

# **TUGAS AKHIR**

## **PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGENDALI KECEPATAN KIPAS ANGIN MENGGUNAKAN REMOTE CONTROL INFRA MERAH BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S51**



**Disusun Oleh :**

**NAMA : HERDIANTO ROCHMAN  
NIM : 03.57.003**

**KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D III  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
SEPTEMBER 2007**

---

# LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGENDALI  
KECEPATAN KIPAS ANGIN MENGGUNAKAN REMOTE  
CONTROL INFRA MERAH BERBASIS MIKROKONTROLLER  
AT89S51**

## **TUGAS AKHIR**

*Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Ahli Madya Teknik Elektronika (D-III)*

*Disusun Oleh :*

**NAMA : HERDIANTO ROCHMAN  
NIM : 03.57.003**

**Mengetahui,  
Ketua jurusan Teknik Elektro D-III**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**

**(Ir. H. Choirul Saleh, MT)  
NIP. Y.1018800190**

**(Ir. H. Choirul Saleh, MT)  
NIP. Y.1018800190**

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

**2007**

## LEMBAR PERSETUJUAN

### PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGENDALI KECEPATAN KIPAS ANGIN MENGGUNAKAN REMOTE CONTROL INFRA MERAH BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S51

#### TUGAS AKHIR

*Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Ahli Madya Teknik Elektronika (D-III)*

*Disusun Oleh :*

NAMA : HERDIANTO ROCHMAN  
NIM : 03.57.003

**Mengetahui,  
Ketua jurusan Teknik Elektro D-III**



**(Ir. H. Choirul Saleh, MT)**  
NIP. Y.1018800190

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing**



**(Ir. H. Choirul Saleh, MT)**  
NIP. Y.1018800190

**KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2007**

---

## ABSTRAKSI

**Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengendali Kecepatan Kipas Angin Menggunakan Remote Control Infra Merah Berbasis Mikrokontroler AT.89S51,** Herdianto Rochman, 03.57.003, Teknik Elektro D-III / Konsentrasi Teknik Elektronika, Dosen Pembimbing : Ir. H. Coiril Saleh. MT

**Kata Kunci :** Remote Control, Sensor, Relay, Seven Segmen, Tombol

Setelah mengamati dan memperhatikan dari hasil teknologi yang sudah tercipta ada ide untuk menyempurnakan cara kerja dari kipas angin, yaitu perencanaan dan pembuatan alat pengendali kecepatan kipas angin menggunakan remote control infra merah berbasis mikrokontroler AT.89S51. Pada laporan ini menerangkan remote control, sensor penerima, kontak relay, seven segmen serta merencanakan perangkat lunak mikrokontroler untuk mengolah data. Dari perencanaan pengoperasian kipas angin ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengoperasian kipas angin dengan menggunakan remote control.

Data yang diperoleh untuk menyusun laporan tugas akhir ini di antaranya dari mempelajari dan membaca buku literatur yang berkaitan dengan penyusunan laporan tugas akhir ini serta memperoleh data dengan praktek secara langsung untuk menunjang pembuatan alat. Agar alat yang dibuat memenuhi sasaran maka perlu perencanaan alat terlebih dahulu, di antaranya meliputi: perencanaan hardware (perencanaan mekanik dan perencanaan rangkaian) serta perencanaan software (program dengan menggunakan bahasa assembler). Sebelum dirangkai menjadi sebuah alat, perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu, di antaranya: pengujian hardware ( sensor sebagai penerima data yang dipancarkan oleh remote control, tombol manual sebagai inputan selain dari remote control, seven segmen sebagai tampilan angka yang aktif pada saat itu, jangkauan pancaran antara pemancar dengan penerima infra merah.), untuk pembuatan software dapat menyesuaikan hardware.

Pada kipas angin ini relay digunakan sebagai saklar utama, ketika relay pada kondisi "0" (aktif low) mikrokontroler akan mengolah data dari tombol manual maupun dari remote control yaitu menjalankan motor AC dan menampilkan angka yang diaktifkan. Dari hasil pengujian alat, jangkauan pemancar dan penerima sekitar 4 meter. Dari hasil pengujian keseluruhan yang dilakukan sebanyak 5 kali

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas Karunia Tuhan Yang Maha Esa, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengendali Kecepatan Kipas Angin Menggunakan Remote Control Infra Merah Berbasis Mikrokontroler AT89S51”** ini dengan lancar. Tugas Akhir ini dikerjakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Elektro Diploma III, Konsentrasi Teknik Elektronika Diploma III Institut Teknologi Nasional Malang.

Keberhasilan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Choirul Saleh, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro D-III.
2. Bapak Ir.H Choirul Saleh, MT selaku Dosen Pembimbing
3. Bapak Bambang Prio H.ST,MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro D-III.
4. Buat semua Dosen – Dosen di jurusan Teknik Elektronika D-III Terima kasih atas ilmu yang diberikan kepada saya sehingga bisa menjadi manusia yang berguna.
5. Keluargaku (ayah, mama dan Kakak Kakakku, adik) yang telah banyak memberikan do'a, dorongan semangat, dan biaya baik secara moril maupun materiil.

6. Spesial Buat Yang Selalu Mengingatkanku Dan *Selalu di Hati* Chusnul Khotimah .

7. Teman – Teman semua, (Elektronika D-III angkatan 2003, ) terimakasih atas semua bantuanya

Meskipun telah dikaji ulang dan dikerjakan dengan sungguh-sungguh, namun penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena keterbatasan pengetahuan dan keterampilan yang penulis miliki, sehingga segala kritik dan saran penulis terima untuk dijadikan pedoman didalam menyusun laporan berikutnya yang lebih sempurna.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh masyarakat ilmiah pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, September 2007

*Penyusun*  
( Herdianto Rochman )

## DAFTAR ISI

<b>Lembar Persetujuan .....</b>	<b>i</b>
<b>Abstraksi .....</b>	<b>ii</b>
<b>Kata pengantar .....</b>	<b>iii</b>
<b>Daftar isi .....</b>	<b>v</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>viii</b>
<b>Daftar Tabel .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA/ TEORI DASAR .....</b>	<b>5</b>
2.1. Mikrokontroler AT.89S51.....	5
2.1.1. Pendahuluan .....	5
2.1.2. Perangkat Keras Mikrokontroler AT.89S51 .....	6
2.1.3. Konfigurasi Pena-pena Mikrokontroler AT.89S51 .....	7
2.1.4. Karakteristik Oscillator Inverting.....	11
2.1.5. Organisasi Memori.....	12
2.1.5.1. Program Memori ( ROM ).....	13
2.1.5.2. Data Memori ( RAM ).....	13
2.1.6. SFR ( <i>Special Function Register</i> ).....	15
2.1.7. Sistem Interupsi.....	18
2.2. Kapasitor .....	20
2.3. Seven Segmen .....	21
2.4. Transistor Bipolar.....	23

2.4.1 Transistor Sebagai Saklar .....	25
2.5. Infra Merah.....	27
2.6 Resistor .....	33
2.7 Opto Coupler .....	34
2.8 Push Button Switch .....	36
2.9 Relay .....	36
<b>BAB III. PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT.....</b>	<b>39</b>
3.1. Diagram Blok .....	39
3.2. Transmitter ( Remote ) .....	40
3.3.Receiver ( Penerima ).....	40
3.4 Rangkaian Mikrokontroler AT 89S51.....	41
3.5 Rangkaian Reset.....	43
3.6 Rangkaian Clok .....	44
3.7 Rangkaian Relay .....	45
3.8 Rangkaian Tampilan Seven Segmen .....	46
Flowchart .....	47
<b>BAB IV. PENGUJIAN ALAT.....</b>	<b>49</b>
4.1. Pengujian Hardware .....	49
4.1.1. Pengujian Rangkaian Sensor Penerima Infra Merah .....	49
4.1.2. Pengujian Tombol Manual .....	52
4.1.3. Pengujian Jangkauan Pemancar dan penerima.....	53
4.1.4. Pengujian Tampilan Seven Segmen .....	55
<b>BAB V. PENUTUP .....</b>	<b>57</b>
5.1. Kesimpulan.....	57
5.2. Saran.....	57
<b>Daftar Pustaka.....</b>	<b>58</b>
<b>Lampiran.....</b>	<b>.....</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2-1.</b> Diagram Blok Mikrokontroller AT89S51 .....	7
<b>Gambar 2-2.</b> Konfigurasi Pena – Pena Mikrokontroller AT89C51 .....	8
<b>Gambar 2-3.</b> Karakteristik Oscillator.....	12
<b>Gambar 2-4.</b> Denah Memori Data .....	14
<b>Gambar 2-5.</b> Sumber Interupsi.....	19
<b>Gambar 2-6.</b> Kapasitor Sebagai Filter .....	20
<b>Gambar 2-7.</b> Seven Segmen.....	23
<b>Gambar 2-8.</b> Penggabungan Semi Konduktor NPN dan PNP .....	24
<b>Gambar 2-9.</b> Karakteristik Transistor .....	25
<b>Gambar 2-10.</b> Rangkaian transistor Sebagai Saklar .....	26
<b>Gambar 2-11.</b> Macam Radiasi Infra merah .....	29
<b>Gambar 2-12.</b> LED Infra Merah Yang dijual Secara Umum.....	28
<b>Gambar 2-13.</b> LED Infra Merah .....	32
<b>Gambar 2.14.</b> Resistor .....	33
<b>Gambar 2-15.</b> Opto Coupler .....	35
<b>Gambar 2-16.</b> Push Button Switch .....	36
<b>Gambar 2-17.</b> Macam Macam Relay .....	38
<b>Gambar 3-1.</b> Diagram Blok .....	39
<b>Gambar 3-2.</b> Rangkaian PenerimaRemote.....	41
<b>Gambar 3-3.</b> Rangkaian Mikrokontroller AT89S51 .....	42
<b>Gambar 3-4.</b> Rangkaian Reset .....	44
<b>Gambar 3-5.</b> Rangkaian Clok .....	44
<b>Gambar 3-6.</b> Rangkaian Relay .....	45
<b>Gambar 3-7.</b> Rangkaian Tampilan Seven Segmen .....	46
<b>Gambar 4-1.</b> Pengujian Rangkaian Sensor Penerima Infra Merah .....	50
<b>Gambar 4.2.</b> Foto Hasil Pengujian Pengukuran Sensor Penerima Infra Merah pada Tombol 1 .....	51

<b>Gambar 4.3.</b> Foto Hasil Pengujian Pengukuran Sensor Penerima Infra Merah pada Tombol 2 .....	51
<b>Gambar 4.4.</b> Foto Hasil Pengujian Pengukuran Sensor Penerima Infra Merah pada Tombol 3 .....	51
<b>Gambar 4.5.</b> Foto Hasil Pengujian Pengukuran Sensor Penerima Infra Merah pada Tombol 0 .....	52
<b>Gambar 4-6.</b> Foto Hasil Pengujian Tampilan Seven Segmen pada Tombol 0 .....	55
<b>Gambar 4-7.</b> Foto Hasil Pengujian Tampilan Seven Segmen pada Tombol 1 .....	56
<b>Gambar 4-8.</b> Foto Hasil Pengujian Tampilan Seven Segmen pada Tombol 2 .....	56
<b>Gambar 4-9.</b> Foto Hasil Pengujian Tampilan Seven Segmen pada Tombol 3 .....	56

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2-1.</b> Port ISP Header.....	9
<b>Tabel 2-2.</b> Fungsi Khusus Pada Port 3.....	10
<b>Tabel 2-3.</b> Special Function Register.....	15
<b>Tabel 2-4.</b> Pengaruh Posisi Sumber Cahaya X Terhadap jari jari ( r ).....	30
<b>Tabel 2-5.</b> Spektrum Gelombang Elektromagnetik .....	31
<b>Tabel 4-1.</b> Hasil Pengujian Pengukuran Sensor Penerima Infra Merah .....	50
<b>Tabel 4-2.</b> Hasil Pengujian Pengoperasian tombol Manual.....	52
<b>Tabel 4-3.</b> Hasil pengujian Jangkauan Pemancar Dan Penerima .....	54

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Dalam dunia elektronik sekarang ini banyak mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini bisa terjadi karena hampir semua aspek kegiatan di dunia ini mempunyai hubungan dengan dunia elektronika, mulai dari hal sepele seperti peralatan rumah tangga sampai proses produksi pada sebuah industri berat. Semua kegiatan itu agaknya sekarang ini akan sulit bila dipisahkan dari dunia elektronik, sehingga dunia elektronik dituntut untuk selalu melakukan riset-riset untuk menghasilkan inovasi-inovasi baru guna mempermudah kehidupan manusia.

Penggunaan mikrokontroler sebagai unit-unit pengendali sudah sangat luas, hal ini disebabkan peralatan-peralatan yang di kontrol secara elektronik lebih banyak memberikan kelebihan-kelebihan dan kemudahan dalam penggunaannya seperti dapat melakukan pengontrolan secara otomatis.

Ide ini muncul ketika mengamati seseorang yang sedang mengoperasikan kipas angin dimana dia harus berdiri untuk menjalankan atau mengoperasikan kipas angin tersebut. Dan apabila ingin mempercepat atau memperlambat putaran kipas ataupun ingin mematikan kipas angin harus beranjak dari tempatnya. Pada saat itulah ide pembuatan alat mengatur kecepatan kipas angin menggunakan remote control manual.

Oleh karna itu semoga pembuatan alat ini nantinya dapat menjadi sebuah alat bantu yang sangat berguna bagi kita semua.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dikemukakan di atas maka permasalahan yang timbul adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merencanakan dan membuat Alat Pengendali Kecepatan Kipas Angin yang menggunakan *Remot control* Infra Merah Berbasis *Mikrokontroler AT 89S51*
2. Bagaimana cara untuk mempermudah pengoperasian Kipas Angin dengan jarak jauh
3. Berapa jarak maximal yang dapat diterima oleh sensor penerima.

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah untuk mengubah dari alat secara konvensional menjadi secara otomatis dengan mengimplementasikan alat pengendali kecepatan kipas angin dengan menggunakan *Remot Control* Infra Merah Berbasis *Mikrokontroler AT 89S51*.

## 1.4 Batasan Masalah

Mengingat bahan pada pembuatan Tugas Akhir ini meliputi banyak hal yang tidak akan mungkin membahasnya secara keseluruhan dan secara mendetail, maka penyusunan Tugas Akhir ini membatasi hanya mengetengahkan pada hal-hal berikut :

1. Alat yang dibuat berbasis pada *mikrokontroler* yang di implementasikan dengan menggunakan IC AT 89S51
-

2. Perencanaan dan pembuatan alat ini untuk mempermudah dalam pengoperasian pada kipas angin
3. Memfokuskan pada desain dan cara kerja alat, berdasarkan teori yang berhubungan dengan rangkaian tersebut.
4. Tidak membahas *Power Supplay*
5. Tidak membahas *Motor*

### **1.5 Metodologi Penelitian**

Metodologi yang digunakan adalah bersifat praktis, dimana perencanaan dan pembahasannya mengarah pada pembuatan alat secara nyata. Awal penelitian ini dimulai dengan meneliti masing-masing rangkaian diantaranya :

#### **1. Study Pustaka**

Dengan memperoleh data dari membaca dan mempelajari buku literatur yang ada hubungannya dengan penyusunan tugas akhir.

#### **2. Study Lapangan**

Dengan memperoleh data dengan cara praktek langsung di lapangan untuk menunjang alat ini

#### **3. Pengolahan Data**

Dengan melakukan perancangan alat, analisa data, pengujian alat serta dapat menyimpulkan semua yang telah dilakukan

---

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan dalam Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab yaitu

### BAB I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan pembahasan, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan relevansi dari penulisan tugas akhir ini

### BAB II : TEORI PENDUKUNG

Membahas tentang teori dasar *Mikrokontroler* dan teori dasar alat /komponen lainnya

### BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas tentang perencanaan dan pembuatan alat pengendali kecepatan kipas angin menggunakan *Remot Control Infra Merah* yang berbasis pada *Mikrokontroler AT 89S51*

### BAB IV : PENGUJIAN ALAT

Berbasis tentang uji coba alat yang telah dibuat, cara pengoperasiannya, dan spesifikasi alat itu sendiri

### BAB V : PENUTUP

Merupakan kesimpulan dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya yang kemungkinan pada pengembangan alat tersebut.

---

## BAB II

### TEORI DASAR

#### 2.1. Mikrokontroler AT89S51

##### 2.1.1. Pendahuluan

Perbedaan mendasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor terletak pada kelengkapan isinya yaitu mikrokontroler sudah dilengkapi dengan berbagai macam alat kontrol selain memiliki CPU juga dilengkapi memori (ROM & RAM) maupun input output yang merupakan kelengkapan minimum sistem sedangkan mikroprosesor kesemuanya itu tidak dimiliki secara internal melainkan terpisah. Sebuah mikrokontroler dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal (*Single Chip Microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri.

Mikrokontroler AT89S51 adalah mikrokontroler buatan ATMEL yang kompatibel penuh dengan mikrokontroler keluarga MCS - 51, hanya membutuhkan daya rendah, memiliki performance yang tinggi dan merupakan mikrokomputer 8 bit yang dilengkapi 4Kbyte EEPROM (*Electrical Erasable and Programmable Read Only Memory*) dan 128 Byte RAM internal. Program memori dapat diprogram dalam sistem atau menggunakan programmer *Nonvolatile Memory* konvensional. Dalam sistem mikrokontroler terdapat dua hal yang mendasar, yaitu: perangkat lunak dan perangkat keras yang keduanya saling terkait dan mendukung.



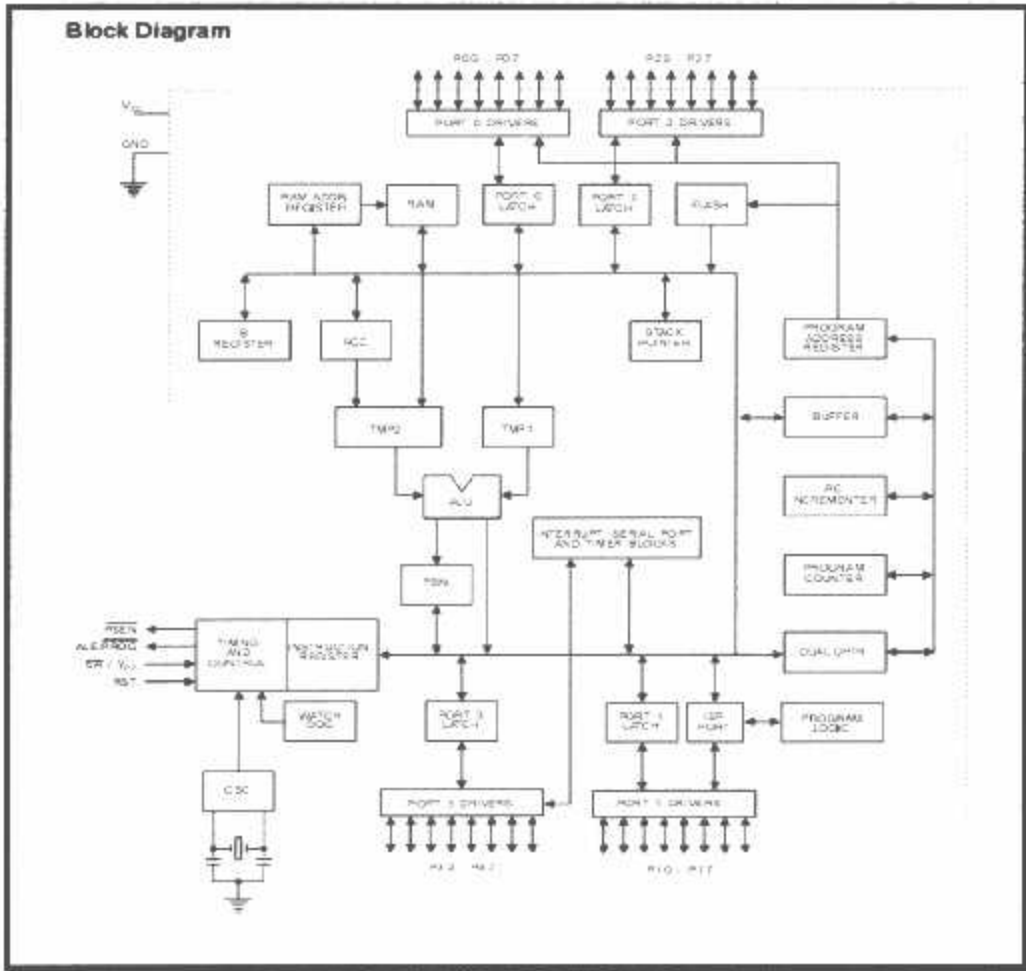
### 2.1.2. Perangkat keras mikrokontroler AT89S51

Secara umum Mikrokontroller AT89S51 memiliki :

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

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

---



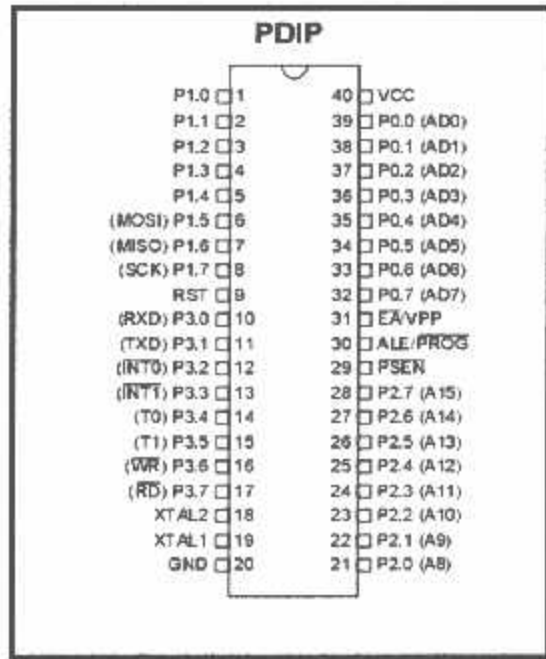
**Gambar 2-1.** Diagram Blok Mikrokontroler AT89S51

*Sumber : Datasheet AT89S51 :3*

### 2.1.3. Konfigurasi Pena-Pena Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 terdiri dari 40 pin dengan konfigurasi sebagai

Berikut :



**Gambar 2-2.** Konfigurasi Pena-Pena AT89S51

*Sumber : Datasheet AT89S51 : 2*

Fungsi tiap-tiap pin-nya adalah sebagai berikut :

- VCC (Supply tegangan), pin 40
- GND (*Ground*), pin 20
- Port 0, pin 32 – 39

Merupakan port input-output dua arah, tanpa internal pull-up dan dikonfigurasi sebagai multipleks bus alamat rendah ( $A_0 - A_7$ ) dan data selama pengaksesan memory eksternal. Setiap pin-nya dapat mengendalikan langsung 8 beban TTL. Port0 juga menerima dan

mengeluarkan *code byte* selama proses pemrograman dan verifikasi ROM/EEPROM internal.

- Port 1, pin 1 - 8

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

**Tabel 2.1** Port ISP Header

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

*Sumber : Datasheet AT89S51*

- Port 2, pin 21 - 28

Merupakan port input-output dengan internal pull-up. Mengeluarkan alamat tinggi selama pengambilan program memory external.

- 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 1**

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

- RST (*Reset*), pin 9

Input Reset merupakan reset master untuk A189S51.

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

Digunakan untuk memberikan sinyal *latch* pada alamat rendah pada multipleks *bus address* dan data.

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

Merupakan sinyal pengontrol yang memperbolehkan program memori eksternal masuk ke dalam bus.

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

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

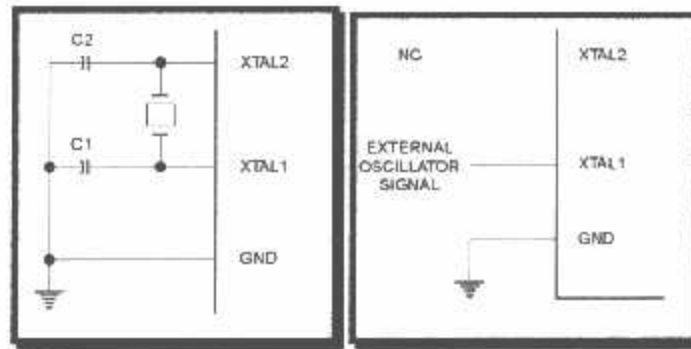
- X-TAL 1 dan X-TAL 2, pin 19,18

Kaki ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan *osilator internal*. XTAL 1 merupakan *input inverting osilator amplifier* sedangkan XTAL 2 merupakan *output inverting osilator amplifier*.

#### **2.1.4. Karakteristik *Oscillator Inverting*.**

XTAL 1 dan XTAL 2 secara berurutan merupakan *input* dan *output* dari sebuah *inverting amplifier* yang dapat dikonfigurasi penggunaannya sebagai *on chip oscillator* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-3a dibawah ini. XTAL1 dan XTAL 2 ini dapat menggunakan sebuah *kristal quartz* maupun *resonator keramik*.

