, G242C)  
(G321D, G649D)



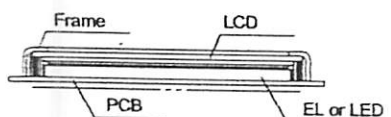
#### Backlight type



### EL (Electroluminescent Lamp) backlight LED (Light Emitting Diode) backlight

Features: EL: thin, inverter required

LED: long service life, low voltage driving, no inverter required

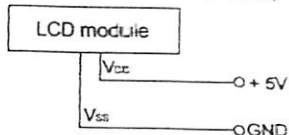
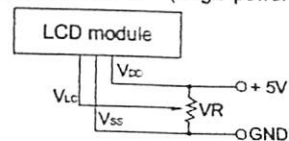


## POWER SUPPLY

### Character modules (single power supply)

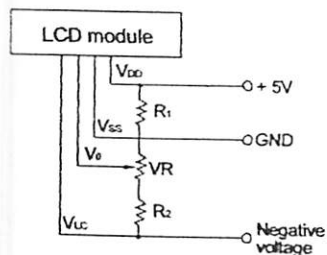
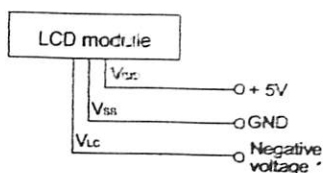
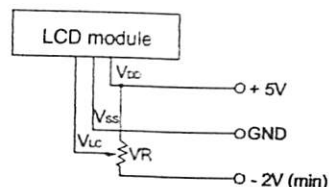
• G2446, G242C (Built-in DC-DC conv.)

• G321D, G324E and G649D



### Character Modules (Dual power supply)

• Y1206 and G122E



Note 1: Contrast can be adjusted by  $VR$ .  
Note 2: For module with backlight, power supply for backlight is necessary.

• Negative voltage should be variable for contrast adjustment.



# Precautions

---

## Safety Instructions

If the LCD panel is damaged, be careful not to get the liquid crystal in your mouth and not to be injured by crushed glasses.

If you should swallow the liquid crystal, first, wash your mouth thoroughly with water, then, drink a lot of water and induce vomiting, and then, consult a physician.

If the liquid crystal should get in your eye, flush your eye with running water for at least fifteen minutes.

If the liquid crystal touches your skin or clothes, remove it and wash the affected part of your skin or clothes with soap and running water.

EL or CFL backlight is driven by a high voltage with an inverter. Do not touch the connection part or the wiring pattern of the inverter.

Do not use inverters without a load or in the short-circuit mode.

Use the LCD module within the rated voltage to prevent overheating and/or damage. Also, take steps to ensure that the connector does not come off.

## Handling Precautions

Since the LCD panel has glass substrate, avoid applying mechanical shock or pressure on the module. Do not drop, bend, twist or press the module.

Do not soil or damage LCD panel terminals.

Since the polarizer is made of easily-scratched material, be careful not to touch or place objects on the display surface.

Keep the display surface clean. Do not touch it with your skin.

CMOS LSI is used in the LCD module. Be careful of static electricity.

Do not disassemble the module or remove the liquid crystal panel or the panel frame.

Do not damage the film surface of the EL lamp; otherwise the lamp will be damaged by humidity.

To set an EL lamp in an LCD module, push the EL lamp with its emitting side up, without pushing the rubber connectors too hard. If you damage them, the LCD module may not work properly.

## Mounting and Designing

To protect the polarizer and the LCD panel, cover the display surface with a transparent plate (e.g., acrylic or glass) with a small gap between the transparent plate and the display surface.

Keep the module dry. Avoid condensation to prevent the transparent electrodes from being damaged.

Drive LCD panel with AC waveform in which DC element is not included to prevent deterioration in the LCD panel.

Contrast of LCD varies depending on the ambient temperature. To offer the optimum contrast, LC drive voltage should be adjusted. LCD driven in a high duty ratio must be provided with drive voltage adjustment method.

Mount a LCD module with the specified mounting parts.

• Design the equipment so that input signal is not applied to the LCD module while power supply voltage is not applied to it.

• Do not locate the CFL tube and the lamp lead wire close to a metal plate or a plated part inside the equipment. Otherwise stray capacity causes a drop in voltage, decreasing the brightness and the ability to start-up.

## Cleaning

• Do not wipe the polarizer with a dry cloth, as it may scratch the surface.

• Wipe the LCD panel gently with a soft cloth soaked with a petroleum benzene.

• Do not use ketonic solvents (ketone and acetone) or aromatic solvents (toluene and xylene), as they may damage the polarizer.

## Storing

• Store the LCD panel in a dark place, where the temperature is  $25^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$  and the relative humidity below 65%. If possible, store the LCD panel in the packaging situation when it was delivered.

• Do not store the module near organic solvents or corrosive gases.

• Keep the module (including accessories) safe from vibration, shock and pressure.

• Use an LCD module with built-in EL backlight within six months of delivery.

• EL backlight is easily affected by environmental conditions such as temperature and humidity; the quality may deteriorate if stored for an extended period of time. Contact Seiko Instruments GmbH for details.

• Some parts of the backlight and the inverter generate heat. Take care so that the heat does not affect the liquid crystal or any other parts.

• Dust particles attached to the surface of the LCD or the surface of the backlight degrade the display quality. Be careful to keep dust out in designing the structure as well as in handling the module.

• Black or white air-bubbles may be produced if the LCD panel is stored for long time in the lower temperature or mechanical shocks are applied onto the LCD panel.

## On This Brochure

• Seiko Instruments GmbH reserves the right to make changes without notice to the specifications and materials contained herein.

• The colors of the products reproduced herein may be different from the actual colors. Check color on actual products before using the product.

• The information contained herein shall not be reproduced in whole or in part without the express written consent of Seiko Instruments GmbH

• The products described herein are designed for consumer equipment and cannot be used as part of any device or equipment which influences the human body or requires a significantly high reliability, such as physical exercise equipment, medical equipment, disaster prevention equipment, gas related equipment, vehicles, aircraft and equipment mounted on vehicles.

# Notes :

---

## AT89S8252 In-System Programming

### Introduction

This application note illustrates the in-system programmability of the Atmel AT89S8252 (S-series) microcontroller. A method is shown by which an AT89S8252 in an application may be programmed remotely over a standard telephone line.

Software for this application note may be obtained by downloading from: Tel: (408) 436-4309 or Website: <http://www.atmel.com>

### Example Application

The application shown in Figure 1 is a graphical implementation of a moving display. This application was selected for its simplicity and ability to show graphical results of in-system programming. Text to be displayed is programmed into the AT89S8252 microcontroller as part of its firmware, and can be changed by programming the device.

The displayed text is presented in one of four modes, selected by a switch. In the first mode, one character at a time scrolls across the display from the right and then quickly to the left through each position of the display to its final position to assemble the message. In the second mode, the message moves through the display, from right to left, with the display acting as a window onto the message. This mode is familiar as the mode often used in displays of stock

prices. Text is displayed on four DL1414T, 16-segment, 17-segment alphanumeric displays with integral decoders and drivers. This yields 16 total display elements, each capable of displaying digits, upper case alphabet, and punctuation characters. The displayable characters are ASCII 20-5F (hexadecimal

A power-on reset circuit and a 6-MHz crystal complete the application. Neither external program memory nor external data memory is used.

### Modifications to the Application to Support In-System Programming

The AT89S8252 microcontroller features an SPI port, through which on-chip Flash memory and EEPROM may be programmed. To program the microcontroller, RST is held high while commands, addresses and data are applied to the SPI port. For command format and timing requirements, refer to the Atmel AT89S8252 Microcontroller data sheet.

Figure 2 shows the example application modified for in-system programming. The microcontroller reset circuit has been eliminated and RST is controlled by the programmer. The absence of a reset circuit requires that the programmer reset the microcontroller when power is first applied to the application. An optional connection (SHUTDN) to an AT89S8252 interrupt input has been provided to allow the programmer to signal the microcontroller prior to programming. The resident firmware responds to the interrupt by displaying a message ("PROGRAMMING") indicating that programming is in progress.

A simple latch, composed of four OR gates, has been added between the outputs of the microcontroller and the display control inputs. The latch holds the display control signals inactive when RST is asserted, eliminating erratic operation of the displays during programming. No isolation of the display address or data inputs is required, since these inputs are ignored by the displays when the control signals are inactive. After programming, when RST is deasserted, the microcontroller I/O ports are high as



## Microcontroller

## Application Note

0898A-A-12/97





atch becomes transparent. Since the display control are inactive high, the display contents are not dis- until the new firmware writes the displays. Although essential in this application, it might be imperative in e applications that the state of the peripheral circuitry be disturbed during programming.

lly, programmer access has been provided to three 9S8252 SPI port pins: P1.5/MOSI, P1.6/MISO and /SCK. SPI port pin P1.4/SS is not used during pro- gramming. In the example application, the SPI port pins are

Figure 1. AT89S8252 Moving Display Application Example

available for use in programming the microcontroller. Appli- cations which utilize the SPI port pins must be modified by the addition of circuitry which will isolate the SPI port when RST is asserted, freeing the pins for use in programming the microcontroller. Circuitry which is added to support pro- gramming must appear transparent to the application dur- ing normal operation.

The code for the modified display application is shown in Appendix 2.

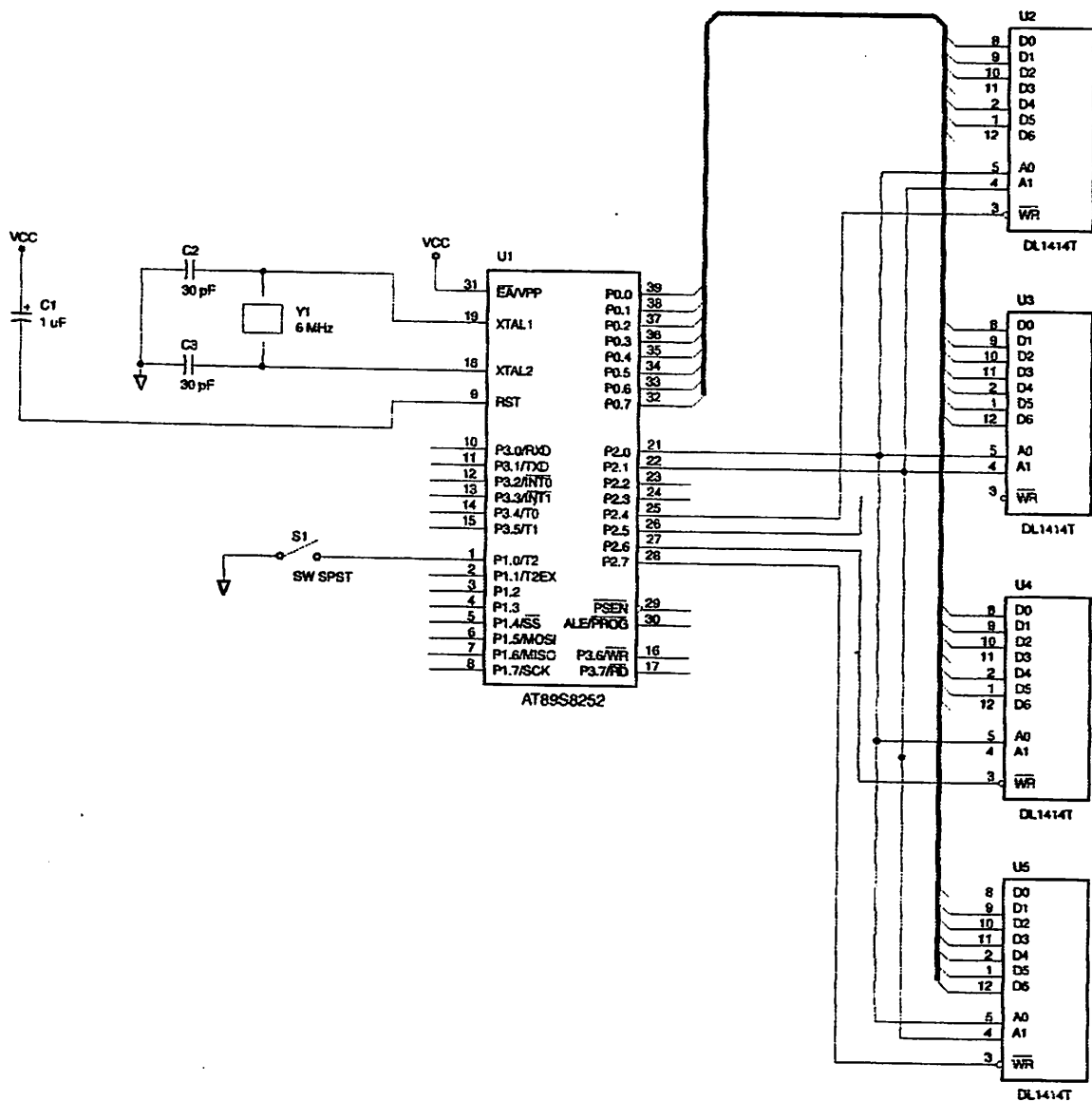
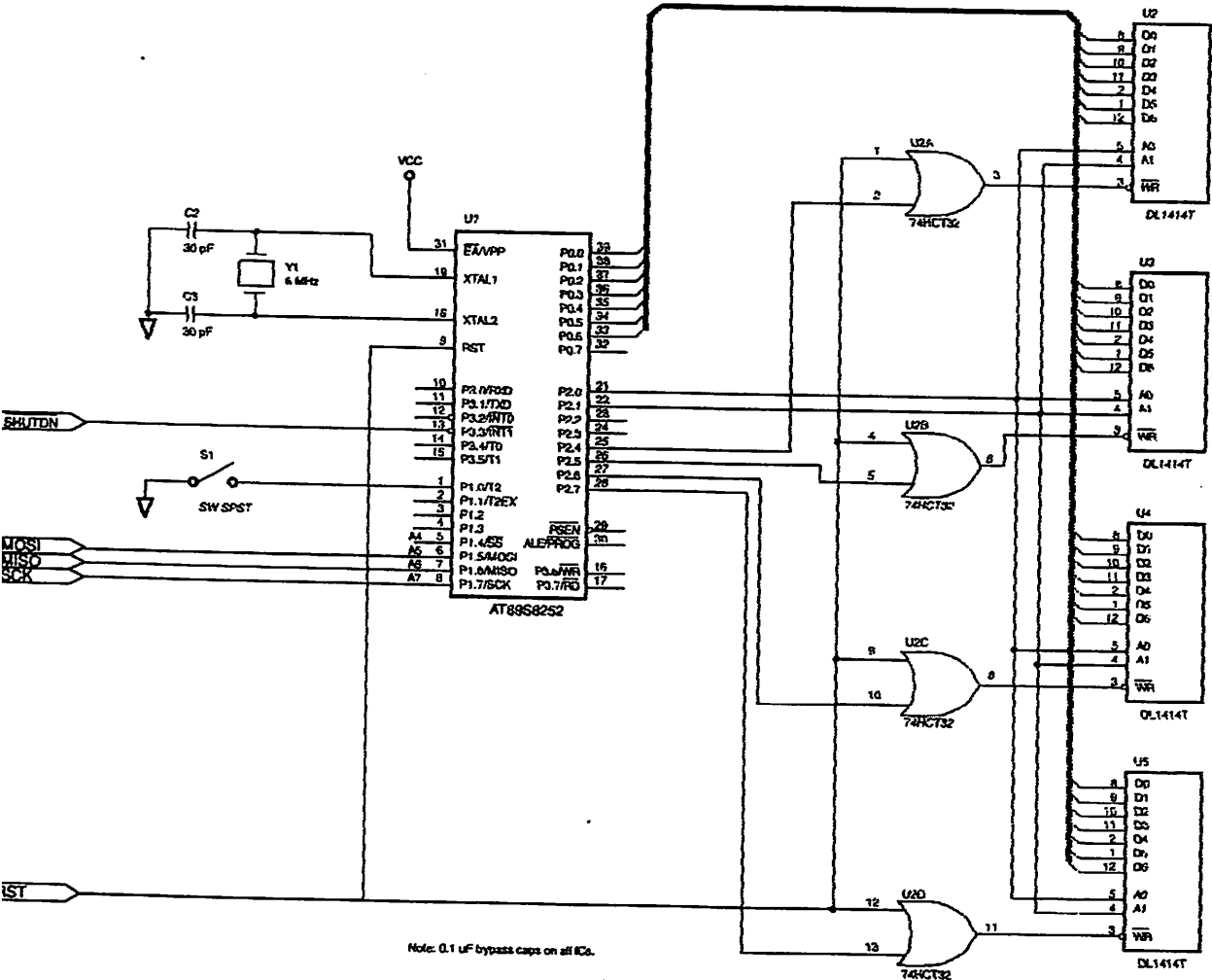


Figure 2. AT89S8252 Moving Display Application Modified for In-System Programming



## Programmer

The programmer shown in Figure 3 interfaces with a modem, from which it receives packetized data. After displaying the data packets, the programmer generates the signals required to program the data into the AT89S8252 microcontroller in the modified application. Code for the programmer is shown in Appendix 3.

The programmer circuitry consists of little more than an 8-pin AT89C2051 microcontroller and a Maxim 32 line driver/receiver. The microcontroller runs at 32 MHz, which allows the serial port to operate at a range of standard baud rates. The line driver/receiver receives RS-232 levels at the modem interface while providing only a 5-V power supply. The AT89C2051 microcontroller does not support external program or data memory, which requires that program code be kept small enough to fit into on-chip memory.

The serial interface, through which the programmer connects to the modem, supports two handshaking signals, DTR and DSR. On power up, the programmer asserts DTR, to which the modem responds by asserting DSR. If the modem should fail to respond to any command, including the command to hang up, the programmer deasserts DTR, which forces the modem to hang up.

The programmer controls the modem by sending ASCII command strings over the serial interface, to which the modem responds with Hayes-style ASCII numeric codes. The programmer code is optimized for use with the U.S. Robotics Sportster 14,400 baud external modem used in the test configuration and may require modifications if used with other modems.

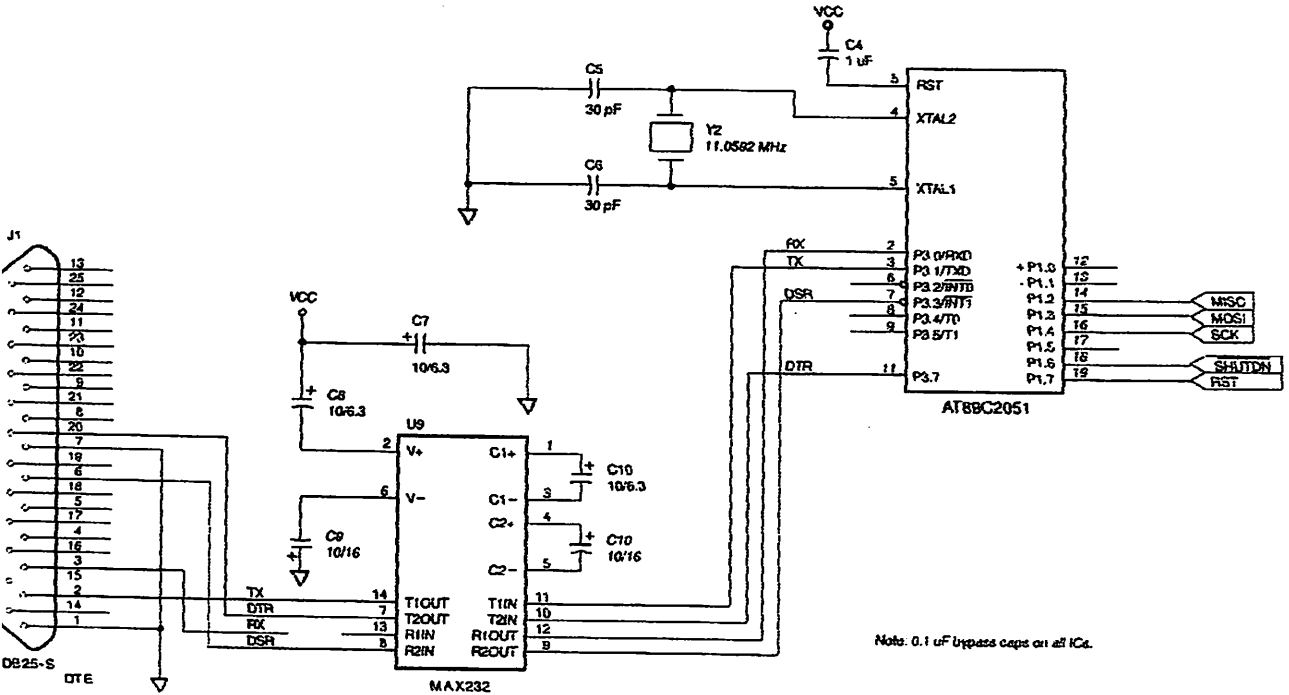
Since a reset circuit is absent from the modified application, the programmer provides the power-on reset function to the AT89S8252 microcontroller. The programmer powers up with RST asserted, resetting the microcontroller. Some



later, RST is deasserted under firmware control, allowing the application microcontroller to run normally. When

programming is required, the programmer again asserts RST.

### re 3. AT89S8252 Programmer



g programming, the programmer outputs serial data e MOSI pin, synchronized to a software-generated output on the SCK pin. Serial data is input on the ) pin, also synchronized to SCK. The maximum frequency of SCK must be less than 1/40th the crystal frequency of the AT89S8252 microcontroller being programmed, as specified in the AT89S8252 data sheet. The mentioned code produces a maximum SCK frequency of approximately 90 KHz, permitting a minimum AT89S8252 frequency of approximately 3.6 MHz.

### ote Programming Over a Standard phone Line

rogrammer and modified application described previously are connected to a phone line through a modem at the site. Using a personal computer with a modem, a an upload code containing a new message, which is ammed into the AT89S8252 microcontroller in the ation. When programming is complete, the microcon- executes the new firmware, which displays the new age.

### Station

ical station in the test configuration consists of an IBM T-compatible personal computer with a Cardinal /341LC 33,600 baud internal modem. Any modem e used, as long as it is compatible with the data com-

munications software and matches the data rate and error correction protocols of the modem at the remote site.

Procomm Plus for Windows, version 3.0, a commercial data communications package, is used to configure the modem, set up communications parameters, and establish a link with the remote modem. Procomm Plus includes a macro language called ASPECT, which allows the user to write and compile scripts which implement custom file transfer protocols. A simple ASPECT script was written to read the contents of a code file and upload it to the remote programmer. The ASPECT script is shown in Appendix 4.

The file transfer protocol (FTP) implemented is a simple send-and-wait, packet-oriented protocol. The FTP transmit and receive modes are diagrammed in the flowcharts in figures 4 and 5, respectively. The computer sends each packet without flow control and waits for a response. The programmer may acknowledge the packet by sending an ACK or may negatively acknowledge the packet by sending a NAK. Upon receipt of an ACK, the computer sends the next packet. If the clone receives a NAK, it resends the same packet. Transmission proceeds in this manner until the entire file has been transferred.

The programmer might respond to a packet by sending a CAN, which indicates that a non-recoverable error has occurred and that the computer should immediately abort the file transfer. If the programmer fails to respond to a

## Microcontroller

et within a limited period of time, the computer will nd the same packet. The computer will continue to nd the same packet until a valid response is received until the allowed number of attempts is exceeded, at n time the file transfer is aborted.

send-and-wait nature of the FTP allows the time red for the programmer to program the packet data he application microcontroller to be easily absorbed. ramming verification requires no explicit command or t codes, or additional data transfers. The program- s response to a packet reflects the result of the pro- mming verification operation performed by the program- ACK indicates success, CAN indicates failure.

decimal object file format (Intel hex) was chosen as rmat of the files to be uploaded to the programmer. eords in a hex file serve, unchanged, as the packets : FTP described above; no service fields need to be d. The fields in Intel hex file records are shown in ndix 1. The colon which begins each record serves as packet signature field. The load address field serves as packet sequence number. A checksum is provided as st field in each record. Since 7-bit ASCII coding is uti- the eighth bit of each byte is available to be used for checking.

the AT89C2051 microcontroller in the programmer not utilize external data memory, necessary packet ing must be done using internal RAM. Limited mem- ecludes the use of conventional FTPs which utilize ts of 128 bytes or more. The hex packet format used : application limits packet data fields to 16 or fewer s, requiring little memory for buffering.

advantage of the hex packet format is the use of l, which requires each program data byte to be ssed as two hex characters. This demands that r twice as many bytes be transferred as might other- e required. This is not a severe limitation, however, typical file transfer times are on the order of a few ds.

### te Station

remote station in the test configuration consists of the ammer and modified application, previously bed, connected to a U.S. Robotics Sportster 14,400- xternal modem.

power is applied, the programmer resets the 8252 microcontroller in the application, and then s control outputs inactive, allowing the application to rmally. The programmer configures the modem to r incoming calls and puts itself to sleep. While the mmer sleeps, the modem monitors the phone line, g for an incoming call. When a call is detected, the n answers and attempts to establish communication e caller. If a connection is established, the modem a connect code to the programmer, waking it up. The

programmer verifies the connect code and begins polling for a valid packet header. Invalid connect codes are ignored.

Incoming packets must arrive fewer than 30 seconds apart, or the modem hangs up and the programmer returns to sleep, waiting for the next call. If the caller hangs up, the 30-second period must expire before another call will be answered. Calls incoming during the reset delay period are ignored.

If a valid packet header is received prior to the expiration of the reset delay period, the programmer will attempt to read and validate the incoming packet. At any time during packet reception, an invalid character, parity error or time-out during character reception will cause the partial packet to be declared invalid and discarded.

Two packet types are defined: data and end-of-file. A data packet contains five fields in addition to the packet header, one of which is a variable length data field. The data field contains program data to be written into the application microcontroller. The load address field contains the address at which the data is to be written. The end-of-file packet contains the same fields as the data packet, except that the data field is empty. This packet type has special meaning to the programmer, as explained below.

Any packet which contains an invalid record type, record length or checksum is invalid. Program data accumulated during the processing of an invalid packet is discarded. The programmer sends a NAK to the computer to signal reception of an invalid packet and resumes polling for a valid packet header.

Receipt of the first valid data packet causes the programmer to interrupt the application microcontroller. The microcontroller responds to the interrupt by abandoning its usual routine and displaying a message ("PROGRAMMING") indicating that programming is taking place. If this is the first valid data packet since power was applied or an end-of-file packet was received, the programmer asserts the control signals necessary to place the microcontroller into programming mode.

The first and subsequent valid data packets are dissected as they are received and the data which they contain is programmed into the application microcontroller at the address indicated in the packet load address field. After programming, the data is read back from the microcontroller and verified against the received packet data. If programming was successful, the programmer sends ACK to the computer. The programmer then resumes polling for a valid packet header, subject to the thirty second reset delay.

If programming fails, the programmer sends CAN to signal the computer to abort the file transfer. The modem hangs up and the programmer returns to sleep, waiting for the next call. The application microcontroller is left in program-



mode, preventing it from executing the incomplete or  
firmware which it contains.

Important to note that invalid packets are NEVER pro-  
cessed into the application microcontroller. To do so  
would over-write valid program data which could not be  
recovered.

On receipt of an end-of-file packet, the programmer  
returns its control outputs to the inactive, power-on state,  
allowing the application microcontroller to begin execution  
of new firmware. The programmer then resumes polling  
for a valid packet header, subject to the 30-second reset  
delay. If a valid packet is received prior to the expiration of  
the 30-second delay, another programming cycle begins,  
which can only be terminated by the reception of a valid  
end-of-file packet.

If the reset delay expires prior to the reception of a valid  
end-of-file packet, the modem will hang up and the pro-  
grammer will return to sleep, waiting for the next call. In this  
state the application microcontroller is left in programming  
mode, preventing it from executing its firmware. To return  
the application to normal operation, another call must be  
made, and a valid program file downloaded, terminated  
by an end-of-file packet.

## Setting Up the Hardware

### Host Station

Insert the selected modem into the IBM PC AT-compatible  
computer and connect it to a standard analog telephone  
line. The modem must support a data rate of at least 9600

### Remote Station

Connect the programmer and modified display applica-  
tion to a U.S. Robotics Sportster 14,400 baud external  
modem. Connect the modem to a standard analog tele-  
phone line and set the modem switches as indicated below.

#### Modem switch settings:

UP	DTR normal
DOWN	Numeric result codes
DOWN	Display result codes
DOWN	Suppress command echo
UP	Auto answer
UP	CD normal
UP	Load NVRAM defaults
DOWN	Smart mode

Turn the modem on and apply power to the programmer  
and display application. The microcontroller in the applica-  
tion will begin executing its firmware, if it contains any. The  
programmer will initialize the modem, as indicated by the  
status indicators on the modem status indicators. If it should become

necessary to reinitialize the modem, briefly interrupt power  
to the programmer.

## Installing and Configuring Procomm Plus for Windows, Version 3.0

Install Procomm Plus as instructed in the User Manual.  
When prompted to specify the modem in use, select the  
installed modem from the list.

Put the provided ASPECT script (ATX.WAX) into the Pro-  
comm Plus ASPECT directory. If the default directories  
were utilized during installation, the correct directory is:  
C:\PROWIN3\ASPECT.ATX.WAX is the executable ASPECT  
script which results from compiling the source file  
ATX.WAS, shown in Appendix 4. Source files may be  
edited from within Procomm Plus using the ASPECT Edi-  
tor, available in the Tools menu. The ASPECT Editor pro-  
vides the option to compile a source file in the Editor Tools  
menu.

Launch Procomm Plus and create a Connection Directory  
entry for the remote station. Under Port Settings, set the  
baud rate to 9600, parity to EVEN, number of data bits to 7,  
number of stop bits to 1, plex to FULL.

### Creating a Hex File

The example source code for the modified display applica-  
tion (Appendix 2) contains a string at location "usr\_msg"  
which is written repeatedly to the alphanumeric displays.  
The user may substitute a different message, as long as it  
is enclosed in single quotes and is null-terminated. Long  
messages may require that the value in the subsequent  
ORG directive be increased to prevent the message from  
being over-written by code. The message may contain only  
characters with ASCII codes from 20-5F (hexadecimal).  
The modified source code may then be assembled, linked  
and an Intel hex file produced.

During the development of this application note, code was  
assembled and hex files generated utilizing the tools in a  
vintage copy of the Intel MCS-51 Software Development  
Package for the IBM PC. The source code may require  
cosmetic changes for compatibility with other assemblers  
and software tools. It is especially important to note that  
variations exist in Intel hex file format. This application  
requires that record data fields be limited to 16 or fewer  
entries and that address fields contain 4 hex digits. The  
user must verify that the hex files produced by the selected  
tools conform to the format documented in Appendix 1.

### Uploading a Hex File

Launch Procomm Plus and select the correct entry from the  
list box in the toolbar to dial the remote site. If the line is  
busy and remains busy for more than 30 seconds, the pro-  
grammer must be reset.

After a connection with the remote site has been estab-  
lished, run the ATX ASPECT script by selecting it from the  
list box in the toolbar. When prompted by the script, enter

## Microcontroller



path and file name (including extension) of the hex file to be uploaded to the programmer at the remote site. The programmer must receive the first record from the file within 30 seconds of the time the connection was established or it hangs up and the user will be required to redial.

During the data transfer, data and status information is displayed in the Procomm Plus Terminal Window. If the transfer completes successfully, the message "End of File" will appear in the Terminal Window. The user has 30 seconds after the appearance of messages "End of File" or "EXCESSIVE RETRIES: UPLOAD ABORTED" to rerun the program and upload another file, if desired, before the programmer hangs up. If the message "UPLOAD ABORTED REMOTE" appears, the programmer has hung up and the user must redial before uploading another file.



## Appendix 1: Intel Hex File Definition

Each record in hexadecimal object file format (Intel hex) contains the following fields:

<: > <rec length> <load address> <rec type> <data> <checksum>

Colon is the record header.

Record length field consists of two hex digits, and represents the number of entries in the data field.

Load address field consists of four hex digits, and indicates the absolute address at which the data in the data field is to be loaded.

Record type field consists of two hex digits, which are always zero in data records.

Data field contains from one to 16 pairs of hex digits.

Last two hex digits are a checksum on the record length, load address, record type, and data fields. The sum of the binary equivalents of these fields and the checksum itself is zero.

Each record in the file is terminated by a carriage return (0D hex) and line feed (0A hex).

The final record marks the end of the file. The record always contains ":00000001FF".

## Appendix 2: Code for Modified Display Application

LEDShow1

Displays predefined text strings on the LED display in one of two modes.

Display mode can be changed at run time with the switch.

The program may be interrupted by External Interrupt 1. This will cause the processor to display a string and enter a wait loop with interrupts disabled. A hardware reset will restore normal operation. This facility is provided so that the programmer can trigger an orderly shutdown before reprogramming the part.

The LED display consists of four devices of four elements each, for a total display capacity of 16 characters.

Display devices are numbered 0 to 3, from the right.

Display elements are numbered from 0 to 3, from the right.

Character positions are numbered 1 to 16, from the right.

```
;/S EQU 4 ; number of devices
;/MS EQU 4 ; number of elements in each device
;/DE EQU 20h ; blank
DSEG AT 60h ; stack origin
; DS 20h ; stack depth
CH BIT p1.0 ; display mode select input
CSEG
ORG 0000h ; power on/reset vector
jmp init
ORG 0003h ; external interrupt 0 vector
reti ; undefined
ORG 000bh ; timer 0 overflow vector
reti ; undefined
ORG 0013h ; external interrupt 1 vector
```





```
inc dptr          ; point to next char
djnz b, gs1      ; done when last position is filled
2:
ret
_display:
                ; Fill display with blanks.
                ; All registers preserved.
push acc
push b
mov b, #(NDEVS*NELMS) ; total display positions

mov a, #SPACE
call put_char    ; write space char
djnz b, c1      ; do all positions
pop b
pop acc
ret
```

msg:
display null-terminated string. Each character in the string,
turn, enters the display from the right and is moved quickly
ough each element of the display to its final position.
e string may contain any number of characters, including none.
ne length of the string exceeds the number of display
sitions, the excess characters are ignored.

```
call clear_display ; begin by blanking display
mov r5, #(NDEVS*NELMS) ; total display positions
mov dptr, #usr_msg ; point to message

mov b, #1 ; first display position

dr a
movc a, @a+dptr ; get char
z ps4 ; done if string terminator
call put_char ; display char at position in B
mov a, #25 ; 25 ms
call delay_ms ; delay so char can be seen
mov a, b ; set up for compare
dr c ; ready for subtraction
subb a, r5 ; compare next position to final
nc ps3 ; jump if char is in final position
mov a, #SPACE
call put_char ; blank out char
```

```

inc    b                ; next position
jmp    ps2
:
inc    dptr             ; point to next char
djnz   r5, ps1         ; final position for next char
:
ret

```

**\_msg:**  
display null-terminated string. The string moves through the display, from right to left, with the display acting as a window to the string. The string may contain any number of characters, including none.

```

mov    dptr, #usr_msg  ; point to string
clr    a                ; get first char
movc   a, @a+dptr;
jz     dd11             ; blank display and exit if null string
call   clear_display   ; begin by blanking display

```

; Phase I. Shift the string into the display from the right until the first character is in the left-most display element. If the string has fewer characters than the display has elements, fill the balance with blanks.

```

mov    r7, #0          ; loop counter, one pass per element
:
mov    dptr, #usr_msg  ; point to string
mov    b, r7           ; character position
inc    b               ; adjust
:
clr    a                ; get next char
movc   a, @a+dptr;
jz     dd3             ; jump if string terminator
call   put_char        ; display char at position in B
inc    dptr            ; point to next char
djnz   b, dd2          ; loop until all positions written
mp     dd5             ; next pass
:
:                       ; encountered end of string
mov    a, #SPACE       ; pad balance of display with blanks
call   put_char        ; display char at position in B
djnz   b, dd3          ; next position
:
mov    a, #150         ; 150 ms

```





```
call    delay_ms          ; delay so string can be seen
inc     r7                ; next pass
cjne   r7, #(NDEVS*NELMS), dd1 ; loop until all elements done
; Phase II. Shift the string THROUGH the display from
; the right until the last character is in the left-most
; display element. If the string has fewer characters than
; the display has elements, pad the balance with blanks.

mov     dptr, #usr_msg    ; point to string
inc     dptr              ; start with the second char
:
clr     a                 ; get char
movc   a, @a+dptr;
jz     dd11              ; blank display and exit if string end
push   dpl               ; save string pointer
push   dph
mov     b, #(NDEVS*NELMS) ; total char positions
:
clr     a                 ; get next char
movc   a, @a+dptr        ;
jz     dd8               ; jump if string terminator
call   put_char          ; display char at position in B
inc     dptr              ; point to next char
djnz   b, dd7            ; loop until all positions written
jmp    dd10              ; next pass
:
; encountered end of string
mov     a, #SPACE        ; pad balance of display with blanks
call   put_char          ; display char at position in B
djnz   b, dd8            ; next position
):
pop     dph              ; restore string pointer
pop     dpl
inc     dptr              ; point to next char
mov     a, #150           ; 150 ms
call   delay_ms          ; delay so string can be seen
mp     dd6                ; process next char
:
call   clear_display     ; blank display
mov     a, #150           ; 150 ms
call   delay_ms          ; delay
ret
```

ar:  
play character in A at position indicated in B.

