

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

SKRIPSI



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENDETEKSI
KEBOCORAN SELANG GAS ELPIJI MENGGUNAKAN
INFORMASI LEWAT SMS DENGAN MENERAPKAN I²C BUS
BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89C51**

Disusun Oleh :

**Moh. Nasiruddin Al Qudsy
NIM 02 17 058**

SEPTEMBER 2007

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENDETEKSI
KEBOCORAN SELANG GAS ELPIJI MENGGUNAKAN
INFORMASI LEWAT SMS DENGAN MENERAPKAN I²C BUS
BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89C51**

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Surjana Teknik Pada Jurusan Teknik Elektro Strata Satu (S-1)*


Disusun oleh :

MOH. NASIRUDDIN AL QUDSY


NIM : 02.17.058

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y. 1018800189

Dosen Pembimbing II


Sotyonadi, ST, MSc

Mengetahui


Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1
Ir. E. Yudi Lampraptono, MT
NIP.Y. 1039500274

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

2007



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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Moh. Nasiruddin Al Qudsy
NIM : 02.17.058
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT
PENDETEKSI KEBOCORAN SELANG GAS ELPIJI
MENGUNAKAN INFORMASI LEWAT SMS DENGAN
MENERAPKAN I²C BUS BERBASIS
MIKROKONTROLLER AT89C51"

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 4 September 2007
Dengan Nilai : 80,5 (A) *By*



Ketua

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris

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

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

Penguji Pertama

Anggota Penguji

Penguji Kedua

(Ir. Widodo Pudji M., MT.)
NIP.Y. 102870017

(I Komang Somawirata, ST, MT)
NIP.P.1030100365

PERSEMBAHAN

Segala Kesulitan, Kesedihan, Kelelahan
Kebahagiaan dan Juga Kebanggaan yang Tercurah Dalam Skripsi Ini,
Kupersembahkan Kepada Mereka Yang Telah Memberi Arti dan
Memberikan Dukungan Dalam Hidupku :

Bapak dan Ibu Tercinta
(H. A Nurcholis dan Hj. Qoniah)



Kedua kakakku
(Mas Ci dan Mba Ana)

Keluarga Besar H. Abdurahman dan KH. Gufron

Teman-temanku yang selalu setia menemaniku
(Indra, Andi, Dhian, Jo, Hendrik, Deny, Hendra)

Sahabat-sahabat FOKUS-2M
(Nardi, Tohar, Badawi, Yudi, Mujah, Werdha, Intan, Dii)

Dan Seseorang Yang Ada di hatiku

ABSTRAKSI

Perancangan Dan Pembuatan Alat Pendeteksi Kebocoran Selang Gas Elpiji Menggunakan Informasi Lewat SMS Dengan Menerapkan I²C Bus Berbasis Mikrokontroler AT89C51

Moh Nasiruddin Al Qudsy

Jurusan Teknik Elektro S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Jl. Raya Karangploso KM 2 Malang
(Dosen Pembimbing : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT dan Sotyo Hadi, ST, MSc.)

Kata Kunci : Kebocoran Gas, I²C, AT89C51, MPX2100GP, TGS2610

Banyaknya berita kebakaran yang terjadi pada dapur dikarenakan kebocoran gas baik karena kecerobohan manusia atau kesalahan sistem pada saat ditinggalkan. Oleh karena itu diperlukan suatu alat yang dapat melakukan monitoring kondisi keamanan secara otomatis pada dapur dari jarak jauh dengan menggunakan fasilitas SMS.

Melalui alat ini pemilik akan mendapatkan informasi jika terjadi kebocoran gas di dapur tersebut dengan pengontrol utama mikrokontroler AT89C51 dan PCF8591 sebagai I²C bus masukan detektor gas dan detektor tekanan, sehingga pemilik dapat memonitoring kondisi keamanan dan dapat melakukan pencegahan kebocoran awal melalui fasilitas hand phone.

Alat ini bekerja sesuai dengan yang direncanakan, SMS yang diterima oleh user akan diperiksa nomor pengirimnya dan isi SMS-nya. SMS yang diterima user pada waktu terjadi kebocoran gas adalah (Gas <spasi> Bocor), dan pada waktu tabung dalam kondisi kosong adalah (Tabung <spasi> Kosong).

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadirat ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini merupakan persyaratan kelulusan Studi di Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang dan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik. Pada penulisan skripsi ini penulis memberi judul “Perancangan Dan Pembuatan Alat Pendeteksi Kebocoran Selang Gas Elpiji Menggunakan Informasi Lewat Sms Dengan Menerapkan I²C Bus Berbasis Mikrokontroler AT89C51”

Mengingat banyaknya bantuan yang penulis terima dari berbagai pihak dalam penyusunan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
3. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Sotyohadi, ST, MSc selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Widodo Pudji M., MT selaku Dosen penguji I
6. Bapak I Komang Somawirata, ST, MT selaku Dosen penguji II
7. Ayah dan Ibu serta keluarga yang telah memberikan doa, dorongan, semangat, dan biaya.

8. Semua yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

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

Harapan penyusun semoga laporan skripsi ini memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan digunakan sebagai pertimbangan bagi penelitian dan pengembangan selanjutnya.

Malang, 30 Agustus 2007

(Penulis)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II. LANDASAN TEORI	
2.1. Pendahuluan	5
2.2. Mikrokontroler AT89C51	5
2.2.1. Arsitektur AT89C51	6
2.2.2. Fungsi Pin mikrokontroler AT89C51	9
2.2.3. Siklus Mesin	12
2.2.4. Organisasi Memori	14
2.2.5. Timer dan Counter	14

2.2.6.	SFR (<i>Special Fungtion Register</i>).....	17
2.2.7.	Program Status Word (PSW).....	18
2.2.8.	Power Register Control (PCON).....	19
2.2.9.	Sistem Interupsi.....	20
2.2.10.	Metode Pengalamatan.....	21
2.3.	Telepon seluler.....	22
2.3.1.	Siemens C35.....	23
2.3.2.	Format Data SMS.....	24
2.3.3.	Prinsip Kerja SMS.....	25
2.3.4.	PDU untuk kirim SMS ke SMS- <i>Centre</i>	25
2.3.5.	AT Command.....	35
2.4.	Inter Integratet Circuit Bus (I ² C).....	35
2.4.1.	Fitur Utama I ² C.....	37
2.4.2.	Keuntungan I ² C.....	38
2.4.3.	PCF8591 8-bit A/D and D/A Converter.....	38
2.5.	Sensor.....	40
2.5.1.	Sensor Gas TGS2610 Sebagai detektor Gas Elpiji.....	40
2.5.2.	Sensor Tekanan MPX2100GP Sebagai Detektor tekanan.....	43

BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1.	Pendahuluan.....	45
3.1.1.	Spesifikasi Alat.....	45
3.1.2.	Blok Diagram Keseluruhan Sistem.....	46
3.1.3.	Rancangan Proses Kerja Alat.....	47

3.2. Perencanaan Perangkat Keras	48
3.2.1. Perancangan Komunikasi Data Handphone dengan Mikrokontroler	48
3.2.2. Perancangan komunikasi Data PCF8591 I ² C Bus Dengan Mikrokontroler	49
3.2.3. Mikrokontroler AT 89C51	50
3.2.3.1. perancangan penggunaan Port Pada Mikrokontroler AT89C51	50
3.2.3.2. Pengaturan <i>Baud Rate</i>	52
3.2.3.3. Perancangan Rangkaian Reset	53
3.2.4. Perancangan <i>Exhaust Fan</i> Sebagai Penyedot Kebocoran Gas	54
3.2.5. Perencanaan Rangkaian Driver Buzzer	56
3.3. Perancangan Rangkaian Penguat	58
3.4. Perancangan Perangkat Lunak	60

BAB IV. PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA SISTEM

4.1. Pengujian Handphone	62
4.2. pengujian Driver <i>Fan</i>	63
a. Peralatan Yang Digunakan	63
b. Langkah-langkah Pengujian	64
c. Analisa	64
4.3. Pengujian Rangkaian <i>driver Buzzer</i>	66
a. Peralatan Yang Digunakan	66

b.	Langkah Pengujian	67
c.	Analisa	67
4.4.	Pengujian Detektor Gas Elpiji	69
4.5.	Pengujian Detektor tekanan.....	70
4.5.1.	pengujian rangkaian Pengkondisi Sinyal Detektor Tekanan	70
a.	Tujuan	70
b.	Peralatan Yang Digunakan.....	70
c.	Langkah-langkah Pengujian	71
d.	Analisa.....	71
4.6.	Pengujian PCF8591 Sebagai ADC	72
4.7.	pengujian Keseluruhan.....	73
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan	75
5.2.	Saran	75
 Daftar Pustaka.....		
 Lampiran.....		

DAFTAR GAMBAR

2.1. Blok Diagram AT89C51	8
2.2. Pin/Kaki Dari IC AT89C51	9
2.3. Osilator Eksternal AT89C51	12
2.4. Diagram Waktu Pelaksanaan Instruksi MCS 51	13
2.5. Konektor Siemens C35	23
2.6. Koneksi I ² C Bus	38
2.7. konfigurasi Pin PCF8591 AD/DA	39
2.8. Sensor Gas TGS2610	41
2.9. Sensor Tekanan MPX2100GP	43
3.1. Blok Diagram Sistem	46
3.2. Rangkaian interface Antara Handphone Dengan Mikrokontroller	49
3.3. Komunikasi Data PCF8591 I ² C Bus Dengan Mikrokontroller	50
3.4. Minimum Sistem AT89C51	51
3.5. Rangkaian Osilator	52
3.6. Rangkaian Reset Untuk MCU AT89C51	53
3.7. Rangkaian Driver Fan	54
3.8. rangkaian Driver Buzzer	57
3.9. Rangkaian Penguat Inverting Amplifier Detektor Tekanan	59
3.10. Flochart Pada Client untuk menampilkan pesan	61
4.1. Hasil Pengujian Handphone	62

4.2.	rangkaian pengujian Driver Fan	64
4.3.	Rangkaian pengujian Driver buzzer	67
4.4.	Rangkaian Pengujian Pengkondisi Sinyal Detektor tekanan	70
4.5.	Tampilan Waktu Terjadi Kebocoran Gas.....	74
4.6.	Tampilan waktu Tabung Habis.....	74

DAFTAR TABEL

2.1. Keluarga Mikrokontroller MCS-51	6
2.2. fungsi alternatif Port 3.....	10
2.3. Keterrangan Register TCON.....	15
2.4. Kombinasi M0 dan M1 Pada register TMOD.....	16
2.5. <i>Special Fungtion Register (SFR)</i>	18
2.6. <i>Program Status Worrdd (PSW)</i>	19
2.7. <i>Power Control Register (PCON)</i>	19
2.8. Keterangan Konektor Siemens C35.....	24
2.9. Beberapa Nomor SMS Center National Code.....	27
2.10. Beberapa Nomor SMS Center International Code.....	27
2.11. rumus untuk menghitung Jangka Waktu Validitas SMS	30
2.12. skema 7 bit SMS Pada Telepon Seluler.....	33
2.13. Format SMS Kirim Dalam PDU.....	34
2.14. AT Comand Pada SMS	35
4.1. Hasil pengujian Handphone	63
4.2. Hasil Pengukuran dan Perhitungan Driver Fan	66
4.3. Hasil Pengukuran dan perhitungan Driver Buzzer	69
4.4. Hasil Percobaan Pendeteksian Kebocoran Gas Elpiji.....	69
4.5. Perbandingan perhitungan Dan Pembacaan PCF8591 Sebagai ADC... ..	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi elektronika komunikasi, telepon seluler merupakan alat komunikasi yang praktis, cepat, mudah dan mempunyai jangkauan yang luas dan dapat diandalkan. Dengan telepon seluler yang lebih dikenal dengan sebutan *Handphone* (HP), seseorang dapat melakukan pembicaraan secara langsung dan juga dapat saling mengirim pesan atau SMS. Seiring dengan perkembangan tersebut, manusia semakin dituntut untuk melaksanakan segala sesuatu bukan hanya cepat tetapi juga harus tepat. Untuk itu manusia senantiasa mencari cara untuk mempermudah pekerjaannya, dan berkaitan dengan hal tersebut manusia juga cenderung mencari alternatif pemecahan masalah bagi pekerjaannya sehingga dapat dilakukan secara otomatis.

Hal ini sering kita ketahui dalam kehidupan sehari-hari dengan banyaknya berita kebakaran yang terjadi pada dapur dikarenakan kebocoran gas baik karena kecerobohan manusia atau kesalahan sistem pada saat ditinggalkan.

Oleh karena itu diperlukan suatu alat yang dapat melakukan monitoring kondisi keamanan secara otomatis pada dapur dari jarak jauh dengan menggunakan fasilitas SMS. Melalui alat ini pemilik akan mendapatkan informasi jika terjadi kebocoran gas di dapur tersebut dari jarak jauh melalui

fasilitas SMS, sehingga pemilik dapat memonitoring kondisi keamanan dan dapat melakukan pencegahan kebocoran awal melalui fasilitas pada HP.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan dibahas yaitu : Bagaimana merancang dan membuat *hardware* beserta *software* yang dapat mendeteksi kebocoran pada selang Gas Elpiji menggunakan informasi lewat SMS dengan menerapkan I²C bus berbasis mikrokontroler AT89C51. Dari permasalahan tersebut diperoleh judul skripsi:

**“Perancangan Dan Pembuatan Alat Pendeteksi Kebocoran Selang
Gas Elpiji Menggunakan Informasi Lewat SMS Dengan Menerapkan
I²C Bus Berbasis Mikrokontroler AT89C51”**

1.3. Tujuan

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk merencanakan dan membuat *prototipe* alat yang dapat mendeteksi kebocoran selang Gas Elpiji menggunakan informasi lewat SMS dengan menerapkan I²C bus berbasis mikrokontroler AT89C51.

1.4. Batasan Masalah

Dalam menyusun skripsi ini diperlukan suatu batasan masalah agar tidak menyimpang dari ruang lingkup yang akan dibahas, batasan masalah tersebut meliputi:

- Alat menggunakan mikrokontroler AT89C51 sebagai pengontrol utama dan I²C Bus serta sebuah HP Siemens C35 untuk transfer informasi dari alat ke pemilik melalui SMS.
- Tidak membahas tentang internal dari telepon seluler.
- Proses komunikasi seluler berbasis SMS yang digunakan alat diasumsikan berlangsung secara ideal.
- Simulasi alat ini menggunakan tabung mini gas.
- Tidak membahas sumber catu daya alat yang digunakan.

1.5. Metodologi

Metodologi yang dipakai dalam pembuatan skripsi ini adalah:

1. Studi Literatur

Dengan mencari referensi-referensi yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan alat yang akan dibuat.

2. *Field Research*

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

3. *Design* dan Pembuatan Alat

Meliputi pembuatan PCB, perakitan komponen serta penyolderan dan pembuatan perangkat lunak.

4. Pengujian Alat

Dengan melakukan pengujian perblok rangkaian dan kerja seluruh sistem pada alat tersebut.

5. Penyusunan Laporan Skripsi

Membuat laporan yang terdiri dari: Pendahuluan, Landasan Teori, Perencanaan dan Pembuatan Alat, Pengujian Alat dan Penutup.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terbagi menjadi lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II DASAR TEORI

Membahas teori dasar penunjang perancangan dan pembuatan alat.

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas tentang perancangan alat yang terdiri dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

BAB IV PENGUJIAN ALAT

Membahas tentang pengujian peralatan secara keseluruhan dan analisa hasil pengujian.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran.

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori penunjang dari peralatan yang direncanakan. Teori penunjang membahas tentang komponen dan peralatan pendukung pada alat yang dibuat. Pokok pembahasan pada bab ini adalah:

- Teori mikrokontroler AT 89C51
- Telephone seluler
- Teori tentang Format data SMS
- *Inter Integrated Circuit Bus (I²C)*
- Sensor-sensor

2.2 Mikrokontroler AT89C51

Perbedaan mendasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor adalah mikrokontroler selain memiliki CPU juga dilengkapi dengan memori input-output yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokomputer sehingga sebuah mikrokontoller dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal (*single chip Microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri.

Mikrokontroler AT89C51 adalah mikrokontroler ATMEL yang kompatibel penuh dengan mikrokontroler keluarga MCS-51, membutuhkan daya yang rendah, memiliki performa yang tinggi dan merupakan mikrokomputer 8 bit yang dilengkapi 4 Kbyte EPROM (*Erasable and Programable Read Only Memori*) dan 128 byte RAM internal. Program memori dapat diprogram ulang

dalam sistem atau dengan menggunakan Program *Nonvolately Memory Konvensional*.

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

Tabel 2.1. Keluarga Mikrokontoller MCS- 51

PART NUMBER	ON- CHIP CODE MEMORY	ON CHIP DATA MEMORY	TIMER
8051	4K ROM	128 BYTES	2
8031	0K	128 BYTES	2
8751	4K EPROM	128 BYTES	2
8052	8K ROM	256 BYTES	3
8032	0K	256 BYTES	3
8752	8K EPROM	256 BYTES	3
AT89C51	4K EPROM	128 BYTES	2

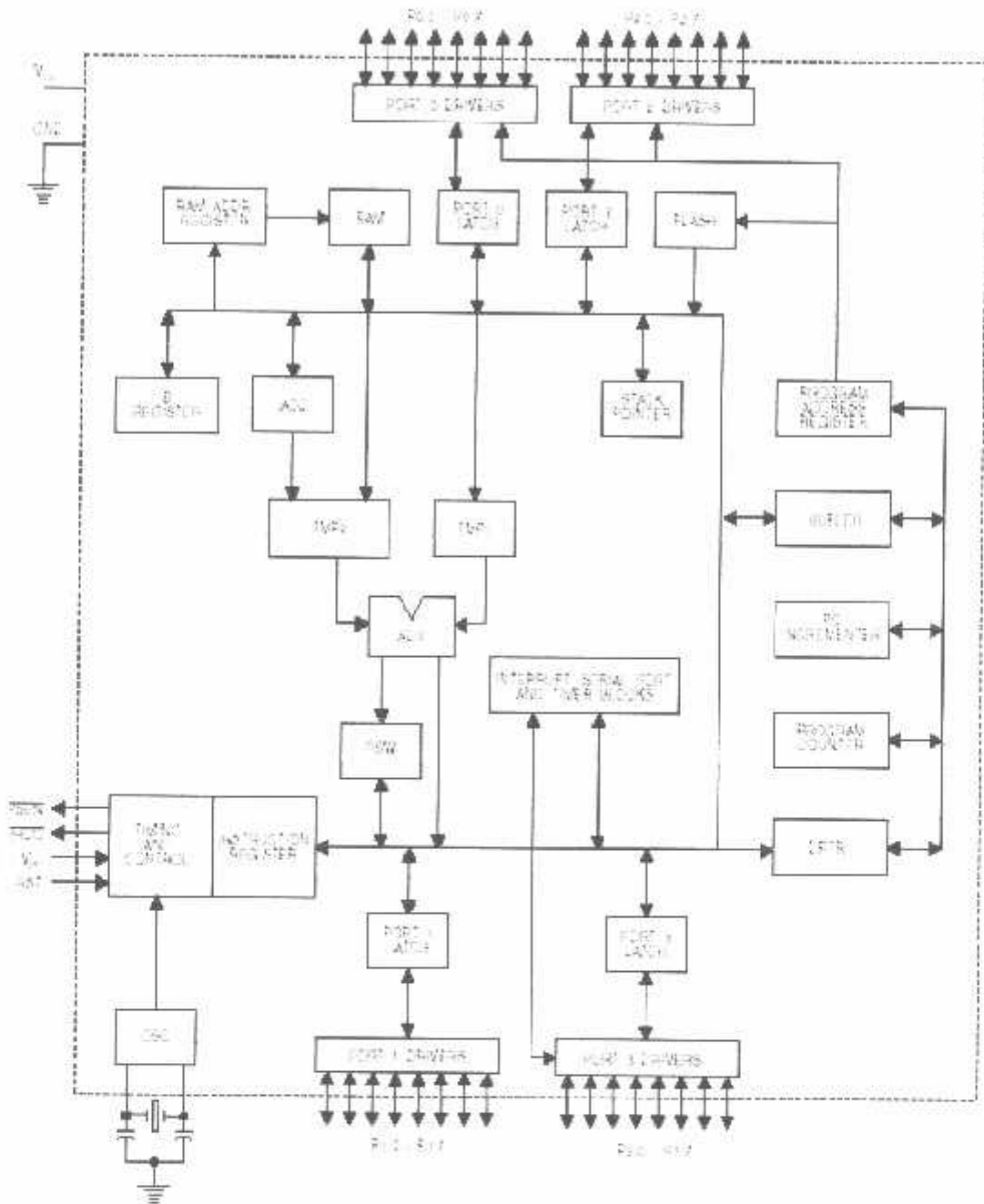
2.2.1. Arsitektur AT89C51

Sebagai *single chip* yaitu suatu sistem mikroprocessor yang terintegrasi, mikrokontroler AT89C51 mempunyai konfigurasi sebagai berikut:

1. CPU 8 bit termasuk keluarga MCS-51.
2. 4 Kbyte alamat untuk *memory program internal* (EPROM)
3. 128 byte *memory data* dalam (*Internal Data memory / RAM*).
4. 8 bit *program status word* (PSW).
5. 8 bit *stack pointer* (SP).
6. 32 pin I/O tersusun yaitu port 0-port 3 @ 8 bit.

7. 2 buah *timer / counter* 16 bit.
8. Data *serial full duplex*.
9. *Control register*
10. 5 sumber *interrupt*
11. Rangkaian osilator dan *clock*.

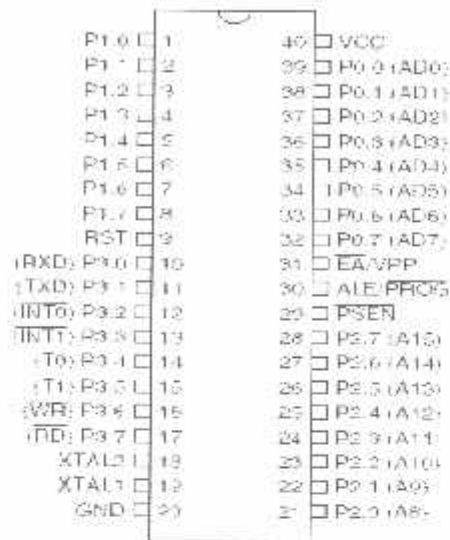
Arsitektur dasar dari mikrokontroler AT89C51 seperti diagram blok berikut ini:



Gambar 2.1. Blok Diagram AT89C51

2.2.2. Fungsi Pin Mikrokontroler AT89C51

Susunan pin-pin mikrokontroler AT89C51 diperlihatkan pada Gambar 2.2, dan penjelasan dari masing-masing pin adalah sebagai berikut



Gambar 2.2. Pin/kaki dari IC AT89C51

1. Port 0

Port 0 merupakan port dua fungsi yang berada pada pin 32-39 dari IC AT89C51. Merupakan port I/O 8 bit dua arah yang serba guna port ini dapat digunakan sebagai *multiplex bus* data dan bus alamat rendah untuk pengaksesan memori eksternal.

2. Port 1

Port 1 merupakan port I/O yang berada pada pin 1-8. Port ini dapat bekerja dengan baik untuk operasi bit maupun byte, tergantung dari pengaturan pada software.

3. Port 2

Port 2 merupakan port I/O serba guna yang berada pada pin 21- 28, port ini dapat juga digunakan sebagai bus alamat byte tinggi untuk rancangan yang melibatkan pengaksesan memori eksternal.

4. Port 3

Port 3 merupakan port I/O yang memiliki dua fungsi yang berada pada pin 10-17, port ini mempunyai multi fungsi, seperti yang terdapat pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2. Fungsi Alternatif Port 3

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

5. PSEN (*Programable Store Enable*)

PSEN adalah sebuah sinyal keluaran yang terdapat pada pin 29. Fungsinya adalah sebagai sinyal kontrol untuk memungkinkan

mikrokontroler membaca program (*code*) dari memori eksternal atau dapat dikatakan sebagai sinyal kontrol yang menghubungkan memori program eksternal dengan bus selama pengaksesan.

6. ALE (*Address Latch Enable*)

Sinyal output ALE yang berada pada pin 30 fungsinya sama dengan ALE pada mikroprosesor INTEL 8085 atau 8088. Sinyal ALE dipergunakan untuk *demultiplex* bus alamat dan bus data. Dan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.

7. EA (*External Acces*)

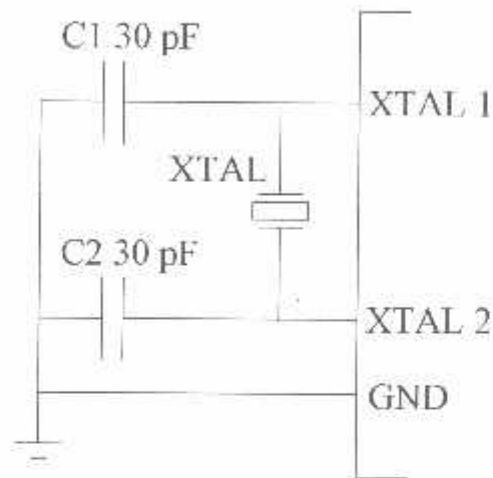
Maksudnya sinyal EA terdapat pada pin 31 yang dapat diberikan logika rendah (*ground*) atau logika tinggi (+5V). Jika EA diberikan logika tinggi maka mikrokontroler akan mengakses program dari ROM internal (EPROM/ *flash memori*). Jika EA diberi logika rendah maka mikrokontroler akan mengakses program dari memori eksternal.

8. RST (*Reset*)

Input *reset* pada pin 9 adalah reset master untuk AT89C51. Perubahan tegangan dari rendah ke tinggi akan mereset AT89C51.

9. Osilator

Osilator yang disediakan pada chip dikemudikan dengan kristal yang dihubungkan pada pin 18 (X2) dan pin 19 (X1) sebesar 11, 0592 Mhz.



Gambar 2.3. Osilator Eksternal AT89C51

10. Power

AT89C51 dioperasikan dengan tegangan supply +5V pin Vcc berada pada pin 40 dan Vss (*ground*) pada pin 20.

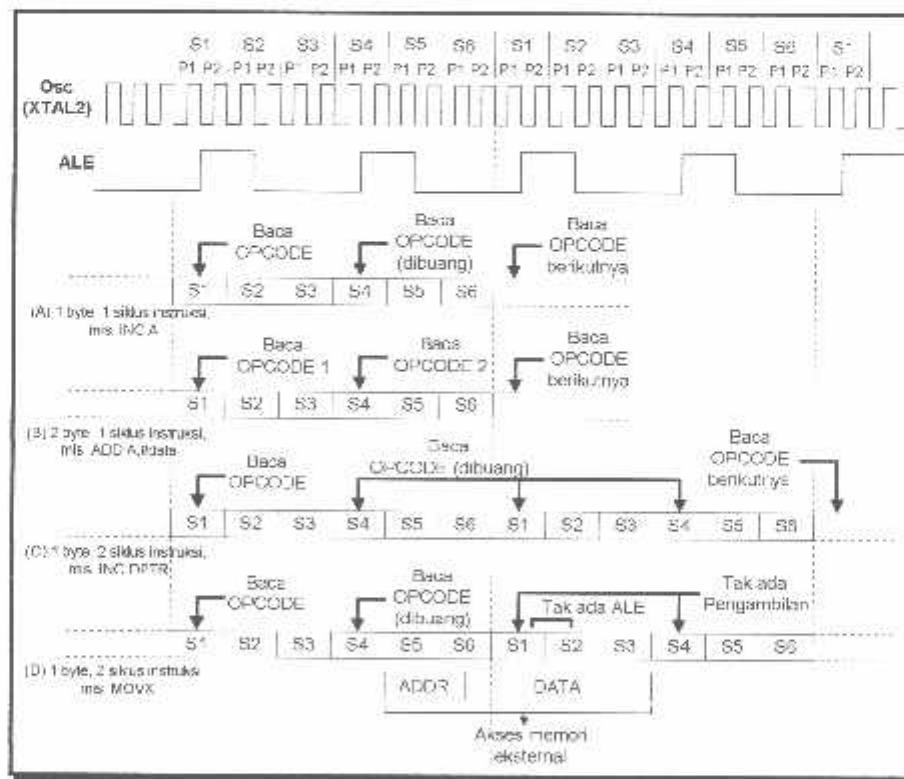
2.2.3. Siklus Mesin

Satu siklus mesin terdiri atas 6 kondisi yang berurutan dan diberi nomor S1 sampai S6. Lama waktu untuk masing – masing kondisi adalah sebesar dua periode osilatornya, jadi satu siklus mesin membutuhkan waktu sebesar 12 periode osilator atau sebesar 1 μ detik untuk frekuensi

osilator sebesar 12 MHz. Gambar 2.3 menunjukkan kondisi dan tahapan dalam pelaksanaan beberapa macam instruksi.

Pada kondisi normal terjadi dua pengambilan *opcode* dalam satu siklus mesin, walaupun instruksi yang dieksekusi tidak membutuhkannya. Jika instruksi yang dieksekusi tidak membutuhkan *opcode* lagi, CPU akan mengabaikan pengambilan *opcode* berikutnya dan cacahan *Program Counter* tidak akan dinaikkan.

Pembacaan memori program eksternal pada mikrokontroler AT89C51 ditandai dengan aktifnya sinyal \overline{PSEN} . Sinyal \overline{PSEN} normalnya diaktifkan dua kali per-siklus mesin kecuali saat instruksi yang dieksekusi berupa pengaksesan data dari memori data eksternal.



Gambar 2.4. Diagram waktu pelaksanaan instruksi MCS 51

2.2.4. Organisasi Memori

Mikrokontroler AT89C51 mengimplementasikan ruang memori yang terpisah antara program (*code*) dan data. Seperti ditunjukkan pada Tabel 2.3, program data keduanya bisa merupakan memori internal, tetapi keduanya dapat diperluas dengan memori eksternal sampai 64 Kb memori program dan 64 Kb memori data.

Memori internal terdiri dari ROM / flash memori dan RAM data didalam chip. RAM berisi susunan *general purposes storage, bit addressable storage, and register bank dan special function register*.

