

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PENGAMAN GAS LPG  
PADA RUANGAN DAPUR**



**TUGAS AKHIR**

**Dibuat Oleh:**  
**Nama : Agung Prasetyo**  
**Nim : 0752002**



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

**AGUSTUS 2010**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PENGAMAN GAS LPG**  
**PADA RUANGAN DAPUR**



**TUGAS AKHIR**

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan  
Memenuhi Syarat-syarat Guna Mencapai Gelar Diploma Tiga*

**Disusun Oleh:**

**Nama : Agung Prasetyo**  
**Nim : 0752002**

**Diperiksa dan Disetujui**



**Ketua Program Studi**  
**Teknik Listrik DIII**

**Taufik Hidayat, MT**  
**NIP.Y.1018700151**

**Dosen Pembimbing**

**Bambang Prio H, ST, MT**  
**NIP.Y.102 840 0082**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK D III**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**2010**

**ABSTRAK**  
**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PENGAMAN GAS LPG PADA**  
**RUANGAN DAPUR**

(Agung Prasetyo, 07 52 002, Teknik Energi Listrik D-III/ Energi Listrik)  
(Dosen Pembimbing : Bambang Prio H, ST, MT)

Kata Kunci : Mikrokontroler AT89S51, Sensor TGS 2610, LCD, Fan, Buzzer

Penggunaan Mikrokontroler sebagai unit – unit kendali sangatlah luas, hal ini peralatan – peralatan control dengan mikrokontroler memberikan kemudahan pada penggunaannya. Seperti halnya pendeteksi gas pada ruangan dapur, ide ini muncul ketika mengamati banyaknya kejadian kebakaran yang diakibatkan adanya kebocoran gas LPG. Dimana banyak sekali masyarakat yang menjadi korbannya. Tujuan dari pembuatan alat ini adalah untuk mencegah terjadinya kebakaran dan mengurangi korban yang menggunakan gas LPG.

Perencanaan dan pembahasan alat ini yang dilakukan bersifat menanggulangi terjadinya kebakaran. Awal pembahasan ini dimulai dengan membahas masing – masing dari rangkaian tersebut, kemudian diikuti dengan perencanaan dan pembuatan alat. Proses pengaturannya adalah pada saat terjadi kebocoran gas maka sensor TGS 2610 akan memberikan output tegangan yang akan diubah kedalam bentuk tegangan digital yang selanjutnya akan diproses oleh mikrokontroler dan akan diteruskan pada fan dan buzzer.

Kesimpulan dari alat tersebut adalah apabila sensor mendeteksi maka fan akan berputar dan membuang gas keluar ruangan. Lalu LCD akan menampilkan berapa besar kebocoran gas tersebut, dan apabila fan tidak dan menanggulangnya maka buzzer akan berbunyi sebagai tanda bahwa gas sangat berbahaya yang akan mengakibatkan kebakaran.

---

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu kewajiban dimaksudkan sebagai sarana dalam menyelesaikan program studi Diploma III Institut Teknologi Nasional Malang Jurusan Teknik Energi Listrik. Laporan ini dapat terselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak, untuk itu perkenankan penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, selaku Kajur DIII Teknik Listrik.
3. Bambang Prio H, ST, MT, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.
4. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan laporan ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan serta jauh dari kesempurnaan oleh karena itu penulis mengharap saran dan kritik demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini . Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, 11 Agustus 2010

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang masalah .....	1
1.2 Rumusan masalah .....	2
1.3 Tujuan masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Pembahasan .....	4
BAB II DASAR TEORI .....	6
2.1. Sensor gas TGS 2610 .....	6
2.2. ADC .....	7
2.3. Mikrokontroler .....	10
2.4. EEPROM AT24C16 .....	15

2.5. Display LCD Character.....	16
2.6. Buzzer .....	19
2.7. Keypad.....	19
2.8. DC Brushlles.....	20
<b>BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT .....</b>	<b>22</b>
3.1 Perancangan Blok Diagram .....	22
3.2 Rangkaian Power Supplay .....	23
3.3 Rangkain Mikrokontroller AT89S51.....	24
3.4 Rangkaian Clock.....	26
3.5. Perancangan EEPROM 24C16 .....	27
3.6. Rangkaian Sensor TGS 2610.....	28
3.7. Rangkaian ADC.....	29
3.8. Perencanaan LCD.....	30
3.9. Rangkaian Pengendali Kipas dan Alarm.....	32
3.10.Perencanaan Perangkat Lunak.....	33
<b>BAB IV PENGUJIAN ALAT .....</b>	<b>36</b>
4.1 Prinsip Kerja Alat .....	36
4.2 Pengujian Driver Buzzer.....	37
4.3. Pengujian driver Fan.....	39
4.4. Pengujian Sensor Dan ADC.....	41
4.5. Pengujian Rangkaian Keypad.....	44

4.6. Aplikasi Alat.....	45
4.7. Spoesifikasi Alat.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Umum Sensor .....	7
Gambar 2.2 Konfigurasi Pin IC ADC 0804.....	8
Gambar 2.3 Diagram ADC Secara Umum .....	9
Gambar 2.4 Pin-Out Mikrokontroler AT89S51 .....	12
Gambar 2.5 EEPROM 24C16 .....	15
Gambar 2.6 LCD Character 2x16 .....	17
Gambar 2.7 Peta Memory LCD Character 2x16 .....	18
Gambar 2.8 Bentuk Buzzer .....	19
Gambar 2.9 Diagram Keypad 4 x 4 .....	20
Gambar 2.10 DC Brushles .....	21
Gambar 3.1 Rangkaian Power Supplay Adaptor (PSA) .....	24
Gambar 3.2 Rangkaian Minimum Mikrokontroler AT89S51 .....	25
Gambar 3.3 Rangkaian Pewaktu .....	27
Gambar 3.4 Rangkaian Memory EEPROM 24C16 .....	27
Gambar 3.5 Rangkaian Sensor TGS 2610 .....	28
Gambar 3.6 Rangkaian ADC .....	29
Gambar 3.7 Rangkaian LCD .....	31
Gambar 3.8 Rangkaian Pengendali Kipas dan Alarm .....	32
Gambar 3.9 Flowcahrt Rangkaian .....	35
Gambar 4.1 Rangkaian Pengujian Driver Buzzer.....	37
Gambar 4.2 Pengujian Driver Buzzer Saat Berbunyi .....	38



Gambar 4.3	Pengujian Driver Buzzer Mati .....	38
Gambar 4.4	Rangkaian Pengujian Driver Fan .....	39
Gambar 4.5	Pengujian Driver Fan Berputar .....	40
Gambar 4.6	Pengujian Driver Fan Mati.....	40
Gambar 4.7	Rangkaian Pengujian Sensor & ADC .....	42
Gambar 4.8	Pengujian Rangkaian Keypad .....	43
Gambar 4.9	Tampilan Dari Atas Pada Saat Diberi Kebocoran Gas .....	45
Gambar 4.10	Tampilan LCD Pada Saat Menampilkan ADC dan PPM gas .....	45
Gambar 4.11	Tampilan Pada Saat Fan Bekerja dan Buzzer Berbunyi .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port 3 .....	13
Tabel 2.2 Fungsi Pin LCD Character 2x16 .....	17
Tabel 3.1 Fungsi Dari Kaki Kaki LCD .....	31
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Driver Buzzer .....	37
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Driver Fan .....	40
Tabel 4.3 Pengujian Sensor & ADC .....	42
Tabel 4.4 Pengujian ADC Gas .....	42
Tabel 4.5 Pengujian Keypad .....	43

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pada saat ini ilmu pengetahuan dan teknologi sangat berkembang begitu cepat. Perkembangan zaman yang semakin modern ini, manusia menuntut segala sesuatunya serba otomatis dan setiap waktu selalu saja ada ciptaan yang baru yang tersebar luas dalam masyarakat. Pada zaman sekarang ini banyak sekali terjadi kebakaran karena ledakan tabung gas LPG, kebocoran pada regulator, serta selang yang kurang rekat pada regulator. Maka pemerintah wajib memberikan himbauan bagaimana cara memilih tabung gas yang baik serta pemasangan dan pemilihan regulator yang benar agar tidak terjadi kebakaran. Khususnya pada perumahan yang digunakan ibu-ibu rumah tangga untuk memasak, oleh karena itu pemilik gas harus lebih berhati-hati agar tidak terjadi kebakaran pada rumah tersebut.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis mencoba merancang suatu alat yang dapat mendeteksi kebocoran gas LPG pada suatu ruangan. Alat ini akan memberitahukan kepada pemilik rumah dengan cara membunyikan alarm dan menampilkan pesan yang tertera pada display apabila telah terjadi kebocoran gas LPG di dalam ruangan tersebut. Selain itu alat ini juga dilengkapi dengan kipas untuk membuang gas LPG yang masih terdapat di dalam ruangan tersebut agar udara yang terdapat di dalam ruangan tersebut tidak lagi tercemar oleh gas LPG.

Pada alat ini digunakan sensor LP Gas TGS2610 sebagai pendeteksi ada atau tidaknya gas LPG yang masuk ke dalam ruangan. Mikrokontroler AT89S51

digunakan sebagai otak dari seluruh system dan mengolah data yang dihasilkan oleh sensor kemudian membunyikan alarm dan menghidupkan kipas. Dengan adanya teknologi yang diciptakan oleh penulis ini dapat berguna untuk mengurangi jumlah korban yang diakibatkan oleh ledakan tabung gas maupun kebakaran dari gas LPG.

## 1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan serta pemakaian software pada alat pendeteksi gas.
2. Bagaimana merancang suatu alat yang dapat mendeteksi kebocoran gas LPG
3. Bagaimana Memanfaatkan mikrokontroler sebagai alat pengolah data yang diberikan oleh sensor.
4. Bagaimana merancang suatu alat yang *user friendly*
5. Bagaimana studi lebih lanjut tentang aplikasi mikrokontroler AT89S51

## 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan untuk membuat alat pengaman gas LPG pada ruangan dapur. Yang digunakan sebagai pengaman agar tidak terjadinya ledakan gas yang mengakibatkan kebaran rumah, sehingga mengurangi terjadinya kecelakaan yang mengakibatkan rumah terbakar dan adanya korban jiwa pada pemilik rumah tersebut.

---

#### **1.4 Batasan Masalah**

Mengacu pada hal diatas, penulis akan merancang alat pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis mikrokontroler AT89S51, dengan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah jenis AT89S51.
2. sensor yang digunakan adalah sensor LP Gas TGS2610.
3. alat ini hanya mendeteksi keberadaan gas LPG tidak mendeteksi asal kebocoran
4. untuk menetralkan udara dalam ruangan digunakan Fan.

#### **1.5 Metodologi Penulisan**

Metodologi penulisan atau langkah – langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini, dapat dilalui melalui tahapan – tahapan sebagai berikut:

1. Survei literature yang mempelajari teori – teori yang berkaitan mengenai cara kerja komponen – komponen yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat pengaman gas LPG pada ruangan dapur.
  2. Perancangan dan pembuatan alat untuk mengaplikasi pada sebuah alat – alat dari dasar – dasar teori penunjang.
  3. Pelaksanaan uji coba alat dari hasil perancangan dan pembuatan alat pengaman gas LPG pada ruangan dapur.
  4. Penyusunan laporan menyimpulkan hasil perancangan dan pembuatan alat.
-

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman maka penulis membuat sistematika pembahasan bagaimana sebenarnya prinsip kerja dari alat pendeteksi kebocoran gas LPG dengan menggunakan sensor gas TGS2610 berbasis mikrokontroler AT89S51, maka penulis menulis laporan ini sebagai berikut:

## **BAB I. PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

## **BAB II. DASAR TEORI**

Landasan teori, dalam bab ini dijelaskan tentang teori pendukung yang digunakan untuk pembahasan dan cara kerja dari rangkaian Teori pendukung itu antara lain tentang mikrokontroler AT89S51 (hardware dan software), sensor gas TGS2610, ADC bahasa program yang digunakan, serta karakteristik dari komponen-komponen pendukung.

## **BAB III. PERANCANGAN ALAT DAN PEMBUATAN ALAT**

Pada bagian ini akan dibahas perancangan dari alat, yaitu diagram blok dari rangkaian, skematik dari masing-masing rangkaian dan diagram alir dari program yang akan diisikan ke mikrokontroler AT89S51.

## **BAB IV. PENGUJIAN ALAT**

Pada bab ini akan dibahas hasil analisa dari rangkaian dan sistem kerja alat, penjelasan mengenai program-program yang digunakan untuk

---

mengaktifkan rangkaian, penjelasan mengenai program yang diisikan ke mikrokontroler AT89S51.

#### **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan penutup yang meliputi tentang kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan dari tugas akhir ini serta saran apakah rangkaian ini dapat dibuat lebih efisien dan dikembangkan perakitannya pada suatu metode lain yang mempunyai sistem kerja yang sama

---

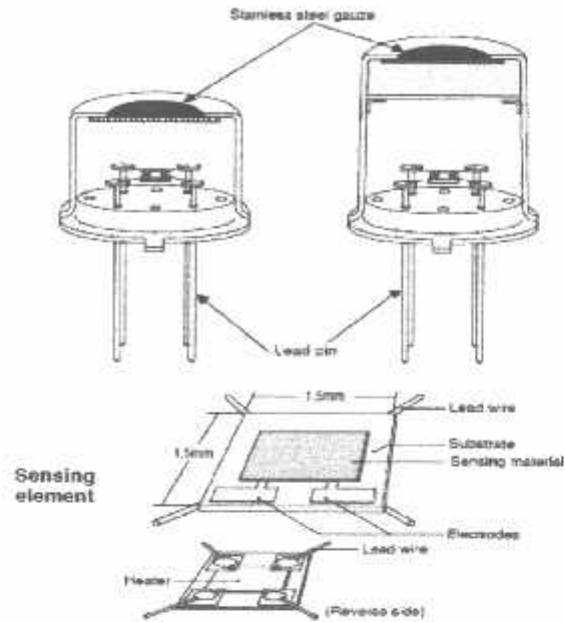
## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Sensor Gas TGS 2610

Sensor gas LPG TGS2610 merupakan salah satu sensor utama dalam penelitian ini. Sensor ini merupakan sebuah sensor kimia atau sensor gas. Sensor ini mempunyai nilai resistansi  $R_s$  yang akan berubah bila terkena gas yang mewakili gas LPG di udara yaitu gas metana dan ethanol. Sensor LPG TGS2610 mempunyai tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap dua jenis gas tersebut. Jika sensor tersebut mendeteksi keberadaan gas tersebut di udara dengan tingkat konsentrasi tertentu, maka sensor akan menganggap terdapat gas LPG di udara. Dan ketika sensor mendeteksi keberadaan gas tersebut maka resistensi elektrik sensor tersebut akan menurun yang menyebabkan tegangan yang dihasilkan oleh output sensor akan semakin besar. Selain itu, sensor juga mempunyai sebuah pemanas (*heater*) yang digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar agar sensor dapat bekerja kembali secara efektif. secara umum bentuk dari sensor gas LPG TGS2610 dapat dilihat dari gambar berikut:





**Gambar 2.1 Berentuk Umum Sensor TGS 2610**

Sumber : [www.google.com](http://www.google.com), sensor TGS2610

## 2.2 ADC (*Analog to Digital Converter*)

Analog to Digital Converter (ADC) adalah sebuah piranti yang dirancang untuk mengubah sinyal-sinyal analog menjadi sinyal - sinyal digital.. A/D *Converter* ini dapat dipasang sebagai pengonversi tegangan analog dari suatu peralatan sensor ke konfigurasi digital yang akan diumpankan ke suatu sistem minimum. Jenis ADC yang biasa digunakan dalam perancangan adalah jenis *successive approximation conversion (SAC)* atau pendekatan bertingkat yang memiliki waktu konversi jauh lebih singkat . IC ADC 0804 merupakan salah satu dari sekian banyak pengubah data analog menjadi data digital

Jenis 0804 ini merupakan ADC yang simpel dan mudah digunakan .IC ADC 0804 ini mempunyai 20 pin dengan konfigurasi seperti gambar berikut :



**Gambar 2.2 konfigurasi pin IC ADC 0804**

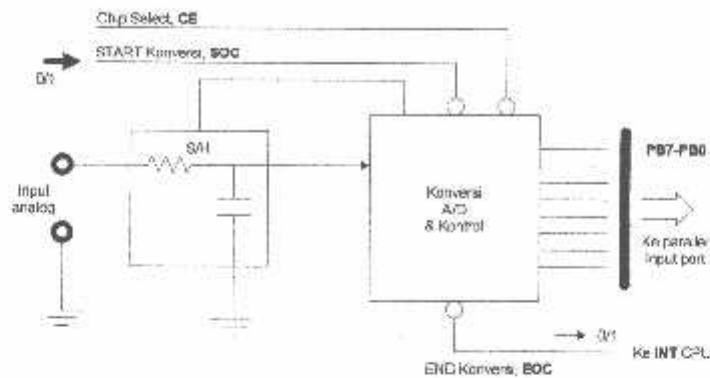
Sumber : Exsan Triyono, 2007, Lengan Robot Pemisah Bola Berwarna Berbasis Mikrokontroler AT89C51.

Pada ADC 0804 ini, terdapat dua jenis prinsip didalam melakukan konversi, yaitu *free running* dan *mode control*. Pada mode *free running*, ADC akan mengeluarkan data hasil pembacaan input secara otomatis dan berkelanjutan (*continue*). Prinsip yang kedua yaitu *mode control*, pada mode ini ADC baru akan memulai konversi setelah diberi instruksi dari mikrokontroler. Instruksi ini dilakukan dengan memberikan pulsa rendah kepada masukan WR sesaat, kemudian membaca keluaran data ADC setelah keluaran INTR berlogika rendah. Pada penelitian ini ,prinsip konversi yang digunakan adalah *mode control*. Prinsip kerja *mode control* akan dijelaskan lebih lanjut sebagai berikut:

Secara umum Rangkaian di dalam IC ADC memiliki 2 bagian utama, yaitu:

1. Bagian *Sampling* dan *Hold*, yang berfungsi menangkap atau menahan tagangan analog input sesaat untuk seterusnya diumpankan ke rangkaian pengonversi.
2. Rangkaian Konversi A/D (plus rangkaian kontrolnya).

Gambar dibawah ini menggambarkan bagaimana aliran sinyal analog diubah ke sinyal digital.



**Gambar 2.3 Diagram ADC secara umum**

Sumber : Exsan Triyono, 2007, Lengan Robot Pemisah Bola Berwarna Berbasis Mikrokontroler AT89C51.

Rangkaian di atas dioperasikan sebagai berikut. Pertama, kontroler, dalam hal ini mikroprosesor / mikrokontroler menghubungi ADC dengan mengirim sinyal **CE**. Artinya, ADC diaktifkan. Kemudian **SOC** (*start of conversion*) dikirimkan sehingga ADC mulai melakukan sampling sinyal dan diikuti dengan konversi ke digital.

Bila konversi selesai maka ADC akan mengirimkan tanda selesai **EOC** (*end of conversion*) yang artinya hasil konversi telah siap dibaca di (PB7-PB0). Program yang sesuai harus dibuat mengikuti prosedur seperti di atas. Artinya, program utama mikroprosesor harus dimuati dengan suatu program *loop* tertutup dan menunggu tanda untuk membaca data dari ADC. Meski tanda ini tidak harus diperhatikan, tetapi berakibat data yang dipaksa dibaca akan sering invalid karena CPU tidak dapat membedakan keadaan ambang (ketika ADC tengah melakukan konversi) dengan keadaan data siap (*valid*). Agar lebih efektif, fungsi *interrupt* harus diaktifkan untuk menghindari terjebaknya CPU dalam *loop* saat menunggu

ADC siap. Dengan demikian CPU hanya akan membaca data bila mendapatkan *interrupt*.

Secara singkat, ADC memerlukan bantuan sekuensi kontrol untuk menangkap dan mengkonversi sinyal. Seberapa lama ADC dapat sukses mengkonversi suatu nilai sangat tergantung dari kemampuan sampling dan konversi dalam domain waktu. Makin cepat prosesnya, makin berkualitas pula ADC tersebut. Karena inilah maka karakteristik ADC yang paling penting adalah waktu konversi (*conversion time*). Namun demikian, kemampuan riil ADC dalam kontrol loop tertutup dalam sebuah sistem lengkap justru sangat dipengaruhi oleh kemampuan kontroler atau prosesor dalam mengolah data input-output secara cepat, dan bukan hanya karena kualitas ADC-nya.

### 2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah *single chip computer* yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas-tugas yang berorientasi kontrol. Mikrokontroler lebih unggul dibandingkan dengan mikroprosesor, hal ini disebabkan karena :

- Tersedia I/O

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

---

- Memori internal

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

(Pemrograman Mikrokontroler AT89S51)

Mikrokontroler AT89S51 memiliki fitur sebagai berikut:

- 4K byte ROM

ROM atau *Read Only Memory* adalah tempat penyimpanan program yang diisikan pada mikrokontroler. ROM hanya bisa dibaca. ROM biasanya berisi kode/ program untuk mengontrol kerja mikrokontroler. Kapasitas memori yang disediakan oleh AT89S51 ini adalah 4 kilobyte

- 128 bytes RAM

RAM atau *Random Access Memory* adalah memori yang berisi data yang akan dieksekusi oleh mikrokontroler. RAM bisa ditulis dan dibaca, bersifat *volatile* (isinya hilang jika power/ sumber tegangan dihilangkan). Kapasitas memori yang disediakan oleh AT89S51 adalah 128 bytes.

- 4 buah 8-bit I/O (*Input/Output*) port

*Port* ini berfungsi sebagai terminal *input* dan *output*. Selain itu, dapat digunakan sebagai terminal komunikasi paralel, serta komunikasi serial (pin10 dan 11).

- 2 buah 16 bit *timer*

- *Interface* komunikasi serial

- 64K pengalamatan *code* (program) memori

- 64K pengalamatan data memori

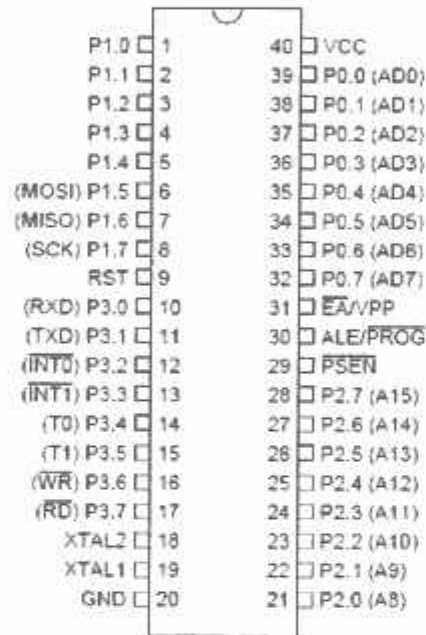
- Prosesor Boolean (satu bit-satu bit)

---

Dengan fitur ini, mikrokontroler dapat melakukan operasi logika seperti AND, OR, EXOR, dan lain-lain.