All registers preserved.

```
push  acc
push  b
mov   p0, a           ; move character to output port
```

; Calculate device and element from display position.

```
mov   a, b           ; position 1..n
dec   a             ; convert to 0..n-1
mov   b, #NELMS     ; elements per device
div   ab           ; A= device, B= element
mov   p2, #0ffh    ; clear display control port

cjne  a, #0, s1     ; check device number
mov   a, #00010000b ; device 0 select
jmp   s5

cjne  a, #1, s2
mov   a, #00100000b ; device 1 select
jmp   s5

cjne  a, #2, s3
mov   a, #01000000b ; device 2 select
jmp   s5

cjne  a, #3, s4
mov   a, #10000000b ; device 3 select
jmp   s5

jmp   init         ; undefined device, restart

orl   a, b         ; add element selector
xrl   a, #11110000b ; invert device selector
mov   p2, a       ; write strobe low
orl   a, #11110000b ; reset device selector
mov   p2, a       ; write strobe high (latch data)
pop   b
pop   acc
ret
```

ms:  
Delay for 1 ms times the value in the accumulator.



```
push acc
push b
mov b, #0
:
djnz b, $ ; 500 us @ 12 MHz
djnz b, $ ; 500 us @ 12 MHz
djnz acc, dd
pop b
pop acc
ret
```

1/\_sec:  
delay for 1 second times the value in the accumulator.

```
push acc
push b
mov b, a
:
mov a, #250
call delay_ms ; 250 ms
call delay_ms ; 500 ms
call delay_ms ; 750 ms
call delay_ms ; 1000 ms
djnz b, ddd
pop b
pop acc
ret
```

END

### endix 3: Code for AT89S8252 Programmer

#### E AT89S8252\_Programmer

programmer powers up with the control signals to the target AT89S8252  
tive, allowing the program in the target to run normally. Upon receipt  
e first valid data record, the programmer puts the target into write  
le. The first and subsequent valid records are dissected as they are  
ived and their data is written into the target. Receipt of a valid  
of-file record terminates programming and resets the target control  
als, allowing the new program in the target to run.

n record received is checked for validity. If it is invalid,  
eceiver sends a NAK to the remote system and discards the record.  
records are not programmed into the target AT89S8252. Valid records



programmed into the target AT89S8252 and verified. If verification succeeds, an ACK is sent to the remote system. If verification fails, the receiver sends CAN to abort the upload. Failure to verify is a fatal error. The target AT89S8252 will be left in program mode (held reset) so that the incomplete or invalid code which it contains cannot be executed.

incoming records must appear less than 30 seconds apart, or the line is dropped in preparation for the next call. If the remote system drops the line, the programmer will wait 30 seconds before resetting. Calls incoming during this time are ignored.

The programmer manages five lines ( $\overline{\text{SHUTDN}}$ , RST, SCK, MOSI, MISO) which control the target AT89S8252 and 4 lines which handle the modem interface. The AT89S8252 control lines occupy bits of port 1 and the modem interface lines bits of port 3, as defined in the EQUates.

Procedures SHOUT (SHift OUT) and SHIN (SHift IN) manage the serial transfer of data between the programmer and the target AT89S8252. The serial clock is generated and timed by software. The code meets timing requirements when executed by an AT89Cx051 microcontroller with a 12-MHz clock. Code modifications may be required if a faster clock is substituted.

Two long period timers are implemented utilizing Timer Zero and members of register bank one. Timer Zero is configured in 16-bit mode and is loaded with an initial count of zero, which yields the maximum delay of 65.5 ms (at 12 MHz). The timer is allowed to free-run, generating an interrupt each time the count rolls over from FFFF to 0000. At each interrupt, the counts in each of the long period timers are decremented if their respective overflow flags are not set. If the new count in either long timer is zero, the corresponding overflow flag is set. It is not necessary to stop Timer Zero or to disable interrupts to reload the long timers, because they will not be disturbed by the Timer 0 interrupt service routine whenever their overflow flags are set. Because Timer 0 free-runs, it is not possible to know where in a period timing of an event begins. Therefore, one additional interrupt should be added to the calculated long timer count to guarantee that the timed interval is not short.

Long timer 0 is 16 bits, allowing a maximum timed interval of approximately one hour. Long timer 1 is 8 bits, allowing a maximum timed interval of 16 seconds.

The programmer software is compatible with the U.S. Robotics Sportster 400-baud external modem and may require modifications if used with other modems. The switches on the modem are set as follows:





- UP DTR normal
- DOWN Numeric result codes
- DOWN Display result codes
- DOWN Suppress command echo
- UP Auto answer
- UP CD normal
- UP Load NVRAM defaults
- DOWN Smart mode

dem switch 7 specifies that the power on and reset configuration be ded from NVRAM profile zero, which must contain the factory default hardware flow control template. Other switch settings then override the ded configuration. If NVRAM profile zero does not contain the hardware v control template, it may be restored with the following command quence:

'&F1&W0<ENTER>

ne of the switch functions can be controlled by software, but making of the switches simplifies the code required to initialize the modem. only additional commands which must be issued to the modem are:

- .1 Ignore RTS,
- 0 Disable ARQ result codes.

"1" causes the modem to forward incoming data to the programmer regardless the state of RTS. "&A0" suppresses the extended protocol result codes. e that suppression of the codes does not affect the connection. If it is red to disable Error Control, issue the command "&M0".

	EQU	0dh	; carriage return
	EQU	0ah	; line feed
	EQU	6h	; responses to remote system
	EQU	15h	;
	EQU	18h	;
_1200	EQU	0e8h	; 1200 baud timer reload values
_2400	EQU	0f4h	; 2400 baud
_9600	EQU	0fdh	; 9600 baud
	EQU	'0'	; modem status codes
NG	EQU	'2'	;
IECT_1200	EQU	'5'	;
IECT_2400	EQU	'10'	;
IECT_9600	EQU	'13'	;

```

IES          EQU    5           ; max attempts to access modem
SE_1        EQU    0ach        ; erase chip function, first byte
SE_2        EQU    04h         ; second byte
BLE_1       EQU    0ach        ; enable write function, first byte
BLE_2       EQU    53h         ; second byte
MY          EQU    55h         ; function third byte
TE_CODE     EQU    02h         ; write code memory function (Flash)
D_CODE      EQU    01h         ; read code memory function
TE_DATA     EQU    06h         ; write data memory function (EEPROM)
D_DATA      EQU    05h         ; read data memory function
            EQU    r2          ; long timer one low byte
            EQU    r3          ; long timer one high byte
            EQU    r4          ; long timer two only byte
            EQU    r0          ; general purpose index register
im          EQU    r5          ; running checksum on record
            EQU    r6          ; temporary storage
            EQU    r7          ; loop counter
            BIT    p3.3        ; modem control signals
            BIT    p3.7        ;
            BIT    p1.7        ; target control signals
DN_         BIT    p1.6        ;
            BIT    p1.4        ; serial clock
            BIT    p1.3        ; serial data out
            BIT    p1.2        ; serial data in

```

## DSEG AT 20h

```

DATA 20h    ; misc flags
BIT flags.0 ; long timer 0 overflow flag
BIT flags.1 ; long timer 1 overflow flag

```

## ORG30h

```

be: DS 1     ; record type
lo: DS 1     ; record load address, low byte
hi: DS 1     ; record load address, high byte
an: DS 1     ; record data byte count
uf: DS 32    ; storage for record data field
ORG 60h     ; stack origin
DS 20h     ; stack depth
DATA 87h   ; address of Power Control register
            ; (added to enlighten the assembler)

```

## CSEG

```

ORG 0000h  ; power on/reset vector
jmp init

```





```
ORG 0003h ; external interrupt 0 vector
reti ; undefined
ORG 000Bh ; timer 0 overflow vector
jmp timer_int
ORG 0013h ; external interrupt 1 vector
reti ; undefined
ORG 001Bh ; timer 1 overflow vector
reti ; undefined
ORG 0023h ; serial I/O interrupt vector
jmp serial_int
ORG 40h ; begin constant data space
cmd: DB '+++', 0 ; modem return to command mode
_cmd: DB 'ATZ', CR, 0 ; modem reset string
; must be last command on line and
; modem returns code before executing
md: DB 'AT&R1&A0', CR, 0 ; modem init string
up_cmd: DB 'ATH', CR, 0 ; modem on-hook string
ORG 0080h ; begin code space
USING 0 ; register bank 0

mov sp, #(stack-1) ; initialize stack pointer
call initialize ; initialize controller registers
setb LT0F ; disable long timer 0
setb LT1F ; disable long timer 1
; Initialize the modem.
setb TI ; set transmit interrupt flag
; (kludge for first use)
setb ET0 ; enable timer 0 interrupt
call modem_init ; initialize modem
clr ET0 ; disable timer 0 interrupt
jnc m1 ; jump if modem init passes
clr EA ; global interrupt disable
orl PCON, #1 ; idle the controller, reset exits
```

Clear pending interrupts before enabling serial interrupts.

```
jnb TI, $ ; wait for transmitter to clear
clr TI ; clear transmit interrupt flag
clr RI ; clear receive interrupt flag
setb ES ; enable serial ints to wake controller
clr F0 ; clear connect flag / PSW.5 bit

orl PCON, #1 ; idle the controller, serial int exits
jnb F0, idle ; return to idle if not connected
; Connection has been established.
```

```

; Begin polling for valid record header.
clr    ES                ; disable serial interrupts
setb   TI                ; set transmit interrupt flag
                        ; (kludge for first use)

clr    F0                ; clear program mode flag
setb   ET0               ; enable timer 0 interrupt

call   init_longtimer0  ; start 30-second timer

call   get_char         ; get char, 1-second timeout
jc     m8               ; try again if parity error or timeout
cjne   a, #'.', m8      ; try again if not record header
                        ; Found header, process hex record.

call   get_record       ; load and dissect record
jnc    m4               ; jump if record is good
mov    a, #NAK          ; tell sender record is bad
call   send_char;
jmp    m2               ; next record

cjne   a, #0, m6        ; jump if record is not type zero
; Process record type zero (data).
jb     F0, m5           ; jump if target is in write mode
call   shutdown         ; notify target of impending doom
call   erase_chip       ; erase target
call   set_pgm          ; place target in write mode
setb   F0               ; flag target in write mode

call   write_record     ; program data into target
call   verify_record    ; verify program data
jnc    m7               ; jump if verify OK
mov    a, #CAN          ; tell sender to abort
call   send_char;
jmp    m9               ; hang up and reset for next call

; Process record type one (end-of-file).
call   clear_pgm        ; take target out of write mode
clr    F0               ; flag target not in write mode

mov    a, #ACK          ; tell sender record OK
call   send_char;
jmp    m2               ; next record

jnb    LT0F, m3         ; poll until timer times out
                        ; timer timed out or upload cancelled

```



```
call    hang_up          ; break the connection
clr     ETO              ; disable timer 0 interrupt
jmp     m1               ; return controller to idle
```

\_int:

process serial interrupt. Interrupts due to transmit done are cleared and ignored. If interrupt is due to receive data ready, check for a modem connect code, and set the connect flag. The procedure includes code for identifying both single- and double-character connect codes, but both may not be active simultaneously. The code for identifying double-character connect codes is dependent on the receive baud rate. Serial interrupts are enabled elsewhere.

```
clr     F0               ; clear connect flag
clr     RI               ; clear transmit interrupt flag
jnb     RI, si2          ; exit if not receive data ready
mov     a, SBUF          ; get character into accumulator
mov     c, p             ; carry set for odd parity (error)
jc      si1              ; ignore char if parity error
; Test for single-character 1200-baud connect code.
anl     a, #7fh          ; strip off parity (eighth) bit
cjne    a, #CONNECT_1200, si1 ; ignore char if wrong code
; Test for double-character 9600-baud connect code.
anl     a, #7fh          ; strip off parity (eighth) bit
cjne    a, #(HIGH CONNECT_9600), si1; ignore wrong char
clr     RI               ; reset receive flag
mov     a, #2            ; expect next char in about 1 ms
call    delay_ms        ; wait for next char
jnb     RI, si2          ; exit if not receive data ready
mov     a, SBUF          ; get character into accumulator
mov     c, p             ; carry set for odd parity (error)
jc      si1              ; ignore char if parity error
anl     a, #7fh          ; strip off parity (eighth) bit
cjne    a, #(LOW CONNECT_9600), si1; ignore wrong char
setb    F0               ; set connect flag

clr     RI               ; reset receive flag

reti
```

nt:

process Timer Zero interrupt, which occurs about every 65.5 ms. The long timer count is decremented if its overflow flag is clear. When a long timer count reaches zero, its overflow flag is set.

Counts are reloaded and overflow flags are reset elsewhere.

```

push  psw                ; save flags
setb  RS0                ; select register bank one
jb    LT0F, ti2          ; skip if long timer 0 overflow set
cjne  lt0_lo, #0, ti1    ; test low byte
dec   lt0_hi             ; low byte is zero, borrow from high

:

djnz  lt0_lo, ti2        ; dec low byte, skip if not zero
cjne  lt0_hi, #0, ti2    ; low byte is zero, test high byte
                        ; both bytes equal zero
setb  LT0F              ; set overflow flag

:

jb    LT1F, ti3          ; skip if long timer 1 overflow set
djnz  lt1, ti3          ; decrement count and skip if not zero
setb  LT1F              ; count is zero, set overflow flag

:

pop   psw                ; restore flags and reg bank zero
reti

```

ize:  
Initialize controller registers and I/O lines.

```

mov   PCON, #0           ; initialize power control register
mov   IE, #0             ; deactivate all interrupts
mov   SCON, #01000000b; serial port mode 1
mov   TMOD, #00100001b; timer 1 8-bit auto-reload,
                        ; timer 0 16-bit
mov   TH1, #BAUD_1200 ; timer 1 reload value
mov   TH1, #BAUD_9600 ; timer 1 reload value
mov   TCON, #01000000b; start timer 1
mov   TL0, #0            ; set timer 0 to max count
mov   TH0, #0            ;
setb  TR0                ; start timer 0
setb  REN                ; enable serial reception
setb  EA                 ; global interrupt enable
; Initialize I/O lines.
setb  DTR_
setb  SHUTDN_
setb  MISO
setb  MOSI
clr   SCK
clr   RST                ; remove reset from target
ret

```





em\_init:

Reset and initialize the modem.

Return with carry set if modem fails to respond as expected.

```
clr    DTR_           ; assert DTR to talk to modem
```

; First must ensure that the modem is in command mode.

```
mov    a, #1          ; wait 1 second
```

```
call   delay_sec     ;
```

```
mov    dptr, #attn_cmd ; point to attention string
```

```
call   send_string   ; transmit string
```

```
mov    a, #1          ; wait 1 second
```

```
call   delay_sec     ;
```

; Reset modem, causing the switches to be read.

```
mov    dptr, #reset_cmd ; point to reset string
```

```
call   modem_cmd     ; transmit string
```

```
jc     nn1            ; jump on fail
```

```
mov    a, #1          ; wait 1 second before next command
```

```
call   delay_sec     ;
```

; Modem is powered up and on-line.

; Send required software parameters.

```
mov    dptr, #init_cmd ; point to init string
```

```
call   modem_cmd     ; transmit string
```

```
jnc    nn2            ; jump on pass
```

; Modem is misbehaving, so deactivate it.

; The controller must be reset to exit this state.

```
setb   DTR_           ; deassert DTR to deactivate modem
```

```
ret
```

g\_up:

; Force the modem to drop the line.

; First must return the modem to command mode.

```
mov    a, #1          ; wait 1 second
```

```
call   delay_sec     ;
```

```
mov    dptr, #attn_cmd ; point to attention string
```

```
call   send_string   ; transmit string
```

```
mov    a, #1          ; wait 1 second
```

```
call   delay_sec     ;
```

; Issue command to hang up.

```
mov    dptr, #hangup_cmd ; point to hang up string
```

```
call   modem_cmd     ; transmit string
```

```
jnc    hh             ; jump on pass
```

; The polite way didn't work, so drop DTR.



```

; The controller must be reset to exit this state.
setb   DTR_           ; force modem to drop the line

```

```
ret
```

m\_cmd:

Transmit command string to modem and validate the response.  
 Return with carry set if modem fails to respond as expected,  
 if excessive parity errors or receive timeouts occur.  
 Valid responses consist of a byte code followed by a carriage  
 return. Parity errors and timeouts cause the command to be  
 resent. Expected delays for command responses are absorbed  
 by GET\_CHAR. On entry, DPTR must point to a null-terminated  
 command string.

```

push   b
mov    b, #MTRIES    ; number of attempts

:
call   send_string   ; transmit command string
clr    RI            ; discard any waiting character

:
call   get_char      ; receive result code
jc     mm3           ; jump on parity error or timeout
cjne   a, #OK, mm2   ; loop if response is not valid
call   get_char      ; receive carriage return
jc     mm3           ; jump on parity error or timeout
cjne   a, #CR, mm2   ; loop if response is not valid
; valid response complete
clr    c            ; clear error flag
jmp    mm4           ; return

djnzb, mm1          ; resend command
setb   c            ; out of retries, set error flag

pop    b
ret

```

ring:

Transmit string pointed to by DPTR.  
 String may be of any length, but must be null-terminated.

```

push   acc
push   dpl
push   dph

```





```
cl      a
movc   a, @a+dptr      ; get character
jz     ss2              ; check for terminator
call   send_char       ; send character
inc    dptr            ; point to next character
jmp    ss1

pop    dph
pop    dpl
pop    acc
ret
```

char:  
Wait for transmitter to clear, add even parity bit to character  
in accumulator and transmit it. Does not wait for transmitter  
to clear before returning.

```
jnb    TI, $           ; wait here for transmitter to clear
clr    TI              ; clear transmit flag
push   acc             ; save char
movc,  p               ; get parity bit
mov    acc.7, c        ; add parity bit to data
mov    SBUF, a         ; load character into transmitter
pop    acc             ; restore char
ret
```

char:  
Read a character from the serial port and check for even parity.  
Return the character in the accumulator with parity stripped off.  
This routine will wait for approximately 1 second before timing  
out. Return with carry set on parity error or timeout.

```
jb     RI, gc2         ; jump if char is waiting
call   init_longtimer1 ; start 1-second timer

jb     RI, gc2         ; exit loop when char received
jnb    LT1F, gc1       ; loop until timer times out
setbc  0               ; set error flag
jmp    gc3             ; return

mov    a, SBUF         ; get character into accumulator
mov    c, p            ; carry set for odd parity (error)
and    a, #7fh        ; strip off parity (eighth) bit
```

```

3:      clr     Ri           ; reset receive flag
      ret

```

byte:  
 Read two hexadecimal ASCII characters from the serial port  
 and return their binary equivalent in the accumulator.  
 Return with carry set if either character was invalid or  
 contained a parity error.

```

      call    get_char      ; get first char from serial port
      jc     gb             ; exit on parity error
      call    ascii2bin     ; convert hex to binary
      jc     gb             ; exit on invalid char
      swap   a             ; first hex digit times 16
      mov    b, a          ; save value
      call    get_char      ; get second char from serial port
      jc     gb             ; exit on parity error
      call    ascii2bin     ; convert hex to binary
      jc     gb             ; exit on invalid char
      orl   a, b           ; combined binary equivalent

      ret

```

bin:  
 Convert hexadecimal digit in the accumulator to its binary  
 equivalent and return it in the accumulator. Valid hex digits  
 are 0..9 and A..F (upper case only). Return with carry set  
 if the character received is not a valid hex digit.

```

      mov    temp, a       ; save char
      clr    c             ; prepare for subtraction
      subb  a, #'9'+1     ; compare to '9'
      jnc   a1            ; jump if char above '9'
      mov   a, temp       ; get original char
      clr    c             ; prepare for subtraction
      subb  a, #'0'       ; compare to '0'
      jmp   a4            ; return error if char below '0'
                        ; else binary value in accumulator

      mov   a, temp       ; get original char
      subb  a, #'F'+1     ; compare to 'F'
      cpl   c             ; invert error flag
      jc    a4            ; return error if char is above 'F'

```



```
mov    a, temp          ; get original char
subb   a, #'A'          ; compare to 'A'
jc     a4               ; return error if char is below 'A'

add    a, #10           ; adjust binary value

ret
```

Record:  
Read and dissect record. Two record types are accepted: data and  
end-of-file. If the record type is data, the appropriate values  
are extracted and stored. If the record type and checksum are  
valid, the carry bit is cleared and the record type is returned  
to the accumulator. Return with carry set to signal an invalid  
record type, checksum error, or other problem. Errors returned  
by routine GET\_BYTE (invalid char or parity) cause an immediate  
return with carry set.

```
mov    chksum, #0      ; clear running checksum
call   get_byte       ; get record data length field
jc     r4             ; jump on error
mov    data_len, a    ; save data length
clr    c              ; prepare for subtraction
subb   a, #(16+1)     ; data length limited to 16 bytes
jnc    r4             ; jump if max size exceeded
call   get_byte       ; get high byte of load address field
jc     r4             ; jump on error
mov    laddr_hi, a    ; save it
call   get_byte       ; get low byte of load address field
jc     r4             ; jump on error
mov    laddr_lo, a    ; save it
call   get_byte       ; get record type field
jc     r4             ; jump on error
mov    rec_type, a    ; save type
cjne   a, #0, r2      ; jump if not type zero (data)
; Process data in data type record.
mov    index, #data_buf ; pointer to data buffer
mov    kount, data_len ; byte counter

call   get_byte       ; get data from serial port
jc     r4             ; jump on error
mov    @index, a      ; save data in buffer
add    a, chksum      ; update checksum
```

```

mov   chksum, a      ;
inc   index          ; point to next location
djnz  kount, r1      ; decrement byte count and loop
jmp   r3             ; done with data, do checksum

```

2:

```

mov   a, rec_type    ; get record type
cjne  a, #1, r4      ; jump if not type one (end-of-file)

```

3:

; Process checksum.

```

call  get_byte       ; get record checksum
jc    r4             ; jump on error
add   a, chksum      ; update running checksum
add   a, data_len    ;
add   a, laddr_lo    ;
add   a, laddr_hi    ;
add   a, rec_type    ;
jnz   r4             ; jump if record checksum is not zero
                        ; Discard CR/LF which terminates record.

```

```

call  get_byte
jc    r4             ; jump on error
call  get_byte
jc    r4             ; jump on error
mov   a, rec_type    ; return record type in accumulator
clr   c              ; no errors
jmp   r5             ; return

```

```

setb  c              ; Error: data field too large, invalid type or bad checksum.
                        ; set error flag

```

```
ret
```

\_record:

; Write the data extracted from the most recently received record  
; into the target AT89S8252. Timing delays are enforced by software.  
; This routine assumes that the target has already been prepared  
; for programming. Returns nothing.

```

mov   r2, laddr_lo   ; save low byte of load address
mov   r3, laddr_hi   ; save high byte of load address
mov   a, r3          ; get high byte of load address
ani   a, #00011111b ; isolate 5 bits
rl    a              ; move 5 bits to top
rl    a              ;
rl    a              ;

```



```
ori    a, #WRITE_CODE ; specify code write function
mov    temp, a         ; save adjusted high byte
mov    index, #data_buf ; pointer to data buffer
mov    kount, data_len ; byte counter

mov    a, temp         ; send adjusted high byte of address
call   shout          ;
mov    a, r2           ; send low byte of address
call   shout          ;
mov    a, @index      ; send data from buffer
call   shout          ;
mov    a, #3          ; wait 3 ms
call   delay_ms

; Next address.
mov    a, r2           ; get low byte of address
add    a, #1          ; increment low byte
movr2, a              ; save incremented value
jnc    pp2            ; jump if no carry out of low byte
; carry out of low byte
mov    a, r3           ; get high byte of address
add    a, #1          ; increment high byte
mov    r3, a          ; save incremented value
andl   a, #00011111b ; isolate 5 bits
rl     a              ; move 5 bits to top
rl     a              ;
rl     a              ;
ori    a, #WRITE_CODE ; specify code write function
mov    temp, a         ; save adjusted high byte

; Next data.
inc    index          ; point to next buffer location
djnz   kount, pp1     ; decrement byte count and loop
ret
```

\_record:

Verify the data extracted from the latest record against that written into the target AT89S8252. Timing delays are enforced by software. This routine assumes that the target has already been prepared for programming. Return with carry set if verify fails.

```
mov    r2, laddr_lo   ; save low byte of load address
mov    r3, laddr_hi   ; save high byte of load address
mov    a, r3          ; get high byte of load address
andl   a, #00011111b ; isolate 5 bits
```

```

rl    a                ; move 5 bits to top
rl    a                ;
rl    a                ;
orl   a, #READ_CODE   ; specify code read function
mov   temp, a          ; save adjusted high byte
mov   index, #data_buf ; pointer to data buffer
mov   kount, data_len  ; byte counter

mov   a, temp          ; send adjusted high byte of address
call  shout            ;
mov   a, r2            ; send low byte of address
call  shout            ;
; Read data and verify.
call  shin             ; read data
mov   b, @index        ; get record data
cjne  a, b, vv2        ; jump on verify fail
jmp   vv3              ; verify OK, do next address

setb  c                ; set error flag
jmp   vv5              ; return

; Next address.
mov   a, r2            ; get low byte of address
add   a, #1            ; increment low byte
mov   r2, a            ; save incremented value
jnc   vv4              ; jump if no carry out of low byte
; carry out of low byte
mov   a, r3            ; get high byte of address
add   a, #1            ; increment high byte
mov   r3, a            ; save incremented value
andl  a, #00011111b    ; isolate 5 bits
rl    a                ; move 5 bits to top
rl    a                ;
rl    a                ;
orl   a, #READ_CODE   ; specify code write function
mov   temp, a          ; save adjusted high byte

; Next data.
inc   index            ; point to next buffer location
djnz  kount, vv1       ; decrement byte count and loop
clr   c                ; clear error flag

ret

```



t:  
Shift out a byte, most significant bit first.  
SCK expected low on entry. Return with SCK low.  
Called with data to send in A.

```
push b
mov b, #8 ; bit counter

rlc a ; move bit into CY
mov MOSI, c ; output bit
nop ; enforce data setup
nop ;
setb SCK ; raise clock
nop ; enforce SCK high
nop ;
nop ;
nop ;
clr SCK ; drop clock
djnz b, x42 ; next bit
pop b
ret
```

Shift in a byte, most significant bit first.  
SCK expected low on entry. Return with SCK low.  
Returns received data byte in A.

```
push b
mov b, #8 ; bit counter

setb SCK ; raise clock
mov c, MISO ; input bit
rlc a ; move bit into byte
nop ; enforce SCK high
nop ;
clr SCK ; drop clock
nop ; enforce SCK low
nop ;
djnz b, x43 ; next bit
pop b
ret
```

chip:  
target AT89S8252.

**Microcontroller**



```

setb   RST           ; force target into reset
mov    a, #ERASE_1   ; send first byte of erase function
call   shout        ;
mov    a, #ERASE_2   ; send second byte
call   shout        ;
mov    a, #DUMMY     ; send third byte
call   shout        ;
mov    a, #10        ; wait 10 milliseconds
call   delay_ms     ;
clr    RST           ; remove reset from target
ret

```

own:  
 force target to abandon execution of its internal program.

```

clr    SHUTDN_       ; notify target of impending reset
mov    a, #5         ; give target 5 ms to shut down
call   delay_ms     ;
setb   SHUTDN_       ; deassert interrupt
ret

```

ym:  
 prepare the target AT89S8252 for programming.

```

setb   RST           ; force target into reset
mov    a, #1         ; wait 1 ms (arbitrary)
call   delay_ms     ;
; Enable writes to code and data memory.
mov    a, #ENABLE_1 ; send first byte of enable code
call   shout        ;
mov    a, #ENABLE_2 ; send second byte
call   shout        ;
mov    a, #DUMMY     ; send third byte
call   shout        ;
ret

```

gm:  
 ; Allow target AT89S8252 to resume execution of its own program.

```

clr    RST           ; remove reset from target
ret

```

timer0:  
 1 and start long timer 0.





System Timer 0 count loaded and interrupt enabled elsewhere.

```
setb  LT0F          ; disable counter
setb  RS0           ; select register bank one
mov   It0_lo, #0c8h ; load 30-second count
mov   It0_hi, #1    ;
clr   RS0           ; back to bank zero
clr   LT0F          ; enable counter
ret
```

longtimer1:

Load and start long timer 1.

