

PROPOSAL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENYEMPROT HAMA PADA TANAMAN MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT89S51 DENGAN DISPLAY PENGOSONGAN ACCUMULATOR



Disusun oleh :

Nama : Waluyo Darmawan

NIM : 06.52.008

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III
KONSENTRASI TEKNIK LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2010**

LEMBAR PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
ALAT PENYEMPROT HAMA PADA TANAMAN
MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT89S51
DENGAN DISPLAY PENGOSONGAN
ACCUMULATOR



Disusun oleh :

Nama : Waluyo Darmawan
NIM : 06.52.008
Jurusan : Teknik Elektro D-III
Konsentrasi : Energi Listrik
Fakultas : Teknologi Industri

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro D-III



(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)

NIP.Y.101 870 0151

Diperiksa dan Disetujui

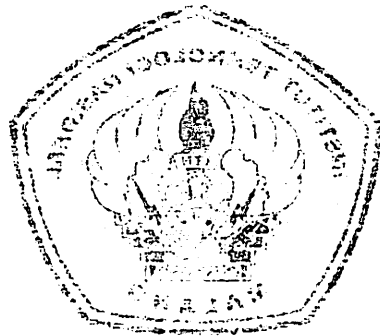
Dosen Pembimbing



(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)

NIP.Y.101 870 0151

REPUBLIC OF INDONESIA
DEPARTMENT OF NATIONAL
INDUSTRY AND TRADE
GENERAL DIRECTORATE OF TRADE
INDONESIA



: data umum
 : 1997
 : 1997
 : 1997
 : 1997
 : 1997

: data umum
 : 1997

: data umum
 : 1997

: data umum
 : 1997

: data umum
 : 1997

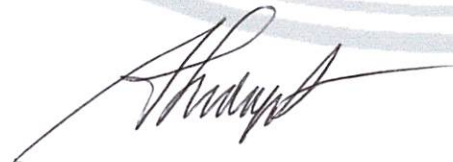
LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
ALAT PENYEMPROT HAMA PADA TANAMAN
MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT89S51
DENGAN DISPLAY PENGOSONGAN
ACCUMULATOR

Disusun oleh :

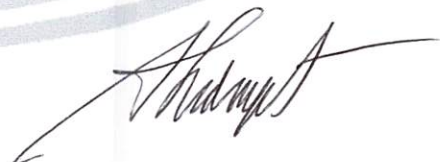
Nama : Waluyo Darmawan
NIM : 06.52.008
Jurusan : Teknik Elektro D-III
Konsentrasi : Energi Listrik
Fakultas : Teknologi Industri

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro D-III

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing



(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)
NIP.Y.101 870 0151



(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)
NIP.Y.101 870 0151

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEMUKHYAN KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REKREASI DAN KEMASYARAKATAN
ALAT BERTUKAR HAMA PADA TANAMAN
MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ABERASI
REKREASI DAN KEMASYARAKATAN
REKREASI DAN KEMASYARAKATAN

: (Alokasi dana)
 : (Alokasi dana)
 : (Alokasi dana)
 : (Alokasi dana)
 : (Alokasi dana)
 : (Alokasi dana)

(KEMUKHYAN KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN)
 (KEMUKHYAN KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN)

(KEMUKHYAN KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN)
 (KEMUKHYAN KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN)

LEMBAR PENGESAHAN



PERENCANAAN DAN PEMBUATAN

ALAT PENYEMPROT HAMA PADA TANAMAN MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT89S51 DENGAN DISPLAY PENGOSONGAN ACCUMULATOR

Laporan ini Telah Diperiksa dan Disahkan Oleh :

Dosen Penguji I

(Bambang Prio Hartono ,ST,MT)

NIP. Y. 1028400082

Dosen Penguji II

(Ir. Choirul Saleh ,MT)

NIP. Y. 1018800190

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2010

1969

STATE OF NEW YORK
OFFICE OF THE COMPTROLLER
ALBANY

STATE OF NEW YORK
OFFICE OF THE COMPTROLLER

STATE OF NEW YORK
OFFICE OF THE COMPTROLLER

ALBANY

ALBANY

STATE OF NEW YORK

STATE OF NEW YORK
OFFICE OF THE COMPTROLLER
ALBANY

STATE OF NEW YORK



STATE OF NEW YORK

ABSTRAK

Perencanaan dan Pembuatan Alat Penyemprot Hama pada Tanaman Menggunakan Mikrokontroler AT89S51 Dengan Display Pengosongan Accumulator

(Waluyo Darmawan ,06 52 008, Teknik Elektro D-III / Energi Listrik)
(Dosen Pembimbing : Ir.H.Taufik Hidayat,MT)

Kata kunci : Mikro kontroler AT89S51, Sensor air batas bawah, Display 7-segment, Motor DC

Penggunaan mikrokontroler AT89S51 sebagai unit – unit kendali sudah sangat luas ,hal ini dikarenakan peralatan – peralatan yang terkontrol dengan mikrokontroler memberikan kemudahan – kemudahan dalam menggunakannya. Seperti halnya alat penyemprot hama , ide ini muncul ketika mengamati proses kerja dari alat penyemprot hama yang manual dimana waktu dan tenaga untuk menyelesaikan pekerjaan cukup lama dan besar.Tujuan dari pembuatan alat ini adalah untuk mempercepat proses penyemprotan sehingga didapat waktu yang tidak terelalu lama dan tenaga yang dibutuhkan tidak terelalu besar.

Perencanaan dan pembahasan alat yang dilakukan bersifat praktis yaitu perencanaan dan pembuatan alat yang mengarah pada pembuatan alat secara nyata. Awal pembahasan ini dimulai dengan membahas masing-masing rangkaian tersebut,kemudian diikuti dengan perencanaan dan diikuti pembuatan perangkat lunak dan alat. Proses pengaturanya adalah pada sensor air batas bawah yang yang mendeteksi ketinggian air didalam tangki dimana hasil dari sensor air batas bawah atau outputnya berupa tegangan, tagangan tersebut dikuatkan dan diubah kedalam bentuk tegangan digital yang selanjutnya akan diproses melalui mikrokontroler diteruskan ke indikator lampu led untuk menandakan ketinggian air dalam tangki.

Kesimpulan dari alat tersebut adalah bila sensor air berlogika 1 / high maka motor akan bekerja lampu led akan mati semua sampai indikator led hidup satu persatu akhirnya hidup semuanya dan bila sensor air batas bawah berlogika 0 / low maka lampu led akan hidup semuanya sehingga motor DC akan berhenti bekerja dan alat ini dilengkapi display pengosongan pada accumulator yang akan menunjukkan pengosongan pada accumulator yang telah digunakan untuk menjalankan motorDC dan juga rangkaian – rangkaian pada sistem yang bekerja pada alat ini.

ABSTRAK

Percobaan dan Pembuatan Alat Pengontrol Laju pada Tahanan
Penerapan Mikrokontrol AT89C51 dengan Display Pengorganisasian

Accumulator

(Wahid Isnaning, 06 22 068 Teknik Elektronika D-III, Jurusan Teknik
(Gosen Pematang, Ir. H. T. Sukri Hidayat, MT)

Kata kunci : Mikrokontroler AT89C51, Sensor air batas bawah, Display 7-segment
Motor DC

Penggunaan mikrokontroler AT89C51 sebagai unit - unit kendali sudah sangat luas hal ini dikarenakan peralatan - peralatan yang terkontrol dengan mikrokontroler memberikan kemudahan - kemudahan dalam penggunaannya. Seperti halnya alat pengorganisasian, ide ini muncul ketika memahami proses kerja dari alat pengorganisasi mana yang manual dimana waktu dan tenaga untuk menyelesaikan pekerjaan cukup lama dan besar. Tujuan dari pembuatan alat ini adalah untuk mempercepat proses pengorganisasian sehingga didapat waktu yang tidak terlalu lama dan tenaga yang dibutuhkan tidak terlalu besar.

Percobaan dan pembuatan alat yang dilakukan disini yaitu pembuatan dan pembuatan alat yang mengontrol pada pembuatan alat secara nyata. Alat pembatasan ini dibuat dengan membahas masing-masing rangkaian tersebut. Kemudian dikaitkan dengan perencanaan dan dikaitkan dengan pembuatan busuk dan alat. Proses pengorganisasian adalah pada sensor air batas yang mendeteksi ketinggian air didalam tangki dimana hasil dari sensor air batas akan outputnya berupa tegangan. Tegangan tersebut dikaitkan dan diubah kedalam bentuk tegangan digital yang selanjutnya akan proses melalui mikrokontroler. Dihasilkan ke indikator lampu led untuk menandakan ketinggian air dalam tangki.

Kesimpulan dari alat tersebut adalah bila sensor air bertegangan 1 V light maka motor akan bekerja lampu led akan mati semua sampai indikator led hidup satu persatu. Kemudian bila sensor air batas bawah bertegangan 0 V led maka lampu led akan hidup semuanya sehingga motor DC akan berhenti bekerja dan alat ini digambarkan display pengorganisasian pada accumulator yang akan menunjukkan pengorganisasian pada accumulator yang telah digunakan untuk merencanakan motor DC dan juga rangkaian - rangkaian pada sistem yang bekerja pada alat ini.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami selaku penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENYEMPROT HAMA PADA TANAMAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER AT89S51 DENGAN DISPLAY PENGOSONGAN ACCUMULATOR ”** dapat terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Ahli Madya Jurusan Teknik Elektro D-III Konsentrasi Teknik Energi Listrik ITN Malang.

Penyusun menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir. H. Taufik Hidayat, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro D-III ITN Malang.
3. Ir. H. Taufik Hidayat, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Sahabat-sahabat dan rekan-rekan yang tidak kami sebutkan satu-persatu, kami ucapkan banyak terima kasih atas bantuannya dalam proses Tugas

Akhir yang telah kami kerjakan, begitu juga dengan penyelesaian laporan ini.

Usaha ini telah kami lakukan semaksimal mungkin, namun jika ada kekurangan dan kejanggalan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun. Begitu juga sangat kami perlukan untuk menambah kesempurnaan laporan ini dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, 18 februari 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAKS	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Metode Penulisan.....	3
1.6. Sistematika Pembahasan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Mikrokontroller AT89S51	6
2.1.1. Pendahuluan.....	6
2.1.2. Perangkat keras mikkrokontroller AT89S51	7
2.1.3. Konfigurasi Pena – Pena Mikrokontroller AT89S51	9
2.1.4. Karakteristik Oscillator Inverting	11

2.1.5. Organisasi Memory.....	12
2.1.5.1. Program Memory	14
2.1.5.2. Data Memory	15
2.1.6. SFR (<i>Special Function Register</i>).....	16
2.1.7. Sistem Interupsi	18
2.2. Sensor Level Air Berbasis IC LM311	19
2.3. Display Seven Segmen	22
2.4. Accumulator.....	25
2.4.1. Pengertian Umum	27
2.4.2. Konstruksi <i>Accumulator</i>	28
2.4.3. Proses Kimia Pada Waktu Pengisian Accu	31
2.4.4. Proses Kimia Pada Waktu Pengosongan <i>Accumulator</i>	32
2.4.5. Randemen <i>Accumultor</i>	34
2.4.6. Resistansi Dalam Sebuah <i>Accumulator</i> (Rd).....	35
2.5. Motor DC.....	35
2.5.1. Konstruksi Motor DC	37
2.6. Driver Motor DC	42
2.7. Diode Emisi Cahaya (Light Emiting Diode, LED)	46
2.8. Resistor	48
2.9. Kapasitor.....	51
2.10. Saklar	52
BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	54
3.1. Diagram Blok Rangkaian.....	54

3.2. Perencanaan Port Mikrokontroler AT89S51	57
3.3.1. Rangkaian Reset	58
3.3.2. Rangkaian <i>Clock</i>	60
3.3. Display Pengosongan Pada <i>Accumulator</i>	61
3.4. Driver Sensor Level Air.....	62
3.5. Perencanaan Rangkaian Driver Motor.....	64
3.6. Power Supply	65
3.7. Kapasitas <i>Accumulator</i>	67
3.8. Perencanaan Perangkat Lunak.....	68
BAB IV PENGUJIAN ALAT	69
4.1. Prinsip Kerja Alat	69
4.2. Pengujian Mikrokontroler AT89S51	70
4.3. Pengujian Display Pengosongan Pada <i>Accumulator</i>	73
4.4. Pengujian Sensor Level Air	76
4.5. Pengujian Power Supply.....	79
4.6. Pengujian Driver Motor DC H-Bridge	81
4.7. Pengujian Software	83
4.7. Spesifikasi Alat.....	85
4.8. Pengujian Sistem Keseluruhan	86
BAB V PENUTUP	87
5.1. Kesimpulan	87
5.2. Saran-Saran	88

DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Blok Mikrokontroler AT89S51	8
Gambar 2.2. Konfigurasi Pena-Pena AT89S51	9
Gambar 2.3. Karakteristik <i>Oscillator</i>	12
Gambar 2.4. Struktur Memori AT89S51	13
Gambar 2.5. Arah Penyelaan Pada Memori Program	14
Gambar 2.6. Denah Memori Data	15
Gambar 2.7. Sumber Interupsi	19
Gambar 2.8. Konfigurasi Pin IC LM311	19
Gambar 2.9. Non-Inverting Zero Crossing Detector dengan Tegangan Referensi Positif	21
Gambar 2.10. Grafik Input – Output Saklar	21
Gambar 2.11. Display Seven Segmen Double	22
Gambar 2.12. Konfigurasi seven segment	23
Gambar 2.13. Konstruksi Accu Basah	28
Gambar 2.14. Konstruksi Accu Kering	30
Gambar 2.15. Bentuk Dari Pelat Positif dan Bentuk Dari Pelat Negatif	31
Gambar 2.16. Motor DC	36
Gambar 2.17. Gambar Kaidah Tangan Kiri	37
Gambar 2.18. Bagian Motor Arus Searah	38

Gambar 2.19. Medan Magnet Yang Dihasilkan Oleh Kutub	41
Gambar 2.20. Medan Magnet Hasil Arus Yang Mengalir Pada Penghantar	41
Gambar 2.21. Interaksi Kedua Medan Menghasilkan Gaya.....	42
Gambar 2.22. Driver Motor DC H-Bridge	43
Gambar 2.23. Motor DC Berputar Searah Jarum Jam.....	44
Gambar 2.24. Motor DC Berputar Berlawanan Arah Jarum Jam.....	45
Gambar 2.25. Bentuk Fisik Dan Konstruksi LED Beserta Simbolnya.....	46
Gambar 2.26. Contoh Resistor.....	49
Gambar 2.27. Prinsip Dasar Resistor.....	52
Gambar 3.1. Diagram Blok Rangkaian.....	54
Gambar 3.2. Rangkaian Schematic Minimum Sistem	
Mikrokontroler AT89S51	58
Gambar 3.3. Rangkaian <i>Reset</i>	60
Gambar 3.4. Rangkaian <i>Clock</i>	60
Gambar 3.5. Rangkaian Indikator Pengosongan Tegangan	
Pada <i>Accumulator</i>	61
Gambar 3.6. Rangkaian Sensor Level Air	63
Gambar 3.7. Rangkaian <i>Driver</i>	64
Gambar 3.8. Rangkaian Regulator Untuk Mikrokontroler.....	66
Gambar 3.9. Flow Chart Perangkat Lunak	68
Gambar 4.1. Rangkaian Pengujian Mikrokontroler AT89S51	71
Gambar 4.2. Pengujian Mikrokontroler pada Port P0 dengan	
Diberikan Data 33h.....	71
Gambar 4.3. Pengujian Mikrokontroler pada Port P0 dengan	

Diberikan Data CCh.....	72
Gambar 4.4. Rangkaian display Pengosongan pada accumulator	74
Gambar 4.5. Pengujian Display Pengosongan Accumulator Waktu Bekerja.....	75
Gambar 4.6. Pengujian Display Pengosongan Accumulator Waktu Tidak Bekerja.....	75
Gambar 4.7. Rangkaian Sensor Level Air	77
Gambar 4.8. Pengujian Sesor Level Air Waktu Bekerja	78
Gambar 4.9. Pengujian Sensor Level Air Waktu Tidak Bekerja.....	78
Gambar 4.10. Rangkaian Pengujian Power Supply	80
Gambar 4.11. Tegangan Output DC Power Supply Menggunakan IC Regulator7805.....	80
Gambar 4.12. Rangkaian Pengujian Driver Motor DC H-Bridge	82
Gambar 4.13. Pengujian Driver Motor DC <i>H-Bridge</i> Bekerja	83
Gambar 4.14. Pengujian Driver Motor DC <i>H-Bridge</i> Tidak bekerja	83

DAFTAR TABEL

Table 2 – 1 : Port ISP header	10
Table 2 – 2 : Fungsi khusus pada port 1	10
Table 2 – 3 : Special Function Register	16
Table 2 – 4 : Tegangan LED Yang Dibedakan Atas Warna.....	47
Table 2 – 5 : Daftar Nilai Kode Warna Resistor.....	49
Table 4 – 1 : Hasil Pengujian Mikrokontroler AT89S51	72
Table 4 – 2 : Hasil Pengujian Display Pengosongan Accumulator	75
Table 4 – 3 : Data Hasil Percobaan Pengujian Sensor.....	78
Table 4 – 4 : Pengujian Power Supply.....	81
Table 4 – 5 : Hasil Pengujian Driver Motor DC H-Bridge.....	82
Table 4 – 6 : Data Hasil Pengujian Software.....	84

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini Ilmu Pengetahuan dan Teknologi berkembang sebegitu cepatnya. Perkembangan zaman yang semakin modern ini, manusia menuntut segala sesuatunya serba otomatis dan setiap hari selalu ada benda – benda baru ciptaan manusia yang muncul serta banyak produk-produk industri yang canggih tersebar secara luas di masyarakat, khususnya dibidang teknologi pertanian. Teknologi merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan manusia, mulai dari teknologi yang sederhana sampai teknologi yang lebih canggih. Hal ini dikarenakan suatu kebudayaan atau pemikiran manusia yang semakin maju.

Oleh karena itu, adanya usaha-usaha untuk meningkatkan kemajuan teknologi dibidang pertanian. Salah satunya adalah pada alat semprot pembasmi hama pada tanaman, yang sebelumnya dirancang secara manual kini dapat dirancang kembali secara otomatis dan lebih praktis.

Ide ini muncul ketika mengamati proses kerja dari alat penyemprot hama yang manual. Dimana tenaga untuk menggerakkan tuas dan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut cukup besar dan lama, sehingga dibutuhkan suatu alat yang proses kerjanya membutuhkan waktu yang tidak terlalu lama, sehingga dapat memudahkan dan mempercepat proses pekerjaan tersebut. Karena alat penyemprot hama yang ada dipasaran masih menggerakkan tuas dan mekanik didalamnya menggunakan gear, piston, pompa, dan lain – lain untuk menyedot air dan disemprotkan pada tanaman. Itu semua

kurang praktis dan kemungkinan besar menyebabkan tangki bertambah berat bukan karena terisi air yang akan disemprotkan melainkan karena mekanik didalamnya, maka dari itu alat ini dirancang tidak menggunakan semua itu, agar lebih praktis dan ringan untuk dibawa. Alat untuk penyedot air yang kita gunakan adalah Motor DC yang mudah kita dapatkan di toko – toko elektronik.

Pada dasarnya, alat semprot pembasmi hama secara otomatis akan mengoptimalkan kerja sehingga dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas kerja yang maksimal. Pengontrolan yang dilakukan pada proses penyemprotan menggunakan mikrokontroler AT89S51 adalah pengaturan motor DC, pengaturan sensor level air dan dengan tampilan display seven segmen yang menunjukkan pengosongan pada accumulator . Sehingga hasil yang didapat pada saat proses penyemprotan sesuai dengan yang diharapkan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penyusunan tugas akhir ini ditekankan pada :

1. Bagaimana merencanakan serta membuat alat pengontrol pada proses penyemprot hama secara otomatis ?
2. Bagaimana mengimplementasikan Mikrokontroller dengan menggunakan IC AT89S51 ?
3. Bagaimana mengimplementasikan sensor level air dengan menggunakan indikator LED ?
4. bagaimana mengimplementasikan pengosongan pada accumulator dengan tampilan display seven segment ?

5. Bagaimana mengimplementasikan alat tersebut dengan bidang pertanian ?

1.3. Batasan Masalah

Agar permasalahan yang diangkat tidak meluas dan lebih fokus serta menghindari salah persepsi dan pengertian tentang perancangan alat, maka dalam hal ini penulis membatasi perancangan alat ini dari segi :

- a) Minimum sistem menggunakan mikrokontroler *microchip* jenis AT89S51.
- b) Alat yang dibuat diperlengkapi dengan sensor level air.
- c) Alat ini juga diperlengkapi dengan display seven segment untuk pengosongan pada accumulator.
- d) Konstruksi dari alat penyemprot hama memanfaatkan barang-barang yang sudah ada dipasaran yang bersifat manual.
- e) Ditekankan pada sistem kerja alat penyemprot hama.

1.4. Tujuan

Membuat dan merancang alat penyemprot hama pada tanaman secara otomatis.

1.5. Metodologi Penulisan

Untuk mencapai tujuan di atas maka ditempuh langkah – langkah sebagai berikut :

1. Penentuan dan Pengumpulan Literatur

Mengumpulkan dan mempelajari literatur sehubungan dengan permasalahan yang dihadapi, seperti mikrokontroler AT89S51, sensor level air, display pengosongan pada accumulator dan peralatan pendukung lainnya.

2. Studi Literatur tentang Teori Penunjang Tugas Akhir

Mempelajari secara teoritis dan praktis tentang motor DC, driver motor DC, display seven segment, sensor level air berbasis IC LM311, regulator, power supply, serta peralatan penunjang lain.

3. Perancangan Sistem

Melakukan perancangan sistem Tugas Akhir secara umum, yaitu sistem penyemprotan hama secara otomatis pada tanaman dengan seluruh komponen pendukungnya.

4. Pembuatan Alat

Membuat Tugas Akhir bagian perbagian dimulai dari rangkaian penunjang sampai rangkaian utama.

5. Pengujian Alat

Melakukan pengujian dan analisa terhadap hasil alat penyemprotan hama secara otomatis yang telah dibuat.

6. Penyempurnaan Alat

Perbaiki terhadap kerusakan dan penyempurnaan dari sistem yang dibuat agar sesuai dengan harapan.

7. Penyusunan Buku

Menyimpulkan hasil perencanaan dan pembuatan serta penyempurnaan alat dengan hasil pengujian, sehingga tersusunlah buku laporan Tugas Akhir.

1.6. Sistematika Pembahasan

Setelah dilakukan proses pelaksanaan dan pembuatan alat pada Tugas Akhir ini, maka untuk pembahasan selengkapnya diwujudkan dalam bentuk buku laporan Tugas Akhir ini dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas pendahuluan yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian dan sistematika pembahasan Tugas Akhir.

BAB II : TEORI PENUNJANG

Pada bab ini berisi landasan teori dasar, peralatan yang digunakan serta referensi yang berguna sebagai acuan dan landasan bagi penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini menjelaskan tentang perencanaan perancangan dan pembuatan alat secara keseluruhan.

BAB IV : PENGUJIAN ALAT

Pada bab ini menjelaskan tentang proses pengujian alat yang terdiri dari peralatan yang digunakan, langkah kerja dan analisa hasil pengujian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari keseluruhan pengerjaan Tugas Akhir dan juga saran – saran serta masukan setelah melihat hasil analisa dari pengujian alat untuk memperbaiki kelemahan demi pengembangan dan penyempurnaan di waktu mendatang.

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini akan menguraikan tentang dasar-dasar teori yang menunjang dalam perencanaan alat penyemprot hama pada tanaman. Uraian teori dalam bab ini meliputi teori IC AT89S51, IC LM311, seven segment, accumulator, motor DC, driver motor DC, dan perangkat pendukung lainnya.

2.1. Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 merupakan suatu chip yang dilengkapi dengan berbagai alat control yang terdapat memori maupun input output. Untuk membahas lebih lanjut mikrokontroler AT89S51 dapat diuraikan sebagai berikut :

2.1.1. Pendahuluan

Perbedaan mendasar antara mikrokontroler dengan mikroprosesor terletak pada kelengkapan isi yaitu : Mikrokontroler sudah dilengkapi dengan berbagai sistem control, selain memiliki CPU juga dilengkapi memori (ROM & RAM) maupun output, input yang merupakan kelengkapan sistem minimum sistem. Sedangkan mikroprosesor kesemuanya itu tidak dimiliki secara internal melainkan terpisah. Sebuah mikrokontroler dapat dikatakan mikrokomputer dalam keeping tunggal (*singgel chip microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri.

Memori dapat deprogram dalam system atau menggunakan programmer *Nonvolatile* memory konvensional. Dalam system mikrokontroler terdapat dua hal yang

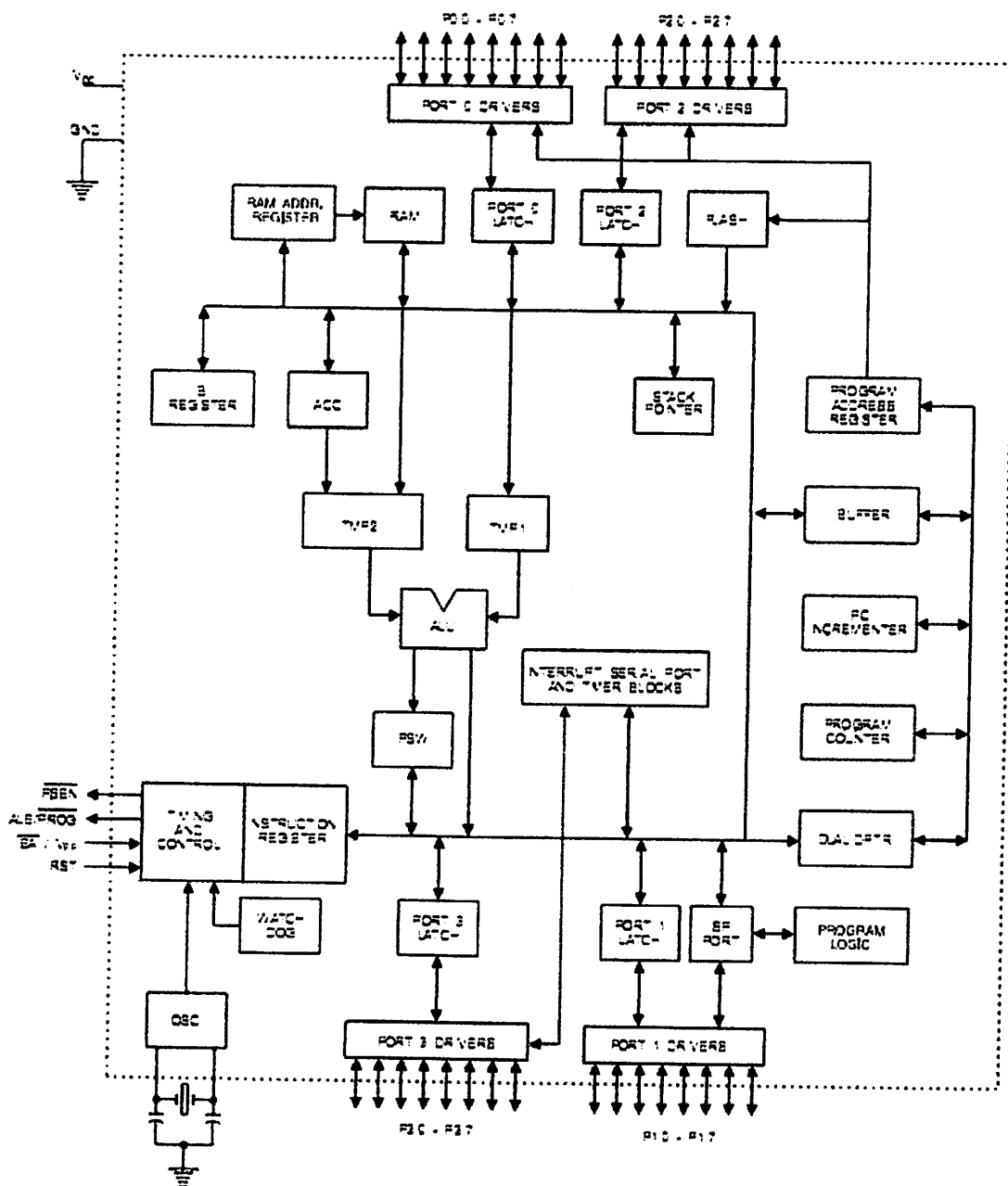
mendasar, yaitu : perangkat lunak dan perangkat keras yang keduanya saling terkait dan mendukung.

2.1.2. Perangkat keras mikrokontroler AT89S51

Secara umum Mikrokontroler AT89S51 memiliki :

- CPU 8 bit termasuk keluarga MCS-51
- 4 Kb Flash memory
- 128 byte internal RAM
- 32 buah port I/O, masing-masing terdiri atas 8 jalur I/O
- 2 Timer / Counter 16 bit
- 2 Serial port full duplex
- 2 DPTR (Data pointer)
- *System Interrupt* dengan 2 sumber *interrupt* eksternal dan 4 sumber *interrupt* internal.
- Fleksibel ISP Programming.

Dengan keistimewaan diatas pembuatan alat menggunakan AT89S51 menjadi sederhana dan tidak memerlukan IC pendukung yang banyak. Adapun blok diagram dari mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut :

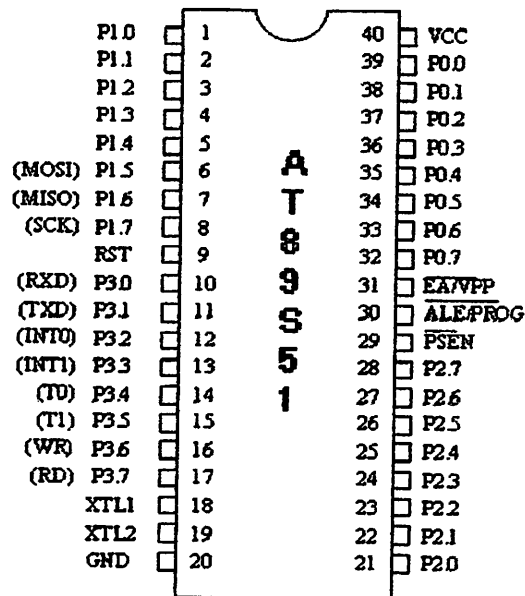


Gambar 2.1. Diagram Blok Mikrokontroler AT89S51

Sumber : Datasheet AT89S51

2.1.3. Konfigurasi Pena – Pena Mikrokontroiler AT89S51

Mikrokontroller AT89S51 terdiri dari 40 pin dengan konfigurasi sebagai berikut :



Gambar 2.2. Konfigurasi pena-pena AT89S51

Sumber : *Datasheet AT89S51*

Fungsi tiap – tiap pinya adalah sebagai berikut :

- VCC (supply tegangan), pin 40
- GND (Ground), pin 20
- Port 0, pin 32-39

Merupakan port input-output dua arah, tanpa internal pull-up dan konfigurasinya sebagai multiplaks bus alamat rendah (A0 – A7) dan data selama pengaksesan memori eksternal. Setiap pin-nya dapat

mengendalikan langsung 8 beban TTL. Port 0 juga menerima dan mengeluarkan code byte selama proses pemrograman dan verifikasi ROM/EEPROM internal.

o Port 1, pin 1 – 8

Merupakan port input – output dua arah dengan internal pull-up yang dapat mengendalikan beban 4 TTL secara langsung dan mempunyai kegunaan lain yaitu sebagai port ISP header.

Table 2 – 1 : Port ISP header

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI(used for in-System Programming)
P1.6	MISO(used for in-System Programming)
P1.7	SCK(used for in-System Programming)

Sumber : *Data sheet AT89S51*

o Port 2, pin 21 – 28

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

Table 2 – 2 : Fungsi khusus pada port 1

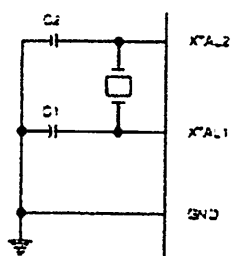
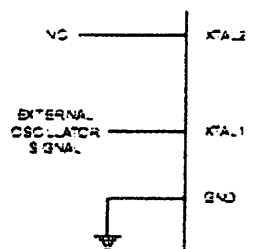
Simbol	Posisi	Nama dan Arti
/RD	P3.7	<i>External data memori read strobe</i>
/WR	P3.6	<i>External data memori write strobe</i>
T1	P3.5	<i>Timer / counter 1 aexternal input</i>
T0	P3.4	<i>Timer / counter 0 aexternal input</i>
/INT1	P1.3	<i>External interrupt 1</i>
/INT0	P1.2	<i>External interrupt 0</i>
TXD	P1.1	<i>Serial data output port</i>
RXD	P1.0	<i>Serial data input port</i>

Sumber : *Data sheet AT89S51*

- RST (reset), pin 9
Input reset merupakan reset master untuk AT89S51.
- ALE / Prog (*Address Latch Enable*). Pin 30
Digunakan untuk memberikan sinyal *latch* pada alamat rendah pada multipleks *bus address* dan data.
- PSEN (*Program store Enabel*), pin 29
Merupakan sinyal pengontrol yang memperbolehkan program memori eksternal masuk ke dalam bus.
- EA / VPP (*External Access*), pin 31
Dapat diberikan logika rendah (*ground*) atau logika tinggi (+5V). Jika diberi logika tinggi maka mikrokontroler akan mengakses program dari ROM internal (*EEPROM / Flash Memory*), dan jika diberi logika rendah maka mikrokontroler akan mengakses program dari memori eksternal.
- X-TAL 1 dan X-TAL 2, pin 19,18
Kaki ini dihubungkan dengan kristal jika menggunakan *osilator internal*. XTAL 1 merupakan *input inverting osilator amplifier* sedangkan XTAL 2 merupakan *output inverting osilator amplifier*.

2.1.4. Karakteristik Oscillator Inverting

XTAL 1 dan XTAL 2 secara berurutan merupakan input dan output Dari sebuah *inverting amplifier* yang dapat dikonfigurasi kegunaannya sebagai *on chip oscillator* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 – 3a dibawah ini. XTAL 1 dan XTAL 2 ini dapat menggunakan sebuah *kristal quartz* maupun *resonator keramik*.

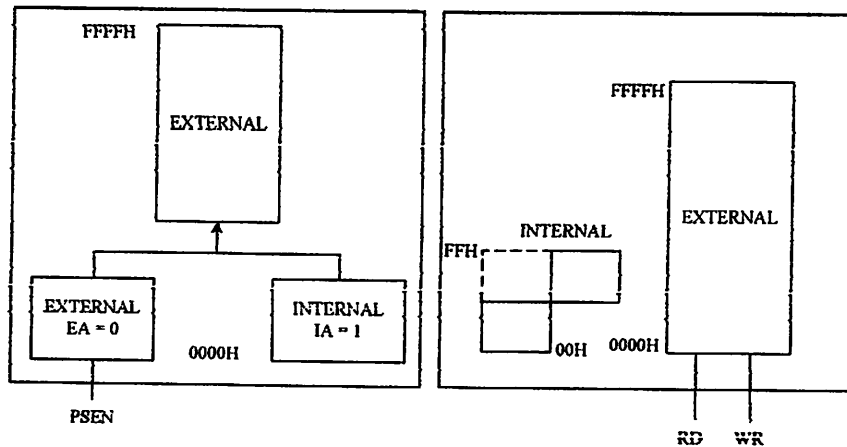
a) *Oscillator connector*b) *External Clock Configuration***Gambar 2.3.** Karakteristik *Oscillator*

Sumber : *Datasheet AT89S51*

Untuk memberikan AT89S51 sebuah *clock external*. Maka pin XTAL 2 dibiarkan tidak terhubung dan XTAL 1 dihubungkan dengan sumber *clock external* seperti pada gambar 2 .3b.

2.1.5. Organisasi Memory

Mikrokontroler MCS – 51 mempunyai ruang memori program dan data terpisah. Pemisahan memori program dan data membolehkan memori data untuk diakses oleh alamat 8 bit. Sekalipun demikian, alamat data memori 16 bit dapat dihasilkan melalui register DPTR (Data Pointer Register). Organisasi dari memori mikrokontroler AT89S51 dari ATMEL mempunyai ruang alamat memori dan data yang terpisah seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.4. Struktur Memori AT89S51

Sumber : *Datasheet AT89S51*

Memori program dan memori data dipisahkan secara logika dengan membedakan sinyal jabat tangan (strobe) pembacaan data atau program. Hasilnya CPU mampu mengakses 64 Kbyte memori data. Lebar alamat untuk memori data luar dan memori program selalu 16 bit, sedangkan memori dalam adalah 8 bit. Pengaksesan memori data luar menggunakan register khusus dilakukan dengan DPTR(penunjuk data) yang merupakan 16 bit.

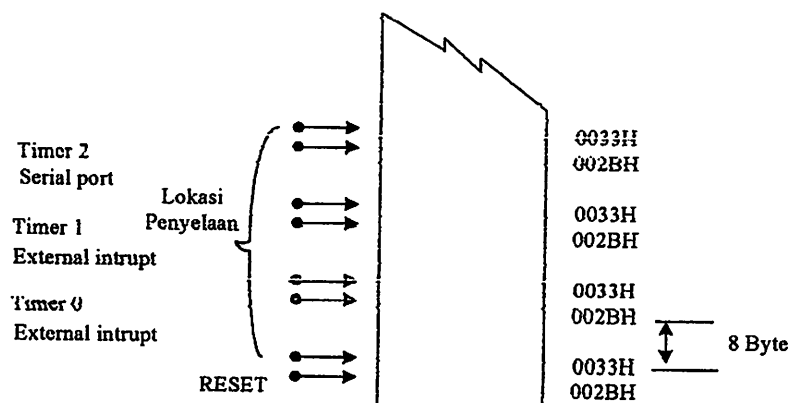
Sebagai penunjuk alamat register ini terdiri dari 2 bagian yaitu DPL (penunjuk data rendah) dan DPH (penunjuk data tinggi), yang masing – masing dapat difungsikan sebagai register 8 bit. Untuk pengaksesan memori program yang berperan aktif adalah PSEN sedangkan untuk memori data adalah sinyal RD (baca) dan WR (tulis) yang diaktifkan dengan perintah MOVX. Memori dalam hanya dapat dibaca dan dapat mencapai 4 Kbyte dengan sistem flash memori yang dapat

diprogram. Kapasitas memori bagian AT89S51 sebanyak 128 byte dari memori (RAM) dan register fungsi khusus (SFR).

2.1.5.1. Program Memory

Program memori hanya dapat membaca dan tidak dapat menulis. Disini tersimpan program yang akan dijalankan oleh AT89S51 dan data – data konstanta. sinyal pembacaan EPROM eksternal adalah pin-PSEN. Pada AT89S51 ada dua tipe organisasi memori dari program memori, yaitu :

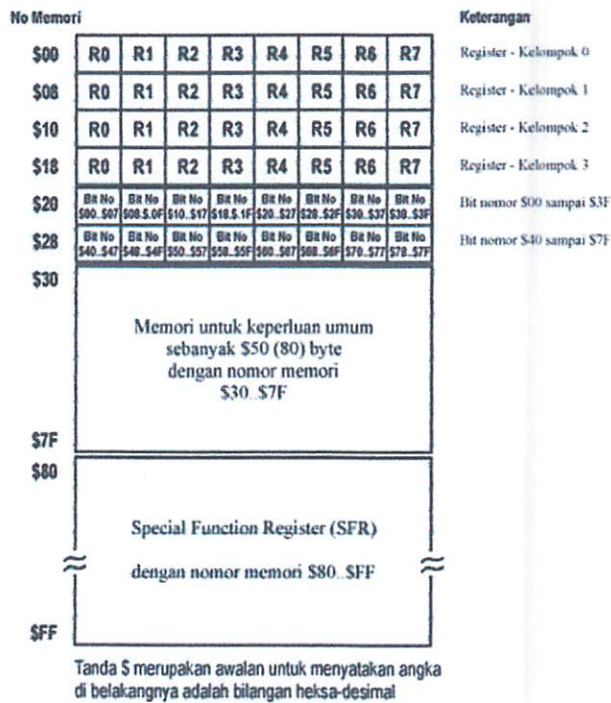
- Pengaksesan program memori sebagian berasal dari internal EPROM yang menempati alamat terendah dan alamat berikutnya dari EPROM eksternal. Sebagai contoh alamat 4 Kbytes program memori terendah adalah ROM internal dan alamat berikutnya adalah pada EPROM.
- Pengaksesan program memori yang semuanya dari eksternal EPROM.



Gambar 2.5. Arah Penyelaan Pada Memori Program

Sumber : *Datasheet AT89S51*

Data memori dapat dibaca dan ditulis. Sinyal pembacaan untuk eksternal RAM berasal dari pin – RD dan untuk penulisan berasal dari pin – RW. Peta data memori digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.6. Denah Memori Data
Sumber : www.alds.edu.com

Alamat 00H – FFH merupakan alamat dari internal RAM yang dialamati dalam dua mode. Pada alamat 00H – 7FH dapat dialamati dalam *mode direct* namun *indirect addressing*. Alamat 80H – FFH hanya dapat dialamatkan dalam *mode direct addressing*. Diluar alamat tersebut merupakan alamat eksternal RAM. 32 bytes terendah data memori terbagi atas 4 buah bank yang masing – masing terdiri atas 8 buah register. Kombinasi dari bank ini ditentukan oleh register PSW. Register – register tersebut adalah R0 sampai R7 yang menempati alamat 00H – 1FH . Diatas-

terendah data memori terbagi atas 4 buah bank yang masing – masing terdiri atas 8 buah register. Kombinasi dari bank ini ditentukan oleh register PSW. Register – register tersebut adalah R0 sampai R7 yang menempati alamat 00H – 1FH . Diatasnya merupakan segmen bit *adresabel* yang besarnya 16 byts, menempati alamat 20H sampai 2FH. Alat berikutnya yaitu mulai 30H 7FH dapat dipakai sebagai data RAM.

Setelah kondisi reset, kondisi baku register SP (*stack pointer*) akan menuju alamat 07H dan begitu program dijalankan isi register SP akan ditambah 1 (menujuk kealamat 08H). dan ini merupakan register bank ; register R0. bila memakai lebih dari satu bank register maka SP harus diinisialisasikan kelokasi yang lain.

2.1.6. 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 words, contoh priperal, dan sebagainya. Alamat register fungsi khusus ditunjukkan pada tabel 2 – 3 :

Table 2 – 3 : Special Function Register

Tombol	Nama Register	Alamat
ACC	Accumulator	E0H
B	Register B	F0H
PSW	Program Status Word	D0H
SP	Stack Pointer	81H
DPTR	Data Pointer	
DPL	Bit Rendah	82H
DPH	Bit tinggi	83H
P0	Port 0	80H
P1	Port 1	90H
P2	Port 2	A0H
P3	Port 3	B0H

IP	Interrupt Periority Control	D8H
IE	Interrupt Enabel Control	A8H
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89M
TCON	Timer/Counter Control	88H
TH0	Timer/Counter High 0	8CH
TL0	Timer/Counter Low 0	8AH
TH1	Timer/Counter High 1	8DH
TL1	Timer/Counter Low 1	8BH
SCON	Serial control	98H
SBUF	Serial Data Buffer	99H
PCON	Power Control	97H

Sumber : *Data sheet AT89S51*

Berapa macam register fungsi khusus yang sering digunakan adalah sebagai berikut ini :

- *Accumulator (ACC)* merupakan register untuk penambahan dan pengurangan. Perintah *mnemonic* untuk mengakses akumulator disesuaikan sebagai A.
- *Register B* merupakan regisrer khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian dan pembagian.
- *Stack pointer (SP)* merupakan register 8 bit yang dapat diletakkan dialamat manapun pada RAM internal.
- *2 data pointer (DPTR)* terdiri dari 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, 3. Masing-masing register ini dapat dialamati per – byte maupun per – bit.

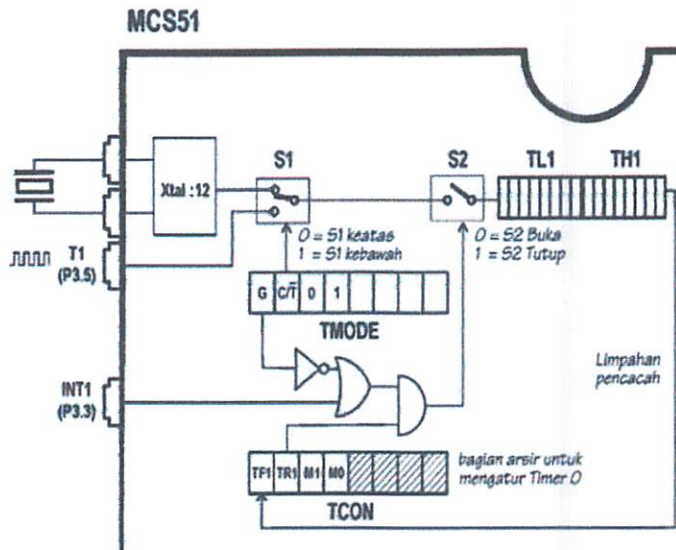
- *Control register* terdiri dari register yang mempunyai fungsi control. Untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus, yaitu register IP (*Interrupt Priority*) dan register IE (*Interrupt Enable*). Untuk pelayanan timer/counter terdapat register khusus yaitu register TCON (*Timer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

2.1.7. Sistem Interupsi

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 5 buah sumber interupsi yang dapat membangkitkan permintaan interupsi, yaitu INT0, INT1, T0, T1, dan Port serial. Saat terjadi interupsi mikrokontroler secara otomatis akan menuju ke sub rutin 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 deprogram sendiri – sendiri dengan *set* atau *clear* bit pada (*Interrupt Priority*). Jika dua permintaan interupsi dengan dua tingkat prioritas yang berbeda diterima secara bersamaan, permintaan intrupsi dengan prioritas tertinggi yang akan dilayani. Jika permintaan interupsi dengan prioritas yang sama diterima bersamaan, akan ditentukan polling untuk menentukan mana yang akan dilayani.

