

**SISTEM PENCAHAYAAN RUMAH MENGGUNAKAN SAKLAR SUARA
BERBASIS MIKROKONTROLLER AT 89S51**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Hari Prasetyo Utomo

Nim : 0852205

**JURUSAN TEKNIK ENERGI LISTRIK D-III
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2012**

RECEIVED
NATIONAL BUREAU OF INVESTIGATION
WASHINGTON, D.C. 20535
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE

TO : DIRECTOR
FROM : SAC, NEW YORK
SUBJECT: [REDACTED]

RE: [REDACTED]

RECEIVED NEW YORK OFFICE
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE

LEMBAR PERSETUJUAN

**Sistem Pencahayaan Rumah Menggunakan Saklar Suara
Berbasis Mikrokontroller AT 89S51**

TUGAS AKHIR

Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Diploma III Teknik Listrik/Konsentrasi Teknik Elektronika

Disusun Oleh :

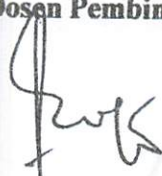
HARI PRASETYO UTOMO
Nim : 08.52.205



Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Elektro D-III


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

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing


Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP.Y 1028700172



**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK D-III
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

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

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

NAMA : HARI PRASETYO UTOMO
NIM : 08.52.205
JURUSAN : TEKNIK LISTRIK D- III/KOSENTRASI T.ELEKTRONIKA
JUDUL TUGAS AKHIR : SISTEM PENCAHAYAAN RUMAH MENGGUNAKAN SAKLAR
SUARA BERBASIS MIKROKONTROLLER AT 89S51

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Jenjang Program Diploma Tiga (DIII), pada :

Hari/Tanggal : Selasa / 21 – 02 – 2012

Dengan nilai :

Panitia Ujian Tugas Akhir



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

Sekretaris

Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y. 10128700172

Anggota Penguji I

Ir. Abdul Hamid, MT
NIP.Y. 11018800188

Anggota Penguji II

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP. Y. 1018800190

KATA PENGANTAR

Puji syukur Kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, Taufik, Hidayah serta Inayah-Nya. Sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini di ITN Malang , Laporan Tugas akhir ini sebagai syarat untuk mendapatkan Gelar Diploma - III. Dalam kesempatan ini, tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Rektor ITN Malang Ir. Soeparno jiwo,MT.
2. Bapak Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang
3. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT selaku Ketua jurusan Teknik tenaga listrik D-III ITN Malang.
4. Bapak Ir . Eko Nurcahyo, selaku dosen Pembimbing Tugas akhir ,yang telah memberikan masukan berupa saran dan kritik dalam pembuatan laporan Praktek kerja.
5. Ke dua Orang tua yang selalu memberi semangat dan dukungan dalam menyelesaikan laporan praktek kerja ini.
6. Serta teman-teman yang membantu dalam penyusunan laporan Tugas akhir ini .

Kami menyadari masih banyak kekurangan- kekurangan dalam laporan ini, untuk itu saran serta kritik yang dapat membangun sangat kami harapkan demi laporan selanjutnya. Kami berharap semoga dengan adanya laporan ini dapat bermanfaat dan diterima dengan baik. Terima Kasih

Malang, Februari2012

Penyusun

ABSTRAK

SISTIM PENCAHAYAAN RUMAH MENGGUNAKAN SAKLAR SUARA BERBASIS MIKROKONTROLLER AT 89S51. Hari Prasetyo Utomo 0852205. Dosen Pembimbing Ir.Eko Nurcahyo,MT, Tugas Akhir. Teknik Listrik D-III/Konsentrasi Teknik Elektronika

Perintah dengan menggunakan suara memungkinkan pengguna dapat mengontrol sebuah peralatan elektronik dengan mengucapkan perintah melalui peralatan masukan audio daripada harus menggunakan saklar, hal ini memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mengontrol peralatan elektronik tanpa menggunakan tangan. Perintah dengan suara menggunakan peralatan masukan audio seperti mikrofon, sebuah mesin pengenalan ucapan dan menu perintah. Ketika pengguna mengucapkan perintah melalui mikrofon, mesin pengenalan ucapan akan menterjemahkan dari ucapan ke teks. Jika mesin pengenalan ucapan menemukan kecocokan perintah suara dengan menu perintah suara maka akan memerintahkan aplikasi yang cocok untuk dijalankan. Perintah dengan menggunakan suara merupakan speaker independent (tidak terpengaruh siapa yang mengucapkan), jadi tidak diperlukan pelatihan suara dari pengguna. Untuk dapat mengontrol peralatan elektronik, maka aplikasi ini memerlukan mikrokontroler AT89S51 sebagai pengendali untuk mengaktifkan driver triac menggunakan komunikasi port serial. Masalah yang dihadapi dalam menggunakan pengenalan ucapan adalah kebisingan diperlukan mikropon yang berkualitas tinggi. Juga perlu diingat untuk berbicara sejelas mungkin dan dalam ucapan tempo yang sedang (tidak terlalu cepat/lambat). Bercampurnya suara yang tidak diinginkan serta ucapan yang terlalu cepat dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam pengenalan ucapan.

Kata kunci: Perintah Suara, Pengenalan Ucapan, Kontrol Alat

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
 BAB II LANDASAN TEORI	 6
2.1 Mikrokontroller AT89S51.....	6
2.1.1 Fitur-fitur AT89S51.....	6
2.1.2 Konfigurasi Pin AT89S51.....	8
2.2. Mikrofon.....	11

2.2.1 Kegunaan.....	13
2.2.2 Jenis.....	13
2.2.2.1 Mikrofon karbon.....	13
2.2.2.2 Mikrofon reluktansi variable.....	14
2.2.2.3 Mikrofon kumparan yang bergerak.....	14
2.2.2.4 Mikrofon kapasitor.....	15
2.2.2.5 Mikrofon elektret.....	15
2.2.2.6 Mikrofon piezoelektris.....	16
2.2.2.7 Mikrofon pita.....	16
2.3 Triac.....	17
2.3.1 Penggunaan TRIAC	18
2.4 Komputer.....	19
2.5 Lampu Pijar.....	20
2.6 Trafo.....	21
2.7 Dioda.....	25
2.7.1 Aplikasi	26
2.7.2 Karakteristik Arus Pada Dioda	26
2.8 Transistor.....	28
2.8.1 Jenis-jenis transistor.....	29
2.8.1.1 Transistor NPN.....	30
2.8.1.2 Transistor PNP.....	32
2.9 Komunikasi Serial.....	33
2.9.1 Transmisi Serial Asinkron(Asynchronous)	34
2.9.2 Transmisi Serial Sinkron (Synchronous)	35
2.10 Sistem Pengenal Ucapan	35
2.10.1 Model Statistik Untuk Pengenal Ucapan.....	37
2.10.2 Tahapan Pengenalan Ucapan.....	38
2.10.3 Microsoft SAPI (Speech Application Programing Interface).	39
2.11 Microsoft Visual Basic.....	40
2.11.1 Sejarah Microsoft Visual Basic.....	41
2.11.2 Perkembangan Visual Basic.....	43

2.11.3 Perkembangan Ms.VB dari waktu ke waktu.....	43
2.11.4 Pemrograman Berorientasi Objek (OOP)	45
2.11.5 Desain Visual dan Komponen.....	45
2.12 Resistor.....	45
2.12.1 Satuan.....	46
2.12.2 Konstruksi.....	46
2.12.2.1 Komposisi karbon.....	46
2.12.2.2 Film karbon.....	47
2.12.2.3 Film logam.....	48
2.12.2.4 Penandaan resistor.....	48
2.12.2.5 Identifikasi empat pita.....	49
2.12.2.5 Identifikasi lima pita.....	50
 BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT.....	51
3.1 Analisa dan Perancangan.....	51
3.2 Diagram Blok Rangkaian.....	52
3.3 Spesifikasi Alat.....	53
3.4 Langkah-langkah Perencanaan.....	53
3.4.1 Perencanaan Perangkat Keras.....	53
3.4.1.1 Rangkaian Kontrol menggunakan Mikrokontroller AT89S51.	54
3.4.1.2 Perencanaan Rangkaian Reset Mikrokontroler.....	56
3.4.1.3 Perancangan Rangkaian Driver Serial.....	57
3.4.1.4 Perancangan Rangkaian <i>Driver</i> Lampu (TRIAC)	59
3.4.1.5 Perangkaian Rancangan Catu Daya.....	61
3.4.2 Perencanaan Program Mikrokontroller AT89S51.....	62
3.4.2.1 Flowchart Alat Sistim Pencahayaan Rumah Menggunakan Suara.....	63
3.4.2.2 Flowchart Program Pada alat pengontrol Sistim Pencahayaan Rumah.....	64

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA.....	65
4.1 Pengujian Alat.....	65
4.2 Pengujian Software Kode Suara Untuk Menghidupkan dan mematikan lampu.....	65
4.2.1 Tujuan.....	65
4.2.2 Peralatan Yang digunakan.....	65
4.2.3 Prosedur Pengujian.....	65
4.2.4 Analisa Pengujian Software.....	70
4.3 Pengujian Hardware.....	70
4.3.1 Tujuan.....	70
4.3.2 Peralatan Yang digunakan.....	70
4.3.3 Prosedur Pengujian.....	71
4.3.4 Hasil Pengujian Hardware.....	71
4.3.4 Analisa Pengujian.....	71
4.4 Spesifikasi alat	74
 BAB V Kesimpulan	
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran – Saran.....	76
 Daftar Pustaka.....	77
Lampiran	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok Diagram AT89S51.....	7
Gambar 2.2 Konfigurasi Pin IC AT89S51.....	8
Gambar 2.3 Microfon.....	11
Gambar 2.4 Simbol TRIAC.....	18
Gambar 2.5 Personal Computer (PC)	19
Gambar 2.6 Lampu Pijar.....	20
Gambar 2.7 Trasformator.....	24
Gambar 2.8 Dioda.....	25
Gambar 2.9 Kurva Karakteristik forward V-I diode	26
Gambar 2.10 Transistor	28
Gambar 2.11 Simbol Transistor dari Berbagai Tipe.....	29
Gambar 2.12 Struktur dan sinyal dari transistor NPN.....	30
Gambar 2.13 Rangkaian Commom Emmitter Input AC.....	31
Gambar 2.14 Kurfa Karakteristik Common Transistor.....	31
Gambar 2.15 Struktur Dan Sinyal Dari Transistor PNP.....	32
Gambar 2.16 Rangkaian Common Base Transistor.....	32
Gambar 2.17 kurfa karakteristik dari rangkaian CB.....	33
Gambar 2.18 Kabel USB to Serial port DB-9.....	33
Gambar 2.19 Komunikasi Asinkron.....	34
Gambar 2.20 Diagram Blok Sistem Pengenalan Ucapan.....	36
Gambar 2.21 Model Statistik Fonem Berdasarkan Hidden Markov Model.....	38
Gambar 2.22 Contoh Penjabaran Teknis Sistem Pengenalan Ucapan.	38
Gambar 2.23 Resistor	45
Gambar 3.1 Arsitektur Aplikasi Pengenalan Suara Sebagai PengendaliPeralatan Elektronik.	51
Gambar 3.2 Blok Diagram Alat.....	52
Gambar 3.3 Rangkaian Mikrokontroller AT89S51.....	54
Gambar 3.4 Perencanaan rangkaian reset mikrokontroler.....	56
Gambar 3.5 Perancangan Rangkaian Driver Serial.....	58

Gambar 3.6 Perancangan Rangkaian *Driver* Lampu (TRIAC) 59

Gambar 3.7 Perangkaian Rancangan Catu Daya 61

Gambar 3.8 Flowchat Program Mikrokontroler 63

Gambar 3.9 Flowchart Program Alat 64

Gambar 4.1 Tampilan awal sebelum program dijalankan.....66

Gambar 4.2 tampilan saat program terkode suara “One On” 66

Gambar 4.3 Tampilan Saat Program terkode suara “ One Off ” 67

Gambar 4.4 Tampilan saat terkode suara “ Three On “ 67

Gambar 4.5 Tampilan saat terkode suara “ Three Off ” 68

Gambar 4.6 Tampilan Saat terkode suara “ Five On ” 68

Gambar 4.7 Tampilan Saat Terkode Suara “ Five Off ” 69

Gambar 4.8 Tampilan Saat Lampu “ On ” Semua 69

Gambar 4.9 Pada Saat Program Lampu “ Off ” Semua.....70

Gambar 4.10 saat kode suara “One On” 71

Gambar 4.11 saat kode suara “One Off” 71

Gambar 4.12 saat kode suara “Three On” 72

Gambar 4.13 saat kode suara “Three Off” 72

Gambar 4.14 saat kode suara “Five On” 72

Gambar 4.15 saat kode suara “Five Off” 72

Gambar 4.16 Saat Lampu “ ON ” Semua 73

Gambar 4.17 Pada Saat Lampu “ OFF ” Semua.....73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Fungsi khusus <i>Port 3</i>	9
Tabel 2. 2 Penandaan Pita Warna Pada Resistor	49
Tabel 3.1 Keterangan Diagram Blok	53
Table 3.2 Keterangan pin-pin yang dipakai pada rangkaian minimum mikrokontroler AT89S51	55
Tabel 4.1 Hasil Pengujian alat	73



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam suatu rumah sering dijumpai suatu permasalahan yang kiranya sangat mempengaruhi, yaitu masalah pencahayaan, dimana pencahayaan yang digunakan pada rumah kurang efektif. Hal ini sering terjadi di rumah yang membutuhkan pencahayaan yang cukup. Kondisi tersebut dapat ditanggulangi salah satunya yaitu dengan menggunakan konsep dasar saklar suara, alat ini dapat diprogram untuk dapat memantau lampu mana yang harus nyala dan lampu mana yang harus mati sesuai dengan suara yang dibutuhkan, disini alat bekerja memonitoring status lampu yang sedang nyala dan yang sedang mati, jika program alat tersebut di jalankan maka alat akan bekerja sebagai saklar. Selama ini pencahayaan pada rumah biasanya berupa sistem *convensional* (manual), atas kemajuan teknologi dan perkembangannya semakin pesat, konsumen diberikan pilihan dalam memilih antara saklar manual atau saklar otomatis.

Berdasarkan permasalahan diatas maka penulis memberikan salah satu pemecahannya yaitu dengan merancang dan merealisasikan **“Sistem Pencahayaan Rumah dengan Menggunakan Saklar Suara Berbasis Mikrokontroller AT89S51”**. Dengan sistem ini diharapkan akan dapat mempermudah pekerjaan manusia sehingga sistem pencahayaan (lampu) akan lebih efektif dan lebih hemat energi.

1.2 Tujuan

1. Adapun tujuan penyusunan Tugas Akhir ini adalah Merancang alat dan membuat program interface agar dapat menyalakan dan mematikan lampu secara otomatis dengan suara.

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah :

- a. Bagaimana merancang sistem monitoring pencahayaan rumah secara *hardware* dan *software*.
- b. Bagaimana sistem monitoring pencahayaan rumah tersebut dapat memberikan keamanan pada rumah tersebut serta kenyamanan bagi pemilik rumah.

1.4 Batasan Masalah

Penulis menyadari ilmu pengetahuan yang dimiliki terbatas. Sehingga dalam pembuatan tugas akhir dibuat suatu batasan masalah. Adapun batasan masalah yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

- a. Cara kerja alat yang dibuat.
- b. Pengontrolan lampu otomatis menggunakan suara.
- c. Mengontrol sistem pencahayaan rumah secara otomatis menggunakan suara .
- d. Menggunakan Bantuan *Software Visual basic* dan *Microsoft SAPI*.
- e. Tempat lampu yang satu dengan lampu lainnya berbeda ruang.

1.5 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode deskriptif yang menggambarkan gejala nyata yang terjadi di lapangan pada saat penelitian. Langkah –langkah pengumpulan data yang digunakan dalam metode tersebut :

a. Studi pustaka

Yaitu dengan cara mempelajari buku-buku atau berbagai literatur yang dapat memberikan masukan dan sebagai referensi untuk materi penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini diantaranya Keterampilan Elektronika untuk Pemula, Belajar Mikrokontroller AT89S51 (Teori dan Aplikasi), Pengenalan Komputer, Prinsip - Prinsip Elektronik,

b. Observasi

Yaitu melakukan penelitian dan pengamatan secara langsung mengenai kegiatan bagaimana cara mengontrol pencahayaan rumah menggunakan suara dan melakukan wawancara kepada orang-orang yang berhubungan dengan bidang ini agar diperoleh penjelasan yang lebih terperinci.

c. Perancangan sistem

Yaitu membuat dan mengukur rangkaian secara langsung.

d. Implementasi Perancangan

Yaitu hasil ujicoba seluruh rangkaian.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam memberikan penjelasan tentang uraian dan urutan dari Tugas Akhir ini maka penulis membuat suatu sistematika pembahasan dengan membagi pokok bahasan kedalam beberapa bagian. Sistematika pembahasan tersebut antara lain :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan diuraikan tentang latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan pembuatan Tugas Akhir ini, metodologi penelitian serta sistematika penulisan dari setiap bab yang ada.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan tentang teori-teori yang akan menunjang perancangan dan pengembangan sistem pencahayaan rumah yang penulis rancang.

BAB III PERANCANGAN SISTEM

Bab ini menguraikan tentang perancangan perangkat keras diantaranya perancangan rangkaian catudaya dan rangkaian lampu rumah.

BAB IV IMPLEMENTASI

Bab ini menguraikan tentang implementasi perangkat keras dan perangkat lunak sistem pencahayaan rumah menggunakan saklar suara yang penulis rancang.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan diuraikan kesimpulan dari permasalahan yang telah dibahas, dan saran-saran yang menunjang kearah pengembangan sistem keamanan pintu rumah yang penulis rancang agar lebih baik.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Mikrokontroller AT89S51

Mikrokontroller, sesuai dengan namanya adalah suatu alat atau komponen pengontrol atau pengendali yang berukuran kecil (mikro). Mikrokontroller lebih unggul dibandingkan dengan mikroprosesor, hal ini disebabkan karena :

- Tersedia I/O

I/O dalam mikrikontroller sudah tersedia, bahkan untuk AT89S51 ada 32 jalur I/O, sementara pada mikroprosesor dibutuhkan IC tambahan untuk menangani I/O.

- Memori internal

Memori merupakan media untuk menyimpan program dan data sehingga mutlak harus ada. Mikroprosesor belum memiliki memori internal sehingga memerlukan IC memori internal.

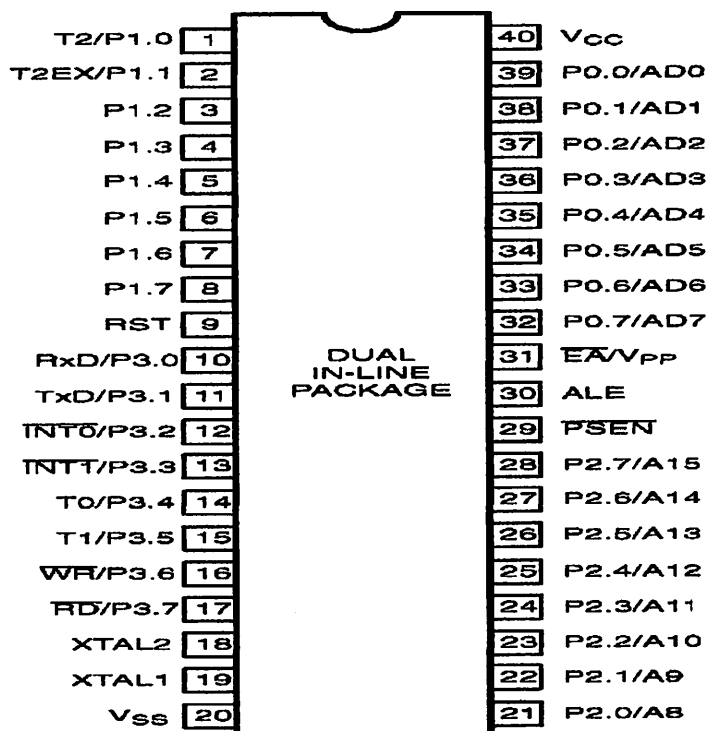
(Pemrograman Mikrokontroller AT89S51)

2.1.1 Fitur-fitur AT89S51

Mikrokontroller AT89S52 merupakan produk ATMEL yang memiliki fitur-fitur sebagai berikut :

1. Kompatibel dengan MCS-51
2. 4 kbyte memori program yang dapat ditulis hingga 1000 kali
3. 0 kecepatan clock -33 MHz
4. 128 byte memori RAM internal

2.1.2 Konfigurasi Pin AT89S51



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin IC AT89S51

(Sumber : www.atmel.com)

Mikrokontroller AT89S51 memiliki pin berjumlah 40 dan umumnya dikemas dalam DIP (*Dual Line Package*). Masing-masing pin mikrokontroller AT89S51 mempunyai kegunaan sebagai berikut :

a. Port 1

Merupakan port input/output 8 bit *full duplex* setiap pin dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran tanpa tergantung dari pin yang lain. Sebagai output dapat mengendalikan 4 buah beban input

b. RST

Pin ini berfungsi sebagai input untuk melakukan reset terhadap mikro dan jika RST bernilai high selama minimal 2 *machine cycle*, maka nilai internal register akan kembali seperti awal mula bekerja.

c. Port 3

Sebagai I/O biasa port 3 mempunyai sifat sama dengan port 1 dan port 2. Sedangkan sebagai fungsi spesial port ini mempunyai keistimewaan yaitu:

Port/Pin	Fungsi Alternatif
P3.0	RXD (port serial input)
P3.1	TXD (port serial output)
P3.2	INT0 (interupsi eksternal 0)
P3.3	INT1 (interupsi eksternal 1)
P3.4	T0 (input eksternal timer 0)
P3.5	T1 (input eksternal timer 1)
P3.6	WR (write strobe memori data eksternal)
P3.7	WR (read strobe memori program eksternal)

Tabel 2.1. Fungsi khusus Port 3
(Sumber : www.ATMEL.com)

d. XTAL 1 dan XTAL 2

Merupakan pin inputan untuk kristal osilator

e. GND

Pada kaki berfungsi sebagai pentanahan (ground)

f. Port 2

Merupakan salah satu port yang berfungsi sebagai *general purpose I/O* dengan lebar 8 bit. Fungsi lainnya adalah sebagai *high byte address bus* (pada penggunaan memori eksternal).

g. PSEN

PSEN (*program Store Enable*) adalah pulsa pengaktif untuk membaca program memori luar.

h. ALE

Berfungsi untuk *demultiplexer* pada saat port 0 bekerja sebagai *mulatiplexed address/data bus* (pengaksesan memori eksternal). Pada paruh pertama memory cycle, pin ALE mengeluarkan signal latch yang menahan alamat ke eksternal register. Pada paruh kedua memory cycle, port 0 akan digunakan sebagai data bus. Jadi fungsi utama dari ALE adalah memberikan signal ke IC latch (bisa 74HCT573) agar menahan/ menyimpan address dari port 0 yang menuju memori eksternal (address 0-7) dan selanjutnya memori eksternal akan mengeluarkan data yang melalui port 0 juga.

i. EA

EA (*External Access*) harus dihubungkan dengan ground jika menggunakan program memori luar. Jika menggunakan program memori internal maka EA dihubungkan dengan VCC. Dalam keadaan ini mikrokontroller bekerja secara *single chip*.

j. Port 0

Merupakan salah satu port yang berfungsi sebagai *general purpose I/O* (dapat digunakan sebagai masukan dan juga sebagai keluaran) dengan lebar 8 bit. Fungsi lainnya adalah sebagai *multiplexed address/data bus* (pada saat mengakses memori eksternal).

k. VCC

Pada kaki ini berfungsi sebagai tempat sumber tegangan sebesar +5 Volt.

2.2. Mikrofon



Gambar 2.3 Mikrofon
(Sumber : www.Wikipedia.com)

Mikrofon (bahasa Inggris: *microphone*) adalah suatu jenis transduser yang mengubah energi-energi akustik (gelombang suara) menjadi sinyal listrik. Mikrofon merupakan salah satu alat untuk membantu komunikasi manusia. Mikrofon dipakai pada banyak alat seperti telepon, alat perekam, alat bantu dengar, dan pengudaraan radio serta televisi. Istilah *mikrofon* berasal dari bahasa

j. Port 0

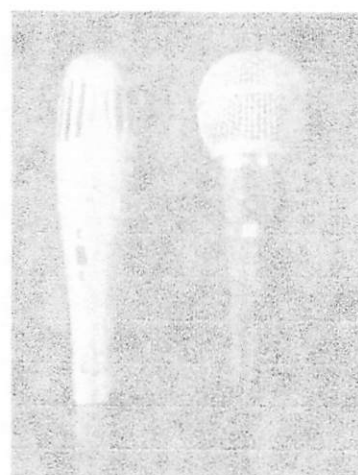
Merupakan salah satu port yang berfungsi sebagai general purpose I/O (dapat digunakan sebagai masukan dan juga sebagai keluaran) dengan lebar 8 bit. Fungsi lainnya adalah sebagai multiplexed address dan bus (pada saat mengakses memori eksternal).

k. VCC

Pada kaki ini berfungsi sebagai tempat sumber tegangan sebesar +5V.

