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

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGAMAN SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN HANDPHONE BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S51

SKRIPSI

Disusun Oleh:
AINUR ROZIQIN
NIM. 01.17.116

MARET 2006

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

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGAMAN SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN HANDPHONE BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S51

SKRIPSI

Disusun Oleh:
AINUR ROZIQIN
NIM. 01.17.116

MARET 2006

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGAMAN SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN HANDPHONE BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S51

Disusun dan Diajukan untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

NAMA : AINUR ROZIQIN

NIM : 01.17.116

Mengetahui,	Diperiksa dan Disetujui,
Ketua Jurusan T. Elektro S-1	Dosen Pembimbing
(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)	(Ir. Widodo Pudji Mulyanto , MT)
NIP.Y.1039500274	NIP. 1028700171

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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama	: Ainur Roziqin
Nim	: 01.17.116
Jurusan	: Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	: Teknik Elektronika
Judul Skripsi	: Perancangan dan Pembuatan Alat Pengaman Sepeda Motor Menggunakan Handphone Berbasis Mikrokontroller AT89S51

Dipertahankan di hadapan majelis penguji Skripsi jenjang Strata satu (S-1) pada:

Hari	: Senin
Tanggal	: 20 Maret 2006
Dengan Nilai	: 74,2 (B+)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua	Sekretaris
(Ir. Mochtar Asroni, MSME)	(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP.Y. 1018100036	NIP.Y. 1039500274

Anggota Penguji

Penguji I	Penguji II
(Ir.Sidik Noertjahjono, MT)	(Sotyohadi, ST)
NIP.Y. 1028700167	

27/3 '06

LEMBAR PERSEMBAHAN

AINUR THANKS TO.......................

Assalamu'alaikum Wr Wb

Bapak ibuku dirumah ...trima kasih atas didikannya sejak aku masih kecil hingga saat ini.Maafkan aku yg belum sanggup membalas jasa-jasamu.Aku berjanji akan slalu mengenang jerih payah kalian yg tlah menyekolahkanku hingga kini.Saat ini aku hanya bisa berdo'a untuk kalian,smoga amal baik slama ini ditrima Allah swt dan mendapatkan balasan yang setimpal

My sister (mba' mimid) + mas Tomo n ponakankoe Yasmin...matur nuwun atas dukungan dan semangatnya.Smoga kalian bisa cepat pindah ke jawa.

Boeat pita (sekolah yang pinter ya..biar bisa bantu2 ortu),bang Nopa n mba' Lia (buruan nikah..he..he..),genk kontrakan: Ricky Curut, peri, arip lan Erick...makasih dukungane.(smoga slalu kompakan).

Kluarga besarkoe dimojokerto n temen2 sekampungkoe...makasih atas bantuan kalian slama ini.Smoga kita tetap rukun dan saling membantu hingga akhir nanti.

Boeat para dosen ITN...terima kasih atas ilmu & petuah2 bijak yang tlah diberikan.Pak Widodo slaku pembimbingku, trima ksih atas bimbingan,saran & dukungannya.

Boeat penghuni kos '201'Ngalam...Umar bakri (cepetan ndang skripsi yo), Jumawan (smoga cpt dapet kerja & cpt nikah ama d'ina), gede gembul (ayo qta sama2 cari kerja),Ari (buruan balik..bayar utang2mu), mbah kos, Arip, dian, pak n bu'Zainal.(trima ksih banyak atas kebaikannya)

Teman2 Elka'01..supriyo (jasa2mu takkan kulupakan),di2x (nek pacaran jo lali kancane),medy (med thanks bantuane..).konco2 seElka3.. qta harus slalu kompak.cewe'2 elka uqie',amel,diana & catur (trima ksih atas pinjeman catatannya).tak lupa boeat tmn2 yang tak bs kusebut atu"..you are all my best friends.

Special thanks boeat my honeykoe d'icha....Thanks for your attention,support n spirit your give to me.because without that,now i cant like this...You of course my best girl friend.I hope Allah blessing for this love forever

Wassalamu'alaikum Wr Wb

ABSTRAKSI

Ainur Roziqin , 2006 ,"**Perancangan dan Pembuatan Alat Pengaman Sepeda motor Menggunakan handphone Berbasis Mikrokontroller AT89S51**", Teknik Elektro S-1 / Teknik Elektronika , Fakultas Teknologi Industri , Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing Ir. Widodo Pudji Mulyanto, MT

Kata kunci : *handphone*,detektor,Mikrokontroller AT89S51.

Dalam skripsi ini akan dibahas tentang perancangan dan pembuatan alat pengaman sepeda motor menggunakan handphone berbasis Mikrokontroller AT89S51. Alat ini menggunakan 2 buah detektor yakni detektor kunci kontak dan detektor standar tengah. Untuk media pengaman maka alat ini dilengkapi dengan klakson sebagai alarm dan handphone Siemens M35 sebagai media pengirim sms ke handphone user.Selain itu alat ini juga dilengkapi dengan kode PIN, ini dimaksudkan untuk menonaktifkan sistem pengaman dalam alat ini.Sehingga untuk pengoperasian sepeda motor secara normal harus memasukkan kode PIN terlebih dahulu. Dengan alat ini diharapkan tingkat kehilangan sepeda motor akibat tindak pencurian dapat ditekan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Perancangan dan Pembuatan Alat Pengaman Sepeda motor Menggunakan Handphone Berbasis Mikrokontroller AT89S51"**. Penyusunan skripsi merupakan syarat yang harus ditempuh mahasiswa jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik. Kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Abraham lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri di Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku kajur Teknik Elektro S1 di Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Widodo Pudji Mulyanto, MT selaku dosen pembimbing.
5. Bapak, Ibu, Kakak, adik dan honeyku serta segenap keluarga besar dimojokerto yang telah memberikan dukungan, baik moril maupun materiil.
6. Teman-Temanku dan semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan Skripsi ini.

Kami menyadari bahwa skripsi ini kurang sempurna, sehingga penyusun mengharapkan saran dan kritik kepada pembaca serta pengamat yang untuk pengembangan dan penyempurnaan, sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik.

Malang, April 2006

Penyusun

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Perancangan dan Pembuatan Alat Pengaman Sepeda motor Menggunakan Handphone Berbasis Mikrokontroller AT89S51"**. Penyusunan skripsi merupakan syarat yang harus ditempuh mahasiswa jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik. Kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Abraham lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri di Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Kajur Teknik Elektro S1 di Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Widodo Pudji Mulyanto, MT selaku dosen pembimbing.
5. Bapak Ibu, Kakak adik dan honeyku serta segenap keluarga besar dimojokerto yang telah memberikan dukungan, baik moril maupun materiil.
6. Teman-Temanku dan semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan Skripsi ini.

Kami menyadari bahwa skripsi ini kurang sempurna, sehingga penyusun mengharapkan saran dan kritik kepada pembaca serta pengamat yang untuk pengembangan dan penyempurnaan, sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik.

Malang, April 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aplikasi mikrokontroller sebagai pengontrol utama sangat membantu dalam mengotomatisasi suatu sistem kontrol untuk mempermudah dan mempercepat proses kinerja suatu alat yang digunakan.

Dewasa ini banyak orang yang meninggalkan sepeda motornya diareal parkir atau dimana saja.Tetapi mereka tidak mengetahui bahwa sepeda motornya menjadi sasaran para pencuri.Seringkali pemiliknya terlambat mengetahui bahwa sepeda motornya telah hilang karena alat pengaman yang umumnya mereka pasang tidak dilengkapi dengan media pemberi informasi langsung kepada pemiliknya bahwa sepeda motornya dalam bahaya.

Melihat kenyataan itu maka muncul suatu ide atau gagasan untuk mewujudkan sebuah sistem pengaman pada sepeda motor dengan menggunakan dan mengoptimalkan kemampuan teknologi sms (*short message service)* melalui handphone sebagai media penyampai informasi kepada pemilik dan dilengkapi dengan alarm dan PIN.

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana membuat dan menempatkan sensor pada sepeda motor.
- Bagaimana menghubungkan *handphone Siemens* dengan mikrokontroller

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aplikasi mikrokontroller sebagai pengontrol utama sangat membantu dalam mengotomatisasi suatu sistem kontrol untuk mempermudah dan mempercepat proses kinerja suatu alat yang digunakan.

Dewasa ini banyak orang yang meninggalkan sepeda motornya diareal parkir atau dimana saja.Tetapi mereka tidak mengetahui bahwa sepeda motornya menjadi sasaran para pencuri.Seringkali pemiliknya terlambat mengetahui bahwa sepeda motornya telah hilang karena alat pengaman yang umumnya mereka pasang tidak dilengkapi dengan media pemberi informasi langsung kepada pemiliknya bahwa sepeda motornya dalam bahaya.

Melihat kenyataan itu maka muncul suatu ide atau gagasan untuk mewujudkan sebuah sistem pengaman pada sepeda motor dengan menggunakan dan mengoptimalkan kemampuan teknologi sms (*short message service*) melalui handphone sebagai media penyampai informasi kepada pemilik dan dilengkapi dengan alarm dan PIN.

1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana membuat dan menempatkan sensor pada sepeda motor.
- Bagaimana menghubungkan *handphone Siemens* dengan mikrokontroller

- Bagaimana membuat instalasi hardware dari mikrokontroller AT89S51
- Bagaimana membuat software pada mikrokontroller AT89S51

Oleh karena itu dalam tugas akhir ini kami mencoba untuk merancang dan membuat suatu alat yang diberi judul :

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGAMAN SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN HANDPHONE BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S51

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah merancang dan membuat Alat Pengaman Sepeda Motor menggunakan Handphone berbasis Mikrokontroller AT89S51.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini diperlukan suatu batasan masalah agar tidak menyimpang dari ruang lingkup yang akan dibahas. Adapun batasan masalahnya adalah:

- Catu daya dianggap konstan dan tidak akan dibahas
- Tidak membahas kondisi handphone dalam keadaan mati atau diluar jangkauan sinyal operator selular yang digunakan
- Tidak membahas sistem pengapian dan CDI sepeda motor

- Bagaimana membuat instalasi hardware dari mikrokontroller AT89S51
- Bagaimana membuat software pada mikrokontroller AT89S51

Oleh karena itu dalam tugas akhir ini kami mencoba untuk merancang dan membuat suatu alat yang diberi judul :

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGAMAN SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN HANDPHONE BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S51

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah merancang dan membuat Alat Pengaman Sepeda Motor menggunakan Handphone berbasis Mikrokontroller AT89S51.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini diperlukan suatu batasan masalah agar tidak menyimpang dari ruang lingkup yang akan dibahas. Adapun batasan masalahnya adalah:

- Catu daya dianggap konstan dan tidak akan dibahas
- Tidak membahas kondisi handphone dalam keadaan mati atau diluar jangkauan sinyal operator selular yang digunakan
- Tidak membahas sistem pengapian dan CDI sepeda motor

1.5. Metodologi Penulisan

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Studi Pustaka

   Memperoleh data-data pokok dan penunjang dengan cara membaca dan mempelajari buku atau jurnal literatur yang ada hubungannya dengan penyusunan skripsi ini.Beberapa teori yang dipelajari antara lain : prinsip kerja mikrokontroller,handphone Siemens,dan bahan pustaka penunjang lainnya.

2. Perancangan Tiap Blok

   Berhubungan dengan prinsip kerja alat yang diinginkan serta komponen-komponen yang digunakan sehingga setelah digabungkan akan terbentuk sistem kerja sesuai alat yang direncanakan

3. Pembuatan Software

   Membuat listing program guna mengaktifkan dan menjalankan komponen-komponen yang dipakai

4. Studi Lapangan

   Memperoleh data dengan cara praktek langsung dalam perancangan alat.

5. Pengujian dan Analisa

   Mengolah data hasil studi pustaka dan studi lapangan,serta mengujikannya pada alat yang telah dirancang apakah sesuai dengan analisa sebelumnya

6. Pengambilan Kesimpulan

   Menarik kesimpulan dari hasil pengujian data yang ada.

1.5. Metodologi Penulisan

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Studi Pustaka

   Memperoleh data-data pokok dan penunjang dengan cara membaca dan mempelajari buku atau jurnal literatur yang ada hubungannya dengan penyusunan skripsi ini.Beberapa teori yang dipelajari antara lain : prinsip kerja mikrokontroller,handphone Siemens,dan bahan pustaka penunjang lainnya.

2. Perancangan Tiap Blok

   Berhubungan dengan prinsip kerja alat yang diinginkan serta komponen-komponen yang digunakan sehingga setelah digabungkan akan terbentuk sistem kerja sesuai alat yang direncanakan

3. Pembuatan Software

   Membuat listing program guna mengaktifkan dan menjalankan komponen-komponen yang dipakai

4. Studi Lapangan

   Memperoleh data dengan cara praktek langsung dalam perancangan alat.

5. Pengujian dan Analisa

   Mengolah data hasil studi pustaka dan studi lapangan.serta mengujikannya pada alat yang telah dirancang apakah sesuai dengan analisa sebelumnya

6. Pengambilan Kesimpulan

   Menarik kesimpulan dari hasil pengujian data yang ada.

1.6. Sistematika Pembahasan

Agar sistematis dan dapat mencapai pemahaman yang tepat maka skripsi ini disusun dalam beberapa bab, yaitu :

BAB I Pendahuluan

Meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika pembahasan.

BAB II Landasan Teori

Meliputi teori penunjang yang membantu dalam pembuatan alat.

BAB III Perencanaan Dan Pembuatan Alat

Meliputi berbagai hal yang berkenaan dengan perancangan perangkat keras maupun perangkat lunak.

BAB IV Pengujian Alat

Meliputi pengujian karakteristik komponen dan unjuk kerja sistem

BAB V Penutup

Meliputi kesimpulan dan saran yang didapat selama perancangan dan pembuatan alat.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Mikrokontroller AT89S51

2.1.1. Umum

Perbedaan mendasar antara mikrokontroller dan mikroprosesor adalah mikrokontroller selain memiliki CPU, juga dilengkapi dengan memori dan I/O yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokontroller sehingga mikrokontroller dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal yang dapat berdiri sendiri *(stand alone single chip mikrokomputer)*.

Mikrokontroller AT89S51 adalah mikrokontroller ATMEL yang kompatibel penuh dengan mikrokontroller keluarga MCS-51, membutuhkan daya yang rendah, memiliki unjuk kerja yang tinggi, dan merupakan mikrokontroller 8 bit yang dilengkapi 4 Kbyte EPROM *(Erasable and Programmable Read Only Memory)* dan 128 byte RAM *(Random Access Memory)* internal. Program memori dapat diprogram ulang dalam sistem atau dengan menggunakan *Conventional Nonvolatile Memory Programmer.*

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

2.1.2. Perangkat Keras Mikrokontroller AT89S51

Blok diagram mikrokontroller AT89S51 adalah sebagai berikut:

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Mikrokontroller AT89S51

2.1.1. Umum

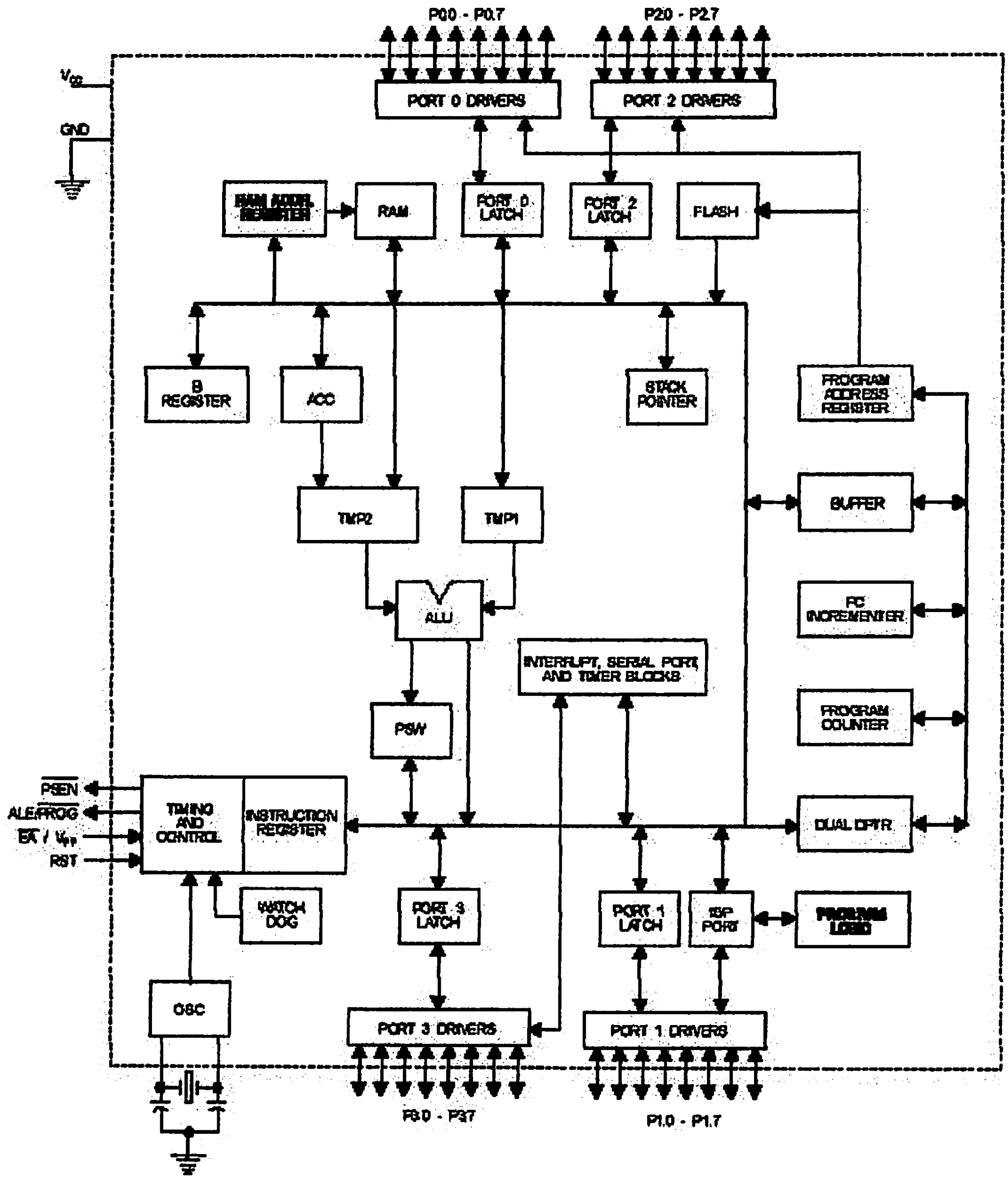
Perbedaan mendasar antara mikrokontroller dan mikroprosesor adalah mikrokontroller selain memiliki CPU, juga dilengkapi dengan memori dan I/O yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokontroller sehingga mikrokontroller dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal yang dapat berdiri sendiri (*stand alone single chip mikrokomputer*).

Mikrokontroller AT89S51 adalah mikrokontroller ATMEL yang kompatibel penuh dengan mikrokontroller keluarga MCS-51, membutuhkan daya yang rendah, memiliki unjuk kerja yang tinggi, dan merupakan mikrokontroller 8 bit yang dilengkapi 4 Kbyte EPROM (*Erasable and Programmable Read Only Memory*) dan 128 byte RAM (*Random Access Memory*) internal. Program memori dapat diprogram ulang dalam sistem atau dengan menggunakan *Conventional Nonvolatile Memory Programmer*.

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

2.1.2. Perangkat Keras Mikrokontroller AT89S51

Blok diagram mikrokontroller AT89S51 adalah sebagai berikut:



Gambar 2-1. Blok Diagram Mikrokontroller AT89S51

Mikrokontroller AT89S51 secara umum memiliki:

- CPU 8 bit
- Memori
- Port I/O yang dapat diprogram
- Timer dan Counter
- Sumber Interupt

- Port Serial yang dapat diprogram
- Osilator dan Clock

2.1.3. Arsitektur Mikrokontroller AT89S51

Arsitektur mikrokontroller AT89S51 adalah sebagai berikut:

1. CPU *(Central Processing Unit)* 8 bit dengan register A *(accumulator)* dan register B.
2. Program Counter (PC) dan Data Pointer (DPTR) 16 bit.
3. Program Status Word (PSW) 8 bit.
4. Stack Pointer (SP) 4 bit.
5. Flash memory dengan kapasitas 4 Kbyte.
6. RAM internal dengan kapasitas 128 byte, yang tersusun atas:
   - 4 bank register, yang masing-masing berisi 8 register
   - 16 byte alamat serbaguna yang dapat diakses sebagai byte atau bit, tergantung software yang digunakan
   - 80 byte memory data serbaguna.
7. Port input-output sebanyak 32 pin yang tersusun atas Port 0 - Port 3, masing-masing 8-bit.
8. 2 buah Timer / Counter 16 bit.
9. 2 buah port serial full duplex
10. Register Kontrol, yaitu: TCON, SCON, PCON, IP, dan IE.
11. 5 buah sumber interupt (2 buah sumber interupt external dan 3 buah sumber interupt internal).
12. Rangkaian Osilator dan Clock Internal.

- Port Serial yang dapat diprogram
- Osilator dan Clock

2.1.3. Arsitektur Mikrokontroller AT89S51

Arsitektur mikrokontroller AT89S51 adalah sebagai berikut:

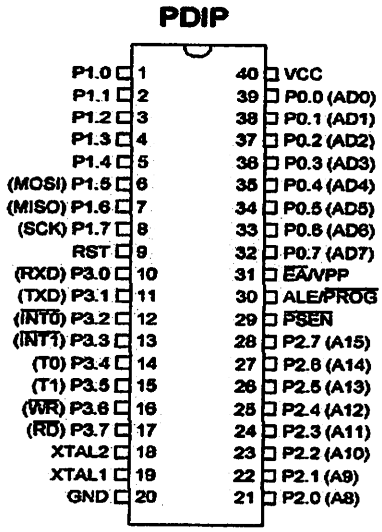
1. CPU (*Central Processing Unit*) 8 bit dengan register A (*accumulator*) dan register B.
2. Program Counter (PC) dan Data Pointer (DPTR) 16 bit.
3. Program Status Word (PSW) 8 bit.
4. Stack Pointer (SP) 4 bit.
5. Flash memory dengan kapasitas 4 Kbyte.
6. RAM internal dengan kapasitas 128 byte, yang tersusun atas:
   - 4 bank register, yang masing-masing berisi 8 register
   - 16 byte alamat serbaguna yang dapat diakses sebagai byte atau bit, tergantung software yang digunakan
   - 80 byte memory data serbaguna.
7. Port input-output sebanyak 32 pin yang tersusun atas Port 0 - Port 3, masing-masing 8-bit.
8. 2 buah Timer / Counter 16 bit.
9. 2 buah port serial full duplex.
10. Register Kontrol, yaitu: TCON, SCON, PCON, IP, dan IE.
11. 5 buah sumber interupt (2 buah sumber interupt external dan 3 buah sumber interupt internal).
12. Rangkaian Osilator dan Clock Internal.

13. Watchdog Programmable Timer.

14. Pemrograman ISP *(In Sytem Programmable)* yang fleksibel.

2.1.4. Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroller AT89S51

Konfigurasi kaki-kaki mikrokontroller terdiri dari 40 pena (pin), seperti terlihat pada gambar:



Gambar 2-2. Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroller AT89S51

Fungsi dari tiap-tiap pena adalah sebagai berikut:

1. VCC (supply tegangan).
2. GND (ground).
3. PORT 0.

   Merupakan port I/O dua arah dan dikonfigurasikan sebagai multipleks dua bus alamat rendah (A0-A7) dan data selama pengaksesan program memori dan data memori eksternal.

4. PORT 1.

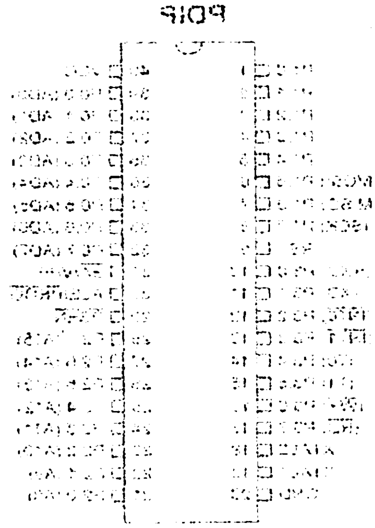
   Merupakan port I/O dua arah dengan pull-up dan juga menerima low-order address byte selama pemrograman dan verifikasi dari flash. Pada

13. Watchdog Programmable Timer.

14. Pemrograman ISP *(In System Programmable)* yang fleksibel.

2.1.4. Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroller AT89S51

Konfigurasi kaki-kaki mikrokontroller terdiri dari 40 pena (pin), seperti terlihat pada gambar:



Gambar 2-2. Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroller AT89S51

Fungsi dari tiap-tiap pena adalah sebagai berikut:

1. VCC (supply tegangan).
2. GND (ground).
3. PORT 0.

Merupakan port I/O dua arah dan dikonfigurasikan sebagai multiplexks dua bus alamat rendah (A0-A7) dan data selama pengaksesan program memori dan data memori eksternal.

4. PORT 1.

Merupakan port I/O dua arah dengan pull-up dan juga menerima low-order address byte selama pemrograman dan verifikasi dari flash. Pada mikrokontroller AT89S51 port 1 memikili 3 pin dengan fungsi khusus. Adapun pin-pin dengan fungsi khusus tersebut adalah:

- P1.5 MOSI (Master data output, Slave data input untuk kanal SPI)
- P1.6 MISO (Master data input, Slave data input untuk kanal SPI)
- P1.7 SCK (Master clock output, Slave clock input untuk kanal SPI)

5. PORT 2.

Merupakan port I/O dengan internal pull-up. Mengeluarkan address tinggi selama pengambilan *(fecthing)* program memori eksternal. Selama pengaksesan ke eksternal data memori, port 2 mengeluarkan isi P2 SFR *(Special Function Register)*. Menerima address dan beberapa sinyal kontrol selama pemrograman.

6. PORT 3.

Merupakan port I/O dengan internal pull-up. Beberapa pena pada port 3 juga memiliki fungsi khusus, yaitu:

Tabel 2-1. Fungsi Khusus Port 3

PIN	NAMA	BIT ADDRESS	FUNGSI
P3.0	RXD	B0H	Receive data for serial port
P3.1	TXD	B1H	Transmit data for serial port
P3.2	INTO	B2H	External interupt 0
P3.3	INT1	B3H	External interupt 1
P3.4	T0	B4H	Timer/counter 0 external input
P3.5	T1	B5H	Timer/counter 1 external input
P3.6	WR	B6H	External data memory write strobe
P3.7	RD	B7H	External data memory read strobe

7. RST

Perubahan taraf tegangan dari rendah ke tinggi akan mereset AT89S51.

8. ALE/$\overline{PROG}$

Pulsa output ALE digunakan untuk proses *latching* pada alamat byte rendah (A0-A7) selama pengaksesan ke eksternal memory. Pin ini juga digunakan untuk memasukkan pulsa program selama pemrograman.

9. $\overline{PSEN}$

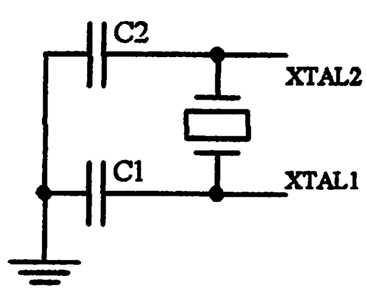
Merupakan strobe baca ke program memori eksternal.

10. $\overline{EA}$/VPP

External Address Enable (EA) harus digroundkan jika mikrokontroller mengakses memory eksternal. Untuk melakukan pengaksesan memori internal maka EA dihubungkan ke VCC.

11. X-TAL 1 dan X-TAL 2

Kaki ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan osilator internal. X-TAL 1 merupakan input inverting osilator amplifier, sedangkan X-TAL 2 merupakan output inverting osilator amplifier.



Gambar 2-3. Osilator Eksternal Mikrokontroller AT89S51

2.1.5. Organisasi Memori

Organisasi memori pada mikrokontroller AT89S51 dapat dibagi menjadi dua bagian besar yaitu memori program dan memori data. Pembagian tersebut

8. ALE/$\overline{PROG}$

Pulsa output ALE digunakan untuk proses *latching* pada alamat byte rendah (A0-A7) selama pengaksesan ke eksternal memory. Pin ini juga digunakan untuk memasukkan pulsa program selama pemrograman.

9. $\overline{PSEN}$

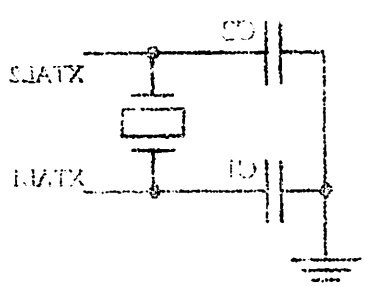
Merupakan strobe baca ke program memori eksternal.

10. $\overline{EA}$/VPP

External Address Enable (EA) harus digroundkan jika mikrokontroller mengakses memory eksternal. Untuk melakukan pengaksesan memori internal maka EA dihubungkan ke VCC.

11. X-TAL 1 dan X-TAL 2

Kaki ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan osilator internal. X-TAL 1 merupakan input inverting osilator amplifier, sedangkan X-TAL 2 merupakan output inverting osilator amplifier.



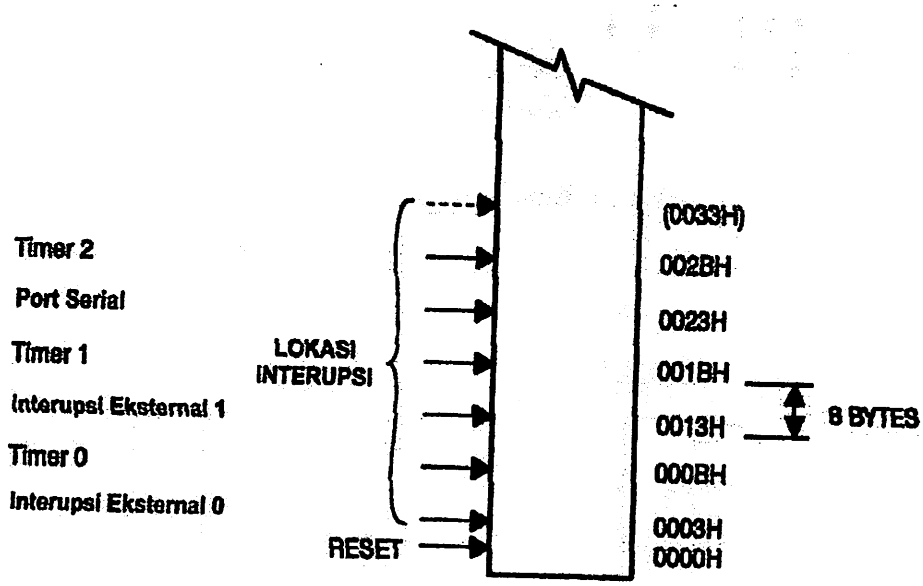
Gambar 2-3. Osilator Eksternal Mikrokontroller AT89S51

2.1.5. Organisasi Memori

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

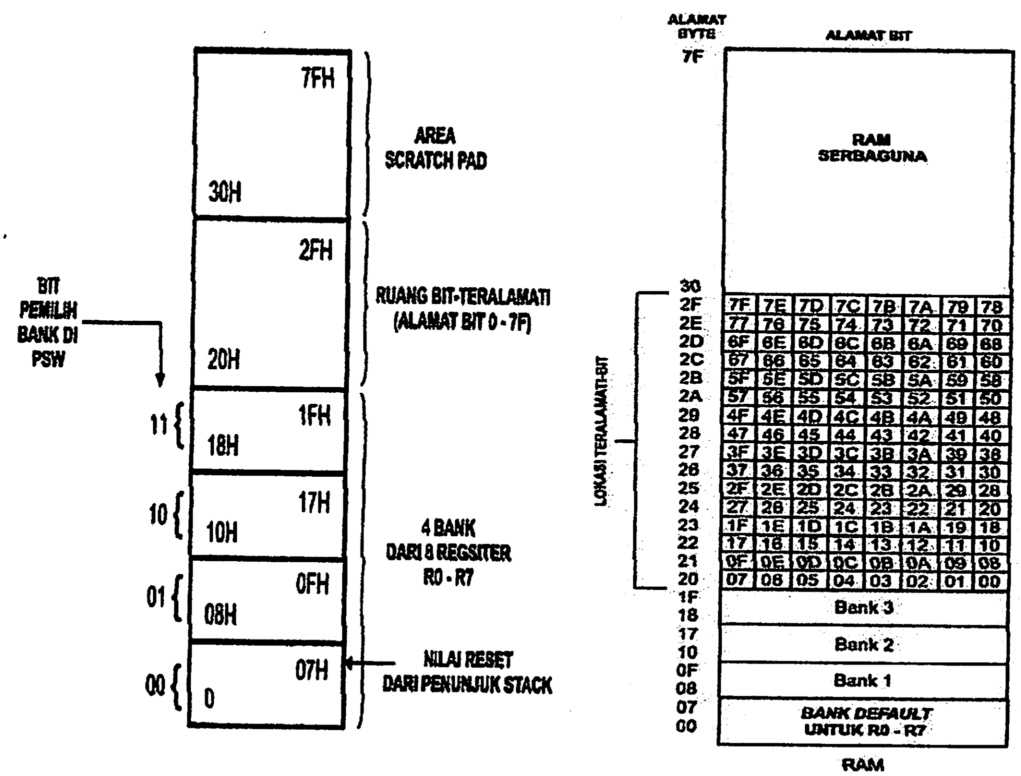
Program mikrokontroller disimpan dalam memori program berupa ROM. Mikrokontroller AT89S51 dilengkapi dengan ROM internal dengan kapasitas 4 Kbyte, sehingga untuk menyimpan program tidak digunakan ROM eksternal yang terpisah dari mikrokontroller. Agar tidak menggunakan memori program eksternal maka pin $\overline{EA}$ dihubungkan dengan VCC.

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



Gambar 2-4. Memori Program

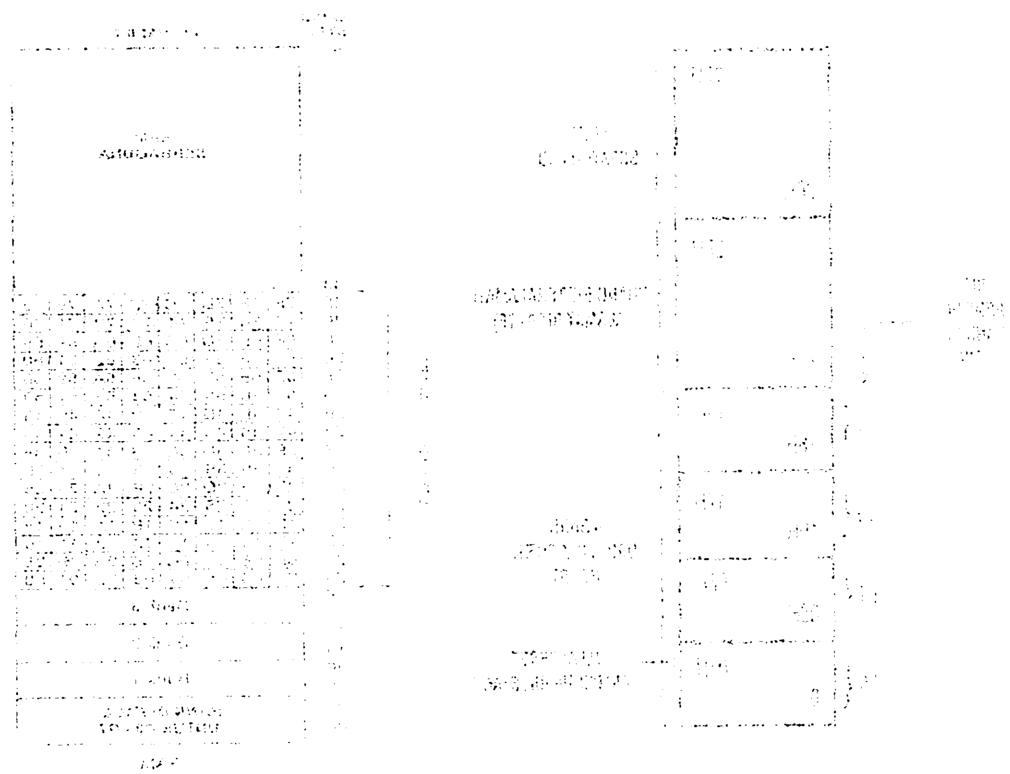
Selain memori program, mikrokontroller AT89S51 juga memiliki memori data internal 128 byte dan mampu mengakses memori data eksternal sebesar 64 Kbyte. Semua memori data internal dapat dialamati dengan data langsung atau tidak langsung. Ciri dari pengalamatan langsung adalah *operand* adalah alamat register yang berisi alamat data yang akan diolah. Sebagian memori tersebut dapat dialamati dengan pengalamatan register, dan sebagian lagi dapat dialamati dengan memori satu bit. Untuk membaca data digunakan sinyal $\overline{RD}$, sedangkan untuk menulis digunakan sinyal $\overline{WR}$.



(a) (b)

Gambar 2-5. 128 Byte Rendah (a) dan 128 Byte Atas Pada RAM Internal (b)

Selain memori program, mikrokontroller AT89S51 juga memiliki memori data internal 128 byte dan mampu mengakses memori data eksternal sebesar 64 Kbyte. Semua memori data internal dapat dialamati dengan data langsung atau tidak langsung. Ciri dari pengalamatan langsung adalah *operand* adalah alamat register yang berisi alamat data yang akan diolah. Sebagian memori tersebut dapat dialamati dengan pengalamatan register, dan sebagian lagi dapat dialamati dengan memori satu bit. Untuk membaca data digunakan sinyal $\overline{RD}$, sedangkan untuk menulis digunakan sinyal $\overline{WR}$.



(a) (b)

Gambar 2-5. 128 Byte Rendah (a) dan 128 Byte Atas Pada RAM Internal (b)

2.1.6. SFR *(Special Function Register)*

Register Fungsi Khusus *(Special Function Register)* terletak pada byte ke 128 bagian atas memori data internal dan berisi register-register untuk pelayanan latch port, timer, program status words, control peripheral dan sebagainya. Alamat register fungsi khusus ditunjukkan pada tabel 2.2

Tabel 2-2. *Special Function Register*

Simbol	Nama Register	Alamat
ACC	Accumulator	$E0_H$
B	Register B	$F0_H$
PSW	Program Status Word	$D0_H$
SP	Stack Pointer	81_H
DPL	Bit Rendah	82_H
DPH	Bit Tinggi	83_H
P0	Port 0	80_H
P1	Port 1	90_H
P2	Port 2	$A0_H$
P3	Port 3	$B0_H$
IP	Interupt Priority Control	$D8_H$
IE	Interupt Enable Control	$A8_H$
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89_H
TCON	Timer/Counter Control	88_H
TH0	Timer/Counter 0 High Control	$8C_H$
TL0	Timer/Counter 0 Low Control	$8A_H$
TH1	Timer/Counter 1 High Control	$8D_H$
TL1	Timer/Counter 1 Low Control	$8B_H$
SCON	Serial Control	98_H
SBUF	Serial Data Buffer	99_H
PCON	Power Control	87_H

2.1.6. SFR (*Special Function Register*)

Register Fungsi Khusus (*Special Function Register*) terletak pada byte ke 128 bagian atas memori data internal dan berisi register-register untuk pelayanan latch port, timer, program status words, control peripheral dan sebagainya. Alamat register fungsi khusus ditunjukkan pada tabel 2.2

Tabel 2-2. *Special Function Register*

Simbol	**Nama Register**	**Alamat**
ACC	Accumulator	$E0_H$
B	Register B	$F0_H$
PSW	Program Status Word	$D0_H$
SP	Stack Pointer	81_H
DPL	Bit Rendah	82_H
DPH	Bit Tinggi	83_H
P0	Port 0	80_H
P1	Port 1	90_H
P2	Port 2	$A0_H$
P3	Port 3	$B0_H$
IP	Interupt Priority Control	$D8_H$
IE	Interupt Enable Control	$A8_H$
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89_H
TCON	Timer/Counter Control	88_H
TH0	Timer/Counter 0 High Control	$8C_H$
TL0	Timer/Counter 0 Low Control	$8A_H$
TH1	Timer/Counter 1 High Control	$8D_H$
TL1	Timer/Counter 1 Low Control	$8B_H$
SCON	Serial Control	98_H
SBUF	Serial Data Buffer	99_H
PCON	Power Control	87_H

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

1. *Accumulator (ACC)* merupakan register umum untuk mengakumulasikan hasil dari instruksi-instruksi. Daya tampung sebesar 1 byte data serta merupakan register yang paling sering dipakai. Akumulator ini menangani instruksi penambahan dan pengurangan.
2. *Register R* merupakan delapan set register yang dinamakan R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6 dan R7, fungsi dari register-register ini adalah sebagai register yang membantu penyimpanan data yang menggunakan banyak operasi. Register-register ini yang membantu akumulator dalam melakukan operasi antara dua operan.
3. *Register B* merupakan register khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian (MUL AB) dan pembagian (DIV AB). Karenanya apabila diperlukan untuk mengalikan atau membagi akumulator A dengan suatu harga yang lain maka dapat dilakukan dengan menyimpan harga tersebut kedalam register B kemudian menjalankan instruksinya.
4. *Stack Pointer (SP)* merupakan register 8 bit data yang dapat diletakkan di alamat manapun pada RAM internal. Apabila suatu harga dimasukkan kedalam *stack*, AT89S51 pertama-tama akan menambah harga SP kemudian akan menyimpan kedalam memory yang bersesuaian. Demikian juga apabila harga diambil dari *stack*, maka AT89S51 akan mengambil data dari *stack* kemudian akan mengurangi harga stack.
5. *Data Pointer* (DPTR) terdiri dari dua register, yaitu untuk byte tinggi *(Data Pointer High, DPH)* dan byte rendah *(Data Pointer Low, DPL)*

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

1. *Accumulator* (ACC) merupakan register umum untuk mengakumulasikan hasil dari instruksi-instruksi. Daya tampung sebesar 1 byte data serta merupakan register yang paling sering dipakai. Akumulator ini menangani instruksi penambahan dan pengurangan.
2. *Register R* merupakan delapan set register yang dinamakan R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6 dan R7, fungsi dari register-register ini adalah sebagai register yang membantu penyimpanan data yang menggunakan banyak operasi. Register-register ini yang membantu akumulator dalam melakukan operasi antara dua operan.
3. *Register B* merupakan register khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian (MUL AB) dan pembagian (DIV AB). Karenanya apabila diperlukan untuk mengalikan atau membagi akumulator A dengan suatu harga yang lain maka dapat dilakukan dengan menyimpan harga tersebut kedalam register B kemudian menjalankan instruksinya.
4. *Stack Pointer* (SP) merupakan register 8 bit data yang dapat diletakkan di alamat manapun pada RAM internal. Apabila suatu harga dimasukkan kedalam *stack*, AT89S51 pertama-tama akan menambah harga SP kemudian akan menyimpan kedalam memory yang bersesuaian. Demikian juga apabila harga diambil dari *stack* maka AT89S51 akan mengambil data dari *stack* kemudian akan mengurangi harga stack.
5. *Data Pointer* (DPTR) terdiri dari dua register, yaitu untuk byte tinggi (*Data Pointer High, DPH*) dan byte rendah (*Data Pointer Low, DPL*).

yang berfungsi untuk mengunci alamat 16 bit. DPTR berfungsi untuk menunjuk suatu lokasi data, namun pada beberapa perintah DPTR digunakan untuk mengakses memory eksternal.