---

a) *Oscillator Connector*b) *External Clock Configuration*

**Gambar 2-3.** Karakteristik *Oscillator*

*Sumber : Datasheet AT89S51 : 11*

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

#### 2.1.5. Organisasi Memory.

Mikrokontoller AT89S51 memiliki ruang alamat memori data dan memori program yang terpisah. Pemisahan memori program dan memori data tersebut membolehkan memori data diakses dengan alamat 8-bit, sehingga dapat dengan cepat dan mudah disimpan dan dimanipulasi oleh CPU 8-bit. Namun demikian, alamat memori data 16-bit bisa juga dihasilkan melalui register DPTR.

#### 2.1.5.1. Program Memory

Program memori hanya dapat dibaca, tidak dapat ditulis. Disini tersimpan program yang akan dijalankan oleh AT89S51 dan data-data konstanta. Sinyal pembacaan EPROM eksternal adalah dari pin- $\overline{\text{PSEN}}$ . Pada AT89S51 ada dua tipe organisasi memori dari program memori, yaitu :

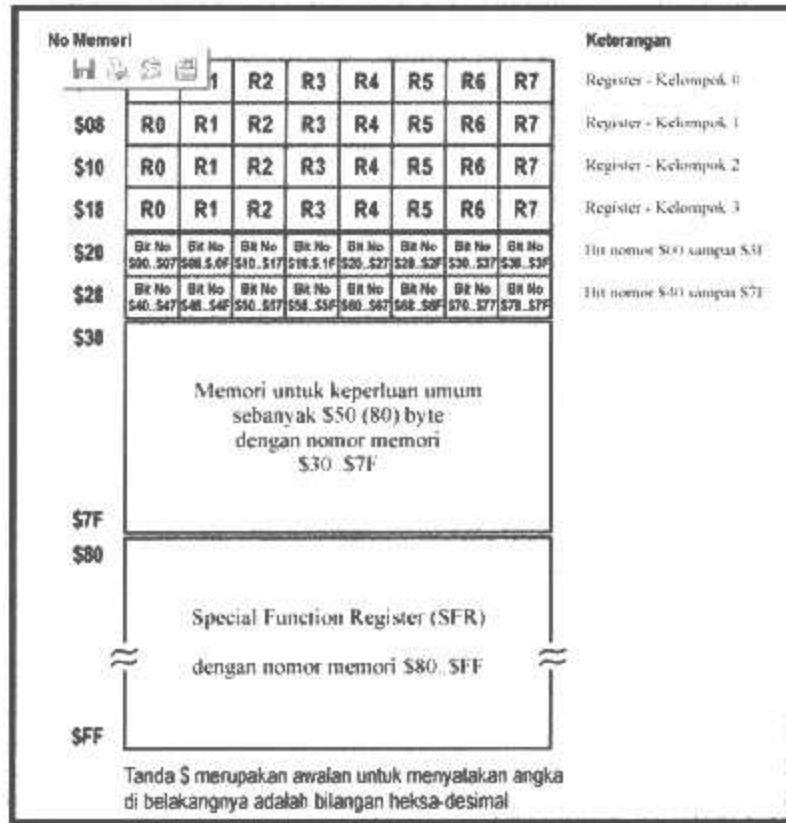
- Pengaksesan program memori sebagian berasal dari internal EPROM yang menempati alamat terendah dan alamat berikutnya dari EPROM eksternal. Sebagai contoh alamat 4 Kbyte program memori terendah adalah ROM internal dan alamat berikutnya adalah pada EPROM.
- Pengaksesan program memori yang semuanya dari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

#### 2.5.5.2 Data Memori

Data memori menempati alamat yang terpisah dari program memori. Data memori merupakan tempat penyimpanan data variabel, operasi *stack* dan sebagainya. Data memori dapat dibaca dan ditulis. Sinyal pembacaan untuk eksternal RAM berasal dari pin  $\overline{\text{RD}}$  dan untuk penulisan berasal dari pin  $\overline{\text{RW}}$ . Peta data memori digambarkan sebagai berikut :

---





Gambar 2-4. Denah Memori Data

Sumber : [www.ALDS.edu.com](http://www.ALDS.edu.com)

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

alamat 00H-1FH. Diatasnya merupakan segmen bit *adresable* yang besarnya 16 byte, menempati alamat 20H sampai 2FH. Alamat berikutnya yaitu mulai 30H sampai 7FH dapat dipakai sebagai data RAM.

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

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

Register Fungsi Khusus (*Special Function Register*) terletak pada 128 byte bagian atas memori data internal dan berisi register-register untuk pelayanan latch port, timer, program status words, control peripheral, dan sebagainya. Alamat register fungsi khusus ditunjukkan pada tabel 2-3

**Tabel 2-3.** Special Function Register

Simbol	Nama Register	Alamat
ACC	Accumulator	E0H
B	Register B	F0H
PSW	Program Status Word	D0H
SP	Stack Pointer	81H
DPTR	Data Pointer	

DPL	Bit Rendah	82H
DPH	Bit Tinggi	83H
P0	Port 0	80H
P1	Port 1	90H
P2	Port 2	A0H
P3	Port 3	B0H
IP	Interrupt Periority Control	D8H
IE	Interrupt Enable Control	A8H
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89H
TCON	Timer/Counter Control	88H
TH0	Timer/Counter High 0	8CH
TL0	Timer/Counter Low 0	8AH
TH1	Timer/Counter High 1	8DH
TL1	Timer/Counter Low 1	8BH
SCON	Serial Control	98H
SBUF	Serial Data Buffer	99H
PCON	Power Control	87H

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.
  - *2 Data Pointer (DPTR)* terdiri dari dua register, yaitu untuk byte tinggi (*Data Pointer High, DPH*) dan byte rendah (*Data Pointer Low, DPL*) yang berfungsi untuk mengunci alamat 16 bit.
  - *Port 0* sampai *Port 3* merupakan register yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada port 0, 1, 2, 3. Masing-masing register ini dapat di alamat 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)*.
-

### 2.1.7. Sistem Interupsi

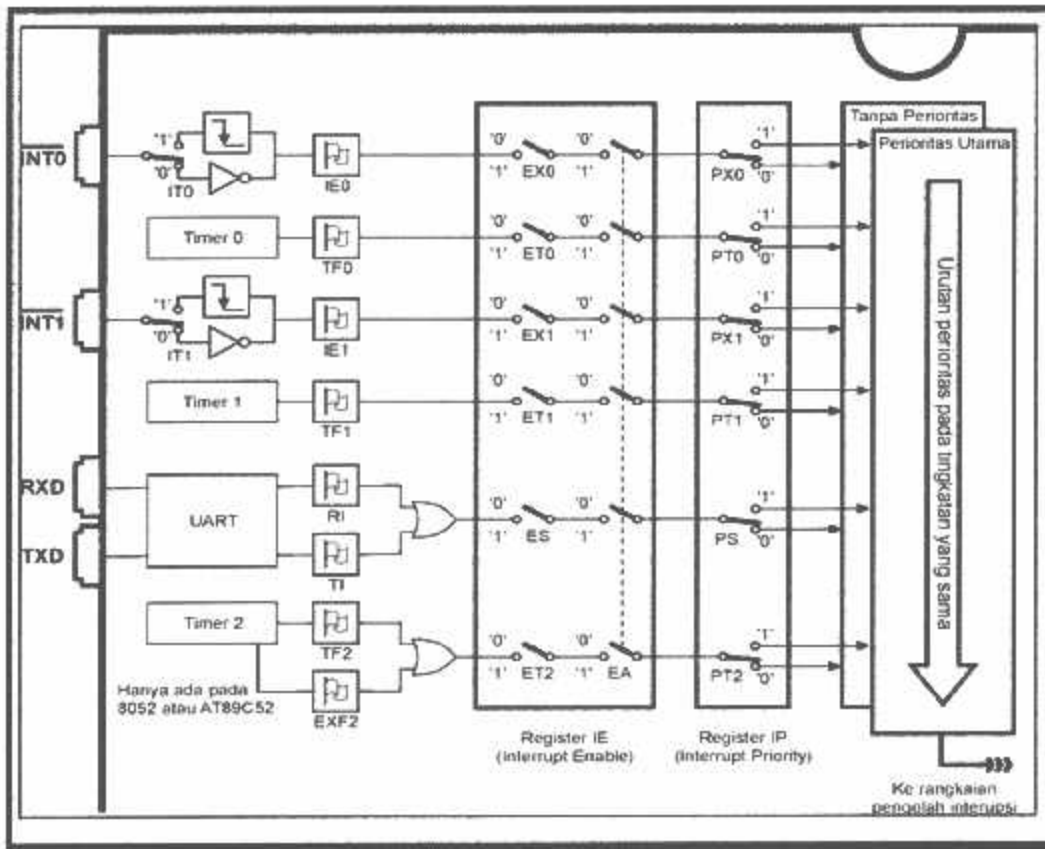
Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 5 buah sumber interupsi yang dapat membangkitkan permintaan interupsi, yaitu INT0, INT1, T0, T1 dan Port Serial. Saat terjadinya interupsi mikrokontroler secara otomatis akan menuju ke subrutin pada alamat tersebut. Setelah interupsi selesai dikerjakan, mikrokontroler 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.

Kedudukan saklar dalam gambar dibawah ini menggambarkan kedudukan awal setelah MCS51 di-reset.

---

Gambar ini sangat membantu saat penulisan program menyangkut interupsi MCS51.



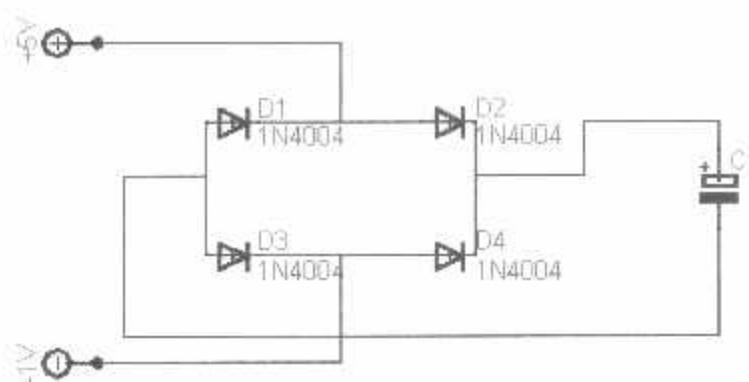
**Gambar 2-5.** Sumber Intrupsi

*Sumber :* [www.alds.edu.com](http://www.alds.edu.com)

## 2.2. KAPASITOR

Kapasitor digunakan sebagai filter atau perata tegangan output dari dioda penyearah tegangan. Tegangan yang difilter berupa tegang DC dan variasi (*ripple*) tegangan AC. Semakin kecil *ripple* yang terjadi maka semakin baik kemampuan rangkaian filter kapasitor.

Pada gambar di bawah ini dapat dilihat kapasitor yang dipasang sebagai filter. Jika tidak dipasang beban pada output maka tegangan keluaran merupakan tegangan DC murni, dan harga tegangan sama dengan tegangan output dari rangkaian penyearah..



**Gambar 2 .6** Kapasitor Sebagai Filter

Ripple dari penyearah gelombang penuh dan filter kapasitor

$$R = V_r (\text{rms}) / V_{dc} \times 100\%$$

Keterangan :

R = Faktor Ripple

V<sub>dc</sub> = Tegangan rata-rata

$V_r$  = Tegangan ripple

Tegangan Ripple Aktif

$$V_r(\text{rms}) = V_m$$

Keterangan :

$V_r$  = Tegangan Ripple

$V_m$  = Tegangan Maksimum Lilitan Sekunder

$F$  = Frekuensi (50 Hz)

$C$  = kapasitor

$R_L$  = Tahanan Beban

Tegangan Rata-rata dari penyearah gelombang penuh dan filter kapasitor

$$V_{dc} = (1 \times 1/4F \cdot C \cdot R_L) \cdot V_m$$

Keterangan :

$V_{dc}$  = Tegangan Rata-rata

$V_M$  = Tegangan Maksimum

$R_L$  = Resistor Beban

$C$  = Kapasitor

$F$  = Frekuensi

### 2.3. Seven Segment Display

Ada dua macam alat peraga seven segment yang biasa dipakai, yaitu dioda pemancar cahaya (*light emitting diode* atau LED) dan peraga kristal (*liquid crystal display* atau LCD). Keduanya merupakan peralatan zat padat, LED mengandalkan pada pancaran cahaya waktu pertemuan p-n semikonduktor dibias maju, dan LCD mengandalkan pada transmisi atau absorpsi kristal-kristal tertentu

---



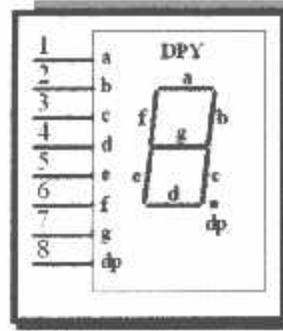
yang ditempatkan dalam medan listrik. Keuntungan utama LCD adalah konsumsi daya-nya yang rendah, tapi kerugiannya tidak dapat dilihat pada tempat gelap.

Dalam sebuah peraga seven segment LED diatur dalam suatu pola seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-9. Dengan menyinari segment E dan F kita peroleh bilangan desimal satu (1). Bilangan lima (5) diperoleh dengan menyinari segment A,F,G,C dan D dan seterusnya. Hanya bilangan nol (0) sampai sembilan (9) dan beberapa simbol khusus(seperti tanda -) serta beberapa huruf abjad (seperti C dan F) dapat diperagakan dengan peraga seven segment ini. Peraga mempunyai sebuah titik desimal di sebelah kiri atau sebelah kanan digit. Peraga LED dapat diperoleh dalam berbagai macam warna, umumnya merah, jingga, hijau, kuning.

Karakter yang ditampilkan pada display tergantung pada segment data pada posisi LED gelap, gelap state "1" atau terang state"0" untuk *common anoda*. LED merupakan dasar dari dioda hubungan P-N, bila dioda dibias maju,terus mengalir melalui hubungan.P-N dan cahaya yang dipancarkan difokuskan oleh lensa plastik, yang memungkinkan pemakai melihat cahayanya. Kebanyakan LED dibuat dari gallium arsenida (Ga As) dan gabungan beberapa bahan.

Sedangkan pada dioda LED sangat sensitive terhadap polaritas, sehingga katoda (K) harus dihubungkan dengan terminal negatif dan anoda harus dihubungkan dengan terminal positif satu daya. Berikut gambar rangkaian penampilan *seven segment common Anoda*

---



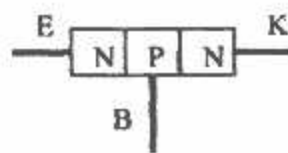
**Gambar 2.7** Seven Segmen

*Sumber : Malvino :1985 : 209*

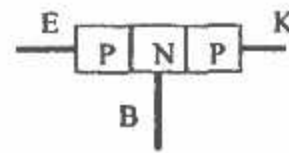
#### 2.4. Transistor Bipolar

Transistor berasal dari perkataan “transfer dan resistor “ yang artinya perpindahan atau perubahan perlawanan. Arus yang mengalir berupa arus lubang (*hole*) dan arus elektron atau berupa pembawa mayoritas dan minoritas. Oleh karena itu transistor ini dinamakan “transistor bipolar “.

Transistor merupakan salah satu komponen aktif yang mempunyai tiga kaki yang disebut dengan kolektor, basis dan emitter. Pada umumnya untuk memudahkan dalam menentukan kaki-kaki tersebut pada badan transistor diberi tanda tertentu. Berdasarkan pada tipenya, transistor terdiri dari dua macam type yaitu type NPN dan PNP.

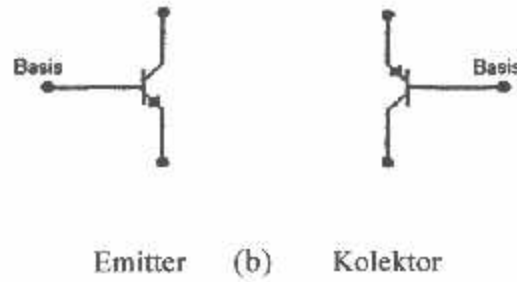


Kolektor



Emiter

(a)

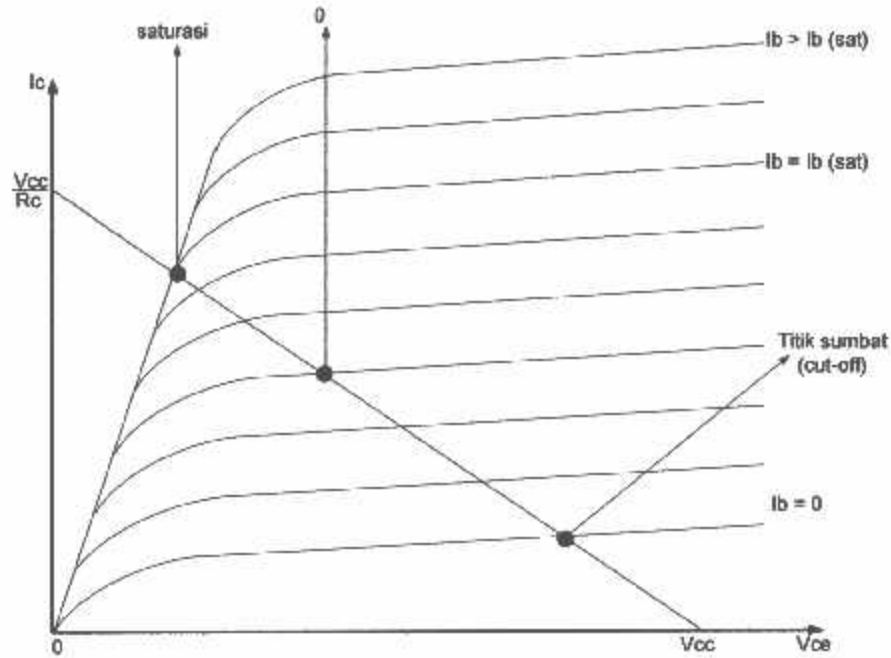


**Gambar 2. 8.** a). Penggabungan Semikonduktor NPN dan PNP

b). Simbol Transistor Type NPN dan PNP

*Sumber :A.R Margunadi : 1986 :162*

Fungsi dari transistor dapat dipakai sebagai saklar otomatis, penguat tegangan, arus maupun daya. Ditinjau dari macam dan konstruksinya yang demikian banyak tergantung kebutuhan. Sedangkan untuk pemberian tegangan pada transistor adalah agar transistor tersebut dapat mencapai suatu kondisi menghantar atau menyumbat. Baik transistor NPN maupun PNP, tegangan antara *emitor* dan *basis* adalah *forward bias*, sedang antara basis-kolektor tegangan *reverse bias*. Hanya beda polaritasnya saja. Tegangan muka (*bias*), didapatkan dua kondisi yaitu menghantar dan menyumbat. Misalnya pada transistor NPN, sedang pada transistor PNP berlaku sebaliknya.

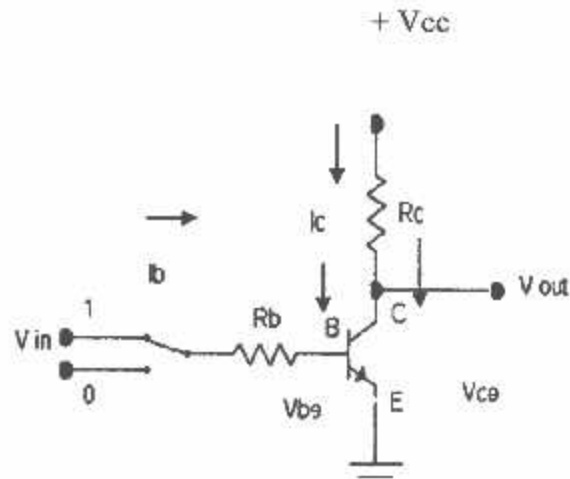


**Gambar 2.9.** Karakteristik Transistor

*Sumber : Gatot Suedarto ,279*

#### 2.4.1. Transistor sebagai saklar

Transistor dapat digunakan sebagai suatu saklar (*switch*) yaitu dengan cara mengoperasikan transistor pada titik tersumbat (*cut-off*) dan titik jenuh (*saturation*). Jika transistor berada pada titik tersumbat, maka transistor berfungsi sebagai saklar terbuka dan jika transistor berada pada titik jenuh, maka transistor berfungsi sebagai saklar tertutup.



**Gambar 2. 10.** Rangkaian Transistor Sebagai Saklar

*Sumber : Gatot Suedarto ,281*

Seperti terlihat pada gambar, penjumlahan tegangan pada loop input adalah:

$$V_{in} = (I_b \times R_b) + V_{be}$$

Sehingga arus basis :

$$I_b = \frac{V_{in} - V_{be}}{R_b} \text{ Ampere}$$

Dimana :

$I_b$  = Arus basis (Ampere)

$V_{in}$  = Tegangan input (Volt)

$V_{be}$  = Tegangan basis emiter (Volt)

$R_b$  = Tahanan pada basis (Ohm)

Jika  $V_b = 0$ , transistor akan tersumbat karena  $I_b = 0$ . Arus kolektor  $I_c = 0$ , sehingga tegangan kolektor emitor menjadi tinggi ( $V_{ce} = 1$ ). Dalam hal ini transistor berfungsi sebagai saklar terbuka dimana dengan tidak adanya arus  $I_b$ , maka tegangan output ( $V_{out}$ ) sama dengan tegangan supply ( $V_{cc}$ ). Sebaliknya transistor akan berfungsi sebagai saklar tertutup apabila basis diberi tegangan sehingga  $I_c$  dilalui arus dan tegangan Kolektor emitor menjadi rendah ( $V_{ce} = 0$ ). Dalam penggunaan transistor sebagai saklar agar transistor benar-benar dalam keadaan saturasi maka arus basis ( $I_b$ ) harus lebih besar dari hasil bagi arus kolektor dan pembesaran arus dari transistor ( $h_{fe}$ ).

## 2.5 INFRA MERAH

Inframerah memancarkan cahaya monokromatis (yang tidak tampak oleh mata manusia) spectrum frekuensi cahaya secara umum dibagi menjadi 3 [Wilson dan Howkes,1989:2] :

- Inframerah memiliki panjang gelombang 0.3 mm sampai dengan 0.7 $\mu$ m
- cahaya tampak memiliki panjang gelombang 0.7  $\mu$ m sampai dengan 0.4  $\mu$ m
- ultraviolet memiliki panjang gelombang sebesar 0.4  $\mu$ m sampai dengan 0.03  $\mu$ m

gelombang elektromagnetik merupakan penyusun inti cahaya yang berada dalam spectrum elektomagnetik yang memiliki jangkauan sangat lebar. Pada jarak yang sama, seluruh spectrum elektromagnetik tersebut mempunyai kecepatan yang

---

sama tetapi frekuensi yang berbeda sesuai dengan panjang gelombangnya [ sears and zemansky, 1994:704] berlaku bahwa

$$e = \lambda \cdot f$$

dimana :  $e$  = Kecepatan Cahaya (m/s)

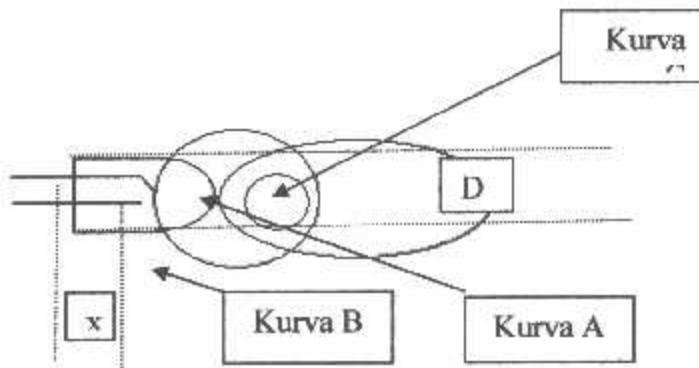
$\lambda$  = panjang gelombang

$f$  = Frekuensi

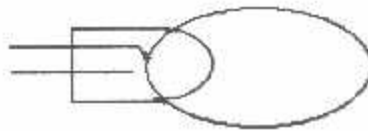
spectrum frekuensi cahaya disebut inframerah bila panjang gelombang adalah  $0.78 \mu\text{m}$  sampai dengan  $1000 \mu\text{m}$ , frekuensi  $2,5 \cdot 10^{14}$  Hz sampai  $2,0 \cdot 10^{14}$  Hz [Skoog and Leary, 1992:253]

Pola radiasi cahaya : Pola radiasi menggambarkan intensitas yang dipancarkan inframerah dari segala arah. Kebanyakan sumber cahaya mempunyai bentuk radiasi yang simetri, disekitar pusat sumbu terdapat beberapa macam pola radiasi inframerah yang terlihat pada gambar 2.11, sedangkan pada bentuk pola radiasi LED inframerah dipasaran yang sering dijual adalah pada gambar 2.12 dibawah ini.