V_{DD}

2.2. Mikrofon



Gambar 2.3 Mikrofon
(Sumber: www.wikipedia.com)

Mikrofon (bahasa Inggris: microphone) adalah suatu jenis transduser yang mengubah energi-energi akustik (gelombang suara) menjadi sinyal listrik. Mikrofon merupakan salah satu alat untuk membantu komunikasi manusia. Mikrofon dipakai pada banyak alat seperti telepon, alat perekam, alat bantu dengar, dan pengudaraan radio serta televisi. Istilah microphone berasal dari bahasa

Yunani *mikros* yang berarti kecil dan *fon* yang berarti suara atau bunyi. Istilah ini awalnya mengacu kepada alat bantu dengar untuk suara berintensitas rendah. Penemuan mikrofon sangat penting pada masa awal perkembangan telepon. Pada awal penemuannya, mikrofon digunakan pada telepon, kemudian seiring berkembangnya waktu, mikrofon digunakan dalam pemancar radio hingga ke berbagai penggunaan lainnya. Penemuan mikrofon praktis sangat penting pada masa awal perkembangan telepon. Beberapa penemu telah membuat mikrofon primitif sebelum Alexander Graham Bell. Pada tahun 1827, Sir Charles Wheatstone telah mengembangkan mikrofon. Ia merupakan orang pertama yang membuat "mikrofon frase". Selanjutnya, pada tahun 1876, Emile Berliner menciptakan mikrofon pertama yang digunakan sebagai pemancar suara telepon. Mikrofon praktis komersial pertama adalah mikrofon karbon yang ditemukan pada bulan Oktober 1876 oleh Thomas Alfa Edison. Pada tahun 1878, David Edward Hughes juga mengambil andil dalam perkembangan mikrofon karbon. Mikrofon karbon tersebut mengalami perkembangan hingga tahun 1920-an. James West and Gerhard Sessler juga memainkan peranan yang besar dalam perkembangan mikrofon. Mereka mempatenkan temuan mereka yaitu mikrofon elektrik pada tahun 1964. Pada waktu itu, mikrofon tersebut menawarkan sesuatu yang tidak dimiliki oleh mikrofon sebelumnya, yaitu harga rendah, sehingga dapat dijangkau oleh seluruh konsumen. Bagian lain dalam sejarah perkembangan mikrofon ialah revolusionalisasi mikrofon dalam industri dimana memungkinkan masyarakat umum untuk mendapatkannya. Hampir satu juta mikrofon diproduksi tiap tahunnya. Lalu pada tahun 1970-an, mikrofon dinamik dan mikrofon

kondenser mulai dikembangkan. Mikrofon ini memiliki tingkat kesensitifan yang tinggi. Oleh karena itu, hingga saat ini mikrofon tersebut digunakan dalam dunia penyiaran.

2.2.1. Kegunaan

Mikrofon digunakan pada beberapa alat seperti telepon, alat perekam, alat bantu dengar, pengudaraan radio serta televisi, dan sebagainya. Pada dasarnya mikrofon berguna untuk merubah suara menjadi getaran listrik sinyal Analog untuk selanjutnya diperkuat dan diolah sesuai dengan kebutuhan, pengolahan berikutnya dengan Power Amplifier dari suara yang berintensitas rendah menjadi lebih keras terakhir diumpan ke-Speaker. Pemilihan mikrofon harus dilakukan dengan lebih hati-hati. Hal ini dilakukan untuk mencegah berkurangnya kemampuan mikrofon dari performa yang optimal. Agar lebih efektif, mikrofon yang digunakan haruslah sesuai kebutuhan dan seimbang antara sumber suara yang ingin dicuplik, misalnya suara manusia, alat musik, suara kendaraan, atau yang lainnya dengan sistem tata suara yang digunakan seperti sound sistem untuk *live music*, alat perekaman, arena balap GP motor, dan sebagainya.

2.2.2 Jenis

2.2.2.1 Mikrofon karbon

Mikrofon karbon adalah mikrofon yang terbuat dari sebuah diagram logam yang terletak pada salah satu ujung kotak logam yang berbentuk silinder. Cara kerja mikrofon ini berdasarkan resistansi variabel dimana terdapat sebuah penghubung yang menghubungkan diafragma dengan butir-butir karbon di dalam mikrofon. Perubahan getaran suara yang ada akan

menyebabkan nilai resistansi juga berubah sehingga mengakibatkan perubahan pada sinyal output mikrofon.

2.2.2.2 Mikrofon reluktansi variabel

Mikrofon Reluktansi Variabel adalah mikrofon yang terbuat dari sebuah diafragma berbahan magnetik. Cara kerjanya berdasarkan gerakan diafragma magnetik tersebut. Jika tekanan udara dalam diafragma meningkat karena adanya getaran suara, maka celah udara dalam rangkaian magnetik tersebut akan berkurang, akibatnya reluktansi semakin berkurang dan menimbulkan perubahan-perubahan magnetik yang terpusat di dalam struktur magnetik. Perubahan-perubahan tersebut menyebabkan perubahan sinyal yang keluar dari mikrofon.

2.2.2.3 Mikrofon kumparan yang bergerak

Mikrofon Kumparan yang Bergerak adalah mikrofon yang terbuat dari kumparan induksi yang digulungkan pada silinder yang berbahan non magnetik dan dilekatkan pada diafragma, kemudian dipasang ke dalam celah udara suatu magnet permanen. Sedangkan kawat-kawat penghubung listrik direkatkan pada diafragma yang terbuat dari bahan non logam. Jika diafragma bergerak karena adanya gelombang suara yang ditangkap, maka kumparan akan bergerak maju mundur di dalam medan magnet, sehingga muncullah perubahan magnetik yang melewati kumparan dan menghasilkan sinyal listrik.

2.2.2.4 Mikrofon kapasitor

Mikrofon Kapasitor adalah mikrofon yang terbuat dari sebuah diafragma berbahan logam, digantungkan pada sebuah pelat logam statis dengan jarak sangat dekat, sehingga keduanya terisolasi dan menyerupai bentuk sebuah kapasitor. Adanya getaran suara mengakibatkan diafragma bergerak-gerak. Diafragma yang bergerak menimbulkan adanya perubahan jarak pemisah antara diafragma dengan pelat statis sehingga mengakibatkan berubahnya nilai kapasitansi. Mikrofon kapasitor ini memerlukan tegangan DC konstan yang dihubungkan ke sebuah diafragma dan pelat statis melewati sebuah resistor beban, sehingga tegangan mikrofon dapat berubah-ubah seiring perubahan tekanan udara yang terjadi akibat getaran suara.

2.2.2.5 Mikrofon elektret

Mikrofon Elektret adalah jenis khusus mikrofon kapasitor yang telah memiliki sumber muatan tersendiri sehingga tidak membutuhkan pencatu daya dari luar. Sumber muatan berasal dari suatu alat penyimpan muatan yang terbuat dari bahan teflon. Bahan teflon tersebut diproses sedemikian rupa sehingga mampu menangkap muatan-muatan tetap dalam jumlah besar, kemudian mempertahankannya untuk waktu yang tak terbatas. Lapisan tipis teflon dilekatkan pada pelat logam statis dan mengandung muatan-muatan negatif dalam jumlah besar. Muatan-muatan tersebut terperangkap pada satu sisi yang kemudian menimbulkan medan listrik pada celah yang berbentuk kapasitor. Getaran suara yang ada mengubah

tekanan udara di dalamnya sehingga membuat jarak antara diafragma dan pelat logam statis juga berubah-ubah. Akibatnya, nilai kapasitansi berubah dan tegangan terminal mikrofon pun juga berubah.

2.2.2.6 Mikrofon piezoelektris

Mikrofon Piezoelektris adalah mikrofon yang terbuat dari bahan *kristal aktif*. Bahan ini dapat menimbulkan tegangan sendiri saat menangkap adanya getaran dari luar jadi tidak membutuhkan pencatu daya. Cara kerjanya ialah kristal dipotong membentuk suatu irisan pada bidang-bidang tertentu, kemudian dilekatkan pada elektroda atau lempengan sehingga akan menunjukkan sifat-sifat piezoelektris. Kristal akan berubah bentuk bila mendapatkan suatu tekanan sehingga akan terjadi perpindahan muatan sesaat di dalam susunan kristal tersebut. Perpindahan muatan mengakibatkan adanya perbedaan potensial di antara kedua pelat-pelat lempengan. Uniknya, kristal tersebut dapat langsung menerima getaran suara tanpa harus dibentuk menjadi sebuah diafragma, sehingga respon frekuensi yang diterima akan lebih baik dari mikrofon lainnya walaupun tingkat keluarannya jauh lebih rendah, yaitu kurang dari 1 mV.

2.2.2.7 Mikrofon pita

Mikrofon Pita ialah mikrofon yang terbuat dari pita yang bersifat sangat sensitif dan teliti. Cara kerja mikrofon ini berpedoman pada suatu *pusat pita* yaitu kertas perak metal tipis yang digantungkan pada suatu medan magnet. Getaran suara yang ditangkap menimbulkan terjadinya pergerakan pita. Gerakan tersebut mengakibatkan berubahnya medan magnet yang

kemudian menghasilkan sinyal listrik. Oleh karena mikrofon pita pada awal kemunculannya merupakan mikrofon yang dapat menampilkan suara paling alami, maka industri rekaman dan siaran segera memanfaatkan mikrofon ini di awal tahun 1930-an. Mikrofon ini tidak memerlukan pencatu daya atau baterai dalam pengoperasiannya. Pertumbuhan besar pada jenis mikrofon ini terlihat dari besarnya minat masyarakat pada rumah perekaman yang menyediakan mikrofon pita dengan kualitas tinggi seperti mikrofon buatan perusahaan Royer AEA, yang kemudian menjadi standar bersama untuk studio perusahaan-perusahaan Cina seperti Sontronics, SE dan Golden Age.

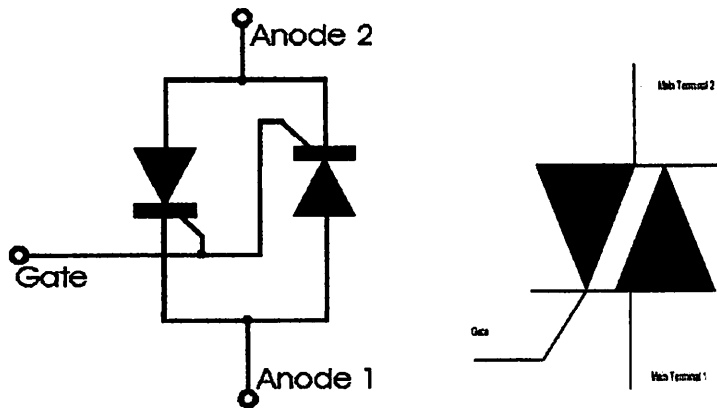
2.3 TRIAC

TRIAC merupakan singkatan dari TRIode Alternating Current, yang artinya adalah suatu komponen yang berperilaku seperti dua buah SCR yang digabungkan saling bertolak belakang. (Prof.Dr. Zuhail M.SCEE dan IR. Zhanggischan, 2004:264).

Triac merupakan pengembangan dari pendahulunya yakni DIAC dan SCR. Ketiganya merupakan sub-jenis dari *Thyristor*, piranti berbahan silikon yang umum digunakan sebagai saklar elektronika, disamping transistor dan FET. Perbedaan diantara ketiganya adalah dalam penggabungan unsur-unsur penyusunnya serta dalam segi arah penghantaran arus listrik yang meleluinya.

Triac sebenarnya merupakan gabungan dua buah SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) atau *Thyristor* yang dirancang anti paralel dengan 1 (satu) buah

elektroda gerbang (*gate electrode*) yang menyatu. SCR merupakan piranti zat padat (*solid state*) yang berfungsi sebagai saklar daya berkecepatan tinggi.



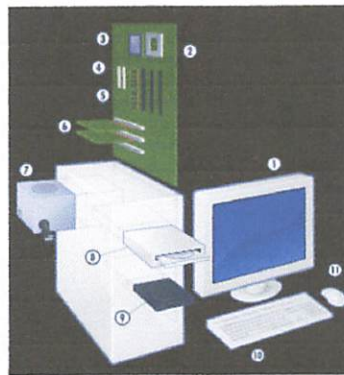
Gambar 2.4 Simbol TRIAC
(Prof.Dr. Zuhul M.SCEE dan IR. Zhanggischan, 2004:264).

2.3.1 Penggunaan TRIAC

Piranti Triac dipakai secara luas untuk menggantikan kedudukan *relay* dan saklar mekanik konvensional. Triac dapat dikehendaki sebagai rangkaian terbuka atau sebagai penyearah tergantung dari cara pemakaian gerbangnya. Pengembangan karakteristik unsur penyusun triac dapat menghasilkan waktu on-off yang lebih singkat. Triac kebanyakan digunakan dalam rangkaian kontrol gelombang penuh AC karena triac memberikan dua kelebihan dibandingkan dengan dua thyristor.

- a. Rancangan keping pendingin yang lebih sederhana.
- b. Rangkaian pemicu yang relatif lebih ekonomis.(TIM DE, 2007:4).

2.4 Komputer

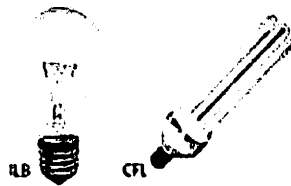


Gambar 2.5 Personal Computer (PC)
(Sumber: [www. Wikipedia.com](http://www.Wikipedia.com))

Komputer adalah alat yang dipakai untuk mengolah data menurut prosedur yang telah dirumuskan. Kata *computer* semula dipergunakan untuk menggambarkan orang yang perkerjaannya melakukan perhitungan aritmatika, dengan atau tanpa alat bantu, tetapi arti kata ini kemudian dipindahkan kepada mesin itu sendiri. Asal mulanya, pengolahan informasi hampir eksklusif berhubungan dengan masalah aritmatika, tetapi komputer modern dipakai untuk banyak tugas yang tidak berhubungan dengan matematika. Dalam arti seperti itu terdapat alat seperti *slide rule*, jenis kalkulator mekanik mulai dari abakus dan seterusnya, sampai semua komputer elektronik yang kontemporer. Istilah lebih baik yang cocok untuk arti luas seperti "komputer" adalah "yang mengolah informasi" atau "sistem pengolah informasi." Selama bertahun-tahun sudah ada beberapa arti yang berbeda dalam kata "komputer", dan beberapa kata yang berbeda tersebut sekarang disebut disebut sebagai komputer. Kata *computer* secara umum pernah dipergunakan untuk mendefiniskan orang yang melakukan perhitungan aritmatika, dengan atau tanpa mesin pembantu. Menurut *Barnhart*

Concise Dictionary of Etymology, kata tersebut digunakan dalam bahasa Inggris pada tahun 1646 sebagai kata untuk "orang yang menghitung" kemudian menjelang 1897 juga digunakan sebagai "alat hitung mekanis". Selama Perang Dunia II kata tersebut menunjuk kepada para pekerja wanita Amerika Serikat dan Inggris yang pekerjaannya menghitung jalan artileri perang dengan mesin hitung. Charles Babbage mendesain salah satu mesin hitung pertama yang disebut mesin analitikal. Selain itu, berbagai alat mesin sederhana seperti *slide rule* juga sudah dapat dikatakan sebagai komputer.

2.5 Lampu Pijar



Gambar 2.6 Lampu Pijar
(Rodwell International Corporation, 1999)

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan foton. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi oksigen di udara dari berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Suhu warna cahaya tampak yang dipancarkan oleh lampu pijar adalah di antara 2700K sampai dengan 3300K.

Salah satu kelebihan lampu pijar adalah dapat dihasilkannya lampu pijar dalam berbagai besar voltase, dari puluhan hingga ratusan volt, namun karena energi listrik yang diperlukan lampu pijar untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan dengan sumber cahaya buatan lainnya, maka secara bertahap lampu pijar mulai digantikan lampu pendar, LED, dan lain-lain.

2.6 Trafo

Trasformator adalah alat yang merupakan fungsi menaikkan atau menurunkan tegangan input atau menurunkan tegangan output.

- Trafo yang berfungsi menaikkan tegangan input adalah trafo step up.
- Trafo yang berfungsi menurunkan tegangan adalah trafo step down.

Bagian-bagian dari trafo terdiri dari :

- ✓ Kumparan primer.
- ✓ Kumparan diode.
- ✓ Inti trafo.

Cara kerja traseformer : Arus bolak - balik (AC) melewati koil utama (kumparan primer) yang menginduksi arus bolak - balik di koli kedua (kuparan sekunder)

Type-type Trasformator :

- Trasformator tetap dimana trafo tersebut hanya mempunyai voltase keluaran yang tetap.

- Transformator variable ialah trafo yang mempunyai lebih dari satu voltasi keluarannya, type trafo ini mempunyai “brush” geser yang dapat digerakkan untuk menyetel keluaran voltase trafo ini.

Klasifikasi

Transformator tenaga dapat di klasifikasikan menurut:

- Pasangan dalam
- Pasangan luar

Cara Kerja dan Fungsi Tiap-tiap Bagian

Suatu transformator terdiri atas beberapa bagian yang mempunyai fungsi masing-masing:

- Bagian utama

- Inti besi

Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluksi, yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibuat dari lempengan-lempengan besi tipis yang berisolasi, untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh “Eddy Current”.

- Kumparan trafo

Beberapa lilitan kawat berisolasi membentuk suatu kumparan. Kumparan tersebut diisolasi baik terhadap inti besi maupun terhadap kumparan lain dengan isolasi padat seperti karton, pertinax dan lain-lain.

Umumnya pada trafo terdapat kumparan primer dan sekunder. Bila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan/arus bolak-balik maka pada kumparan tersebut timbul fluksi yang menginduksikan tegangan, bila

pada rangkaian sekunder ditutup (rangkaiian beban) maka akan mengalir arus pada kumparan ini. Jadi kumparan sebagai alat transformasi tegangan dan arus.

- Kumparan tertier

Kumparan tertier diperlukan untuk memperoleh tegangan tertier atau untuk kebutuhan lain. Untuk kedua keperluan tersebut, kumparan tertier selalu dihubungkan delta. Kumparan tertier sering dipergunakan juga untuk penyambungan peralatan bantu seperti kondensator synchrone, kapasitor shunt dan reactor shunt, namun demikian tidak semua trafo daya mempunyai kumparan tertier.

- Minyak trafo

- Sebagian besar trafo tenaga kumparan-kumparan dan intinya direndam dalam minyak-trafo, terutama trafo-trafo tenaga yang berkapasitas besar, karena minyak trafo mempunyai sifat sebagai media pemindah panas (disirkulasi) dan bersifat pula sebagai isolasi (daya tegangan tembus tinggi) sehingga berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Untuk itu minyak trafo harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:
 - kekuatan isolasi tinggi
 - penyalur panas yang baik berat jenis yang kecil, sehingga partikel-partikel dalam minyak dapat mengendap dengan cepat
 - viskositas yang rendah agar lebih mudah bersirkulasi dan kemampuan pendinginan menjadi lebih baik

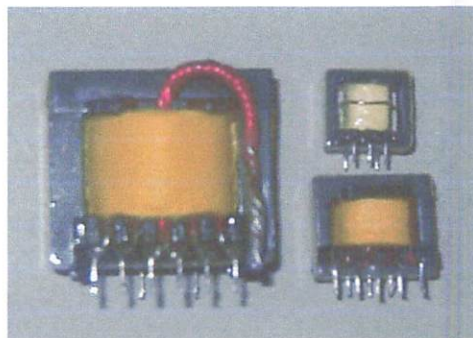
- titik nyala yang tinggi, tidak mudah menguap yang dapat membahayakan
- tidak merusak bahan isolasi padat
- sifat kimia yang stabil.
- Peralatan Bantu

✓ Pendingin

Pada inti besi dan kumparan-kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi besi dan rugi-rugi tembaga. Bila panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, akan merusak isolasi di dalam trafo, maka untuk mengurangi kenaikan suhu yang berlebihan tersebut trafo perlu dilengkapi dengan sistem pendingin untuk menyalurkan panas keluar trafo. Media yang digunakan pada sistem pendingin dapat berupa: Udara/gas, minyak dan air.

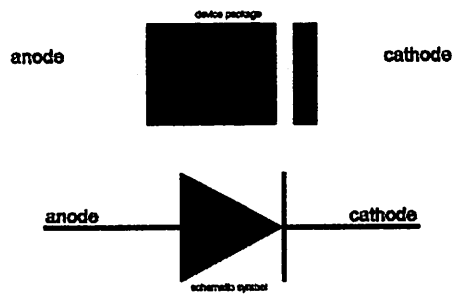
Pengalirannya (sirkulasi) dapat dengan cara:

- Alamiah (natural)
- Tekanan/paksaan (forced).



Gambar 2.7 Trasformator
(Rodwell International Corporation, 1999)

2.7 Dioda



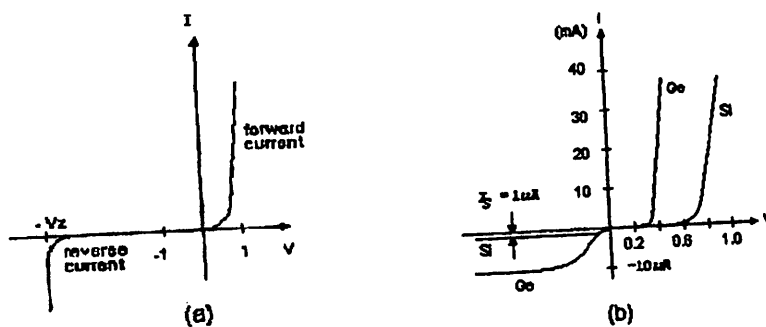
Gambar 2.8 Dioda
(Rodwell International Corporation, 1999)

Dioda adalah komponen elektronika yang hanya memperbolehkan arus listrik mengalir dalam satu arah sehingga dioda biasa disebut juga sebagai “Penyearah”. Dioda terbuat dari bahan semikonduktor jenis *silicon* dan *germanium*. Dioda terbuat dari penggabungan dua tipe semikonduktor yaitu tipe P (*Positive*) dan tipe N (*Negative*), kaki dioda yang terhubung pada semikonduktor tipe P dinamakan “*Anode*” sedangkan yang terhubung pada semikonduktor tipe N disebut “*Katode*”. Pada bentuk aslinya pada dioda terdapat tanda cincin yang melingkar pada salah satu sisinya, ini digunakan untuk menandakan bahwa pada sisi yang terdapat cincin tersebut merupakan kaki Katode. Arus listrik akan sangat mudah mengalir dari anoda ke katoda hal ini disebut sebagai “*Forward-Bias*” tetapi jika sebaliknya yakni dari katoda ke anoda, arus listrik akan tertahan atau tersumbat hal ini dinamakan sebagai “*Reverse-Bias*”.

2.7.1 Aplikasi

Dioda banyak diaplikasikan pada rangkaian penyearah arus (*rectifier*) power suplai atau konverter AC ke DC. Dipasar banyak ditemukan dioda seperti 1N4001, 1N4007 dan lain-lain. Masing-masing tipe berbeda tergantung dari arus maksimum dan juga tegangan breakdwon-nya. Zener banyak digunakan untuk aplikasi regulator tegangan (*voltage regulator*). Zener yang ada dipasaran tentu saja banyak jenisnya tergantung dari tegangan *breakdwon*-nya. Di dalam datasheet biasanya spesifikasi ini disebut V_z (*zener voltage*) lengkap dengan toleransinya, dan juga kemampuan disipasi daya.

2.7.2 Karakteristik Arus Pada Dioda



Gambar 2.9
Kurva Karakteristik forward V-I dioda

Arus yang mengalir pada diode ideal dinyatakan dalam :

$$I_D = I_S (e^{qV_D / \eta V_T} - 1)$$

Dimana :

I_D = arus yang mengalir pada dioda

I_S = arus saturasi

e = konstanta eulers ($\sim 2,718281828$)

q = electron charge ($1,6 \times 10^{-19}$ C)

V_D = tegangan pada dioda

η = konstanta empiric, 1 untuk Ge, dan 2 untuk Si

k = konstanta boltzmann's ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)

T = temperature junction ($^{\circ}\text{K}$)

V_T = k/Tq (26 mV pada suhu normal)

$V_T = k/Tq$ adalah tegangan yang dihasilkan P-N junction akibat pengaruh temperature, disebut juga thermal voltage(V_t). Pada suhu kamar bernilai 26 mV. Sehingga rumus diatas dapat disederhanakan menjadi :

$$I_D = I_S (e^{V_D / 0,026} - 1)$$

Dimana :

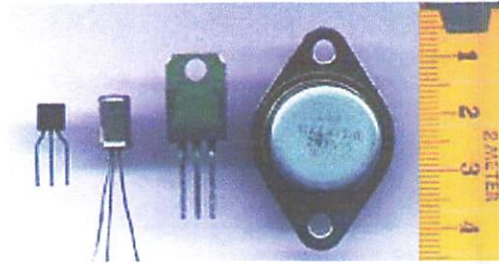
I_D = arus yang mengalir pada dioda

I_S = arus saturasi

e = konstanta eulers ($\sim 2,718281828$)

V_D = tegangan pada diode

2.8 Transistor

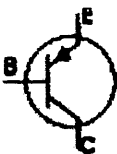
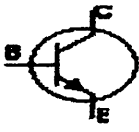


Gambar 2.10 Transistor
(Sumber : *www.Wikipedia.com*)

Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (switching), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya.

Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal. Tegangan atau arus yang dipasang di satu terminalnya mengatur arus yang lebih besar yang melalui 2 terminal lainnya. Transistor adalah komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam amplifier (penguat). Rangkaian analog melingkupi pengeras suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga berfungsi sebagai **logic gate**, memori, dan komponen-komponen lainnya.

2.8.1 Jenis-jenis transistor

	PNP		P-channel
	NPN		N-channel
BJT	JFET		

Gsmbar 2.11 Simbol Transistor dari Berbagai Tipe
(Richard Blocher, *Dasar Elektronika*, Yogyakarta, Andi, 2004)

Secara umum, transistor dapat dibeda-bedakan berdasarkan banyak kategori:

Materi semikonduktor: Germanium, Silikon, Gallium Arsenide

Kemasan fisik: Through Hole Metal, Through Hole Plastic, Surface Mount, IC, dan lain-lain

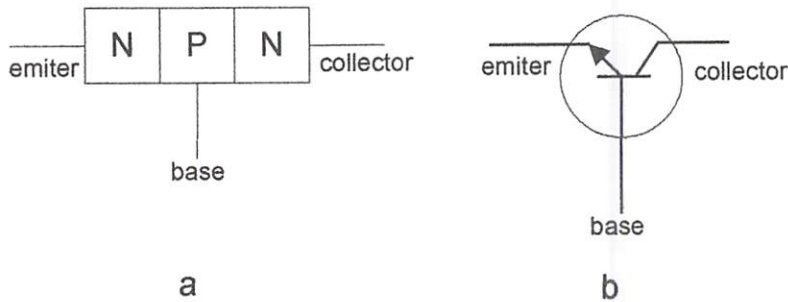
Tipe: UJT, BJT, JFET, IGFET (MOSFET), IGBT, HBT, MISFET, VMOSFET, MESFET, HEMT, SCR serta pengembangan dari transistor yaitu IC (*Integrated Circuit*) dan lain-lain. Polaritas: NPN atau N-channel, PNP atau P-channel

Maximum kapasitas daya: Low Power, Medium Power, High Power

Maximum frekwensi kerja: Low, Medium, atau High Frequency, RF transistor, Microwave, dan lain-lain

Aplikasi: Amplifier, Saklar, General Purpose, Audio, Tegangan Tinggi, dan lain-lain

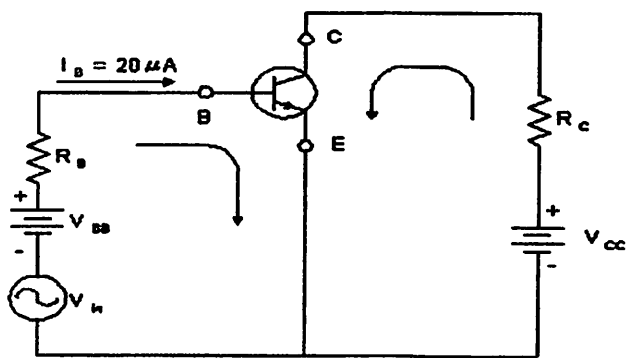
2.8.1.1 Transistor NPN



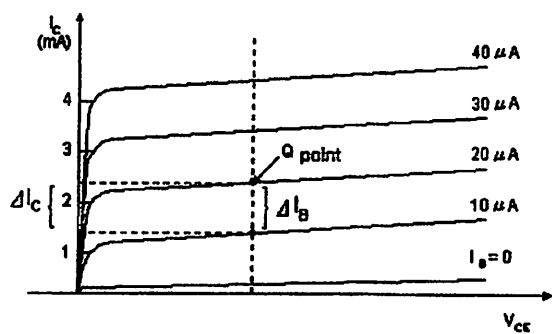
Gambar 2.12
Struktur dan sinyal dari transistor NPN

Transistor dibuat dengan mendekatkan dua junction semi konduktor satu sama lain. Transistor NPN dibuat dari dua material type N dan type P seperti gambar 2.13. Satu bagian material N lainnya Emitter dan bagian tengah yaitu type P adalah Base. Arah panah terminal Emitter dalam gambar 2.13 (b) ditentukan oleh type Transistor (NPN atau PNP). Arah panah menunjukkan arah arus antara Emitter dan Base seperti halnya diode. Ketika Emitter transistor menjadi terminal common antar input dan output, maka disebut Kommon Emitter (CE) dan Collector akan menjadi output terminal dan Base menjadi input terminal. Penguat (gain) arus CE adalah karakteristik utama Transistor dan ditunjukkan dengan β atau h_{FE} . Penguatan arus CE ditunjukkan dengan rumus berikut :

$$h_{FE} = \beta = \frac{I_C}{I_B}$$

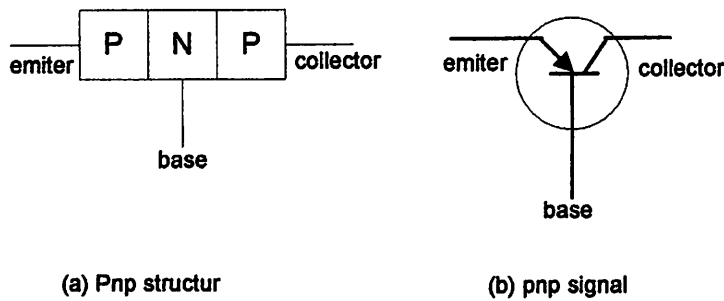


Gambar 2.13
Rangkaian Commom Emmiter Input AC



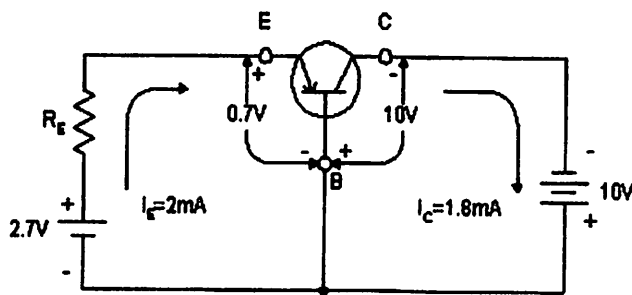
Gambar 2.14
Kurfa Karakteristik Common Transistor

2.8.1.2 Transistor PNP



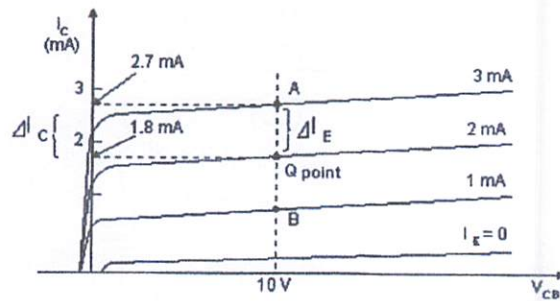
Gambar 2.15 Struktur Dan Sinyal Dari Transistor PNP

Transistor PNP dibuat dari dua material type P dan type N . Bagian material type P adalah Emitor dan collector bagian type N di tengah adalah Base.



Gambar 2.16 Rangkaian Common Base Transistor

Gambar 2.14 menunjukkan rangkaian Transistor PNP dimana junction Emitor-Base di forward bias dan junction Base-Collector di backward bias. Resistansi digunakan untuk membatasi aliran arus dalam rangkaian. Arus emitor DC (I_E) menjadi $2V/1K\Omega = 1mA$ dengan mengurangi 0,7 Veb dari 2,7 V (dalam hal ini silicon). Transistor yang dirangkai seperti gamabr 2.17 sebagai type common Base (CB) dan dikarenakan Common Base-nya pada kedua sisi rangkaian.



Gambar 2.17 kurfa karakteristik dari rangkaian CB

Kurva menunjukkan hubungan antara V_{cb} dan arus collector dari beberapa nilai arus Emitor Input. Arus Emitor 2 mA ditentukan oleh kurva ini dan arus collector 1,8mA ditentukan oleh tegangan backward bias junction Base-Collector 10V.

$$I_B = \frac{VR_2}{R_2} \qquad I_C = \frac{VR_4}{R_4}$$

2.9 Komunikasi Serial



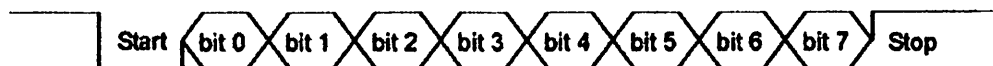
Gambar 2.18 Kabel Serial port DB-9
(Sumber: www.Wikipedia.com)

Komunikasi serial adalah salah satu metode komunikasi data di mana hanya satu bit data yang dikirimkan melalui seuntai kabel pada suatu waktu tertentu.

Dalam komunikasi serial data yang dikirim dalam bentuk pulsa listrik kontinyu yang disebut bit. Ada tiga metode komunikasi data serial yang sering kita jumpai yaitu metode simplex, half duplex, dan full duplex. Pada transmisi Simplex data yang dapat dikirim hanya satu arah saja, half duplex data dapat ditransmisikan secara dua arah dan bergantian, Transmisi Full duplex adalah transmisi dua arah dimana data dapat diterima oleh sistem dan sekaligus sistem tersebut dapat mengolah data secara bersamaan. Dalam komunikasi data serial ada dua metode dasar yang digunakan yaitu metode Asinkron dan Sinkron.

2.9.1 Transmisi Serial Asinkron (Asynchronous)

Komunikasi serial asinkron merupakan komunikasi data yang memerlukan start bit untuk menunjukkan mulainya data dan stop bit untuk menunjukkan selesainya data. Banyaknya bit-bit ini tergantung dari kode yang digunakan bit awal memberitahukan sistem untuk memulai mengumpulkan bit berikutnya, sebagai bit data, bit akhir memberitahukan pada terminal bahwa data telah lengkap dan terminal kembali dalam keadaan reset supaya dapat menerima bit awal lagi. Sinkronisasi dilakukan kembali setiap karakter diterima.



Gambar 2.19 Komunikasi Asinkron
(Sumber: Anonimous)

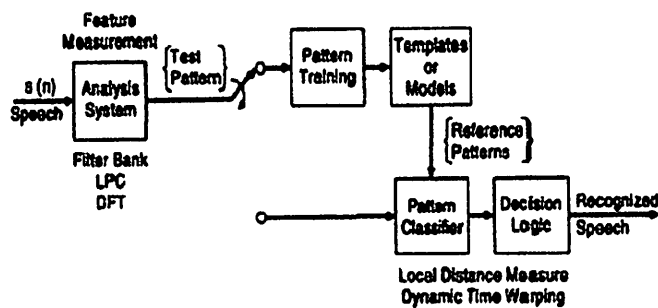
2.9.2 Transmisi Serial Sinkron (Synchronous)

- Pada transmisi sinkron, sebelum terjadi komunikasi, diadakan sinkronisasi clock antara pengirim dan penerima.
- Data dikirim dalam satu blok data (disebut Frame) yang berisi bit2 pembuka (preamble bit), bit data itu sendiri dan bit2 penutup postamble bit. Ditambahkan juga bit2 kontrol pada blok tersebut.
- Variasi ukuran frame mulai 1500 byte sampai 4096 byte
- Dalam komunikasi sinkron, sbh line 56 kbps mampu membawa data sampai 7000 byte per detik
- Contoh interface berbasis transmisi sinkron : Ethernet

2.10 Sistem Pengenal Ucapan

Sistem Pengenalan Ucapan (*Speech Recognition System*) adalah sistem yang berfungsi untuk mengubah bahasa lisan menjadi bahasa tulisan.

1. Masukan sistem adalah ucapan manusia, selanjutnya sistem akan mengidentifikasi kata atau kalimat yang diucapkan dan menghasilkan teks yang sesuai dengan apa yang diucapkan. diperlihatkan konfigurasi tipikal suatu system pengenalan ucapan
2. Sinyal ucapan pertama kali akan dilewatkan pada bagian penganalisis ucapan untuk mendapatkan besaran-besaran atau ciri-ciri yang mudah diolah pada tahap berikutnya. Untuk setiap ucapan yang berbeda akan dihasilkan pola cirri yang berbeda.



Gambar 2. 20. Diagram Blok Sistem Pengenalan Ucapan
(Sumber : *Anonimous*)

Penganalisis sintaks akan melakukan transformasi sinyal ucapan dari domain waktu ke domain frekuensi. Pada domain frekuensi, untuk kurun waktu yang singkat, setiap sinyal dapat terlihat memiliki ciri-ciri yang unik. Namun demikian, pengucapan suatu unit bunyi ucapan (fonem) seringkali bervariasi antar orang yang berbeda, juga terpengaruh oleh fonem-fonem disekitarnya, kondisi emosi, noise, dan faktor-faktor lainnya. Sistem *Speech Recognition* akan melakukan pengenalan untuk setiap unit bunyi pembentuk ucapan (fonem), selanjutnya mencoba mencari kemungkinan kombinasi hasil ucapan yang paling dapat diterima. Sistem yang lebih sederhana adalah sistem yang hanya dapat mengenal sejumlah kata yang jumlahnya terbatas. Sistem ini biasanya lebih akurat dan lebih mudah dilatih, tetapi tidak dapat mengenal kata yang berada di luar kosa kata yang pernah diajarkan.

Ada 2 tipe *Speech Recognition* dilihat dari ketergantungan pembicara yaitu:

a. *Independent Speech Recognition*,

yaitu system pengenalan ucapan tanpa terpengaruh dengan siapa yang berbicara, tetapi mempunyai keterbatasan dalam jumlah kosakata. Model ini akan mencocokkan setaip ucapan dengan kata yang dikenali dan memilih yang

”sepertinya” cocok. Untuk mendapatkan kecocokan kata yang diucapkan maka digunakan model statistic yang dikenal dengan nama *Hidden Markov Model* (HMM)

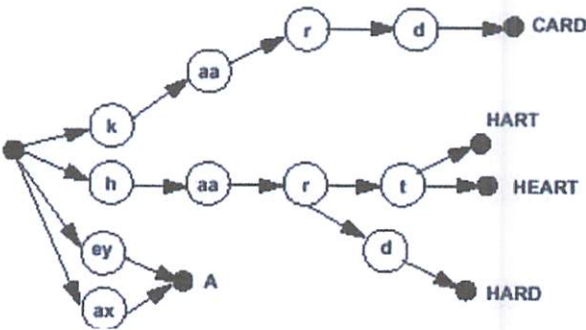
b. *Dependent Speech Recognition*,

yaitu system pengenalan ucapan yang memerlukan pelatihan khusus dari pembicara, dimana hasil pelatihan dari masing-masing pembicara akan disimpan dalam sebuah profil. Profil inilah yang nantinya digunakan untuk berinteraksi dengan system pengenalan ucapan dan sistem akan bergantung siapa yang berbicara. Sistem ini biasanya lebih mudah untuk dikembangkan, dimana contoh suara sudah dibuat sebelumnya dan disimpan dalam *database* (basis data) dan jumlah kosakatanya lebih besar dibandingkan dengan *independent speech recognition*. Proses pengenalan ucapan dengan cara membandingkan ucapan pembicara dengan contoh suara yang ada.

2.10.1 Model Statistik Untuk Pengenal Ucapan

Saat ini sistem pengenalan ucapan telah menggunakan model statistik untuk menentukan dengan tepat kata yang dimaksud. Menurut John Garofolo, *Speech Group Manager* pada *Information Technology Laboratory* di *National Institute of Standards and Technology*, model statistik yang sangat mendominasi adalah *Hidden Markov Model* dan *Neural Networks*. Tetapi yang paling sering digunakan adalah *Hidden Markov Model*, dimana setiap fonem dihubungkan seperti rantai, dan rangkaian rantai yang komplit merupakan kata. Gambar dibawah ini

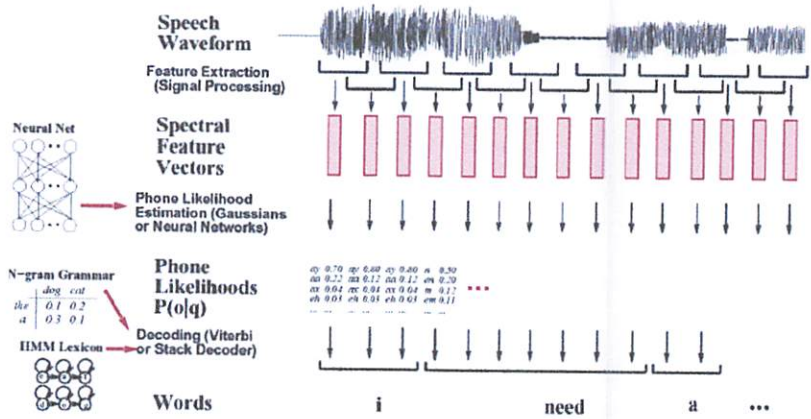
memperlihatkan Model Statistik berdasarkan Hidden Markov Model (*IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 16, no. 5, September 1999)



Gambar 2.21. Model Statistik Fonem Berdasarkan Hidden Markov Model (Sumber : *Anonimous*)

2.10.2 Tahapan Pengenalan Ucapan

Secara teknis, Sistem Pengenalan Ucapan dapat dijabarkan menggunakan contoh seperti pada gambar dibawah ini. (MIT Lecture Notes: *Introduction to Automatic Speech Recognition*, Lecture #1, Session 2003).



Gambar 2.22 Contoh Penjabaran Teknis Sistem Pengenalan Ucapan. (Sumber: *Anonimous*)

Sumber sinyal yang berasal dari ucapan seseorang, dinyatakan dinyatakan sebagai *Speech Waveform*. Sumber sinyal ini kemudian dicari ciri pentingnya yang dapat

membedakan antara satu sinyal dengan sinyal lain. Pengungkapan ciri dilakukan dengan pengolahan sinyal. Hasil dari pengolahan dan analisis sinyal adalah deretan vektor ciri ucapan, dinyatakan sebagai *spectral feature vector*. Vektor-vektor ini dilatih menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. Pelatihan dimaksudkan agar pemrosesan vector dapat dilakukan dengan cepat. Hasil dari pelatihan berupa deretan fonem-fonem yang membentuk data ucapan. Pemodelan fonem ini menggunakan model akustik *Hidden Markov Model* (HMM). Proses pencarian kesamaan data fonem dilakukan dengan menggunakan *Grammar NGram* dan dikodekan kembali menggunakan algoritma *Viterbi*. Proses ini melihat nilai total penjumlahan terbaik. Dari penjumlahan ini diperoleh deretan kata yang terpilih dan diasumsikan yang paling benar.

2.10.3 Microsoft SAPI (Speech Application Programming Interface)

Speech Application Programming Interface (SAPI) adalah sebuah API yang dikembangkan oleh Microsoft yang digunakan sebagai pengenalan suara didalam lingkungan pemrograman aplikasi Windows. Sampai saat ini SAPI dikemas baik berupa SDK (*System Development Kit*) maupun disertakan dalam sistem operasi Windows itu sendiri. Aplikasi yang telah menggunakan SAPI antara lain *Microsoft Office*, dan *Windows Vista*. Secara arsitektur pemrograman SAPI dapat dilihat sebagai sebuah *middleware* yang terletak antara aplikasi dan *speech engine*. Komponen utama di dalam SAPI 4 adalah sebagai berikut:

- a. *Voice Command*, sebuah obyek level tinggi untuk perintah dan kontrol menggunakan pengenalan suara.

- b. *Voice Dictation*, sebuah obyek level tinggi untuk *continous dictation speech recognition*.
- c. *Voice Talk*, sebuah obyek level tinggi untuk *speech synthesis*.
- d. *Voice Telephony*, sebuah obyek untuk menulis aplikasi telepon berbasis pengenalan suara.
- e. *Direct Speech Recognition*, sebuah obyek sebagai mesin untuk mengontrol pengenalan suara (*direct control of recognition engine*)
- f. *Direct Text to Speech*, sebuah obyek sebagai mesin yang mengontrol synthesis.
- g. *Audio Object*, untuk membaca dari audio device atau sebuah file audio.

2.11 Microsoft Visual Basic

Microsoft Visual Basic (sering disingkat sebagai **VB** saja) merupakan sebuah bahasa pemrograman yang menawarkan *Integrated Development Environment* (IDE) visual untuk membuat program perangkat lunak berbasis sistem operasi Microsoft Windows dengan menggunakan model pemrograman (COM). Visual Basic merupakan turunan bahasa pemrograman Basic dan menawarkan pengembangan perangkat lunak komputer berbasis grafik dengan cepat. Beberapa bahasa skrip seperti Visual Basic for Applications (VBA) dan Visual Basic Scripting Edition (VBScript), mirip seperti halnya Visual Basic, tetapi cara kerjanya yang berbeda. Para programmer dapat membangun aplikasi dengan menggunakan komponen-komponen yang disediakan oleh Microsoft Visual Basic. Program-program yang ditulis dengan Visual Basic juga dapat

menggunakan Windows API, tapi membutuhkan deklarasi fungsi luar tambahan. Dalam pemrograman untuk bisnis, Visual Basic memiliki pangsa pasar yang sangat luas. Sebuah survey yang dilakukan pada tahun 2005 menunjukkan bahwa 62% pengembang perangkat lunak dilaporkan menggunakan berbagai bentuk Visual Basic, yang diikuti oleh C++, JavaScript, C#, dan Java.

2.11.1 Sejarah Microsoft Visual Basic

Bill Gates, pendiri Microsoft, memulai bisnis perangkat lunak dengan mengembangkan *interpreter* bahasa Basic untuk Altair 8800, untuk kemudian ia ubah agar dapat berjalan di atas IBM PC dengan sistem operasi DOS. Perkembangan berikutnya ialah diluncurkannya Basic (*basic-advanced*) untuk DOS. Setelah Basic, Microsoft meluncurkan Microsoft QuickBasic dan Microsoft Basic (dikenal juga sebagai Basic Compiler).

Visual Basic adalah pengembangan dari bahasa komputer Basic (*Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*). Bahasa Basic diciptakan oleh Professor John Kemeny dan Thomas Eugene Kurtz dari Perguruan Tinggi Dartmouth pada pertengahan tahun 1960-an. Bahasa program tersebut tersusun mirip dengan bahasa Inggris yang biasa digunakan oleh para programmer untuk menulis program-program komputer sederhana yang berfungsi sebagai pembelajaran bagi konsep dasar pemrograman komputer. Sejak saat itu, banyak versi BASIC yang dikembangkan untuk digunakan pada berbagai platform komputer, seperti Microsoft Qbasic, Quickbasic, Gwbasic, IBM Basic, Apple Basic dan lain-lain. Apple Basic dikembangkan oleh Steve Wozniak, mantan karyawan Hewlett

Packard dan teman dekat Steve Jobs (pendiri Apple Inc.). Steve Jobs pernah bekerja dengan Wozniak sebelumnya (mereka membuat game arcade “Breakout” untuk Atari). Mereka mengumpulkan uang dan bersama-sama merakit PC, dan pada tanggal 1 April 1976 mereka secara resmi mendirikan perusahaan komputer Apple. Popularitas dan pemakaian basic yang luas dengan berbagai jenis komputer turut berperan dalam mengembangkan dan memperbaiki bahasa itu sendiri, dan akhirnya berujung pada lahirnya Visual Basic yang berbasis GUI (*Graphic User Interface*) bersamaan dengan Microsoft Windows. Pemrograman Visual Basic begitu mudah bagi pemula dan programmer musiman karena ia menghemat waktu pemrograman dengan tersedianya komponen-komponen siap pakai. Hingga akhirnya Visual Basic juga telah berkembang menjadi beberapa versi, sampai yang terbaru, yaitu Visual Basic 2010. Bagaimanapun juga Visual Basic 6.0 tetap menjadi versi yang paling populer karena mudah dalam membuat programnya dan ia tidak menghabiskan banyak memori. Sejarah Basic di tangan Microsoft sebagai bahasa yang diinterpretasi (Basica) dan juga bahasa yang dikompilasi (Bascom) membuat *Visual Basic* diimplementasikan sebagai gabungan keduanya. Programmer yang menggunakan *Visual Basic* bisa memilih kode bahasa pemrograman yang dikompilasi atau kode yang harus bahasa pemrograman yang diinterpretasikan sebagai hasil porting dari kode VB. Sayangnya, meskipun sudah terkompilasi jadi bahasa mesin, DLL bernama MSVBVMxx.DLL tetap dibutuhkan. Namun karakteristik bahasa terkompilasi tetap muncul (ia lebih cepat dari kalau kita pakai mode terinterpretasi).

