

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN NURSE CALL DENGAN DETEKSI SUHU PASIEN DI RUANG ICU BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51



Disusun Oleh :

Nama : Eko Lufi.S

NIM : 03.52.016

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
April 2007**

SECRET

RECEIVED AND APPROVED FOR SIGNATURE OF THE SECRETARY OF DEFENSE
OFFICE OF THE SECRETARY OF DEFENSE
WASHINGTON, D.C. 20301



SECRET
NO FOREIGN DISSEM

SECRET
NO FOREIGN DISSEM
NO FOREIGN DISSEM
NO FOREIGN DISSEM
NO FOREIGN DISSEM
NO FOREIGN DISSEM

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**Perencanaan Dan Pembuatan *Nurse call* Dengan Deteksi
Suhu berbasis Mikrokontroller AT 89S51**



Disusun Oleh :

Eko Lufi.S

03.52.016



(Ir. Choirul Saleh, MT)

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing

(Bambang Prio H.ST,MT)

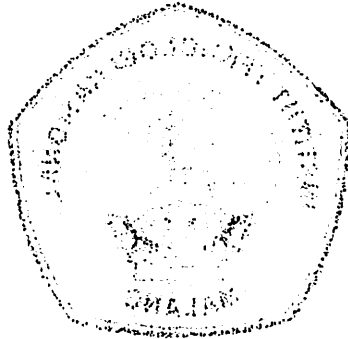
**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III
FALKUTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2007

LEMBAR PENGESAHAN

TEKNIK KIRI

Program dan Kurikulum Teknik Kiri Dengan Deteksi
Sifat berbasir Mikroskopis AT 1000



Direktori

ITS

Surabaya

Direktori

ITS

Direktori

Direktori
ITS

Direktori

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN



BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : EKO LUFY SUSANTO
NIM : 0352016
JURUSAN : T.ELEKTRO D III
KONSENTRASI : T.ENERGI LISTRIK
Judul TA : Perancangan Dan Pembuatan *Nurse call* berbasis
Mikrokontroller AT 89S51.

Di Pertahankan Di Hadapan Team Penguji Tugas Akhir Jenjang Diploma (D III)

Pada :

Hari : Senin

Tanggal : 24 September 2007

Dengan Nilai : 77,88 (B+) ^b



Ketua

(Ir. Mochtar Asroni, MSME)

Panitia Ujian tugas Akhir

Sekretaris

(Ir. H. Choirul Saleh, MT)

Anggota Penguji

Penguji I

(Ir. H. Choirul Saleh, MT)

Penguji II

(Ir. Eko Nurcahyo)

ABSTRAK

**Judul Perencanaan dan Pembuatan Nurce Call, Jurusan Teknik Elektro ST DIII,
Eko Lufi Susanto, 0352016, Dosen Pembimbing Bambang Prio.H.ST.MT**

Meningkatkan derajat kesehatan masyarakat yaitu sehat fisik, mental dan spiritual merupakan salah satu tujuan pembangunan nasional. Pengawasan dan pengontrolan pada pasien pada saat berlangsungnya proses perawatan di rumah sakit merupakan hal yang sangat penting terhadap penyembuhan, dengan manfaat teknologi microcontroller AT89S51 dan *Nurce Call*, diharapkan keadaan yang kritis pada pasien dapat ditangani sedini mungkin. Merencanakan alat *Nurce Call* yang bisa digunakan untuk memonitoring kondidi suhu tubuh 4 pasien secara bersamaan. Sebagai pengembangan dari alat *Nurce Call* dari alat yang pernah ada.

Metodelogi yang dilakukan dalam pembuatan *Nurce Call* dengan deteksi suhu pasien di ruang ICU berbasis Microcontroller AT89S51 meliputi kajian pustaka, konsep dasar dan teori, perancangan dan pembuatan aplikasi meliputi perancangan model, pembuatan disertai diagram alirannya. Pengujian tentang aplikasi yang dibuat kesimpulan serta saran pengujian aplikasi.

Dari pembuatan alat ini adalah bagaimana merencanakan dan membuat *Nurce Call* dengan deteksi suhu berbasis mikrokontroller AT89S51. Bagaimana alat inidapat digunakan untuk memonitoring kondisi 4 pasien secara bersama.

Nurce Call dengan deteksi suhu tubuh pasien ini memiliki kelebihan selain mudah untuk dioperasikan, dapat digunakan 4 pasien secara bersamaan, dari pengujian Power Supply dapat diketahui bahwa hasil yang diperoleh dari pengukuran diantaranya, dari tiap-tiap komponen yang digunakan nilainya tidak murni. Karena jala-jala yangtidak stabil.diharapkan alat ininantinya dapat dikembangkan untuk memonitoring lebih dari 4 pasien.

Kata Kunci: Pemamfaatan Teknologi Microcontroller dalam Pembuatan *Nurce Call*

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kami, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik tanpa halangan satu apapun.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dimaksudkan agar mahasiswa Teknik Elektro dapat menerapkan teori yang didapatnya selama kuliah dan menuangkannya menjadi sebuah alat yang bermanfaat serta dapat dipertanggung jawabkan. Selain itu penyusunan Laporan Tugas Akhir ini juga merupakan syarat kelulusan Jurusan Teknik Elektro Program Studi Energi Listrik Diploma III di Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini tak lupa kami sampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Ir. Choirul Saleh, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro D-III ITN Malang
4. Bapak Bambang Priyo Hatmono, ST. MT selaku Dosen Pembimbing dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro D-III ITN Malang.
5. Ayah dan bunda tercinta serta saudara-saudaraku yang telah memberikan dorongan moril dan materiil sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

6. Seluruh rekan-rekan Elektro D-III angkatan 2003 dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini kami menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, mengingat keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang penyusun miliki, sehingga penyusun mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun sehingga akan semakin menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga dengan terselesaikannya penyusunan Laporan Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Maret 2007



Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Tujuan Penulisan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi Penulisan.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TEORI DASAR	
2.1. Mikrokontroler AT89S51	5
2.1.1. Teori umum	5
2.1.2. Arsitektur AT89S51	6
2.1.3. Konfigurasi <i>Pin</i> pada Mikrokontroler AT89S51	7
2.1.4. Karakteristik <i>Oscillator Inverting</i>	10
2.1.5. Organisasi <i>Memory</i>	11
2.1.5.1 <i>Program Memory Internal</i>	11

2.1.5.2 Data Memory (RAM) Internal	11
2.1.5.3 SFR (Special Function Register)	13
2.2. IC LM35	14
2.3. Penguat Operasional	15
2.3.1. Penguat Non Inverting	16
2.3.2. Penguat Inverting	17
2.4. Multiplexing	18
2.5. ADC (Analog to Digital Converter)	19
2.6. LCD (Liquid Crystal Display) M1632	21
2.6.1. Sinyal interface M1632	21
2.6.2. Interface Ke MCS-51	23
2.6.3. Mengatur tampilan M1632	26

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Diagram Blok	31
3.2. Prinsip Kerja Alat	33
3.3. Mikrokontroler AT89S51	33
3.3.1. Penentuan Memori	33
3.3.2. Rangkaian Clock	35
3.3.3. Rangkaian Reset	35
3.3.4. Hubungan Pin Pada AT89S51	37
3.4. Rangkaian Sensor	38
3.5. Pengkondisian Sinyal	39
3.5.1. Non Inverting Amplifier (penguat tak membalik)	39
3.6. Perancangan Rangkaian Multiplexer 4	41

3.7. Perancangan <i>Analog To Digital Converter</i> (ADC) 0804).....	42
3.8. Perancangan Rangkaian LCD	44
3.9. <i>Power Supply</i>	48
3.10. Trafo CT 2 Ampere.....	48
3.10.1. Rangkain rectifier.....	49
3.10.2. Filter	49
3.10.3. Regulator tegangan +12V , -12V.....	50
3.10.4. Penguat arus	50
3.11. Perangkat Lunak.....	51
BAB IV PENGUJIAN ALAT	
4.1. Pengujian Rangkaian <i>Power Supply</i>	54
4.2. Pengujian Rangkaian Sensor.....	56
4.2.1. Analisa Data Hasil Perhitungan Rangkaian Sensor Suhu....	58
4.3. Pengujian Rangkaian ADC 0804	60
4.3.1. Tujuan	60
4.3.2. Peralatan Yang Digunakan.....	61
4.3.3. Langkah Pengujian.....	62
4.3.4. Hasil Pengujian	62
4.4. Pengujian Rangkaian Multiplexer 4051N.....	62
4.5. Pengujian Terhadap Rangkaian <i>Push-button</i>	64
4.6. Pengujian Rangkaian <i>Driver Buzzer</i>	65
BAB V. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Diagram Blok AT 89551	5
Gambar 2.2. Konfigurasi Pin-pin AT 89551	7
Gambar 2.3. Karakteristik Oscillator	10
Gambar 2.4. Organisasi RAM Internal	12
Gambar 2.5. IC LN35.....	14
Gambar 2.6. Simbol Skematis Op-Amp	16
Gambar 2.7. Penguat Non Inverting	16
Gambar 2.8. Penguat Non Invertray	18
Gambar 2.9. Prinsip Kerja Multiplexer.....	19
Gambar 2.10. ADC 0804	20
Gambar 2.11. Mengirim/mengambil Data dari/ke M16B2.....	22
Gambar 2.12. Hubungan M1632 ke MCS'51	23
Gambar 2.13. Rangkaian LCD M1632	28
Gambar 3.1. Diagram Blok	31
Gambar 3.2. Rangkaian Clock	35
Gambar 3.3. Rangkaian Riset	36
Gambar 3.4. Hubungan Pin-pin Pada AT8951	37
Gambar 3.5. Rangkaian Sensor	39
Gambar 3.6. Penguat Tak Membalik	41
Gambar 3.7. Rangkaian Multiplexer 4051N	42
Gambar 3.8. Rangkaian ADC 0804	44

Gambar 3.9. Rangkaian LCD Pada Microcontroller.....	47
Gambar 3.10. Power Suplly +12V, -12V dan 5 V	51
Gambar 3.11. Flowcart Programr. Alat	52
Gambar 3.12. Rangkaian Keseluruhan.....	53
Gambar 4.1. Cara Pengukuran Pada Rangkaian Satudaya.....	55
Gambar 4.2. Gambar Pengambilan dan Temperatur.....	58
Gambar 4.3. Diagram Blok Pengujian ADC 0804.....	61
Gambar 4.4. Rangkaian Pengujian ADC0804	61
Gambar 4.5. Rangkaian Pengujian Multiplexer	63
Gambar 4.6. Cara Pengukuran Tegangan Pada Rangkaian PB.....	65
Gambar 4.7. Rangkaian Pengujian Driver Buzzer	66
Gambar 4.8. Foto Alat Terbuka	67
Gambar 4.9. Foto Alat Tertutup.....	68
Gambar 4.10. Alat Berfungsi	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. 128 Byte Special Function Register.....	12
Tabel 2.2. Fungsi Pin-pin LCD	13
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Rangkaian Power Supply	56
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Vout Sensor	57
Tabel 4.3. Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan Vout	60
Tabel 4.4. Hasil Pengujian ADC 0804 dengan LCD Indikator.....	62
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Multiplexer	64
Tabel 4.6. Hasil Pengukuran pada Rangkaian PB.....	65
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Driver Buzzer	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya derajat kesehatan masyarakat yang optimal yaitu sehat fisik, mental dan spiritual merupakan salah satu tujuan pembangunan nasional. Untuk mencapai hal tersebut diatas maka dibutuhkan sumber daya manusia yang siap pakai serta pembangunan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi terutama pembangunan kesehatan di segala bidang.

Pengawasan atau pengontrolan pada pasien terutama pada saat berlangsungnya proses perawatan pasien di Rumah Sakit merupakan hal yang sangat penting terhadap proses penyembuhan pasien. Dengan memanfaatkan teknologi Mikrokontroler AT89S51 dan *nurse call*, diharapkan keadaan yang cukup kritis pada pasien dapat ditangani sedini mungkin khususnya di ruang ICU. Hal ini dikarenakan di ruangan ini tidak ada penjaga dari pasien, karena memang ditempat ini penjaga tidak diperkenankan masuk.

Kelebihan alat ini dibanding dengan alat yang sudah ada adalah dapat digunakan untuk memonitor kondisi tubuh untuk 4 pasien secara bersamaan dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler. Selain itu, alat *nurse call* tergolong sulit untuk ditemukan dipasaran sehingga rumah sakit di daerah pedesaan masih jarang yang menggunakan teknologi *nurse call* tersebut. (Fatsiyah, 2005).

Alat ini dilengkapi dengan keypad dan LCD untuk memudahkan dokter dalam melakukan seting input batasan kondisi suhu tubuh yang masih diijinkan.

Selain itu LCD juga digunakan untuk memonitor besaran nilai suhu tubuh pada tiap-tiap pasien. Buzzer digunakan sebagai alarm terjadinya kondisi suhu tubuh melebihi batasan yang diijinkan sehingga dapat diambil tindakan preventif.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian tersebut diatas maka timbul beberapa permasalahan diantaranya adalah:

1. Bagaimana merencanakan dan membuat *Nurse Call* Dengan Deteksi Suhu Pasien di Ruang ICU Berbasis Mikrokontroler AT89S51?
2. Bagaimana agar alat ini dapat digunakan untuk monitoring kondisi 4 pasien secara bersamaan?

1.3. TUJUAN

Merencanakan alat *nurse call* yang bisa digunakan untuk memonitor kondisi suhu tubuh 4 pasien secara bersamaan, sebagai pengembangan dari alat *nurse call* yang pernah dibuat oleh Fatsiyah Mahasiswa Politeknik Kesehatan Surabaya, dimana alat *nurse call* yang pernah dibuat tersebut hanya dapat digunakan untuk 1 pasien.

1.4. BATASAN MASALAH

Agar permasalahan tidak meluas maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Dapat digunakan untuk monitoring kondisi suhu tubuh 4 pasien..
2. Menggunakan 2 buah LCD sebagai tampilan.
3. Menggunakan buzzer sebagai alarm.

4. LCD1 dan buzzer diletakkan di ruang perawat agar tidak mengganggu kenyamanan pasien.
5. LCD2 diletakkan di ruang pasien.

1.5. Metodologi Penulisan

Metodologi yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir *Nurse Call* Dengan Deteksi Suhu Pasien di Ruang ICU Berbasis Mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut:

1. Kajian pustaka, meliputi konsep dasar dan teori yang digunakan
2. Perancangan dan pembuatan aplikasi meliputi perancangan model, proses pembuatan disertai diagram alirnya
3. Pengujian tentang aplikasi yang sedang dibuat
4. Membuat kesimpulan serta saran dari hasil pengujian aplikasi

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dan memperjelas pembahasan dari laporan tugas akhir ini penulis menerapkan system penulisan seperti dibawah ini :

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : DASAR TEORI

Membahas tentang teori dasar rangkaian yang digunakan, Mikrokontroler, *hardware* dan teori dasar alat-alat pendukung lainnya.

BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas tentang Perencanaan dan Pembuatan *Nurse Call* Dengan Deteksi Suhu Pasien di Ruang ICU Berbasis Mikrokontroler AT89S51.

BAB IV : PENGUJIAN ALAT

Berisi tentang uji coba alat yang telah dibuat, pengoperasian dan spesifikasi alat.

BAB V : PENUTUP

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

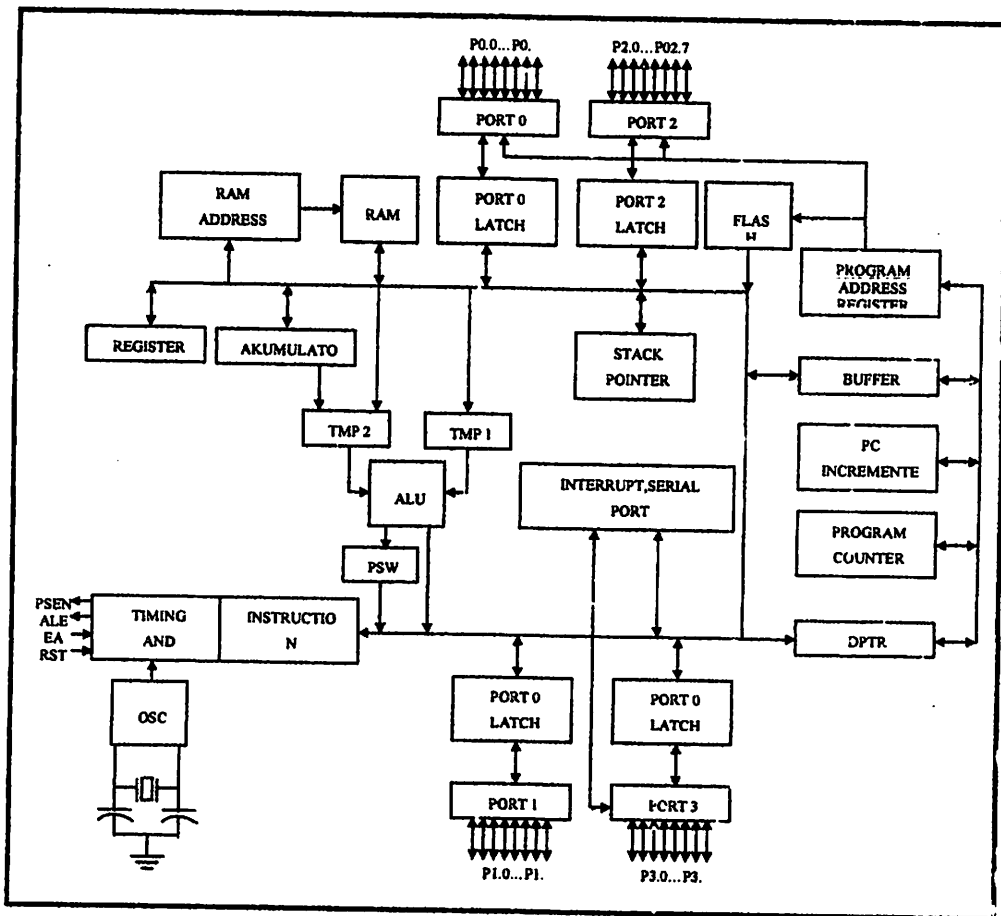
BAB II

TEORI DASAR

Bab ini akan menguraikan tentang dasar-dasar teori dasar yang menunjang dalam perancangan dan pembuatan alat. Uraian teori dalam bab ini meliputi teori IC AT89S51, LM35, Multiplexer, ADC, LCD M1632 dan perangkat-perangkat pendukung lainnya.

2.1. Mikrokontroler AT89S51

2.1.1. Teori umum.



Gambar 2.1. Diagram Blok AT89S51 [6]

AT89S51 merupakan sebuah mikrokontroler 8-bit CMOS, Low Power dengan 4Kb *flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM)*. IC ini dibuat sesuai dengan *standart* industri konfigurasi pin dan *intruction set* dari *MCS-51*.

- *4Kb Flash Memory.*
- *128 Byte Internal RAM.*
- *32 I/O Lines.*
- *2 Timer/Counter 16-Level.*
- *1 Serial Port Full Duplex.*
- *On Chip Osilator.*

AT89S51 mempunyai dua buah *Power-Saving mode* yang dapat diatur melalui *software*, yaitu: *IDE Mode* yang akan menghentikan CPU sebagai RAM, *Timer/Counter*, *Serial Port* dan *Interrupsi system* tetap berfungsi. *Power Down Mode* yang akan menyimpan ini di RAM, tetapi menahan *Oscilator* untuk tidak mengaktifkan *chip* yang lain sampai terjadi *reset* secara *hardware*.

2.1.2. Arsitektur AT89S51.

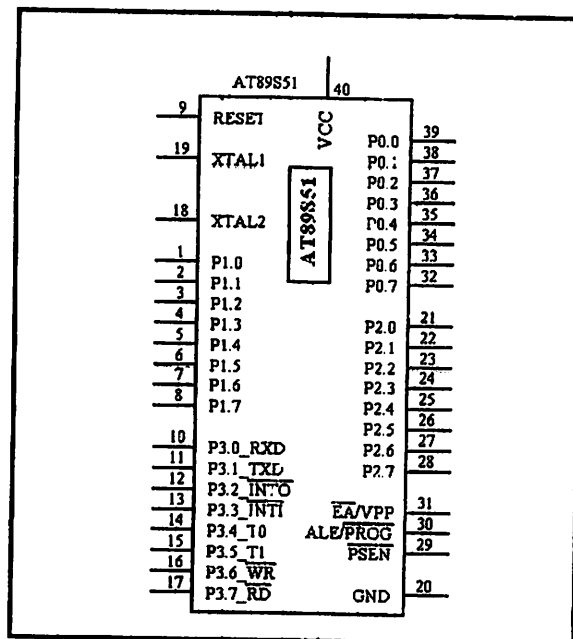
Arsitektur Mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut:

- *CPU (Central Processing Unit) 8-bit* dengan *register A (Accumulator)* dan *B*.
- *16-Bit Program Counter (PC)* dan *data pointer (DPTR)*.
- *8-Bit Program status word (PSW)*.
- *4-Bit Stack pointer (SP)*.
- *4 Kbyte internal EPROM*
- *128 byte internal RAM.*

- 4 bank register, masing-masing berisi 8 register.
- 16 Byte yang dapat dialamati pada bit level.
- 80 Byte general purpose memory data.
- 32 pin input-output tersusun atas P0-P3 masing-masing 8-bit.
 - 2 Buah 16-bit timer counter.
 - Receiver Register, yaitu : TCON, TMOP, SCON, IP, dan IE.
 - 5 Buah sumber interrupt (2 buah sumber interrupt eksternal dan 3 buah sumber interrupt internal).
 - Oscilator dan Clock internal.

2.1.3. Konfigurasi Pin pada Mikrokontroler AT89S51.

Konfigurasi kaki-kaki mikrokontroler AT89S51 terdiri dari 40 pin, seperti terlihat pada gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2.2. Konfigurasi Pin-Pin AT89S51 [6]

Fungsi dari tiap-tiap *pin* adalah sebagai berikut:

1. *VCC* (*Supply* tegangan).
2. *GND* (*Ground*).
3. *Port 0*

Merupakan *port input-output* dua arah dan dikonfigurasi sebagai *multiplex* dua *bus* alamat rendah (*A0 – A7*) dan data selama pengaksesan program *memory* dan data *memory internal*.

4. *Port 1*

Merupakan *port input-output* dua arah dengan *internal pull-up*.

5. *Port 2*

Merupakan *port input-output* dua arah dengan *internal pull-up*. Mengeluarkan *address* tinggi selama pengambilan (*fetch*) program *memory internal* dan selama pengaksesan ke data *memory port 2* mengeluarkan isi *P2SFR* (*Special Function Register*) menerima *address* tinggi dan beberapa sinyal kontrol selama pemrograman dan verifikasi.

6. *Port 3*.

Merupakan *port input-output* dua arah dengan *internal pull-up*. *Port 3* juga memiliki fungsi khusus, yaitu:

- *RXD* (*P3.0*) : *Port input serial*.
- *TXD* (*P3.1*) : *Port out-put serial*.
- *INT0* (*P3.2*) : *Interrup 0 external*.
- *INT1* (*P3.3*) : *Internal 1 external*.
- *TO* (*P3.4*) : *Input external timer 0*.
- *TXD* (*P3.1*) : *Port out-put serial*.

- *INTO (P3.2) : Interrupt 0 external.*
- *INTI (P3.3) : Interrupt 1 external.*
- *TO (P3.4) : Input external timer 0.*
- *T1 (P3.5) : Input external timer 1.*
- *WR (P3.6) : Strobe tulis data memory external.*
- *RD (P3.7) : Strobe baca data memory external.*

7. *RST*

Input reset.

8. *ALE\PROG*

Pulsa *output ALE* digunakan untuk proses “*latching*” *byte address* rendah (*A0 - A7*) selama pengaksesan ke *external memory*. *Pin* ini juga untuk memasukkan pulsa program selama pemrograman.

Pada operasi normal *ALE* mengeluarkan *rate konstant* yaitu 16 frekuensi osilasi dan boleh digunakan untuk *timing external*.

9. *PSEN*

Merupakan *strobe* baca ke program *memory external*.

10. *EA\VPP*

External address enable EA digroundkan jika mengakses *memory external*.

Untuk mengakses *memory internal* maka dihubungkan ke *VCC*.

11. *XTAL 1* dan *XTAL 2*.

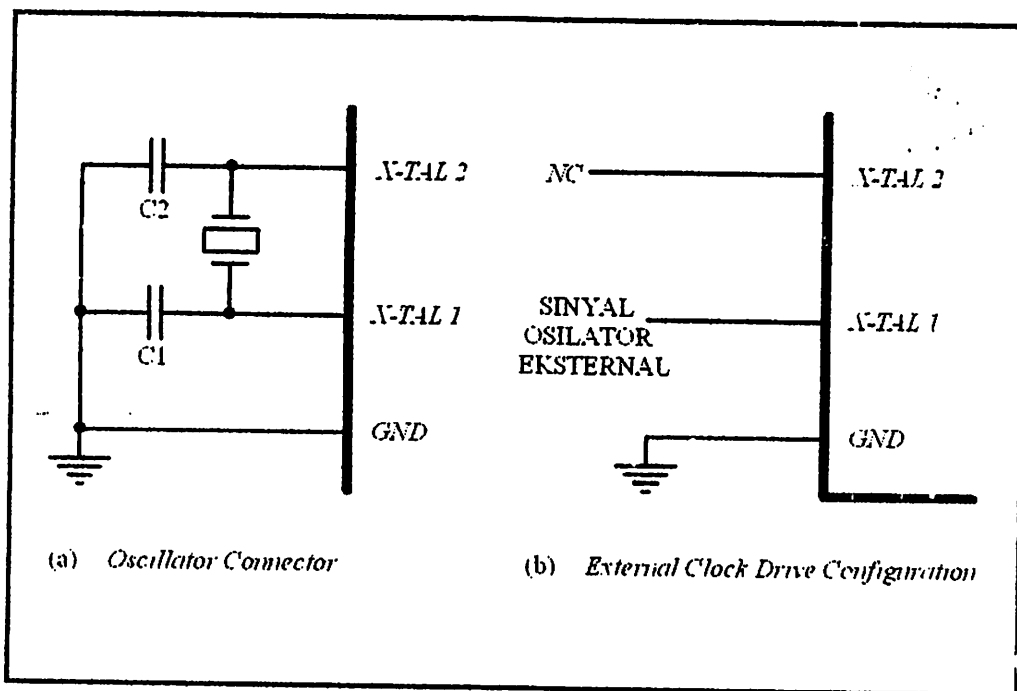
Kaki ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan *osilator internal*.

XTAL 1 merupakan *input inverting osilator amplijier* sedangkan *XTAL 2* merupakan *out-put inverting osilator amplijier*.

2.1.4. Karakteristik *Oscillator Inverting*.

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

Untuk memberikan AT89S51 dari sumber *clock external*. Maka *pin X-TAL 2* dibiarkan tidak berhubungan dan *X-TAL 1* dihubungkan dengan sumber *clock external* seperti pada gambar 2-3b. Rangkaian ini tidak melakukan *duty cycle* dari setiap sinyal *clock internal*, karena *input* bagi masukan rangkaian *clock internal* dihubungkan ke *flip-flop* pembagi dua, tetapi spesifikasi nilai tegangan pada saat tinggi dan rendah, maksimum dan minimumnya harus diberikan.



Gambar 2.3. Karakteristik *Oscillator* ^[6]

2.1.5. Organisasi *Memory*.

Didalam AT89S51 memiliki ruangan alamat telah dibedakan untuk program *memory* dan data *memory*. Pemisahan memori program dan data tersebut membolehkan memori data diakses dengan alamat *8-bit*, sehingga dapat dengan cepat dan mudah disimpan dan dimanipulasi oleh *CPU 8-bit*. Namun demikian, alamat memori data *16-bit* bisa juga dihasilkan melalui register *DPTR*.

2.1.5.1. *Program Memory Internal*

AT89S51 memiliki program *memory internal* sebesar *4Kbyte* dengan ruang alamat *0000H-0FFFH*. Jika alamat-alamat program lebih tinggi daripada *0FFFH*, yang melebihi kapasitas *ROMFlash memory internal* menyebabkan AT89S51 secara otomatis mengambil *Code Byte* dari program *memory external*. *Code Byte* juga dapat diambil hanya dari *external memory* dengan alamat *0000H-FFFFH* dengan cara menghubungkan *Pin EA* ke *Ground*.

2.1.5.2. *Data Memory (RAM) Internal*.

Ruang alamat bawah *memory data (RAM) internal* dengan kapasitas *128 byte* yaitu *00H-7FH* yang terbagi atas 3 daerah, yaitu :

- *4 Bank Register*

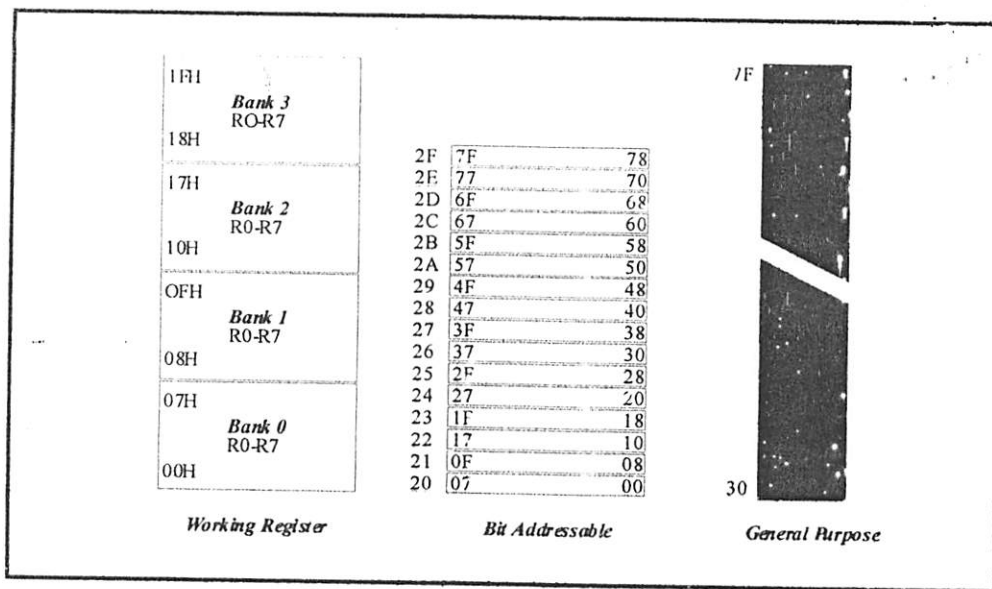
Setiap *bank* terdiri dari 8 *register (R0-R7)*. Sehingga jumlah *register* untuk keempat *bank register (bank 0 - bank 3)* menjadi 32 buah *register* yang menempati ruang alamat *00H-1F1H*. Mengaktifkan salah satu *bank register* dapat dilakukan dengan mengatur *RS0-RS1* pada *PSW (Program Status Word)*.

- *Bit Addressable.*

Terdiri dari 16 *byte* yang berada pada alamat 20H-2FH. Masing-masing 128 *bit* lokasi ini dapat di alamatkan secara langsung.

- *General Purpose.*

Terdiri dari 80 *byte* yang menempati alamat 30H-7FH, yang dapat dialamati secara langsung dan dapat digunakan untuk keperluan umum (*General Purpose RAM*). Misalkan digunakan untuk lokasi *stack*.



Gambar 2.4. Organisasi *RAM Internal* ^[6]

Tabel 2-1. Pengaturan RS0-RS1 Untuk *Select Register Bank* ^[6]

RS1	RS0	Select Register Bank
0	0	Bank 0
0	1	Bank 1
1	0	Bank 2
1	1	Bank 3

2.1.5.3. SFR (*Special Function Register*).

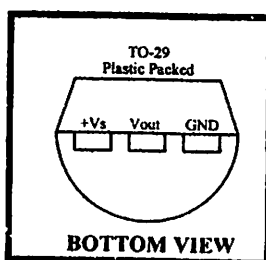
Untuk mengoperasikan AT89S51 yang tidak menggunakan alamat *internal RAM* (00-7FH) dilakukan oleh *SFR* yang beraddress 80H-FFH, tetapi tidak semua *address* tersebut digunakan sebagai *SFR*. Fungsi-fungsi *SFR* dijelaskan oleh tabel 2-2 sebagai berikut.

Tabel 2-2. 128 Byte *Special Function Register* [6]

<i>SYMBOL</i>	<i>NAME</i>	<i>ADDRESS</i>
ACC	ACCUMULATOR	0E0H
B	B REGISTER	0F0H
PSW	PROGRAM STATUS WORD	0D0H
SP	STACK POINTER	81H
DPTR	DATA POINTER 2 BYTE	
DPL	LOW BYTE	82H
DPH	HIGH BYTE	83H
P0	PORT 0	80H
P1	PORT 1	90H
P2	PORT 2	0A0H
P3	PORT 3	080H
IP	INTERUPT PERIORITY CONTROL	088H
IE	INTERUPT ENABLE CONTROL	0ABH
TMOD	TIMER / COUNTER MODE CONTROL	89H
TCN	TIMER/COUNTER CONTROL	88H
TH0	TIMER/COUNTER 0 HIGH CONTROL	8CH
TL0	TIMER/COUNTER 0 LOW CONTROL	8DH
TH1	TIMER/COUNTER 1 HIGH CONTROL	8DH
TL1	TIMER/COUNTER 1 LOW CONTROL	8CH
SCON	SERIAL CONTROL	98H
SBUF	SERIAL DATA BUFFER	99H
PCON	POWER CONTROL	87H

2.2. IC LM35

IC LM35 merupakan seri integrasi yang digunakan sebagai sensor temperatur dengan output sebanding dengan derajat celcius dari temperatur. IC LM35 berisi zener yang sensitif terhadap suhu, dan tegangan zenernya berubah linier dari suhu sekelilingnya. Pada IC LM35 menghasilkan tegangan output sebesar 10 mV untuk setiap kenaikan suhu sebesar 1⁰C. Gambar IC LM35 yang digunakan pada rangkaian pendeteksi suhu ruangan.