---



**Gambar 2 . 11** Macam Radiasi Inframerah



**Gambar 2. 12** LED Inframerah Yang Dijual Secara Umum

*Sumber : Skoog and Leary 1992:253*

Bentuk pola radiasi dipengaruhi oleh posisi sumber cahaya terhadap pusat kelengkungan pembungkus (*package*) gelas atau plastik LED inframerah. Hubungan pola radiasi LED inframerah dengan Posisi sumber cahaya pada table 2.2 dibawah ini



**Table 2- 4** Pengaruh posisi sumber cahaya X terhadap Jari-Jari (r)

Kurva	Jarak	Pola radiasi
A	$\approx 0$	Bulat
B	$D / 2$	Bulat
C	$> D/2$	Lonjong

spektrum infra merah merupakan bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik. Spektrum gelombang elektromagnetik dibagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan panjang gelombang dari masing-masing spektrum yang ada seperti pada table 2-5

seperti yang ditunjukkan oleh table 2-5 spektrum gelombang elektromagnetik ini dibagi dalam beberapa daerah yaitu : Gelombang Radio, gelombang mikro, cahaya tampak, sinar ultra violet, sinar X, dan sinar gamma.

Spektrum infra merah sendiri dibagi dalam tiga daerah yaitu :

- daerah infra merah dekat (  $0,72 \mu\text{m} - 1,5 \mu$  )
  - daerah unfra merah sedang (  $2,5 \mu\text{m} - 20 \mu\text{m}$  )
  - daerah infra merah jauh (  $20 \mu\text{m} - 1000 \mu\text{m}$  )
-

**Tabel 2- 5 SPEKTRUM GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK**

PANJANG GELOMBAG (M)	FREKUENSI ( HZ )	JENIS GELOMBANG
10 – 10	10 - 10	Sinar Gamma
10 - 10	10 - 10	Sinar X
10 - 10	10 - 10	Ultra Violet
10 - 10	10 - 10	Cahaya Tampak
10 - 10	10 - 10	Infra merah
10 - 10	10 - 10	Gelombang TV (VHF,UHF,SHF)
10 - 10	10 - 10	Frekuensi Tinggi (HP)
10 - 10	10 - 10	Frekuensi Radio (VLF,LF,MF)
10 – 10	10 - 10	Gelombang Listrik Sangat Panjang

Sifat-sifat dari spektrum infra merah tidak beda jauh dengan cahaya tampak, diantaranya yaitu : dapat memancarkan sinar yang merupakan satu jenis lurus dan dapat menembus benda-benda bening atau transparan, serta dapat pula dipantulkan oleh benda yang memantulkan cahaya ,missal: cermin .kecepatan sinar infra merah yang melewati zat perantara selain udara, misal: kaca, air, dan zat perantaranya.

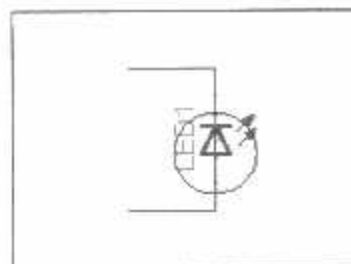
Spektrum infra merah banyak digunakan untuk keperluan-keperluan elektronik, terutama untuk alat-alat atau system yang menggunakan pengaturan dari jarak jauh atau sytem yang menggunakan remote control. Beberapa alasan dan keuntungan penggunaan spektrum infra merah adalah:

1. Pemancar infra merah menggunakan tegangan kecil
2. Mempunyai jangkauan cukup jauh
3. infra merah dapat menembus kabut atau atmosfer
4. tidak mengganggu pemakaian udara untuk kepentingan umum, sehingga tidak memerlukan ijin khusus.
5. spektrum infra merah merupakan cahaya yang tidak tampak sehingga dapat digunakan untuk keperluan rahasia.

LED infra merah digunakan untuk menghasilkan radiasi infra merah.

Prinsip kerjanya adalah pada waktu LED infra merah dibias *Forward*, Electron dari pita konduksi melewati *junction* dan jatuh kedalam *hole pita valensi*, sehingga electron-electron tersebut memancarkan energi. Pada dioda penyearah biasa, energi ini dikeluarkan sebagai energi panas, tetapi pada LED energi ini dipancarkan sebagai cahaya. Sedangkan LED infra merah menghasilkan pancaran yang yang tidak kelihatan, hal ini dapat digunakan dalam system tanda bahaya pencuri, penyampaian informasi secara rahasia dan ruang lingkup lain yang membutuhkan pancaran yang tidak kelihatan..

Symbol LED infra merah yang sering digunakan ditunjukkan dalam gambar 2-6 dibawah ini :



**Gambar 2 .13** LED Infra Red

Led infra merah merupakan PN *junction* yang memancarkan radiasi infra merah yang tidak kelihatan oleh mata kita. Apabila pada anoda diberi tegangan positif dari pada katoda, maka LED menjadi “on” dan arus akan mengalir dari anoda dan katoda. Pada reaksi semi konduktor suatu dioda akan terjadi perpindahan electron dari tipe P ke tipe N. proses rekombinasi antara *electron* dan *hole*, mengakibatkan pelepasan energi berupa pancaran cahaya.

Efisiensi pancaran cahaya akan berkurang dengan berkurangnya arus input dan kenaikan suhu. Pada LED Infra merah cahaya yang dipancarkan mempunyai panjang gelombang yang sangat kecil ( $0,1 \mu\text{m} - 1\mu\text{m}$ ), sehingga pancaran gelombang tersebut tidak tertangkap oleh mata manusia.

## 2.6 RESISTOR

*Resistor* (tahanan = *weerstand*) adalah suatu komponen yang berfungsi untuk menghambat arus listrik. Nilai tahanan dinyatakan dengan *symbol* *R*. satuan tahanan adalah *Ohm*



**Gambar 2 -.14** Resistor (tahanan)

Tiap tahanan mempunyai nilai toleransi ketelitian, artinya umpama pada resistor dinyatakan nilai 500 Ohm, itu tidak berarti nilainya tepat 500 Ohm bila diukur dengan alat pengukur yang diteliti ada kemungkinan lebih dari atau kurang dari 500

Ohm nilai ketelitian itu dinyatakan dalam proses, bila toleransi 10% artinya nilai tahanan tidak akan bergetar lebih dari atau kurang dari 10% nilai yang dinyatakan.

Nilai tahanan itu tidak dinyatakan dengan angka, akan tetapi dinyatakan dengan kode gelang warna pada tubuh tiap *resistor*. Pada umumnya tiap tahanan memiliki 4 deret gelang berwarna pada tubuhnya.

Cara membaca kode tersebut dimulai dari gelang yang terdekat dengan terminal tahanan. Gelang pertama, kedua, ketiga, menyatakan nilai tahanan dalam Ohm. Gelang keempat menyatakan toleransi dalam prosen.

- Warna Emas berarti toleransi 5%
- Warna Perak berarti toleransi 10%
- Tidak terdapat warna berarti toleransi 20%

## 2.7. OPTO COUPLER

Opto kopler adalah Suatu komponen penghubung (*coupling*) yang bekerja berdasarkan picu cahaya, dia akan bekerja bila ada cahaya sebagai tegangan bias. Opto Coupler berasal dari kata Opto yang berarti Cahaya Coupler yang berarti coupling atau penghubung.

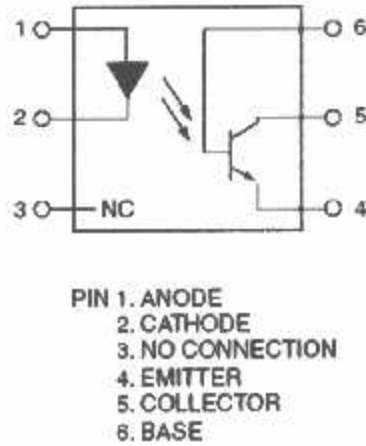
Opto Coupler terdiri dari dua bagian yaitu:

- Transmitter
- Receiver

Bagian Transmitter dari optocoupler dibangun dari sebuah led infra merah supaya memperoleh ketahanan yang baik dari cahaya atau sinar tampak daripada menggunakan sebuah led biasa

---

Bagian Receiver dibangun dari sebuah komponen dari sebuah phototransistor yang akan bekerja bila mendapat sinar, Sinar menggantikan tegangan bias yang dibutuhkan sebuah komponen sebagai transistor. Sinar yang dibutuhkan tersebut berasal dari led infra merah tersebut.



**Gambar 2. 15** Optocoupler

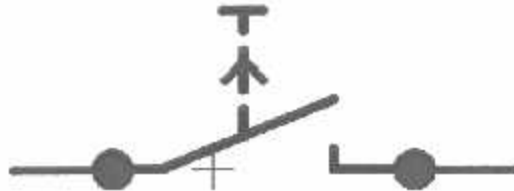
**Sumber:** *Datasheet semi conductor*

Dengan bentuk fisik yang dimiliki Opto coupler maka mempunyai kegunaan dalam aplikasinya yaitu:

Untuk mengisolasi level tegangan atau data antara sisi kiri ( Transmitter ) dan data sisi kanan ( Receiver ). Dalam aplikasi ini digunakan untuk pemisah antara rangkaian penerima dengan rangkaian relay.

## 2.8 PUSH BUTTON SWITCH

Pada dasarnya *push button switch* memiliki dua kondisi, normal *open* dan normal *close* dan bekerja seperti saklar pada umumnya. Dalam hal ini yang dipakai adalah *push button switch*. Pada saklar ini cara pemakaiannya adalah bila ditekan pertama akan terhubung meskipun sudah dilepas kembali, dan akan terputus jika ditekan untuk kedua kalinya.



**Gambar 2 . 16** Simbol dari Saklar Push Button Switch

## 2.9 Relay

Relay merupakan salah satu jenis saklar magnetik yang dapat memutuskan atau menghubungkan kontak-kontak. Sebuah relay terdiri dari satu kumparan dan inti yang mana bila dialiri arus kumparan tersebut akan menjadi magnet dan menutup atau membuka kontak-kontak. Keuntungan dari relay adalah dapat menghubungkan daya yang besar dengan memberi daya yang kecil pada kumparannya.

Relay di golongan berdasarkan arusnya menjadi dua :

- a. Relay arus searah (DC Relay)
- b. Relay arus bolak- balik (AC Relay)

Cara Kerja Relay :

Dalam memutuskan dan menghubungkan kontak antara dua komponen kontak pada relay digerakkan oleh fluks yang timbul akibat adanya magnet listrik jadi fluksi inilah yang menghubungkan atau memutuskan kontak dan antara komponen dengan bagian saklar tidak ada hubungan listrik.

Ada beberapa jenis susunan kontak relay dimana semuanya terisolasi terhadap arus listrik yang ada didalam kumparan. Jenis susunan kontak adalah sebagai berikut

- **Normaly Open**

Yaitu kontak tertutup pada saat kumparan relay dialiri arus listrik

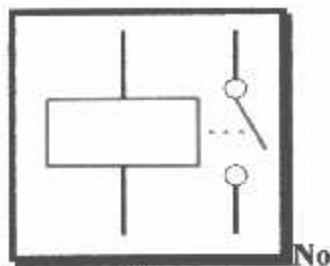
- **Normaly Close**

Yaitu kontak terbuka pada saat kumparan relay dialiri arus listrik

**Macam-macam Relay :**

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

Simbolnya :

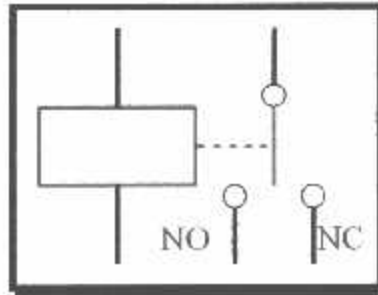


2. **SPDT (*Single Pin Dual Terminal*)**

---

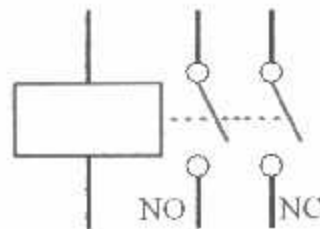


Simbolnya :



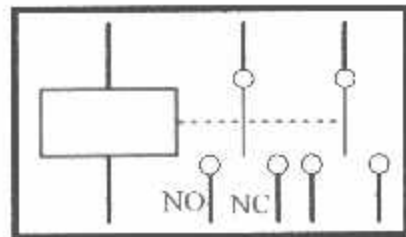
**3. DPST (Dual Pin Single Terminal)**

Syimbolnya :



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

Syimbolnya :

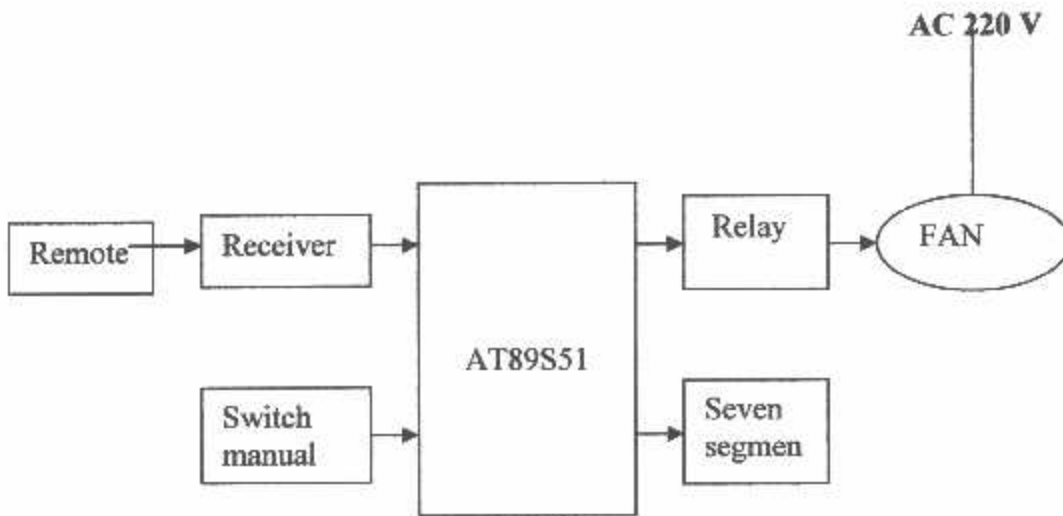


**Gambar 2.17** Macam-macam relay

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. DIAGRAM BLOK RANGKAIAN PENGENDALI KECEPATAN KIPAS ANGIN.

Rangkaian ini berguna untuk mengatur putaran kipas angin dari kecepatan rendah, sedang, cepat. Kipas angin disini menggunakan kipas angin yang tersedia dipasaran, sehingga perubahan atau penambahan hanya terdapat pada tombol pengendali kecepatan kipas angin. Pada pengoperasiannya bisa secara manual dengan menggunakan tombol Push button dan bisa juga menggunakan remote control sebagai pengendali jarak jauh.



Gambar 3 - 1

Diagram Blok Rangkaian Pengendali Kecepatan Kipas Angin

Menggunakan Remote Control Infra Merah Berbasis Mikrokontroller AT89S51

Pada rangkaian pengendali terdapat beberapa komponen yang antara lainya yaitu *mikrokontroller* sebagai pengolah data pengendali alat. *Reciver* sebagai

penerima data berupa *cahaya infra merah*, dan *switching elektronik* menggunakan *Optocoupler* dan *Relai* sebagai saklar penghubung untuk merubah kecepatan atau untuk mengaktifkan kipas angin. Sedangkan pada rangkaian *remote* sendiri Menggunakan Remout Televisi merk SONY type RM 870 Trinitron yang sudah tersedia di pasaran. *Remote control* hanya membutuhkan catu daya atau sumber tegangan 3 Volt, Sehingga dengan menggunakan dua buah baterai Type AA

### 3.2. TRANSMITER (REMOTE)

Remote merupakan pengendali jarak jauh. Remote dalam alat ini digunakan untuk mengatur/mengendalikan kecepatan dari sebuah kipas angin. Remout yang di gunakan adalah Remote televisi merk SONY Type RM 870 Trinitron, dimana telah tersedia di pasaran, Akan tetapi tidak semua tombol layanan yang di gunakan Hanya 4 tombol saja yang di pergunakan Sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan oleh kipas angin. Remote ini membutuhkan sumber tegangan DC 3V yang di dapat dari dua buah Baterai type AA

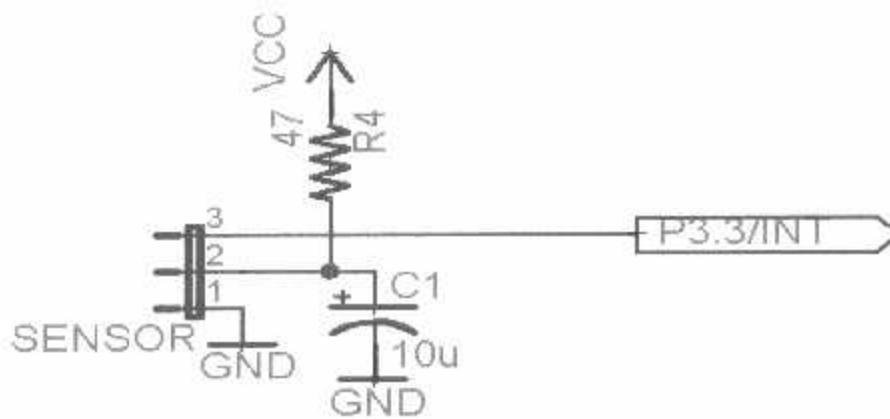
### 3.3 RECIVER (PENERIMA)

IR Modul adalah sebuah komponen penerima cahaya infra merah yang akan mengeluarkan output berupa pulsa atau frekuensi sesuai yang diterima dari *remote*. Output berupa data yang diterima dari remote tersebut akan di teruskan kedalam mikrokontroller sebagai inputan selain dari tombol manual yang tersedia .

IR Modul yang di gunakan merupakan IR Modul dari televise Merk SONY jadi merupakan suatu pasangan antara pemancar dengan pncriman. IR Modul ini

---

membutuhkan sebuah sumber tegangan DC 5V. untuk lebih jelasnya perhatikan gambar berikut:



**Gambar 3.2** Rangkaian Penerima Remote

### 3.4 RANGKAIAN MIKROKONTROLLER AT89S51

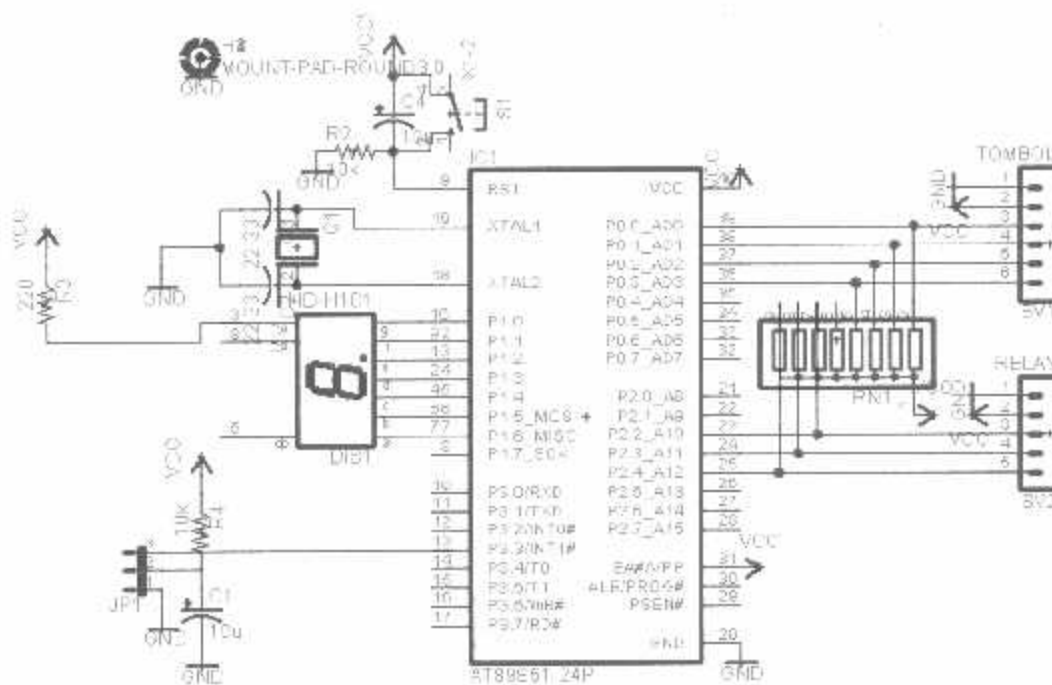
Rangkaian mikrokontroller AT89S51 berfungsi sebagai pengolah data dari rangkaian receiver yang berupa *logic*. Mikrokontroller AT89S51 akan membedakan masing-masing input yang nantinya akan menggerakkan rangkaian switch mana yang akan diaktifkan. Rangkaian ini menggunakan Aktif low sehingga Apabila:

- Jika input pada port P0.0 berlogic low ( 0 ) maka port .2.2 sampai dengan port 2.4 akan mematikan Relay 1 sampai dengan relay 3 yang berarti kipas angin ( motor ) tidak bekerja
- Jika input pada port P0.1 berlogic low ( 0 ) maka selain port 2.2 akan berlogic high sehingga rangkaian relay 1 akan bekerja menhidupkan kipas angin ( motor ) berputar pelan.

- Jika input pada port P0.2 *berlogic low (0)* maka selain port 2.3 akan *berlogic high* sehingga rangkaian relay 2 akan bekerja menghidupkan kipas angin ( motor ) berputar sedang.
- Jika input pada port P0.3 *berlogic low (1)* maka selain port 2.4 akan *berlogic high* sehingga rangkaian relay 3 akan bekerja menghidupkan kipas angin ( motor ) berputar cepat.

Jika setiap penekanan *tombol switch* pada *remote*, mikrokontroller AT89S51 akan mengaktifkan rangkaian *relay 1*, *relay 2*, *relay 3* secara bergantian atau satu persatu. sedangkan tombol nol pada remote berfungsi untuk mematikan semua rangkaian switch sehingga kipas angin berhenti berputar.

Jika terdapat penekanan tombol bersamaan baik pada remote maupun dengan tombol maka akan mengaktifkan tombol yang paling akhir ditekan yang akan diaktifkan. Untuk lebih jelasnya maka perhatikan gambar berikut:



**Gambar 3.3** Rangkaian Mikrokontroller A89S51

### 3.5. Rangkaian Reset

Rangkaian reset bertujuan agar mikrokontroler dapat melakukan proses dari awal jika terjadi kerancuan yang diakibatkan oleh banyak hal, seperti kelebihan arus, perubahan tegangan, dan lain lain. Rangkaian reset untuk mikrokontroler AT89S51 direncanakan agar mempunyai kemampuan power on reset yaitu reset yang terjadi ketika sistem dinyalakan untuk pertama kali. Perencanaan rangkaian reset adalah sebagai berikut :

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

Maka :

$$R(\text{min}) = \frac{V_{ih}}{I_h}$$

$$= \frac{2,5}{5 \times 10^{-4}}$$

$$= 5 \times 10^3 \text{ Ohm}$$

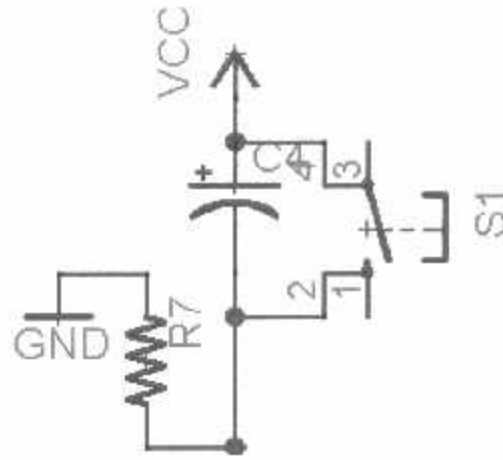
Dan

$$t(\text{min}) = 5 \times C \times R$$

$$C = \frac{10^{-1}}{5 \times 5 \cdot 10^3}$$

$$= 4 \text{ uF}$$

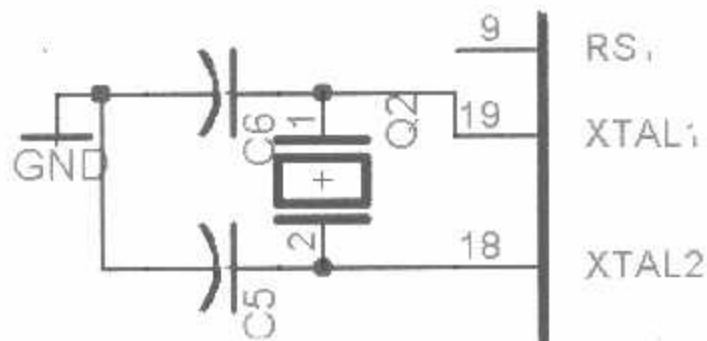
Karena Resistor 5 Kohm dan Capasitor 4 uF tidak ada, maka untuk R dipilih 10 Kohm dan C dipilih 10 uF. Gambar dari rangkaian reset adalah sebagai berikut



**Gambar3.4** Rangkaian Reset

### 3.6 Rangkaian Clock

Mikrokontroler AT89S51 ini memiliki internal clock generator yang berfungsi sebagai sumber clock, tetapi masih memerlukan rangkaian tambahan untuk membangkitkan clock tersebut. Rangkaian ini terdiri dari dua kapasitor dan sebuah kristal 12 Mhz. C1 dan C2 yang memiliki besaran 30pF – 40pF untuk kristal, sedangkan yang memiliki besaran 30pF – 50pF untuk keramik resonator. Dalam perencanaan rangkaian mikrokontroler digunakan kapasitor 30pF.