System Timer Zero count loaded and interrupt enabled elsewhere.

```
setb  LT1F          ; disable counter
setb  RS0           ; select register bank one
mov   It1, #17      ; load 1-second count
clr   RS0           ; back to bank zero
clr   LT1F          ; enable counter
ret
```

ms:

Delay for 1 ms times the value in the accumulator.

```
push  acc
push  b
mov   b, #0

djnz  b, $          ; 500 us @ 12 MHz
djnz  b, $          ; 500 us @ 12 MHz
djnz  acc, dd
pop   b
pop   acc
ret
```

sec:

Delay for 1 s times the value in the accumulator.

```
push  acc
push  b
mov   b, a

mov   a, #250
call  delay_ms; 250 ms
call  delay_ms; 500 ms
```

**Microcontroller**

```
call    delay_ms; 750 ms
call    delay_ms; 1000 ms
djnz   b, ddd
pop     b
pop     acc
ret
```

```
END
```



## Appendix 4: ASPECT Script for Procomm Plus

PROCOMM ASPECT script to read and transmit an Intel hex file. The script does not set up communications parameters, initialize the modem, dial out or establish a connection with the receiver; this is done manually via the PROCOMM Connection Directory. Each record in the hex file is terminated by a CR/LF. The receiver is expected to respond with an ACK after each record is validated and programmed into the target processor. If the receiver cannot validate a record, it responds with a NAK. If the receiver cannot verify the record data after programming the target processor, it responds with a CAN, which tells the transmitter to abort the upload. The transmitter waits 2 seconds between records for a response. If a response is not received in the allowed interval, or if the response is other than an ACK or a CAN, the record is retransmitted.

```
define ACK          6          ; ^F
define NAK          21         ; ^U
define CAN          24         ; ^X
define MAXRETRIES  4

: main
  get filename, record
  get retry, rxcodes
  fopen "Select HEX File" "*.hex" single filename; get file name
  if failure          ; get file name failed
  exit
endif
  validate filename ; validate path and file name
  if fopen 0 filename read; open file for read
  while !feof 0
    fgets 0 record; read record
  endwhile
  if failure
    errormsg "FILE OPEN FAILED"
    exit
  endif
  errormsg "FILE DOES NOT EXIST"
  exit

: aspect rxdata on          ; script processes receive data
: not feof 0                ; check for EOF
: fwrite record            ; show record
: flush                    ; purge pending receive data
: transmit record raw      ; send record including CR/LF
: fgets rxcodes 2          ; wait max 2 seconds for answer
: if show_rxcodes with rxcodes ; show received code
: counter = 0              ; initialize counter
```

```
while (rxcode != ACK) && (retry < MAXRETRIES)
  if (rxcode == CAN); abort ordered by remote
    errmsg "UPLOAD ABORTED BY REMOTE"
    fclose 0; close file
    set aspect rxdata off
    exit
  endif
  termwrites "Resending record^M^J"
  termwrites record; show record
  rxflush                ; purge pending receive data
  transmit record raw    ; send record
  comgetc rxcode 2      ; get response
  call show_rxcode with rxcode; show received code
  ++retry                ; advance counter and try again
endwhile
if (rxcode != ACK)
  errmsg "EXCESSIVE RETRIES: UPLOAD ABORTED"
  fclose 0; close file
  set aspect rxdata off
  exit
endif
fgets 0 record; read next record
while
  twrites "End of file^M^J"
  se 0          ; close file
  aspect rxdata off
oc
how_rxcode
m integer rxcode
msg "%#X'r'n", rxcode
h rxcode
case -1
  termwrites "Timed out^M^J"
ndcase
case ACK
  termwrites "Received ACK^M^J"
ndcase
case NAK
  termwrites "Received NAK^M^J"
ndcase
case CAN
  termwrites "Received CAN^M^J"
ndcase
```



```
default
  termwrites "Received garbage^M^J"
endcase
ndswitch
proc
```

**Microcontroller**



Figure 4. FTP Transmit Mode

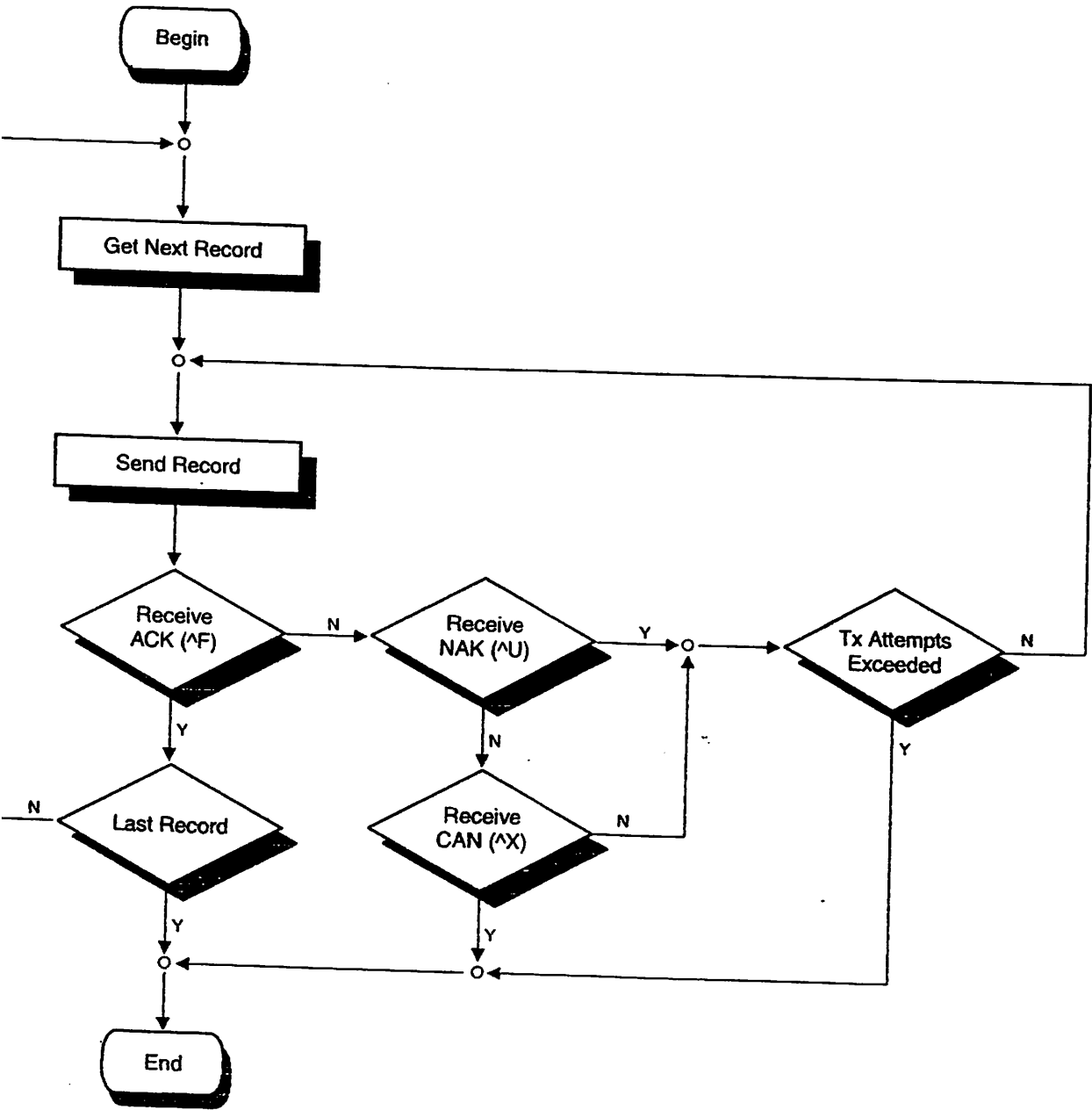
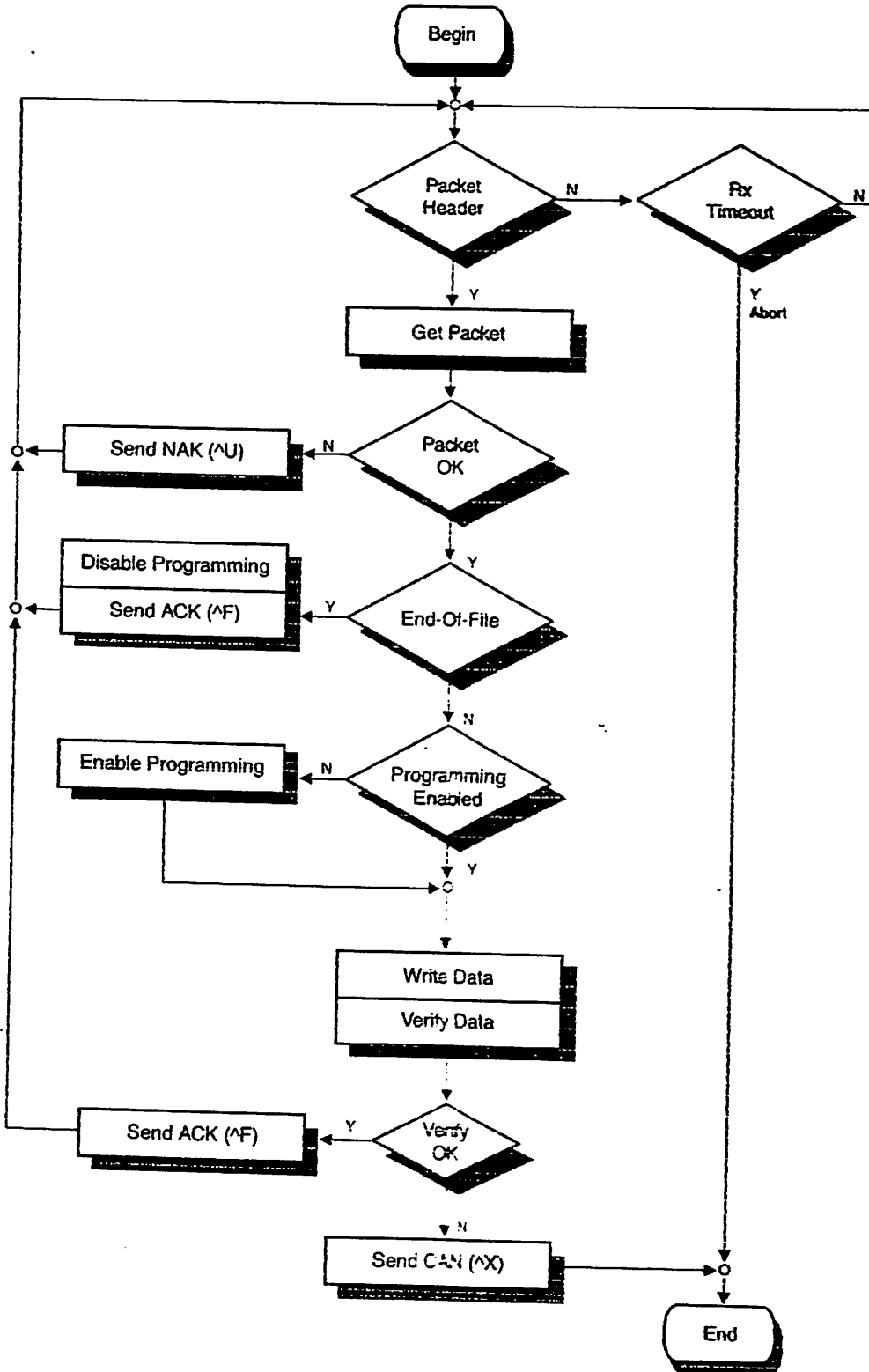


Figure 5. FTP Receive Mode





# LM124/LM224/LM324/LM2902 Low Power Quad Operational Amplifiers

## General Description

The LM124 series consists of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, DC gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional  $\pm 15V$  power supplies.

## Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage
- The unity gain cross frequency is temperature compensated
- The input bias current is also temperature compensated

## Advantages

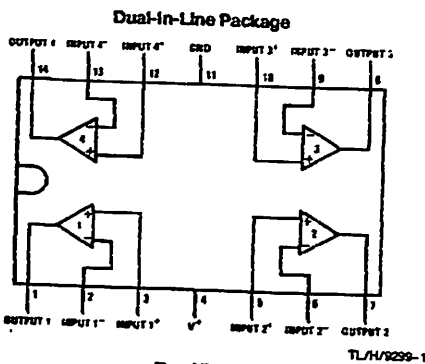
- Eliminates need for dual supplies
- Four internally compensated op amps in a single package
- Allows directly sensing near GND and  $V_{OUT}$  also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

## Features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large DC voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz  
(temperature compensated)
- Wide power supply range:
  - Single supply 3V to 32V
  - or dual supplies  $\pm 1.5V$  to  $\pm 16V$
- Very low supply current drain (700  $\mu A$ )—essentially independent of supply voltage
- Low input biasing current 45 nA  
(temperature compensated)
- Low input offset voltage 2 mV  
and offset current 5 nA
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing 0V to  $V^+ - 1.5V$

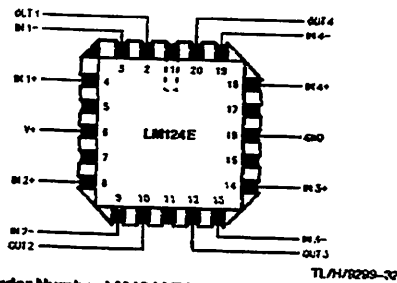
LM124/LM224/LM324/LM2902  
Low Power Quad Operational Amplifiers

## Connection Diagram

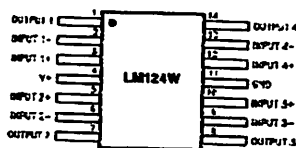


Top View

Order Number LM124J, LM124AJ, LM124J/883\*\*, LM124AJ/883\*, LM224J, LM224AJ, LM324J, LM324M, LM324AM, LM2902M, LM324N, LM324AN or LM2902N  
See NS Package Number J14A, M14A or N14A



Order Number LM124AE/883 or LM124E/883  
See NS Package Number E20A



Order Number LM124AW/883 or LM124W/883  
See NS Package Number W14B

\*LM124A available per JMS8510/11006  
\*\*LM124 available per JMS8510/11005

**Maximum Ratings**

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.  
(Note 9)

	LM124/LM224/LM324 LM124A/LM224A/LM324A	LM2902	LM124/LM224/LM324 LM124A/LM224A/LM324A	LM2902
Supply Voltage, V <sup>+</sup>	32V	28V	-65°C to +150°C	-65°C to +160°C
Differential Input Voltage	32V	28V	260°C	260°C
Input Voltage	-0.3V to +32V	-0.3V to +28V	Soldering Information	
Input Current (V <sub>IN</sub> < -0.3V) (Note 3)	50 mA	50 mA	Dual-In-Line Package	
Power Dissipation (Note 1)			Soldering (10 seconds)	260°C
Molded DIP	1130 mW	1130 mW	Small Outline Package	260°C
Cavity DIP	1260 mW	1280 mW	Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Small Outline Package	800 mW	800 mW	Infrared (15 seconds)	220°C
Output Short-Circuit to GND (One Amplifier) (Note 2) V <sup>+</sup> ≤ 15V and T <sub>A</sub> = 25°C	Continuous	Continuous	See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.	
Operating Temperature Range		-40°C to +85°C	ESD Tolerance (Note 10)	250V
LM324/LM324A	0°C to +70°C			
LM224/LM224A	-25°C to +85°C			
LM124/LM124A	-55°C to +125°C			

**Electrical Characteristics** V<sup>+</sup> = +5.0V, (Note 4), unless otherwise stated

Parameter	Conditions	LM124A		LM224A		LM324A		LM124/LM224		LM324		LM2902		Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 5) T <sub>A</sub> = 25°C	1	2	1	3	2	3	2	5	2	7	2	7	mV
Input Bias Current (Note 6)	I <sub>IN(+)</sub> or I <sub>IN(-)</sub> , V <sub>CM</sub> = 0V, T <sub>A</sub> = 25°C	20	50	40	80	45	100	45	150	45	260	45	250	nA
Input Offset Current	I <sub>IN(+)</sub> - I <sub>IN(-)</sub> , V <sub>CM</sub> = 0V, T <sub>A</sub> = 25°C	2	10	2	15	5	30	3	30	5	80	5	50	nA
Input Common-Mode Voltage Range (Note 7)	V <sup>+</sup> = 30V, (LM2902, V <sup>+</sup> = 28V), T <sub>A</sub> = 25°C	0	V <sup>+</sup> - 1.5	0	V <sup>+</sup> - 1.5	0	V <sup>+</sup> - 1.5	0	V <sup>+</sup> - 1.5	0	V <sup>+</sup> - 1.5	0	V <sup>+</sup> - 1.5	V
Supply Current	Over Full Temperature Range R <sub>L</sub> = ∞ On All Op Amps V <sup>+</sup> = 30V (LM2902 V <sup>+</sup> = 28V) V <sup>+</sup> = 5V	1.5	3	1.5	3	1.5	3	1.5	3	1.5	3	1.5	3	mA
Large Signal Voltage Gain	V <sup>+</sup> = 18V, R <sub>L</sub> ≥ 2 kΩ, (V <sub>O</sub> = 1V to 11V), T <sub>A</sub> = 25°C	50	100	50	100	25	100	60	100	25	100	25	100	V/mV
Common-Mode Rejection Ratio	DC, V <sub>CM</sub> = 0V to V <sup>+</sup> - 1.5V, T <sub>A</sub> = 25°C	70	85	70	85	65	85	70	85	65	85	50	70	dB
Power Supply Rejection Ratio	V <sup>+</sup> = 5V to 30V (LM2902, V <sup>+</sup> = 5V to 26V), T <sub>A</sub> = 25°C	65	100	65	100	65	100	65	100	65	100	50	100	dB

### Electrical Characteristics $V^+ = +5.0V$ (Note 4) unless otherwise stated (Continued)

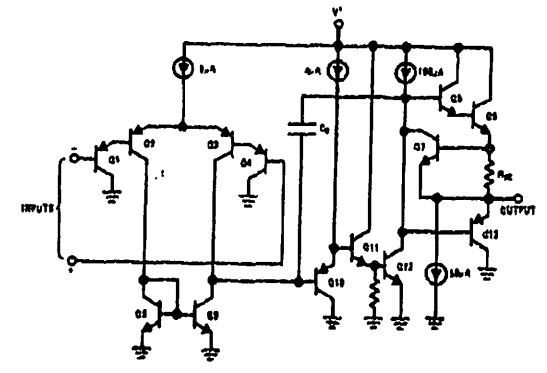
Parameter	Conditions	LM124A		LM224A		LM324A		LM124/LM224		LM324		LM2902		Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Amplifier-to-Amplifier Coupling (Note 6)	$f = 1 \text{ kHz to } 20 \text{ kHz}, T_A = 25^\circ\text{C}$ (Input Referred)	-120		-120		-120		-120		-120		-120		dB
Output Current	Source $V_{IN}^+ = 1V, V_{IN}^- = 0V,$ $V^+ = 15V, V_O = 2V, T_A = 25^\circ\text{C}$	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	mA
	Sink $V_{IN}^- = 1V, V_{IN}^+ = 0V,$ $V^+ = 15V, V_O = 2V, T_A = 25^\circ\text{C}$	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	
	$V_{IN}^- = 1V, V_{IN}^+ = 0V,$ $V^+ = 15V, V_O = 200 \text{ mV}, T_A = 25^\circ\text{C}$	12	50	12	50	12	50	12	50	12	50	12	50	$\mu\text{A}$
Short Circuit to Ground	(Note 2) $V^+ = 15V, T_A = 25^\circ\text{C}$	40	80	40	80	40	60	40	80	40	60	40	60	$\mu\text{A}$
Input Offset Voltage	(Note 5)	4		4		5		7		9		10		mV
Input Offset Voltage Drift	$R_B = 0\Omega$	7	20	7	20	7	30	7		7		7		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}, V_{CM} = 0V$	30		30		75		100		150		45 200		nA
Input Offset Current Drift	$R_B = 0\Omega$	10	200	10	200	10	300	10		10		10		$\text{pA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	$I_{IN(+)} \text{ or } I_{IN(-)}$	40	100	40	100	40	200	40	300	40	500	40	500	nA
Input Common-Mode Voltage Range (Note 7)	$V^+ = +30V$ (LM2902, $V^+ = 28V$ )	0	$V^+ - 2$	0	$V^+ - 2$	0	$V^+ - 2$	0	$V^+ - 2$	0	$V^+ - 2$	0	$V^+ - 2$	V
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = +15V$ ( $V_O$ Swing = 1V to 11V) $R_L \geq 5 \text{ k}\Omega$	25		25		15		25		15		15		V/mV
Output Voltage Swing	$V_{OH}$ $V^+ = 30V$ (LM2902, $V^+ = 28V$ )	$R_L = 2 \text{ k}\Omega$		28		28		28		28		22		V
	$V_{OL}$ $V^+ = 5V, R_L = 10 \text{ k}\Omega$	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	100	

**Electrical Characteristics  $V^+ = +5.0V$  (Note 4) unless otherwise stated (Continued)**

Parameter		Conditions		LM124A			LM224A			LM324A			LM124/LM224			LM324			LM2902			Units
				Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Current	Source	$V_O = 2V$	$V_{IN}^- = +1V,$ $V_{IN}^- = 0V, V^+ = 15V$	10	20		10	20		10	20		10	20		10	20		10	20		mA
	Sink			10	15		5	8		5	8		5	8		5	8		5	8		

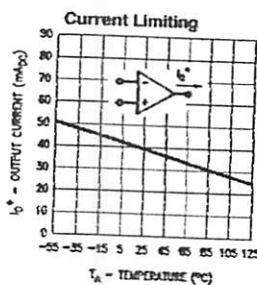
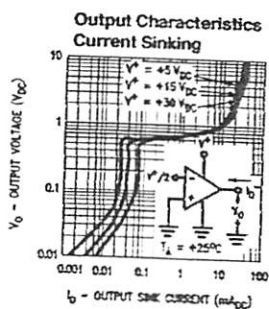
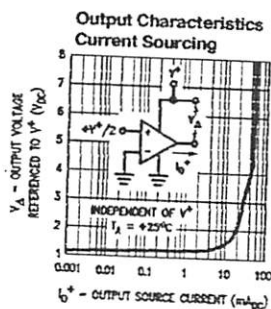
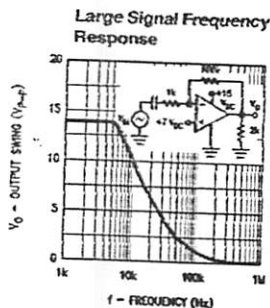
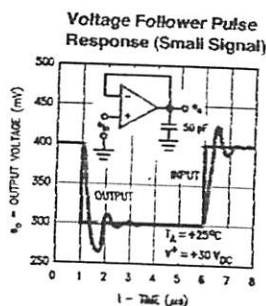
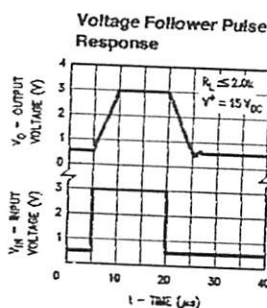
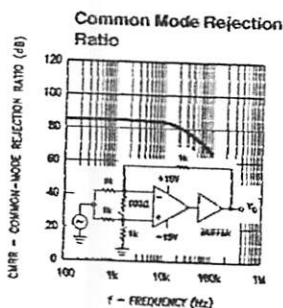
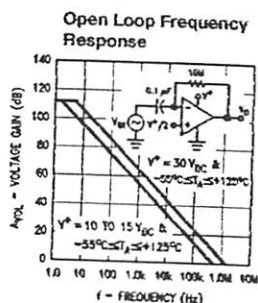
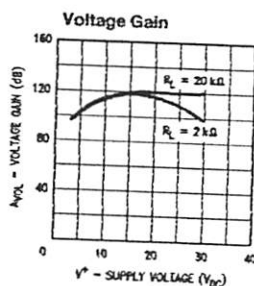
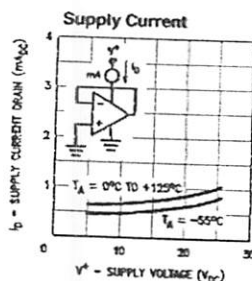
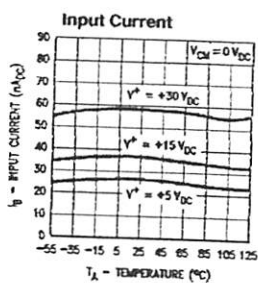
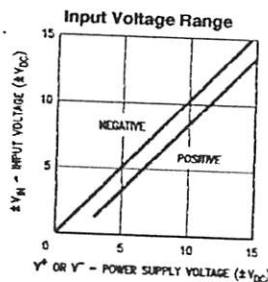
- Note 1:** For operating at high temperatures, the LM324/LM324A/LM2902 must be derated based on a +125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 88°C/W which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM224/LM224A and LM124/LM124A can be derated based on a +150°C maximum junction temperature. The deration is the total of all four amplifiers—use external resistors, where possible, to allow the amplifier to saturate or to reduce the power which is dissipated in the integrated circuit.
- Note 2:** Short circuits from the output to  $V^+$  can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of  $V^-$ . At values of supply voltage in excess of +15V, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.
- Note 3:** This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the op amps to go to the  $V^+$  voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than -0.5V (at 25°C).
- Note 4:** These specifications are limited to  $-55^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$  for the LM124/LM124A. With the LM224/LM224A, all temperature specifications are limited to  $-25^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$ , the LM324/LM324A temperature specifications are limited to  $0^\circ C \leq T_A \leq +70^\circ C$ , and the LM2902 specifications are limited to  $-40^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$ .
- Note 5:**  $V_O = 1.4V, R_S = 0\Omega$  with  $V^+$  from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to  $V^+ - 1.5V$ ) for LM2902,  $V^+$  from 5V to 26V.
- Note 6:** The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.
- Note 7:** The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.5V (at 25°C). The upper end of the common-mode voltage range is  $V^+ - 1.5V$  (at 25°C), but either or both inputs can go to +32V without damage (+26V for LM2902), independent of the magnitude of  $V^+$ .
- Note 8:** Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.
- Note 9:** Refer to RETS124AX for LM124A military specifications and refer to RETS124X for LM124 military specifications.
- Note 10:** Human body model, 1.5 k $\Omega$  in series with 100 pF.

**Schematic Diagram (Each Amplifier)**



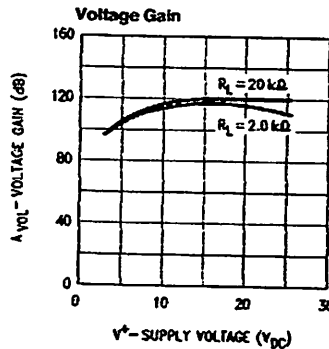
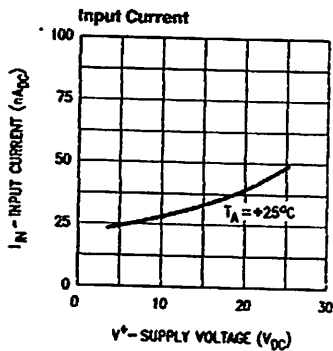
TL/H/0290-2

# Typical Performance Characteristics



TL/H/9299-3

## Typical Performance Characteristics (LM2902 only)



TLN/3239-4

## Application Hints

The LM124 series are op amps which operate with only a single power supply voltage, have true-differential inputs, and remain in the linear mode with an input common-mode voltage of 0 V<sub>DC</sub>. These amplifiers operate over a wide range of power supply voltage with little change in performance characteristics. At 25°C amplifier operation is possible down to a minimum supply voltage of 2.3 V<sub>DC</sub>.

The pinouts of the package have been designed to simplify PC board layouts. Inverting inputs are adjacent to outputs for all of the amplifiers and the outputs have also been placed at the corners of the package (pins 1, 7, 8, and 14).

Precautions should be taken to insure that the power supply for the integrated circuit never becomes reversed in polarity or that the unit is not inadvertently installed backwards in a test socket as an unlimited current surge through the resulting forward diode within the IC could cause fusing of the internal conductors and result in a destroyed unit.

Large differential input voltages can be easily accommodated and, as input differential voltage protection diodes are not needed, no large input currents result from large differential input voltages. The differential input voltage may be larger than  $V^+$  without damaging the device. Protection should be provided to prevent the input voltages from going negative more than  $-0.3\ V_{DC}$  (at 25°C). An input clamp diode with a resistor to the IC input terminal can be used.

To reduce the power supply drain, the amplifiers have a class A output stage for small signal levels which converts to class B in a large signal mode. This allows the amplifiers to both source and sink large output currents. Therefore both NPN and PNP external current boost transistors can be used to extend the power capability of the basic amplifiers. The output voltage needs to raise approximately 1 diode drop above ground to bias the on-chip vertical PNP transistor for output current sinking applications.

For ac applications, where the load is capacitively coupled to the output of the amplifier, a resistor should be used, from the output of the amplifier to ground to increase the class A bias current and prevent crossover distortion.

Where the load is directly coupled, as in dc applications, there is no crossover distortion.

Capacitive loads which are applied directly to the output of the amplifier reduce the loop stability margin. Values of 50 pF can be accommodated using the worst-case non-inverting unity gain connection. Large closed loop gains or resistive isolation should be used if larger load capacitance must be driven by the amplifier.

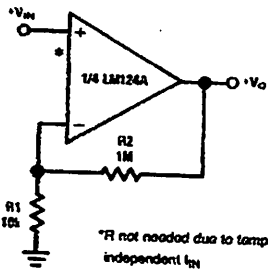
The bias network of the LM124 establishes a drain current which is independent of the magnitude of the power supply voltage over the range of from 3 V<sub>DC</sub> to 30 V<sub>DC</sub>.

Output short circuits either to ground or to the positive power supply should be of short time duration. Units can be destroyed, not as a result of the short circuit current causing metal fusing, but rather due to the large increase in IC chip dissipation which will cause eventual failure due to excessive junction temperatures. Putting direct short-circuits on more than one amplifier at a time will increase the total IC power dissipation to destructive levels, if not properly protected with external dissipation limiting resistors in series with the output leads of the amplifiers. The larger value of output source current which is available at 25°C provides a larger output current capability at elevated temperatures (see typical performance characteristics) than a standard IC op amp.

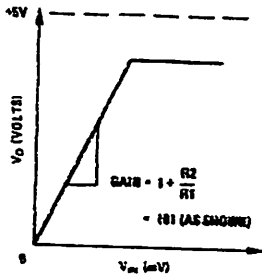
The circuits presented in the section on typical applications emphasize operation on only a single power supply voltage. If complementary power supplies are available, all of the standard op amp circuits can be used. In general, introducing a pseudo-ground (a bias voltage reference of  $V^+/2$ ) will allow operation above and below this value in single power supply systems. Many application circuits are shown which take advantage of the wide input common-mode voltage range which includes ground. In most cases, input biasing is not required and input voltages which range to ground can easily be accommodated.

# Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ )

Non-Inverting DC Gain (0V Input = 0V Output)

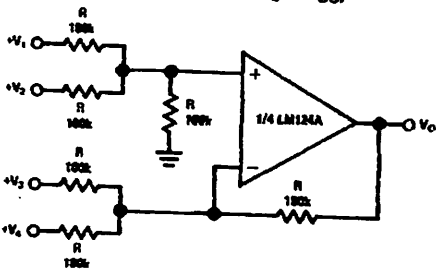


\*R1 not needed due to temperature independent  $I_{B1}$



TL/H/9299-5

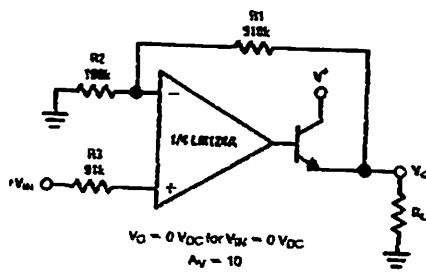
DC Summing Amplifier ( $V_{INs} \geq 0 V_{DC}$  and  $V_O \geq V_{DC}$ )



TL/H/9299-6

Where:  $V_O = V_1 + V_2 - V_3 - V_4$   
 $(V_1 + V_2) \geq (V_3 + V_4)$  to keep  $V_O > 0 V_{DC}$

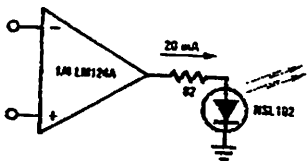
Power Amplifier



$V_O = 0 V_{DC}$  for  $V_{in} = 0 V_{DC}$   
 $A_V = 10$

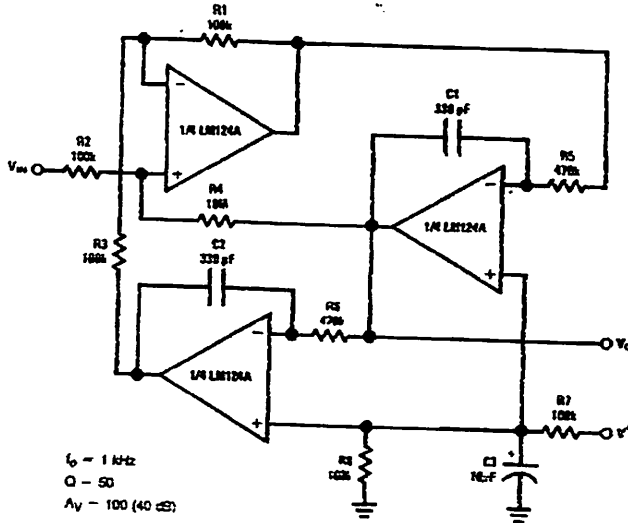
TL/H/9299-7

LED Driver



TL/H/9299-8

"BI-QUAD" RC Active Bandpass Filter

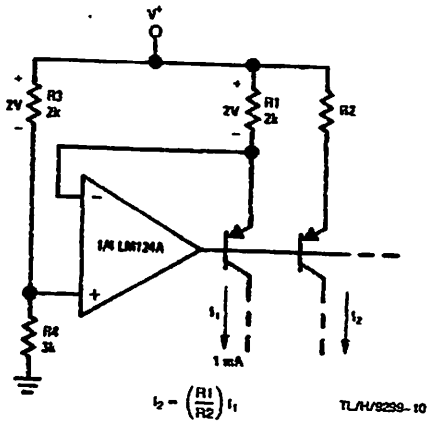


$f_0 = 1 \text{ kHz}$   
 $Q = 50$   
 $A_V = 100 \text{ (40 dB)}$

TL/H/9299-9

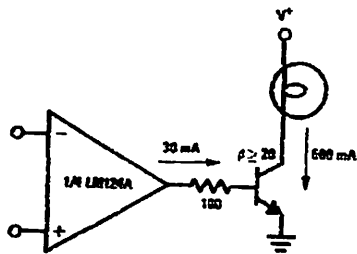
# Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (Continued)

Fixed Current Sources



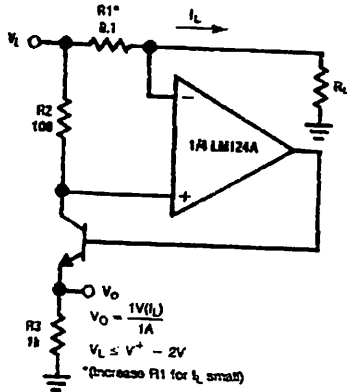
TL/H/9259-10

Lamp Driver



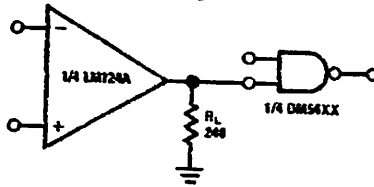
TL/H/9259-11

Current Monitor



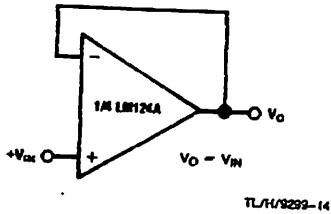
TL/H/9259-12

Driving TTL



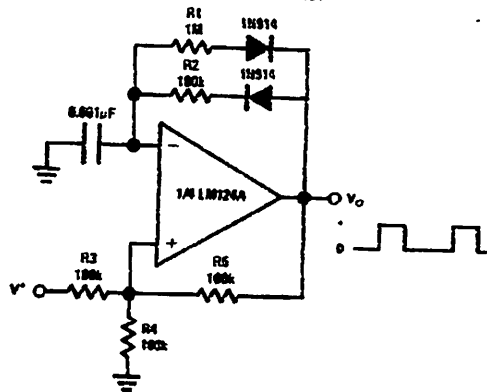
TL/H/9259-13

Voltage Follower



TL/H/9259-14

Pulse Generator

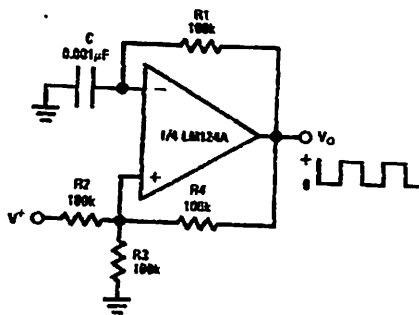


TL/H/9259-15



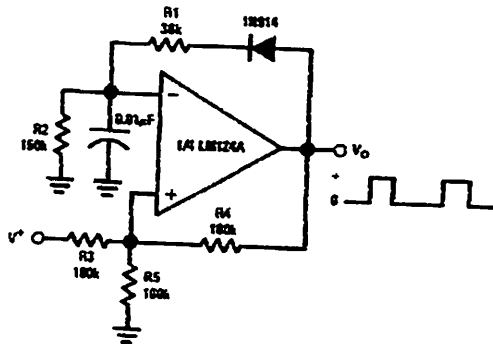
# Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (Continued)

Squarewave Oscillator



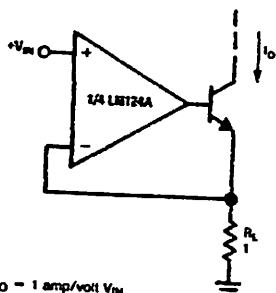
TL/H/9299-16

Pulse Generator



TL/H/9299-17

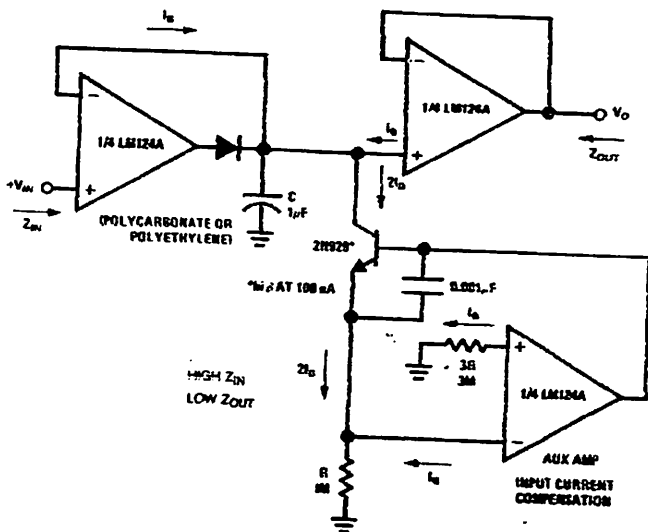
High Compliance Current Sink



$I_0 = 1 \text{ amp/volt } V_{IN}$   
(increase  $R_L$  for  $I_0$  small)

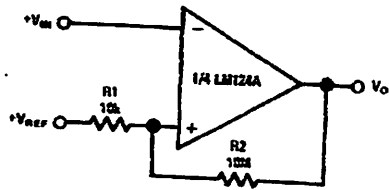
TL/H/9299-18

Low Drift Peak Detector



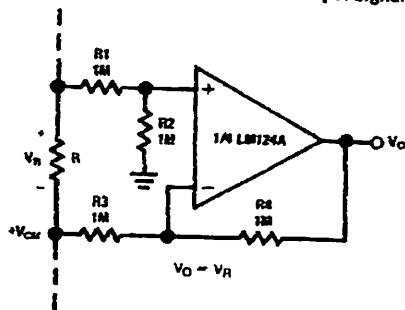
TL/H/9299-19

Comparator with Hysteresis



TL/H/9299-20

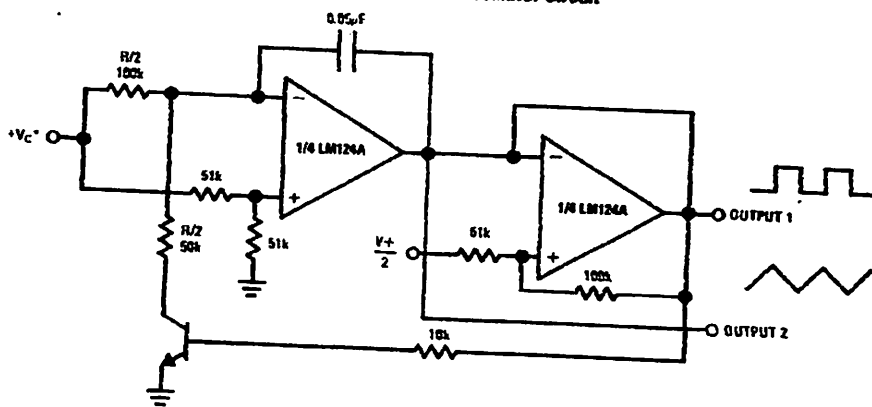
Ground Referencing a Differential Input Signal