Ruang internal pada mikrokontroler AT89C51 dibagi menjadi:

1. *Register bank (00H-1FH), bit addressable.*
2. *Bit addressable RAM (20H-2FH).*
3. *General Purpose RAM (30H-7FH).*
4. *Special Function register (80H-FFH).*

2.2.5. Timer dan Counter

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai dua buah *timer/counter* 16 bit yang dapat diatur melalui perangkat lunak, yaitu *timer/counter* 0 dan *timer/counter* 1. Periode waktu *timer/counter* secara umum ditentukan dengan persamaan berikut:

- Sebagai *timer/counter* 8 bit

$$T = (255 - TLx) * 1 / (F_{osc} / 12)$$

Dimana TLX adalah register TLO atau TL1

- Sebagai *timer/counter* 16 bit

$$T = (65535 - THx - TLx) * 1 / (Fosc / 12)$$

Dimana :

THx = isi register TH0 atau TH1

TLx = isi register TLO atau TL1

Pengontrolan kerja *timer* atau *counter* adalah pada *register timer control* (TCON). Adapun definisi dari bit-bit pada *timer control* adalah sebagai berikut:

MSB	LSB						
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

Tabel 2.3 Keterangan Register TCON

Simbol	Posisi	Fungsi
TF1	TCON. 7	Timer 1 over flow flag, diset oleh perangkat keras saat timer/ counter menghasilkan over flow
TR1	TCON. 6	Bit untuk menjalankan timer 1. diset oleh software untuk membuat timer ON/OFF.
TF 0	TCON. 5	Timer 0 over flag. Diset oleh hardware
TR 0	TCON. 4	Bit untuk menjalankan timer 0. Diset / clear oleh software untuk membuat timer ON atau OFF.
IE 1	TCON. 3	Eksternal interrupt 1 Edge.
IT 1	TCON. 2	Interrupt 1 type control bit. Diset/ clear oleh software untuk menspesifikasi sisi turun/ level rendah dari intrupsi eksternal.
IE 0	TCON. 1	Eksternal interrupt 0 edge flaf.
IT 0	TCON. 0	Interrupt 0 type control bit.

Pengontrolan pemilihan mode operasi *timer/counter* adalah register *timer mode* (TMOD) yang mana definisi bit-bitnya adalah sebagai berikut:

MSB	LSB						
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0

Keterangan:

GATE : Saat Trx dalam TCON diset 1 dan GATE = 1, *timer/counter* x akan berjalan ketika Trx = 1 (*timer* dikontrol oleh software).

C/T : Pemilihan fungsi timer atau counter. Clear (0) untuk operasi timer dengan masukan dari sistem *clock internal*. Set (1) untuk operasi counter dengan masukan dari pin T0 dan T1.

M1 : Bit pemilih mode 1

M0 : Bit pemilih mode 0

Tabel 2.4. Kombinasi M0 dan M1 pada register TMOD

M1	M0	Mode	Operasi
0	0	0	Timer 13 bit
1	1	1	Timer / Counter 16 bit
1	0	2	Timer auto reload 8 bit (pengisian otomatis)
1	1	3	TLO adalah timer / counter 8 bit yang dikontrol oleh control bit standart timer 0. THO adalah timer 8 bit dan di kontrol oleh bit timer 1

Dibawah ini akan dijelaskan tentang pengertian tentang mode yang akan digunakan pada register TMOD, sebagai berikut:

- Mode 0

Dalam kode ini register timer disusun sebagai register 13 bit setelah semua perhitungan selesai, mikrokontroler akan mengeset *timer Interupt Flag* (TF1).

Dengan membuat GATE = 1, timer dapat dikontrol oleh masukan liar INT1, untuk fasilitas pengukuran lebar pulsa.

- Mode 1

Mode 1 sama dengan mode 0 kecuali *register timer* akan bekerja dalam register 16-bit.

- Mode 2

menyusun *register timer* sebagai 8-bit counter. *Over flow* dari TL1 tidak hanya mengeset TF1 tetapi juga mengisi TL1 dengan isi TH1 yang diatur secara *software*. Pengisian ini tidak mengubah TH1.

- Mode 3

Timer 1 dalam mode 3 semata-mata memegang hitungan. Efeknya sama seperti mengeset TR = 0. Timer 0 dalam mode 3 menetapkan TL0 dan TH0 sebagai 2 counter terpisah. TL0 menggunakan *control bit timer* 0, yaitu C/T, GATE, TR0, INT0, DAN TF0, TH0 ditetapkan sebagai fungsi TIMER.

2.2.6. SFR (*Special Function Register*)

Register internal 8051 tersusun sebagai bagian dari RAM internal mikrokontroler. Tentunya setiap register mempunyai sebuah alamat. *Special Function Register* (SFR) berjumlah 21 yang terletak pada bagian atas RAM internal, yaitu yang beralamat 80H - FFH. Dapat diperlihatkan seperti tabel berikut ini.

Tabel 2.5. *Special Function Register (SFR)*

SIMBOL	NAME	ADDRES
ACC	ACCUMULATOR	0E0H
B	B REGISTER	0F0H
PSW	PROGRAM STATUS WORD	0D0H
IP	INTERUPT PRIORITY CONTROL	0B8H
IE	INTERUPT ENABLE CONTROL	0A8H
P3	PORT 3	0B0H
P2	PORT 2	0A0H
P1	PORT 1	90H
P0	PORT 0	80H
SBUF	SERIAL DATA BUFFER	99H
SCON	SERIAL CONTROL	98H
TH1	TIMER/ COUNTER 1 HIGH CONTROL	8DH
TH0	TIMER/ COUNTER 0 HIGH CONTROL	8CH
TL1	TIMER/ COUNTER1 LOW CONTROL	8BH
TL0	TIMER/ COUNTER 0 LOW CONTROL	8AH
TMOD	TIMER/ COUNTER MODE CINTROL	89H
TCON	TIMER/ COUNTER CONTROL	88H
PCON	POWER CINTROL	87H
DPH	HIGH BYTE	83H
DPL	LOW BIYTE	82H
SP	STACK POINTER	80H

2.2.7. *Program Status Word (PSW)*

Untuk mendefinisikan *program status word* ini dapat dilakukan perbyte maupun secara keseluruhan dari register ini, terletak dialamat D0H yang berisi bit status. Selengkapnya terdapat pada tabel berikut :

Tabel 2.6. *Program Status Word (PSW)*

BIT	SIMBOL	ADDRES	BIT DESCRIPTION
PSW. 7	CY	D7 H	Carry Flag
PSW. 6	AC	D6 H	Auxiliary Flag
PSW. 5	F0	D5 H	Flag 0
PSW. 4	RS1	D4 H	Register bank select 1
PSW. 3	RS0	D3 H	Register bank select 0 00 = bank 0; addresses 00H - 07H 01 = bank 1; addresses 08H - 0FH 10 = bank 2; addresses 10H - 17H 11 = bank 3; addresses 18H - 1FH
PSW. 2	OV	D2 H	Over Flow Flag
PSW. 1	-	D1 H	Reserved
PSW. 0	P	D0 H	Even Parity flag

2.2.8. *Power Register Control (PCON)*

PCON terletak pada alamat 87H yang berisi beberapa bit kontrol dan dirangkum pada tabel berikut ini.

Tabel 2.7. *Power Control Register (PCON)*

BIT	SIMBOL	DISKRIPSI
7	SMOD	Double - baud rate bit; jika diset maka baud rate didouble dan berlaku pada mode serial port 1, 2 dan 3
6	-	Tidak didefinisikan
5	-	Tidak didefinisikan
4	-	Tidak didefinisikan
3	GF1	General purpose flag bit 1
2	GF2	General purpose flag bit 0
1*	PD	Power down; kondisi set untuk mengaktifkan mode power down, keluar dari mode ini hanya dengan reset.
0*	IDL	Mode idle; kondisi set untuk mengaktifkan mode idle, keluar dari mode ini hanya dengan interrupt atau sistem reset

2.2.9. Sistem Interupsi

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 5 buah sumber *interrupt* yang dapat membangkitkan *interrupt request*:

- INT0 : Permintaan *interrupt* luar dari kaki P3.2
- INT1 : Permintaan *interrupt* luar dari kaki P3.3
- Timer/Counter 0 : Bila terjadi *overflow*
- Timer/Counter 1 : Bila terjadi *overflow*
- Port serial : Bila Pengiriman/Penerimaan satu *frame* telah lengkap

Saat terjadi *interrupt* mikrokontroler secara otomatis akan menuju ke subrutin pada alamat tersebut. Setelah *interrupt service* selesai dikerjakan, mikrokontroler akan mengerjakan program semula. Dua sumber merupakan sumber *interupsi eksternal*, INT1. Kedua interupsi eksternal dapat aktif, level aktif transisi tergantung isi ITO dan IT1. Pada register TCON interupsi timer 1 dan timer 0 aktif pada saat timer yang sesuai mengalami *roll-over*. Interupt serial dibangkitkan dengan melakukan operasi OR pada R1 dan T1. Setiap sumber interupsi dapat enable atau disable melalui *software*.

Tingkat prioritas semua sumber interupsi dapat diprogram sendiri-sendiri dengan set atau *clear* bit pada SFR IP (*Interupt Priority*). Interupsi tingkat rendah dapat diinterupsi oleh interupsi yang mempunyai tingkat interupsi yang lebih tinggi, tetapi tidak sebaliknya. Walaupun demikian, interupsi yang tingkat interupsinya lebih tinggi tidak bisa menginterupsi sumber interupsi yang lain.

2.2.10. Metode Pengalamatan

Metode pengalamatan pada AT89C51 adalah sebagai berikut :

a. Pengalamatan tak langsung

Operand pengalamatan tak langsung menunjuk kearah sebuah register yang berisi lokasi alamat memori yang akan digunakan dalam operasi. Lokasi yang nyata tergantung pada isi register saat instruksi dijalankan. Untuk melaksanakan pengalamatan tak langsung digunakan symbol @. Berikut ini diberikan beberapa contoh:

ADD A, @R0: Tambahkan isi RAM yang lokasinya ditunjuk oleh register R0 ke akumulator

DEC @R1 : Kurangilah dengan satu, isi RAM yang alamatnya ditunjukkan oleh register R1.

MOVX @DPTR, A : Pindahkan isi akumulator ke memori luar yang lokasinya ditunjukkan oleh *data pointer* (DPTR).

b. Pengalamatan langsung

Pengalamatan langsung dilakukan dengan memberikan nilai ke suatu register secara langsung. Untuk melaksanakan hal tersebut digunakan tanda #.

Sebagai contoh:

MOVA, # 01H: isi akumulator dengan bilangan 01H

MOV DPTR, # 19ABH: Isi register DPTR dengan bilangan 19ABH

Pengalamatan data langsung dari 0 sampai 127 akan mengakses RAM internal. Sedang pengalamatan dari 128 sampai 255 akan mengakses register perangkat keras sebagai contoh:

MOV P3, A : Pindahkan isi akumulator ke alamat data B0H

(BOH adalah alamat Port 3)

c. Pengalamatan bit

Pengalamatan bit adalah penunjukan alamat lokasi bit baik dalam RAM internal, (byte 32 sampai 47) maupun bit perangkat keras. Untuk melakukan pengalamatan bit digunakan simbol titik misalnya:

SETB 88H.6: set bit pada lokasi 88H (Timer 1 ON)

d. Pengalamatan kode

Ada tiga macam instruksi yang dibutuhkan dalam pengalamatan kode, yaitu *relative jump*, *in-block jump* atau *call*, dan *long jump*.

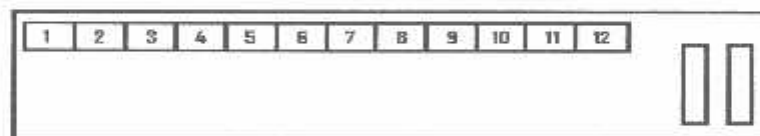
2.3. Telepon Selular

Telepon Selular (Ponsel) adalah suatu jenis telepon bergerak yang menggunakan teknologi sel sebagai akses komunikasinya sehingga memudahkan seseorang untuk berkomunikasi dimanapun dan dalam kondisi apapun. Sebuah ponsel dapat mengirim dan menerima data suara menggunakan pemancar RF. Dengan adanya ponsel, maka komunikasi lebih mudah dan lebih efisien tetapi sedikit lebih mahal. Seiring perkembangan teknologi di bidang *mobile* sistem, ponsel tidak hanya mengirim data suara tetapi juga data karakter yang biasa

disebut SMS (*Short Message Service*). Disamping itu, pesatnya perkembangan teknologi saat ini menyebabkan ponsel tidak hanya dapat berkomunikasi antara sesama ponsel, tetapi juga dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler. Hal ini menyebabkan kita dapat melakukan transfer data antara ponsel dan mikrokontroler.

2.3.1. Siemens C-35

Siemens merupakan salah satu merek ponsel yang dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui port serial, sehingga suatu transfer data dapat terjadi antara mikrokontroler dengan ponsel merek Siemens tersebut. Melalui pentransferan data ini pengguna ponsel dapat mengirim atau menerima suatu pesan singkat (SMS). Untuk dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler, Siemens dilengkapi dengan *internal* modem yang dapat mengenali *AT Command*.



Gambar 2.5. Konektor Siemens C-35

Tabel 2.8. Keterangan Konektor Siemens C-35

Nama	Fungsi	In/Out
GND	<i>Ground</i>	
SELF SERVICE	<i>Recognition / control battery charger</i>	In/Out
LOAD	<i>Charging Voltage</i>	In
BATTERY	<i>Battery</i>	Out
DATA OUT	<i>Data Sent</i>	Out
DATA IN	<i>Data received</i>	In
Z CLK	<i>Recognition / control accessories</i>	
Z DATA	<i>Recognition / control accessories</i>	
MIC3	<i>Ground for microphone</i>	In
MIC	<i>Microphone input</i>	
AUD	<i>Loudspeaker</i>	Out
AUDG	<i>Ground for eksternal speaker</i>	

2.3.2. Format Data SMS

SMS (*Short Message Service*) merupakan sebuah mekanisme pengiriman pesan singkat melalui jaringan bergerak (*mobile network*). Panjang maksimum dari sebuah pesan singkat adalah 160 karakter, fasilitas ini disediakan oleh jaringan telepon seluler. Sebenarnya panjang pesan maksimum yang dapat dikirimkan melalui SMS adalah 140 karakter. Teknik ini bertumpu pada keadaan bahwa kode karakter ASCII alfanumerik yang mempunyai lebar data 7 bit (bit ke-7 selalu bernilai 0 sehingga bisa diabaikan). Teknik kompresi *septet to oktet* dilakukan dengan menyisipkan bit-bit LSB karakter selanjutnya ke dalam bit-bit

MSB dari data sebelumnya secara berkesinambungan.

Ada dua Cara pengiriman dan penerimaan SMS, yaitu dengan menggunakan mode teks dan mode PDU (*Protocol Data Unit*). Mode teks tidak terdapat pada beberapa telepon seluler, maka dalam laporan skripsi ini digunakan pesan SMS dengan mode PDU dan tidak membahas mode yang lain. PDU berisi bilangan-bilangan heksadesimal yang terdiri atas: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.

2.3.3. Prinsip Kerja SMS (*Short Message Service*)

Dibalik tampilan menu-menu SMS dalam telepon seluler sebenarnya adalah *AT Command* yang bertugas mengirim, menerima dan menghapus data dari dan ke *SMS centre*. *AT Command* tiap-tiap perangkat SMS bisa berbeda-beda tergantung dari jenis telepon seluler, akan tetapi pada dasarnya sama berdasarkan fungsinya. Data-data yang mengalir ke dan dari *SMS-centre* berbentuk PDU (*Protocol Data Unit*). PDU ini berisi bilangan-bilangan heksadesimal yang mencerminkan bahasa *input output*. PDU tersebut terdiri dari beberapa *header*. *Header* untuk mengirim SMS ke *SMS-centre* berbeda dengan SMS yang diterima dari *SMS-centre*.

2.3.4. PDU Untuk Kirim SMS ke *SMS-Centre*

Format PDU untuk mengirim SMS terdiri atas delapan

header, yaitu sebagai berikut:

1. Nomor *SMS-Centre*

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

- a. Jumlah pasangan heksadesimal *SMS-Centre* dalam bilangan heksa.
- b. Kode *National/International*.
 - Untuk *National*, kode *subheader*-nya yaitu 81
 - Untuk *International*, kode *subheader*-nya yaitu 91
- c. Nomor *SMS-Centre*-nya sendiri, dalam pasangan heksa dibalik-balik. Jika tertinggal satu angka heksa yang tidak memiliki pasangan, angka tersebut akan dipasangkan dengan huruf F di depannya. Contoh: untuk nomor *SMS-Centre* Indosat-M3 dapat ditulis dengan 2 cara yaitu :

- **Cara 1, 0855000000 diubah menjadi:**

- 1) 06 → ada 6 pasang
- 2) 81 → 1 pasang
- 3) 80-55-00-00-00 → 5 pasang

Total ada 6 pasang. Digabung menjadi: **06818055000000**

- **Cara 2, 62855000000 diubah menjadi:**

- 1) 07 → ada 7 pasang
- 2) 91 → 1 pasang
- 3) 26-58-05-00-00-F0 → 6 pasang

Total ada 7 pasang. Digabung menjadi: **07912658050000F0**

Berikut ini beberapa nomor *SMS-Centre* operator seluler di Indonesia:

Tabel 2.9. Beberapa nomor *SMS-Centre National Code*

No	Operator Seluler	SMS-Centre No	Kode PDU
1.	Telkomsel	0811000000	06818011000000
2.	Satelindo	0816124	0581806121F4
3.	Excelcom	0818445009	06818081440590
4.	Indosat-M3	0855000000	0855000000

Tabel 2.10. Beberapa nomor *SMS-Centre International Code*

No	Operator Seluler	SMS-Centre No	Kode PDU
1.	Telkomsel	62811000000	07912618010000F0
2.	Satelindo	62816124	059126181642
3.	Excelcom	62818445009	07912618485400F9
4.	Indosat-M3	62855000000	07912658050000F0

Pengkodekan nomor SMS Center ke bentuk kode PDU

2. Tipe SMS

Untuk tipe SMS kirim = 1, jadi bilangan heksanya adalah 01 atau 11

3. Nomor Referensi

Nomor referensi ini dibiarkan dulu 0, jadi bilangan heksanya adalah 00. Nomor referensi ini akan diberikan secara otomatis oleh ponsel tersebut.

4. Nomor Ponsel Penerima

Sama seperti cara menulis PDU *Header* untuk *SMS-Center*, *header* ini juga terbagi atas tiga bagian, sebagai berikut:

- a. Jumlah bilangan desimal nomor ponsel yang dituju dalam bilangan heksa
- b. *National/International Code*
 - Untuk *National*, kode *subheader-nya* yaitu 81
 - Untuk *International*, kode *subheader-nya* yaitu 91
- c. Nomor ponsel yang dituju, dalam pasangan heksa dibalik. Jika tertinggal satu angka heksa atau tidak memiliki pasangan, angka tersebut dipasangkan dengan huruf 'F' di depannya.

Contoh:

Untuk nomor ponsel yang dituju 628129573337 dapat ditulis dengan dua cara, yaitu sebagai berikut:

- Cara 1, 08129573337 diubah menjadi :
 - a. 0B → ada 11 angka
 - b. 81
 - c. 80-21-59-37-33-F7Sehingga digabung menjadi: **0B818021593733F7**
- Cara 2, 628129573337 diubah menjadi :
 - a. 0C → ada 12 angka
 - b. 91
 - c. 26-18-92-75-33-73

Sehingga digabungkan menjadi: 0C91261892753373

5. Bentuk SMS, antara lain :

0 → 00 → dikirim sebagai SMS.

1 → 01 → dikirim sebagai *telex*.

2 → 02 → dikirim sebagai *fax*.

Dalam hal ini, untuk mengirim dalam bentuk SMS tentu saja harus memakai kode heksa 00.

6. Skema *Encoding Data I/O*

Ada dua skema, yaitu:

a. Skema 7 bit, ditandai dengan angka → 00

b. Skema 8 bit, ditandai dengan angka lebih besar dari 0, kemudian diubah ke heksa.

Kebanyakan ponsel/SMS *Gateway* yang ada di pasaran sekarang menggunakan skema 7 bit sehingga kita menggunakan kode 00.

7. Jangka waktu/waktu validitas

Jika jangka waktu validitas diabaikan (kode 00), itu berarti tidak membatasi waktu berlakunya SMS. Sedangkan jika diisi dengan suatu bilangan integer yang kemudian diubah ke pasangan heksa tertentu, bilangan yang diberikan tersebut akan mewakili jumlah waktu validitas SMS tersebut. Rumus untuk menghitung jangka waktu validitas SMS adalah sebagai berikut:]

Tabel 2.11. Rumus untuk Menghitung Jangka Waktu Validitas SMS

Integer (INT)	Jangka Waktu Validitas SMS
0 – 143	$(INT + 1) \times 5$ menit (berarti : 5 menit s/d 12 jam)
144 – 167	12 jam + $((INT - 143) \times 30)$ menit)
168 – 196	$(INT - 166) \times 1$ hari
197 – 255	$(INT - 192) \times 1$ minggu

Jangka Waktu *Validitas SMS*

(Sumber: Kang, Bustam Ir. "Trik Pemrograman Aplikasi Berbasis SMS")

8. Isi SMS

Header ini terdiri atas dua *subheader*, yaitu:

- a Panjang isi (jumlah huruf dari isi)

Misalnya: untuk kata "bahaya", ada 6 huruf maka penulisannya 06

- b Isi berupa pasangan bilangan heksa

Untuk ponsel/SMS *gateway* berskema *encoding* 7 bit, jika mengetik suatu huruf dari keypadnya, berarti telah membuat 7 angka I/O berturutan. Skema 7 bit tersebut diperlihatkan pada Tabel 2.7.

Ada 2 langkah yang harus dilakukan untuk mengkonversikan isi SMS, yaitu:

Langkah pertama : mengubah menjadi kode 7 bit.

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

Contoh: untuk kata "bahaya"

Langkah pertama:

Isi	Bit ke						
	7	6	5	4	3	2	1
B	1	1	0	0	0	1	0
A	1	1	0	0	0	0	1
H	1	1	0	1	0	0	0
A	1	1	0	0	0	0	1
Y	1	1	1	1	0	0	1
A	1	1	0	0	0	0	1

Langkah Kedua:

Mengubah kode 7 bit menjadi 8 bit, yaitu oleh karena total 7 bit x 6 huruf = 42 bit, sedangkan yang diperlukan adalah 8 bit x 6 huruf = 48 bit, maka diperlukan 6 bit *dummy* yang diisi dengan bilangan 0, ditambahkan pada MSB huruf terakhir. Setiap 8 bit mewakili suatu pasangan heksa. Tiap 4 bit mewakili suatu angka heksa, tentu saja karena secara logika $2^4 = 16$ susunan menjadi:

$\underbrace{000000}_{\text{Bit Dummy}}$
 $\underbrace{1100001}_a$
 $\underbrace{1111001}_y$
 $\underbrace{1100001}_a$
 $\underbrace{1101000}_h$
 $\underbrace{1100001}_a$
 $\underbrace{1100010}_b$

Susunan 4 bit dimulai dari MSB menjadi:

$\underbrace{00000011}_a$
 $\underbrace{00001111}_y$
 $\underbrace{10011100}_a$
 $\underbrace{00111010}_h$
 $\underbrace{00110000}_a$
 $\underbrace{11100010}_b$

Isi	Bit ke							
	8	7	6	5	4	3	2	1
B	1	1	1	0	0	0	1	0
A	E				2			
A	0	0	1	1	0	0	0	0
H	3				0			
H	0	0	1	1	1	0	1	0
A	3				A			
A	1	0	0	1	1	1	0	0
y	9				C			
y	0	0	0	0	1	1	1	1
a	0				F			
a	0	0	0	0	0	0	1	1
a	0				3			

Dengan demikian kata "bahaya" hasil konversinya menjadi:

E2303A9C0F03

Tabel 2.12. Skema 7 Bit SMS pada Telepon Seluler

				B7	0	0	0	0	1	1	1	1
				B6	0	0	1	1	0	0	1	1
				B5	0	1	0	1	0	1	0	1
b4	b3	b2	B1		0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	@	Δ	SP	0	-	P	ˆ	p
0	0	0	1	1			!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	\$	Φ	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3		Γ	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4		Λ		4	D	T	d	t
0	1	0	1	5		Ω	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6		[]	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7		Ψ	.	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8		Σ	(8	H	X	h	x
1	0	0	1	9		Θ)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	LF	Ξ	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	11			+	:	K	Å	k	å
1	1	0	0	12			,	<	L	Ö	l	ö
1	1	0	1	13	CR		-	=	M		m	
1	1	1	0	14		Β	.	>	N	Ü	n	ü
1	1	1	1	15			/	?	O		o	

Cara penggunaan tabel:

Misalnya untuk karakter 'N', yaitu:

1. Cari posisi karakter 'N' pada tabel.
2. Baca nilai biner B1 – B4 pada sisi kiri tabel dan B5 – B7

pada sisi atas tabel.

3. Pembacaan nilai biner dimulai dari kiri ke kanan yaitu B7 – B1, untuk karakter 'N' bernilai 1001110.

Setelah mempelajari masing-masing header maupun sub-header untuk mengirim SMS maka untuk menggabungkan kedelapan header tersebut menjadi PDU yang lengkap adalah sebagai berikut:

Contoh: Untuk mengirimkan kata “bahaya” ke handphone nomor 6285664408185 lewat SMS-center Indosat-M3, tanpa membatasi jangka waktu valid, maka PDU lengkapnya adalah:

07	91	2658050000F0	01	00	0D	91	265866448081F5	00	00	06	E2303A9C0F03
----	----	--------------	----	----	----	----	----------------	----	----	----	--------------

Penjelasan dari format tersebut dapat dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 2.13: Format SMS Kirim dalam PDU

Heksa	Penjelasan
07	Panjang pasangan nomor SMS-Center termasuk tipe Kode
91	Tipe kode Nasional atau Internasional (91 = kode internasional)
2658050000F0	Nomor Service-Center (62855000000)
01	Tipe SMS (01 = tipe untuk pengiriman)
00	Nomor referensi
0D	Panjang nomor handphone penerima
91	Tipe kode Nasional atau internasional
265866448081F5	Nomor Handphone penerima (6285664408185)
00	Tipe bentuk SMS (00 = dikirim sebagai SMS)
00	Tipe data coding
06	Panjang pasangan dari isi SMS
E2303A9C0F03	Isi SMS (bahaya)

2.3.5. AT - Command

Komunikasi data antara telepon seluler dengan periperal lain seperti mikrokontroler dilakukan secara serial menggunakan perintah-perintah AT (*AT Command*). Dengan mengirimkan perintah-perintah AT yang spesifik dapat memerintahkan telepon seluler untuk melakukan apa yang kita inginkan.

Tabel 2.14. *AT Command* pada SMS

Perintah	Fungsi
AT+CMGC	Mengirim sebuah perintah SMS
AT+CMGD	Menghapus sebuah SMS dalam SMS memori
AT+CMGF	SMS Format
AT+CMGL	Daftar SMS
AT+CMGR	Membaca dalam sebuah SMS
AT+CMGS	Mengirim sebuah SMS
AT+CSCA	Alamat dari pusat SMS servis

2.4 Inter Integrated Circuit Bus (I²C)

Pada saat ini desain elektronik dituntut untuk semakin ringkas dan fleksibel, dimana ukuran fisik IC semakin diperkecil dan jumlah pin diminimalkan dengan tetap menjaga fleksibilitas dan komabilitas IC sehingga mudah untuk digunakan dalam berbagai keperluan desain yang berbeda, oleh karenanya banyak perusahaan semikonduktor yang berusaha mengembangkan cara baru komunikasi antar IC yang lebih akomodatif terhadap tuntutan diatas sebagai *alternative* dari hubungan antar IC secara paralel (parallel bus) yang sudah kita

kenal luas. Salah satu metode yang telah matang dan dipakai secara luas adalah IIC (sering ditulis juga I²C) singkatan dari *Inter Integrated Circuit bus* yang dikembangkan oleh Philips *Semiconductor* sejak tahun 1992, dengan konsep dasar komunikasi 2 arah antar IC dan atau antar sistem secara serial menggunakan 2 kabel.

Slave yaitu *device* yang dialamati (diakses berdasarkan alamatnya) oleh Master. *Multi-master* yaitu sistem yang memungkinkan lebih dari satu Master melakukan inisiatif transfer data dalam waktu yang bersamaan tanpa terjadi korupsi data. *Arbitration* yaitu prosedur yang memastikan bahwa jika ada lebih dari satu Master melakukan inisiatif transfer data secara bersamaan, hanya akan ada satu Master yang diperbolehkan dengan tanpa merusak data yang sedang *ditransfer*.

Synchronization yaitu prosedur untuk menyelaraskan sinyal *clock* dari dua atau lebih *device*.

- ***Transmitter*** yaitu *device* yang mengirim data ke bus.
- ***Receiver*** yaitu *device* yang menerima data dari bus.
- ***Master*** Yaitu *device* yang memiliki inisiatif (memulai dan mengakhiri) transfer data dan yang membangkitkan sinyal *clock*.
- ***Slave*** yaitu *device* yang dialamati (diakses berdasarkan alamatnya) oleh Master.
- ***Multi-master*** Yaitu sistem yang memungkinkan lebih dari satu Master melakukan inisiatif transfer data dalam waktu yang bersamaan tanpa terjadi korupsi data.

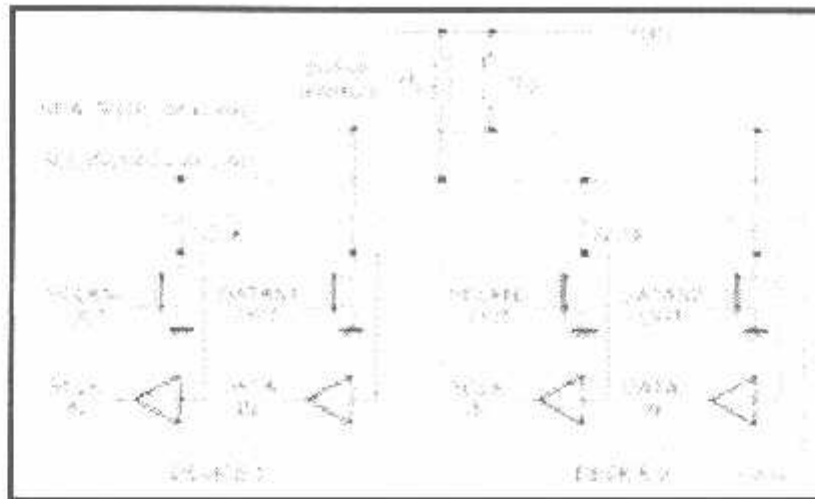
- **Arbitration** yaitu prosedur yang memastikan bahwa jika ada lebih dari satu Master melakukan inisiatif transfer data secara bersamaan, hanya akan ada satu Master yang diperbolehkan dengan tanpa merusak data yang sedang ditransfer.
- **Synchronization** yaitu prosedur untuk menyelaraskan sinyal clock dari dua atau lebih device.