6. *PC (Program Counter)* merupakan alamat 16 bit yang menginstruksikan AT89S51 alamat instruksi yang selanjutnya akan dilaksanakan. Saat inisialisasi AT89S51, PC terisi dengan 00000h dan akan bertambah satu setiap kali instruksi telah dilaksanakan. Harga PC tidak dapat langsung dirubah dengan menggunakan perintah MOV PC,2340h, namun dengan perintah LJMP 2340 yang akan mengisi PC dengan 2340h.

7. *Program Status Word* (PSW) berisi bit-bit status yamg berkaitan dengan kondisi CPU saat itu. PSW terletak pada alamat D0H.

PSW
D0H

PSW.7	PSW.6	PSW.5	PSW.4	PSW.3	PSW.2	PSW.1	PSW.0
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P

Gambar 2-6. Register PSW dalam Mikrokontroller AT89S51

- *CY (flag carry)*

Flag carry, yang terletak pada alamat D7H, berfungsi sebagai pendeteksi terjadinya kelebihan pada operasi penjumlahan, atau terjadinya peminjaman *(borrow)* pada operasi pengurangan. Misalnya, jika data pada akumulator adalah FFH dan dijumlahkan dengan bilangan satu atau lebih, maka akan terjadi kelebihan sehingga akan membuat carry menjadi set. Demikian juga apabila data pada akumulator adalah 00H yang berfungsi untuk mengunci alamat 16 bit. DPTR berfungsi untuk menunjuk suatu lokasi data, namun pada beberapa perintah DPTR digunakan untuk mengakses memory eksternal.

6. PC (*Program Counter*) merupakan alamat 16 bit yang menginstruksikan AT89S51 alamat instruksi yang selanjutnya akan dilaksanakan. Saat inisialisasi AT89S51, PC terisi dengan 0000h dan akan bertambah satu setiap kali instruksi telah dilaksanakan. Harga PC tidak dapat langsung dirubah dengan menggunakan perintah MOV PC,2340h, namun dengan perintah LJMP 2340 yang akan mengisi PC dengan 2340h.

7. *Program Status Word* (PSW) berisi bit-bit status yang berkaitan dengan kondisi CPU saat itu. PSW terletak pada alamat D0H.

PSW

D0H

PSW.7	PSW.6	PSW.5	PSW.4	PSW.3	PSW.2	PSW.1	PSW.0
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P

Gambar 2-6. Register PSW dalam Mikrokontroller AT89S51

- CY (*flag carry*)

Flag carry, yang terletak pada alamat D7H, berfungsi sebagai pendeteksi terjadinya kelebihan pada operasi penjumlahan, atau terjadinya peminjaman (*borrow*) pada operasi pengurangan. Misalnya, jika data pada akumulator adalah FFH dan dijumlahkan dengan bilangan satu atau lebih, maka akan terjadi kelebihan sehingga akan membuat carry menjadi set. Demikian juga apabila data pada akumulator adalah 00H dan dikurangkan dengan bilangan satu atau lebih, akan terjadi peminjaman sehingga membuat carry juga menjadi set.

- *AC (flag auxiliary carry)*

Flag auxiliary carry akan selalu dalam kondisi set apabila pada saat proses penjumlahan terjadi carry dari bit ketiga hingga bit keempat.

- *Flag 0*

Flag 0 dapat digunakan untuk tujuan umum tergantung pada kebutuhan pemakai.

- *RS (Register Select)*

Bit Pemilih Bank Register *(Register Bank Select Bits)* RS0 dan RS1 digunakan untuk menentukan lokasi dari bank register (R0-R7) pada memori. RS0 dan RS1 selalu bernilai 0 setiap kali sistem di reset sehingga lokasi dari register R0 hingga R7 akan berada pada alamat 00H hingga 07H.

- *OV (flag overflow)*

Flag overflow akan berada pada kondisi set jika pada operasi aritmatik menghasilkan bilangan yang lebih besar daripada 128 atau lebih kecil dari -128.

- P (bit paritas)

Bit paritas akan berada pada kondisi set jika jumlah bit 1 dalam akumulator adalah ganjil dan akan berada pada kondisi clear jika jumlah bit 1 dalam akumulator adalah genap. Misalnya, data yang tersimpan pada akumulator adalah 10101110b atau AEH maka parity bit akan berada pada kondisi set. Data AEH mempunyai lima bit yang berkondisi 1 atau dapat disebut mempunyai bit 1 dalam jumlah yang ganjil.

8. *Port 0* sampai *Port 3* merupakan register yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada port 0, 1, 2, 3. Masing-masing register ini dapat dialamati per-byte maupun per-bit.
9. *Control Register* terdiri dari register yang mempunyai fungsi kontrol. Untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus, yaitu register IP *(Interupt Priority)* dan register IE *(Interupt Enable).* Untuk mengontrol timer/counter register khususnya adalah TCON *(Timer Counter Control)* serta pelayanan port serial menggunakan register SCON *(Serial Port Control)* yang akan dibahas pada bagian lain bab ini.

2.1.7. Metode Pengalamatan

Metode pengalamatan yang terdapat pada mikrokontroller AT89S51 adalah:

1. Pengalamatan Langsung *(Direct Addressing).*

   Dalam pengalamatan langsung, operan-operan ditentukan berdasarkan alamat 8-bit dalam suatu instruksi. Hanya RAM data internal saja yang bisa diakses secara langsung

2. Pengalamatan Tak Langsung *(Indirect Addressing).*

   Dalam pengalamatan tak langsung, instruksi menentukan suatu register yang digunakan untuk menyimpan alamat operan. Baik RAM internal maupun ekternal dapat diakses secara tak langsung. Register alamat untuk alamat-alamat 8-bit bisa menggunakan *Stack Pointer* atau R0 atau berada pada kondisi set. Data AEH mempunyai lima bit yang berkondisi 1 atau dapat disebut mempunyai bit 1 dalam jumlah yang ganjil.

8. *Port* 0 sampai *Port* 3 merupakan register yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada port 0, 1, 2, 3. Masing-masing register ini dapat dialamati per-byte maupun per-bit.
9. *Control Register* terdiri dari register yang mempunyai fungsi kontrol. Untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus, yaitu register IP (*Interrupt Priority*) dan register IE (*Interrupt Enable*). Untuk mengontrol timer/counter register khususnya adalah TCON (*Timer Counter Control*) serta pelayanan port serial menggunakan register SCON (*Serial Port Control*) yang akan dibahas pada bagian lain bab ini.

2.1.7. Metode Pengalamatan

Metode pengalamatan yang terdapat pada mikrokontroller AT89S51 adalah:

1. Pengalamatan Langsung (*Direct Addressing*).

Dalam pengalamatan langsung, operan-operan ditentukan berdasarkan alamat 8-bit dalam suatu instruksi. Hanya RAM data internal saja yang bisa diakses secara langsung

2. Pengalamatan Tak Langsung (*Indirect Addressing*).

Dalam pengalamatan tak langsung, instruksi menentukan suatu register yang digunakan untuk menyimpan alamat operan. Baik RAM internal maupun eksternal dapat diakses secara tak langsung. Register alamat untuk alamat-alamat 8-bit bisa menggunakan *Stack Pointer* atau R0 atau

R1 dari bank register yang dipilih. Sedangkan untuk alamat 16-bit hanya bisa menggunakan register pointer data 16-bit atau DPTR.

3. Instruksi-instruksi Register.

   Bank-bank register, yang masing-masing berisi R0 hingga R7 atau 8 register, dapat diakses melalui instruksi yang op-codenya mengandung 3 bit spesifikasi register (000 untuk R0, 001 untuk R1 hingga 111 untuk R7). Pengaksesan register dengan cara demikian bisa menghemat penggunaan kode instruksi, karena tidak memerlukan sebuah byte untuk alamat. Saat instruksi tersebut dikerjakan, satu dari delapan register pada bank yang terpilih yang diakses.

4. Instruksi-instruksi Register Khusus.

   Beberapa instruksi hanya dikhususkan untuk suatu register tertentu. Misalnya, suatu instruksi yang hanya bekerja pada akumulator saja, sehingga tidak memerlukan alamat byte untuk menunjuk ke akumulator tersebut. Dalam hal ini, op-codenya sendiri telah mengandung penunjuk ke register yang benar. Instruksi yang mengacu akumulator sebagai A akan dikodekan dengan op-code spesifik akumulator.

5. Konstanta Langsung *(Immediate Constant)*.

   Nilai dari suatu konstanta dapat segera menyatu dengan op-kode dalam memori program. Misalnya, instruksi: MOV A,#100, yang akan menyimpan konstanta 100 (desimal) ke dalam akumulator. Bilangan yang sama tersebut bisa juga dituliskan dalam format heksa sebagai 64h (MOV A,#64h)

6. Pengalamatan Terindeks *(Indexed Addressing)*.

R1 dari bank register yang dipilih. Sedangkan untuk alamat 16-bit hanya bisa menggunakan register pointer data 16-bit atau DPTR.

3. Instruksi-instruksi Register.

Bank-bank register, yang masing-masing berisi R0 hingga R7 atau 8 register, dapat diakses melalui instruksi yang op-codenya mengandung 3 bit spesifikasi register (000 untuk R0, 001 untuk R1 hingga 111 untuk R7). Pengaksesan register dengan cara demikian bisa menghemat penggunaan kode instruksi, karena tidak memerlukan sebuah byte untuk alamat. Saat instruksi tersebut dikerjakan, satu dari delapan register pada bank yang terpilih yang diakses.

4. Instruksi-instruksi Register Khusus.

Beberapa instruksi hanya dikhususkan untuk suatu register tertentu. Misalnya, suatu instruksi yang hanya bekerja pada akumulator saja, sehingga tidak memerlukan alamat byte untuk menunjuk ke akumulator tersebut. Dalam hal ini, op-codenya sendiri telah mengandung penunjuk ke register yang benar. Instruksi yang mengacu akumulator sebagai A akan dikodekan dengan op-code spesifik akumulator

5. Konstanta Langsung (*Immediate Constant*).

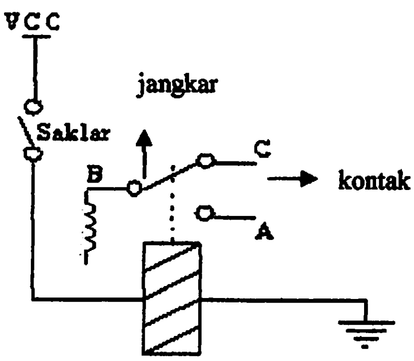
Nilai dari suatu konstanta dapat segera menyatu dengan op-kode dalam memori program. Misalnya, instruksi: MOV A,#100, yang akan menyimpan konstanta 100 (desimal) ke dalam akumulator. Bilangan yang sama tersebut bisa juga dituliskan dalam format heksa sebagai 64h (MOV A,#64h)

6. Pengalamatan Terindeks (*Indexed Addressing*).

Metode ini digunakan untuk mengakses memori program, yang ditujukan untuk membaca tabel terindeks *(look up table)* yang tersimpan dalam memori program. Sebuah register 16-bit (DPTR atau PC) menunjuk ke awal tabel dan akumulator di-set dengan angka indeks yang akan diakses. Alamat dari entri tabel dalam memori program dibentuk dengan menjumlahkan data akumulator dengan penunjuk pada awal tabel.

2.2 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang terdiri dari sebuah lilitan kawat (kumparan/koil) yang terlilit pada sebuah inti besi lunak. Jika kumparan dialiri oleh arus listrik, maka inti besi akan menjadi magnet dan menarik pegas sehingga kontak AB terhubung dan BC terputus, begitu juga sebaliknya.



Gambar 2-7 Cara Kerja Relay

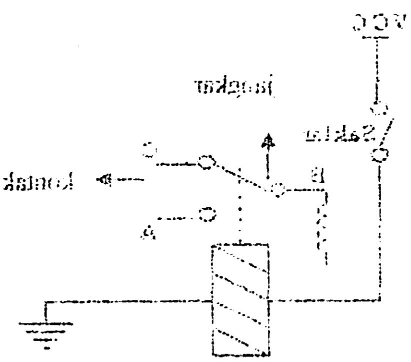
Relay merupakan suatu alat untuk menghubungkan atau memutus kontak antara komponen yang satu dengan yang lain. Dalam memutus atau menghubungkan kontak digerakkan oleh fluksi yang ditimbulkan dari adanya medan magnet listrik yang dihasilkan oleh kumparan yang melilit pada besi.

Hal-hal yang perlu diketahui dari relay:

Metode ini digunakan untuk mengakses memori program, yang ditujukan untuk membaca tabel terindeks (*look up table*) yang tersimpan dalam memori program. Sebuah register 16-bit (DPTR atau PC) menunjuk ke awal tabel dan akumulator di-set dengan angka indeks yang akan diakses. Alamat dari entri tabel dalam memori program dibentuk dengan menjumlahkan data akumulator dengan penunjuk pada awal tabel.

2.2 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang terdiri dari sebuah lilitan kawat (kumparan/koil) yang terlilit pada sebuah inti besi lunak. Jika kumparan dialiri oleh arus listrik, maka inti besi akan menjadi magnet dan menarik pegas sehingga kontak AB terhubung dan BC terputus, begitu juga sebaliknya.



Gambar 2-7 Cara Kerja Relay

Relay merupakan suatu alat untuk menghubungkan atau memutus kontak antara komponen yang satu dengan yang lain. Dalam memutus atau menghubungkan kontak digerakkan oleh fluksi yang ditimbulkan dari adanya medan magnet listrik yang dihasilkan oleh kumparan yang melilit pada besi.

Hal-hal yang perlu diketahui dari relay:

1. Tahanan kumparan

   Besarnya tahanan kumparan ditentukan oleh tebal kawat yang dipakai dan banyaknya lilitan

2. Kuat arus yang diperlukan untuk menggerakkan relay

   Relay dengan perlawanan kecil memerlukan arus yang besar, daripada relay dengan perlawanan besar akan memerlukan arus yang kecil.

3. Tegangan untuk menggerakkan relay
4. Daya yang dipakai oleh relay
5. Banyaknya kontak pada relay

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

♣ *Normally Open (Normal Terbuka)*

Yaitu kontak-kontak tertutup pada saat kumparan relay dialiri arus

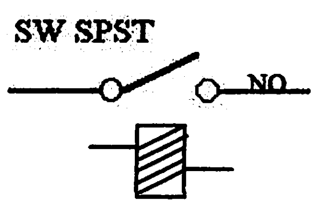
♣ *Normally Close (Normal Tertutup)*

Yaitu kontak-kontak terbuka pada saat kumparan relay dialiri arus

Macam-macam relay yaitu:

1. SPST *(Single Pin Single Terminal)*

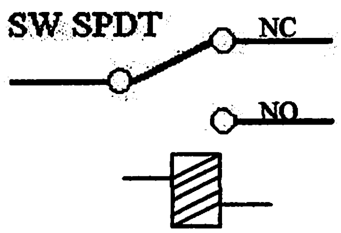
   Simbol Relay SPST



Gambar 2-8 Jenis Relay SPST

2. SPDT *(Single Pin Dual Terminal)*

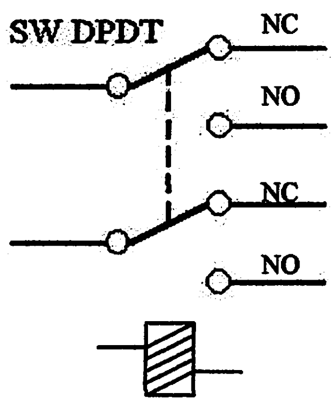
Simbol Relay SPDT



Gambar 2-9 Jenis Relay SPDT

3. DPDT *(Dual Pin Dual Terminal)*

Simbol Relay DPDT



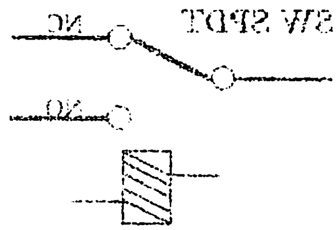
Gambar 2-10 Jenis Relay DPDT

2.3 Keypad

Keypad ini terdiri dari beberapa switch yang disusun secara matrik, dimana jumlah dari switch tersebut adalah perkalian antara jumlah baris dan kolom. Rangkaian susunan keypad matrik 3x4 dapat dilihat pada gambar 2-11 dibawah ini:

2. SPDT (*Single Pin Dual Terminal*)

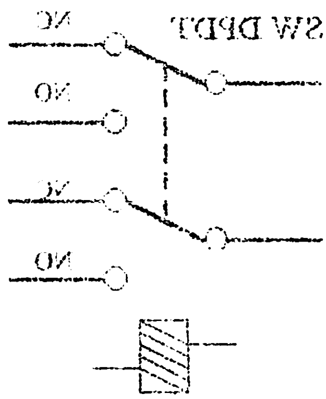
Simbol Relay SPDT



Gambar 2-9 Jenis Relay SPDT

3. DPDT (*Dual Pin Dual Terminal*)

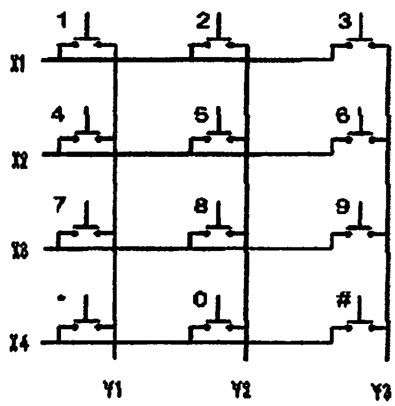
Simbol Relay DPDT



Gambar 2-10 Jenis Relay DPDT

2.3 Keypad

Keypad ini terdiri dari beberapa switch yang disusun secara matrik, dimana jumlah dari switch tersebut adalah perkalian antara jumlah baris dan kolom. Rangkaian susunan keypad matrik 3x4 dapat dilihat pada gambar 2-11 dibawah ini:



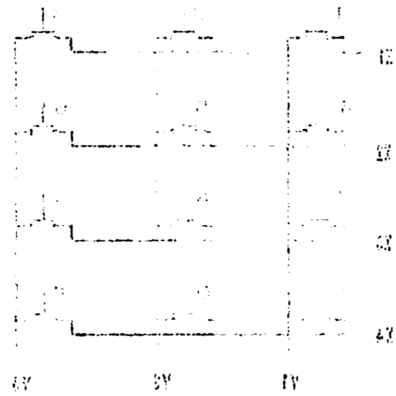
Gambar 2-11. Keypad 3x4

2.4 Sistem Kontrol *Handphone* sebagai Saluran Transmisi

Handphone merupakan salah satu piranti elektronika yang berfungsi sebagai media penyaluran informasi dari satu tempat ke tempat yang lain. *Handphone* mengalami perkembangan yang sangat pesat baik itu di bidang desain kontrolnya maupun modelnya, dan ini sangat diminati oleh masyarakat di seluruh dunia karena dapat menyajikan suatu informasi yang tepat dengan harga yang relatif murah, sehingga pengguna *handphone* bukan hanya kalangan menengah ke atas, tetapi seluruh lapisan masyarakat. Pesatnya perkembangan teknologi saat ini menyebabkan *handphone* tidak hanya berkomunikasi dengan sesama *handphone* saja, tetapi juga dapat berkomunikasi dengan PC dan pengontrol yang lain.

2.4.1 Koneksi dengan *Handphone* Siemens M35

Siemens *Information and Communication Mobile* (Siemens *Mobile)* meluncurkan *handphone* seri M35, dengan bentuk desain yang sangat menarik, ringan dan kecil. Penggunaannya sangat mudah karena dilengkapi dengan menu grafik animasi, bentuk menu yang mudah dipilih, display grafis dengan resolusi 5454 pixel (101x54 pixel) yang sanggup menampilkan 5 baris teks, sistem



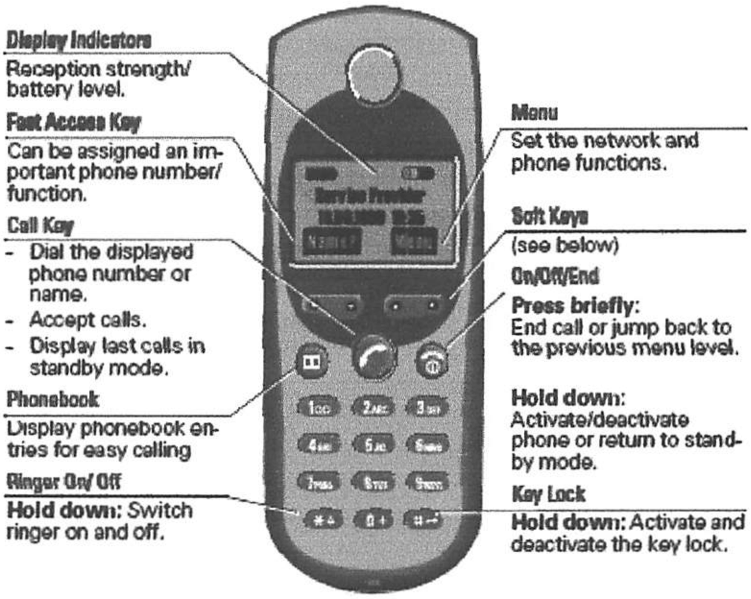
Gambar 2-11. Keypad 3x4

2.4 Sistem Kontrol *Handphone* sebagai Saluran Transmisi

Handphone merupakan salah satu piranti elektronika yang berfungsi sebagai media penyaluran informasi dari satu tempat ke tempat yang lain. *Handphone* mengalami perkembangan yang sangat pesat baik itu di bidang desain kontrolnya maupun modelnya, dan ini sangat diminati oleh masyarakat di seluruh dunia karena dapat menyajikan suatu informasi yang tepat dengan harga yang relatif murah, sehingga pengguna *handphone* bukan hanya kalangan menengah ke atas, tetapi seluruh lapisan masyarakat. Pesatnya perkembangan teknologi saat ini menyebabkan *handphone* tidak hanya berkomunikasi dengan sesama *handphone* saja, tetapi juga dapat berkomunikasi dengan PC dan pengontrol yang lain.

2.4.1 Koneksi dengan *Handphone* Siemens M35

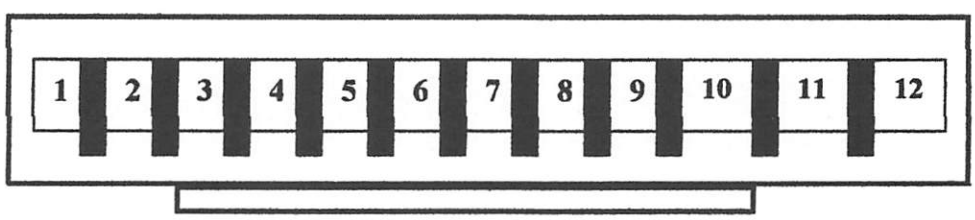
Siemens *Information and Communication Mobile* (Siemens *Mobile*) meluncurkan *handphone* seri M35, dengan bentuk desain yang sangat menarik, ringan dan kecil. Penggunaannya sangat mudah karena dilengkapi dengan menu grafik animasi, bentuk menu yang mudah dipilih, display grafis dengan resolusi 5454 pixel (101x54 pixel) yang sanggup menampilkan 5 baris teks, sistem jaringan teknologi dual band GSM 900/GSM 1800, *Triple Rate Speech Code*, petunjuk penggunaan SIM (class 3) hubungan internet access (WAP 1.1). Bentuk fisik *handphone* Siemens M35 diperlihatkan pada gambar 2-12



Gambar 2-12

Handphone Siemens M35

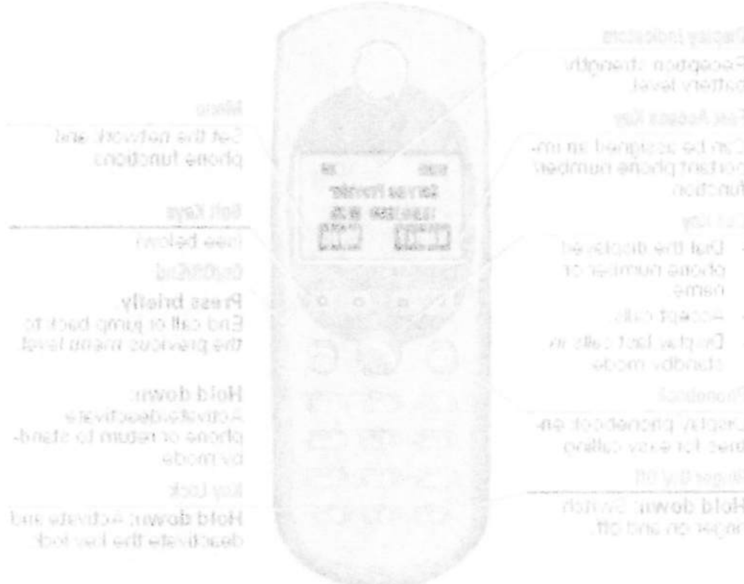
Handphone Siemens M35 juga menyediakan konektor eksternal berupa pin-pin yang mempunyai kegunaan bervariatif, yang dapat digunakan untuk keperluan berkomunikasi dengan PC ataupun mikrokontroler melalui interface yang telah distandarkan dalam IEEE. Pin out konektor *handphone* Siemens M35 dapat dilihat pada gambar 2-13.



Gambar 2-13

Pin Out Konektor *Handphone* Siemens M35
(Sumber: www.alds.edu/analog/hpconnection.html)

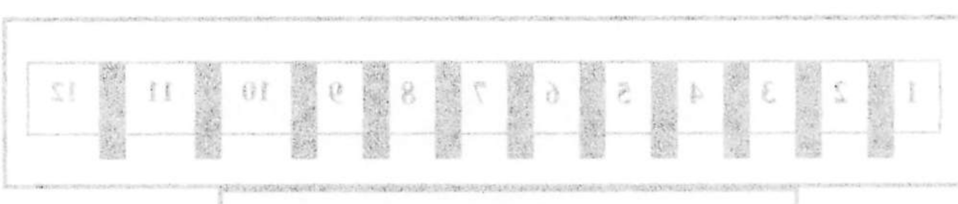
jaringan teknologi dual band GSM 900\GSM 1800, *Triple Rate Speech Code*, petunjuk penggunaan SIM (class 3) hubungan internet access (WAP 1.1). Bentuk fisik *handphone* Siemens M35 diperlihatkan pada gambar 2-12



Gambar 2-12

Handphone Siemens M35

Handphone Siemens M35 juga menyediakan konektor eksternal berupa pin-pin yang mempunyai kegunaan bervariatif yang dapat digunakan untuk keperluan berkomunikasi dengan PC ataupun mikrokontroler melalui interface yang telah distandarkan dalam IEEE. Pin out konektor *handphone* Siemens M35 dapat dilihat pada gambar 2-13.



Gambar 2-13

Pin Out Konektor *Handphone* Siemens M35

(Sumber: *www*.aids.edu\anlog\hpconnection.html)

Untuk penggunaan dari masing-masing pin out konektor di atas dapat dilihat pada table 2-3

Tabel 2-3

Pin Out Konektor *Handphone* Siemens M35

PIN	NAMA	FUNGSI	IN/OUT
1	GND	Ground	
2	SELF SERVICE	Recogniting/*control battery charger*	In/Out
3	LOAD	Charging voltage	In
4	BATTERY	Battery	Out
5	DATA OUT	Data sent	Out
6	DATA IN	Data received	In
7	Z_CLK	Recognition/control accessories	
8	Z_DATA	Recognition/control accessories	
9	MICG	Ground for microphone	In
10	MIC	Microphone input	
11	AUD	Loudspeaker	Out
12	AUDG	Ground for eksternal speaker	

(Sumber: www.alds.edu/analog/hpconnection.html)

2.5 Sistem Komunikasi Serial RS232

Untuk mengirimkan sinyal data dari mikrokontroller AT89S51 ke *handphone* Siemens M35 digunakan port serial RS232 melalui kabel data yang sesuai dengan jenis *handphone* Siemens M35.Pada port serial RS232 ini terdapat fungsi-fungsi untuk TX (mengirimkan data), RX (menerima data) dan Rx/Tx (pemilihan mode Tx atau Rx).Untuk melakukan transfer data ke handphone Siemens M35 digunakan IC MAX232, yang merupakan antarmuka untuk komunikasi serial

Untuk penggunaan dari masing-masing pin out konektor di atas dapat dilihat pada table 2-3

Tabel 2-3

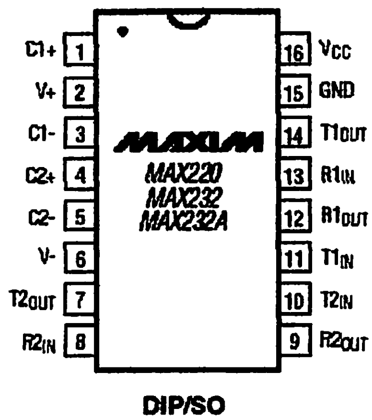
Pin Out Konektor *Handphone* Siemens M35

PIN	NAMA	FUNGSI	IN/OUT
1	GND	Ground	
2	SELF SERVICE	Recognition/*control battery charger*	In/Out
3	LOAD	Charging voltage	In
4	BATTERY	Battery	Out
5	DATA OUT	Data sent	Out
6	DATA IN	Data received	In
7	Z_CLK	Recognition/control accessories	
8	Z_DATA	Recognition/control accessories	
9	MICG	Ground for microphone	In
10	MIC	Microphone input	
11	AUD	Loudspeaker	Out
12	AUDG	Ground for eksternal speaker	

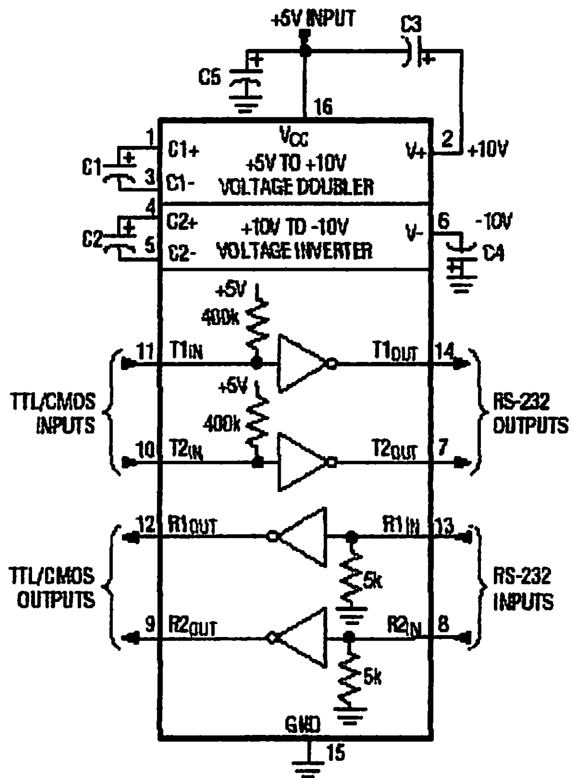
(Sumber: www.nalds.de/analog/m35connection.html)

2.5 Sistem Komunikasi Serial RS232

Untuk mengirimkan sinyal data dari mikrokontroller AT89S51 ke *handphone* Siemens M35 digunakan port serial RS232 melalui kabel data yang sesuai dengan jenis *handphone* Siemens M35.Pada port serial RS232 ini terdapat fungsi-fungsi untuk TX (mengirimkan data), RX (menerima data) dan Rx/Tx (pemilihan mode Tx atau Rx).Untuk melakukan transfer data ke handphone Siemens M35 digunakan IC MAX232, yang merupakan antarmuka untuk komunikasi serial

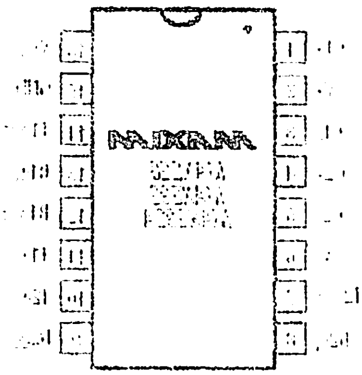


Gambar 2-14. Konfigurasi Pin RS232
(sumber : Data Sheet Maxim MAX232)

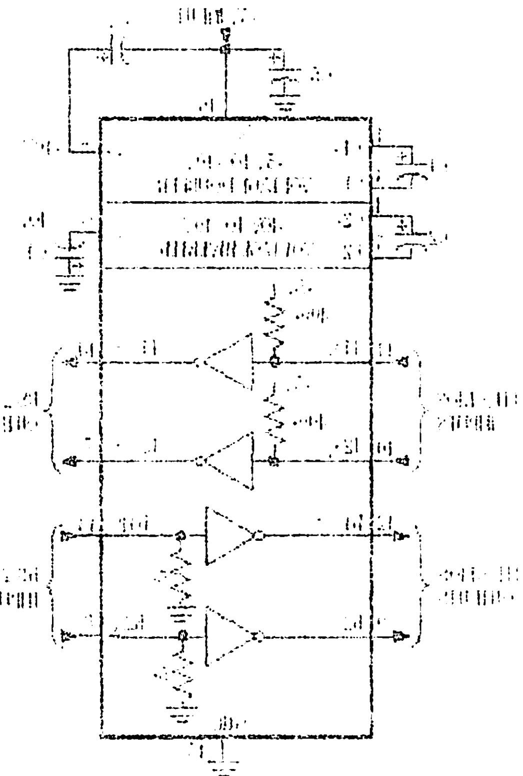


Gambar 2-15. Blok Diagram IC MAX232
(Sumber : Data Sheet Maxim MAX232)

. MAX232 merupakan standar yang dipakai untuk mengirimkan aliran bit seri antar interface.Komonikasi serial dapat dibagi menjadi dua jenis dasar.Yang pertama adalah komunikasi asinkron, dimana pola-pola bit tertentu dipakai untuk memisahkan bit-bit karakter.Yang kedua adalah komunikasi seri sinkron, yang



Gambar 2-14. Konfigurasi Pin RS232
(sumber : Data Sheet Maxim MAX232)



Gambar 2-15. Blok Diagram IC MAX232
(Sumber : Data Sheet Maxim MAX232)

MAX232 merupakan standar yang dipakai untuk mengirimkan aliran bit seri antar interface.Komonikasi serial dapat dibagi menjadi dua jenis dasar.Yang pertama adalah komunikasi asinkron, dimana pola-pola bit tertentu dipakai untuk memisahkan bit-bit karakter.Yang kedua adalah komunikasi seri sinkron, yang mengijinkan karakter dikirim secara berurutan, namun membutuhkan karakter sinkronisasi khusus pada awal setiap karakter dan karakter semu khusus untuk dikirimkan ketika tidak ada informasi yang sedang dikirim

Hubungan antara nomor pin beserta fungsi dari pin yang terdapat pada IC MAX232 adalah sebagai berikut :

Tabel 2-4 Hubungan Pin Data Serial IC MAX 232 dan Fungsinya

NOMOR PIN	SIFAT	KETERANGAN
7	OUTPUT	TD, TRANMIT DATA (PIN 2 DB9) KE HANDPHONE SIEMENS M35
8	INPUT	RD, RECEIVE DATA (PIN 3 DB9) DARI HANDPHONE SIEMENS M35
9	OUTPUT	CTS, CLEAR TO SEND KE MCU
10	INPUT	RTS, REQUEST TO SEND KE MCU

(Sumber : www.dallas-semiconductor.com/maxim)

Untuk table ekuivalen DB-9 dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 2-5. Sinyal-sinyal RS 232

DB-9	NAMA SINYAL
1	DCD, DATA CARRIER DETECT
2	RD, RECEIVE DATA
3	TD, TRANSMIT DATA
4	DTR, DATA TERMINAL READY
5	SG, SIGNAL GROUND
6	DSR, DATA SET READY
7	RTS, REQUEST TO SEND
8	CTS, CLEAR TO SEND

(Sumber : www.dallas-semiconductor.com/maxim)

2.6. Short Message Service

2.6.1. AT Command

Dibalik tampilan menu *messages* pada sebuah ponsel sebenarnya adalah *AT Command* 2x yang bertugas mengirim/menerima data ke/dari SMS-Centre. *AT Command* tiap-tiap SMS *device* bisa berbeda-beda, tapi pada dasarnya sama.

2.6.2. Hyper Terminal

Salah satu *software* yang dapat digunakan untuk mengetes *AT Command* adalah *Windows Hyper Terminal. Hyper Terminal* biasanya telah tersedia bersama bersama *Windows Installer* sehingga hanya perlu menambahkan software tersebut dari control panel > Add/Remove Windows Components > dan seterusnya. Setelah di-Add, carilah iconnya pada menu Start > program > Accessories > Communication > HyperTerminal.

Nilai untuk properties yang harus diisi bergantung pada jenis/alat komunikasi yang kita tuju. Jika propertis ini tidak diset dengan benar, komunukasi data tidak akan terjadi. Ukuran *"bits per second"* disebut juga *"band rate"*. Sebagai contoh: *band rate* untuk SMS device berupa ponsel Siemens M35i adalah 9600 bits per second.

2.6.3. AT Command untuk Komunikasi Port.

AT Command sebenarnya hampir sama dengan perintah > (prompt) pada DOS. Perintah-perintah yang dimasukkan ke port dimulai dengan kata *AT*, lalu diikuti oleh karakter lainnya, yang memiliki fungsi-fungsi unik.

2.6.4. AT Command untuk komunikasi dengan SMS-Centre

Beberapa *AT Command* yang penting untuk SMS yaitu sebagai berikut:

a. AT + CMGS → untuk mengirim SMS

b. AT + CMGL → untuk memeriksa SMS

2.6. Short Message Service

2.6.1. AT Command

Dibalik tampilan menu *messages* pada sebuah ponsel sebenarnya adalah *AT Command* 2x yang bertugas mengirim/menerima data ke/dari SMS-Centre. *AT Command* tiap-tiap SMS *device* bisa berbeda-beda, tapi pada dasarnya sama.