2.11.2 Perkembangan Visual Basic

Visual Basic 1.0 dikenalkan pada tahun 1991. Konsep pemrograman dengan metode *drag-and-drop* untuk membuat tampilan aplikasi Visual Basic ini diadaptasi dari *prototype generator form* yang dikembangkan oleh Alan Cooper dan perusahaannya, dengan nama *Tripod*. Microsoft kemudian mengontrak Cooper dan perusahaannya untuk mengembangkan Tripod menjadi sistem *form* yang dapat diprogram untuk Windows 3.0, di bawah kode nama *Ruby*.

Tripod tidak memiliki bahasa pemrograman sama sekali. Ini menyebabkan Microsoft memutuskan untuk mengkombinasikan Ruby dengan bahasa pemrograman Basic untuk membuat Visual Basic.

2.11.3 Perkembangan Ms.VB dari waktu ke waktu

- Proyek *Thunder* dimulai.
- Visual Basic 1.0 dirilis untuk Windows pada Comdex/Windows Trade Show di Atlanta, Georgia pada Mei 1991.
- Visual Basic 1.0 untuk Dos dirilis pada September 1992. Bahasa pemrogramannya sendiri tidak terlalu kompatibel dengan Visual Basic untuk Windows, karena sesungguhnya itu adalah versi selanjutnya dari kompiler Basic berbasis DOS yang dikembangkan oleh Microsoft sendiri, yaitu Quickbasic. Antarmuka dari program ini sendiri menggunakan antarmuka teks, dan memanfaatkan kode-kode ASCII tambahan untuk mensimulasikan tampilan Gui.

- Visual Basic 2.0 dirilis pada November 1992. Lingkungan pemrogramannya lebih mudah untuk digunakan, dan kecepatannya lebih ditingkatkan.
- Visual Basic 3.0 dirilis pada musim semi 1993 dan hadir dalam dua versi: Standar dan Professional. VB3 juga menyertakan versi 1.1 dari Microsoft Jet Database Engine yang dapat membaca dan menulis database Jet/Access 1.x.
- Visual Basic 4.0 (Agustus 1995) adalah versi pertama yang dapat membuat program 32-bit seperti program 16-bit. VB4 juga memperkenalkan kemampuannya dalam membuat aplikasi non-GUI. Bila versi sebelumnya menggunakan kontrol VBX, sejak VB4 dirilis Visual Basic menggunakan kontrol OLE (dengan ekstensi file *.OCX), yang lebih dikenal kemudian dengan kontrol ActiveX.
- Dengan versi 5.0 (Februari 1997), Microsoft merilis Visual Basic eksklusif untuk versi 32-bit dari Windows. Para programmer yang lebih memilih membuat kode 16-bit dapat meng-impor program yang ditulis dengan VB4 ke versi VB5, dan program-program VB5 dapat dikonversi dengan mudah ke dalam format VB4.
- Visual Basic 6.0 (pertengahan 1998) telah diimprovisasi di beberapa bagian, termasuk kemampuan barunya, yaitu membuat aplikasi web. Meskipun kini VB6 sudah tidak didukung lagi, tetapi file *runtime*-nya masih didukung hingga Windows 7.

2.11.4 Pemrograman Berorientasi Objek (OOP)

Visual Basic merupakan bahasa yang mendukung Pemrograman berorientasi objek, namun tidak sepenuhnya. Beberapa karakteristik obyek tidak dapat dilakukan pada Visual Basic, seperti *Inheritance* tidak dapat dilakukan pada class module, *Polymorphism* secara terbatas bisa dilakukan dengan mendeklarasikan class module yang memiliki *Interface* tertentu. Visual Basic (VB) tidak bersifat case sensitif.

2.11.5 Desain Visual dan Komponen

Visual Basic menjadi populer karena kemudahan desain form secara visual dan adanya kemampuan untuk menggunakan komponen-komponen *ActiveX* yang dibuat oleh pihak lain. Namun komponen *ActiveX* memiliki masalahnya tersendiri yang dikenal sebagai *DLL hell*. Pada Visual Basic .NET, Microsoft mencoba mengatasi masalah *DLL hell* dengan mengubah cara penggunaan komponen (menjadi independen terhadap registry).

2.12 Resistor



Gambar 2.23 Resistor
(Sumber : www.Wikipedia.com)

Resistor adalah komponen elektronik dua saluran yang didesain untuk menahan arus listrik dengan memproduksi penurunan tegangan diantara kedua salurannya sesuai dengan arus yang mengalirinya, berdasarkan hukum Ohm:

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R}$$

Resistor digunakan sebagai bagian dari jejaring elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan. Resistor dapat dibuat dari bermacam-macam kompon dan film, bahkan kawat resistansi (kawat yang dibuat dari paduan resistivitas tinggi seperti nikel-kromium). Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat diboraskan. Karakteristik lain termasuk koefisien suhu, desah listrik, dan induktansi. Resistor dapat diintegrasikan kedalam sirkuit hibrida dan papan sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu. Ukuran dan letak kaki bergantung pada desain sirkuit, resistor harus cukup besar secara fisik agar tidak menjadi terlalu panas saat memboroskan daya.

2.12.1 Satuan

Ohm (simbol: Ω) adalah satuan SI untuk resistansi listrik, diambil dari nama George Simon Ohm. Biasanya digunakan prefix miliohm, kiloohm dan megaohm.

2.12.2 Konstruksi

2.12.2.1 Komposisi karbon

Resistor komposisi karbon terdiri dari sebuah unsur resistif berbentuk tabung dengan kawat atau tutup logam pada kedua ujungnya. Badan resistor dilindungi dengan cat atau plastik. Resistor komposisi karbon lawas mempunyai badan yang tidak terisolasi, kawat penghubung dililitkan disekitar ujung unsur resistif dan kemudian disolder. Resistor yang sudah jadi dicat dengan kode warna

dari harganya. Unsur resistif dibuat dari campuran serbuk karbon dan bahan isolator (biasanya keramik). Resin digunakan untuk melekatkan campuran. Resistansinya ditentukan oleh perbandingan dari serbuk karbon dengan bahan isolator. Resistor komposisi karbon sering digunakan sebelum tahun 1970-an, tetapi sekarang tidak terlalu populer karena resistor jenis lain mempunyai karakteristik yang lebih baik, seperti toleransi, kemandirian terhadap tegangan (resistor komposisi karbon berubah resistansinya jika dikenai tegangan lebih), dan kemandirian terhadap tekanan/regangan. Selain itu, jika resistor menjadi lembab, bahang dari solder dapat mengakibatkan perubahan resistansi yang tak dapat dikembalikan. Walaupun begitu, resistor ini sangat reliabel jika tidak pernah diberikan tegangan lebih ataupun panas lebih. Resistor ini masih diproduksi, tetapi relatif cukup mahal. Resistansinya berkisar antara beberapa miliohm hingga 22 MOhm.

2.12.2.2 Film karbon

Selapis film karbon diendapkan pada selapis substrat isolator, dan potongan memilin dibuat untuk membentuk jalur resistif panjang dan sempit. Dengan mengubah lebar potongan jalur, ditambah dengan resistivitas karbon (antara 9 hingga $40 \mu\Omega\text{-cm}$) dapat memberikan resistansi yang lebar. Resistor film karbon memberikan rating daya antara 1/6 W hingga 5 W pada 70 °C. Resistansi tersedia antara 1 ohm hingga 10 MOhm. Resistor film karbon dapat bekerja pada suhu diantara -55 °C hingga 155 °C. Ini mempunyai tegangan kerja maksimum 200 hingga 600 volt

2.12.2.3 Film logam

Unsur resistif utama dari resistor foil adalah sebuah foil logam paduan khusus setebal beberapa mikrometer. Resistor foil merupakan resistor dengan presisi dan stabilitas terbaik. Salah satu parameter penting yang mempengaruhi stabilitas adalah koefisien temperatur dari resistansi (TCR). TCR dari resistor foil sangat rendah. Resistor foil ultra presisi mempunyai TCR sebesar $0.14\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$, toleransi $\pm 0.005\%$, stabilitas jangka panjang $25\text{ppm}/\text{tahun}$, $50\text{ppm}/3\text{ tahun}$, stabilitas beban $0.03\%/2000\text{ jam}$, EMF kalor $0.1\mu\text{volt}/^{\circ}\text{C}$, desah -42dB , koefisien tegangan $0.1\text{ppm}/\text{V}$, induktansi $0.08\mu\text{H}$, kapasitansi 0.5pF .

2.12.2.4 Penandaan resistor

Resistor aksial biasanya menggunakan pola pita warna untuk menunjukkan resistansi. Resistor pasang-permukaan ditandas secara numerik jika cukup besar untuk dapat ditandai, biasanya resistor ukuran kecil yang sekarang digunakan terlalu kecil untuk dapat ditandai. Kemasan biasanya cokelat muda, cokelat, biru, atau hijau, walaupun begitu warna lain juga mungkin, seperti merah tua atau abu-abu. Resistor awal abad ke-20 biasanya tidak diisolasi, dan dicelupkan ke cat untuk menutupi seluruh badan untuk pengkodean warna. Warna kedua diberikan pada salah satu ujung, dan sebuah titik (atau pita) warna di tengah memberikan digit ketiga. Aturannya adalah "badan, ujung, titik" memberikan urutan dua digit resistansi dan pengali desimal. Toleransi dasarnya adalah $\pm 20\%$. Resistor dengan toleransi yang lebih rapat menggunakan warna perak ($\pm 10\%$) atau emas ($\pm 5\%$) pada ujung lainnya.

2.12.2.5 Identifikasi empat pita

Identifikasi empat pita adalah skema kode warna yang paling sering digunakan. Ini terdiri dari empat pita warna yang dicetak mengelilingi badan resistor. Dua pita pertama merupakan informasi dua digit harga resistansi, pita ketiga merupakan pengali (jumlah nol yang ditambahkan setelah dua digit resistansi) dan pita keempat merupakan toleransi harga resistansi. Kadang-kadang pita kelima menunjukkan koefisien suhu, tetapi ini harus dibedakan dengan sistem lima warna sejati yang menggunakan tiga digit resistansi.

Sebagai contoh, hijau-biru-kuning-merah adalah $56 \times 10^4 \Omega = 560 \text{ k}\Omega \pm 2\%$. Deskripsi yang lebih mudah adalah: pita pertama, hijau, mempunyai harga 5 dan pita kedua, biru, mempunyai harga 6, dan keduanya dihitung sebagai 56. Pita ketiga, kuning, mempunyai harga 10^4 , yang menambahkan empat nol di belakang 56, sedangkan pita keempat, merah, merupakan kode untuk toleransi $\pm 2\%$, memberikan nilai 560.000Ω pada keakuratan $\pm 2\%$.

Warna	Pita pertama	Pita kedua	Pita ketiga (pengali)	Pita keempat (toleransi)	Pita kelima (koefisien suhu)
Hitam	0	0	$\times 10^0$		
Cokelat	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$ (F)	100 ppm
Merah	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$ (G)	50 ppm
Oranye	3	3	$\times 10^3$		15 ppm
Kuning	4	4	$\times 10^4$		25 ppm
Hijau	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$ (D)	
Biru	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.25\%$ (C)	
Ungu	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$ (B)	
Abu-abu	8	8	$\times 10^8$	$\pm 0.05\%$ (A)	
Putih	9	9	$\times 10^9$		
Emas			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$ (J)	
Perak			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$ (K)	
Kosong				$\pm 20\%$ (M)	

Tabel 2. 2 .Penandaan Pita Warna Pada Resistor

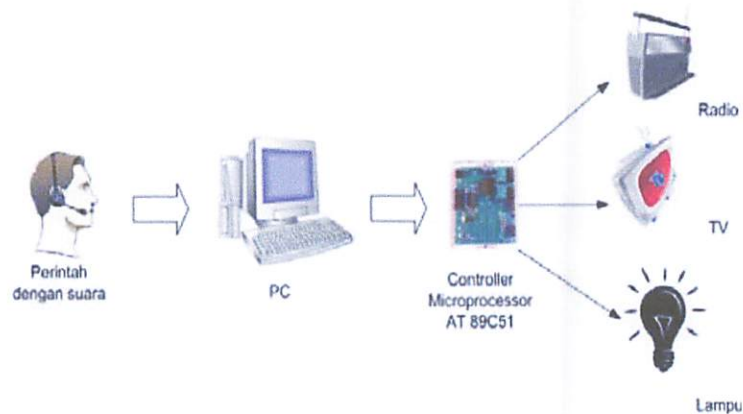
2.12.2.5 Identifikasi lima pita

Identifikasi lima pita digunakan pada resistor presisi (toleransi 1%, 0.5%, 0.25%, 0.1%), untuk memberikan harga resistansi ketiga. Tiga pita pertama menunjukkan harga resistansi, pita keempat adalah pengali, dan yang kelima adalah toleransi. Resistor lima pita dengan pita keempat berwarna emas atau perak kadang-kadang diabaikan, biasanya pada resistor lawas atau penggunaan khusus. Pita keempat adalah toleransi dan yang kelima adalah koefisien suhu.

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Analisa dan Perancangan



Gambar 3.1 Arsitektur Aplikasi Pengenalan Suara Sebagai Pengendali Peralatan Elektronik.

(Sumber *Anonimous*)

Dari gambar di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

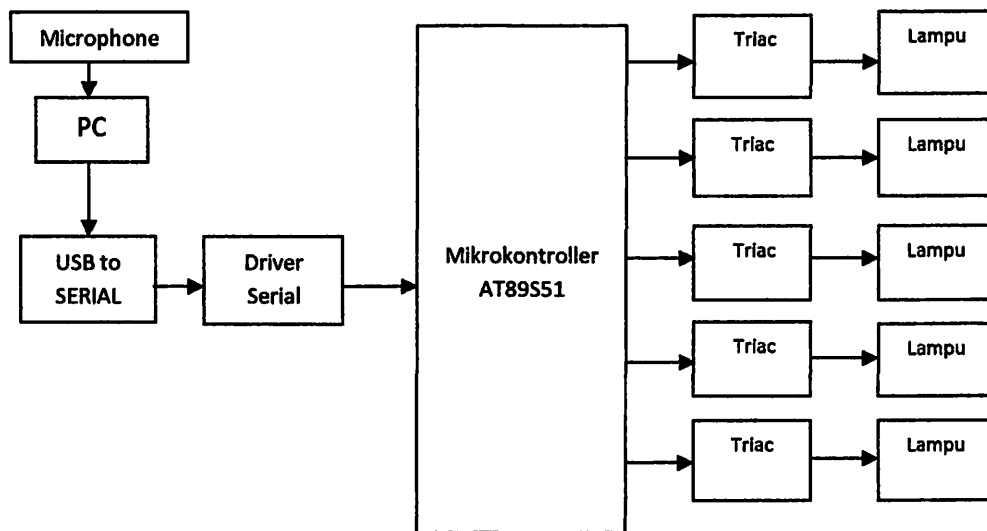
- a. Perintah berupa suara manusia akan diterima oleh mikropon.
- b. Dari mikropon sinyal suara diubah menjadi sinyal analog.
- c. Sinyal analog diterima oleh komputer melalui kartu suara (*sound card*) dan dirubah menjadi sinyal digital.
- d. Dengan menggunakan *Aplication Protocol Interface*, suara akan dibagi-bagi menjadi fonem. Dari fonem akan disusun menjadi sebuah kata yang cocok dengan data didalam berkas teks.

- e. Kata yang cocok akan digunakan untuk memerintahkan modul pengendali AT89S51 melalui Port Serial menggerakkan saklar didalam modul pengendali.
- f. Saklar akan menghidupkan dan mematikan peralatan elektronik yang terhubung ke listrik.

Pada bab ini akan di bahas tentang perancangan dan pembuatan alat yang meliputi analisa kebutuhan alat, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

3.2 Diagram Blok Rangkaian

Sebelum membuat perangkat keras maka dibuat dahulu diagram bloknya untuk mempermudah pembuatan perangkat keras. Gambar dibawah ini merupakan diagram blok dari alat yang dibuat dalam tugas akhir.



Gambar 3.2
Blok Diagram Alat

Tabel 3.1 Keterangan Diagram Blok

No	Nama Komponen	Keterangan
1	Microphone	Mikrofon (<u>bahasa Inggris: microphone</u>) adalah suatu jenis <u>transduser</u> yang mengubah energi-energi <u>akustik</u> (gelombang suara) menjadi <u>sinyal listrik</u> .
2	(PC)Personal Komputer	Yang akan Merubah Sinyal Analog menjadi sinyal Digital
3	Mikrokontroler	Mikrokontroler adalah sebuah system mikroprosesor yang dalam alat ini berfungsi sebagai otak berjalannya suatu alat.
4	USB to SERIAL	Kabel Penghubung antara USB pada computer dengan Serial Port DB-9 pada alat yang akan dibuat.
5	Triac	Triac adalah komponen yang berfungsi untuk mengatur terang dan redupnya lampu agar sesuai dengan <u>setpoint</u> , fungsinya sama dengan Relay.
6	Driver Serial	Driver Serial adalah komponen yang berfungsi sebagai penghubung antara alat dengan komputer.

3.3 Spesifikasi Alat

Alat pengatur intensitas cahaya ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Sumber : Tegangan AC 220 Volt
- Beban : Lampu AC

3.4 Langkah-langkah Perencanaan

Perencanaan dalam tugas akhir ini terdiri dari 3 bagian, yaitu perencanaan perangkat keras, perangkat lunak dan perencanaan untuk simulasi.

3.4.1 Perencanaan Perangkat Keras

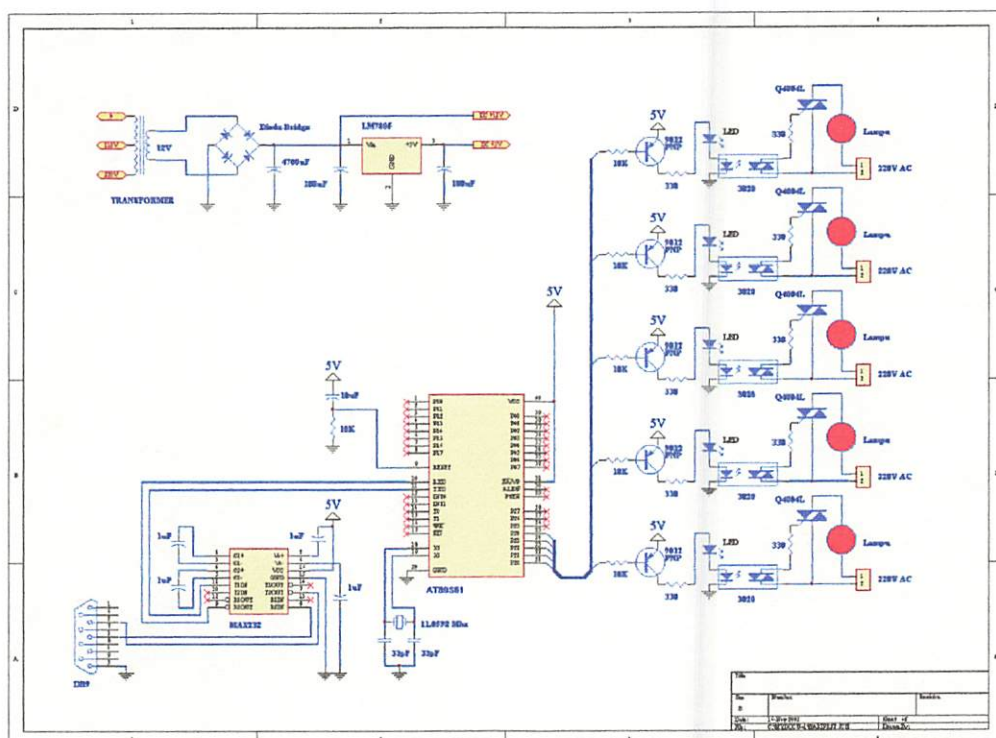
Perencanaan perangkat keras adalah merancang dan merealisasikan rangkaian elektronika yang diperlukan pada setiap blok. Perancangan perangkat keras tersebut meliputi:

- Perancangan minimum system mikrokontroller AT89S51.
- Perancangan rangkaian reset.
- Perancangan rangkaian Driver Triac.
- Perancangan rangkaian Catu Daya.
- Perancangan Rangkaian Driver Serial.

3.4.1.1 Rangkaian Kontrol menggunakan Mikrokontroller AT89S51

Rangkaian minimum dari mikrokontroller AT89S51 dari rangkaian sederhana ini dibuat sebagai sistem minimum yang mengontrol alat.

Adapun rangkaian di tunjukkan seperti gambar di bawah ini.



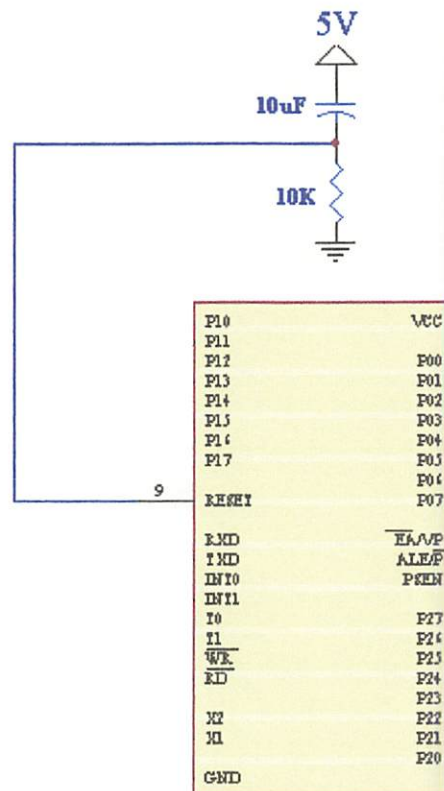
Gambar 3.3
Rangkaian Mikrokontroller AT89S51

Agar sebuah mikrokontroller dapat bekerja sebagai pengontrol, maka kaki-kaki/port mikrokontroller dihubungkan dalam rangkaian eksternal. Dalam perencanaan ini port yang digunakan adalah sebagai berikut :

Table 3.2 Keterangan pin-pin yang dipakai pada rangkaian minimum mikrokontroler AT89S51

No	Pin	Keterangan
1	EA/Vp	Harus terhubung dengan Vcc agar mikrokontroler mengakses program secara internal.
2	P2.0 – P2.4	Sebagai output ke driver triac dan lampu
3	RST	Sebagai masukan reset
4	XTAL1 dan XTAL2	XTAL1 sebagai masukan untuk penguat membalik osilator. Dan keluaran untuk penguat membalik osilator XTAL2
5	RXD	Masukan data dari luar yang akan diproses oleh Mikrokontroler.
6	TXD	Hasil data dari olahan Mikro akan di transmisikan ke driver Serial.
7	GND	Sebagai grounding (Pentanahan).

3.4.1.2 Perencanaan Rangkaian Reset Mikrokontroler



Gambar 3.4 Perencanaan rangkaian reset mikrokontroler

Rangkaian reset terdiri dari kapasitor (C) dan resistor (R). Rangkaian reset diperlukan agar mikrokontroler AT89S51 dapat me-reset secara otomatis pada saat pertama kali catu tegangan dihidupkan. Rangkaian ini akan me-reset program *countre* sehingga perintah program yang akan dieksekusi dimulai pada alamat 0. Ketika daya diaktifkan, rangkaian reset menahan logika *high* pin RST dengan jangka waktu yang ditentukan oleh lamanya pengisian muatan kapasitor (C). keadaan reset diperoleh bila RST diberi logika 1 selama minimal 2 siklus mesin

(24 periode osilator). Rangkaian reset mikrokontroler dalam alat ini menggunakan kapasitor sebesar 10 μ F dan resistor sebesar 10 K Ω .