Gambar 2.5. IC LM35^[6]

IC LM35 memiliki kelebihan dengan kelinieran suhu yang cukup tinggi yang disesuaikan dengan derajat kelvin, sehingga dalam penggunaannya tidak harus mengurangi besar tegangan konstan dari tegangan output pada skala yang tepat. Dalam pemakaiannya IC ini tidak banyak kesulitan dalam pengkalibrasian secara ekstra dan memberikan keakuratan khusus pada temperatur $\pm \frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$ dan $\pm \frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$. Dengan *range* yang lebih besar yaitu antara -55⁰C sampai + 150⁰C. IC LM35 mempunyai impedansi output yang rendah, output temperatur yang *linier* dapat diberikan *supply* tegangan tunggal maupun tegangan *simetris* (tegangan *plus* dan tegangan *minus*).

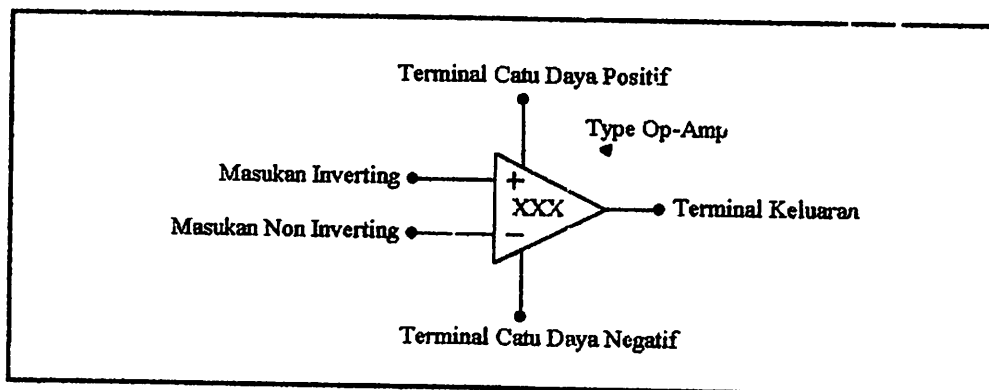
IC LM35 memiliki beberapa macam tipe, antara lain LM35A, LM35C, LM35CA, LM35D. dari macam-macam tipe tersebut tersedia dalam beberapa package yaitu, TO-46 yang bentuknya seperti transistor, *package* TO-29 berupa *package plastic* seperti transistor dan dalam bentuk IC 8 pin dengan permukaan agak menonjol.

Karakteristik dari transduser suhu ini sebagai berikut :

- Penunjukan kalibrasi dalam derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$).
- Skala *linier* $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$.
- Memiliki range temperatur antara -55°C sampai $+150^{\circ}\text{C}$.
- Dioperasikan dengan tegangan 4 - 30 Volt.
- Minimum pemanasan sendiri dalam udara $0,08^{\circ}\text{C}$.
- Keakuratan yang digunakan $0,5^{\circ}\text{C}$ (di $+25^{\circ}\text{C}$).
- Minimum impedansi output $0,1\ \text{Ohm}$ untuk $1\ \text{mA}$.

2.3. Penguat Operasional

Penguat adalah suatu rangkaian yang menerima sebuah isyarat di masukannya dan mengeluarkan sebetulnya isyarat tak berubah yang lebih besar di keluarannya. Simbol Op Amp seperti pada gambar 2.6. Terlihat adanya dua jalan masuk (*input*) salah satu jalan masuk ditandai dengan '+' (*terminal masukan diferensial*), jalan masuk ini disebut dengan jalan masuk tak membalik (*non inverting input*). Yang kedua jalan masuk yang ditandai dengan '-', jalan masuk ini disebut dengan jalan masuk membalik (*inverting input*).



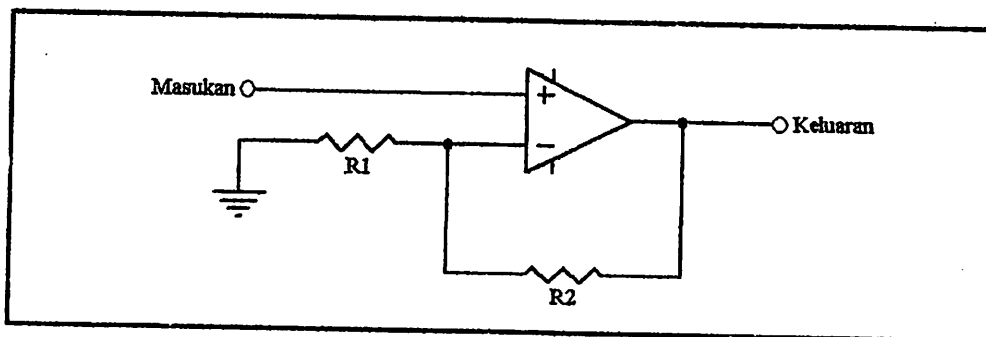
Gambar 2.6. Simbol Skeinatis Op-Amp ^[4]

Op-Amp dicatu dengan dua tegangan, yaitu tegangan + Vcc (terhadap bumi) dan tegangan -Vcc terhadap bumi. Pada Op-Amp besarnya penguatan tegangan 'voltage gain Gv ditentukan dengan perbandingan Rf dan Ri

$$G_v = \frac{R_f}{R_i} \dots\dots\dots 2-1$$

2.3.1 Penguat Non Inverting

Salah satu dasar dari hampir semua rangkaian penguat operasional adalah penguat tak membalik. Seperti yang terlihat pada gambar 2.7, keluarannya adalah tiruan tegangan masukan yang diperkuat.



Gambar 2.7. Penguat Non Inverting ^[4]

Penguatan dari jaringan ini dibatasi oleh jaringan umpan balik negative yang di bentuk oleh dua buah resistor. Perbandingan dari dua resistansi ini menentukan penguatan dari rangkaian.

$$A = 1 + \frac{R_2}{R_1} \dots\dots\dots 2-2$$

Dimana A adalah penguatan rangkaian.

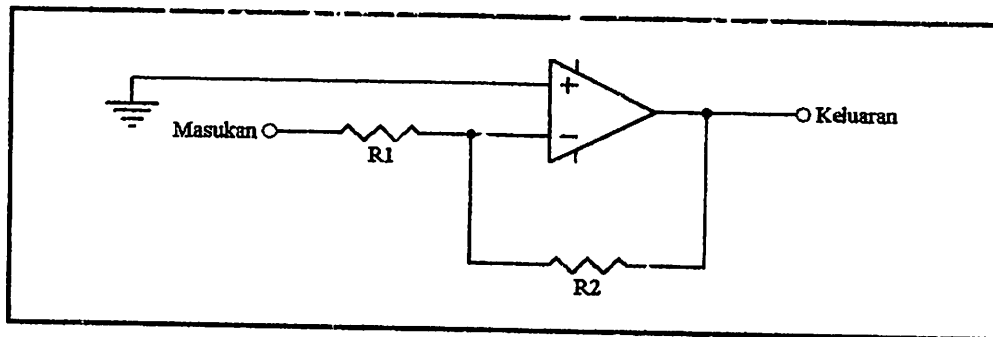
Karena yang digunakan adalah masukan tak membalik, keluarannya sefasa dengan masukannya. Penguatan sendiri yang dimiliki penguat operasional sangat tinggi (biasanya 200.000 untuk 741). Maka segera teoritis akan diperkuat sebesar :

$$E_0 = A \times E_1 \dots\dots\dots 2-3$$

Resistor R_1 dan R_2 membentuk sebuah pembagi tegangan, jadi perbandingan dari nilai-nilai ini menentukan berapa besar isyarat masukan yang di kembalikan ke masukan membalik.

2.3.2 Penguat Inverting

Penguat ini mirip dengan penguat non inverting, tetapi masukan membalik yang digunakan sebagai ganti masukan tak membalik. Pada gambar 2.8 diperlihatkan bahwa umpan baliknya masih ke masukan membalik. Jika kita mengumpan-balikkan isyarat ke masukan tak membalik, kita dapatkan umpan balik positif sebagai ganti umpan balik negatif, dan bukan itu tujuannya.



Gambar 2.8. Penguat Inverting ^[4]

$$A = -\frac{R_2}{R_1} \dots\dots\dots 2-4$$

Tanda negatif berarti polaritasnya terbalik. Jika masukannya positif, keluarannya negatif dan sebaliknya. Pada penguat membalik didapat tiga kemungkinan :

$R_1 > R_2$ penguatan lebih dari satu

$R_1 = R_2$ penguatan satu

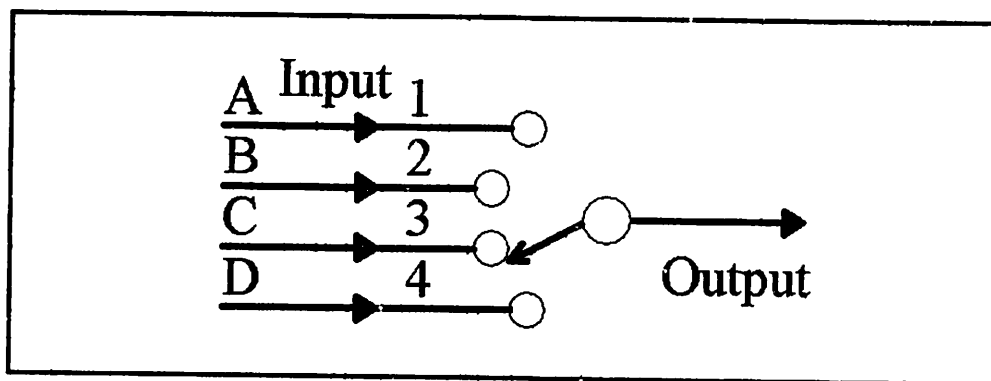
$R_1 < R_2$ penguatan kurang dari satu (isyarat mengalami peredaman)

Pada ke tiga kasus tentunya polaritas keluarannya akan terbalik dari masukannya.

2.4. Multiplexing

Rangkaian logika multiplexer atau disebut juga data selector adalah suatu rangkaian logika yang nilai outputnya ditentukan dan dikemudikan oleh suatu alat system pemilih (*select* atau *selector*). Dalam rangkaian logika *multiplexer* pada umumnya dalam keadaan tertentu outputnya hanya dapat mengeluarkan 1 sinyal saja dari sekian banyak sinyal yang ada kemudian sinyal yang keluar akan dipilih oleh suatu jalan masuk yang disebut *selector*.

Untuk menjelaskan cara kerja *multiplexer* dapat dicontohkan dengan menggunakan saklar putar (*rotary switch*) seperti pada gambar 2.10. Seperti terlihat pada gambar 2.10, ada 4 buah jalan masukan (input) yang diberi tanda 1, 2, 3, dan 4. Pada setiap jalan masukan ada nilai logika 1 dan 0. Pada jalan masukan 4 ada sinyal logika 1 yang diijinkan masuk oleh selector dan keluar melalui output. Prinsip yang demikian adalah merupakan dasar penerapan pada rangkaian logika *multiplexer*.

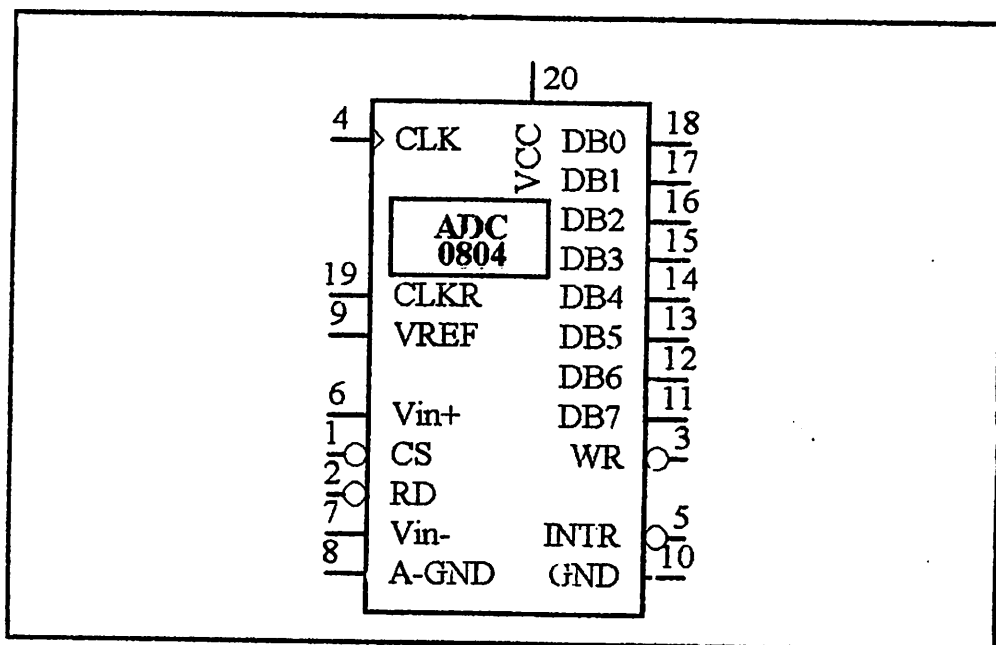


Gambar 2.9. Prinsip kerja Multiplexer ^[5]

2.5. ADC (*Analog to Digital Converter*)

Analog to Digital Converter (ADC) adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk merubah besaran analog (tegangan/arus) menjadi data digital. ADC digunakan sebagai interface untuk untuk perangkat digital untuk komunikasi dengan perangkat analog. Dalam tugas akhir ini digunakan ADC 0804 yang merupakan sebuah input dengan data keluaran 8 buah. ADC 0804 merupakan 8 bit converter A/D dengan output digital paralel 8 bit. Dan input dapat dimultiplex secara eksternal menjadi 8 inputan analog.

ADC 0804 memiliki keunggulan yaitu kompatibel dengan mikrokontroler dan mikroprosesor, memiliki input tegangan differensial, dapat dioperasikan pada range tegangan input sebesar 0 - 5 Vdc dengan tegangan referensi sebesar 2,5 Vdc, mempunyai resolusi 8 bit, mudah dalam interface ke mikrokontroler maupun mikroprosesor. Gambar dari ADC 0804 dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 2.10. ADC 0804 ^[12]

2.6 LCD (Liquid Crystal Display) M1632

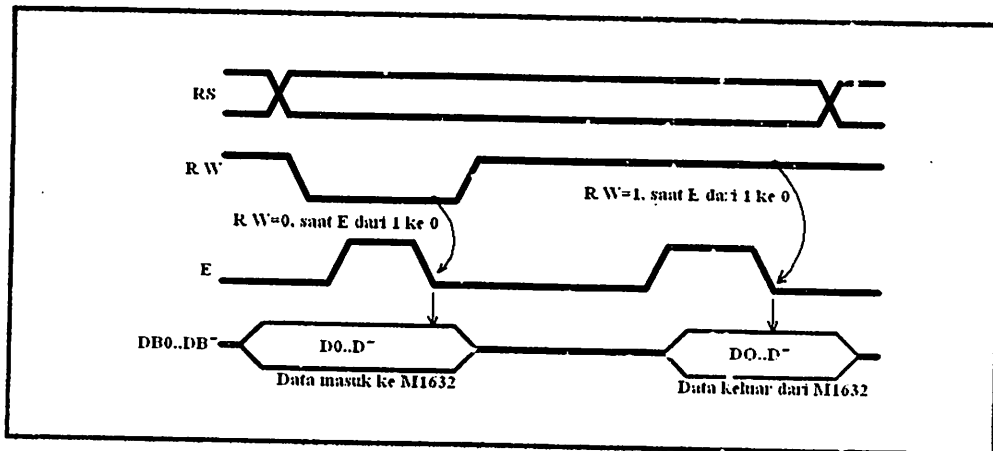
LCD Display Module M1632 buatan *Seiko Instrument Inc.* terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel *LCD* sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka. Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik pada panel *LCD*, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroler yang memakai tampilan *LCD* itu. Dengan demikian pemakaian M1632 menjadi sederhana, sistem lain yang M1632 cukup mengirimkan kode-kode *ASCII* dari informasi yang ditampilkan seperti layaknya memakai sebuah *printer*.

2.6.1. Sinyal *interface* M1632

Untuk berhubungan dengan mikrokontroler memakai, M1632 dilengkapi dengan 8 jalur data (**DB0..DB7**) yang dipakai untuk menyalurkan kode *ASCII* maupun perintah pengatur kerjanya M1632. Selain itu dilengkapi pula dengan **E**, **R/W** dan **RS** seperti layaknya komponen yang kompatibel dengan mikroprosesor. Kombinasi lainnya **E** dan **R/W** merupakan sinyal standar pada komponen buatan Motorola. Sebaliknya sinyal-sinyal dari MCS51 merupakan sinyal khas *Intel* dengan kombinasi sinyal **WR** dan **RD**.

RS, singkatan dari *Register Select*, dipakai untuk membedakan jenis data yang dikirim ke M1632, kalau **RS=0** data yang dikirim adalah perintah untuk mengatur kerja M1632, sebaliknya kalau **RS=1** data yang dikirim adalah kode *ASCII* yang ditampilkan. Demikian pula saat pengambilan data, saat **RS=0** data

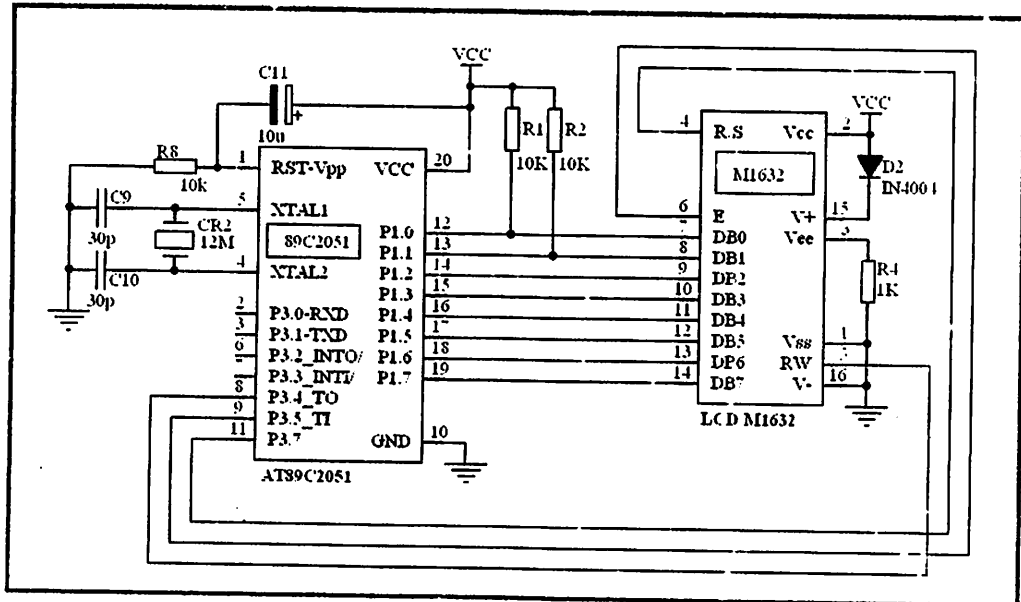
yang diambil dari M1632 merupakan data status yang mewakili aktivitas M1632, dan saat $RS=1$ maka data yang diambil merupakan kode *ASCII* dari data yang ditampilkan. Proses mengirim/mengambil data ke/dari M1632 digambarkan dalam gambar 2.19 bisa dijabarkan sebagai berikut :



Gambar 2.11. Mengirim/Mengambil Data Ke/Dari M1632 ^[14]

1. RS harus dipersiapkan dulu, untuk menentukan jenis data seperti yang telah dibicarakan di atas.
2. R/W di-nol-kan untuk menandakan akan diadakan pengiriman data ke M1632. Data yang akan dikirim disiapkan di DB0..DB7, sesaat kemudian sinyal E di-satu-kan dan di-nol-kan kembali. Sinyal E merupakan sinyal sinkronisasi, saat E berubah dari 1 menjadi 0 data di DB0 .. DB7 diterima oleh M1632.
3. Untuk mengambil data dari M1632 sinyal R/W di-satu-kan, menyusul sinyal E di-satu-kan. Pada saat E menjadi 1, M1632 akan meletakkan datanya di DB0 .. DB7, data ini harus diambil sebelum sinyal E di-nol-kan kembali.

2.6.2. Interface Ke MCS-51



Gambar 2.12. Hubungan M1632 ke MCS'51 ^[10]

Sinyal-sinyal M1632 yang mengikuti standar teknik *interface Motorola*, tidak sesuai dengan sinyal dari MC-S51, dengan demikian sinyal-sinyal itu disimulasikan melalui port MCS51. Sebagai contoh gambar 2-20 memperlihatkan hubungan AT89C2051 dengan M1632, dalam gambar tersebut P3.7 dipakai untuk mensimulasikan sinyal RS, P3.5 sebagai R/W dan P3.4 sebagai E. Lewat program dibangkitkan sinyal-sinyal pada ketiga kaki Port 3 ini, sesuai dengan persyaratan yang dikehendaki M1632.

Potongan Program 1 merupakan sub-rutin untuk mengendalikan M1632 yang dihubungkan ke AT89C2051 seperti terlihat di gambar 2-20, sebelum sub-rutin ini dipakai, tepatnya pada saat setelah *reset* harus dikirimkan perintah *CLR E*. Potongan program 1 terdiri dari dua bagian, yakni bagian mengirim data ke

M1632 yang terdiri dari sub-rutin **Kirim Perintah** dan sub-rutin **Kirim ASCII**, sedangkan bagian mengambil data dari M1632 terdiri dari sub-rutin **Ambil Status** dan sub-rutin **Ambil ASCII**.

Sebelum pengiriman data, Akumulator A sudah terlebih dulu diisi dengan data yang akan dikirim. Data yang dikirim dengan sub-rutin **Kirim Perintah** akan diterima M1632 sebagai perintah untuk mengatur kerja M1632, dan data yang dikirim dengan sub-rutin **Kirim ASCII** akan ditampilkan di *panel LCD*.

Setelah M1632 menerima data, M1632 memerlukan waktu antara 40 sampai 1640 mikro-detik untuk mengolahnnya, selama waktu itu M1632 untuk sementara tidak bisa menerima data, hal ini ditandai dengan bit 7 dari Register Status = '1'.

Proses pengiriman data ke M1632 dijelaskan sebagai berikut :

1. Perbedaan sub-rutin **Kirim Perintah** dan **Kirim ASCII** terletak pada nilai **RS** pada saat sub-rutin itu bekerja. Sub-rutin **Kirim Perintah** bekerja dengan **RS='0'** (baris 6), data yang dikirim AT89C2051 diterima M1632 sebagai perintah untuk mengatur kerja M1632. Sub-rutin **Kirim ASCII** bekerja dengan **RS='1'** (baris 10), data yang dikirim AT89C2051 diterima M1632 sebagai kode *ASCII* yang akan ditampilkan
2. Sinyal **RW** di-nol-kan agar M1632 siap menerima data (baris 12), setelah itu data di akumulator A diletakkan di **D0..D7** (Port 1 dari AT89C2051) di baris 13, baris 14 dan 15 membangkitkan sinyal sinkronisasi **E** dengan cara membuat **P3.4** menjadi '1' dan kemudian kembali menjadi '0'. Saat sinyal **E** kembali menjadi '0' data di Port 1 akan diterima oleh M1632.

3. Selesai mengirim data, program harus menunggu sampai M1632 siap menerima data lagi. Hal ini dilakukan dengan cara mengambil Status M1632 (baris 18), dan memeriksa bit 7-nya (baris 19). selama bit 7 bernilai '1' berarti M1632 masih sibuk mengurus diri, dan program menunggunya di Tunggu Dulu.

Proses pengambilan data dari M1632 dijelaskan sebagai berikut :

1. Seperti bahasan di atas, **RS** dipakai untuk memilih Register Perintah/Status, sub-rutin **Ambil Status** bekerja dengan **RS=0** dan sub-rutin **Ambil ASCII** bekerja dengan **RS='1'**.
2. Sinyal **RW** di-satu-kan agar M1632 siap memberi data (baris 29), setelah sinyal **E** menjadi '1' (baris 30) M1632 akan meletakkan data di **D0 .. D7**, setelah data ini diambil (baris 31) sinyal **E** dikembalikan menjadi '0'

Berikut adalah Potongan Program 1 AT89C2051 dengan M1632 :

```

01:      E      bit   P3.4      ; sinyal E di P3.4
02:      RW     bit   P3.5      ; sinyal R/W di P3.5
03:      RS     bit   P3.7      ; sinyal RS di P3.7
04:      ;Comment In Here
05:      KirimPerintah:
06:      CLR    RS              ; RS=0 : register perintah
07:      SJMP   OutByte
08:      ;
09:      KirimASCII:
10:      SETB   RS              ; RS=1 : Display Data RAM
11:      OutByte:

```



```

12:   CLR RW           ; RW = '0', kirim data
13:   MOV P1,A        ; siapkan data di D0..D7
14:   SETB E          ; buat pulsa positif
15:   CLR E           ; sesaat
16:   ;
17:   TungguDulu:
18:   ACALL AmbilStus
19:   JB A.7,TungguDulu
20:   RET
21:   AmbilStatus:
22:   CLR RS           ; RS=0 : register status
24:   SJMP InByte
26:   AmbilASCII:
27:   SETB RS          ; RS=1 : Display Data RAM
28:   InByte:
29:   SETB RW          ; RW = '1', ambil data
30:   SETB E          ; minta data pada M1632
31:   MOV A,P1        ; ambil data
32:   CLR E           ; kembalikan E ke '0'
33:   RET

```

2.6.3. Mengatur tampilan M1632

M1632 mempunyai seperangkat perintah untuk mengatur tata kerjanya, perangkat perintah tersebut meliputi perintah untuk menghapus tampilan,

meletakkan kembali *cursor* pada baris huruf pertama baris pertama, menghidup/matikan tampilan dan lain sebagainya, semua itu dibahas secara terperinci dalam lembar data M1632.

Setelah diberi sumber daya, ada beberapa langkah persiapan yang harus dikerjakan dulu agar M1632 bisa dipakai, langkah-langkah tersebut antara lain adalah:

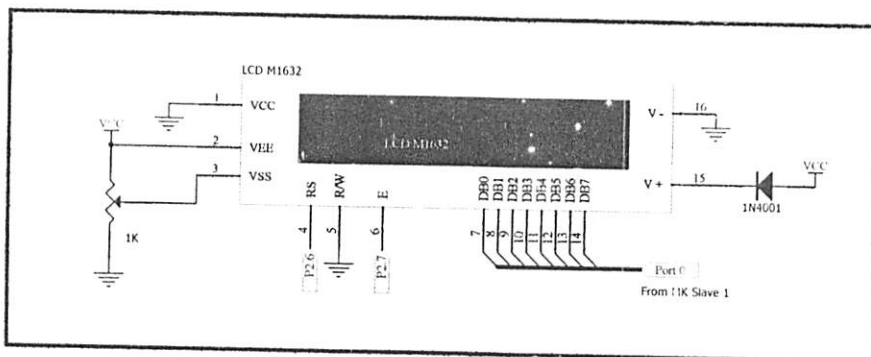
1. Tunggu dulu selama 15 mili-detik atau lebih.
2. Kirimkan perintah 30h, artinya transfer data antar M1632 dan mikrokontroler dilakukan dengan *mode 8 bit*
3. Tunggu selama 4.1 mili-detik
4. Kirimkan sekali lagi perintah 30h
5. Tunggu lagi selama 100 mikro-detik

Setelah langkah-langkah tersebut di atas M1632 barulah bisa menerima data dan menampilkannya dengan baik. Pada awalnya tampilan akan nampak kacau, dengan demikian perlu segera dikirim perintah menghapus tampilan dan lain sebagainya, sesuai dengan petunjuk yang ada di Lembar Data.

Di atas dipakai AT89C2051 sebagai contoh, meskipun demikian semua yang dibahas di atas sepenuhnya bisa dipakai pada mikrokontroler MCS 51. Dalam pemakaiannya karena berbagai macam alasan, bisa saja sinyal E; RW dan RS tidak disimulasikan di P3.4; P3.5 dan P3.7. Hal ini bisa diselesaikan dengan melakukan beberapa penyesuaian, yakni tentukan dulu perubahan rangkaian sesuai dengan keadaan yang ada, dan perubahan rangkaian itu harus disesuaikan di baris 1 sampai 3 pada potongan program di atas.

M1632 mempunyai 8 jalur data dan memerlukan 3 jalur kontrol, dalam suatu rangkaian yang memakai banyak *port* dari MC-S51, bisa terjadi kekurangan *port* untuk menghubungkan MCS51 ke M1632. Jika sampai terjadi hal semacam ini bisa ditempuh hal hal berikut :

1. M1632 dipakai dalam mode data 4 *bit*, yakni hanya memakai jalur data **D0..D3**
2. Dengan sedikit tambahan rangkaian sinyal **WR** dan **RD** diubah menjadi sinyal **E** dan **R/W** gaya Motorola, sehingga tidak perlu menyediakan *port* untuk men-simulasikan sinyal-sinyal tersebut. Berikut adalah gambar rangkaian *LCD* dengan komponen-komponen pendukung dengan *pin-pin* yang akan dihubungkan pada mikrokontroler MCS 51 :



Gambar 2.13. Rangkaian *LCD* M1632 ^[14]

LCD M1632 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

1. Memiliki 16 karakter dan dua baris tampilan yang terdiri dari 5 x 7 dot matrik ditambah dengan kursor.
2. Pembangkit karakter *ROM* untuk 192 jenis karakter.
3. Pembangkit karakter *RAM* untuk 8 jenis karakter.

4. 80 x 8 *display* data RAM (*max* 80 karakter).
5. Isolator didalam modul.
6. Memerlukan catu daya ± 5 volt.
7. Otomatis *reset* saat catu daya dinyalakan.

Tabel 2-4. Fungsi *Pin – Pin LCD* ^[14]

No. <i>PIN</i>	Nama <i>PIN</i>	Fungsi
1	Vss	Terminal <i>Ground</i>
2	Vcc	Tegangan Catu + 5 volt
3	Vee	Mengendalikan kecerahan <i>LCD</i>
4	RS	Sinyal pemilihan <i>register</i> 0 = Tulis 1 = Baca
5	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 = Tulis 1 = Baca
6	E	Sinyal operasi awal yang mengaktifkan data tulis atau baca
7 - 14	DB0 – DB7	Merupakan saluran data berisi perintah data yang akan ditampilkan
15	V + BL	<i>Back Light Supply</i> 5 Volt (Volt)
16	V - BL	<i>Back Ligth Supply</i> 0 (<i>Ground</i>)

Pada *LCD* juga terdapat instruksi – instruksi sebagai berikut :

- *Display clear* : membersihkan tampilan yang ada pada *LCD*.
- *Cursor home* : hanya membersihkan tampilan dan kursor kembali ke semula
- *Empty mode Set* : layar beraksi sebagai tampilan tulis.

S : 1/0 = menggeser layar.

1/0 : 1 = kursor bergerak ke kanan dan layar bergerak ke kiri.

- *Display On/Off* kontrol.

D : 1 = layar *on*

D : 0 = layar *off*

C : 1 = kursor *on*

C : 0 = kursor *off*

B : 1 = kursor berkedip-kedip

B : 0 = kursor tidak berkedip – kedi

- *Cursor Display Shift*

S/C : 1 = LCD diidentifikasi sebagai layar

S/C : 0 = LCD diidentifikasi sebagai kursor

R/L : 1 = menggeser satu spasi ke kanan

R/L : 0 = menggeser satu spasi ke kiri

- *Fuction Set*

DL : 1 = panjang data *LCD* pada 8 bit

DL : 0 = panjang data *LCD* pada 4 bit

Bit upper ditransfer terlebih dahulu kemudian diikuti dengan 4 bit *lower*.