- 210 lokasi *bit-addressable*, dan
- 4  $\mu$ s operasi pengkalian atau pembagian

Arsitektur hardware mikrokontroler AT89S51 dari perspektif luar atau biasa disebut *pinout* digambarkan pada gambar 2.8 di bawah ini:



**Gambar 2.4 Pin-Out mikrokontroler AT89S51**

Sumber : [www.atmel.com](http://www.atmel.com)

Berikut adalah penjelasan mengenai fungsi dari tiap-tiap pin (kaki) yang ada pada mikrokontroler AT89S51.

- **Port 0**

Merupakan *dual-purpose port* (*port* yang memiliki dua kegunaan). Pada disain yang minimum (sederhana), *port 0* digunakan sebagai port *Input/Output (I/O)*.

Sedangkan pada disain lebih lanjut pada perancangan dengan memori

eksternal digunakan sebagai data dan *address* (alamat) yang di-*multiplex*. Port 0 terdapat pada pin 32-39.

- **Port 1**

Merupakan *port* yang hanya berfungsi sebagai *port I/O (Input/Output)*. Port 1 terdapat pada pin 1-8.

- **Port 2**

Merupakan *dual-purpose port*. Pada disain minimum digunakan sebagai *port I/O (Input/Output)*. Sedangkan pada disain lebih lanjut digunakan sebagai *high byte* dari *address* (alamat). Port 2 terdapat pada pin 21-28.

- **Port 3**

Merupakan *dual-purpose port*. Selain sebagai *port I/O (Input/Output)*, *port 3* juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus tersebut diperlihatkan pada tabel 2.1. *Port 3* terdapat pada pin 10-17.

No. Pin	Port Pin	Nama Port	Fungsi Alternatif
10	P3.0	RXD	Menerima data untuk <i>port</i> serial
11	P3.1	TXD	Mengirim data untuk <i>port</i> serial
12	P3.2	INT 0	<i>Interrupt</i> 0 eksternal
13	P3.3	INT 1	<i>Interrupt</i> 1 eksternal
14	P3.4	T0	<i>Timer</i> 0 input eksternal
15	P3.5	T1	<i>Timer</i> 1 input eksternal
16	P3.6	WR	Memori data eksternal <i>write strobe</i>
17	P3.7	RD	Memori data eksternal <i>read strobe</i>

Tabel 2.1. Fungsi khusus *Port 3*

Sumber : [www.atmel.com](http://www.atmel.com)

- **PSEN (*Program Store Enable*)**

PSEN adalah sinyal kontrol yang mengizinkan untuk mengakses program (*code*) memori eksternal. Pin ini dihubungkan ke pin OE (*Output Enable*) dari EPROM. Sinyal PSEN akan "0" (*LOW*) pada tahap *fetch* (penjemputan)

instruksi. PSEN akan selalu bernilai "1" (*HIGH*) pada pembacaan program memori internal. PSEN terdapat pada pin 29.

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

ALE digunakan untuk men-*demultiplex address* (alamat) dan data bus. Ketika menggunakan program memori eksternal, port 0 akan berfungsi sebagai *address* (alamat) dan data bus. Pada setengah paruh pertama memori cycle ALE akan bernilai "1" (*HIGH*) sehingga mengizinkan penulisan *address* (alamat) pada *register* eksternal. Dan pada setengah paruh berikutnya akan bernilai "1" (*HIGH*) sehingga *port 0* dapat digunakan sebagai data bus. ALE terdapat pada pin 30.

- **EA (*External Access*)**

Jika EA diberi input "1" (*HIGH*), maka mikrokontroler menjalankan program memori internal saja. Jika EA diberi input "0" (*LOW*), maka AT89S51 menjalankan program memori eksternal (PSEN akan bernilai "0"). EA terdapat pada pin 31.

- **RST (*Reset*)**

RST terdapat pada pin 9. Jika pada pin ini diberi input "1" (*HIGH*) selama minimal 2 *machine cycle*, maka sistem akan di-reset ( kembali ke awal ).

- ***On-Chip oscillator***

AT89S51 telah memiliki *on-chip oscillator* yang dapat bekerja jika di-*drive* menggunakan kristal. Tambahan kapasitor diperlukan untuk menstabilkan sistem. Nilai kristal yang biasa digunakan pada AT89S51 ini adalah 12 MHz. *On-chip oscillator* tidak hanya dapat di-*drive* dengan menggunakan kristal, tetapi juga dapat dengan menggunakan *TTL Oscillator*.

---



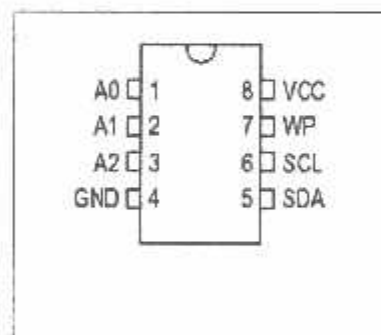
- **Koneksi power**

AT89S51 beroperasi pada tegangan 5 volt. Pin Vcc terdapat pada pin 40, sedangkan pin Vss (*ground*) terdapat pada pin 20.

## 2.4 EEPROM AT24C16

Dalam perencanaan dan pembuatan tugas akhir ini, mikrokontroler dihubungkan dengan memori data external guna keperluan khusus yang memerlukan penyimpanan data yang tetap jika catu daya pada rangkaian dimatikan.

AT24C16 yang berkapasitas 16 byte ini menempati alamat C00H – DFFFH. Keluarga AT34C16 menonjolkan suatu komunikasi serial dan mendukung suatu bit-directional 2-write bus protokol transmisi. Gambar dari EEPROM AT24C16 diperlihatkan pada gambar 2.9 dibawah ini:



**Gambar 2.5 EEPROM 24C16**  
Sumber : Data Sheet EEPROM 24C16

Fungsi dari kaki – kaki sebagai berikut:

- 1 **A0** sampai dengan **A2** adalah untuk masukan.
- 2 **GND** dihubungkan dengan ground.

3. **SDA** Adalah suatu pin Bi-Directional digunakan perpindahan alamat dan data ke dalam dan keluar dari alat itu. Pin SDA adalah suatu saluran keluaran terbuka dan dapat wire-Or-ed dengan saluran terbuka lain atau keluaran pengumpulan terbuka. SDA bus memerlukan suatu pullup resistor ke Vcc
4. **SCL** adalah pin masukan clock, ini digunakan untuk mensinkronkan data, memindahkan dari alat itu.
5. **WP** adalah pin untuk melindungi dari penulisan ulang. Jika pin WP diikat ke Vcc yang sebagian atas separuh array menjadi melindungi dari penulisan ulang (yang dibaca saja ). Kapan WP diikat ke GND atau yang ditinggalkan tergantung read / write normal operasi diijinkan kepada alat itu.
6. **VCC** dihubungkan dengan power supply.

Ketika pembacaan alamat akan dilakukan maka alamat rendah ( low Byte ) tersimpan di port 0. Sedangkan alamat tertinggi ( high order ) tersimpan di port 2. Sinyal ALE kemudian diberikan ke adres latch berisi adres low yang dikehendaki. Selanjutnya sinyal RCT DS 1287A / WR di berikan ke EEPROM dan kode bit dapat dibaca oleh mikrokontroller AT89S51.

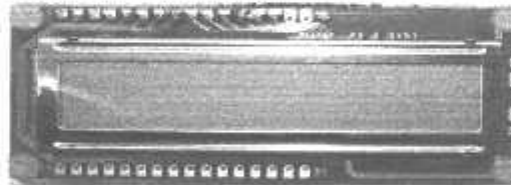
## 2.5 Display LCD Character 2x16

Display LCD 2x16 berfungsi sebagai penampil nilai kuat induksi medan elektromagnetik yang terukur oleh alat. LCD yang digunakan pada alat ini mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD Character 2x16, dengan 16 pin konektor, yang didefinisikan sebagai berikut:

PIN	Nama	fungsi
1	VSS	Ground voltage
2	VCC	+5V
3	VEE	Contrast voltage
4	RS	Register Select 0 = Instruction Register 1 = Data Register
5	R/W	Read/ Write, to choose write or read mode 0 = write mode 1 = read mode
6	E	Enable 0 = start to lacht data to LCD character 1 = disable
7	DB0	LSB
8	DB1	-
9	DB2	-
10	DB3	-
11	DB4	-
12	DB5	-
13	DB6	-
14	DB7	MSB
15	BPL	Back Plane Light
16	GND	Ground voltage

Tabel 2.2 fungsi pinLCD character 2x16

Sumber : [www.delta-elektronik.com](http://www.delta-elektronik.com)



Gambar 2.6 LCD character 2x16

Sumber : [www.delta-elektronik.com](http://www.delta-elektronik.com)

Modul LCD terdiri dari sejumlah memory yang digunakan untuk display. Semua teks yang kita tuliskan ke modul LCD akan disimpan didalam memory ini,

dan modul LCD secara berturutan membaca memory ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri.

Display	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
Line 1	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	...
Line 2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	...

**Gambar 2.7 Peta memory LCD character 2x16**

Sumber : [www.delta-elektronik.com](http://www.delta-elektronik.com)

Pada peta memori diatas, daerah yang berwarna biru ( 00 s/d 0F dan 40 s/d 4F ) adalah display yang tampak. jumlahnya sebanyak 16 karakter per baris dengan dua baris. Angka pada setiap kotak adalah alamat memori yang bersesuaian dengan posisi dari layar. Dengan demikian dapat dilihat karakter pertama yang berada pada posisi baris pertama menempati alamat 00h, dan karakter kedua yang berada pada posisi baris kedua menempati alamat 40h.

Agar dapat menampilkan karakter pada display maka posisi kursor harus terlebih dahulu diset. Instruksi Set Posisi Kursor adalah 80h. dengan demikian untuk menampilkan karakter, nilai yang terdapat pada memory harus ditambahkan dengan 80h.

Sebagai contoh, jika kita ingin menampilkan huruf "B" pada baris kedua pada posisi kolom kesepuluh.maka sesuai dengan peta memory, posisi karakter pada kolom 10 dari baris kedua mempunyai alamat 4Ah, sehingga sebelum kita menampilkan huruf "B" pada LCD, kita harus mengirim instruksi set posisi kursor, dan perintah untuk instruksi ini adalah 80h ditambah dengan alamat 80h + 4Ah =0Cah. Sehingga dengan mengirim perintah 0Cah ke LCD, akan menempatkan kursor pada baris kedua dan kolom ke 11.

## 2.6 Buzzer

Buzzer adalah piranti electromagnet yang mengeluarkan bunyi dengung oleh membrane sebagai isyarat. Getaran yang dihasilkan mempunyai amplitude yang dihasilkan mempunyai amplitude yang kecil dan frekuensi sekitar  $\pm 10$  KHz sehingga terdengar nyaring. Hal inilah yang membedakan Buzzer dengan speaker atau sirine.

Buzzer merupakan komponen elektronika yang system kerjanya sebagai output suatu rangkaian elektronika, misalnya rangkaian alarm. Buzzer yang ada dipasar ada dua macam jenis, yaitu yang bias langsung bunyi bila diberi arus DC Power Supply dan juga ada yang tidak bias bunyi jika hanya diberi arus DC untuk menjalankan seluruh system. Buzzer ini memerlukan supply sebesar 5 Volt.



**Gambar 2.8 Bentuk Buzzer**

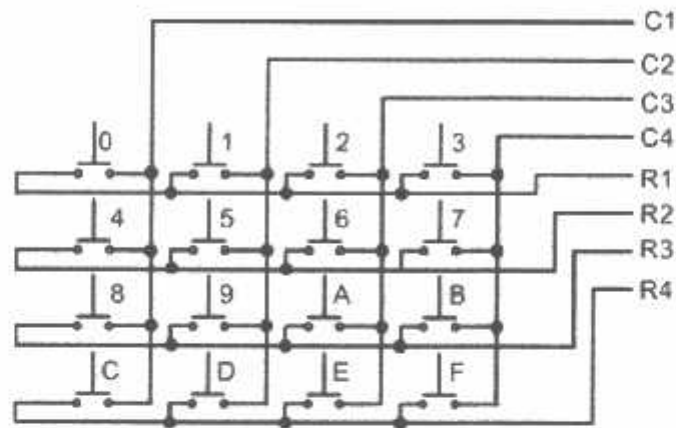
Sumber : deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.

## 2.5 Keypad

keypad. Untuk setting output tegangan yang diinginkan, maka pada perancangan ini menggunakan keypad 4X4 tanpa campuran dimana proses pengambilan data dilakukan dengan metode Scanning. Modul ini berupa antar muka keypad 4X4 yang telah dilengkapi resistor pull up dan korektor.

---

Metode Scanning ini dilakukan dengan memberikan logika 0 secara bergantian pada bagian kolom (column Scanning). Bila kita bongkar dalamnya maka kita akan mendapatkan diagram persambungan 16 Switch yang tersusun dari 4 baris dan 4 kolom sebagaimana diperlihatkan pada gambar berikut dibawah ini.



**Gambar 2.9 Diagram Keypad 4 x 4**

Suryo Nugroho, 2007," Perencanaan dan pembuatan digital Programmable Power Supply dengan mikrokontroller AT89551".

## 2.6 DC Brushlles

DC Brushlles adalah sebuah kipas yang dapat digunakan untuk pendingin tujuan, dan dapat merujuk kepada fans yang menghirup udara dingin ke dalam kasus dari luar, mengeluarkan udara hangat dari dalam, atau memindahkan udara di heatsink untuk mendinginkan komponen tertentu.

DC Brushlles merupakan komponen elektronika yang system kerjanya sebagai pendingin komponen elektronika, tetapi tidak dapat mengusir panas efisien jika udara sekitar terlalu panas. Lebar dan tinggi biasanya persegi diukur dalam milimeter; ukuran umum adalah 40 mm, 60 mm, 80 mm, 92 mm dan 120

mm. Jumlah fans menghasilkan aliran udara yang biasanya diukur dalam meter kubik per menit (CFM), dan kecepatan rotasi diukur dalam revolusi per menit (RPM).



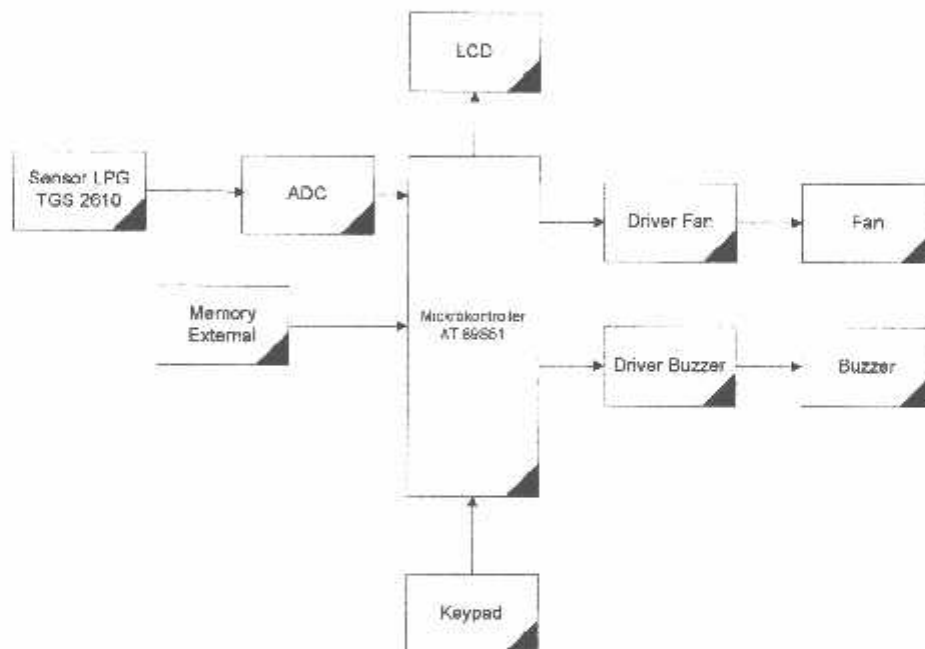
**Gambar 2.10P DC Brushless**  
Sumber : [www.google.com](http://www.google.com) , DC Brushless

## BAB III

### PERANCANGAN ALAT DAN PEMBUATAN ALAT

#### 3.1 Perancangan Blok Diagram

Pada perancangan dan pembuatan pengamanan gas LPG pada ruangan dapur digunakan untuk menghindari adanya ledakan yang diakibatkan oleh ledakan dari tabung gas LPG maupun dari regulator tabung. Adapun blok diagram alat ini adalah sebagai berikut:



- Blok Kipas : Menetralsir kadar gas pada ruangan dengan menghembuskan udara dari dalam keluar ruangan.
- Blok Buzzer : Indikator atau peringatan untuk menandakan adanya kebocoran gas lebih pada ruangan.

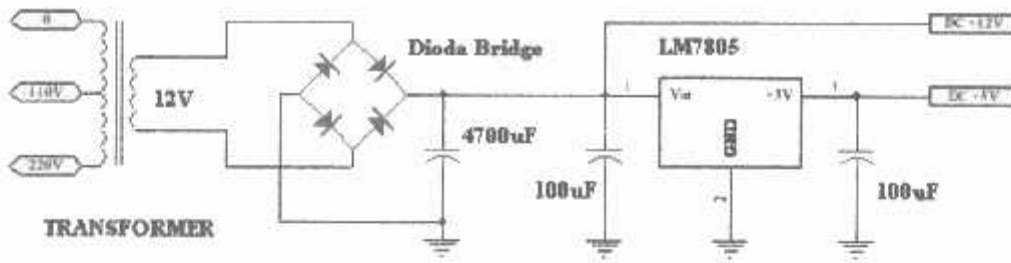


- Blok Driver : Mengatur hidup atau matinya buzzer, kipas
- Blok Mikrokontroller : Membaca data dari ADC, mengolah data, memproses, dan mengaktifkan buzzer, kipas, LCD
- Blok ADC : Mengubah data analog menjadi data digital sehingga data dari sensor dapat dibaca oleh mikrokontroller
- Blok Sensor LPG TGS2610 : Mendeteksi kebocoran gas dalam ruangan sehingga data akan dikirimkan ke ADC dan diproses oleh mikrokontroller.
- Blok LCD : Menampilkan pesan ada tidaknya gas.
- Blok Keypad : Untuk mengatur berapa tingginya kadar gas LPG pada ruangan dapur.
- Blok Memory External : Untuk menyimpan data pada mikrokontroller. (Oktavianto, 2007)

### 3.2 Rangkaian Power Supplay ( PSU )

Rangkaian ini berfungsi untuk memberikan supply tegangan ke seluruh rangkaian yang ada. Rangkaian PSU yang dibuat terdiri dari dua keluaran, yaitu 5 volt dan 12 volt, keluaran 5 volt digunakan untuk mensupplay tegangan ke seluruh rangkaian, sedangkan keluaran 12 volt digunakan untuk mensupplay tegangan ke relay. Rangkaian power supplay ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut ini :

---



**Gambar 3.1 Rangkaian Power Supplay (PSU)**

Trafo merupakan trafo stepdown yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari 220 volt AC menjadi 12 volt AC. Kemudian 12 volt AC akan disearahkan dengan menggunakan dua buah dioda, selanjutnya 12 volt DC akan diratakan oleh kapasitor 4700  $\mu\text{F}$ . Regulator tegangan 5 volt (LM7805) digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap 5 volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masukannya. Tegangan 12 volt DC langsung diambil dari keluaran 2 buah dioda penyearah.

Daya yang dibutuhkan oleh sistem 500 – 600 mA power supply harus lebih besar 10%.

$$\begin{aligned} \text{Power} &: \text{Daya alat} + 10\% \\ &: 600 + 10\% \\ &: 660 \text{ mA} \end{aligned}$$

Digunakan trafo 1A, yang memiliki sisa;

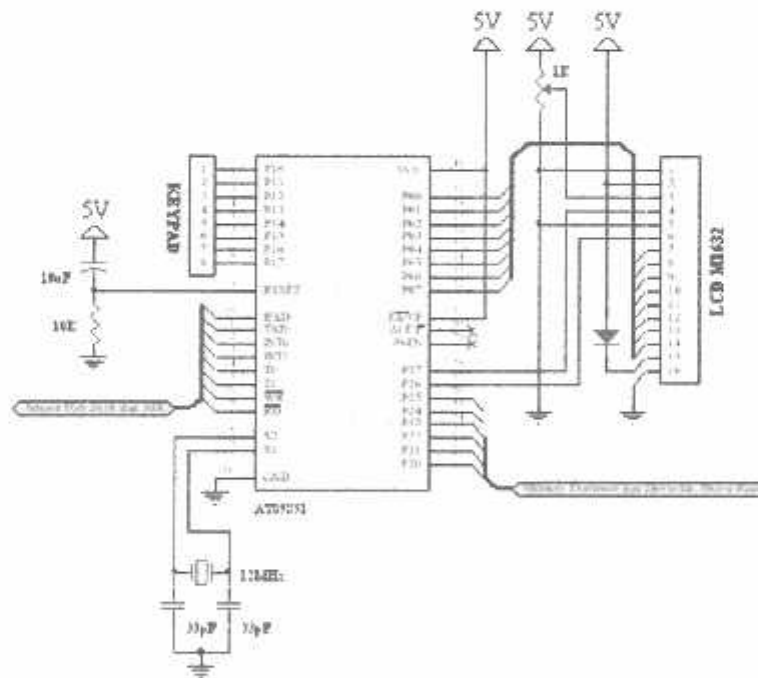
$$\begin{aligned} \text{Sisa} &: 1000 - 660 \\ &: 340 \text{ mA} \end{aligned}$$

### 3.3 Rangkaian mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 adalah suatu chip IC yang terdiri dari 40 pin, dalam perancangan alat ini pin – pin yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pin 1 sampai 8 digunakan untuk menghubungkan keypad.
2. Pin 9 digunakan sebagai reset.
3. Pin 10 sampai 17 dihubungkan oleh sensor TGS 2610 dan ADC.
4. Pin 18 dan 19 sebagai oscillator.
5. Pin 20 sebagai ground.
6. Pin 21 sampai 23 dihubungkan pada memory external, driver fan dan driver bazzer.
7. Pin 31 dan 40 dihubungkan pada power supply.
8. Pin 32 sampai 39 digunakan oleh LCD.

Rangkaian mikrokontroler ditunjukkan pada gambar berikut ini:



**Gambar 3.2** rangkaian minimum mikrokontroler AT89S51  
Sumber : [www.atmel.com](http://www.atmel.com)

Rangkaian mikrokontroler AT89S51 ini merupakan sistem kontrol yang mengatur fungsi kerja sistem pengukuran. Dalam penelitian ini, mikrokontroler digunakan sebagai sistem kontrol *input* dan *output* saja. *Input* (masukan) pada rangkaian sistem kontrol ini dihubungkan dengan sensor medan magnetik. Sedangkan *output* (keluaran) dihubungkan dengan piranti tampilan, dalam hal ini *dot matrix LCD*.

