

TUGAS AKHIR ✓

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM
KONTROL PERALATAN LISTRIK DAN TEMPAT
TIDUR PADA KAMAR RAWAT PASIEN VIP
PADA RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN SEBUAH
REMOTE**



Disusun Oleh :

NAMA : SIGIT PURWANTORO

NIM : 02.17.015

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

2007

BUKTI SAHABAT

PERKAWINAN DAN KAWANAN
TASNET DAN NIKAH KAWANAN JANTON
SIV NISAN TAWAN KAWAN AGAM BUKIT
KAWAN KAWANAN TAWAN KAWAN KAWAN
KAWAN

PERKAWINAN
KAWANAN
KAWANAN
KAWANAN

: 2010 KAWANAN

KAWANAN KAWANAN : KAWANAN

210.11.20 : KAWANAN

KAWANAN KAWANAN KAWANAN
KAWANAN KAWANAN KAWANAN
KAWANAN KAWANAN KAWANAN
KAWANAN KAWANAN KAWANAN
KAWANAN

LEMBAR PERSETUJUAN



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL PERALATAN
LISTRIK DAN TEMPAT TIDUR PADA KAMAR RAWAT PASIEN VIP
PADA RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN SEBUAH REMOTE**

SKRIPSI

*Disusun Dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

SIGIT PURWANTORO

NIM : 02.17.015

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I

Ir. Usman Djuanda, MM

NIP.P.1018700143

Dosen Pembimbing II

I Komang Somawirata, ST, MT

NIP.Y.1030100361



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT

NIP. Y. 1039500274

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

2007



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI


Nama Mahasiswa : Sigit Purwantoro
NIM : 02.17.015
Jurusan : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Peralatan Listrik dan Tempat Tidur Pada Kamar Rawat Pasien VIP Pada Rumah Sakit Menggunakan Sebuah *Remote*.

Dipertahankan dihadapan team penguji Skripsi jenjang Sarjana (S1) pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 16 Maret 2007
Dengan Nilai : A (81,85) *By*

PANITIA UJIAN SKRIPSI

KETUA

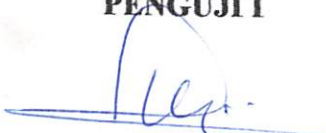

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y 1018100036

SEKRETARIS

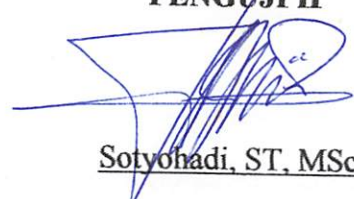

Ir Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y 1039500274

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI I


Ir Sidik Noertjahjono, MT

PENGUJI II


Sotyo Hadi, ST, MSc

27/3 '07

ABSTRAK

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL PERALATAN LISTRIK DAN TEMPAT TIDUR PADA KAMAR RAWAT PASIEN VIP PADA RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN SEBUAH *REMOTE*

(Sigit Purwantoro, 2007 ,Teknik Elektro/Elektronika S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Malang)

Dosen Pembimbing :I. Ir. Usman Djuanda, MM

II. I Komang Somawirata, ST, MT

Kata Kunci: Remote TV Sony RM 827S,AT89S51,Driver Lampu, Driver Buzzer, Driver Motor DC, Driver Kontrol TV, Kamar Pasien VIP Rumah Sakit..

Teknologi digunakan untuk membantu pekerjaan manusia, menjadikan suatu pekerjaan lebih mudah dan efisien. Perkembangan IPTEK saat ini memacu pertumbuhan dan perkembangan di segala bidang, salah satunya di bidang kontrol.

Dengan menggunakan teknologi *remote control* televisi dan mikrokontroller dirancang suatu sistem yang bisa digunakan untuk otomatisasi pengontrolan peralatan listrik dan tempat tidur pasien, dalam ruang lingkup kamar rawat pasien VIP. Pengontrolan peralatan listrik tersebut dilakukan oleh *remote* televisi Sony dengan seri RM 827S dan sebagai pusat kontrol Mikrokontroller AT89S51 digunakan sebagai pengendali driver pada aplikasi..

Perancangan alat ini menggunakan *Software* yaitu bahasa *assembler* yang digunakan untuk perancangan AT89S51 sebagai pengendali atau pengontrolan peralatan listrik dan tempat tidur dengan memakai *remote* televisi Sony.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul :

**“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL
PERALATAN LISTRIK DAN TEMPAT TIDUR PADA KAMAR RAWAT
PASIEN VIP PADA RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN SEBUAH
REMOTE”**

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi program strata satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro/Konsentrasi Teknik Elektronika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Sebelum dan selama penyusunan skripsi ini, penyusun telah banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Usman Djuanda,MM selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini.

4. Bapak I Komang SomawirataST, MT selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Joseph Dedy Irawan ST,MT selaku kasie Lab Elektoronika Digital
6. Bapak dan ibu dosen jurusan Teknik Elektro/Elektronika.
7. Rekan-rekan di Jurusan teknik elektronika angkatan 2002 yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini..

Penyusun menyadari sepenuhnya akan segala kekurangan yang ada dalam penyusunan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penyusun mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penyusun berharap semoga dalam skripsi ini dapat membantu serta bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Elektronika.

Malang, Maret 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Inframerah.....	6
2.2 LED Inframerah.....	7
2.3 Metode Pengiriman Data <i>Remote</i> Sony RM-827S	8
2.4 Sensor Inframerah TSOP 1540	12

2.5 Mikrokontroler AT 89S51	14
2.5.1 Pendahuluan.....	14
2.5.2 Perangkat Keras Mikrokontroler AT 89S51	15
2.5.3 Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroler AT 89S51	16
2.5.4 Organisasi <i>Memory</i>	20
2.5.5 SFR (<i>Special Function Register</i>).....	21
2.5.6 Sistem Interupsi	24
2.5.7 Timer Dan Counter Dalam MCS51	25
2.6 IC ULN 2003A	27
2.7 Motor DC.....	29
2.7.1 Cara Kerja Motor DC.....	30
2.7.2 Pengendalian Arah Putaran Motor DC	32
2.8 Limit Switch.....	32
2.9 Relay.....	33
2.10 <i>Buzzer</i>	36
BAB III PERANCANGAN HARDWARE DAN SOFTWARE.....	37
3.1 Perancangan Perangkat Keras.....	37
3.1.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem	38
3.1.2 Penentuan Fungsi Tombol <i>Remote</i> Sony RM-827S	40
3.1.3 Minimum Sistem AT 89S51	42
3.1.3.1 Rangkaian <i>Clock</i>	44
3.1.3.2 Rangkaian Reset.....	46

3.1.4	Rangkaian Driver Lampu.....	47
3.1.5	Rangkaian Driver <i>Buzzer</i>	49
3.1.6	Rangkaian Driver Motor DC	50
3.1.7	Rangkaian Driver Kontrol TV	51
3.2	Perancangan Perangkat Lunak.....	52
3.2.1	Flowchart Program Utama.....	53
3.2.2	Flowchart Baca Data <i>Remote</i>	54
3.2.3	Flowchart Aplikasi Alat.....	55
BAB IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT.....		56
4.1	Pengujian <i>Remote</i> Sony RM-827S.....	56
4.1.1	Tujuan	56
4.1.2	Peralatan Yang Digunakan	56
4.1.3	Langkah Pengujian.....	57
4.1.4	Hasil Pengujian	58
4.2	Pengujian Sensor TSOP 1540.....	66
4.2.1	Tujuan	66
4.2.2	Peralatan Yang Digunakan	66
4.2.3	Langkah Pengujian.....	66
4.2.4	Hasil Pengujian	67
4.3	Pengukuran Lampu	69
4.3.1	Tujuan.....	69
4.3.2	Peralatan Yang Digunakan	70

4.3.3	Langkah Pengukuran	70
4.3.4	Hasil Pengukuran.....	71
4.4	Pengukuran Buzzer.....	72
4.4.1	Tujuan.....	72
4.4.2	Peralatan Yang Digunakan	72
4.4.3	Langkah Pengukuran	73
4.4.4	Hasil Pengukuran.....	73
4.5	Pengukuran Motor DC.....	74
4.5.1	Tujuan	74
4.5.2	Peralatan Yang Digunakan	74
4.5.3	Langkah Pengukuran	75
4.5.4	Hasil Pengukuran.....	75
4.6	Pengukuran Kontrol TV.....	76
4.6.1	Tujuan.....	76
4.6.2	Peralatan Yang Digunakan	76
4.6.3	Langkah Pengukuran	77
4.6.4	Hasil Pengujian.....	77
4.7	Pengujian Secara Keseluruhan.....	79
4.7.1	Tujuan	79
4.7.2	Peralatan Yang Digunakan	79
4.7.3	Langkah Pengujian.....	79
4.7.4	Hasil Pengujian.....	80

BAB V PENUTUP.....	81
5.1. Kesimpulan.....	81
5.2. Saran-saran.....	82
 DAFTAR PUSTAKA.....	 83
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Simbol <i>LED</i> Inframerah.....	7
2.2 <i>Signal Pulse Coded</i>	8
2.3 <i>Sinyal Header Dan Kode Remote Sony</i>	10
2.4 <i>Format Data Remote Sony</i>	10
2.5 Sensor Inframerah TSOP 1540.....	12
2.6 Blok Diagram TSOP 1540.....	13
2.7 a. <i>Sinyal Yang Dipancarkan Remote</i>	14
b. <i>Sinyal Dari Sensor TSOP 1540</i>	14
2.8 Blok Diagram Mikrokontroler AT 89S51.....	16
2.9 Konfigurasi Pin-Pin AT 89S51.....	17
2.10 Osilator Eksternal AT 89S51.....	20
2.11 Konsep Dasar Timer/Counter Sebagai Sarana Input.....	26
2.12 Pin-Pin Koneksi Dalam IC ULN 2003A.....	28
2.13 Rangkaian Darlington Didalam IC ULN 2003A.....	28
2.14 Prinsip Dasar Motor DC.....	30
2.15 Cara Kerja Motor DC.....	30
2.16 Pengendalian Arah Putaran Motor DC.....	32
2.17 Bentuk Limit Switch.....	33
2.18 a. Simbol Relay.....	34
b. Rangkaian Dalam Relay.....	34

2.19	Relay SPST	34
2.20	Relay SPDT	35
2.21	Relay DPST	35
2.22	Relay DPDT.....	35
3.1	Blok Diagram Keseluruhan Sistem.....	38
3.2	Rangkaian Minimum Sistem AT 89S51	43
3.3	Rangkaian Clock.....	45
3.4	Rangkaian Reset.....	46
3.5	Rangkaian Driver Lampu.....	48
3.6	Rangkaian Driver <i>Buzzer</i>	49
3.7	Rangkaian Driver Motor DC	50
3.8	Rangkaian Driver Kontrol TV	52
4.1	Rangkaian Pengujian <i>Remote</i> Sony RM-827S	57
4.2	Hasil Pengujian Tombol <i>POWER</i>	58
4.3	Hasil Pengujian Tombol MUTE.....	58
4.4	Hasil Pengujian Tombol <i>DISPLAY</i>	58
4.5	Hasil Pengujian Tombol 1	58
4.6	Hasil Pengujian Tombol 2	59
4.7	Hasil Pengujian Tombol 3	59
4.8	Hasil Pengujian Tombol 4	59
4.9	Hasil Pengujian Tombol 5	59
4.10	Hasil Pengujian Tombol 6	60
4.11	Hasil Pengujian Tombol 7	60

4.12	Hasil Pengujian Tombol 8	60
4.13	Hasil Pengujian Tombol 9	60
4.14	Hasil Pengujian Tombol 1-	61
4.15	Hasil Pengujian Tombol 0	61
4.16	Hasil Pengujian Tombol 2-	61
4.17	Hasil Pengujian Tombol <i>SLEEP</i>	61
4.18	Hasil Pengujian Tombol +	62
4.19	Hasil Pengujian Tombol -	62
4.20	Hasil Pengujian Tombol A/B	62
4.21	Hasil Pengujian Tombol <i>SELECT</i>	62
4.22	Hasil Pengujian Tombol <i>PIC MODE</i>	63
4.23	Hasil Pengujian Tombol VOL +	63
4.24	Hasil Pengujian Tombol VOL -	63
4.25	Hasil Pengujian Tombol PROG +	63
4.26	Hasil Pengujian Tombol TV/VIDEO	64
4.27	Hasil Pengujian Tombol PROG -	64
4.28	Rangkaian Pengujian Sensor TSOP 1540	66
4.29	Hasil Pengujian Tombol MUTE Pada <i>Remote</i>	67
4.30	Hasil Pengujian Tombol MUTE Pada Sensor	67
4.31	Hasil Pengujian Tombol 1 Pada <i>Remote</i>	68
4.32	Hasil Pengujian Tombol 1 Pada Sensor	68
4.33	Hasil Pengujian Tombol SLEEP Pada <i>Remote</i>	68
4.34	Hasil Pengujian Tombol SLEEP Pada Sensor	20

4.35	Hasil Pengujian Tombol VOL + Pada <i>Remote</i>	69
4.36	Hasil Pengujian Tombol VOL + Pada Sensor	69
4.37	Pengukuran Driver Lampu	70
4.38	Pengukuran Driver Buzzer.....	73
4.39	Pengukuran Driver Motor DC	75
4.40	Pengukuran Driver Kontrol TV	77

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2-1 Data Remote Sony RM-827S	11
2-2 Fungsi Khusus Pada Port 3	18
2-3 <i>Special Function Register</i>	22
2-4 Alamat Sumber Interupsi	25
3-1 <i>Button</i> Yang Digunakan Untuk Mengontrol Televisi	41
3-2 <i>Button</i> Yang Digunakan Untuk Mengontrol Aplikasi	42
4-1 Hasil Perbandingan Pengujian Dengan Data Asli <i>Remote Sony RM-827S</i>	65
4-2 Hasil Pengukuran Arus Pada Relay Driver Lampu	71
4-3 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Relay Driver Lampu	71
4-4 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Lampu	71
4-5 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Buzzer	73
4-6 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Motor DC	75
4-7 Hasil Pengukuran Arus Pada Relay Driver Kontrol TV	77
4-8 Hasil Pengukuran Tegangan Pada Relay Driver Kontrol TV	78
4-9 Hasil Pengujian Jarak Sensor Terhadap <i>Remote</i>	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi digunakan untuk membantu pekerjaan manusia, menjadikan suatu pekerjaan lebih mudah dan efisien. Dalam kehidupan sehari-hari, kita secara langsung sudah menikmati hasil dari perkembangan teknologi tersebut. Perkembangan iptek pada saat ini memacu pertumbuhan dan perkembangan di segala bidang, salah satunya di bidang kontrol.

Berhubungan dengan sistem kontrol tersebut, penyusun mengambil sample pada pusat pelayanan kesehatan yaitu pada Rumah Sakit, khususnya kamar rawat pasien kelas VIP. Dari data yang telah diperoleh bahwa fasilitas yang ada dalam kamar pasien kelas VIP yang terdapat pada Rumah Sakit-Rumah Sakit masih belum memadai, artinya fasilitas yang telah diberikan masih belum bisa memberikan suatu pelayanan yang benar-benar dapat dirasakan nyaman oleh pasien itu sendiri. Padahal seharusnya fasilitas yang bisa memberikan kenyamanan pasien tersebut sudah diterapkan karena mengingat tingkatan kelas dari kamar pasien itu sendiri tergolong kelas eksekutif atau VIP. Misalkan saja dalam hal mengoperasikan peralatan listrik yang ada didalam kamar pasien masih belum efisien dan belum praktis. Misalnya untuk mengoperasikan, lampu, Buzzer, masih belum ada pengontrolan yang memusat yaitu masih dilakukan sendiri-sendiri, serta untuk pengaturan posisi tempat tidur pasien juga masih dilakukan

secara manual. Hal ini dinilai kurang praktis dan belum bisa memberikan kemudahan dan kenyamanan pada pasien itu sendiri.

Setelah melihat dan menganalisa keadaan tersebut maka penyusun dalam Tugas Akhir ini berusaha membuat suatu Sistem kontrol berbasis Mikrokontroler yang dapat mengontrol peralatan listrik seperti yang dijelaskan diatas dan pengontrolan posisi tempat tidur pasien hanya menggunakan satu (1) buah remote kontrol yaitu dengan memanfaatkan *remote* TV, Sehingga memudahkan pasien atau penjaga pasien dalam mengoperasikannya dan dapat memberikan kenyamanan pada pasien yang dirawat.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan latar belakang diatas, maka permasalahan dalam perencanaan dan pembuatan alat pengontrol berbasis mikrokontroler dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membuat alat pengontrol kelistrikan yang ada dalam kamar rawat pasien meliputi lampu, buzzer, tempat tidur, dan TV menggunakan *remote* TV sehingga memudahkan pemakaiannya.
2. Bagaimana membuat program pada Mikrokontroler sehingga pada pengoperasian peralatan listrik tidak akan mempengaruhi kinerja TV pada saat TV aktif.

1.3. Tujuan

Tujuan penyusunan skripsi ini adalah mencoba merencanakan dan membuat sistem yang mampu memudahkan pengoperasian peralatan listrik oleh pasien atau penjaga pasien pada kamar rawat pasien, sehingga dapat memberikan kenyamanan pelayanan pada pasien selama dirawat.

Sehubungan dengan hal itu, maka tugas akhir ini diberi judul :

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL
PERALATAN LISTRIK DAN TEMPAT TIDUR PADA KAMAR
RAWAT PASIEN VIP PADA RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN
SEBUAH *REMOTE***

1.4. Batasan Masalah

Didalam penulisan skripsi ini, agar pembahasan masalah sesuai dengan yang diinginkan dan tidak menyimpang dari apa yang semula dirumuskan, maka penulis menyertakan batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengontrolan hanya dilakukan pada sebuah TV, sebuah tempat tidur, sebuah buzzer dan tiga buah lampu.
2. Alat ini menggunakan mikrokontroller AT89S51 sebagai pengolah data.
3. Alat yang dibuat nantinya hanya berupa model dan simulasi.
4. Televisi dan *remote* yang digunakan adalah merk SONY RM-827S.
5. Tidak membahas *remote* TV secara mendetail.
6. Tidak membahas *power supply* yang digunakan.

1.5. Metodologi

Metodologi penelitian yang dipakai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Study Literature

Dengan mempelajari teori serta aplikasi Sistem Kontrol dengan Mikrokontroller

2. Field Research

Melakukan percobaan dan membandingkan data hasil percobaan dengan kondisi sebenarnya di lapangan yang merupakan data primer sebagai pembuktian kebenaran dari data sekunder hasil studi literatur.

3. Merancang dan membuat perangkat keras dan perangkat lunaknya.

4. Ujicoba terhadap alat yang telah di buat.

5. Menyusun laporan skripsi.

1.6. Sistematika

Penulisan tugas akhir ini terbagi menjadi lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, tujuan, permasalahan, batasan masalah, metodologi, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang teori – teori dasar yang memiliki relevansi sebagai dasar perencanaan dan pembuatan alat diantaranya teori tentang Inframerah, LED Inframerah, Metode Pengiriman Data *Remote Control*, *Remote Control* Sony RM-827S, Sensor IR TSOP 1540, Mikrokontroler AT89S51, ULN 2003A, Motor DC, Limit Switch, Relay, dan Buzzer.

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN

Berisi tentang perancangan alat baik perangkat keras maupun perangkat lunak dan cara kerja blok diagram.

BAB IV PENGUJIAN ALAT

Berisi tentang proses pengujian alat yang terdiri dari peralatan yang digunakan, langkah kerja, dan analisa hasil pengujian.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada Landasan Teori ini akan dibahas mengenai teori penunjang dari peralatan yang direncanakan. Teori penunjang ini akan membahas tentang komponen dan peralatan pendukung pada alat yang dibuat. Adapun teori penunjang adalah sebagai berikut :

2.1 Inframerah

Sinar Inframerah adalah termasuk cahaya monokromatis yang tidak tampak oleh mata manusia. Spektrum frekuensi cahaya secara umum dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

- a. Inframerah, mempunyai panjang gelombang 0,3 mm–0,7 μm .
- b. Cahaya tampak, mempunyai panjang gelombang 0,7 μm – 0,4 μm .
- c. *Ultraviolet*, mempunyai panjang gelombang 0,4 μm – 0,03 μm .

Spektrum frekuensi Inframerah yang sering digunakan $2,5 \cdot 10^{14}$ Hz – $2,0 \cdot 10^{14}$ Hz. Gelombang elektromagnetik merupakan penyusun dari cahaya yang berada dalam spektrum elektromagnetik yang mempunyai jangkauan sangat lebar. Pada jarak yang sama, seluruh spektrum elektromagnetik tersebut mempunyai kecepatan yang sama tetapi frekuensinya berbeda sesuai dengan panjang gelombangnya.

Dalam hal ini berlaku :

$$c = \lambda \cdot f \dots\dots\dots 2.1$$

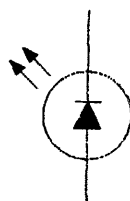
dengan: c = kecepatan cahaya (m/s)

λ = panjang gelombang (m)

f = frekuensi (Hz)

2.2 LED Inframerah

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



Gambar 2.1 Simbol *LED* Inframerah

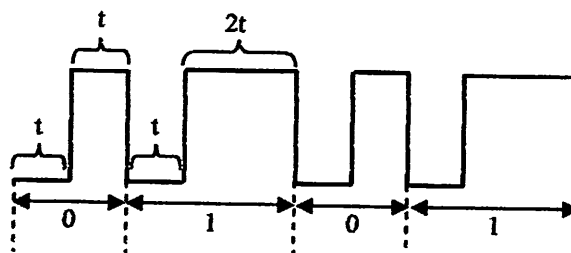
Sumber : Prinsip-Prinsip Elektronika buku satu, 2004.

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

Efisiensi pancaran cahaya akan berkurang seiring dengan berkurangnya arus input dan kenaikan suhu. Pada *LED* Inframerah, cahaya yang dipancarkan mempunyai panjang gelombang $0,3 \text{ mm} - 0,7 \mu\text{m}$ sehingga pancaran gelombang tersebut tidak tertangkap oleh mata manusia.

2.3 Metode Pengiriman Data *Remote* Sony RM-827S

Remote Sony RM-827S menggunakan cahaya Inframerah sebagai media dalam mengirimkan data ke penerima. *LED* Inframerah memancarkan cahaya dengan frekuensi antara 40 KHz. Frekuensi tinggi ini dipilih agar tidak mudah terinterferensi dengan sumber cahaya lain. Sinyal yang dikirimkan berupa data-data biner. Pengiriman data *remote* Sony RM-827S menggunakan sistem *Pulse Coded*. Dimana pada metode *pulse coded* panjang dari masing-masing data berubah/bervariasi sesuai dengan logikanya. Untuk logika satu dinyatakan dengan 1 periode *low* dan 2 periode *high* atau lebar jeda adalah t dan lebar *pulse* adalah $2t$. Sedangkan untuk logika nol dinyatakan dengan 1 periode *low* dan 1 periode *high* atau lebar jeda sama dengan lebar *pulse* yaitu t . berikut ini adalah gambar dari signal pada metode *pulse coded* :



Gambar 2.2 Signal *Pulse Coded*

Sumber : <http://www.Remote control technical specification.Sony.com>

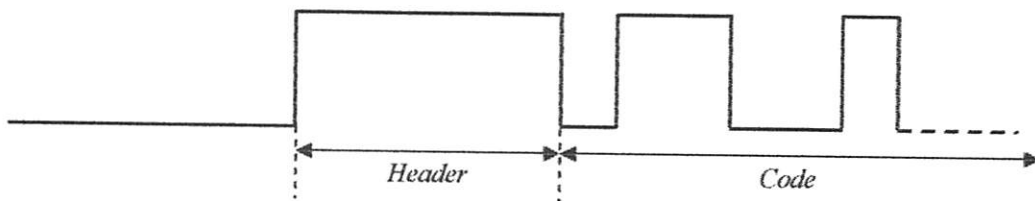
Spesifikasi data pada remote Sony RM-827S:

- Data kode yang dikirimkan menggunakan *pulse coded*.
- Data dikirim dalam bentuk paket, setiap paket terdapat *starting* bit atau *header*, urutan data pulsa '0' dan '1' terdiri dari 12 bit dan spasi antar paket/antar *frame*.
- Waktu tiap periodenya adalah 0.6 ms.
- Panjang *header* = $4T = 2.4$ ms
- Waktu tiap 1 *frame* = 45 ms
- Logika 0 = pulsa dengan panjang T dan *space* dengan panjang T.
- Logika 1 = pulsa dengan panjang 2T dan *space* dengan panjang T.
- 7 bit pertama adalah *command* (perintah).
- 5 bit terakhir adalah *address* (alamat).

Sebelum kode dikirim, terlebih dahulu mengirimkan sinyal awal yang disebut sebagai *header*. *Header* adalah sinyal yang dikirimkan sebelum kode sebenarnya, dan juga merupakan sinyal untuk mengaktifkan penerima. *Header* selalu dikirimkan dengan lebar pulsa yang jauh lebih panjang daripada kode sebenarnya. Setelah *header* dikirimkan, baru kemudian mengirimkan kode *remote*.

Kode *remote* dibagi menjadi dua fungsi, yaitu fungsi pertama digunakan sebagai *command* atau perintah untuk melaksanakan instruksi dari *remote*. Fungsi kedua digunakan sebagai *address* atau alamat.

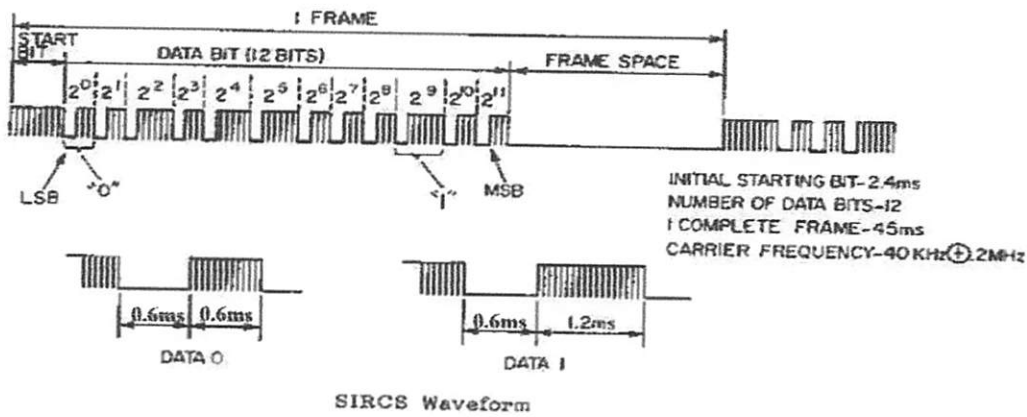
Antara jenis *remote* yang satu dengan lainnya memiliki panjang *header* berbeda, begitu pula lebar pulsa dan jeda (*space*). Masing-masing jenis *remote* juga memiliki jumlah bit kode yang berbeda-beda.



Gambar 2.3 Sinyal *Header* dan kode *Remote*

Sumber : <http://www.Remote control technical specification.Sony.com>

Format data *remote* Inframerah Sony digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.4 Format Data *Remote* Sony

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

Tabel 2-1 Data Remote Sony RM-827S

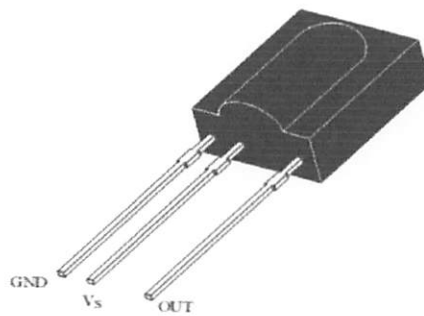
Sumber : <http://www.Sony.com>

<i>BUTTON/TOMBOL</i>	<i>COMMAND (decimal)</i>	<i>ADDRESS (decimal)</i>
MUTE	20	1
POWER	21	1
DISPLAY	58	1
1	0	1
2	1	1
3	2	1
4	3	1
5	4	1
6	5	1
7	6	1
8	7	1
9	8	1
1-	12	1
0	9	1
2-	13	1
SLEEP	54	1
+	116	1
-	117	1
A/B	23	1

SELECT	124	1
PIC MODE	22	1
VOL+	18	1
VOL -	19	1
TV/VIDEO	37	1
PROG +	16	1
PROG -	17	1

2.4 Sensor Inframerah TSOP 1540

TSOP 1540 adalah modul yang berisi rangkaian penerima sinar Inframerah yang bekerja pada frekuensi 40 KHz. Gambar sensor modul Inframerah ditunjukkan dalam gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 Sensor Inframerah TSOP 1540

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

1	100	100
2	100	100
3	100	100
4	100	100
5	100	100
6	100	100
7	100	100
8	100	100
9	100	100
10	100	100

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..



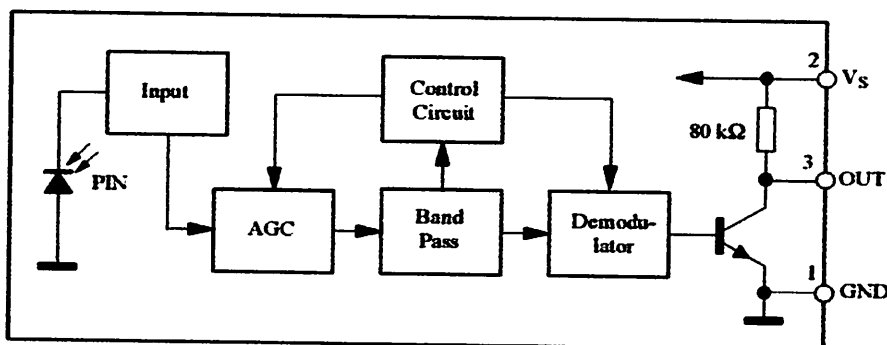
... ..

... ..

Spesifikasi dari TSOP 1540 :

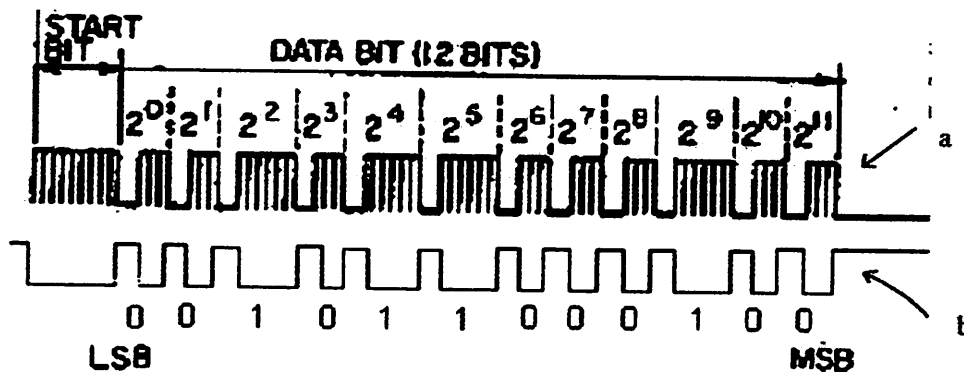
- *Detektor* cahaya dan preamplifier dalam 1 paket
- *Internal filter* untuk PCM frekuensi
- Tidak mudah terinterferensi
- *Output kompatibel* dengan TTL dan CMOS
- Keluaran aktif rendah
- Konsumsi daya rendah

Modul Inframerah ini tersusun atas fotodiode, *AGC (Active Gain Control)*, *bandpass*, *demodulator*, dan *control circuit*. Fotodiode digunakan sebagai *detektor* Inframerah, kemudian sinyal keluaran tersebut dikuatkan dan dikontrol oleh *AGC* agar sinyal keluaran tetap konstan. Setelah dikuatkan, sinyal keluaran dihubungkan ke *bandpass filter* yang berfungsi untuk meloloskan frekuensi sinyal 40 KHz dari pemancar Inframerah. Rangkaian *demodulator* digunakan untuk memisahkan sinyal data dari pemancar Inframerah. Sehingga keluaran dari TSOP 1540 bisa langsung dihubungkan ke mikrokontroler.



Gambar 2.6 Blok diagram TSOP 1540

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



Gambar 2.7 Sinyal yang dipancarkan *remote* (a)

Sinyal dari sensor TSOP 1540 (b)

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

2.5. Mikrokontroler AT89S51

2.5.1. Pendahuluan

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

Mikrokontroler AT89S51 adalah mikrokontroler ATMEL yang kompatibel penuh dengan mikrokontroler keluarga MCS – 51, membutuhkan daya rendah, memiliki performance yang tinggi dan merupakan mikrokomputer 8 bit yang dilengkapi 4 Kbyte EEPROM (*Electrical Erasable and Programmable Read Only Memory*) dan 128 Byte RAM internal. Program memory dapat diprogram berulang – ulang atau dengan menggunakan Programmer Nonvolatile Memory.

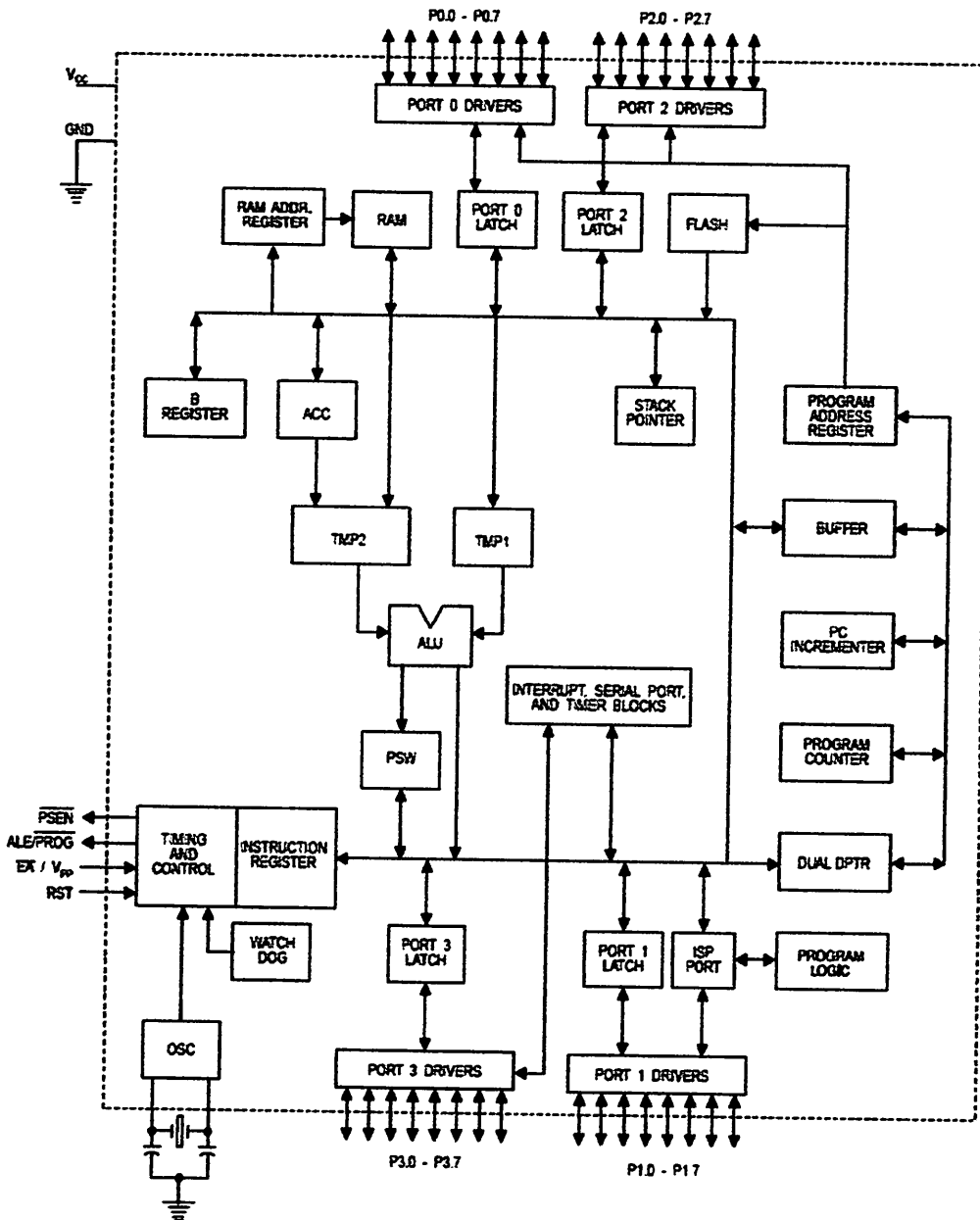
Dalam sistem mikrokontroler terdapat dua hal yang mendasar, yaitu: perangkat lunak dan perangkat keras yang keduanya saling terkait dan mendukung.

2.5.2. Perangkat keras mikrokontroler AT89S51

Secara umum Mikrokontroler AT89S51 memiliki :

- CPU 8 bit termasuk keluarga MCS-51
- 4 Kb Flash memory
- 128 byte Internal RAM
- 4 buah Port I/O, masing – masing terdiri atas 8 jalur I/O
- 2 Timer/ counter 16 bit
- 1 Serial Port Full Duplex
- Kecepatan pelaksanaan intruksi per siklus 1 us pada frekuensi clock 12 Mhz

Dengan keistimewaan diatas pembuatan alat menggunakan AT89S51 menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan IC pendukung yang banyak. Adapun Blok Diagram dari Mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut:

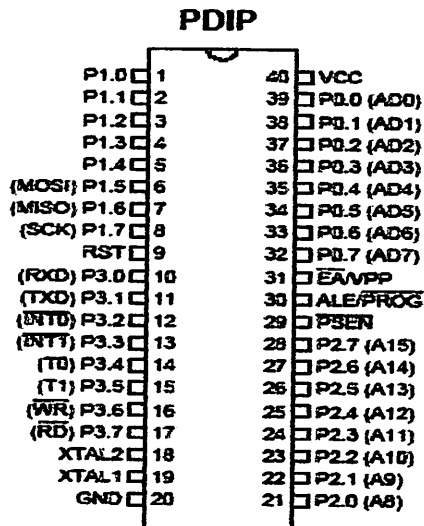


Gambar 2.8 Blok Diagram Mikrokontroler AT89S51

Sumber: Data Sheet Atmel AT89S51

2.5.3. Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 terdiri dari 40 pin dengan konfigurasi sebagai berikut:



Gambar 2.9 Konfigurasi Pin-Pin AT89S51

Sumber : Data Sheet Atmel AT89S51

Fungsi tiap pin-nya adalah sebagai berikut :

1. **GND (Pin 20)**

Dihubungkan dengan Ground Rangkaian.

2. **VCC (Pin 40)**

Dihubungkan dengan sumber tegangan +5V.

3. **Port 0 (Pin 32-39)**

Port 0 (P0.0 – P0.7) merupakan port I/O 8 bit dua arah. Port ini digunakan sebagai multipleks bus alamat rendah (A0 – A7) dan bus data selama pengaksesan ke memori eksternal.

4. **Port 1 (P1.0 – P1.7) (Pin 1-8)**

Merupakan port input – output dua arah dengan *pull-up*. Port ini berfungsi sebagai input atau output dan bekerja baik untuk operasi bit maupun byte, tergantung dari pengaturan software.

5. **Port 2 (P2.0 – P2.7) (Pin 21-28)**

Port 2 (P2.0 – P2.7) Merupakan input – output dua arah dengan *pull-up*. Port 2 mengeluarkan *high order address byte* selama pengambilan (*fetch*) program memori eksternal dan selama mengakses data memori eksternal. Port 2 juga menerima *high order address bit* dan beberapa sinyal kontrol selama pemrograman dan verifikasi.