2.6.2. Hyper Terminal

Salah satu *software* yang dapat digunakan untuk mengetes *AT Command* adalah *Windows Hyper Terminal*. *Hyper Terminal* biasanya telah tersedia bersama bersama *Windows Installer* sehingga hanya perlu menambahkan software tersebut dari control panel > Add/Remove Windows Components > dan seterusnya. Setelah di-Add, carilah iconnya pada menu Start > program > Accessories > Communication > HyperTerminal.

Nilai untuk properties yang harus diisi bergantung pada jenis alat komunikasi yang kita tuju. Jika propertis ini tidak diset dengan benar, komunikasi data tidak akan terjadi. Ukuran "*bits per second*" disebut juga "*baud rate*". Sebagai contoh: *baud rate* untuk SMS device berupa ponsel Siemens M35i adalah 9600 bits per second.

2.6.3. AT Command untuk Komunikasi Port.

AT Command sebenarnya hampir sama dengan perintah > (prompt) pada DOS. Perintah-perintah yang dimasukkan ke port dimulai dengan kata *AT*, lalu diikuti oleh karakter lainnya, yang memiliki fungsi-fungsi unik.

2.6.4. AT Command untuk komunikasi dengan SMS-Centre

Beberapa *AT Command* yang penting untuk SMS yaitu sebagai berikut:

a. AT + CMGS → untuk mengirim SMS

b. AT + CMGL → untuk memeriksa SMS

c. AT + CMGD → untuk menghapus SMS

AT Command untuk SMS, biasanya diikuti oleh data I/O yang diwakili oleh unit-unit PDU. Di samping untuk SMS, sebenarnya masih ada banyak *AT Command* yang lain, tapi tidak akan dibahas disini untuk menyingkat /memfokuskan pembahasan.

2.6.5. PDU sebagai Bahasa SMS dan Bagian-bagiannya.

Data yang mengalir ke/dari SMS-Centre harus berbentuk PDU (Protokol Data Unit). PDU berisi bilangan-bilangan heksadesimal yang mencerminkan bahasa I/O. PDU terdiri atas beberapa *Header. Header* untuk kirim SMS ke SMS yang diterima dari SMS Centre.

Maksud dari bilangan Heksadesimal adalah bilangan yang terdiri atas 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F.

Sebagai contoh, untuk angka decimal 1000, bilangan heksadesimalnya adalah 3E8.

Cara mengonversikannya:

1000 : 16 = 62 sisa 8 → 8

62 : 16 = 3 sisa 14 → E

3 : 16 = 0 sisa 3 → 3

2.6.6. PDU untuk kirim SMS ke SMS-Centre

2.6.6.1. Delapan Header Untuk kirim SMS.

c. AT + CMGD → untuk menghapus SMS

AT Command untuk SMS, biasanya diikuti oleh data I/O yang diwakili oleh unit-unit PDU. Di samping untuk SMS, sebenarnya masih ada banyak *AT Command* yang lain, tapi tidak akan dibahas disini untuk menyingkat memfokuskan pembahasan.

2.6.5. PDU sebagai Bahasa SMS dan Bagian-bagiannya.

Data yang mengalir ke/dari SMS-Centre harus berbentuk PDU (Protokol Data Unit). PDU berisi bilangan-bilangan heksadesimal yang mencerminkan bahasa I/O. PDU terdiri atas beberapa *Header*. *Header* untuk kirim SMS ke SMS yang diterima dari SMS Centre.

Maksud dari bilangan Heksadesimal adalah bilangan yang terdiri atas 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F.

Sebagai contoh, untuk angka decimal 1000, bilangan heksadesimalnya adalah 3E8.

Cara mengonversikannya:

1000 : 16 = 62 sisa 8 → 8

62 : 16 = 3 sisa 14 → E

3 : 16 = 0 sisa 3 → 3

2.6.6. PDU untuk kirim SMS ke SMS-Centre

2.6.6.1. Delapan Header Untuk Kirim SMS.

Tabel 2-6 Format Data PDU Untuk Kirim SMS Ke SMS Centre

NO SMS-C	Tipe SMS	No Referensi	No Penerima	Bentuk SMS	Skema Encoding	Waktu Validitas	Isi SMS

Format PDU untuk mengirim SMS terdiri atas delapan *header,* yaitu sebagai berikut:

1. Nomor SMS-Centre

Header pertama ini terbagi atas tiga *subheader*, yaitu:

a. Jumlah pasangan Heksadesimal SMS-Centre dalam bilangan Heksa.

b. Nasional / Internasional Code.

1. Untuk Nasional, kode *subheader-nya* yaitu 81
2. Untuk Internasional, kode *subheader-nya* yaitu 91

c. Nomor SMS-Centre-nya sendiri, dalam pasangan heksa dibalik-balik. Jika tertinggal satu angka dipasangkan dengan huruf F didepannya.

Contoh:

Misalnya untuk SMS-Center Indosat-M3 yang bernomor 0855000000, dapat dituliskan dalam dua cara berikut :

Cara pertama :

Untuk nomor *SMS-center* 0855000000 diubah menjadi:

a. 06 → terdapat 6 pasang

b. 81 → 1 pasang }

c. 80-55-00-00-00 → 5 pasang } Total 6 pasang

Semua pasang angka diatas digabung menjadi : **068180550000000**

Tabel 2-6 Format Data PDU Untuk Kirim SMS Ke SMS Centre

NO SMS-C	Tipe SMS	No Referensi	No Penerima	Bentuk SMS	Skema Encoding	Waktu Validitas	Isi SMS

Format PDU untuk mengirim SMS terdiri atas delapan *header*, yaitu sebagai berikut:

1. Nomor SMS-Centre

Header pertama ini terbagi atas tiga *subheader*, yaitu:

a. Jumlah pasangan Heksadesimal SMS-Centre dalam bilangan Heksa.

b. Nasional / Internasional Code.

1. Untuk Nasional, Kode *subheader*-nya yaitu 81
2. Untuk Internasional, Kode *subheader*-nya yaitu 91

c. Nomor SMS-Centre-nya sendiri, dalam pasangan heksa dibalik-balik. Jika tertinggal satu angka dipasangkan dengan huruf F didepannya.

Contoh:

Misalnya untuk SMS-Center Indosat-M3 yang bernomor 0855000000, dapat dituliskan dalam dua cara berikut :

Cara pertama :

Untuk nomor *SMS-center* 0855000000 diubah menjadi:

a. 06 → terdapat 6 pasang

b. 81 → 1 pasang

c. 80-55-00-00-00 → 5 pasang

(b + c: Total 6 pasang)

Semua pasang angka diatas digabung menjadi : **06818055000000**

<u>Cara kedua</u> :

Untuk nomor *SMS-center* 62855000000 (ditambah dengan kode Internasional Indonesia +62) diubah menjadi:

a. 07 → terdapat 7 pasang

b. 91 → 1 pasang

c. 26-58-05-00-00-F0 → 6 pasang

Total 7 pasang

Semua pasang angka diatas digabung menjadi: **<u>07912658050000F0</u>**

Berikut ini beberapa nomor SMS-Centre operator seluler di Indonesia.

Cara 1:

Tabel. 2-7
Nomor SMS-Centre operator seluler di Indonesia 1.

No	Operator seluler	SMS-Centre No	Kode PDU
1	Telkomsel	081100000	068180110000F0
2	Satelindo	0816124	0581806121F4
3	Excelcom	0818445009	06818081440590
4	Indosat-M3	0855000000	06818055000000

Cara 2 :

Tabel 2-8
Nomor SMS-Centre operator seluler di Indonesia 2.

No	Operator seluler	SMS-Centre No	Kode PDU
1	Telkomsel	6281100000	07912618010000F0
2	Satelindo	62816124	059126181642
3	Excelcom	62818445009	07912618485400F9
4	Indosat-M3	62855000000	07912658050000F0

Semua pasang angka diatas digabung menjadi: **<u>0C81806594962535</u>**

<u>Cara kedua</u> :

Untuk nomor ponsel bernomor 6285649695253 (ditambah dengan kode Internasional Indonesia +62) diubah menjadi:

- 0D --> jumlah angka 13 angka (dalam bentuk heksa : 0D)
- 91 --> kode Internasional
- 26-58-46-69-59-52-F3 --> nomor tujuan yang telah dipasangkan

Semua pasang angka diatas digabung menjadi: **<u>0D91265846695952F3</u>**

5. Bentuk SMS.

Bentuk dari SMS antara lain :

0 --> 00 --> dikirim sebagai SMS

1 --> 01 --> dikirim sebagai telex

2 --> 02 --> dikirim sebagai fax

Dalam hal ini, untuk mengirim dalam bentuk SMS tentu saja kita memakai **00**

6. Skema encoding Data I/O.

Ada dua skema, yaitu :

a. Skema 7 bit --> ditandai dengan angka 0 --> 00

b. Skema 8 bit --> ditandai dengan angka lebih besar dari 0 --> diubah ke heksa

Kebanyakan ponsel/sms Gateway yang ada dipasaran sekarang menggunakan skema 7 bit sehingga kita menggunakan kode **00.**

7. Jangka waktu sebelum SMS Expired

Disini kita tidak membatasi waktu berlakunya SMS. Sedangkan jika kita isi dengan suatu bilangan integer yang kemudian diubah kepasangan heksa tertentu, bilangan yang kita berikan tersebut akan mewakili jumlah validitas SMS tersebut.

Rumus untuk menghitung jangka waktu validitas SMS adalah sebagai berikut:

Tabel 2-9
Rumus menghitung validitas SMS

Integer (INT)	Jangka waktu validitas
0-143	(INT+1) x 5 menit (berarti: 5 menit s/d 12 jam
144-167	12 jam + ((INT-143) x 30 menit)
168-196	(INT – 166) x 1 hari
197-255	(INT – 192) x 1 minggu

Agar SMS kita pasti terkirim ke ponsel penerima, sebainya kita tidak memberikan batasan waktu validnya.

8. Isi SMS

Header ini terdiri atas dua subheader, yaitu:

a. Panjang isi (jumlah huruf dari isi) misalnya: untuk kata "Hello"→ ada 5 huruf →05

b. Isi berupa pasangan bilangan heksa

Untuk ponsel/SMS *gateway* berskema *Encoding* 7 bit,jika kita mengetikkan suatu huruf dari keypad-nya,berarti kita telah membuat 7 angka 1/0 berturutan.

Ada dua langkah yang harus kita lakukan untuk mengkonversikan isi SMS yaitu:

a. Langkah pertama: mengubahnya menjadi kode 7 bit.

b. Langkah kedua : mengubah kode 7 bit menjadi 8 bit,yang diwakili oleh pasangan heksa

Contoh:

Untuk kata **"hello"**

a. Langkah pertama:

Bit	7	1
h	110	1000
e	110	0101
l	110	1100
l	110	1100
o	110	1111

Tabel 2-10 Skema 7 bit sms

				b7	0	0	0	0	1	1	1	1
				b6	0	0	1	1	0	0	1	1
				b5	0	1	0	1	0	1	0	1
b4	B3	b2	b1		0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	@	Δ	space	0	-	P	"	p
0	0	0	1	1			!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	$	Φ	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3		Γ	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4		Λ		4	D	T	d	t
0	1	0	1	5		Ω	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6		Π	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7		Ψ	'	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8		Σ	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9		Θ	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	LF	Ξ	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	11			+	;	K	Ä	k	ä
1	1	0	0	12			,	<	L	Ö	l	ö
1	1	0	1	13	CR		-	=	M		m	
1	1	1	0	14		B	.	>	N	Ü	n	
1	1	1	1	15			/	?	O		o	

(Sumber: Bustam Khang; 15)

b. Langkah kedua :

	E	8	
h	1 110	1000	
	3	2	
e	00 11	0010	1
	9	B	
l	100 1	1011	00
	F	D	
l	1111	1101	100
	0	6	
o	0000	0 110	1111

Oleh karena total 7 bit x 5 huruf = 35 bit,sedangkan yang kita perlukan adalah 8 bit x 5 huruf = 40 bit,maka diperlukan 5 bit *dummy* yang diisi dengan bilangan 0. Setiap 8 bit mewakili suatu pasangan heksa. Tiap 4 bit mewakili suatu angka heksa,tentu saja karena secara logika $2^4 = 16$. Dengan demikian kata "hello" hasil konversinya menjadi : **E8329BFD06**

b. Menggabungkan kedelapan Header

Setelah kita mempelajari masing-masing header maupun subheader untuk mengirim SMS diatas, kini klta akan menggabungkannya menjadi sebuah PDU yang lengkap.

Contoh: Untuk mengirimkan kata "hello" ke ponsel nomor 6285649695253 lewat SMS-Centre Indosat-M3, tanpa membatasi jangka waktu valid, maka PDU lengkapnya adalah:

07912658050000F001000D91265846695952F3000005E8329BFD06

2.6.7 PDU untuk SMS terima dari SMS-Centre

2.6.7.1 Delapan Header untuk SMS-Terima

Tabel 2-11 Format data PDU untuk terima SMS dari SMS Centre

No SMS-C	Tipe SMS	No Pengirim	Bentuk SMS	Skema Encoding	Tgl & Waktu SMS	Waktu Validitas	Isi SMS

Kebanyakan header di bawah ini telah dibahas sebelumnya, kecuali beberapa yang berbeda, dijelaskan dibawah ini:

1. No SMS-centre
2. Tipe SMS→ untuk SMS-terima = 4 → **04**
3. No ponsel pengirim
4. Bentuk SMS
5. Skema Encoding
6. Tanggal dan waktu SMS di-stamp di SMS-Centre di wakili oleh 12 bilangan heksa (6 pasangan) yang berarti yy/mm/dd hh:mm:ss

   Contoh : 501142512380→ 05/11/24 15:32:08 → 24 November 2005 15:32:08 WIB.
7. Batas waktu validitas→ jika tidak dibatasi dilambangkan dengan **00**
8. Isi SMS

2.6.7.2. Membedah kedelapan Header

Setelah mengupas satu demi satu Header untuk SMS terima ini,maka untuk PDU dibawah ini:

07912658050000F0,04,0D91265846680885F0,00,00,501142512380,00,05E8329

BFD06

Sehingga dapat diartikan sebagai berikut:

1. SMS tersebut dikirim lewat SMS-Centre: 62855000000
2. SMS tersebut merupakan SMS terima
3. SMS tersebut dikirim dari ponsel No. 6285648680580
4. SMS tersebut diterima dalam bentuk SMS
5. SMS tersebut memiliki skema encoding 7 bit
6. SMS tersebut sampai di SMS-Centre pada tanggal: 24-11-05, pukul:15:32:08 WIB
7. SMS tersebut tidak memiliki batas waktu valid
8. SMS tersebut isinya adalah “hello”.

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Pendahuluan

Dalam bab ini akan dibahas tentang perancangan dan pembuatan alat yang meliputi :

- **Perancangan perangkat keras (*Hardware*)**
- **Perancangan perangkat lunak (*Software*)**

3.1.1 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perencanaan selanjutnya. Spesifikasi yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- Digunakan hanya untuk kendaraan jenis sepeda motor
- Alat ini memakai tegangan DC 12 Volt
- Menggunakan *handphone* Siemens M35
- Menggunakan Mikrokontroller AT89S51 sebagai pengolah data utama

3.1.2 Prinsip Kerja Alat

Pada saat alat dinyalakan maka 2 buah led akan menyala, yang berarti sistem dalam kondisi aktif. Kemudian sistem akan melakukan pengecekan terhadap detektor kunci kontak dan detektor standar tengah. Jika salah satu atau kedua detektor ini aktif maka alat ini akan membunyikan buzzer dan memutus kabel hubungan arus ke CDI sepeda motor.Selanjutnya dilakukan pengiriman SMS ke handphone user yang berisi informasi "Bahaya Boss!!". Buzzer akan terus

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Pendahuluan

Dalam bab ini akan dibahas tentang perancangan dan pembuatan alat yang meliputi :

- **Perancangan perangkat keras (*Hardware*)**
- **Perancangan perangkat lunak (*Software*)**

3.1.1 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancanaan selanjutnya. Spesifikasi yang direncanakan adalah sebagai berikut:

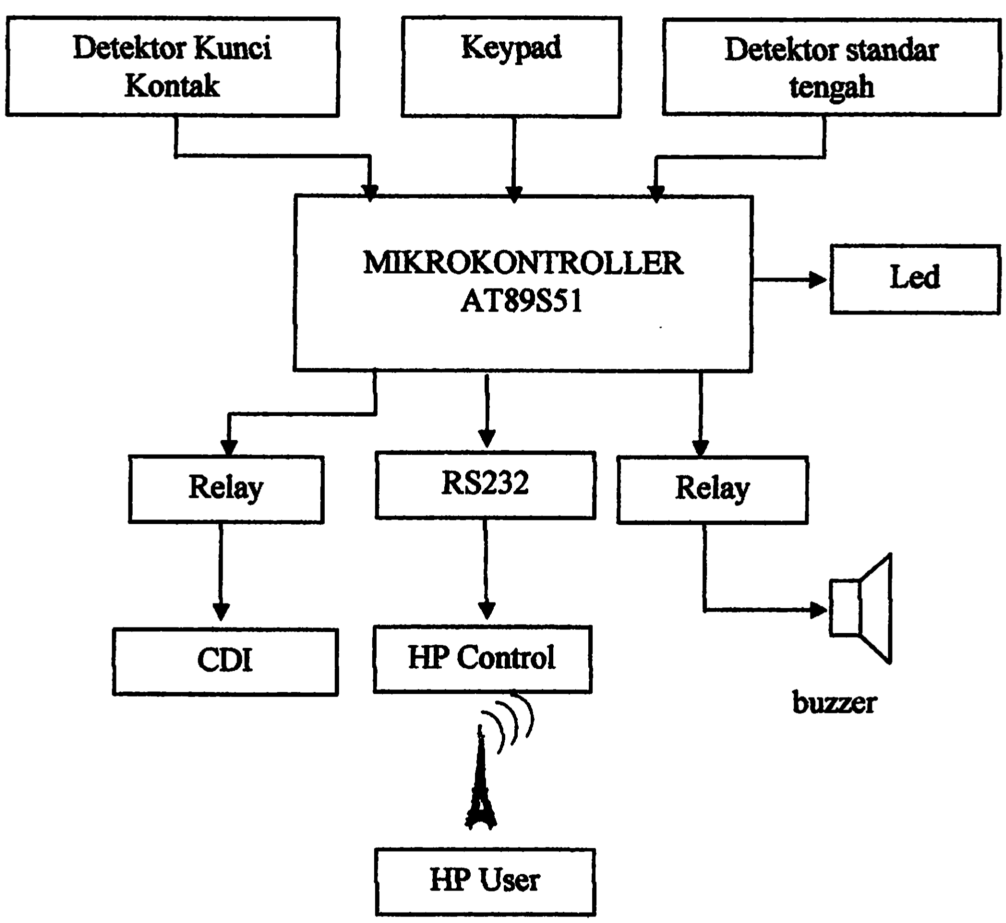
- Digunakan hanya untuk kendaraan jenis sepeda motor
- Alat ini memakai tegangan DC 12 Volt
- Menggunakan *handphone* Siemens M35
- Menggunakan Mikrokontroller AT89S51 sebagai pengolah data utama

3.1.2 Prinsip Kerja Alat

Pada saat alat dinyalakan maka 2 buah led akan menyala, yang berarti sistem dalam kondisi aktif. Kemudian sistem akan melakukan pengecekan terhadap detektor kunci kontak dan detektor standar tengah. Jika salah satu atau kedua detektor ini aktif maka alat ini akan membunyikan buzzer dan memutus kabel hubungan arus ke CDI sepeda motor.Selanjutnya dilakukan pengiriman SMS ke handphone user yang berisi informasi "Bahaya Boss!!". Buzzer akan terus berbunyi sampai kita memasukkan kode PIN dengan benar.Kode PIN yang dipakai adalah kode PIN 4 digit.Jika kode PIN yang dimasukkan benar maka buzzer akan off, kabel koil pada CDI tersambung dan sistem dalam kondisi non aktif.Dalam kondisi ini kita dapat mengoperasikan sepeda motor dengan normal.Untuk mengaktifkan kembali sistem yakni dengan menekan tombol reset.

3.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Diagram blok alat pengaman sepeda motor dengan handphone yang direncanakan ditunjukkan pada gambar 3-1



Gambar 3-1 Diagram Blok Sistem

Sistem piranti yang akan direalisasikan mempunyai blok diagram seperti terlihat pada gambar 3.1 di atas. Dari gambar diagram blok tersebut dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing blok , antara lain :

- **Mikrokontroller AT 89S51**

  Merupakan CPU (*Central Processing Unit*) dari sistem mikrokontroller

- **Detektor kunci kontak dan standar tengah**

  Detektor yang dipakai dalam alat ini menggunakan limit switch sebagai detektor standar tengah dan kunci kontak sepeda motor sebagai detektor kunci

- **Led**

  Led disini berfungsi sebagai indikator apakah sistem pengaman sedang aktif atau non aktif

- **Relay**

  Relay disini berfungsi untuk memutus / menghubungkan arus ke *Ignition Coil* pada CDI dan buzzer

- **RS 232**

  RS232 disini berfungsi sebagai antarmuka komunikasi serial antara mikrokontroller dengan handphone

- ***Handphone* kontrol dan user**

  Handphone disini berfungsi untuk mengirim / menerima *Short Message Service* (SMS)

- **Buzzer**

  Buzzer disini berfungsi untuk membunyikan alarm tanda bahaya.

- **Keypad**

Dalam pembuatan alat ini digunakan keypad matrik 3 x 4. Keypad disini berfungsi sebagai inputan PIN untuk menonaktifkan sistem pengaman.

3.2.1 Mikrokontroller AT89S51

3.2.1.1 Mikrokontroller sebagai sistem minimum

Rangkaian sistem minimum dari mikrokontroller AT89S51 terdiri dari rangkaian clock dan reset. Selain itu juga harus ditentukan penggunaan port-port dan sinyal-sinyal yang digunakan untuk mendukung proses yang akan dilakukan. Hal itu adalah sebagai berikut :

- **Clock**

Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* (pewaktuan) yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem yang dirancang ini akan menggunakan osilator internal yang sudah tersedia di dalam chip AT89S51. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan cara menghubungkan kristal pada pin XTAL1 dan XTAL2 serta dua buah kapasitor ke ground. Besar kapasitansinya disesuaikan dengan spesifikasi pada lembar data AT89S51 yaitu 30 pF.

Mikrokontroller AT89S51 mempunyai frekwensi maksimal 12 MHz, dimana 1 siklus mesin = 12 clock. Dalam rangkaian digunakan kristal dengan harga 11,0592 MHz, maka program akan dijalankan pada setiap langkahnya selama 1,085 μs. Siklus tersebut diambil berdasarkan ketentuan mikrokontroller AT89S51 yaitu 12 clock = 1 siklus mesin, sedangkan frekwensi yang digunakan

- **Keypad**

Dalam pembuatan alat ini digunakan keypad matrik 3 x 4. Keypad disini berfungsi sebagai inputan PIN untuk menonaktifkan sistem pengaman.

3.2.1 Mikrokontroller AT89S51

3.2.1.1 Mikrokontroller sebagai sistem minimum

Rangkaian sistem minimum dari mikrokontroller AT89S51 terdiri dari rangkaian clock dan reset. Selain itu juga harus ditentukan penggunaan port-port dan sinyal-sinyal yang digunakan untuk mendukung proses yang akan dilakukan. Hal itu adalah sebagai berikut :

- Clock

Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* (pewaktuan) yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem yang dirancang ini akan menggunakan osilator internal yang sudah tersedia di dalam chip AT89S51. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan cara menghubungkan kristal pada pin XTAL1 dan XTAL2 serta dua buah kapasitor ke ground. Besar kapasitansinya disesuaikan dengan spesifikasi pada lembar data AT89S51 yaitu 30 pF.

Mikrokontroller AT89S51 mempunyai frekwensi maksimal 12 MHz, dimana 1 siklus mesin = 12 clock. Dalam rangkaian digunakan kristal dengan harga 11,0592 MHz, maka program akan dijalankan pada setiap langkahnya selama 1,085 µs. Siklus tersebut diambil berdasarkan ketentuan mikrokontroller AT89S51 yaitu 12 clock = 1 siklus mesin, sedangkan frekwensi yang digunakan

12 MHz, maka waktu yang dipakai dalam setiap 1 siklus mesin adalah 1μs. Dengan demikian perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut:

$f = 11{,}0592 \text{ MHz}$ $\qquad T = \frac{1}{f}$ $\qquad T = \frac{1}{11{,}0592 \times 10^6}$

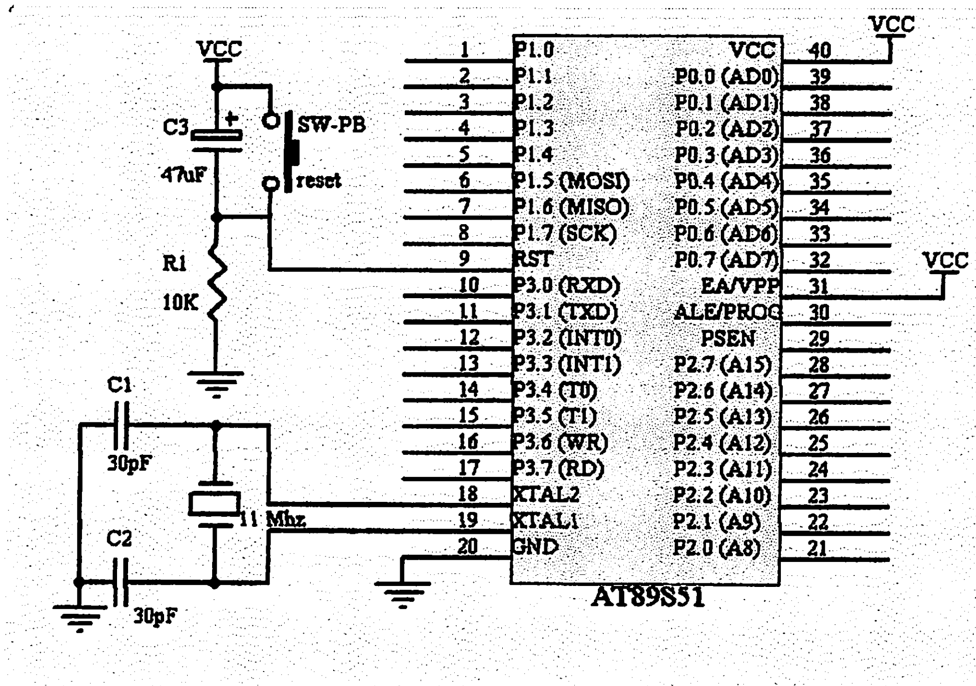
Karena 1 siklus mesin = 12T maka,

$$1 \text{ siklus mesin} = 12 \text{ x } \frac{1}{11.0592 \times 10^6} = 1{,}085 \ \mu s.$$

- **Reset**

Untuk mereset mikrokontroler, pin RST harus diberi logika tinggi selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator). Untuk membangkitkan sinyal reset pada saat awal catu daya dihidupkan, suatu reset otomatis dapat dilakukan dengan menghubungkan pin RST ke rangkaian R*eset*, seperti dalam Gambar 3-2. Ketika catu daya dinyalakan, rangkaian akan menahan pin RST dalam kondisi logika tinggi selama selang beberapa saat tergantung nilai kapasitor dan kecepatan pengisian muatannya. Pemberian catu daya pada mikrokontroler tanpa suatu sinyal reset dapat menyebabkan CPU memulai eksekusi instruksinya dari lokasi yang tak tertentu. Ini disebabkan karena *Program Counter* tidak terinisialisasi.

Berikut ini adalah gambar rangkaian clock dan reset dalam minimum sistem AT89S51

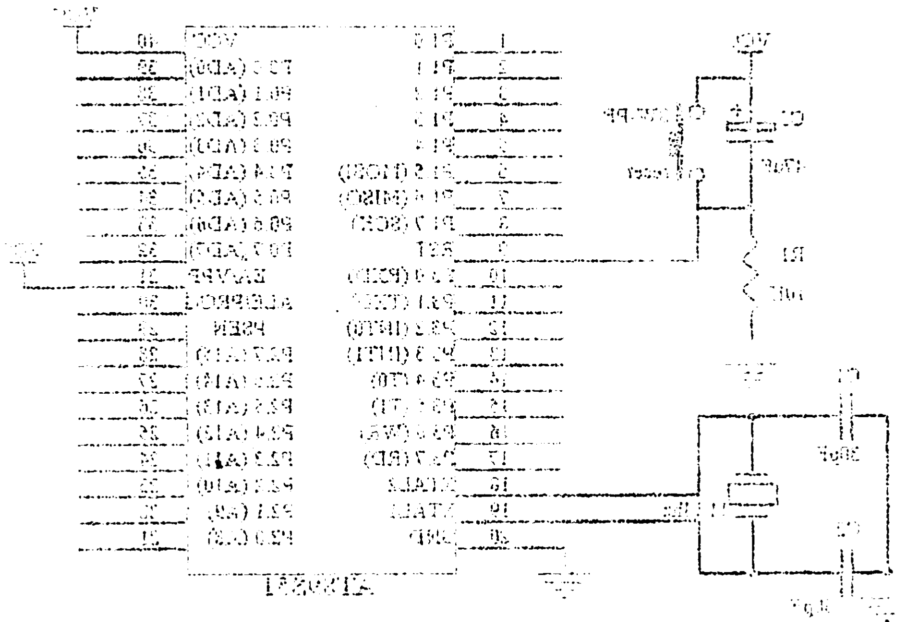


Gambar 3-2. Rangkaian Clock dan Reset dalam Mikrokontroller AT89S51

3.2.1.2.Perancangan Penggunaan Port-Port Pada Mikrokontoller AT89S51

Pada skripsi ini IC mikrokontroller AT89S51 digunakan sebagai pusat pengendali kerja dari alat yang dibuat karena pada IC inilah akan disimpan program-program *(software)* perintah serta alamat yang akan dituju program. Untuk melaksanakan fungsi tersebut diatas maka perlu dirancang port-port I/O serta sinyal-sinyal yang akan digunakan dengan seksama

Gambar 3-3 menunjukkan rancangan port-port I/O serta sinyal-sinyal pada IC mikrokontroller AT89S51 yang dimanfaatkan pada skripsi ini.

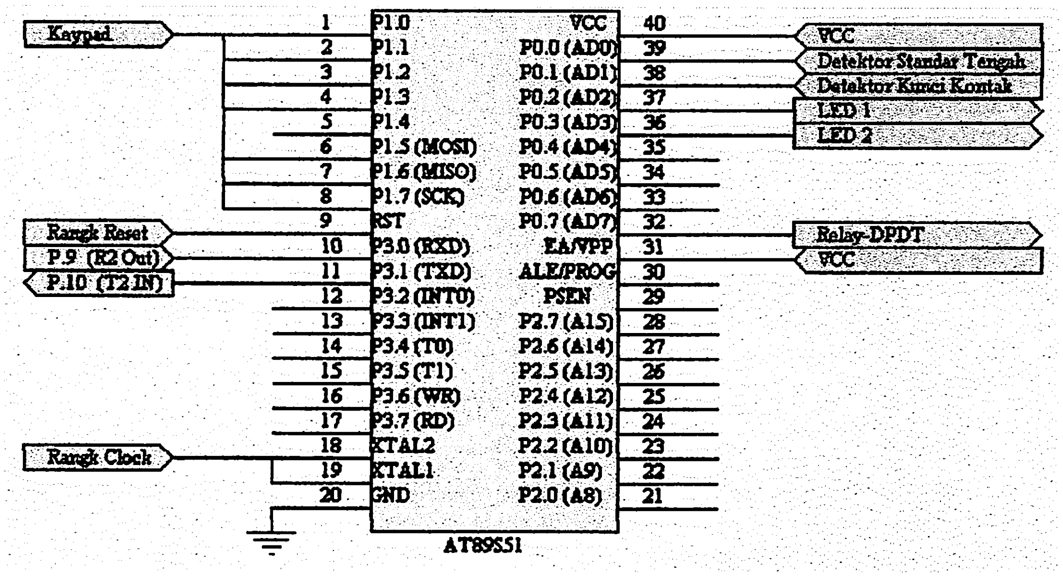


Gambar 3-2. Rangkaian Clock dan Reset dalam Mikrokontroller AT89S51

3.2.1.2.Perancangan Penggunaan Port-Port Pada Mikrokontoller AT89S51

Pada skripsi ini IC mikrokontroller AT89S51 digunakan sebagai pusat pengendali kerja dari alat yang dibuat karena pada IC inilah akan disimpan program-program (*software*) perintah serta alamat yang akan dituju program. Untuk melaksanakan fungsi tersebut diatas maka perlu dirancang port-port I/O serta sinyal-sinyal yang akan digunakan dengan seksama.

Gambar 3-3 menunjukkan rancangan port-port I/O serta sinyal-sinyal pada IC mikrokontroller AT89S51 yang dimanfaatkan pada skripsi ini.

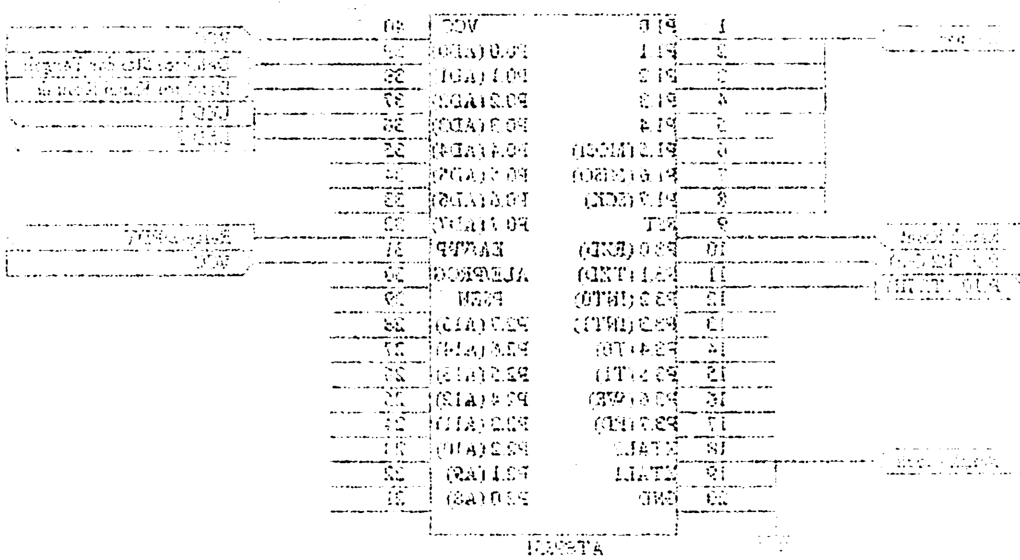


Gambar 3-3 Rancangan port-port I/O dan sinyal-sinyal pada AT89S51

3.2.2 Perancangan rangkaian Detektor

Pada pembuatan alat ini digunakan 2 buah detektor yakni detektor kunci kontak dan detektor standar tengah. Untuk detektor standar tengah disini digunakan limit switch.Pada saat normal,dalam artian tidak mendapat tekanan kondisi limit switch ini berlogika high atau "1" dan pada saat mendapat tekanan kondisi limit switch ini adalah low atau "0"

Pada limit switch terdapat 3 buah kaki yaitu kaki Common,NO dan NC.Untuk mendapatkan sinyal high maka kaki common dihubungkan langsung ke VCC dan untuk kaki NO dihubungkan langsung ke mikrokontroller.Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3-4

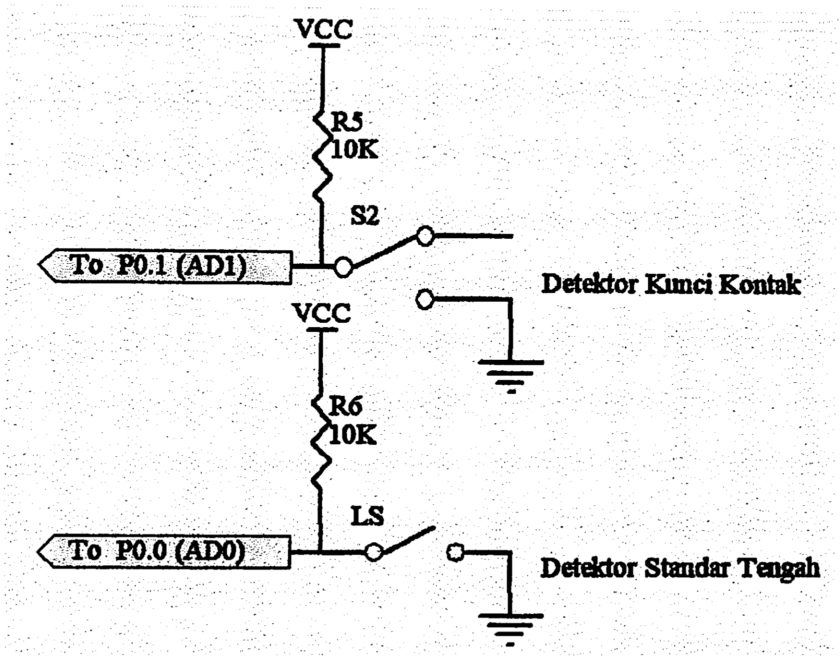


Gambar 3-3 Rancangan port-port I/O dan sinyal-sinyal pada AT89S51

3.2.2 Perancangan rangkaian Detektor

Pada pembuatan alat ini digunakan 2 buah detektor yakni detektor kunci kontak dan detektor standar tengah. Untuk detektor standar tengah disini digunakan limit switch.Pada saat normal,dalam artian tidak mendapat tekanan kondisi limit switch ini berlogika high atau "1" dan pada saat mendapat tekanan kondisi limit switch ini adalah low atau "0".

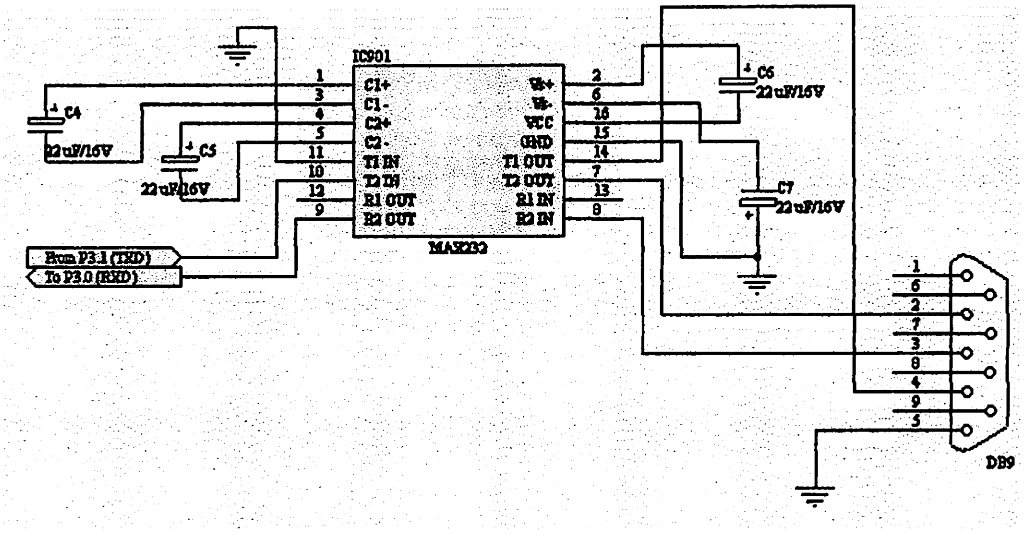
Pada limit switch terdapat 3 buah kaki yaitu kaki Common,NO dan NC.Untuk mendapatkan sinyal high maka kaki common dihubungkan langsung ke VCC dan untuk kaki NO dihubungkan langsung ke mikrokontroller.Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3-4



Gambar 3-4 Rangkaian detektor kunci kontak dan standar tengah

3.2.3 Rangkaian RS 232

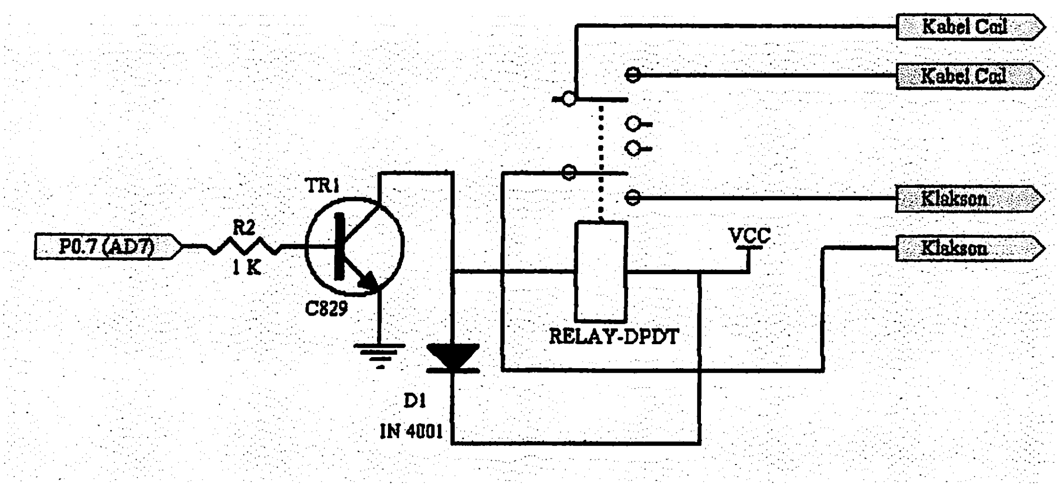
Pada perencanaan hubungan antara MCU dengan HP adalah dipergunakan komunikasi data secara serial yaitu port 1 atau yang sering dikenal dengan COM 1. Adapun kaki atau pin-pin yang dipakai adalah pin no. 2 DB9 dihubungkan ke pin no 7 IC MAX 232 yang berfungsi untuk sambungan *receive data* ke *handphone*, pin no. 3 DB9 dihubungkan ke pin no 8 MAX 232 untuk sambungan *transmit data* dari *handphone* dan pin no. 5 DB9 untuk *sinyal ground.* Rangkaian interface RS-232 diperlihatkan pada gambar 3-5.