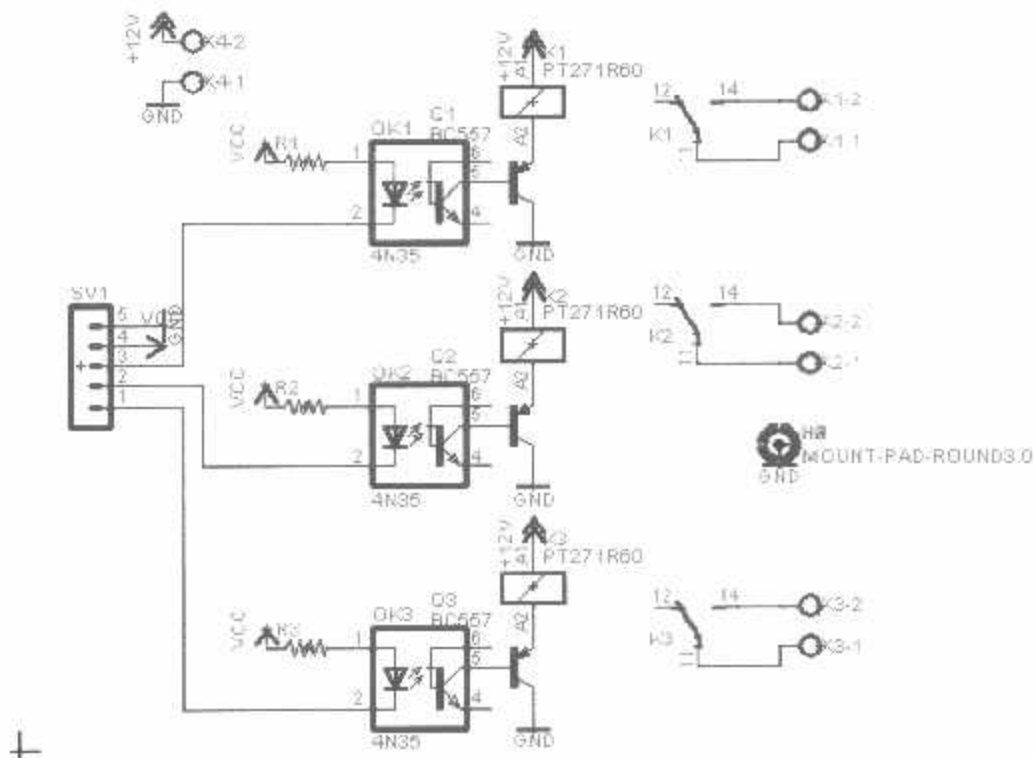


**Gambar 3.5** Rangkaian Clok

### 3.6. RANGKAIAN RELAY

Rangkaian *Relay* terdiri dari Optocoupler ,transistor dan relay.Dimana inputan berasal dari output yang telah di olah oleh mikrokontroller dan diinputkan ke dalam rangkaian ini.

Hasil inputan tadi akan diteruskan ke optocoupler 4N25 sebagai trigger dan dikuatkan oleh transistor BC 557 untuk mengaktifkan relay, sehingga relay mendapat bias untuk mengaktifkan motor.



**Gambar 3.6** Rangkaian Relay

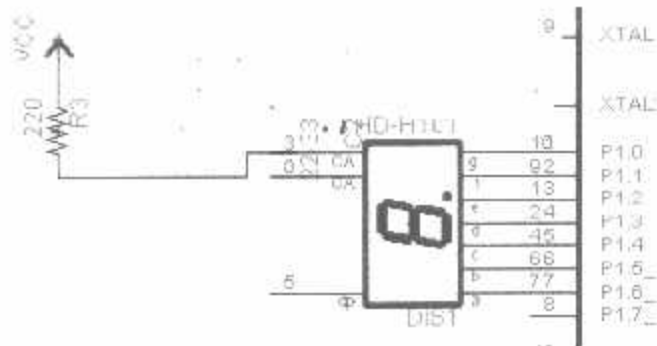


### 3.8. RANGKAIAN TAMPILAN SEVEN SEGMENT

Rangkaian tampilan seven segmen ini terdiri dari beberapa komponen yaitu sebuah seven segmen dan sebuah resistor 220 ohm.

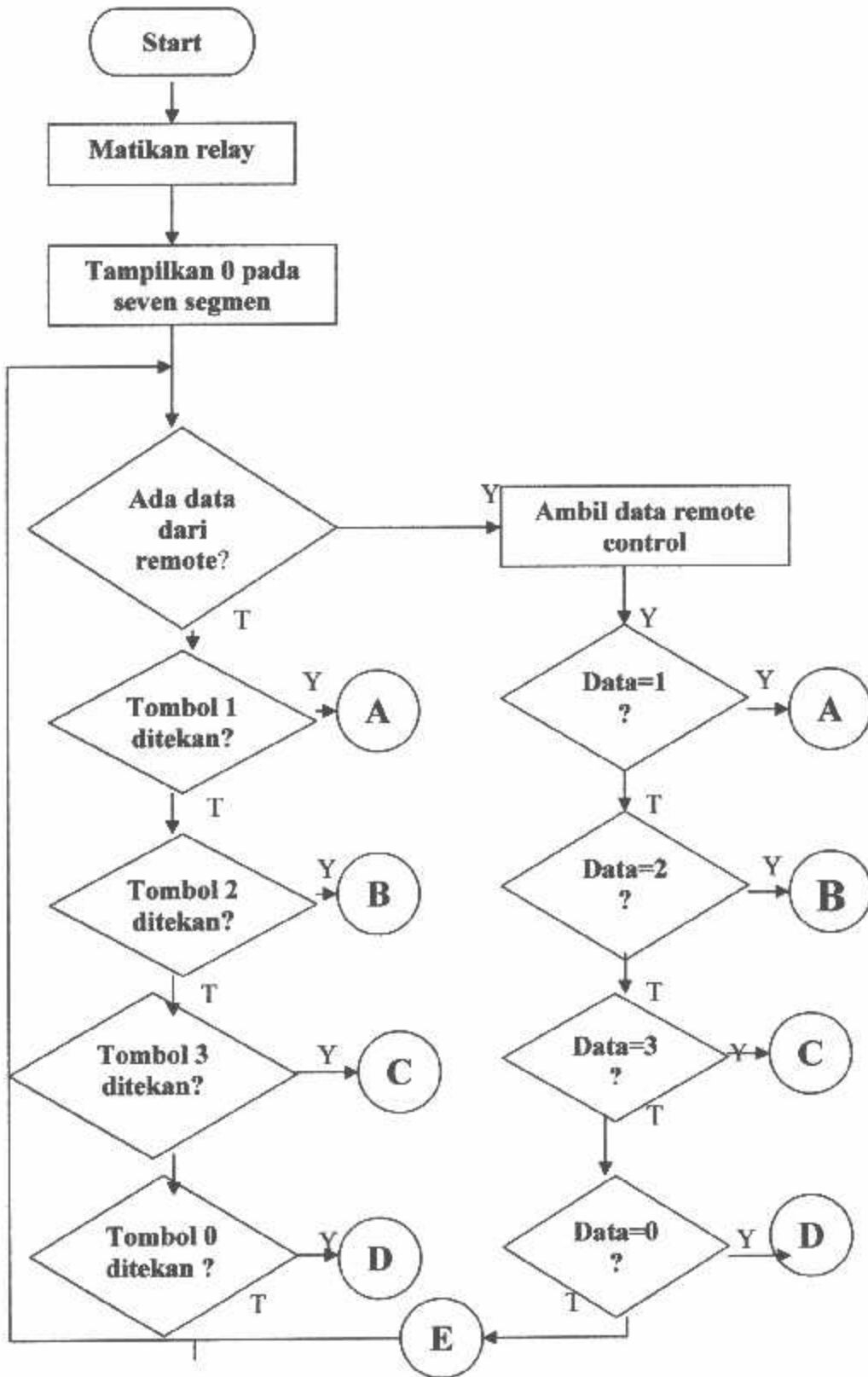
Dimana rangkaian ini akan menampilkan angka yang aktif / yang bekerja pada saat itu. Rangkaian ini mendapat inputan dari data yang telah diolah oleh mikrokontroller yang selanjutnya di umpankan kedalam seven segmen melalui port P1.0 sampai P1.6

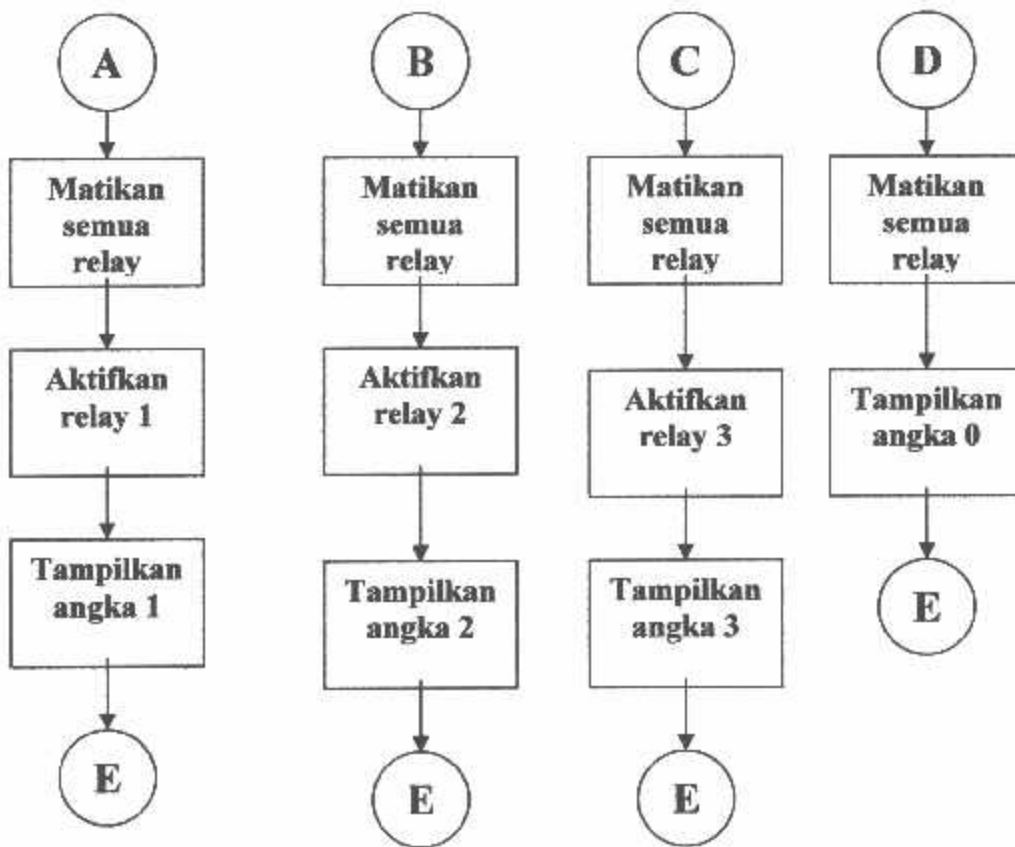
Adapun rangkaian dari Seven Segmen sebagai berikut:



**Gambar 3.7 Rangkaian Tampilan Seven Segmen**

## FLOWCHART





## BAB IV

### PENGUJIAN ALAT

#### 4.1. Pengujian *Hardware*

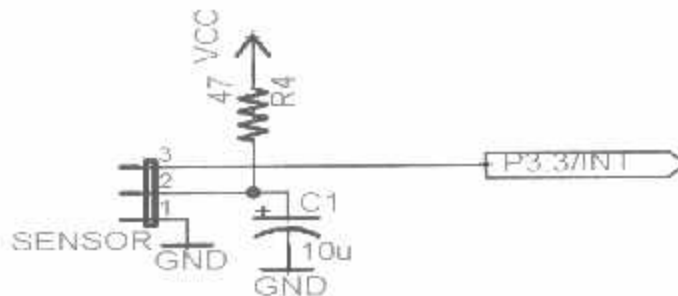
Dalam bab ini akan dibahas mengenai pengujian terhadap peralatan yang dibuat, guna untuk mengetahui kinerja atau proses dari peralatan tersebut. Setelah tahap pengujian kemudian dilanjutkan dengan tahap pengambilan data terhadap rangkaian – rangkaian dan ditampilkan beserta foto fotonya.

Pengujian alat meliputi pengujian *Hardware* yang berupa pengujian sensor penerima, pengujian tombol manual, pengujian jangkauan pemancar dan penerima dan pengujian rangkaian *seven segmen*

Pengujian *hardware* bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem dalam tiap bloknnya. Selain itu untuk mengetahui apakah kinerja sistem maksimal atau tidak apabila dihubungkan dengan program.

##### 4.1.1. Pengujian Rangkaian Sensor Penerima Infra Merah

Pengujian rangkaian sensor penerima infra merah ini dilakukan untuk mengetahui berapa tegangan output dari sensor penerima infra merah. Berikut ini merupakan gambar pengujian dari rangkaian sensor penerima infra merah .



**Gambar 4.1** Pengujian Rangkaian Sensor Penerima Infra Merah

**Sumber :** Perencanaan

Pengujian pengukuran sensor penerima infra merah ini dilakukan penekanan tombol 1,2,3 dan 0 pada *remote control* secara bergantian dan di ukur pada pin sensor no 3 yaitu pada pin data pin data dimana pin sensor no 1 mendapat *negative* dan pin no 3 mendapat positif dan diberi tegangan sumber pada pin no 2, Sehingga didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Pengukuran Sensor Penerima Infra Merah

Tombol Penekanan	Pengukuran pada Sensor Penerima (V)
0.	4.88
1.	3.61
2.	3.62
3.	3.71
VCC	4.88

Dari data Tabel 4.1 kita dapat mengetahui setiap tombol yang digunakan untuk inputan mempunyai keluaran tegangan yang berbeda beda disetiap penekanannya yang dapat di ukur pada sensor penerima tepatnya pada pin data ( pin no 3 ), Dimana Pin no 2 mendapatkan tegangan sumber yaitu sebesar 4.88 Volt. Sedangkan pin no 1 mendapatkan *ground* sehingga Pengukuran dilakukan dengan menggunakan Volt Meter dimana *negatif* volt meter mendapat *ground* Sedangkan *Positif* Volt Meter mendapatkan pin 3 / pin Data. Dimana Setiap tombol masukan mempunyai keluaran tegangan yang berbeda Seperti yang telah didapatkan pada tabel 4.1.

Keterangan alat yang digunakan :

- Tegangan Catu Daya 5 volt
  - Sebuah Multimeter digital ( Volt Meter )
  - Rangkaian Sensor Penerima dan Pemancar
-

Adapun foto hasil pengujian pengukuran sensor penerima infra merah pada masing masing tombol berikut ini



**Gambar 4.2**

Foto Hasil Pengujian Pengukuran Sensor Penerima Infra Merah pada Tombol 1



**Gambar 4.3**

Foto Hasil Pengujian Pengukuran Sensor Penerima Infra Merah pada Tombol 2



**Gambar 4.4**

Foto Hasil Pengujian Pengukuran Sensor Penerima Infra Merah pada Tombol 3

---



**Gambar 4.5**

Foto Hasil Pengujian Pengukuran Sensor Penerima Infra Merah pada Tombol 0

#### 4.1.2. Pengujian Tombol Manual

Pengujian Tombol Manual ini berfungsi untuk pengoperasian alat agar bisa dioperasikan secara manual selain menggunakan *remote control*.

Dimana penekanan tombol dilakukan secara bergantian dan dilakukan dengan mengamati kontak kerja relay serta mengamati putaran pada baling baling

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian Pengoperasian Tombol Manual

Penekanan Tombol	Keadaan Relay			Putaran Baling Baling	Tampilan Seven Segmen
0	H	H	H	Berhenti	0
1	L	H	H	Berputar pelan	1
2	H	L	H	Berputar Sedang	2
3	H	H	L	Berputar Kencang	3

Dimana **H = High = 5 Volt**, **L = Low = 0 Volt**

Dari Data Hasil pada **Tabel 4.2** Kita dapat mengetahui bagaimana tombol manual Apabila ditekan. Dengan mengamati keadaan/perubahan pada Relay, Putaran Baling Baling serta tampilan pada Seven Segmen Dimana pada Rangkaian ini menggunakan aktif Low ( Apabila ada inputan Low maka akan mengaktifkan rangkaian ), Sehingga:

- Apabila tombol 0 ditekan maka yang terjadi adalah semua relay dalam posisi OFF ( tidak Kontak ) keadaan baling baling berhenti serta tampilan pada seven segmen menampilkan angka 0.
- Apabila tombol 1 ditekan maka yang terjadi adalah relay 1 terjadi kontak relay 2 dan 3 tidak bergerak ( OFF ) keadaan baling baling berputar pelan tampilan pada seven segmen menampilkan angka 1.
- Apabila tombol 2 ditekan maka yang terjadi adalah relay 2 terjadi kontak relai 1 dan 3 tidak bergerak ( OFF ) keadaan baling baling berputar sedang dan tampilan pada seven segmen menampilkan angka 2.
- Apabila tombol 3 ditekan maka yang terjadi adalah relay 3 terjadi kontak relay 1 dan 2 tidak bergerak ( OFF ) keadaan baling baling berputar kencang dan tampilan pada seven segman menampilkan angka 3.

#### **4.1.3 Pengujian Jangkauan Pemancar dan Penerima**

Pengujian ini dilakukan agar diketahui berapa jarak maksimal yang dapat dicapai dari pemancar ( TX ) ke Penerima ( RX ) ,dimana sangat berguna dalam proses pengiriman data. Berikut ini hasil pengujian jangkauan pemancar ( Remote Control ) dengan penerima yang ada pada kipas angin.

---



**Table 4.3** Hasil Pengujian Jangkauan Pemancar – Penerima

Jarak ( M )	Tombol Yang Di Pancarkan	Sensor Penerima Pada Tampilan Seven Segmen	Keadaan Putaran Baling Baling Kipas Angin
1	1	1	Berputar Pelan
2	2	2	Berputar Sedang
3	3	3	Berputar kencang
4	0	0	Berhenti
5	1	0	Berhenti

Dari data hasil pada Tabel 4.3 kita dapat mengetahui seberapa jauh pemancar remote control itu dapat memancarkan data yang dapat di terima oleh sensor penerima seperti pada keterangan yang diperoleh bahwa:

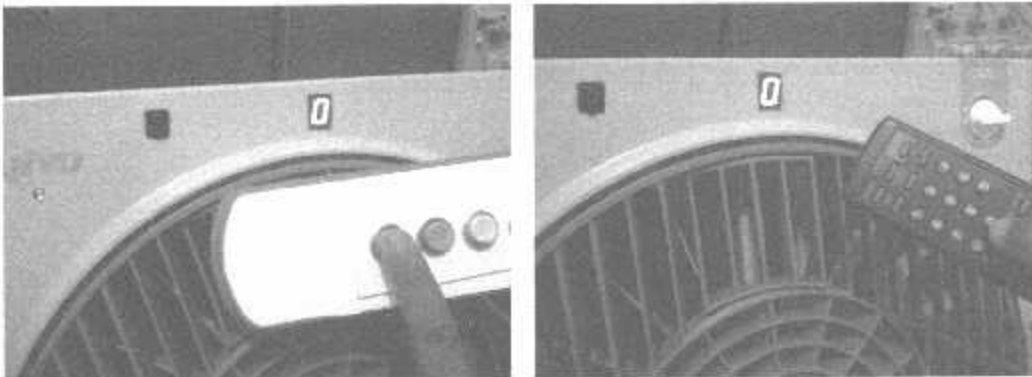
- Pada jarak pertama ( 1 Meter ) remote control memancarkan data 1 maka sensor penerima menampilkan angka 1 pada tampilan seven segmen serta keadaan baling baling kipas angin berputar pelan.
  - Pada jarak kedua ( 2 Meter ) remote control memancarkan data 2 maka sensor penerima menampilkan angka 2 pada tampilan seven segmen serta keadaan baling baling kipas angin berputar sedang..
  - Pada jarak ketiga ( 3 Meter ) remote control memancarkan data 3 maka sensor penerima menampilkan angka 3 pada tampilan seven segmen serta keadaan baling baling kipas angin berputar kencang.
-

- Pada jarak keempat ( 4 Meter ) remote control memancarkan data 0 maka sensor penerima menampilkan angka 0 pada tampilan seven segmen serta keadaan baling baling kipas angin berhenti.
- Pada jarak kelima ( 5 Meter ) remote control memancarkan data 1 maka sensor penerima menampilkan angka 0 pada tampilan seven segmen serta keadaan baling baling kipas angin berhenti.

Dari data percobaan tersebut bahwa jangkauan pancaran antara pemancar dengan penerima hanya 4 Meter saja.

#### 4.1.4 Pengujian Tampilan Seven Segmen

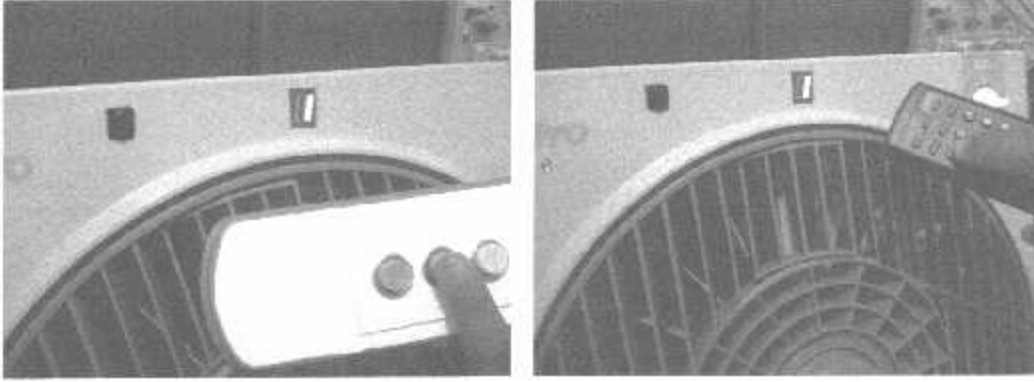
Pengujian tampilan seven segmen ini bertujuan untuk mengetahui / indicator nomer atau angka yang aktif pada saat itu . Dimana tampilan tersebut akan ditampilkan oleh seven segmen. Berikut ini gambar / foto tampilan seven segmen dari penekanan tombol manual maupun dari *remote control*.