Kedudukan saklar dalam gambar dibawah ini menggambarkan kedudukan awal setelah MCS51 di – reset. Gambar ini sangat membantu saat penulisan program menyangkut interupsi MCS51.

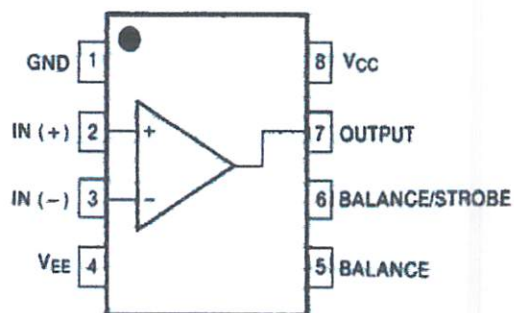


Gambar 2.7. Sumber Interupsi
Sumber : www.alds.edu.com

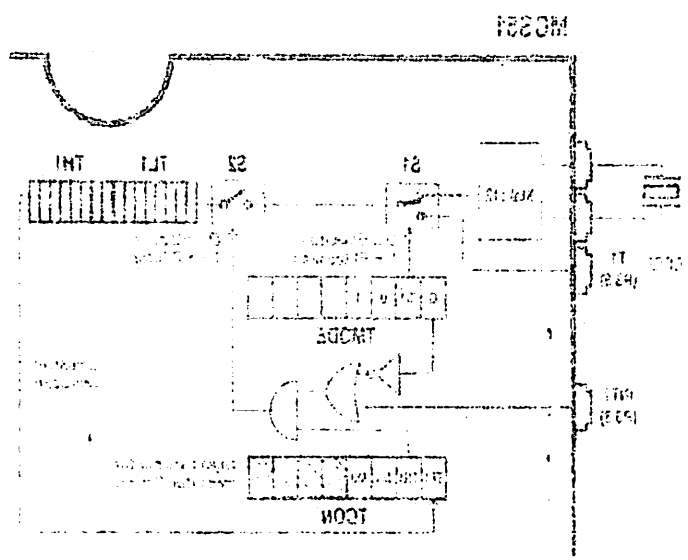
(Budi,Wahyu Setia, 2007)

2.2. IC LM311

Pada rangkaian ini kita memakai IC LM311 sebagai pendeteksinya seperti yang terlihat konfigurasinya pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Konfigurasi Pin IC LM311
Sumber : *Datasheet LM311 Single Comparator*

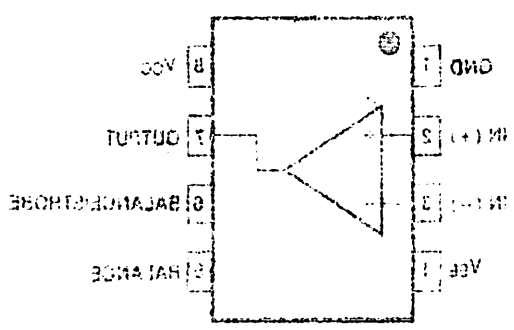


Gambar 2.7. Sumber Interupsi
Sumber: www.ardipedia.com

(Rudi Wahyu Sula, 2007)

2.2. IC LM311

Pada rangkaian ini kita memakai IC LM311 sebagai pendeteksiannya seperti yang terlihat konfigurasi pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Konfigurasi Pin IC LM311
Sumber: [Databook LM311 Nisite.com](http://Databook.LM311.Nisite.com)

Op-Amp dapat digunakan sebagai rangkaian detektor, atau komparator tanpa umpan balik. Karena sifatnya open loop, maka keluarannya hanyalah $+V_{sat}$ atau $-V_{sat}$ saja, mirip jawaban "ya" atau "tidak".

Kecepatan perubahan dari $+V_{sat}$ ke $-V_{sat}$ (atau sebaliknya) dipengaruhi oleh *slew-rate* dari Op-Amp yang digunakan. Bila menggunakan aplikasi detector / komparator, sebaiknya dipilih Op-Amp dengan kecepatan tinggi, seperti 318. Op-Amp fungsi khusus sebagai komparator menghilangkan kapasitor kompensasi dan mengubah tahapan keluarannya (misalnya memakai open kolektor – LM311), sehingga pengguna dapat menentukan sendiri batas puncak tegangan keluarannya.

Cara kerja rangkaian detektor ini adalah, bila perbedaan tegangan inputnya (E_d) adalah positif, maka tegangan outputnya adalah positif maksimum ($+V_{sat}$) demikian sebaliknya.

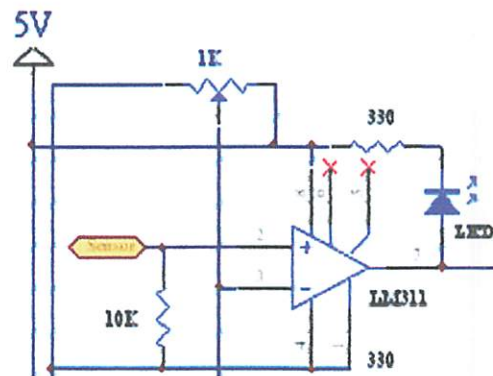
$$E_d = + \rightarrow V_o = +V_{sat}.$$

$$E_d = - \rightarrow V_o = -V_{sat}.$$

$$E_d = 0 \rightarrow V_o = 0 \text{ (ideal), kenyataannya } V_o \text{ tidak tepat nol, bahkan}$$

dapat berosilasi secara tidak terduga).

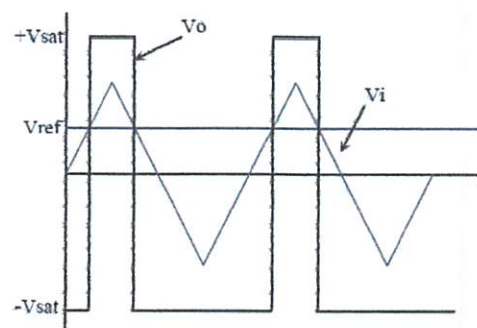
Gambar 2.9 adalah contoh rangkaian *Non-inverting zero crossing detector* dengan masukan sinyal segitiga pada masukan tak membalik, dan tegangan referensi pada masukan membaliknya.



Gambar 2.9. Non-Inverting Zero Crossing Detector dengan Tegangan Referensi Positif

Sumber : *national semikonduktor*

Bentuk sinyal keluaran dari rangkaian di atas adalah seperti Gambar 2.10 berupa sebuah sinyal kotak dengan *duty cycle* tertentu, tergantung dari tegangan referensinya.



Gambar 2.10. Grafik Input – Output Saklar

Sumber : *national semikonduktor*

(Budi, Wahyu Setia, 2007)

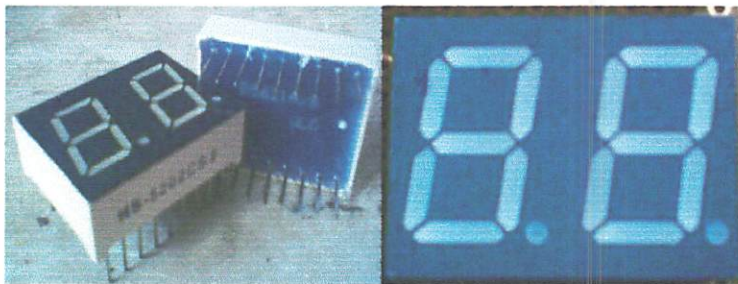
2.3. Display Seven Segmen

Display selain menggunakan LCD juga terdapat display jenis lain seperti 7 segmen, 14 segmen, 16 segmen, dan dot matriks, tetapi saya hanya akan membahas

seven segmen dikarenakan pada alat yang akan dibuat hanya menggunakan seven segment .

Beberapa kelebihanannya antar lain :

- Harganya relatif murah.
- Tampilan lebih terang dan jelas sehingga bagus sebagai indikator pada industri
- Lebih tahan lama jika terus menerus diaktifkan.



Gambar 2.11. Display Seven Segmen Double

Sumber: <http://payztronics.blogspot.com>

Seven segmen terdiri dari 7 buah Segmen LED + 1 Dot dan disusun sedemikian rupa sehingga menjadi Display seven segmen yang dapat menampilkan angka dan huruf-huruf tertentu. Ada 2 konfigurasi seven segmen pada umumnya yaitu *common anode* (anoda bersama) dan *common catode* (katoda bersama).

seven segment dikarenakan pada alat yang akan dibuat hanya menggunakan seven segment

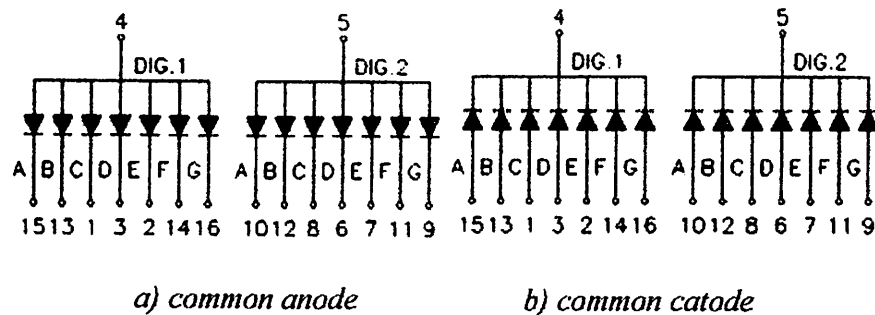
Beberapa kelebihanya antar lain :

- o Harganya relatif murah.
- o Tampilan lebih terang dan jelas sehingga bagus sebagai indikator pada industri
- o Lebih tahan lama jika terus menerus diaktifkan



Gambar 2.14. Display Seven Segment Double
Sumber: <http://www.kalpy.com>

Seven segment terdiri dari 7 buah Segment (LD + 1 Dot dan disusun sedemikian rupa sehingga menjadi Display seven segment yang dapat menampilkan angka dan huruf-huruf tertentu. Ada 2 konfigurasi seven segment pada umumnya yaitu common anode (anoda bersama) dan common cathode (katoda bersama).



Gambar 2.12. Konfigurasi Seven Segment

Sumber : *Datasheet DP dual digit 7 – segment display*

Konfigurasi *common anode* :

- Kaki anoda dihubungkan ke **VCC**.
- Kaki tiap-tiap segmen ke – driver segmen.
- Kondisi awal pin driver berlogika 1 agar semua segmen tidak menyala.
- Segmen dinyalakan dengan memberikan logika 0 pada pin segmen.

Konfigurasi *common cathode* :

- Kaki katoda dihubungkan ke **GND**.
- Kaki tiap-tiap segmen ke-driver segmen.
- Kondisi awal pin driver berlogika 0 agar semua segmen tidak menyala.
- Segmen dinyalakan dengan memberikan logika 1 pada pin segmen.

Driver seven segmen bisa berupa IC 7447, IC 7448, IC Latch 74HC573, ULN2803, mikrokontroller, dll. Setiap penggunaan driver tersebut masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, antara lain:

- Penggunaan IC7448 atau IC7447 yaitu decoder BCD ke seven segmen bagus digunakan untuk tampilan seven segmen 4 digit karena hanya akan menggunakan 1 buah port mikrokontroller saja akan tetapi tampilan hanya berupa angka dan tidak dapat tampilan lainnya.
- Penggunaan mikrokontroller bagus untuk sistem scanning seven segmen hingga 8 digit atau 24 digit dengan tampilan berupa angka atau karakter-karakter tertentu dan sangat fleksibel selain itu rangkaian menjadi lebih sederhana karena hanya membutuhkan resistor dan transistor saja. Tetapi karena menggunakan sistem scanning maka untuk program yang panjang dan apabila pada program tersebut terdapat penggunaan *delay* yang cukup lama maka seven segmen akan mati selama delay tersebut karena Seven segmen tidak discanning.
- Penggunaan IC Latch 74HC573 atau IC latch lainnya bagus untuk sistem scanning dengan tampilan berupa angka atau karakter-karakter tertentu dan sangat fleksibel dengan jumlah digit yang banyak (misal 8 digit, 16 digit, 24 digit, atau lebih). Karena menggabungkan sistem scanning dan Latch maka untuk program yang panjang atau terdapat *delay* sekalipun tidak akan berpengaruh pada tampilan seven segmennya, akan tetapi karena menggunakan IC latch tambahan yang memperbesar rangkaian keseluruhan.
- Penggunaan IC ULN2803 sama seperti pada penggunaan mikrokontroller dengan sistem scanning akan tetapi arus dan tegangannya bisa lebih besar

untuk mengendalikan seven segmen yang membutuhkan arus atau tegangan besar.

Jika anda merancang display seven segmen dengan menggunakan sistem scanning ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain :

- Konfigurasi menggunakan *common anode* yang terhubung dengan VCC untuk memperoleh arus dan tegangan dari power supply agar tampilan lebih terang. Jika menggunakan konfigurasi *common cathode* maka tegangan dan arus dari pin mikrokontroler sehingga tampilan lebih redup.
- Setiap pin segmen terdapat resistor dengan nilai tertentu yaitu saat cahaya segmen cukup terang, biasanya 330 ohm.
- Scanning setiap segmen jangan terlalu cepat karena tampilan akan redup selain itu tampilan akan tumpang tindih, juga jangan terlalu lambat karena segmen akan berkedip atau terlihat satu persatu.
- Konfigurasi pin berurutan antara pin mikro dengan pin segmen dari LSB ke MSB (port 0 mikro ke port 7 mikro) yaitu A, B, C, D, E, F, G, DOT.

2.4. Accumulator

Pada dasarnya *accumulator* adalah suatu alat yang digunakan sebagai tempat penyimpanan listrik sementara, dimana setiap sel pada accumulator membangkitkan tenaga listrik. Kapasitas *accumulator* dapat diukur dengan jumlah ampere – jam (Ah).

Perlu diketahui bahwa untuk setiap akumulator sudah mempunyai data spesifikasi yang tercantum dalam tabel spesifikasi yang menerangkan bahwa kemampuan penyimpanan energi *accumulator* dan arus pengisian maksimum pada *accumulator*.

Arus pengisian *accumulator* adalah sepersepuluh dari kapasitas ampere jamnya. Namun banyak faktor yang sulit diramalkan yang dapat mempengaruhi kemampuan penyimpanan energi dari *accumulator*, baik mengenai kondisi internal dari sel *accumulato*, faktor suhu sekitar, suhu operasi dalam sel, getaran maupun perawatan *accumulator* setelah pengisian karena dapat merusak konstruksi akumulator. *Accumulator* yang digunakan terus menerus (berulang kali mengalami pengisian dan pengosongan) maka energi yang disimpan atau yang dikeluarkan akan semakin berkurang sehingga pemakaian *accumulator* kurang efisien.

Ada dua jenis akumulator yaitu *accumulator* basah dan *accumulator* kering. Masing-masing jenis dan ukuran *accumulator* dari berbagai merk yang ada, memiliki kekuatan penyimpanan energi yang berbeda. Walaupun banyak macamnya, fungsi *accumulator* tetap sama yaitu untuk menghasilkan daya listrik. Kedua *accumulator* memiliki daya tahan yang berbeda walaupun diberi beban yang sama.

Accumulator basah terdiri dari plat-plat timah (PbO) yang dimasukkan ke dalam larutan asam belerang (H_2SO_4) dan kemudian plat-plat timah itu dihubungkan dengan tenaga listrik arus searah (DC) maka sifat-sifat itu akan segera berubah. Salah satu plat akan berwarna coklat tua, yang disebabkan pembentukan *periokside timah* (PbO_2). Plat yang lain akan berwarna abu-abu muda yang disebabkan terbentuknya timah murni pada plat itu (Pb). Sedangkan pada *accumulator* kering bahan aktif plat-

plat positif terdiri dari *superoxyde-nikel* (NiO_2) dan plat negatif berisi besi (Fe). (Syam Hardi, 1983:184).

Accumulator kering konstruksinya sangat kuat dan kokoh, bakinya dibuat daripada baja yang didalamnya dilapisi oleh *ebonit*. Untuk memasukkan cairan elektrolit dibuatlah suatu lubang yang kemudian lubang tersebut ditutup dengan sebuah pentil. Jenis *accumulator* ini banyak dipakai, sekalipun tidak sebanyak akumulator basah.

Accumulator yang dipakai, larutan elektrolitnya akan habis karena berubah menjadi uap. Berkurangnya larutan disetiap sel ini merupakan faktor utama kerusakan *accumulator*. Volume larutan yang berkurang akan menyebabkan penurunan energi *accumulator*. Gejala yang paling mudah diamati dari penurunan energi *accumulator* adalah jika diberi beban lampu maka nyala lampunya akan redup bahkan sampai tidak menyala sama sekali. Untuk membahas lebih lanjut tentang *accumulator* dapat dilihat dari pembahasan sebagai berikut :

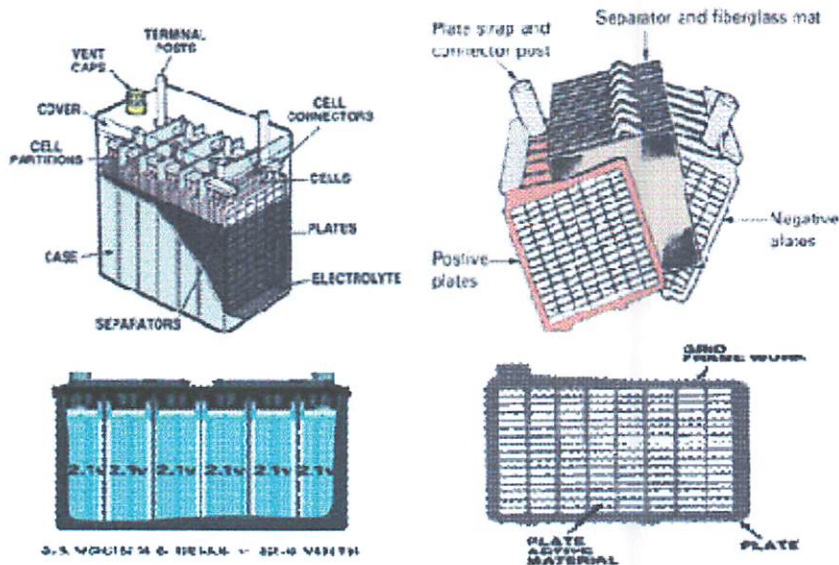
2.4.1. Pengertian Umum

Perkataan *accumulator* atau accu berasal dari kata *accumuleren* yang berarti mengumpulkan atau menyimpan. Secara garis besar, bekerjanya accu sebagai berikut :

- a. Pengisian : accu dihubungkan dengan generator DC, tenaga listrik dari dinamo dirubah menjadi tenaga kimia didalam accu dan kemudian disimpan didalamnya.

2.4.2. Konstruksi *Accumulator*

Accumulator basah terdiri dari beberapa sel, dimana untuk setiap sel membangkitkan tenaga listrik. Setiap sel terdiri dari beberapa pelat, lempeng pemisah (separator) dan elektrolit.



Gambar 2.13. Konstruksi Accu Basah

Sumber : modul *Pemeliharaan, pengujian dan servis baterai*

a. Pelat – pelat

Pelat – pelat tersebut terbuat dari campuran timah hitam dengan antimony (liad antimony) yang berbentuk rangka kisi – kisi (gridframe) dalam rangka kisi – kisi ini diisi bahan aktif,. Untuk pelat negative (-) bahan aktifnya berupa Gray Sponge Lead (Porous Lead) Pb. Jumlah pelat – pelat negatif untuk setiap selnya dibut lebih banyak (ganjil) dan pelat – pelat positif selalu genap.

b. Separator

berupa Gray Sponge Lead (Porous Lead) Pb. Jumlah pelat – pelat negatif untuk setiap selnya dibuat lebih banyak (ganjil) dan pelat – pelat positif selalu genap.

b. Separator

Separator dibuat dari serat gelas atau bahan non konduktor lainnya, separator ini digunakan untuk memisahkan pelat positif dan pelat negatif agar jangan sampai terjadi hubung singkat. Pada separator terdapat lubang – lubang dan alur yang halus untuk sirkulasi elektrolit.

c. Elektrolis

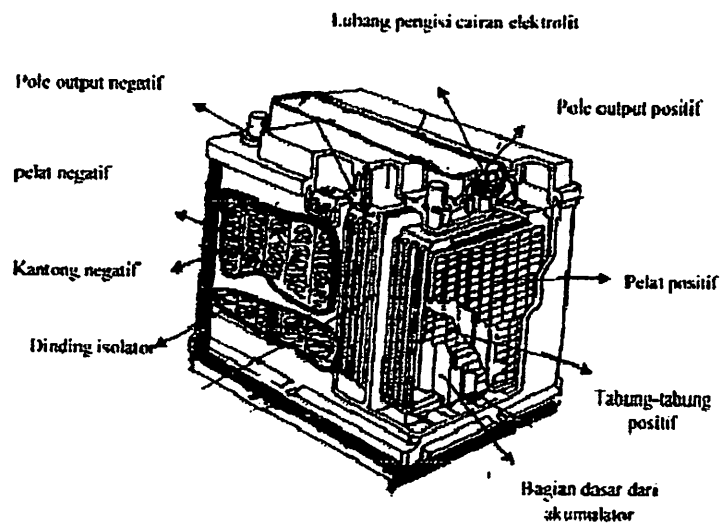
Elektrolis merupakan campuran antara air suling 60,8 % dengan asam belerang 39,2 % dengan berat jenis 1,26 dalam kondisi *accumulator* terisi penuh pada suhu 20⁰C atau pada daerah yang dingin dan tegangan terbuka *accumulator* sesuai dengan nilai 2,7 Volt per – sel. Berat jenis terendah adalah 1,2 yang setara dengan sel 1,83 Volt, berat jenis 1,26 mempunyai pengertian bahwa cairan elektrolit sebanyak 1 liter mempunyai berat sebesar 1,26 kg dan apabila pelat – pelat positif dan negatif terendam dalam elektrolit maka bahan – bahan aktif yang ada pada pelat dan elektrolit akan timbul reaksi kimia sehingga membangkitkan tenaga listrik.

Accumulator kering yang biasanya dirancang untuk kendaraan bermotor dan barang elektronik memiliki beberapa bagian antara lain :

a. Kotak akumulator

Bak *accumulator* kering terbuat dari besi yang dilapisi dengan bahan plastic

pada bagian luarnya. Penggunaan bahan besi ini dimaksudkan karena zat asam yang digunakan (KOH) dapat melarutkan semua zat kecuali besi.



Gambar 2.14. Konstruksi Accu Kering

Sumber : *komparasi kekuatan penyimpanan energi listrik*

b. Satu lembar penutup dengan sel pembuka

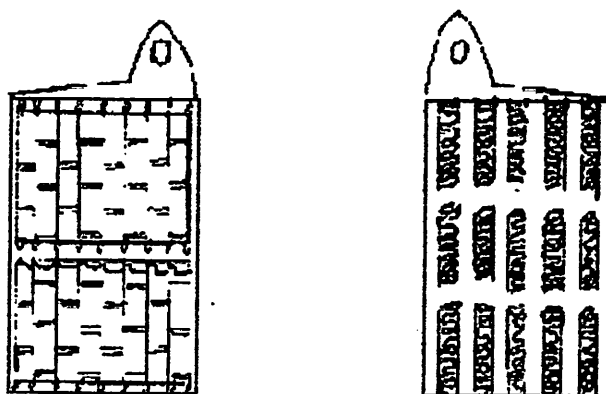
Pada *accumulator* ini semua ditutup dan direkatkan oleh sebuah penutup.

Penutup ini mempunyai satu pembuka untuk lubang pengisi cairan elektrolit (KOH.)

c. Elemen-elemen.

Elemen terdiri dari pelat positif terdapat di dalam tabung-tabung positif dan pelat negatif pada kantung-kantung negatif yang dipasang bersama dengan pemisah atau separator antara masing-masing pelat. Masa aktif dari plat

positif maupun dari plat negatif dicampur dengan zat-zat yang dapat menambah penghantar dan berliang renik (berpori). Campuran ini dimasukkan dalam tabung – tabung gepeng dari besi dan dari susunan tabung – tabung ini merupakan suatu pelat. Dan sebagai hubungan keluarnya menggunakan besi.



Gambar 2.15. Bentuk Dari Pelat Positif dan Bentuk Dari Pelat Negatif

Sumber : *komparasi kekuatan penyimpanan energi listrik*

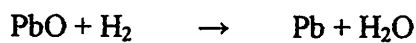
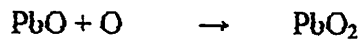
d. Terminal positif negatif

Pengikat pelat menggabungkan pelat positif dalam sel positif yang dihubungkan dengan terminal positif pada baterai dan juga sabuk pelat menghubungkan pelat negatif dalam sel negatif.

2.4.3. Proses Kimia Pada Waktu Pengisian Accu

Proses kimia pada waktu pengisian accu basah Terjadinya proses elektrolisis

yang menyebabkan ion – ion O bergerak ke anoda dan ion – ion H₂ ke katoda. Reaksi kimianya sebagai berikut :



Air (H₂O) akan masuk kedalam elektrolit, akibatnya kedua electrode PbO yang tadinya tidak mempunyai GGL sekarang menjadi dua jenis logam yang berbeda GGL – nya.

Pada proses pengisian pada *accu* kering reaksi kimianya seperti dibawah ini :

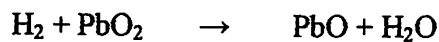
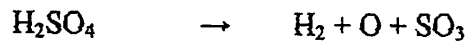


Dalam keadaan kosong belum diisi, pelat positif terdiri dari *Ni(OH)₂* atau *hydroxid nikel* dan pada pelat negatif berisi *Fe(OH)₂* *hydroxid besi*. Sewaktu diisi, aliran pengisi mengalir dari pelat positif ke pelat negatif dan oleh karenanya maka *Ni(OH)₂* ini ditambah dengan zat asam, maka akan berubah menjadi *Ni(OH)₃*, sedangkan *Fe(OH)₂* karena dikurangi zat asamnya berubah menjadi Fe. Tegangan pada waktu diisi penuh 1,8 volt dan sesudah dipakai turun hingga menjadi 1,25 volt sebagai tegangan kerjanya.

2.4.4. Proses Kimia Pada Waktu Pengosongan *Accumulator*

Proses kimia pada waktu pengosongan *accu* basah *Accumulator* yang siap dipakai mempunyai kutub positif dan negatif. Mengosongkan *accumulator* berarti mengeluarkan arus listrik dari *accu*, bila kutub – kutub *accumulator* dihubungkan dengan pemakai (berupa lampu) maka arus listrik akan mengalir didalam lampu tersebut. Aliran tersebut dinamakan arus pengosongan *accu*, didalam elektrolit terjadi

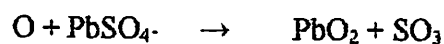
proses elektrolisa yang menyebabkan ion – ion H_2 bergerak ke pelat positif dan ion O ke pelat negatif.



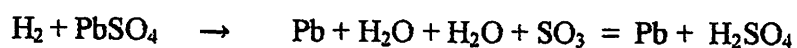
Selama proses pengosongan, terjadi 2 hal penting :

- Kutub positif direduksi menjadi PbO. PbO ini menarik asam belerang hingga menjadi PbSO₄.
- Kutub negatif dioksidir menjadi PbO. PbO ini menarik asam belerang hingga menjadi PbSO₄.

Bila *accumulator* yang kosong diisi kembali maka terjadi proses kimia dalam arti terbalik dari urutan diatas, elektrolisa terjadi hingga H_2 dan O dalam elektrolit terpisah. Ion O pergi ke kutub positif dan mengoksidir kutub itu menjadi PbO_2 dan sisa asam :



PbO_2 adalah susunan pelat negatif dalam keadaan terisi sedangkan SO_3 masuk kembali kedalam elektrolit, ion H_2 mereduksi plat negative menjadi Pb dan asam belerang :



Pb adalah susunan pelat negatif dalam keadaan terisi sedangkan asam belerang H_2SO_4 masuk kembali kedalam elektrolit.

Selama proses pengisian ini, terjadi 2 hal penting :

- a. Kutub positif dioksidasi menjadi PbO_2 dan asam sisa SO_3 terlepas dari plat positif, lalu kembali ke dalam elektrolit.
- b. Kutub negatif direduksi menjadi Pb dan sisa asam SO_3 terlepas dari plat negatif, lalu kembali ke dalam elektrolit.

Proses kimia pada waktu pengosongan *accu* kering reaksi kimianya seperti dibawah ini :



Pada pengosongan (dimuati) terjadi kebalikannya *hydroxid nikel* Ni(OH)_3 karena kekurangan zat asam direduksi menjadi bentuk yang lebih rendah, besi Fe di oksidir lagi. Pada *accumulator* ini tidak terjadi pengosongan sendiri, karena KOH tidak ikut mengambil bagian dalam reaksi kimia walaupun tidak dipakai lama.

2.4.5 Randemen *Accumulator*

Kapasitas *accumulator* diukur dengan jumlah Ampere – jam (Ah) yang dapat dikeluarkan *accumulator* (selama pengosongan *accumulator*). Randemen *accu* adalah perbandingan Ah yang dikeluarkan dan Ah yang diterima *accu*.

Rumus :

$$\eta = \frac{\text{Ah yang dikeluarkan}}{\text{Ah yang diterima}}$$

2.4.6 Resistansi Dalam Sebuah *Accumulator* (R_d)

Ketika terminal *accumulator* dihubungkan dengan rangkaian luar dengan resistansi R ohm, arus I ampere akan mengalir. Arus ini juga mengalir didalam baterai. Resistansi total adalah resistansi rangkaian luar ditambah resistansi sel *accumulator*. Berdasarkan hukum Ohm :

$$I = \frac{E}{R_E + R_C}$$

Keterangan :

E = adalah tegangan *accumulator* atau tegangan terbuka *accumulator*,

R_E = adalah resistansi luar dan

R_C = adalah resistansi dalam.

Resistansi dalam dari sebuah *accumulator* dipengaruhi oleh temperatur, harga pengosongan dan desain sel. Resistansi dalam bertambah dengan menurunnya temperature dan tingkat pengosongan serta berkurang selama proses pengisian. Resistansi dalam *accumulator* adalah harga sangat rendah jika dibandingkan dengan resistansi luar. Misalnya, sebuah *accumulator* 12 V dengan nominal 40 Ampere per jam yang mempunyai resistansi dalam sekitar 0,017 Ohm.

2.5. Motor DC

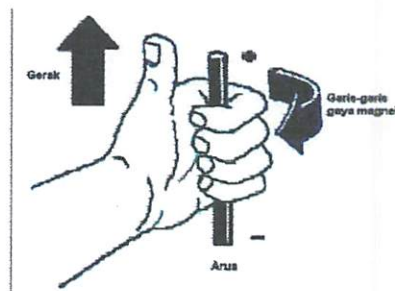
Motor arus searah (DC) adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga mekanik dimana tenaga gerak tersebut berupa putaran rotor. Dalam kehidupan sehari – hari motor arus searah sering dijumpai di mana – mana. Sebagai contoh adalah motor yang dipasang pada *starter* mobil,

Apabila tangan kiri dibiarkan terbuka dan diletakkan diantara kutub utara dan kutub selatan, sehingga garis – garis gaya yang keluar dari kutub utara menembus telapak tangan kiri dan arus di dalam kawat mengalir searah dengan keempat jari, maka kawat tersebut akan mendapat gaya yang jatuhnya sesuai dengan ibu jari ” seperti pada gambar :



Gambar 2.16. Motor DC

Sumber : www.saft7.com



Gambar 2.17. Gambar Kaidah Tangan Kiri

Sumber : *Pemanfaatan tenaga listrik 3*

Adapun besar gaya yang bekerja pada kawat tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut :

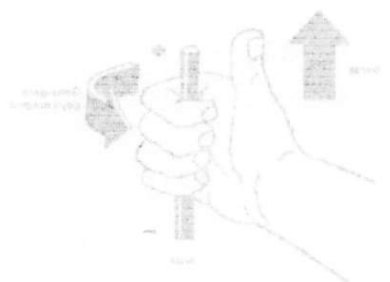
$$F = B \times I \times L \text{ (Newton)}.$$

dimana :

Apabila tangan kiri dibentangkan terbuka dan diizinkan diantar kutub utara dan kutub selatan, sehingga garis-garis gaya yang keluar dari kutub utara menembus telapak tangan kiri dan arus di dalam kawat mengalir sesuai dengan kumparan jari, maka kawat tersebut akan mendapat gaya yang jatuhnya sesuai dengan ibu jari "seperti pada gambar :



Gambar 2.16. Motor DC
Sumber : www.4mat.com



Gambar 2.17. Gambar Kaidah Tangan Kiri
Sumber : www.4mat.com

Adapun besar gaya yang bekerja pada kawat tersebut dapat dirumuskan

sebagai berikut :

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

dimana :

B = kerapatan *fluks* magnet (*weber*).

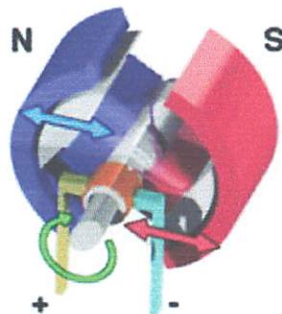
L = Panjang penghantar (*meter*).

I = Arus listrik (*Ampere*).

(yoshmedia.blogspot.com, 2009)

2.5.1. Konstruksi Motor DC

Konstruksi motor DC terdiri atas beberapa bagian yang meliputi badan motor, inti kutub magnet, sikat-sikat, komutator, dan jangkar. Gambar motor dc seperti ditunjukkan pada Gambar 2.16.



Gambar 2.18. Bagian Motor Arus Searah
Sumber : *Pemanfaatan tenaga listrik 3*

a. Badan Motor

Fungsi utama badan motor adalah sebagai bagian dari tempat mengalirnya fluks magnet yang dihasilkan kutub-kutub magnet, oleh karena itu badan motor terbuat dari bahan ferromagnetic. Disamping itu badan motor juga berfungsi untuk melindungi bagian-bagian mesin lainnya. Untuk memenuhi kedua fungsi tersebut, pada umumnya badan motor untuk motor kecil dibuat dari

besi tuang, sedangkan motor yang berukuran besar dibuat dari plat-plat campuran baja.

b. Inti kutub magnet

Inti kutub magnet berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet. Magnet yang dipakai adalah magnet permanen jadi di sini tidak menggunakan prinsip elektromagnetik.

c. Sikat-sikat

Fungsi dari sikat-sikat adalah sebagai jembatan bagi aliran arus listrik dari sumber tegangan ke lilitan jangkar. Di samping itu sikat-sikat memegang peranan penting dalam terjadinya komutasi. Agar gesekan-gesekan antara komutator dan sikat tidak mengakibatkan ausnya komutator, maka sikat harus lebih lunak dari komutator yang biasanya dibuat dari bahan arang (coal).

d. Komutator

Komutator berfungsi sebagai penyearah mekanik, yang bersama-sama dengan sikat-sikat membuat suatu kerjasama yang disebut komutasi. Agar menghasilkan penyearahan yang lebih baik atau lebih rata maka komutator yang digunakan berjumlah cukup besar.

Dalam hal ini setiap belahan (segment) komutator tidak lagi merupakan bentuk separo dari cincin, tetapi sudah berbentuk lempeng-lempeng. Di antara lempeng segmen komutator terdapat bahan isolator.

e. Jangkar

Jangkar yang umumnya digunakan dalam motor arus searah adalah jangkar yang berbentuk silinder yang diberi alur-alur pada permukaannya untuk

dari sumber tegangan ke lilitan jangkar. Di samping itu sikat-sikat memegang peranan penting dalam terjadinya komutasi. Agar gesekan-gesekan antara komutator dan sikat tidak mengakibatkan ausnya komutator, maka sikat harus lebih lunak dari komutator yang biasanya dibuat dari bahan arang (coal).

d. Komutator

Komutator berfungsi sebagai penyearah mekanik, yang bersama-sama dengan sikat-sikat membuat suatu kerjasama yang disebut komutasi. Agar menghasilkan penyearahan yang lebih baik atau lebih rata maka komutator yang digunakan berjumlah cukup besar.

Dalam hal ini setiap belahan (segment) komutator tidak lagi merupakan bentuk separo dari cincin, tetapi sudah berbentuk lempeng-lempeng. Di antara lempeng segmen komutator terdapat bahan isolator.

e. Jangkar

Jangkar yang umumnya digunakan dalam motor arus searah adalah jangkar yang berbentuk silinder yang diberi alur-alur pada permukaannya untuk tempat melilitkan kumparan-kumparan. Jangkar dibuat dari bahan ferromagnetic, dengan maksud agar kumparan – kumparan - (lilitan jangkar) terletak dalam daerah yang induksi magnetnya besar sehingga gaya gerak listrik (ggl) yang terbentuk dapat bertambah besar.

Seperti halnya inti kutub magnet, jangkar dibuat dari bahan berlapis-lapis tipis untuk mengurangi panas yang terbentuk karena adanya arus liar. Bahan yang digunakan untuk jangkar adalah jenis campuran baja silikon. Pada umumnya alur

tidak hanya diisi oleh satu sisi kumparan, tetapi diisi lebih dari satu sisi kumparan yang disusun secara berlapis.

Suatu motor listrik dapat berfungsi apabila memiliki:

- a. Kumparan medan, untuk menghasilkan medan magnet.
- b. Kumparan jangkar, untuk mengimbaskan gaya gerak listrik (ggl) pada konduktor-konduktor yang terletak pada alur-alur jangkar.
- c. Celah udara, yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet.

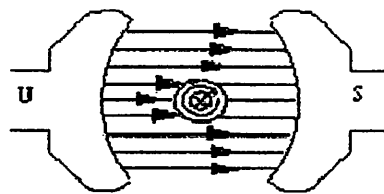
Pada motor arus searah, kumparan medan yang terbentuk kutub sepatu merupakan stator (bagian yang tidak berputar), dan kumparan jangkar merupakan rotor (bagian yang berputar).

Motor arus searah akan berputar karena adanya:

- a. Garis-garis gaya medan magnet (fluks), antara kutub yang berada di stator.
- b. Penghantar yang dialiri arus listrik dan ditempatkan pada jangkar yang berada di antara kutub-kutub magnet.

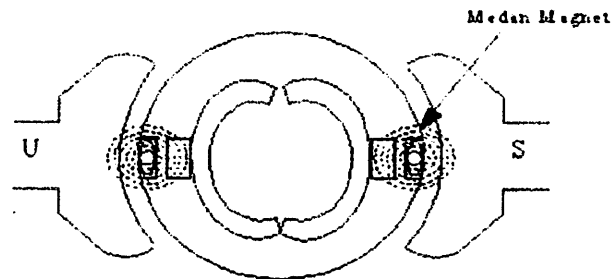
Penghantar yang dialiri arus listrik akan menghasilkan garis-garis gaya medan magnet (fluks). Disisi lain kutub – kutub magnet juga menghasilkan garis - garis gaya medan magnet sehingga akan terjadi interaksi antara garis-garis gaya medan yang dihasilkan oleh kutub kutub magnet dengan garis-garis gaya medan magnet yang dihasilkan oleh penghantar yang dialiri arus listrik yang ditempatkan pada jangkar. Interaksi antara dua garis gaya medan magnet tersebut akan menghasilkan gaya (F) yang selanjutnya akan menghasilkan torsi (T) dan memutar jangkar.

Untuk lebih jelasnya pada Gambar 2.19 sampai dengan Gambar 2.20 diperlihatkan proses terjadinya rotasi motor arus searah sebagai interaksi antara medan magnet yang dihasilkan oleh kutub pada stator dan medan magnet yang dihasilkan oleh arus yang mengalir pada penghantar yang ditempatkan pada jangkar.



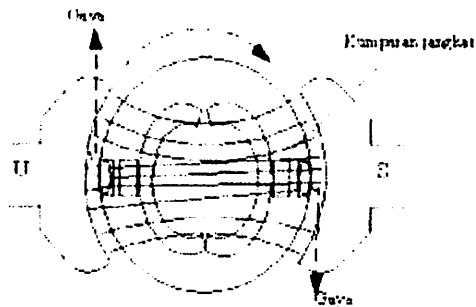
Gambar 2.19. Medan Magnet Yang Dihasilkan Oleh Kutub

Dari gambar 2.19 diketahui bahwa kutub-kutub magnet menghasilkan garis-garis gaya medan magnet (fluks).



Gambar 2.20. Medan Magnet Hasil Arus Yang Mengalir Pada Penghantar

Pada Gambar 2.20 diketahui bahwa penghantar yang dialiri arus maka pada penghantartimbul medan magnet (garis-garis gaya fluks).



Gambar 2.21. Interaksi Kedua Medan Menghasilkan Gaya

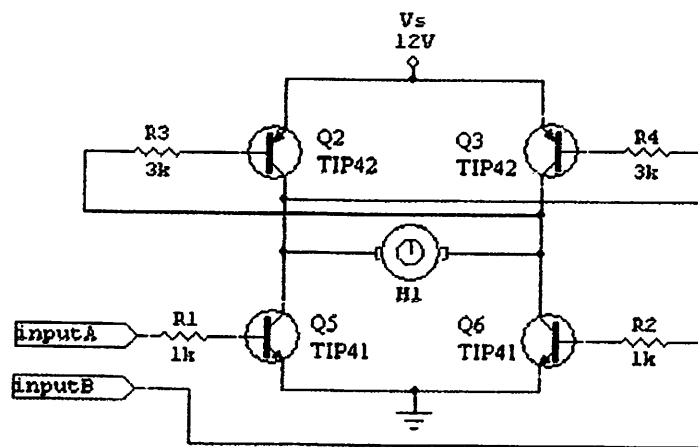
Gambar 2.21 menunjukkan adanya interaksi kedua medan magnet akan menimbulkan medan magnet yang tidak seragam sehingga timbul gaya (F) yang akan menghasilkan torsi (T) dan akan memutar jangkar. Arah dari garis-garis gaya (fluks) medan magnet yang dihasilkan oleh kutub, arah arus yang mengalir pada penghantar dan arah dari gaya, saling tegak lurus.

2.6. Driver Motor DC

Rangkaian ini biasa disebut dengan *H-bridge*, rangkaian ini dapat menggerakkan motor DC dengan 6 buah transistor 4 diantaranya sebagai saklar dan 2 diantaranya sebagai pengaktif ke empat transistor tersebut. Transistor driver yang digunakan adalah tipe BC547C yang mempunyai β_{dc} 420 dan TIP 41 juga TIP 42.

Sebagai rangkaian motor DC, rangkaian ini dapat memutar arah motor DC dengan cara mengaktifkan salah satu dari 2 transistor pengaktif. Supaya 2 transistor tersebut aktif maka diberikan data TTL dari kontroliier yang dipakai. Sebagai catatan rangkaian *H-bridge* ini tidak boleh mendapatkan data atau inputan di transistor pengaktif "1" / (aktif) jika keduanya aktif maka arus akan mengalir melalui transistor

scalar, namun jika keduanya aktif maka tidak ada beda potensial yang dapat memutar / menggerakkan motor sehingga motor tidak bergerak namun arus tetap mengalir dan dapat menyebabkan panas di transistor penggerak atau saklar, bahkan dapat mengakibatkan transistor rusak.

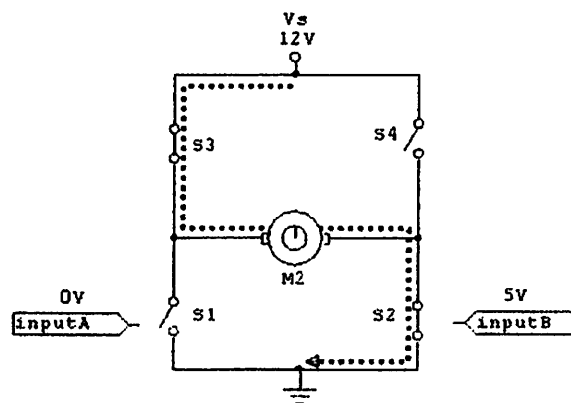


Gambar 2.22. Driver Motor DC H-Bridge

Cara kerja rangkaian H-Bridge ini dapat dijelaskan seperti berikut :

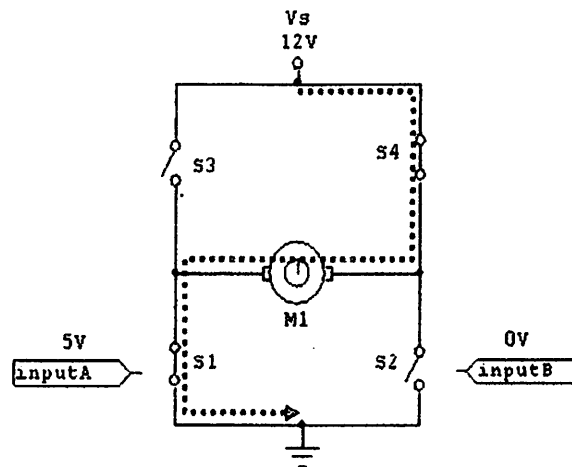
- $A=B=0$ Karena input A dan B mempunyai logika yg sama '0' (0V), maka kedua transistor TIP31 (Q1 dan Q2) tidak akan mendapat picuan pada basisnya sehingga transistor bersifat *cut-off* atau transistor bersifat seperti saklar yang terbuka. Dari rangkaian diatas terlihat pula bahwa kedua TIP32 (Q3 dan Q4) bergantung pada TIP31 dimana basis kedua TIP32 terhubung pada kolektor TIP31. Jadi, apabila tidak ada arus yang mengalir pada kolektor TIP31 maka basis TIP32 juga tidak akan terpicu akibatnya motor tidak akan berputar atau berhenti.