6. **Port 3 (Pin 10-17)**

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

Tabel 2-2 Fungsi Khusus Pada Port 3

Sumber : Data Sheet Atmel AT89S51

Pin Port	Fungsi Khusus
Port 3.0	RxD (Port masukan serial)
Port 3.1	TxD (Port keluaran Serial)
Port 3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (Masukan Interupsi Eksternal 0)
Port 3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (Masukan Interupsi Eksternal 1)
Port 3.4	T0 (Masukan Pewaktu Eksternal 0)

Port 3.5	T1 (Masukan Pewaktu Eksternal 1)
Port 3.6	\overline{WR} (sinyal tulis memori data eksternal)
Port 3.7	\overline{RW} (sinyal baca memori data eksternal)

7. **RST (Reset), pin 9**

Input Reset merupakan reset master untuk AT89S51.

8. **ALE / Prog (Address Latch Enable), pin 30**

Digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan intruksi.

9. **PSEN (Program Strobe Enable), pin 29**

Merupakan sinyal pengontrol yang memperbolehkan program memori eksternal masuk kedalam bus.

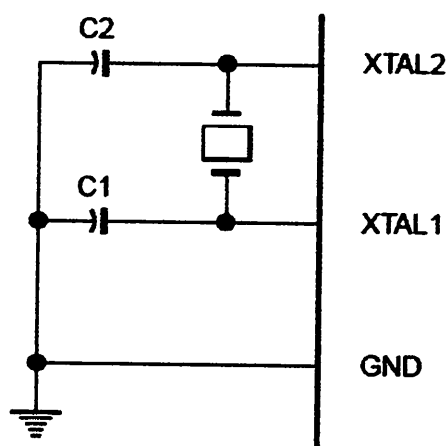
10. **EA / VPP (External Access), pin 31**

Dapat diberikan logika rendah (Ground) atau logika tinggi (+5V). Jika diberikan logika tinggi maka mikrokontroler akan mengakses program dari ROM internal (EEPROM/Flash Memori), dan jika diberikan logika rendah maka mikrokontroler akan mengakses program dari memori eksternal.

11. **X-TAL 1 dan X-TAL 2, pin 19, 18**

Pin ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan osilator internal. X-TAL 1 merupakan masukan ke rangkaian osilator internal sedangkan X-TAL 2 keluaran dari rangkaian osilator internal. Untuk keperluan ini diperlukan kapasitor penstabil sebesar 30pF. Dan nilai dari X-TAL tersebut

antara 4 – 24 Mhz. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar pemasangan X-TAL serta kapasitor yang digunakannya.



Gambar 2.10 Osilator Eksternal AT89S51

Sumber : Data Sheet Atmel AT89S51

2.5.4. Organisasi Memory

Organisasi memori pada mikrokontroler AT89S51 dapat dibagi menjadi dua bagian besar yaitu memori program dan memori data. Pembagian tersebut didasarkan atas fungsi dari penyimpanan data maupun program. Memori program digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi yang akan dijalankan oleh mikrokontroler, sedangkan memori data digunakan sebagai tempat yang sedang diolah mikrokontroler.

Program mikrokontroler disimpan dalam memori program berupa ROM. Mikrokontroler 89S51 dilengkapi dengan ROM internal, sehingga untuk menyimpan program tidak digunakan ROM eksternal yang terpisah dari

mikrokontroler. Agar tidak menggunakan memori program eksternal, penyemat \overline{EA} dihubungkan dengan Vcc (logika 1).

Memori program mikrokontroler menggunakan alamat 16 bit mulai 0000_H-0FFF_H , sehingga kapasitas penyimpanan program maksimal adalah 4Kb. Sinyal \overline{PSEN} (*Program Store Enable*) tidak digunakan jika digunakan memori program internal.

Selain program mikrokontroler 89S51 juga memiliki data internal 128 *byte* dan mampu mengakses memori data eksternal sebesar 64 Kb. Semua memori data internal dapat dialamati dengan data langsung atau tidak langsung. Ciri dari pengalamatan langsung adalah *operand* adalah alamat *register* yang berisi alamat data yang akan diolah. Sebagian memori tersebut dapat dialamati dengan pengalamatan register, dan sebagian lagi dapat dialamati dengan memori satu bit. Untuk membaca data digunakan sinyal \overline{RD} sedangkan untuk menulis digunakan sinyal \overline{WR} .

2.5.5. SFR (Special Function Register)

Register Fungsi Khusus (*Special Function Register*) terletak pada 128 *byte* bagian atas memori data internal dan berisi register-register untuk pelayanan latch port, timer, program status words, control peripheral dan sebagainya. Alamat register fungsi khusus ditunjukkan pada tabel 2-2

Tabel 2-3 *Special Function Register*

Sumber : Bereksperimen Dengan Mikrokontroler 8031

Simbol	Nama Register	Alamat
ACC	Accumulator	E0 _{II}
B	Register B	F0 _H
PSW	Program Status Word	D0 _H
SP	Stack Pointer	81 _H
DPTR	Data Pointer 2 Byte	
DPL	Bit rendah	82 _H
DPH	Bit Tinggi	83 _H
P0	Port 0	80 _H
P1	Port 1	90 _H
P2	Port 2	A0 _H
P3	Port 3	B0 _H
IP	Interrupt Periority Control	D8 _H
IE	Interrupt Enable Control	A8 _H
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89 _H
TCON	Timer/Counter Control	88 _H
TH0	Timer/Counter 0 High Control	8C _H
TL0	Timer/Counter 0 Low Control	8A _H
TH1	Timer/Counter 1 High Control	8D _H
TL1	Timer/Counter 1 Low Control	8B _H
SCON	Serial Control	98 _H

SBUF	Serial Data Buffer	99 _H
PCON	Power Control	87 _H

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

- *Accumulator* (ACC) merupakan register untuk penambahan dan pengurangan. Perintah *mnemonic* untuk mengakses akumulator disederhanakan sebagai A.
- *Register B* merupakan register khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian dan pembagian.
- *Stack Pointer* (SP) merupakan register 8 bit yang dapat diletakkan di alamat manapun pada RAM internal.
- *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 kontrol. Untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus, yaitu register IP (*Interrupt Priority*) dan register IE (*Interrupt Enable*). Untuk mengontrol pelayanan timer/counter terdapat register khusus, yaitu

register TCON (*timer/counter control*) serta pelayanan port serial menggunakan register SCON (*Serial Port Control*).

2.5.6. Sistem Interupsi

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 5 buah sumber interupsi yang dapat membangkitkan permintaan interupsi, yaitu INT0, INT1, T1, T2 dan Port Serial.

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

Tingkat prioritas semua sumber *interrupt* dapat diprogram sendiri-sendiri dengan *set* atau *clear* bit pada (*Interrupt Priority*). Jika dua permintaan interupsi dengan tingkat prioritas yang berbeda diterima secara bersamaan, permintaan interupsi dengan prioritas tertinggi yang akan dilayani. Jika permintaan interupsi dengan prioritas yang sama diterima bersamaan, akan dilakukan polling untuk menentukan mana yang akan dilayani. Bit-bit pada IP adalah sebagai berikut:

-	-	-	PS	PT1	PX1	PT0	PX0
---	---	---	----	-----	-----	-----	-----

Priority bit = 1 menandakan prioritas tinggi

Priority bit = 0 menandakan prioritas rendah

Simbol	Posisi	Fungsi
–	IP.7	Kosong
–	IP.6	Kosong
–	IP.5	Kosong
PS	IP.4	Bit prioritas interupsi port serial
PT1	IP.3	Bit prioritas interupsi Timer 1
PX1	IP.2	Bit prioritas interupsi $\overline{INT1}$
PT0	IP.1	Bit prioritas interupsi Timer 0
PX0	IP.0	Bit prioritas interupsi $\overline{INT0}$

Tabel 2-4 Alamat Sumber Interupsi

Sumber : Bereksperimen Dengan Mikrokontroller 8031

Sumber interupsi	Alamat Awal
Interupt Luar 0 (INT 0)	03 _H
Pewaktu / pencacah 0 (T0)	0B _H
Interupt Luar 1 (INT 0)	13 _H
Pewaktu / pencacah 0 (T0)	1B _H
Port Serial	23 _H

2.5.7 Timer dan Counter dalam MCS51

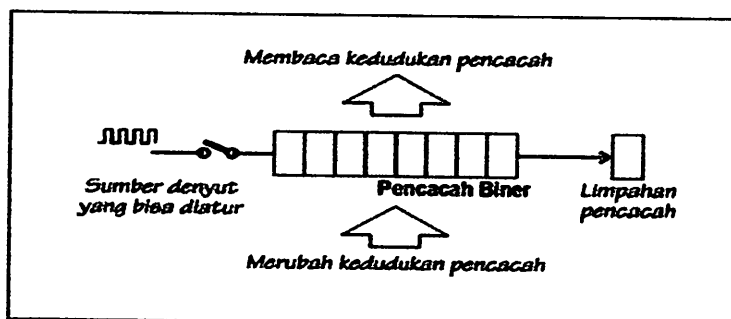
Timer dan Counter merupakan sarana *input* yang kurang dapat perhatian pemakai mikrokontroler, dengan sarana *input* ini mikrokontroler dengan mudah

bisa dipakai untuk mengukur lebar pulsa, membangkitkan pulsa dengan lebar yang pasti, dipakai dalam pengendalian tegangan secara PWM (*Pulse Width Modulation*) dan sangat diperlukan untuk aplikasi *remote control* dengan infra merah. Dalam mikrokontroler AT89S51 terdapat dua buah timer yaitu Timer 0 dan Timer 1, keduanya berfungsi sebagai *counter* maupun *timer*.

Pada dasarnya sarana *input* yang satu ini merupakan seperangkat pencacah biner (*binary counter*) yang terhubung langsung ke saluran-data mikrokontroler, sehingga mikrokontroler bisa membaca kedudukan pancacah, bila diperlukan mikrokontroler dapat pula merubah kedudukan pencacah tersebut.

Seperti layaknya pencacah biner, bilamana sinyal *clock* (denyut) yang diumpangkan sudah melebihi kapasitas pencacah, maka pada bagian akhir rangkaian pencacah akan timbul sinyal limpahan, sinyal ini merupakan suatu hal yang penting sekali dalam pemakaian pencacah. Terjadinya limpahan pencacah ini dicatat dalam sebuah *flip-flop* tersendiri.

Di samping itu, sinyal *clock* yang diumpangkan ke pencacah harus bisa dikendalikan dengan mudah. Hal-hal di atas diringkas dalam Gambar 2.4



Gambar 2.11 Konsep dasar Timer/Counter sebagai sarana input

Sumber : Suthanto, 2001

Sinyal *clock* yang diumpankan ke pencacah bisa dibedakan menjadi 2 macam, yang pertama sinyal *clock* dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya dan yang kedua adalah sinyal *clock* dengan frekuensi tidak tetap.

Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi tetap yang sudah diketahui besarnya, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai *timer*, karena keadaan pencacah tersebut setara dengan waktu yang bisa ditentukan dengan pasti.

Jika sebuah pencacah bekerja dengan frekuensi yang tidak tetap, dikatakan pencacah tersebut bekerja sebagai *counter*, keadaan pencacah tersebut hanyalah menyatakan banyaknya pulsa yang sudah diterima pencacah.

Rangkaian pencacah biner yang dipakai, bisa merupakan pencacah maju (*up-counter*) ataupun pencacah mundur (*down-counter*).

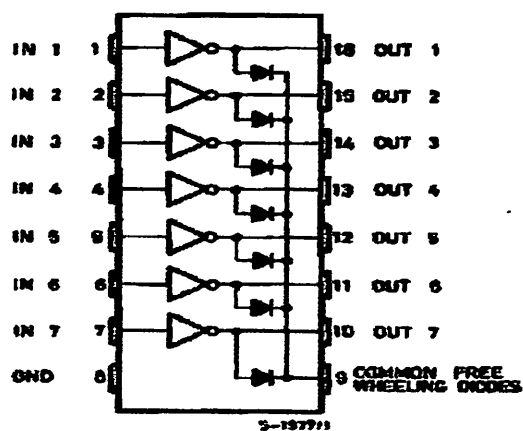
Timer/counter sebagai sarana *input* banyak dijumpai dalam mikrokontroler, misalnya mikrokontroler keluarga MCS51, mikrokontroler ini memiliki *timer/counter* di dalam *chip* sebagai sarana *input*.

2.6 IC ULN 2003A

Pada IC ULN 2003A didalamnya terdapat rangkaian penguat Darlington. Untuk satu IC ULN2003A terdapat 7 pasang rangkaian Darlington NPN yang tersusun dalam rangkaian *common catoda*. Rangkaian Darlington ini digunakan sebagai saklar. Pada masing-masing rangkaian Darlington arus kolektornya sebesar 500mA. Rangkaian Darlington yang ada di dalam IC ULN 2003A dapat diparalel guna untuk kebutuhan arus yang besar. Karenanya IC ini dapat diaplikasikan untuk *driver* relay, *driver* lampu, *driver display* dan *logic buffer*.

Pada skripsi ini rangkaian Darlington yang ada pada IC ULN 2003A digunakan sebagai *driver* relay yang digunakan untuk mengendalikan lampu, buzzer, putaran motor dc dan televisi.

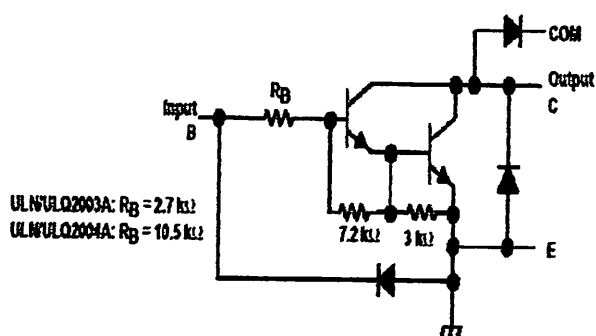
Adapun pin-pin koneksi yang ada dalam IC ULN 2003A dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.12 Pin-Pin Koneksi Dalam IC ULN 2003A

Sumber : Data Sheet ULN 2003A

Sedangkan gambar untuk setiap rangkaian Darlington pada IC ULN 2003A dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.13 Rangkaian Darlington didalam IC ULN 2003A

Sumber : Data Sheet ULN 2003A

2.7 Motor DC

Motor DC adalah mesin arus searah yang membutuhkan arus DC untuk mengubah energi listrik yang diterima menjadi energi mekanis berupa kecepatan putar pada poros.

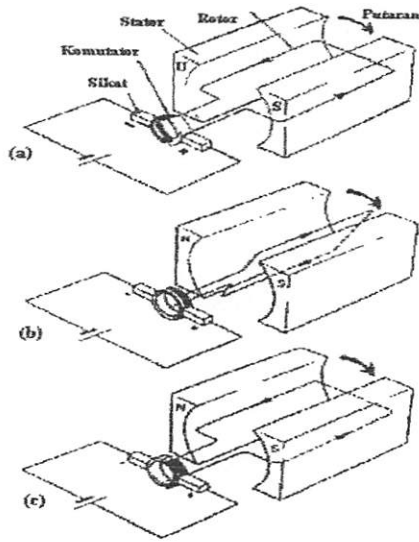
Karakteristik utama motor DC adalah kecepatannya dapat berubah sebanding dengan besarnya arus yang diberikan. Selain itu, arah perputarannya juga dapat diubah dengan hanya membalik arah arus yang diberikannya. Setiap motor dc memiliki dua bagian dasar, yaitu :

1. Bagian yang tetap disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari magnet permanen maupun dari sebuah koil yang dialiri arus listrik dc.
2. Bagian yang berputar disebut rotor atau *armature* . Rotor ini berupa koil yang dialiri arus listrik dc.

Cara kerja motor DC diperlihatkan dalam Gambar 2.14. Arus listrik mengalir ke koil rotor melalui sikat-sikat yang berhubungan dengan komutator, yang ditekan oleh pegas. Pada posisi seperti dalam Gambar 2.14a. aliran arus koil akan menghasilkan medan magnet yang berlawanan dengan medan magnet dari magnet stator, sehingga koil akan berputar ke arah yang ditunjukkan oleh anak panah. Apabila arah aliran arus tetap, koil akan diam pada posisi vertikal setelah berputar sejauh 90° .

Karena adanya momen inersia dari rotor, gerakan rotor akan melewati posisi vertikal, sehingga koil pada rotor akan mencapai posisi seperti Gambar 2.14b. Komutator akan mengalirkan arus ke koil dengan arah berlawanan. Dengan

demikian akan dihasilkan tolakan magnet sejauh 90° ke posisi seperti Gambar 2.14c. Siklus ini akan terus berulang selama ada arus listrik yang mengalir.

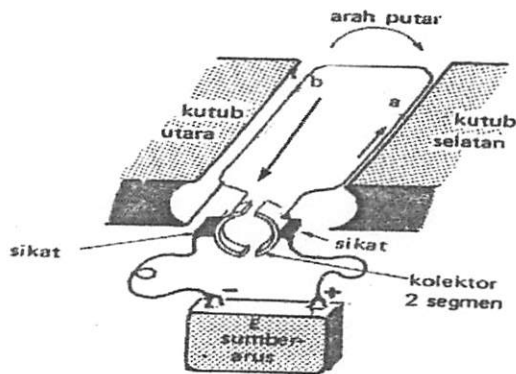


Gambar 2.14 Prinsip dasar motor dc

Sumber: Sharon, 1992.

2.7.1 Cara Kerja Motor DC

Adapun cara kerja motor dc dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.15 Cara Kerja Motor DC

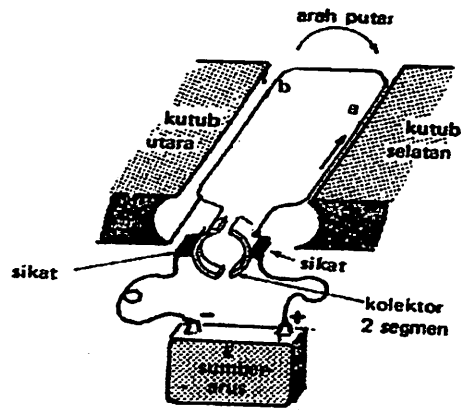
Sumber: Sharon, 1992.

Ada satu lilit kawat a – b berada di dalam medan magnet. Lilitan ini dapat berputar dengan bebas, lilitan ini bisasa disebut dengan jangkar (*armour*).

Pada jangkar dimasukkan arus yang berasal dari sumber (baterai) E. koneksi baterai dengan jangkar melalui sikat-sikat. Sikat-sikat ini terpasang pada sebuah cincin yang terbelah dua, yang disebut kolektir. Adapun tujuan dari kontruksi ini adalah agar lilitan kawat dapat berputar apabila ada arus listrik yang melewatinya.

Pada kawat yang berada di kanan arus mengalir dari depan ke belakang . dalam kawat yang di kiri, arus mengalir dari belakang ke depan . kawat a dan b secara berganti-gantian berada di kiri dan kanan. Karena itu arah arus di a dan arah arus di b selalu membolak balik. Pembalikan arah arus itu terjadi pada saat lilitan kawat melintasi possisi vertikal. Disini kolektor berfungsi bagaikan penyearah mekanik. Flux magnet yang ditimbulkan magnet permanen disebut medan magnetnya motor. Dalam gambar arah fluk magnetik adalah dari kiri ke kanan. Adapun gaya yang bekerja pada penghantar b adalah ke atas, sementara gaya yang bekerja pada penghantar a adalah ke bawah . Gaya-gaya yang bekerja sama kuatnya, jadi ada kopel yang bekerja pada kawat sehingga lilitan pun dapat berputar. Setelah berputar 90^0 arah arus berbalik, pada saat itu penghantar a dan penghantar b bertukar tempat. Akibatnya arah gerak putaran tidak berubah.

2.7.2 Pengendalian Arah Putaran Motor DC



Gambar 2.16 Pengendalian Arah Putaran Motor DC

Sumber: Sharon, 1992.

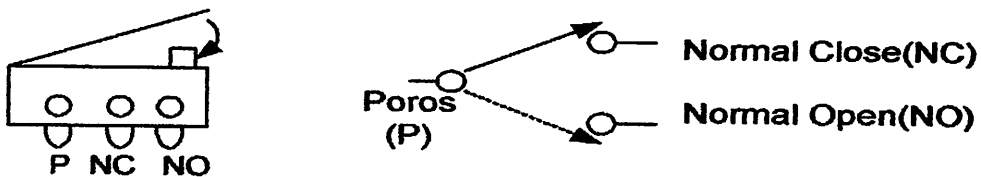
Dari gambar di atas, agar arah putaran motor dc berubah, maka polaritas tegangan pada baterai harus dibalik.

2.8 Limit Switch

Limit Switch merupakan sebuah saklar yang bekerja karena adanya sebuah sentuhan atau gesekan. Pemasangan saklar ini harus tepat dan reliable serta dapat memberikan respon yang cepat dengan memperhatikan faktor-faktor yang menyangkut tingkat kekritisannya seperti ukuran. Limit switch ini mempunyai beberapa bagian mekanik yang akan disentuh oleh benda atau mekanisasi lainnya. Kemudian bagian ini menggerakkan lengan pengungkit dan diteruskan dalam suatu kontak. Limit switch ini berfungsi hampir sama dengan sensor, dimana jika

ada beban yang menyentuh switch maka hubungan pada kaki switch akan berpindah (seperti saklar).

Ada dua anak kontak dari limit switch yaitu NO dan NC. Kontak NO (Normally OFF) berfungsi sebagai kontak penghubung, sedangkan kontak NC (Normally ON) berfungsi untuk pemutus.



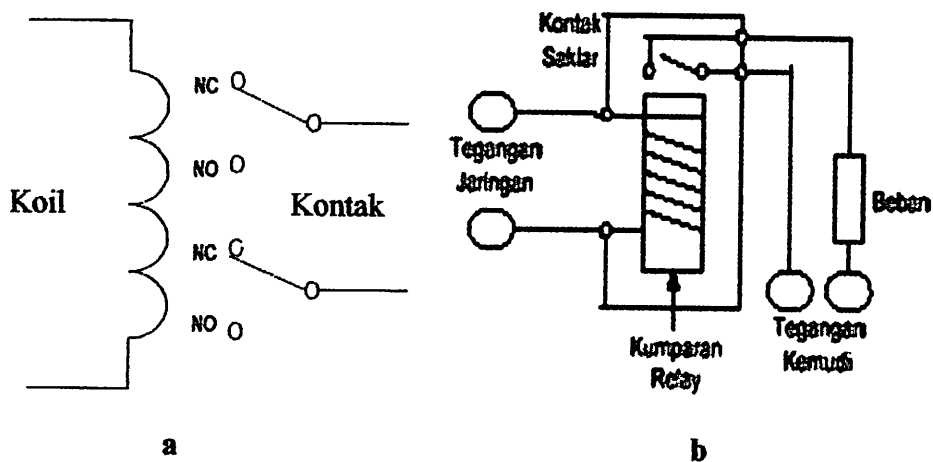
Gambar 2.17 Bentuk Limit switch

Sumber: Wasito, 1990.

2.9 Relay

Relay adalah alat yang dioperasikan dengan listrik dan secara mekanis mengontrol penghubungan rangkaian listrik, *relay* dioperasikan sebagai saklar (*switch*) listrik yang bermanfaat untuk kontrol jarak jauh. *Relay* akan bekerja jika ada masukan sinyal listrik berupa arus dan tegangan. Pada *relay* terdapat dua bagian utama, yaitu koil dan kontak. Koil terdiri dari kumparan yang merupakan lilitan kawat tembaga, di mana kumparan tersebut akan di aliri arus listrik agar dapat menghasilkan medan magnet pada inti besi. Inti besi dan koil juga memiliki jangkar yang terbuat dari besi lunak yang di gunakan untuk mengaktifkan kontak *relay* setelah tertarik pada inti besi. *Relay* dan bagian dalam *relay* di perhatikan pada Gambar 2.18. Sedangkan kontak yang merupakan saklar terdapat dua macam kondisi dari kontak tersebut, yaitu :

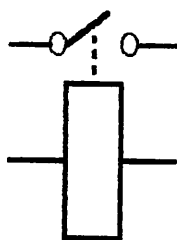
- a. *Normally Open (NO)*, yaitu kontak akan aktif pada saat koil di suplai tegangan.
- b. *Normally Closed (NC)*, yaitu kontak akan aktif pada saat koil tidak di suplai tegangan.



Gambar 2.18 (a) Simbol *Relay*. (b) Rangkaian dalam *relay*.

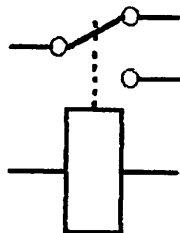
Ada beberapa macam *relay*, antara lain:

- SPST (*Single Pin Single Terminal*)



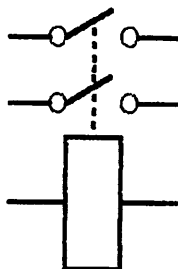
Gambar 2.19 *Relay* SPST

- SPDT (*Single Pin Dual Terminal*)



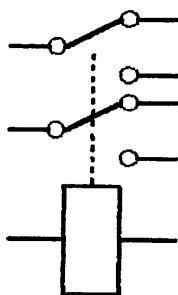
Gambar 2.20 *Relay SPDT*

- DPST (*Dual Pin Single Terminal*)



Gambar 2.21 *Relay DPST*

- DPDT (*Dual Pin Dual Terminal*)



Gambar 2.22 *Relay DPDT*

2.10 Buzzer

Buzzer adalah suatu alat yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Pada umumnya *buzzer* digunakan untuk alarm, karena penggunaannya cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan *input* maka *buzzer* akan mengeluarkan bunyi. Frekuensi suara yang di keluarkan oleh *buzzer* yaitu antara 1-5 KHz.

Jenis *buzzer* ada 3 tiga yaitu :

1. *Electro-Magnetic Buzzer*
2. *Piezo Ceramic Buzzer*
3. *SMT Buzzer*

BAB III

PERANCANGAN HARDWARE DAN SOFTWARE

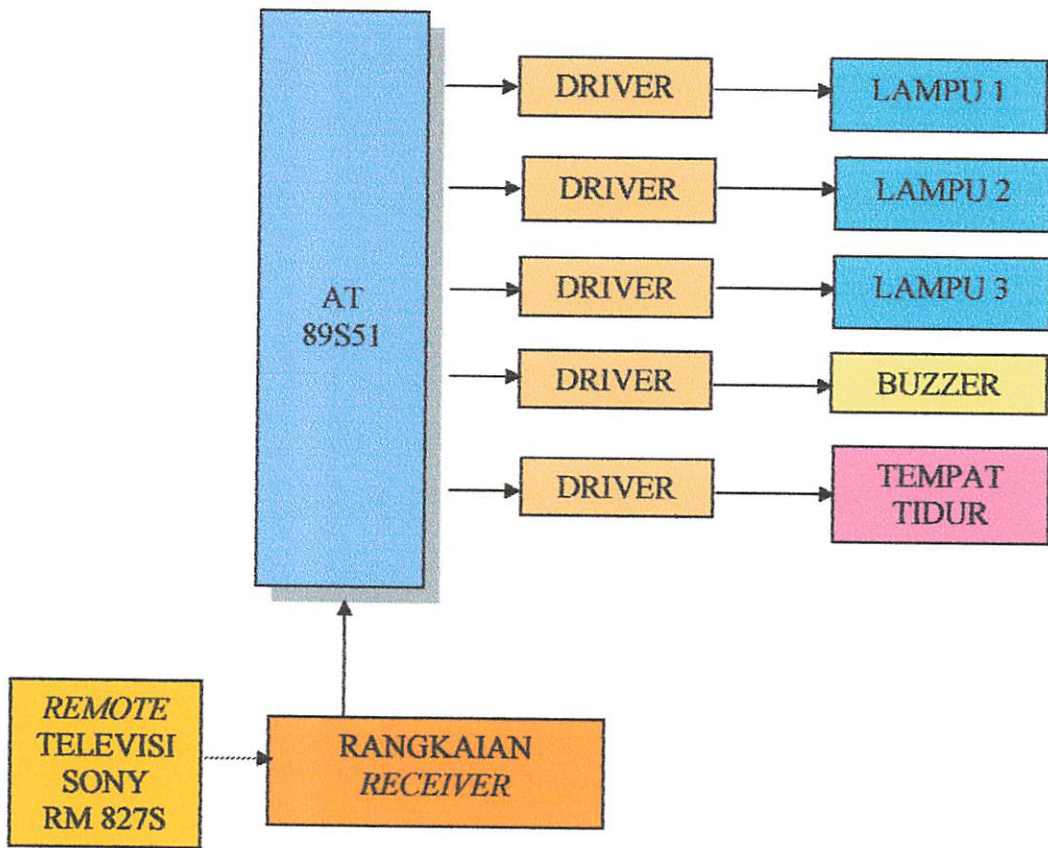
Pada bab ini akan dibahas mengenai peralatan yang direncanakan dan akan direalisasikan sebagaimana fungsinya. Adapun perencanaan dan pembuatan alat meliputi : perencanaan dan pembuatan perangkat keras serta perencanaan dan pembuatan perangkat lunak secara garis besarnya.

3.1 Perencanaan Perangkat Keras

Pembuatan sistem kontrol peralatan listrik dan tempat tidur pasien dengan memanfaatkan remote TV ini hanya dalam bentuk simulasi, dengan perencanaan dan prinsip kerja yang sesuai dengan peralatan yang sebenarnya.

Otomatisasi yang diterapkan dalam perencanaan alat ini yaitu merubah sistem atau prosedur lama yang telah ada, yaitu sistem yang masih manual. Komponen utama dari perangkat ini adalah Mikrokontroller AT 89S51 yang berfungsi sebagai unit pengendali otomatisasi pada pengontrolan peralatan listrik dan tempat tidur pasien. Berikut adalah diagram blok sistem kontrol peralatan listrik dan tempat tidur pasien.

3.1.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem



Gambar 3.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem

Prinsip kerja masing-masing blok :

1. Remote Televisi Sony RM827S

Menghasilkan kode-kode data biner untuk dikirim ke rangkaian *receiver*. Kode yang dikirimkan berupa data biner 12 bit yang terdiri dari 7 bit pertama berupa data *command* dan 5 bit selanjutnya data *address*. Nilai data yang dikirimkan dari masing-masing tombol sudah ditentukan oleh produsen pembuatnya.

2. Rangkaian *receiver* menangkap dan mendeteksi sinar Inframerah yang dikirimkan oleh *remote* untuk selanjutnya data-data biner dari *remote* dikirimkan ke mikrokontroler AT 89S51.
3. Mikrokontroler AT 89S51 berfungsi untuk menterjemahkan data dari *remote* dan hanya mengambil 7 bit pertama yaitu sebagai bit data. Sedangkan 5 bit berikutnya tidak diambil karena hanya data *address*.
4. Driver sebagai pengendali setelah mendapat intruksi dari mikrokontroler.
5. Driver yang terhubung dengan lampu digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan lampu.
6. Driver yang terhubung dengan tempat tidur pasien digunakan untuk mengatur posisi tempat tidur sesuai keinginan pasien sehingga pasien merasa nyaman.
7. Driver yang terhubung dengan *Buzzer* digunakan untuk menghidupkan dan mematikan *buzzer* yang dihubungkan pada ruang perawat sebagai tanda pemberitahuan apabila pasien dalam keadaan kritis atau perlu bantuan.
8. Driver yang terhubung dengan televisi digunakan sebagai sakelar pada penerima televisi dengan tujuan untuk memilih salah satu kondisi yang akan diaktifkan yaitu pada aplikasi atau pada televisi.

3.1.2 Penentuan Fungsi Tombol *Remote* Sony RM-827S

Nilai dari data biner yang dikirimkan oleh *remote* Sony RM-827S sudah ditentukan besarnya oleh produsen Sony. Panjang dari *header* dan data *command* dari setiap produk *remote* Sony mempunyai nilai yang sama, hanya nilai data *address* yang berbeda dari setiap jenis *remote* yang disesuaikan dengan *device* pendukungnya. Dalam perancangan ini, *remote* digunakan untuk mengontrol 4 aplikasi, yaitu :

1. Lampu
2. *Buzzer*
3. Tempat tidur
4. Televisi

Untuk menentukan aplikasi yang diinginkan dapat dipilih melalui *option-option* yang terdapat pada perangkat lunak. Sedangkan untuk masing-masing aplikasi tidak dapat dikendalikan oleh *remote* secara bersamaan.

Data yang dikirim ke driver pada semua aplikasi adalah dari data asli *remote*. *Button-button* dari *remote* yang digunakan, ditunjukkan dalam tabel-tabel dibawah ini:

Tabel 3-1 *Button* yang digunakan untuk mengontrol
Televisi

<i>Button</i>	<i>Data Remote Control</i> (heksadesimal)	<i>Data Hasil Komplemen</i> (heksadesimal)	<i>Fungsi</i>
MUTE	14	EB	MUTE
POWER	15	EA	ON/OFF
DISPLAY	3A	C5	MENU PILIHAN
1	00	FF	CHANNEL 1
2	01	FE	CHANNEL 2
3	02	FD	CHANNEL 3
4	03	FC	CHANNEL 4
5	04	FB	CHANNEL 5
6	05	FA	CHANNEL 6
7	06	F9	CHANNEL 7
8	07	F8	CHANNEL 8
9	08	F7	CHANNEL 9
1-	0C	F3	CHANNEL 1-
0	09	F6	CHANNEL 0
2-	0D	F2	CHANNEL 2-
SLEEP	36	C9	SLEEP
+	74	8B	+
-	75	8A	-
a/b	17	E8	a/b
SELECT	7C	83	SELECT
PIC MODE	16	E9	PIC MODE
V +	12	ED	VOL +
V -	13	EC	VOL -
TV/VIDEO	25	DA	TV/VIDEO
PROG +	10	EF	PROG +
PROG -	11	EE	PROG -

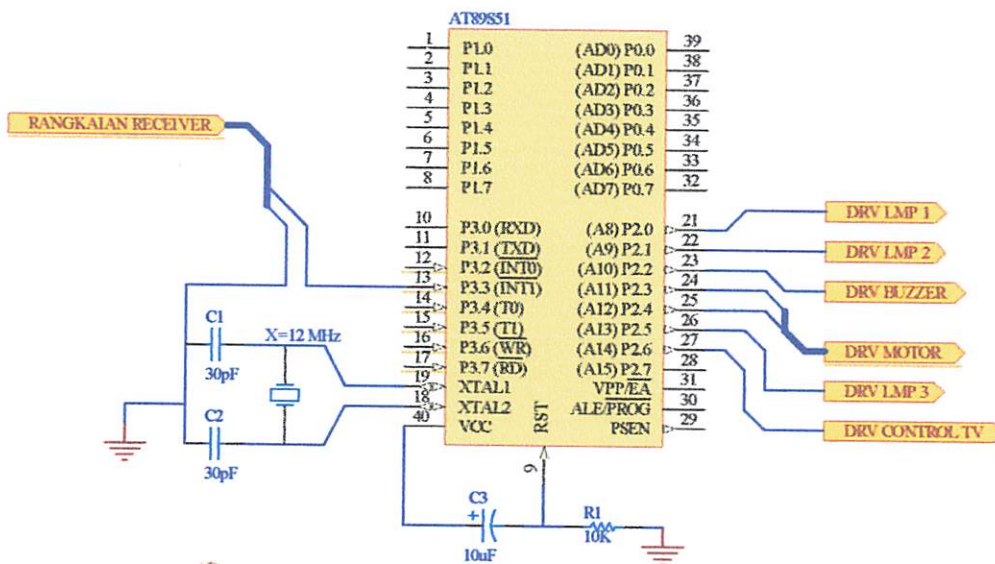
Tabel 3-2 *Button* yang digunakan untuk mengontrol Aplikasi

<i>Button</i>	<i>Data Remote Control</i> (heksadesimal)	<i>Data Hasil Komplemen</i> (heksadesimal)	<i>Fungsi</i>
MUTE	14	EB	-
POWER	15	EA	-
DISPLAY	3A	C5	MENU PILIHAN
1	00	FF	ON/OFF LAMPU 1
2	01	FE	ON/OFF LAMPU 2
3	02	FD	ON/OFF LAMPU 3
4	03	FC	ON/OFF LAMPU 123
5	04	FB	ON/OFF BUZZER
6	05	FA	T.TIDUR (ATAS)
7	06	F9	T.TIDUR (BAWAH)
8	07	F8	-
9	08	F7	-
1-	0C	F3	-
0	09	F6	-
2-	0D	F2	-
SLEEP	36	C9	-
+	74	8B	-
-	75	8A	-
a/b	17	E8	-
SELECT	7C	83	-
PIC MODE	16	E9	-
V +	12	ED	-
V -	13	EC	-
TV/VIDEO	25	DA	-
PROG +	10	EF	-
PROG -	11	EE	-

3.1.3. Minimum Sistem AT 89S51

Mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah IC mikrokontrol AT89S51. Mikrokontroler dihubungkan dengan driver lampu, driver motor, driver buzzer dan driver kontrol televisi.

Mikrokontroler mendapat inputan dari rangkaian *receiver remote* yang dihubungkan pada INT1. Rangkaian receiver memberikan perintah pada Mikrokontroler untuk mengendalikan driver. Dimana driver lampu dihubungkan pada P2.1 untuk driver lampu 1, P2.2 untuk driver lampu 2, P2.3 untuk driver lampu 3. Driver buzzer sebagai tanda pasien dalam keadaan darurat atau perlu bantuan dihubungkan pada P2.5. Driver motor Dc sebagai penggerak posisi tempat tidur yang dihubungkan pada P2.6 dan P2.7. Driver kontrol televisi sebagai sakelar pada rangkaian penerima televisi, sehingga apabila remote berfungsi pada aplikasi (lampu, buzzer, tempat tidur) bersamaan televisi dalam keadaan aktif maka pengoperasian pada aplikasi tersebut berjalan tanpa mempengaruhi kinerja televisi. Driver kontrol televisi dihubungkan pada P2.0. Semua kontrol dan pengolahan data dilakukan oleh mikrokontroler. Gambar rangkaian secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 3.2 Rangkaian Minimum Sistem AT89S51

3.1.3.1 Rangkaian Clock

Kecepatan proses pengolahan data pada mikrokontroller ditentukan oleh *Clock* (pewaktu) yang dikendalikan oleh mikrokontroller tersebut. Pada Mikrokontroller AT 89S51 terdapat *internal clock* generator yang berfungsi sebagai sumber *clock*, tapi masih memerlukan rangkaian tambahan untuk membangkitkan *clock* yang diperlukan.

Rangkaian *clock* ini terdiri atas dua buah kapasitor, dan sebuah Kristal yang terangkai sedemikian rupa dan kemudian dihubungkan dengan chip yang tersedia pada AT 89S51.

Dalam perencanaan ini menggunakan :

- $C = 30 \text{ pF}$. Penentuan besarnya kapasitansi disesuaikan dengan spesifikasi lembar data AT89S51
- $X\text{-Tal} = 12 \text{ MHz}$. Pemilihan X-Tal 12 MHz ini karena untuk mempermudah perhitungan timer.

Jadi jika frekuensi kristalnya adalah 12 MHz, maka waktu yang dibutuhkan dalam satu siklus mesin adalah :

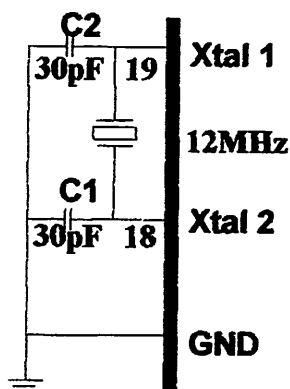
$$\begin{aligned}
 T &= \frac{1}{\left(\frac{1}{12} \times \text{frekuensi kristal}\right)} \dots\dots\dots 3.1 \\
 &= \frac{1}{1\text{MHz}} \\
 &= 1 \mu\text{s}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan satu siklus mesin yang didapatkan adalah $1 \mu\text{s}$ (bilangan yang didapatkan adalah bilangan bulat) sehingga akan mempermudah dalam perhitungan *timer* pada mikrokontroler. Misalnya proses untuk menghitung isi *timer* untuk menyatakan logika '0' pada pulsa yang dikirim *remote control* dibutuhkan waktu 1,2 ms atau $1200 \mu\text{s}$. Untuk mencapai nilai $1200 \mu\text{s}$, maka *timer* harus menghitung sampai 1200 hitungan karena $1 \mu\text{s}$ sama dengan satu hitungan dan hasilnya diperoleh sbb:

$1200 \mu\text{s} = 1200 \text{ hitungan (desimal)} = 04\text{B0 (hexadecimal)}$.