2.4.1 Fitur Utama I²C

Fitur Utama I²C bus adalah sebagai berikut:

- Hanya melibatkan 2 kabel yaitu *serial data line* (selanjutnya disebut **SDA**) dan *serial clock line* (selanjutnya disebut **SCL**).
- Setiap IC yang terhubung dalam I²C memiliki alamat yang unik yang dapat diakses secara *software* dengan *master/slave* protokol yang sederhana.
- I²C merupakan serial bus dengan orientasi data 8 bit (byte), komunikasi 2 arah.

Kedua pin pada I²C yaitu SDA dan SCL harus memiliki kemampuan input dan output serta bersifat *open drain* atau *open collector*. Kedua pin tersebut terhubung pada I²C bus yang telah di pull-up dengan resistor ke suplai positif dari sistem. Semua *device* yang terhubung pada bus harus terhubung pada *ground* yang sama sebagai referensi.



Gambar 2.6 Koneksi IIC bus

2.4.2 Keuntungan I²C

Keuntungan yang didapat dengan menggunakan I²C antara lain:

- Meminimalkan jalur hubungan antar IC (bandingkan dengan parallel bus).
- Menghemat luasan PCB yang dibutuhkan.
- Membuat sistem yang didesain berorientasi software (mudah diekspan dan diupgrade).

2.4.3 PCF8591 8-bit A/D and D/A Converter

PCF8591 adalah suatu chip tunggal buatan Philip Semikonduktor, dengan empat masukan analog data 8-bit CMOS dengan *power supply* rendah, satu keluaran analog dan suatu serial penghubung I²C-Bus. Tiga alamat pin A0, A1 dan A2 digunakan untuk memprogram perangkat keras, dan biasa digunakan sebagai I²C Bus.

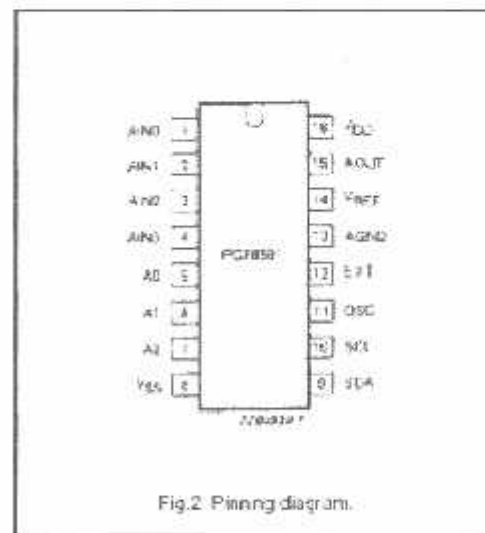
Spesifikasi:

- *Single power supply*
- *Operating supply voltage 2.5 V to 6 V*
- *Low standby current*
- *Serial input/output via I2C-bus*
- *Address by 3 hardware address pins*
- *Sampling rate given by I2C-bus speed*
- *4 analog inputs programmable as single-ended or differential inputs*
- *Auto-incremented channel selection*
- *Analog voltage range from VSS to VDD*
- *On-chip track and hold circuit*
- *8-bit successive approximation A/D conversion*
- *Multiplying DAC with one analog output.*

Konfigurasi pin:

6 PINNING

SYMBOL	PIN	DESCRIPTION
AIN0	1	analog inputs (A/D converter)
AIN1	2	
AIN2	3	
AIN3	4	
A0	5	hardware address
A1	6	
A2	7	
V _{SS}	8	negative supply voltage
SDA	9	I ² C-bus data input/output
SCL	10	I ² C-bus clock input
OSC	11	oscillator input/output
EXT	12	external/internal switch for oscillator input
AGND	13	analog ground
V _{REF}	14	voltage reference input
AOUT	15	analog output (D/A converter)
V _{DD}	16	positive supply voltage



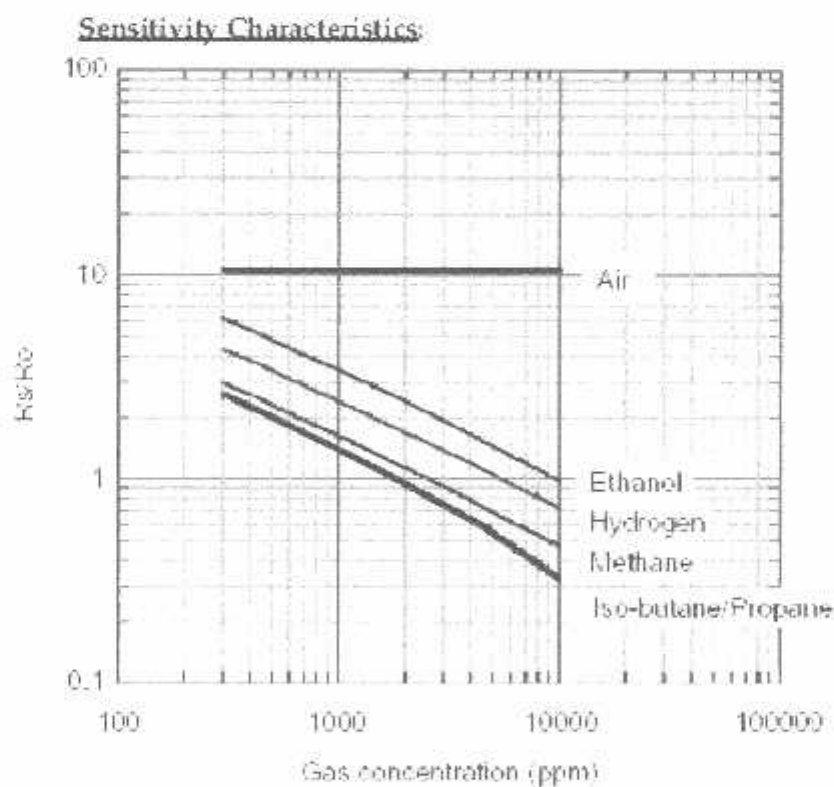
Gambar 2.7. konfigurasi pin PCF8591 AD/DA

2.5 Sensor

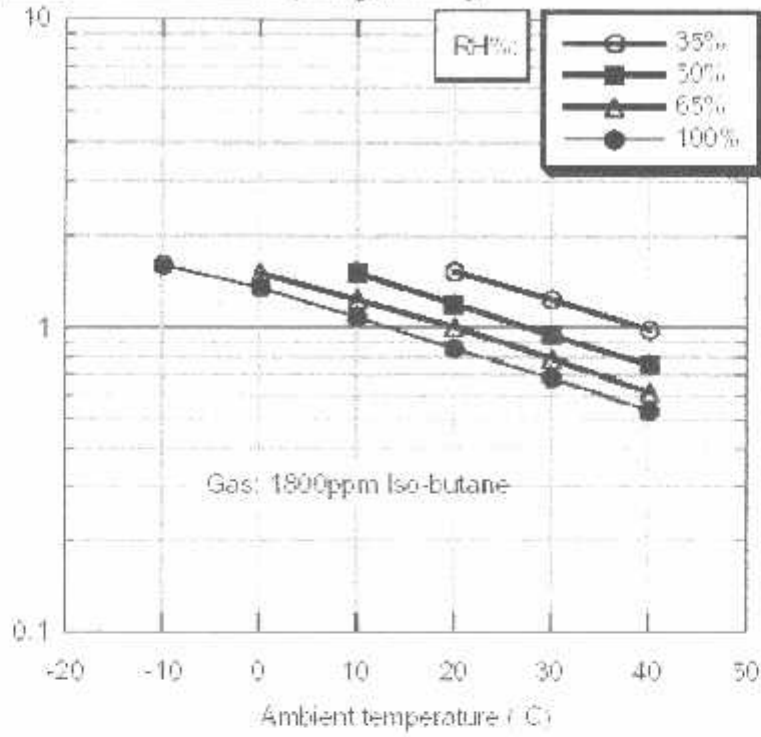
2.5.1 Sensor Gas TGS2610 (FIGARO) Sebagai Detektor Gas Elpiji

Sensor gas berfungsi mendeteksi berapa besar kandungan gas Elpiji (butane) dalam ruangan dan diubah menjadi sinyal listrik. Detektor gas harus mempunyai kepekaan terhadap perubahan gas yang akan diukur. Sinyal listrik ini kemudian diubah oleh konverter digital PCF8591.

Sensor gas yang digunakan adalah TGS2610 produksi Figaro. Sensor tersebut mempunyai ketelitian dan ketepatan tinggi. Keluaran sensor ini mempunyai kelinieran yang tinggi dalam jangkauan yang memadai untuk kemampuan pengontrolan umum. Jangkauan atau kemampuan dari sensor ini adalah 1800ppm dari iso butana sampai 20⁰ C dan 65% R.H.



Temperature/Humidity Dependency:



Beberapa kelebihan yang dimiliki detektor ini membuat mudah untuk antarmuka, pembacaan dan pengontrolan. Menggunakan untuk catu daya tunggal, juga dengan catu daya simetris plus dan minus. Dengan arus rendah yaitu 5mA dan mempunyai sensitivitas yang tinggi yaitu $0.56 = 0.6\%$.

Spesifikasi dari Sensor Gas TGS2610:



Gambar 2.8. Sensor Gas TGS 2610

Model number		TGS 2610	
Sensing element type		D1	
Standard package		TO-8 metal can	
Target gases		Butane, LP gas	
Typical detection range		500 ~ 10,000 ppm	
Standard circuit conditions	Heater voltage	VH	5.0±0.2V DC/AC
	Circuit voltage	Vc	5.0±0.2V DC/AC Ps < 10mW
	Load resistance	RL	Variable 0.45kΩ min.
Electrical characteristics under standard test conditions	Heater resistance	RH	approx. 5Ω±1 at room temp.
	Heater current	Ih	55 ± 5mA
	Heater power consumption	Ph	280mW VH = 5.0V DC
	Sensor resistance	Rs	0.65~9.8kΩ In 1000ppm Iso-butane
	Sensitivity (change ratio of Rs)		0.56 ± 0.08 $\frac{Rs(3000ppm)}{Rs(1000ppm)}$
Standard test conditions	Test gas conditions	iso-butane in air at 20±2°C, 65±5%RH	
	Circuit conditions	Vc = 5.0±0.01V DC VH = 5.0±0.00V DC	
	Conditioning period before test	7 days	

- Target Gas Butana, LP Gas.
- Jarak pendeteksian 500 – 10.000 ppm.
- Resistansi yang di capai variabel 0.4 kΩ min.
- Jaminan akurasiya 0,5 °C pada suhu +25 °C.
- Rata-rata temperaturnya antara -55 °C sampai 150 °C
- Tegangan 0.2 volt sampai 5 volt DC/AC, Ps < 15mW.
- Scsitifitas 0.56 – 0.6 Rs (3000 ppm) per Rs (1000 ppm).

2.5.2 Sensor Tekanan MPX 2100 GP Sebagai Detektor Tekanan

Sensor tekanan berfungsi mendeteksi berapa besar tekanan gas Elpiji (*butane*) dalam tabung dan diubah menjadi sinyal listrik. Sensor tekanan harus mempunyai kepekaan terhadap perubahan tekanan gas yang akan diukur. Sinyal listrik ini kemudian diubah oleh konverter digital PCF8591.

Sensor tekanan yang digunakan adalah MPX2100GP produksi Motorola Semiconductor. Sensor tersebut mempunyai ketelitian dan ketepatan tinggi. Keluaran sensor ini mempunyai kelinieran yang tinggi dalam jangkauan yang memadai untuk kemampuan pengontrolan umum pata tabung gas.



Gambar 2.9 Sensor Tekanan MPX2100GP

OPERATING CHARACTERISTICS ($V_S = 5.1$ Vdc, $T_A = 25$ °C unless otherwise noted, F1 > P2, Decoupling circuit shown in Figure 3 required to meet electrical specifications.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range ⁽¹⁾	P_{diff}	20	—	105	kPa
Supply Voltage ⁽²⁾	V_S	4.85	5.1	5.35	Vdc
Supply Current	I_S	—	1.0	10	mAdc
Minimum Pressure Offset ⁽³⁾ @ $V_S = 5.1$ Volts	V_{off}	0.225	0.306	0.388	Vdc
Full Scale Output ⁽⁴⁾ @ $V_S = 5.1$ Volts	V_{FSR}	4.870	4.951	5.032	Vdc
Full Scale Span ⁽⁵⁾ @ $V_S = 5.1$ Volts	V_{FSB}	—	4.59	—	Vdc
Accuracy ⁽⁶⁾	—	—	—	+1.8	% V_{FSB}
Sensitivity	V/P	—	54	—	mV/kPa
Response Time ⁽⁷⁾	t_r	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	I_{out}	—	0.1	—	mAdc
Warm-Up Time ⁽⁸⁾	—	—	20	—	ms
Offset Stability ⁽⁹⁾	—	—	-0.3	—	% V_{FSB}

Beberapa kelebihan yang dimiliki detektor ini membuat mudah untuk antarmuka, pembacaan dan pengontrolan. Menggunakan untuk catu daya tunggal, juga dengan catu daya simetris plus dan minus. Dengan arus rendah yaitu 5mA dan mempunyai sensitivitas yang tinggi dan kelinierannya sampai $\pm 0,25\%$

Spesifikasi dari Sensor tekanan MPX2100GP:

- *Temperature Compensated Over 0°C to +85°C*
- *Easy to Use Chip Carrier Package Options*
- *Available in Absolute, Differential and Gauge Configurations*
- *Ratiometric to Supply Voltage*
- *$\pm 0,25\%$ Linearity (MPX2100D)*

Contoh Aplikasi:

- *Pump/Motor Controllers*
- *Robotics*
- *Level Indicators*
- *Medical Diagnostics*
- *Pressure Switching*
- *Barometers*
- *Altimeters*

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Pendahuluan

Dalam bab ini akan dibahas perancangan dan pembuatan alat. Pembahasan akan dilakukan pada setiap blok rangkaian, cara kerja masing-masing blok rangkaian, perhitungan dan juga fungsi masing-masing blok rangkaian tersebut. Secara garis besar terdapat dua bagian perangkat yang ada yaitu:

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

Pada perancangan perangkat keras akan meliputi *peripheral-peripheral* yang digunakan pada sistem ini. Sedangkan pada perancangan perangkat lunak akan meliputi diagram alir dan *software* secara umum. Akan tetapi kedua perangkat ini dalam kerjanya saling menunjang satu sama lain.

3.1.1. Spesifikasi Alat

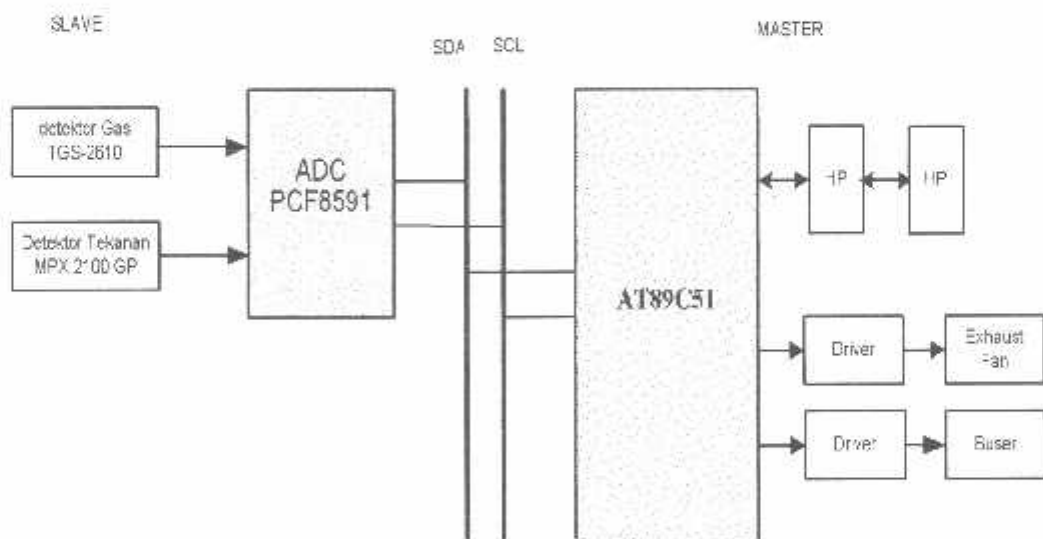
Spesifikasi “Perancangan Dan Pembuatan Alat Pendeteksi Kebocoran Selang Gas Elpiji Menggunakan Informasi Lewat SMS Dengan Menerapkan I²C Bus Berbasis Mikrokontroler AT89C51” yang dirancang adalah sebagai berikut:

1. Alat ini menggunakan sistem minimum Mikrokontroler AT89C51 sebagai pengontrol utama.
2. Menggunakan ADC PCF8591 sebagai I²C Bus sebagai pengirim data serial dari sensor-sensor ke mikrokontroler AT89C51.
3. Menggunakan telepon selular Siemens C35 sebagai pengirim informasi.

4. Komunikasi telepon selular dengan unit mikrokontroler menggunakan komunikasi serial asinkron dengan *baudrate* 19200 bps
5. *Buzzer* sebagai tanda peringatan bahaya jika terjadi kebocoran gas.
6. *Exhaust Fan* untuk mengeluarkan/menyedot Gas yang berada didalam ruangan.
7. Catu daya untuk alat, diperoleh dari baterai/adaptor 12 volt

3.1.2. Blok Diagram Keseluruhan Sistem

Perancangan dan pembuatan alat agar dapat dilakukan secara sistematis dan terstruktur maka perlu dibuat blok diagram yang menjelaskan dari sistem yang dirancang. Secara garis besar sistem perancangan ditunjukkan pada diagram blok dari Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Keseluruhan Sistem

Keterangan fungsi dari masing-masing blok di atas adalah sebagai berikut:

1. Handphone (Siemens C35)

Berfungsi sebagai penerima perintah berupa SMS dari Pusat dan mengirimkan informasi Koordinat posisi yang berupa SMS ke pusat.

2. Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler ini berfungsi sebagai pengontrol utama semua sistem.

3. Driver *Exhaust Fan*

Rangkaian ini berfungsi untuk mengaktifkan exhaust fan sesuai dengan data dari mikrokontroler.

4. *Exhaust Fan*

Exhaust Fan ini berfungsi untuk mengeluarkan/menyedot Gas yang berada didalam ruangan

5. Driver *Buzzer*

Berfungsi untuk mengaktifkan *buzzer* sesuai dengan data dari mikrokontroler.

6. *Buzzer*

Berfungsi untuk memberikan tanda apabila ada kebocoran Gas.

3.1.3. Rancangan Proses Kerja Alat

Pada perancangan dan pembuatan alat ini, sistem akan siap bekerja bila keseluruhan komponen pembentuknya yang meliputi *software* aplikasi utama, *modem (handphone)* dan Mikrokontroler sudah diaktifkan semua. Berdasarkan gambar 3.1, maka didapatkan suatu langkah kerja sistem yaitu:

a. Sistem Pusat

Sistem pusat ini terdiri dari: (1) Modul PCF8591, sebagai pengirim data secara serial dari sensor-sensor, (2) minimum sistem

Mikrokontroler AT89C51, sebagai pemroses utama, (3) handphone Siemens C35, digunakan untuk mengirim perintah dan menerima data, (4) *Buzzer*, Sebagai pemberi tanda apabila ada Gas bocor, (6) *Exhaust Fan*, digunakan untuk mengeluarkan Gas bila terjadi kebocoran gas.

Sistem Pusat ini bekerja berdasarkan perintah atau masukan dari sensor-sensor, dimana perintah tersebut dikirimkan oleh sensor-sensor melalui PCF8591 secara serial dengan menggunakan I²C bus. Perintah yang diterima akan di proses oleh Mikrokontroler untuk diseleksi apakah data yang diterima formatnya sesuai atau tidak, Jika data yang dikirimkan formatnya sesuai, maka akan di proses oleh Mikrokontroler dan akan mengirimkan pesan kepada user melalui handphone.

1. Pesan bahwa terjadi kebocoran Gas

Jika terjadi kebocoran gas, maka data yang dikirimkan ke *user* adalah (**gas** <spasi>**bocor**)

2. Pesan bahwa isi tabung Gas telah kosong

Jika terjadi kebocoran dan isi tabung telah habis dan kosong adalah (**Tabung**<spasi>**Kosong**)

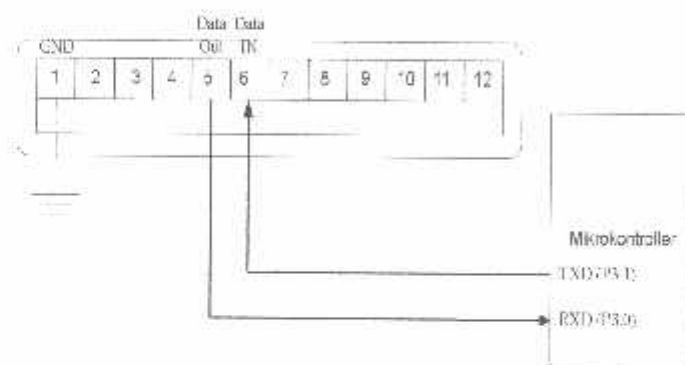
3.2. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

3.2.1. Perancangan Komunikasi Data Handphone Dengan Mikrokontroler

Pada sistem digunakan *handphone* Siemens tipe C35. *Headphone* ini berperan sebagai konverter yang menjadi perantara pertukaran data dalam bentuk

SMS antara HP (*handphone*) dengan mikrokontroler maupun sebaliknya, sehingga data dapat dikomunikasikan melalui jaringan GSM dan dapat diolah oleh mikrokontroler.

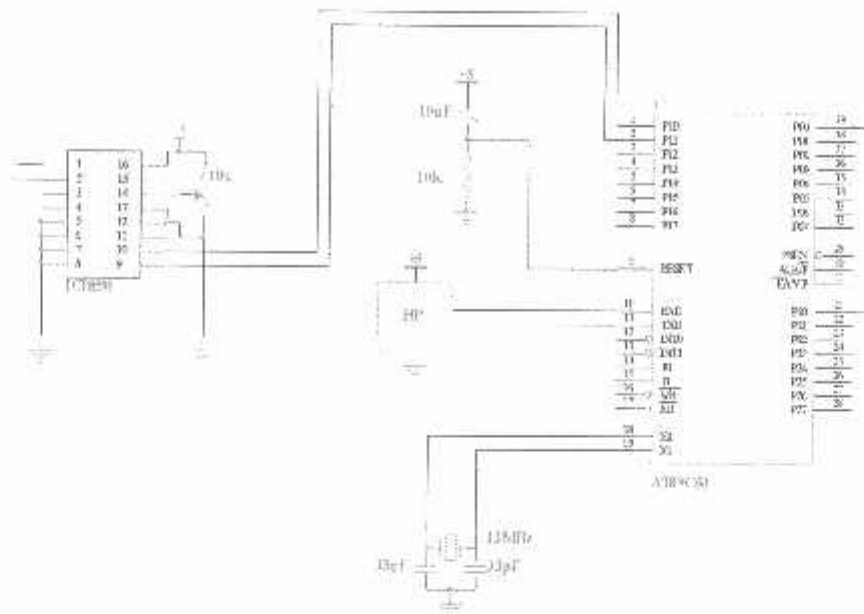
Pada *handphone* ini memiliki suatu *pin-out* yang berfungsi sebagai *interface* ke perangkat lain seperti mikrokontroler. Untuk pengiriman dan penerimaan data pada HP Siemens C35 menggunakan pin ke-5 untuk *Transmit* (TX) dan pin ke-6 untuk *Receive* (Rx) serta pin ke-1 untuk *Ground* sesuai dengan gambar 3.2.



Gambar 3.2 Rangkaian Interface antara Handphone dengan Mikrokontroler

3.2.2. Perancangan Komunikasi Data PCF8591 I²C Bus Dengan Mikrokontroler

Pada sistem digunakan modul PCF8591 I²C Bus 8 Bit-CMOS yang memiliki keluaran berupa data serial dengan level TTL dengan Baudrate sebesar 19200 bps. Untuk pengiriman data ke mikrokontroler digunakan pin ke-9 dan 10 *Transmit* (Tx) yang dihubungkan dengan port 1.0 (Rxd) pada mikrokontroler dan pin ke-16 untuk VCC sebesar 5 volt serta pin ke 5,6,7,8 dihubungkan ke Ground seperti pada gambar 3.3.

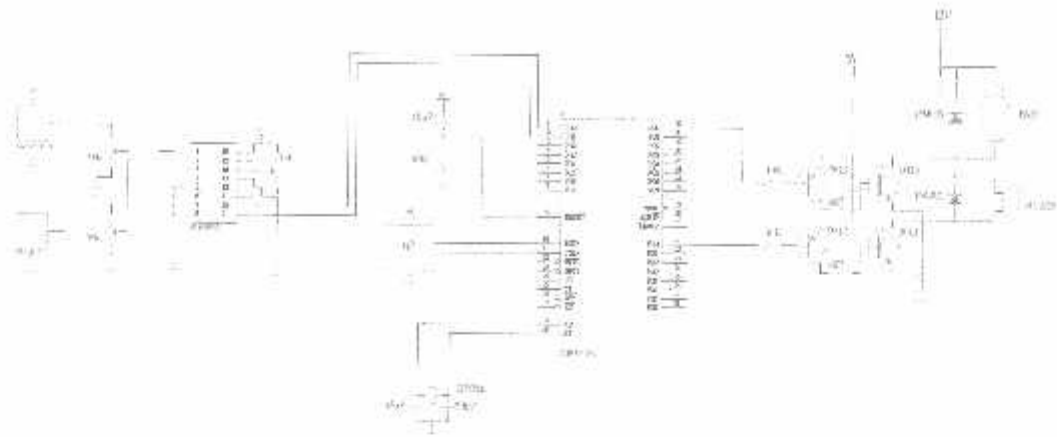


Gambar 3.3 komunikasi data PCF8591 I²C Bus dengan Mikrokontroler

3.2.3. Mikrokontroler AT89C51

3.2.3.1. Perancangan Penggunaan Port pada Mikrokontroler AT89C51

Rangkaian minimum dari mikrokontroler AT89C51 terdiri dari 3 kapasitor, 1 IC mikrokontroler, 1 resistor, dan 1 kristal. Dengan rangkaian yang sederhana ini mikrokontroler dibuat sebagai sistem minimum menjadi pengontrol alat, disamping itu rangkaian ini dapat dibuat bermacam-macam alat dengan menambah sedikit komponen tambahan lainnya. Dari rangkaian tersebut yang berpengaruh terhadap kecepatan proses menjalankan program adalah kristal. Adapun rangkaiannya ditunjukkan seperti pada Gambar 3.4.



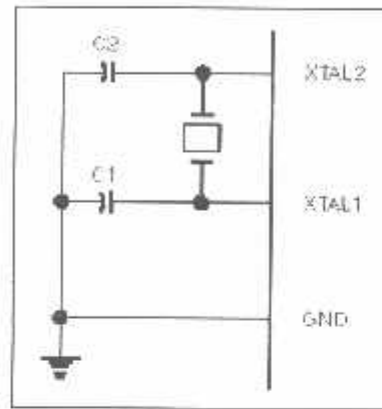
Gambar 3 4 Minimum sistem AT89C51

Agar sebuah mikrokontroler dapat bekerja sebagai pengontrol, maka kaki-kaki/*port* mikrokontroler dihubungkan dalam rangkaian-rangkaian eksternal. Dalam perancangan ini, *port* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Port 1.0 – Port 1.1 sebagai output ke PCF8591 I²C Bus.
2. Port 0.0 digunakan sebagai output ke driver Fan.
3. Port 2.0 digunakan sebagai output ke driver buzzer.
4. Port 3.1 digunakan sebagai output data serial ke HP.
5. X1 dan X2 digunakan sebagai input dari rangkaian osilator kristal. Rangkaian osilator kristal terdiri dari kristal osilator 11.0592 MHz, kapasitor C1 dan C2 yang masing-masing bernilai 33 pF, akan membangkitkan pulsa *clock* yang menjadi penggerak bagi seluruh operasi internal MCU.
6. VCC dihubungkan dengan tegangan sebesar +5V
7. GND dihubungkan ke *ground* catu daya.

3.2.3.2. Pengaturan *Baud Rate*

Di dalam proses komunikasi serial antara mikrokontroler dengan HP terlebih dahulu ditentukan *baud rate* yang digunakan. Pada sistem ini digunakan *baud rate* sebesar 19200 bps dengan menggunakan $f_{osc} = 11,0592 \text{ MHz}$.



Gambar 3.5 Rangkaian Osilator

Sumber: Datasheet AT89C51

Cara menghitung pada register TH1: untuk *baudrate* 19200 bps

$$\text{Baud Rate} = \frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH_1) \times 16}$$

$$19200 = \frac{11,0592 \text{ Mhz}}{12 \times (256 - TH_1) \times 16}$$

$$3686400 = \frac{11,0592 \text{ Mhz}}{256 - TH_1}$$

$$256 - TH_1 = \frac{11,0592 \times 10^6}{3686400}$$

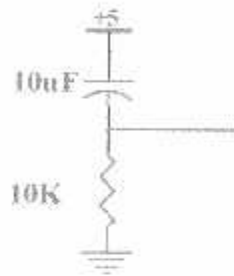
$$TH_1 = 256 - 3$$

$$= 253$$

$$= \text{FDH}$$

3.2.3.3. Perancangan Rangkaian Reset

Pin reset pada mikrokontroler merupakan masukan aktif high (1). Pulsa transisi dari low (0) dan high (1) akan mereset mikrokontroler menuju alamat 0000H. pin reset dihubungkan dengan rangkaian power on reset yang diperlihatkan pada gambar 3-6 berikut ini:



Gambar 3.6 Rangkaian Reset untuk MCU AT89C51

Karena kristal yang digunakan mempunyai frekuensi sebesar 11,0592 MHz maka satu periode membutuhkan waktu sebesar:

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{f_{\text{KRAL}}} \\ &= \frac{1}{11,0592\text{MHz}} \text{S} \\ &= 9,042 \times 10^{-8} \text{S} \end{aligned}$$

Sehingga waktu minimal logika tinggi yang dibutuhkan untuk mereset mikrokontroler adalah:

$$\begin{aligned} \text{Reset (min)} &= \tau \times \text{periode yang dibutuhkan} \\ &= 9,0424 \times 10^{-8} \times 24 = 2,170 \mu\text{s} \end{aligned}$$

Jadi mikrokontroler membutuhkan waktu minimal 2,170 µs untuk mereset. Waktu minimal inilah yang dijadikan pedoman untuk menentukan nilai R dan C.