N : 1/0 = *LCD* menggunakan 2 atau 1 baris karakter

P : 1/0 = *LCD* menggunakan 5 x 10 dot matrik

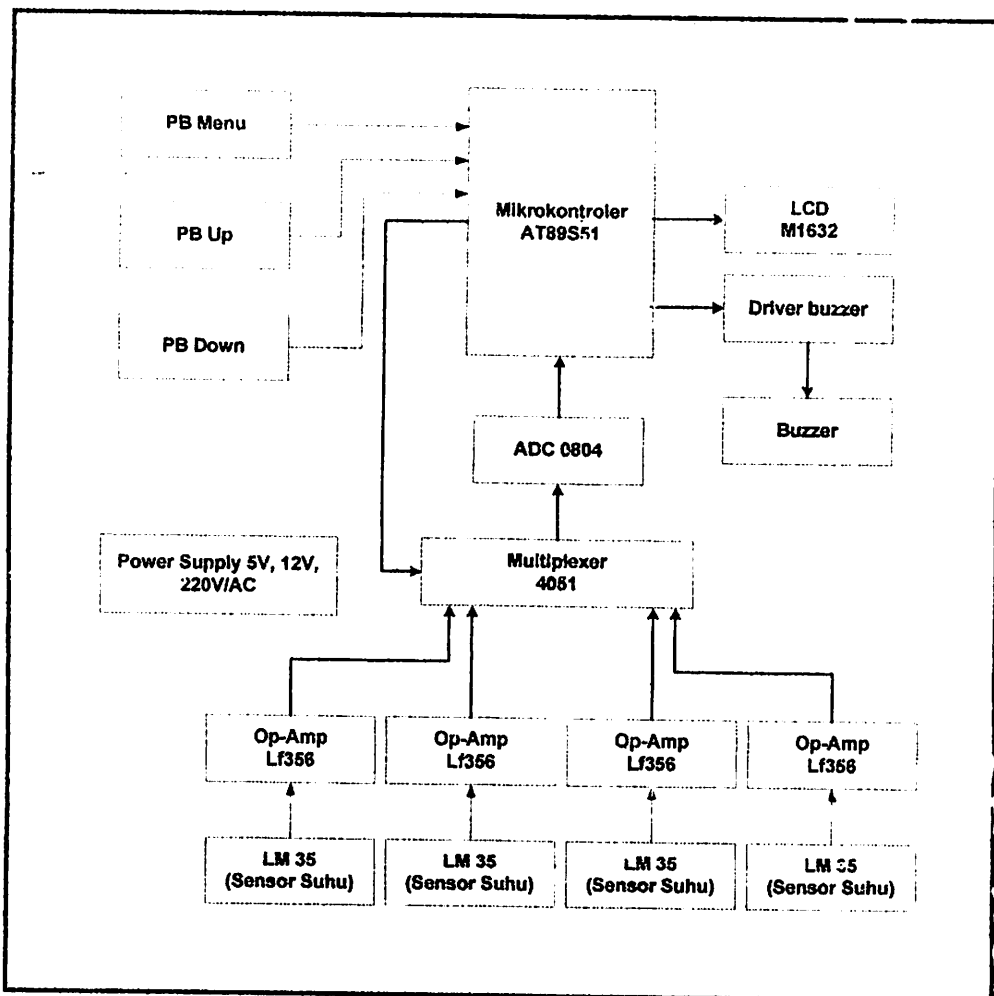
- *CG RAM address set* : menulis alamat *RAM* ke karakter
- *DD RAM address set* : menulis alamat *RAM* ke tampilan
- *BF/address set* : BF = 1/0, *LCD* dalam keadaan sibuk atau tidak sibuk.
- *Data write to CG RAM or DD RAM* : membaca *byte* dari alamat terakhir *RAM* yang dipilih.

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Diagram Blok

Nurse call yang akan dibuat, digambarkan secara diagram blok sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram Blok

- Mikrokontroler AT89S51, berfungsi sebagai pengendali utama dari keseluruhan rangkaian
- 4 buah sensor LM35, sebagai sensor suhu untuk 4 pasien.
- 4 buah LF356, sebagai penguat untuk menyesuaikan tiap-tiap output sensor suhu LM35 dengan input ADC.
- Multiplexer, untuk melakukan select terhadap ke 4 output sensor LM35 agar data dapat dibaca oleh mikrokontroler AT89S51 melalui ADC 0804 secara bergantian dalam waktu yang sangat cepat sehingga seolah-olah data diambil secara bersamaan.
- LCD, sebagai display kondisi pasien dalam °C dan untuk memudahkan seting alat.
- Buzzer sebagai alarm terjadinya keadaan suhu tubuh pasien tidak sesuai dengan batasan suhu tubuh yang diijinkan. (buzzer diletakkan diruang perawat).
- Tombol Push-button Menu, Up, dan Down berfungsi sebagai input untuk seting batasan suhu kondisi tubuh yang masih diijinkan pada tiap-tiap pasien.
- Power Supply, sebagai sumber tegangan kerja yang dibutuhkan oleh keseluruhan rangkaian agar dapat bekerja dengan baik.

3.2. Prinsip Kerja Alat

Untuk pertama kali dokter dapat memasukkan batasan suhu kondisi tubuh tiap-tiap pasien melalui seting PB Menu, Up, dan Down. Suhu yang diukur oleh sensor suhu LM 35 diubah menjadi tegangan dan diinputkan ke multiplexer untuk dipilih sensor suhu mana yang akan dibaca. Sinyal yang dipilih dimasukkan ke ADC dan diolah menjadi besaran digital kemudian oleh mikrokontroler diolah menjadi nilai suhu dan diolah juga ke dalam batasan suhu tubuh yang masuk diijinkan kemudian ditampilkan ke LCD. Pengukuran suhu ini dilakukan secara bergantian secara cepat sehingga seolah-olah pengambilan data suhu tubuh dari ke 4 pasien dilakukan secara bersamaan. Jika salah satu pasien atau lebih yang diukur suhunya melebihi atau kurang dari input seting, maka buzzer pada ruang perawat akan berbunyi sebagai alarm. Dan LCD akan menampilkan nomor pasien yang mengalami keadaan suhu tubuh yang tidak sesuai dengan batasan yang diijinkan oleh dokter, sehingga diharapkan sedini mungkin pasien dapat ditangani lebih lanjut.

3.3. Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 dirancang untuk dapat berdiri sendiri, karena sudah terdapat EPROM, RAM serta Port I/O *internal*. Untuk berhubungan dengan peralatan luar *chip* dibutuhkan 3 Bus yaitu :

➤ **Data Bus**

Yaitu jalur untuk input - output data yang lebarnya sesuai dengan data yang diolah oleh mikrokontroler, yaitu 8 bit.

➤ **Address Bus**

Yaitu jalur input - output atau dari *memori* yang dihubungi, sehingga pada suatu saat hanya ada satu *device* yang berhubungan dengan CPU. Lebar *address bus* mikrokontroler AT89S51 adalah 16 bit (A0 - A15).

➤ **Control Bus**

Berfungsi sebagai pengatur *sinkronisasi* hubungan antara CPU dengan *device* Luar.

3.3.1. Pemetaan Memori

Mikrokontroler AT89S51 memiliki 16 bit address (A0 - A15) dengan demikian kapasitas maksimumnya adalah $2^{16} = 65536 \text{ byte} = 64 \text{ Kbyte}$ dengan alamat 0000H-FFFFH. Jika alamat-alamat program lebih tinggi dari 0FFFH, yang melebihi kapasitas RAM *internal* menyebabkan mikrokontroler secara otomatis mengambil *code byte* dari program *memori* eksternal. *Code byte* juga hanya diambil dari *memori* eksternal dengan alamat 0000H-0FFFH dengan menghubungkan *Pin* EA ke ground.

Dalam perancangan ini hanya menggunakan 4 Kbyte, karena program sudah mencukupi, sehingga EA dihubungkan ke VCC. Mikrokontroler AT89S51 memiliki 4Kbyte *memori internal* yang dapat diprogram dan dihapus sesuai dengan keinginan, dan bersifat *non volatile* (tidak hilang pada saat catu daya terputus).

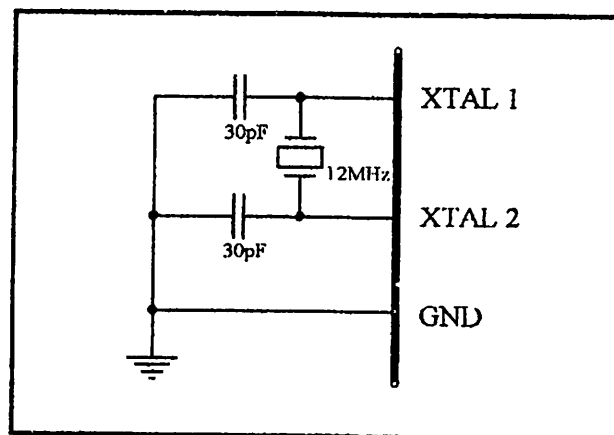
3.3.2. Rangkaian *Clock*

Mikrokontroler AT89S51 ini memiliki *internal clock*, yang berfungsi sebagai sumber *clock*, tapi masih diperlukan rangkaian tambahan untuk membangkitkan *clock* yang diperlukan.

Rangkaian ini terdiri dari 2 buah kapasitor dan sebuah kristal dengan ketentuan :

C1 dan C2 = 20 pF - 40 pF (digunakan untuk kristal)

= 30 pF - 50 pF (digunakan untuk keramik resonator)



Gambar 3.2. Rangkaian *Clock* AT89S51

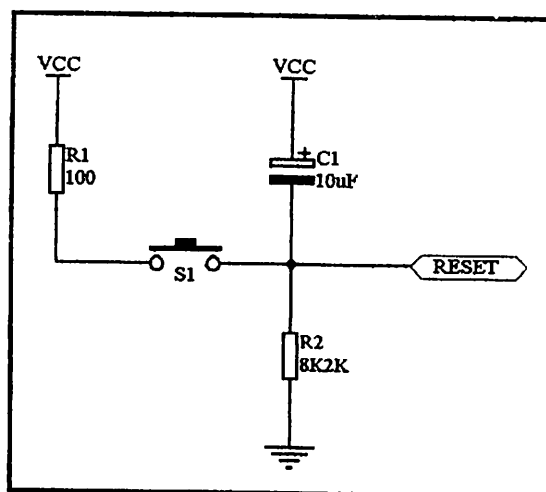
3.3.3. Rangkaian *Reset*

Rangkaian *reset* bertujuan agar mikrokontroler dapat menjalankan proses mulai dari awal. Rangkaian *reset* untuk mikrokontroler dirancang agar mempunyai kemampuan *power on reset* yaitu *reset* yang terjadi pada saat sistem dinyalakan untuk pertama kalinya. *Reset* juga dapat dilakukan secara manual

dengan menyediakan tombol yang berupa switch. Jika saklar S1 ditekan, *reset* bekerja secara manual, aliran arus akan mengalir dari VCC melalui R1 menuju kaki RST. Tegangan di RST atau VR2 akan berubah menjadi :

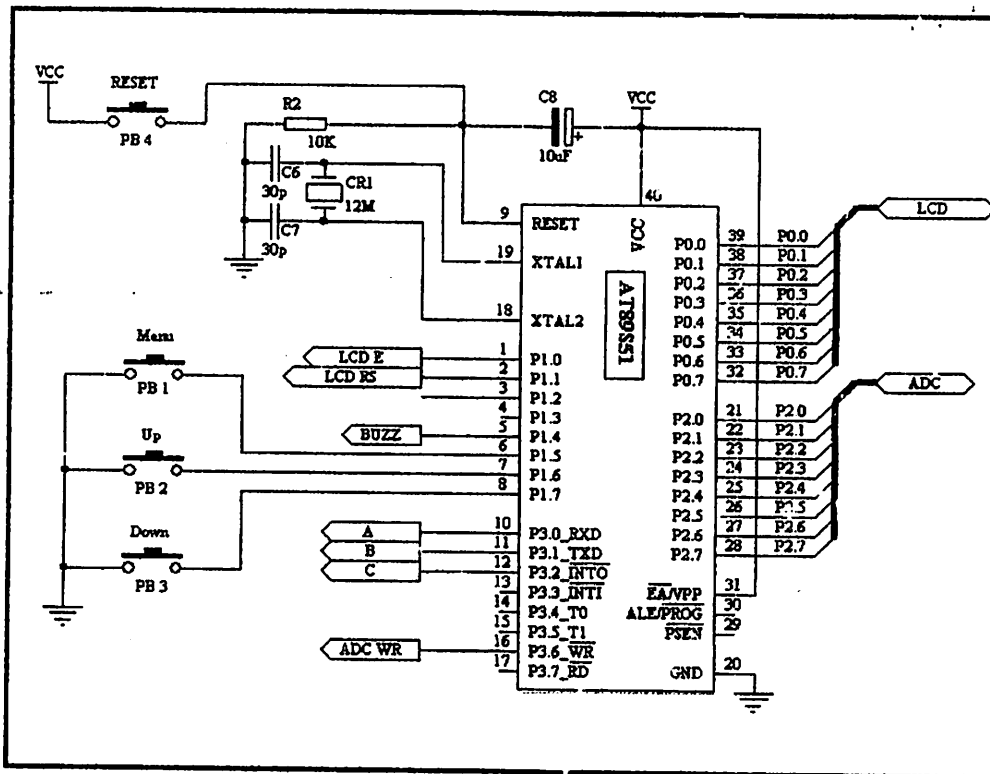
$$\begin{aligned} VR2 &= \frac{R2 \times VCC}{R1 + R2} \\ &= \frac{8200 \times 5}{100 + 8200} \\ &= 4,94 \text{ volt} \end{aligned}$$

Pada tegangan 4,94 volt menyebabkan kaki RST berlogika 1 pada saat saklar ditekan. Saat saklar dilepas, aliran arus dari VCC melalui R1 akan berhenti dan tegangan pada kaki RST akan turun menuju ke nol sehingga logika berubah menjadi nol dan proses *reset* selesai. Rangkaian *reset* ini dapat dilihat seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.3. Rangkaian *Reset*

3.3.4. Hubungan Pin Pada AT89S51



Gambar 3.4. Hubungan Pin Pada AT89S51

Diskripsi konfigurasi Pin-Pin AT89S51

- Pin 1 dan 2 : dihubungkan ke LCD (E dan RS)
- Pin 5 : dihubungkan ke Duzzer
- Pin 6 : dihubungkan ke Push-button Menu
- Pin 7 : dihubungkan ke Push-button Up
- Pin 8 : dihubungkan Push-button Down
- Pin 9 : dihubungkan Push-button Reset
- Pin 10-12 : dihubungkan Multiplexer 4051 pin A, B, C
- Pin 16 : dihubungkan ADC WR

- *Pin* 18-19 : dihubungkan X-tal 12M
- *Pin* 20 : dihubungkan ke ground
- *Pin* 21-28 : dihubungkan ke ADC
- *Pin* 32-39 : dihubungkan ke LCD
- *Pin* 31 dan 40 : dihubungkan ke VCC

3.4. Rangkaian Sensor

Sensor temperatur yang digunakan berupa IC LM 35 yang merupakan sensor semikonduktor keluaran *National Semiconductor*. Sensor ini merupakan IC sensor temperatur yang presisi, dimana tegangan keluarannya berbanding linier dengan temperatur dalam satuan derajat Celsius. LM35 memiliki kemampuan untuk menghasilkan tegangan keluaran sebesar 10 mV untuk setiap perubahan temperatur 1 °C. Sebagai contoh, jika suhu yang diterima sebesar 25 °C maka tegangan keluaran dari LM35 adalah sebesar 250mV.

LM35 tidak membutuhkan kalibrasi eksternal atau pengaturan untuk menghasilkan akurasi yang tinggi. LM35 memiliki impedansi output yang rendah, kurang dari 0,1 Ω untuk beban operasi dari 400uA-5mA, output yang linier dan kalibrasi awal yang presisi yang membuat interfacing membaca atau pengaturannya menjadi mudah.

Sensor ini memiliki tiga terminal, positif, negatif dan v_{out} yang beroperasi layaknya sebagai sebuah dioda zener. Untuk mengoperasikannya terminal positif yang juga berfungsi sebagai terminal keluaran dibias dengan arus yang besarnya antara 400uA sampai 5mA. Tegangan *breakdown* pada terminal positif / keluaran

Untuk memudahkan pengambilan data temperatur, maka tegangan keluaran ini harus disesuaikan dengan resolusi ADC yang digunakan. Karena ADC yang digunakan merupakan ADC 8 bit dengan tegangan referensi sebesar 2,5 volt, maka didapatkan resolusi ADC sebesar:

$$1LSB = \frac{2.5volt}{255} = 9.803mV$$

Sehingga untuk mendapatkan perubahan 1 bit LSB pada ADC diperlukan perubahan 9.803mV pada bagian masukannya.

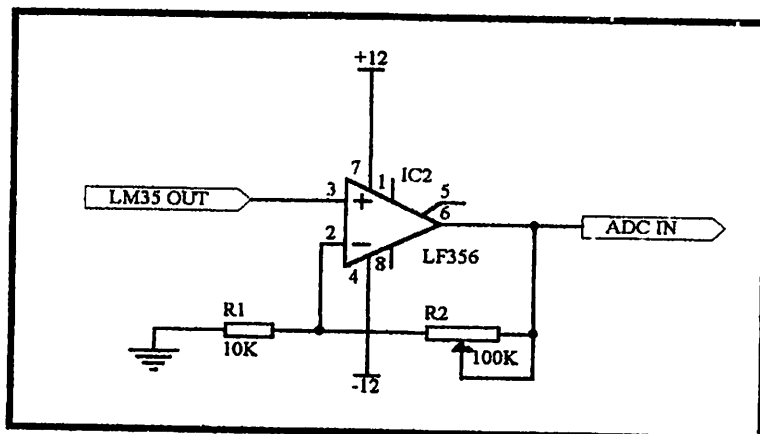
1 bit LSB ini digunakan untuk mendapatkan perubahan 1 °C, maka keluaran sensor suhu (LM 35) harus dikuatkan sebesar :

$$Av = \frac{9,803mV}{10mV} = 0.98$$

Penguat inilah yang diimplementasikan menggunakan rangkaian *non-inverting amplifier*. Penguatan yang dihasilkan ditentukan oleh nilai R1 dan R2, yaitu :

$$Av = 1 + \frac{R2}{R1}$$

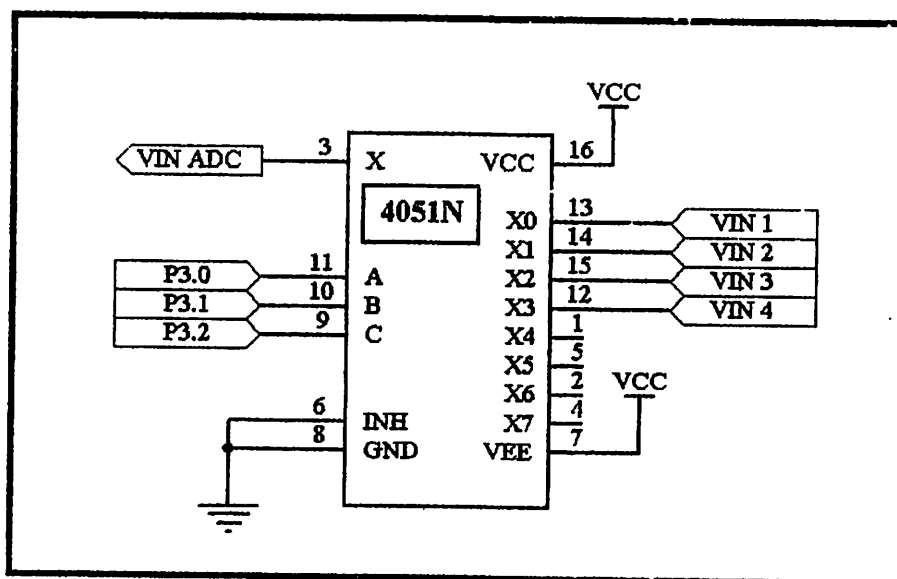
Dengan mengatur nilai R2 maka akan didapatkan penguatan sebesar 0.98 kali.



Gambar 3.6. Penguat tegangan tak membalik.

3.6. Perancang Rangkaian Multiplexer

Alat Nurse Call ini digunakan untuk memonitor kondisi suhu tubuh 4 pasien, sehingga agar keseluruhan data tersebut dapat diambil dan dirubah menjadi data digital oleh ADC 0804 maka disini penulis menggunakan Multiplexer 4051. Pengambilan data melalui multiplexer ini di kontrol oleh mikrokontroler AT89S51 melalui pin A, B, dan C sehingga data analog yang dihasilkan oleh ke 4 sensor suhu LM35 dapat dilewatkan dan dirubah menjadi data digital melalui ADC. Proses pengambilan data ke 4 pasien dilakukan secara satu persatu dalam waktu yang sangat cepat sehingga seolah-olah data yang diambil tersebut diambil secara bersamaan.



Gambar 3.7. Rangkaian Multiplexer 4051N.

3.7. Perancangan *Analog To Digital Converter (ADC) 0804*

Untuk mengubah data analog menjadi data digital dari rangkaian sensor suhu LM35, diperlukan rangkaian pengubah, yaitu mengubah dari besaran analog menjadi besaran digital dengan menggunakan ADC 0804. Untuk dikonversikan menjadi kombinasi bilangan-bilangan digital dengan tujuan untuk di-*interface*-kan ke mikrokontroler AT89S51, sebagai data biner yang dapat diolah. Agar dapat melakukan pengolahan sinyal, ADC memerlukan pengaturan tegangan referensi yaitu sebesar 2,5 volt. Jadi jika tegangannya mencapai 2,5 volt maka output maksimumnya adalah FF heksadesimal dan naik turunnya kombinasi digital itu sesuai dengan tegangan yang masuk ke ADC, karena data biner yang diolah mempunyai lebar 8 bit (2^8).

Rangkaian ADC memerlukan pewaktu (*clock*) untuk mengatur kerjanya.

Dalam hal ini untuk frekuensi *clock* ADC dapat dihitung sebesar :

Diketahui : R : 10 Kohm

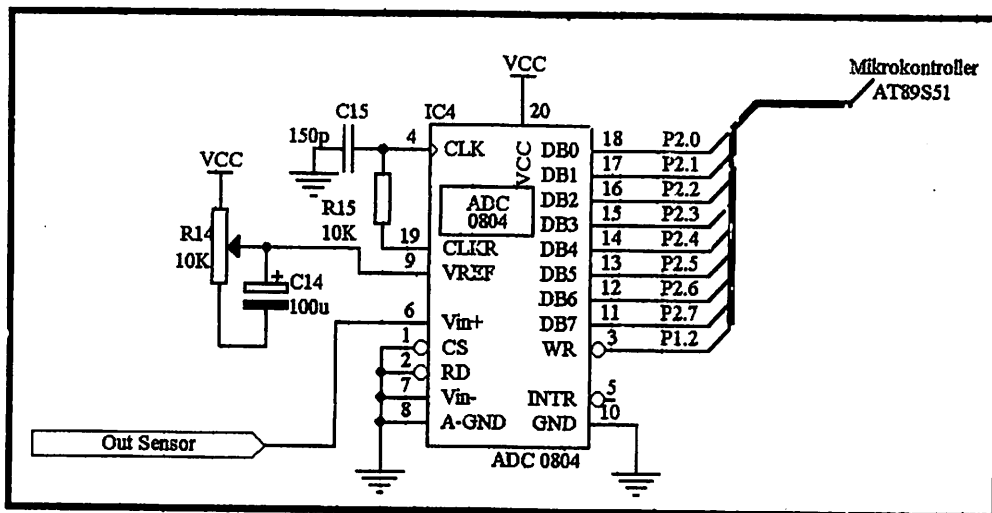
C : 150 pF

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi } \textit{clock} &= \frac{1}{1,1 (R.C)} \\ &= \frac{1}{1,1 (10 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^{-12})} \\ &= 606,06 \text{ KHz} \end{aligned}$$

Dengan frekuensi *clock* sebesar 606 KHz, maka waktu konversi yang diperlukan *internal* ADC adalah :

frekuensi *clock* = 606 KHz

$$\begin{aligned} \text{Maka periode } \textit{clock} &= \frac{1}{F} \\ &= \frac{1}{606,06 \text{ KHz}} \\ &= 1,65 \text{ uS} \end{aligned}$$



Gambar 3.8. Rangkaian ADC 0804

Diskripsi *Pin-Pin* ADC 0804 adalah sebagai berikut:

- *Pin* 1,2,7,8,10 : terhubung dengan ground
- *Pin* 6 : terhubung dengan out rangkaian sensor V_{out} 4051
- *Pin* 11-18 : terhubung dengan AT89S51 P2.0-P2.7
- *Pin* 3 : terhubung dengan AT89S51 P3.5
- *Pin* 20 : terhubung dengan Vcc

3.8. Perancangan Rangkaian LCD

LCD Display Module M1632 buatan Seiko Instrument Inc. terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka.

Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik pada panel LCD, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi L1632 dengan mikrokontroler yang memakai tampilan LCD itu. Dengan demikian pemakaian M1632 menjadi sederhana, sistem lain yang M1632 cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ditampilkan seperti layaknya memakai sebuah printer.

Untuk berhubungan dengan mikrokontroler memakai, M1632 dilengkapi dengan 8 jalur data (**DB0..DB7**) yang dipakai untuk menyalurkan kode ASCII maupun perintah pengatur kerjanya M1632. Selain itu dilengkapi pula dengan **E**, **R/W** dan **RS** seperti layaknya komponen yang kompatibel dengan mikroprosesor.

Kombinasi lainya **E** dan **R/W** merupakan sinyal standar pada komponen buatan Motorola. Sebaliknya sinyal-sinyal dari MCS51 merupakan sinyal khas Intel dengan kombinasi sinyal **WR** dan **RD**.

RS, singkatan dari Register Select, dipakai untuk membedakan jenis data yang dikirim ke M1632, kalau **RS=0** data yang dikirim adalah perintah untuk mengatur kerja M1632, sebaliknya kalau **RS=1** data yang dikirim adalah kode ASCII yang ditampilkan.

Demikian pula saat pengambilan data, saat **RS=0** data yang diambil dari M1632 merupakan data status yang mewakili aktivitas M1632, dan saat **RS=1** maka data yang diambil merupakan kode ASCII dari data yang ditampilkan.

Proses mengirim/mengambil data ke/dari M1632 bisa dijabarkan sebagai berikut :

1. **RS** harus dipersiapkan dulu, untuk menentukan jenis data seperti yang telah dibicarakan di atas.
2. **R/W** di-nol-kan untuk menandakan akan diadakan pengiriman data ke M1632. Data yang akan dikirim disiapkan di **DB0..DB7**, sesaat kemudian sinyal **E** di-satu-kan dan di-nol-kan kembali. Sinyal **E** merupakan sinyal sinkronisasi, saat **E** berubah dari 1 menjadi 0 data di **DB0 .. DB7** diterima oleh M1632.
3. Untuk mengambil data dari M1632 sinyal **R/W** di-satu-kan, menyusul sinyal **E** di-satu-kan. Pada saat **E** menjadi 1, M1632 akan meletakkan datanya di **DB0 .. DB7**, data ini harus diambil sebelum sinyal **E** di-nol-kan kembali.

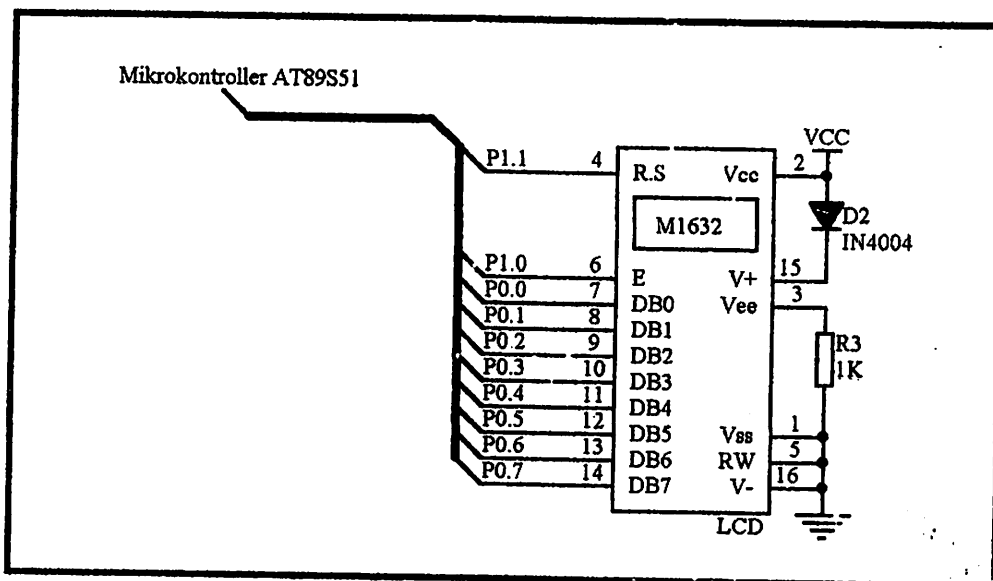
M1632 mempunyai seperangkat perintah untuk mengatur tata kerjanya, perangkat perintah tersebut meliputi perintah untuk menghapus tampilan, meletakkan kembali cursor pada baris huruf pertama baris pertama, menghidup/matikan tampilan dan lain sebagainya, semua itu dibahas secara terperinci dalam lembar data M1632.

Setelah diberi sumber daya, ada beberapa langkah persiapan yang harus dikerjakan dulu agar M1632 bisa dipakai, langkah-langkah tersebut antara lain adalah:

1. Tunggu dulu selama 15 mili-detik atau lebih.
2. Kirimkan perintah 30h, artinya transfer data antar M1632 dan mikrokontroler dilakukan dengan mode 8 bit
3. Tunggu selama 4.1 mili-detik

4. Kirimkan sekali lagi perintah 30h
5. Tunggu lagi selama 100 mikro-detik

Setelah langkah-langkah tersebut di atas M1632 barulah bisa menerima data dan menampilkannya dengan baik. Pada awalnya tampilan akan nampak kacau, dengan demikian perlu segera dikirim perintah menghapus tampilan dan lain sebagainya, sesuai dengan petunjuk yang ada di lembar data.



Gambar 3.9. Rangkaian LCD Pada Mikrokontroller

Diskripsi konfigurasi *Pin-Pin* pada LCD:

- *Pin* 1,3,5 dan 16 : dihubungkan dengan ground
- *Pin* 2 : dihubungkan dengan VCC
- *Pin* 4 : dihubungkan dengan P1.0 AT89S51
- *Pin* 6 : dihubungkan dengan P1.1 AT89S51
- *Pin* 7-14 : dihubungkan dengan AT89S51 (P0.0-P0.7)

Untuk tampilan dipergunakan LCD Dot Matrik 2 x 16 karakter. Sinyal-sinyal yang diperlukan oleh LCD adalah RS dan Enable, sinyal RS dan Enable dipergunakan sebagai input yang outputnya dipakai untuk mengaktifkan LCD. LCD akan aktif apabila mikrokontroller memberikan instruksi tulis pada LCD. Saat kondisi RS don't care dan Enable 0 maka LCD tetap pada kondisi semula, pengiriman data ke LCD dilakukan saat RS berlogika 0 dan enable berlogika 1. Instruksi dikirim pada LCD bila keadaan RS 1 dan Enable 1. Pin LCD ini untuk data terkoneksi pada *Port 0* mikrokontoler AT89S51. Kemudian untuk RS dihubungkan pada *Port 1.1*, tulis/baca (*Read/Write*) diberikan logika *low* karena disini LCD bersifat menulis data, dan yang terakhir *Enable* (E) dikendalikan dengan *Port 1.0*.

3.9. *Power Supply*

Supply yang digunakan untuk menjalankan keseluruhan *system* terdiri atas tegangan +12V, -12V, dan +5V. Untuk mendapatkan sumber tegangan +12V, -12V, dan +5V yang mempunyai arus besar dan dapat menjalankan semua *system* dengan tidak ada drop tegangan diperlukan komponen komponen sebagai berikut:

3.10. Trafo CT 2 Ampere

Trafo digunakan untuk menurunkan tegangan dari 220V menjadi 15V, agar dapat dengan mudah mendapatkan tegangan dengan polaritas + dan - maka jenis trafo dipilih yang CT (*Center Tap*). Agar dapat mensuplai arus yang besar maka digunakan trafo yang memiliki kemampuan menyalurkan arus sampai 2A.

3.10.1. Rangkain rectifier

Rangkaian rectifier yang digunakan adalah dioda bridge yang berfungsi sebagai penyearah jembatan gelombang penuh. Sinyal ac yang masuk ke rectifier akan diubah menjadi sinyal gelombang penuh.

3.10.2. Filter

Tegangan dc yang berdenyut *output* dari rectifier bukanlah dc murni, sehingga diletakkan sebuah kapasitor filter melintasi terminal terminal keluaran dc nya. Kapasitor ini beroperasi berdasarkan operasi deteksi puncak selama $\frac{1}{4}$ periode pertama tegangan *input*, diode dibias *forward*, secara ideal diode seperti saklar tertutup, karena diode menghubungkan langsung sumber dengan tegangan sumber secara langsung pada kapasitor, kapasitor dimuati tegangan puncak V_p .

Setelah sedikit saja melewati puncak positif, dioda berhenti konduksi yang berarti saklar terbuka. Dengan tegangan sumber yang sedikit kurang dari $+V_p$, kapasitor akan mencoba memaksa arus kembali melalui dioda. Hal ini akan membias diode secara *reverse*. Dengan offnya diode, kapasitor mulai mengosongkan diri melalui resistansi beban. Konstanta waktu RC jauh lebih besar dari pada periode T sinyal *input*. Oleh karena itu kapasitor akan kehilangan sedikit dari muatannya.