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{1}{f_{XTAL}} \\
 &= \frac{1}{11,0592 \text{ MHz}} \text{ S} \\
 &= 9,042 \times 10^{-8} \times 24
 \end{aligned}$$

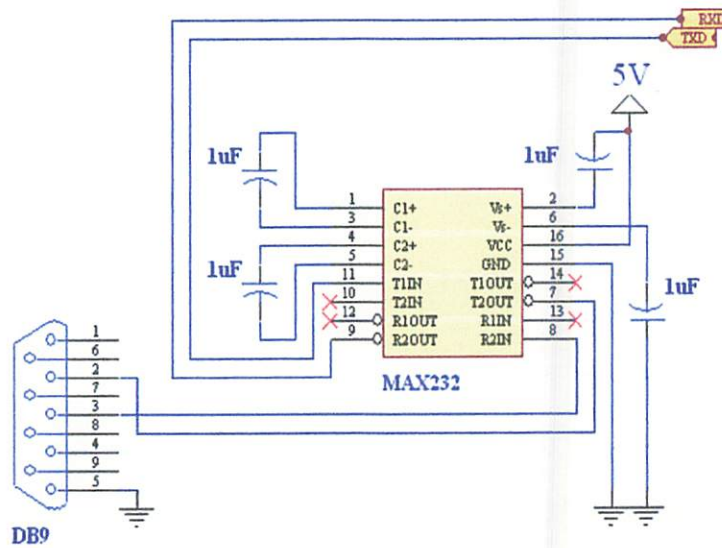
Sehingga waktu minimal logika tinggi yang dibutuhkan untuk me-reset mikrokontroller adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Reset (min)} &= T \times \text{periode yang dibutuhkan} \\
 &= 9,042 \times 10^{-8} \times 24 \\
 &= 2,17 \mu\text{S}
 \end{aligned}$$

Mikrokontroller membutuhkan waktu *minimal* 2,17 μ S untuk me-reset. Waktu minimal inilah yang dijadikan pedoman untuk menentukan nilai R dan C. dari persamaan diatas dengan menentukan nilai R=10 k μ , maka:

$$\begin{aligned}
 T &= 0,357 \times R \times C \\
 &= 0,357 \times 10 \times 10^{-6} \Omega \times 10 \times 10^{-6} \\
 &= 35,7 \text{ mS}
 \end{aligned}$$

3.4.1.3 Perancangan Rangkaian Driver Serial

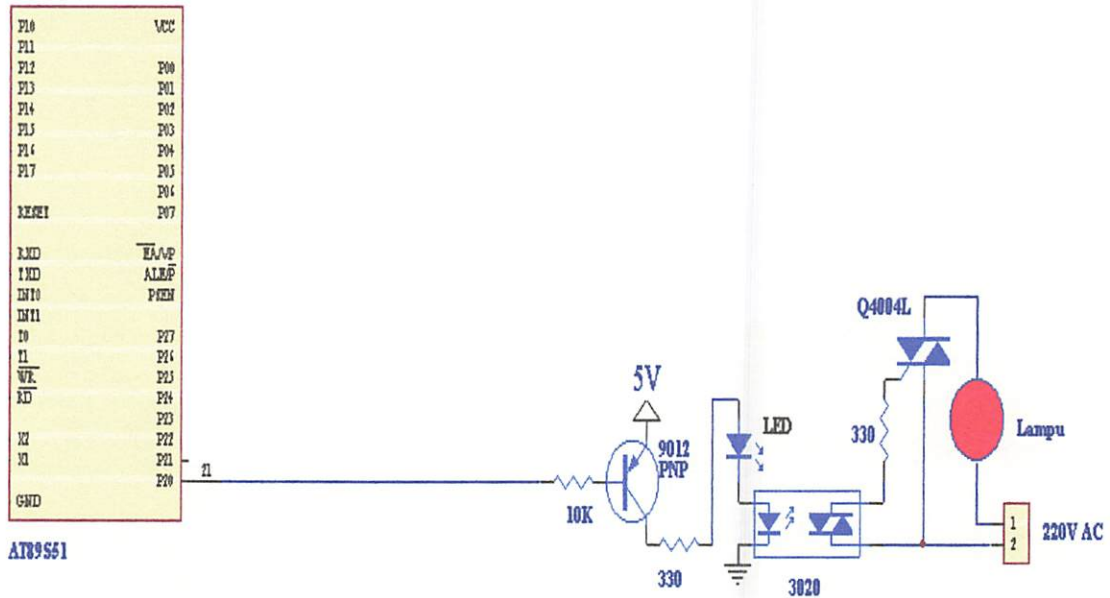


Gambar 3.5 Perancangan Rangkaian Driver Serial

Pada rangkaian driver serial terdapat kapasitor (C) , IC Max 232 serta port Sserial DB9 yang berfungsi sebagai input supaya program yang telah ada bisa di downloadkan kedalam Mikrokontroller . Konektor DB-9 pada komputer akan mengeluarkan data dalam level tegangan RS-232, agar PC pengirim dan PC penerima bisa berkomunikasi dibutuhkan suatu *interface* untuk menyesuaikan masing-masing level tersebut. Rangkaian tersebut direalisasikan dengan sebuah IC MAX232. Kegunaan IC MAX232 atau lebih dikenal dengan RS-232 adalah sebagai driver serial, yang akan mengkonversi tegangan atau kondisi logika TTL dari *hardware* agar sesuai dengan tegangan pada komputer ataupun sebaliknya sehingga data dapat dibaca. Setiap keluaran pengirim dan masuk penerima dijaga untuk menghindari adanya gangguan elektrostatik. IC yang dipakai pada sistem ini memiliki 16 pin Agar dapat dihubungkan dengan *port* serial PC dan pada terminal TTL, maka IC ini memerlukan komponen tambahan berupa kapasitor eksternal yang dipasangkan pada pin-pin tertentu. Kapasitor ini merupakan

rangkaian baku yang berfungsi sebagai *charge pump* untuk menyuplai muatan ke bagian pengubah tegangan, dimana disini dipakai dengan nilai $1\mu\text{F}$. Ini dioperasikan dengan catu daya 5 Volt.

3.4.1.4 Perancangan Rangkaian *Driver* Lampu (TRIAC)



Gambar 3.6 Perancangan Rangkaian *Driver* Lampu (TRIAC)

Driver triac merupakan driver lampu. Pada saat ini driver yang digunakan adalah tipe MOC3020. Driver ini termasuk jenis optocoupler sehingga relatif aman jika terjadi ketidak normalan pada bagian beban. Pengaktifan triac melalui driver ini adalah dengan pulsa low yang berasal dari port 2.0 mikrokontroler. Pada saat ada pulsa low (0 volt) pada kaki 1 maka akan terjadi beban potensial antara beban1 dan 2 sehingga arus mengalir dan dioda dalam MOC3020 memancarkan cahaya sehingga bilateral switch ON, arus mengalir dari kaki 4 ke 3 yang akan mengaktifkan triac menjadi ON sehingga triac dapat mengalirkan arus.

Fungsi resistor 330 ohm adalah untuk membatasi arus yang mengalir melalui dioda. Untuk bagian tegangan rendah (sebelah kiri) arus yang mengalir maksimum 30 mA. Apabila hambatan dioda dalam MOC3020 diabaikan maka arus yang mengalir dapat dihitung sebagai berikut :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{330} = 0,01515 \text{ A} = 15,15 \text{ mA}$$

(masih di bawah nilai yang diizinkan) Arus 15,15 mA bagi mikrokontroler sudah di anggap besar, sehingga pengaktifan MOC3020 dengan active low agar mikrokontroler tidak melakukan sourcing.

Rumus perhitungan Arus yang mengalir Pada Transistor :

- Pada Basis :

$$I_B = \frac{V}{R}$$

$$I_B = \frac{V - V_{BE}}{R}$$

$$I_B = \frac{5 - 0,7}{10}$$

$$I_B = \frac{4,3}{10} = 0,43 \text{ mA}$$

- Pada Kolektor :

$$I_C = I_B \cdot H_{fe}$$

$$= 0,43 \cdot 60 = 25,8 \text{ mA}$$

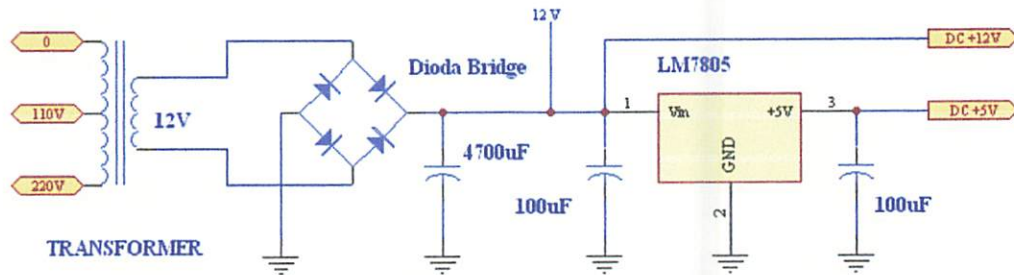
$$Q = 4004 \text{ L} = 4 \text{ A dari datasheet.}$$

- Daya Maksimal lampu yang bisa di pakai :

$$P = V \cdot I$$

$$= 220 \cdot 4 = 880 \text{ W (Watt)}$$

3.4.1.5 Perangkaian Rancangan Catu Daya



Gambar 3.7 Perangkaian Rancangan Catu Daya

Dalam rancangan rangkaian catu daya ini komponen yang digunakan adalah transformator, dioda, kondensator elektrolit, transistor dan IC regulator. Dimana nilai-nilai dari komponen tersebut disesuaikan dengan kebutuhan tegangan yang akan digunakan.

Rangkaian catu daya ini memiliki sumber tegangan input sebesar 220 volt AC (alternating current) yang relatif tinggi, sehingga harus diturunkan dengan menggunakan transformator step-down. Selanjutnya sumber tegangan output AC dari kumparan sekunder transformator disearahkan dengan menggunakan dioda untuk menghasilkan output DC yang masih kasar. Dari hasil penyearahan masih terdapat tegangan bolak-balik (tegangan riak). Untuk menghindari tegangan riak digunakan tegangan penapis yaitu kapasitor. Semakin besar nilai kapasitor, semakin kecil tegangan riaknya. Dalam rangkain diatas digunakan kapasitor sebesar $470\mu\text{F}$ dan $100\mu\text{F}$.

Untuk mendapat output sebesar 5 volt, digunakan IC regulator LM 7805 yang berfungsi sebagai regulator untuk menghasilkan keluaran tegangan catu daya sebesar 5 volt DC.

Rumus menghitung besar tegangan :

$$V_{DC} = V_{max}$$

Diketahui :

$$V_{max} = 12 \text{ volt}$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$C = 100\mu\text{A}/16 \text{ Volt}$$

$$I_{dc} = 5\mu\text{A}; \text{ sesuai data sheet IN4001}$$

Maka nilai dari V_{dc} adalah

$$V_{dc} = 12 - \frac{5 \cdot 10^{-6}}{4.50.100.10^{-6}}$$

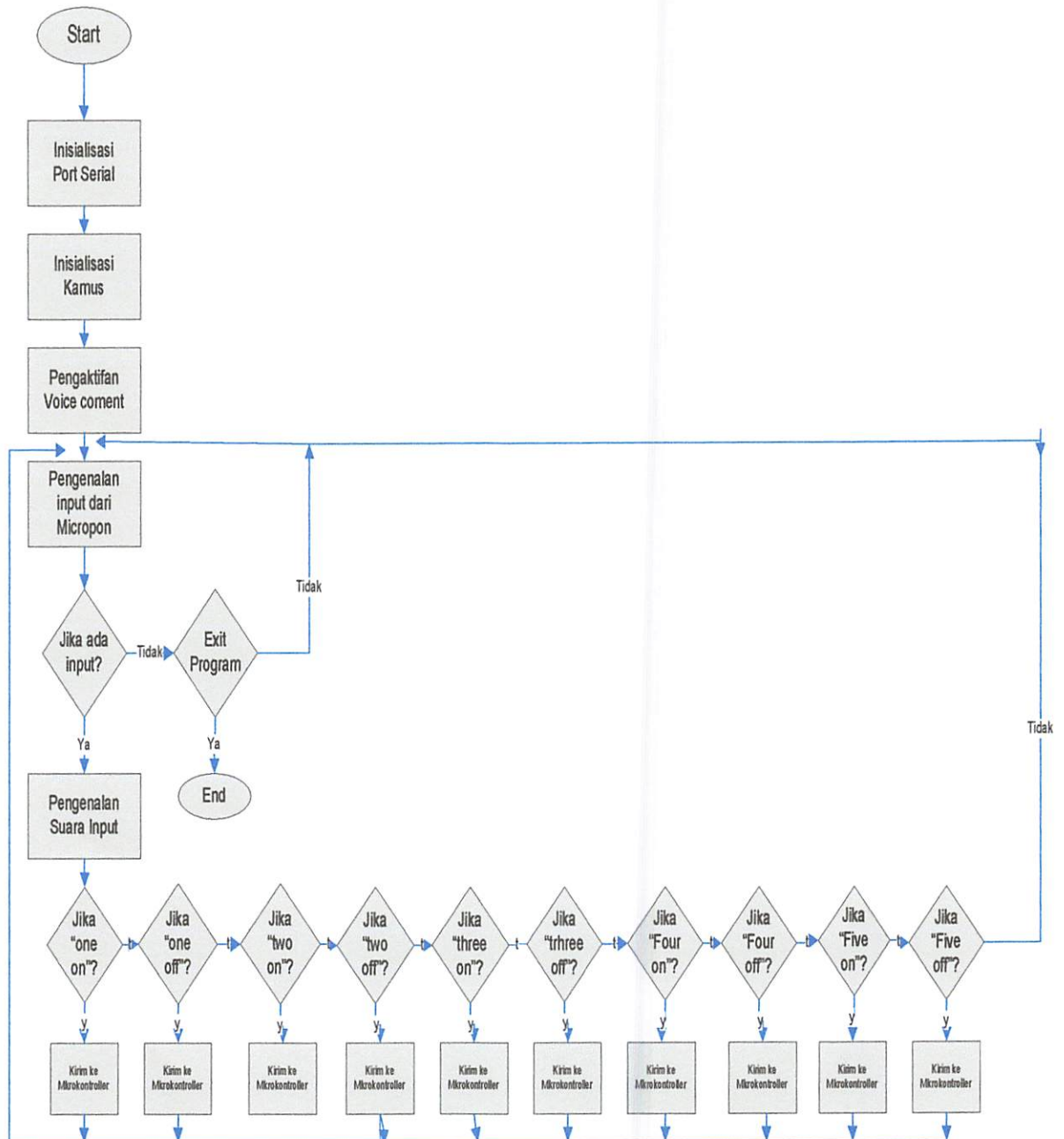
$$= 12 - 0,0025$$

$$= 11,9975 \text{ Volt}$$

3.4.2 Perencanaan Program Mikrokontroller AT89S51

Pada perencanaan program untuk mikrokontrooler AT89S51 ini menggunakan bahasa pemograman assembler, program digunakan untuk mengkondisikan mikrokontroller agar bisa memproses sinyal digital yang akan di masukan ke dalam alat.

3.4.2.2 Flowchart Program Pada alat pengontrol Sistim Pencahayaan Rumah



Gambar 3.9 Flowchart Program Pengenal Suara



BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Alat

Dalam implementasi saklar suara ini akan menguji setiap masukan dan keluaran dari blok rangkaian yang diuji satu-persatu. Pengujian yang dilakukan pada tiap blok rangkaian meliputi : pengujian :pengujian kode suara, pegujian catu daya ,pengujian driver lampu, dan pengujian alat secara keseluruhan.

4.2 Pengujian Softwere Kode Suara Untuk Menghidupkan dan memadamkan lampu.

4.2.1 Tujuan

Untuk Mengetahui Kode Suara yang diucapkan oleh pengguna untuk menghidupkan dan memadamkan lampu.

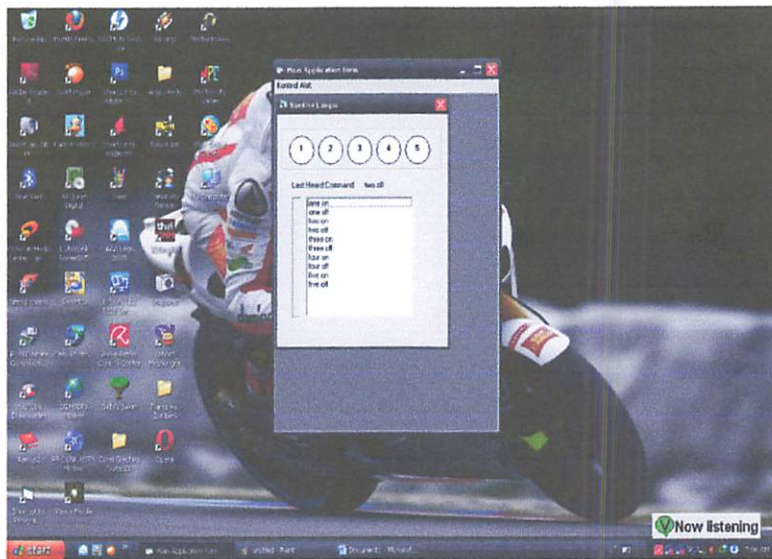
4.2.2 Peralatan Yang digunakan

1. Microphon.
2. PC (*Personal Computer*) atau Laptop.
3. Kabel Serial To USB.
4. Alat yang digunakan sebagai modul.
5. Program *Visual Basic* dan Microsoft SAPI(*Speech Application Interface*).

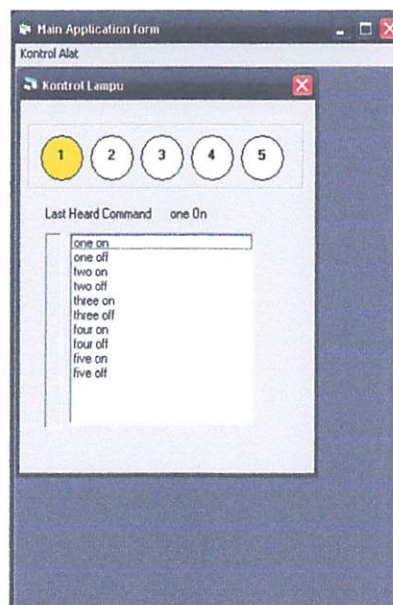
4.2.3 Prosedur Pengujian

- Hidupkan Laptop atau Komputer.
- Buka program pengendali alat dengan suara.
- Inputkan Microfon.

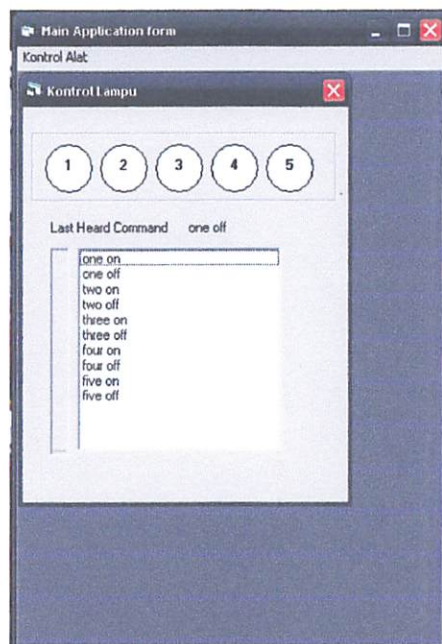
- Memasukkan kode suara untuk mengendalikan lampu.



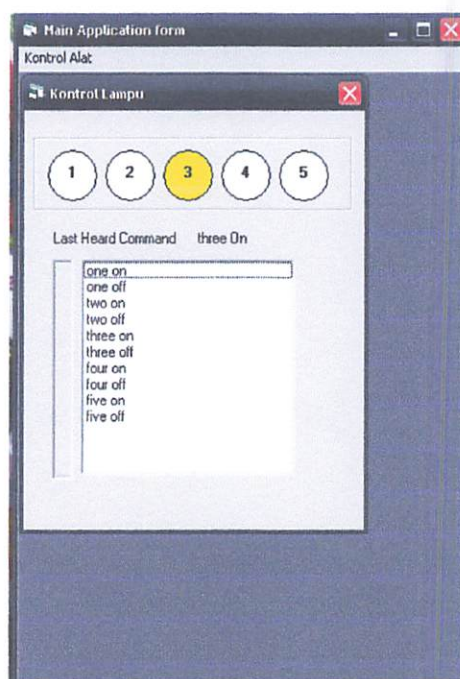
Gambar 4.1 Tampilan awal sebelum program dijalankan



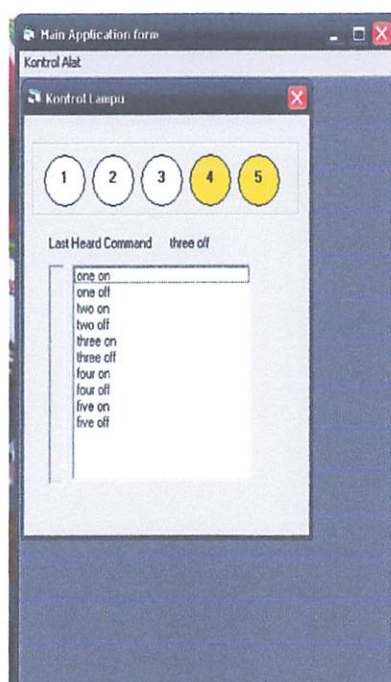
Gambar 4.2 tampilan saat program terkode suara "One On"



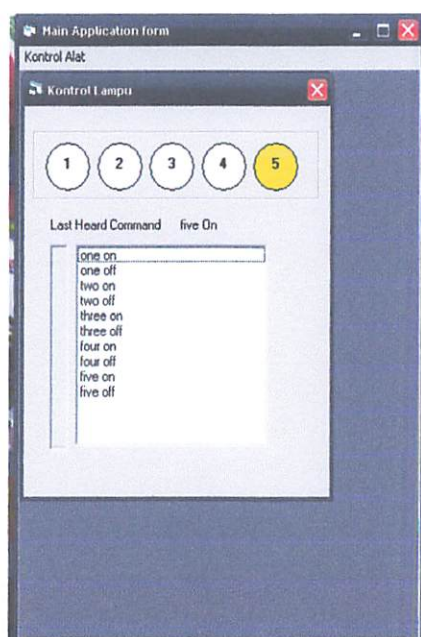
Gambar 4.3 Tampilan Saat Program terkode suara “One Off”



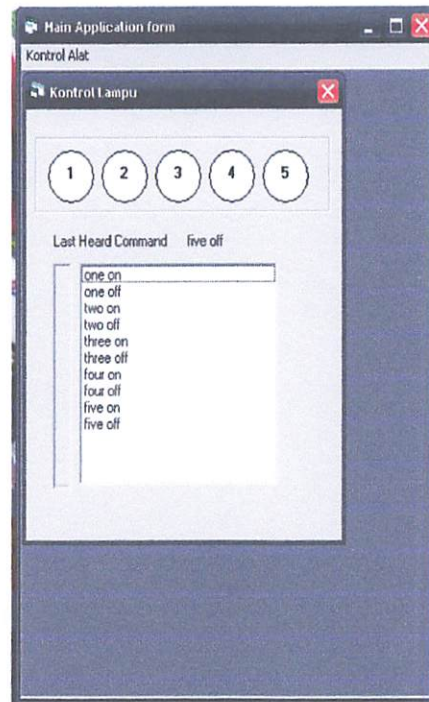
Gambar 4.4 Tampilan saat terkode suara “Three On”



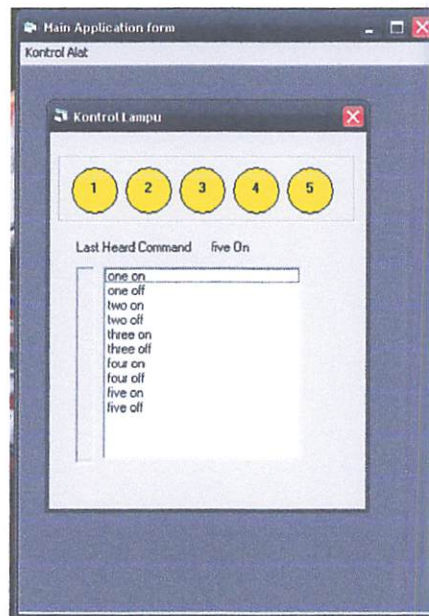
Gambar 4.5 Tampilan saat terkode suara “ Three Off”



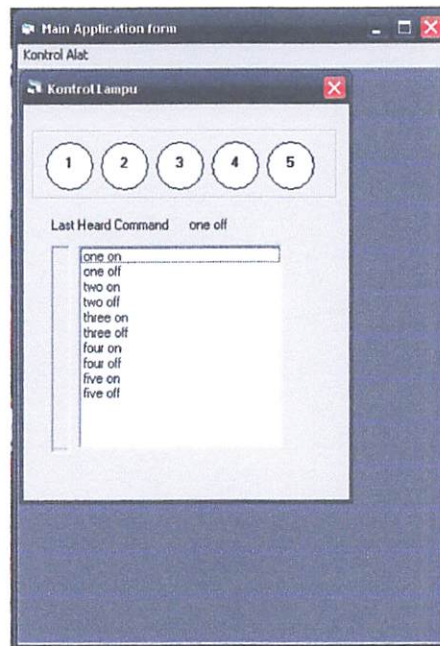
Gambar 4.6 Tampilan Saat terkode suara “ Five On ”



Gambar 4.7 Tampilan Saat Terkode Suara “ Five Off ”



Gambar 4.8 Tampilan Saat Lampu “ On ” Semua



Gambar 4.9 Pada Saat Program Lampu “ Off ” Semua

4.2.5 Analisa Pengujian Software

Menyatakan bahwa apabila kata yang di ucapkan dikenali oleh program untuk menghidupkan dan mematikan lampu indikator dalam program akan berwarna kuning itu tandanya lampu dalam keadaan On atau Hidup, dan apabila indikator dalam program berwarna putih itu tandanya lampu dalam keadaan Off atau Padam.