Dari persamaan konstanta waktu $\tau = R \times C$ (William H Hyat, 1998, h132 [1])
 dan jika nilai R ditentukan sebesar $10 \text{ k}\Omega$, maka nilai C adalah :

$$C = \frac{\tau}{R}$$

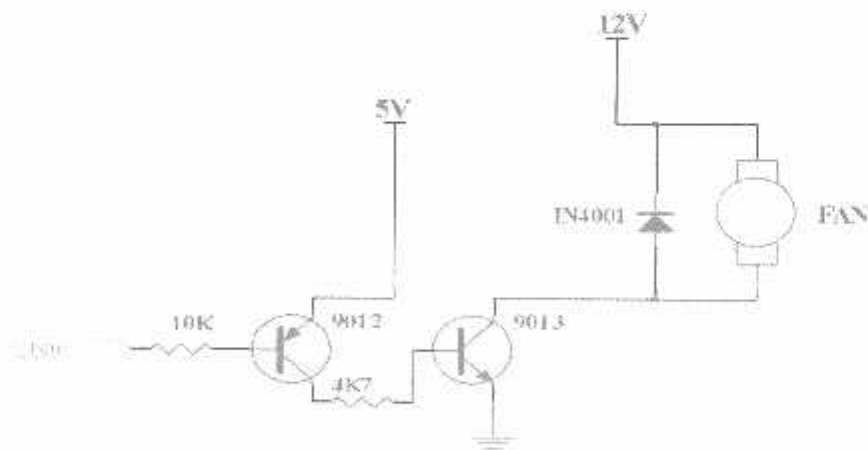
$$= \frac{2,170 \times 10^{-6}}{10 \times 10^3}$$

$$= 2,170 \times 10^{-2} \text{ F}$$

Kapasitor minimal yang dibutuhkan adalah $2,170 \text{ pF}$. Dengan menggunakan kapasitor sebesar $10 \text{ }\mu\text{F}$, maka akan menjamin waktu reset di atas nilai minimal waktu yang dibutuhkan untuk mereset mikrokontroler.

3.2.4. Perancangan *Exhaust Fan* Sebagai Penyedot Kebocora Gas

Fan digunakan untuk membuang Gas Elpiji yang bocor didalam ruangan. Untuk menggerakkan fan ini dengan cara memutar motor DC yang terdapat pada fan. Pada driver fan ini digunakan penguat transistor, dimana transistor ini difungsikan dalam kondisi cut off dan saturasi atau dapat dikatakan transistor ini berfungsi sebagai saklar.



Gambar 3.7. Rangkaian Driver Fan

Dari transistor C9013 diketahui:

$$I_C = 100 \text{ mA}$$

$$H_{fe} = 110$$

$$V_{C(SAT)} = 0,16 \text{ Volt}$$

$$V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$$

Sehingga:

$$I_C = H_{fe} I_B$$

$$I_B = \frac{I_C}{H_{fe}}$$

$$I_B = \frac{100 \cdot 10^{-3}}{110}$$

$$I_B = 0,909 \text{ mA}$$

R_B untuk Transistor 9013:

$$5 - V_{C(SAT)} - I_B \cdot R_B - V_{BE} = 0$$

$$5 - 0,16 - 0,909 \cdot 10^{-3} R_B - 0,7 = 0$$

$$4,84 - 0,909 R_B - 0,7 = 0$$

$$R_B = \frac{4,84 - 0,7}{0,909 \cdot 10^{-3}}$$

$$R_B = 4,55 \text{ K}\Omega$$

Karena nilai resistor 4,55 K Ω tidak ada dipasaran maka digunakan resistor yang mendekati yaitu 4,7 K Ω .

Dan dari transistor 9012 diketahui:

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

$$H_{fe} = 120$$

$$I_{c1} = 50 \text{ mA}$$

$$V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$$

Sehingga:

$$I_c = Hfe \cdot I_b$$

$$I_b = \frac{I_c}{Hfe}$$

$$I_b = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{120}$$

$$I_b = 0,416 \text{ mA}$$

R_B untuk Transistor 9013:

$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_b}$$

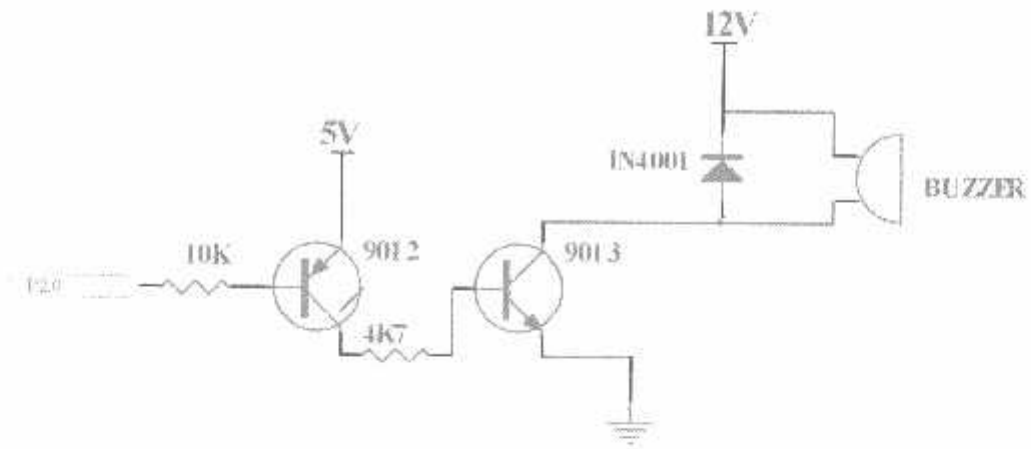
$$R_B = \frac{5 - 0,7}{0,416 \cdot 10^{-3}}$$

$$R_B = 10,33 \text{ K}\Omega$$

Karena nilai resistor $10,33 \text{ K}\Omega$ tidak ada dipasaran maka digunakan resistor yang mendekati yaitu $10 \text{ K}\Omega$.

3.2.5. Perancangan Rangkaian Driver Buzzer

Rangkaian driver yang digunakan untuk menggerakkan relay dan buzzer terdiri dari transistor NPN 9013 dan transistor PNP 9012 yang difungsikan sebagai transistor *switching*. Relay dan buzzer diberi dioda yang dirangkai paralel dengan relay dengan tujuan untuk menghindari tegangan mundur yang dibangkitkan oleh relay sehingga tidak merusak transistor. Rangkaian *driver* Relay dan buzzer ditunjukkan dalam Gambar 3.10.



Gambar 3.8. Rangkaian Driver Buzzer

Diketahui dari data sheet transistor 9012 besarnya $I_C = 50 \text{ mA}$, $h_{fe} = 120$, $V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$, sehingga.

$$I_C = I_B * h_{fe}$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}}$$

$$I_B = \frac{50 \text{ mA}}{120} = 0,416 \text{ mA}$$

Maka R_B adalah:

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{be}}{I_B}$$

$$R_B = \frac{5 - 0,7}{0,416 \text{ mA}}$$

$$= \frac{4,3}{0,416 \text{ mA}} = 10,33 \times 10^3 \Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar $10,33 \times 10^3 \Omega$ maka disesuaikan dengan resistor yang ada dipasaran yaitu $10 \text{ K}\Omega$

Dari transistor C9013 diketahui:

$$I_C = 100 \text{ mA}$$

$$H_{fe} = 110$$

$$V_{C(SAT)9012} = 0,16 \text{ Volt}$$

$$V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$$

Sehingga:

$$I_C = H_{fe} I_B$$

$$I_B = \frac{I_C}{H_{fe}}$$

$$I_B = \frac{100 \cdot 10^{-3}}{110}$$

$$I_B = 0,909 \text{ mA}$$

R_B untuk Transistor 9013:

$$5 - V_{C(SAT)} - I_B \cdot R_B - V_{BE} = 0$$

$$5 - 0,16 - 0,909 \cdot 10^{-3} R_B - 0,7 = 0$$

$$4,84 - 0,909 R_B - 0,7 = 0$$

$$R_B = \frac{4,84 - 0,7}{0,909 \cdot 10^{-3}}$$

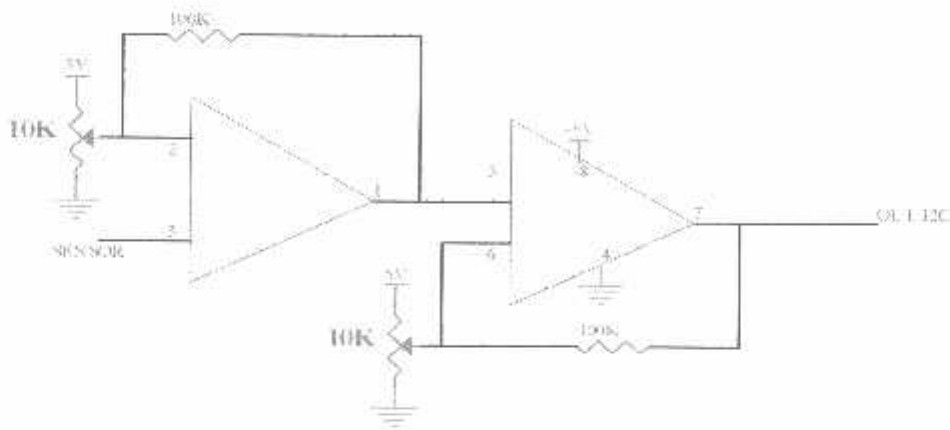
$$R_B = 4,55 \text{ K}\Omega$$

Karena nilai resistor 4,55 K Ω tidak ada dipasaran maka digunakan resistor yang mendekati yaitu 4,7 K Ω

3.3. Perancangan Rangkaian Penguat / Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal digunakan untuk menguatkan sinyal yang diterima dari sensor sehingga dapat diterima dan diproses oleh PCF8591. Rangkaian ini menggunakan IC penguat LM 358 yang didalamnya terdapat 2 op-

amp sedangkan op-amp, dapat menggunakan catu daya *non* simetris , hemat daya dan mempunyai penguatan yang cukup. Untuk outputan dari penguatan sensor ini terhubung langsung ke input PCF8591 pada input analog. Berikut ini pada gambar 3.9 adalah rangkaian penguat sinyal sensor tekanan :



Gambar 3.9. Rangkaian Penguat Inverting Amplifier Detektor Tekanan

Untuk menghitung tegangan output dari sensor ini pada saat membaca tekanan adalah :

Kondisi tabung kosong sensor mempunyai tegangan 2.47 Volt, dan pada rangkaian ini menggunakan dua Op-amp. Pada Op-amp pertama berfungsi memproses keluaran dari sensor dan pada Op-amp kedua hanya membandingkan jika keluaran dari sensor lebih besar dari pada 2.47 Volt dia akan meneruskan ke PCF8591 dan jika sama dengan 2.47 Volt atau kurang dari 2.5 Volt maka Op-amp akan menganggapnya 0 Volt.

Diket Op-amp1:

$R1 = 5 \text{ Kohm}$

$R2 = 5 \text{ Kohm}$

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

$$V_{out} = \frac{R1}{R1 + R2} \times V_{cc}$$

$$V_{out} = \frac{5}{5 + 5} \times 5$$

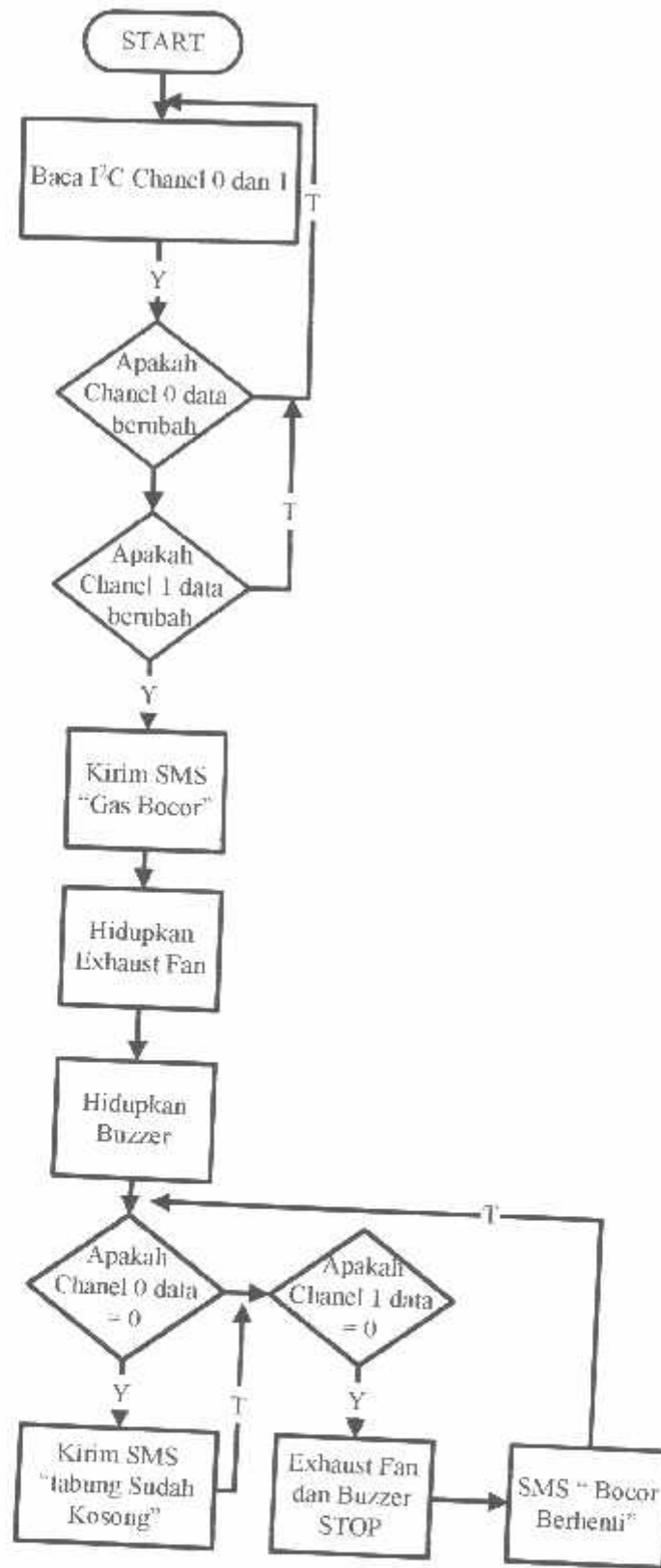
$$V_{out} = 2.5 \text{ Volt}$$

3.4. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Untuk mendukung agar perangkat keras berfungsi sesuai dengan perencanaan, maka diperlukan perangkat lunak sebagai penunjangnya. Perangkat lunak ini sendiri maksudnya adalah suatu program yang kita buat yang nantinya akan ditanam ke dalam mikrokontroler AT89C51 setelah mikrokontroler tersebut diprogram, maka akan diketahui apakah program yang telah kita buat bekerja sesuai dengan yang kita rencanakan ataukah masih memiliki kesalahan.

Sistem aplikasi mikrokontroler AT89C51 ini dapat mengatur dan mengendalikan keseluruhan sistem apabila ada urutan instruksi yang mendefinisikan secara jelas urutan tugas yang harus dikerjakan. Urutan instruksi ini sangat penting untuk didefinisikan, karena mikrokontroler dapat bekerja secara pasti sesuai dengan instruksi yang telah dibuat.

3.4.1. Flowchart Pada Client



Gambar 3.10. Flowchart Pada Client Untuk Menampilkan Pesan

BAB IV

PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA SISTEM

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui kinerja dari rangkaian yang sudah selesai dibuat. Pengujian alat ini menggunakan dua cara yaitu pengujian alat setiap blok dan pengujian alat secara keseluruhan dari sistem yang direncanakan. Pengujian alat setiap blok dimaksudkan untuk mempermudah dalam mencari kesalahan (*trouble shooting*) apabila rangkaian yang dibuat tidak sesuai dengan yang direncanakan. Setelah pengujian alat setiap blok selesai dan tidak ada kesalahan maka dilanjutkan dengan pengujian alat dari keseluruhan sistem yang telah direncanakan.

4.1. Pengujian Handphone

Pengujian *handphone* dilakukan dengan cara menghubungkan *handphone* dengan PC dengan menggunakan kabel data yang tersedia. Hasil pengujian ditampilkan dengan program Serial Tester.



Gambar 4.1. Hasil Pengujian *Handphone*

Hasil pengujian PDU spy

7912658050000F001000D91265847064874F6000009C7F01C247C8FDF72

Table 4.1. Hasil Penguin *Hand phone*

Heksa	Penjelasan
07	Panjang nomor SMS-Center termasuk tipe Kode
91	Tipe kode Nasional atau Internasional (91 = kode internasional)
2658050000F0	Nomor Service-Center (62855000000)
01	Tipe SMS (01 = tipe untuk pengiriman)
00	Nomor referensi
0D	Panjang nomor handphone penerima
91	Tipe kode Nasional atau internasional
265847064874F6	Nomor Handphone penerima (6285746084476)
00	Tipe bentuk SMS (00 = dikirim sebagai SMS)
00	Tipe data coding
09	Panjang pasangan dari isi SMS
C7F01C247C8FDF72	Isi SMS (Gas Bocor)

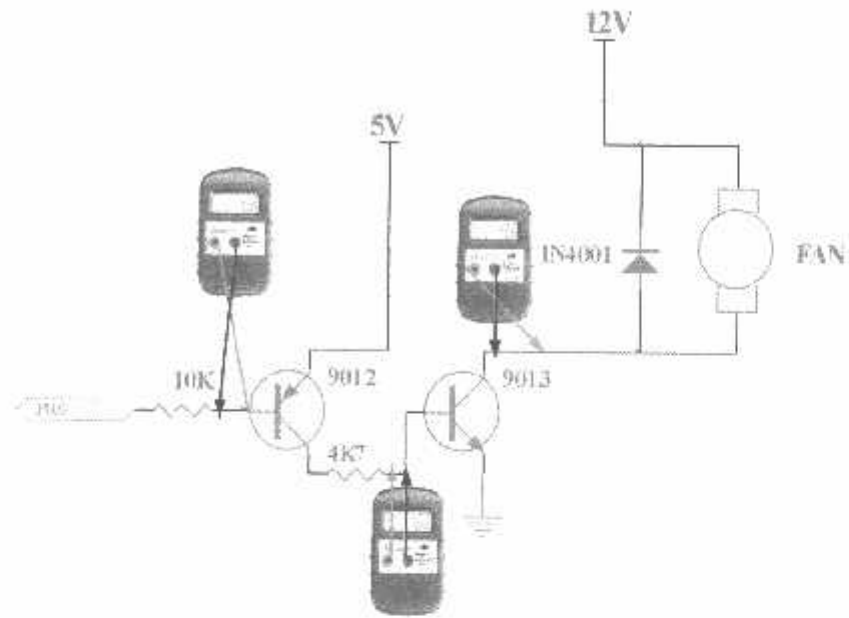
4.2. Pengujian *Driver Fan*

a. Peralatan Yang Digunakan

- Rangkaian pengujian (*Driver Fan*)
- Sumber tegangan +5 dan +12 Volt
- Fan 12 Volt
- 3 buah Multimeter

b. Langkah-langkah pengujian

1. Merangkai rangkaian driver seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4 .2. Rangkaian Pengujian Driver Fan

2. Melakukan pengukuran dan pengamatan.

c. Analisa

Pada saat *Fan* aktif, nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran pada setiap multimeter di atas adalah sebagai berikut :

$$I_B \text{ pada } 9012 = 0,44 \text{ mA.}$$

$$I_B \text{ pada } 9013 = 0,8 \text{ mA.}$$

$$I_C \text{ pada } 9013 = 68,3 \text{ mA.}$$

Dan diketahui :

$$R_{Fan} = 150 \text{ ohm.}$$

$$R_{B_{9013}} = 4,7 \text{ Kohm}$$

$$R_{B9012} = 10 \text{ Kohm}$$

$$V_{CE9013} = 0,6 \text{ Volt}$$

$$V_{CE9012} = 0,6 \text{ Volt}$$

$$V_{OL} = 0,5 \text{ Volt}$$

Maka, untuk menentukan nilai Arus Kolektor pada 9013 adalah:

$$V_{CC} - I_C \cdot R_C - V_{CE} = 0$$

$$\begin{aligned} I_C &= \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} \\ &= \frac{12 - 0,6}{150} \\ &= 76 \text{ mA} \end{aligned}$$

dan Arus Basis pada 9013 adalah :

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{V_{EE} - V_{CE(sat)} - 0,7}{R_B} \\ &= \frac{5 - 0,6 - 0,7}{4700} \\ &= 0,78 \text{ mA} \end{aligned}$$

Arus Basis pada 9012 adalah :

$$I_B = \frac{V_{EE} - 0,7 - V_{OL}}{R_B}$$

$$= \frac{5 - 0,7 - 0,5}{10000}$$

$$= 0,38 \text{ m}$$

Untuk Menghitung Error digunakan Rumus :

$$\%Error = \frac{(Pengukuran - Perhitungan)}{Pengukuran} \times 100\%$$

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran dan Perhitungan Driver Fan

Parameter	Perhitungan	Pengukuran	Error (%)
I _C 9013	76 mA	68,8 mA	10,46
I _B 9013	0,78 mA	0,8 mA	2,5
I _B 9012	0,38 mA	0,44 mA	13,63
Error rata-rata			8,86%

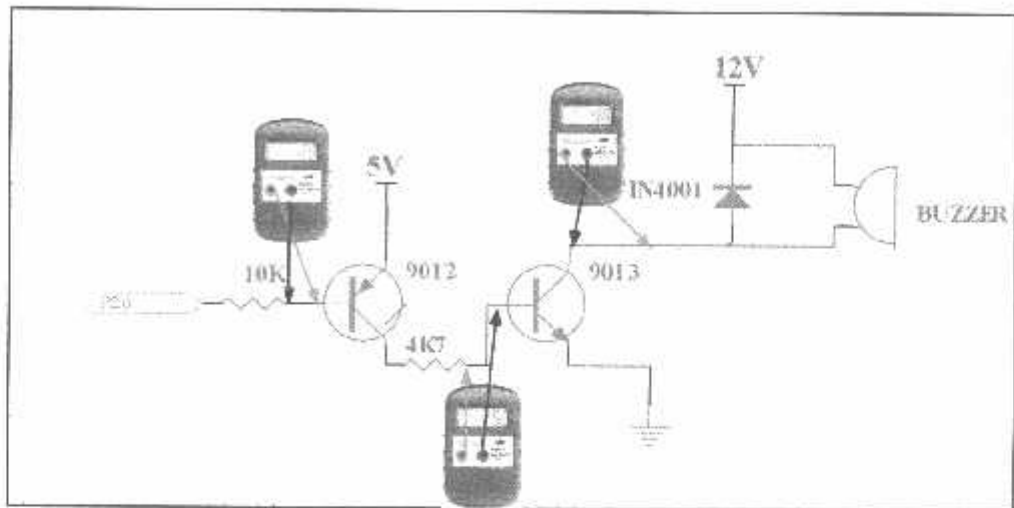
4.3. Pengujian Driver Buzzer

a. Peralatan yang digunakan

- Rangkaian pengujian (Driver Buzzer)
- Sumber tegangan +5 dan +12 Volt
- Buzzer 12 Volt
- 3 buah Multimeter

b. Langkah-langkah Pengujian

1. Merangkai rangkaian driver seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.3. Rangkaian Pengujian Driver *Buzzer*

2. Melakukan pengukuran dan pengamatan.

c. Analisa

Pada saat *buzzer* aktif, nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran pada setiap multimeter di atas adalah sebagai berikut :

$$I_B \text{ pada } 9012 = 0,44 \text{ mA.}$$

$$I_B \text{ pada } 9013 = 0,8 \text{ mA.}$$

$$I_C \text{ pada } 9013 = 18,7 \text{ mA.}$$

Dan diketahui :

$$R_{\text{buzzer}} = 600 \text{ Ohm,}$$

$$R_{R9013} = 4,7 \text{ Kohm}$$

$$R_{B9012} = 10 \text{ Kohm}$$

$$V_{CE9013} = 0,6 \text{ Volt}$$

$$V_{CE9012} = 0,6 \text{ Volt}$$

$$V_{OL} = 0,5 \text{ Volt}$$

Maka, untuk menentukan nilai Arus Kolektor pada 9013 adalah:

$$V_{CC} - I_C \cdot R_C - V_{CE} = 0$$

$$\begin{aligned} I_C &= \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C} \\ &= \frac{12 - 0,6}{600} \\ &= 19 \text{ mA} \end{aligned}$$

dan Arus Basis pada 9013 adalah :

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{V_{E_B} - V_{CE(sat)} - 0,7}{R_E} \\ &= \frac{5 - 0,6 - 0,7}{4700} \\ &= 0,78 \text{ mA} \end{aligned}$$

Arus Basis pada 9012 adalah :

$$I_B = \frac{V_{E_B} - 0,7 - V_{CE}}{R_B}$$

$$= \frac{5 - 0,7 - 0,5}{10000}$$

$$= 0,38 \text{ mA}$$

Untuk Menghitung Error digunakan Rumus :

$$\%Error = \frac{(Pengukuran - Perhitungan)}{Pengukuran} \times 100\%$$

Tabel 4.4. Hasil Pengukuran dan Perhitungan Driver Buzzer

Parameter	Perhitungan	Pengukuran	Error (%)
I _C 9013	19 mA	18,7 mA	1,60
I _B 9013	0,78 mA	0,8 mA	8,75
I _B 9012	0,38mA	0,44 mA	13,63
Error rata-rata			7,99%

4.4. Pengujian Detektor Gas Elpiji

Pengujian sensor gas TGS2610 yang difungsikan sebagai detektor gas elpiji dilakukan dengan cara pengesetan keluaran yang dihasilkan oleh sensor sebesar 3.9 Volt. Pengujian detektor Gas dilakukan dengan cara:

Tabel 4.5. Hasil Percobaan Pendeteksian Kebocoran Gas Elpiji

Lama bukaan keran (detik)	Jarak(cm)	Hasil
2	3	Off
5	3	On
8	3	On
2	8	Off
5	8	Off
8	8	On

4.5. Pengujian Detektor Tekanan

Pengujian terhadap MPX2100 sebagai detektor tekanan yang telah diset keluaran outputnya pada V_{out} – adalah sebesar 2.47 Volt pada kondisi tanpa tekanan, dimana ini adalah kondisi yang yang di proses oleh Mikrokontroler untuk mengirimkan pesan ke *user* bahwa “Tabung Kosong”

4.5.1. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal Detektor Tekanan

a. Tujuan

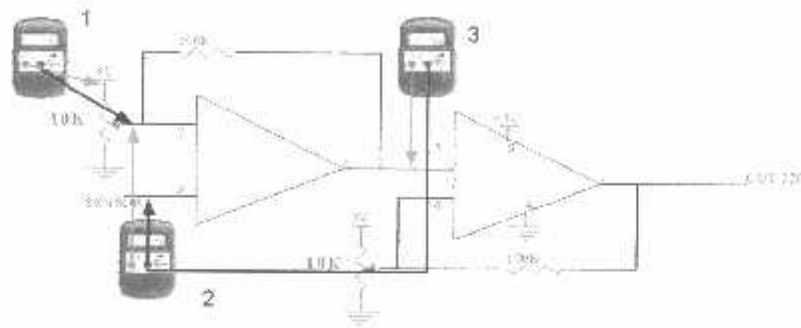
Untuk mengetahui tegangan maksimum dan tegangan minimum yang (*Relative Humidity*)

b. Peralatan yang digunakan

- Rangkaian Pengujian Pengkondisi Sinyal detektor tekanan MPX2100
- Voltmeter Digital (DT9205B, DT9202)
- Sumber Tegangan +12 dan -12 Volt

c. Langkah-langkah Pengujian

1. Merangkai rangkaian seperti pada gambar dibawah ini;



Gambar 4.4. Rangkaian Pengujian Pengkondisi Sinyal Detektor Tekanan

2. Menghubungkan sumber tegangan simetris +12 Volt dan -12 Volt untuk catu daya IC LM758.
3. Setting Multimeter 2 pada VAC 20 mV, dan menghubungkan salah satu probe Multimeter di titik A dan lainnya di *Ground*. Hasil yang terlihat pada Multimeter merupakan output MPX2100.
4. Setting Multimeter yang lain pada VDC 20 mV, dan menghubungkan probe merah Multimeter di titik B dan *probe* hitam di *Ground*. Hasil yang terlihat pada Multimeter merupakan *output* dari pengkondisi sinyal yang sudah disearahkan.

d. Analisa

Dari hasil perancangan pada Bab III, didapatkan nilai R_f dan R_i sebagai berikut :

$$R1 = 5 \text{ Kohm}$$

$$R2 = 5 \text{ Kohm}$$

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

$$V_{out} = \frac{R1}{R1 + R2} \times V_{cc}$$

$$V_{out} = \frac{5}{5 + 5} \times 5$$

$$V_{out} = 2,5 \text{ volt}$$

4.6. Pengujian PCF8591 Sebagai ADC

Pengujian terhadap PCF8591 sebagai ADC ini dapat dilakukan dengan menggunakan LED. Input pengujian ADC dibuat dari pencatu daya DC dari 0-5 volt, kemudian potensiometer kita putar perlahan-lahan, kita sesuaikan nilainya pada tegangan tertentu. LED sebagai indikator dari ADC akan menyala dari ADC akan sesuai dengan numeric dari 0 sampai dengan 255 dalam desimal.