Dekat puncak *input* positif berikutnya diode akan on dan mengisi kapasitor kembali. Sinyal *output* kapasitor ini hampir merupakan tegangan konstan. Bedanya dengan tegangan dc murni hanyalah pada ripple kecil yang disebabkan oleh pengisian dan pengosongan kapasitor. Makin kecil ripple makin baik. Penyearah dengan tap tengah dan jembatan yang kemudian diberikan pada

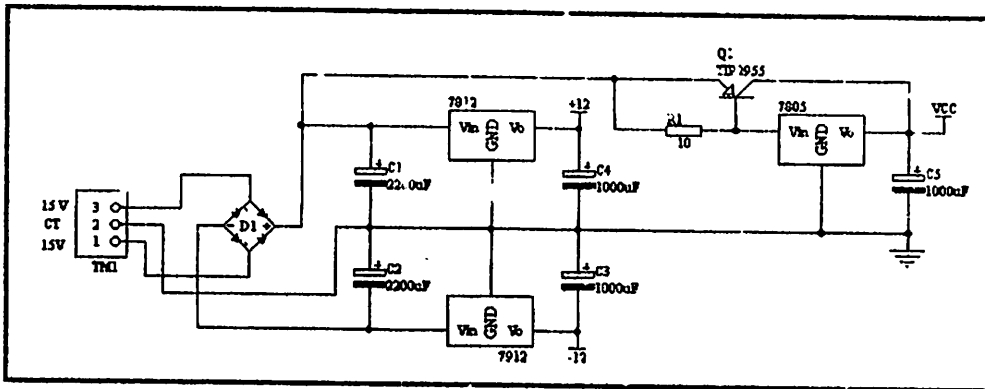
kapasitor menghasilkan penyearah puncak yang lebih baik karena kapasitor dimuati dua kali lebih sering. Sebagai hasilnya, ripple lebih kecil dan tegangan output dc lebih mendekati tegangan puncak. Dalam pemilihan kapasitor semakin besar kapasitansi kapasitor maka konstanta RC semakin besar dari pada sinyal input sehingga output yang dihasilkan lebih mendekati puncak sinyal. Pada perancangan ini C yang digunakan adalah 2200 uF/25V.

3.10.3. Regulator tegangan +12V , -12V

Regulator yang digunakan untuk tegangan output +12V adalah IC regulator LM7812, untuk output -12V digunakan IC regulator LM7912, sedangkan untuk output +5V digunakan IC regulator LM 7805. Semuanya adalah buatan National Semikonduktor yang mampu memberikan tegangan keluaran konstan sebesar +12V, -12V, dan +5V dan mampu mensuplai arus 1 A.

3.10.4. Penguat arus

Arus yang dihasilkan oleh regulator tegangan LM 7812 dan LM7805 adalah 1 A. Untuk meningkatkan suplay arus ke beban maka perlu ditambah dengan penguat arus yaitu transistor penguat arus, pada perancangan kali ini dipakai transistor penguat arus TIP 2955. Dibawah ini rangkaian regulator tegangan +12V, -12V, dan +5V.

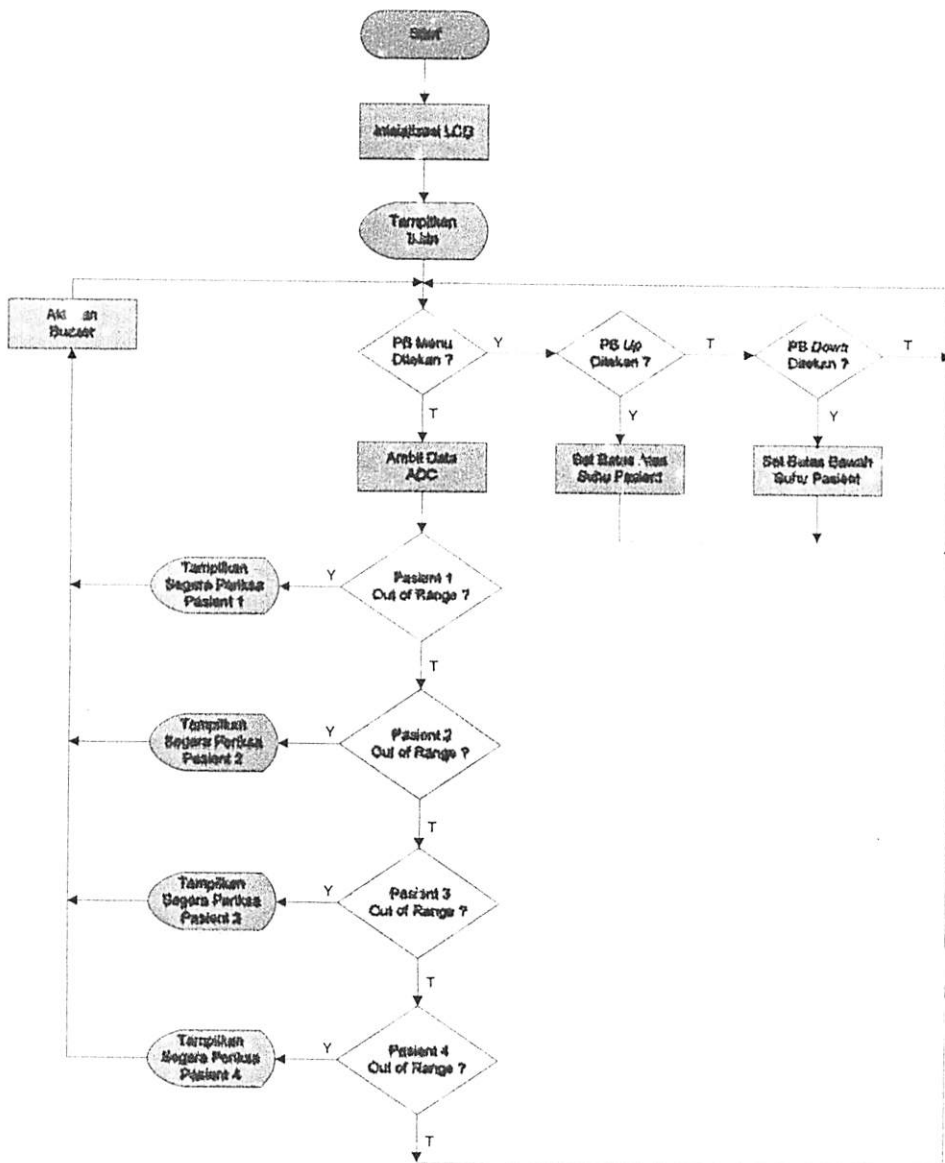


Gambar 3.10. Power Suply +12V, -12V, dan +5V

3.11. Perangkat Lunak

Perencanaan perangkat lunak sangat diperlukan untuk menjalankan sistem seperti yang diinginkan. Mikrokontroller AT89S51 tidak akan bisa dijalankan tanpa adanya *software*. Didalam perencanaan perangkat lunak ini di buat perintah-perintah yang berfungsi untuk kerja alat.

- Flowchart



Gambar 3.11 Flowchart Program alat

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

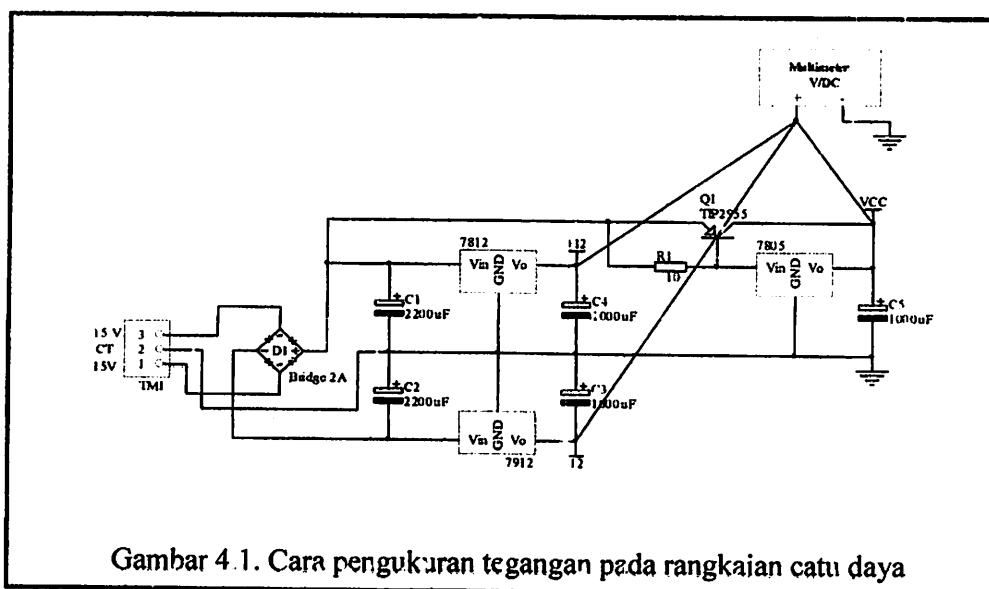
Setelah melakukan perancangan atau pembuatan alat ini maka kita perlu melakukan suatu pengujian sistem. Yang mana pengujian sistem ini bertujuan antara lain :

1. Mengetahui sejauh mana, Nurse call dengan deteksi suhu tubuh pasien ini dapat berfungsi sebagaimana yang kita harapkan.
2. Mencari dan menemukan berbagai kendala yang mungkin timbul pada saat Nurse call dengan deteksi suhu tubuh pasien beroperasi untuk kemudian diperbaiki sampai pada tingkat kesalahan sistem yang sekecil mungkin sehingga didapatkan hasil yang sebaik-baiknya.
3. Memahami spesifikasi dari rangkaian kontrol dan juga rangkaian *sensor* dengan cara mengukur dan membandingkan *Vout sensor* terhadap besaran suhu °C.

4.1. Pengujian Rangkaian *Power Supply*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian catu daya yang telah dibuat. Dengan begitu dapat diketahui apakah terjadi kesalahan terhadap rangkaian atau tidak. Tegangan yang dibutuhkan untuk memberikan tegangan kerja rangkaian kontrol dan rangkaian *sensor* Nurse call dengan deteksi suhu tubuh pasien adalah +5V, +12V, dan -12V.

Untuk mengukur besarnya tegangan keluaran pada rangkaian *power supply* maka pada pengukuran ini menggunakan Multimeter Digital. Berikut cara pengukuran untuk pengambilan data besarnya tegangan pada rangkaian *power supply* yang dilakukan satu persatu pada *output regulator* tegangan LM7805, LM7812 dan LM7912.



Untuk mengukur besarnya tegangan keluaran rangkaian *power supply* maka tegangan masukan pada rangkaian *power supply* juga harus tersambung dengan sumber tegangannya yaitu tegangan jala-jala dari PLN 220 V/AC. Multimeter digital di-seting pada *DC Volt* dengan batas maksimal pengukuran yaitu 20 *Volt DC*. Pengukuran tegangan dilakukan pada *output* keluaran dari *regulator* tegangan LM7805, LM7812 dan LM7912. Dari hasil pengukuran pada rangkaian *power supply* diperoleh data seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 4-1. Hasil Pengukuran Rangkaian *Power Supply*

<i>Regulator tegangan</i>	<i>Vout (V)</i>
LM7805	+4,9
LM7812	+11,9
LM7912	-12,9

Dari hasil pengujian yang diperoleh dapat diketahui bahwa *power supply* ini dapat memberikan tegangan kerja untuk peralatan kontrol maupun peralatan *sensor* sesuai dengan tegangan kerja yang dibutuhkan. Hasil yang diperoleh dari pengukuran tersebut, dikarenakan oleh adanya beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya kualitas dari tiap-tiap komponen yang digunakan nilainya tidak murni. Selain itu, tegangan jala-jala listrik yang digunakan tidak stabil.

4.2. Pengujian Rangkaian Sensor

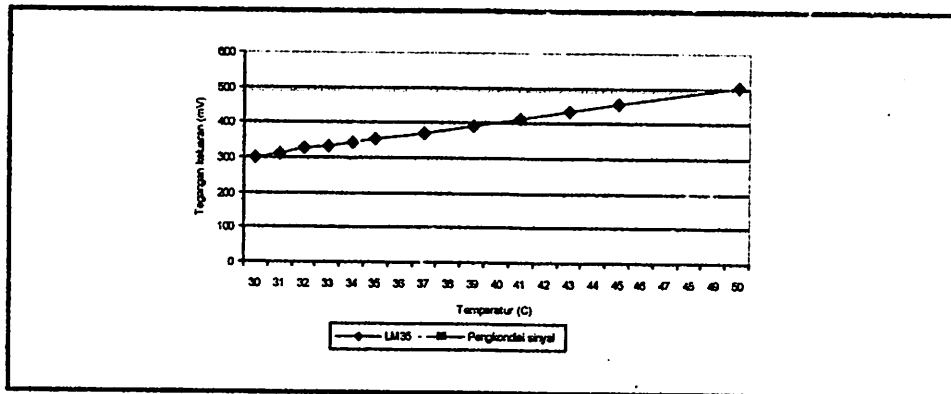
Untuk mengetahui ketelitian sensor suhu yang digunakan dalam perencanaan alat ini, maka sebelumnya data suhu hasil pengolahan dari sensor temperatur pada temperatur kamar dibandingkan dengan pembacaan termometer alkohol pada suhu dan saat yang bersamaan. Sensor ini memiliki linearitas yang baik terhadap perubahan temperatur.

Rangkaian pengkondisi sinyal LF356 pada modul digunakan sebagai *buffer* keluaran IC sensor LM35 agar tidak sampai terjadi drop tegangan. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan data keluaran ADC yang sama dengan nilai temperatur saat itu.

Pengujian dilakukan dengan jalan memasukkan sensor LM35 yang telah dilindungi dengan karet *heat shrink* kedalam air bersamaan dengan termometer alkohol. Air tersebut kemudian dipanaskan dengan bantuan *water heater* sampai temperaturnya mencapai 40 derajat *Celsius*.

Tabel 4-2. Hasil Pengukuran V_{out} Sensor

SUHU ($^{\circ}\text{C}$)	V_{OUT} (mV)
25	250
30	300
33	332
34	341
35	352
36	360
37	371
38	380
39	390
40	401
50	501



Gambar 4.2. Grafik pengambilan data temperatur

4.2.1 Analisa Data Hasil Perhitungan Rangkaian Sensor Suhu

Untuk menghitung tegangan *output* dari LM 35 menggunakan rumus :

$$V_{out} = \text{suhu } (^{\circ}\text{C}) \times 10 \text{ mV} / ^{\circ}\text{C}$$

- Saat $T = 25^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned} V_{out} &= 25^{\circ}\text{C} \times 10 \text{ mV} / ^{\circ}\text{C} \\ &= 250 \text{ mV} \end{aligned}$$

- Saat $T = 30^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned} V_{out} &= 30^{\circ}\text{C} \times 10 \text{ mV} / ^{\circ}\text{C} \\ &= 300 \text{ mV} \end{aligned}$$

- Saat $T = 33^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned} V_{out} &= 33^{\circ}\text{C} \times 10 \text{ mV} / ^{\circ}\text{C} \\ &= 330 \text{ mV} \end{aligned}$$

- Saat $T = 34^{\circ}\text{C}$

$$V_{out} = 34^{\circ}\text{C} \times 10 \text{ mV} / ^{\circ}\text{C}$$

$$= 340 \text{ mV}$$

- Saat $T = 35 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{out} = 35^\circ\text{C} \times 10\text{mV}/^\circ\text{C}$$

$$= 350 \text{ mV}$$

- Saat $T = 36 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{out} = 36^\circ\text{C} \times 10\text{mV}/^\circ\text{C}$$

$$= 360 \text{ mV}$$

- Saat $T = 37 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{out} = 37^\circ\text{C} \times 10\text{mV}/^\circ\text{C}$$

$$= 370 \text{ mV}$$

- Saat $T = 38 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{out} = 38^\circ\text{C} \times 10\text{mV}/^\circ\text{C}$$

$$= 380 \text{ mV}$$

- Saat $T = 39 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{out} = 39^\circ\text{C} \times 10\text{mV}/^\circ\text{C}$$

$$= 390 \text{ mV}$$

- Saat $T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{out} = 40^\circ\text{C} \times 10\text{mV}/^\circ\text{C}$$

$$= 400 \text{ mV}$$

- Saat $T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{out} = 50^\circ\text{C} \times 10\text{mV}/^\circ\text{C}$$

= 500 mV

Tabel 4-3
Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan V_{out}

SUHU ($^{\circ}$ C)	TEGANGAN KELUARAN / V_{out}	
	Pengukuran (mV)	Perhitungan (mV)
25	250	250
30	300	300
33	332	330
34	341	340
35	352	350
36	360	360
37	371	370
38	380	380
39	390	390
40	401	400
50	501	500

Hasil perbandingan antara pengukuran dan perhitungan terhadap suhu 1 derajat celcius sama dengan 10 mV, bilamana makin tinggi suhu yang ditangkap oleh sensor maka semakin besar pula tegangannya.

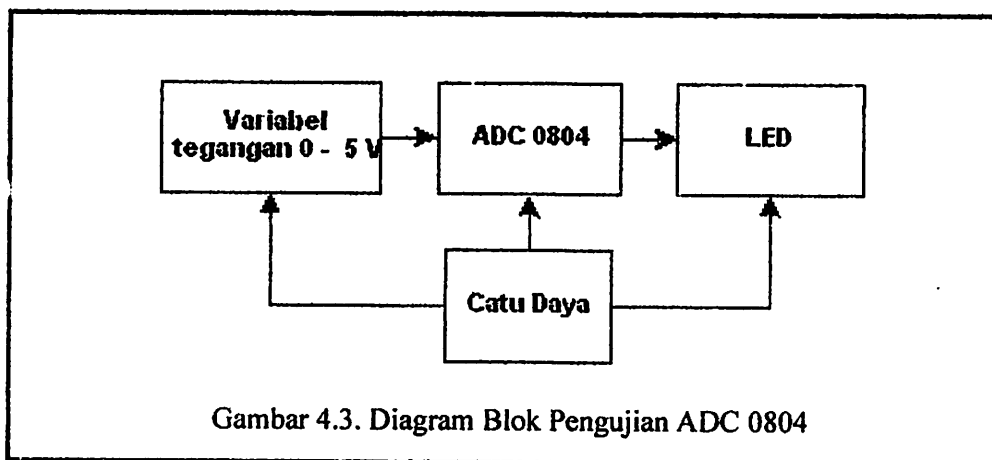
4.3 Pengujian Rangkaian ADC 0804.

4.3.1. Tujuan.

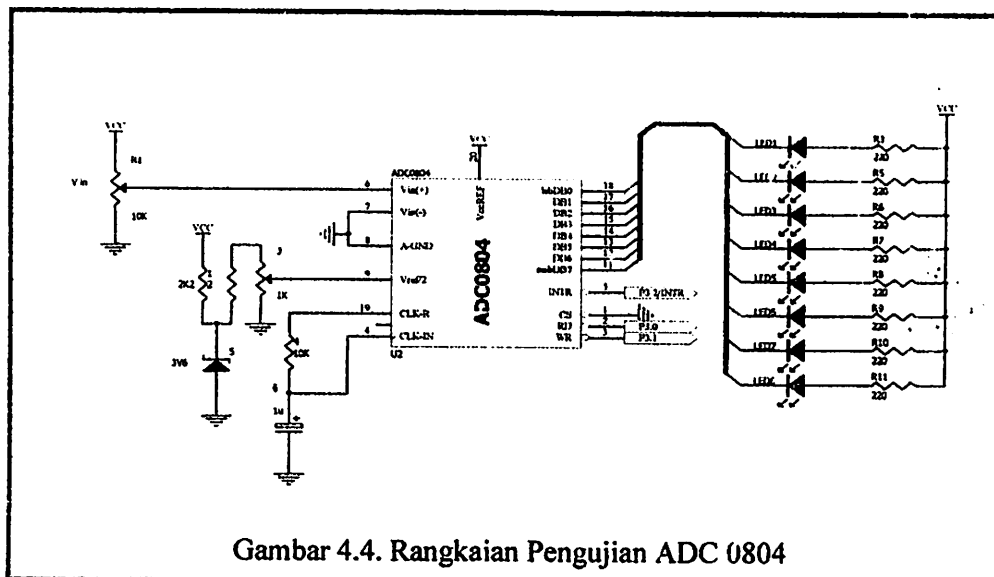
Untuk mengetahui hasil konversi tegangan analog ke digital setiap kenaikan 1 digit hasil konversi.

4.3.2 Peralatan Yang Digunakan.

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



Gambar 4.3. Diagram Blok Pengujian ADC 0804



Gambar 4.4. Rangkaian Pengujian ADC 0804

4.3.3 Langkah Pengujian.

1. Memasang 8 buah LED dengan resistor 220Ω 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.

4.3.4. Hasil Pengujian

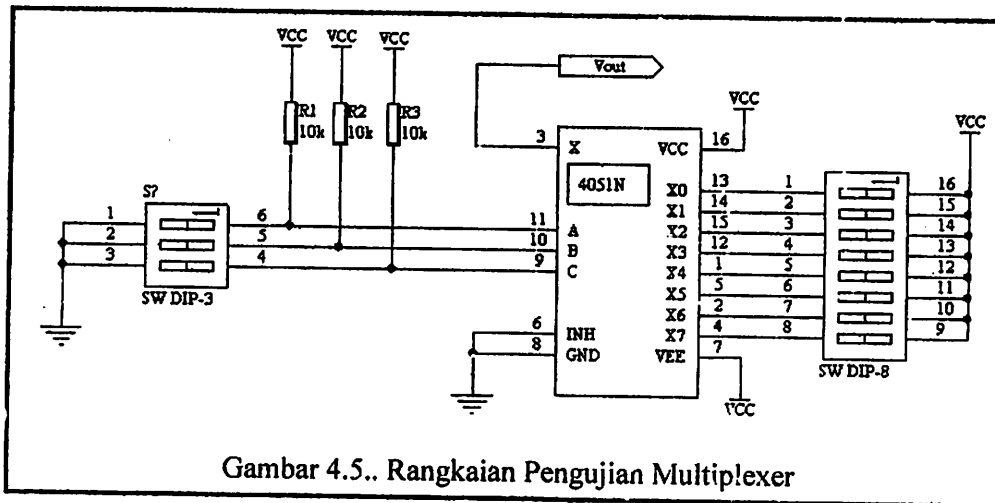
Tabel 4-4. Hasil Pengujian ADC 0804 dengan LED indikator.

<i>V_{in}</i> (Volt)	<i>Output</i>							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1
2	0	1	1	0	1	1	0	1
3	1	0	0	1	1	0	0	1
4	1	1	0	1	1	0	1	0
5	1	1	1	1	1	1	1	1

4.4. Pengujian Rangkaian Multiplexer 4051N

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian Multiplexer yang telah dibuat apakah telah dapat bekerja seperti yang kita harapkan atau tidak. Multipleksing berarti mentransmisikan sejumlah besar unit informasi melalui sejumlah kecil kanal atau jalur. Suatu multiplexer digital merupakan suatu kombinasional yang memilih informasi biner dan salah satu jalur input dan meneruskannya ke jalur output tunggal. Pemilihan suatu jalur input tertentu

dikontrol oleh seperangkat jalur seleksi. Secara normal terdapat 2^n jalur input dan n jalur seleksi yang kombinasi bitnya menentukan input mana yang dipilih. Pengujian dilakukan dengan mengatur dipswitch secara bergantian dan memberikan logika 0 dan 1 pada port A, B, dan C. Gambar rangkaian pengujian rangkaian multiplexer ditunjukkan oleh gambar dibawah ini.



Gambar 4.5.. Rangkaian Pengujian Multiplexer

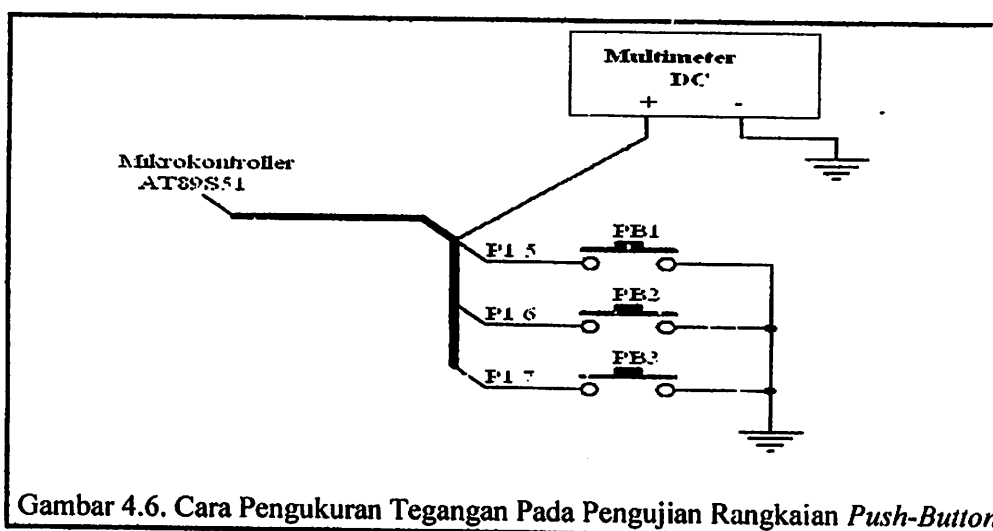
Tabel 4-5. Hasil Pengujian Rangkaian Multiplexer

Input States				"On" Channel (S)
Inhibit	C	B	A	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	X	X	X	None

4.5. Pengujian Terhadap Rangkaian *Push-button*

Rangkaian *push-button* berfungsi sebagai inputan mikrokontroler untuk men-seting batasan suhu tubuh pasien yang masih diijinkan oleh Dokter. Rangkaian *push-button* diberikan inputan tegangan sebesar 4,9 Volt dan dirangkai dengan menggunakan *common ground*. Sehingga apabila terjadi penekanan pada tombol *push-button*, maka akan terjadi arus hubung singkat yang menyebabkan kondisi tegangan pada pin *push-button* yang terhubung dengan mikrokontroler berubah dari kondisi "high" 4,9 Volt menjadi kondisi "low" 0 Volt.

Pengujian rangkaian *push-button* dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada *pin* mikrokontroler yang terhubung dengan rangkaian *push-button* dengan menggunakan multimeter DC dengan batas 20V/DC. Kondisi tegangan pada pin mikrokontroler yang terhubung dengan rangkaian *push-button* sebelum adanya penekanan pada tombol *push-button* adalah 4,9V. Berikut cara pengukuran tegangan pada rangkaian *push-button*.



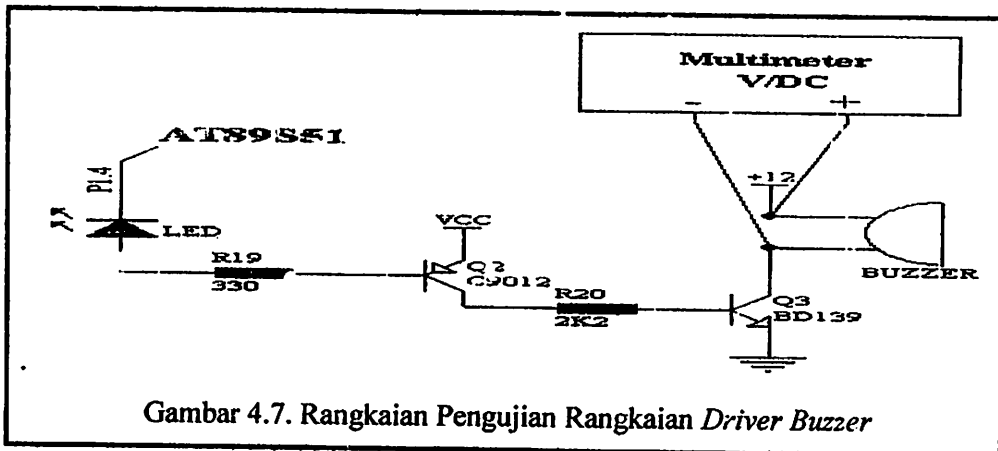
Gambar 4.6. Cara Pengukuran Tegangan Pada Pengujian Rangkaian *Push-Button*

Tabel 4-6. Hasil Pengukuran Pada Rangkaian *Push-Button*

<i>Push-Button</i> (Tertekan)	P1.5 (V)	P1.6 (V)	P1.7 (V)
PB 1 (<i>Menu</i>)	0	4,85	4,85
PB 2 (<i>Up</i>)	4,85	0	4,85
PB 3 (<i>Down</i>)	4,85	4,85	0

4.6. Pengujian Rangkaian *Driver Buzzer*

Rangkaian *driver buzzer* berfungsi sebagai penguat arus yang dibutuhkan oleh *buzzer* agar dapat aktif sebagai sirine telah terjadinya gangguan pada daerah proteksi (bahan). *Buzzer* yang digunakan adalah *Buzzer* dengan tegangan kerja 12V DC. Pengujian rangkaian *driver buzzer* secara *hardware* dilakukan dengan cara memberikan suatu kondisi 'low' (0 Volt) dan 'high' (5 Volt) pada *input driver buzzer* pada Port 1.4 AT89S51, kemudian mengukur tegangan pada tegangan *output* rangkaian *driver Buzzer*.



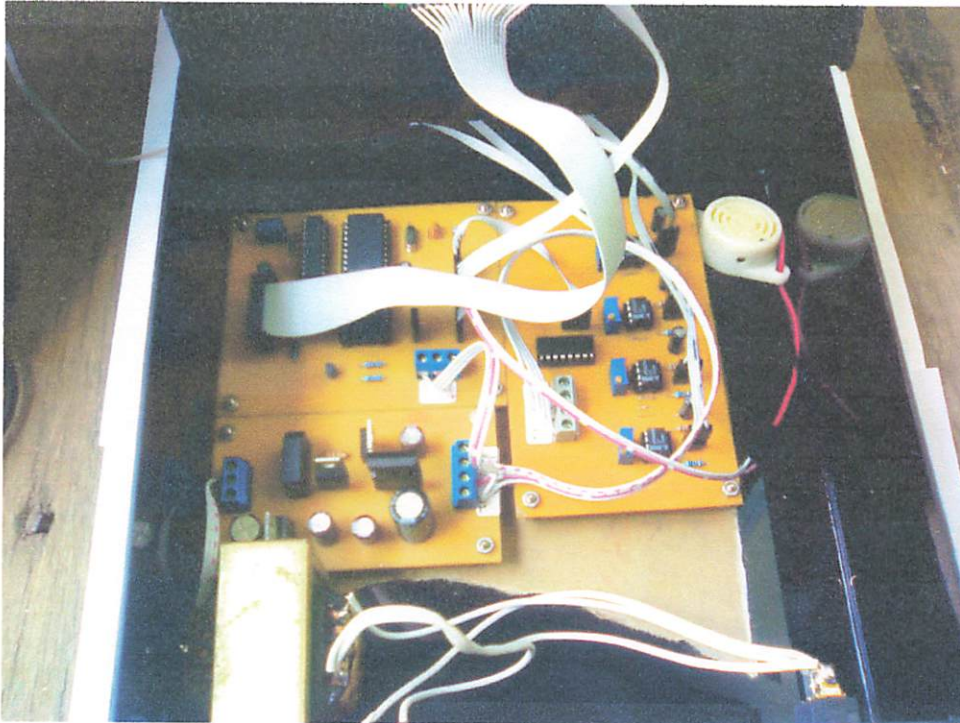
Tabel 4-7. Hasil Pengujian Rangkaian Driver Buzzer

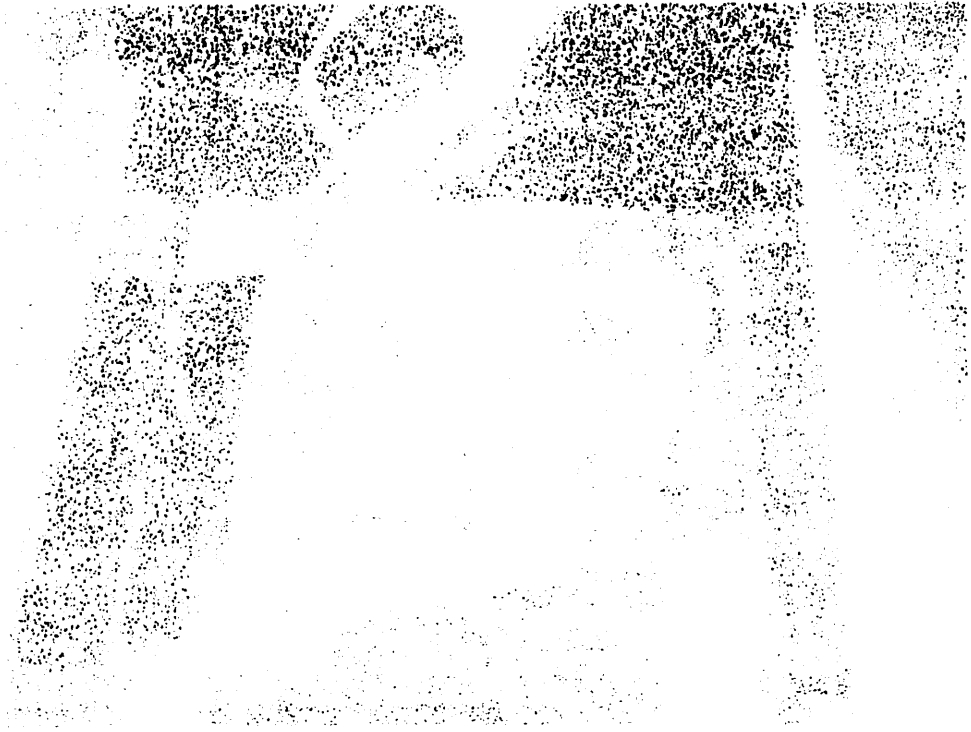
Indek Pengujian	P1.4 (Volt/DC)	Tegangan pd Buzzer (Volt/DC)	Kondisi Buzzer (Bunyi/Diam)
1	0	11,9	Bunyi
2	4,9	-	Diam
3	0	11,9	Bunyi
4	4,9	-	Diam
5	0	11,9	Bunyi
6	4,9	-	Diam
7	0	11,9	Bunyi
8	4,9	-	Diam
9	0	11,9	Bunyi
10	4,9	-	Diam

Pengujian	Sensor I	Sensor II	Sensor III	Sensor IV	Buzzer
1	37,5	37,5	37,5	37,5	12 V
2	29,5	29,5	29,5	29,5	12 V
3	24,0	24,0	24,0	24,0	12 V
4	20,5	20,5	20,5	20,5	12 V

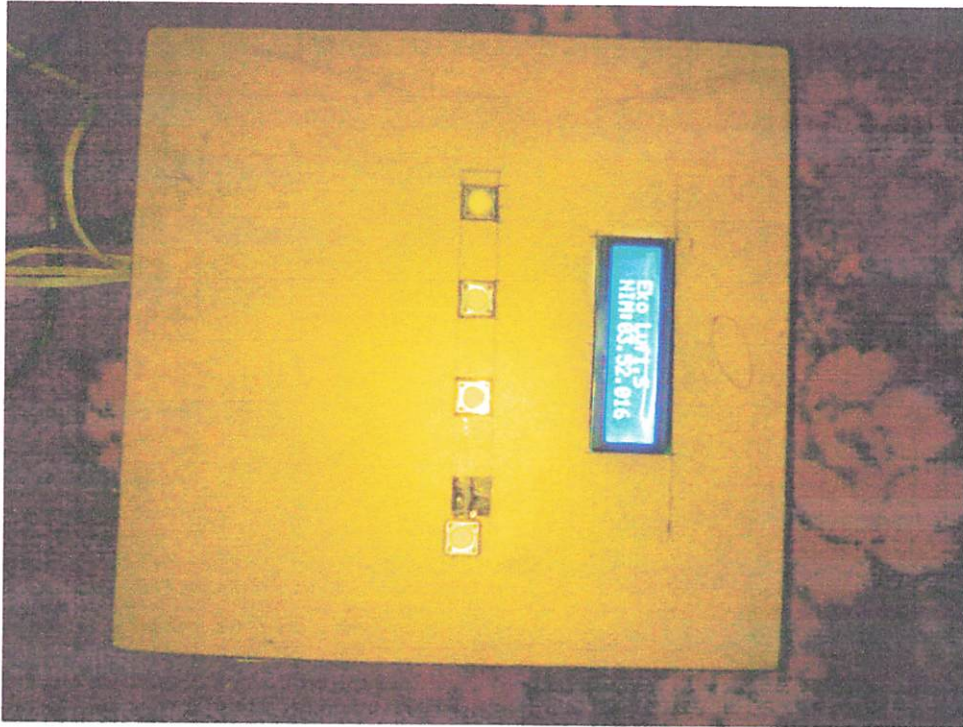
Tegangan keluaran buzzer adalah 12 Volt, maka apabila sensor suhu LM 35 mendeteksi suhu rendah ataupun tinggi maka buzzer memiliki tegangan keluaran 12 volt.

