

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



SKRIPSI

**APLIKASI MIKROKONTROLLER AT 89S51 UNTUK
MENGONTROL KATUP SALURAN GAS LPG TERHADAP
KEBOCORAN DAN PENCEGAHAN TERJADINYA
KEBAKARAN**

**Disusun Oleh :
VIJAY SIDHARTA
02.17.020**

SEPTEMBER 2006

LEMBAR PERSETUJUAN



APLIKASI MIKROKONTROLLER AT 89S51 UNTUK
MENGONTROL KATUP SALURAN GAS LPG TERHADAP
KEBOCORAN DAN PENCEGAHAN TERJADINYA
KEBAKARAN

SKRIPSI

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

Disusun oleh :

VIJAY SIDHARTA

02.170.20

Diperiksa dan disetujui

Dosen Pembimbing I

(Ir. Usman Djuanda, MM)

Dosen Pembimbing II

(Sotrohadi, ST, MSc)



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.

(Ir. E. Yadi Limpraptono, MT)

NIP. 1039500274



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Vijay Sidharta
NIM : 02.17.020
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi :

**“ APLIKASI MIKROKONTROLLER AT89S51 UNTUK MENGONTROL
KATUP SALURAN GAS LPG TERHADAP KEBC CORAN DAN
PENCEGAHAN TERJADINYA KEBAKARAN ”**

Dipertahankan Dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 22 September 2006
Dengan Nilai : A (86,7)



Ketua Majelis Penguji

(Ir. Moethar Asroni, MSME)
NIP. Y. 1018100036

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris Majelis Penguji

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

Anggota Penguji

Penguji I

(Ir. Sidik Noertjahjono, MT.)

Penguji II

(M. Ashr., ST, MT)

ABSTRAKSI

APLIKASI MIKROKONTROLLER AT 89S51 UNTUK MENGONTROL KATUP SALURAN GAS LPG TERHADAP KEBOCORAN DAN PENCEGAHAN TERJADINYA KEBAKARAN

(Vijay Sidharta, 02.17.020, Jurusan Teknik ElektroS-1/Elektronika)
(Dosen Pembimbing I : Ir. Usman Djuanda,MM)
(Dosen Pembimbing II : Sotyohadi, ST, MSc)

Kata Kunci : Mikrokontroller AT89S51, Sensor Gas TGS 2610, Sensor Suhu LM 35, dan sensor Photodida.

Pengembangan teknologi baru bertujuan untuk memberikan fasilitas dan kemudahan kepada manusia dalam melakukan aktivitas kerja. Karena manusia memiliki keterbatasan dalam hal kemampuan fisiknya, sehingga dalam aktivitasnya memiliki batas-batas yang tertentu pula. Dengan demikian akan berpengaruh langsung pada tingkat efisiensi dari kerja manusia. Dalam usaha meningkatkan efisiensi kerja manusia, dewasa ini teknologi yang dikembangkan adalah teknologi yang mengarah pada suatu keamanan industri khususnya untuk mengantisipasi pencegahan terjadinya kebakaran.

Dimana saat ini dalam suatu industri sering terjadi kebakaran yang banyak menimbulkan kerugian material dan bahkan kematian. Salah satu faktor yang menimbulkan kebakaran adalah kebocoran gas LPG. Kebocoran tersebut dapat dikarenakan beberapa hal diantaranya ; human error (kelalaian manusia), faktor usia pipa saluran gas dan minimnya pengawasan terhadap kebocoran gas.

Didalam tugas akhir ini, dibahas tentang aplikasi mikrokontroller AT 89S51 dalam perancangan dan pembuatan pengontrol katup saluran gas. Alat yang dibuat meliputi perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak. Perencanaan perangkat keras meliputi: rangkaian sensor gas, rangkaian sensor suhu, rangkaian *driver* relay, rangkaian ISD, rangkaian LCD, minimum sistem Mikrokontroller AT89S51. Perencanaan perangkat lunak berupa *Flowchart* cara kerja sistem. Pengontrol katup saluran gas akan bekerja secara otomatis jika sensor-sensor mendeteksi adanya gas atau suhu yang meningkat. Dengan sensor tersebut maka dapat diketahui apakah terjadi kebocoran gas atau peningkatan suhu, jika terjadi kebocoran atau kenaikan suhu maka mikrokontroller akan memberikan perintah untuk mengontrol katup, motor DC, dan blower. Kemudian mikrokontroller akan mengirimkan data ke ISD dan LCD untuk ditampilkan sebagai informasi. Dari hasil pengujian diketahui waktu untuk mengontrol katup adalah 2 detik, untuk mengontrol blower adalah 1 detik, sedangkan untuk mengontrol motor DC adalah 5 detik. Sensor gas dapat mendeteksi kebocoran hingga 2 meter. Dari hasil pengujian diketahui rangkaian sensor dapat bekerja dengan baik. Ini dibuktikan dengan kecilnya prosentase *error*. *Error* pada rangkaian sensor suhu sebesar 0,89%.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini, karena berkat rahmat-Nyalah penulis dapat menyusun laporan ini. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro S-1, di Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Elektronika di Institut Teknologi Nasional Malang.

Tersusunnya skripsi ini karena adanya dorongan, masukan, juga fasilitas dari pihak-pihak yang berhubungan dengan pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu penulis megucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr.Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak. Ir. Yudi Limpraptono, MT selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro S-1.
3. Ir. Usman Djuanda, MM selaku Dosen Pembimbing I.
4. Sotyohadi, ST, MSc selaku Dosen Pembimbing II.
5. Rekan-rekan yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini yang selalu memberikan dorongan dan motivasi kepada penulis.
6. Pihak keluarga khususnya kedua orang tua yang telah memberikan kasih sayang, semangat, dorongan, kebijaksanaan, dan doa restunya.

Penyusun telah berusaha semaksimal mungkin dan meyakini sepenuhnya akan keterbatasan pengetahuan dalam menyelesaikan laporan ini. Untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Harapan penyusun semoga laporan skripsi ini memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan pembaca.

Malang, September 2006

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II TEORI DASAR	6
2.1. LPG (<i>dibaca elpiji</i>) atau Liquefied Petroleum Gas	6
2.2. Mikrokontroler AT89S51	8
2.2.1 Perangkat Keras Mikrokontroler AT89S51	8
2.2.2 Arsitektur AT89S51	10
2.2.3 Konfigurasi Pin-pin Mikrokontroler	11

2.2.4 Organisasi Memori	15
2.2.5 Metode Pengalamatan.....	16
2.3. Transduser	17
2.4. Sensor gas	18
2.4.1 Umum	18
2.4.2 Cara kerja sensor.....	18
2.5. Sensor Suhu	20
2.6. ADC (Analog to Digital Converter) 0804	22
2.7. Display LCD	24
2.7.1 Operasi Dasar.....	26
2.7.2 Fungsi-fungsi terminal.....	28
2.7.3 Instruksi	29
2.8. Transistor Sebagai Saklar	32
2.9. Solenoid	35
2.10. LED	37
2.11. IC ULN 2003	38
2.12. Motor DC	39
2.12.1 Cara Kerja Motor DC	41
2.12.2 Pengendalian Arah Putaran Motor DC	43
2.13. Perckam Suara ISD 2560	43
2.14. Relay	49
2.15. Saklar Limit (Limit Switch)	51

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	52
3.1. Penentuan Spesifikasi Alat	52
3.2. Perencanaan Alat.....	53
3.3. Prinsip Kerja Alat	56
3.4. Perancangan Perangkat Keras.....	58
3.4.1. Mikrokontroler AT89S51 Sebagai Minimum Sistem	58
3.4.2. Perancangan Penggunaan Port-port pada Mikrokontroler AT89S51	59
3.4.3. Rangkaian Pewaktu (Clock).....	63
3.4.4. Perancangan Rangkaian Reset.....	63
3.5. Perencanaan Rangkaian Sensor.....	65
3.5.1. Rangkain Sensor Gas	65
3.5.2. Rangkaian Sensor Suhu.....	66
3.6. Rangkaian LCD (Liquid Crystal Display).....	68
3.7. Rangkaian Driver Relay	70
3.8. Rangkaian ISD 2560	71
3.9. Konverter Analok ke Digital	73
3.10. Perancangan Perangkat Lunak	76
BAB IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT	78
4.1. Pengujian Rangkaian Senor Gas.....	78
4.2. Pengujian Rangkaian Sensor Suhu	81
4.3. Pengujian Rangkaian Driver Solenoid.....	84
4.4. Pengujian Rangkaian Keseluruhan	85

BAB V PENUTUP	88
5.1. Kesimpulan	88
5.2. Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok Diagram Mikriokontroller AT89S51	9
Gambar 2.2 Konfigurasi Pin-pin AT89S51	11
Gambar 2.3 Rangkaian Reset	13
Gambar 2.4 Rangkaian Clock.....	14
Gambar 2.5 Memori Program.....	16
Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Sensor Gas TGS 2610.....	19
Gambar 2.7 Rangkaian Dasar Sensor Gas.....	20
Gambar 2.8 Konfigurasi Pin-pin Sensor Suhu LM 35.....	21
Gambar 2.9 Konfigurasi Pin ADC 0804.....	23
Gambar 2.10 Diagram Blok LCD M1632.....	24
Gambar 2.11 Bentuk Fisik dari LCD M1632	25
Gambar 2.12 Rangkaian Transistor Sebagai Saklar.....	33
Gambar 2.13 Titik Jenuh dan Titik Putus pada Garis Beban dc.....	33
Gambar 2.14 Garis Gaya Magnet	35
Gambar 2.15 Bentuk dasar Solenoid (a) Model Tarik, (b) Model Tekan.....	36
Gambar 2.16 Solenoid dengan Model Permukaan Kerucut	36
Gambar 2.17 Lambang Skematis dan Contoh Rangkaian dari LED	37
Gambar 2.18 Pin-pin Koneksi Dalam IC ULN 2003A	38
Gambar 2.19 Rangkaian Darlington didalam IC ULN 2003A	39
Gambar 2.20 Garis-garis Medan Magnet Disekitar Arus Listrik Pada Kawat Lurus	40
Gambar 2.21 Cara Kerja Motor DC.....	41
Gambar 2.22 Motor DC.....	42

Gambar 2.23 Pengendalian Arah Putaran Motor DC.....	43
Gambar 2.24 Diagram Blok ISD 2500.....	45
Gambar 2.25 Susunan kaki ISD 2560	45
Gambar 2.26 Cara Kerja Relay.....	49
Gambar 2.27 Relay SPST.....	49
Gambar 2.28 Relay SPDT.....	50
Gambar 2.29 Relay DPST.....	50
Gambar 2.30 Relay DPDT.....	50
Gambar 2.31 Simbol Limit Switch.....	51
Gambar 2.32 Saklar Limit Switch.....	51
Gambar 3.1 Blok Diagram Alat Secara Keseluruhan.....	54
Gambar 3.2 Simulasi Alat.....	57
Gambar 3.3 Rangkaian minimum Sistem Mikrokontroler AT89S51.....	59
Gambar 3.4 Rancangan Pemakaian Port-port Mikrokontroler AT89S51.....	60
Gambar 3.5 Rangkaian Clock.....	63
Gambar 3.6 Rangkaian Reset.....	64
Gambar 3.7 Rangkaian Sensor Gas.....	66
Gambar 3.8 Rangkaian Sensor Suhu LM35.....	67
Gambar 3.9 Rangkaian LCD.....	71
Gambar 3.10 Rangkaian Driver Relay.....	72
Gambar 3.11 Rangkaian ISD 2560.....	73
Gambar 3.12 Diagram Pena IC ADC 0804 dan Fungsi-fungsinya.....	74
Gambar 3.13 Rangkaian ADC 0804.....	77
Gambar 3.14 Diagram Alir Program Keseluruhan.....	78
Gambar 4.1 Blok Diagram Pengujian Rangkaian Sensor Gas.....	80

Gambar 4.2 Blok Diagram Pengujian Rangkaian Sensor Suhu	83
Gambar 4.3 Blok Diagram Pengujian Rangkaian Driver Relay untuk Solenoid.....	86
Gambar 4.4 Blok Diagram Pengujian Keseluruhan.....	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port 1	12
Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port 3	13
Tabel 2.3 Fungsi Pin-pin LCD M1632.....	26
Tabel 2.4 Fungsi-fungsi Terminal pada LCD M1632.....	28
Tabel 2.5 Instruksi dari LCD M1632	29
Tabel 2.6 Seri ISD 2500	44
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Gas Terhadap Output Dan Resistansi Gas	80
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Gas Terhadap Jarak	81
Tabel 4.3 Hasil pengujian Rangkaian Sensor Suhu IC LM 35.....	84
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Solenoid.....	86

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Hasil Pengujian Sistem Terhadap Waktu dan Tegangan.....	81
Grafik 4.2. Hasil Selisih Antara Perhitungan dan Pengukuran Sensor Suhu Terhadap Tegangan Keluaran.....	85

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada era globalisasi saat ini berkembang sangat pesat, khususnya pada bidang elektronika. Hal ini terbukti dengan adanya temuan alat-alat baru yang efisien dibidang elektronika serta penerapannya yang disesuaikan dengan kebutuhan manusia dan tidak lepas dari perkembangan teknologi elektronika yang terus berkembang.

Teknologi yang berkembang saat ini adalah teknologi yang mengarah pada suatu keamanan industri khususnya untuk mengantisipasi pencegahan terhadap terjadinya kebakaran. Dimana saat ini dalam suatu industri sering terjadi kebakaran yang banyak menimbulkan kerugian material dan bahkan kematian. Dari beberapa industri yang ada, misalnya industri tekstil merupakan industri yang paling sering mengalami kebakaran. Kebakaran yang sering terjadi pada industri tekstil banyak diakibatkan oleh kebocoran gas LPG yang digunakan sebagai bahan bakar. Kebocoran tersebut dapat dikarenakan beberapa hal diantaranya ; human error (kelalaian manusia), faktor usia pipa saluran gas dan minimnya pengawasan terhadap kebocoran gas.

Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan suatu tindakan pencegahan terjadinya kebocoran gas yang dapat menimbulkan kebakaran yaitu dengan mendeteksi menggunakan sensor gas yang jenisnya Thick Film dengan tipe TGS 2610 karena sensor tersebut sangat sensitif terhadap Isobutana, Propane, Metana,

Hidrogen, Karbon-monoksida dan Etanol. Sedangkan gas LPG tersebut mengandung Propana dan Butana. Untuk sensor suhu yang digunakan adalah tipe LM 35. Sensor ini menghasilkan tegangan keluaran yang proposional linier dengan suhu dengan satuan drajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$) serta menghasilkan tegangan output sebesar 10mV untuk setiap kenaikan suhu sebesar 1°C . Dengan sensor tersebut maka dapat diketahui apakah terjadi kebocoran gas atau tidak, jika terjadi kebocoran maka tanda peringatan akan menyala dan berbunyi serta sensor suhu akan mendeteksi suhu dalam ruangan secara kontinyu yang ditampilkan melalui display LCD, apakah ada kenaikan suhu atau tidak jika ada maka blower akan aktif agar suhu dalam ruangan tidak terlalu panas dan secara otomatis jika ada gas bocor pintu serta katup saluran gas LPG akan menutup kemudian blower akan menghisap udara dalam ruangan yang bercampur dengan gas LPG ke saluran pembuangan, sehingga udara yang bercampur dengan gas LPG tersebut tidak sampai menyebar ke ruangan lain.

Perencanaan dan pembuatan pengontrol kebocoran gas LPG tersebut diharapkan mampu memberikan manfaat bagi kelancaran aktifitas. Dengan demikian kebocoran gas yang dapat menimbulkan kebakaran dapat diminimalkan, sehingga keselamatan dalam suatu industri dapat ditingkatkan.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengetahui adanya gas dalam ruangan.
2. Bagaimana cara mengantisipasi terhadap kebocoran gas agar tidak sampai menimbulkan kebakaran dalam suatu industri.

3. Bagaimana perencanaan dan pembuatan aplikasi mikrokontroler AT89S51 untuk mengontrol katup saluran gas LPG terhadap kebocoran dan pencegahan terjadinya kebakaran.

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah perencanaan dan pembuatan aplikasi mikrokontroler AT89S51 untuk mengontrol katup saluran gas LPG terhadap kebocoran dan pencegahan terjadinya kebakaran. Sehingga kebakaran dalam suatu industri dapat diminimalkan.

1.4. Batasan Masalah

Sehubungan dengan masalah yang dihadapi dalam pembuatan skripsi ini, permasalahan hanya dibatasi dengan tujuan untuk mencegah kemungkinan meluasnya masalah dan penyimpangan dari permasalahan. Pembatasan tersebut antara lain :

1. Tidak membahas secara detail unsur-unsur kimia yang terdapat didalam tabung gas LPG.
2. Tidak membahas simulasi ledakan, suhu diatas 40°C
3. Tidak membahas catu daya.
4. Rangkaian pengendali menggunakan mikrokontroler AT89S51.
5. Hanya membahas cara mengantisipasi kebocoran gas dalam ruangan central tabung gas.
6. Sensor yang digunakan adalah sensor gas (TGS 2610) dan sensor suhu (LM 35).

1.5. Metodologi

Untuk mencapai tujuan yang direncanakan, maka pada tugas akhir ini menggunakan metodologi sebagai berikut :

1. Study Literatur

Dengan mencari referensi - referensi yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan alat terutama referensi yang berhubungan dengan sensor gas (TGS 2610) dan sensor suhu (LM35) serta mikrokontroler AT89S51 sebagai pengontrol secara keseluruhan.

2. Field Research

Dengan melakukan penelitian secara langsung mengenai obyek - obyek yang berhubungan langsung dengan perencanaan alat yang akan dibuat.

3. Perencanaan dan pembuatan alat

Dalam pembuatan alat ini menggunakan konsep perencanaan secara keseluruhan (pembuatan blok diagram sistem) baik berupa hardware maupun software-nya.

4. Pengujian Alat

Melakukan pengujian perblok rangkaian dan kerja seluruh sistem.

5. Penulisan Skripsi

Menyusun laporan dalam bentuk tulisan dan analisis yang disebut buku skripsi.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam pengerjaan laporan skripsi ini menggunakan sistematika sebagai berikut, yaitu :

BAB I Pendahuluan

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

BAB II Teori Penunjang

Membahas teori – teori dasar penunjang perancangan dan pembuatan alat.

BAB III Perencanaan dan Pembuatan Alat

Membahas tentang perancangan alat baik perangkat keras maupun perangkat lunak dan cara kerja blok diagram.

BAB IV Pengujian dan Pengukuran Alat

Mencakup pembahasan tentang proses pengujian alat yang terdiri dari tujuan pengujian, peralatan yang digunakan, langkah kerja, dan analisa hasil pengujian.

BAB V Penutup

Berisi kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TEORI DASAR

Dalam bab ini, penulis akan menguraikan tentang teori dasar yang menunjang perencanaan dan pembuatan Aplikasi Mikrokontroller AT 89S51 Untuk Mengontrol Katup Saluran Gas LPG Terhadap Kebocoran dan Pencegahan Terjadinya Kebakaran.

2.1. LPG (*dibaca elpiji*) atau Liquefied Petroleum Gas

Elpiji adalah bahan bakar yang ramah terhadap lingkungan. Elpiji diperkenalkan Pertamina sejak tahun 1968. Tujuan Pertamina memasarkan Elpiji adalah untuk meningkatkan pemanfaatan hasil produk minyak bumi, selain juga mengurangi permintaan dari kalangan ibu rumah tangga akan minyak tanah. Elpiji sendiri merupakan pengindonesiaan ucapan LPG (*dibaca elpiji*) atau Liquefied Petroleum Gas. Pertamina menjadikan LPG sebagai merk dagang. Elpiji merupakan campuran dari berbagai unsur hydrocarbon yang berasal dari penyulingan minyak mentah dan berbentuk gas. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair, sehingga dapat disebut sebagai bahan bakar gas cair. Komponennya didominasi propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}). Elpiji juga mengandung hydrocarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya Etana (C_2H_6) dan Pentana (C_5H_{12}).

Dalam kondisi atmosferis, elpiji berupa gas dan dapat dicairkan pada tekanan di atas 5kg/cm^2 . Volume elpiji dalam bentuk cair lebih kecil

dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Karena itu elpiji dipasarkan dalam bentuk cair. Sifat lain elpiji lebih berat dibanding udara, karena butana dalam bentuk gas mempunyai berat jenis dua kali berat jenis udara. Karena itu diperlukan sedikit pengaturan ruang dan penempatan elpiji melihat kemungkinan terkumpulnya elpiji yang bocor diatas permukaan tanah.

Menurut spesifikasinya, elpiji dipilah tiga jenis yaitu **Elpiji campuran, Elpiji propana dan Elpiji butana**. Spesifikasi masing-masing elpiji tercantum dalam keputusan **Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor: 25K/36/DDJM/1990**. Elpiji yang dipasarkan pertamina adalah **Elpiji campuran**. Belakangan dunia perminyakan menganjurkan penggunaan elpiji kepada kelompok ibu rumah tangga, sebagai alternatif bahan bakar khususnya minyak tanah. Elpiji bermultiguna, ia dapat digunakan untuk memasak, penerangan, pemanasan air dan peralatan rumah tangga lainnya. Rumah sakitpun menggunakan elpiji sebagai bahan bakar potensial. Bahkan pertamina pun akan meluncurkan elpiji sebagai bahan bakar alternatif untuk kendaraan bermotor. Tetapi kendaraan itu sudah harus dilengkapi dengan conversion kit.

Salah satu resiko penggunaan elpiji adalah terjadinya kebocoran pada tabung gas. Pada awalnya, gas elpiji tidak berbau. Tapi bila demikian akan sulit dideteksi apabila terjadi kebocoran pada tabung gas. Menyadari itu Pertamina menambahkan gas mercaptane, yang baunya khas dan menusuk hidung. Langkah itu sangat berguna untuk mendeteksi bila terjadi kebocoran tabung gas. Tekanan elpiji cukup besar (**tekanan uap sekitar 120 psig**), sehingga kebocoran elpiji akan membentuk gas secara cepat dan merubah volumenya menjadi lebih besar.

Alat yang mengatur tekanan gas keluar dari tabung diamankan regulator. Dalam keadaan terpasang, regulator akan berhubungan dengan gas yang bertekanan tinggi didalam tabung . Bila regulator dibuka atau diputar, gas akan mengalir keluar.

2.2. Mikrokontroler AT89S51

Perbedaan mendasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor adalah mikrokontroler selain memiliki CPU juga dilengkapi dengan memori I/O yang merupakan kelengkapan sebagai suatu sistem minimum mikrokomputer dalam keping tunggal (*single chip microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri.

Mikrokontroler AT89S51 adalah mikrokontroler ATMEL kompetibel penuh dengan mikrokontroler keluarga MCS-51, dengan supply daya rendah, memiliki performance yang tinggi dan merupakan mikrokontroler 8 bit yang dilengkapi 4 Kbyte EPROM (*Enable and Programmable Read Only Memory*) dan 128 Byte RAM internal. Program memori dapat diprogram ulang dalam system atau dengan menggunakan Programmer Nonvolatily Memory Konvensional.

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

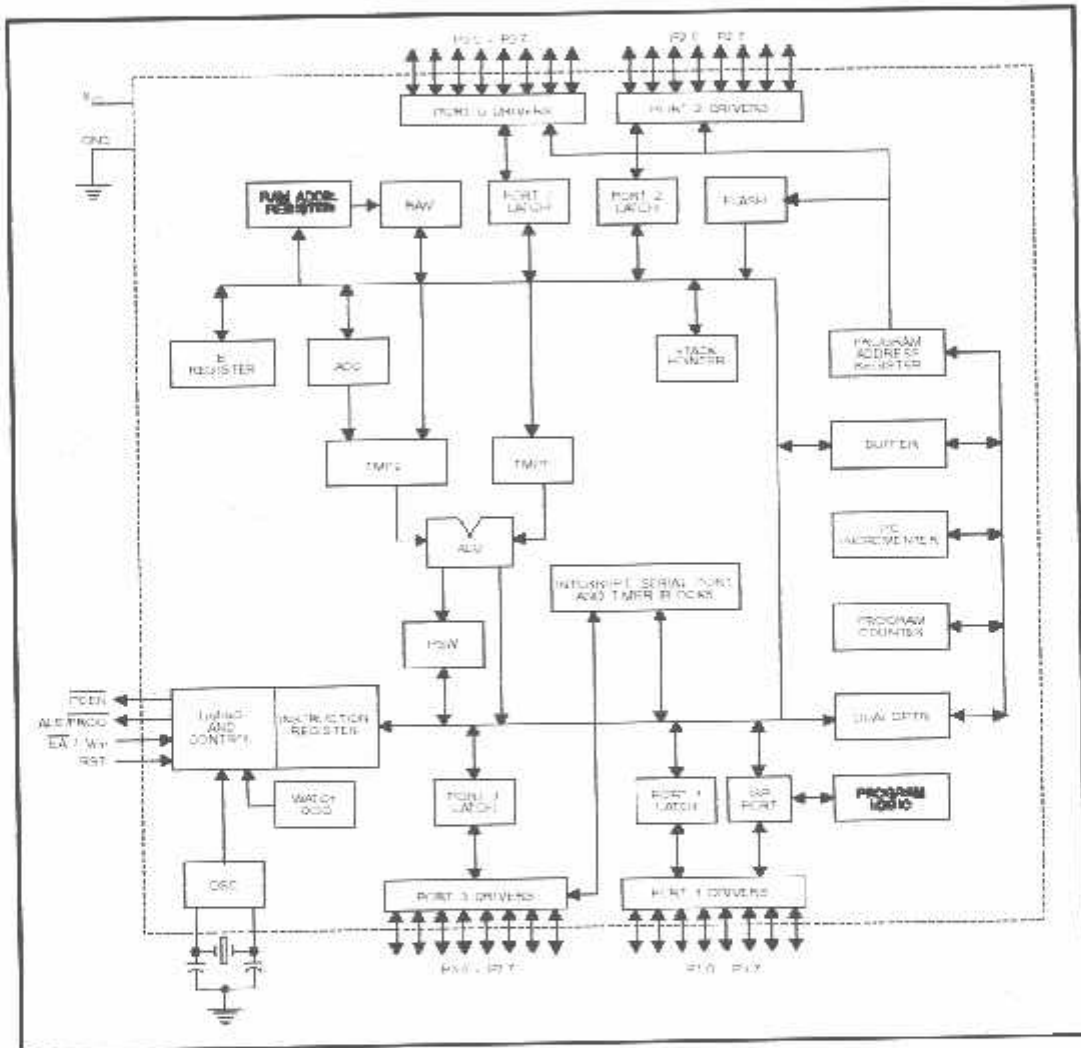
2.2.1. Perangkat Keras Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 secara umum memiliki :

- CPU 8 bit
- Memory

- Port I/O
- Timer dan Counter
- Sumber interrupt
- Program serial yang dapat diprogram
- Osilator dan Clock

Blok diagram Microcontroller AT 89S51 seperti terlihat pada gambar :



Gambar 2.1 Blok Diagram Mikrokontroler AT89S51^[3]

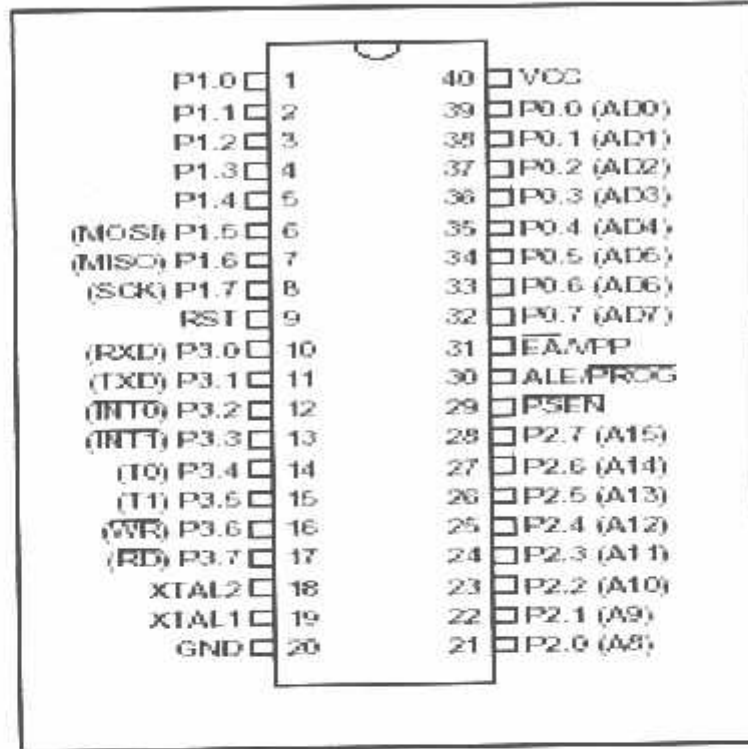
2.2.2. Arsitektur AT89S51

Arsitektur Mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut:

1. CPU (Central Processing Unit) 8-Bit dengan register A (Accumulator) dan B.
2. 16-bit Program Counter (PC) dan Data Pointer (DPTR).
3. 8-Bit Program Status Word (PSW).
4. 4-Bit Stack Pointer (SP).
5. 4 Kbyte internal EPROM.
6. 128 Byte internal RAM.
 - 4 Bank register, masing-masing berisi 8 byte
 - 16 byte alamat serbaguna yang dapat diakses sebagai byte atau bit, tergantung software yang digunakan.
 - 80 Byte General Purpose Memory data.
7. 32 Pin input-output tersusun atas P0-P3, masing-masing 8-bit.
8. 2 Buah 16-bit Timer/Counter.
9. 2 Buah port serial full duplex.
10. Control Register, antara lain : TCON, SCON, PCON, IP dan IE.
11. 5 Buah sumber interupsi (2 buah sumber interrupt external dan 3 buah sumber internal).
12. Osilator dan Clock Internal.
13. Watch Dog Programmable Timer.
14. ISP Port.

2.2.3. Konfigurasi Pin-pin Mikrokontroller

Konfigurasi kaki-kaki Mikrokontroller terdiri dari 40 pena (pin), seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.2 Konfigurasi pin-pin AT89S51^[3]

Fungsi dari tiap-tiap pena adalah sebagai berikut :

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

Merupakan port input dua arah dan dikonfigurasikan sebagai multipleks dua bus alamat rendah (A0-A7) dan data selama pengaksesan program memori dan data internal.

4. Port 1

Merupakan port input dua arah dengan pull-up dan juga menerima Low-order address byte selama memprogram dan verifikasi dari flash. Pada mikrokontroler AT89S51 port 1 memiliki 3 pin dengan fungsi khusus.

Fungsi khusus port 1 dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port 1^[3]

Port Pin	Alternative Functions
P1.5	MOSI (<i>used for In-system Programming</i>)
P1.6	MOSI (<i>used for In-system Programming</i>)
P1.7	SCK (<i>used for In-Programming</i>)

5. Port 2

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

6. Port 3

Merupakan port I/O dengan internal pull-up. Port 3 juga memiliki fungsi khusus.

Fungsi khusus port 3 dapat dilihat pada table:

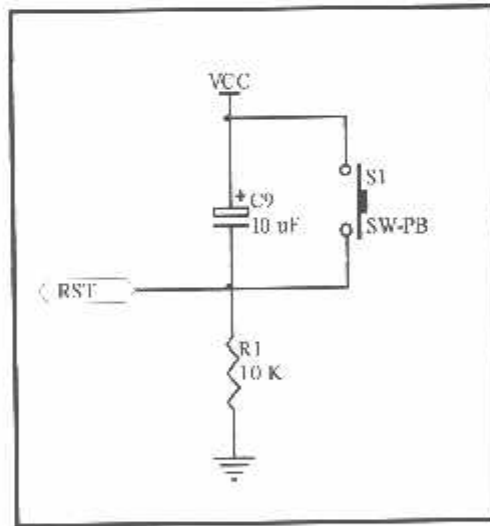
Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port 3^[3]

Port Pin	Alternative Funtions
P3.0	RXD (<i>serial input port</i>)
P3.1	TXD (<i>serial output port</i>)
P3.2	$\overline{INT0}$ (<i>external interrupt 0</i>)
P3.3	$\overline{INT1}$ (<i>external interrupt 1</i>)
P3.4	T0 (<i>timer 0 external input</i>)
P3.5	T1 (<i>timer 1 external input</i>)
P3.6	\overline{WR} (<i>internal data memory write strobe</i>)
P3.7	\overline{RD} (<i>external memory read strobe</i>)

7. Reset

Perubahan taraf tegangan dari rendah ke tinggi akan mereset AT 89S51.

Rangkaian reset dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.3 Rangkaian Reset^[3]

8. ALE/PROG

Pulsa output ALE digunakan untuk proses-proses 'latching' byte address rendah (A0-A7) selama pengaksesan ke external memori. Pin ini juga digunakan untuk memasukkan pulsa program (prog) selama pemrograman.

9. PSEN

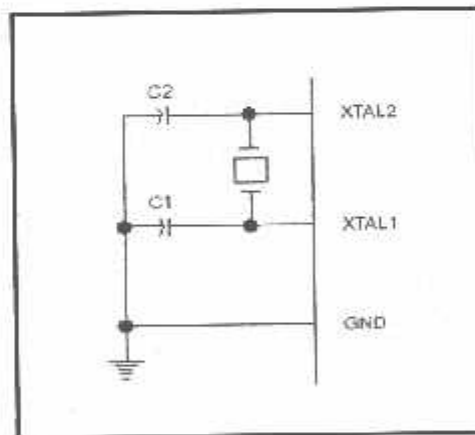
Merupakan strobe baca ke program memori eksternal.

10. EA/VPP

External Address Enable (EA) digroundkan jika mengakses memori eksternal, akan dihubungkan ke VCC jika digunakan untuk mengakses memori internal.

11. X-TALL 1 dan X-TALL 2

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



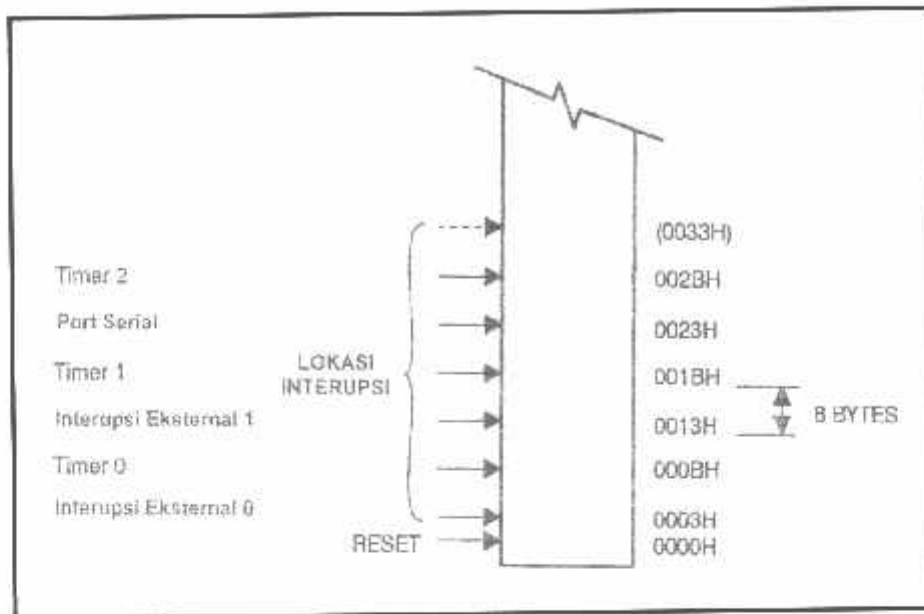
Gambar 2.4 Rangkaian Clock¹³¹

2.2.4. Organisasi Memori

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

Program mikrokontroler disimpan dalam memori program berupa ROM. Mikrokontroler AT89S51 dilengkapi dengan ROM internal, sehingga untuk menyimpan program tidak digunakan ROM eksternal yang terpisah dari mikrokontroler. Agar tidak menggunakan memori program eksternal, EA (*Eksternal Address enable*) dihubungkan dengan VCC.