Untuk hasil perhitungan dan pengukuran PCF8591 sebagai ADC adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5. Perbandingan Perhitungan dan Pembacaan PCF8591 sebagai ADC

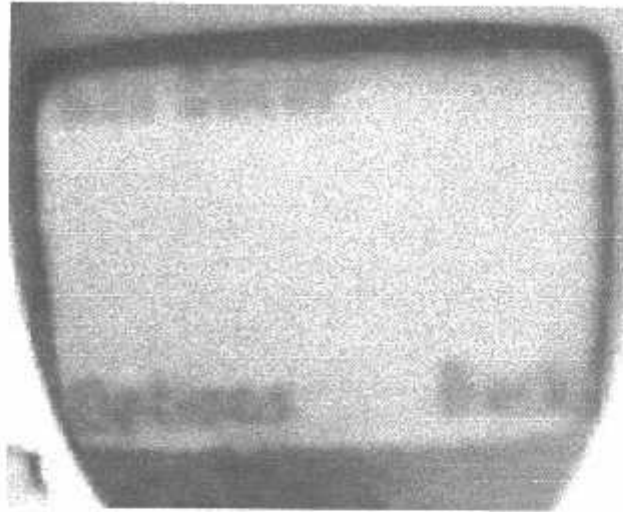
Tegangan Input ADC (V)	Output ADC (Perhitungan)		Ouput ADC (Pembacaan)
	Desimal	Biner	Biner
0,5	25	00011001	00011001
1,0	51	00110011	00110011
1,5	76	01001100	01001100
2,0	102	01100110	01100110
2,5	127	01111111	01111111
3,0	153	10011001	10011001
3,5	178	10110010	10110010
4,0	204	11001100	11001100
4,5	229	11100101	11100101
5,0	255	11111111	11111111

4.7. Pengujian Keseluruhan

Dalam pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan dalam tiga tahap:

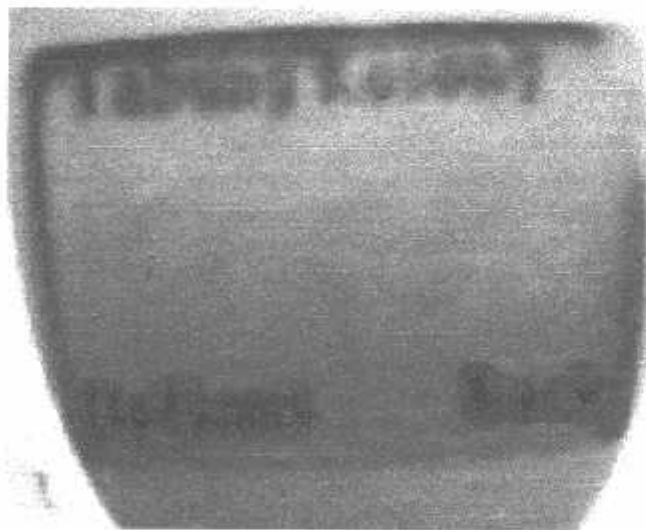
- Pengujian pengiriman pesan

Pada pengujian pesan pada saat terjadi kebocoran gas alat mengirimkan pesan sebagai berikut:



Gambar 4.5. Tampilan Waktu Terjadi Kebocoran Gas

Pesan yang dikirim alat pada saat kondisi tabung Gas kosong atau habis.



- Pengujian pengaktifan *Exhaust Fan* dan *Buzzer*

Pada saat terjadi kebocoran gas *Exhaust Fan* menyedot keluar gas yang ada pada ruangan tersebut serta *Buzzer* aktif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari analisa dan percobaan yang dilakukan dengan alat ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Alat ini bekerja sesuai dengan yang direncanakan, SMS yang diterima oleh user akan diperiksa nomor pengirimnya dan isi SMS-nya. SMS yang diterima user pada waktu terjadi kebocoran gas adalah (Gas <spasi> Bocor), dan pada waktu tabung dalam kondisi kosong adalah (Tabung <spasi> Kosong).
2. Dari pengujian terima dan kirim SMS diperoleh bahwa Ponsel Siemens tipe C35 dapat di komunikasikan secara serial dengan Mikrokontroler AT89C51 pada *baud rate* 19200 bps .
3. Sensor gas dan tekanan yang digunakan sebagai detektor dapat bekerja dengan baik terhadap yang dideteksi dan sesuai dengan yang diharapkan.
4. Kelemahan pada sistem ini yaitu sistem ini bergantung pada jaringan GSM untuk transfer data. waktu pengiriman SMS juga menjadi kendala, sebab saat terjadi kebocoran Gas alat langsung mengirim SMS tanpa melihat ada tidaknya jaringan tanpa ada pengulangan.

5.2. Saran

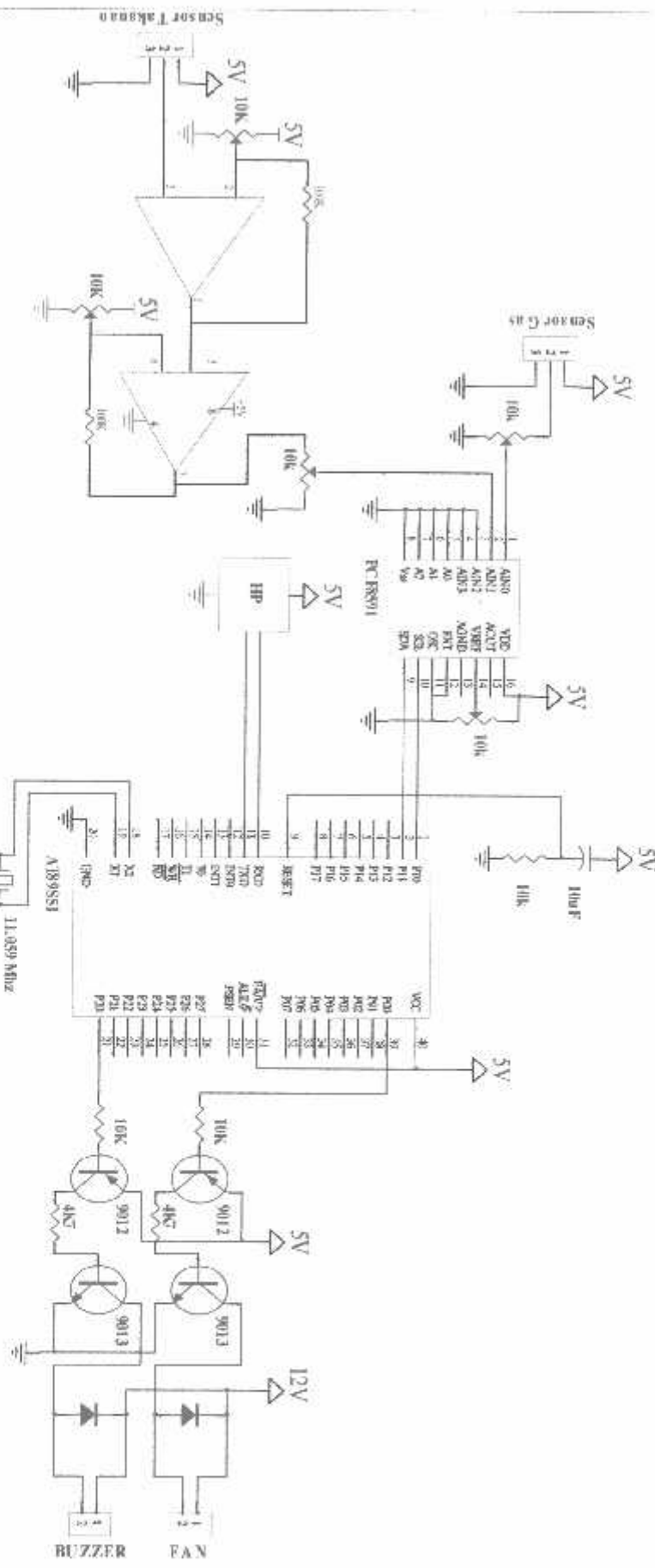
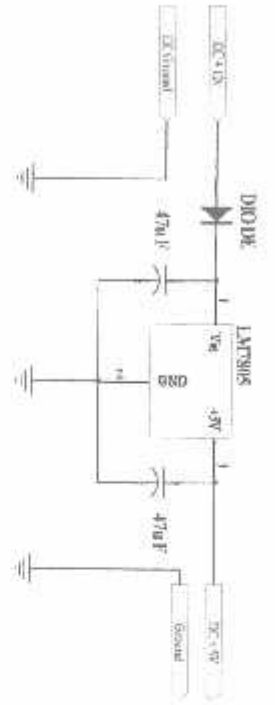
Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan alat ini dikemudian hari. Meskipun alat ini sudah berjalan dengan baik , tapi masih ada yang perlu ditingkatkan, antara lain :

1. Alat ini dapat dikembangkan dengan menambahkan stop kran otomatis, sehingga dapat memutus suplai Gas elpiji ke selang maupun kompor secara cepat.
2. Selain itu juga dapat dikembangkan dengan menambah pendeteksi volume tabung gas dengan memanfaatkan DAC pada IC PCF8591.

Daftar Pustaka

- [1] Atmel Corporation, "*MC5-51 Datasheet*". <<http://www.atmel.com>>
 - [2] Khang, Bustam, "*Trik Pemrograman Aplikasi Berbasis SMS*". Jakarta: P.T. Elex Media Komputindo, 2002.
 - [3] Putra, Agfianto Eko, "*Belajar Mikrokontroler AT89S51 (Teori Dan Aplikasi)*". Yogyakarta: Gava Media, 2002.
 - [4] Siemens, "*AT Command Set Reference Manual*". Agustus 1999.
 - [5] Marcus Teddy Zakaria dan Josef Widiadhi, "*Aplikasi SMS untuk Berbagai Keperluan*." Bandung: Informatika 2006.
 - [6] Philips Semikonduktor, "*PCF8591 Datasheet*" 1998.
 - [7] Figaro INK Corp, "*TGS2610 Datasheet*", 2000
 - [6] Motorola Freescale Semikonduktor, "*MPX2100GP Datasheet*".
-

Lampiran





FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : MOH. NASIRUDDIN AL QUDSY
NIM : 02.17.058
Masa Bimbingan : 17 APRIL 2007 – 17 OKTOBER 2007
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Alat Pendeteksi Kebocoran Selang Gas Elpiji Menggunakan Informasi Lewat SMS Dengan Menerapkan I²C Bus Berbasis Mikrokontroler AT89C51

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	14-08-2007	Bimbingan dan pengajuan bab I, II, III	
2.	15-08-2007	Revisi bab I,II, III dan revisi <i>Flowchard</i>	
3.	16-08-2007	ACC bab I, II, III konsultasi makalah seminar hasil dan rangkaian skematik.	
4.	16-08-2007	Pengajuan Makalah Seminar Hasil dan Acc.	
5.	20-08-2007	Konsultasi dan pengujian Alat , Acc alat	
6.	29-08-2007	Pengajuan Dan konsultasi bab IV,V, Revisi Penulisan dan Tabel	
7.	29-08-2007	Konsultasi dan ACC bab IV, V	
8.	30-08-2007	ACC bab I, II, III, IV Dan V daftar isi	

Malang
Dosen Pembimbing I

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y. 4018800189

Form S - 4A



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : MOH. NASIRUDDIN AL QUDSY
NIM : 02.17.058
Masa Bimbingan : 17 APRIL 2007 – 17 OKTOBER 2007
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Alat Pendeteksi Kebocoran Selang Gas Elpiji Menggunakan Informasi Lewat SMS Dengan Menerapkan I²C Bus Berbasis Mikrokontroler AT89C51

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	8/8 '07	Bab I ole	fadi
2.	16/8 '07	Mahalah Seminar	fadi
3.	6/8 '07	Bab III ole	fadi
4.	28/8 '07	Bab IV & V ole	fadi
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang 29-8-07
Dosen Pembimbing II


Sotvohadi.ST, MSc

Form S - 4A



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

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Moh. Nasiruddin Al Qudsy
Nim : 02.17.058
Jurusan : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul : "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT
PENDETEKSI KEBOCORAN SELANG GAS ELPIJI
MENGUNAKAN INFORMASI LEWAT SMS DENGAN
MENERAPKAN I²C BUS BERBASIS
MIKROKONTROLLER AT89C51"
Hari/Tgl Skripsi : Selasa, 4 September 2007

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Supaya disempurnakan lagi untuk jalur pendeteksian tekanan Gas	

Diperiksa / Disetujui

Penguji

Ir. Widodo Pudji M., MT
NIP.Y. 102870017

Mengetahui

Dosen Pembimbing I

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y.1018800189

Dosen Pembimbing II

Sotyo Hadi, ST, MSc

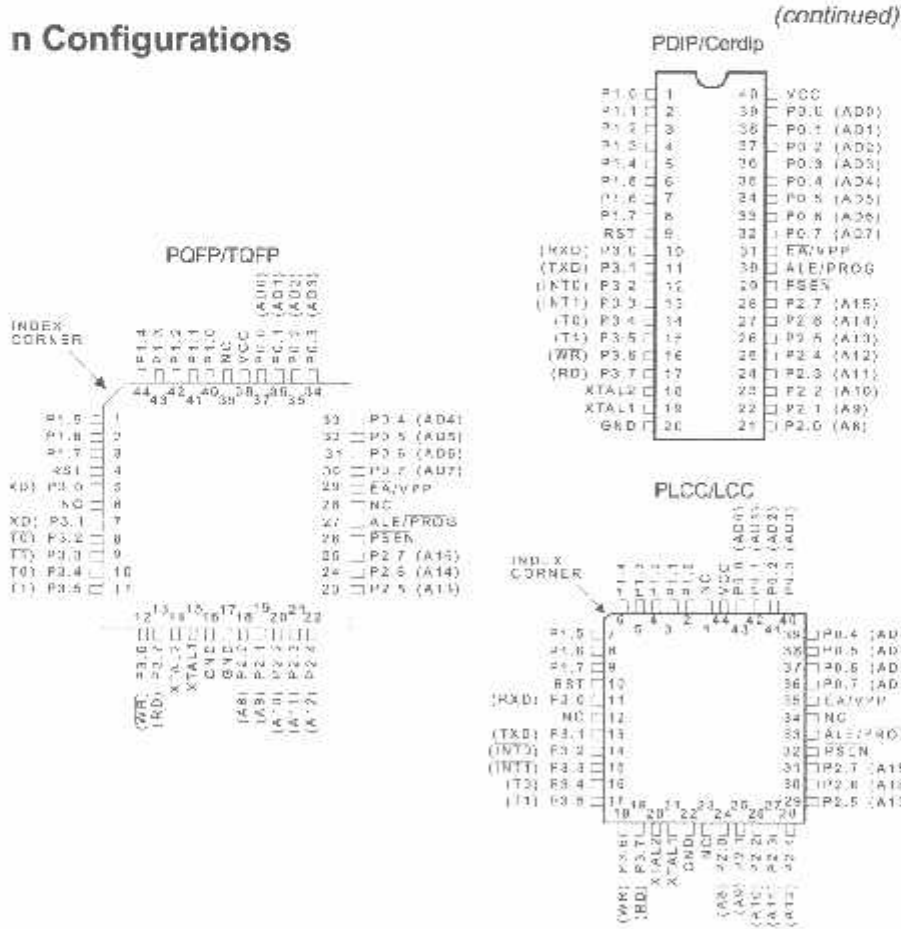
Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4 Kbytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
- Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 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
- Programmable Serial Channel
- Low Power Idle and Power Down Modes

Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4 Kbytes of Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations

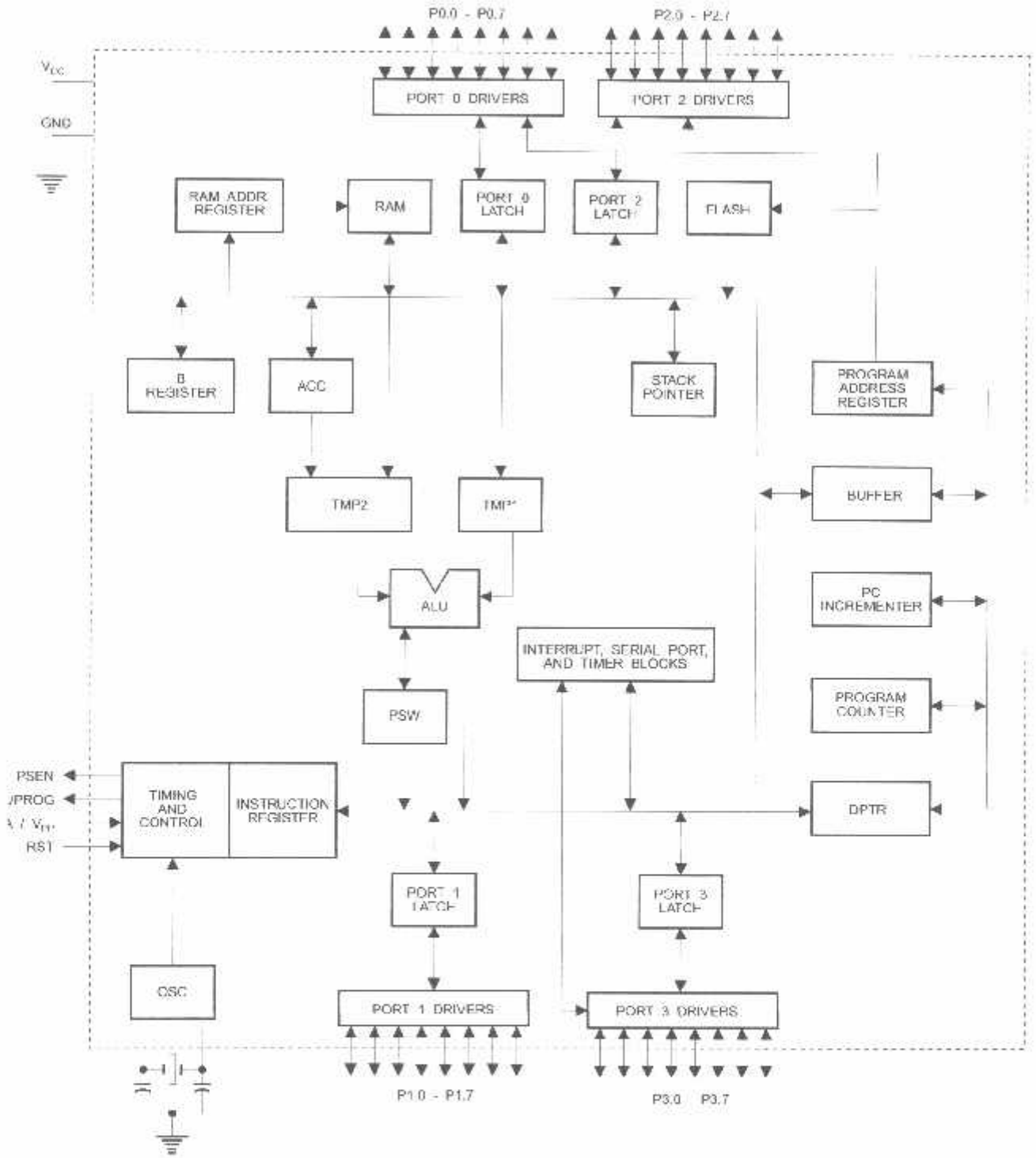


8-Bit Microcontroller with 4 Kbytes Flash

AT89C51



Block Diagram



Description (Continued)

The AT89C51 provides the following standard features: 4 Kbytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, 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 AT89C51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports on-chip 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 hardware reset.

Pin Description

V_{CC}

Supply voltage.

IDLE

Pin function.

P0

P0 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.

P0 may also be configured to be the multiplexed lower address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

P0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

P1

P1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. Each Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by internal pullups 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 pullups.

P1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and program verification.

P2

P2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. Each Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

P2 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 it uses strong internal pullups 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 pullups. 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 pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

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

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

RST

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

ALE/PROG

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

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

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

PSEN

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

(continued)



Pin Description (Continued)

When the AT89C51 is executing code from external program memory, PSEN is activated twice each machine cycle, except that two PSEN activations are skipped during each access to external data memory.

V_{pp}

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

ALE 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, for parts that require 12-volt V_{pp}.

AL1

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

AL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

AL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

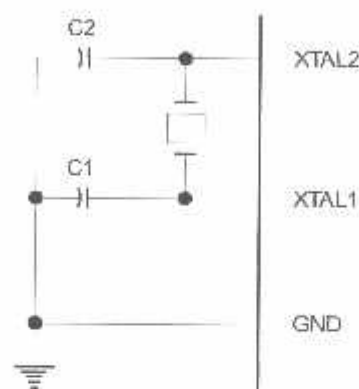
Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by hardware. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this

mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

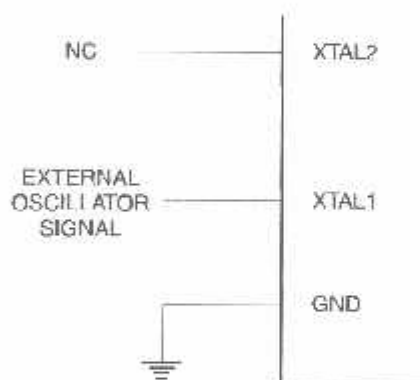
It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hard-

Figure 1. Oscillator Connections



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

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Status of External Pins During Idle and Power Down

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

re inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that takes Idle should not be one that writes to a port pin or external memory.

Power Down Mode

In the power down mode the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC}

is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Program Memory Lock Bits

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

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. It is necessary that the latched value of \overline{EA} be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Lock Bit Protection Modes

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

Programming the Flash

AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (5V) program enable signal. The low voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third party Flash or EPROM programmers.

AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective on-chip marking and device signature codes are listed in the following table.

	V _{pp} = 12 V	V _{pp} = 5 V
Top-Side Mark	AT89C51 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H)=1EH (031H)=51H (032H)=FFH	(030H)=1EH (031H)=51H (032H)=05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. To program any non-blank byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 3 and 4. To program the AT89C51 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 12 V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse ALE/PROG once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. 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 AT89C51 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an at-





Programming the Flash (Continued)

Repeated read of the last byte written will result in the complement of the written datum on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data are 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 be monitored by the RDY/BSY output signal. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically using the proper combination of control signals and by pulling ALE/PROG low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H,

031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel

(031H) = 51H indicates 89C51

(032H) = FFH indicates 12 V programming

(032H) = 05H indicates 5 V programming

Programming Interface

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

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

Flash Programming Modes

Mode		RST	PSEN	ALE/ PROG	EA/ V _{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data		H	L		H/12V ⁽¹⁾	L	H	H	H
Read Code Data		H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H	H
	Bit - 2	H	L	⁽²⁾	H/12V	H	H	L	L
	Bit - 3	H	L		H/12V	H	L	H	L
Chip Erase		H	L		H/12V	H	L	L	L
Read Signature byte		H	L	H	H	L	L	L	L

Notes: 1. The signature byte at location 032H designates whether V_{PP} = 12 V or V_{PP} = 5 V should be used to enable programming.

2. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.

AT89C51

Figure 3. Programming the Flash

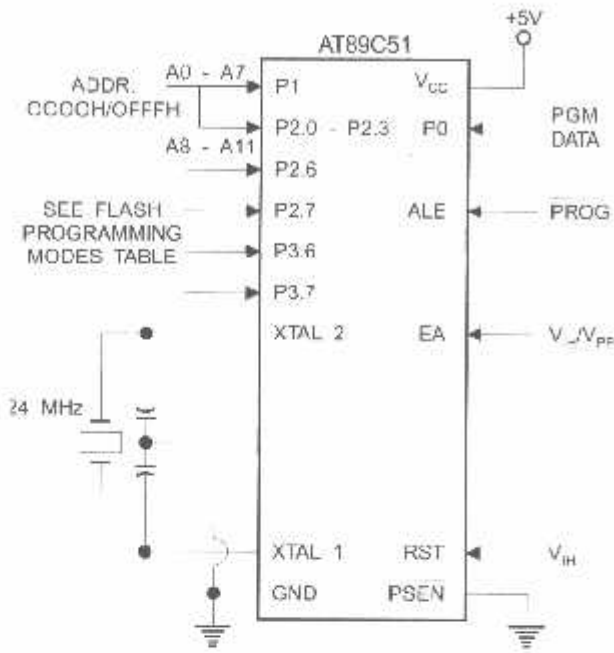
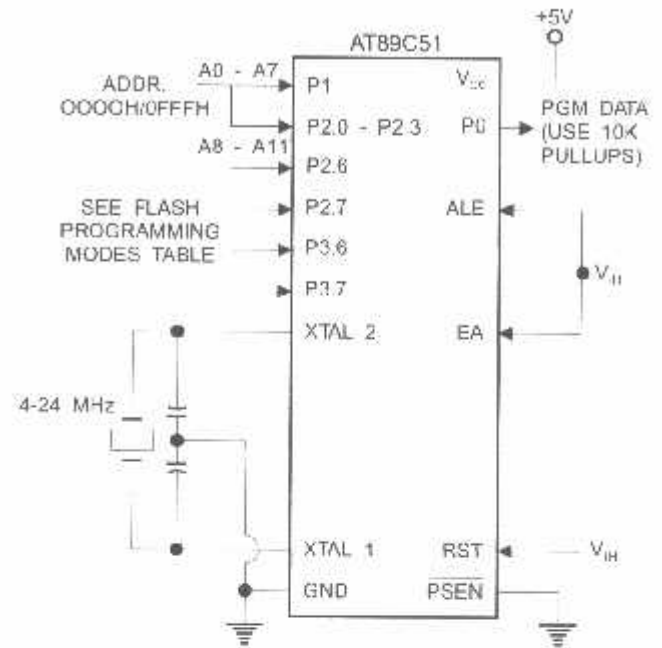


Figure 4. Verifying the Flash



Flash Programming and Verification Characteristics

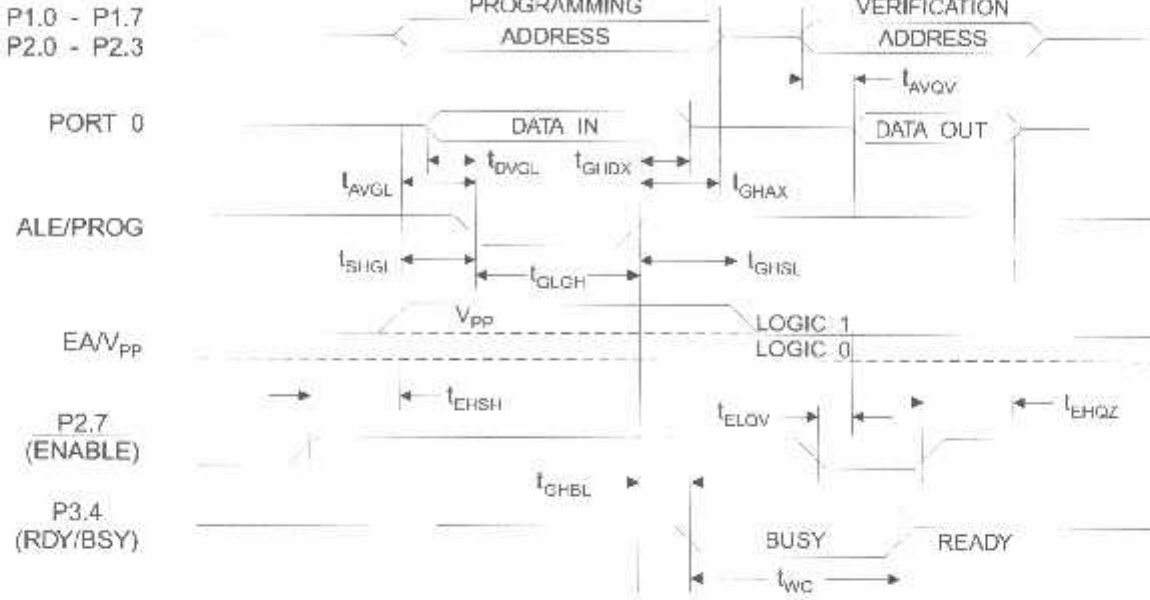
$T = 21^{\circ}\text{C}$ to 27°C , $V_{CC} = 5.0 \pm 10\%$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$V_{PP}^{(1)}$	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
$I_P^{(1)}$	Programming Enable Current		1.0	mA
f_{CLCL}	Oscillator Frequency	4	24	MHz
t_{VGL}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{HAX}	Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t_{VGL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{HDX}	Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t_{HSH}	P2.7 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V_{pp}	$48t_{CLCL}$		
t_{HGL}	V_{pp} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
$t_{HSL}^{(1)}$	V_{pp} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t_{LGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
t_{QV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{LQV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{HQV}	Data Float After $\overline{\text{ENABLE}}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{HBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

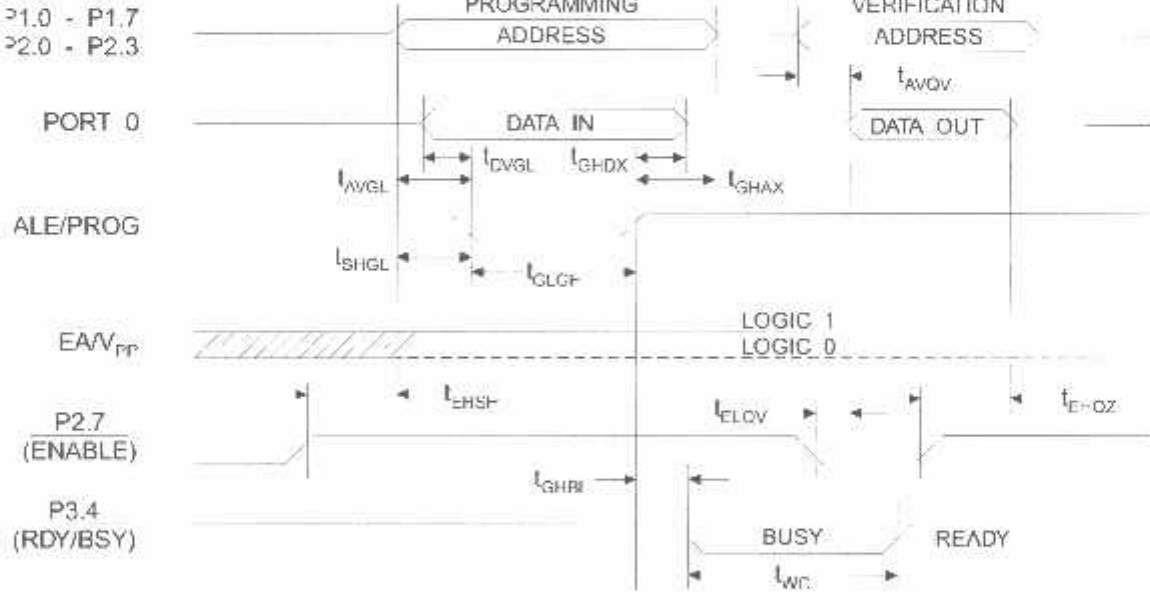
(1) Only used in 12-volt programming mode.