4.3 Pengujian Hardware

4.3.1 Tujuan

Untuk Mengetahui apakah Kode Suara yang diucapkan sesuai dengan perintah.

4.3.2 Peralatan Yang digunakan

1. Mikrokontroler AT 89S51.
2. Box Alat.

3. Kabel Power 220 V.
4. Kabel Serial To USB.

4.3.3 Prosedur Pengujian

- Hubungkan kabel power pada tegangan AC 220 V.
- Koneksikan Kabel Serial to USB dengan Boudrate 9600.
- Aktifkan Alat.

4.3.4 Hasil Pengujian Hardwere

- Pada Lampu satu terkode suara “ One On” maka lampu akan menyala,dan
“ One Off” Lampu akan padam.



Gambar 4.10 saat kode suara “One On”



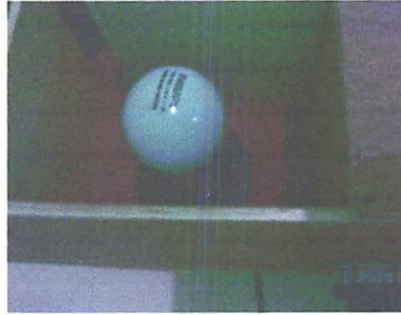
Gambar 4.11 saat kode suara “One

Off”

- Pada Lampu tiga terkode suara “ Three On” maka lampu akan menyala,dan “ Three Off” Lampu akan padam.



Gambar 4.12 saat kode suara “Three On”



Gambar 4.13 saat kode suara “Three

Off”

- Pada Lampu satu terkode suara “ Five On” maka lampu akan menyala,dan “ Five Off” Lampu akan padam.

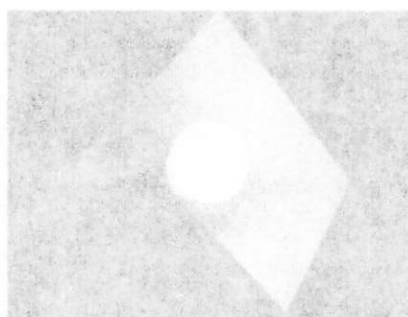
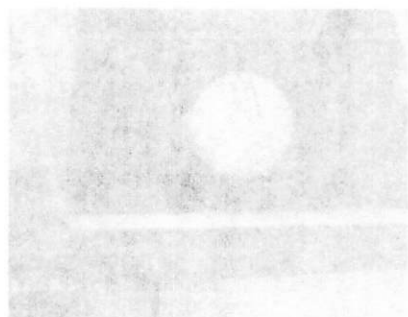


Gambar 4.14 saat kode suara “Five On”



Gambar 4.15 saat kode suara “Five

Off”

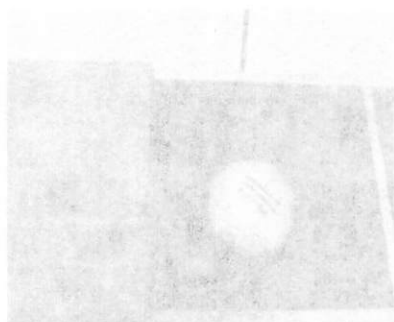


Gambar 4.12 saat kode suara "Three On" Gambar 4.13 saat kode suara "Three

Off"

- Pada Lampu saat terkode suara "Five On" maka lampu akan menyala dan "

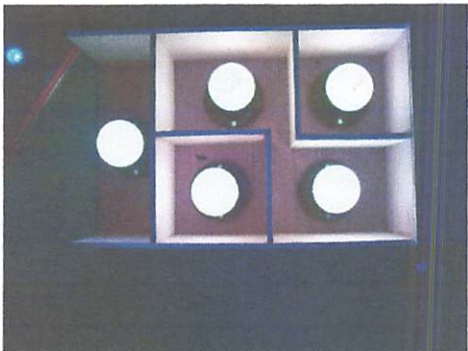
Five Off" Lampu akan padam.



Gambar 4.14 saat kode suara "Five On" Gambar 4.15 saat kode suara "Five

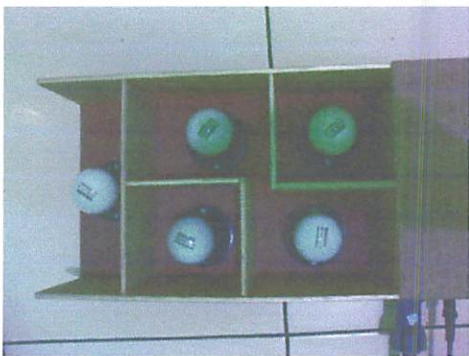
Off"

- Pada Saat Lampu On semua dan Kode suara yang diucapkan secara berurutan dari lampu 1 sampai dengan lampu 5 .



Gambar 4.16 Pada saat lampu “ ON ” semua.

- Pada Saat Lampu dalam keadaan Off semua.

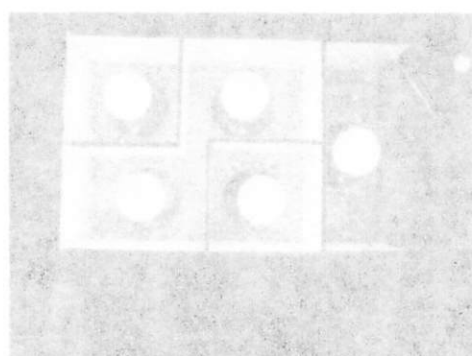


Gambar 4.17 Pada Saat Lampu “ OFF ” Semua.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian alat

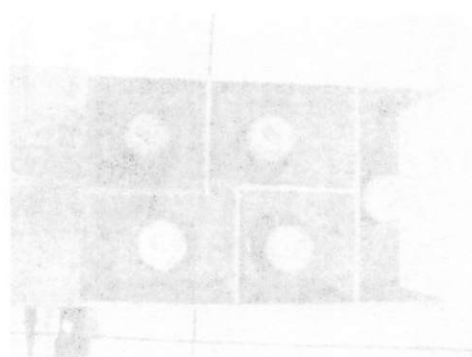
No	Lampu ON	Lampu OFF
1	Suara “One On”	Suara “One Off”
2	Suara “Two On”	Suara “Two Off”
3	Suara “Three On”	Suara “Thee Off”
4	Suara “Four On”	Suara “Four Off”
5	Suara “Five On”	Suara “Five Off”

- Pada Saat Lampu On semua dan kode status yang diinputkan secara berurutan dan lampu 1 sampai dengan lampu 5.



Gambar 4.16 Pada saat lampu "ON" semua

- Pada Saat Lampu dalam keadaan Off semua



Gambar 4.17 Pada Saat Lampu "OFF" semua

Tabel 4.1 Hasil Pengujian alat

No	Lampu ON	Lampu OFF
1	Suara "One On"	Suara "One Off"
2	Suara "Two On"	Suara "Two Off"
3	Suara "Three On"	Suara "Three Off"
4	Suara "Four On"	Suara "Four Off"
5	Suara "Five On"	Suara "Five Off"

4.3.4 Analisa Pengujian

Pengujian pada system pencahayaan rumah menggunakan suara untuk menyalakan dan memadamkan lampu terkode suara antara lain :

“ One On,One Off “ untuk menghidupkan dan memadamkan lampu 1

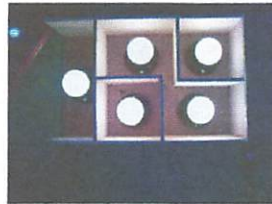
“ Two On,Two Off “ untuk menghidupkan dan memadamkan lampu 2

“ Three On,Three Off “ untuk menghidupkan dan memadamkan lampu 3

“ Four On,Four Off “ untuk menghidupkan dan memadamkan lampu 4

“ Five On,Five Off “ untuk menghidupkan dan memadamkan lampu 5

4.4 Spesifikasi Alat



Gambar 4.18 Tampilan alat keseluruhan

- Dimensi Alat : - panjang = 42 cm ,Lebar = 19,8 cm, Tinggi = 10,4 cm
- Tegangan keseluruhan sistem = 5 volt dan 12 volt
- Minimum sistem menggunakan AT89S51
- Driver Lampu menggunakan Triac
- Menggunakan Lampu pijar 15 W
- Daya Keseluruhan alat 882,5 mW
- Daya yang dibutuhkan alat : $P = V_{max} \cdot I_{dc}$

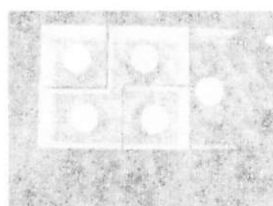
$$= 12 \text{ V} \cdot 5\mu\text{A} = 60 \text{ mW}$$

4.3.4 Analisis Pengujian

Pengujian pada sistem penelitian rumah menggunakan sensor untuk mendeteksi dan membedakan lampu terkecil antara lain :

- “ One On,One Off ” untuk menghidupkan dan mematikan lampu 1
- “ Two On,Two Off ” untuk menghidupkan dan mematikan lampu 2
- “ Three On,Three Off ” untuk menghidupkan dan mematikan lampu 3
- “ Four On,Four Off ” untuk menghidupkan dan mematikan lampu 4
- “ Five On,Five Off ” untuk menghidupkan dan mematikan lampu 5

4.4 Spesifikasi Alat



Gambar 4.18 Tampilan alat keseluruhan

- Dimensi Alat : - panjang = 42 cm, lebar = 19,8 cm, Tinggi = 10,4 cm
- Tegangan keseluruhan sistem = 5 volt dan 12 volt
- Minimum sistem menggunakan AT89C51
- Driver Lampu menggunakan Transistor
- Menggunakan Lampu pijar 15 W
- Daya Keseluruhan alat 882,5 mW
- Daya yang dibutuhkan alat : $P = V_{max} \cdot I_{dc}$
 $= 12 \text{ V} \cdot 24 \text{ mA} = 60 \text{ mW}$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Indikator dalam program akan berwarna kuning itu jika lampu dalam keadaan On atau Hidup, indikator dalam program berwarna putih jika lampu dalam keadaan Off atau Padam.
2. Pengujian pada sistem pencahayaan rumah menggunakan suara untuk menyalakan dan memadamkan lampu terkode suara antara lain :
 - “ One On,One Off “ untuk menghidupkan dan memadamkan lampu 1
 - “ Two On,Two Off “ untuk menghidupkan dan memadamkan lampu 2
 - “ Three On,Three Off “ untuk menghidupkan dan memadamkan lampu 3
 - “ Four On,Four Off “ untuk menghidupkan dan memadamkan lampu 4
 - “ Five On,Five Off “ untuk menghidupkan dan memadamkan lampu 5
3. Dari Hasil Perhitungan arus driver Lampu dapat disimpulkan dengan Rumus

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{330} = 0,01515 \text{ A} = 15,15 \text{ mA}$$

(masih di bawah nilai yang diizinkan) Arus 15,15 mA bagi mikrokontroler sudah di anggap besar Karena Nilai arus maksimum yang mengalir pada Driver 30mA , sehingga pengaktifan MOC3020 dengan active low agar mikrokontroler tidak melakukan sourcing.

5.2 Saran – saran

Alat ini merupakan rangkaian sederhana yang berdasarkan hasil karya ilmiah dan dikembangkan berdasarkan pengetahuan yang diajarkan waktu perkuliahan , karya ini memberikan saran supaya nantinya bisa dibuat lebih inovatif, kreatif dan meningkat lagi. Sehingga perkembangan teknologi listrik dan elektronika saling berpadu dengan baik dan pesat di Indonesia, khususnya di Institut Teknologi Nasional Malang.

Mungkin untuk kedepannya alat ini bisa dirancang lebih canggih lagi, seperti :

1. Ditambahkan software yang bisa mendeteksi putus atau tidaknya lampu.
2. Software yang dipakai ini memerlukan ruangan yang sunyi untuk merekam suara, agar pada saat melakukan perekaman suara software bisa bekerja secara maksimal sesuai dengan kode suara yang diperintahkan dalam program.
3. Agar alat lebih sempurna maka ditambahkan sensor cahaya untuk mengontrol lampu dalam kondisi baik atau putus

DAFTAR PUSTAKA

Sumber Anonimous : Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2007 (SNATI 2007) ISSN:

1907-5022 Yogyakarta, 16 Juni 2007

Sumber: WWW.Wikipedia.com

Sumber: WWW.Atmel.com

Sumber : Prof.Dr. Zuhail M.SCEE dan IR. Zhanggischian, 2004:264

Sumber : Rodwell International Corporation, 1999

Sumber : Hidden Markov Model dan Neural Networks

Sumber : WWW.Microsoft.Com

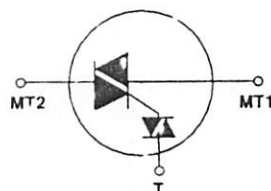
LAMPIRAN

UL RECOGNIZED
E3-92710-01



TO-220
Isolated

E3



Quadrac

Internally Triggered Triacs (4 A to 15 A)

General Description

Teccor's *Quadrac* devices are triacs that include a diac trigger mounted inside the same package. This device, developed by Teccor, saves the user the expense and assembly time of buying a discrete diac and assembling in conjunction with a gated triac. Also, the alternistor *Quadrac* device (QxxxxLTH) eliminates the need for a snubber network.

The *Quadrac* device is a bidirectional AC switch and is gate controlled for either polarity of main terminal voltage. Its primary purpose is for AC switching and phase control applications such as speed controls, temperature modulation controls, and lighting controls where noise immunity is required.

Triac current capacities range from 4 A to 15 A with voltage ranges from 200 V to 600 V. *Quadrac* devices are available in the TO-220 package.

The TO-220 package is electrically isolated to 2500 V rms from the leads to mounting surface. 4000 V rms is available on special order. This means that no external isolation is required, thus eliminating the need for separate insulators and insulator-mounting steps and saving dollars over "hot tab" devices.

All Teccor triac and diac chips have glass-passivated junctions to ensure long-term device reliability and parameter stability.

Variations of devices in this data sheet are available for custom design applications. Consult the factory for more information.

Features

- Glass-passivated junctions
- Electrically-isolated package
- Internal trigger diac
- High surge capability -- up to 200 A
- High voltage capability -- 200 V to 600 V

I _{T(RMS)} (5)	Part No.	V _{DRM} (1)	I _{DRM}			V _{TM} (1) (3)	Trigger Diac Specifications (T-MT1)					
	Isolated		(1) (10)				ΔV _{BO}	V _{BO}	{ΔV±}	I _{BO}	C _T	
							(7)	(8)	(6)		(11)	
	 MT1 T MT2 TO-220		mAmps			Volts						
			T _C = 25 °C	T _C = 100 °C	T _C = 125 °C	T _C = 25 °C	Volts			Volts	μAmps	μFarads
See "Package Dimensions" section for variations. (12)		MIN	MAX			MAX	MAX	Milli	MAX	MIN	MAX	MAX
4 A	Q2004LT	200	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q4004LT	400	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q8004LT	800	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
6 A	Q2006LT	200	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q4006LT	400	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q8006LT	800	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q4006LTH	400	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q8006LTH	800	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
8 A	Q2008LT	200	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q4008LT	400	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q8008LT	800	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q4008LTH	400	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q8008LTH	800	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
10 A	Q2010LT	200	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q4010LT	400	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q8010LT	800	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q4010LTH	400	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q8010LTH	800	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
15 A	Q2015LT	200	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q4015LT	400	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q8015LT	800	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q4015LTH	400	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1
	Q8015LTH	800	0.05	0.5	2	1.6	3	33	43	5	25	0.1

Specific Test Conditions

{ΔV±} — Dynamic breakback voltage (forward and reverse)

V_{BO} — Breakover voltage symmetry

τ — Trigger firing capacitance

i/dt — Maximum rate-of-change of on-state current

v/dt — Critical rate-of-rise of off-state voltage at rated V_{DRM} gate open

v/dt(c) — Critical rate-of-rise of commutation voltage at rated V_{DRM} and I_{T(RMS)} commutating di/dt = 0.54 rated I_{T(RMS)}/ms; gate unenergized

t — RMS surge (non-repetitive) on-state current for period of 8.3 ms for fusing

I_{BO} — Peak breakover current

I_{RM} — Peak off-state current gate open; V_{DRM} = maximum rated value

I_{TM} — Peak gate trigger current (10 μs Max)

I_H — Holding current; gate open

I_{T(RMS)} — RMS on-state current, conduction angle of 360°

I_{SM} — Peak one-cycle surge

t_g — Gate controlled turn-on time

V± — Breakover voltage (forward and reverse)

V_{DRM} — Repetitive peak blocking voltage

V_{TM} — Peak on-state voltage at maximum rated RMS current

General Notes

- All measurements are made at 60 Hz with resistive load at an ambient temperature of +25 °C unless otherwise specified.
- Operating temperature range (T_J) is -40 °C to +125 °C.
- Storage temperature range (T_S) is -40 °C to +125 °C.
- Lead solder temperature is a maximum of +230 °C for 10 seconds maximum; ≥1/16" (1.59 mm) from case.
- The case temperature (T_C) is measured as shown on dimensional outline drawings. See "Package Dimensions" section of this catalog.

Electrical Specification Notes

- (1) For either polarity of MT2 with reference to MT1
- (2) See Figure E3.1 for I_H versus T_C
- (3) See Figure E3.4 and Figure E3.5 for I_T versus V_T
- (4) See Figure E3.9 for surge ratings with specific durations.

I_H (1) (2)	I_{TSM} (4) (8)	$dv/dt(c)$ (1) (5) (8)	dv/dt (1)		t_{gt} (6) (9)	I^2t	I_{OTM}	di/dt (9)
mAmps	Amps	Volts/ μ Sec	Volts/ μ Sec		μ Sec	Amps ² Sec	Amps	Amps/ μ Sec
			$T_C = 100^\circ C$	$T_C = 125^\circ C$				
MAX	60/50Hz	MIN	MIN		T/P			
40	55/46	3	75	50	3	12.5	1.2	50
40	55/46	3	75	50	3	12.5	1.2	50
40	55/46	3	50	50	3	12.5	1.2	50
50	80/65	4	150	100	3	26.5	1.5	70
50	80/65	4	150	100	3	26.5	1.5	70
50	80/65	4	125	85	3	26.5	1.5	70
50	80/65	25	575	450	3	26.5	1.5	70
50	80/65	25	425	350	3	26.5	1.5	70
60	100/83	4	175	120	3	41	1.5	70
60	100/83	4	175	120	3	41	1.5	70
60	100/83	4	150	100	3	41	1.5	70
60	100/83	25	575	450	3	41	1.5	70
60	100/83	25	425	350	3	41	1.5	70
60	120/100	4	200	150	3	60	1.5	70
60	120/100	4	200	150	3	60	1.5	70
60	120/100	4	175	120	3	60	1.5	70
60	120/100	30	925	700	3	60	1.5	70
60	120/100	30	775	600	3	50	1.5	70
70	200/167	4	300	200	3	165	1.5	100
70	200/167	4	300	200	3	165	1.5	100
70	200/167	4	200	150	3	165	1.5	100
70	200/167	30	925	700	3	165	1.5	100
70	200/167	30	775	600	3	165	1.5	100

- (5) See Figure E3.6, Figure E3.7, and Figure E3.8 for current rating at specific operating temperature.
- (6) See Figure E3.2 and Figure E3.3 for test circuit.
- (7) $\Delta V_{3C} = [+V_{BO}] - [-V_{BO}]$
- (8) See Figure E2.7 and Figure E3.8 for maximum allowable case temperature at maximum rated current.
- (9) Trigger firing capacitance = 0.1 μ F with 0.1 μ s rise time
- (10) $T_C = T_J$ for test conditions in off state
- (11) Maximum required value to ensure sufficient gate current
- (12) See package outlines for lead form configurations. When ordering special lead forming, add type number as suffix to part number.

Electrical Isolation

All Tecco isolated Quadrac packages withstand a minimum high potential test of 2500 V ac rms from leads to mounting tab over the operating temperature range of the device. The following isolation table shows standard and optional isolation ratings.

Electrical Isolation from Leads to Mounting Tab *	
V AC RMS	TYPE
2500	Standard
4000	Optional **

* UL Recognized File #E71639
**For 4000 V isolation, use "V" suffix in part number.

Thermal Resistance (Steady State) $R_{\theta JC}$ [$R_{\theta JA}$] $^{\circ}C/W$ (TYP)	
TYPE	Isolated TO-220
4 A	3.6 [50]
6 A	3.3
8 A	2.8
10 A	2.6
15 A	2.1

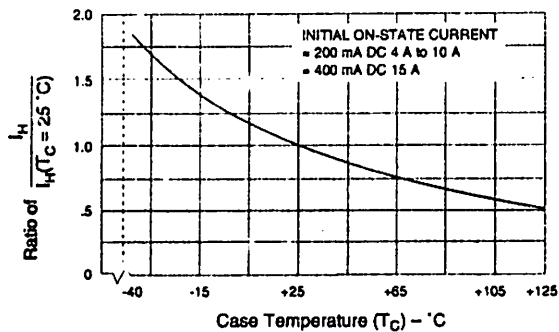


Figure E3.1 Normalized DC Holding Current versus Case Temperature

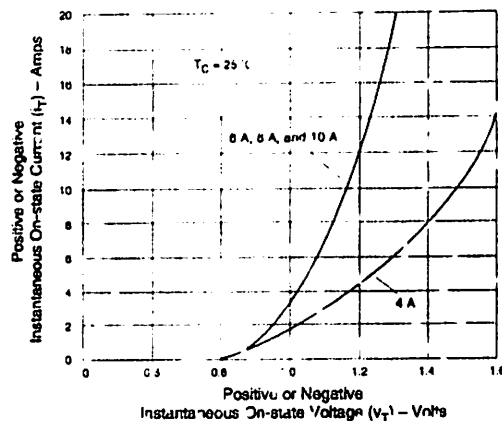


Figure E3.4 On-state Current versus On-state Voltage (Typical) (4 A to 10 A)

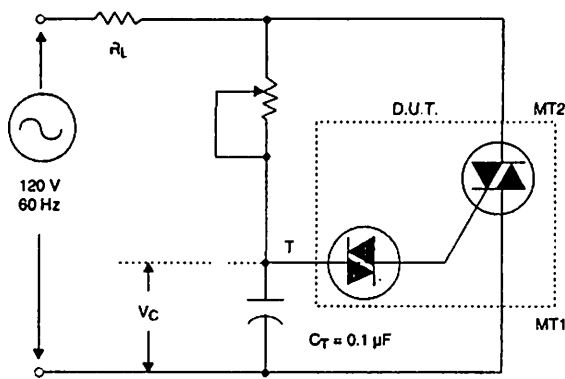


Figure E3.2 Test Circuit

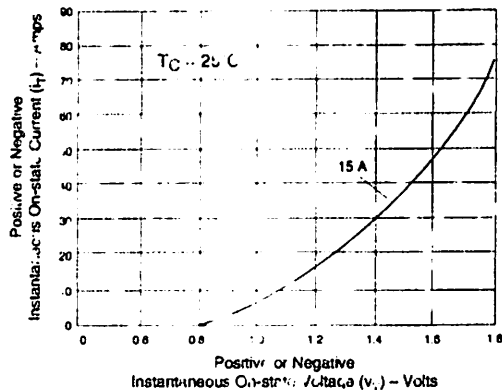


Figure E3.5 On-state Current versus On-state Voltage (Typical) (15 A)

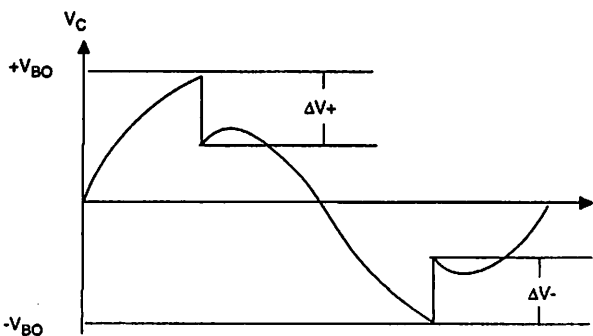


Figure E3.3 Test Circuit Waveforms

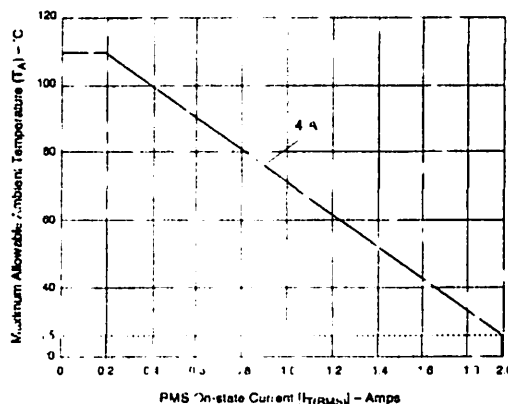


Figure E3.6 Maximum Allowable Ambient Temperature versus On-state Current

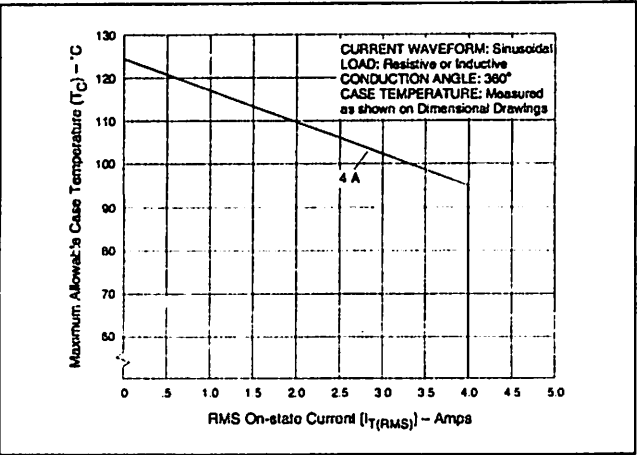


Figure E3.7 Maximum Allowable Case Temperature versus On-state Current (4 A)