Gambar 3-5 Rangkaian Interface RS-232

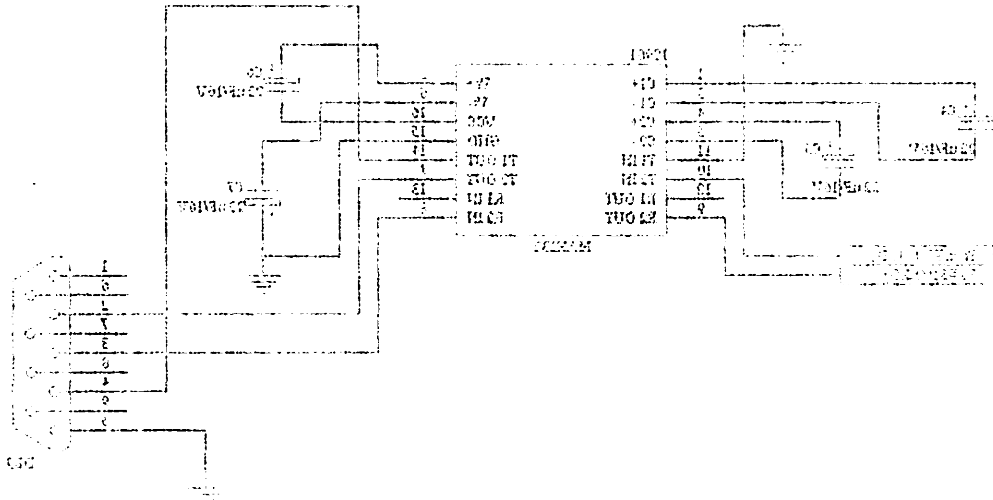
3.2.4 Rangkaian Driver Relay

Rangkaian driver relay disini digunakan untuk menghubungkan/memutuskan kabel coil dalam CDI sepeda motor dan buzzer. Rangkaian lengkap driver relay dapat dilihat dalam Gambar 3-6.



Gambar 3-6 Rangkaian Relay

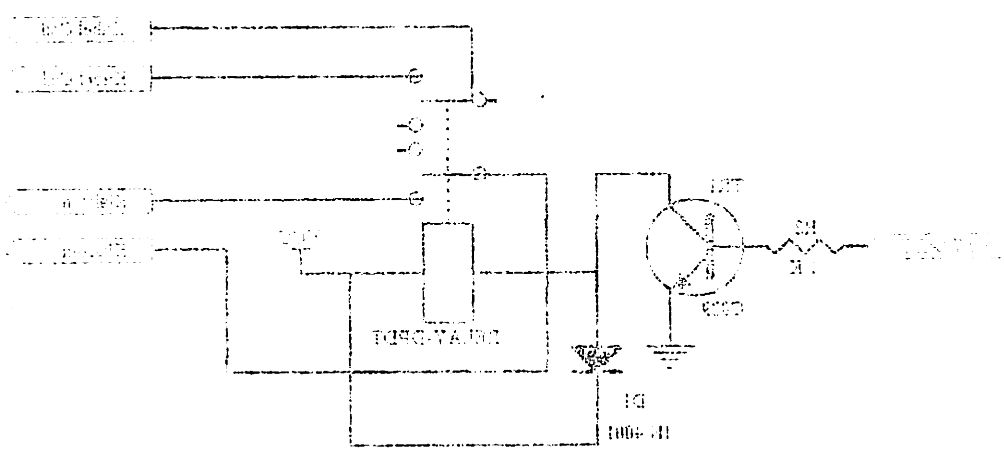
Relay yang digunakan adalah jenis DPDT *(Dual Pin Dual Terminal)* yang mempunyai resistansi sebesar 50 Ω dan bekerja pada tegangan catu sebesar



Gambar 3-5 Rangkaian Interface RS-232

3.2.4 Rangkaian Driver Relay

Rangkaian driver relay disini digunakan untuk menghubungkan/memutuskan kabel coil dalam CDI sepeda motor dan buzzer. Rangkaian lengkap driver relay dapat dilihat dalam Gambar 3-6.



Gambar 3-6 Rangkaian Relay

Relay yang digunakan adalah jenis DPDT (*Dual Pin Dual Terminal*) yang mempunyai resistansi sebesar 50 Ω dan bekerja pada tegangan catu sebesar

+12 volt. Rangkaian ini digerakkan oleh transistor jenis C829 dengan β sebesar 103 dan V_{CE} dalam keadaan jenuh sebesar 0,2 volt.

Untuk menghindari kerusakan pada transisitor maka dipasang diode yang berfungsi untuk menghubung singkatkan tegangan induksi balik yang terjadi pada saat saklar bergulir ke kondisi OFF.

Besarnya arus Ic diperoleh dari

$$\begin{aligned} Ic &= \frac{Vcc - Vce}{R\_relay} \\ &= \frac{12 - 0{,}2}{50} \\ &= 236mA \end{aligned}$$

dan nilai I_B dapat dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{I_C}{\beta} \\ &= \frac{236 \times 10^{-3}}{103} \\ &= 2{,}29.10^{-3} A \end{aligned}$$

Dengan demikian nilai R_B dapat dihitung

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{V_H - V_{BE}}{I_\beta} \\ &= \frac{2{,}5 - 0{,}7}{2{,}29.10^{-3}} \\ &= 786\Omega \end{aligned}$$

Jadi nilai R_B yang digunakan sebesar 1 KΩ seperti yang ada di pasaran

+12 volt. Rangkaian ini digerakkan oleh transistor jenis C829 dengan β sebesar 103 dan V_{CE} dalam keadaan jenuh sebesar 0,2 volt.

Untuk menghindari kerusakan pada transistor maka dipasang diode yang berfungsi untuk menghubung singkatkan tegangan induksi balik yang terjadi pada saat saklar berguliir ke kondisi OFF.

Besarnya arus Ic diperoleh dari

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R\_relay} = \frac{12 - 0,2}{50} = 236mA$$

dan nilai I_B dapat dihitung sebagai berikut

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{236 \times 10^{-3}}{103} = 2,29.10^{-3} A$$

Dengan demikian nilai R_B dapat dihitung

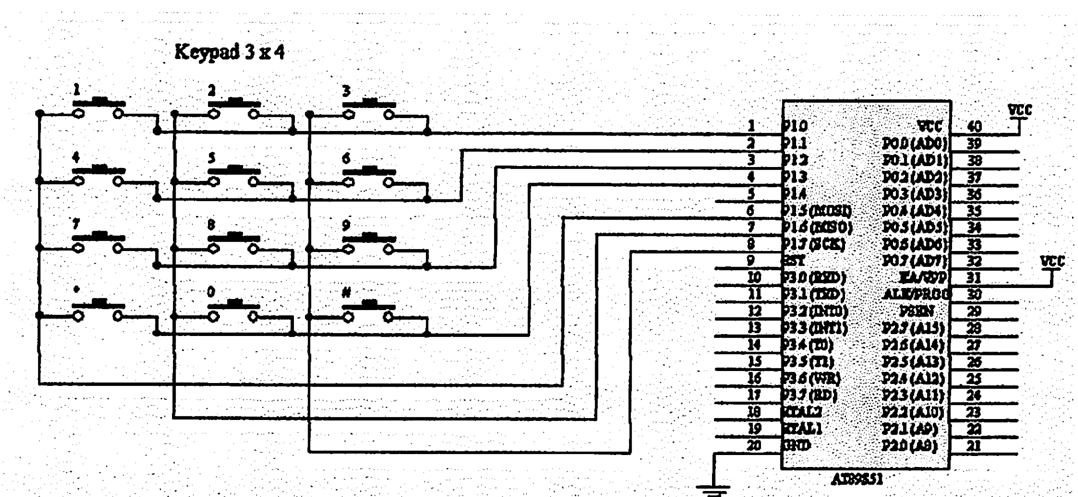
$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B} = \frac{2,5 - 0,7}{2,29.10^{-3}} = 786\Omega$$

Jadi nilai R_B yang digunakan sebesar 1 KΩ seperti yang ada di pasaran

3.2.5 Rangkaian Papan Tombol (Keypad)

Papan tombol (keypad) ini digunakan untuk memasukkan data PIN sebelum menggunakan kendaraan bermotor. Untuk menterjemahkan informasi yang diterima dari papan tombol, maka keypad dihubungkan dengan port 1.

Papan tombol tersebut mempunyai matrik 4 baris dan 3 kolom. Deretan baris dan kolom dari papan tombol dihubungkan dengan *port* 1 yang difungsikan sebagai masukan dan keluaran. Deretan kolom dihubungkan dengan *ground* (berlogika 0) dan *port* 1 (P1.6 - P1.8) yang difungsikan sebagai *input* mikrokontroler. Sedangkan deretan baris dihubungkan ke *port* 1 (P1.0 - P1.3) yang telah diberi data 0001 dan secara kontinyu data tersebut bergeser satu bit ke kiri. Pergeseran data satu bit ini dimaksudkan untuk menentukan posisi tombol yang ditekan dalam satu kolom. *Port* ini difungsikan sebagai *output* dari mikrokontroler. Dengan demikian kalau tombol tidak ditekan maka masukan port 1 (P1.6 - P1.8) di pin yang terhubung tombol tersebut berlogika 0 dan bila tombol ditekan akan berlogika 1. Rangkaian papan tombol tersebut dapat dilihat dalam Gambar 3-7.

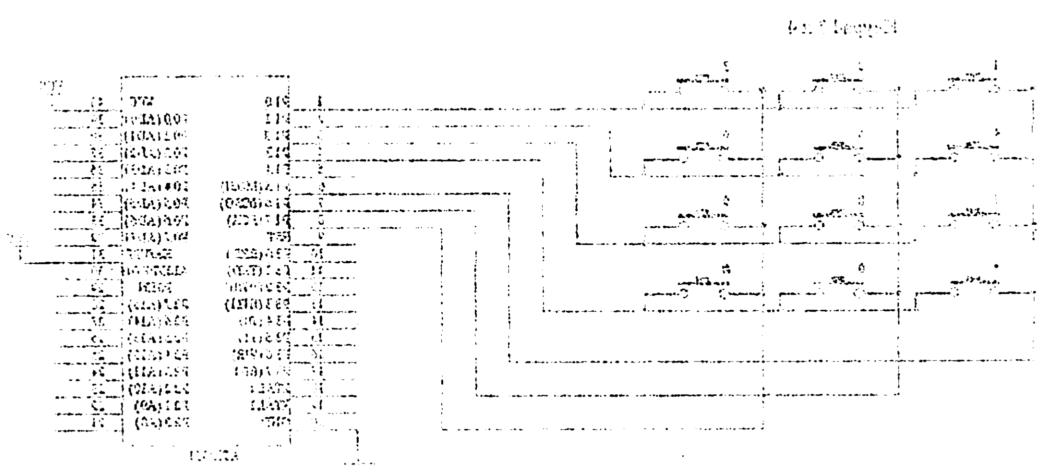


Gambar 3-7 Rangkaian Keypad

3.2.5 Rangkaian Papan Tombol (Keypad)

Papan tombol (keypad) ini digunakan untuk memasukkan data PIN sebelum menggunakan kendaraan bermotor. Untuk menterjemahkan informasi yang diterima dari papan tombol, maka keypad dihubungkan dengan port 1.

Papan tombol tersebut mempunyai matrik 4 baris dan 3 kolom. Deretan baris dan kolom dari papan tombol dihubungkan dengan *port* 1 yang difungsikan sebagai masukan dan keluaran. Deretan kolom dihubungkan dengan *ground* (berlogika 0) dan *port* 1 (P1.6 - P1.8) yang difungsikan sebagai *input* mikrokontroler. Sedangkan deretan baris dihubungkan ke *port* 1 (P1.0 - P1.3) yang telah diberi data 0001 dan secara kontinyu data tersebut bergeser satu bit ke kiri. Pergeseran data satu bit ini dimaksudkan untuk menentukan posisi tombol yang ditekan dalam satu kolom. *Port* ini difungsikan sebagai *output* dari mikrokontroler. Dengan demikian kalau tombol tidak ditekan maka masukan port 1 (P1.6 - P1.8) di pin yang terhubung tombol tersebut berlogika 0 dan bila tombol ditekan akan berlogika 1. Rangkaian papan tombol tersebut dapat dilihat dalam Gambar 3-7.



Gambar 3-7 Rangkaian Keypad

3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak ini berdasarkan pengendali utama yaitu mikrokontroller AT89S51. Pembuatan perangkat lunak sistem aplikasi berdasarkan pada semua kejadian yang harus dikerjakan perangkat keras.

Untuk mikrokontroller AT89S51 bahasa yang digunakan adalah bahasa pemrograman *assembler* MCS-51. Tahap pembuatan perangkat lunak sistem pengaman sepeda motor dengan *handphone* menggunakan mikrokontroller AT89S51 meliputi :

a. Penulisan kode mnemonic bahasa assembler dengan menggunakan editor teks menjadi file berekstensi H51.

b. Mengkompilasi file dengan ekstensi H51 menjadi file .OBJ.

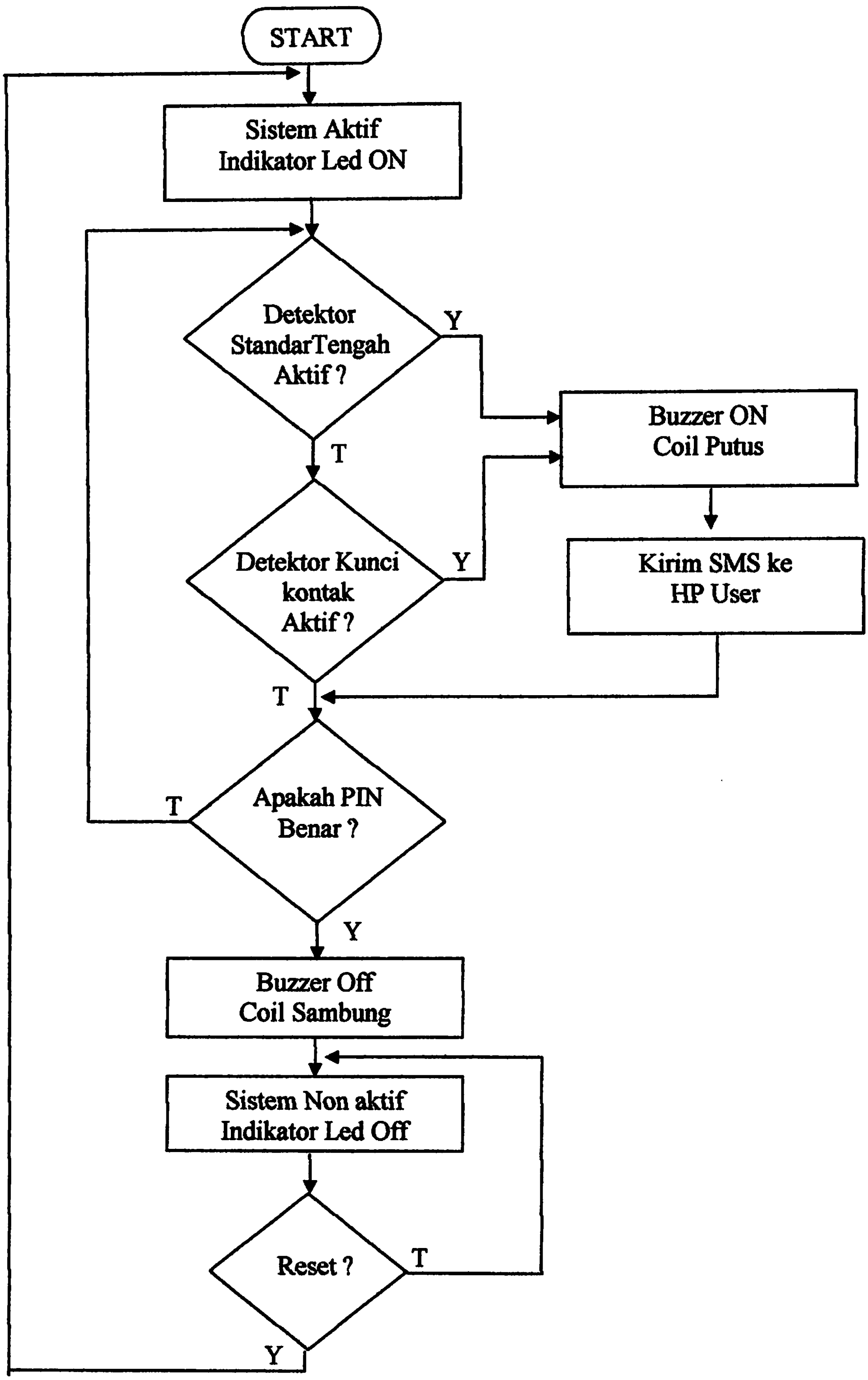
c. Mengkonversi file.OBJ menjadi file.HEX.

d. Mengubah format file .HEX menjadi file .BIN dengan program HB.

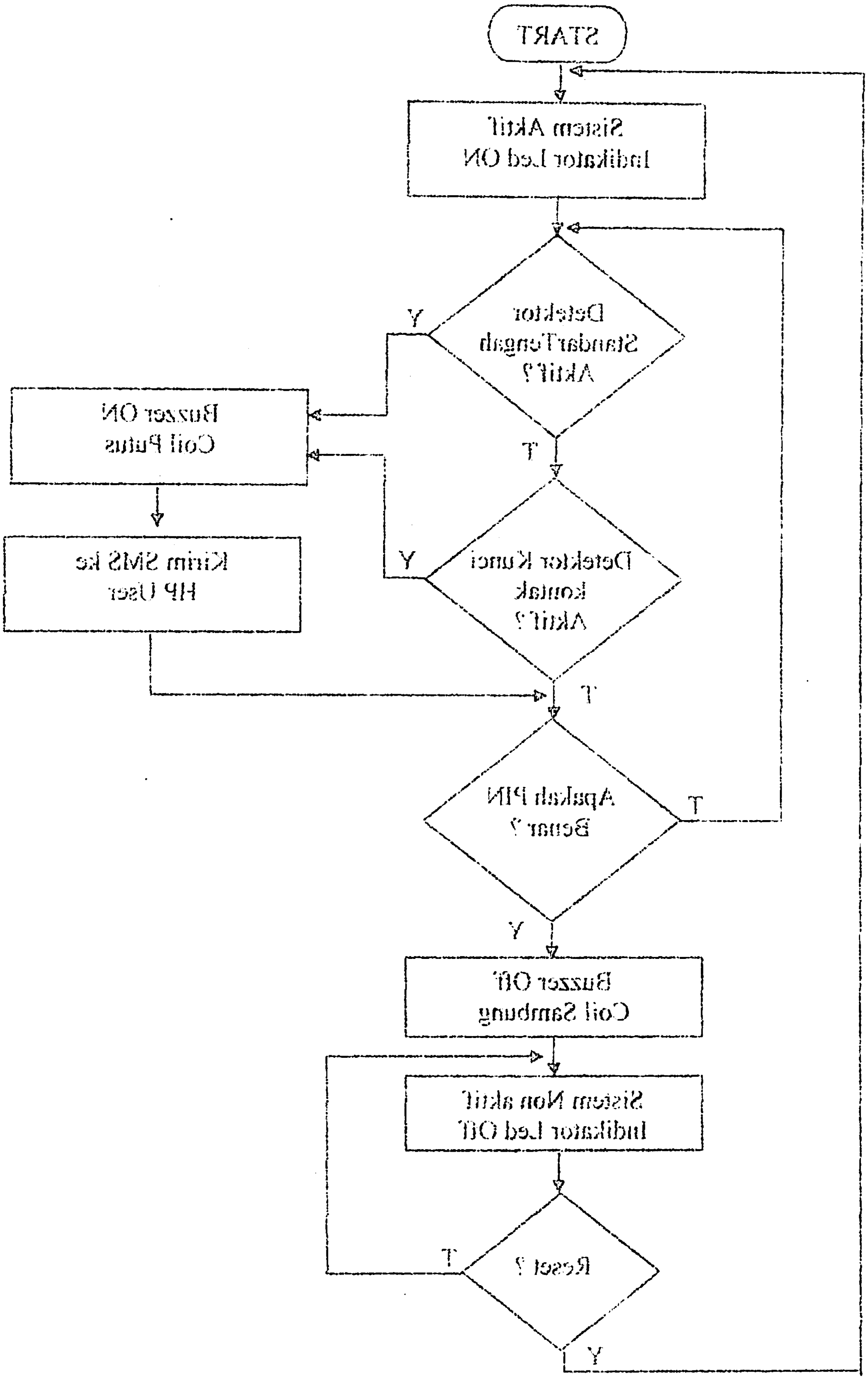
e. Menghapus (erase) flash memori mikrokontroller AT89S51

f. Mengisi flash memori dengan program yang tersimpan dalam file BIN.

Secara garis besar, sistem kerja dari perangkat lunak dapat dilihat pada diagram alir seperti Gambar 3.8 di bawah ini:



Gambar 3-8 Flowchart Prinsip Kerja Alat



Gambar 3-8 Flowchart Prinsip Kerja Alat

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Tujuan

Bab ini membahas tentang pengujian dan analisis alat yang telah dibuat. Secara umum, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang telah direalisasikan dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi perencanaan yang telah ditetapkan. Pengujian alat ini meliputi pengujian perangkat keras dan perangkat lunak.Pengujian dilakukan pada masing-masing blok terlebih dahulu,yang selanjutnya dilakukan pengujian untuk sistem secara keseluruhan..Adapun pengujian terhadap perangkat keras meliputi pengujian terhadap mikrokontroller, RS232, relay, keypad dan detektor.

4.2 Pengujian Sistem Mikrokontroller.

- **Tujuan**

  Untuk mengetahui kondisi awal dari mikrokontroler apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan

- **Prosedur Pengujian**

1. Membuat program yang digunakan dalam pengujian mikrokontroler.

   Program yang digunakan dalam pengujian mikrokontroler ini merupakan program sederhana yang meletakkan $0F_H$ dan $F0_H$ pada ACC secara bergantian kemudian memindahkannya pada *Port* 1 AT89S51. Program yang dibuat adalah sebagai berikut :

```
ORG   0000H
JMP   START
```

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Tujuan

Bab ini membahas tentang pengujian dan analisis alat yang telah dibuat. Secara umum, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang telah direalisasikan dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi perencanaan yang telah ditetapkan. Pengujian alat ini meliputi pengujian perangkat keras dan perangkat lunak.Pengujian dilakukan pada masing-masing blok terlebih dahulu,yang selanjutnya dilakukan pengujian untuk sistem secara keseluruhan..Adapun pengujian terhadap perangkat keras meliputi pengujian terhadap mikrokontroller, RS232, relay, keypad dan detektor.

4.2 Pengujian Sistem Mikrokontroller.

- **Tujuan**

Untuk mengetahui kondisi awal dari mikrokontroler apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan

- **Prosedur Pengujian**

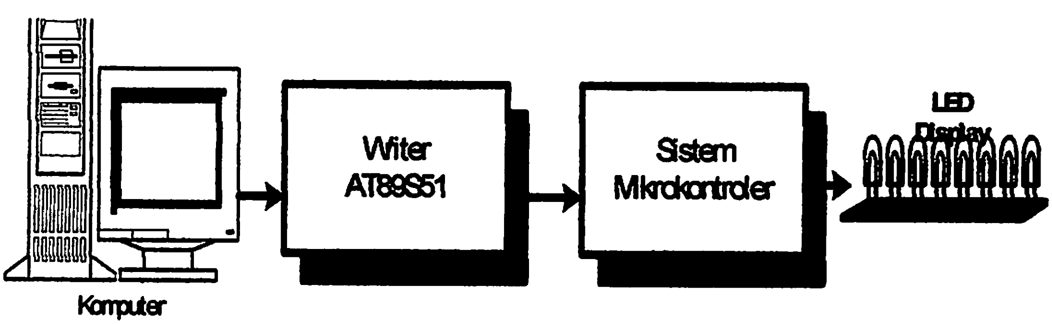
1. Membuat program yang digunakan dalam pengujian mikrokontroler.

Program yang digunakan dalam pengujian mikrokontroler ini merupakan program sederhana yang meletakkan $0F_H$ dan $F0_H$ pada ACC secara bergantian kemudian memindahkannya pada *Port* 1 AT89S51. Program yang dibuat adalah sebagai berikut :

```
ORG   0000H
JMP   START
```

```
START:   MOV    A,#0FH
         MOV    P1,A
         CALL   TUNDA
         MOV    A,#F0H
         MOV    P1,A
         JMP    START
TUNDA:   MOV    R3,#0FFH
TUNDA1:  MOV    R2,#0FFH
         DJNZ   R2,$
         MOV    R1,#0FH
         DJNZ   R1,$
         DJNZ   R3,TUNDA1
         RET
         END
```

2. Rangkaian dibuat seperti Gambar 4-1.
3. Memasang catu daya rangkaian sebesar 5 Volt DC
4. Download program diatas .
5. Mengamati keluaran pada LED Display .



Gambar 4-1 Diagram blok Pengujian Mikrokontroler

- **Hasil Pengujian**

Hasil pengujian pada sistem mikrokontroller ditunjukkan dalam Tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sistem Mikrokontroler

Kondisi	Keluaran pada LED Display							
	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7
Satu	1	1	1	1	0	0	0	0
Dua	0	0	0	0	1	1	1	1

- **Analisis Pengujian**

  Dari hasil pengujian dalam tabel 4-1 dapat dilihat bahwa *port* 1 memberikan logika $0F_H$ dan $F0_H$ secara bergantian sesuai dengan isi program.

4.3 Pengujian Komunikasi Serial

- **Tujuan**

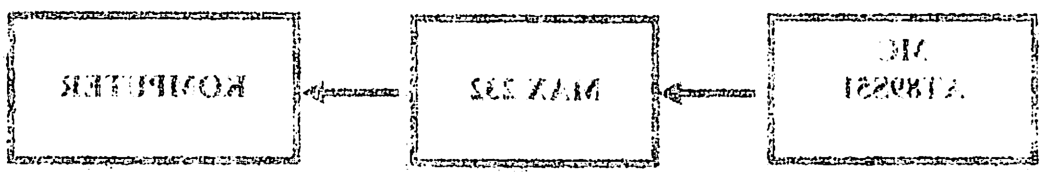
  Untuk mengetahui apakah data yang dikirim dari MCU ke *handphone* dapat diterima dengan benar dengan melakukan simulasi pada komputer.

- **Peralatan yang digunakan**
  - Komputer
  - Sistem mikrokontroller dengan antarmuka RS232.

- **Prosedur pengujian**
  - o Menyusun rangkaian seperti pada Gambar 4-2.
  - o Membuat program transfer data pada sistem mikrokontroller seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4-3 dan Gambar 4-4. Dengan program tersebut mikrokontroller mengirim data '1234567890' ke komputer.
  - o Download program dan eksekusi program.
  - o Mencatat hasil yang terlihat dalam layar komputer.

Gambar 4-2 Rangkaian Pengujian Transfer Data

- **Prosedur pengujian**
  - Menyusun rangkaian seperti pada Gambar 4-2.
  - Membuat program transfer data pada sistem mikrokontroller seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4-3 dan Gambar 4-4. Dengan program tersebut mikrokontroller mengirim data '1234567890' ke komputer.
  - Download program dan eksekusi program
  - Mencatat hasil yang terlihat dalam layar komputer.



Gambar 4-2 Rangkaian Pengujian Transfer Data

```
B2400     EQU   232
PCON      EQU   87H
          ORG   0000H
          JMP   MULAI
          ORG   0023H
SERIAL:   JBC   TI,OUT232
          PUSH  ACC
          MOV   A,SBUF
          MOV   SBUF,A
          POP   ACC
OUT232:   CLR   TI
          CLR   RI
          RETI
INIT232:  MOV   TH1,#B1200
          MOV   TMOD,#22H
          ANL   PCON,#7FH
          MOV   SCON,#50H
          SETB  PS
          SETB  ES
          SETB  TR1
          SETB  EA
          CALL  DELAY
          RET
MULAI:    CALL  INIT232
          SJMP  $
```

Gambar 4-3 Program Uji Komunikasi Data di Mikrokontroler

```
' Cuplikan program uji komunikasi data di komputer menggunakan program
VB 6.0

MSComm1.Output = '1234567890'

Text1.Text = MSComm1.Input
```

Gambar 4-4 Program Uji Komunikasi Data di Komputer

- **Hasil Pengujian**

Hasil pengujian transfer data serial ini ditunjukkan Tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Transfer Data Serial

Data yang dikirim mikrokontroller	**Data yang diterima komputer**
1234567890	1234567890

- **Analisis Hasil Pengujian**

Hasil pengujian dalam Tabel 4.2 menunjukkan bahwa proses pengiriman data serial dengan menggunakan RS 232 ke alat telah benar.

4.4. Pengujian Rangkaian Relay

- **Tujuan**

Mengetahui unjuk kerja relay pada saat dioperasikan yang difungsikan untuk menghubungkan/memutuskan saluran listrik pada CDI dan buzzer. Relay yang digunakan adalah relay DPDT (*dual pin dual terminal*) sehingga terdapat dua keluaran yaitu NC (*normally close*) dan NO (*normally open*) yang perlu diuji.

- **Peralatan yang digunakan**
  - o *Logic probe* model LP-3500
  - o Catu daya 12V DC
  - o Catu daya 5V DC

- **Hasil Pengujian**

Hasil pengujian transfer data serial ini ditunjukkan Tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Transfer Data Serial

Data yang dikirim mikrokontroller	***Data yang diterima komputer***
1234567890	1234567890

- **Analisis Hasil Pengujian**

Hasil pengujian dalam Tabel 4.2 menunjukkan bahwa proses pengiriman data serial dengan menggunakan RS 232 ke alat telah benar.

4.4. Pengujian Rangkaian Relay

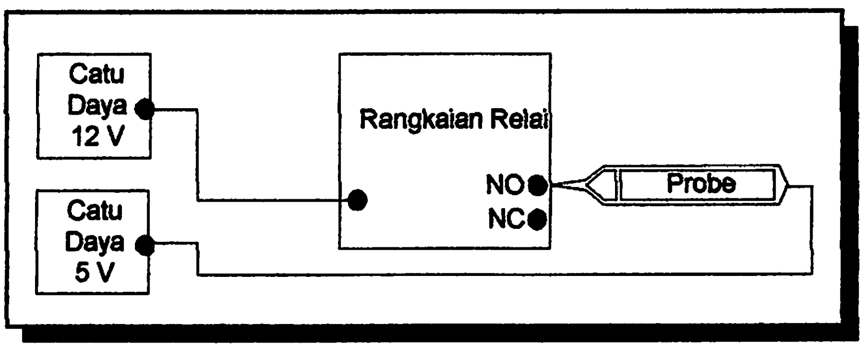
- **Tujuan**

Mengetahui unjuk kerja relay pada saat dioperasikan yang difungsikan untuk menghubungkan-memutuskan saluran listrik pada CDI dan buzzer. Relay yang digunakan adalah relay DPDT (*dual pin dual terminal*) sehingga terdapat dua keluaran yaitu NC (*normally close*) dan NO (*normally open*) yang perlu diuji

- **Peralatan yang digunakan**
  - *Logic probe* model LP-3500
  - Catu daya 12V DC
  - Catu daya 5V DC

- **Prosedur pengujian**
  - Menghubungkan catu daya pada rangkaian relay.
  - Menghubungkan *common* relay dengan kutub positif catu daya.
  - Mengaktifkan catu daya dan memicu rangkaian relay.
  - Mengamati perubahan indikator *logic probe* saat *logic probe* dihubungkan pada keluaran *normally close* dan *normally open* rangkaian sebelum dan sesudah pemicuan.

Rangkaian pengujian relay ditunjukkan dalam Gambar 4-5.



Gambar 4-5 Rangkaian Pengujian Relay

- **Hasil pengujian dan analisis**

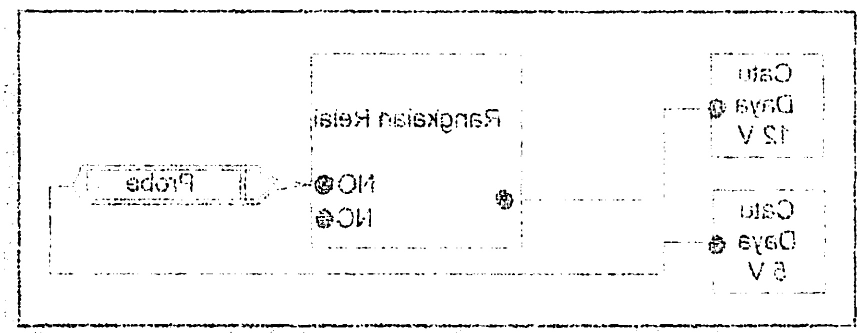
Hasil pengujian rangkaian relay ditunjukkan dalam Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil pengujian Rangkaian Relay

Keluaran	**Indikator *Logic Probe***	
	Sebelum Pemicuan	**Sesudah Pemicuan**
Normally Open (NO)	Hijau (rendah)	Merah (tinggi)
Normally Close (NC)	Merah (tinggi)	Hijau (rendah)

- **Prosedur pengujian**
  - Menghubungkan catu daya pada rangkaian relay.
  - Menghubungkan *common* relay dengan kutub positif catu daya.
  - Mengaktifkan catu daya dan memicu rangkaian relay.
  - Mengamati perubahan indikator *logic probe* saat *logic probe* dihubungkan pada keluaran *normally close* dan *normally open* rangkaian sebelum dan sesudah pemicuan.

Rangkaian pengujian relay ditunjukkan dalam Gambar 4-5.



Gambar 4-5 Rangkaian Pengujian Relay

- **Hasil pengujian dan analisis**

Hasil pengujian rangkaian relay ditunjukkan dalam Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil pengujian Rangkaian Relay

Keluaran	**Indikator *Logic Probe***	
	Sebelum Pemicuan	**Sesudah Pemicuan**
Normally Open (NO)	Hijau (rendah)	Merah (tinggi)
Normally Close (NC)	Merah (tinggi)	Hijau (rendah)

Berdasarkan hasil pengujian relay, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pada saat terjadinya pemicuan, arus kolektor (I_C) pada transistor akan mengalir menuju *ground*. Pada keadaan N*ormally Open* sebelum terjadinya pemicuan *common* tidak terhubung dengan keluaran, sedangkan pada keadaan N*ormally Close common* terhubung dengan keluaran sebelum terjadinya pemicuan.

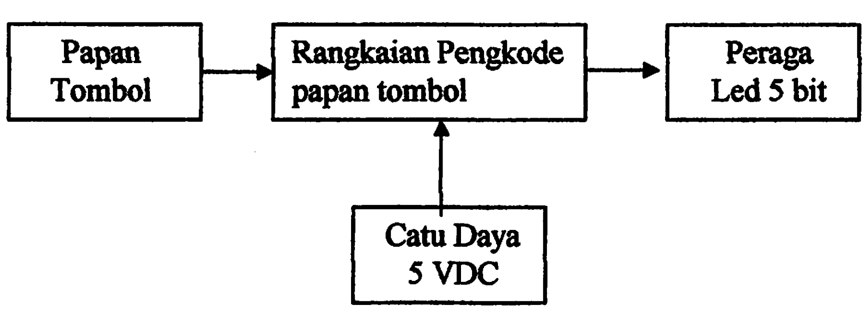
4.5 Pengujian Rangkaian Keypad

- **Tujuan**

  Untuk mengetahui apakah rangkaian ini dapat mengkodekan tombol-tombol input keypad yang ditekan menjadi data 4 bit yang bersesuaian

- **Peralatan yang digunakan**
  - Papan Tombol (keypad 3x4)
  - Rangkaian pengkode keypad
  - Peraga led 5 bit
  - Catu daya 5 Volt DC

- **Prosedur Pengujian**
  1. Peralatan dirangkai seperti pada gambar 4-6
  2. Menekan tombol pada papan tombol,mengamati dan mencatat keluaran yang ditampilkan ke peraga led 5 bit



Gambar 4-6 Diagram blok pengujian pengkode papan tombol (keypad)

- **Hasil pengujian dan analisis**

Hasil pengujian dan pengamatan rangkaian keypad ditunjukkan dalam tabel 4-4

Tabel 4-4 Hasil pengujian pengkode papan tombol (keypad)

Tombol	L_4	L_3	L_2	L_1	L_0
0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1
2	1	0	0	1	0
3	1	0	0	1	1
4	1	0	1	0	0
5	1	0	1	0	1
6	1	0	1	1	0
7	1	0	1	1	1
8	1	1	0	0	0
9	1	1	0	0	1
*****	1	1	0	1	0
#	1	1	0	1	1

Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat bahwa L_4 yang dihubungkan ke pin *data available* berlogika high (ON) jika ada tombol ditekan, sedangkan L_3-L_0 menunjukkan data keluaran yang dihasilkan.Dengan demikian maka rangkaian pengkode papan tombol dapat bekerja dengan baik sesuai perencanaan.

4.6. Pengujian Rangkaian Detektor

4.6.1 Pengujian Rangkaian limit switch.

- **Tujuan**

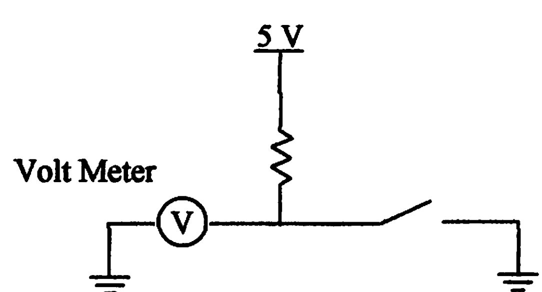
Untuk Mengetahui apakah rangkaian limit switch bekerja dengan baik dan mampu mengkondisikan keluarannya menjadi dua kondisi yakni High dan Low.

- **Peralatan yang digunakan**

1. *Multimeter digital* DT-830B
2. Catu daya 5V DC
3. Rangkaian limit switch yang telah dirancang.

- **Prosedur Pengujian**

1. Membuat dan merangkai rangkaian limit switch sesuai yang telah dirancang .
2. Menghubungkan rangkaian dengan catu daya sebesar 5 volt DC.
3. Mengukur besarnya tegangan dengan menggunakan multimeter pada keluaran rangkaian limit switch.
4. Pengujian rangkaian limit switch dilakukan sesuai dengan gambar 4-7 berikut ini;



Gambar 4-7. Pengujian Rangkaian Limit Switch

4.6. Pengujian Rangkaian Detektor

4.6.1 Pengujian Rangkaian limit switch.

- **Tujuan**

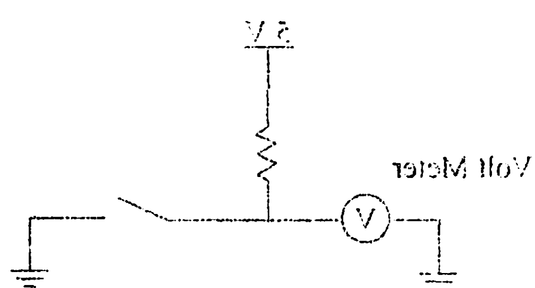
Untuk Mengetahui apakah rangkaian limit switch bekerja dengan baik dan mampu mengkondisikan keluarannya menjadi dua kondisi yakni High dan Low.

