

SKRIPSI

APLIKASI MIKROKONTROLER AT89S8252

DALAM PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULASI ALAT

PENGONTROL KESTABILAN KECEPATAN MOBIL

OTOMATIS



Disusun Oleh :

BAGUS PRADANA

02.17.160

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

MALANG

2007

187422

REPERSTA JELONTIPROKOLIM TRALIDA
TALA BRALUNTE MATLUMENT HAN KASORONRENT HAN RAKI
JIBOM NATAYEDOM PALIMATREI JOSTYKONFIM
REPAROTO

REPERSTA JELONTIPROKOLIM TRALIDA
TALA BRALUNTE MATLUMENT HAN KASORONRENT HAN RAKI
JIBOM NATAYEDOM PALIMATREI JOSTYKONFIM
REPAROTO

REPERSTA JELONTIPROKOLIM TRALIDA
TALA BRALUNTE MATLUMENT HAN KASORONRENT HAN RAKI
JIBOM NATAYEDOM PALIMATREI JOSTYKONFIM
REPAROTO

REPERSTA JELONTIPROKOLIM TRALIDA

TALA BRALUNTE MATLUMENT HAN KASORONRENT HAN RAKI

LEMBAR PERSETUJUAN



APLIKASI MIKROKONTROLER AT89S8252
DALAM PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULASI ALAT
PENGONTROL KESTABILAN KECEPATAN MOBIL
OTOMATIS

SKRIPSI

*Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

BAGUS PRADANA

02.17.160

Mengetahui,

Jurusan Teknik Elektro S-1

Diperiksa dan disetujui

Dosen Pembimbing



H. Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y: 103 950 0274


Ir. Eko Nurcahyo
NIP.1028700172

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2007**



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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : BAGUS PRADANA
NIM : 02.17.160
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Aplikasi Mikrokontroler AT89S8252 Dalam Perancangan
Dan Pembuatan Simulasi Alat Pengontrol Kestabilan
Kecepatan Mobil Otomatis

Dipertahankan dihadapan Team Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 17 Maret 2007
Dengan Nilai : 76 (B+) *BY*



(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
Ketua

Panitia Ujian Skripsi

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
Sekretaris

Anggota Penguji

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
Penguji Pertama

(Sotvohadi, ST)
Penguji Kedua

17/4 07

ABSTRAKSI

“Aplikasi Mikrokontroler AT89S8252

Dalam Perancangan Dan Pembuatan Simulasi Alat Pengontrol Kestabilan Kecepatan Mobil Otomatis”

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini sangatlah cepat, yang mana melingkupi berbagai sisi kehidupan manusia. Salah satu kemajuannya adalah dibidang teknologi outomotif. Kemajuan tersebut tidak terlepas dari tuntutan manusia yang selalu ingin hidup lebih praktis dan efisien dalam kehidupan sehari-seharinya.

Dengan banyaknya kendaraan bermotor khususnya mobil yang beredar dimasyarakat dewasa ini memudahkan masyarakat untuk berpergian di dalam kota maupun keluar kota, perjalanan tak akan menjadi masalah bila perjalanan yang ditempuh hanya berjarak beberapa kilo meter saja, namun yang menjadi persoalan adalah bila pengendara sedang melakukan perjalanan yang jauh yang mana dalam keadan jalanan lurus dan tanpa hambatan ataupun saat melewati jalan tol yang panjang, dimana pengendara diharuskan untuk menginjak pedal gas terus agar kecepatan mobil tetap konstan. Namun dengan selalu menginjak pedal gas secara terus menerus dalam durasi waktu yang relatif lama dapat membuat sipengendara cepat lelah. Padahal yang diharapkan dari seseorang dapat mengendarai mobil pribadi yaitu ingin mendapatkan suatu kenyamanan dalam berkendara dan itu tak akan didapatkan bila seseorang harus terus menginjak pedal gas terus menerus.

Dengan adanya kasus seperti diatas saya sebagai penulis mencoba untuk membuat simulasi alat pengontrol kecepatan mobil agar tetap konstan bila mobil melakukan perjalanan jauh sehingga dengan sistem kontrol ini pengendara kendaraan bermotor khususnya mobil dapat sedikit berkurang rasa capeknya dikarnakan harus menginjak pedal gas terlalu lama.

Dengan terselesainya skripsi ini semoga akan sedikit membantu perkembangan teknologi outomotif yang mana pengendara kendaraan bermotor kususnya mobil akan lebih nyaman berpergian jauh.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY

RESEARCH REPORT
NO. 1000

BY
J. H. GOLDSTEIN

AND
R. F. W. CLARKE

DEPARTMENT OF CHEMISTRY
UNIVERSITY OF CHICAGO

CHICAGO, ILLINOIS
1950

RESEARCH REPORT
NO. 1000

BY
J. H. GOLDSTEIN

AND
R. F. W. CLARKE

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan pada ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat, kuasa serta segala karunia-Nya, akhirnya penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Aplikasi Mikrokontroler AT89S8252 Dalam Perancangan Dan Pembuatan Simulasi Alat Pengontrol Kestabilan Kecepatan Mobil Otomatis”**. Laporan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Program Studi Elektronika, Institut Teknologi Nasional Malang.

Keberhasilan penyusunan laporan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
4. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, selaku Dosen Pembimbing.
5. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa.
6. Teman-teman yang telah membantu terselesainya skripsi ini.

Dengan segala itikad, kemampuan dan saran yang ada, laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya. Namun karena keterbatasan waktu dan faktor lain yang dihadapi sehingga menyebabkan laporan skripsi ini tidak lepas dari banyaknya kekurangan. Karena itu sejumlah koreksi dan masukan konstruktif diperlukan guna kesempurnaan laporan skripsi ini. Semoga laporan skripsi dari pemikiran sederhana ini akan menjadi cikal bakal dari karya yang lebih inovatif dan dapat bermanfaat untuk semua orang.

Malang, Maret 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------------------------|-------------|
| LEMBAR PERSETUJUAN | i |
| ABSTRAK | ii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4. Tujuan Masalah..... | 3 |
| 1.5. Metodologi Perencanaan..... | 3 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| 2.1. Push Button | 4 |
| 2.2. Sensor | 4 |
| 2.2.1. Infra Merah | 4 |
| 2.2.2. LED (Light Emiting Dioda) Infra Merah | 6 |
| 2.2.3. Photo Dioda | 7 |
| 2.3. Potensio Meter | 8 |
| 2.4. Komparator | 9 |
| 2.5. Mikrokontroler AT89S8252 | 10 |
| 2.5.1. Sistem Mikrokontroler AT89S8252 | 10 |

| | |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 2.5.2. Mikrokontroler AT89S8252 | 10 |
| 2.5.3. Arsitektur AT89S8252 | 11 |
| 2.5.4. Fungsi Pin Mikrokontroler AT89S8252 | 13 |
| 2.5.5. Accumulator (A atau ACC) | 17 |
| 2.5.6. Register | 17 |
| 2.5.7. SP (Stack Pointer) | 17 |
| 2.5.8. Data Pointer (DPTR) | 18 |
| 2.5.9. Power Control (PCON) | 18 |
| 2.5.10. SFR (Special Function Register) | 19 |
| 2.5.11. Tmer | 20 |
| 2.5.12. Program Status Word (PSW) | 24 |
| 2.5.13. Interrupt | 25 |
| 2.5.14. Organisasi Memory | 26 |
| 2.5.15. Data Memory (EEPROM) dan RAM | 27 |
| 2.6. Mikrokontroler AT89C2051 | 28 |
| 2.6.1. Pendahuluan | 28 |
| 2.6.2. Perangkat Keras Mikrokontroler AT 89C2051 | 29 |
| 2.6.2.1. Arsitektur AT89C2051 | 30 |
| 2.6.2.2. Konfigurasi Pin-pin Mikrokontroler AT89C2051 | 32 |
| 2.6.3. Organisasi Memory | 33 |
| 2.6.3.1. Program memory internal | 33 |
| 2.6.3.2. Data Memory (RAM) Internal | 34 |
| 2.6.3.3. SFR (Register Fungsi Khusus) | 35 |

| | |
|-------------------------------------------------------|----|
| 2.6.3.4. Program Status Word | 37 |
| 2.6.3.5. PCON (Power control) | 37 |
| 2.6.3.6. Sistem Interup | 38 |
| 2.6.3.7. Timer/ Conter | 39 |
| 2.6.3.8. Metode Pengalamatan | 41 |
| 2.6.3.8.1. Pengalamatan bit (bit Addressing) | 41 |
| 2.6.3.8.2. Pengalamatan Tak Langsung | 42 |
| 2.6.3.8.3. Pengalamatan Berindeks | 42 |
| 2.6.3.9. Mekanisasi Pemasukan Program AT89C2051 | 42 |
| 2.6.3.9.1. Internal Addres Counter | 43 |
| 2.6.3.9.2. Program Algoritma | 43 |
| 2.6.3.9.3. Data Polling | 44 |
| 2.6.3.9.4. Ready/ Busy | 44 |
| 2.6.3.9.5. Program verifikasi | 45 |
| 2.6.3.9.6. Chip Erase | 45 |
| 2.6.3.9.7. Readng The Signature Byte | 45 |
| 2.7. Transistor | 47 |
| 2.7.1. Transistor PNP | 48 |
| 2.7.2. Transistor NPN | 48 |
| 2.8. Motor DC | 49 |
| 2.8.1. Prinsip Dasar Motor DC | 49 |
| 2.8.2. Tipe Motor DC | 54 |
| 2.8.3. Pengendalian Arah Putaran motor DC | 55 |

| | |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 2.9. LCD 16x2 (M1632) | 56 |
| 2.10. Seven Segmet | 59 |
| 2.11. Pulse Width Modulation (PWM) | 60 |
| 2.12. Analog to Digital Converter (ADC) | 61 |
| BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT | |
| 3.1. Perencanaan Perangkat Keras | 62 |
| 3.2. Diskripsi Tentang Kinerja Sistem | 64 |
| 3.3. Fungsi Komponen Dari Rangkaian Sistem | 65 |
| 3.4. ADC(<i>Analog To Digital Converter</i>) 0804 | 67 |
| 3.4.1. Clock pada ADC | 67 |
| 3.5. Perancangan Sensor Kecepatan | 68 |
| 3.6. Rangkaian mikrokontroler AT89S8252 | 70 |
| 3.7. Rangkaian Driver Motor DC | 72 |
| 3.8. Rangkaian <i>Display Sevent Segment</i> | 73 |
| 3.9. Perancangan AT89C2051 | 75 |
| 3.10. Rangkaian LCD | 76 |
| 3.11. Rangkaian Tombol Pengestan Waktu | 78 |
| 3.12. Rangkaian REM | 79 |
| 3.13. Perancangan Putaran Motor DC | 80 |
| 3.14. Perancangan Perangkat Lunak | 82 |
| BAB IV PEGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT | |
| 4.1. Pendahuluan | 84 |
| 4.1.1. Pengujian Rangkaian Sensor Potho Dioda | 84 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| a. Tujuan | 84 |
| b. Alat dan bahan | 85 |
| c. Prosedur pengujian rangkaian | 85 |
| d. Data hasil pengujian | 85 |
| e. Analisis | 86 |
| 4.2.2. Pengujian ADC 0804 | 86 |
| a. Tujuan | 86 |
| b. Alat dan bahan | 86 |
| c. Prosedur pengujian rangkaian | 87 |
| d. Hasil pengujian | 87 |
| 4.2.3. Pengujian Rangkaian Driver Display Sevent Segment | 87 |
| a. Tujuan | 87 |
| b. Alat dan bahan | 87 |
| c. Prosedur pengujian rangkaian | 88 |
| d. Data hasil pengujian | 88 |
| e. Analisis | 88 |
| 4.2.4. Pengujian Pengaturan Waktu Stabil Pada Display Sevent Segment | 89 |
| 4.2.5. Pengujian Driver Motor DC..... | 92 |
| a. Tujuan | 92 |
| b. Alat dan bahan | 92 |
| c. Gambar cara pengujian rangkaian | 92 |
| d. Hasil pengujian | 95 |
| 4.2.6. Pengujian Rangkaian LCD..... | 95 |

| | |
|----------------------------------------------|------------|
| 4.2.7. Pengujian Rangkaian Keseluruhan | 97 |
| a. Tujuan | 97 |
| b. Alat dan bahan | 97 |
| c. Blok rangkaian keseluruhan | 97 |
| d. Prosedur Pengujian | 98 |
| e. Hasil Pengujian | 98 |
| f. Analisis | 98 |
| BAB V PENUTUP | |
| 5.1. Kesimpulan | 99 |
| 5.2. Saran..... | 99 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 100 |
| LAMPIRAN..... | 101 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1. Push Button | 4 |
| Gambar 2.2. LED (Light Emiting Dioda) Infra Merah | 7 |
| Gambar 2.3. Photo Dioda | 7 |
| Gambar 2.4. Potensiometer | 8 |
| Gambar 2.5. Pembanding (Komparator) | 9 |
| Gambar 2.6. Blok Diagram AT89S8252 | 12 |
| Gambar 2.7. Pin / Kaki dari IC AT89S8252 | 13 |
| Gambar 2.8. Osilator Eksternal AT89S8252 | 17 |
| Gambar 2.9. Timer 2 Pada Mode CATURE | 21 |
| Gambar 2.10. Timer Pada Timer Outo Reload DCEN = 0 | 22 |
| Gambar 2.11. Timer Pada Timer Outo Reload DCEN = 1 | 22 |
| Gambar 2.12. Timer Sebagai Baudrate Generator | 24 |
| Gambar 2.13. Blok Diagram Mikrokontroler AT89C2051 | 30 |
| Gambar 2.14. Konfigurasi Pin-Pin AT89C2051 | 32 |
| Gambar 2.15. Skema Mendefinisikan PSW | 37 |
| Gambar 2.16. Skema Mendefinisikan PCON | 37 |
| Gambar 2.17. Kegunaan Interupt Enable Register | 39 |
| Gambar 2.18. Konfigurasi dan Kegunaan TMOD | 40 |
| Gambar 2.19. Timer/ Counter Mode Control Register | 40 |
| Gambar 2.20. Mode flas Program | 46 |
| Gambar 2.21. Programming and Verifikation Waveforms | 46 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.22. Ragkaian Transistor Sebagai Switching | 47 |
| Gambar 2.23. Struktur dan Simbol NPN | 48 |
| Gambar 2.24. Struktur dan Simbol PNP | 48 |
| Gambar 2.25. Kaedah Tangan Kiri | 49 |
| Gambar 2.26. Konduktor Berarus Listrik Dalam Medan Magnet | 50 |
| Gambar 2.27. Bergeraknya sebuah Motor | 51 |
| Gambar 2.28. Kaedah Tangan Kanan Untuk Motor | 52 |
| Gambar 2.29. Kontruksi Dasar Motor DC | 53 |
| Gambar 2.30. Tipe Motor DC | 54 |
| Gambar 2.31. Arah Putaran Motor DC | 55 |
| Gambar 2.32. Tampilan Sevent Segment | 59 |
| Gambar 2.33. Bentuk Gelombang Kotak | 60 |
| Gambar 2.34. Pulsa Yang Diperkecil | 60 |
| Gambar 2.35. Pulsa Yang diperbesar | 61 |
| Gambar 2.36. Diagran Pin ADC 0804 | 62 |
| Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem Utama | 63 |
| Gambar 3.2. Blok diagram Perangkat Penampian Kecepatan Menggunakan IC Ekternal AT89C2051 | 64 |
| Gambar 3.3. ADC 0804 | 67 |
| Gambar 3.4. Rangkaian Sensor Kecepatan | 68 |
| Gambar 3.5. Rangkaian Mikrokontroler AT89S8252 | 70 |
| Gambar 3.6. Rangkaian Driver Motor DC | 72 |
| Gambar 3.7. Rangkaian Sevent Segment | 74 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.9. Rangkaian At89C2051 Sebagai Pengontrol Tampilan LCD | 75 |
| Gambar 3.10. Rangkaian LCD M1632 | 78 |
| Gambar 3.11. Rangkaian Pengatur Waktu | 78 |
| Gambar 3.12. Rangkaian REM | 79 |
| Gambar 3.13. Gelombang PWM 8 % | 81 |
| Gambar 4.1. Pengujian Rangkaian Sensor <i>Infra RED</i> | 85 |
| Gambar 4.2. Pengujian ADC 0804 | 87 |
| Gambar 4.3. Rangkaian penguji ADC0804 | 88 |
| Gambar 4.4. Pengujian Driver di LED Sevent Segment | 85 |
| Gambar 4.5. Tampilan Setting Kestabilan | 91 |
| Gambar 4.6. Rangkaian Penguji Driver Motor | 95 |
| Gambar 4.7. Tampilan Kecepatan | 96 |
| Gambar 4.8. Foto Alat Simulasi Pengontrol Kecepatan Mobil Otomatis | 97 |

TABEL

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1. Spektrum Gelombang Elektromagnetik | 6 |
| Tabel 2.2. Keluarga Mikrokontroler MCS51 | 11 |
| Tabel 2.3. Fungsi Khusus Pada Port 1 AT89S8252..... | 14 |
| Tabel 2.4. Fungsi Alternatif Port 3 AT89S8252 | 15 |
| Tabel 2.5. Letak SFR Pada Alamat 80H-FFH | 19 |
| Tabel 2.6. Mode Operasi Timer2 | 20 |
| Tabel 2.7. T2 Mode-Timer2 Mode Kontrol Register..... | 21 |
| Tabel 2.8. Program Status Word..... | 24 |
| Tabel 2.9. Pemilihan Bank Memory | 25 |
| Tabel 2.10. Interrupt Enable (<i>IE</i>) Register..... | 26 |
| Tabel 2.11. Pengaturan RSO-RS1 Untuk Select Register Bank | 35 |
| Tabel 2.12. Special Function Register | 35 |
| Tabel 2.13. Alamat Suber Interrupt..... | 38 |
| Tabel 2.14. Mode Operasi Timer/Counter | 41 |
| Tabel 2.15. Pin-pin LCD & Fungsinya | 58 |
| Tabel 3.1 Fungsi Penyemat LCD | 77 |
| Tabel 3.2. Data keadaan aktif(tH) dan keadaan mati motor (tL) | 81 |
| Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Infra RED dengan komperator..... | 86 |
| Tabel 4.2. Data Hasil Pembacaan dan Perhitungan ADC0804 | 89 |
| Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Rangkaian Display Seven Segmen | 90 |
| Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Sistem Secara Acak | 99 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini sangatlah cepat, yang mana melingkupi berbagai sisi kehidupan manusia. Salah satu kemajuannya adalah dibidang teknologi outomotif. Kemajuan tersebut tidak terlepas dari tuntutan manusia yang selalu ingin hidup lebih praktis dan efisien dalam kehidupan sehari- seharinya.

Dengan banyaknya kendaraan bermotor khususnya mobil yang beredar dimasyarakat dewasa ini memudahkan masyarakat untuk berpergian di dalam kota maupun keluar kota, mungkin perjalanan tak akan menjadi masalah bila perjalanan yang ditempuh hanya berjarak beberapa kilo meter saja, namun yang menjadi persoalan adalah bila pengendara sedang melakukan perjalanan yang relatif jauh yang mana dalam keadan jalanan lurus dan tanpa hambatan ataupun saat melewati jalan tol yang panjang, dimana pengendara diharuskan untuk menginjak pedal gas terus agar kecepatan mobil tetap konstan. Namun dengan selalu menginjak pedal gas secara terus menerus dalam durasi waktu yang relatif lama dapat membuat sipengendara cepat lelah. Padahal yang diharapkan dari seseorang dapat mengendarai kendaran pribadi yaitu ingin mendapatkan suatu kenyamanan dalam berkendara.

Dengan adanya kasus seperti diatas saya sebagai penulis mencoba untuk membuat simulasi alat pengontrol kecepatan mobil agar tetap konstan bila mobil

melakukan perjalanan jauh sehingga dengan sistem kontrol ini si pengendara kendaraan bermotor khususnya mobil dapat sedikit berkurang rasa capeknya dikarenakan harus menginjak pedal gas terlalu lama.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penulisan judul ini penulis mencoba merumuskan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang hardware dan software suatu simulasi alat pengontrol kecepatan kendaraan roda empat (mobil) agar tetap konstan?
2. Bagaimana membuat simulasi alat kontrol kecepatan mobil agar tetap konstan?

1.3. Tujuan

Tujuan perancangan dan pembuatan alat pengontrol kestabilan kecepatan kendaraan roda empat (mobil) yaitu untuk sedikit mengurangi rasa capek atau lelah akibat terlalu lama untuk menginjak pedal gas dalam perjalanan jauh.

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan Skripsi ini sesuai pada sasaran yang diharapkan, maka akan diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan alat hanya akan dibahas perancangan hardware dan software yang digunakan pada alat yang direncanakan.
2. Tidak membahas mekanisasi mobil secara detail hanya sebagai simulasi.
3. Catu daya dianggap konstan.
4. Sistem digunakan pada kondisi jalan bebas hambatan.
5. Dalam skripsi ini ban mobil plus mesin disimulasikan dengan motor dc.

6. Tidak membahas bahan bakar secara detail hanya membahas level pembukaan klep bensin

1.5. Metodologi Penelitian

Desain proyek berupa perangkat keras (hard ware) dan perangkat lunak (software)

a. Perancangan Perangkat Keras Dan Perangkat Lunak.

Perancangan perangkat keras dibutuhkan sensor kecepatan Foto dioda, Potensio meter, Mikrokontroler, Seven Segment, LCD dan Motor DC. Untuk mengaktifkan hubungan Foto dioda, Potensio meter, Mikrokontroler, Seven Segment, dan Motor DC maka dibutuhkan perangkat lunak didalam IC mikrokontroler AT 89S8252 tersebut yang mana perangkat lunaknya ditulis dalam bahasa pemrogram assembler.

b. Pengukuran dan pengujian perangkat keras dan lunak

Dari hasil perancangan dilakukan realisasi/ pembuatan baik perangkat keras maupun pada perangkat lunak, dan dilakukan pengukuran/ pengujian masing-masing bagian (sub-sistem) dari perangkat-perangkat tersebut sebelum dilakukan integrasi.

c. Pengujian Sistem

Sistem yang sudah dibangun, terintegrasi dianggap memadai sehingga dapat digunakan untuk simulasi pengontrolan kecepatan kendaraan roda empat (mobil).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Push Button

Push Button merupakan saklar yang berfungsi untuk memberikan keluaran high atau low. Push Button mempunyai kondisi normal open (NO). Dimana bila push button ditekan maka aliran arus yang terputus antara sumber dengan komponen yang diinginkan dapat terhubung.



Gambar 2-1. Push Button

2.2. Sensor

Sensor merupakan peralatan yang digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang berapa kecepatan putar motor DC yang mana dalam hal ini merupakan simulasi kecepatan ban mobil. Dalam rangkaian ini digunakan photo dioda dan LED infra merah yang akan dijelaskan dibawah ini.

2.2.1. Infra Merah

Cahaya termasuk gelombang elektromagnetik yang mana dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu cahaya tampak dan cahaya tidak tampak. Infra merah termasuk dalam golongan cahaya yang tidak tampak oleh mata. Infra merah mempunyai panjang kurang lebih $10^{-3} - 10^{-6}$ meter.

Gelombang elektromagnetik dibagi menjadi beberapa daerah yaitu antara lain gelombang radio, gelombang mikro, sinar infra merah, sinar ultraviolet, sinar

X dan sinar gama. Sifat-sifat dari spektrum dari infra merah tak jauh beda dengan cahaya tampak, diantaranya dapat memancarkan cahaya yang merupakan satu garis lurus dan dapat menembus benda transparan, serta dapat pula dipantulkan oleh benda yang memantulkan cahaya, misalnya cermin dan benda lain dapat memantulkan cahaya.

Keuntungan dari infra merah antara lain:

1. Infra punya panjang gelombang yang kecil pada daerah frekuensi tertentu dengan panjang gelombang dari $10^{-3} - 10^{-6}$ meter.
2. Pemancar sumber infra merah membutuhkan sumber tegangan kecil.
3. Tidak mengganggu kepentingan umum, sehingga tidak perlu memerlukan izin khusus dalam memanfaatkan infra merah.
4. Tidak tampak oleh mata telanjang, sehingga dapat digunakan untuk keperluan rahasia.

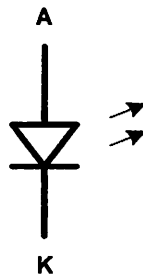
Tabel 2-1. Spektrum Gelombang Elektromagnetik

| Panjang Gelombang (meter) | Frekwensi (Hertz) | Jenis Gelombang |
|---------------------------|---------------------|------------------------------------|
| $10^{-13} - 10^{-15}$ | $10^{21} - 10^{23}$ | Sinar Gamma |
| $10^{-9} - 10^{-12}$ | $10^{17} - 10^{20}$ | Sinar X |
| $10^{-7} - 10^{-9}$ | $10^{15} - 10^{17}$ | Ultra Violet |
| $10^{-6} - 10^{-7}$ | $10^{14} - 10^{15}$ | Cahaya Tampak |
| $10^{-3} - 10^{-6}$ | $10^{11} - 10^{14}$ | Infra Merah |
| $10^1 - 10^3$ | $10^7 - 10^{11}$ | Gelombang Televisi (VHF, UHF, SHF) |
| $10^2 - 10^1$ | $10^6 - 10^7$ | Frekwensi Tinggi (HF) |
| $10^4 - 10^2$ | $10^4 - 10^6$ | Gelombang Radio (VLF, LF, MF) |
| $10^8 - 10^4$ | $10^0 - 10^4$ | Gelombang Listrik Sangat Panjang |

(Sumber: Paul H. Young, "Small Signal RF Amplifier Analysis", 1994)

2.2.2. LED (Light Emitting Dioda) Infra merah

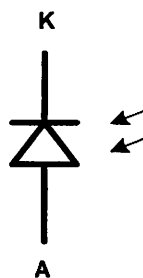
Selain cahaya matahari, cahaya jenis ini dapat dibangkitkan melalui difusi pada dioda semikonduktor yang mana biasanya disebut dengan LED. Sedangkan dioda sendiri banyak jenisnya termasuk yang bisa memancarkan cahaya saat dialiri arus forward, dimana elektron dari pita konduksi melewati junction dan jatuh kedalam hole pada pita valensi sehingga elektron-elektron tersebut memancarkan energi. Pada dioda biasa energi dipancarkan melalui panas. Dan untuk dioda yang tidak dapat memancarkan cahaya contohnya adalah: dioda zener maupun dioda biasa, berikut simbol LED infra merah.



Gambar 2-2. LED (Light Emiting Dioda) Infra merah

2.2.3. Photo Dioda

Photo dioda adalah merupakan rangkaian penerima dalam sistem sensor kecepatan. Kenapa disebut dengan photo dioda dikarenakan dioda ini memiliki karakteristik yang sangat peka terhadap keberadaan sumber panas dari cahaya. Dimana dioda jenis ini akan mengizinkan arus forward saat dikenai cahaya infra merah yang jatuh pada dioda tersebut. Bila cahaya lain yang mengenainya maka dioda berfungsi sebagai sumbatan yang mempunyai impedansi yang sangat tinggi sekali. Prinsip kerjanya sama seperti foto transistor memiliki penguatan pada basis foto transistor. Simbol dari photo dioda sama dengan LED infra merah yang membedakannya hanya arah panahnya masuk menuju dioda, berikut simbol photo dioda:



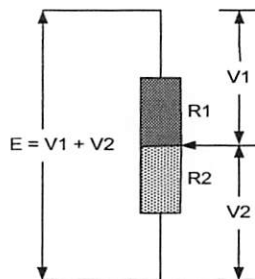
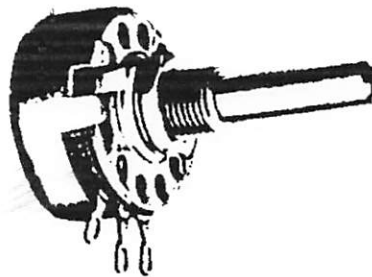
Gambar 2-3. Photo dioda

2.3. Potensio Meter

Potensio Meter yang biasanya disingkat dengan potensio yang mana merupakan bagian dari komponen elektronik yang memiliki peran yang cukup signifikan yang digunakan dalam peralatan elektronik dimana nilai resistansi dari komponen tersebut dapat diubah ubah sehingga dengan perubahan resistansi tersebut tegangan yang melewati komponen tersebut dapat berubah ubah pula.

Adapun kegunaan Potensio Meter dalam rangkaian elektronik yaitu:

- 1) Sebagai tone control (pengatur nada)
- 2) Sebagai loudness control (pengaturan keras suara)
- 3) Treble control (pengatur suara tinggi)
- 4) Bass control (pengatur suara rendah)
- 5) Sebagai balance control (pengatur keseimbangan suara) dan lain sebagainya.



Gambar 2-4. Potensiometer

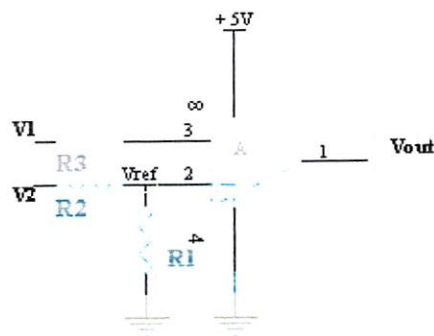
$$V1 = \frac{R1}{R1 + R2} \times E$$

$$V2 = \frac{R2}{R1 + R2} \times E$$

Dengan pemanfaatan rumus diatas maka suplay tegangan untuk mengendalikan kecepatan motor dapat diatur.

2.4. Komparator

Penerapan lain op-amp adalah sebagai pembanding atau *comparator*. Dalam penanding ini harus ada tegangan acuan atau V referensi, tegangan acuan ini dapat positif atau negatif.



Gambar 2-5. Penanding (*Comparator*)

Sumber: Wasito s, 2001: hal 369

Dalam penerapannya, R3 boleh di tiadakan. Sedangkan untuk mengetahui besarnya nilai tegangan acuan atau V referensi (Vref), dapat di cari dengan menggunakan rumus pembagi tegangan sebagai berikut:

$$V_{ref} = \frac{R1}{R1 + R2} * V2$$

Sehingga akan didapatkan Vreferensi sesuai dengan yang kita inginkan. Atau bisa juga kita menggunakan variabel resistor sebagai pengganti dari rangkaian R1 dan R2.

2.5. Mikrokontroler AT89S8252

2.5.1. Sistem Mikrokontroler AT89S8252

Mikrokontroler berbeda dengan mikroprosesor karena selain memiliki CPU juga dilengkapi dengan memori dan input-output yang merupakan kelengkapan sistem dalam mikrokomputer dalam keping tunggal (*Single Chip Mikrokomputer*) yang dapat berdiri sendiri.

2.5.2. Mikrokontroler AT89S8252

Mikrokontroler AT89S8252 adalah mikrokontroler ATMEL yang kompatibel penuh dengan mikrokontroler keluarga MCS-51, membutuhkan daya yang rendah, memiliki performa yang tinggi dan merupakan mikrokomputer 4 x 8 bit yang dilengkapi 8 Kbyte 2K EEPROM (*Erasable and Programmable Read Only Memori*) dan 256 byte RAM internal. Program memori dapat diprogram ulang dalam sistem atau dengan menggunakan Program *Nonvolatelly Memory Konvensional*.

Dalam sistem mikrokontroler terdapat dua hal yang mendasar, yaitu: perangkat keras dan perangkat lunak yang keduanya saling terkait dan mendukung. Berikut ini adalah tabel keluarga mikrokontroler MCS- 51, dapat dilihat bahwa mikrokontroler 8031 merupakan versi tanpa EPROM dari mikrokontroler 8051.

Tabel 2.2. Keluarga Mikrokontoller MCS- 51

| PART NUMBER | ON- CHIP CODE MEMORY | ON CHIP DATA MEMORY | TIMER |
|---------------|----------------------|---------------------|-------|
| 8051 | 4K ROM | 128 BYTES | 2 |
| 8031 | 0K | 128 BYTES | 2 |
| 8751 | 4K EOROM | 128 BYTES | 2 |
| 8052 | 8KROM | 256 BYTES | 3 |
| 8032 | 0K | 256 BYTES | 3 |
| 8752 | 8KEPROM | 256 BYTES | 3 |
| AT 89S8252 | 8K EPROM | 256 BYTES | 3 |

Sumber: ATMEL Data Book, 1999

2.5.3. Arsitektur AT89S8252

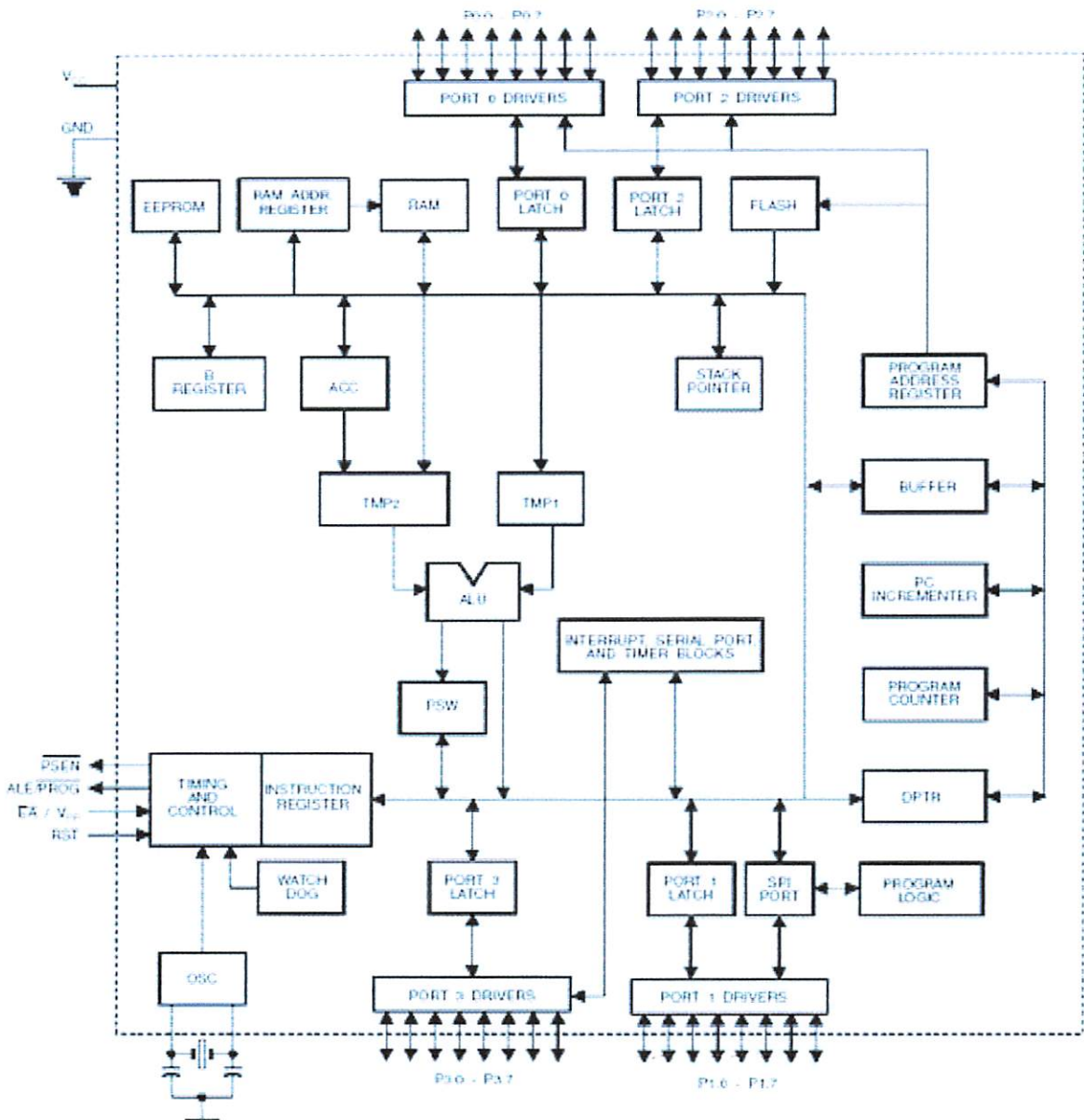
Sebagai *single chip* yaitu suatu sistem mikroprosesor yang terintegrasi, mikrokontroller AT89S8252 mempunyai konfigurasi sebagai berikut:

1. Kompatibel dengan mikrokontroler MCS-51
2. 8 Kbyte Downloadable Flas Memory
3. 2 Kbyte EEPROM
4. 3 level program memori lock
5. 256 byte RAM internal
6. 32 pin I/O yang dapat dipakai semua
7. 3 buah timer/ counter 16 bit.
8. Programmable Wacthdog Timer

9. Dual Data Pointer

10. Frekuensi kerja 0 sampai 24 MHz

11. Tegangan operasi 2,7 Volt sampai 6 Volt

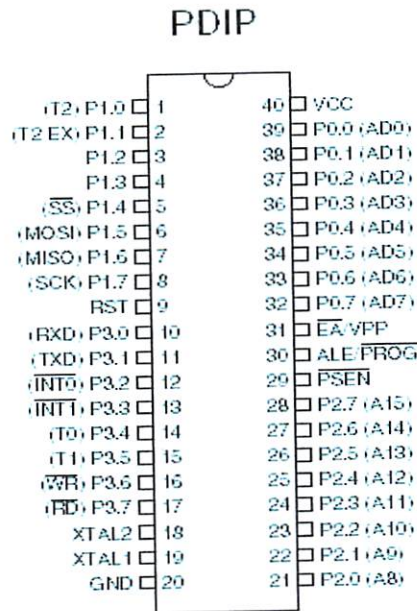


Gambar 2-6. Blok Diagram AT 89S8252

Sumber: ATMEL Data Book, 2006

2.5.4. Fungsi Pin Mikrokontroler AT89S8252

Susunan pin-pin mikrokontroler AT89S8952 diperlihatkan pada Gambar 2.2, dan penjelasan dari masing-masing pin adalah sebagai berikut:



Gambar 2-7. Pin/kaki dari IC AT 89S8252
Sumber: ATMEL Data Book, 2006

1. Port 0 (pin 32-39)

Port 0 merupakan port 8 bit yang bersifat open drain dua arah. Sebagai port keluaran, tiap pin dapat menerima 8 masukan TTL. Saat logika 1 ditulis pada port, pin port dapat digunakan sebagai masukan dengan impedansi tinggi.

2. Port 1 (pin 1-8)

Port 1 merupakan port I/O dua arah (bi-directional) yang telah dilengkapi dengan pull-up internal. Port ini dapat mengdayai atau menerima 4 masukan TTL (Transistor-Transistor Logic). Jika suatu logika 1 dituliskan pada port ini, maka port akan dibuat tinggi oleh pull-up internal dan dapat digunakan sebagai

masukannya, port ini akan dibuat rendah, (externally pulled low) dan port ini akan mendayai karena adanya pull-up internal.

Tabel 2-3. Fungsi Khusus Pada Port 1 AT89S8252

| Port Pin | Alternate Functions |
|----------|---------------------------------------------------------------------|
| P1.0 | T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out |
| P1.1 | T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control) |
| P1.4 | \overline{SS} (Slave port select input) |
| P1.5 | MOSI (Master data output, slave data input pin for SPI channel) |
| P1.6 | MISO (Master data input, slave data output pin for SPI channel) |
| P1.7 | SCK (Master clock output, slave clock input pin for SPI channel) |

Sumber: ATMEL Data Book, 2006

3. Port 2 (pin 21-28)

Port 2 merupakan port paralel 8 bit yang bersifat arah dan memiliki pull-up internal. Penyangga pada port ini mampu menangani 4 masukan TTL. Jika logika 1 dituliskan pada port ini, maka port ini akan dibuat tinggi oleh pull-up internalnya. Port 2 mengirimkan byte tinggi dan alamat selama pengaksesan dari program memori luar selama penulisan ke data memori luar yang menggunakan alamat 16 bit seperti `moxy@dptr`.

4. Port 3 (pin 10-17)

Port 3 merupakan port 8 bit dua arah dengan pull-up internal. Keluaran dari port 3 ini dapat mendayai atau menerima masukan sebanyak 4 masukan TTL. Saat logika 1 dituliskan pada port ini, maka port ini akan dibuat tinggi oleh pull-up

internalnya dan port ini dapat dipakai sebagai masukan. Selain sebagai port paralel biasa, port 3 juga memiliki fungsi khusus. Fungsi khusus pada port 3 ini diperlihatkan pada table sbb :

Tabel 2.4. Fungsi Alternarif Port 3

| BIT | NAMA | BIT ADDRES | FUNGSI ALTERNATIF |
|------|-------|---------------|-----------------------------------------|
| P3.0 | RXD | B0H | Penerima data pada port serial (UART) |
| P3.1 | TXD | B1H | Pemancar data pada port serial (UART) |
| P3.2 | INT0 | B2H | Eksternal interupsi 0 |
| P3.3 | INT 1 | B3H | Eksternal interupsi 1 |
| P3.4 | T0 | B4H | Input Timer/ counter 0 |
| P3.5 | T1 | B5H | Input Timer / counter 1 |
| P3.6 | WR | B6H | Sinyal pembacaan memori data eksternal |
| P3.7 | RD | B7H | Sinyal penulisan memori data eksternal |

Sumber: ATMEL Data Book, 1999

5. XTAL1 (pin 18-19)

Masukan untuk penguat inverting osilator dan masukan rangkaian clock internal.

6. XTAL 2 (pin 18-19)

Keluaran dari penguat inverting osilator

7 RESET (RST pin 9)

Masukan untuk RESET, suatu logika tinggi selama dua siklus pada pena RESET akan menyebabkan terjadinya proses reset.

Tabel 2.4. Fungsi Alternatif Port 3

| BIT | NAMA | BIT ADDRES | FUNGSI ALTERNATIF |
|------|-------|---------------|-----------------------------------------|
| P3.0 | RXD | B0H | Penerima data pada port serial (UART) |
| P3.1 | TXD | B1H | Pemancar data pada port serial (UART) |
| P3.2 | INT0 | B2H | Eksternal interupsi 0 |
| P3.3 | INT 1 | B3H | Eksternal interupsi 1 |
| P3.4 | T0 | B4H | Input Timer/ counter 0 |
| P3.5 | T1 | B5H | Input Timer / counter 1 |
| P3.6 | WR | B6H | Sinyal pembacaan memori data eksternal |
| P3.7 | RD | B7H | Sinyal penulisan memori data eksternal |

Sumber: ATMEL Data Book, 1999

5. XTAL1 (pin 18-19)

Masukan untuk penguat inverting osilator dan masukan rangkaian clock internal.

6. XTAL 2 (pin 18-19)

Keluaran dari penguat inverting osilator

7 RESET (RST pin 9)

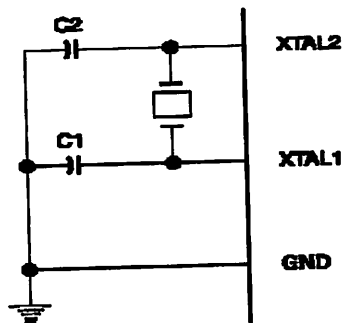
Masukan untuk RESET, suatu logika tinggi selama dua siklus pada pena RESET akan menyebabkan terjadinya proses reset.

8. GND (pin 20)

Ground sistem

9. PSEN (pin 29)

lebih jelasnya dapat dilihat gambar pemasangan X-TAL serta kapasitor yang digunakannya.



Gambar 2-8. Osilator Eksternal AT89S8252
Sumber: ATMEL Data Book, 2006

2.5.5. Accumulator (A atau ACC)

Dari namanya dapat diketahui bahwa fungsinya accumulator adalah pengumpulan. SFR ini merupakan register yang paling banyak dipakai. Untuk semua operasi aritmatika biasanya menggunakan / melibatkan accumulator. Alamat dari accumulator adalah E0H.

2.5.6. Register

B register di F0H. Register ini digunakan untuk operasi perkalian dan pembagian. Contoh instruksi yang menggunakan register ini :

Mul AB : kalikan isi pada accumulator dan pada B register

Div AB : membagi isi accumulator dengan isi B register. Accumulator akan berisi hasil bagi dan B register akan berisi sisa pembagian.

2.5.7. SP (Stack Pointer)

Stack pointer adalah penunjuk stack yang memiliki alamat di 81H. Isi register ini mengindikasikan dimana nilai selanjutnya yang harus diambil dari stack pointer pada RAM internal. Jika anda memasukkan (push) suatu nilai ke

stack, nilai tersebut akan dituliskan pada alamat $SP + 1$ (alamat SP ditambah satu). Jika SP berisi 07H kemudian suatu instruksi PUSH dijalankan, maka nilai yang dimasukkan akan dituliskan pada alamat 08H. Nilai default SP adalah 07H.

2.5.8. DATA POINTER (DPTR)

Data pointer (DPTR) yang berukuran 16 bit terdiri dari dua register yaitu DPL (Data Pointer Low Byte) ber-alamat di 82H dan DPH (Data Pointer High Byte) ber-alamat di 83H. Data pointer digunakan untuk mengakses memori luar.

2.5.9. Power Control (PCON)

Register Power Control ber-alamat di 87H berguna untuk mengatur kebutuhan daya mikrokontroler. Dengan adanya register pengaturan daya ini memungkinkan mikrokontroler ke mode "idle" atau "sleep" yang mana akan lebih menghemat pemakaian daya. Selaian itu ada bit-bit pada register PCON ini untuk mengatur Baud Rate pada serial port. Bit-bit pada PCON adalah sebagai berikut :

MSB

| | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|------------|------------|-----------|------------|
| SMOD | - | - | - | GF1 | GF0 | PD | IDL |
|-------------|---|---|---|------------|------------|-----------|------------|

Keterangan

Bit SMOD = digunakan untuk membuat dobel (2 kali) baud rate pada timer

Bit - = tidak digunakan, untuk pengembangan selanjutnya

Bit GF1 = bit Flag serbaguna

Bit GF0 = bit serbaguna

Bit PD = bit power down. Bila berlogika 1 mode power down aktif

Bit IDL = bit idl mode. Aktif jika berlogika 1

2.5.10. SFR (Special Function Register)

SFR merupakan register dengan tugas khusus dengan alamat 80H sampai FFH sehingga terdapat 128 lokasi alamat untuk SFR. MCU AT 89S8252 selain FFH sehingga terdapat 128 lokasi alamat untuk SFR. MCU AT 89S8252 selain memiliki SFR (Special Finction Register) seperti halnya pada mikrokontroler MCS-51, mikrokontroler Atmel AT 89S8252 memiliki tambahan SFR. Hal ini tak lain adalah karena terdapatnya tambahan fitur pada AT 89S8252.

SFR tambahan ini meliputi : T2CON (Timer 2 Register dengan alamat 0C8H), T2MOD (Timer 2 Mode dengan alamat 0C9H), WMCN (Wacthdog and Memory Control Register dengan alamat 96H), SPCR (SPI Control Register dengan alamat D5H), SPSR (SPI Status Register dengan alamat AAH), SPDR (SPI Data Register dengan alamat 86H).

Table 2-5. Letak SFR pada alamat 80H sampai FFH

| | | | | | | | | | |
|------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|
| 0F8H | | | | | | | | | 0FH |
| 0F0H | R 00000000 | | | | | | | | 0F7H |
| 0E8H | | | | | | | | | 0EEH |
| 0E0H | ACC 00000000 | | | | | | | | 0E7H |
| 0D8H | | | | | | | | | 0DEH |
| 0D0H | PSW 00000000 | | | | | | | SPCR 00001XXX | 0D7H |
| 0C8H | T2CON 00000000 | T2MOD XXXXXX00 | RCAP2L 00000000 | RCAP2H 00000000 | IL2 00000000 | IL1 00000000 | | | 0CEH |
| 0C0H | | | | | | | | | 0C7H |
| 0B8H | IP XXXX0000 | | | | | | | | 0BDH |
| 0B0H | PA 11111111 | | | | | | | | 0B7H |
| 0A8H | IF 0X000000 | | | | | | | SPSR 00XXXXXX | 0AH |
| 0A0H | P2 11111111 | | | | | | | | 0A7H |
| 08H | SCON 00000000 | SBUR XXXXXXXX | | | | | | | 0FH |
| 00H | P1 11111111 | | | | | | | WMCN 00000010 | 07H |
| 8FH | TCOH 00000000 | TL0D 00000000 | TL0 00000000 | TL1 00000000 | TL0 00000000 | TL1 00000000 | | | 8FH |
| 80H | P0 11111111 | SP 00001111 | DPSL 00000000 | DP0H 00000000 | DP1L 00000000 | DP1H 00000000 | SPDR XXXXXXXX | PCON 0XX00000 | 87H |

Sumber: ATMEL Data Book, 2006

2.5.11. TIMER

Pada mikrokontroler Atmel AT89S8252 terdapat tambahan timer 2. Timer lain adalah timer 0 dan timer 1. Timer 1 digunakan sebagai penghasil baud rate dan menjaga kompatibilitas dengan MCS-51 juga dapat menggunakan timer 2 sebagai penghasil baud rate untuk serial port.

Timer 2 merupakan timer/counter yang berukuran 18 bit yang dapat beroperasi sebagai timer (dengan detak dari system detak mikrokontroler) atau dapat beroperasi sebagai penghitung kejadian (event counter). Timer memiliki 3 mode operasi yaitu capture, auto reload (up dan down counting) dan baud rate generator. Untuk memilih mode ini dilakukan dengan mengatur bit pada SFR T2CON.

Tabel 2-6. Mode Operasi Timer 2

| RCLK + TCLK | CP/RL2 | TR2 | MODE |
|-------------|--------|-----|---------------------|
| 0 | 0 | 1 | 16-bit Auto-reload |
| 0 | 1 | 1 | 16-bit Capture |
| 1 | X | 1 | Baud Rate Generator |
| X | X | 0 | iOff |

Sumber: ATMEL Data Book, 2006

- Mode Captcure

Pada mode ini dua pilihan dipilih oleh bit EXEN2 pada SFR T2CON. Jika EXEN2 = 0, timer 2 merupakan 16 bit timer atau counter yang jika telah overflow (melimpah) akan mengeset bit TF2 pada T2CON. Bit ini juga dapat digunakan untuk menghasilkan sela (interup). Jika EXEN2 = 1, timer 2 akan berlaku sama, tetapi suatu transisi tinggi ke rendah (1 to 0)

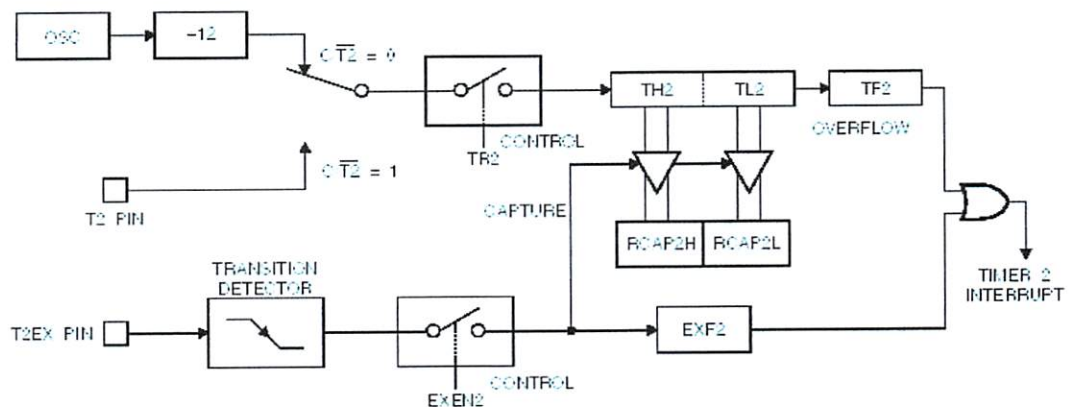
pada pin T2EX (P1.1) akan menyebabkan nilai sekarang pada TH2 dan TL2 untuk ditangkap dan disimpan ke RCAP2H dan RCAP2L

Tabel 2.7 T2MOD – Timer 2 Mode Control Register

| T2MOD Address = 0C9H | | | | | | | | Reset Value = XXXX XX00B | |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|------|--------------------------|--|
| Not Bit Addressable | | | | | | | | | |
| | - | - | - | - | - | - | T2OE | DCEN | |
| Bit | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |

| Symbol | Function |
|--------|---------------------------------------------------------------------------|
| - | Not implemented, reserved for future use. |
| T2OE | Timer 2 Output Enable bit. |
| DCEN | When set, this bit allows Timer 2 to be configured as an up/down counter. |

Sumber: ATMEL Data Book, 2006



Gambar 2-9. Timer 2 pada mode CAPTURE

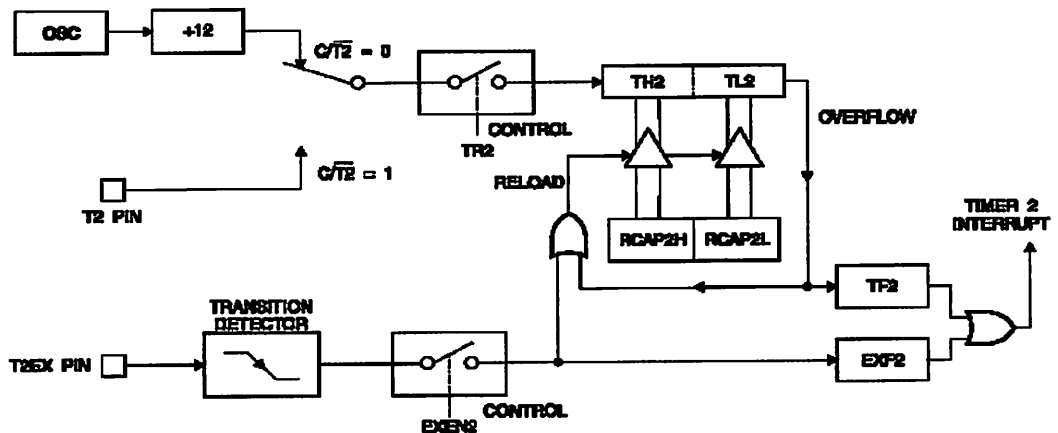
Sumber: ATMEL Data Book, 2006

- Auto Reload (Up atau Down Counter)

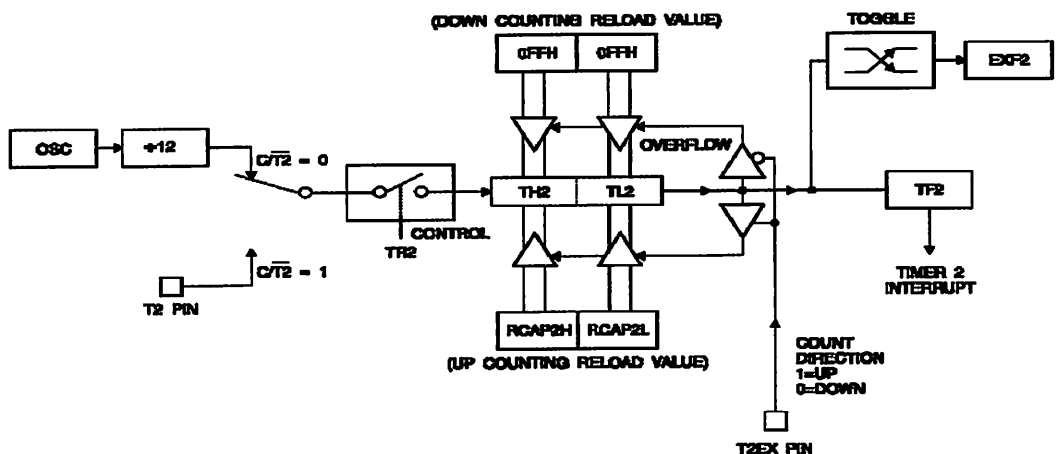
Timer ini dapat diprogram untuk menghitung maju atau menghitung mundur jika dikonfigurasi sebagai mode 16 bit auto reload. Fitur ini dapat dimatikan dengan mengatur bit DCEN pada SFR T2MOD. Pada saat reset

DCEN = 0 timer 2 akan menghitung maju jika DCEN diset maka timer 2 menghitung maju dan mundur tergantung pada nilai logika pada pin T2EX.

Saat DCEN = 0, pada mode ini, 2 pilihan dipilih oleh bit WXWN2 pada SFR T2 CON. EXEN2 = 0 timer 2 menjadi 0FFFFH dan kemudian akan mengeset bit TF2 jika overflow yang dapat menyebabkan terjadinya register timer diisi kembali dengan nilai 16 bit dari RCAP2H dan RCAP2L.



Gambar Timer 2-10. Pada Mode Auto Reload DCEN=0



Gambar Timer 2-11. Pada Mode Auto Reload DCEN=1

Sumber: ATMEL Data Book, 2006

- **Baud Rate Generator**

Berfungsi sebagai pengirim dan penerima yang disetting pada TCLK pada SFR T2CON. Baud rate generator secara teknis sama dengan auto reload, dimana pelimpahan TH2 menyebabkan register timer2 diisi kembali dengan nilai 16 bit pada register RCAP2H dan RCAP2L yang telah diisi (preset) oleh program pemakai.