4.8.gambar alat keadaan terbuka





4.9. gambar alat keadaan tertutup



4.10. gambar alat sedang bekerja





BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan dari hasil laporan Tugas Akhir ini. Kesimpulan yang dibuat tentu saja berdasarkan dari hasil perencanaan dan pembuatan alat seperti yang dibahas pada bab-bab sebelumnya. Kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Nurse call dengan deteksi suhu tubuh pasien ini memiliki kelebihan selain mudah dalam pengoperasiannya, dan dapat digunakan untuk 4 pasien secara bersamaan. Definisi dari alat ini adalah 0 atau Low berarti tegangan 4,9 V, sedangkan 1 atau High tegangan 11,9 V.
2. Dari hasil pengujian rangkaian power supply dapat diketahui bahwa hasil yang di peroleh dari pengukuran tersebut, dikarenakan oleh adanya beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya kualitas dari tiap-tiap komponen yang digunakan nilainya tidak murni. Selain itu, tegangan jala-jala listrik yang digunakan tidak stabil.

5.2. Saran

Diharapkan alat ini nantinya dapat dikembangkan agar dapat digunakan untuk monitoring suhu tubuh lebih dari 4 pasien, dimana untuk penambahan tersebut dapat ditambahkan 4 sensor dan dihubungkan pada jalur multiplexer 4051 X4-X7. Sedangkan untuk penambahan selebihnya lagi dapat dilakukan dengan menambahkan rangkaian multiplexer sesuai kebutuhan.

BAB V
PENUTUP

3.1. Kesimpulan

Terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini. Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah bahwa kemampuan yang dimiliki oleh mahasiswa yang mengikuti mata kuliah ini dapat meningkatkan kemampuan berbahasa Inggris mereka. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan skor tes yang dilakukan pada awal dan akhir semester. Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah bahwa kemampuan berbahasa Inggris yang dimiliki oleh mahasiswa yang mengikuti mata kuliah ini dapat meningkatkan kemampuan berbahasa Inggris mereka.

1. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan berbahasa Inggris yang dimiliki oleh mahasiswa yang mengikuti mata kuliah ini dapat meningkatkan kemampuan berbahasa Inggris mereka. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan skor tes yang dilakukan pada awal dan akhir semester. Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah bahwa kemampuan berbahasa Inggris yang dimiliki oleh mahasiswa yang mengikuti mata kuliah ini dapat meningkatkan kemampuan berbahasa Inggris mereka.

2. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan berbahasa Inggris yang dimiliki oleh mahasiswa yang mengikuti mata kuliah ini dapat meningkatkan kemampuan berbahasa Inggris mereka. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan skor tes yang dilakukan pada awal dan akhir semester. Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah bahwa kemampuan berbahasa Inggris yang dimiliki oleh mahasiswa yang mengikuti mata kuliah ini dapat meningkatkan kemampuan berbahasa Inggris mereka.

3.2. Saran

1. Saran yang dapat diberikan kepada dosen adalah untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dengan menggunakan media yang menarik dan interaktif. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan media digital yang dapat diakses oleh mahasiswa. Saran yang dapat diberikan kepada mahasiswa adalah untuk meningkatkan kemampuan berbahasa Inggris mereka dengan mengikuti mata kuliah ini secara serius dan disiplin. Hal ini dapat dilakukan dengan mengikuti mata kuliah ini secara teratur dan mengikuti tugas yang diberikan oleh dosen.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andi Nalwan, Paulus. 2003. *Panduan Praktis Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler 89C51*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
2. Agfianto, Eko Putra. 2004. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media.
3. Budiharto, Widodo. 2007. *12 Proyek Mikrokontroler untuk Pemula*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
4. Coughlin, Robert F & Driscoll, Frederick F. 1983. *Penguat operasional dan rangkaian terpadu linier*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
5. Rusmadi, Dedy. 2004. *Digital & Rangkaian*. Bandung: cv. Pionir Jaya.
6. www.atmel.com
7. www.beyondlogic.com
8. www.Electroniclab.com
9. www.fairchildsemi.com
10. www.joker-robotics.com
11. www.laipac.com
12. www.Nasional Semikonduktor.com
13. www.parallax.com
14. www.seiko instruments inc.com

Lampiran

nsriqmsJ

Juned

ORG 000H
JMP START

=====
LCD KONSTANTA
=====

ISPCLR EQU 00000001B
UNCSET EQU 00111000B
NTRMOD EQU 00000110B
ISPON EQU 00001100B

=====
PORT LCD
=====

CDE BIT P1.0
CDRS BIT P1.1
LCD EQU P0

=====
PUSH BUTTON ADDRES
=====

BDOWN BIT P1.7
BUP BIT P1.6
BMENU BIT P1.5

=====
SEL+ADC ADDRES
=====

ELA BIT P3.0
ELB BIT P3.1
ELC BIT P3.2
DC_WR BIT P3.5
ADC EQU P2
UZZ BIT P1.4

=====
ALAMAT VARIABLE (YG KOSONG 030H S.D 07FH)
=====

UTR	EQU	030H
IL	EQU	031H
A_P	EQU	032H
A_S	EQU	033H
A_K	EQU	034H
B_P	EQU	035H
B_S	EQU	036H
B_K	EQU	037H
A1_P	EQU	038H
A1_S	EQU	039H
A1_K	EQU	03AH
B1_P	EQU	03BH
B1_S	EQU	03CH
B1_K	EQU	03DH
A2_P	EQU	03EH
A2_S	EQU	03FH
A2_K	EQU	040H
B2_P	EQU	041H
B2_S	EQU	042H
B2_K	EQU	043H
A3_P	EQU	044H
A3_S	EQU	045H
A3_K	EQU	046H
B3_P	EQU	047H
B3_S	EQU	048H
B3_K	EQU	049H
A4_P	EQU	04AH
A4_S	EQU	04BH

```

IA4_K      EQU      04CH
IB4_P      EQU      04DH
IB4_S      EQU      04EH
IB4_K      EQU      04FH
P_1        EQU      050H
P_2        EQU      051H
P_3        EQU      052H
P_4        EQU      053H
IB         EQU      054H
IP         EQU      055H
P_PA       EQU      056H
P_SA       EQU      057H
P_KA       EQU      058H
I1         EQU      059H
I2         EQU      05AH
I3         EQU      05BH
I4         EQU      05CH
    
```

```

=====
MAIN PROGRAM
=====
    
```

START:

```

CALL      INITLCD
CALL      ALL_RESET
;JMP      MAIN_1
CALL      IKLAN
    
```

MAIN_1:

```

CALL      DISPLAY
CALL      MAIN_0
CLR       SELA
CLR       SELB
CLR       SELC
CALL      PASIEN_1
MOV       A,M1
JZ        MAIN_2
CALL      CEK_1
    
```

MAIN_2:

```

SETB     SELA
CLR       SELB
CLR       SELC
CALL      PASIEN_2
MOV       A,M2
JZ        MAIN_3
CALL      CEK_2
    
```

MAIN_3:

```

CLR       SELA
SETB     SELB
CLR       SELC
CALL      PASIEN_3
MOV       A,M3
JZ        MAIN_4
CALL      CEK_3
    
```

MAIN_4:

```

SETB     SELA
SETB     SELB
CLR       SELC
CALL      PASIEN_4
MOV       A,M4
JZ        MAIN_1
CALL      CEK_4
    
```

JMP MAIN_1

```

=====
MAIN_0:
    JB     TBMENU,MAIN_JMP
    JNB    TBMENU,$
    MOV    A,#DISPON
    CALL   LCDINS
    MOV    A,#DISPCLR
    CALL   LCDINS
    CALL   ABOUT_9_10
    MOV    PIL,#0
    
```

```

SETTING:
    JB     TBUP,STOP_P
    JNB    TBUP,$
    MOV    A,#DISPCLR
    CALL   LCDINS
    CALL   TEXT_1_2
    CALL   PILIH
    MOV    A,#DISPCLR
    CALL   LCDINS
    
```

```

MAIN_JMP:
    RET
    
```

```

TOP_P:
    JB     TBDOWN,OUT_SET
    JNB    TBDOWN,$
    MOV    A,M1
    JNZ    P1_STOPC
    MOV    A,M2
    JNZ    P1_STOPC
    MOV    A,M3
    JNZ    P1_STOPC
    MOV    A,M4
    JNZ    P1_STOPC
    MOV    A,#DISPCLR
    CALL   LCDINS
    CALL   DIS_STP5
    JB     TBMENU,$
    JNB    TBMENU,$
    MOV    A,#DISPCLR
    CALL   LCDINS
    RET
    
```

```

P1_STOPC:
    MOV    PIL,#0
    MOV    A,#DISPCLR
    CALL   LCDINS
    CALL   TEXT_5_6
    CALL   KRSR
    CALL   SETUP_STP
    RET
    
```

```

IT_SET:
    JB     TBMENU,SETTING
    JNB    TBMENU,$
    MOV    A,#DISPCLR
    CALL   LCDINS
    
```

```

LIHATLAH:
    CALL   LIAT1
    CALL   LIAT2
    CALL   LIAT3
    CALL   LIAT4
    JB     TBMENU,LIHATLAH
    
```


Juned

```
JNB    TBMENU,$
MOV    A,#DISPCLR
CALL  LCDINS
RET
```

```
LIAT1:
CALL  D_LIAT
MOV   A,#082H
CALL  LCDINS
MOV   A,M1
JNZ   LIAT_ON1
MOV   A,#04FH
CALL  LCDDAT
MOV   A,#083H
CALL  LCDINS
MOV   A,#046H
CALL  LCDDAT
MOV   A,#084H
CALL  LCDINS
MOV   A,#046H
CALL  LCDDAT
RET
```

```
LIAT_ON1:
MOV   A,#04FH
CALL  LCDDAT
MOV   A,#083H
CALL  LCDINS
MOV   A,#04EH
CALL  LCDDAT
RET
```

```
LIAT2:
CALL  D_LIAT
MOV   A,#08BH
CALL  LCDINS
MOV   A,M2
JNZ   LIAT_ON2
MOV   A,#04FH
CALL  LCDDAT
MOV   A,#08CH
CALL  LCDINS
MOV   A,#046H
CALL  LCDDAT
MOV   A,#08DH
CALL  LCDINS
MOV   A,#046H
CALL  LCDDAT
RET
```

```
LIAT_ON2:
MOV   A,#04FH
CALL  LCDDAT
MOV   A,#08CH
CALL  LCDINS
MOV   A,#04EH
CALL  LCDDAT
RET
```

```
LIAT3:
CALL  D_LIAT
MOV   A,#0C2H
CALL  LCDINS
MOV   A,M3
JNZ   LIAT_ON3
MOV   A,#04FH
```

Juned

```
CALL    LCDDAT
MOV     A,#0C3H
CALL    LCDINS
MOV     A,#046H
CALL    LCDDAT
MOV     A,#0C4H
CALL    LCDINS
MOV     A,#046H
CALL    LCDDAT
RET
```

```
LIAT_ON3:
MOV     A,#04FH
CALL    LCDDAT
MOV     A,#0C3H
CALL    LCDINS
MOV     A,#04EH
CALL    LCDDAT
RET
```

```
LIAT4:
CALL    D_LIAT
MOV     A,#0CBH
CALL    LCDINS
MOV     A,M4
JNZ    LIAT_ON4
MOV     A,#04FH
CALL    LCDDAT
MOV     A,#0CCH
CALL    LCDINS
MOV     A,#046H
CALL    LCDDAT
MOV     A,#0CDH
CALL    LCDINS
MOV     A,#046H
CALL    LCDDAT
RET
```

```
LIAT_ON4:
MOV     A,#04FH
CALL    LCDDAT
MOV     A,#0CCH
CALL    LCDINS
MOV     A,#04EH
CALL    LCDDAT
RET
```

```
=====
;PASIEN 1
=====
```

```
PASIEN_1:
MOV     A,#082H
CALL    LCDINS
CALL    PULUHAN
MOV     A,#083H
CALL    LCDINS
CALL    SATUAN
MOV     A,#085H
CALL    LCDINS
CALL    KOMA
RET
```

```
PULUHAN:
CALL    ADC
```

Juned

```
MOV    B,#50
DIV    AB
MOV    P_PA,A
CALL   TAMPIL
```

```
RET
```

ATUAN:

```
MOV    A,B
MOV    B,#2
MUL    AB
MOV    B,#10
DIV    AB
MOV    P_SA,A
CALL   TAMPIL
RET
```

OMA:

```
MOV    A,B
MOV    P_KA,A
CALL   TAMPIL
RET
```

EK_1:

```
CALL   CEK1_ATAS
CALL   CEK1_BAWAH
RET
```

EK1_ATAS:

```
MOV    B,#10
MOV    A,P_PA
MUL    AB
ADD    A,P_SA
MOV    BP,A
MOV    B,#10
MOV    A,BA1_P
MUL    AB
ADD    A,BA1_S
SUBB   A,BP
JC     SET_BUZZ1
JNZ    CEK1_OUTA
MOV    A,BA1_K
SUBB   A,P_KA
JC     SET_BUZZ1
```

K1_OUTA:

```
RET
```

K1_BAWAH:

```
MOV    B,#10
MOV    A,BB1_P
MUL    AB
ADD    A,BB1_S
MOV    BB,A
MOV    B,#10
MOV    A,P_PA
MUL    AB
ADD    A,P_SA
SUBB   A,BB
JC     SET_BUZZ1
JNZ    CEK1_OUTB
MOV    A,P_KA
SUBB   A,BB1_K
JC     SET_BUZZ1
```

L_OUTB:

```
RET
```

Juned

```
ET_BUZZ1:
    CLR     BUZZ
    CALL    OUT_P1
    JB     TBMENU, SET_BUZZ1
    JNB    TBMENU, $
    SETB   BUZZ
    CALL    RST_P1
    MOV    A, #DISPCLR
    CALL    LCDINS
    RET
```

```
=====
; PASIEN 2
=====
```

```
ASIEN_2:
    MOV    A, #08BH
    CALL    LCDINS
    CALL    PULUHAN
    MOV    A, #08CH
    CALL    LCDINS
    CALL    SATUAN
    MOV    A, #08EH
    CALL    LCDINS
    CALL    KOMA
    RET
```

```
EK_2:
    CALL    CEK2_ATAS
    CALL    CEK2_BAWAH
    RET
```

```
EK2_ATAS:
    MOV    B, #10
    MOV    A, P_PA
    MUL    AB
    ADD    A, P_SA
    MOV    BP, A
    MOV    B, #10
    MOV    A, BA2_P
    MUL    AB
    ADD    A, BA2_S
    SUBB   A, BP
    JC     SET_BUZZ2
    JNZ    CEK2_OUTA
    MOV    A, BA2_K
    SUBB   A, P_KA
    JC     SET_BUZZ2
```

```
EK2_OUTA:
    RET
```

```
EK2_BAWAH:
    MOV    B, #10
    MOV    A, BB2_P
    MUL    AB
    ADD    A, BB2_S
    MOV    BB, A
    MOV    B, #10
    MOV    A, P_PA
    MUL    AB
    ADD    A, P_SA
    SUBB   A, BB
    JC     SET_BUZZ2
    JNZ    CEK2_OUTB
    MOV    A, P_KA
    SUBB   A, BB2_K
```

Juned

```
      JC      SET_BUZZ2
EK2_OUTB:
      RET
```

```
ET_BUZZ2:
      CLR     BUZZ
      CALL   OUT_P2
      JB     TBMENU, SET_BUZZ2
      JNB    TBMENU, $
      SETB   BUZZ
      CALL   RST_P2
      MOV    A, #DISPCLR
      CALL   LCDINS
      RET
```

```
=====
      ; PASIEN 3
      ;
ASIEN_3:
=====
```

```
      MOV    A, #0C2H
      CALL   LCDINS
      CALL   PULUHAN
      MOV    A, #0C3H
      CALL   LCDINS
      CALL   SATUAN
      MOV    A, #0C5H
      CALL   LCDINS
      CALL   KOMA
      RET
```

```
CEK_3:
      CALL   CEK3_ATAS
      CALL   CEK3_BAWAH
      RET
```

```
CEK3_ATAS:
      MOV    B, #10
      MOV    A, P_PA
      MUL    AB
      ADD    A, P_SA
      MOV    BP, A
      MOV    B, #10
      MOV    A, BA3_P
      MUL    AB
      ADD    A, BA3_S
      SUBB   A, BP
      JC     SET_BUZZ3
      JNZ    CEK3_OUTA
      MOV    A, BA3_K
      SUBB   A, P_KA
      JC     SET_BUZZ3
```

```
CEK3_OUTA:
      RET
```

```
CEK3_BAWAH:
```

```
      MOV    B, #10
      MOV    A, BB3_P
      MUL    AB
      ADD    A, BB3_S
      MOV    BB, A
      MOV    B, #10
      MOV    A, P_PA
      MUL    AB
      ADD    A, P_SA
      SUBB   A, BB
      JC     SET_BUZZ3
      JNZ    CEK3_OUTB
```

```

MOV     A,P_KA
SUBB   A,BB3_K
JC     SET_BUZZ3
EK3_OUTB:
RET

ET_BUZZ3:
CLR    BUZZ
CALL  OUT_P3
JB    TBMENU,SET_BUZZ3
JNB   TBMENU,$
SETB  BUZZ
CALL  RST_P3
MOV   A,#DISPCLR
CALL  LCDINS
RET

```

```

=====
;PASIEN 4
;
=====
ASIEN_4:
MOV    A,#0CBH
CALL  LCDINS
CALL  PULUHAN
MOV    A,#0CCH
CALL  LCDINS
CALL  SATUAN
MOV    A,#0CEH
CALL  LCDINS
CALL  KOMA
RET

```

```

EK_4:
CALL  CEK4_ATAS
CALL  CEK4_BAWAH
RET

```

```

EK4_ATAS:
MOV    B,#10
MOV    A,P_PA
MUL   AB
ADD   A,P_SA
MOV   BP,A
MOV   B,#10
MOV   A,BA4_P
MUL   AB
ADD   A,BA4_S
SUBB  A,BP
JC    SET_BUZZ4
JNZ   CEK4_OUTA
MOV   A,BA4_K
SUBB  A,P_KA
JC    SET_BUZZ4

```

```

EK4_OUTA:
RET

```

```

EK4_BAWAH:
MOV    B,#10
MOV    A,BB4_P
MUL   AB
ADD   A,BB4_S
MOV   BB,A
MOV   B,#10
MOV   A,P_PA
MUL   AB
ADD   A,P_SA

```

Juned

```
SUBB    A, BB
JC      SET_BUZZ4
JNZ     CEK4_OUTB
MOV     A, P_KA
SUBB   A, BB4_K
JC      SET_BUZZ4
```

```
EK4_OUTB:
RET
```

```
ET_BUZZ4:
CLR     BUZZ
CALL   OUT_P4
JB     TBMENU, SET_BUZZ4
JNB    TBMENU, $
SETB   BUZZ
CALL   RST_P4
MOV    A, #DISPCLR
CALL   LCDINS
RET
```

=====

PROSEDUR DISPLAY

=====

```
ISPLAY:
MOV     A, #080H
CALL   LCDINS
MOV     A, #031H
CALL   LCDDAT

MOV     A, #081H
CALL   LCDINS
MOV     A, #03AH
CALL   LCDDAT

MOV     A, #084H
CALL   LCDINS
MOV     A, #02CH
CALL   LCDDAT

MOV     A, #086H
CALL   LCDINS
MOV     A, #043H
CALL   LCDDAT

MOV     A, #089H
CALL   LCDINS
MOV     A, #032H
CALL   LCDDAT

MOV     A, #08AH
CALL   LCDINS
MOV     A, #03AH
CALL   LCDDAT

MOV     A, #08DH
CALL   LCDINS
MOV     A, #02CH
CALL   LCDDAT

MOV     A, #08FH
CALL   LCDINS
MOV     A, #043H
CALL   LCDDAT
```

; =====

```
MOV     A, #0C0H
```

Juned

CALL LCDINS
MOV A, #033H
CALL LCDDAT

MOV A, #0C1H
CALL LCDINS
MOV A, #03AH
CALL LCDDAT

MOV A, #0C4H
CALL LCDINS
MOV A, #02CH
CALL LCDDAT

MOV A, #0C6H
CALL LCDINS
MOV A, #043H
CALL LCDDAT

MOV A, #0C9H
CALL LCDINS
MOV A, #034H
CALL LCDDAT

MOV A, #0CAH
CALL LCDINS
MOV A, #03AH
CALL LCDDAT

MOV A, #0CDH
CALL LCDINS
MOV A, #02CH
CALL LCDDAT

MOV A, #0CFH
CALL LCDINS
MOV A, #043H
CALL LCDDAT
RET

; =====

LIAT:

MOV A, #080H
CALL LCDINS
MOV A, #031H
CALL LCDDAT

MOV A, #081H
CALL LCDINS
MOV A, #03AH
CALL LCDDAT

; =====

MOV A, #089H
CALL LCDINS
MOV A, #032H
CALL LCDDAT

MOV A, #08AH
CALL LCDINS
MOV A, #03AH
CALL LCDDAT

; =====

MOV A, #0C0H
CALL LCDINS
MOV A, #033H


```
CALL    LCDDAT
MOV     A,#0C1H
CALL    LCDINS
MOV     A,#03AH
CALL    LCDDAT
```

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

```
MOV     A,#0C9H
CALL    LCDINS
MOV     A,#034H
CALL    LCDDAT
```

```
MOV     A,#0CAH
CALL    LCDINS
MOV     A,#03AH
CALL    LCDDAT
RET
```

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

=====PROSEDUR PEMBACAAN DATA ADC

ADC:

```
LCALL   DELAY
LCALL   DELAY
SETB    ADC_WR
CALL    DELAY
CLR     ADC_WR
CALL    DELAY
MOV     A,PADC
RET
```

=====PROSEDUR CETAK STRING=====

PRINTSTRINGLOOP:

```
CALL    LCDDAT
INC     DPTR
```

CDSTRING:

```
CLR     A
MOVC    A,@A+DPTR
JNZ    PRINTSTRINGLOOP
RET
```

=====PROSEDUR KONTROL BYTE OPERASI PADA LCD

CDINS:

```
MOV     PLCD,A
CLR     LCDRS
SJMP    LCDOUT
```

CDDAT:

```
MOV     PLCD,A
SETB    LCDRS
```

CDOUT:

```
SETB    LCDE
CALL    DELAY
CLR     LCDE
CALL    DELAY
RET
```

;=====PROSEDUR DELAY=====

ELAY4:

```
MOV     R7,#0250
```

ELAY4_1:

```
DJNZ    R7,DELAY4_1
RET
```

ELAY3:

```
MOV     PUTR,A
```

UTERZ:

```
CALL    DELAY2
```

Juned

```
      DJNZ    PUTR,MUTERZ
      RET
DELAY2:
      MOV     R5,#130
MUTERX:
      MOV     R6,#250
      CALL   DELAY
      DJNZ   R6,$
      DJNZ   R5,MUTERX
      RET
DELAY:
      MOV     R3,#08
MUTER:
      MOV     R4,#0255
      DJNZ   R4,$
      DJNZ   R3,MUTER
      RET
```

```
=====
SETUP_STP:
      MOV     A,#0CBH
      CALL   LCDINS           ; SET PILIHAN STOP NO PASIEN
```

```
UP_STP:
      JB     TBUP,DOWN_STP
      JNB   TBUP,$
      INC   PIL
      MOV   A,#5
      CJNE A,PIL,TAMPIL1
      MOV   PIL,#0
      MOV   A,#0
      CALL TAMPIL
      JMP  SETUP_STP
```

```
TAMPIL1:
      MOV   A,PIL
      ADD  A,#030H
      CALL LCDDAT
      JMP  SETUP_STP
```

```
WN_STP:
      JB     TBDOWN,OUT_MENU
      JNB   TBDOWN,$
      MOV   A,PIL
      JZ    SETUP_STP
      DEC  PIL
      MOV  A,PIL
      CALL TAMPIL
      JMP  SETUP_STP
```

```
OUT_MENU:
      JB     TBMENU,UP_STP
      JNB   TBMENU,$
      CALL  CEK_STOP
      MOV  A,#DISPON
      CALL LCDINS
      MOV  A,#DISPCLR
      CALL LCDINS
      RET
```

```
CEK_STOP:
      MOV  A,#0
      CJNE A,PIL,P1_STOP
      MOV  A,#DISPON
      CALL LCDINS
      MOV  A,#DISPCLR
```

Juned

```
CALL LCDINS
RET
```

```
P1_STOP:
MOV A,#1
CJNE A,PIL,P2_STOP
CALL RST_P1
SETB BUZZ
MOV A,#DISPON
CALL LCDINS
RET
```

```
P2_STOP:
MOV A,#2
CJNE A,PIL,P3_STOP
CALL RST_P2
SETB BUZZ
MOV A,#DISPON
CALL LCDINS
RET
```

```
P3_STOP:
MOV A,#3
CJNE A,PIL,P4_STOP
CALL RST_P3
SETB BUZZ
MOV A,#DISPON
CALL LCDINS
RET
```

```
P4_STOP:
MOV A,#4
CJNE A,PIL,UTEM
CALL RST_P4
SETB BUZZ
MOV A,#DISPON
CALL LCDINS
RET
```

```
UTEM:
RET
```

```
=====
LLIH: CALL KRSR
```

```
LLIH_0:
MOV A,#0CBH ; SET PILIHAN NO PASIEN
CALL LCDINS
```

```
UP_0:
JB TBUP,DOWN_0
JNB TBUP,$
INC PIL
MOV A,#5
CJNE A,PIL,TAMPIL2
MOV PIL,#0
MOV A,#0
CALL TAMPIL
JMP UP_0
```

```
TAMPIL2:
MOV A,PIL
ADD A,#030H
CALL LCDDAT
JMP UP_0
```

Juned

```
OWN_0:
    JB     TBDOWN,MENU_0
    JNB    TBDOWN,$
    MOV    A,PIL
    JZ     UP_0
    DEC    PIL
    MOV    A,PIL
    CALL   TAMPIL
    JMP    DOWN_0
```

```
ENU_0:
    JB     TBMENU,PILIH_0
    JNB    TBMENU,$
    MOV    A,#0
    CJNE  A,PIL,SET_1
    MOV    A,#DISPCLR
    CALL   LCDINS
    RET
```

=====

```
ET_1:
=====
```

```
    MOV    A,#1
    CJNE  A,PIL,SET_2
    CALL   RST_BATASAN
    CALL   DISPLON_0
    CALL   SET_UP1AP
    MOV    BA1_P,BA_P
    MOV    BA1_S,BA_S
    MOV    BA1_K,BA_K
    MOV    BB1_P,BB_P
    MOV    BB1_S,BB_S
    MOV    BB1_K,BB_K
    CALL   Out_S1
```

```
IN_1:
    JB     TBMENU,CANCEL1
    JNB    TBMENU,$
    MOV    M1,#1
    MOV    A,#DISPCLR
    CALL   LCDINS
    RET
```

```
CANCEL1:
    JB     TBDOWN,IN_1
    JNB    TBDOWN,$
    CALL   RST_P1
    MOV    A,#DISPCLR
    CALL   LCDINS
    RET
```

```
SET_2:
    MOV    A,#2
    CJNE  A,PIL,SET_3
    CALL   RST_BATASAN
    CALL   DISPLON_0
    CALL   SET_UP1AP
    MOV    BA2_P,BA_P
    MOV    BA2_S,BA_S
    MOV    BA2_K,BA_K
    MOV    BB2_P,BB_P
    MOV    BB2_S,BB_S
    MOV    BB2_K,BB_K
    CALL   Out_S2
```

```
IN_2:
```

Juned

```
JB      TBMENU,CANCEL2
JNB     TBMENU,$
MOV     M2,#1
MOV     A,#DISPCLR
CALL    LCDINS
RET
```

```
CANCEL2:
JB      TBDOWN,IN_2
JNB     TBDOWN,$
CALL    RST_P2
MOV     A,#DISPCLR
CALL    LCDINS
RET
```

```
ET_3:
MOV     A,#3
CJNE   A,PIL,SET_4
CALL    DISPLON_0
CALL    RST_BATASAN
CALL    DISPLON_0
CALL    SET_UI1AP
MOV     BA3_P,BA_P
MOV     BA3_S,BA_S
MOV     BA3_K,BA_K
MOV     BB3_P,BB_P
MOV     BB3_S,BB_S
MOV     BB3_K,BB_K
CALL    Out_S3
```

```
IN_3:
JB      TBMENU,CANCEL3
JNB     TBMENU,$
MOV     M3,#1
MOV     A,#DISPCLR
CALL    LCDINS
RET
```

```
CANCEL3:
JB      TBDOWN,IN_3
JNB     TBDOWN,$
CALL    RST_P3
MOV     A,#DISPCLR
CALL    LCDINS
RET
```

```
ET_4:
MOV     A,#4
CJNE   A,PIL,METU
CALL    DISPLON_0
CALL    RST_BATASAN
CALL    DISPLON_0
CALL    SET_UI1AP
MOV     BA4_P,BA_P
MOV     BA4_S,BA_S
MOV     BA4_K,BA_K
MOV     BB4_P,BB_P
MOV     BB4_S,BB_S
MOV     BB4_K,BB_K
CALL    Out_S4
```

```
IN_4:
JB      TBMENU,CANCEL4
JNB     TBMENU,$
MOV     M4,#1
MOV     A,#DISPCLR
CALL    LCDINS
```

Juned

RET

CANCEL4:

```
JB      TBDOWN, IN_4
JNB     TBDOWN, $
CALL    RST_P4
MOV     A, #DISPCLR
CALL    LCDINS
```

METU:

RET

=====

PROSEDUR AMBIL BATASAN

=====

SET_UP1AP:

```
MOV     A, #08AH          ; SET P1 BATAS ATAS FULUHAN
CALL    LCDINS
```

P_1AP:

```
JB      TBUP, DOWN_1AP
JNB     TBUP, $
INC     BA_P
MOV     A, #1
CJNE   A, BA_P, TAMPIL3
MOV     BA_P, #0
MOV     A, #0
CALL    TAMPIL
JMP     SET_UP1AP
```

TAMPIL3 :

```
MOV     A, BA_P
ADD     A, #030H
CALL    LCDDAT
JMP     SET_UP1AP
```

DOWN_1AP:

```
JB      TBDOWN, MENU_1AS
JNB     TBDOWN, $
MOV     A, BA_P
JZ      SET_UP1AP
DEC     BA_P
MOV     A, BA_P
CALL    TAMPIL
JMP     SET_UP1AP
```

MENU_1AS:

```
JB      TBMENU, SET_UP1AP
JNB     TBMENU, $
```

SET_UP1AS:

```
MOV     A, #08BH          ; SET P1 BATAS ATAS SATUAN
CALL    LCDINS
```

MENU_1AS:

```
JB      TBUP, DOWN_1AS    ; INC P1 BATAS ATAS SATUAN
JNB     TBUP, $
INC     BA_S
MOV     A, #10
CJNE   A, BA_S, TAMPIL4
MOV     BA_S, #0
MOV     A, #0
CALL    TAMPIL
JMP     SET_UP1AS
```