- $A=0$; $B=1$ Saat input A diberi logika '0' (0V) dan input B diberi logika '1' (5V) maka Q2 akan saturasi sedangkan Q1 tetap *cut-off*. Karena Q2 bersifat saturasi atau seperti saklar yang tertutup maka basis Q3 akan mendapat picuan sehingga Q3 juga bersifat saturasi. Akibatnya arus akan mengalir dgn urutan seperti berikut : $V_s - Q3 - \text{motor} - Q1 - \text{ground}$, sehingga motor akan berputar searah jarum jam.



Gambar 2.23. Motor DC Berputar Searah Jarum Jam

- $A=1$; $B=0$ Saat input A diberi logika '1' (5V) dan input B diberi logika '0' (0V) maka Q1 akan saturasi sedangkan Q2 *cut-off*. Akibatnya Q4 juga akan menjadi saturasi karena basis Q4 mendapat picuan dari Q1. Sehingga arus akan mengalir dengan urutan seperti berikut : $V_s - Q4 - \text{motor} - Q2 - \text{ground}$ dan motor akan berputar berlawanan arah jarum jam.



Gambar 2.24. Motor DC Berputar Berlawanan Arah Jarum Jam

- $A=B='1'$ Jika kedua input diberi logika '1' secara bersamaan maka akan mengakibatkan semua transistor dalam kondisi saturasi. Secara logika motor tidak akan berputar karena tidak ada beda potensial pada ujung-ujung konektornya. Namun hal ini akan menyebabkan timbulnya panas yang berlebihan pada semua transistor sehingga dapat menyebabkan kerusakan. Oleh karena itu hal ini harus dihindari.

Kelebihan Driver Motor DC Menggunakan Transistor :

- Respon transistor sangat cepat (orde mikro detik)
- Transistor dapat dikontrol dengan mudah oleh mikrokontroler atau yang lain
- Dapat menggunakan transistor daya untuk motor dengan arus besar
- Dapat mengatur daya motor dengan PWM

2.7. Diode Emisi Cahaya (Light Emitting Diode, LED)

Diode emisi cahaya atau LED dikenal juga dengan nama solid state lamp adalah merupakan piranti elektronik gabungan antara elektronik dan optic sehingga disebut sebagai piranti “Optoelektronik”.

Penggunaan LED dapat dibagi tiga kategori umum, yaitu :

- Sebagai lampu indikator.
- Untuk transmisi signal cahaya yang dimodulasikan dalam suatu jarak tertentu.
- Sebagai penggandeng rangkaian elektronik yang masing-masing terisolir secara total.



a). Bagun-fisik LED



b). symbol LED

Gambar 2.25. Bentuk Fisik Dan Konstruksi LED Beserta Simbolnya
Sumber : *Elektronika dasar(eldas)*

Bahan dasar yang digunakan untuk pembuatan LED adalah gallium (GaAsP) atau gallium phospida (Gap) yang dikotori guna memperoleh bahan semikonduktor tipe P dan N. bahan-bahan diatas akan memancarkan cahaya dengan warna yang berbeda.

Bahan GaAs memancarkan cahaya infra merah, bahan GaAsP memancarkan cahaya warna merah atau kuning sedangkan bahan GaP memancarkan cahaya merah atau hijau.

Bahan GaAs memancarkan cahaya infra merah, bahan GaAsP memancarkan cahaya warna merah atau kuning sedangkan bahan GaP memancarkan cahaya merah atau hijau.

Adapun prinsip kerja LED sebagai berikut :

Jika LED ini diberi tegangan arah maju (forward), maka electron bebas dari daerah N akan menembus sambungan dan berekombinasi dengan hole di daerah P. karena electron bebas mempunyai tenaga yang lebih tinggi maka pada saat berekombinasi tersebut dia akan melepaskan sejumlah energi yang dipancarkan dalam bentuk panas dan cahaya.

Seperti layaknya piranti elektronik lainnya LED juga mempunyai nilai atau besaran yang terbatas. Tegangan maju LED pad umumnya dibedakan atas jenis warna seperti diperlihatkan pada table 2 – 4.

Tabel 2 – 4 : Tegangan LED Yang Dibedakan Atas Warna

warna	tegangan maju
merah	1,8 V
Orange	2,0 V
Kuning	2,1 V
Hijau	2,2 V

Sumber : *Elektronika dasar(eldas)*

Sedangkan besaran arus maju untuk suatu LED yang standart adalah sekitar 20 mA, oleh karena itu dalam penggunaannya LED ini sering dihubungkan seri dengan resistor sebagai pengaman arus lebih.

Jika LED digunakan sebagai indikator cahaya dalam suatu rangkaian bolah-balik, maka biasanya LED dihubungkan secara paralel dengan dioda penyearah secara

terbalik. Untuk memperoleh ketajaman (intensitas) cahaya yang baik, harga resistor yang digunakan adalah setengah dari harga penggunaan pada rangkaian arus searah.

2.8. Resistor

Resistor merupakan komponen yang paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi rangkaian elektronik. Kegunaan utama resistor adalah sebagai penghambat arus listrik dan pembagi tegangan suatu rangkaian.

Bahan dasar resistor terbuat dari karbon yang memiliki tahanan jenis yang besar. Jenis resistor terdiri dari :

- a. Resistor yang memiliki tahanan tetap (fixed resistor).
- b. Resistor yang nilai tahanannya dapat diubah (variable resistor).
- c. Resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh cahaya (Light Dependet Resistor, LDR).
- d. Resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh temperatur (Negative Positive Temperature Coefficient, NTC/PTC).
- e. Resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh tegangan (Voltage Dependet Resistor, VDR).

Pada bab ini kami hanya membahas tahanan yang mempunyai tahanan tetap dan tahanan yang dapat diubah. Satuan untuk resistor adalah Ohm disingkat menjadi (Ω). Nilai tahanan karbon ditentukan oleh gelang-gelang warna yang ditetapkan oleh suatu aturan. Berikut ini dijelaskan nilai-nilai tiap kode warna yang ditulis dalam tabel.

2.8. Resistor



Resistor merupakan komponen yang paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi rangkaian elektronik. Kegunaan utama resistor adalah sebagai penghambat arus listrik dan pembagi tegangan suatu rangkaian.











Bahan dasar resistor terbuat dari karbon yang memiliki tahanan jenis yang besar. Jenis resistor terdiri dari :

- a. Resistor yang memiliki tahanan tetap (fixed resistor).
- b. Resistor yang nilai tahanannya dapat diubah (variable resistor).
- c. Resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh cahaya (Light Dependet Resistor, LDR).
- d. Resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh temperatur (Negative Positive Temperature Coefficient, NTC/PTC).
- e. Resistor yang nilai tahanannya dipengaruhi oleh tegangan (Voltage Dependet Resistor, VDR).

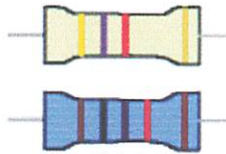
Pada bab ini kami hanya membahas tahanan yang mempunyai tahanan tetap dan tahanan yang dapat diubah. Satuan untuk resistor adalah Ohm disingkat menjadi (Ω). Nilai tahanan karbon ditentukan oleh gelang-gelang warna yang ditetapkan oleh suatu aturan. Berikut ini dijelaskan nilai-nilai tiap kode warna yang ditulis dalam tabel.

Tabel 2 – 5 : Daftar Nilai Kode Warna Resistor

Kode warna	Gelang I	Gelang II	Gelang III	Gelang IV (Toleransi)
 Hitam	0	0	-	0%
 Coklat	1	1	00	1%

	Merah	2	2	000	2%
	Jingga	3	3	0000	3%
	Kuning	4	4	00000	4%
	Hijau	5	5	000000	
	Biru	6	6	0000000	6%
	Ungu	7	7	00000000	7%
	Abu-abu	8	8	000000000	8%
	Putih	9	9	0000000000	9%
	Emas	-	0,1	0,1	5%
	Perak	-	0,01	0,01	10%
	Tak berwarna	-	-	-	20%

Sumber : *Elektronika dasar(eldas)*



Gambar 2.26. Contoh Resistor
Sumber : *Elektronika dasar(eldas)*

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 anda telah bisa menentukan mana gelang yang pertama selanjutnya adalah membaca nilai resistansinya. (Jayadin, Ahmad, 2007)

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.

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-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-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 gelangya 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 100W5W.

2.9. Kapasitor

Kapasitor adalah salah satu komponen elektronik pasif yang berfungsi sebagai penyimpan muatan listrik, satuan kapasitor adalah Farad dimana 1 Farad dapat didefinisikan sebagai “Banyaknya muatan yang tersimpan dalam sebuah kapasitor tersebut apabila terpasang pada tegangan 1 Volt selama periode 1 detik”

Satuan-satuan lain kapasitor yang umum dipakai adalah :

$$\mu\text{F} = 10^{-6} \text{ Farad}$$

$$\text{nF} = 10^{-9} \text{ Farad}$$

$$\text{pF} = 10^{-10} \text{ Farad}$$

Kegunaan kapasitor antara lain :

- a. Meratakan arus listrik dari power supply.
- b. Menahan arus listrik DC.
- c. Meneruskan arus listrik AC.

Didalam kapasitor terdiri dari dua buah pelat dimana ditengahnya dipasang dielektrikum yang berfungsi untuk menyimpan muatan. Bahan dielektrikum dapat terbuat dari elektrik, maka, kertas, keramik dan mylar.

2.9. Kapasitor

Kapasitor adalah salah satu komponen elektronik pasif yang berfungsi sebagai penyimpan muatan listrik, satuan kapasitor adalah Farad dimana 1 Farad dapat didefinisikan sebagai “Banyaknya muatan yang tersimpan dalam sebuah kapasitor tersebut apabila terpasang pada tegangan 1 Volt selama periode 1 detik”

Satuan-satuan lain kapasitor yang umum dipakai adalah :

$$\mu\text{F} = 10^{-6} \text{ Farad}$$

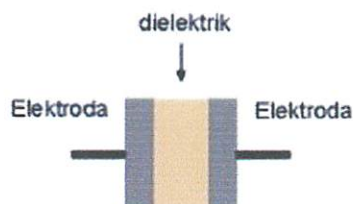
$$\text{nF} = 10^{-9} \text{ Farad}$$

$$\text{pF} = 10^{-10} \text{ Farad}$$

Kegunaan kapasitor antara lain :

- Meratakan arus listrik dari power supply.
- Menahan arus listrik DC.
- Meneruskan arus listrik AC.

Didalam kapasitor terdiri dari dua buah pelat dimana ditengahnya dipasang dielektrikum yang berfungsi untuk menyimpan muatan. Bahan dielektrikum dapat terbuat dari elektrik, maka, kertas, keramik dan mylar.



Gambar 2.27. Prinsip Dasar Resistor
Sumber : *Elektronika dasar(eldas)*

(Jayadin, Ahmad, 2007)

2.10. Saklar

Saklar adalah sebuah komponen manual yang terdiri dari mekanis yang dapat digunakan untuk menghubungkan arus listrik sebagai masukan pada suatu rangkaian. Saklar-saklar mekanis diklasifikasikan menurut jumlah kutub dan arah serta kemampuan hantar arus kontak-kontaknya.

Macam-macam saklar manual :

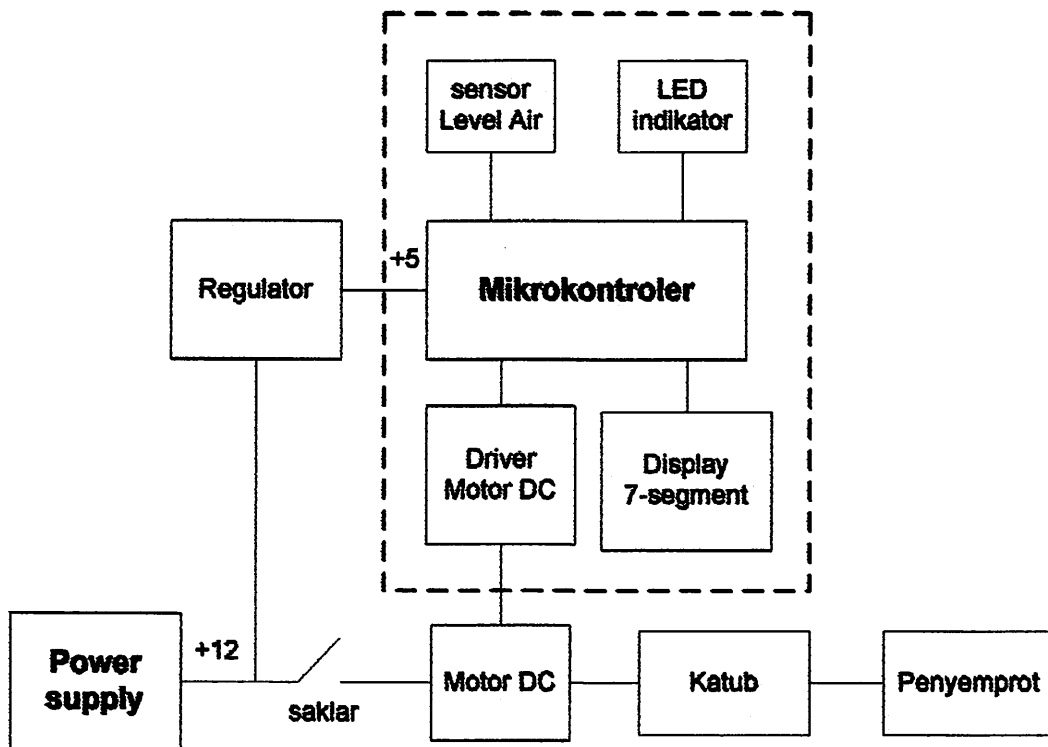
- a. SPST (Single Pole Single Throw) mempunyai satu kutub dan satu arah hubung.
- b. SPDT (Single Pole Double Throw) mempunyai satu kutub dan dua arah hubung.
- c. DPST (Double Pole Single Throw) mempunyai dua kutub dan satu arah hubung.
- d. DPDT (Double Pole Double Throw) mempunyai dua kutub dan dua arah hubung.
- e. TPST (Three Pole Single Throw) mempunyai tiga kutub dan satu arah hubung.
- f. TPDT (Tree Pole Double Throw) mempunyai tiga kutub dan dua arah hubung.
- g. Saklar Rotari, mempunya satu kutub atau lebih dengan arah hubung lebih dari satu.
- h. Push Button Switch atau tombol tekan adalah suatu saklar yang pengoperasiannya diaktifkan dengan tekanan.

Macam-macam saklar diatas diklasifikasikan pemakaiannya adalah untuk control manual, tidak digunakan untuk suatu system automatisasi rangkaian. Untuk sistem automatisasi rangkaian dipakai saklar yang konstruksinya dipilih atas dasar fungsi apa yang dikontrol. (Budi,Wahyu Setia, 2007)

BAB III
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Diagram Blok Rangkaian

Setiap pembuatan alat dibutuhkan perencanaan dan rancangan rangkaian tiap bagian (blok) yang sangat dibutuhkan agar bagian rangkaian satu dengan yang lain dapat dihubungkan menjadi rangkaian terpadu seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.1. Diagram Blok Rangkaian

Penjelasan dari masing – masing blok adalah sebagai berikut :

1. *Accumulator* sebagai sumber listrik untuk menggerakkan sistem dan motor.
2. Regulator tegangan sebagai penurun tegangan *accumulator* dari 12 Volt menjadi 5 Volt pada tegangan sistem untuk mensuplay rangkaian Mikrokontroller .
3. Motor DC adalah sebagai penyedot air untuk selanjutnya disemprotkan keluar
4. Mikrokontroller AT89S51 sebagai pengelola data dari keseluruhan sistem. Mikrokontroller ini mempunyai internal Rom 4 Kbyt, 4 port I/O 8 bit dan bekerja dengan tegangan suplay 5 Volt.
5. Rangkaian driver berfungsi sebagai penguat arus pengeluan sistem mikrokontroller AT89S51, sehingga dapat menggerakkan motor DC.
6. display tegangan pada accumulator sebagai alat penanda dan untuk mengetahui pengosongan yang terdapat pada *accumulator*.
7. seven segment sebagai idikator penanda tampilan pengosongan pada *accumulator*.
8. Sensor level air sebagai alat pengukur ketinggian air.
9. LED indicator sebagai lampu penanda yang dihubungkan dengan Sensor level air.
10. Katub sebagai alat pembuka dan penutup saluran air.

Prinsip kerja :

Mula – mula tekan tombol ON maka lampu indikator yang ada pada mikrokontroler akan menyala yang menandakan bahwa mikrokontroler tersebut telah bekerja, setelah itu mikrokontroler akan menghidupkan motor DC untuk bekerja menyedot air untuk selanjutnya disemprotkan.

Didalam tangki terdapat sensor level air yang digunakan untuk menandakan apakah air yang terdapat didalam tangki masih penuh atau hampir habis, LED indikator akan mati semua bila air menyentuh sensor level air yang berada di dalam tangki sehingga saat air tidak menyentuh tiap sensor level air dan air juga tidak menyentuh sensor level air batas bawah dan LED indikator akan hidup semuanya menandakan bahwa sebentar lagi air akan habis dan memberi perintah pada mikrokontroler untuk mematikan motor.

Bila pada waktu penyemprotan motor DC tiba – tiba berhenti bekerja maka kemungkinannya adalah accumulator telah habis dalam melakukan penyuplaian dan tidak dapat menyuplai motor DC untuk bekerja melakukan penyemprotan air keluar dari dalam tangki. Untuk dapat mengetahui apakah memang accumulator telah habis dan tidak dapat lagi menyuplai mikrokontroler dalam menggerakkan motor DC kita dapat melihatnya pada display seven segment sebagai display pengosongan *accumulator* yang telah bekerja mulai awal rangkaian dihidupkan dan accu mensuplay semua komponen yang bekerja. Untuk mengetahui apakah accumulator telah habis atau kah masih ada, dapat di lihat dibawah tangki apakah display seven segmen masih menunjukkan angka selain “00” untuk dapat digunakan dan mensuplay motor DC dan rangkaian mikrokontroller juga komponen lain, ataukah menunjukkan

angka "00" maka tandanya *accumukator* yang dipakai untuk menyuplai motor DC dan rangkaian mikrokontroller sudah habis terpakai.

3.2. Perencanaan Port Mikrokontroler AT89S51.

Dalam hal ini perencanaan port pada minimum sistem AT89S51 adalah sebagai berikut :

1. EA/Vpp

Dihubungkan dengan sumber +5 Volt

2. Port 0

Merupakan Bus alamat rendah. Alamat P0.0 – P0.7 digunakan sebagai *display running led* dan digunakan sebagai data input dari display pengosongan *accumulator*.

3. Port 2

Alamat pada P2.0 dan P2.1 digunakan untuk data inputan dari sensor level air.

4. RST (*reset*)

Sebagai input reset master AT89S51.

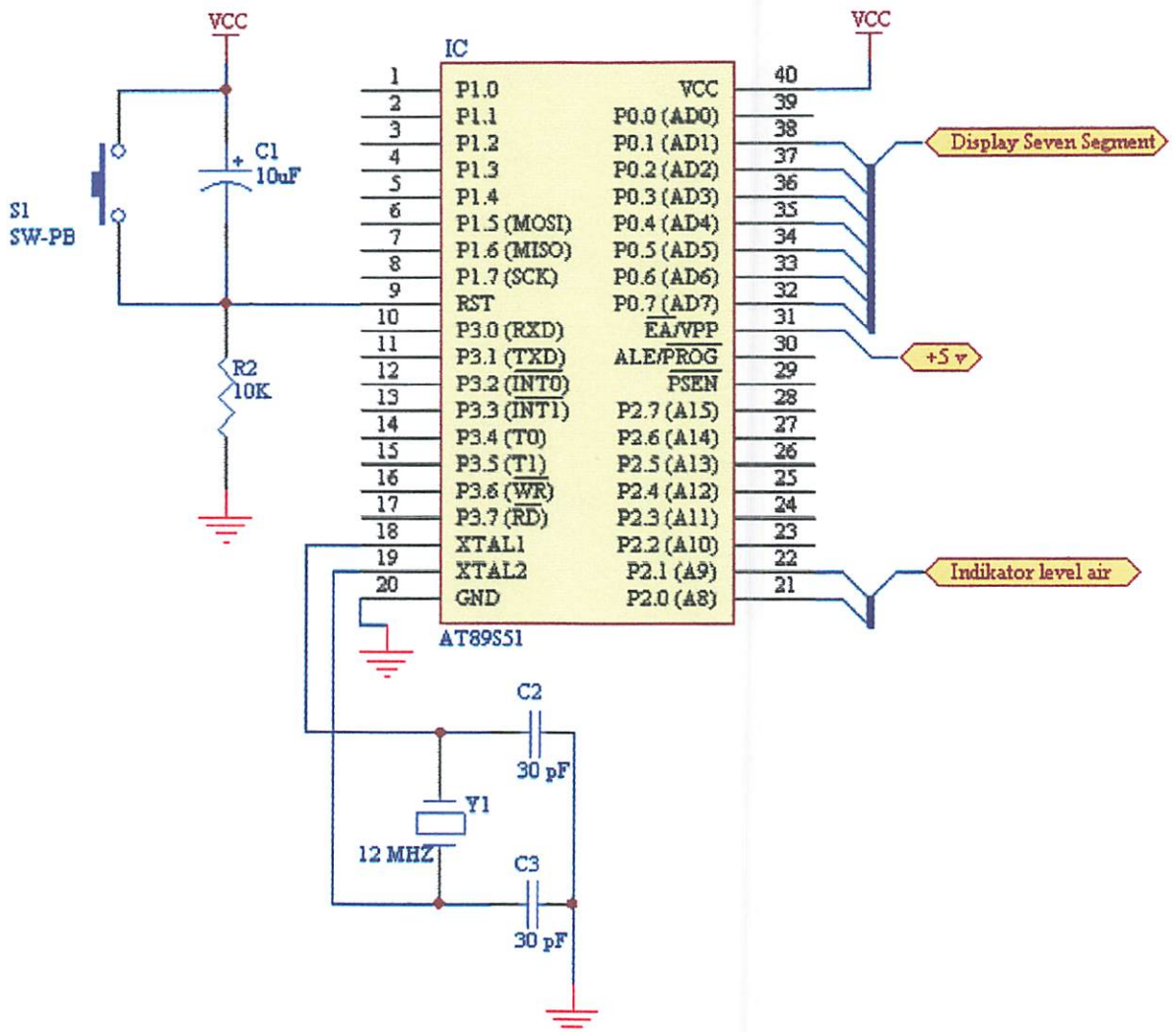
5. X1 dan X2

Dihubungkan dengan rangkaian *clock minimum system*.

6. GND (*Ground*)

Dihubungkan dengan negatif dari *suplay* tegangan.

7. ALE/Prog dan PSEN



Gambar 3.2. Rangkaian Schematic Minimum Sistem Mikrokontroler AT89S51

3.2.1. Rangkaian Reset.

Rangkaian *reset* bertujuan agar mikrokontroler dapat melakukan proses dari awal jika terjadi kerancuan yang diakibatkan oleh banyak hal, seperti kelebihan arus, perubahan tegangan, dan lain – lain. Rangkaian *reset* untuk mikrokontroler AT89S51 direncanakan agar mempunyai kemampuan *power on reset* yaitu *reset* yang terjadi

perubahan tegangan, dan lain – lain. Rangkaian *reset* untuk mikrokontroler AT89S51 direncanakan agar mempunyai kemampuan *power on reset* yaitu *reset* yang terjadi ketika sistem dinyalakan untuk pertama kali. Perencanaan rangkaian *reset* adalah sebagai berikut:

Diketahui $V_{ih}(\text{min}) = 2,5 \text{ Volt}$, $I_h(\text{min}) = 500 \text{ uA}$, $t(\text{min}) = 100\text{ms}$

Maka :

$$\begin{aligned} R(\text{min}) &= \frac{V_{ih}}{I_h} \\ &= \frac{2,5}{5 \times 10^{-4}} \\ &= 5 \times 10^{-4} \text{ Ohm} \end{aligned}$$

dan

$$\begin{aligned} t(\text{min}) &= 5 \times C \times R \\ C &= \frac{10^{-4}}{5 \times 5 \times 10^{-4}} \\ &= 4 \mu\text{F} \end{aligned}$$

Karena resistor 5 Kohm dan kapasitor 4 μF tidak ada, maka untuk R dipilih 10 Kohm dan C dipilih 10 μF . Gambar dari rangkaian *reset* adalah sebagai berikut:

ketika sistem dinyalakan untuk pertama kali. Perencanaan rangkaian *reset* adalah sebagai berikut:

Diketahui $V_{ih}(\text{min}) = 2,5 \text{ Volt}$, $I_h(\text{min}) = 500 \text{ uA}$, $t(\text{min}) = 100\text{ms}$

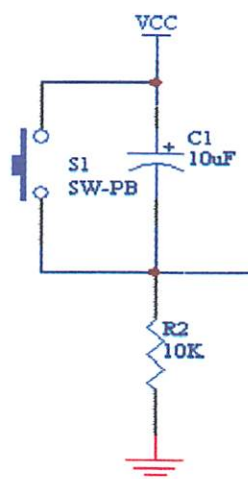
Maka :

$$\begin{aligned} R(\text{min}) &= \frac{V_{ih}}{I_h} \\ &= \frac{2,5}{5 \times 10^{-4}} \\ &= 5 \times 10^{-4} \text{ Ohm} \end{aligned}$$

dan

$$\begin{aligned} t(\text{min}) &= 5 \times C \times R \\ C &= \frac{10^{-4}}{5 \times 5 \times 10^{-4}} \\ &= 4 \text{ } \mu\text{F} \end{aligned}$$

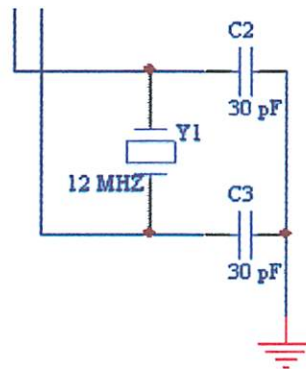
Karena resistor 5 Kohm dan kapasitor 4 μF tidak ada, maka untuk R dipilih 10 Kohm dan C dipilih 10 μF . Gambar dari rangkaian *reset* adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3. Rangkaian *Reset*

3.2.2. Rangkaian *Clock*.

Mikrokontroler AT89S51 ini memiliki internal *clock generator* yang berfungsi sebagai sumber *clock*, tetapi masih memerlukan rangkaian tambahan untuk membangkitkan *clock* tersebut. Rangkaian ini terdiri dari dua kapasitor dan sebuah kristal 12 Mhz. C1 dan C2 yang memiliki besaran 30pF – 50pF untuk keramik *resonator*. Dalam perencanaan rangkaian mikrikontroler digunakan kapasitor 30pF.



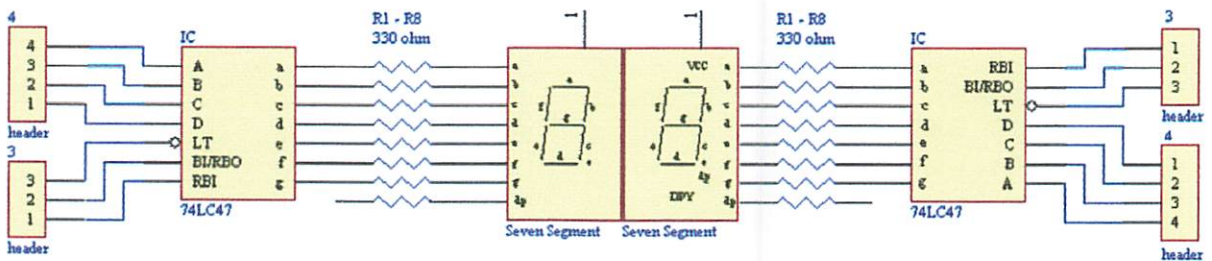
Gambar 3.4. Rangkaian *Clock*

3.3. Display Pengosongan Pada *Accumulator*

Pada alat penyemprot hama ini menggunakan display pengosongan pada *accumulator* agar dapat mengetahui *accumulator* apakah telah habis ataukah masih ada dan dapat dilihat pada display seven segment sebagai indicator pengosongan pada *accumulator* yang telah terpasang dibawah tangki

Untuk dapat mengetahui apakah memang *accumulator* telah habis dan tidak dapat lagi menyuplai mikrokontroler dalam menggerakkan motor DC kita dapat melihatnya pada display seven segment sebagai display pengosongan *accumulator* yang telah bekerja mulai awal rangkaian dihidupkan dan accu mensuplay semua

komponen yang bekerja. Untuk mengetahui apakah accumulator telah habis ataukah masih ada, dapat di lihat dibawah tangki apakah display seven segmen masih menunjukkan angka selain “00” untuk dapat digunakan dan mensuplay motor DC dan rangkaian mikrokontroller juga komponen lain, ataukah menunjukkan angka “00” maka tandanya *accumukator* yang dipakai untuk menyuplai motor DC dan rangkaian mikrokontroller sudah habis terpakai.



Gambar 3.5. Rangkaian Indikator Pengosongan Tegangan Pada *Accumulator*

3.4. Driver Sensor Level Air

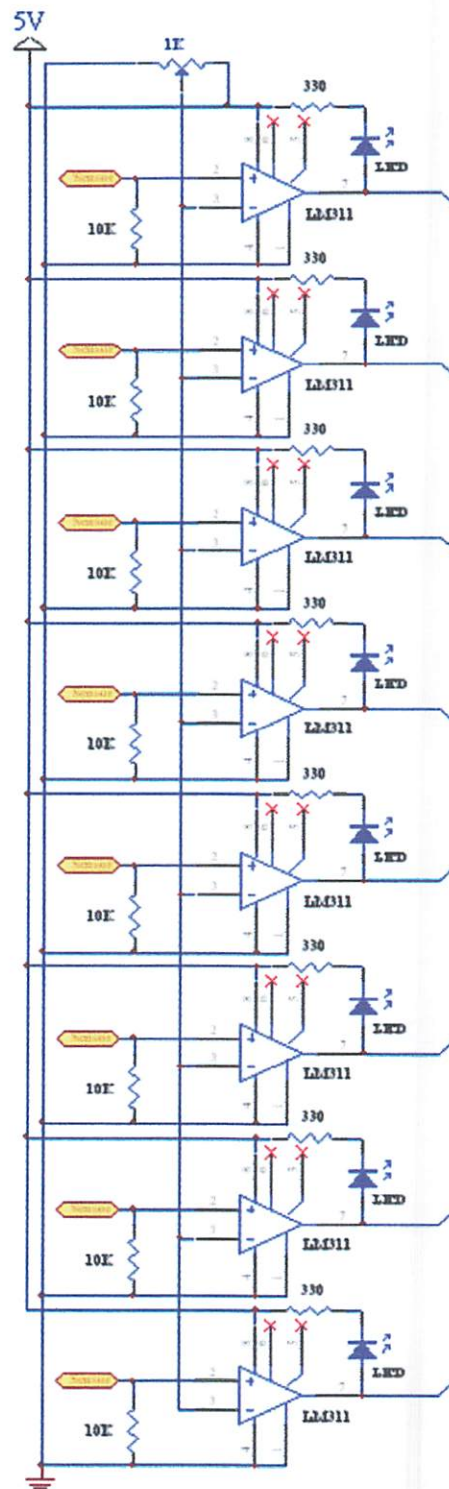
Rangkaian driver sensor level air ini menggunakan IC LM311 yang termasuk single komparator Operational Amplifier atau yang biasa disebut Op-Amp dapat digunakan sebagai rangkaian detektor, atau komparator tanpa umpan balik. Karena sifatnya open loop, maka keluarannya hanyalah +Vsat atau -Vsat saja, mirip jawaban "ya" atau "tidak". jadi Ic LM311 disini digunakan untuk detector yang keluarannya dihubungkan pada led untuk mengetahui level air yang berada didalam tangki. Membuat sensor ini sangat mudah, karena kita hanya meletakkan header atau plat

3.4. Driver Sensor Level Air

Rangkaian driver sensor level air ini menggunakan IC LM311 yang termasuk single komparator Operational Amplifier atau yang biasa disebut Op-Amp dapat digunakan sebagai rangkaian detektor, atau komparator tanpa umpan balik. Karena sifatnya open loop, maka keluarannya hanyalah +Vsat atau -Vsat saja, mirip jawaban "ya" atau "tidak". Jadi IC LM311 disini digunakan untuk detector yang keluarannya dihubungkan pada led untuk mengetahui level air yang berada didalam tangki. Membuat sensor ini sangat mudah, karena kita hanya meletakkan header atau plat besi yang mampu menghantarkan arus listrik dengan jarak yang berbeda - beda yang dihubungkan ke driver sensor level air.

Sehingga pada saat air mengenai plat maka led sebagai indikator pada driver akan mati maka akan menghubungkan suatu aliran tegangan sehingga led akan aktif untuk menggerakkan motorDC. Jika header tidak mengenai air sebaliknya maka led indikator akan hidup, dan juga akan menghubungkan suatu aliran tegangan pada driver sensor level air led akan hidup yang akan menghubungkan pada mikrokontroller untuk memerintahkan mematikan motorDC .

Bila plat besi tidak menyentuh air maka sensor level air tidak akan bekerja sehingga tegangan tidak dapat mengalir dan led - led akan hidup karena aktif *low* sebagai indikator air batas bawah sudah habis dan menghentikan gerakan motor DC untuk menyemprotkan air. Secara umum ini dapat di kelompokkan dengan saklar karena sifatnya hanyalah memutus arus jika tidak terkena air dan menyambungkan arus jika terkena air.

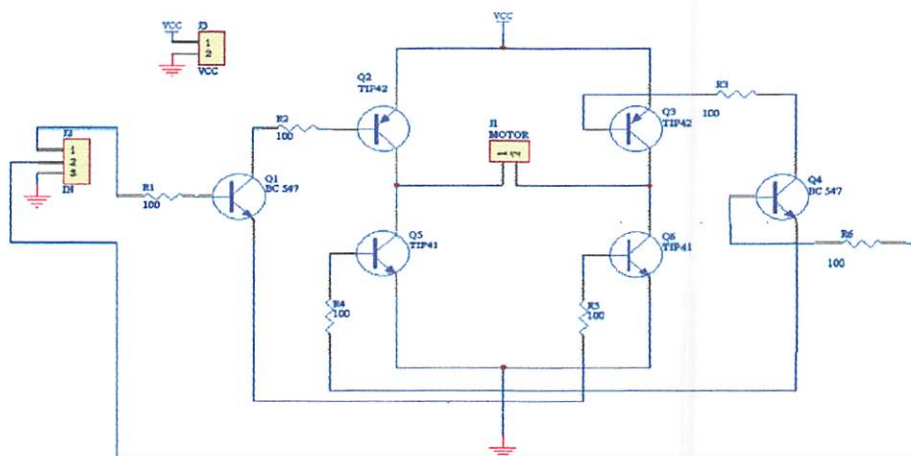


Gambar 3.6. Rangkaian Sensor Level Air

3.5. Perencanaan Rangkaian Driver Motor.

Rangkaian driver motor ini biasa disebut dengan *H – bridge* , rangkaian ini dapat menggerakkan 2 motor DC dengan 6 buah transistor 4 diantaranya sebagai saklar dan 2 diantaranya sebagai pengaktif ke empat transistor tersebut.. Transistor driver yang digunakan adalah tipe BC547C yang mempunyai β_{dc} 420 dan TIP 41 juga TIP 42.

Sebagai rangkaian motor DC, rangkaian ini dapat memutar arah motor DC dengan cara mengaktifkan salah satu dari 2 transistor pengaktif. Supaya 2 transistor tersebut aktif maka diberikan data TTL dari controller yang dipakai. Sebagai catatan rangkaian *H – bridge* ini tidak boleh mendapatkan data atau inputan di transistor pengaktif “1” / (aktif) jika keduanya aktif maka arus akan mengalir melalui transistor scalar, namun jika keduanya aktif maka tidak ada beda potensial yang dapat memutar / menggerakkan motor sehingga motor tidak bergerak namun arus tetap mengalir dan dapat menyebabkan panas di transistor penggerak atau saklar, bahkan dapat mengakibatkan transistor rusak.



Gambar 3.7. Rangkaian *Driver*

3.6. Power Supply

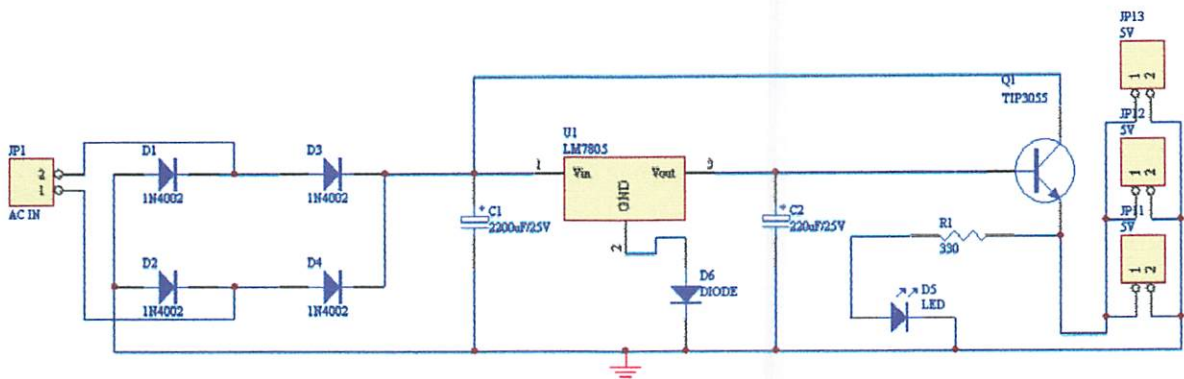
Dalam pembuatan hardware mikrokontroler, driver motor DC, dibutuhkan supply tegangan 5 Volt, maka dibutuhkan IC regulator L7805CV.

Rangkaian power supply yang digunakan untuk memberi supply tegangan mikrokontroller harus stabil, dan mempunyai arus yang cukup untuk mensupply mikrokontroller sehingga tidak terjadi drop tegangan saat mikrokontroller dioperasikan.

Mikrokontroller membutuhkan sebuah tegangan supply tunggal sebesar +5 Volt.. Pemilihan *accumulator* ini karena bentuk fisiknya yang relatif kecil sehingga tidak terlalu membebani daya dari motor penggerak, disamping itu *accumulator* ini mempunyai kapasitas daya yang cukup untuk mensupply rangkaian secara keseluruhan.

Tegangan yang digunakan untuk mensupply mikrokontroller diambilkan dari batere yang terpasang pada dibawah tangki . Supaya tegangan dari batere tersebut sesuai dengan tegangan kerja dari mikrokontroller, maka perlu diberikan rangkaian regulator tegangan yang berfungsi menurunkan tegangan dari *accumulator* dari 12 Volt menjadi 5 Volt. Regulator tegangan yang digunakan disini adalah dengan menggunakan IC 7805, seperti yang terlihat pada gambar 3.8.

IC 7805 mempunyai arus keluaran maksimal sampai 1 Ampere sehingga cukup untuk memberi supply pada mikrokontroller tanpa diberi rangkaian buffer arus lagi. Pemasangan kapasitor filter juga perlu dilakukan, karena biasanya supply yang berasal dari *accumulator* mendapatkan noise dari rangkaian motor.



Gambar 3.8. Rangkaian Regulator Untuk Mikrokontroller

Dalam perancangannya grounding dan pengawatan serta filter dari rangkaian eksternal dari mikrokontroller harus baik untuk menghindari noise yang masuk ke kaki-kaki mikrokontroller terutama kaki mikrokontroller yang digunakan sebagai clock. Noise yang disebabkan oleh ripple tegangan power supply akan sangat mengganggu kestabilan pembangkitan frekwensi clock, karena ketidakstabilan dari rangkaian ini akan menu-runkan performa mikrokontroller dan rangkaian secara keseluruhan, yang mana imbasnya akan juga mengurangi performa dari robot

Untuk Power Supply digunakan 1 buah *accumulator* (aki kering), memiliki nilai nominal 12V. Nilai tegangan ini untuk men-supply motor DC yang digunakan. Sedangkan untuk rangkaian kontrolnya ditambah dengan rangkaian regulator supaya menghasilkan nilai tegangan +5 volt. Design rangkaian regulator diharapkan dapat memisahkan ground antara rangkaian driver motor dan rangkaian kontrolnya. Hal ini dimaksudkan supaya arus balik dari motor tidak mengganggu kinerja dari rangkaian kontrol, dimana arus balik ini dapat menyebabkan mikrokontroler menjadi "hang".

3.7. Kapasitas *Accumulator*

Dalam memilih *accumulator* sebagai sumber daya listrik untuk tugas tertentu, banyak factor yang harus dipertimbangkan. Apakah *accumulator* portabel atau stasioner, ukuran, berat dan aplikasinya. Spesifikasi listrik menunjukkan bahwa tegangan sistem menentukan jumlah sel dalam *accumulator* dan waktu serta arus pengisian menentukan kapasitasnya. Kapasitas *accumulator* dinyatakan dalam amper jam atau *amper hour* (Ah) atau wattjam (Wh). Untuk *Ampere hour* (Ah), arus dalam ampere dan waktu pengisian dalam jam. Sebuah *accumulator* dengan kapasitas 100 Ah pada harga 10 jam dapat menyediakan 10 A untuk 10 jam. Pengosongan yang melebihi 10 A, kapasitas *accumulator* yang disediakan akan kurang dari 100 Ah.

Hasil dari tegangan rata – rata pengosongan dan kapasitas ampere jam akan memberikan kapasitas watt perjam dari sebuah *accumulator*. Misalnya sebuah baterai dengan kapasitas nominal 100 Ampere jam. Pada pengosongan selama 10 jam harga tegangan pengosongan persel adalah 1,94 Volt, maka haraga kapasitas watt jamnya adalah $100 \times 1,94$ atau 1,94 watt jam persel. Untuk nominal watt jam biasanya diambil 2 volt persel untuk tegangan rata – rata. *Accumulator* pada alat ini sangat vital kegunaannya yaitu sebagai sumber utama penyimpanan energi listrik yang digunakan untuk sumber penggerak rangkaian control dan motor DC.

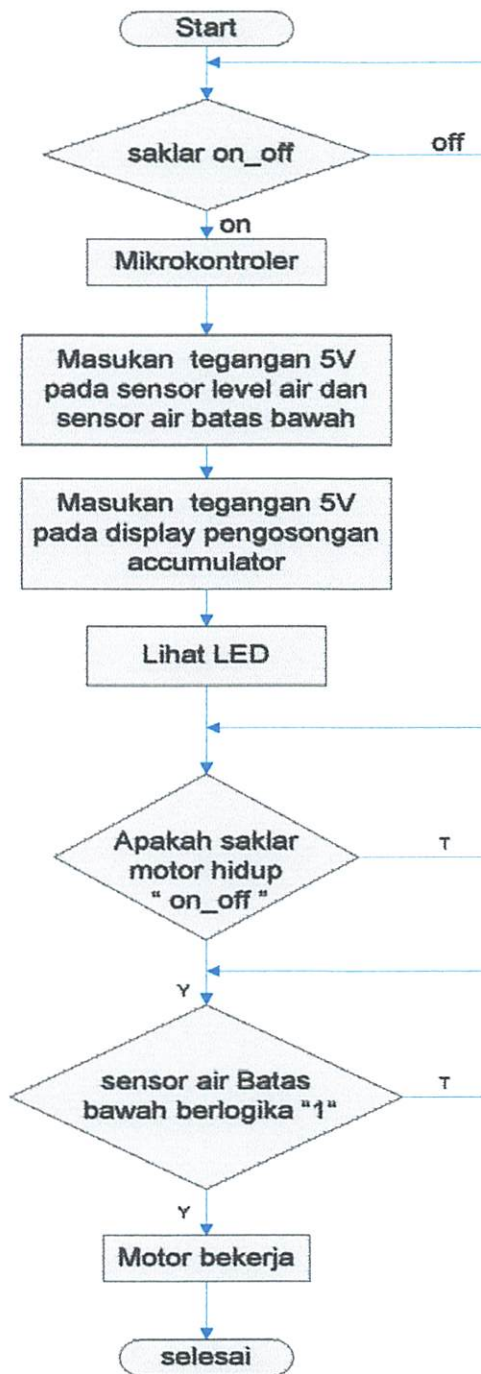
Contoh *accumulator* yang biasa digunakan pada sepeda motor

Merk : YUASA

Tegangan : 12 Volt

Kapasitas : 7 Ah

3.8. Perencanaan Perangkat Lunak



Gambar 3.9. Flow Chart Perangkat Lunak

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

4.1. Prinsip Kerja Alat

Alat ini bekerja menurut sensor level air dan display pengosongan *accumulator* yang diproses oleh mikrokontroler AT89S51. sebagai sensor untuk penggerak awal motor DC pada saat pengoperasian alat adalah sensor level air yang terpasang paling bawah dari susunan sensor level air agar supaya pada saat air masih penuh atau permukaan air berada diatas sensor level air batas bawah maka sensor level air berlogika “1” atau high dan memberi perintah pada mikrokontroller supaya motor DC bekerja.

Sedangkan pada saat permukaan air berada dibawah sensor level air batas bawah maka indikator ini berlogika “0” sehingga akan memberi perintah mikrokontroller supaya motor berhenti bekerja. Akan tetapi pada saat proses bekerjanya alat dengan waktu yang cukup lama telah digunakan untuk penyemprotan air, display pengosongan *accumulator* bekerja pada saat awal rangkaian dihidupkan untuk itulah kita dapat mengetahui *accumulator* sudah habis dalam melakukan penyuplaian dan tidak dapat menyuplai motor DC untuk bekerja melakukan penyemprotan air keluar dari dalam tangki ataukah masih dapat.