Pada rangkaian, Pin 18 dan 19 dihubungkan ke XTAL 12 MHz dan kapasitor 33 pF. XTAL ini akan mempengaruhi kecepatan mikrokontroler AT89S51 dalam mengeksekusi setiap perintah dalam program. Pin 9 merupakan masukan reset (aktif tinggi). Pulsa transisi dari rendah ke tinggi akan me-reset mikrokontroler ini. Pin 32 sampai 39 adalah Port 0 yang merupakan saluran/bus I/O 8 bit open collector dapat juga digunakan sebagai multipleks bus alamat rendah dan bus data selama adanya akses ke memori program eksternal. Pada Port 0 ini masing masing pin dihubungkan dengan resistor 4k7 ohm. Resistor 4k7 ohm yang dihubungkan ke port 0 berfungsi sebagai *pull up* (penaik tegangan) agar output dari mikrokontroler dapat mnttrigger transistor. Pin 1 sampai 8 adalah Port 1. Pin 21 sampai 28 adalah Port 2. Dan Pin 10 sampai 17 adalah Port 3. Pin 20 merupakan ground dihubungkan dengan ground pada power supplay. Pin 40 merupakan sumber tegangan positif dihubungkan dengan + 5 volt dari power supplay.

### 3.4 Rangkaian Clock

Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber clock (pewaktuan) yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem

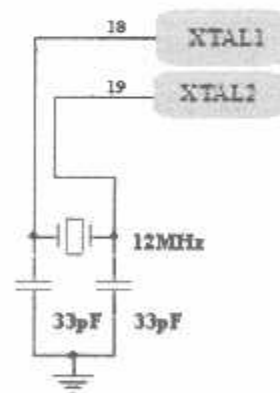
---

yang dirancang ini akan menggunakan osilator internal yang sudah tersedia di dalam chip mikrokontroller. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan menghubungkan cristal pada pin XTAL1 dan XTAL2 serta dua buah kapasitor keground. Besar kapasitasnya 33 pf.

Pemilihan besar frekuensi cristal disesuaikan dengan pemilihan kecepatan yang diharapkan untuk transfer data melalui pin *serial interface* mikrokontroller tersebut. Dengan menggunakan cristal 12 MHz, maka satu siklus mesin membutuhkan waktu selama 1 $\mu$ detik atau  $\frac{1}{12} \times 12$  periode.

$$\begin{aligned} \text{Cycle machine: } & \frac{1}{12} \times \text{cristal} \\ & : \frac{1}{12} \times 12 \text{ mhz} \\ & : 1 \text{ mhz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T : & \frac{1}{f} \\ & : \frac{1}{1} \text{ mhz} \\ & : 1 \text{ ms} \end{aligned}$$

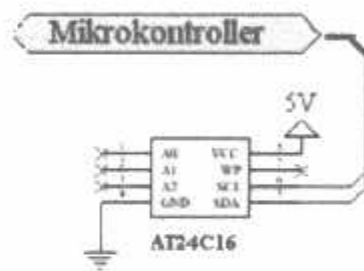


**Gambar 3.3 Rangkaian pewaktu**  
Sumber : [www.atmel.com](http://www.atmel.com)

### 3.5 Perancangan EEPROM 24C16

Dalam perencanaan dan pembuatan ini, mikrokontroller dihubungkan dengan memori data external guna keperluan khusus yang memerlukan penyimpanan data yang tetap jika catu daya pada rangkain dimatikan.

EEPROM 24C16 yang berkapasitas 8 Kbyte ini merupakan memory dengan kounikasi serial dan mendukung suatu bi-directional 2-wire bus protokol transmisi. Gambar ini rangkain EEPROM 24C16 diperlihatkan pada gambar 3.4 Mikrokontroller AT89S51 dihubungkan melalui pin 5 dan 6.



Gambar 3.4 Rangkain Memory EEPROM 24C16

Sumber: [www.datasheetarchive.com](http://www.datasheetarchive.com)

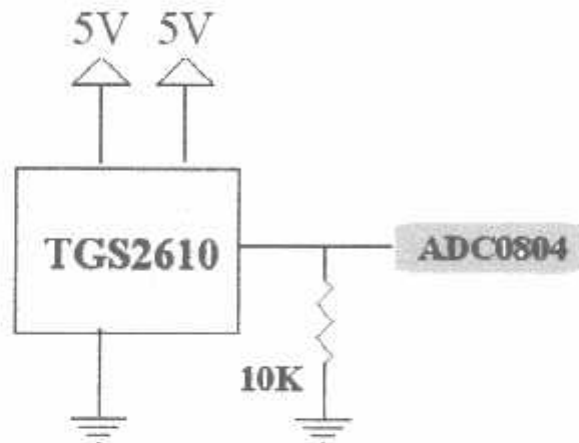
Fungsi dan kaki – kaki EEPROM 24C16 adalah sebagai berikut:

- Pin 4 dihubungkan dengan ground.
- Pin 5 dan 6 dihubungkan dengan mikrontroller AT89S51.
- Power supply dihubungkan ke pin 8.

### 3.6 Rangkaian sensor TGS 2610

Sensor yang digunakan adalah TGS 2610, yaitu sebuah tranduser yang mengubah gas menjadi besaran listrik dengan perubahan resistansinya. prinsip kerja dari Sensor gas TGS 2610 hanya terdiri dari sebuah lapisan silikon dan dua buah elektroda pada masing-masing sisi silikon. Hal ini akan menghasilkan perbedaan tegangan pada *outputnya* ketika lapisan silikon ini dialiri oleh arus listrik. Tanpa adanya gas LPG yang terdeteksi, arus yang mengalir pada silikon

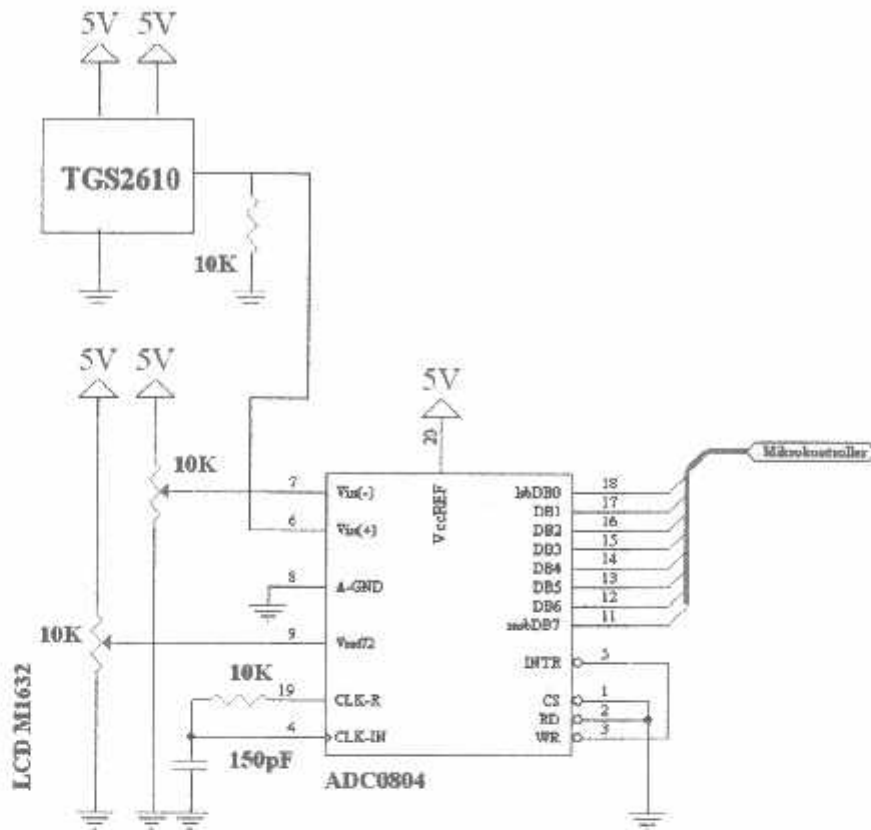
akan tepat berada ditengah-tengah silikon dan menghasilkan tegangan yang sama antara elektrode sebelah kiri dan elektrode sebelah kanan, sehingga beda tegangan yang dihasilkan pada *output* adalah sebesar 0 volt. Cara mengetahui sensor bekerja yaitu apabila diberi gas tegangannya 1,5 V, apabila mendeteksi gas maka tegangannya melebihi 1,5 V. Gambar rangkaian sensor adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.5 Rangkaian sensor TGS 2610**

### 3.7 Rangkaian ADC ( Analog to Digital Converter )

Rangkaian ADC ini berfungsi untuk merubah data analog yang dihasilkan oleh sensor gas LPG TGS2610 menjadi bilangan digital. Output dari ADC dihubungkan ke mikrokontroler, sehingga mikrokontroler dapat mengetahui dan mendeteksi keberadaan gas LPG yang terdapat di dalam ruangan. Dengan demikian proses pendeteksian gas LPG dapat dilakukan. Gambar rangkaian ADC ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 3.6 Rangkaian ADC**

Sumber : Exsan Triyono, 2007, Lengan Robot Pemisah Bola Berwarna Berbasis Mikrokontroler AT89C51.

Tegangan pada output sensor akan dideteksi oleh ADC. Agar output yang dihasilkan oleh ADC bagus, maka tegangan referensi ADC harus benar-benar stabil, karena perubahan tegangan referensi pada ADC akan merubah output ADC tersebut. Oleh sebab itu pada rangkaian ADC di atas tegangan masukan 12 volt dimasukkan ke dalam IC regulator tegangan 9 volt (7809) agar keluarannya menjadi 9 volt, kemudian keluaran 9 volt ini dimasukkan kedalam regulator tegangan 5 volt (7805), sehingga keluarannya menjadi 5 volt. Tegangan 5 volt inilah yang menjadi tegangan referensi ADC.

Dengan demikian walaupun tegangan masukan turun setengahnya, yaitu dari 12 volt menjadi 6 volt, tegangan referensi ADC tetap 5 volt.

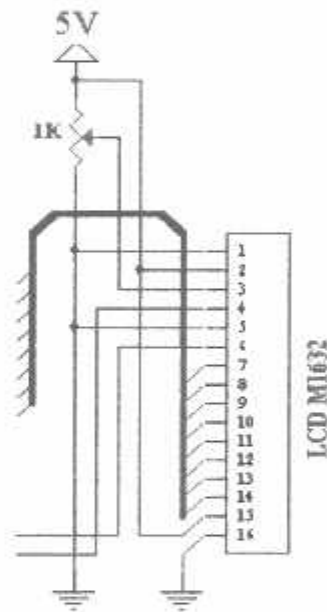


Output dari ADC dihubungkan ke mikrokontroler, sehingga setiap perubahan output ADC yang disebabkan oleh perubahan inputnya akan diketahui oleh mikrokontroler

### 3.8 Perencanaan LCD

Untuk menampilkan nomer telpon yang dapat mengontrol juga menampilkan menu sekaligus menampilkan kontrol yang sedang aktif, digunakan LCD ini dihubungkan dengan bus data mikrokontroler. Dalam hal ini LCD menempati alamat A000H - A0001H.

Untuk Rangkain dari LCD dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 3.7 Rangkaian LCD**

Dengan bantuan perangkat lunak yang dibuat dapat ditampilkan karakter yang diinginkan pada layar tampilan, yaitu dengan mengendalikan sinyal pada E,R/W dan RS. Untuk penggunaan dari masing - masing pin pada LCD dapat dilihat pada tabel berikut:

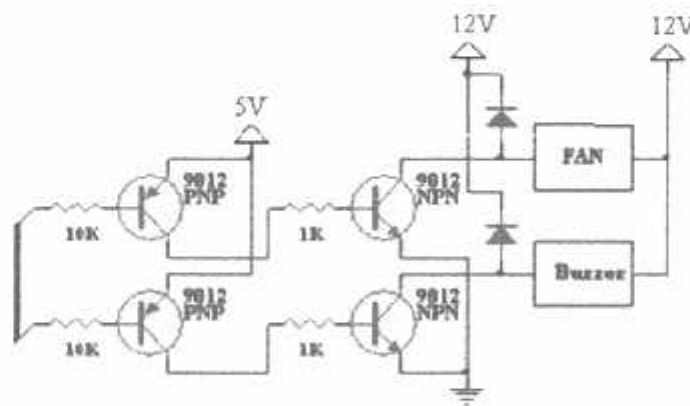
**Tabel 3.1 Fungsi dari Kaki kaki LCD**

Sumber : Data Sheet LCD TM162ABC

Nama Pin	Jumlah	I/O	Tujuan	Fungsi
Dim - Dip	8	I/Q	Mikrokontroler	Bus data berisi data yang akan ditampilkan
E (enable)	1	Input	Mikrokontroler	Sinyal yang mengaktifkan data tulis dan baca
R/W	1	Input	Mikrokontroler	Sinyal pilih baca dan tulis (0=tulis, 1 =baca)
RS	1	Input	Mikrokontroler	Sinyal pilih register 0 = intruksi register tulis, 1 = data register.
Vee	1	-	Power Supply	Penyetelan kontras pada tampilan LCD
Vcc	1		Power Supply	Catu daya positif (+5v)
Vss			Power Supply	Terminal ground

### 3.9 Rangkaian Pengendali Kipas Dan Alarm

Rangkaian pengendali kipas pada alat ini berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan sumber tegangan 12 volt dengan kipas dan Rangkaian alarm pada alat ini berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan sumber tegangan 12 volt dengan buzzer. Gambar rangkaian kipas dan alarm sebagai berikut:

**Gambar 3.8 Rangkaian Pengendali Kipas dan alarm**

Hubungan yang digunakan adalah normally close. Prinsip kerja rangkaian ini pada dasarnya memanfaatkan fungsi transistor sebagai saklar elektronik. Tegangan atau sinyal pemicu dari transistor berasal dari mikrokontroler. Pada saat logika tinggi (high), maka transistor mendapat tegangan bias dari kaki basis. Dengan adanya tegangan bias ini maka transistor akan aktif (saturation), sehingga adanya arus yang mengalir pada fan. Hal ini akan menyebabkan sumber tegangan 12 volt ke fan akan terhubung dan fan akan menyala. Begitu juga sebaliknya pada saat logika rendah (low) maka fan tidak dialiri arus, sehingga sumber tegangan 12 volt dengan fan akan terputus dan fan tidak menyala

Kemudian pada rangkaian alarm output dihubungkan ke sumber tegangan 12 volt dan yang lainnya dihubungkan ke buzzer. Hubungan yang digunakan adalah normally open. Prinsip kerja rangkaian ini pada dasarnya memanfaatkan fungsi transistor sebagai saklar elektronik. Tegangan atau sinyal pemicu dari transistor berasal dari mikrokontroler. Pada saat logika tinggi (high), maka transistor mendapat tegangan bias dari kaki basis. Dengan adanya tegangan bias ini maka transistor akan aktif (saturation), sehingga adanya arus yang mengalir ke buzzer, sehingga hubungan sumber tegangan 12 volt ke buzzer akan terhubung dan buzzer akan berbunyi. Begitu juga sebaliknya pada saat logika rendah (low) maka buzzer tidak dialiri arus, sehingga sumber tegangan 12 volt dengan buzzer akan terputus dan buzzer tidak berbunyi. Dapat diketahui dari data sheet transistor 9012 perhitungan driver ;

Beban : buzzer / fan

V : 12 v

R : 150  $\Omega$

---

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{V}{R} \dots\dots\dots (3.1) \\
 &= \frac{12}{0,15} \\
 &= 80 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{c2} &= \text{beban} \dots\dots\dots (3.2) \\
 &= 80 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{B2} &= \frac{I_{c2}}{\beta} \dots\dots\dots (3.3) \\
 &= \frac{80}{60} \\
 &= 1,33 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Maka  $R_B$  adalah :

$$\begin{aligned}
 R_B &= \frac{V - V_{BE}}{I} \dots\dots\dots (3.4) \\
 R_B &= \frac{5 - 0,7}{1,33 \text{ mA}} \\
 &= \frac{4,3}{1,33 \text{ mA}} = 4,33 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai  $R_B$  sebesar 4,33, sedangkan dari data sheet transistor 9013 besarnya  $I_c = 1,33 \text{ mA}$ ,  $\beta = 60$ ,  $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$  ;

sehingga :

$$\begin{aligned}
 I_{c1} &= I_{B2} \dots\dots\dots (3.5) \\
 &= 1,33 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{B1} &= \frac{I_c}{\beta} \dots\dots\dots (3.6) \\
 &= \frac{1,33 \text{ mA}}{60} = 0,022 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Maka  $R_B$  adalah :

$$\begin{aligned}
 R_B &= \frac{V - V_{BE}}{I} \dots\dots\dots (3.7) \\
 R_B &= \frac{5 - 0,7}{0,022 \text{ mA}} \\
 &= \frac{4,3}{0,022 \text{ mA}} = 195 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai  $R_B$  sebesar 195 k $\Omega$

### 3.10 Perencanaan Perangkat Lunak (software)

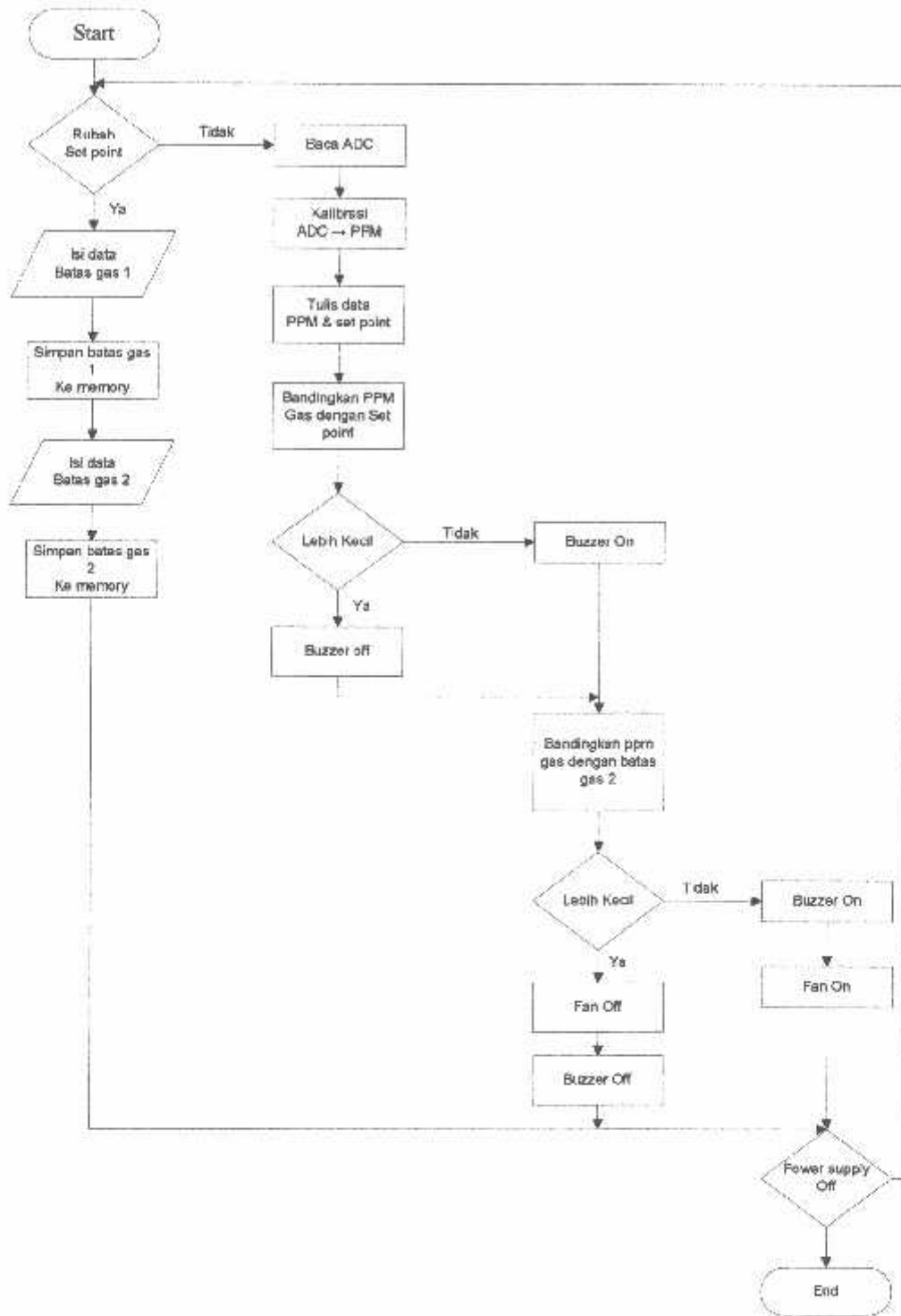
Adapun langkah - langkah pembuatan daripada program ini adalah sebagai berikut:

- Membuat diagram alir (Flowchart) dari program yang akan dibuat.
- Mengubah diagram aliran tersebut kedalam bahasa pemrograman.
- Mengkompilasikan program yang telah dibuat kedalam memori, sampai menghasilkan program yang paling sesuai.
- Kemudian memasukan program yang telah selesai, dan sistem akan bekerja dengan baik jika perancangan perangkat lunak (software) sesuai dengan perangkat keras (hardware) yang mendukung.

Sedangkan urutan rangkaian dari system kerja dari alat pendeteksi gas pada ruangan dapur adalah sebagai berikut:

- Mikrokontroller di nyalakan.
  - Kirim comand rubah batas gas yang berfungsi untuk memberikan perubahan data gas pada mikrokontroller.
  - Lalu isi data batas gas 1 untuk pengukur pada batas gas 1.
  - Setelah itu menyimpan batas gas 1 pada memory external.
  - Lalu isi data batas gas 2 untuk pengukur pada gas lebih.
  - Setelah itu menyimpan batas gas 2 pada memory external.
  - Lalu baca ADC.
  - Setelah itu kalibrasi ADC ke PPM.
  - Setelah dikalibrasi lalu bandingkan PPM dengan batas gas 1, apabila gas mendeteksi lebbih dari batas gas 1 maka buzzer menyala.
-

- Kemudian bandingkan kembali PPM denganm batas gas 2, apabila gas mendeteksi lebih pada gas 2 maka fan dan buzzer menyala.
  - Kemudian apabila gas sudah habis lebih kecil dari batas gas 2 maka batas gas 2 menutup, buzzer ,mati dan apabila gas lebih kecil dari batas gas 1 maka batas gas 1 menutup dan fan mati.
  - setelah itu power supply mati dan selesai.
-



Gambar 3.9 flowchart rangkaian

## BAB IV

### PENGUJIAN ALAT

#### 4.1 Prinsip Kerja Alat

Alat ini bekerja menurut sensor TGS 2610 yang diproses oleh mikrokontroler AT89S51. Sebagai sensor penggerak awal Fan dan menyalakan suara Buzzer adalah sensor TGS 2610 yang terpasang pada dinding agar pada saat sensor mendeteksi adanya gas bocor maka sensor akan berlogika "1" atau high dan member perintah pada mikrokontroler supaya memerintah Fan untuk bekerja, dan apabila gas melewati batas gas berbahaya maka buzzer menyala.

Sedangkan pada saat gas dibuang Fan hingga batas aman maka indikator ini akan berlogika "0" sehingga akan memerintah mikrokontroler untuk berhenti bekerja dengan mematikan Buzzer dan hingga batas aman tidak ada gas maka Fan mati. Untuk dapat mengetahui apakah gas sudah habis dan tidak dapat lagi memerintah mikrokontroler dalam menggerakkan Fan dan menyalakan buzzer maka kita dapat melihatnya pada display LCD.