Dalam hal ini, nilai 04B0(Hex) adalah milik TH0 = 04(Hex) dan TL0 = B0(Hex).

Adapun gambar rangkaian *clock* dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



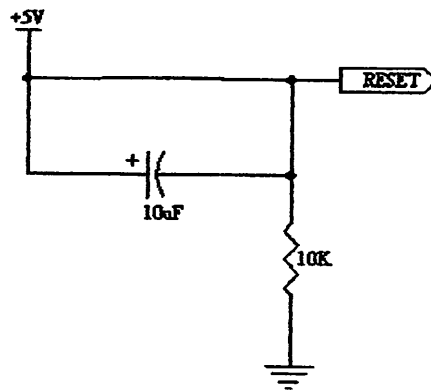
Gambar 3.3 Rangkaian Clock

Sumber : Atmel : 2000 : 4

3.1.3.2 Rangkaian Reset

Rangkaian *reset* diperlukan untuk mereset mikrokontroller ke alamat 0000 Hex. Untuk me-*reset* mikrokontroller pada pin RST harus diberi logika tinggi selama sekurang – kurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator).

Untuk membangkitkan sinyal *reset* pada saat awal catu daya dihidupkan, maka perlu menghubungkan pin RST dengan catu daya dengan kapasitor. Seperti dalam gambar 3.3 :



Gambar 3.4 Rangkaian *Reset*

Sehingga ketika catu daya dinyalakan kapasitor akan menahan pin RST dalam kondisi logika tinggi selama beberapa saat tergantung nilai kapasitor dan kecepatan pengisian muatannya. Pemberian catu daya pada mikrokontroller tanpa suatu sinyal *reset* dapat menyebabkan mikrokontroller memulai eksekusi instruksinya dari lokasi yang tak menentu. Ini di sebabkan karena *Program Counter* tidak terinisialisasi.

Kristal yang digunakan mempunyai frekuensi sebesar 12 MHz, maka satu periode membutuhkan waktu sebesar :

$$T = \frac{1}{f_{XTAL}} = \frac{1}{12 \text{ MHz}} \text{ s} = 8,33 \times 10^{-8} \text{ s} \dots\dots\dots 3.2$$

Sehingga waktu minimal logika tinggi yang dibutuhkan untuk mereset mikrokontroler adalah :

$$\begin{aligned} \text{Reset (min)} &= T \times \text{periode yang dibutuhkan} \dots\dots\dots 3.3 \\ &= 8,33 \times 10^{-8} \times 24 = 1,9992 \mu\text{s} \end{aligned}$$

Jadi mikrokontroler membutuhkan waktu minimal 1,9992 μs untuk mereset.

Waktu minimal inilah yang dijadikan pedoman untuk menentukan nilai R dan C. Jika nilai resistor yang digunakan sebesar 10 K Ω dan nilai C adalah 10 μF maka :

$$t = 0,357 \cdot R \cdot C = 0,357 \times 10000 \Omega \times 10 \cdot 10^{-6} = 35,7 \text{ ms} \dots\dots\dots 3.4$$

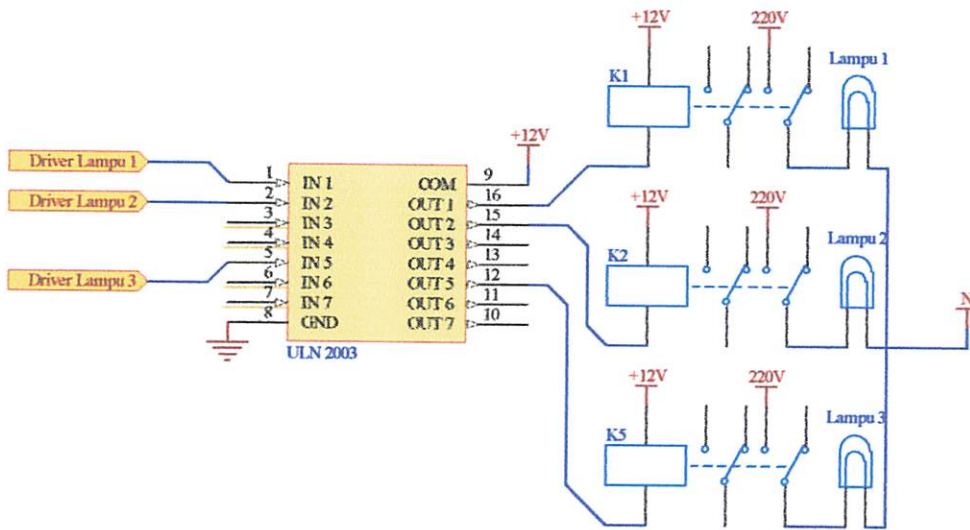
Jadi dengan nilai komponen R = 10 k Ω dan C = 10 μF dapat memenuhi syarat minimal untuk waktu reset yang dibutuhkan oleh mikrokontroler.

3.1.4. Rangkaian Driver Lampu

Untuk rangkaian driver lampu digunakan IC ULN 2003A sebagai pengendali nyala dan mati lampu. Pada IC ULN 2003A dapat dipicu tegangan 5 Volt dan arus maksimum sebesar 500mA dengan suhu kerja dari -20°C sampai 80°C. IC ULN 2003A mampu menghidupkan dan mematikan relay yang hanya memiliki tegangan maksimal sebesar 12 Volt dengan resistansi kumparan sebesar 400 Ω jadi dapat diketahui arus relay sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } I_{\text{relay}} &= \frac{V_{CC}}{R_{\text{relay}}} \dots\dots\dots 3.5 \\ &= \frac{12}{400} = 30 \text{ mA} \end{aligned}$$

Dengan adanya arus relay sebesar 30 mA maka IC ULN2003A dapat menggerakkan relay tersebut karena ULN 2003A memiliki arus maksimum sebesar 500 mA sesuai dengan data sheet. Dibawah ini adalah rangkaian driver relay lampu:



Gambar 3.5 Rangkaian Driver Lampu

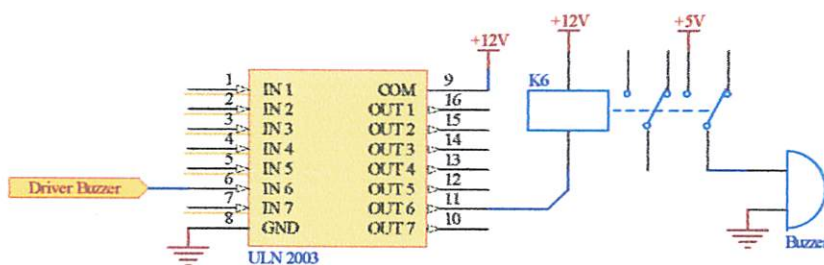
Cara kerja rangkaian diatas adalah sebagai berikut :

1. Apabila kaki no 1 pada IC ULN mendapat logika *high* (1), maka pada kaki no 16 akan menjadi *low* (0) karena terdapat gerbang not pada IC ULN 2003, Akibatnya lampu 1 akan tercatu daya sehingga lampu 1 menyala.
2. Apabila kaki no 1 pada IC ULN mendapat logika *low* (0), maka pada kaki no 16 akan menjadi *high* (1) karena terdapat gerbang not pada IC ULN 2003, Akibatnya lampu 1 tidak tercatu daya sehingga lampu 1 mati.
3. Apabila kaki no 2 pada IC ULN mendapat logika *high* (1), maka pada kaki no 15 akan menjadi *low* (0) karena terdapat gerbang not pada IC ULN 2003, Akibatnya lampu 2 akan tercatu daya sehingga lampu 2 menyala.

4. Apabila kaki no 2 pada IC ULN mendapat logika *low* (0), maka pada kaki no 15 akan menjadi *high* (1) karena terdapat gerbang not pada IC ULN 2003, Akibatnya lampu 2 tidak tercatu daya sehingga lampu 2 mati.
5. Apabila kaki no 5 pada IC ULN mendapat logika *high* (1), maka pada kaki no 12 akan menjadi *low* (0) karena terdapat gerbang not pada IC ULN 2003, Akibatnya lampu 3 akan tercatu daya sehingga lampu 3 menyala.
6. Apabila kaki no 5 pada IC ULN mendapat logika *low* (0), maka pada kaki no 12 akan menjadi *high* (1) karena terdapat gerbang not pada IC ULN 2003, Akibatnya lampu 3 tidak tercatu daya sehingga lampu 3 mati.

3.1.5. Rangkaian Driver Buzzer

Driver buzzer ini menggunakan IC ULN 2003A. Pada perencanaan alat ini IC ULN 2003A adalah IC driver yang dikemas dalam chips sebagai inputan dari *buzzer*. Driver *buzzer* seperti gambar berikut :



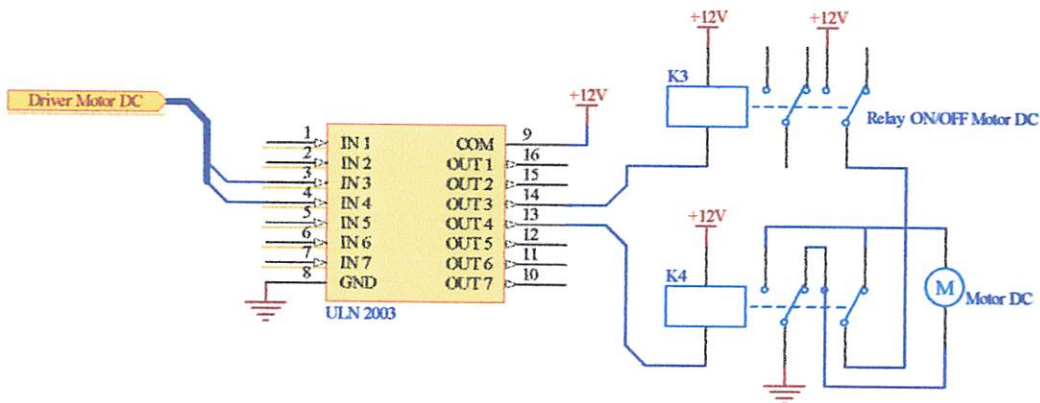
Gambar 3.6 Rangkaian Driver Buzzer

Cara kerja rangkaian diatas adalah sebagai berikut :

1. Apabila kaki no 6 pada IC ULN mendapat logika *high* (1), maka pada kaki no 11 akan menjadi *low* (0) karena terdapat gerbang not pada IC ULN 2003, Akibatnya buzzer akan tercatu daya sehingga buzzer aktif (bunyi).
2. Apabila kaki no 6 pada IC ULN mendapat logika *low* (0), maka pada kaki no 11 akan menjadi *high* (1) karena terdapat gerbang not pada IC ULN 2003, Akibatnya buzzer tidak tercatu daya sehingga buzzer tidak aktif (tidak bunyi).

3.1.6. Rangkaian Driver Motor DC

Untuk rangkaian driver motor DC digunakan IC ULN 2003A sebagai pengendali arah putaran mekanik motor DC. Driver motor DC seperti gambar berikut :



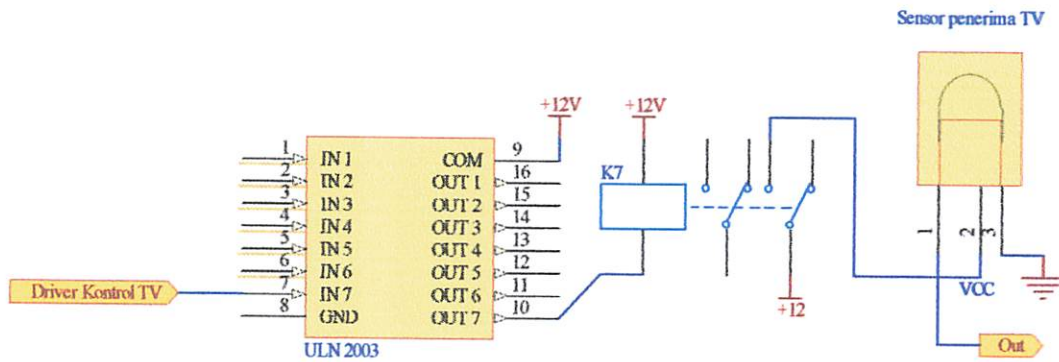
Gambar 3.7 Rangkaian Driver Motor DC

Cara kerja dari rangkaian di atas adalah sebagai berikut :

1. Apabila kaki no 3 mendapat logika *high* (1) dan kaki no 4 pada IC ULN mendapat logika *low* (0), maka pada kaki no 14 akan menjadi *low* (0) dan kaki no 13 akan menjadi *high* (1) karena terdapat gerbang not pada IC ULN 2003, Akibatnya motor akan tercatu daya sehingga motor berputar (disini putaran motor diaplikasikan untuk mengatur posisi sudut tempat tidur pasien).
2. Apabila kaki no 3 mendapat logika *high* (1) dan kaki no 4 pada IC ULN mendapat logika *low* (0), maka pada kaki no 13 akan menjadi *low* (0) dan kaki no 14 akan menjadi *high* (1), Akibatnya motor akan tercatu daya dengan kondisi *polaritas* berbalikan dengan kondisi pertama sehingga motor berputar dengan arah berlawanan dengan kondisi pertama (disini putaran motor diaplikasikan untuk mengatur posisi sudut tempat tidur pasien).

3.1.7. Rangkaian Driver Kontrol TV

Untuk rangkaian driver kontrol TV ini digunakan IC ULN 2003A sebagai pengendali pada rangkaian penerima TV. Driver ini berfungsi sebagai sakelar pada penerima TV. Apabila *remote* bekerja pada aplikasi (lampu, buzzer, tempat tidur) dan bersamaan dengan TV aktif maka secara otomatis penerima pada TV putus, sehingga tidak mempengaruhi kinerja TV. Driver kontrol TV adalah sebagai berikut :



Gambar 3.8 Rangkaian Driver Kontrol TV

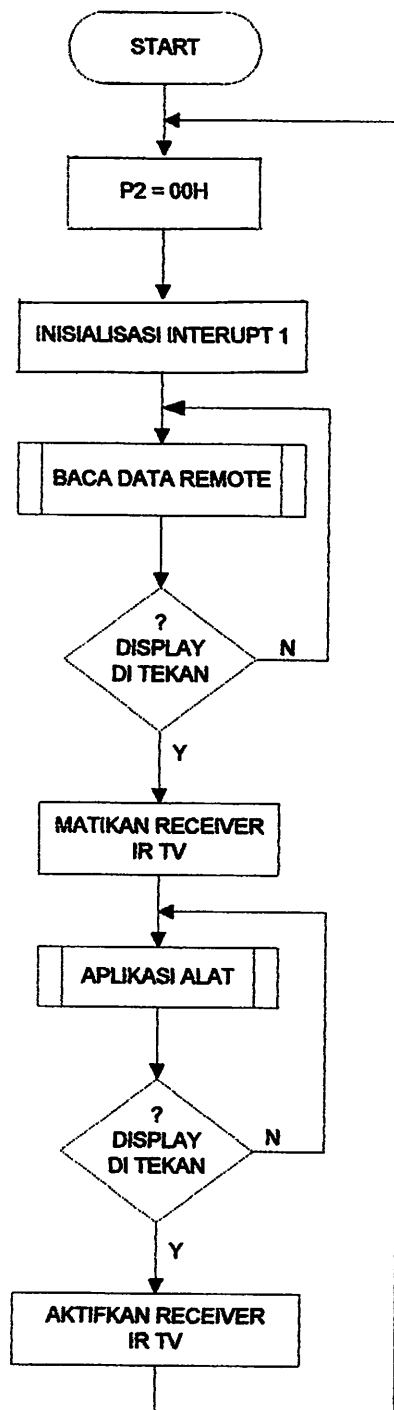
Cara kerja rangkaian diatas adalah sebagai berikut :

- 1 Apabila kaki no 7 pada IC ULN mendapat logika *high* (1), maka pada kaki no 10 akan menjadi *low* (0), sehingga penerima TV aktif (tersambung).
- 2 Apabila kaki no 7 pada IC ULN mendapat logika *low* (0), maka pada kaki no 10 akan menjadi *high* (1), sehingga penerima TV tidak aktif (putus).

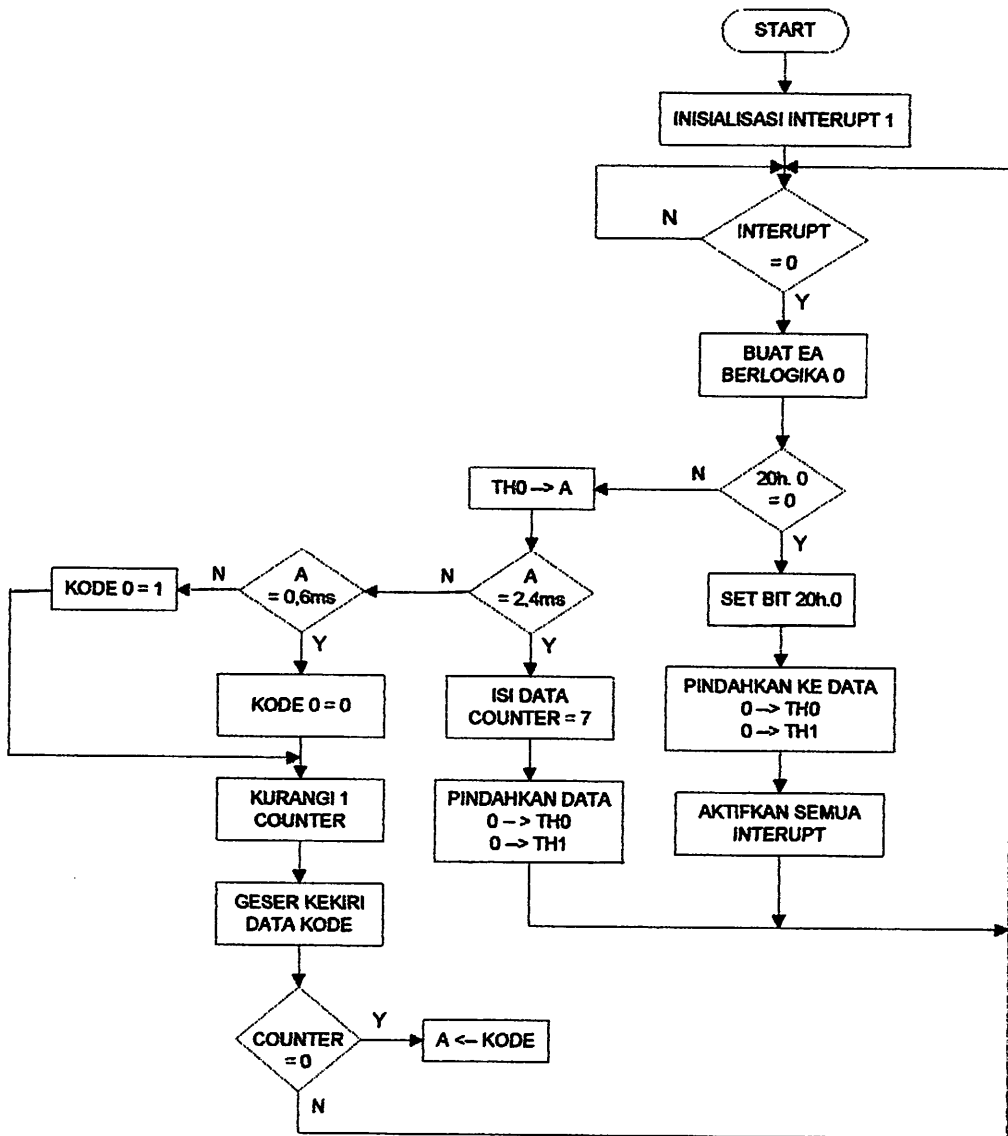
3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Untuk mendukung agar perangkat keras berfungsi sesuai dengan perencanaan, maka diperlukan perangkat lunak sebagai penunjangnya. Sistem aplikasi Mikrokontroler AT 89S51 ini dapat mengatur dan mengendalikan keseluruhan sistem apabila ada urutan instruksi atau diagram alir yang mendefinisikan secara jelas urutan tugas yang harus dikerjakan.

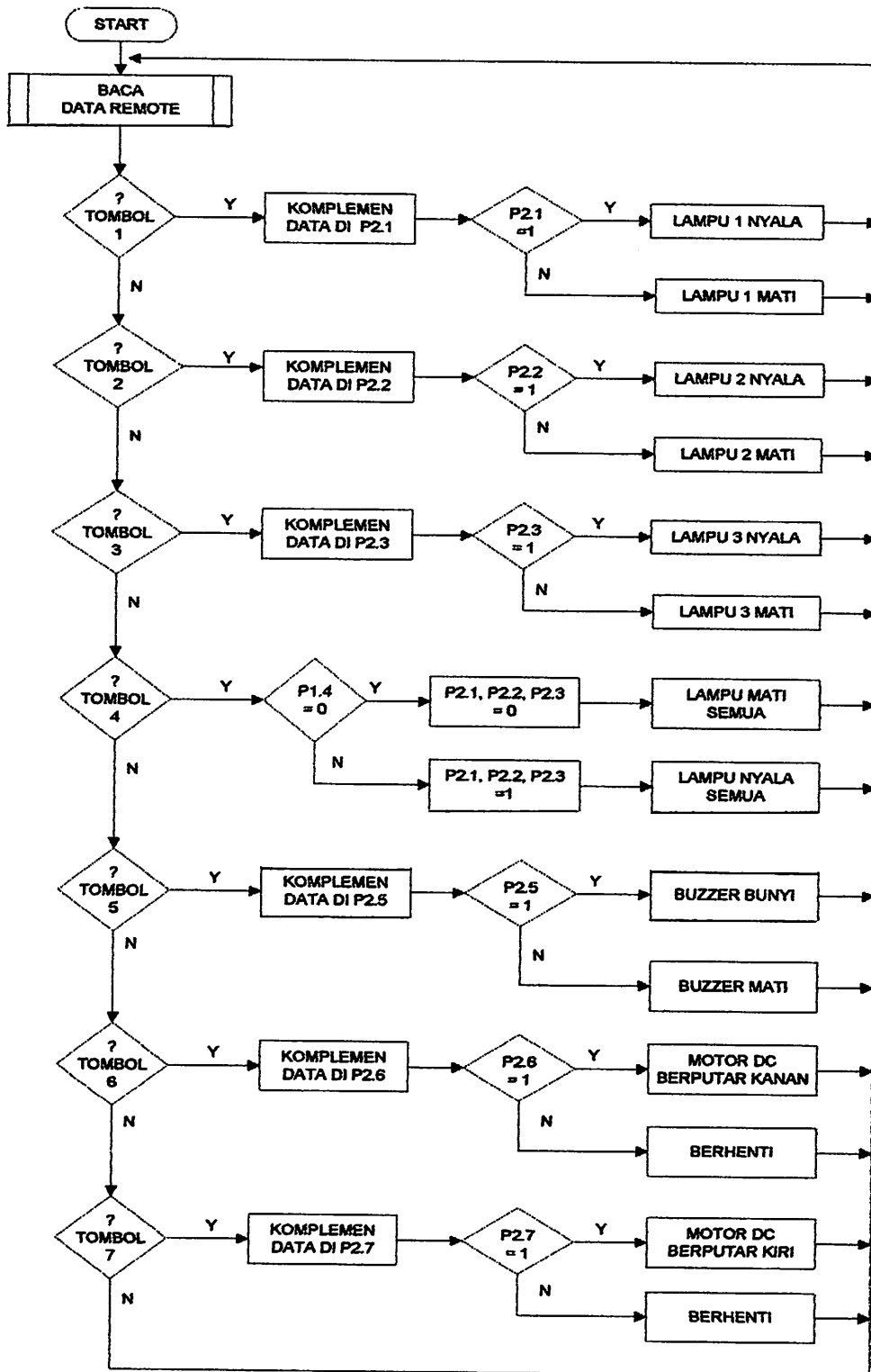
3.2.1. Flowchart Program Utama



3.2.2 Flowchart Baca Data Remote



3.2.3 Flowchart Aplikasi Alat



BAB IV

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

Setelah melaksanakan perancangan dan pembuatan alat, maka perlu dilakukan pengujian dan pengukuran terhadap alat yang telah dibuat. Adapun pengukuran dan pengujian alat sebagai berikut :

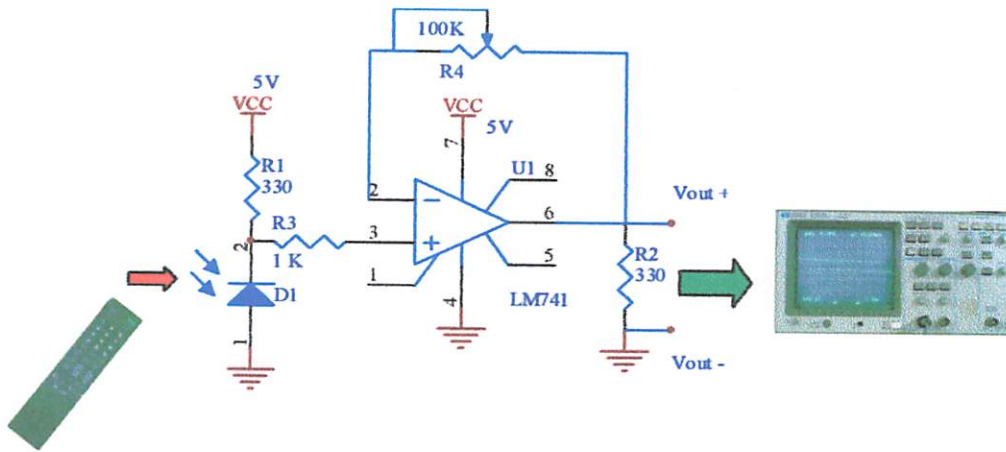
4.1 Pengujian *Remote* Sony RM-827S

4.1.1 Tujuan

Untuk mengetahui nilai data dari *remote* Sony RM-827S dan bentuk sinyal yang dihasilkan.

4.1.2 Peralatan yang digunakan

1. *Remote* Sony RM-827S.
2. Osiloskop HP 54600A.
3. Fotodioda.
4. Rangkaian Op-Amp (LM741).
5. Catu daya 5 V.



Gambar 4.1. Rangkaian pengujian *remote* Sony RM-827S

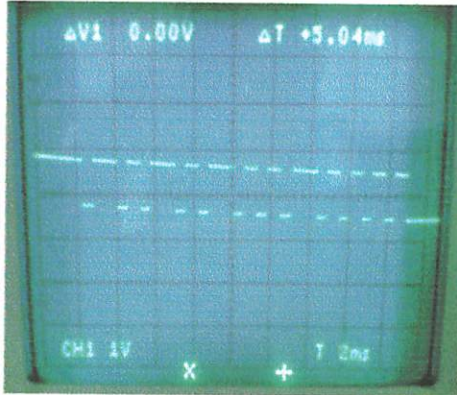
4.1.3 Langkah Pengujian

1. Merangkai rangkaian pengujian seperti pada gambar 4.1.
2. Memberikan catu daya sebesar 5 V.
3. Memberikan sinyal masukan melalui *remote* Sony RM-827S dan mengatur nilai R4 untuk mendapatkan sinyal yang kuat.
4. Mengambil gambar dari osiloskop untuk setiap hasil pengujian tombol *remote* Sony RM-827S.

4.1.4 Hasil Pengujian

1. Tombol = *POWER*

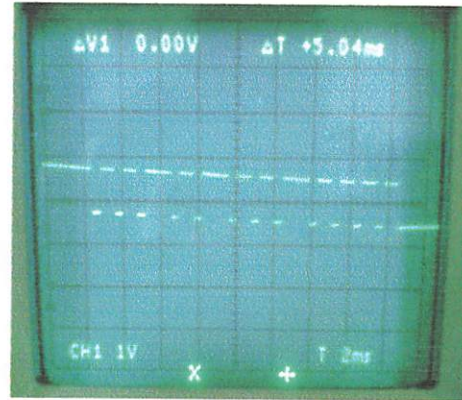
Data = 1010100 10000



Gambar 4.2 Hasil pengujian tombol *POWER*

2. Tombol = *MUTE*

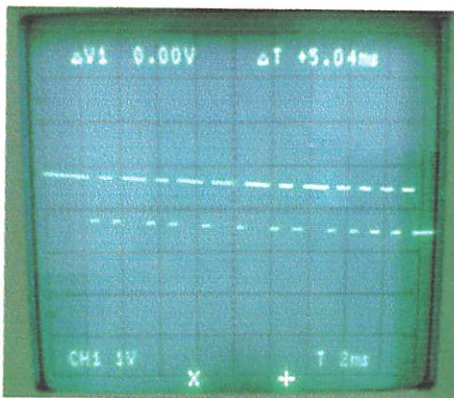
Data = 0010100 10000



Gambar 4.3 Hasil pengujian tombol *MUTE*

3. Tombol = *DISPLAY*

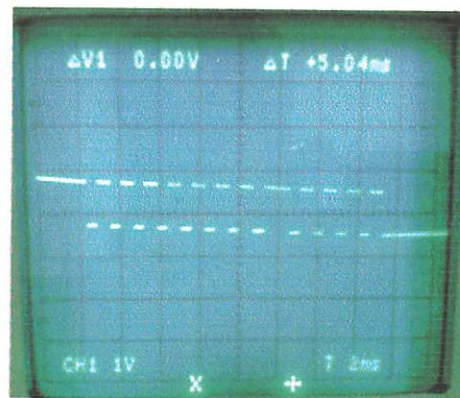
Data = 0101110 10000



Gambar 4.4 Hasil pengujian tombol *DISPLAY*

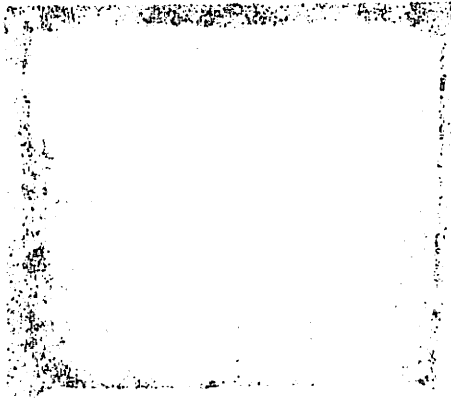
4. Tombol = 1

Data = 0000000 10000



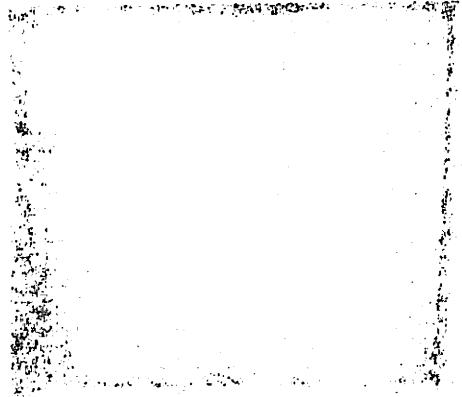
Gambar 4.5 Hasil pengujian tombol 1

1. The first part of the document
describes the general situation



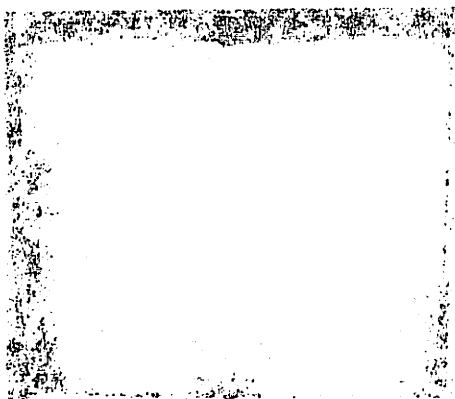
2. The second part of the document
describes the specific details

3. The third part of the document
describes the results of the study



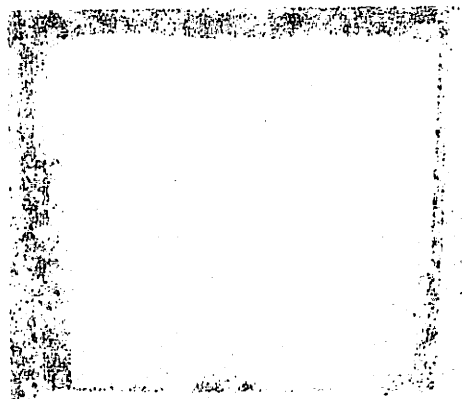
4. The fourth part of the document
describes the conclusions

5. The fifth part of the document
describes the future work



6. The sixth part of the document
describes the references

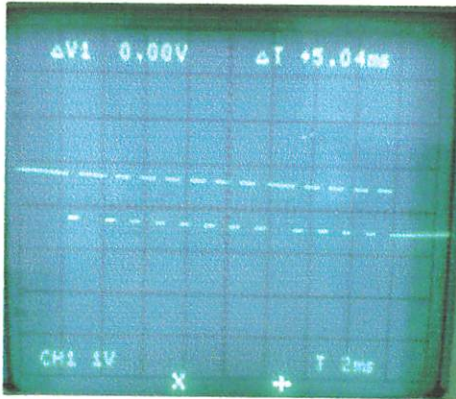
7. The seventh part of the document
describes the appendix



8. The eighth part of the document
describes the index

5. Tombol = 2

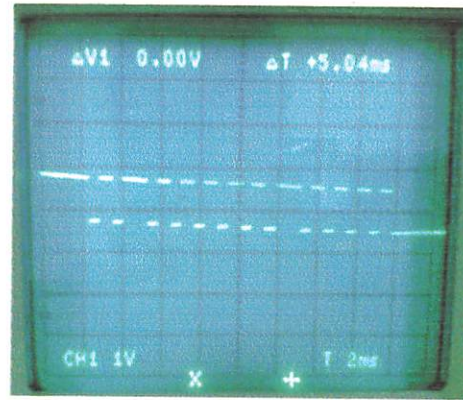
Data = 1000000 10000



Gambar 4.6 Hasil pengujian tombol 2

6. Tombol = 3

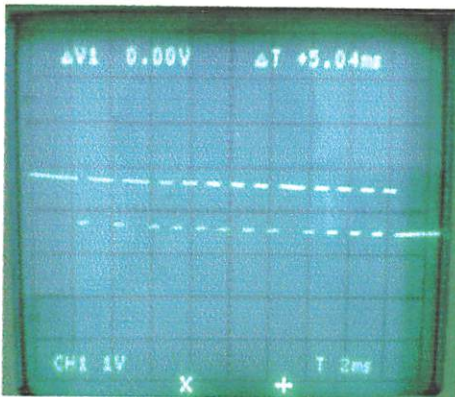
Data = 0100000 10000



Gambar 4.7 Hasil pengujian tombol 3

7. Tombol = 4

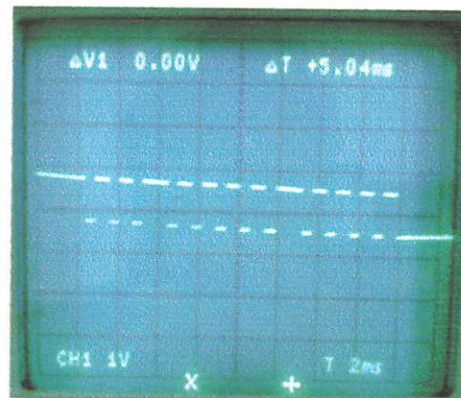
Data = 1100000 10000



Gambar 4.8 Hasil pengujian tombol 4

8. Tombol = 5

Data = 0010000 10000



Gambar 4.9 Hasil pengujian tombol 5

Figure 1: [Illegible text]

Figure 2: [Illegible text]

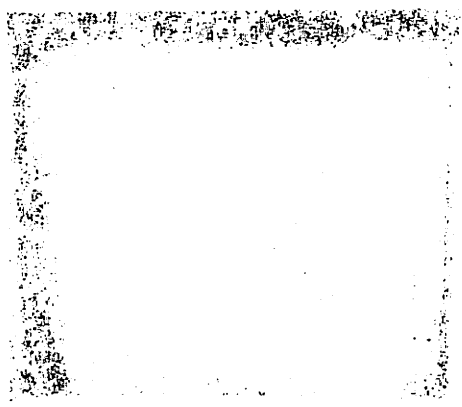


Figure 3: [Illegible text]

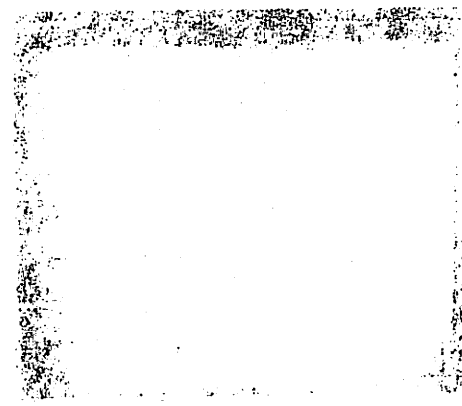
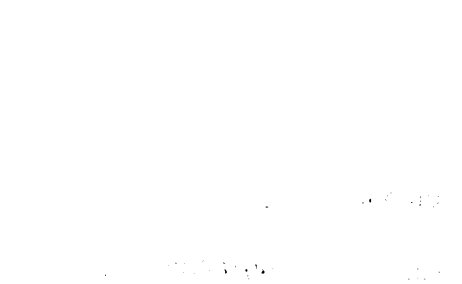


Figure 4: [Illegible text]

Figure 5: [Illegible text]

Figure 6: [Illegible text]

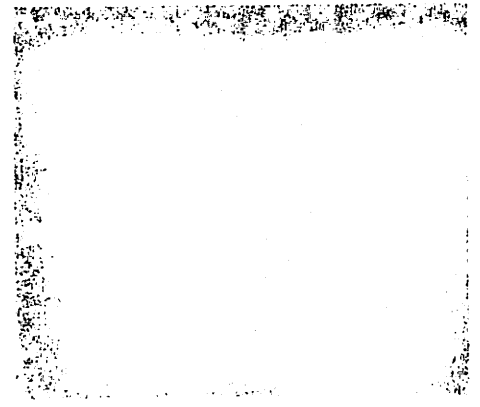


Figure 7: [Illegible text]

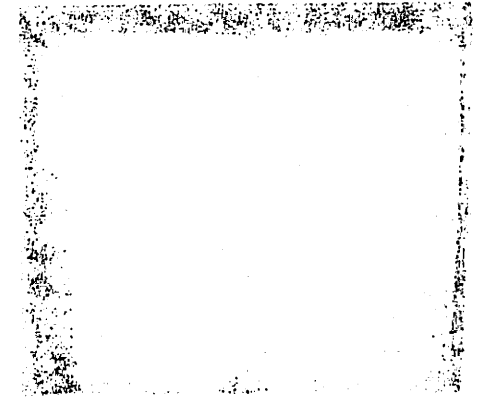
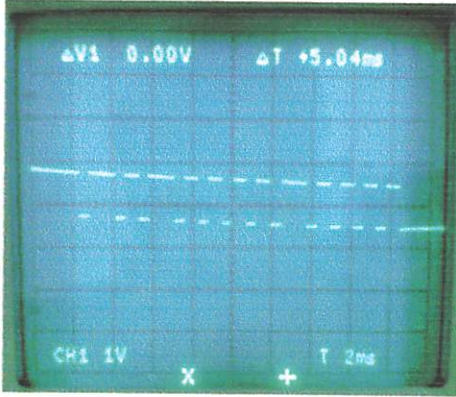


Figure 8: [Illegible text]