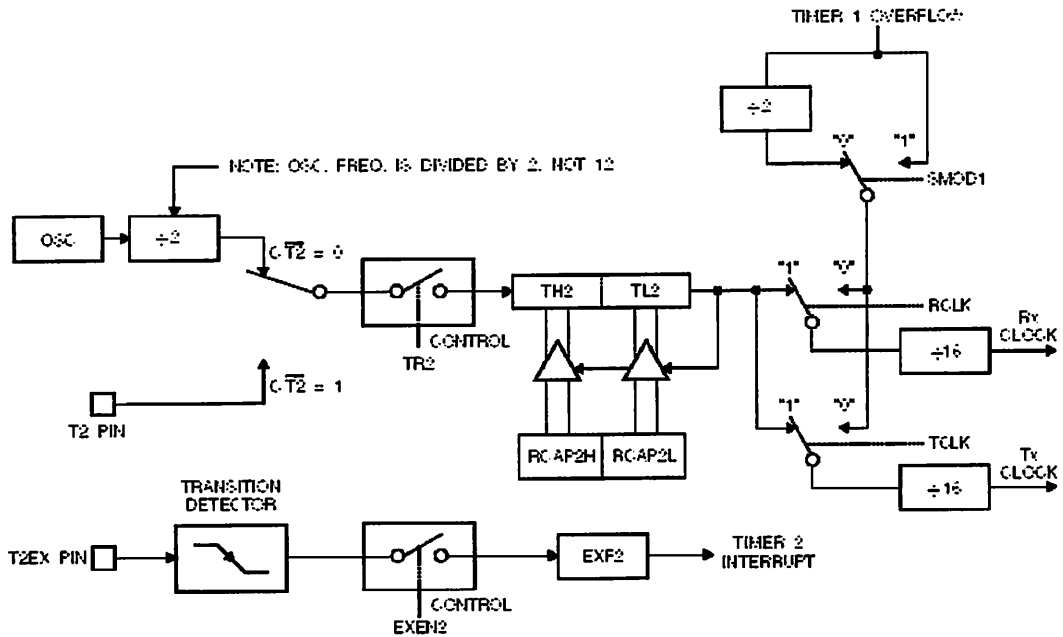
Baut rate pada mode 1 dan 3 ditentukan oleh rate overflow timer berdasarkan persamaan :

$$\text{Modes 1 and 3 Baud Rates} = \frac{\text{Timer 2 Overflow Rate}}{16}$$

Timer dapat dikonfigurasi sebagai timer atau counter. Kebanyakan difungsikan sebagai timer dimana bit CP/T2 dibuat "0". Operasi timer adalah berbeda jika timer 2 difungsikan sebagai baud rate generator. Secara normal sebagai timer, akan naik setiap siklus mesin (pada ½ frekuensi osilator). Sebagai baud rate generator akan dinaikkan tiap state time (pada ½ frekuensi osilator). Rumus untuk baud rate sebagai berikut :

$$\frac{\text{Modes 1 and 3}}{\text{Baud Rate}} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{32 \times |65536 - (RCAP2H.RCAP2L)|}$$

dimana (RCAP2H, RCAP2L) adalah isi dari register RCAP2H dan RCAP2L yang diambil sebagai 16 bit integer tak bertanda



Gambar Timer 2-12. Sebagai Baud Rate Generator
 Sumber: ATMEL Data Book, 2006

2.5.12. Program Status Word (PSW)

Program Status Word berguna untuk memilih bank memori yang aktif. Berikut adalah bit-bit penyusunan PSW. PSW ini bersifat bit-addressable artinya bit-bit nya masing-masing dapat dirubah tanpa harus merubah satu kesatuan byte

Tabel 2-8. Program Status Word (PSW)

| BIT | SIMBOL | ADDRES | BIT DESCRIPTION |
|--------|--------|--------|------------------------------------------------------------|
| PSW. 7 | CY | D7 H | Carry Flag |
| PSW. 6 | AC | D6 H | Auxiliary Carry Flag |
| PSW. 5 | F0 | D5 H | Flag 0 |
| PSW. 4 | RS1 | D4 H | Register bank select 1 |
| PSW. 3 | RS0 | D3 H | Register bank select 0 00 = bank 0; addresses 00H – 07H |

| | | | |
|--------|----|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | 01 = bank 1; addresses 08 H- 0FH 10 = bank 2; addresses 10 H- 17 H 11 = bank 3; addresses 18 H- 1FH |
| PSW. 2 | 0V | D2 H | Over Flow Flag |
| PSW. 1 | - | D1 H | Reserved |
| PSW. 0 | P | D0 H | Even Parity flag |

Sumber: ATMEL Data Book, 1999

PSW dapat dipakai untuk mengatur pemilihan bank memori (bank0 – bank 3). Pemilihan dilakukan dengan mengatur bit RS0 dan bit RS1 menurut tabel berikut :

Tabel 2-9. Pemilihan Bank Memori

| RS1 | RS0 | Bank terpilih | Lokasi memori |
|-----|-----|---------------|---------------|
| 0 | 0 | Bank 0 | 00H – 07H |
| 0 | 1 | Bank 1 | 08H – 0FH |
| 1 | 0 | Bank 2 | 10H – 17H |
| 1 | 1 | Bank 3 | 18H – 1FH |

Sumber: ATMEL Data Book, 2006

2.5.13. Interrupt

Pada AT89S8252 mempunyai 6 interrupt vector : dua interrupt eksternal (INT0 dan INT1), tiga timer interrupt (timer 0, 1, 2), dan serial port interrupt. Masing-masing dapat bekerja sendiri baik disable atau enable yang dapat diatur dan dibersihkan pada bit SFR IE. IE ber-alamat A8H dan IP (Interrupt Priority Control) alamat B8H. IE digunakan untuk mengontrol interrupt mana saja yang

akan diaktifkan, sedangkan IP akan menentukan interrupt mana yang memiliki prioritas tinggi dan prioritas rendah.

Table 2-10. Interrupt Enable (IE) Register

| MSB:LSB | | | | | | | |
|----------------------------------------|---|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| EA | — | ET2 | 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. |
| ET2 | IE.5 | Timer 2 interrupt enable bit. |
| ES | IE.4 | SPI and UART 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 unimplemented bits, because they may be used in future AT89 products. | | |

Sumber: ATMEL Data Book, 2006

2.5.14. Organisasi Memory

Organisasi memori pada mikrokontroler AT89S8252 dapat dibagi menjadi dua bagian besar yaitu memori program dan memori data. Pembagian tersebut didasarkan atas fungsi dari penyimpanan data maupun program. Memori program digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi yang akan dijalankan oleh mikrokontroler, sedangkan memori data digunakan sebagai tempat yang sedang diolah mikrokontroler.

Program mikrokontroler disimpan dalam memori program berupa ROM. Mikrokontroler AT89S8252 dilengkapi dengan Rom internal, sehingga untuk

menyimpan program tidak digunakan ROM Eksternal yang terpisah dari mikrokontroler. Agar tidak menggunakan memori program eksternal, penyemat /EA dihubungkan dengan Vcc (logika 1).

Memori program mikrokontroler menggunakan alamat 16 Bit mulai dari 0000_H – 0FFF_H sehingga kapasitas penyimpanan program maksimal adalah 8Kbyte. Sinyal /PSEN (*Program Store Enable*) tidak digunakan jika menggunakan memori program internal.

Selain program mikrokontroler AT89S8252 juga memiliki data internal sebesar 256 Byte dan mampu mengakses memori data eksternal sebesar 64 Kbyte. Semua memori data internal dapat dialamat dengan data langsung atau tidak langsung. Ciri dari pengalamatan langsung adalah *operand* adalah alamat register yang berisis alamat data yang akan diolah. Sebagian memori tersebut dapat dialamat dengan pengalamatan register, dan sebagian lagi dapat dialamat dengan memori satu bit. Untuk membaca data digunakan sinyal /RD sedangkan untuk menulis digunakan sinyal /WR.

2.5.15. Data Memory (EEPROM) Dan RAM

Berbeda dengan mikrokontroler standart MCS-51, mikroontroler ATmel AT89S8252 juga dilengkapi dengan data memori yang berupa EEPROM (*Electrically Eraseble Progamable Read Only Memory*). EEPROM yang ditanamkan ini besarnya 2 Kbyte dan dipakai untuk menyimpan data.

EEPROM ini diakses dengan mengeset bit EEMEN pada register WMCON pada alamat 96 H. Alamat EEPROM ini adalah 000 H – 7FF H. Instruksi MOVX digunakan untuk mengakses EEPROM internal ini. Namun jika

ingin mengakses data memori luar (diluar mikrokontroler ATmel AT89S8252) dengan menggunakan instruksi MOVX ini maka bit EEMEN harus dibuat "0".

Bit EEMWE pada register WCON harus diset ke 1 sebelum sembarang lokasi pada EEPROM dapat ditulisi. Program pengguna harus mereset bit EEMWE ke "0" jika proses penulisan ke EEPROM tidak diperlukan lagi.

Proses penulisan pada EEPROM dapat dilihat dengan membaca bit RDY/BSY pada SFR WCON. Jika bit ini berlogika rendah maka penulisan EEPROM sedang berlangsung, jika bit ini berlogika tinggi maka penulisan sudah selesai dan penulisan lain dapat dimulai lagi. Sedangkan RAM yang ada pada mikrokontroler ATMEL AT89S8252 adalah berkapasitas 256 Byte. Penjelasan mengenai RAM ini adalah sama dengan RAM yang ada pada mikrokontroler standart MCS-51.

2.6. Mikrokontroler AT 89C2051

2.6.1. Pendahuluan

Mikrokontroler dan AT 89C2051 juga adalah keluarga MCS-51, membutuhkan daya yang rendah, memiliki performa yang tinggi, dan merupakan mikrokomputer 8 bit yang dilengkapi 2 Kbyte EPROM (Erasable and Programable Read Only Memory dan 128 RAM byte internal.

Dalam mikrokontroler terdapat dua hal yang mendasar yaitu :

Perangkat keras dan perangkat lunak yang keduanya saling terkait dan mendukung.

2.6.2. Perangkat Keras Mikrokontroler AT 89C2051

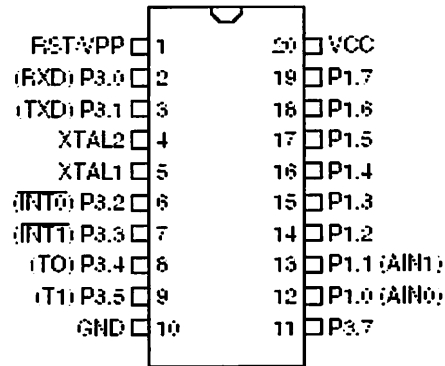
Mikrokontroler AT 89C2051

- CPU 8bit
- Memory
- Port input output yang dapat diprogram
- Timer dan counter
- Sumber interrupt
- Port serial yang dapat diprogram
- Oscilator dan Clock

5. 2Kbyte untuk iAT 89C2051 internal EPROM
6. 128 byte internal RAM
 - 4 bank register, masing – masing berisi 8 register
 - 16 byte yang dapat dialamati pada bit level
 - 80 byte general pupose memory data
7. 16 pin input output yang tersusun atas P1 dan P3, masing – masing 8 bit
8. 2 buah timer dan counter
9. Receiver / Transmitter dan serial full duplex : SBUF
10. Control Register, yaitu ; TCON, TMOD, SCON, PCON, IP dan IE
11. 5 buah sumber interupt (2 buah sumber interupt internal dan 3 buah sumber interupt external)
12. Oscillator dan Clock Internal

2.6.2.2. Konfigurasi Pin – pin Mikrokontroler AT 89C2051

Mikrokontroler AT 89C2051 terdiri atas 20 pin, dengan konfigurasi sebagai berikut :



Gambar 2-14. Konfigurasi Pin – Pin AT 89C2051
Sumber: ATMEL Data Book, 2000

Fungsi dari tiap – tiap pin adalah sebagai berikut:

1. Vcc (Supply Tegangan)
2. GND (Ground)
3. Port I adalah port I/O bidireksional 8 bit. Pin port P1.2 sampai P1.7 memberikan tarikan internal. P1.1 berperan sebagai input positif (AIN0) dan input negatif (AIN1) dari komparator analog presisi on chip. Buffer output p1 bisa diturunkan sampai 20 mA dan bisa mengarahkan diplay LED secara langsung. Jika 1 untuk pin port 1, maka dia bisa digunakan sebagai input. Jika P1.2 sampai P1.7 digunakan sebagai input diginakan secara eksternal, maka ia akan dijadikan sebagai arus sumber (I_{IL}) karena tarikan internal. Port 1 juga menerima kode selama pemrograman dan pembuktian Flash

4. Port 3 memiliki P3.0 sampai P3.5, P3.7 dan port 3 terdiri dari tujuh pin I/O bidireksional dengan menarik internal. P3.6 memiliki ikatan keras sebagai suatu input untuk output komparator on chip dan tidak bisa dijangkau sebagai pin I/O tujuan umum. Buffer output port 3 bisa diturunkan sampai 20mA. Jika ditulis untuk pin port 3, maka pin bisa ditarik ke atas engan penarikan dan bisa digunakan sebagai input. Sebagai input, pin port 3 yang ditarik ke bawah secara eksternal akan menjadikan arus sumber (I_{IL}) karena tarikan ke atas. Port 3 berperan sebagai fungsi fitur khusus dari AT 89C2051, port 3 juga menerima sinyal pengendalian dari pemrograman dan penjelasan flash.
5. RST adalah input reset.
6. X-TAL1 dan X-TAL2 . Pin ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan occillator eksternal. X-TAL1 merupakan input inverting oscillator amplifier sedangkan X-TAL2 merupakan output inverting oscillator amplifier.

2.6.3. Organisasi Memory

Di dalam AT 89C2051 ruang alamat telah dibedakan untuk program memory dan memory data.

2.6.3.1. Program memory internal

- AT 89C2051 memiliki pemrograman memory sebesar 4Kbyte dan 2Kbyte dengan ruang alamat 0000H-07FFH. Jika alamat – alamat program lebih tinggi dari pada 07FFh, yang melebihi kapasitas ROM internal menyebabkan AT 89C2051 secara otomatis mengambil kode byte dari

memori eksternal. Code byte juga dapat diambil hanya dari eksternal memory dengan alamat 0000H-07FFH dengan cara menghubungkan pin ke ground.

2.6.3.2. Data Memory (RAM) Internal

Ruang alamat bawah memory data (RAM) internal dengan kapasitas 128 byte yaitu 00H-07H yang terbagi atas 3 daerah, yaitu:

- **Empat register bank**
Setiap bank terdiri dari 8 register (R0-R7) sehingga jumlah register untuk keempat bank register (bank 0- bank 3) menjadi 32 buah register yang menempati ruang alamat 00H-1FH. Mengaktifkan salah satu bank register dapat dilakukan dengan mengatur RS0-RS1 pada PSW (Program Status Word).
- **Bit Addressable**
Terdiri atas 16 byte yang berada pada alamat 20H-2FH. Masing – masing 128 lokasi bit ini dapat dialamati secara langsung.
- **Strach Pad Area**
Terdiri atas 80 byte yang secara langsung dan digunakan untuk keperluan umum (general purpose) misalnya digunakan untuk lokasi stack.

| | | | | | | | | |
|------|------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|------|
| 0B0H | P3 11111111 | | | | | | | 0B7H |
| 0A8H | 0XX00000 | | | | | | | 0AFH |
| 0A0H | | | | | | | | 0A7H |
| 98H | SCON 00000000 | SBUF XXXX XXXX | | | | | | 9FH |
| 90H | P1 11111111 | | | | | | | 97H |
| 88H | TCON 00000000 | TMOD 000000 00 | TLO 00000000 | TLI 00000000 | TH0 00000000 | TH1 00000000 | | 8FH |
| 80H | | SP 000001 11 | DPL 00000000 | DPH 00000000 | | | PCON 0XXX000 0 | 87H |

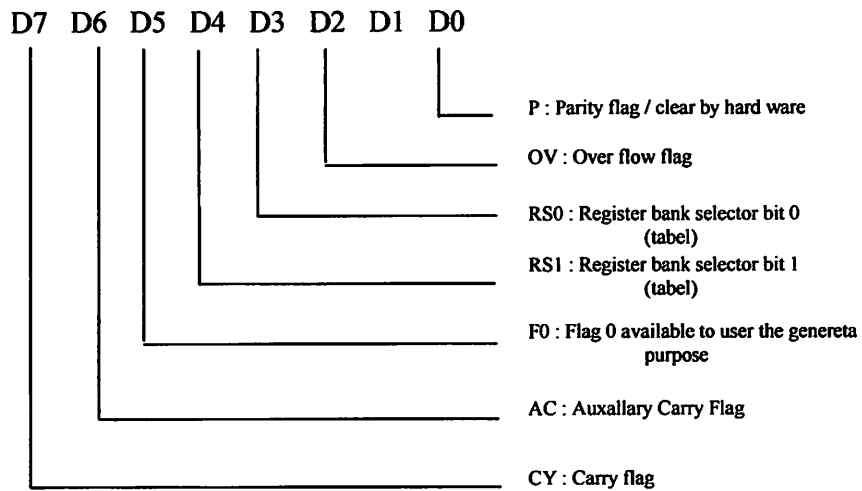
Sumber: ATMEL Data Book, 2000

Tidak semua pengalamatan digunakan, dan semua alamat yang digunakan tidak semua diterapkan dalam chip. Akses baca pada alamat ini umumnya akan mengembalikan detik acak, dan akses tulis tidak memiliki pengaruh yang tidak ditentukan.

Software user hendaknya tidak menulis satu untuk lokasi yang tidak terdaftar, karena mungkin digunakan untuk produk masa mendatang untuk mendukung feature baru. Dalam hal ini nilai reset atau tidak aktif dari bit baru ini akan selalu menjadi nol.

2.6.3.4. Program Status Word

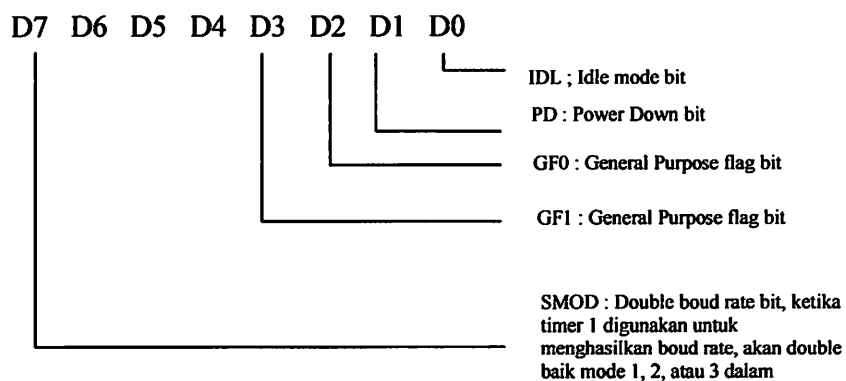
Register ini terletak di alamat D0H. Cara mendefinisikannya adalah sebagai berikut :



Gambar 2-15. Skema Mendefinisikan PSW

2.6.3.5. PCON (Power Control)

Register ini terletak pada alamat 87H. Cara mendefinisikannya adalah sebagai berikut :



Gambar 2-16. Skema Mendefinisikan PCON

2.6.3.6. Sistem interrupt

Mikrokontroler AT 89C2051 memiliki 5 sumber interrupt yang dapat membangkitkan permintaan yaitu :INT0, INT1, T0, T1, dan port serial.

Saat terjadinya interrupt mikrokontroler secara otomatis akan menuju subrutin pada alamat tersebut. Setelah interrupt service selesai dikerjakan, mikrokontroler akan mengerjakan program semula. Dua sumber eksternal adalah INT0 dan INT1 dimana kedua interrupt eksternal akan aktif atau transisi tergantung isi IT0 dan IT1 pada register TCON. Interrupt T0 dan T1 aktif pada saat timer yang sesuai mengalami roll over. Interupsi serial dilakukan dengan melakukan operasi OR pada R1 dan T1. Tiap – tiap sumber interupsi dapat enable atau disable secara software.

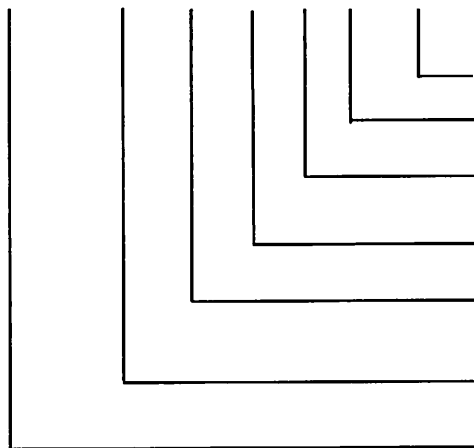
Tingkat prioritas semua sumber interupsi dapat diprogram sendiri – sendiri dengan set atau clear bit pada SFRS (Interrupsi Priority).

Tabel 2-13. Alamat Sumber Interupsi

| Sumber Interupt | Alamat Awal |
|---------------------------|-------------|
| Interupt Luar 0 (INT0) | 0003H |
| Pewaktu / pencacah 0 (T0) | 003BH |
| Interupt Luar 1 (INT1) | 001BH |
| Pewaktu / pencacah 1 (T1) | 001BH |
| Port Serial | 0023H |

Register yang berperan dalam mengatur aktif tidaknya interupsi adalah input enable register, berikut adalah susunan dari bit – bit beserta kegunaannya

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0



- EX0 : diatur melalui software untuk enable atau disable interupsi dari INTO
- EX0 : diatur melalui software untuk enable atau disable interupsi dari timer / counter 0
- EX1 : EX0 : diatur melalui software untuk enable atau disable interupsi dari int1
- ET1 : diatur melalui software untuk enable atau disable interupsi dari timer / counter 1
- ES : untuk mengatur enable atau disable suatu interupt R1 atau T1
- ET2 : (hanya untuk 8052)
- EA : jika diatur 0 maka semua interupsi disable jika diatur 1 maka semua interupsi diatur disable atau enable menurut masing – masing bit

Gambar 2-17. Kegunaan Interupt Enable Register

2.6.3.7. Timer / Counter

pengendalian kerja dari timer / counter dilakukan dengan pengaturean register yang berhubungan dengan kinerja dari timer /counter yaitu melalui sebuah timer / counter mode control.

Untuk mengaktifkan timer / counter yang meliputi penentuan fungsi sebagai timer atau sebagai counter serta pemilihan mode operasi dapat diatur melalui TMOD yang beralamat pada 98H.

| M1 | M0 | Oprating Mode |
|----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 | 0 | Timer 13 bit |
| 0 | 1 | Timer / Counter 16 bit |
| 1 | 0 | 16 bir auto reload Timer / Counter |
| 1 | 1 | TLO dari timer adalah 8 bit timer / counter dikendalikan oleh kontrol bit timer 0. TH0 adalah timer 8 bit yang dikendalikan oleh timer 1 control bit |

- *Gate*

Bila gate = 1, Timer / Counter x enable hanya pada saat pin INTx tinggi dari Trx 1. Saat gate 0, timer / counter enable jika bit trx 1.

- *CT*

Jika bit C / T = 0, maka timer / counter x akan berfungsi sebagai timer. Jika C / T = 1, maka counter x akan berfungsi sebagai counter.

- *M1 dan M2*

Menentukan mode

2.6.3.8. Metode pengalamatan

2.6.3.8.1. Pengalamatan Bit (bit Addressing)

Pengalamatan langsung tiap bit ini hanya dilakukan pada lokasi RAM internal yaitu 20H-2FH, dan sebagian SFR, port 1, port 3, TCON register, SCON register, IE register, PSW register, ACC DAN b register.

2.6.3.8.2. Pengalamatan Tak Langsung

Pada pengalamatan tak langsung, instruksi menunjukkan suatu register yang isinya adalah alamat dari operand, eksternal dan internal RAM dapat dialamati secara tak langsung. Register alamat untuk data dengan lebar 8 bit dapat berupa R0 dan R1 yang digunakan untuk memilih register bank atau stack pointer. Register alamat untuk data dengan lebar 16 bit digunakan untuk data pointer (DPTR).

2.6.3.8.3. Pengalamatan Berindeks

Yang dapat diakses dengan pengalamatan berindeks hanya memori program. Mode ini dimaksudkan untuk membaca tabel look-up tabel program.

2.6.3.8.3. Konstanta Immediate

Pengalamatan langsung dilakukan dengan memberikan nilai ke suatu register secara langsung dengan menggunakan tanda #.

Contoh : `mov a,#100h`

2.6.3.9. Mekanisme Pemasukkan Program AT 89C2051

AT 89C2051 dikirimkan dengan 4K byte dan 2K byte pada chip PEROM, kode memori array dalam status terhapus,(yaitu.= FFH) dan siap untuk diprogram. Kode memori array diprogramkan per-byte secara serentak.Array diprogramkan hanya sekali, untuk memprogram kembali byte yang terisi, keseluruhan array memori harus dihapus secara elektrik.

2.6.3.9.1. Internal Address Counter

AT 89C2051 mempunyai suatu PEROM internal yang selalu reset lagi ke 000H pada penaikan RST taitu dengan memberikan pulsa positif pada pin XTAL1.

2.6.3.9.2. Programming algoritma

AT 89C2051 yang mempunyai suatu PEROM internal yang selalu reset lagi ke 000H pada penaikan RST dengan memberikan pulsa positif pada pin XTAL1. Urutannya adalah sebagai berikut :

1. Urutan Power-Up:

Menerapkan power antara pin VCC dan GND

RST dan XTAL1 di-set ke GND

2. Pin RST di-set ke H.

Pin P3.2 di-set ke H.

3. Menyesuaikan kombinasi H ke L logic dari pin P3.3, P3.4, P3.5, P3.7 untuk memilih salah satu operasi pemrograman yang ditunjukkan pada Tabel PEROM programming Modes Table To program and verify the array .

4. Menyiapkan data untuk kode byte pada lokasi 000H pada P1.0 sampai P1.7 .

5. Menaikkan RST ke 12V untuk enable program.

6. Pulsa P3.2 sekali ketika memprogram suatu byte pada PEROM array atau untuk lock bit. Waktu cycle byte –write adalah diatur 1,2 m s.

7. Untuk memverifikasi data yang diprogramkan, menurunkan RST dari 12V ke logika H dan mengeset pin P3.3 sampai 3.7 ke level yang sesuai. Data output dapat dibaca dpada port pin P1.
8. Untuk meprogram byte pad lokasi alamat yang berikutnya, dengan memberikan pulsa pada pin XTAL1 yang merupakan internal address counter. Menyiapkan data baru pada port pin P1.
9. Mengulangil langkah-langkah 6 sampai 8, mengubah data dan menempatkan address counter untuk keseluruhan 4K byte array atau sampai akhir seluruh file dicapai.
10. Urutan Power-Off:
 - XTAL1 di-set ke L
 - RST di-set ke L
 - Matikan Vcc

2.6.3.9.3. Data Polling

Cara Data Polling AT 89C2051 yaitu untuk mengindikasikan adanya write cycle. Selama suatu siklus write , suatu data dibaca untuk byte terakhir yang tertulis akan di komplemen dari data yang tertulis pada P1.7. Sekali ketika siklus write telah diselesaikan, data sudah benar pada semua keluaran, dan siklus berikutnya boleh mulai. Data polling umum boleh dimulai kapan saja setelah siklus write telah terinisialisasi.

2.6.3.9.4. Ready / Busy

Hasil dari pemrograman dapat juga dimonitor dengan sinyal RDY / Busy. Pin P3.1 adalah pull low setelah P3.2 bernilai tinggi selama program

menunjukkan BUSY. P3.1 adalah pull high kembali ketika program dilakukan untuk indikasi ke sinya READY.

2.6.3.9.5 Program verifikasi

1. Mereset internal address counter pada 000H oleh RST dari L ke H
2. Menyesuaikan kontrol sinyal untuk membaca kode data dan membaca output data pada port P1.
3. Menberikan pulsa pada pin XTAL1 sekali untuk menentukan alamat internal address counter .
4. Membaca kode data berikutnya yang berikutnya pada port P1
5. Mengulangi langkah-langkah 3 dan 4 sampai keseluruhan array terbaca

Lock bits tidak bisa diverifikasi secara langsung. Verifikasi dari lock bit dicapai dengan pengamatan bahwa kedudukannya enable.

2.6.3.9.6. Chip Erase

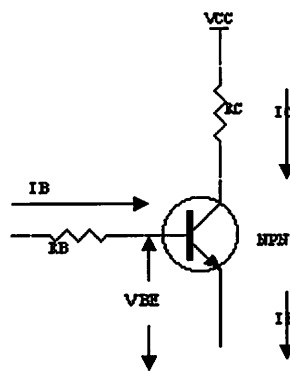
Keseluruhan PEROM array (4K bytes) dan (2K byte) kedua lock bit dihapus secara listrik dengan menggunakan kombinasi sinyal kontrol yang sesuai dan dengan pemilikan P3.2 yang rendah pada 10 ms. Kode array kode ditulis dengan semua 1 s di dalam chip pada operasi penghapusa dan harus dieksekusi sebelum byte memori yang terisi byte diprogram kembali.

2.6.3.9.7. Reading The Signature Byte

Signature byte akan membaca sampai prosedur pada verifikasi normal pada lokasi 000H, 001H, dan 002H,kecuali pada P3.5 dan P3.7 harus dipull ke logika rendah.

2.7. Transistor

Rangkaian transistor sebagai switching adalah mengerjakan transistor pada daerah saturasi ketika mendapat sinyal pada basis. Oleh karena itu, diperlukan hfe dari transistor yang cukup besar sehingga arus I_b dapat menyebabkan transistor saturasi. Rangkaian lengkap transistor sebagai switching dapat dilihat pada gambar dibawah ini, Persamaan tentang hal tersebut adalah:



Gambar 2-22. Rangkaian Transistor sebagai Switching

Persamaan yang dapat diperoleh dari rangkaian di atas adalah:

$$I_b = \frac{V_{bb} - V_{be}}{R_b}$$

$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_c}$$

Keterangan:

V_{cc} = tegangan inputan pada kolektor

V_{bb} = tegangan inputan pada basis

I_c = arus kolektor

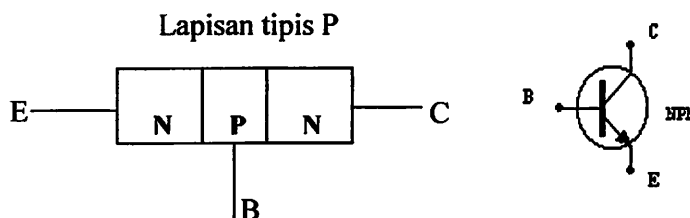
I_b = arus basis

R_b = resistansi pada basis

Transistor adalah suatu komponen semikonduktor yang pada dasarnya seperti dua buah dioda sebab mempunyai dua *junction* yaitu yang pertama adalah antara emitor dan basis, sedangkan yang kedua adalah antara basis dan kolektor. Transistor juga dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu jenis NPN dan PNP.

2.7.1. Transistor NPN

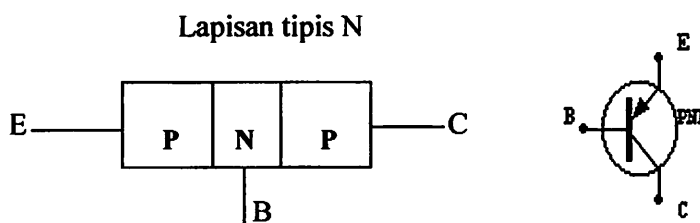
Pada transistor ini basis diasumsikan positif sedangkan emitor dan kolektornya diasumsikan negatif. Pada penerapannya transistor jenis ini arus kolektor (I_c) dapat saturasi bila basis diberi tegangan positif atau arus maju.



Gambar 2-23. Struktur dan Simbol NPN

2.7.2. Transistor PNP

Merupakan kebalikan dari transistor NPN. Yaitu basis negative sedangkan emitor dan kolektor diasumsikan negative. Transistor dapat saturasi apabila basis diberi tegangan negatif dengan arus balik.



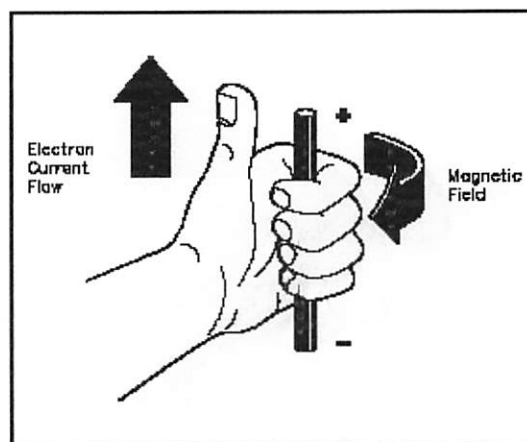
Gambar 2-24. Struktur dan Simbol PNP

2.8. Motor DC

Motor arus searah ialah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah (DC) menjadi tenaga gerak atau mekanik yang berupa putaran pada rotor. Secara konstruksi tidak ada perbedaan antara motor DC dan generator DC. Pada prinsipnya motor DC dapat dipakai sebagai generator DC, begitu juga sebaliknya.

2.8.1. Prinsip Dasar Motor DC

Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. Arah medan magnet dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri. Ibu jari tangan menunjukkan arah aliran arus listrik sedangkan jari-jari yang lain menunjukkan arah medan magnet yang timbul, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2-25.

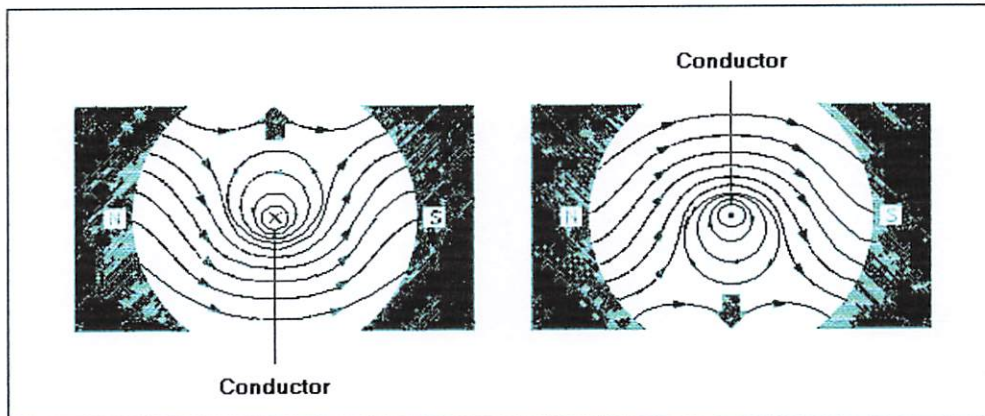


Gambar 2-25. Kaidah Tangan Kiri

Sumber: www.CoolCircuit.com

Jika suatu konduktor yang dialiri arus listrik ditempatkan dalam sebuah medan magnet, kombinasi medan magnet akan ditunjukkan oleh gambar 2-25.

Arah aliran arus listrik dalam konduktor ditunjukkan dengan tanda “x” atau “.”. Tanda “x” menunjukkan arah arus listrik mengalir menjauhi pembaca gambar, tanda “.” menunjukkan arah arus listrik mengalir mendekati pembaca gambar. Seperti pada gambar 2-26



Gambar 2-26. Konduktor Berarus Listrik Dalam Medan Magnet

Sumber: www.CoolCircuit.com

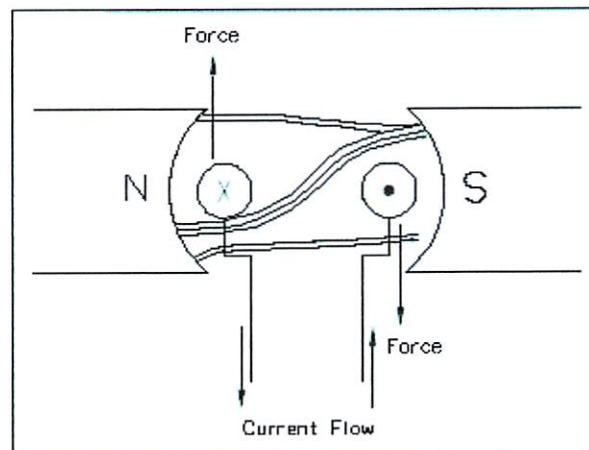
Pada gambar sebelah kiri, arah medan magnet pada sisi atas yang dihasilkan oleh konduktor berlawanan dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Sementara pada sisi sebelah bawah, arah medan magnet yang dihasilkan oleh konduktor searah dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Dengan kata lain, pada sisi sebelah atas kerapatan fluks magnet lebih sedikit dari pada sisi sebelah bawah. Sebuah gaya dorong akan menyebabkan konduktor bergerak ke sisi sebelah atas.

Pada gambar sebelah kanan, arah medan magnet pada sisi atas yang dihasilkan oleh konduktor searah dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Sementara pada sisi sebelah bawah, arah medan magnet yang dihasilkan oleh konduktor berlawanan dengan arah medan magnet yang

dihasilkan oleh magnet permanen. Dengan kata lain, pada sisi sebelah bawah kerapatan fluks magnet lebih sedikit dari pada sisi sebelah atas. Sebuah gaya dorong akan menyebabkan konduktor bergerak ke sisi sebelah bawah.

Pada sebuah motor dc, konduktor dibentuk menjadi sebuah loop sehingga ada dua bagian konduktor yang berada didalam medan magnet pada saat yang sama, seperti diperlihatkan pada gambar 2-27.

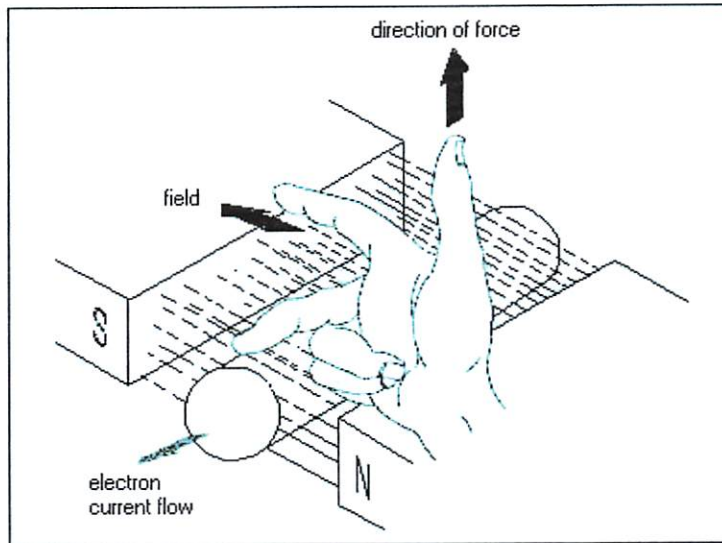
Konfigurasi konduktor seperti ini akan menghasilkan distorsi pada medan magnet utama dan menghasilkan gaya dorong pada masing-masing konduktor. Pada saat konduktor di tempatkan pada rotor, gaya dorong yang timbul akan menyebabkan rotor berputar searah dengan jarum jam, seperti diperlihatkan pada gambar 2-27.



Gambar 2-27. Bergeraknya Sebuah Motor

Sumber: www.CoolCircuit.com

Sebuah cara lagi untuk menunjukkan hubungan antara arus listrik yang mengalir didalam sebuah konduktor, medan magnet dan arah gerak, adalah kaidah tangan kanan untuk motor seperti yang diperlihatkan pada gambar 2-28



Gambar 2-28. Kaidah Tangan Kanan Untuk Motor

Sumber: www.CoolCircuit.com

Kaidah tangan kanan untuk motor menunjukkan arah arus yang mengalir didalam sebuah konduktor yang berada dalam medan magnet. Jari tengah menunjukkan arah arus yang mengalir pada konduktor, jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet dan ibu jari menunjukkan arah gaya putar. Adapun besarnya gaya yang bekerja pada konduktor tersebut dapat dirumuskan dengan :

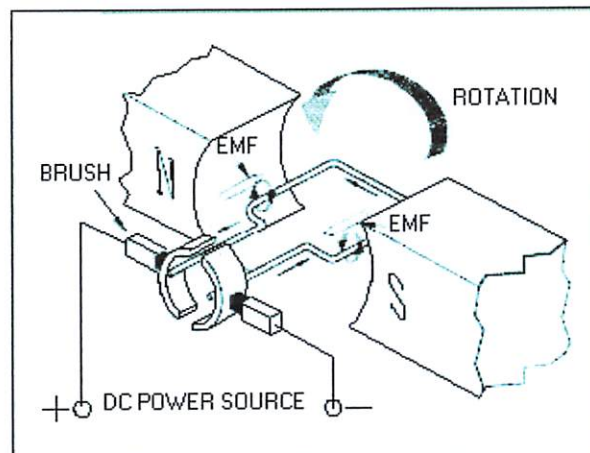
$$F = B.L.I \quad (\text{Newton})$$

Dimana : B = kerapatan fluks magnet (weber)

L = panjang konduktor (meter)

I = arus listrik (ampere)

Dan gambar konstruksi dasar motor DC dapat dilihat pada gambar 2-28.



Gambar 2-29. Konstruksi Dasar Motor DC

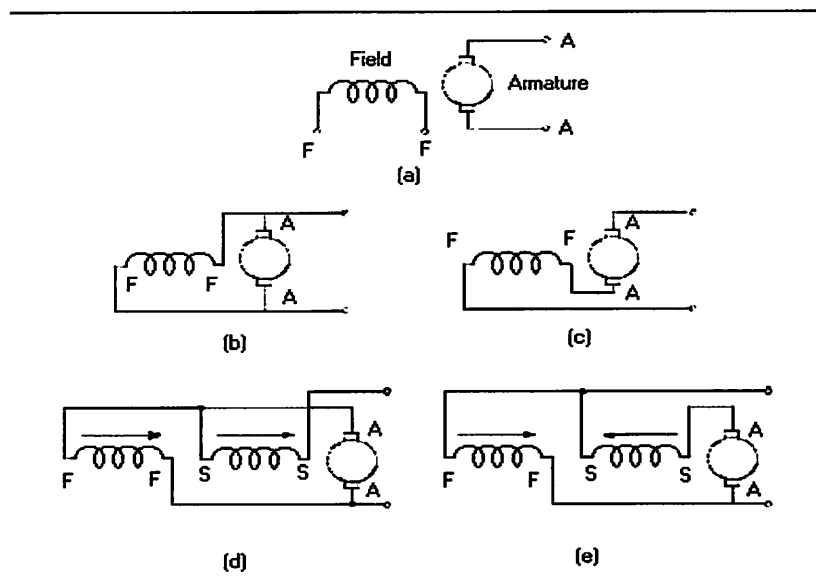
Sumber: www.CoolCircuit.com

Pada gambar diatas terlihat bahwa pada saat terminal motor diberi tegangan dc, maka arus elektron akan mengalir melalui konduktor dari terminal negatif menuju ke terminal positif. Karena konduktor berada diantara medan magnet, maka akan timbul medan magnet juga pada konduktor yang arahnya seperti terlihat pada gambar 2-29 diatas. Arah garis gaya medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen adalah dari kutub utara menuju ke selatan. Sementara pada konduktor yang dekat dengan kutub selatan, arah garis gaya magnet disisi sebelah bawah searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan di sisi sebelah atas arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi sebelah bawah lebih rapat daripada sisi sebelah atas. Dengan demikian konduktor akan terdorong ke arah atas. Sementara pada konduktor yang dekat dengan kutub utara, arah garis gaya magnet disisi sebelah atas searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan di sisi sebelah bawah arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi

sebelah atas lebih rapat daripada sisi sebelah bawah. Dengan demikian konduktor akan terdorong ke arah bawah. Pada akhirnya konduktor akan membentuk gerakan berputar berlawanan dengan jarum jam seperti terlihat pada gambar 2-29 diatas.

2.8.2. Tipe Motor DC

Gambar 2-30 menunjukkan secara skematik beberapa metode pemasangan antara kumparan medan dengan armatur pada motor dc. Simbol lingkaran menunjukkan armatur motor dan simbol kotak disisi lingkaran menunjukkan sikat komutator (*brush*). Arah anak panah menunjukkan arah medan magnet. Dan gambar dari tipe-tipe motor DC dapat dilihat pada gambar 2-30.



Gambar 2-30. Tipe Motor DC

Gambar 2-30.a menunjukkan motor dc dengan penguatan terpisah. Pada tipe motor dc ini kumparan medannya tidak terhubung langsung dengan armaturnya.

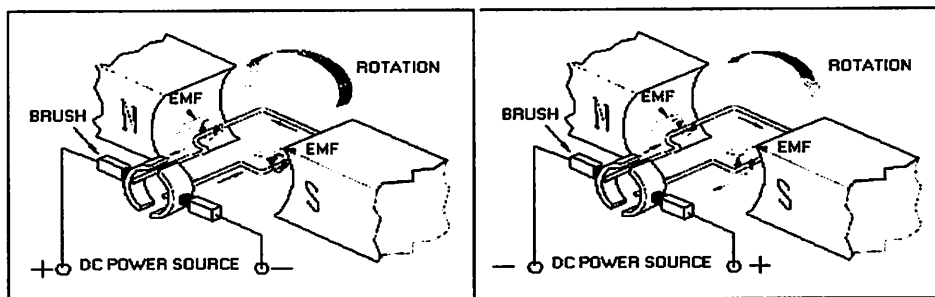
Gambar 2-30.b menunjukkan motor dc *shunt*. Motor ini disebut motor *shunt* karena kumparan medan dipasang paralel dengan armatur.

Gambar 2-30.c menunjukkan motor dc seri. Kumparan medannya dipasang seri dengan armatur.

Gambar 2-30.d dan 2-30.e menunjukkan motor dc kompon. Motor tipe ini adalah gabungan antara tipe motor dc shunt dan tipe motor dc seri. Gambar 2-30.d disebut motor dc "*cumulatively-compounded*" karena satu kumparan medannya dipasang seri dengan armatur dan satu kumparan lagi dipasang seri dengan armatur sehingga arah medan magnetnya satu arah. Gambar 2-30.e disebut motor dc "*differentially-compounded*" karena dipasang sedemikian rupa sehingga arah medan magnetnya saling berlawanan.

2.8.3. Pengendalian Arah Putaran Motor DC

Agar putaran motor DC berubah, maka polaritas tegangan pada terminal motor harus di balik, seperti pada gambar 2-31.



Gambar 2-31. Arah Putaran Motor DC

Motor DC selain dapat diatur gayanya dapat juga dilakukan pengaturan kecepatan yang dimilikinya. Dengan dapat diatur kecepatannya maka dalam tugas

akhir ini motor DC digunakan sebagai simulasi kecepatan mobil yang mana kecepataannya dapat dikendalikan.

Kecepatan putar motor DC dapat disingkat dengan *Rpm* dimana nilai *Rpm* dari motor tersebut dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$Rpm = \frac{Va - (IaxRa)}{\phi f}$$

2.9. LCD 16x2 (M1632)

LCD 1632 yang digunakan adalah LCD produksi Seiko Instrument (M1632), kelebihan dari LCD M1632 ini antara lain adalah mampu dioperasikan dalam mode 4bit, dalam arti pengolahan data dari dan ke LCD dapat dilewatkan lewat data dengan lebar 4bit saja. Ini cukup membantu menghemat port microcontroller yang dipakai.

Penjelasan pin-out pada LCD M1632 adalah sebagai berikut :

- VSS (pin 1) dan VCC (pin 2) adalah pin untuk power supply.
- VEE (pin 3), adalah pin untuk drive LCD, yaitu untuk mengatur intensitas tampilan pada LCD.
- RS (pin 4), adalah pin untuk pemilihan mode input data. Apabila RS diberi logic 0, maka data berupa data control dan bila RS diberi logic 1, maka data adalah data untuk ditampilkan di LCD.
- R/W (pin 5), pin ini merupakan pin untuk pemilihan proses pada LCD. Bila pin R/W berlogic 1, maka proses read (baca) data, kebalikannya bila pin R/W berlogic 0, proses write (tuliskan) data.

- E (pin 6), adalah pin enable untuk LCD. LCD akan enable bila pin ini berlogic high, kebalikannya bila pin ini berlogic 0, LCD akan disable..
- DB0-DB7 (pin 7 – pin 14), adalah pin untuk input/output data. Tetapi untuk mode pengoperasian 4 bit yang berfungsi hanya DB4 – DB7.
- V+ BL (pin15) dan V-BL (pin 16) adalah pin untuk supply lampu back light.

Dot-Matriks LCD

LCD (Liquid Crystal Display) adalah komponen display yang tidak memancar (nonemissive), sehingga tidak menghasilkan sumber cahaya seperti CRT (Cathode Ray Tube), dan berdaya sangat rendah (lebih rendah dari LED) yaitu dalam hitungan mikrowatt (LED dalam hitungan miliwatt). LCD menahan atau membiarkan cahaya yang dipantulkan dari sumber cahaya luar dan cahaya yang berasal dari belakang atau samping yang melewatinya. LCD dikontrol oleh ROM/RAM generator karakter dan RAM data display. Semua fungsi display dikontrol dengan instruksi dan LCD dapat dengan mudah diinterfacekan dengan MPU (Mikroprocessor Unit).

Karakteristik dari LCD dot-matriks adalah sebagai berikut:

- 16X2 karakter dengan 5X7 dot matriks + kursor
- ROM generator karakter dengan 8 tipe karakter (untuk program write)
- 80X8 bit RAM data display
- Dapat diinterfacekan dengan 4 atau 8 bit MPU
- RAM data dan RAM generator karakter dapat dibaca dari MPU
- +5V single power supply

- Power-on reset
- Range temperature operasi 0-60°C
- Beberapa fungsi instruksi:

Display clear, Cursor home, Display ON/OFF, Cursor ON/OFF, Display character blink, Cursor Shift dan Display shift.

LCD disini dapat menampilkan karakter yang ada pada ROM generator karakter, yang sudah berisi 192 jenis karakter, dengan cara memberikan kode karakter untuk tiap-tiap karakter yang diinginkan pada bus data dengan menggunakan sinyal kontrol. Fungsi masing-masing pin dari LCD Dot Matriks ini dapat dilihat pada tabel 2-15 berikut ini:

Tabel 2-15. Pin-Pin LCD dan Fungsinya

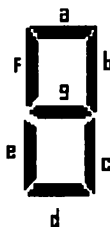
| Nama sinyal | Jumlah terminal | I/O | Tujuan | Fungsi |
|-------------|-----------------|-------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DB0-DB7 | 8 | I/O | MPU | 4 bit data bus lower tristate dua arah,dapat dibaca atau ditulisi terhadap MPU melalui data tersebut. DB7 juga sebagai busy flag. |
| E | 1 | INPUT | MPU | Sinyal penanda operasi read/write |
| R/W | 1 | INPUT | MPU | 0: Write 1: Read |
| RS | 1 | INPUT | MPU | Sinyal seleksi register 0: Register instruksi (write) Busy flag dan address Conter (read) 1: Data register (write dan read) |
| VLC | 1 | - | Power Supply | Power supply untuk mendrive LCD guna pengaturan contrast |
| VDD | 1 | - | Power Suipply | +5V |

| | | | | |
|------|---|---|--------------|---------------------|
| VSS | 1 | - | Power Supply | Ground |
| V+BL | 1 | - | Power Supply | 4-4,2 V 50-200mA |
| V-BL | 1 | - | Power Supply | 0V (GND) |

Sumber: Data Sheet LCD M1632

2.10. Seven Segment

Seven segment mempunyai tujuh buah LED yang dikemas di dalam satu kemasan. Diantara dua kaki yang dimiliki oleh LED tersebut, salah satu kaki dari ketujuh LED tersebut saling dihubungkan yang satu dengan yang lainnya atau lebih dikenal dengan common. Common pada seven segment yang digunakan pada perancangan ini adalah jenis common anoda. Yang dimaksud dengan common anoda yaitu kutup anoda dari ke 7 dioda dihubungkan dengan VCC namun sebaliknya bila kutup katoda dari ke 7 dioda dihubungkan ke Vcc maka disebut dengan komon katoda. Dibawah ini gambar dari 7 segment sebagai berikut:

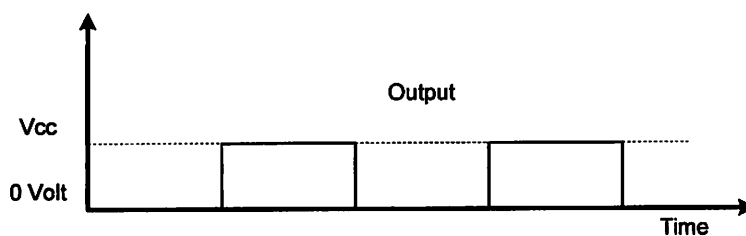


Gambar 2-37. Tampilan *Seven Segment*

Pada gambar diatas segment-segment adalah a,b,c,d,e,f, dan g. Dengan memberikan suplay tegangan pada tiap segment maka kita dapat menampilkan angka mulai 0 sampai 9.

2.11. Pulse Width Modulation (PWM)

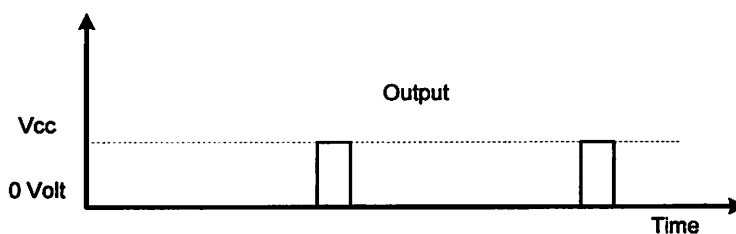
PWM biasanya digunakan untuk mengatur penggunaan daya pada motor DC agar lebih efisien yaitu dengan cara pengalihan daya dengan menggunakan system lebar frekuensi, sehingga kecepatan putaran motor DC dapat diatur. Output dari mikrokontroler berbentuk gelombang kotak seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2-38. Bentuk Gelombang Kotak

Sumber: www.CoolCircuit.com

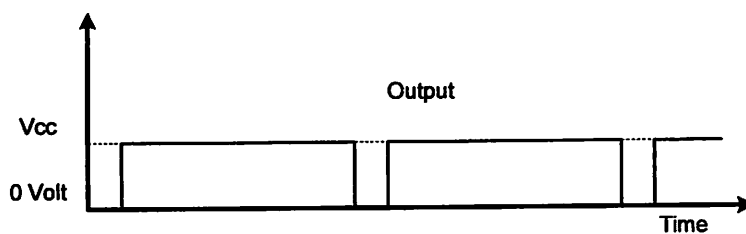
Siklus output terdiri dari sebuah periode T_{low} dan sebuah periode tinggi T_{high} . $T_{low} + T_{high} = T$, dimana T adalah periode (lamanya waktu) untuk satu siklus waktu. T_{high} juga dinamakan pulsa output atau pulsa. Periode T harus dijaga agar tetap sama sehingga putaran per detik juga sama. Jika kita menambah lebar T_{high} , maka T_{low} juga harus dikurangi. Sebaliknya jika kita mengurangi T_{high} , maka T_{low} harus ditambah. Output T_{high} yang diperkecil terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2-39. Pulsa yang diperkecil

Sumber: www.CoolCircuit.com

Pada saat Thigh diperbesar, outputnya terlihat sebagai berikut:



Gambar 2-40. Pulsa yang diperbesar
Sumber: www.CoolCircuit.com.

Jika rangkaian driver motor aktif high, maka motor akan berputar selama Thigh, artinya arus yang mengalir melalui motor dalam beberapa waktu selama Thigh, sehingga untuk mengendalikan kecepatan motor maka lebar Thigh yang harus di ubah.

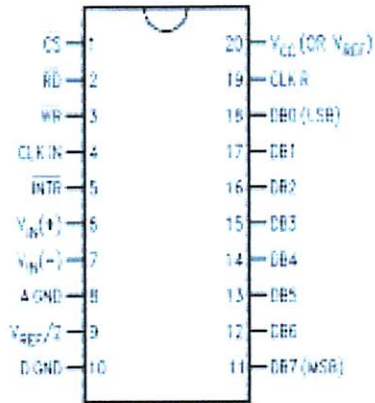
Duty cycle adalah istilah yang digunakan untuk mengganbarkan pulsa output. Sebetulnya dinyatakan dalam persen (%). Persentase ini akan menunjukkan berapa persen siklus output pada saat Thigh.

2.12. Analog to Digital Converter (ADC)

Pengubah analog ke digital digunakan untuk mengkonvrsika data dalam bentuk anaog menjadi data dalam bentuk digital. Ada bermacam – macam pengubahan analog ke digital, namun yang paling banyak digunakan adalah ADC jenis pencacah berturut – turut (Successive Approximation Counter).

ADC ini berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital yang akan diumpankan pada mikrokontroler. ADC yang digunakan pada alat pengukur dan pengatur prosentase kadar alkohol adalah ADC 0804 yang mempunyai fasilitas internal clock yang dapat digunakan dengan hanya menambah resistor dan kapasitor eksternal. Tegangan input maximal ADC 0804

adalah $5V_{dc}$, resolusi 8 bit, total error $\pm \frac{1}{4}$ LSB, $\pm \frac{1}{2}$ LSB, ± 1 LSB, waktu konversi $100\mu s$, V_{min} 2V, V_{max} 15V.



Gambar 2-41. Diagram pin ADC 0804
Sumber : Data Sheet ADC 0804

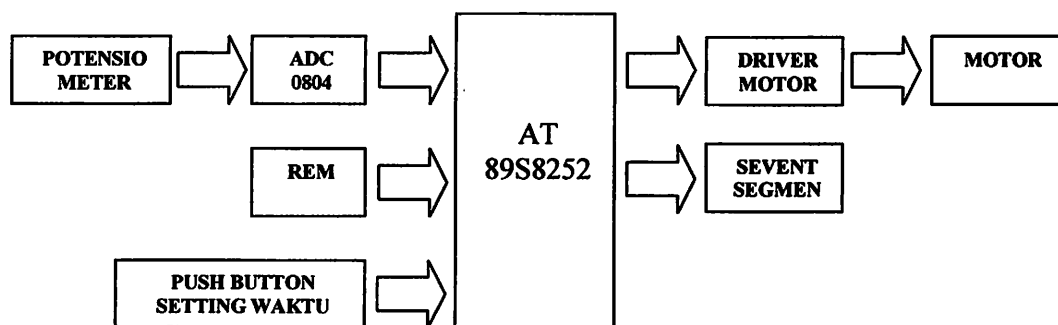
Pengoperasian ADC 0804 dengan catu daya 5 Volt, dan akan dapat menangani secara penuh jarak 0 – 5 Volt masukkan analog diantara pin 6 dan 7. IC ADC 0804 mempunyai cip pendetak (clock). Clock dari ADC menahan pembangkit internal sehingga hanya dibutuhkan sebuah resistor dan kapasitor yang dihubungkan dengan jalur CLK R (pin 19) dan CLK IN (pin4).