**Gambar 4.6**

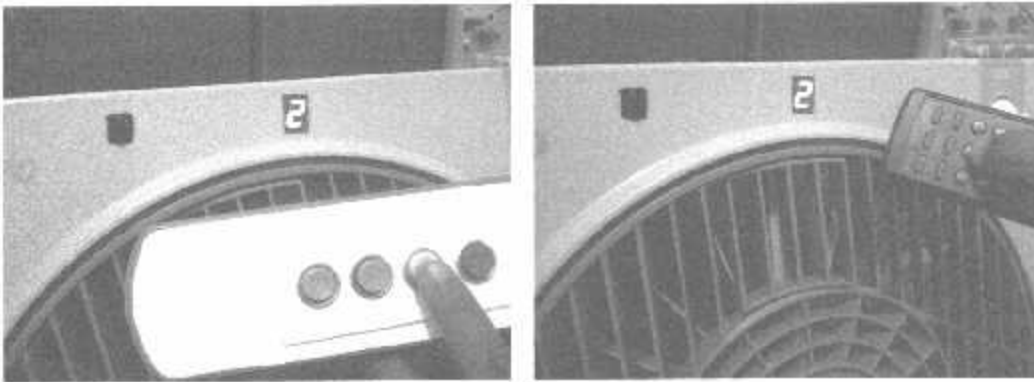
Foto Hasil Pengujian Tampilan Seven Segmen pada Tombol 0

---



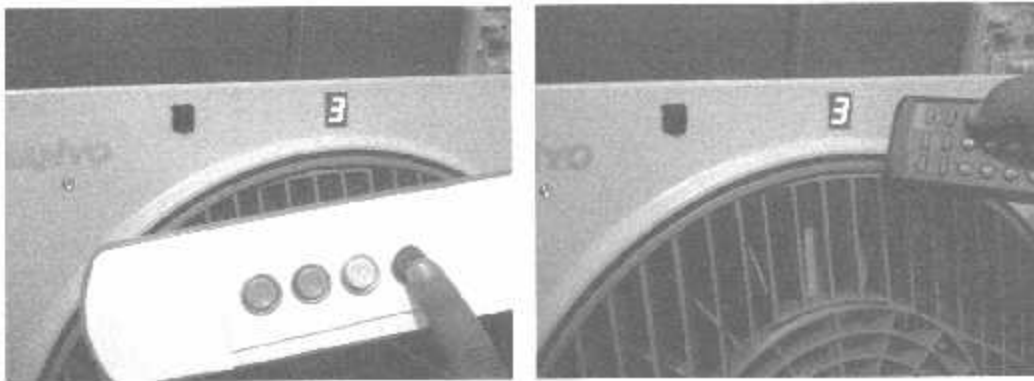
**Gambar 4.7**

Foto Hasil Pengujian Tampilan Seven Segmen pada Tombol 1



**Gambar 4.8**

Foto Hasil Pengujian Tampilan Seven Segmen pada Tombol 2



**Gambar 4.9**

Foto Hasil Pengujian Tampilan Seven Segmen pada Tombol 3

---

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan perancangan dan rangkaian pengujian yang telah dilaksanakan sebelumnya, maka penulis disini dapat menarik beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Peralatan kipas angin yang dulunya masih pengoperasiannya secara manual (konvensional) sekarang dapat dioperasikan secara electric (jarak jauh/otomatis ) dengan menggunakan remote control
2. Dari segi efektifitas, pengoperasiannya dapat dilakukan baik menggunakan tombol manual maupun menggunakan remote control, jadi bila remote control hilang atau tidak berfungsi masih dapat mengoperasikannya menggunakan tombol manual.
3. Dengan adanya Tampilan seven segmen kita dapat mengetahui kecepatan yang aktif saat ini dengan tampilan angka
4. Jarak maximal yang dapat dijangkau oleh sensor penerima adalah 4 Meter

#### **5.2 Saran**

Demi kesempurnaan alat ini maka penulis menerima kritikan kritikan yang dapat membangun dan Apabila ada yang mau menyempurnakan alat dengan pengembangan pengembangan yang lain seperti bagaimana apabila motor yang digunakan motor yang hanya memiliki 1 keluaran tetapi motor tersebut dapat diatur kecepatannya dengan cara menambah / mengurangi pada remot control (pengaturan kecepatan hanya + dan -saja) serta tampilannya menggunakan LCD yang menampilkan berapa rpm yang dicapai / aktif pada saat itu.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Malvino, Albert Paul, Prinsip – prinsip Elektronika.
2. Atmel . AT 89S51 Flash Microcontroller, USA.
3. [Http://www.atmel.com](http://www.atmel.com),2003.
4. [Http://www.salembateknika.com](http://www.salembateknika.com)
5. Micro-Drives · 14881 Evergreen Ave. Clearwater, FL 33762 USA. info@micro-drives.com <info@micro-drives.com>
6. Coughlin, Robert F. (1992). Penguat Operasional dan Amplifier.
7. Rangkaian Terpadu Linier, Jakarta : Erlangga.
8. Buku Panduan Pelatihan Mikrokontroller AT89S51 (2006): Laboratorium Pemeliharaan dan Perbaikan Perancangan Elektronika Institut Teknologi Nasional Malang.



**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Herdianto Rochman .  
NIM : 03.57.0003  
Jurusan : Teknik Elektro D-III.  
Program Studi : Teknik Elektronika.  
Judul Tugas Akhir : Perencanaan dan Pembuatan Alat  
Pengendali Kecepatan Kipas Angin  
Menggunakan Remote Control Infra  
Merah Berbasis Mikrokontroller  
AT89S51.

Dipertahankan di hadapan Team penguji Tugas Akhir Jenjang Diploma (D-III) :

Pada Hari : Senin  
Tanggal : 24 September 2007  
Dengan nilai : 76,25 ( B+ )

*Panitia Ujian Tugas Akhir*



( Ir. Mechtar Asroni, MSME )  
Ketua Majelis Penguji

( Ir. H Choirul Saleh, MT )  
Sekretaris Majelis Penguji

Anggota Penguji

( Bambang Prio H., ST, MT )  
Pertama

( Ir. M. Abdul Hamid, MT )  
Kedua



**LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR**

Telah dilakukan perbaikan oleh:

Nama : Herdianto Rochman  
NIM : 03.57.003  
Jurusan : Teknik Elektro D-III  
Program Studi : Teknik Elektronika  
Hari/Tanggal : Senin / 24 September 2007

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1	Perbaikan Abstraksi	
2	Perbaikan nomor halaman	
3	Ganti kesimpulan	

Telah Diperiksa/Disetujui:

Anggota Penguji I

(Bambang Prio H., ST, MT)

Anggota Penguji II

(Ir. M. Abdul Hamid, MT)

Mengetahui :  
Dosen Pembimbing

(Ir. H. Choirul Saleh, MT)




**Institut Nasional Malang**  
**Fakultas Teknologi Industri**  
**Jurusan Teknik Elektro D-III**

Lembar Assistensi Bimbingan Tugas Akhir

Nama : HERDIANTO ROCHMAN  
Nim : 0357003  
Judul : Perencanaan dan Pembuatan Alat pengendali Kecepatan Kipas Angin Menggunakan Remout Control Infra merah Berbasis MK89S51.....  
Dosen Pembimbing : Ir.Choirul Saleh,MT

No	Tanggal	Assistensi	Paraf
1	3 Sept 2007	Pengumpulan BAB I,II,III	<i>es</i>
2	5 Sept 2007	Tabrel , Grafik , Gambar ( Sumber )	<i>es</i>
3	7 Sept 2007	Acc BAB I , II , III	<i>es</i>
4	10 Sept 2007	Pengumpulan BAB IV , V	<i>es</i>
5	12 Sept 2007	Pengukuran, Pengujian Alat	<i>es</i>
6	12 Sept 2007	Acc Ujian	<i>es</i>

Malang, 12 september 2007

  
Ir.Choirul Saleh,MT  
NIP.Y.1018800190





YAYASAN PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

KAMPUS : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431(Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145

Nomor : 0043/EL-04/TA/2007  
Lampiran : -  
Perihal : Bimbingan Tugas Akhir

Kepada : Yth. Ir. Choirul Saleh,MT  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
Malang

Dengan Hormat,

Sesuai dengan permohonan persetujuan dalam Tugas Akhir untuk mahasiswa:

Nama : Herdianto Rochman  
No. Mahasiswa : 0357003  
Program Studi : Teknik Elektro D-III  
Judul Tugas Akhir : Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengendali Kecepatan Kipas Angin  
Menggunakan Remote Control Infra Merah Berbasis MK AT 89S51  
(perpanjangan)

Maka dengan ini pembimbingan Tugas Akhir tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara, terhitung mulai tanggal 17/04/2006 s/d 17/08/2007

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terima kasih.

Malang, 24 April 2007  
Ketua Jurusan Jurusan Teknik Elektro D-III



Ir. Choirul Saleh,MT

NIP. 1018800190

Lampiran : 1 (satu) berkas Proposal  
Perihal : Permohonan Kesiediaan Dosen Pembimbing

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir. Choirul Saleh, MT  
Institut Teknologi Nasional Malang  
di  
M a l a n g

Dengan hormat,

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : Herdianto Rochman  
No. Mahasiswa : 0357003  
Program Studi : Teknik Elektro D-III

Dengan ini mengajukan permohonan, sekiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama/Pendamping\*), untuk penyusunan Tugas Akhir .

Judul Tugas Akhir : ..Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengendali Kecepatan Kipas..  
..Angin Menggunakan Remote Control Infra Merah Berbasis MK..  
..AT 89C2051.....

Adapun tugas tersebut adalah salah satu syarat untuk mencmptuh Ujian Tugas Akhir Program D-III.

Demikian permohonan kami dan atas kesiediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui  
Ketua Jurusan  
u.b. Sekretaris Jurusan  
Teknik Elektro D-III



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

Malang, 17 Januari 2007



Herdianto Rochman

### KESEDIAAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Herdianto Rochman  
No. Mahasiswa : 0357003  
Program Studi : Teknik Elektro D-III  
Judul Tugas Akhir : Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengendali Kecepatan Kipas...  
Angin Menggunakan Remote Control Infra Merah Berbasis MK.  
AT 89C2051

Bahwa kami bersedia membimbing Tugas Akhir dari mahasiswa tersebut.

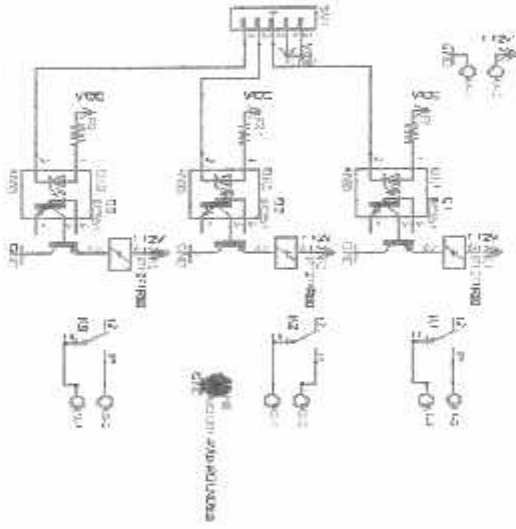
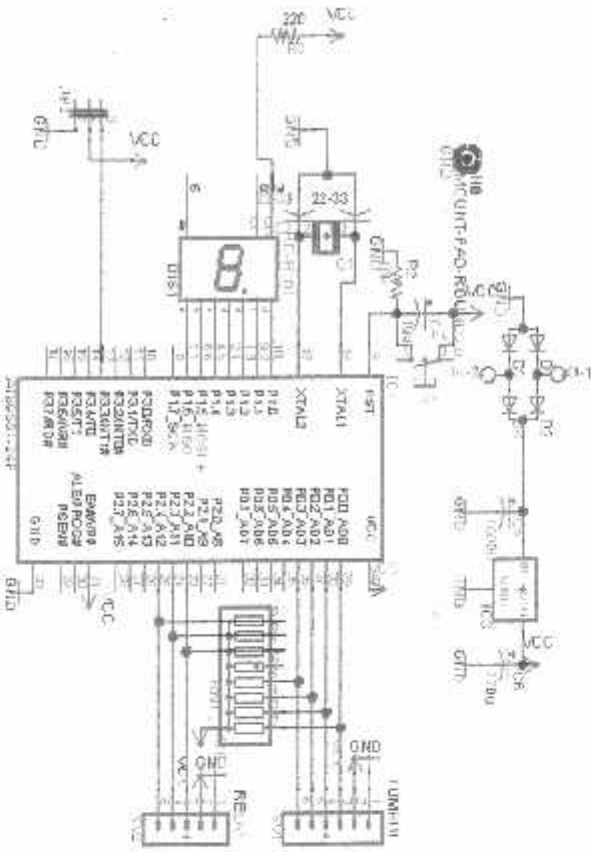
Jangka waktu penyelesaian Tugas Akhir selama 4 (empat) bulan mulai tanggal  
17/01/2006 s/d 17/04/2007 dan apabila dalam jangka waktu tersebut belum selesai maka tugas akhir  
tersebut dinyatakan GUGUR

Malang, 17 Januari 2007

Dosen Pembimbing:

 Ir. Choirul Saleh, MT  
NIP.

Nb :  
Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan Mahasiswa  
yang bersangkutan kepada sekretaris jurusan Teknik  
Elektro D-III



```
=====
; X-TAL = 12.000.000 Hz
=====
```

```
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    Mulai0
```

```
;
      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   TL0,#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
      setb  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
    nov  TLO,#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 reml1t
rem0:  cjne A,#5,rem1
    clr  kode.0
    sjmp reml1t
rem1:  cjne A,#6,rem3
    setb kode.0
    sjmp reml1t
rem3:  cjne A,#7,salah
    setb kode.0
reml1t: mov  A,kode
    R1  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:
    SETB P2.3
    SETB P2.2
    SETB P2.4

    CLR  P1.0
    CLR  P1.1
    CLR  P1.2
    CLR  P1.3
    CLR  P1.4
    CLR  P1.5
    SETB P1.6

    mov  SP,#30H
    mov  TCON,#0
    setb TR0
    mov  TMOD,#29h ; 2untuk serial mode 2,untuk IR mode 1 INT0

```

---

```

setb PX1          ; priority
setb IT1          ; set ext. int.1 to down
setb EX1          ; enable ext. int.1
setb ETO          ; enable timer overflow interup 1
call delay
call delay

```

```

;*****
;tunggu ditekan: LOOP
;*****

```

```

Mulai:
ULANG:   setb EA          ; Enable all interupt
        jnb finish, sdh_ditekan
        jnb PO.0, KIPAS_MATI1
        jnb PO.1, KIPAS1
        jnb PO.2, KIPAS2
        jnb PO.3, KIPAS3
        jmp ULANG

```

```

KIPAS_MATI1:
        jmp KIPAS_MATI

```

```

sdh_ditekan:
        clr EA
;*****
; Routine untuk memproses data RC SONY
;*****

```

```

ProgSony:
        clr finish
        mov A, kode
        cpl A
        CJNE A, #11111110B, KAR1
        MOV B, #1
        jmp KIPAS1
KAR1:
        CJNE A, #01111110B, KAR2
        MOV B, #2
        jmp KIPAS2
KAR2:
        CJNE A, #10111110B, KAR0
        MOV B, #3
        jmp KIPAS3
KAR0:
        CJNE A, #01101110B, KAR10
        MOV B, #0
        jmp KIPAS_MATI
KAR10:
        jmp ULANG
KIPAS1:
        CLR EA

```

```
SETB P2.3
SETB P2.4
CLR P2.2
```

```
SETB P1.0
CLR P1.1
CLR P1.2
SETB P1.3
SETB P1.4
SETB P1.5
SETB P1.6
CALL ROLL
CALL ROLL
JMP ulang
```

KIPAS2:

```
CLR EA
SETB P2.2
SETB P2.4
CLR P2.3
```

```
CLR P1.0
CLR P1.1
SETB P1.2
CLR P1.3
CLR P1.4
SETB P1.5
CLR P1.6
CALL ROLL
CALL ROLL
JMP ulang
```

KIPAS3:

```
CLR EA
SETB P2.3
SETB P2.2
CLR P2.4
```

```
CLR P1.0
CLR P1.1
CLR P1.2
CLR P1.3
SETB P1.4
SETB P1.5
CLR P1.6
CALL ROLL
CALL ROLL
JMP ulang
```

KIPAS\_MATI:

```
CLR EA
SETB P2.3
SETB P2.2
SETB P2.4
```

---



```
CLR P1.0
CLR P1.1
CLR P1.2
CLR P1.3
CLR P1.4
CLR P1.5
SETB P1.6
CALL RCLL
CALL RCLL
JMP ulang
```

```
;=====
```

```
roll:
MOV 70h,#0ffh
roling:
MOV 71h,#0ffh
DJNZ 71h,$
DJNZ 70h,roling
RET
```

```
;=====
; sub routine delay
;=====
```

```
Delay: Mov R4,#00h
Delay1A: nop
Djnz R4,Delay1A
Ret
Mdelay: mov R4,#50
jmp delay1A
```

```
end
```

---

## Features

- Compatible with MCS-51® Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
  - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible 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 Atmel's 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 highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock 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 contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.



---

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

---

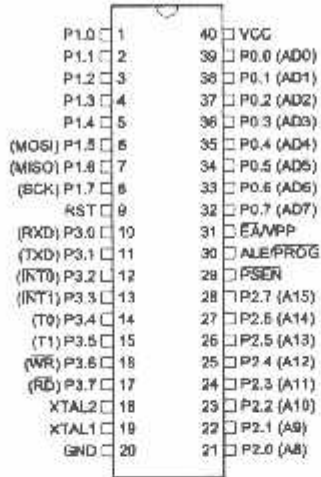
**AT89S51**

Rev. 2487A-10/01

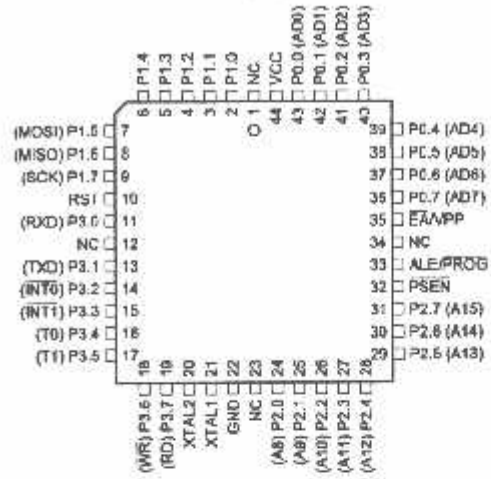


## Pin Configurations

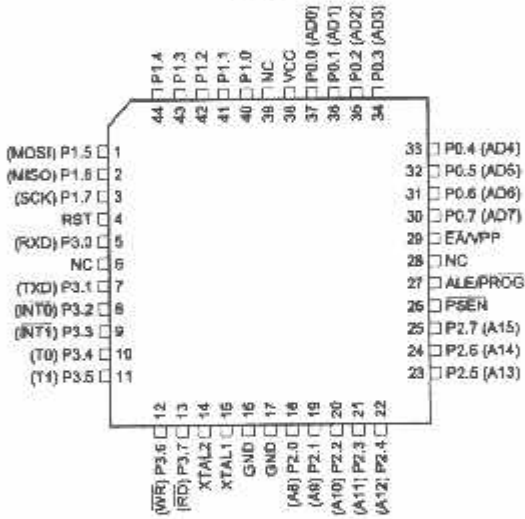
**PDIP**



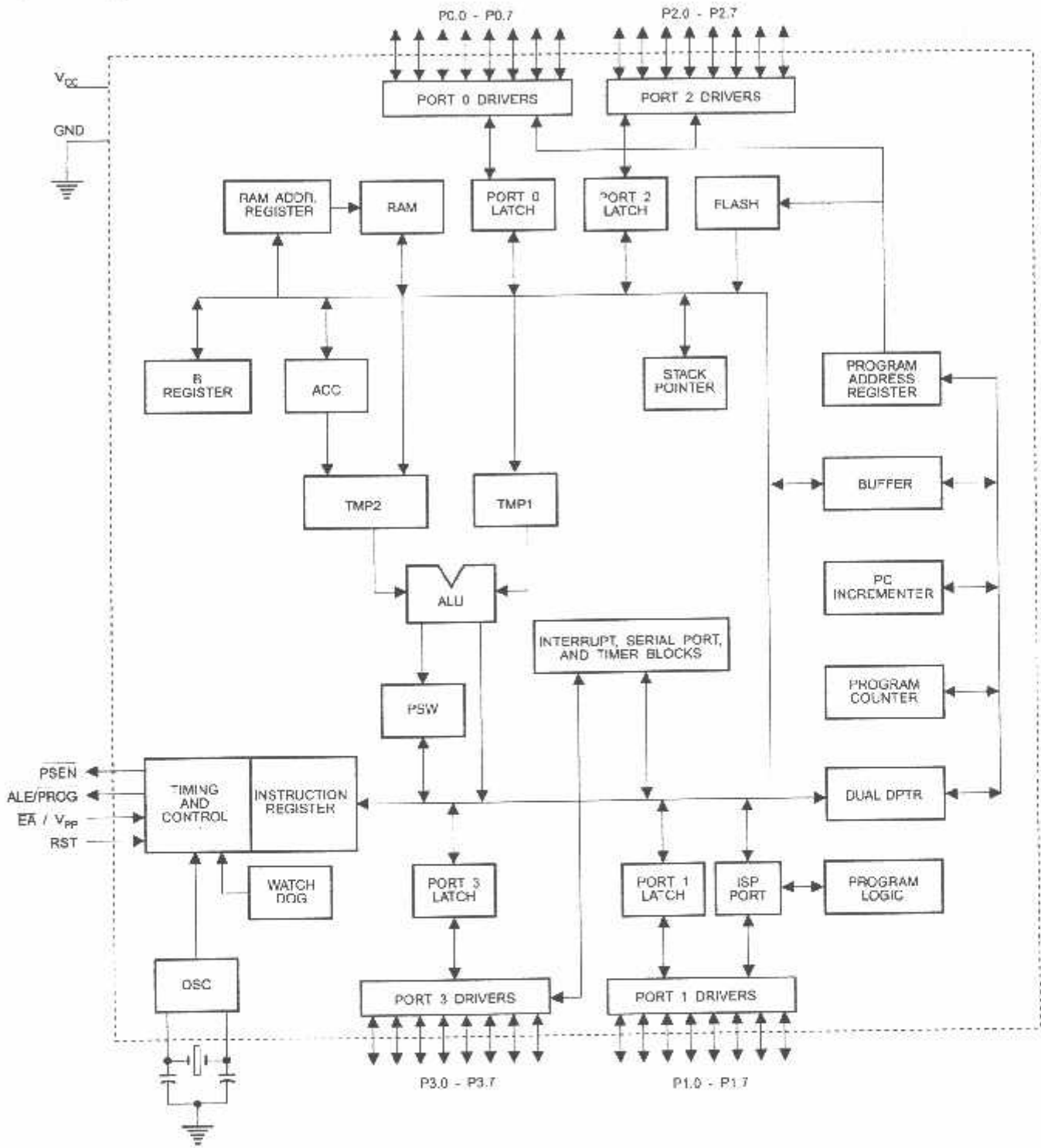
**PLCC**



**TQFP**



Block Diagram



## Pin Description

**VCC** Supply voltage.

**GND** Ground.

**Port 0** Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional 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** Port 1 is an 8-bit bidirectional 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** Port 2 is an 8-bit bidirectional 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** Port 3 is an 8-bit bidirectional 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	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe)

**RST**

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.

**ALE/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 (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.

**$\overline{\text{PSEN}}$**

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

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

**$\overline{\text{EA/VPP}}$**

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

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

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

**$\overline{\text{KTAL1}}$**

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

**$\overline{\text{KTAL2}}$**

Output from the inverting oscillator amplifier



## Special Function Registers

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.

Table 1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

0F8H								0FFH
0F0H	B 00000000							0F7H
0E8H								0EFH
0E0H	ACC 00000000							0E7H
0D8H								0DFH
0D0H	PSW 00000000							0D7H
0C8H								0CFH
0C0H								0C7H
0B8H	IP XX000000							0BFH
0B0H	P3 11111111							0B7H
0A8H	IE 0X000000							0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXXX0				WDRST XXXXXXXXX	0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXXX						9FH
90H	P1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00000	8FH
80H	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 MOVC 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 reset under software control and is not affected by reset.

**Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1**

AUXR1								
Address = A2H								
Reset Value = XXXXXXX0B								
Not Bit Addressable								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	DPS
	-	-	-	-	-	-	-	0
								1
-	Reserved for future expansion							
DPS	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 One-time Enabled with Reset-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.

### Using 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.

## WDT During Power-down and 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.

## UART

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 '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

## 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 '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

## 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 position IE.6 is unimplemented. In the AT89S51, bit position IE.5 is also 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**

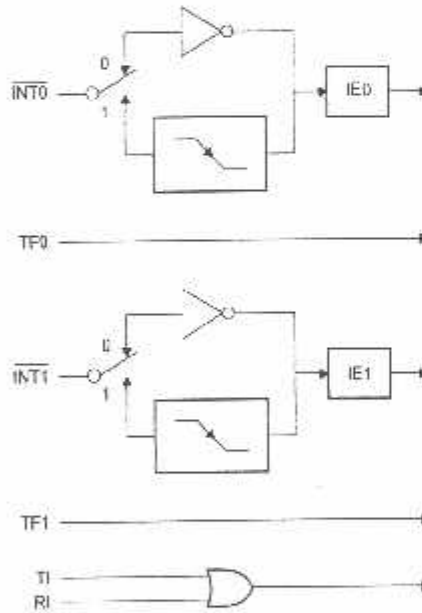
(MSB)			(LSB)				
EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
Enable Bit = 1 enables the interrupt.							
Enable Bit = 0 disables the interrupt.							

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.

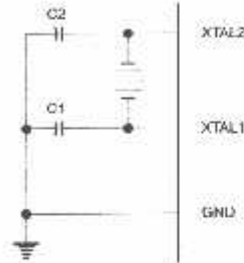
**Figure 1. Interrupt Sources**



## Oscillator Characteristics

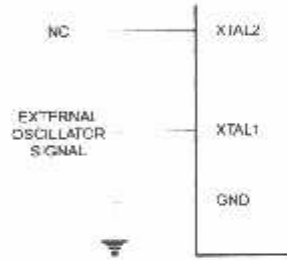
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected 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  $\pm$  10 pF for Crystals = 40 pF  $\pm$  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 into  $\overline{INT0}$  or  $\overline{INT1}$ . 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

## Program Memory Lock Bits

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	MOV <sub>C</sub> instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, $\overline{EA}$ is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash 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  $\overline{EA}$  pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value and holds that value until reset is activated. The latched value of  $\overline{EA}$  must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

## Programming the 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 mode table and Figures 13 and 14. 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  $\overline{EA}/V_{PP}$  to 12V.
5. Pulse ALE/ $\overline{PROG}$  once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 50  $\mu$ s. 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 89S51  
 (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/PROG 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 the Flash – Serial 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.