9. Tombol = 6

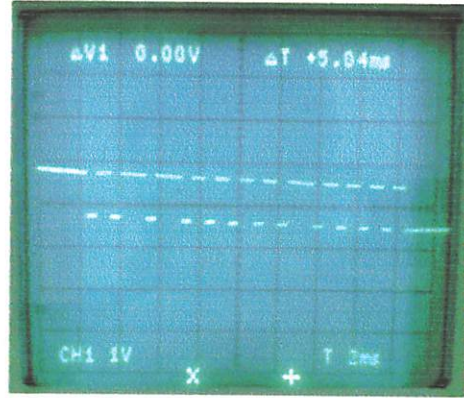
Data = 1010000 10000



Gambar 4.10 Hasil pengujian tombol 6

10. Tombol = 7

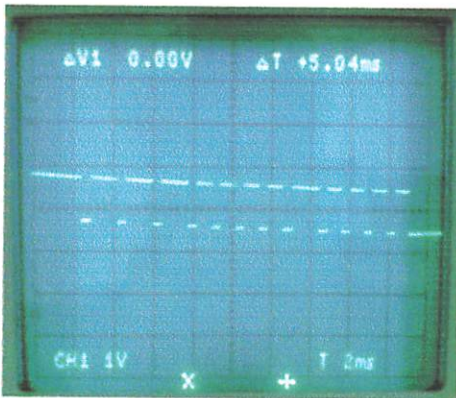
Data = 0110000 10000



Gambar 4.11 Hasil pengujian tombol 7

11. Tombol = 8

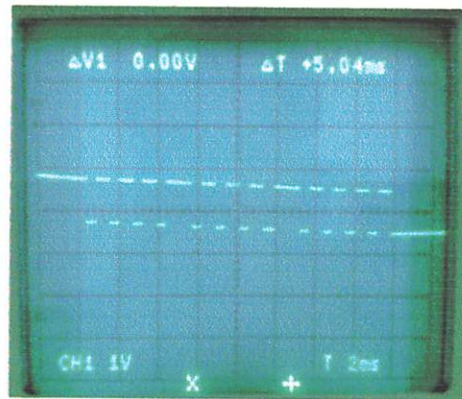
Data = 1110000 10000



Gambar 4.12 Hasil pengujian tombol 8

12. Tombol = 9

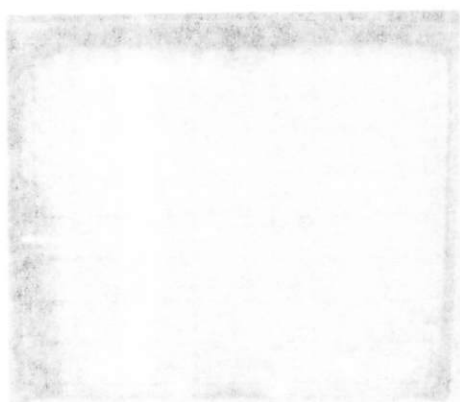
Data = 0001000 10000



Gambar 4.13 Hasil pengujian tombol 9

9. Tombol = 6

Data = 1010001000



10. Tombol = 7

Data = 0110001000

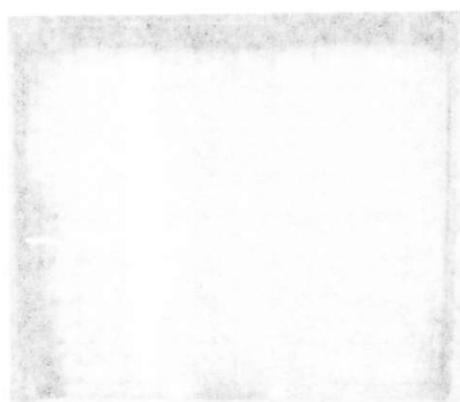


Gambar 4.10 Hasil pengujian tombol 6

Gambar 4.11 Hasil pengujian tombol 7

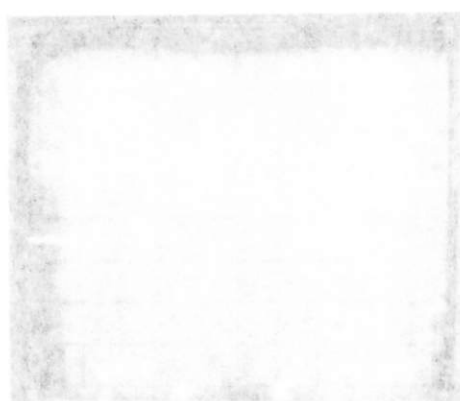
11. Tombol = 8

Data = 1110001000



12. Tombol = 9

Data = 00010001000

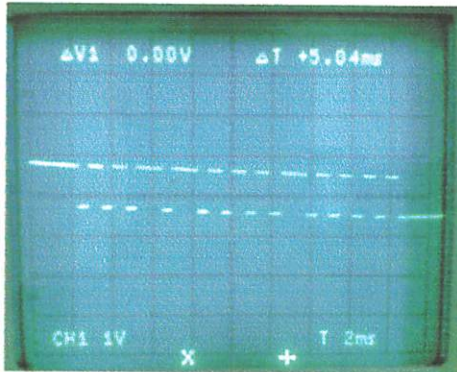


Gambar 4.12 Hasil pengujian tombol 8

Gambar 4.13 Hasil pengujian tombol 9

13. Tombol = 1-

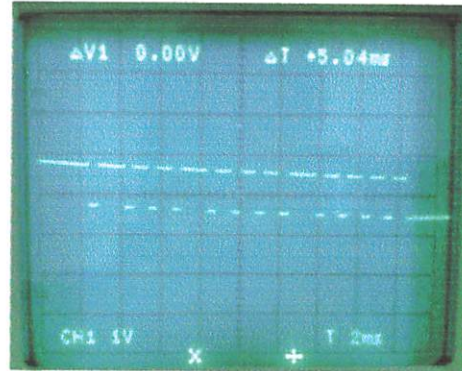
Data = 0011000 10000



Gambar 4.14 Hasil pengujian tombol 1-

14. Tombol = 0

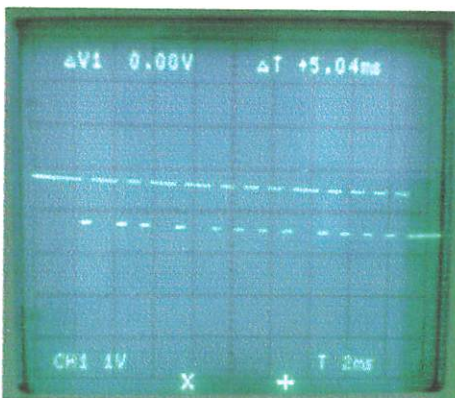
Data = 1001000 10000



Gambar 4.15 Hasil pengujian tombol 0

15. Tombol = 2-

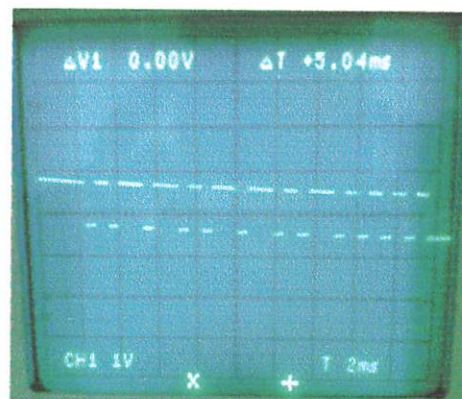
Data = 1011000 10000



Gambar 4.16 Hasil pengujian tombol 2-

16. Tombol = *SLEEP*

Data = 0110110 10000



Gambar 4.17 Hasil pengujian tombol *SLEEP*

Figure 1: [Illegible text]

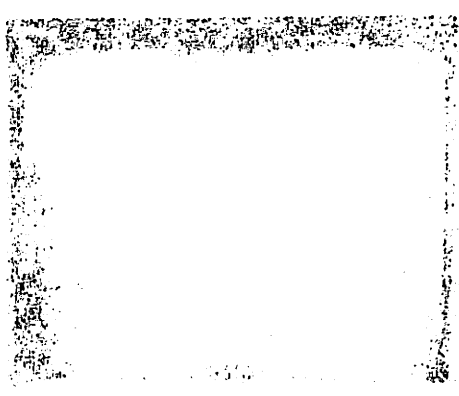


Figure 2: [Illegible text]

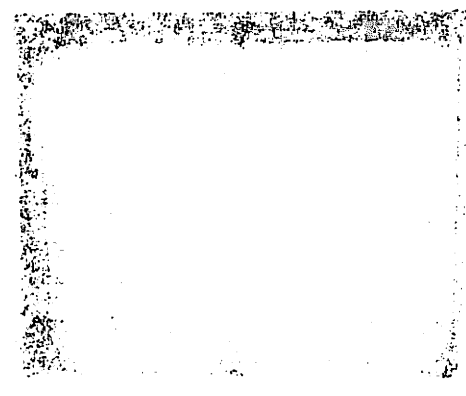


Figure 3: [Illegible text]

Figure 4: [Illegible text]

Figure 5: [Illegible text]

Figure 6: [Illegible text]

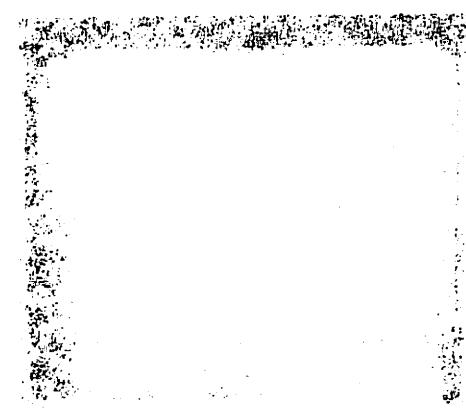
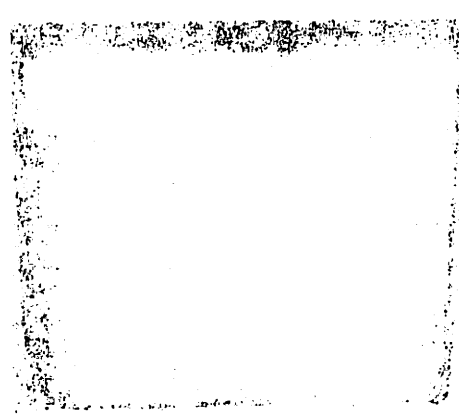
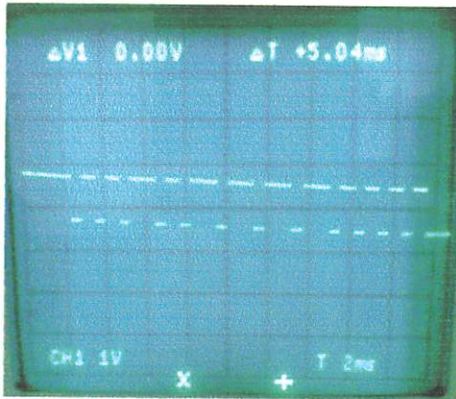


Figure 7: [Illegible text]

Figure 8: [Illegible text]

17. Tombol = +

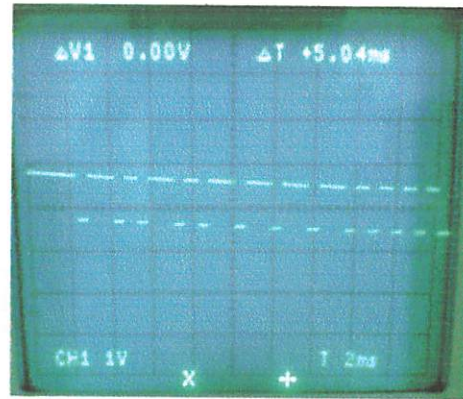
Data = 00101111 10000



Gambar 4.18 Hasil pengujian tombol +

18. Tombol = -

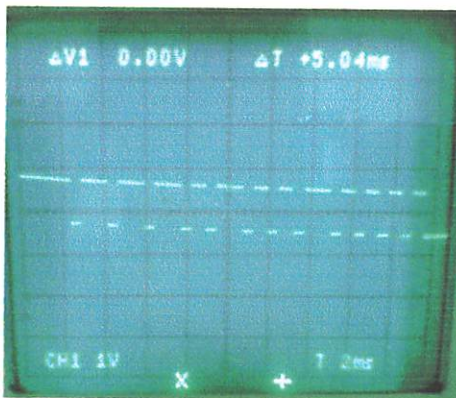
Data = 10101111 10000



Gambar 4.19 Hasil pengujian tombol -

19. Tombol = A/B

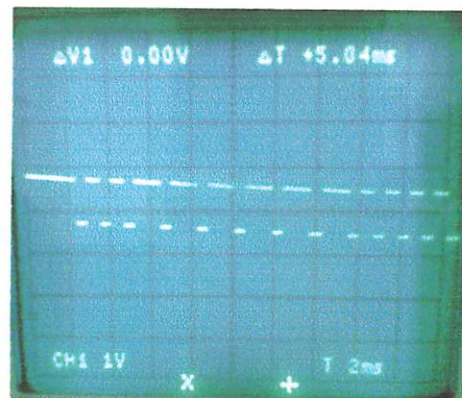
Data = 1110100 10000



Gambar 4.20 Hasil pengujian tombol A/B

20. Tombol = *SELECT*

Data = 00111111 10000



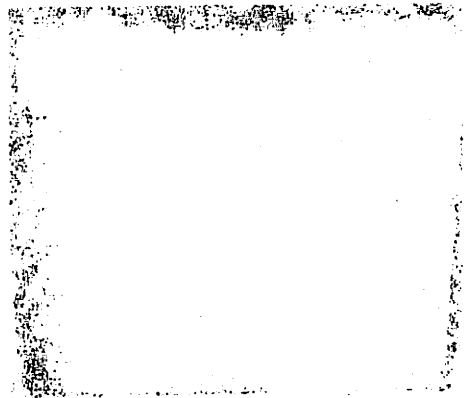
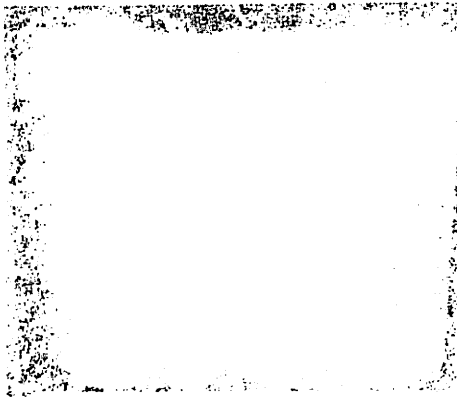
Gambar 4.21 Hasil pengujian tombol *SELECT*

1947-1948

1947-1948

1947-1948

1947-1948



1947-1948

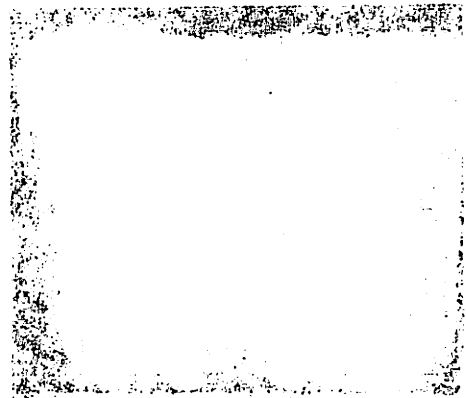
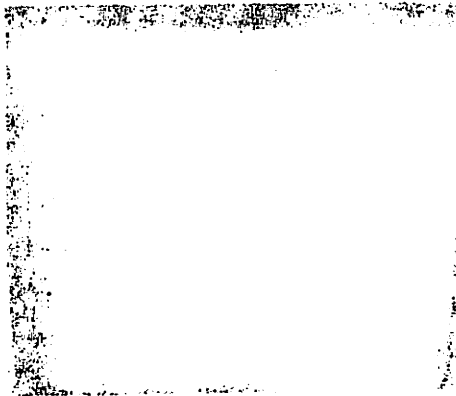
1947-1948

1947-1948

1947-1948

1947-1948

1947-1948

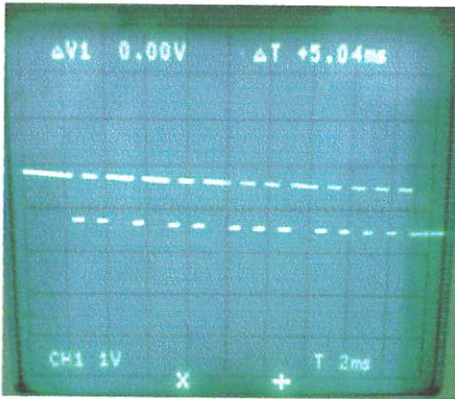


1947-1948

1947-1948

21. Tombol = *PIC MODE*

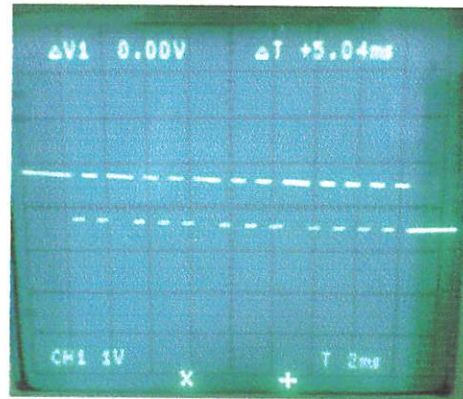
Data = 0110100 10000



Gambar 4.22 Hasil pengujian tombol *PIC MODE*

22. Tombol = VOL +

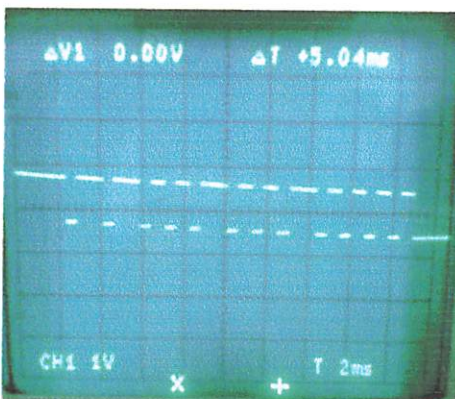
Data = 0100100 10000



Gambar 4.23 Hasil pengujian tombol VOL +

23. Tombol = VOL -

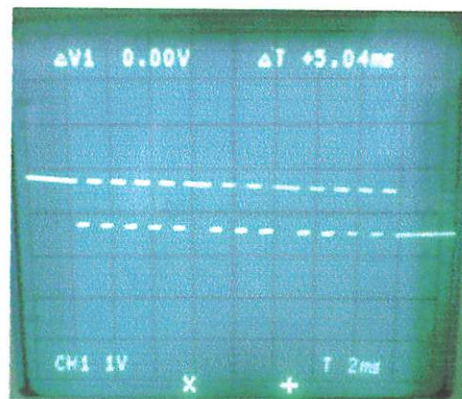
Data = 1100100 10000



Gambar 4.24 Hasil pengujian tombol VOL -

24. Tombol = PROG +

Data = 0000100 10000



Gambar 4.25 Hasil pengujian tombol PROG +

Figure 10: [Illegible]

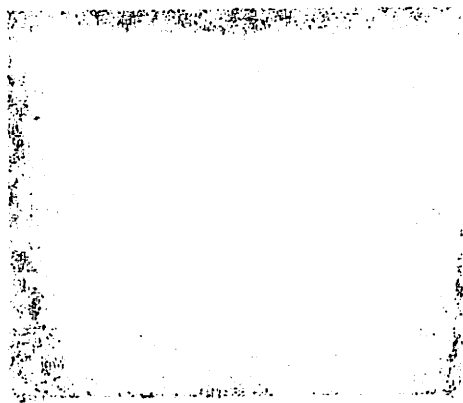


Figure 11: [Illegible]

Figure 12: [Illegible]

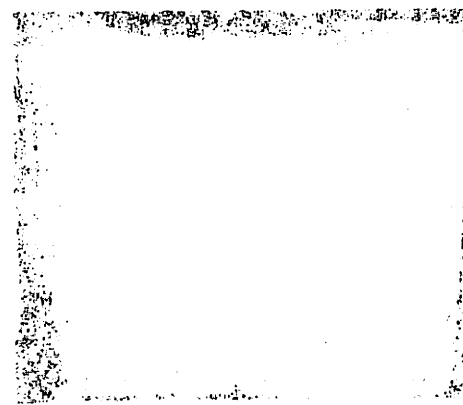


Figure 13: [Illegible]

Figure 14: [Illegible]

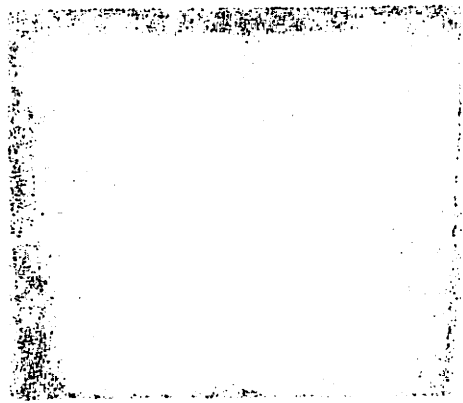


Figure 15: [Illegible]

Figure 16: [Illegible]

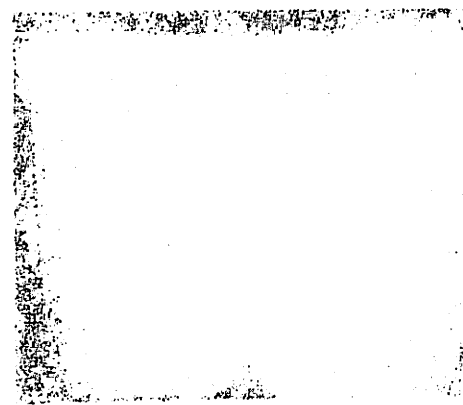
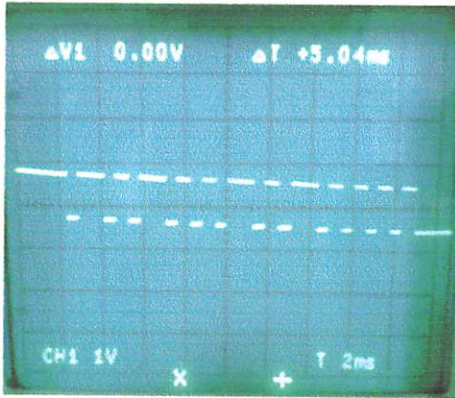


Figure 17: [Illegible]

25. Tombol = TV/VIDEO

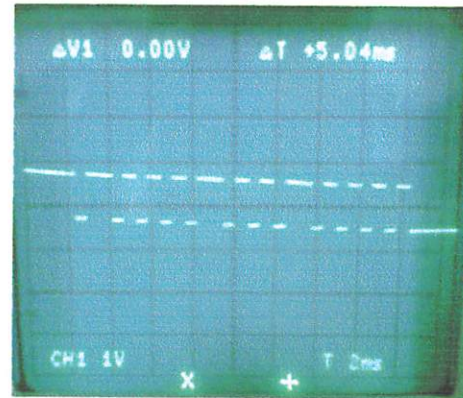
Data = 1010010 10000



Gambar 4.26 Hasil pengujian tombol TV/VIDEO

26. Tombol = PROG -

Data = 1000100 10000



Gambar 4.27 Hasil pengujian tombol PROG -

Dari gambar hasil pengujian diatas maka dapat diperoleh perhitungan sebagai berikut :

Untuk data 0 :

T/Div : 2ms

Skala tinggi gelombang : 0,3

$$T = \text{Skala gelombang} \times T/\text{Div}$$

$$= 0,3 \times 2\text{ms} = 0,6\text{ms}$$

Untuk data 1 :

T/Div : 2ms

Skala tinggi gelombang : 0,6

$$T = \text{Skala gelombang} \times T/\text{Div}$$

$$= 0,6 \times 2\text{ms} = 1,2\text{ms}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa hasil perhitungan waktu pulsa adalah sama dengan data yang sebenarnya yaitu 0,6ms untuk logika *low* dan 1,2ms untuk logika *high*.

Tabel 4-1 Hasil perbandingan pengujian dengan data asli
Remote Sony RM-827S

BUTTON/TOMBOL	COMMAND		ADDRESS	
	lsb - - - msb	Data asli	lsb - - msb	Data asli
	Biner	Desimal	Biner	Desimal
MUTE	0010100	20	10000	1
POWER	1010100	21	10000	1
DISPLAY	0101110	58	10000	1
1	0000000	0	10000	1
2	1000000	1	10000	1
3	0100000	2	10000	1
4	1100000	3	10000	1
5	0010000	4	10000	1
6	1010000	5	10000	1
7	0110000	6	10000	1
8	1110000	7	10000	1
9	0001000	8	10000	1
1-	0011000	12	10000	1
0	1001000	9	10000	1
2-	1011000	13	10000	1
SLEEP	0110110	54	10000	1
+	0010111	116	10000	1
-	1010111	117	10000	1
A/B	1110100	23	10000	1
SELECT	0011111	124	10000	1
PIC MODE	0110100	22	10000	1
VOL+	0100100	18	10000	1
VOL -	1100100	19	10000	1
TV/VIDEO	1010010	37	10000	1
PROG +	0000100	16	10000	1
PROG -	1000100	17	10000	1

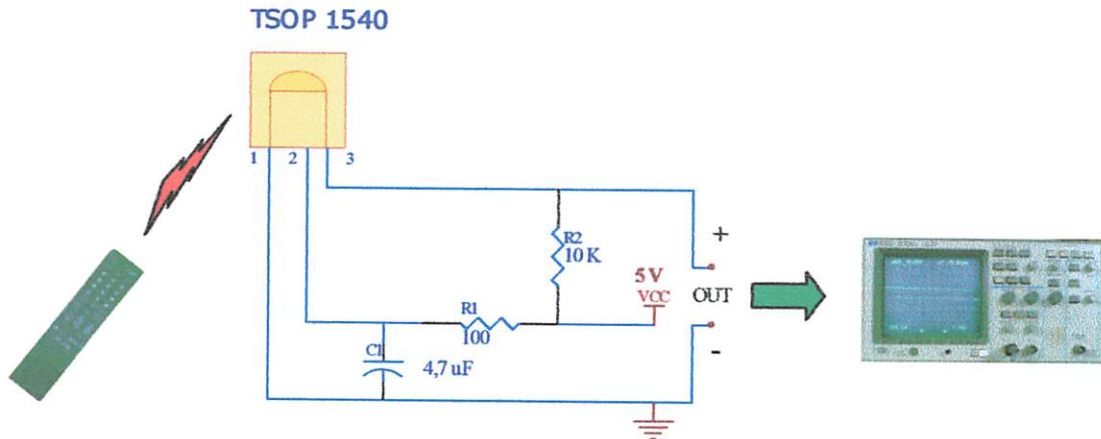
4.2 Pengujian Sensor TSOP 1540

4.2.1 Tujuan

Untuk mengetahui besar tegangan sensor saat menerima data dan tanpa menerima data serta untuk mengetahui bentuk sinyal keluaran dari sensor.

4.2.2 Peralatan yang digunakan

1. Rangkaian sensor TSOP 1540
2. Remote Sony RM-827S
3. Osiloskop HP 54600A.
4. Catu daya 5 V.



Gambar 4.28 Rangkaian pengujian Sensor TSOP 1540

4.2.3 Langkah Pengujian

1. Merangkai rangkaian sensor seperti pada Gambar 4.32.

2. Menghubungkan probe + osiloskop dengan out + pada rangkaian.
Menghubungkan probe - osiloskop dengan out - pada rangkaian.
3. Memberikan catu daya pada rangkaian.
4. Mengamati hasil pengujian dari osiloskop saat *remote* ditekan dan tidak ditekan.

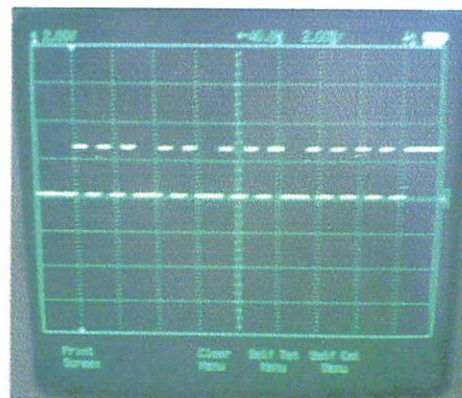
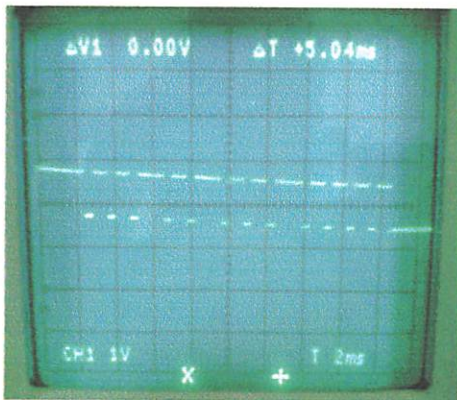
4.2.4. Hasil Pengujian.

Untuk pengujian melalui osiloskop ini hanya diambil beberapa contoh saja karena hasil dari pengujian ini adalah sama dengan hasil pengujian *Remote* hanya saja keluaran dari sensor TSOP 1540 adalah *activ low*.

1. Tombol = *MUTE*

Data dari sensor = 0010100 10000

Data dari *remote* = 0010100 10000



Gambar 4.29 Hasil pengujian tombol *MUTE* pada *remote*

Gambar 4.30 Hasil pengujian tombol *MUTE* pada sensor

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

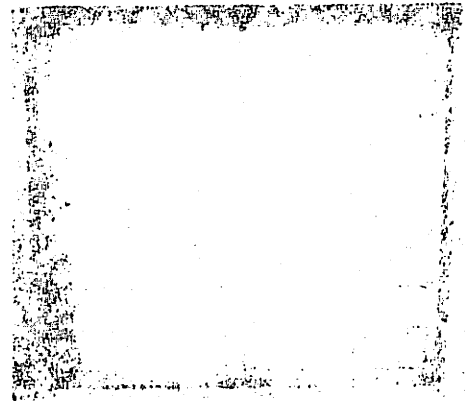
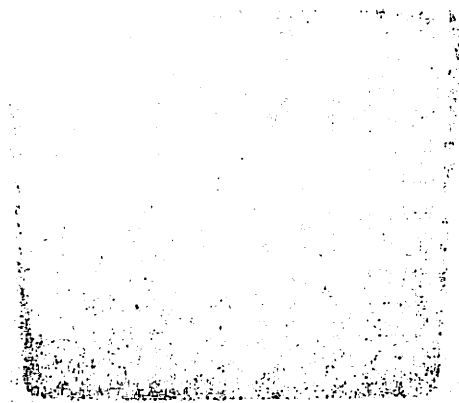
... ..

... ..

... ..

... ..

... ..



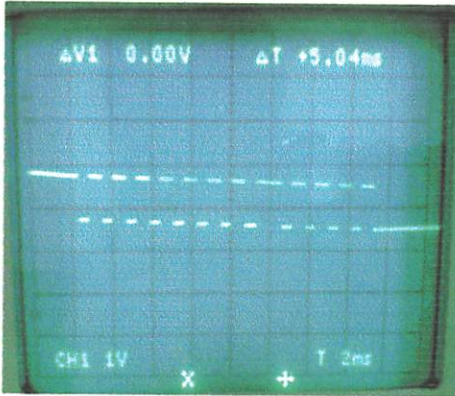
... ..

... ..

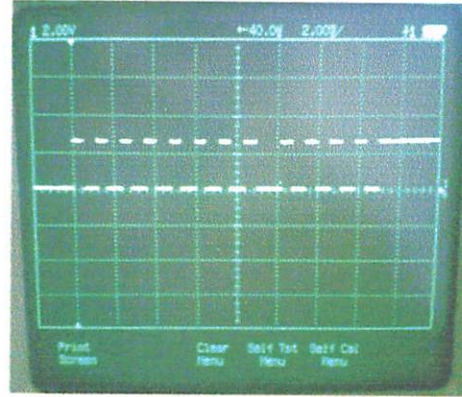
2. Tombol = 1

Data dari sensor = 0000000 10000

Data dari *remote* = 0000000 10000



Gambar 4.31 Hasil pengujian tombol 1 pada *remote*

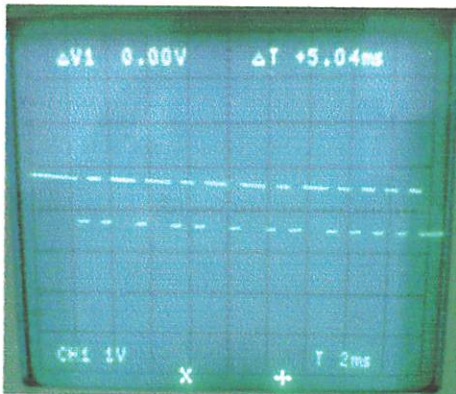


Gambar 4.32 Hasil pengujian tombol 1 pada sensor

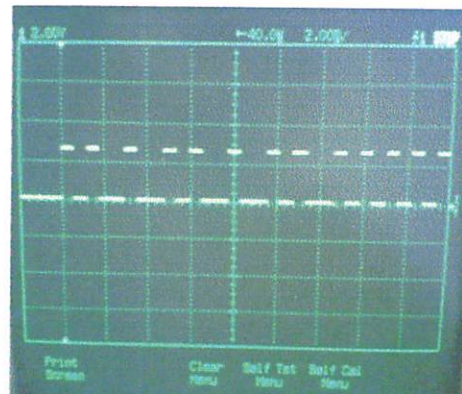
3. Tombol = *SLEEP*

Data dari sensor = 0110110 10000

Data dari *remote* = 0110110 10000



Gambar 4.33 Hasil pengujian tombol *SLEEP* pada *remote*



Gambar 4.34 Hasil pengujian tombol *SLEEP* pada sensor



Figure 1: A noisy scan of a document page.

Figure 2: A noisy scan of a document page.

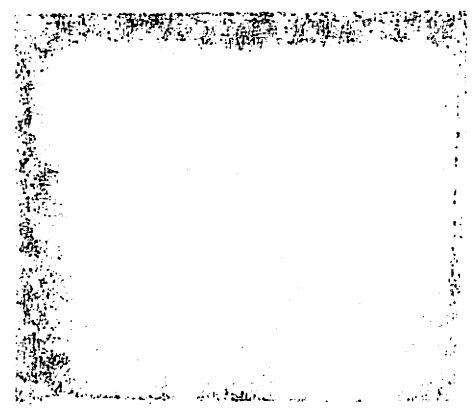


Figure 3: A noisy scan of a document page.

Figure 4: A noisy scan of a document page.

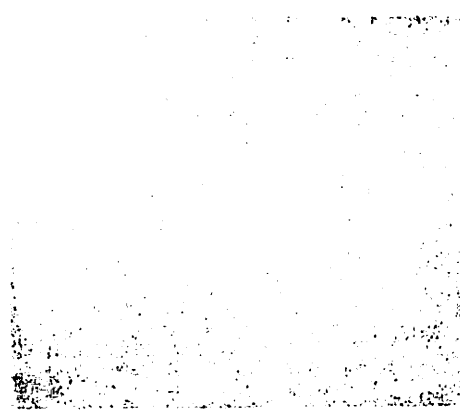


Figure 5: A noisy scan of a document page.

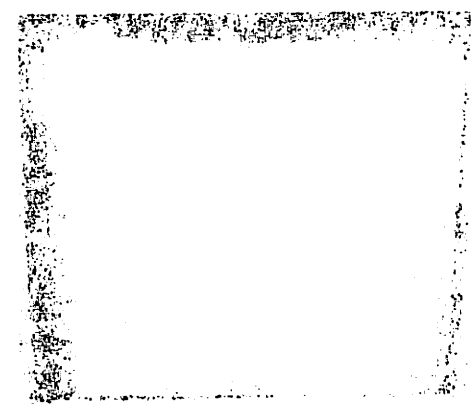
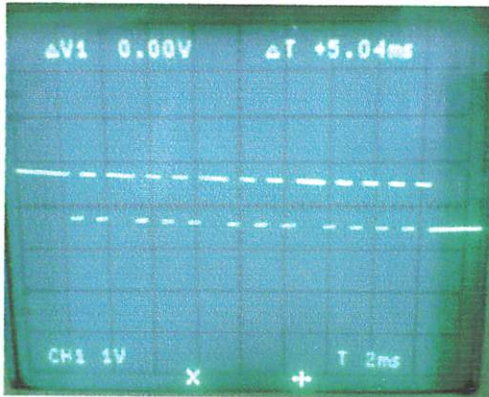


Figure 6: A noisy scan of a document page.

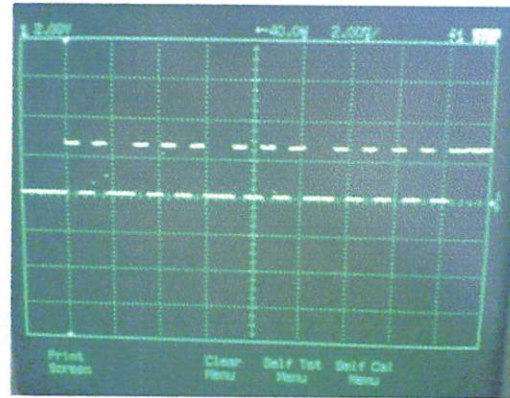
4. Tombol = VOL +

Data dari sensor = 0100100 10000

Data dari *remote* = 0100100 10000



Gambar 4.35 Hasil pengujian tombol *VOL+* pada *remote*



Gambar 4.36 Hasil pengujian tombol *VOL+* pada sensor

Dengan membandingkan sinyal keluaran dari *remote* dengan sensor bisa dilihat bahwa sinyal keluaran sensor adalah kebalikan dari sinyal yang dikeluarkan *remote* karena sinyal dari sensor adalah *active low*. Hal ini juga memperlihatkan bahwa rangkaian sensor dapat bekerja dengan baik.

4.3 Pengukuran Lampu

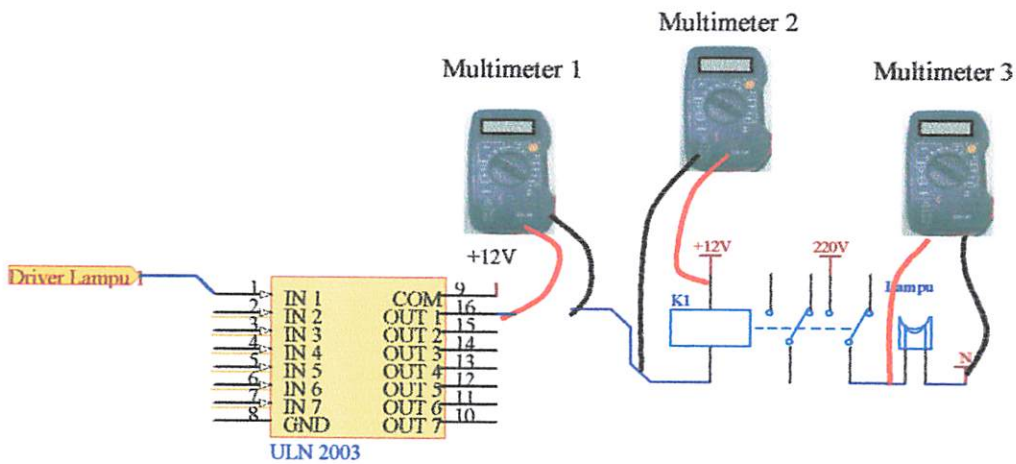
4.3.1 Tujuan

Untuk mengetahui apakah rangkaian driver lampu dapat bekerja dengan baik sesuai perencanaan.

4.3.2 Peralatan yang digunakan

1. Rangkaian driver lampu.
2. Digital Multimeter.
3. Catu daya 5V.

Langkah Pengukuran



Gambar 4.37 Pengukuran driver Lampu

1. Menghubungkan multimeter 1 (skala pada DC A), multimeter 2 (skala pada DC V), dan multimeter 3 (skala pada AC V) seperti pada gambar 4.37.
2. Menjalankan alat dan menunggu sampai lampu nyala.
3. Mengamati dan mencatat hasil pengukuran pada multimeter 1, 2, dan 3 saat lampu mati maupun nyala.