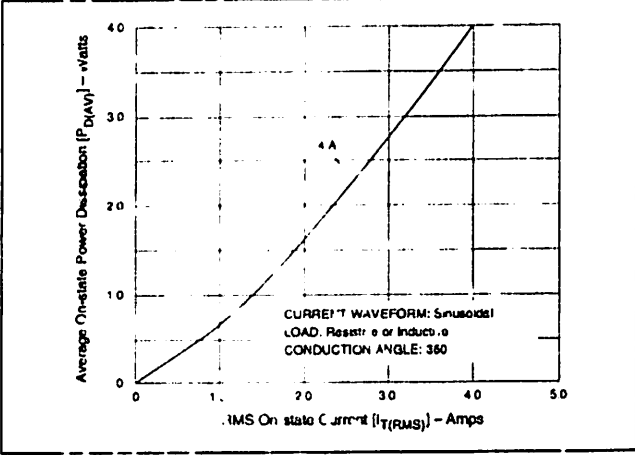


Figure E3.10 Power Dissipation (Typical) versus On-state Current (4 A)

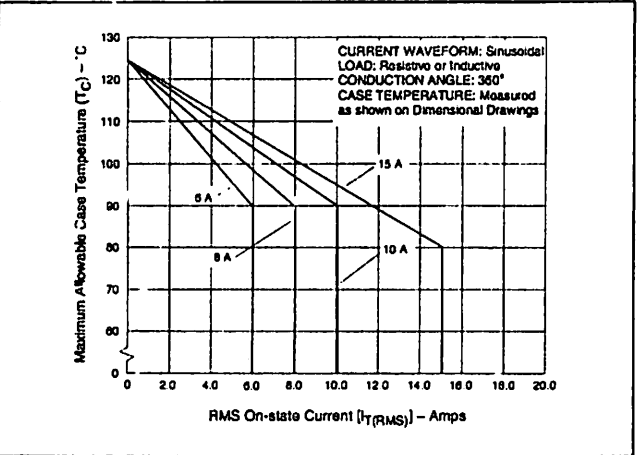


Figure E3.8 Maximum Allowable Case Temperature versus On-state Current (6 A to 15 A)

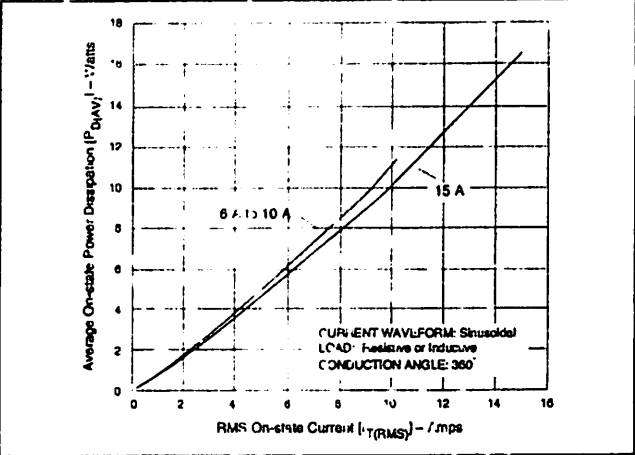


Figure E3.11 Power Dissipation (Typical) versus On-state Current (6 A to 10 A and 15 A)

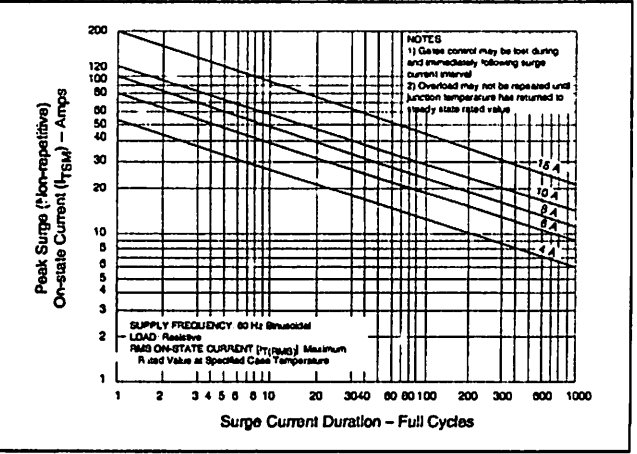


Figure E3.9 Peak Surge Current versus Surge Current Duration

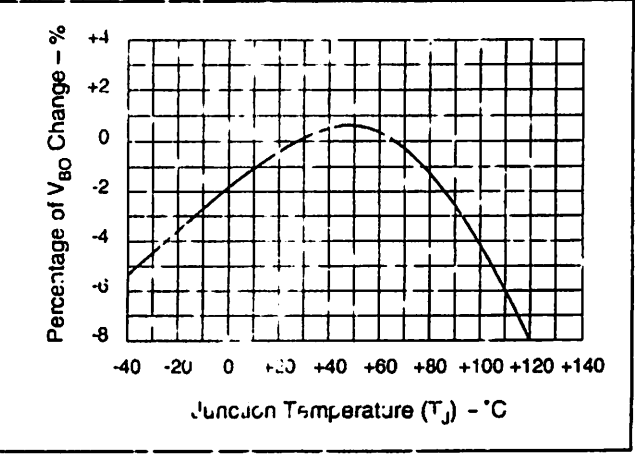
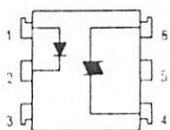


Figure E3.12 Normalized diac V_{BO} versus Junction Temperature

Notes

Schematic:



For dimensions and pin-outs, see the last page of this document.

Features:

1. Compact dual-in-line package.
2. 400V peak blocking voltage.
3. 30mA max trigger current
3. Isolation voltage between input and output (Viso:5300Vrms).

Equivalents:

This part equals/exceeds all specifications of:

Ordering:

Suffix to Standard Part Number

- V = VDE Compliant
- G = 10mm Lead Spread
- S = Surface Mount Lead-form
- T = Tape & Reel

CPTC631

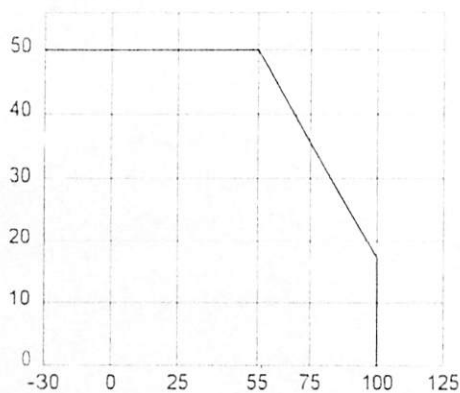
Absolute Maximum Ratings:

	Parameter	Symbol	Rating	Unit
Input	Forward current	I_F	50	mA
	Peak forward current	I_{FM}	1	A
	Reverse voltage	V_R	6	V
	Power dissipation	P_D	70	mW
Output	Off-State Output Terminal voltage	V_{DRM}	400	V_{PEAK}
	On-State R.M.S. Current	$I_{T(RMS)}$	100	mA
	Peak Repetitive Surge Current (PW=10ms,DC 10%)	I_{TSM}	1	A
	Power dissipation	P_D	300	mW
	Total power dissipation	P_{tot}	330	mW
	Isolation voltage 1 minute	V_{iso}	5300	Vrms
	Operating temperature	T_{opr}	-40 to +80	°C
	Storage temperature	T_{stg}	-50 to +125	°C
	Soldering temperature 10 second	T_{sol}	250	°C

Electrical Characteristics:

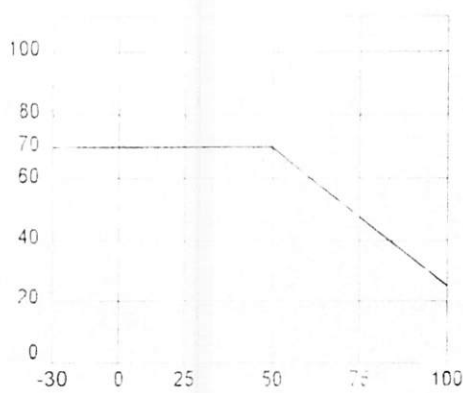
	Parameter	Symbol	Conditions	V.IN.	T/P.	MAX.	Unit
Input	Forward voltage	V_F	$I_F=10mA$	—	1.2	1.4	V
	Peak forward voltage	V_{FM}	$I_{FM}=0.5A$	—	—	3.5	V
	Reverse current	I_R	$V_R=4V$	—	—	10	µA
Output	Peak Blocking Current	I_{DRM}	$V_{DRM}=400V$	—	—	100	nA
	ON-State Voltage	V_{TM}	$I_T=100mA$	—	1.6	3	V
Transfer characteristics	Holding Current	I_H		—	0.1	—	mA
	Critical rate of rise of OFF-state voltage	dV/dt	$V_{DRM}=(1/\sqrt{2}) \cdot Rate d$	600	—	—	V/µS
	Isolation resistance	R_{iso}	DC500V	5×10^{10}	10^{11}	—	ohm
	Minimum trigger current	I_{FT}	Main Terminal Voltage=3V	—	—	30	mA
	Turn-on time	T_{on}	$V_D=6V, R_L=100ohm, I_F=20mA$	—	—	100	µS

Fig.1 Forward Current vs. Ambient Temperature



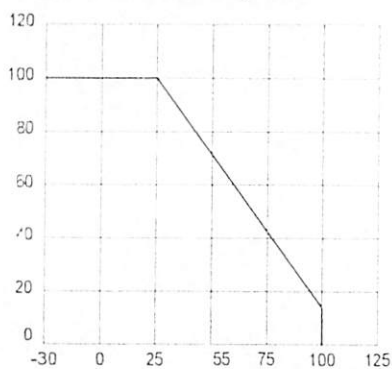
Ambient Temperature T_a (°C)

Fig.2 Diode Power Dissipation vs. Ambient Temperature



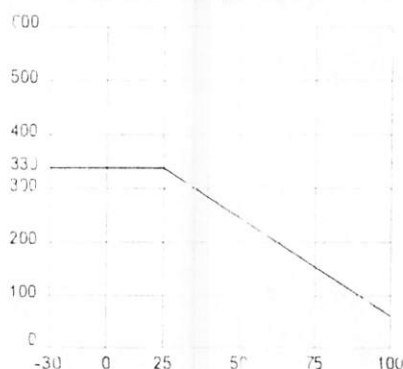
Ambient Temperature T_a (°C)

Fig.3 On-State R.M.S. Current vs. Ambient Temperature



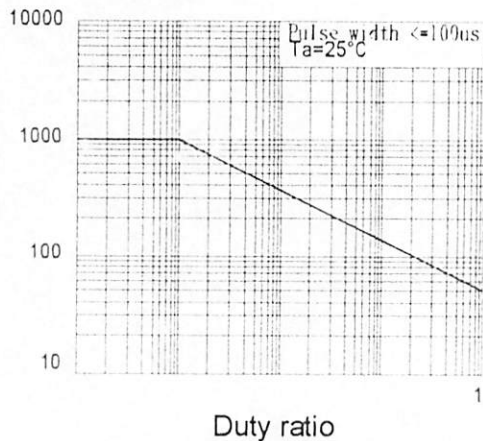
Ambient temperature T_a (°C)

Fig.4 Total Power Dissipation vs. Ambient Temperature



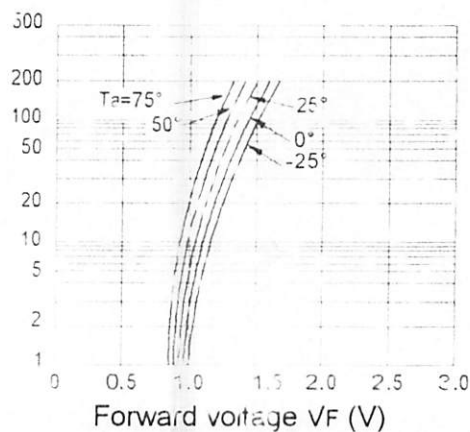
Ambient Temperature T_a (°C)

Fig.5 Peak Forward Current vs. Duty Ratio



Duty ratio

Fig.6 Forward Current vs. Forward Voltage



Forward voltage V_F (V)

Fig.7 On-State Characteristics

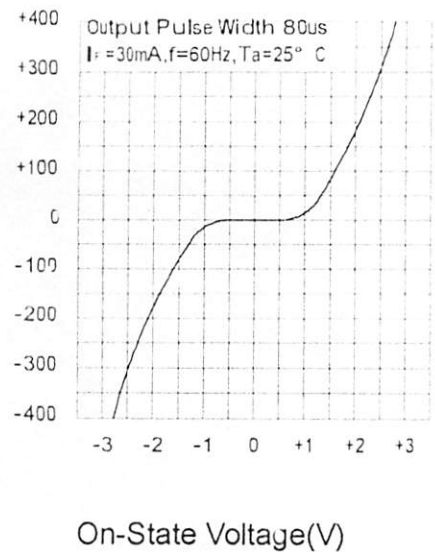


Fig.8 Leakage with LED off vs. Ambient Temperature

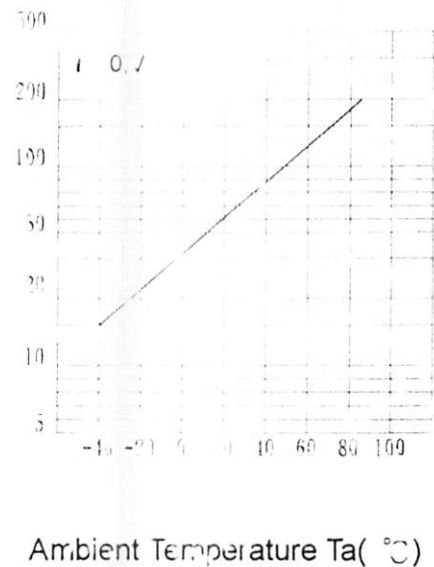


Fig.9 Trigger Current vs. Ambient Temperature

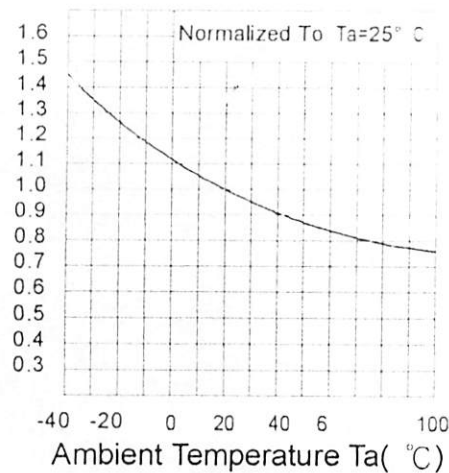


Fig.4 : 6-pin DIP type

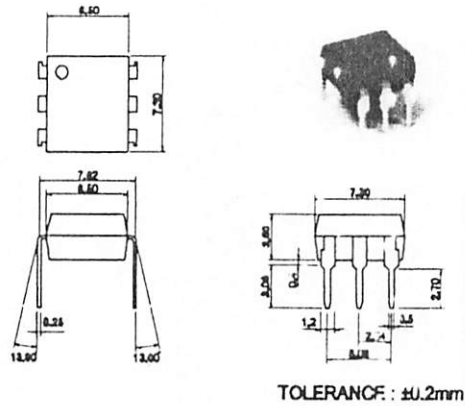


Fig.5 : 6-pin SMD type

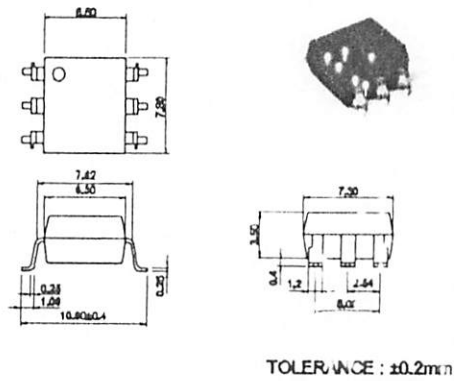
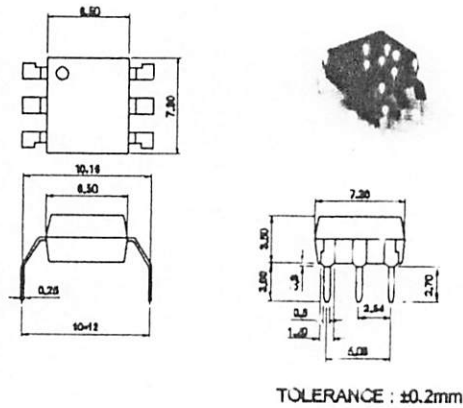


Fig.6 : 6-pin G type



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 lock 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

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EA/VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

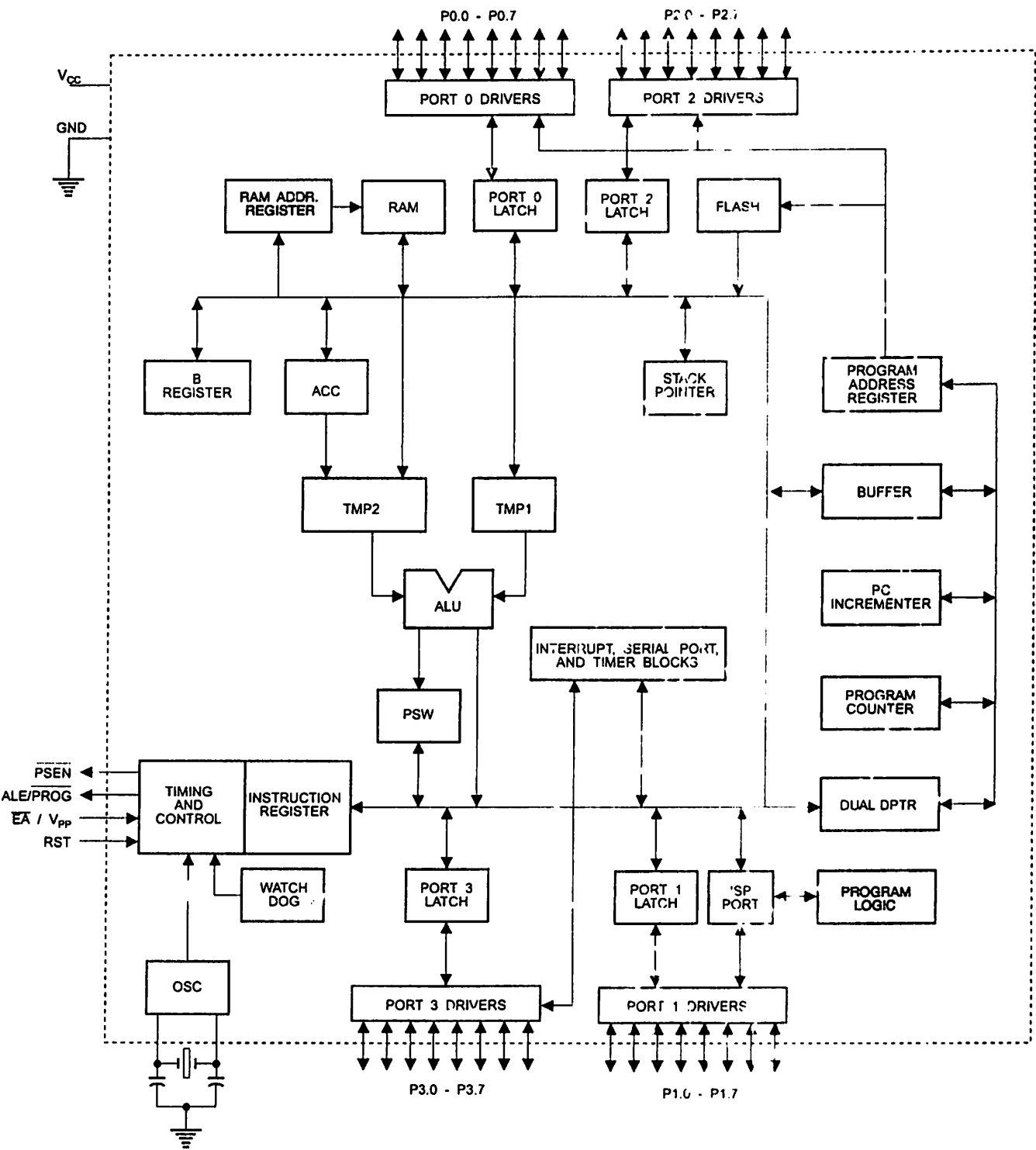
PLCC

P1.4	6	P1.4	39	P0.4 (AD4)
P1.3	5	P1.3	38	P0.5 (AD5)
P1.2	4	P1.2	37	P0.6 (AD6)
P1.1	3	P1.1	36	P0.7 (AD7)
P1.0	2	P1.0	35	EA/VPP
NC	1	NC	34	NC
VCC	44	VCC	33	ALE/PROG
P0.0 (AD0)	43	P0.0 (AD0)	32	PSEN
P0.1 (AD1)	42	P0.1 (AD1)	31	P2.7 (A15)
P0.2 (AD2)	41	P0.2 (AD2)	30	P2.6 (A14)
P0.3 (AD3)	40	P0.3 (AD3)	29	P2.5 (A13)
(MOSI) P1.5	7	(MOSI) P1.5	38	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	8	(MISO) P1.6	37	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	9	(SCK) P1.7	36	P0.6 (AD6)
RST	10	RST	35	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	11	(RXD) P3.0	34	EA/VPP
NC	12	NC	33	NC
(TXD) P3.1	13	(TXD) P3.1	32	ALE/PROG
(INT0) P3.2	14	(INT0) P3.2	31	PSEN
(INT1) P3.3	15	(INT1) P3.3	30	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	16	(T0) P3.4	29	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	17	(T1) P3.5	28	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	18	(WR) P3.6	27	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	19	(RD) P3.7	26	P2.3 (A11)
XTAL2	20	XTAL2	25	P2.2 (A10)
XTAL1	21	XTAL1	24	P2.1 (A9)
GND	22	GND	23	P2.0 (A8)
NC	23	NC	22	P2.0 (A8)
(A8) P2.0	24	(A8) P2.0	21	P2.1 (A9)
(A9) P2.1	25	(A9) P2.1	20	P2.2 (A10)
(A10) P2.2	26	(A10) P2.2	19	P2.3 (A11)
(A11) P2.3	27	(A11) P2.3	18	P2.4 (A12)
(A12) P2.4	28	(A12) P2.4	17	P2.5 (A13)

TQFP

P1.4	44	P1.4	39	P0.4 (AD4)
P1.3	43	P1.3	38	P0.5 (AD5)
P1.2	42	P1.2	37	P0.6 (AD6)
P1.1	41	P1.1	36	P0.7 (AD7)
P1.0	40	P1.0	35	EA/VPP
NC	39	NC	34	NC
VCC	38	VCC	33	ALE/PROG
P0.0 (AD0)	37	P0.0 (AD0)	32	PSEN
P0.1 (AD1)	36	P0.1 (AD1)	31	P2.7 (A15)
P0.2 (AD2)	35	P0.2 (AD2)	30	P2.6 (A14)
P0.3 (AD3)	34	P0.3 (AD3)	29	P2.5 (A13)
(MOSI) P1.5	1	(MOSI) P1.5	33	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	2	(MISO) P1.6	32	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	3	(SCK) P1.7	31	P0.6 (AD6)
RST	4	RST	30	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	5	(RXD) P3.0	29	EA/VPP
NC	6	NC	28	NC
(TXD) P3.1	7	(TXD) P3.1	27	ALE/PROG
(INT0) P3.2	8	(INT0) P3.2	26	PSEN
(INT1) P3.3	9	(INT1) P3.3	25	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	10	(T0) P3.4	24	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	11	(T1) P3.5	23	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	12	(WR) P3.6	22	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	13	(RD) P3.7	21	P2.3 (A11)
XTAL2	14	XTAL2	20	P2.2 (A10)
XTAL1	15	XTAL1	19	P2.1 (A9)
GND	16	GND	18	P2.0 (A8)
GND	17	GND	17	P2.0 (A8)
(A8) P2.0	18	(A8) P2.0	16	P2.1 (A9)
(A9) P2.1	19	(A9) P2.1	15	P2.2 (A10)
(A10) P2.2	20	(A10) P2.2	14	P2.3 (A11)
(A11) P2.3	21	(A11) P2.3	13	P2.4 (A12)
(A12) P2.4	22	(A12) P2.4	12	P2.5 (A13)

Block Diagram





Pin Description

V_{CC} 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)

RESET

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 Watch dog 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 ($\overline{\text{PROM}}$) 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.