## Serial 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<sub>CC</sub> 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.

## Serial Programming Instruction Set






The Instruction Set for Serial Programming follows a 4-byte protocol and is shown in Table 8 on page 18.

## 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.

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

**Table 7. Flash Programming Modes**

Mode	V <sub>CC</sub>	RST	PSEN	ALE/ PROG	EA/ V <sub>PP</sub>	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	Address	
												P2.3-0	P1.7-0
Write Code Data	5V	H	L	 <sup>(2)</sup>	12V	L	H	H	H	H	D <sub>WH</sub>	A11-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D <sub>OUT</sub>	A11-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L	 <sup>(3)</sup>	12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L	 <sup>(3)</sup>	12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L	 <sup>(3)</sup>	12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Read Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Chip Erase	5V	H	L	 <sup>(1)</sup>	12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

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

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

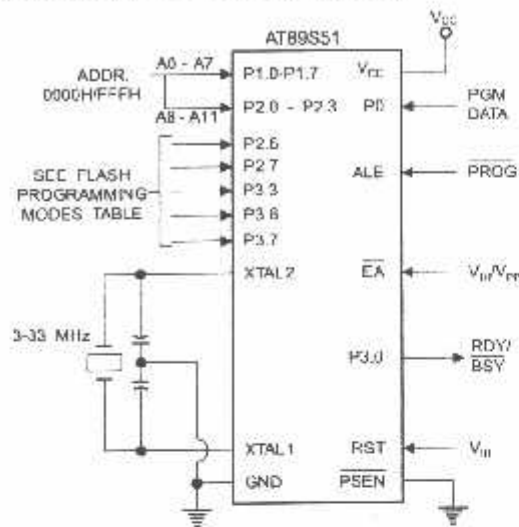
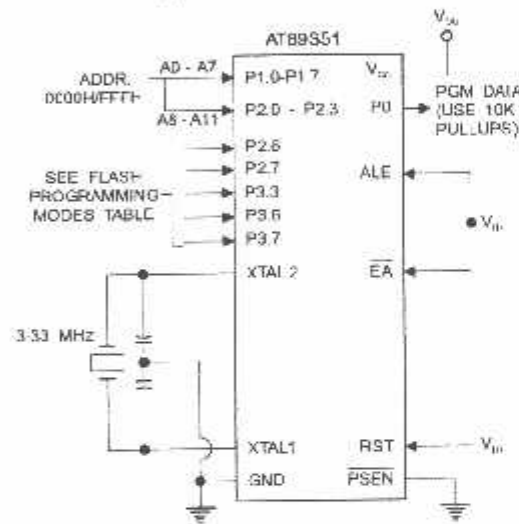


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)





## Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

$T_A = 20^\circ\text{C to } 30^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 4.5 \text{ to } 5.5\text{V}$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$V_{PP}$	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
$I_{PP}$	Programming Supply Current		10	mA
$I_{CC}$	$V_{CC}$ Supply Current		30	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	33	MHz
$t_{AVGL}$	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
$t_{GHAX}$	Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
$t_{DVGL}$	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
$t_{GHDX}$	Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
$t_{EHS}$	P2.7 (ENABLE) High to $V_{PP}$	$48t_{CLCL}$		
$t_{SHGL}$	$V_{PP}$ Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		$\mu\text{s}$
$t_{GHSL}$	$V_{PP}$ Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		$\mu\text{s}$
$t_{GLGH}$	$\overline{\text{PROG}}$ Width	0.2	1	$\mu\text{s}$
$t_{AVQV}$	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
$t_{ELOV}$	ENABLE Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
$t_{EHQZ}$	Data Float After ENABLE	0	$48t_{CLCL}$	
$t_{CHBL}$	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	$\mu\text{s}$
$t_{WC}$	Byte Write Cycle Time		50	$\mu\text{s}$

Figure 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

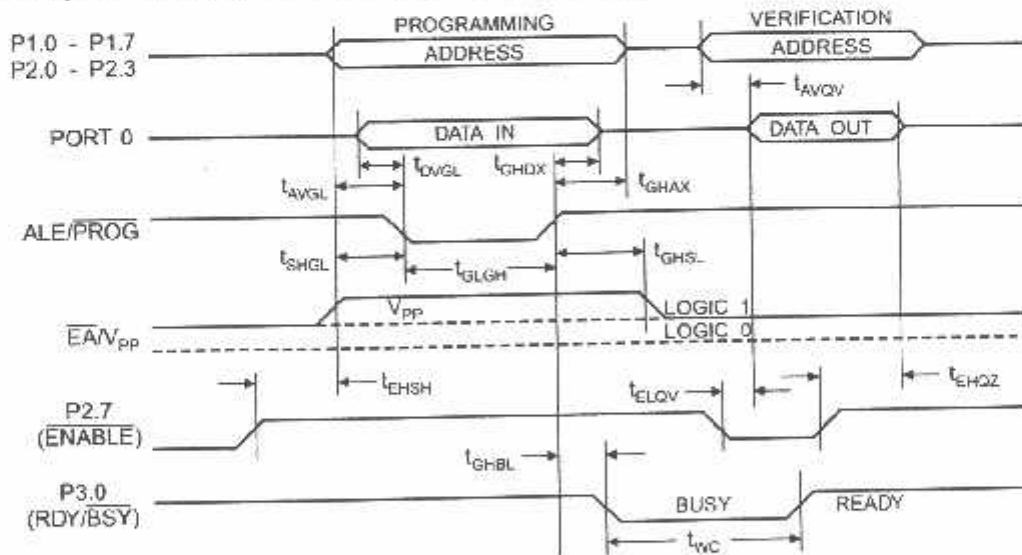
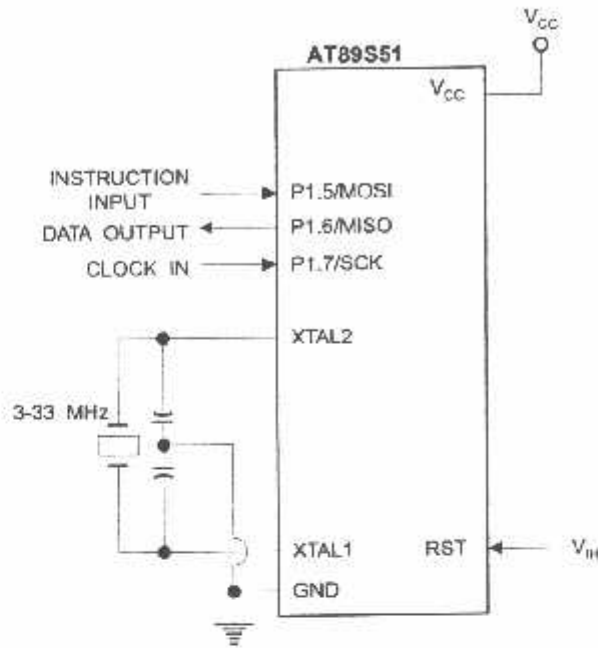
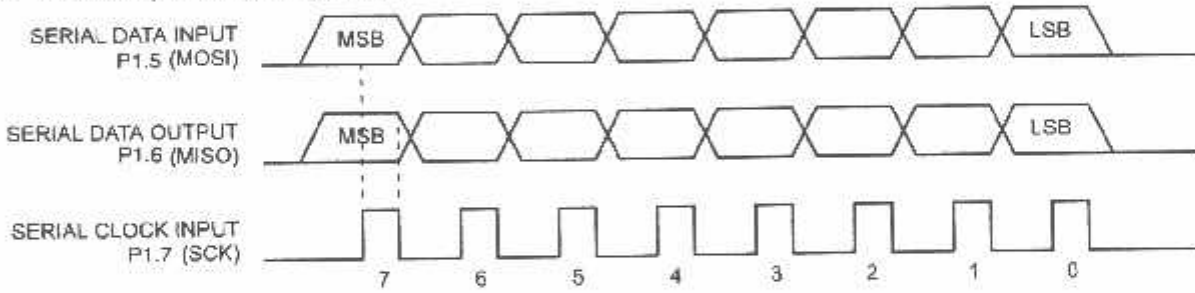


Figure 7. Flash Memory Serial Downloading



### Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 8. Serial Programming Waveforms



**Table 8. 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)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte 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
Write Program Memory (Byte 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
Write Lock Bits <sup>(2)</sup>	1010 1100	1110 00 B1 B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (2).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xx LB3 LB2 LB1 xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes <sup>(1)</sup>	0010 1000	xxx A5 A4 A3 A2 A1	A0 xxx xxxx	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page 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)
Write Program Memory (Page 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)

Notes: 1. The signature bytes are not readable in Lock Bit Modes 3 and 4.

2. 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 bits needs 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

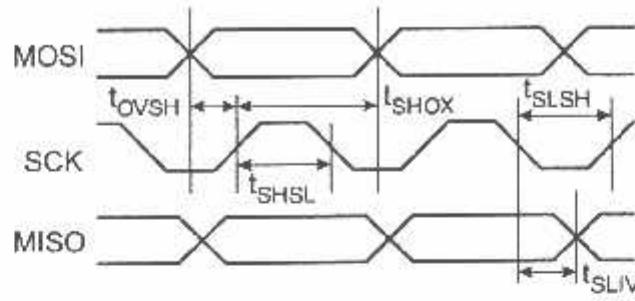


Table 9. Serial Programming Characteristics,  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$  (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0		33	MHz
$t_{CLCL}$	Oscillator Period	30			ns
$t_{SHSL}$	SCK Pulse Width High	$8 t_{CLCL}$			ns
$t_{SLSH}$	SCK Pulse Width Low	$8 t_{CLCL}$			ns
$t_{OVSH}$	MOSI Setup to SCK High	$t_{CLCL}$			ns
$t_{SHOX}$	MOSI Hold after SCK High	$2 t_{CLCL}$			ns
$t_{SLIV}$	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
$t_{ERASE}$	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
$t_{SWC}$	Serial Byte Write Cycle Time			$64 t_{CLCL} + 400$	$\mu\text{s}$

## 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
DC 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.

## DC Characteristics

The values shown in this table are valid for  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$  and  $V_{CC} = 4.0\text{V}$  to  $5.5\text{V}$ , unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
$V_{IL}$	Input Low Voltage	(Except EA)	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
$V_{IL1}$	Input Low Voltage (EA)		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
$V_{IH}$	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
$V_{IH1}$	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
$V_{OL}$	Output Low Voltage <sup>(1)</sup> (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
$V_{OL1}$	Output Low Voltage <sup>(1)</sup> (Port 0, ALE, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
$V_{OH}$	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
$V_{OH1}$	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
$I_{IL}$	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	$\mu\text{A}$
$I_{TL}$	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	$\mu\text{A}$
$I_{LI}$	Input Leakage Current (Port 0, EA)	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		$\pm 10$	$\mu\text{A}$
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
$C_{IO}$	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
$I_{CC}$	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode <sup>(2)</sup>	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50	$\mu\text{A}$

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

- Maximum  $I_{OL}$  per port pin: 10 mA
- Maximum  $I_{OL}$  per 8-bit port:
- Port 0: 26 mA      Ports 1, 2, 3: 15 mA
- Maximum total  $I_{OL}$  for all output pins: 71 mA

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

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

**AC Characteristics**

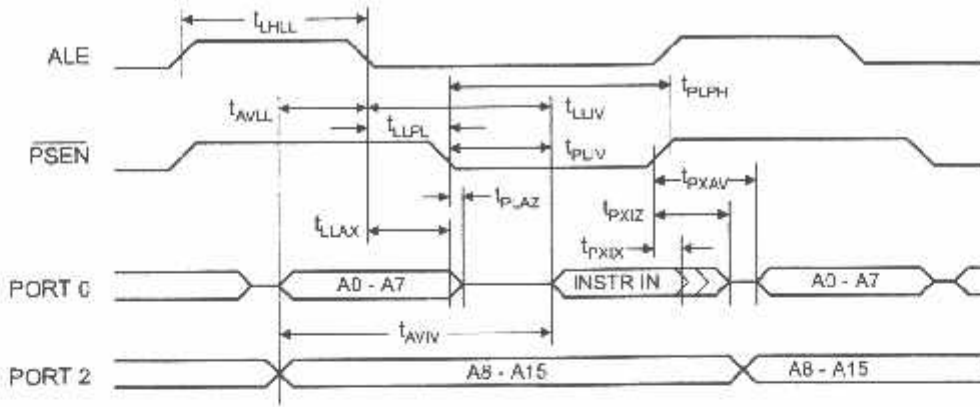
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ , and  $\overline{\text{PSEN}}$  = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

**External Program and Data Memory Characteristics**

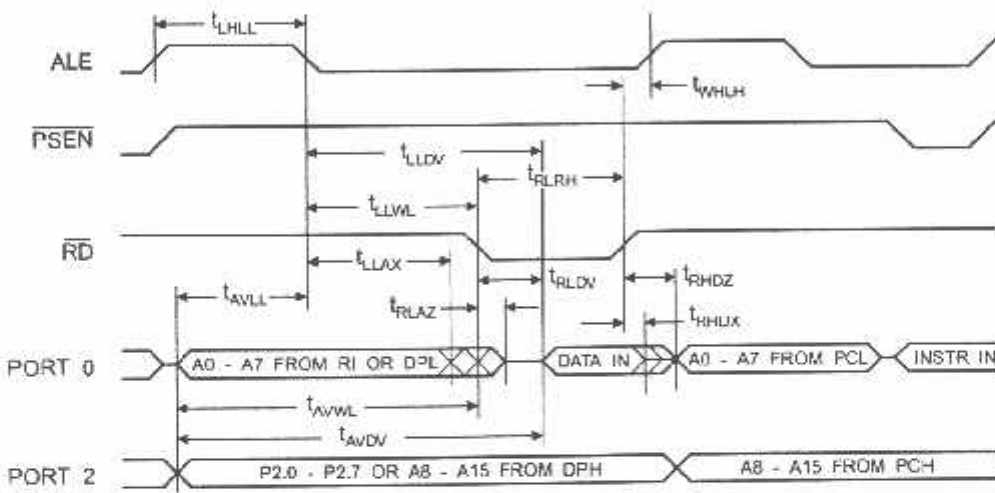
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{\text{CLCL}}$	Oscillator Frequency			0	33	MHz
$t_{\text{LHLL}}$	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
$t_{\text{AVLL}}$	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
$t_{\text{LLAX}}$	Address Hold After ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
$t_{\text{LLV}}$	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
$t_{\text{LLPL}}$	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
$t_{\text{PLPH}}$	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-45$		ns
$t_{\text{PLV}}$	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-60$	ns
$t_{\text{PXIX}}$	Input Instruction Hold After $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
$t_{\text{PXIZ}}$	Input Instruction Float After $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-25$	ns
$t_{\text{PXAV}}$	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
$t_{\text{AVV}}$	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-80$	ns
$t_{\text{PLAZ}}$	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
$t_{\text{RLRH}}$	$\overline{\text{RD}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
$t_{\text{WLWH}}$	$\overline{\text{WR}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
$t_{\text{RLDV}}$	$\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{\text{CLCL}}-90$	ns
$t_{\text{RHDX}}$	Data Hold After $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
$t_{\text{RHQZ}}$	Data Float After $\overline{\text{RD}}$		97		$2t_{\text{CLCL}}-28$	ns
$t_{\text{LDV}}$	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{\text{CLCL}}-150$	ns
$t_{\text{AVDV}}$	Address to Valid Data In		585		$9t_{\text{CLCL}}-165$	ns
$t_{\text{LLWL}}$	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3t_{\text{CLCL}}-50$	$3t_{\text{CLCL}}+50$	ns
$t_{\text{AVWL}}$	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4t_{\text{CLCL}}-75$		ns
$t_{\text{QVWX}}$	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-30$		ns
$t_{\text{QVWH}}$	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-130$		ns
$t_{\text{WHQX}}$	Data Hold After $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
$t_{\text{RLAZ}}$	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
$t_{\text{WHLH}}$	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-25$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns



### External Program Memory Read Cycle

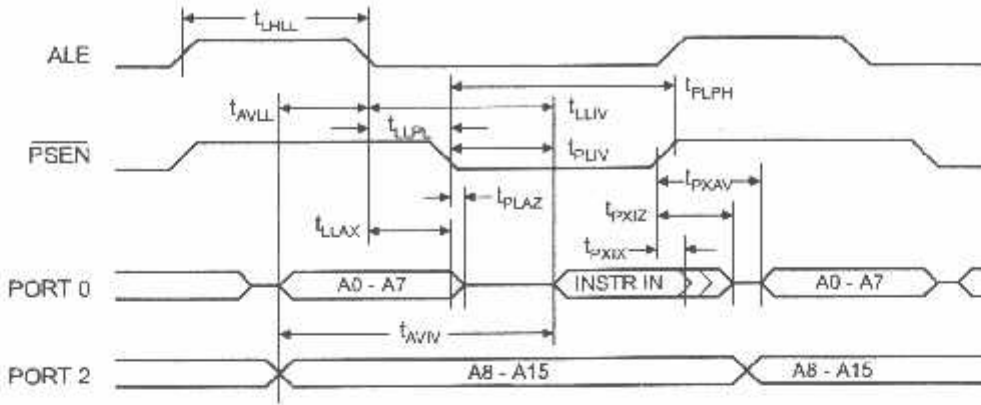


### External Data Memory Read Cycle

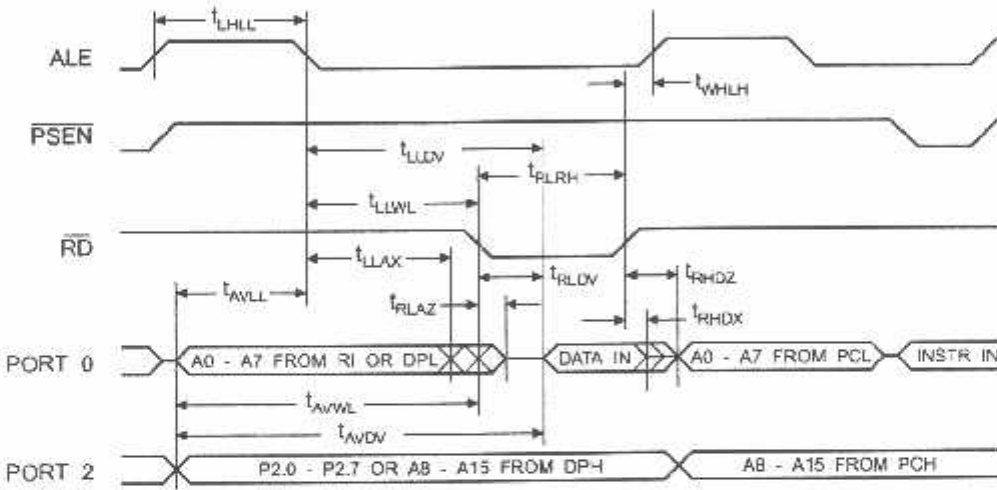


6

### External Program Memory Read Cycle

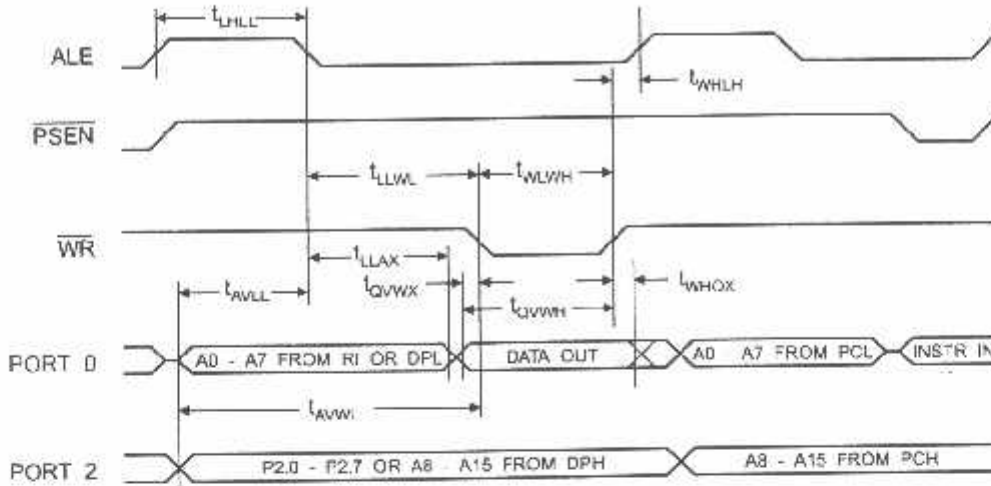


### External Data Memory Read Cycle

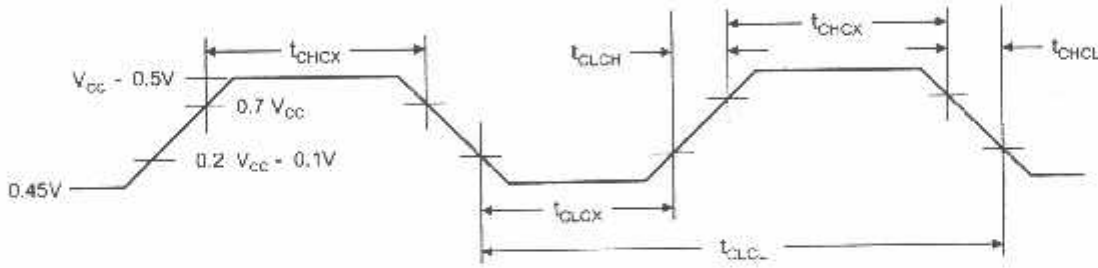




External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/f_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	33	MHz
$t_{CLCL}$	Clock Period	30		ns
$t_{CHCX}$	High Time	12		ns
$t_{CLCX}$	Low Time	12		ns
$t_{CLCH}$	Rise Time		5	ns
$t_{CHCL}$	Fall Time		5	ns

**Ordering Information**

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 5.5V	AT89S51-24AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-24JC	44J	
		AT89S51-24PC	40P6	
		AT89S51-24AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89S51-24JI	44J	
		AT89S51-24PI	40P6	
33	4.5V to 6.5V	AT89S51-33AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-33JC	44J	
		AT89S51-33PC	40P6	

 = Preliminary Availability

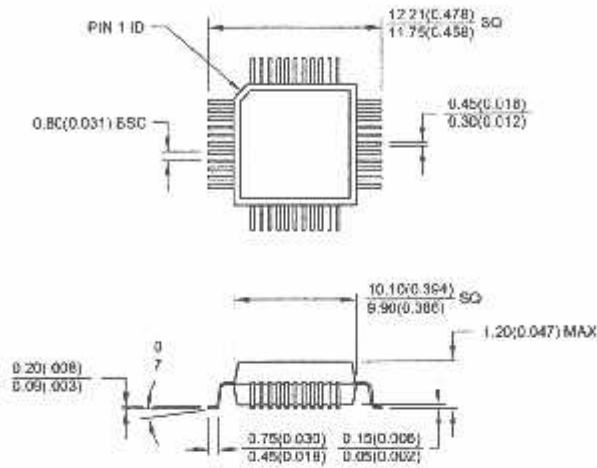
**Package Type**

<b>44A</b>	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
<b>44J</b>	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
<b>40P6</b>	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)



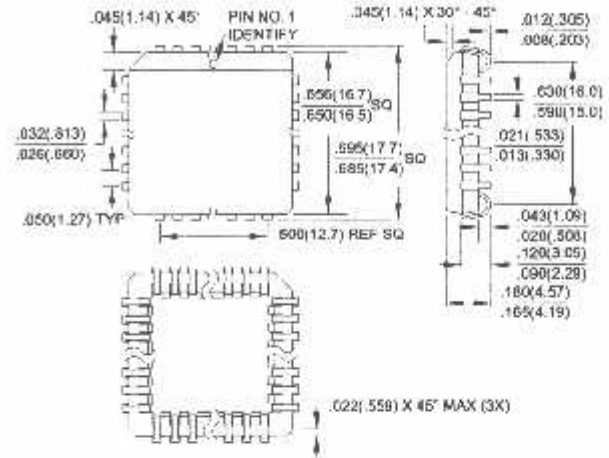
## Packaging Information

**44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)**  
 Dimensions in Millimeters and (Inches)\*

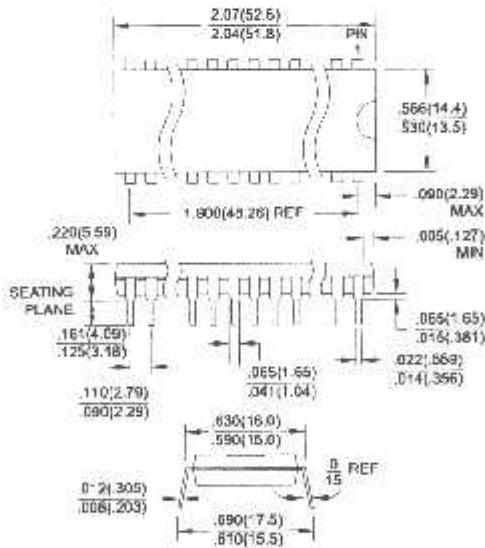


\*Controlling dimension: millimeters

**44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)**  
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



**40P6, 40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)**  
 Dimensions in Inches and (Millimeters)  
 JEDEC STANDARD MS-011 AC





## Atmel Headquarters

**Corporate Headquarters**  
2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131  
TEL (408) 441-0311  
FAX (408) 487-2600

### Europe

Atmel SarL  
Route des Arsenaux 41  
Casa Postale 80  
CH-1705 Fribourg  
Switzerland  
TEL (41) 26-426-5555  
FAX (41) 26-426-5500

### Asia

Atmel Asia, Ltd.  
Room 1219  
Chinachem Golden Plaza  
77 Mody Road Tsimhatsui  
East Kowloon  
Hong Kong  
TEL (852) 2721-9778  
FAX (852) 2722-1369

### Japan

Atmel Japan K.K.  
9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.  
1-24-8 Shinkawa  
Chuo-ku, Tokyo 104-0033  
Japan  
TEL (81) 3-3523-3551  
FAX (81) 3-3523-7581

## Atmel Product Operations

### Atmel Colorado Springs

1150 E. Cheyenne Mtn. Blvd.  
Colorado Springs, CO 80906  
TEL (719) 576-3300  
FAX (719) 540-1759

### Atmel Grenoble

Avenue de Rochepleine  
BP 123  
38521 Saint-Egreve Cedex, France  
TEL (33) 4-7658-3000  
FAX (33) 4-7658-3480

### Atmel Heilbronn

Theresienstrasse 2  
POB 3535  
D-74025 Heilbronn, Germany  
TEL (49) 71 31 67 25 94  
FAX (49) 71 31 67 24 23

### Atmel Nantes

La Chantrerie  
BP 70602  
44306 Nantes Cedex 3, France  
TEL (33) 0 2 40 18 18 18  
FAX (33) 0 2 40 18 19 60

### Atmel Rousset

Zone Industrielle  
13106 Rousset Cedex, France  
TEL (33) 4-4253-6000  
FAX (33) 4-4253-6001

### Atmel Smart Card ICs

Scottish Enterprise Technology Park  
East Kilbride, Scotland G75 0QR  
TEL (44) 1355-357-000  
FAX (44) 1355-242-743

---

*e-mail*  
[literature@atmel.com](mailto:literature@atmel.com)

*Web Site*  
<http://www.atmel.com>

### © Atmel Corporation 2001.

Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors 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 as critical components in life support devices or systems.