Memori program mikrokontroler menggunakan alamat 16 bit mulai 0000_H-0FFF_H , sehingga kapasitas penyimpanan program maksimal adalah 4Kbyte. Sinyal / PSEN (*Program Strobe Enable*) tidak digunakan jika menggunakan memori internal.



Gambar 2.5. Memori Program^[3]

Selain program mikrokontroller AT 89S51 juga memiliki data internal 128 *byte* dan mampu mengakses memori data eksternal sebesar 64Kb. Semua memori data internal dapat dialamati dengan data langsung atau tidak langsung. Ciri dari pengalamatan langsung adalah *operand* adalah alamat *register* yang berisi alamat data yang akan diolah. Sebagian memori tersebut dapat dialamati dengan memori satu bit. Untuk membaca data digunakan sinyal / RD sedangkan untuk menulis data digunakan sinyal / WR.

2.2.5. Metode Pengalamatan

1). Pengalamatan Langsung

Pengalamatan langsung dilakukan dengan memberikan nilai ke suatu register secara langsung. Untuk melaksanakan pengalamatan langsung digunakan tanda #. Contoh : MOV A, #0A.

2). Pengalamatan Tak Langsung

Operand pengalamatan tak langsung menunjuk ke sebuah register yang berisi lokasi alamat memori yang akan digunakan dalam operasi. Lokasi yang nyata tergantung pada isi register saat instruksi dijalankan. Untuk melaksanakan pengalamatan tak langsung digunakan simbol @.

Contoh : ADD A, @RO.

2.3. Transduser

Transduser adalah piranti atau alat yang dipergunakan untuk mengubah parameter fisis seperti suhu, tekanan, gas, berat, magnetic, optic dan kimia kedalam sinyal listrik.

Isyarat listrik yang dihasilkan oleh transduser menunjukkan ukuran kuantitatif dari besaran fisis yang dilihat dan dipantau sebagai sebuah tegangan, arus, pulsa dan frekuensi. Kehadiran dari transduser yang meliputi linieritas, sensitifitas dan suhu kerja ditentukan oleh sensor yang dipergunakan.

Sensor adalah suatu pengubah dimana inputnya adalah suatu kejadian fisis dan outputnya adalah suatu ukuran kuantitatif dari kejadian tersebut. Sensor digunakan dalam desain transduser ada beberapa jenis sensor seperti potensiometer, termistor, LDR dan lain-lain. Pengkondisian sinyal adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengkondisi sinyal yang berasal dari sensor. Rangkaian pengkondisi sinyal ini melakukan beberapa fungsi yaitu pengukuran, penyesuaian impedansi, pemfilteran kimia ke dalam bentuk listrik.

2.4. Sensor gas

2.4.1. Umum

Salah satu perkembangan dalam dunia elektronik adalah bidang kontrol dan pengukuran. Perkembangan ini diikuti dengan banyak munculnya bermacam-macam sensor, misalnya sensor gas, sensor cahaya, sensor suhu, sensor asap dan masih banyak lagi. Sensor tersebut digunakan untuk menerjemahkan berbagai kondisi lingkungan menjadi sinyal listrik yang dapat dideteksi, diukur atau diolah lebih lanjut.

Dalam penyusunan skripsi ini sensor yang digunakan adalah sensor gas dan jenisnya Thick Film gas tipe TGS 2610. Sensor gas tipe TGS 2610 memiliki sensitifitas yang cukup tinggi untuk mendeteksi adanya gas propane dan butane. Pada sensor gas ini terdapat elemen pengindera yang terbuat dari bahan metal oxide semikonduktor yang dipanasi oleh sebuah filament pemanas sekitar 56mA, sehingga membuat bahan ini teroksidasi dan menunjukkan nilai resistansinya yang cukup tinggi. Gas itu akan meredam oksidasi yang terjadi pada elemen, sehingga membuat resistansi elemen turun. Perubahan resistansi inilah yang dapat diolah lebih lanjut. Sensor ini terdiri dari sensor elektroda yang terhubung pada kaki no 2 (elektroda (-)) dan 3 (elektroda (+)) sedangkan lilitannya (heater) terhubung pada kaki no 1 dan 4.

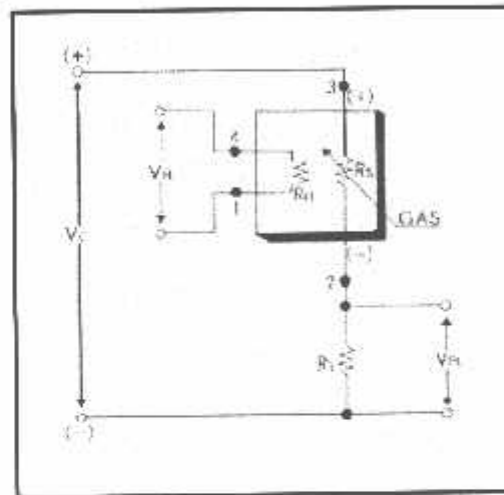
2.4.2. Cara kerja sensor

Cara kerja dari sensor gas ini adalah apabila terdeteksi gas (gas yang dideteksi adalah gas butane dan propane) nilai resistansi sensor akan berubah.

Nilai resistansinya (R_s), ini ditunjukkan oleh persamaan di bawah ini :

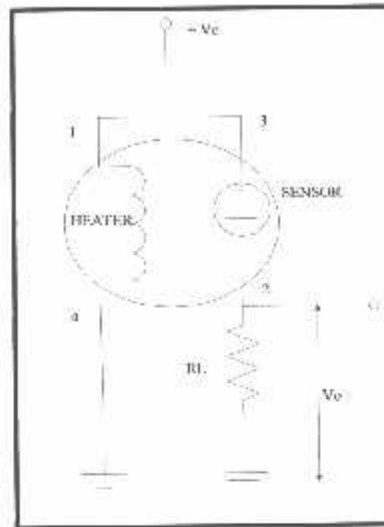
$$R_s = \frac{V_c - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_{RL}$$

Untuk menguji tegangan output dari sensor sebelum panguatan maka kapasitor dipasangkan seri dengan resistansi beban pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.6. Konfigurasi pin sensor gas TGS 2610^[8]

Perbandingan sensitifitas (R_{gas} / R_{udara}) sensor adalah nilai resistansi gas yang terkandung diudara (R_{gas}) dengan nilai resistansi sensor pada waktu udara tidak tercemari gas (R_{udara}). Sensor gas ini didesain dengan kestabilan kerja pada 5 volt. Posisi kaki-kaki pada sensor dan rangkaian dasarnya ditunjukkan pada gambar diatas. Dimana posisi kaki 1 dan 4 terhubung pada lilitan (heater), sedangkan kaki 2 dan 3 terhubung pada sensor.



Gambar 2.7 Rangkaian dasar sensor gas^[8]

Spesifikasi dari sensor gas ini adalah sebagai berikut:

Tipe unsur elemen	: D1
Standart Kemasan	: TO-5 metal can
Gas yang dideteksi	: LP – Gas (Butane, Propane)
Rata-rata deteksi	: 500 – 1000 ppm
Bahan sensor	: Metal Oxide Semiconductor
Daya yang dibutuhkan	: 280 mWatt
Tegangan kerja rangkaian	: $5.0 \pm 0.2V$ DC/AC atau $P_s \leq 15mW$
Tegangan pemanas	: $5.0 \pm 0.2V$ DC/AC
Resistansi beban	: 0.45Ω min

2.5. Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan adalah LM 35. Sensor ini menghasilkan tegangan keluaran yang proporsional linier dengan suhu dengan satuan derajat

Karakteristik dari sensor suhu ini sebagai berikut:

1. Penunjukan kalibrasi dalam derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$)
2. Faktor skala linier $10,0 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$
3. Memiliki range temperatur antara -55°C sampai 150°C
4. Dioperasikan pada tegangan 4 volt sampai 30 volt
5. Minimum pemanasan sendiri dalam udara $0,8^{\circ}\text{C}$
6. Jaminan keakurasian $0,5^{\circ}\text{C}$ (pada suhu 25°C)
7. Cocok bila digunakan pada aplikasi pengontrolan
8. Arus drain kurang dari $60\mu\text{A}$
9. Impedansi keluaran yang rendah yaitu $0,1\Omega$ untuk muatan 1mA .

2.6. ADC (Analog to Digital Converter) 0804

Agar dapat mengolah suatu variable fisik yang umumnya adalah besaran analog maka dibutuhkan suatu komponen yang dapat merubah besaran analog ke digital supaya dapat diolah oleh mikrokontroler. Konversi ini dilakukan oleh converter analog ke digital.

Resolusi ADC didefinisikan sebagai voltage input yang diperlukan untuk 1bit dan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\text{Res} = \frac{E}{2^n - 1}$$

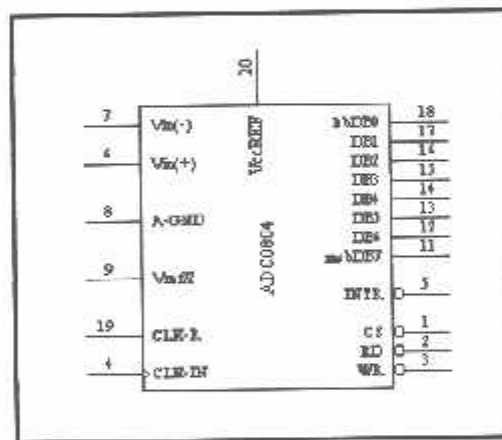
Atau jika dinyatakan dalam % resolusi:

$$\% \text{Res} = \frac{E}{2^n - 1} \times 100\%$$

Resolusi ADC mengacu pada jumlah bit dalam keluaran biner ADC. Resolusi ADC 8 bit sama dengan $(1/255) 100\%$. Spesifikasi penting lain selain ketelitian (akurasi) dan linearitas adalah waktu konversi (Conversion time). Waktu konversi ADC adalah waktu yang diperlukan ADC untuk menghasilkan kode biner yang valid untuk tegangan masukan yang diberikan semakin pendek waktu konversi berarti kecepatan konversi semakin tinggi.

ADC yang paling banyak digunakan adalah:

1. Counting and counter ADC.
2. Successive approximation ADC (disingkat SAC).
3. Paralel comparator atau flash ADC.
4. Dual slope atau ratimetrik ADC.



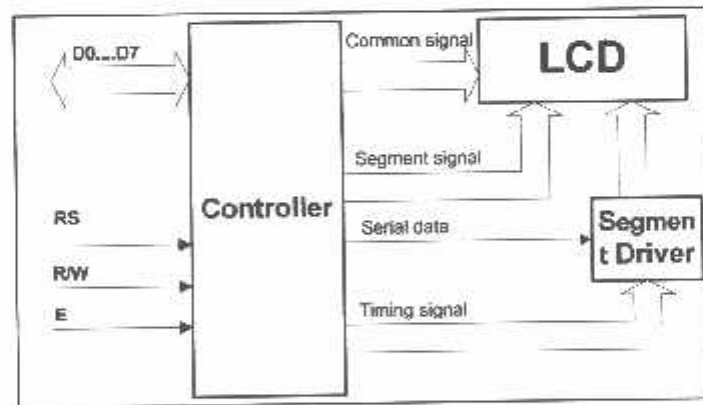
Gambar 2.9 Konfigurasi pin ADC 0804^[1]

Pada skripsi ini dibahas salah satu dari keempat macam ADC tersebut, yaitu Successive Approximation ADC sebagai ADC yang paling banyak digunakan karena memberikan prestasi yang paling baik untuk suatu rangkaian pemakaian yang luas dengan biaya yang pantas.

2.7. Display LCD

Modul peraga yang digunakan dalam aplikasi ini adalah LCD modul M1632. Modul LCD ini membutuhkan daya yang kecil dan dilengkapi dengan panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi serta pengendali LCD CMOS yang terpasang dalam modul tersebut. Pengendali mempunyai pembangkit karakter ROM/RAM dan display data RAM. Semua fungsi display diatur oleh instruksi-instruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikroprosesor. LCD tipe ini tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter.

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul berupa bus data yang masih termutiplek dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol. Sementara pengendalian LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang dalam modul LCD. Diagram blok untuk LCD dapat dilihat dalam Gambar 2.10

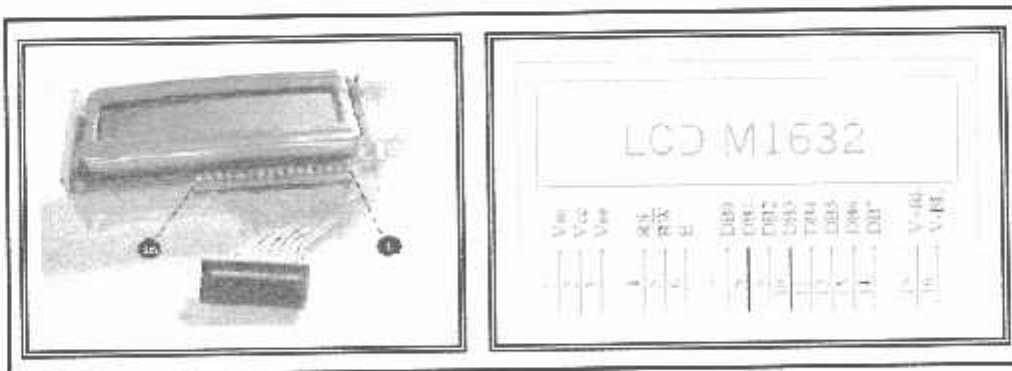


Gambar 2.10 Diagram blok LCD M1632^[51]

LCD modul M1632 mempunyai spesifikasi perangkat keras sebagai berikut:

1. LCD ini terdiri dari 32 karakter dengan 2 baris masing-masing 16 karakter.
2. Karakter generator ROM dengan 192 tipe karakter.
3. Karakter generator RAM dengan 8 tipe karakter.
4. 80 x 8 bit display data RAM.
5. Dapat diinterfaskan ke MPU 8 atau 4.
6. Dilengkapi fungsi tambahan : *display clear, cursor home, display On/Off, display character blink cursor shift, display shift.*
7. Internal data.
8. Internal otomatis, reset pada On.
9. 5 Volt PSU tunggal.

Gambar dibawah ini menunjukkan LCD beserta pin – pinnya :



Gambar 2.11 Bentuk fisik dari LCD M1632^[5]

LCD M1632 mempunyai 16 pin atau penyemat yang mempunyai fungsi-fungsi seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.3

Tabel 2.3 Fungsi pin-pin LCD M1632¹⁵¹

No	Nama Penyemat	Fungsi
1	Vss	Terminal ground
2	Vcc	Tegangan catu +5 volt
3	Vee	Drive LCD
4	RS	Sinyal pemilih register 0: Instruksi register (tulis) 1: Data Register (tulis dan baca)
5	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0: Tulis 1: Baca
6	E	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis dan baca
7 – 14	DB0-DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan
15	V+ BL	Pengendali kecerahan latar belakang LCD 4 - 4,42 V dan 50 - 500 mA
16	V-BL	Pengendali kecerahan latar belakang LCD 0 V

2.7.1. Operasi Dasar

a) Register

Kontroller dari LCD mempunyai dua buah register 8 bit yaitu register instruksi (IR) dan register data (DR). Kedua register tersebut dipilih melalui register select (SR). IR menyimpan instruksi seperti display clear, cursor shift, dan display data (DDRAM) serta character

generator (CGRAM). DR menyimpan data untuk dituliskan ke DD RAM atau CG RAM ataupun membaca dari DD RAM atau CG RAM. Ketika data ke DD RAM atau CG RAM akan ditulis maka alamat data ditulis pada IR sedangkan data akan dimasukkan melalui DR dan mikroprosesor membaca data dari DR.

b) Busy Flag

Busy Flag menunjukkan bahwa modul siap untuk menerima instruksi selanjutnya. Sebagaimana terlihat pada table register seleksi sinyal akan melalui DB7, jika RS = 0 dan R/W = 1 jika bernilai 1 maka modul siap melakukan kerja internal dan instruksi tidak akan dapat diterima. Oleh karena itu status dari flag harus diperiksa sebelum melakukan instruksi selanjutnya.

c) Address Counter

AC melalui lokasi dalam modul LCD. Pemilihan lokasi alamat itu diberikan lewat register instruksi (IR). Ketika data pada A, maka AC secara otomatis menaikkan atau menurunkan alamat tergantung dari Entry Mode Set.

d) Display Data RAM (DD RAM)

Pada LCD masing-masing line mempunyai range alamat tersendiri. Alamat itu diekspresikan dengan bilangan Hexadesimal. Untuk line 1 range alamat berkisar antar 00H – 0FH sedangkan untuk line 2 range alamat berkisar antara 40H – 4FH.

e) *Character Generator ROM (CG ROM)*

CG ROM mempunyai tipe dot matrik 2 x 16, dimana pada LCD telah tersedia ROM sebagai pembangkit karakter dalam kode ASCII.

f) *Character Generator RAM (CG RAM)*

CG RAM dipakai untuk pembuatan karakter tersendiri melalui program.

2.7.2. Fungsi – fungsi Terminal

Pada table 2.4 berikut ini ditunjukkan fungsi-fungsi dari terminal pada LCD :

Tabel 2.4 Fungsi-fungsi Terminal Pada LCD M1632^[5]

Nama Sinyal	Jumlah Terminal	Nomor Terminal	I/O	Level	Tujuan	Fungsi
D0 – D7	4	7 – 10	I/O	H/L	μ C	4 bit bus data lower tristate dua arah, dapat dibaca atau ditulis terhadap mikrokontroler
D4 – D7	4	11 - 14	IN	H/L	μ C	4 bus data upper tristate dua arah, dapat ditulis atau dibaca terhadap mikrokontroler, D7 juga sebagai busy flag.
E	1	6	IN	H/L	μ C	Sinyal penanda mulai operasi. Aktif saat operasi write atau read.
R/W	1	5	IN	H/L	μ C	0 = Write, 1 = Read
RS	1	4	-	H/L	μ C	Sinyal seleksi register : 0 : Register Instruksi (Write), busy flag dan address counter (Read). 1 : Register Data (Write/Read).
V _{EE}	1	3	-	-	Power Supply	Power supply untuk mendrive LCD guna mengatur kontrasnya

V _{cc}	1	2	-	-	Power Supply	+5Volt
V _{ss}	1	1	-	-	Power Supply	0V : Terminal Ground
V+BL	1	15	-	-	Back Light Supply	4 – 4.2V 50 – 200 mA
V-BL	1	16	-	-	Back Light Supply	0V (Ground)

2.7.3. Instruksi

Tabel 2.5 Instruksi dari LCD M1632^[5]

No.	INSTRUKSI	RS	RW	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1.	Display Clear	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2.	Cursor Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*
3.	Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
4.	Display ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
5.	Cursor Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/L	R/L	*	*
6.	Function Set	0	0	0	0	1	DL	1	*	*	*
7.	CG RAM Address Set	0	0	0	1	A _{CG}					
8.	DD RAM Address Set	0	0	1	A _{DD}						
9.	BE/Address Read	0	1	BF	A _C						
10.	Data Write To CG RAM	1	0								
11.	Data Read From CG RAM	1	1								

* : Invalid bit

A_{CG} : CG RAM Address

A_{DD} : DD RAM Address

Fungsi masing-masing instruksi adalah sebagai berikut :

1) Display Clear

Membersihkan semua tampilan yang ada pada LCD serta menyimpan, sedangkan kursor kembali ke posisi semula.

2) Cursor Home

Hanya membersihkan semua tampilan dan kursor kembali ke posisi semula.

3) Entry Mode Set

Layar beraksi sebagai tampilan karakter tulis.

$S = 1/0$: menggeser layar.

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

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

4) Display On/Off Control

$D = 1$: layar on.

$D = 0$: layar off.

$C = 1$: kursor on.

$C = 0$: kursor off.

$B = 1$: kursor berkedip-kedip.

$B = 0$: kursor tidak berkedip-kedip.

5) Cursor/Display Shift

S/C = 1: LCD didefinisikan sebagai layer.

S/C = 0 : LCD didefinisikan sebagai kursor.

R/L = 1 : menggeser satu spasi kekanan.

R/L = 0 : menggeser satu spasi kekiri.

6) Function Set

DL = 1 : panjang data LCD pada mode 8 bit (D7 – D0).

DL = 0 : panjang data LCD pada mode 4 bit (D7 – D4) 4 bit upper
ditransfer terlebih dahulu kemudian diikuti 4 bit lower.

N = I/O : LCD menggunakan 2 atau 1 baris karakter.

F = I/O : LCD menggunakan 2 x 16 atau 2 x 16 dots per karakter.

7) CG RAM Address Set

Menulis alamat RAM ke karakter.

8) DD RAM

Menulis alamat RAM ke tampilan.

9) BF/Address Read.

BF = I/O : LCD dalam keadaan sibuk atau tidak sibuk.

10) Data Write to CG RAM or DD RAM.

Menulis byte ke alamat terakhir RAM yang dipilih.

11) Data Read from CG RAM or DD RAM

Membaca byte dari alamat terakhir RAM yang dipilih.

2.8. Transistor Sebagai Saklar

Cara yang paling mudah menggunakan sebuah transistor adalah sebagai saklar, artinya transistor dioperasikan pada salah satu dari saturasi atau *cut off*. Jika transistor berada pada titik saturasi, transistor tersebut seperti sebuah saklar yang tertutup dari kolektor ke emitor. Jika transistor *cut off* maka transistor akan seperti sebuah saklar yang terbuka.

Transistor yang difungsikan sebagai saklar diperlihatkan dalam Gambar 2.12. Pada rangkaian tersebut merupakan penjumlahan tegangan disekitar *loop input*, sehingga diperoleh persamaan:

$$I_B \cdot R_B + V_{BE} - V_{BB} = 0 \dots \dots \dots (2-1)$$

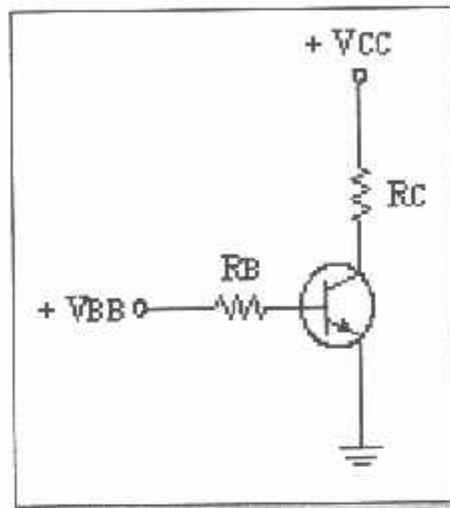
$$I_C \cdot R_C - V_{CE} - V_{CC} = 0 \dots \dots \dots (2-2)$$

Sehingga dengan persamaan (2-8) didapat persamaan untuk mengetahui besar arus pada kutub basis (I_B). Maka persamaan untuk arus pada basis dalam rangkaian transistor sebagai saklar adalah:

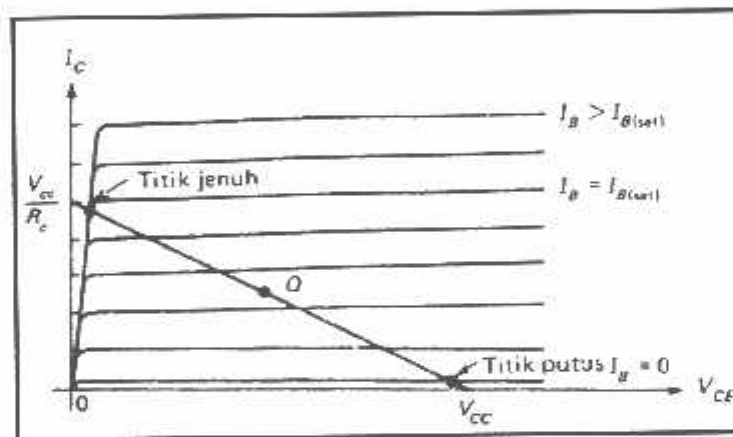
$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} \dots \dots \dots (2-3)$$

Jika arus basis lebih besar atau sama besar dengan I_B (sat), titik kerja Q berada pada ujung atas dari garis beban (Gambar 2.13). Dalam hal ini transistor kelihatan seperti sebuah saklar yang tertutup. Sebaliknya jika arus basis nol,

transistor bekerja pada ujung bawah dari garis beban, dan transistor kelihatan seperti sebuah saklar yang terbuka.



Gambar 2.12 Rangkaian transistor sebagai saklar^[11]



Gambar 2.13 Titik jenuh dan titik putus pada garis beban dc^[11]

Titik potong antara garis beban dc dan kurva $I_B = 0$ dikenal sebagai titik putus (*cut off*). Pada titik ini, arus basis sama dengan nol, dan arus kolektor juga sangat kecil. Ternyata dalam keadaan ini, dioda emiter tidak lagi mendapat prategangan maju dan fungsi normal dari transistor menjadi terhenti. Perhatikan

bahwa titik putus dalam Gambar 2.13 sangat berdekatan dengan intersep datar dari garis beban dc.

Titik jenuh (*saturasion*) adalah titik potong dengan kurva I_B pada ujung teratas dari garis beban dc. Pada titik ini, diode kolektor tepat berada pada batas kehilangan prategangan-balik. Untuk mudahnya, titik jenuh akan diberi koordinat $I_{C(sat)}$ dan $V_{CE(sat)}$. Arus kolektor pada titik ini ditentukan oleh

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{cc} - V_{ce(sat)}}{R_c} \dots\dots\dots(2-4)$$

Dari gambar 2.13 tampak jelas bahwa titik jenuh ini sangat berdekatan dengan sumbu tegak. Karena lazimnya $V_{CE(sat)}$ hanya berharga beberapa kali 0,1V, persamaan diatas sering dituliskan dalam bentuk :

$$I_{C(sat)} \cong \frac{V_{cc}}{R_c} \dots\dots\dots(2-5)$$

Arus basis yang menyebabkan kejenuhan ini diberikan oleh

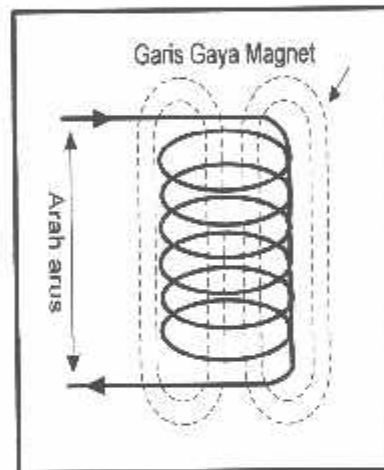
$$I_{B(sat)} = \frac{I_{C(sat)}}{\beta_{dc}} \dots\dots\dots(2-6)$$

Bila arus basis melebihi $I_{B(sat)}$, arus kolektor tidak dapat bertambah lagi karena diode kolektor tidak lagi berfungsi (tidak mendapat prategangan balik). Dengan kata lain, $I_{C(sat)}$ merupakan harga maksimum dari arus kolektor yang dapat dihasilkan oleh rangkaian dengan prategangan basis pada tegangan catu dan hambatan kolektor tertentu.

2.9. Solenoid

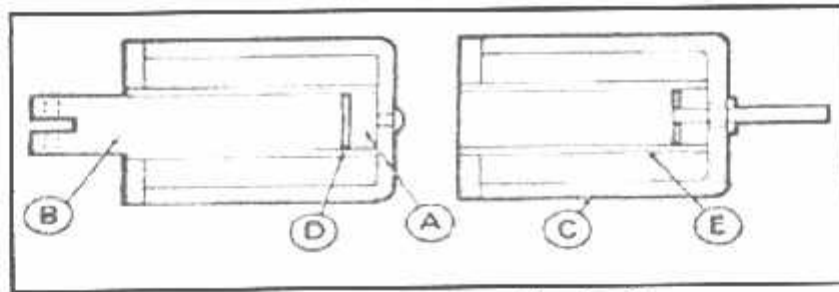
Solenoid merupakan suatu alat elektromekanik dimana merubah dari energi listrik menjadi energi gerak yang digunakan untuk menarik benda pada jarak tertentu. Arus yang mengalir pada lilitan kawat akan membuat gaya magnet. Gaya magnet dibutuhkan untuk menggerakkan besi penarik yang bergerak secara berubah-ubah (menekan dan menarik)

Dalam pengoperasiannya solenoida mempunyai karakteristik, jika diberi catu tegangan lilitan kumparan akan timbul garis gaya magnet seperti ditunjukkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.14 Garis Gaya Magnet^[7]

Dengan sifat yang dimiliki solenoid ini maka dia dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan suatu benda. Bentuk dasar solenoid ditunjukkan pada gambar 2.15.

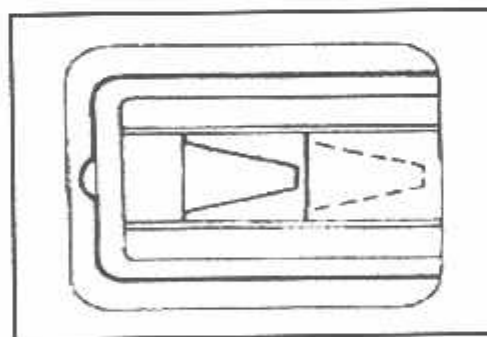


Gambar A

Gambar B

Gambar 2.15 Bentuk dasar solenoid (a)Model tarik,(b)Model tekan^[7]

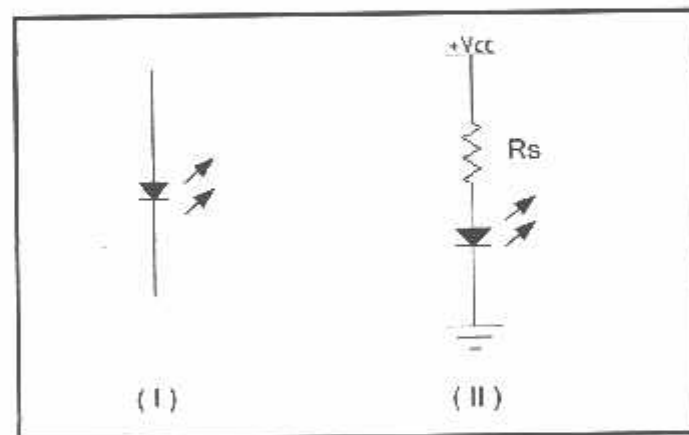
Ada dua bagian pada solenoid yang memegang peranan penting selain lilitan yaitu bagian tetap/tidak bergerak (A) dan bagian yang tidak tetap/bergerak yaitu sebagai besi penarik dan penekan (B).Lilitan yang melingkar dilapisi oleh lapisan tahan panas pada bagian luarnya (C). Garis gaya magnet akan timbul apabila pada lilitan dialiri arus dan secara langsung menutup celah (D) antara besi penarik/penekan dengan batas henti besi.besi penarik akan bergerak dan membuat gaya tetap *mechanical work*. Bentuk dasar pada gambar 2.15. merupakan tipe solenoid dengan permukaan datar, hal ini sesuai dengan selcnoid jenis arus AC, sedangkan pada solenoid jenis arus DC ditunjukkan pada gambar 2.16 yaitu bentuk kerucut pada permukaannya.



Gambar 2.16 Solenoid dengan model permukaan kerucul^[7]

2.10. LED (*Light Emitting Diode*)

Dioda pancar cahaya (*light Emitting Diode* = LED) adalah dioda semikonduktor khusus yang dirancang untuk memancarkan cahaya apabila arus melaluinya. Apabila diberi bias maju, energi elektron yang mengalir diubah menjadi energi cahaya. LED harus dioperasikan di dalam ukuran kerja tegangan dan arus tertentu untuk mencegah kerusakan. Sebagian besar LED membutuhkan 1,2 V sampai 2,5 V dan arus diantara 20 mA sampai 50 mA. Keuntungan utama penggunaan LED sebagai sumber cahaya dibandingkan dengan bola lampu cahaya biasa adalah penggunaan daya yang jauh lebih rendah, jauh lebih lama umurnya, dan beroperasi dengan kecepatan tinggi. Dioda konvensional mengubah energi menjadi panas. Dioda *arsenide gallium* mengubah energi menjadi panas dan sinar inframerah. Lambang skematis dan contoh rangkaian dari LED dapat dilihat dalam Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Lambang skematis dan contoh rangkaian dari LED^[11]

Cara mengendalikan LED yaitu dengan memperhitungkan arus dan tegangan sumber. Besar arus LED yang diberikan dalam contoh rangkaian Gambar 2.17 adalah (Malvino, 1985:97) :

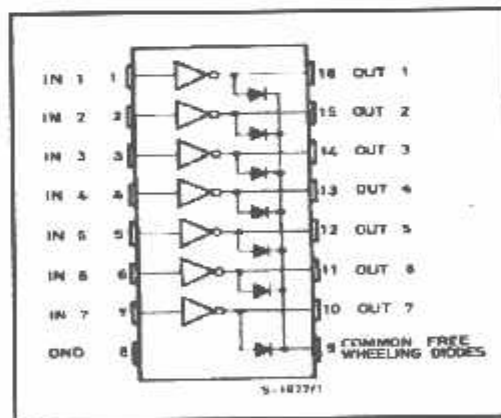
$$I = \frac{V_{cc} - V_{IR}}{R_s} \dots\dots\dots(2-10)$$

$$R_s = \frac{V_{cc} - V_{IR}}{I} \dots\dots\dots(2-11)$$

2.11. IC ULN 2003A

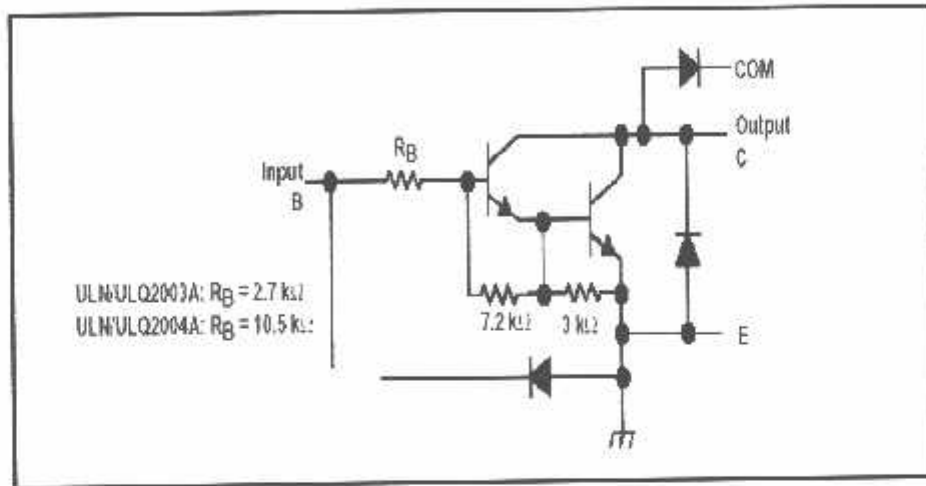
Pada IC ULN 2003A didalamnya terdapat rangkaian penguat Darlington. Untuk satu IC ULN2003A terdapat 7 pasang rangkaian Darlington NPN yang tersusun dalam rangkaian *common catoda*. Rangkaian Darlington ini digunakan sebagai saklar. Pada masing-masing rangkaian Darlington arus kolektornya sebesar 500mA. Rangkaian Darlington yang ada di dalam IC ULN 2003A dapat diparalel guna untuk kebutuhan arus yang besar. Karenanya IC ini dapat diaplikasikan untuk *driver relay*, *driver lampu*, *driver display* dan *logic buffer*. Pada skripsi ini rangkaian Darlington yang ada pada IC ULN 2003A digunakan sebagai *driver relay* yang digunakan untuk mengendalikan putaran motor dc.