Untuk dapat mengetahui apakah memang *accumulator* telah habis dan tidak dapat lagi menyuplai mikrokontroller dalam menggerakkan motor DC kita dapat melihatnya pada display seven segmen yang terdapat dibawah tangki.

Dalam rangkaian pengujian alat tersebut, pada bab ini akan diuraikan sejumlah pengukuran dan percobaan yang dilakukan untuk mengetahui kerja alat tersebut secara keseluruhan. Bagian – bagian yang diuji adalah :

1. Pengujian indikator pengosongan tegangan pada accumulator.
2. Pengujian sensor level air.
3. Pengujian driver motor DC.
4. Pengujian power supply.
5. Pengujian software.

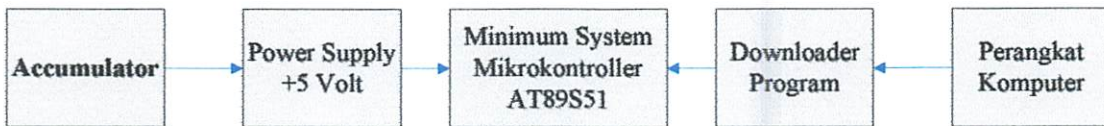
4.2. Pengujian Mikrokontroler AT89S51

Tujuan :

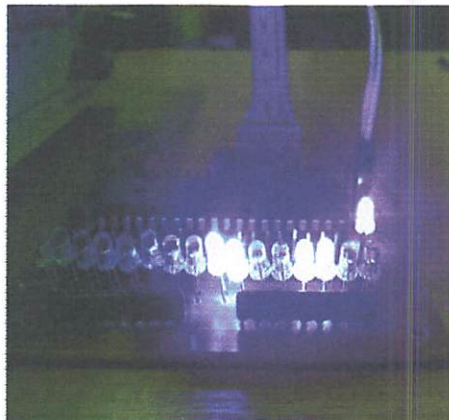
- Untuk mengetahui kondisi awal mikrokontroler apakah sesuai dengan rangkaian dan program yang dirancang.

Peralatan :

1. *Minimum system* mikrokontroler AT89S51
2. *Regulator* +5 volt (IC LM7805)
3. *Perangkat Komputer*
4. *Downloader Program*
5. *Program editor* menggunakan M-IDE Studio for MCS-51

Prosedur :**Gambar 4.1.** Rangkaian Pengujian Mikrokontroller AT89S51

1. Merangkai rangkaian seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1
2. Mengetik program pengujian mikrokontroller pada Port P0 dengan memberikan inputan data 033h dan 0CCh dengan masing-masing *delay* 1 detik. Program pengujian ditulis dengan menggunakan assembler
3. Compile program dengan *compiler* yang sudah terdapat pada M-IDE Studio for MCS-51 Men-*download* program ke mikrokontroller
4. Mengamati perubahan data pada Port P0 dengan melihat LED indikator pada Port P0
5. Mencatat hasil pengamatan pada tabel
6. Berikut ini adalah gambar hasil pengujian :

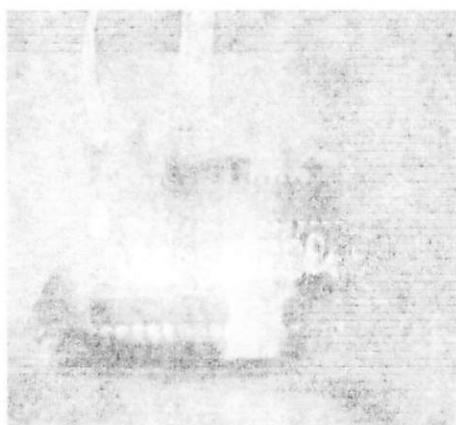
**Gambar 4.2.** Pengujian Mikrokontroller pada Port P0 dengan Diberikan Data 33h

Prosedur :

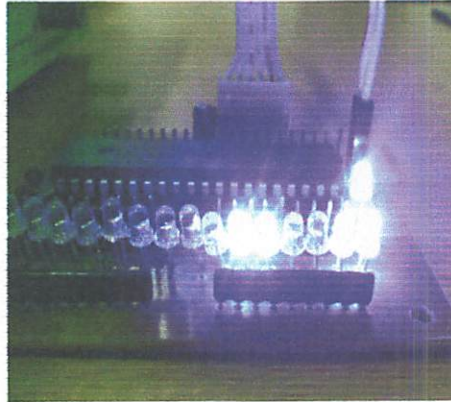


Gambar 4.1. Rangkaian Pengujian Mikrokontroler AT89C51

1. Menentukan rangkaian seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1
2. Mengedit program pengujian mikrokontroler pada Port P0 dengan memberikan inputan data 033h dan 0CCh dengan masing-masing delay 1 detik. Program pengujian ditulis dengan menggunakan assembler.
3. Compile program dengan *owpwlw* yang sudah terdapat pada M-IDE studio for MC-51 *Min-owpwlw* program ke mikrokontroler.
4. Mengganti persalihan data pada Port P0 dengan melihat LED indikator pada Port P0.
5. Menonton hasil pengamatan pada tabel.
6. Berikut ini adalah gambar hasil pengujian :



Gambar 4.2. Pengujian Mikrokontroler pada Port P0 dengan Diberikan Data 33h



Gambar 4.3. Pengujian Mikrokontroller pada Port P0 dengan Diberikan Data CCh

Dari kedua gambar hasil pengujian di atas, maka didapat data pada tabel di bawah ini :

Tabel 4 – 1 : Hasil Pengujian Mikrokontroller AT89S51

Kondisi	LED								Hexadecimal
	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
1	0	0	1	1	0	0	1	1	33h
2	1	1	0	0	1	1	0	0	CCh

Dari gambar dan tabel hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa pengujian mikrokontroller telah sesuai prosedur, dimana dapat dibuktikan bahwa LED indikator yang menyala pada Port P0 mikrokontroller sesuai dengan program yang ditulis pada M-IDE Studio for MCS – 51, yaitu kondisi pertama Port P.0, Port P.1, Port P.4, Port P.5 berlogika high, dari kondisi tersebut data hexadecimal yang diperoleh adalah 33h (sesuai program yang dirancang) dan pada kondisi kedua Port P.2, Port P.3, Port P.6,



Gambar 4.3. Pengujian Mikrokontroler pada Port P0 dengan Diberikan Data CCH

Dari kedua gambar hasil pengujian di atas, maka didapat data pada tabel di

bawah ini :

Tabel 4 – 1 : Hasil Pengujian Mikrokontroler AT89C51

Hexadecimal	LED								Kondisi
	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	
33H	1	1	0	0	1	1	0	0	1
CCH	0	0	1	1	0	0	1	1	0

Dari gambar dan tabel hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa pengujian mikrokontroler telah sesuai prosedur, dimana dapat dibuktikan bahwa LED indikator yang menyala pada Port P0 mikrokontroler sesuai dengan program yang ditulis pada M-IDE Studio for MCS – 51, yaitu kondisi pertama Port P.0, Port P.1, Port P.4, Port P.5, port P.6, dan kondisi tersebut data hexadecimal yang diperoleh adalah 33H (sesuai program yang dirancang) dan pada kondisi kedua Port P.2, Port P.3, Port P.6,

Port P.7 berlogika high, dari kondisi tersebut data hexadecimal yang diperoleh adalah CCh (sesuai program yang dirancang).

Keterangan :

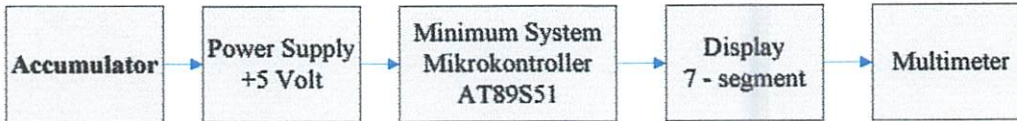
- Logika 1 : Indikator LED menyala
- Logika 0 : Indikator LED mati

4.3. Pengujian Display Pengosongan Pada Accumulator

Tujuan pengujian display pengosongan accumulator ini adalah untuk mengetahui apakah display pengosongan accumulator telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan, yaitu sebagai indikator pengosongan pada accumulator yang telah diset didalam mikrokontroller.

Rangkaian pengujian indikator ini dapat dilihat pada gambar 4.4, dari gambar tersebut dapat kita ketahui bahwa komponen yang kita pakai menguji Indikator adalah sebagai berikut :

- Minimum *system* mikrokontroller AT89S51
- *Regulator* +5 volt (IC LM7805)
- Perangkat Komputer
- *Downloader* Program
- Program *editor* menggunakan M-IDE Studio for MCS-51
- Multimeter digital
- Rangkaian display seven segment

Prosedur :

Gambar 4.4. Rangkaian display Pengosongan pada accumulator

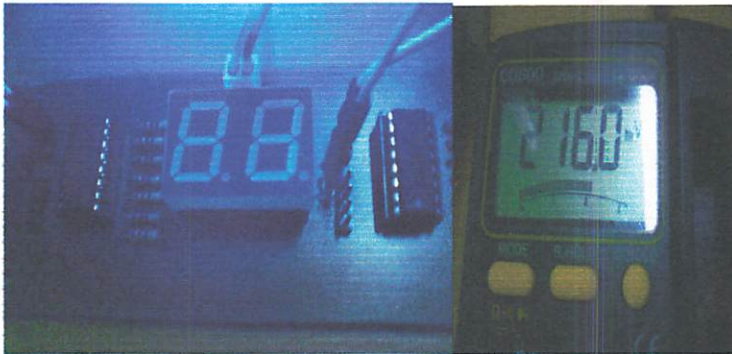
Langkah – langkah pengujian adalah sebagai berikut :

Untuk display pengosongan pada accumulator ;

- Mengatur saklar multimeter pada posisi ohm meter. Apakah multimeter ada fasilitas buzzer maka dapat digunakan supaya pengujian ini lebih muda.
- Menghubungkan multimeter dengan display pengosongan accumulator.
- Mengamati dan mencatat hasil pengujian, hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4 – 2.
- Membuat analisa apakah nantinya indikator ini dapat bekerja dengan baik.



Gambar 4.5. Pengujian Display Pengosongan Accumulator Waktu Bekerja



Gambar 4.6. Pengujian Display Pengosongan Accumulator Waktu Tidak Bekerja

Dari kedua gambar hasil pengujian di atas, maka didapat data pada tabel di bawah ini :

Tabel 4 – 2 : Hasil Pengujian Display Pengosongan Accumulator

Kondisi	Seven segment	
high	3,78 V	Mulai menghitung mundur
low	216,0 mV	Tidak ada inputan menghitung



Gambar 4.3. Pengujian Display Pengosongan Accumulator Waktu Bekerja



Gambar 4.4. Pengujian Display Pengosongan Accumulator Waktu Tidak Bekerja

Dari kedua gambar hasil pengujian di atas, maka didapat data pada tabel di

berikut ini :

Tabel 4 - 2 : Hasil Pengujian Display Pengosongan Accumulator

Kondisi	Seven segment	
high	3,78 V	Mula-mula mengindikasikan angka
low	218,0 mV	Tidak ada indikator mengindikasikan

4.3.1. Analisa data

- Hasil yang direncanakan

Pada saat rangkaian mikrokontroler dinyalakan dan bekerja maka display pengosongan pada accumulator juga akan langsung bekerja mengeluarkan angka “99” sampai “00” untuk menghitung lamanya pengosongan accumulator. Maka pada saat diukur dengan multimeter, hasilnya adalah 3,78 V “high”

Bila mikrokontroler tidak dihidupkan maka display seven segment juga tidak akan bekerja. Maka pada saat diukur dengan multimeter, hasilnya adalah 216,0 mV “low”

- Hasil yang diperoleh

Multimeter menunjukkan “high” dan display seven segment bekerja untuk menghitung lamanya pengosongan accumulator pada tampilan seven segment angka “99” sampai “00” menunjukkan accumulator telah habis terpakai

Multimeter menunjukkan “low” karena driver sensor level air tidak bekerja dan tidak ada inputan dari mikrokontroler dan juga power supply.

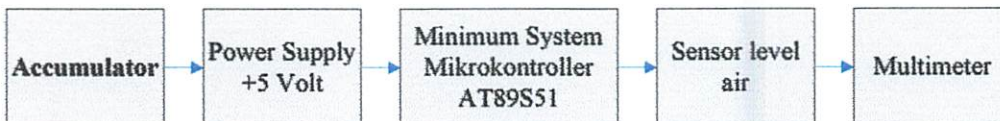
4.4. Pengujian Sensor Level Air

Tujuan pengujian sensor ini adalah untuk mengetahui apakah sensor level air sudah benar – benar bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan, yaitu sebagai sinyal masukan untuk mikrokontroler.

Rangkaian pengujian sensor level air ini dapat dilihat pada gambar 4.7, dari gambar tersebut dapat kita ketahui bahwa komponen yang kita pakai menguji sensor adalah sebagai berikut :

- *Minimum system* mikrokontroller AT89S51
- *Regulator* +5 volt (IC LM7805)
- Perangkat Komputer
- *Downloader Program*
- *Program editor* menggunakan M-IDE Studio for MCS-51
- Multimeter digital
- Sensor level air

Prosedur :



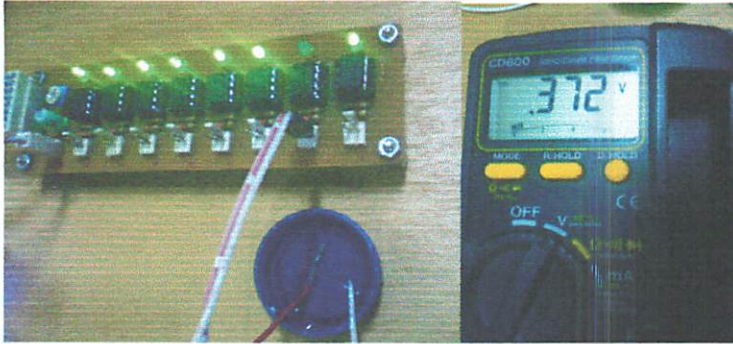
Gambar 4.7. Rangkaian Sensor Level Air

Langkah – langkah pengujian adalah sebagai berikut :

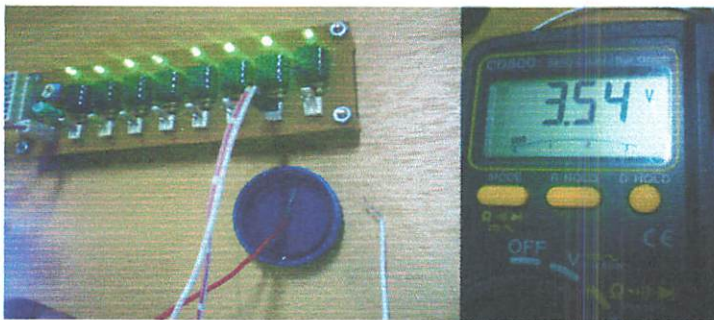
Untuk sensor level air ;

- Mengatur saklar multimeter pada posisi ohm meter. Apakah multimeter ada fasilitas buzzer maka dapat digunakan supaya pengujian sensor ini lebih muda.
- Menghubungkan multimeter dengan sensor level air.

- Mengamati dan mencatat hasil pengujian, hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4 – 3.
- Membuat analisa apakah nantinya indikator ini dapat bekerja dengan baik.



Gambar 4.8. Pengujian Sesor Level Air Waktu Bekerja



Gambar 4.9. Pengujian Sensor Level Air Waktu Tidak Bekerja

Dari kedua gambar hasil pengujian di atas, maka didapat data pada tabel di bawah ini :

2. Menentukan dan memantapkan hasil pengujian hasil pengujian dapat

dibaca pada tabel 4 - 3.

Menyusun analisis apakah adanya indikator ini dapat bekerja dengan

baik



Gambar 4.8. Pengujian Sensor Level Air Waktu Bekerja



Gambar 4.9. Pengujian Sensor Level Air Waktu Tidak Bekerja

Dari kedua gambar hasil pengujian di atas maka dapat data pada tabel di

berikut ini

Tabel 4 – 3 : Data Hasil Percobaan Pengujian Sensor

Kondisi	LED sensor level air	
high	3,54 V	Led mati sensor tidak bekerja motor terus berputar
low	0,372 V	Led nyala sensor bekerja motor berhenti berputar

4.4.1. Analisa Data

- Hasil yang direncanaan

Pada saat sensor level air berada di bawah permukaan air maka saat diukur menggunakan multimeter 0,372 V, hasilnya adalah “low” karena sensor level air terhubung dengan air yang telah dialiri arus listrik oleh driver sensor level air.

Pada saat sensor level air berada di atas permukaan air maka saat diukur menggunakan multimeter 3,54 V, hasilnya adalah “high” karena sensor level air tidak terhubung dengan air dan tidak mengalir arus listrik ke driver sensor level air.

- Hasil yang diperoleh

Multimeter menunjukkan “low” dan indikator led akan mati semuanya karena sensor level air berada dibawah permukaan air sampai dengan led hidup satu persatu hingga semuanya hidup dan yang terakhir akan mematikan motorDc menandakan sensor level air telah bekerja.

Multimeter menunjukkan “high” dan indikator led akan hidup semuanya karena sensor level air tidak terhubung dengan air.

4.5. Pengujian Power Supply

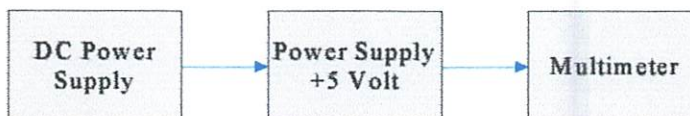
Tujuan :

- o Untuk mengetahui kondisi tegangan keluaran pada *power supply* apakah sesuai dengan yang dirancang.

Peralatan :

1. DC Power Supply
2. Power Supply +5 volt (IC Regulator LM7805)
3. Multimeter Digital

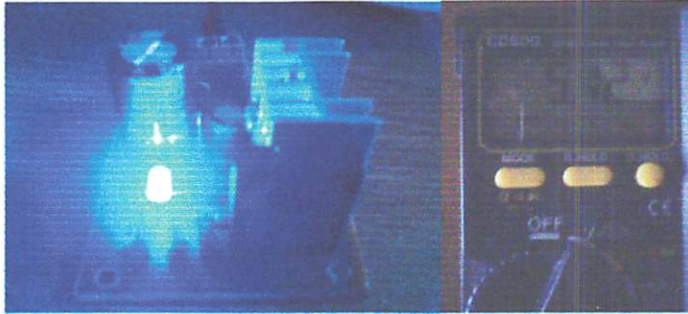
Prosedur :



Gambar 4.10. Rangkaian Pengujian Power Supply

1. Merangkai rangkaian seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.10.
2. Mengamati tegangan keluaran pada *power supply* yang dirancang
3. Mencatat hasil pengamatan pada tabel

4. Berikut ini adalah gambar hasil pengujian :



Gambar 4.11. Tegangan Output DC Power Supply Menggunakan
IC Regulator 7805

Dari gambar hasil pengujian di atas, maka didapat data pada tabel di bawah ini :

Tabel 4 – 4 : Pengujian Power Supply

No.	IC Regulator	Tegangan Output DC
1	L7805CV	5, 12 Volt

Dari tabel hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa pengujian *Power Supply* telah sesuai dengan hardware yang dirancang, dimana dapat dibuktikan bahwa *Power Supply* diatas dengan IC *Regulator L7805CV* mempunyai keluaran tegangan 5,12 Volt

4. Berikut ini adalah gambar hasil pengujian.



Gambar 4.11. Tegangan Output DC Power Supply Menggunakan

IC Regulator 7805

Dari gambar hasil pengujian di atas, maka didapat data pada tabel di bawah.

10

Tabel 4 – 4 : Pengujian Power Supply

No	IC Regulator	Tegangan Output DC
1	L7805CV	5,15 Volt

Dari tabel hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa pengujian Power Supply telah sesuai dengan hardware yang dirancang, dimana dapat diberikan jalurnya Power Supply yang dengan IC Regulator L7805CV mempunyai keluaran tegangan

5,15 Volt

4.6. Pengujian Driver Motor DC H-Bridge

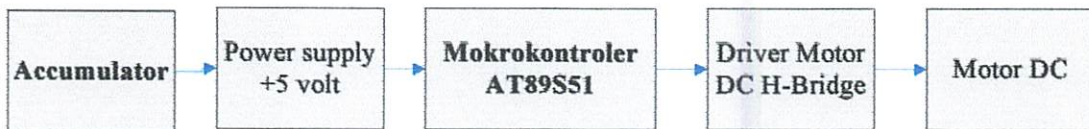
Tujuan :

- Untuk mengetahui kondisi rangkaian driver motor DC *H-Bridge* apakah driver motor DC ini dapat bekerja sesuai dengan yang dirancang.

Peralatan :

1. *Hardware* Driver Motor DC *H-Bridge*
2. *Minimum System* AT89S51
3. DC *Power Supply* +5 volt (IC *Regulator* LM7805)
4. Motor DC
5. *Accumulator* +12 Volt AC

Prosedur :



Gambar 4.12. Rangkaian Pengujian Driver Motor DC H-Bridge

1. Merangkai rangkaian seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.12.
2. Memberikan inputan logika *high* dan *low* pada Port *Direction* pada driver motor DC *H-Bridge*
3. mengamati apakah motor DC telah berputar dengan baik dan sesuai

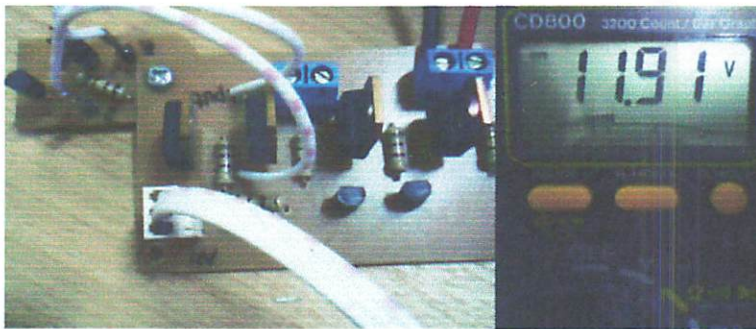
4. Mencatat hasil pengamatan pada tabel

Dari hasil pengujian di atas, maka didapat data pada tabel di bawah ini :

Tabel 4 – 5 : Hasil Pengujian Driver Motor DC H-Bridge

Input Direction	Kondisi Puataran Motor DC
11,91 V	berputar
02,6 mV	berhenti

Dari tabel hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa pengujian Driver Motor DC *H-Bridge* telah bekerja sesuai dengan yang dirancang, dimana jika inputan logika *high* pada Port *Direction* maka motor berputar .



Gambar 4.13. Pengujian Driver Motor DC *H-Bridge* Bekerja

4. Mencatat hasil pengamatan pada tabel

Dari hasil pengujian di atas, maka didapat data pada tabel di bawah ini :

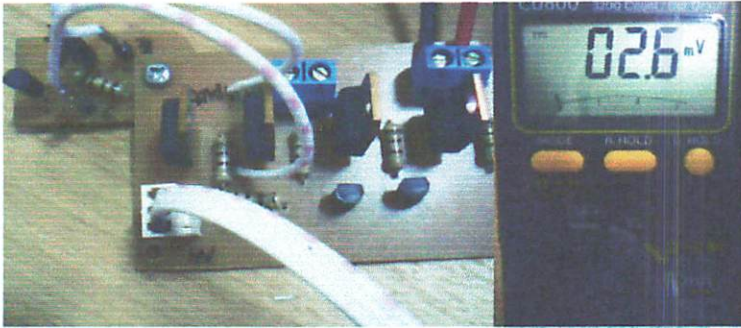
Tabel 4 - 2 : Hasil Pengujian Driver Motor DC H-Bridge

Kondisi Putaran Motor DC	Input Direction
berputar	11,91 V
berhenti	0,06 mV

Dari tabel hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa pengujian Driver Motor DC W-Bridge telah bekerja sesuai dengan yang dirancang, dimana jika inputan logika High pada Port Direction maka motor berputar.



Gambar 4.13. Pengujian Driver Motor DC W-Bridge Bekerja



Gambar 4.14. Pengujian Driver Motor DC *H-Bridge* Tidak Bekerja

4.7. Pengujian Software

Tujuan pengujian software adalah untuk mengetahui kerja software dalam mengakses MCU AT89S51 dalam melakukan fungsinya sebagai pengontrol motor DC.

Peralatan yang digunakan didalam pengujian software adalah :

- PC (Personal Komputer)
- Rangkaian yang sudah jadi
- Serial EEprom
- Kabel penghubung

Langkah-langkah pengujian software adalah sebagai berikut :

- Mendownload program ke MCU AT89S51.
- Mengaktifkan power supply.
- Mengamati tampilan pada led apakah sesuai dengan yang direncanakan.
- Membuat analisa apakah rangkaian ini bekerja dengan baik.

4.7.1 Analisa data

- Hasil yang direncanakan

Mikrokontroller dapat menerima masukan dari rangkaian sensor level air dan sensor pengosongan accumulator untuk dapat mengelolanya menjadi tampilan seven segment ,tampilan LED dan motor DC.

- Hasil yang diperoleh

Mokrokontroller dapat menampilkan karakter berupa angka pada seven segment ,nyala LED dan mengatur kerja motor DC sesuai dengan yang direncanakan.

Dari analisa data dapat diketahui bahwa software dapat bekerja bekerja dengan baik sesuai dengan yang direncanakan yaitu softwre dapat mengeluarkan karakter berupa angka pada seven segment, nyala LED dan mengatur kerja motor DC sesuai dengan yang direncanakan.

Listing Program Untuk Menjklankan Display Seven Segment

```

$mod51

ORG 0000H

LJMP MULAI

ORG 0100H

MULAI:  MOV  TMOD,#05H ;COUNTER MODE 1

        SETB TR0

LOOP:   MOV  A,TL0

```

```
MOV P0,A
SJMP LOOP
END
```

Listing Program Untuk Delay

```
org 0h
mulai:  mov  A,#00000000b
loop1:  mov  p0,A
        inc  A
        call tunda
        cjne A,#0ffh,loop1
        sjmp mulai
tunda:  mov  r0,#0ffh
tunda1: mov  r1,#0ffh
        djnz r1,$
        djnz r0,tunda1
tunda2: mov  r2,#0ffh
        djnz r2,$
        djnz r1,tunda2
ret
end
```

4.8. Spesifikasi Alat

1. Mikrokontroler AT89S51 sebagai pengelola data masukan menjadi data keluaran IC7805 sebagai regulator rangkaian.
2. seven segment sebagai keluaran sensor pengosongan accumulator.
3. LED sebagai indikator level air.
4. Motor DC sebagai alat penyemprot air

4.8. Pengujian Sistem Keseluruhan

Tujuan dari pengujian sistem keseluruhan adalah untuk mengetahui cara kerja piranti setelah perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan secara bersama – sama. Pengujian sistem secara keseluruhan diuji atas beberapa tahap berdasarkan tampilan menu dan mengikuti diagram alir atau flow chart dalam perencanaan BAB III.

Tahap – tahap system secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

- o Menyiapkan piranti dan memastikan bahwa catu daya telah terpasang dengan benar.
- o Memasang sensor level air dalam tangki dan display pengosongan accumulator.
- o Menyalakan piranti yang telah direncanakan dan telah dibuat.
- o Menyalakan rangkaian yang telah dipasangi sensor dan indikator.
- o Setelah LED menyala dan seven segment menunjukkan angka pengosongan pada accumulator menandakan posisi air yang diukur oleh

sensor level air juga display pengosongan pada accumulator terpenuhi maka motor DC akan bekerja.

Sensor level air batas bawah berfungsi sebagai indikator untuk penggerak awal motor pada saat pengoperasian alat dan pada proses bekerjanya alat., pengosongan accumulator telah bekerja pada saat awal rangkaian dihidupkan untuk dapat mengetahui sudah habis atau masih dapat bekerja accumulator dalam melakukan penyuplaian dan tidak dapat menyuplai motor DC untuk bekerja melakukan penyemprotan air keluar dari dalam tangki. Dapat mengetahui apakah memang accumulator telah habis dan tidak dapat lagi menyuplai mikrokontroller dalam menggerakkan motor DC kita dapat melihatnya pada display seven segmen yang terdapat dibawah tangki.

BAB V

PENUTUP

Dalam waktu yang relatif singkat penyusun merasakan besar sekali manfaat dari program studi Tugas Akhir ini. Dengan selesainya laporan ini, maka semakin lengkaplah langkah-langkah untuk mencapai tujuan dari program studi yang diharapkan.

5.1. Kesimpulan

Pada bab ini ada beberapa hal yang dapat disimpulkan setelah melalui proses perencanaan dan pembuatan alat kemudian dilakukan pengujian alat untuk memastikan bahwa alat yang dibuat dapat bekerja dengan baik secara keseluruhan diantaranya :

1. Sensor level air sangat berpengaruh ke sistem dimana sebagai inputan dari sistem kontrol ketinggian air yang terdapat pada tangki penyemprot.
2. Display pengosongan accumulator adalah alat yang digunakan untuk tampilan pengosongan pada accumulator dengan menggunakan seven segment jadi dapat diketahui bila accumulator telah habis terpakai
3. Proses pengaturan motor adalah pada sesor air batas bawah, mendeteksi ketinggian air dimana sensor air batas bawah outputnya berupa tegangan yang dikuatkan dan diubah menjaditegangan digital.
4. Dari proses pengaturan tersebut bila sensor air batas bawah berlogika "1" / high maka motor akan bekerja menyemprotkan air dan led indicator hidup semua akan mati satu persatu hingga air habis dan bila sensor air batas

bawah berlogika “0” / low led indicator akan mati semua dan beberapa saat motor akan berhenti bekerja.

5. Data hasil pengujian rangkaian *driver* dapat diketahui bahwa output *driver* pada saat aktif adalah 02,6 mV dengan inpitan dari mikrokontroller 5 V dan pada saat *driver* tidak aktif adalah 11,91V untuk *driver* tidak aktif dengan inputan dari mikrokontroller 0 V untuk *driver* aktif.

5.2. Saran-Saran

1. Diharapkan dapat dikembangkan dengan pemanfaatan driver *H – bridge* motor DC dapat memutar kekanan dan kekiri jadi motor dapat menyemprotkan air dan juga dapat menyedot air kedalam tangki agar lebih praktis dan menghemat tenaga.
2. dalam penggunaan alat penyeprot hama menggunakan mikrokontroller AT89S51 dapat ditambahkan LCD display sebagai pengganti LED pada sensor level air dan juga seven segmen pada display pengosongan accumulator agar tampilan lebih menarik dan praktis.

DAFTAR PUSTAKA

Sumardjati, Prih,dkk, (2008)“ *Teknik Pemanfaatan tenaga listrik 3 Untuk SMK*”.

Jakarta : Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Priowirjanto, Gator (2003), “ *Prinsip Dasar arus Searah*”. Proyek Pengembangan Pendidikan Berorientasi Keterampilan Hidup ,Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.

Zuhal ,(1991) ,“*Dasar Teknik Listrik*” , Bandung, Penerbit Institut teknologi bandung – ITB.

Jayadin, Ahmad (2007). “ *Elektronika dasar (eldas)* ” ,from jayadin.wordpress.com, jayadin_sk@yahoo.com, 29 juli 2009.

Budi,Wahyu Setia.(2007). “ *Perencanaan Dan Pembuatan Alat Penyemprot Hama Pada Tanaman Menggunakan Mikrokontroller AT89S51* ”,Tugas Akhir Malang : Institut Teknologi Nasional Malang – ITN.

Masyuda,Imam.(2009). “ *Perencanaan dan Pembuatan Alat penghitung mata uang kertas menggunakan mikkrokontroller AT89S51* ”, Tugas Akhir. Malang : Institut Teknologi nasional Malang – ITN.

Budhiawan,Erik(2008).“*Perancangan Sistem Pengendalian Motor DC Pada Robot Manual Menggunakan PID Kontrol Berbasis Mikrokontroler ATmega 16*”, skripsi. Malang : Institut Teknologi nasional Malang – ITN .

DAFTAR PUSTAKA

- Sumartjan, Prihatin. (2008). "Teknik Pemrograman dengan Java 3 Untuk SMK". Jakarta : Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
- Departemen Pendidikan Nasional
- Triwijanto, Gator. (2003). "Yunani, Dasar-dasar Geometri". Proyek Pengembangan Pendidikan Berorientasi Keterampilan Hidup, Direktorat Jendral Pendidikan Dasar Dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.
- Kusni. (1991). "Kamus Teknik Listrik", Bandung, Pustaka Institut Teknologi Bandung - ITB.
- Indriyanti, Anand. (2007). "Mekatronika Dasar". from jayadin.wordpress.com, 29 Juli 2008.
- Budi Wastya Saria. (2007). "Perencanaan Dan Pembuatan Alat Kontroler". Ilmu Ilmu Teknik Menggunakan Mikrokontroler AT89C51. Tugas Akhir Malang : Institut Teknologi Nasional Malang -- ITN.
- MasyudLama. (2009). "Perencanaan dan Pembuatan Alat penghitung menu". Tugas Akhir. Malang : Institut Teknologi Nasional Malang -- ITN.
- Budhiawan, Erik. (2008). "Perencanaan Sistem Pengendalian Motor DC Pada Robot Kontrol Menggunakan PID Kontrol Berbasis Mikrokontroler". Tugas Akhir. Malang : Institut Teknologi Nasional Malang -- ITN.

- Anonim. (2004). "*Pemeliharaan/Servis dan Penggantian Baterai*". Modul Pengujian, Deppennas.
- Anonim. (2006). "*Modul Pelatihan Mikrokontroller AT89S51*". Praktikum jogjakarta: Universitas Gadjah Mada – UGM
- Anonim,(2004). "*Merawat baterai*". jogjakarta, Bagian Proyek Pengembangan Kurikulum ,Tim Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta – UNY
- Anonim, (2009). "*Pengetahuan Komponen Pasif Elektronika I*". Tim Digiware ,12 Oktopber 2009
- Anonim. (2009). "*Display: 7segment Dan 16 Segment*".from <http://payztronics.blogspot.com>, 7 agustus 2009.
- Anonim. (2008). "*Water Injection Stage-3*". from www.saft7.com ,23 Oktober 2008.
- Inzar, Salfikar,. (2009). "*Sensor level Air Menggunakan Plat*".from http://keep-elka.blogspot.com/2009/06/sensor-level-air-menggunakan_plat.html, 26 juni 2009.
- Anonim. (2008). "*battery (Batere)*".from <http://dunia-listrik.blogspot.com/2008/12/battery-batere.html>, 15 januari 2010.
- Anonim. (2009)."*Driver Motor DC menggunakan H – bridge*". from <http://yoshmedia.blogspot.com> ,19 oktober 2009.

LAMPIRAN

Listing Program Keseluruhan

```
    org    0h
motor: mov  p2,#01h
mulai: mov  A,#10011001b
loop1: mov  p0,A
      dec  A
      call tunda
      call tunda
      cjne A,#90h,loop1
      mov  p0,#90h
      call tunda
      call tunda
      mov  A,#10001001b
loop2: mov  p0,A
      dec  A
      call tunda
      call tunda
      cjne A,#80h,loop2
      mov  p0,#80h
      call tunda
      call tunda
      mov  A,#01111001b
loop3: mov  p0,A
      dec  A
      call tunda
      call tunda
      cjne A,#70h,loop3
      mov  p0,#70h
      call tunda
      call tunda
      mov  A,#01101001b
loop4: mov  p0,A
      dec  A
      call tunda
      call tunda
      cjne A,#60h,loop4
      mov  p0,#60h
      call tunda
      call tunda
      mov  A,#01011001b
loop5: mov  p0,A
      dec  A
      call tunda
```

```

    call    tunda
    cjne   A,#50h,loop5
    mov    p0,#50h
    call   tunda
    call   tunda
    mov    A,#01001001b
loop6: mov    p0,A
    dec    A
    call   tunda
    call   tunda
    cjne   A,#40h,loop6
    mov    p0,#40h
    call   tunda
    call   tunda
    mov    A,#00111001b
loop7: mov    p0,A
    dec    A
    call   tunda
    call   tunda
    cjne   A,#30h,loop7
    mov    p0,#30h
    call   tunda
    call   tunda
    mov    A,#00101001b
loop8: mov    p0,A
    dec    A
    call   tunda
    call   tunda
    cjne   A,#20h,loop8
    mov    p0,#20h
    call   tunda
    call   tunda
    mov    A,#00011001b
loop9: mov    p0,A
    dec    A
    call   tunda
    call   tunda
    cjne   A,#10h,loop9
    mov    p0,#10h
    call   tunda
    call   tunda
    mov    A,#00001001b
loop10: mov    p0,A
    dec    A
    call   tunda
    call   tunda

```



```

        cjne  A,#00h,loop10
    mov   p0,#00h
    ljmp  $
tunda:  mov   r0,#0ffh
tunda1: mov   r1,#0ffh
        djnz  r1,$
        djnz  r0,tunda1
tunda2: mov   r2,#0ffh
        djnz  r2,$
        djnz  r1,tunda2
tunda3: mov   r3,#0ffh
        djnz  r3,$
        djnz  r2,tunda3
tunda4: mov   r4,#0ffh
        djnz  r4,$
        djnz  r3,tunda4
tunda5: mov   r5,#0ffh
        djnz  r5,$
        djnz  r4,tunda5
tunda6: mov   r6,#0ffh
        djnz  r6,$
        djnz  r5,tunda6
tunda7: mov   r7,#0ffh
        djnz  r7,$
        djnz  r6,tunda7
    ret
    end

```

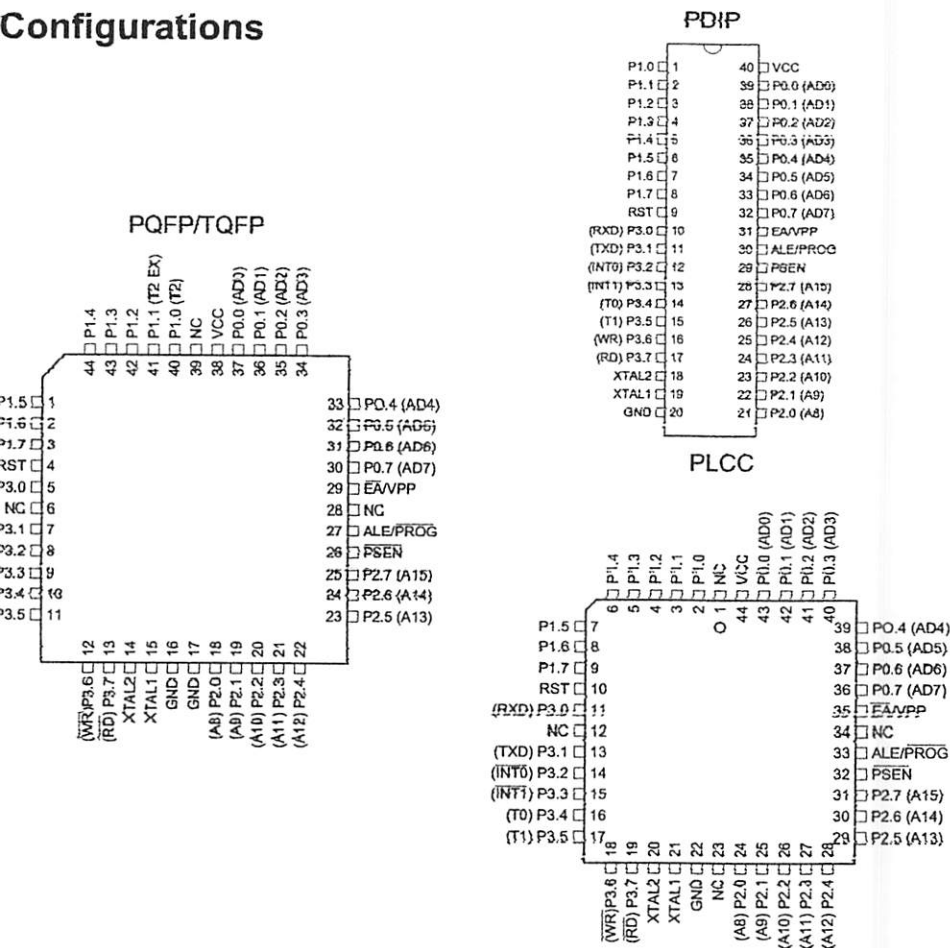
Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
- Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Supply Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Write-Level Program Memory Lock
- 16 x 8-bit Internal RAM
- 8 Programmable I/O Lines
- 16-bit Timer/Counters
- 5 Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K Bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash memory on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Configurations



8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

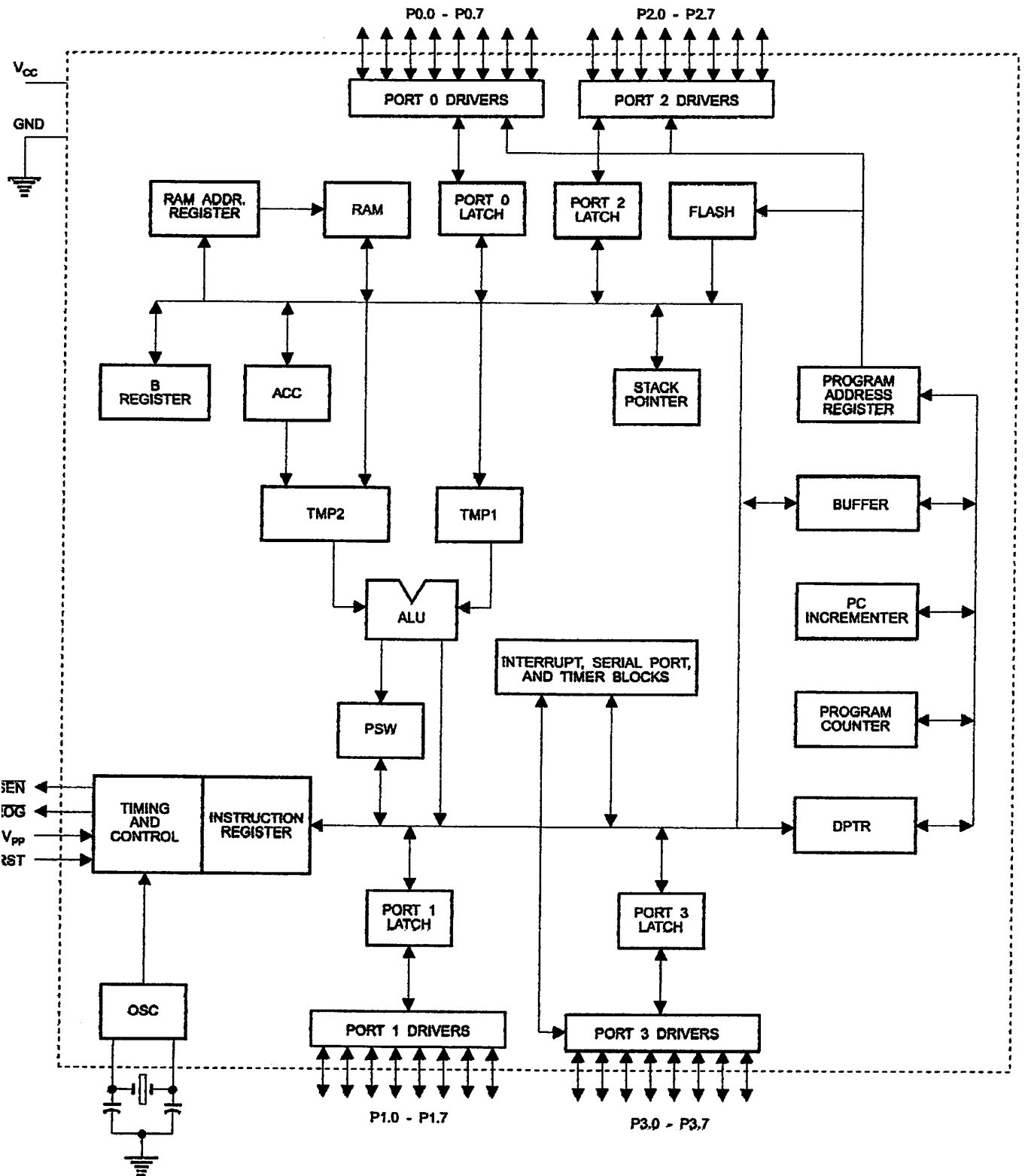
AT89C51

**Not Recommended
for New Designs.
Use AT89S51.**





Block Diagram



AT89C51 provides the following standard features: 4K of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit counters, a five vector two-level interrupt architecture, duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuit. In addition, the AT89C51 is designed with static logic operation down to zero frequency and supports two selectable power saving modes. The Idle Mode puts the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power-down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next reset.

Description

Supply voltage.

d.

Port 0 is an 8-bit open-drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during programming and verification.

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by internal pullups and can be used as inputs. As inputs,

Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/PROG

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{\text{PROG}}$) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE



is skipped during each access to external Data memory.

required, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of location 8EH. With the bit set, ALE is active only during MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is actively pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C51 is executing code from external program memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during access to external data memory.

PP

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. However, if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ should be strapped to V_{CC} for internal program memory access.

$\overline{\text{EA}}$ also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require it V_{PP} .

1

connected to the inverting oscillator amplifier and input to the external clock operating circuit.