TL/H/9299-21

## Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (Continued)

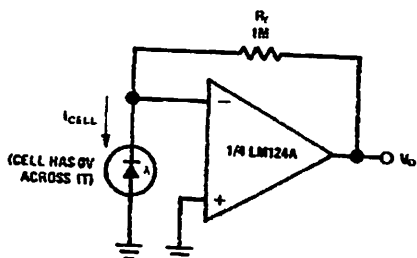
### Voltage Controlled Oscillator Circuit



\*Wide control voltage range:  $0 V_{DC} \leq V_C \leq 2 (V^+ - 1.5 V_{DC})$

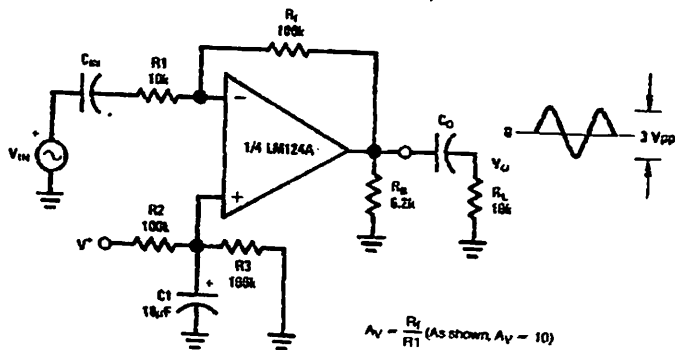
TL/H/9299-22

### Photo Voltaic-Cell Amplifier



TL/H/9299-23

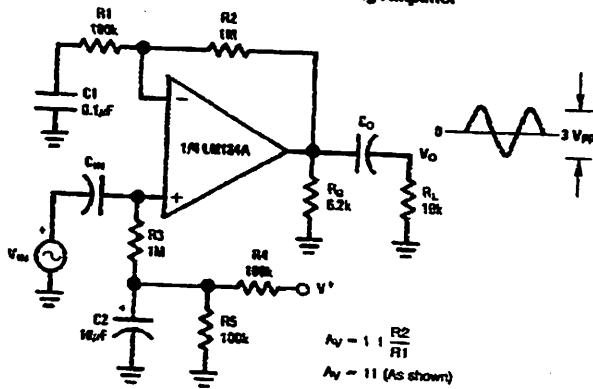
### AC Coupled Inverting Amplifier



TL/H/9299-24

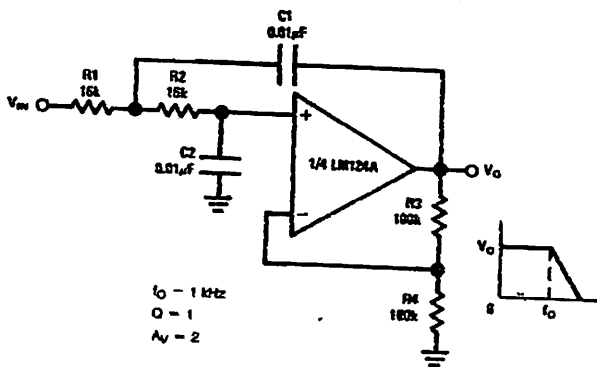
Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (Continued)

AC Coupled Non-Inverting Amplifier



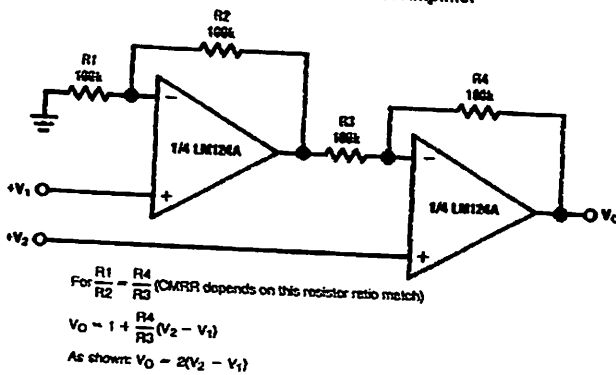
TL/H/9299-25

DC Coupled Low-Pass RC Active Filter



TL/H/9299-26

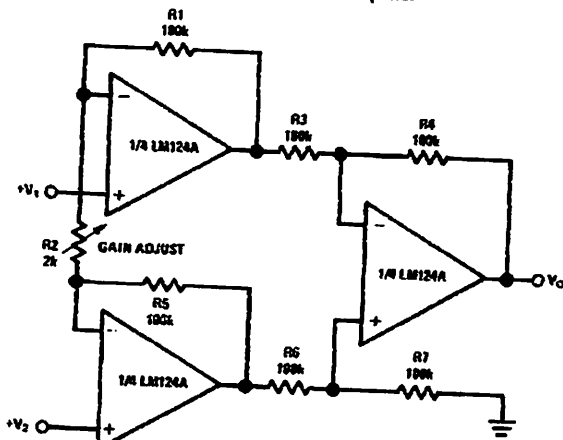
High Input Z, DC Differential Amplifier



TL/H/9299-27

## Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 V_{DC}$ ) (Continued)

### High Input Z Adjustable-Gain DC Instrumentation Amplifier



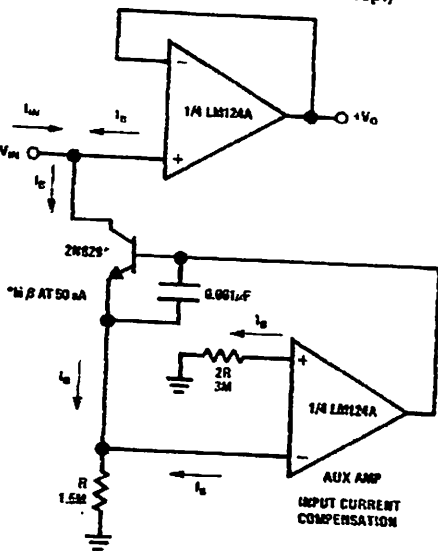
(If  $R1 = R5$  &  $R3 = R4 = R6 = R7$  (CMRR depends on match))

$$V_O = 1 + \frac{2R1}{R2} (V_2 - V_1)$$

As shown  $V_O = 101 (V_2 - V_1)$

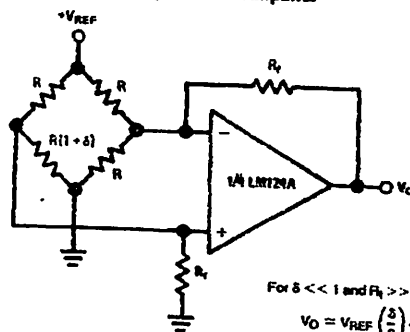
TL/H/9299-28

### Using Symmetrical Amplifiers to Reduce Input Current (General Concept)



TL/H/9299-29

### Bridge Current Amplifier

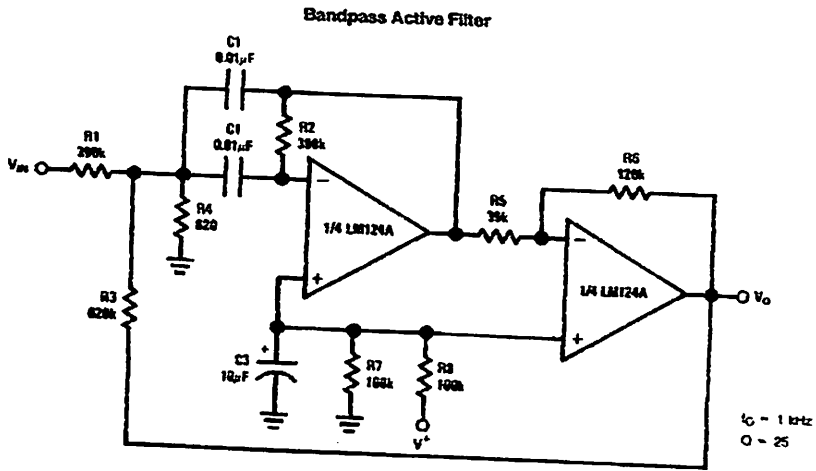


For  $\delta \ll 1$  and  $R_f \gg R$

$$V_O = V_{REF} \left( \frac{\delta}{2} \right) \frac{R_f}{R}$$

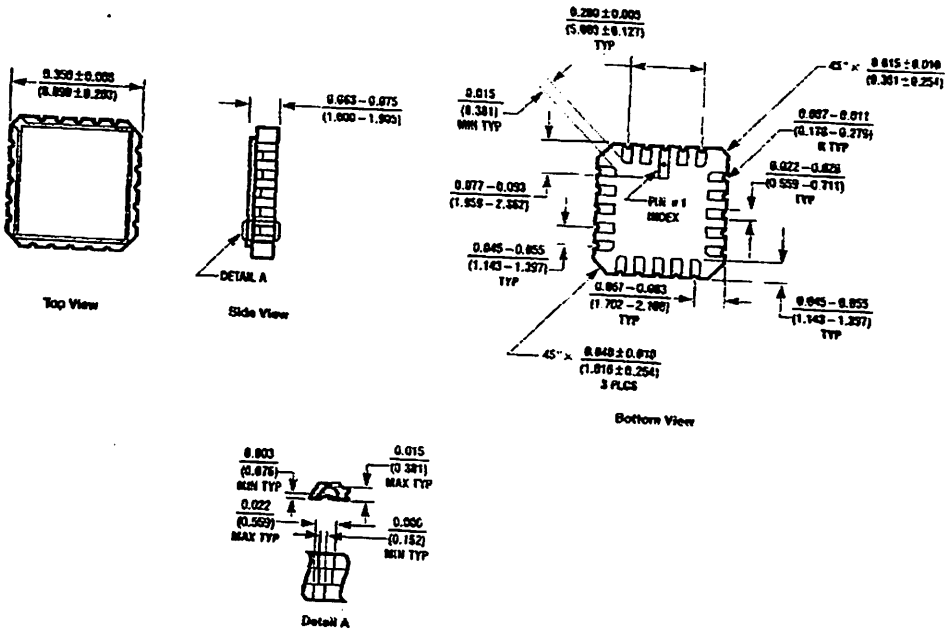
TL/H/9299-30

Typical Single-Supply Applications ( $V^+ = 5.0 \text{ V}_{\text{DC}}$ ) (Continued)



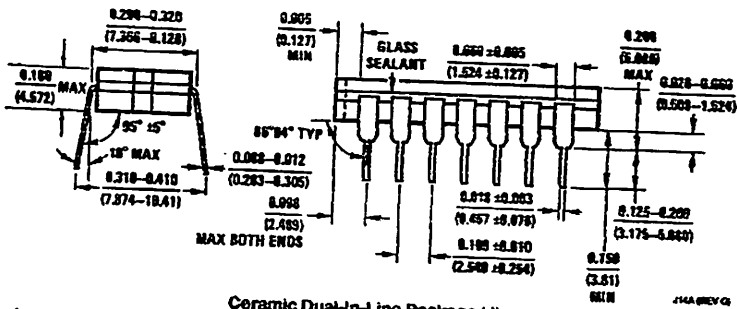
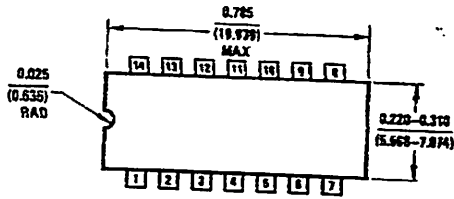
TL41/9299-31

**Physical Dimensions** inches (millimeters)



**Leadless Chip Carrier Package**  
 Order Number LM124AE/883 or LM124E/883  
 NS Package Number E20A

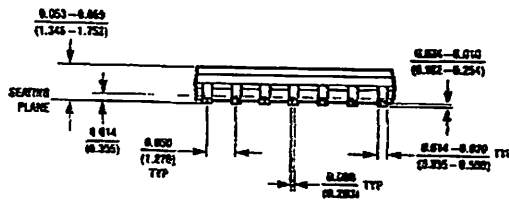
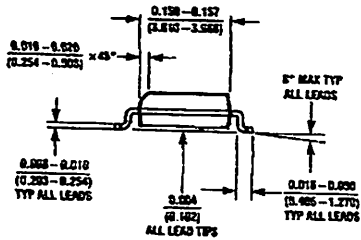
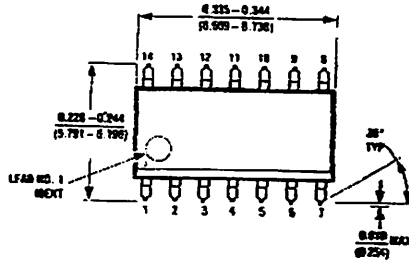
E20A PCB C



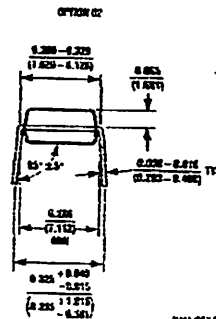
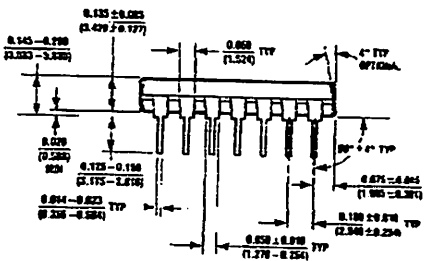
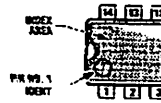
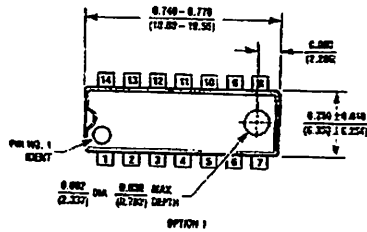
**Ceramic Dual-In-Line Package (J)**  
 Order Number LM124J, LM124AJ, LM124AJ/883, LM124J/883, LM224J, LM224AJ or LM324J  
 NS Package Number J14A

J14A REV G

**Physical Dimensions** inches (millimeters) (Continued)

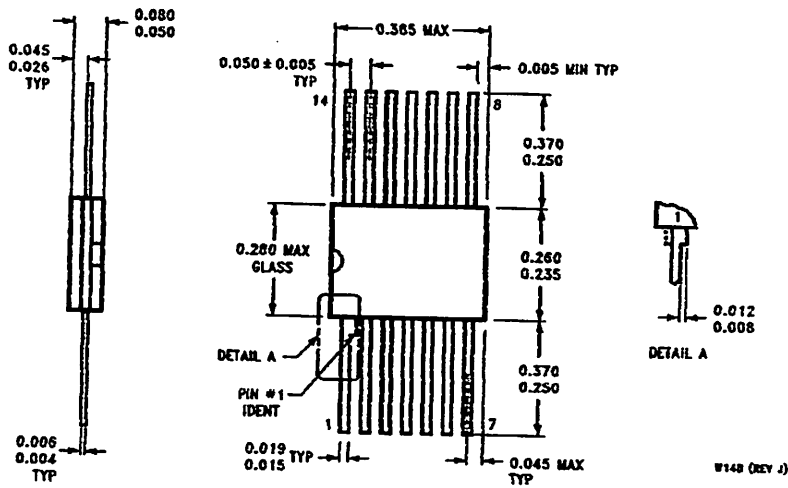


**S.O. Package (M)**  
**Order Number LM324M, LM324AM or LM2902M**  
**NS Package Number M14A**



**Molded Dual-In-Line Package (N)**  
**Order Number LM324N, LM324AN or LM2902N**  
**NS Package Number N14A**

**Physical Dimensions** inches (millimeters) (Continued)



**Ceramic Flatpak Package**  
**Order Number LM124AW/883 or LM124W/883**  
**NS Package Number W148**

W148 (REV J)

**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 Gordon Road  
 Arlington, TX 76017  
 Tel: (800) 272-9959  
 Fax: (800) 737-7018

**National Semiconductor Europe**  
 Fax: (+49) 0-180-530 85 86  
 Email: [craygo@sem2.nsc.com](mailto:craygo@sem2.nsc.com)  
 Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85  
 English Tel: (+49) 0-180-532 78 32  
 Français Tel: (+49) 0-180-532 03 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) 2736-0060

**National Semiconductor Japan Ltd.**  
 Tel: 81-043-299-2309  
 Fax: 81-043-299-2408

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.



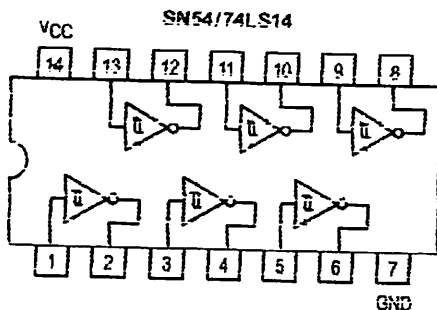
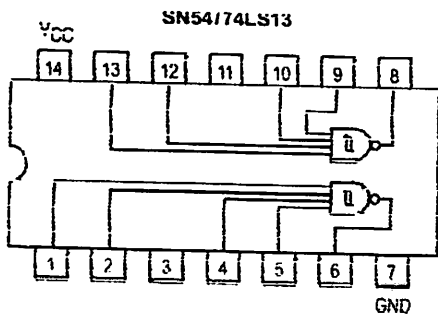


# SCHMITT TRIGGERS DUAL GATE/HEX INVERTER

The SN54LS/74LS13 and SN54LS/74LS14 contain logic gates/inverters which accept standard TTL input signals and provide standard TTL output levels. They are capable of transforming slowly changing input signals into sharply defined, jitter-free output signals. Additionally, they have greater noise margin than conventional inverters.

Each circuit contains a Schmitt trigger followed by a Darlington level shifter and a phase splitter driving a TTL totem pole output. The Schmitt trigger uses positive feedback to effectively speed-up slow input transitions, and provide different input threshold voltages for positive and negative-going transitions. This hysteresis between the positive-going and negative-going input thresholds (typically 800 mV) is determined internally by resistor ratios and is essentially insensitive to temperature and supply voltage variations.

## LOGIC AND CONNECTION DIAGRAMS



**SN54/74LS13  
SN54/74LS14**

**SCHMITT TRIGGERS  
DUAL GATE/HEX INVERTER  
LOW POWER SCHOTTKY**



**J SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 632-08**



**N SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 646-05**



**B SUFFIX  
SOIC  
CASE 751A-02**

## ORDERING INFORMATION

SN54LSXXJ Ceramic  
SN74LSXXN Plastic  
SN74LSXXD SOIC

## GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
T <sub>A</sub>	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I <sub>OH</sub>	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I <sub>OL</sub>	Output Current — Low	54			4.0	mA
		74			8.0	

FAST AND LS TTL DATA

## SN54/74LS13 • SN54/74LS14

### CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions	
		Min	Typ	Max			
$V_T+$	Positive-Going Threshold Voltage	1.3		2.0	V	$V_{CC} = 5.0\text{ V}$	
$V_T-$	Negative-Going Threshold Voltage	0.6		1.1	V	$V_{CC} = 5.0\text{ V}$	
$V_T+ - V_T-$	Hysteresis	0.4	0.8		V	$V_{CC} = 5.0\text{ V}$	
$V_K$	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	$V_{CC} = \text{MIN}, I_{IN} = -18\text{ mA}$	
OH	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.4	V	$V_{CC} = \text{MIN}, I_{OH} = -400\text{ }\mu\text{A}, V_{IN} = V_{IL}$	
		74	2.7	3.4	V		
OL	Output LOW Voltage	54, 74	0.25	0.4	V	$V_{CC} = \text{MIN}, I_{OL} = 4.0\text{ mA}, V_{IN} = 2.0\text{ V}$	
		74	0.35	0.5	V	$V_{CC} = \text{MIN}, I_{OL} = 8.0\text{ mA}, V_{IN} = 2.0\text{ V}$	
$I_{IH+}$	Input Current at Positive-Going Threshold		-0.14		mA	$V_{CC} = 5.0\text{ V}, V_{IN} = V_{T+}$	
$I_{IH-}$	Input Current at Negative-Going Threshold		-0.18		mA	$V_{CC} = 5.0\text{ V}, V_{IN} = V_{T-}$	
I	Input HIGH Current		1.0	20	$\mu\text{A}$	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{IN} = 2.7\text{ V}$	
				0.1	mA	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{IN} = 7.0\text{ V}$	
	Input LOW Current			-0.4	mA	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{IN} = 0.4\text{ V}$	
S	Short Circuit Current (Noise 1)	-20		-100	mA	$V_{CC} = \text{MAX}, V_{OUT} = 0\text{ V}$	
C	Power Supply Current Total, Output HIGH	LS13		2.9	6.0	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$
		LS14		8.6	16		
	Total, Output LOW	LS13		4.1	7.0		
		LS14		12	21		

1 Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

### CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

Symbol	Parameter	Max		Unit	Test Conditions
		LS13	LS14		
LH	Propagation Delay, Input to Output	22	22	ns	$V_{CC} = 5.0\text{ V}$ $C_L = 15\text{ pF}$
HL	Propagation Delay, Input to Output	27	22	ns	

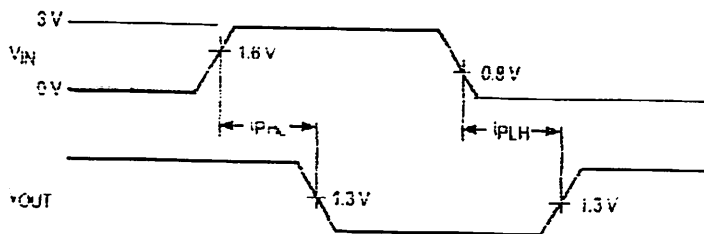


Figure 1. AC Waveforms

# SN54/74LS13 • SN54/74LS14

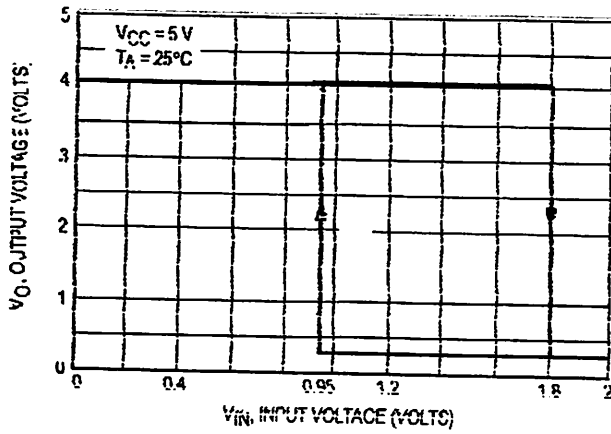


Figure 2.  $V_{IN}$  versus  $V_{OUT}$  Transfer Function

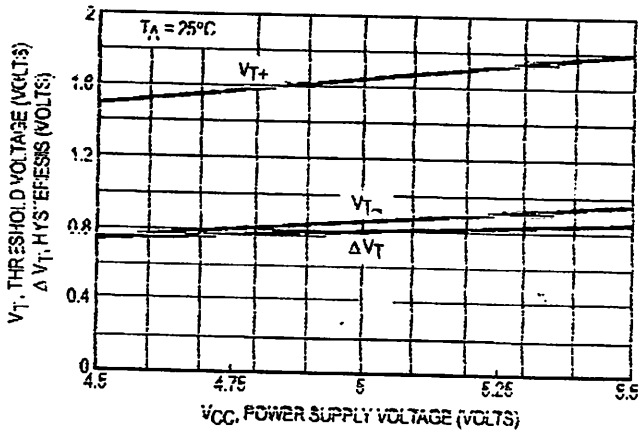


Figure 3. Threshold Voltage and Hysteresis versus Power Supply Voltage

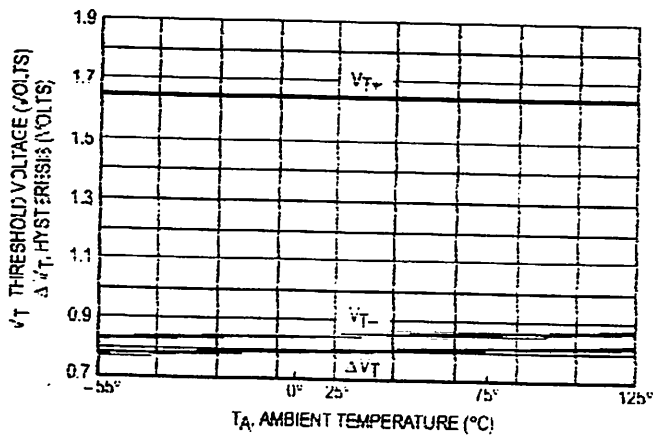
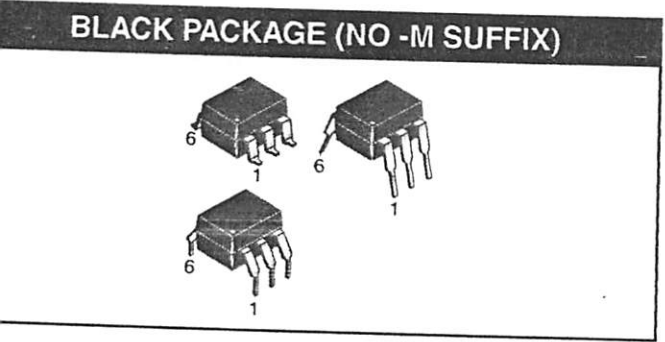
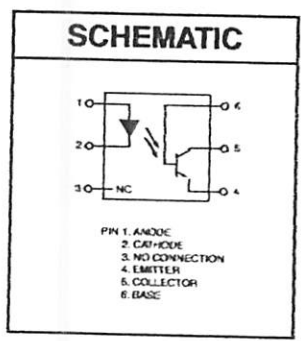
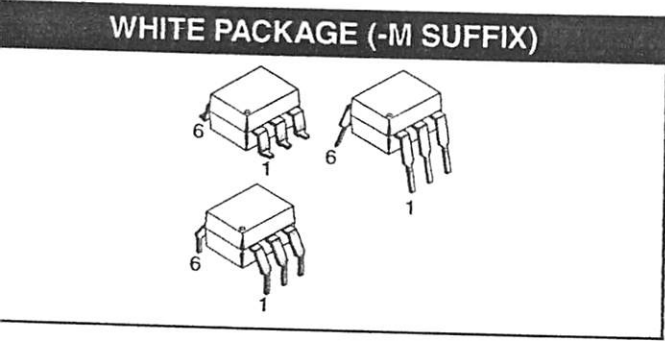


Figure 4. Threshold Voltage Hysteresis versus Temperature

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------



**DESCRIPTION**

General purpose optocouplers consist of a gallium arsenide infrared emitting diode driving a silicon phototransistor in a 6-pin in-line package.

**FEATURES**

- Also available in white package by specifying -M suffix, eg. 4N25-M
- UL recognized (File # E90700)
- UL DE recognized (File # 94766)
- Add option V for white package (e.g., 4N25V-M)
- Add option 300 for black package (e.g., 4N25.300)

**APPLICATIONS**

- Power supply regulators
- Digital logic inputs
- Microprocessor inputs

**GENERAL PURPOSE 6-PIN  
PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPERS**

<b>4N25</b> <b>4N37</b>	<b>4N26</b> <b>H11A1</b>	<b>4N27</b> <b>H11A2</b>	<b>4N28</b> <b>H11A3</b>	<b>4N35</b> <b>H11A4</b>	<b>4N36</b> <b>H11A5</b>
----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Value	Units
<b>TOTAL DEVICE</b>			
Storage Temperature	$T_{STG}$	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	$T_{OPR}$	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Wave solder temperature (see page 14 for reflow solder profiles)	$T_{SOL}$	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	250 3.3 (non-M), 2.94 (-M)	mW
<b>EMITTER</b>			
DC/Average Forward Input Current	$I_F$	100 (non-M), 60 (-M)	mA
Reverse Input Voltage	$V_R$	6	V
Forward Current - Peak (300 $\mu\text{s}$ , 2% Duty Cycle)	$I_F(pk)$	3	A
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150 (non-M), 120 (-M) 2.0 (non-M), 1.41 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$
<b>RECEPTOR</b>			
Collector-Emitter Voltage	$V_{CE0}$	30	V
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	70	V
Emitter-Collector Voltage	$V_{ECO}$	7	V
Receptor Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150 2.0 (non-M), 1.76 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

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

**INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS**

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Unit
<b>EMITTER</b>						
Input Forward Voltage	( $I_F = 10\text{ mA}$ )	$V_F$		1.18	1.50	V
Reverse Leakage Current	( $V_R = 6.0\text{ V}$ )	$I_R$		0.001	10	$\mu\text{A}$
<b>DETECTOR</b>						
Collector-Emitter Breakdown Voltage	( $I_C = 1.0\text{ mA}$ , $I_F = 0$ )	$BV_{CEO}$	30	100		V
Collector-Base Breakdown Voltage	( $I_C = 100\ \mu\text{A}$ , $I_F = 0$ )	$BV_{CBO}$	70	120		V
Emitter-Collector Breakdown Voltage	( $I_E = 100\ \mu\text{A}$ , $I_F = 0$ )	$BV_{ECO}$	7	10		V
Collector-Emitter Dark Current	( $V_{CE} = 10\text{ V}$ , $I_F = 0$ )	$I_{CEO}$		1	50	nA
Collector-Base Dark Current	( $V_{CB} = 10\text{ V}$ )	$I_{CBO}$			20	nA
Capacitance	( $V_{CE} = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$ )	$C_{CE}$		8		pF

**ISOLATION CHARACTERISTICS**

Characteristic	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Units
Input-Output Isolation Voltage	(Non '-M', Black Package) ( $f = 60\text{ Hz}$ , $t = 1\text{ min}$ )	$V_{ISO}$	5300			$V_{ac(rms)}$
	('M', White Package) ( $f = 60\text{ Hz}$ , $t = 1\text{ sec}$ )		7500			$V_{ac(pk)}$
Isolation Resistance	( $V_{I-O} = 500\text{ VDC}$ )	$R_{ISO}$	$10^{11}$			$\Omega$
Isolation Capacitance	( $V_{I-O} = 8$ , $f = 1\text{ MHz}$ )	$C_{ISO}$		0.5		pF
	('M' White Package)			0.2	2	pF

\*Typical values at  $T_A = 25^\circ\text{C}$

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

## TRANSFER CHARACTERISTICS (T<sub>A</sub> = 25°C Unless otherwise specified.)

Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit
Current Transfer Ratio, Collector to Emitter	(I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 10 V)	CTR	4N35 4N36 4N37	100			%
			H11A1	50			
			H11A5	30			
	4N25 4N26 H11A2 H11A3		20				
	4N27 4N28 H11A4		10				
	4N35 4N36 4N37		40				
	(I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 10 V, T <sub>A</sub> = -55°C)						
	(I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 10 V, T <sub>A</sub> = +100°C)						
Collector-Emitter Saturation Voltage	(I <sub>C</sub> = 2 mA, I <sub>F</sub> = 50 mA)	V <sub>CE(SAT)</sub>	4N25 4N26 4N27 4N28			0.5	V
	(I <sub>C</sub> = 0.5 mA, I <sub>F</sub> = 10 mA)		4N35 4N36 4N37			0.3	
			H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5			0.4	
Turn-On Time	(I <sub>F</sub> = 10 mA, V <sub>CC</sub> = 10 V, R <sub>L</sub> = 100Ω) (Fig.20)	T <sub>ON</sub>	4N25 4N26 4N27 4N28 H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5		2		μs
Turn-Off Time	(I <sub>C</sub> = 2 mA, V <sub>CC</sub> = 10 V, R <sub>L</sub> = 100Ω) (Fig.20)	T <sub>ON</sub>	4N35 4N36 4N37		2	10	μs

**GENERAL PURPOSE 6-PIN  
PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS**

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

**TRANSFER CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  Unless otherwise specified.) (Continued)

Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit
Turn-off Time	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}, R_L = 100\Omega)$ (Fig.20)	$T_{OFF}$	4N25 4N26 4N27 4N28 H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5		2		$\mu\text{s}$
	$(I_C = 2 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}, R_L = 100\Omega)$ (Fig.20)		4N35 4N36 4N37		2	10	

\*Typical values at  $T_A = 25^\circ\text{C}$



# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

## TYPICAL PERFORMANCE CURVES

Fig. 1 LED Forward Voltage vs. Forward Current (Black Package)

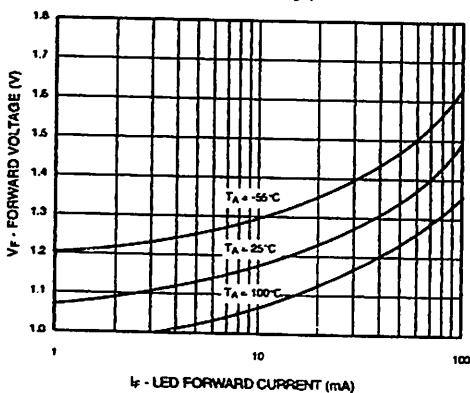


Fig. 2 LED Forward Voltage vs. Forward Current (White Package)

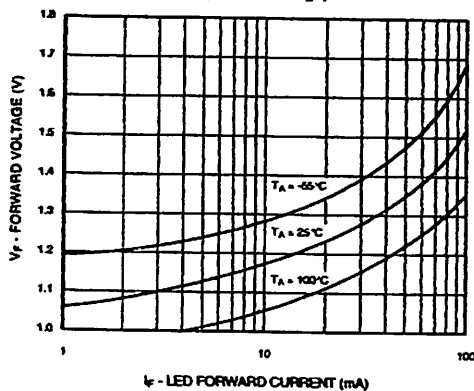


Fig. 3 Normalized CTR vs. Forward Current (Black Package)

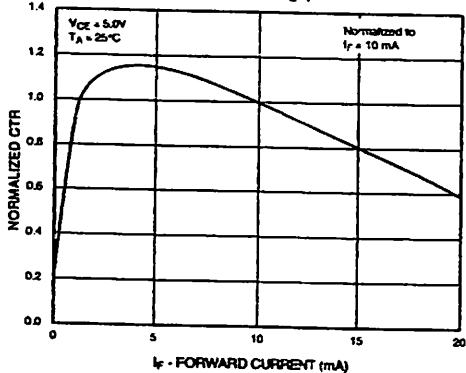


Fig. 4 Normalized CTR vs. Forward Current (White Package)

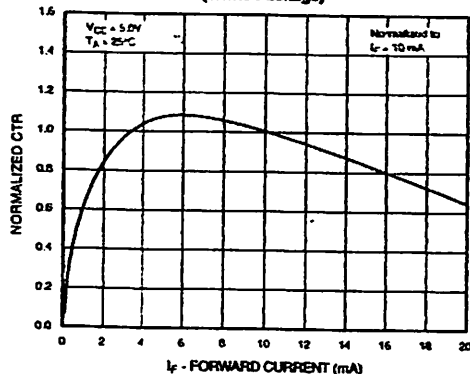


Fig. 5 Normalized CTR vs. Ambient Temperature (Black Package)