Adapun pin-pin koneksi yang ada dalam IC ULN 2003A dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.18 Pin-Pin Koneksi Dalam IC ULN 2003A^[9]

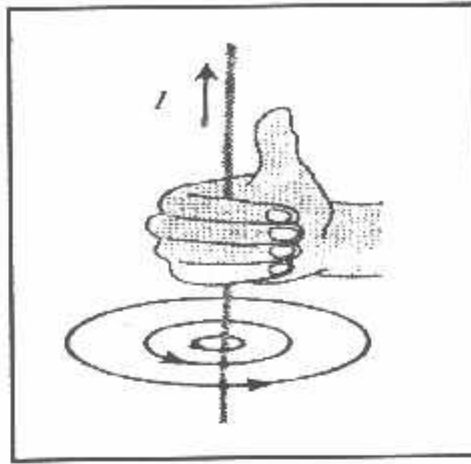
Sedangkan gambar untuk setiap rangkaian Darlington pada IC ULN 2003A dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.19 Rangkaian Darlington didalam IC ULN 2003A^[9]

2.12. Motor DC

Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. Arah medan magnet dapat ditentukan dengan kaidah tangan kanan. Ibu jari tangan menunjukkan arah aliran arus listrik sedangkan jari-jari yang lain menunjukkan arah medan magnet yang timbul, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.20 berikut ini.



Gambar 2.20 Garis-garis Medan Magnet disekitar Arus Listrik Pada Kawat Lurus^[10]

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

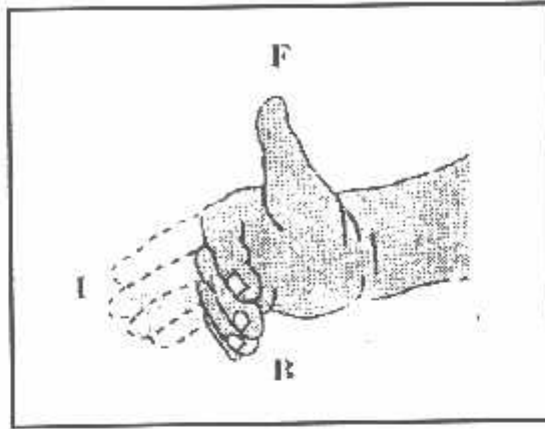
$$F = B.I.L \sin \theta \quad (\text{Newton})$$

Dimana : B = kerapatan *fluks* magnet (weber)

L = panjang konduktor (meter)

I = arus listrik (ampere)

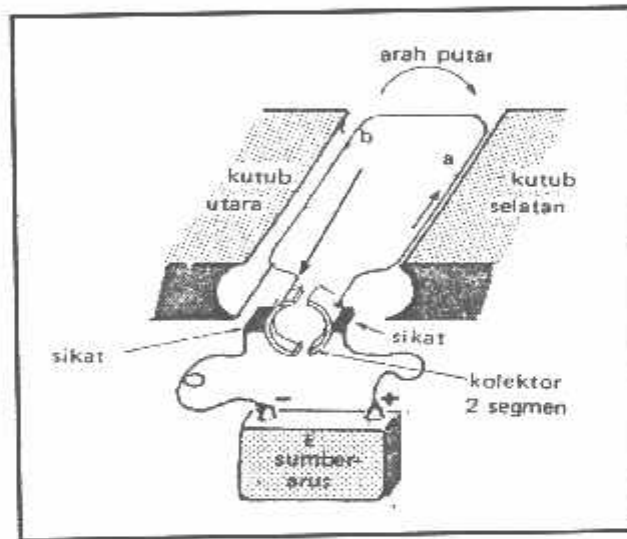
$\sin \theta$ = sudut antara antara arus dengan garis-garis medan.



Gambar 2.22 Kaidah Tangan Kanan^[10]

2.12.1. Cara Kerja Motor DC

Adapun cara kerja motor dc dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

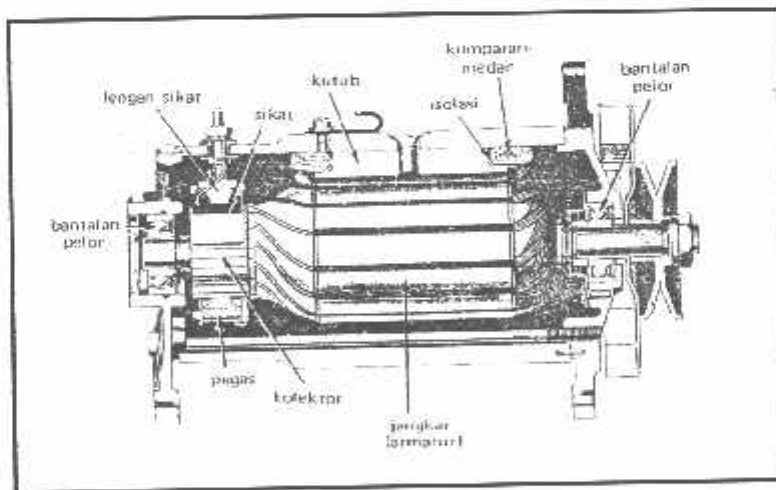


Gambar 2.21 Cara Kerja Motor DC^[14]

Ada satu lilit kawat a – b berada di dalam medan magnet. Lilitan ini dapat berputar dengan bebas, lilitan ini bisasa disebut dengan jangkar (*armour*).

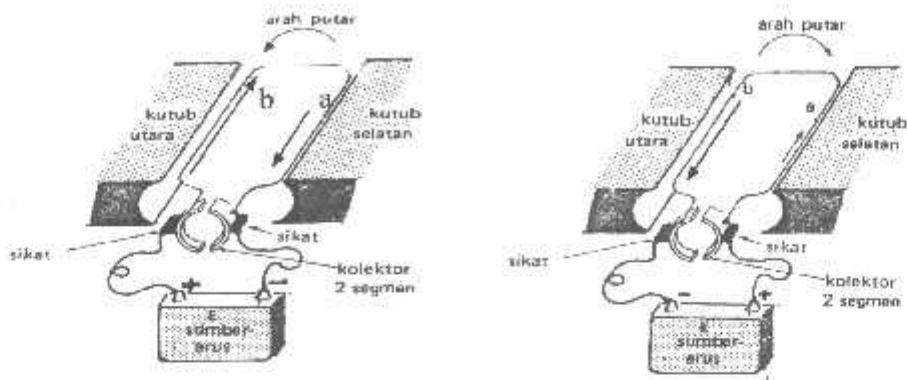
Pada jangkar dimasukkan arus yang berasal dari sumber (baterai) E. koneksi baterai dengan jangkar melalui sikat-sikat. Sikat-sikat ini terpasang pada sebuah

cincin yang terbelah dua, yang disebut kolektor. Adapun tujuan dari konstruksi ini adalah agar lilitan kawat dapat berputar apabila ada arus listrik yang melewatinya. Pada kawat yang berada di kanan arus mengalir dari depan ke belakang. Dalam kawat yang di kiri, arus mengalir dari belakang ke depan. kawat a dan b secara berganti-gantian berada di kiri dan kanan. Karena itu arah arus di a dan arah arus di b selalu membolak balik. Pembalikan arah arus itu terjadi pada saat lilitan kawat melintasi posisi vertikal. Disini kolektor berfungsi bagaikan penyearah mekanik. Flux magnet yang ditimbulkan magnet permanen disebut medan magnetnya motor. Dalam gambar arah fluk magnetik adalah dari kiri ke kanan. Adapun gaya yang bekerja pada penghantar b adalah ke atas, sementara gaya yang bekerja pada penghantar a adalah ke bawah. Gaya-gaya yang bekerja sama kuatnya, jadi ada kopel yang bekerja pada kawat sehingga lilitan pun dapat berputar. Setelah berputar 90° arah arus berbalik, pada saat itu penghantar a dan penghantar b bertukar tempat. Akibatnya arah gerak putaran tidak berubah.



Gambar 2.22 Motor DC⁽¹⁴⁾

2.12.2. Pengendalian Arah Putaran Motor DC



Gambar 2.23 Pengendalian Arah Putaran Motor DC^[12]

Dari gambar 2.23 diatas, agar arah putaran motor dc berubah, maka polaritas tegangan pada baterai harus dibalik.

2.13. Perckam Suara ISD 2500

Peralatan penyimpan informasi suara, ISD seri 2500 mempunyai kualitas yang bagus, dengan durasi penyimpanan dari 60 sampai 120 detik. Peralatan CMOS yang ada didalamnya adalah *chip oscillator*, *microphone preamplifier*, *automatic gain control*, *antialiasing filter*, *speaker amplifier*. Pada perkembangannya, ISD 2500 kompatibel dengan mikrokontroler, mengijinkan penyimpanan dan pengalamatan yang komplek. Perekaman disimpan dalam suatu *chip* yang tidak mudah berubah dalam *cell* memori.

Sinyal suara dan audio disimpan secara langsung ke memori pada tempat naturalnya dengan kualitas suara yang bagus. Untuk karakteristiknya adalah sebagai berikut :

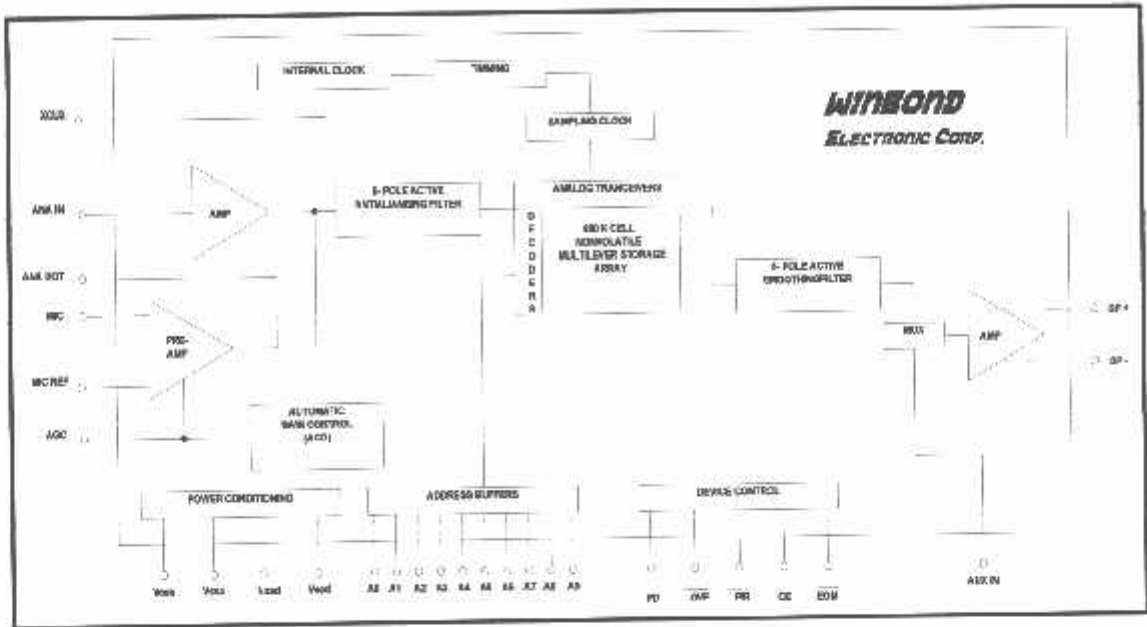
- Mudah digunakan untuk perekaman suara *single chip*.
- Kualitas bagus dengan suara asli.
- Memiliki durasi penyimpanan dari 60, 75, 90, 120 detik.
- Dapat dipakai untuk meng-*handle* banyak pesan.
- Menggunakan *power supply* tunggal 5Volt.

Tabel 2.6 Seri ISD 2500⁴¹

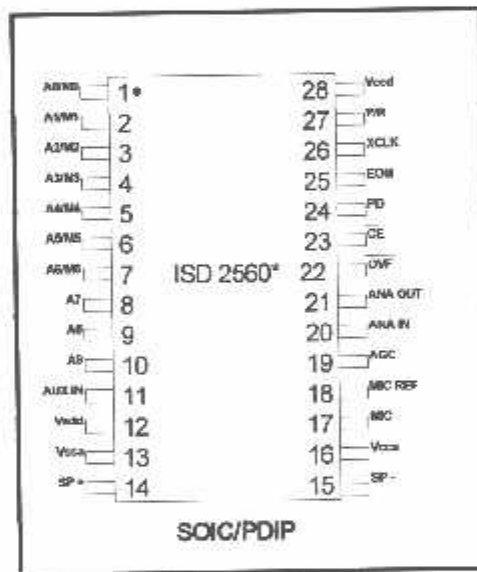
Tipe	Waktu (detik)	Sample Rate (KHz)	Filter Pass Band (Hz)
ISD 2560	60	8.0	3400
ISD 2575	75	6.4	2700
ISD 2590	90	5.3	2300
ISD 25120	120	4.0	1700

Dengan melihat table 2.6 (Seri ISD 2500) diatas maka, dapat diketahui bahwa IC panyimpan suara ISD seri 2560 ini adalah merupakan jenis EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Rom*). EEPROM adalah jenis ROM yang dapat diprogram, dihapus dan diprogram ulang secara *electric*.

IC ISD 2560 ini dapat melakukan perekaman suara atau pesan dengan jangka waktu durasi selama 60 detik dengan sample rate 8.0 KHz. Dimana untuk *cell* penyimpanan ini terbagi atas 10^{10} alamat yaitu dari 00 sampai 800 Hex. Pada saat *stand by* arus yang diserap sekitar $1\mu A$.



Gambar 2.24 Digram Blok ISD 2500^[4]



Gambar 2.25 Susunan Kaki ISD 2560^[4]

Keterangan :

1. *Power Down Input (PD)*

Apabila suara tidak direkam atau diputar ulang PD dapat diaktifkan supaya ISD 2560 mendapat konsumsi daya yang rendah. Jika EOM rendah selama terjadi kondisi *overflow*, PD harus berlogika "1" untuk mereset address supaya kembali ke awal perekaman */playback*.

2. *Chip Enable Input (CE)*

Untuk mengakses ISD 2560 maka pin CE harus berlogika "0". Apabila pin CE berlogika "1" maka ISD 2560 tidak dapat diakses dan *auxiliary* input terhubung langsung ke *amplifier speaker*.

3. *Playback / Record Input (P/R)*

Pada mode rekam pin P/R harus berlogika "0" dan bila *playback* maka pin P/R harus berlogika "1".

4. *End of Message Output (EOM)*

Penanda ini secara otomatis disisipkan pada akhir penyimpanan pesan. EOM *output* akan rendah selama *periode* T_{EOM} pada akhir pesan telah melampaui 60 detik (*Device Full*).

5. *Address/Mode Input (A0 – A9)*

Address/mode input menyediakan dua fungsi yaitu sebagai *address* pesan (A6 atau A7 rendah) dan sebagai *Operasional Mode* (A6 – A7 tinggi).

Message Address dapat mengalami maksimum 160 *segment*. Setiap *segment* mempunyai durasi 0,125 detik. Arah pembacaan dan perekaman dimulai dari awal *setting address* (A0 – A9).

6. *Voltage Input (VCCA, VCCD) dan Ground Input (VSSA, VSSD)*

Digunakan untuk dua input (untuk *analog* dan untuk *digital*) agar dapat memeperkecil *fase* yang timbul.

7. *Overflow Output (OVF)*

Pin ini akan low apabila batas akhir memori terlewati.

8. *Microphone Output (Mic)*

Input microphone akan men-transfer *sinyal* yang masuk ke *amplifier* yang berada didalam IC rangkaian AGC mengontrol penguatan antara -15 sampai 24 dB. *Microphone eksternal* harus dihubungkan dengan kondensator *kopling* ke pin ini. Nilai kapasitor *kopling* bersama dengan *impedansi internal* (normal 10 K Ω) akan menentukan *frekuensi cut-off* rendah dari *filter internal*.

9. *Microphone Reference Input (Mic Ref)*

Microphone Reference Input merupakan *inverting input* yang berhubungan dengan *amplifier*.

10. *Automatic Gain Control (AGC)*

AGC menyesuaikan penguatan dari *pre-amplifier* sesuai dengan input *microphone*.

11. *Analog Output (ANA OUT)*

Pin ini merupakan output dari *pre-amplifier* yang akan digunakan oleh pemakai.

12. *Analog Input (ANA IN)*

Analog input akan mentransfer sinyal ke *chip* untuk perekaman. Jika digunakan *microphone* maka ANA OUT harus dihubungkan ke pin ANA IN melalui kondensator *kopling*. Nilai kapasitor ini dengan *impedansi* input ANA IN (normalnya 3 K Ω) akan menentukan *frekuensi cut off filter*.

13. *Auxiliary Input (AUX IN)*

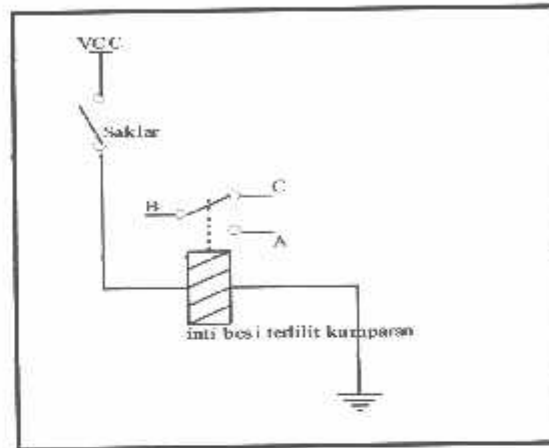
Auxiliary input dimultipleks melewati output amplifier dan dikeluarkan ke *speaker* jika CE dalam keadaan *high*, P/R *high* dan *playback* tidak aktif.

14. *Address Input (A0 - A9)*

Digunakan untuk mengamati *segment-segment* pada *chip*. Dengan demikian kita dapat menentukan alamat untuk tiap-tiap pesan.

2.14. Relay

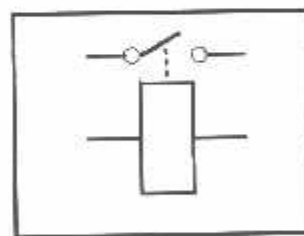
Relay adalah komponen elektronika yang terdiri dari sebuah lilitan kawat (kumparan/koil) yang terlilit pada sebuah besi lunak. Jika kumparan dialiri arus listrik maka inti besi akan menjadi magnet dan menarik pegas sehingga kotak AB terhubung dan BC terputus.



Gambar 2.26 Cara Kerja Relay^[14]

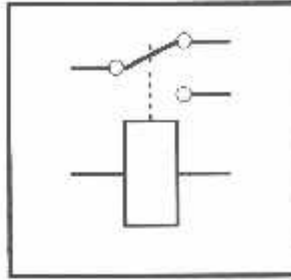
Relay merupakan suatu alat untuk menghubungkan atau memerlukan kontak antara komponen yang satu dengan yang lain. Dalam memutus atau menghubungkan kontak digerakkan oleh *fluksi* yang ditimbulkan dari adanya medan magnet listrik yang dihasilkan oleh kumparan yang melilit pada besi lunak. Ada beberapa macam relay, antara lain:

- SPST (*Single Pin Single Terminal*)



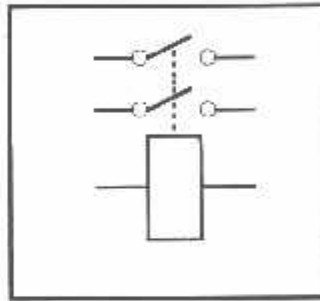
Gambar 2.27 Relay SPST^[14]

- SPDT (*Single Pin Dual Terminal*)



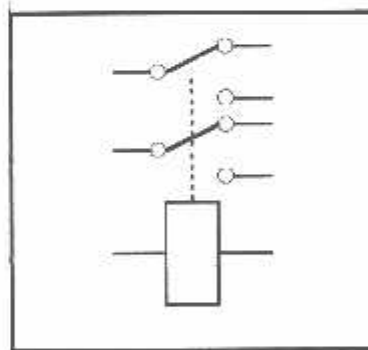
Gambar 2.28 Relay SPDT⁽¹⁴⁾

- DPST (*Dual Pin Single Terminal*)



Gambar 2.29 Relay DPST⁽¹⁴⁾

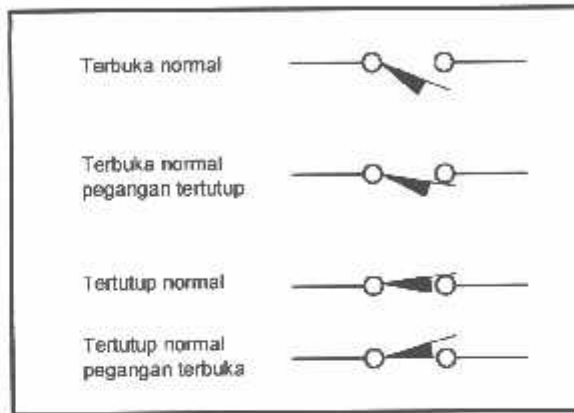
- DPDT (*Dual Pin Dual Terminal*)



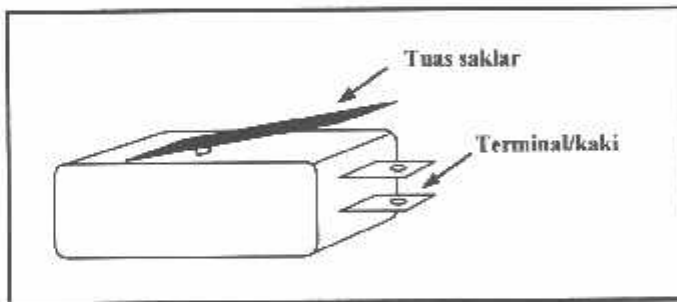
Gambar 2.30 Relay DPDT⁽¹⁴⁾

2.15. Saklar limit (*Limit Switch*)

Saklar limit merupakan saklar yang dioperasikan secara mekanis dan dikontrol secara otomatis yaitu tekanan. Saklar limit dirancang hanya untuk beroperasi apabila batas yang sudah ditentukan sebelumnya sudah tercapai (Petruzella, 2001: 152).



Gambar 2.31 Simbol *limit switch*



Gambar 2.32 Saklar *limit switch*

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Dalam bab perencanaan dan pembuatan alat ini, akan dibahas tentang bagaimana cara kerja rangkaian dari masing-masing blok. Komponen utama yang akan dibuat menggunakan mikrokontroler AT89S51. Dimana mikrokontroler akan memproses input dan output dari rangkaian pendukung.

Pada perancangan dan pembuatan alat ini juga akan dibahas minimum sistemnya dengan menggunakan mikrokontroler AT89S51 yang berfungsi sebagai otak dari seluruh rangkaian ini. Rangkaian sensor gas sebagai pendeteksi gas LPG yang bocor, rangkaian sensor suhu sebagai pendeteksi suhu ruangan akibat terjadinya kenaikan suhu yang tidak diinginkan beserta komponen pendukung lainnya seperti LCD, solenoid, LED, motor DC, ISD dan rangkaian driver.

3.1. Penentuan Spesifikasi Alat

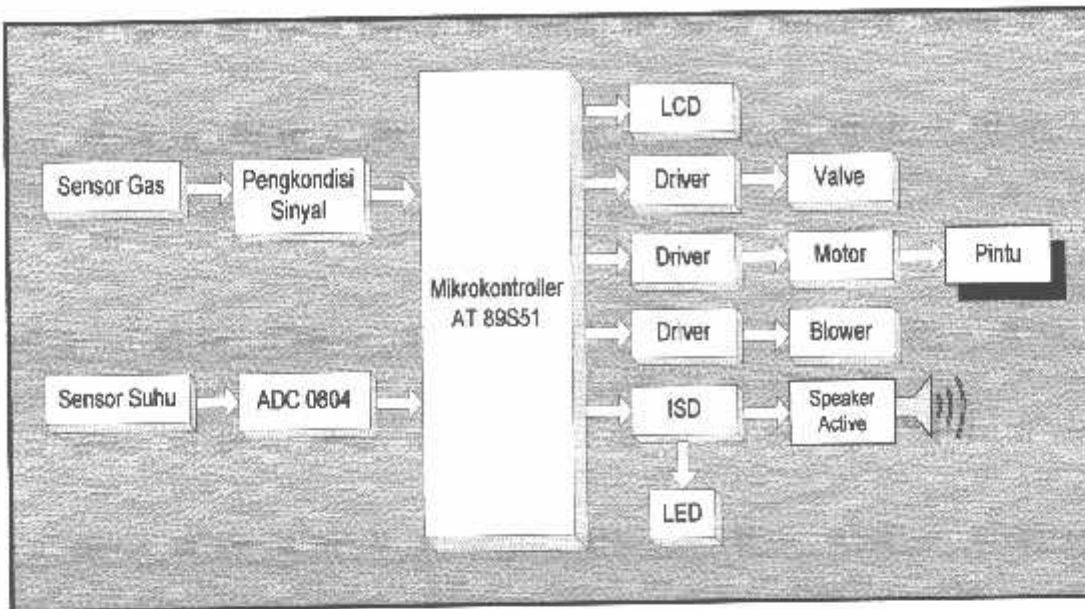
Dalam perancangan alat ini spesifikasi yang akan direalisasikan adalah sebagai berikut:

1. Kotak yang terbuat dari mika dengan dimensi 30cm x 30cm x 35cm sebagai miniatur dari ruang sentral gas.
2. Kotak yang terbuat dari mika dengan dimensi 21,5cm x 17cm x 6,5cm sebagai kotak rangkaian.
3. Sistem mikrokontroler AT89S51 sebagai kontrol sistem.
4. Menggunakan sensor gas dengan tipe TGS 2610.

5. LM 35 sebagai sensor suhu.
6. Selenoid (Valve) yang digunakan untuk membuka dan menutup saluran gas.
7. Blower.
8. Motor DC.
9. ISD 2560 untuk perekam suara yang digunakan sebagai alarm tanda peringatan.
10. Speaker active.
11. *Limit Switch*
12. LED warna merah sebagai indikator adanya bahaya .
13. Tampilan menggunakan LCD tipe M1632 dengan 16 karakter 2 baris.

3.2. Perencanaan Alat

Dalam perencanaan alat ini dilakukan pembuatan secara bertahap, yaitu pembuatan blok demi blok untuk memudahkan penganalisaan setiap bagiannya, maupun secara keseluruhan dari sistem. Perencanaan dan pembuatan sistem ini dibagi atas dua bagian yaitu perencanaan perangkat keras (hardware) dan perencanaan perangkat lunak (software). Beberapa aspek lain yang perlu dijelaskan dalam pembahasan bab ini adalah penentuan spesifikasi alat dari sistem yang dirancang blok diagram dan prinsip kerja secara umum seperti ditunjuk pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Blok Diagram Alat Secara Keseluruhan
 Sumber : Perancangan

Penjelasan diagram blok sistem :

1. Sensor gas (TGS 2610)

Digunakan sebagai inputan untuk mendeteksi adanya kebocoran gas didalam ruangan.

2. Sensor suhu (LM 35)

Digunakan sebagai inputan yang berfungsi untuk mendeteksi kenaikan suhu dalam ruangan.

3. Pengkondisi sinyal

Untuk mengkondisikan sinyal yang diterima dari inputan “Logic High/Low”.

4. ADC 0804

Digunakan untuk merubah sinyal analog menjadi sinyal digital.

5. Microcontroller AT 89S51

Digunakan untuk mengolah data yang diterima dari inputan, mengontrol dan mengendalikan rangkaian – rangkaian yang terhubung dengan mikrocontroller tersebut.

6. LCD

Digunakan untuk menampilkan adanya gas bocor yang terdeteksi dan kenaikan suhu dalam ruangan.

7. Driver

Sebagai pengendali atau menggerakkan peralatan mekanis yaitu; valve, blower dan motor.

8. Valve (Solenoid)

Berfungsi sebagai solenoid yaitu untuk membuka dan menutup saluran gas.

9. Blower

Berupa kipas yang berfungsi membuang udara yang tercemar oleh gas LPG untuk dikeluarkan melalui saluran pembuangan dan juga untuk sirkulasi udara dalam ruangan ketika mengalami kenaikan suhu.

10. Motor

Digunakan untuk menggerakkan pintu.

11. LED

Sebagai indikator adanya bahaya.

12. ISD

Perekam suara tanda peringatan terjadinya kebocoran gas maupun kenaikan suhu dalam ruangan.

13. Speaker Active

Outputan suara tanda peringatan adanya kebocoran gas maupun kenaikan suhu yang telah terekam pada ISD.

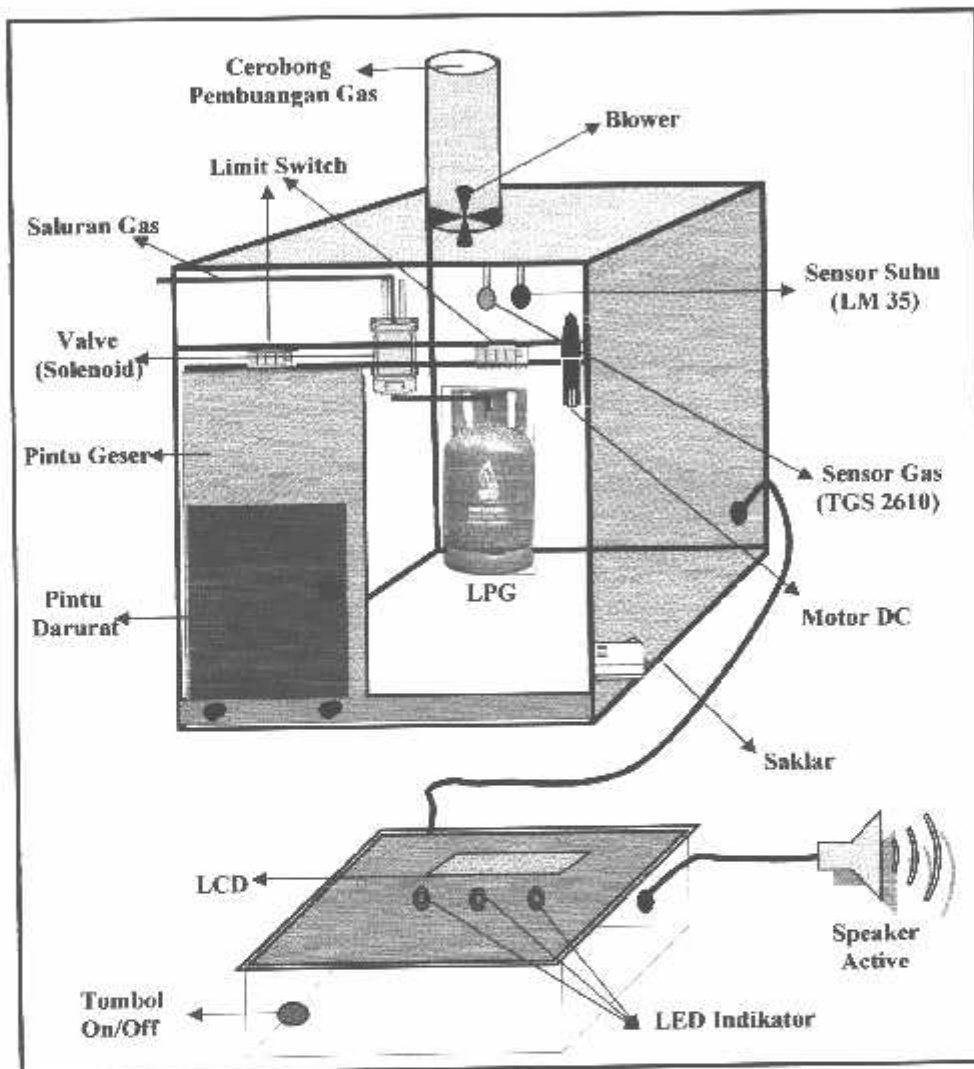
3.3. Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja secara umum blok diagram dari sistem pengaman terhadap pencegahan terjadinya kebocoran gas LPG, yaitu jika sensor gas mendeteksi adanya kebocoran gas LPG maka LCD akan menampilkan tulisan "*Gas Terdeteksi*". Dengan demikian dapat dipastikan dalam ruangan tersebut telah terjadi kebocoran gas LPG. Namun kondisi lain dari hasil pembacaan sensor dapat terjadi jika tidak ada kebocoran gas LPG, tetapi suhu ruangan yang ditampilkan melalui LCD mengalami kenaikan dari batas data yang ditentukan, maka LCD akan menampilkan tulisan "*Suhu Berlebih*", hal tersebut dapat dipastikan adanya bahaya ledakan akibat dari pemanasan pada ruangan sentral gas.

Pada saat inilah sistem kontrol akan menggerakkan valve (solenoid) untuk menutup katup saluran gas LPG. Jika telah tertutup mikrokontroler akan memutar rekaman suara yang tersimpan didalam IC ISD 2560 melalui speaker active sebagai tanda adanya bahaya kebocoran gas maupun pemanasan suhu ruangan. Bersamaan dengan itu driver akan mengaktifkan motor DC untuk menutup pintu guna menghindari penyebaran gas bocor yang meluas ke ruangan lain dan membuka pintu saat suhu ruangan mengalami kenaikan, begitu juga saat kondisi yang bersamaan. Kemudian driver juga akan mengaktifkan blower baik itu untuk membuang gas yang ada didalam ruangan ke udara bebas maupun sebagai sirkulasi udara saat suhu meningkat. Sedangkan LED berfungsi sebagai indikator

bahwa telah terjadi kebocoran gas atau suhu ruangan meningkat. Proses akan berhenti jika pembacaan sensor tidak lagi mendeteksi adanya kebocoran atau pembacaan sensor sudah dibawah batas nilai yang ditentukan.

Simulasi Alat



Gambar 3.2 Simulasi Alat
Sumber : Perancangan

3.4. Perancangan Perangkat Keras

Perencanaan masing-masing blok diagram sistem terdiri dari perencanaan rangkaian kontrol menggunakan AT89S51, beberapa rangkaian pendukung seperti rangkaian *sensor gas*, rangkaian *sensor suhu*, rangkaian *display*, rangkaian *driver relay*, serta rangkaian *ISD 2560*.