2

connected to the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of the inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the oscillator from an external clock source, XTAL2 should be left

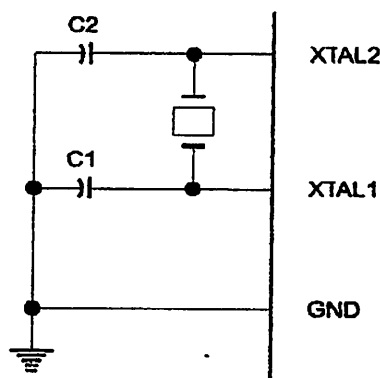
unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Figure 1. Oscillator Connections

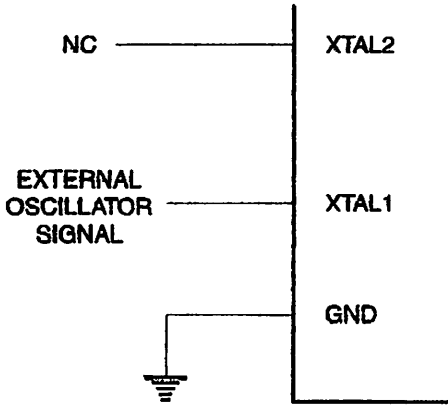


Note: C1, C2 = 30 pF \pm 10 pF for Crystals
= 40 pF \pm 10 pF for Ceramic Resonators

States of External Pins During Idle and Power-down Modes

	Program Memory	ALE	$\overline{\text{PSEN}}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Registers retain their values until the power-down mode is terminated. The only exit from power-down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below.

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the \overline{EA} pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value, and holds that value until reset is activated. It is necessary that the latched value of \overline{EA} be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Power-down Mode

In power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers

Program Memory Lock Bit Protection Modes

	Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOVX instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, \overline{EA} is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, also external execution is disabled



Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) ready to be programmed. The programming interface supports either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage program enable signal. The low-voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third-Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective device marking and device signature codes are listed in the following table.

	V _{PP} = 12V	V _{PP} = 5V
Device Mark	AT89C51 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = FFH	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = 05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. To program any non-byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set according to the Flash programming mode table and Figures 3 and Figure 4. To program the AT89C51, take the following steps.

1. Output the desired memory location on the address lines.

2. Output the appropriate data byte on the data lines.

3. Activate the correct combination of control signals. For high-voltage programming, raise \overline{EA}/V_{PP} to 12V for the high-voltage programming mode.

4. Raise $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address

and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The AT89C51 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/ \overline{BSY} output signal. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H, 031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

- (030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
- (031H) = 51H indicates 89C51
- (032H) = FFH indicates 12V programming
- (032H) = 05H indicates 5V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Flash Programming Modes

Mode	RST	PSEN	ALE/PROG	EA/V _{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7						
Write Code Data	H	L		H/12V	L	H	H	H						
Erase Code Data	H	L	H	H	L	L	H	H						
Write Lock	Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H						
									Bit - 2	H	L	H	L	L
									Bit - 3					
Chip Erase	H	L	(1)	H/12V	H	L	L	L						
Read Signature Byte	H	L	H	H	L	L	L	L						

1. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.

Figure 3. Programming the Flash

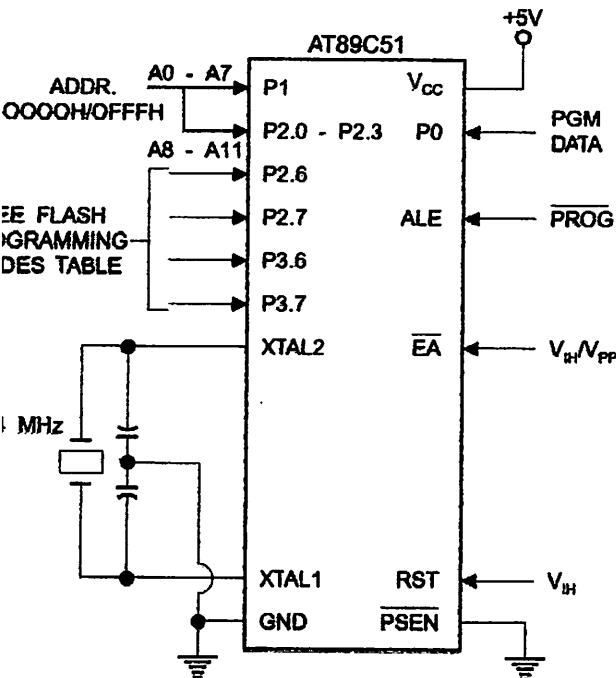
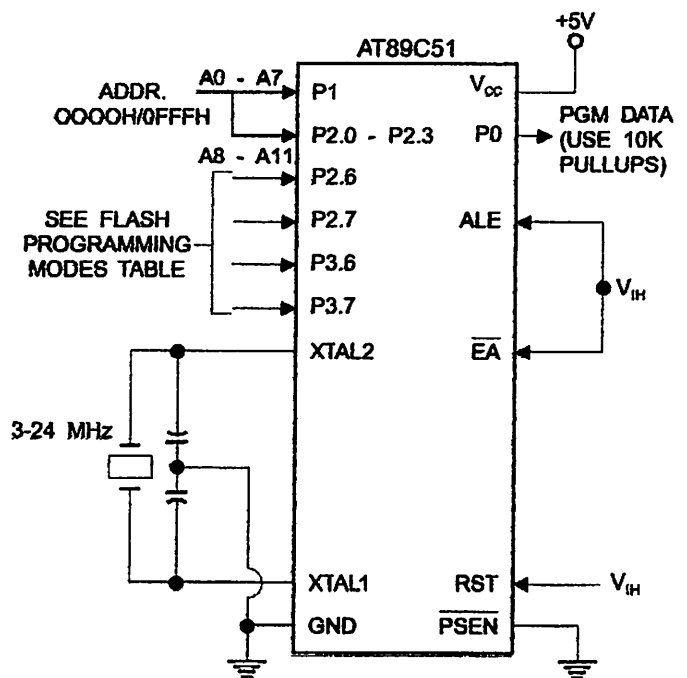
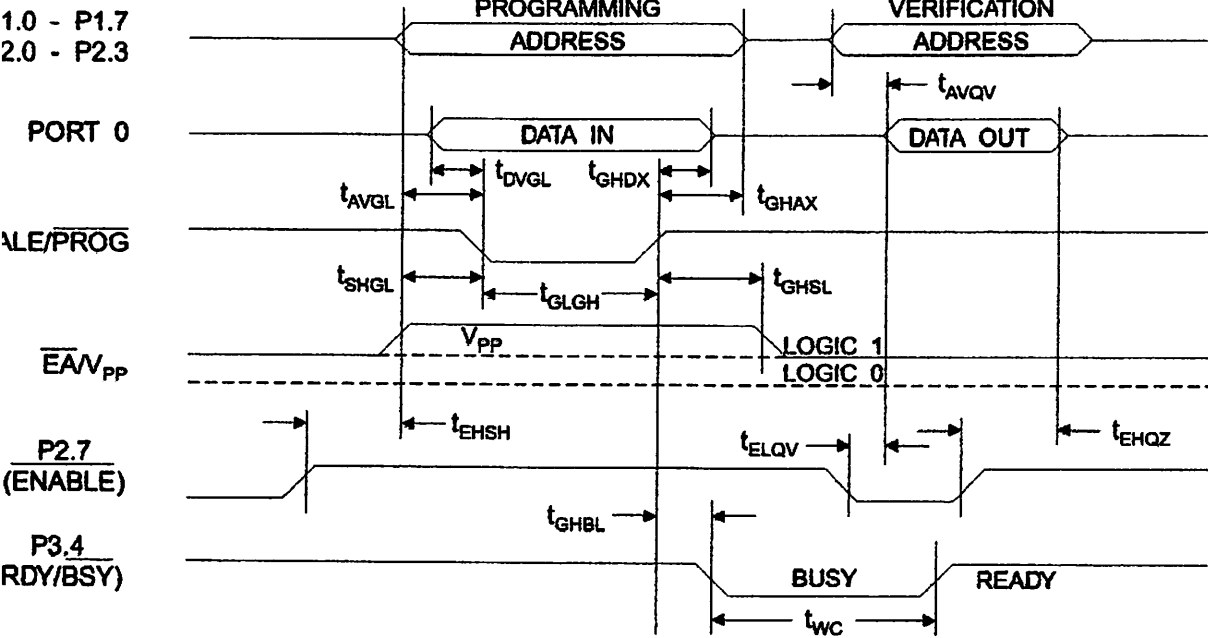


Figure 4. Verifying the Flash

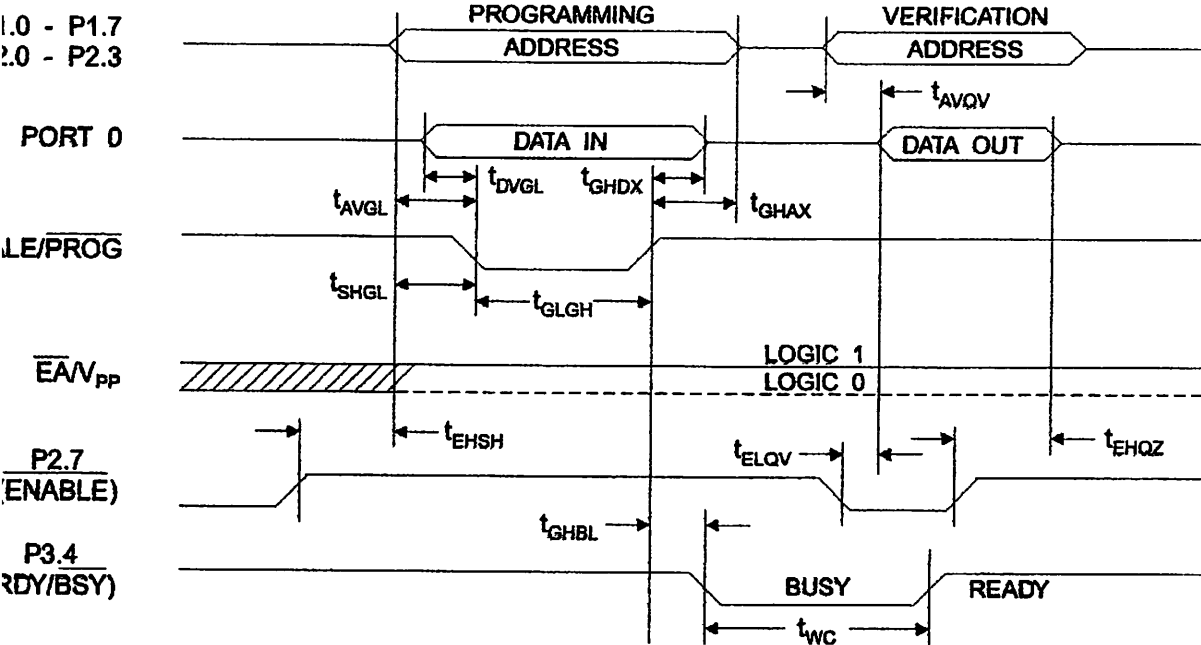




Programming and Verification Waveforms - High-voltage Mode ($V_{PP} = 12V$)



Programming and Verification Waveforms - Low-voltage Mode ($V_{PP} = 5V$)



Programming and Verification Characteristics

0°C to 70°C, $V_{CC} = 5.0 \pm 10\%$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
	Programming Enable Current		1.0	mA
	Oscillator Frequency	3	24	MHz
	Address Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$		
	Address Hold after \overline{PROG}	$48t_{CLCL}$		
	Data Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$		
	Data Hold after \overline{PROG}	$48t_{CLCL}$		
	P2.7 (\overline{ENABLE}) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
	V_{PP} Setup to \overline{PROG} Low	10		μs
1)	V_{PP} Hold after \overline{PROG}	10		μs
	\overline{PROG} Width	1	110	μs
	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
	\overline{ENABLE} Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
	Data Float after \overline{ENABLE}	0	$48t_{CLCL}$	
	\overline{PROG} High to $BUSY$ Low		1.0	μs
	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

1. Only used in 12-volt programming mode.



Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	5.5V
Output Current.....	15.0 mA

***NOTICE:** Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Characteristics

40°C to 85°C, $V_{CC} = 5.0V \pm 20\%$ (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
	Input Low-voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
	Input Low-voltage (\overline{EA})		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
	Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}, V_{CC} = 5V \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -25 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -10 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}, V_{CC} = 5V \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45V$		-50	μA
	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V \pm 10\%$		-650	μA
	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
	Reset Pull-down Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 6V$		100	μA
		$V_{CC} = 3V$		40	μA

1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:

Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA

Maximum I_{OL} per 8-bit port: Port 0: 26 mA

Ports 1, 2, 3: 15 mA

Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA

If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

Characteristics

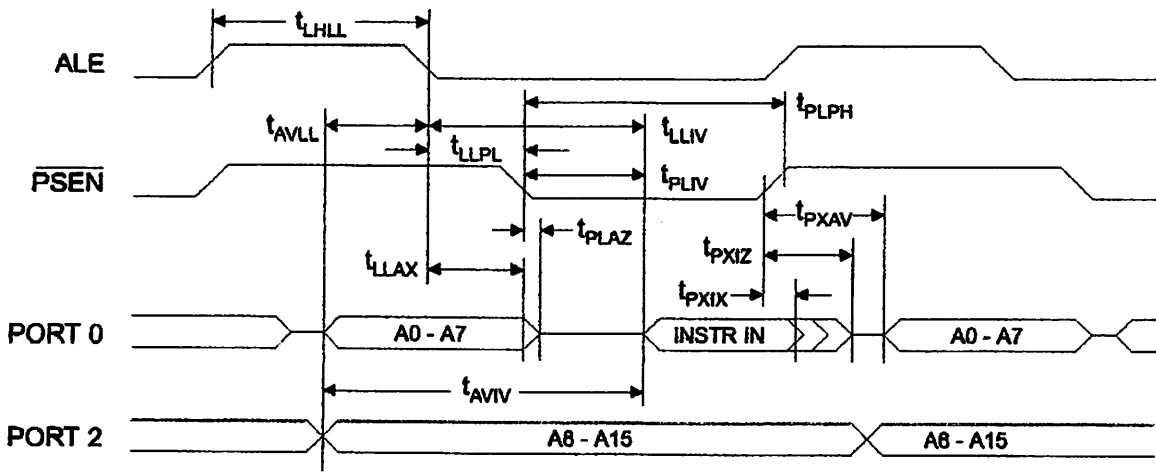
For operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; load capacitance for all other ports = 80 pF.

Internal Program and Data Memory Characteristics

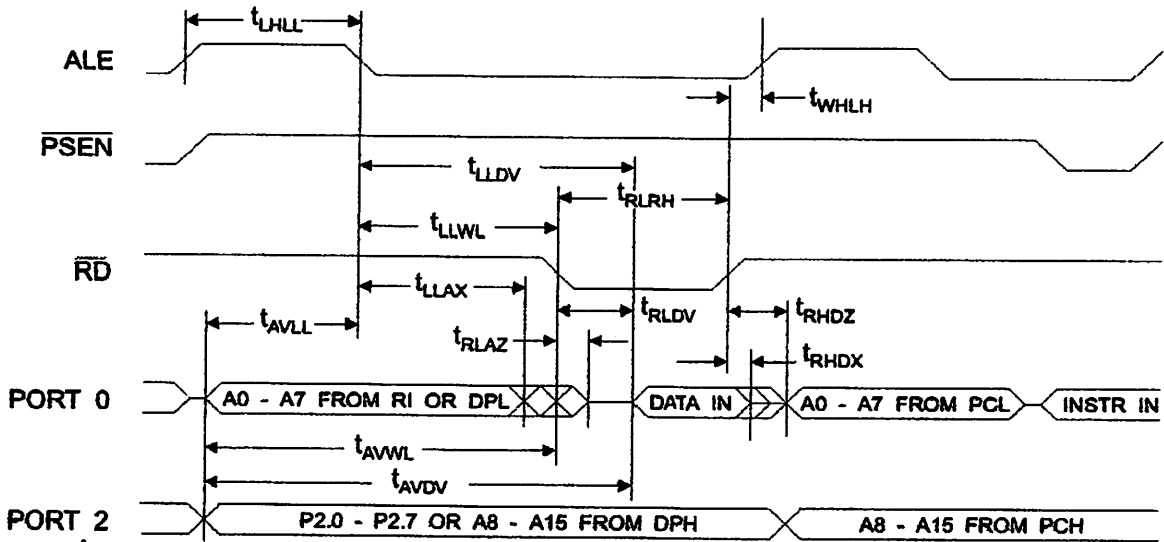
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
f_{CL}	Oscillator Frequency			0	24	MHz
	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
	Address Hold after ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-20$		ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-45$	ns
	Input Instruction Hold after $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
	Input Instruction Float after $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-10$	ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-55$	ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
	$\overline{\text{RD}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
	$\overline{\text{WR}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
	$\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{\text{CLCL}}-90$	ns
	Data Hold after $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
	Data Float after $\overline{\text{RD}}$		97		$2t_{\text{CLCL}}-28$	ns
	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{\text{CLCL}}-150$	ns
	Address to Valid Data In		585		$9t_{\text{CLCL}}-165$	ns
	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3t_{\text{CLCL}}-50$	$3t_{\text{CLCL}}+50$	ns
	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4t_{\text{CLCL}}-75$		ns
	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-120$		ns
	Data Hold after $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-20$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns



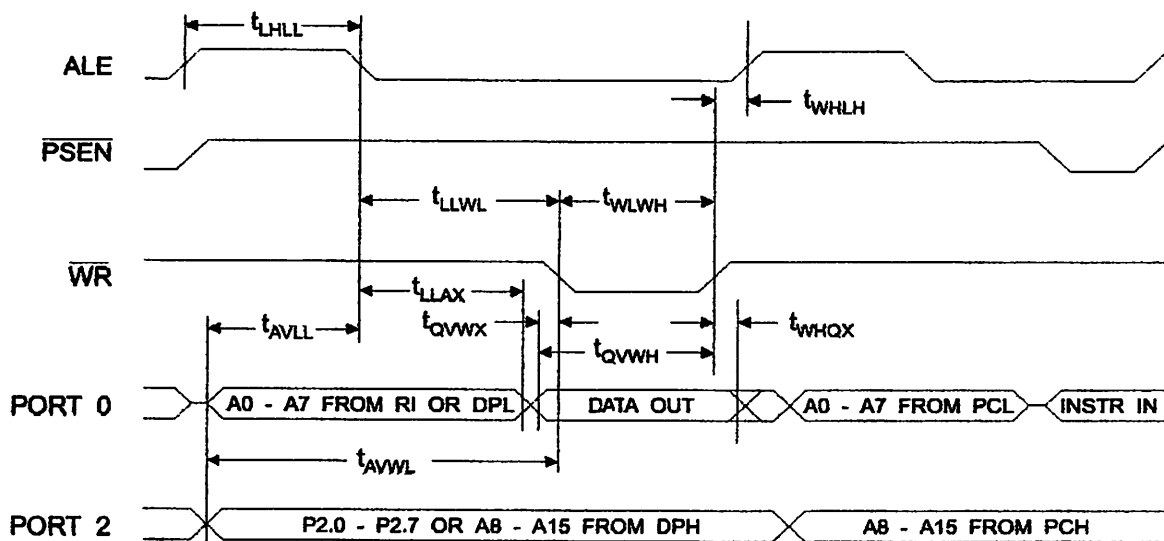
Internal Program Memory Read Cycle



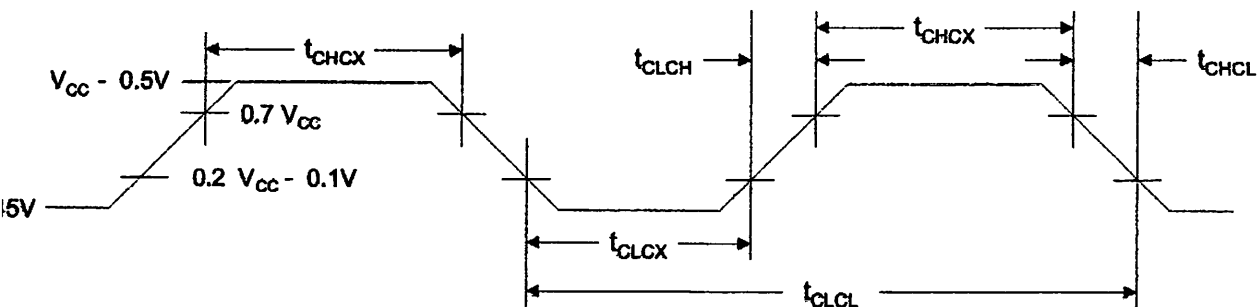
Internal Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
f _{osc}	Oscillator Frequency	0	24	MHz
T _{osc}	Clock Period	41.6		ns
t _{CH}	High Time	15		ns
t _{CL}	Low Time	15		ns
t _r	Rise Time		20	ns
t _f	Fall Time		20	ns

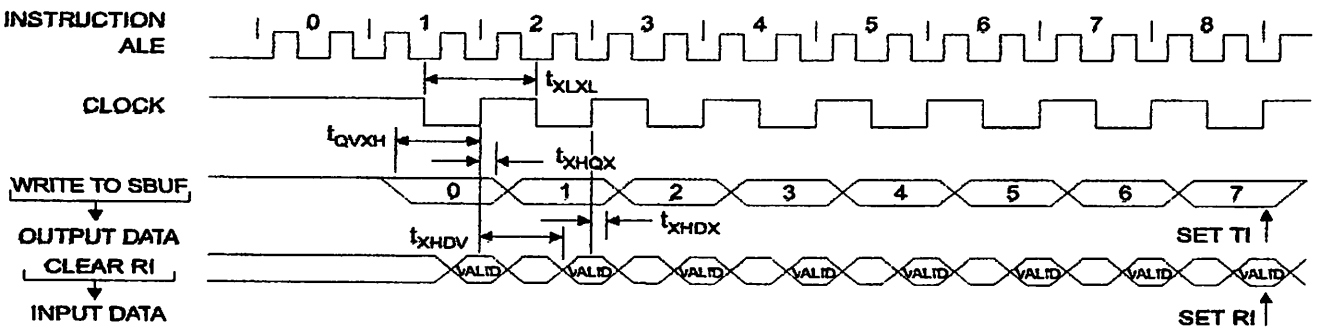


Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

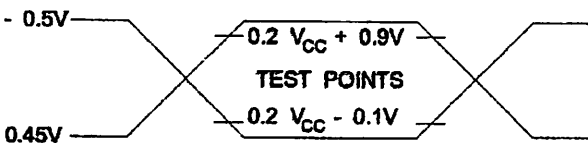
V_{CC} = 5.0 V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		12t _{CLCL}		μs
	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		10t _{CLCL} -133		ns
	Output Data Hold after Clock Rising Edge	50		2t _{CLCL} -117		ns
	Input Data Hold after Clock Rising Edge	0		0		ns
	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		10t _{CLCL} -133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

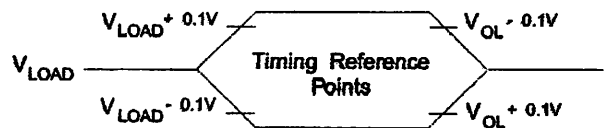


Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5V for a logic 1 and 0.45V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms⁽¹⁾



- Note:
1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

Ordering Information

Speed (kHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5V ± 20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-12JC	44J	
		AT89C51-12PC	40P6	
		AT89C51-12QC	44Q	
		AT89C51-12AJ	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-12JI	44J	
		AT89C51-12PI	40P6	
		AT89C51-12QI	44Q	
16	5V ± 20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-16JC	44J	
		AT89C51-16PC	40P6	
		AT89C51-16QC	44Q	
		AT89C51-16AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-16JI	44J	
		AT89C51-16PI	40P6	
		AT89C51-16QI	44Q	
20	5V ± 20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-20JC	44J	
		AT89C51-20PC	40P6	
		AT89C51-20QC	44Q	
		AT89C51-20AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-20JI	44J	
		AT89C51-20PI	40P6	
		AT89C51-20QI	44Q	
24	5V ± 20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-24JC	44J	
		AT89C51-24PC	40P6	
		AT89C51-24QC	44Q	
		AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-24JI	44J	
		AT89C51-24PI	40P6	
		AT89C51-24QI	44Q	

Package Type

44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44-lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

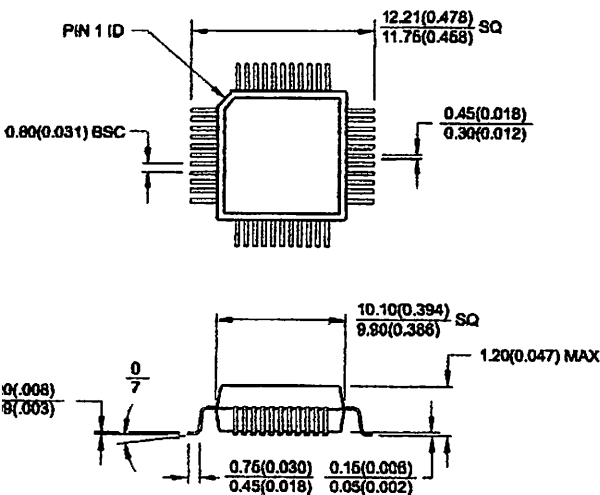


Packaging Information

TA, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)

Dimensions in Millimeters and (Inches)*

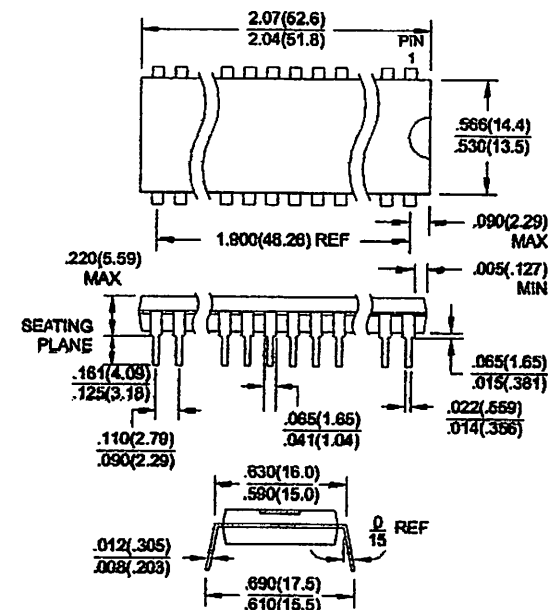
JEDEC STANDARD MS-026 ACB



Controlling dimension: millimeters

PD6, 40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual In Line Package (PDIP)

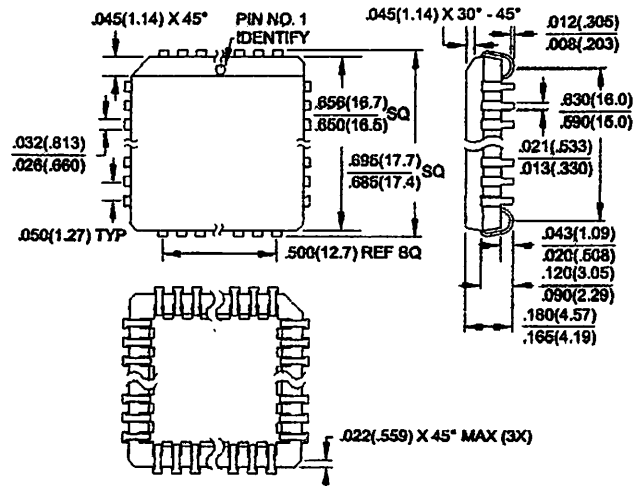
Dimensions in inches and (Millimeters)



44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)

Dimensions in Inches and (Millimeters)

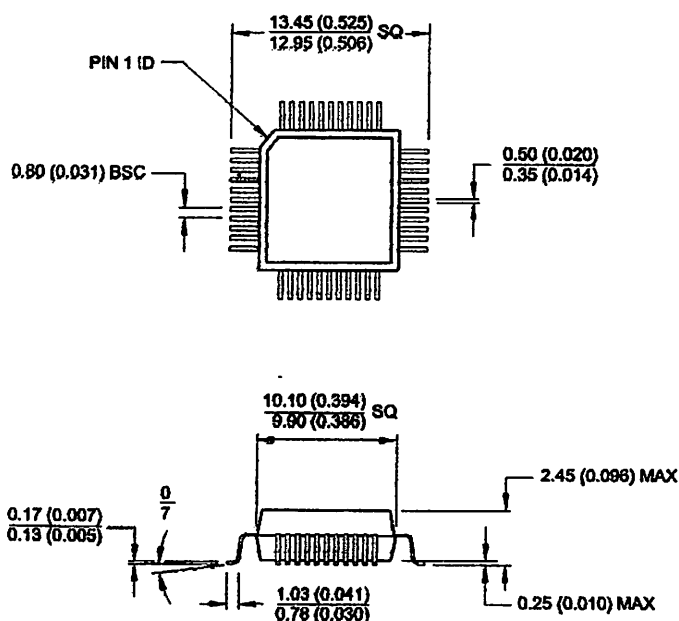
JEDEC STANDARD MS-018 AC



44Q, 44-lead, Plastic Quad Flat Package (PQFP)

Dimensions in Millimeters and (Inches)*

JEDEC STANDARD MS-022 AB



Controlling dimension: millimeters

LM311

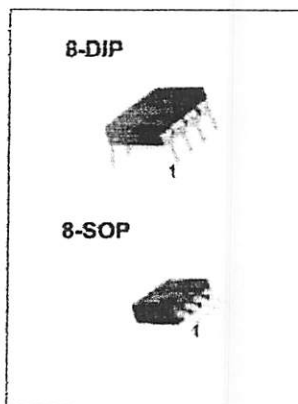
Single Comparator

Features

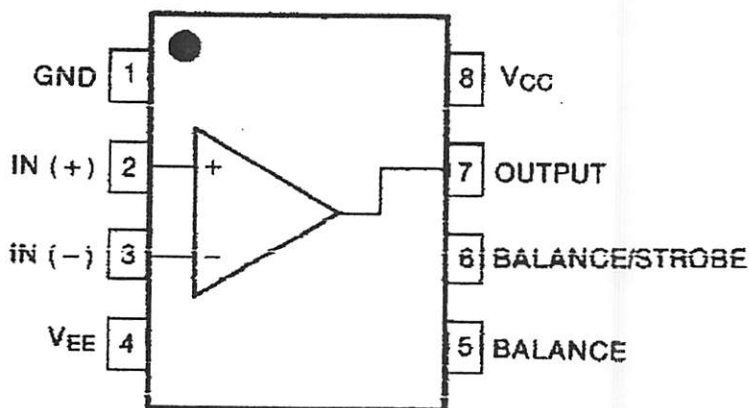
- Low input bias current : 250nA (Max)
- Low input offset current : 50nA (Max)
- Differential Input Voltage : $\pm 30V$
- Power supply voltage : single 5.0V supply to $\pm 15V$.
- Offset voltage null capability.
- Strobe capability.

Description

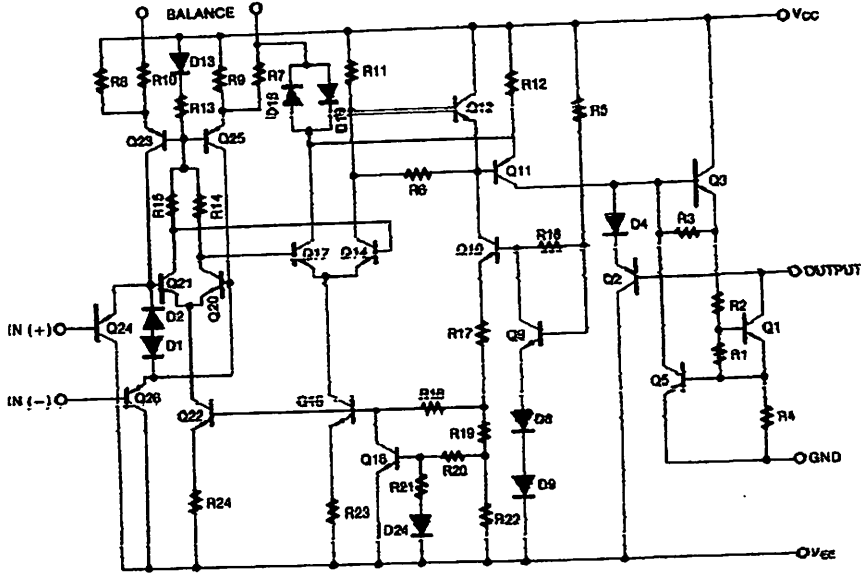
The LM311 series is a monolithic, low input current voltage comparator. The device is also designed to operate from dual or single supply voltage.



Internal Block Diagram



Schematic Diagram



Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Total Supply Voltage	V _{CC}	36	V
Output to Negative Supply Voltage LM311	V _O - V _{EE}	40	V
Ground to Negative Voltage	V _{EE}	-30	V
Differential Input Voltage	V _{I(DIFF)}	30	V
Input Voltage	V _I	±15	V
Output Short Circuit Duration	-	10	sec
Power Dissipation	P _D	500	mW
Operating Temperature Range	T _{OPR}	0 ~ +70	°C
Storage Temperature Range	T _{STG}	-65 ~ +150	°C

Electrical Characteristics

($V_{CC} = 15V$, $T_A = 25^\circ C$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Input Offset Voltage	V_{IO}	$R_S \leq 50K\Omega$	-	1.0	7.5	mV
			Note 1	-	-	
Input Offset Current	I_{IO}		-	6	50	nA
			Note 1	-	-	
Input Bias Current	I_{BIAS}		-	100	250	nA
			Note 1	-	-	
Voltage Gain	G_V	-	40	200	-	V/mV
Response Time	T_{RES}	Note 2	-	200	-	ns
Saturation Voltage	V_{SAT}	$I_O = 50mA$, $V_I \leq -10mV$	-	0.75	1.5	V
		$V_{CC} \geq 4.5V$, $V_{EE} = 0V$ $I_O = 8mA$, $V_I \leq -10mV$, Note 1	-	0.23	0.4	
Strobe "ON" Current	$I_{STR(ON)}$	-	-	3	-	mA
Output Leakage Current	I_{SINK}	$I_{STR} = 3mA$, $V_I \geq 10mV$ $V_O = 15V$, $V_{CC} = \pm 15V$	-	0.2	50	nA
Input Voltage Range	$V_{I(R)}$	Note 1	-14.5 to 13.0	-14.7 to 13.8	-	V
Positive Supply Current	I_{CC}	-	-	3.0	7.5	mA
Negative Supply Current	I_{EE}	-	-	-2.2	-5.0	mA
Strobe Current	I_{STR}	-	-	3	-	mA

Notes :

- $0 \leq T_A \leq +70^\circ C$
- The response time specified is for a 100mV input step with 5mV over drive.

Typical Performance Characteristics

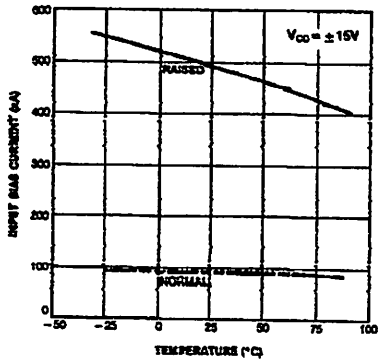


Figure 1. Input Bias Current vs Temperature

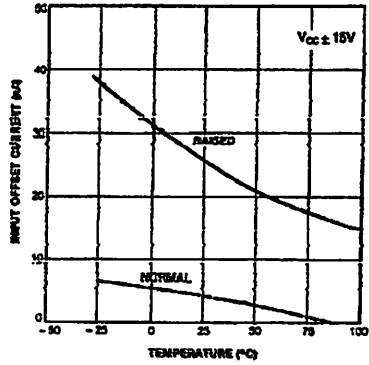


Figure 2. Input Offset Current vs Temperature

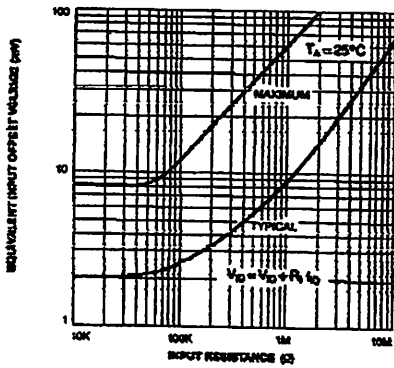


Figure 3. Offset Voltage vs Input Resistance

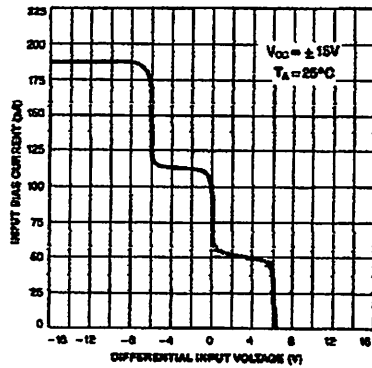


Figure 4. Input Bias Current vs Differential Input Voltage

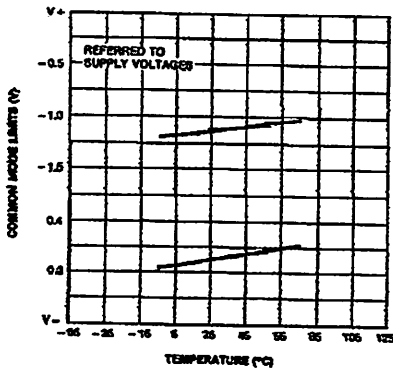


Figure 5. Common Mode Limits vs Temperature

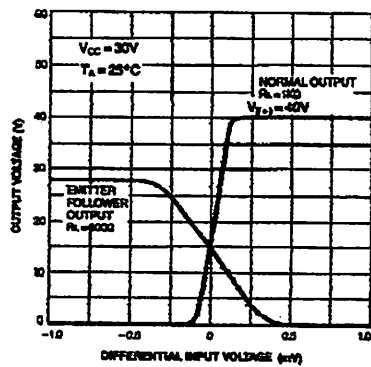


Figure 6. Output Voltage vs Differential Input Voltage

Typical Performance Characteristics (continued)

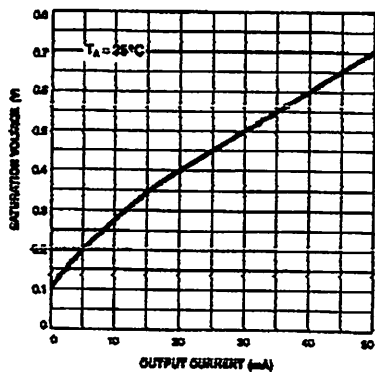


Figure 7. Saturation voltage vs Current

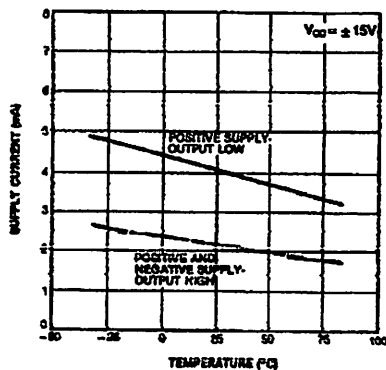


Figure 8. Supply Current vs Temperature

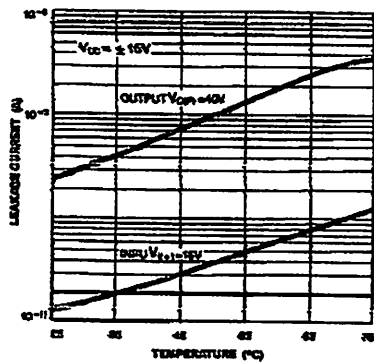


Figure 9. Leakage Current vs Temperature

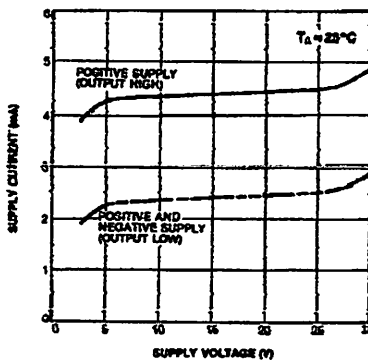


Figure 10. Supply Current vs Supply Voltage

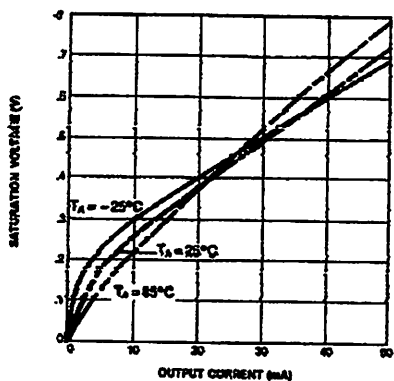


Figure 11. Current Saturation Voltage

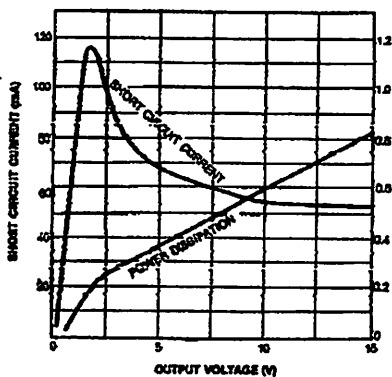
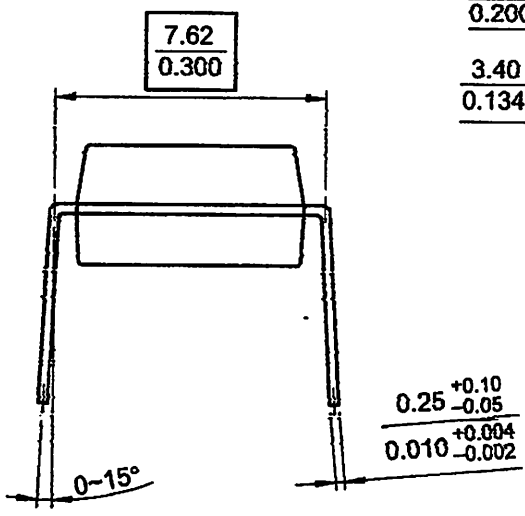
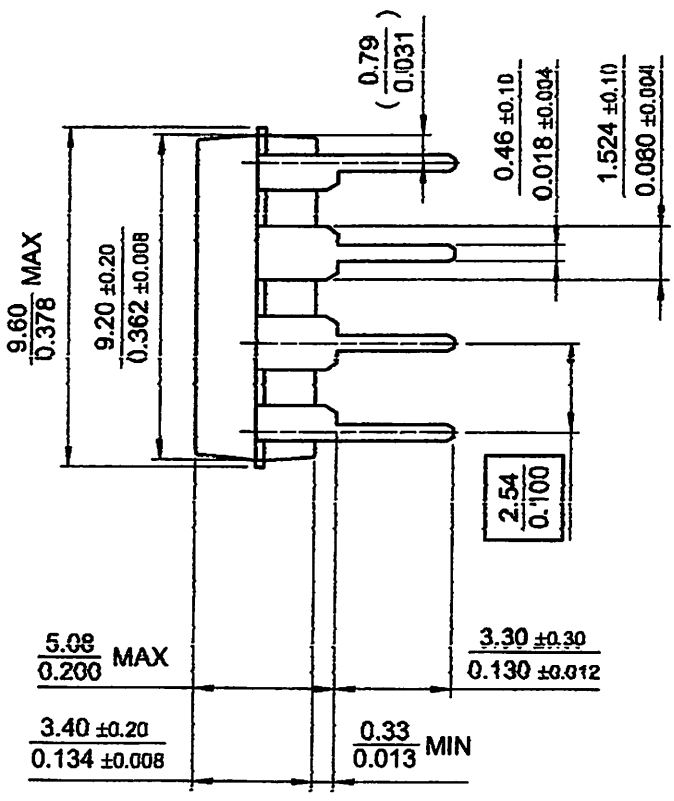
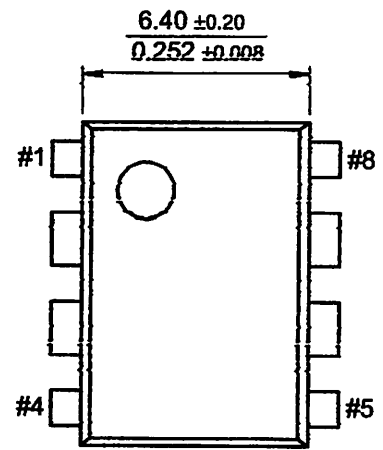


Figure 12. Output Limiting Characteristics

Mechanical Dimensions

Package

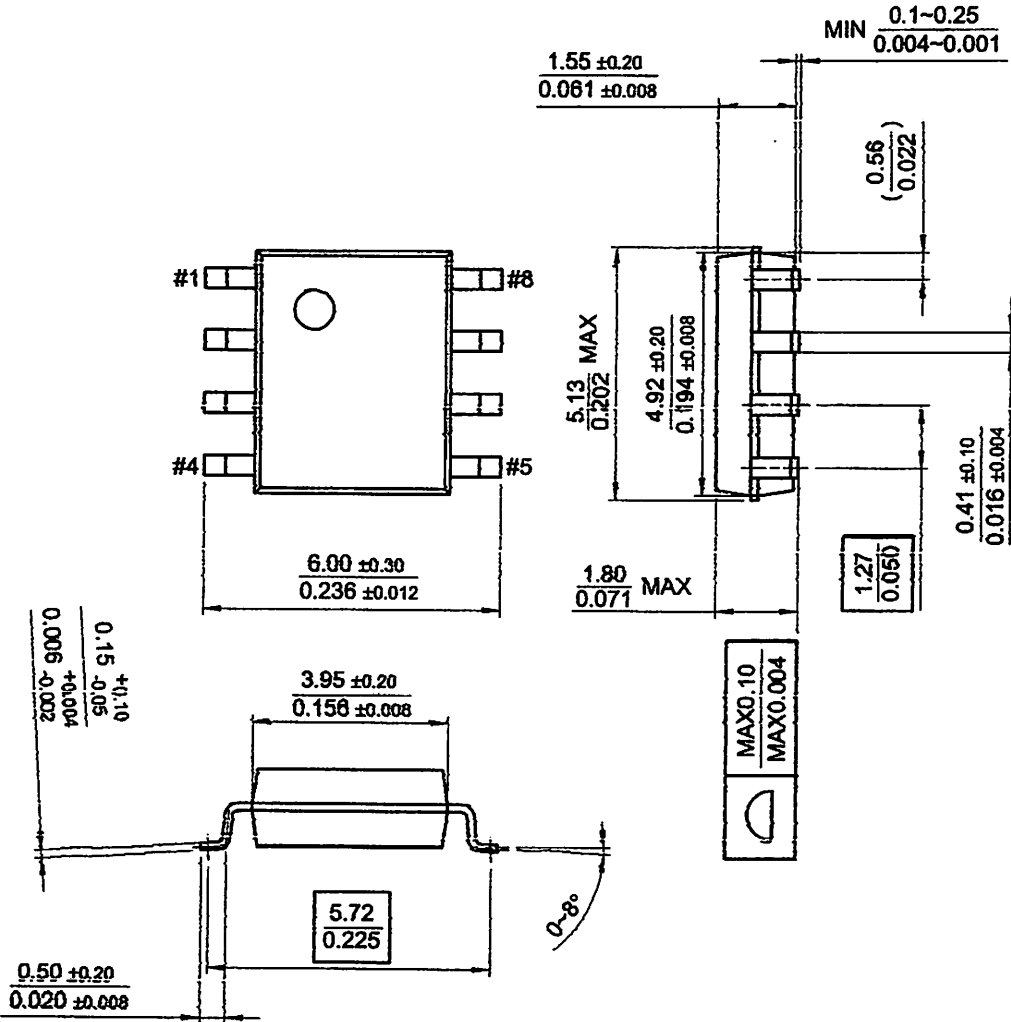
8-DIP



Mechanical Dimensions (Continued)

Package

8-SOP



Ordering Information

Product Number	Package	Operating Temperature
LM311N	8-DIP	0 ~ +70°C
LM311M	8-SOP	

DM74LS47

BCD to 7-Segment Decoder/Driver with Open-Collector Outputs

General Description

The DM74LS47 accepts four lines of BCD (8421) input data, generates their complements internally and decodes the data with seven AND/OR gates having open-collector outputs to drive indicator segments directly. Each segment output is guaranteed to sink 24 mA in the ON (LOW) state and withstand 15V in the OFF (HIGH) state with a maximum leakage current of 250 μ A. Auxiliary inputs provided blanking, lamp test and cascadable zero-suppression functions.