Flash Programming and Verification Waveforms - High Voltage Mode



Flash Programming and Verification Waveforms - Low Voltage Mode



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	-1.0 V to +7.0 V
Maximum Operating Voltage	6.6 V
DC 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

= -40°C to 85°C, V_{CC} = 5.0 V ± 20% (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V _{IL}	Input Low Voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	0.2 V _{CC} -0.1	V
V _{IL1}	Input Low Voltage (\overline{EA})		-0.5	0.2 V _{CC} -0.3	V
V _{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V _{CC} +0.9	V _{CC} +0.5	V
V _{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V _{CC}	V _{CC} +0.5	V
V _{OL}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	I _{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V _{OL1}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	I _{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V _{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	I _{OH} = -60 μA, V _{CC} = 5 V ± 10% I _{OH} = -25 μA I _{OH} = -10 μA	2.4 0.75 V _{CC} 0.9 V _{CC}		V
V _{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I _{OH} = -800 μA, V _{CC} = 5 V ± 10% I _{OH} = -300 μA I _{OH} = -80 μA	2.4 0.75 V _{CC} 0.9 V _{CC}		V
I _{I0}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V _{IN} = 0.45 V		-50	μA
I _{I1}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V _{IN} = 2 V		-650	μA
I _{I2}	Input Leakage Current (Port 0, EA)	0.45 < V _{IN} < V _{CC}		±10	μA
R _{ST}	Reset Pulldown Resistor		50	300	KΩ
C _{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T _A = 25°C		10	pF
I _{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz Idle Mode, 12 MHz		20 5	mA
I _{CC1}	Power Down Mode ⁽²⁾	V _{CC} = 6 V V _{CC} = 3 V		100 40	μA

as: 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 2 V.



C. Characteristics

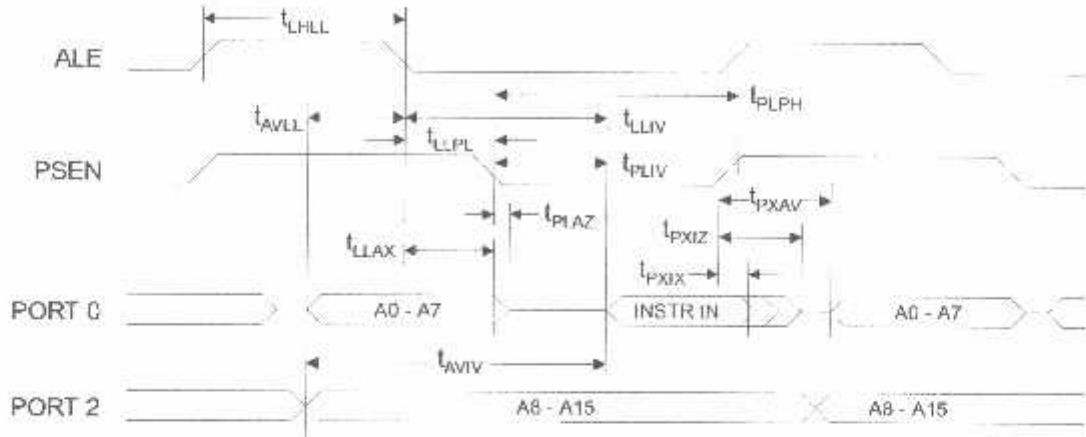
Under Operating Conditions, Load Capacitance for Port 0, ALE/ $\overline{\text{PROG}}$, and $\overline{\text{PSEN}}$ = 100 pF; Load Capacitance for all other outputs = 80 pF)

External Program and Data Memory Characteristics

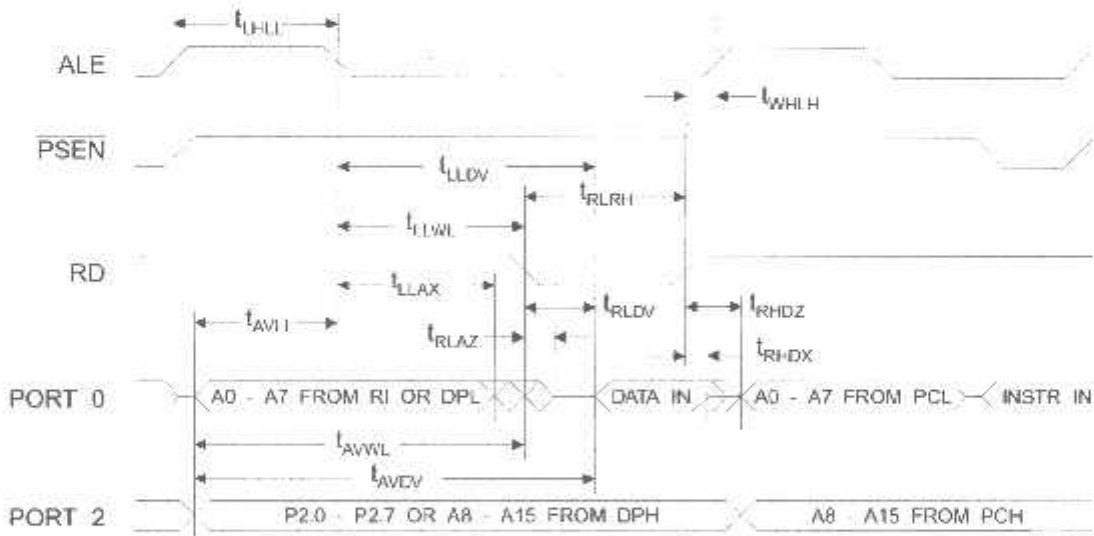
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
f _{OSC}	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t _{HLL}	ALE Pulse Width	127		2t _{CLCL} -40		ns
t _{AVLL}	Address Valid to ALE Low	28		t _{CLCL} -13		ns
t _{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		t _{CLCL} -20		ns
t _{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		4t _{CLCL} -65	ns
t _{LLPL}	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		t _{CLCL} -13		ns
t _{PLPH}	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		3t _{CLCL} -20		ns
t _{PLIV}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		3t _{CLCL} -45	ns
t _{IXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
t _{IXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{\text{PSEN}}$		59		t _{CLCL} -10	ns
t _{IXAV}	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		t _{CLCL} -8		ns
t _{IVV}	Address to Valid Instruction In		312		5t _{CLCL} -55	ns
t _{LAZ}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
t _{LRH}	RD Pulse Width	400		6t _{CLCL} -100		ns
t _{LVWH}	WR Pulse Width	400		6t _{CLCL} -100		ns
t _{LDV}	RD Low to Valid Data In		252		5t _{CLCL} -90	ns
t _{HDX}	Data Hold After $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
t _{HDZ}	Data Float After $\overline{\text{RD}}$		97		2t _{CLCL} -28	ns
t _{LDV}	ALE Low to Valid Data In		517		8t _{CLCL} -150	ns
t _{WDV}	Address to Valid Data In		585		9t _{CLCL} -165	ns
t _{LWL}	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	3t _{CLCL} -50	3t _{CLCL} +50	ns
t _{VWL}	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		4t _{CLCL} -75		ns
t _{VWX}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		t _{CLCL} -20		ns
t _{VWH}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		7t _{CLCL} -120		ns
t _{VHX}	Data Hold After $\overline{\text{WR}}$	33		t _{CLCL} -20		ns
t _{LAZ}	RD Low to Address Float		0		0	ns
t _{VHLH}	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	t _{CLCL} -20	t _{CLCL} +25	ns

AT89C51

Internal Program Memory Read Cycle

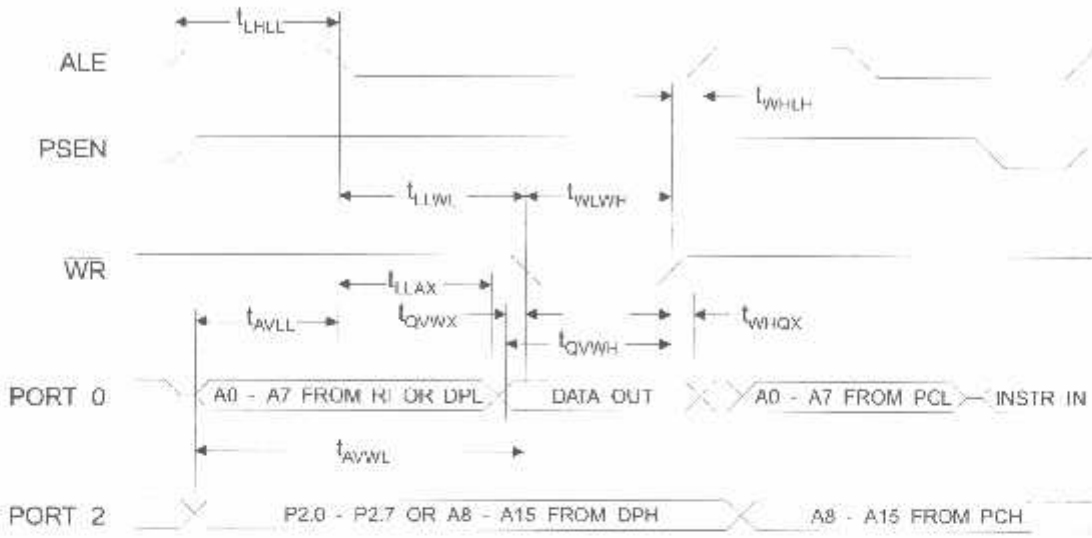


Internal Data Memory Read Cycle

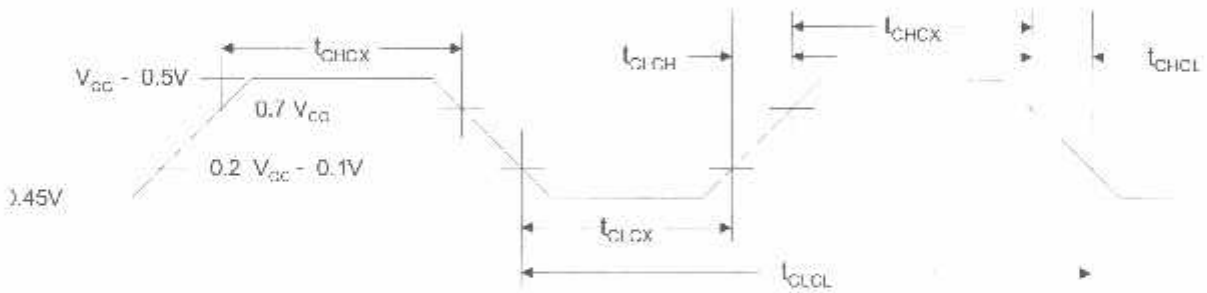




Internal Data Memory Cycle



Internal Clock Drive Waveforms



Internal Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
f_{CLCL}	Oscillator Frequency	0	24	MHz
T_{CLCL}	Clock Period	41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	15		ns
t_{CHLX}	Low Time	15		ns
t_{CHLH}	Rise Time		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20	ns

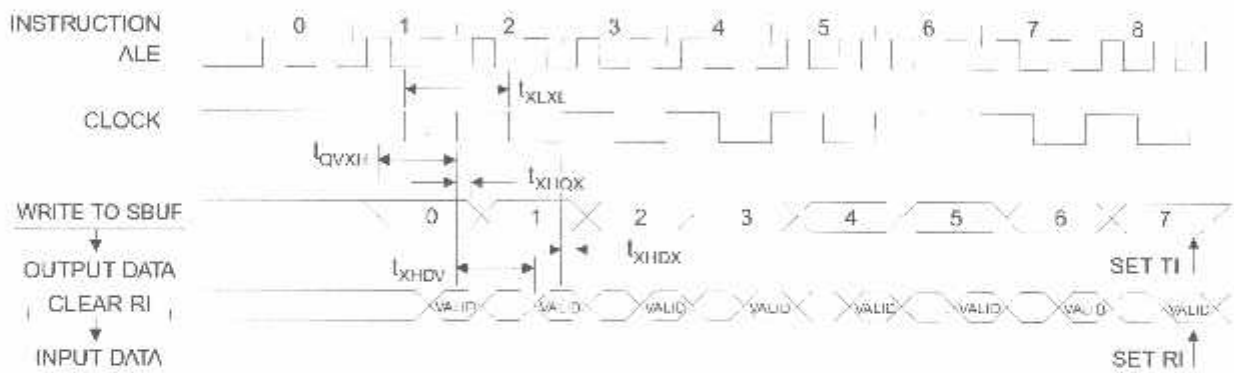
AT89C51

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

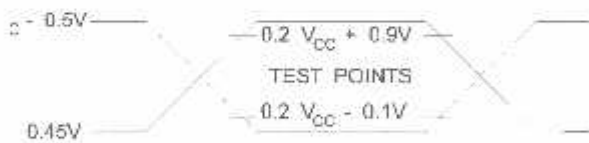
($V_{CC} = 5.0\text{ V} \pm 20\%$; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{CLK}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		μs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}-133$		ns
t_{XHGX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}-33$		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}-133$	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

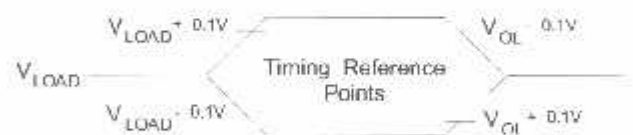


Testing Input/Output Waveforms ⁽¹⁾



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

Float Waveforms ⁽¹⁾



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



Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5 V \pm 20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-12JC	44J	
		AT89C51-12PC	40P6	
		AT89C51-12QC	44Q	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-12AI	44A	
		AT89C51-12JI	44J	
		AT89C51-12PI	40P6	Automotive (-40°C to 125°C)
		AT89C51-12QI	44Q	
		AT89C51-12AA	44A	
	5 V \pm 10%	AT89C51-12JA	44J	Military (-55°C to 125°C)
		AT89C51-12PA	40P6	
		AT89C51-12QA	44Q	
5 V \pm 10%	AT89C51-12DM	40D6	Military/883C Class B, Fully Compliant (-55°C to 125°C)	
	AT89C51-12LM	44L		
	AT89C51-12DM/883	40D6		
16	5 V \pm 20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-16JC	44J	
		AT89C51-16PC	40P6	
		AT89C51-16QC	44Q	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-16AI	44A	
		AT89C51-16JI	44J	
		AT89C51-16PI	40P6	Automotive (-40°C to 125°C)
		AT89C51-16QI	44Q	
		AT89C51-16AA	44A	
	5 V \pm 20%	AT89C51-16JA	44J	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-16PA	40P6	
		AT89C51-16QA	44Q	
20	5 V \pm 20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-20JC	44J	
		AT89C51-20PC	40P6	
		AT89C51-20QC	44Q	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-20AI	44A	
		AT89C51-20JI	44J	
AT89C51-20PI	40P6	Industrial (-40°C to 85°C)		
AT89C51-20QI	44Q			

AT89C51

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	5 V ± 20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-24JC	44J	
		AT89C51-24PC	44P6	
		AT89C51-24QC	44Q	
		AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-24JI	44J	
		AT89C51-24PI	44P6	
		AT89C51-24QI	44Q	

Package Type	
44A	44 Lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
40D6	40 Lead, 0.600" Wide, Non-Windowed, Ceramic Dual In-line Package (Cerdip)
44J	44 Lead, Plastic J-Leaded Chip Carrier (PLCC)
44L	44 Pad, Non-Windowed, Ceramic Leadless Chip Carrier (LCC)
40P6	40 Lead, 0.600" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
44Q	44 Lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)



DATA SHEET



PCF8591 8-bit A/D and D/A converter

Product specification
Supersedes data of 1997 Apr 02
File under Integrated Circuits, IC12

1998 Jul 02



8-bit A/D and D/A converter**PCF8591****CONTENTS**

	FEATURES
2	APPLICATIONS
3	GENERAL DESCRIPTION
4	ORDERING INFORMATION
5	BLOCK DIAGRAM
6	PINNING
7	FUNCTIONAL DESCRIPTION
7.1	Addressing
7.2	Control byte
7.3	D/A conversion
7.4	A/D conversion
7.5	Reference voltage
7.6	Oscillator
8	CHARACTERISTICS OF THE I ² C-BUS
8.1	Bit transfer
8.2	Start and stop conditions
8.3	System configuration
8.4	Acknowledge
8.5	I ² C-bus protocol
	LIMITING VALUES
9	HANDLING
9.1	DC CHARACTERISTICS
9.2	D/A CHARACTERISTICS
9.3	A/D CHARACTERISTICS
9.4	AC CHARACTERISTICS
9.5	APPLICATION INFORMATION
9.6	PACKAGE OUTLINES
9.7	SOLDERING
9.7.1	Introduction
9.7.2	DIP
9.7.2.1	Soldering by dipping or by wave
9.7.2.2	Repairing soldered joints
9.7.3	SO
9.7.3.1	Reflow soldering
9.7.3.2	Wave soldering
9.7.3.3	Repairing soldered joints
9.8	DEFINITIONS
9.9	LIFE SUPPORT APPLICATIONS
9.10	PURCHASE OF PHILIPS I ² C COMPONENTS

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

FEATURES

- Single power supply
- Operating supply voltage 2.5 V to 6 V
- Low standby current
- Serial input/output via I²C-bus
- Address by 3 hardware address pins
- Sampling rate given by I²C-bus speed
- 4 analog inputs programmable as single-ended or differential inputs
- Auto-incremented channel selection
- Analog voltage range from V_{SS} to V_{DD}
- On-chip track and hold circuit
- 8-bit successive approximation A/D conversion
- Multiplying DAC with one analog output.

APPLICATIONS

Closed loop control systems
 Low power converter for remote data acquisition
 Battery operated equipment
 Acquisition of analog values in automotive, audio and TV applications.

ORDERING INFORMATION

TYPE NUMBER	PACKAGE		
	NAME	DESCRIPTION	VERSION
PCA8591P	DIP16	plastic dual in-line package; 16 leads (300 mil); long body	SOT38-1
PCA8591T	SO16	plastic small outline package; 16 leads; body width 7.5 mm	SO1162-1

**3 GENERAL DESCRIPTION**

The PCF8591 is a single-chip, single-supply low power 8-bit CMOS data acquisition device with four analog inputs, one analog output and a serial I²C-bus interface. Three address pins A0, A1 and A2 are used for programming the hardware address, allowing the use of up to eight devices connected to the I²C-bus without additional hardware. Address, control and data to and from the device are transferred serially via the two-line bidirectional I²C-bus.

The functions of the device include analog input multiplexing, on-chip track and hold function, 8-bit analog-to-digital conversion and an 8-bit digital-to-analog conversion. The maximum conversion rate is given by the maximum speed of the I²C-bus.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

BLOCK DIAGRAM

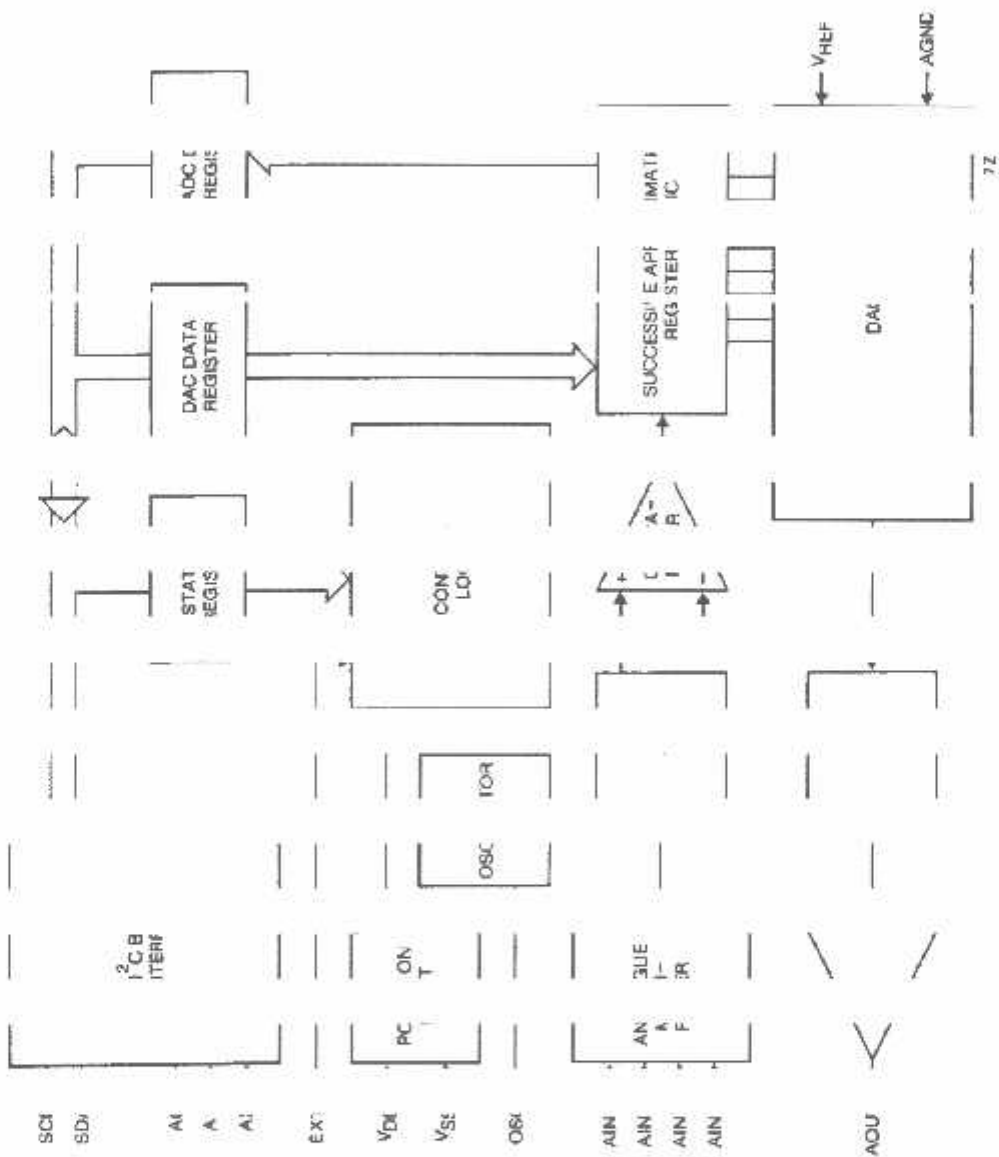


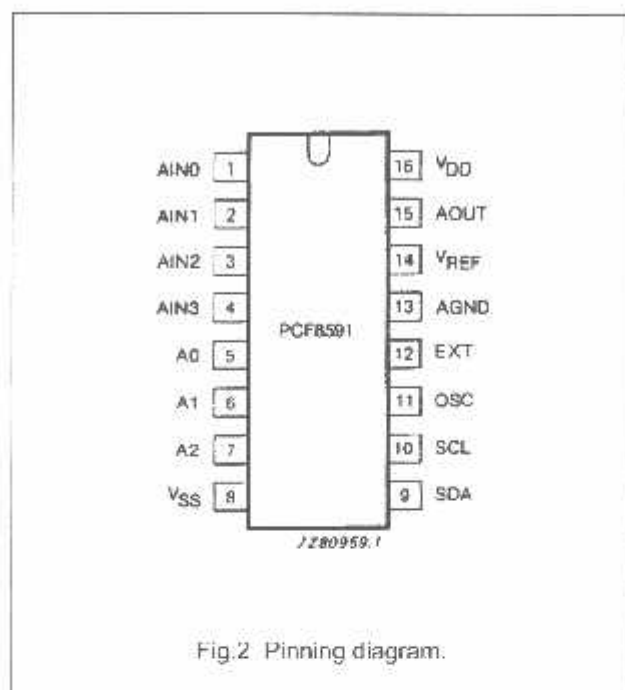
Fig.1 Block diagram.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

PINNING

SYMBOL	PIN	DESCRIPTION
AIN0	1	analog inputs (A/D converter)
AIN1	2	
AIN2	3	
AIN3	4	
A0	5	hardware address
A1	6	
A2	7	
V _{SS}	8	negative supply voltage
SDA	9	I ² C-bus data input/output
SCL	10	I ² C-bus clock input
OSC	11	oscillator input/output
EXT	12	external/internal switch for oscillator input
AGND	13	analog ground
V _{REF}	14	voltage reference input
AOUT	15	analog output (D/A converter)
V _{DD}	16	positive supply voltage



8-bit A/D and D/A converter

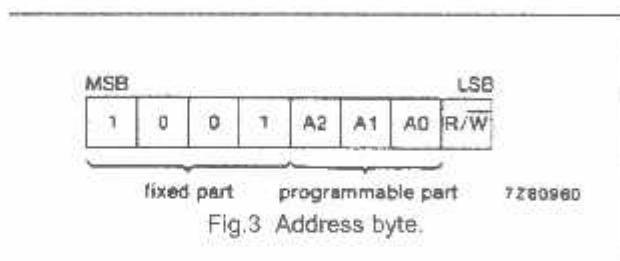
PCF8591

FUNCTIONAL DESCRIPTION

7.1 Addressing

Each PCF8591 device in an I²C-bus system is activated by sending a valid address to the device. The address consists of a fixed part and a programmable part.

The programmable part must be set according to the address pins A0, A1 and A2. The address always has to be sent as the first byte after the start condition in the I²C-bus protocol. The last bit of the address byte is the read/write-bit which sets the direction of the following data transfer (see Figs 3, 15 and 16).



7.2 Control byte

The second byte sent to a PCF8591 device will be stored in its control register and is required to control the device function.

The upper nibble of the control register is used for enabling the analog output, and for programming the analog inputs as single-ended or differential inputs. The lower nibble selects one of the analog input channels defined by the upper nibble (see Fig.4). If the auto-increment flag is set the channel number is incremented automatically after each A/D conversion.

If the auto-increment mode is desired in applications where the internal oscillator is used, the analog output enable flag in the control byte (bit 6) should be set. This allows the internal oscillator to run continuously, thereby preventing conversion errors resulting from oscillator start-up delay. The analog output enable flag may be reset at other times to reduce quiescent power consumption.

The selection of a non-existing input channel results in the highest available channel number being allocated. Therefore, if the auto-increment flag is set, the next selected channel will be always channel 0. The most significant bits of both nibbles are reserved for future functions and have to be set to 0. After a Power-on reset condition all bits of the control register are reset to 0. The D/A converter and the oscillator are disabled for power saving. The analog output is switched to a high-impedance state.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

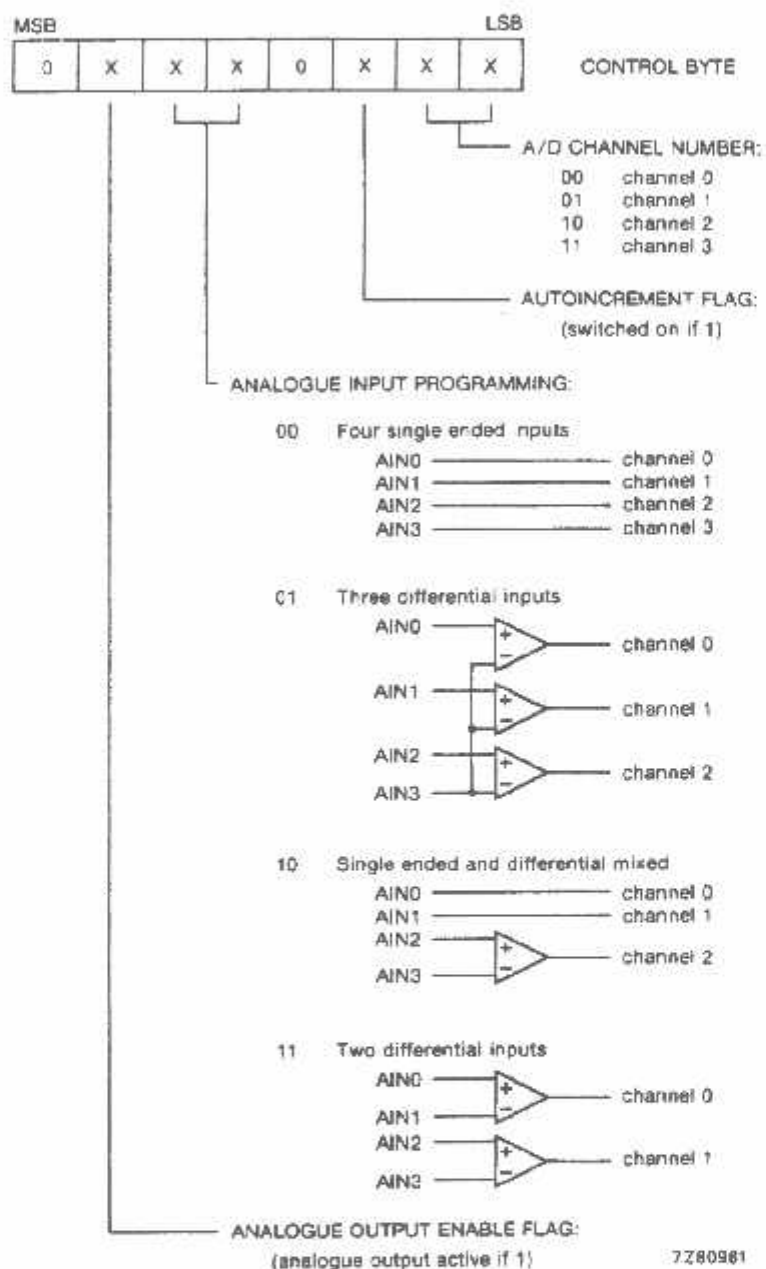


Fig.4 Control byte.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

3 D/A conversion

The third byte sent to a PCF8591 device is stored in the DAC data register and is converted to the corresponding analog voltage using the on-chip D/A converter. This D/A converter consists of a resistor divider chain connected to the external reference voltage with 256 taps and selection switches. The tap-decoder switches one of these taps to the DAC output line (see Fig.5).

The analog output voltage is buffered by an auto-zeroed unity gain amplifier. This buffer amplifier may be switched on or off by setting the analog output enable flag of the control register. In the active state the output voltage is held until a further data byte is sent.

The on-chip D/A converter is also used for successive approximation A/D conversion. In order to release the DAC for an A/D conversion cycle the unity gain amplifier is equipped with a track and hold circuit. This circuit holds the output voltage while executing the A/D conversion.