TAMPIL4:

```
MOV     A, BA_S
```

Juned

```

ADD      A,#030H
CALL    LCDDAT
JMP     SET_UPIAS

DOWN_IAS:
JB      TBDOWN,MENU_1AK ; DEC P1 EATAS ATAS SATUAN
JNB     TBDOWN,$
MOV     A,BA_S
JZ      SET_UPIAS
DEC     BA_S
MOV     A,BA_S
CALL    TAMPIL
JMP     SET_UPIAS

MENU_1AK:
JB      TBMENU,SET_UPIAS
JNB     TBMENU,$

SET_UPIAK:
MOV     A,#08DH          ; SET P1 BATAS ATAS BELAKANG KOMA
CALL    LCDINS

UP_1AK:
JB      TBUP,DOWN_1AK   ; INC P1 BATAS ATAS BELAKANG KOMA
JNB     TBUP,$
INC     BA_K
MOV     A,#10
CJNE   A,BA_K,TAMPIL5
MOV     BA_K,#0
MOV     A,#0
CALL    TAMPIL
JMP     SET_UPIAK

TAMPIL5:
MOV     A,BA_K
ADD     A,#030H
CALL    LCDDAT
JMP     SET_UPIAK

DOWN_1AK:
JB      TBDOWN,MENU_1BP ; DEC P1 BATAS ATAS BELAKANG KOMA
JNB     TBDOWN,$
MOV     A,BA_K
JZ      SET_UPIAK
DEC     BA_K
MOV     A,BA_K
CALL    TAMPIL
JMP     SET_UPIAK

UP_1BP:
JB      TBMENU,UP_1AK
JNB     TBMENU,$

SET_UPIBP:
MOV     A,#0CAH          ; SET P1 BATAS BAWAH PULUHAN
CALL    LCDINS

UP_1BP:
JB      TBUP,DOWN_1BP
JNB     TBUP,$
INC     BB_P
MOV     A,#10
CJNE   A,BB_P,TAMPIL6
MOV     BB_P,#0
MOV     A,#0
CALL    TAMPIL
JMP     SET_UP1BP

```

Juned

```

AMPIL6:
MOV     A, BB_P
ADD     A, #030H
CALL    LCDDAT
JMP     SET_UP1BP

OWN_1BP:
JB      TBDOWN, MENU_1BS
JNB     TBDOWN, $
MOV     A, BB_P
JZ      SET_UP1BP
DEC     BB_P
MOV     A, BB_P
CALL    TAMPIL
JMP     SET_UP1BP

MENU_1BS:
JB      TBMENU, UP_1BP
JNB     TBMENU, $

SET_UP1BS:
MOV     A, #0CBH           ; SET P1 BATAS BAWAH SATUAN
CALL    LCDINS

UP_1BS:
JB      TBUP, DOWN_1BS    ; INC P1 BATAS BAWAH SATUAN
JNB     TBUP, $
INC     BB_S
MOV     A, #10
CJNE   A, BB_S, TAMPIL7
MOV     BB_S, #0
MOV     A, #0
CALL    TAMPIL
JMP     SET_UP1BS

AMPIL7:
MOV     A, BB_S
ADD     A, #030H
CALL    LCDDAT
JMP     SET_UP1BS

OWN_1BS:
JB      TBDOWN, MENU_1BK ; DEC P1 BATAS BAWAH SATUAN
JNB     TBDOWN, $
MOV     A, BB_S
JZ      SET_UP1BS
DEC     BB_S
MOV     A, BB_S
CALL    TAMPIL
JMP     SET_UP1BS

MENU_1BK:
JB      TBMENU, UP_1BS
JNB     TBMENU, $

SET_UP1BK:
MOV     A, #0CDH           ; SET P1 BATAS BAWAH BELAKANG KOMA
CALL    LCDINS

P_1BK:
JB      TBUP, DOWN_1BK    ; INC P1 BATAS BAWAH BELAKANG KOMA
JNB     TBUP, $
INC     BB_K
MOV     A, #10
CJNE   A, BB_K, TAMPIL8
MOV     BB_K, #0
MOV     A, #0
CALL    TAMPIL
JMP     SET_UP1BK

```


Juned

```
AMPIL8:
MOV     A, BB_K
ADD     A, #030H
CALL   LCDDAT
JMP     SET_UP1BK

DOWN_1BK:
JB      TBDOWN, SET1_END ; DEC P1 BATAS BAWAH BELAKANG KOMA
JNB     TBDOWN, $
MOV     A, BB_K
JZ      SET_UP1BK
DEC     BB_K
MOV     A, BB_K
CALL   TAMPIL
JMP     SET_UP1BK

ET1_END:
JB      TBMENU, UP_1BK
JNB     TBMENU, $
MOV     A, #DISPON
CALL   LCDINS
MOV     A, #DISPCLR
CALL   LCDINS
RET

=====
ST_BATASAN:
MOV     BA_P, #0
MOV     BA_S, #0
MOV     BA_K, #0
MOV     BB_P, #0
MOV     BB_S, #0
MOV     BB_K, #0
RET

ST_P1:
MOV     BA1_P, #0
MOV     BA1_S, #0
MOV     BA1_K, #0
MOV     BB1_P, #0
MOV     BB1_S, #0
MOV     BB1_K, #0
MOV     M1, #0
RET

ST_P2:
MOV     BA2_P, #0
MOV     BA2_S, #0
MOV     BA2_K, #0
MOV     BB2_P, #0
MOV     BB2_S, #0
MOV     BB2_K, #0
MOV     M2, #0
RET

ST_P3:
MOV     BA3_P, #0
MOV     BA3_S, #0
MOV     BA3_K, #0
MOV     BB3_P, #0
MOV     BB3_S, #0
MOV     BB3_K, #0
MOV     M3, #0
RET

ST_P4:
MOV     BA4_P, #0
MOV     BA4_S, #0
MOV     BA4_K, #0
```

Juned

```
MOV    BB4_P,#0
MOV    BB4_S,#0
MOV    BB4_K,#0
MOV    M4,#0
RET
```

```
;=====
DISPLON_0:
CALL   DISPLON
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#TEXT_3
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#TEXT_4
CALL   LCDSTRING
CALL   KRSR
RET
```

```
KRSR:
MOV    A,#00001101B
CALL   LCDINS
RET
```

```
DISPLON:
MOV    A,#DISPON
CALL   LCDINS
RET
```

```
MPIL:
ADD    A,#030H
CALL   LCDDAT
RET
```

=====PROSEDUR INISIALISASI LCD
INITLCD:

```
MOV    A,#DISPCLR
CALL   LCDINS
CALL   DELAY
MOV    A,#FUNCSET
CALL   LCDINS
CALL   DELAY
MOV    A,#DISPON
CALL   LCDINS
CALL   DELAY
MOV    A,#ENTRMOD
CALL   LCDINS
CALL   DELAY
MOV    A,#DISPCLR
CALL   LCDINS
CALL   DELA.2
RET
```

```
;=====
; ALL_RESET
;=====
ALL_RESET:
CALL   RST_BATASAN
CALL   RST_P1
CALL   RST_P2
CALL   RST_P3
CALL   RST_P4
MOV    PIL,#0
SETB   TBUP
SETB   TBDOWN
SETB   TBMENU
```

Juned

```
CLR    SELA
CLR    SELB
CLR    SELC
SETB   BUZZ
RET
```

```
;=====
; DAFTAR IKLAN
;=====
```

IKLAN:

```
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#ABOUT_1
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#ABOUT_2
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#03
CALL   DELAY3
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#ABOUT_3
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#ABOUT_4
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#03
CALL   DELAY3
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#ABOUT_5
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#ABOUT_6
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#03
CALL   DELAY3
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#ABOUT_7
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#ABOUT_8
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#03
CALL   DELAY3
MOV    A,#DISPCLR
CALL   LCDINS
RET
```

```
=====
_P1:
```

```
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_1
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_2
CALL   LCDSTRING
RET
```

```
_P2:
```

```
MOV    A,#080H
```

```
CALL    LCDINS
MOV     DPTR,#Out_3
CALL    LCDSTRING
MOV     A,#0C0H
CALL    LCDINS
MOV     DPTR,#Out_4
CALL    LCDSTRING
RET
```

```
ut_P3:  MOV     A,#080H
        CALL    LCDINS
        MOV     DPTR,#Out_5
        CALL    LCDSTRING
        MOV     A,#0C0H
        CALL    LCDINS
        MOV     DPTR,#Out_6
        CALL    LCDSTRING
        RET
```

```
ut_P4:  MOV     A,#080H
        CALL    LCDINS
        MOV     DPTR,#Out_7
        CALL    LCDSTRING
        MOV     A,#0C0H
        CALL    LCDINS
        MOV     DPTR,#Out_8
        CALL    LCDSTRING
        RET
```

```
EXT_1_2: MOV     A,#080H
        CALL    LCDINS
        MOV     DPTR,#TEXT_1
        CALL    LCDSTRING
        MOV     A,#0C0H
        CALL    LCDINS
        MOV     DPTR,#TEXT_2
        CALL    LCDSTRING
        RET
```

```
EXT_5_6: MOV     A,#080H
        CALL    LCDINS
        MOV     DPTR,#TEXT_5
        CALL    LCDSTRING
        MOV     A,#0C0H
        CALL    LCDINS
        MOV     DPTR,#TEXT_6
        CALL    LCDSTRING
        RET
```

```
ABOUT_9_10: MOV     A,#080H
        CALL    LCDINS
        MOV     DPTR,#ABOUT_9
        CALL    LCDSTRING
        MOV     A,#0C0H
        CALL    LCDINS
        MOV     DPTR,#ABOUT_10
        CALL    LCDSTRING
        RET
```

```
ut_S1:  MOV     A,#080H
        CALL    LCDINS
```

Juned

```
MOV    DPTR,#Out_A
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_B
CALL   LCDSTRING
RET
```

```
Out_s2:
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_C
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_D
CALL   LCDSTRING
RET
```

```
Out_s3:
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_E
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_F
CALL   LCDSTRING
RET
```

```
Out_s4:
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_G
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_H
CALL   LCDSTRING
RET
```

```
IS_STP1:
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_I
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_J
CALL   LCDSTRING
RET
```

```
S_STP2:
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_K
CALL   LCDSTRING
MOV    A,#0C0H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_L
CALL   LCDSTRING
RET
```

```
_STP3:
MOV    A,#080H
CALL   LCDINS
MOV    DPTR,#Out_M
```

```
CALL LCDSTRING
MOV A,#0C0H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#Out_N
CALL LCDSTRING
RET
```

```
S_STP4:
MOV A,#080H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#Out_O
CALL LCDSTRING
MOV A,#0C0H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#Out_P
CALL LCDSTRING
RET
```

```
S_STP5:
MOV A,#080H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#Out_Q
CALL LCDSTRING
MOV A,#0C0H
CALL LCDINS
MOV DPTR,#Out_R
CALL LCDSTRING
RET
```

=====
EXT SECTION
=====

```
OUT_1 : DB ' NURSE CALL DGN ',0
OUT_2 : DB 'DETEKSI SUHU TBH',0
OUT_3 : DB ' 4 PASIEN DI ',0
OUT_4 : DB ' RUANG ICU ',0
OUT_5 : DB ' Eko Lufi.S ',0
OUT_6 : DB ' NIM:03.52.016 ',0
OUT_7 : DB 'DOSEN PEMBIMBING',0
OUT_8 : DB 'Bambang Prio, ST',0
OUT_9 : DB 'SET>>U STOP>>D',0
OUT_10 : DB ' LIHAT>>M',0
T_1 : DB 'SILAHKAN SETING ',0
T_2 : DB 'NO.Pasien: 0 ',0
T_3 : DB 'Bts Panas:00,0 C',0
T_4 : DB 'Bts Dgin :00,0 C',0
T_5 : DB 'STOP MONITORING ',0
T_6 : DB 'NO.Pasien: 0 ',0
-1 : DB ' Segera Periksa ',0
-2 : DB ' Pasien 1 ',0
-3 : DB ' Segera Periksa ',0
-4 : DB ' Pasien 2 ',0
-5 : DB ' Segera Periksa ',0
-6 : DB ' Pasien 3 ',0
-7 : DB ' Segera Periksa ',0
-8 : DB ' Pasien 4 ',0
A : DB ' Simpan SET 1? ',0
B : DB 'Ya >>M Tidak >>D',0
C : DB ' Simpan SET 2? ',0
D : DB 'Ya >>M Tidak >>D',0
E : DB ' Simpan SET 3? ',0
F : DB 'Ya >>M Tidak >>D',0
G : DB ' Simpan SET 4? ',0
H : DB 'Ya >>M Tidak >>D',0
```

Juned

```
ut_I : DB ' Stop SET 1? ',0
ut_J : DB 'Ya >>M Tidak >>D',0
ut_K : DP ' Stop SET 2? ',0
ut_L : DB 'Ya >>M Tidak >>D',0
ut_M : DB ' Stop SET 3? ',0
ut_N : DB 'Ya >>M Tidak >>D',0
ut_O : DB ' Stop SET 4? ',0
ut_P : DB 'Ya >>M Tidak >>D',0

ut_Q : DB ' Tidak Ada Set! ',0
ut_R : DB 'Untuk Keluar >>M',0
```

ND



LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Eko Lufi Susanto

NIM : 0352016

Waktu Bimbingan :

Judul : Perencanaan dan Pembuatan *Nurse Call* Berbasis
Microcontroller AT89S51

No	Tanggal	Materi	Paraf
1		BAB I	
2		BAB II	
3		BAB III	
4		BAB IV Revisi	
5		Buat Photo	
6		BAB V Kesimpulan Revisi	
7		Abstrak Dibetulkan	
8		ACC Maju	

Dosen Pembimbing

Bpk. Ir. Bambang Prio. H, MT

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**Perencanaan dan Pembuatan *Nurse Call*
Berbasis Mikrocontroller
AT89S51**

Disusun Oleh :

Nama : Eko Lufi Susanto

NIM : 03.52.016

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro D-III

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing

(Ir. Choirul Saleh, MT)

NIP.Y : 1018800190

(Bambang Priyo H, ST, MT)

NIP.Y : 10187001651

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

September 2007

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**Perencanaan dan Pembuatan *Nurse Call*
Berbasis Mikrocontroller
AT89S51**

Disusun Oleh :

Nama : Eko Lufi Susanto

NIM : 03.52.016

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro D-III

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing

(Ir. Choirul Saleh, MT)

NIP.Y : 1018800190

(Bambang Priyo H, ST, MT)

NIP.Y : 10187001651

**KONSENTRASI ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
September 2007**

LM35

Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

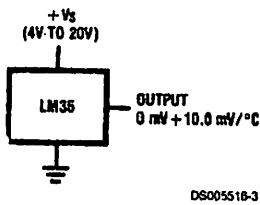
The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^\circ\text{C}$ at room temperature and $\pm 3/4^\circ\text{C}$ over a full -55 to $+150^\circ\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only $60\ \mu\text{A}$ from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^\circ\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^\circ\text{C}$ range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available pack-

aged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

Features

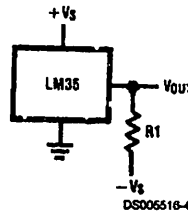
- Calibrated directly in $^\circ\text{Celsius}$ (Centigrade)
- Linear $+ 10.0\ \text{mV}/^\circ\text{C}$ scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at $+25^\circ\text{C}$)
- Rated for full -55° to $+150^\circ\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than $60\ \mu\text{A}$ current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^\circ\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\ \Omega$ for $1\ \text{mA}$ load

Typical Applications



DS005516-3

FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor ($+2^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$)

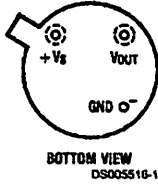


Choose $R_1 = -V_S/50\ \mu\text{A}$
 $V_{\text{OUT}} = +1,500\ \text{mV}$ at $+150^\circ\text{C}$
 $= +250\ \text{mV}$ at $+25^\circ\text{C}$
 $= -550\ \text{mV}$ at -55°C

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

Connection Diagrams

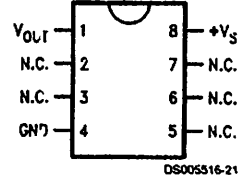
**TO-46
Metal Can Package***



*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or LM35DH
See NS Package Number H03H

**SO-8
Small Outline Molded Package**



N.C. = No Connection

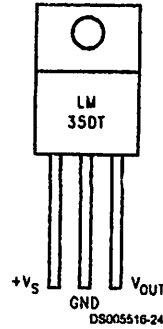
Top View
Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

**TO-92
Plastic Package**



Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

**TO-220
Plastic Package***



*Tab is connected to the negative pin (GND).

Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

Order Number LM35DT
See NS Package Number TA03F

Absolute Maximum Ratings (Note 10)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+35V to -0.2V
Output Voltage	+6V to -1.0V
Output Current	10 mA
Storage Temp.:	
TO-46 Package,	-60°C to +180°C
TO-92 Package,	-60°C to +150°C
SO-8 Package,	-65°C to +150°C
TO-220 Package,	-65°C to +150°C
Lead Temp.:	
TO-46 Package,	
(Soldering, 10 seconds)	300°C

TO-92 and TO-220 Package, (Soldering, 10 seconds)	260°C
SO Package (Note 12)	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C
ESD Susceptibility (Note 11)	2500V
Specified Operating Temperature Range: T_{MIN} to T_{MAX} (Note 2)	
LM35, LM35A	-55°C to +150°C
LM35C, LM35CA	-40°C to +110°C
LM35D	0°C to +100°C

Electrical Characteristics

Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_A = -10^\circ\text{C}$ $T_A = T_{MAX}$ $T_A = T_{MIN}$	± 0.2 ± 0.3 ± 0.4 ± 0.4	± 0.5 ± 1.0 ± 1.0		± 0.2 ± 0.3 ± 0.4 ± 0.4	± 0.5 ± 1.0 ± 1.5	± 1.0 ± 1.0 ± 1.5	°C °C °C °C
Nonlinearity (Note 8)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	°C
Offset Gain (Average Slope)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	+10.0	+9.9, +10.1		+10.0		+9.9, +10.1	mV/°C
Load Regulation (Note 3) $I_L \leq 1$ mA	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.4 ± 0.5	± 1.0	± 3.0	± 0.4 ± 0.5	± 1.0	± 3.0	mV/mA mV/rA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$ $4V \leq V_S \leq 30V$	± 0.01 ± 0.02	± 0.05	± 0.1	± 0.01 ± 0.02	± 0.05	± 0.1	mV/V mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5V, +25^\circ\text{C}$ $V_S = +5V$ $V_S = +30V, +25^\circ\text{C}$ $V_S = +30V$	56 105 56.2 105.5	67 68	131 133	56 91 56.2 91.5	67 68	114 116	μA μA μA μA
Range of Quiescent Current (Note 3)	$4V \leq V_S \leq 30V, +25^\circ\text{C}$ $4V \leq V_S \leq 30V$	0.2 0.5	1.0	2.0	0.2 0.5	1.0	2.0	μA μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		+0.39		+0.5	+0.39		+0.5	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Maximum Temperature Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C
Long Term Stability	$T_J = T_{MAX}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			°C

Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		$^\circ\text{C}$
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.5			± 0.5		± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	± 0.8	± 1.5		± 0.8		± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	± 0.8		± 1.5	± 0.8		± 2.0	$^\circ\text{C}$
Accuracy, LM35D (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$				± 0.6	± 1.5		$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				± 0.9		± 2.0	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$				± 0.9		± 2.0	$^\circ\text{C}$
Nonlinearity (Note 8)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.3		± 0.5	± 0.2		± 0.5	$^\circ\text{C}$
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	+10.0	+9.8, +10.2		+10.0		+9.8, +10.2	mV/ $^\circ\text{C}$
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1$ mA	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 2.0		± 0.4	± 2.0		mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.5		± 5.0	± 0.5		± 5.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.1		± 0.01	± 0.1		mV/V
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	± 0.02		± 0.2	± 0.02		± 0.2	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56	80		56	80		μA
	$V_S = +5\text{V}$	105		156	91		138	μA
	$V_S = +30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56.2	82		56.2	82		μA
	$V_S = +30\text{V}$	105.5		161	91.5		141	μA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	0.2	2.0		0.2	2.0		μA
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	0.5		3.0	0.5		3.0	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		+0.39		+0.7	+0.39		+0.7	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of <i>Figure 1</i> , $I_L = 0$	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	$^\circ\text{C}$
Long Term Stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			$^\circ\text{C}$

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply: $-55^\circ\text{C} \leq T_J \leq +150^\circ\text{C}$ for the LM35 and LM35A; $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq +110^\circ\text{C}$ for the LM35C and LM35CA; and $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100^\circ\text{C}$ for the LM35D. $V_S = +5\text{Vdc}$ and $I_{\text{LOAD}} = 50 \mu\text{A}$, in the circuit of *Figure 2*. These specifications also apply from $+2^\circ\text{C}$ to T_{MAX} in the circuit of *Figure 1*. Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is 400°C/W , junction to ambient, and 24°C/W junction to case. Thermal resistance of the TO-92 package is 180°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the small outline molded package is 220°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package is 90°C/W junction to ambient. For additional thermal resistance information see table in the Applications section.

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

Note 4: Tested Limits are guaranteed and 100% tested in production.

Note 5: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 6: Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ times the device's case temperature, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in $^\circ\text{C}$).

Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the device's rated temperature range.

Note 9: Quiescent current is defined in the circuit of *Figure 1*.

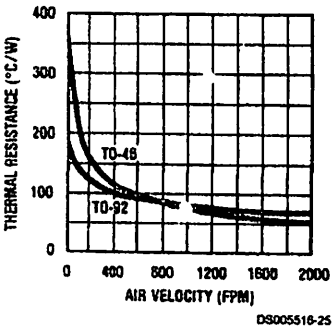
Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

Note 11: Human body model, 100 pF discharged through a $1.5 \text{ k}\Omega$ resistor.

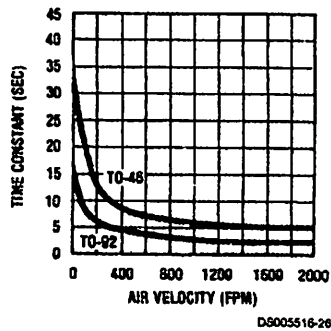
Note 12: See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" or the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of soldering surface mount devices.

Typical Performance Characteristics

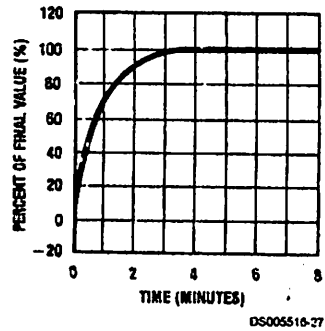
Thermal Resistance Junction to Air



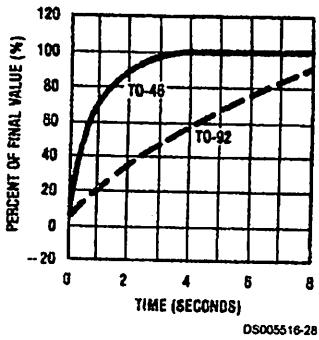
Thermal Time Constant



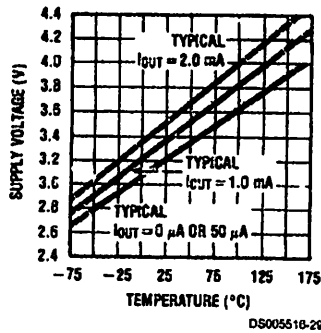
Thermal Response in Still Air



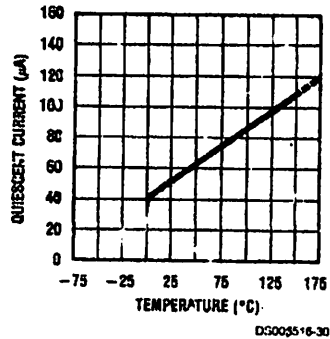
Thermal Response in Stirred Oil Bath



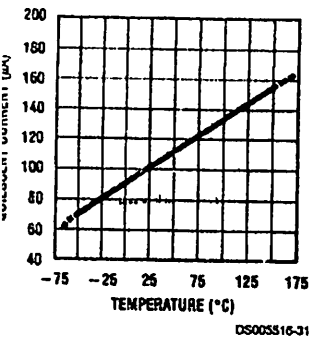
Minimum Supply Voltage vs. Temperature



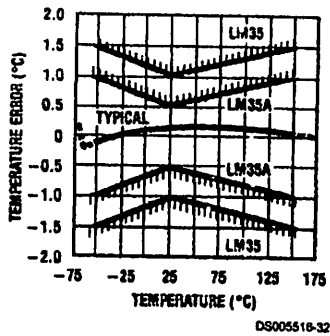
Quiescent Current vs. Temperature (In Circuit of Figure 1.)



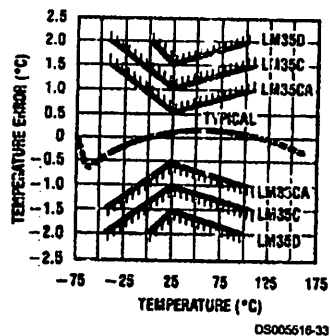
Quiescent Current vs. Temperature (Circuit of Figure 2.)



Accuracy vs. Temperature (Guaranteed)

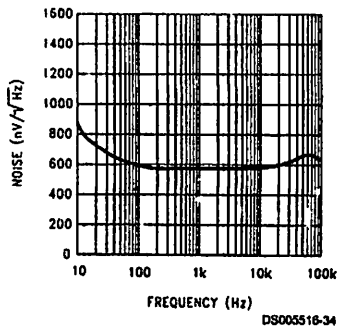


Accuracy vs. Temperature (Guaranteed)

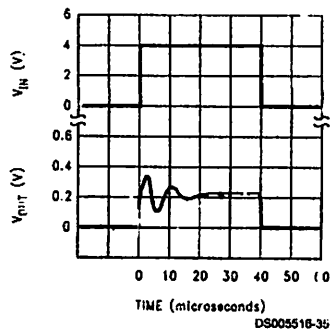


Typical Performance Characteristics (Continued)

Noise Voltage



Start-Up Response



Applications

The LM35 can be applied easily in the same way as other integrated-circuit temperature sensors. It can be glued or cemented to a surface and its temperature will be within about 0.01°C of the surface temperature.

This presumes that the ambient air temperature is almost the same as the surface temperature; if the air temperature were much higher or lower than the surface temperature, the actual temperature of the LM35 die would be at an intermediate temperature between the surface temperature and the air temperature. This is especially true for the TO-92 plastic package, where the copper leads are the principal thermal path to carry heat into the device, so its temperature might be closer to the air temperature than to the surface temperature.

To minimize this problem, be sure that the wiring to the LM35, as it leaves the device, is held at the same temperature as the surface of interest. The easiest way to do this is to cover up these wires with a bead of epoxy which will insure that the leads and wires are all at the same temperature as the surface, and that the LM35 die's temperature will not be affected by the air temperature.

The TO-46 metal package can also be soldered to a metal surface or pipe without damage. Of course, in that case the V- terminal of the circuit will be grounded to that metal. Alternatively, the LM35 can be mounted inside a sealed-end metal tube, and can then be dipped into a bath or screwed into a threaded hole in a tank. As with any IC, the LM35 and accompanying wiring and circuits must be kept insulated and dry, to avoid leakage and corrosion. This is especially true if the circuit may operate at cold temperatures where condensation can occur. Printed-circuit coatings and varnishes such as Humiseal and epoxy paints or dips are often used to insure that moisture cannot corrode the LM35 or its connections.

These devices are sometimes soldered to a small light-weight heat fin, to decrease the thermal time constant and speed up the response in slowly-moving air. On the other hand, a small thermal mass may be added to the sensor, to give the steadyest reading despite small deviations in the air temperature.

Temperature Rise of LM35 Due To Self-heating (Thermal Resistance, θ_{JA})

	TO-46, no heat sink	TO-46*, small heat fin	TO-92, no heat sink	TO-92**, small heat fin	SO-8 no heat sink	SO-8**, small heat fin	TO-220 no heat sink
Still air	400°C/W	100°C/W	180°C/W	140°C/W	220°C/W	110°C/W	90°C/W
Moving air	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W	105°C/W	30°C/W	26°C/W
Still oil	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W			
Stirred oil	50°C/W	30°C/W	45°C/W	40°C/W			
(Clamped to metal, Infinite heat sink)		(24°C/W)			(55°C/W)		

*Wakefield type 201, or 1" disc of 0.020" sheet brass, soldered to case, or similar.

**TO-92 and SO-8 packages glued and leads soldered to 1" square of 1/16" printed circuit board with 2 oz. foil or similar.

Typical Applications (Continued)

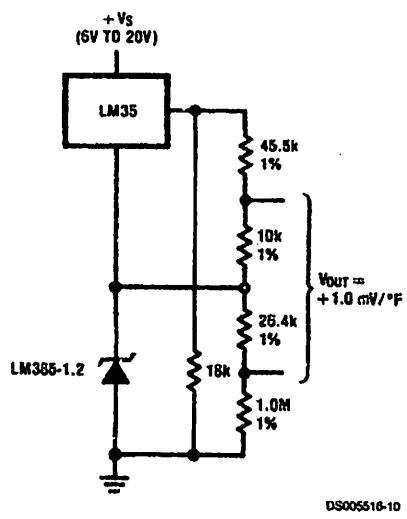


FIGURE 10. Fahrenheit Thermometer

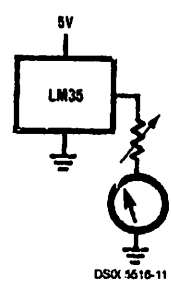


FIGURE 11. Centigrade Thermometer (Analog Meter)

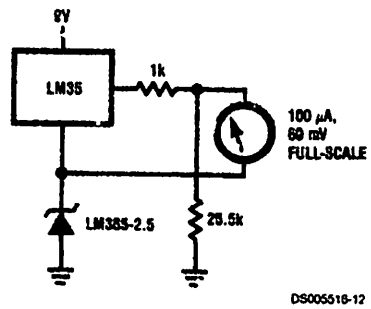


FIGURE 12. Fahrenheit Thermometer, Expanded Scale Thermometer (50° to 80° Fahrenheit, for Example Shown)

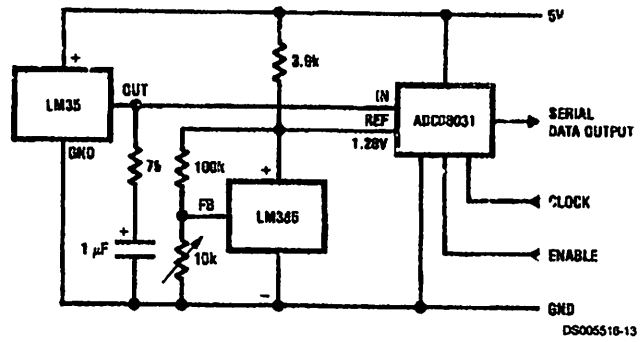


FIGURE 13. Temperature To Digital Converter (Serial Output) (+128°C Full Scale)

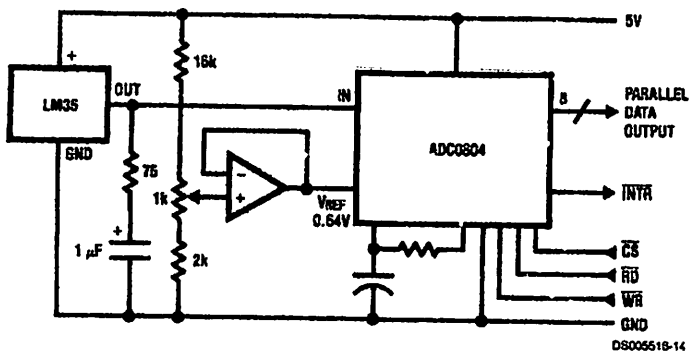
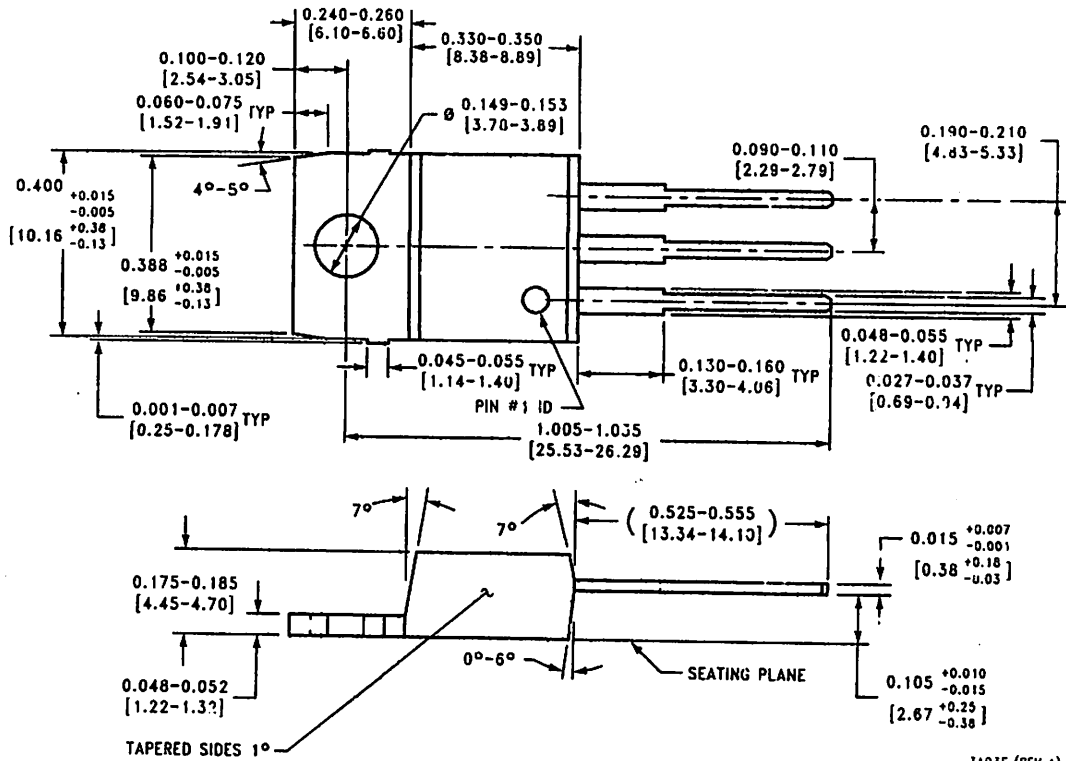


FIGURE 14. Temperature To Digital Converter (Parallel TRI-STATE™ Outputs for Standard Data Bus to μP Interface) (128°C Full Scale)

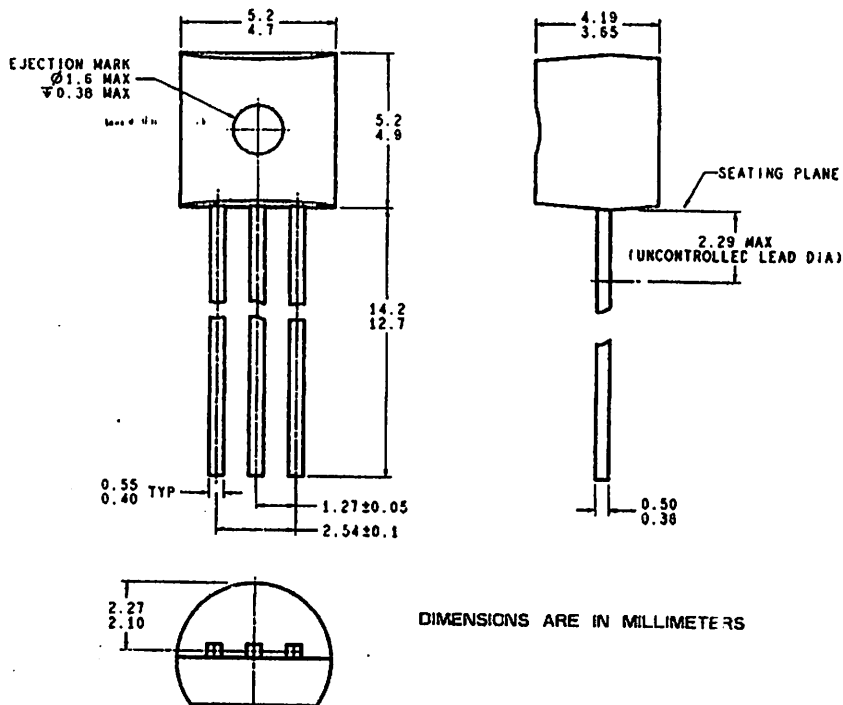
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Power Package TO-220 (T)
Order Number LM35DT
NS Package Number TA03F

TA03F (REV A)

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

203A (Rev. 01)

TO-92 Plastic Package (Z)
Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
NS Package Number Z03A

THE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL MANAGER OF NATIONAL 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 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 to the user.