BAB III

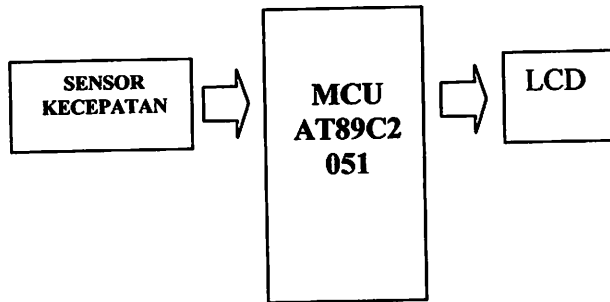
PERENCANAAN ALAT

Pada tugas akhir ini direncanakan suatu simulasi control kecepatan kesetabilan kecepatan kendaraan roda empat(mobil) dengan memanfaatkan mikrokontroler AT89S8252 dimana didalam pengoperasiannya menggunakan peralatan pendukung berupa input pedal gas yang telah dipasang variabel resistor sebagai inputan tegangan untuk memicu kecepatan motor(mobil), sensor kecepatan opto copler yang ditaruh pada motor untuk mendeteksi kecepatan motor(mobil), limit switch yang ditaruh pada pedal rem digunakan sebagai interup pada mikrokontroler untuk mengembalikan system penyetabil kecepatan motor menjadi normal kembali, output berupa kendali motor dan LCD, dan sebagai indikasi bahwa system penyetabil aktif 7 segment tak berkedip dan bila sistem belum stabil 7 segment berkedip.

3.1. Perancangan Perangkat keras.



Gambar 3-1. Diagram Blok Sistem Utama



Gambar 3-2. Blok Diagram Perangkat Penampil Kecepatan Menggunakan IC Ekternal AT89C2051

3.2. Diskripsi Tentang Kinerja Sistem

Sistem kontrol ini dirancang untuk mengurangi rasa kelelahan bagi pengendara mobil disaat melakukan perjalanan jauh, yang mana sistem ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Sistem mulai bekerja disaat pedal gas mulai di injak atau ditekan oleh pengendara yang mana pada pedal gas disimulasikan dengan potensio meter, dimana nilai tegangan berubah ubah sesuai perubahan pedal gas tersebut, dan sinyal perubahan tegangan tersebut dikonversi menjadi menjadi sinyal digital oleh ADC0804 sebagai inputan Mikrokontroler untuk merubah kecepatan motor.
- Di dalam soft ware program Mikrokontroler diseting bila dalam durasi waktu yang diset misalkan diset 1 menit, kecepatan motor tidak berubah maka Mikrokontroler akan mengeset kecepatan motor (mobil) agar tetap konstan atau stabil.
- Pada motor dipasang sensor kecepatan yang mana menggunakan Photo dioda sebagai feed back pendeteksi seberapa besar kecepatan

mobil yang kemudian mengirim sinyal analog ke IC external yaitu IC AT89C2051 untuk kemudian data dikerem ke LCD sebagai tampilan kecepatan motor.

- Sistem akan berubah menjadi normal kembali bila pengendara menginjak Pedal Rem yang mana terdapat Push buton yang memiliki kinerja seperti limit switch, sebagai perintah pada Mikrokontroler untuk menurunkan kecepatan motor.

3.3. Fungsi Komponen dari Rangkaian Sistem

Fungsi dari masing-masing blok tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. POTENSIO METER

Potensio meter dalam perancangan alat ini digunakan sebagai simulasi gas, yang mana tegangan yang dihasilkan oleh potensio sebagai pengendali kecepatan putar motor.

2. SENSOR KECEPATAN

Sensor kecepatan yang digunakan yaitu Photo Dioda yang mana akan memberikan sinyal pada Mikrokontroler AT89C2051 untuk mendeteksi kecepatan putar motor.

3. ADC0804

Berfungsi sebagai konverter sinyal analog yang dihasilkan potensio meter diubah ke dalam bentuk digital sebelum diterima mikrokontroler AT89S8252.

4. MIKROKONTROLER AT89S8252

Berfungsi sebagai pengendali utama dari sistem yang ada dimana didalamnya terdapat program pengendali sistem yang dibuat.

5. MIKROKONTROLER AT89C2051

Berfungsi hanya sebagai pengatur tampilan kecepatan

6. MOTOR DC

Dalm hal ini yang digunakan sebagai simulasi roda atau ban mobil yang dikendalikan kecepatannya.

7. LCD

Berfungsi tampilan kecepatan motor atau kecepatan mobil secara digital.

8. 7 SEGMENT

Sebagai tampilan setting waktu yang diinginkan oleh pengendara mobil.

9. PUSH BUTTON

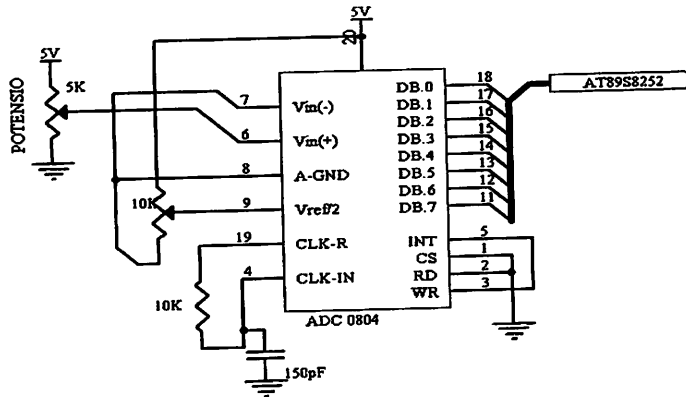
Sebagai perangkat tambahan untuk menseting waktu.

10. REM

Sebagai pengendali Rem untuk mengurangi ataupun menghentikan motor .

3.4. ADC (Analog To Digital Converter) 0804

Untuk merubah (mengatur) nilai *setpoint* pada skripsi ini menggunakan potensiometer seperti pada gambar 3.1 yang dihubungkan dengan ADC0804.



Gambar 3-3. ADC (Analog To Digital Converter) 0804

3.4.1. Clock pada ADC

Clock pada ADC menahan pembangkit internal, sehingga hanya dibutuhkan sebuah resistor dan kapasitor yang dihubungkan pada jalur CLK R (pin 19) dan CLK IN (pin 4). Dengan mengambil nilai $R = 10K$ dan $C = 150 \text{ pF}$ maka diperoleh frekuensi clock sebesar

$$F_{clk} = \frac{1}{1,1RC}$$

$$F_{clk} = \frac{1}{1,1 \times 10 \times 10^3 \times 150 \times 10^{-12}}$$

$$F_{clk} = 606,06 \text{ KHz}$$

Frekuensi ini masih berada dalam batas range ADC 0804 yaitu 100KHz sampai 1MHz

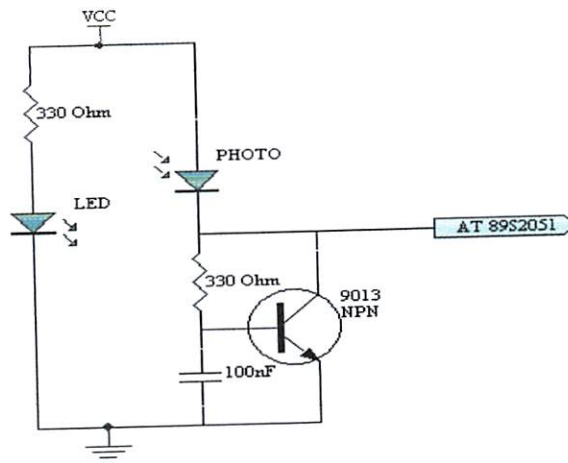
3.5. Perancangan Sensor Kecepatan

Didalam tugas akhir ini digunakan sebagai sensor kecepatan yaitu photo dioda yang mana akan memberikan sinyal pada Mikrokontroler untuk mendeteksi kecepatan mobil dalam hal ini disimulasikan sebagai motor DC.

Sensor kecepatan ini terdiri dari dua bagian yang terpisah yaitu:

1. Sumber komponen pegirim (Infra Merah)
2. Komponen penerima (Photo Dioda)

Dari bagian sensor yang dirancang terdapat dua kondisi yang terdiri dari saturasi dan cut off. Kondisi saturasi terjadi apa bila intensitas sinar dari sumber cahaya Infra Merah tidak terhalang, namun sebaliknya bila kondisi cut off yaitu pada saat sumber cahaya terhalang.



Gambar 3-4. Rangkaian sensor kecepatan

Didapatkan dari data sheet

| | |
|--------------------------|------------|
| $V_{be(sat)}$ Transistor | = 1,2 Volt |
| V_{cc} | = 5 Volt |
| Hfe | = 64 |
| $I_{C(sat)}$ | = 500mA |

Maka dapat dicari perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_b &= \frac{I_c}{H_{fe}} \\ &= \frac{500mA}{64} \\ &= 12,5mA \end{aligned}$$

Setelah didapatkan berapa besar I_b maka besarnya nilai R_b dapat ditentukan:

$$\begin{aligned} R_b &= \frac{(V_{in} - |V_{be}|)}{I_b} \\ &= \frac{(5 - |1,2|)}{12,5mA} \\ &= \frac{3,8}{12,5mA} \\ &= 304 \Omega \end{aligned}$$

Dikarnakan dipasaran tidak didapatkan R sebesar itu maka dalam perancangan ini digunakan R sebesar 330Ω .

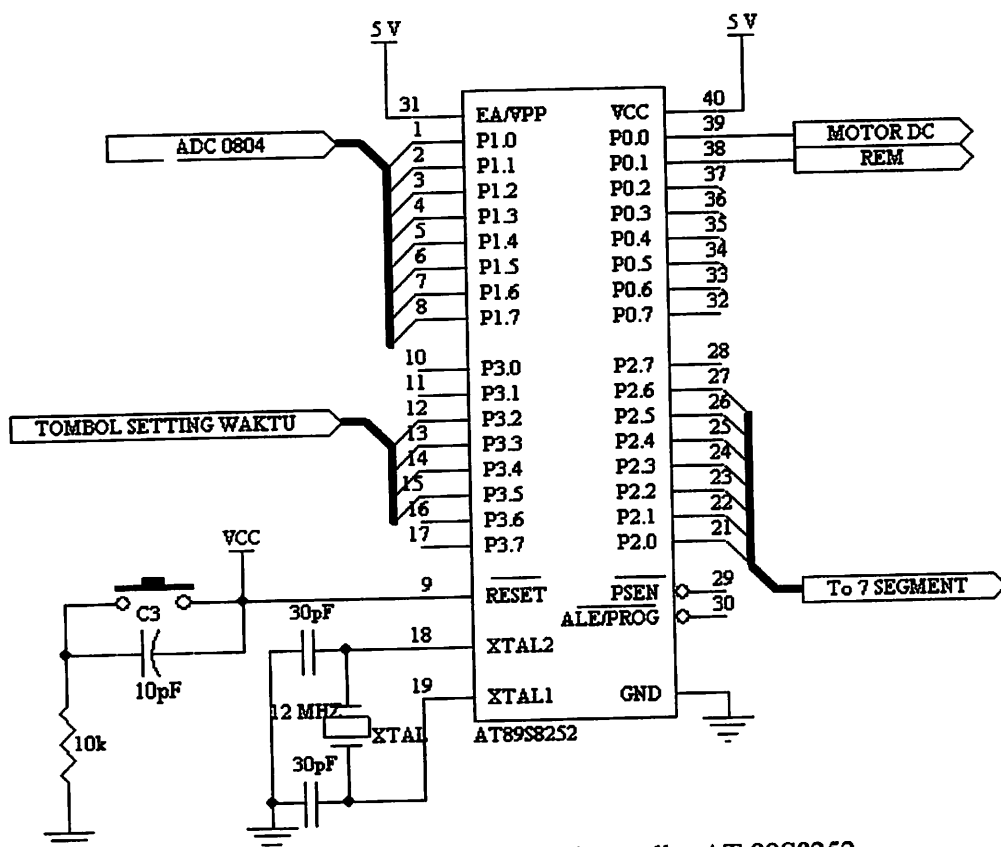
Agar didapatkan transistor bekerja dengan sesuai frekuensinya yaitu F 30MHZ maka dapat dicari besarnya nilai C nya sbagai berikut:

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{1,1RC} \\ 30 \times 10^6 &= \frac{1}{1,1 \times 304C} \\ C &= \frac{1}{30 \times 10^6 \times 1,1 \times 304} \\ C &= 9,96 \times 10^{-11} \\ C &= 99,6 \times 10^{-12} \text{ Farad} \end{aligned}$$

Jadi dalam perancangan dibutuhkan C sebesar $99,6nF$, namun bila di pasaran tidak ditemukan maka dapat digunakan C sebesar $100nF$.

3.6. Rangkaian mikrokontroler AT89S8252

Pada perancangan ini mikrokontroler di fungsikan sebagai pengontrol utama sistem kerja rangkaian melalui software yang diprogram. Mikrokontroler memproses data-data yang berasal dari input variabel resistor. Selanjutnya data-data tersebut diolah lagi oleh mikrokontroler untuk menggerakkan motor DC dan menggerakkan motor stepper guna membuka klep bensin kabilator. Adapun gambar minimum sistem sebagai berikut:



Gambar 3-5. Rangkaian Mikrokontroler AT 89S8252

Pada port 1.0 sampai port 1.7 digunakan sebagai port data ADC0804 dan untuk port 3.5 digunakan sebagai tombol setting waktu Up, untuk port 3.3 tombol Down, port 3.2 tombol Cancel, port 3.4 sebagai tombol Enter. Untuk port 2

digunakan sebagai kendali seven segment digunakan sebagai tampilan lama waktu yang disetting. Driver motor DC dimanfaatkan port 0.0, untuk port 0.1 digunakan sebagai port REM. Agar mikrokontroller dapat membaca program yang tersimpan dalam EEPROM internal, maka pin 31 (\overline{EA}/Vp) harus diberi logika low. Vcc 5Volt yang digunakan di pin 40. Sebagai sumber clock external dipergunakan 2 buah kapasitor dan 1 buah kristal.

Program yang digunakan dalam aplikasi ini akan disimpan dalam memori EEPROM Internal Chip 89S8252 yang dimulai 0000H-0FFFH (4Kb). Sedangkan untuk keperluan pemrosesan data oleh chip 89S8252 akan digunakan RAM Internal yang dimulai sebesar 256 byte pada alamat 00H-7FH. Register A yang berada dalam Komponen SFR Internal AT89S8252 pada alamat 0E0H digunakan untuk menyimpan data sementara.

Pada rangkaian dipasang rangkaian RESET yang mana terhubung dengan rangkaian R sebesar 10K Ω dan C sebesar 10pF, rangkaian ini berfungsi sebagai pembangkit signal clock mikrokontroler melakukan proses kembali ke alamat 00H, dimana frekuensi dapat dicari sebagai berikut.

$$f = \frac{1}{1,1RC}$$

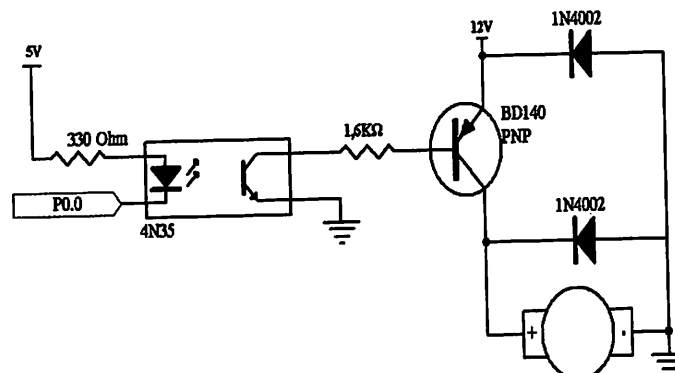
$$f = \frac{1}{1,1 \times 10 \cdot 10^3 \times 10 \cdot 10^{-12}}$$

$$f = 9,09 \text{ MHz}$$

Frekuensi ini masih berada dalam batas range frekuensi osilasi AT89S8252 yang dipakai sebesar 12MHz.

3.7. Rangkaian Driver Motor Dc

Pada perancangan ini digunakan satu buah motor DC yang digunakan sebagai simulasi kecepatan ban mobil. Rangkaian penggerak motor DC ini menggunakan transistor dan optocoupler. Transistor PNP yang digunakan tipe BD140 yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengaktifkan motor. Optocoupler yang digunakan tipe 4N35 dimana pada bagian pemancarnya disuplay tegangan 5V dan akan mulai aktif(memancarkan sinar) bila pada ground mendapatkan signal dari mikrokontroler, pada bagian penerimanya akan aktif bila mendapat arus balek I_b dari transistor BD140.



Gambar 3-6. Rangkaian driver Motor DC

Agar driver dapat berfungsi sebagai mestinya maka perlu dilakukan perhitungan.

Diketahui :

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| $V_{be(sat)}$ Transistor | = -1 Volt |
| V_{cc} suplay relay | = 12 Volt |
| H_{fe} | = 250 |
| $R(\text{motor})$ dari pengukuran | = 20 Ω |

Maka dengan diketahui nilai data yang diperlukan maka dapat dicari perhitungannya sebagai berikut:

$$I_{motor} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ A}$$

Dengan diketahuinya $I_{motor} = I_c$ maka dapat dicari I_b nya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_b &= \frac{I_c}{H_{fe}} \\ &= \frac{0,6A}{250} \\ &= 0,0024A \end{aligned}$$

Setelah didapatkan berapa besar I_b maka besarnya nilai R_b dapat ditentukan:

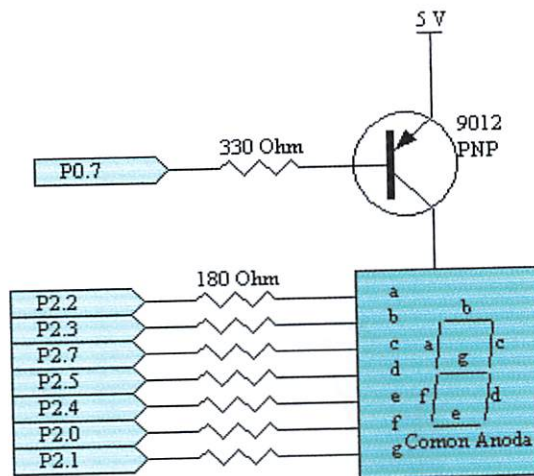
$$\begin{aligned} R_b &= \frac{(V_{in} - |V_{be}|)}{I_b} \\ &= \frac{(5 - |-1|)}{0,0024A} \\ &= \frac{4}{0,0024A} \\ &= 1666,66\Omega \end{aligned}$$

Untuk menghindari arus yang berlebih maka dalam perancangan di pakai R_b 1,6K Ω .

3.8. Rangkaian display seven segmet

Seven segment mempunyai tujuh buah LED yang dikemas di dalam satu kemasan. Diantara dua kaki yang dimiliki oleh LED tersebut, salah satu kaki dari ketujuh LED tersebut saling dihubungkan yang satu dengan yang lainnya atau lebih dikenal dengan common. Common pada seven segment yang digunakan pada perancangan ini adalah jenis common anoda.

Pada perancangan alat ini, seven segment digunakan untuk menampilkan setting waktu berapa lama kecepatan motor tidak berubah guna mencapai kestabilan motor.



Gambar 3-7. Rangkaian 7 Segment

Didapatkan dari data sheet

$$V_{be(sat)} \text{ Transistor} = 1,2 \text{ Volt}$$

$$V_{cc} = 5 \text{ Volt}$$

$$H_{fe} = 64$$

$$I_{c(sat)} = 500\text{mA}$$

Maka dapat dicari perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_b &= \frac{I_c}{H_{fe}} \\ &= \frac{500\text{mA}}{64} \\ &= 12,5\text{mA} \end{aligned}$$

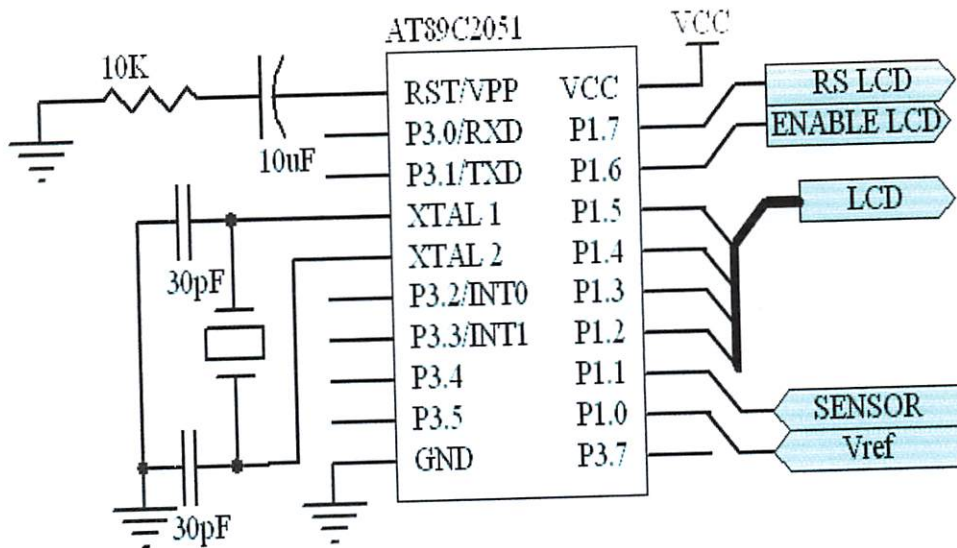
Setelah didapatkan berapa besar I_b maka besarnya nilai R_b dapat ditentukan:

$$\begin{aligned}
 R_b &= \frac{(V_{in} - |V_{be}|)}{I_b} \\
 &= \frac{(5 - |1,2|)}{12,5mA} \\
 &= \frac{3,8}{12,5mA} \\
 &= 304 \Omega
 \end{aligned}$$

Dikarnakan dipasaran tidak didapatkan R sebesar itu maka dalam perancangan ini digunakan R sebesar 330 Ω .

3.9. Perancangan AT89C2051

Dalam perancangan sistem ini diberikan IC eksternal AT89C2051 guna mendeteksi kecepatan putar motor dan kemudian akan ditampilkan pada LCD M1632 yang dapat dilihat pada gambar perancangan alat sebagai berikut:



Gambar 3-9. Rangkaian AT89C2051 Sebagai Pengontrol Tampilan LCD

AT 89C051 digunakan sebagai pemroses kecepatan putar motor yang telah dideteksi oleh potho dioda yang mana data masuk pada port 1.1, kemudian dilakukan pengkonfersian dan ditampilkan ke LCD M1632 dimana data yang

dikirim per empat bit melalui port 1.2 untuk D7, port 1.3 untuk D6, port 1.4 untuk D5 dan D4 digunakan port 1.5. Sedangkan agar data dapat diterjemahkan oleh LCD maka perlu diaktifkan dengan di enablekan melalui port 1.6 dan port 1.7 sebagai fungsi reset.

3.10. Rangkaian LCD

Dalam perancangan alat LCD digunakan sebagai perangkat penampil kecepatan motor. LCD yang digunakan yaitu tipe M1632, yang mempunyai CMOS yang dilengkapi dengan *driver controller* internal. Pengontrolan utamanya terkait pada ROM generator dan tampilan data RAM yang dihasilkan oleh kode ASCII.

Pengontrolan pin *E (enable)*, dan \overline{Rs} yang dihubungkan dengan P1.6 dan P1.7 pada MCU AT 89C2051. Dalam perancangan ini data bus yang digunakan hanya 4 data antara lain: Pin D4 pada P1.5, Pin D5 pada P1.4, Pin D6 pada P1.3, dan untuk Pin D7 dihubungkan pada P1.2. *Back light* diatur dengan menghubungkan kaki K (*katode*) dengan ground dan A (*anode*) dengan *supply* tegangan +5 Volt. Sedangkan pengaturan kontrasnya, dihubungkan dengan resistor variabel antara pin Vee.

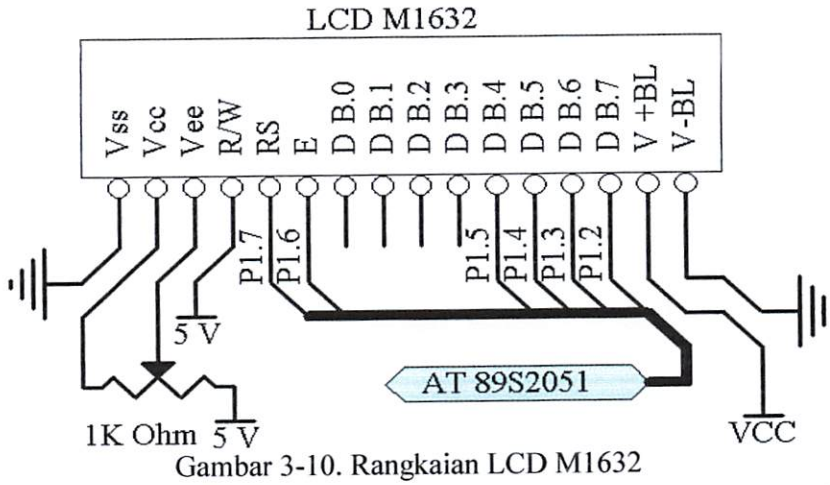
Peraga LCD mempunyai 14 penyemat yang fungsinya ditunjukkan pada tabel 3-1 seperti berikut ini :

Tabel 3.1. Fungsi Penyemat LCD

| Nama Penyemat | Fungsi |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> DB0-DB7 | <input checked="" type="checkbox"/> Merupakan saluran data (data bus), yang berisi perintah dan data yang akan ditampilkan pada LCD. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Enable | <input checked="" type="checkbox"/> Sinyal operasi awal sinyal ini mengaktifkan baca tulis data. |
| <input checked="" type="checkbox"/> R/W | <input checked="" type="checkbox"/> Sinyal seleksi tulis dan baca. Tulis = 0. Baca = 1. |
| <input checked="" type="checkbox"/> RS | <input checked="" type="checkbox"/> Sinyal pemilih register keadaan. Instruksi register tulis = 0. Instruksi register baca = 1. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Vee | <input checked="" type="checkbox"/> Untuk mengendalikan kecerahan LCD. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Vcc | <input checked="" type="checkbox"/> + 5 Volt, supli tegangan. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Vss | <input checked="" type="checkbox"/> Terminal ground. |

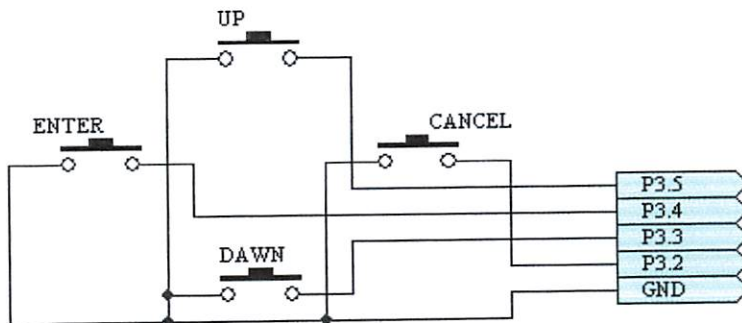
Bus data LCD terhubung dengan port 0 MCU AT89C2051. Sinyal kontrol EN dihubungkan dengan pin P1.6, RS dihubungkan dengan pin P1.7, penampil kristal cair tipe M1632 dilengkapi pula dengan *back light* berwarna kuning. Penyemat Vcc dihubungkan ke potensiometer 1 KOhm yang berfungsi mengatur intensitas gelap terangnya tampilan dilayar LCD.

Penyemat R/W dihubungkan pada catu daya + 5 Volt sehingga mode penampilan kristal cair adalah baca (1). Rangkaian LCD ini ditunjukkan pada gambar berikut.



3.11. Rangkaian Tombol Pengesetan Waktu

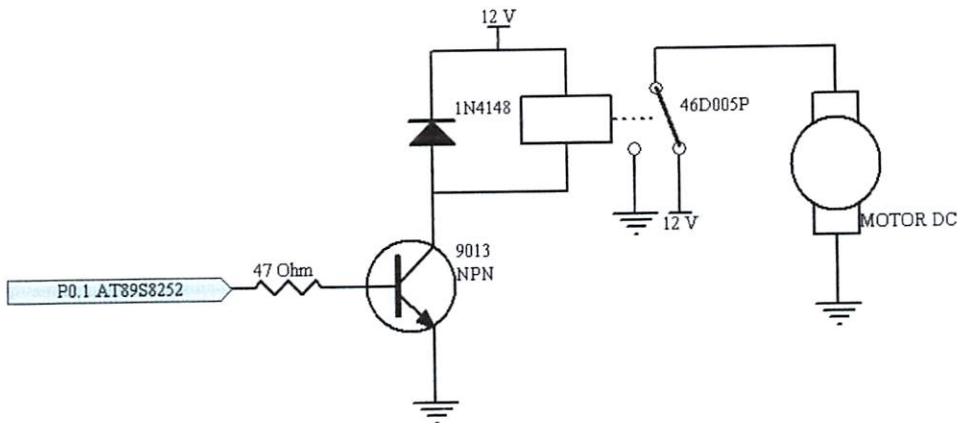
Untuk melakukan pengesetan waktu sebagai pembanding berapa lama Gas tidak berubah maka perlu dibuat rangkaian pensetting waktunya seperti gambar dibawah ini:



Gambar 3-11. Rangkain Pengatur Waktu

3.12. Rangkaian REM.

Rangkaian ini dapat digunakan sebagai REM dadakan disaat sistem sedang berjalan. Dalam perancangannya digunakan sebuah relay yang dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 3-12. Rangkain REM

Transistor NPN yang digunakan tipe 9013 yang berfungsi sebagai saklar untuk mengaktifkan relay. Pada perencanaan ini, relay yang digunakan 12 volt tegangan DC.

Agar driver relay dapat berfungsi sebagai mestinya maka perlu dilakukan perhitungan.

Diketahui :

$$V_{be(\text{sat})} \text{ Transistor} = 0,5 \text{ Volt}$$

$$V_{cc} \text{ suplay relay} = 12 \text{ Volt}$$

$$H_{fe} = 64$$

$$R(\text{relay}) \text{ dari pengukuran} = 2 \Omega$$

Maka dengan diketahui nilai data yang diperlukan maka dapat dicari perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 I_{relay} &= \frac{V_{(relay)}}{R_{(relay)}} \\
 &= \frac{12V}{2} \\
 &= 6A
 \end{aligned}$$

Dengan diketahuinya $I_{relay} = I_c$ maka dapat dicari I_b nya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 I_b &= \frac{I_c}{H_{fe}} \\
 &= \frac{6A}{63} \\
 &= 0,095A
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan berapa besar I_b maka besarnya nilai R_b dapat ditentukan:

$$\begin{aligned}
 R_b &= \frac{(V_{in} - |V_{be}|)}{I_b} \\
 &= \frac{(5 - |0,5|)}{0,095A} \\
 &= \frac{4,5V}{0,095A} \\
 &= 47\Omega
 \end{aligned}$$

3.13. Perencanaan Putaran Motor DC

Kecepatan putar motor DC dalam perancangan ini diatur menggunakan PWM, yang mana PWM tersebut adalah pengaturan lebar lama pulsa aktif motor. PWM tersebut disesuaikan dengan perubahan data biner 8bit keluaran ADC0804.

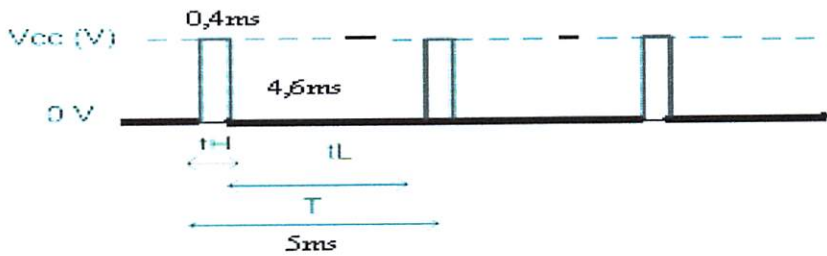
Dalam perancangan PWM digunakan T sebesar = 5ms dan pembacaan data output awal ADC0804 oleh AT89S8252 sebesar $20_{(10)}$ yang digunakan signal *Dutycycle* 8% maka waktu yang diperlukan adalah:

$$D = \frac{tH}{T} \times 100\%$$

$$8\% = \frac{tH}{5ms} \times 100\%$$

$$tH = \frac{5ms}{100\%} \times 8\%$$

$$tH = 0,4 ms$$



Gambar 3-13 Gelombang PWM 8%

Seperti rumus perhitungan PWM diatas dan disesuaikan dengan perubahan autputan data ADC0804 yang dibaca mikro dalam peningkatan $20_{(10)}$ maka didapatkan keadaan aktif (tH) dan keadaan mati motor (tL) sebagai berikut:

Tabel 3-2. Data keadaan keadaaan aktif (tH) dan keadaan mati motor (tL)

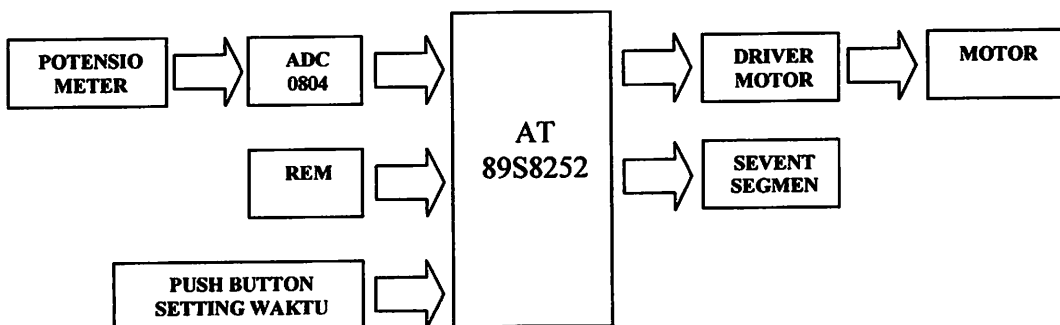
| Data Output ADC 0804 | Dutycycle | Keadaan aktif (tH) | Keadaan mati (tL) |
|----------------------|-----------|------------------------|-----------------------|
| $20_{(10)}$ | 8% | 0,4ms | 4,6ms |
| $40_{(10)}$ | 16% | 0,8ms | 4,2ms |
| $60_{(10)}$ | 24% | 1,2ms | 3,8 |
| $80_{(10)}$ | 32% | 1,6ms | 3,4ms |
| $100_{(10)}$ | 40% | 2,0ms | 3,0ms |
| $120_{(10)}$ | 48% | 2,4ms | 2,6ms |
| $140_{(10)}$ | 56% | 2,8ms | 2,4ms |

BAB III

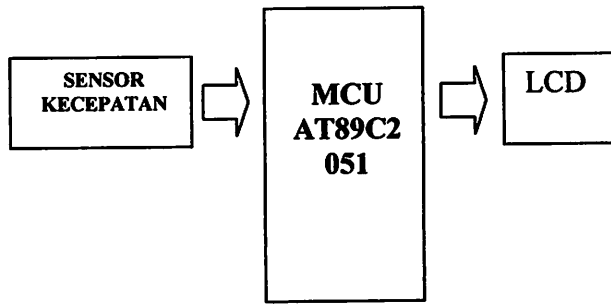
PERENCANAAN ALAT

Pada tugas akhir ini direncanakan suatu simulasi control kecepatan kesetabilan kecepatan kendaraan roda empat(mobil) dengan memanfaatkan mikrokontroler AT89S8252 dimana didalam pengoperasiannya menggunakan peralatan pendukung berupa input pedal gas yang telah dipasang variabel resistor sebagai inputan tegangan untuk memicu kecepatan motor(mobil), sensor kecepatan opto copler yang ditaruh pada motor untuk mendeteksi kecepatan motor(mobil), limit switch yang ditaruh pada pedal rem digunakan sebagai interup pada mikrokontroler untuk mengembalikan system penyetabil kecepatan motor menjadi normal kembali, output berupa kendali motor dan LCD, dan sebagai indikasi bahwa system penyetabil aktif 7 segment tak berkedip dan bila sistem belum stabil 7 segment berkedip.

3.1. Perancangan Perangkat keras.



Gambar 3-1. Diagram Blok Sistem Utama



Gambar 3-2. Blok Diagram Perangkat Penampil Kecepatan Menggunakan IC Eksternal AT89C2051

3.2. Diskripsi Tentang Kinerja Sistem

Sistem kontrol ini dirancang untuk mengurangi rasa kelelahan bagi pengendara mobil disaat melakukan perjalanan jauh, yang mana sistem ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Sistem mulai bekerja disaat pedal gas mulai di injak atau ditekan oleh pengendara yang mana pada pedal gas disimulasikan dengan potensio meter, dimana nilai tegangan berubah ubah sesuai perubahan pedal gas tersebut, dan sinyal perubahan tegangan tersebut dikonversi menjadi menjadi sinyal digital oleh ADC0804 sebagai inputan Mikrokontroler untuk merubah kecepatan motor.
- Di dalam soft ware program Mikrokontroler diseting bila dalam durasi waktu yang diset misalkan diset 1 menit, kecepatan motor tidak berubah maka Mikrokontroler akan mengeset kecepatan motor (mobil) agar tetap konstan atau stabil.
- Pada motor dipasang sensor kecepatan yang mana menggunakan Photo dioda sebagai feed back pendeteksi seberapa besar kecepatan

mobil yang kemudian mengirim sinyal analog ke IC external yaitu IC AT89C2051 untuk kemudian data dikerem ke LCD sebagai tampilan kecepatan motor.

- Sistem akan berubah menjadi normal kembali bila pengendara menginjak Pedal Rem yang mana terdapat Push buton yang memiliki kinerja seperti limit switch, sebagai perintah pada Mikrokontroler untuk menurunkan kecepatan motor.

3.3. Fungsi Komponen dari Rangkaian Sistem

Fungsi dari masing-masing blok tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. POTENSIO METER

Potensio meter dalam perancangan alat ini digunakan sebagai simulasi gas, yang mana tegangan yang dihasilkan oleh potensio sebagai pengendali kecepatan putar motor.

2. SENSOR KECEPATAN

Sensor kecepatan yang digunakan yaitu Photo Dioda yang mana akan memberikan sinyal pada Mikrokontroler AT89C2051 untuk mendeteksi kecepatan putar motor.

3. ADC0804

Berfungsi sebagai konverter sinyal analog yang dihasilkan potensio meter diubah ke dalam bentuk digital sebelum diterima mikrokontroler AT89S8252.

4. MIKROKONTROLER AT89S8252

Berfungsi sebagai pengendali utama dari sistem yang ada dimana didalamnya terdapat program pengendali sistem yang dibuat.

5. MIKROKONTROLER AT89C2051

Berfungsi hanya sebagai pengatur tampilan kecepatan

6. MOTOR DC

Dalm hal ini yang digunakan sebagai simulasi roda atau ban mobil yang dikendalikan kecepatannya.

7. LCD

Berfungsi tampilan kecepatan motor atau kecepatan mobil secara digital.

8. 7 SEGMENT

Sebagai tampilan setting waktu yang diinginkan oleh pengendara mobil.

9. PUSH BUTTON

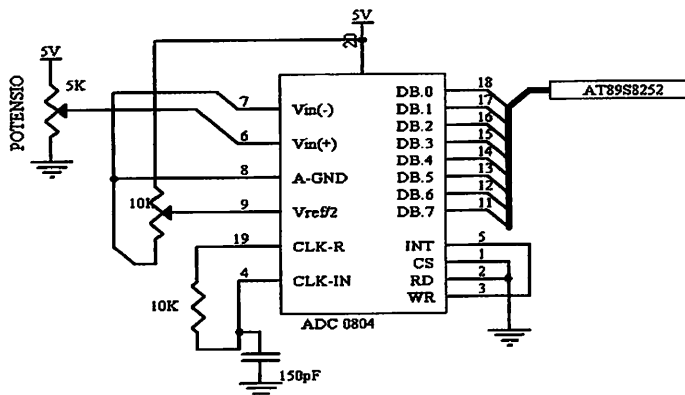
Sebagai perangkat tambahan untuk menseting waktu.

10. REM

Sebagai pengendali Rem untuk mengurangi ataupun menghentikan motor .

3.4. ADC (Analog To Digital Converter) 0804

Untuk merubah (mengatur) nilai *setpoint* pada skripsi ini menggunakan potensiometer seperti pada gambar 3.1 yang dihubungkan dengan ADC0804.



Gambar 3-3. ADC (Analog To Digital Converter) 0804

3.4.1. Clock pada ADC

Clock pada ADC menahan pembangkit internal, sehingga hanya dibutuhkan sebuah resistor dan kapasitor yang dihubungkan pada jalur CLK R (pin 19) dan CLK IN (pin 4). Dengan mengambil nilai $R = 10K$ dan $C = 150\text{ pF}$ maka diperoleh frekuensi clock sebesar

$$F_{clk} = \frac{1}{1,1RC}$$

$$F_{clk} = \frac{1}{1,1 \times 10 \times 10^3 \times 150 \times 10^{-12}}$$

$$F_{clk} = 606,06\text{ KHz}$$

Frekuensi ini masih berada dalam batas range ADC 0804 yaitu 100KHz sampai 1MHz

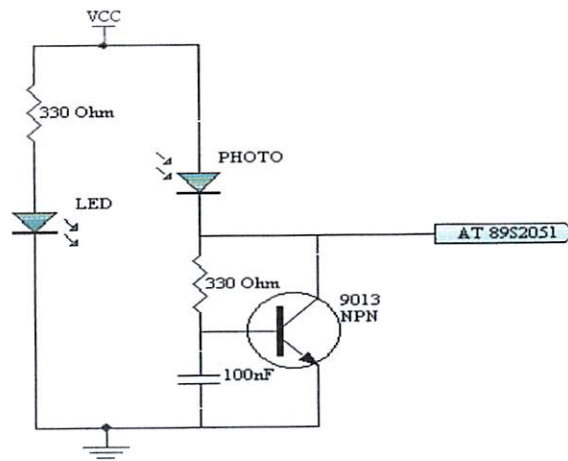
3.5. Perancangan Sensor Kecepatan

Didalam tugas akhir ini digunakan sebagai sensor kecepatan yaitu photo dioda yang mana akan memberikan sinyal pada Mikrokontroler untuk mendeteksi kecepatan mobil dalam hal ini disimulasikan sebagai motor DC.

Sensor kecepatan ini terdiri dari dua bagian yang terpisah yaitu:

1. Sumber komponen pegirim (Infra Merah)
2. Komponen penerima (Photo Dioda)

Dari bagian sensor yang dirancang terdapat dua kondisi yang terdiri dari saturasi dan cut off. Kondisi saturasi terjadi apa bila intensitas sinar dari sumber cahaya Infra Merah tidak terhalang, namun sebaliknya bila kondisi cut off yaitu pada saat sumber cahaya terhalang.



Gambar 3-4. Rangkaian sensor kecepatan

Didapatkan dari data sheet

| | |
|--------------------------|------------|
| $V_{be(sat)}$ Transistor | = 1,2 Volt |
| V_{cc} | = 5 Volt |
| Hfe | = 64 |
| $I_{c(sat)}$ | = 500mA |

Maka dapat dicari perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_b &= \frac{I_c}{H_{fe}} \\ &= \frac{500mA}{64} \\ &= 12,5mA \end{aligned}$$

Setelah didapatkan berapa besar I_b maka besarnya nilai R_b dapat ditentukan:

$$\begin{aligned} R_b &= \frac{(V_{in} - |V_{be}|)}{I_b} \\ &= \frac{(5 - |1,2|)}{12,5mA} \\ &= \frac{3,8}{12,5mA} \\ &= 304 \Omega \end{aligned}$$

Dikarnakan dipasaran tidak didapatkan R sebesar itu maka dalam perancangan ini digunakan R sebesar 330Ω .

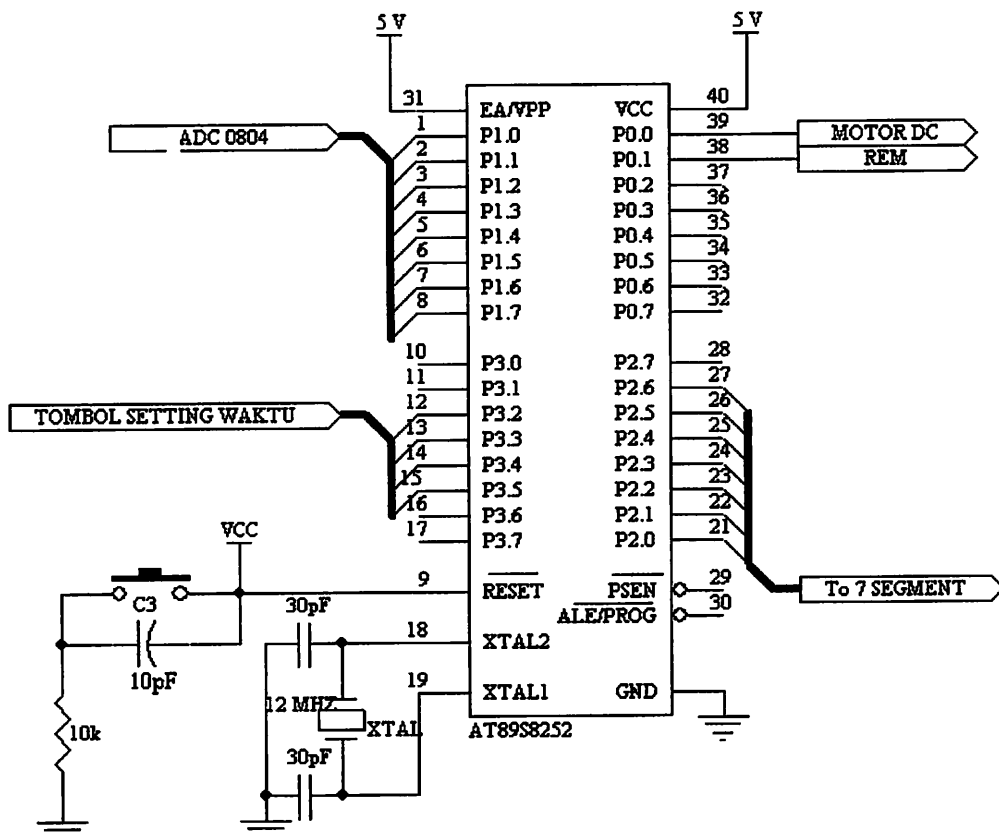
Agar didapatkan transistor bekerja dengan sesuai frekuensinya yaitu F 30MHZ maka dapat dicari besarnya nilai C nya sbagai berikut:

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{1,1RC} \\ 30 \times 10^6 &= \frac{1}{1,1 \times 304C} \\ C &= \frac{1}{30 \times 10^6 \times 1,1 \times 304} \\ C &= 9,96 \times 10^{-11} \\ C &= 99,6 \times 10^{-12} \text{ Farad} \end{aligned}$$

Jadi dalam perancangan dibutuhkan C sebesar $99,6nF$, namun bila di pasaran tidak ditemukan maka dapat digunakan C sebesar $100nF$.

3.6. Rangkaian mikrokontroler AT89S8252

Pada perancangan ini mikrokontroler di fungsikan sebagai pengontrol utama sistem kerja rangkaian melalui software yang diprogram. Mikrokontroler memproses data-data yang berasal dari input variabel resistor. Selanjutnya data-data tersebut diolah lagi oleh mikrokontroler untuk menggerakkan motor DC dan menggerakkan motor stepper guna membuka klep bensin kabilator. Adapun gambar minimum sistem sebagai berikut:



Gambar 3-5. Rangkaian Mikrokontroler AT 89S8252

Pada port 1.0 sampai port 1.7 digunakan sebagai port data ADC0804 dan untuk port 3.5 digunakan sebagai tombol setting waktu Up, untuk port 3.3 tombol Down, port 3.2 tombol Cancel, port 3.4 sebagai tombol Enter. Untuk port 2

digunakan sebagai kendali seven segment digunakan sebagai tampilan lama waktu yang disetting. Driver motor DC dimanfaat port 0.0, untuk port 0.1 digunakan sebagai port REM. Agar mikrokontroller dapat membaca program yang tersimpan dalam EEPROM internal, maka pin 31 (\overline{EA}/Vp) harus diberi logika low. Vcc 5Volt yang digunakan di pin 40. Sebagai sumber clock external dipergunakan 2 buah kapasitor dan 1 buah kristal.

Program yang digunakan dalam aplikasi ini akan disimpan dalam memori EEPROM Internal Chip 89S8252 yang dimulai 0000H-0FFFH (4Kb). Sedangkan untuk keperluan pemrosesan data oleh chip 89S8252 akan digunakan RAM Internal yang dimulai sebesar 256 byte pada alamat 00H-7FH. Register A yang berada dalam Komponen SFR Internal AT89S8252 pada alamat 0E0H digunakan untuk menyimpan data sementara.

Pada rangkaian dipasang rangkaian RESET yang mana terhubung dengan rangkaian R sebesar $10K\Omega$ dan C sebesar 10pF, rangkaian ini berfungsi sebagai pembangkit signal clock mikrokontroler melakukan proses kembali ke alamat 00H, dimana frekuensi dapat dicari sebagai berikut.

$$f = \frac{1}{1,1RC}$$

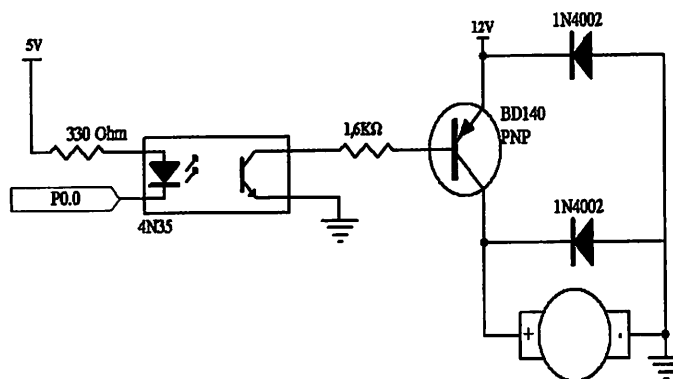
$$f = \frac{1}{1,1 \times 10 \cdot 10^3 \times 10 \cdot 10^{-12}}$$

$$f = 9,09 \text{ MHz}$$

Frekuensi ini masih berada dalam batas range frekuensi osilasi AT89S8252 yang dipakai sebesar 12MHz.

3.7. Rangkaian Driver Motor Dc

Pada perancangan ini digunakan satu buah motor DC yang digunakan sebagai simulasi kecepaaan ban mobil. Rangkaian penggerak motor DC ini menggunakan transistor dan optocoupler. Transistor PNP yang digunakan tipe BD140 yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengaktifkan motor. Optocoupler yang digunakan tipe 4N35 dimana pada bagian pemancarnya disuplay tegangan 5V dan akan mulai aktif(memancarkan sinar) bila pada ground mendapatkan signal dari mikrokontroler, pada bagian penerimaanya akan aktif bila mendapat arus balek I_b dari transistor BD140.



Gambar 3-6. Rangkaian driver Motor DC

Agar driver dapat berfungsi sebagai mestinya maka perlu dilakukan perhitungan.

Diketahui :

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| $V_{be(sat)}$ Transistor | = -1 Volt |
| V_{cc} suplay relay | = 12 Volt |
| H_{fe} | = 250 |
| $R(\text{motor})$ dari pengukuran | = 20 Ω |

Maka dengan diketahui nilai data yang diperlukan maka dapat dicari perhitungannya sebagai berikut:

$$I_{\text{motor}} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ A}$$

Dengan diketahuinya $I_{\text{motor}} = I_c$ maka dapat dicari I_b nya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_b &= \frac{I_c}{H_{fe}} \\ &= \frac{0,6 \text{ A}}{250} \\ &= 0,0024 \text{ A} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan berapa besar I_b maka besarnya nilai R_b dapat ditentukan:

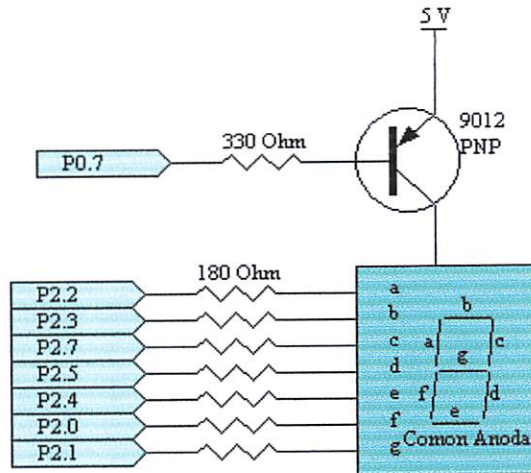
$$\begin{aligned} R_b &= \frac{(V_{in} - |V_{be}|)}{I_b} \\ &= \frac{(5 - |1|)}{0,0024 \text{ A}} \\ &= \frac{4}{0,0024 \text{ A}} \\ &= 1666,66 \Omega \end{aligned}$$

Untuk menghindari arus yang berlebih maka dalam perancangan di pakai R_b 1,6K Ω .

3.8. Rangkaian display seven segmet

Seven segment mempunyai tujuh buah LED yang dikemas di dalam satu kemasan. Diantara dua kaki yang dimiliki oleh LED tersebut, salah satu kaki dari ketujuh LED tersebut saling dihubungkan yang satu dengan yang lainnya atau lebih dikenal dengan common. Common pada seven segment yang digunakan pada perancangan ini adalah jenis common anoda.

Pada perancangan alat ini, seven segment digunakan untuk menampilkan setting waktu berapa lama kecepatan motor tidak berubah guna mencapai kestabilan motor.



Gambar 3-7. Rangkaian 7 Segment

Didapatkan dari data sheet

$$V_{be(sat)} \text{ Transistor} = 1,2 \text{ Volt}$$

$$V_{cc} = 5 \text{ Volt}$$

$$H_{fe} = 64$$

$$I_{c(sat)} = 500\text{mA}$$

Maka dapat dicari perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I_b &= \frac{I_c}{H_{fe}} \\ &= \frac{500\text{mA}}{64} \\ &= 12,5\text{mA} \end{aligned}$$

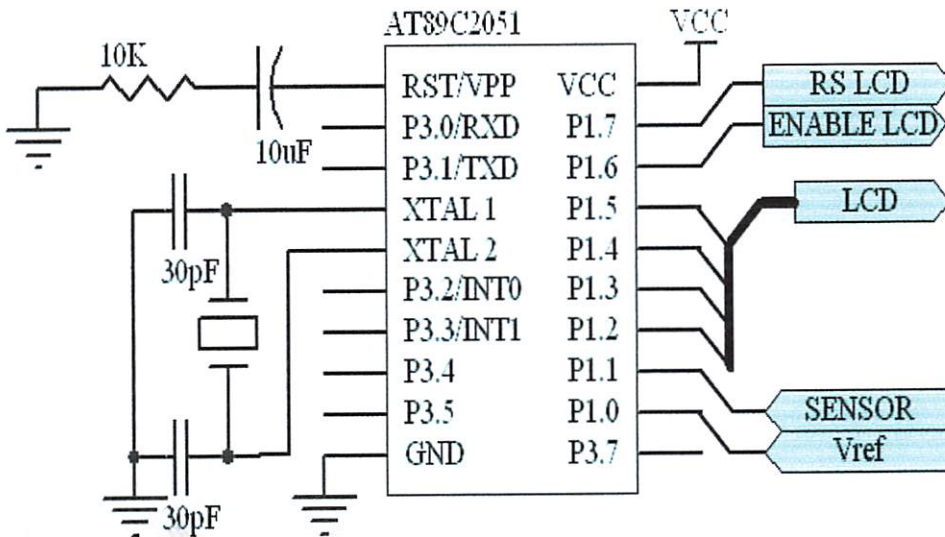
Setelah didapatkan berapa besar I_b maka besarnya nilai R_b dapat ditentukan:

$$\begin{aligned}
 R_b &= \frac{(V_{in} - |V_{be}|)}{I_b} \\
 &= \frac{(5 - |1,2|)}{12,5mA} \\
 &= \frac{3,8}{12,5mA} \\
 &= 304 \Omega
 \end{aligned}$$

Dikarnakan dipasaran tidak didapatkan R sebesar itu maka dalam perancangan ini digunakan R sebesar 330 Ω .

3.9. Perancangan AT89C2051

Dalam perancangan sistem ini diberikan IC eksternal AT89C2051 guna mendeteksi kecepatan putar motor dan kemudian akan ditampilkan pada LCD M1632 yang dapat dilihat pada gambar perancangan alat sebagai berikut:



Gambar 3-9. Rangkaian AT89C2051 Sebagai Pengontrol Tampilan LCD

AT 89C051 digunakan sebagai pemroses kecepatan putar motor yang telah dideteksi oleh potho dioda yang mana data masuk pada port 1.1, kemudian dilakukan pengkonfersian dan ditampilkan ke LCD M1632 dimana data yang

dikirim per empat bit melalui port 1.2 untuk D7, port 1.3 untuk D6, port 1.4 untuk D5 dan D4 digunakan port 1.5. Sedangkan agar data dapat diterjemahkan oleh LCD maka perlu diaktifkan dengan di enablekan melalui port 1.6 dan port 1.7 sebagai fungsi reset.