Features

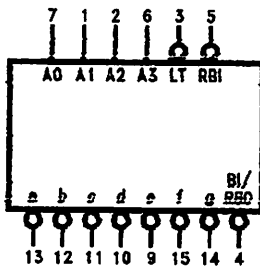
- Open-collector outputs
- Drive indicator segments directly
- Cascadable zero-suppression capability
- Lamp test input

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS47M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS47N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

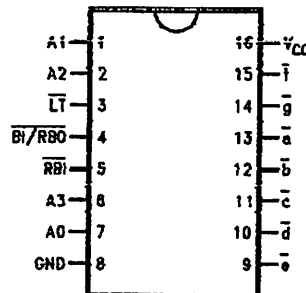
Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Logic Symbol



V_{CC} = Pin 16
GND = Pin 8

Connection Diagram



Pin Descriptions

Pin Names	Description
A0-A3	BCD Inputs
\overline{RBI}	Ripple Blanking Input (Active LOW)
\overline{LT}	Lamp Test Input (Active LOW)
$\overline{BI/RBO}$	Blanking Input (Active LOW) or Ripple Blanking Output (Active LOW)
$\overline{a-g}$	Segment Outputs (Active LOW) (Note 1)

Note 1: OC—Open Collector

DM74LS47 BCD to 7-Segment Decoder/Driver with Open-Collector Outputs

Truth Table

Decimal or Function	Inputs							Outputs							Note
	$\overline{\text{LT}}$	$\overline{\text{RBI}}$	A3	A2	A1	A0	$\overline{\text{BI/RBO}}$	a	b	c	d	e	f	g	
0	H	H	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H	(Note 2)
1	H	X	L	L	L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	(Note 2)
2	H	X	L	L	H	L	H	L	L	H	L	L	H	L	
3	H	X	L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	H	L	
4	H	X	L	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	
5	H	X	L	H	L	H	H	L	H	L	L	H	L	L	
6	H	X	L	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	L	
7	H	X	L	H	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	
8	H	X	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	
9	H	X	H	L	L	H	H	L	L	L	H	H	L	L	
10	H	X	H	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L	
11	H	X	H	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	L	
12	H	X	H	H	L	L	H	H	L	H	H	H	L	L	
13	H	X	H	H	L	H	H	L	H	H	L	H	L	L	
14	H	X	H	H	H	L	H	H	H	H	L	L	L	L	
15	H	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
$\overline{\text{BI}}$	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	(Note 3)
$\overline{\text{RBI}}$	H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	(Note 4)
$\overline{\text{LT}}$	L	X	X	X	X	X	H	L	L	L	L	L	L	L	(Note 5)

Note 2: $\overline{\text{BI/RBO}}$ is wire-AND logic serving as blanking input ($\overline{\text{BI}}$) and/or ripple-blanking output ($\overline{\text{RBO}}$). The blanking out ($\overline{\text{BI}}$) must be open or held at a HIGH level when output functions 0 through 15 are desired, and ripple-blanking input ($\overline{\text{RBI}}$) must be open or at a HIGH level if blanking or a decimal 0 is not desired. X = input may be HIGH or LOW.

Note 3: When a LOW level is applied to the blanking input (forced condition) all segment outputs go to a HIGH level regardless of the state of any other input condition.

Note 4: When ripple-blanking input ($\overline{\text{RBI}}$) and inputs A0, A1, A2 and A3 are LOW level, with the lamp test input at HIGH level, all segment outputs go to a HIGH level and the ripple-blanking output ($\overline{\text{RBO}}$) goes to a LOW level (response condition).

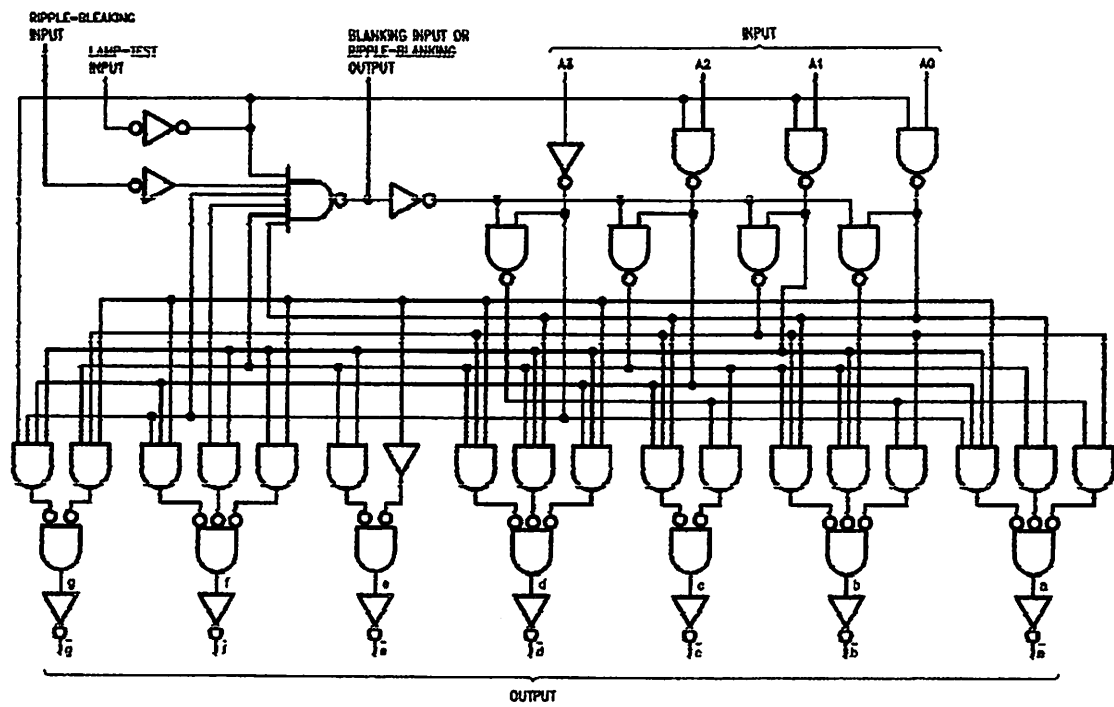
Note 5: When the blanking input/ripple-blanking output ($\overline{\text{BI/RBO}}$) is OPEN or held at a HIGH level, and a LOW level is applied to lamp test input, all segment outputs go to a LOW level.

Functional Description

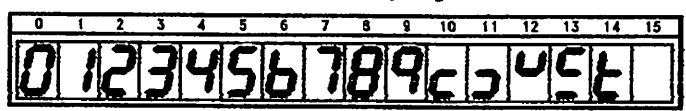
The DM74LS47 decodes the input data in the pattern indicated in the Truth Table and the segment identification illustration. If the input data is decimal zero, a LOW signal applied to the $\overline{\text{RBI}}$ blanks the display and causes a multi-digit display. For example, by grounding the $\overline{\text{RBI}}$ of the highest order decoder and connecting its $\overline{\text{BI/RBO}}$ to $\overline{\text{RBI}}$ of the next lowest order decoder, etc., leading zeros will be suppressed. Similarly, by grounding $\overline{\text{RBI}}$ of the lowest order decoder and connecting its $\overline{\text{BI/RBO}}$ to $\overline{\text{RBI}}$ of the next highest order decoder, etc., trailing zeros will be suppressed. Leading and trailing zeros can be suppressed simultaneously by using external gates, i.e.: by driving $\overline{\text{RBI}}$ of a

intermediate decoder from an OR gate whose inputs are $\overline{\text{BI/RBO}}$ of the next highest and lowest order decoders. $\overline{\text{BI/RBO}}$ also serves as an unconditional blanking input. The internal NAND gate that generates the $\overline{\text{RBO}}$ signal has a resistive pull-up, as opposed to a totem pole, and thus $\overline{\text{BI/RBO}}$ can be forced LOW by external means, using wired-collector logic. A LOW signal thus applied to $\overline{\text{BI/RBO}}$ turns off all segment outputs. This blanking feature can be used to control display intensity by varying the duty cycle of the blanking signal. A LOW signal applied to $\overline{\text{LT}}$ turns on all segment outputs, provided that $\overline{\text{BI/RBO}}$ is not forced LOW.

Logic Diagram



Numerical Designations—Resultant Displays



Absolute Maximum Ratings(Note 6)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 6: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current $\bar{a} - \bar{g}$ @ 15V = V_{OH} (Note 7)			-250	μ A
I_{OH}	HIGH Level Output Current $\overline{BI}/\overline{RBO}$			-50	μ A
I_{OL}	LOW Level Output Current			24	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Note 7: OFF-State at $\bar{a} - \bar{g}$.

Electrical Characteristics

Over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 8)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OH} = \text{Max}, V_{IL} = \text{Max}, \overline{BI}/\overline{RBO}$	2.7	3.4		V
I_{OFF}	Output HIGH Current Segment Outputs	$V_{CC} = 5.5V, V_O = 15V \bar{a} - \bar{g}$			250	μ A
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}, \bar{a} - \bar{g}$		0.35	0.5	V
		$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}, \overline{BI}/\overline{RBO}$			0.5	
		$I_{OL} = 12 \text{ mA}, \bar{a} - \bar{g}$		0.25	0.4	
		$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}, \overline{BI}/\overline{RBO}$			0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 7V$			100	μ A
		$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 10V$				
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 2.7V$			20	μ A
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 0.4V$			-0.4	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 9), I_{OS} at $\overline{BI}/\overline{RBO}$	-0.3		-2.0	mA
I_{CC}	Supply Current	$V_{CC} = \text{Max}$			13	mA

Note 8: All typicals are at $V_{CC} = 5V, T_A = 25^\circ\text{C}$.

Note 9: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

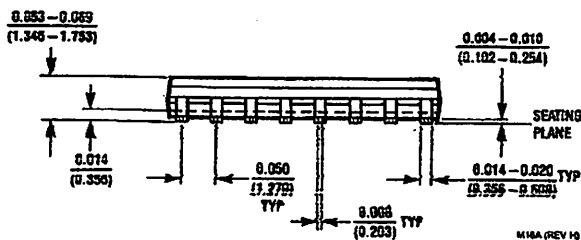
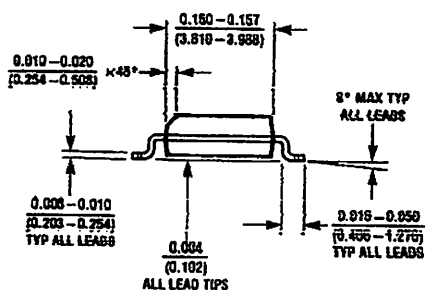
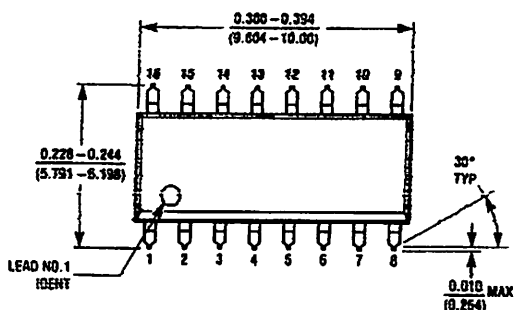
Switching Characteristics

at $V_{CC} = +5.0V, T_A = +25^\circ\text{C}$

Symbol	Parameter	Conditions	$R_L = 885\Omega$		Units
			$C_L = 15 \text{ pF}$		
			Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay			100	ns
t_{PHL}	A_n to $\bar{a} - \bar{g}$			100	
t_{PLH}	Propagation Delay			100	ns
t_{PHL}	\overline{RBI} to $\bar{a} - \bar{g}$ (Note 10)			100	

Note 10: $\overline{LT} = \text{HIGH}, A_0 - A_3 = \text{LOW}$

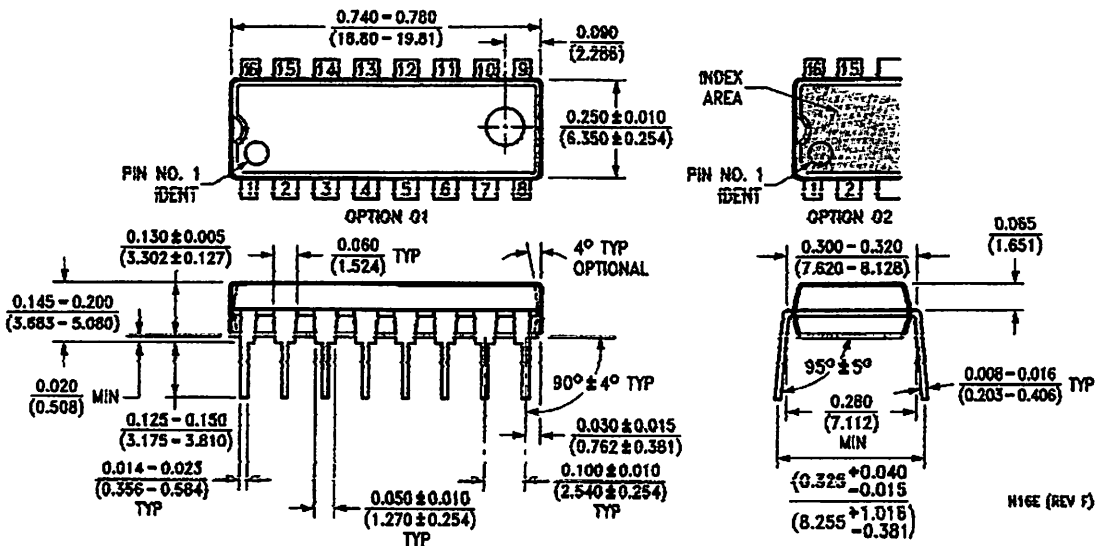
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow Package Number M16A

M16A (REV 10)

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide Package Number N16E

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

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 to 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.

www.fairchildsemi.com

FN2-030XX0DGW Range 0.30" (7.6 mm) Standard PO No DP Dual Digit 7 Segment Display

Features:

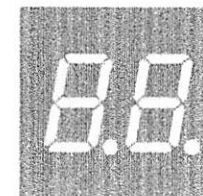
- High segment intensity
- Wide viewing angle
- Range of colours
- Grey face colour
- White segment colour

Available options:

- Alternative face and segment colour
- Alternative font
- Long terminal pins
- Alternative emitting colour
- Low current version

Font design

Product not shown
actual size



Electro / Optical Characteristics - $I_F = 20 \text{ mA}$ (* HE Blue - $I_F = 10 \text{ mA}$) $T_a = 25^\circ \text{ C}$

Part Number Common Cathode	Part Number Common Anode	Emitting Colour	Wavelength Peak λ_P	Forward Voltage V_F		Luminous Intensity I_V	
				typical	max	min	typical
FN2-0301L0DGW	FN2-0302L0DGW	GaAlAs Red	660	1.85	2.00	-	12
FN2-030130DGW	FN2-030230DGW	HE Red	640	2.05	2.50	-	3
FN2-0301Y0530DGW	FN2-0302Y0530DGW	Yellow	591	2.05	2.40	-	18
FN2-030120DGW	FN2-030220DGW	Green	568	2.10	2.50	-	5
FN2-0301B050DGW	FN2-0302B050DGW	* HE Blue	465	3.70	4.00	-	4
FN2-0301B010DGW	FN2-0302B010DGW	Blue	428	3.80	4.50	-	2
Units				nm	V	mcd / seg. (digit average)	

Maximum Ratings $T_a = 25^\circ \text{ C}$ (Derate above 25° C)

Characteristic	Condition	Symbol	Rating	Units
Pulse Forward Current	0.1 duty cycle @ 1KHz (HE Blue)	I_{FP}	100 (35)	mA
DC Forward Current	(HE Blue)	I_F	25 (15)	mA
Reverse Voltage	$I_R = 10 \mu\text{A}$	V_R	5	V
Operating Temperature		T_{opr}	- 25 to + 80	$^\circ \text{ C}$
Storage Temperature		T_{stg}	- 30 to + 85	$^\circ \text{ C}$
Lead soldering temperature	1.6 mm from body - max 3 seconds		260	$^\circ \text{ C}$

Note

Industry standard procedures regarding static must be observed when handling product produced with blue die material.

forge EUROPA

© Forge Europa Limited
Princes Street
Cumbria LA12 7NQ

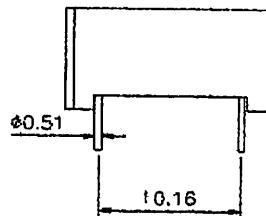
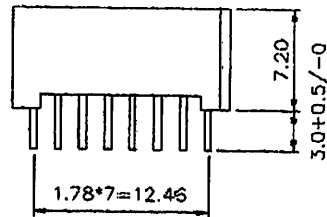
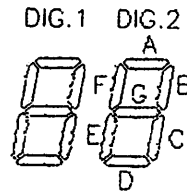
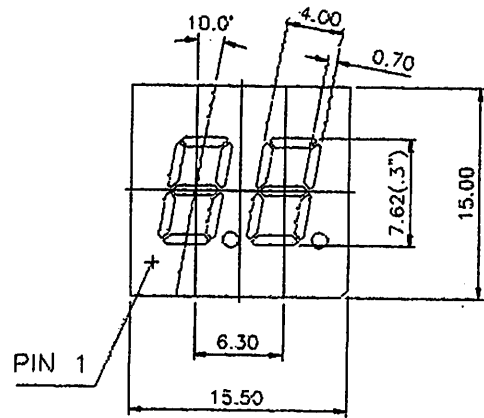
The Old Railway
Ulverston
England

Tel +44 (0) 1229 580000
Fax +44 (0) 1229 586890

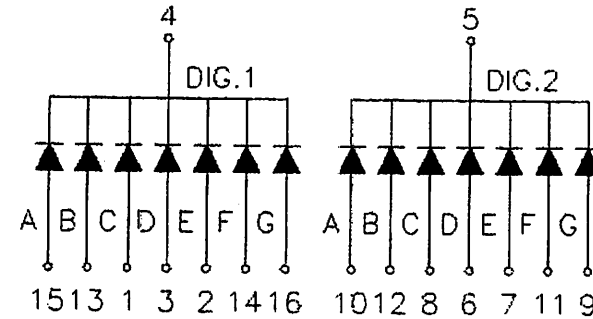
Websites www.forge-europa.co.uk
www.whiteleds.co.uk
E-Mail info@forge-europa.co.uk

Data Sheet FN2-030XX0DGW
Issue 02 23-10-02 Sheet 1 of 2

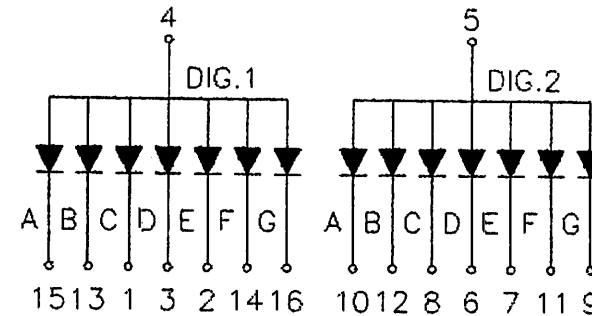
Package Outline



Common Cathode



Common Anode



Tolerance ± 0.25 mm unless stated



TIP2955
TIP3055

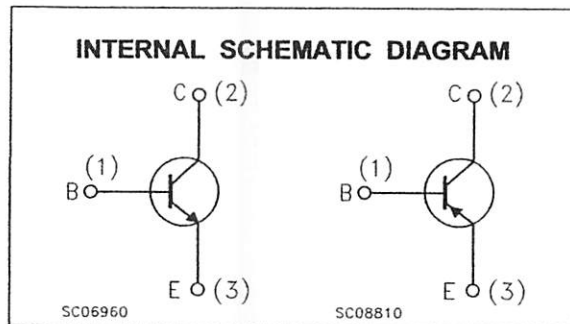
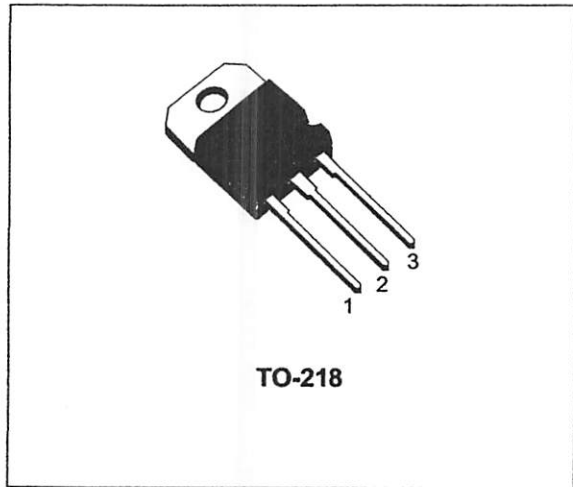
COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES
- COMPLEMENTARY PNP - NPN DEVICES

DESCRIPTION

The TIP3055 is a silicon Epitaxial-Base Planar NPN transistor mounted in TO-218 plastic package. It is intended for power switching circuits, series and shunt regulators, output stages and hi-fi amplifiers.

The complementary PNP type is the TIP2955.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value		Unit
		PNP	TIP2955	
		NPN	TIP3055	
V_{CBO}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)		100	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)		60	V
I_C	Collector Current		15	A
I_B	Base Current		7	A
P_{tot}	Total Dissipation at $T_c \leq 25^\circ\text{C}$		90	W
T_{stg}	Storage Temperature		-65 to 150	$^\circ\text{C}$
T_j	Max. Operating Junction Temperature		150	$^\circ\text{C}$

For PNP types voltage and current are negative.

TIP2955/TIP3055

THERMAL DATA

$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	1.4	°C/W
----------------	----------------------------------	-----	-----	------

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

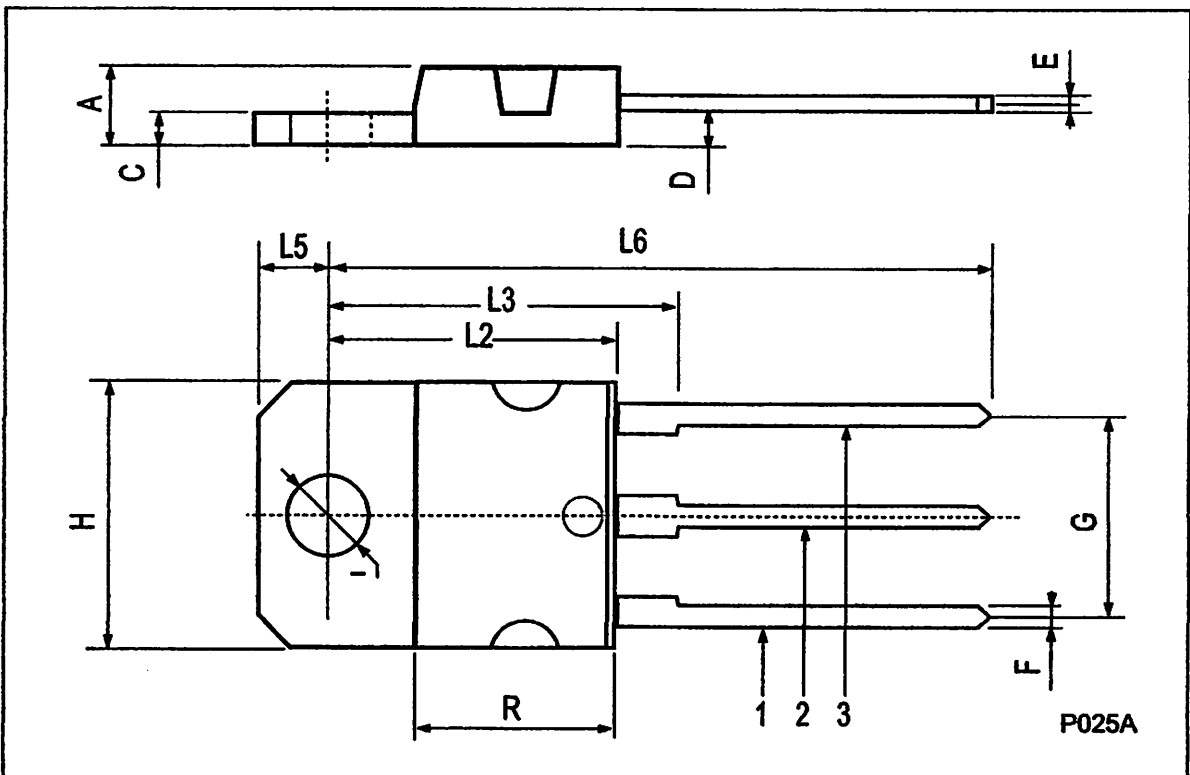
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CEX}	Collector Cut-off Current ($V_{BE} = -1.5V$)	$V_{CE} = 100\text{ V}$			1	mA
		$V_{CE} = 100\text{ V}$			5	mA
I_{CEO}	Collector Cut-off Current ($I_B = 0$)	$V_{CE} = 30\text{ V}$			0.7	mA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current ($I_C = 0$)	$V_{EB} = 7\text{ V}$			5	mA
$V_{CE(sus)*}$	Collector-Emitter Sustaining Voltage ($I_B = 0$)	$I_C = 30\text{ mA}$	60			V
$V_{CE(sat)*}$	Collector-emitter Saturation Voltage	$I_C = 4\text{ A}$			1	V
		$I_C = 10\text{ A}$	$I_B = 0.4\text{ A}$ $I_B = 3.3\text{ A}$		3	V
V_{BE*}	Base-emitter Voltage	$I_C = 4\text{ A}$			1.8	V
h_{FE*}	DC Current Gain	$I_C = 4\text{ A}$			20	
		$I_C = 10\text{ A}$	$V_{CE} = 4\text{ V}$ $V_{CE} = 4\text{ V}$		5	70
h_{fe}	Small Signal Current Gain	$I_C = 1\text{ A}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $f = 1\text{ KHz}$	15			
f_T	Transition-Frequency	$I_C = 0.5\text{ A}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $f = 1\text{ MHz}$	3			MHz
t_{on} t_{off}	RESISTIVE LOAD Turn-on Time	$I_C = 6\text{ A}$ $I_{B1} = - I_{B2} = 0.6\text{ A}$ $R_L = 5\ \Omega$ $V_{BE(off)} = -4\text{ V}$			0.5	μs
	Turn-off Time				0.9	μs

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



TO-218 (SOT-93) MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.7		4.9	0.185		0.193
C	1.17		1.37	0.046		0.054
D		2.5			0.098	
E	0.5		0.78	0.019		0.030
F	1.1		1.3	0.043		0.051
G	10.8		11.1	0.425		0.437
H	14.7		15.2	0.578		0.598
L2	-		16.2	-		0.637
L3		18			0.708	
L5	3.95		4.15	0.155		0.163
L6		31			1.220	
R	-		12.2	-		0.480
Ø	4		4.1	0.157		0.161



This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

TIP42 SERIES(TIP42/42A/42B/42C)

Medium Power Linear Switching Applications

- Complement to TIP41/41A/41B/41C

1 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	: TIP42	-40
		: TIP42A	-60
		: TIP42B	-80
		: TIP42C	-100
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	: TIP42	-40
		: TIP42A	-60
		: TIP42B	-80
		: TIP42C	-100
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	-5	V
I_C	Collector Current (DC)	-6	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	-10	A
I_B	Base Current	-2	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	65	W
P_C	Collector Dissipation ($T_a=25^\circ\text{C}$)	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	$I_C = -30\text{mA}, I_B = 0$			V	
			: TIP42	-40		V
			: TIP42A	-60		V
			: TIP42B	-80		V
			: TIP42C	-100		V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current	$V_{CE} = -30\text{V}, I_B = 0$ $V_{CE} = -60\text{V}, I_B = 0$		-0.7	mA	
				-0.7	mA	
I_{CES}	Collector Cut-off Current	$V_{CE} = -40\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = -60\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = -80\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = -100\text{V}, V_{EB} = 0$		-400	μA	
			: TIP42	-400	μA	
			: TIP42A	-400	μA	
			: TIP42B	-400	μA	
			: TIP42C	-400	μA	
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = -5\text{V}, I_C = 0$		-1	mA	
h_{FE}	* DC Current Gain	$V_{CE} = -4\text{V}, I_C = -0.3\text{A}$ $V_{CE} = -4\text{V}, I_C = -3\text{A}$	30			
			15	75		
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -6\text{A}, I_B = -600\text{mA}$		-1.5	V	
$V_{BE(sat)}$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE} = -4\text{V}, I_C = -6\text{A}$		-2.0	V	
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = -10\text{V}, I_C = -500\text{mA}$	3.0		MHz	

* Pulse Test: PW≤300 μs , Duty Cycles≤2%

TIP42 SERIES(TIP42/42A/42B/42C)

Typical Characteristics

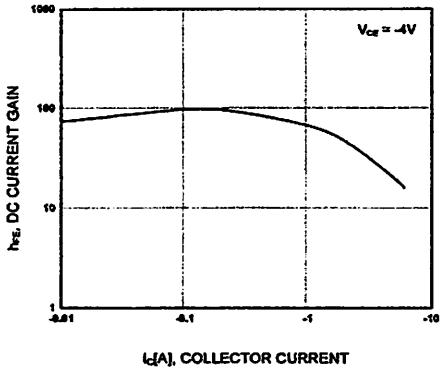


Figure 1. DC current Gain

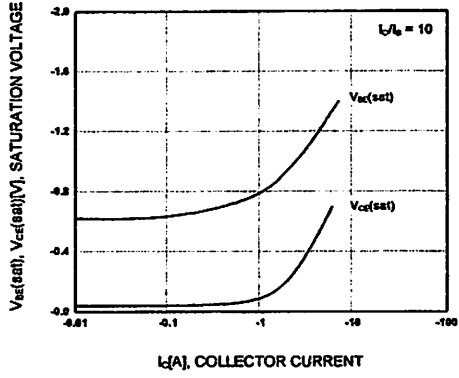


Figure 2. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

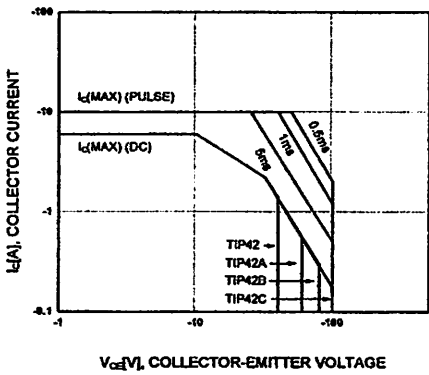


Figure 3. Safe Operating Area

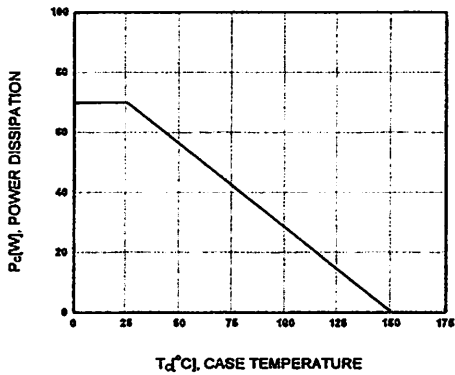
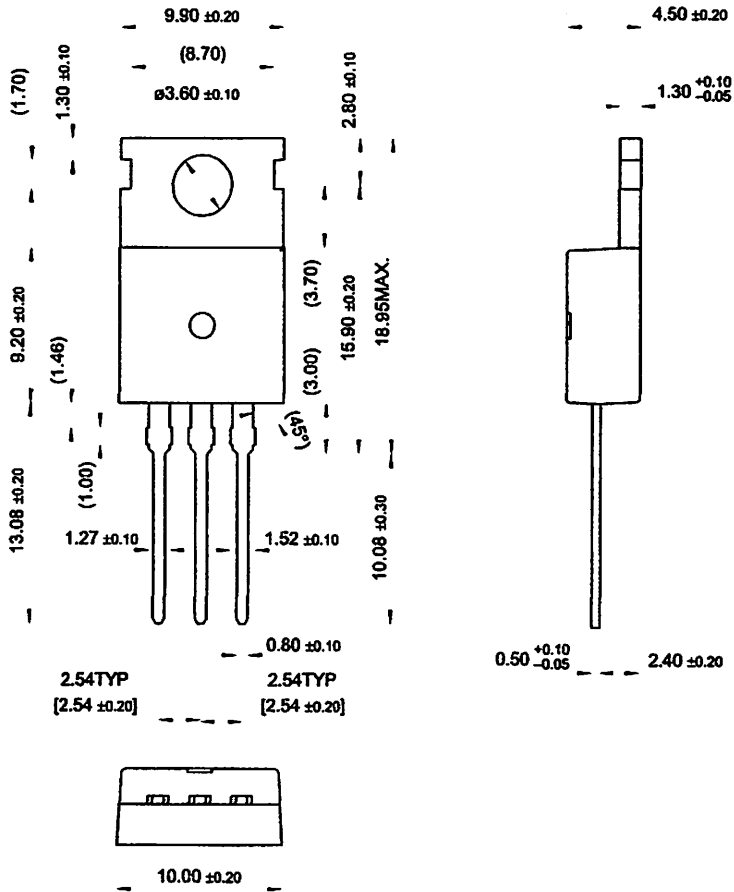


Figure 4. Power derating

Package Dimensions

TO-220



Dimensions in Millimeters

TIP42 SERIES (TIP42/42A/42B/42C)

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 _x ™	HiSeC™	SuperSOT™-8
Bottomless™	ISOPLANAR™	SyncFET™
CoolFET™	MICROWIRE™	TinyLogic™
CROSSVOLT™	POP™	UHC™
E ² CMOS™	PowerTrench®	VCX™
FACT™	QFET™	
FACT Quiet Series™	QS™	
FAST®	Quiet Series™	
FASTr™	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.

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

TIP41 SERIES
(TIP41/41A/41B/41C)

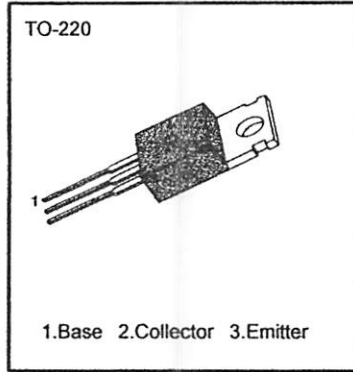
NPN EPITAXIAL SILICON TRANSISTOR

MEDIUM POWER LINEAR SWITCHING APPLICATIONS

† Complement to TIP42/42A/42B/42C

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
Collector Base Voltage	V _{CBO}	TIP41	40 V
		TIP41A	60 V
		TIP41B	80 V
		TIP41C	100 V
Collector Emitter Voltage	V _{CEO}	TIP41	40 V
		TIP41A	60 V
		TIP41B	80 V
		TIP41C	100 V
Emitter-Base Voltage	V _{EBO}	5 V	
Collector Current (DC)	I _C	6 A	
Collector Current (Pulse)	I _C	10 A	
Base Current	I _B	2 A	
Collector Dissipation (T _C =25°C)	P _C	65 W	
Collector Dissipation (T _A =25°C)	P _C	2 W	
Junction Temperature	T _J	150 °C	
Storage Temperature	T _{STG}	-65 ~ 150 °C	



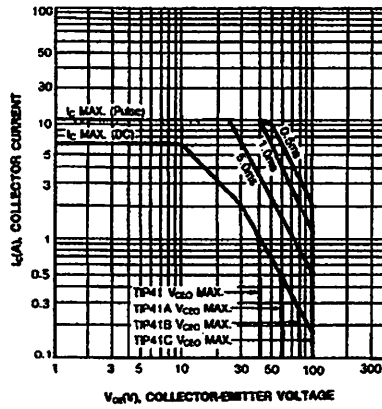
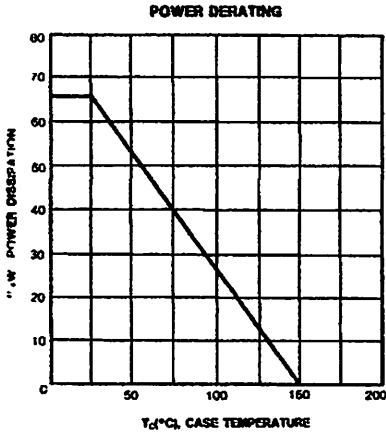
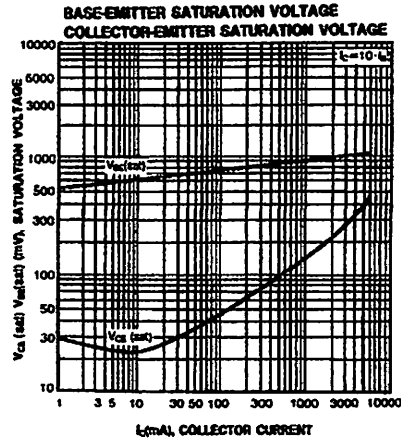
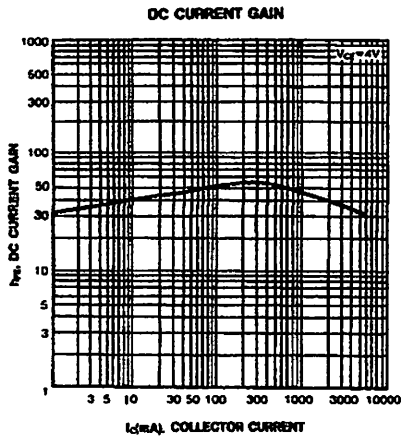
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_C = 25°C)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Max	Unit
*Collector Emitter Sustaining Voltage	BV _{CEO(sus)}	I _C = 30mA, I _B = 0	TIP41	40	V
			TIP41A	60	V
			TIP41B	80	V
			TIP41C	100	V
Collector Cutoff Current	I _{CEO}	V _{CE} = 30V, I _B = 0		0.7	mA
		V _{CE} = 60V, I _B = 0		0.7	mA
Collector Cutoff Current	I _{CES}	V _{CE} = 40V, V _{EB} = 0	TIP41	400	≥A
			TIP41A	400	≥A
			TIP41B	400	≥A
			TIP41C	400	≥A
Emitter Cutoff Current	I _{EBO}	V _{EB} = 5V, I _C = 0		1	mA
*DC Current Gain	h _{FE}	V _{CE} = 4V, I _C = 0.3A	30		
		V _{CE} = 4V, I _C = 3A	15	75	
*Collector-Emitter Saturation Voltage	V _{CE(sat)}	I _C = 6A, I _B = 600mA		1.5	V
*Base-Emitter On Voltage	V _{BE(on)}	V _{CE} = 4V, I _C = 6A		2.0	V
Current Gain Bandwidth Product	f _T	V _{CE} = 10V, I _C = 500mA f = 1MHz	3.0		MHz

* Pulse Test: PW<300µs, Duty Cycle<2%

TIP41 SERIES
(TIP41/41A/41B/41C)

NPN EPITAXIAL SILICON TRANSISTOR



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_x™
CoolFET™
CROSSVOLT™
E²C MOS™
FACT™
FACT Quiet Series™
FAST®
FAST_r™
GTO™
HiSeC™

ISOPLANAR™
MICROWIRE™
POP™
PowerTrench™
QS™
Quiet Series™
SuperSOT™-3
SuperSOT™-6
SuperSOT™-8
TinyLogic™

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 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, 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.



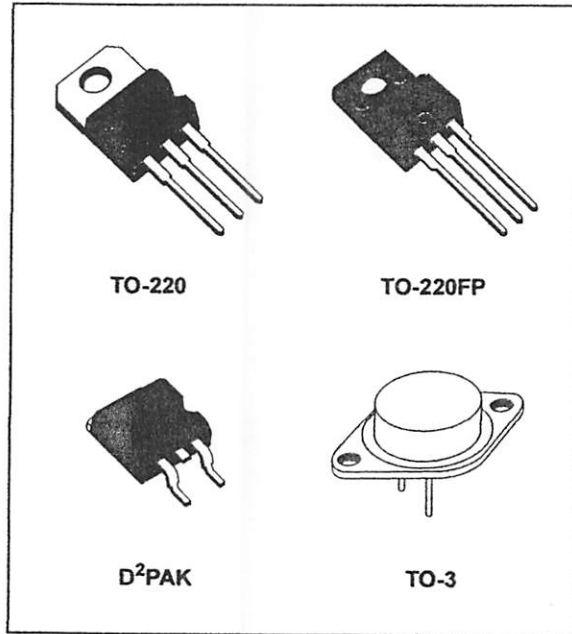
L7800 SERIES

POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

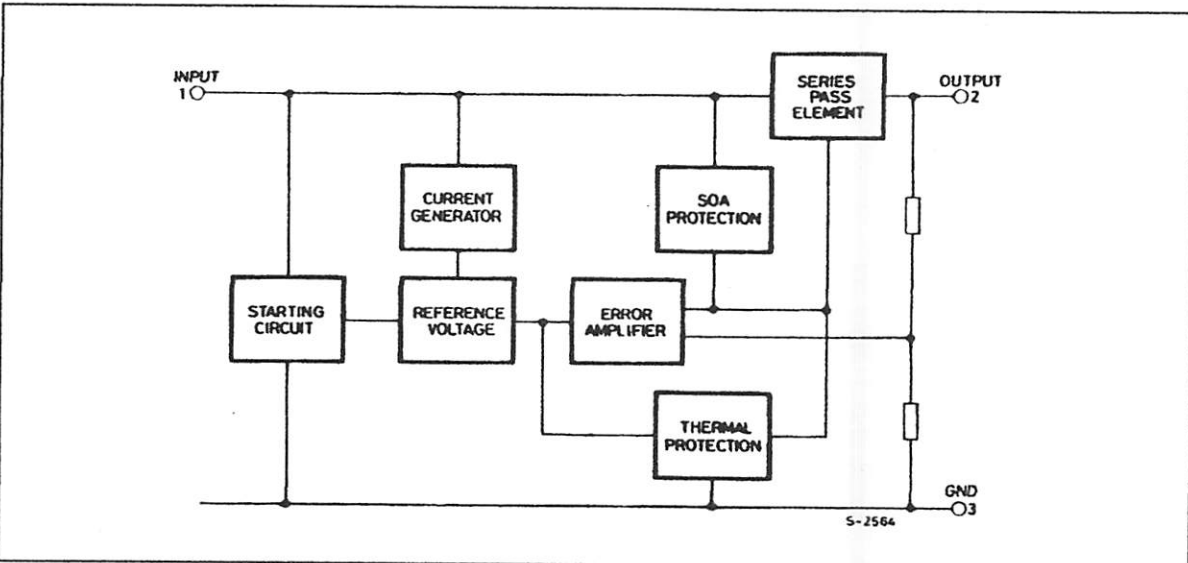
- OUTPUT CURRENT TO 1.5A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION

DESCRIPTION

The L7800 series of three-terminal positive regulators is available in TO-220, TO-220FP, TO-3 and D²PAK 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 voltage and currents.