ATMEL® is the registered trademark of Atmel.

MCS-51® is the registered trademark of Intel Corporation. Terms and product names in this document may be trademarks of others.



Printed on recycled paper.

2487A-10/01/xM

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

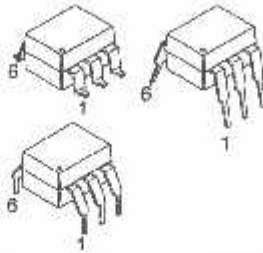
4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

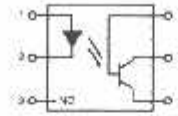
4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

**WHITE PACKAGE (-M SUFFIX)**

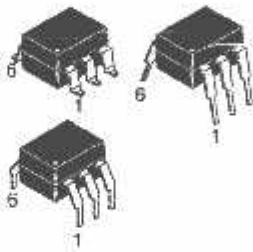


**SCHEMATIC**



1 - ANODE  
2 - CATHODE  
3 - GND CONNECTION  
4 - EMITTER  
5 - COLLECTION  
6 - BASE

**BLACK PACKAGE (NO -M SUFFIX)**



**DESCRIPTION**

The general purpose optocouplers consist of a gallium arsenide infrared emitting diode driving a silicon phototransistor in a 6-pin dual in-line package.

**FEATURES**

- Also available in white package by specifying -M suffix, eg. 4N25-M
- UL recognized (File # E90700)
- VDE recognized (File # 94766)
  - Add option V for white package (e.g., 4N25V-M)
  - Add option 300 for black package (e.g., 4N25.300)

**APPLICATIONS**

- Power supply regulators
- Digital logic inputs
- Microprocessor inputs

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Value	Units
<b>TOTAL DEVICE</b>			
Storage Temperature	$T_{STG}$	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	$T_{OPR}$	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Wave solder temperature (see page 14 for reflow solder profiles)	$T_{SOL}$	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	250 3.3 (non-M), 2.94 (-M)	mW
<b>EMITTER</b>			
DC/Average Forward Input Current	$I_F$	100 (non-M), 60 (-M)	mA
Reverse Input Voltage	$V_R$	6	V
Forward Current - Peak (300 $\mu\text{s}$ , 2% Duty Cycle)	$I_F(pk)$	3	A
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150 (non-M), 120 (-M) 2.0 (non-M), 1.41 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$
<b>DETECTOR</b>			
Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	30	V
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	70	V
Emitter-Collector Voltage	$V_{ECO}$	7	V
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	150 2.0 (non-M), 1.76 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified)

**INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS**

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Unit
<b>EMITTER</b>						
Input Forward Voltage	( $I_F = 10\text{ mA}$ )	$V_F$		1.18	1.50	V
Reverse Leakage Current	( $V_R = 6.0\text{ V}$ )	$I_R$		0.001	10	$\mu\text{A}$
<b>DETECTOR</b>						
Collector-Emitter Breakdown Voltage	( $I_C = 1.0\text{ mA}$ , $I_F = 0$ )	$BV_{CEO}$	30	100		V
Collector-Base Breakdown Voltage	( $I_C = 100\ \mu\text{A}$ , $I_F = 0$ )	$BV_{CBO}$	70	120		V
Emitter-Collector Breakdown Voltage	( $I_E = 100\ \mu\text{A}$ , $I_F = 0$ )	$BV_{ECO}$	7	10		V
Collector-Emitter Dark Current	( $V_{CE} = 10\text{ V}$ , $I_F = 0$ )	$I_{CEO}$		1	50	nA
Collector-Base Dark Current	( $V_{CB} = 10\text{ V}$ )	$I_{CBO}$			20	nA
Capacitance	( $V_{CE} = 0\text{ V}$ , $f = 1\text{ MHz}$ )	$C_{CE}$		8		pF

**ISOLATION CHARACTERISTICS**

Characteristic	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Units
Input-Output Isolation Voltage	(Non '-M', Black Package) ( $f = 60\text{ Hz}$ , $t = 1\text{ min}$ )	$V_{ISO}$	5300			Vac(rms)
	('-M', White Package) ( $f = 60\text{ Hz}$ , $t = 1\text{ sec}$ )		7500			Vac(pk)
Isolation Resistance	( $V_{I-O} = 500\text{ VDC}$ )	$R_{ISO}$	$10^{11}$			$\Omega$
Isolation Capacitance	( $V_{I-O} = 8$ , $f = 1\text{ MHz}$ )	$C_{ISO}$		0.5		pF
	('-M' White Package)			0.2	2	pF

Note  
\* Typical values at  $T_A = 25^\circ\text{C}$

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

TRANSFER CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)							
DC Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit
Current Transfer Ratio, Collector to Emitter	$(I_F = 10\text{ mA}, V_{CE} = 10\text{ V})$	CTR	4N35 4N36 4N37	100			%
			H11A1	50			
			H11A5	30			
	4N25 4N26 H11A2 H11A3		20				
	4N27 4N28 H11A4		10				
	4N35 4N36 4N37		40				
	$(I_F = 10\text{ mA}, V_{CE} = 10\text{ V}, T_A = -55^\circ\text{C})$		4N35 4N36 4N37	40			
	$(I_F = 10\text{ mA}, V_{CE} = 10\text{ V}, T_A = +100^\circ\text{C})$		4N35 4N36 4N37	40			
Collector-Emitter Saturation Voltage	$(I_C = 2\text{ mA}, I_F = 50\text{ mA})$	$V_{CE(SAT)}$	4N25 4N26 4N27 4N28			0.5	V
	$(I_C = 0.5\text{ mA}, I_F = 10\text{ mA})$		4N35 4N36 4N37			0.3	
			H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5			0.4	
AC Characteristic							
Non-Saturated Turn-on Time	$(I_F = 10\text{ mA}, V_{CC} = 10\text{ V}, R_L = 100\Omega)$ (Fig.20)	$T_{ON}$	4N25 4N26 4N27 4N28 H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5		2		$\mu\text{s}$
Non Saturated Turn-on Time	$(I_C = 2\text{ mA}, V_{CC} = 10\text{ V}, R_L = 100\Omega)$ (Fig.20)	$T_{ON}$	4N35 4N36 4N37		2	10	$\mu\text{s}$



4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

**TRANSFER CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  Unless otherwise specified.) (Continued)

AC Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit
Turn-off Time	( $I_F = 10 \text{ mA}$ , $V_{CC} = 10 \text{ V}$ , $R_L = 100\Omega$ ) (Fig.20)	$T_{OFF}$	4N25 4N26 4N27 4N28 H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5		2		$\mu\text{s}$
	( $I_C = 2 \text{ mA}$ , $V_{CC} = 10 \text{ V}$ , $R_L = 100\Omega$ ) (Fig.20)		4N35 4N36 4N37		2	10	

\* Typical values at  $T_A = 25^\circ\text{C}$

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

**TYPICAL PERFORMANCE CURVES**

Fig. 1 LED Forward Voltage vs. Forward Current (Black Package)

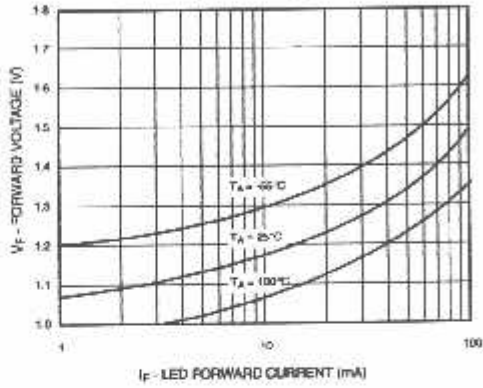


Fig. 2 LED Forward Voltage vs. Forward Current (White Package)

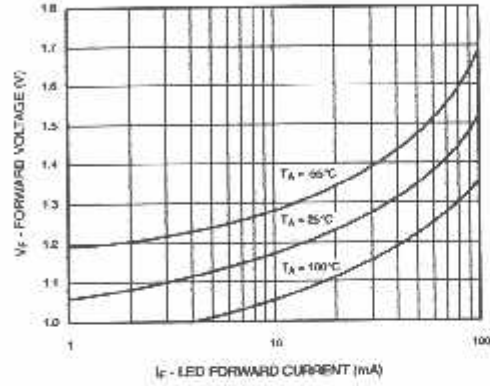


Fig. 3 Normalized CTR vs. Forward Current (Black Package)

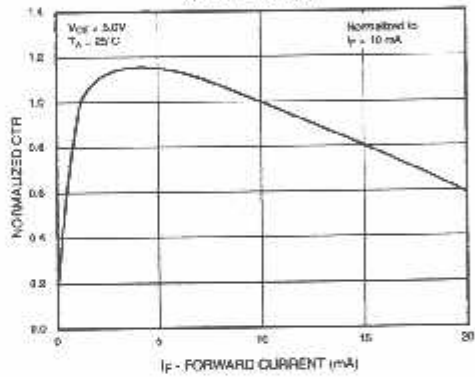


Fig. 4 Normalized CTR vs. Forward Current (White Package)

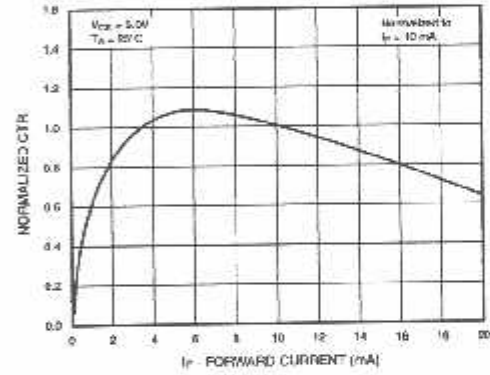


Fig. 5 Normalized CTR vs. Ambient Temperature (Black Package)

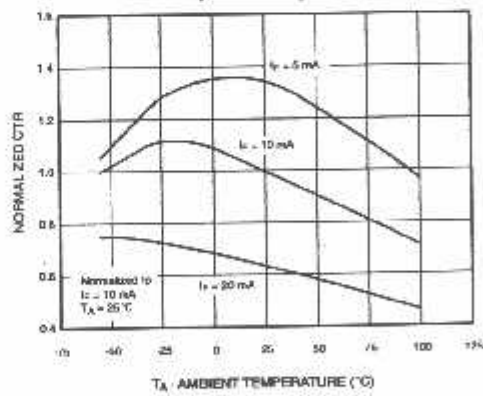
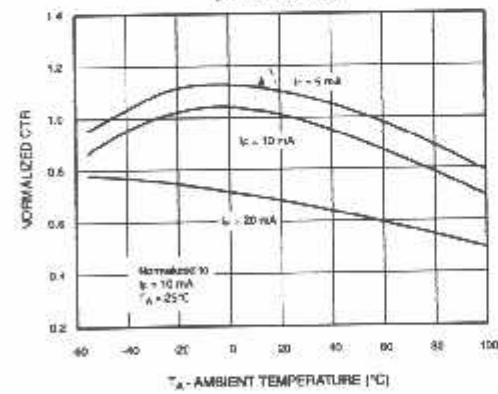


Fig. 6 Normalized CTR vs. Ambient Temperature (White Package)



4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

Fig. 7 CTR vs. RBE (Unsaturated)  
(Black Package)

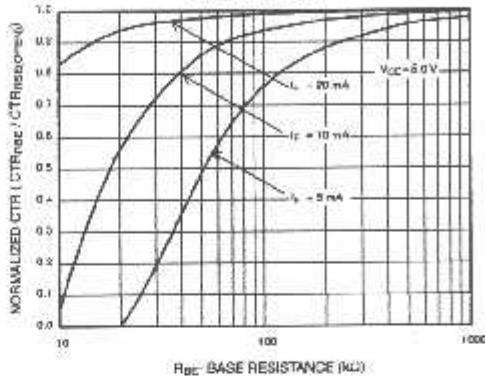


Fig. 8 CTR vs. RBE (Unsaturated)  
(White Package)

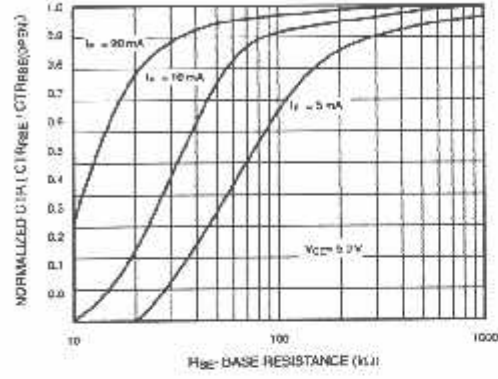


Fig. 9 CTR vs. RBE (Saturated)  
(Black Package)

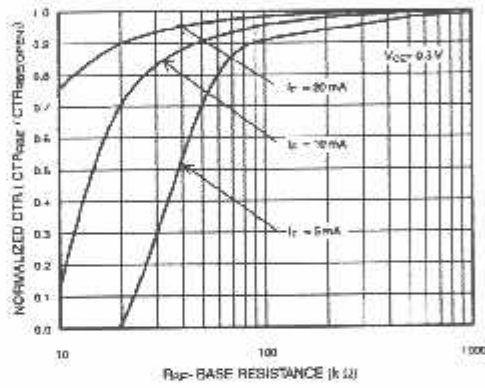


Fig. 10 CTR vs. RBE (Saturated)  
(White Package)

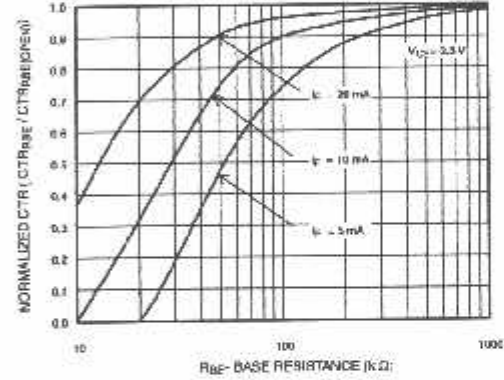


Fig. 11 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current  
(Black Package)

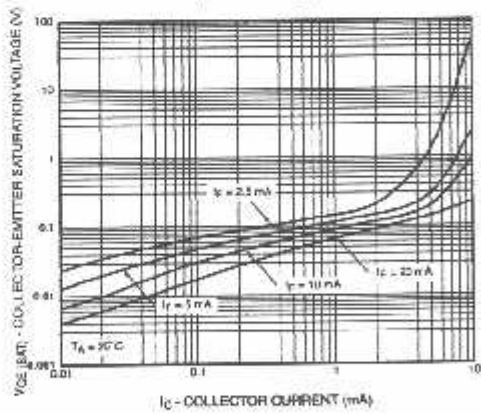
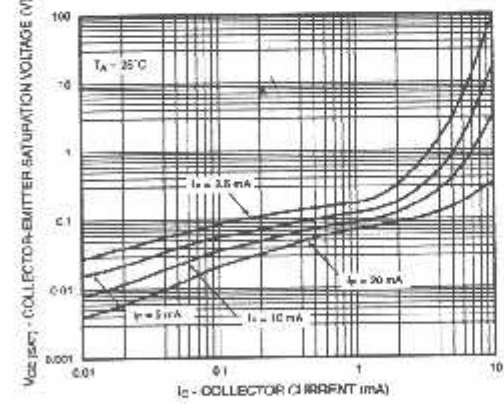


Fig. 12 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current  
(White Package)



4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

Fig. 13 Switching Speed vs. Load Resistor  
(Black Package)

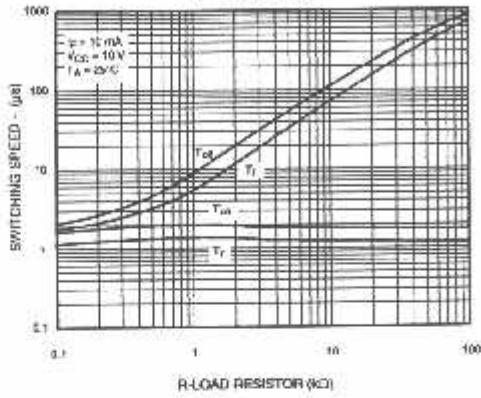


Fig. 14 Switching Speed vs. Load Resistor  
(White Package)

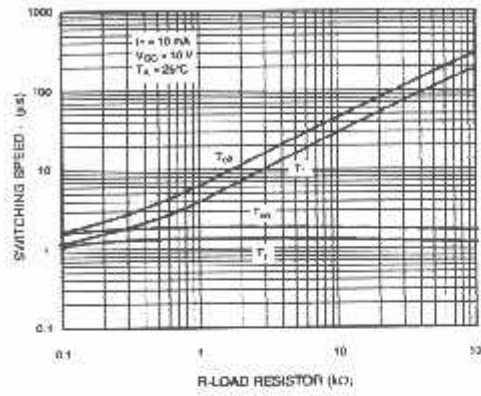


Fig. 15 Normalized  $t_{on}$  vs.  $R_{BC}$   
(Black Package)

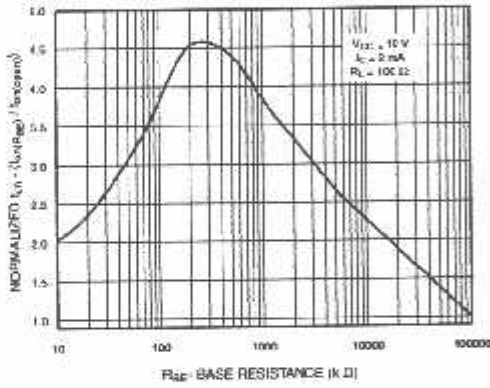


Fig. 16 Normalized  $t_{on}$  vs.  $R_{BC}$   
(White Package)

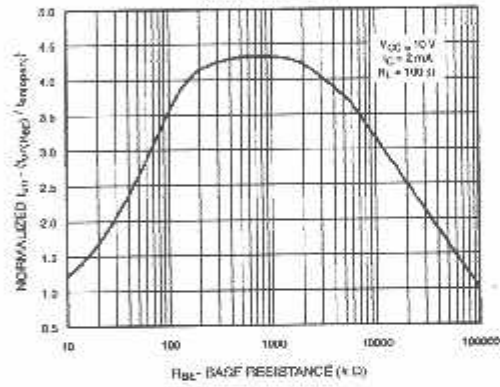


Fig. 17 Normalized  $t_{off}$  vs.  $R_{BC}$   
(Black Package)

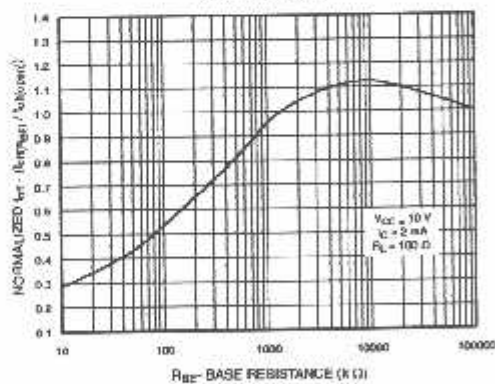
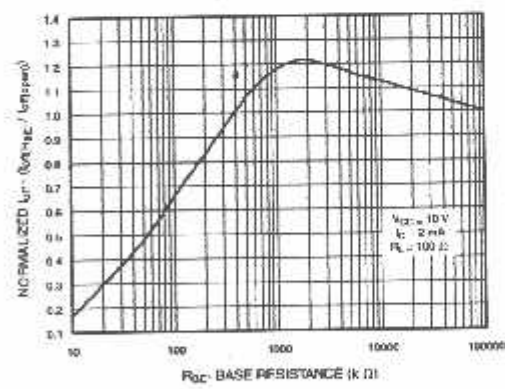


Fig. 18 Normalized  $t_{off}$  vs.  $R_{BC}$   
(White Package)



4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

Fig. 19 Dark Current vs. Ambient Temperature

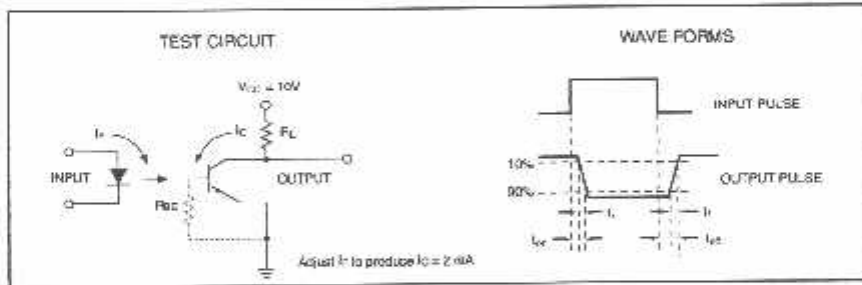
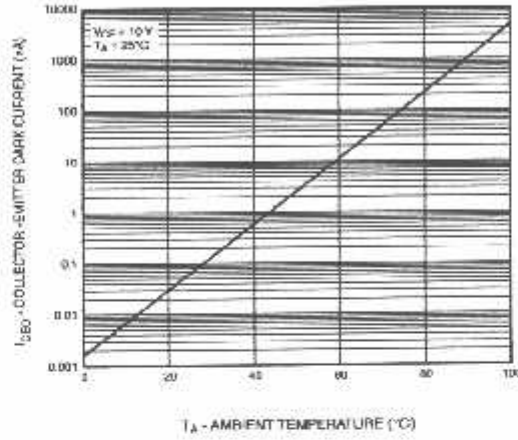