3.10. Rangkaian LCD

Dalam perancangan alat LCD digunakan sebagai perangkat penampil kecepatan motor. LCD yang digunakan yaitu tipe M1632, yang mempunyai CMOS yang dilengkapi dengan *driver controller* internal. Pengontrolan utamanya terkait pada ROM generator dan tampilan data RAM yang dihasilkan oleh kode ASCII.

Pengontrolan pin E (*enable*), dan \overline{Rs} yang dihubungkan dengan P1.6 dan P1.7 pada MCU AT 89C2051. Dalam perancangan ini data bus yang digunakan hanya 4 data antara lain: Pin D4 pada P1.5, Pin D5 pada P1.4, Pin D6 pada P1.3, dan untuk Pin D7 dihubungkan pada P1.2. *Back light* diatur dengan menghubungkan kaki K (*katode*) dengan ground dan A (*anode*) dengan *supply* tegangan +5 Volt. Sedangkan pengaturan kontrasnya, dihubungkan dengan resistor variabel antara pin Vee.

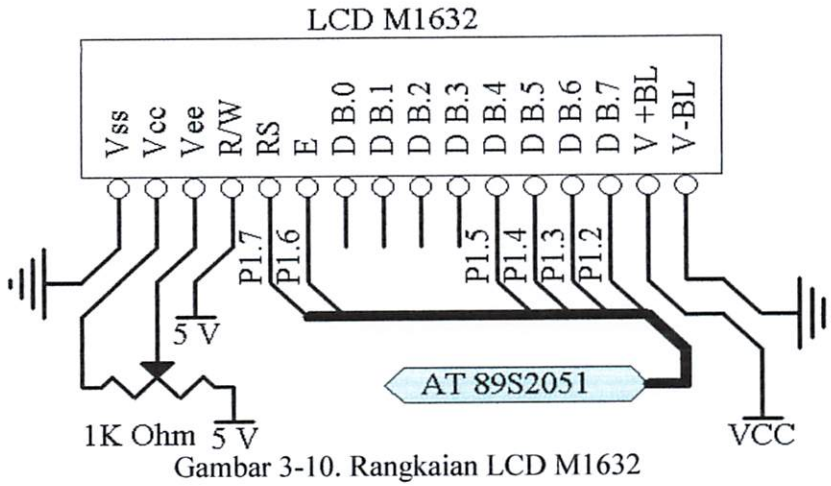
Peraga LCD mempunyai 14 penyemat yang fungsinya ditunjukkan pada tabel 3-1 seperti berikut ini :

Tabel 3.1. Fungsi Penyemat LCD

| Nama Penyemat | Fungsi |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> DB0-DB7 | <input checked="" type="checkbox"/> Merupakan saluran data (data bus), yang berisi perintah dan data yang akan ditampilkan pada LCD. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Enable | <input checked="" type="checkbox"/> Sinyal operasi awal sinyal ini mengaktifikasi baca tulis data. |
| <input checked="" type="checkbox"/> R/W | <input checked="" type="checkbox"/> Sinyal seleksi tulis dan baca. Tulis = 0. Baca = 1. |
| <input checked="" type="checkbox"/> RS | <input checked="" type="checkbox"/> Sinyal pemilih register keadaan. Instruksi register tulis = 0. Instruksi register baca = 1. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Vee | <input checked="" type="checkbox"/> Untuk mengendalikan kecerahan LCD. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Vcc | <input checked="" type="checkbox"/> + 5 Volt, supli tegangan. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Vss | <input checked="" type="checkbox"/> Terminal ground. |

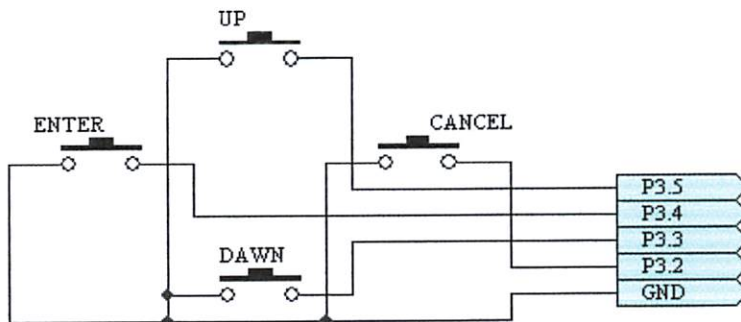
Bus data LCD terhubung dengan port 0 MCU AT89C2051. Sinyal kontrol EN dihubungkan dengan pin P1.6, RS dihubungkan dengan pin P1.7, penampil kristal cair tipe M1632 dilengkapi pula dengan *back light* berwarna kuning. Penyemat Vcc dihubungkan ke potensiometer 1 KOhm yang berfungsi mengatur intensitas gelap terangnya tampilan dilayar LCD.

Penyemat R/W dihubungkan pada catu daya + 5 Volt sehingga mode penampilan kristal cair adalah baca (1). Rangkaian LCD ini ditunjukkan pada gambar berikut.



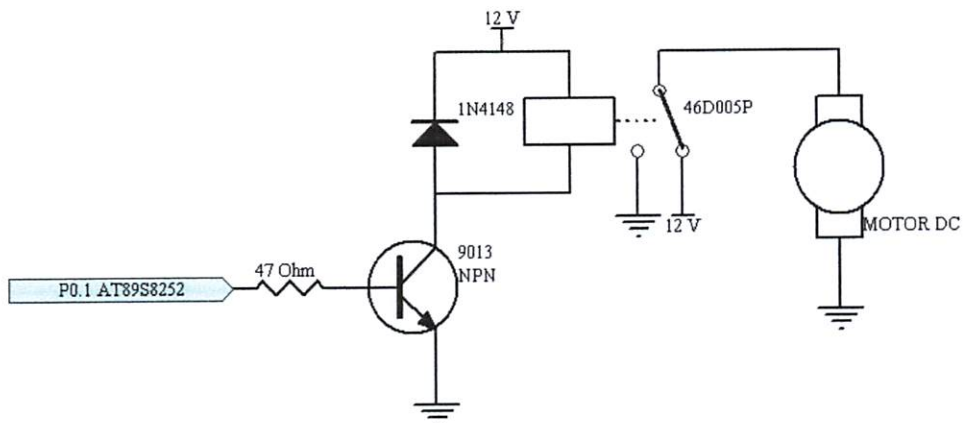
3.11. Rangkaian Tombol Pengesetan Waktu

Untuk melakukan pengesetan waktu sebagai pembandeng berapa lama Gas tidak berubah maka perlu dibuat rangkaian penseting waktunya seperti gambar dibawah ini:



3.12. Rangkaian REM.

Rangkaian ini dapat digunakan sebagai REM dadakan disaat sistem sedang berjalan. Dalam perancangannya digunakan sebuah relay yang dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 3-12. Rangkain REM

Transistor NPN yang digunakan tipe 9013 yang berfungsi sebagai saklar untuk mengaktifkan relay. Pada perencanaan ini, relay yang digunakan 12 volt tegangan DC.

Agar driver relay dapat berfungsi sebagai mestinya maka perlu dilakukan perhitungan.

Diketahui :

$$V_{be(sat)} \text{ Transistor} = 0,5 \text{ Volt}$$

$$V_{cc} \text{ suplay relay} = 12 \text{ Volt}$$

$$H_{fe} = 64$$

$$R(\text{relay}) \text{ dari pengukuran} = 2 \Omega$$

Maka dengan diketahui nilai data yang diperlukan maka dapat dicari perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 I_{relay} &= \frac{V_{(relay)}}{R_{(relay)}} \\
 &= \frac{12V}{2} \\
 &= 6A
 \end{aligned}$$

Dengan diketahuinya $I_{relay} = I_c$ maka dapat dicari I_b nya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 I_b &= \frac{I_c}{H_{fe}} \\
 &= \frac{6A}{63} \\
 &= 0,095A
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan berapa besar I_b maka besarnya nilai R_b dapat ditentukan:

$$\begin{aligned}
 R_b &= \frac{(V_{in} - |V_{be}|)}{I_b} \\
 &= \frac{(5 - |0,5|)}{0,095A} \\
 &= \frac{4,5V}{0,095A} \\
 &= 47\Omega
 \end{aligned}$$

3.13. Perencanaan Putaran Motor DC

Kecepatan putar motor DC dalam perancangan ini diatur menggunakan PWM, yang mana PWM tersebut adalah pengaturan lebar lama pulsa aktif motor. PWM tersebut disesuaikan dengan perubahan data biner 8bit keluaran ADC0804.

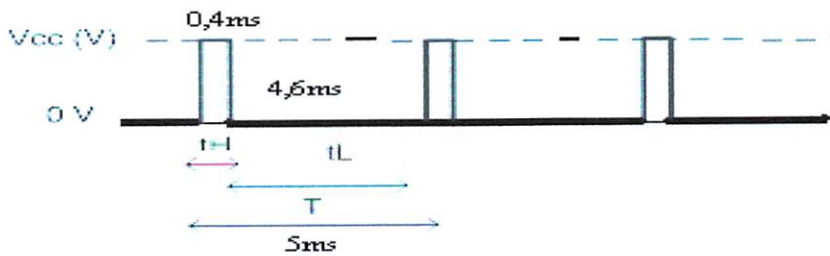
Dalam perancangan PWM digunakan T sebesar = 5ms dan pembacaan data output awal ADC0804 oleh AT89S8252 sebesar $20_{(10)}$ yang digunakan signal *Dutycycle* 8% maka waktu yang diperlukan adalah:

$$D = \frac{tH}{T} \times 100\%$$

$$8\% = \frac{tH}{5ms} \times 100\%$$

$$tH = \frac{5ms}{100\%} \times 8\%$$

$$tH = 0,4 ms$$



Gambar 3-13 Gelombang PWM 8%

Seperti rumus perhitungan PWM diatas dan disesuaikan dengan perubahan outputan data ADC0804 yang dibaca mikro dalam peningkatan $20_{(10)}$ maka didapatkan keadaan aktif (tH) dan keadaan mati motor (tL) sebagai berikut:

Tabel 3-2. Data keadaan keadaan aktif (tH) dan keadaan mati motor (tL)

| Data Output ADC 0804 | Dutycycle | Keadaan aktif (tH) | Keadaan mati (tL) |
|----------------------|-----------|------------------------|-----------------------|
| $20_{(10)}$ | 8% | 0,4ms | 4,6ms |
| $40_{(10)}$ | 16% | 0,8ms | 4,2ms |
| $60_{(10)}$ | 24% | 1,2ms | 3,8 |
| $80_{(10)}$ | 32% | 1,6ms | 3,4ms |
| $100_{(10)}$ | 40% | 2,0ms | 3,0ms |
| $120_{(10)}$ | 48% | 2,4ms | 2,6ms |
| $140_{(10)}$ | 56% | 2,8ms | 2,4ms |

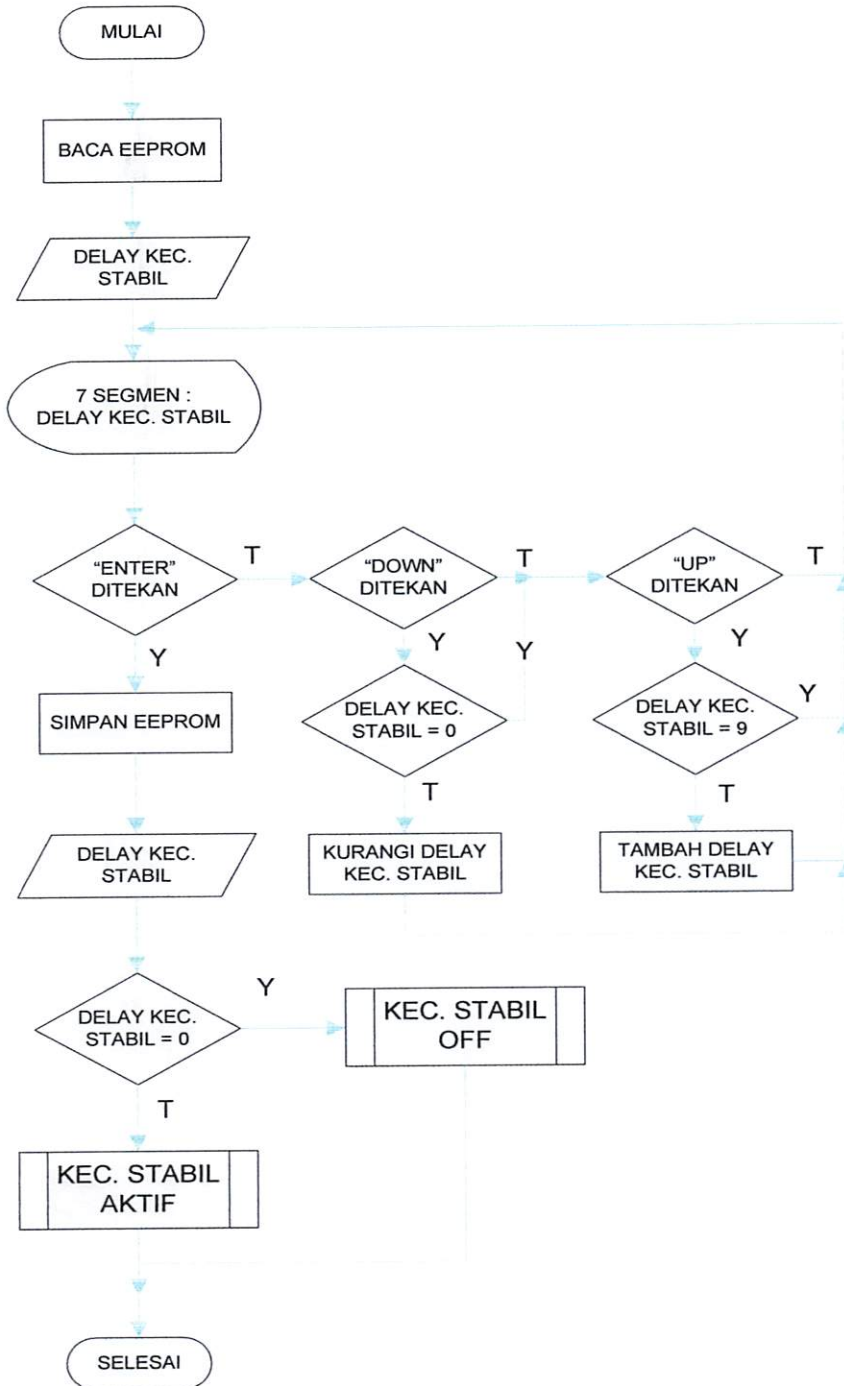
| | | | |
|---------------------|-----|-------|-------|
| 160 ₍₁₀₎ | 64% | 3,2ms | 1,8ms |
| 180 ₍₁₀₎ | 72% | 3,6ms | 1,4ms |
| 200 ₍₁₀₎ | 80% | 4,0ms | 1ms |
| 220 ₍₁₀₎ | 88% | 4,4ms | 0,6ms |

3.14. Perencanaan Perangkat Lunak

Pembuatan perangkat keras tidak banyak gunanya apabila tidak didukung oleh perangkat lunak. Perangkat lunak yang digunakan disini menggunakan bahasa program assembler. Dan sebelum menyusun program assembler terlebih dahulu kita harus membuat diagram alir (flowchart) dari program tersebut. Diagram alir akan mempermudah menentukan program yang akan dibuat.

Dibawah ini dapat dilihat perencanaan diagram alir program dari alat yang direncanakan dan pada lampiran dapat dilihat susunan/listing program bahasa Assembler.

Flowchart Sistem Utama



BAB IV

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

4.1. Pendahuluan

Untuk mengetahui sistem simulasi alat pengontrol kecepatan kestabilan mobil otomatis dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan, maka diperlukan pengkajian terhadap alat tersebut. Dalam rangka pengkajian tersebut pada bab ini diuraikan sejumlah pengujian dan percobaan yang dilakukan untuk mengetahui kerja sistem pengontrol kecepatan kestabilan mobil otomatis. Pengujian sistem tersebut adalah pengujian perangkat keras. Berikut ini akan diberikan penjelasan mengenai prosedur pengujian dan pengamatan terhadap pengujian. Adapun alat dan bahan yang dipergunakan adalah:

- Sensor Kecepatan Poto Dioda
- Pengujian DC0804
- Rangkaian Seven Segment Rangkaian Seven Segment
- Rangkaian Level Kecepatan
- Rangkaian Driver Motor
- Rangkaian LCD

4.2. Pengujian Rangkaian

4.2.1. Pengujian Rangkaian Sensor Photo Dioda

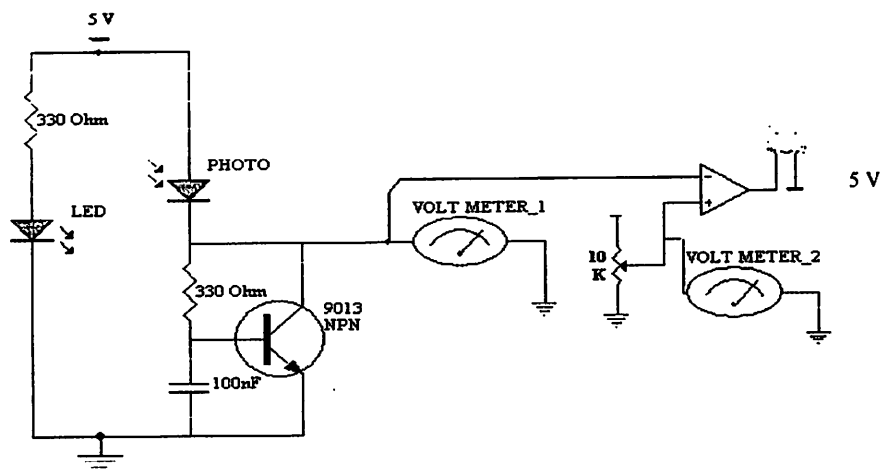
a. Tujuan:

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah photo dioda dapat mendeteksi kecepatan putar motor.

b. Alat dan bahan:

- Sumber tegangan +5 Volt
- Rangkaian sensor *photo dioda*
- Objek penghalang (tangan)

c. Gambar cara pengujian rangkaian:



Gambar 4.1. Pengujian Rangkaian Sensor *Infra Red*

d. Data hasil pengujian

Tabel 4.1
Data Hasil Pengujian Rangkaian Sensor *Infra Red*
dengan Komparator

| NO | Perlakuan | $V_{\text{meter-1}}$ (Volt) | V_{ref} (Volt) | Kondisi LED | Output | Kondisi Cahaya |
|----|-----------|-----------------------------|-------------------------|-------------|--------|----------------|
| 1 | ✓ | 4,65 | 2 | Hidup | "0" | Kosong |
| 2 | ✓ | 1,73 | 2 | Mati | "1" | Terhalang |
| 3 | ✓ | 3,37 | 2 | Hidup | "0" | Kosong |
| 4 | ✓ | 1,26 | 2 | Mati | "1" | Terhalang |

Sumber : Data hasil pengujian

e. Analisis:

Dari pengujian rangkaian sensor *infra red* dapat dianalisis, disaat sensor tidak terhalang dan sinar tak tampak/ cahaya lain dapat menyebabkan photo dioda mengalirkan arus yang berbanding lurus dengan kuat cahaya *infra red*. Kondisi ini menyebabkan tegangan yang terukur di AVO1 lebih besar dibanding V_{ref} , dan indikasinya sebagai logika low dan sebaliknya bila sensor terhalang tegangan yang terukur pada AVO1 lebih kecil dari V_{ref} comparator yang diset sehingga diindikasikan sebagai logika high.

4.2.2. Pengujian ADC (*Analog to Digital Converter*) 0804

a. Tujuan

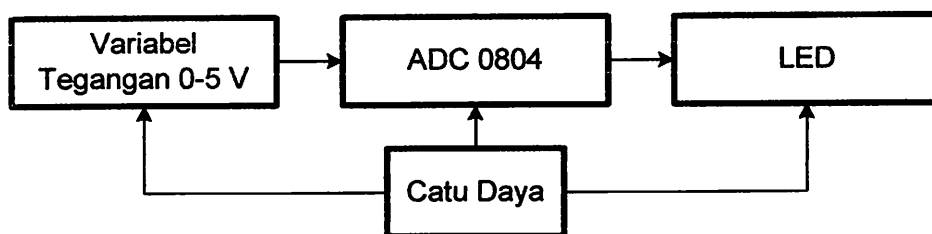
Untuk mengetahui hasil konversi tegangan analog ke digital setiap kenaikan 1 digit hasil konversi.

b. Peralatan

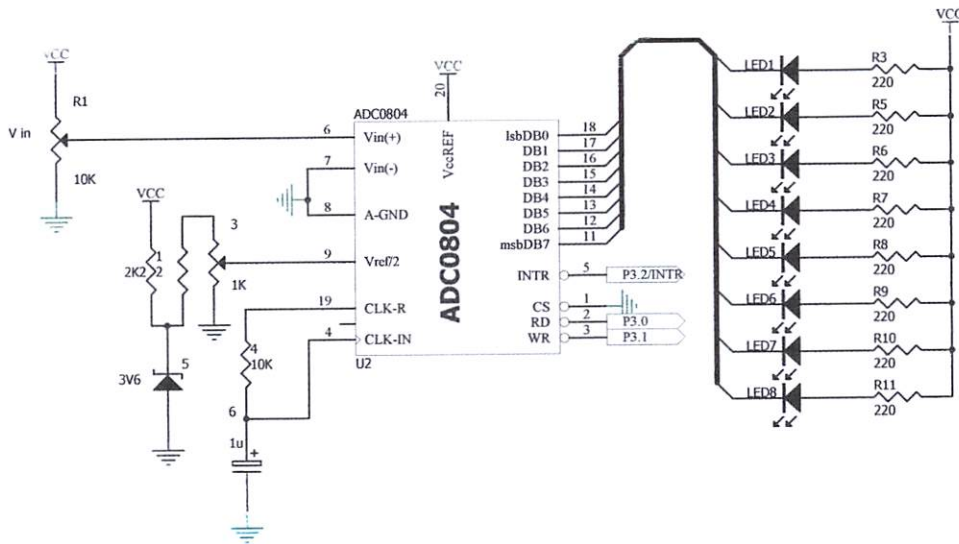
1. Variabel Resistor 10 K Ω .
2. Digital Multimeter.
3. Catu Daya 5 Volt.
4. Rangkaian ADC 0804.
5. Delapan bit rangkaian indikator LED.

c. Langkah Pengujian

1. Memasang 8 buah LED dengan resistor 220 Ω pada keluaran ADC 0804.
2. Memberikan Catu Daya 5 Volt pada rangkaian ADC 0804.
3. Memberikan masukan analog pada tegangan 0 s.d. 5 Volt pada pin masukan ADC 0804.
4. Mengatur variabel resistor untuk mendapatkan tegangan yang diinginkan.
5. Mencatat data biner 8 bit pada keluaran ADC 0804



Gambar 4-2. Diagram Blok Pengujian ADC 0804



Gambar 4-3. Rangkaian Pengujian ADC 0804

c. Hasil Pengujian

Untuk mengetahui perubahan tegangan tiap bit ADC adalah dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui $V = 5$ Volt, Step ADC = 2^8 (255), maka

$$\begin{aligned}
 1 \text{ bit} &= \frac{V}{\text{Step}_{ADC}} \\
 &= \frac{5}{255} = 19,6 \text{ mV}
 \end{aligned}$$

Jadi perubahan tegangan tiap bit ADC sebesar 19,6 mV.

Sedangkan untuk mengetahui data ADC ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut :

Diketahui V analog = 1 volt, maka

$$\begin{aligned} \text{Data ADC} &= \frac{V_{ana} \log}{\text{resolusi}} \\ &= \frac{1}{0,0196V} = 51_{(10)} \end{aligned}$$

Atau bisa juga dengan menggunakan perhitungan berikut;

$$\frac{1\text{Volt}}{5} = \frac{x}{255}$$

$$5x = 255$$

$$x = 51 \text{ Desimal}$$

Jadi tegangan 1 Volt = 00110011 Biner

Tabel 4-2. Hasil Pembacaan dan Perhitungan ADC 0804

| Input ADC (Volt) | Output ADC (Pembacaan) | Output ADC (Perhitungan) | | |
|---------------------|---------------------------|--------------------------|---------|--------------|
| | Biner | Biner | Desimal | Heksadesimal |
| 1,0 | 00110011 | 00110011 | 51 | 33 |
| 2,0 | 01100110 | 01100110 | 102 | 66 |
| 3,0 | 10011001 | 10011001 | 153 | 99 |
| 4,0 | 11001100 | 11001100 | 204 | CC |
| 5,0 | 11111111 | 11111111 | 255 | FF |

4.2.3. Pengujian Rangkaian *Driver Display Seven Segment*

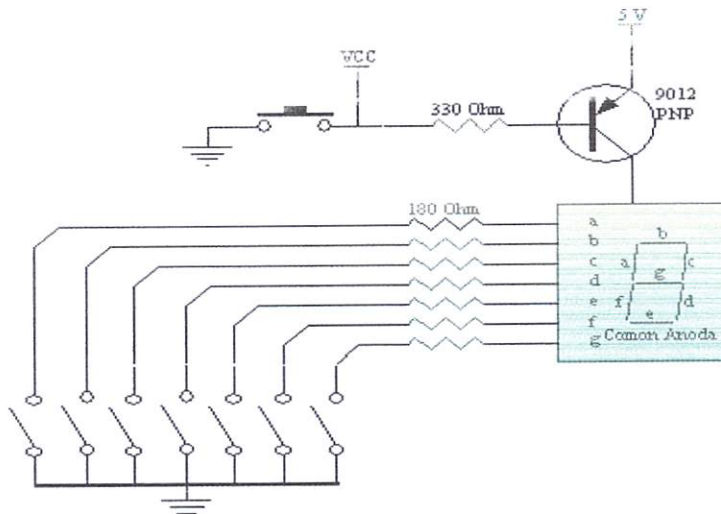
a. Tujuan:

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui apakah LED dapat menyala, jika transistor *driver* diberi *input (logic)*.

b. Alat dan bahan:

- Sumber tegangan +5 Volt
- LED *seven segment* dan *swich push buton*

c. Gambar cara pengujian rangkaian:



Gambar 4-4. Pengujian *Driver* dan *LED Seven Segment*

d. Data hasil pengujian:

Tabel 4-3.

Data Hasil Pengujian Rangkaian *Display Seven Segment*

| No | Kondisi Phus Button | Kombinasi Swicth Data <i>Seven Segment</i> | | | | | | | Tampilan |
|----|---------------------|--------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| | | s-g | s-f | s-e | s-d | s-c | s-b | s-a | |
| 1 | Ditekan | off | on | on | on | on | on | on | 0 |
| 2 | | off | off | off | on | on | off | off | 1 |
| 3 | | on | on | on | off | on | on | off | 2 |
| 4 | | off | off | on | on | on | on | off | 3 |
| 5 | | on | off | off | off | on | off | on | 4 |
| 6 | | on | on | on | on | on | on | on | 5 |
| 7 | | on | on | on | on | off | off | on | 6 |
| 8 | | off | off | off | on | on | on | off | 7 |
| 9 | | on | on | on | on | on | on | on | 8 |
| 10 | | on | off | off | on | on | on | on | 9 |

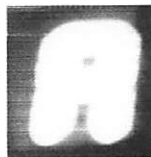
Sumber : Data hasil pengujian

e. Analisis:

Dari pengujian rangkaian *driver* dengan LED *seven segment* menunjukkan bahwa, jika *phus button* ditekan berarti rangkaian *driver* aktif, dengan adanya arus basis. Pada saat ini transistor mampu mengalikan arus sesuai dengan kebutuhan satu LED untuk menyala, maupun semua. Jika *phus button* tidak ditekan *input* logic '0' dan transistor mati, pada saat ini apapun kombinasi data *switch seven segment* tidak berpengaruh dan semua LED *seven segment* padam.

4.2.4. Pengujian Pengaturan waktu stabil pada *Display Seven Segment*

Dalam perancangan sistem ini bila pedal Gas tidak mengalami perubahan dalam pengesetan waktu yang diinginkan maka pada tampilan *seven segment* akan muncul angka A. Agar perancangan dapat terlaksana dibawah ini akan dilampirkan program asemblernya.



Gambar 4-5. Tampilan Setting Kestabilan

```

=====
; SUBROUTINE 7 SEGMENT :
=====
SEG_0:
  CLR  SEG_A
  CLR  SEG_B
  CLR  SEG_C
  CLR  SEG_D
  CLR  SEG_E
  CLR  SEG_F
  SETB SEG_G
  CLR  PWR
  CJNE R7,#0,LOOP_SEG_0
  MOV  DATA_INDİKATOR,#1
  CALL DELAY_SEGMEN

```



```
LOOP_SEG_0:
    RET
SEG_1:
    SETB SEG_A
    SETB SEG_B
    CLR SEG_C
    CLR SEG_D
    SETB SEG_E
    SETB SEG_F
    SETB SEG_G
    CLR PWR
    CJNE R7,#0,LOOP_SEG_1
    MOV DATA_INDİKATOR,#2
    CALL DELAY_SEG MEN
LOOP_SEG_1:
    RET
SEG_2:
    SETB SEG_A
    CLR SEG_B
    CLR SEG_C
    SETB SEG_D
    CLR SEG_E
    CLR SEG_F
    CLR SEG_G
    CLR PWR
    CJNE R7,#0,LOOP_SEG_2
    MOV DATA_INDİKATOR,#2
    CALL DELAY_SEG MEN
LOOP_SEG_2:
    RET
SEG_3:
    SETB SEG_A
    CLR SEG_B
    CLR SEG_C
    CLR SEG_D
    CLR SEG_E
    SETB SEG_F
    CLR SEG_G
    CLR PWR
    CJNE R7,#0,LOOP_SEG_3
    MOV DATA_INDİKATOR,#2
    CALL DELAY_SEG MEN
LOOP_SEG_3:
    RET
SEG_4:
    CLR SEG_A
    SETB SEG_B
    CLR SEG_C
    CLR SEG_D
    SETB SEG_E
    SETB SEG_F
```

```
    CLR    SEG_G
    CLR    PWR
    CJNE  R7,#0,LOOP_SEG_4
    MOV    DATA_INDIKATOR,#2
    CALL  DELAY_SEGMEN
LOOP_SEG_4:
    RET
SEG_5:
    CLR    SEG_A
    CLR    SEG_B
    SETB  SEG_C
    CLR    SEG_D
    CLR    SEG_E
    SETB  SEG_F
    CLR    SEG_G
    CLR    PWR
    CJNE  R7,#0,LOOP_SEG_5
    MOV    DATA_INDIKATOR,#2
    CALL  DELAY_SEGMEN
LOOP_SEG_5:
    RET
SEG_6:
    CLR    SEG_A
    CLR    SEG_B
    SETB  SEG_C
    CLR    SEG_D
    CLR    SEG_E
    CLR    SEG_F
    CLR    SEG_G
    CLR    PWR
    CJNE  R7,#0,LOOP_SEG_6
    MOV    DATA_INDIKATOR,#2
    CALL  DELAY_SEGMEN
LOOP_SEG_6:
    RET
SEG_7:
    SETB  SEG_A
    CLR    SEG_B
    CLR    SEG_C
    CLR    SEG_D
    SETB  SEG_E
    SETB  SEG_F
    SETB  SEG_G
    CLR    PWR
    CJNE  R7,#0,LOOP_SEG_7
    MOV    DATA_INDIKATOR,#2
    CALL  DELAY_SEGMEN
LOOP_SEG_7:
    RET
SEG_8:
    CLR    SEG_A
```

```

CLR   SEG_F
CLR   SEG_C
CLR   SEG_D
CLR   SEG_E
CLR   SEG_F
CLR   SEG_G
CLR   PWR
CJNE  R7,#0,LOOP_SEG_8
MOV   DATA_INDIKATOR.#2
CALL  DELAY_SEGMEN
LOOP_SEG_8:
RET
SEG_9:
CLR   SEG_A
CLR   SEG_B
CLR   SEG_C
CLR   SEG_D
CLR   SEG_E
SETB  SEG_F
CLR   SEG_G
CLR   PWR
CJNE  R7,#0,LOOP_SEG_9
MOV   DATA_INDIKATOR,#3
CALL  DELAY_SEGMEN
LOOP_SEG_9:
RET
HURUF_A:
CLR   SEG_F
CLR   SEG_A
CLR   SEG_B
CLR   SEG_C
CLR   SEG_D
CLR   SEG_G
SETB  SEG_E
CLR   PWR
RET

```

4.2.5. Pengujian Rangkaian Driver Motor DC

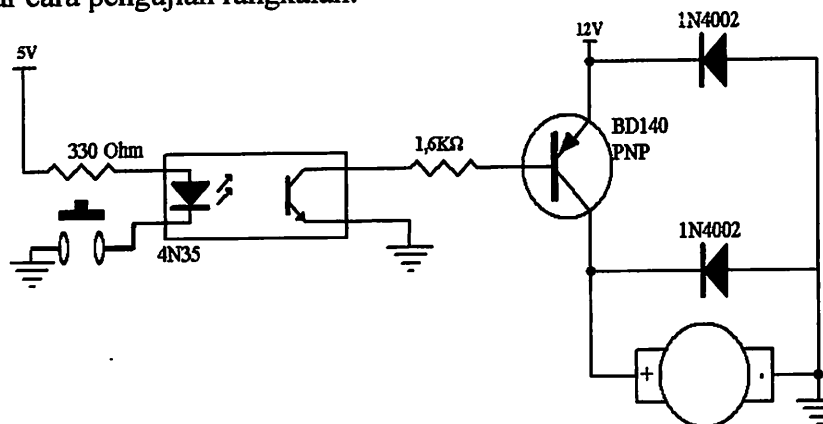
a. Tujuan:

Untuk mengetahui apakah driver motor DC berfungsi sesuai atau tidak.

b. Alat dan bahan:

- Sumber tegangan +5 Volt
- Opto copler, Motor DC, Transistor

c. Gambar cara pengujian rangkaian:



Gambar4-6. Rangkaian Penguji Driver Motor

d. Hasil:

Bila rangkaian driver motor DC kususnya kutup katodo pemancar Opto copler 4N35 dihubungkan dengan ground maka bagian pemancar mulai memancarkan sinar infra nya, untuk transistor akan aktif bila mendapatkan arus reves pada kaki basenya sehingga akan dapat mengaktifkan motor.

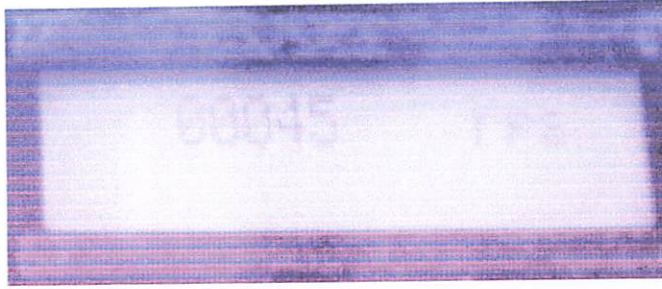
4.2.6. Pengujian Rangkain LCD (*Liquite Cyrystal Diplay*)

Untuk mengetahui LCD dapat berfungsi dengan baik maka diperlukan pengujian. Pada pengujian ini MCU diprogram untuk mengontrol LCD agar dapat menampilkan karakter :

Tampilan pertama

“rps” pada baris 1, rps adalah *rotation per-second*. Satuan ini mengidentifikasi banyaknya putaran yang terjadi selama 1 detik.

Adapun tampilan “rps” pada LCD adalah sebagai berikut :



Gambar 4-7. Tampilan kecepatan

MULAI:

```

CALL    INIT_LCD
CALL    DELAY_5MS
CALL    ANIMASI_1
CALL    DELAY_2S
CALL    ANIMASI_3
CALL    DELAY_2S
CALL    ANIMASI_5
CALL    DELAY_2S
CALL    TAMPILAN_2
CALL    DELAY_2S
CALL    ANIMASI_5
CALL    DELAY_2S
CALL    TAMPILAN_1
CALL    DELAY_2S
CALL    SENSOR
CALL    ANIMASI_5
CALL    DELAY_2S
CALL    DISPLAY_CLEAR
CALL    CURSOR_HOME
CALL    BARIS1_POSISI_00H
MOV     DPTR,#DATA_2
CALL    TAMPIL

```

ULANG_DATA:

```

CALL    SENSOR
CALL    RPS
JMP     ULANG_DATA

```

```

=====;
DATA_2:  DB      '    rps '
=====;

```

4.2.7. Pengujian Alat Keseluruhan

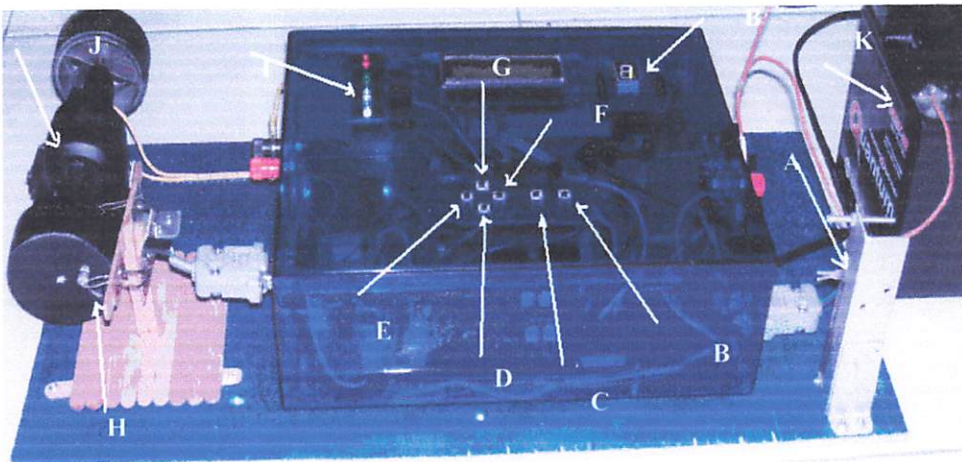
a. Tujuan

Tujuan dari pengujian alat keseluruhan ini adalah untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sudah sesuai dengan perancangan.

b. Alat dan bahan

- ✓ Catu daya PLN 220 Volt
- ✓ ACU 12 Volt
- ✓ Alat Alat Simulasi Pengontrol Kecepatan Mobil Otomatis

c. Blok rangkaian pengujian keseluruhan:



Gambar 4-12. Foto Alat Simulasi Pengontrol Kecepatan Mobil Otomatis

Keterangan gambar:

| | |
|--------------|---------------------|
| A. PEDAL GAS | B. RESET |
| C. REM | D. DOWN |
| E. CANCEL | F. ENTER |
| G. UP | H. SENSOR KECEPATAN |
| I. ACU | J. RODA |

d. Prosedur pengujian :

1. Pertama kali yang harus dilakukan adalah menghidupkan *power supply* pada sistem.
2. Melakukan pengesettan berapa lama kestabilan dengan menekan tombol Up(G) sesuai keinginan kemudian tekan tombol enter(F).
3. Melakukan penambahan Gas(A) sesuai keinginan dan roda(J) mulai berputar.
4. Bila Gas tidak mengalami perubahan dalam durasi waktu yang telah ditentukan maka indikator kecepatan stabil yaitu *seven segment* menampilkan huruf A.
5. Bila menginginkan penambahan ataupun pengurangan kecepatan, maka kita harus menekan tombol cancel(E). Sehingga kecepatan normal kembali.

6. Bila saat roda sedang berputar dan kita menekan tombol REM(C) maka roda akan berhenti.
7. Bila menginginkan melakukan pengesetan ulang waktu kestabilan sistem maka perlu ditekan tonbol reset(B).

e. Perbandingan Hasil Pengukuran Kecepatan Dengan Sistem Yang Dibuat

Tabel 4-4.

Data Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan Secara Acak

| KECEPATAN TERTAMPIL PADA LCD | | | | | DATA KECEPATAN TERTAMPIL PADA TACO METER | | | | | KESALAHAN (%) | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|-----|-----|------|-----|
| UJI 1 | UJI 2 | UJI 3 | UJI 4 | UJI 5 | UJI 1 | UJI 2 | UJI 3 | UJI 4 | UJI 5 | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| RPS | RPS | RPS | RPS | RPS | RPS | RPS | RPS | RPS | RPS | 7,6 | 5 | 7,4 | 6,25 | 5,4 |
| 20 | 25 | 30 | 35 | | 13 | 19 | 27 | 32 | 37 | | | | | |

f. Analisa Pengujian

- Kesalahan rata-rata Pengujian:

$$\frac{\sum \text{kesalahan}}{\text{jmlData}} = \frac{7,6 + 5 + 7,4 + 6,25 + 5,4}{5}$$

$$= 6,33\%$$

Dari pengujian alat keseluruhan sistem sudah dapat bekerja dengan baik dan eror antara kecepatan yang tertampil pada LCD dengan pengukuran dengan Taco Meter adalah 6,33%

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian alat simulasi pengontrol kecepatan mobil otomatis dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem kestabilan kecepatan akan aktif dalam satu menit.
2. Kecepatan motor tidak mengalami perubahan bila sistem kestabilan sudah aktif, dimana dapat dilihat dari tampilan seven segment muncul huruf A.
3. Sistem kestabilan tidak berlaku bila kita melakukan penekanan tombol cancel ataupun tombol rem.
4. Kecepatan putar motor maksimal yang tertampil pada LCD sebesar 35 rps atau samadengan 2220 rpm.
5. Dari hasil perbandingan kecepatan motor yang tertampil pada LCD dengan pengukuran menggunakan tachometer didapatkan eror sebesar 6,33%.

5.2. Saran

1. Untuk pengembangan lebih lanjut hendaknya perlu ditambahkan komponen mekanik yang langsung berhubungan dengan konsumsi bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Malvino, " Prinsip-prinsip Elektronika" Edisi kedua, diterjemahkan oleh gunawan, Penerbit Airlangga.
2. Atmel.Co, *Data Sheet 8 bit Mikrokontroler with 4 Kbyte Flas AT89S8252, 1998*
3. **Ibnu Malik. Moh, *Belajar Mikrokontroler AT89S8252, Gava Media, Yogyakarta, 2003***
4. Ibnu Malik, " Pengantar Membuat Robot", Gava Media, Yokyakarta
5. , *4N35 Data Sheet Motorola.Semiconductor,2005.*
6. , *LCD Module User Manual, Seiko Instrument Inc, 1985*
7. Data sheet Opto Copley, Vishay Semiconductor.
8. www.AllDataSheet.com
9. www.atmel.com
10. [www. CollCircuit.com](http://www.CollCircuit.com)

WINDY



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

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : BAGUS PRADANA
N.I.M : 02.17.160
Jurusan : Teknik Elektronika S-1
Hari/Tanggal : Sabtu, 17 Maret 2007
Judul : Aplikasi Mikrokontroler AT89S8252 Dalam Perancangan Dan Pembuatan Simulasi Alat Pengontrol Kestabilan Kecepatan Mobil Otomatis

Perbaikan Meliputi :

| No | Tanggal | Materi Perbaikan | Paraf Dosen Penguji |
|----|---------------|------------------------------|---------------------|
| 1. | 17 Maret 2007 | Gambar Rangkaian Keseluruhan | |
| 2. | 17 Maret 2007 | Penambahan Rangkaian ADC | |
| 3. | 17 Maret 2007 | Kesimpulan | |

Diperiksa dan Disetujui Oleh:
Penguji I

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

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Ir. Eko Nurcahyo
NIP. 1028700172



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : BAGUS PRADANA
N.I.M : 02.17.160
Jurusan : Teknik Elektronika S-1
Hari/Tanggal : Sabtu, 17 Maret 2007
Judul : Aplikasi Mikrokontroler AT89S8252 Dalam Perancangan Dan Pembuatan Simulasi Alat Pengontrol Kestabilan Kecepatan Mobil Otomatis

Perbaikan Meliputi :

| No | Tanggal | Materi Perbaikan | Paraf Dosen Penguji |
|----|---------------|--------------------------------|---------------------|
| 1. | 17 Maret 2007 | Analisa Reset | |
| 2. | 17 Maret 2007 | Analisa Rangkaian Driver Motor | |
| 3. | 17 Maret 2007 | Teori PWM | |
| 4. | 17 Maret 2007 | Pengujian Hasil Rangkaian | |

Diperiksa dan Disetujui Oleh:
Penguji II

(Sotyohadi, ST)

17/3 '07

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Ir. Eko Nurcahyo
NIP. 1028700172



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : Bagus Pradana
NIM : 0217160
Perbaikan meliputi :

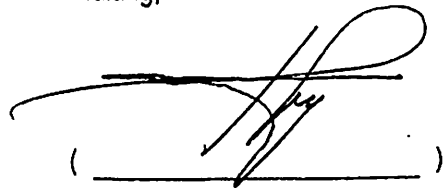
① Gambar busbar kelen ada?

② Teori ~~dan~~ teori kompartemen?

③ Kesimpulan harus dirinci
diambil dari hasil $\frac{1}{2}$ pengujian

④ Referensi input harus dirinci
(tambahkan)

Malang,

()



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 : Bagus Budana
NIM : 0217160
Perbaikan meliputi :

- ① Gambar busbar belum ada?
- ② Teori ~~dan~~ tentang komparator?
- ③ Kesimpulan harus dirinci
diambil dari hasil 3 percobaan
- ④ Referensi input harus dirinci
(tambahkan itu)

Malang,



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Bagus Pradana
NIM : 02.17.160
Masa Bimbingan : 21 Juni 2006: s/d 21 Desember 2006
Judul Skripsi :

APLIKASI MIKROKONTROLER AT89S8252 DALAM PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SIMULASI ALAT PENGONTROL KESTABILAN KECEPATAN MOBIL OTOMATIS.

| NO | Tanggal | URAIAN | Paraf Pembimbing |
|----|----------|----------------------------------|------------------|
| 1 | 07-08-06 | Konsultasi Bab I | |
| 2 | 15-08-06 | ACC Bab I | |
| 3 | 23-10-06 | Konsultasi BabII | |
| 4 | 11-11-06 | ACC BabII | |
| 5 | 12-12-06 | Konsultasi BabIII | |
| 6 | 09-01-07 | ACC BabIII | |
| 7 | 13-02-07 | Demo Alat | |
| 8 | 20-02-07 | Konsultasi Makalah Seminar Hasil | |
| 9 | 24-02-07 | Kosultasi Bab IV & V | |
| 10 | 01-03-07 | ACC Maju Seminar Hasil | |

Malang, 2007
Dosen Pembimbing

Ir. Eko Nurcahyo
NIP.1028700172



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Bagus Pradana
NIM : 02.17.160
Masa Bimbingan : 21 Juni 2006 s/d 21 Desember 2006
Judul Skripsi :
APLIKASI MIKROKONTROLER AT89S8252 DALAM PERANCANGAN DAN
PEMBUATAN SIMULASI ALAT PENGONTROL KESTABILAN KECEPATAN MOBIL
OTOMATIS

| NO | Tanggal | URAIAN | Paraf Pembimbing |
|----|----------|------------------------|------------------|
| 1 | 11-03-07 | Revisi Hasil Seminar | |
| 2 | 12-03-07 | ACC Maju Ujian Skripsi | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

Malang, 2007

Dosen Pembimbing

Ir. Eko Nurcahyo
NIP. 131574847

UTAMA4

===== :
 ALAMAT MEMORI INTERNAL YG DIPAKAI :
 ===== :

| | | |
|-------------|-----|-----|
| ON | EQU | 96H |
| INT_PWM_1 | EQU | 30H |
| INT_PWM_2 | EQU | 31H |
| INT_PWM_3 | EQU | 32H |
| INT_PWM_4 | EQU | 33H |
| LDELAY_1 | EQU | 34H |
| LDELAY_2 | EQU | 35H |
| A_MASUK | EQU | 36H |
| A_KELUAR | EQU | 37H |
| MAT | EQU | 38H |
| A_INDIKATOR | EQU | 39H |
| A_DELAY | EQU | 3AH |
| INC | EQU | 3BH |
| A_SEG MEN | EQU | 3CH |
| INC_X | EQU | 3DH |

===== :
 POSISI PIN MK DG TOMBOL :
 ===== :

| | | |
|----|-----|------|
| | BIT | P3.4 |
| | BIT | P3.5 |
| IN | BIT | P3.3 |
| | BIT | P3.2 |
| | BIT | P0.3 |

===== :
 POSISI PIN MK DG SENSOR :
 ===== :

| | | |
|--|-----|------|
| | BIT | P1.7 |
| | BIT | P1.6 |
| | BIT | P3.0 |
| | BIT | P3.1 |

===== :
 POSISI PIN MK DG DRIVER MOTOR DC :
 ===== :

| | | |
|----|-----|------|
| | BIT | P0.0 |
| AY | BIT | P0.1 |

===== :
 POSISI PIN MK DG 7 SEG MEN :
 ===== :

| | | |
|---|-----|------|
| | BIT | P0.7 |
| A | BIT | P2.2 |
| B | BIT | P2.3 |
| C | BIT | P2.7 |
| D | BIT | P2.5 |
| E | BIT | P2.4 |
| F | BIT | P2.0 |
| G | BIT | P2.1 |

===== :
 00H
 JMP MULAI
 ===== :

===== :
 PROGRAM UTAMA :
 ===== :

AI:
 SETB S_1
 SETB S_2
 SETB S_3
 SETB S_4
 SETB ENT
 SETB CAN
 SETB UP

UTAMA4

```

SETB   DOWN
SETB   REM
CLR    P0.4
MOV    R7,#0
MOV    ALAMAT,#00H
CALL   BACA_EEPROM
MOV    A,DATA_MASUK

;IKA_0:
CJNE   A,#0,ANGKA_1
CALL   SEG_0
CJNE   R7,#0,LOOP_CEK_LEVEL
MOV    A,DATA_MASUK
CJNE   A,#11,ANGKA_1      ;11 = ENTER,CM ADA 2 KEMUNGKINAN,ENTER&UP
MOV    ALAMAT,#00H
MOV    DATA_KELUAR,#00H
CALL   TULIS_EEPROM
JMP    CEK_LEVEL

;IKA_1:
CJNE   A,#1,ANGKA_2
CALL   SEG_1
CJNE   R7,#0,LOOP_CEK_LEVEL
MOV    A,DATA_MASUK
CJNE   A,#11,ANGKA_0
MOV    ALAMAT,#00H
MOV    DATA_KELUAR,#01H
CALL   TULIS_EEPROM
JMP    CEK_LEVEL

;IKA_2:
CJNE   A,#2,ANGKA_3
CALL   SEG_2
CJNE   R7,#0,LOOP_CEK_LEVEL
MOV    A,DATA_MASUK
CJNE   A,#11,ANGKA_1
MOV    ALAMAT,#00H
MOV    DATA_KELUAR,#02H
CALL   TULIS_EEPROM
JMP    CEK_LEVEL

;OP_CEK_LEVEL:
RET

;IKA_3:
CJNE   A,#3,ANGKA_4
CALL   SEG_3
CJNE   R7,#0,LOOP_CEK_LEVEL
MOV    A,DATA_MASUK
CJNE   A,#11,ANGKA_2
MOV    ALAMAT,#00H
MOV    DATA_KELUAR,#03H
CALL   TULIS_EEPROM
JMP    CEK_LEVEL

;IKA_4:
CJNE   A,#4,ANGKA_5
CALL   SEG_4
CJNE   R7,#0,LOOP_CEK_LEVEL
MOV    A,DATA_MASUK
CJNE   A,#11,ANGKA_3
MOV    ALAMAT,#00H
MOV    DATA_KELUAR,#04H
CALL   TULIS_EEPROM
JMP    CEK_LEVEL

;IKA_5:
CJNE   A,#5,ANGKA_6
CALL   SEG_5
CJNE   R7,#0,LOOP_CEK_LEVEL

```

UTAMA4

```

MOV     A,DATA_MASUK
CJNE   A,#11,ANGKA_4
MOV     ALAMAT,#00H
MOV     DATA_KELUAR,#05H
CALL   TULIS_EEPROM
JMP    CEK_LEVEL

;KA_6:
CJNE   A,#6,ANGKA_7
CALL   SEG_6
CJNE   R7,#0,LOOP_CEK_LEVEL_X
MOV     A,DATA_MASUK
CJNE   A,#11,ANGKA_5
MOV     ALAMAT,#00H
MOV     DATA_KELUAR,#06H
CALL   TULIS_EEPROM
JMP    CEK_LEVEL

;KA_7:
CJNE   A,#7,ANGKA_8
CALL   SEG_7
CJNE   R7,#0,LOOP_CEK_LEVEL_X
MOV     A,DATA_MASUK
CJNE   A,#11,ANGKA_6
MOV     ALAMAT,#00H
MOV     DATA_KELUAR,#07H
CALL   TULIS_EEPROM
JMP    CEK_LEVEL

;P_CEK_LEVEL_X:
RET

;KA_8:
CJNE   A,#8,ANGKA_9
CALL   SEG_8
CJNE   R7,#0,LOOP_CEK_LEVEL_X
MOV     A,DATA_MASUK
CJNE   A,#11,ANGKA_7
MOV     ALAMAT,#00H
MOV     DATA_KELUAR,#08H
CALL   TULIS_EEPROM
JMP    CEK_LEVEL

;KA_9:
CJNE   A,#9,ANGKA_0FFH
CALL   SEG_9
CJNE   R7,#0,LOOP_CEK_LEVEL_X
MOV     A,DATA_MASUK
CJNE   A,#11,ANGKA_8
MOV     ALAMAT,#00H
MOV     DATA_KELUAR,#09H
CALL   TULIS_EEPROM
JMP    CEK_LEVEL

;KA_0FFH:
MOV     ALAMAT,#00H
MOV     DATA_KELUAR,#0
CALL   TULIS_EEPROM
JMP    MULAI

=====
SUBROUTINE 7 SEGMENT
=====

;_0:
CLR     SEG_A
CLR     SEG_B
CLR     SEG_C
CLR     SEG_D
CLR     SEG_E
CLR     SEG_F

```

;CM ADA 2 KEMUNGKINAN,ENTER DAN DOWN

UTAMA4

```

SETB    SEG_G
CLR     PWR
CJNE   R7,#0,LOOP_SEG_0
MOV    DATA_INDIKATOR,#1
CALL   DELAY_SEGMEN
P_SEG_0:
RET

L1:
SETB    SEG_A
SETB    SEG_B
CLR     SEG_C
CLR     SEG_D
SETB    SEG_E
SETB    SEG_F
SETB    SEG_G
CLR     PWR
CJNE   R7,#0,LOOP_SEG_1
MOV    DATA_INDIKATOR,#2
CALL   DELAY_SEGMEN
P_SEG_1:
RET

L2:
SETB    SEG_A
CLR     SEG_B
CLR     SEG_C
SETB    SEG_D
CLR     SEG_E
CLR     SEG_F
CLR     SEG_G
CLR     PWR
CJNE   R7,#0,LOOP_SEG_2
MOV    DATA_INDIKATOR,#2
CALL   DELAY_SEGMEN
P_SEG_2:
RET

L3:
SETB    SEG_A
CLR     SEG_B
CLR     SEG_C
CLR     SEG_D
CLR     SEG_E
SETB    SEG_F
CLR     SEG_G
CLR     PWR
CJNE   R7,#0,LOOP_SEG_3
MOV    DATA_INDIKATOR,#2
CALL   DELAY_SEGMEN
P_SEG_3:
RET

L4:
CLR     SEG_A
SETB    SEG_B
CLR     SEG_C
CLR     SEG_D
SETB    SEG_E
SETB    SEG_F
CLR     SEG_G
CLR     PWR
CJNE   R7,#0,LOOP_SEG_4
MOV    DATA_INDIKATOR,#2
CALL   DELAY_SEGMEN
P_SEG_4:
RET

```

UTAMA4

```

i_5:
  CLR   SEG_A
  CLR   SEG_B
  SETB  SEG_C
  CLR   SEG_D
  CLR   SEG_E
  SETB  SEG_F
  CLR   SEG_G
  CLR   PWR
  CJNE  R7,#0,LOOP_SEG_5
  MOV   DATA_INDIKATOR,#2
  CALL  DELAY_SEGMEN
OP_SEG_5:
  RET

i_6:
  CLR   SEG_A
  CLR   SEG_B
  SETB  SEG_C
  CLR   SEG_D
  CLR   SEG_E
  CLR   SEG_F
  CLR   SEG_G
  CLR   PWR
  CJNE  R7,#0,LOOP_SEG_6
  MOV   DATA_INDIKATOR,#2
  CALL  DELAY_SEGMEN
OP_SEG_6:
  RET

i_7:
  SETB  SEG_A
  CLR   SEG_B
  CLR   SEG_C
  CLR   SEG_D
  SETB  SEG_E
  SETB  SEG_F
  SETB  SEG_G
  CLR   PWR
  CJNE  R7,#0,LOOP_SEG_7
  MOV   DATA_INDIKATOR,#2
  CALL  DELAY_SEGMEN
OP_SEG_7:
  RET

i_8:
  CLR   SEG_A
  CLR   SEG_B
  CLR   SEG_C
  CLR   SEG_D
  CLR   SEG_E
  CLR   SEG_F
  CLR   SEG_G
  CLR   PWR
  CJNE  R7,#0,LOOP_SEG_8
  MOV   DATA_INDIKATOR,#2
  CALL  DELAY_SEGMEN
OP_SEG_8:
  RET

i_9:
  CLR   SEG_A
  CLR   SEG_B
  CLR   SEG_C
  CLR   SEG_D
  CLR   SEG_E
  SETB  SEG_F