3.4.1. Mikrokontroler AT 89S51 Sebagai Minimum Sistem

Rangkaian minimum sistem dari mikrokontroler AT89S51 terdiri dari rangkaian clock dan reset. Rangkaian tersebut tersusun dari beberapa komponen yaitu; 3 buah kapasitor, 1 buah IC mikrokontroler, sebuah resistor dan sebuah kristal atau resonator keramik. Rangkaian kapasitor dan kristal atau resonator keramik digunakan sebagai rangkaian pembangkit internal clock generator yang terdapat pada AT89S51. Nilai kapasitansi ditentukan sesuai dengan jenis oscillator yang digunakan, yaitu :

$C1$ dan $C2 = 20\text{pF} - 40\text{pF}$ untuk kristal

$C1$ dan $C2 = 30\text{pF} - 50\text{pF}$ untuk resonator keramik.

Karena dalam rancangan digunakan oscillator kristal maka harga kapasitor yang penulis gunakan adalah sebesar 30pF.

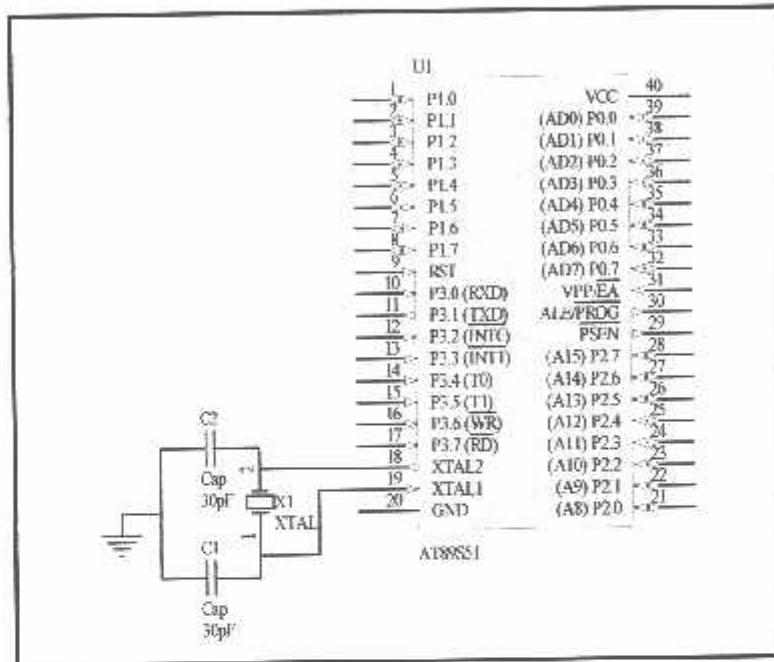
Mikrokontroler AT89S51 mempunyai frekuensi maksimal 12 MHz, dimana 1 siklus mesin = 12 clock. Dalam rangkaian digunakan kristal dengan harga 11,0592 MHz, maka program akan dijalankan pada setiap langkahnya selama 1,085 μ s. Siklus tersebut diambil berdasarkan ketentuan mikrokontroler AT89S51 yaitu 12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

12 MHz, maka waktu yang dipakai dalam setiap 1 siklus adalah 1 μ s. Dengan demikian perhitungan dapat dilihat sebagai berikut :

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

Karena 1 siklus mesin = 12T maka,

$$1 \text{ siklus mesin} = 12 \times \frac{1}{11,0592 \times 10^6} = 1,085 \mu\text{s}.$$



Gambar 3.3 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler AT89S51

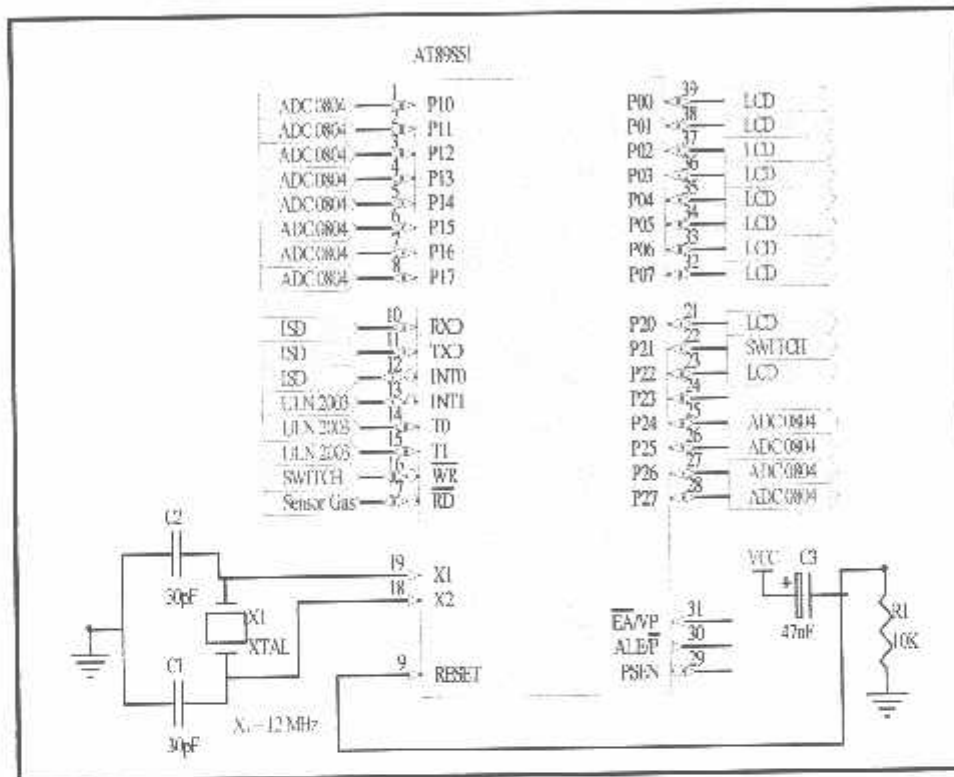
Sumber : Perancangan

3.4.2. Perancangan Penggunaan Port-port Pada Mikrokontroler AT89S51

Pada skripsi ini IC mikrokontroler AT89S51 digunakan sebagai pusat pengendali kerja dari alat yang dibuat karena pada IC inilah akan disimpan program-program (software) perintah serta alamat yang akan dituju program.

Untuk melaksanakan fungsi tersebut diatas maka perlu dirancang port-port I/O serta sinyal-sinyal yang akan digunakan dengan seksama.

Gambar 3.4 Menunjukkan rancangan port-port I/O serta sinyal-sinyal pada IC mikrokontroller AT89S51 yang dimanfaatkan pada skripsi ini.



Gambar 3.4 Rancangan Pemakaian Port-port M.krokontroller AT 89S51

Sumber : Perancangan

- **Port 0**

Port 0 merupakan port dua fungsi yang berada pada pin 32 – 39 dari IC AT89S51. Dalam perancangan, P0.0 – P0.7 digunakan sebagai *display LCD*

- **Port 1**

Port 1 disediakan sebagai port I/O dan menempati pin 1 – 8, dalam perancangan alat pin 1 - 8 digunakan sebagai *ADC 0804*.

- **Port 2**

Port 2 disediakan sebagai I/O dan menempati pin 21 – 28. Dalam perancangan alat, pin 21 dan pin 23 digunakan sebagai *Display LCD*, pin 22 digunakan sebagai *switch*, sedangkan pin 25 – 28 digunakan sebagai *driver ULN 2003*.

- **Port 3**

Port 3 merupakan dua fungsi, yaitu sebagai I/O sekaligus port yang memiliki fungsi khusus dengan internal pull up. Vcc diberi tegangan sebesar 5 volt sesuai dengan tegangan operasi chip tunggal yang diperbolehkan pada *datasheet*. Port 3.0 sampai Port 3.2 sebagai masukan dari *ISD 2560*, Port 3.3 sampai Port 3.5 sebagai masukan dari *driver ULN 2003*, Port 3.6 sebagai masukan dari *switch*. Port 3.7 sebagai masukan dari *sensor gas TGS 2610*.

- **\overline{PSEN} (*Program Store Enable*)**

PSEN adalah suatu sinyal keluaran yang terdapat pada pin 29. Fungsinya adalah sebagai sinyal control untuk memungkinkan mikrokontroler membaca program (code) dari memori eksternal. Jika eksekusi program dari ROM internal (8051/8052) atau dari flash memori AT89S51, maka PSEN berada pada kondisi tidak aktif (high).

- **ALE (*Address Latch Enable*)**

Sinyal output ALE yang berada pada pin 30 fungsinya untuk demultipleks bus alamat dan bus data. Sinyal ALE membangkitkan pulsa sebesar 1/6 frekuensi ascilator dan dapat dipakai sebagai clock yang dipergunakan secara umum.

- **\overline{EA} (*external Access*)**

Masukan sinyal EA terdapat pada pin 31 yang dapat diberikan logika rendah (pin terhubung ground) atau logika tinggi (pin terhubung Vcc). Jika diberikan logika tinggi, maka mikrokontroller akan mengakses program dari ROM internal (EPROM/flash memory). Jika EA diberikan logika rendah, maka mikrokontroller akan mengakses program dari memori eksternal. Pada skripsi ini EA tidak digunakan.

- **GND**

Dihubungkan dengan ground catu daya.

- **RST (*Reset*)**

Input reset pada pin 9 adalah reset master untuk AT 89S51.

- **Oscilator**

Oscilator yang disediakan pada chip dikemukakan dengan XTAL yang dihubungkan pada pin 18 dan pin19. Besar nilai XTAL yang digunakan sebesar 11,0592 MHz untuk keluarga MCS-51, dan diperlukan dua buah kapasitor penstabil sebesar 30 pF.

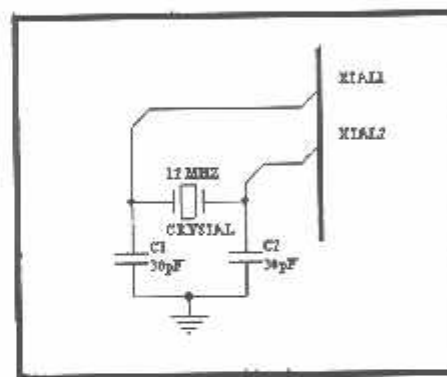
- **Vcc**

AT 89S51 dioperasikan dengan tegangan supply +5V. Pin Vcc berada pada pin nomor 40 sedangkan Vss (ground) berada pada pin 20.

3.4.3. Rangkaian Pewaktu (Clock)

X1 dan X2 digunakan sebagai input dari rangkaian osilator kristal. Rangkaian osilator kristal terdiri dari kristal osilator 11,0592 MHz, kapasitor C1 dan C2 masing-masing 30 pF akan membangkitkan pulsa clock yang akan menjadi penggerak bagi seluruh operasi internal MCU. Jadi besarnya satu machine cycle dari rangkaian ini dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$T_P = \frac{12}{f_{kristal}} = \frac{12}{11.0592} \cong 1,0851 \mu s$$

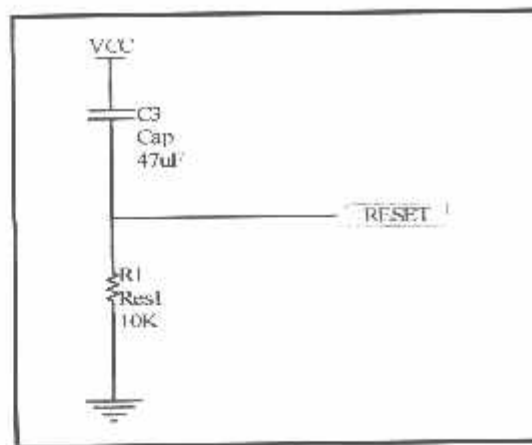


Gambar 3.5. Rangkaian Clock

Sumber : Perancangan

3.4.4. Perancangan Rangkaian Reset

Untuk mereset mikrokontroler dipilih rangkaian power on reset aktif tinggi. Rangkaian ini secara otomatis akan mereset mikrokontroler setiap kali catu daya dinyalakan. Rangkaian reset akan bekerja apabila ada logika tinggi sekurang-kurangnya dua machine cycle pada pin reset mikrokontroler. Jadi apabila satu machine cycle = 1,0851 μs , pin reset harus ditahan pada logika tinggi kurang lebih 2,1702 μs . Rangkaian resetnya adalah sebagai berikut :



Gambar 3.6 Rangkaian Reset

Sumber : Perancangan

Karena sifat kapasitor yang hubung singkat pada awal pengisian, maka tegangan pada awal terminal RST bernilai sama dengan Vcc. Dan akan menurun sampai tegangan reset minimum 3,5 V (0,7Vcc). Waktu penurunan minimum ini sama dengan waktu start up ditambah 2 siklus mesin cycle, yaitu :

$$10 \text{ ms} + 2 (1,0851 \mu\text{s}) = 10,0022 \text{ ms}$$

Dari rangkaian diatas, menentukan nilai C dan R adalah sebagai berikut :

V reset minimum adalah 3,5 V sehingga V kapasitor adalah 1,5 V

$$V_c = V_{cc}(1 - e^{-T/Rc})$$

$$1,5 = 5(1 - e^{-10,0022\text{ms}/Rc})$$

$$Rc = 0,047\Omega$$

Jika C = 10 µf, maka R sebesar $0,047/10\mu\text{f} = 4,7 \text{ K}\Omega$

3.5. Perencanaan Rangkaian Sensor

3.5.1. Rangkaian Sensor Gas

Sensor yang digunakan pada perencanaan ini adalah sensor gas jenis thick film gas semikonduktor type TGS 2610 yang mana sensor ini memberikan tegangan keluaran $V_o = 5$ Volt. Pada sensor gas TGS 2610 mempunyai angka – angka maksimum mutlak yang digunakan untuk operasi kerjanya, antara lain adalah sebagai berikut:

- Gas yang terdeteksi : Butana, LP Gas
- Typical detection range : 500 – 10.000 ppm
- Tegangan pemanas (V_H) : 5.0 ± 0.2 V DC/AC
- Tegangan kerja rangkaian (V_C) : 5.0 ± 0.2 V DC/AC, $P_s \leq 15$ mW
- Resistansi beban (R_L) : 0.45 k Ω min.

Kondisi karakteristik elektronika dibawah standart test :

- Resistansi pemanas (R_H) : Mendekati 59 Ω pada suhu ruangan
- Arus pemanas (I_H) : 56 ± 5 mA
- Konsumsi daya pemanas (P_H) : 280 mW, $V_H = 5.0$ V DC
- Resistansi sensor : 0.68 – 6.8 K Ω dalam 1800ppm iso-butana
- Sensitifitas (perubahan perbandingan R_S) : $0.56 + 0.06$

Sedangkan untuk memperoleh nilai resistansi-sensor pada waktu kerja (mendeteksi adanya gas), dapat diperoleh dengan perhitungan berikut :

V_{cc} : 5 Volt

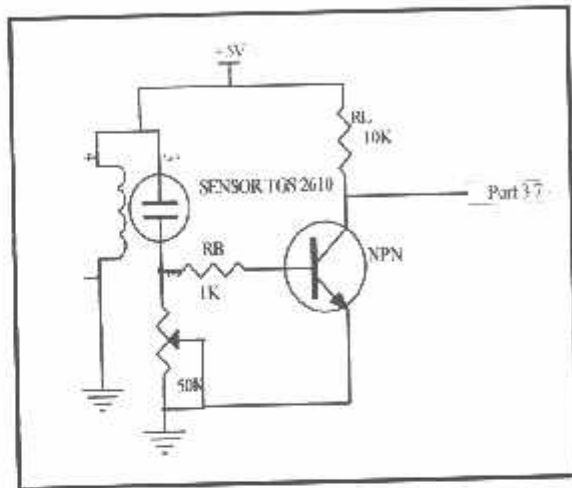
V_{out} : 3 Volt (data pengukuran saat terdeteksi adanya gas)

R_I : 1.47 K Ω (data pengukuran V_o)

$$R_s = \frac{V_c - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L$$

$$R_s = \frac{5 - 1,5}{1,5} \times 3,7 K\Omega$$

$$: 8,6 K\Omega$$



Gambar 3.7 Rangkaian Sensor Gas
Sumber : Perancangan

3.5.2. Rangkaian Sensor Suhu

Pada perencanaan alat ini pengukur suhu untuk ruangan menggunakan transduser jenis IC LM 35. Dipilihnya komponen ini karena memiliki kepresisian yang tinggi dalam mengkonversi suhu menjadi listrik, yaitu tiap 1°C sebanding dengan tegangan output 10mV. Dalam perencanaanya, sensor menggunakan sumber tegangan sebesar + 5V.

Tegangan keluaran yang diberikan sensor ketika proses pendeteksian temperature adalah :

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

Dimana : V_{out} adalah tegangan output dari sensor LM 35 (Volt)

Penggunaan resistor variable sebesar 50 K Ω , untuk memperkecil arus masukan. Dengan melihat analisa diatas dapat disimpulkan, saat suhu diatas 38^oC Vout = logic '0' (adanya bahaya ledakan), sedangkan saat suhu turun dibawah 38^oC = logic '1' (aman).

3.6. Rangkaian LCD (Liquid Crystal Display)

Sebagai panampil data digunakan display LCD dot matrik 2 x 16 karakter. Signal-signal yang dipergunakan oleh LCD adalah data bus, RS, R/W dan E. Signal E dihubungkan ke port 2.2 untuk mengaktifkan LCD. LCD akan aktif jika mikrokontroller memberi instruksi tulis pada alamat LCD. Sedang port 2.0 diberikan untuk memberikan signal RS yang membedakan data yang diberikan pada LCD. Signal RS diberikan pada LCD untuk membedakan signal antar instruksi program atau instruksi penulisan data.

Untuk pin R/W akan berlogika low (0) apabila dihubungkan dengan ground maka LCD difungsikan hanya untuk menuliskan program atau data ke display. Untuk mengambil data dari mikrokontroller maka pin-pin data dihubungkan dengan port 0.0 sampai 0.7 yang merupakan pin-pin data dari mikrokontroller.

VR1 pada pin 3 (VEE) digunakan untuk mengatur kontras dari karakter yang ditampilkan, sedangkan pin 15 (V+) diberi dioda gunanya agar tegangan yang masuk sesuai dengan data dari datasheet, yaitu 4,5 V

$$\text{Tegangan dioda} = 0,6 \text{ V}$$

$$\text{VCC} = 5 \text{ V}$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi tegangan masuk} &= 5\text{V} - 0,6\text{V} \\ &= 4,4\text{Volt}\end{aligned}$$

Pada lembaran *datasheet* modul LCD M1632 SEIKO INSTRUMENT

INC. disebutkan bahwa :

Power supply LCD meliputi :

$$V_{ss} = 0 \text{ V}$$

$$V_{cc} = 5 \text{ V} \pm 10\% (2\text{mA})$$

$$V_{ee} = V_{cc} - 13,5 \text{ V} \text{ sampai } V_{cc} = 0,3 \text{ V} (1 \text{ mA pada } V_{ee} = 0,25\text{V})$$

Power supply back light :

$$V + \text{BL} = 4 \text{ V} \text{ sampai } 4,2 \text{ V} (50 \text{ sampai } 200 \text{ mA})$$

$$V - \text{BL} = 0 \text{ V (GND)}$$

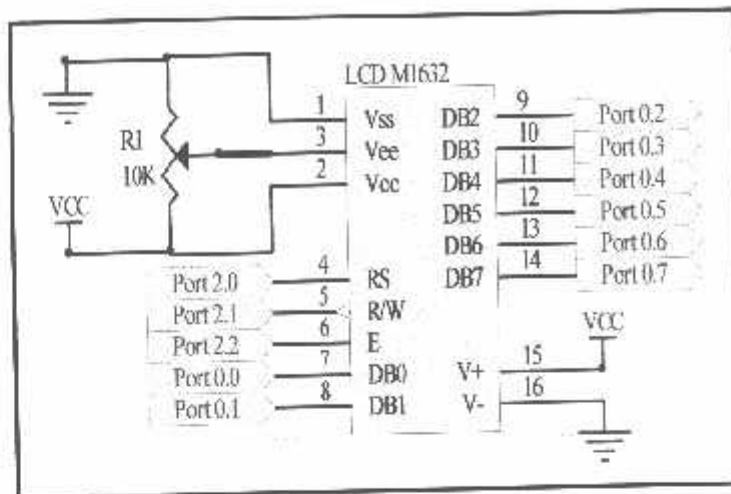
Pada input $V + \text{BL}$ dipasang sebuah dioda 1N4001 (bahan silicon dengan $V_d = 0,65 \text{ V}$ sampai $0,7 \text{ V}$). tujuannya adalah didapatkan tegangan $V + \text{BL}$ sebesar $4,3 \text{ V}$ dengan perhitungan sebagai berikut :

$$V_{cc} = V_d + (V + \text{BL})$$

$$= 0,7 + (V + \text{BL})$$

$$(V + \text{BL}) = 5 - 0,7 = 4,3 \text{ Volt}$$

Dipilih dioda 1N4001 karena arus maksimum yang biasa dilewatkan oleh dioda ini sebesar 1 A , berikut ini adalah rangkaian lengkap modul LCD yang digunakan dalam perancangan :

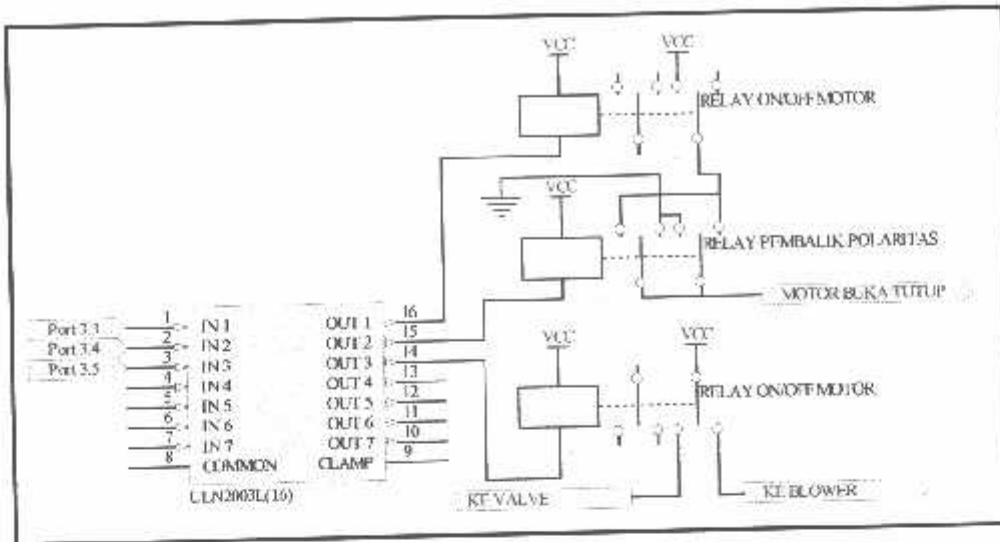


Gambar 3.9.Rangkaian LCD
Sumber : Perancangan

3.7. Rangkaian Driver Relay

Didalam perencanaan rangkaian ini hal utama yang perlu diperhatikan adalah pemilihan media penghubung yang dapat dikontrol melalui suatu rangkaian pengendali. Media penghubung yang digunakan dalam rangkaian ini adalah *relay*.

Relay yang digunakan merupakan relay 12 Volt dengan resistansi 173 Ohm. Rangkaian ini berfungsi untuk menyambung dan memutus rangkaian yang ada diluar mikrokontroller, yaitu : motor penggerak pintu, blower dan valve (solenoid). Rangkaian driver ini digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.10 Rangkaian Driver: Relay
Sumber : Perancangan

Driver IC ULN 2003 mampu menggerakkan 3 buah relay dengan baik karena IC ULN 2003 dapat mengoperasikan sampai dengan arus 500 mA.

$$R_{relay} = 400\Omega$$

$$V = 12\text{Volt}$$

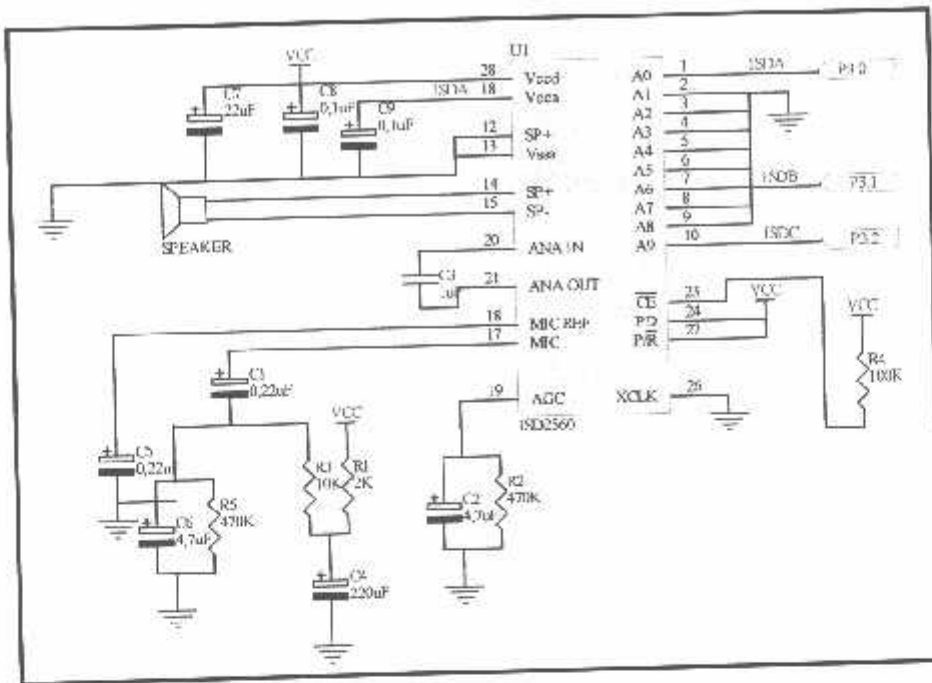
$$I = \frac{V}{R_{relay}}$$

$$= \frac{12}{400}$$

$$= 30\text{ mA}$$

3.8. Rangkaian ISD 2560

Peralatan penyimpan informasi suara, ISD 2560 mempunyai kualitas suara yang bagus, dengan durasi penyimpanan 60 detik. Rangkaian alat dapat dilihat pada gambar 3.11 di bawah ini :



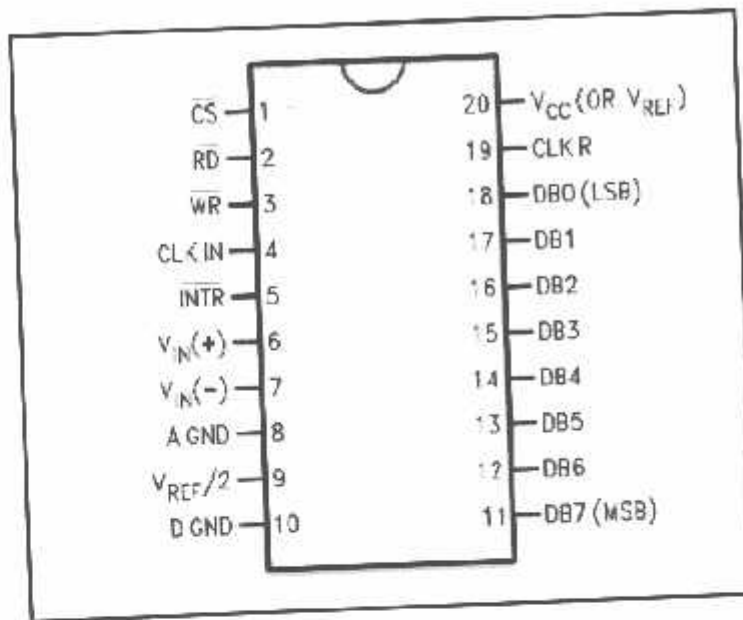
Gambar 3.11 Rangkaian ISD 2560
Sumber : Perancangan

Peralatan CMOS yang ada didalamnya adalah *chip oscillator*, *microphone preamplifier*, *automatic gain control*, *antialiasing filter*, *smoothing filter* dan *speaker amplifier*. ISD 2560 adalah kompatibel dengan mikrokontroler. Alamat dan jalur kendali dapat dihubungkan dengan mikrokontroler, sehingga memungkinkan penyimpanan dan pengalamatan yang kompleks. Perikaman disimpan dalam suatu *chip* yang tidak mudah berubah dalam *cell* memori. Sinyal suara audio disimpan secara langsung ke memori pada tempat naturalnya dengan kualitas suara yang bagus.

3.9. Konverter Analog ke Digital

Konverter analog ke digital yang digunakan dalam skripsi ini adalah ADC

0804.



Gambar 3.12 Diagram Pena IC ADC 0804 dan Fungsi-Fungsinya¹¹

ADC 0804 adalah IC SCA 8 bit CMOS dalam kemasan 20 pena, ADC ini memiliki dua masukan analog, $V_{in} (+)$ dan $V_{in} (-)$, sehingga dapat menerima masukan differensial. Masukan analog sesungguhnya (V_{in}) sama dengan selisih antara tegangan-tegangan yang dihubungkan dengan kedua pena masukan ini $V_{in} = V_{in} (+) - V_{in} (-)$, kalau masukan analog berupa tegangan tunggal, tegangan ini harus dihubungkan dengan $V_{in}(+)$, sedangkan $V_{in}(-)$ harus dihubungkan ke ground analog.

Untuk operasi normal, ADC 0804 menggunakan $V_{cc} = +5$ Volt sebagai tegangan referensi, jangkauan masukan analog mulai dari 0 volt sampai 5 volt. Karena IC ini adalah SAC 8 bit, resolusinya adalah $5v / (256-1) = 19,6$ mV.

ADC 0804 memiliki generator clock internal yang harus diaktifkan dengan menghubungkan sebuah resistor eksternal (R) antara pin CLK OUT dan CLK IN serta sebuah kapasitor eksternal (C) antara CLK IN dan ground digital. Frekuensi clock yang diperoleh di pin CLK OUT sama dengan $f = 1/(1,1RC)$. Untuk sinyal clock ini dapat juga digunakan sinyal eksternal yang dihubungkan ke pin CLK IN.

ADC 0804 memiliki dua hubungan ground, yaitu ground analog dan ground digital. Pemisahan ini dianggap perlu karena ground digital mengandung banyak derau yang ditimbulkan oleh perubahan arus yang cepat dalam rangkaian dan dapat menyebabkan komparator analog dalam ADC berubah keadaan sebelum waktunya. Untuk mencegah terjadinya kemungkinan ini maka digunakan hubungan ground terpisah.

ADC 0804 juga memiliki keluaran digital three state (yang dinyatakan dengan senjata segitiga terbalik kecil di dekat keluaran D7) dengan demikian, keluaran-keluaran ini dapat langsung dihubungkan dengan saluran data mikrokomputer.

Masukan CS (chip select, aktif rendah) yang digunakan untuk mengaktifkan ADC 0804. Jika CS berlogika 1, ADC 0804 tidak aktif (disable) dan semua keluaran digital akan berada dalam keadaan HI-Z (Impedansi tinggi). Masukan RD (read atau Output enable, aktif rendah) digunakan untuk mengaktifkan keluaran digital ADC 0804. Kalau CS - RD = 0, keadaan logika di pin D0-D7 akan mewakili hasil konversi ADC terakhir dan dapat dibaca oleh komputer.

Masukan WR (Write atau Start Conversin) digunakan untuk memulai proses konversi, untuk itu WR harus diberi pulsa 0. Keluaran INTR (interrup atau end of conversion) menyatakan akhir konversion. Pada saat dimulai proses konversi, INTR akan berubah menjadi tinggi. Diakhir konversi INTR akan kembali ke logika 0.

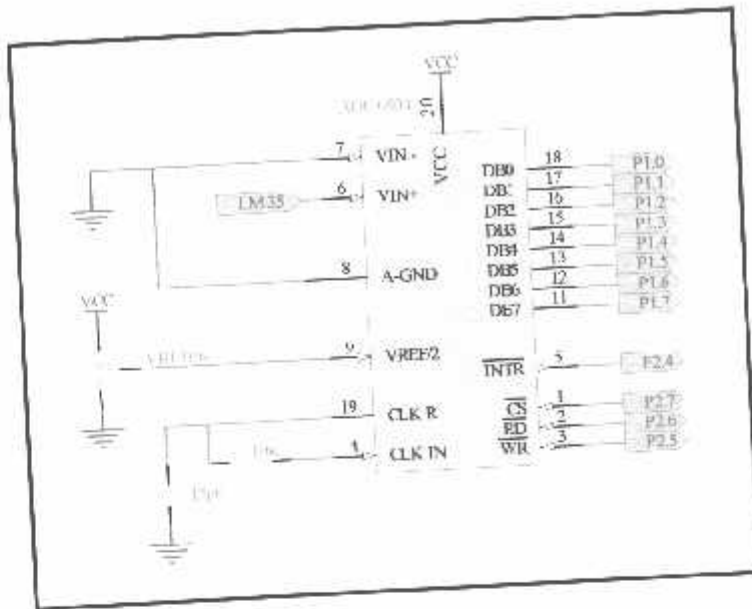
Masukan Vref/2 digunakan untuk mengurangi tegangan referensi internal, yang berarti mengubah jangkauan masukan analog yang dapat ditangani oleh ADC 0804. Kalau masukan Vref/2 tidak dihubungkan, tegangan referensi yang digunakan adalah Vcc, dan tegangan pada masukan Vref/2 akan sama dengan (1/2)Vcc. Kalau masukan Vref/2 dihubungkan suatu tegangan eksternal, tegangan referensi internal untuk ADC 0804 berubah menjadi dua kali tegangan eksternal ini, dan jangkauan masukan analog sama dengan tegangan referensi internal.

ADC yang dipakai pada aplikasi ini CS dihubungkan pada mikrokontroller di P2.7 dan WR dihubungkan ke P2.6 sedangkan INTR dihubungkan pada P2.4.