- **Peralatan yang digunakan**

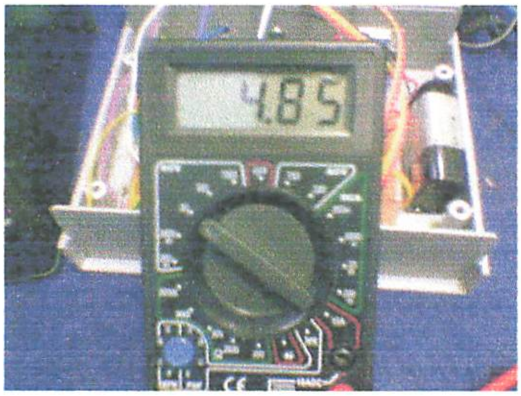
1. *Multimeter digital* DT-830B
2. Catu daya 5V DC
3. Rangkaian limit switch yang telah dirancang.

- **Prosedur Pengujian**

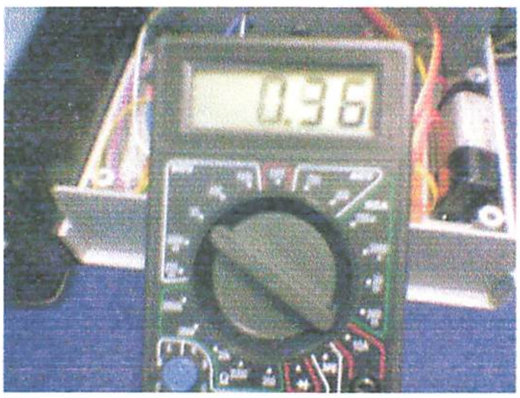
1. Membuat dan merangkai rangkaian limit switch sesuai yang telah dirancang.
2. Menghubungkan rangkaian dengan catu daya sebesar 5 volt DC.
3. Mengukur besarnya tegangan dengan menggunakan multimeter pada keluaran rangkaian limit switch.
4. Pengujian rangkaian limit switch dilakukan sesuai dengan gambar 4-7 berikut ini:



Gambar 4-7. Pengujian Rangkaian Limit Switch



Gambar 4-8. Pengujian Rangkaian Limit Switch Saat Tidak Ditekan



Gambar 4-9. Pengujian Rangkaian Limit Switch Saat Tertekan

- **Hasil pengujian dan analisis**

Tabel 4- 5 Hasil Pengukuran Tegangan Output Pada Rangkaian limit switch

Posisi Limit Switch	Pengukuran (volt)					Rata - rata
	1	2	3	4	5	
Tidak ditekan	4.85	4.86	4.85	4.85	4.88	4.858
Ditekan	0.36	0.38	0.36	0.37	0.39	0.372

Dari hasil pengukuran dapat dianalisa besarnya tegangan keluaran pada limit switch tersebut.

$$I = \frac{VCC}{R} = \frac{5}{10.10^3} = 0.0005A = 5\,mA$$

Gambar 4-8. Pengujian Rangkaian Limit Switch Saat Tidak Ditekan

Gambar 4-9. Pengujian Rangkaian Limit Switch Saat Tertekan

- **Hasil pengujian dan analisis**

Tabel 4- 5 Hasil Pengukuran Tegangan Output Pada Rangkaian limit switch

Posisi Limit Switch	Pengukuran (volt)					Rata - rata
	1	2	3	4	5	
Tidak ditekan	4.85	4.86	4.85	4.85	4.88	4.858
Ditekan	0.36	0.38	0.36	0.37	0.39	0.372

Dari hasil pengukuran dapat dianalisa besarnya tegangan keluaran pada limit switch tersebut.

$$I = \frac{VCC}{R} = \frac{5}{10.10^3} = 0.0005A = 5\ mA$$

pada saat limit switch ditekan maka tegangan keluaran yang dihasilkan menggunakan persamaan sebagai berikut ;

V_{out} = Ground = 0 Volt

pada saat limit switch tidak ditekan maka tegangan keluaran yang dihasilkan menggunakan persamaan sebagai berikut ;

$$V_{out} = I \times R$$

$$= 0,5.10^{-3} \text{ X } 10.10^{3} = 5 \text{ Volt}$$

Dari data diatas didapat simpangan relatif tiap – tiap data dengan menggunakan persamaan dibawah ini ;

$$\%\,\text{Error} = \frac{Pengukuran - Perhitungan}{Perhitungan} \text{X}100\%$$

$$\%\,\text{Error} = \frac{4,858 - 5}{5} \text{X}100\% = 2,84\%$$

sedangkan untuk mencari ketelitiannya digunakan rumus sebagai berikut ;

% Ketelitian = 100 % - % Error

= 100 % - 2,84 %

= 97,16 %

Tabel 4-6. Perbandingan Antara Pengukuran dan Perhitungan Tegangan Output Pada Rangkaian Limit Switch

Perhitungan (Volt)		Rata – rata Pengukuran (Volt)		Error (%)		Ketelitian (%)	
Ditekan	Tidak	Ditekan	Tidak	Ditekan	Tidak	Ditekan	Tidak
0	5	0.372	4.858	-	2.84	-	97.16

4.6.2 Pengujian Rangkaian Detektor Kunci kontak

- **Tujuan**

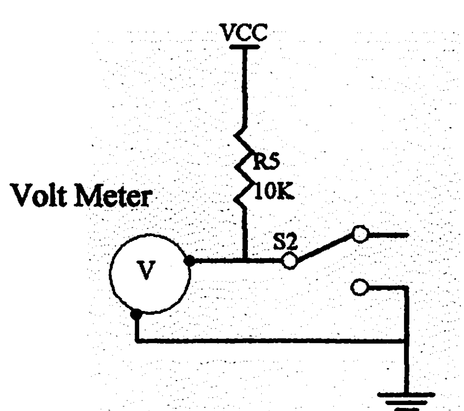
Untuk Mengetahui apakah rangkaian detektor kunci kontak dapat bekerja dengan baik dan mampu mengkondisikan keluarannya menjadi dua kondisi High dan Low.

- **Peralatan yang digunakan**

1. *Multimeter digital* DT-830B
2. Catu daya 5V DC
3. Rangkaian detektor kunci kontak yang telah dirancang.

- **Prosedur Pengujian**

1. Membuat dan merangkai rangkaian detektor kunci kontak sesuai yang telah dirancang .
2. Menghubungkan rangkaian dengan catu daya sebesar 5 volt DC.
3. Mengukur besarnya tegangan dengan menggunakan multimeter pada keluaran rangkaian detektor kunci kontak.
4. Pengujian dilakukan sesuai dengan gambar 4-10 berikut ini;



Gambar 4-10. Rangkaian Pengujian Detektor kunci kontak

4.6.2 Pengujian Rangkaian Detektor Kunci Kontak

- **Tujuan**

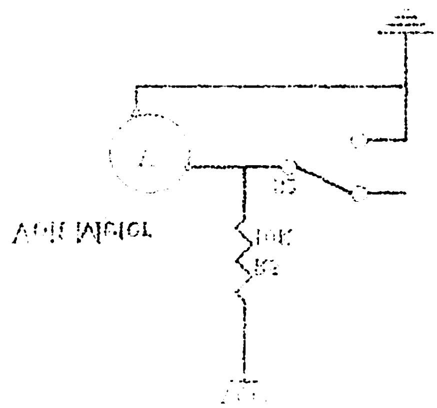
Untuk Mengetahui apakah rangkaian detektor kunci kontak dapat bekerja dengan baik dan mampu mengkondisikan keluarannya menjadi dua kondisi High dan Low.

- **Peralatan yang digunakan**

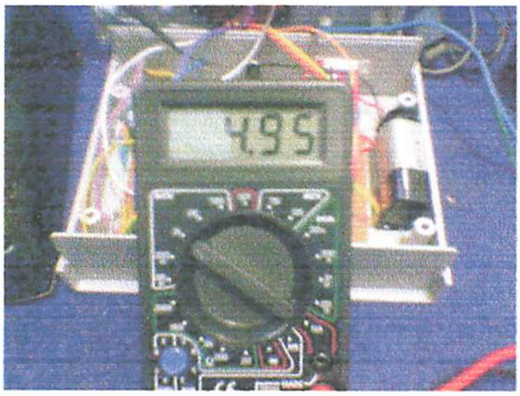
1. *Multimeter digital* DT-830B
2. Catu daya 5V DC
3. Rangkaian detektor kunci kontak yang telah dirancang.

- **Prosedur Pengujian**

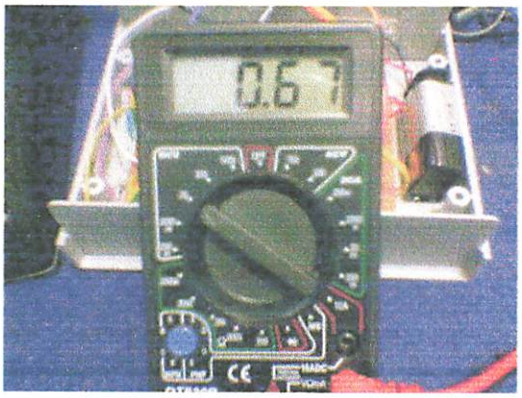
1. Membuat dan merangkai rangkaian detektor kunci kontak sesuai yang telah dirancang.
2. Menghubungkan rangkaian dengan catu daya sebesar 5 volt DC.
3. Mengukur besarnya tegangan dengan menggunakan multimeter pada keluaran rangkaian detektor kunci kontak.
4. Pengujian dilakukan sesuai dengan gambar 4-10 berikut ini:



Gambar 4-10. Rangkaian Pengujian Detektor Kunci Kontak



Gambar 4-11. Pengujian Rangkaian Detektor Kunci Kontak saat posisi kontak OFF



Gambar 4-12. Pengujian Rangkaian Detektor Kunci Kontak saat posisi kontak ON

- **Hasil pengujian dan analisis**

Tabel 4-7. Hasil Pengukuran Tegangan Output Pada Rangkaian detektor kunci kontak

Posisi	Pengukuran (volt)					Rata - rata
	1	2	3	4	5	
OFF	4.95	4.88	4.90	4.93	4.95	4.922
ON	0.55	0.67	0.62	0.63	0.67	0.628

Dari hasil pengukuran dapat dianalisa besarnya tegangan keluaran pada sensor kunci kontak tersebut

$$I = \frac{VCC}{R} = \frac{5}{10.10^3} = 0.0005A = 5\,mA$$

pada saat kunci kontak diONkan maka tegangan keluaran yang dihasilkan menggunakan persamaan sebagai berikut ;

$$V_{out} = Ground = 0\ Volt$$

pada saat kunci kontak diOFFkan maka tegangan keluaran yang dihasilkan menggunakan persamaan sebagai berikut ;

$$V_{out} = I\,X\,R$$

$$= 0{,}5.10^{-3}\ X\ 10.10^3 = 5\ Volt$$

dari data diatas didapat simpangan relatif tiap – tiap data dengan menggunakan persamaan dibawah ini ;

$$\%\,Error = \frac{Pengukuran - Perhitungan}{Perhitungan} X100\%$$

$$\%\,Error = \frac{4{,}922 - 5}{5} X100\% = 1{,}56\%$$

sedangkan untuk mencari ketelitiannya digunakan rumus sebagai berikut ;

$$\%\ Ketelitian = 100\ \% - \%\ Error$$

$$= 100\ \% - 1{,}56\ \%$$

$$= 98{,}44\ \%$$

Tabel 4-8. Perbandingan Antara Pengukuran dan Perhitungan Tegangan Output Pada Rangkaian kunci kontak

Perhitungan (Volt)		Rata – rata Pengukuran (Volt)		Error (%)		Ketelitian (%)	
ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
0	5	0,628	4,922	-	1,56	-	98,44

4.7 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

- **Petunjuk Pengoperasian alat**

Sebelum pengoperasian alat dilakukan,harus dipastikan bahwa semua hubungan ke sepeda motor sudah terpasang. Adapun prosedur pemasangannya adalah sebagai berikut :

- Kabel arus ke *ignition coil* dipotong dan dihubungkan ke relay pada bagian keluarannya (pada alat ini menggunakan kabel warna biru dan hijau)
- Driver kunci kontak dipasang pada keluaran kunci kontak yaitu kabel positif (merah) yang menuju kelistrikan sepeda motor dan kabel negatif (hitam) dihubungkan ke ground.
- Limit switch dipasang pada standar tengah yang sebelumnya dimodifikasi dahulu penempatan letaknya.
- Klakson atau buzzer dihubungkan ke relay pada bagian keluarannya dan catu dayanya diambilkan dari accu dengan tegangan 12 Volt DC
- Menghubungkan catu daya ke accu sepeda motor yang sebelumnya dipasang regulator 5 Volt DC

Tabel 4-8. Perbandingan Antara Pengukuran dan Perhitungan Tegangan Output Pada Rangkaian kunci kontak

Perhitungan (Volt)		Rata – rata Pengukuran (Volt)		Error (%)		Ketelitian (%)	
ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
0	5	0,628	4,922	-	1,56	-	98,44

4.7 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

- **Petunjuk Pengoperasian alat**

Sebelum pengoperasian alat dilakukan,harus dipastikan bahwa semua hubungan ke sepeda motor sudah terpasang. Adapun prosedur pemasangannya adalah sebagai berikut :

- o Kabel arus ke *ignition coil* dipotong dan dihubungkan ke relay pada bagian keluarannya (pada alat ini menggunakan kabel warna biru dan hijau)
- o Driver kunci kontak dipasang pada keluaran kunci kontak yaitu kabel positif (merah) yang menuju kelistrikan sepeda motor dan kabel negatif (hitam) dihubungkan ke ground.
- o Limit switch dipasang pada standar tengah yang sebelumnya dimodifikasi dahulu penempatan letaknya.
- o Klakson atau buzzer dihubungkan ke relay pada bagian keluarannya dan catu dayanya diambilkan dari accu dengan tegangan 12 Volt DC
- o Menghubungkan catu daya ke accu sepeda motor yang sebelumnya dipasang regulator 5 Volt DC

- **Pengujian alat pengaman sepeda motor**

  Untuk pengujian alat pengaman ini dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

  - Memutar kunci kontak ke posisi ON pada saat alat pengaman aktif.
  - Menutup standar tengah keatas sampai menyentuh limit swicth pada saat alat pengaman aktif.
  - Memberikan inputan kode PIN dengan benar maupun yang salah.

- **Hasil pengujian dan analisa**

  Dari hasil pengujian diatas dapat ditunjukkan dalam tabel 4-9 berikut :

Tabel 4-9 Hasil pengujian sistem secara keseluruhan

No	Kondisi Pengujian	Klakson / Buzzer	CDI	Handphone
1	Kunci kontak ON	ON	Terputus	Kirim SMS
2	Sensor standar tengah aktif	ON	Terputus	Kirim SMS
3	Inputan PIN Salah	ON	Terputus	-
4	Inputan PIN Benar	OFF	Terhubung	-

Setelah melakukan 5 kali pengujian sistem secara keseluruhan ternyata tidak ditemukan error,namun kecepatan pengiriman dan penerimaan sms tetap dipengaruhi oleh kondisi jaringan operator selular yang digunakan.Jadi dapat disimpulkan bahwa alat pengaman ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan dan dapat diaplikasikan ke sepeda motor.

- **Pengujian alat pengaman sepeda motor**

Untuk pengujian alat pengaman ini dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- o Memutar kunci kontak ke posisi ON pada saat alat pengaman aktif.
- o Menutup standar tengah keatas sampai menyentuh limit switch pada saat alat pengaman aktif.
- o Memberikan inputan kode PIN dengan benar maupun yang salah.

- **Hasil pengujian dan analisa**

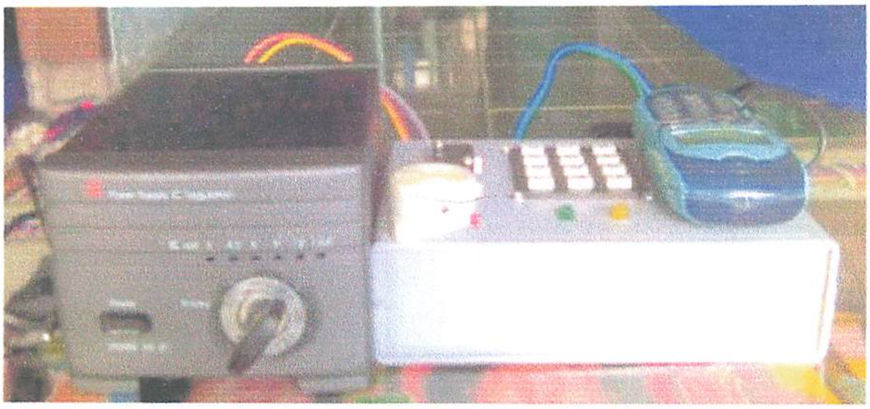
Dari hasil pengujian diatas dapat ditunjukkan dalam tabel 4-9 berikut :

Tabel 4-9 Hasil pengujian sistem secara keseluruhan

No	Kondisi Pengujian	Klakson / Buzzer	CDI	Handphone
1	Kunci kontak ON	ON	Terputus	Kirim SMS
2	Sensor standar tengah aktif	ON	Terputus	Kirim SMS
3	Inputan PIN Salah	ON	Terputus	-
4	Inputan PIN Benar	OFF	Terhubung	-

Setelah melakukan 5 kali pengujian sistem secara keseluruhan ternyata tidak ditemukan error,namun kecepatan pengiriman dan penerimaan sms tetap dipengaruhi oleh kondisi jaringan operator selular yang digunakan.Jadi dapat disimpulkan bahwa alat pengaman ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan dan dapat diaplikasikan ke sepeda motor.

FOTO – FOTO ALAT

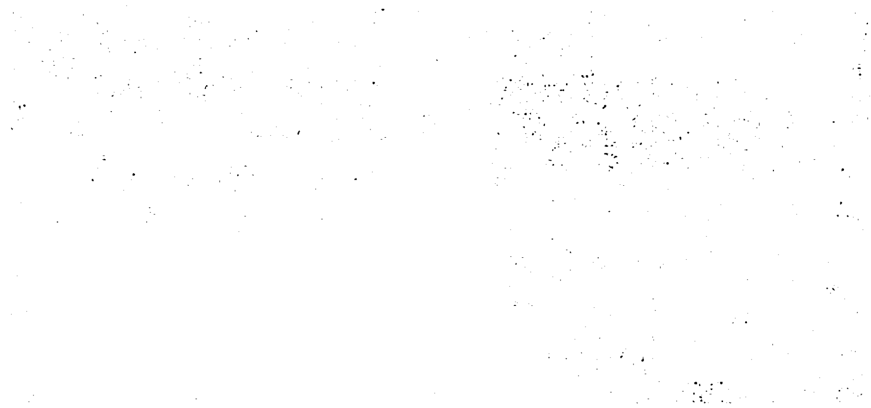


Gambar 4-13. Alat tampak dari depan

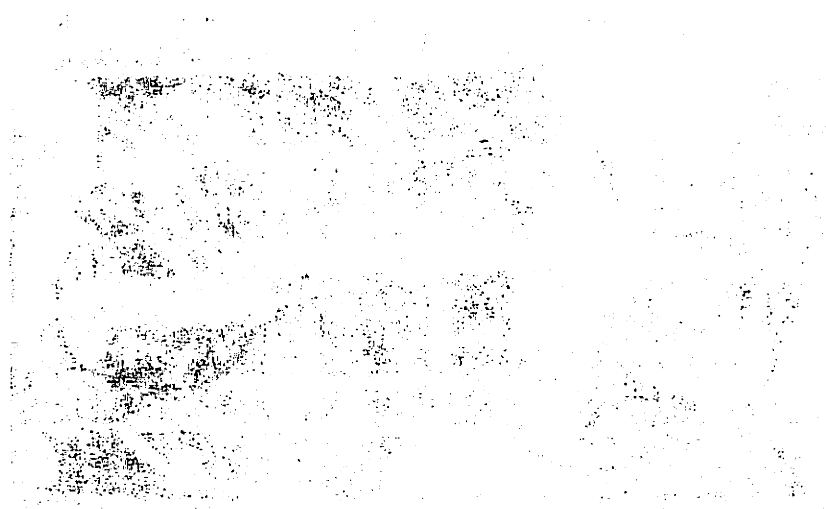
Gambar 4-14. Rangkaian kontrol

Gambar 4-15. isi sms yang diterima handphone user

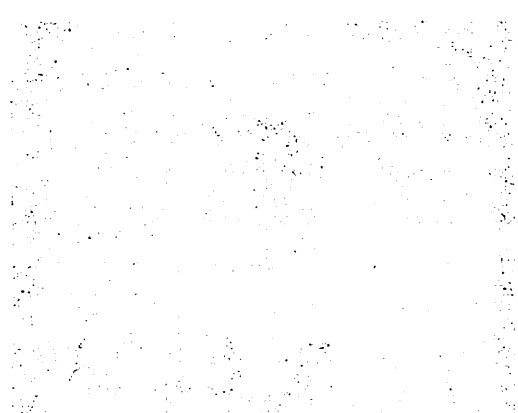
FOTO – FOTO ALAT



Gambar 4-13. Alat tampak dari depan



Gambar 4-14. Rangkaian kontrol



Gambar 4-15. isi sms yang diterima handphone user

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan tahap perencanaan dan pembuatan serta pengujian alat pengaman sepeda motor menggunakan handphone ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Agar terjadi komunikasi data serial antara handphone dengan mikrokontroller maka baud rate dan panjang data antara pengirim dan penerima harus sama.Disini baud rate yang dipakai 19200 bits per second dengan panjang data 8 bit.
2. Total EPROM yang terpakai untuk menyimpan program-program instruksi pada mikrokontroller AT89S51 adalah sebesar 1123 byte dari kapasitas totalnya sebesar 4Kbyte,sehingga tidak memerlukan memori eksternal.
3. Dari pengujian sistem secara keseluruhan didapatkan bahwa alat pengaman ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan.

5.2 Saran

1. Untuk perluasan dan pengembangan alat ini diharapkan ditambahkannya pengaman tambahan lagi yang dapat meningkatkan sistem pengaman alat ini.
2. Diharapkan ditambahkannya menu untuk merubah kode PIN sehingga memberikan kemudahan bagi pengguna alat ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. http://www.atmel.com, 2000, AT89S51 Data Sheets
2. http://www.alds.edu./analog/hpconection.html
3. http://www.my-siemens/ AT Command Set Referensi Manual For the Siemens Mobile Phones
4. Eko Putra, Agfianto, 2002, Belajar Mikrokontroller AT89C51/52/55, Yogyakarta, Gava Media
5. Blocher Richard,2004,Dasar Elektronika,Yogyakarta,Andi Yogyakarta
6. Suhata, 2005, *Aplikasi Mikrokontroller Sebagai Pengendali Peralatan Elektronik*, PT. Elex Media Computindo, Jakarta
7. Pelatihan Microcontroller MCS51 Programming and Interfacing, Malang, Hafindo Electronic & Education
8. Hanapi Gunawan Malvino, 1992, Prinsip-Prinsip Elektronik, Jakarta, Erlangga

Lampiran

Lampiran

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

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama	:	Ainur Roziqin
NIM	:	01.17.168
Jurusan	:	Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	:	Teknik Elektronika
Judul Skripsi	:	Perancangan dan Pembuatan Alat Pengaman Sepeda Motor Menggunakan Handphone Berbasis Mikrokontroller AT89S51
Tanggal Pengajuan Skripsi	:	15 September 2005
Selesai Penulisan Skripsi	:	18 Maret 2006
Dosen Pembimbing	:	Ir. Widodo Pudji Mulyanto, MT
Telah Dievaluasi Dengan Nilai	:	80 (A)

Mengetahui,
Ketua Jurusan T. Elektro S-1

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

Diperiksa Dan Disetujui,
Dosen Pembimbing

(Ir. Widodo Pudji M, MT)
NIP. 1028700171

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. BENDUNGAN SIGURA-GURA 2
MALANG

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Ainur Roziqin
Nim : 01.17.116
Masa Bimbingan : 15 sep 2005 s/d 18 mar 2006
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Alat Pengaman Sepeda Motor menggunakan handphone berbasis Mikrokontroller AT89S51

NO	Tanggal	Uraian	Paraf pembimbing
1	02-01-2006	Acc Bab I, Bab II	
2	05-01-2006	Refisi Diagram blok, flowchart	
3	18-01-2006	Acc Bab III	
4	18-01-2006	Acc Bab IV	
5	18-01-2006	Acc Bab V	
6	24-01-2006	Demo Alat	
7	26-01-2006	Acc Makalah Seminar	
8	11-03-2006	Siap ujian kompre	
9			
10			

Malang, 11 maret 2006
Dosen Pembimbing

Ir. Widodo Pudji M.MT
NIP.P 1028700171

Form. S-4a

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

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama	:	Ainur Roziqin
NIM	:	01.17.116
Masa Bimbingan	:	15 September 2005 s/d 18 Maret 2006
Judul	:	Perancangan dan Pembuatan Alat Pengaman Sepeda Motor Menggunakan Handphone Berbasis Mikrokontroller AT89S51

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1	27 maret 2006	- Sempurnakan kesimpulan dari analisa bab IV. - Perhitungan untuk mencari R pada Bab III	
2	27 maret 2006	- Kesimpulan ambilkan dari pengujian alat	27/3 06

Disetujui,

Penguji I

(Ir. Sidik Noertjahjono, MT)

Penguji II

(Sotyohadi, ST, Msc)

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

(Ir. Widodo Pudji M, MT)

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : AINUR ROZIQIN
N I M : 0117116
Perbaikan meliputi :

- Kesimpulan. tidak merepresentasikan dari Pengujian alat + tuj. dr. Perancangan.

Malang, 20. 03. 2006

( )

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : AINUR ROZIQIN .
N I M : 0117116
Perbaikan meliputi :

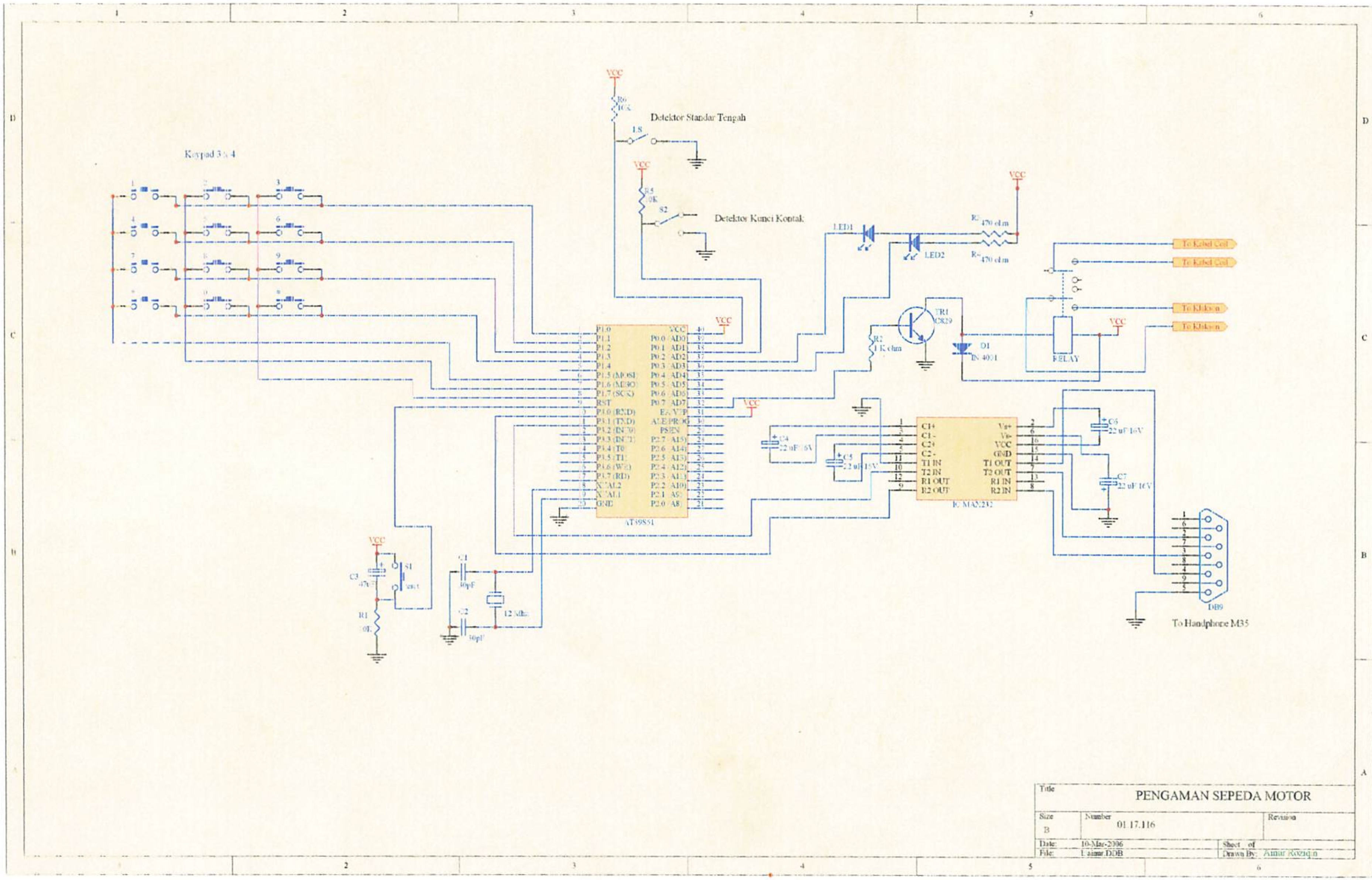
Bab Perancangan (Bab III) dipertajam.
Hitungan ≥ untuk R.

. Kesimpulan diambil dr. hasil Pengujian alat , bukan dari teori . .

Eprom Emulator utk apa? tdk ada dlm. pembahasan.

Malang,

([illegible])



Keypad 3 x 4
Detektor Standar Tengah
Detektor Kunci Kontak
AT89S51
IC MAX232
RELAY
To Kabel Coil
To Kabel Coil
To Klakson
To Klakson
DB9
To Handphone M35
12 Mhz
PENGAMAN SEPEDA MOTOR
Size B
Number 01.17.116
Revision
Date: 10-Mar-2006
Sheet of
Drawn By: Amir Rozaqin

Listing Program

```
;================ KEYPAD ================
kolom1          Bit     P1.4    ; kiri (1,4,7,redial)
kolom2          Bit     P1.5    ;      (2,5,8,0)
kolom3          Bit     P1.6    ;      (3,3,9,#
kolom4          Bit     P1.7

baris1          Bit     P1.0    ; atas (1,2,3)
baris2          Bit     P1.1    ;      (4,5,6)
baris3          Bit     P1.2    ;      (7,8,9)
baris4          Bit     P1.3    ;      (*,0,#)
;
keyport         Data    P1
keydata         Data    70h
FlagKey         Data    71h
keybounc        Equ     51h

; Data tampung sementara
Tmp1            Data    32h
Tmp2            Data    33h
Tmp3            Data    34h
Tmp4            Data    35h
;-------------
; SMS
DtKonfirmasi    Data    39h
Cnt1            Data    3Ah
FlagSerial      Data    3Bh

DPH_PDU         Data    20h
DPL_PDU         Data    21h
DPH_CMGS        Data    22h
DPL_CMGS        Data    23h

DPHH1           Data    20h
DPLL1           Data    21h
Dphh2           Data    22h
Dpll2           Data    23h
Flag1           Data    24h
Flag2           Data    25h
DPHH            Data    26h
DPLL            Data    27h
CntX            Data    28h
DphhM           Data    29h
DpllM           Data    2Ah
Status          Data    2Bh
HasBuzzer       Data    2Ch
TimeOutRx       Data    2Dh
ForceSMS        Data    2Eh
TmpAktif        Data    2Fh
LedStatus       Data    3Ah

KodePDU         Data    7Fh
CntPDU          Equ     15
EE_Data1        Equ     0020h
Lf              Equ     10
```

```
LED_Aktif         Bit      P0.2
LED_PIN           Bit      P0.3
Klakson           Bit      P0.0

Sensor_Kunci      Bit      P0.4
Sensor_Tengah     Bit      P0.1


; Alamat awal lompat ke Start

        Org       0000
        Jmp       Start

        Org       0023h
        Jmp       SerialInterupt

Start:
        Mov       TmpAktif,#0FFh

        Clr       EA
        Mov       SP,#42h

        Clr       klakson
        Mov       7,#5
Ready:
        Clr       LED_Aktif
        Clr       LED_PIN
        Call      Delay_Fix_100ms
        Call      Delay_Fix_100ms
        Setb      LED_Aktif
        Setb      LED_PIN
        Call      Delay_Fix_100ms
        Call      Delay_Fix_100ms

        Djnz      7,Ready

CekSensor1:
        Clr       LED_Aktif
        Clr       LED_PIN
        Clr       Klakson

        Jnb       Sensor_Kunci,Bahaya1
        Jnb       Sensor_Tengah,Bahaya1
CekPIN:

        Call      Keypad3x4
        Mov       A,keydata
        Cjne      A,#0FFh,AdaKeypadTekan
        Jmp       CekSensor1
```

```
AdaKeypadTekan:
        Call    Keypad_Get
        Mov     Tmp1,A
        Setb    LED_PIN

        Call    Keypad_Get
        Mov     Tmp2,A

        Call    Keypad_Get
        Mov     Tmp3,A

        Call    Keypad_Get
        Mov     Tmp4,A

        Mov     A,Tmp1
        Cjne    A,#'1',CekSensor1
        Mov     A,Tmp2
        Cjne    A,#'2',CekSensor1
        Mov     A,Tmp3
        Cjne    A,#'3',CekSensor1
        Mov     A,Tmp4
        Cjne    A,#'4',CekSensor1

        Setb    LED_PIN
        Setb    LED_Aktif


        Sjmp    $

Bahaya1:
        Setb    Klakson

        Call    Send_SMS


        Mov     TmpAktif,#0FFh
        Clr     LED_PIN
        Clr     LED_Aktif


PINSampaiBenar:

        Clr     LED_Aktif
        Clr     LED_PIN
        Setb    Klakson

        Call    Keypad_Get
        Mov     Tmp1,A
        Setb    LED_PIN

        Call    Keypad_Get
        Mov     Tmp2,A
```

```
        Call    Keypad_Get
        Mov     Tmp3,A

        Call    Keypad_Get
        Mov     Tmp4,A

        Mov     A,Tmp1
        Cjne    A,#'1',PINSampaiBenar
        Mov     A,Tmp2
        Cjne    A,#'2',PINSampaiBenar
        Mov     A,Tmp3
        Cjne    A,#'3',PINSampaiBenar
        Mov     A,Tmp4
        Cjne    A,#'4',PINSampaiBenar

        Mov     TmpAktif,#00

        Setb    LED_PIN
        Setb    LED_Aktif
        Clr     Klakson


        Sjmp    $
;--------------------------------

 Send_SMS:
;---------------------------
Send_ATE1:
        Setb    LED_PIN
        Clr     LED_PIN
        Call    Delay_Fix_1s
        Call    Serial_Initialization
        Setb    EA

        Mov     0,#200
Isi1xx2:
        Mov     1,#200
Isi2xx2:
        Mov     2,#10
Dec1xx2:
        Djnz    2,Dec1xx2
        Djnz    1,Isi2xx2
        Djnz    0,Isi1xx2

Send_ATE2:
        Setb    LED_PIN
        Mov     DtKonfirmasi,#0
        Mov     DPTR,#txt_ATE1
        Call    Serial_Transmit_String
Send1_Cek:
        Mov     A,DtKonfirmasi
        Cjne    A,#'O',Send1_Cek
        Clr     LED_PIN
        Call    Delay_Fix_1s
```

```
        Mov     0,#200
Isi1xx4:
        Mov     1,#200
Isi2xx4:
        Mov     2,#10
Dec1xx4:
        Djnz    2,Dec1xx4
        Djnz    1,Isi2xx4
        Djnz    0,Isi1xx4
        ;Jmp     Send_ATE1

Send_ATCMGS:
        Call    Delay_Fix_1s

        Call    Serial_Initialization
        Setb    EA

        Setb    LED_PIN

        Mov     DtKonfirmasi,#0
        Mov     DPTR,#txt_ATCMGs1
        Call    Serial_Transmit_String

        Mov     DPH,DPH_CMGS
        Mov     DPL,DPL_CMGS

        Mov     A,#13
        Call    Serial_Transmit


Send_ATCMGS_Cek:
        Mov     A,DtKonfirmasi
        Cjne    A,#'>',Send_ATCMGS_Cek
        Clr     LED_PIN
;----------------------------
Send_PDU:

        Call    Serial_Initialization
        Setb    EA
        Mov     DtKonfirmasi,#0
        Mov     DPH,DPH_PDU
        Mov     DPL,DPL_PDU

Send_PDUCek:
        Mov     A,DtKonfirmasi
        Cjne    A,#'O',Send_PDUCek
        Setb    LED_PIN
;----------------------------
Sukses:

      Ret

 SerialInterupt:
```

```
        Push    PSW
        Push    ACC
        Jbc     SCON.1,xmit
        Clr     SCON.0
rcve:
        Mov     A,SBUF
        ;Call    LCD_Data
        Cjne    A,#'K',CekCMGs
        Mov     DtKonfirmasi,#'O'
        Jmp     EndSerial
CekCMGs:
        Cjne    A,#'>',EndSerial
        Mov     DtKonfirmasi,#'>'
        Jmp     EndSerial

xmit:
        Clr     TI
EndSerial:
        Pop     ACC
        Pop     PSW
        Reti
    Ret


DelayMX:
        Push    1
        Push    2
Delaymx1:
        Mov     2,#40
Delaymx2:
        Mov     1,#40
Delaymx3:
        Djnz    1,$
        Djnz    2,Delaymx2
        Djnz    0,Delaymx1
        Pop     2
        Pop     1
    Ret
Delay:
        Mov     R0,#0FFh        ; Isi Register R0 dengan FF (Hex)
Delay1:
        Mov     R1,#00h         ; Isi Register R1 dengan FF (hex)
Delay2:
        Nop                     ; no operation
        Nop
        Nop
        Djnz    R1,Delay2       ; Kurangi R1 dengan 1, bila hasil belum
                                ; sama dengan 0 maka lompat ke Delay2
        Djnz    R0,Delay1       ; Kurangi R0 dengan 1, bila hasil belum
                                ; sama dengan 0 maka lompat ke Delay1
        Ret                     ; Kembali ke alamat setelah perintah

Serial_Receive:
        Jnb     RI,$
```

```
        Clr     RI
        Mov     A,SBUF
        Clr     RI
    Ret
Serial_ReceiveTimeOut:
        Push    0
        Mov     0,#10
SerialReceiveTimeOut0:
        Jnb     RI,SerialReceiveTimeOut1
        Clr     RI
        Mov     A,SBUF
        Clr     RI
        Jmp     SerialReceiveTimeOutXX
SerialReceiveTimeOut1:
        Call    TundaTimeOut
        Djnz    0,SerialReceiveTimeOut0
        Mov     A,#0FFh

SerialReceiveTimeOutXX:
        Pop     0
    Ret
TundaTimeOut:
        Push    0
        Push    1
TundaTimeOut1:
        Mov     1,#100
TundaTimeOut2:
        Mov     0,#10
        Djnz    0,$
        Djnz    1,TundaTimeOut2
        Pop     1
        Pop     0
    Ret

Serial_Transmit:
        Mov     SBUF,A
        Ret
        Push    ACC
        Mov     A,FlagSerial
        Cjne    A,#0,Serial_TransmitOut
        Jnb     TI,$
        Clr     TI
Serial_TransmitOut:
        Pop     ACC
    Ret
Serial_Initialization:
        Mov     SCON,#50h
        ;Mov    TH1,#250            ; BAUDRATE 9600
        Mov     TH1,#253            ; BAUDRATE 19200
        ;Mov    TH1,#208            ; BAUDRATE 1200
        Mov     PCON,#00h           ; PCON
        Mov     TMOD,#21h
        Mov     TCON,#01010000B     ; RUN T1 AND TO
        Mov     IE,#90h             ; enable only serial inter
```

```
        ;Mov     IE,#10000010B
        ;Mov     IP,#00001000B
      Ret
Serial_Initialization_Download:
        Mov      SCON,#50h
        Mov      TH1,#250             ; BAUDRATE 9600
        ;Mov     TH1,#208             ; BAUDRATE 1200
        Mov      87h,#00h             ; PCON
        Mov      TMOD,#21h
        Mov      TCON,#01010000B      ; RUN T1 AND T0
      Ret

Serial_Transmit_String:
        Push     ACC
        Push     DPL
        Push     DPH
xgetcarl:
        Clr      A                    ; mengambil data dari eprom
        Movc     A,@A+DPTR
        Cjne     A,#0,xtammpill       ; tes apakah data habis?
        Ljmp     xmettul

        Lcall    Serial_Transmit
        Mov      R0,#10
        Call     DelayMX
        Inc      DPTR                 ; naikkan dptr
        Ljmp     xgetcarl
xmettul:
        Pop      DPH
        Pop      DPL
        Pop      ACC
      Ret


Keypad_Get:
        Push     B                          ; amankan register B
KeyInGet1:
        Call     Keypad3x4                  ;scan keypad
        Mov      A,keydata                  ;isi keydata = data di rutin
keypad
        Cjne     A,#0FFh,KeyInGet0          ;jk isi a # 0ffh ==>lompat
        Jmp      keyInGet1
KeyInGet0:
        Mov      B,A                        ;simpan isi a to b
KeyInGet:
        Call     Keypad3x4
        Mov      A,keydata
        Cjne     A,B,KeyInOut               ;jk isi A # B lompat
        Jmp      keyInget
KeyInOut:
        Mov      A,B
        Call     Delay_Fix_100ms
        Call     Delay_Fix_100ms
        Call     Delay_Fix_100ms
```

```
        Call    Delay_Fix_100ms
        Mov     A,B
        Pop     B                            ;idem
     Ret
;=================================
; routine u/ baca keypad 3x4
; output pd keydata(0-9,E=redial,F=#)
;=================================
Keypad3x4:

        Mov     keybounc,#100
        Mov     keyport,#0FFh
        Clr     koloml
ull:
        Jb      baris1,key1
        ;Djnz    keybounc,$
        Mov     keydata,#'1'
        Ret
key1:

        Jb      baris2,key2
        Mov     keydata,#'4'
        Ret
key2:
        Jb      baris3,key3
        Mov     keydata,#'7'
        Ret
key3:
        Jb      baris4,key4
        Mov     keydata,#'*'
        Ret
key4:
        Setb    koloml
        Clr     kolom2
        Jb      baris1,key5
        Mov     keydata,#'2'
        Ret
key5:
        Jb      baris2,key6
        Mov     keydata,#'5'
        Ret
key6:
        Jb      baris3,key7
        Mov     keydata,#'8'
        Ret
key7:
        Jb      baris4,key8
        Mov     keydata,#'0'
        Ret
key8:
        Setb    kolom2
        Clr     kolom3
        Jb      baris1,key9
        Mov     keydata,#'3'
```

```
        Ret
key9:
        Jb      baris2,key10
        Djnz    keybounc,$
        Mov     keydata,#'6'
        Ret
key10:
        Jb      baris3,key11
        Djnz    keybounc,$
        Mov     keydata,#'9'
        Ret
key11:
        Jb      baris4,key12
        Djnz    keybounc,$
        Mov     keydata,#'#'
        Ret
key12:
        Mov     keydata,#0FFh

        Ret

;================= DELAY ==============================
 Delay_Var_1ms:
        Call    Delay_Fix_1ms
        Djnz    R0,Delay_Var_1ms
        Ret
 Delay_Var_10ms:
        Call    Delay_Fix_10ms
        Djnz    R0,Delay_Var_10ms
        Ret
 Delay_Var_100ms:
        Call    Delay_Fix_1ms
        Djnz    R0,Delay_Var_100ms
     Ret
 Delay_Var_1s:
        Call    Delay_Fix_1s
        Djnz    R0,Delay_Var_1s
     Ret
 Delay_Var_10s:
        Call    Delay_Fix_10s
        Djnz    R0,Delay_Var_10s
     Ret
 Delay_Var_10us:
        Call    Delay_Fix_10us
        Djnz    R0,Delay_Var_10us
     Ret
 Delay_Fix_10us:
        Push    1
        Mov     1,#20
        Djnz    1,$
        Pop     1
     Ret
 Delay_Fix_10s:
        Push    1
```

```
        Mov     1,#100
Delay_fix_10s_1:
        Call    Delay_Fix_100ms
        Djnz    1,delay_fix_10s_1
        Pop     1
      Ret
Delay_Fix_1s:
        Push    1
        Mov     1,#100
Delay_fix_1000ms_1:
        Call    Delay_Fix_10ms
        Djnz    1,delay_fix_1000ms_1
        Pop     1
      Ret
Delay_Fix_100ms:
        Push    1
        Mov     1,#10
Delay_fix_100ms_1:
        Call    Delay_Fix_10ms
        Djnz    1,delay_fix_100ms_1
        Pop     1
      Ret
Delay_Fix_10ms:
        Push    ACC
        Mov     A,TMOD
        Mov     TMOD,#00000001b     ; Timer 1 bekerja pada mode 1
        Clr     TF0                 ; me-nol-kan bit limpahan
        Setb    TR0                 ; timer mulai bekerja
        Jnb     TF0,$               ; tunggu di sini sampai melimpah
        Clr     TR0                 ; timer berhenti kerja
        Mov     TMOD,A
        Pop     ACC
        Ret
       Ret
Delay_Fix_1ms:
        Push    ACC
        Mov     A,TMOD
        Mov     TMOD,#00000001b     ; Timer 1 bekerja pada mode 1
        Mov     TL0,#0EDh           ; siapkan waktu tunda 50 mili-
detik
        Mov     TH0,#78h
        Clr     TF0                 ; me-nol-kan bit limpahan
        Setb    TR0                 ; timer mulai bekerja
        Jnb     TF0,$               ; tunggu di sini sampai melimpah
        Clr     TR0                 ; timer berhenti kerja
        Mov     TMOD,A
        Pop     ACC
        Ret
      Ret
TARTIME:
        Mov     TMOD,#11h
        Mov     TH1,#00Eh
        Mov     TL1,#00Eh
        Ret
```

```
; 'Bahaya Boss!!!
txt_PDU1:       Db
'07912658050000F001000D91265846695952F300000DC2303A9C0F8384EFF93C140
2',0
txt_PDU_Cnt1:   Db      '26',0

txt_ATE1:       Db      'ATE1',13,0
txt_ATCMGL0:    Db      'AT+CMGL=2',13,0
txt_ATCMGs1:    Db      'AT+CMGs=',0
```