SCHEMATIC DIAGRAM



L7800 SERIES

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

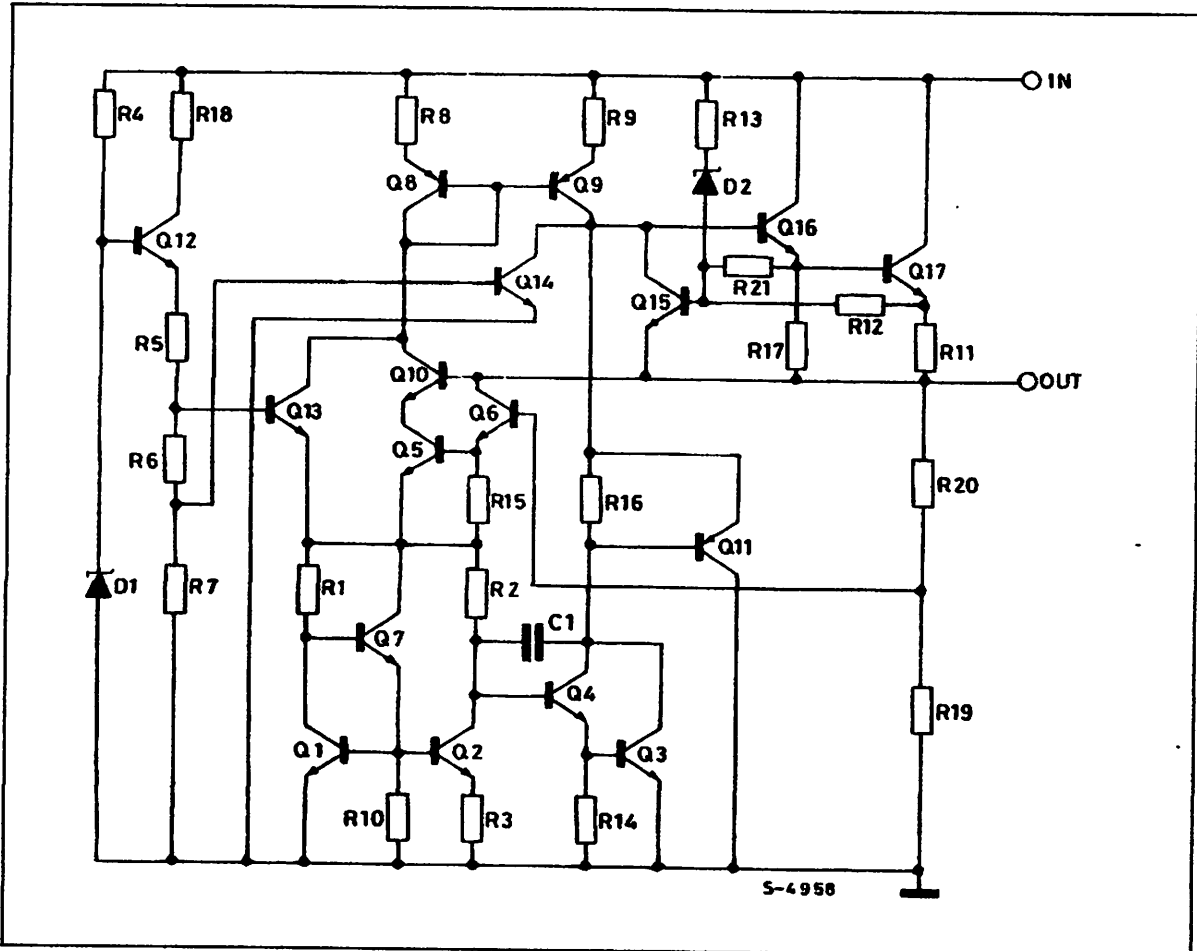
Symbol	Parameter ²		Value	Unit
V_i	DC Input Voltage	for $V_o = 5$ to 18V	35	V
		for $V_o = 20, 24V$	40	
I_o	Output Current		Internally Limited	
P_{tot}	Power Dissipation		Internally Limited	
T_{stg}	Storage Temperature Range		-65 to 150	°C
T_{op}	Operating Junction Temperature Range	for L7800	-55 to 150	°C
		for L7800C	0 to 150	

Absolute Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied.

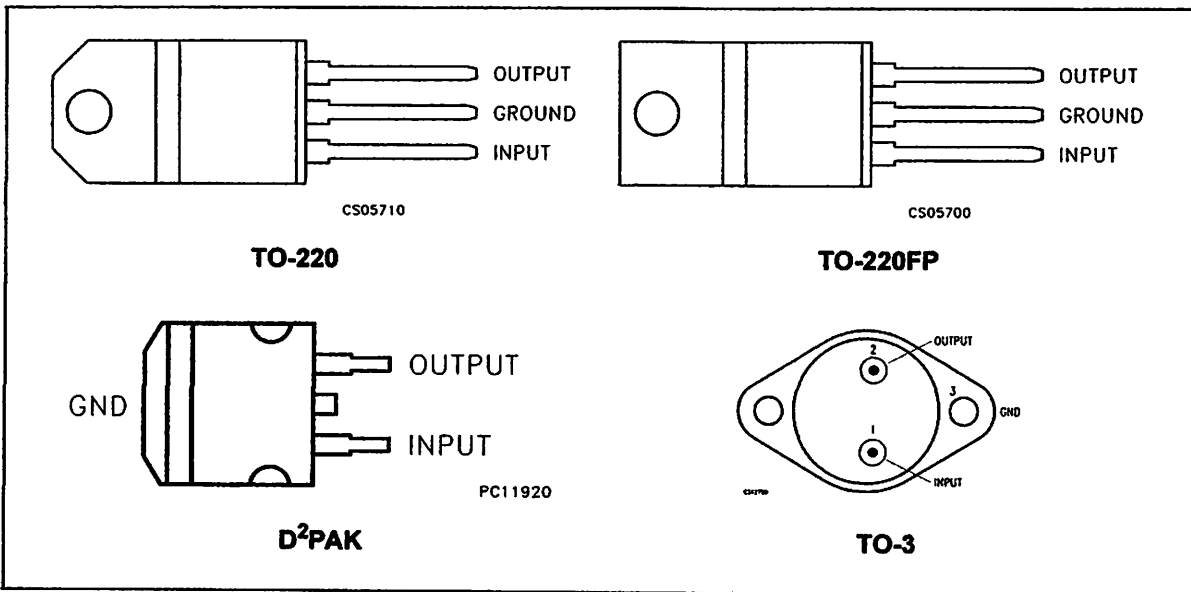
THERMAL DATA

Symbol	Parameter	D ² PAK	TO-220	TO-220FP	TO-3	Unit
$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case Max	3	5	5	4	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient Max	62.5	50	60	35	°C/W

SCHEMATIC DIAGRAM



CONNECTION DIAGRAM (top view)



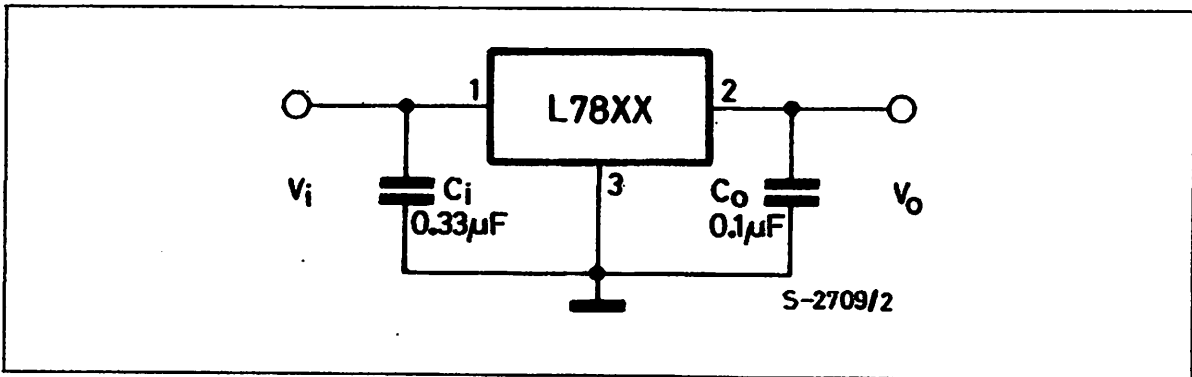
ORDERING CODES

TYPE	TO-220	D ² PAK (*)	TO-220FP	TO-3	OUTPUT VOLTAGE
L7805				L7805T	5 V
L7805C	L7805CV	L7805CD2T	L7805CP	L7805CT	5 V
L7852C	L7852CV	L7852CD2T	L7852CP	L7852CT	5.2 V
L7806				L7806T	6 V
L7806C	L7806CV	L7806CD2T	L7806CP	L7806CT	6 V
L7808				L7808T	8 V
L7808C	L7808CV	L7808CD2T	L7808CP	L7808CT	8 V
L7885C	L7885CV	L7885CD2T	L7885CP	L7885CT	8.5 V
L7809C	L7809CV	L7809CD2T	L7809CP	L7809CT	9 V
L7812				L7812T	12 V
L7812C	L7812CV	L7812CD2T	L7812CP	L7812CT	12 V
L7815				L7815T	15 V
L7815C	L7815CV	L7815CD2T	L7815CP	L7815CT	15 V
L7818				L7818T	18 V
L7818C	L7818CV	L7818CD2T	L7818CP	L7818CT	18 V
L7820				L7820T	20 V
L7820C	L7820CV	L7820CD2T	L7820CP	L7820CT	20 V
L7824				L7824T	24 V
L7824C	L7824CV	L7824CD2T	L7824CP	L7824CT	24 V

(*) Available in Tape & Reel with the suffix "-TR".

L7800 SERIES

APPLICATION CIRCUITS



TEST CIRCUITS

Figure 1 : DC Parameter

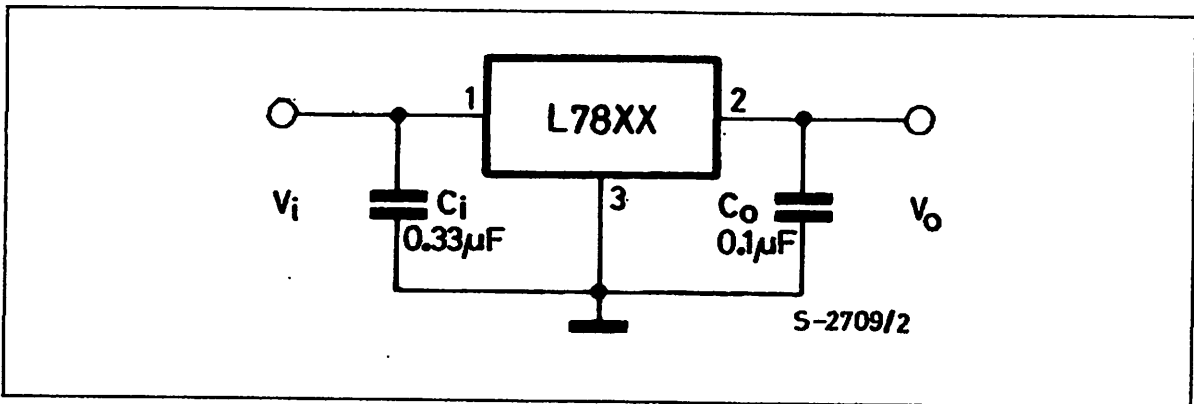


Figure 2 : Load Regulation

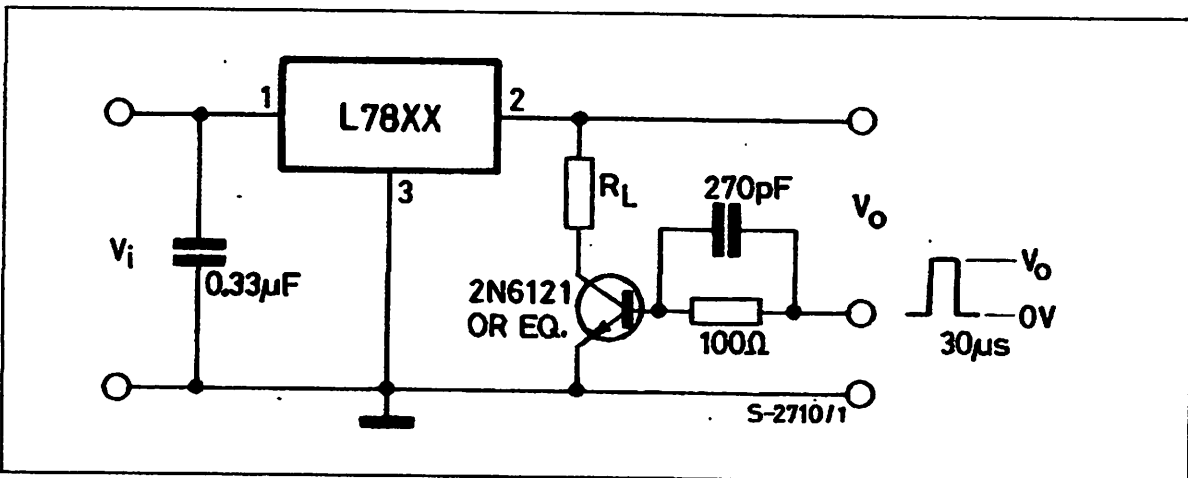
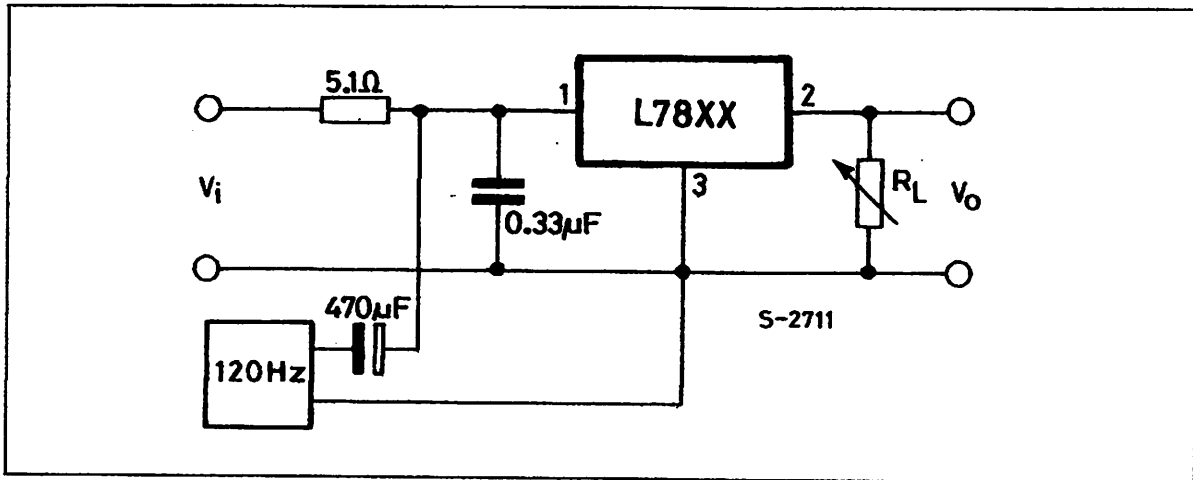


Figure 3 : Ripple Rejection



ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF L7805 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°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	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 8\text{ to }20\text{ V}$	4.65	5	5.35	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	50	mV
		$V_I = 8\text{ to }12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	25	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			25	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		0.6		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8\text{ to }18\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	68			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		mΩ
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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.

L7800 SERIES

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF L7806 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°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	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 9\text{ to }21\text{ V}$	5.65	6	6.35	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	mV
		$V_I = 9\text{ to }13\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			30	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			30	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 9\text{ to }25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		0.7		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 9\text{ to }19\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	65			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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 OF L7808 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°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	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 11.5\text{ to }23\text{ V}$	7.6	8	8.4	V
$\Delta V_{O(*)}$	Line Regulation	$V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	mV
		$V_I = 11\text{ to }17\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	
$\Delta V_{O(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 11.5\text{ to }25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 11.5\text{ to }21.5\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	62			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		16		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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 OF L7812 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 19\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_1 = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ 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	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 15.5\text{ to }27\text{ V}$	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 14.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$V_I = 16\text{ to }22\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 15\text{ to }30\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		1.5		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 15\text{ to }25\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	61			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		18		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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 OF L7815 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 23\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_1 = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ 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	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 18.5\text{ to }30\text{ V}$	14.25	15	15.75	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 17.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	mV
		$V_I = 20\text{ to }26\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			75	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			75	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 18.5\text{ to }30\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		1.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 18.5\text{ to }28.5\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	60			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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.

L7800 SERIES

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF L7818 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 26\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	17.3	18	18.7	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 22\text{ to }33\text{ V}$	17.1	18	18.9	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$V_I = 24\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 22\text{ to }33\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		2.3		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 22\text{ to }32\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	59			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		22		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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 OF L7820 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°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	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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	$V_I = 22.5\text{ to }35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$V_I = 26\text{ to }32\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		2.5		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			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	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		24		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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 OF L7824 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°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	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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	$V_I = 27\text{ to }38\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$V_I = 30\text{ to }36\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 28\text{ to }38\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		3		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			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	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		28		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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 OF L7805C (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 10\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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	$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	100	mV
		$V_I = 8\text{ to }12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	50	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			50	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1.1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		40		$\mu\text{V}/V_O$
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 Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75		A
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.

L7800 SERIES

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF L7852C (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 10\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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	$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	105	mV
		$V_I = 8\text{ to }12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	52	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			105	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			52	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$			1.3	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		42		$\mu\text{V}/V_O$
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 Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75		A
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 OF L7806C (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 11\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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	$V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$V_I = 9\text{ to }13\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$			1.3	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		45		$\mu\text{V}/V_O$
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 Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.55		A
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 OF L7808C (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 14\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_1 = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ 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	$V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$V_I = 11\text{ to }17\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		52		$\mu\text{V}/V_O$
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 Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.45		A
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 OF L7885C (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 14.5\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_1 = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ 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	$V_I = 11\text{ to }27\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$V_I = 11.5\text{ to }17.5\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 11\text{ to }27\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		55		$\mu\text{V}/V_O$
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 Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.45		A
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.

L7800 SERIES

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF L7809C (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°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	$V_I = 11.5\text{ to }26\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$V_I = 12\text{ to }18\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 11.5\text{ to }26\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		70		$\mu\text{V}/V_O$
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 Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.40		A
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 OF L7812C (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°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	$V_I = 14.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$V_I = 16\text{ to }22\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 14.5\text{ to }30\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/°C
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		75		$\mu\text{V}/V_O$
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 Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.35		A
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 OF L7815C (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 23\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	14.5	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	$V_I = 17.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
		$V_I = 20\text{ to }26\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 17.5\text{ to }30\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	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		$\mu\text{V}/V_O$
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		$\text{m}\Omega$
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.23		A
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 OF L7818C (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 26\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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	$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$V_I = 24\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	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		$\mu\text{V}/V_O$
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		$\text{m}\Omega$
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.20		A
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.

L7800 SERIES

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF L7820C (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°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	$T_J = 25^\circ\text{C}$	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	$V_I = 22.5\text{ to }35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$V_I = 26\text{ to }32\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 23\text{ to }35\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	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		$\mu\text{V}/V_O$
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 Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.18		A
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 OF L7824C (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°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	$T_J = 25^\circ\text{C}$	23	24	25	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 27\text{ to }38\text{ V}$	22.8	24	25.2	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 27\text{ to }38\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			480	mV
		$V_I = 30\text{ to }36\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			480	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 27\text{ to }38\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1.5		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		170		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 28\text{ to }38\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	50			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		28		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.15		A
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.

Figure 4 : Dropout Voltage vs Junction Temperature

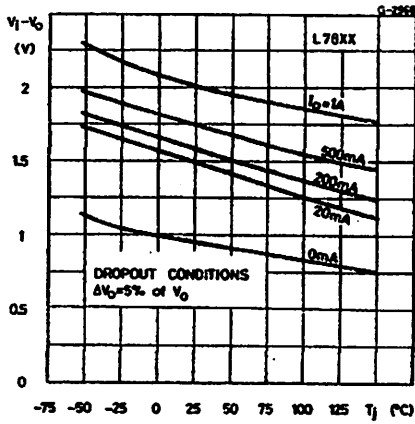


Figure 7 : Output Voltage vs Junction Temperature

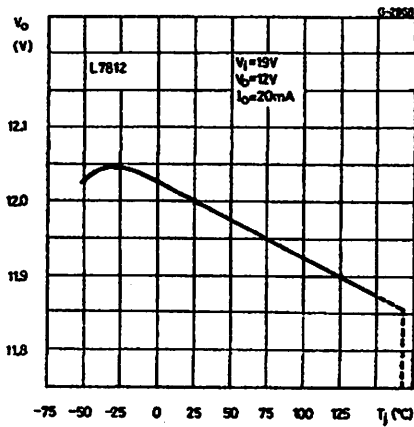


Figure 5 : Peak Output Current vs Input/output Differential Voltage

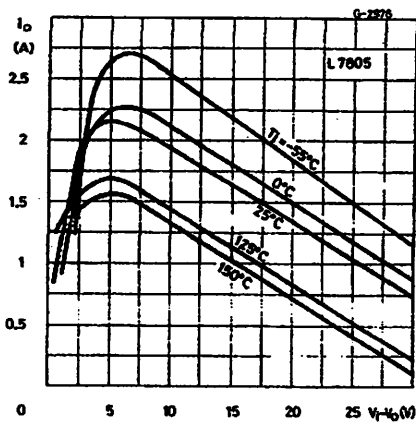


Figure 8 : Output Impedance vs Frequency

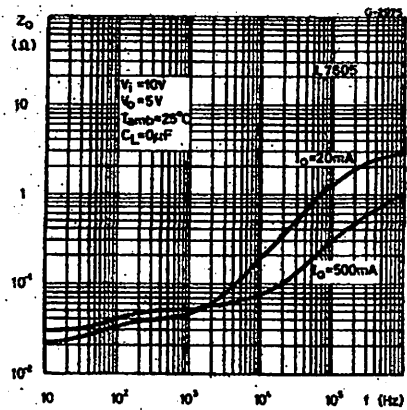


Figure 6 : Supply Voltage Rejection vs Frequency

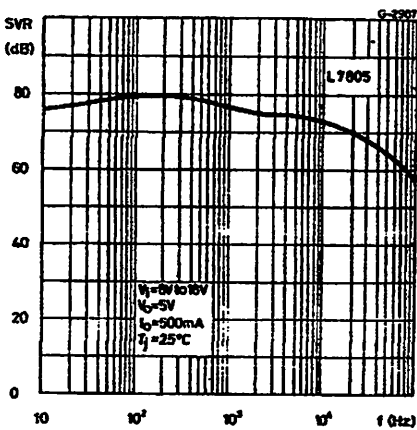
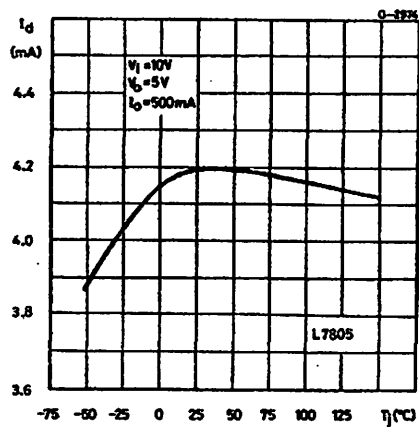


Figure 9 : Quiescent Current vs Junction Temperature



L7800 SERIES

Figure 10 : Load Transient Response

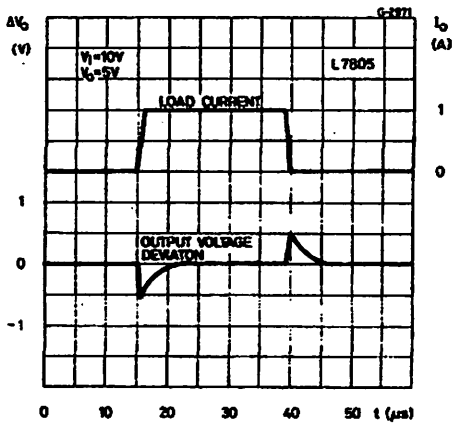


Figure 12 : Quiescent Current vs Input Voltage

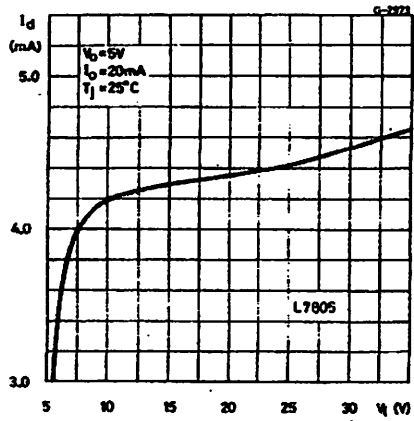


Figure 11 : Line Transient Response

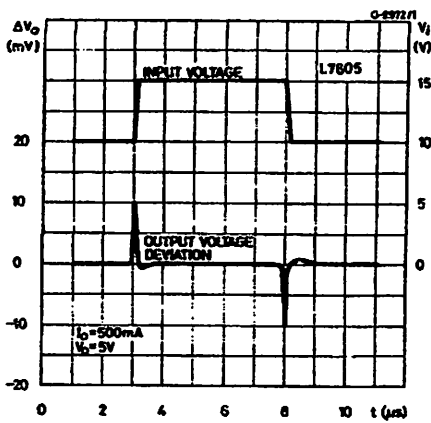
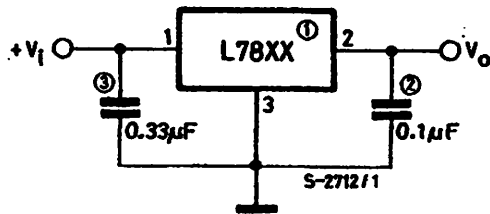


Figure 13 : Fixed Output Regulator



NOTE:

1. To specify an output voltage, substitute a voltage value for "XX".
2. Although no output capacitor is needed for stability, it does improve transient response.
3. Required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.

Figure 14 : Current Regulator

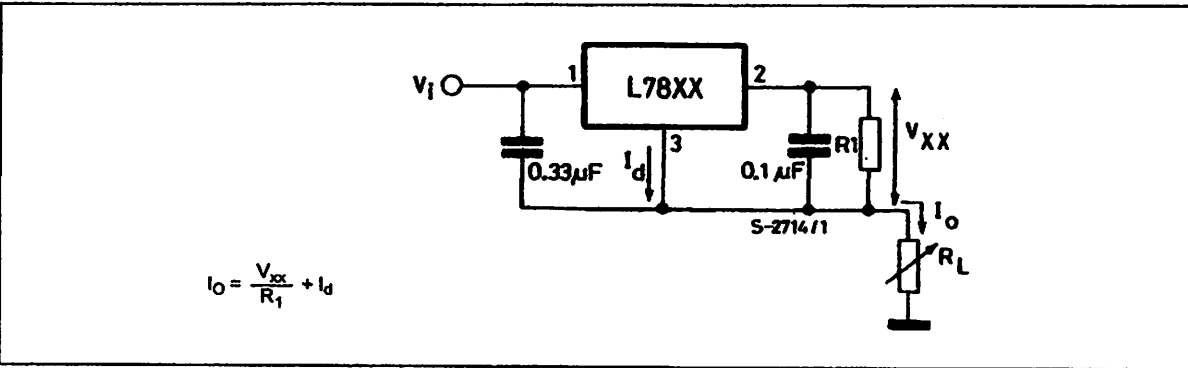


Figure 15 : Circuit for Increasing Output Voltage

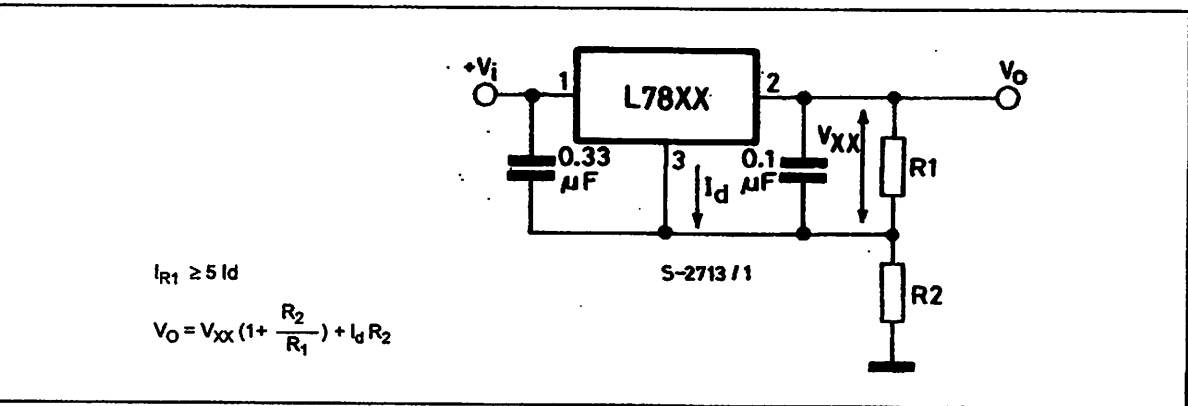
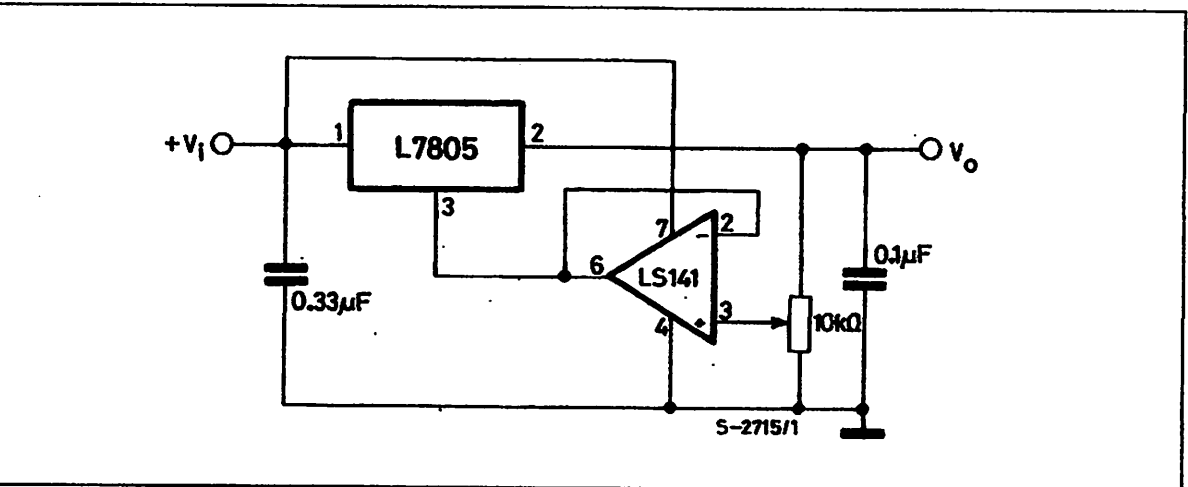


Figure 16 : Adjustable Output Regulator (7 to 30V)



L7800 SERIES

Figure 17 : 0.5 to 10V Regulator

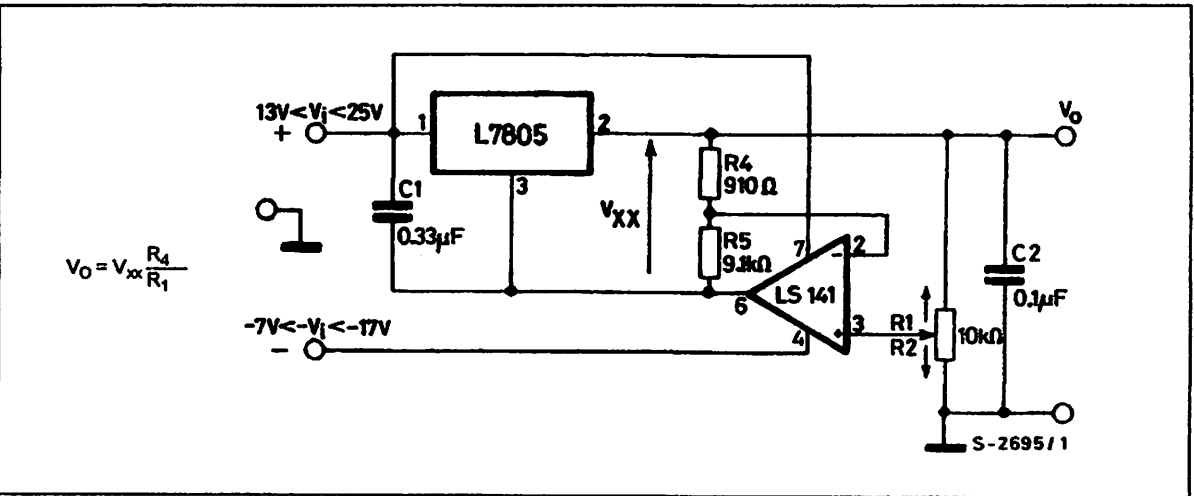


Figure 18 : High Current Voltage Regulator

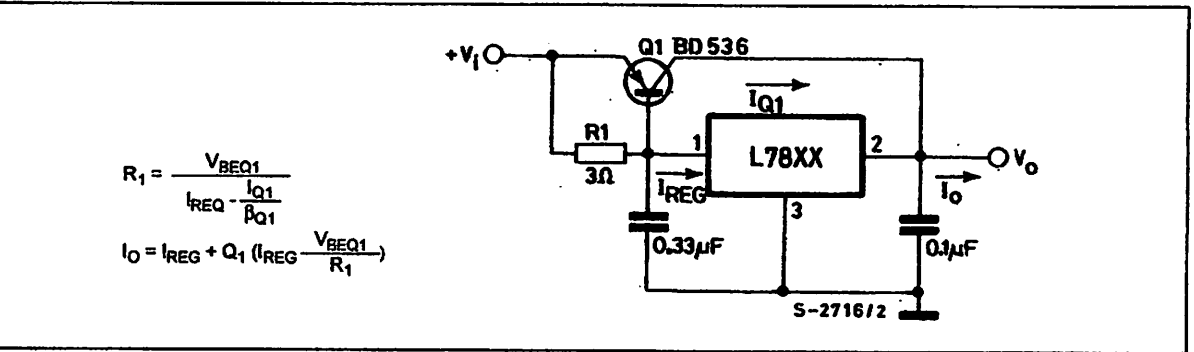


Figure 19 : High Output Current with Short Circuit Protection

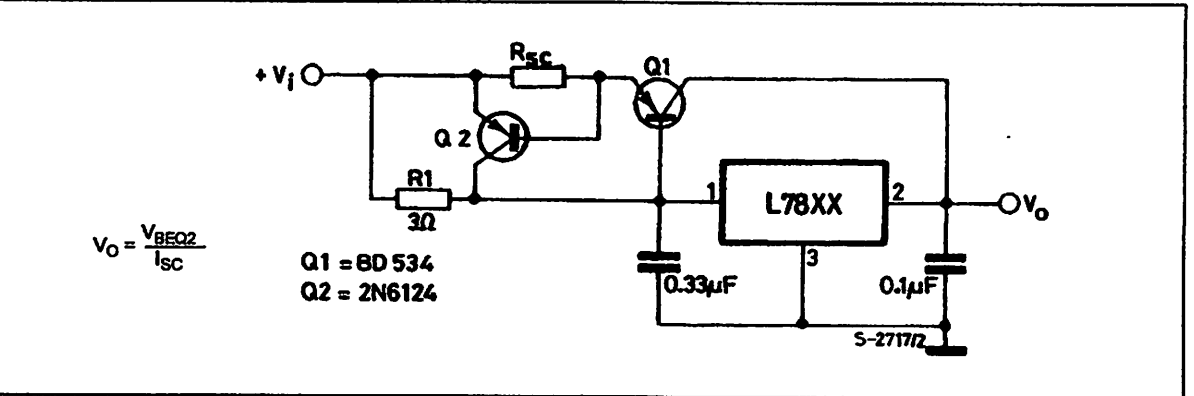


Figure 20 : Tracking Voltage Regulator

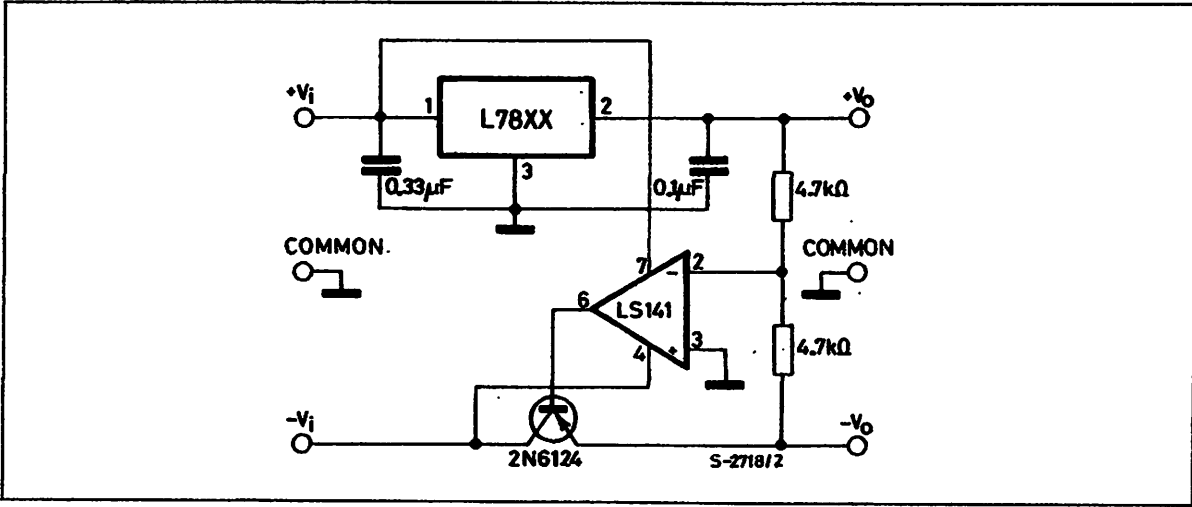
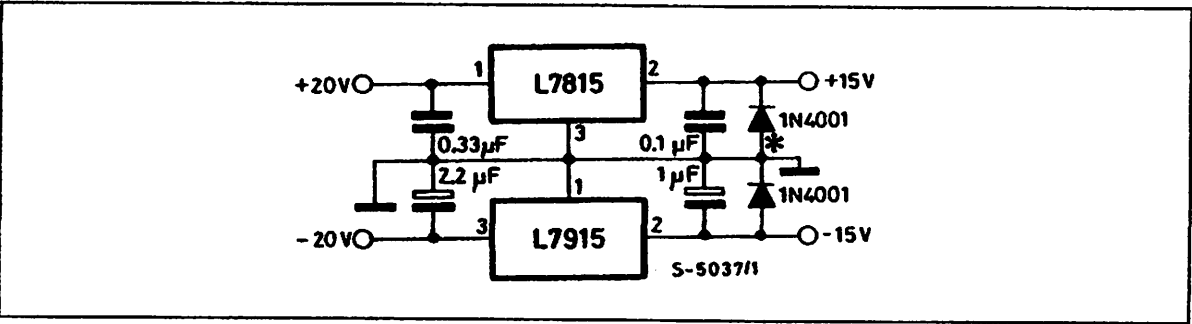
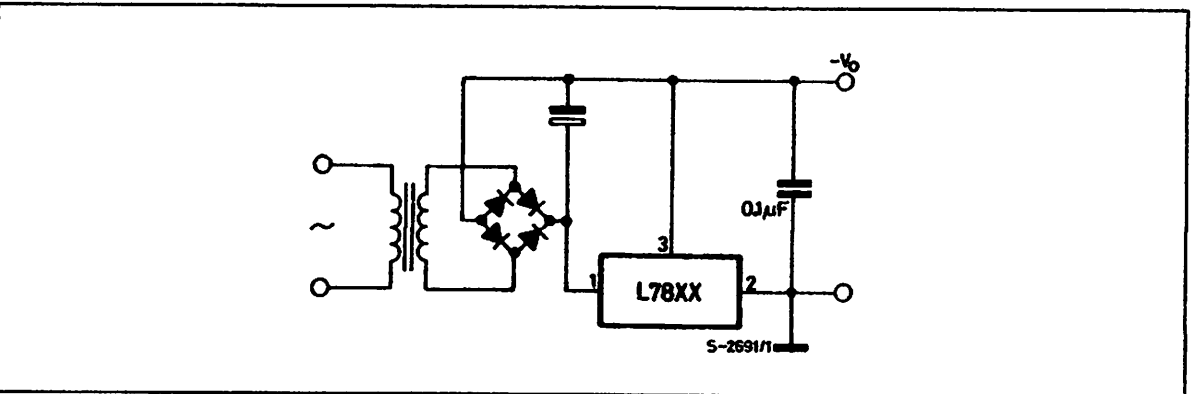


Figure 21 : Split Power Supply ($\pm 15V - 1 A$)



* Against potential latch-up problems.