Pulsa clock dihasilkan oleh rangkaian resistor 10KΩ dan kapasitor 150 pF, sehingga dihasilkan frekuensi clock.

$$F_{ck} = \frac{1}{1,1.R.c}$$

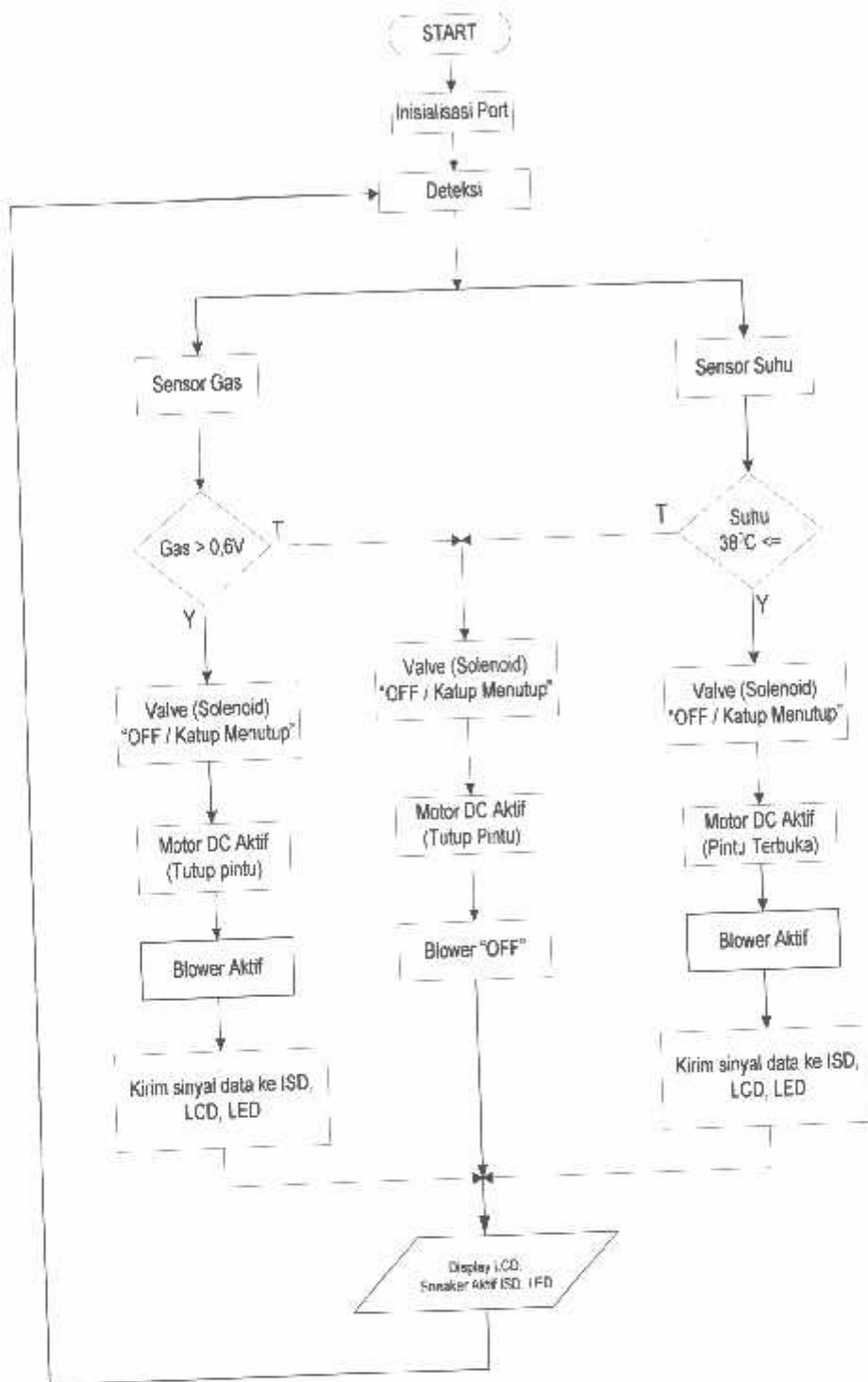
$$= \frac{1}{1,1 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^{-12}} = 606 \text{ KHZ}$$



Gambar 3.13 Rangkaian ADC 0804
 Sumber : Perancangan

3.10. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (*software*) digunakan untuk memudahkan penyusunan program. Perangkat lunak itu sendiri diperlukan untuk mengatur kerja mikrokontroler sehingga dapat mengendalikan sistem perangkat keras. Perangkat lunak ditulis dalam bahasa *assembler* dan penulisannya sesuai dengan spesifikasi sistem yang telah ditentukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam Gambar 3.14 berikut :



Gambar 3.14 Diagram Alir Program Keseluruhan
Sumber : Perancangan

BAB IV

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

Untuk mengetahui keberhasilan dari perencanaan dan pembuatan alat pengontrol katup saluran gas LPG terhadap kebocoran dan pencegahan terjadinya kebakaran. Pada bab ini diuraikan sejumlah pengukuran dan perhitungan melalui percobaan yang dilakukan untuk mengetahui sistem kerja dari alat secara keseluruhan.

Terlebih dahulu pengujian dilakukan perbagian untuk mempermudah dalam menganalisis hasil perancangan dan pengujian yang dilakukan. Bagian-bagian yang diuji adalah:

- Rangkaian sensor gas
- Rangkaian sensor suhu
- Rangkaian *driver* solenoid

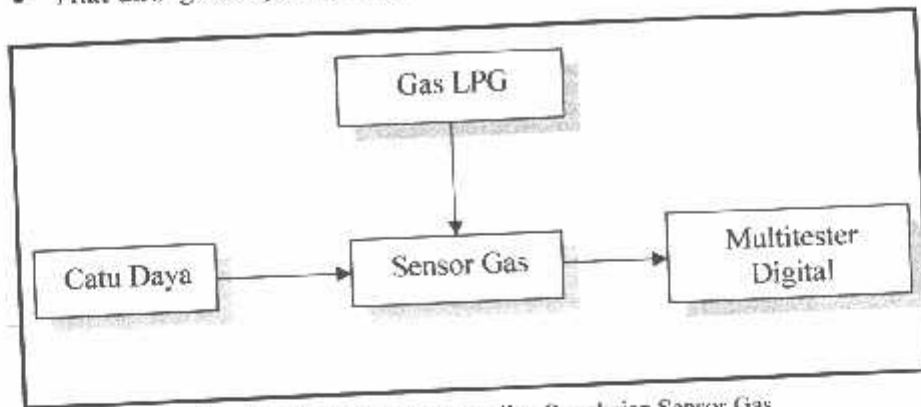
Setelah semua bagian di atas diuji, langkah berikutnya adalah pengujian sistem secara keseluruhan.

4.1. Pengujian Rangkaian Sensor Gas

1. Tujuan dari pengujian rangkaian sensor gas adalah :
 - Untuk mengetahui besar resistansi sensor gas TGS 2610 pada waktu diberi gas.
 - Untuk mengetahui perubahan tegangan.

2. Langkah - langkah pengujian.

- Alat dirangkai seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.1. Blok Diagram Pengujian Rangkaian Sensor Gas

- Rangkaian diberi catu daya
- Sensor gas diberi gas LPG (Iso Butane)
- Resistansi sensor gas diukur dengan Ohmmeter sebelum dan sesudah diberi gas LPG (Iso Butane)
- Tegangan keluaran diukur dengan Voltmeter sebelum dan sesudah diberi gas LPG
- Jarak diukur dengan memberikan gas LPG pada sensor gas

3. Hasil pengujian

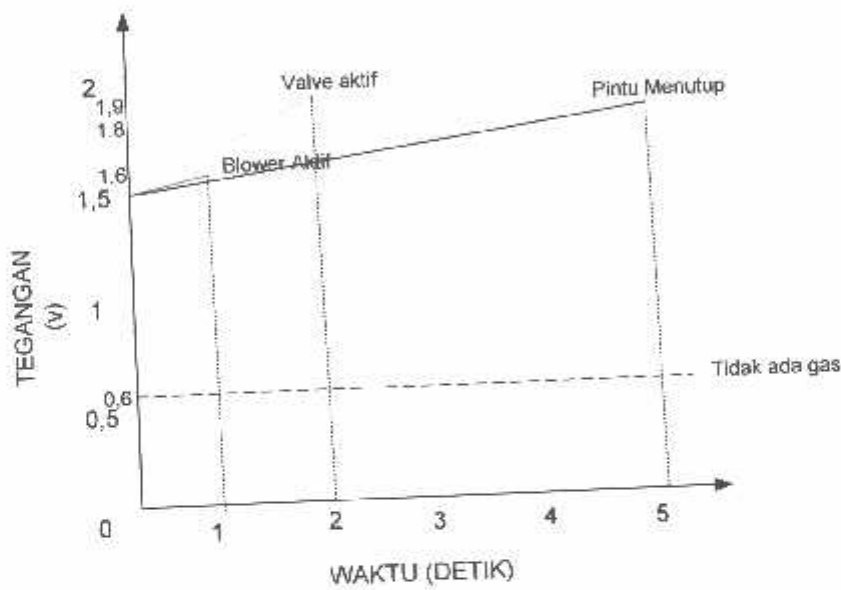
Hasil pengujian dari rangkaian sensor gas TGS 2610 secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

Tabel 4-1 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Gas Terhadap Output Sensor dan Resistansi

Gas		
Gas LPG	Resistansi Gas (ohm)	Output Sensor (volt)
Ada gas	8,6K	1,5
Tanpa ada gas	27,1K	0,6

Tabel 4-2 Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Gas Terhadap Jarak

Jarak (Cm)	Kondisi Sensor Gas	Output Sensor (Volt)
50 - 100	Terdeteksi	1,3
100 - 150	Terdeteksi	1,25
150 - 200	Terdeteksi	1,1
200 >	Tidak Terdeteksi	0



Grafik 4-1. Hasil Pengujian Sistem Terhadap Waktu dan Tegangan

4. Analisa hasil pegujian

Hasil analisa pengukuran sensor gas menunjukkan bahwa pada saat sensor mendeteksi gas V_{output} sensor akan high dengan tegangan 1,5V dan ketika tidak mendeteksi adanya gas output sensor akan low ($V_{out} = 0,6V$). Hal ini sesuai dengan perencanaan alat, bahwa bila ada gas maka sensor akan aktif dan mengaktifkan driver relay solenoid (kondisi OFF),

motor DC, dan blower. Bila tidak ada gas maka driver relay tidak aktif dan motor DC serta blower mati. Sensor akan mendeteksi hingga jarak 200 Cm. Selang waktu valve ketika sensor mendeteksi gas adalah 2 detik dengan $V_{out} = 1,9V$, selang waktu blower ketika sensor mendeteksi gas adalah 1 detik dengan $V_{out} = 1,6V$, sedangkan selang waktu pintu menutup ketika gas bocor adalah 5 detik dengan $V_{out} = 1,8V$.

4.2. Pengujian Rangkaian Sensor Suhu

1. Tujuan dari pengujian rangkaian sensor gas adalah :

Pengujian rangkaian sensor suhu yang menggunakan LM35 bertujuan untuk mengetahui ketepatan sensor dalam merespon perubahan suhu sekitarnya yaitu dengan mengukur tegangan keluarannya. Jika tanggapan sensor suhu baik maka setiap perubahan $1^{\circ}C$ keluaran sensor akan berubah $\pm 10mV$.

2. Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Menyusun rangkaian pengujian sensor suhu seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2.
- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian
- Memasukkan sensor suhu ke dalam bejana berisi air yang telah dipanaskan
- Memasukkan termometer ke dalam bejana untuk mengetahui pembacaan suhu
- Menaikkan suhu air dengan cara menyalakan pemanas
- Mengamati setiap kenaikan suhu untuk mengetahui pembacaan suhu

Tabel 4-3 Hasil Pengujian Sensor Suhu IC LM35

No	Suhu (°C)	Tegangan keluaran pengukuran (mvolt)	Tegangan keluaran perhitungan (mvolt)
1.	26	261	260
2.	28	283	280
3.	30	297	300
4.	32	323	320
5.	34	342	340
6.	36	358	360
7.	38	375	380
8.	40	404	400
9.	42	415	420

4. Analisis hasil pengujian

Dalam Tabel 4.3 bisa dilihat bahwa tegangan keluaran sensor suhu terhadap perubahan suhu adalah linier dan sesuai dengan spesifikasi sensor suhu tersebut. Persentase kesalahan dari hasil pengujian terhadap nilai yang diinginkan dalam perancangan bisa dihitung dengan:

$$\text{Prosentase penyimpangan} = \frac{|V_o \text{ perhitungan} - V_o \text{ pengukuran}|}{V_o \text{ perhitungan}} \times 100\%$$

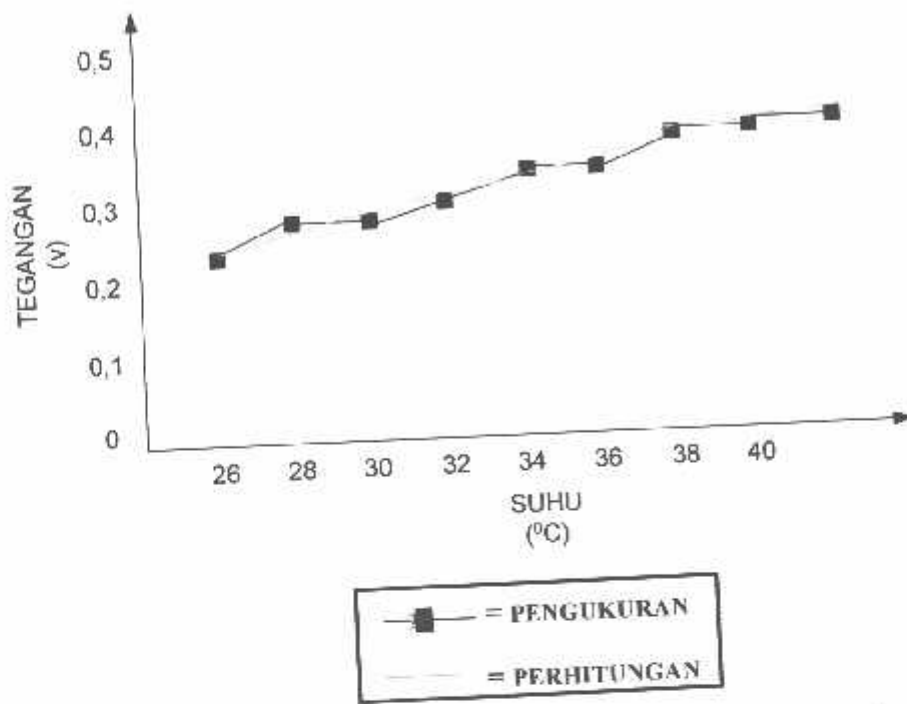
$$= \frac{|260 - 261|}{260} \times 100\%$$

$$= 0,38\%$$

$$\text{Penyimpangan rata-rata} = \frac{X}{Y}$$

$$= \frac{8,9\%}{9}$$

$$= 0,98\%$$



Grafik 4-2 Hasil Selisih Antara Perhitungan dan Pengukuran Sensor Suhu Terhadap Tegangan Keluaran

Adanya penyimpangan dikarenakan:

- Pembacaan yang tidak tepat pada thermometer.
- Tidak presisinya multimeter sehingga menyebabkan kesalahan dalam pembacaan.

4.3. Pengujian Rangkaian *Driver* Solenoid

Blok pengujian rangkaian driver relay untuk solenoid ditunjukkan seperti dalam Gambar 4.3.

1. Tujuan dari pengujian rangkaian driver solenoid adalah :

4.4. Pengujian Sistem Keseluruhan

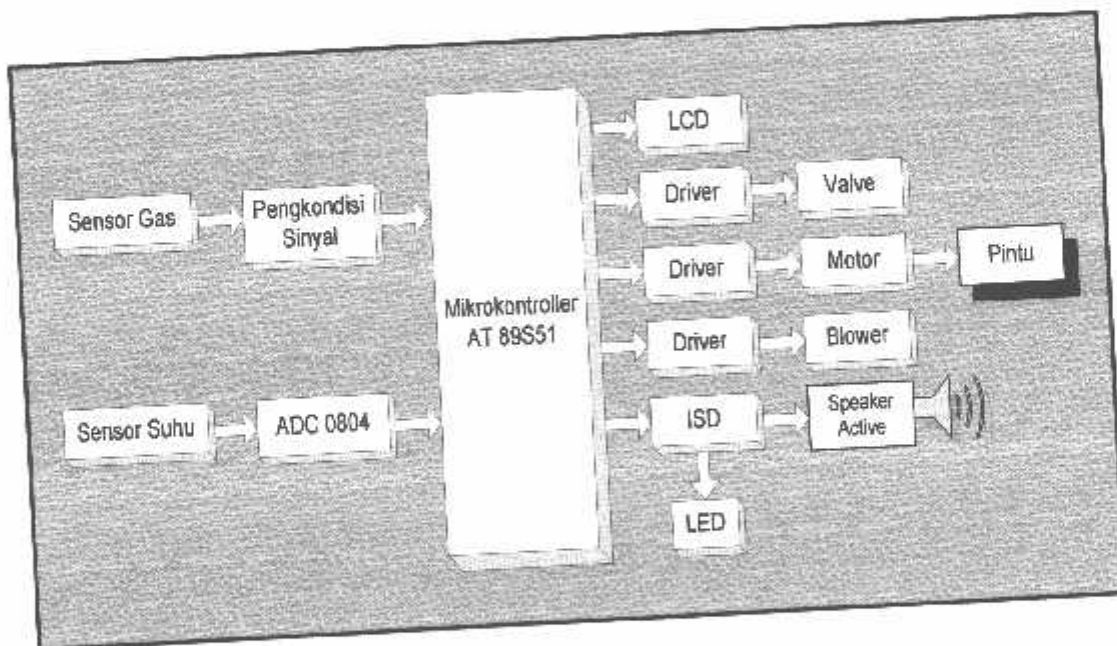
1. Tujuan

Untuk mengetahui bahwa pengaman ruang gas LPG dengan sistem pengontrolan katup saluran gas guna berbasis mikrokontroler AT89S51 ini dapat beroperasi sesuai perencanaan.

2. Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

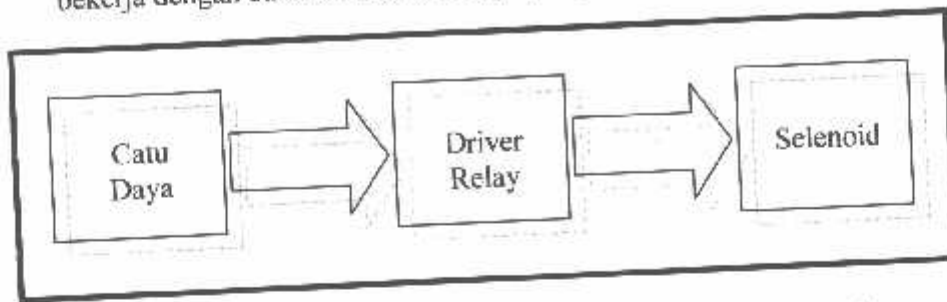
- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian
- Merangkai perangkat sesuai dengan blok diagram sistem yang direncanakan.
- Memberikan inputan pada sensor gas berupa gas iso butane.
- Memberikan inputan pada sensor suhu berupa solder sebagai pemanas.

Berikut adalah rangkaian pengujian keseluruhan system



Gambar 4.4 Blok Diagram Pengujian Keseluruhan

Pengujian ini bertujuan pada prinsip kerja solenoid apakah solenoid bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 4.3 Blok Diagram Pengujian Rangkaian Driver Relay Untuk Solenoid

2. Langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Susun rangkaian seperti dalam blok diagram diatas.
- Berikan catu daya pada rangkaian *driver* relay.
- Amati keluaran dari kondisi relay dan output relay.
- Hasil Pengujian rangkaian driver relay ditunjukkan dalam Tabel 4.3

3. Hasil pengujian

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rangkaian *Driver* relay solenoid

Tegangan Masukan	Kondisi Relay	Output Relay	Tegangan keluaran driver
Logika Tinggi ("1")	Relay on	Solenoid bergerak	12 volt
Logika Rendah ("0")	Relay off	Solenoid tidak bergerak	0 volt

4. Analisis hasil pengujian

Dari Tabel 4.3 terlihat bahwa pengaturan solenoid tergantung dari driver relay. Jika driver relay berlogika tinggi ("1") maka kondisi relay on, demikian sebaliknya jika driver relay berlogika rendah ("0") maka kondisi relay off.

3. Analisis hasil pengujian

Pengujian dilakukan dengan memberikan gas iso butane – propane pada sensor gas dan pemanas pada sensor suhu. Sehingga sensor akan mendeteksi adanya gas dan kenaikan suhu, maka mikrokontroller akan memberikan perintah pada valve untuk menutup saluran gas, motor DC akan menggerakkan pintu untuk menutup serta blower akan aktif. Sebagai informasi akan ditampilkan pada LCD bahwa telah terjadi kebocoran gas dan peningkatan suhu serta tanda peringatan melalui LED dan ISD yang akan aktif selama terjadi kebocoran gas dan peningkatan suhu. Proses tersebut akan kontinyu selama masih ada pendeteksian dan berhenti ketika kondisi kembali normal.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis diperoleh kesimpulan bahwa Aplikasi mikrokontroler AT 89S51 untuk mengontrol katup saluran gas LPG terhadap kebocoran dan pencegahan terjadinya kebakaran secara prinsip telah sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan, yaitu:

1. Pada saat sensor gas TGS 2610 diberi gas maka sensor tersebut akan mendeteksi adanya gas (sensor aktif). Tegangan yang dihasilkan ketika mendeteksi adanya gas adalah 1,5 volt, sedangkan ketika sensor tidak mendeteksi tegangan yang dikeluarkan adalah 0,6 volt. Sensor dapat mendeteksi hingga jarak 200 Cm. Selang waktu valve ketika sensor mendeteksi gas adalah 2 detik dengan $V_{out} = 1,9V$, selang waktu blower ketika sensor mendeteksi gas adalah 1 detik dengan $V_{out} = 1,6V$, sedangkan selang waktu pintu menutup ketika gas bocor adalah 5 detik dengan $V_{out} = 1,8V$.
2. Suhu tidak berpengaruh terhadap gas butana. Tegangan keluaran pengukuran sensor suhu LM 35 pada suhu normal $26^{\circ}C$ adalah 261 mV, sedangkan tegangan keluaran perhitungan adalah 260 mV, selisihnya 1mV dengan penyimpangan 0,38 %. Pada suhu batas maksimal yang ditentukan yaitu $38^{\circ}C$, maka alat akan bekerja dan memberikan informasi peringatan adanya bahaya. Penyimpangan rata-rata antara hasil pengukuran dengan perhitungan adalah 0,98%.

3. Pengaturan solenoid tergantung dari driver solenoid. Jika driver relay diberi tegangan 12V maka kondisi relay akan "on" (High) solenoid bergerak, sebaliknya jika driver relay tidak diberi tegangan maka kondisinya akan "off" (low) solenoid tidak bergerak.

5.2 SARAN

Dengan melihat hasil yang telah dicapai dalam perancangan dan pembuatan alat serta dari kesimpulan yang ada, untuk pengembangan lebih lanjut yang memungkinkan penyempurnaan alat dapat dilakukan sesuai kebutuhan baik penerapan maupun perluasan sistemnya diantaranya :

1. Penambahan penyemprot air berupa embun guna menghindari adanya kebakaran ketika gas bocor maupun suhu meningkat.
2. Led indikator dibuat warna yang berbeda untuk masing-masing kondisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anonymus. 1999. ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805 8-Bit μ P Compatible A/D Converters 0809 8-Bit μ P Compatible A/D Converters with 8-Channel Multiplexer. National Semiconductor Corporation.
- [2]. Anonymus. 2000. *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors*. National Semoconductor.
- [3]. Anonymus. 2001. *8 Bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash AT89S51*. Atmel Corporation.
- [4]. Anonymus. 2003. *ISD 2560/75/90/120*. Winbond Electronic Corporation.
- [5]. Anonymus. Tanpa Tahun. *M1632 Module LCD 16 X 2 Baris (M1632)*. Delta Electronic.
- [6]. Anonymus. Tanpa Tahun. *Sekilas Tentang LPG (Liquefied Petroleum Gas)*. Pertamina.
- [7]. Anonymus. Tanpa Tahun. *Solenoid*.
- [8]. Anonymus. Tanpa Tahun. *TGS 2610*. Figaro USA, Inc.
- [9]. Anonymus. Tanpa Tahun. *ULN 2003 A*.
- [10]. Douglas C. Giancoli, Dra. Yuhilza Hanum, M. Eng, Ir. Irwan Arifin, M. Eng. "*Fisika*", Edisi kelima, jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1998
- [11]. Malvino, Albert Paul. 1986. *Prinsip-Prinsip Elektronika Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- [12]. Putra, Agfianto Eko. 2002. *Belajar Mikrokontroler AT89C51/ 52/ 55*. Yogyakarta: Gava Media.
- [13]. Robert F. Coughlin & Frederick F. Driscoll, Ir Herman Widodo Soemitro, "*Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*", edisi kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1982.
- [14] Wasito, "*Elektronika dalam Industri*", Penerbit Karya Utama, Jakarta 1986

LAMPIRAN



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Vijay Sidharta
NIM : 02 17 020
Masa Bimbingan : 16 Juni 2006 – 16 Desember 2006
Judul Skripsi : Aplikasi Mikrokontroler AT 89S51 Untuk Mengontrol Katup Saluran Gas LPG Terhadap Kebocoran dan Pencegahan Terjadinya Kebakaran

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	29-06-06	Bab I Tujuan disempurnakan.	
2.	29-06-06	Bab II Acc	
3.	09-09-06	Bab III Revisi	
4.	09-09-06	Bab IV Revisi Pengaturan suhu.	
5.	07-09-06	Bab III & IV Acc	
6.	12-09-06	Bab I - V Acc	
7.	18-09-06	Makalah Semper.	
8.			
9.			
10.			

Malang, 9-09-2006
Dosen Pembimbing

Ir. Usman Djuanda, MM.
NIP. P. 1018700143



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Vijay Sidharta
NIM : 02 17 020
Masa Bimbingan : 16 Juni 2006 – 16 Desember 2006
Judul Skripsi : Aplikasi Mikrokontroller AT 89S51 Untuk Mengontrol Katup Saluran Gas LPG Terhadap Kebocoran dan Pencegahan Terjadinya Kebakaran

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	30-06-06	Perancangan Alat.	
2.	4-08-06	Kerulitan yang dihadapi	
3.	18-08-06	Maju Bab 1-5	
4.	28-08-06	ACC Bab 1-5	
5.	1-09-06	Makalah Seminar.	
6.	15-09-06	Presentasi Seminar di hadapan dosen pembimbing	
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, 21-9-2006
Dosen Pembimbing

Setyoniadi, ST. MSc.
N.P.




LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. Nama : Vijay Sidharta
2. NIM : 02.17.020
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Elektronika
5. Judul Skripsi :


**APLIKASI MIKROKONTROLLER AT89S51 UNTUK
MENGONTROL KATUP SALURAN GAS LPG TERHADAP
KEBOCORAN DAN PENCEGAHAN TERJADINYA KEBAKARAN**

6. Tanggal Pengajuan Skripsi : 9 Mei 2006
7. Selesai Menulis Skripsi : 22 September 2006
8. Dosen Pembimbing I : Ir. Usman Djuanda, MM.
9. Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 96 (Sembilan Puluh Enam)

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1


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

Mengetahui
Dosen Pembimbing I


(Ir. Usman Djuanda, MM)
NIP. P 1018700143



LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. Nama : Vijay Sidharta
2. NIM : 02.17.020
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Elektronika
5. Judul Skripsi :

**APLIKASI MIKROKONTROLLER AT89S51 UNTUK
MENGONTROL KATUP SALURAN GAS LPG TERHADAP
KEBOCORAN DAN PENCEGAHAN TERJADINYA KEBAKARAN**

6. Tanggal Pengajuan Skripsi : 9 Mei 2006
7. Selesai Menulis Skripsi : 22 September 2006
8. Dosen Pembimbing II : Sotyohadi, ST, MSc.
9. Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 78 (Tujuh Puluh Delapan)


Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1


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

Mengetahui

Dosen Pembimbing II


(Sotyohadi, ST, MSc)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO


Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : VIJAY SUDHARMA
NIM : 0219020
Perbaikan meliputi :

1. Kesimpulannya yang telah berbantuan dgn. American
data (B&W) di hitungkan saja.

Malang,


(Endang Nugroho)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA
N I M
Perbaikan meliputi

- Kesimpulan

- Pengujian system

- grafik ?

Malang,



(M. ASTOR)



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI


Nama Mahasiswa : Vijay Sidharta
NIM : 02.17.020
Masa Bimbingan : 16 Juni 2006 s/d 16 Desember 2006
Judul Skripsi :

**APLIKASI MIKROKONTROLLER AT89S51 UNTUK MENGONTROL
KATUP SALURAN GAS LPG TERHADAP KEBOCORAN DAN
PENCEGAHAN TERJADINYA KEBAKARAN**

Materi Perbaikan	Paraf Penguji
Kesimpulan yang tidak berhubungan dengan analisa data (Bab IV) dihilangkan saja.	

Disetujui,

Penguji I


(Ir. Sidik Noertjahjono, MT)



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Vijay Sidharta
NIM : 02.17.020
Masa Bimbingan : 16 Juni 2006 s/d 16 Desember 2006
Judul Skripsi :

**APLIKASI MIKROKONTROLLER AT89S51 UNTUK MENGONTROL
KATUP SALURAN GAS LPG TERHADAP KEBOCORAN DAN
PENCEGAHAN TERJADINYA KEBAKARAN**

Materi Perbaikan	Paraf Penguji
<ul style="list-style-type: none">• Kesimpulan• Pengujian sistem• Grafik	

Disetujui,

Penguji II

(M. Ashar, ST, MT.)

Program

```
; LCD CONSTANTA
DISPCLR EQU 00000001B
BLINK EQU 00001101B
ENTRMOD EQU 00000110B
DISPON EQU 00001100B
CURSOR EQU 00011100B
FUNCSET EQU 0011000B
;
;DEVICE ADDRESS [LCD]
RS BIT P2.0 ;LCD
E BIT P2.2 ;LCD

ADC_CS bit P2.4;ADC
ADC_RD bit P2.5;ADC
ADC_WR bit P2.6;ADC
ADC_INT bit P2.7;ADC

COD1 EQU 27H
COD2 EQU 28H
COD3 EQU 29H
MNI EQU 30H

JMP START

START:
CLR P3.4
clr p3.1
clr p3.2
LCALL INIT_LCD

INISIALISASI:
;*****
;* INISIALISASI LCD *
;*****
DELAY_INIT_LCD:
MOV R6,#20H

DLY_LCD_LP:
MOV R7,#0
DJNZ R7,$
DJNZ R6,DLY_LCD_LP
RET

INIT_LCD:
SETB RS
CLR E
MOV A,#DISPCLR
LCALL CONTROLOUT
LCALL DELAY_INIT_LCD
MOV A,#FUNCSET
LCALL CONTROLOUT
MOV A,#DISPON
LCALL CONTROLOUT
MOV A,#ENTRMOD
```

```

LCALL CONTROLOUT
MOV DPTR,#JUDUL
LCALL PRINTSTRING1
MOV DPTR,#JUDUL1
LCALL PRINTSTRING2

```

```

MOV R7,#100
LOOP10: MOV R6,#100
LOOP9: MOV R5,#100
      DJNZ R5,$
      DJNZ R6,LOOP9
      DJNZ R7,LOOP10

```

```

MOV R7,#100
LOOP12: MOV R6,#100
LOOP11: MOV R5,#100
      DJNZ R5,$
      DJNZ R6,LOOP11
      DJNZ R7,LOOP12

```

```

MOV DPTR,#POSNOR
LCALL PRINTSTRING1
MOV DPTR,#SIAP1
LCALL PRINTSTRING2
MOV R7,#100
LOOPAA: MOV R6,#100
LOOPAB: MOV R5,#100
      DJNZ R5,$
      DJNZ R6,LOOPAB
      DJNZ R7,LOOPAA

```

```

MOV R7,#100
LOOPAC: MOV R6,#100
LOOPAD: MOV R5,#100
      DJNZ R5,$
      DJNZ R6,LOOPAD
      DJNZ R7,LOOPAC

```

```

KEYLOOP:
CLR P3.4
clr p3.1
clr p3.2
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL

```

```

next_sampling:
clr ADC_CS ; aktifkan ADC0804
clr ADC_WR ; start of conversion
setb ADC_WR
not_EOC:
jb ADC_INT,not_EOC
delay: djnz R2,$
      djnz R3,delay
      clr ADC_RD ; Baca Data melalui P3
      djnz R3,$
      MOV A,P1
      setb ADC_RD

```


PUTER:

```
JNB P3.6,KEYLOOP3 ;PINTU SUDAH NUTUP
SETB P3.3 ;BALIK POLARITAS
ACALL roll ;JALANKAN SUBROUTIN DELAY
SETB P3.4 ;AKTIFKAN MOTOR PINTU
JB P3.6,PUTER ;PINTU MASIH KEBUKA ACALL ROLL
```

```
CLR P3.4
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
AJMP KEYLOOP
```

;LONCAT KE KEYLOOP

KEYLOOP1:

```
MOV DPTR,#POSNOR
LCALL PRINTSTRING1
SETB P3.0
clr P3.1
clr P3.2
CLR P3.4
CLR P3.5
AJMP KEYLOOP
```

SUHU_BERLEBIH:

```
JNB P3.7,DARURAT
JNB P3.7,DARURAT
JNB P3.7,DARURAT
JNB P3.7,DARURAT
MOV DPTR,#SUHUTINGGI
LCALL PRINTSTRING1
setb P3.1
clr P3.2
ACALL ROLL1
CLR P3.0
ACALL ROLL
SETB P3.0
setb P3.5
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
```

;VALVE MATI/BLOWER AKTIF

ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL

PUTER1:

```
JNB P2.1,KEYLOOP2 ;PINTU SUDAH NUTUP
CLR P3.3 ;BALIK POLARITAS
Acall roll ;JALANKAN SUBRUTIN DELAY
SETB P3.4 ;AKTIFKAN MOTOR PINTU
JB P2.1,PUTER1 ;PINTU MASIH KEBUKA
CLR P3.4
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
SETB P3.0
AJMP KEYLOOP
```

KEYLOOP2:

AJMP KEYLOOP

DARURAT:

```
MOV DPTR,#GABUNG
LCALL PRINTSTRING1
setb P3.2 ;SUARA TIGA AKTIF
CLR P3.1 ;
ACALL ROLL1
clr P3.0
ACALL ROLL
SETB P3.0
setb P3.5 ;VALVE MATI/BLOWER AKTIF
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
```

PUTER2:

```
JNB P3.6,KEYLOOP2 ;PINTU SUDAH NUTUP
SETB P3.3 ;BALIK POLARITAS
Acall roll ;JALANKAN SUBRUTIN DELAY
SETB P3.4 ;AKTIFKAN MOTOR PINTU
JB P3.6,PUTER2 ;PINTU MASIH KEBUKA
CLR P3.4
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
```

```
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
ACALL ROLL
AJMP KEYLOOP
JMP KEYLOOP
```

;LONCAT KE KEYLOOP

```
RET
```

```
*****
* KUMPULAN RUTIN PELAYANAN LCD *
*****
```

```
POSISI2_1:
```

```
MOV A,#1
```

```
POSISI2:
```

```
ADD A,#11000000B
```

```
SJMP POSISI_SUB
```

```
POSISI1_1:
```

```
MOV A,#1
```

```
POSISI1:
```

```
ADD A,#10000000B
```

```
POSISI_SUB:
```

```
DEC A
```

```
LCALL CONTROLOUT
```

```
RET
```

```
PRINTSTRING2:
```

```
LCALL POSISI2_1
```

```
SJMP PRINTSTRING
```

```
PRINTSTRING1:
```

```
LCALL POSISI1_1
```

```
PRINTSTRING:
```

```
SJMP OUTSTRING
```

```
PRINTSTRINGLOOP:
```

```
LCALL DATAOUT
```

```
INC DPTR
```

```
OUTSTRING:
```

```
CLR A
```

```
MOVC A,@A+DPTR
```

```
JNZ PRINTSTRINGLOOP
```

```
RET
```

```
CONTROLOUT:
```

```
CPL RS
```

```
CPL E
```

```
MOV P0,A
```

```
CPL E
```

```
CPL RS
```

```
MOV P0,#0FFH
```

```
SJMP LCD_OUT
```

```
DATAOUT:
```

```
CPL E
MOV P0,A
CPL E
```

```
LCD_OUT:
MOVX @DPTR,A
```

```
DELAY_LCD:
PUSH ACC
MOV A,#250
DJNZ ACC,$
POP ACC
RET
```

```
roll:
mov 70h,#1fh
```

```
rolingl:
mov 71h,#1fh
djnz 71h,$
djnz 70h,rolingl
ret
```

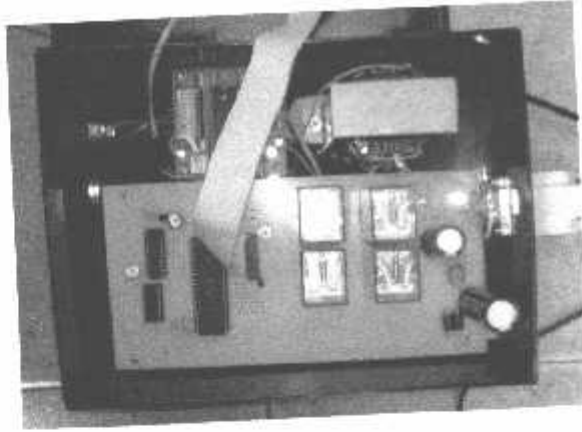
```
roll:
mov 70h,#0fh
```

```
roling:
mov 71h,#0fh
djnz 71h,$
djnz 70h,roling
ret
```

```
NAMA: DB 'VIJAY',0
NIM: DB '-----',0
UNIV: DB 'ITN',0
MALANG: DB 'KARANG PLOSO MLC',0
JUDUL: DB 'ALAT DETEKSI',0
JUDUL1: DB 'KEBOCORAN GAS',0
POSNOR: DB 'GAS TDK TERDETEK',0
GASBOCOR: DB 'GAS TERDETEKSI',0
SUHUTINGGI: DB 'SUHU BERLEBIH',0
GABUNG: DB 'GAS BCR SUHU TGI',0
SIAP1: DB 'SUHU RUANG',0
```

```
END
```

FOTO ALAT



Bagian Dalam Rangkaian



Kotak Bagian Luar Rangkaian



Tampilan Pada LCD



Foto Simulasi Ruang Gas



Fota Alat Keseluruhan

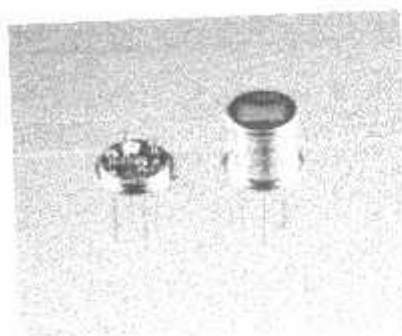
TGS 2610 - for the detection of LP Gas

Features:

- * Low power consumption
- * High sensitivity to LP and its component gases (e.g. propane and butane)
- * Long life and low cost
- * Uses simple electrical circuit

Applications:

- * Residential LP leak detectors and alarms
- * Portable LP detectors
- * LP gas and vapor detection



The sensing element is comprised of a metal oxide semiconductor layer formed on an alumina substrate of a sensing chip together with an integrated heater. In the presence of a detectable gas, the sensor's conductivity increases depending on the gas concentration in the air. A simple electrical circuit can convert the change in conductivity to an output signal which corresponds to the gas concentration.