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

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 0C00H 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.

TAL1

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

TAL2

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 XXXXXX0				/NDTRST >XXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX						9FH
90H	F1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XX00XX0	8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	PCON 0XX0000	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 = XXX0JXX0B

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 = XXXXX0B							
Not Bit Addressable							
Bit	7	6	5	4	3	2	DPS
	–	–	–	–	–	–	0
– Reserved for future expansion							
DPS Data Pointer Register Select							
DPS							
0 Selects DPTR Registers DPCL, DP0H							
1 Selects DPTR Registers DP1L, DP1H							

Memory Organization

Program Memory

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.

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 ($\overline{\text{INT0}}$ and $\overline{\text{INT1}}$), 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.



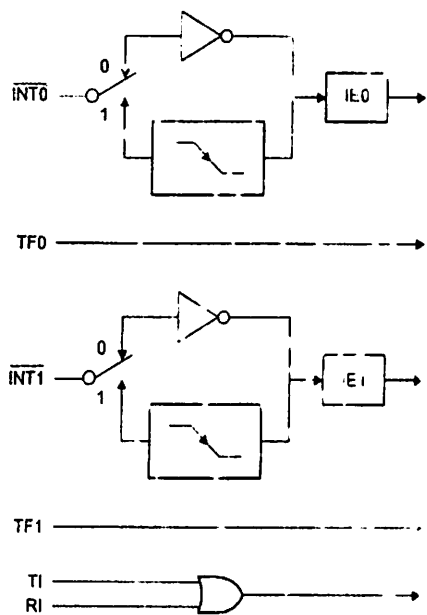
Table 4. Interrupt Enable (IE) Register

(MSB)				(LS3)			
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.

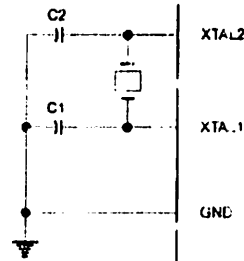
Figure 1. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

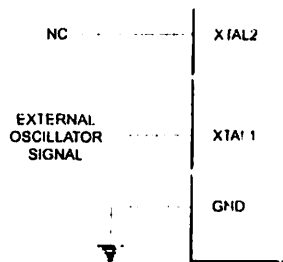
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected 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 INT0 or INT1. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.



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

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

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	MOVC 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/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 μ 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/ $\overline{\text{BSY}}$ output signal. P3.0 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate $\overline{\text{BUSY}}$. P3.0 is pulled high again when programming is done to indicate $\overline{\text{READY}}$.

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/ $\overline{\text{PROM}}$ 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, MCS1 (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_{CC} power off.

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

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 _{CC}	RST	$\overline{PSEN}$	ALE/ $\overline{PROG}$	$\overline{EA}/V_{PP}$	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.3-0	P1.7-0
												Address	
Write Code Data	5V	H	L	 ⁽²⁾	12V	L	H	H	H	H	D _{IN}	A11-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D _{OUT}	A11-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L	 ⁽³⁾	12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L	 ⁽³⁾	12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L	 ⁽³⁾	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	 ⁽¹⁾	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	05H	0010	00H

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

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

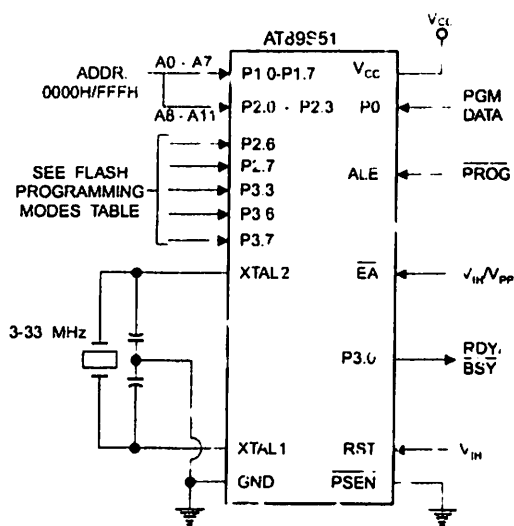
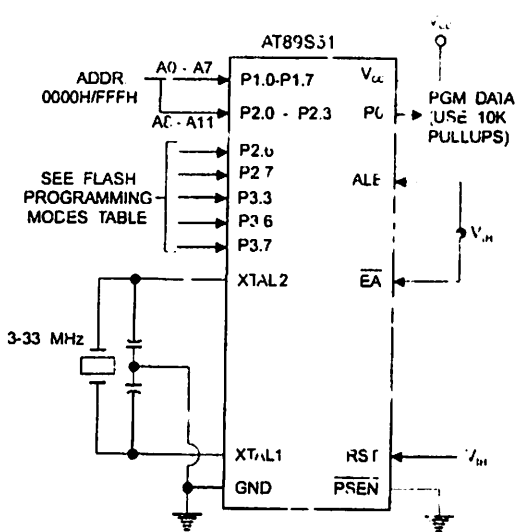


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

T_A = 20°C to 30°C, V_{CC} = 4.5 to 5.5V

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	43t _{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 _{EHSH}	P2.7 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V _{PP}	48t _{CLCL}		
t _{SHGL}	V _{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
t _{GHSL}	V _{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t _{GLGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	0.2	1	μs
t _{AVQV}	Address to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{ELOV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{EHQZ}	Data Float After $\overline{\text{ENABLE}}$	0	48t _{CLCL}	
t _{GHL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t _{WC}	Byte Write Cycle Time		50	μs

Figure 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

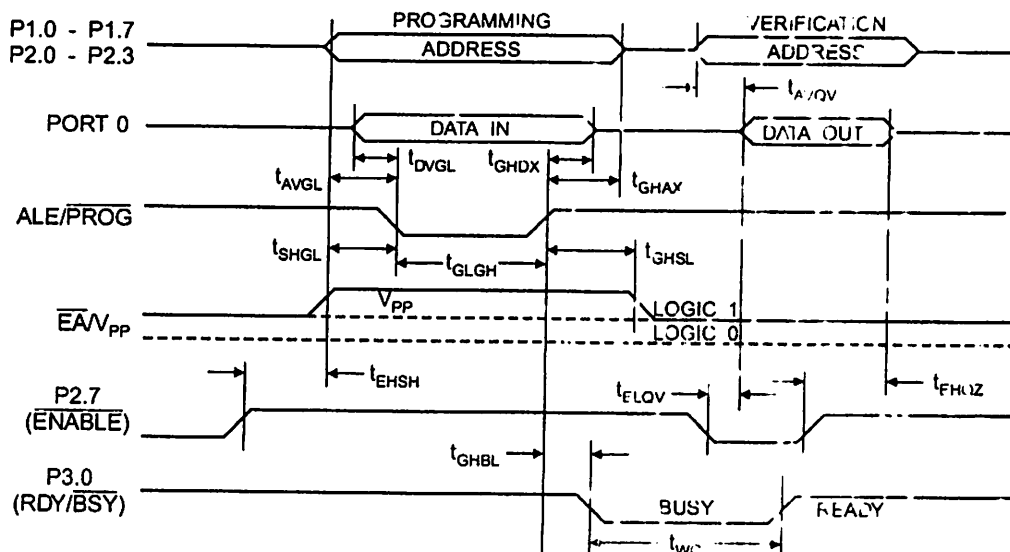
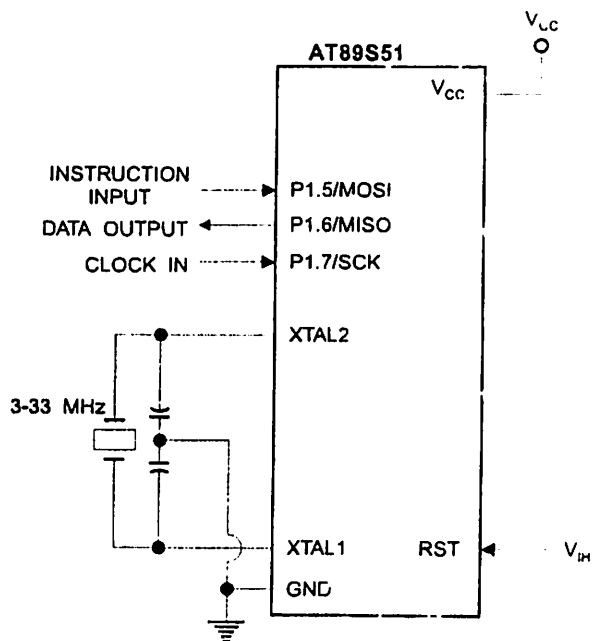


Figure 7. Flash Memory Serial Downloading



Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 8. Serial Programming Waveforms

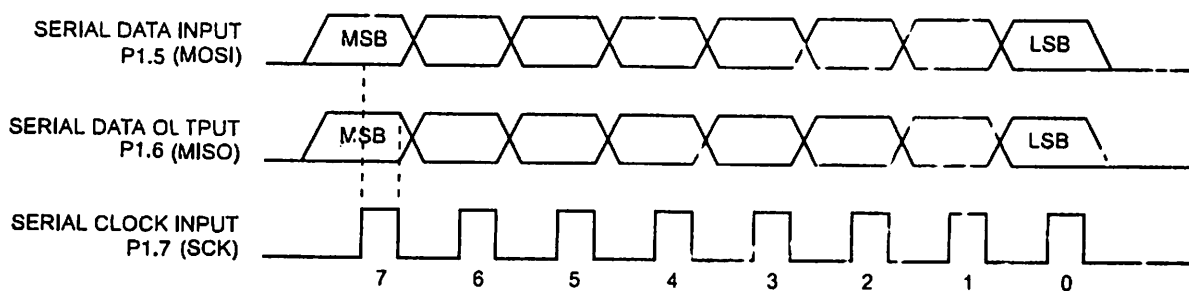




Table 8. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format				
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Operation
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	xxxx xxxx 0000 0000	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	xxxx xxxx 0000 0000	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits ⁽²⁾	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	xxxx xxxx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes ⁽¹⁾	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 X1AL1.

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

Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

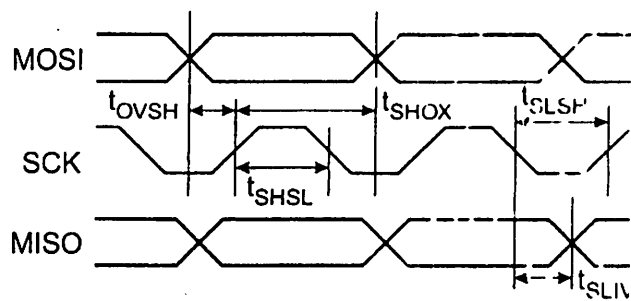


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	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			$54 t_{CLCL} + 400$	μs



Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
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°C and $V_{CC} = 4.0\text{V}$ to 5.5V , unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	$0.2 V_{CC}-0.1$	V
V_{IL1}	Input Low Voltage ($\overline{EA}$)		-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 ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6\text{ mA}$		0.45	V
V_{OL1}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	$I_{OL} = 3.2\text{ mA}$		0.45	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	$I_{OH} = -60\text{ }\mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -25\text{ }\mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -10\text{ }\mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
V_{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800\text{ }\mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300\text{ }\mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80\text{ }\mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
I_{IN}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_{L}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
I_{EA}	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
RST	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 ⁽²⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50	μA

- 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/ $\overline{\text{P}}\text{ROG}$, and $\overline{\text{P}}\text{SEN}$ = 100 pF; load capacitance for all other outputs = 80 pF.

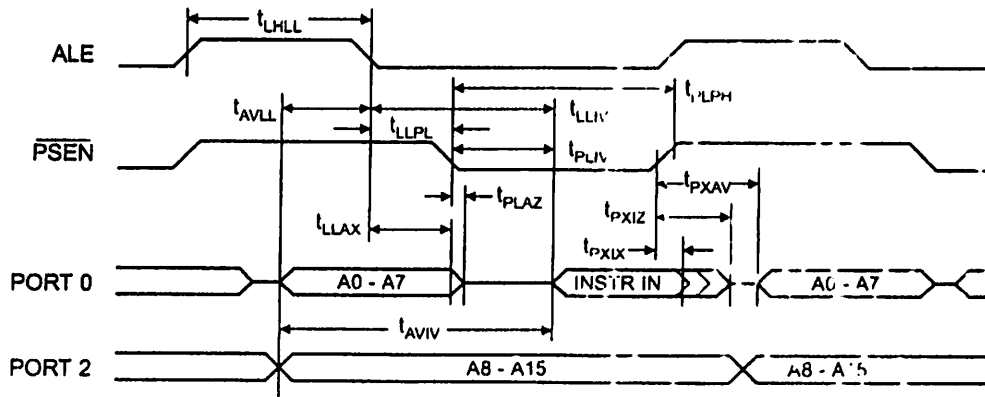
External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
1/ t_{CLCL}	Oscillator Frequency			0	33	MHz
t_{HLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{\text{P}}\text{SEN}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{PLPH}	$\overline{\text{P}}\text{SEN}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-45$		ns
t_{PLIV}	$\overline{\text{P}}\text{SEN}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-60$	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{\text{P}}\text{SEN}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{\text{P}}\text{SEN}$		59		$t_{\text{CLCL}}-25$	ns
t_{PXAV}	$\overline{\text{P}}\text{SEN}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-80$	ns
t_{PLAZ}	$\overline{\text{P}}\text{SEN}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{\text{RD}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{MLWH}	$\overline{\text{WR}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{RLDV}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{\text{CLCL}}-90$	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float After $\overline{\text{RD}}$		97		$2t_{\text{CLCL}}-25$	ns
t_{LDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{\text{CLCL}}-150$	ns
t_{VDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{\text{CLCL}}-165$	ns
t_{LWL}	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3t_{\text{CLCL}}-50$	$3t_{\text{CLCL}}+50$	ns
t_{VWL}	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4t_{\text{CLCL}}-75$		ns
t_{VWX}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-50$		ns
t_{VWH}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-130$		ns
t_{HQX}	Data Hold After $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
t_{LAZ}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{HLH}	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-25$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns

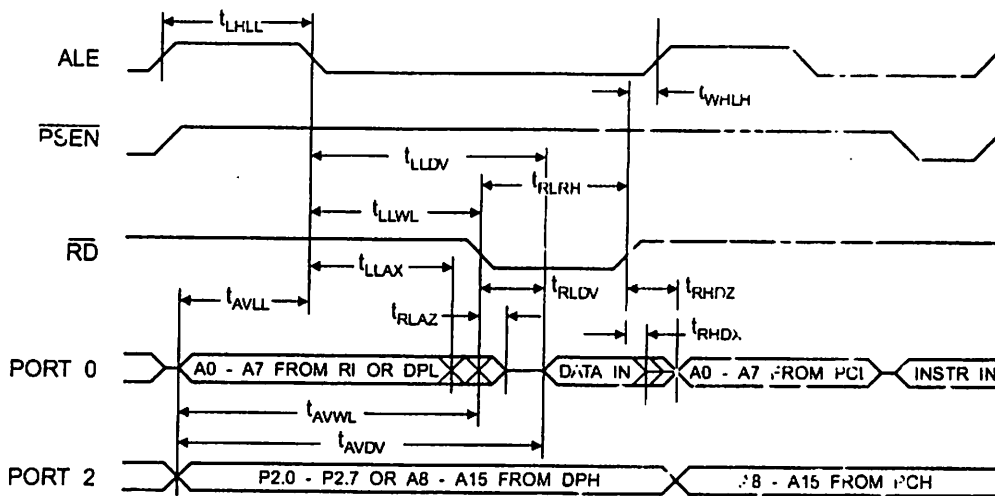




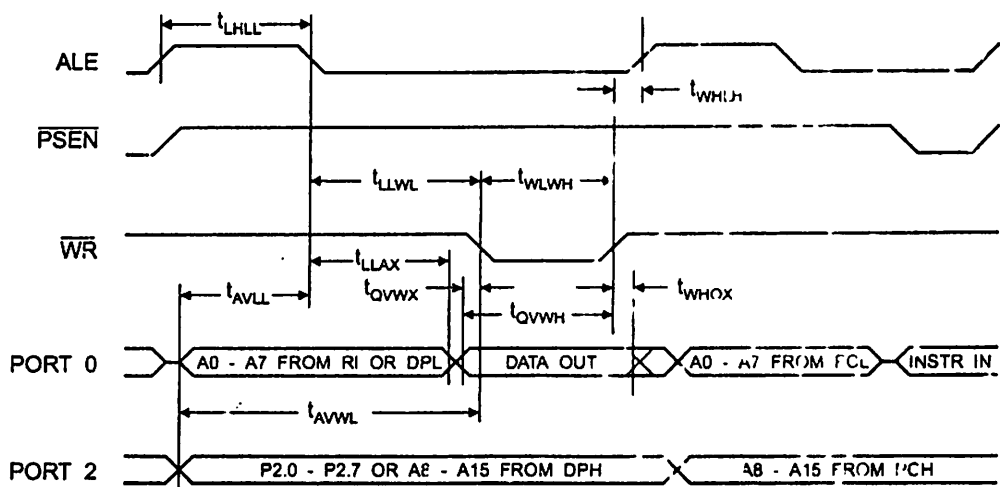
External Program Memory Read Cycle



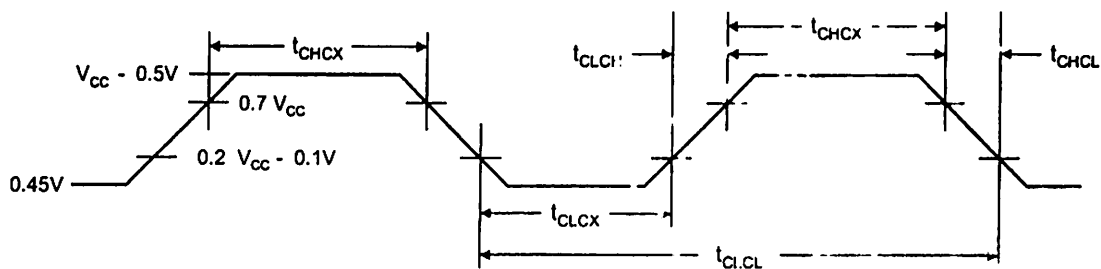
External Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	33	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	30		ns
t_{CHCX}	High Time	12		ns
t_{CLCX}	Low Time	12		ns
t_{CHCL}	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 5.5V	AT89S51-33AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-33JC	44J	
		AT89S51-33PC	40P6	

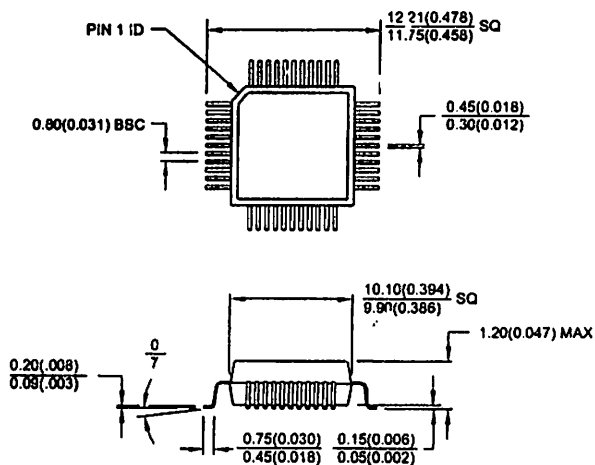
 = Preliminary Availability

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



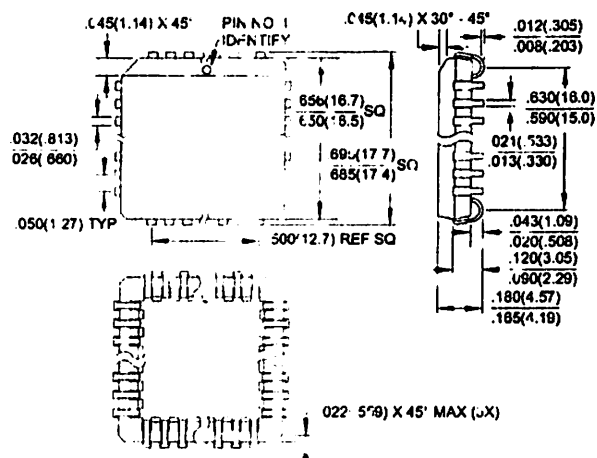
Packaging Information

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

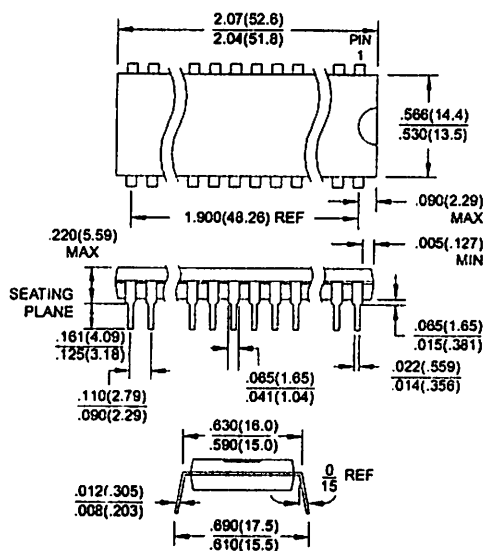


*Controlling dimension: millimeters

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

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.

CS-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/hdM



PERSETUJUAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Dari hasil ujian Tugas Akhir Teknik Listrik Diploma Tiga (D-III) yang diseleenggarakan pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 21 Februari 2012

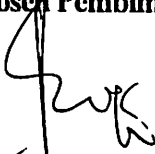
Telah dilakukan perbaikan tugas akhir oleh :

1. Nama : Hari Prasetyo Utomo
2. NIM : 08.52.205
3. Program Studi : Teknik Elektronika D-III
4. Judul Tugas : Sistem Pencahayaan rumah menggunakan saklar suara berbasis Mikrokontroler AT 89S51

Perbaikan meliputi :

NO	Materi Perbaikan	Paraf
1	Tambahkan Daya yang dibutuhkan alat kontrol.	
2	Tambahkan Kapasitas maksimum lampu yang dipasang	
3	Saran tidak ada hubungannya dengan yang dibahas maka sebaiknya dihapus	

Dosen Pembimbing



Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y. 10128700172

Dosen Penguji I



Ir. Abdul Hamid, MT
NIP.Y. 1018800188

Dosen Penguji II



Ir. Choirul Saleh, MT
NIP. Y. 1013800190



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2
MALANG

Formulir Perbaikan Tugas Akhir

Dalam pelaksanaan Ujian Tugas Akhir Jenjang Diploma 3, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :

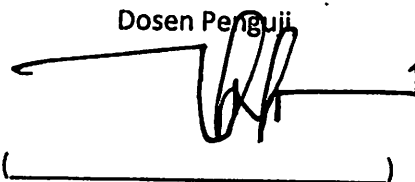
Nama : Haris P. W.
NIM : 0852205
Jurusan : Teknik Elektro D-III / ELKA

Adapun perbaikan-perbaikan tersebut meliputi antara lain :

- Tambahkan daya yg dibutuhkan alat Kontrol.
- Tambahkan Kapasitas maksimal lampu yg dipasang.
- Saran fak. ada hubungan dg yg dibahas, maka sebaiknya dihapus.

Malang, 21-2- 2012

Dosen Penguji


()



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Kampus I : Jl. Gedung Sigitas No. 3
Kampus II : Jl. Raya Kasugala Km. 3
MALANG

Formulir Perbaikan Tugas Akhir

Teknik Elektro, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :
Dalam pelaksanaan Ujian Tugas Akhir jenjang Diploma 3, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan

jurusan : Teknik Elektro D-III (ELEKTRA)
NIM : 0825502
Nama : Hani P.W.

Adapun perbaikan-perbaikan tersebut meliputi antara lain :

- Tambahkan gambar skema blok diagram

- Tambahkan keterangan untuk masing-masing bagian

- Tambahkan gambar skema blok diagram

Malang, 25 - 5 - 15

Dosen Pembimbing



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2
MALANG

Formulir Perbaikan Tugas Akhir

Dalam pelaksanaan Ujian Tugas Akhir Jenjang Diploma 3, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, maka perlu adanya perbaikan Tugas Akhir untuk mahasiswa :

Nama : Haris P. P.
NIM : 0852205.
Jurusan : Teknik EL D3.

Adapun perbaikan-perbaikan tersebut meliputi antara lain :

→. agar alat lebih sempurna.
tambahkan sensor cahaya
untuk bisa menyala lampu.
dalam kondisi bisa atau tidak.

Malang, _____ 20

Dosen Penguji,

(_____)