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

National Semiconductor Corporation
 Americas
 Tel: 1-800-272-9959
 Fax: 1-800-737-7018
 Email: support@nsc.com
 www.national.com

National Semiconductor Europe
 Fax: +49 (0) 180-530 85 88
 Email: europe.support@nsc.com
 Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 8208
 English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
 Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
 Tel: 65-2544466
 Fax: 65-2504466
 Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
 Tel: 81-3-5639-7560
 Fax: 81-3-5639-7507

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

Dot Matrix Liquid Crystal Display Modules

CHARACTER TYPE

• FEATURES :

- Slim, light weight and low power consumption
- High contrast and wide viewing angle
- Built-in controller for easy interfacing
- LCD modules with built-in EL or LED backlight



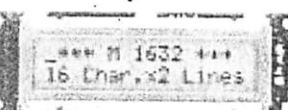
M1641



L1642



L1614



M1632



L1652



L2012

• SPECIFICATIONS :

	Standard products			Products of optional specification			
Character Format (character x line)	16 x 1	16 x 2	16 x 2	16 x 2	16 x 4	20 x 2	
Model	M1641	M1632	L1642	L1652	L1614	L2012	
Backlight	M16410AS	M16320AS	L164200J000S	L165200J200S	L161400J000S	L201200J000S	
Backlight (wide temp)	M16419DWS	M16329DWS	L164221J000S	L165221J200S	L161421J000S	L201221J000S	
Backlight (wide temp)	M16417DYS	M16327DYS	L1642B1J000S	L1652B1J200S	L1614B1J000S	L2012B1J000S	
Backlight (wide temp)	M16410CS	M16320CS	L164200L000S	L165200L200S	L161400L000S	L201200L000S	
Backlight (wide temp)	M16417JYS	M16327JYS	L1642B1L000S	L1652B1L200S	L1614B1L000S	L2012B1L000S	
Character font	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	
Module	Reflective	80.0 x 36.0 x 11.3	85.0 x 30.0 x 10.1	80.0 x 36.0 x 11.3	122.0 x 44.0 x 11.3	87.0 x 60.0 x 11.6	116.0 x 37.0 x 11.3
Module	EL backlight	80.0 x 36.0 x 11.3	85.0 x 30.0 x 10.1	80.0 x 36.0 x 11.3	122.0 x 44.0 x 11.3	87.0 x 60.0 x 11.6	116.0 x 37.0 x 11.3
Module	LED backlight	80.0 x 36.0 x 15.8	80.0 x 30.0 x 15.8	80.0 x 36.0 x 15.8	122.0 x 44.0 x 15.8	87.0 x 60.0 x 15.8	116.0 x 37.0 x 15.8
Module	Viewing area (HxV) mm	64.5 x 13.8	62.0 x 16.0	64.5 x 13.8	99.0 x 24.0	61.8 x 25.2	33.0 x 18.6
Module	Character size (HxV) mm *1	3.07 x 5.73	2.78 x 4.27	2.95 x 3.80	4.84 x 8.06	2.95 x 4.15	3.20 x 4.85
Module	Character size (HxV) mm	0.55 x 0.75	0.50 x 0.55	0.50 x 0.55	0.92 x 1.10	0.55 x 0.55	0.50 x 0.65
Module	Supply voltage (VDD-VSS) V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V
Module	Current consumption (IDD)	1.5	2.0	1.6	2.0	2.7	2.0
Module	Current consumption (ILC) *4	0.2	0.2	0.3	0.4	1.1	0.4
Module	Driving method (duty)	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
Module	IC LSI	KS0066 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent
Module	Operating temperature (°C)	normal temp. 0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50
Module	Operating temperature (°C)	wide temp. *2 -20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70
Module	Operating temperature (°C)	normal temp. -20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60
Module	Operating temperature (°C)	wide temp. -30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80
Module	Thickness (mm)	Reflective 25	25	25	50	50	40
Module	Thickness (mm)	EL backlight 30	30	30	55	55	45
Module	Thickness (mm)	LED backlight 35	40	35	65	65	60
Module	Model	5S	5S	5S	5C	5A	5A
Module	Power supply (V)	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
Module	Current consumption (mA) *3	10	10	10	35	45	45
Module	Forward current consumption (mA)	100	112	100	240	200	154
Module	Forward input voltage (V, typ.)	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1

H : Horizontal V : Vertical T : Thickness (max)

*1 External temperature compensation

*2 Including EL backlight

*3 Based on normal temperature range

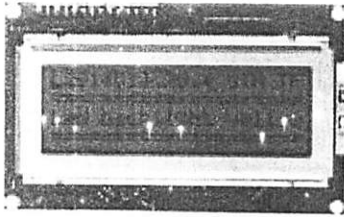
*4 For policy is one of continues improvements we reserve the right to change the specifications for the products in the catalogue without notice.



L2022



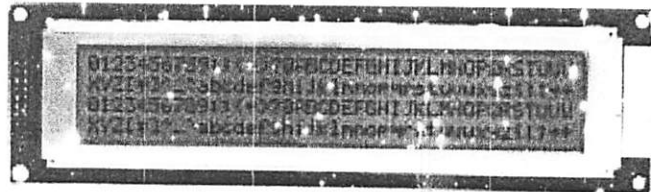
L2432



L2014



L4042



M4024

• SPECIFICATIONS :

Character Format (character x line)		Standard products			Products of optional specification	
Model		20 x 2	20 x 4	24 x 2	40 x 2	40 x 4
Model		L2022	L2014	L2432?	L4042	M4024
Reflective		-	L2014C0J000S	L243200J000S	L404200J000S	M40240AS
EL backlight		-	L201421J000S	L243221J000S	L404221J000S	M40249DWS
LED backlight		-	L2014B1J000S	L2432B1J000S	L4042B1J000S	M40247DYS
Reflective (wide temp)		L202200P000S	L201400L000S	L243200L000S	L404200L000S	M40240CS
LED backlight (wide temp)		L2022B1P000S	L2014B1L000S	L2432B1L000S	L4042B1L000S	M40247JYS
Character font		5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor
Module size (HxVxT) mm	Reflective	180.0 x 40.0 x 10.5	98.0 x 60.0 x 11.6	118.0 x 36.0 x 11.3	182.0 x 33.5 x 11.3	190.0 x 54.0 x 10.1
	EL backlight	180.0 x 40.0 x 10.5	98.0 x 60.0 x 11.6	118.0 x 36.0 x 11.3	182.0 x 33.5 x 11.3	190.0 x 54.0 x 10.1
	LED backlight	180.0 x 40.0 x 14.8	98.0 x 60.0 x 15.8	118.0 x 36.0 x 15.8	182.0 x 33.5 x 16.3	190.0 x 54.0 x 16.3
Viewing area (HxV) mm		149.0 x 23.0	76.0 x 25.2	94.5 x 17.8	154.4 x 15.8	147.0 x 29.5
Character size (HxV) mm *1		6.00 x 9.66	2.95 x 4.15	3.20 x 4.85	3.20 x 4.85	2.78 x 4.27
Dot size (HxV) mm		1.12 x 1.12	0.55 x 0.55	0.60 x 0.65	0.60 x 0.65	0.50 x 0.55
Power supply voltage (VDD-VSS) V		+5 V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V
Current consumption (mA, typ)	IDD	4.2	2.9	2.5	3.0	8.0
	ILC *4	2.6	1.2	0.5	1.0	3.0
Driving method (duty)		1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
Built-in LSI		KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent
Operating temperature (°C)	normal temp.	-	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50
	wide temp. *2	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70
Storage temperature (°C)	normal temp.	-	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60
	wide temp.	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80
Weight (g, typ.)	Reflective	80	55	40	70	90
	EL backlight	-	60	45	75	105
	LED backlight	110	70	60	95	140
Inverters for EL	Module	-	5A	5A	5C	5D
	Power supply (V)	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
	current consumption (mA) *3	-	45	45	25	80
LED backlight	Forward current consumption (mA)	320	240	150	260	480
	Forward input voltage (V, typ.)	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1

*1 : Excluding cursor

*2 : With external temperature compensation

*3 : Including EL backlight

*4 : Based on normal temperature range

H : Horizontal

V : Vertical

T : Thickness (max)

Dot Matrix Liquid Crystal Display Modules

GRAPHIC TYPE

• FEATURES :

- Wide viewing angle and high contrast
- Full dot configuration fits any application
- Slim, light weight and low power consumption
- Available in STN and FSTN

• SPECIFICATIONS :

Format (HxV,dot)		97 x 32	128 x 32	128 x 64	128 x 64
Model		Y97031	G1213	G1216	G1226
Display type (mode)	Reflective	built-in RAM	-	-	-
	Reflective wide temp.	built-in RAM	-	-	-
	LED backlight	built-in RAM	G121300N000S	G121600N000S	-
	LED backlight wide temp.	built-in RAM	-	-	G122681N000S
Display type (W mode)	Transmissive with CFL backlight	built-in controller	-	-	-
	Transflective	built-in RAM	Y97031LF80W	-	-
Module size (V x T)	Reflective (no backlight)	47,5 x 65,4 x 2,1	75,0 x 41,5 x 6,8	75,0 x 52,7 x 6,8	-
	LED backlight	-	75,0 x 41,5 x 8,9	75,0 x 52,7 x 8,9	93,0 x 70,0 x 11,4
	CFL backlight	-	-	-	-
Module area (HxV) mm		43,5 x 23,9	60,0 x 21,3	60,0 x 32,5	70,7 x 39,8
Module size (H x V) mm		0,35 x 0,48	0,40 x 0,48	0,40 x 0,40	0,44 x 0,44
Pitch (H x V) mm		0,39 x 0,52	0,43 x 0,51	0,43 x 0,43	0,48 x 0,48
Operating supply voltage (V)	(VDD - VSS)	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0
	(VLC - VSS)	-	-8,0	-8,1	-8,2
Operating current consumption (typ.)	IDD	0,10	2,0	2,0	3,0
	IDD (built-in controller)	-	-	-	-
Operating current consumption (typ.)		-	1,8	1,8	2,0
Driving method (duty)		1/33	1/64	1/64	1/64
Built-in LSI	Driver	SED1530 or equivalent	HD61202 HD61203 or equivalent	HD61202 HD61203 or equivalent	KS0107 KS0108 or equivalent
	Controller	-	-	-	-
Operating temperature range (°C)		-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	0 to +50
Storage temperature range (°C)		-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-20 to +60
Viewing angle (typ.)	Reflective (Transflective no backlight)	10	23	35	-
	LED backlight	-	35	45	72
	CFL backlight	-	-	-	-
Backlight	Forward current consumption (mA)	-	40	90	125
	Forward input voltage (V, typ.)	-	3,8	4,1	4,1
Operating current for CFL	Mode	-	-	-	-
	Power supply voltage (V)	-	-	-	-
Current consumption (µA, typ.)		-	-	-	-
Built-in DC/DC converter (single power source)					
Use with external temperature compensation circuit					

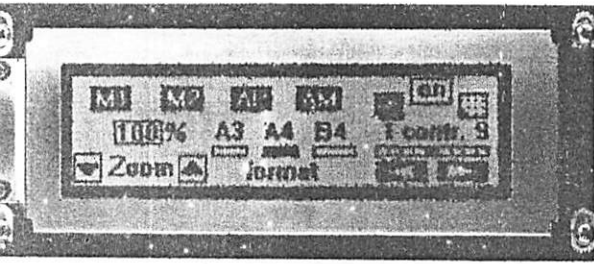
As our policy is one of continuous improvements we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice.

Dot matrix (HxV, dot)			240 x 64	240 x 128	320 x 200	320 x 240	640 x 200
Model			G2448	G242C	G321D	G324E	G649D
STN type (Gray mode)	Reflective	built-in RAM	-	-	-	-	-
	Reflective wide temp.	built-in RAM	-	-	-	-	-
	LED backlight	built-in RAM	-	-	-	-	-
	LED backlight wide temp.	built-in RAM	-	-	-	-	-
STN type (B&W mode)	Transmissive	-	G2448X5R1A0S	G242CX5R1ACS	G321DX5R1A0S	G324EX5R1A0S	G649DX5R1A0S
	with CFL backlight	built-in controller	G2448X5R1ACS	G242CX5R1ACS	G321DX5R1ACS	G324EX5R1ACS	-
Module size (H x V x T) mm	Reflective (no backlight)	-	-	-	-	-	-
	LED backlight	-	-	-	-	-	-
	CFL backlight	191,0 x 79,0 x 15,1	180,0 x 110,0 x 15,1	168,0 x 134,0 x 15,1	166,0 x 134,0 x 15,1	260,0 x 112,0 x 15,7	
Viewing area (HxV) mm			134,0 x 41,0	134,0 x 76,0	128,0 x 110,0	128,0 x 110,0	216,0 x 83,0
Dot size (H x V) mm			0,49 x 0,49	0,47 x 0,47	0,54 x 0,48	0,32 x 0,39	0,50 x 0,36
Dot pitch (H x V) mm			0,53 x 0,53	0,51 x 0,51	0,38 x 0,52	0,38 x 0,43	0,33 x 0,39
Operating supply voltage (V)	(VDD - VSS)	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	
	(VLC - VSS)	*1	*1	-24,0	-24,0	24,0	
	IDD	12	30	8	7,5	11	
Current consumption (mA, typ.)	IDD (built-in controller)	15	40	23	23	-	
	ILC	-	-	6	6,5	9	
Driving method (duty)			1/64	1/128	1/200	1/240	1/200
Built-in LSI	Driver	MSM5298 MSM5299 or equivalent	KS0103 KS0104 or equivalent	MSM5298 MSM5299 or equivalent	HD66204 HD66205 or equivalent	MSM5298 MSM5299 or equivalent	
	Controller	SED1330FB	SED1330FB	SED1330FB	SED1330FB	SED1330FB	
Operating temperature range (°C)			0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50
Storage temperature range (°C)			-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60
Weight (g, typ.)	Reflective (Transmissive no backlight)	-	-	-	-	-	
	LED backlight	-	-	-	-	-	
	CFL backlight	200	280	350	350	420	
LED backlight	Forward current consumption (mA)	-	-	-	-	-	
	Forward input voltage (V, typ.)	-	-	-	-	-	
Driver for CFL	Mode	4800210	4800210	4800210	4800210	4800120	
	Power supply voltage (V)	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+12,0	
	Current consumption (mA, typ.)	250	350	365	355	390	

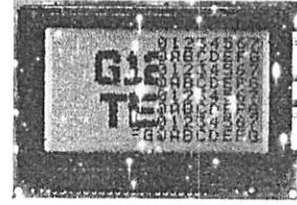
* built-in DC/DC converter (single power source)

* Use with external temperature compensation

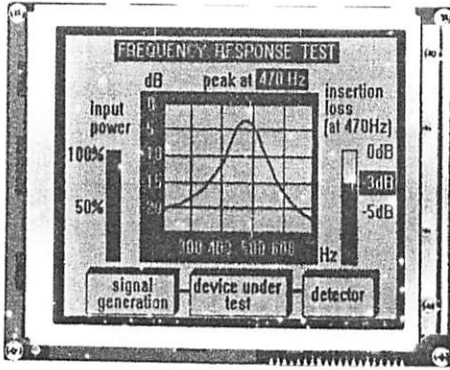
Since our policy is one of continuous improvements, we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice.



G2446



G1226



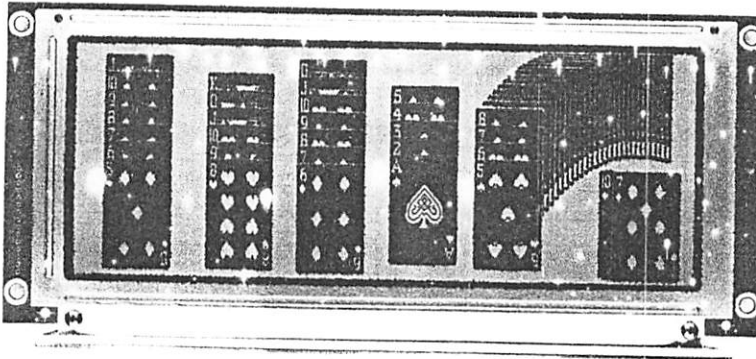
G321D



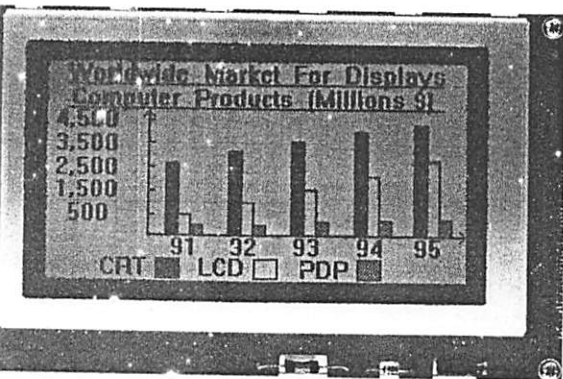
G1216



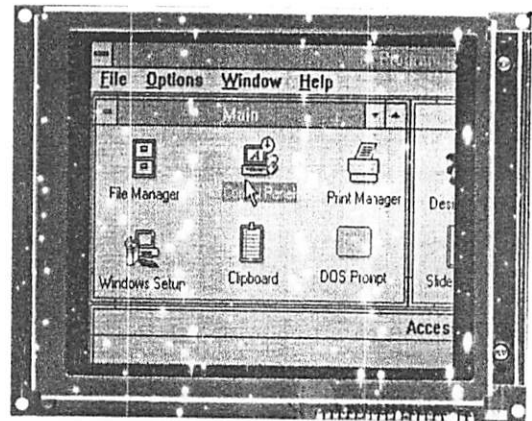
G1213



G649D



G242C



G324E

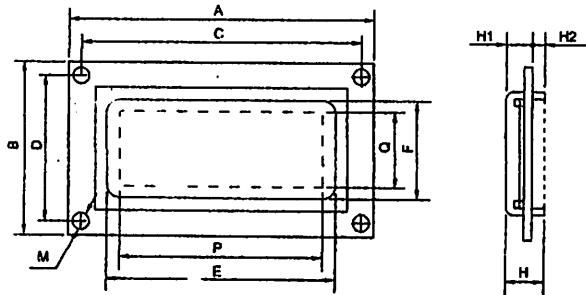
CHECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD MODULE

Company _____ 2. Application _____ 3. Customer Specified Part No. _____

Design

New Modified : Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____
 Equivalent: Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____

CM Dimensions



A x B : Module size _____ x _____ mm
 E x F : Viewing area _____ x _____ mm
 P x Q : Active display area _____ x _____ mm
 C : Length between mounting holes _____ mm
 D : Length between mounting holes _____ mm
 M : Diameter of mounting hole _____ mm
 H : Total thickness _____ mm
 H1 : Upper thickness _____ mm
 H2 : Lower thickness _____ mm

Display Contents

Character type: _____ characters _____ lines
 Character font _____ x _____ dots + cursor
 Character pitch _____ x _____ mm
 Dot pitch _____ x _____ mm
 Dot size _____ x _____ mm
 Graphics (Full dot) type: _____ x _____ dots
 Dot pitch _____ x _____ mm
 Dot size _____ x _____ mm
 Segment type: _____ digits _____ lines
 Others _____

CD Panel

Viewing angle: 6 o'clock 12 o'clock _____ o'clock
 Type: TN FSTN (Black and white)
 STN (Yellow green Gray Blue)
 Chromaticity coordinates
 (_____ ≤ x ≤ _____, _____ ≤ y ≤ _____)
 Positive type Negative type
 Reflective Transflective Transmissive
 Others _____
 Gray scale: Yes _____ gray scale No
 Referential specifications:
 Response time t_{on} _____ ms (_____ °C) t_{off} _____ ms (_____ °C)
 Viewing angle _____ deg. (_____ °C) Contrast _____ (_____ °C)
 Others _____

CD surface finishing:

Normal Anti-glare _____
 Polarizer color: Normal (neutral gray) Red
 Green Blue _____

Driving Method

Multiplexing: 1/ _____ duty, 1/ _____ bias
 Drive frequency: _____ Hz

CD driver: Specified Unspecified

Segment driver _____ (Manufacturer _____)

Common driver _____ (Manufacturer _____)

Controller: Internal External
 Type No. _____ (Manufacturer _____)

U: Internal External

Type No. _____ (Manufacturer _____)

M: Internal External

Type No. /Memory size _____ (Kbit) (Manufacturer _____)

Power Supply

Single power supply: 5V _____ V

Multiple power supplies

For logic: (V_{DD}-V_{SS}) : 5V _____ V

For LC drive: (V_{LC}-V_{SS}) : _____ V

11. Temperature Compensation Circuit

Internal External Unnecessary
 Compensation range: 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C

12. Current Consumption

For logic: typ. _____ mA, max. _____ mA
 For LC drive: typ. _____ mA, max. _____ mA
 Others (_____) : typ. _____ mA, max. _____ mA

13. Contrast Adjustment

Internal External Unnecessary
 Method: Temp. compensation circuit Volume _____

14. Temperature Range

Operating temperature range: 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C
 Storage temperature range: -20°C to 60°C _____ °C to _____ °C

15. Input/Output Terminals

Specifying allocation: Yes No
 Specifying position: Yes No

16. Weight

typ. _____ g, max. _____ g

17. Connector

Internal External Unnecessary
 Type No. _____ (Manufacturer _____)

18. Backlight

Internal External Unnecessary
 EI.: Green White _____
 LED: Yellow green Amber _____
 CFL: White _____
 Incandescent lamp Others _____

Backlight type Edge backlight type

Brightness: _____ cd/m²
 Inverter: Internal External Unnecessary

Power supply voltage _____ V

Current consumption (backlight included) _____ mA

Brightness control: Yes No

19. Others

20. Schedule

Estimate: _____
 Sample: Delivery _____, Quantity: _____ pcs
 Mass production: Target price: _____
 Delivery _____, Total quantity: _____ pcs
 Quantity per month _____ pcs

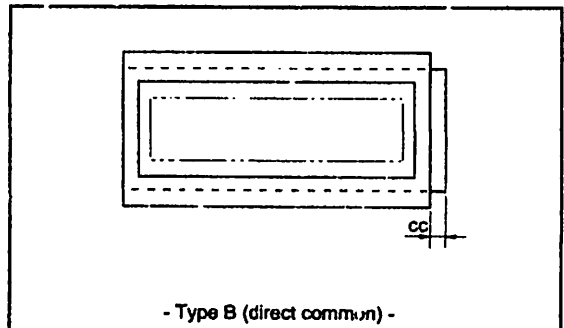
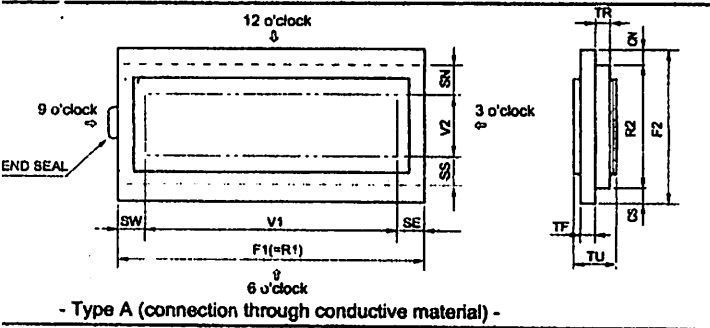
Liquid Crystal Displays

CHECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD

Company _____ 2. Application _____ 3. Customer Specified Part No. _____
 Design _____

New Modified: Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____
 Equivalent: Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____

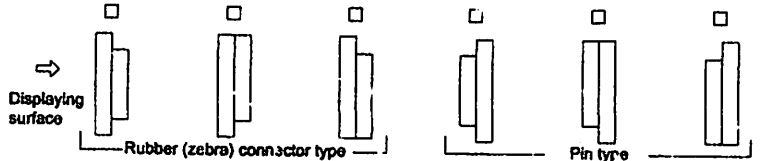
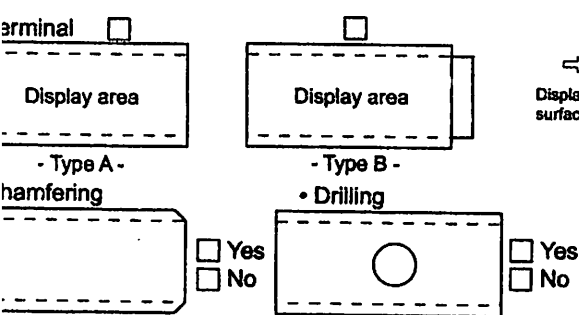
Panel Dimensions



Horizontal length of upper glass _____ mm
 Vertical length of upper glass _____ mm
 Horizontal length of lower glass _____ the same as F1
 Vertical length of lower glass _____ mm
 is generally longer than F2 when terminals are with pin.
 R***: Thickness of glass _____ mm
 Standard type: 1.1 mm or 0.7 mm
 Thickness of LCD _____ mm
 Seal: Right Left Right or Left

V1: Horizontal length of viewing area _____ mm
 V2: Vertical length of viewing area _____ mm
 CN**: Terminal length _____ mm
 CS**: Terminal length _____ mm
 **CN or CS=0 in case of one side terminal type.
 CC: Terminal length _____ mm
 SE, SW, SN, SS: Seal width
 (According to design or manufacturing condition:
 about 2.0 mm to 4.0 mm)

Panel Form



Display Mode

Viewing angle: 6 o'clock 12 o'clock _____ o'clock
 Mode: TN FSTN (Black and white)
 STN: (Yellow green Gray Blue)
 Chromaticity coordinates ($\underline{\hspace{1cm}} \leq x \leq \underline{\hspace{1cm}}$, $\underline{\hspace{1cm}} \leq y \leq \underline{\hspace{1cm}}$)
 Positive type Negative type
 Reflective Transflective Transmissive
 Differential specifications:
 Response time t_{on} ms (°C) t_{off} ms (°C)
 Viewing angle _____ deg. (°C) Contrast _____ (°C)
 Others _____

Polarizer

Surface finishing: Normal Anti-glare _____
 Color: Normal (neutral gray) Red Green
 Blue _____
 Polarizer: Attached type Separate type
 Front polarizer: Attached type Separate type

Driving Method

Drive: Multiplexing: (1/ _____ duty, 1/ _____ bias)
 Operating voltage (V_{opr}): _____ V
 Frame frequency: _____ Hz
 Driving IC: _____ (Manufacturer _____)
 Current consumption: _____ μA

10. Temperature Range

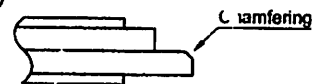
Operating temperature range
 With temperature compensation circuit (or volume)
 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C
 Without temperature compensation circuit
 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C
 Storage temperature range
 - 20°C to 60°C _____ °C to _____ °C

11. Terminal Connecting Method

Rubber connector (Zebra rubber)
 Pin: DIL SIL _____
 Pitch (2.54 _____ mm) Length (_____ mm)
 Heat seal: Equipped Unnecessary

12. Others

Print (Characters, lines, masks etc.): Yes No
 Protective film:
 Yes (Color: Red Translucent Transparent) No
 Chamfering (for heat-seal connector):
 Yes (Position: _____)
 (Quantity: _____)
 No



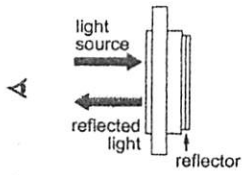
13. Schedule

Estimate: _____
 Sample: Delivery _____, Quantity: _____ pcs
 Mass production: Target price: _____
 Delivery _____, Total quantity: _____ pcs
 Quantity per month: _____ pcs

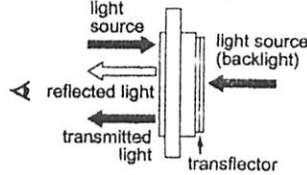
Liquid Crystal Display Modules

REFLECTIVE/TRANFLECTIVE/TRANSMISSIVE LCD

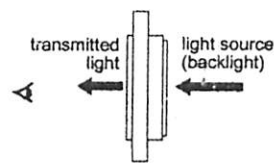
1 Reflective LCD
Reflector bonded to the rear polarizer reflects the incoming ambient light. Low power consumption because no backlight is required.



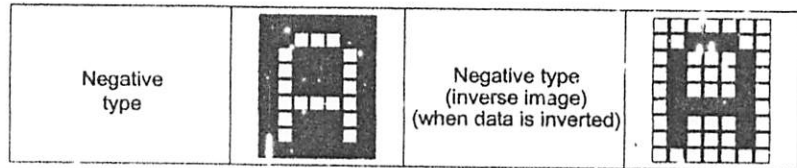
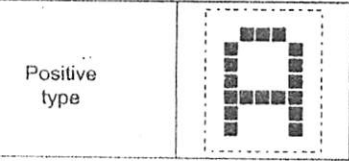
2 Transflective LCD
Transflector bonded to the rear polarizer reflects light from the front as well as enabling light to pass through the back. Used with backlight off in bright light and with it on in low light to reduce power consumption.



3 Transmissive LCD
Without reflector or transflector bonded to the rear polarizer. Backlight required. Most common is transmissive negative image.



POSITIVE/NEGATIVE MODE



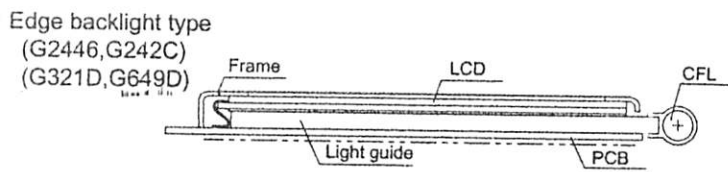
TN TYPE/STN TYPE/FSTN TYPE

TN	(Background/dot color) Gray/Black	TN (Twisted Nematic) type is most conventional and economical. It is used for static drive LCD and low-duty drive LCD (watch, calculator, etc.)
STN	Yellowgreen/Dark blue Gray/Dark blue White/Etue	STN (Super Twisted Nematic) type has a higher twist angle, and thus provides clear visibility and wider viewing angle. This is suitable especially for high-duty drive LCD.
FSTN	White/Black	FSTN (Film Super Twisted Nematic) type utilizes RCF (Retardation Control Film) to remove the coloring of STN LCD. Thus FSTN type provides easy-to-read black-and-white display.