The TGS 2610 has high sensitivity to propane and butane, making it ideal for LPG monitoring. Due to its low sensitivity to alcohol vapors (a typical interference gas in the residential environment), the sensor is ideal for consumer market gas alarms.

Due to miniaturization of the sensing chip, TGS 2610 requires a heater current of only 56mA and the device is housed in a standard TO-5 package.

The figure below represents typical sensitivity characteristics, all data having been gathered at standard test conditions (see reverse side of this sheet). The Y-axis is indicated as *sensor resistance ratio (Rs/Ro)* which is defined as follows:

R_s = Sensor resistance in displayed gases at various concentrations

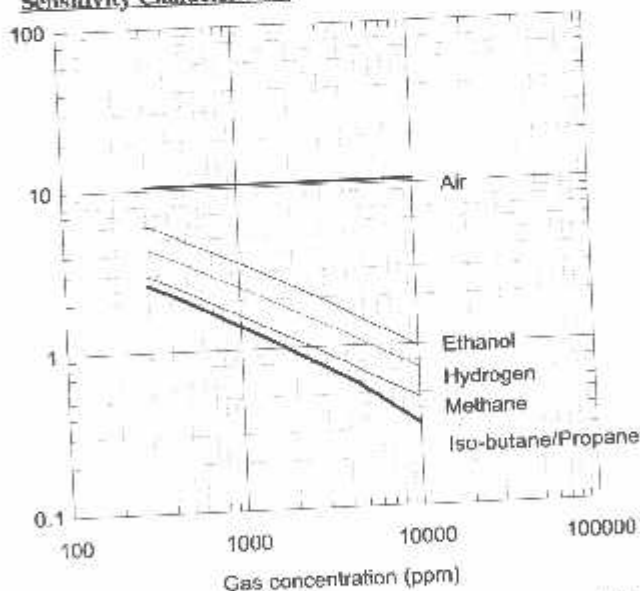
R_o = Sensor resistance in 1800ppm of iso-butane

The figure below represents typical temperature and humidity dependency characteristics. Again, the Y-axis is indicated as *sensor resistance ratio (Rs/Ro)*, defined as follows:

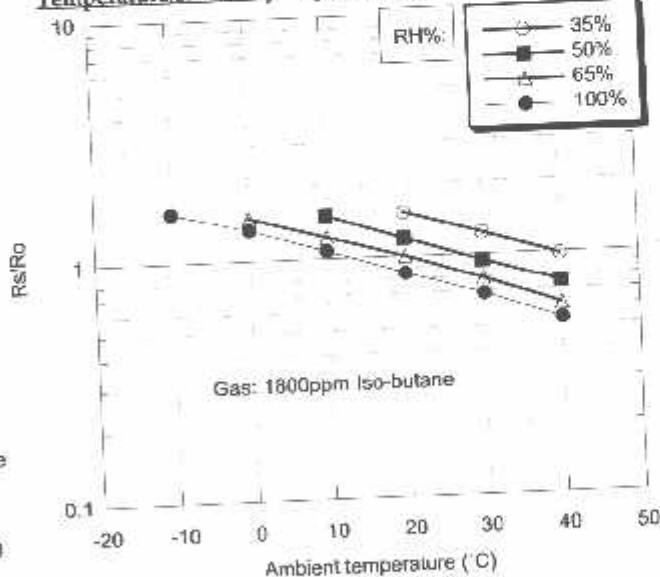
R_s = Sensor resistance at 1800ppm of iso-butane at various temperatures/humidities

R_o = Sensor resistance at 1800ppm of iso-butane at 20°C and 65% R.H.

Sensitivity Characteristics:



Temperature/Humidity Dependency:

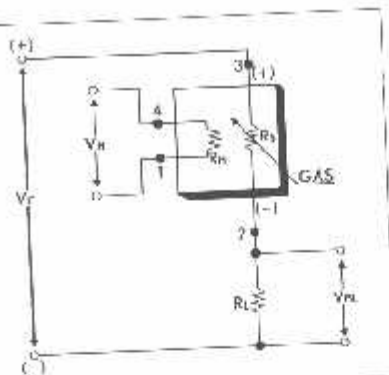


IMPORTANT NOTE: OPERATING CONDITIONS IN WHICH FIGARO SENSORS ARE USED WILL VARY WITH EACH CUSTOMER'S SPECIFIC APPLICATIONS. FIGARO STRONGLY RECOMMENDS CONSULTING OUR TECHNICAL STAFF BEFORE DEPLOYING FIGARO SENSORS IN YOUR APPLICATION AND, IN PARTICULAR, WHEN CUSTOMER'S TARGET GASES ARE NOT LISTED HEREIN. FIGARO CANNOT ASSUME ANY RESPONSIBILITY FOR ANY USE OF ITS SENSORS IN A PRODUCT OR APPLICATION FOR WHICH SENSOR HAS NOT BEEN SPECIFICALLY TESTED BY FIGARO.

Basic Measuring Circuit

The sensor requires two voltage inputs: heater voltage (V_H) and circuit voltage (V_C). The heater voltage (V_H) is applied to the integrated heater in order to maintain the sensing element at a specific temperature which is optimal for sensing. Circuit voltage (V_C) is applied to allow measurement of voltage (V_{RL}) across a load resistor (R_L) which is connected in series with the sensor.

A common power supply circuit can be used for both V_C and V_H to fulfill the sensor's electrical requirements. The value of the load resistor (R_L) should be chosen to optimize the alarm threshold value, keeping power dissipation (P_S) of the semiconductor below a limit of 15mW. Power dissipation (P_S) will be highest when the value of R_S is equal to R_L on exposure to gas.



Specifications:

Model number		TGS 2610	
Sensing element type		D1	
Standard package		TO-5 metal can	
Target gases		Butane, LP gas	
Typical detection range		500 ~ 10,000 ppm	
Standard circuit conditions	Heater Voltage	V_H	5.0±0.2V DC/AC
	Circuit voltage	V_C	5.0±0.2V DC/AC $P_S \leq 15mW$
	Load resistance	R_L	Variable 0.45kΩ min.
Electrical characteristics under standard test conditions	Heater resistance	R_H	approx. 59Ω at room temp.
	Heater current	I_H	56 ± 5mA
	Heater power consumption	P_H	280mW $V_H = 5.0V DC$
	Sensor resistance	R_S	0.68-6.8kΩ in 1800ppm Iso-butane
	Sensitivity (change ratio of R_S)		0.56 ± 0.06 $\frac{R_S(3000ppm)}{R_S(1000ppm)}$
Standard test conditions	Test gas conditions	Iso-butane in air at 20±2°C, 65±5%RH	
	Circuit conditions	$V_C = 5.0±0.01V DC$ $V_H = 5.0±0.05V DC$	
	Conditioning period before test	7 days	

The value of power dissipation (P_S) can be calculated by utilizing the following formula:

$$P_S = \frac{(V_C - V_{RL})^2}{R_S}$$

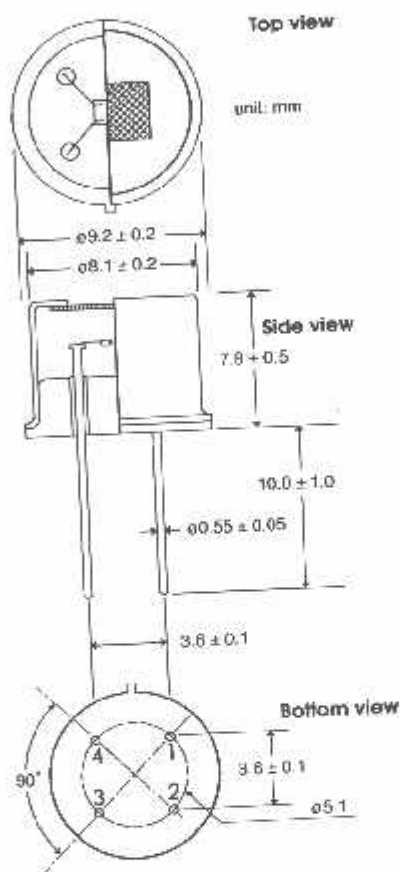
Sensor resistance (R_S) is calculated with a measured value of V_{RL} by using the following formula:

$$R_S = \frac{V_C - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L$$

For information on warranty, please refer to Standard Terms and Conditions of Sale of Figaro USA Inc. All sensor characteristics shown in this brochure represent typical characteristics. Actual characteristics vary from sensor to sensor. The only characteristics warranted are those in the Specification table above.

REV: 04/02

Structure and Dimensions:



Pin connection:

- 1 : Heater
- 2 : Sensor electrode (-)
- 3 : Sensor electrode (+)
- 4 : Heater

FIGARO USA, INC.
3703 West Lake Ave. Suite 203
Glenview, Illinois 60025
Phone: (847)-832 1701
Fax: (847)-832-1705
email: figarousa@figarosensor.com

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 mA load

Typical Applications

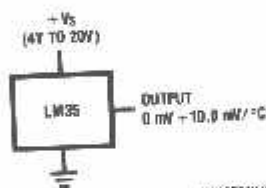
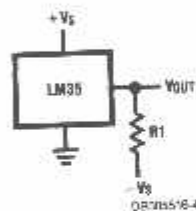


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor ($+2^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$)

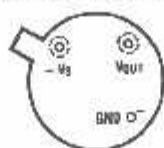


Choose $R_1 = -V_S/50\ \mu\text{A}$
 $V_{OUT} = +1.500\ \text{mV}$ at $+150^\circ\text{C}$
 $= -250\ \text{mV}$ at $+25^\circ\text{C}$
 $= -550\ \text{mV}$ at -55°C

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

Connection Diagrams

TO-46
Metal Can Package*



BOTTOM VIEW
DS000518-1

*Case is connected to negative pin (GND)

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

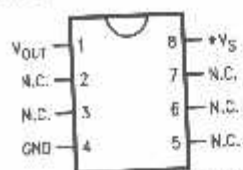
TO-92
Plastic Package



BOTTOM VIEW
DS000518-2

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

SO-8
Small Outline Molded Package

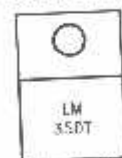


DS000518-21

N.C. = No Connection

Top View
Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

TO-220
Plastic Package*



BOTTOM VIEW
DS000518-24

*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,	-80°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)	280°C
SO Package (Note 12)	215°C
Vapor Phase (60 seconds)	220°C
Infrared (15 seconds)	2500V
ESD Susceptibility (Note 11)	
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, 5)

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)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.2	± 0.5		± 0.2	± 0.5	± 1.0	°C
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.3			± 0.3			°C
	$T_A = T_{MAX}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0	± 1.5	°C
	$T_A = T_{MIN}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4		± 1.5	°C
	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	°C
Nonlinearity (Note 8)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	°C
Transfer 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) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0	± 3.0	± 0.4	± 1.0	± 3.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.5		± 3.0	± 0.5		± 3.0	mV/mA
	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.05	± 0.1	± 0.01	± 0.05	± 0.1	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$4V \leq V_S \leq 30V$	± 0.02		± 0.1	± 0.02		± 0.1	mV/V
	$V_S = +5V, +25^\circ\text{C}$	56	67	131	56	67	114	μA
	$V_S = +5V$	105			91			μA
	$V_S = +30V, +25^\circ\text{C}$	56.2	68	133	56.2	68	116	μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current (Note 3)	$V_S = +30V$	105.5			91.5			μA
	$4V \leq V_S \leq 30V, +25^\circ\text{C}$	0.2	1.0	2.0	0.2	1.0	2.0	μA/°C
Temperature Coefficient of Quiescent Current (Note 3)	$4V \leq V_S \leq 30V$	0.5		2.0	0.5		2.0	μA/°C
		+0.39		+0.5	+0.39		+0.5	μA/°C
Minimum 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	± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.5			± 0.5		± 1.5	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	± 0.8	± 1.5		± 0.8		± 2.0	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	± 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	± 2.0	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				± 0.9		± 2.0	$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{\text{MIN}}$			± 0.5	± 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			$^\circ\text{C}$
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) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 2.0	± 5.0	± 0.4	± 2.0	± 5.0	mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	± 0.5			± 0.5			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	138	μA
	$V_S = +5\text{V}$	105		158	91			μA
	$V_S = +30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56.2	82		56.2	82	141	μA
	$V_S = +30\text{V}$	105.5		161	91.5			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	3.0	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 Figure 1, $I_L = 0$	+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-18 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.

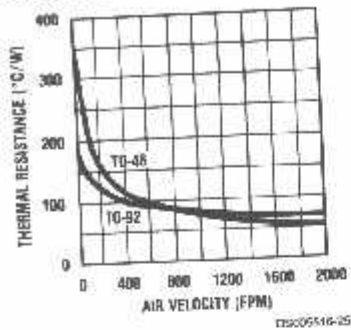
Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

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

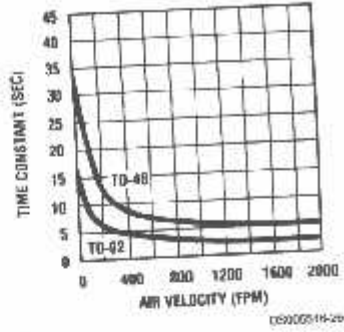
Note 12: See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" or the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of soldering surface mount devices.

Typical Performance Characteristics

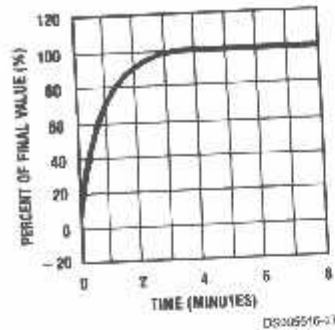
Thermal Resistance Junction to Air



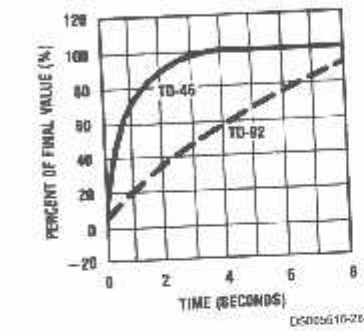
Thermal Time Constant



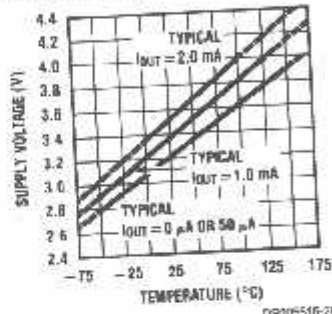
Thermal Response in Still Air



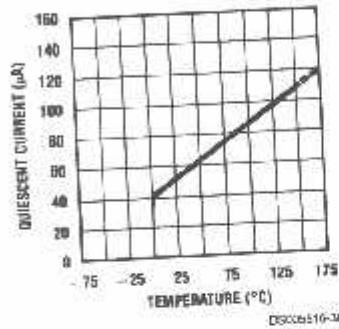
Thermal Response in Stirred Oil Bath



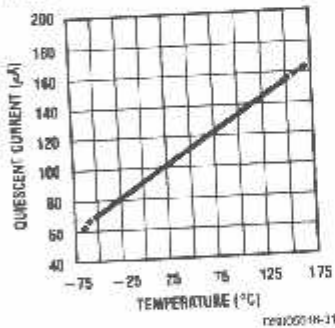
Minimum Supply Voltage vs. Temperature



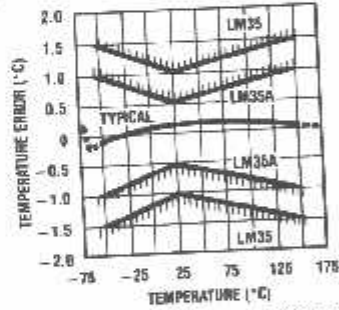
Quiescent Current vs. Temperature (In Circuit of Figure 1.)



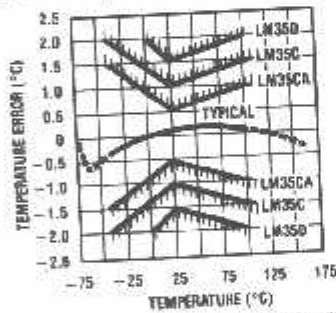
Quiescent Current vs. Temperature (In Circuit of Figure 2.)



Accuracy vs. Temperature (Guaranteed)

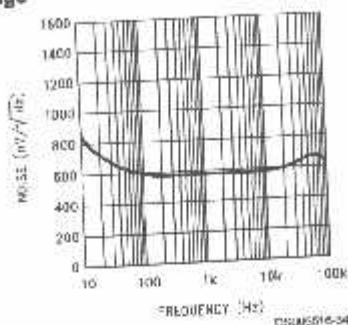


Accuracy vs. Temperature (Guaranteed)

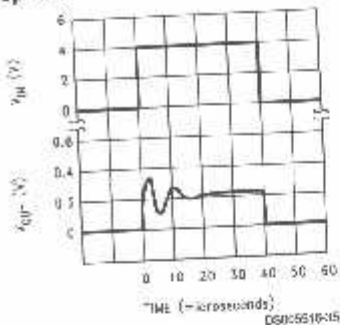


Typical Performance Characteristics (Continued)

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 steadiest 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	180°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W	105°C/W	90°C/W	25°C/W
Still oil	180°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)				(35°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)

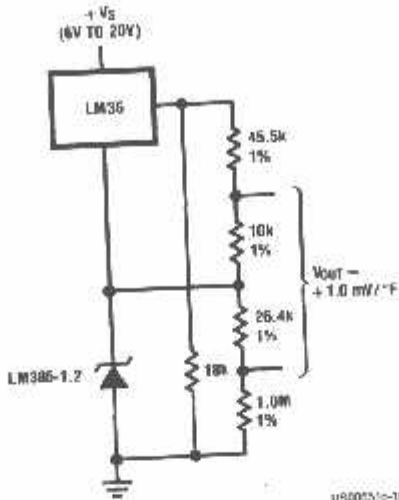


FIGURE 10. Fahrenheit Thermometer

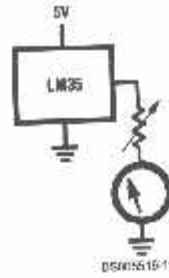


FIGURE 11. Centigrade Thermometer (Analog Meter)

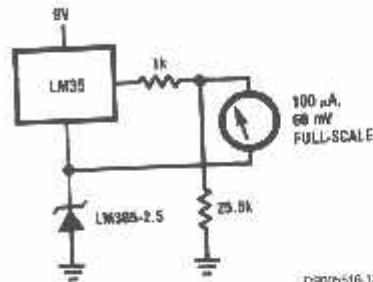


FIGURE 12. Fahrenheit Thermometer Expanded Scale Thermometer (50° to 80° Fahrenheit, for Example Shown)

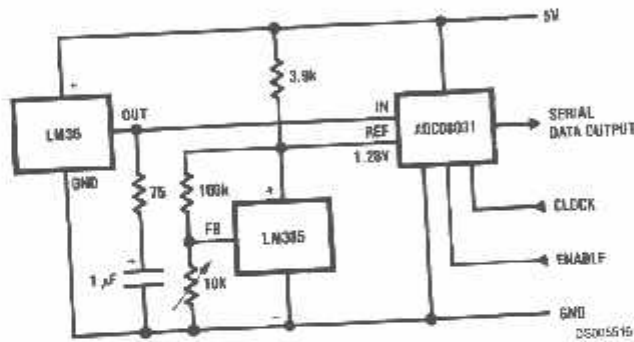


FIGURE 13. Temperature To Digital Converter (Serial Output) (+128°C Full Scale)

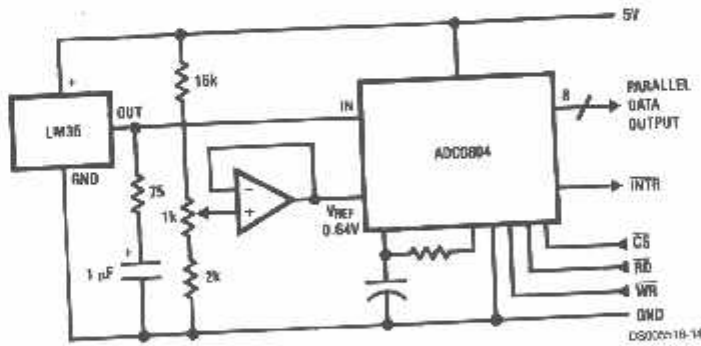
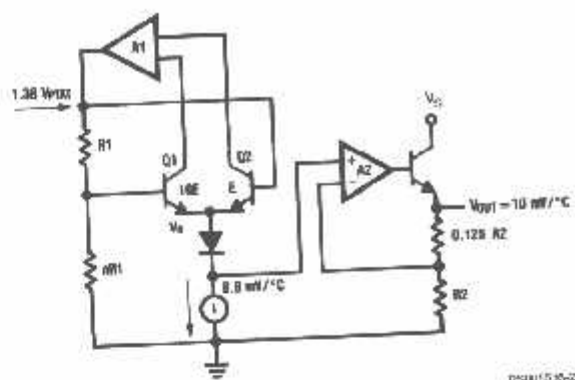
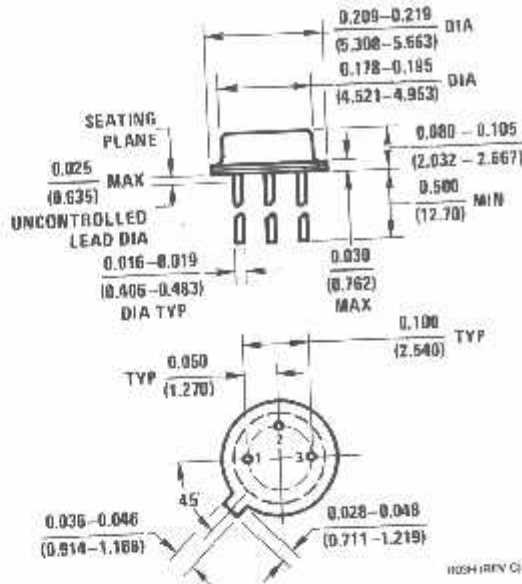


FIGURE 14. Temperature To Digital Converter (Parallel TRI-STATE™ Outputs for Standard Data Bus to μP Interface) (128°C Full Scale)

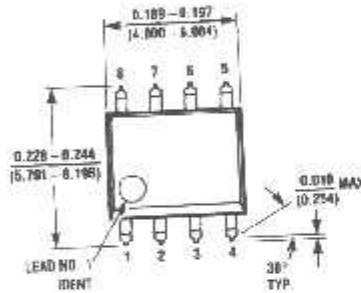
Block Diagram



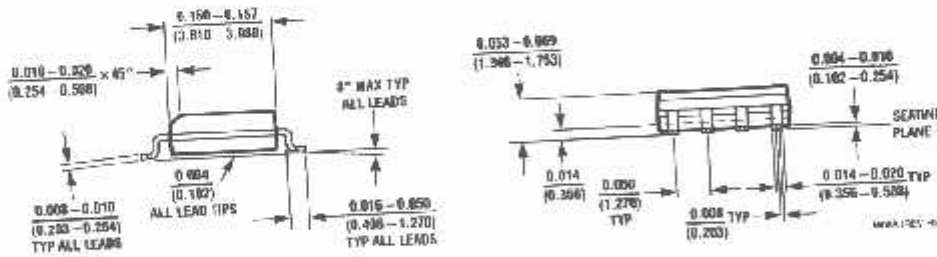
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



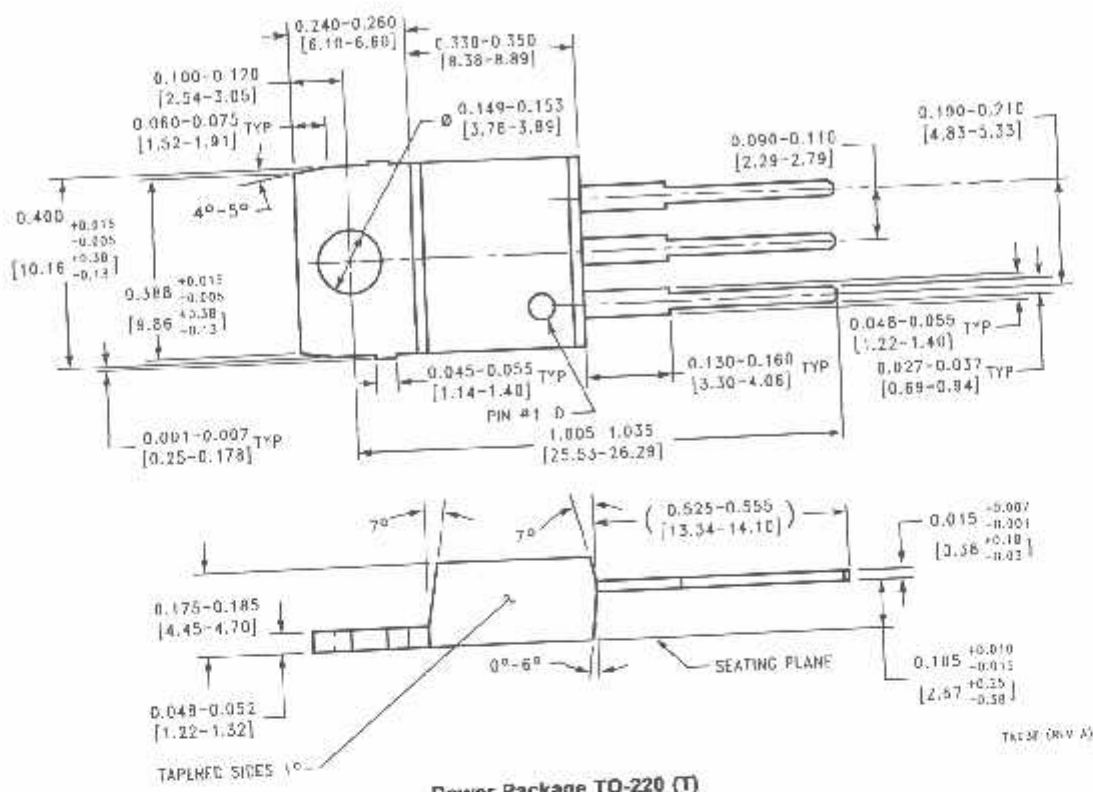
TO-46 Metal Can Package (H)
 Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH,
 LM35CAH, or LM35DH
 NS Package Number H03H



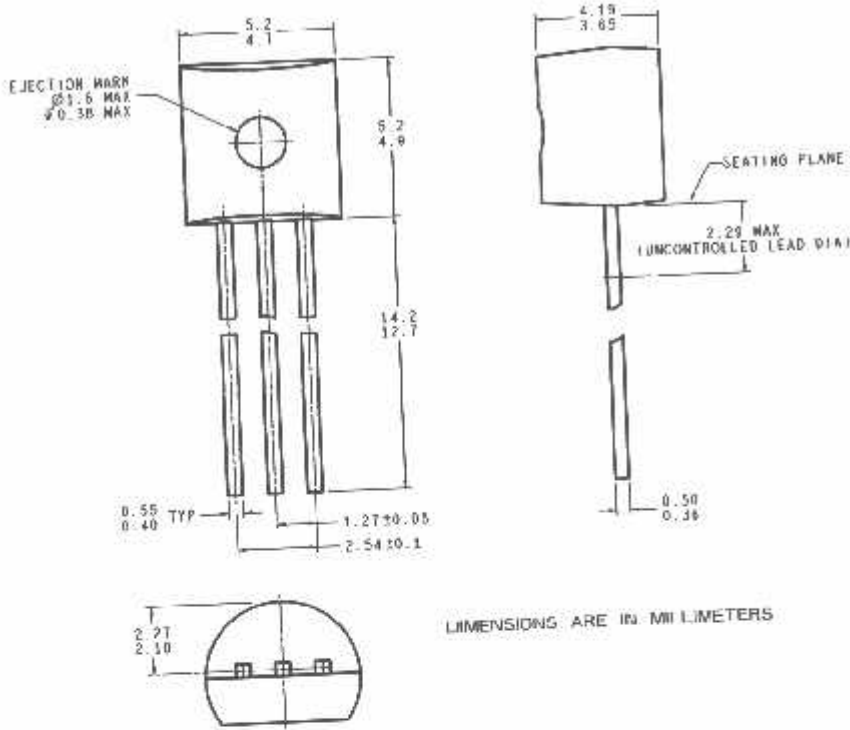
SO-8 Molded Small Outline Package (M)
 Order Number LM35DM
 NS Package Number M08A



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



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



REF. CRV 11

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

LIFE 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 COUNSEL 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: 1-800-272-9958
 Fax: 1-800-737-7018
 Email: support@nsc.com
 www.national.com

National Semiconductor Europe
 Fax: +49 (0) 180-530 83 88
 Email: europe.support@nsc.com
 Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
 English Tel: +44 (0) 879 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 self circuitry and specifications.

Features

- Compatible with MCS-51[®] Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
- Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 1.8V to 5.5V Operating Range
- Quiescent Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 8 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- 5 Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Two Data Pointers
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Selectable 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 nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

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-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and low-power circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation from 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 contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.