Dalam rangkaian pengujian alat tersebut, pada bab ini akan diuraikan sejumlah pengukuran dan percobaan yang dilakukan untuk mengetahui kerja alat tersebut secara keseluruhan. Bagian – bagian yang diuji adalah:

1. Pengujian Driver buzzer.
2. Pengujian Driver fan.
3. Pengujian Sensor dan ADC.
4. Pengujian rangkaian keypad.
5. Pengujian rangkaian tampilan LCD. ( Waluyo Darmawan, 2010 )



## 4.2 Pengujian Driver Buzzer

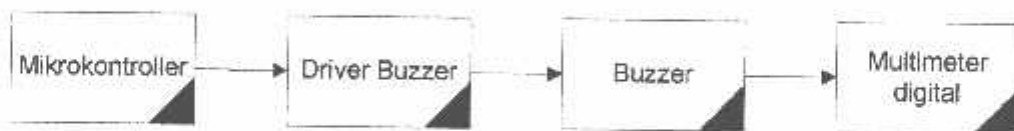
### Tujuan:

- Untuk mengetahui kondisi rangkaian driver buzzer apakah driver buzzer ini dapat bekerja sesuai dengan apa yang telah dirancang yaitu pada saat aadaq gas lebih maka buzzer akan berbunyi.

### Alat Dan Bahan:

1. Mikrokontroller
2. Driver buzzer
3. Buzzer
4. Multimeter digital

### Prosedur:



**Gambar 4.1** Rangkaian Pengujian Driver Buzzer

1. Merangkai seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1.
2. Memberikan inputan logika high dan low pada driver buzzer.
3. Mengamati apakah buzzer telah bunyi dengan baik dan sesuai.
4. Mencatat hasil pengamatan pada tabel.

Dari hasil pengujian diatas, maka didapat data table dibawah ini:

**Tabel 4-1** Hasil Pengujian Driver Buzzer

Logic	V logic teory	V logic ukur	V Driver toery	V Driver ukur	Kondisi
" 0 "	0	38,0 mV	0 V	19,2 mV	ON
" 1 "	1	4,99 V	13,34 V	12,97 V	OFF

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa pengujian driver buzzer telah bekerja sesuai dengan apa yang telah dirancang, dimn apabila ada logika high maka driver akan berbunyi.



**Gambar 4.2** Pengujian Driver Buzzer Saat Berbunyi



**Gambar 4.3** Pengujian Driver Buzzer Mati

#### **Analisa data**

Pada rangkaian ini saat logic "1" sensor tidak mendeteksi gas yang melebihi batas diukur dengan menggunakan multimeter 12,90 V, Hasilnya adalah buzzer Off. Dan pada saat logic "0" sensor mendeteksi gas lebih maka saat diukur dengan menggunakan multimeter 19,2 mV, hasilnya adalah buzzer On.

---

### 4.3 Pengujian Driver Fan

Pada pengujian ini tidak jauh beda pada saat pengujian driver buzzer, yaitu mengetahui kerja fan dengan cara memberi logic “1” pada basis. Langkah pertama yang akan dilakukan adalah:

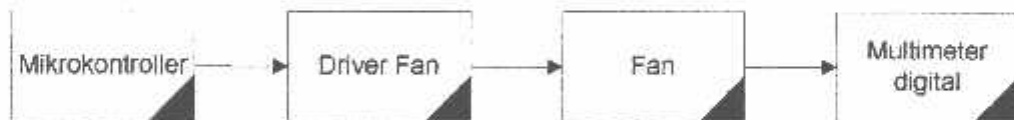
#### Tujuan:

- Untuk mengetahui kondisi rangkaian driver fan apakah driver fan ini dapat bekerja pada saat ada gas dalam ruangan tersebut sesuai dengan apa yang telah dirancang dengan membuang gas keluar.

#### Alat Dan Bahan:

1. Mikrokontroller
2. Driver fan
3. Fan
4. Multimeter digital

#### Prosedur:



**Gambar 4.4** Rangkaian Pengujian Driver Fan

1. Merangkai seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1.
2. Memberikan inputan logika high dan low pada port driver fan.
3. Mengamati apakah bekerja dengan baik dan sesuai.
4. Mencatat hasil pengamatan pada table.

Dari hasil pengujian diatas, maka didapat data table dibawah ini:

**Tabel 4-2** Hasil Pengujian Driver Fan.

Logic	V logic teory	V logic ukur	V Driver toery	V Driver ukur	Kondisi
" 0 "	0	38,8 mV	0 V	64,7 mV	ON
" 1 "	1	4,99 V	13,34 V	13,30 V	OFF

**Gambar 4.5** Pengujian Driver Fan berputar**Gambar 4.6** Pengujian Driver Fan Mati

### Analisa data

Dari data diatas pada rangkaian ini saat logic "1" sensor tidak mendeteksi gas pada ruangan tersebut diukur dengan menggunakan multimeter 12,90 V, Hasilnya adalah fan Off. Dan pada saat logic "0" sensor mendeteksi gas pada ruangan saat diukur dengan menggunakan multimeter 19,2 mV, hasilnya adalah fan On.

#### 4.4 Pengujian Sensor Dan ADC

Untuk mengetahui tingkat ketelitian ADC dalam mengkonversi input analog yang diberikan maka terlebih dahulu ADC tersebut harus di uji ketelitiannya. Langkah yang digunakan untuk menguji tingkat ketelitian ADC adalah dengan cara memberikan tegangan analog yang presisi. Untuk mendapatkan Tegangan analog yang presisi ini dapat digunakan power lab type LEADER DC Tracking Power Supply LPS152.

Setiap perubahan tegangan yang diberikan merupakan input bagi ADC yang akan diubah menjadi data digital. Proses perubahan tegangan input menjadi

data digital dilakukan dengan cara:  $Output = \frac{V_{in\ ADC}}{V_{faktor}}$

sedangkan  $V_{faktor}$  adalah :  $V_{faktor} = \frac{1}{255} \times V_{cc} = \frac{1}{255} \times 5\text{Volt} = 0,0196\text{Volt}$

dengan data *output* dapat dihitung, misalnya jika  $V_{in\ ADC} = 0,3\text{ Volt}$ , maka:

$Output = \frac{0,3\text{Volt}}{0,0196\text{Volt}} = 15,30$ , data yang diubah ke bilangan biner hanya bilangan

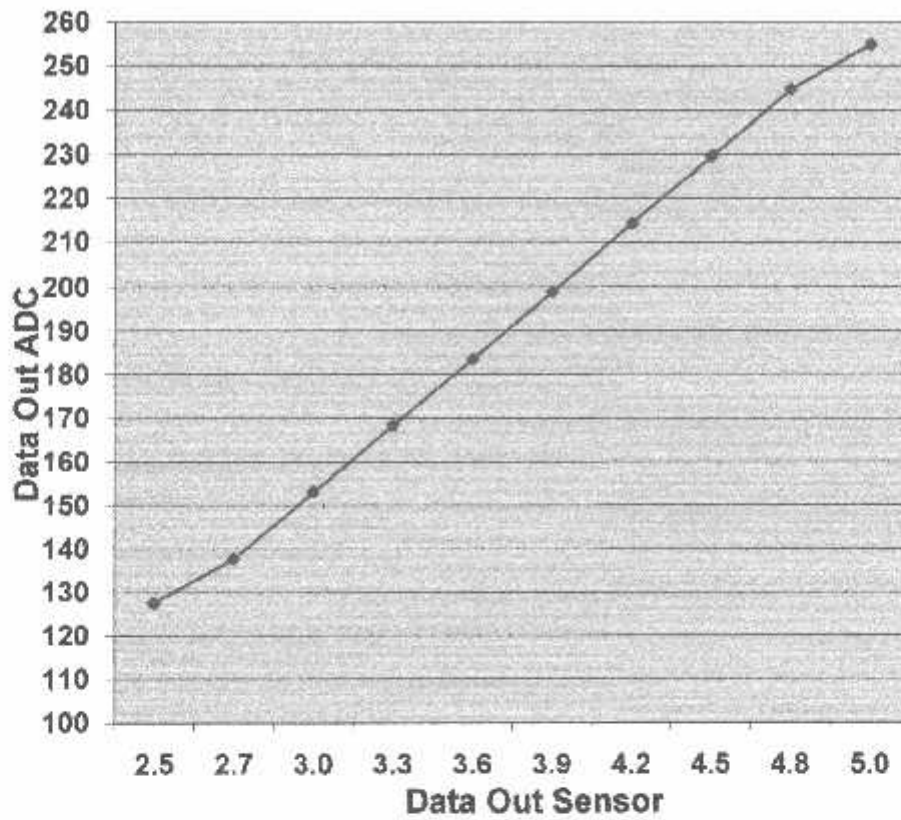
bulatnya saja. Berarti bilang biner yang dihasilkan oleh tegangan input ADC sebesar 0,3 Volt adalah (0000 1111).pada rangkaian pengujian, Output ADC

melalui kaki DB0-DB7 dihubungkan dengan delapan buah led untuk mempermudah dalam pembacaan data. Berikut ini adalah tabel pengujian sensor dan ADC:

**Tabel 4.3** Pengujian Sensor & ADC

Keadaan	Out Sensor (V)	Out ADC	Biner
Tidak ada Gas	2.5	127.55	01111111
Ada Gas	2.7	137.75	10001001
	3.0	153.06	10011001
	3.3	168.36	10101000
	3.6	183.6	10110111
	3.9	198.97	11000110
	4.2	214.28	11010110
	4.5	229.59	11100101
	4.8	244.8	11110100
	5.0	255	11111111

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa pada saat tidak ada gas keluaran sensor 2,5 V dan ADC 127,55 dan pada saat ada gas keluaran sensor semakin besar dan keluaran ADC akan semakin besar pula. Maka dapat disimpulkan apabila keluaran gas semakin besar maka keluaran ADC akan semakin besar pula dan akan menunjukkan grafik yang akan menaik terus. Berikut ini adalah grafik dari keluaran sensor dan ADC:



**Grafik 4.1** Pengujian Sensor & ADC

Ada pula data dari pengujian ADC gas yang dapat dilihat pada diagram blok dibawah ini



**Gambar 4.7** Rangkaian Pengujian Sensor & ADC

Dari hasil pengujian diatas terdapat tabel berikut ini:

**Tabel 4.4** Pengujian ADC gas

PPM Gas	Volt	ADC
165	1,230	72
4142	2,468	144
4455	2,507	150
4510	2,556	151
4675	2,650	154



**Gambar 4.8** Pengujian ADC gas

#### 4.5 Pengujian Rangkaian Keypad

Pada perencanaan ini kita menggunakan keypad matrix 4 x 4 . Adapun juga pengujian keypad sebagai berikut ini. Setiap penekanan tombol keypad MCU akan mengirim data tabel.

**Tabel 4.5** Pengujian Keypad

Tombol	Sinyal Out Pada Port.1								Hex
	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
1	0	1	1	1	0	1	1	1	77 H
2	0	1	1	1	1	0	1	1	7B H
3	0	1	1	1	1	1	0	1	7D H
Cor	0	1	1	1	1	1	1	0	7E H
4	1	0	1	1	0	1	1	1	B7 H
5	1	0	1	1	1	0	1	1	BB H
6	1	0	1	1	1	1	0	1	BD H
Men	1	0	1	1	1	1	1	0	BE H
7	1	1	0	1	0	1	1	1	D7 H
8	1	1	0	1	1	0	1	1	DB H
9	1	1	0	1	1	1	0	1	DD H
Up	1	1	0	1	1	1	1	0	DE H
Can	1	1	1	0	0	1	1	1	E7 H
0	1	1	1	0	1	0	1	1	EB H
Ent	1	1	1	0	1	1	0	1	ED H
Down	1	1	1	0	1	1	1	0	EE H



#### 4.6 Aplikasi Alat

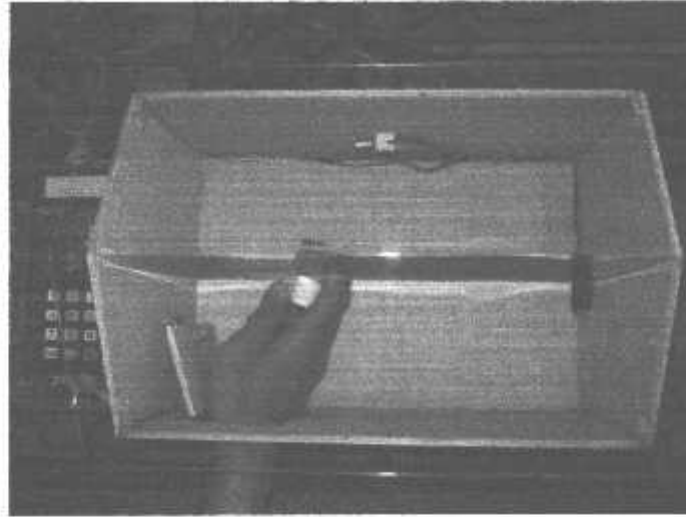
Tujuan dari aplikasi alat ini adalah untuk mengetahui system kerja secara keseluruhan yang dilakukan dengan penggabungan perangkat keras dan perangkat lunak secara bersama – sama. Pengujian aplikasi alat secara keseluruhan diuji atas beberapa tahap berdasarkan diagram alir atau flowchart dalam perencanaan BAB III.

Tahap – tahap system secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan piranti dan memastikan bahwa catu daya telah terpasang dengan benar.
- Menyalakan piranti yang telah dibuat.
- Menyalakan rangkaian yang telah dipasangi sensor dan indicator.
- Setelah Menyala LCD akan menunjukkan tampilan ADC dan PPM gas.

Sensor TGS 2610 berfungsi sebagai indikator untuk proses awal bekerjanya alat pada saat mendeteksi adanya kebocoran gas, sensor bekerja saat awal rangkaian dinyalakan dan dapat mendeteksi apabila ada kebocoran gas. Kita dapat mengetahui adanya gas bocor pada tampilan LCD, pada LCD ditampilkan PPM gas dan ADC. Maka dapat mengetahui apakah gas tersebut dapat dikatakan berbahaya. Dan pada saat diberikan kebocoran gas berbahaya maka buzzer menyala atau berbunyi, fan membuang gas dari dalam menuju keluar, dan dapat juga dinyalakan secara bersamaan.

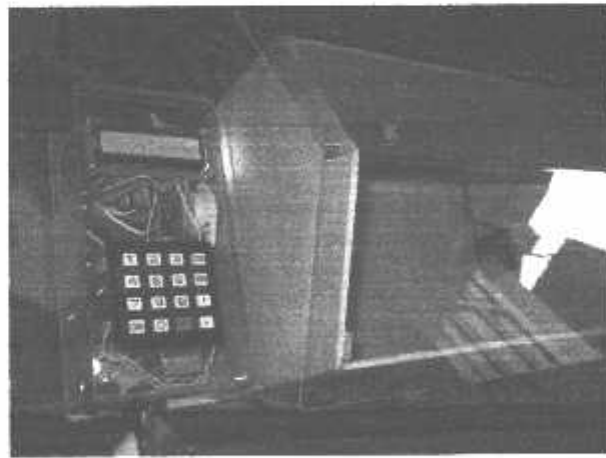
---



**Gambar 4.9** Tampilan dari atas pada saat diberi kebocoran gas



**Gambar 4.10** Tampilan LCD Pada Saat Menampilkan ADC dan PPM gas



**Gambar 4.11** Tampilan Pada saat Fan bekerja Dan Buzzer berbunyi

#### 4.7 Spesifikasi Alat

Pada alat ini memiliki beberapa spesifikasi alat yang dimiliki pada alat pendeteksi gas pada ruangan dapur. Beberapa spesifikasinya sebagai berikut:

1. Mikrokontroller AT89S51 sebagai pengelola data masukan menjadi data keluaran dari buzzer dan fan.
2. LCD sebagai tampilan dari ADC dan PPM gas.
3. Sensor TGS 2610 sebagai pendeteksi gas.
4. Fan sebagai penetralisir gas dalam ruangan.
5. DC Brushlles sebagai alrm bahwa gas berbahaya.
6. Tegangan : 220 V
7. Daya : 32 w
8. Berat : 1,5 kg
9. Dimensi : P.L.T
10. Range sensor 30 ppm – 3000 ppm
11. Buzzer 150 DB
12. Fan 20 cm<sup>3</sup>/*det*

Perhitungan daya :

Mikrokontroller	: 20 mA
LCD	: 50 mA
Fan	: 30 mA
Sensor	: 15 mA
Buzzer	: <u>30 mA</u> +
	145 mA

Sehingga;

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 220 \text{ V} \times 0,145 \\ &= 31,9 \text{ W} \end{aligned}$$

### **Cara Pengoprasian Alat**

Pada saat gas dikeluarkan dan sensor mendeteksi maka buzzer akan memberi alarm sebagai pertanda bahwa terjadi kebocoran gas, lalu fan akan bekerja setelah buzzer berbunyi. Serta dapat juga diatur dengan cara menyalakan alarm dan buzzer secara bersamaan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Pada bab ini ada beberapa hal yang dapat disimpulkan setelah melalui proses perencanaan dan pembuatan alat kemudian dilakukan pengujian alat untuk memastikan bahwa alat yang dibuat dapat bekerjadengan baik secara keseluruhan diantaranya:

1. Sensor TGS2610 adalah sensor yang digunakan sebagai pendeteksi gas.
2. Pada alat ini dibutuhkan driver sebagai penggerak fan dan menyalakan buzzer. Dari perhitungan dari driver buzzer dan fan adalah  $3,32\text{ k}\Omega$  dan  $195\text{ k}\Omega$ .
3. Serta dari perhitungan keseluruhan alat pendeteksi pada ruangan dapur total daya yang diperlukan adalah  $32\text{ w}$ .
4. Alat pengaman yang digunakan pada alat ini adalah buzzer sebagai alarm serta fan yang digunakan untuk membuang gas keluar ruangan.

#### 5.2 Saran - saran

Meskipun dari hasil pengujian dan analisa alat sudah mencapai keadaan yang diharapkan, namun masih banyak perbaikan atau pengembangan yang dapat dilakukan untuk lebih meningkatkan lagi desain alat tersebut. Beberapa saran kiranya dapat meningkatkan efektivitas alat antara lain:

1. Untuk mempermudah alat maka dapat diberikan komponen-komponen yang dapat mempermudah penggunaan alat yang dapat digunakan dan lebih praktis.
  2. Disamping itu juga tabung gas harus lebih ditingkatkan kualitasnya agar tabung tidak meledak, yang akan mengakibatkan kebakaran.
  3. Dan regulator pun harus standart nasional indonesia karena banyak sekali pada saat ini yang mengeluarkan produk tiruan yang tidak berstandart nasional Indonesia.
  4. Sebaiknya alat yang digunakan sebagai pengaman gas ini tidak menggunakan listrik dari PLN melainkan dari baterai atau apabila terjadi pemadaman listrik maka ada penyimpanan daya yang digunakan pada saat listrik padam.
-

## DAFTAR PUSTAKA

[www.google.com](http://www.google.com), sensor TGS2610

Exsan Triyono, 2007, Lengan Robot Pemisah Bola Berwarna Berbasis

Mikrokontroler AT89C51.

[www.atmel.com](http://www.atmel.com)

Data Sheet EEPROM 24C16

[www.delta-elektronik.com](http://www.delta-elektronik.com)

deni Santoso, 2007 Laporan tugas akhir.

Suryo Nugroho, 2007," Perencanaan dan pembuatan digital Programmable Power

Supply dengan mikrokontroler AT89551".

[www.google.com](http://www.google.com) , DC Brushlles

Oktavianto, 2007 Laporan tugas akhir.

[www.datasheetarchive.com](http://www.datasheetarchive.com)

Data Sheet LCD TM162ABC

---

# LAMPIRAN

---



## 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

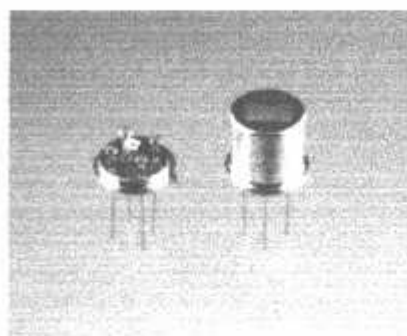
### Applications:

- \* 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.