```

UTAMA4

```

CLR     SEG_G
CLR     PWR
CJNE   R7,#0,LOOP_SEG_9
MOV     DATA_INDIKATOR,#3
CALL    DELAY_SEGMEN
P_SEG_9:
RET
UF_A:
CLR     SEG_F
CLR     SEG_A
CLR     SEG_B
CLR     SEG_C
CLR     SEG_D
CLR     SEG_G
SETB   SEG_E
CLR     PWR
RET
UF_S:
SETB   SEG_F
CLR     SEG_A
CLR     SEG_B
SETB   SEG_C
CLR     SEG_D
CLR     SEG_G
CLR     SEG_E
CLR     PWR
RET
UF_C:
SETB   SEG_G
CLR     SEG_F
CLR     SEG_A
CLR     SEG_B
SETB   SEG_C
SETB   SEG_D
CLR     SEG_E
CLR     PWR
RET
=====
SUBROUTINE DELAY SEGMENT
=====
AY_SEGMEN:
MOV     A,DATA_INDIKATOR
CJNE   A,#1,UP_DOWN_ENTER
MOV     MEM_DELAY_1,#75
ULANG_DELAY_1:
MOV     TMOD,#01H
MOV     TH0,#0EDH
MOV     TLO,#0FFH
CLR     TF0
SETB   TR0
AY_UP_ENTER:
JNB    TF0,UP_ENTER
CLR     TR0
DJNZ   MEM_DELAY_1,ULANG_DELAY_1
CPL    PWR
MOV     MEM_DELAY_1,#75
JMP    ULANG_DELAY_1
UP_ENTER:
MOV     BOUNC,#0FFH
JB     ENT,UP_E
JNC_UP_ENTER:
JNB    ENT,$
DJNZ   BOUNC,BOUNC_UP_ENTER

```


UTAMA4

```

MOV     DATA_MASUK,#11
CLR     TRO
RET

E:
MOV     BOUNC,#0FFH
JB      UP,DELAY_UP_ENTER
NC_UP_E:
JNB     UP,$
DJNZ    BOUNC,BOUNC_UP_E
INC     DATA_MASUK
CLR     TRO
RET
=====
DOWN_ENTER:
CJNE   A,#2,DOWN_ENTER
MOV     MEM_DELAY_1,#75
NG_DELAY_2:
MOV     TMOD,#01H
MOV     TH0,#0EDH
MOV     TLO,#0FFH
CLR     TFO
SETB   TRO
AY_UP_DOWN_ENTER:
JNB     TFO,DATA_UP
CLR     TRO
DJNZ    MEM_DELAY_1,ULANG_DELAY_2
CPL     PWR
MOV     MEM_DELAY_1,#75
JMP     ULANG_DELAY_2
A_UP:
MOV     BOUNC,#0FFH
JB      UP,DATA_DOWN
INC_DATA_UP:
JNB     UP,$
DJNZ    BOUNC,BOUNC_DATA_UP
INC     DATA_MASUK
CLR     TRO
RET
A_DOWN:
MOV     BOUNC,#0FFH
JB      DOWN,DATA_ENTER
INC_DATA_DOWN:
JNB     DOWN,$
DJNZ    BOUNC,BOUNC_DATA_DOWN
DEC     DATA_MASUK
CLR     TRO
RET
A_ENTER:
MOV     BOUNC,#0FFH
JB      ENT,DELAY_UP_DOWN_ENTER
INC_DATA_ENTER:
JNB     ENT,$
DJNZ    BOUNC,BOUNC_DATA_ENTER
MOV     DATA_MASUK,#11
CLR     TRO
RET
=====
IN_ENTER:
MOV     MEM_DELAY_1,#75
NG_DELAY_3:
MOV     TMOD,#01H
MOV     TH0,#0EDH
MOV     TLO,#0FFH

```

UTAMA4

```

CLR      TF0
SETB     TR0
DOWN_ENTER:
JNB      TF0,DOWN_E
CLR      TR0
DJNZ     MEM_DELAY_1,ULANG_DELAY_3
CPL      PWR
MOV      MEM_DELAY_1,#75
JMP      ULANG_DELAY_3

DOWN_E:
MOV      BOUNC,#0FFH
JB       DOWN,ENTER_DOWN

DOWN_ENTER_DOWN:
JNB      DOWN,$
DJNZ     BOUNC,BOUNC_DOWN_E
DEC      DATA_MASUK
JMP      DOWN_ENTER_SLS

ENTER_DOWN:
MOV      BOUNC,#0FFH
JB       ENT,DELAY_DOWN_ENTER

DOWN_ENTER_DOWN:
JNB      ENT,$
DJNZ     BOUNC,BOUNC_ENTER_DOWN
MOV      DATA_MASUK,#11

DOWN_ENTER_SLS:
CLR      TR0
RET

=====
SUBROUTINE EEPROM
=====

IS_EEPROM:
MOV      WMCON,#00011010B
MOV      DPH,#00H
MOV      DPL,ALAMAT
MOV      A,DATA_KELUAR
MOVX     @DPTR,A

GGU_TULIS_EEPROM:
MOV      A,WMCON
CJNE    A,#00011010B,TUNGGU_TULIS_EEPROM
MOV      WMCON,#00001010B
RET

=====
A_EEPROM:
MOV      WMCON,#00001010B
MOV      DPH,#00H
MOV      DPL,ALAMAT
MOVX     A,@DPTR
MOV      DATA_MASUK,A
RET

=====
SUBROUTINE LEVEL KECEPATAN
=====

LEVEL:
MOV      R0,#DATA_DELAY
MOV      MEM_DELAY_1,#10          ;60
CLR      PWR
MOV      ALAMAT,#00H
CALL     BACA_EEPROM
MOV      R1,#DATA_MASUK

TING_CK_LEVEL:
MOV      MEM_DELAY_2,DATA_MASUK
MOV      DATA_DELAY,#0
JB       S_1,MOTOR_OFF

```

UTAMA4

```

    JMP      PWM_1
OR_OFF:
    SETB    MTR
    CJNE    R7,#0,CEK_LEVEL_X
    JMP     ULANG_CEK_LEVEL
LEVEL_X:
    MOV     A,DATA_MASUK
    CALL    ANGKA_0
    MOV     R7,#0
    JMP     ULANG_CEK_LEVEL
=====
SUBROUTINE PWM
=====
IP_PWM_4_1MNT:
    MOV     MEM_DELAY_1,#10                ;60
L4:
    MOV     A,#0                          ;"0" MTR DC ON
    CLR     MTR
IP_PWM_4:
    MOV     COUNT_PWM_4,#180
TGGU_PWM_4:
    MOV     TMOD,#01H
    MOV     TH0,#0EDH
    MOV     TLO,#0FFH
    CLR     TFO
    SETB    TRO
NG_PWM_4:
    JNB     TFO,CEK_PWM_4
    CLR     TRO
    DJNZ    COUNT_PWM_4,TUNGGU_PWM_4
    CJNE    A,#0,PWM_4_ON
    SETB    MTR
    MOV     COUNT_PWM_4,#20
    MOV     A,#1
    JMP     TUNGGU_PWM_4
L4_ON:
    CJNE    @R1,#0,PWM_4_STABIL_AKTIF      ;R1 DATA MASUK =0 DELAY TDK AKTIF
    JMP     PWM_4
L4_STABIL_AKTIF:
    CJNE    @R0,#0,PWM_4_ON_STABIL        ;R0 DATA DELAY
    DJNZ    MEM_DELAY_1,PWM_4
    DJNZ    MEM_DELAY_2,LOOP_PWM_4_1MNT
    MOV     DATA_DELAY,#1                ;1 = STABILIZER SPEED AKTIF
L4_ON_STABIL:
    CALL    HURUF_A
    JMP     PWM_4
PWM_4:
    JNB     REM,CEK_REM4
    CJNE    @R0,#0,CEK_PWM_4_STABIL
    JNB     S_4,ULANG_PWM_4
    CLR     TRO
    MOV     MEM_DELAY_2,DATA_MASUK
    MOV     DATA_DELAY,#0
    MOV     MEM_DELAY_1,#10
    JMP     PWM_3
REM4:
    JB      REM,CEK_PWM_4
    DJNZ    BOUNC_X,CEK_REM4
    SETB    MTR
    NOP
    NOP
    NOP
    NOP

```

UTAMA4

```

CLR      RELAY
CALL    HURUF_S
MOV     BOUNC_X,#0FFH
TUNGGU_REM4:
JNB     REM,$
DJNZ   BOUNC_X,TUNGGU_REM4
SETB    RELAY
NOP
NOP
NOP
NOP
CLR     TRO
MOV     R7,#1
MOV     MEM_DELAY_1,#10
JMP     MOTOR_OFF
_PWM_4_STABIL:
MOV     BOUNC,#0FFH
JB      CAN,ULANG_PWM_4
CALL    HURUF_C
CAN_CAN_PWM_4:
JNB     CAN,$
DJNZ   BOUNC,BOUNC_CAN_PWM_4
CLR     TRO
MOV     R7,#1
MOV     MEM_DELAY_1,#10
JMP     MOTOR_OFF
=====
_PWM_3_1MNT:
MOV     MEM_DELAY_1,#10
L3:
MOV     A,#0                ;"0" MTR DC ON
CLR     MTR
_PWM_3:
MOV     COUNT_PWM_3,#120    ;FREKENSI 9HZ
TUNGGU_PWM_3:
MOV     TMOD,#01H
MOV     TH0,#0EDH
MOV     TLO,#0FFH
CLR     TFO
SETB    TRO
_PWM_3_ON:
JNB     TFO,CEK_PWM_3
CLR     TRO
DJNZ   COUNT_PWM_3,TUNGGU_PWM_3
CJNE   A,#0,PWM_3_ON
SETB    MTR
MOV     COUNT_PWM_3,#80
MOV     A,#1
JMP     TUNGGU_PWM_3
L3_ON:
CJNE   @R1,#0,PWM_3_STABIL_AKTIF ;R1 DATA MASUK =0 DELAY TDK AKTIF
JMP     PWM_3
L3_STABIL_AKTIF:
CJNE   @R0,#0,PWM_3_ON_STABIL
DJNZ   MEM_DELAY_1,PWM_3
DJNZ   MEM_DELAY_2,LOOP_PWM_3_1MNT
MOV     DATA_DELAY,#1      ;1 = STABILIZER SPEED AKTIF
L3_ON_STABIL:
CALL    HURUF_A
JMP     PWM_3                ;LOOPING DI PWM 3,STABILIZER AKTIF
_PWM_3:
JNB     REM,CEK_REM3
CJNE   @R0,#0,CEK_PWM_3_STABIL

```

UTAMA4

```

JB      S_4,CEK_S3_HIGH
CLR     TR0
MOV     MEM_DELAY_2,DATA_MASUK
MOV     DATA_DELAY,#0
MOV     MEM_DELAY_1,#10
JMP     PWM_4
REM3:
JB      REM,CEK_PWM_3
DJNZ   BOUNC_X,CEK_REM3
SETB   MTR
NOP
NOP
NOP
NOP
CLR     RELAY
CALL   HURUF_S
MOV     BOUNC_X,#0FFH
IGGU_REM3:
JNB    REM,$
DJNZ   BOUNC_X,TUNGGU_REM3
SETB   RELAY
NOP
NOP
NOP
CLR     TR0
MOV     R7,#1
MOV     MEM_DELAY_1,#10
JMP     MOTOR_OFF
CS3_HIGH:
JNB    S_3,ULANG_PWM_3
CLR     TR0
MOV     MEM_DELAY_2,DATA_MASUK
MOV     DATA_DELAY,#0
MOV     MEM_DELAY_1,#10           ;60
JMP     PWM_2
PWM_3_STABIL:
MOV     BOUNC,#0FFH
JB      CAN,ULANG_PWM_3
CALL   HURUF_C
JNC_CAN_PWM_3:
JNB    CAN,$
DJNZ   BOUNC_CAN_PWM_3
CLR     TR0
MOV     R7,#1
MOV     MEM_DELAY_1,#10
JMP     MOTOR_OFF
=====
DP_PWM_2_1MNT:
MOV     MEM_DELAY_1,#10
M_2:
MOV     A,#0      ;"0" MTR DC ON
CLR     MTR
DP_PWM_2:
MOV     COUNT_PWM_2,#80
TUNGGU_PWM_2:
MOV     TMOD,#01H
MOV     TH0,#0EDH
MOV     TLO,#0FFH
CLR     TF0
SETB   TR0
LANG_PWM_2:
JNB    TF0,CEK_PWM_2

```

UTAMA4

```

CLR      TRO
DJNZ    COUNT_PWM_2, TUNGGU_PWM_2
CJNE    A, #0, PWM_2_ON
SETB    MTR
MOV     COUNT_PWM_2, #120
MOV     A, #1
JMP     TUNGGU_PWM_2

L_2_ON:
CJNE    @R1, #0, PWM_2_STABIL_AKTIF      ;R1 DATA MASUK =0 DELAY TDK AKTIF
JMP     PWM_2

L_2_STABIL_AKTIF:
CJNE    @R0, #0, PWM_2_ON_STABIL
DJNZ    MEM_DELAY_1, PWM_2
DJNZ    MEM_DELAY_2, LOOP_PWM_2_1MNT
MOV     DATA_DELAY, #1                  ;1 = STABILIZER SPEED AKTIF

L_2_ON_STABIL:
CALL    HURUF_A
JMP     PWM_2                          ;LOOPING DI PWM 2, STABILIZER AKTIF

L_PWM_2:
JNB     REM, CEK_REM2
CJNE    @R0, #0, CEK_PWM_2_STABIL
JB      S_3, CEK_S2_HIGH
CLR     TRO
MOV     MEM_DELAY_2, DATA_MASUK
MOV     DATA_DELAY, #0
MOV     MEM_DELAY_1, #10
JMP     PWM_3

L_REM2:
JB      REM, CEK_PWM_2
DJNZ    BOUNC_X, CEK_REM2
SETB    MTR
NOP
NOP
NOP
NOP
CLR     RELAY
CALL    HURUF_S
MOV     BOUNC_X, #0FFH

TUNGGU_REM2:
JNB     REM, $
DJNZ    BOUNC_X, TUNGGU_REM2
SETB    RELAY
NOP
NOP
NOP
CLR     TRO
MOV     R7, #1
MOV     MEM_DELAY_1, #10
JMP     MOTOR_OFF

L_S2_HIGH:
JNB     S_2, ULANG_PWM_2
CLR     TRO
MOV     MEM_DELAY_2, DATA_MASUK
MOV     DATA_DELAY, #0
MOV     MEM_DELAY_1, #10
JMP     PWM_1

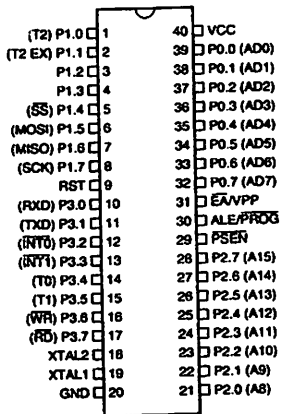
L_PWM_2_STABIL:
MOV     BOUNC, #0FFH
JB      CAN, ULANG_PWM_2
CALL    HURUF_C

JNC_CAN_PWM_2:
JNB     CAN, $

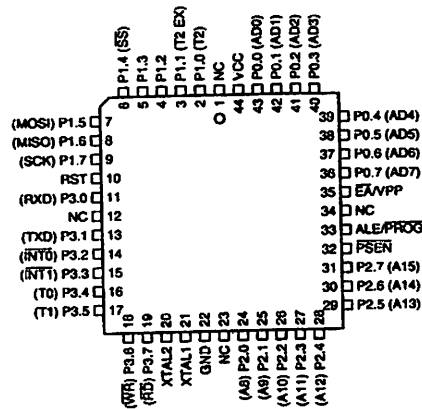
```

Configurations

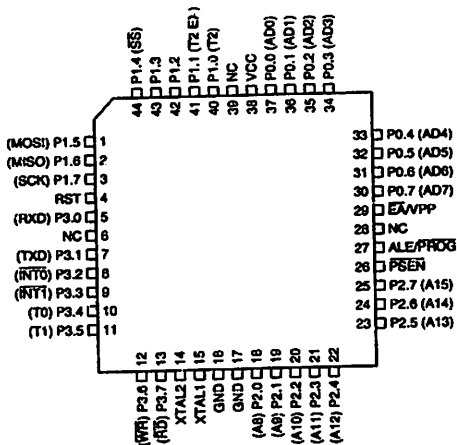
PDIP



PLCC



PQFP/TQFP



Pin Description

C
Supply voltage.

D
Ground.

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

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external

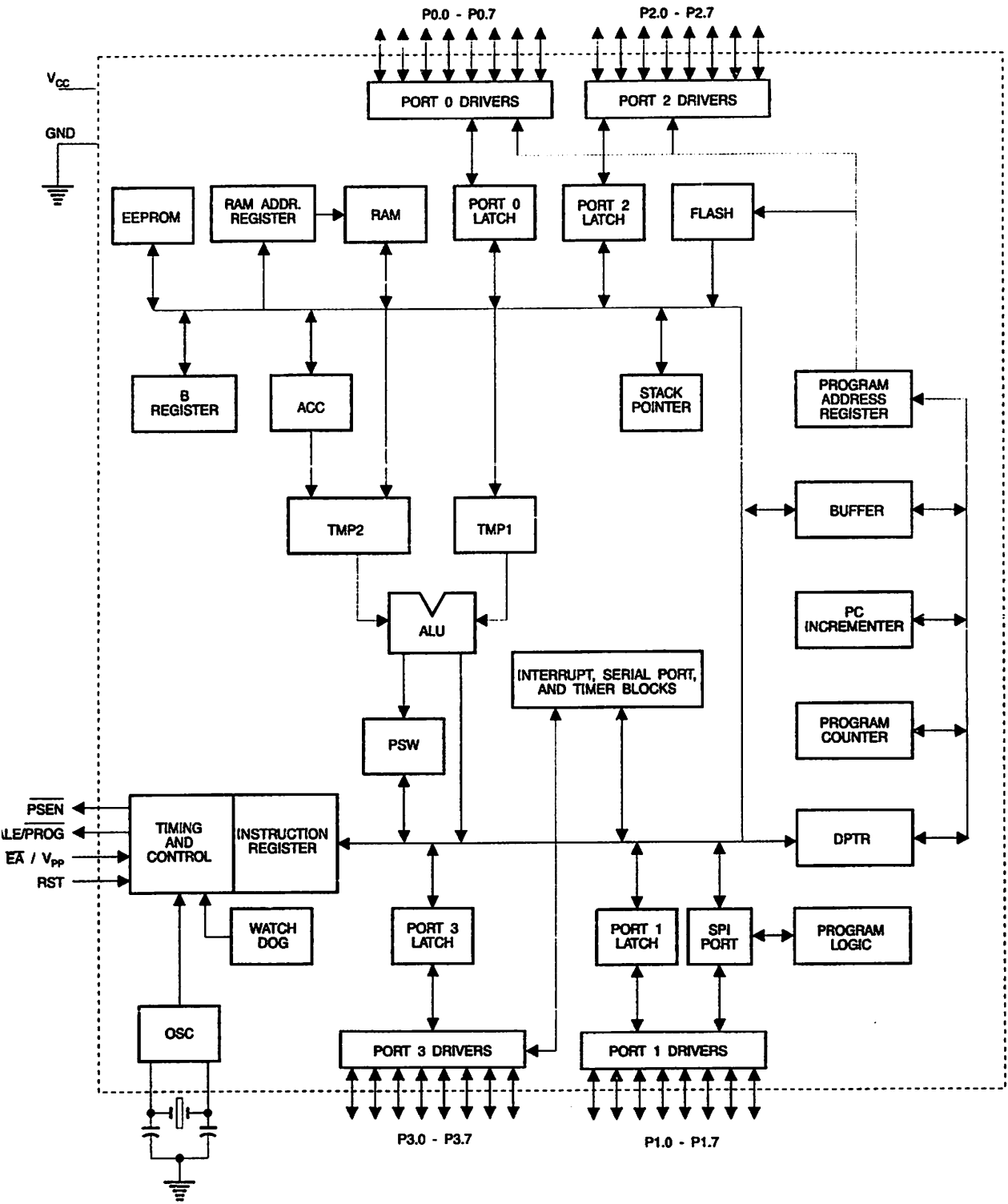
program and data memory. In this mode, P0 has internal pullups.

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

Port 1

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

Block Diagram





Port 1 pins provide additional functions. P1.0 and P1.1 can be configured to be the timer/counter 2 external clock input (P1.0/T2) and the timer/counter 2 trigger input (P1.1/T2EX), respectively.

Description

Port 2 pins, P1.4, P1.5, P1.6, and P1.7 can be configured as SPI slave port select, data input/output and shift clock input/output pins as shown in the following table.

| Pin | Alternate Functions |
|------|---------------------------------------------------------------------|
| P1.0 | T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out |
| P1.1 | T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control) |
| P1.4 | \overline{SS} (Slave port select input) |
| P1.5 | MOSI (Master data output, slave data input pin for SPI channel) |
| P1.6 | MISO (Master data input, slave data output pin for SPI channel) |
| P1.7 | SCK (Master clock output, slave clock input pin for SPI channel) |

Port 3 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

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

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

Port 3 is an 8 bit bi-directional I/O port with internal pullups. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by internal pullups and can be used as inputs. As inputs,

Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S8252, as shown in the following table.

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

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

RST

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

ALE/ \overline{PROG}

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

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

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

\overline{PSEN}

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

When the AT89S8252 is executing code from external program memory, \overline{PSEN} is activated twice each machine cycle, except that two \overline{PSEN} activations are skipped during each access to external data memory.

\overline{EA}/VPP

External Access Enable. \overline{EA} must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external pro-

memory locations starting at 0000H up to FFFFH. However, that if lock bit 1 is programmed, \overline{EA} will be permanently latched on reset.

could be strapped to V_{CC} for internal program execution. This pin also receives the 12-volt programming voltage (V_{PP}) during Flash programming when 12-volt programming is selected.

XTAL1

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

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

1. AT89S8252 SFR Map and Reset Values

| | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------|
| | | | | | | | | 0FFH |
| B 00000000 | | | | | | | | 0F7H |
| | | | | | | | | 0EFH |
| ACC 00000000 | | | | | | | | 0E7H |
| | | | | | | | | 0DFH |
| PSW 00000000 | | | | | SPCR 000001XX | | | 0D7H |
| T2CON 00000000 | T2MOD XXXXXX00 | RCAP2L 00000000 | RCAP2H 00000000 | TL2 00000000 | TH2 00000000 | | | 0CFH |
| | | | | | | | | 0C7H |
| IP XX000000 | | | | | | | | 0BFH |
| P3 11111111 | | | | | | | | 0B7H |
| IE 0X000000 | | SPSR 00XXXXXX | | | | | | 0AFH |
| P2 11111111 | | | | | | | | 0A7H |
| SCON 00000000 | SBUF XXXXXXXX | | | | | | | 9FH |
| P1 11111111 | | | | | | WMCON 00000010 | | 97H |
| TCON 00000000 | TMOD 00000000 | TL0 00000000 | TL1 00000000 | TH0 00000000 | TH1 00000000 | | | 8FH |
| P0 11111111 | SP 00000111 | DP0L 00000000 | DP0H 00000000 | DP1L 00000000 | DP1H 00000000 | SPDR XXXXXXXX | PCON 0XXX0000 | 87H |



Special Function Registers

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

Not 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.

Therefore, 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.

Timer 2 Registers Control and status bits are contained in registers T2CON (shown in Table 2) and T2MOD (shown in Table 9) for Timer 2. The register pair (RCAP2H, RCAP2L) are the Capture/Reload registers for Timer 2 in 16 bit capture mode or 16-bit auto-reload mode.

Table 2. T2CON—Timer/Counter 2 Control Register

| T2CON Address = 0C8H | | Reset Value = 0000 000B | | | | | | |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|-------|-----|---------------|-----------------|
| Addressable | | | | | | | | |
| | TF2 | EXF2 | RCLK | TCLK | EXEN2 | TR2 | C/T $\bar{2}$ | CP/RL $\bar{2}$ |
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Bit | Function | | | | | | | |
| TF2 | Timer 2 overflow flag set by a Timer 2 overflow and must be cleared by software. TF2 will not be set when either RCLK = 1 or TCLK = 1. | | | | | | | |
| EXF2 | Timer 2 external flag set when either a capture or reload is caused by a negative transition on T2EX and EXEN2 = 1. When Timer 2 interrupt is enabled, EXF2 = 1 will cause the CPU to vector to the Timer 2 interrupt routine. EXF2 must be cleared by software. EXF2 does not cause an interrupt in up/down counter mode (DCEN = 1). | | | | | | | |
| RCLK | Receive clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its receive clock in serial port Modes 1 and 3. RCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the receive clock. | | | | | | | |
| TCLK | Transmit clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its transmit clock in serial port Modes 1 and 3. TCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the transmit clock. | | | | | | | |
| EXEN2 | Timer 2 external enable. When set, allows a capture or reload to occur as a result of a negative transition on T2EX if Timer 2 is not being used to clock the serial port. EXEN2 = 0 causes Timer 2 to ignore events at T2EX. | | | | | | | |
| TR2 | Start/Stop control for Timer 2. TR2 = 1 starts the timer. | | | | | | | |
| C/T $\bar{2}$ | Timer or counter select for Timer 2. C/T $\bar{2}$ = 0 for timer function. C/T $\bar{2}$ = 1 for external event counter (falling edge triggered). | | | | | | | |
| CP/RL $\bar{2}$ | Capture/Reload select. CP/RL $\bar{2}$ = 1 causes captures to occur on negative transitions at T2EX if EXEN2 = 1. CP/RL $\bar{2}$ = 0 causes automatic reloads to occur when Timer 2 overflows or negative transitions occur at T2EX when EXEN2 = 1. When either RCLK or TCLK = 1, this bit is ignored and the timer is forced to auto-reload on Timer 2 overflow. | | | | | | | |

Watchdog and Memory Control Register The WMCN register contains control bits for the Watchdog Timer (shown in Table 3). The EEMEN and EEMWE bits are used

to select the 2K bytes on-chip EEPROM, and to enable byte-write. The DPS bit selects one of two DPTR registers available.

3. WMCN—Watchdog and Memory Control Register

WMCN Address = 96H Reset Value = 0000 0010B

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-------|-------|-----|--------|-------|
| PS2 | PS1 | PS0 | EEMWE | EEMEN | DPS | WDTRST | WDTEN |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

| Bit | Function |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PS2, PS1, PS0 | Prescaler Bits for the Watchdog Timer. When all three bits are set to "0", the watchdog timer has a nominal period of 16 ms. When all three bits are set to "1", the nominal period is 2048 ms. |
| EEMWE | EEPROM Data Memory Write Enable Bit. Set this bit to "1" before initiating byte write to on-chip EEPROM with the MOVX instruction. User software should set this bit to "0" after EEPROM write is completed. |
| EEMEN | Internal EEPROM Access Enable. When EEMEN = 1, the MOVX instruction with DPTR will access on-chip EEPROM instead of external data memory. When EEMEN = 0, MOVX with DPTR accesses external data memory. |
| DPS | Data Pointer Register Select. DPS = 0 selects the first bank of Data Pointer Register, DP0, and DPS = 1 selects the second bank, DP1 |
| WDTRST RDY/BSY | Watchdog Timer Reset and EEPROM Ready/Busy Flag. Each time this bit is set to "1" by user software, a pulse is generated to reset the watchdog timer. The WDTRST bit is then automatically reset to "0" in the next instruction cycle. The WDTRST bit is Write-Only. This bit also serves as the RDY/BSY flag in a Read-Only mode during EEPROM write. RDY/BSY = 1 means that the EEPROM is ready to be programmed. While programming operations are being executed, the RDY/BSY bit equals "0" and is automatically reset to "1" when programming is completed. |
| WDTEN | Watchdog Timer Enable Bit. WDTEN = 1 enables the watchdog timer and WDTEN = 0 disables the watchdog timer. |

Serial Peripheral Interface Registers Control and status bits for the Serial Peripheral Interface are contained in registers SPCR (shown in Table 4) and SPSR (shown in Table 5). The SPI data bits are contained in the SPDR register. Writing the SPI data register during serial data transfer sets the Write Collision Flag, WCOL, in the SPSR register. The SPDR is double buffered for writing and the values in SPDR are not changed by reading.

Dual Data Pointer Registers To facilitate accessing both internal EEPROM 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 WMCN 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.

Interrupt Registers The global interrupt enable bit and the individual interrupt enable bits are in the IE register. In the SPCR register, the individual interrupt enable bit for the SPI is in the SPCR register. Two priorities can be set for each of the interrupt sources in the IP register.

Power Off Flag The Power Off Flag (POF) is located at bit_4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to "1" during power up. It can be set and reset under software control and is not affected by RESET.





4. SPCR—SPI Control Register

Register Address = D5H

Reset Value = 0000 01XXB

| | | | | | | | |
|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| SPIE | SPE | DORD | MSTR | CPOL | CPHA | SPR1 | SPR0 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

| Bit | Function |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SPIE | SPI Interrupt Enable. This bit, in conjunction with the ES bit in the IE register, enables SPI interrupts: SPIE = 1 and ES = 1 enable SPI interrupts. SPIE = 0 disables SPI interrupts. |
| SPE | SPI Enable. SPI = 1 enables the SPI channel and connects \overline{SS} , MOSI, MISO and SCK to pins P1.4, P1.5, P1.6, and P1.7. SPI = 0 disables the SPI channel. |
| DORD | Data Order. DORD = 1 selects LSB first data transmission. DORD = 0 selects MSB first data transmission. |
| MSTR | Master/Slave Select. MSTR = 1 selects Master SPI mode. MSTR = 0 selects Slave SPI mode. |
| CPOL | Clock Polarity. When CPOL = 1, SCK is high when idle. When CPOL = 0, SCK of the master device is low when not transmitting. Please refer to figure on SPI Clock Phase and Polarity Control. |
| CPHA | Clock Phase. The CPHA bit together with the CPOL bit controls the clock and data relationship between master and slave. Please refer to figure on SPI Clock Phase and Polarity Control. |
| SPR1, SPR0 | SPI Clock Rate Select. These two bits control the SCK rate of the device configured as master. SPR1 and SPR0 have no effect on the slave. The relationship between SCK and the oscillator frequency, F_{osc} , is as follows: SPR1SPR0 SCK = F_{osc} divided by 0 0 4 0 1 16 1 0 64 1 1 128 |

5. SPSR – SPI Status Register

Register Address = AAH

Reset Value = 00XX XXXXB

| | | | | | | | |
|------|------|---|---|---|---|---|---|
| SPIF | WCOL | – | – | – | – | – | – |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

| Bit | Function |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SPIF | SPI Interrupt Flag. When a serial transfer is complete, the SPIF bit is set and an interrupt is generated if SPIE = 1 and ES = 1. The SPIF bit is cleared by reading the SPI status register with SPIF and WCOL bits set, and then accessing the SPI data register. |
| WCOL | Write Collision Flag. The WCOL bit is set if the SPI data register is written during a data transfer. During data transfer, the result of reading the SPDR register may be incorrect, and writing to it has no effect. The WCOL bit (and the SPIF bit) are cleared by reading the SPI status register with SPIF and WCOL set, and then accessing the SPI data register. |

6. SPDR – SPI Data Register

Register Address = 86H

Reset Value = unchanged

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| SPD7 | SPD6 | SPD5 | SPD4 | SPD3 | SPD2 | SPD1 | SPD0 |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

Memory – EEPROM and RAM

AT89S8252 implements 2K bytes of on-chip EEPROM data storage and 256 bytes of RAM. The upper 128 bytes of RAM occupy a parallel space to the Special Function Registers. That means the upper 128 bytes have the same addresses as the SFR space but are physically separate from SFR space.

When an instruction accesses an internal location above address 7FH, the address mode used in the instruction determines whether the CPU accesses the upper 128 bytes of RAM or the SFR space. Instructions that use direct addressing access SFR space.

For example, the following direct addressing instruction accesses the SFR at location 0A0H (which is P2).

```
MOV 0A0H, #data
```

Instructions that use indirect addressing access the upper 128 bytes of RAM. For example, the following indirect addressing instruction, where R0 contains 0A0H, accesses the data byte at address 0A0H, rather than P2 (whose address is 0A0H).

```
MOV @R0, #data
```

Stack operations are examples of indirect addressing, so the upper 128 bytes of data RAM are available as stack space.

On-chip EEPROM data memory is selected by setting the EEMEN bit in the WMCON register at SFR address 96H. The EEPROM address range is from 000H to 0FFH. The MOVX instructions are used to access the EEPROM. To access off-chip data memory with the MOVX instructions, the EEMEN bit needs to be set to "0".

The EEMWE bit in the WMCON register needs to be set to "1" before any byte location in the EEPROM can be written. After programming, software should reset EEMWE bit to "0" if no further EEPROM write is required. EEPROM write cycles in the programming mode are self-timed and typically take 100 μs. The progress of EEPROM write can be monitored by reading the RDY/BSY bit (read-only) in SFR WMCON. $\overline{RDY/BSY} = 0$ means programming is still in progress and $\overline{RDY/BSY} = 1$ means EEPROM write cycle is completed and another write cycle can be initiated.

In addition, during EEPROM programming, an attempted read from the EEPROM will fetch the byte being written to the MSB complemented. Once the write cycle is completed, true data are valid at all bit locations.

Programmable Watchdog Timer

The Programmable Watchdog Timer (WDT) operates from an independent oscillator. The prescaler bits, PS0, PS1, PS2 in SFR WMCON are used to set the period of the Watchdog Timer from 16 ms to 2048 ms. The available timer periods are shown in the following table and the

actual timer periods (at $V_{CC} = 5V$) are within $\pm 30\%$ of the nominal.

The WDT is disabled by Power-on Reset and during Power-down. It is enabled by setting the WDTEN bit in SFR WMCON (address = 96H). The WDT is reset by setting the WDTRST bit in WMCON. When the WDT times out without being reset or disabled, an internal RST pulse is generated to reset the CPU.

Table 7. Watchdog Timer Period Selection

| WDT Prescaler Bits | | | Period (nominal) |
|--------------------|-----|-----|------------------|
| PS2 | PS1 | PS0 | |
| 0 | 0 | 0 | 16 ms |
| 0 | 0 | 1 | 32 ms |
| 0 | 1 | 0 | 64 ms |
| 0 | 1 | 1 | 128 ms |
| 1 | 0 | 0 | 256 ms |
| 1 | 0 | 1 | 512 ms |
| 1 | 1 | 0 | 1024 ms |
| 1 | 1 | 1 | 2048 ms |

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S8252 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51, AT89C52 and AT89C55. For further information, see the October 1995 Microcontroller Data Book, page 2-45, section titled, "Timer/Counters."

Timer 2

Timer 2 is a 16 bit Timer/Counter that can operate as either a timer or an event counter. The type of operation is selected by bit C/T2 in the SFR T2CON (shown in Table 2). Timer 2 has three operating modes: capture, auto-reload (up or down counting), and baud rate generator. The modes are selected by bits in T2CON, as shown in Table 8.

Timer 2 consists of two 8-bit registers, TH2 and TL2. In the Timer function, the TL2 register is incremented every machine cycle. Since a machine cycle consists of 12 oscillator periods, the count rate is 1/12 of the oscillator frequency.

In the Counter function, the register is incremented in response to a 1-to-0 transition at its corresponding external input pin, T2. In this function, the external input is sampled during S5P2 of every machine cycle. When the samples show a high in one cycle and a low in the next cycle, the count is incremented. The new count value appears in the register during S3P1 of the cycle following the one in which



transition was detected. Since two machine cycles (24 oscillator periods) are required to recognize a 1-to-0 transition the maximum count rate is 1/24 of the oscillator frequency. To ensure that a given level is sampled at least once before it changes, the level should be held for at least two full machine cycles.

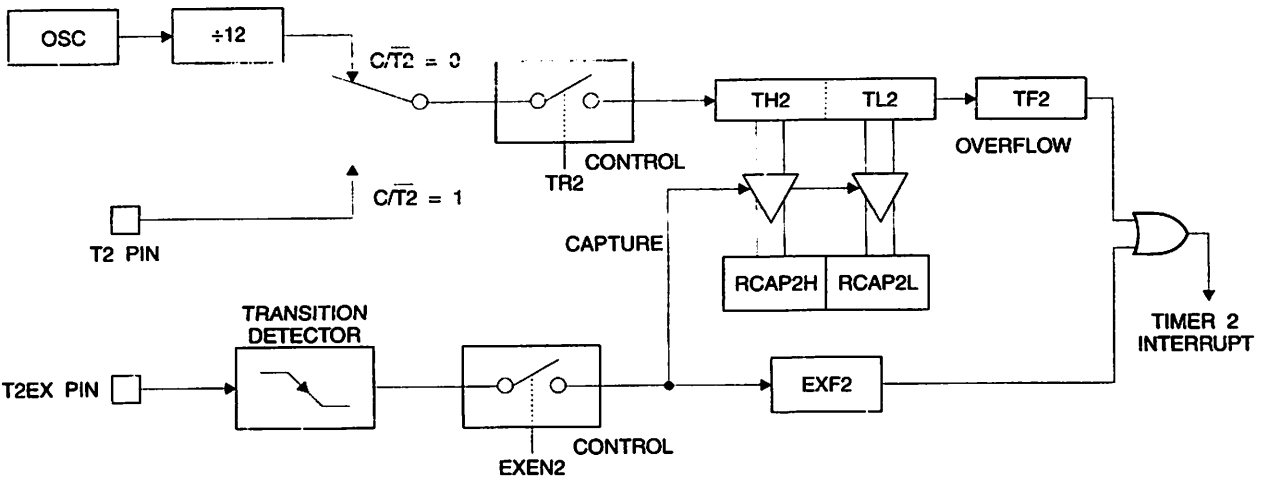
Capture Mode

In the capture mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 is a 16 bit timer or counter which upon overflow sets bit TF2 in T2CON. This bit can then be used to generate an interrupt. If EXEN2 = 1, Timer 2 performs the same operation, but a 1-to-0 transition at external input T2EX also causes the current value in TH2 and TL2 to be captured into RCAP2H and RCAP2L, respectively. In addition, the transition at T2EX causes bit EXF2 in T2CON to be set. The EXF2 bit, like TF2, can generate an interrupt. The capture mode is illustrated in Figure 1.

8. Timer 2 Operating Modes

| CLK + TCLK | CP/RL2 | TR2 | MODE |
|------------|--------|-----|---------------------|
| 0 | 0 | 1 | 16-bit Auto-reload |
| 0 | 1 | 1 | 16-bit Capture |
| 1 | X | 1 | Baud Rate Generator |
| X | X | 0 | (Off) |

Figure 1. Timer 2 in Capture Mode



Auto-reload (Up or Down Counter)

Timer 2 can be programmed to count up or down when configured in its 16 bit auto-reload mode. This feature is enabled by the DCEN (Down Counter Enable) bit located in the T2CON register (see Table 9). Upon reset, the DCEN bit is set to 0 so that timer 2 will default to count up. When DCEN is set, Timer 2 can count up or down, depending on the value of the T2EX pin.

Figure 2 shows Timer 2 automatically counting up when DCEN = 0. In this mode, two options are selected by bit TR2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 counts up to 0FFFFH and then sets the TF2 bit upon overflow. The overflow also causes the timer registers to be reloaded with the 16 bit value in RCAP2H and RCAP2L. The values in RCAP2H and RCAP2L are preset by software. If EXEN2 = 1, a 16 bit reload can be triggered either by an overflow or

by a 1-to-0 transition at external input T2EX. This transition also sets the EXF2 bit. Both the TF2 and EXF2 bits can generate an interrupt if enabled.

Setting the DCEN bit enables Timer 2 to count up or down, as shown in Figure 3. In this mode, the T2EX pin controls the direction of the count. A logic 1 at T2EX makes Timer 2 count up. The timer will overflow at 0FFFFH and set the TF2 bit. This overflow also causes the 16 bit value in RCAP2H and RCAP2L to be reloaded into the timer registers, TH2 and TL2, respectively.

A logic 0 at T2EX makes Timer 2 count down. The timer underflows when TH2 and TL2 equal the values stored in RCAP2H and RCAP2L. The underflow sets the TF2 bit and causes 0FFFFH to be reloaded into the timer registers.

The EXF2 bit toggles whenever Timer 2 overflows or underflows and can be used as a 17th bit of resolution. In this operating mode, EXF2 does not flag an interrupt.

Figure 2. Timer 2 in Auto Reload Mode (DCEN = 0)

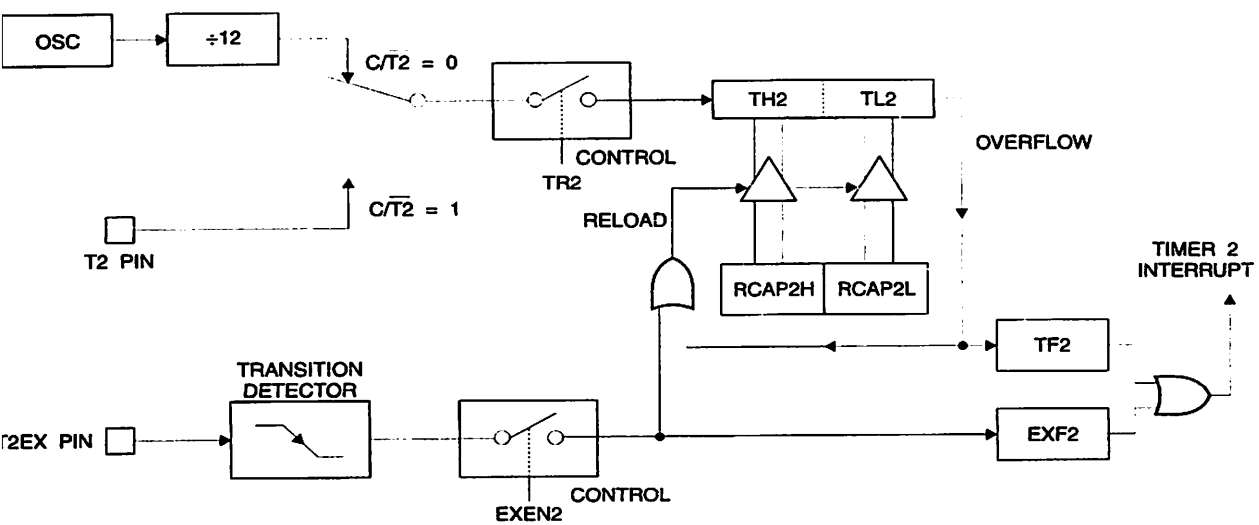


Table 9. T2MOD – Timer 2 Mode Control Register

| | | | | | | | | |
|--------------------|---|---|---|---|---|------|--------------------------|--|
| MOD Address = 0C9H | | | | | | | Reset Value = XXXX XX00B | |
| Bit Addressable | | | | | | | | |
| - | - | - | - | - | - | T2OE | DCEN | |
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |

| Bit | Function |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|
| 7 | Not implemented, reserved for future use. |
| 1 | Timer 2 Output Enable bit. |
| 0 | When set, this bit allows Timer 2 to be configured as an up/down counter. |



Figure 3. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 1)

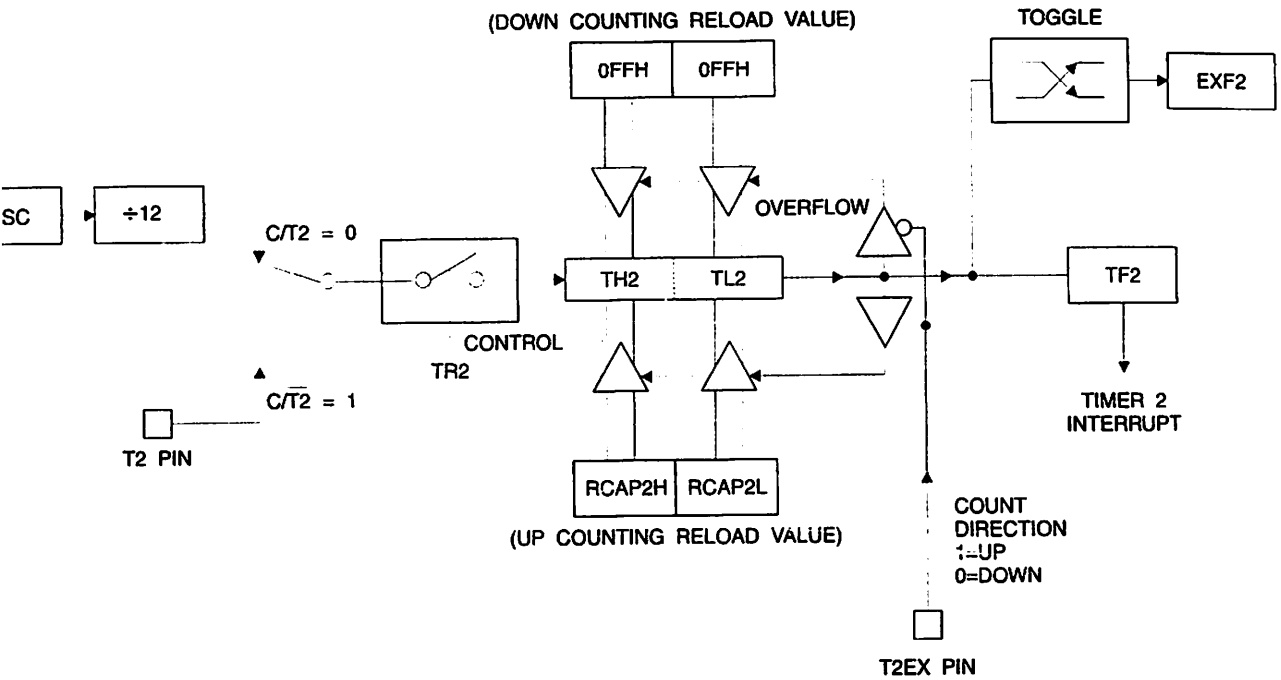
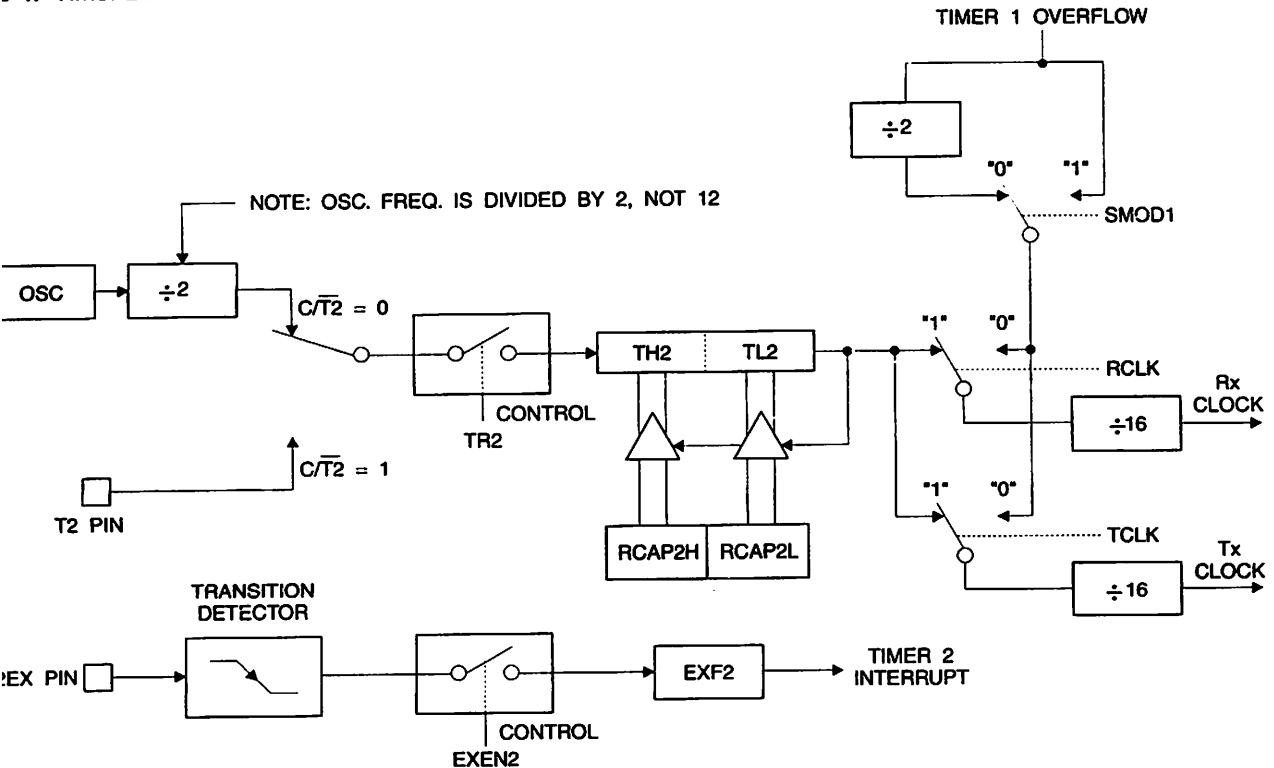


Figure 4. Timer 2 in Baud Rate Generator Mode



Baud Rate Generator

Timer 2 is selected as the baud rate generator by setting RCLK and/or TCLK in T2CON (Table 2). Note that the rates for transmit and receive can be different if Timer 2 is used for the receiver or transmitter and Timer 1 is used for another function. Setting RCLK and/or TCLK puts Timer 2 into its baud rate generator mode, as shown in Figure 4.

Timer 2 in baud rate generator mode is similar to the auto-reload timer in that a rollover in TH2 causes the Timer 2 registers to be reloaded with the 16 bit value in registers RCAP2H and RCAP2L, which are preset by software.

Baud rates in Modes 1 and 3 are determined by Timer 2 overflow rate according to the following equation.

$$\text{Modes 1 and 3 Baud Rates} = \frac{\text{Timer 2 Overflow Rate}}{16}$$

Timer 2 can be configured for either timer or counter operation. In most applications, it is configured for timer operation (CP/T2 = 0). The timer operation is different from counter operation when it is used as a baud rate generator. Normally, as a timer, it increments every machine cycle (at 1/12 the oscillator frequency). As a baud rate generator, however, it increments every state time (at 1/2 the oscillator frequency). The baud rate formula is given below.

$$\text{Modes 1 and 3 Baud Rate} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{32 \times [65536 - (\text{RCAP2H}, \text{RCAP2L})]}$$

(RCAP2H, RCAP2L) is the content of RCAP2H and RCAP2L taken as a 16 bit unsigned integer.

Timer 2 as a baud rate generator is shown in Figure 4. This mode is valid only if RCLK or TCLK = 1 in T2CON. Note that a rollover in TH2 does not set TF2 and will not generate an interrupt. Note too, that if EXEN2 is set, a 1-to-0 transition in T2EX will set EXF2 but will not cause a reload of (RCAP2H, RCAP2L) to (TH2, TL2). Thus when Timer

2 is in use as a baud rate generator, T2EX can be used as an extra external interrupt.

Note that when Timer 2 is running (TR2 = 1) as a timer in the baud rate generator mode, TH2 or TL2 should not be read from or written to. Under these conditions, the Timer is incremented every state time, and the results of a read or write may not be accurate. The RCAP2 registers may be read but should not be written to, because a write might overlap a reload and cause write and/or reload errors. The timer should be turned off (clear TR2) before accessing the Timer 2 or RCAP2 registers.

Programmable Clock Out

A 50% duty cycle clock can be programmed to come out on P1.0, as shown in Figure 5. This pin, besides being a regular I/O pin, has two alternate functions. It can be programmed to input the external clock for Timer/Counter 2 or to output a 50% duty cycle clock ranging from 61 Hz to 4 MHz at a 16 MHz operating frequency.

To configure the Timer/Counter 2 as a clock generator, bit C/T2 (T2CON.1) must be cleared and bit T2OE (T2MOD.1) must be set. Bit TR2 (T2CON.2) starts and stops the timer.

The clock-out frequency depends on the oscillator frequency and the reload value of Timer 2 capture registers (RCAP2H, RCAP2L), as shown in the following equation.

$$\text{Clock Out Frequency} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{4 \times [65536 - (\text{RCAP2H}, \text{RCAP2L})]}$$

In the clock-out mode, Timer 2 rollovers will not generate an interrupt. This behavior is similar to when Timer 2 is used as a baud-rate generator. It is possible to use Timer 2 as a baud-rate generator and a clock generator simultaneously. Note, however, that the baud-rate and clock-out frequencies cannot be determined independently from one another since they both use RCAP2H and RCAP2L.

Figure 5. Timer 2 in Clock-out Mode

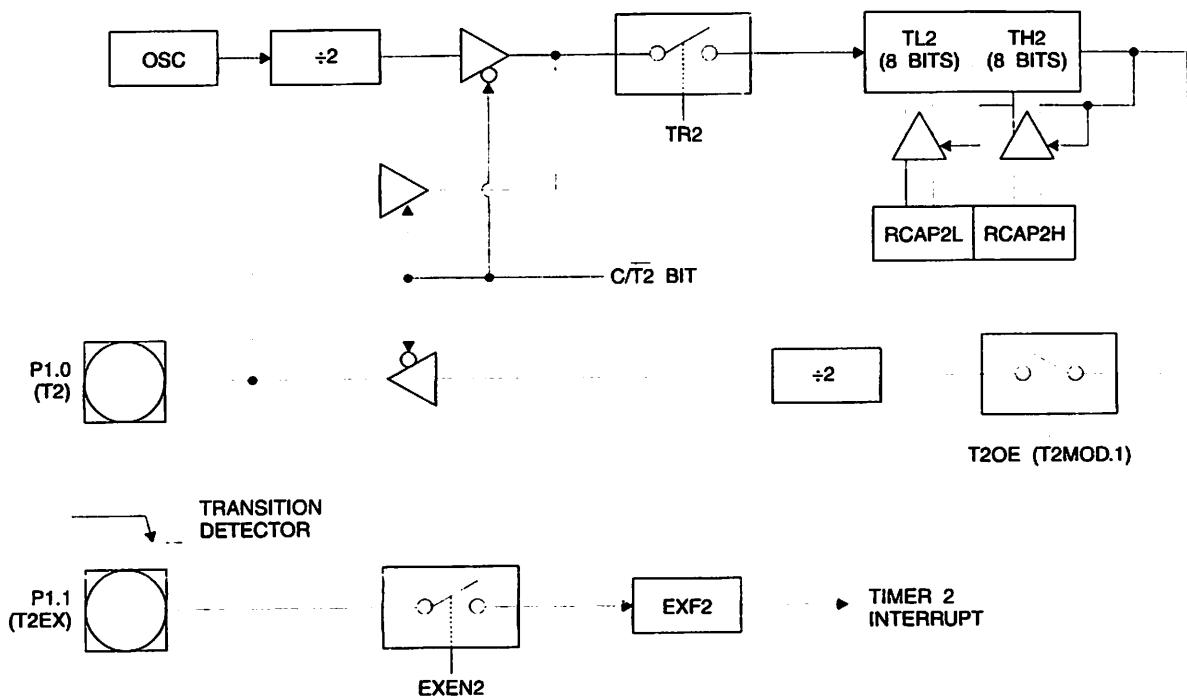
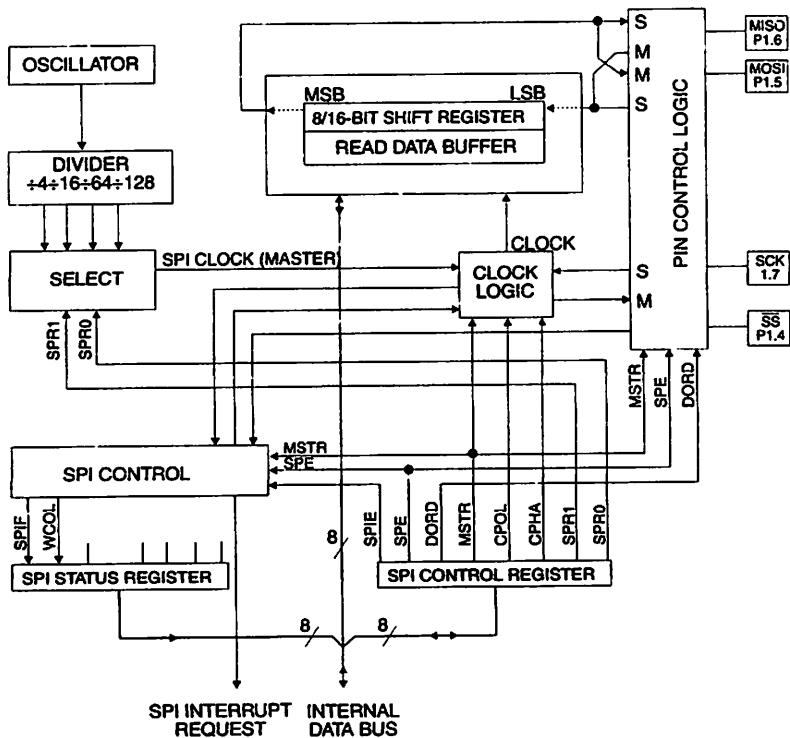


Figure 6. SPI Block Diagram



T

UART in the AT89S8252 operates the same way as UART in the AT89C51, AT89C52 and AT89C55. For more information, see the October 1995 Microcontroller Handbook, page 2-49, section titled, "Serial Interface."

Serial Peripheral Interface

The serial peripheral interface (SPI) allows high-speed synchronous data transfer between the AT89S8252 and other peripheral devices or between several AT89S8252 microcontrollers. The AT89S8252 SPI features include the following:

- Full-Duplex, 3-Wire Synchronous Data Transfer
- Master or Slave Operation
- 10 MHz Bit Frequency (max.)
- MSB First or LSB First Data Transfer
- Programmable Bit Rates
- End of Transmission Interrupt Flag

- Write Collision Flag Protection
- Wakeup from Idle Mode (Slave Mode Only)

The interconnection between master and slave CPUs with SPI is shown in the following figure. The SCK pin is the clock output in the master mode but is the clock input in the slave mode. Writing to the SPI data register of the master CPU starts the SPI clock generator, and the data written shifts out of the MOSI pin and into the MOSI pin of the slave CPU. After shifting one byte, the SPI clock generator stops, setting the end of transmission flag (SPIF). If both the SPI interrupt enable bit (SPIE) and the serial port interrupt enable bit (ES) are set, an interrupt is requested.