Data Sheet
AT 89S51

tures

- npatible with MCS®-51 Products
- Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
- Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- / to 5.5V Operating Range
- ly Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- ee-level Program Memory Lock
- x 8-bit Internal RAM
- Programmable I/O Lines
- 16-bit Timer/Counters
- Interrupt Sources
- Duplex UART Serial Channel
- v-power Idle and Power-down Modes
- rrupt Recovery from Power-down Mode
- tchdog Timer
- al Data Pointer
- ver-off Flag
- t Programming Time
- xible ISP Programming (Byte and Page Mode)

scription

AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K ; of In-System Programmable Flash memory. The device is manufactured using l's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the indus- andard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program ory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory pro- mer. By combining a versatile 8-bit CPU with In-System Programmable Flash on nolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a /-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

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

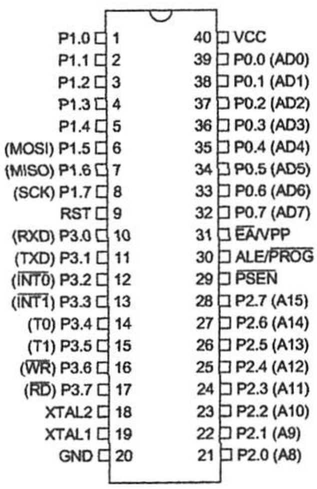
8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash

AT89S51

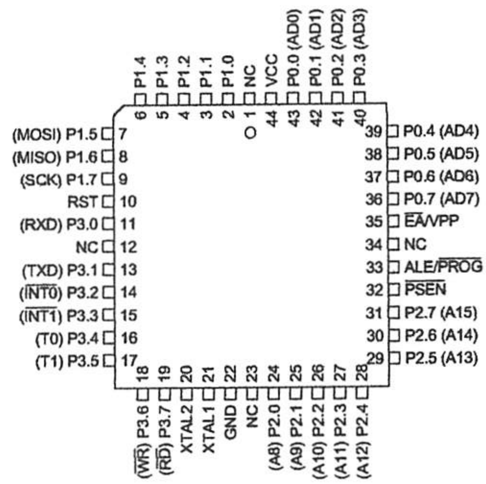
2487B–MICRO–12/03

Configurations

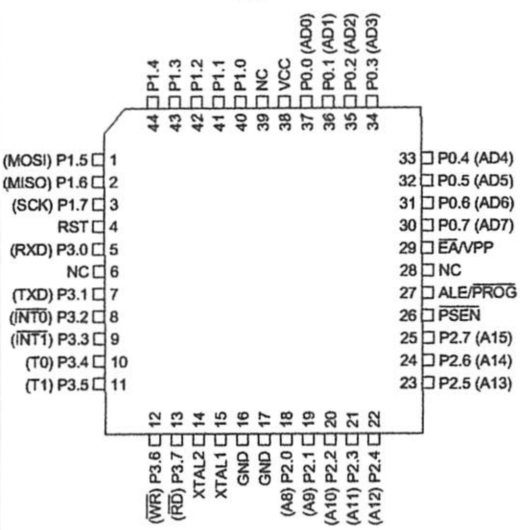
PDIP



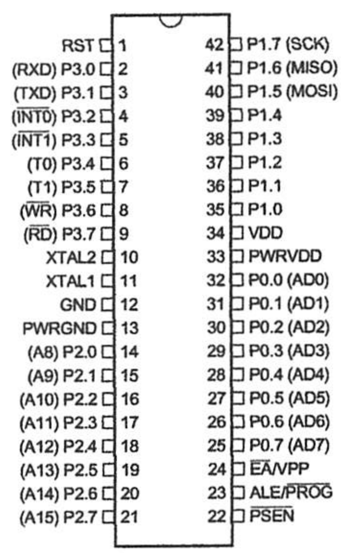
PLCC



TQFP



PDIP



Configurations

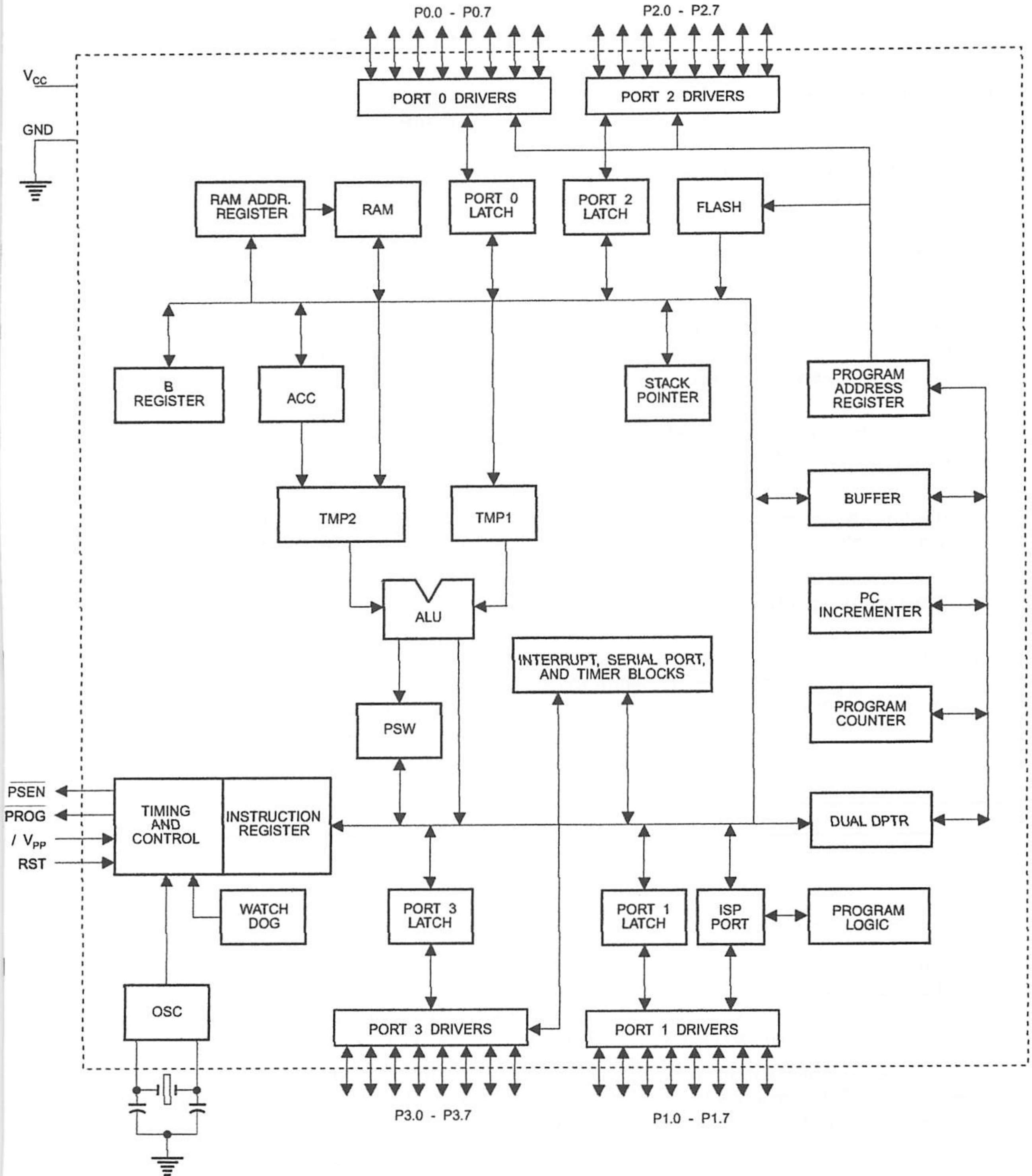
PLCC

PDIP

PDIP

TQFP

ck Diagram


P0.0 - P0.7
P2.0 - P2.7
VCC
GND
PORT 0 DRIVERS
PORT 2 DRIVERS
RAM ADDR. REGISTER
RAM
PORT 0 LATCH
PORT 2 LATCH
FLASH
B REGISTER
ACC
STACK POINTER
PROGRAM ADDRESS REGISTER
BUFFER
TMP2
TMP1
ALU
PC INCREMENTER
INTERRUPT, SERIAL PORT, AND TIMER BLOCKS
PROGRAM COUNTER
PSW
PSEN
PROG
/ VPP
RST
TIMING AND CONTROL
INSTRUCTION REGISTER
DUAL DPTR
WATCH DOG
PORT 3 LATCH
PORT 1 LATCH
ISP PORT
PROGRAM LOGIC
OSC
PORT 3 DRIVERS
PORT 1 DRIVERS
P3.0 - P3.7
P1.0 - P1.7

3

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

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

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

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (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 input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

/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 ($\overline{\text{PROG}}$) during Flash programming.

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

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

N

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.

/PP

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. 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.

L1

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

.L2

Output from the inverting oscillator amplifier

cial ction isters

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.

1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

8H									0FFH
0H	B 00000000								0F7H
8H									0EFH
0H	ACC 00000000								0E7H
8H									0DFH
0H	PSW 00000000								0D7H
8H									0CFH
0H									0C7H
8H	IP XX000000								0BFH
H	P3 11111111								0B7H
H	IE 0X000000								0AFH
H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXX0				WDTRST XXXXXXXX		0A7H
H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
H	P1 11111111								97H
H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0		8FH
H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XXX0000	87H

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

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

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

AUXR Address = 8EH Reset Value = XXX00XX0B

Not Bit Addressable

	–	–	–	WDIDLE	DISRTO	–	–	DISALE
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

–	Reserved for future expansion	
DISALE	Disable/Enable ALE	
	DISALE Operating Mode	
	0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency
	1	ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction
DISRTO	Disable/Enable Reset-out	
	DISRTO	
	0	Reset pin is driven High after WDT times out
	1	Reset pin is input only
WDIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode	
WDIDLE		
0	WDT continues to count in IDLE mode	
1	WDT halts counting in IDLE mode	

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

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

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

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

AUXR Address = 8EH Reset Value = XXX00XX0B

Not Bit Addressable

	–	–	–	WDIDLE	DISRTO	–	–	DISALE
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

–	Reserved for future expansion	
DISALE	Disable/Enable ALE	
	DISALE Operating Mode	
	0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency
	1	ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction
DISRTO	Disable/Enable Reset-out	
	DISRTO	
	0	Reset pin is driven High after WDT times out
	1	Reset pin is input only
WDIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode	
WDIDLE		
0	WDT continues to count in IDLE mode	
1	WDT halts counting in IDLE mode	

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

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

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1 Address = A2H Reset Value = XXXXXXX0B

Not Bit Addressable

	–	–	–	–	–	–	–	DPS
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

–	Reserved for future expansion	
DPS	Data Pointer Register Select	
	DPS	
	0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H
	1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H

mory ganization

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.

gram Memory

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

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

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.

chdog er e-time bled with set-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.

ng 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 98xTOSC, 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.

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

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1	Address = A2H					Reset Value = XXXXXXX0B	
Not Bit Addressable							
–	–	–	–	–	–	–	DPS
7	6	5	4	3	2	1	0

Bit	Description
–	Reserved for future expansion
DPS	Data Pointer Register Select

DPS	
0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H
1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H

mory anization

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.

gram Memory

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

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

a 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.

tchdog ner e-time abled with set-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.

ng 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 98xTOSC, 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.

T During ...er-down ... Idle

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

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

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

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

RT

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

er 0 and 1

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

rrupts

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

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

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

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

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 "Microcontrollers", then "8051-Architecture", then "Documentation", and "Other Documents". Open the Adobe® Acrobat® file "AT89 Series Hardware Description".

Timer 0 and 1

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

Interrupts

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

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

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

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

Table 4. Interrupt Enable (IE) Register

(MSB) (LSB)

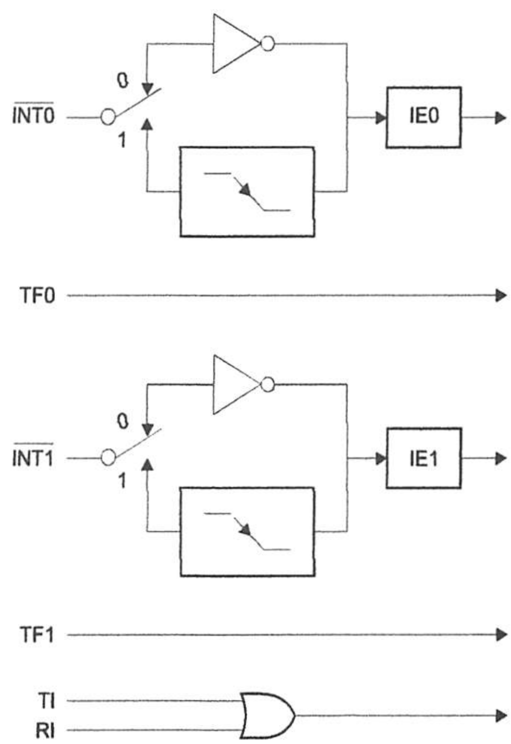
EA	–	–	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

Enable Bit = 1 enables the interrupt.

Enable Bit = 0 disables the interrupt.

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
–	IE.6	Reserved
–	IE.5	Reserved
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit
User software should never write 1s to reserved bits, because they may be used in future AT89 products.		

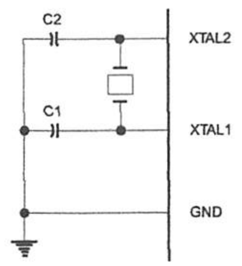
Figure 1. Interrupt Sources



illator racteristics

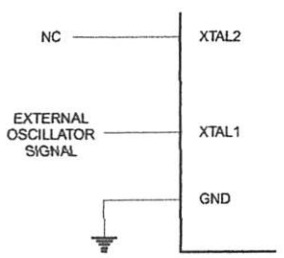
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 3. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 2. Oscillator Connections



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

Figure 3. External Clock Drive Configuration



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.

ver-down de

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 ($\overline{INT0}$ or $\overline{INT1}$). Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

illator racteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 3. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 2. Oscillator Connections

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

Figure 3. External Clock Drive Configuration

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.

ver-down de

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 ($\overline{INT0}$ or $\overline{INT1}$). Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

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

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{PSEN}$	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

gram nory Lock ;

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

Table 6. Lock Bit Protection Modes

	Program Lock Bits			
	LB1	LB2	LB3	Protection Type
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.

gramming Flash – allel Mode

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

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

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

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise $\overline{EA}/V_{PP}$ to 12V.
5. Pulse ALE/$\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 50 µs. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

$\overline{Data}$ Polling: The AT89S51 features $\overline{Data}$ 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. $\overline{Data}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/$\overline{\text{Busy}}$: 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 READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. **The status of the individual lock bits can be verified directly by reading them back.**

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

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

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

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

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

gramming Flash – ial Mode

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

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

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

al ɿramming ›rithm

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.

Ready/Busy: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/BSY output signal. P3.0 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.0 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. **The status of the individual lock bits can be verified directly by reading them back.**

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

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

Chip Erase: In the parallel programming mode, a chip erase operation is initiated by using the proper combination of control signals and by pulsing ALE/PROG low for a duration of 200 ns - 500 ns.

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

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

...gramming ... Flash – ...ial Mode

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

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

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

...al ...gramming ...rithm

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.

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

al gramming ruction Set

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

gramming rface – allel Mode

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

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

e 7. Flash Programming Modes

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

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

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

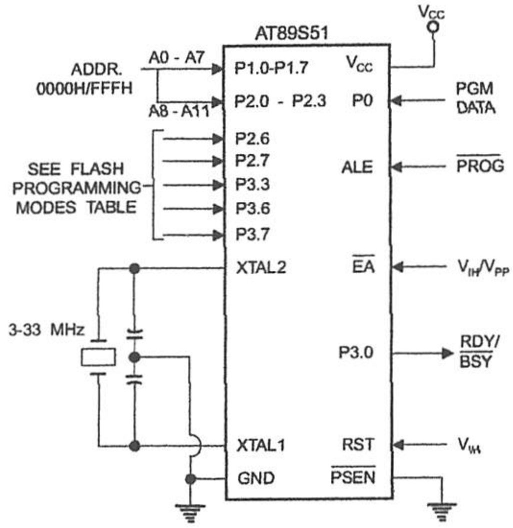
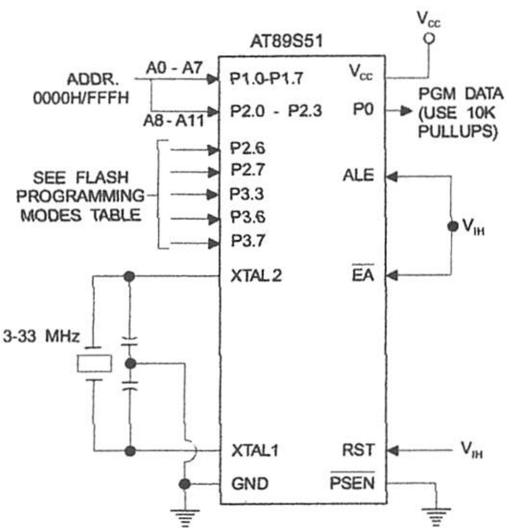


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



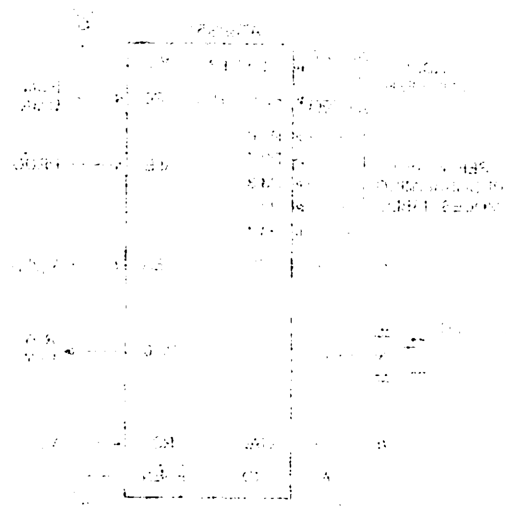


Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

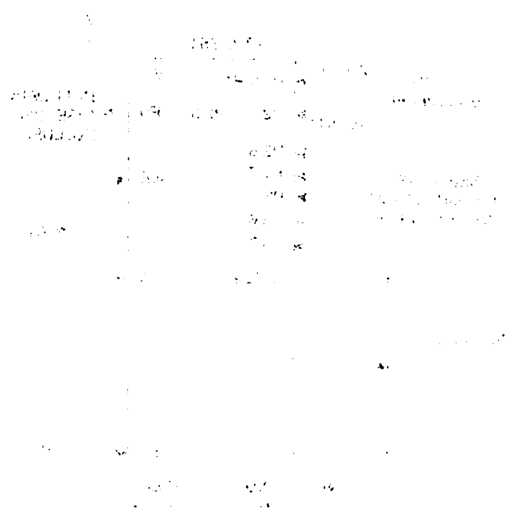


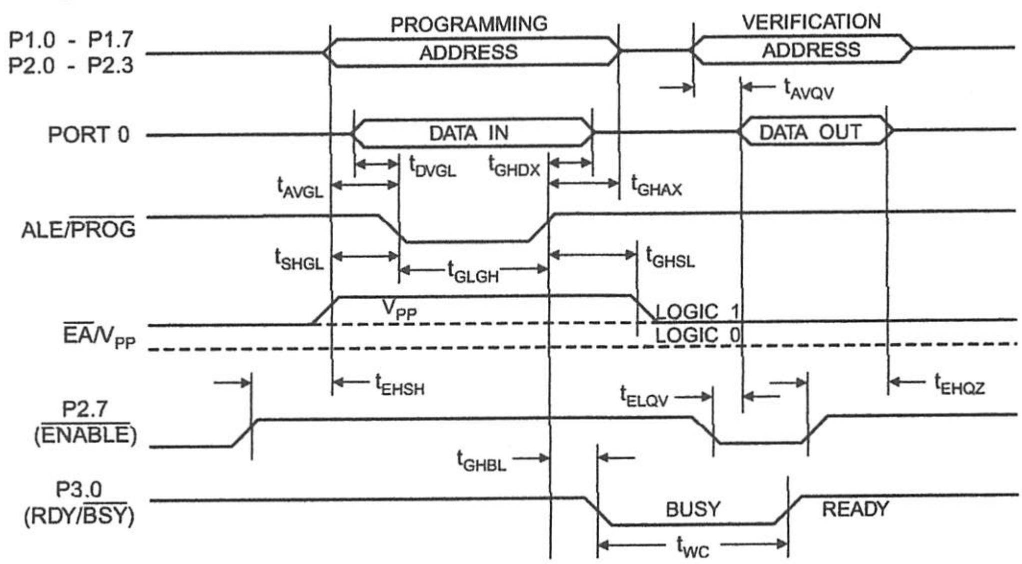
Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)

h Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

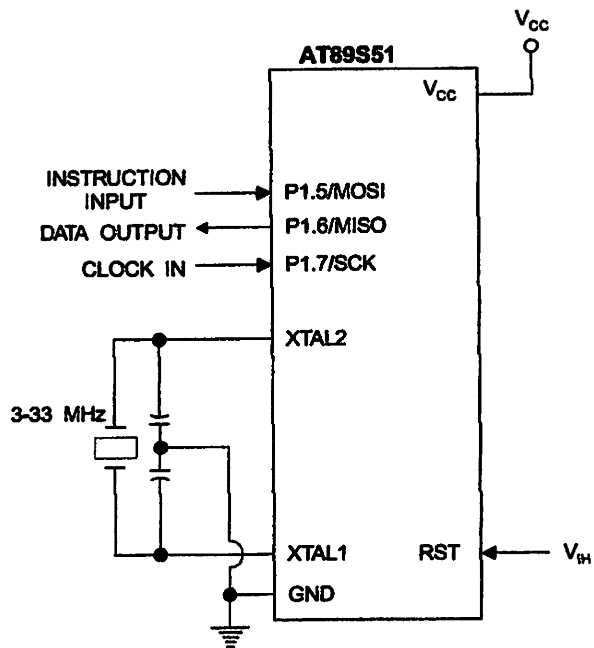
0°C to 30°C, V_{CC} = 4.5 to 5.5V

ol	Parameter	Min	Max	Units
	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
	Programming Supply Current		10	mA
	V_{CC} Supply Current		30	mA
CL	Oscillator Frequency	3	33	MHz
	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
(	Address Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
.	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
X	Data Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
H	P2.7 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
L	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
L	V_{PP} Hold After $\overline{PROG}$	10		µs
H	$\overline{PROG}$ Width	0.2	1	µs
V	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
V	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
Z	Data Float After $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
L	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	µs
	Byte Write Cycle Time		50	µs

e 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

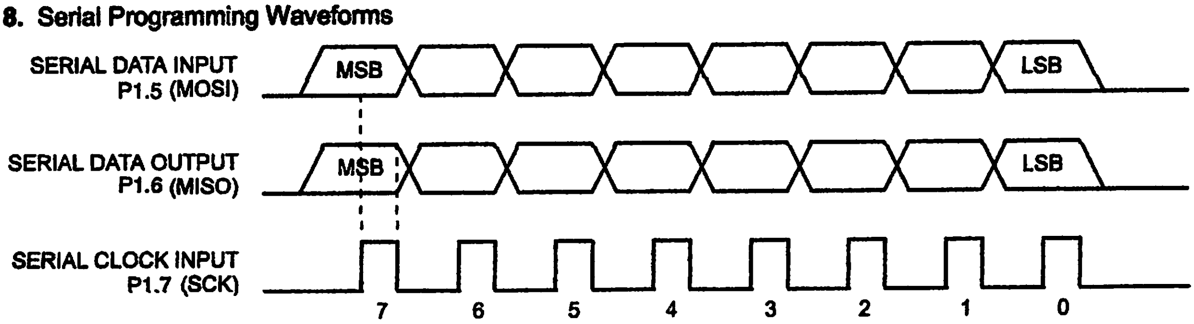


e 7. Flash Memory Serial Downloading

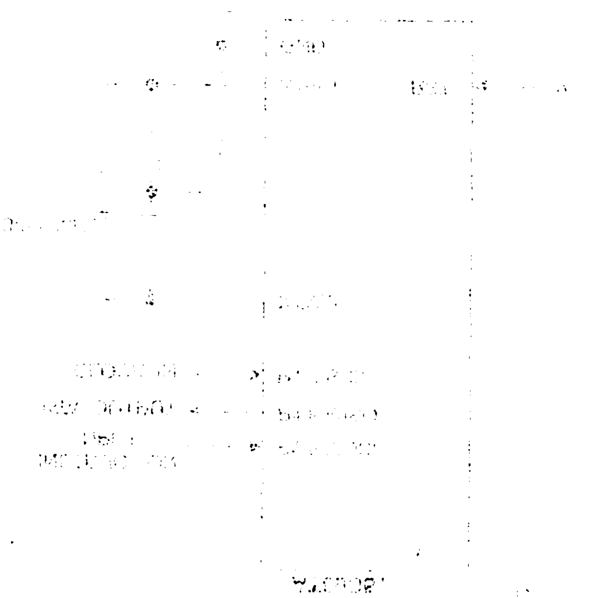


sh Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

re 8. Serial Programming Waveforms

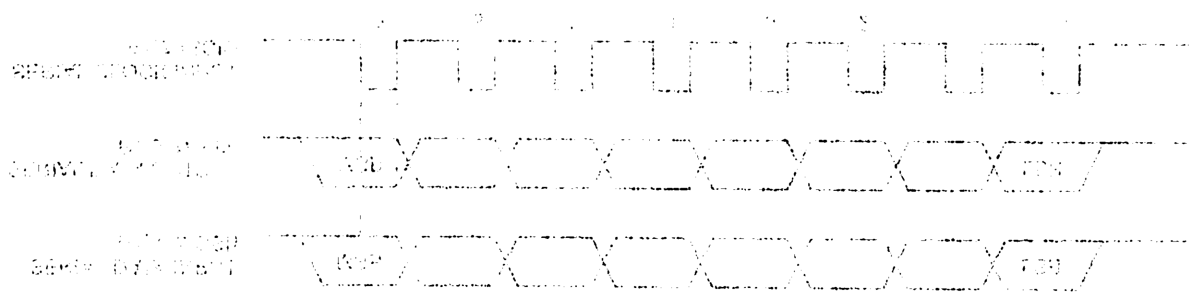


...e 7. Flash Memory Serial Downloading



...sh Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

...re 8. Serial Programming Waveforms



8. Serial Programming Instruction Set

uction	Instruction Format Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Operation
ramming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output on MISO)	Enable Serial Programming while RST is high
Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
d Program Memory e Mode)	0010 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Read data from Program memory in the byte mode
e Program Memory e Mode)	0100 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Write data to Program memory in the byte mode
e Lock Bits(1)	1010 1100	1110 00 B1 B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (1).
d Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxx LB3 LB2 LB1 xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
d Signature Bytes	0010 1000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 xxx xxx0	Signature Byte	Read Signature Byte
d Program Memory ge 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)
e Program Memory ge Mode)	0101 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

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

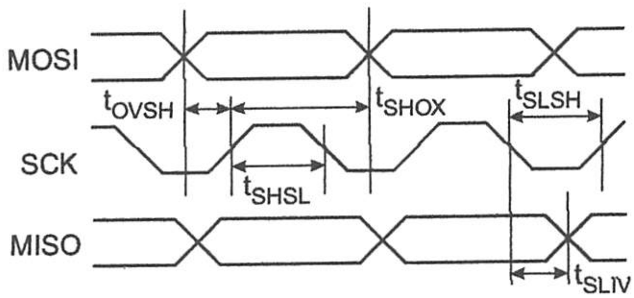
   } Each of the lock bit modes need to be activated sequentially before Mode 4 can be executed.

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

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

rial Programming Characteristics

ure 9. Serial Programming Timing



le 9. Serial Programming Characteristics, T_A = -40° C to 85° C, V_{CC} = 4.0 - 5.5V (Unless Otherwise Noted)

ymbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
$_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3		33	MHz
$_{LCL}$	Oscillator Period	30			ns
$_{HSL}$	SCK Pulse Width High	8 t_{CLCL}			ns
$_{LSH}$	SCK Pulse Width Low	8 t_{CLCL}			ns
$_{VSH}$	MOSI Setup to SCK High	t_{CLCL}			ns
$_{HOX}$	MOSI Hold after SCK High	2 t_{CLCL}			ns
$_{LIV}$	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
$_{RASE}$	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
$_{WC}$	Serial Byte Write Cycle Time			64 t_{CLCL} + 400	μs

Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

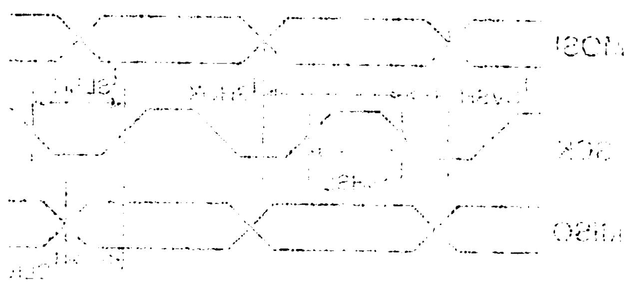


Table 9. Serial Programming Characteristics, T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 4.0 - 5.5V (Unless Otherwise Noted)

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

olute Maximum Ratings*

ating Temperature	-55°C to +125°C
ge Temperature	-65°C to +150°C
ge on Any Pin Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
mum Operating Voltage	6.6V
)utput Current	15.0 mA

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

Characteristics

alues shown in this table are valid for T_A = -40°C to 85°C and V_{CC} = 4.0V to 5.5V, unless otherwise noted.

bol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
	Input Low Voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC}-0.1	V
	Input Low Voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC}-0.3	V
	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC}+0.9	V_{CC}+0.5	V
	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC}+0.5	V
	Output Low Voltage[1] (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.45	V
	Output Low Voltage[1] (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.45	V
	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 μA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 μA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 μA	0.9 V_{CC}		V
	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 μA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 μA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 μA	0.9 V_{CC}		V
	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45V		-50	μA
	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V ± 10%		-650	μA
	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	μA
;T	Reset Pulldown Resistor		50	300	KΩ
	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode[2]	V_{CC} = 5.5V		50	μA

;: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
Maximum I_{OL} per 8-bit port:
Port 0: 26 mA Ports 1, 2, 3: 15 mA
Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

olute Maximum Ratings*

ting Temperature	-55°C to +125°C
ge Temperature	-65°C to +150°C
ge on Any Pin Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
mum Operating Voltage	6.6V
Output Current	15.0 mA

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

Characteristics

alues shown in this table are valid for T_A = -40°C to 85°C and V_{CC} = 4.0V to 5.5V, unless otherwise noted.

bol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
	Input Low Voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC}-0.1	V
	Input Low Voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC}-0.3	V
	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC}+0.9	V_{CC}+0.5	V
	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC}+0.5	V
	Output Low Voltage(1) (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.45	V
	Output Low Voltage(1) (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.45	V
	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 µA	0.9 V_{CC}		V
	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 µA	0.9 V_{CC}		V
	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V ± 10%		-650	µA
	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
T	Reset Pulldown Resistor		50	300	KΩ
	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode(2)	V_{CC} = 5.5V		50	µA

: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
Maximum I_{OL} per 8-bit port:
Port 0: 26 mA Ports 1, 2, 3: 15 mA
Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

Characteristics

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

ernal Program and Data Memory Characteristics

bol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
CL	Oscillator Frequency			0	33	MHz
	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}-40$		ns
	Address Valid to ALE Low	43		$t_{CLCL}-25$		ns
	Address Hold After ALE Low	48		$t_{CLCL}-25$		ns
	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}-65$	ns
	ALE Low to $\overline{PSEN}$ Low	43		$t_{CLCL}-25$		ns
	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	205		$3t_{CLCL}-45$		ns
	$\overline{PSEN}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}-60$	ns
	Input Instruction Hold After $\overline{PSEN}$	0		0		ns
	Input Instruction Float After $\overline{PSEN}$		59		$t_{CLCL}-25$	ns
	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	75		$t_{CLCL}-8$		ns
	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}-80$	ns
	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		10		10	ns
H	$\overline{RD}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
H	$\overline{WR}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
	$\overline{RD}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}-90$	ns
X	Data Hold After $\overline{RD}$	0		0		ns
Z	Data Float After $\overline{RD}$		97		$2t_{CLCL}-28$	ns
	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}-150$	ns
	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}-165$	ns
	ALE Low to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	200	300	$3t_{CLCL}-50$	$3t_{CLCL}+50$	ns
L	Address to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	203		$4t_{CLCL}-75$		ns
X	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	23		$t_{CLCL}-30$		ns
H	Data Valid to $\overline{WR}$ High	433		$7t_{CLCL}-130$		ns
X	Data Hold After $\overline{WR}$	33		$t_{CLCL}-25$		ns
Z	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0		0	ns
H	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	43	123	$t_{CLCL}-25$	$t_{CLCL}+25$	ns

rnal Data Memory Write Cycle

ernal Clock Drive Waveforms

ernal Clock Drive

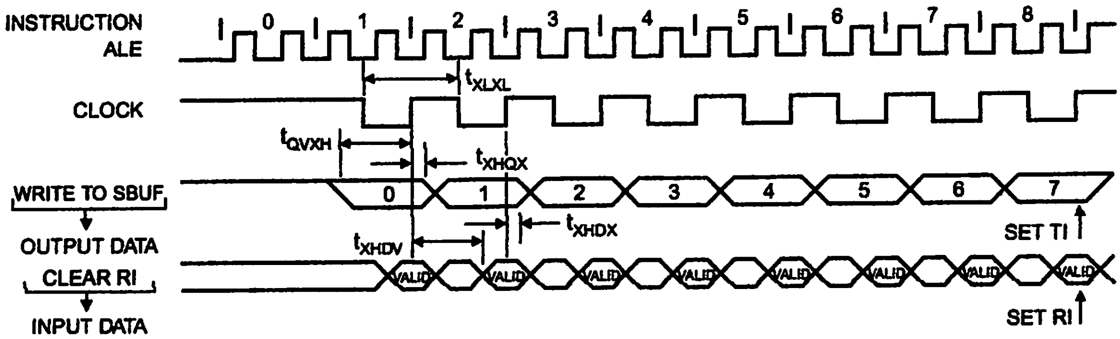
bol	Parameter	Min	Max	Units
	Oscillator Frequency	0	33	MHz
	Clock Period	30		ns
	High Time	12		ns
	Low Time	12		ns
	Rise Time		5	ns
	Fall Time		5	ns

al Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

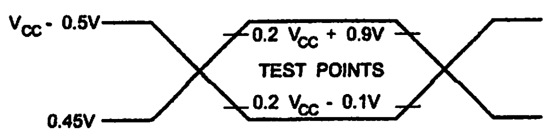
alues in this table are valid for V_{CC} = 4.0V to 5.5V and Load Capacitance = 80 pF.