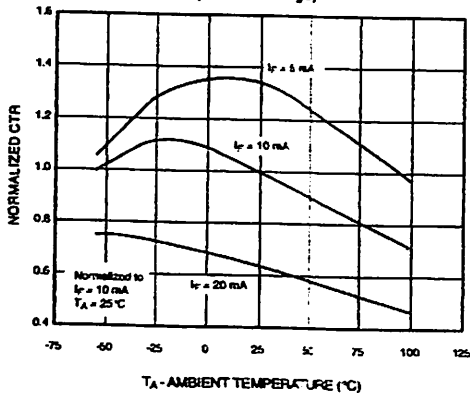
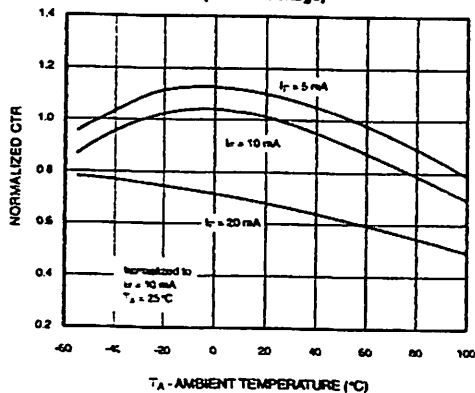


Fig. 6 Normalized CTR vs. Ambient Temperature (White Package)



# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

Fig. 7 CTR vs. RBE (Unsaturated)  
(Black Package)

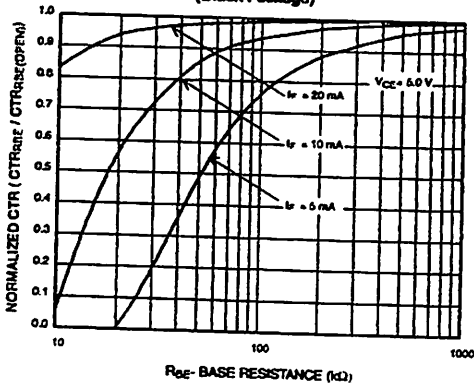


Fig. 8 CTR vs. RBE (Unsaturated)  
(White Package)

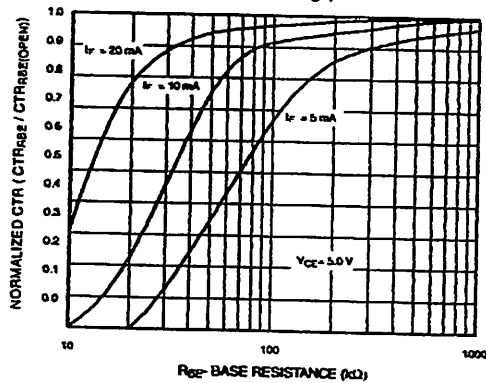


Fig. 9 CTR vs. RBE (Saturated)  
(Black Package)

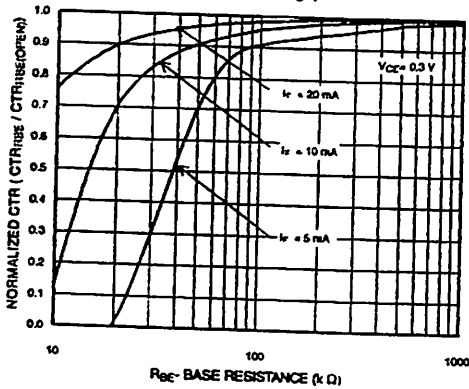


Fig. 10 CTR vs. RBE (Saturated)  
(White Package)

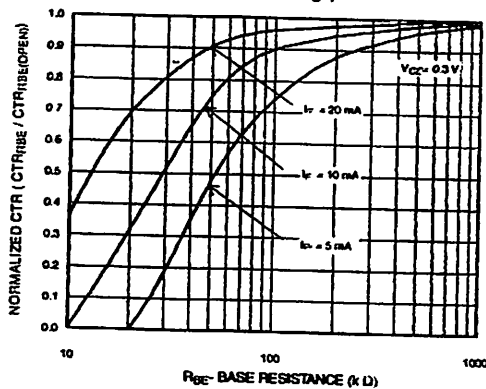


Fig. 11 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current  
(Black Package)

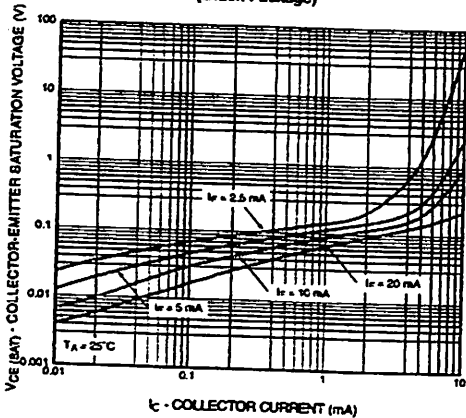
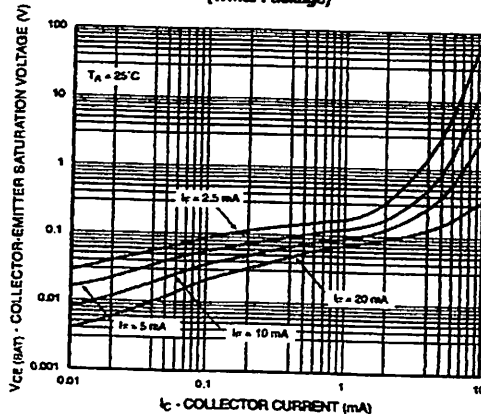


Fig. 12 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current  
(White Package)



# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

Fig. 13 Switching Speed vs. Load Resistor  
(Black Package)

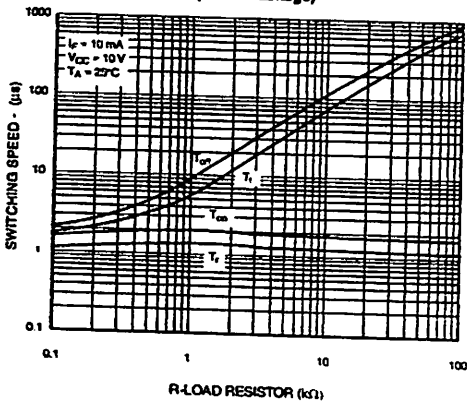


Fig. 14 Switching Speed vs. Load Resistor  
(White Package)

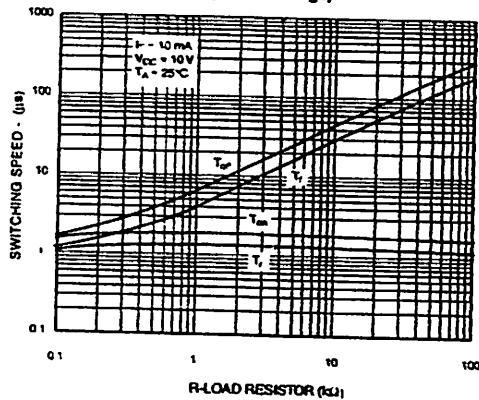


Fig. 15 Normalized  $t_{on}$  vs.  $R_{BE}$   
(Black Package)

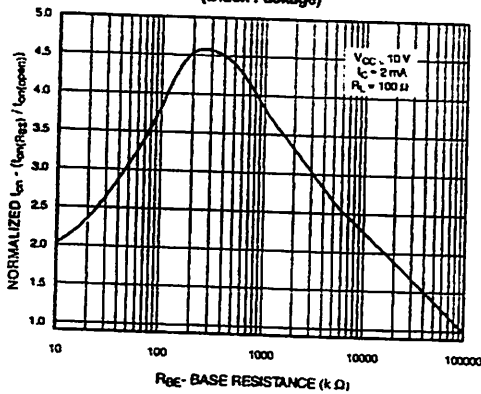


Fig. 16 Normalized  $t_{on}$  vs.  $R_{BE}$   
(White Package)

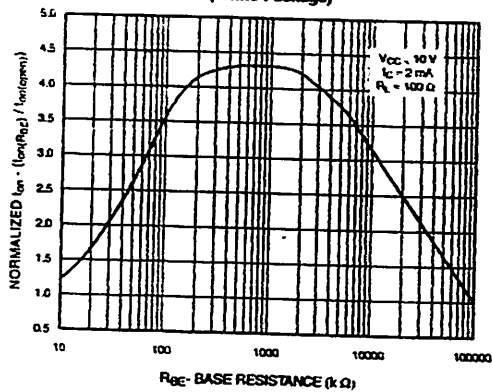


Fig. 17 Normalized  $t_{off}$  vs.  $R_{BE}$   
(Black Package)

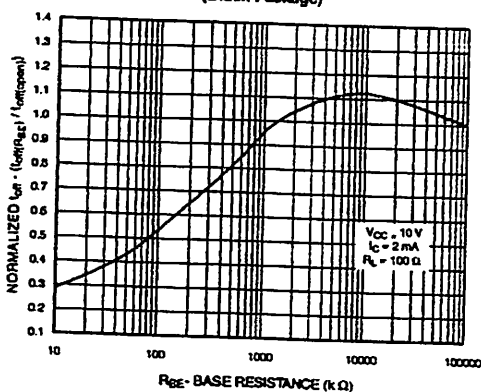
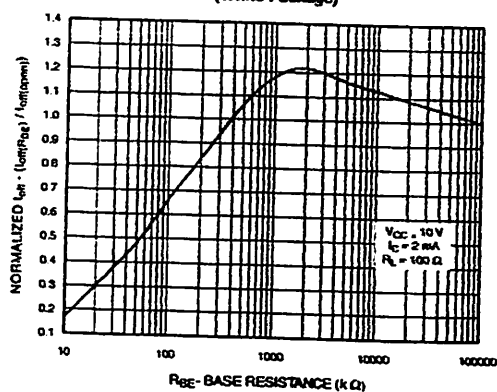


Fig. 18 Normalized  $t_{off}$  vs.  $R_{BE}$   
(White Package)



# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

Fig. 19 Dark Current vs. Ambient Temperature

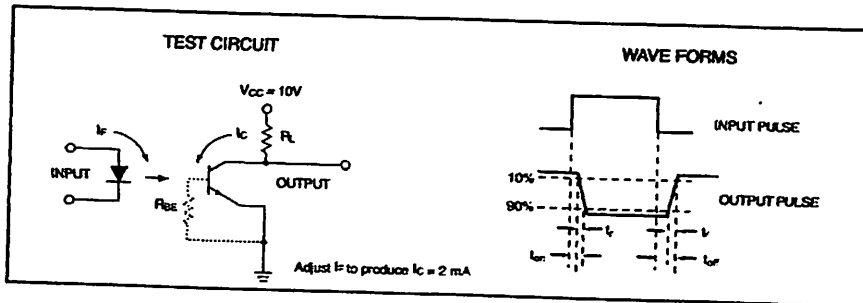
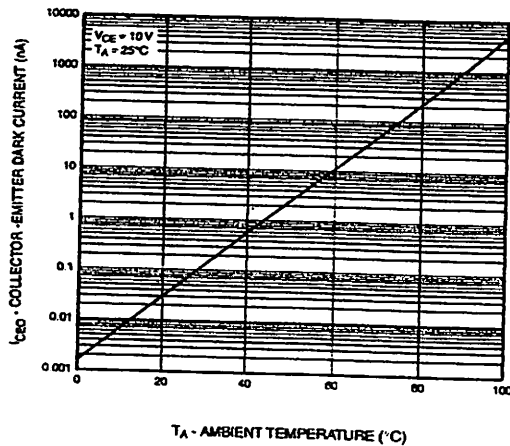


Figure 20. Switching Time Test Circuit and Waveforms



# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

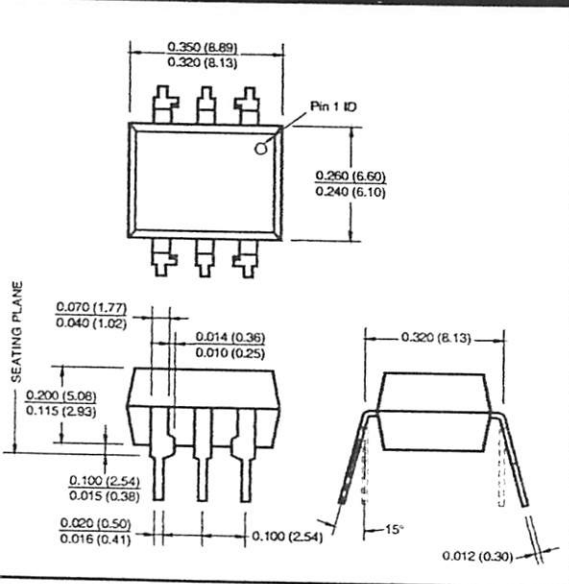
4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

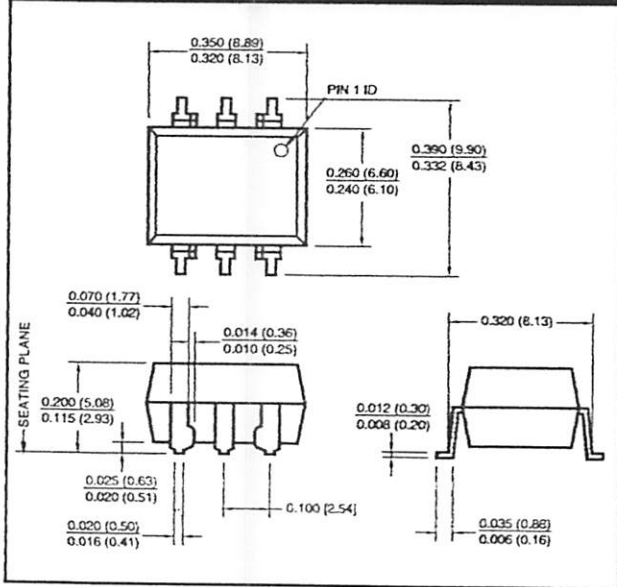
4N36  
H11A5

White Package (-M Suffix)

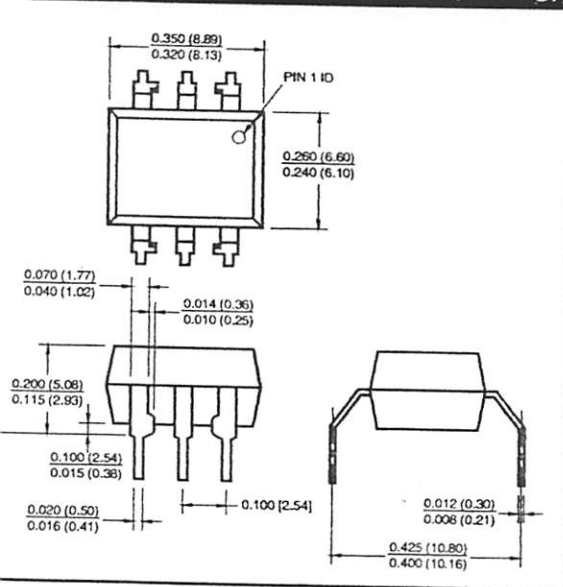
## Package Dimensions (Through Hole)



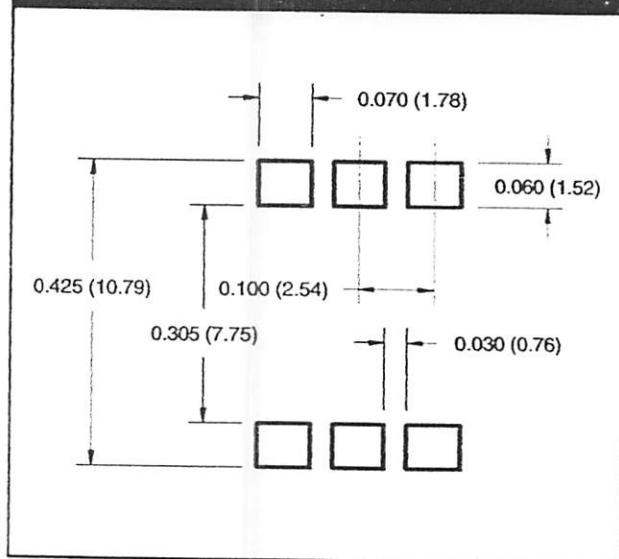
## Package Dimensions (Surface Mount)



## Package Dimensions (0.4" Lead Spacing)



## Recommended Pad Layout for Surface Mount Leadform



Dimensions are in inches (millimeters)

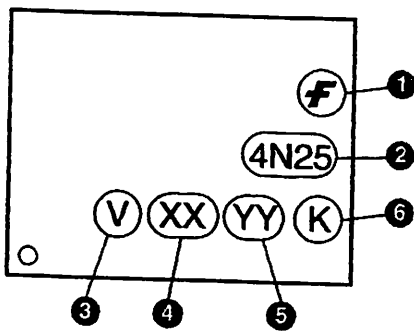
# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

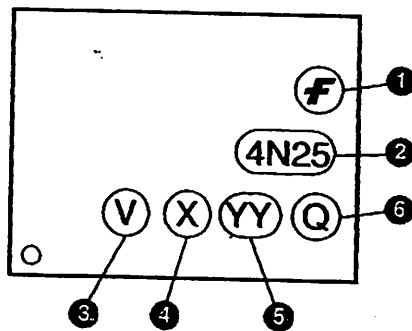
## ORDERING INFORMATION

Order Entry Identifier		
Black Package (No Suffix)	White Package (-M Suffix)	Option
.S	S	Surface Mount Lead Bend
.SD	SR2	Surface Mount; Tape and reel
.W	T	0.4" Lead Spacing
.300	V	VDE 0884
.300W	TV	VDE 0884, 0.4" Lead Spacing
.3S	SV	VDE 0884, Surface Mount
.3SD	SR2V	VDE 0884, Surface Mount, Tape & Reel

## MARKING INFORMATION



Black Package, No Suffix



White Package, -M Suffix

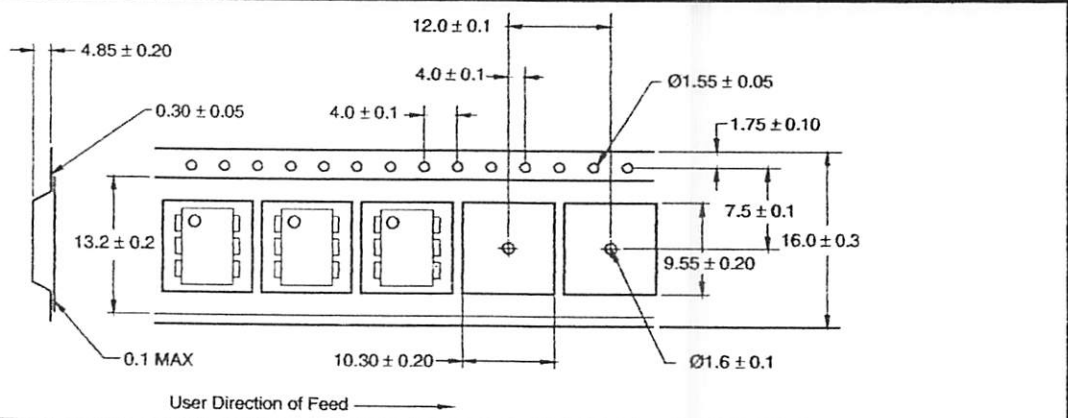
Definitions	
1	Fairchild logo
2	Device number
3	VDE mark (Note: Only appears on parts ordered with VDE option – See order entry table)
4	One or two digit year code • Two digits for black package parts, e.g., '03' • One digit for white package parts, e.g., '3'
5	Two digit work week ranging from '01' to '53'
6	Assembly package code

\*Note – Parts built in the white package (M suffix) that do not have the 'V' option (see definition 3 above) that are marked with date code '325' or earlier are marked in the portrait format.

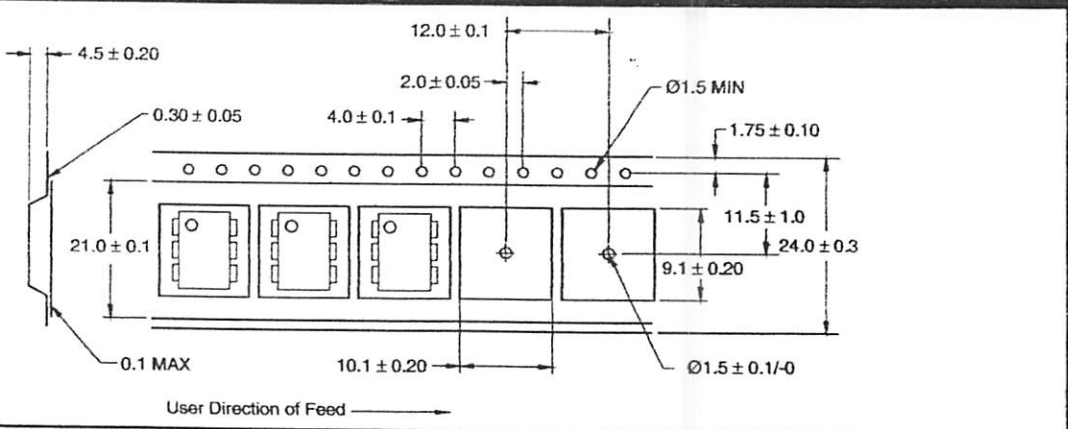
# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

N25 N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

## T Carrier Tape Specifications (Black Package, No Suffix)



## T Carrier Tape Specifications (White Package, -M Suffix)

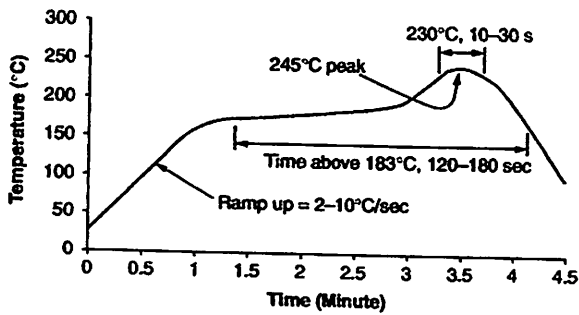




# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

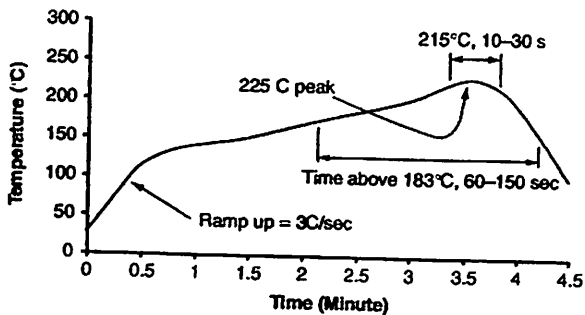
4N25 4N37	4N26 H11A1	4N27 H11A2	4N28 H11A3	4N35 H11A4	4N36 H11A5
--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Reflow Profile (White Package, -M Suffix)



- Peak reflow temperature: 245°C (package surface temperature)
- Time of temperature higher than 183°C for 120-180 seconds
- One time soldering reflow is recommended

Reflow Profile (Black Package, No Suffix)



- Peak reflow temperature: 225°C (package surface temperature)
- Time of temperature higher than 183°C for 60-150 seconds
- One time soldering reflow is recommended

# GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

---

<b>4N25</b> <b>4N37</b>	<b>4N26</b> <b>H11A1</b>	<b>4N27</b> <b>H11A2</b>	<b>4N28</b> <b>H11A3</b>	<b>4N35</b> <b>H11A4</b>	<b>4N36</b> <b>H11A5</b>
----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

---

**DISCLAIMER**  
FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

**LIFE SUPPORT POLICY**  
FAIRCHILD'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 FAIRCHILD 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 (c) 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 of the user.

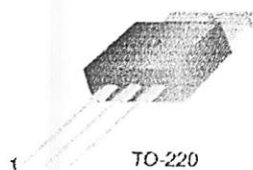
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

**FAIRCHILD**  
SEMICONDUCTOR™

## TIP32 Series(TIP32/32A/32B/32C)

### Medium Power Linear Switching Applications

\* Complement to TIP31/31A/31B/31C



TO-220

1.Base 2.Collector 3.Emitter

### PNP Epitaxial Silicon Transistor

#### Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage	: TIP32	-40
		: TIP32A	-60
		: TIP32B	-80
		: TIP32C	-100
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage	: TIP32	-40
		: TIP32A	-60
		: TIP32B	-80
		: TIP32C	-100
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage	-5	V
$I_C$	Collector Current (DC)	-3	A
$I_{CP}$	Collector Current (Pulse)	-5	A
$I_B$	Base Current	-3	A
$P_C$	Collector Dissipation ( $T_C=25^\circ\text{C}$ )	40	W
$P_C$	Collector Dissipation ( $T_\theta=25^\circ\text{C}$ )	2	W
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
$T_{STG}$	Storage Temperature	-65 - 150	$^\circ\text{C}$

#### Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units	
$V_{CEO(sus)}$	* Collector-Emitter Sustaining Voltage	$I_C = -30\text{mA}, I_B = 0$		-40	V	
				-60	V	
				-80	V	
				-100	V	
$I_{CEO}$	Collector Cut-off Current	$V_{CE} = -30\text{V}, I_B = 0$		-0.3	mA	
		$V_{CE} = -60\text{V}, I_B = 0$		-0.3	mA	
$I_{CES}$	Collector Cut-off Current	$V_{CE} = -40\text{V}, V_{EB} = 0$		-200	$\mu\text{A}$	
			$V_{CE} = -60\text{V}, V_{EB} = 0$		-200	$\mu\text{A}$
			$V_{CE} = -80\text{V}, V_{EB} = 0$		-200	$\mu\text{A}$
			$V_{CE} = -100\text{V}, V_{CE} = 0$		-200	$\mu\text{A}$
$I_{EBO}$	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = -5\text{V}, I_C = 0$		-1	mA	
$h_{FE}$	* DC Current Gain	$V_{CE} = -4\text{V}, I_C = -1\text{A}$	25			
		$V_{CE} = -4\text{V}, I_C = -3\text{A}$	10	50		
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -3\text{A}, I_B = -375\text{mA}$		-1.2	V	
$V_{BE(sat)}$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE} = -4\text{V}, I_C = -3\text{A}$		-1.8	V	
$f_T$	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = -10\text{V}, I_C = -500\text{mA}$	3.0		MHz	

\* Pulse Test:  $PW \leq 300\mu\text{s}$ , Duty Cycle  $\leq 2\%$

TIP32 Series(TIP32/32A/32B/32C)

# Typical Characteristics

TIP32 Series (TIP32/32A/32B/32C)

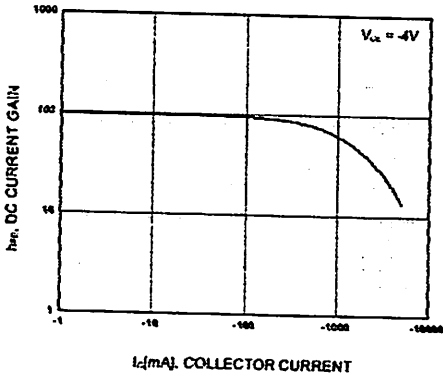


Figure 1. DC current Gain

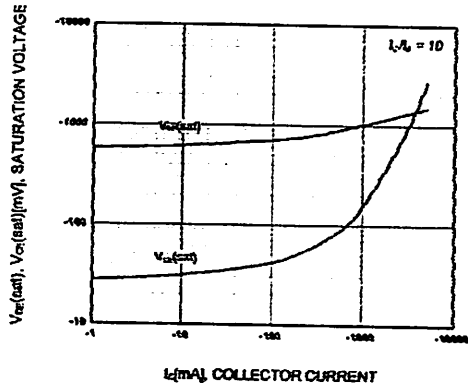


Figure 2. Base-Emitter Saturation Voltage  
Collector-Emitter Saturation Voltage

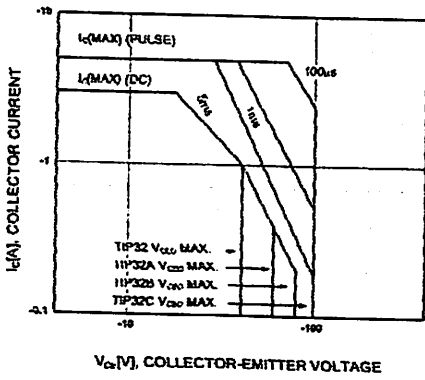


Figure 3. Safe Operating Area

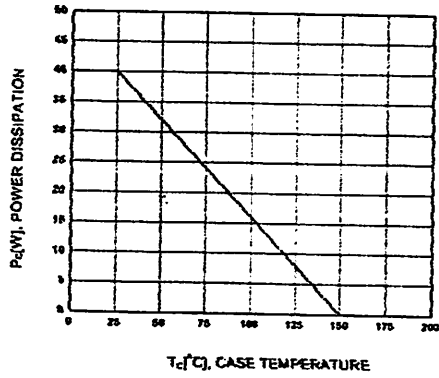


Figure 4. Power Derating



## TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACE <sup>x</sup> ™	HiSeC™	SuperSOT™-8
Bottomless™	ISOPLANAR™	SyncFET™
CoolFET™	MICROWIRE™	TinyLogic™
CROSSVOLT™	POP™	UHC™
E <sup>2</sup> CMOS™	PowerTrench®	VCX™
FACT™	QFET™	
FACT Quiet Series™	QS™	
FAST®	Quiet Series™	
FAST <sub>r</sub> ™	SuperSOT™-3	
GTO™	SuperSOT™-6	

## DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

## LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL.

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, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in 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.

## PRODUCT STATUS DEFINITIONS

### Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

## PNP SILICON TRANSISTOR 2SA733

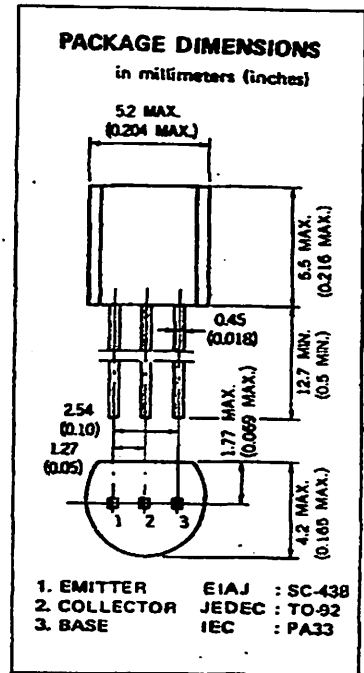
**DESCRIPTION** The 2SA733 is designed for use in driver stage of AF amplifier.

**FEATURES**

- High  $h_{FE}$  and Excellent Linearity : 200 TYP.
- $h_{FE}$  ( $V_{CE} = -6.0$  V,  $I_C = -1.0$  mA)

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

<b>Maximum Temperatures</b>	
Storage Temperature	-55 to +125 °C
Junction Temperature	+125 °C Maximum
<b>Maximum Power Dissipation (<math>T_a = 25</math> °C)</b>	
Total Power Dissipation	250 mW
<b>Maximum Voltages and Currents (<math>T_a = 25</math> °C)</b>	
$V_{CBO}$ Collector to Base Voltage	-60 V
$V_{CEO}$ Collector to Emitter Voltage	-50 V
$V_{EBO}$ Emitter to Base Voltage	-5.0 V
$I_C$ Collector Current	-100 mA
$I_B$ Base Current	-20 mA



4-1

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_a = 25$ °C)

SYMBOL	CHARACTERISTIC	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	TEST CONDITIONS
$h_{FE}$	DC Current Gain	90	200	600		$V_{CE} = -6.0$ V, $I_C = -1.0$ mA
NF	Noise Figure		6.0	20	dB	$V_{CE} = -6.0$ V, $I_C = -0.3$ mA, $R_G = 10$ k $\Omega$ , $f = 100$ Hz
$f_T$	Gain Bandwidth Product	100	180		MHz	$V_{CE} = -6.0$ V, $I_E = 10$ mA
$C_{ob}$	Output Capacitance		4.5	6.0	pF	$V_{CB} = -10$ V, $I_E = 0$ , $f = 1.0$ MHz
$I_{CBO}$	Collector Cutoff Current			-0.1	$\mu$ A	$V_{CB} = -60$ V, $I_E = 0$
$I_{EBO}$	Emitter Cutoff Current			-0.1	$\mu$ A	$V_{EB} = -5.0$ V, $I_C = 0$
$V_{BE}$	Base to Emitter Voltage	-0.58	-0.62	-0.68	V	$V_{CE} = -6.0$ V, $I_C = -1.0$ mA
$V_{CE(sat)}$	Collector Saturation Voltage		-0.18	-0.3	V	$I_C = -100$ mA, $I_B = -10$ mA

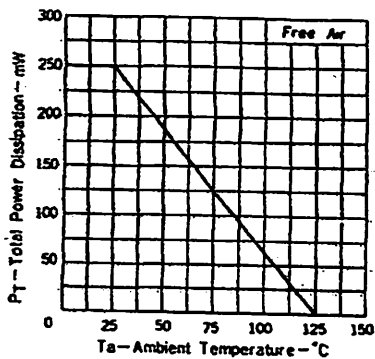
### Classification of $h_{FE}$

Rank	R	Q	P	K
Range	90 - 180	135 - 270	200 - 400	300 - 600

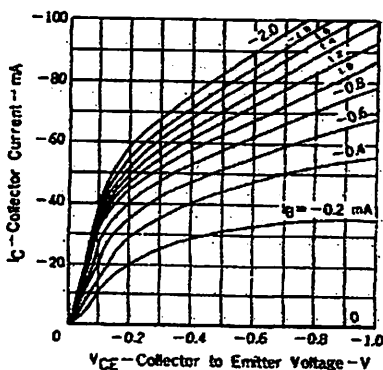
$h_{FE}$  Test Conditions :  $V_{CE} = -6.0$  V,  $I_C = -1.0$  mA

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

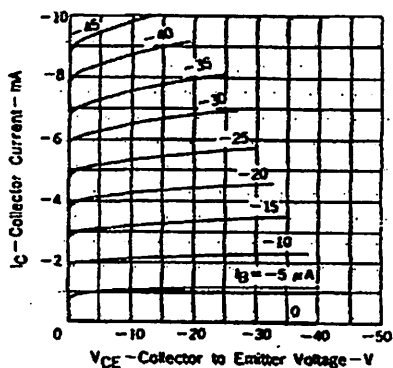
TOTAL POWER DISSIPATION vs. AMBIENT TEMPERATURE



COLLECTOR CURRENT vs. COLLECTOR TO EMITTER VOLTAGE

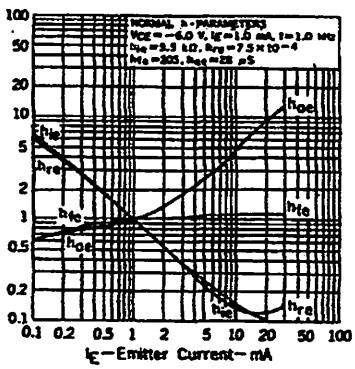


COLLECTOR CURRENT vs. COLLECTOR TO EMITTER VOLTAGE

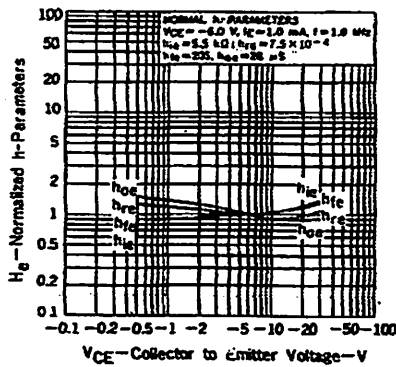




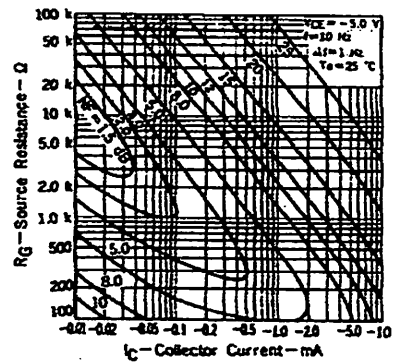
NORMALIZED h-PARAMETERS vs. EMITTER CURRENT