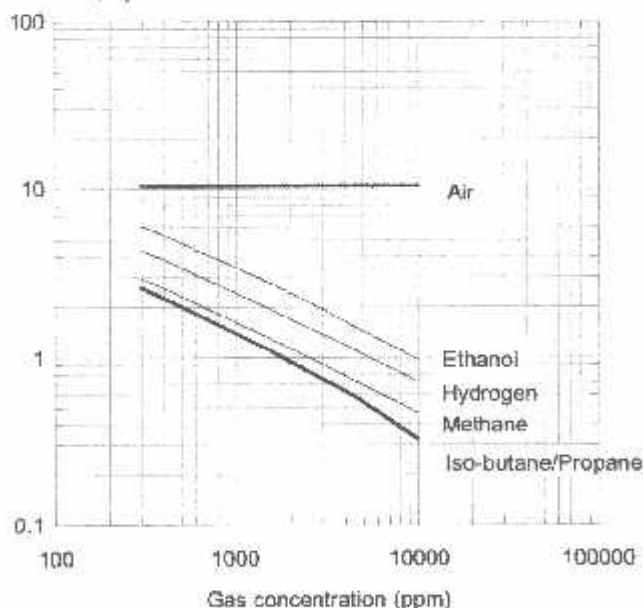
The figure below represents typical sensitivity characteristics, all data having been gathered at standard test conditions (see reverse side of this sheet). The Y-axis is indicated as *sensor resistance ratio* ( $R_s/R_o$ ) which is defined as follows:

- $R_s$  = Sensor resistance in displayed gases at various concentrations
- $R_o$  = Sensor resistance in 1800ppm of iso-butane

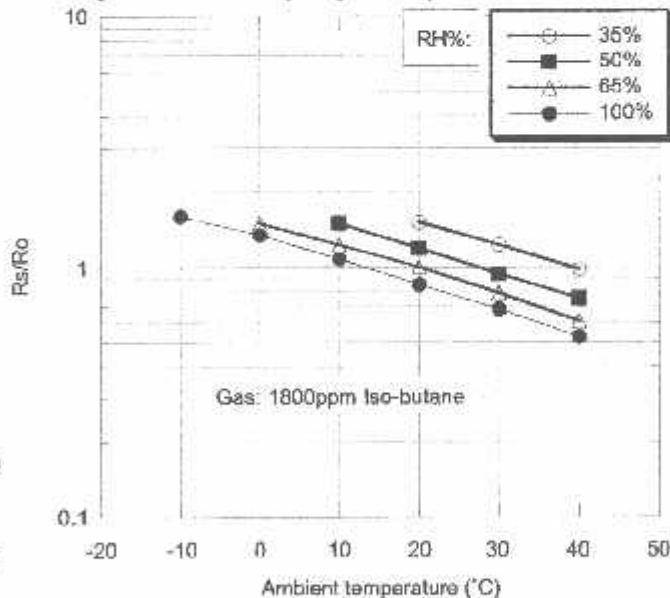
The figure below represents typical temperature and humidity dependency characteristics. Again, the Y-axis is indicated as *sensor resistance ratio* ( $R_s/R_o$ ), defined as follows:

- $R_s$  = 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:

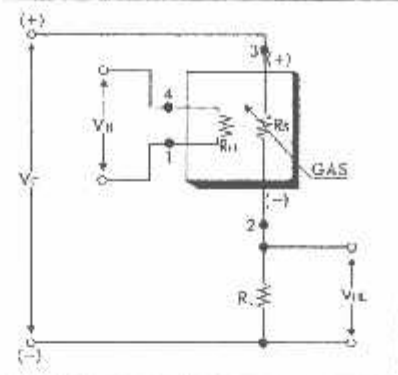


**IMPORTANT NOTE:** OPERATING CONDITIONS IN WHICH FIGARO SENSORS ARE USED WILL VARY WITH EACH CUSTOMER'S SPECIFIC APPLICATIONS. FIGARO STRONGLY RECOMMENDS CONSULTING OUR TECHNICAL STAFF BEFORE DEPLOYING FIGARO SENSORS IN YOUR APPLICATION AND, IN PARTICULAR, WHICH CUSTOMER'S TARGET GASES ARE NOT LISTED 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 $R_S$ (3000ppm) $R_S$ (1000ppm)
Standard test conditions	Test gas conditions	Iso-butane in air at 20±2°C, 65±5%RH	
	Circuit conditions	$V_C = 5.0 \pm 0.01V DC$ $V_H = 5.0 \pm 0.05V DC$	
	Conditioning period before test	7 days	

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

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

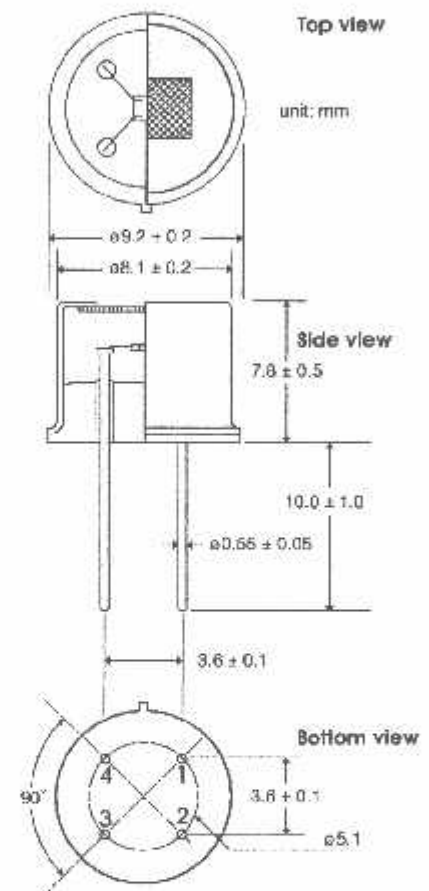
Sensor resistance ( $R_S$ ) is calculated with a measured value of  $V_{RL}$  by using the following formula:

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

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

---

## Features

- Compatible with MCS-51® Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
  - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)

## Description

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

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



---

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

---

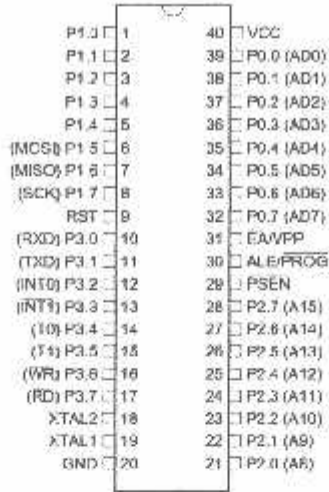
### AT89S51

Rev. 2487A-10/01

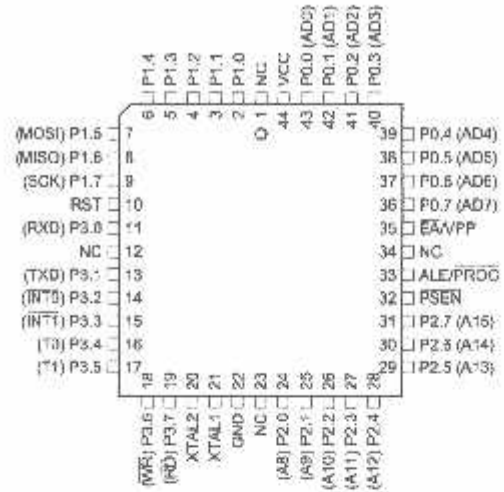


# Pin Configurations

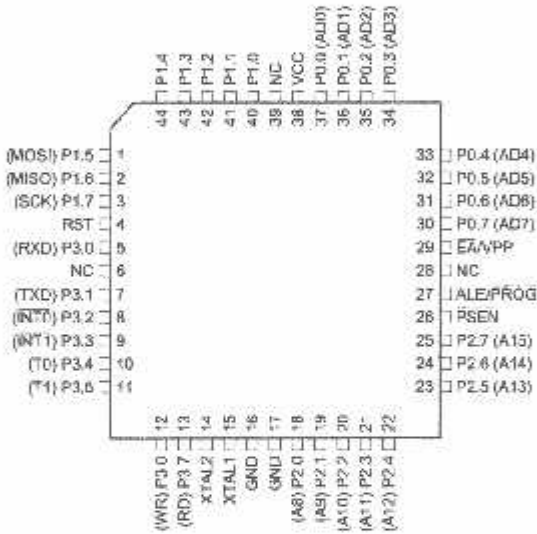
## PDIP



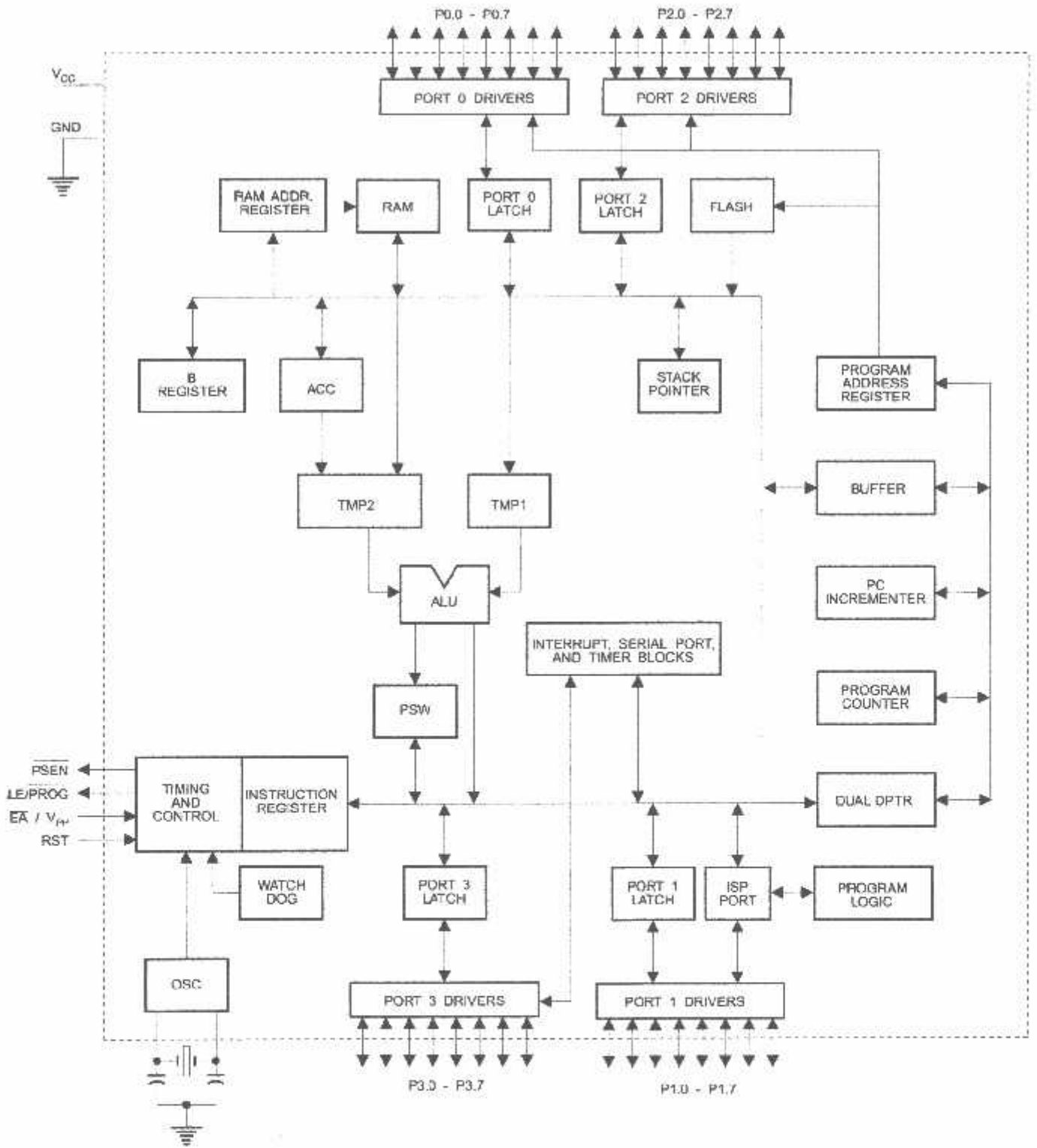
## PLCC



## TQFP



Block Diagram



## Pin Description

**CC** Supply voltage.

**IND** Ground.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**ST** 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

**$\overline{\text{AL1}}$**  Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

**$\overline{\text{AL2}}$**  Output from the inverting oscillator amplifier

## Special Function Registers

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

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

Table 1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

0F8H								0FFH
0F0H	B 00000000							0F7H
0E8H								0EFH
0E0H	ACC 00000000							0E7H
0D8H								0DFH
0D0H	PSW 00000000							0D7H
0C8H								0CFH
0C0H								0C7H
0B8H	IP XX000000							0BFH
0B0H	P3 11111111							0B7H
0A8H	IE 0X000000							0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXXX0			WDTRST XXXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXXX						9FH
90H	P1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TLO 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0	8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	PCON 0XXX0000	87H



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

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

**Table 2. AUXR: Auxiliary Register**

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

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



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

**Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1**

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

## Memory Organization

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

### Program Memory

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

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

### Data Memory

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

## Watchdog Timer (Enabled with Reset-out)

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

## Using the WDT

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

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

## WDT During Power-down and Idle

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

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

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

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

## UART

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

## Timer 0 and 1

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

## Interrupts

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

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

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

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

**Table 4.** Interrupt Enable (IE) Register

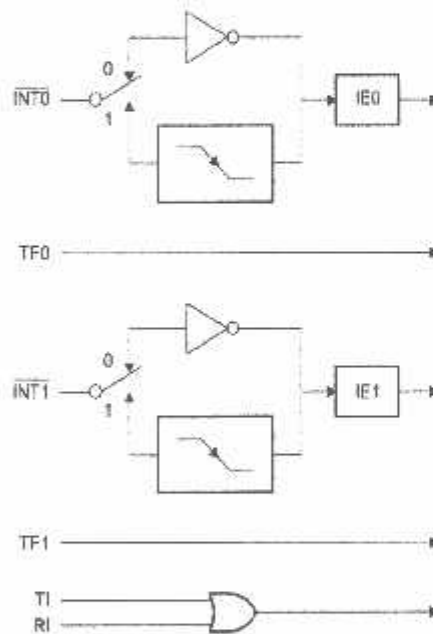
(MSB)		(LSB)					
EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

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

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

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

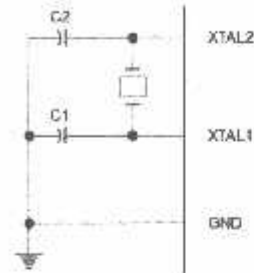
**Figure 1.** Interrupt Sources



## Oscillator Characteristics

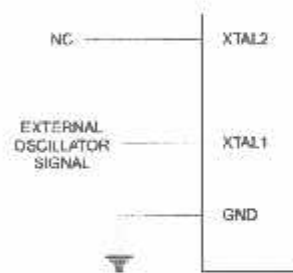
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected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

**Figure 2.** Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF  $\pm$  10 pF for Crystals = 40 pF  $\pm$  10 pF for Ceramic Resonators

**Figure 3.** External Clock Drive Configuration



## Idle Mode

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

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

## Power-down Mode

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

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

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

**Program  
Memory Lock  
bits**

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

**Table 6.** Lock Bit Protection Modes

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

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

**Programming  
the Flash –  
Parallel Mode**

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

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

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

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise  $\overline{EA}/V_{pp}$  to 12V.
5. Pulse ALE/ $\overline{PROG}$  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  $\mu$ s. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

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

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

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

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

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

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

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

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

## Programming the Flash – Serial Mode

The Code memory array can be programmed using the serial ISP interface while RST is pulled to  $V_{CC}$ . The serial interface consists of pins SCK, 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.

## Serial Programming Algorithm

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

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

Power-off sequence (if needed):

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

Set RST to "L".

Turn  $V_{CC}$  power off.

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

### Serial Programming Instruction Set






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

### Programming Interface – Parallel Mode

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

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

Table 7. Flash Programming Modes

Mode	$V_{CC}$	RST	$\overline{PSEN}$	ALE/ PROG	$\overline{EA}/$ $V_{PP}$	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.3-0	P1.7-0
												Address	
Write Code Data	5V	H	L	 <sup>(2)</sup>	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	 <sup>(3)</sup>	12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L	 <sup>(3)</sup>	12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L	 <sup>(3)</sup>	12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Read Lock Bits 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	 <sup>(1)</sup>	12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

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



Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

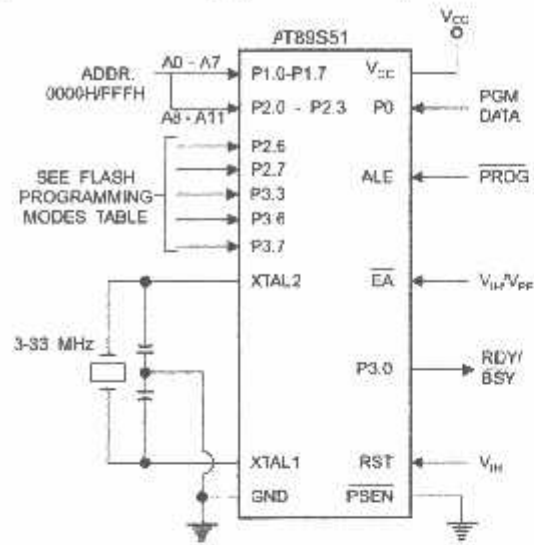
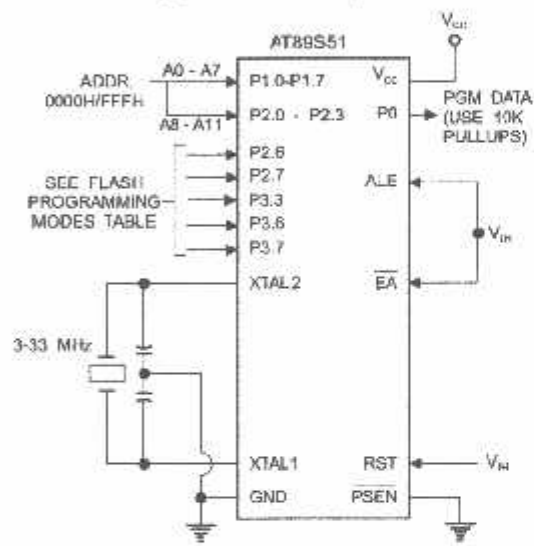


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



## Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

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

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$V_{PP}$	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
$I_{PP}$	Programming Supply Current		10	mA
$I_{CC}$	$V_{CC}$ Supply Current		30	mA
$f_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	33	MHz
$t_{AVGL}$	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
$t_{GHAX}$	Address Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
$t_{DVGL}$	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
$t_{GHDX}$	Data Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
$t_{HSH}$	P2.7 ( $\overline{ENABLE}$ ) High to $V_{PP}$	$48t_{CLCL}$		
$t_{HGL}$	$V_{PP}$ Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		$\mu s$
$t_{HSL}$	$V_{PP}$ Hold After $\overline{PROG}$	10		$\mu s$
$t_{GLGH}$	$\overline{PROG}$ Width	0.2	1	$\mu s$
$t_{AVQV}$	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
$t_{LOV}$	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
$t_{HQZ}$	Data Float After $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
$t_{HBL}$	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	$\mu s$
$t_{WC}$	Byte Write Cycle Time		50	$\mu s$

Figure 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

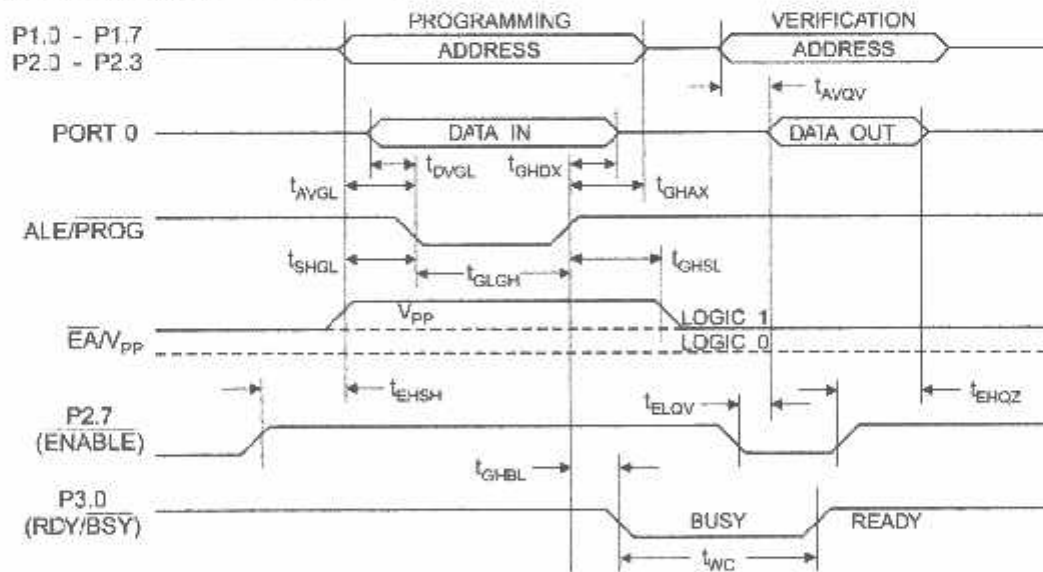
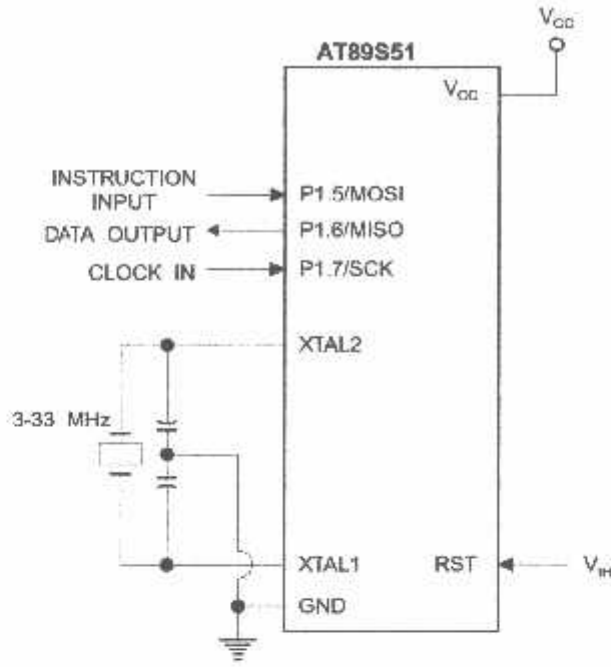
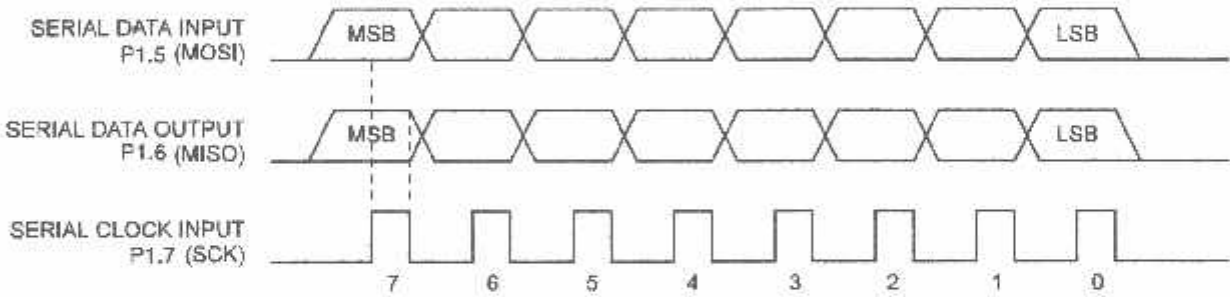


Figure 7. Flash Memory Serial Downloading



### Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 8. Serial Programming Waveforms



**Table 8. Serial Programming Instruction Set**

Instruction	Instruction Format				Operation
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxxx A <sub>11</sub> A <sub>10</sub> A <sub>9</sub> A <sub>8</sub>	A <sub>7</sub> A <sub>6</sub> A <sub>5</sub> A <sub>4</sub> A <sub>3</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub> A <sub>0</sub>	D <sub>7</sub> D <sub>6</sub> D <sub>5</sub> D <sub>4</sub> D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxxx A <sub>11</sub> A <sub>10</sub> A <sub>9</sub> A <sub>8</sub>	A <sub>7</sub> A <sub>6</sub> A <sub>5</sub> A <sub>4</sub> A <sub>3</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub> A <sub>0</sub>	D <sub>7</sub> D <sub>6</sub> D <sub>5</sub> D <sub>4</sub> D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits <sup>(2)</sup>	1010 1100	1110 00 B <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (2).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xx <u>LB<sub>3</sub></u> <u>LB<sub>2</sub></u> xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes <sup>(1)</sup>	0010 1000	xxx A <sub>5</sub> A <sub>4</sub> A <sub>3</sub> A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub> xxx xxxx	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxxx A <sub>11</sub> A <sub>10</sub> A <sub>9</sub> A <sub>8</sub>	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 A <sub>11</sub> A <sub>10</sub> A <sub>9</sub> A <sub>8</sub>	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

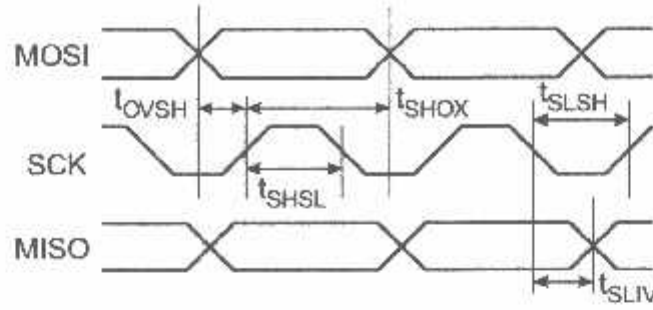


Table 9. Serial Programming Characteristics,  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$  (Unless Otherwise Noted)

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

## Absolute Maximum Ratings\*

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

## C Characteristics

The values shown in this table are valid for  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$  and  $V_{CC} = 4.0\text{V}$  to  $5.5\text{V}$ , unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
IL	Input Low Voltage	(Except EA)	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
IL1	Input Low Voltage (EA)		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
IH	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
IH1	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
OL	Output Low Voltage <sup>(1)</sup> (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
OL1	Output Low Voltage <sup>(1)</sup> (Port 0, ALE, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
OH	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
OH1	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}$ , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	$\mu\text{A}$
	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$ , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	$\mu\text{A}$
	Input Leakage Current (Port 0, EA)	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		$\pm 10$	$\mu\text{A}$
RST	Reset Pulldown Resistor		50	300	K $\Omega$
IO	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
		Active Mode, 12 MHz		25	mA
	Power Supply Current	Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
		Power-down Mode <sup>(2)</sup>	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50

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.