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

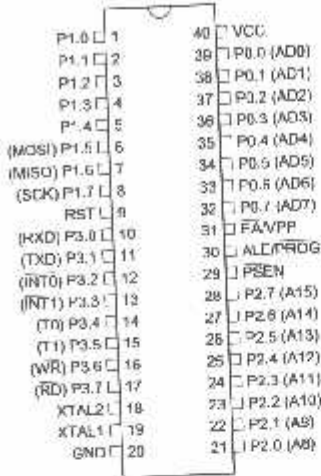
AT89S51

Rev. 2487A-10/01

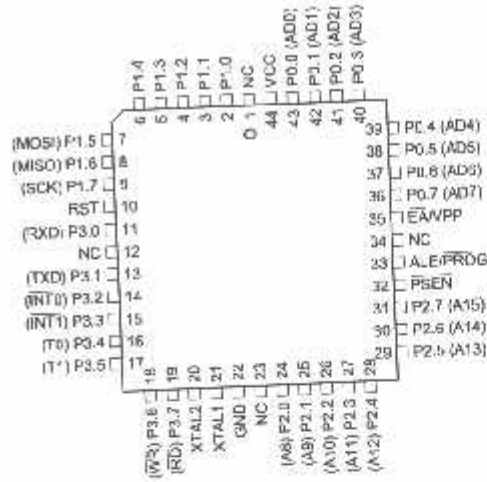


Configurations

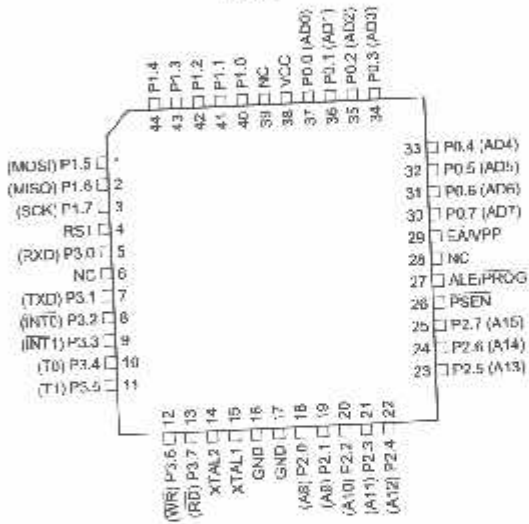
PDIP



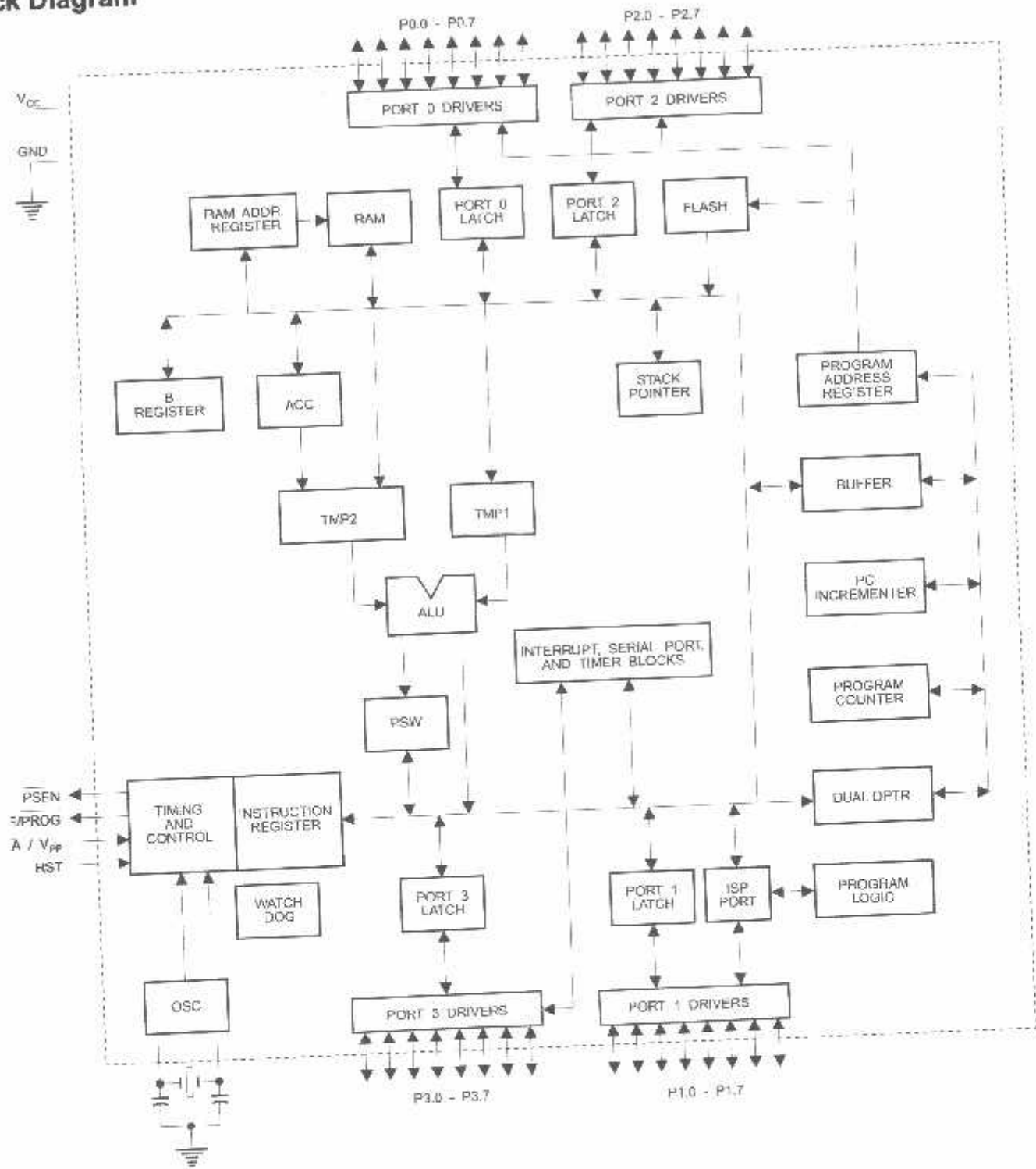
PLCC



TQFP



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 @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

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

Port 3 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	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	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.

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.

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.

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, 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.

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

Output from the inverting oscillator amplifier





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.

Special Function Registers

Table 1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

F8H									0FFH
F0H	B 00000000								0F7H
EBH									0EFH
E0H	ACC 00000000								0E7H
D8H									0DFH
D0H	PSW 00000000								0D7H
C8H									0CFH
C0H									0C7H
B8H	IP XX000000								0BFH
B0H	P3 11111111								0B7H
A8H	IE 0X000000						WDRST XXXXXXXX		0AFH
A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXXX0						0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111						AUXR XXX00XX0		97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TLO 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000		PCON 0XXX0000	8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000			87H

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

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

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

AUXR		Address = 8EH					Reset Value = XXX00XX0B	
Not Bit Addressable	-	-	-	WDIDLE	DISRTO	-	-	DISALE
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
-	Reserved for future expansion							
DISALE	Disable/Enable ALE							
	DISALE							
	Operating Mode							
	0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency						
	1	ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction						
DISRTO	Disable/Enable Reset out							
	DISRTO							
	0	Reset pin is driven High after WDT times out						
	1	Reset pin is input only						
WDIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode							
	WDIDLE							
	0	WDT continues to count in IDLE mode						
	1	WDT halts counting in IDLE mode						

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





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

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1								Reset Value = XXXXXX0B
Address = A2H								
Not Bit								DPS
Addressable	-	-	-	-	-	-	-	0
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
-	Reserved for future expansion							
DPS	Data Pointer Register Select							
	DPS							
0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H							
1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H							

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

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

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

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.

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 (WDRST) 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 WDRST 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.

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDRST 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 WDRST. WDRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is $98 \times TOSC$, where $TOSC = 1/FOSC$. To make the best use of the WDT, it

AT89S51

Program Memory Organization

Program Memory

Internal Memory

Watchdog Timer (WDT) Enabled with Set-Out

Enabling the WDT

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 and Idle

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

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

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

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

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'.

UART

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

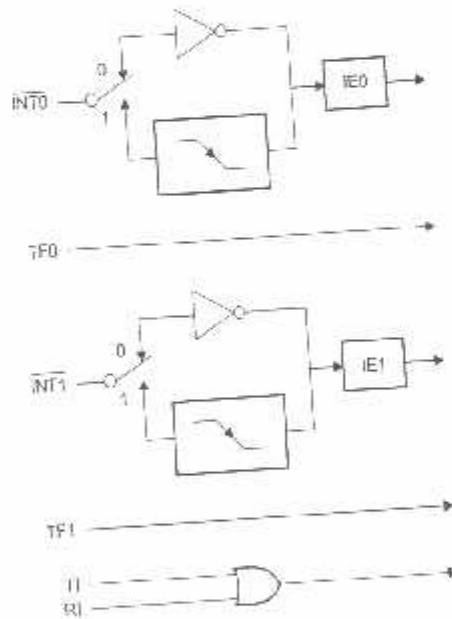
(MSB)		(LSB)					
EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

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 Port1 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.

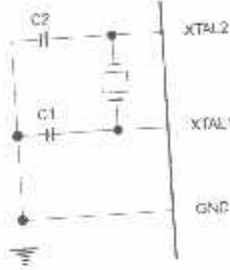
Figure 1. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

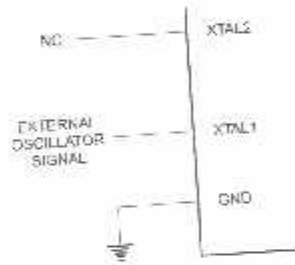
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected 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



Idle Mode

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

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

Power-down Mode

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





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

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

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 _C instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, \overline{EA} is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash memory is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, but verify is also disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, but external execution is also disabled

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

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

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

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

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

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

rogram
emory Lock
S

rogramming
Flash –
parallel Mode

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

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

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

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

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

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.

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

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



Power-off sequence (if needed):
 Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).
 Set RST to "L".
 Turn V_{CC} power off.

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

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

Serial Programming Instruction Set

Programming Interface – Parallel Mode

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

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

Table 7. Flash Programming Modes

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

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

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

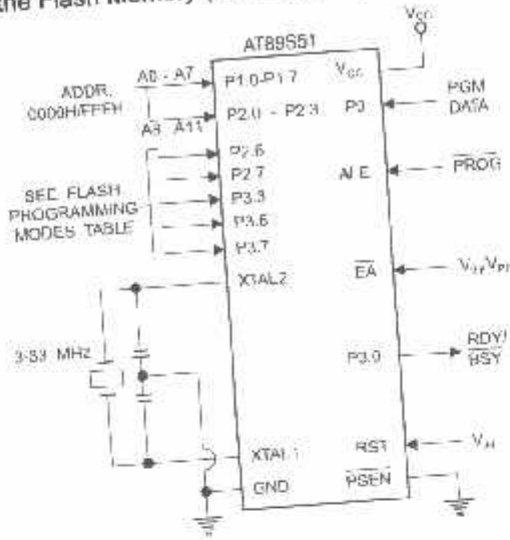
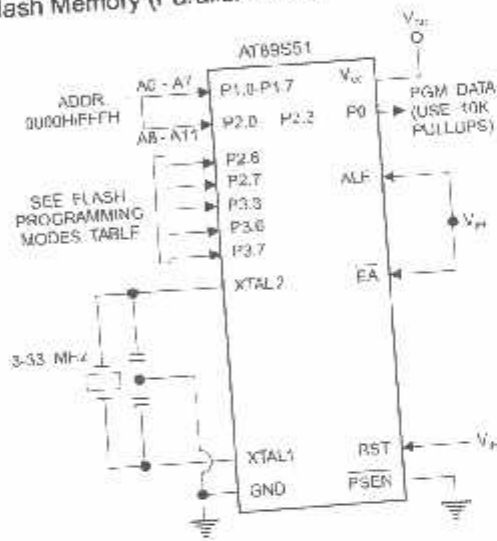


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

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

Symbol	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
t_{CLCL}	Address Setup to PROG Low	$48t_{CLCL}$		
t_{LCL}	Address Hold After PROG	$48t_{CLCL}$		
t_{DX}	Data Setup to PROG Low	$48t_{CLCL}$		
t_{X}	Data Hold After PROG	$48t_{CLCL}$		
t_{DX}	P2.7 (ENABLE) High to V_{PP}	10		μs
t_{XH}	V_{PP} Setup to PROG Low	10		μs
t_{XL}	V_{PP} Hold After PROG	0.2	1	μs
t_{SL}	PROG Width		$48t_{CLCL}$	
t_{XH}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{XV}	ENABLE Low to Data Valid	0	$48t_{CLCL}$	
t_{XV}	Data Float After ENABLE		1.0	μs
t_{XZ}	PROG High to BUSY Low		50	μs
t_{BL}	Byte Write Cycle Time			

Figure 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

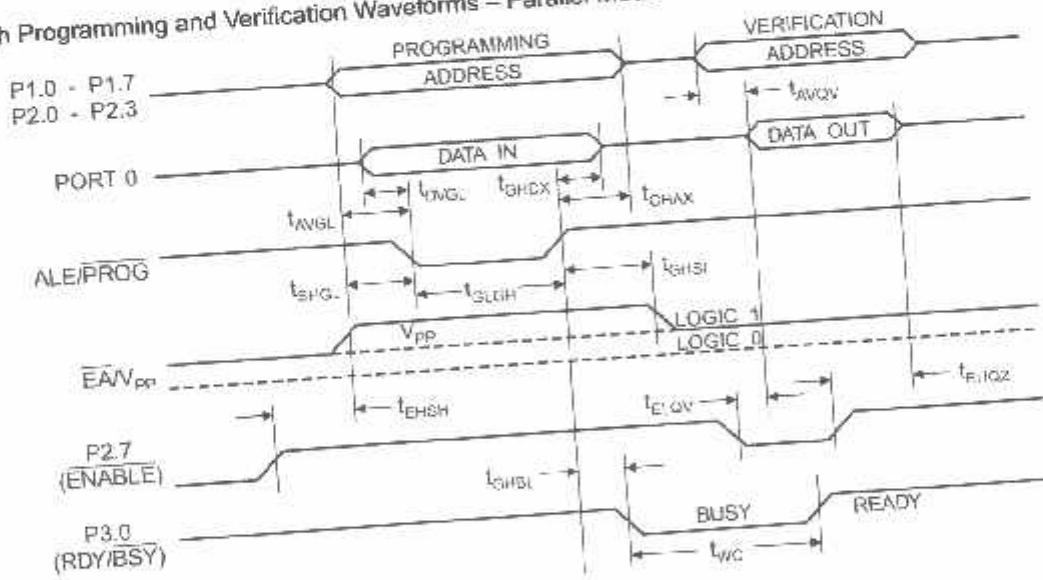
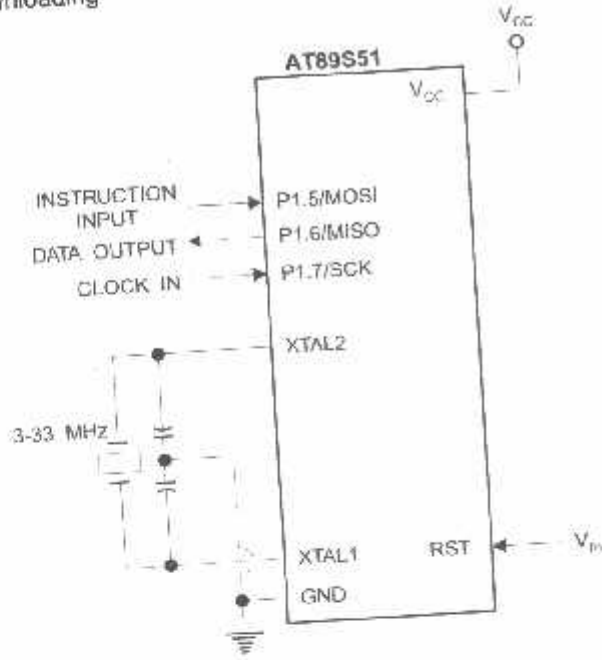
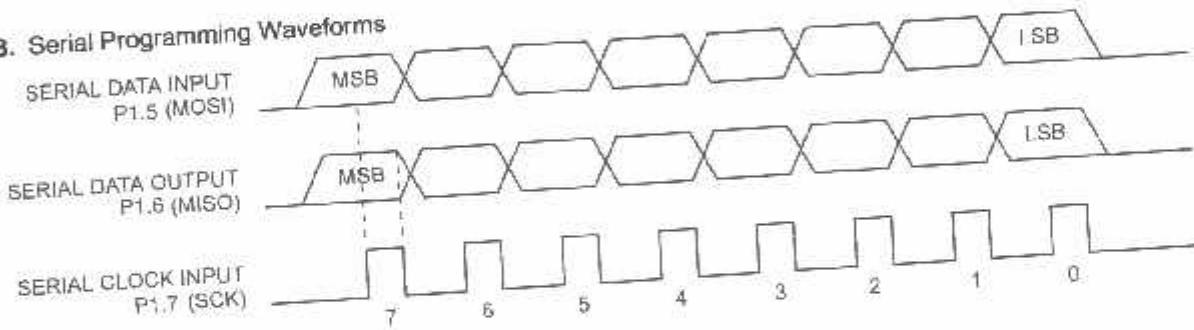


Figure 7. Flash Memory Serial Downloading



Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 8. Serial Programming Waveforms



8. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format		Byte 3	Byte 4	Operation
	Byte 1	Byte 2			
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	7 6 5 4 3 2 1 0 DDDD DDDD DDDD DDDD	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	7 6 5 4 3 2 1 0 DDDD DDDD DDDD DDDD	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 LB0 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 Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

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

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

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

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

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

Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

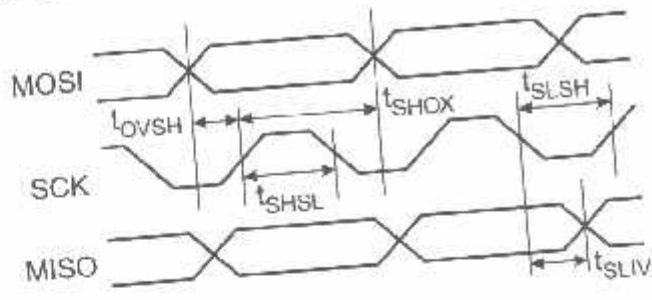


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

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	$2 t_{CLCL}$	16	32	ns
t_{SLIV}	SCK Low to MISO Valid	10		500	ms
ERASE	Chip Erase Instruction Cycle Time			$64 t_{CLCL} + 400$	μs
SWC	Serial Byte Write Cycle Time				





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 EA)	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
	Input Low Voltage (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
		$I_{OH} = -800 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		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)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-10	μA
	Input Leakage Current (Port 0, EA)	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$	50	300	$\text{K}\Omega$
	Reset Pulldown Resistor			10	pF
	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		25	mA
		Active Mode, 12 MHz			6.5
	Power Supply Current	Idle Mode, 12 MHz		50	μA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$			

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

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

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

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

AT89S51

2467A 10/01

Characteristics

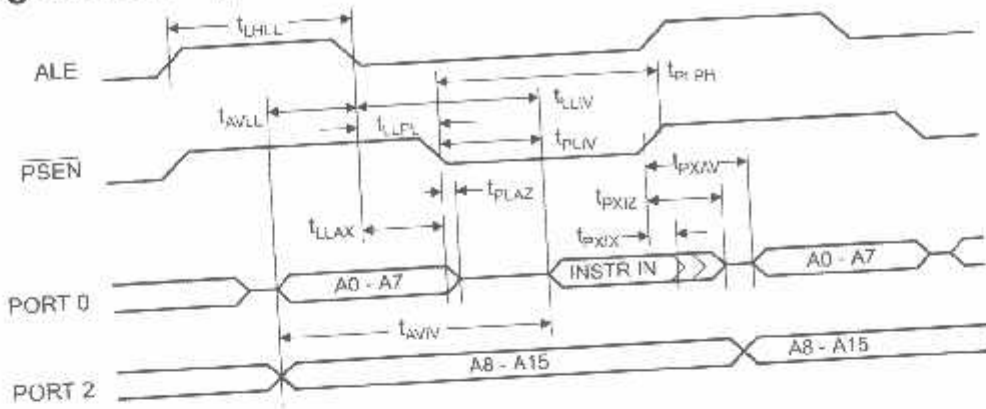
For operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/PROG, and PSEN = 100 pF; load capacitance for all other ports = 80 pF.

Internal Program and Data Memory Characteristics

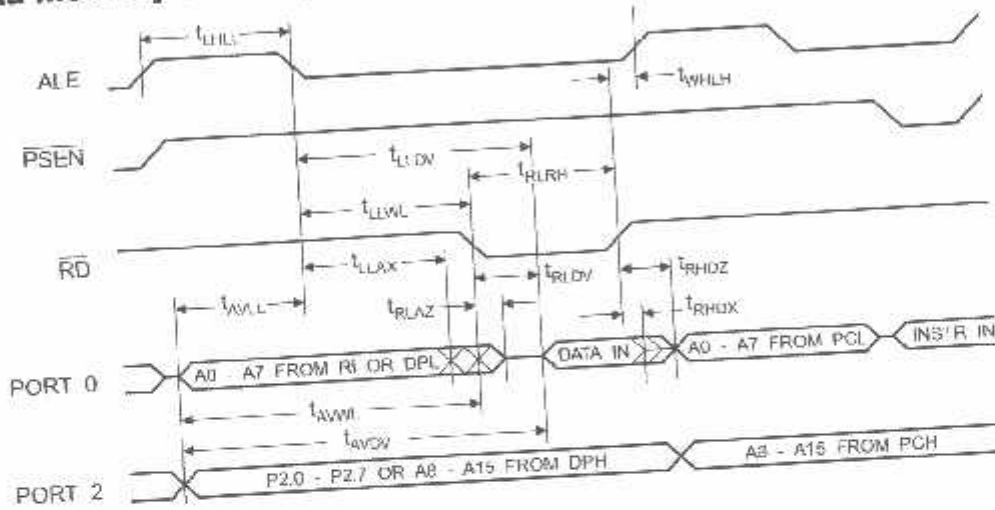
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
	Oscillator Frequency			0	33	MHz
t _{CL}	ALE Pulse Width	127		2t _{CLCL} -40		ns
	Address Valid to ALE Low	43		t _{CLCL} -25		ns
	Address Hold After ALE Low	48		t _{CLCL} -25		ns
t _{KL}	ALE Low to Valid Instruction In		233		4t _{CLCL} -65	ns
	ALE Low to PSEN Low	43		t _{CLCL} -25		ns
t _{PL}	PSEN Pulse Width	205		3t _{CLCL} -45		ns
	PSEN Low to Valid Instruction In		145		3t _{CLCL} -60	ns
t _{IL}	Input Instruction Hold After PSEN	0		0		ns
	Input Instruction Float After PSEN		59		t _{CLCL} -25	ns
t _{EL}	PSEN to Address Valid	75		t _{CLCL} -8		ns
t _{VL}	Address to Valid Instruction In		312		5t _{CLCL} -80	ns
t _{IL}	PSEN Low to Address Float		10		10	ns
t _{RL}	RD Pulse Width	400		6t _{CLCL} -100		ns
t _{WL}	WR Pulse Width	400		6t _{CLCL} -100		ns
t _{ML}	RD Low to Valid Data In		252		5t _{CLCL} -90	ns
t _{XL}	Data Hold After RD	0		0		ns
t _{XL}	Data Float After RD		97		2t _{CLCL} -28	ns
t _{DL}	ALE Low to Valid Data In		517		8t _{CLCL} -150	ns
t _{VL}	Address to Valid Data In		585		9t _{CLCL} -165	ns
t _{VL}	ALE Low to RD or WR Low	200	300	3t _{CLCL} -50	3t _{CLCL} +50	ns
t _{VL}	Address to RD or WR Low	203		4t _{CLCL} -75		ns
t _{ML}	Data Valid to WR Transition	23		t _{CLCL} -30		ns
t _{WL}	Data Valid to WR High	433		7t _{CLCL} -130		ns
t _{WL}	Data Hold After WR	33		t _{CLCL} -25		ns
t _{QL}	RD Low to Address Float		0		0	ns
t _{AL}	RD or WR High to ALE High	43	123	t _{CLCL} -25	t _{CLCL} +25	ns



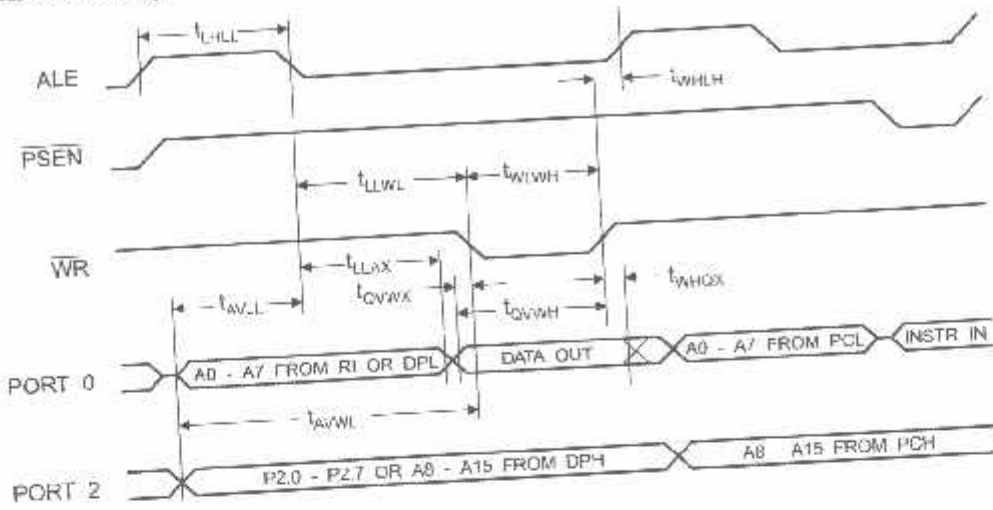
ernal Program Memory Read Cycle



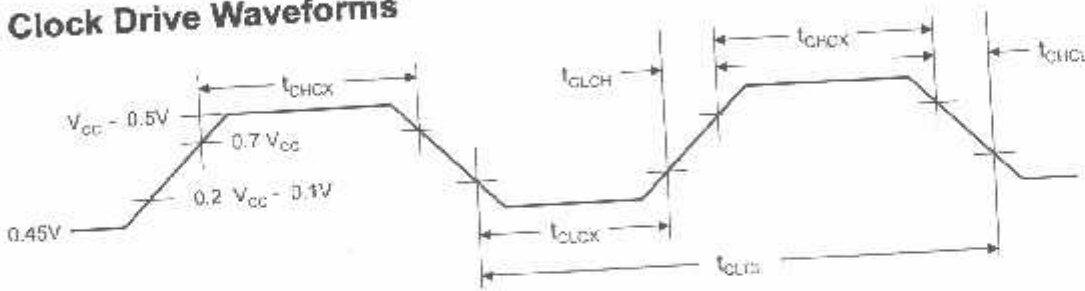
ernal Data Memory Read Cycle



Internal Data Memory Write Cycle



Internal Clock Drive Waveforms



Internal Clock Drive

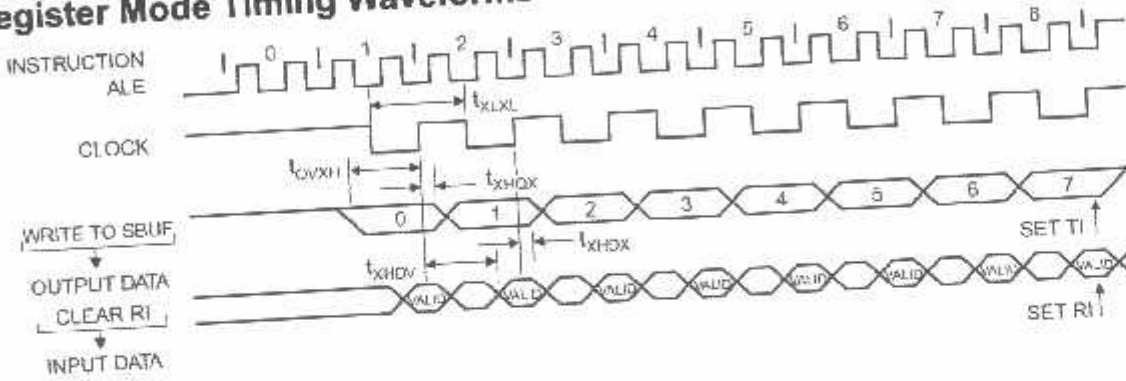
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
f _{OSC}	Oscillator Frequency	0	33	MHz
T _{CLK}	Clock Period	30		ns
t _{CH}	High Time	12		ns
t _{CL}	Low Time	12		ns
t _{RI}	Rise Time		5	ns
t _{FL}	Fall Time		5	ns

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

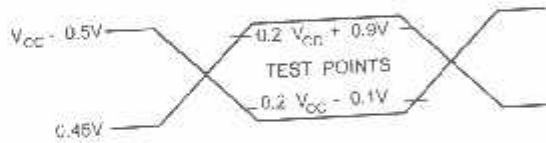
Values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $5.5V$ and Load Capacitance = 80 pF .

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

Shift Register Mode Timing Waveforms



Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



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

Output Waveforms⁽¹⁾



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

Ordering Information

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

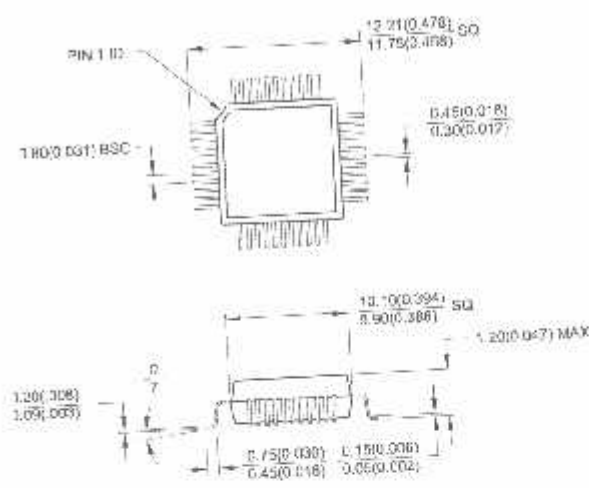
 = Preliminary Availability

	Package Type
A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
J	44-lead, Plastic J-headed Chip Carrier (PLCC)
PC	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)

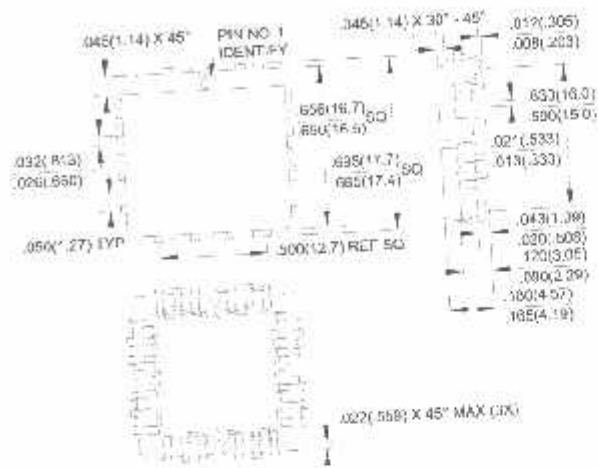


Packaging Information

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

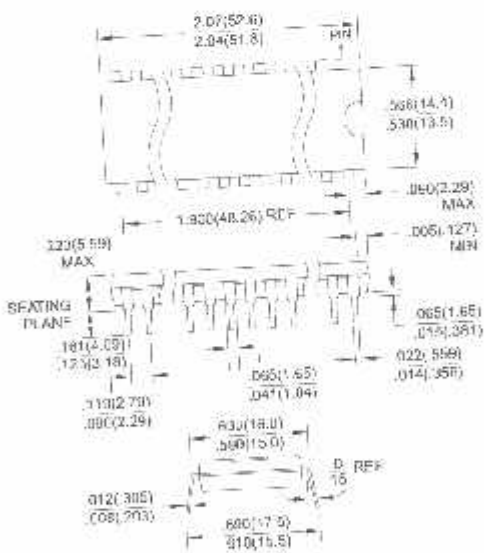


44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



*Controlling dimension: millimeters

10P6, 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
325 Orchard Parkway
Folsom, CA 95131
TEL (408) 441-0311
AX (408) 487-2600

Atmel Sarl
Route des Arsenaux 41
Case Postale 80
CH-1705 Fribourg
Switzerland
EL (41) 26-426-5555
AX (41) 26-428-5500

Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Hinachem Golden Plaza
7 Mody Road Tsimshatsui
East Kowloon
Hong Kong
EL (852) 2721-9778
AX (852) 2722-1369

Atmel Japan K.K.
F. Tonetsu Shinkawa Bldg.
-24-8 Shinkawa
huro-ku, Tokyo 104-0033
Japan
EL (81) 3-3523-3551
AX (81) 3-3523-7581

Atmel Product Operations

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

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

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

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

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

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

e-mail
literature@atmel.com

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

Atmel Corporation 2001.

Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors or omissions 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 the trademarks of others.



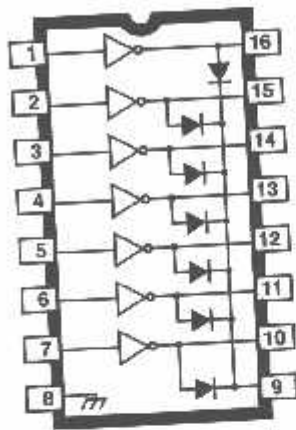
Printed on recycled paper.

2487A-1D101/dM

2003 THRU 2024

Data Sheet
29304F

HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS



Dwg. No. A-9594

Note that the ULN200xA series (dual in-line package) and ULN200xL series (small-outline C package) are electrically identical and share common terminal number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{CE}	
(ULN200xA and ULN200xL)	50 V
(ULN202xA and ULN202xL)	95 V
Input Voltage, V_{IN}	30 V
Continuous Output Current,	
I_C	500 mA
Continuous Input Current, I_{IN}	25 mA
Power Dissipation, P_T	
(one Darlington pair)	1.0 W
(total package)	See Graph
Operating Temperature Range,	
T_A	-20°C to +85°C
Storage Temperature Range,	
T_S	-55°C to +150°C

Ideally suited for interfacing between low-level logic circuitry and multiple peripheral power loads, the Series ULN200xA/L high-voltage, high-current Darlington arrays feature continuous load current ratings to 500 mA for each of the seven drivers. At an appropriate duty cycle depending on ambient temperature and number of drivers turned ON simultaneously, typical power loads totaling over 230 W (350 mA x 7, 95 V) can be controlled. Typical loads include relays, solenoids, stepping motors, magnetic print hammers, multiplexed LED and incandescent displays, and heaters. All devices feature open-collector outputs with integral clamp diodes.

The ULN2003A/L and ULN2023A/L have series input resistors selected for operation directly with 5 V TTL or CMOS. These devices will handle numerous interface needs — particularly those beyond the capabilities of standard logic buffers.

The ULN2004A/L and ULN2024A/L have series input resistors for operation directly from 6 to 15 V CMOS or PMOS logic outputs.

The ULN2003A/L and ULN2004A/L are the standard Darlington arrays. The outputs are capable of sinking 500 mA and will withstand at least 50 V in the OFF state. Outputs may be paralleled for higher load current capability. The ULN2023A/L and ULN2024A/L will withstand 95 V in the OFF state.

These Darlington arrays are furnished in 16-pin dual in-line plastic packages (suffix "A") and 16-lead surface-mountable SOICs (suffix "L"). All devices are pinned with outputs opposite inputs to facilitate ease of circuit board layout. All devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C. Most (see matrix, next page) are also available for operation to -40°C; to order, change the prefix from "ULN" to "ULQ".

FEATURES

- TTL, DTL, PMOS, or CMOS Compatible Inputs
- Output Current to 500 mA
- Output Voltage to 95 V
- Transient-Protected Outputs
- Dual In-Line Plastic Package or Small-Outline IC Package

x = digit to identify specific device. Characteristic shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix on next page.



03 THRU 2024
 HIGH-VOLTAGE,
 HIGH-CURRENT
 DRIVING ARRAYS

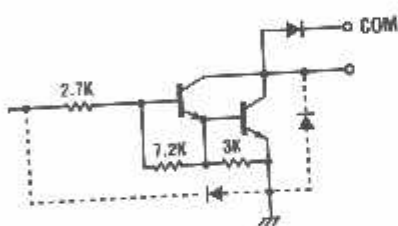
DEVICE PART NUMBER DESIGNATION

$V_{CE(MAX)}$	50 V	95 V
$I_C(MAX)$	500 mA	500 mA
Logic	Part Number	
5V TTL, CMOS	ULN2003A* ULN2003L*	ULN2023A* ULN2023L
6-15 V CMOS, PMOS	ULN2004A* ULN2004L*	ULN2024A ULN2024L

*Also available for operation between -40°C and $+85^{\circ}\text{C}$. To order, change prefix from "ULN" to "ULQ".

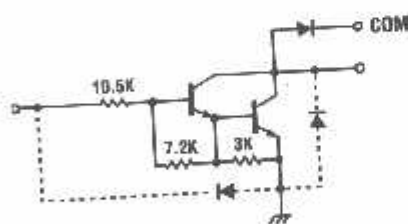
PARTIAL SCHEMATICS

ULN2003A/L (Each Driver)

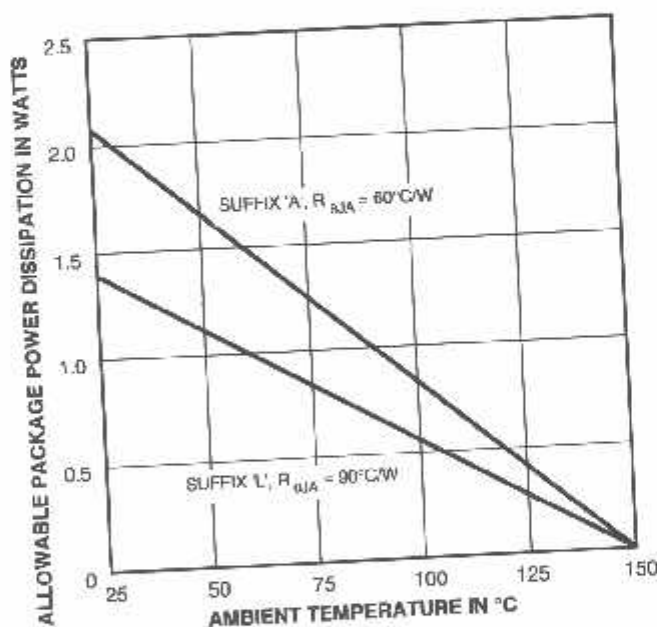


Dwg. No. A-9851

ULN2004A/L (Each Driver)



Dwg. No. A-9896A



Dwg. GP-006A

X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix above.