The Slave Select input, $\overline{SS}/P1.4$, is set low to select an individual SPI device as a slave. When $\overline{SS}/P1.4$ is set high, the SPI port is deactivated and the MOSI/P1.5 pin can be used as an input.

There are four combinations of SCK phase and polarity with respect to serial data, which are determined by control bits CPHA and CPOL. The SPI data transfer formats are shown in Figure 8 and Figure 9.

Figure 7. SPI Master-slave Interconnection

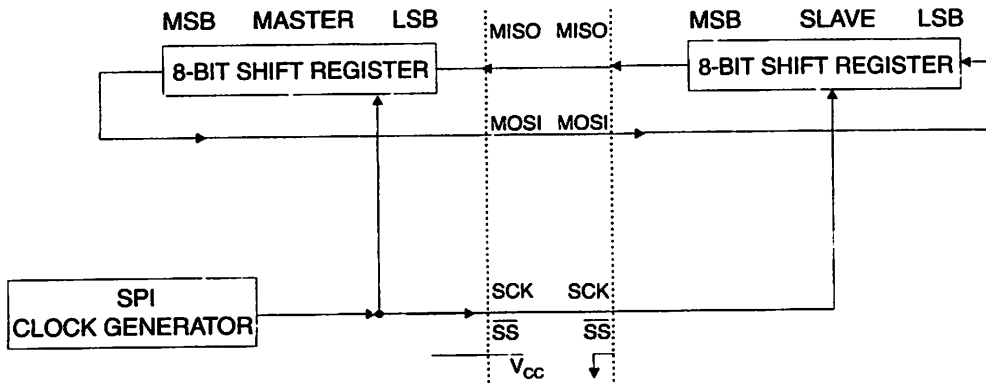
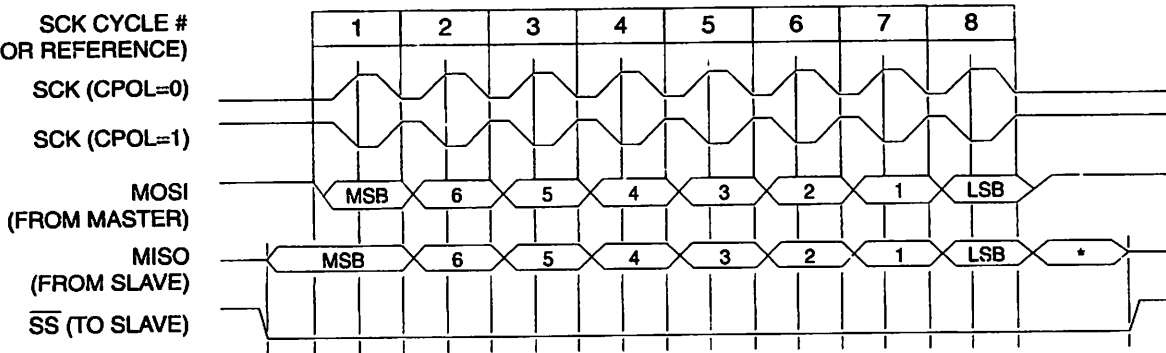


Figure 8. SPI transfer Format with CPHA = 0

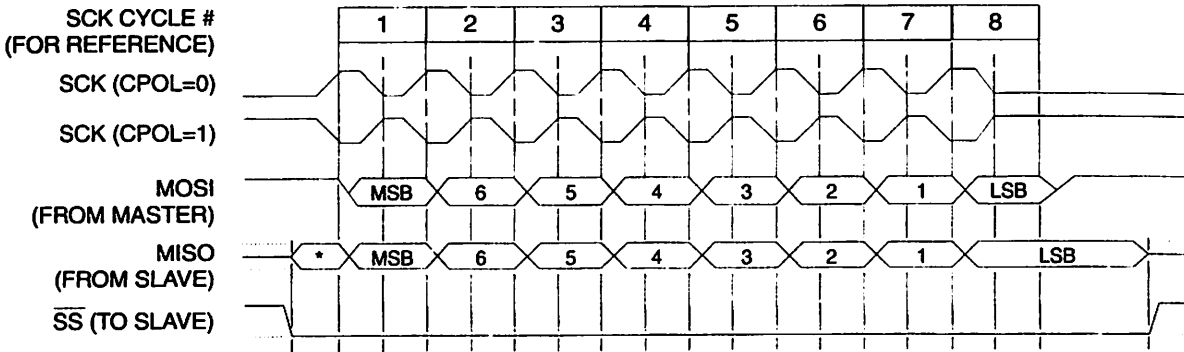


Slave Select is defined but normally MSB of character just received





Figure 9. SPI Transfer Format with CPHA = 1



defined but normally LSB of previously transmitted character

Interrupts

AT89S8252 has a total of six interrupt vectors: two internal interrupts (INT0 and INT1), three timer interrupts (Timers 0, 1, and 2), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 10.

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.

As Table 10 shows that bit position IE.6 is unimplemented. In the AT89C51, bit position IE.5 is also unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

Timer 2 interrupt is generated by the logical OR of bits TF2 and EXF2 in register T2CON. Neither of these flags is cleared by hardware when the service routine is vectored to the interrupt. In fact, the service routine may have to determine whether it was TF2 or EXF2 that generated the interrupt, and that bit will have to be cleared in software.

Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at the beginning of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle. However, Timer 2 flag, TF2, is set at S2P2 and is polled in the next cycle in which the timer overflows.

Table 10. Interrupt Enable (IE) Register

| (MSB)(LSB) | | | | | | | |
|----------------------------------------|---|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| EA | — | ET2 | 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. |
| ET2 | IE.5 | Timer 2 interrupt enable bit. |
| ES | IE.4 | SPI and UART 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 unimplemented bits, because they may be used in future AT89 products.

Figure 10. Interrupt Sources

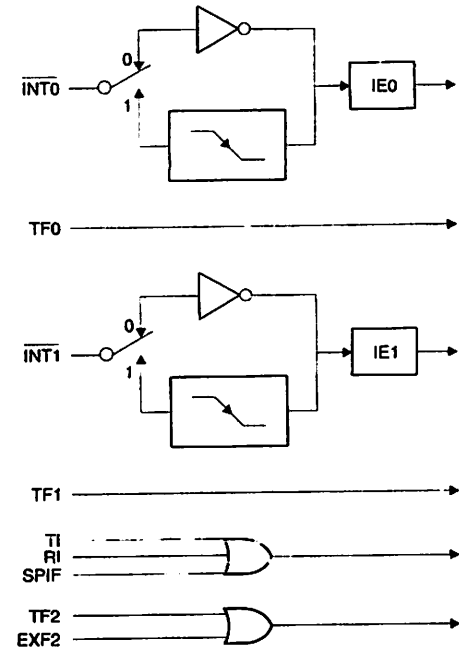
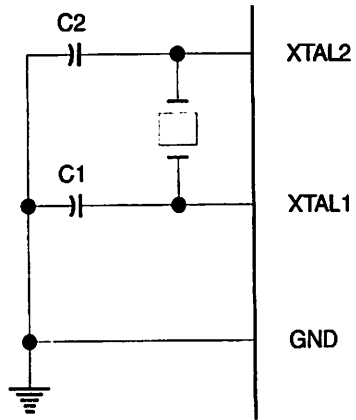
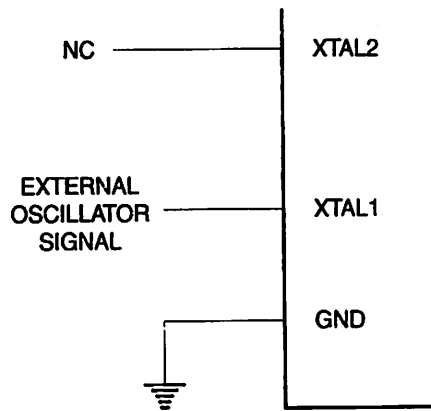


Figure 11. Oscillator Connections



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

Figure 12. External Clock Drive Configuration



Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an on-chip inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 11. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the oscillator from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 12. 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.



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.

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.

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

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

Power-down Mode

In power-down mode, the oscillator is stopped and the instruction that invokes power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power-down mode is terminated. Exit from power-down can be initiated either by hardware reset or by an enabled external interrupt. Reset initializes the SFRs but does not change the on-chip RAM. Reset should not be activated before V_{CC} is restored to normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

When exiting power-down via an interrupt, the external interrupt should be enabled as level sensitive before entering power-down. The interrupt service routine starts at 16 ms (nominal) after the enabled interrupt pin is activated.

Program Memory Lock Bits

The AT89S8252 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.

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.

Once programmed, the lock bits can only be unprogrammed with the Chip Erase operations in either the parallel or serial modes.

Program Memory Lock Bit Protection Modes⁽¹⁾⁽²⁾

| Program Lock Bits | | | Protection Type |
|-------------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LB1 | LB2 | LB3 | |
| U | U | U | No internal memory lock feature. |
| P | U | U | MOVX instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory. \overline{EA} is sampled and latched on reset and further programming of the Flash memory (parallel or serial mode) is disabled. |
| P | P | U | Same as Mode 2, but parallel or serial verify are also disabled. |
| P | P | P | Same as Mode 3, but external execution is also disabled. |

1. U = Unprogrammed
2. P = Programmed

Programming the Flash and EEPROM

The AT89S8252 Flash Microcontroller offers 8K bytes system reprogrammable Flash Code memory and 2K of EEPROM Data memory.

The AT89S8252 is normally shipped with the on-chip Flash and EEPROM Data memory arrays in the erased (i.e. contents = FFH) and ready to be programmed. The device supports a High-voltage (12V) Parallel programming mode and a Low-voltage (5V) Serial programming mode. The serial programming mode provides a convenient way to download the AT89S8252 inside a user's system. The parallel programming mode is compatible with conventional third party Flash or EEPROM programmers.

In parallel programming mode, Code and Data memory arrays are mapped via separate address spaces in the serial programming mode. In parallel programming mode, the two arrays occupy one continuous address space: 0000H to 1FFFH for the Code array and 2000H to 27FFH for the Data array.

In serial programming mode, Code and Data memory arrays on the AT89S8252 are programmed byte-by-byte in either programming mode. An auto-erase cycle is provided with the self-timed programming operation in the serial programming mode. There is no need to perform the Chip Erase operation to reprogram any memory location in the serial programming mode as long as any of the lock bits have been programmed.

In parallel programming mode, there is no auto-erase cycle. To reprogram any non-blank byte, the user needs to perform the Chip Erase operation first to erase both arrays.

Parallel Programming Algorithm: To program and verify the AT89S8252 in the parallel programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:

Apply power between V_{CC} and GND pins.

Set RST pin to "H".

Apply a 3 MHz to 24 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.

Set \overline{PSEN} pin to "L".

Set LE pin to "H".

Set \overline{EA} pin to "H" and all other pins to "H".

Apply the appropriate combination of "H" or "L" logic levels to pins P2.6, P2.7, P3.6, P3.7 to select one of the programming operations shown in the Flash Programming Modes table.

Apply the desired byte address to pins P1.0 to P1.7 and P2.0 to P2.5.

Apply data to pins P0.0 to P0.7 for Write Code operation.

5. Raise \overline{EA}/V_{PP} to 12V to enable Flash programming, erase or verification.
6. Pulse ALE/ \overline{PROG} once to program a byte in the Code memory array, the Data memory array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes 1.5 ms.
7. To verify the byte just programmed, bring pin P2.7 to "L" and read the programmed data at pins P0.0 to P0.7.
8. Repeat steps 3 through 7 changing the address and data for the entire 2K or 8K bytes array or until the end of the object file is reached.
9. Power-off sequence:
 - Set XTAL1 to "L".
 - Set RST and \overline{EA} pins to "L".
 - Turn V_{CC} power off.

In the parallel programming mode, there is no auto-erase cycle and to reprogram any non-blank byte, the user needs to use the Chip Erase operation first to erase both arrays.

Data Polling: The AT89S8252 features \overline{DATA} Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle in the parallel or serial programming mode, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on P0.7 (parallel mode), and on the MSB of the serial output byte on MISO (serial mode). Once the write cycle has been completed, true data are 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/Busy: The progress of byte programming in the parallel programming mode can also be monitored by the RDY/ \overline{BSY} output signal. Pin P3.4 is pulled Low after ALE goes High during programming to indicate \overline{BUSY} . P3.4 is pulled High again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed Code or Data byte can be read back via the address and data lines for verification. The state of the lock bits can also be verified directly in the parallel programming mode. In the serial programming mode, the state of the lock bits can only be verified indirectly by observing that the lock bit features are enabled.

Chip Erase: Both Flash and EEPROM arrays are erased electrically at the same time. In the parallel programming mode, chip erase is initiated by using the proper combination of control signals and by holding ALE/ \overline{PROG} low for 10 ms. The Code and Data arrays are written with all "1"s in the Chip Erase operation.





serial programming mode, a chip erase operation is performed by issuing the Chip Erase instruction. In this mode, the erase is self-timed and takes about 16 ms.

During chip erase, a serial read from any address location returns 00H at the data outputs.

Programming Fuse: A programmable fuse is available to disable Serial Programming if the user needs maximum system security. The Serial Programming Fuse can only be programmed or erased in the Parallel Programming Mode.

AT89S8252 is shipped with the Serial Programming mode enabled.

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

030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
031H) = 72H indicates 89S8252

Serial Programming Interface

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

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

Serial Programming

The Code and Data memory arrays can be programmed using the serial SPI bus while RST is pulled to ground. 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 program/erase operations can be executed.

The write/erase cycle is built into the self-timed programming operation (in the serial mode ONLY) and there is no need to execute the Chip Erase instruction unless any of the memory bits have been programmed. The Chip Erase operation returns the content of every memory location in both the Code and Data arrays into FFH.

The Code and Data memory arrays have separate address ranges as follows:

0000H to 1FFFH for Code memory and 000H to 7FFH for Data memory.

Either an external system clock is 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 1/40 of the crystal frequency. With a 24 MHz oscillator clock, the maximum SCK frequency is 600 kHz.

Serial Programming Algorithm

To program and verify the AT89S8252 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 24 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 40.
3. The Code or Data array is programmed one byte at a time by supplying the address and data together with the appropriate Write instruction. The selected memory location is first automatically erased before new data is written. The write cycle is self-timed and typically takes less than 2.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction which 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 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.

Serial Programming Instruction

The Instruction Set for Serial Programming follows a 3-byte protocol and is shown in the following table:

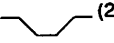
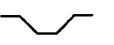
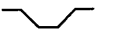
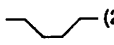
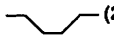
Instruction Set

| Instruction | Input Format | | | Operation |
|--------------------|--------------|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 | |
| Programming Enable | 1010 1100 | 0101 0011 | xxxx xxxx | Enable serial programming interface after RST goes high. |
| Erase | 1010 1100 | xxxx x100 | xxxx xxxx | Chip erase both 8K & 2K memory arrays. |
| Code Memory | aaaa a001 | low addr | xxxx xxxx | Read data from Code memory array at the selected address. The 5 MSBs of the first byte are the high order address bits. The low order address bits are in the second byte. Data are available at pin MISO during the third byte. |
| Code Memory | aaaa a010 | low addr | data in | Write data to Code memory location at selected address. The address bits are the 5 MSBs of the first byte together with the second byte. |
| Data Memory | 00aa a101 | low addr | xxxx xxxx | Read data from Data memory array at selected address. Data are available at pin MISO during the third byte. |
| Data Memory | 00aa a110 | low addr | data in | Write data to Data memory location at selected address. |
| Lock Bits | 1010 1100 | x x111 | xxxx xxxx | Write lock bits. Set LB1, LB2 or LB3 = "0" to program lock bits. |

1. DATA polling is used to indicate the end of a write cycle which typically takes less than 2.5 ms at 5V.
2. "aaaaa" = high order address.
3. "x" = don't care.



Flash and EEPROM Parallel Programming Modes

| | RST | PSEN | ALE/PROG | EA/V _{PP} | P2.6 | P2.7 | P3.6 | P3.7 | Data I/O P0.7:0 | Address P2.5:0 P1.7:0 |
|--------------------|-----|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------|------|------|------|--------------------|--------------------------|
| Prog. Modes | H | h ⁽¹⁾ | h ⁽¹⁾ | x | | | | | | |
| Erase | H | L |  (2) | 12V | H | L | L | L | X | X |
| (10K bytes) Memory | H | L |  | 12V | L | H | H | H | DIN | ADDR |
| (10K bytes) Memory | H | L | H | 12V | L | L | H | H | DOUT | ADDR |
| Lock Bits: | H | L |  | 12V | H | L | H | L | DIN | X |
| Bit - 1 | | | | | | | | | P0.7 = 0 | X |
| Bit - 2 | | | | | | | | | P0.6 = 0 | X |
| Bit - 3 | | | | | | | | | P0.5 = 0 | X |
| Lock Bits: | H | L | H | 12V | H | H | L | L | DOUT | X |
| Bit - 1 | | | | | | | | | @P0.2 | X |
| Bit - 2 | | | | | | | | | @P0.1 | X |
| Bit - 3 | | | | | | | | | @P0.0 | X |
| Atmel Code | H | L | H | 12V | L | L | L | L | DOUT | 30H |
| Device Code | H | L | H | 12V | L | L | L | L | DOUT | 31H |
| Prog. Enable | H | L |  (2) | 12V | L | H | L | H | P0.0 = 0 | X |
| Prog. Disable | H | L |  (2) | 12V | L | H | L | H | P0.0 = 1 | X |
| Serial Prog. Fuse | H | L | H | 12V | H | H | L | H | @P0.0 | X |

1. "h" = weakly pulled "High" internally.

2. Chip Erase and Serial Programming Fuse require a 10 ms $\overline{\text{PROG}}$ pulse. Chip Erase needs to be performed first before reprogramming any byte with a content other than FFH.

3. P3.4 is pulled Low during programming to indicate RDY/BSY.

4. "X" = don't care

Figure 13. Programming the Flash/EEPROM Memory

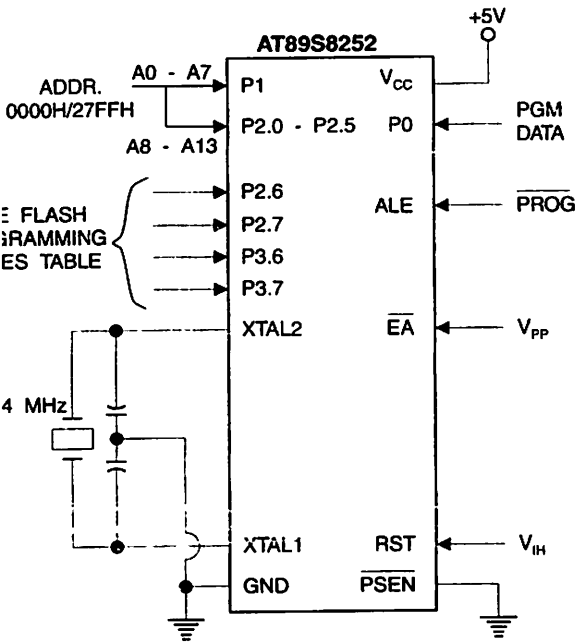


Figure 15. Flash/EEPROM Serial Downloading

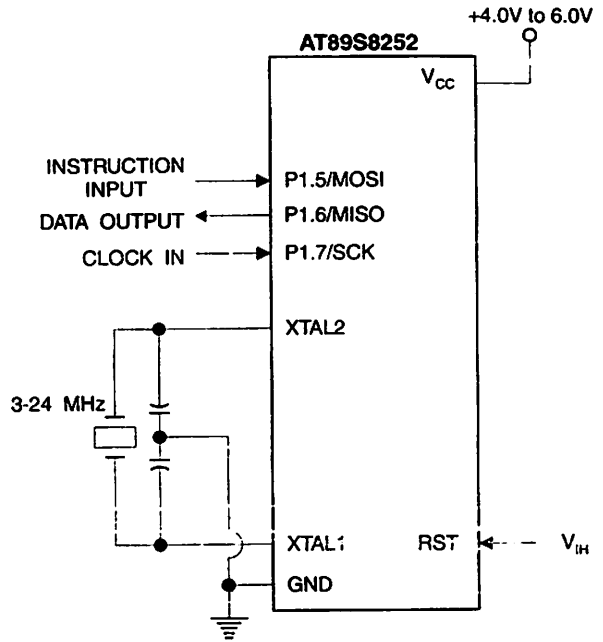
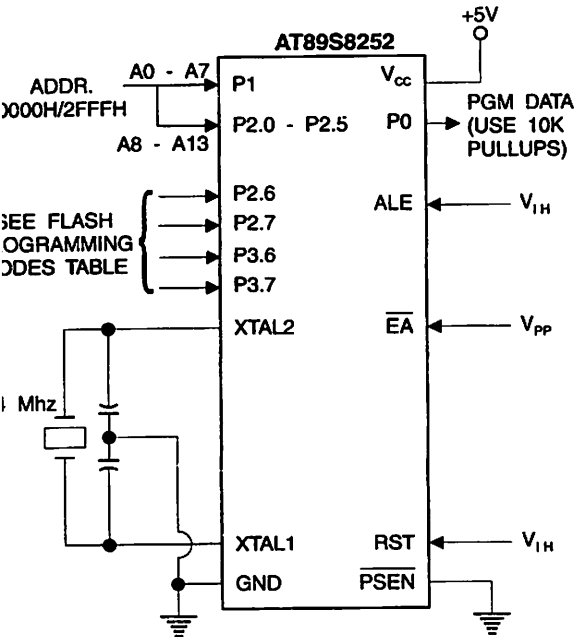


Figure 14. Verifying the Flash/EEPROM Memory



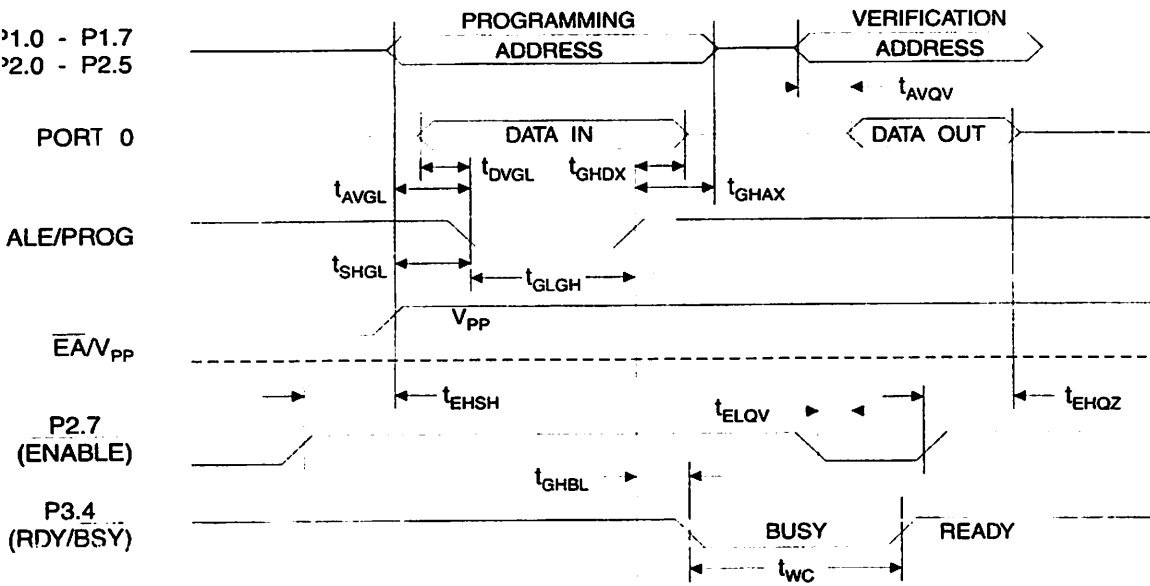


Programming and Verification Characteristics – Parallel Mode

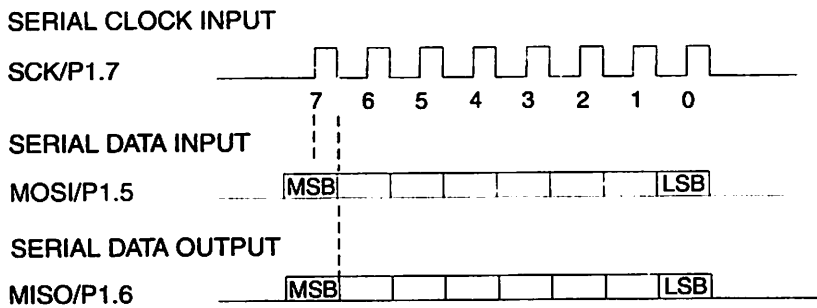
0°C to 70°C, $V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$

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

Flash/EEPROM Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode



Serial Downloading Waveforms





Absolute Maximum Ratings*

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

Values shown in this table are valid for $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C and $V_{CC} = 5.0\text{V} \pm 20\%$, unless otherwise noted.

| Symbol | Parameter | Condition | Min | Max | Units |
|--------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| | Input Low-voltage | (Except $\bar{E}A$) | -0.5 | $0.2 V_{CC} - 0.1$ | V |
| | Input Low-voltage ($\bar{E}A$) | | -0.5 | $0.2 V_{CC} - 0.3$ | V |
| | Input High-voltage | (Except XTAL1, RST) | $0.2 V_{CC} + 0.9$ | $V_{CC} + 0.5$ | V |
| | Input High-voltage | (XTAL1, RST) | $0.7 V_{CC}$ | $V_{CC} + 0.5$ | V |
| | Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3) | $I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$ | | 0.5 | V |
| | Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, $\bar{P}SEN$) | $I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$ | | 0.5 | V |
| | Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\bar{P}SEN$) | $I_{OH} = -60 \mu\text{A}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ | 2.4 | | V |
| | | $I_{OH} = -25 \mu\text{A}$ | $0.75 V_{CC}$ | | V |
| | | $I_{OH} = -10 \mu\text{A}$ | $0.9 V_{CC}$ | | V |
| | Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode) | $I_{OH} = -800 \mu\text{A}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ | 2.4 | | V |
| | | $I_{OH} = -300 \mu\text{A}$ | $0.75 V_{CC}$ | | V |
| | | $I_{OH} = -80 \mu\text{A}$ | $0.9 V_{CC}$ | | V |
| | Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3) | $V_{IN} = 0.45\text{V}$ | | -50 | μA |
| | Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3) | $V_{IN} = 2\text{V}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ | | -650 | μA |
| | Input Leakage Current (Port 0, $\bar{E}A$) | $0.45 < V_{IN} < V_{CC}$ | | ± 10 | μA |
| RT | Reset Pull-down Resistor | | 50 | 300 | K Ω |
| | Pin Capacitance | Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | | 10 | pF |
| | Power Supply Current | Active Mode, 12 MHz | | 25 | mA |
| | | Idle Mode, 12 MHz | | 6.5 | mA |
| | Power-down Mode ⁽²⁾ | $V_{CC} = 6\text{V}$ | | 100 | μA |
| | | $V_{CC} = 3\text{V}$ | | 40 | μA |

1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
 Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
 Maximum I_{OL} per 8-bit port:
 Port 0: 26 mA
 Ports 1, 2, 3: 15 mA

Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
 If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

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

AT89S8252

Characteristics

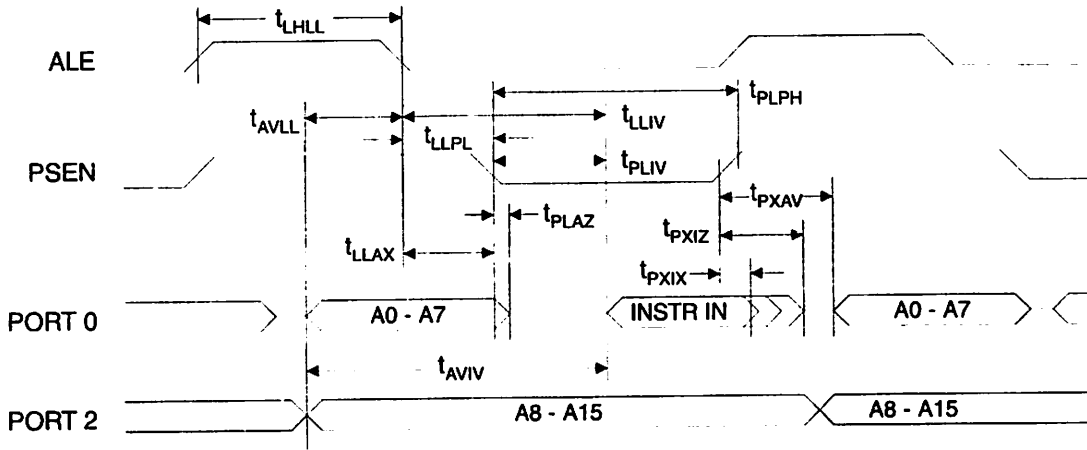
operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; load capacitance for all other pins = 80 pF.

Internal Program and Data Memory Characteristics

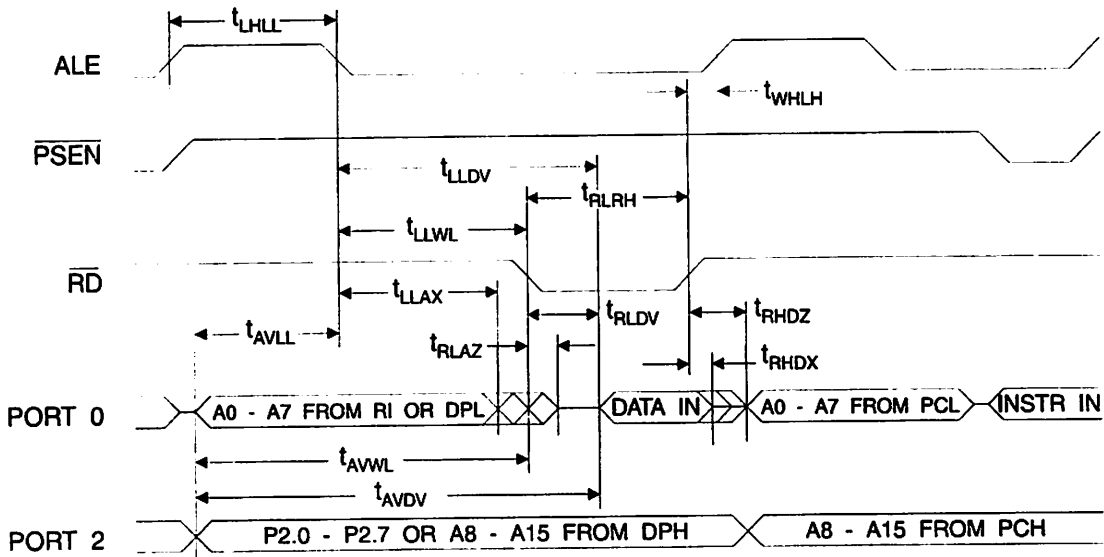
| Symbol | Parameter | Variable Oscillator | | |
|--------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| | | Min | Max | Units |
| | Oscillator Frequency | 0 | 24 | MHz |
| | ALE Pulse Width | $2t_{\text{CLCL}} - 40$ | | ns |
| | Address Valid to ALE Low | $t_{\text{CLCL}} - 13$ | | ns |
| | Address Hold after ALE Low | $t_{\text{CLCL}} - 20$ | | ns |
| | ALE Low to Valid Instruction In | | $4t_{\text{CLCL}} - 65$ | ns |
| | ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low | $t_{\text{CLCL}} - 13$ | | ns |
| | $\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width | $3t_{\text{CLCL}} - 20$ | | ns |
| | $\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In | | $3t_{\text{CLCL}} - 45$ | ns |
| | Input Instruction Hold after $\overline{\text{PSEN}}$ | 0 | | ns |
| | Input Instruction Float after $\overline{\text{PSEN}}$ | | $t_{\text{CLCL}} - 10$ | ns |
| | $\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid | $t_{\text{CLCL}} - 8$ | | ns |
| | Address to Valid Instruction In | | $5t_{\text{CLCL}} - 55$ | ns |
| | $\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float | | 10 | ns |
| | $\overline{\text{RD}}$ Pulse Width | $6t_{\text{CLCL}} - 100$ | | ns |
| | $\overline{\text{WR}}$ Pulse Width | $6t_{\text{CLCL}} - 100$ | | ns |
| | $\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In | | $5t_{\text{CLCL}} - 90$ | ns |
| | Data Hold after $\overline{\text{RD}}$ | 0 | | ns |
| | Data Float after $\overline{\text{RD}}$ | | $2t_{\text{CLCL}} - 28$ | ns |
| | ALE Low to Valid Data In | | $8t_{\text{CLCL}} - 150$ | ns |
| | Address to Valid Data In | | $9t_{\text{CLCL}} - 165$ | ns |
| | ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low | $3t_{\text{CLCL}} - 50$ | $3t_{\text{CLCL}} + 50$ | ns |
| | Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low | $4t_{\text{CLCL}} - 75$ | | ns |
| | Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition | $t_{\text{CLCL}} - 20$ | | ns |
| | Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High | $7t_{\text{CLCL}} - 120$ | | ns |
| | Data Hold after $\overline{\text{WR}}$ | $t_{\text{CLCL}} - 20$ | | ns |
| | $\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float | | 0 | ns |
| | $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High | $t_{\text{CLCL}} - 20$ | $t_{\text{CLCL}} + 25$ | ns |



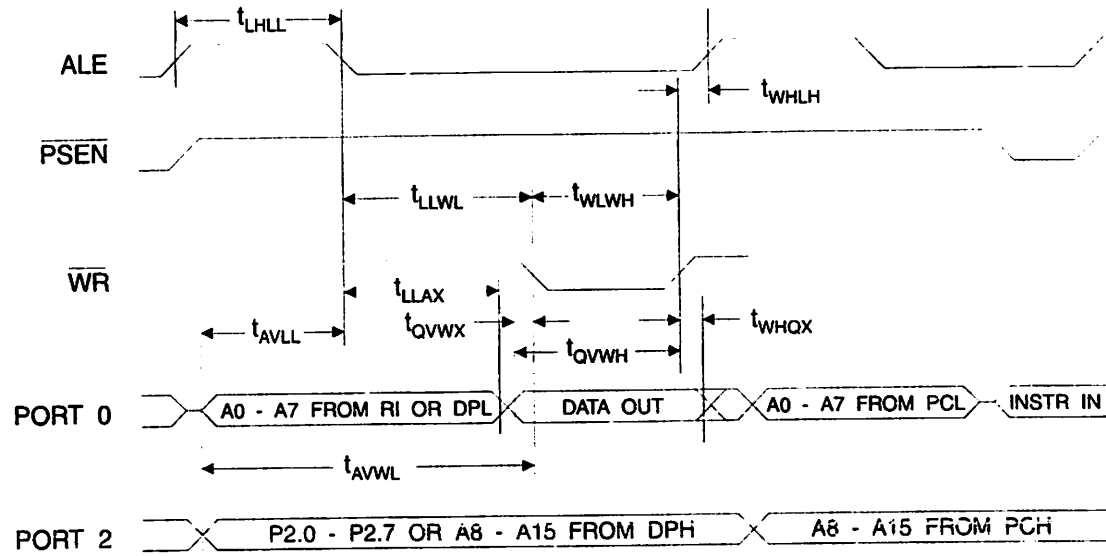
Internal Program Memory Read Cycle



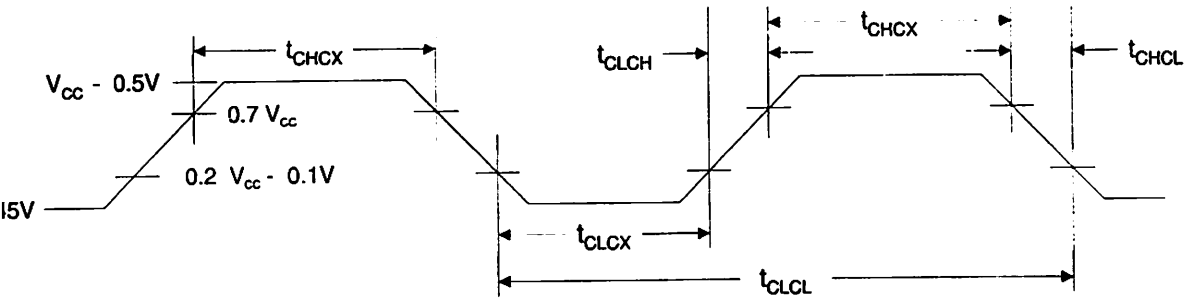
Internal Data Memory Read Cycle



Internal Data Memory Write Cycle



Internal Clock Drive Waveforms



Internal Clock Drive

| Symbol | Parameter | $V_{CC} = 4.0V \text{ to } 6.0V$ | | Units |
|------------------|----------------------|----------------------------------|-----|-------|
| | | Min | Max | |
| f _{osc} | Oscillator Frequency | 0 | 24 | MHz |
| T _{osc} | Clock Period | 41.6 | | ns |
| t _H | High Time | 15 | | ns |
| t _L | Low Time | 15 | | ns |
| t _r | Rise Time | | 20 | ns |
| t _f | Fall Time | | 20 | ns |



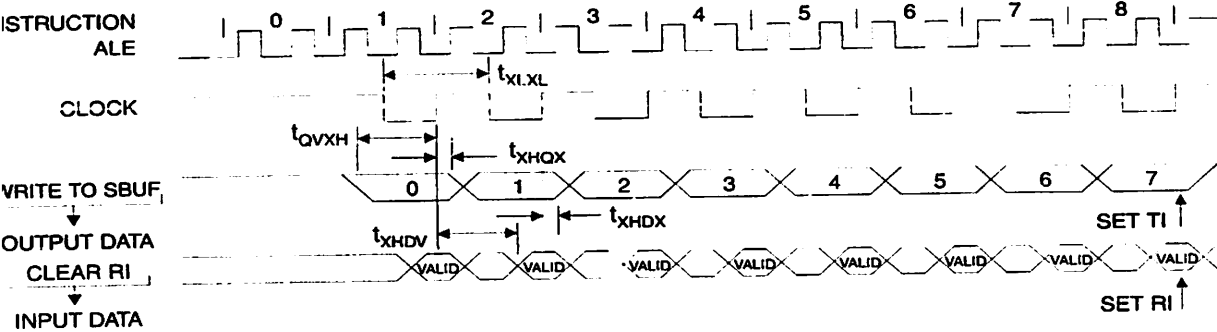


Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

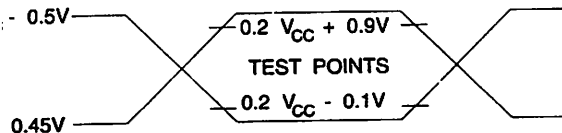
Values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $6V$ and Load Capacitance = 80 pF .

| Signal | Parameter | Variable Oscillator | | Units |
|--------|------------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| | | Min | Max | |
| | Serial Port Clock Cycle Time | $12t_{CLCL}$ | | μs |
| | Output Data Setup to Clock Rising Edge | $10t_{CLCL} - 133$ | | ns |
| | Output Data Hold after Clock Rising Edge | $2t_{CLCL} - 117$ | | ns |
| | Input Data Hold after Clock Rising Edge | 0 | | ns |
| | Clock Rising Edge to Input Data Valid | | $10t_{CLCL} - 133$ | ns |

Shift Register Mode Timing Waveforms

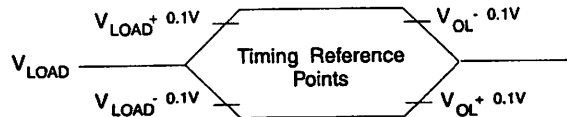


Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾

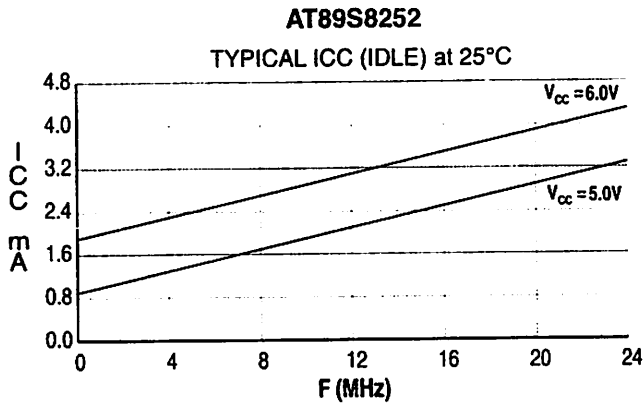
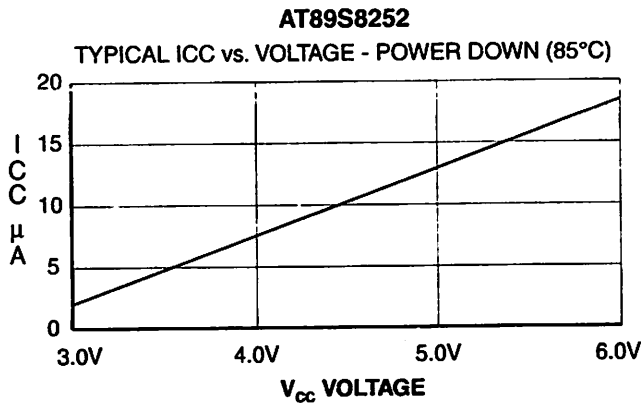
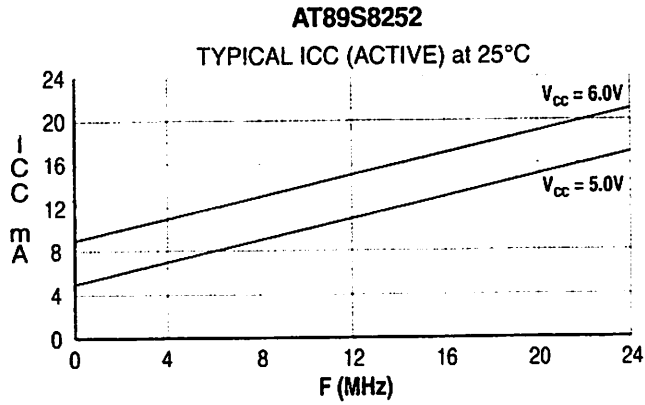


1. AC Inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5V$ for a logic 1 and $0.45V$ for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms⁽¹⁾



- Notes: 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.



- Notes: 1. XTAL1 tied to GND for Icc (power-down)
2. Lock bits programmed



Operating Information

| Speed (Hz) | Power Supply | Ordering Code | Package | Operation Range |
|------------|--------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 24 | 4.0V to 6.0V | AT89S8252-24AC AT89S8252-24JC AT89S8252-24PC AT89S8252-24QC | 44A 44J 40P6 44Q | Commercial (0°C to 70°C) |
| | 4.0V to 6.0V | AT89S8252-24AI AT89S8252-24JI AT89S8252-24PI AT89S8252-24QI | 44A 44J 40P6 44Q | Industrial (-40°C to 85°C) |
| 33 | 4.5V to 5.5V | AT89S8252-33AC AT89S8252-33JC AT89S8252-33PC AT89S8252-33QC | 44A 44J 40P6 44Q | Commercial (0°C to 70°C) |

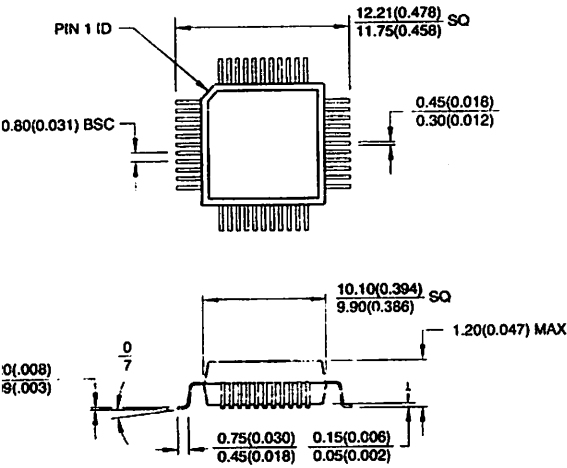
= Preliminary Information

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

AT89S8252

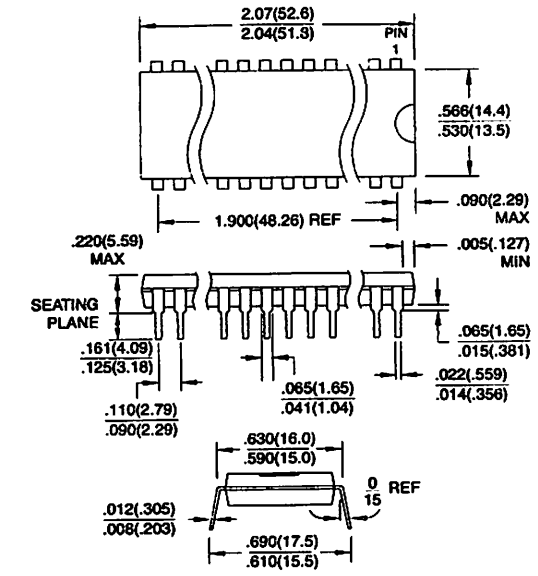
Packaging Information

44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
 Dimensions in Millimeters and (Inches)*
 JEDEC STANDARD MS-026 ACB

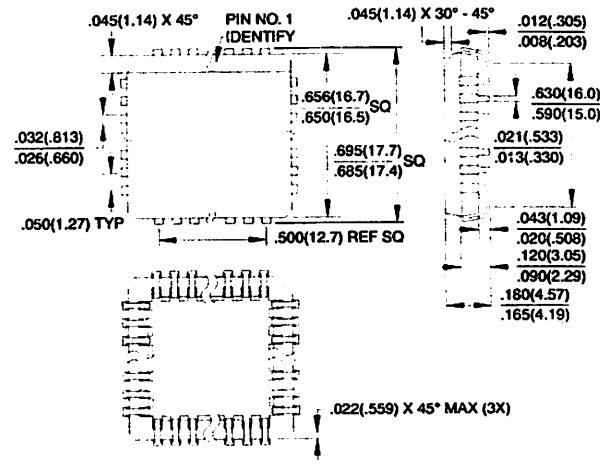


Controlling dimension: millimeters

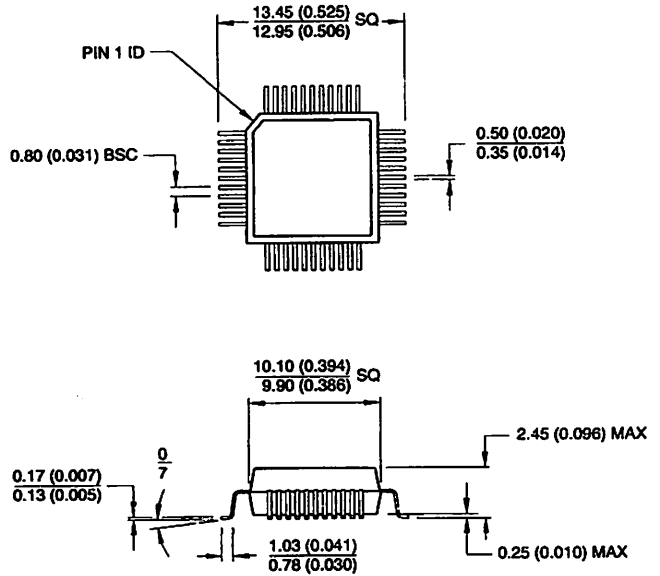
44P6, 40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)
 JEDEC STANDARD MS-018 AC



44Q, 44-lead, Plastic Quad Flat Package (PQFP)
 Dimensions in Millimeters and (Inches)*
 JEDEC STANDARD MS-022 AB



Controlling dimension: millimeters





Atmel Headquarters

Corporate Headquarters

25 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

Atmel U.K., Ltd.
Museum Business Centre
The Riverside Way
Windsor, Surrey GU15 3YL
England
TEL (44) 1276-686-677
FAX (44) 1276-686-697

Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
The Metropolis Golden Plaza
200 Mody Road Tsimshatsui
Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-9778
FAX (852) 2722-1369

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

Atmel Operations

Atmel Colorado Springs

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

Atmel Rousset

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

Fax-on-Demand

North America:
1-(800) 292-8635

International:
1-(408) 441-0732

e-mail
literature@atmel.com

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

BBS
1-(408) 436-4309

Atmel Corporation 2000.

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

Atmel, the Atmel logo, bearing ® and/or ™ are registered trademarks and trademarks of Atmel Corporation.

Other names and product names in this document may be trademarks of others.



Printed on recycled paper.

0401E-02/00/xM

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 2K Bytes of Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2.7V to 6V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Two-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 15 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial UART Channel
- Direct LED Drive Outputs
- On-chip Analog Comparator
- Low-power Idle and Power-down Modes

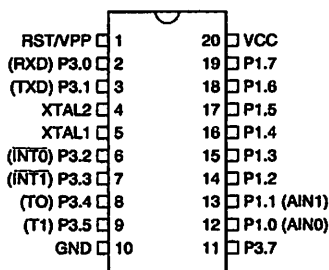
Description

The AT89C2051 is a low-voltage, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 2K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C2051 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89C2051 provides the following standard features: 2K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 15 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, a precision analog comparator, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C2051 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next software reset.

Pin Configuration

PDIP/SOIC



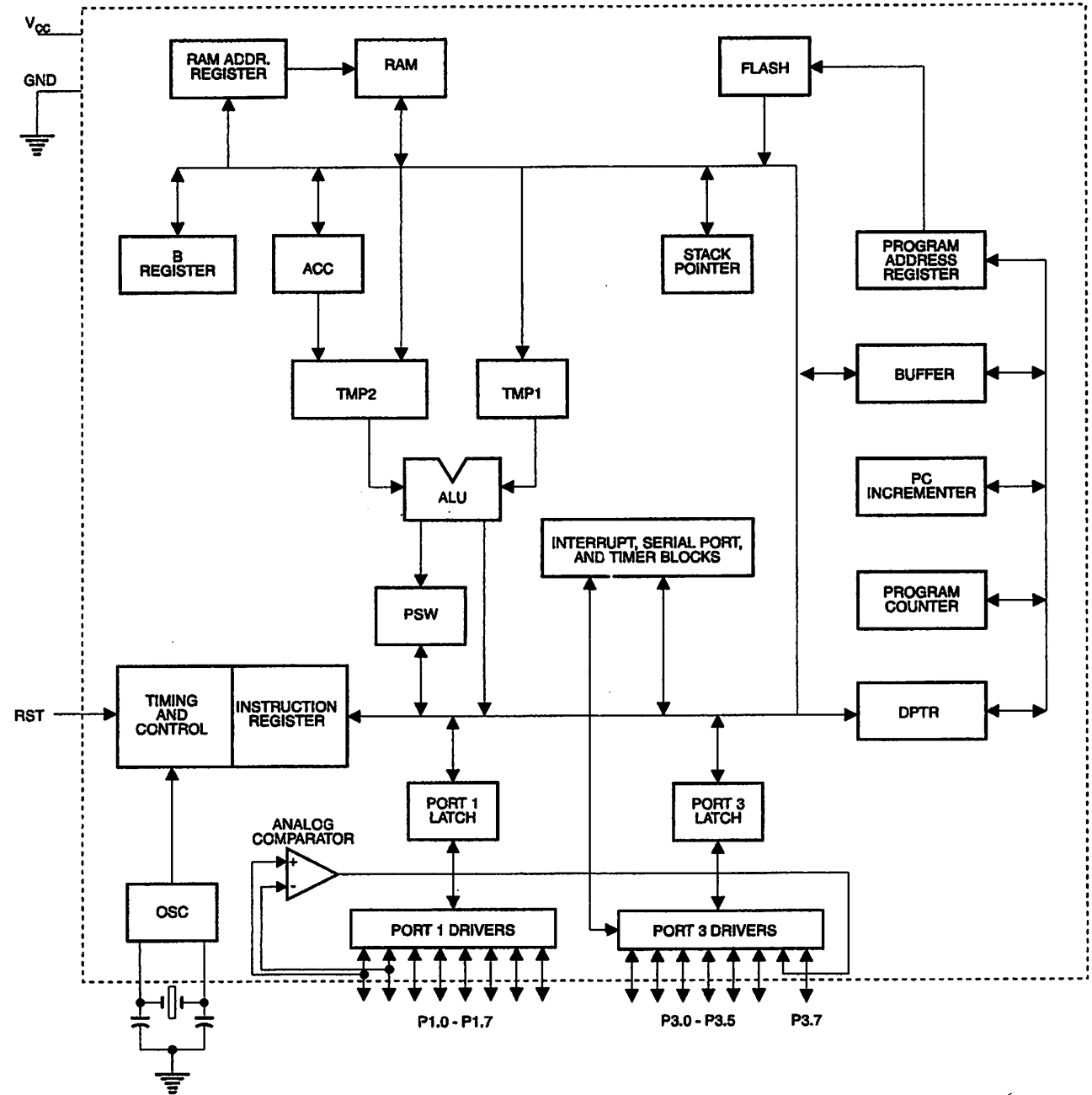
8-bit Microcontroller with 2K Bytes Flash

AT89C2051

Rev. 0368E-02/00



Block Diagram



Pin Description

VCC
Supply voltage.

VND
Ground.

Port 1
Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port. Port pins P1.2 to P1.7 provide internal pullups. P1.0 and P1.1 require external pullups. P1.0 and P1.1 also serve as the positive input (AIN0) and the negative input (AIN1), respectively, of the on-chip precision analog comparator. The Port 1 output buffers can sink 20 mA and can drive LED displays directly. When 1s are written to Port 1 pins, they can be used as outputs. When pins P1.2 to P1.7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current (I_{IH}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives code data during Flash programming and verification.

Port 3
Port 3 pins P3.0 to P3.5, P3.7 are seven bi-directional I/O pins with internal pullups. P3.6 is hard-wired as an input to the output of the on-chip comparator and is not accessible as a general purpose I/O pin. The Port 3 output buffers can sink 20 mA. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as outputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IH}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C2051 as listed below:

| Port Pin | Alternate Functions |
|----------|------------------------------------------|
| P3.0 | RXD (serial input port) |
| P3.1 | TXD (serial output port) |
| P3.2 | $\overline{INT0}$ (external interrupt 0) |
| P3.3 | $\overline{INT1}$ (external interrupt 1) |
| P3.4 | T0 (timer 0 external input) |
| P3.5 | T1 (timer 1 external input) |

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

RST
Reset input. All I/O pins are reset to 1s as soon as RST goes high. Holding the RST pin high for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

Each machine cycle takes 12 oscillator or clock cycles.

XTAL1

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

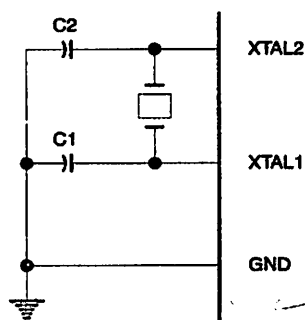
XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

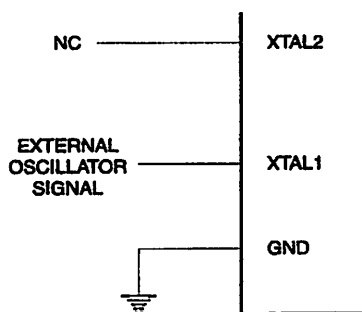
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 1. Oscillator Connections



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

Figure 2. External Clock Drive Configuration





Special Function Registers

Map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in the table below.

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.

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.

Table 1. AT89C2051 SFR Map and Reset Values

| | | | | | | | | |
|------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------|
| FF8H | | | | | | | | 0FFH |
| FF0H | B 00000000 | | | | | | | 0F7H |
| FE8H | | | | | | | | 0EFH |
| FE0H | ACC 00000000 | | | | | | | 0E7H |
| FD8H | | | | | | | | 0DFH |
| FD0H | PSW 00000000 | | | | | | | 0D7H |
| FC8H | | | | | | | | 0CFH |
| FC0H | | | | | | | | 0C7H |
| FB8H | IP XXX00000 | | | | | | | 0BFH |
| FB0H | P3 11111111 | | | | | | | 0B7H |
| FA8H | IE 0XX00000 | | | | | | | 0AFH |
| FA0H | | | | | | | | 0A7H |
| 98H | SCON 00000000 | SBUF XXXXXXXX | | | | | | 9FH |
| 90H | P1 11111111 | | | | | | | 97H |
| 88H | TCON 00000000 | TMOD 00000000 | TL0 00000000 | TL1 00000000 | TH0 00000000 | TH1 00000000 | | 8FH |
| 80H | | SP 00000111 | DPL 00000000 | DPH 00000000 | | | PCON 0XXX0000 | 87H |

AT89C2051

Restrictions on Certain Instructions

The AT89C2051 and is an economical and cost-effective member of Atmel's growing family of microcontrollers. It contains 2K bytes of flash program memory. It is fully compatible with the MCS-51 architecture, and can be programmed using the MCS-51 instruction set. However, there are a few considerations one must keep in mind when utilizing certain instructions to program this device.

The instructions related to jumping or branching should be restricted such that the destination address falls within the physical program memory space of the device, which is 0000H to 0000H for the AT89C2051. This should be the responsibility of the software programmer. For example, LJMP 7E0H would be a valid instruction for the AT89C2051 (with 2K of program memory), whereas LJMP 900H would not.

Branching instructions:

CALL, LJMP, ACALL, AJMP, SJMP, JMP @A+DPTR

These unconditional branching instructions will execute correctly as long as the programmer keeps in mind that the destination branching address must fall within the physical boundaries of the program memory size (locations 0000H to 0000H for the 89C2051). Violating the physical space limits may cause unknown program behavior.