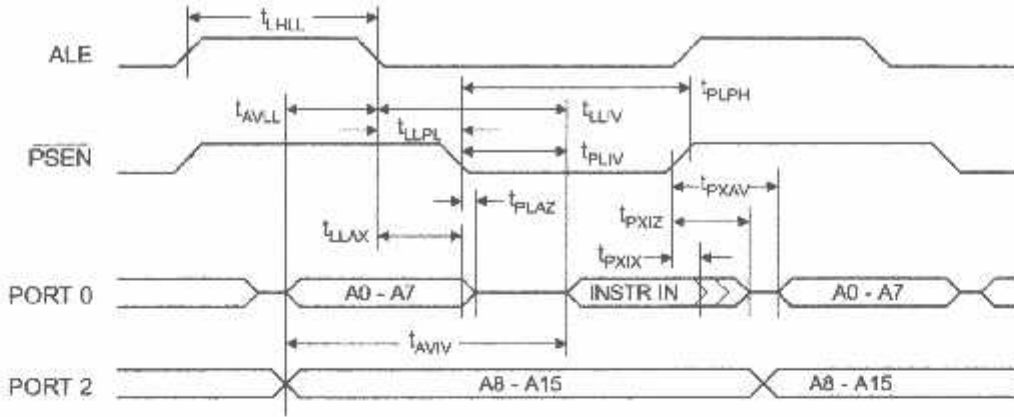
## C Characteristics

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

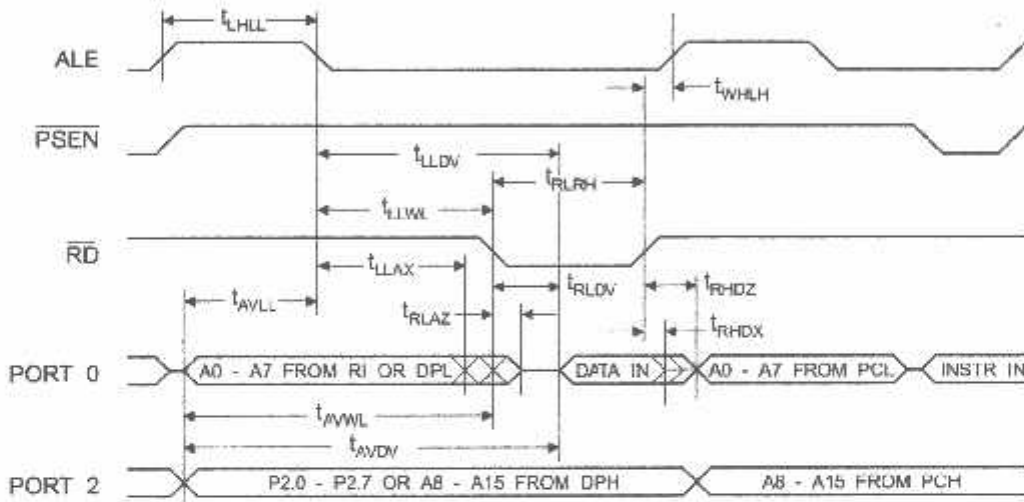
### External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$t_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	33	MHz
HLL	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}-40$		ns
VLL	Address Valid to ALE Low	43		$t_{CLCL}-25$		ns
LAX	Address Hold After ALE Low	48		$t_{CLCL}-25$		ns
LV	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}-65$	ns
PL	ALE Low to PSEN Low	43		$t_{CLCL}-25$		ns
LPH	PSEN Pulse Width	205		$3t_{CLCL}-45$		ns
LIV	PSEN Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}-60$	ns
XIX	Input Instruction Hold After PSEN	0		0		ns
XIZ	Input Instruction Float After PSEN		59		$t_{CLCL}-25$	ns
XAV	PSEN to Address Valid	75		$t_{CLCL}-8$		ns
IV	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}-80$	ns
AZ	PSEN Low to Address Float		10		10	ns
RRH	RD Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
RWH	WR Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
RV	RD Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}-90$	ns
DX	Data Hold After RD	0		0		ns
DZ	Data Float After RD		97		$2t_{CLCL}-28$	ns
DV	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}-150$	ns
OV	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}-165$	ns
WL	ALE Low to RD or WR Low	200	300	$3t_{CLCL}-50$	$3t_{CLCL}+50$	ns
WL	Address to RD or WR Low	203		$4t_{CLCL}-75$		ns
WX	Data Valid to WR Transition	23		$t_{CLCL}-30$		ns
WH	Data Valid to WR High	433		$7t_{CLCL}-130$		ns
WX	Data Hold After WR	33		$t_{CLCL}-25$		ns
AZ	RD Low to Address Float		0		0	ns
RLH	RD or WR High to ALE High	43	123	$t_{CLCL}-25$	$t_{CLCL}+25$	ns

### External Program Memory Read Cycle

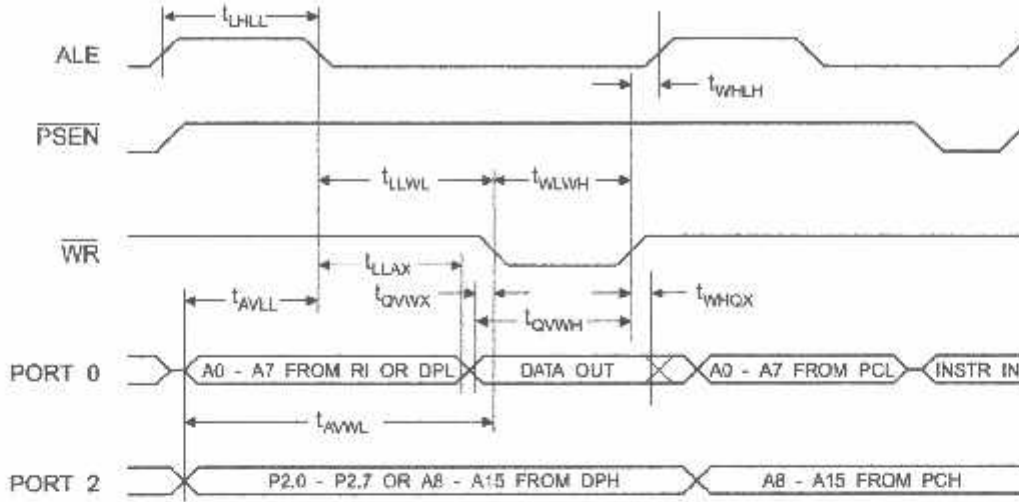


### External Data Memory Read Cycle

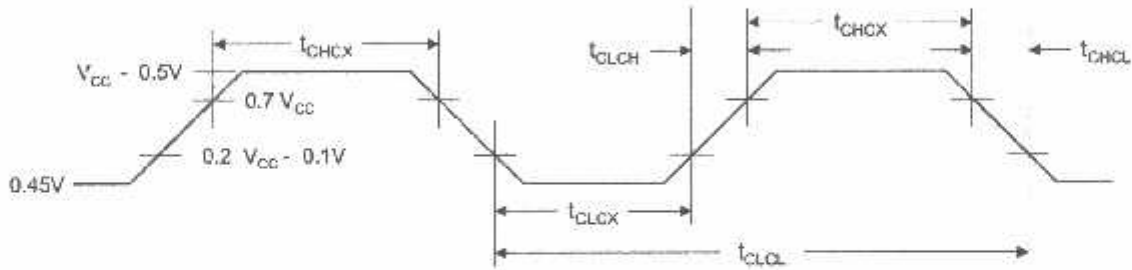




External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

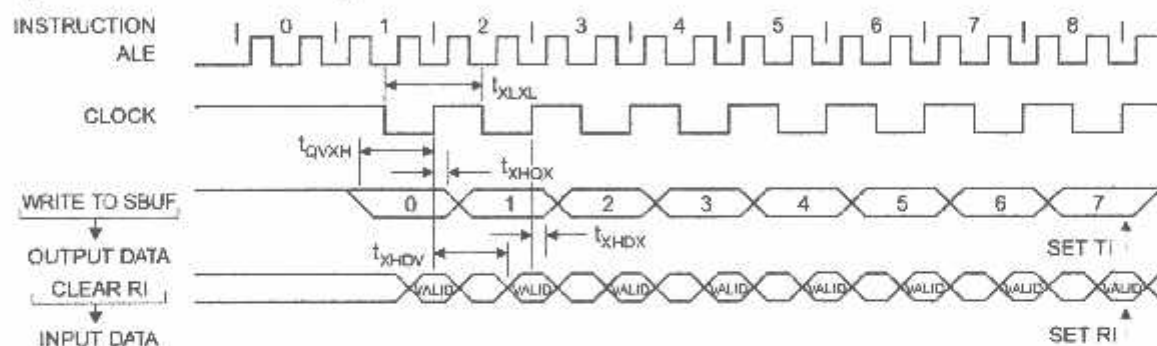
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$f_{CLK}$	Oscillator Frequency	0	33	MHz
$T_{CLK}$	Clock Period	30		ns
$t_{CH}$	High Time	12		ns
$t_{CL}$	Low Time	12		ns
$t_{RCH}$	Rise Time		5	ns
$t_{FCL}$	Fall Time		5	ns

## Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

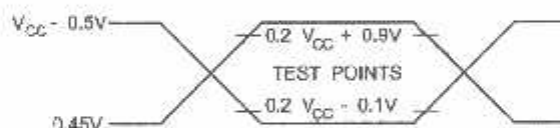
These values in this table are valid for  $V_{CC} = 4.0V$  to  $5.5V$  and Load Capacitance =  $80\text{ pF}$ .

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$t_{XL}$	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		$\mu s$
$t_{QVXH}$	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}-133$		ns
$t_{QHX}$	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}-80$		ns
$t_{HDX}$	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
$t_{HDV}$	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}-133$	ns

### Shift Register Mode Timing Waveforms

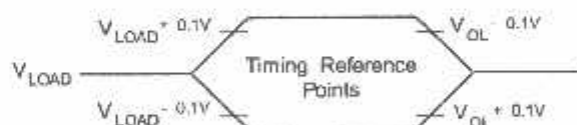


### Testing Input/Output Waveforms<sup>(1)</sup>



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<sup>(1)</sup>



1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a  $100\text{ mV}$  change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a  $100\text{ mV}$  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	

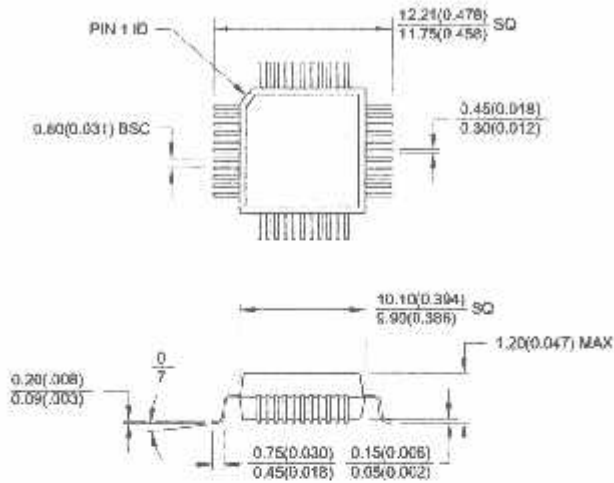
 = Preliminary Availability

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



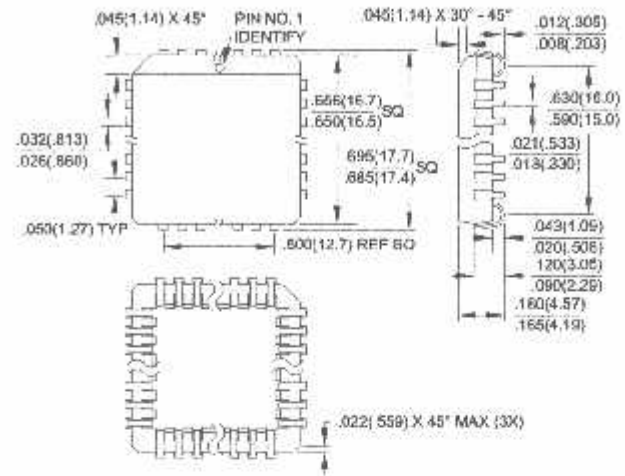
## Packaging Information

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

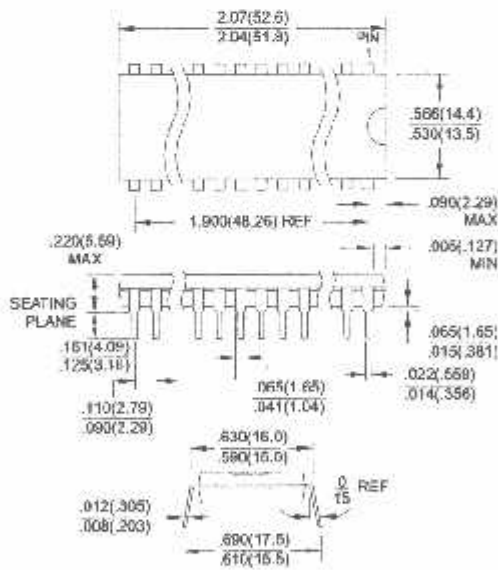


\*Controlling dimension: millimeters

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



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





## Atmel Headquarters

**Corporate Headquarters**  
2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131  
TEL (408) 441-3311  
FAX (408) 487-2600

### Europe

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

### Asia

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

### Japan

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

## Atmel Product Operations

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

### Atmel Grenoble

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

### Atmel Heilbronn

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

### Atmel Nantes

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

### Atmel Rousset

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

### Atmel Smart Card ICs

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

---

**e-mail**  
[literature@atmel.com](mailto:literature@atmel.com)

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

## Atmel Corporation 2001.

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

EL<sup>®</sup> is the registered trademark of Atmel.

38651<sup>®</sup> is the registered trademark of Intel Corporation. Terms and product names in this document may be trademarks of others.



Printed on recycled paper.

2487A-10/01xM

## ST6/ST7, 8-BIT MCU GENERAL PURPOSE PRODUCT RANGE

Device	Program Memory Type				Program Memory	RAM x8 +REG	EEPROM x8	A/D Inputs	WD Timer	Timers	Serial Interface	I/Os (High Current)	Package	Additional Features	
	ROM	EPROM	OTP	FAST ROM <sup>3)</sup>											
F6200C	● <sup>1)</sup>	ST6201	●	●	1K	64	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI	-	9 (3)	DFP16/SO16	Direct LED or Triac driving via high current I/Os. C version has Low Voltage Detector (LVD), Oscillator Safeguard (OSC), RC Oscillator	
F6201C	● <sup>1)</sup>	●	●	●	2K	64	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI	-	9 (3)	DFP16/SO16		
F6203C	● <sup>1)</sup>	ST6204	●	●	1K	64	-	-	Yes	1x8-BI	-	9 (3)	DFP16/SO16		
F6208C	● <sup>1)</sup>	ST6220	●	●	1K	64	-	-	Yes	1x8-BI	-	2 (4)	DIP20/SO20		
F6209C	● <sup>1)</sup>	ST6220	●	●	1K	64	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI	-	2 (4)	DIP20/SO20		
F6210C	● <sup>1)</sup>	ST6220	●	●	2K	64	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI	-	2 (4)	DIP20/SO20		
F6215C	● <sup>1)</sup>	ST6226	●	●	2K	64	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI	-	20 (4)	DIP20/SO20		
F6218C	●	●	●	●	8K	192	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	UART	12 (8)	DIP20/SO20		
F6220C	● <sup>1)</sup>	●	●	●	4K	64	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI	-	2 (4)	DIP20/SO20		
F6225C	● <sup>1)</sup>	●	●	●	4K	64	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI	-	20 (4)	DIP20/SO20		
F6228C	●	●	●	●	8K	192	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	SPI / UART	20 (6)	DIP20/SO20		
F6230B	●	●	●	●	8K	192	128	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	SPI / UART	20 (4)	DIP20/SO28		
F6232B	●	●	●	●	8K	192	128	21x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	SPI / UART	30 (9)	SDIP42		
F6240B	●	●	●	●	8K	216	128	1x8-BI	Yes	2x8-BI	SPI	24 (4)	OFFP8	15W LCD Segment	
F6242B	●	●	●	●	8K	216	128	1x8-BI	Yes	2x8-BI	SPI	18 (4)	OFFP4	15W LCD Segment	
F6246B	●	●	●	●	4K	144	128	1x8-BI	Yes	2x8-BI	SPI	20 (4)	SDIP56	27W LCD Segment	
F6252B	●	ST6262	●	●	2K	128	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	-	9 (3)	DFP16/SO16	Direct LED or Triac driving via high current I/Os. Auto-Restart Timer for PWM possibilities, CAP-COM	
F6253B	●	ST6260	●	●	2K	128	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	SPI	13 (6)	DIP20/SO28		
F6255B	●	ST6265	●	●	4K	128	-	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	SPI	21 (8)	DIP28/SO28		
F6260B	●	●	●	●	4K	128	128	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	SPI	13 (6)	DIP20/SO20		
F6262B	●	●	●	●	2K	128	64	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	-	9 (3)	DFP16/SO16		
F6263B	●	ST6260	●	●	2K	128	64	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	SPI	13 (6)	DIP20/SO20		
F6265B	●	●	●	●	4K	128	128	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	SPI	21 (8)	DIP28/SO28		
F6266B	●	●	●	●	8K	320	128	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	SPI / UART	22 (10)	OFFP8		4x15 LCD Dot Matrix
F6268B	●	●	●	●	8K	200	128	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	SPI / UART	12 (4)	OFFP8		4x15 LCD Dot Matrix
F6268B	●	●	●	●	8K	200	128	1x8-BI	Yes	1x8-BI/1x8-BI/AR	SPI / UART	12 (4)	OFFP8		Direct LED or Triac Drive
72101G1	●	ST72261G2	●	●	4K	256	-	-	Yes	1x15-BI	SPI	12 (8)	SDIP32/SO28	Low Voltage Detector	
72101G2	●	ST72261G2	●	●	8K	256	-	-	Yes	1x15-BI	SPI	12 (8)	SDIP32/SO28		
72121J4	●	ST72311J4	●	●	8K	384	-	-	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	12 (4)	SDIP42/TOFP44		
72121J2	●	ST72311J4	●	●	16K	512	-	-	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	12 (4)	SDIP42/TOFP44		
72213G1	●	ST72261G2	●	●	4K	256	-	1x8-BI	Yes	1x15-BI	SPI	12 (8)	SDIP32/SO28		
72212G2	●	ST72261G2	●	●	8K	256	-	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI	12 (8)	SDIP32/SO28		
72311J2	●	ST72311J4	●	●	8K	384	-	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	12 (4)	SDIP42/TOFP44		
72311J4	●	●	●	●	16K	512	-	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	12 (4)	SDIP42/TOFP44		
72311N2	●	ST72311N4	●	●	8K	384	-	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	4 (8)	SDIP56/TOFP64	Low Voltage Detector	
72311N4	●	●	●	●	16K	512	-	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	4 (8)	SDIP56/TOFP64		
72311N6 <sup>2)</sup>	●	●	●	●	32K	1024	-	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	4 (8)	TOFP64		
72331J2	●	ST72311J4	●	●	8K	384	256	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	12 (4)	SDIP42/TOFP44		
72331J4	●	●	●	●	16K	512	256	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	12 (4)	SDIP42/TOFP44		
72331N2	●	ST72311N4	●	●	8K	384	256	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	4 (8)	SDIP56/TOFP64	Low Voltage Detector	
72331N4	●	●	●	●	16K	512	256	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	4 (8)	SDIP56/TOFP64		
72331N6 <sup>2)</sup>	●	●	●	●	32K	1024	256	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	4 (8)	TOFP64		
72272K2	●	ST72572K4	●	●	8K	384	-	1x8-BI	Yes	1x15-BI	-	24 (4)	SDIP32/SO28		
72272K4	●	●	●	●	16K	512	-	1x8-BI	Yes	1x15-BI	-	24 (4)	SDIP32/SO28	DAC with PWM output	
72372J4	●	●	●	●	16K	512	-	1x8-BI	Yes	1x15-BI	I <sup>2</sup> C	10 (6)	SDIP42/TOFP44		
72371N4	●	●	●	●	16K	512	-	1x8-BI	Yes	1x15-BI	PC <sup>1</sup> / SPI	30 (8)	SDIP56/TOFP64		
72251G1	●	ST72261G2	●	●	4K	256	-	1x8-BI	Yes	2x15-BI	PC <sup>1</sup> / SPI	12 (8)	SDIP32/SO28		
72251G2	●	●	●	●	8K	256	-	1x8-BI	Yes	2x15-BI	PC <sup>1</sup> / SPI	22 (8)	SDIP32/SO28		
72512N2 <sup>2)</sup>	●	●	●	●	32K <sup>4)</sup>	384	-	1x8-BI	Yes	1x15-BI	SPI	44 (4)	SDIP56/TOFP64	CAN peripheral	
72511R4 <sup>2)</sup>	●	●	●	●	16K <sup>4)</sup>	512	-	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	44 (4)	TOFP64		
72511R6 <sup>2)</sup>	●	●	●	●	32K <sup>4)</sup>	1024	-	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	44 (4)	TOFP64		
72532N2 <sup>2)</sup>	●	●	●	●	32K <sup>4)</sup>	384	256	1x8-BI	Yes	1x15-BI	SPI	44 (4)	SDIP56/TOFP64		
72531R4 <sup>2)</sup>	●	●	●	●	16K <sup>4)</sup>	512	256	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	44 (4)	TOFP64		
72531R6 <sup>2)</sup>	●	●	●	●	32K <sup>4)</sup>	1024	256	1x8-BI	Yes	2x15-BI	SPI / SCI	44 (4)	TOFP64		
72671N4 <sup>2)</sup>	●	ST72671N8	●	●	16K	512	-	1x8-BI	Yes	1x15-BI	PC <sup>1</sup> / SCI	34 (8)	SDIP56/TOFP64	USB peripheral DAC with PWM output	
72671N6 <sup>2)</sup>	●	●	●	●	32K	1024	-	1x8-BI	Yes	1x15-BI	PC <sup>1</sup> / SCI	34 (8)	SDIP56/TOFP64		

1. Also exists in low voltage version  
2. Advanced Service Technique ROM

3. Not yet available. Contact sales office for date and availability  
4. Others versions up to 60K program memory to be introduced soon

- Options:
- Analog to Digital Converter
  - Auto-Reload
  - 1 - Capture Compare
  - Light Emitted Diode

- PWM - Pulse Width Modulation
- SCI - Serial Communications Interface
- SPI - Serial Peripheral Interface
- SSC - Single Cycle Switching Support

**Packages:**

- DFP - Dual In Line Carrier
- LCC - Leaded Chip Carrier
- QFP - Quad Flat Pack
- SO - Small Outline



### CMOS I<sup>2</sup>C 2-WIRE BUS 16K ELECTRICALLY ERASABLE PROGRAMMABLE ROM 2K X 8 BIT EEPROM

#### FEATURES :

- Extended Power Supply Voltage
  - Single Vcc for Read and Programming (Vcc = 2.7 V to 5.5 V)
- Low Power (I<sub>sb</sub> = 2µa @ 5.5 V)
- I<sup>2</sup>C Bus, 2-Wire Serial Interface
- Support Byte Write and Page Write (16 Bytes)
- Automatic Page write Operation (maximum 10 ms)
  - Internal Control Timer
  - Internal Data Latches for 16 Bytes
- Hardware Data Protection by Write Protect Pin
- High Reliability CMOS Technology with EEPROM Cell
  - Endurance : 1,000,000 Cycles
  - Data Retention : 100 Years

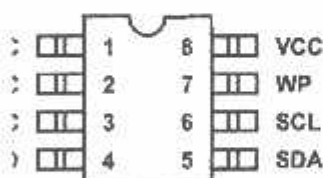
#### DESCRIPTION:

The Turbo IC 24C16 is a serial 16K EEPROM fabricated with Turbo's proprietary, high reliability, high performance CMOS technology. It's 16K of memory is organized as 2,048 x 8 bits. The memory is configured as 128 pages with each page containing 16 bytes. This device offers significant advantages in low power and low voltage applications.