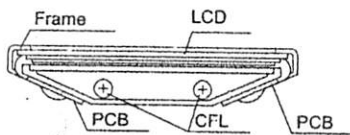
STRUCTURE AND FEATURE OF LCD MODULE WITH BACKLIGHT

FL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) backlight

Features: high brightness, long service life, inverter required

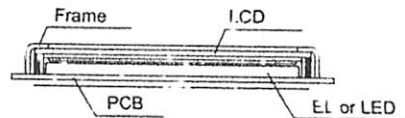


Backlight type



EL (Electroluminescent Lamp) backlight LED (Light Emitting Diode) backlight

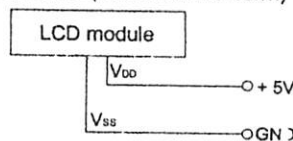
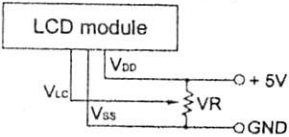
Features: EL: thin, inverter required
LED: long service life, low voltage driving, no inverter required



POWER SUPPLY

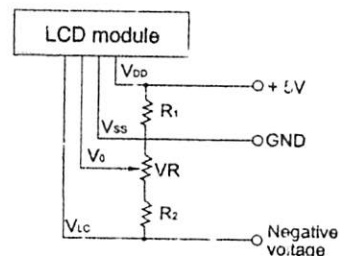
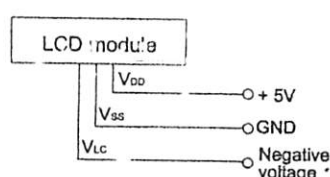
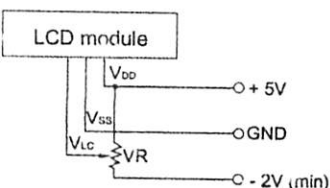
Character modules (single power supply)

- G2446, G242C (Built-in DC-DC conv.)
- G321D, G324E and G649D



Character Modules (Dual power supply)

- Y1206 and G1226



Note 1: Contrast can be adjusted by VR.
Note 2: For module with backlight, power supply for backlight is necessary.

• Negative voltage should be variable for contrast adjustment.

Precautions

Safety Instructions

If the LCD panel is damaged, be careful not to get the liquid crystal in your mouth and not to be injured by crushed glasses.

If you should swallow the liquid crystal, first, wash your mouth thoroughly with water, then, drink a lot of water and induce vomiting, and then, consult a physician.

If the liquid crystal should get in your eye, flush your eye with running water for at least fifteen minutes.

If the liquid crystal touches your skin or clothes, remove it and wash the affected part of your skin or clothes with soap and running water.

EL or CFL backlight is driven by a high voltage with an inverter. Do not touch the connection part or the wiring pattern of the inverter.

Do not use inverters without a load or in the short-circuit mode.

Use the LCD module within the rated voltage to prevent overheating and/or damage. Also, take steps to ensure that the connector does not come off.

Handling Precautions

Since the LCD panel has glass substrate, avoid applying mechanical shock or pressure on the module. Do not drop, bend, twist or press the module.

Do not soil or damage LCD panel terminals.

Since the polarizer is made of easily-scratched material, be careful not to touch or place objects on the display surface.

Keep the display surface clean. Do not touch it with your skin.

MOS LSI is used in the LCD module. Be careful of static electricity.

Do not disassemble the module or remove the liquid crystal panel or the panel frame.

Do not damage the film surface of the EL lamp; otherwise the lamp will be damaged by humidity.

Do not set an EL lamp in an LCD module, push the EL lamp with its emitting side up, without pushing the rubber connectors too hard. If you damage them, the LCD module may not work properly.

Mounting and Designing

To protect the polarizer and the LCD panel, cover the display surface with a transparent plate (e.g., acrylic or glass) with a small gap between the transparent plate and the display surface.

Keep the module dry. Avoid condensation to prevent the transparent electrodes from being damaged.

Drive LCD panel with AC waveform in which DC element is not included to prevent deterioration in the LCD panel.

Contrast of LCD varies depending on the ambient temperature. To offer the optimum contrast, LC drive voltage should be adjusted. LCD driven in a high duty ratio must be provided with drive voltage adjustment method.

Mount a LCD module with the specified mounting parts.

- Design the equipment so that input signal is not applied to the LCD module while power supply voltage is not applied to it.

- Do not locate the CFL tube and the lamp lead wire close to a metal plate or a plated part inside the equipment. Otherwise stray capacity causes a drop in voltage, decreasing the brightness and the ability to start-up.

Cleaning

- Do not wipe the polarizer with a dry cloth, as it may scratch the surface.

- Wipe the LCD panel gently with a soft cloth soaked with a petroleum benzene.

- Do not use ketonic solvents (ketone and acetone) or aromatic solvents (toluene and xylene), as they may damage the polarizer.

Storing

- Store the LCD panel in a dark place, where the temperature is $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ and the relative humidity below 65%. If possible, store the LCD panel in the packaging situation when it was delivered.

- Do not store the module near organic solvents or corrosive gases.

- Keep the module (including accessories) safe from vibration, shock and pressure.

- Use an LCD module with built-in EL backlight within six months of delivery.

- EL backlight is easily affected by environmental conditions such as temperature and humidity; the quality may deteriorate if stored for an extended period of time. Contact Seiko Instruments GmbH for details.

- Some parts of the backlight and the inverter generate heat. Take care so that the heat does not affect the liquid crystal or any other parts.

- Dust particles attached to the surface of the LCD or the surface of the backlight degrade the display quality. Be careful to keep dust out in designing the structure as well as in handling the module.

- Black or white air-bubbles may be produced if the LCD panel is stored for long time in the lower temperature or mechanical shocks are applied onto the LCD panel.

On This Brochure

- Seiko Instruments GmbH reserves the right to make changes without notice to the specifications and materials contained herein.

- The colors of the products reproduced herein may be different from the actual colors. Check color on actual products before using the product.

- The information contained herein shall not be reproduced in whole or in part without the express written consent of Seiko Instruments GmbH.

- The products described herein are designed for consumer equipment and cannot be used as part of any device or equipment which influences the human body or requires a significantly high reliability, such as physical exercise equipment, medical equipment, disaster prevention equipment, gas related equipment, vehicles, aircraft and equipment mounted on vehicles.

Notes :

useful

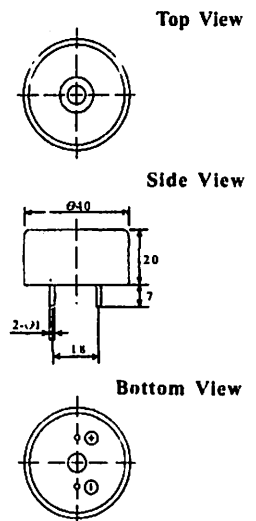
B1118 Series Piezo Buzzer

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Model No.	11S3060	
Operating Voltage (VDC)	5~9	
Rated Voltage (VDC)	6	
Max. Rated Current (mA)	30	
Max. Sound Output (dBA/30cm)	100	
Frequency (Hz)	3200±500	
Wave Nature	single	
Operating Temperature (°C)	-20~+60	
Weight (gm)	8	

Value applying at rated voltage

Dimensions



all dimensions are in mm

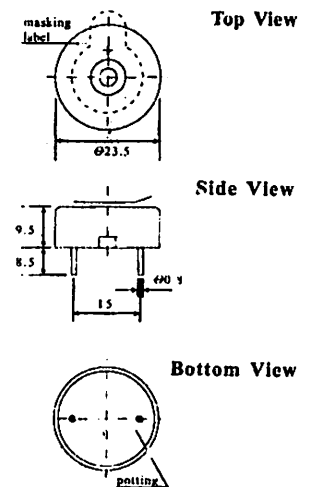
B1168 Series Piezo Buzzer

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Model No.	116S3120X	
Operating Voltage (VDC)	3~20	
Rated Voltage (VDC)	12	
Max. Rated Current (mA)	8	
Max. Sound Output (dBA/30cm)	93	
Frequency (Hz)	3400±500	
Wave Nature	single	
Operating Temperature (°C)	-20~+60	
Weight (gm)	4	

Value applying at rated voltage

Dimensions



all dimensions are in mm

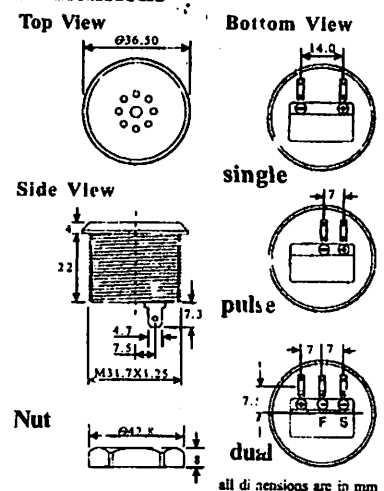
B1218 Series Piezo Buzzer

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Model No.		121S3120	121PF3120	121DF3120
Operating Voltage (VDC)		5~28	5~28	5~28
Rated Voltage (VDC)		12	12	12
Max. Rated Current (mA)		18	18	18
Max. Sound Output (dBA/1m)		80	80	80
Frequency (Hz)		3000 ± 500	3000 ± 500	3000 ± 500
Wave Nature		single	pulse	single/pulse
Operating Temperature (°C)		-20~+60	-20~+60	-20~+60
Weight (gm)		35	35	35

Value applying at rated voltage

Dimensions



all dimensions are in mm

Features

- Compatible with MCS-51® Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
- Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 3V to 5.5V Operating Range
- Low-Power Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Two-Level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 8 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Five Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Internal Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)

Description

AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional non-volatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a cost-effective and flexible solution to many embedded control applications.

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



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

AT89S51

Preliminary

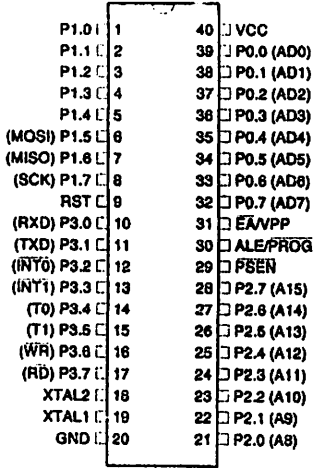
Rev. 2487A-10/01



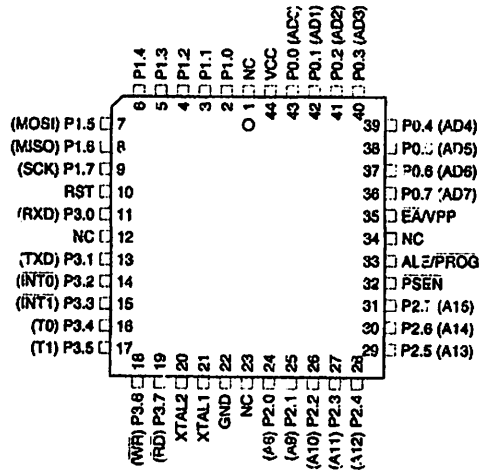


Configurations

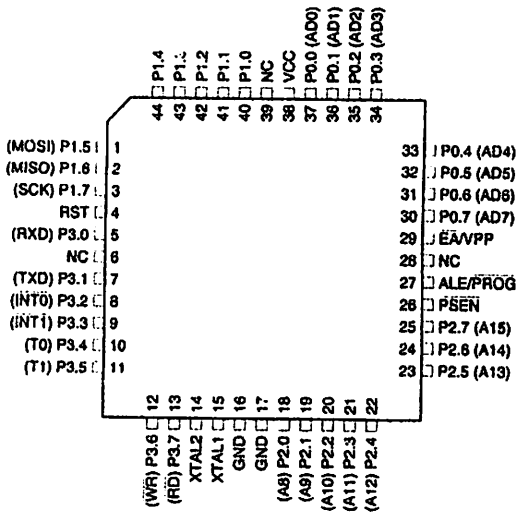
PDIP



PLCC

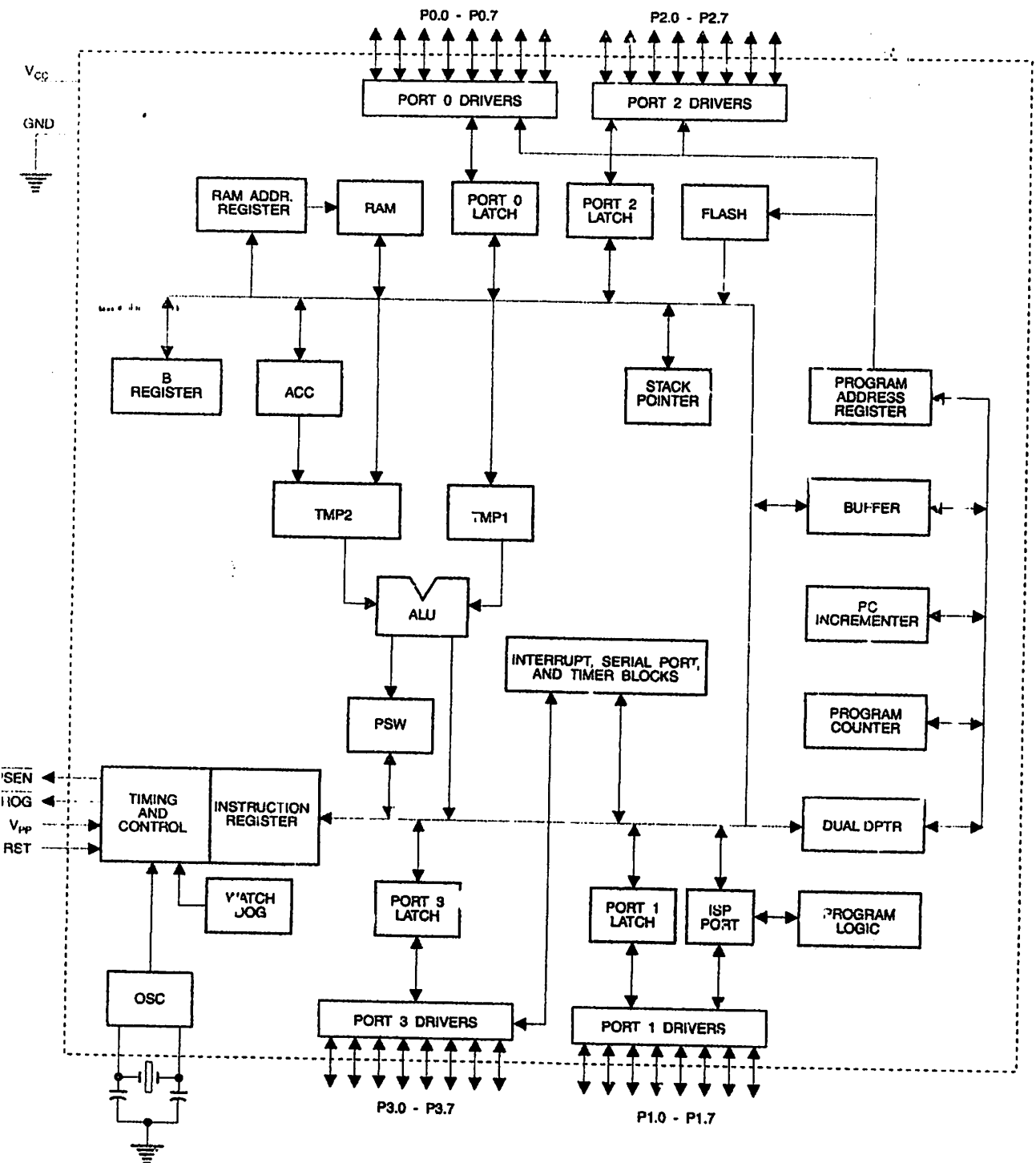


TQFP



AT89S51

Block Diagram





Description

Supply voltage.

Ground.

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

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

/PROG

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

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

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

N

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

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

PP

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

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

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

.1

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

.2

Output from the inverting oscillator amplifier





Special Function Registers

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

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

Table 1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

8H								0FFH
0H	B 00000000							0F7H
8H								0EFH
0H	ACC 00000000							0E7H
8H								0DFH
0H	PSW 00000000							0D7H
8H								0CFH
0H								0C7H
8H	IP XX000000							0BFH
0H	P3 11111111							0B7H
3H	IE 0X000000							0AFH
0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXXX0				WDTRST XXXXXXXX	0A7H
3H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX						9FH
0H	P1 11111111							97H
3H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0	8FH
0H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	PCON 0XX00000	87H

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

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

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

AUXR		Address = 8EH				Reset Value = XXX0XX0B			
Not Bit Addressable									
Bit	7	6	5	WDIDLE	DISRTO	3	2	1	DISALE
	7	6	5	4	3	2	1	0	
—	Reserved for future expansion								
DISALE	Disable/Enable ALE								
	DISALE								
	Operating Mode								
	0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency							
	1	ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction							
DISRTO	Disable/Enable Reset out								
	DISRTO								
	0	Reset pin is driven High after WDT times out							
	1	Reset pin is input only							
WDIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode								
	WDIDLE								
	0	WDT continues to count in IDLE mode							
	1	WDT halts counting in IDLE mode							

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





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

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1								
Address = A2H								
Reset Value = XXXX000B								
Not Bit Addressable								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	DPS
	-	-	-	-	-	-	-	0
	-	-	-	-	-	-	-	1
-	Reserved for future expansion							
DPS	Data Pointer Register Select							
	DPS							
	0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H						
	1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H						

Memory Organization

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

Program Memory

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

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

Memory

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

Watchdog Timer (enabled with reset-out)

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

Configuring the WDT

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

AT89S51

should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

T During Power-down Idle

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

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

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

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

UART

The UART in the AT89S51 operates the same way as the UART in the AT89C51. For further information on the UART operation, refer to the ATMEL Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S51 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51. For further information on the timers' operation, refer to the ATMEL Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

Interrupts

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

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

Note that Table 4 shows that bit position IE.6 is unimplemented. In the AT89S51, bit position IE.5 is also unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

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



Table 4. Interrupt Enable (IE) Register

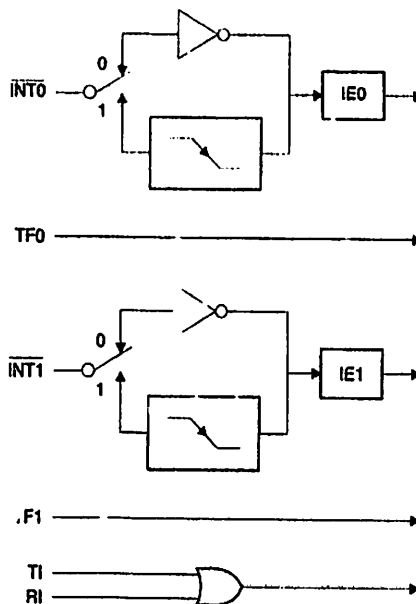
(MSB)				(LSB)			
EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

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

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

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

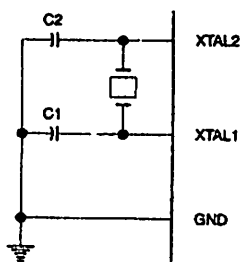
Figure 1. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

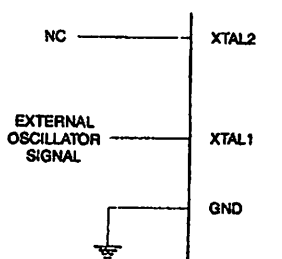
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected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

Figure 2. Oscillator Connections



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

Figure 3. External Clock Drive Configuration



Mode

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

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

Power-down

In the Power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes Power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the Power-down mode is terminated. Exit from Power-down mode can be initiated either by a hardware reset or by activation of an enabled external interrupt into $\overline{INT0}$ or $\overline{INT1}$. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.





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

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

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

Table 6. Lock Bit Protection Modes

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

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the EA pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value and holds that value until reset is activated. The latched value of EA must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

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

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

Programming Algorithm: Before programming the AT89S51, the address, data, and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 13 and 14. To program the AT89S51, take the following steps:

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

Data Polling: The AT89S51 features Data Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

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

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

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

- (000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
- (100H) = 51H indicates 89S51
- (200H) = 06H

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

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

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

programming
Flash –
ial Mode

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

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

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

al
programming
rithm

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

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





Power-off sequence (if needed):

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

Set RST to "L".

Turn V_{CC} power off.

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

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






Serial Programming Instruction Set

Serial Programming Interface – Parallel Mode

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

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

7. Flash Programming Modes

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

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

AT89S51

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

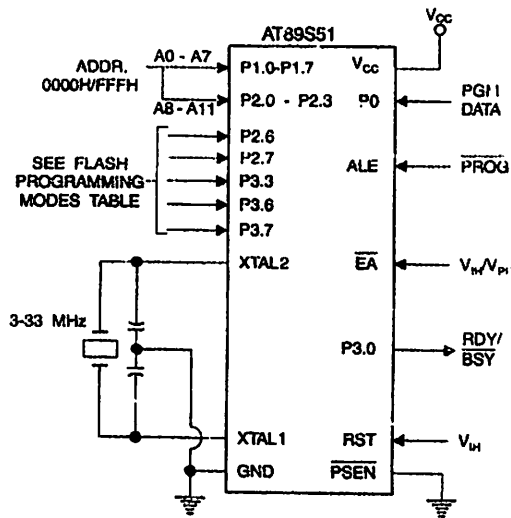
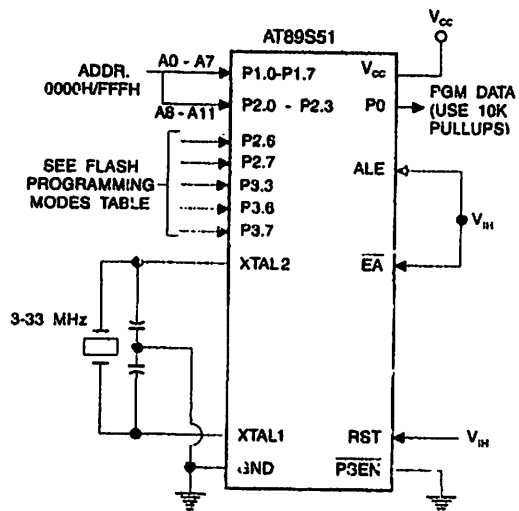


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



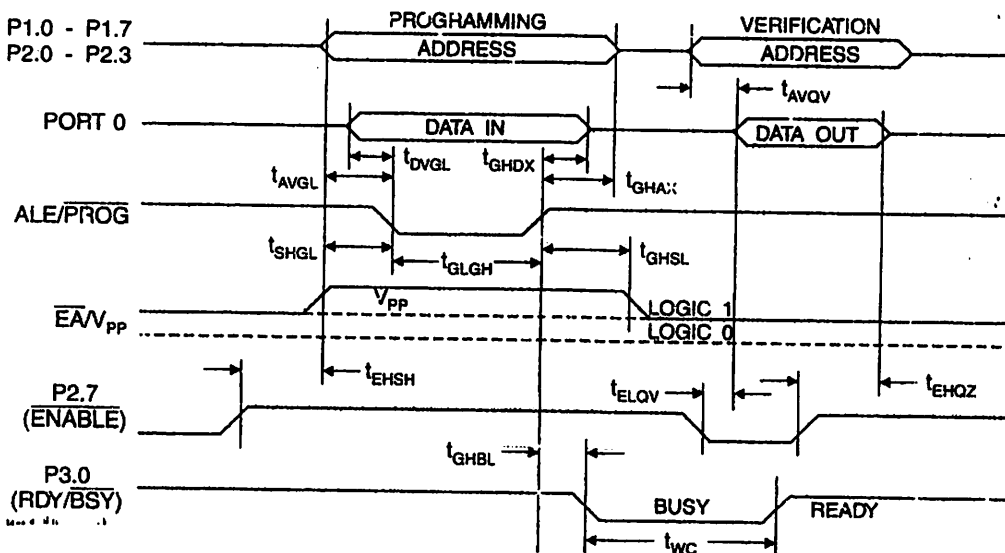


Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

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

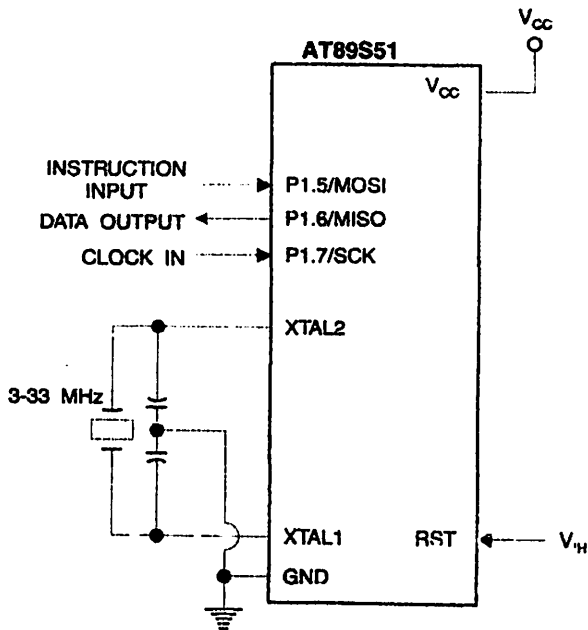
Parameter	Min	Max	Units
Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
Programming Supply Current		10	mA
V_{CC} Supply Current		30	mA
Oscillator Frequency	3	33	MHz
Address Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$		
Address Hold After \overline{PROG}	$48t_{CLCL}$		
Data Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$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

6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode



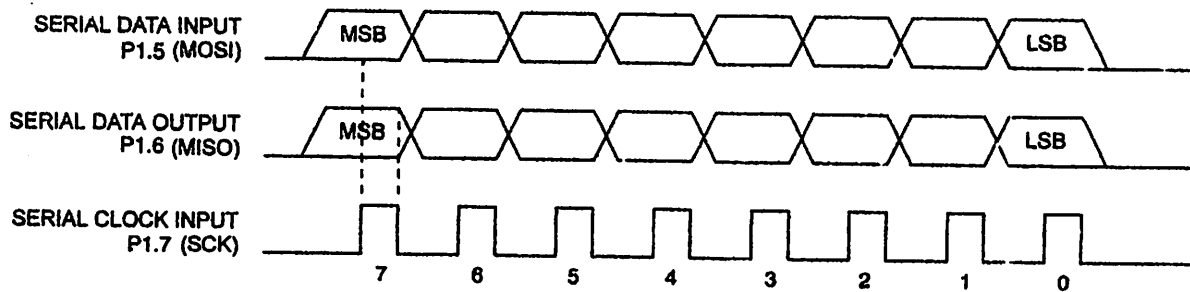
AT89S51

7. Flash Memory Serial Downloading



8. Serial Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

8. Serial Programming Waveforms





8. Serial Programming Instruction Set

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

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

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

Each of the lock bits needs to be activated sequentially before Mode 4 can be executed.

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

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

Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

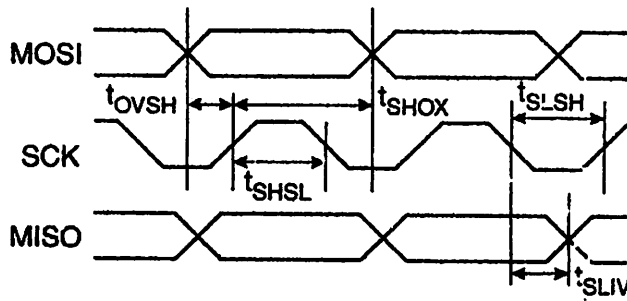


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

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





Absolute Maximum Ratings*

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

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

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.

AT89S51

Characteristics

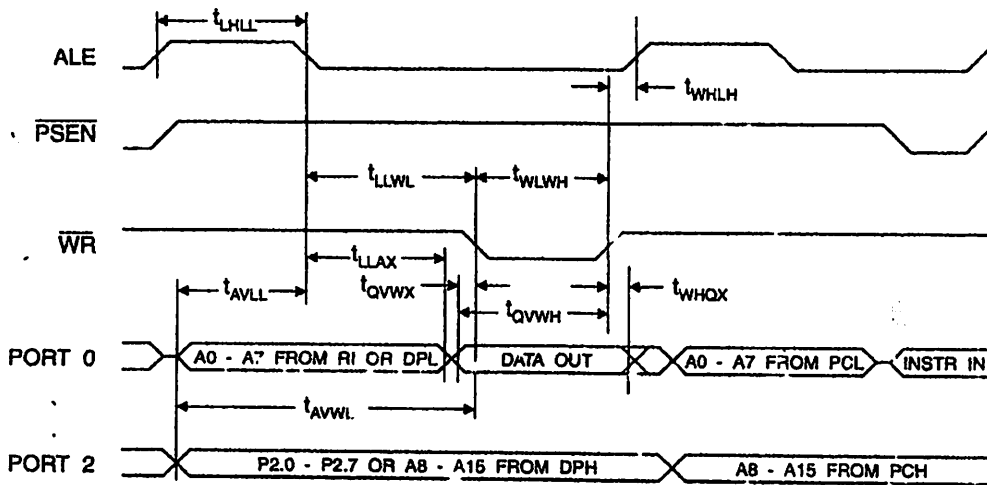
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, $\overline{\text{RD}}$ and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; load capacitance for all other ports = 80 pF.

Internal Program and Data Memory Characteristics

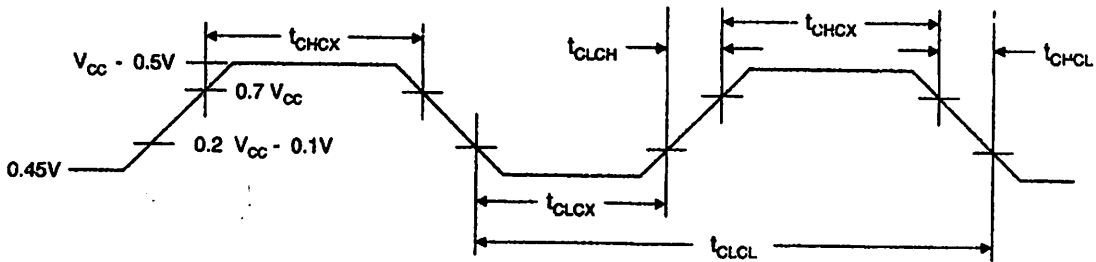
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
f_{osc}	Oscillator Frequency			0	33	MHz
	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
	Address Hold After ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
	ALE Low to Valid Instruction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



Internal Data Memory Write Cycle



Internal Clock Drive Waveforms



Internal Clock Drive

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



Ordering Information

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

= Preliminary Availability

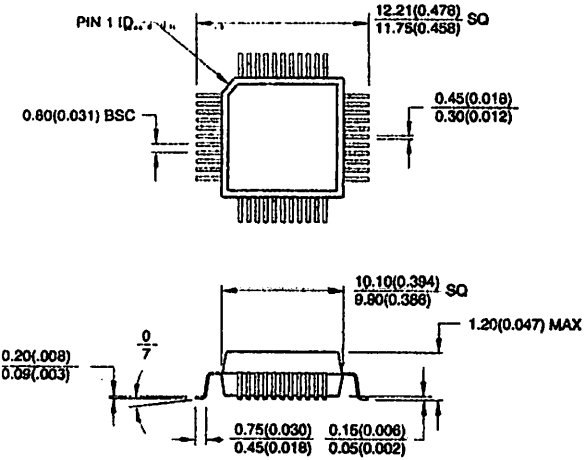
Package Type
44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)





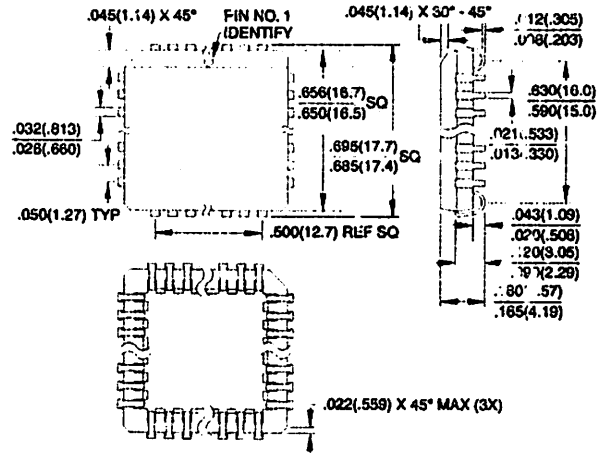
Packaging Information

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

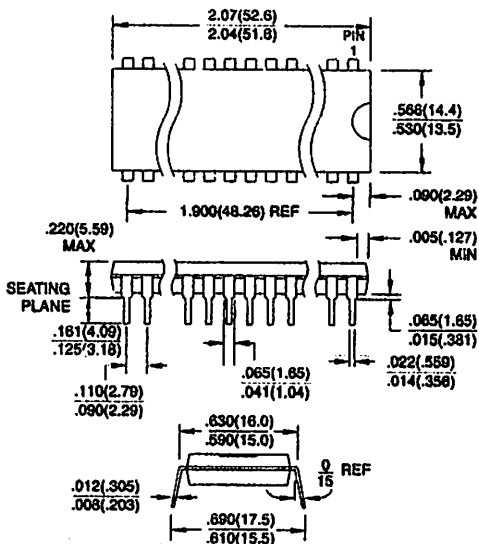


*Controlling dimension: millimeters

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



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





Atmel Headquarters

Corporate Headquarters
25 Orchard Parkway
Framingham, MA 01937
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

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

Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Tinachen Golden Plaza
Mody Road Tsimhatsui
Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-8778
FAX (852) 2722-1369

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

Atmel Product Operations

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

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

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

Atmel Nantes
La Chantrerie
BP 70602
44308 Nantes Cedex 3, France
TEL (33) 0 2 40 18 18 19
FAX (33) 0 2 40 18 19 60

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

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

e-mail
literature@atmel.com

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

Atmel Corporation 2001.

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

Atmel is the registered trademark of Atmel.

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



Printed on recycled paper.

2487A-10/01/xM