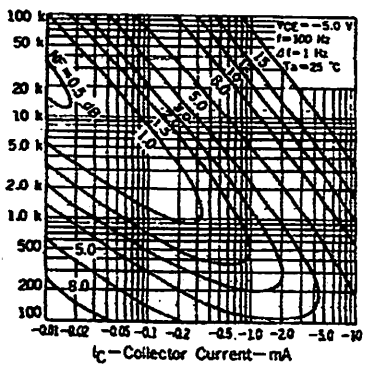
NORMALIZED h-PARAMETERS vs. COLLECTOR TO EMITTER VOLTAGE



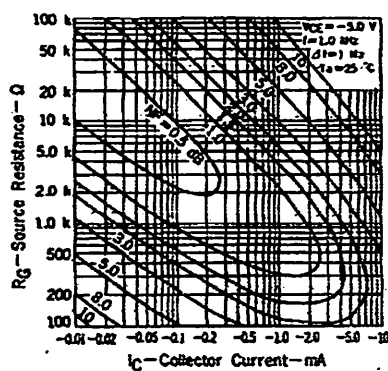
NOISE FIGURE MAP 1



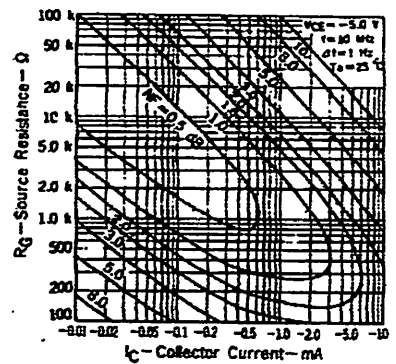
NOISE FIGURE MAP 2



NOISE FIGURE MAP 3



NOISE FIGURE MAP 4



# 1 Amp. Silicon Rectifier Diodes

<p>Dimensions in mm.</p> <p style="text-align: right;">DO-15 (Plastic)</p>	<p>Voltage 50 to 1600 V.</p> <p>Current 1.0 A. at 75°C.</p>
<p><b>Mounting instructions</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Min. distance from body to soldering point, 4 mm.</li> <li>2. Max. solder temperature, 350°C.</li> <li>3. Max. soldering time, 3,5 sec.</li> <li>4. Do not bend lead at a point closer than 2 mm. to the body.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Low cost</li> <li>• Diffused junction</li> <li>• High current capability</li> <li>• The plastic material carries U/L recognition 94 V-0</li> <li>• Terminals: Axial Leads</li> <li>• Polarity: Color band denotes cathode</li> </ul>

## Maximum Ratings, according to IEC publication No. 134

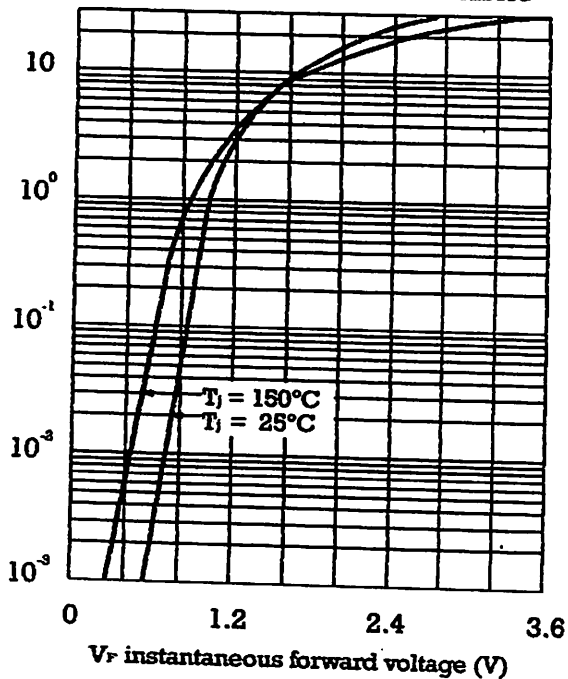
	1N 4001	1N 4002	1N 4003	1N 4004	1N 4005	1N 4006	1N 4007	BY 133	P 513
$V_{RRM}$ Peak recurrent reverse voltage (V)	50	100	200	400	600	800	1000	1300	1600
$I_{AV}$ Forward current at $T_{amb} = 75^\circ\text{C}$	1 A								
$I_{RM}$ Recurrent peak forward current	10 A								
$I_{SM}$ 10 ms. peak forward surge current	50 A								
Operating temperature range	- 65 to + 150 °C								
Storage temperature range	- 65 to + 150 °C								

## Electrical Characteristics at $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$

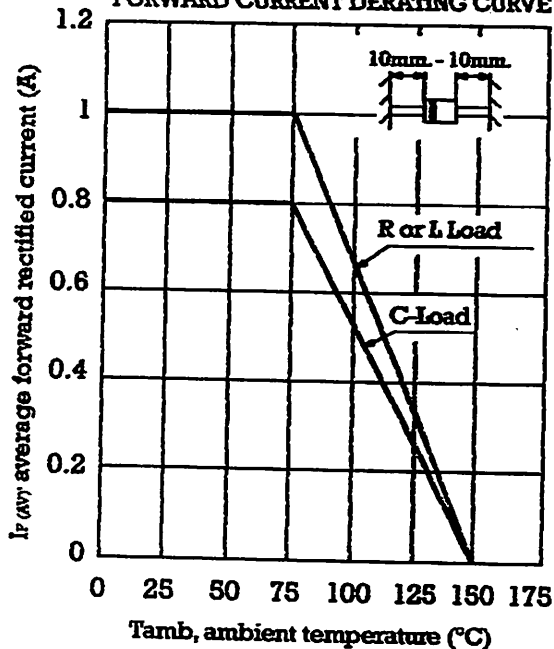
Max. forward voltage drop at $I_f = 1\text{ A}$	1.1 V
Max. reverse current at $V_{RRM}$ at 25°C at 100°C	5 $\mu\text{A}$ 100 $\mu\text{A}$
Max. thermal resistance ( $l = 10\text{ mm.}$ )	60° C/W

Characteristic Curves

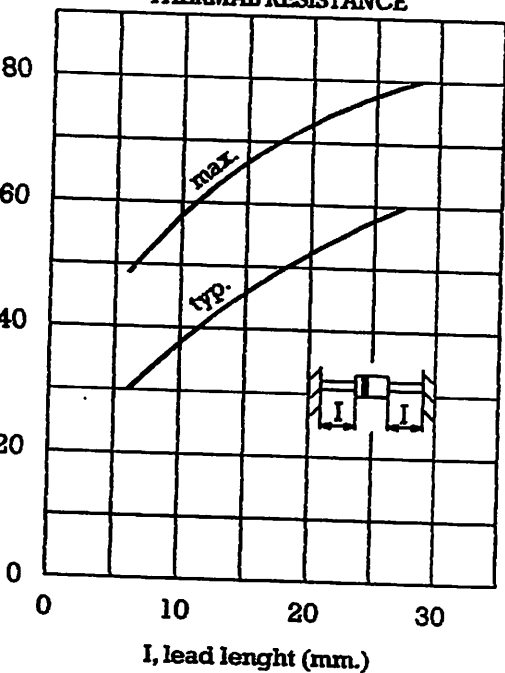
TYPICAL FORWARD CHARACTERISTIC



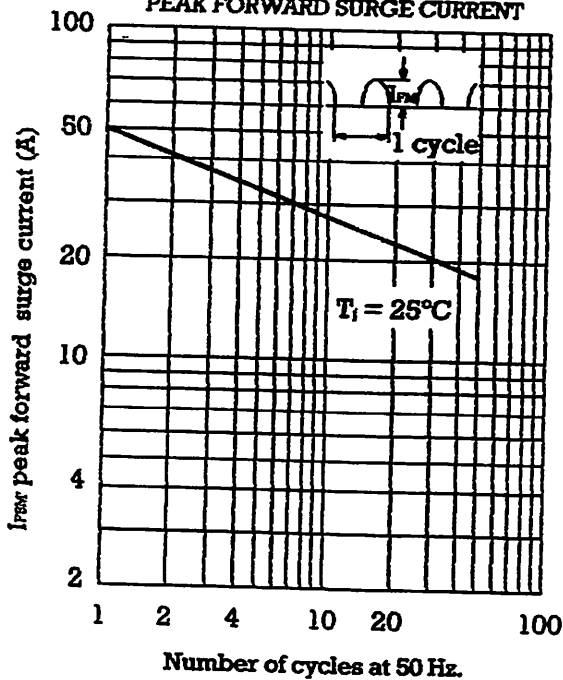
FORWARD CURRENT DERATING CURVE



THERMAL RESISTANCE



MAXIMUM NON-REPETITIVE PEAK FORWARD SURGE CURRENT



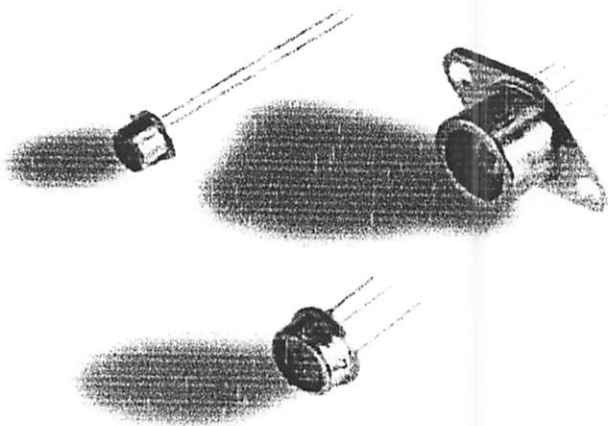
## Description

PerkinElmer family of large-area InGaAs photodiodes provide high responsivity from 850 nm to 1700 nm for applications including power meters, fiber optic test equipment, near-IR spectroscopy and instrumentation. All devices are planar devices and feature low capacitance for high bandwidth, and high shunt resistance for maximum sensitivity. Typical non-linearity <1% to optical power <13 dBm (20 mW), and uniformity across the detector active area. Responsivity of 0.2 A/W at 850 nm for large area InGaAs devices allows use of photodiodes in fiber optic test equipment designed to operate at 850, 1300, and 1550 nm.

Devices are available with active areas from 0.5 mm to 3.0 mm in TO-type packages or on ceramic sub-mounts for use with thermoelectric coolers for increased sensitivity. Photodiodes can also be mounted on customized ceramic sub-mounts for specific application requirements. PerkinElmer Optoelectronics Canada is ISO-9001 and operates to MIL-Q-9850 and AQAP-1 quality standards. All devices undergo extended life-test and process qualification programs to ensure reliability. In addition, all devices are sourced from a single manufacturer, screened with a 16 hour, 100% burn-in at -10V bias (C30619 and C30641), -5V (C30642 and C30665), and tested for responsivity, spectral noise, shunt resistance and dark current characteristics.

## Large-Area InGaAs Photodiodes

**C30619, C30641, C30642, C30665**



### Features

- 0.5, 1.0, 2.0, and 3.0 mm diameters
- High responsivity from 850 nm to 1550 nm
- High shunt resistance, low dark current
- TE-cooled package options
- Low capacitance for fast response times

### Applications

- Power meters
- Fiber identifiers
- Laser burn-in racks
- Near infrared instrumentation
- F.T.I.R. spectroscopy



EVERYTHING

IN A

NEW

LIGHT.

## Package Options

Standard Devices: Large-area detectors are available on a 1-stage or 2-stage thermoelectric (TE) cooler. Increasing shunt resistance (see Figure 2) thereby increases noise for increased sensitivity. Typical detector temperature is -10°C with a 1-stage TE cooler or -35°C with a 2-stage cooler. A TE-cooler option can be specified by adding the extension -TC (1-stage cooler) or -DTC (2-stage cooler) to the standard part number (see ordering information). More information is available from the "TC-Series Photodiodes" datasheet from PerkinElmer Optoelectronics Canada.

Detector and Pre-Amplifier: Large-area InGaAs detectors are also available integrated with a preamplifier and TE-cooler. The HTE-series features large-area InGaAs detectors with a high gain hybrid transimpedance amplifier mounted on a 2-stage TE cooler. TE-cooling maximizes sensitivity and stabilizes op-amp offset and output characteristics. This provides an easy-to-use high sensitivity detector platform optimized for good temperature stability over a wide operating temperature range. More information is available from the HTE-series datasheet. The standard HTE-2642 incorporates a C30642E chip.

## Specifications (at $V_R = V_{OP}$ (typical), 22°C)

Parameter	C30619			C30641			Units
	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Detector Diameter		0.5			1.0		mm
Responsivity At 850 nm	0.10	0.20		0.10	0.20		A/W
Responsivity At 1300 nm	0.80	0.90		0.80	0.90		A/W
Responsivity At 1550 nm	0.85	0.95		0.85	0.95		A/W
Shunt Resistance ( $V_R = 10$ mV) <sup>1</sup>	10	250		5	50		MΩ
Dark Current		1	20		5	50	nA
1/f Noise Current (10 kHz, 1.0 Hz)		0.02	0.10		0.04	0.15	pA/√Hz
Capacitance At $V_R = 0$ V		20	25		100	125	pF
Operating Voltage ( $V_{OP}$ )		8	10		40	50	pF
Bandwidth (-3 dB, $R_L = 50$ Ω)		350			75		MHz
Dynamic Range		> +13			> +13		dBm
Package types		D2, D14			D2, D14		-

## Operating Ratings

Parameter	C30619			C30641			Units
	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Voltage	0	5	10	0	2	5	V
Reverse Voltage	20	80		20	80		V
Forward Current			10			10	mA
Photocurrent			100			100	mA
Optical Power Dissipation			100			100	mW
Operating Temperature	-60		125	-80		125	°C
Storage Temperature	-40		85	-40		85	°C

Standard higher shunt resistance devices are available to special order.

<sup>1</sup> Minimum optical power level for  $\pm 0.04$  dB ( $\pm 1\%$ ) responsivity variation under 1300 nm CW illumination, at  $V_R = V_{OP}$  (typ).

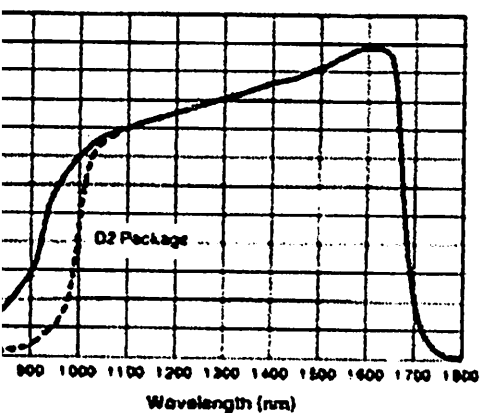


Figure 1. Typical Responsivity vs. Wavelength.

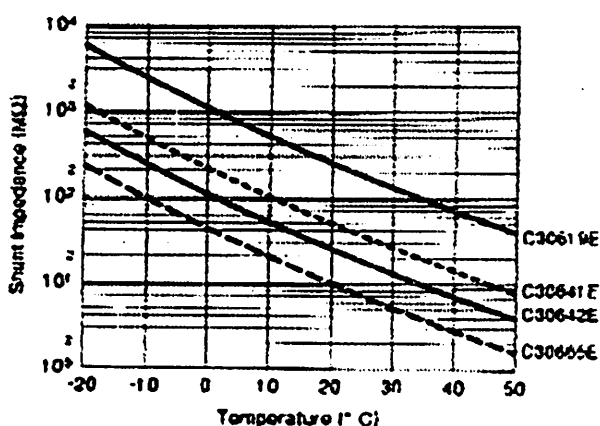


Figure 2. Typical Shunt Resistance as a Function of Temperature.

Specifications (at  $V_R = V_{OP}$  (typical), 22°C)

	C30642			C30665			Units
	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Device Diameter		2.0			3.0		mm
Responsivity At 850 nm	0.10	0.20		0.10	0.20		A/W
Wavelength @ 0.10 A/W	0.80	0.90		0.80	0.90		A/W
Wavelength @ 0.15 A/W	0.85	0.95		0.85	0.95		A/W
Shunt Resistance ( $V_R = 10$ mV) <sup>1</sup>	2	25		1	10		MΩ
Dark Current		10 <sup>3</sup>			25 <sup>3</sup>		nA
Reverse Current (10 kHz, 1.0 Hz)		0.03	0.15		0.04	0.20	pA/Hz
Capacitance At $V_R = 0$ V		300	500		1000	1250	pF
Time Constant (typical)		150			400		pF
Bandwidth (-3 dB, $R_L = 50$ Ω)		20			3.0		MHz
Operating Temperature Range		+11			+11		dBm
Package types		D15			D15		-

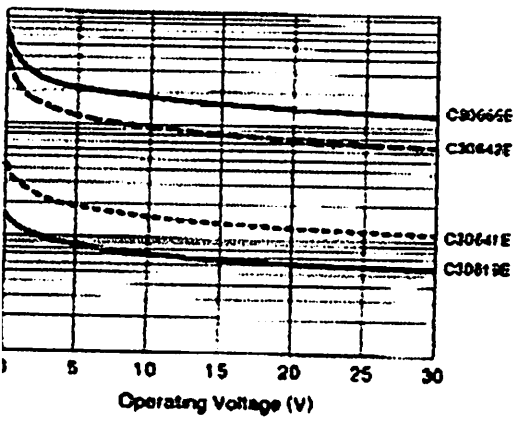
Operating Ratings

	C30642			C30665			Units
	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Reverse Voltage		0	5		0	5	V
Forward Voltage	15	50		10	50		V
Forward Current			10			10	mA
Photocurrent		100			100		mA
Optical Power		250			250		mW
Operating Temperature	-60	125		-80	125		°C
Storage Temperature	-40	85		-40	85		°C

<sup>1</sup> Higher shunt resistance devices are available to special order.

<sup>2</sup> Minimum optical power level for <math>\pm 0.04 dB ( $\pm 1\%$ ) responsivity variation under 1300 nm CW Illumination, at  $V_R = V_{OP}$  (typ).

<sup>3</sup> At 2.0V



Typical Capacitance vs. Operating Voltage.

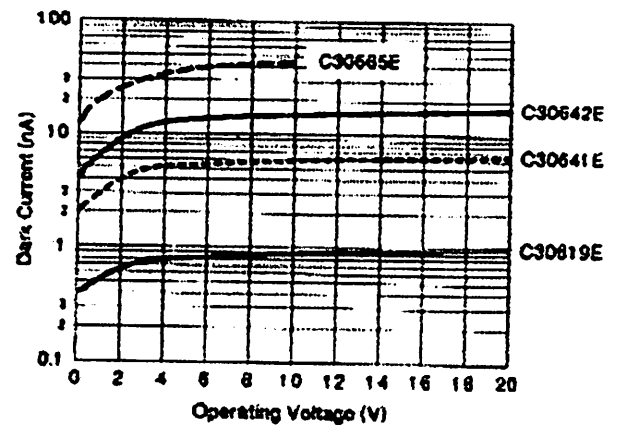


Figure-4. Typical Dark Current vs. Operating Voltage.

Wavelength (nm)	Temperature Coefficient <sup>1</sup> (%/°C)
850	-0.121
660	0.039
300	0.012
550	0.009
650	0.085 (20°C to 85°C)
	1.287 (-40°C to 20°C)

<sup>1</sup>: Measured from -40°C to +85°C except 1650nm, as indicated.

Typical Responsivity Temperature Coefficients.

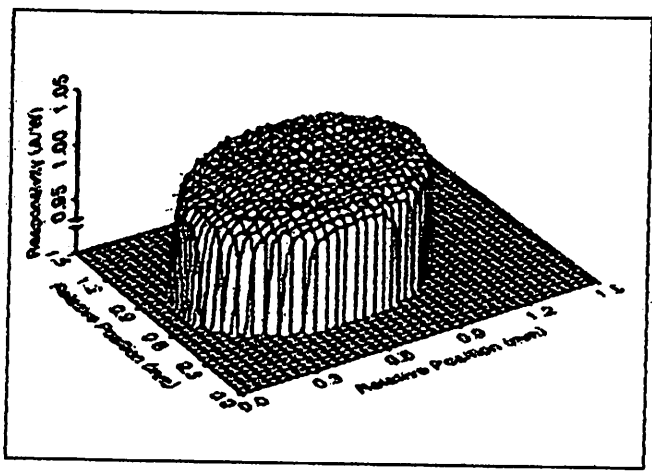
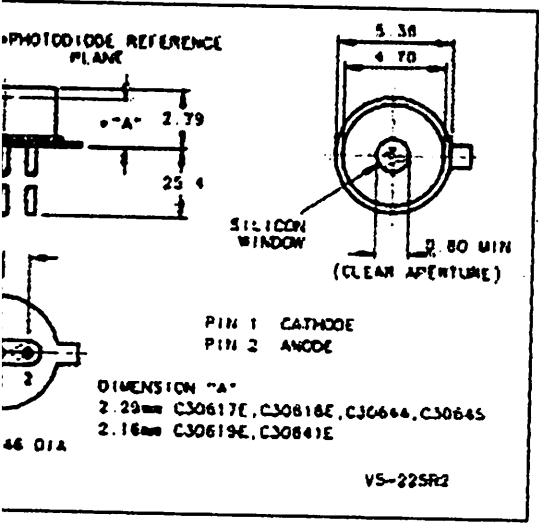


Figure 6. Typical Responsivity Scan of a 1mm Photodiode.



Package D2: TO-18 Low Profile with Silicon Window. To special order.

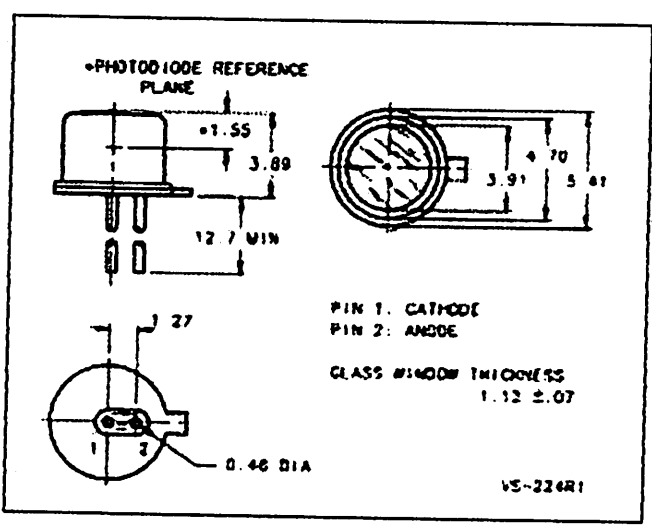
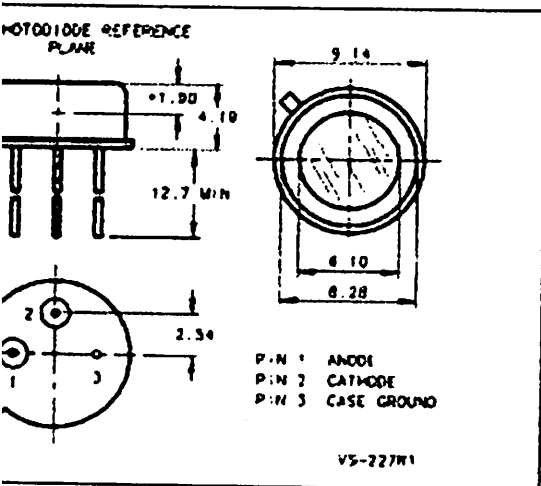
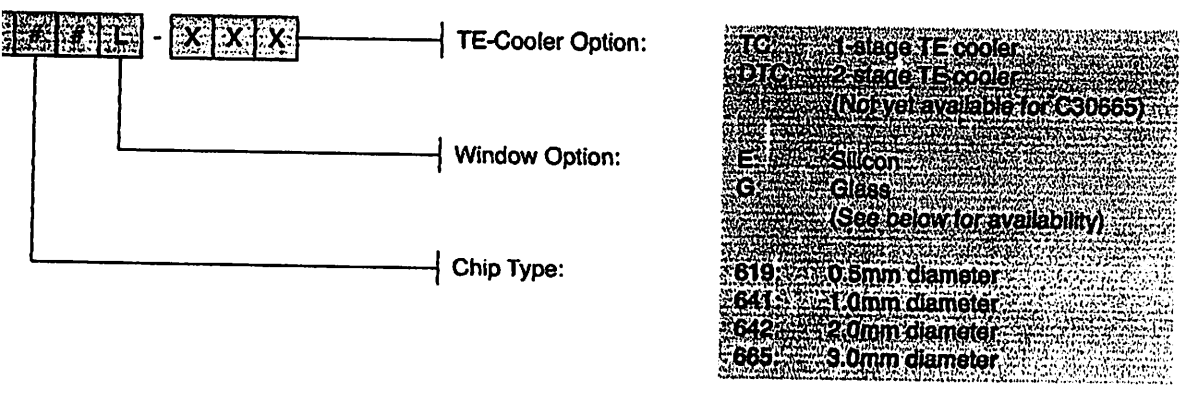


Figure 8. Package D-14: TO-18 with Glass Window.



Package D15: TO-5 with Glass Window.

ing Guide



Package Availability

Window Type	Package Type			
	C30619	C30641	C30642	C30665
Silicon	D2 <sup>1</sup>	D2 <sup>1</sup>	-	-
Glass	D14	D14	D15	D15

Order

For more information e-mail us at [opto@perkinelmer.com](mailto:opto@perkinelmer.com) or visit our web site at [www.perkinelmer.com/opto](http://www.perkinelmer.com/opto)

PerkinElmer™  
Optoelectronics

All values are nominal; specifications subject to change without notice.

PerkinElmer™ is a registered trademark of PerkinElmer, Inc.

PerkinElmer Optoelectronics  
22001 Dumberry Road,  
Vaudreuil, Québec  
Canada J7V 8P7  
Phone: (450) 424-3300  
Fax: (450) 424-3411



This datasheet has been download from:

[www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com)

Datasheets for electronics components.



# EVERLIGHT ELECTRONICS CO., LTD.

DEVICE NUMBER : DIH-033-001      REV : 2.0  
ECN : \_\_\_\_\_      PAGE : 1/8

## Infrared LED

MODEL NO : HIR333

### Features :

- High radiant intensity
- Peak wavelength  $\lambda_p=850\text{nm}$
- View angle  $17^\circ$
- High reliability
- 2.54mm Lead spacing

### Description :

- EVERLIGHT's Infrared Emitting Diode (HIR333) is a high intensity diode, molded in a yellow transparent plastic package.
- The device is spectrally matched with phototransistor, photodiode and infrared receiver module.

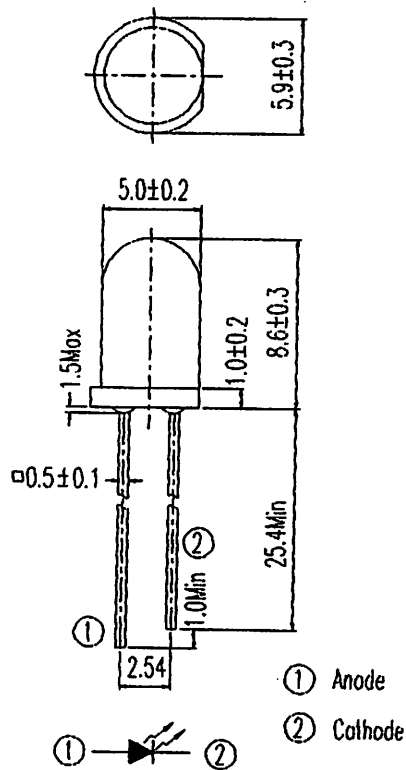
### Applications :

- Free air transmission system
- Optoelectronic switch
- Infrared remote control units with high power requirement
- Floppy disk drive
- Smoke detector

PART NO.	CHIP	LENS COLOR
	MATERIAL	
HIR	GaAlAs	Yellow

DEVICE NUMBER : DIH-033-001REV : 2.0

ECN : \_\_\_\_\_

PAGE : 2/8**Infrared LED**MODEL NO : HIR333**Package Dimensions :****Notes :**

Dimensions are in millimeter.

Soldered resin under flange 1.5 mm Max.

Lead spacing is measured where the lead emerge from the package.

Color : Yellow transparent.

The specification may be changed without notice. EVERLIGHT will reserve authority for material change for above specification.

The specification sheets include materials protected under copyright of EVERLIGHT Corporation. Please don't reproduce or cause anyone to reproduce them without EVERLIGHT's consent.

When using this product, please observe the absolute maximum ratings and the instructions for use outlined in these specification sheets. EVERLIGHT assumes no responsibility for any damage resulting from use of the product which does not comply with the absolute maximum ratings and the instructions included in these specification sheets.



# EVERLIGHT ELECTRONICS CO., LTD.

DEVICE NUMBER : DIH-033-001    REV : 2.0  
 ECN : \_\_\_\_\_    PAGE : 3/8

## Infrared LED

MODEL NO : HIR333

### Absolute Maximum Ratings at $T_A = 25^\circ\text{C}$

Parameter	Symbol	Rating	Unit	Notice
Continuous Forward Current	$I_F$	50	mA	
Pulse Forward Current Pulse width=100 $\mu$ s, Duty cycle=1%	$I_{FP}$	1.0	A	
Reverse Voltage	$V_R$	5	V	
Operating Temperature	$T_{opr}$	-25 ~ +85	$^\circ\text{C}$	
Storage Temperature	$T_{stg}$	-40 ~ +85	$^\circ\text{C}$	
Soldering Temperature	$T_{sol}$	260	$^\circ\text{C}$	4mm from mold body less than 5 seconds
Power Dissipation at (or below) Free Air Temperature	$P_d$	100	mW	

### Electronic Optical Characteristics :

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Condition
Radiant Intensity	$E_e$	7.8	15.0	---	mW/sr	$I_F=20\text{mA}$
		---	140	---		$I_F=100\text{mA}, t_p=100\mu\text{s}, t_p/T=0.01$
		---	980	---		$I_F=1\text{A}, t_p=100\mu\text{s}, t_p/T=0.01$
Peak Wavelength	$\lambda_p$	---	850	---	nm	$I_F=20\text{mA}$
Spectral Bandwidth	$\Delta\lambda$	---	45	---	nm	$I_F=20\text{mA}$
Forward Voltage	$V_F$	---	1.45	1.65	V	$I_F=20\text{mA}$
		---	1.80	2.40		$I_F=100\text{mA}, t_p=100\mu\text{s}, t_p/T=0.01$
		---	4.10	5.25		$I_F=1\text{A}, t_p=100\mu\text{s}, t_p/T=0.01$
Reverse Current	$I_R$	---	---	10	$\mu\text{A}$	$V_R=5\text{V}$
Viewing Angle	$2\theta_{1/2}$	---	17	---	deg	$I_F=20\text{mA}$

**Infrared LED**

EL NO : \_\_\_\_\_ HIR333

**Optical/Electrical/Optical/Characteristics Curves**

Fig. 1 Forward Current vs. Ambient Temperature

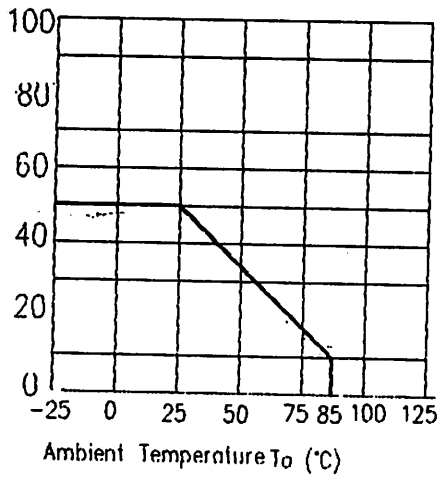


Fig. 2 Spectral Distribution

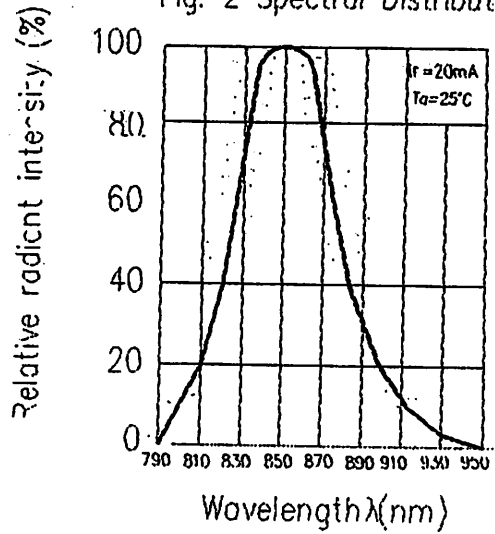


Fig. 3 Peak Emission Wavelength vs. Ambient Temperature

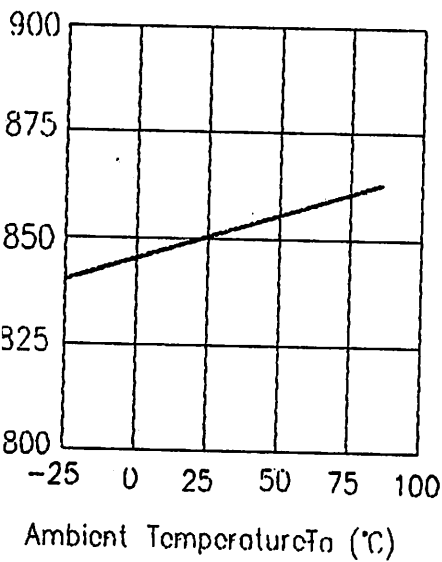
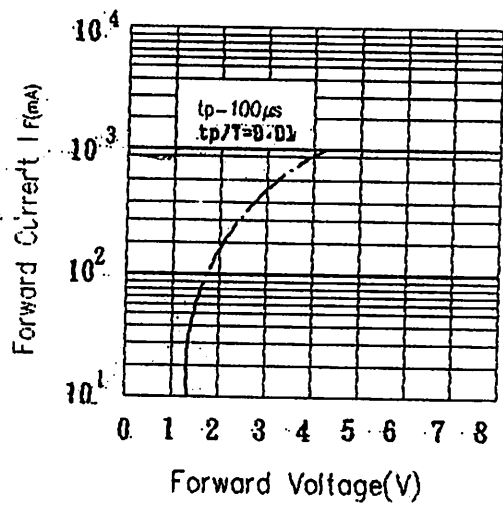


Fig. 4 Forward Current vs. Forward Voltage



**Infrared LED**

EL NO : HIR333

**Typical Electrical/Optical/Characteristics Curves**

Fig. 5 Relative Intensity vs. Forward Current

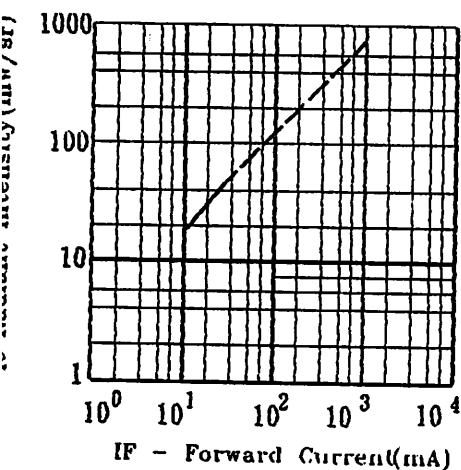


Fig. 6 Relative Radiant Intensity vs. Angular Displacement

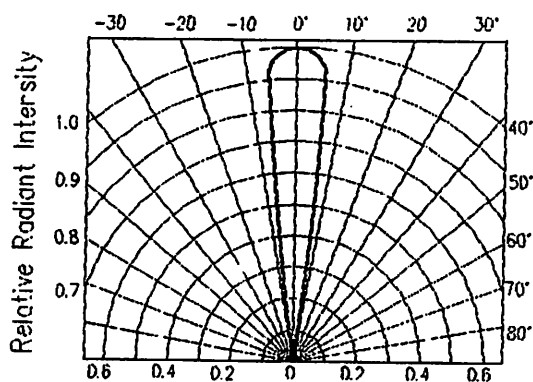


Fig. 7 Relative Intensity vs. Ambient Temperature (°C)

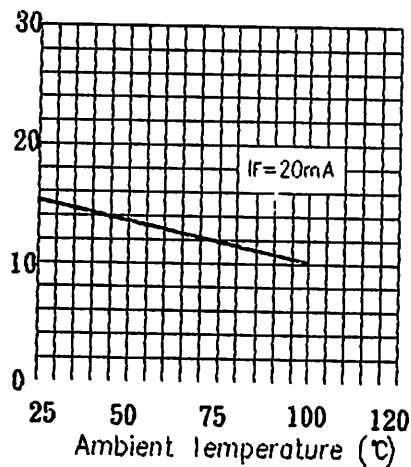
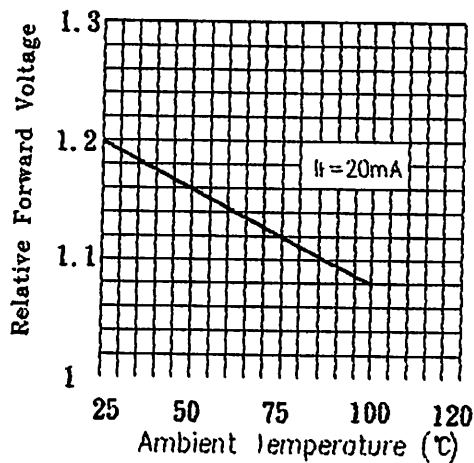


Fig. 8 Forward Current vs. Ambient Temperature (°C)





# EVERLIGHT ELECTRONICS CO., LTD.

DEVICE NUMBER : DIH-033-001  
ECN : \_\_\_\_\_

REV : 2.0  
PAGE : 6/8

## Infrared LED

EL NO : HIR333

### Reliability Test Item And Condition

The reliability of products shall be satisfied with items listed below.