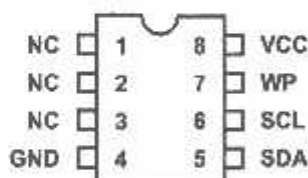
The Turbo IC 24C16 uses the I<sup>2</sup>C addressing protocol and 2-wire serial interface which includes a bidirectional serial data bus synchronized by a clock. It offers a flexible byte write and a faster 16-byte page write. The data in the upper half of memory can be protected by a write protect pin.

The Turbo IC 24C16 is assembled in either a 8-pin PDIP or 8-pin SOIC package. Pin #1, #2, and #3 are not connected (NC). Pin #4 is the ground (V<sub>ss</sub>). Pin #5 is the serial data (SDA) pin used for bidirectional transfer of data. Pin #6 is the serial clock (SCL) input pin. Pin #7 is the write protect (WP) input pin, and Pin #8 is the power supply (Vcc) pin.

#### IN DESCRIPTION



8 pin SOIC



8 pin PDIP

All data is serially transmitted in bytes (8 bits) on the SDA bus. To access the Turbo IC 24C16 (slave) for a read or write operation, the controller (master) issues a start condition by pulling SDA from high to low while SCL is high. The master then issues the device address byte which consists of 1010 (B10) (B9) (B8) (R/W). The most significant bits (1010) are a device type code signifying an EEPROM device. The B[10:8] bits are the 3 most significant bits of the memory address. The read/write bit determines whether to do a read or write operation. After each byte is transmitted, the receiver has to provide an acknowledge by pulling the SDA bus low on the ninth clock cycle. The acknowledge is a handshake signal to the transmitter indicating a successful data transmission.

#### IN DESCRIPTION

##### WRITE PROTECT (WP)

When the write protect input is connected to Vcc, the upper half of memory (400-7FFH) is protected against write operations. For normal write operation, the write protect pin should be grounded. When this pin is left unconnected, WP is interpreted as zero.

##### SERIAL DATA (SDA)

SDA is a bidirectional pin used to transfer data in and out of the Turbo IC 24C16. The pin is an open-drain output. A pullup resistor must be connected from SDA to Vcc.

##### SERIAL CLOCK (SCL)

The SCL input synchronizes the data on the SDA bus. It is used in conjunction with SDA to define the start and stop conditions. It is also used in conjunction with SDA to transfer data to and from the Turbo IC 24C16.



**DESCRIPTION (Continued):**

For a write operation, the master issues a start condition, a device address byte, a memory address byte, and then up to eight data bytes. The Turbo IC 24C16 acknowledges after each data transmission. To terminate the transmission, the master issues a stop condition by pulling SDA from low to high while SCL is high.

For a read operation, the master issues a start condition and a device address byte. The Turbo IC 24C16 acknowledges, and then transmits a data byte, which is accessed from the EEPROM memory. The master acknowledges, indicating that it requires more data bytes. The Turbo IC 24C16 transmits more data bytes, with the memory address counter automatically incrementing for each data byte, until the master does not acknowledge, indicating that it is terminating the transmission. The master then issues a stop condition.

**WRITE OPERATION:**

**DIRECTIONAL BUS PROTOCOL:**

The Turbo IC 24C16 follows the I<sup>2</sup>C bus protocol. The protocol defines any device that sends data onto the SDA bus as a transmitter, and the receiving device as a receiver. The device controlling the transfer is the master and the device being controlled is the slave. The master always initiates the data transfers, and provides the clock for both transmit and receive operations. The Turbo IC 24C16 acts as a slave device in all applications. Either the master or the slave can take control of the SDA bus, depending on the requirements of the protocol.

**ACKNOWLEDGE:**

All data is serially transmitted in bytes (8 bits) on the SDA bus. The acknowledge protocol is used as a handshake signal to indicate successful transmission of a byte of data. The bus transmitter, either the master or the slave (Turbo IC 24C16), releases the bus after sending a byte of data on the SDA bus. The receiver pulls the SDA bus low during the ninth clock cycle to acknowledge the successful transmission of a byte of data. If the SDA is not pulled low during the ninth clock cycle, the Turbo IC 24C16 terminates the data transmission and goes into standby mode.

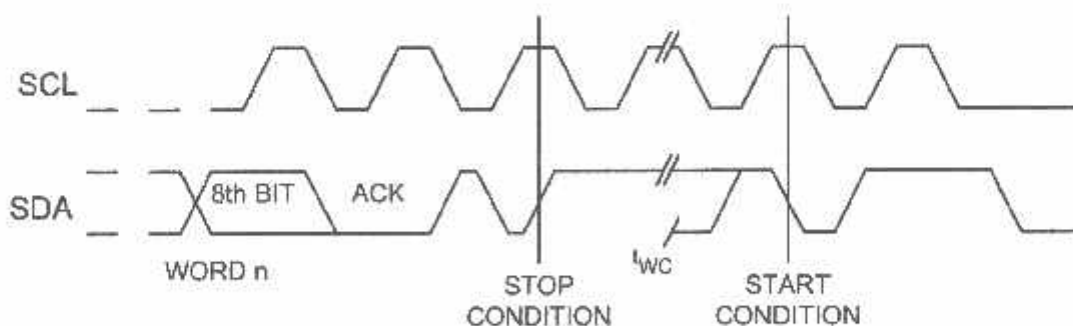
**START/STOP CONDITION AND DATA TRANSITIONS:**

While the SCL clock is high, a high to low transition on the SDA bus is recognized as a START condition which precedes any read or write operation. While SCL clock is high, a low to high transition on the SDA bus is recognized as a STOP condition which terminates the communication and places the Turbo IC 24C16 into standby mode. All other data transitions on the SDA bus must occur while SCL clock is low to ensure proper operation.

For the write operation, the Turbo IC 24C16 acknowledges after the device address byte, acknowledges after the memory address byte, and acknowledges after each subsequent data byte.

For the read operation, the Turbo IC 24C16 acknowledges after the device address byte. Then the Turbo IC 24C16 transmits each subsequent data byte, and the master acknowledges after each data byte transfer, indicating that it requires more data bytes. The Turbo IC 24C16 monitors the SDA bus for the acknowledge. To terminate the transmission, the master does not acknowledge, and then sends a stop condition.

**Write Cycle Timing**

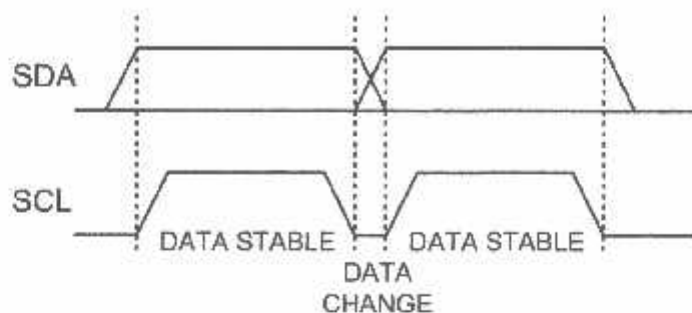


The write cycle time  $t_{wc}$  is the time from a valid stop condition of a write sequence to the end of the internal clear / write cycle.

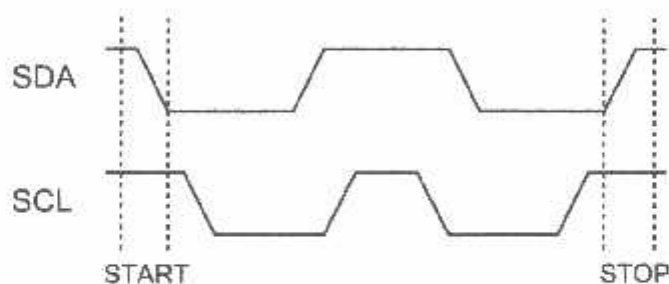




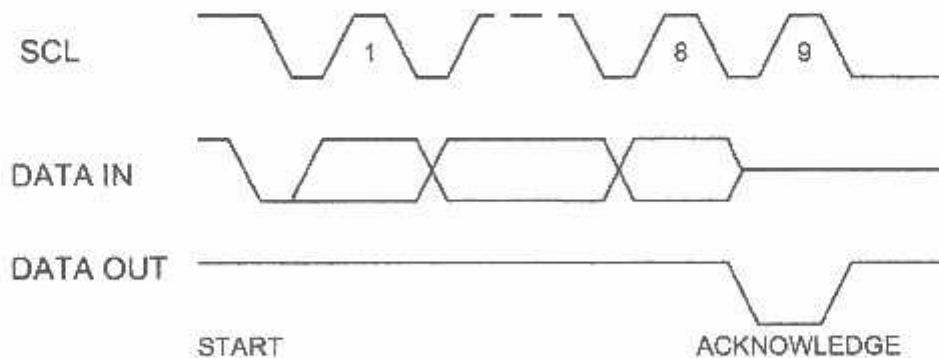
Data Valid



Start and Stop Definition



Output Acknowledge





### DEVICE ADDRESSING:

Following the start condition, the master will issue a device address byte consisting of 1010 (B10) (B9) (B8) (R/W) to access the selected Turbo IC 24C16 for a read or write operation. The B[10:8] bits are the 3 most significant bits of the memory address. The (R/W) bit is a high (1) for read and low for write.

### TA INPUT DURING WRITE OPERATION:

During the write operation, the Turbo IC 24C16 latches the A bus signal on the rising edge of the SCL clock.

### TA OUTPUT DURING READ OPERATION:

During the read operation, the Turbo IC 24C16 serially shifts data onto the SDA bus on the falling edge of the SCL clock.

### MEMORY ADDRESSING:

The memory address is sent by the master in the form of 2 bytes. Memory address bits B[10:8], are included in the device address byte. The remaining memory address bits B[7:0] are included in the second byte. The memory address byte may only be sent as part of a write operation.

### BYTE WRITE OPERATION:

The master initiates the byte write operation by issuing a start condition, followed by the device address byte 1010 (B10) (B9) (B8) 0, followed by the memory address byte, followed by one data byte, followed by an acknowledge, then a stop condition. After each byte transfer, the Turbo IC 24C16 acknowledges the successful data transmission by pulling the SDA bus low. The stop condition starts the internal EEPROM write cycle, and all inputs are disabled until the completion of the write cycle. If the WP pin is high (1) and the memory address is within the upper half (400-7FFH) of memory, then the stop condition does not start the internal write cycle and the Turbo IC 24C16 is immediately ready for next command.

### PAGE WRITE OPERATION:

The master initiates the page write operation by issuing a start condition, followed by the device address byte 1010 (B10) (B9) (B8) 0, followed by the memory address byte, followed by up to 16 data bytes, followed by an acknowledge, then a stop condition. After each byte transfer, the Turbo IC 24C16 acknowledges the successful data transmission by pulling SDA low. After each data byte transfer, the memory address counter is automatically incremented by one. The stop condition starts the internal EEPROM write cycle only if a stop condition occurs in the clock cycle immediately following the acknowledge (10th clock cycle). All inputs are disabled until the completion of the write cycle. If the WP pin is high (1) and the memory address is within the

upper half (400-7FFH) of memory, then the stop condition does not start the internal write cycle, and the Turbo IC 24C16 is immediately ready for the next command.

### POLLING ACKNOWLEDGE:

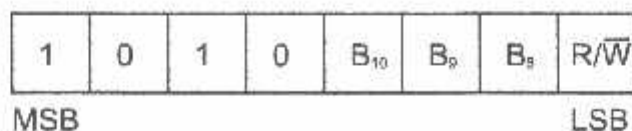
During the internal write cycle of a write operation in the Turbo IC 24C16, the completion of the write cycle can be detected by polling acknowledge. The master starts acknowledge polling by issuing a start condition, then followed by the device address byte 1010 (B10) (B9) (B8) 0. If the internal write cycle is finished, the Turbo IC 24C16 acknowledges by pulling the SDA bus low. If the internal write cycle is still ongoing, the Turbo IC 24C16 does not acknowledge because its inputs are disabled. Therefore, the device will not respond to any command. By using polling acknowledge, the system delay for write operations can be reduced. Otherwise, the system needs to wait for the maximum internal write cycle time, tWC, given in the spec.

### POWER ON RESET:

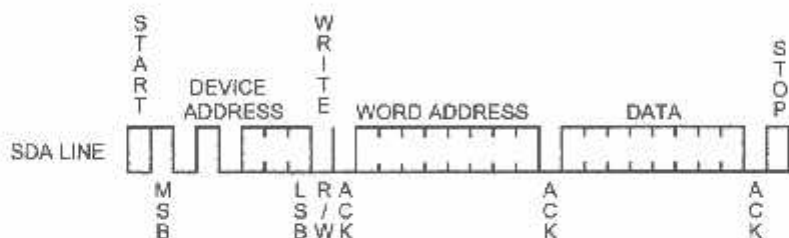
The Turbo IC 24C16 has a Power On Reset circuit (POR) to prevent data corruption and accidental write operations during power up. On power up, the internal reset signal is on and the Turbo IC 24C16 will not respond to any command until the VCC voltage has reached the POR threshold value.



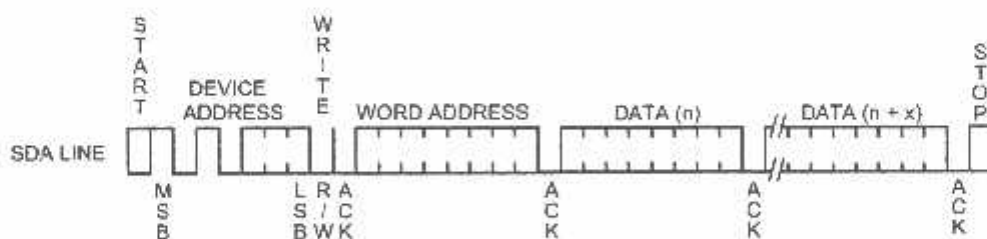
Device Address



Byte Write



Page Write





**CURRENT ADDRESS READ:**

The internal memory address counter of the Turbo IC 24C16 retains the last memory address accessed during the previous read or write operation, incremented by one. To start a current address read operation, the master issues a start condition, followed by the device address byte 1010 (B10) (B9) (B8) 1. The Turbo IC 24C16 responds with an acknowledge by pulling the SDA bus low, and then serially shifts out the data byte accessed from memory at the location corresponding to the memory address counter. The master does not acknowledge, then sends a stop condition to terminate the read operation. It is noted that the memory address counter is incremented by one after the data byte is shifted out.

an acknowledge by pulling the SDA bus low, and then serially shifts out the data byte accessed from memory at the location corresponding to the memory address counter. The master does not acknowledge, then sends a stop condition to terminate the read operation. It is noted that the memory address counter is incremented by one after the data byte is shifted out.

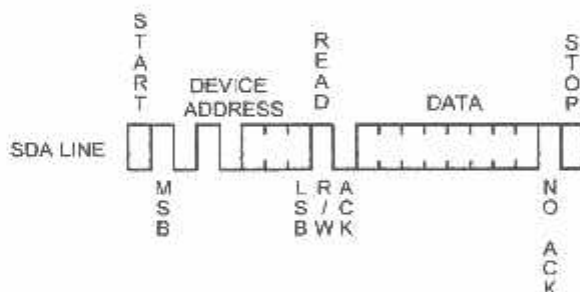
**SEQUENTIAL READ:**

The sequential read is initiated by either a current address read or random address read. After the Turbo IC 24C16 serially shifts out the first data byte, the master acknowledges by pulling the SDA bus low, indicating that it requires additional data bytes. After the data byte is shifted out, the Turbo IC 24C16 increments the memory address counter by one. Then the Turbo IC 24C16 shifts out the next data byte. The sequential reads continues for as long as the master keeps acknowledging. When the memory address counter is at the last memory location, the counter will 'roll-over' when incremented by one to the first location in memory (address zero). The master terminates the sequential read operation by not acknowledging, then sends a stop condition.

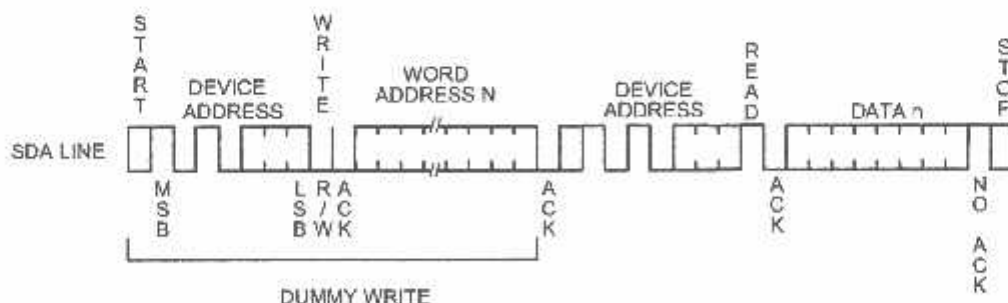
**DUMMY ADDRESS READ:**

The master starts with a dummy write operation (one with no data bytes) to load the internal memory address counter by issuing a start condition, followed by the device address byte 1010 (B10) (B9) (B8) 0, followed by the memory address bytes. Following the acknowledge from the Turbo IC 24C16, the master starts the current read operation by issuing a start condition, followed by the device address byte 1010 (B10) (B9) (B8) 1. The Turbo IC 24C16 responds with

**Current Address Read**

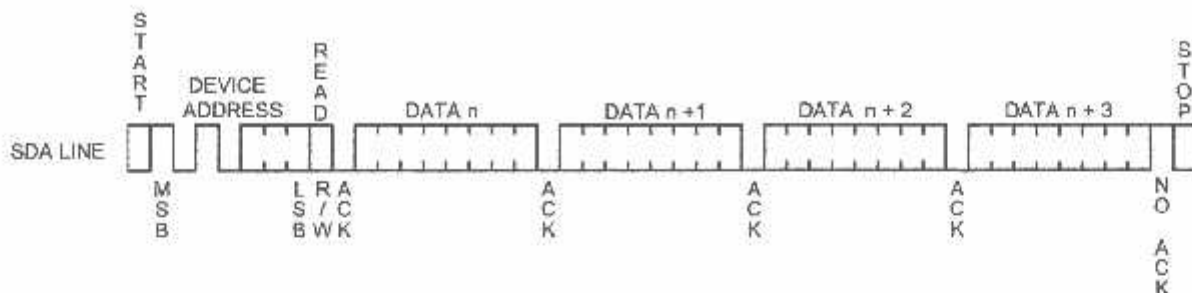


**Random Read**





**Sequential Read**



**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

**TEMPERATURE**

Storage: -55° C to 150° C  
 Under Bias: -55° C to 125° C

**DC INPUT OR OUTPUT VOLTAGES**

With respect to V<sub>SS</sub>: +6 V to -0.3 V

**RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS**

Temperature Range: Commercial: 0° C to 70° C

V<sub>CC</sub> Supply Voltage: 2.7 to 5.5 Volts

Endurance: 1,000,000 Cycles/Byte (Typical)  
 Data Retention: 100 Years

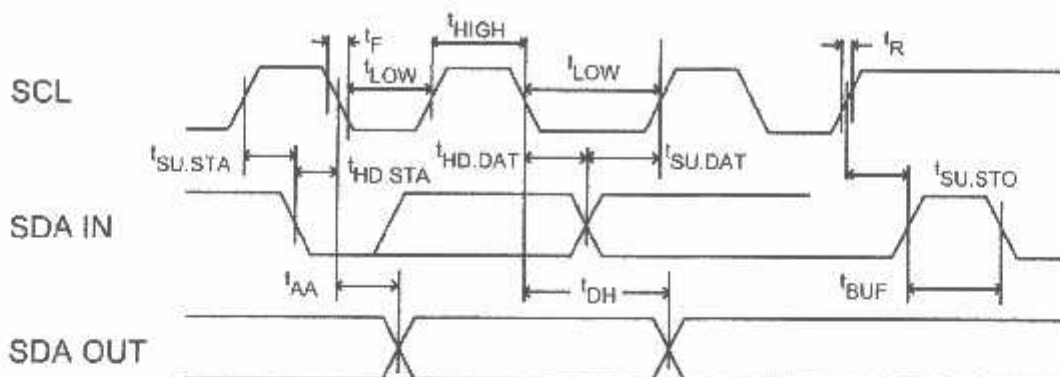
"Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation section of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

**1.3. CHARACTERISTICS**

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
I <sub>cc1</sub>	Active V <sub>CC</sub> Current	READ at 100 KHZ	0.4	1.0	mA
I <sub>cc2</sub>	Active V <sub>CC</sub> Current	WRITE at 100 KHZ		3.0	mA
I <sub>sb</sub>	Standby Current	V <sub>CC</sub> = 2.7 v		0.5	uA
		V <sub>CC</sub> = 5.5 v		2.0	uA
I <sub>il</sub>	Input Leakage Current	V <sub>in</sub> =V <sub>CC</sub> Max		3	uA
I <sub>ol</sub>	Output Leakage Current			3	uA
V <sub>il</sub>	Input Low Voltage		-1.0	0.8	V
V <sub>ih</sub>	Input High Voltage		V <sub>CC</sub> ×0.7	V <sub>CC</sub> +0.5	V
V <sub>ol2</sub>	Output Low	V <sub>CC</sub> =3.0v I <sub>ol</sub> =2.1 mA		0.4	V
V <sub>ol1</sub>	Output Low	V <sub>CC</sub> =2.7v I <sub>ol</sub> =-0.15 mA		0.25	V



s Timing



. CHARACTERISTICS

ymbol	Parameter	2.7 volt		5.5 volt		Units
		Min	Max	Min	Max	
SCL	SCL Clock Frequency		100		400	kHZ
T	Noise Suppression Time (1)		100		100	ns
t <sub>LOW</sub>	Clock Low Period	4.7		1.2		us
t <sub>HIGH</sub>	Clock High Period	4.0		0.6		us
t <sub>AA</sub>	SCL Low to SDA Data Out	0.1	4.5	0.1	0.9	us
t <sub>BUF</sub>	Bus Free to New Start (1)	4.7		1.2		us
t <sub>HD.STA</sub>	Start Hold Time	4.0		0.6		us
t <sub>SU.STA</sub>	Start Set-up Time	4.7		0.6		us
t <sub>HD.DAT</sub>	Data-In Hold Time	0		0		us
t <sub>SU.DAT</sub>	Data-in Set-up Time	200		100		ns
t <sub>R</sub>	SCL and SDA Rise Time (1)	1.0		0.3		us
t <sub>F</sub>	SCL and SDA Fall Time (1)	300		300		ns
t <sub>SU.STO</sub>	Stop Set-up Time	4.7		0.6		us
t <sub>DH</sub>	Data-out Hold Time	100		50		ns
t <sub>WC</sub>	Write Cycle Time	10		10		ms

: 1 This parameter is characterized and not 100% tested.