The output voltage supplied to the analog output AOUT is given by the formula shown in Fig.6. The waveforms of a D/A conversion sequence are shown in Fig.7.

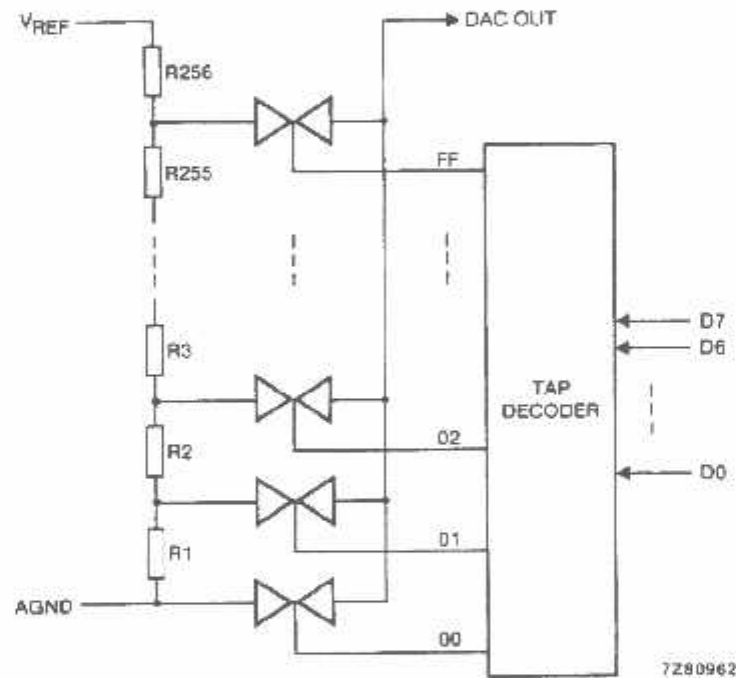


Fig.5 DAC resistor divider chain.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

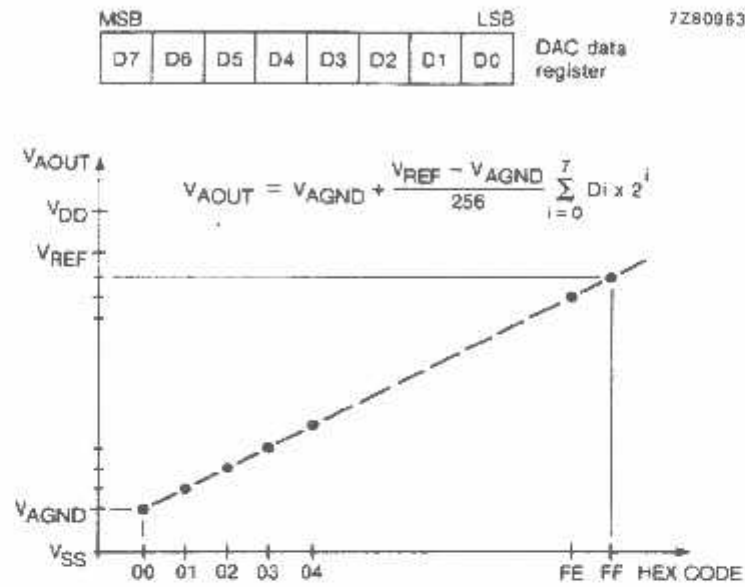


Fig.6 DAC data and DC conversion characteristics.

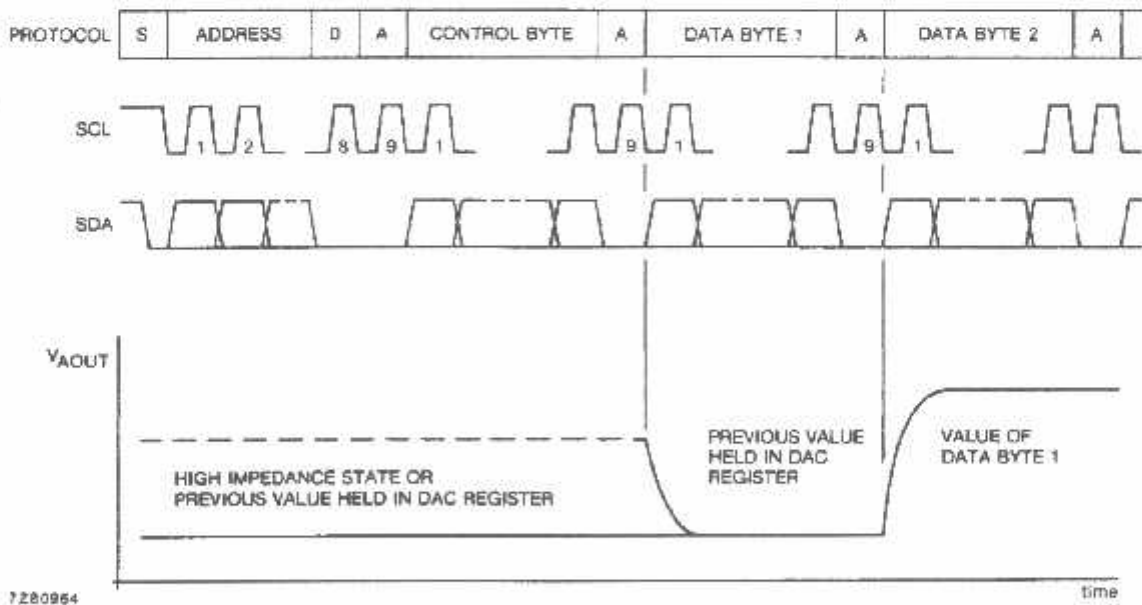


Fig.7 D/A conversion sequence.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

4 A/D conversion

The A/D converter makes use of the successive approximation conversion technique. The on-chip D/A converter and a high-gain comparator are used temporarily during an A/D conversion cycle.

An A/D conversion cycle is always started after sending a valid read mode address to a PCF8591 device. The A/D conversion cycle is triggered at the trailing edge of the acknowledge clock pulse and is executed while transmitting the result of the previous conversion (see Fig.8).

Once a conversion cycle is triggered an input voltage sample of the selected channel is stored on the chip and is converted to the corresponding 8-bit binary code. Samples picked up from differential inputs are converted to an 8-bit two's complement code (see Figs 9 and 10).

The conversion result is stored in the ADC data register and awaits transmission. If the auto-increment flag is set the next channel is selected.

The first byte transmitted in a read cycle contains the conversion result code of the previous read cycle. After a Power-on reset condition the first byte read is a hexadecimal 80. The protocol of an I²C-bus read cycle is shown in Chapter 8, Figs 15 and 16.

The maximum A/D conversion rate is given by the actual speed of the I²C-bus.

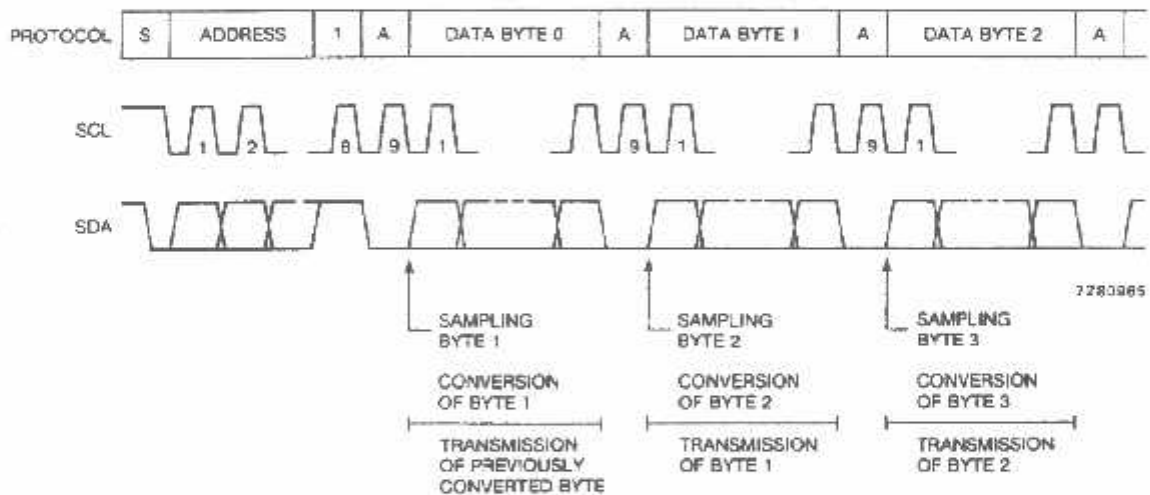


Fig.8 A/D conversion sequence.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

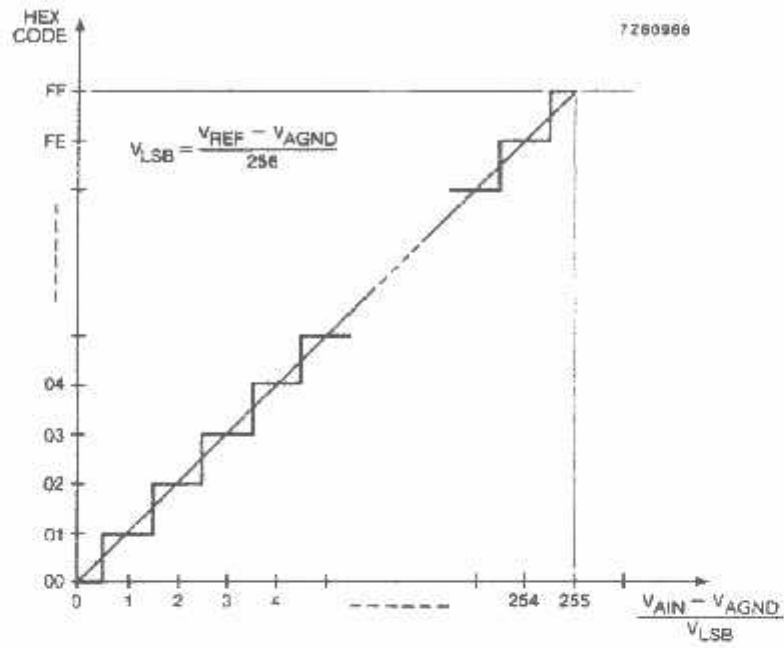


Fig.9 A/D conversion characteristics of single-ended inputs.

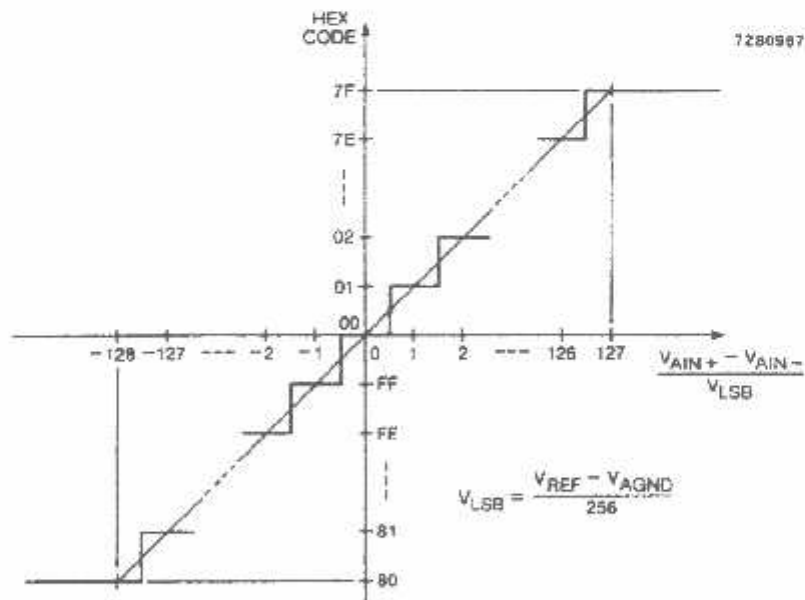


Fig.10 A/D conversion characteristics of differential inputs.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

7.5 Reference voltage

For the D/A and A/D conversion either a stable external voltage reference or the supply voltage has to be applied to the resistor divider chain (pins V_{REF} and AGND).

The AGND pin has to be connected to the system analog ground and may have a DC off-set with reference to V_{SS} .

A low frequency may be applied to the V_{REF} and AGND pins. This allows the use of the D/A converter as a one-quadrant multiplier; see Chapter 15 and Fig.6.

The A/D converter may also be used as a one or two quadrant analog divider. The analog input voltage is divided by the reference voltage. The result is converted to a binary code. In this application the user has to keep the reference voltage stable during the conversion cycle.

7.6 Oscillator

An on-chip oscillator generates the clock signal required for the A/D conversion cycle and for refreshing the auto-zeroed buffer amplifier. When using this oscillator the EXT pin has to be connected to V_{SS} . At the OSC pin the oscillator frequency is available.

If the EXT pin is connected to V_{DD} the oscillator output OSC is switched to a high-impedance state allowing the user to feed an external clock signal to OSC.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

CHARACTERISTICS OF THE I²C-BUS

The I²C-bus is for bidirectional, two-line communication between different ICs or modules. The two lines are a serial data line (SDA) and a serial clock line (SCL). Both lines must be connected to a positive supply via a pull-up resistor. Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.

1.1 Bit transfer

One data bit is transferred during each clock pulse. The data on the SDA line must remain stable during the HIGH period of the clock pulse as changes in the data line at this time will be interpreted as a control signal.

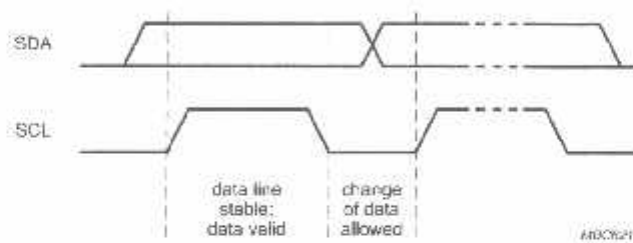


Fig.11 Bit transfer.

1.2 Start and stop conditions

Both data and clock lines remain HIGH when the bus is not busy. A HIGH-to-LOW transition of the data line, while the clock is HIGH, is defined as the start condition (S). A LOW-to-HIGH transition of the data line while the clock is HIGH, is defined as the stop condition (P).

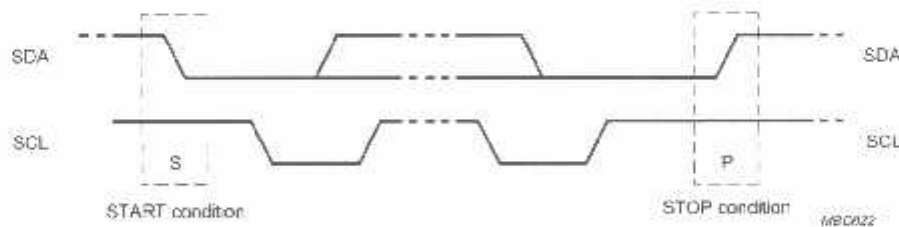


Fig.12 Definition of START and STOP condition.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

3 System configuration

A device generating a message is a 'transmitter', a device receiving a message is the 'receiver'. The device that controls the message is the 'master' and the devices which are controlled by the master are the 'slaves'.

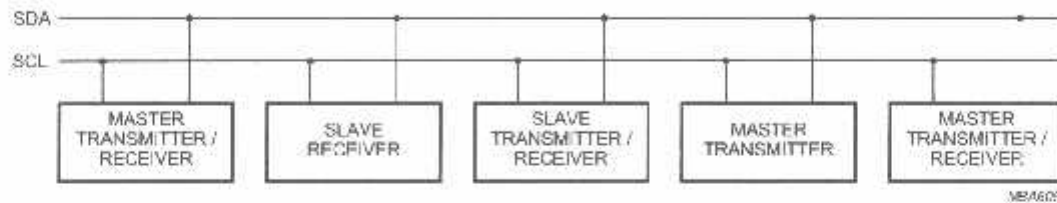
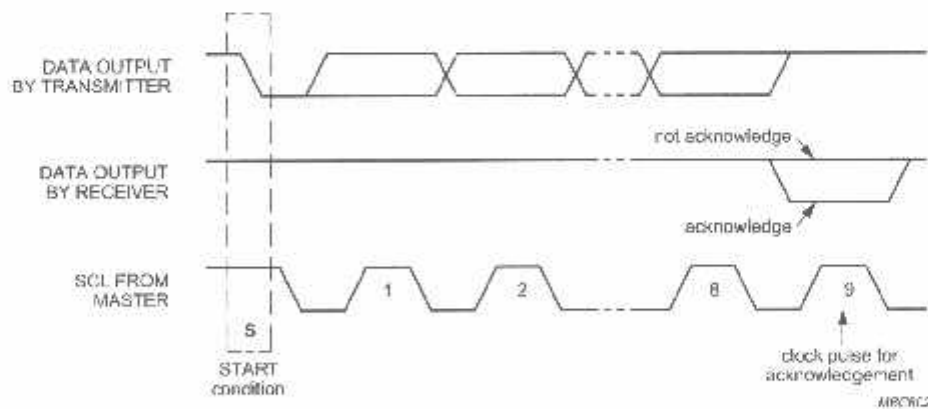


Fig.13 System configuration.

4 Acknowledge

The number of data bytes transferred between the start and stop conditions from transmitter to receiver is not limited. Each data byte of eight bits is followed by one acknowledge bit. The acknowledge bit is a HIGH level put on the bus by the transmitter whereas the master also generates an extra acknowledge related clock pulse. A slave receiver which is addressed must generate an acknowledge after the reception of each byte. Also a master must generate an acknowledge after the reception of each byte that has been clocked out of the slave transmitter. The device that acknowledges has to pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse, so that the SDA line is stable LOW during the HIGH period of the acknowledge related clock pulse. A master receiver must signal an end of data to the transmitter by not generating an acknowledge on the last byte that has been clocked out of the slave. In this event the transmitter must leave the data line HIGH to enable the master to generate a stop condition.

Fig.14 Acknowledgement on the I²C-bus.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

.5 I²C-bus protocol

After a start condition a valid hardware address has to be sent to a PCF8591 device. The read/write bit defines the direction of the following single or multiple byte data transfer. For the format and the timing of the start condition (S), the stop condition (P) and the acknowledge bit (A) refer to the I²C-bus characteristics. In the write mode a data transfer is terminated by sending either a stop condition or the start condition of the next data transfer.

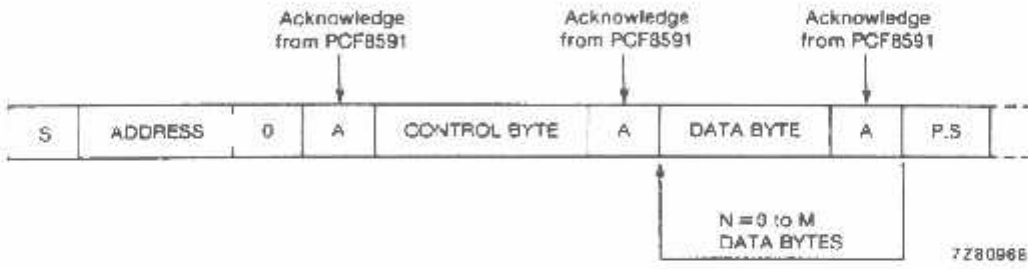


Fig.15 Bus protocol for write mode, D/A conversion.

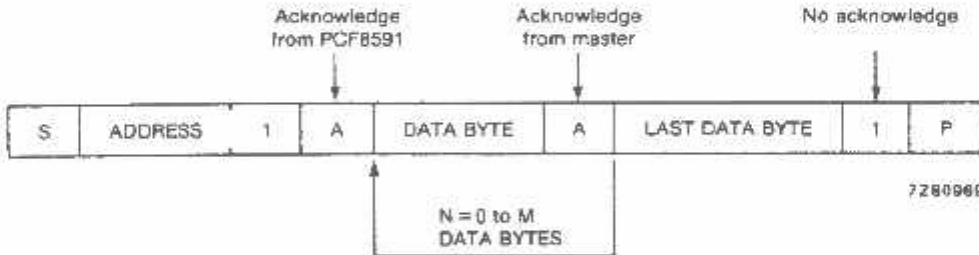


Fig.16 Bus protocol for read mode, A/D conversion.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

LIMITING VALUES

in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	MIN.	MAX.	UNIT
V_{DD}	supply voltage (pin 16)	-0.5	+8.0	V
V_I	input voltage (any input)	-0.5	$V_{DD} + 0.5$	V
I_I	DC input current	-	± 10	mA
I_O	DC output current	-	± 20	mA
I_{DD}, I_{SS}	V_{DD} or V_{SS} current	-	+50	mA
P_{tot}	total power dissipation per package	-	300	mW
P_O	power dissipation per output	-	100	mW
T_{amb}	operating ambient temperature	-40	+85	°C
T_{stg}	storage temperature	-65	+150	°C

0 HANDLING

Inputs and outputs are protected against electrostatic discharge in normal handling. However, to be totally safe, it is desirable to take precautions appropriate to handling MOS devices. Advice can be found in Data Handbook IC12 under "Handling MOS Devices".

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

1 DC CHARACTERISTICS

$V_{DD} = 2.5 \text{ V to } 6 \text{ V}$; $V_{SS} = 0 \text{ V}$; $T_{amb} = -40 \text{ }^\circ\text{C to } -85 \text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Supply						
V_{DD}	supply voltage (operating)		2.5	–	6.0	V
I_{DD}	supply current					
	standby	$V_I = V_{SS}$ or V_{DD} ; no load	–	1	15	μA
	operating, AOUT off	$f_{SCL} = 100 \text{ kHz}$	–	125	250	μA
	operating, AOUT active	$f_{SCL} = 100 \text{ kHz}$	–	0.45	1.0	mA
V_{POR}	Power-on reset level	note 1	0.8	–	2.0	V
Digital inputs/output: SCL, SDA, A0, A1, A2						
V_L	LOW level input voltage		0	–	$0.3 \times V_{DD}$	V
V_H	HIGH level input voltage		$0.7 \times V_{DD}$	–	V_{DD}	V
I_L	leakage current					
	A0, A1, A2	$V_I = V_{SS}$ to V_{DD}	–250	–	+250	nA
	SCL, SDA	$V_I = V_{SS}$ to V_{DD}	–1	–	+1	μA
C_i	input capacitance		–	–	5	pF
I_{OL}	LOW level SDA output current	$V_{OL} = 0.4 \text{ V}$	3.0	–	–	mA
Reference voltage inputs						
V_{REF}	reference voltage	$V_{REF} > V_{AGND}$; note 2	$V_{SS} + 1.6$	–	V_{DD}	V
V_{AGND}	analog ground voltage	$V_{REF} > V_{AGND}$; note 2	V_{SS}	–	$V_{DD} - 0.8$	V
I_{LI}	input leakage current		–250	–	+250	nA
R_{REF}	input resistance	pins V_{REF} and AGND	–	100	–	$\text{k}\Omega$
Oscillator: OSC, EXT						
I_{LI}	input leakage current		–	–	250	nA
f_{OSC}	oscillator frequency		0.75	–	1.25	MHz

Notes

- The power on reset circuit resets the I²C-bus logic when V_{DD} is less than V_{POR} .
- A further extension of the range is possible, if the following conditions are fulfilled:

$$\frac{V_{REF} + V_{AGND}}{2} \geq 0.8 \text{ V}, V_{DD} - \frac{V_{REF} - V_{AGND}}{2} \geq 0.4 \text{ V}$$

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

2 D/A CHARACTERISTICS

$V_{DD} = 5.0 \text{ V}$; $V_{SS} = 0 \text{ V}$; $V_{REF} = 5.0 \text{ V}$; $V_{AGND} = 0 \text{ V}$; $R_L = 10 \text{ k}\Omega$; $C_L = 100 \text{ pF}$; $T_{amb} = -40 \text{ }^\circ\text{C}$ to $+85 \text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Analog output						
V_{DA}	output voltage	no resistive load	V_{SS}	–	V_{DD}	V
		$R_L = 10 \text{ k}\Omega$	V_{SS}	–	$0.9 \times V_{DD}$	V
I_{LO}	output leakage current	AOUT disabled	–	–	250	nA
Accuracy						
OS_e	offset error	$T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	–	–	50	mV
L_e	linearity error		–	–	± 1.5	LSB
G_e	gain error	no resistive load	–	–	1	%
t_{DAC}	settling time	to $\frac{1}{2}$ LSB full scale step	–	–	90	μs
f_{DAC}	conversion rate		–	–	11.1	kHz
SNRR	supply noise rejection ratio	$f = 100 \text{ Hz}$; $V_{DDN} = 0.1 \times V_{PP}$	–	40	–	dB

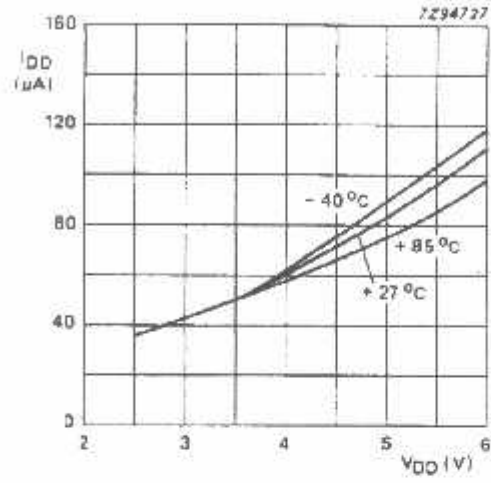
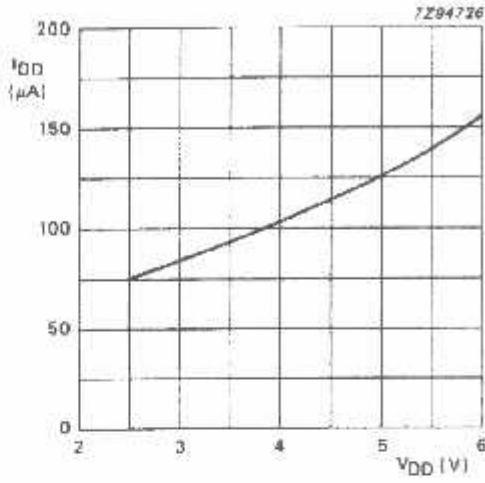
3 A/D CHARACTERISTICS

$V_{DD} = 5.0 \text{ V}$; $V_{SS} = 0 \text{ V}$; $V_{REF} = 5.0 \text{ V}$; $V_{AGND} = 0 \text{ V}$; $R_S = 10 \text{ k}\Omega$; $T_{amb} = -40 \text{ }^\circ\text{C}$ to $+85 \text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Analog inputs						
V_{IA}	analog input voltage		V_{SS}	–	V_{DD}	V
I_{LIA}	analog input leakage current		–	–	100	nA
C_{IA}	analog input capacitance		–	10	–	pF
C_{ID}	differential input capacitance		–	10	–	pF
V_{IS}	single-ended voltage	measuring range	V_{AGND}	–	V_{REF}	V
V_{ID}	differential voltage	measuring range: $V_{FS} = V_{REF} - V_{AGND}$	$-\frac{V_{FS}}{2}$	–	$+\frac{V_{FS}}{2}$	V
Accuracy						
OS_e	offset error	$T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$	–	–	20	mV
L_e	linearity error		–	–	± 1.5	LSB
G_e	gain error		–	–	1	%
GS_e	small-signal gain error	$\Delta V_I = 16 \text{ LSB}$	–	–	5	%
CMRR	common-mode rejection ratio		–	60	–	dB
SNRR	supply noise rejection ratio	$f = 100 \text{ Hz}$; $V_{DDN} = 0.1 \times V_{PP}$	–	40	–	dB
t_{ADC}	conversion time		–	–	90	μs
f_{ADC}	sampling/conversion rate		–	–	11.1	kHz

8-bit A/D and D/A converter

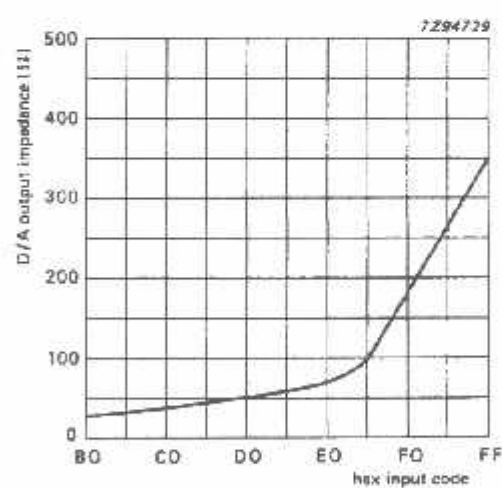
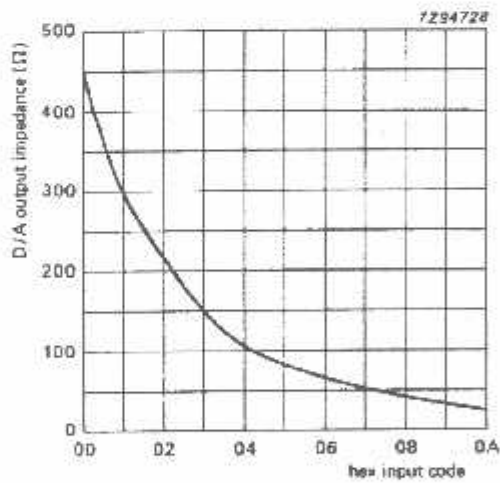
PCF8591



(a) Internal oscillator; T_{amb} = +27 °C

(b) External oscillator

Fig.17 Operating supply current as a function of supply voltage (analog output disabled).



(a) Output impedance near negative power rail; T_{amb} = +27 °C.

(b) Output impedance near positive power rail; T_{amb} = +27 °C.

The x-axis represents the hex input-code equivalent of the output voltage.

Fig.18 Output impedance of analog output buffer (near power rails).

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

4 AC CHARACTERISTICS

If timing values are valid within the operating supply voltage and ambient temperature range and reference to V_{IH} and V_{IL} with an input voltage swing of V_{SS} to V_{DD} .

SYMBOL	PARAMETER	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
²C-bus timing (see Fig. 19; note 1)					
f_{SCL}	SCL clock frequency	–	–	100	kHz
t_{SP}	tolerable spike width on bus	–	–	100	ns
t_{BUF}	bus free time	4.7	–	–	μ s
$t_{SU,STA}$	START condition set-up time	4.7	–	–	μ s
$t_{HD,STA}$	START condition hold time	4.0	–	–	μ s
t_{LOW}	SCL LOW time	4.7	–	–	μ s
t_{HIGH}	SCL HIGH time	4.0	–	–	μ s
t_r	SCL and SDA rise time	–	–	1.0	μ s
t_f	SCL and SDA fall time	–	–	0.3	μ s
$t_{SU,DAT}$	data set-up time	250	–	–	ns
$t_{HD,DAT}$	data hold time	0	–	–	ns
$t_{VD,DAT}$	SCL LOW-to-data out valid	–	–	3.4	μ s
$t_{SU,STO}$	STOP condition set-up time	4.0	–	–	μ s

Note

- A detailed description of the ²C-bus specification, with applications, is given in brochure "The ²C-bus and how to use it". This brochure may be ordered using the code 9398 393 40011.