JNB, DJNZ [...], DJNZ [...], JB, JNB, JC, JNC, JBC, JZ, JNZ With these conditional branching instructions the same rule above applies. Again, violating the memory boundaries may cause erratic execution.

For applications involving interrupts the normal interrupt service routine address locations of the 80C51 family architecture have been preserved.

MOVX-related Instructions, Data Memory:

The AT89C2051 contains 128 bytes of internal data memory. Thus, in the AT89C2051 the stack depth is limited to 128 bytes, the amount of available RAM. External DATA memory access is not supported in this device, nor is external PROGRAM memory execution. Therefore, no MOVX instructions should be included in the program.

A typical 80C51 assembler will still assemble instructions, even if they are written in violation of the restrictions mentioned above. It is the responsibility of the controller user to know the physical features and limitations of the device being used and adjust the instructions used accordingly.

Program Memory Lock Bits

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

Lock Bit Protection Modes⁽¹⁾

| Program Lock Bits | | | Protection Type |
|-------------------|-----|-----|-----------------------------------------------|
| | LB1 | LB2 | |
| 1 | U | U | No program lock features. |
| 2 | P | U | Further programming of the Flash is disabled. |
| 3 | P | P | Same as mode 2, also verify is disabled. |

Note: 1. The Lock Bits can only be erased with the Chip Erase operation.

Idle Mode

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

P1.0 and P1.1 should be set to "0" if no external pullups are used, or set to "1" if external pullups are used.

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

Power-down Mode

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

P1.0 and P1.1 should be set to "0" if no external pullups are used, or set to "1" if external pullups are used.



Programming The Flash

The AT89C2051 is shipped with the 2K bytes of on-chip PEROM code memory array in the erased state (i.e., contents = FFH) and ready to be programmed. The code memory array is programmed one byte at a time. *Once the array is programmed, to re-program any non-blank byte, the entire memory array needs to be erased electrically.*

Internal Address Counter: The AT89C2051 contains an internal PEROM address counter which is always reset to 00H on the rising edge of RST and is advanced by applying a positive going pulse to pin XTAL1.

Programming Algorithm: To program the AT89C2051, the following sequence is recommended.

Power-up sequence:

Apply power between V_{CC} and GND pins

Set RST and XTAL1 to GND

Set pin RST to "H"

Set pin P3.2 to "H"

Apply the appropriate combination of "H" or "L" logic levels to pins P3.3, P3.4, P3.5, P3.7 to select one of the programming operations shown in the PEROM Programming Modes table.

Program and Verify the Array:

Apply data for Code byte at location 000H to P1.0 to P1.7.

Raise RST to 12V to enable programming.

Pulse P3.2 once to program a byte in the PEROM array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes 1.2 ms.

To verify the programmed data, lower RST from 12V to logic "H" level and set pins P3.3 to P3.7 to the appropriate levels. Output data can be read at the port P1 pins.

To program a byte at the next address location, pulse XTAL1 pin once to advance the internal address counter. Apply new data to the port P1 pins.

Repeat steps 5 through 8, changing data and advancing the address counter for the entire 2K bytes array or until the end of the object file is reached.

Power-off sequence:

set XTAL1 to "L"

set RST to "L"

Turn V_{CC} power off

Data Polling: The AT89C2051 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an emptied read of the last byte written will result in the complement of the written data on P1.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and

the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The Progress of byte programming can also be monitored by the RDY/BSY output signal. Pin P3.1 is pulled low after P3.2 goes High during programming to indicate BUSY. P3.1 is pulled High again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed code data can be read back via the data lines for verification:

1. Reset the internal address counter to 000H by bringing RST from "L" to "H".
2. Apply the appropriate control signals for Read Code data and read the output data at the port P1 pins.
3. Pulse pin XTAL1 once to advance the internal address counter.
4. Read the next code data byte at the port P1 pins.
5. Repeat steps 3 and 4 until the entire array is read.

The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire PEROM array (2K bytes) and the two Lock Bits are erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding P3.2 low for 10 ms. The code array is written with all "1"s in the Chip Erase operation and must be executed before any non-blank memory byte can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 001H, and 002H, except that P3.5 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel

(001H) = 21H indicates 89C2051

Programming Interface

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

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

Flash Programming Modes

| Mode | RST/VPP | P3.2/ $\overline{\text{PROG}}$ | P3.3 | P3.4 | P3.5 | P3.7 |
|-----------------------------------|---------|--------------------------------|------|------|------|------|
| Write Code Data ⁽¹⁾⁽³⁾ | 12V | | L | H | H | H |
| Read Code Data ⁽¹⁾ | H | H | L | L | H | H |
| Write Lock | Bit - 1 | | H | H | H | H |
| | Bit - 2 | | H | H | L | L |
| Chip Erase | 12V | (2) | H | L | L | L |
| Read Signature Byte | H | H | L | L | L | L |

- Notes:
1. The internal PEROM address counter is reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by a positive pulse at XTAL 1 pin.
 2. Chip Erase requires a 10 ms $\overline{\text{PROG}}$ pulse.
 3. P3.1 is pulled Low during programming to indicate RDY/ $\overline{\text{BSY}}$.

Figure 3. Programming the Flash Memory

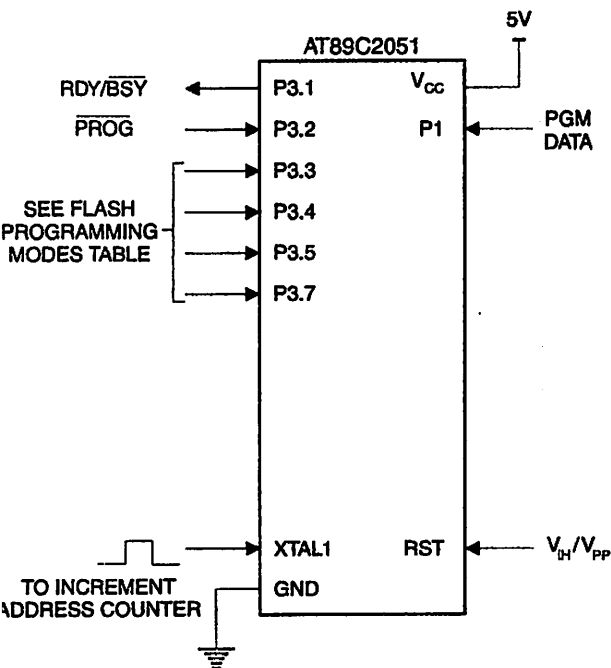
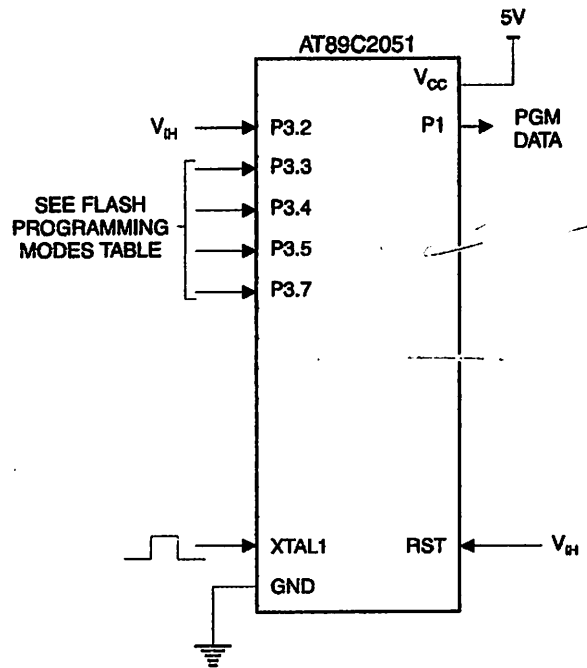


Figure 4. Verifying the Flash Memory





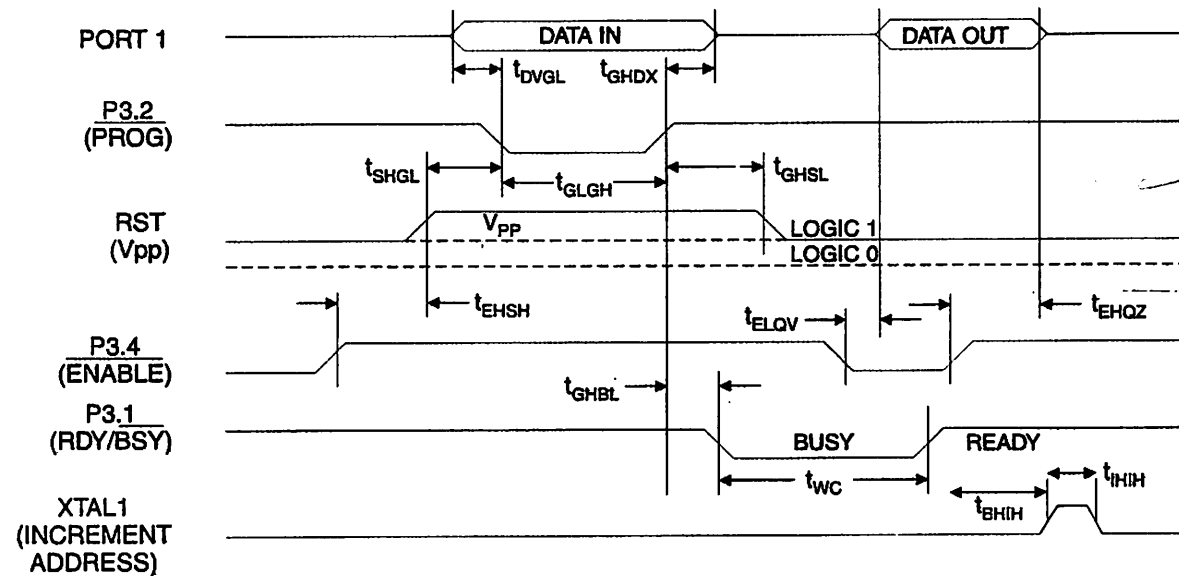
Flash Programming and Verification Characteristics

$T = 0^{\circ}\text{C}$ to 70°C , $V_{CC} = 5.0 \pm 10\%$

| Symbol | Parameter | Min | Max | Units |
|------------|---------------------------------------------------------------|------|------|---------------|
| V_{PP} | Programming Enable Voltage | 11.5 | 12.5 | V |
| I_{PP} | Programming Enable Current | | 250 | μA |
| t_{DVGL} | Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low | 1.0 | | μs |
| t_{GHDX} | Data Hold after $\overline{\text{PROG}}$ | 1.0 | | μs |
| t_{ESH} | P3.4 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V_{PP} | 1.0 | | μs |
| t_{SHGL} | V_{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low | 10 | | μs |
| t_{GHS} | V_{PP} Hold after $\overline{\text{PROG}}$ | 10 | | μs |
| t_{GLGH} | $\overline{\text{PROG}}$ Width | 1 | 110 | μs |
| t_{ELQV} | $\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid | | 1.0 | μs |
| t_{EHQZ} | Data Float after $\overline{\text{ENABLE}}$ | 0 | 1.0 | μs |
| t_{GHBL} | $\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low | | 50 | ns |
| t_{WC} | Byte Write Cycle Time | | 2.0 | ms |
| t_{BHIH} | $\text{RDY}/\overline{\text{BSY}}$ to Increment Clock Delay | 1.0 | | μs |
| t_{BHL} | Increment Clock High | 200 | | ns |

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

Flash Programming and Verification Waveforms



AT89C2051

Absolute Maximum Ratings*

| | |
|----------------------------------------------------|-----------------|
| Operating Temperature | -55°C to +125°C |
| Storage Temperature | -65°C to +150°C |
| Voltage on Any Pin with Respect to Ground | -1.0V to +7.0V |
| Maximum Operating Voltage | 6.6V |
| IC Output Current..... | 25.0 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.

C Characteristics

$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 2.0\text{V}$ to 6.0V (unless otherwise noted)

| Symbol | Parameter | Condition | Min | Max | Units |
|-----------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| V_{IL} | Input Low-voltage | | -0.5 | $0.2 V_{CC} - 0.1$ | V |
| V_{IH} | Input High-voltage | (Except XTAL1, RST) | $0.2 V_{CC} + 0.9$ | $V_{CC} + 0.5$ | V |
| V_{IH1} | Input High-voltage | (XTAL1, RST) | $0.7 V_{CC}$ | $V_{CC} + 0.5$ | V |
| V_{OL} | Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Ports 1, 3) | $I_{OL} = 20\text{ mA}$, $V_{CC} = 5\text{V}$ $I_{OL} = 10\text{ mA}$, $V_{CC} = 2.7\text{V}$ | | 0.5 | V |
| V_{OH} | Output High-voltage (Ports 1, 3) | $I_{OH} = -80\ \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ | 2.4 | | V |
| | | $I_{OH} = -30\ \mu\text{A}$ | $0.75 V_{CC}$ | | V |
| | | $I_{OH} = -12\ \mu\text{A}$ | $0.9 V_{CC}$ | | V |
| I_{IL} | Logical 0 Input Current (Ports 1, 3) | $V_{IN} = 0.45\text{V}$ | | -50 | μA |
| I_{IL} | Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 3) | $V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ | | -750 | μA |
| I_{IJ} | Input Leakage Current (Port P1.0, P1.1) | $0 < V_{IN} < V_{CC}$ | | ± 10 | μA |
| V_{OS} | Comparator Input Offset Voltage | $V_{CC} = 5\text{V}$ | | 20 | mV |
| V_{CM} | Comparator Input Common Mode Voltage | | 0 | V_{CC} | V |
| RST | Reset Pull-down Resistor | | 50 | 300 | $\text{K}\Omega$ |
| C_{iO} | Pin Capacitance | Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | | 10 | pF |
| I_{CC} | Power Supply Current | Active Mode, 12 MHz, $V_{CC} = 6\text{V}/3\text{V}$ | | 15/5.5 | mA |
| | | Idle Mode, 12 MHz, $V_{CC} = 6\text{V}/3\text{V}$ P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC} | | 5/1 | mA |
| | Power-down Mode ⁽²⁾ | $V_{CC} = 6\text{V}$ P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC} | | 100 | μA |
| | | $V_{CC} = 3\text{V}$ P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC} | | 20 | μA |

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

Maximum I_{OL} per port pin: 20 mA

Maximum total I_{OL} for all output pins: 80 mA

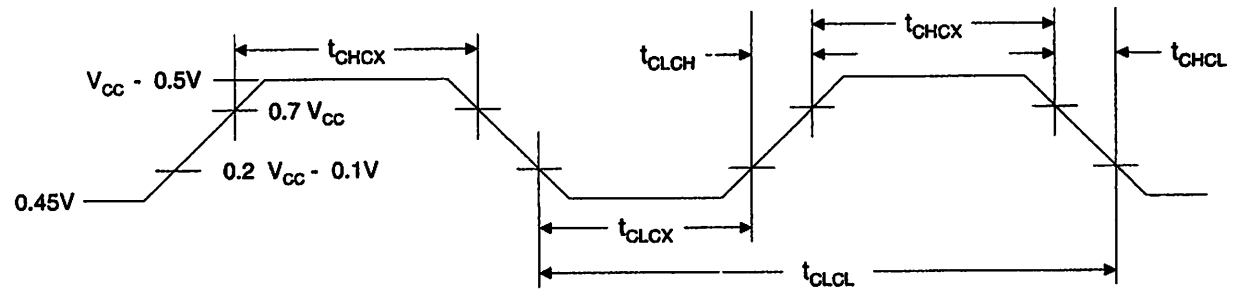
If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

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





External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

| Symbol | Parameter | $V_{CC} = 2.7V \text{ to } 6.0V$ | | $V_{CC} = 4.0V \text{ to } 6.0V$ | | Units |
|------------|----------------------|----------------------------------|-----|----------------------------------|-----|-------|
| | | Min | Max | Min | Max | |
| f_{CLCL} | Oscillator Frequency | 0 | 12 | 0 | 24 | MHz |
| T_{CLCL} | Clock Period | 83.3 | | 41.6 | | ns |
| t_{CHCX} | High Time | 30 | | 15 | | ns |
| t_{CLCX} | Low Time | 30 | | 15 | | ns |
| t_{CLCH} | Rise Time | | 20 | | 20 | ns |
| t_{CHCL} | Fall Time | | 20 | | 20 | ns |

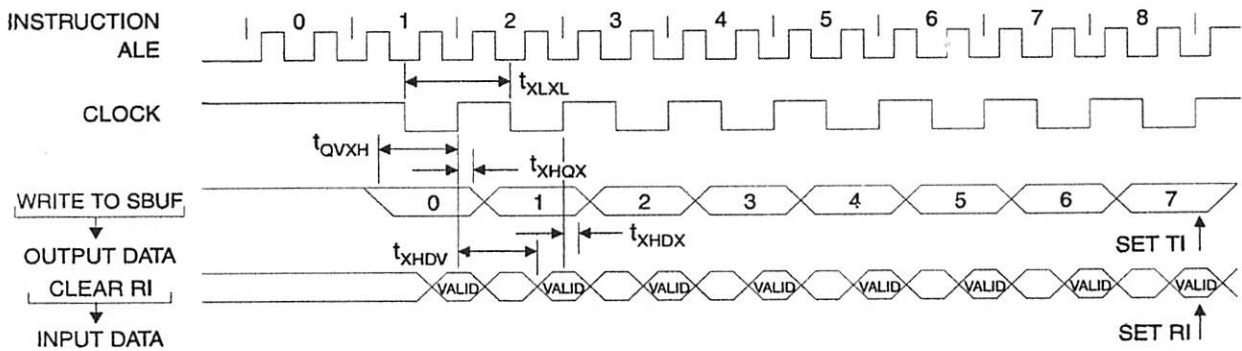
AT89C2051

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

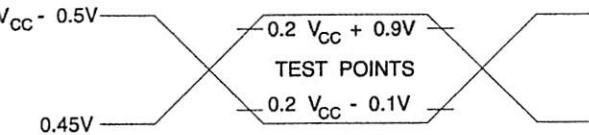
$V_{CC} = 5.0V \pm 20\%$; Load Capacitance = 80 pF

| Symbol | Parameter | 12 MHz Osc | | Variable Oscillator | | Units |
|------------|------------------------------------------|------------|-----|---------------------|------------------|---------|
| | | Min | Max | Min | Max | |
| t_{CLXL} | Serial Port Clock Cycle Time | 1.0 | | $12t_{CLCL}$ | | μs |
| t_{QVXH} | Output Data Setup to Clock Rising Edge | 700 | | $10t_{CLCL}-133$ | | ns |
| t_{XHGX} | Output Data Hold after Clock Rising Edge | 50 | | $2t_{CLCL}-117$ | | ns |
| t_{XHDX} | Input Data Hold after Clock Rising Edge | 0 | | 0 | | ns |
| t_{XHDV} | Clock Rising Edge to Input Data Valid | | 700 | | $10t_{CLCL}-133$ | ns |

Shift Register Mode Timing Waveforms

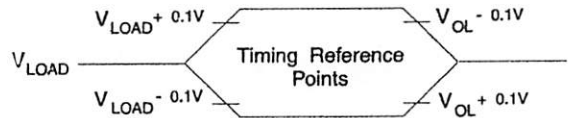


AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



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

Float Waveforms⁽¹⁾

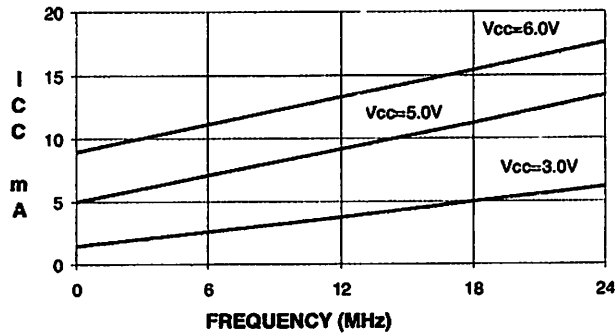


Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

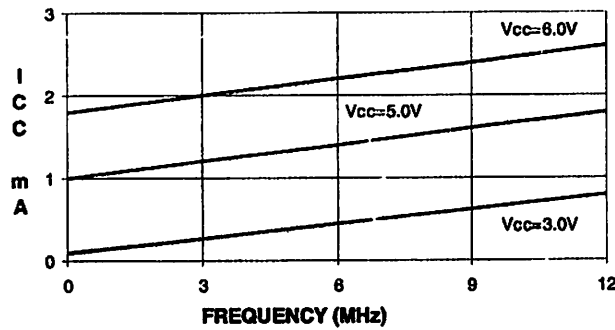




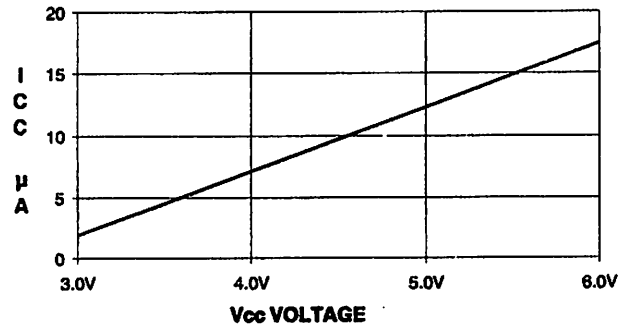
AT89C2051
TYPICAL ICC - ACTIVE (85°C)



AT89C2051
TYPICAL ICC - IDLE (85°C)



AT89C2051
TYPICAL ICC vs. VOLTAGE- POWER DOWN (85°C)



- Notes:
1. XTAL1 tied to GND for I_{CC} (power-down)
 2. P1.0 and P1.1 = V_{CC} or GND
 3. Lock bits programmed

Ordering Information

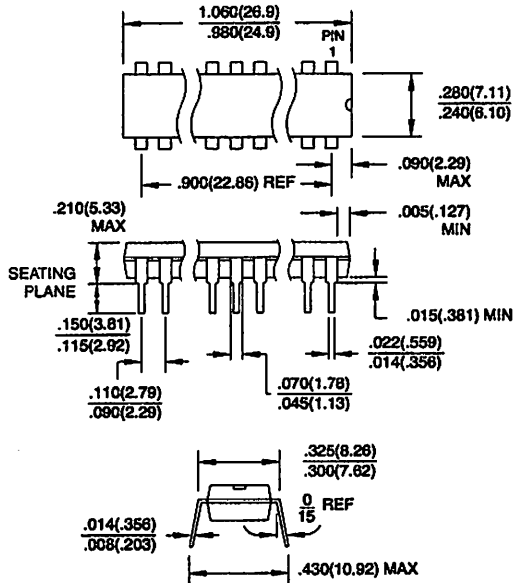
| Speed (MHz) | Power Supply | Ordering Code | Package | Operation Range |
|-------------|--------------|----------------|---------|-------------------------------|
| 12 | 2.7V to 6.0V | AT89C2051-12PC | 20P3 | Commercial (0°C to 70°C) |
| | | AT89C2051-12SC | 20S | |
| 24 | 4.0V to 6.0V | AT89C2051-12PI | 20P3 | Industrial (-40°C to 85°C) |
| | | AT89C2051-12SI | 20S | |
| 24 | 4.0V to 6.0V | AT89C2051-24PC | 20P3 | Commercial (0°C to 70°C) |
| | | AT89C2051-24SC | 20S | |
| 24 | 4.0V to 6.0V | AT89C2051-24PI | 20P3 | Industrial (-40°C to 85°C) |
| | | AT89C2051-24SI | 20S | |

| Package Type | |
|--------------|--------------------------------------------------------------|
| 20P3 | 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP) |
| 20S | 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC) |

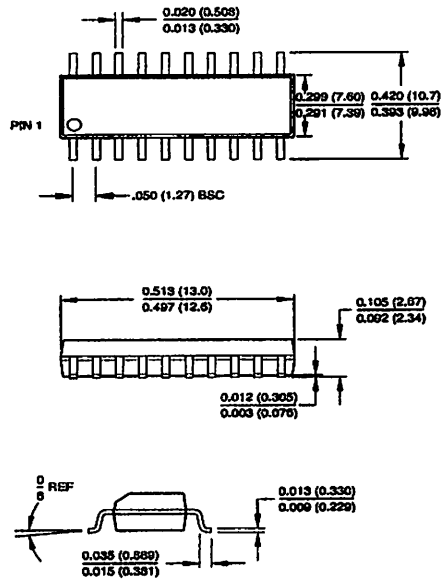


Packaging Information

20P3, 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)
 JEDEC STANDARD MS-001 AD



20S, 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)





Atmel Headquarters

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

Europe

Atmel U.K., Ltd.
Coliseum Business Centre
Riverside Way
Camberley, Surrey GU15 3YL
England
TEL (44) 1276-686-677
FAX (44) 1276-686-697

Asia

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

Japan

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

Atmel Operations

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

Atmel Rousset

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

Fax-on-Demand

North America:
1-(800) 292-8635
International:
1-(408) 441-0732

e-mail
literature@atmel.com

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

BBS
1-(408) 436-4309

Atmel Corporation 2000.

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

marks bearing ® and/or ™ are registered trademarks and trademarks of Atmel Corporation.

marks and product names in this document may be trademarks of others.



Printed on recycled paper.

0368E-02/00/xM

LM2902, LM324/LM324A, LM224/ LM224A

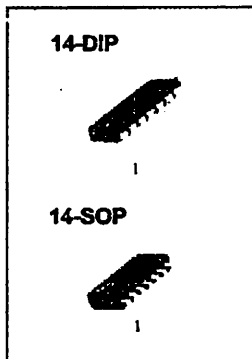
Quad Operational Amplifier

Features

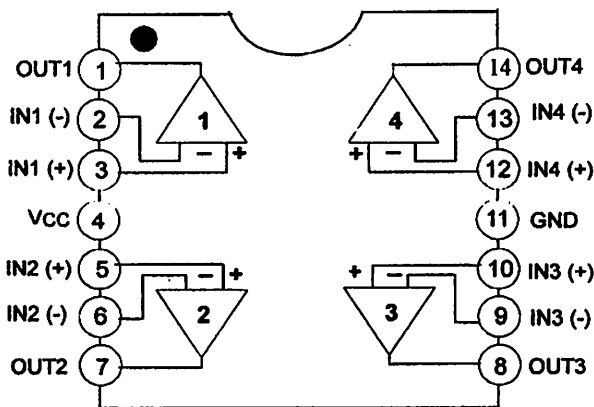
- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain: 100dB
- Wide Power Supply Range:
LM224/LM224A, LM324/LM324A : 3V~32V (or $\pm 1.5 \sim 16V$)
LM2902: 3V~26V (or $\pm 1.5V \sim 13V$)
- Input Common Mode Voltage Range Includes Ground
- Large Output Voltage Swing: 0V to $V_{CC} - 1.5V$
- Power Drain Suitable for Battery Operation

Description

The LM324/LM324A, LM2902, LM224/LM224A consist of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide voltage range. operation from split power supplies is also possible so long as the difference between the two supplies is 3 volts to 32 volts. Application areas include transducer amplifier, DC gain blocks and all the conventional OP Amp circuits which now can be easily implemented in single power supply systems.



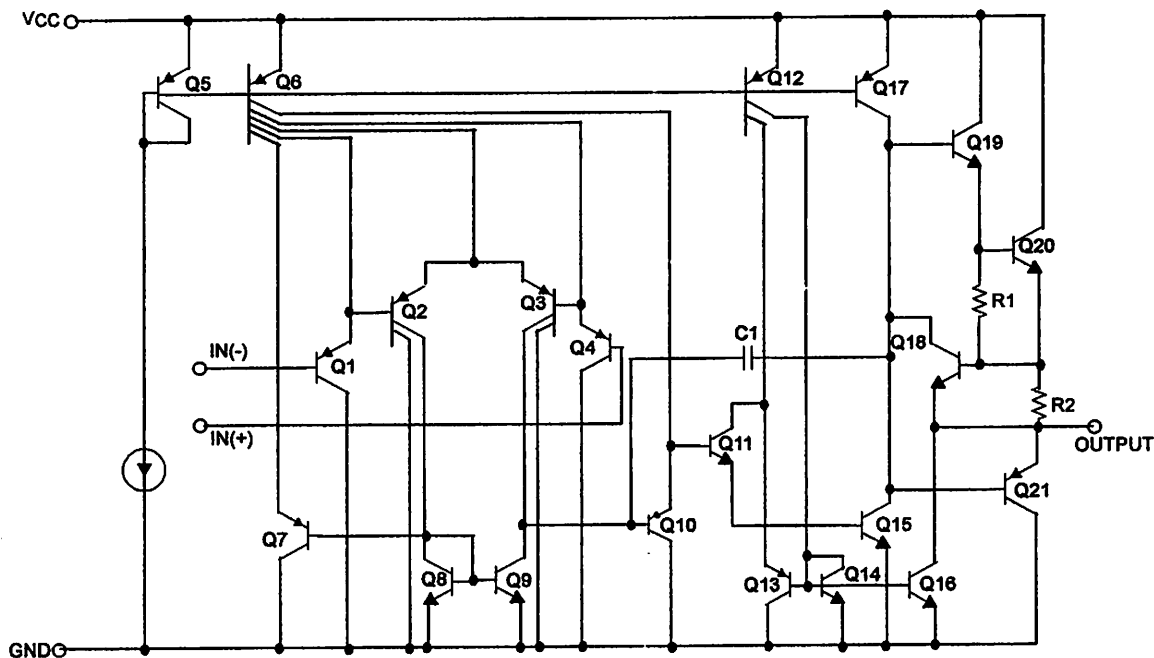
Internal Block Diagram



Rev. 1.0.4

Schematic Diagram

(One Section Only)



Absolute Maximum Ratings

| Parameter | Symbol | LM224/LM224A | LM324/LM324A | LM2902 | Unit |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|-------------|------|
| Power Supply Voltage | VCC | ±16 or 32 | ±16 or 32 | ±13 or 26 | V |
| Differential Input Voltage | V _{I(DIFF)} | 32 | 32 | 26 | V |
| Input Voltage | V _I | -0.3 to +32 | -0.3 to +32 | -0.3 to +26 | V |
| Output Short Circuit to GND V _{CC} ≤ 15V, T _A = 25°C (one Amp) | - | Continuous | Continuous | Continuous | - |
| Power Dissipation, T _A = 25°C 14-DIP 14-SOP | P _D | 1310 640 | 1310 640 | 1310 640 | mW |
| Operating Temperature Range | TOPR | -25 ~ +85 | 0 ~ +70 | -40 ~ +85 | °C |
| Storage Temperature Range | TSTG | -65 ~ +150 | -65 ~ +150 | -65 ~ +150 | °C |

Thermal Data

| Parameter | Symbol | Value | Unit |
|--------------------------------------------------------------|------------------|-----------|------|
| Thermal Resistance Junction-Ambient Max. 14-DIP 14-SOP | R _{θja} | 95 195 | °C/W |

Electrical Characteristics

($V_{CC} = 5.0V$, $V_{EE} = GND$, $T_A = 25^\circ C$, unless otherwise specified)

| Parameter | Symbol | Conditions | LM224 | | | LM324 | | | LM2902 | | | Unit | |
|---------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|----------------|-------|----------------|------|--------|----------|----------------|----------|---|
| | | | Min. | Typ. | Max. | Min. | Typ. | Max. | Min. | Typ. | Max. | | |
| Input Offset Voltage | V_{IO} | $V_{CM} = 0V$ to $V_{CC} - 1.5V$ $V_{O(P)} = 1.4V$, $R_S = 0\Omega$ (Note1) | - | 1.5 | 5.0 | - | 1.5 | 7.0 | - | 1.5 | 7.0 | mV | |
| Input Offset Current | I_{IO} | $V_{CM} = 0V$ | - | 2.0 | 30 | - | 3.0 | 50 | - | 3.0 | 50 | nA | |
| Input Bias Current | I_{BIAS} | $V_{CM} = 0V$ | - | 40 | 150 | - | 40 | 250 | - | 40 | 250 | nA | |
| Input Common-Mode Voltage Range | $V_{I(R)}$ | Note1 | 0 | - | $V_{CC} - 1.5$ | 0 | $V_{CC} - 1.5$ | - | 0 | - | $V_{CC} - 1.5$ | V | |
| Supply Current | I_{CC} | $R_L = \infty$, $V_{CC} = 30V$ (LM2902, $V_{CC} = 26V$) | - | 1.0 | 3 | - | 1.0 | 3 | - | 1.0 | 3 | mA | |
| | | $R_L = \infty$, $V_{CC} = 5V$ | - | 0.7 | 1.2 | - | 0.7 | 1.2 | - | 0.7 | 1.2 | mA | |
| Large Signal Voltage Gain | G_V | $V_{CC} = 15V$, $R_L = 2k\Omega$ $V_{O(P)} = 1V$ to $11V$ | 50 | 100 | - | 25 | 100 | - | 25 | 100 | - | V/ mV | |
| Output Voltage Swing | $V_{O(H)}$ | Note1 | $R_L = 2k\Omega$ | 26 | - | - | 26 | - | - | 22 | - | - | V |
| | | | $R_L = 10k\Omega$ | 27 | 28 | - | 27 | 28 | - | 23 | 24 | - | V |
| | $V_{O(L)}$ | $V_{CC} = 5V$, $R_L = 10k\Omega$ | - | 5 | 20 | - | 5 | 20 | - | 5 | 100 | mV | |
| Common-Mode Rejection Ratio | $CMRR$ | - | 70 | 85 | - | 65 | 75 | - | 50 | 75 | - | dB | |
| Power Supply Rejection Ratio | $PSRR$ | - | 65 | 100 | - | 65 | 100 | - | 50 | 100 | - | dB | |
| Channel Separation | CS | $f = 1kHz$ to $20kHz$ (Note2) | - | 120 | - | - | 120 | - | - | 120 | - | dB | |
| Short Circuit to GND | I_{SC} | $V_{CC} = 15V$ | - | 40 | 60 | - | 40 | 60 | - | 40 | 60 | mA | |
| Output Current | I_{SOURCE} | $V_{I(+)} = 1V$, $V_{I(-)} = 0V$ $V_{CC} = 15V$ $V_{O(P)} = 2V$ | 20 | 40 | - | 20 | 40 | - | 20 | 40 | - | mA | |
| | | $V_{I(+)} = 0V$, $V_{I(-)} = 1V$ $V_{CC} = 15V$ $V_{O(P)} = 2V$ | 10 | 13 | - | 10 | 13 | - | 10 | 13 | - | mA | |
| | I_{SINK} | $V_{I(+)} = 0V$, $V_{I(-)} = 1V$ $V_{CC} = 5V$, $V_{O(R)} = 200mV$ | 12 | 45 | - | 12 | 45 | - | - | - | - | μA | |
| Differential Input Voltage | $V_{I(DIFF)}$ | - | - | V_{CC} | - | - | V_{CC} | - | - | V_{CC} | - | V | |

Note :

- $V_{CC} = 30V$ for LM224 and LM324, $V_{CC} = 26V$ for LM2902
- This parameter, although guaranteed, is not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (Continued)

(VCC = 5.0V, VEE = GND, unless otherwise specified)

The following specifications apply over the range of $-25^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for the LM224; and the $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ for the LM324; and the $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for the LM2902

| Parameter | Symbol | Conditions | LM224 | | | LM324 | | | LM2902 | | | Unit | |
|---------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|----------------------|-------|------|----------------------|--------|------|----------------------|-------|---|
| | | | Min. | Typ. | Max. | Min. | Typ. | Max. | Min. | Typ. | Max. | | |
| Input Offset Voltage | V _{IO} | V _{ICM} = 0V to V _{CC} -1.5V V _{O(P)} = 1.4V, R _S = 0Ω (Note1) | - | - | 7.0 | - | - | 9.0 | - | - | 10.0 | mV | |
| Input Offset Voltage Drift | ΔV _{IO} /ΔT | R _S = 0Ω (Note2) | - | 7.0 | - | - | 7.0 | - | - | 7.0 | - | μV/°C | |
| Input Offset Current | I _{IO} | V _{CM} = 0V | - | - | 100 | - | - | 150 | - | - | 200 | nA | |
| Input Offset Current Drift | ΔI _{IO} /ΔT | R _S = 0Ω (Note2) | - | 10 | - | - | 10 | - | - | 10 | - | pA/°C | |
| Input Bias Current | I _{BIAS} | V _{CM} = 0V | - | - | 300 | - | - | 500 | - | - | 500 | nA | |
| Input Common-Mode Voltage Range | V _{I(R)} | Note1 | 0 | - | V _{CC} -2.0 | 0 | - | V _{CC} -2.0 | 0 | - | V _{CC} -2.0 | V | |
| Large Signal Voltage Gain | G _V | V _{CC} = 15V, R _L = 2.0kΩ V _{O(P)} = 1V to 11V | 25 | - | - | 15 | - | - | 15 | - | - | V/mV | |
| Output Voltage Swing | V _{O(H)} | Note1 | R _L = 2kΩ | | 26 | - | - | 26 | - | - | 22 | - | V |
| | | | R _L = 10kΩ | | 27 | 28 | - | 27 | 28 | - | 23 | 24 | - |
| | V _{O(L)} | V _{CC} = 5V, R _L = 10kΩ | - | 5 | 20 | - | 5 | 20 | - | 5 | 100 | mV | |
| Output Current | I _{SOURCE} | V _{I(+)} = 1V, V _{I(-)} = 0V V _{CC} = 15V, V _{O(P)} = 2V | 10 | 20 | - | 10 | 20 | - | 10 | 20 | - | mA | |
| | I _{SINK} | V _{I(+)} = 0V, V _{I(-)} = 1V V _{CC} = 15V, V _{O(P)} = 2V | 10 | 13 | - | 5 | 8 | - | 5 | 8 | - | mA | |
| Differential Input Voltage | V _{I(DIFF)} | - | - | - | V _{CC} | - | - | V _{CC} | - | - | V _{CC} | V | |

Note:

- V_{CC} = 30V for LM224 and LM324. V_{CC} = 26V for LM2902
- These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (Continued)

(VCC = 5.0V, VEE = GND, TA = 25°C, unless otherwise specified)

| Parameter | Symbol | Conditions | LM224A | | | LM324A | | | Unit | |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|-------------------------|--------|------|-------------------------|------|---|
| | | | Min. | Typ. | Max. | Min. | Typ. | Max. | | |
| Input Offset Voltage | V _{IO} | V _{CM} = 0V to V _{CC} -1.5V V _{O(P)} = 1.4V, R _S = 0Ω (Note1) | - | 1.0 | 3.0 | - | 1.5 | 3.0 | mV | |
| Input Offset Current | I _{IO} | V _{CM} = 0V | - | 2 | 15 | - | 3.0 | 30 | nA | |
| Input Bias Current | I _{BIAS} | V _{CM} = 0V | - | 40 | 80 | - | 40 | 100 | nA | |
| Input Common-Mode Voltage Range | V _{I(R)} | V _{CC} = 30V | 0 | - | V _{CC} -1.5 | 0 | - | V _{CC} -1.5 | V | |
| Supply Current | I _{CC} | V _{CC} = 30V, R _L = ∞ | - | 1.5 | 3 | - | 1.5 | 3 | mA | |
| | | V _{CC} = 5V, R _L = ∞ | - | 0.7 | 1.2 | - | 0.7 | 1.2 | mA | |
| Large Signal Voltage Gain | G _V | V _{CC} = 15V, R _L = 2kΩ V _{O(P)} = 1V to 11V | 50 | 100 | - | 25 | 100 | - | V/mV | |
| Output Voltage Swing | V _{O(H)} | Note1 | R _L = 2kΩ | 26 | - | - | 26 | - | - | V |
| | | | R _L = 10kΩ | 27 | 28 | - | 27 | 28 | - | V |
| | V _{O(L)} | V _{CC} = 5V, R _L = 10kΩ | - | 5 | 20 | - | 5 | 20 | mV | |
| Common-Mode Rejection Ratio | CMRR | - | 70 | 85 | - | 65 | 85 | - | dB | |
| Power Supply Rejection Ratio | PSRR | - | 65 | 100 | - | 65 | 100 | - | dB | |
| Channel Separation | CS | f = 1kHz to 20kHz (Note2) | - | 120 | - | - | 120 | - | dB | |
| Short Circuit to GND | I _{SC} | V _{CC} = 15V | - | 40 | 60 | - | 40 | 60 | mA | |
| Output Current | I _{SOURCE} | V _{I(+)} = 1V, V _{I(-)} = 0V V _{CC} = 15V, V _{O(P)} = 2V | 20 | 40 | - | 20 | 40 | - | mA | |
| | | V _{I(+)} = 0V, V _{I(-)} = 1V V _{CC} = 15V, V _{O(P)} = 2V | 10 | 20 | - | 10 | 20 | - | mA | |
| | I _{SINK} | V _{I(+)} = 0V, V _{I(-)} = 1V V _{CC} = 5V V _{O(P)} = 200mV | 12 | 50 | - | 12 | 50 | - | μA | |
| Differential Input Voltage | V _{I(DIFF)} | - | - | - | V _{CC} | - | - | V _{CC} | V | |

Note:

- V_{CC} = 30V for LM224A, LM324A
- This parameter, although guaranteed, is not 100% tested in production.

Electrical Characteristics (Continued)

$V_{CC} = 5.0V$, $V_{EE} = GND$, unless otherwise specified)

The following specifications apply over the range of $-25^{\circ}C \leq T_A \leq +85^{\circ}C$ for the LM224A; and the $0^{\circ}C \leq T_A \leq +70^{\circ}C$ for the LM324A

| Parameter | Symbol | Conditions | LM224A | | | LM324A | | | Unit |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|----------------|--------|------|----------------|-------------------|
| | | | Min. | Typ. | Max. | Min. | Typ. | Max. | |
| Input Offset Voltage | V_{IO} | $V_{CM} = 0V$ to $V_{CC} - 1.5V$ $V_{O(P)} = 1.4V$, $R_S = 0\Omega$ (Note1) | - | - | 4.0 | - | - | 5.0 | mV |
| Input Offset Voltage Drift | $\Delta V_{IO}/\Delta T$ | $R_S = 0\Omega$ (Note2) | - | 7.0 | 20 | - | 7.0 | 30 | $\mu V/^{\circ}C$ |
| Input Offset Current | I_{IO} | $V_{CM} = 0V$ | - | - | 30 | - | - | 75 | nA |
| Input Offset Current Drift | $\Delta I_{IO}/\Delta T$ | $R_S = 0\Omega$ (Note2) | - | 10 | 200 | - | 10 | 300 | $pA/^{\circ}C$ |
| Input Bias Current | I_{BIAS} | - | - | 40 | 100 | - | 40 | 200 | nA |
| Input Common-Mode Voltage Range | $V_{I(R)}$ | Note1 | 0 | - | $V_{CC} - 2.0$ | 0 | - | $V_{CC} - 2.0$ | V |
| Large Signal Voltage Gain | G_V | $V_{CC} = 15V$, $R_L = 2.0k\Omega$ | 25 | - | - | 15 | - | - | V/mV |
| Output Voltage Swing | $V_{O(H)}$ | Note1 | | | | | | | |
| | | $R_L = 2k\Omega$ | 26 | - | - | 26 | - | - | V |
| | $R_L = 10k\Omega$ | 27 | 28 | - | 27 | 28 | - | V | |
| | $V_{O(L)}$ | $V_{CC} = 5V$, $R_L = 10k\Omega$ | - | 5 | 20 | - | 5 | 20 | mV |
| Output Current | I_{SOURCE} | $V_{I(+)} = 1V$, $V_{I(-)} = 0V$ $V_{CC} = 15V$, $V_{O(P)} = 2V$ | 10 | 20 | - | 10 | 20 | - | mA |
| | I_{SINK} | $V_{I(+)} = 0V$, $V_{I(-)} = 1V$ $V_{CC} = 15V$, $V_{O(P)} = 2V$ | 5 | 8 | - | 5 | 8 | - | mA |
| Differential Input Voltage | $V_{I(DIFF)}$ | - | - | - | V_{CC} | - | - | V_{CC} | V |

Note:

- $V_{CC} = 30V$ for LM224A and LM324A.
- These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

Typical Performance Characteristics

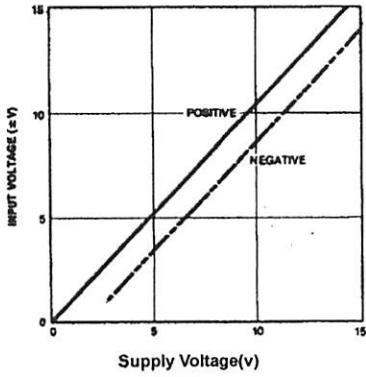


Figure 1. Input Voltage Range vs Supply Voltage

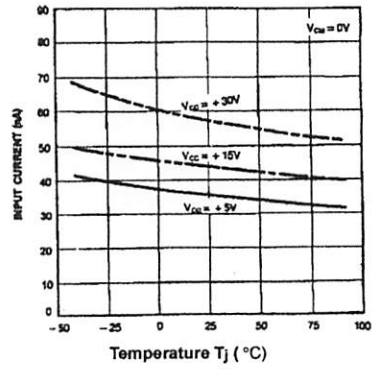


Figure 2. Input Current vs Temperature

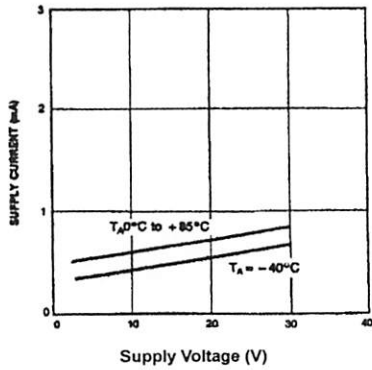


Figure 3. Supply Current vs Supply Voltage

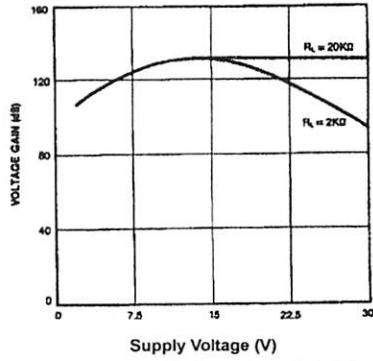


Figure 4. Voltage Gain vs Supply Voltage

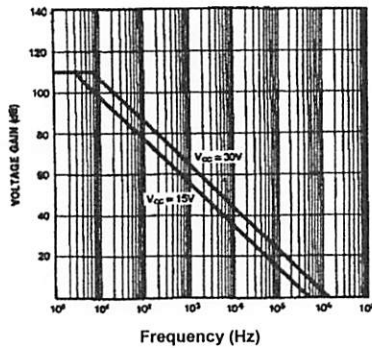


Figure 5. Open Loop Frequency Response

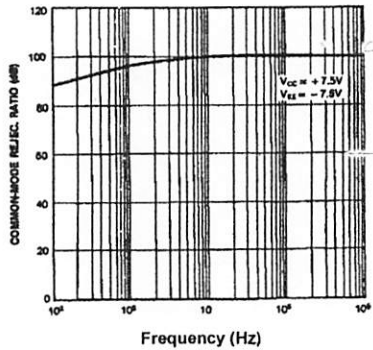


Figure 6. Common mode Rejection Ratio

Typical Performance Characteristics (Continued)

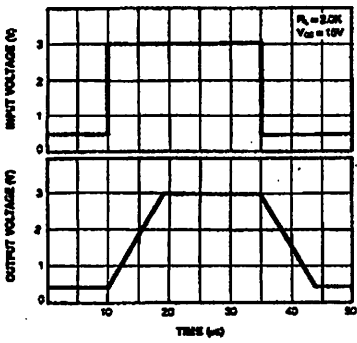


Figure 7. Voltage Follower Pulse Response

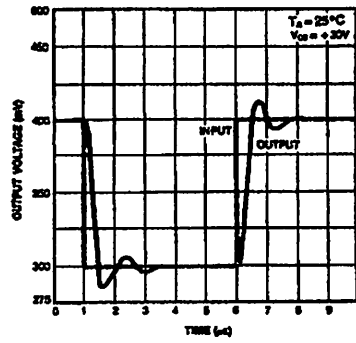


Figure 8. Voltage Follower Pulse Response (Small Signal)

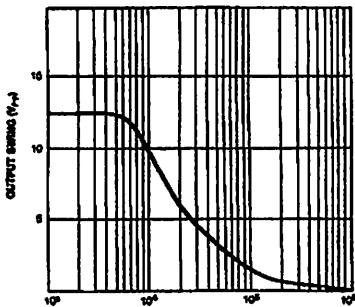


Figure 8. Large Signal Frequency Response

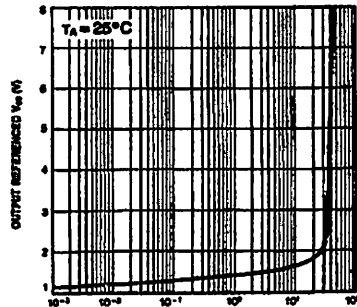


Figure 9. Output Characteristics vs Current Sourcing

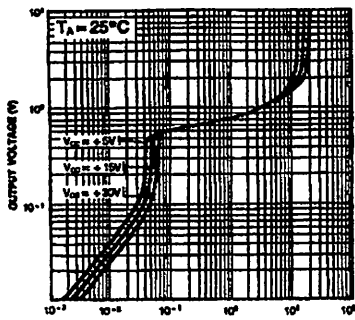


Figure 10. Output Characteristics vs Current Sinking

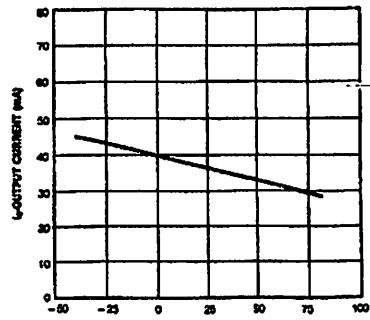


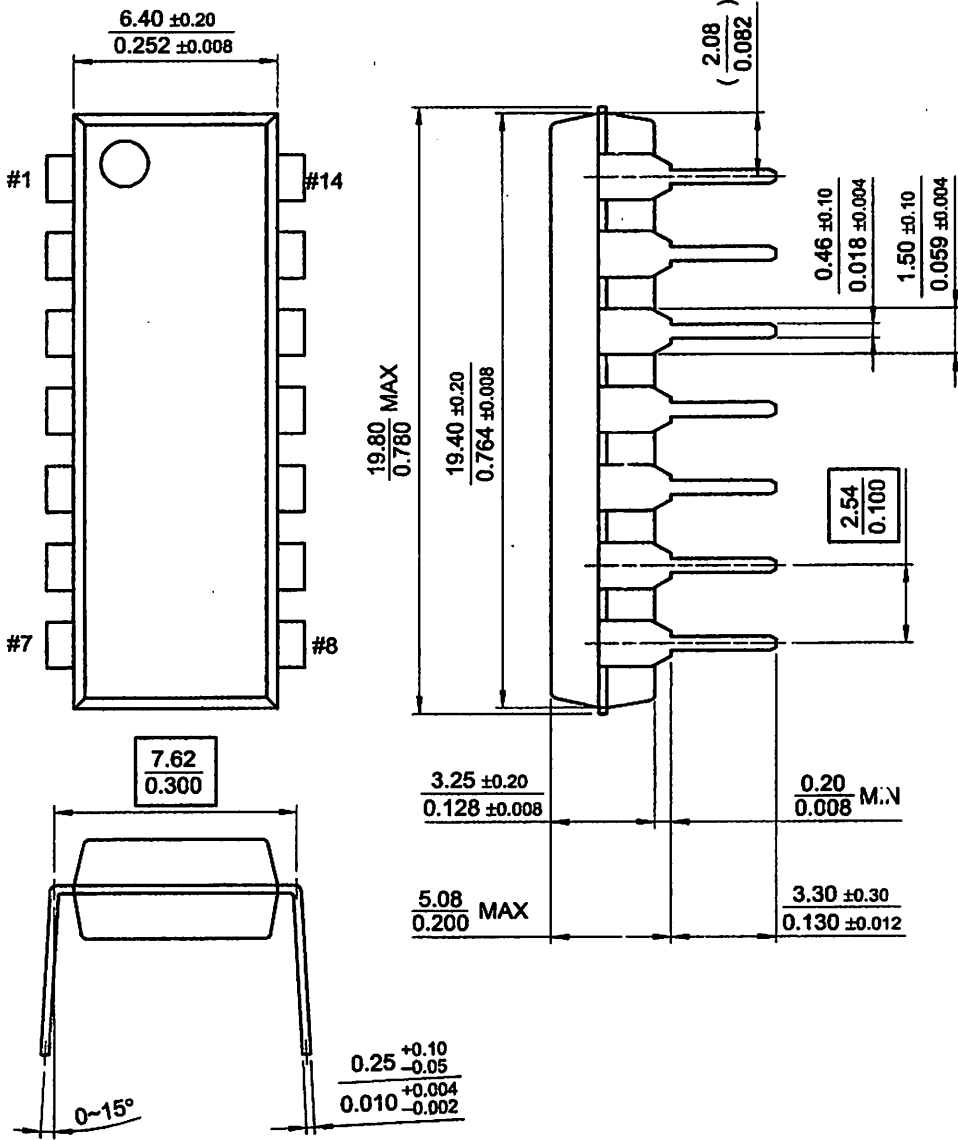
Figure 11. Current Limiting vs Temperature

Mechanical Dimensions

Package

Dimensions in millimeters

14-DIP

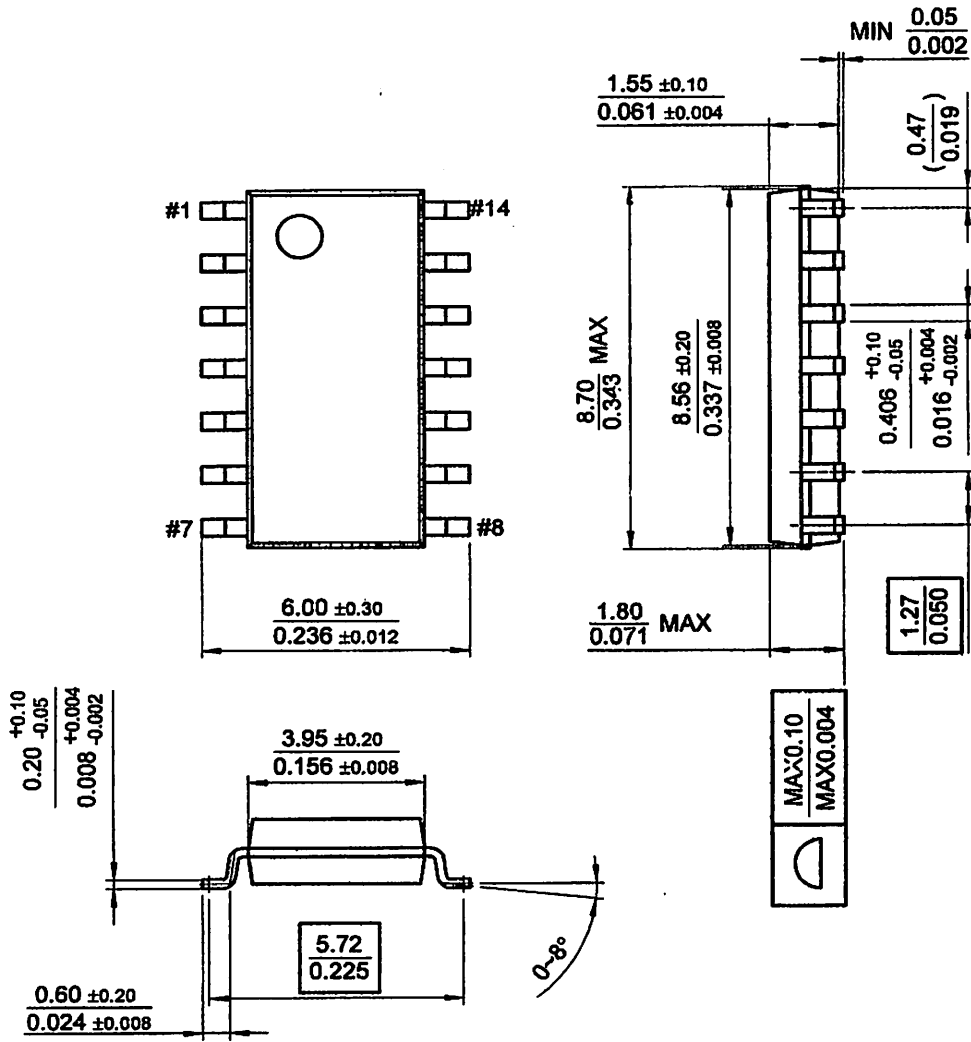


Mechanical Dimensions (Continued)

Package

Dimensions in millimeters

14-SOP



Ordering Information

| Product Number | Package | Operating Temperature |
|----------------|---------|-----------------------|
| LM324N | 14-DIP | 0 ~ +70°C |
| LM324AN | | |
| LM324M | 14-SOP | |
| LM324AM | | |
| LM2902N | 14-DIP | -40 ~ +85°C |
| LM2902M | 14-SOP | |
| LM224N | 14-DIP | -25 ~ +85°C |
| LM224AN | | |
| LM224M | 14-SOP | |
| LM224AM | | |

DISCLAIMER

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

LIFE SUPPORT POLICY

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

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



EVERLIGHT ELECTRONICS CO., LTD.

DEVICE NUMBER : DIH-033-001

REV : 2.0

ECN : _____

PAGE : 1/8

5mm Infrared LED

MODEL NO : HIR333

■ Features :

- High radiant intensity
- Peak wavelength $\lambda_p=850\text{nm}$
- View angle 17°
- High reliability
- 2.54mm Lead spacing

■ Description :

- EVERLIGHT's Infrared Emitting Diode (HIR333) is a high intensity diode, molded in a yellow transparent plastic package.

The device is spectrally matched with phototransistor, photodiode and infrared receiver module.