4.3.4 Hasil Pengukuran

Tabel 4-2 Hasil pengukuran arus pada relay driver lampu

Kondisi	Besar I
Lampu mati	0
Lampu nyala	29,3 mA

Tabel 4-3 Hasil pengukuran tegangan pada relay driver lampu

Kondisi	Besar V
Lampu mati	0,77 V
Lampu nyala	11,78 V

Tabel 4-4 Hasil pengukuran tegangan pada lampu

Kondisi	Besar V
Lampu mati	0
Lampu nyala	216,4 V

Dari data hasil pengukuran diatas terdapat selisih nilai dari perhitungan yang sebenarnya, sehingga dapat dicari nilai kesalahan dari rangkaian tersebut sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Tabel 1 : } \text{NilaiKesalahan} &= \frac{\text{HasilPerhitungan} - \text{HasilPengukuran}}{\text{HasilPerhitungan}} \times 100\% \\
 &= \frac{30mA - 29,3mA}{30mA} \times 100\% \\
 &= \frac{0,7mA}{30mA} \times 100\% \\
 &= 2,33\%
 \end{aligned}$$

Tabel 2 : $NilaiKesalahan = \frac{HasilPerhitungan - HasilPengukuran}{HasilPerhitungan} \times 100\%$

$$= \frac{12V - 11,78V}{12V} \times 100\%$$

$$= \frac{0,22V}{12V} \times 100\%$$

$$= 1,83\%$$

Tabel 2 : $NilaiKesalahan = \frac{HasilPerhitungan - HasilPengukuran}{HasilPerhitungan} \times 100\%$

$$= \frac{220V - 216,4V}{220V} \times 100\%$$

$$= \frac{3,6V}{220V} \times 100\%$$

$$= 1,64\%$$

4.4 Pengukuran *Buzzer*

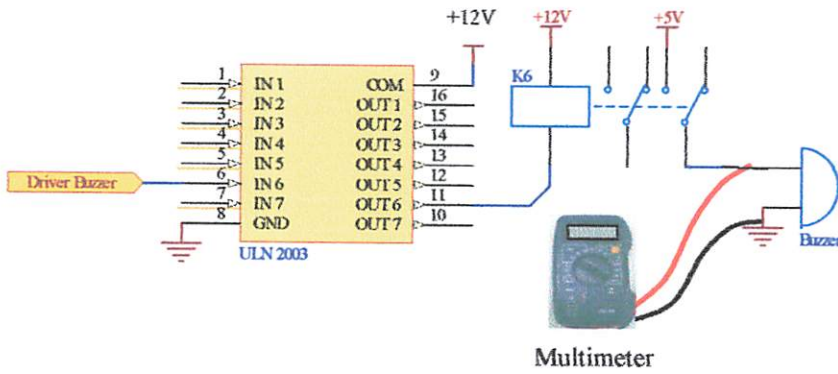
4.4.1 Tujuan

Untuk mengetahui apakah rangkaian driver *buzzer* dapat bekerja dengan baik sesuai perencanaan.

4.4.2 Peralatan yang digunakan

1. Rangkaian driver *buzzer*.
2. Digital Multimeter.
3. Catu daya 5V.

4.4.3 Langkah Pengukuran



Gambar 4.38 Pengukuran driver *Buzzer*

1. Menghubungkan multimeter (skala pada DC V) seperti pada gambar 4.39.
2. Menjalankan alat dan menunggu sampai *Buzzer* bunyi
3. Mengamati dan mencatat hasil pengukuran pada multimeter saat *buzzer* mati maupun bunyi.

4.4.4 Hasil Pengukuran

Tabel 4-5 Hasil pengukuran tegangan pada *buzzer*

Kondisi	Besar V
<i>Buzzer</i> mati	0
<i>Buzzer</i> nyala	4,92 V

Dari data hasil pengukuran diatas terdapat selisih nilai dari perhitungan yang sebenarnya, sehingga dapat dicari nilai kesalahan dari rangkaian tersebut sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{NilaiKesalahan} &= \frac{\text{HasilPerhitungan} - \text{HasilPengukuran}}{\text{HasilPerhitungan}} \times 100 \% \\ &= \frac{5V - 4,92V}{5V} \times 100 \% \\ &= \frac{0,08V}{5V} \times 100 \% \\ &= 1,6\% \end{aligned}$$

4.5 Pengukuran Motor DC

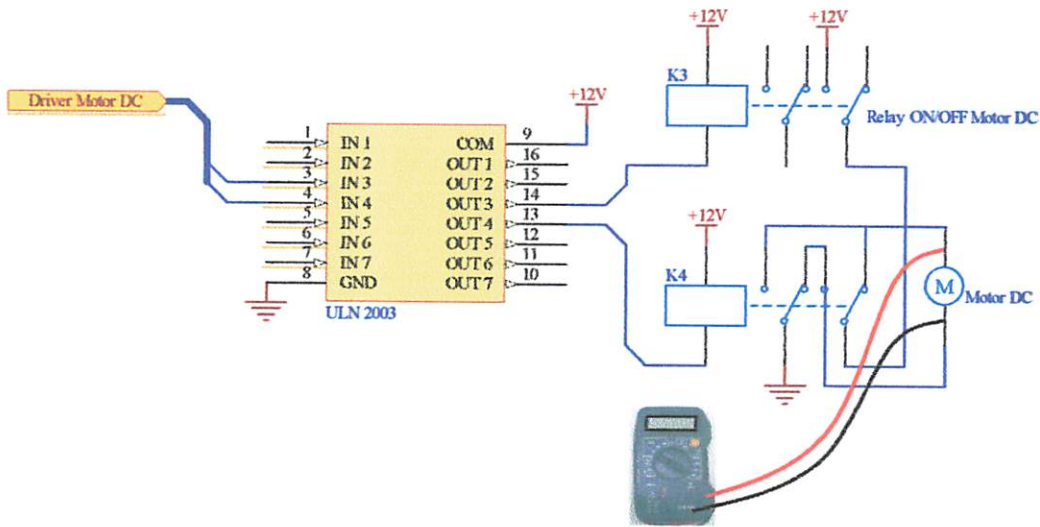
4.5.1 Tujuan

Untuk mengetahui apakah rangkaian driver motor DC dapat bekerja dengan baik sesuai perencanaan.

4.5.2 Peralatan yang digunakan

1. Rangkaian driver Motor DC.
2. Digital Multimeter.
3. Catu daya 5V.

4.5.3 Langkah Pengukuran



Gambar 4.39 Pengukuran driver Motor DC

1. Menghubungkan multimeter (skala pada DC V) seperti pada gambar 4.39.
2. Menjalankan alat dan menunggu sampai motor DC berputar.
3. Mengamati dan mencatat hasil pengukuran pada multimeter saat *Motor DC* berputar maupun diam.

4.5.4 Hasil Pengukuran

Tabel 4-6 Hasil pengukuran tegangan pada Motor DC

Kondisi	Besar V
Motor DC mati	0
<i>Motor DC</i> nyala	11,78V

Dari data hasil pengukuran diatas terdapat selisih nilai dari perhitungan yang sebenarnya, sehingga dapat dicari nilai kesalahan dari rangkaian tersebut sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{NilaiKesalahan} &= \frac{\text{HasilPerhitungan} - \text{HasilPengukuran}}{\text{HasilPerhitungan}} \times 100\% \\
 &= \frac{12V - 11,78V}{12V} \times 100\% \\
 &= \frac{0,22V}{12V} \times 100\% \\
 &= 1,83\%
 \end{aligned}$$

4.6 Pengukuran Kontrol TV

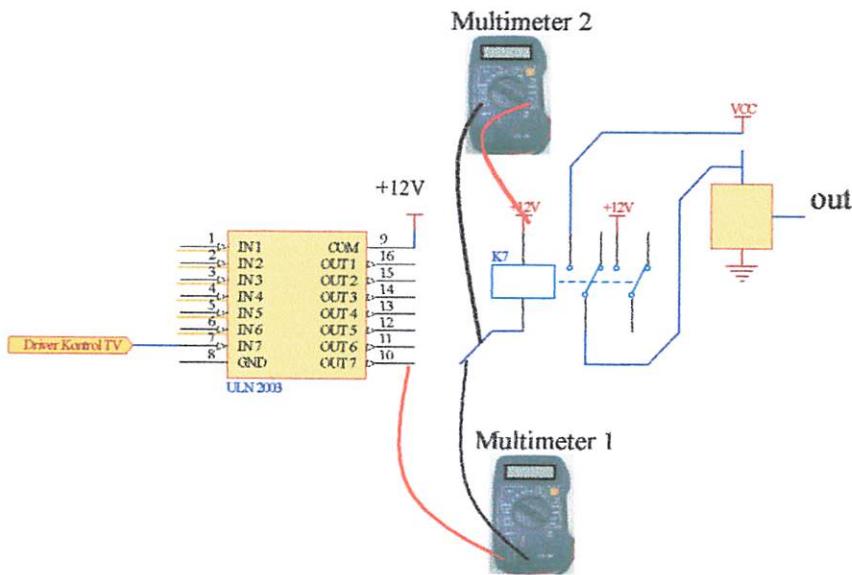
4.6.1 Tujuan

Untuk mengetahui apakah rangkaian kontrol TV dapat bekerja dengan baik sesuai perencanaan.

4.6.2 Peralatan yang digunakan

1. Rangkaian driver kontrol TV
2. Digital Multimeter.
3. Catu daya 5V.

Langkah Pengukuran



Gambar 4.40 Pengukuran driver Kontrol TV.

1. Menghubungkan multimeter 1 (skala pada DC A), dan multimeter 2 (skala pada DC V) seperti pada gambar 4.40.
2. Menjalankan alat dan menunggu sampai TV.
3. Mengamati dan mencatat hasil pengukuran pada multimeter 1 dan 2 saat *Motor* DC berputar maupun diam.

Hasil Pengujian

Tabel 4-7 Hasil pengukuran arus pada relay driver kontrol TV

Kondisi	Besar I
Penerima TV OFF	0
Penerima TV ON	29,3 mA

Tabel 4-8 Hasil pengukuran tegangan pada relay driver kontrol TV

Kondisi	Besar V
Penerima TV OFF	0
Penerima TV ON	11,78 V

Dari data hasil pengukuran diatas terdapat selisih nilai dari perhitungan yang sebenarnya, sehingga dapat dicari nilai kesalahan dari rangkaian tersebut sebagai berikut:

$$\text{Tabel 1 : } \text{NilaiKesalahan} = \frac{\text{HasilPerhitungan} - \text{HasilPengukuran}}{\text{HasilPerhitungan}} \times 100\%$$

$$= \frac{30mA - 29,3mA}{30mA} \times 100\%$$

$$= \frac{0,7mA}{30mA} \times 100\%$$

$$= 2,33\%$$

$$\text{Tabel 2 : } \text{NilaiKesalahan} = \frac{\text{HasilPerhitungan} - \text{HasilPengukuran}}{\text{HasilPerhitungan}} \times 100\%$$

$$= \frac{12V - 11,78V}{12V} \times 100\%$$

$$= \frac{0,22V}{12V} \times 100\%$$

$$= 1,83\%$$

4.7 Pengujian secara keseluruhan

4.7.1 Tujuan

Untuk mengetahui apakah kerja dari keseluruhan alat berjalan sesuai dengan perencanaan baik dari *hardware* maupun *software*. Selain itu juga untuk mengetahui jarak terjauh sensor menerima data dari *remote* dengan sudut kemiringan tertentu.

4.7.2 Peralatan yang digunakan

1. *Remote* Sony RM-827S
2. Seluruh rangkaian dari alat. Terdiri dari rangkaian sensor IR, rangkaian mikrokontroler, rangkaian Driver Lampu, *Buzzer*, Motor DC dan Driver Kontrol TV.
3. Catu daya 5 V.

4.7.3 Langkah pengujian

1. Merangkai seluruh rangkaian sesuai dengan perancangan.
2. Memberikan catu daya 5 V pada rangkaian.
3. Memberikan sinyal masukan pada sensor dengan *remote*. Posisi antara sensor dengan *remote* dalam keadaan sejajar.
4. Mengulangi langkah ke 3 dengan jarak dan sudut tertentu.

4.7.4 Hasil pengujian

Tabel 4-9 Hasil pengujian jarak sensor terhadap *remote*.

Jarak (m)	Sudut			
	0° Status	45° Status	60° Status	90° Status
0,5	OK	OK	OK	OK
1	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	NO
3	OK	OK	OK	
4	OK	OK	NO	
5	OK	OK		
6	OK	NO		
7	OK			
8	OK			
9	OK			
10	OK			
11	NO			

Keterangan : OK = Semua tombol dapat berfungsi dan bekerja dengan baik

NO = Salah satu tombol atau lebih tidak berfungsi atau tidak dapat bekerja dengan baik

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisa dan percobaan yang dilakukan dengan alat ini, maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Besar arus dan tegangan *relay* pada semua driver aplikasi (lampu, buzzer, motor DC, dan kontrol TV) adalah sama, yaitu untuk arus (I) sebesar 29,3mA dan untuk tegangan (V) sebesar 11,78V. Dengan perbandingan data yang sebenarnya maka diperoleh nilai kesalahan sebesar 2,33% untuk arus dan 1,83% untuk tegangan.
2. Pada perancangan dan pembuatan simulasi mekanik tempat tidur pasien, sudut kemiringan maksimal sebesar 60°. Pengaturan sudut dapat dilakukan sesuai keinginan dengan mengatur pada tombol *remote* fungsi tempat tidur.
3. Pada pengukuran dengan osilator, saat *remote* ditekan keluaran dari sensor adalah data serial digital yang diwakili oleh waktu pulsa. Dimana untuk kondisi *low* (0) $t = 0,6\text{ms}$ dan kondisi *high* (1) $t = 1,2\text{ms}$.
4. Sudut kemiringan *remote* terhadap sensor sangat berpengaruh. Untuk sudut 0° jarak maksimal 10m, sudut 45° jarak maksimal 5m, sudut 60° jarak maksimal 3m dan sudut 90° jarak maksimalnya 1m. Pengoperasian *remote* melebihi jarak maksimal, *remote* tidak akan bekerja dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Putra, Agfianto Eko, *Belajar Mikrokontroller AT89C51/52/55*, Penerbit Gava Media, Yogyakarta, 2002.
- Malik, Mohammad Ibnu, *Bereksperimen Dengan Mikrokontroller 8031*, Penerbit Gava Media, Yogyakarta, 2003.
- Malvino, Albert Paul, *Prinsip-Prinsip Elektronika Buku Satu*, Salemba Teknika, Jakarta, 2004.
- Budiarto, Widodo, *Interfacing Komputer dan Mikrokontroller*, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2004.
- Wasito, *Elektronika Dalam Industri*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1992.
- <http://www.atmel.com>
- <http://www.sony.com>
- <http://www.vishay.com>
- <http://www.delta-elektronics.com>
- <http://www.senet.com>
- <http://www.data sheet uln 2003A.com>

LAMPIRAN



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI ELEKTRONIKA

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1), yang diselenggarakan pada:

Hari : Jum'at
Tanggal : 16 Maret 2007

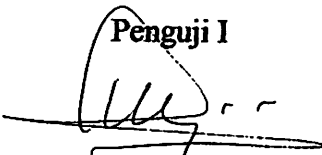
Telah dilakukan perbaikan oleh:

Nama : SIGIT PURWANTORO
N.I.M : 02.17.015
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : ELEKTRONIKA
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL PERALATAN LISTRIK DAN TEMPAT TIDUR PADA KAMAR RAWAT PASIEN VIP PADA RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN SEBUAH REMOTE.**

Perbaikan meliputi:

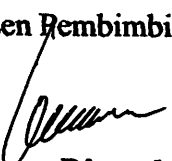
No.	Materi Perbaikan	Keterangan
1.	Gambar rangkaian driver motor DC dan kontrol TV pada bab III	} Sidik
2.	Kesimpulan	

Penguji I

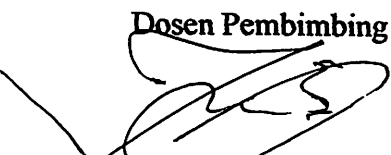

Ir. Sidik Noertjahiono, MT

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I


Ir. Usman Djuanda, MM
NIP. P.1018700143

Dosen Pembimbing II


I Komang Somawirata, ST, MT
NIP. Y.1030100361



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI ELEKTRONIKA

LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1), yang diselenggarakan pada:

Hari : Jum'at
Tanggal : 16 Maret 2007

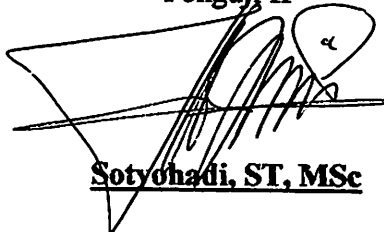
Telah dilakukan perbaikan oleh:

Nama : SIGIT PURWANTORO
N.I.M : 02.17.015
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : ELEKTRONIKA
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL PERALATAN LISTRIK DAN TEMPAT TIDUR PADA KAMAR RAWAT PASIEN VIP PADA RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN SEBUAH REMOTE.**

Perbaikan meliputi:


No.	Materi Perbaikan	Keterangan
1.	Bab II	<i>fai</i>

Penguji II

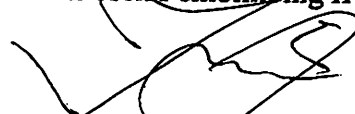
 27/3 '07
Sotyo Hadi, ST, MSc

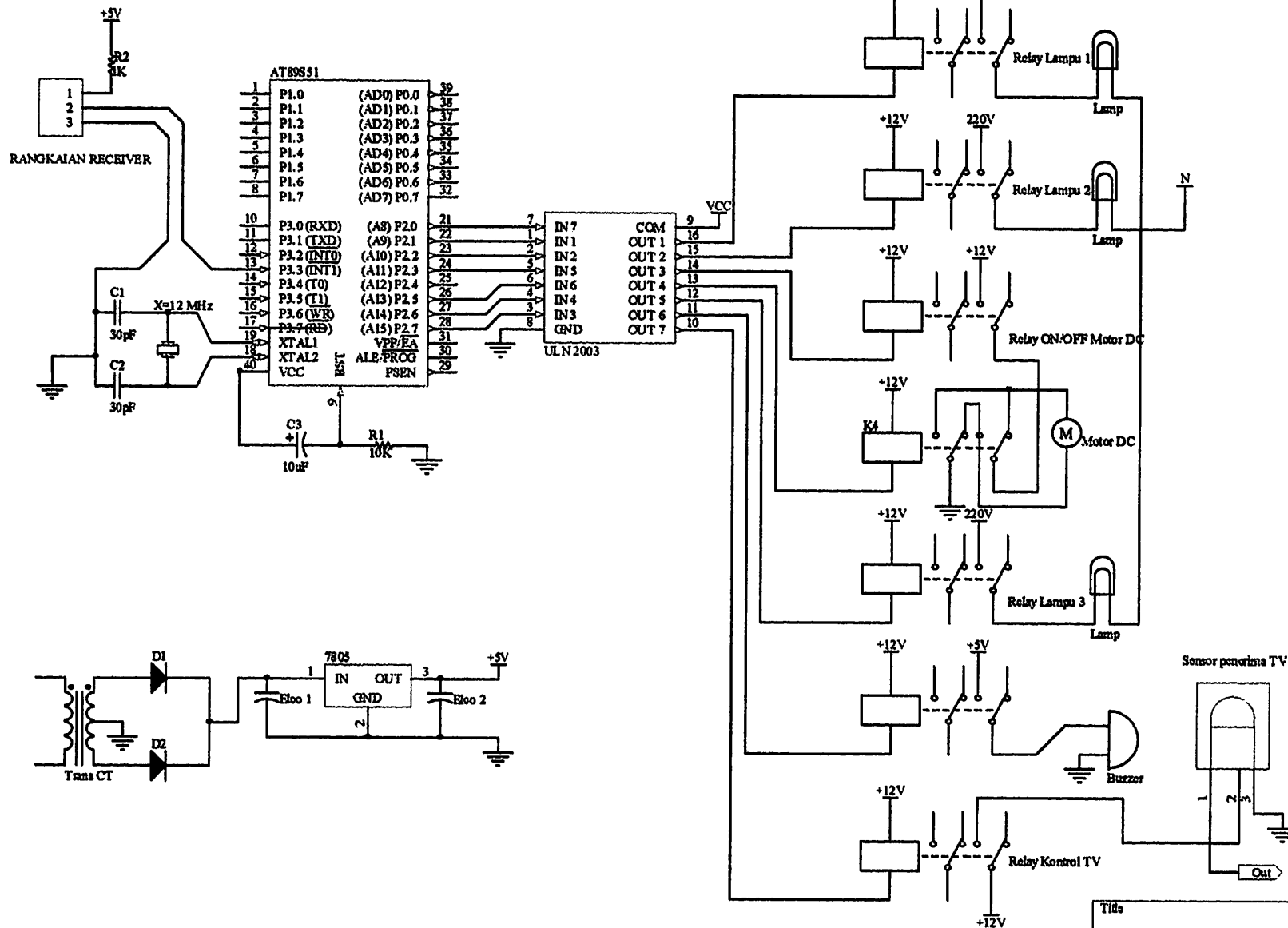
Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I


Ir. Usman Djuanda, MM
NIP. P.1018700143

Dosen Pembimbing II


I Komang Somawirata, ST, MT
NIP. Y.1030100361



Ttds		
Size	Number	Revision
A4		
Date:	3/27/2007	Sheet of
File:	D:\Skripsi FIX...rangk dan keseluruhan SC HD26n By:	

LISTING PROGRAM

```
flag                equ    20h
head                bit    20h.0
data_r              bit    20h.1
finish              bit    20h.2
kode                Equ    24h
counter             Equ    25h
lama                equ    26h
del1                equ    6Eh
del2                equ    6Fh
temp                equ    78H
vertical            equ    79h
;-----
    Org    0h
    jmp    MulaiO
;
    Org    0Bh
    Clr    TR0    ; stop Timer/Counter 0
    Reti
;
    Org    13h
;*****
; routine interupt IR receiver module
;*****
Remote: clr    TR0
        clr    EA
        jb    head,pulsa_kedua_dst
        setb   head
        mov    TH0,#0
        mov    TLO,#0
        setb   EA
        Setb   TR0    ; start timer/counter 1
        Reti
;*****
; Routine untuk terjemahkan remote SONY
;*****
pulsa_kedua_dst:
    push    ACC
    push    PSW
    jb     data_r,data_remote
    Mov     A,TH0
    cjne   A,#0Ah,n1
    sctb   data_r
```

```

        mov     counter,#7
        sjmp   terus
n1:     cjne   A,#0BH,not_ok1
        setb   data_r
        mov     counter,#7
        sjmp   terus
Not_OK1:
        mov     flag,#0
Terus:  mov     TH0,#0
        mov     TL0,#0
        pop     PSW
        pop     ACC
        setb   EA
        setb   TR0    ; start timer/counter 1
        Reti

```

```

;*****
;
; DATA REMOTE DIAMBIL 7 BIT
;*****
;

```

```

data_remote:
        mov     A,TH0
        cjne   A,#4,rem0
        clr     kode.0
        sjmp   rem1tt
rem0:   cjne   A,#5,rem1
        clr     kode.0
        sjmp   rem1tt
rem1:   cjne   A,#6,rem3
        setb   kode.0
        sjmp   rem1tt
rem3:   cjne   A,#7,salah
        setb   kode.0
rem1tt: mov     A,kode
        Rl     A
        mov     kode,A
        djnz   counter,terus
        setb   kode.0
        setb   finish
salah:  mov     lama,kode
        clr     head
        clr     data_r
        sjmp   terus

```

```

;*****
;
; START PROGRAM
;*****
;

```

```

mulaio:
        MOV    R0,#00

```

```

MOV P2,#00000000b
mov SP,#30H
mov TCON,#0
setb TR0
mov TMOD,#29h ; 2 untuk serial mode 2, untuk IR mode 1 INTO
setb PX1 ; priority
Setb IT1 ; set ext. int. 1 to down
Setb EX1 ; enable ext. int. 1
setb ET0 ; enable timer overflow interup 1
call delay
call delay
;*****
;
;tunggu_ditekan: LOOP
;*****
;
Mulai:
ULANG: Setb EA ; Enable all interupt
        jb finish,ada_penekanan

        JNB P1.6,matiw
        JNB P3.7,matiq
        JMP ULANG
matiw:
        JNB P1.7,ulang
        JNB P3.6,matiq
        JMP ULANG
matiq:
        CLR P1.6
        CLR P1.7
        CLR P2.6
        CLR P2.7
        JMP ULANG
ada_penekanan:
        clr EA
;*****
;
; Routine untuk memproses data RC SONY
;*****
;
ProgSony:
        CLR finish
        mov A,kode
        CPL A

        CJNE A,#10100010b,code1
        JMP menu
code1:
        CJNE A,#11111110b,code2
        JMP menu1

```

```

code2:
    CJNE A,#01111110b,code3
    JMP menu2
code3:
    CJNE A,#10111110b,code4
    JMP menu3
code4:
    CJNE A,#00111110b,code5
    JMP menu4
code5:
    CJNE A,#11011110b,code6
    JMP menu5
code6:
    CJNE A,#01011110b,code7
    JMP menu6
code7:
    CJNE A,#10011110b,aturan1
    JMP menu7
aturan1:
    JMP aturan
menu:
    CPL P2.0
    CPL P1.0
    CALL delay2
    JMP aturan
menu1:
    JNB P2.0,aturana
    CPL P2.1
    CPL P1.1
    CALL delay2
    JMP aturan
menu2:
    JNB P2.0,aturana
    CPL P2.2
    CPL P1.2
    CALL delay2
    JMP aturan
aturana:
    JMP aturan
menu3:
    JNB P2.0,aturana
    CPL P2.3
    CPL P1.3
    CALL delay2
    JMP aturan
menu4:

```

```

    JNB  P2.0,aturana
    INC  R0
    CJNE R0,#1,mati_lampu
    SETB P2.1
    SETB P2.2
    SETB P2.3
    SETB P1.1
    SETB P1.2
    SETB P1.3
    JMP  lampu
mati_lampu:
    CJNE R0,#2,lampu_data
    CLR  P2.1
    CLR  P2.2
    CLR  P2.3
    CLR  P1.1
    CLR  P1.2
    CLR  P1.3
    MOV  R0,#00
    JMP  lampu
lampu_data:
    MOV  R0,#00
lampu:
    CALL delay2
    JMP  aturan
menu5:
    JNB  P2.0,aturana
    CPL  P2.5
    CPL  P1.5
    CALL delay2
    JMP  aturan
menu6:
    JNB  P2.0,aturana
    CPL  P1.6
    JNB  P1.6,matia
    JB   P1.7,mati
    ;JNB P3.7,mati
    SETB P2.6
    CLR  P2.7
    CALL delay2
    CALL delay2
    CALL delay2
    JMP  aturan
matia:
    JNB  P1.7,mati
    ;JNB P3.6,mati

```

```
SETB P2.6
SETB P2.7
CALL delay2
CALL delay2
CALL delay2
JMP aturan
```

mati:

```
CLR P1.6
CLR P1.7
CLR P2.6
CLR P2.7
CALL delay2
CALL delay2
CALL delay2
JMP aturan
```

menu7:

```
JNB P2.0,aturan
CPL P1.7
JNB P1.7,matila
JB P1.6,matil
;JNB P3.6,matil
SETB P2.6
SETB P2.7
CALL delay2
CALL delay2
CALL delay2
JMP aturan
```

matila:

```
JNB P1.6,matil
;JNB P3.7,matil
SETB P2.6
CLR P2.7
CALL delay2
CALL delay2
CALL delay2
JMP aturan
```

matil:

```
CLR P1.6
CLR P1.7
CLR P2.6
CLR P2.7
CALL delay2
CALL delay2
CALL delay2
JMP aturan
```

```
delay2:
    MOV R3,#10
del11a:
    MOV R1,#100
del11a:MOV R2,#100
    DJNZ R2,$
    DJNZ R1,del11a
    DJNZ R3,del11a
    RET
```

```
aturan:
    CALL delay2
    CPL A
    jmp ULANG
```

```
Delay: Mov R4,#00h
Delay1: nop
    Djnz R4,Delay1
    Ret
```

```
Mdelay: mov R4,#50
    jmp delay1
```

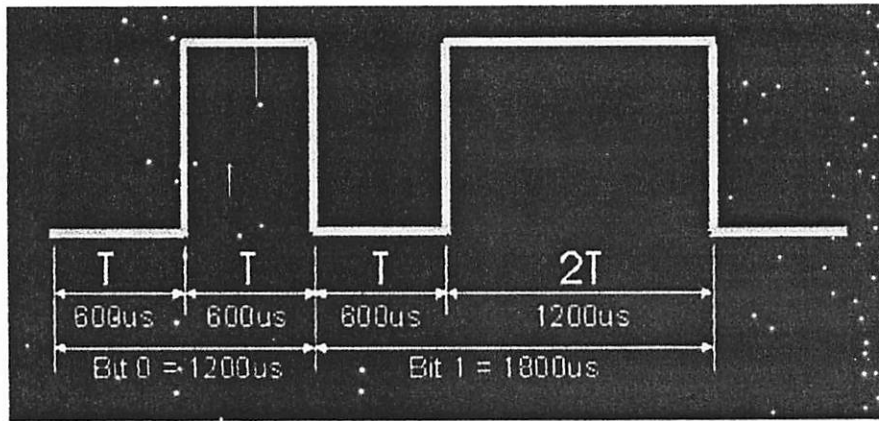
```
end
```

SONY

Sony uses a "bit-width" codification.
This is one of the more simple code to understand and to decode.

Lets consider the smaller time as T , measuring 600 microseconds.

Each transmitted bit is composed by $-T + T$ for bit zero or $-T + 2T$ for bit 1.
So, bit zero has a length of 1200us, while bit 1 is 1800us.



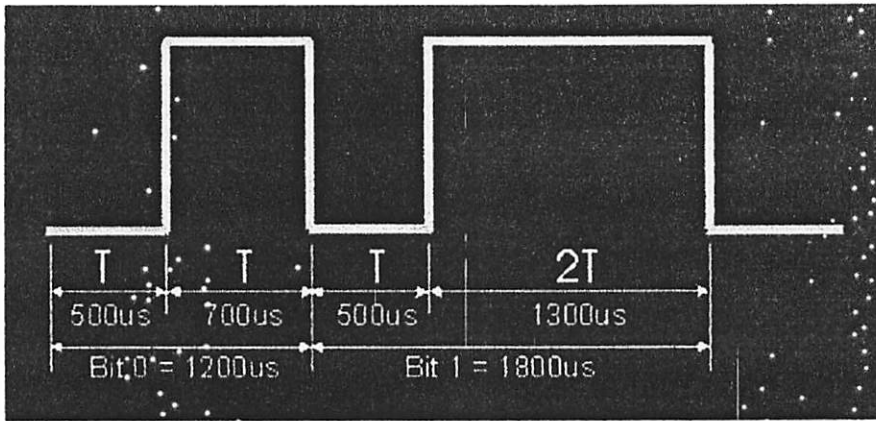
The UP level ($+T$) on the above signal means infrared being transmitted by 36kHz carrier, while the DOWN level means silence.

If you hook up an infrared Module Sensor, you will see this waveform inverted at its output, since its output goes DOWN in presence of infrared carrier of 36kHz.

To save remote batteries, most manufacturers use to squeeze the UP level time to $5/6$ and some goes up to $3/4$ of the original pulse width. By doing this, a 500 hours battery life extends to 600 hours ($5/6$) or to 800 hours in the $3/4$ model.

Some other manufacturers don't care about it, and reinforce the transmit signal by expanding a little bit of the time the 36kHz carrier is active

It means that in practical way, if you could scope the actual digital output to modulate the 36kHz carrier, based on the actual Sony Remote RM-Y123 you will see this signal waveform.



It seems that Sony transmit 7/6 of what should be the carrier time.

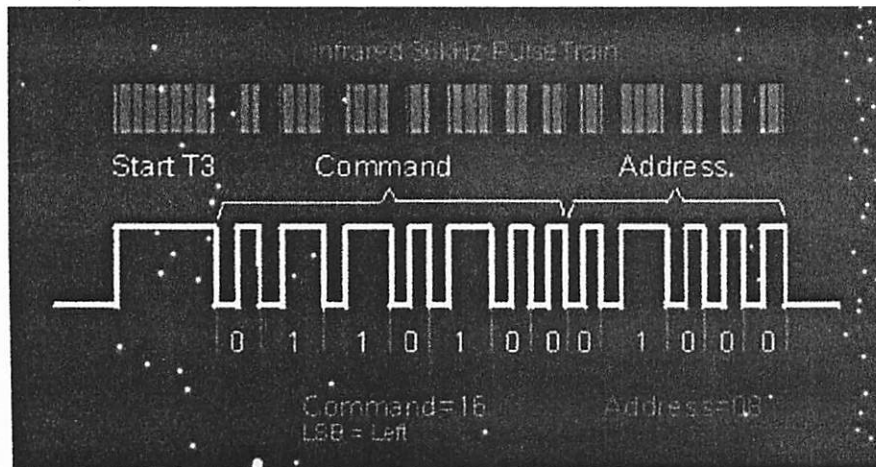
Well, lets see the frame data:

First it is transmitted a header, it can be considered a START bit. The header has $3T$ width, or 1800 microseconds of active infrared.

Following the header you will find straight 12 bits, modulated as above. 500us of Silence + 700us of IR for bits ZERO, 500us of Silence + 1300us of IR for bits ONE.

The first immediate bit after the START is the LSB of the 12 bits. Lets name this first bit as B0, the Last will be B12. B0 to B6 form the 7 bits for the Command Code. B8 to B11 form the 5 bits for the Device Address.

Some Internet information say that Sony codification is broken down to 3 blocks of 4 bits, but it is not true, by doing that you can not identify correctly the device model or function.



In the above example, Address is 02, Command is 16. There are 32 possible Addresses and 128 possible Commands.

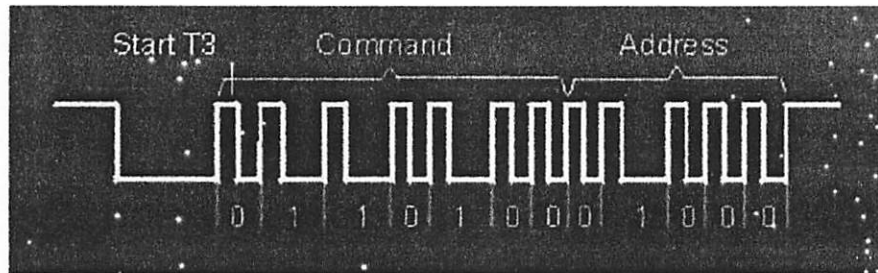
The whole transmitted frame, Header + 12 bits, can vary in time,

since the ONE bits are larger than ZERO bits.

If you hold the remote button pressed, the whole transmitted frame repeats every 25ms.

The easiest way to decode SONY infrared, is to measure time and locate the "1" bits.

If you use one Infrared Detector Modules available at the Market, then all the above waveform will be reversed as you can see below. What is UP will be Down and vice-versa:



The following procedure to detect and identify the code, will work with ANY microcontroller / microprocessor.

- 1) Set Var1 = 8, Var2 = 0
- 2) Start by waiting the signal to go DOWN - This will be the START Bit (T3 time).
- 3) Wait for the signal to go UP - This will be the start of the bit.
- 4) Wait for the signal to go DOWN - This is the real thing, if short, bit = 0, if long = 1.
- 5) Now Wait 750 to 950 microseconds.
- 6) Measure the Signal Level.
- 7) If the Signal is UP - Received Bit is ZERO
 - Set Carry Bit = 0
 - Rotate Right Var1 (Carry Bit enters MSB Var1)
 - Rotate Right Var2 (Var1 Carry Bit enters MSB Var2 and Var2 bit 0 goes to Carry).
 - Check Carry Bit, if ON Goto [9], if OFF Goto [4]
- 8) If the Signal is DOWN - Received Bit is ONE
 - Set Carry Bit = 1
 - Rotate Right Var1 (Carry Bit enters MSB Var1)
 - Rotate Right Var2 (Var1 Carry Bit enters MSB Var2 and Var2 bit 0 goes to Carry).
 - Check Carry Bit, if ON Goto [9], if OFF Goto [3]

Observe that here it goes back to [3] and not [4] as in [7]
This is because if the signal still DOWN, you need to wait it goes UP,
in [7] it is already in UP level, so it goes directly to the next step [4].
- 9) Here it already read all 12 bits.
Var1 Contains 8 bits, Var2 contains 4.

The Left 5 bits of Var1 is the Address.
The Right 3 bits of Var1 + 4 Left bits of Var2 form the Command.

If you shift right Var1 + Var2 3 times, you will have the Right 5 bits of Var1 = Address
and the Left 7 bits of Var2 = Command.

By doing this sequence, you only need a timing routine of 750 to 950
microseconds, and don't need to measure individual bits.

Observe loaded VAR1 with hex 8 (binary 00001000) at entry, this bit will exit
into Carry only after 12 times "Rotate Right VAR1 + VAR2", since it is 4 bits on Var1
plus 8 bits of Var2 to this happen. It is used as a Rotation Right Counter Flag.

This is the List of Var1/Var2 read from the SONY Remote Control RM-Y123:

DeviceAddress : Command Description

01:14	Muting
01:36	Sleep
01:15	Power
01:00	1
01:01	2
01:02	3
01:03	4
01:04	5
01:05	6
01:06	7
01:07	8
01:08	9
01:09	0
01:3A	Display
01:0B	Enter
01:0E	Ch Guide
01:3B	Jump
01:12	Volume Up
01:13	Volume Down
01:10	Channel Up
01:11	Channel Down
01:16	Reset
01:74	R+
01:75	L-
01:60	Menu
01:65	Return

This is the List of Var1/Var2 read from the SONY Remote Control RMT-V124B:

Device Address : Command Description

07:2A TV/VTR
07:15 Power
07:59 Tape Return
19:76 VB (Voice Booster)
07:1D REC
07:19 Pause
07:14 x2
07:30 Direction <||
07:31 Direction ||>
07:23 Slow >
07:28 Search <<
07:1A Search >>
07:29 Play
07:1B REW <|<
07:1C FF >|>
07:18 STOP

If you want to have your Sony remote control read and posted here, send it to our mail address posted at the home page. If you want your remote back, please send \$3.95 in stamps along with the remote, so we'll ship it back to you via priority mail (don't forget to include your name and mail address). If you have a list of your Sony remote control codes just email me it, I will post it here..

Wagner Lipnharski - UST Research Inc - March/2002

Sony TV (1, 164, 3, 151, 119)

Sony TVs are quickly becoming more complicated. There are now 4 device codes being used in the U.S., and the foreign codes, which are sometimes completely different, complicate things even more. There are also a lot of old, obsolete codes and seemingly, many duplicates of certain functions. However, the codes for now seem to be pretty standardized for U.S. televisions. I just don't know why they use so many device codes! Why do they use a few functions for 151 and 119 when those could be combined?

There's also the weird **26.26** codes. I think these are for the DTV area portion of some early model HDTVs.

Hopefully someone out there could clear up some of the obsolete, foreign and teletext codes, or anything I don't know what it does as listed in the table. If you know any more codes, e-mail me!

Here are the plasma TV codes.

Olive = obsolete
Orange = foreign
Magenta = Plasma TV

Sony:1

Command Code	Command(s)
0	1
1	2
2	3
3	4
4	5
5	6
6	7
7	8
8	9
9	0
10	11
11	Enter, 12
12	1-, 13
13	2-, 14
14	Guide, Channel Guide, P/C, 15
15	Clear
16	Channel Up
17	Channel Down
18	Volume Up
19	Volume Down
20	Mute
21	Power
22	Reset
23	MTS/SAP, Audio Monitor, Nicam
24	Picture/Contrast Up

25	Picture/Contrast Down
26	Color Up
27	Color Down
28	Channel Lock
29	-/--
30	Bright Up
31	Bright Down
32	Hue Down
33	Hue Up
34	Sharpness Up
35	Sharpness Down
36	TV tuner (discrete)
37	TV/Video
38	Balance Left
39	Balance Right
40	Bass, Tone, Loudness On/Off, OSE
41	SRS, Surround, 3D Sound On/Off
42	Antenna/Aux
43	Clock, Time
44	External Antenna
45	RGB
46	Power On (discrete)
47	Power Off (discrete), System Off
48	Timer, Time, Blk
49	Up
50	Down
51	Right, Clock AM/PM
52	Left, Clock Clear
54	Sleep, Off Timer
56	Teletext Off/Out, Power On (discrete). Select Tuner
58	Display, Info, Teletext Index
59	Jump, Last
60	Timer-Off, Repeat
62	Pic Off
63	Teletext On/Mode, Display
64	Video 1 (discrete), Line A, Line, Video
65	Video 2 (discrete), Line B, Option
66	Video 3 (discrete), VTR
67	RGB Input 1 (discrete), Computer (RGB) input (discrete)
68	RGB Input 2 (discrete)
71	Video 4 (discrete)
72	Video 5 (discrete), YUV
73	Video 6 (discrete), FM
74	Teletext Hold, Noise Reduction On/Off
75	Fasttext Red (obsolete?)
76	Fasttext Green (obsolete?)
77	S-Video, Y/C, Fasttext Yellow (obsolete?)
78	Cable toggle
79	Notch Filter On/Off, Fasttext Blue (obsolete?)