Confidence level:90%

LTPD:10%

Item	Test Conditions	Test Hours/ Cycles	Sample Size	Failure Judgement Criteria	Ac/Re
Solder Heat	TEMP : 260°C ± 5 °C	5 secs	22 pcs	$I_R \geq U_x 2$ $E_c \leq L_x 0.8$ $V_F \geq U_x 1.2$  U : Upper specification limit L : Lower specification limit	0/1
Temperature Cycle	H : +85°C    30 mins ↑ 5 mins ↓ L : -55°C    30 mins	50 cycles	22 pcs		0/1
Thermal Shock	H : +100°C    5 mins ↑ 10 secs ↓ L : -10°C    5 mins	50 cycles	22 pcs		0/1
High Temperature Storage	TEMP. : +100°C	1000 hrs	22 pcs		0/1
Low Temperature Storage	TEMP. : -55°C	1000 hrs	22 pcs		0/1
DC Operating Life	$I_F = 20mA$	1000 hrs	22 pcs		0/1
High Temperature / High Humidity	85°C / 85% R.H.	1000 hrs	22 pcs		0/1

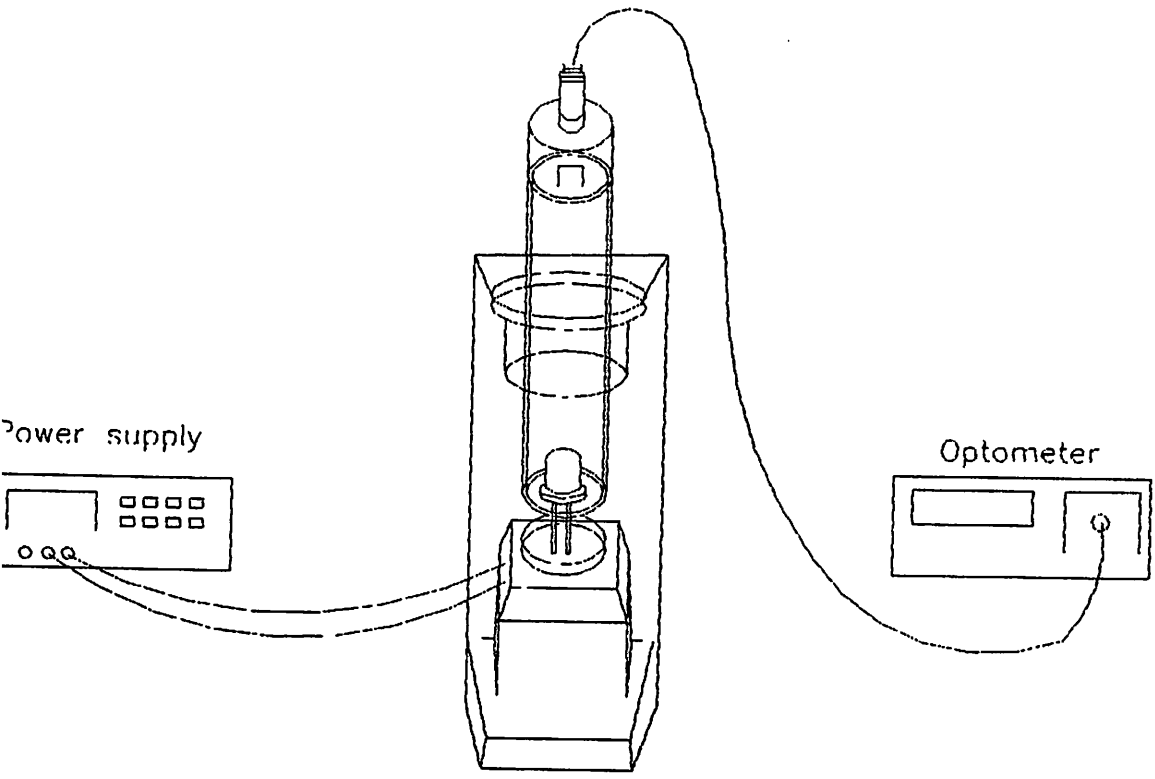
DEVICE NUMBER : DIH-033-001    REV : 2.0  
ECN : \_\_\_\_\_    PAGE : 7/8

**Infrared LED**

MODEL NO : HIR333

**Test Method For Power :**

Condition :  $I_f=20$  mA  
Test Item : Radiant Intensity  
Unit : mW/sr



Bin Number	M	N	P	Q	R
Min	7.8	11.0	15.0	21.0	30
Max	12.5	17.6	24.0	34.0	48





# EVERLIGHT ELECTRONICS CO., LTD.

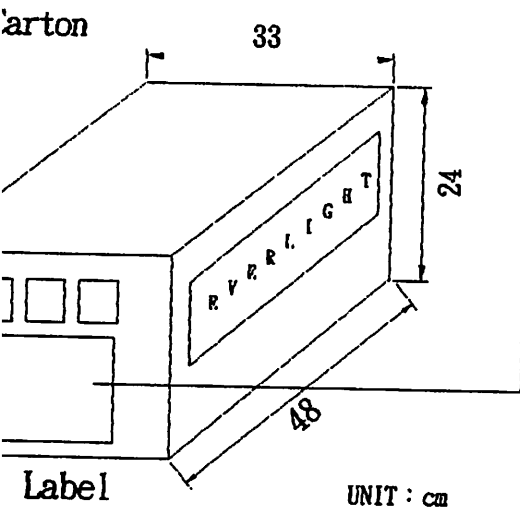
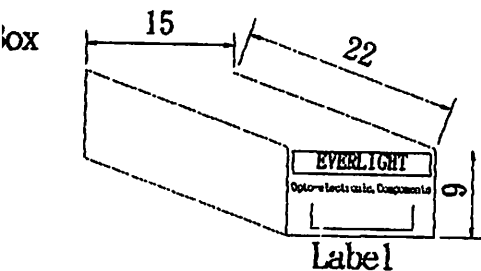
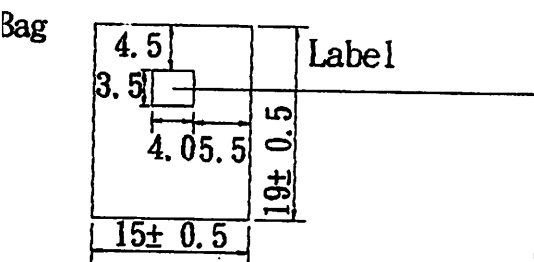
DEVICE NUMBER : DIH-033-001      REV : 2.0

ECN : \_\_\_\_\_      PAGE : 8/8

## Infrared LED

MODEL NO : HIR333

### Packing Specifications



**EVERLIGHT**

CPN: \_\_\_\_\_  
P/N: 3403830003



IR383

QTY: 500



CAT: \_\_\_\_\_  
HUE: \_\_\_\_\_  
REF: \_\_\_\_\_

LOT NO: \_\_\_\_\_

MADE IN TAIWAN

CPN : Customer's Production Number  
P/N : Production Number  
QTY : Packing Quantity  
CAT : Ranks  
HUE : Peak Wavelength  
REF : Reference  
LOT NO : Lot Number  
MADE IN TAIWAN : Production place

### Packing Quantity Specification

pcs/1Bag · 6 Bags/1Box

Boxes/1Carton



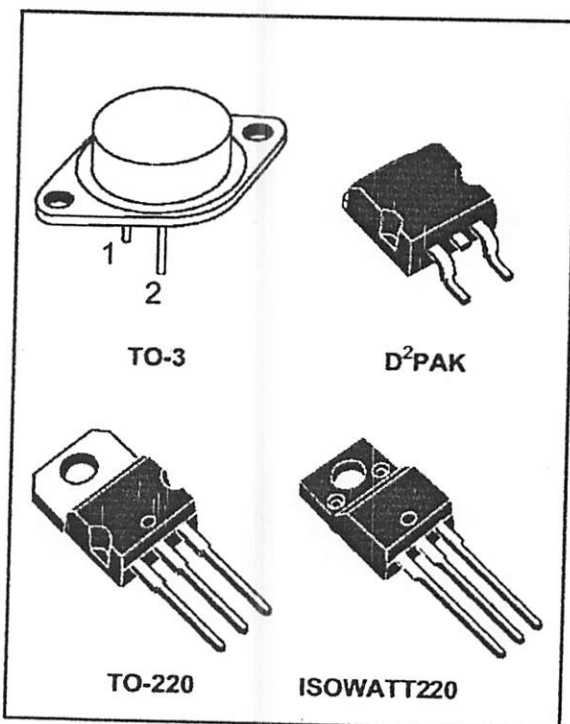
# L7800 SERIES

## POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

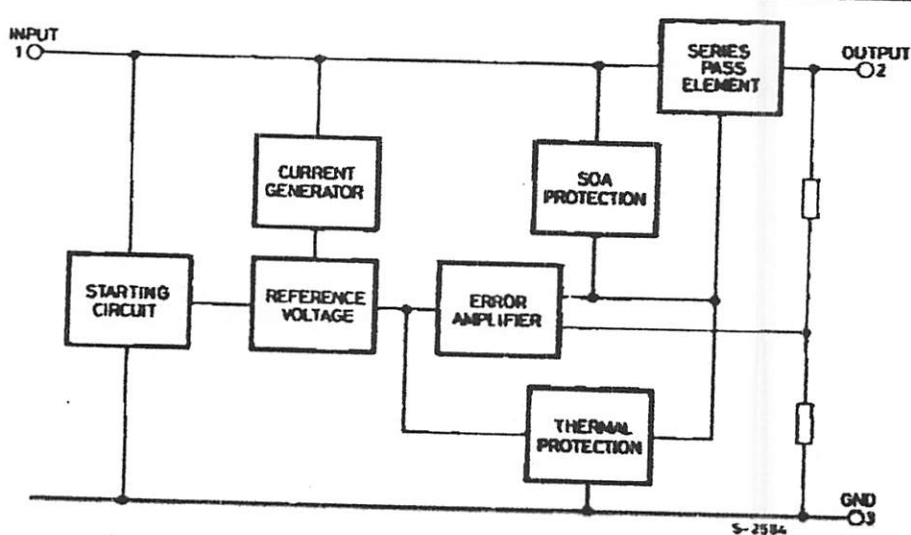
- OUTPUT CURRENT UP TO 1.5 A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION

### DESCRIPTION

The L7800 series of three-terminal positive regulators is available in TO-220 ISOWATT220 TO-3 and D<sup>2</sup>PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.



### BLOCK DIAGRAM



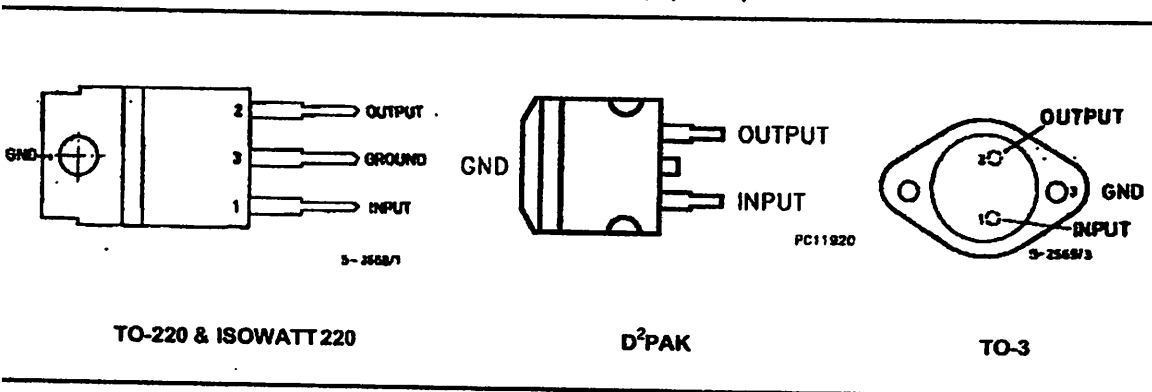
**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

Symbol	Parameter	Value	Unit
V <sub>i</sub>	DC Input Voltage (for V <sub>O</sub> = 5 to 18V) (for V <sub>O</sub> = 20, 24V)	35	V
		40	V
I <sub>o</sub>	Output Current	Internally limited	
P <sub>tot</sub>	Power Dissipation	Internally limited	
T <sub>op</sub>	Operating Junction Temperature Range (for L7800) (for L7800C)	-55 to 150	°C
		0 to 150	°C
T <sub>stg</sub>	Storage Temperature Range	-65 to 150	°C

**THERMAL DATA**

Symbol	Parameter	D <sup>2</sup> PAK	TO-220	ISOWATT220	TO-3	Unit
R <sub>(th)-case</sub>	Thermal Resistance Junction-case Max	3	3	4	4	°C/W
R <sub>(th)-amb</sub>	Thermal Resistance Junction-ambient Max	62.5	50	60	35	°C/W

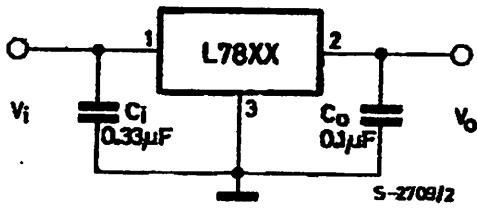
**CONNECTION DIAGRAM AND ORDERING NUMBERS (top view)**



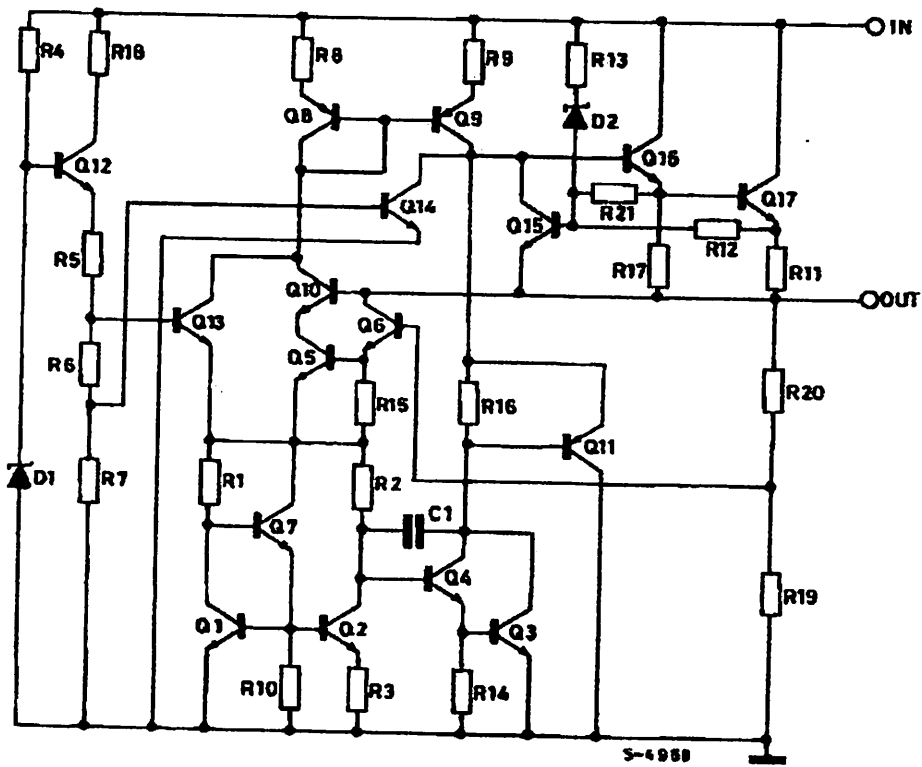
Type	TO-220	D <sup>2</sup> PAK (*)	ISOWATT220	TO-3	Output Voltage
L7805				L7805T	5V
L7805C	L7805CV	L7805CD2T	L7805CP	L7805CT	5V
L7852C	L7852CV	L7852CD2T	L7852CP	L7852CT	5.2V
L7806				L7806T	6V
L7806C	L7806CV	L7806CD2T	L7806CP	L7806CT	6V
L7808				L7808T	8V
L7808C	L7808CV	L7808CD2T	L7808CP	L7808CT	8V
L7885C	L7885CV	L7885CD2T	L7885CP	L7885CT	8.5V
L7809C	L7809CV	L7809CD2T	L7809CP	L7809CT	9V
L7812				L7812T	12V
L7812C	L7812CV	L7812CD2T	L7812CP	L7812CT	12V
L7815				L7815T	15V
L7815C	L7815CV	L7815CD2T	L7815CP	L7815CT	15V
L7818				L7818T	18V
L7818C	L7818CV	L7818CD2T	L7818CP	L7818CT	18V
L7820				L7820T	20V
L7820C	L7820CV	L7820CD2T	L7820CP	L7820CT	20V
L7824				L7824T	24V
L7824C	L7824CV	L7824CD2T	L7824CP	L7824CT	24V

AVAILABLE IN TAPE AND REEL WITH "-TR" SUFFIX

APPLICATION CIRCUIT



SCHEMATIC DIAGRAM



TEST CIRCUITS

Figure 1 : DC Parameter

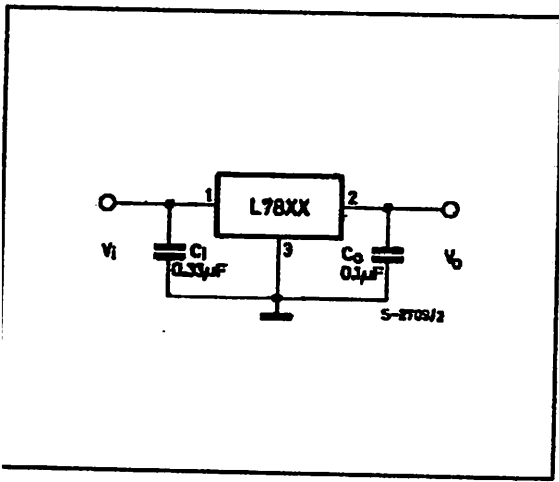


Figure 2 : Load Regulation.

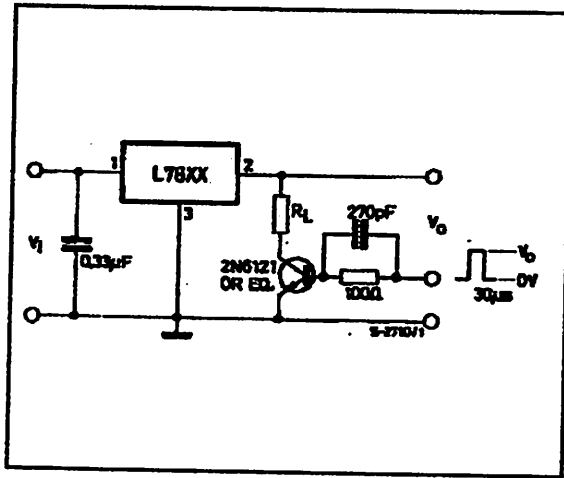
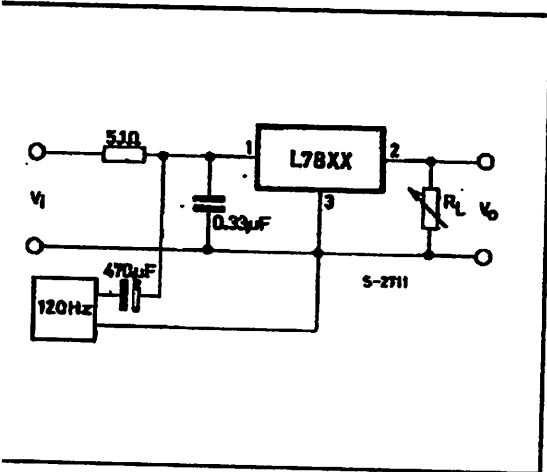


Figure 3 : Ripple Rejection.



**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7805** (refer to the test circuits,  $T_j = -55$  to  $150$  °C,  
 $V_i = 10V$ ,  $I_o = 500$  mA,  $C_i = 0.33$   $\mu F$ ,  $C_o = 0.1$   $\mu F$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	4.8	5	5.2	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 8$ to 20 V	4.65	5	5.35	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 7$ to 25 V $T_j = 25$ °C $V_i = 8$ to 12 V $T_j = 25$ °C		3 1	50 25	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			100 25	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 8$ to 25 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		0.6		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10$ Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	$\mu V/V_o$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 8$ to 18 V $f = 120$ Hz	68			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1$ KHz		17		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7806** (refer to the test circuits,  $T_j = -55$  to  $150$  °C,  
 $V_i = 15V$ ,  $I_o = 500$  mA,  $C_i = 0.33$   $\mu F$ ,  $C_o = 0.1$   $\mu F$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	5.75	6	6.25	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 9$ to 21 V	5.65	6	6.35	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 8$ to 25 V $T_j = 25$ °C $V_i = 9$ to 13 V $T_j = 25$ °C			60 30	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			100 30	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 9$ to 25 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		0.7		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10$ Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	$\mu V/V_o$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 9$ to 19 V $f = 120$ Hz	65			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1$ KHz		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_o$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7808** (refer to the test circuits,  $T_j = -55$  to  $150$  °C,  
 $V_i = 14$  V,  $I_o = 500$  mA,  $C_i = 0.33$   $\mu$ F,  $C_o = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	7.7	8	8.3	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 11.5$ to 23 V	7.6	8	8.4	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 10.5$ to 25 V $T_j = 25$ °C $V_i = 11$ to 17 V $T_j = 25$ °C			80 40	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			100 40	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 11.5$ to 25 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10$ Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	$\mu$ V/ $V_o$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 11.5$ to 21.5 V $f = 120$ Hz	62			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1$ KHz		16		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7812** (refer to the test circuits,  $T_j = -55$  to  $150$  °C,  
 $V_i = 19$  V,  $I_o = 500$  mA,  $C_i = 0.33$   $\mu$ F,  $C_o = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	11.5	12	12.5	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 15.5$ to 27 V	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 14.5$ to 30 V $T_j = 25$ °C $V_i = 16$ to 22 V $T_j = 25$ °C			120 60	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			100 60	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 15$ to 30 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		1.5		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10$ Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	$\mu$ V/ $V_o$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 15$ to 25 V $f = 120$ Hz	61			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1$ KHz		18		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_o$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7815** (refer to the test circuits,  $T_j = -55$  to  $150$  °C,  
 $V_i = 23$ V,  $I_o = 500$  mA,  $C_i = 0.33$   $\mu$ F,  $C_o = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	14.4	15	15.6	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 18.5$ to 30 V	14.25	15	15.75	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 17.5$ to 30 V $T_j = 25$ °C $V_i = 20$ to 26 V $T_j = 25$ °C			150 75	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			150 75	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 18.5$ to 30 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		1.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	$\mu$ V/ $V_o$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 18.5$ to 28.5 V $f = 120$ Hz	60			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1$ KHz		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7818** (refer to the test circuits,  $T_j = -55$  to  $150$  °C,  
 $V_i = 26$ V,  $I_o = 500$  mA,  $C_i = 0.33$   $\mu$ F,  $C_o = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	17.3	18	18.7	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 22$ to 33 V	17.1	18	18.9	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 21$ to 33 V $T_j = 25$ °C $V_i = 24$ to 30 V $T_j = 25$ °C			180 90	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			180 90	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 22$ to 33 V			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		2.3		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_j = 25$ °C			40	$\mu$ V/ $V_o$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 22$ to 32 V $f = 120$ Hz	59			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2	2.5	V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1$ KHz		22		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C	1.3	2.2	3.3	A

Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_o$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.



**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7820** (refer to the test circuits,  $T_j = -55$  to  $150\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 28\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{ mA}$ ,  $C_i = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	19.2	20	20.8	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_o \leq 15\text{ W}$ $V_i = 24\text{ to }35\text{ V}$	19	20	21	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 22.5\text{ to }35\text{ V}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ $V_i = 26\text{ to }32\text{ V}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$			200 100	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to }1500\text{ mA}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$			200 100	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to }1000\text{ mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 24\text{ to }35\text{ V}$			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{ mA}$		2.5		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{kHz}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_o$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 24\text{ to }35\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	58			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{ A}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		24		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{ V}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7824** (refer to the test circuits,  $T_j = -55$  to  $150\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 33\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{ mA}$ ,  $C_i = 0.33\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\text{ }\mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	23	24	25	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_o \leq 15\text{ W}$ $V_i = 28\text{ to }38\text{ V}$	22.8	24	25.2	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 27\text{ to }38\text{ V}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ $V_i = 30\text{ to }36\text{ V}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$			240 120	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to }1500\text{ mA}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$			240 120	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$			6	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to }1000\text{ mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 28\text{ to }38\text{ V}$			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{ mA}$		3		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{kHz}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_o$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 28\text{ to }38\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	56			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{ A}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		2	2.5	V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		28		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{ V}$ $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_o$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7805C** (refer to the test circuits,  $T_j = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 10\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{mA}$ ,  $C_i = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	5.2	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $P_o \leq 15\text{W}$ $V_i = 7\text{ to } 20\text{V}$	4.75	5	5.25	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 7\text{ to } 25\text{V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $V_i = 8\text{ to } 12\text{V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		3 1	100 50	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to } 1500\text{mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to } 750\text{mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			100 50	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to } 1000\text{mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 7\text{ to } 25\text{V}$			0.8	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{mA}$		-1.1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		40		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 8\text{ to } 18\text{V}$ $f = 120\text{Hz}$	62			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{A}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{KHz}$		17		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		750		mA
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7852C** (refer to the test circuits,  $T_j = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 10\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{mA}$ ,  $C_i = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}$	5.0	5.2	5.4	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{mA to } 1\text{A}$ $P_o \leq 15\text{W}$ $V_i = 8\text{ to } 20\text{V}$	4.95	5.2	5.45	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 7\text{ to } 25\text{V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $V_i = 8\text{ to } 12\text{V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		3 1	105 52	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to } 1500\text{mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to } 750\text{mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			105 52	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to } 1000\text{mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 7\text{ to } 25\text{V}$			1.3	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{mA}$		-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		42		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 8\text{ to } 18\text{V}$ $f = 120\text{Hz}$	61			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{A}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{KHz}$		17		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		750		mA
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_o$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7806C** (refer to the test circuits,  $T_j = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 11\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{ mA}$ ,  $C_i = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}$	5.75	6	6.25	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_o \leq 15\text{ W}$ $V_i = 8\text{ to } 21\text{ V}$	5.7	6	6.3	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 8\text{ to } 25\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $V_i = 9\text{ to } 13\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			120 60	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to } 1500\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			120 60	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to } 1000\text{ mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 8\text{ to } 25\text{ V}$			1.3	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		45		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 9\text{ to } 19\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	59			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{ A}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		550		mA
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7808C** (refer to the test circuits,  $T_j = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 14\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{ mA}$ ,  $C_i = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}$	7.7	8	8.3	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $P_o \leq 15\text{ W}$ $V_i = 10.5\text{ to } 25\text{ V}$	7.6	8	8.4	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 10.5\text{ to } 25\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $V_i = 11\text{ to } 17\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			160 80	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to } 1500\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			160 80	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to } 1000\text{ mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 10.5\text{ to } 25\text{ V}$			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		52		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 11.5\text{ to } 21.5\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	56			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{ A}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		16		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		450		mA
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_o$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.



**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7885C** (refer to the test circuits,  $T_j = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 14.5\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{ mA}$ ,  $C_i = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}$	8.2	8.5	8.8	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_o \leq 15\text{ W}$ $V_i = 11\text{ to }26\text{ V}$	8.1	8.5	8.9	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 11\text{ to }27\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $V_i = 11.5\text{ to }17.5\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			160 80	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to }1500\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			160 80	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to }1000\text{ mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 11\text{ to }27\text{ V}$			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		55		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 12\text{ to }22\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	56			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{ A}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		16		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		450		mA
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7809C** (refer to the test circuits,  $T_j = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 15\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{ mA}$ ,  $C_i = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}$	8.65	9	9.35	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_o \leq 15\text{ W}$ $V_i = 11.5\text{ to }26\text{ V}$	8.55	9	9.45	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 11.5\text{ to }26\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $V_i = 12\text{ to }18\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			180 90	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to }1500\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			180 90	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to }1000\text{ mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 11.5\text{ to }26\text{ V}$			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{ mA}$		-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		70		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 12\text{ to }23\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	55			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{ A}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		400		mA
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_o$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7812C (refer to the test circuits,  $T_j = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 19\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{ mA}$ ,  $C_i = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified)**

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}$	11.5	12	12.5	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_o \leq 15\text{ W}$ $V_i = 14.5\text{ to }27\text{ V}$	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 14.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $V_i = 16\text{ to }22\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			240 120	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to }1500\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			240 120	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to }1000\text{ mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 14.5\text{ to }30\text{ V}$			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		75		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 15\text{ to }25\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	55			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{ A}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		18		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		350		mA
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7815C (refer to the test circuits,  $T_j = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 23\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{ mA}$ ,  $C_i = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified)**

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}$	14.4	15	15.6	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_o \leq 15\text{ W}$ $V_i = 17.5\text{ to }30\text{ V}$	14.25	15	15.75	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 17.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $V_i = 20\text{ to }26\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			300 150	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to }1500\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			300 150	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to }1000\text{ mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 17.5\text{ to }30\text{ V}$			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		90		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 18.5\text{ to }28.5\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	54			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{ A}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		230		mA
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_o$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7818C** (refer to the test circuits,  $T_j = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 26\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{ mA}$ ,  $C_i = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}$	17.3	18	18.7	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_o \leq 15\text{ W}$ $V_i = 21\text{ to }33\text{ V}$	17.1	18	18.9	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 21\text{ to }33\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $V_i = 24\text{ to }30\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			360 180	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to }1500\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			360 180	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to }1000\text{ mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 21\text{ to }33\text{ V}$			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{kHz}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		110		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 22\text{ to }32\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	53			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{ A}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		22		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		200		mA
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7820C** (refer to the test circuits,  $T_j = 0$  to  $125^\circ\text{C}$ ,  $V_i = 28\text{V}$ ,  $I_o = 500\text{ mA}$ ,  $C_i = 0.33\ \mu\text{F}$ ,  $C_o = 0.1\ \mu\text{F}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25^\circ\text{C}$	19.2	20	20.8	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_o \leq 15\text{ W}$ $V_i = 23\text{ to }35\text{ V}$	19	20	21	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 22.5\text{ to }35\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $V_i = 26\text{ to }32\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			400 200	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5\text{ to }1500\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$ $I_o = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$			400 200	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5\text{ to }1000\text{ mA}$			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 23\text{ to }35\text{ V}$			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{kHz}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		150		$\mu\text{V}$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 24\text{ to }35\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	52			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1\text{ A}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		2		V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		24		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35\text{ V}$ $T_j = 25^\circ\text{C}$		180		mA
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_o$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7824C** (refer to the test circuits,  $T_j = 0$  to  $125$  °C,  $V_i = 33$  V,  $I_o = 500$  mA,  $C_i = 0.33$   $\mu$ F,  $C_o = 0.1$   $\mu$ F unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_o$	Output Voltage	$T_j = 25$ °C	23	24	25	V
$V_o$	Output Voltage	$I_o = 5$ mA to 1 A $P_o \leq 15$ W $V_i = 27$ to 38 V	22.8	24	25.2	V
$\Delta V_o^*$	Line Regulation	$V_i = 27$ to 38 V $T_j = 25$ °C $V_i = 30$ to 36 V $T_j = 25$ °C			480 240	mV mV
$\Delta V_o^*$	Load Regulation	$I_o = 5$ to 1500 mA $T_j = 25$ °C $I_o = 250$ to 750 mA $T_j = 25$ °C			480 240	mV mV
$I_d$	Quiescent Current	$T_j = 25$ °C			8	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$I_o = 5$ to 1000 mA			0.5	mA
$\Delta I_d$	Quiescent Current Change	$V_i = 27$ to 38 V			1	mA
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift	$I_o = 5$ mA		-1.5		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10$ Hz to 100 kHz $T_j = 25$ °C		170		$\mu$ V
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 28$ to 38 V $f = 120$ Hz	50			dB
$V_d$	Dropout Voltage	$I_o = 1$ A $T_j = 25$ °C		2		V
$R_o$	Output Resistance	$f = 1$ KHz		28		m $\Omega$
$I_{sc}$	Short Circuit Current	$V_i = 35$ V $T_j = 25$ °C		150		mA
$I_{scp}$	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25$ °C		2.1		A

\* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_o$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Figure 4 : Dropout Voltage vs. Junction Temperature.

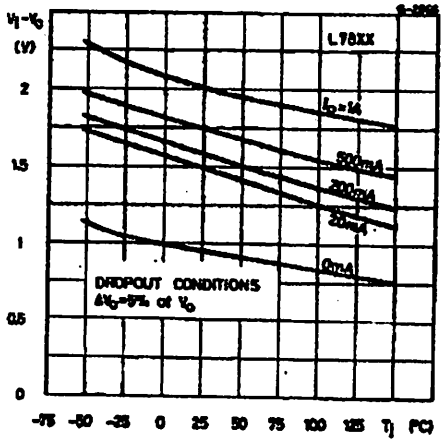


Figure 5 : Peak Output Current vs. Input/output Differential Voltage.