		12 MHz Osc		Variable Oscillator		
bol	Parameter	Min	Max	Min	Max	Units
	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}$-133		ns
	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-80		ns
	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}$-133	ns

ft Register Mode Timing Waveforms

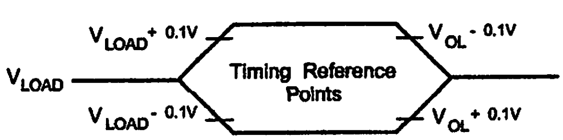


Testing Input/Output Waveforms[1]



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

at Waveforms[1]



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

ering Information

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

	Package Type
	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
'6	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
'S6	42-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)

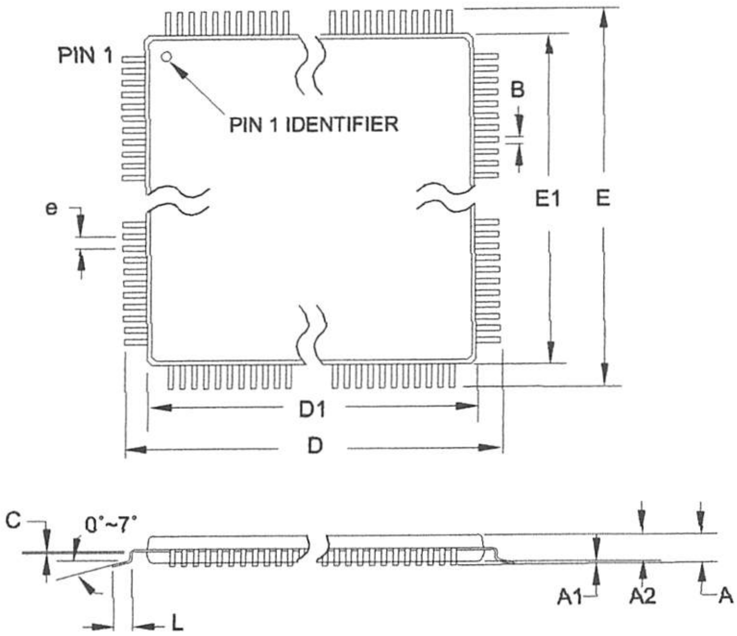
Ordering Information

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

	Package Type
[illegible]	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
[illegible]	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
6	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
-S6	42-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)

‹aging Information

– TQFP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

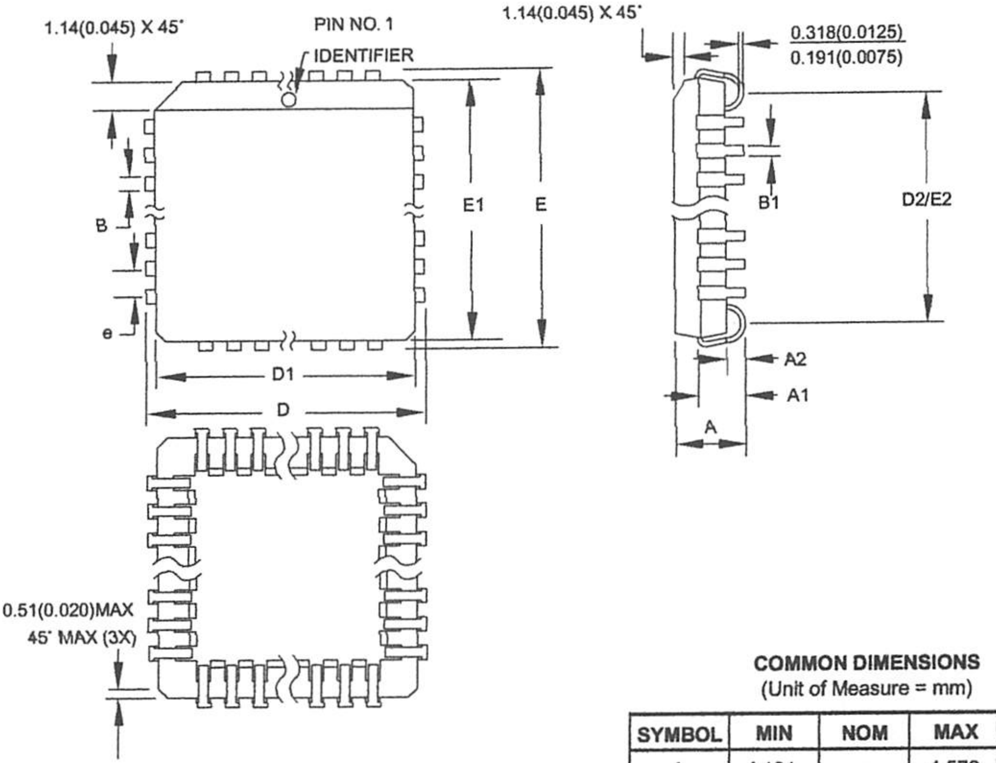
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	–	–	1.20	
A1	0.05	–	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	11.75	12.00	12.25	
D1	9.90	10.00	10.10	Note 2
E	11.75	12.00	12.25	
E1	9.90	10.00	10.10	Note 2
B	0.30	–	0.45	
C	0.09	–	0.20	
L	0.45	–	0.75	
e	0.80 TYP			

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

10/5/2001

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

- PLCC



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

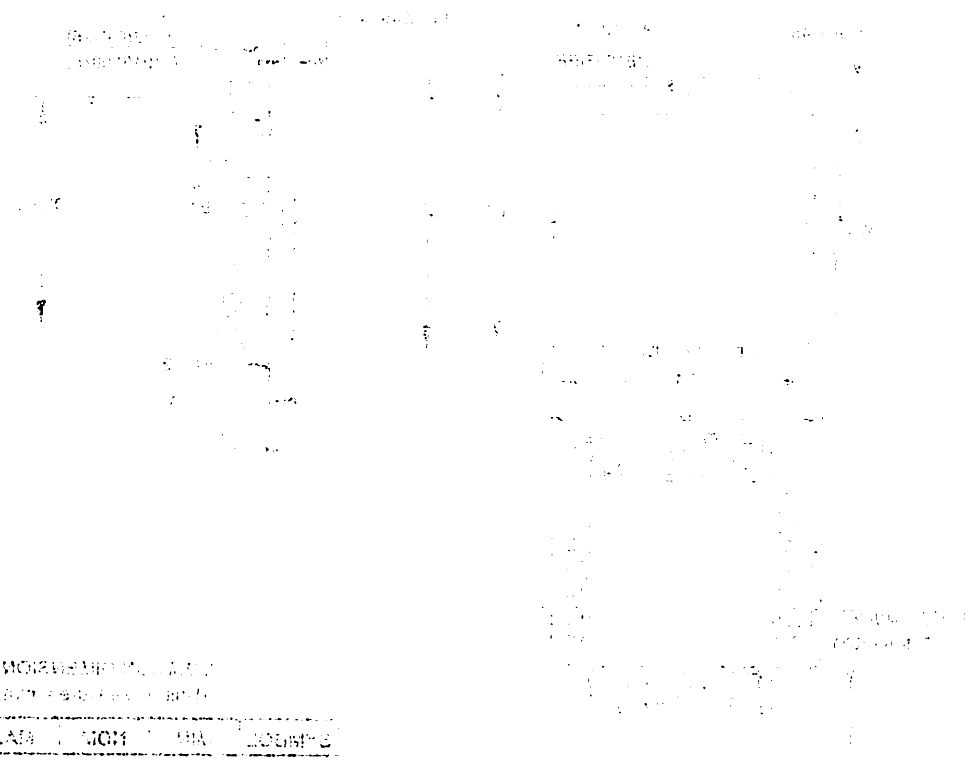
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	4.191	–	4.572	
A1	2.286	–	3.048	
A2	0.508	–	–	
D	17.399	–	17.653	
D1	16.510	–	16.662	Note 2
E	17.399	–	17.653	
E1	16.510	–	16.662	Note 2
D2/E2	14.986	–	16.002	
B	0.660	–	0.813	
B1	0.330	–	0.533	
e	1.270 TYP			

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

10/04/01

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

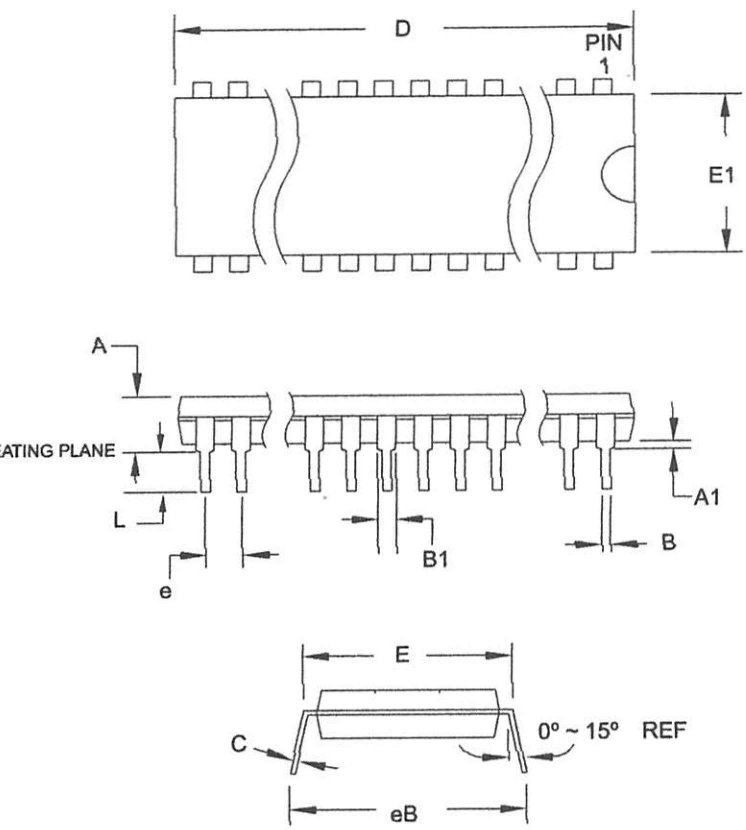
PLCC



COMMON DIMENSIONS

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE

- PDIP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

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

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

09/28/01

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

COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

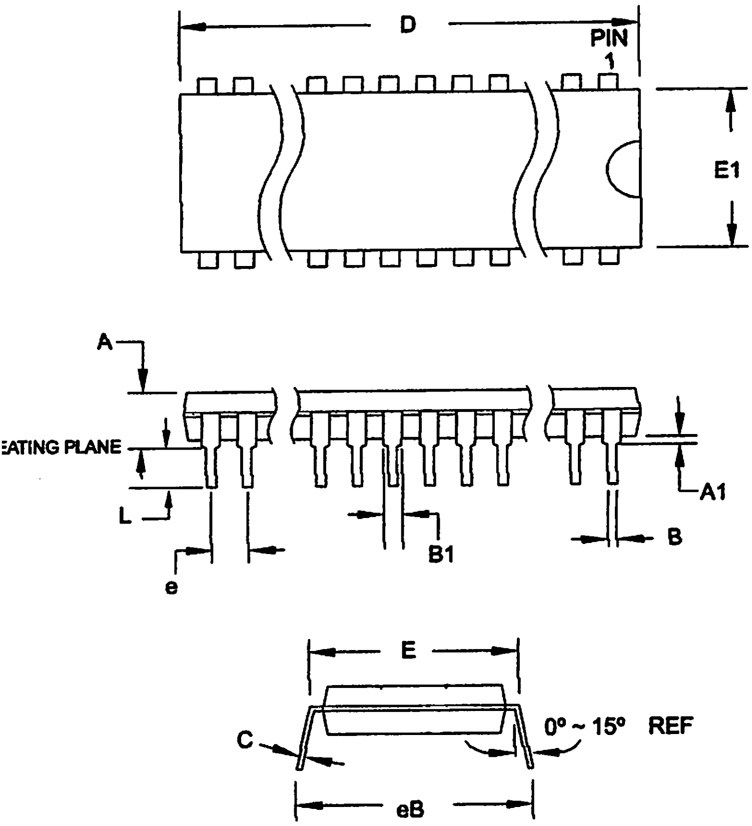
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	–	–	4.826	
A1	0.381	–	–	
D	52.070	–	52.578	Note 2
E	15.240	–	15.875	
E1	13.462	–	13.970	Note 2
B	0.356	–	0.559	
B1	1.041	–	1.651	
L	3.048	–	3.556	
C	0.203	–	0.381	
eB	15.494	–	17.526	
e	2.540 TYP			

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

09/28/01

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

6 – PDIP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	–	–	4.83	
A1	0.51	–	–	
D	36.70	–	36.96	Note 2
E	15.24	–	15.88	
E1	13.46	–	13.97	Note 2
B	0.38	–	0.56	
B1	0.76	–	1.27	
L	3.05	–	3.43	
C	0.20	–	0.30	
eB	–	–	18.55	
e	1.78 TYP			

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

11/6/03

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

- PDIP

ıel Corporation

25 Orchard Parkway
n Jose, CA 95131, USA
l: 1(408) 441-0311
x: 1(408) 487-2600

ȷional Headquarters

ȷpe
mel Sarl
ɔute des Arsenaux 41
ıse Postale 80
ɬ-1705 Fribourg
vitzerland
ɜl: (41) 26-426-5555
ıx: (41) 26-426-5500

ɪ
ɔom 1219
ɦinachem Golden Plaza
ʼ Mody Road Tsimshatsui
ɜst Kowloon
ɔng Kong
ɜl: (852) 2721-9778
ɜx: (852) 2722-1369

ɪn
ᶠ, Tonetsu Shinkawa Bldg.
24-8 Shinkawa
ɥuo-ku, Tokyo 104-0033
ıpan
ɜl: (81) 3-3523-3551
ɜx: (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

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

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

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

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

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

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

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

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

Biometrics/Imaging/Hi-Rel MPU/
High Speed Converters/RF Datacom
Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex, France
Tel: (33) 4-76-58-30-00
Fax: (33) 4-76-58-34-80

Literature Requests
www.atmel.com/literature

2487B–MICRO–12/03

...el Corporation

...25 Orchard Parkway
...n Jose, CA 95131, USA
...: 1(408) 441-0311
...x: 1(408) 487-2600

...gional Headquarters

...pe
...mel Sarl
...ute des Arsenaux 41
...se Postale 80
...-1705 Fribourg
...itzerland
...: (41) 26-426-5555
...x: (41) 26-426-5500

...om 1219
...inachem Golden Plaza
... Mody Road Tsimshatsui
...st Kowloon
...ong Kong
...: (852) 2721-9778
...x: (852) 2722-1369

...n
..., Tonetsu Shinkawa Bldg.
...24-8 Shinkawa
...uo-ku, Tokyo 104-0033
...pan
...: (81) 3-3523-3551
...x: (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

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

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

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

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

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

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

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

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

Biometrics/Imaging/Hi-Rel MPU/ High Speed Converters/RF Datacom
Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex, France
Tel: (33) 4-76-58-30-00
Fax: (33) 4-76-58-34-80

Literature Requests
www.atmel.com/literature

Printed on recycled paper.

2467B–MICRO–12/03

Manual Reference

AT Command Set
(GSM 07.07, GSM 07.05,
Siemens specific commands)

for the SIEMENS Mobile Phones

S35i,C35i, M35i

Manual Reference

AT Command Set

(GSM 07.07, GSM 07.05,
Siemens specific commands)

for the SIEMENS Mobile Phones

S35i,C35i, M35i

1.3.2. AT Commands According to GSM 07.05 for SMS

The GSM 07.05 commands are used for operating the SMS functions of the GSM mobile phone. The GSM module MOBILE supports the SMS PDU mode.

AT+CSMS	Selection of message service Revision according to GSM 07.05 Version 5.0.0
Test command AT+CSMS=?	Response +CSMS: (list of supported <service>s) Parameter <service> 0 GSM 3.40 and 3.41 1 GSM 3.40 and 3.41 and compatibility of the AT command syntax for phase 2+ NOTE: Deactivating the phase 2+ compatibility is only possible if the direct output of short messages +CNMI=1,2 or +CNMI=1,3 is not activated. If necessary, the latter should be deactivated first.
Read command AT+CSMS?	Response +CSMS: <service>,<mt>,<mo>,<bm> Parameter <service> 0 GSM 3.40 and 3.41 <mt> Mobile terminated messages 1 Type supported <mo> Mobile originated messages 1 Type supported <bm> Broadcast type messages 0 Type not supported
Write command AT+CSMS=<service>	Parameter <service> 0 GSM 3.40 and 3.41 Response +CSMS: <mt>,<mo>,<bm> OK/ERROR/+CMS ERROR

AT+CPMS	Selection of SMS memory **Revision according to GSM 07.05 Version 4.7.0**
Test command AT+CPMS=?	Response +CPMS: (list of supported <mem1>s),(list of supported <mem2>s) ,(list of supported <mem3>s) Parameter <mem1> Memory from which messages are read and deleted "SM" SIM-messages memory <mem2> Memory to which messages are written and sent "SM" SIM-messages memory <mem3> Memory in which received messages are stored, if forwarding to the PC is not set ("+CNMI") "SM" SIM-messages memory
Read command AT+CPMS?	Response +CPMS: <mem1>,<used1>,<total1>,<mem2>,<used2>,<total2> ,<mem3>,<used3>,<total3> Parameter <memx> Memory from which messages are read and deleted <usedx> Number of messages currently in <memx> <totalx> Number of storable messages in <memx>
Write command AT+CPMS= <mem1> [,<mem2> [,<mem3>]]	Parameter <mem1> See Test command <mem2> See Test command <mem3> See Test command Response +CPMS: <used1>,<total1>,<used2>,<total3>,<used3>,<total3> OK/ERROR/+CMS ERROR

AT+CMGF	SMS format
Test command AT+CMGF=?	Response +CMGF: (list of supported <mode>s) Parameter <mode>: 0 PDU mode
Read command AT+CMGF?	Response +CMGF: <mode> Parameter <mode>: 0 PDU mode
Write command AT+CMGF=[< mode>]	Parameter <mode>: 0 PDU mode Response OK/ERROR

AT+CSCA	Address of the SMS service center
Test command AT+CSCA=?	Response OK
Read command AT+CSCA?	Response +CSCA: <sca>,<tosca> Parameter <sca> Service-center address in string format <tosca> Service-center address format
Write command AT+CSCA=<sca>[,<tosca>]	Parameter <sca> Service-center address in string format <tosca> Service-center address format Response OK/ERROR

AT+CNMI	Display new incoming SMS **Revision according to GSM 07.05 Version 4.7.0**
Test command AT+CNMI=?	Response +CNMI: (list of supported <mode>s),(list of supported <mt>s),(list of supported <bm>s),(list of supported <ds>s),(list of supported <bfr>s) Parameter <mode> 0 Buffers unexpected messages (but is equivalent to rejecting; see <bfr>) 1 Discard indication and reject new received message unsolicited result codes when TA-TE link is reserved. Otherwise forward them directly to the TE. (only with S25ff) 2 Buffers unexpected messages if serial interface is occupied, otherwise they are output (only models before S25) <mt> 0 Suppresses unexpected messages for incoming short messages 1 Unexpected messages of a received short message (SMS-DELIVER) that is stored on a chip card are output in the form +CMTI: <mem>,<index> 2 Unexpected messages of a received short message (SMS-DELIVER) (except class 2 and the message "Waiting Indication Group: store message") are output in the form +CMT: [<alpha>],<length><CR><LF><pdu> (<alpha> is not supported) Class 2 and the message "Waiting Indication Group: store message" are output as <mt>=1 3 Unexpected messages of a received short message (SMS-DELIVER) class 3 are output as <mt>=2. Messages with other data coding schemes are output as <mt>=1. **NOTE:** <mt>=2 and <mt>=3 are not possible unless the Phase 2+ compatibility has been activated by means of +CSMS=1 <bm> 0 Suppresses unexpected messages for incoming cell broadcast messages 2 Outputs unexpected messages for cell broadcast messages in the form +CBM: <length><CR><LF><pdu> <ds> 0 Suppresses unexpected messages for incoming SMS status reports 2 Outputs unexpected messages for SMS status reports in the form +CDS: <length><CR><LF><pdu>

AT+CSCA	Address of the SMS service center
Test command AT+CSCA=?	Response OK
Read command AT+CSCA?	Response +CSCA: <sca>,<tosca> Parameter <sca> Service-center address in string format <tosca> Service-center address format
Write command AT+CSCA=<sca>[,<tosca>]	Parameter <sca> Service-center address in string format <tosca> Service-center address format Response OK/ERROR

AT+CNMI	Display new incoming SMS **Revision according to GSM 07.05 Version 4.7.0**
Test command AT+CNMI=?	Response +CNMI: (list of supported <mode>s),(list of supported <mt>s),(list of supported <bm>s),(list of supported <ds>s),(list of supported <bfr>s) Parameter <mode> 0 Buffers unexpected messages (but is equivalent to rejection: see <bfr>) 1 Discard indication and reject new received message unsolicited result codes when TA-TE link is reserved. Otherwise forward them directly to the TE. (only with S25ff) 2 Buffers unexpected messages if serial interface is occupied, otherwise they are output (only models before S25) <mt> 0 Suppresses unexpected messages for incoming short messages 1 Unexpected messages of a received short message (SMS-DELIVER) that is stored on a chip card are output in the form +CMTI: <mem>,<index> 2 Unexpected messages of a received short message (SMS-DELIVER) (except class 2 and the message "Waiting Indication Group: store message") are output in the form +CMT: [<alpha>],<length><CR><LF><pdu> (<alpha> is not supported) Class 2 and the message "Waiting Indication Group: store message" are output as <mt>=1 3 Unexpected messages of a received short message (SMS-DELIVER) class 3 are output as <mt>=2. Messages with other data coding schemes are output as <mt>=1. **NOTE:** <mt>=2 and <mt>=3 are not possible unless the Phase 2+ compatibility has been activated by means of +CSMS=1 <bm> 0 Suppresses unexpected messages for incoming cell broadcast messages 2 Outputs unexpected messages for cell broadcast messages in the form +CBM: <length><CR><LF><pdu> <ds> 0 Suppresses unexpected messages for incoming SMS status reports 1 Outputs unexpected messages for SMS status reports in the form +CDS: <length><CR><LF><pdu>

	<bfr> 1 Buffered unexpected messages are rejected when switching from <mode> 0 to <mode> 2. <mem> See +CPMS <index> Index of the record on the chip card <alpha> alphanumeric representation of the sender address <length> Length of <pdu> <pdu> See +CMGL
Read command AT+CNMI?	Response +CNMI: <mode>,<mt>,<bm>,<ds>,<bfr> Parameter <mode> See Test command <mt> See Test command <bm> See Test command <ds> See Test command <bfr> See Test command
Write command AT+CNMI= [<mode> [,<mt>[,<bm> [,<ds>[,<bfr>]]]]]	Parameter <mode> See Test command <mt> See Test command <bm> See Test command <ds> See Test command <bfr> See Test command Response OK/ERROR/+CMS ERROR
	Unexpected message +CMTI: <mem>,<index> Indication that new message has arrived +CMT: ,<length><CR><LF><pdu> Direct output of the short message +CDS: <length><CR><LF><pdu> Direct output of the status report +CBM: <length><CR><LF><pdu> Direct output of the cell broadcast message

AT+CNMA	Acknowledgment of a short message directly output (without storing on the chip card) **Revision according to GSM 07.05 Version 5.0.0** ***(NOTE**: This command is not possible unless the Phase 2+ compatibility has been activated by means of +CSMS=1)*
Test command AT+CNMA=?	Response +CNMA: (list of supported <n>s) Parameter <n> 0 Mode of functioning analogous to GSM 07.05 text mode
Write command AT+CNMA[=<n>]	Parameter <n> See Test command Response OK/ERROR/+CMS ERROR: <err>

	<bfr> 1 Buffered unexpected messages are rejected when switching from <mode> 0 to <mode> 2. <mem> See +CPMS <index> Index of the record on the chip card <alpha> alphanumeric representation of the sender address <length> Length of <pdu> <pdu> See +CMGL
Read command AT+CNMI?	Response +CNMI: <mode>,<mt>,<bm>,<ds>,<bfr> Parameter <mode> See Test command <mt> See Test command <bm> See Test command <ds> See Test command <bfr> See Test command
Write command AT+CNMI=[<mode>[,<mt>[,<bm>[,<ds>[,<bfr>]]]]]	Parameter <mode> See Test command <mt> See Test command <bm> See Test command <ds> See Test command <bfr> See Test command Response OK/ERROR/+CMS ERROR
	Unsolicited message +CMTI: <mem>,<index> Indication that new message has arrived +CMT: ,<length><CR><LF><pdu> Direct output of the short message +CDS: <length><CR><LF><pdu> Direct output of the status report +CBM: <length><CR><LF><pdu> Direct output of the cell broadcast message

AT+CNMA	Acknowledgment of a short message directly output (without storing on the chip card) **Revision according to GSM 07.05 Version 5.0.0** (NOTE: This command is not possible unless the Phase 2+ compatibility has been activated by means of +CSMS=1)
Test command AT+CNMA=?	Response +CNMA: (list of supported <n>s) Parameter <n> 0 Mode of functioning analogous to GSM 07.05 text mode
Write command AT+CNMA[=<n>]	Parameter <n> See Test command Response OK/ERROR/+CMS ERROR: <err>

<table>
<tr><th>AT+CMGL</th><th>List SMS
Revision according to GSM 07.05 Version 4.7.0</th></tr>
<tr><td>Test command
AT+CMGL=?</td><td>Response
+CMGL: (list of supported <stat>s)
Parameter
<stat>
0 "REC UNREAD": received unread messages (default)
1 "REC READ": received read messages
2 "STO UNSENT": stored unsent messages
3 "STO SENT": stored sent messages
4 "ALL": all messages</td></tr>
<tr><td>Write command
AT+CMGL
[=<stat>]</td><td>Parameter
<stat> See Test command

Response
If PDU mode (+CMGF=0) and command are successful:
+CMGL:<index>,<stat>,[<alpha>],<length>
<CR><LF><pdu>[<CR><LF>
+CMGL: <index>,<stat>,[alpha],<length>
<CR><LF><pdu><CR><LF>
[...]]</td></tr>
<tr><td></td><td>Parameter
<pdu> The PDU begins with the service-center address (according to GSM04.11), followed by the TPDU according to GSM03.40 in hexadecimal format
otherwise:
+CMS ERROR: <err></td></tr>
</table>

AT+CMGR	Read in an SMS **Revision according to GSM 07.05 Version 4.7.0**
Test command AT+CMGR=?	Response OK
Write command AT+CMGR=<index>	Parameter <index> Index of message in selected memory <mem1> Response **If PDU mode (+CMGF=0) and command are successful:** +CMGR: <stat>,[<alpha>],<length><CR><LF><pdu> Parameter <pdu> Siehe "AT+CMGL" otherwise: +CMS ERROR: <err>

AT+CMGS	Send an SMS
Test command AT+CMGS=?	Response OK
Write command **If PDU mode (+CMGF=0)** +CMGS=<length><CR>***PDU is given*** <ctrl-Z/ESC>	Parameter <length> Length of PDU <pdu> See "AT+CMGL" <mr> Message reference Response **If sending is successful:** +CMGS: <mr> **If sending is not successful:** +CMS ERROR: <err>

AT+CMSS	Send an SMS from the SMS memory
Test command AT+CMSS=?	Response OK
Write command +CMSS=<index>[,<da>[,<toda>]]	Parameter <index> Index of message in selected memory <mem1> <da> Destination address in string format <toda> Format of destination address <mr> Message reference Response **If sending is successful:** +CMSS: <mr> **If sending is not successful:** +CMS ERROR: <err>

AT+CMGR	Read in an SMS **Revision according to GSM 07.05 Version 4.7.0**
Test command AT+CMGR=?	Response OK
Write command AT+CMGR=<index>	Parameter <index> Index of message in selected memory <mem1> Response **If PDU mode (+CMGF=0) and command are successful:** +CMGR: <stat>,[<alpha>],<length><CR><LF><pdu> Parameter <pdu> Siehe "AT+CMGL" otherwise: +CMS ERROR: <err>

AT+CMGS	Send an SMS
Test command AT+CMGS=?	Response OK
Write command **If PDU mode (+CMGF=0)** +CMGS=<length><CR>**PDU is given** <ctrl-Z/ESC>	Parameter <length> Length of PDU <pdu> See "AT+CMGL" <mr> Message reference Response **If sending is successful:** +CMGS: <mr> **If sending is not successful:** +CMS ERROR: <err>

AT+CMSS	Send an SMS from the SMS memory
Test command AT+CMSS=?	Response OK
Write command +CMSS=<index>[,<da>[,<toda>]]	Parameter <index> Index of message in selected memory <mem1> <da> Destination address in string format <toda> Format of destination address <mr> Message reference Response **If sending is successful:** +CMSS: <mr> **If sending is not successful:** +CMS ERROR: <err>

AT+CMGW	Write an SMS to the SMS memory
Test command AT+CMGW=?	Response OK
Write command **If PDU mode (+CMGF=0)** AT+CMGW=<length>[,<stat>]<CR>***PDU is given*** <ctrl-Z/ESC>	Parameter <length> Length of PDU <stat> See command +CMGL <pdu> See "AT+CMGL" <index> Index of message in selected memory <mem1> Response +CMGW: <index> +CMS ERROR: <err>

AT+CMGD	Delete an SMS in the SMS memory
Test command At+CMGD=?	Response OK
Write command AT+CMGD=<index>	Parameter <index> Index of message in the selected memory <mem1> Response OK/ERROR/+CMS ERROR

AT+CSCB	Select cell broadcast messages
Test command AT+CSCB=?	Response +CSCB: (list of supported <mode>s) Parameter <mode> 0 Accepts messages that are defined in <mids> and <dcss> 1 Does not accept messages that are defined in <mids> and <dcss>
Read command AT+CSCB? Write command AT+CSCB=[<mode>[,<mids>[,<dcss>]]]	Response +CSCB: <mode>,<mids>,<dcss> Parameter <mode> See Test command <mids> String type; combinations of CBM message IDs <dcss> String type; combinations of CBM data coding schemes

AT+CMGC	Send an SMS command
Test command AT+CMGC=?	Response OK
Write command **If PDU mode (+CMGF=0)** +CMGC=<length><CR>***PDU is given*** <ctrl-Z/ESC>	Parameter <length> Length of PDU <pdu> See "AT+CMGL" <mr> Message reference Response **If sending is successful:** +CMGC: <mr> **If sending is not successful:** +CMS ERROR: <err>

Data Sheet
IC MAX 232

19-4323; Rev 6; 3/96

MAXIM

+5V-Powered, Multi-Channel RS-232 Drivers/Receivers

MAX220–MAX249

General Description

The MAX220–MAX249 family of line drivers/receivers is intended for all EIA/TIA-232E and V.28/V.24 communications interfaces, and in particular, for those applications where ±12V is not available.

These parts are particularly useful in battery-powered systems, since their low-power shutdown mode reduces power dissipation to less than 5μW. The MAX225, MAX233, MAX235, and MAX245–MAX247 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

Applications

Portable Computers
Low-Power Modems
Interface Translation
Battery-Powered RS-232 Systems
Multi-Drop RS-232 Networks

Features

Superior to Bipolar

- ♦ Operate from Single +5V Power Supply (+5V and +12V—MAX231/MAX239)
- ♦ Low-Power Receive Mode in Shutdown (MAX223/MAX242)
- ♦ Meet All EIA/TIA-232E and V.28 Specifications
- ♦ Multiple Drivers and Receivers
- ♦ 3-State Driver and Receiver Outputs
- ♦ Open-Line Detection (MAX243)

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX220CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX220CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX220CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX220C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering Information continued at end of data sheet.
**Contact factory for dice specifications.*

Selection Table

Part Number	Power Supply (V)	No. of RS-232 Drivers/Rx	No. of Ext. Caps	Nominal Cap. Value (μF)	SHDN & Three-State	Rx Active in SHDN	Data Rate (kbps)	Features
MAX220	+5	2/2	4	4.7/10	No		120	Ultra-low-power, industry-standard pinout
MAX222	+5	2/2	4	0.1	Yes		200	Low-power shutdown
MAX223 (MAX213)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	✔	120	MAX241 + receivers active in shutdown
MAX225	+5	5/5	0	–	Yes	✔	120	Available in SO
MAX230 (MAX200)	+5	5/0	4	1.0 (0.1)	Yes		120	5 drivers with shutdown
MAX231 (MAX201)	+5 and +7.5 to +13.2	2/2	2	1.0 (0.1)	No		120	Standard +5/+12V or battery supplies; same functions as MAX232
MAX232 (MAX202)	+5	2/2	4	1.0 (0.1)	No		120 (64)	Industry standard
MAX232A	+5	2/2	4	0.1	No		200	Higher slew rate, small caps
MAX233 (MAX203)	+5	2/2	0	–	No		120	No external caps
MAX233A	+5	2/2	0	–	No		200	No external caps, high slew rate
MAX234 (MAX204)	+5	4/0	4	1.0 (0.1)	No		120	Replaces 1488
MAX235 (MAX205)	+5	5/5	0	–	Yes		120	No external caps
MAX236 (MAX206)	+5	4/3	4	1.0 (0.1)	Yes		120	Shutdown, three state
MAX237 (MAX207)	+5	5/3	4	1.0 (0.1)	No		120	Complements IBM PC serial port
MAX238 (MAX208)	+5	4/4	4	1.0 (0.1)	No		120	Replaces 1488 and 1489
MAX239 (MAX209)	+5 and +7.5 to +13.2	3/5	2	1.0 (0.1)	No		120	Standard +5/+12V or battery supplies; single-package solution for IBM PC serial port
MAX240	+5	5/5	4	1.0	Yes		120	DIP or flatpack package
MAX241 (MAX211)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes		120	Complete IBM PC serial port
MAX242	+5	2/2	4	0.1	Yes	✔	200	Separate shutdown and enable
MAX243	+5	2/2	4	0.1	No		200	Open-line detection simplifies cabling
MAX244	+5	8/10	4	1.0	No		120	High slew rate
MAX245	+5	8/10	0	–	Yes	✔	120	High slew rate, int. caps, two shutdown modes
MAX246	+5	8/10	0	–	Yes	✔	120	High slew rate, int. caps, three shutdown modes
MAX247	+5	8/9	0	–	Yes	✔	120	High slew rate, int. caps, nine operating modes
MAX248	+5	8/8	4	1.0	Yes	✔	120	High slew rate, selective half-chip enables
MAX249	+5	6/10	4	1.0	Yes	✔	120	Available in quad flatpack package

+5V-Powered, Multi-Channel RS-232 Drivers/Receivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX220/222/232A/233A/242/243

Supply Voltage (V_{CC}) .... -0.3V to +6V
Input Voltages
T_{IN} .... -0.3V to (V_{CC} - 0.3V)
R_{IN} .... ±30V
T_{OUT} (Note 1) .... ±15V
Output Voltages
T_{OUT} .... ±15V
R_{OUT} .... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Driver/Receiver Output Short Circuited to GND .... Continuous
Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) 842mW
18-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C) 889mW
20-Pin Plastic DIP (derate 8.00mW/°C above +70°C) 440mW
16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C) ... 696mW
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
18-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW
20-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C) 640mW
16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW
18-Pin CERDIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) 842mW
Operating Temperature Ranges
MAX2_ _AC_ _, MAX2_ _C_ _ .... 0°C to +70°C
MAX2_ _AE_ _, MAX2_ _E_ _ .... -40°C to +85°C
MAX2_ _AM_ _, MAX2_ _M_ _ .... -55°C to +125°C
Storage Temperature Range .... -65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10sec) .... +300°C

Note 1: Input voltage measured with T_{OUT} in high-impedance state, $\overline{SHDN}$ or V_{CC} = 0V.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243

(V_{CC} = +5V ±10%, C1-C4 = 0.1µF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTERS					
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to GND	±5	±8		V
Input Logic Threshold Low			1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High		2	1.4		V
Logic Pull-Up/Input Current	Normal operation		5	40	µA
	$\overline{SHDN}$ = 0V, MAX222/242, shutdown		±0.01	±1	
Output Leakage Current	V_{CC} = 5.5V, $\overline{SHDN}$ = 0V, V_{OUT} = ±15V, MAX222/242		±0.01	±10	µA
	V_{CC} = $\overline{SHDN}$ = 0V, V_{OUT} = ±15V		±0.01	±10	
Data Rate	Except MAX220, normal operation		200	116	kbits/sec
	MAX220		22	20	
Transmitter Output Resistance	V_{CC} = V+ = V- = 0V, V_{OUT} = ±2V	300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	V_{OUT} = 0V	±7	±22		mA
RS-232 RECEIVERS					
RS-232 Input Voltage Operating Range				±30	V
RS-232 Input Threshold Low	V_{CC} = 5V, Except MAX243 $R2_{IN}$	0.8	1.3		V
	V_{CC} = 5V, MAX243 $R2_{IN}$ (Note 2)	-3			
RS-232 Input Threshold High	V_{CC} = 5V, Except MAX243 $R2_{IN}$		1.8	2.4	V
	V_{CC} = 5V, MAX243 $R2_{IN}$ (Note 2)		-0.5	-0.1	
RS-232 Input Hysteresis	Except MAX243, V_{CC} = 5V, no hyst. in shdn.	0.2	0.5	1	V
	MAX243		1		
RS-232 Input Resistance		3	5	7	kΩ
TTL/CMOS Output Voltage Low	I_{OUT} = 3.2mA		0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	I_{OUT} = -1.0mA	3.5	V_{CC} - 0.2		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing V_{OUT} = GND	-2	-10		mA
	Shrinking V_{OUT} = V_{CC}	10	30		
TTL/CMOS Output Leakage Current	$\overline{SHDN}$ = V_{CC} or $\overline{EN}$ = V_{CC} ($\overline{SHDN}$ = 0V for MAX222), 0V ≤ V_{OUT} ≤ V_{CC}		±0.05	±10	µA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243 (continued)

(V_{CC} = +5V ±10%, C1-C4 = 0.1μF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

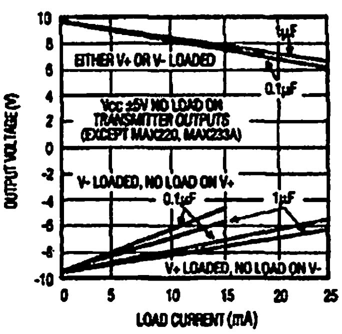
PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
$\overline{EN}$ Input Threshold Low	MAX242			1.4	0.8	V
$\overline{EN}$ Input Threshold High	MAX242		2.0	1.4		V
POWER SUPPLY						
Operating Supply Voltage			4.5		5.5	V
V_{CC} Supply Current ($\overline{SHDN}$ = V_{CC}), Figures 5, 6, 9, 19	No load	MAX220		0.5	2	mA
		MAX222/232A/233A/242/243		4	10	
	3kΩ load both inputs	MAX220		12		
		MAX222/232A/233A/242/243		15		
Shutdown Supply Current	MAX222/242	T_A = +25°C		0.1	10	μA
		T_A = 0° to +70°C		2	50	
		T_A = -40° to +85°C		2	50	
		T_A = -55° to +125°C		35	100	
$\overline{SHDN}$ Input Leakage Current	MAX222/242				±1	μA
$\overline{SHDN}$ Threshold Low	MAX222/242			1.4	0.8	V
$\overline{SHDN}$ Threshold High	MAX222/242		2.0	1.4		V
AC CHARACTERISTICS						
Transition Slew Rate	C_L = 50pF to 2500pF, R_L = 3kΩ to 7kΩ, V_{CC} = 5V, T_A = +25°C, measured from +3V to -3V or -3V to +3V	MAX222/232A/233A/242/243	6	12	30	V/μs
		MAX220	1.5	3	30	
Transmitter Propagation Delay TLL to RS-232 (normal operation), Figure 1	t_{PHLT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.3	3.5	μs
		MAX220		4	10	
	t_{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.5	3.5	
		MAX220		5	10	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (normal operation), Figure 2	t_{PHLR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.5	1	μs
		MAX220		0.6	3	
	t_{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.6	1	
		MAX220		0.8	3	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (shutdown), Figure 2	t_{PHLS}	MAX242		0.5	10	μs
	t_{PLHS}	MAX242		2.5	10	
Receiver-Output Enable Time, Figure 3	t_{ER}	MAX242		125	500	ns
Receiver-Output Disable Time, Figure 3	t_{DR}	MAX242		160	500	ns
Transmitter-Output Enable Time ($\overline{SHDN}$ goes high), Figure 4	t_{ET}	MAX222/242, 0.1μF caps (includes charge-pump start-up)		250		μs
Transmitter-Output Disable Time ($\overline{SHDN}$ goes low), Figure 4	t_{DT}	MAX222/242, 0.1μF caps		600		ns
Transmitter + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t_{PHLT} - t_{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		300		ns
		MAX220		2000		
Receiver + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t_{PHLR} - t_{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		100		ns
		MAX220		225		

Note 2: MAX243 $R2_{OUT}$ is guaranteed to be low when $R2_{IN}$ is ≥ 0V or is floating.