80	Internal Speakers On/Off
81	Sat (?)
88	PIP Channel Up
89	PIP Channel Down
90	PIP TV/Video
91	PIP On/Toggle
92	PIP Freeze, Digital Memo
94	PIP Position
95	PIP Swap
96	Menu, Guide, Wega Gate
97	Video
98	Audio
99	Exit
100	Picture Mode, ASC, Profile
101	Return, Select, Enter (menu select key)
102	Output Select
103	PIP source
104	TV System
106	Color System
107	Auto Program
108	Preset
110	Search +
111	Search -
112	Treble Up
113	Treble Down
114	Bass Up
115	Bass Down
116	Up, R, Level Up
117	Down, L, Level Down
120	Add
121	Erase
124	Select
125	Trinitron
127	test code

Sony:164

I have discovered on Remote Central that the Normal and Wide discrete HD mode codes do work on at least some U.S. models. If one of them works you can use macros to get the others. I still don't know if all HDTVs can use these codes or whether the others are on some U.S. HDTVs.

Also note that command 61 will not toggle the "16:9 Enhanced" mode on Sony WEGA non-HDTVs for the U.S., unfortunately, since this is a much requested feature. This function (as of now) can only be done by stepping through the menu, and many people are forced to use a long and frequently unreliable macro. It does work in equivalent European TVs, from what I've heard.

Command Code	Command(s)
16	[CC] toggle
17	Headphone
18	DVD

19	Center+Size
21	RGB
22	Video 1/2/3
23	Component
31	Music, Surround, Effect (music note in circle icon)
33	Color
34	Brightness
35	Sharpness
36	Treble
37	Bass
38	Balance
39	Contrast
49	Normal
50	Zoom, Wide/Zoom toggle
54	HD1 input, Component 1, LCD Video 3 (discrete)
55	HD2 input, Component 2, LCD Video 4 (discrete)
56	HD3 input (discrete)
59	Full, Normal/Full toggle
61	Wide Mode, Screen Mode, Format, Aspect, 16:9 (see note)
66	Wide
68	Center
69	Caption, Subtitle
72	RGB/YUV
77	SVM Toggle
79	Trinitone
91	Program Guide, EPG, Next View
96	PIP Freeze
99	PIP Active
102	PIP Display, Status
108	Reset
110	PIP Off, A/V Off
113	Demo
114	Memo Display
115	PIP Replay
116	PIP Multi (8 channels and other variations), Index
118	PIP Multi (16 channels), Channel Index
119	PIP Split
124	PIP Audio
125	Zoom, PIP Channel (?)
126	Degauss

Sony:3 (teletext special device)

This device code only works on foreign TVs. Note that device 3 does not include the device 1 codes like I said before! Dave Spagnol misinterpreted his results from learning. Only the teletext codes will work under this device.

Command Code	Command(s)
43	Time, Clock
72	Teletext Home

73	Teletext Zoom
74	Teletext Hold
75	Teletext Subtitles
76	Fasttext Red, Left, Equalizer Mode, Audio
77	Fasttext Green, Up, Picture Mode, Video
78	Fasttext Yellow, Right, Multiselect, Multi-PIP
79	Fasttext Blue, Down, Screen Mode, 16:9, Zoom

Sony:151

Some .ccf files say that 77 and 78 are PIP Zoom Left and Right. Is this only in foreign TVs, and why are there 2 sets of codes for these obscure functions?

Command Code	Command(s)
29	. (delimiter)
30	Alternate Video
31	Alternate Audio
33	i.Link (big i key)
35	Return
36	Screen Mode
37	Sound Mode
38	Picture Mode
39	Surround
49	Memory Stick
53	Wega Gate
54	Tools
66	Video 7 (DVI) (discrete)
77	PIP Zoom In Left, Cursor Left
78	PIP Zoom In Right, Cursor Right
120	PIP Zoom In Left
121	PIP Zoom In Right
123	Sound Mode

Sony:119

Why did Sony put some of there newer functions here, and some on 151? It doesn't make sense!

Command Code	Command(s)
16	H-Shift
17	V-Shift
18	H-Size
19	V-Size
28	DRC Palette
54	Power Saving
57	DRC/Cinemotion, DRC Mode
63	Flash Focus
83	Add (Favorites)
101	Video 8 (discrete)
102	Video 9 (discrete)
118	Favorites, Surf (Favorites)

124	ID Mode On
125	ID Mode Off
126	ID Mode Set

Back

SC546 Project

An analytical study of IR signals used by a SONY remote control

Objective

To study the signals emitted from a SONY remote control and evaluate the possibility of interfacing it with the PC as an input device for applications.

Research on remote control IR communication

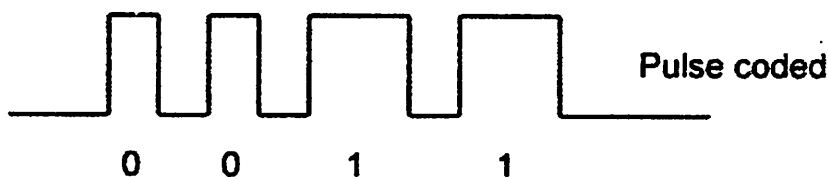
IR remote control units communicate using light waves in the Infra Red spectrum. The physical communication layer is formed by the emitter (a photo diode) that emits the signal and a receiver (another photo diode) that receives the signal.

The light waves are modulated by the emitter at a frequency of 40 KHz. This is done in order to cut out other sources of IR such as electric lamps, etc.

The data link layer is implemented by using binary pulses. Some of the common encoding standards are..

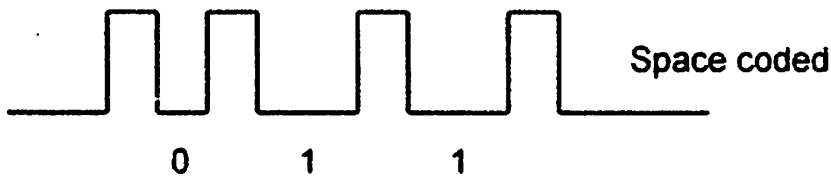
Pulse coded

The length of the pulse is varied to represent data.
Used by SONY remote controls.



Space coded

The length of the space between the pulses is varied to represent data.
Also known as REC-80
Used by Panasonic remote controls.

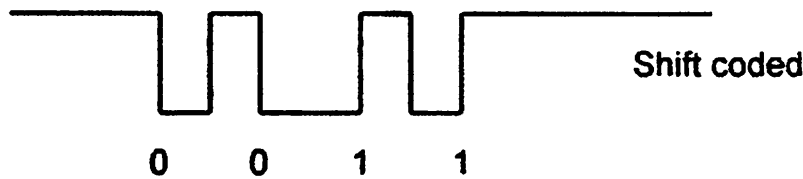


Shift coded

The direction of transitions represent the data and all the bits have a constant timeperiod.

Also known as RC-5

Used by Philips remote controls.



In addition to this headers are used to initiate a transmission. Headers usually consist of a long pulse sent before the train of data pulses.

The network layer is implemented by dividing the code into 2 parts.

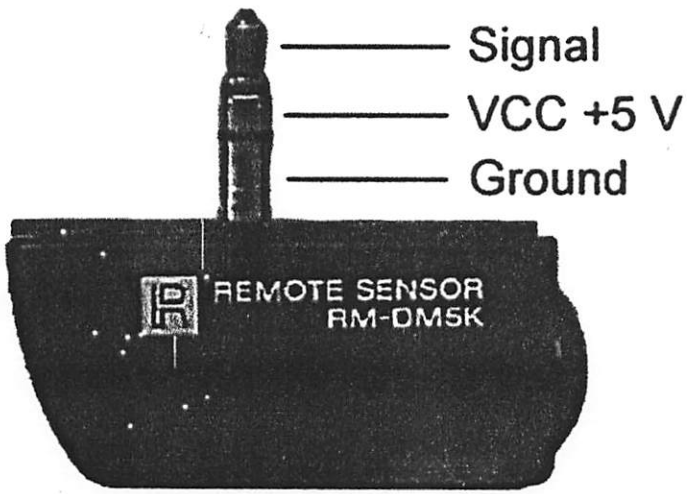
- Address : specifies the target device
- Command : specifies the command to be sent to the device.

Most of the above research data was collected from Notes on IR Remote Controls

Analysis of data signals used by SONY remote controls

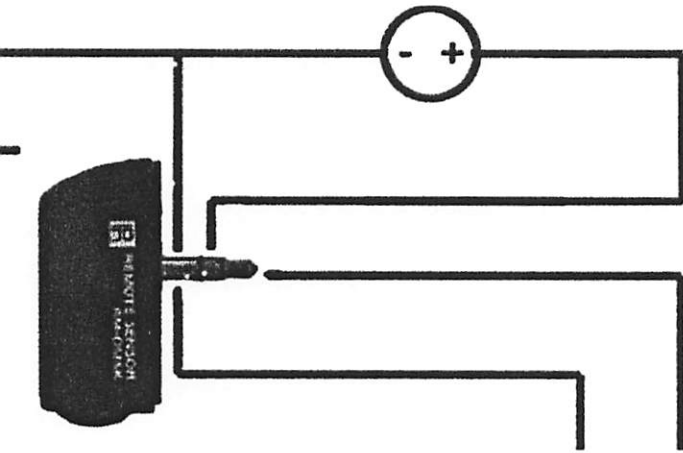
Equipment used

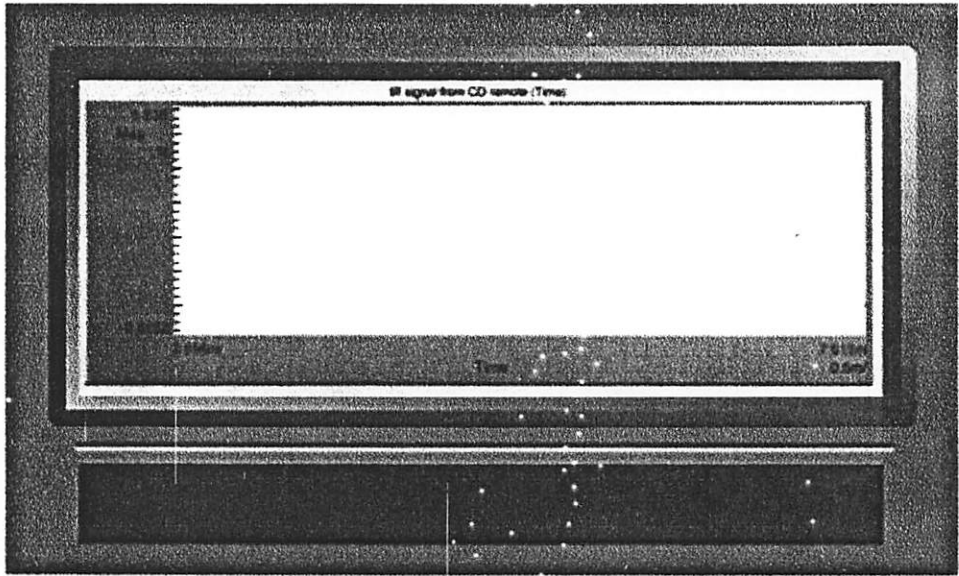
- SONY RM-DM5 (Remote control used to control portable CD players)
- SONY RM-DM5K (Infra red receiver that plugs into the portable CD players)



The receiver with the pin connection details

Circuit setup and demo





Please move your mouse over the different buttons of the remote control to see the waveform of the signal and its respective encoding.

The first 7 bits are the commands and the last 5 bits are the address bits.

Data codes and other facts

- The data codes are sent using pulse coding.
- Each packet has 12 bits and a header.
- The basic time period $T = 550$ micro secs

- The header length = $4T$
- 0 = Pulse with length T followed by space of length T
- 1 = Pulse with length $2T$ followed by space of length T
- The last 5 bits represent the address.
- The first 7 bits represent the command.
- The packet is transmitted every 25 milliseconds while a button is pressed.

To view a list of all the codes, please click here...

Some other interesting facts..

It makes more sense to have the first bits as the address with the command following it. However, in this case, we found that the address was coded in the last trailing bits. On a similar tone, when analysing the encoding of the numerical buttons, the data bits seem to form mirrored binary numbers.

For example,

Button 0 = 000000010001

Button 1 = 100000010001

Button 2 = 010000010001

Button 3 = 110000010001

Button 4 = 001000010001

If you look at the first 7 bits, when mirrored, they denote corresponding binary numbers. This leads me to assume that the decoding logic decodes the bits the other way around. That also seems to explain the reason for the header being sent in the end.

There seems to be 1 error in my analysis. The plot of the data signals obtained for the button 6 seem to be wrong. It only has 11 bits and a faulty address. I haven't had the opportunity to go back to the lab and confirm this. However, the error seems to be in the remote control itself since all the data was measured and recorded using reliable electronic and digital equipment.

Computer Interfacing Solutions

The 3 possible input ports that could be used to connect the receiver are

- IRDA port
- Serial Port
- Parallel Port

IRDA port

The IRDA port on the computer can be interfaced directly to the receiver, thus minimizing requirements for intermediate hardware. However, on further research I found out that the protocols and standards used by IRDA were totally different from the physical and data link layers used by the SONY remote control.

In brief, the IRDA standard is based on a 3 layer protocol..

- Physical Layer / Data link : SIR
- Data link / Network Layer : IrLAP
- Transport Layer : IrLMP

The SIR specifications use 2 schemes depending on the transmission speeds. For lower speeds (between 2.4 kbps and 1.152 Mbps), it uses RZI (Return to zero-Inverted) and for higher speeds (around 4 Mbps), it uses PPM (Pulse Position Modulation).

Since all the readily available IrDA software are only tailored to these standards, it is not possible to connect the SONY IR receiver to IrDA port unless we have specific drivers written for reading in the data signals as per the SONY specifications.

In any case, I tried connecting the receiver to the port to see if anything could be achieved. As expected, I had no luck.

Serial Port

The Serial Port on the computer receives asynchronous data at suitable speeds for our data. This, however, requires an extra hardware/logic interface between the IR receiver and the port. Some of the main incompatible features between the data links were..

- The serial port expects asynchronous data, while the remote control sends self-timed data.
- The serial port can only accept words of length 5 or 7 bits. It also expects start and stop bits. The remote control has 12 bit words with a header.

To overcome these incompatibilities, we need hardware such as a demodulator and logic that encodes the IR signal as 5 bit / 7 bit words perhaps sending 1 data signal from the remote control at a time. Thus, a

word received on the serial port would represent the data signal equivalent to a time period of T in the remote control pulse code.

After this, specific software needs to be written in order to decode / record the pulse code and interpret it as application commands. This software can be also part of the application.

Parallel Port

The Parallel Port on the computer is more flexible. Here is a solution borrowed from the [Infra Red \(IR\) Interface with Windows CD Software](#) page. The only extra hardware used is a high speed (109 kHz) timer, which is connected to Pin 11 as a clock to sample Pin 12, which is connected to the IR receiver output. This ensures that the data is sampled constantly through the parallel port.

However, we do need to write some low level software, that would collect these samples from the parallel port and store them for further use. After this, the application software has to take the responsibility of decoding the pulse code and appropriately interfacing the commands.

Conclusion

The greatest learning experience in this project comes from the remote control signal analysis which answers a lot of questions regarding the communication technology and standards used by remote controls. After analysing the signals that are emitted by a remote control and the options available with regards to interfacing an IR receiver to one of the computer ports, I have come to the conclusion that it is possible to implement a communication line between your remote control and software applications on the computer without much difficulty. Depending on the convenience, various methods can be implemented using different layers to convert the pulse coded signals received from the remote control into a software application command.

Bibliography and Links

Initially, when I started this project, I kept running into several dead ends. However, as time progressed, my search on the web for information proved more successful and by the end, I found my project to be more redundant

that a discovery. I am surprised at the amount of information readily available out there..

- [Tomi Engdahl's Optoelectronics Page](#)
The ultimate link / starting point to all IR information and solutions
- [Sony Receiver Remote Control](#)
Special thanks to Bret Connell, Chris Craig and Dana Smith for having half of my project ready out there.
- [GENERAL REMOTE INFO](#)
Special thanks to Dave Negro for showing me what those signals actually meant.
- [IrDA : Wireless Communications Up Close and Personal](#)
Special thanks to Miller Freeman, Inc. for the IrDA information
- [A Serial Infrared Remote Controller](#)
Special thanks to John DuBois for the serial port info and ideas
- [Infra Red \(IR\) Interface with Windows CD Software](#)
Special thanks to C. Matt Treiber, Prakash Stirrett and Michael Woods for the parallel port info and idea.

Last but not the least, a very special thanks to my roommate Brandon Itkowitz for getting me started with HP Vee, the sample JAVA script code (which I modified for the oscilloscope demo on this page), letting me use his scanner to scan in all the plots, help with photoshop and finally for just being there..

Related interesting links..

- [Infrared Data Association](#)
 - [Linux Infra-red Remote Control \(LIRC\)](#)
 - [Infra Red Remote Controls - How They Work](#)
-

Photo Modules for PCM Remote Control Systems

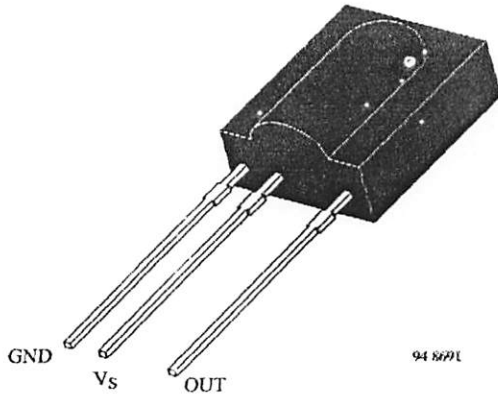
Available types for different carrier frequencies

Type	fo	Type	fo
TSOP1530	30 kHz	TSOP1533	33 kHz
TSOP1536	36 kHz	TSOP1537	36.7 kHz
TSOP1538	38 kHz	TSOP1540	40 kHz
TSOP1556	56 kHz		

Description

The TSOP15.. – series are miniaturized receivers for infrared remote control systems. PIN diode and preamplifier are assembled on lead frame, the epoxy package is designed as IR filter.

The demodulated output signal can directly be decoded by a microprocessor. The main benefit is the reliable function even in disturbed ambient and the protection against uncontrolled output pulses.



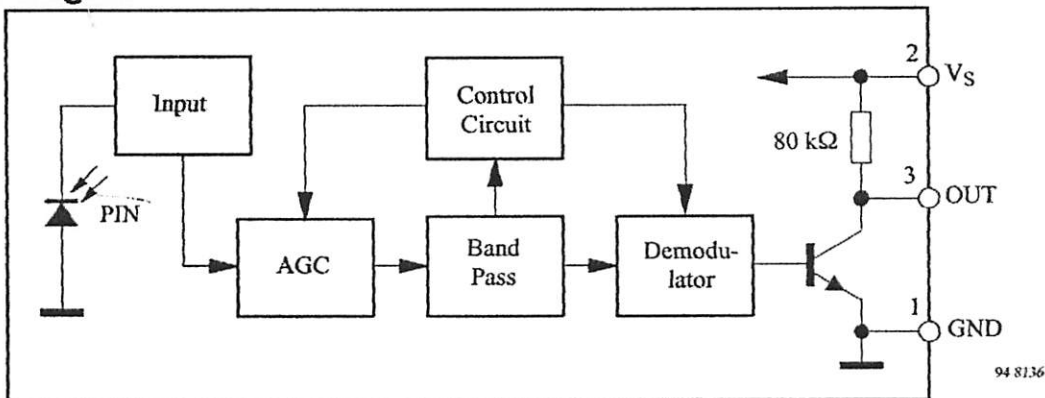
Features

- Photo detector and preamplifier in one package
- Internal filter for PCM frequency
- Improved shielding against electrical field disturbance
- TTL and CMOS compatibility
- Output active low
- Low power consumption
- Suitable burst length ≥ 10 cycles/burst

Special Features

- Improved directivity
- Enhanced immunity against all kinds of disturbance light
- No occurrence of disturbance pulses at the output

Block Diagram



Absolute Maximum Ratings

$T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$

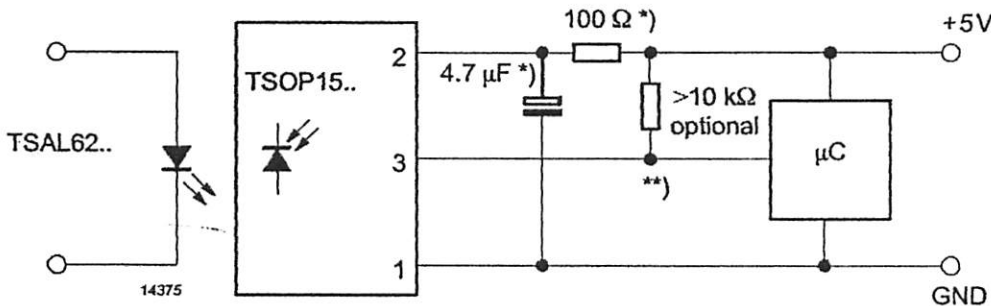
Parameter	Test Conditions	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	(Pin 2)	V_S	-0.3...6.0	V
Supply Current	(Pin 2)	I_S	5	mA
Output Voltage	(Pin 3)	V_O	-0.3...6.0	V
Output Current	(Pin 3)	I_O	5	mA
Junction Temperature		T_j	100	$^{\circ}\text{C}$
Storage Temperature Range		T_{stg}	-25...+85	$^{\circ}\text{C}$
Operating Temperature Range		T_{amb}	-25...+85	$^{\circ}\text{C}$
Power Consumption	($T_{amb} \leq 85^{\circ}\text{C}$)	P_{tot}	50	mW
Soldering Temperature	$t \leq 10\text{ s, } 1\text{ mm from case}$	T_{sd}	260	$^{\circ}\text{C}$

Basic Characteristics

$T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Supply Current (Pin 2)	$V_S = 5\text{ V, } E_v = 0$	I_{SD}	0.4		1.5	mA
	$V_S = 5\text{ V, } E_v = 40\text{ klx, sunlight}$	I_{SH}		1.0		mA
Supply Voltage (Pin 2)		V_S	4.5		5.5	V
Transmission Distance	$E_v = 0$, test signal see fig.7, IR diode TSAL6200, $I_F = 300\text{ mA}$	d		35		m
Output Voltage Low (Pin 3)	$I_{OSL} = 0.5\text{ mA, } E_e = 0.7\text{ mW/m}^2$, $f = f_o$, $t_p/T = 0.4$	V_{OSL}			250	mV
Distance (30 – 40 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$, test signal see fig.7	$E_{e\text{ min}}$		0.25	0.38	mW/m^2
Distance (56 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$, test signal see fig.7	$E_{e\text{ min}}$		0.3	0.45	mW/m^2
Distance	$t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$	$E_{e\text{ max}}$	30			W/m^2
Activity	Angle of half transmission distance	$\varphi_{1/2}$		± 55		deg

Application Circuit



Recommended to suppress power supply disturbances
The output voltage should not be hold continuously at a voltage below 3.3V by the external circuit.

Suitable Data Format

The circuit of the TSOP15.. is designed in that way that unexpected output pulses due to noise or disturbance signals are avoided. A bandpassfilter, an integrator stage and an automatic gain control are used to suppress such disturbances.

The distinguishing mark between data signal and disturbance signal are carrier frequency, burst length and duty cycle.

The data signal should fulfill the following condition:

- Carrier frequency should be close to center frequency of the bandpass (e.g. 38kHz).
- Burst length should be 10 cycles/burst or longer.
- After each burst which is between 10 cycles and 70 cycles a gap time of at least 14 cycles is necessary.
- For each burst which is longer than 1.8ms a corresponding gap time is necessary at some time in the data stream. This gap time should be at least 4 times longer than the burst.

- Up to 800 short bursts per second can be received continuously.

Some examples for suitable data format are: NEC Code (repetitive pulse), NEC Code (repetitive data), Toshiba Micom Format, Sharp Code, RC5 Code, RC6 Code, R-2000 Code.

When a disturbance signal is applied to the TSOP15.. it can still receive the data signal. However the sensitivity is reduced to that level that no unexpected pulses will occur.

Some examples for such disturbance signals which are suppressed by the TSOP15.. are:

- DC light (e.g. from tungsten bulb or sunlight)
- Continuous signal at 38kHz or at any other frequency
- Signals from fluorescent lamps with: electronic ballast with high or low modulation (see Figure A or Figure B).

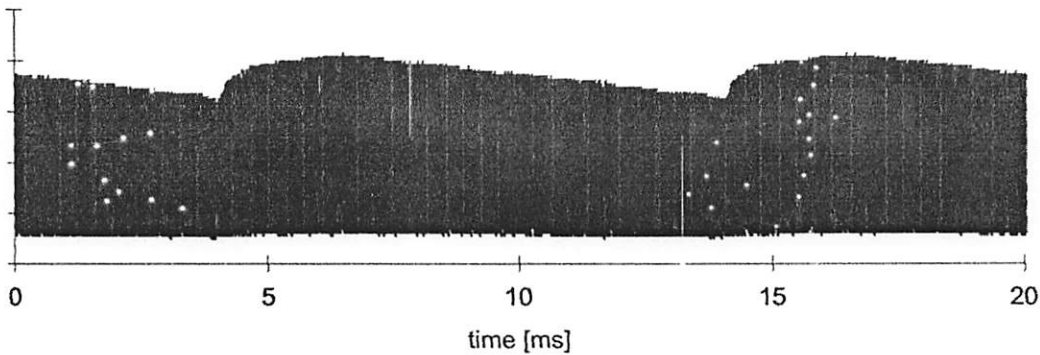


Figure A: IR Signal from Fluorescent Lamp with low Modulation

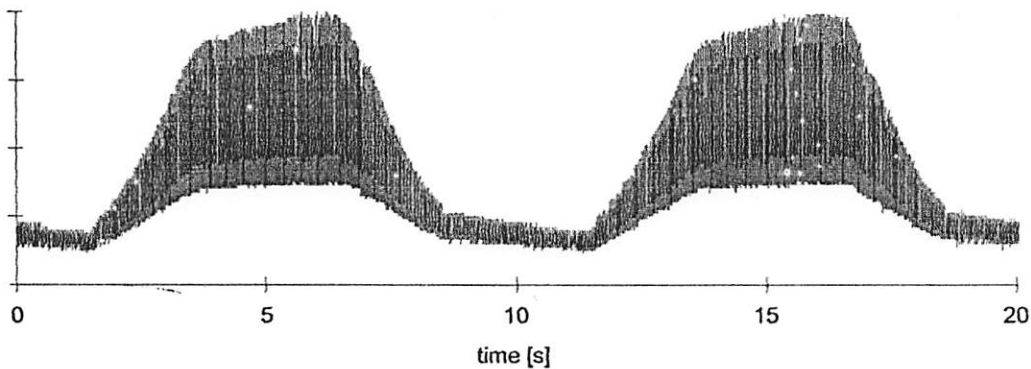


Figure B: IR Signal from Fluorescent Lamp with high Modulation

Optical Characteristics ($T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

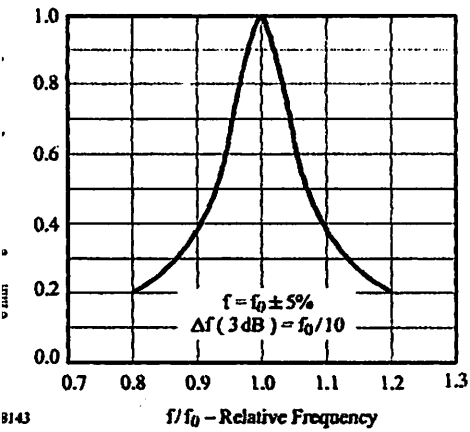


Figure 1. Frequency Dependence of Responsivity

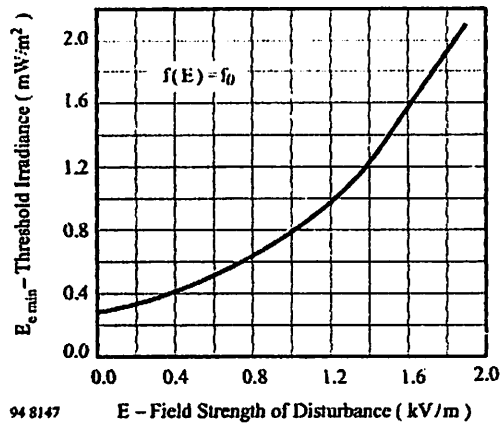


Figure 4. Sensitivity vs. Electric Field Disturbances

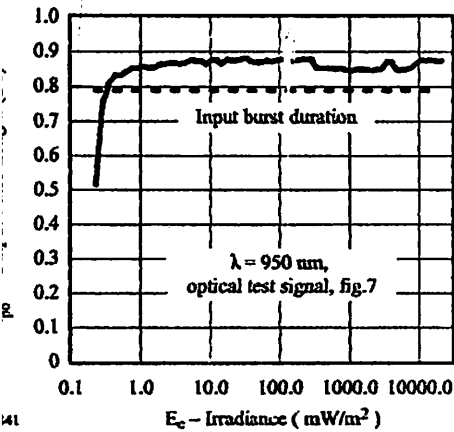


Figure 2. Sensitivity in Dark Ambient

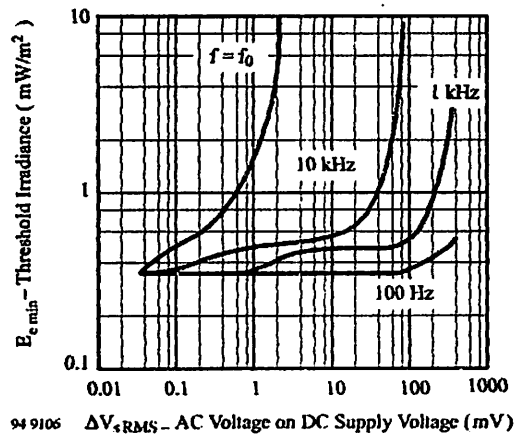


Figure 5. Sensitivity vs. Supply Voltage Disturbances

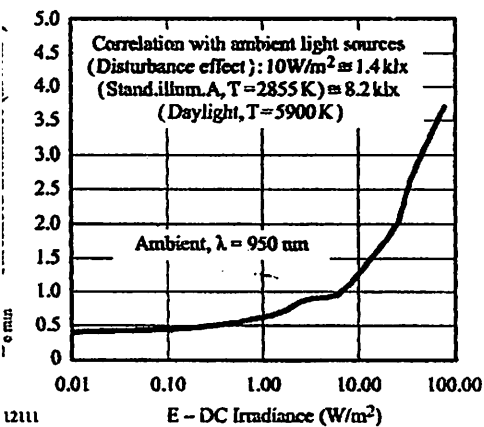


Figure 3. Sensitivity in Bright Ambient

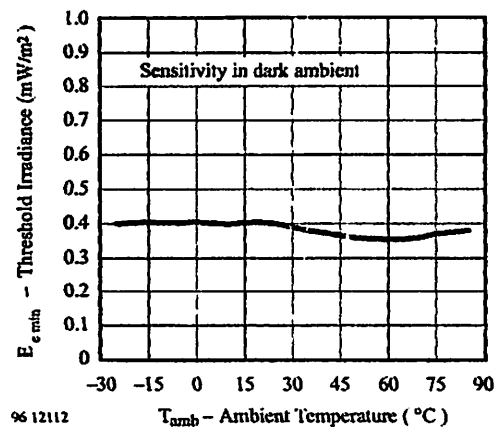


Figure 6. Sensitivity vs. Ambient Temperature

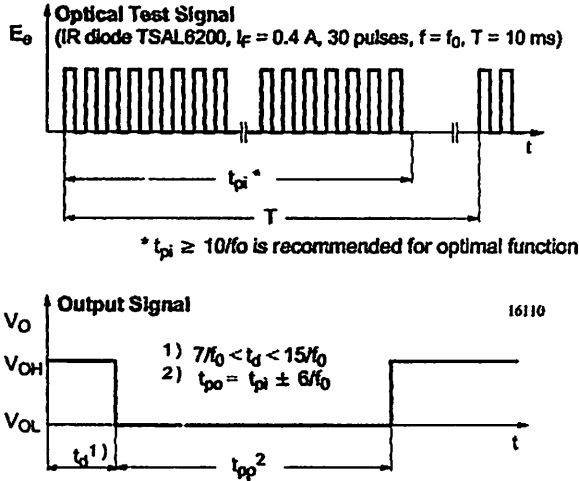


Figure 7. Output Function

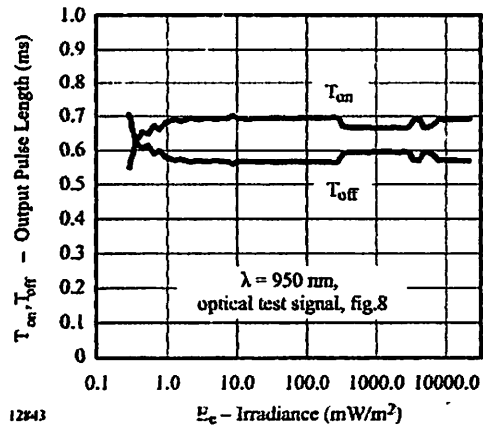


Figure 10. Output Pulse Diagram

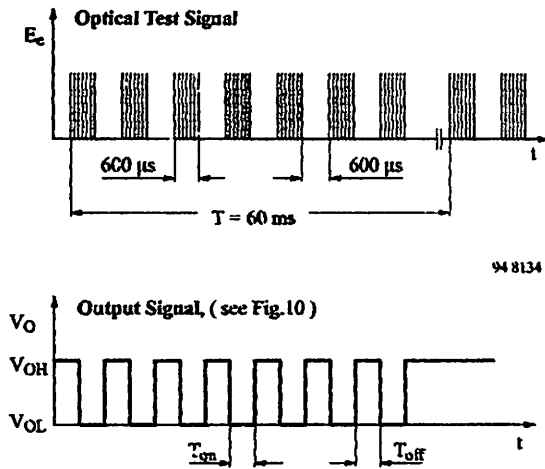


Figure 8. Output Function

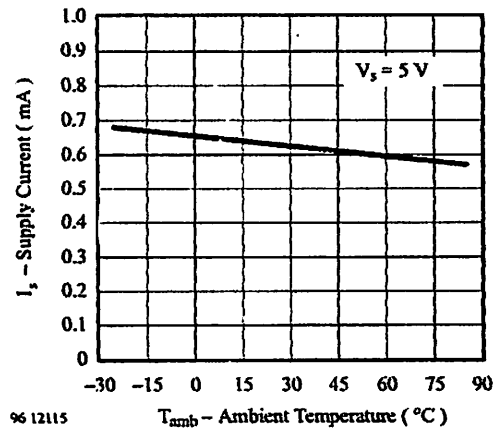


Figure 11. Supply Current vs. Ambient Temperature



Figure 9. Sensitivity vs. Duty Cycle

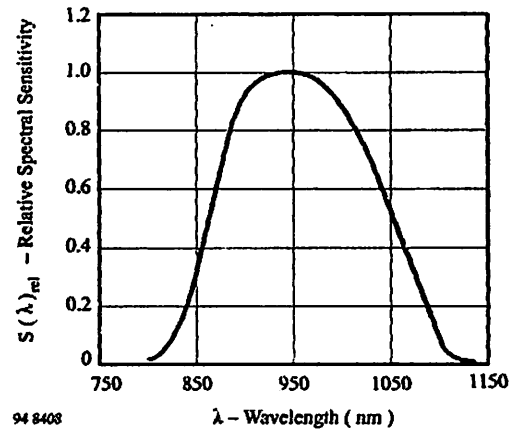
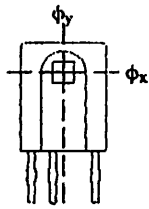
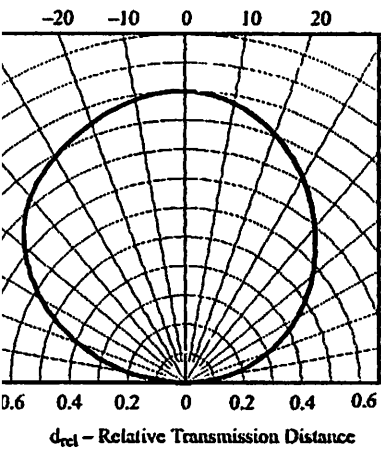
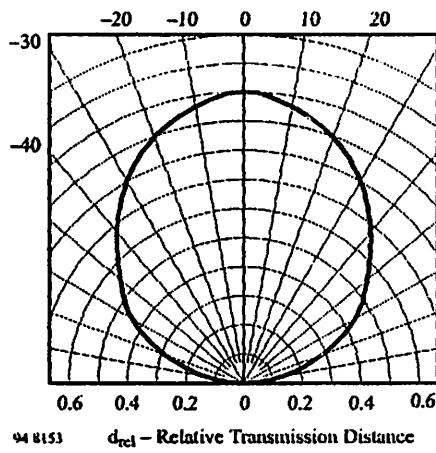


Figure 12. Relative Spectral Sensitivity vs. Wavelength



94 8152

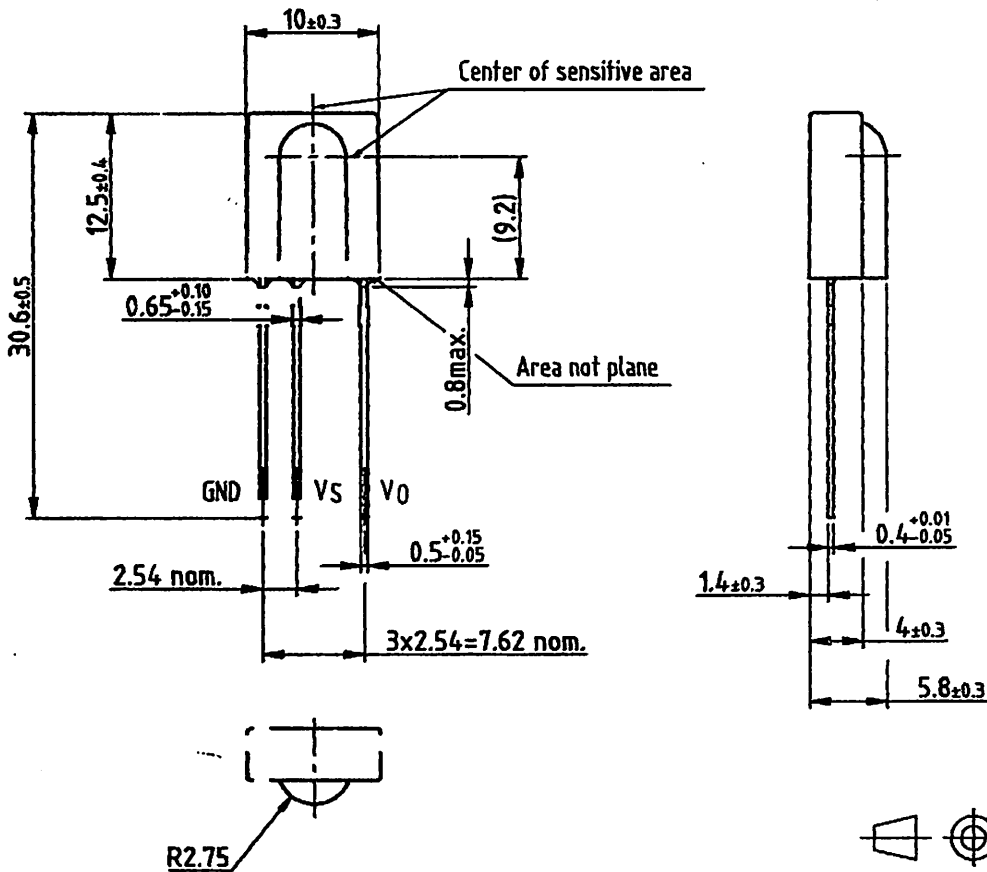


94 8153

Figure 13. Vertical Directivity ϕ_y

Figure 14. Horizontal Directivity ϕ_x

Dimensions in mm



96 12116

technical drawings according to DIN specifications



Ozone Depleting Substances Policy Statement

It is the policy of Vishay Semiconductor GmbH to

1. Meet all present and future national and international statutory requirements.
2. Regularly and continuously improve the performance of our products, processes, distribution and operating systems with respect to their impact on the health and safety of our employees and the public, as well as their impact on the environment.