30 IC PRODUCTS AND DOCUMENTS

All documents are subject to change without notice. Please contact Turbo IC for the latest version of documents.  
 Turbo IC does not assume any responsibility for any damage to the user that may result from accidents or operation under abnormal conditions.  
 Turbo IC does not assume any responsibility for the use of any circuitry other than what is embodied in a Turbo IC product. No other circuits, patents, licenses are implied.  
 Turbo IC products are not authorized for use in life support systems or other critical systems where component failure may endanger life. System designers should design with error detection and correction, redundancy and back-up features.

Part Numbers & Order Information



## Abstract

This application note demonstrates how to interface a general-purpose 16-button (4x4) matrix keypad with the eZ80F91 MCU, a member of Zilog's eZ80AcclaimPlus!<sup>™</sup> family of Flash-based products. The eZ80F91 MCU scans the keypad and displays an entered character in a HyperTerminal session.

## eZ80AcclaimPlus!<sup>™</sup> Overview

eZ80AcclaimPlus! on-chip Flash microcontrollers are an exceptional value for customers designing high-performance, 8-bit MCU-based systems. With speeds up to 50 MHz and an on-chip Ethernet MAC (eZ80F91 MCU only), designers have the performance necessary to execute complex applications quickly and efficiently. Combining Flash and SRAM, eZ80AcclaimPlus! devices provide the memory required to implement communication protocol stacks and achieve flexibility when performing in-system updates of application firmware.

eZ80AcclaimPlus! Flash MCUs can operate in full 24-bit linear mode, addressing 16 MB without a Memory Management Unit. Additionally, support for the Z80-compatible mode allows Z80/Z180 customers to execute legacy code within multiple 64 KB memory blocks with minimum modification. With an external bus supporting eZ80<sup>®</sup>, Z80<sup>®</sup>, Intel<sup>®</sup>, and Motorola<sup>®</sup> bus modes and a rich set of serial communications peripherals, designers have several options when interfacing to external devices.

Some of the many applications suitable for eZ80AcclaimPlus! devices include vending machines, point-of-sale terminals, security systems, home and building automation, communications, industrial control and facility monitoring, and remote control.

## Discussion

Interfacing a general-purpose 16-button (4x4) matrix keypad can be achieved via a couple of I/O pins and firmware. The 4x4 matrix keypad is scanned via 4 outputs that write logical Low and read via 4 inputs to provide keypress data. Four 10 k $\Omega$  resistors are provided for pulling up the rows to reflect a logical High.

## 4x4 Matrix Keypad Description

The 4x4 matrix keypad is a general-purpose keypad. It consists of 16 switches arranged in 4 rows and 4 columns. It can connect to the MCU 8-bit port directly. Figure 1 displays an internal construction of a typical 4x4 keypad.

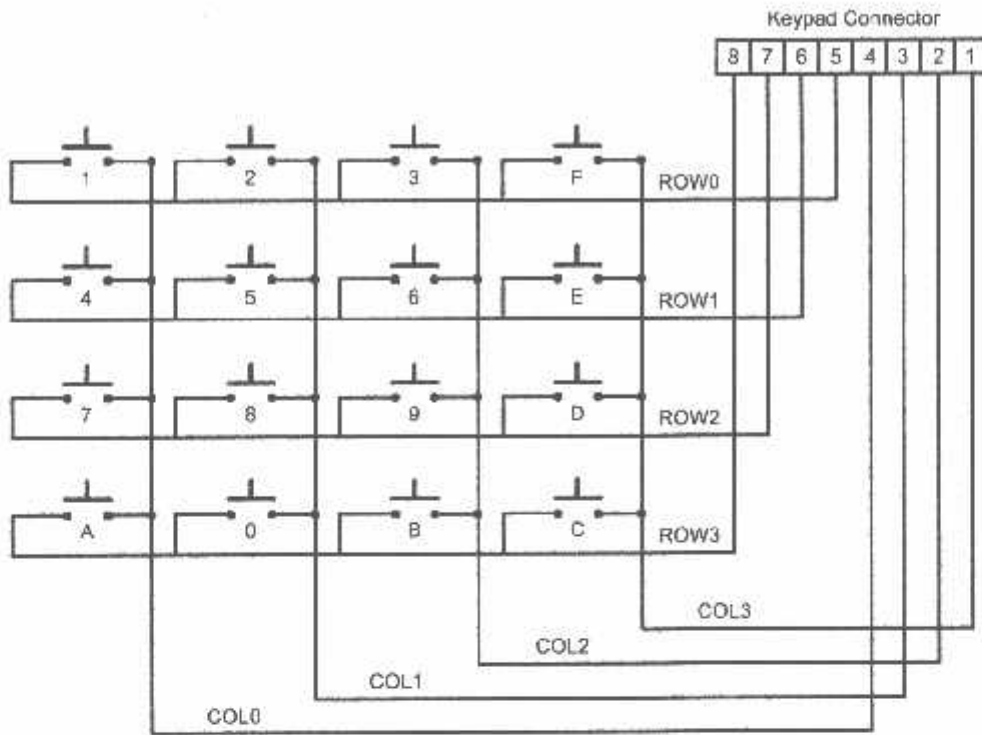


Figure 1. Typical Keypad Construction

The keypad is marked with numeric keys (0–9) and with function keys (A–F), as displayed in Figure 2. In this application, all keys are used as data keys.

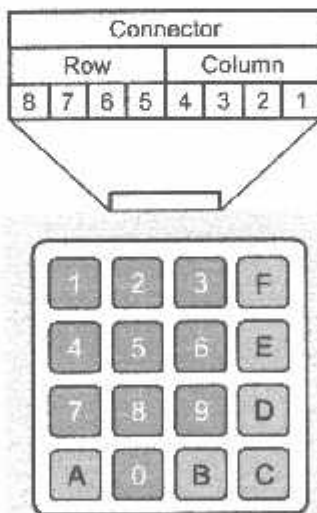


Figure 2. Keypad Detail

## Developing the Application for the eZ80F91 MCU

The following sections describe the hardware and software components required to build the keypad routine.

### Hardware Architecture

Figure 3 displays a block diagram of the hardware architecture featuring the eZ80F91 MCU, a keypad, and the HyperTerminal application.



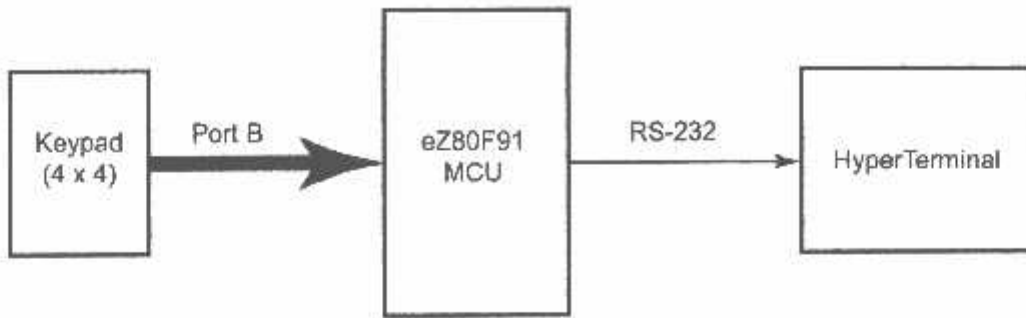


Figure 3. Block Diagram of the Keypad Interface with the eZ80F91 MCU

In this application, the keypad is connected to Port B. Port B is connected to the keypad, and scans the keys continuously. The columns of the keypad are pulled up with 10 kΩ resistance to set them normally High.

Figure 4 displays the Keypad and Port B connection details.

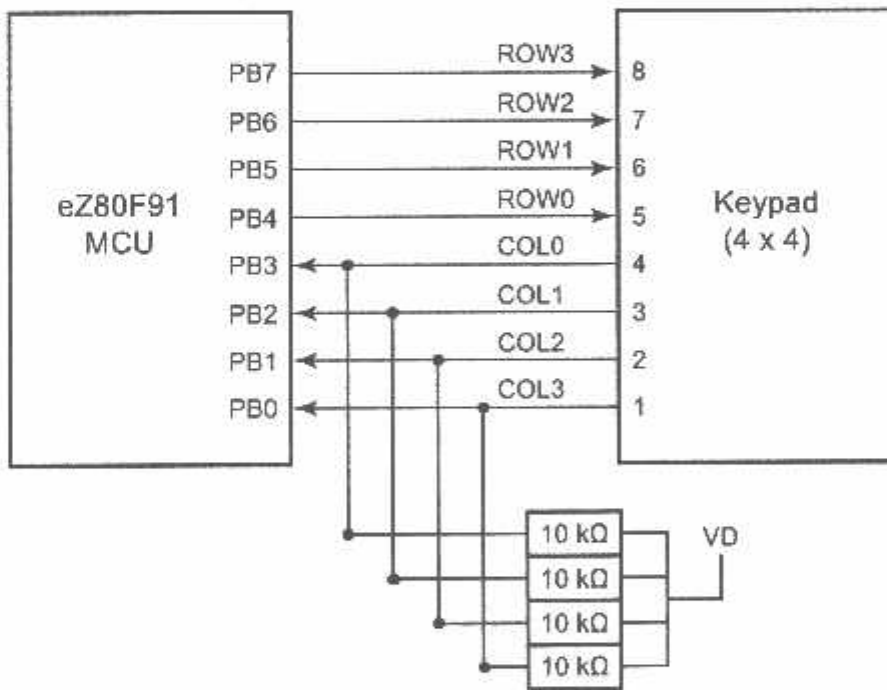


Figure 4. Connection Details between the eZ80F91 MCU and the Keypad

## Software Implementation

The keypad routine scans all the keys continuously to find a key that has been pressed. If the keypad routine finds a pressed key, it displays the key character in the HyperTerminal window. Appendix A—Flowcharts on page 6 displays the flowchart for keypad routine.

The following two functions describe this activity in detail.

### Key\_Fun ()

Key\_Fun () function scans all keys continuously. When Key\_Fun () finds a pressed key, it calls a function that has been mapped in a function pointer array to the detected key and updates the HyperTerminal display showing the pressed key. This function is called repeatedly by the main function.

### isr\_timer2()

The timer interrupt service routine (ISR) scans the keypad continuously. When it detects a pressed key, it updates a global variable for that key.

## Testing

The following sections describe the test setup and procedure to test the keypad routine.

### Test Setup

Figure 5 displays the basic setup for testing the keypad routine on the eZ80F91 MCU. The application emphasizes how to interface the 4x4 keypad using MCU port pins. This setup illustrates the connection between the PC, a LAN/WAN, and the eZ80<sup>®</sup> Development Platform on which the eZ80F91 Module is affixed.

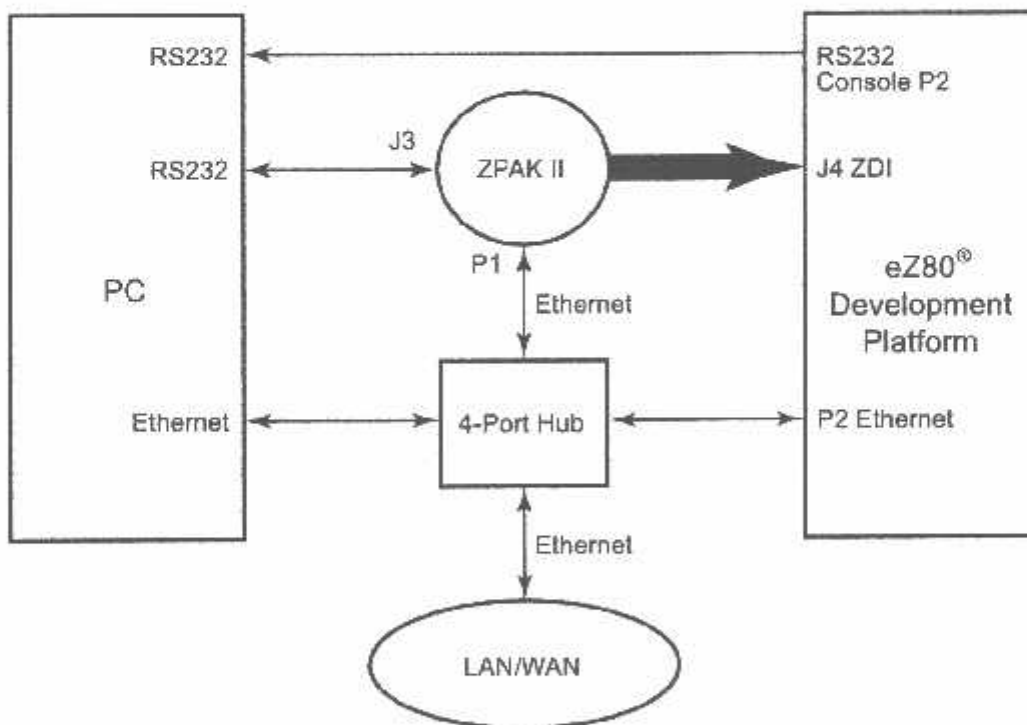


Figure 5. Test Setup for the Keypad Routine Using the eZ80F91 MCU

## Equipment Used

The following equipment are used for testing:

- eZ80F91 Development Kit containing an eZ80<sup>®</sup> Development Platform and the eZ80F91 Module
- Oscilloscope

## Procedure

Follow the steps below to test the keypad routine:

1. Set HyperTerminal to 57.6 Kbps and 8-N-1 protocols.
2. Connect the eZ80<sup>®</sup> Development Platform and the ZPAK II unit to the PC and to the Ethernet via a 4-port hub as displayed in Figure 5.
3. Open the HyperTerminal application to set the IP address for ZPAK II to ensure that you can download the application code.
4. To set the IP address, press the **Z** key while simultaneously pressing the Reset button to launch the menu. Follow the menu instructions.
5. Using ZDS II—eZ80Acclaim!<sup>®</sup> v4.11.0, open the keypad\_routine.zdsproj file that is located in the following filepath:  
`..\project\keypad routine\`
6. Use HyperTerminal to initialize UART communication with console port P2.
7. Build the project and download it to the eZ80F91 Module using ZDS II.
8. Run the program.
9. Press any key on the keypad.
10. Monitor the effect of different keypresses in the HyperTerminal window; the character that corresponds to the key should be displayed.

## Test Results

The keypad routine successfully runs using the eZ80F91 MCU.

## Summary

This application note demonstrates how to interface a 4x4 general-purpose keypad with the eZ80F91 MCU. The keypad routine is developed in such a way that it can be used easily in other projects, and it can be modified for other keypad matrices, such as 3 x 3, 3 x 4, 5 x 5.

## References

Further details about the eZ80F91 MCU and eZ80<sup>®</sup> CPU can be found in the references listed below:

- eZ80F91 MCU Product Specification (PS0192)
- eZ80F91 ASSP Product Specification (PS0270)
- eZ80<sup>®</sup> CPU User Manual (UM0077)

## Appendix A—Flowcharts

Figure 6 displays the flowchart for setting up and initializing the keypad interface, UART, and timer.

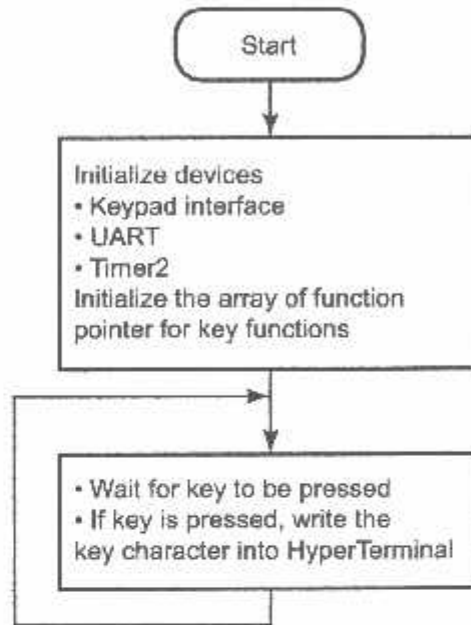


Figure 6. Initializing the Main Program

Figure 7 displays the key scan routine.

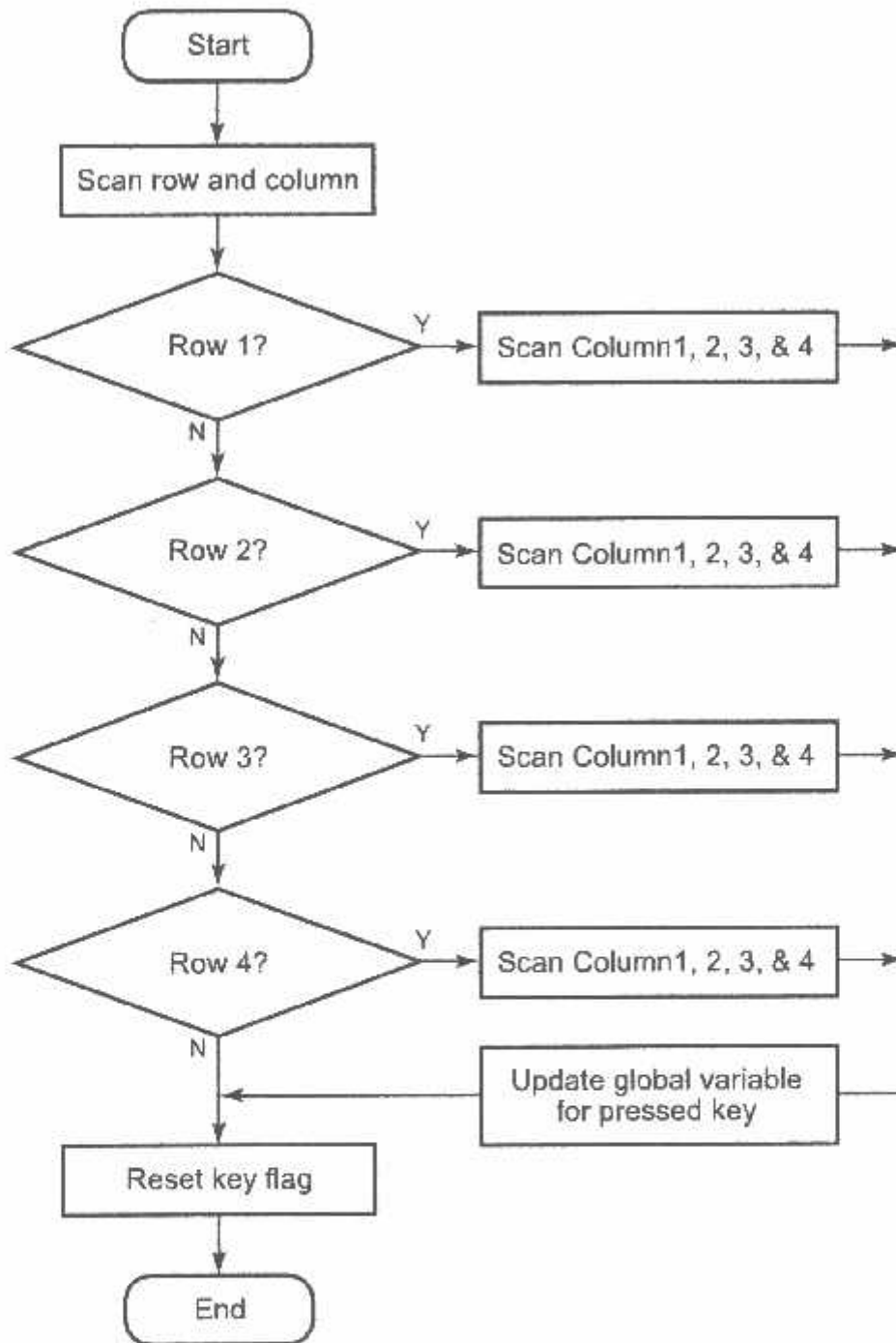


Figure 7. Key Scan Routine



**Warning:** DO NOT USE IN LIFE SUPPORT

### **LIFE SUPPORT POLICY**

ZILOG'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS PRIOR WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF ZILOG CORPORATION.

### **As used herein**

Life support devices or systems are devices 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. A critical component is any component in 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.

### **Document Disclaimer**

©2008 by Zilog, Inc. All rights reserved. Information in this publication concerning the devices, applications, or technology described is intended to suggest possible uses and may be superseded. ZILOG, INC. DOES NOT ASSUME LIABILITY FOR OR PROVIDE A REPRESENTATION OF ACCURACY OF THE INFORMATION, DEVICES, OR TECHNOLOGY DESCRIBED IN THIS DOCUMENT. ZILOG ALSO DOES NOT ASSUME LIABILITY FOR INTELLECTUAL PROPERTY INFRINGEMENT RELATED IN ANY MANNER TO USE OF INFORMATION, DEVICES, OR TECHNOLOGY DESCRIBED HEREIN OR OTHERWISE. The information contained within this document has been verified according to the general principles of electrical and mechanical engineering.

eZ80Acclaim*Plus!* is a trademark of Zilog, Inc. eZ80Acclaim! and eZ80 are registered trademarks of Zilog, Inc. All other product or service names are the property of their respective owners.



Lembar Asistensi Bimbingan Tugas Akhir

Nama : Agung Prasetyo

NIM : 0752002

Judul : " PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGAMAN GAS LPG  
PADA RUANGAN DAPUR "

NO	Tanggal	Materi	Paraf
	8/6 10	BAB I , BAB II	
	20/6 10	BAB III Sempurnakan.	
	13/7 10	BAB IV tambahkan Aplikasi Alat	
		BAB V Kerangka.	
	12/8 10	AAC dapur	

Mengetahui  
Dosen Pembimbing

( Bambang Prio H, ST, MT)



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

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

T. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR  
PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK D-III  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Agung Prasetyo  
Nim : 0752002  
Program Studi : Teknik Listrik D-III  
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Dan Pembuatan Pengaman Gas LPG pada ruangan dapur

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir jenjang Program Diploma Tiga (D-III)

Pada Hari : Kamis  
Tanggal : 19 Agustus 2010  
Dengan Nilai : 84.38<sup>6</sup>

PANITIA UJIAN TUGAS AKHIR

**KETUA,**

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

**SEKRETARIS**

**Bambang Prio Hartono, ST, MT**  
NIP. Y. 1028400082

**ANGGOTA PENGUJI**

**Penguji I**

**Ir. Eko Nurcahyo**  
NIP.....

**Penguji II**



**Ir. M. Abdul Hamid**  
NIP.....





## LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

N A M A : AGUNG PRASETYO  
N I M : 0752002  
JURUSAN : TEKNIK LISTRIK D III  
PROGRAM STUDI : ENERGI LISTRIK  
HARI/TANGGAL : KAMIS, 19 AGUSTUS 2010

NO.	Materi Perbaikan	PARAF
1	Buzzer dan fan bekerja secara bersamaan	
2	Batasan Masalah diperbaiki	

Telah diperiksa oleh  
Dosen Penguji



Ir. Abdul Hamid, MT

---