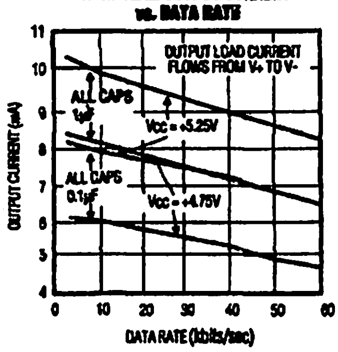
Typical Operating Characteristics

MAX220/MAX222/MAX232A/MAX233A/MAX242/MAX243

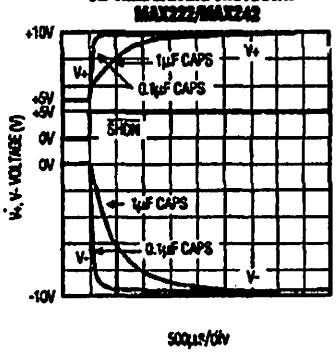
OUTPUT VOLTAGE vs. LOAD CURRENT



AVAILABLE OUTPUT CURRENT vs. DATA RATE



ON-TIME EXITING SHUTDOWN – MAX222/MAX242



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX223/MAX230-MAX241

V_{CC} .... -0.3V to +6V
V+ .... (V_{CC} - 0.3V) to +14V
V- .... +0.3V to -14V
Input Voltages
T_{IN} .... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
R_{IN} .... ±30V
Output Voltages
T_{OUT} .... (V+ + 0.3V) to (V- - 0.3V)
R_{OUT} .... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Short-Circuit Duration, T_{OUT} .... Continuous
Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) 842mW
20-Pin Plastic DIP (derate 11.11 mW/°C above +70°C) ... 889mW
24-Pin Narrow Plastic DIP
(derate 13.33mW/°C above +70°C) 1.07W
24-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C) 500mW
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW
24-Pin Wide SO (derate 11.76mW/°C above +70°C) 941mW
28-Pin Wide SO (derate 12.50mW/°C above +70°C) 1W
44-Pin Plastic FP (derate 11.11 mW/°C above +70°C) ... 889mW
14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C) 727mW
16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW
20-Pin CERDIP (derate 11.11mW/°C above +70°C) 889mW
24-Pin Narrow CERDIP
(derate 12.50mW/°C above +70°C) 1W
24-Pin Sidebraze (derate 20.0mW/°C above +70°C) 1.6W
28-Pin SSOP (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
Operating Temperature Ranges
MAX2 _ _ C _ _ .... 0°C to +70°C
MAX2 _ _ E _ _ .... -40°C to +85°C
MAX2 _ _ M _ _ .... -55°C to +125°C
Storage Temperature Range .... -65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10sec) .... +300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at those or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX223/MAX230-MAX241

(MAX223/230/232/234/236/237/238/240/241 V_{CC} = +5V ±10%, MAX233/MAX235 V_{CC} = 5V ±5%, C1-C4 = 1.0µF MAX231/MAX239 V_{CC} = 5V ±10%, V+ = 7.5V to 13.2V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to ground		±5.0	±7.3		V
V_{CC} Power-Supply Current	No load, T_A = +25°C	MAX232/233		5	10	mA
		MAX223/230/234-238/240/241		7	15	
		MAX231/239		.4	1	
V+ Power-Supply Current		MAX231		1.8	5	mA
		MAX239		5	15	
Shutdown Supply Current	T_A = +25°C	MAX223		15	50	µA
		MAX230/235/236/240/241		1	10	
Input Logic Threshold Low	T_{IN}; EN, $\overline{SHDN}$ (MAX223), $\overline{EN}$, SHDN (MAX230/235-241)				0.8	V
Input Logic Threshold High	T_{IN}		2.0			V
	EN, $\overline{SHDN}$ (MAX223), $\overline{EN}$, SHDN (MAX230/235/236/240/241)		2.4			
Logic Pull-Up Current	T_{IN} = 0V			1.5	200	µA
Receiver Input Voltage Operating Range			-30		30	V

+5V-Powered, Multi-Channel RS-232 Drivers/Receivers

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX223/MAX230-MAX241 (continued)

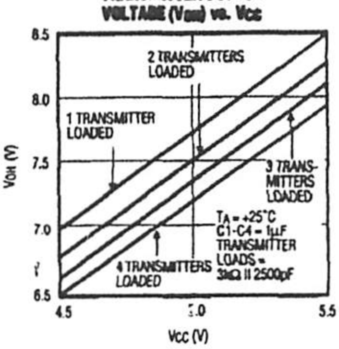
(MAX223/230/232/234/236/237/238/240/241 V_{CC} = +5V ±10%, MAX233/MAX235 V_{CC} = 5V ±5%, C1-C4 = 1.0µF MAX231/MAX239 V_{CC} = 5V ±10%, V+ = 7.5V to 13.2V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 Input Threshold Low	T_A = +25°C, V_{CC} = 5V	Normal operation $\overline{SHDN}$ = 5V (MAX223) SHDN = 0V (MAX235/236/240/241)	0.8	1.2		V
		Shutdown (MAX223) $\overline{SHDN}$ = 0V, EN = 5V ($R4_{IN}$, $R5_{IN}$)	0.6	1.5		V
RS-232 Input Threshold High	T_A = +25°C, V_{CC} = 5V	Normal operation $\overline{SHDN}$ = 5V (MAX223) SHDN = 0V (MAX235/236/240/241)		1.7	2.4	V
		Shutdown (MAX223) $\overline{SHDN}$ = 0V, EN = 5V ($R4_{IN}$, $R5_{IN}$)		1.5	2.4	V
RS-232 Input Hysteresis	V_{CC} = 5V; no hysteresis in shutdown		0.2	0.5	1.0	V
RS-232 Input Resistance	T_A = +25°C, V_{CC} = 5V		3	5	7	kΩ
TTL/CMOS Output Voltage Low	I_{OUT} = 1.6mA (MAX231-233 I_{OUT} = 3.2mA)				0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	I_{OUT} = -1mA		3.5	V_{CC} - 0.4		V
TTL/CMOS Output Leakage Current	0V ≤ R_{OUT} ≤ V_{CC}; EN = 0V (MAX223); $\overline{EN}$ = V_{CC} (MAX235-241)			0.05	±10	µA
Receiver Output Enable Time	Normal operation	MAX223		600		ns
		MAX235/236/239/240/241		400		ns
Receiver Output Disable Time	Normal operation	MAX223		900		ns
		MAX235/236/239/240/241		250		ns
Propagation Delay	RS-232 IN to TTL/CMOS OUT, C_L = 150pF	Normal operation		0.5	10	µs
		$\overline{SHDN}$ = 0V (MAX223) t_{PHLS}		4	40	µs
		$\overline{SHDN}$ = 0V (MAX223) t_{PLHS}		6	40	µs
Transition Region Slew Rate	MAX223/MAX230/MAX234-241 T_A = +25°C, V_{CC} = 5V, R_L = 3kΩ to 7kΩ, C_L = 50pF to 2500pF, measured from +3V to -3V or -3V to +3V		3	5.1	30	V/µs
	MAX231/MAX232/MAX233 T_A = +25°C, V_{CC} = 5V, R_L = 3kΩ to 7kΩ, C_L = 50pF to 2500pF, measured from +3V to -3V or -3V to +3V			4	30	V/µs
Transmitter Output Resistance	V_{CC} = V+ = V- = 0V, V_{OUT} = ±2V		300			Ω
Transmitter Out Short-Circuit Current				±10		mA

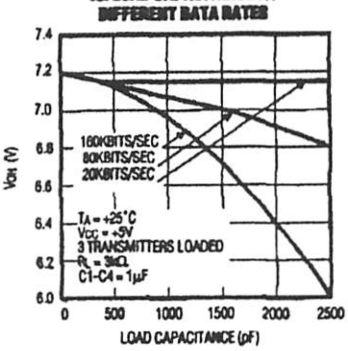
Typical Operating Characteristics

MAX223/MAX230–MAX241

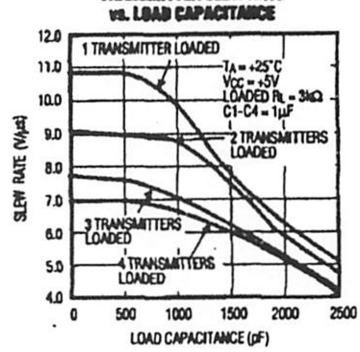
TRANSMITTER OUTPUT VOLTAGE (VOH) vs. VCC



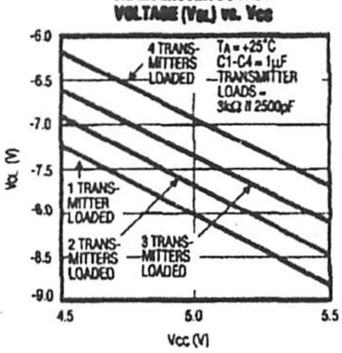
TRANSMITTER OUTPUT VOLTAGE (VOH) vs. LOAD CAPACITANCE AT DIFFERENT DATA RATES



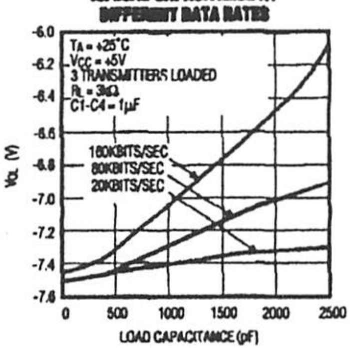
TRANSMITTER SLEW RATE vs. LOAD CAPACITANCE



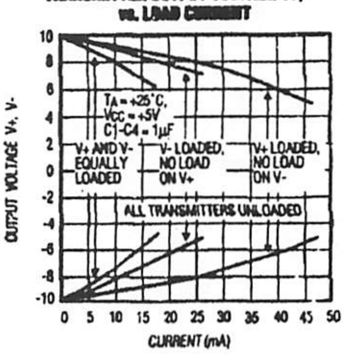
TRANSMITTER OUTPUT VOLTAGE (VOL) vs. VCC



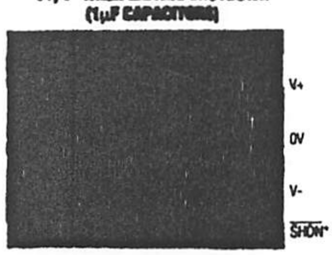
TRANSMITTER OUTPUT VOLTAGE (VOL) vs. LOAD CAPACITANCE AT DIFFERENT DATA RATES



TRANSMITTER OUTPUT VOLTAGE V+, V- vs. LOAD CURRENT



V+, V- WHEN EXITING SHUTDOWN (1µF CAPACITORS)



*SHUTDOWN POLARITY IS REVERSED FOR THE MAX241

+5V-Powered, Multi-Channel RS-232 Drivers/Receivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX225/MAX244-MAX249

Supply Voltage (V_{CC}) ....-0.3V to +6V
Input Voltages
T_{IN}, $\overline{ENA}$, $\overline{ENB}$, $\overline{ENR}$, $\overline{ENT}$, $\overline{ENRA}$, $\overline{ENRB}$, $\overline{ENTA}$, $\overline{ENTB}$ ....-0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
R_{IN} ....±25V
T_{OUT} (Note 3) ....±15V
R_{OUT} ....-0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Short Circuit (one output at a time)
T_{OUT} to GND ....Continuous
R_{OUT} to GND ....Continuous

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
28-Pin Wide SO (derate 12.50mW/°C above +70°C) 1W
40-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C) ...811mW
44-Pin PLCC (derate 13.33mW/°C above +70°C) 1.07W
Operating Temperature Ranges
MAX225C_ _, MAX24_C_ _ ....0°C to +70°C
MAX225E_ _, MAX24_E_ _ ....-40°C to +85°C
Storage Temperature Range ....-65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10sec) ....+300°C

Note 3: Input voltage measured with transmitter output in a high-impedance state, shutdown, or V_{CC} = 0V.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX225/MAX244-MAX249

(MAX225 V_{CC} = 5.0V ±5%; MAX244-MAX249 V_{CC} = +5.0V ±10%, external capacitors C1-C4 = 1µF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTER						
Input Logic Threshold Low				1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High			2	1.4		V
Logic Pull-Up/Input Current	Tables 1a-1d	Normal operation		10	50	µA
		Shutdown		±0.01	±1	
Data Rate	Tables 1a-1d, normal operation			120	64	kbits/sec
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to GND		±5	±7.5		V
Output Leakage Current (shutdown)	Tables 1a-1d	$\overline{ENA}$, $\overline{ENB}$, $\overline{ENT}$, $\overline{ENTA}$, $\overline{ENTB}$ = V_{CC}, V_{OUT} = ±15V		±0.01	±25	µA
		V_{CC} = 0V, V_{OUT} = ±15V		±0.01	±25	
Transmitter Output Resistance	V_{CC} = V+ = V- = 0V, V_{OUT} = ±2V (Note 4)		300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	V_{OUT} = 0V		±7	±30		mA
RS-232 RECEIVERS						
RS-232 Input Voltage Operating Range					±25	V
RS-232 Input Threshold Low	V_{CC} = 5V		0.8	1.3		V
RS-232 Input Threshold High	V_{CC} = 5V			1.8	2.4	V
RS-232 Input Hysteresis	V_{CC} = 5V		0.2	0.5	1.0	V
RS-232 Input Resistance			3	5	7	kΩ
TTL/CMOS Output Voltage Low	I_{OUT} = 3.2mA			0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	I_{OUT} = -1.0mA		3.5	V_{CC} - 0.2		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing V_{OUT} = GND		-2	-10		mA
	Shrinking V_{OUT} = V_{CC}		10	30		
TTL/CMOS Output Leakage Current	Normal operation, outputs disabled, Tables 1A-1D, 0V ≤ V_{OUT} ≤ V_{CC}, $\overline{ENR\_}$ = V_{CC}			±0.05	±0.10	µA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX225/MAX244–MAX249 (continued)

(MAX225 V_{CC} = 5.0V ±5%; MAX244–MAX249 V_{CC} = +5.0V ±10%, external capacitors C1–C4 = 1µF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

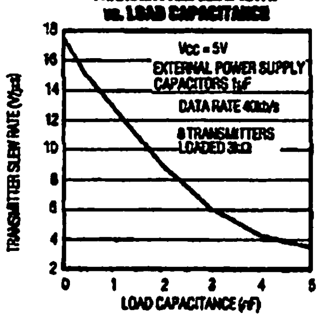
PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
POWER SUPPLY AND CONTROL LOGIC						
Operating Supply Voltage		MAX225	4.75		5.25	V
		MAX244–MAX249	4.5		5.5	V
V_{CC} Supply Current (normal operation)	No load	MAX225		10	20	mA
	No load	MAX244–MAX249		11	30	mA
	3kΩ loads on all outputs	MAX225		40		mA
	3kΩ loads on all outputs	MAX244–MAX249		57		mA
Shutdown Supply Current	T_A = +25°C			8	25	µA
	T_A = T_{MIN} to T_{MAX}				50	µA
Control Input	Leakage current				±1	µA
	Threshold low			1.4	0.8	V
	Threshold high		2.4	1.4		V
AC CHARACTERISTICS						
Transition Slew Rate	C_L = 50pF to 2500pF, R_L = 3kΩ to 7kΩ, V_{CC} = 5V, T_A = +25°C, measured from +3V to -3V or -3V to +3V		5	10	30	V/µs
Transmitter Propagation Delay TLL to RS-232 (normal operation), Figure 1	t_{PHLT}			1.3	3.5	µs
	t_{PLHT}			1.5	3.5	µs
Receiver Propagation Delay TLL to RS-232 (normal operation), Figure 2	t_{PHLR}			0.6	1.5	µs
	t_{PLHR}			0.6	1.5	µs
Receiver Propagation Delay TLL to RS-232 (low-power mode), Figure 2	t_{PHLS}			0.6	10	µs
	t_{PLHS}			3.0	10	µs
Transmitter + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t_{PHLT} - t_{PLHT}			350		ns
Receiver + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t_{PHLR} - t_{PLHR}			350		ns
Receiver-Output Enable Time, Figure 3	t_{ER}			100	500	ns
Receiver-Output Disable Time, Figure 3	t_{DR}			100	500	ns
Transmitter Enable Time	t_{ET}	MAX246–MAX249 (excludes charge-pump start-up)		5		µs
	t_{ET}	MAX225/MAX245–MAX249 (includes charge-pump start-up)		10		ms
Transmitter Disable Time, Figure 4	t_{DT}			100		ns

Note 4: The 300Ω minimum specification complies with EIA/TIA-232E, but the actual resistance when in shutdown mode or V_{CC} = 0 is 10MΩ as is implied by the leakage specification.

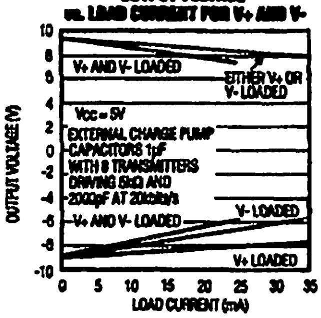
Typical Operating Characteristics

MAX225/MAX244–MAX249

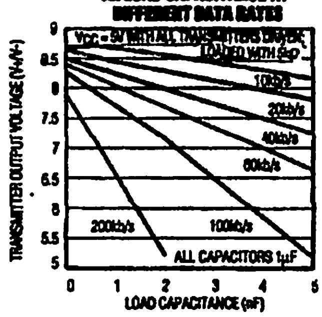
TRANSMITTER SLEW RATE vs. LOAD CAPACITANCE



OUTPUT VOLTAGE vs. LOAD CURRENT FOR V+ AND V-



TRANSMITTER OUTPUT VOLTAGE vs. LOAD CAPACITANCE AT DIFFERENT DATA RATES



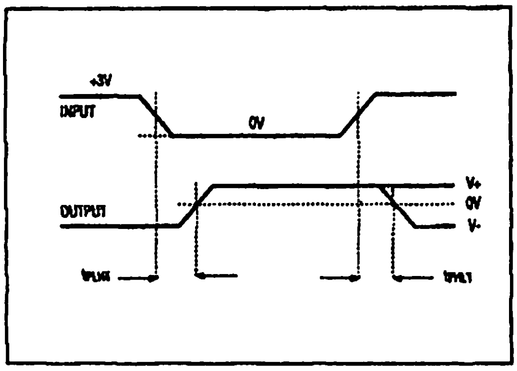


Figure 1. Transmitter Propagation Delay Timing

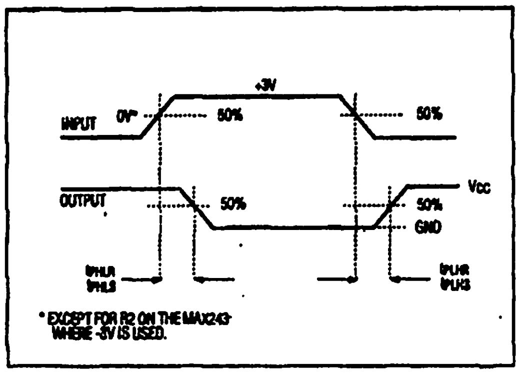


Figure 2. Receiver Propagation Delay Timing

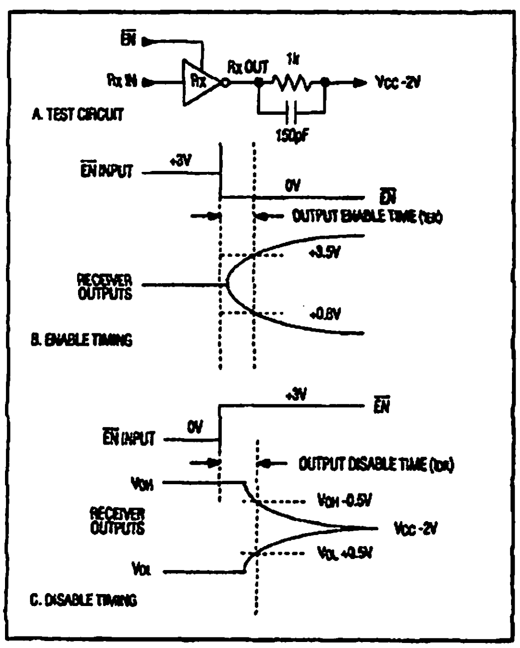


Figure 3. Receiver-Output Enable and Disable Timing

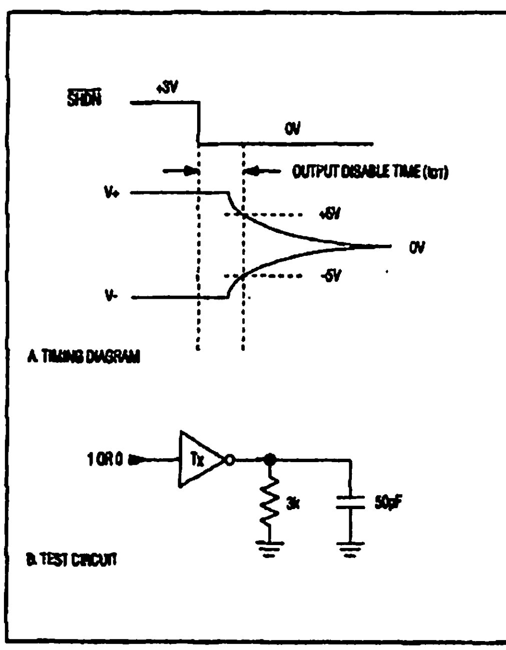


Figure 4. Transmitter-Output Disable Timing

+5V-Powered, Multi-Channel RS-232 Drivers/Receivers

Table 1a. MAX225 Control Pin Configurations

$\overline{\text{ENT}}$	$\overline{\text{ENR}}$	OPERATION STATUS	TRANSMITTERS	RECEIVERS
0	0	Normal Operation	All Active	All Active
0	1	Normal Operation	All Active	All 3-State
1	0	Shutdown	All 3-State	All Low-Power Receive Mode
1	1	Shutdown	All 3-State	All 3-State

Table 1b. MAX245 Control Pin Configurations

$\overline{\text{ENT}}$	$\overline{\text{ENR}}$	OPERATION STATUS	TRANSMITTERS		RECEIVERS	
			TA1-TA4	TB1-TB4	RA1-RA5	RB1-RB5
0	0	Normal Operation	All Active	All Active	All Active	All Active
0	1	Normal Operation	All Active	All Active	RA1-RA4 3-State RA5 Active	RB1-RB4 3-State RB5 Active
1	0	Shutdown	All 3-State	All 3-State	All Low Power Receiver Mode	All Low Power Receiver Mode
1	1	Shutdown	All 3-State	All 3-State	RA1-RA4 3-State RA5 Low-Power Receiver Mode	RB1-RB4 3-State RA5 Low-Power Receiver Mode

Table 1c. MAX246 Control Pin Configurations

$\overline{\text{ENA}}$	$\overline{\text{ENB}}$	OPERATION STATUS	TRANSMITTERS		RECEIVERS	
			TA1-TA4	TB1-TB4	RA1-RA5	RB1-RB5
0	0	Normal Operation	All Active	All Active	All Active	All Active
0	1	Normal Operation	All Active	All 3-State	All Active	RB1-RB4 3-State RB5 Active
1	0	Shutdown	All 3-State	All Active	RA1-RA4 3-State RA5 Active	All Active
1	1	Shutdown	All 3-State	All 3-State	RA1-RA4 3-State RA5 Low-Power Receiver Mode	RB1-RB4 3-State RA5 Low-Power Receiver Mode

Table 1d. MAX247/248/249 Control Pin Configurations

$\overline{ENTA}$	$\overline{ENTB}$	$\overline{ENRA}$	$\overline{ENRB}$	OPERATION STATUS		TRANSMITTERS		RECEIVERS	
					MAX247	TA1–TA4	TB1–TB4	RA1–RA4	RB1–RB5
					MAX248	TA1–TA4	TB1–TB4	RA1–RA4	RB1–RB4
					MAX249	TA1–TA3	TB1–TB3	RA1–RA5	RB1–RB5
0	0	0	0	Normal Operation		All Active	All Active	All Active	All Active
0	0	0	1	Normal Operation		All Active	All Active	All Active	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
0	0	1	0	Normal Operation		All Active	All Active	All 3-State	All Active
0	0	1	1	Normal Operation		All Active	All Active	All 3-State	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
0	1	0	0	Normal Operation		All Active	All 3-State	All Active	All Active
0	1	0	1	Normal Operation		All Active	All 3-State	All Active	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
0	1	1	0	Normal Operation		All Active	All 3-State	All 3-State	All Active
0	1	1	1	Normal Operation		All Active	All 3-State	All 3-State	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
1	0	0	0	Normal Operation		All 3-State	All Active	All Active	All Active
1	0	0	1	Normal Operation		All 3-State	All Active	All Active	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
1	0	1	0	Normal Operation		All 3-State	All Active	All 3-State	All Active
1	0	1	1	Normal Operation		All 3-State	All Active	All 3-State	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
1	1	0	0	Shutdown		All 3-State	All 3-State	Low-Power Receive Mode	Low-Power Receive Mode
1	1	0	1	Shutdown		All 3-State	All 3-State	Low-Power Receive Mode	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247
1	1	1	0	Shutdown		All 3-State	All 3-State	All 3-State	Low-Power Receive Mode
1	1	1	1	Shutdown		All 3-State	All 3-State	All 3-State	All 3-State, except RB5 stays active on MAX247

+5V-Powered, Multi-Channel RS-232 Drivers/Receivers

Detailed Description

The MAX220-MAX249 contain four sections: dual charge-pump DC-DC voltage converters, RS-232 drivers, RS-232 receivers, and receiver and transmitter enable control inputs.

Dual Charge-Pump Voltage Converter

The MAX220-MAX249 have two internal charge-pumps that convert +5V to ±10V (unloaded) for RS-232 driver operation. The first converter uses capacitor C1 to double the +5V input to +10V on C3 at the V+ output. The second converter uses capacitor C2 to invert +10V to -10V on C4 at the V- output.

A small amount of power may be drawn from the +10V (V+) and -10V (V-) outputs to power external circuitry (see Typical Operating Characteristics), except on the MAX225 and MAX245-MAX247, where these pins are not available. V+ and V- are not regulated, so the output voltage drops with increasing load current. Do not load V+ and V- to a point that violates the minimum ±5V EIA/TIA-232E driver output voltage when sourcing current from V+ and V- to external circuitry.

When using the shutdown feature in the MAX222, MAX225, MAX230, MAX235, MAX236, MAX240, MAX241, and MAX245-MAX249 avoid using V+ and V- to power external circuitry. When these parts are shut down, V- falls to 0V, and V+ falls to +5V. For applications where a +10V external supply is applied to the V+ pin (instead of using the internal charge pump to generate +10V), the C1 capacitor must not be installed and the $\overline{SHDN}$ pin must be tied to V_{CC}. This is because V+ is internally connected to V_{CC} in shutdown mode.

RS-232 Drivers

The typical driver output voltage swing is ±8V when loaded with a nominal 5kΩ RS-232 receiver and V_{CC} = +5V. Output swing is guaranteed to meet the EIA/TIA-232E and V.28 specification, which calls for ±5V minimum driver output levels under worst-case conditions. These include a minimum 3kΩ load, V_{CC} = +4.5V, and maximum operating temperature. Unloaded driver output voltage ranges from (V+ -1.3V) to (V- +0.5V).

Input thresholds are both TTL and CMOS compatible. The inputs of unused drivers can be left unconnected since 400kΩ input pull-up resistors to V_{CC} are built-in. The pull-up resistors force the outputs of unused drivers low because all drivers invert. The internal input pull-up resistors typically source 12µA, except in shutdown mode where the pull-ups are disabled. Driver outputs turn off and enter a high-impedance state—where leakage current is typically microamperes (maximum 25µA)—when in shutdown mode, in three-state mode, or when device power is removed. Outputs can be driven to ±15V. The power-supply current typically drops to 8µA in shutdown mode.

The MAX239 has a receiver 3-state control line, and the MAX223, MAX225, MAX235, MAX236, MAX240, and MAX241 have both a receiver 3-state control line and a low-power shutdown control. The receiver TTL/CMOS outputs are in a high-impedance, 3-state mode whenever the 3-state $\overline{EN}$able line is high, and are also high-impedance whenever the shutdown control line is high.

When in low-power shutdown mode, the driver outputs are turned off and their leakage current is less than 1µA with the driver output pulled to ground. The driver output leakage remains less than 1µA, even if the transmitter output is backdriven between 0V and (V_{CC} + 6V). Below -0.5V, the transmitter is diode clamped to ground with 1kΩ series impedance. The transmitter is also zener clamped to approximately V_{CC} + 6V, with a series impedance of 1kΩ.

The driver output slew rate is limited to less than 30V/µs as required by the EIA/TIA-232E and V.28 specifications. Typical slew rates are 24V/µs unloaded and 10V/µs loaded with 3Ω and 2500pF.

RS-232 Receivers

EIA/TIA-232E and V.28 specifications define a voltage level greater than 3V as a logic 0, so all receivers invert. Input thresholds are set at 0.8V and 2.4V, so receivers respond to TTL level inputs as well as EIA/TIA-232E and V.28 levels.

The receiver inputs withstand an input overvoltage up to ±25V and provide input terminating resistors with nominal 5kΩ values. The receivers implement Type 1 interpretation of the fault conditions of V.28 and EIA/TIA-232E.

The receiver input hysteresis is typically 0.5V with a guaranteed minimum of 0.2V. This produces clear output transitions with slow-moving input signals, even with moderate amounts of noise and ringing. The receiver propagation delay is typically 600ns and is independent of input swing direction.

Low-Power Receive Mode

The low-power receive-mode feature of the MAX223, MAX242, and MAX245-MAX249 puts the IC into shutdown mode, but still allows it to receive information. This is important for applications where systems are periodically awakened to look for activity. Using low-power receive mode, the system can still receive a signal that will activate it on command and prepare it for communication at faster data rates. This operation conserves system power.

Negative Threshold—MAX243

The MAX243 is pin compatible with the MAX232A, differing only in that RS-232 cable fault protection is removed on one of the two receiver inputs. This means that control lines such as CTS and RTS can either be driven or left floating without interrupting communication. Different cables are not needed to interface with different pieces of equipment.

The input threshold of the receiver without cable fault protection is -0.8V rather than +1.4V. Its output goes positive only if the input is connected to a control line that is actively driven negative. If not driven, it defaults to the 0 or "OK to send" state. Normally, the MAX243's other receiver (+1.4V threshold) is used for the data line (TD or RD), while the negative threshold receiver is connected to the control line (DTR, DTS, CTS, RTS, etc.).

Other members of the RS-232 family implement the optional cable fault protection as specified by EIA/TIA-232E specifications. This means a receiver output goes high whenever its input is driven negative, left floating, or shorted to ground. The high output tells the serial communications IC to stop sending data. To avoid this, the control lines must either be driven or connected with jumpers to an appropriate positive voltage level.

Shutdown—MAX222–MAX242

On the MAX222, MAX235, MAX236, MAX240, and MAX241, all receivers are disabled during shutdown. On the MAX223 and MAX242, two receivers continue to operate in a reduced power mode when the chip is in shutdown. Under these conditions, the propagation delay increases to about 2.5μs for a high-to-low input transition. When in shutdown the receiver acts as a CMOS inverter with no hysteresis. The MAX223 and MAX242 also have a receiver output enable input ($\overline{EN}$) that allows receiver output control independent of $\overline{SHDN}$. With all other devices, $\overline{SHDN}$ also disables the receiver outputs.

The MAX225 provides five transmitters and five receivers, while the MAX245 provides ten receivers and eight transmitters. Both devices have separate receiver and transmitter-enable controls. The charge pumps turn off and the devices shut down when a logic high is applied to the ENT input. In this state, the supply current drops to less than 25μA and the receivers continue to operate in a low-power receive mode. Driver outputs enter a high-impedance state (three-state mode). On the MAX225, all five receivers are controlled by the $\overline{ENR}$ input. On the MAX245, eight of the receiver outputs are controlled by the $\overline{ENR}$ input, while the remaining two receivers (RA5 and RB5) are always active. RA1-RA4 and RB1-RB4 are put in a three-state mode when $\overline{ENR}$ is a logic high.

Receiver and Transmitter Enable Control Inputs

The MAX225 and MAX245-MAX249 feature transmitter and receiver enable controls.

The receivers have three modes of operation: full-speed receive (normal active), three-state (disabled), and low-power receive (enabled receivers continue to function at lower data rates). The receiver enable inputs control the full-speed receive and three-state modes. The transmitters have two modes of operation: full-speed transmit (normal active) and three-state (disabled). The transmitter enable inputs also control the shutdown mode. The device enters shutdown mode when all transmitters are disabled. Enabled receivers function in the low-power receive mode when in shutdown.

Tables 1a-1d define the control states. The MAX244 has no control pins and is not included in these tables.

The MAX246 has ten receivers and eight drivers with two control pins, each controlling one side of the device. A logic high at the A-side control input ($\overline{ENA}$) causes the four A-side receivers and drivers to go into a three-state mode. Similarly, the B-side control input ($\overline{ENB}$) causes the four B-side drivers and receivers to go into a three-state mode. As in the MAX245, one A-side and one B-side receiver (RA5 and RB5) remain active at all times. The entire device is put into shutdown mode when both the A and B sides are disabled ($\overline{ENA}$ = $\overline{ENB}$ = +5V).

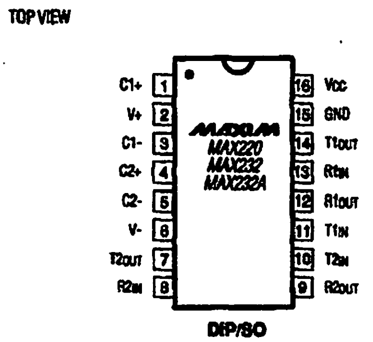
The MAX247 provides nine receivers and eight drivers with four control pins. The $\overline{ENRA}$ and $\overline{ENRB}$ receiver enable inputs each control four receiver outputs. The $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$ transmitter enable inputs each control four drivers. The ninth receiver (RB5) is always active. The device enters shutdown mode with a logic high on both $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$.

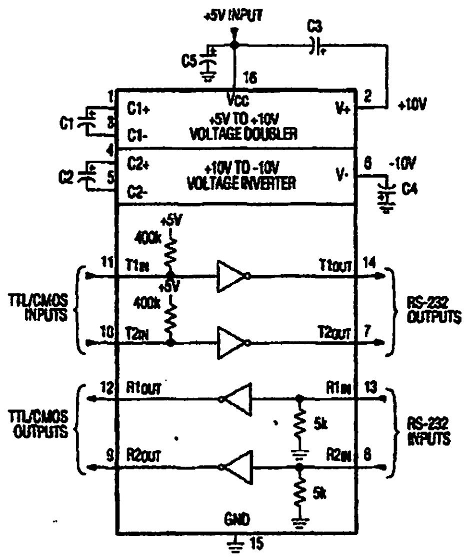
The MAX248 provides eight receivers and eight drivers with four control pins. The $\overline{ENRA}$ and $\overline{ENRB}$ receiver enable inputs each control four receiver outputs. The $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$ transmitter enable inputs control four drivers each. This part does not have an always-active receiver. The device enters shutdown mode and transmitters go into a three-state mode with a logic high on both $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$.

The MAX249 provides ten receivers and six drivers with four control pins. The $\overline{ENRA}$ and $\overline{ENRB}$ receiver enable inputs each control five receiver outputs. The $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$ transmitter enable inputs control three drivers each. There is no always-active receiver. The device enters shutdown mode and transmitters go into a three-state mode with a logic high on both $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$. In shutdown mode, active receivers operate in a low-power receive mode at data rates up to 20kbits/s.

Applications Information

Figures 5 through 25 show pin configurations and typical operating circuits. In applications that are sensitive to power-supply noise, V_{CC} should be decoupled to ground with a capacitor of the same value as C1 and C2 connected as close as possible to the device.





CAPACITANCE (μF)					
DEVICE	C1	C2	C3	C4	C5
MAX220	4.7	4.7	10	10	4.7
MAX232	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAX232A	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Figure 5. MAX220/232/232A Pin Configuration and Typical Operating Circuit

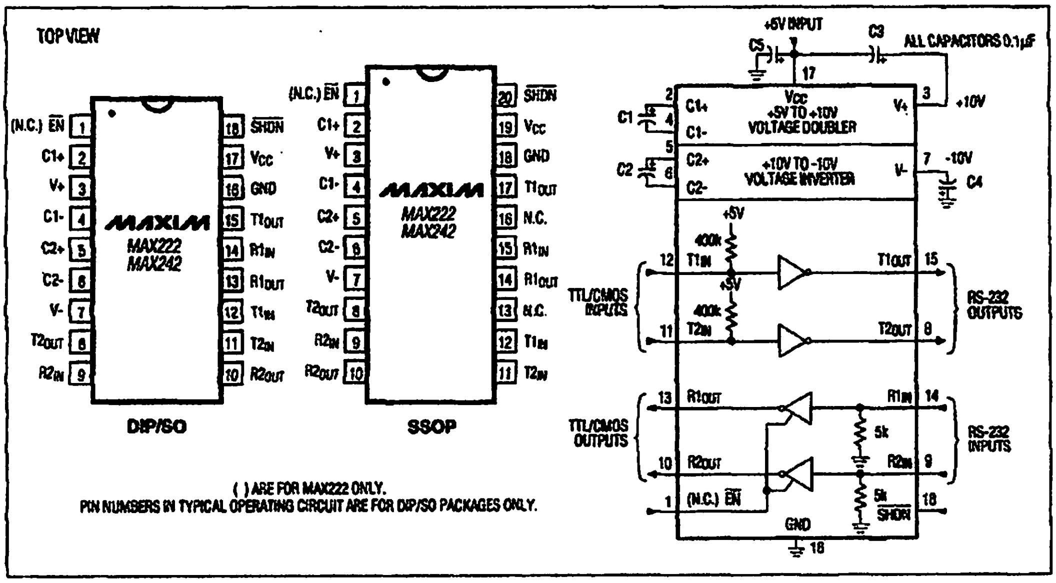
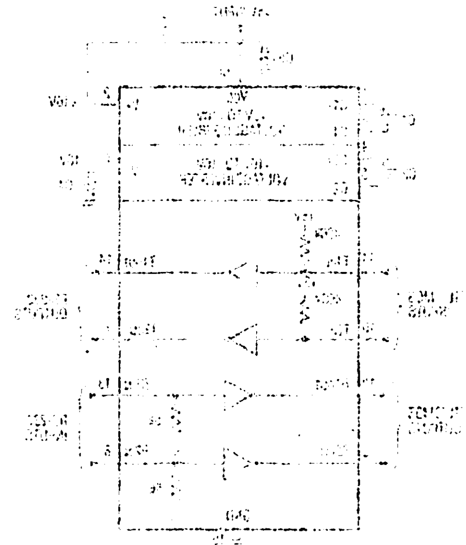
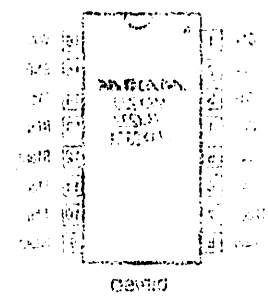


Figure 6. MAX222/MAX242 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

+5V-Powered, Multi-Channel RS-232 Drivers/Receivers





	CAPACITANCE (µF)				
DEVICE	C1	C2	C3	C4	C5
MAX220	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
MAX2[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
MAX2[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Figure [illegible] Pin Configuration and Typical Operating Circuit

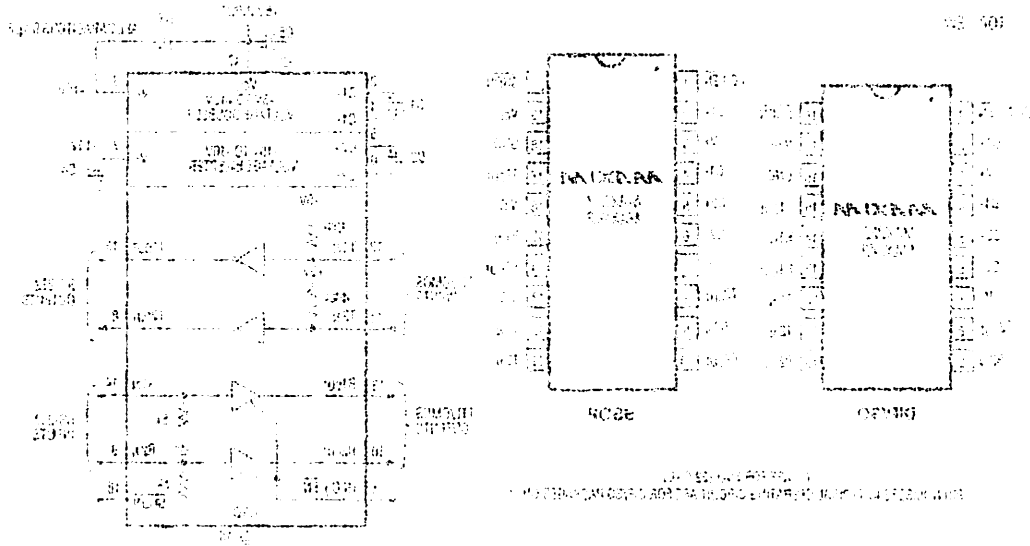


Figure [illegible] Pin Configuration and Typical Operating Circuit