Figure 22 : Negative Output Voltage Circuit



L7800 SERIES

Figure 23 : Switching Regulator

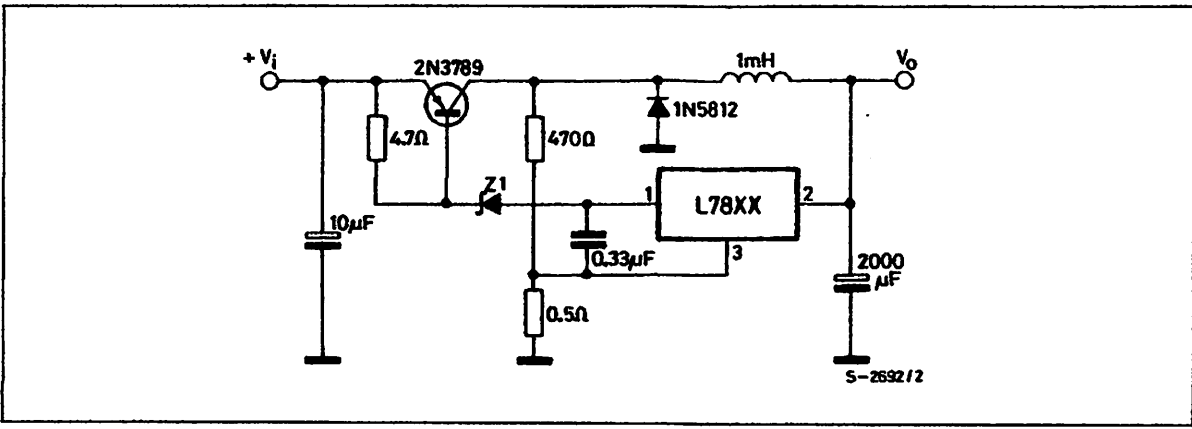


Figure 24 : High Input Voltage Circuit

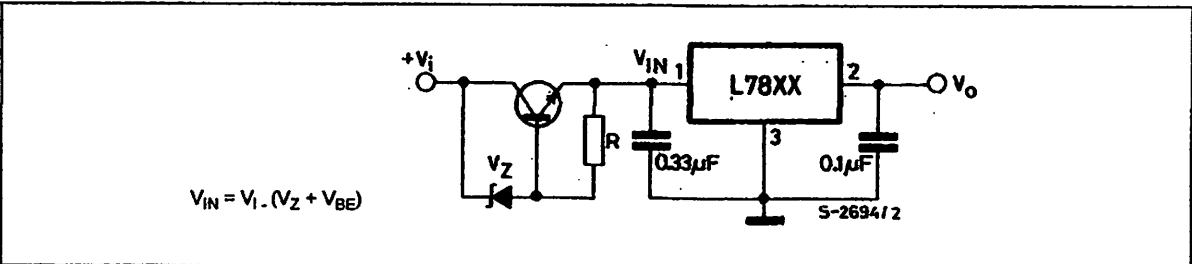


Figure 25 : High Input Voltage Circuit

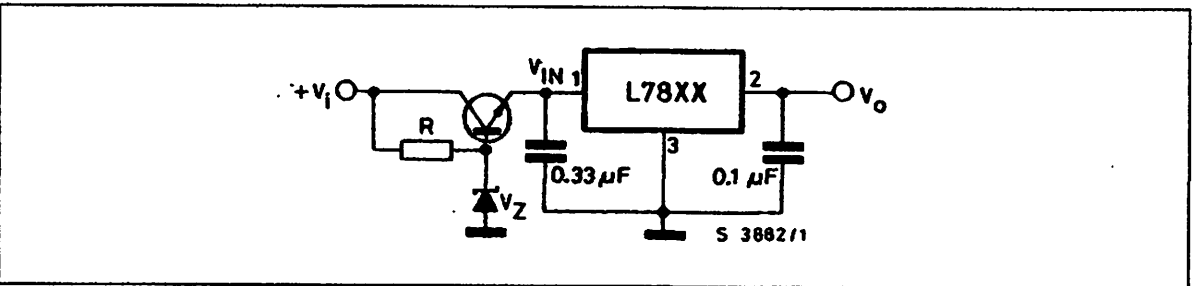


Figure 26 : High Output Voltage Regulator

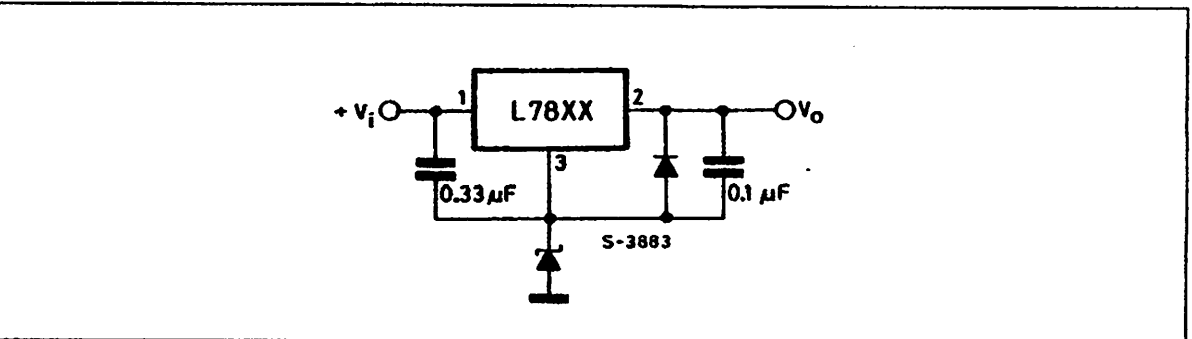


Figure 27 : High Input and Output Voltage

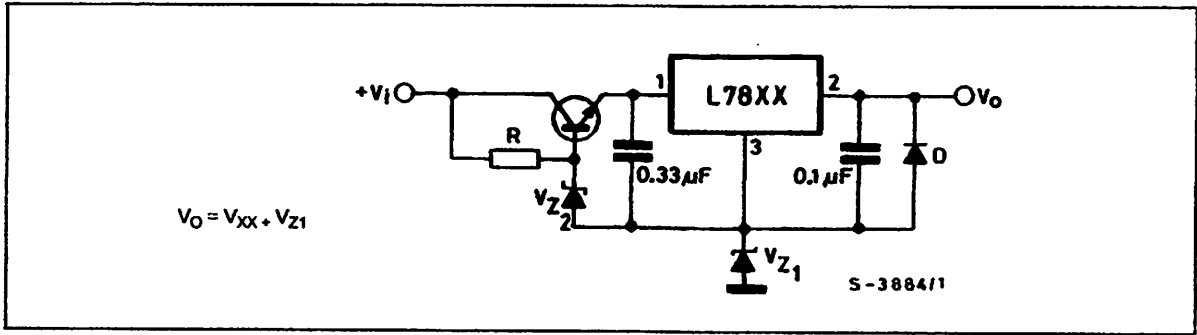


Figure 28 : Reducing Power Dissipation with Dropping Resistor

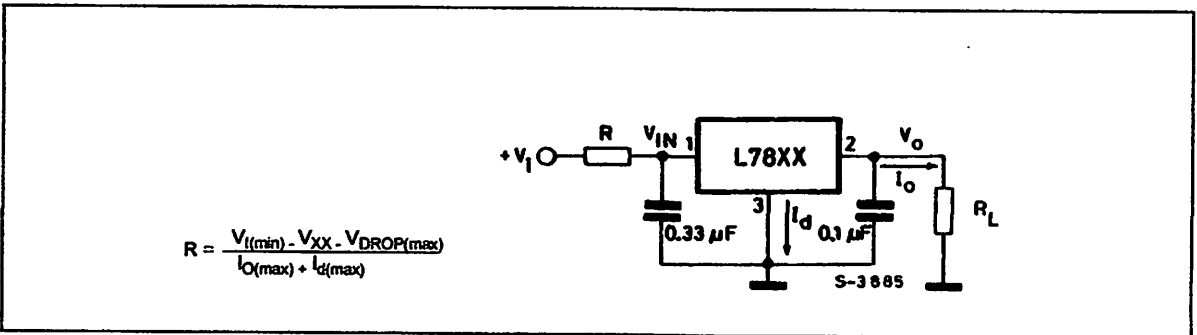
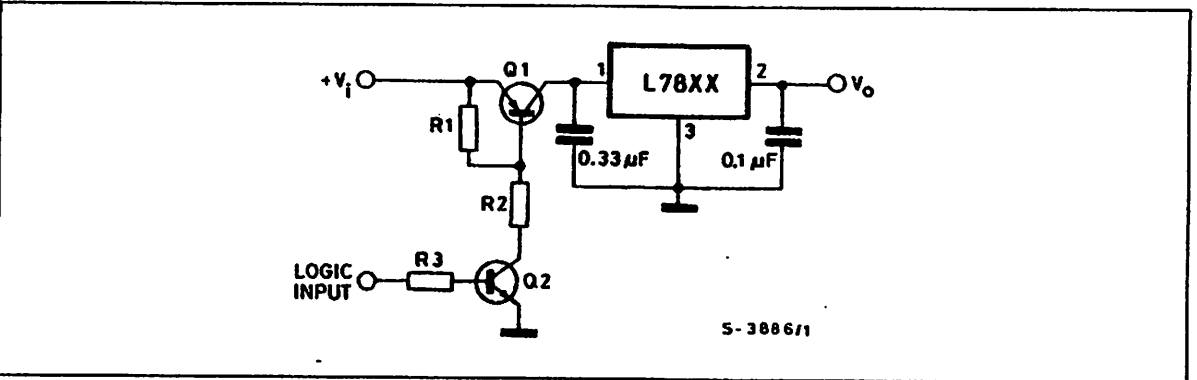
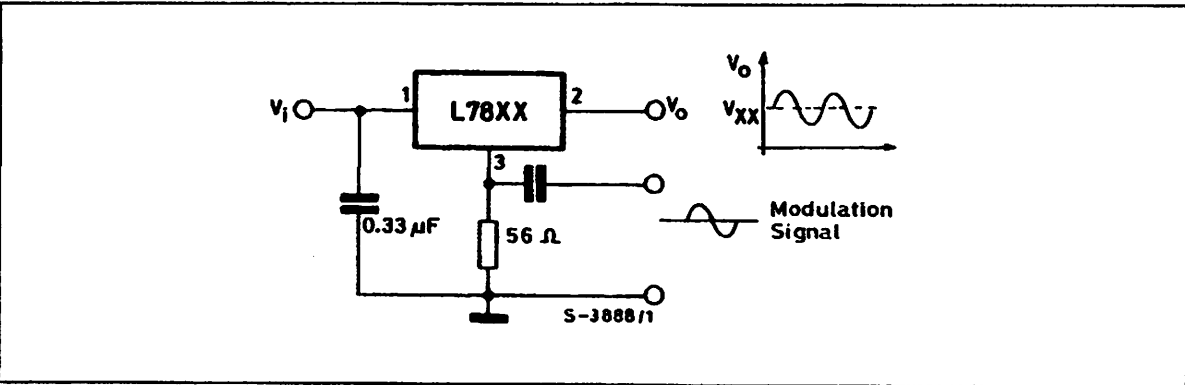


Figure 29 : Remote Shutdown



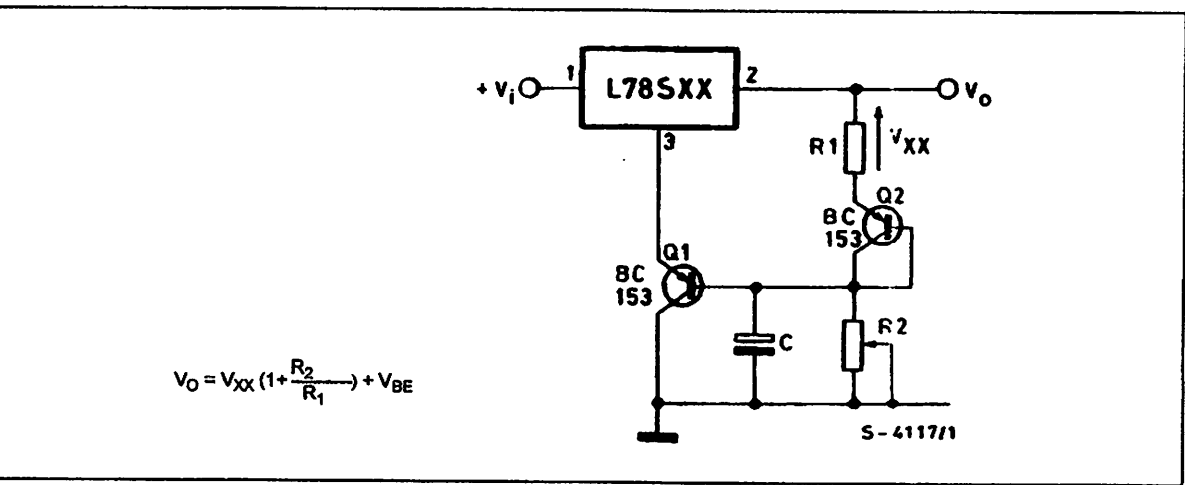
L7800 SERIES

Figure 30 : Power AM Modulator (unity voltage gain, $I_O \leq 0.5$)



NOTE: The circuit performs well up to 100 KHz.

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_{BE} with the temperature. C allows a slow rise time of the V_O.

Figure 32 : Light Controllers ($V_{Omin} = V_{XX} + V_{BE}$)

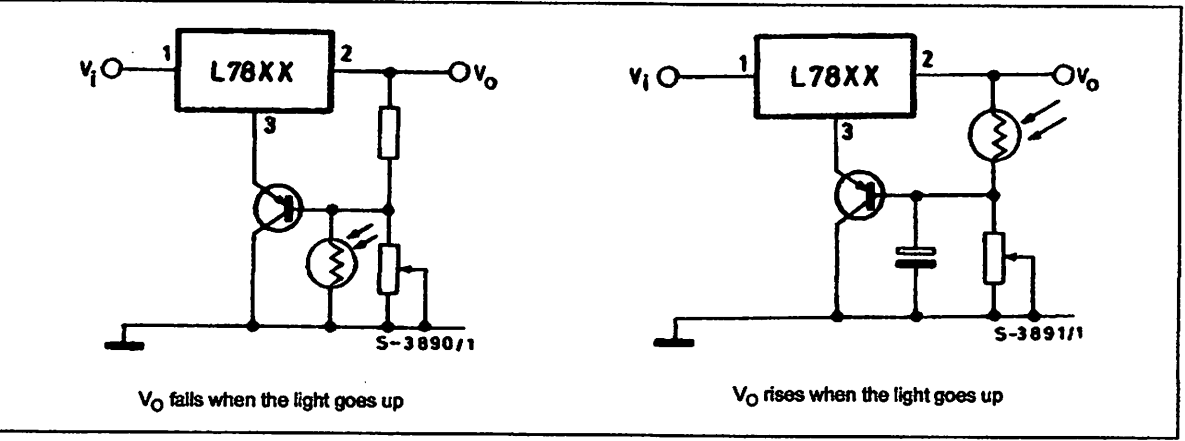
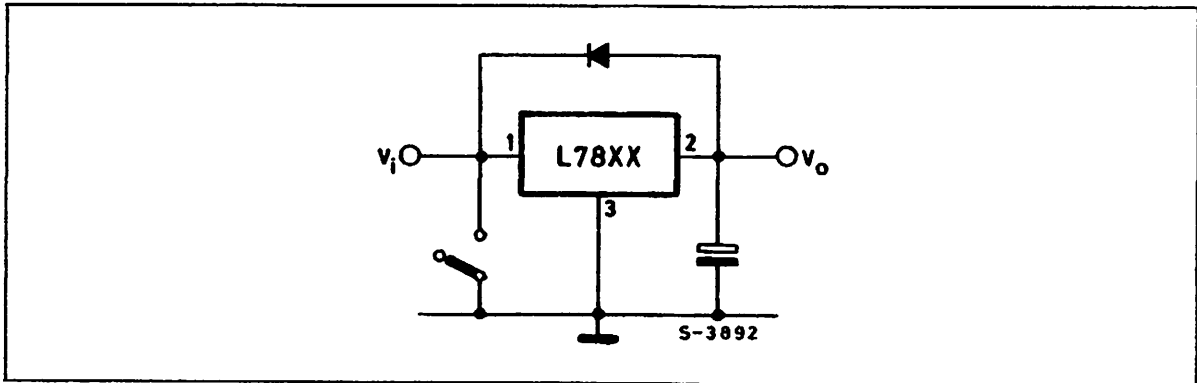
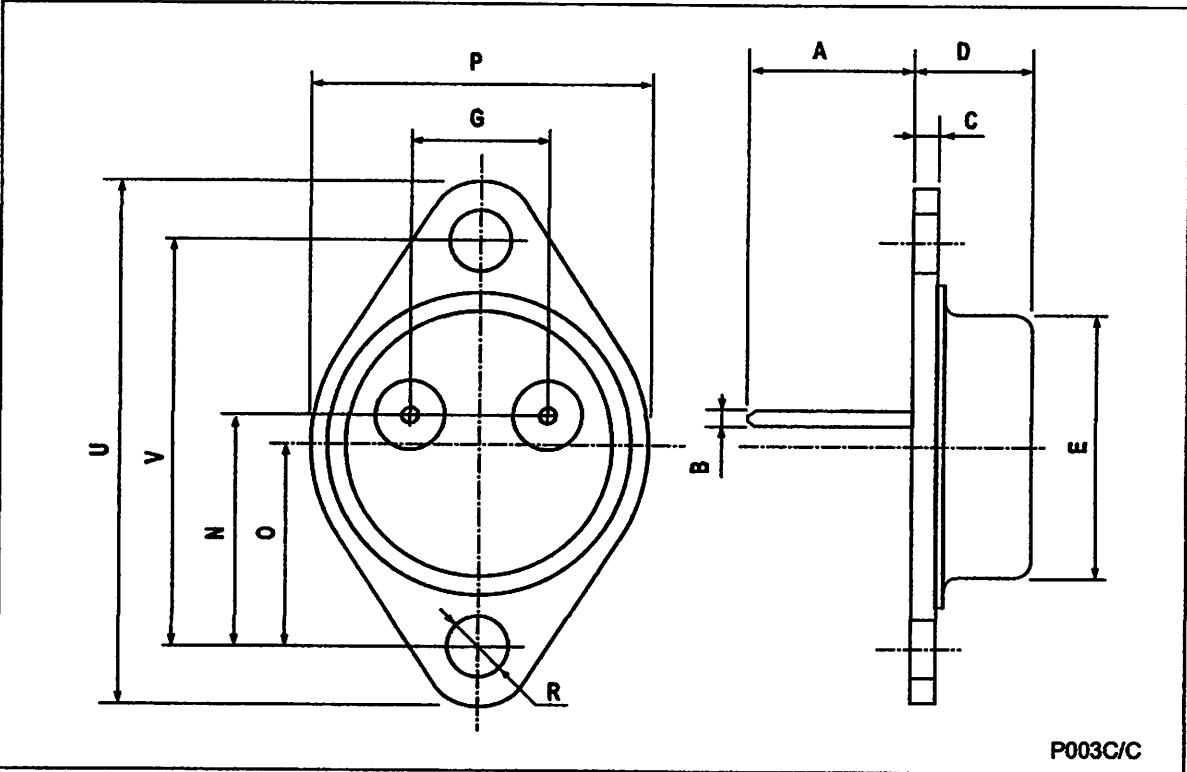


Figure 33 : Protection against Input Short-Circuit with High Capacitance Loads

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 MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A		11.85			0.466	
B	0.96	1.05	1.10	0.037	0.041	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			39.5			1.555
V		30.10			1.185	

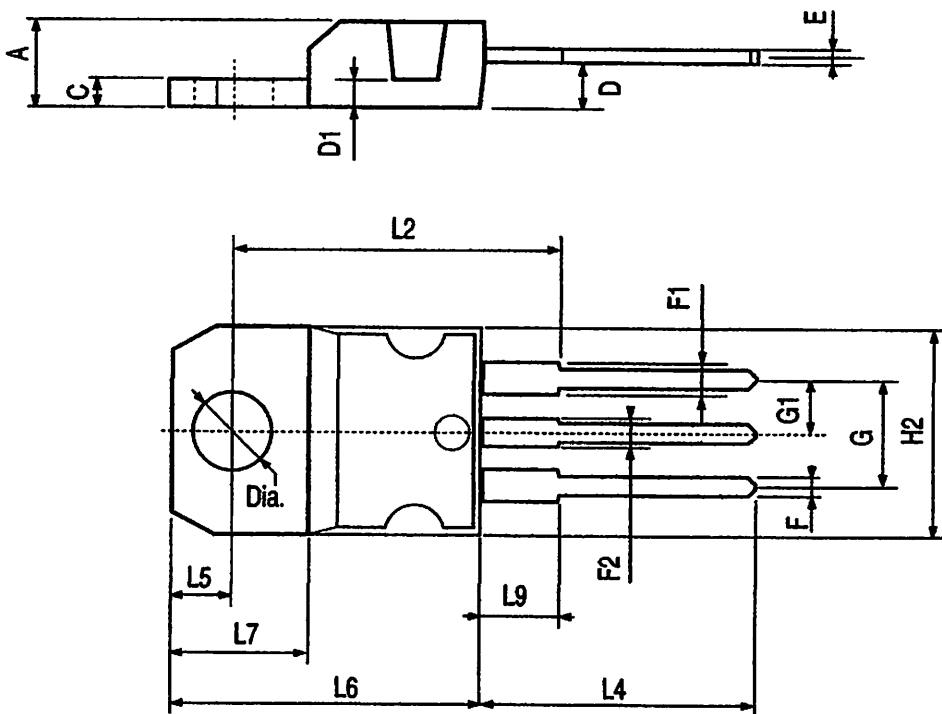


P003C/C



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

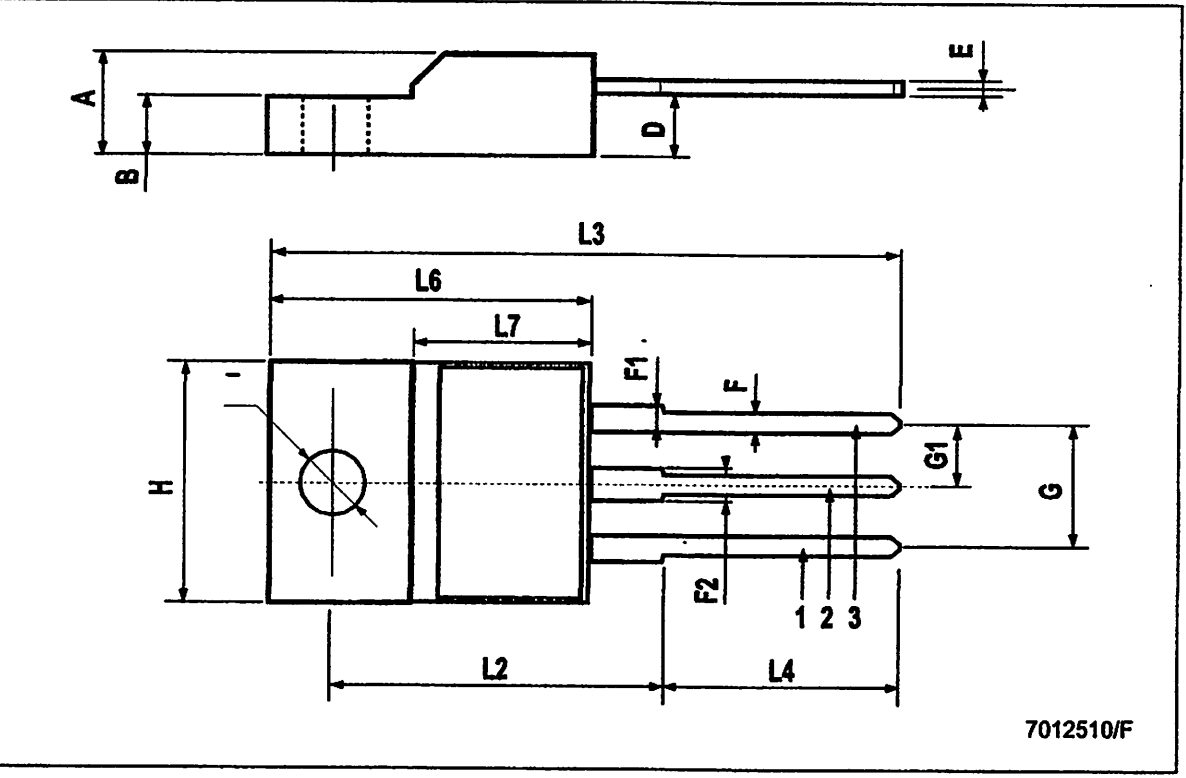


P011C

L7800 SERIES

TO-220FP MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
B	2.5		2.7	0.098		0.106
D	2.5		2.75	0.098		0.108
E	0.45		0.70	0.017		0.027
F	0.75		1	0.030		0.039
F1	1.15		1.50	0.045		0.059
F2	1.15		1.50	0.045		0.059
G	4.95		5.2	0.194		0.204
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H	10.0		10.40	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
DIA.	3		3.2	0.118		0.126

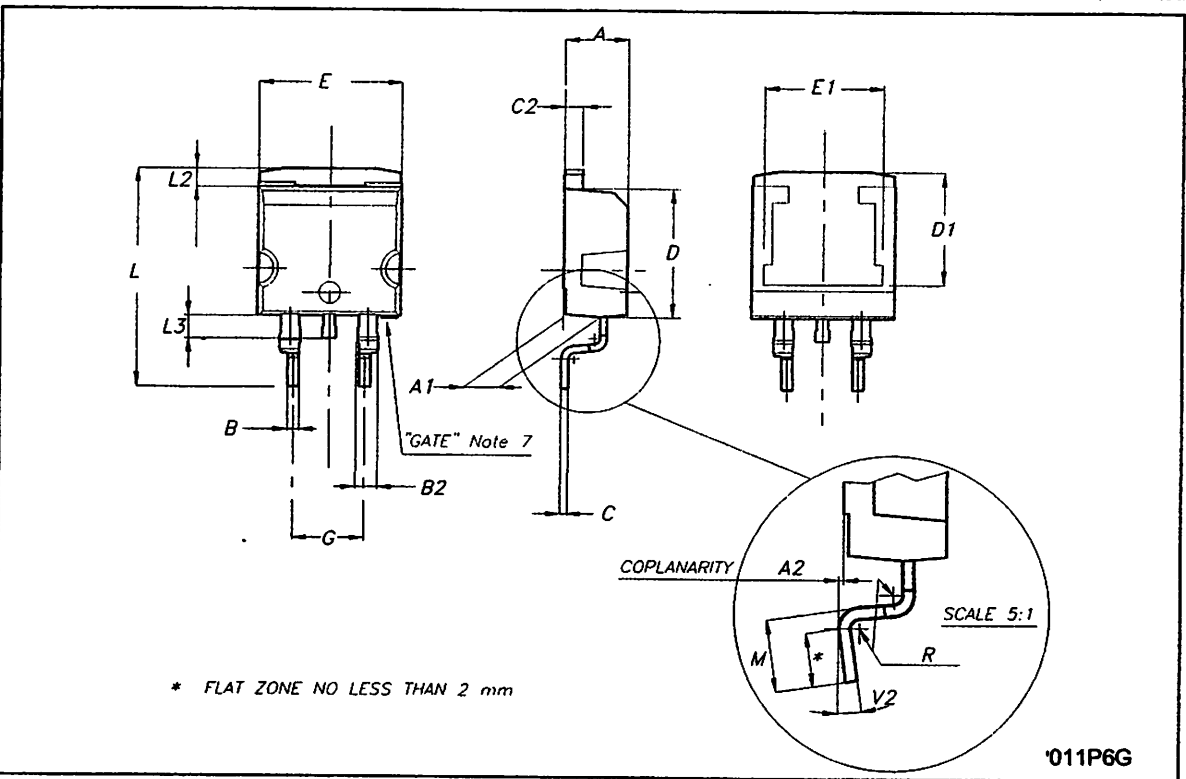


7012510/F



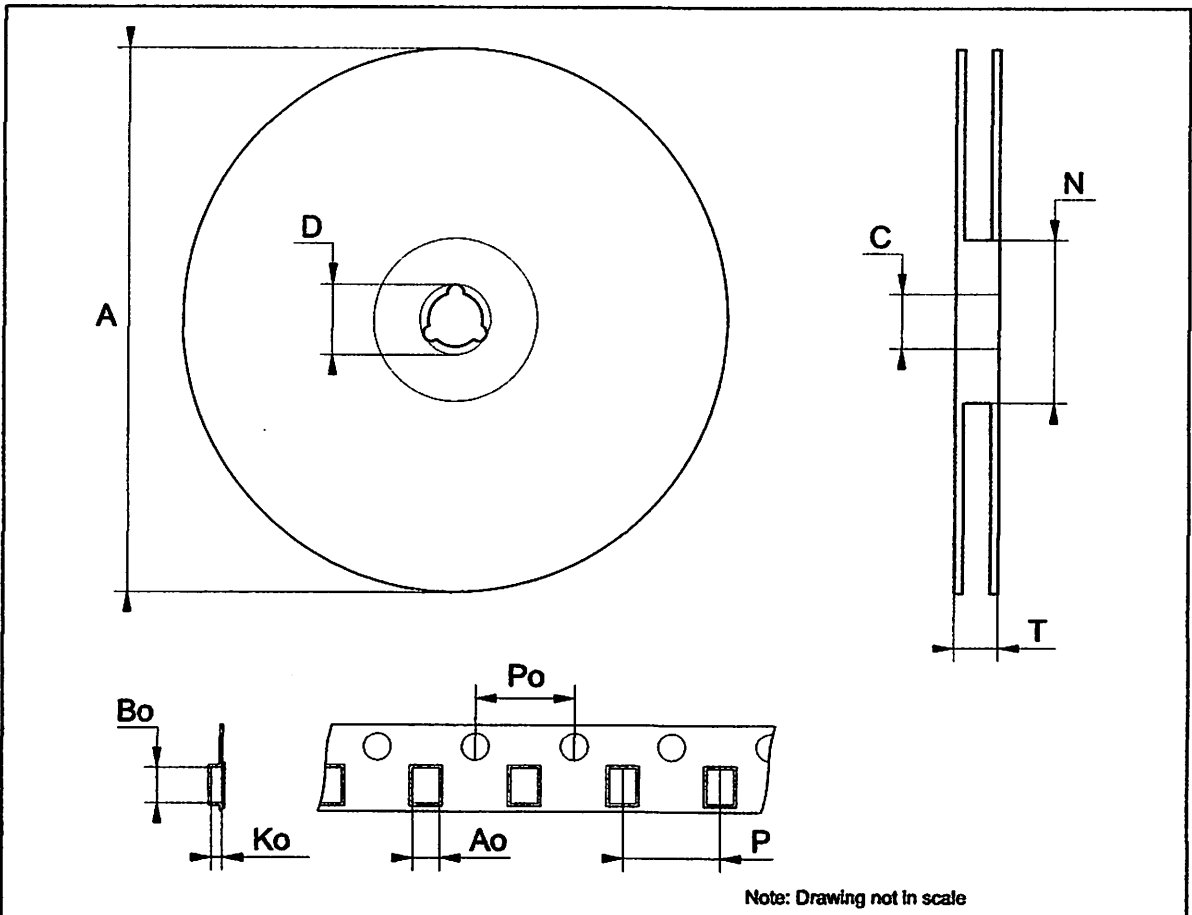
D²PAK MECHANICAL DATA

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
A2	0.03		0.23	0.001		0.009
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
D1		8			0.315	
E	10		10.4	0.393		0.409
E1		8.5			0.335	
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
M	2.4		3.2	0.094		0.126
R		0.4			0.016	
V2	0°		8°	0°		8°



Tape & Reel D²PAK-P²PAK-D²PAK/A-P²PAK/A MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			Inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			180			7.086
C	12.8	13.0	13.2	0.504	0.512	0.519
D	20.2			0.795		
N	60			2.362		
T			14.4			0.567
Ao	10.50	10.6	10.70	0.413	0.417	0.421
Bo	15.70	15.80	15.90	0.618	0.622	0.626
Ko	4.80	4.90	5.00	0.189	0.193	0.197
Po	3.9	4.0	4.1	0.153	0.157	0.161
P	11.9	12.0	12.1	0.468	0.472	0.476



This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

C546, B BC547, A, B, C BC548, A, B, C
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
DC CHARACTERISTICS					
DC Current Gain ($I_C = 10 \mu\text{A}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)	BC547A/548A BC546B/547B/548B BC548C	h_{FE}	— — —	90 150 270	—
($I_C = 2.0 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)	BC546 BC547 BC548 BC547A/548A BC546B/547B/548B BC547C/BC548C		110 110 110 110 200 420	— — — 180 290 520	450 800 800 220 450 800
($I_C = 100 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)	BC547A/548A BC546B/547B/548B BC548C		— — —	120 180 300	—
Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10 \text{ mA}$, $I_B = 0.5 \text{ mA}$) ($I_C = 100 \text{ mA}$, $I_B = 5.0 \text{ mA}$) ($I_C = 10 \text{ mA}$, $I_B = \text{See Note 1}$)		$V_{CE(sat)}$	— — —	0.09 0.2 0.3	0.25 0.6 0.6
Base-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10 \text{ mA}$, $I_B = 0.5 \text{ mA}$)		$V_{BE(sat)}$	—	0.7	—
Base-Emitter On Voltage ($I_C = 2.0 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$) ($I_C = 10 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)		$V_{BE(on)}$	0.55 —	— —	0.7 0.77
SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS					
Current-Gain — Bandwidth Product ($I_C = 10 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$, $f = 100 \text{ MHz}$)	BC546 BC547 BC548	f_T	150 150 150	300 300 300	— — —
Output Capacitance ($V_{CB} = 10 \text{ V}$, $I_C = 0$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)		C_{obo}	—	1.7	4.5
Input Capacitance ($V_{EB} = 0.5 \text{ V}$, $I_C = 0$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)		C_{ibo}	—	10	—
Small-Signal Current Gain ($I_C = 2.0 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$, $f = 1.0 \text{ kHz}$)	BC546 BC547/548 BC547A/548A BC546B/547B/548B BC547C/548C	h_{fe}	125 125 125 240 450	— — 220 330 600	500 900 260 500 900
Noise Figure ($I_C = 0.2 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$, $R_S = 2 \text{ k}\Omega$, $f = 1.0 \text{ kHz}$, $\Delta f = 200 \text{ Hz}$)	BC546 BC547 BC548	NF	— — —	2.0 2.0 2.0	10 10 10

Note 1: I_B is value for which $I_C = 11 \text{ mA}$ at $V_{CE} = 1.0 \text{ V}$.

BC546, B BC547, A, B, C BC548, A, B, C

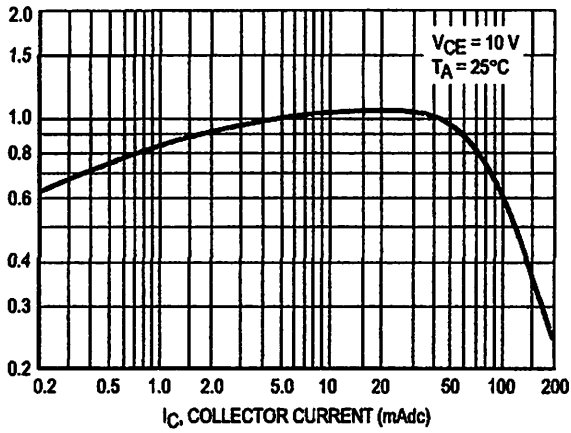


Figure 1. Normalized DC Current Gain

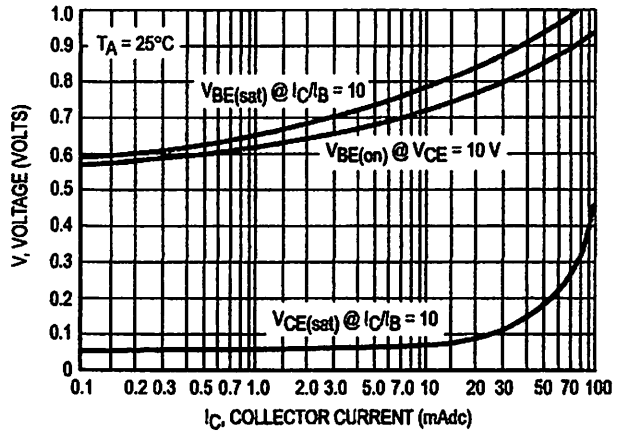


Figure 2. "Saturation" and "On" Voltages

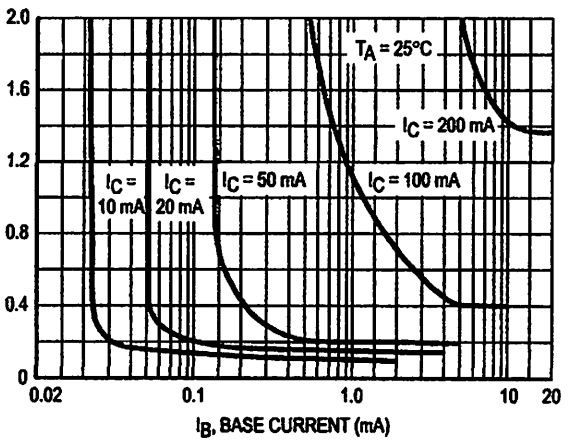


Figure 3. Collector Saturation Region

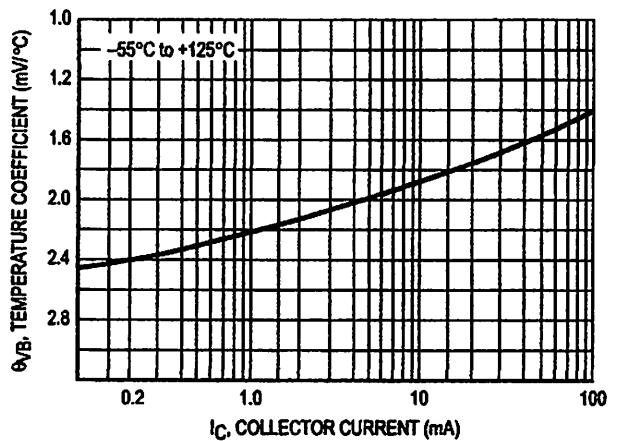


Figure 4. Base-Emitter Temperature Coefficient

BC547/BC548

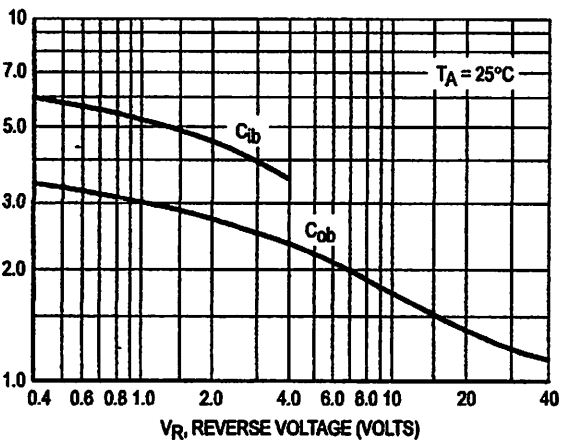


Figure 5. Capacitances

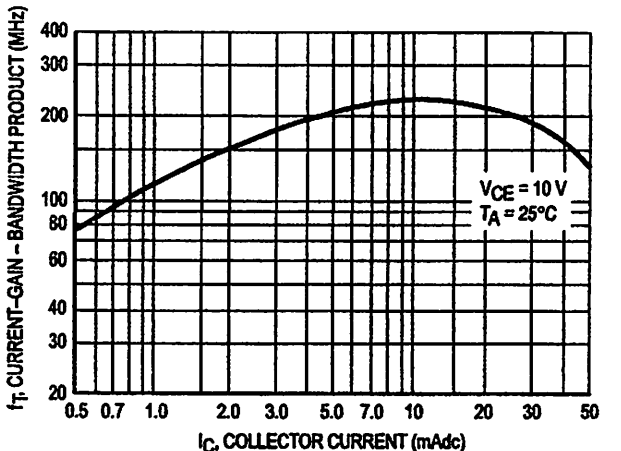


Figure 6. Current-Gain - Bandwidth Product

BC547/BC548

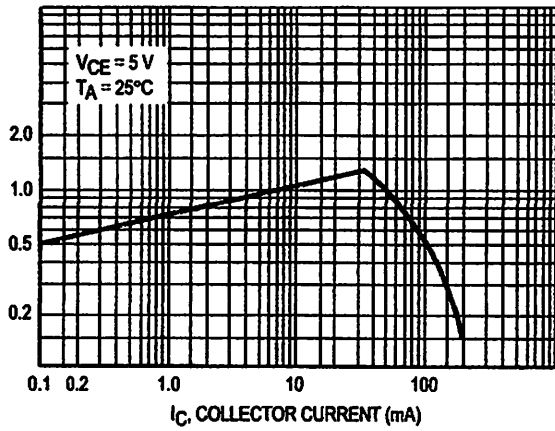


Figure 7. DC Current Gain

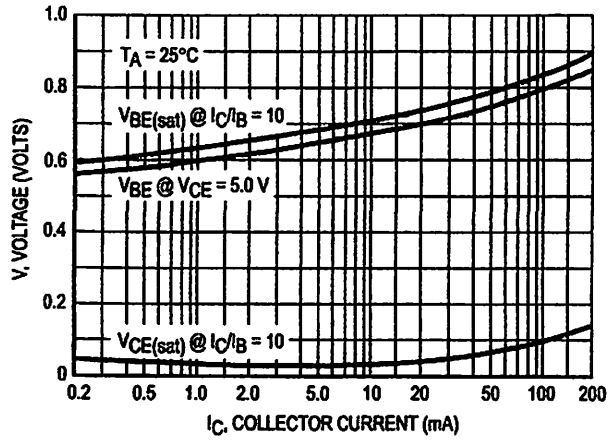


Figure 8. "On" Voltage

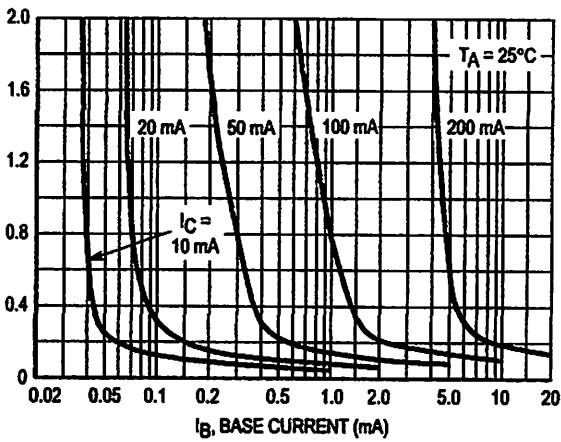


Figure 9. Collector Saturation Region

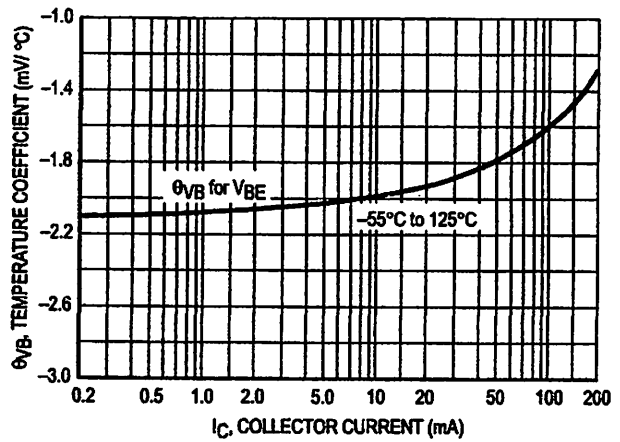


Figure 10. Base-Emitter Temperature Coefficient

BC546

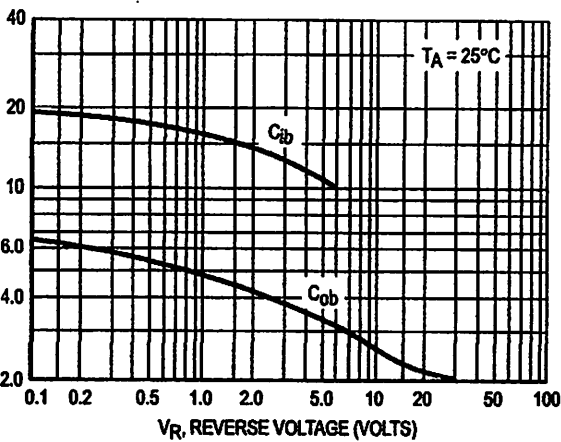


Figure 11. Capacitance

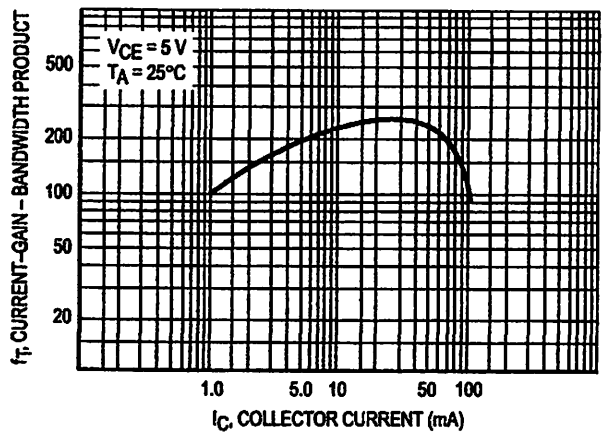
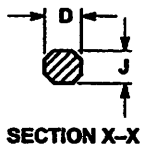
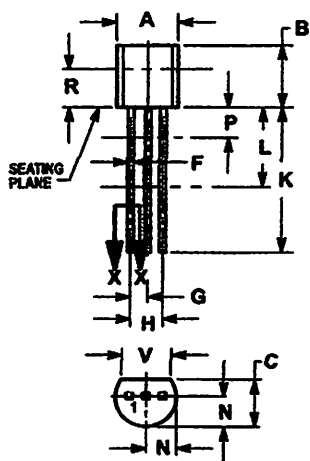


Figure 12. Current-Gain - Bandwidth Product

BC546, B BC547, A, B, C BC548, A, B, C

PACKAGE DIMENSIONS



**CASE 029-04
(TO-226AA)
ISSUE AD**

NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. CONTOUR OF PACKAGE BEYOND DIMENSION R IS UNCONTROLLED.
4. DIMENSION F APPLIES BETWEEN P AND L. DIMENSION D AND J APPLY BETWEEN L AND K. MINIMUM LEAD DIMENSION IS UNCONTROLLED IN P AND BEYOND DIMENSION K MINIMUM.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.175	0.205	4.45	5.20
B	0.170	0.210	4.32	5.33
C	0.125	0.165	3.18	4.19
D	0.018	0.022	0.41	0.55
F	0.016	0.019	0.41	0.48
G	0.045	0.055	1.15	1.39
H	0.085	0.105	2.42	2.68
J	0.015	0.020	0.39	0.50
K	0.500	—	12.70	—
L	0.250	—	6.35	—
M	0.080	0.105	2.04	2.66
P	—	0.100	—	2.54
R	0.115	—	2.93	—
V	0.135	—	3.43	—

STYLE 17:

1. COLLECTOR
2. BASE
3. EMITTER

This datasheet has been downloaded from:

www.DatasheetCatalog.com

Datasheets for electronic components.

LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Waluyo Darmawan
NIM : 0652008
Jurusan : Teknik Energi Listrik D III
Judul : Perencanaan Dan Pembuatan Alat Penyemprot Hama Pada Tanaman Menggunakan Mikrokontroler AT89S51 Dengan Display Pengosongan Accumulator

No	Materi	Tanggal	Keterangan	Acc	Paraf
1	Bab I				
2	Bab II				
3	Bab III				
4	Bab IV				
5	Bab V				

Mengetahui:
Dosen Pembimbing

(Ir. H. Taufik Hidayat, MT)

NIP.Y.101 870 0151



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III

LEMBAR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Waluyo Darmawan
NIM : 06.52.008
Jurusan : Teknik Elektro D-III
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Dan Pembuatan Alat Penyemprot Hama Pada
Tanaman Menggunakan Mikrokontroller AT89S51 Dengan
Display Pengosongan Accumulator
Hari / Tanggal : Selasa / 23 Februari 2010

No.	Materi Perbaikan	Paraf
		Dosen Penguji I
1	Latar belakang pustaka . ?	
2	Data pengujian alat ?	
3	Kesimpulannya mempersesuaikan ?	

Telah diperiksa oleh :

Dosen Penguji I

(Bambang Prio Hartono ,ST,MT)

NIP. Y. 1028400082



PLACEMENT SERVICES

GENERAL INFORMATION

- 1. Placement Services are provided to deaf and blind students who are eligible for admission to the Institution for the Deaf and Blind.
- 2. Placement Services are provided to deaf and blind students who are eligible for admission to the Institution for the Deaf and Blind.
- 3. Placement Services are provided to deaf and blind students who are eligible for admission to the Institution for the Deaf and Blind.
- 4. Placement Services are provided to deaf and blind students who are eligible for admission to the Institution for the Deaf and Blind.
- 5. Placement Services are provided to deaf and blind students who are eligible for admission to the Institution for the Deaf and Blind.

Year	Number of Students	Percentage
1978-79	1	100%
1979-80	1	100%
1980-81	1	100%

1981-82

1982-83

1983-84

1984-85



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
Kampus I : Jln. Bendungan sigura-gura No.2 Telp (0341) 551431 Malang 65145
Kampus II : Jln. Raya Karanglo Km 2 Telp (0341) 417636 Fax. (0341) 417634

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

NAMA : WALUYO DARMAWAN
NIM : 06.52.008
JURUSAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK D-III
JUDUL SKRIPSI : Perencanaan Dan Pembuatan Alat Penyemprot
Hama Pada Tanaman Menggunakan
Mikrokontroller AT89S51 Dengan Display
Pengosongan Accumulator

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Jenjang Program
Diploma Tiga (D-III) Pada :

Hari/Tanggal : Selasa, 23 Februari 2010

Dengan Nilai : 88,50

Panitia Ujian Tugas Akhir



Ketua

Ir. Sidik Noertjahjono, MT
NIP. Y 1028700163

Sekretaris

Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y 1018700151

Anggota Penguji

Penguji I

Penguji II

Bambang Prio. H, ST, MT
NIP. Y 1028400082

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP. Y 1018800190



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI

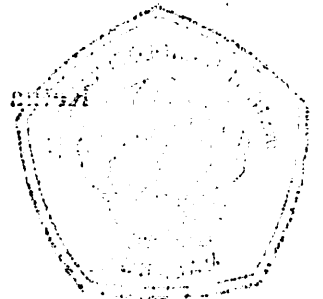
MAJLIS
MAK
REKAYASA
TEKNOLOGI INDUSTRI
: **KELOMPOK DAN PERENCANAAN**
: **PERENCANAAN DAN PERENCANAAN**
: **PERENCANAAN DAN PERENCANAAN**
: **PERENCANAAN DAN PERENCANAAN**

Dipertanggungjawabkan oleh Ketua Jurusan Teknologi Industri
: **PERENCANAAN DAN PERENCANAAN**

Malang, 23 Februari 2019
Ditandatangani : **PERENCANAAN DAN PERENCANAAN**

Rektor Institut Teknologi Nasional Malang

Rektor



Dr. H. Agus Wibisono, MT
NIP. 7 1018700121

Dr. Sidiq Murtadho, MT
NIP. 7 1028700103

Anggota Jurusan

Anggota

Anggota

Dr. H. Agus Wibisono, MT
NIP. 7 1018700121

Dr. Sidiq Murtadho, MT
NIP. 7 1028700103