Figure 20. Switching Time Test Circuit and Waveforms

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

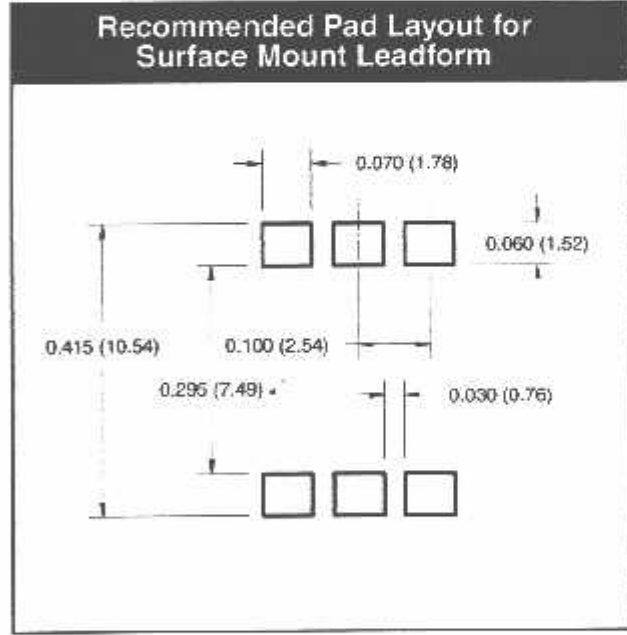
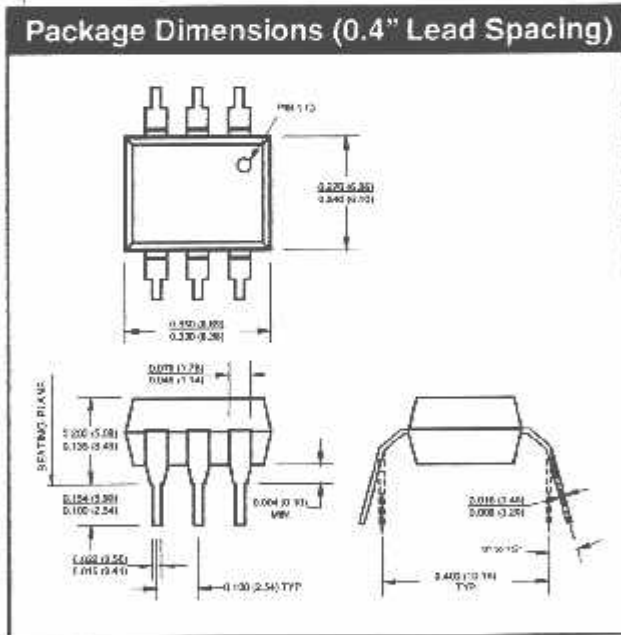
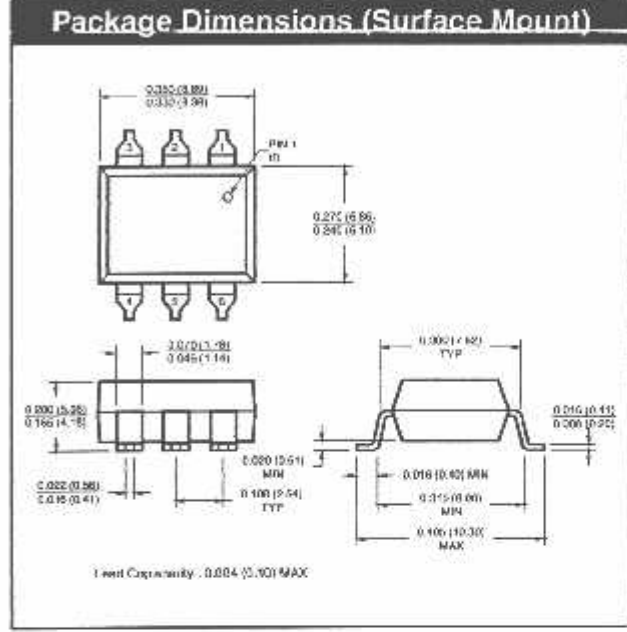
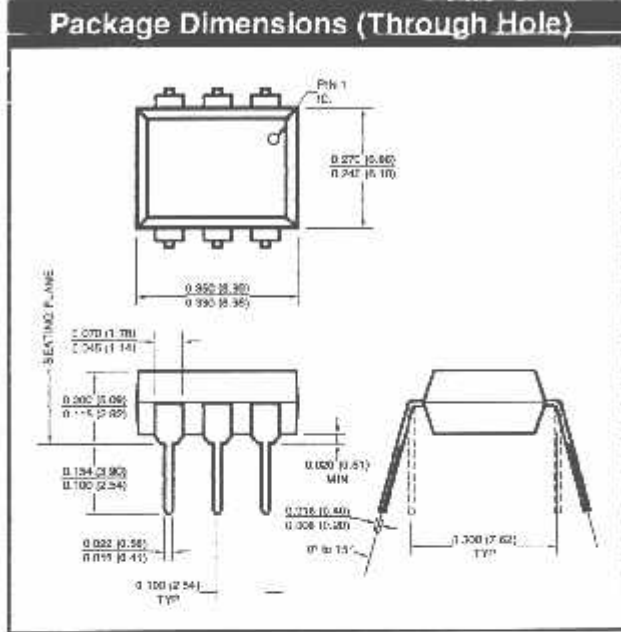
4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

**Black Package (No -M Suffix)**



**NOTE**  
All dimensions are in inches (millimeters)

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

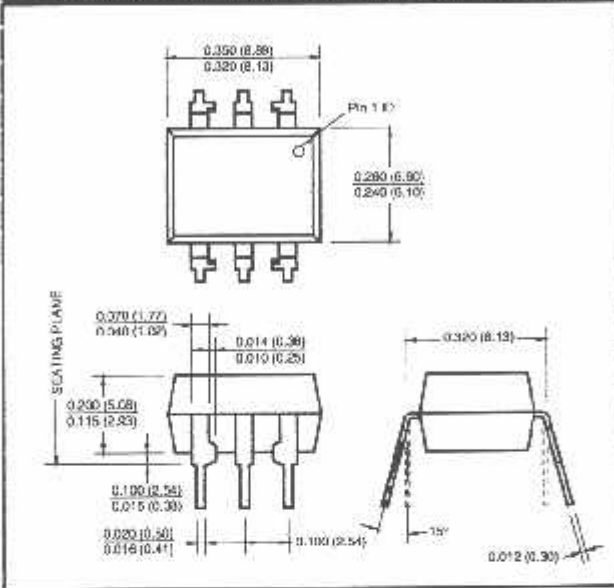
4N28  
H11A3

4N35  
H11A4

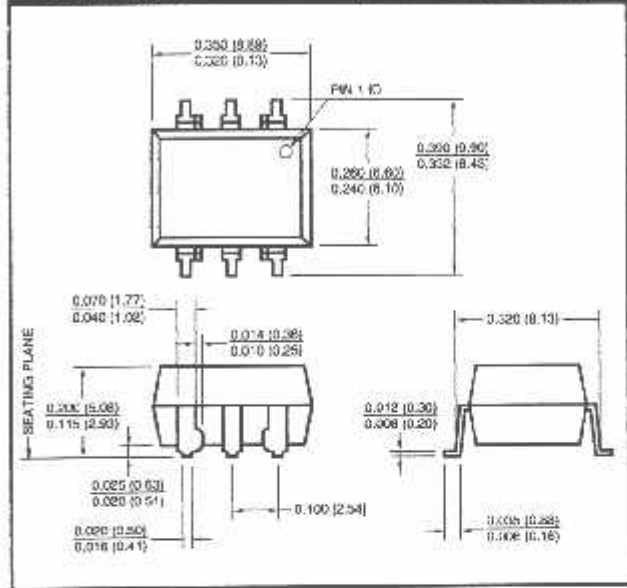
4N36  
H11A5

**White Package (-M Suffix)**

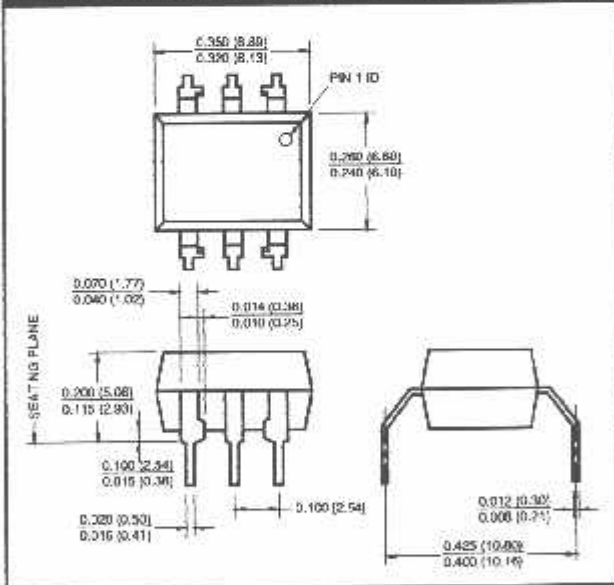
**Package Dimensions (Through Hole)**



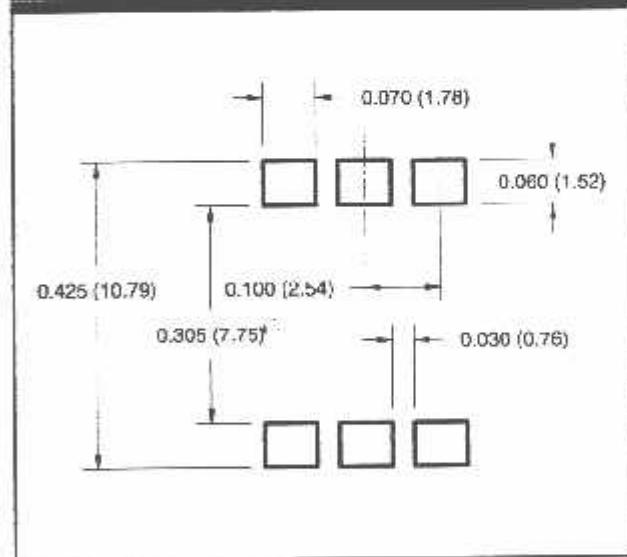
**Package Dimensions (Surface Mount)**



**Package Dimensions (0.4" Lead Spacing)**



**Recommended Pad Layout for  
Surface Mount Leadform**



**NOTE**

All dimensions are in inches (millimeters)

4N25  
4N37

4N26  
H11A1

4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

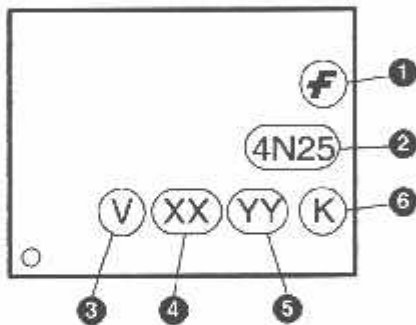
4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

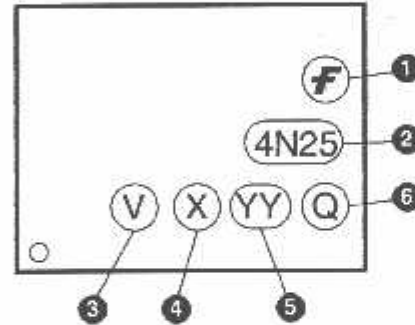
**ORDERING INFORMATION**

Order Entry Identifier		
Black Package (No Suffix)	White Package (-M Suffix)	Option
.S	S	Surface Mount Lead Bend
.SD	SR2	Surface Mount; Tape and reel
.W	T	0.4" Lead Spacing
.300	V	VDE 0884
.300W	TV	VDE 0884, 0.4" Lead Spacing
.3S	SV	VDE 0884, Surface Mount
.3SD	SR2V	VDE 0884, Surface Mount, Tape & Reel

**MARKING INFORMATION**



**Black Package, No Suffix**



**White Package, -M Suffix**

Definitions	
1	Fairchild logo
2	Device number
3	VDE mark (Note: Only appears on parts ordered with VDE option - See order entry table)
4	One or two digit year code • Two digits for black package parts, e.g., '03' • One digit for white package parts, e.g., '3'
5	Two digit work week ranging from '01' to '53'
6	Assembly package code

\*Note - Parts built in the white package (M suffix) that do not have the "V" option (see definition 3 above) that are marked with date code '325' or earlier are marked in the portrait format.



4N25  
4N37

4N26  
H11A1

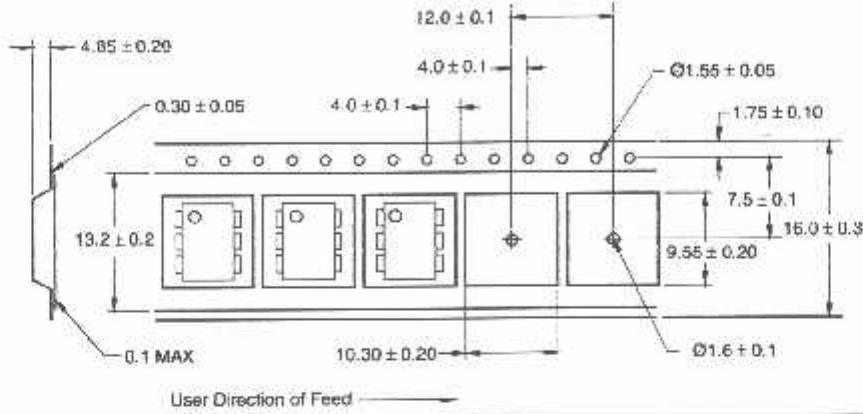
4N27  
H11A2

4N28  
H11A3

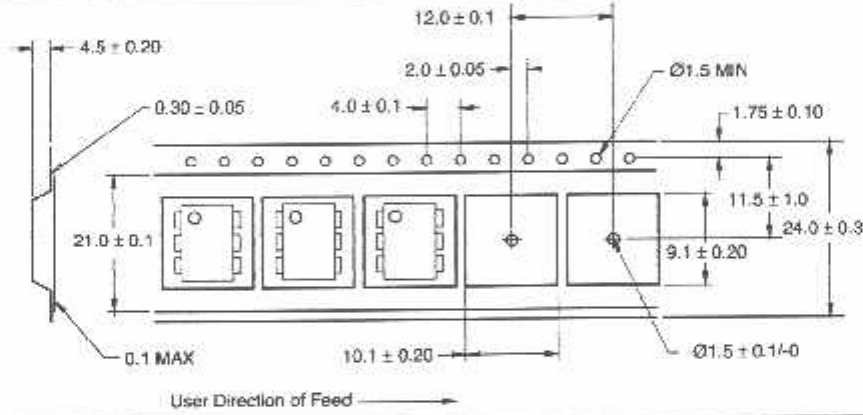
4N35  
H11A4

4N36  
H11A5

**QT Carrier Tape Specifications (Black Package, No Suffix)**



**QT Carrier Tape Specifications (White Package, -M Suffix)**



**4N25  
4N37**

**4N26  
H11A1**

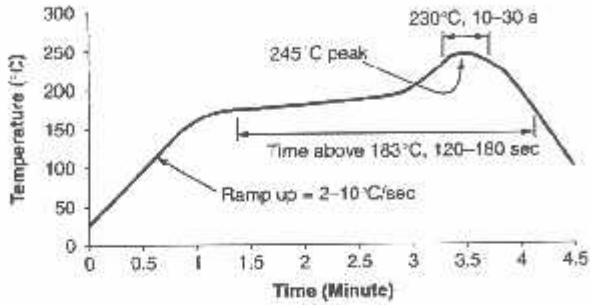
**4N27  
H11A2**

**4N28  
H11A3**

**4N35  
H11A4**

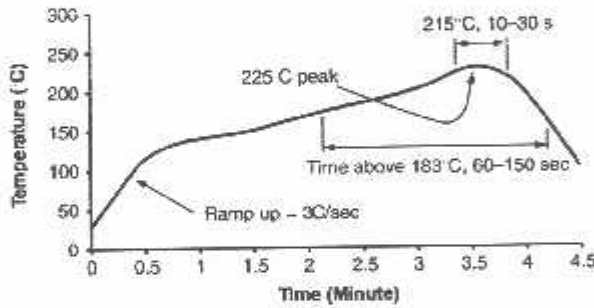
**4N36  
H11A5**

**Reflow Profile (White Package, -M Suffix)**



- Peak reflow temperature: 245°C (package surface temperature)
- Time of temperature higher than 183°C for 120-180 seconds
- One time soldering reflow is recommended

**Reflow Profile (Black Package, No Suffix)**



- Peak reflow temperature: 225°C (package surface temperature)
- Time of temperature higher than 183°C for 60-150 seconds
- One time soldering reflow is recommended

## BC556/557/558/559/560

### Switching and Amplifier

- High Voltage: BC556,  $V_{CE0} = -55V$
- Low Noise: BC559, BC560
- Complement to BC546 BC 550

TC-92

1. Collector 2. Base 3. Emitter

### PNP Epitaxial Silicon Transistor

#### Absolute Maximum Ratings $T_a = 25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage		
	: BC556	-80	V
	: BC557/560	-50	V
	: BC558/559	-30	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage		
	: BC556	-65	V
	: BC557/560	-45	V
	: BC558/559	-30	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage	-5	V
$I_C$	Collector Current (DC)	-100	mA
$P_C$	Collector Power Dissipation	500	mW
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ C$
$T_{STG}$	Storage Temperature	-65 - 150	$^\circ C$

#### Electrical Characteristics $T_a = 25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units	
$I_{CBO}$	Collector Cut-off Current	$V_{CB} = -30V, I_E = 0$			-15	nA	
$h_{FE}$	DC Current Gain	$V_{CE} = -5V, I_C = 2mA$	110		800		
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -10mA, I_B = -0.5mA$		-90	-300	mV	
		$I_C = -100mA, I_B = -5mA$		-250	-650	mV	
$V_{BE(sat)}$	Collector-Base Saturation Voltage	$I_C = -10mA, I_B = -0.5mA$		-700		mV	
		$I_C = -100mA, I_B = -5mA$		-900		mV	
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE} = -5V, I_C = -2mA$	-600	-660	-750	mV	
		$V_{CE} = -5V, I_C = -10mA$			-800	mV	
$f_T$	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = -5V, I_C = -10mA, f = 10MHz$		150		MHz	
$C_{ob}$	Output Capacitance	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$			6	pF	
NF	Noise Figure	BC556/557/558	$V_{CE} = -5V, I_C = -200\mu A$		2	10	dB
		: BC559/560	$f = 1KHz, R_G = 2K\Omega$		1	4	dB
		: BC559	$V_{CE} = -5V, I_C = -200\mu A$		1.2	4	dB
		: BC560	$R_G = 2K\Omega, f = 30-15000MHz$		1.2	2	dB

#### $h_{FE}$ Classification

Classification	A	B	C
$h_{FE}$	110 - 220	200 - 450	420 - 800

# Typical Characteristics

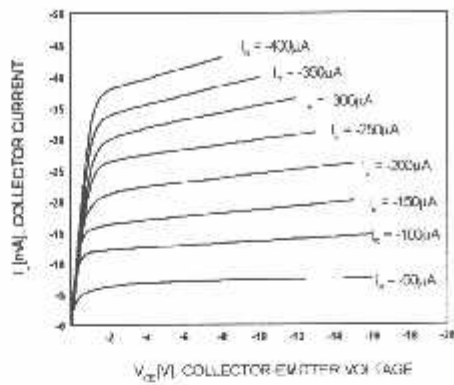


Figure 1. Static Characteristic

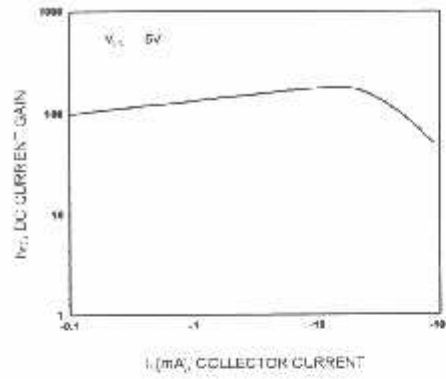


Figure 2. DC current Gain

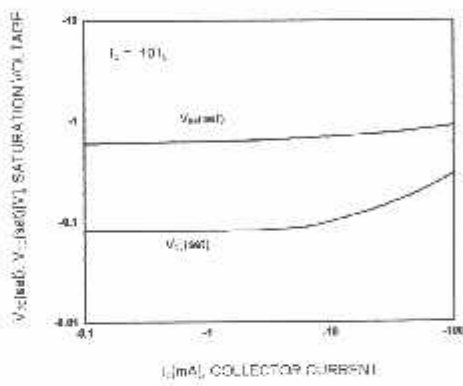


Figure 3. Base-Emitter Saturation Voltage  
Collector-Emitter Saturation Voltage

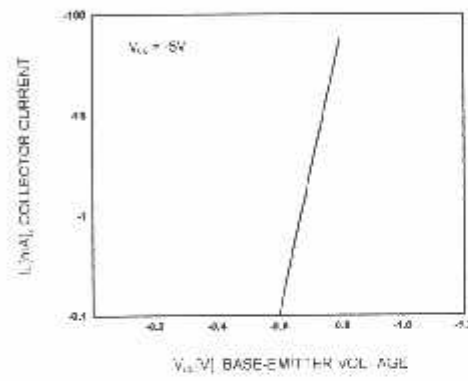


Figure 4. Base-Emitter On Voltage

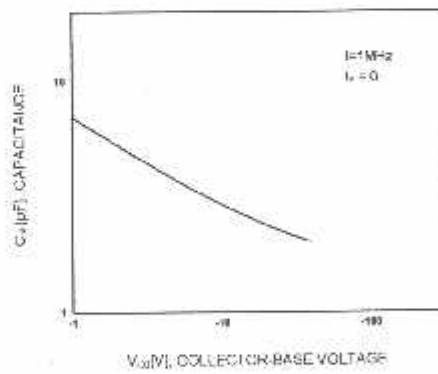


Figure 5. Collector Output Capacitance

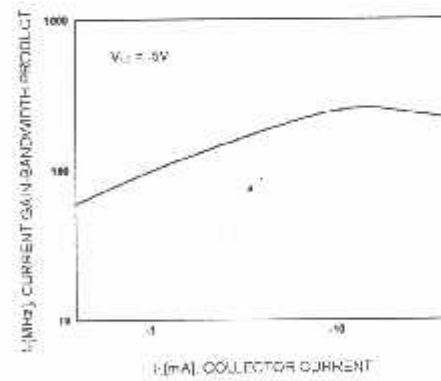
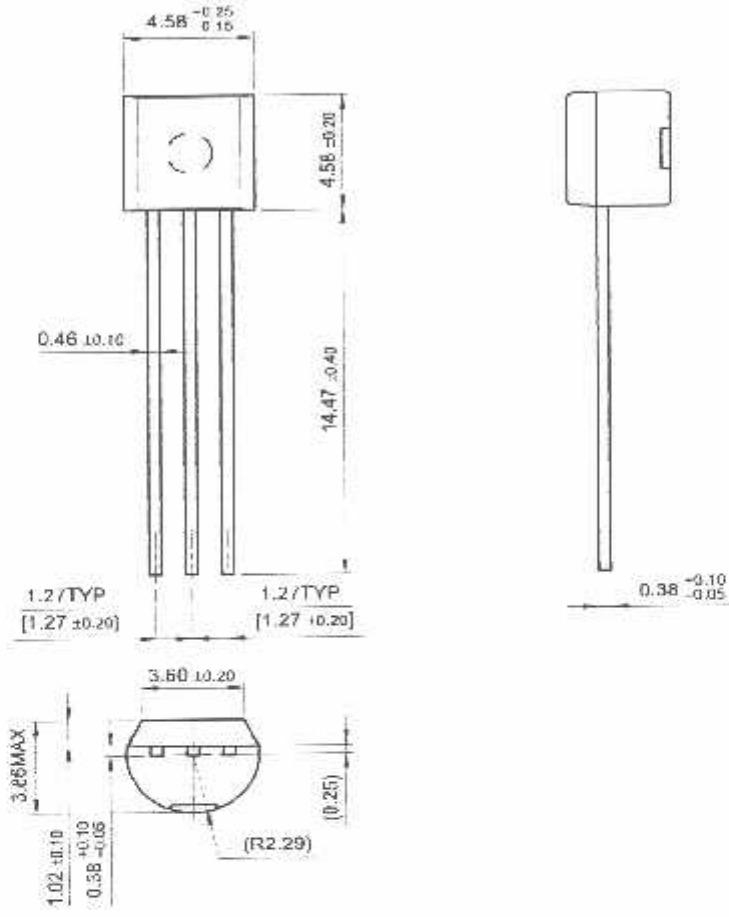


Figure 6. Current Gain Bandwidth Product

# Package Dimensions

## TO-92



Dimensions in Millimeters

BC556/557/558/559/560

## TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	FACT™	ImpliedDisconnect™	PACMAN™	SPM™
ActiveArray™	FACT Quiet series™	ISOPANAR™	POP™	Stealth™
Bottomless™	FAST®	LittleFET™	Power247™	SuperSOT™-3
CoolFET™	FASTr™	MicroFET™	PowerTrench®	SuperSOT™-6
CROSSVOLT™	FRFET™	MicroPak™	QFET™	SuperSOT™-8
DOME™	GlobalOptoisolator™	MICROWIRE™	QS™	SyncFET™
EcoSPARK™	GTO™	MSX™	QT Optoelectronics™	TinyLogic™
E <sup>2</sup> CMOS™	HiSeC™	MSXPro™	Quiet Series™	TruTranslation™
EnSigna™	I <sup>2</sup> C™	OCX™	RapidConfigure™	UHC™
Across the board. Around the world.™		OCXPro™	RapidConnect™	UltraFET®
The Power Franchise™		OPTOLOGIC®	SILENT SWITCHER®	VCX™
Programmable Active Droop™		OPTOPLANAR™	SMART START™	

## DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

## LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

## PRODUCT STATUS DEFINITIONS

### Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.