115 Northeast Cutoff, Box 15036
 Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000
 Copyright © 1974, 1998 Allegro MicroSystems, Inc.

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE,
HIGH-CURRENT
DARLINGTON ARRAYS

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2004A, and ULN2004L
 ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	$V_{CE} = 50\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	—	< 1	50	μA
				$V_{CE} = 50\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}$	—	< 1	100	μA
		1B	ULN2004A/L	$V_{CE} = 50\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}, V_{IN} = 1.0\text{ V}$	—	< 5	500	μA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	$I_C = 100\text{ mA}, I_B = 250\text{ }\mu\text{A}$	—	0.9	1.1	V
				$I_C = 200\text{ mA}, I_B = 350\text{ }\mu\text{A}$	—	1.1	1.3	V
				$I_C = 350\text{ mA}, I_B = 500\text{ }\mu\text{A}$	—	1.3	1.6	V
Output Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2003A/L	$V_{IN} = 3.85\text{ V}$	—	0.93	1.35	mA
			ULN2004A/L	$V_{IN} = 5.0\text{ V}$	—	0.35	0.5	mA
			ULN2004A/L	$V_{IN} = 12\text{ V}$	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	$I_C = 500\text{ }\mu\text{A}, T_A = 70^\circ\text{C}$	50	65	—	μA
Output Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2003A/L	$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 200\text{ mA}$	—	—	2.4	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 250\text{ mA}$	—	—	2.7	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 300\text{ mA}$	—	—	3.0	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 350\text{ mA}$	—	—	5.0	V
			ULN2004A/L	$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 125\text{ mA}$	—	—	6.0	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 200\text{ mA}$	—	—	7.0	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 275\text{ mA}$	—	—	8.0	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 350\text{ mA}$	—	—	8.0	V
Output Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	$0.5 E_{IN}$ to $0.5 E_{OUT}$	—	0.25	1.0	μs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	$0.5 E_{IN}$ to $0.5 E_{OUT}$	—	0.25	1.0	μs
Reverse Diode Leakage Current	I_R	6	All	$V_R = 50\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	—	—	50	μA
				$V_R = 50\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}$	—	—	100	μA
Forward Diode Voltage	V_F	7	All	$I_F = 350\text{ mA}$	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

2013 THRU 2024
**HIGH-VOLTAGE,
HIGH-CURRENT
ARLINGTON ARRAYS**

Devices: ULN2023A, ULN2023L, ULN2024A, and ULN2024L
ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Circuit Leakage Current	I _{CEX}	1A	All	V _{CE} = 95 V, T _A = 25°C	—	< 1	50	μA
				V _{CE} = 95 V, T _A = 70°C	—	< 1	100	μA
		1B	ULN2024A/L	V _{CE} = 95 V, T _A = 70°C, V _{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	μA
Collector-Emitter Saturation Voltage	V _{CE(SAT)}	2	All	I _C = 100 mA, I _B = 250 μA	—	0.9	1.1	V
				I _C = 200 mA, I _B = 350 μA	—	1.1	1.3	V
				I _C = 350 mA, I _B = 500 μA	—	1.3	1.6	V
Current	I _{IN(ON)}	3	ULN2023A/L	V _{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2024A/L	V _{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V _{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	I _{IN(OFF)}	4	All	I _C = 500 μA, T _A = 70°C	50	65	—	μA
Voltage	V _{IN(ON)}	5	ULN2023A/L	V _{CE} = 2.0 V, I _C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V _{CE} = 2.0 V, I _C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V _{CE} = 2.0 V, I _C = 300 mA	—	—	3.0	V
		ULN2024A/L	V _{CE} = 2.0 V, I _C = 125 mA	—	—	5.0	V	
			V _{CE} = 2.0 V, I _C = 200 mA	—	—	6.0	V	
			V _{CE} = 2.0 V, I _C = 275 mA	—	—	7.0	V	
			V _{CE} = 2.0 V, I _C = 350 mA	—	—	8.0	V	
Capacitance	C _{IN}	—	All		—	15	25	pF
On Delay	t _{PLH}	8	All	0.5 E _{IN} to 0.5 E _{OUT}	—	0.25	1.0	μs
Off Delay	t _{PHL}	8	All	0.5 E _{IN} to 0.5 E _{OUT}	—	0.25	1.0	μs
Reverse Diode Leakage Current	I _R	6	All	V _R = 95 V, T _A = 25°C	—	—	50	μA
				V _R = 95 V, T _A = 70°C	—	—	100	μA
Forward Diode Saturation Voltage	V _F	7	All	I _F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.



115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

2003 THRU 2024 HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

TEST FIGURES

FIGURE 1A

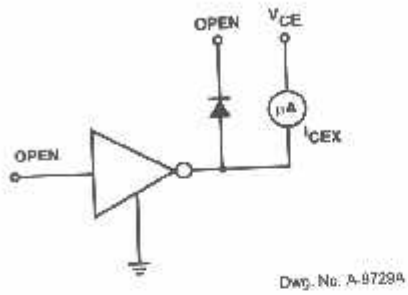


FIGURE 1B

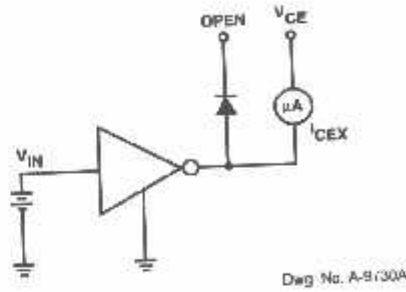


FIGURE 2

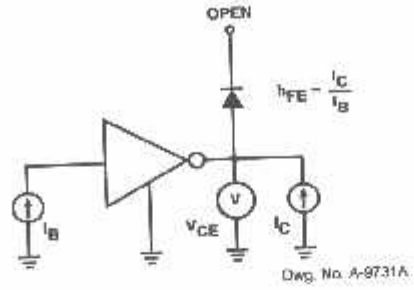


FIGURE 3

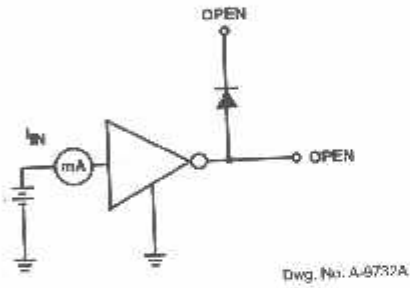


FIGURE 4

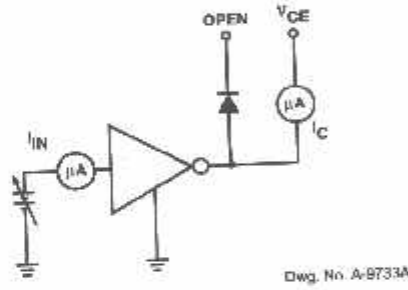


FIGURE 5

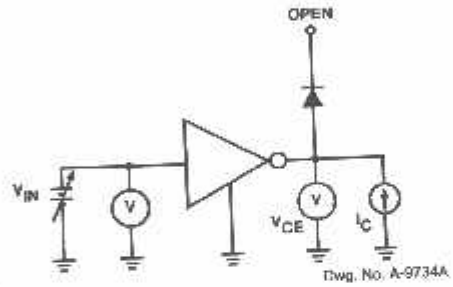


FIGURE 6

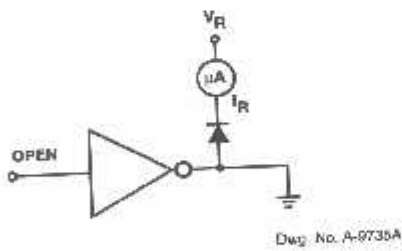


FIGURE 7

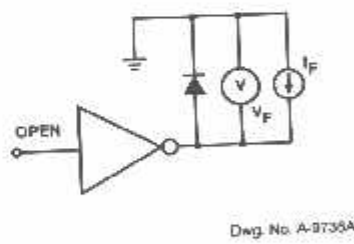
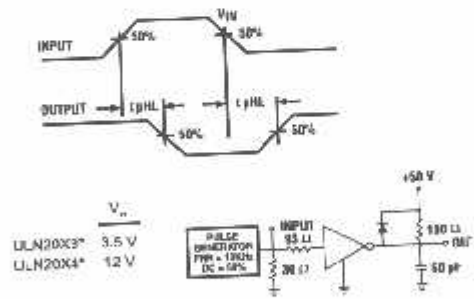


FIGURE 8

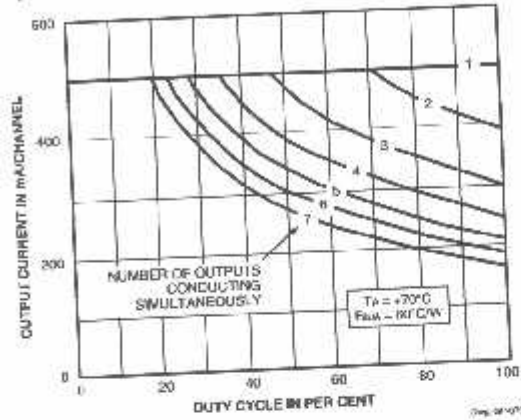


Complete part number includes a final letter to indicate package.

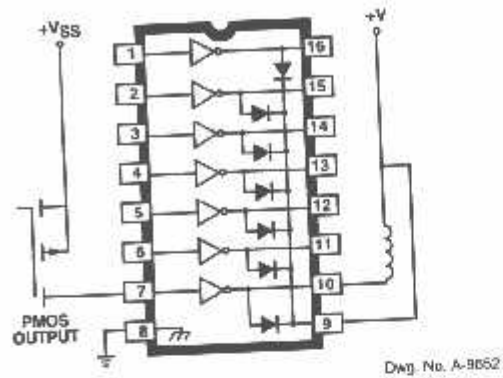
* Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown.

03 THRU 2024
GH-VOLTAGE,
GH-CURRENT
RLINGTON ARRAYS

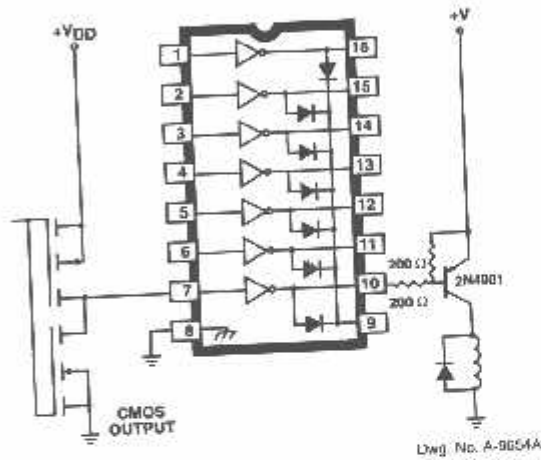
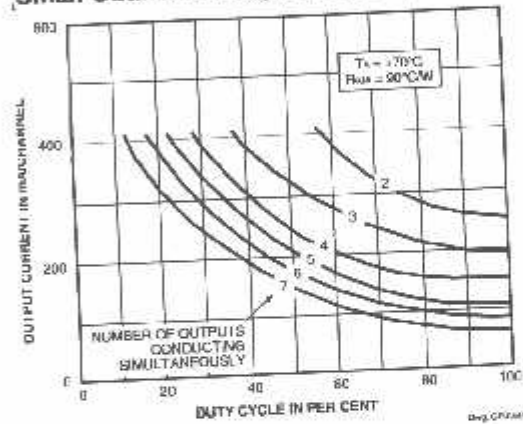
ALLOWABLE COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF DUTY CYCLE
 (Dual In-line-Packaged Devices, Suffix 'A')



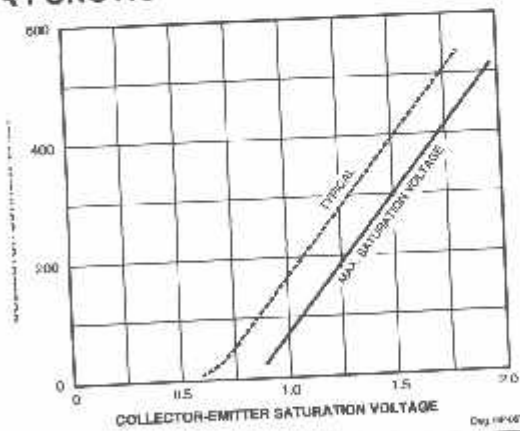
TYPICAL APPLICATIONS



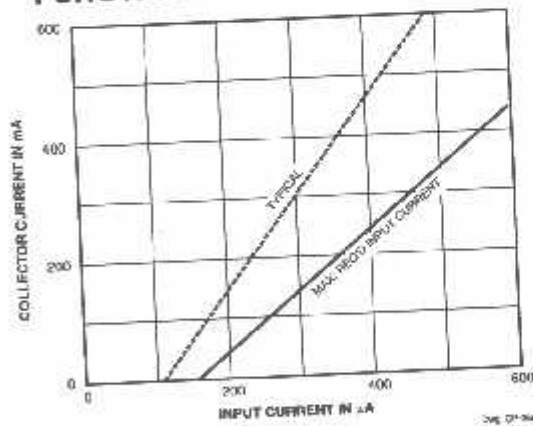
Small-Outline-Packaged Devices, Suffix 'L')



SATURATION VOLTAGE AS A FUNCTION OF COLLECTOR CURRENT



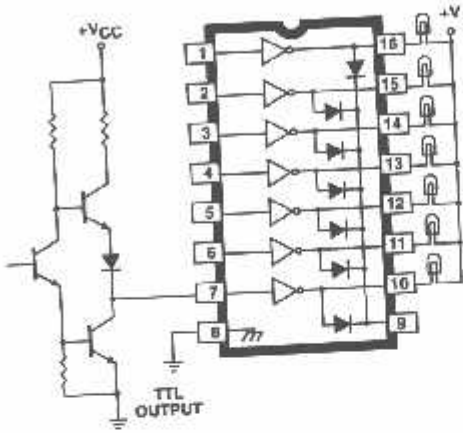
COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT CURRENT



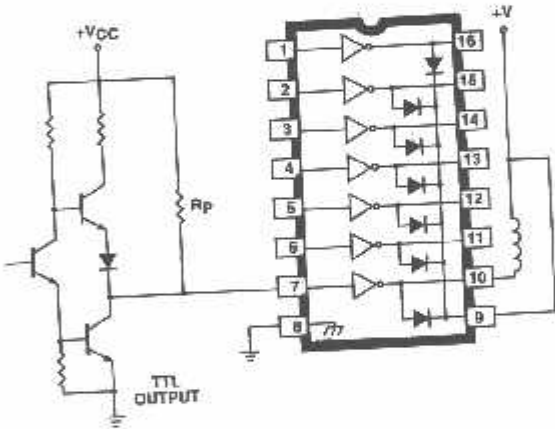
115 Northeast Cutoff, Box 15036
 Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

2003 THRU 2024 HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

TYPICAL APPLICATIONS



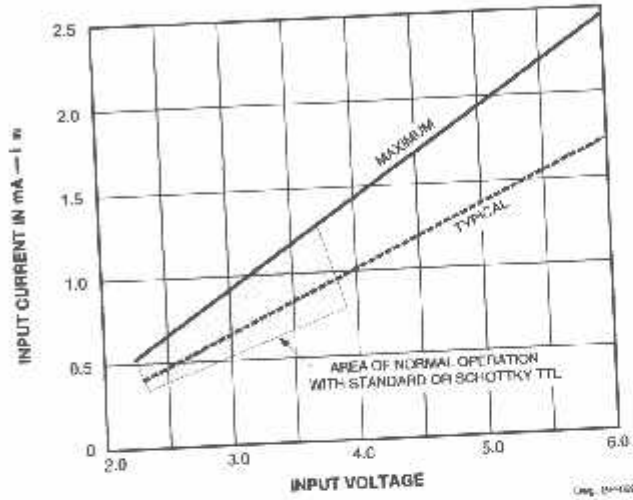
Des. No. A-9653A



Des. No. A-10,171

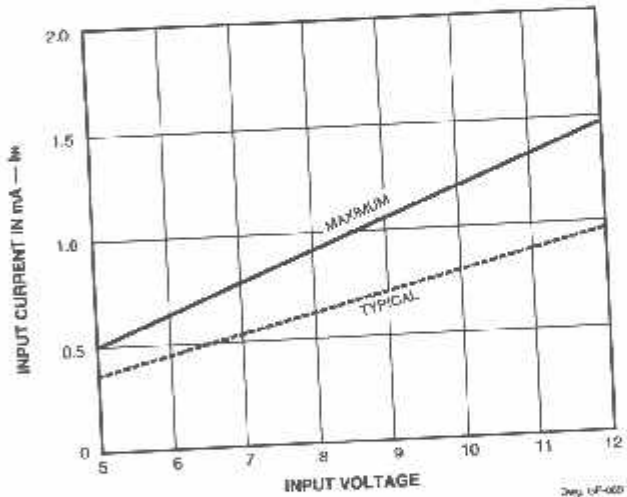
INPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2023A, and
ULN2023L



Des. 01-100

Types ULN2004A, ULN2004L, ULN2024A, and
ULN2024L

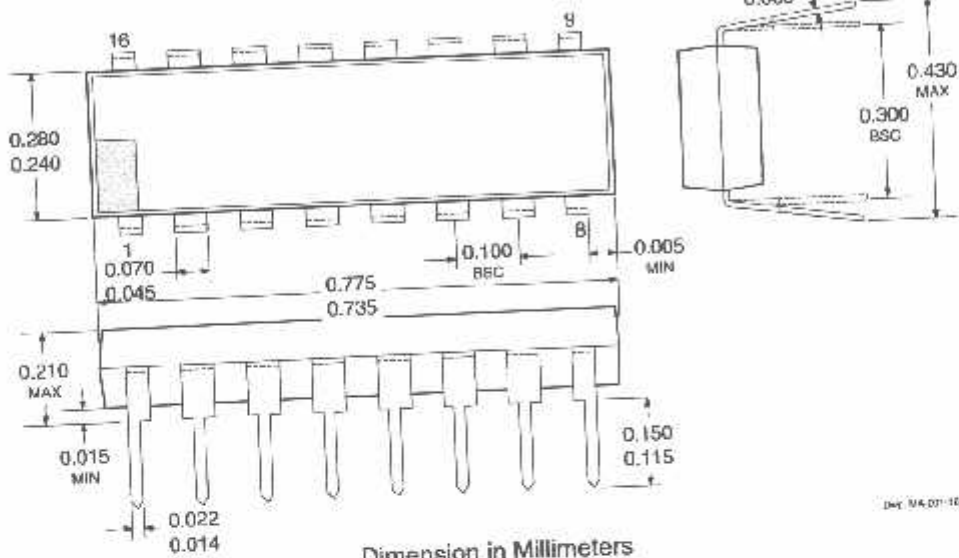


Des. 01-001

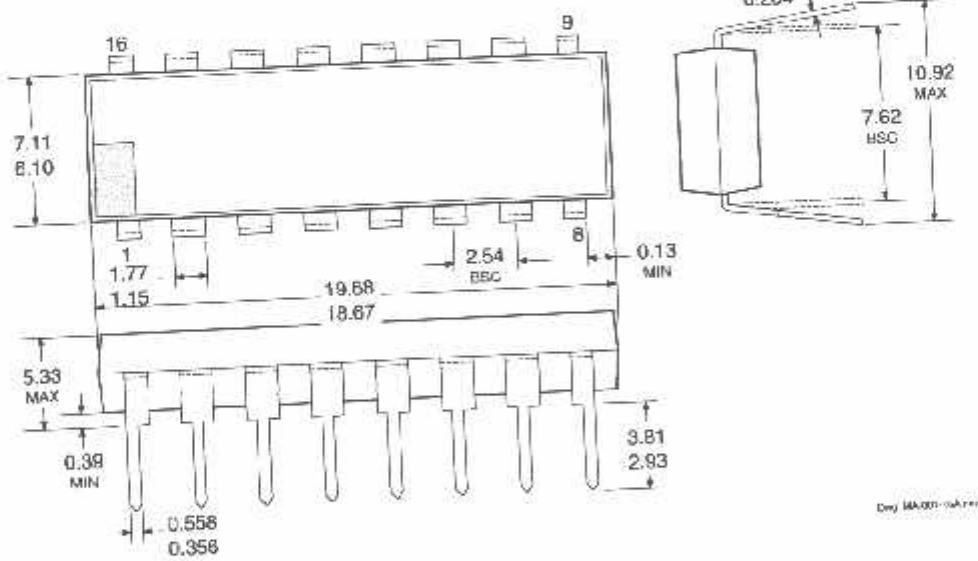
03 THRU 2024
 HIGH-VOLTAGE,
 HIGH-CURRENT
 ARLINGTON ARRAYS

PACKAGE DESIGNATOR "A"

Dimensions in Inches
 (controlling dimensions)



Dimension in Millimeters
 (for reference only)



- NOTE: 1. Leads 1, 8, 9, and 16 may be half leads at vendor's option.
 2. Lead thickness is measured at seating plane or below.
 3. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
 4. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.

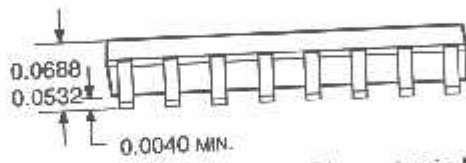
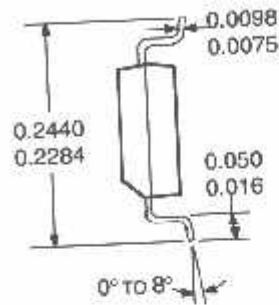
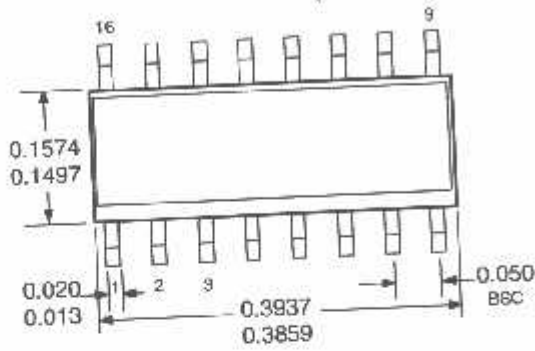


115 Northeast Cutoff, Box 15036
 Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

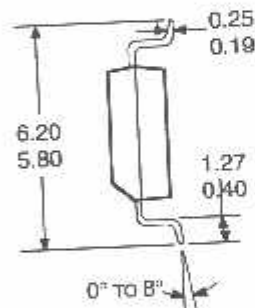
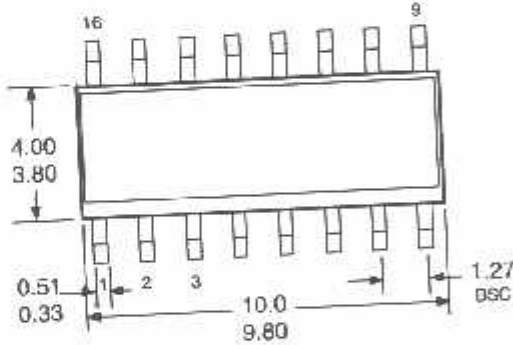
**2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE,
HIGH-CURRENT
DARLINGTON ARRAYS**

PACKAGE DESIGNATOR "L"

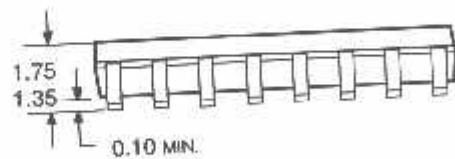
Dimensions in Inches
(for reference only)



Dimension in Millimeters
(controlling dimensions)



Draw. MA-007 15 in.



Draw. MA-007 16A mm

- TES: 1. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
2. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.

03 THRU 2024
GH-VOLTAGE,
GH-CURRENT
WARRINGTON ARRAYS

The products described here are manufactured under one or more U.S. patents or U.S. patents pending.

Allegro MicroSystems, Inc. reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Allegro products are not authorized for use as critical components in life-support devices or systems without express written approval.

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems, Inc. assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.



115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

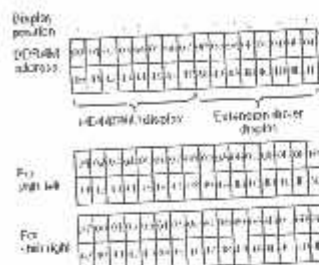
M1632 MODULE LCD 16 X 2 BARIS (M1632)

Deskripsi:

M1632 adalah merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya yang rendah. Modul ini dilengkapi dengan mikrokontroler yang didesain khusus untuk mengendalikan LCD. Mikrokontroler HD44780 buatan Hitachi yang berfungsi sebagai pengendali LCD ini mempunyai CGROM (Character Generator Read Only Memory), CGRAM (Character Generator Random Access Memory) dan DDRAM (Display Data Random Access Memory).

DDRAM

DDRAM adalah merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan berada. Contoh, jika karakter 'A' atau 41H yang ditulis pada alamat 00, maka karakter tersebut akan tampil pada baris pertama kolom pertama dari LCD. Apabila karakter tersebut ditulis di alamat 40, maka karakter tersebut akan tampil pada baris kedua kolom pertama dari LCD.



Gambar 1
DDRAM M1632 (diambil dari data sheet HD44780)

CGRAM

CGRAM adalah merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter di mana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai keinginan. Namun memori ini akan hilang saat power supply tidak aktif, sehingga pola karakter akan hilang.

CGROM

CGROM adalah merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter di mana bentuk tersebut sudah ditentukan secara permanen dari HD44780 sehingga pengguna tidak dapat mengubahnya. Namun karena ROM bersifat permanen, maka pola karakter tersebut tidak akan hilang walaupun power supply tidak aktif.

Pada gambar 2, tampak terlihat pola-pola karakter yang tersimpan dalam lokasi-lokasi tertentu dalam CGROM. Pada saat HD44780 akan menampilkan data 41H yang tersimpan pada DDRAM, maka HD44780 akan mengambil data di alamat 41H (0100 0001) yang ada pada CGROM yaitu pola karakter 'A'.

	0x00	0x01	0x02	0x03	0x04	0x05	0x06	0x07	0x08	0x09	0x0A	0x0B	0x0C	0x0D	0x0E	0x0F
0x00			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D
0x01			!	"	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	
0x02			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	
0x03			"	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	
0x04			#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/	
0x05			\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/	_	
0x06			%	&	'	()	*	+	,	-	.	/	_	o	
0x07			&	'	()	*	+	,	-	.	/	_	o	+	
0x08			'	()	*	+	,	-	.	/	_	o	+		
0x09			()	*	+	,	-	.	/	_	o	+			
0x0A)	*	+	,	-	.	/	_	o	+				
0x0B			*	+	,	-	.	/	_	o	+					
0x0C			+	,	-	.	/	_	o	+						
0x0D			,	-	.	/	_	o	+							
0x0E			-	.	/	_	o	+								
0x0F			.	/	_	o	+									
0x10			/	_	o	+										

Gambar 2
Hubungan antara CGROM dan DDRAM (diambil dari data sheet HD44780)

No	Nama Pin	Deskripsi
1	VCC	+5V
2	GND	0V
3	VEE	Tegangan Kontras LCD
4	RS	Register Select, 0 - Register Perintah, 1 - Register Data
5	R/W	1 - Read, 0 - Write
6	E	Enable Clock LCD, logika 1 setiap kali pengiriman perintah data
7	D0	Data Bus 0
8	D1	Data Bus 1
9	D2	Data Bus 2
10	D3	Data Bus 3
11	D4	Data Bus 4
12	D5	Data Bus 5
13	D6	Data Bus 6
14	D7	Data Bus 7
15	Anoda (Kabel coklat untuk LCD Hitachi)	Tegangan positif backlight
16	Katoda (Kabel merah untuk LCD Hitachi)	Tegangan negatif backlight



Gambar 3
Pin Out M1632 LCD Hitachi



Gambar 4
Pin Out LCD M1632 Standard

Register

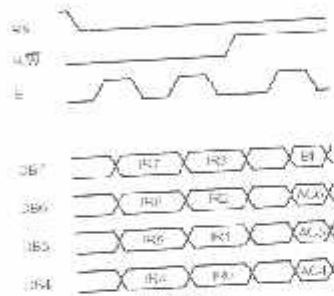
HD44780, mempunyai dua buah Register yang aksesnya diatur dengan menggunakan kaki RS. Pada saat RS berlogika 0, maka register yang diakses adalah Register Perintah dan pada saat RS berlogika 1, maka register yang diakses adalah Register Data.

Register Perintah

Register ini adalah register di mana perintah-perintah dari mikrokontroler ke HD44780 pada proses penulisan data atau tempat status dari HD44780 dapat dibaca pada saat pembacaan data.

Penulisan Data ke Register Perintah

Penulisan data ke Register Perintah dilakukan dengan tujuan mengatur tampilan LCD, inisialisasi dan mengatur Address Counter maupun Address Data. Gambar 5 menunjukkan proses penulisan data ke register perintah dengan menggunakan mode 4 bit interface. Kondisi RS berlogika 0 menunjukkan data ke Register Perintah. RW berlogika 0 yang menunjukkan proses penulisan data akan dilakukan. Nibble tinggi (bit 7 sampai bit 4) terlebih dahulu dikirimkan dengan diawali pulsa logika 1 pada E Clock. Kemudian Nibble rendah (bit 3 sampai bit 0) dikirimkan dengan diawali pulsa logika 1 pada E Clock. Untuk mode 8 bit interface, proses penulisan dapat langsung dilakukan secara 8 bit (bit 7 ... bit 0) diawali sebuah pulsa logika 1 pada E Clock.



Gambar 5
Timing diagram Penulisan Data ke Register Perintah Mode 4 bit Interface

Tabel 1
Perintah-perintah M1632

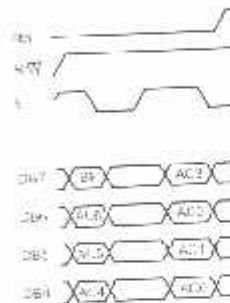
Perintah	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Deskripsi
Halus Display	0	0	0	0	0	0	0	1	Halus Display dan DDRAM
Posisi Awal	0	0	0	0	0	0	1	X	Set Alamat DDRAM di 0
Set Mode	0	0	0	0	0	1	D11	8	Atur arah penyesuaian cursor dan display

Display On/Off	0	0	0	0	1	D	C	B	Atur display (D) On/Off, cursor On/Off, Blinking (B)
Geser Cursor/Display	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X	Geser Cursor atau display sesuai dengan alamat DDRAM
Set Fungsi	0	0	1	DL	N	F	X	X	Atur panjang data, jumlah baris : tinggi, dan font karakter
Set Alamat CGRAM	0	1	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	Data akan dibaca atau ditulis ke alamat dasar
Set Alamat DDRAM	1	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	Data dapat dibaca atau ditulis ke alamat dasar

X = diabaikan
 LD 1-Increment, 0-Decrement
 S 0-Display tidak geser
 S/C 1-Display Shift, 0-Geser Cursor
 R/L 1-Geser Kiri, 0-Geser Kanan
 DL 1-8 bit, 0-4bit
 N 1-2 baris, 0-1 baris
 F 1-5x10, 0-5x8
 D 0-Display OFF, 1-Display ON
 C 0-Cursor OFF, 1-Cursor ON
 B 0-Blinking OFF, 1-Blinking ON

Pembacaan Data dari Register Perintah

Proses pembacaan data pada register perintah biasa digunakan untuk melihat status busy dari LCD atau membaca Address Counter RS diatur pada logika 0 untuk akses ke Register Perintah, R/W diatur pada logika 1 yang menunjukkan proses pembacaan data. 4 bit nibble tinggi dibaca dengan diawali pulsa logika 1 pada E Clock dan kemudian 4 bit nibble rendah dibaca dengan diawali pulsa logika 1 pada E Clk. Untuk Mode 8 bit interface, pembacaan 8 bit (nibble tinggi dan rendah) dilakukan sekaligus dengan diawali sebuah pulsa logika 1 pada E Clock.



Gambar 6
 Timing Diagram Pembacaan Register Perintah Mode 4 bit Interface

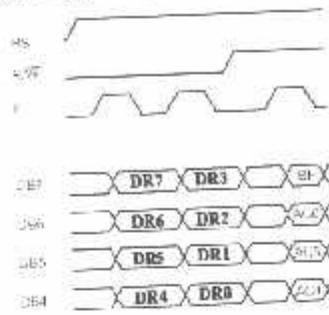
Register Data

Register ini adalah register di mana mikrokontroler dapat menuliskan atau membaca data ke/dari DDRAM. Penulisan data pada register ini akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Penulisan Data ke Register Data

Penulisan data pada Register Data dilakukan untuk mengirimkan data yang akan ditampilkan pada LCD. Proses diawali dengan adanya logika 1 pada RS yang menunjukkan akses ke Register Data, kondisi R/W diatur pada logika 0 yang menunjukkan proses penulisan data. Data 4 bit nibble tinggi (bit 7 hingga

bit 4) dikirim dengan diawali pulsa logika 1 pada sinyal E Clock dan kemudian diikuti 4 bit nibble rendah (bit 3 hingga bit 0) yang juga diawali pulsa logika 1 pada sinyal E Clock

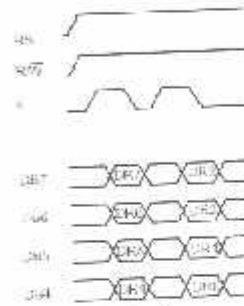


Gambar 7

Timing Diagram Penulisan Data ke Register Data Mode 4 bit Interface

Pembacaan Data dari Register Data

Pembacaan data dari Register Data dilakukan untuk membaca kembali data yang tampil di LCD. Proses dilakukan dengan mengatur RS pada logika 1 yang menunjukkan adanya akses ke Register Data. Kondisi RW diatur pada logika tinggi yang menunjukkan adanya proses pembacaan data. Data 4 bit nibble tinggi (bit 7 hingga bit 4) dibaca dengan diawali adanya pulsa logika 1 pada E Clock dan dilanjutkan dengan data 4 bit nibble rendah (bit 3 hingga bit 0) yang juga diawali dengan pulsa logika 1 pada E Clock



Gambar 8

Timing Diagram Pembacaan Data dari Register Data Mode 4 bit Interface

Antar muka LCD dengan mikrokontroler



HITACHI
HD44780

Gambar 9
Antar muka dengan Model DST-51



HITACHI
HD44780

Gambar 10
Antar Muka dengan Model SC-51 atau AT8951

Program

Rutin-rutin Program untuk DST-51 yang diassembly dengan atau
 Rutin-rutin Program untuk SC-51/AT8951 yang diassembly dengan atau
 Rutin delay yang diassembly dengan atau
 Datasheet