■ Applications :

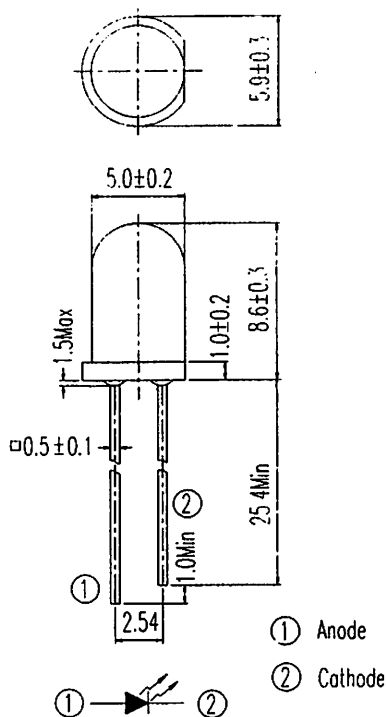
- Free air transmission system
- Optoelectronic switch
- Infrared remote control units with high power requirement
- Floppy disk drive
- Smoke detector

| PART NO. | CHIP | LENS COLOR |
|----------|----------|------------|
| | MATERIAL | |
| HIR | GaAlAs | Yellow |

DEVICE NUMBER : DIH-033-001 REV: 2.0
 ECN : _____ PAGE : 2/8

5mm Infrared LED

MODEL NO : HIR333

Package Dimensions :**Notes :**

1. All dimensions are in millimeter.
2. Protruded resin under flange 1.5 mm Max.
3. Lead spacing is measured where the lead emerge from the package.
4. Lens color : Yellow transparent.
5. Above specification may be changed without notice. EVERLIGHT will reserve authority on material change for above specification.
6. These specification sheets include materials protected under copyright of EVERLIGHT corporation . Please don't reproduce or cause anyone to reproduce them without EVERLIGHT's consent.
7. When using this product , please observe the absolute maximum ratings and the instructions for use outlined in these specification sheets. EVERIGHT assumes no responsibility for any damage resulting from use of the product which does not comply with the absolute maximum ratings and the instructions included in these specification sheets.



EVERLIGHT ELECTRONICS CO., LTD.

DEVICE NUMBER : DIH-033-001 REV : 2.0ECN : _____ PAGE : 3/8

5mm Infrared LED

MODEL NO : HIR333

■ Absolute Maximum Ratings at $T_A = 25^\circ\text{C}$

| Parameter | Symbol | Rating | Unit | Notice |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------------|----------------------------------------------|
| Continuous Forward Current | I_F | 50 | mA | |
| Peak Forward Current Pulse width=100 μs , Duty cycle=1% | I_{FP} | 1.0 | A | |
| Reverse Voltage | V_R | 5 | V | |
| Operating Temperature | T_{opr} | -25 ~ +85 | $^\circ\text{C}$ | |
| Storage Temperature | T_{stg} | -40 ~ +85 | $^\circ\text{C}$ | |
| Soldering Temperature | T_{sol} | 260 | $^\circ\text{C}$ | 4mm from mold body less than 5 seconds |
| Power Dissipation at(or below) 25 $^\circ\text{C}$ Free Air Temperature | P_d | 100 | mW | |

■ Electronic Optical Characteristics :

| Parameter | Symbol | Min. | Typ. | Max. | Unit | Condition |
|--------------------|-----------------|------|------|------|---------------|----------------------------------------------------|
| Radiant Intensity | E_e | 7.8 | 15.0 | --- | mW/sr | $I_F=20\text{mA}$ |
| | | --- | 140 | --- | | $I_F=100\text{mA}, t_p=100\mu\text{s}, t_p/T=0.01$ |
| | | --- | 980 | --- | | $I_F=1\text{A}, t_p=100\mu\text{s}, t_p/T=0.01$ |
| Peak Wavelength | λ_p | --- | 850 | --- | nm | $I_F=20\text{mA}$ |
| Spectral Bandwidth | $\Delta\lambda$ | --- | 45 | --- | nm | $I_F=20\text{mA}$ |
| Forward Voltage | V_F | --- | 1.45 | 1.65 | V | $I_F=20\text{mA}$ |
| | | --- | 1.80 | 2.40 | | $I_F=100\text{mA}, t_p=100\mu\text{s}, t_p/T=0.01$ |
| | | --- | 4.10 | 5.25 | | $I_F=1\text{A}, t_p=100\mu\text{s}, t_p/T=0.01$ |
| Reverse Current | I_R | --- | --- | 10 | μA | $V_R=5\text{V}$ |
| View Angle | $2\theta_{1/2}$ | --- | 17 | --- | deg | $I_F=20\text{mA}$ |



DEVICE NUMBER : DIH-033-001
ECN : _____

REV : 2.0
PAGE : 4/8

5mm Infrared LED

MODEL NO : HIR333

Typical Electrical/Optical/Characteristics Curves

Fig. 1 Forward Current vs. Ambient Temperature

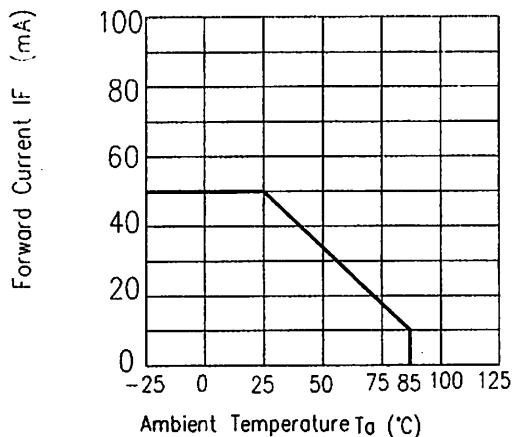


Fig. 2 Spectral Distribution

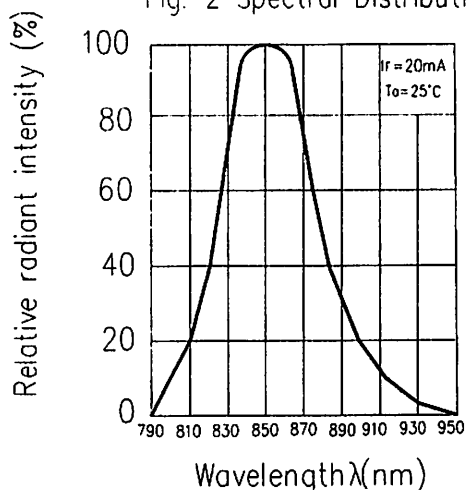


Fig. 3 Peak Emission Wavelength λ_p vs. Ambient Temperature

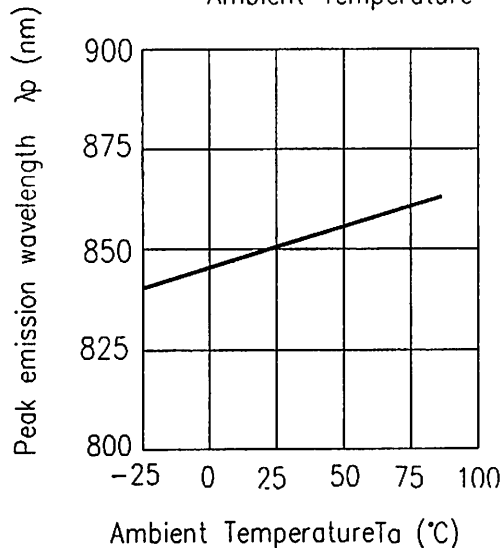
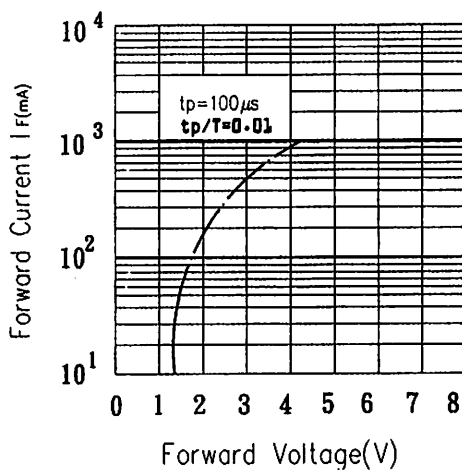


Fig. 4 Forward Current vs. Forward Voltage



5mm Infrared LED

MODEL NO : HIR333

Typical Electrical/Optical/Characteristics Curves

Fig. 5 Relative Intensity vs. Forward Current

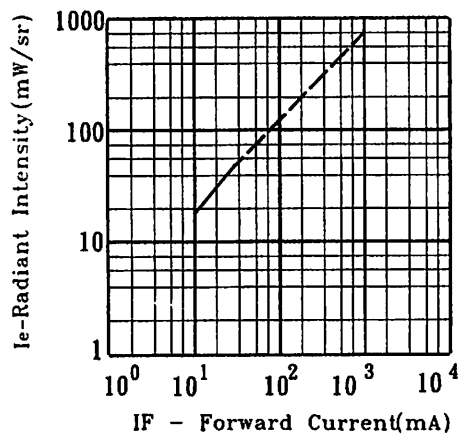


Fig. 6 Relative Radiant Intensity vs. Angular Displacement

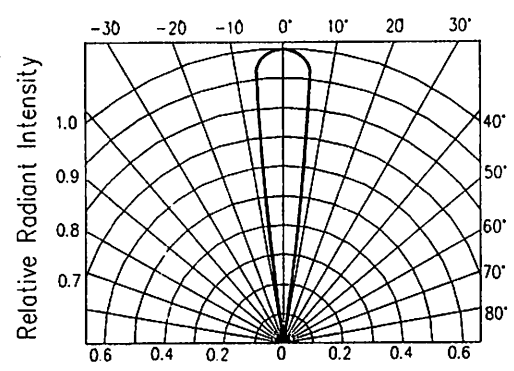


Fig. 7 Relative Intensity vs. Ambient Temperature (°C)

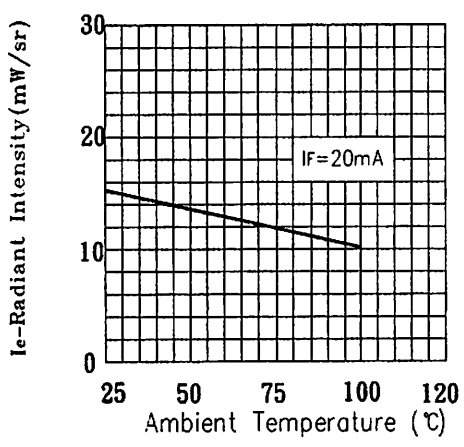
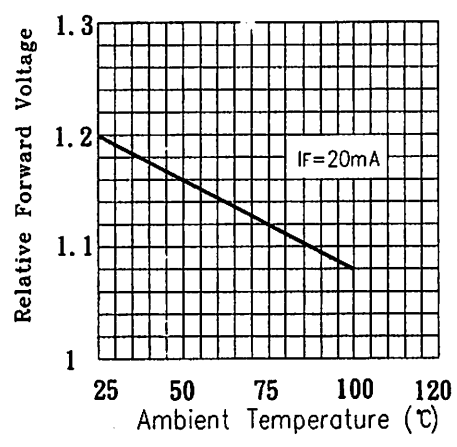


Fig. 8 Forward Current vs. Ambient Temperature (°C)





EVERLIGHT ELECTRONICS CO., LTD.

DEVICE NUMBER : DIH-033-001REV : 2.0

ECN : _____

PAGE : 6/8

5mm Infrared LED

MODEL NO : HIR333

■ Reliability Test Item And Condition

The reliability of products shall be satisfied with items listed below.

Confidence level:90%

LTPD:10%

| NO. | Item | Test Conditions | Test Hours/ Cycles | Sample Size | Failure Judgement Criteria | Ac/Re |
|-----|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 | Solder Heat | TEMP : 260°C ± 5 °C | 5 secs | 22 pcs | $I_R \geq U \times 2$ $E_e \leq L \times 0.8$ $V_F \geq U \times 1.2$ U :Upper specification limit L :Lower specification limit | 0/1 |
| 2 | Temperature Cycle | H : +85°C 30 mins ↑ 5 mins ↓ L : -55°C 30 mins | 50 cycles | 22 pcs | | 0/1 |
| 3 | Thermal Shock | H : +100°C 5 mins ↑ 10 secs ↓ L : -10°C 5 mins | 50 cycles | 22 pcs | | 0/1 |
| 4 | High Temperature Storage | TEMP. : +100°C | 1000 hrs | 22 pcs | | 0/1 |
| 5 | Low Temperature Storage | TEMP. : -55°C | 1000 hrs | 22 pcs | | 0/1 |
| 6 | DC Operating Life | $I_f=20mA$ | 1000 hrs | 22 pcs | | 0/1 |
| 7 | High Temperature / High Humidity | 85°C / 85% R.H. | 1000 hrs | 22 pcs | | 0/1 |



DEVICE NUMBER : DIH-033-001

REV : 2.0

ECN : _____

PAGE : 7/8

5mm Infrared LED

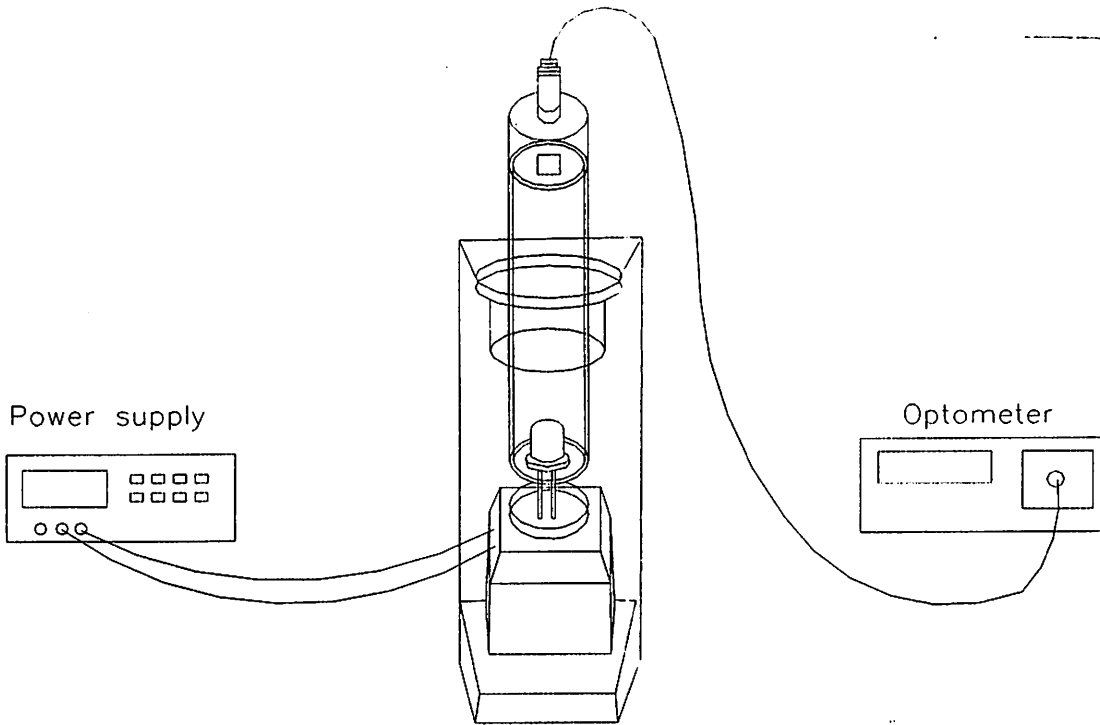
MODEL NO : _____ HIR333 _____

Test Method For Power :

Condition : $I_f=20\text{ mA}$

Test Item : Radiant Intensity

Unit : mW/sr



| Bin Number | M | N | P | Q | R |
|------------|------|------|------|------|----|
| Min | 7.8 | 11.0 | 15.0 | 21.0 | 30 |
| Max | 12.5 | 17.6 | 24.0 | 34.0 | 48 |



EVERLIGHT ELECTRONICS CO., LTD.

DEVICE NUMBER : DIH-033-001

REV : 2.0

ECN : _____

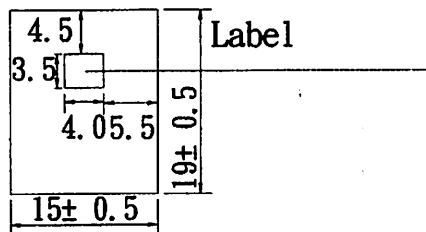
PAGE : 8/8

5mm Infrared LED

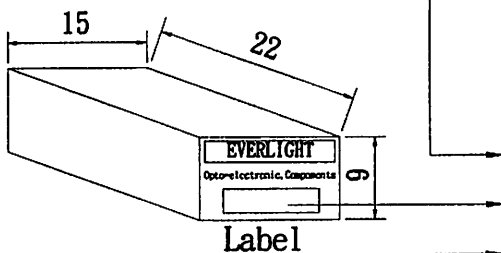
MODEL NO : HIR333

■ Packing Specifications

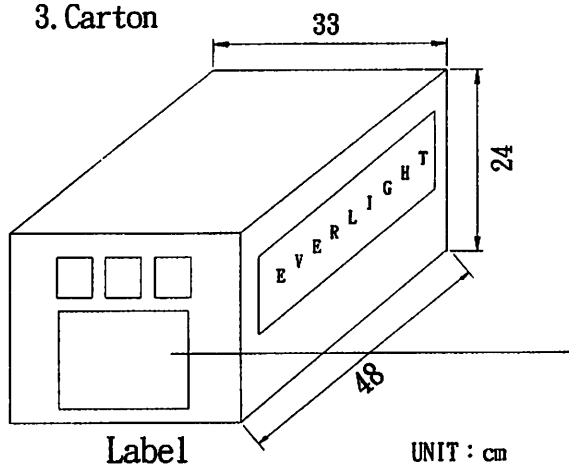
1. Bag



2. Box



3. Carton



UNIT : cm



CPN:
P/N: 3403830003



IR383

QTY: 500

CAT:
HUE:
REF:



LOT NO:

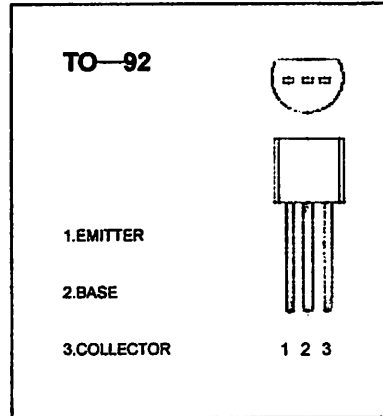
MADE IN TAIWAN

CPN : Customer's Production Number
P/N : Production Number
QTY : Packing Quantity
CAT : Ranks
HUE : Peak Wavelength
REF : Reference
LOT NO : Lot Number
MADE IN TAIWAN : Production place

■ Packing Quantity Specification

1. 500Pcs/1Bag , 6 Bags/1Box

2. 10 Boxes/1Carton



FEATURES

Power dissipation

$$P_{CM} : 0.625 \text{ W (Tamb=25}^\circ\text{C)}$$

Collector current

$$I_{CM} : -0.5 \text{ A}$$

Collector-base voltage

$$V_{(BR)CBO} : -40 \text{ V}$$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Tamb=25°C unless otherwise specified)

| Parameter | Symbol | Test conditions | MIN | TYP | MAX | UNIT |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|---------------|
| Collector-base breakdown voltage | $V_{(BR)CBO}$ | $I_C = -100 \mu\text{A}, I_E = 0$ | -40 | | | V |
| Collector-emitter breakdown voltage | $V_{(BR)CEO}$ | $I_C = -0.1 \text{ mA}, I_B = 0$ | -20 | | | V |
| Emitter-base breakdown voltage | $V_{(BR)EBO}$ | $I_E = -100 \mu\text{A}, I_C = 0$ | -5 | | | V |
| Collector cut-off current | I_{CBO} | $V_{CB} = -40 \text{ V}, I_E = 0$ | | | -0.1 | μA |
| Collector cut-off current | I_{CEO} | $V_{CE} = -20 \text{ V}, I_B = 0$ | | | -0.2 | μA |
| Emitter cut-off current | I_{EBO} | $V_{EB} = -5 \text{ V}, I_C = 0$ | | | -0.1 | μA |
| DC current gain(note) | $H_{FE(1)}$ | $V_{CE} = -1 \text{ V}, I_C = -50 \text{ mA}$ | 64 | | 300 | |
| | $H_{FE(2)}$ | $V_{CE} = -1 \text{ V}, I_C = -500 \text{ mA}$ | 40 | | | |
| Collector-emitter saturation voltage | $V_{CE(sat)}$ | $I_C = -500 \text{ mA}, I_B = -50 \text{ mA}$ | | | -0.6 | V |
| Base-emitter saturation voltage | $V_{BE(sat)}$ | $I_C = -500 \text{ mA}, I_B = -50 \text{ mA}$ | | | -1.2 | V |
| Base-emitter voltage | V_{EB} | $I_E = -100 \text{ mA}$ | | | -1.4 | V |
| Transition frequency | f_T | $V_{CE} = -6 \text{ V}, I_C = -20 \text{ mA}$ $f = 30 \text{ MHz}$ | 150 | | | MHz |

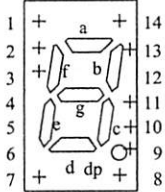
CLASSIFICATION OF $H_{FE(1)}$

| Rank | D | E | F | G | H | I |
|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Range | 64-91 | 78-112 | 96-135 | 112-166 | 144-202 | 190-300 |

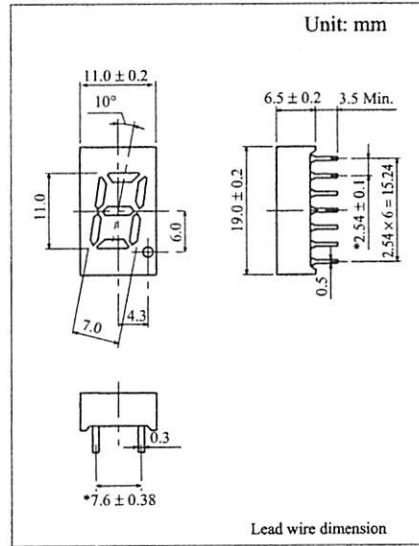
1 Digit 11.0 mm (.4") Series

| Conventional Part No. | Global Part No. | Lighting Color |
|-----------------------|-----------------|----------------|
| LN514RA | LNM214AA01 | Red |
| LN514RK | LNM214KA01 | Red |
| LN514GA | LNM314AA01 | Green |
| LN514GK | LNM314KA01 | Green |

Terminal Connection



| Pin No. | Assignment | Assignment |
|---------|--------------|----------------|
| 1 | Cathode a | Anode a |
| 2 | Cathode f | Anode f |
| 3 | Common Anode | Common Cathode |
| 4 | — | — |
| 5 | — | — |
| 6 | — | — |
| 7 | Cathode e | Anode e |
| 8 | Cathode d | Anode d |
| 9 | Cathode dp | Anode dp |
| 10 | Cathode c | Anode c |
| 11 | Cathode g | Anode g |
| 12 | — | — |
| 13 | Cathode b | Anode b |
| 14 | Common Anode | Common Cathode |



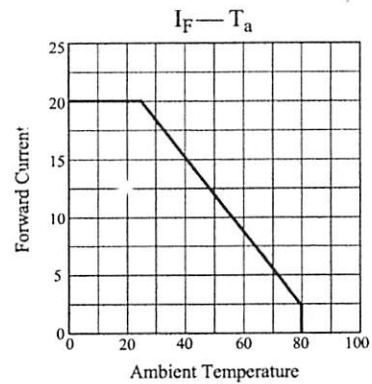
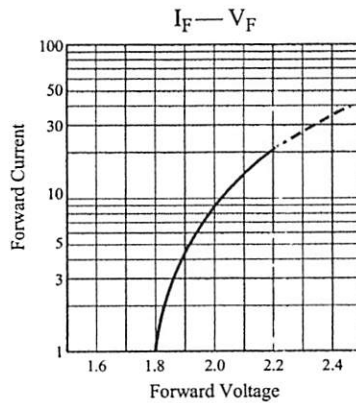
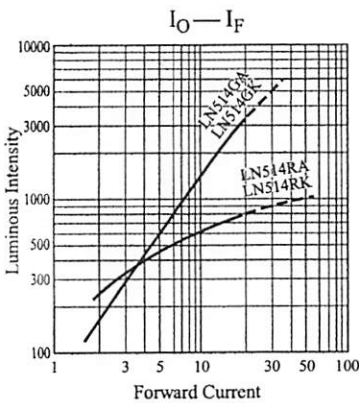
Absolute Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

| Lighting Color | P_D (mW) | I_F (mA) | I_{FP} (mA)* | V_R (V) | T_{opr} ($^\circ\text{C}$) | T_{stg} ($^\circ\text{C}$) |
|----------------|------------|------------|----------------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|
| Red | 60 | 20 | 100 | 5 | -25 ~ +80 | -30 ~ +85 |
| Green | 60 | 20 | 100 | 5 | -25 ~ +80 | -30 ~ +85 |

* I_{FP} : duty 10% • Pulse width 1 msec. The condition of I_{FP} is duty 10%, Pulse width 1 msec

Electro-Optical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

| Conventional Part No. | Lighting Color | Common | I_O / seg | | I_F | V_F | | λ_p | $\Delta\lambda$ | I_F | I_R | | |
|-----------------------|----------------|---------|----------------|----------------|----------------|-------|-----|-------------|-----------------|-------|-------|---------------|-------|
| | | | Typ | Min | | Typ | Max | | | | Typ | Max | V_R |
| LN514RA | Red | Anode | 450 | 150 | 150 | 5 | 2.2 | 2.8 | 700 | 100 | 20 | 10 | 5 |
| LN514RK | Red | Cathode | 450 | 150 | 150 | 5 | 2.2 | 2.8 | 700 | 100 | 20 | 10 | 5 |
| LN514GA | Green | Anode | 1500 | 500 | 500 | 10 | 2.2 | 2.8 | 565 | 30 | 20 | 10 | 5 |
| LN514GK | Green | Cathode | 1500 | 500 | 500 | 10 | 2.2 | 2.8 | 565 | 30 | 20 | 10 | 5 |
| Unit | — | — | μcd | μcd | μcd | mA | V | V | nm | nm | mA | μA | V |





BD136 BD138/BD140

PNP SILICON TRANSISTORS

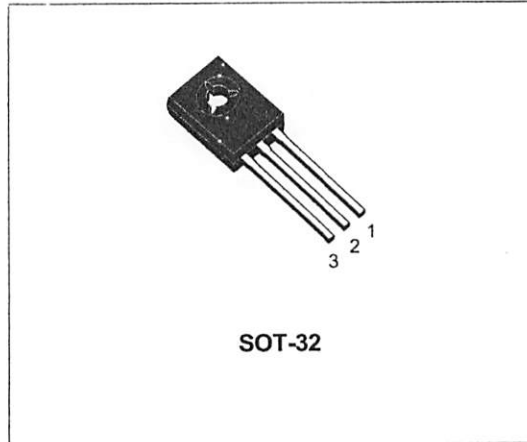
| Type | Marking |
|----------|----------|
| BD136 | BD136 |
| BD136-10 | BD136-10 |
| BD136-16 | BD136-16 |
| BD138 | BD138 |
| BD140 | BD140 |
| BD140-10 | BD140-10 |
| BD140-16 | BD140-16 |

- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES
- PNP TRANSISTOR

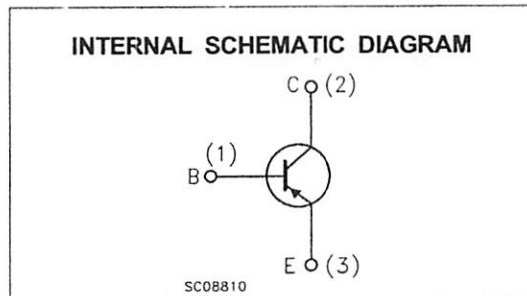
DESCRIPTION

The BD136, BD138 and BD140 are silicon Epitaxial Planar PNP transistors mounted in Jedec SOT-32 plastic package, designed for audio amplifiers and drivers utilizing complementary or quasi-complementary circuits.

The complementary NPN types are the BD135, BD137 and BD139.



SOT-32



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| Symbol | Parameter | Value | | | Unit |
|-----------|------------------------------------------------------|-------|------------|-------|------------------|
| | | BD136 | BD138 | BD140 | |
| V_{CBO} | Collector-Base Voltage ($I_E = 0$) | -45 | -60 | -80 | V |
| V_{CEO} | Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$) | -45 | -60 | -80 | V |
| V_{EBO} | Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$) | | -5 | | V |
| I_C | Collector Current | | -1.5 | | A |
| I_{CM} | Collector Peak Current | | -3 | | A |
| I_B | Base Current | | -0.5 | | A |
| P_{tot} | Total Dissipation at $T_c \leq 25^\circ\text{C}$ | | 12.5 | | W |
| P_{tot} | Total Dissipation at $T_{amb} \leq 25^\circ\text{C}$ | | 1.25 | | W |
| T_{stg} | Storage Temperature | | -65 to 150 | | $^\circ\text{C}$ |
| T_j | Max. Operating Junction Temperature | | 150 | | $^\circ\text{C}$ |

THERMAL DATA

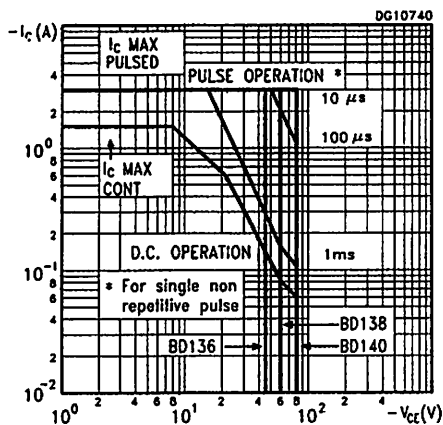
| | | | | |
|------------------|----------------------------------|-----|----|---------------|
| $R_{th(j-case)}$ | Thermal Resistance Junction-case | Max | 10 | $^{\circ}C/W$ |
|------------------|----------------------------------|-----|----|---------------|

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

| Symbol | Parameter | Test Conditions | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|----------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------|-------------|--------------------|
| I_{CBO} | Collector Cut-off Current ($I_E = 0$) | $V_{CB} = -30 V$ $V_{CB} = -30 V$ $T_C = 125^{\circ}C$ | | | -0.1 -10 | μA μA |
| I_{EBO} | Emitter Cut-off Current ($I_C = 0$) | $V_{EB} = -5 V$ | | | -10 | μA |
| $V_{CE(sus)*}$ | Collector-Emitter Sustaining Voltage ($I_B = 0$) | $I_C = -30 mA$ for BD136 for BD138 for BD140 | -45 -60 -80 | | | V V V |
| $V_{CE(sat)*}$ | Collector-Emitter Saturation Voltage | $I_C = -0.5 A$ $I_B = -0.05 A$ | | | -0.5 | V |
| V_{BE*} | Base-Emitter Voltage | $I_C = -0.5 A$ $V_{CE} = -2 V$ | | | -1 | V |
| h_{FE*} | DC Current Gain | $I_C = -5 mA$ $V_{CE} = -2 V$ $I_C = -150 mA$ $V_{CE} = -2 V$ $I_C = -0.5 A$ $V_{CE} = -2 V$ | 25 40 25 | | 250 | |
| h_{FE} | h_{FE} Groups | $I_C = -150 mA$ $V_{CE} = -2 V$ for BD136/BD140 group-10 for BD136/BD140 group-16 | 63 100 | | 160 250 | |

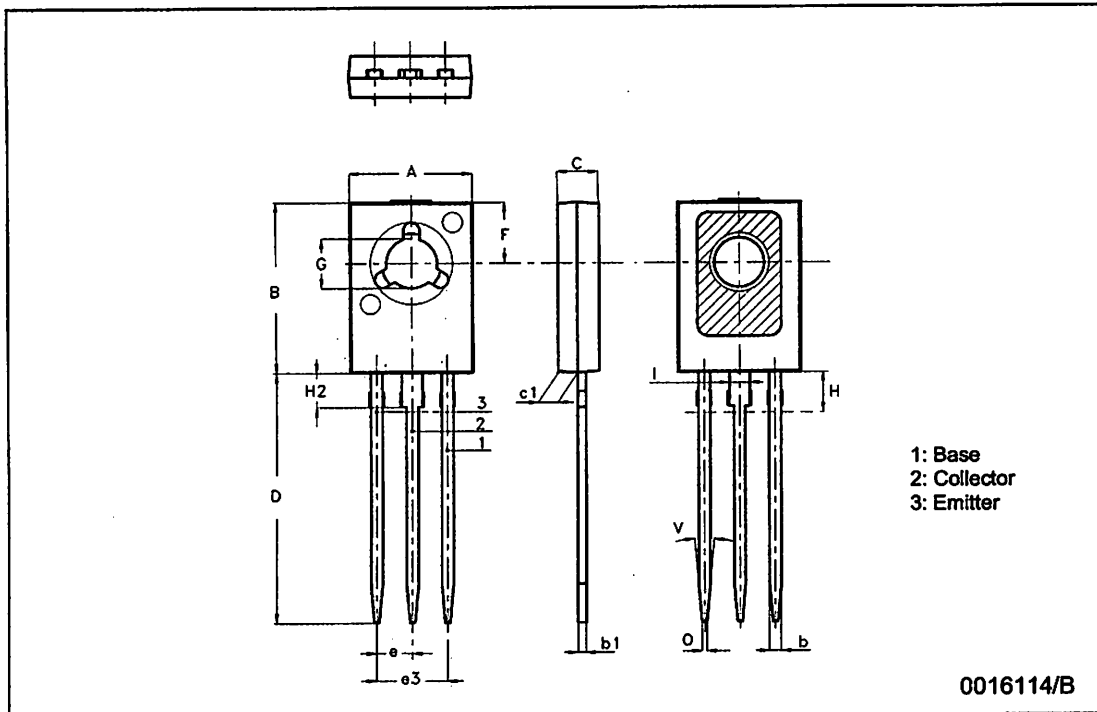
* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle 1.5 %

Safe Operating Areas

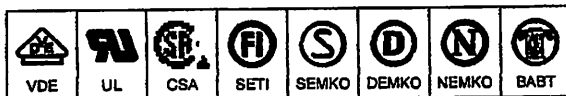


SOT-32 (TO-126) MECHANICAL DATA

| DIM. | mm | | | Inch | | |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | MIN. | TYP. | MAX. | MIN. | TYP. | MAX. |
| A | 7.4 | | 7.8 | 0.291 | | 0.307 |
| B | 10.5 | | 10.8 | 0.413 | | 0.425 |
| b | 0.7 | | 0.9 | 0.028 | | 0.035 |
| b1 | 0.40 | | 0.65 | 0.015 | | 0.025 |
| C | 2.4 | | 2.7 | 0.094 | | 0.106 |
| c1 | 1.0 | | 1.3 | 0.039 | | 0.051 |
| D | 15.4 | | 16.0 | 0.606 | | 0.630 |
| e | | 2.2 | | | 0.087 | |
| e3 | | 4.4 | | | 0.173 | |
| F | | 3.8 | | | 0.150 | |
| G | 3 | | 3.2 | 0.118 | | 0.126 |
| H | | | 2.54 | | | 0.100 |
| H2 | | 2.15 | | | 0.084 | |
| I | | 1.27 | | | 0.05 | |
| O | | 0.3 | | | 0.011 | |
| V | | 10° | | | 10° | |



0016114/B



6-Pin DIP Optoisolators Transistor Output

The 4N35, 4N36 and 4N37 devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Current Transfer Ratio — 100% Minimum @ Specified Conditions
- Guaranteed Switching Speeds
- Meets or Exceeds all JEDEC Registered Specifications
- *To order devices that are tested and marked per VDE 0884 requirements, the suffix "V" must be included at end of part number. VDE 0884 is a test option.*

Applications

- General Purpose Switching Circuits
- Interfacing and coupling systems of different potentials and impedances
- Regulation Feedback Circuits
- Monitor & Detection Circuits
- Solid State Relays

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

| Rating | Symbol | Value | Unit |
|--------|--------|-------|------|
|--------|--------|-------|------|

INPUT LED

| | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------|
| Reverse Voltage | V_R | 6 | Volts |
| Forward Current — Continuous | I_F | 60 | mA |
| LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Output Detector Derate above 25°C | P_D | 120 | mW |
| | | 1.41 | mW/°C |

OUTPUT TRANSISTOR

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|-------|
| Collector-Emitter Voltage | V_{CEO} | 30 | Volts |
| Emitter-Base Voltage | V_{EBO} | 7 | Volts |
| Collector-Base Voltage | V_{CBO} | 70 | Volts |
| Collector Current — Continuous | I_C | 150 | mA |
| Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ with Negligible Power in Input LED Derate above 25°C | P_D | 150 | mW |
| | | 1.76 | mW/°C |

TOTAL DEVICE

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|---------|
| Isolation Source Voltage ⁽¹⁾ (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration) | V_{ISO} | 7500 | Vac(pk) |
| Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C | P_D | 250 | mW |
| | | 2.94 | mW/°C |
| Ambient Operating Temperature Range ⁽²⁾ | T_A | -55 to +100 | °C |
| Storage Temperature Range ⁽²⁾ | T_{stg} | -55 to +150 | °C |
| Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case) | T_L | 260 | °C |

1. Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating.
For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.
2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.
Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

GlobalOptoisolator is a trademark of Motorola, Inc.

4N35*
4N36
4N37
(CTR = 100% Min)
*Motorola Preferred Device

STYLE 1 PLASTIC

STANDARD THRU HOLE
CASE 730A-04

SCHEMATIC

PIN 1. LED ANODE
2. LED CATHODE
3. N.C.
4. EMITTER
5. COLLECTOR
6. BASE

4N35 4N36 4N37

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)⁽¹⁾

| Characteristic | Symbol | Min | Typ ⁽¹⁾ | Max | Unit |
|----------------|--------|-----|--------------------|-----|------|
|----------------|--------|-----|--------------------|-----|------|

INPUT LED

| | | | | | | |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|---------------------|-------------------|----|
| Forward Voltage (I _F = 10 mA) | T _A = 25°C T _A = -55°C T _A = 100°C | V _F | 0.8 0.9 0.7 | 1.15 1.3 1.05 | 1.5 1.7 1.4 | V |
| Reverse Leakage Current (V _R = 6 V) | | I _R | — | — | 10 | μA |
| Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz) | | C _J | — | 18 | — | pF |

OUTPUT TRANSISTOR

| | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|--------|------------|-----------|----------|
| Collector-Emitter Dark Current (V _{CE} = 10 V, T _A = 25°C) (V _{CE} = 30 V, T _A = 100°C) | | I _{CEO} | — — | 1 — | 50 500 | nA μA |
| Collector-Base Dark Current (V _{CB} = 10 V) | T _A = 25°C T _A = 100°C | I _{CBO} | — | 0.2 100 | 20 — | nA |
| Collector-Emitter Breakdown Voltage (I _C = 1 mA) | | V _{(BR)CEO} | 30 | 45 | — | V |
| Collector-Base Breakdown Voltage (I _C = 100 μA) | | V _{(BR)CBO} | 70 | 100 | — | V |
| Emitter-Base Breakdown Voltage (I _E = 100 μA) | | V _{(BR)EBO} | 7 | 7.8 | — | V |
| DC Current Gain (I _C = 2 mA, V _{CE} = 5 V) | | h _{FE} | — | 400 | — | — |
| Collector-Emitter Capacitance (f = 1 MHz, V _{CE} = 0) | | C _{CE} | — | 7 | — | pF |
| Collector-Base Capacitance (f = 1 MHz, V _{CB} = 0) | | C _{CB} | — | 19 | — | pF |
| Emitter-Base Capacitance (f = 1 MHz, V _{EB} = 0) | | C _{EB} | — | 9 | — | pF |

COUPLED

| | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Output Collector Current (I _F = 10 mA, V _{CE} = 10 V) | T _A = 25°C T _A = -55°C T _A = 100°C | I _C (CTR) ⁽²⁾ | 10 (100) 4 (40) 4 (40) | 30 (300) — — | — — — | mA (%) |
| Collector-Emitter Saturation Voltage (I _C = 0.5 mA, I _F = 10 mA) | | V _{CE(sat)} | — | 0.14 | 0.3 | V |
| Turn-On Time | (I _C = 2 mA, V _{CC} = 10 V, R _L = 100 Ω) ⁽³⁾ | t _{on} | — | 7.5 | 10 | μs |
| Turn-Off Time | | t _{off} | — | 5.7 | 10 | |
| Rise Time | | t _r | — | 3.2 | — | |
| Fall Time | | t _f | — | 4.7 | — | |
| Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec) | | V _{ISO} | 7500 | — | — | V _{ac(pk)} |
| Isolation Current ⁽⁴⁾ (V _{I-O} = 3550 Vpk) | 4N35 | I _{ISO} | — | — | 100 | μA |
| (V _{I-O} = 2500 Vpk) | 4N36 | I _{ISO} | — | — | 100 | |
| (V _{I-O} = 1500 Vpk) | 4N37 | I _{ISO} | — | 8 | 100 | |
| Isolation Resistance (V = 500 V) ⁽⁴⁾ | | R _{ISO} | 10 ¹¹ | — | — | Ω |
| Isolation Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz) ⁽⁴⁾ | | C _{ISO} | — | 0.2 | 2 | pF |

1. Always design to the specified minimum/maximum electrical limits (where applicable).
2. Current Transfer Ratio (CTR) = I_C/I_F x 100%.
3. For test circuit setup and waveforms, refer to Figure 11.
4. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

TYPICAL CHARACTERISTICS

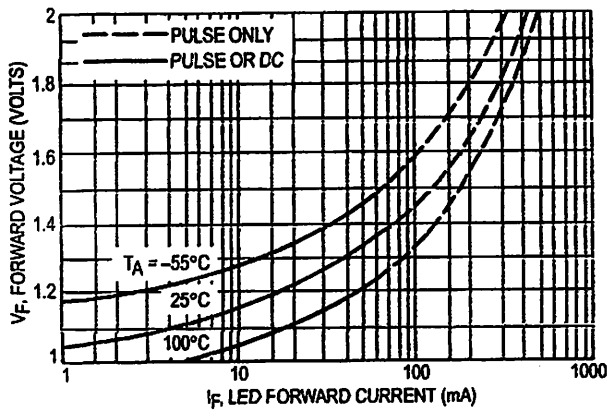


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

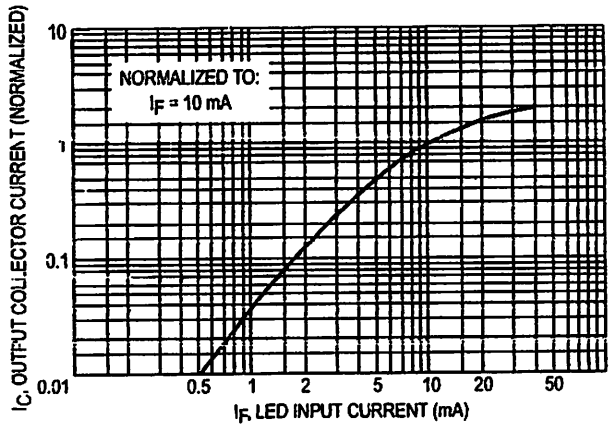


Figure 2. Output Current versus Input Current

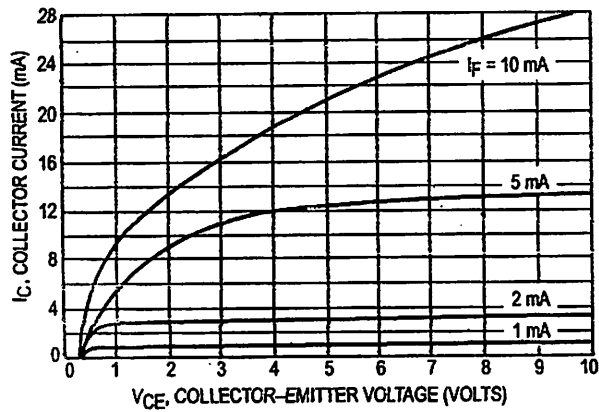


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

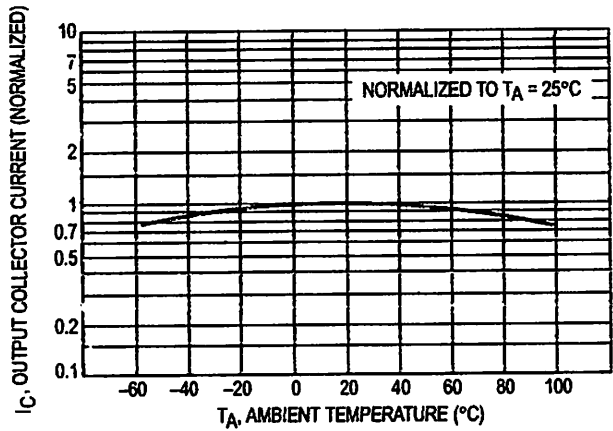


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

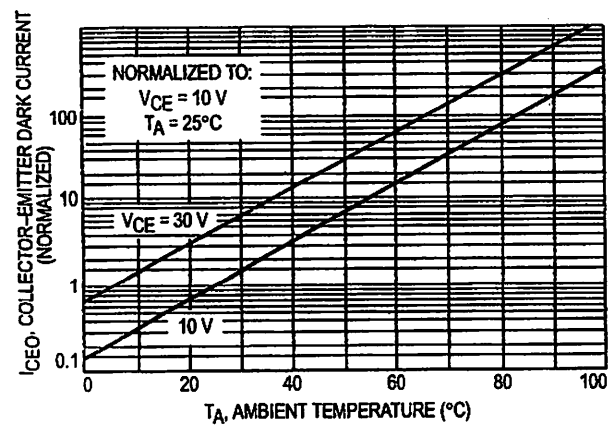


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

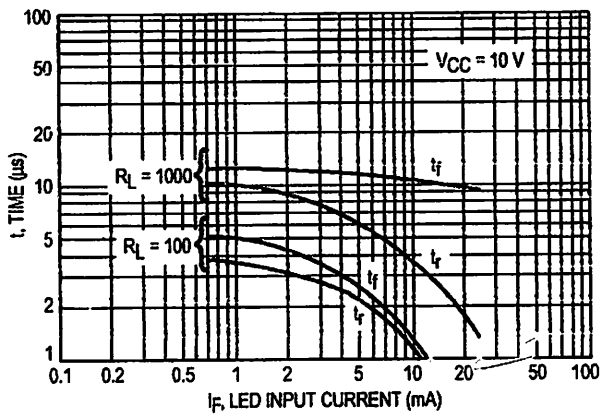


Figure 6. Rise and Fall Times (Typical Values)

4N35 4N36 4N37

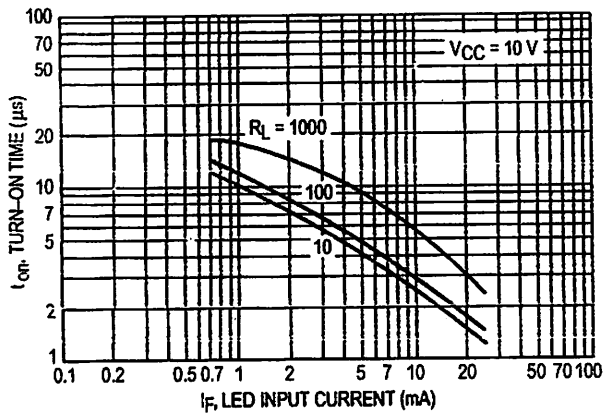


Figure 7. Turn-On Switching Times

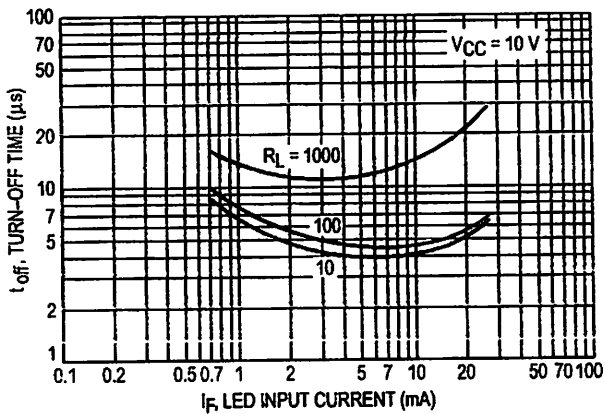


Figure 8. Turn-Off Switching Times

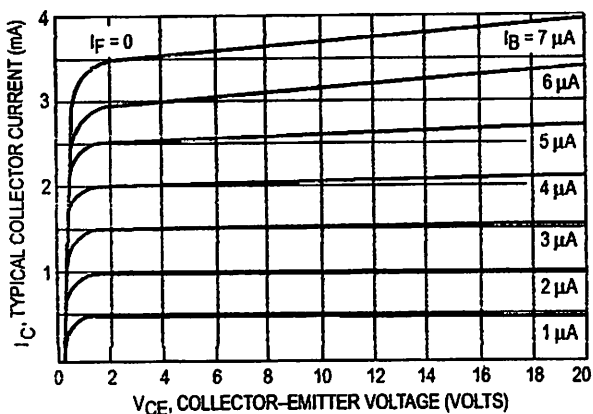


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

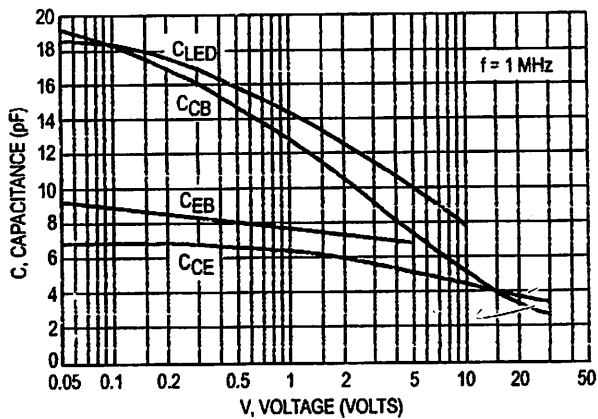


Figure 10. Capacitances versus Voltage

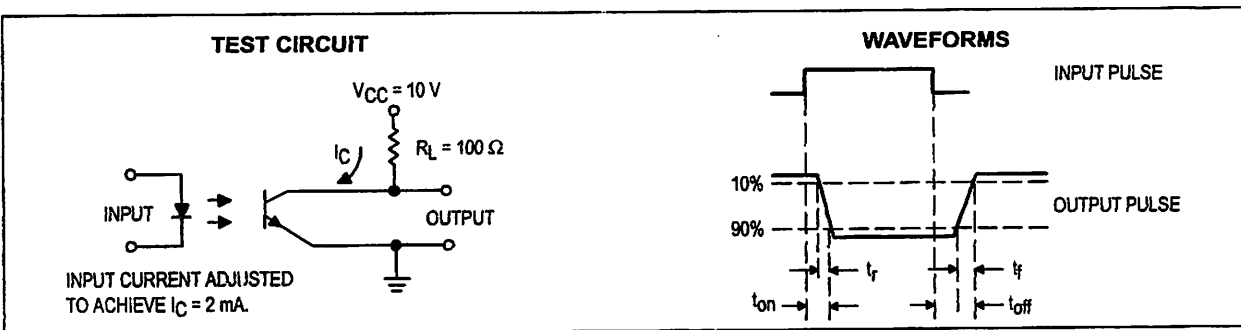
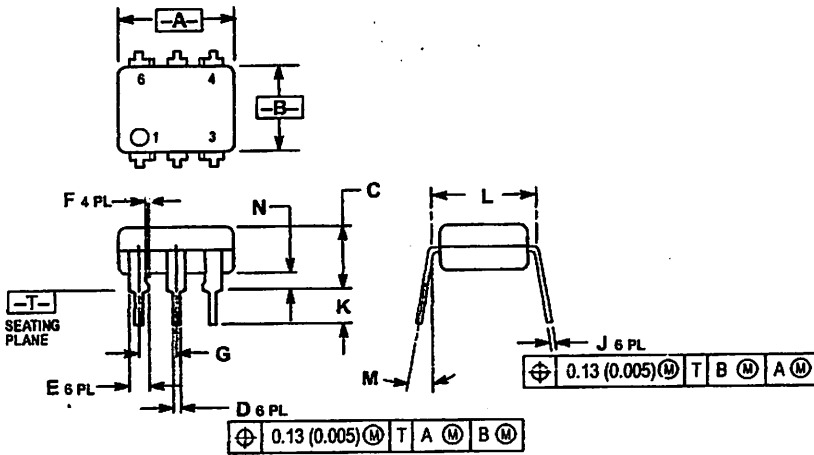


Figure 11. Switching Time Test Circuit and Waveforms

PACKAGE DIMENSIONS

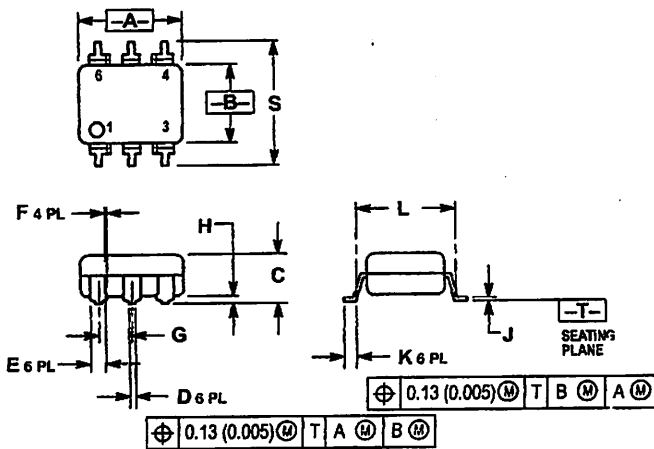


- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.

| DIM | INCHES | | MILLIMETERS | |
|-----|-----------|-------|-------------|------|
| | MIN | MAX | MIN | MAX |
| A | 0.320 | 0.350 | 8.13 | 8.89 |
| B | 0.240 | 0.260 | 6.10 | 6.60 |
| C | 0.115 | 0.200 | 2.93 | 5.08 |
| D | 0.016 | 0.020 | 0.41 | 0.50 |
| E | 0.040 | 0.070 | 1.02 | 1.77 |
| F | 0.010 | 0.014 | 0.25 | 0.36 |
| G | 0.100 BSC | | 2.54 BSC | |
| J | 0.008 | 0.012 | 0.21 | 0.30 |
| K | 0.100 | 0.150 | 2.54 | 3.81 |
| L | 0.300 BSC | | 7.62 BSC | |
| M | 0° | 15° | 0° | 15° |
| N | 0.015 | 0.100 | 0.38 | 2.54 |

- STYLE 1:
1. ANODE
 2. CATHODE
 3. NC
 4. EMITTER
 5. COLLECTOR
 6. BASE

CASE 730A-04
ISSUE G



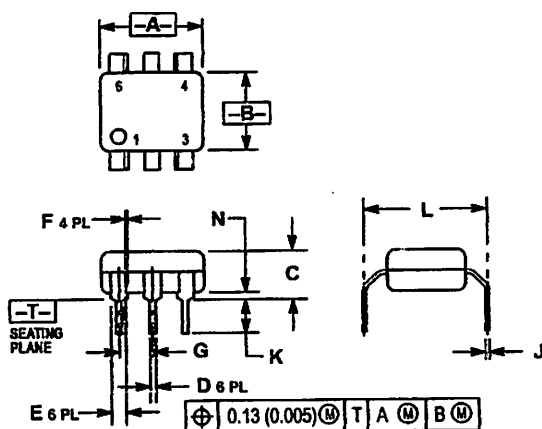
- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

| DIM | INCHES | | MILLIMETERS | |
|-----|-----------|-------|-------------|------|
| | MIN | MAX | MIN | MAX |
| A | 0.320 | 0.350 | 8.13 | 8.89 |
| B | 0.240 | 0.260 | 6.10 | 6.60 |
| C | 0.115 | 0.200 | 2.93 | 5.08 |
| D | 0.016 | 0.020 | 0.41 | 0.50 |
| E | 0.040 | 0.070 | 1.02 | 1.77 |
| F | 0.010 | 0.014 | 0.25 | 0.36 |
| G | 0.100 BSC | | 2.54 BSC | |
| H | 0.020 | 0.025 | 0.51 | 0.63 |
| J | 0.008 | 0.012 | 0.20 | 0.30 |
| K | 0.006 | 0.035 | 0.16 | 0.88 |
| L | 0.320 BSC | | 8.13 BSC | |
| S | 0.332 | 0.390 | 8.43 | 9.90 |

*Consult factory for leadform option availability

CASE 730C-04
ISSUE D

4N35 4N36 4N37



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.

| DIM | INCHES | | MILLIMETERS | |
|-----|-----------|-------|-------------|-------|
| | MIN | MAX | MIN | MAX |
| A | 0.320 | 0.350 | 8.13 | 8.89 |
| B | 0.240 | 0.280 | 6.10 | 6.60 |
| C | 0.115 | 0.200 | 2.93 | 5.08 |
| D | 0.016 | 0.020 | 0.41 | 0.50 |
| E | 0.040 | 0.070 | 1.02 | 1.77 |
| F | 0.010 | 0.014 | 0.25 | 0.36 |
| G | 0.100 BSC | | 2.54 BSC | |
| J | 0.008 | 0.012 | 0.21 | 0.30 |
| K | 0.100 | 0.150 | 2.54 | 3.81 |
| L | 0.400 | 0.425 | 10.16 | 10.80 |
| N | 0.015 | 0.040 | 0.38 | 1.02 |

***Consult factory for leadform option availability**

**CASE 730D-05
ISSUE D**

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:
USA / EUROPE: Motorola Literature Distribution;
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, Toshikatsu Otsuki,
6F Seibu-Butsuryu-Center, 3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-3521-8315

MFAX: RMFA00@email.sps.mot.com - TOUCHTONE (602) 244-6609
INTERNET: http://Design-NET.com

HONG KONG: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298

MOTOROLA

4N35/D