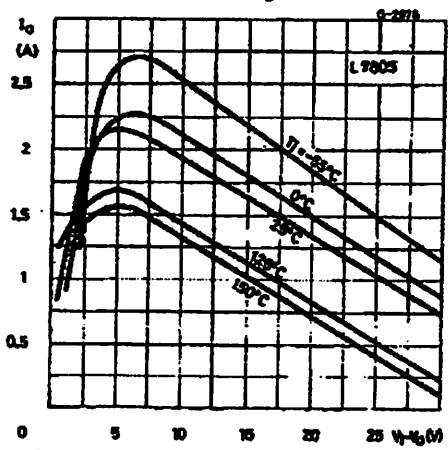


Figure 6 : Supply Voltage Rejection vs. Frequency.

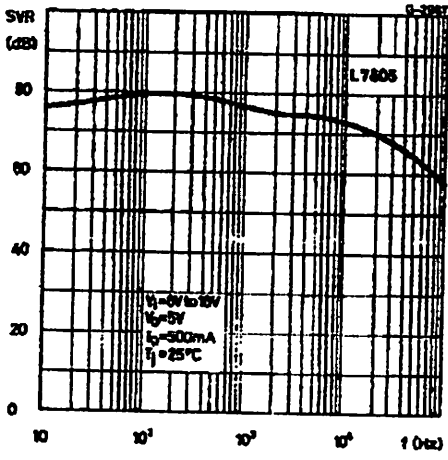


Figure 7 : Output Voltage vs. Junction Temperature.

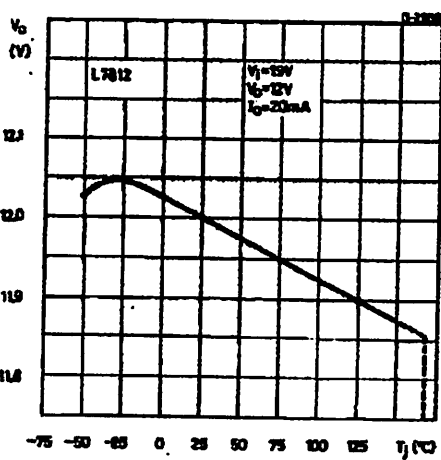


Figure 8 : Output Impedance vs. Frequency.

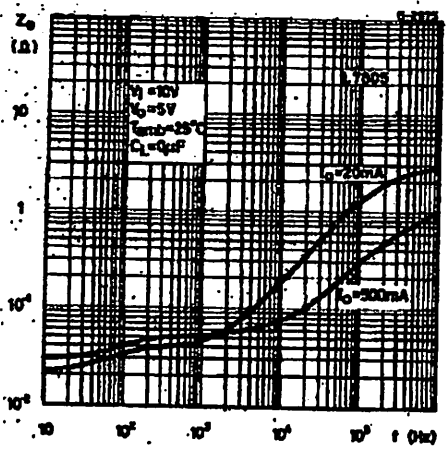


Figure 9 : Quiescent Current vs. Junction Temperature.

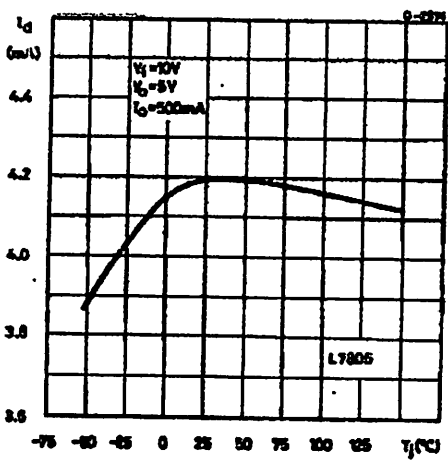




Figure 10 : Load Transient Response.

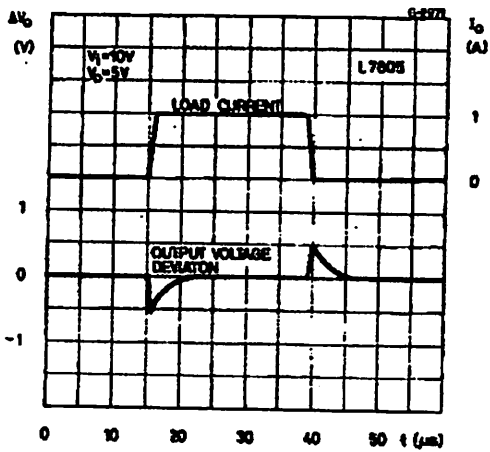


Figure 11 : Line Transient Response.

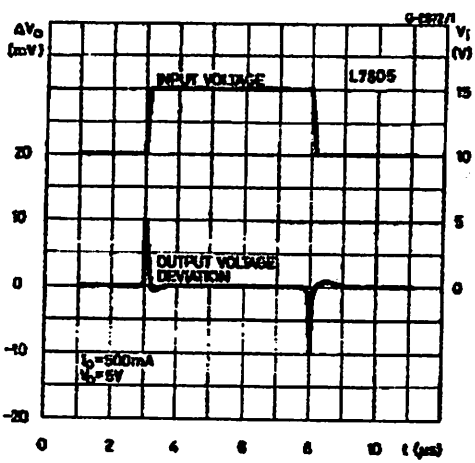


Figure 12 : Quiescent Current vs. Input Voltage.

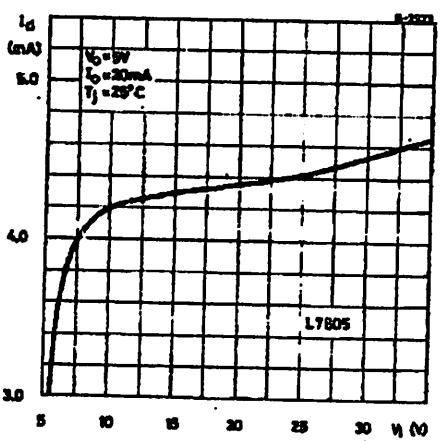


Figure 13 : Fixed Output Regulator.

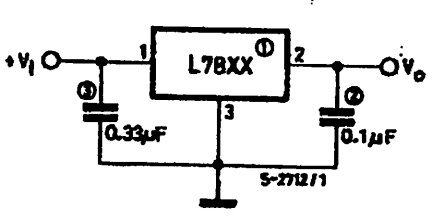
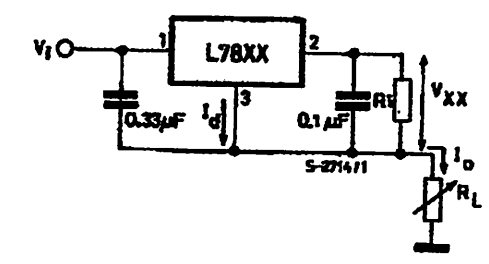


Figure 14 : Current Regulator.



$$I_o = \frac{V_{XX}}{R_1} + I_d$$

**NOTE:**  
 To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX".  
 Although no output capacitor is need for stability, it does  
 prove transient response.  
 Required if regulator is locate an appreciable distance from  
 power supply filter.



Figure 15 : Circuit for Increasing Output Voltage.

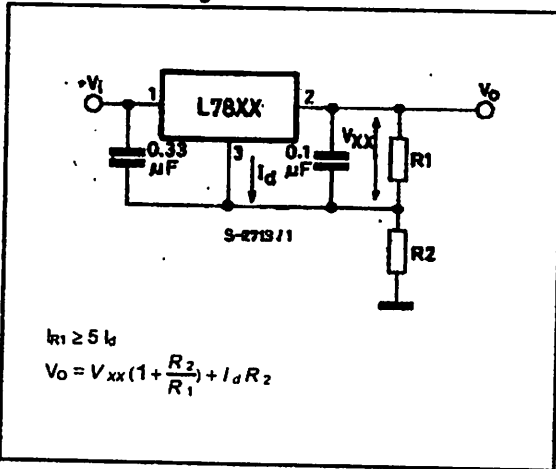


Figure 16 : Adjustable Output Regulator (7 to 30V).

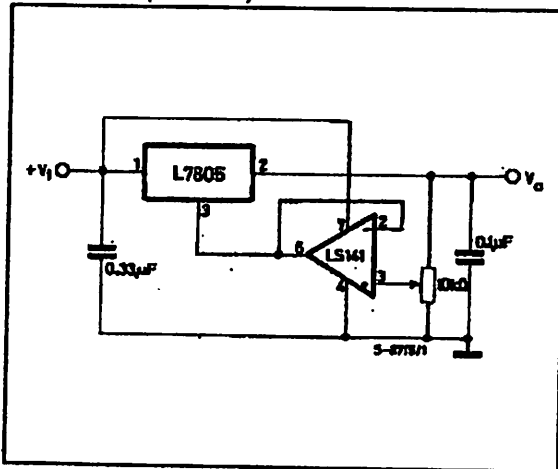


Figure 17 : 0.5 to 10V Regulator.

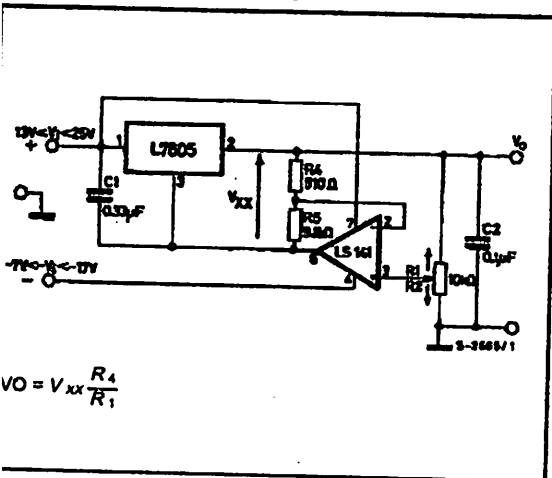


Figure 18 : High Current Voltage Regulator.

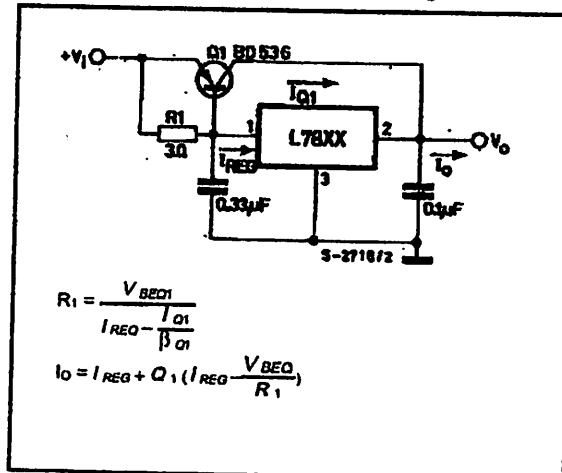


Figure 19 : High Output Current with Short Circuit Protection.

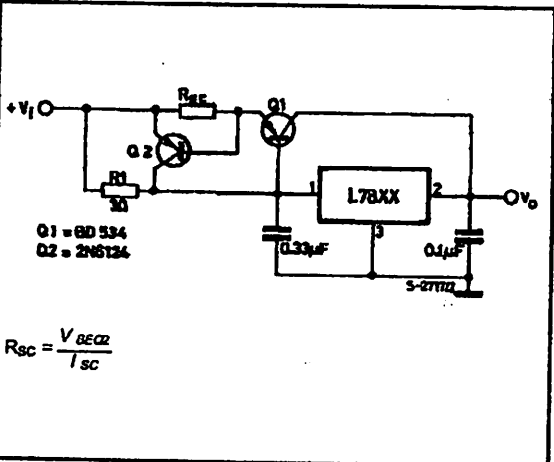


Figure 20 : Tracking Voltage Regulator.

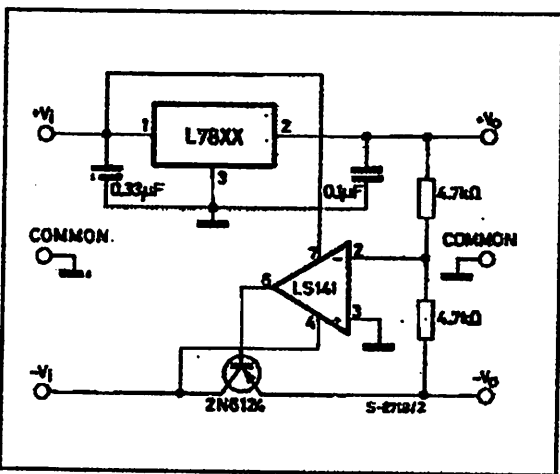


Figure 21 : Split Power Supply (± 15V – 1A).

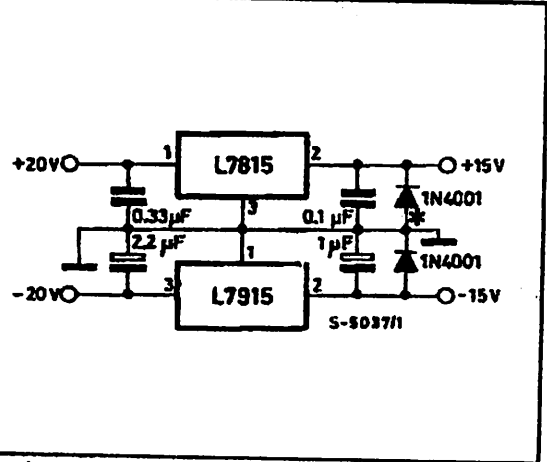
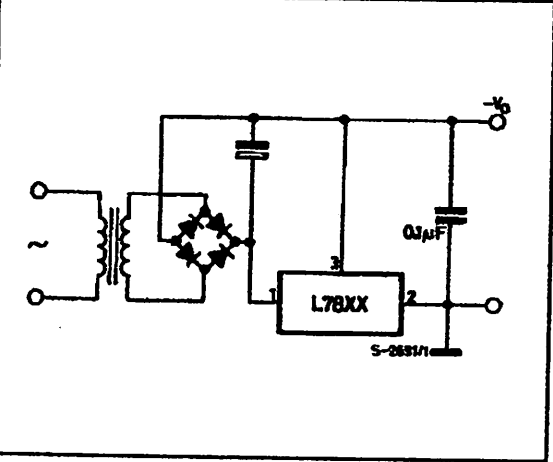


Figure 22 : Negative Output Voltage Circuit.



Against potential latch-up problems.

Figure 23 : Switching Regulator.

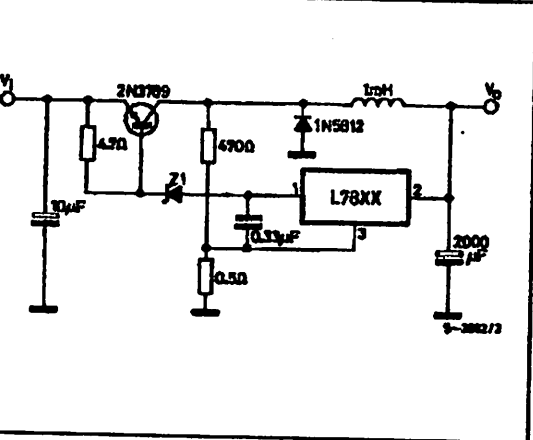


Figure 24 : High Input Voltage Circuit.

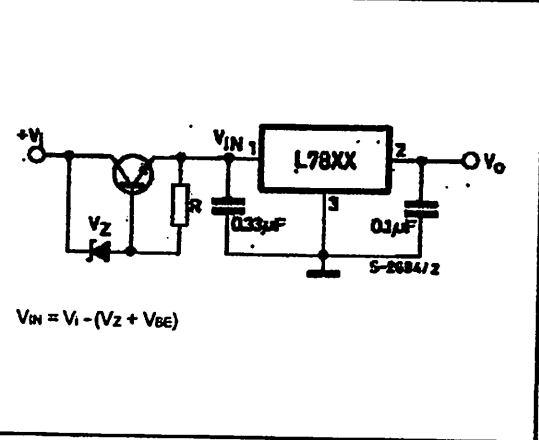


Figure 25 : High Input Voltage Circuit.

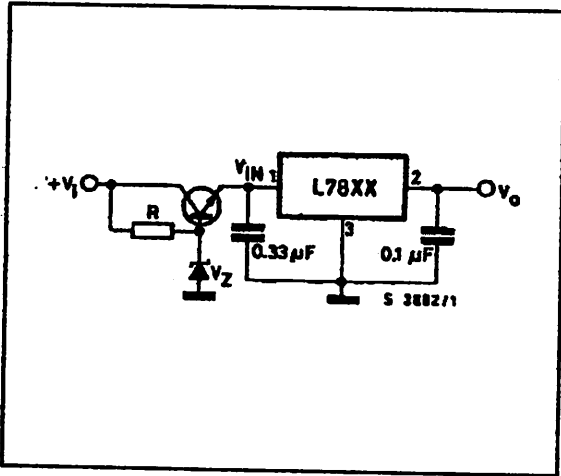


Figure 26 : High Output Voltage Regulator.

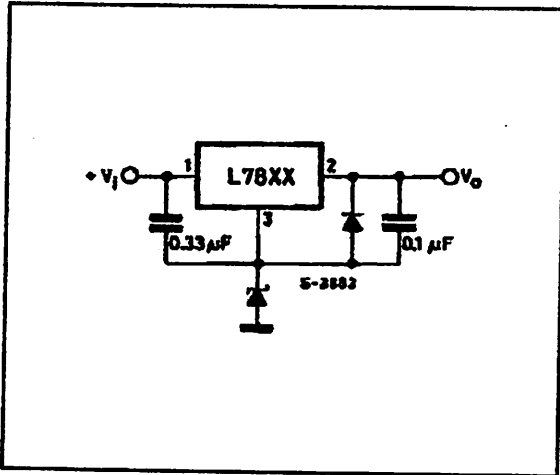


Figure 27 : High Input and Output Voltage.

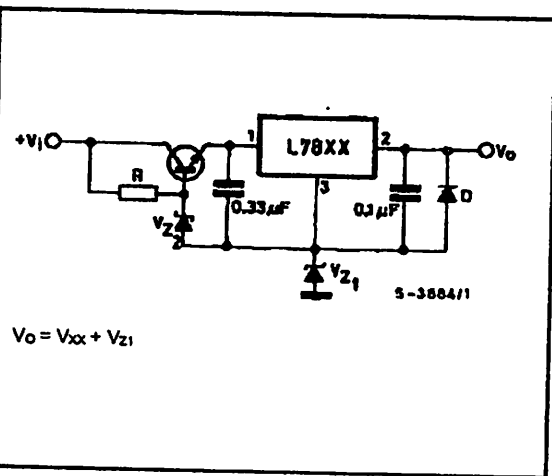


Figure 28 : Reducing Power Dissipation with Dropping Resistor.

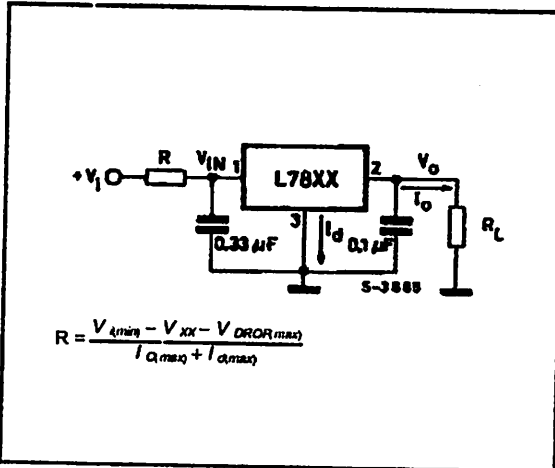


Figure 29 : Remote Shutdown.

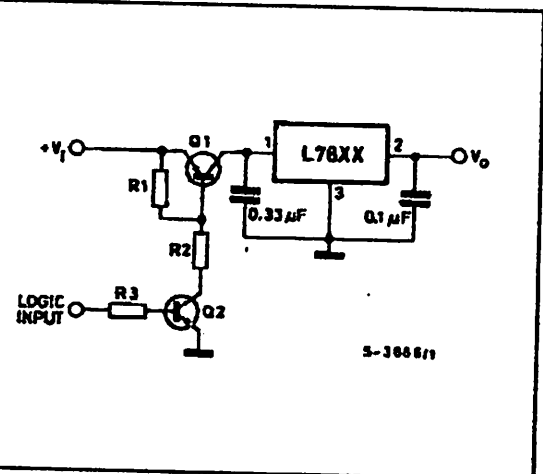
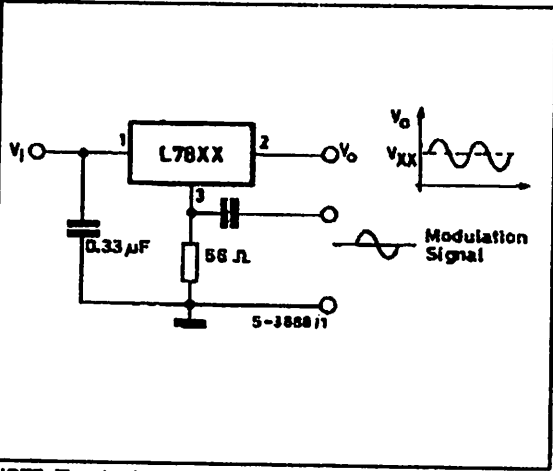
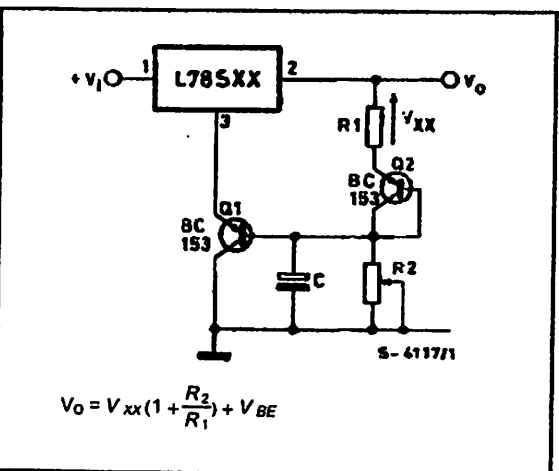


Figure 30 : Power AM Modulator (unity voltage gain,  $I_o < 1A$ ).



NOTE: The circuit performs well up to 100KHz

Figure 31 : Adjustable Output Voltage with Temperature Compensation.



NOTE: Q2 is connected as a diode in order to compensate the variation of the Q1 V<sub>BE</sub> with the temperature. C allows a slow rise-time of the V<sub>o</sub>

Figure 32 : Light Controllers ( $V_o \text{ min} = V_{xx} + V_{BE}$ ).

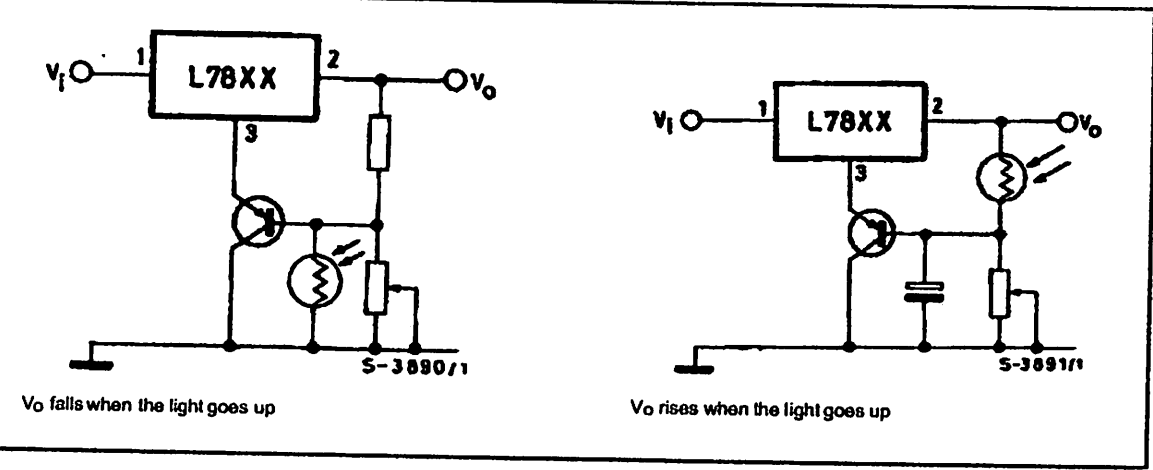
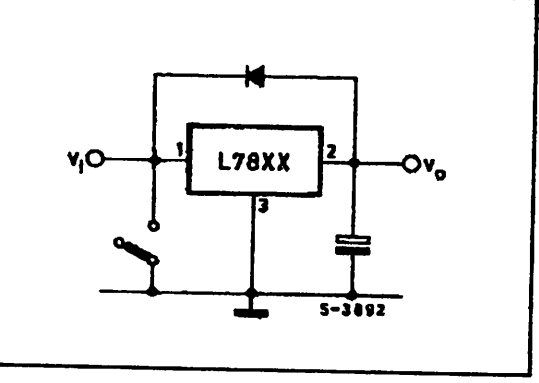


Figure 33 : Protection against Input Short-circuit with High Capacitance Loads.

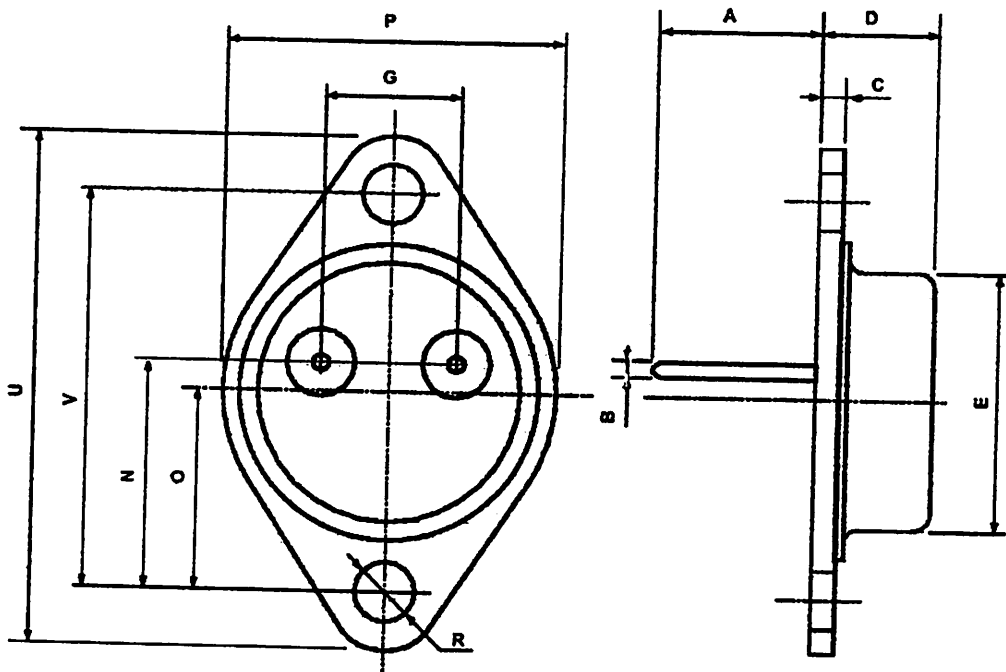


Application with high capacitance loads and an output voltage greater than 6 volts need an external diode (see fig. 33) to protect the device against input short circuit. In this case the input voltage falls rapidly while the output voltage decrease slowly. The capacitance discharges by means of the Base-Emitter junction of the series pass transistor in the regulator. If the energy is sufficiently high, the transistor may be destroyed. The external diode by-passes the current from the IC to ground.



## TO-3 (R) MECHANICAL DATA

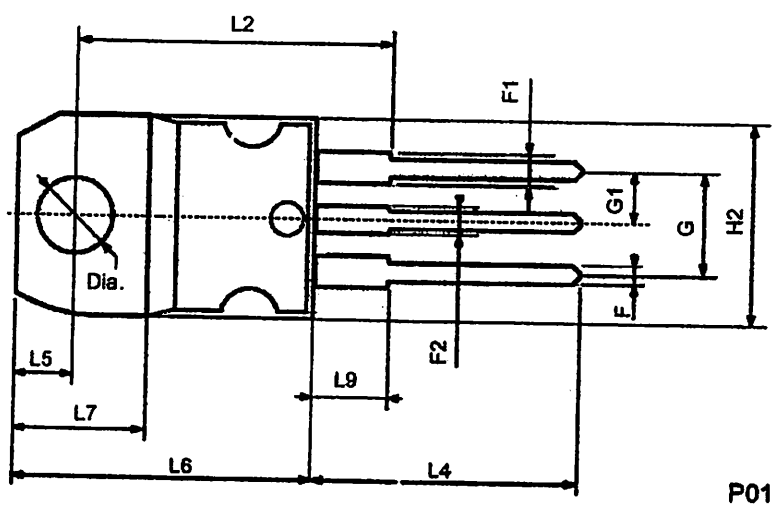
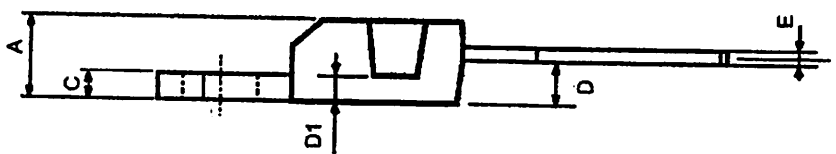
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A		11.7			0.460	
B	0.96		1.10	0.037		0.043
C			1.70			0.066
D			8.7			0.342
E			20.0			0.787
G		10.9			0.429	
N		16.9			0.665	
P			26.2			1.031
R	3.88		4.09	0.152		0.161
U			39.50			1.555
V		30.10			1.185	



P003N

**TO-220 MECHANICAL DATA**

DIM.	mm			Inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
C	1.23		1.32	0.048		0.051
D	2.40		2.72	0.094		0.107
D1		1.27			0.050	
E	0.49		0.70	0.019		0.027
F	0.61		0.88	0.024		0.034
F1	1.14		1.70	0.044		0.067
F2	1.14		1.70	0.044		0.067
G	4.95		5.15	0.194		0.203
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H2	10.0		10.40	0.393		0.409
L2		16.4			0.645	
L4	13.0		14.0	0.511		0.551
L5	2.65		2.95	0.104		0.116
L6	15.25		15.75	0.600		0.620
L7	6.2		6.6	0.244		0.260
L9	3.5		3.93	0.137		0.154
DIA.	3.75		3.85	0.147		0.151

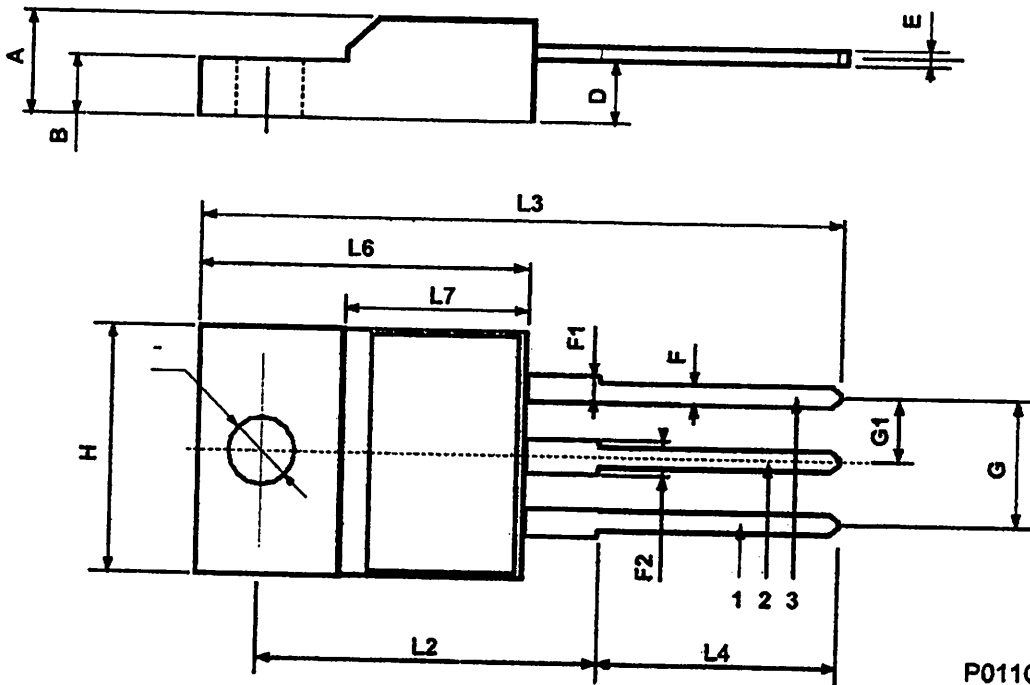


P011C



## ISOWATT220 MECHANICAL DATA

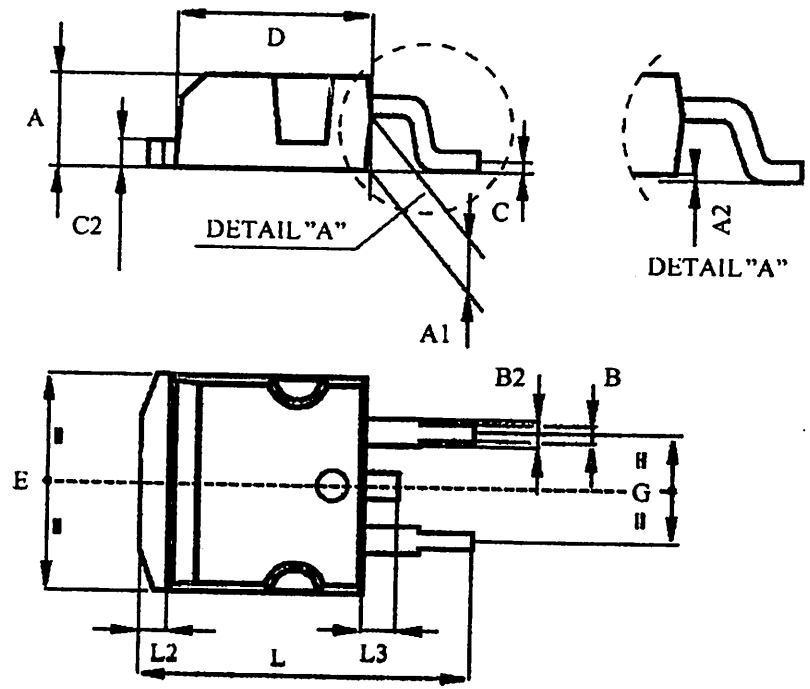
DIM.	mm			Inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.4		4.6	0.173		0.181
B	2.5		2.7	0.098		0.106
D	2.5		2.75	0.098		0.108
E	0.4		0.7	0.015		0.027
F	0.75		1	0.030		0.039
F1	1.15		1.7	0.045		0.067
F2	1.15		1.7	0.045		0.067
G	4.95		5.2	0.195		0.204
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H	10		10.4	0.393		0.409
L2		16			0.630	
L3	28.6		30.6	1.126		1.204
L4	9.8		10.6	0.385		0.417
L6	15.9		16.4	0.626		0.645
L7	9		9.3	0.354		0.366
Ø	3		3.2	0.118		0.126





TO-263 (D<sup>2</sup>PAK) MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.4		4.6	0.173		0.181
A1	2.49		2.69	0.098		0.106
B	0.7		0.93	0.027		0.036
B2	1.14		1.7	0.044		0.067
C	0.45		0.6	0.017		0.023
C2	1.23		1.36	0.048		0.053
D	8.95		9.35	0.352		0.368
E	10		10.4	0.393		0.409
G	4.88		5.28	0.192		0.208
L	15		15.85	0.590		0.624
L2	1.27		1.4	0.050		0.055
L3	1.4		1.75	0.055		0.068



P011P6/F



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 1999 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco  
Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - U.S.A.

<http://www.st.com>