It is particular concern to control or eliminate releases of those substances into the atmosphere which are known as ozone depleting substances (ODSs).

The Montreal Protocol (1987) and its London Amendments (1990) intend to severely restrict the use of ODSs and forbid their use within the next ten years. Various national and international initiatives are pressing for an earlier ban on these substances.

Vishay Semiconductor GmbH has been able to use its policy of continuous improvements to eliminate the use of ODSs listed in the following documents.

1. Annex A, B and list of transitional substances of the Montreal Protocol and the London Amendments respectively
2. Class I and II ozone depleting substances in the Clean Air Act Amendments of 1990 by the Environmental Protection Agency (EPA) in the USA
3. Council Decision 88/540/EEC and 91/690/EEC Annex A, B and C (transitional substances) respectively.

Vishay Semiconductor GmbH can certify that our semiconductors are not manufactured with ozone depleting substances and do not contain such substances.

We reserve the right to make changes to improve technical design and may do so without further notice.

Parameters can vary in different applications. All operating parameters must be validated for each customer application by the customer. Should the buyer use Vishay-Telefunken products for any unintended or unauthorized application, the buyer shall indemnify Vishay-Telefunken against all claims, costs, damages, and expenses, arising out of, directly or indirectly, any claim of personal damage, injury or death associated with such unintended or unauthorized use.

Vishay Semiconductor GmbH, P.O.B. 3535, D-74025 Heilbronn, Germany
Telephone: 49 (0)7131 67 2831, Fax number: 49 (0)7131 67 2423

2003 THRU 2024

Data Sheet
29304F

HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

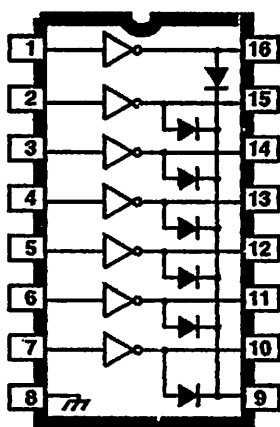
Ideally suited for interfacing between low-level logic circuitry and multiple peripheral power loads, the Series ULN20xxA/L high-voltage, high-current Darlington arrays feature continuous load current ratings to 500 mA for each of the seven drivers. At an appropriate duty cycle depending on ambient temperature and number of drivers turned ON simultaneously, typical power loads totaling over 230 W (350 mA x 7, 95 V) can be controlled. Typical loads include relays, solenoids, stepping motors, magnetic print hammers, multiplexed LED and incandescent displays, and heaters. All devices feature open-collector outputs with integral clamp diodes.

The ULN2003A/L and ULN2023A/L have series input resistors selected for operation directly with 5 V TTL or CMOS. These devices will handle numerous interface needs — particularly those beyond the capabilities of standard logic buffers.

The ULN2004A/L and ULN2024A/L have series input resistors for operation directly from 6 to 15 V CMOS or PMOS logic outputs.

The ULN2003A/L and ULN2004A/L are the standard Darlington arrays. The outputs are capable of sinking 500 mA and will withstand at least 50 V in the OFF state. Outputs may be paralleled for higher load current capability. The ULN2023A/L and ULN2024A/L will withstand 95 V in the OFF state.

These Darlington arrays are furnished in 16-pin dual in-line plastic packages (suffix "A") and 16-lead surface-mountable SOICs (suffix "L"). All devices are pinned with outputs opposite inputs to facilitate ease of circuit board layout. All devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C. Most (see matrix, next page) are also available for operation to -40°C; to order, change the prefix from "ULN" to "ULQ".



Dwg. No. A-9594

that the ULN20xxA series (dual in-line package) and ULN20xxL series (small-outline package) are electrically identical and share common terminal number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{CE}	
ULN200xA and ULN200xL)	50 V
ULN202xA and ULN202xL)	95 V
Input Voltage, V_{IN}	30 V
Continuous Output Current,	
per Darlington pair)	500 mA
Continuous Input Current, I_{IN}	25 mA
Power Dissipation, P_D	
(one Darlington pair)	1.0 W
(total package)	See Graph
Operating Temperature Range,	
T_A	-20°C to +85°C
Storage Temperature Range,	
T_S	-55°C to +150°C

FEATURES

- TTL, DTL, PMOS, or CMOS-Compatible Inputs
- Output Current to 500 mA
- Output Voltage to 95 V
- Transient-Protected Outputs
- Dual In-Line Plastic Package or Small-Outline IC Package

x = digit to identify specific device. Characteristic shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix on next page.



ures

Compatible with MCS[®]-51 Products
4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
2.7V to 5.5V Operating Range
Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
Two-level Program Memory Lock
8-bit Internal RAM
8 Programmable I/O Lines
Two 16-bit Timer/Counters
Five Interrupt Sources
Full Duplex UART Serial Channel
Power Idle and Power-down Modes
Rapid Recovery from Power-down Mode
Watchdog Timer
Data Pointer
Power-off Flag
Low Programming Time
In-System ISP Programming (Byte and Page Mode)

Description

The AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of In-System Programmable Flash memory. The device is manufactured using a high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard 80C51 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 In-System Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of internal RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and support circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM content but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external reset or hardware reset.



8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash

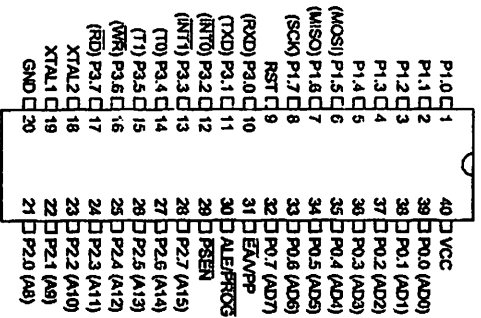
AT89S51



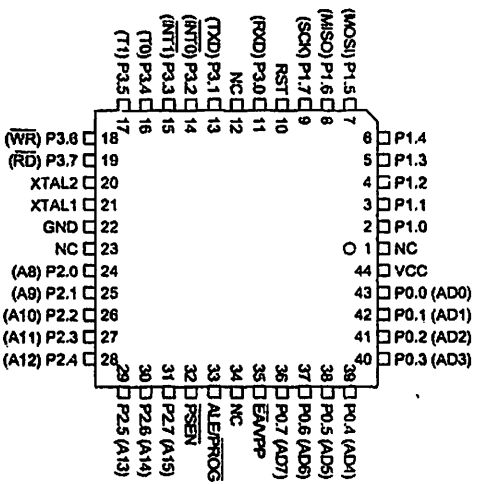


Configurations

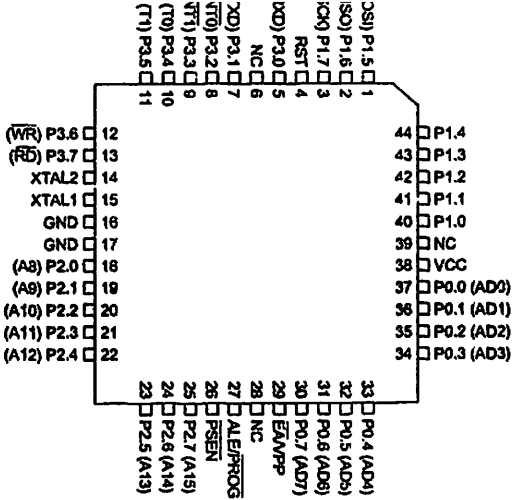
PDIP



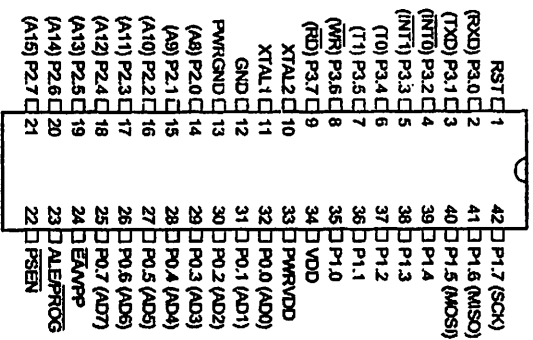
PLCC



TQFP

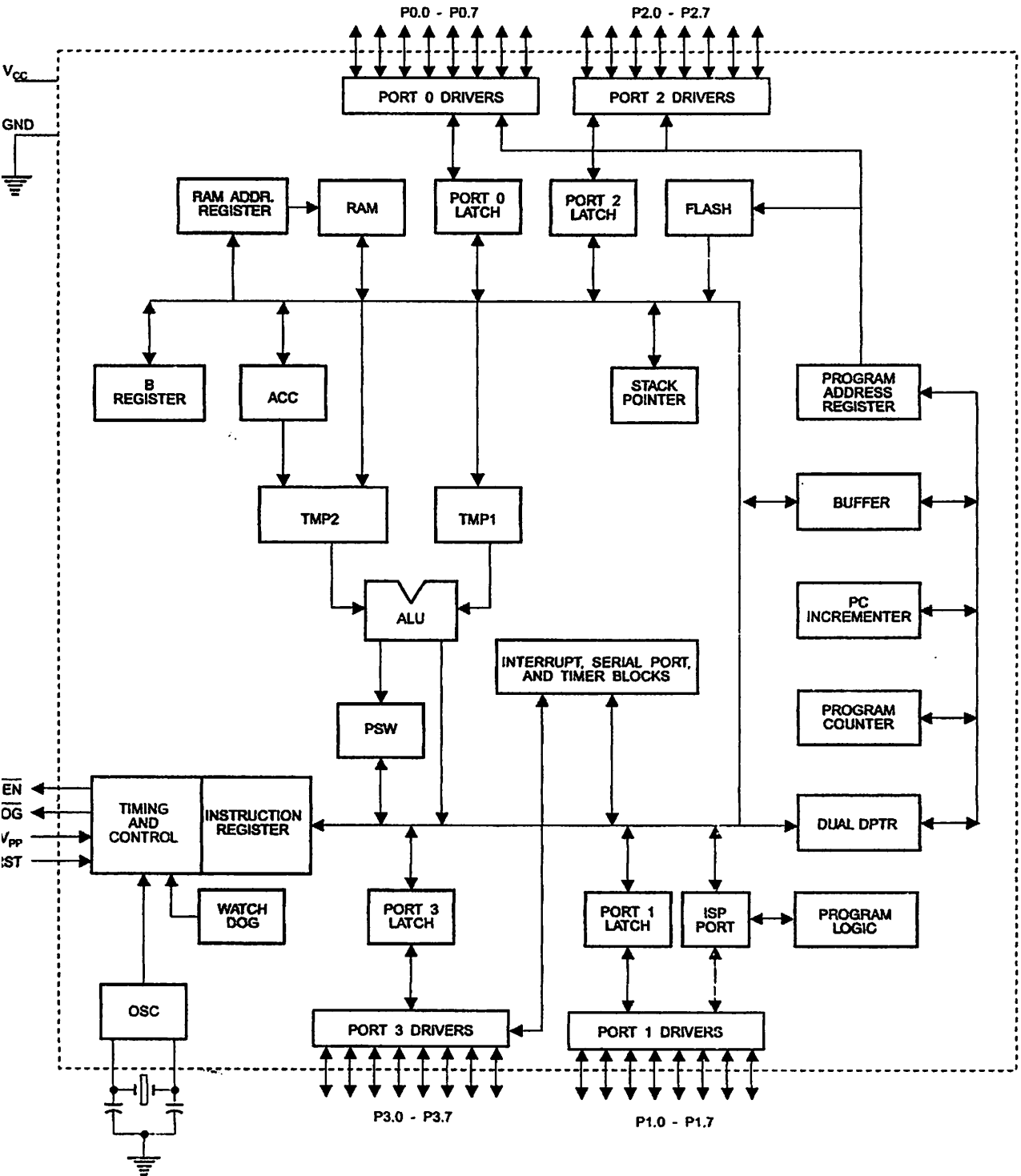


PDIP



AT89S51

Block Diagram





Description

Supply voltage (all packages except 42-PDIP).

Ground (all packages except 42-PDIP; for 42-PDIP GND connects only the logic core and the embedded program memory).

Supply voltage for the 42-PDIP which connects only the logic core and the embedded program memory.

VDD

Supply voltage for the 42-PDIP which connects only the I/O Pad Drivers. The application board **MUST** connect both VDD and PWRVDD to the board supply voltage.

GND

Ground for the 42-PDIP which connects only the I/O Pad Drivers. PWRGND and GND are weakly connected through the common silicon substrate, but not through any metal link. The application board **MUST** connect both GND and PWRGND to the board ground.

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 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. **External pull-ups are required during program verification.**

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups 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 pull-ups.

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

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)

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups 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 pull-ups.

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, Port 2 uses strong internal pull-ups 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 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. 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 pull-ups 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 pull-ups.

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

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S51, as shown in the following table.

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

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

\overline{PROG}

Address Latch Enable (ALE) is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (\overline{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 pulse is skipped during each access to external data memory.

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

Program Store Enable (\overline{PSEN}) is the read strobe to external program memory.

When the AT89S51 is executing code from external program memory, \overline{PSEN} is activated twice each machine cycle, except that two \overline{PSEN} activations are skipped during each access to external data memory.

\overline{EA}

External Access Enable. \overline{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. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, \overline{EA} will be internally latched on reset.

\overline{EA} should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming.

1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

2

Output from the inverting oscillator amplifier





ial
tion
sters

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

AT89S51 SFR Map and Reset Values

								0FFH
B 00000000								0F7H
								0EFH
ACC 00000000								0E7H
								0DFH
PSW 00000000								0D7H
								0CFH
								0C7H
IP XX000000								0BFH
P3 11111111								0B7H
IE 0X000000								0AFH
P2 11111111		AUXR1 XXXXXXXX0				WDTRST XXXXXXXXX		0A7H
SCON 00000000	SBUF XXXXXXXXX							9FH
P1 11111111								97H
TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XX00XX0		8FH
P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XXX0000	87H

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Interrupt Registers: The individual interrupt enable bits are in the IE register. Two priorities can be set for each of the five interrupt sources in the IP register.

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

AUXR		Address = 8EH					Reset Value = XXX00XX0B	
Not Bit Addressable								
	-	-	-	WDIDLE	DISRTO	-	-	DISALE
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
-	Reserved for future expansion							
DISALE	Disable/Enable ALE							
	DISALE							
	Operating Mode							
	0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency						
	1	ALE is active only during a MOVX or MOV C instruction						
DISRTO	Disable/Enable Reset-out							
	DISRTO							
	0	Reset pin is driven High after WDT times out						
	1	Reset pin is input only						
WDIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode							
	WDIDLE							
	0	WDT continues to count in IDLE mode						
	1	WDT halts counting in IDLE mode						

Dual Data Pointer Registers: To facilitate accessing both internal and external data memory, two banks of 16-bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR AUXR1 selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should **ALWAYS** initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.



Power Off Flag: The Power Off Flag (POF) is located at bit 4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to "1" during power up. It can be set and rest under software control and is not affected by reset.

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1		Address = A2H						Reset Value = XXXXXXX0B	
Not Bit Addressable									
		-	-	-	-	-	-	DPS	
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0
-		Reserved for future expansion							
DP:		Data Pointer Register Select							
		DPS							
		0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H						
		1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H						

Memory Organization

MCS-51 devices have a separate address space for Program and Data Memory. Up to 64K bytes each of external Program and Data Memory can be addressed.

Program Memory

If the \overline{EA} pin is connected to GND, all program fetches are directed to external memory.

On the AT89S51, if \overline{EA} is connected to V_{CC} , program fetches to addresses 0000H through FFFH are directed to internal memory and fetches to addresses 1000H through FFFFH are directed to external memory.

Data Memory

The AT89S51 implements 128 bytes of on-chip RAM. The 128 bytes are accessible via direct and indirect addressing modes. Stack operations are examples of indirect addressing, so the 128 bytes of data RAM are available as stack space.

Watchdog Timer (WDT) (Time-out)

The WDT is intended as a recovery method in situations where the CPU may be subjected to software upsets. The WDT consists of a 14-bit counter and the Watchdog Timer Reset (WDTRST) SFR. The WDT is defaulted to disable from exiting reset. To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. The WDT timeout period is dependent on the external clock frequency. There is no way to disable the WDT except through reset (either hardware reset or WDT overflow reset). When WDT overflows, it will drive an output RESET HIGH pulse at the RST pin.

Service the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 14-bit counter overflows when it reaches 16383 (3FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least every 16383 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is $98 \times TOSC$, where $TOSC = 1/FOSC$. To make the best use of the WDT, it should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

AT89S51

During
Power-down
Idle

In Power-down mode the oscillator stops, which means the WDT also stops. While in Power-down mode, the user does not need to service the WDT. There are two methods of exiting Power-down mode: by a hardware reset or via a level-activated external interrupt, which is enabled prior to entering Power-down mode. When Power-down is exited with hardware reset, servicing the WDT should occur as it normally does whenever the AT89S51 is reset. Exiting Power-down with an interrupt is significantly different. The interrupt is held low long enough for the oscillator to stabilize. When the interrupt is brought high, the interrupt is serviced. To prevent the WDT from resetting the device while the interrupt pin is held low, the WDT is not started until the interrupt is pulled high. It is suggested that the WDT be reset during the interrupt service for the interrupt used to exit Power-down mode.

To ensure that the WDT does not overflow within a few states of exiting Power-down, it is best to reset the WDT just before entering Power-down mode.

Before going into the IDLE mode, the WDIDLE bit in SFR AUXR is used to determine whether the WDT continues to count if enabled. The WDT keeps counting during IDLE (WDIDLE bit = 0) as the default state. To prevent the WDT from resetting the AT89S51 while in IDLE mode, the user should always set up a timer that will periodically exit IDLE, service the WDT, and reenter IDLE mode.

With WDIDLE bit enabled, the WDT will stop to count in IDLE mode and resumes the count upon exit from IDLE.

T

The UART in the AT89S51 operates the same way as the UART in the AT89C51. For further information on the UART operation, refer to the Atmel Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select "Products", then "Microcontrollers", then "8051-Architecture", then "Documentation", and "Other Documents". Open the Adobe® Acrobat® file "AT89 Series Hardware Description".

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S51 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51. For further information on the timers' operation, refer to the Atmel Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select "Products", then "Microcontrollers", then "8051-Architecture", then "Documentation", and "Other Documents". Open the Adobe Acrobat file "AT89 Series Hardware Description".

Interrupts

The AT89S51 has a total of five interrupt vectors: two external interrupts ($\overline{INT0}$ and $\overline{INT1}$), two timer interrupts (Timers 0 and 1), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 1.

Each of these interrupt sources can be individually enabled or disabled by setting or clearing a bit in Special Function Register IE. IE also contains a global disable bit, EA, which disables all interrupts at once.

Note that Table 4 shows that bit positions IE.6 and IE.5 are unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

The Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at S5P2 of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle.



Table 4. Interrupt Enable (IE) Register

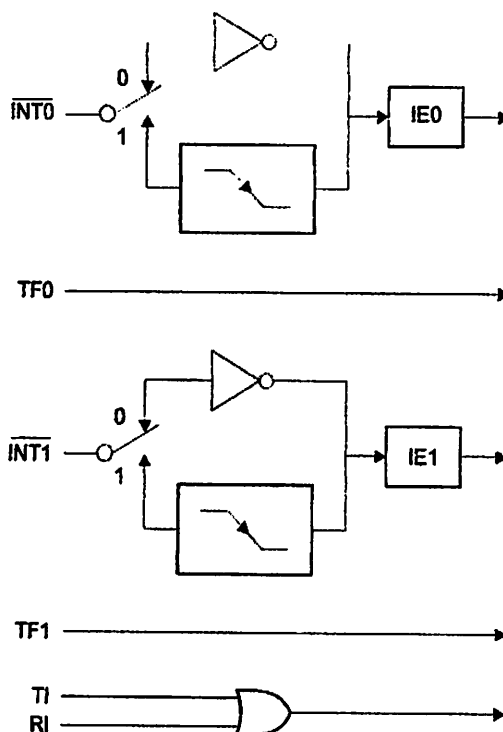
(MSB)				(LSB)			
EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

Enable Bit = 1 enables the interrupt.
 Enable Bit = 0 disables the interrupt.

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
-	IE.6	Reserved
-	IE.5	Reserved
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit

User software should never write 1s to reserved bits, because they may be used in future AT89 products.

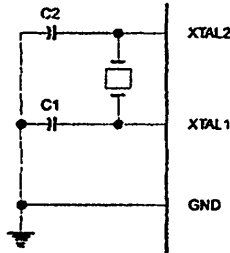
Figure 1. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

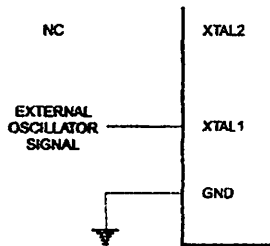
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 3. 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.

Figure 2. Oscillator Connections



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

Figure 3. External Clock Drive Configuration



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 function registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

Note that when idle mode 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 mode is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes idle mode should not write to a port pin or to external memory.

Power-down Mode

In the 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 retain their values until the Power-down mode is terminated. Exit from Power-down mode can be initiated either by a hardware reset or by activation of an enabled external interrupt (INT0 or INT1). 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.





Table 5. Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	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

ram
ory Lock

The AT89S51 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

Table 6. Lock Bit Protection Modes

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

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the 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. The latched value of EA must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

ramming
Flash –
Parallel Mode

The AT89S51 is shipped with the on-chip Flash memory array ready to be programmed. The programming interface needs a high-voltage (12-volt) program enable signal and is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89S51 code memory array is programmed byte-by-byte.

Programming Algorithm: Before programming the AT89S51, the address, data, and control signals should be set up according to the Flash Programming Modes table (Table 7) and Figures 4 and 5. To program the AT89S51, take the following steps:

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise EAV_{pp} to 12V.
5. Pulse ALE/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 50 μs. 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 AT89S51 features Data Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is 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/BSY output signal. P3.0 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.0 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 status of the individual lock bits can be verified directly by reading them back.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 100H, and 200H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

- (000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
- (100H) = 51H indicates AT89S51
- (200H) = 06H

Chip Erase: In the parallel programming mode, a chip erase operation is initiated by using the proper combination of control signals and by pulsing ALE/P $\overline{R}O\overline{G}$ low for a duration of 200 ns - 500 ns.

In the serial programming mode, a chip erase operation is initiated by issuing the Chip Erase instruction. In this mode, chip erase is self-timed and takes about 500 ms.

During chip erase, a serial read from any address location will return 00H at the data output.

Programming Flash – Parallel Mode

The Code memory array can be programmed using the serial ISP interface while RST is pulled to V_{CC}. The serial interface consists of pins SCK, MOSI (input) and MISO (output). After RST is set high, the Programming Enable instruction needs to be executed first before other operations can be executed. Before a reprogramming sequence can occur, a Chip Erase operation is required.

The Chip Erase operation turns the content of every memory location in the Code array into FFH.

Either an external system clock can be supplied at pin XTAL1 or a crystal needs to be connected across pins XTAL1 and XTAL2. The maximum serial clock (SCK) frequency should be less than 1/16 of the crystal frequency. With a 33 MHz oscillator clock, the maximum SCK frequency is 2 MHz.

Programming Algorithm

To program and verify the AT89S51 in the serial programming mode, the following sequence is recommended:

1. **Power-up sequence:**
Apply power between VCC and GND pins.
Set RST pin to "H".
If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 33 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.
2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 16.
3. The Code array is programmed one byte at a time in either the Byte or Page mode. The write cycle is self-timed and typically takes less than 0.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction that returns the content at the selected address at serial output MISO/P1.6.
5. At the end of a programming session, RST can be set low to commence normal device operation.



Power-off sequence (if needed):

Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).

Set RST to "L".

Turn V_{CC} power off.

Data Polling: The Data Polling feature is also available in the serial mode. In this mode, during a write cycle an attempted read of the last byte written will result in the complement of the MSB of the serial output byte on MISO.

The Instruction Set for Serial Programming follows a 4-byte protocol and is shown in Table 8.

Programming Instruction Set

Programming Interface – Parallel Mode

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

Most major worldwide programming vendors offer worldwide support for the Atmel AT89 microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

7. Flash Programming Modes

	V_{CC}	RST	\overline{PSEN}	ALE/ PROG	\overline{EA}/V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.3-0	P1.7-0
												Address	
Code Data	5V	H	L		12V	L	H	H	H	H	D_{IN}	A11-8	A7-0
Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D_{OUT}	A11-8	A7-0
Lock Bit 1	5V	H	L		12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Lock Bit 2	5V	H	L		12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Lock Bit 3	5V	H	L		12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Lock Bits	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Erase	5V	H	L		12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

1. Each \overline{PROG} pulse is 200 ns - 500 ns for Chip Erase.
2. Each \overline{PROG} pulse is 200 ns - 500 ns for Write Code Data.
3. Each \overline{PROG} pulse is 200 ns - 500 ns for Write Lock Bits.
4. $\overline{RDY/BSY}$ signal is output on P3.0 during programming.
5. X = don't care.

AT89S51

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

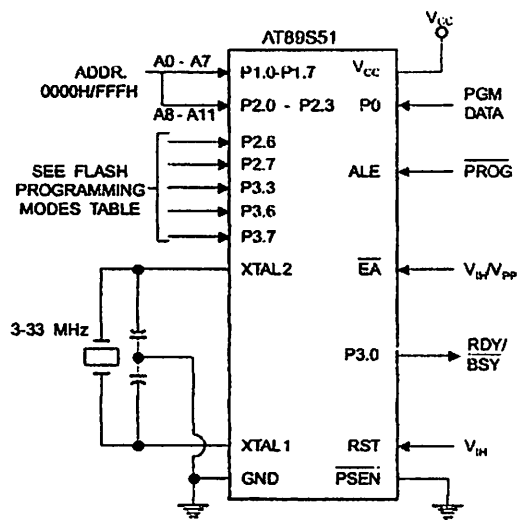
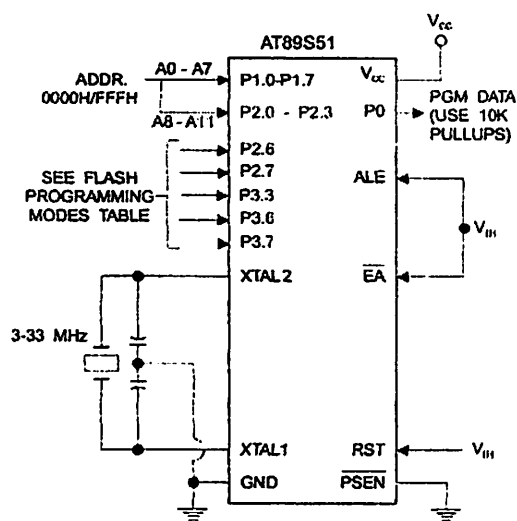


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



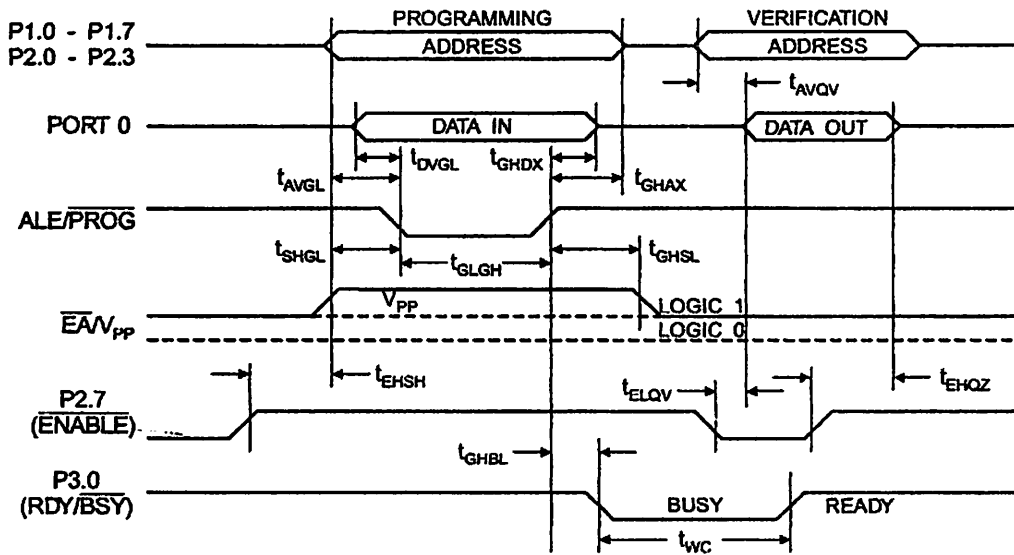


5. Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

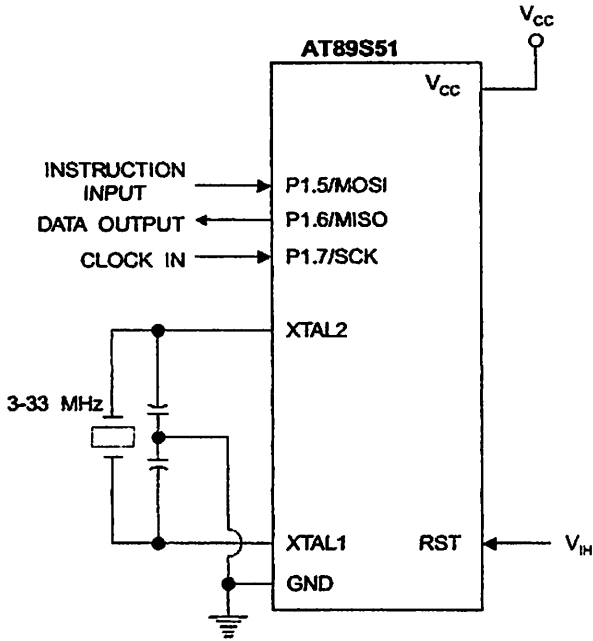
0°C to 30°C, $V_{CC} = 4.5$ to $5.5V$

Parameter	Min	Max	Units
Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
Programming Supply Current		10	mA
V_{CC} Supply Current		30	mA
Oscillator Frequency	3	33	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
V_{PP} Hold After \overline{PROG}	10		μs
\overline{PROG} Width	0.2	1	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 \overline{BUSY} Low		1.0	μs
Byte Write Cycle Time		50	μs

6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

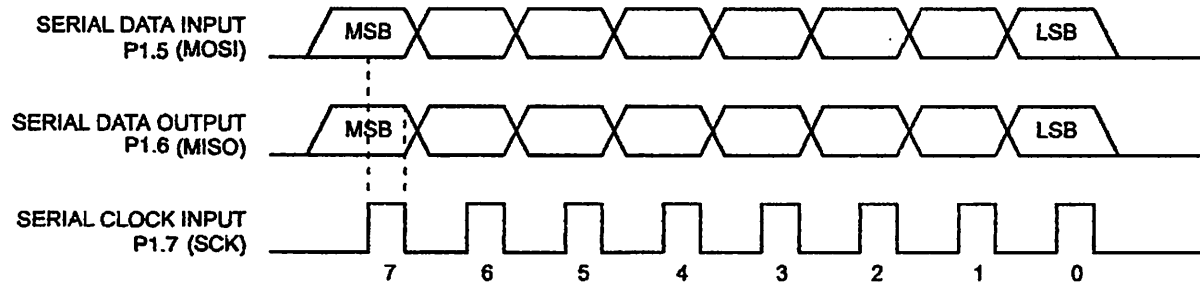


7. Flash Memory Serial Downloading



8. Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

8.1. Serial Programming Waveforms





3. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format				Operation
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output on MISO)	Enable Serial Programming while RST is high
Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Program Memory Mode)	0010 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Read data from Program memory in the byte mode
Program Memory Mode)	0100 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Write data to Program memory in the byte mode
Lock Bits ⁽¹⁾	1010 1100	1110 0011 B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (1).
Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxx B3 B2 B1 xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Signature Bytes	0010 1000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 xxx xxx0	Signature Byte	Read Signature Byte
Program Memory Mode)	0011 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Program Memory Mode)	0101 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

1. B1 = 0, B2 = 0 → Mode 1, no lock protection
 B1 = 0, B2 = 1 → Mode 2, lock bit 1 activated
 B1 = 1, B2 = 0 → Mode 3, lock bit 2 activated
 B1 = 1, B2 = 1 → Mode 4, lock bit 3 activated

Each of the lock bit modes need to be activated sequentially before Mode 4 can be executed.

After Reset signal is high, SCK should be low for at least 64 system clocks before it goes high to clock in the enable data bytes. No pulsing of Reset signal is necessary. SCK should be no faster than 1/16 of the system clock at XTAL1.

For Page Read/Write, the data always starts from byte 0 to 255. After the command byte and upper address byte are latched, each byte thereafter is treated as data until all 256 bytes are shifted in/out. Then the next instruction will be ready to be decoded.

Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

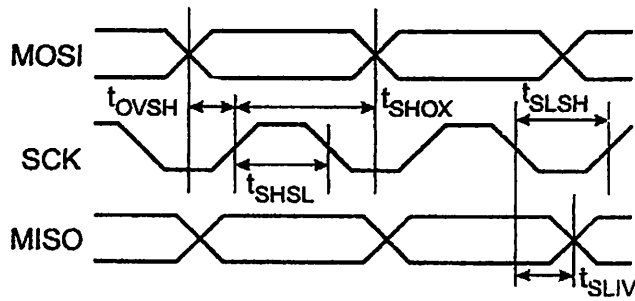


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
f _{CL}	Oscillator Frequency	3		33	MHz
T _{CL}	Oscillator Period	30			ns
t _H	SCK Pulse Width High	8 t _{CLCL}			ns
t _L	SCK Pulse Width Low	8 t _{CLCL}			ns
t _{SH}	MOSI Setup to SCK High	t _{CLCL}			ns
t _{HX}	MOSI Hold after SCK High	2 t _{CLCL}			ns
t _r	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
t _{SE}	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
t _W	Serial Byte Write Cycle Time			64 t _{CLCL} + 400	μs



Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with respect to Ground.....	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage.....	6.6V
Maximum 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

Values shown in this table are valid for $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C and $V_{CC} = 4.0\text{V}$ to 5.5V , 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)	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	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)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	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)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
	Reset Pulldown Resistor		50	300	K Ω
	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50	μA

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

Characteristics

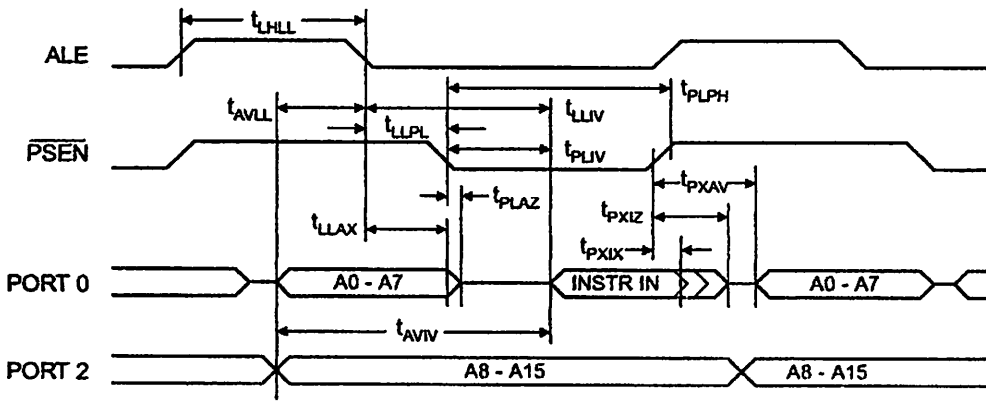
Operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; load capacitance for all other ports = 80 pF.

Normal Program and Data Memory Characteristics

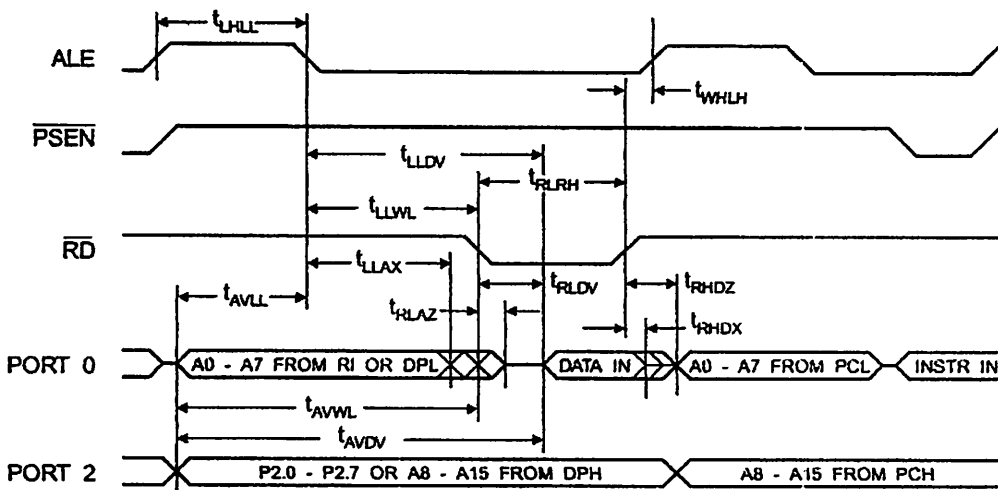
No.	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
	Oscillator Frequency			0	33	MHz
	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
	Address Hold After ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-45$		ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-60$	ns
	Input Instruction Hold After $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
	Input Instruction Float After $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-25$	ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-80$	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		$t_{\text{CLCL}}-30$		ns
	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-130$		ns
	Data Hold After $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-25$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns



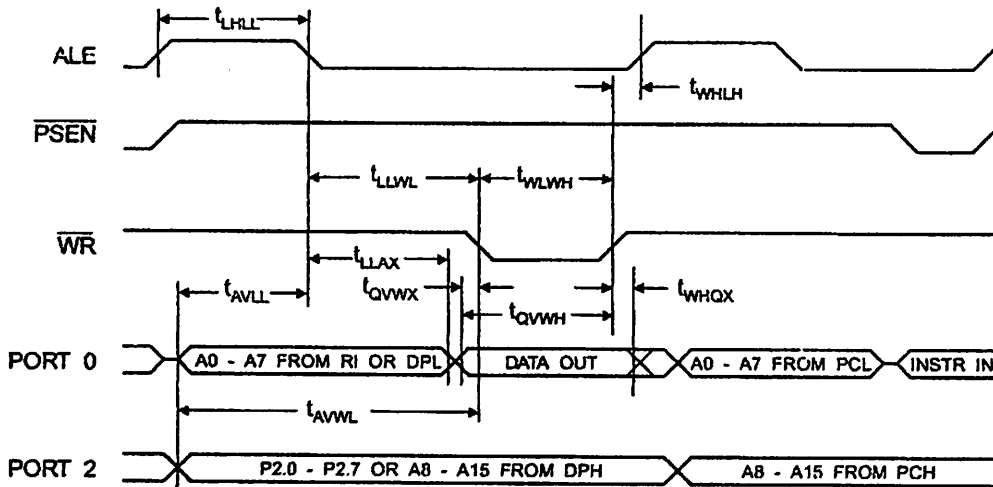
Normal Program Memory Read Cycle



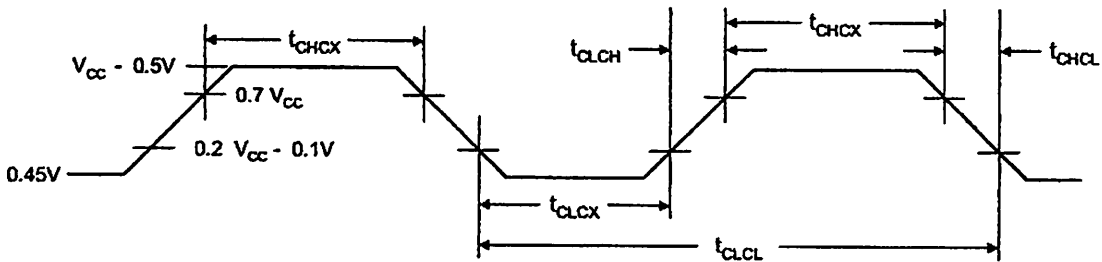
Normal Data Memory Read Cycle



Internal Data Memory Write Cycle



Internal Clock Drive Waveforms



Internal Clock Drive

Parameter	Min	Max	Units
Oscillator Frequency	0	33	MHz
Clock Period	30		ns
High Time	12		ns
Low Time	12		ns
Rise Time		5	ns
Fall Time		5	ns

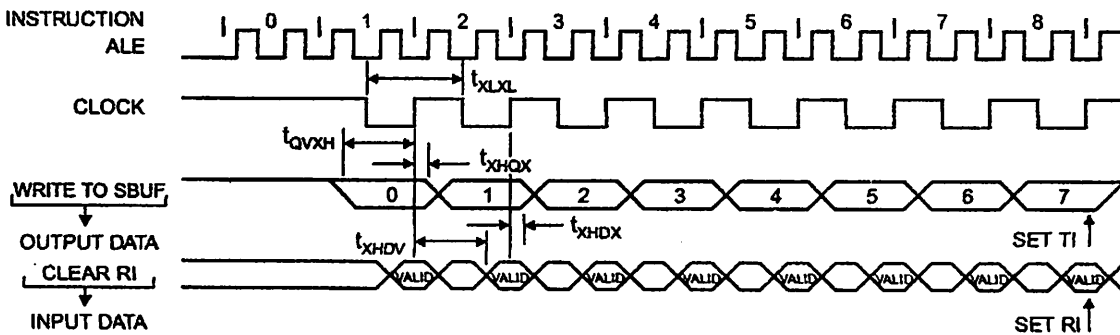


Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

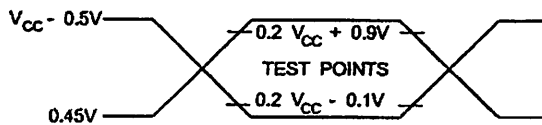
Values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $5.5V$ and Load Capacitance = 80 pF .

Signal	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		$2t_{CLCL}-80$		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

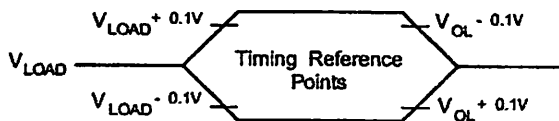


Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



- 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.

Output Waveforms⁽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 a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

Ordering Information

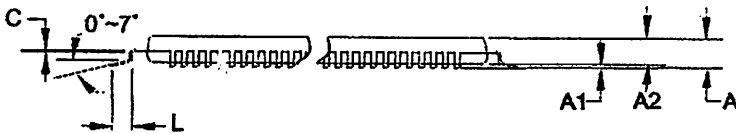
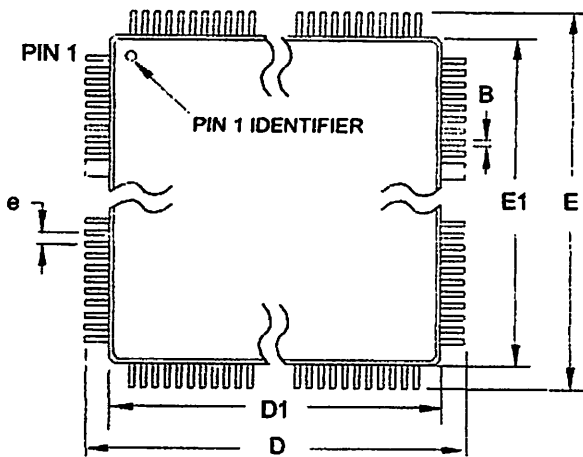
Lead (Hz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range	
4	4.0V to 5.5V	AT89S51-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)	
		AT89S51-24JC	44J		
		AT89S51-24PC	40P6		
		AT89S51-24SC	42PS6		
	3	4.5V to 5.5V	AT89S51-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
			AT89S51-24JI	44J	
			AT89S51-24PI	40P6	
			AT89S51-24SI	42PS6	
3	4.5V to 5.5V	AT89S51-33AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)	
		AT89S51-33JC	44J		
		AT89S51-33PC	40P6		
		AT89S51-33SC	42PS6		

Package Type	
	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
6	42-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)



Packaging Information

- TQFP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	1.20	
A1	0.05	-	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	11.75	12.00	12.25	
D1	9.90	10.00	10.10	Note 2
E	11.75	12.00	12.25	
E1	9.90	10.00	10.10	Note 2
B	0.30	-	0.45	
C	0.09	-	0.20	
L	0.45	-	0.75	
e	0.80 TYP			

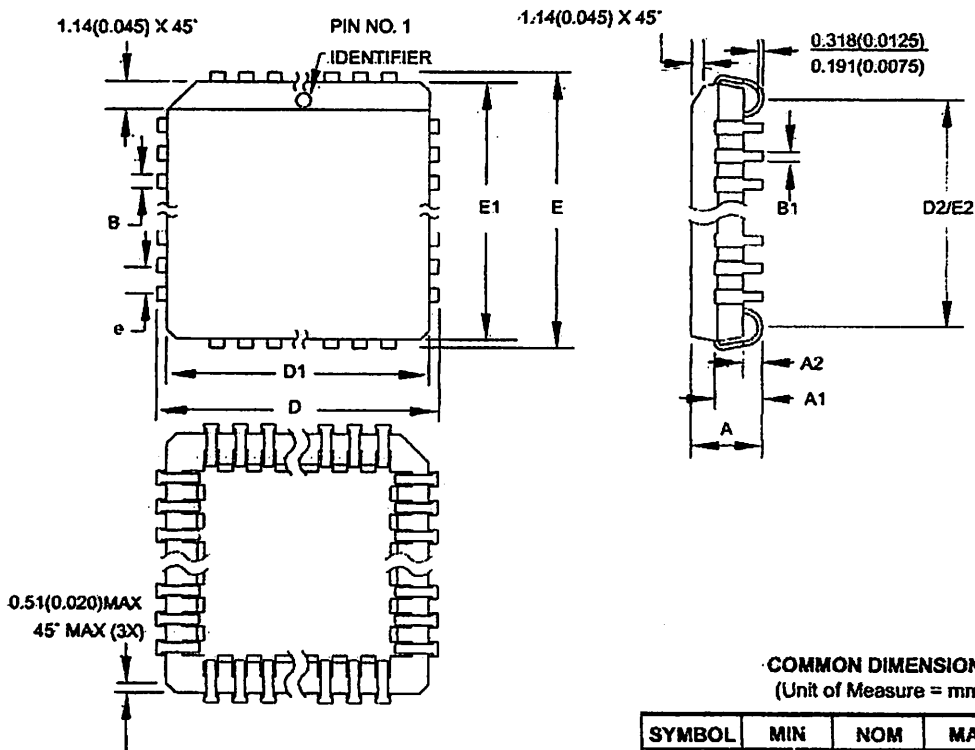
- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ACB.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
 3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

10/5/2001

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE	DRAWING NO.	REV.
	44A, 44-lead, 10 x 10 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness, 0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP)	44A	B

AT89S51

- PLCC



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	4.191	-	4.572	
A1	2.286	-	3.048	
A2	0.508	-	-	
D	17.399	-	17.653	
D1	16.510	-	16.662	Note 2
E	17.399	-	17.653	
E1	16.510	-	16.662	Note 2
D2/E2	14.986	-	16.002	
B	0.660	-	0.813	
B1	0.330	-	0.533	
e	1.270 TYP			

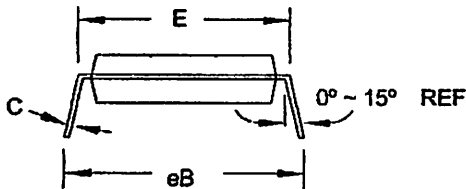
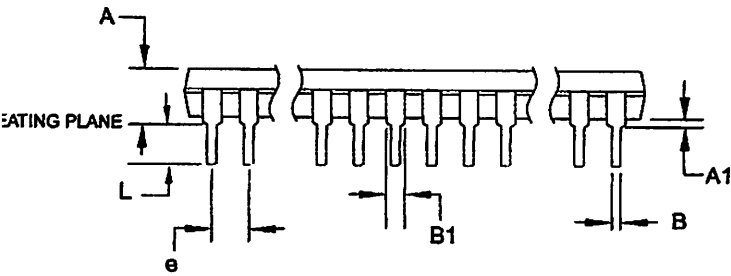
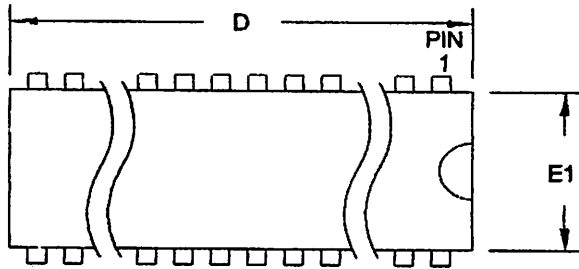
- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-018, Variation AC.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is .010" (0.254 mm) per side. Dimension D1 and E1 include mold mismatch and are measured at the extreme material condition at the upper or lower parting line.
 3. Lead coplanarity is 0.004" (0.102 mm) maximum.

10/04/01

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE	DRAWING NO.	REV.
	44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)	44J	B



3 - PDIP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	4.826	
A1	0.381	-	-	
D	52.070	-	52.578	Note 2
E	15.240	-	15.875	
E1	13.462	-	13.970	Note 2
B	0.356	-	0.559	
B1	1.041	-	1.651	
L	3.048	-	3.556	
C	0.203	-	0.381	
eB	15.494	-	17.526	
e	2.540 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AC.
 2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

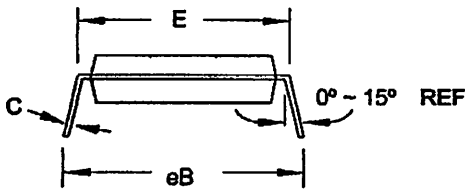
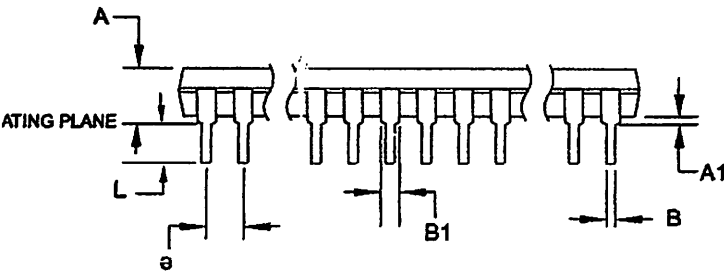
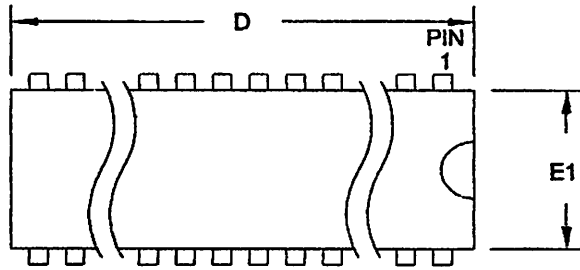
09/28/01

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE	DRAWING NO.	REV.
	40P6, 40-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual Inline Package (PDIP)	40P6	B

AT89S51

2487B-MICRO-12/03

6 - PDIP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	4.83	
A1	0.51	-	-	
D	35.70	-	36.96	Note 2
E	15.24	-	15.88	
E1	13.46	-	13.97	Note 2
B	0.38	-	0.56	
B1	0.76	-	1.27	
L	3.05	-	3.43	
C	0.20	-	0.30	
eB	-	-	18.55	
e	1.78 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AC.
 2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

11/6/03

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 42PS6, 42-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual Inline Package (PDIP)	DRAWING NO.	REV.
		42PS6	A



Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 487-2600

Regional Headquarters

Atmel Sarl
Route des Arsenaux 41
Case Postale 80
CH-1705 Fribourg
Switzerland
Tel: (41) 26-426-5555
Fax: (41) 26-426-5500

Atmel Hong Kong
Atmel House, 12/F
300 Nathan Road
Kowloon
Tel: (852) 2721-9778
Fax: (852) 2722-1369

Atmel (Japan) Inc.
Atmel Bldg. 2F
1-10-1 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
Tel: (81) 3-3523-3551
Fax: (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Memory

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

Microcontrollers

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

La Chantrerie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3, France
Tel: (33) 2-40-18-18-18
Fax: (33) 2-40-18-19-60

ASIC/ASSP/Smart Cards

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex, France
Tel: (33) 4-42-53-60-00
Fax: (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park
Maxwell Building
East Kilbride G75 0QR, Scotland
Tel: (44) 1355-803-000
Fax: (44) 1355-242-743

RF/Automotive

Theresienstrasse 2
Postfach 3535
74025 Heilbronn, Germany
Tel: (49) 71-31-67-0
Fax: (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Biometrics/Imaging/Hi-Rel MPU/ High Speed Converters/RF Datacom

Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex, France
Tel: (33) 4-76-58-30-00
Fax: (33) 4-76-58-34-90

Literature Requests

www.atmel.com/literature

Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard terms and conditions of sale. The Company assumes no responsibility for any errors or omissions which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use in life support devices or systems.

© Atmel Corporation 2003. All rights reserved. Atmel® and combinations thereof are the registered trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. MCS® is a registered trademark of Intel Corporation. Adobe® and Acrobat® are the registered trademarks of Adobe Systems Inc. All other trademarks and product names may be the trademarks of others.



Printed on recycled paper.

2487B-MICRO-12/03

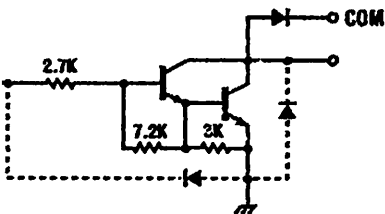
3 THRU 2024
5V-15V VOLTAGE,
500mA-1A CURRENT
COMMON ANODE
DRIVER ARRAYS

DEVICE PART NUMBER DESIGNATION

$V_{CE(MAX)}$	50 V	95 V
$I_C(MAX)$	500 mA	500 mA
Logic	Part Number	
5V TTL, CMOS	ULN2003A* ULN2003L*	ULN2023A* ULN2023L
6-15 V CMOS, PMOS	ULN2004A* ULN2004L*	ULN2024A ULN2024L

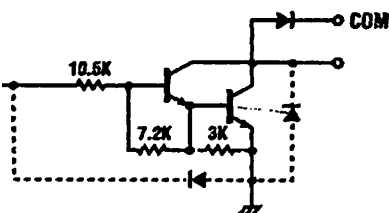
PARTIAL SCHEMATICS

20x3A/L (Each Driver)



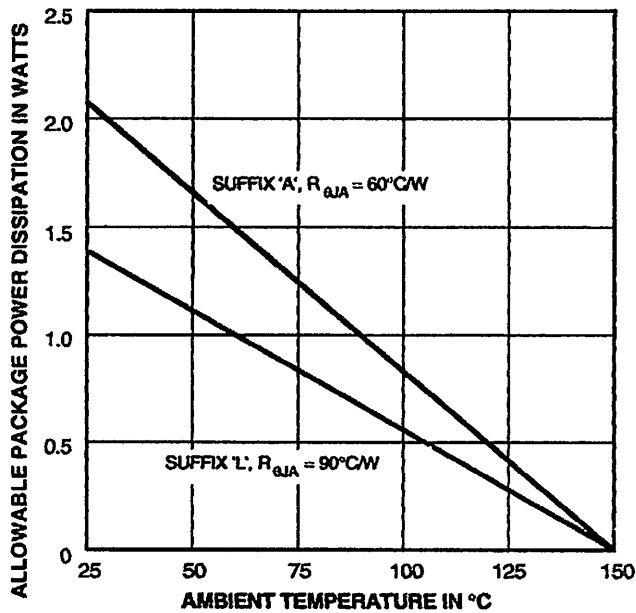
Dwg. No. A-8651

120x4A/L (Each Driver)



Dwg. No. A-6898A

* Also available for operation between -40°C and +85°C. To order, change prefix from "ULN" to "ULQ".



Dwg. GP-006A

X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix above.



115 Northeast Cutoff, Box 15036
 Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000
 Copyright © 1974, 1998 Allegro MicroSystems, Inc.

**2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE,
HIGH-CURRENT
DARLINGTON ARRAYS**

Types: ULN2003A, ULN2003L, ULN2004A, and ULN2004L
ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	$V_{CE} = 50\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	—	< 1	50	μA
				$V_{CE} = 50\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}$	—	< 1	100	μA
		1B	ULN2004A/L	$V_{CE} = 50\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}, V_{IN} = 1.0\text{ V}$	—	< 5	500	μA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	$I_C = 100\text{ mA}, I_B = 250\text{ }\mu\text{A}$	—	0.9	1.1	V
				$I_C = 200\text{ mA}, I_B = 350\text{ }\mu\text{A}$	—	1.1	1.3	V
				$I_C = 350\text{ mA}, I_B = 500\text{ }\mu\text{A}$	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2003A/L	$V_{IN} = 3.85\text{ V}$	—	0.93	1.35	mA
			ULN2004A/L	$V_{IN} = 5.0\text{ V}$	—	0.35	0.5	mA
				$V_{IN} = 12\text{ V}$	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	$I_C = 500\text{ }\mu\text{A}, T_A = 70^\circ\text{C}$	50	65	—	μA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2003A/L	$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 200\text{ mA}$	—	—	2.4	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 250\text{ mA}$	—	—	2.7	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 300\text{ mA}$	—	—	3.0	V
		ULN2004A/L	$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 125\text{ mA}$	—	—	5.0	V	
			$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 200\text{ mA}$	—	—	6.0	V	
			$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 275\text{ mA}$	—	—	7.0	V	
			$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 350\text{ mA}$	—	—	8.0	V	
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	$0.5 E_{IN}$ to $0.5 E_{OUT}$	—	0.25	1.0	μs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	$0.5 E_{IN}$ to $0.5 E_{OUT}$	—	0.25	1.0	μs
Reverse Diode Leakage Current	I_R	6	All	$V_R = 50\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	—	—	50	μA
				$V_R = 50\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}$	—	—	100	μA
Forward Diode Voltage	V_F	7	All	$I_F = 350\text{ mA}$	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

3 THRU 2024
OH-VOLTAGE,
OH-CURRENT
ORLINGTON ARRAYS

ULN2023A, ULN2023L, ULN2024A, and ULN2024L
TYPICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	$V_{CE} = 95\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	—	< 1	50	μA
				$V_{CE} = 95\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}$	—	< 1	100	μA
		1B	ULN2024A/L	$V_{CE} = 95\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}, V_{IN} = 1.0\text{ V}$	—	< 5	500	μA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	$I_C = 100\text{ mA}, I_B = 250\text{ }\mu\text{A}$	—	0.9	1.1	V
				$I_C = 200\text{ mA}, I_B = 350\text{ }\mu\text{A}$	—	1.1	1.3	V
				$I_C = 350\text{ mA}, I_B = 500\text{ }\mu\text{A}$	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2023A/L	$V_{IN} = 3.85\text{ V}$	—	0.93	1.35	mA
			ULN2024A/L	$V_{IN} = 5.0\text{ V}$	—	0.35	0.5	mA
				$V_{IN} = 12\text{ V}$	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	$I_C = 500\text{ }\mu\text{A}, T_A = 70^\circ\text{C}$	50	65	—	μA
Output Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2023A/L	$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 200\text{ mA}$	—	—	2.4	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 250\text{ mA}$	—	—	2.7	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 300\text{ mA}$	—	—	3.0	V
			ULN2024A/L	$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 125\text{ mA}$	—	—	5.0	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 200\text{ mA}$	—	—	6.0	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 275\text{ mA}$	—	—	7.0	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 350\text{ mA}$	—	—	8.0	V
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Propagation Delay	t_{PLH}	8	All	$0.5 E_{IN}$ to $0.5 E_{OUT}$	—	0.25	1.0	μs
Fall Delay	t_{PHL}	8	All	$0.5 E_{IN}$ to $0.5 E_{OUT}$	—	0.25	1.0	μs
Diode Reverse Current	I_R	6	All	$V_R = 95\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	—	—	50	μA
				$V_R = 95\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}$	—	—	100	μA
Diode Forward Voltage	V_F	7	All	$I_F = 350\text{ mA}$	—	1.7	2.0	V

The part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

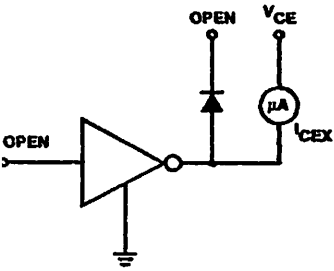


115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

2003 THRU 2024 HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

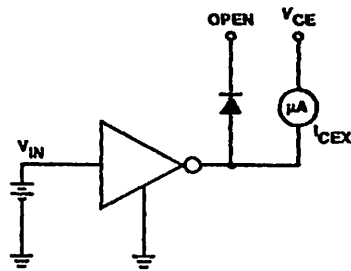
TEST FIGURES

FIGURE 1A



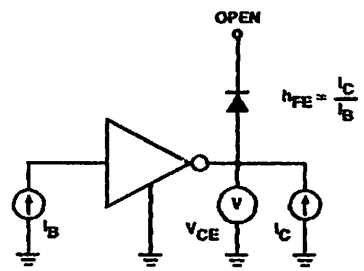
Dwg. No. A-8729A

FIGURE 1B



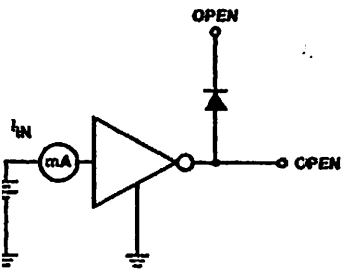
Dwg. No. A-8730A

FIGURE 2



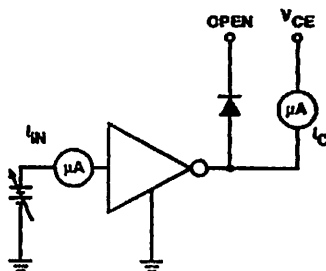
Dwg. No. A-8731A

FIGURE 3



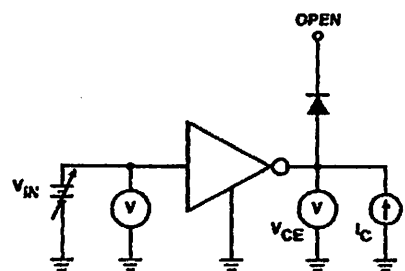
Dwg. No. A-8732A

FIGURE 4



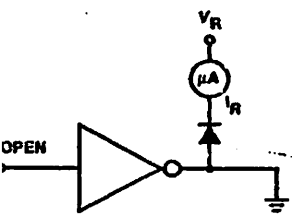
Dwg. No. A-8733A

FIGURE 5



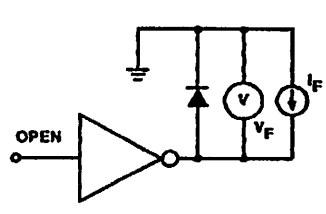
Dwg. No. A-8734A

FIGURE 6



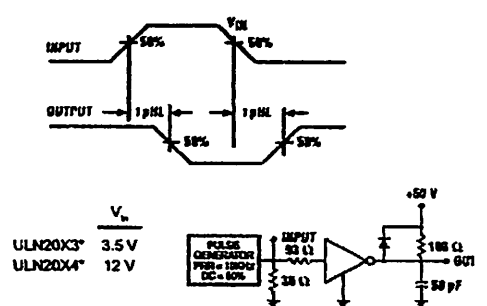
Dwg. No. A-8735A

FIGURE 7



Dwg. No. A-8736A

FIGURE 8

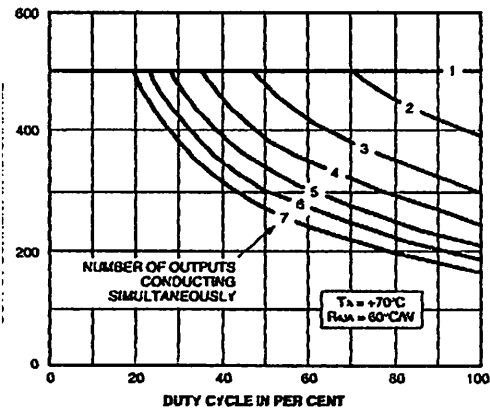


Complete part number includes a final letter to indicate package.

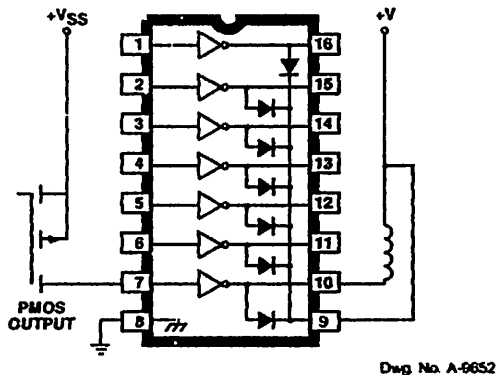
Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown.

3 THRU 2024 GH-VOLTAGE, GH-CURRENT RLINGTON ARRAYS

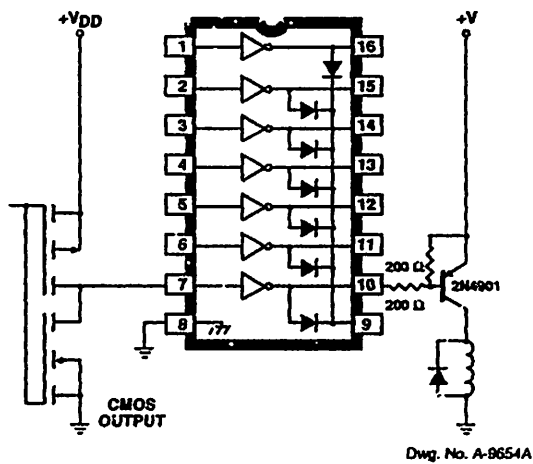
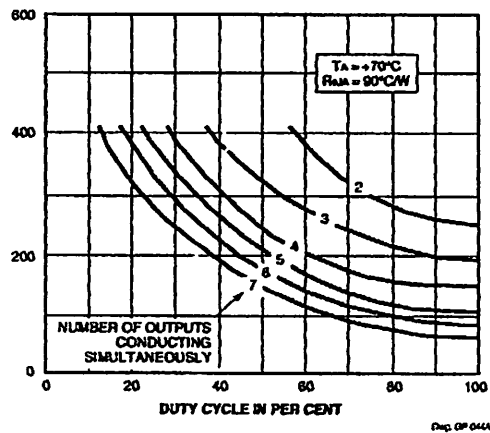
ALLOWABLE COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF DUTY CYCLE (Dual In-line-Packaged Devices, Suffix 'A')



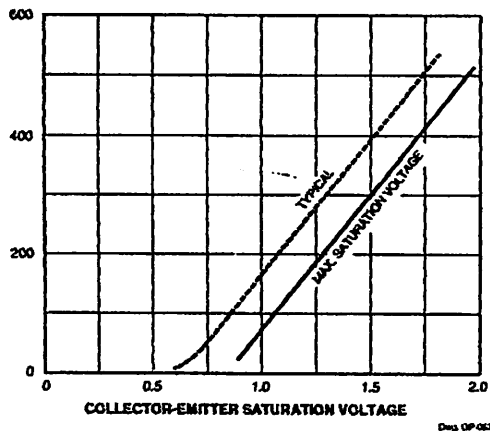
TYPICAL APPLICATIONS



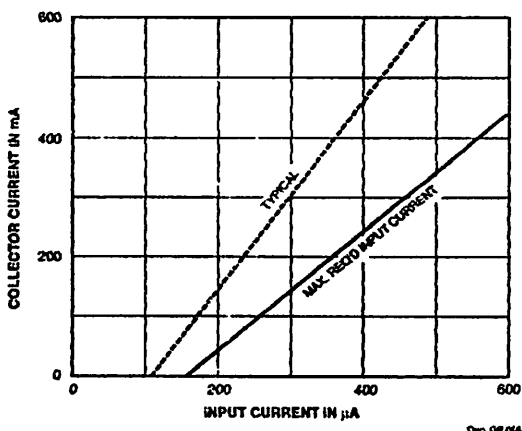
Small-Outline-Packaged Devices, Suffix 'L')



SATURATION VOLTAGE FUNCTION OF COLLECTOR CURRENT



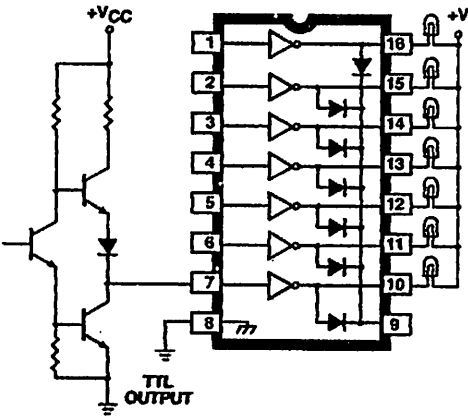
COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT CURRENT



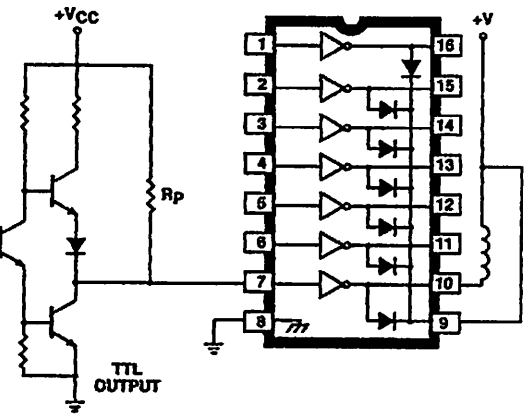
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

2003 THRU 2024 HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

TYPICAL APPLICATIONS



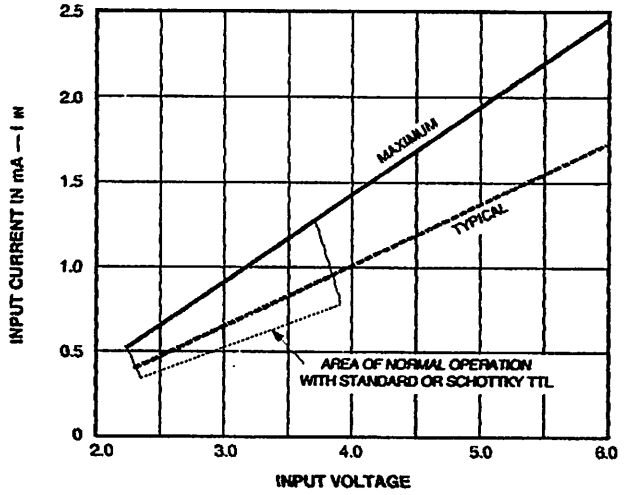
Dep. No. A-6653A



Dep. No. A-10,175

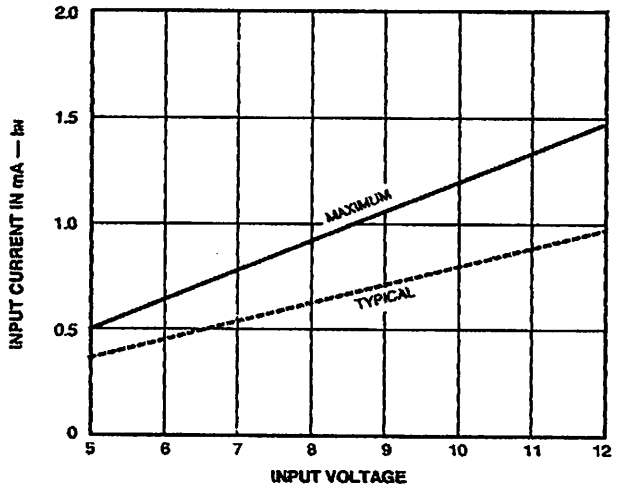
INPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2023A, and
ULN2023L



Dep. GP-000

Types ULN2004A, ULN2004L, ULN2024A, and
ULN2024L

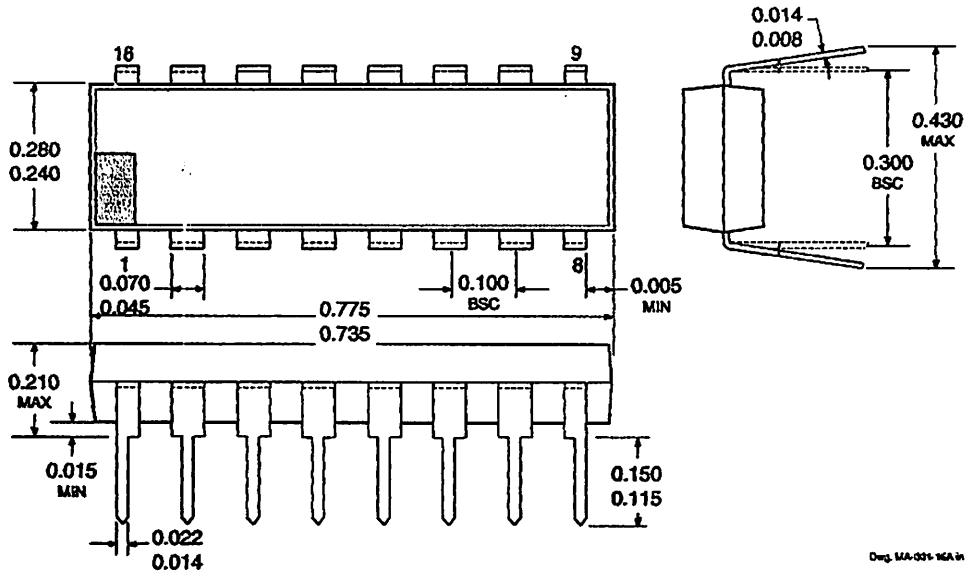


Dep. GP-001

3 THRU 2024
GH-VOLTAGE,
GH-CURRENT
RLINGTON ARRAYS

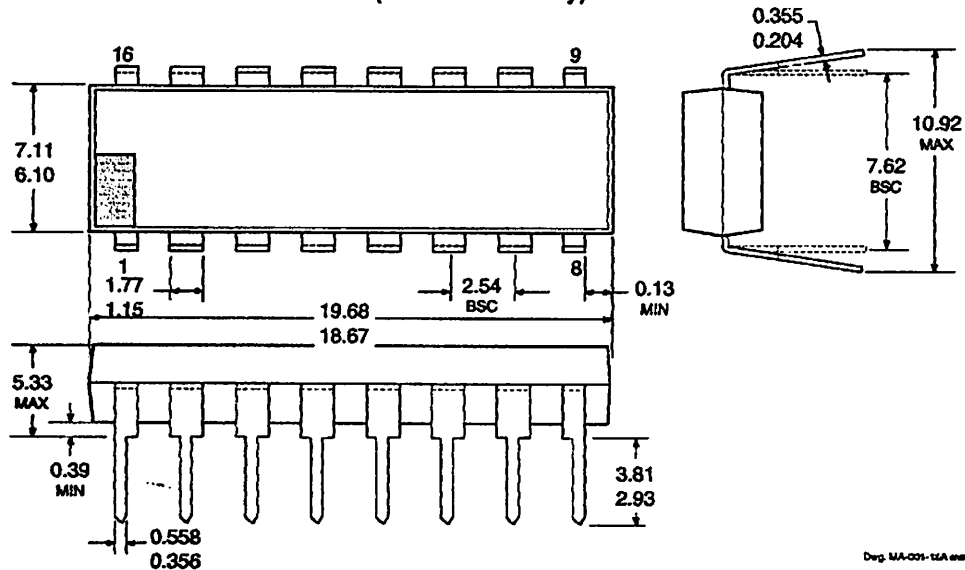
PACKAGE DESIGNATOR "A"

Dimensions in Inches
 (controlling dimensions)



Dep. MA-001-16A in

Dimension in Millimeters
 (for reference only)



Dep. MA-001-16A mm

1. Leads 1, 8, 9, and 16 may be half leads at vendor's option.
2. Lead thickness is measured at seating plane or below.
3. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
4. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.

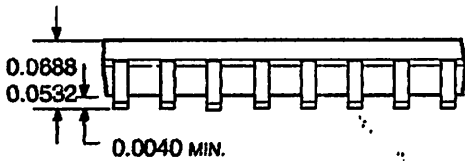
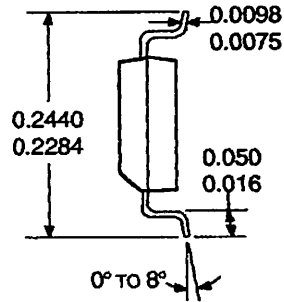
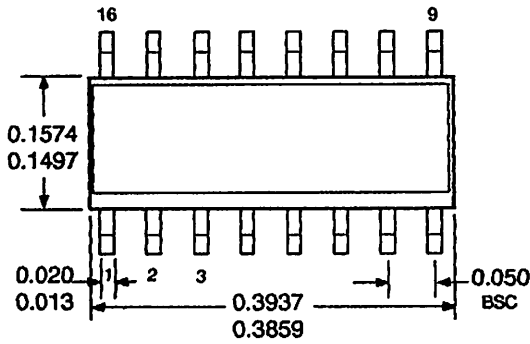


115 Northeast Cutoff, Box 15036
 Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

**2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE,
HIGH-CURRENT
DARLINGTON ARRAYS**

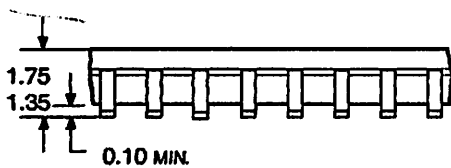
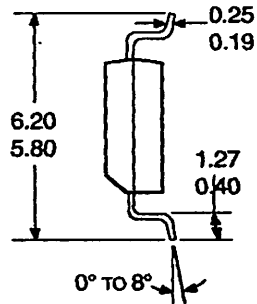
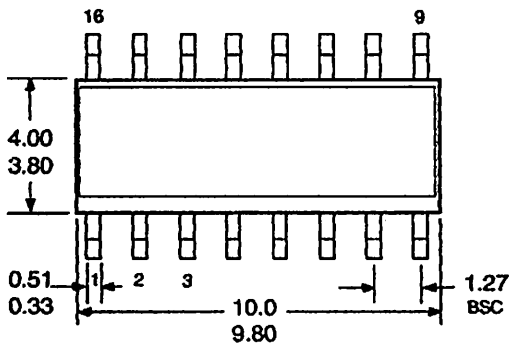
PACKAGE DESIGNATOR "L"

Dimensions in Inches
(for reference only)



Doc. MA-007-16 in

Dimension in Millimeters
(controlling dimensions)



Doc. MA-007-16A mm

- NOTES: 1. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
2. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.

**03 THRU 2024
GH-VOLTAGE,
GH-CURRENT
RLINGTON ARRAYS**

The products described here are manufactured under one or more U.S. patents or U.S. patents pending.

Allegro MicroSystems, Inc. reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Allegro products are not authorized for use as critical components in life-support devices or systems without express written approval.

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems, Inc. assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.



115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000