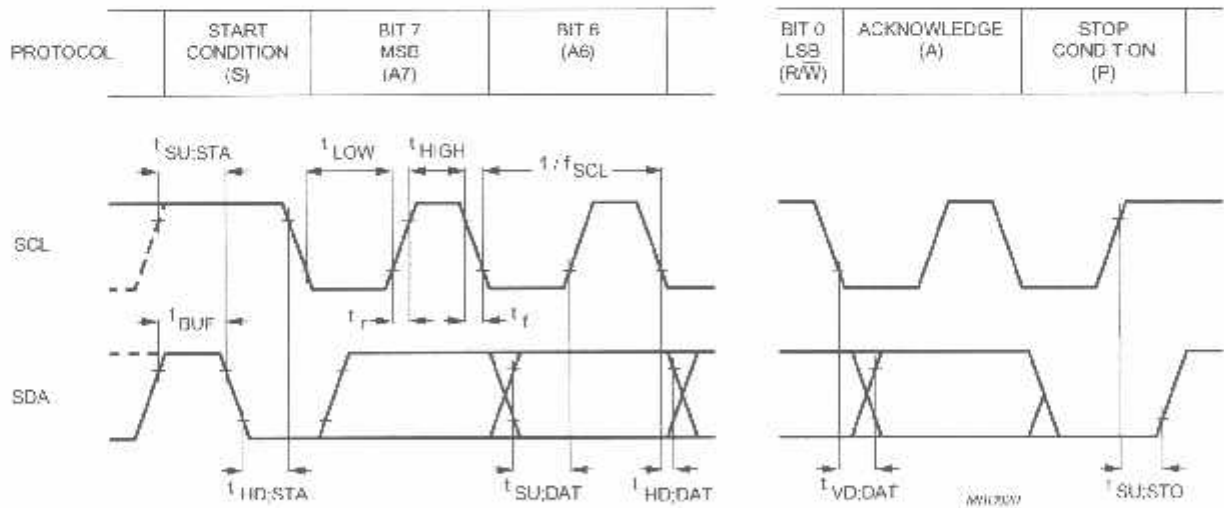


Fig. 19 ²C-bus timing diagram; rise and fall times refer to V_{IL} and V_{IH} .

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

5 APPLICATION INFORMATION

Inputs must be connected to V_{SS} or V_{DD} when not in use. Analog inputs may also be connected to AGND or V_{REF} .

In order to prevent excessive ground and supply noise and to minimize cross-talk of the digital to analog signal paths the user has to design the printed-circuit board layout very carefully. Supply lines common to a PCF8591 device and noisy digital circuits and ground loops should be avoided. Decoupling capacitors ($>10\ \mu\text{F}$) are recommended for power supply and reference voltage inputs.

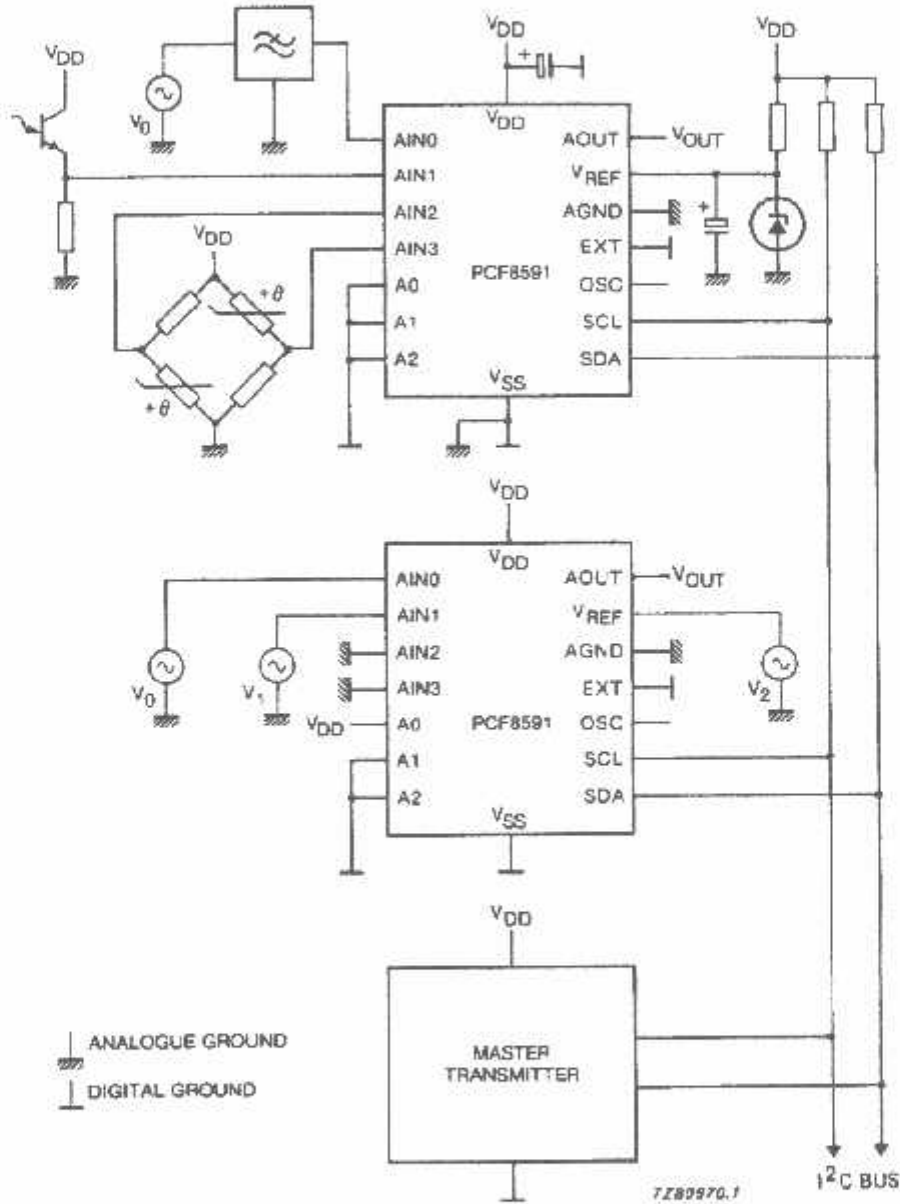


Fig.20 Application diagram.

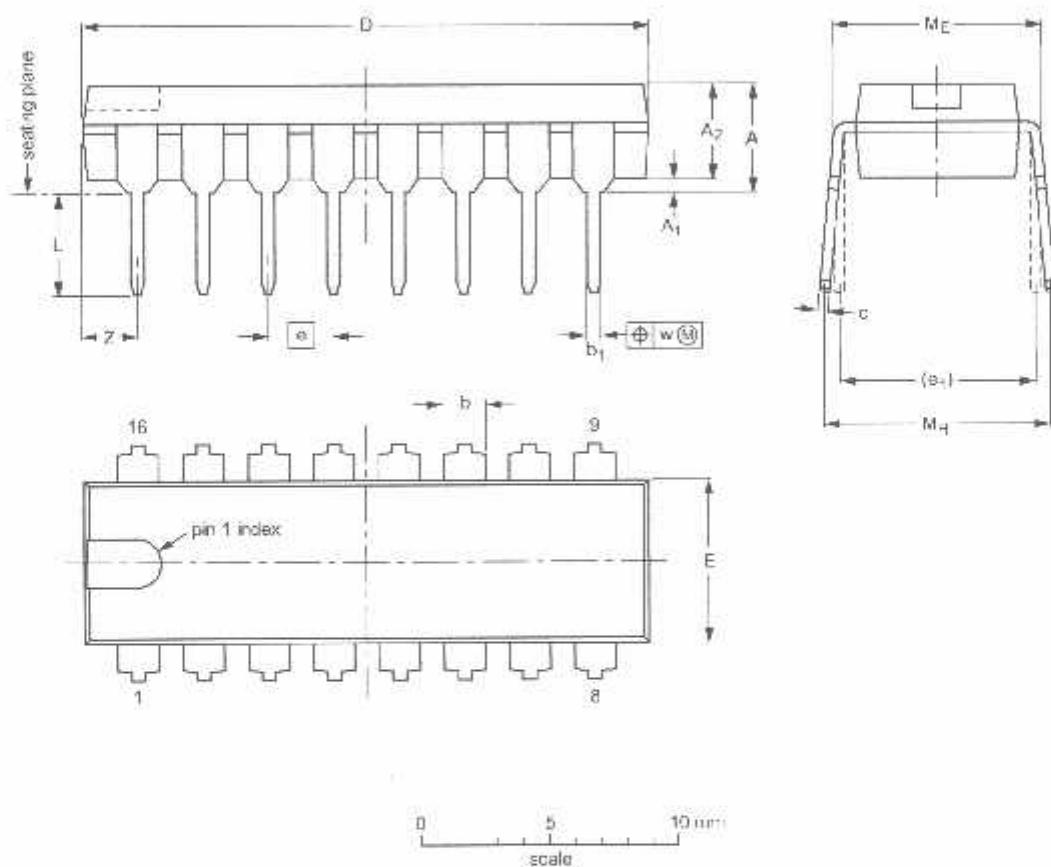
8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

5 PACKAGE OUTLINES

DIP16: plastic dual in-line package; 16 leads (300 mil); long body

SOT38-1



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A ₁ min.	A ₂ max.	b	b ₁	c	D ⁽¹⁾	E ⁽¹⁾	e	e ₁	L	M _E	M _H	w	Z ⁽¹⁾ max.
mm	4.7	0.51	3.7	1.40 1.14	0.53 0.38	0.32 0.23	21.8 21.4	6.48 6.20	2.54	7.62	3.9 3.4	8.25 7.80	9.5 8.3	0.254	2.2
inches	0.19	0.020	0.15	0.055 0.045	0.021 0.015	0.013 0.009	0.86 0.84	0.26 0.24	0.10	0.30	0.15 0.13	0.32 0.31	0.37 0.33	0.01	0.087

Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.25 mm maximum per side are not included.

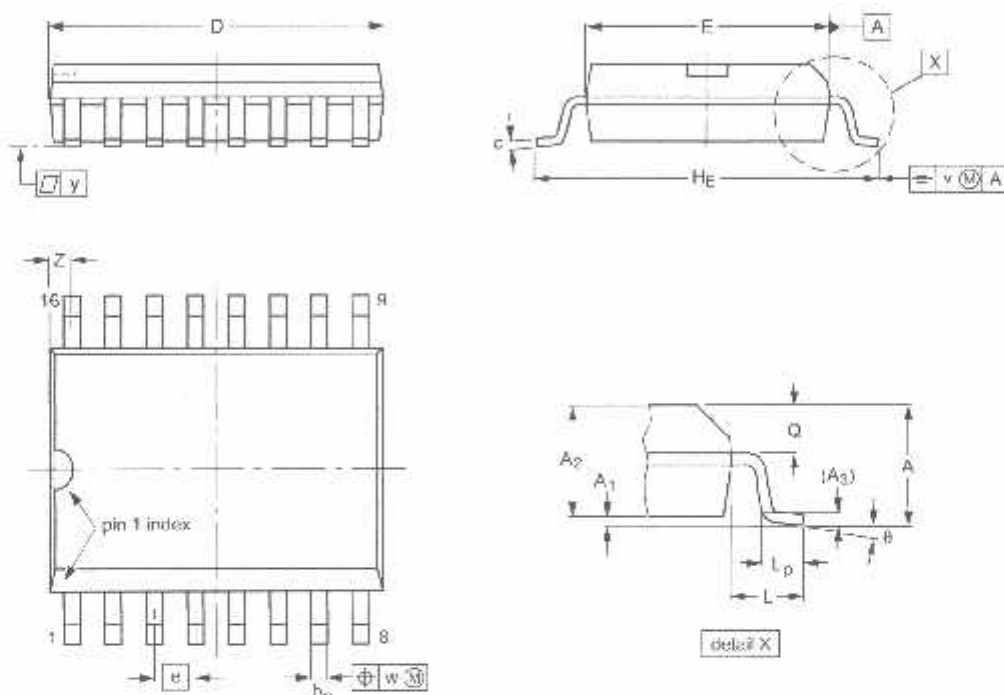
OUTLINE VERSION	REFERENCES			EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ		
SOT38-1	050G09	MO-001AE			92-19-02 95-01-19

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

016: plastic small outline package; 16 leads; body width 7.5 mm

SOT162-1



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A ₁	A ₂	A ₃	b _p	c	D ⁽¹⁾	E ⁽¹⁾	e	H _E	L	L _p	Q	v	w	y	z ⁽¹⁾	θ
mm	2.65	0.30 0.10	2.45 2.25	0.25	0.49 0.36	0.32 0.23	10.5 10.1	7.6 7.4	1.27	10.65 10.00	1.4	1.1 0.4	1.1 1.0	0.25	0.25	0.1	0.9 0.4	8° 0°
inches	0.10	0.012 0.004	0.096 0.089	0.01	0.019 0.014	0.013 0.009	0.41 0.40	0.30 0.29	0.050	0.419 0.394	0.055	0.043 0.016	0.043 0.039	0.01	0.01	0.004	0.035 0.016	

Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.15 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT162-1	075E03	MS-013AA				95-01-24 97-05-22

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

7 SOLDERING**7.1 Introduction**

There is no soldering method that is ideal for all IC packages. Wave soldering is often preferred when through-hole and surface mounted components are mixed on one printed-circuit board. However, wave soldering is not always suitable for surface mounted ICs, or for printed-circuits with high population densities. In these situations reflow soldering is often used.

This text gives a very brief insight to a complex technology. A more in-depth account of soldering ICs can be found in our "Data Handbook IC26; Integrated Circuit Packages" (order code 9398 652 90011).

17.2 DIP**17.2.1 SOLDERING BY DIPPING OR BY WAVE**

The maximum permissible temperature of the solder is 260 °C; solder at this temperature must not be in contact with the joint for more than 5 seconds. The total contact time of successive solder waves must not exceed 10 seconds.

The device may be mounted up to the seating plane, but the temperature of the plastic body must not exceed the specified maximum storage temperature ($T_{stg(max)}$). If the printed-circuit board has been pre-heated, forced cooling may be necessary immediately after soldering to keep the temperature within the permissible limit.

17.2.2 REPAIRING SOLDERED JOINTS

Apply a low voltage soldering iron (less than 24 V) to the lead(s) of the package, below the seating plane or not more than 2 mm above it. If the temperature of the soldering iron bit is less than 300 °C it may remain in contact for up to 10 seconds. If the bit temperature is between 300 and 400 °C, contact may be up to 5 seconds.

17.3 SO**17.3.1 REFLOW SOLDERING**

Reflow soldering techniques are suitable for all SO packages.

Reflow soldering requires solder paste (a suspension of fine solder particles, flux and binding agent) to be applied to the printed-circuit board by screen printing, stencilling or pressure-syringe dispensing before package placement.

Several techniques exist for reflowing; for example, thermal conduction by heated belt. Dwell times vary between 50 and 300 seconds depending on heating method. Typical reflow temperatures range from 215 to 250 °C.

Preheating is necessary to dry the paste and evaporate the binding agent. Preheating duration: 45 minutes at 45 °C.

17.3.2 WAVE SOLDERING

Wave soldering techniques can be used for all SO packages if the following conditions are observed:

- A double-wave (a turbulent wave with high upward pressure followed by a smooth laminar wave) soldering technique should be used.
- The longitudinal axis of the package footprint must be parallel to the solder flow.
- The package footprint must incorporate solder thieves at the downstream end.

During placement and before soldering, the package must be fixed with a droplet of adhesive. The adhesive can be applied by screen printing, pin transfer or syringe dispensing. The package can be soldered after the adhesive is cured.

Maximum permissible solder temperature is 260 °C, and maximum duration of package immersion in solder is 10 seconds, if cooled to less than 150 °C within 6 seconds. Typical dwell time is 4 seconds at 250 °C.

A mildly-activated flux will eliminate the need for removal of corrosive residues in most applications.

17.3.3 REPAIRING SOLDERED JOINTS

Fix the component by first soldering two diagonally-opposite end leads. Use only a low voltage soldering iron (less than 24 V) applied to the flat part of the lead. Contact time must be limited to 10 seconds at up to 300 °C. When using a dedicated tool, all other leads can be soldered in one operation within 2 to 5 seconds between 270 and 320 °C.

8-bit A/D and D/A converter

PCF8591

3 DEFINITIONS**Data sheet status**

Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.

Limiting values

Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.

Application Information

Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.

19 LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

10 PURCHASE OF PHILIPS I²C COMPONENTS

Purchase of Philips I²C components conveys a license under the Philips' I²C patent to use the components in the I²C system provided the system conforms to the I²C specification defined by Philips. This specification can be ordered using the code 9398 393 40011.

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:

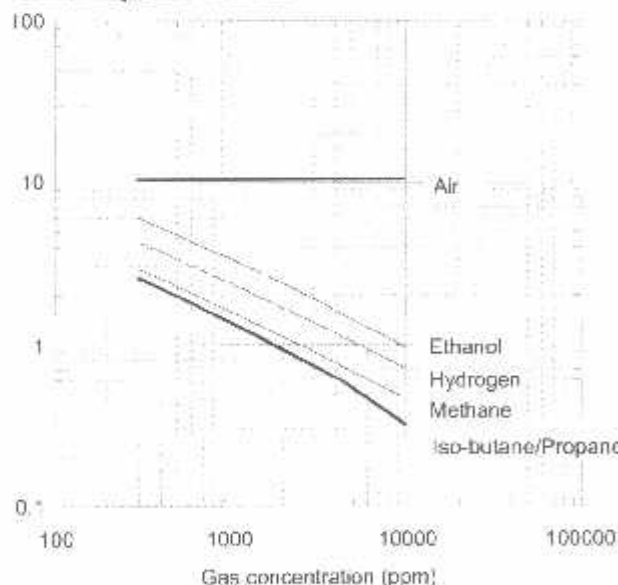
- R_s = Sensor resistance in displayed gases at various concentrations
- R_o = Sensor resistance in 1800ppm of iso-butane

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:

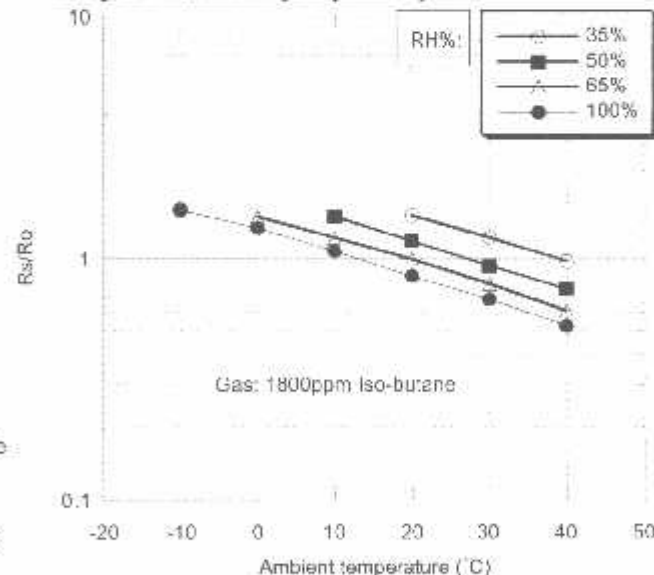
- R_s = Sensor resistance at 1800ppm of iso-butane at various temperatures/humidities
- R_o = Sensor resistance at 1800ppm of iso-butane at 20°C and 65% R.H.



Sensitivity Characteristics:



Temperature/Humidity Dependency:

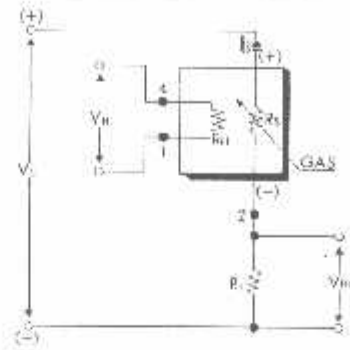


IMPORTANT NOTE: OPERATING CONDITIONS IN WHICH FIGARO SENSORS ARE USED WILL VARY WITH EACH CUSTOMER'S SPECIFIC APPLICATIONS. FIGARO STRONGLY RECOMMENDS CONSULTING OUR TECHNICAL STAFF BEFORE DEPLOYING FIGARO SENSORS IN YOUR APPLICATION AND, IN PARTICULAR, WHEN CUSTOMER'S TARGET GASES ARE NOT LISTED HEREIN.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

Basic Measuring Circuit:

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

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



Specifications:

Model number		TGS 2610	
Sensing element type		D1	
Standard package		TO-5 metal can	
Target gases		Butane, LP gas	
Typical detection range		500 – 10,000 ppm	
Standard circuit conditions	Heater Voltage	V_H	5.0±0.2V DC/AC
	Circuit voltage	V_C	5.0±0.2V DC/AC $P_S < 15mW$
	Load resistance	R_L	Variable 0.45kΩ min.
Electrical characteristics under standard test conditions	Heater resistance	R_H	approx. 58Ω at room temp.
	Heater current	I_H	56 ± 5mA
	Heater power consumption	P_H	280mW $V_H = 5.0V DC$
	Sensor resistance	R_S	0.88~6.8kΩ 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	$V_C = 5.0±0.01V DC$ $V_H = 5.0±0.05V DC$	
	Conditioning period before test	7 days	

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

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

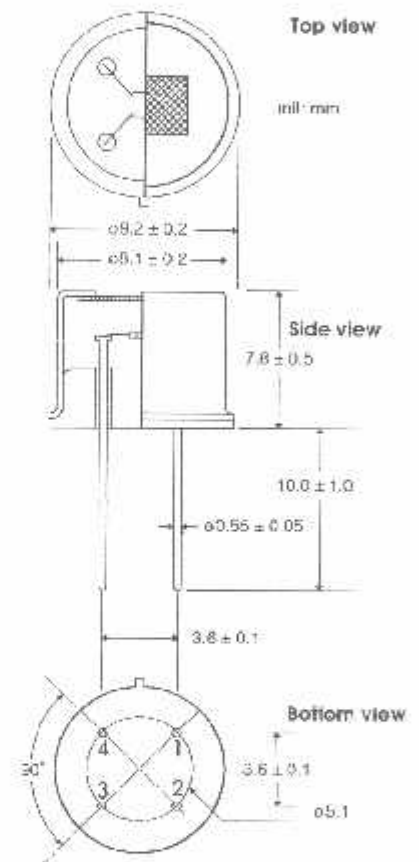
Sensor resistance (R_S) is calculated with a measured value of V_{RL} by using the following formula:

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

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

REV: 04/02

Structure and Dimensions:



Pin connection:

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

FIGARO USA, INC.

3705 West-Lake Ave. Suite 203
Glenview, Illinois 60025
Phone: (847) 832-1701
Fax: (847) 832-1706
email: figarousa@figarosensor.com

100 kPa On-Chip Temperature Compensated & Calibrated Silicon Pressure Sensors

The MPX2100 series device is a silicon piezoresistive pressure sensor providing a highly accurate and linear voltage output — directly proportional to the applied pressure. The sensor is a single, monolithic silicon diaphragm with the strain gauge and a thin-film resistor network integrated on-chip. The chip is laser trimmed for precise span and offset calibration and temperature compensation.

Features

- Temperature Compensated Over 0°C to +85°C
- Easy-to-Use Chip Carrier Package Options
- Available in Absolute, Differential and Gauge Configurations
- Ratiometric to Supply Voltage
- ±0.25% Linearity (MPX2100D)

Application Examples

- Pump/Motor Controllers
- Robotics
- Level Indicators
- Medical Diagnostics
- Pressure Switching
- Barometers
- Altimeters

Figure 1 illustrates a block diagram of the internal circuitry on the stand-alone pressure sensor chip.

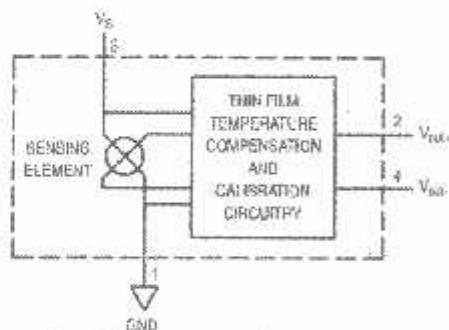


Figure 1. Temperature Compensated Pressure Sensor Schematic

VOLTAGE OUTPUT versus APPLIED DIFFERENTIAL PRESSURE

The differential voltage output of the sensor is directly proportional to the differential pressure applied.

The absolute sensor has a built-in reference vacuum. The output voltage will decrease as vacuum, relative to ambient, is drawn on the pressure (P1) side.

The output voltage of the differential or gauge sensor increases with increasing pressure applied to the pressure (P1) side relative to the vacuum (P2) side. Similarly, output voltage increases as increasing vacuum is applied to the vacuum (P2) side relative to the pressure (P1) side.

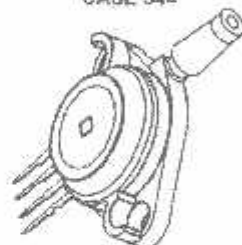
MPX2100 SERIES

0 to 100 kPa (0 to 14.5 psi)
40 mV FULL SCALE SPAN
(TYPICAL)

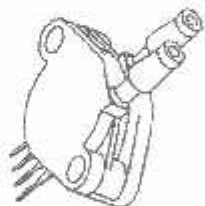
UNIBODY PACKAGE



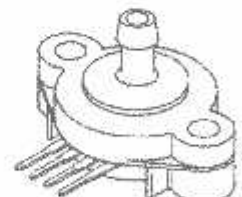
MPX2100A/D
CASE 344



MPX2100AP/GP
CASE 344B



MPX2100DP
CASE 344C



MPX2100ASX/GSX
CASE 344F

PIN NUMBER

1	Gnd	3	V _S
2	+V _{OUT}	4	-V _{OUT}

NOTE: Pin 1 is noted by the notch in the lead.

REV 9

© Motorola, Inc. 2002

For More Information On This Product,  **MOTOROLA**
Go to: www.freescale.com

digital dna 

MAXIMUM RATINGS(NOTE)

Rating	Symbol	Value	Unit
Maximum Pressure (P1 > P2)	P_{max}	400	kPa
Storage Temperature	T_{stg}	-40 to +125	°C
Operating Temperature	T_A	-40 to +125	°C

NOTE: Exposure beyond the specified limits may cause permanent damage or degradation to the device.

OPERATING CHARACTERISTICS ($V_S = 10$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted, P1 > P2)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	
Pressure Range ⁽¹⁾	P_{OP}	0	—	100	kPa	
Supply Voltage ⁽²⁾	V_S	—	10	16	Vdc	
Supply Current	I_o	—	6.0	—	mAdc	
Full Scale Span ⁽³⁾	MPX2100A, MPX2100D	V_{FSS}	38.5	40	41.5	mV
Offset ⁽⁴⁾	MPX2100D MPX2100A Series	V_{off}	-1.0 -2.0	—	1.0 2.0	mV
Sensitivity	$\Delta V/\Delta P$	—	0.4	—	mV/kPa	
Linearity ⁽⁵⁾	MPX2100D Series MPX2100A Series	—	-0.25 -1.0	—	0.25 1.0	% V_{FSS}
Pressure Hysteresis ⁽⁵⁾ (0 to 100 kPa)	—	—	±0.1	—	% V_{FSS}	
Temperature Hysteresis ⁽⁵⁾ (-40°C to +125°C)	—	—	±0.5	—	% V_{FSS}	
Temperature Effect on Full Scale Span ⁽⁶⁾	TCV_{FSS}	-1.0	—	1.0	% V_{FSS}	
Temperature Effect on Offset ⁽⁶⁾	TCV_{off}	-1.0	—	1.0	mV	
Input Impedance	Z_{in}	1000	—	2500	Ω	
Output Impedance	Z_{out}	1400	—	3000	Ω	
Response Time ⁽⁷⁾ (10% to 90%)	t_R	—	1.0	—	ms	
Warm-Up	—	—	20	—	ms	
Offset Stability ⁽⁷⁾	—	—	±0.5	—	% V_{FSS}	

NOTES:

- 1.0 kPa (kiloPascal) equals 0.145 psi.
- Device is ratimetric within this specified excitation range. Operating the device above the specified excitation range may induce additional error due to device self-heating.
- Full Scale Span (V_{FSS}) is defined as the algebraic difference between the output voltage at full rated pressure and the output voltage at the minimum rated pressure.
- Offset (V_{off}) is defined as the output voltage at the minimum rated pressure.
- Accuracy (error budget) consists of the following:
 - Linearity: Output deviation from a straight line relationship with pressure, using end point method, over the specified pressure range.
 - Temperature Hysteresis: Output deviation at any temperature within the operating temperature range, after the temperature is cycled to and from the minimum or maximum operating temperature points, with zero differential pressure applied.
 - Pressure Hysteresis: Output deviation at any pressure within the specified range, when this pressure is cycled to and from the minimum or maximum rated pressure, at 25°C.
 - TcSpan: Output deviation at full rated pressure over the temperature range of 0 to 85°C, relative to 25°C.
 - TcOffset: Output deviation with minimum rated pressure applied, over the temperature range of 0 to 85°C, relative to 25°C.
- Response Time is defined as the time for the incremental change in the output to go from 10% to 90% of its final value when subjected to a specified step change in pressure.
- Offset stability is the product's output deviation when subjected to 1000 hours of Pulsed Pressure, Temperature Cycling with Bias Test.

LINEARITY

Linearity refers to how well a transducer's output follows the equation: $V_{out} = V_{off} + \text{sensitivity} \times P$ over the operating pressure range. There are two basic methods for calculating nonlinearity, (1) end point straight line fit (see Figure 2) or (2) a least squares best line fit. While a least squares fit gives the "best case" linearity error (lower numerical value), the calculations required are burdensome.

Conversely, an end point fit will give the "worst case" error (often more desirable in error budget calculations) and the calculations are more straightforward for the user. Motorola's specified pressure sensor linearities are based on the end point straight line method measured at the midrange pressure.

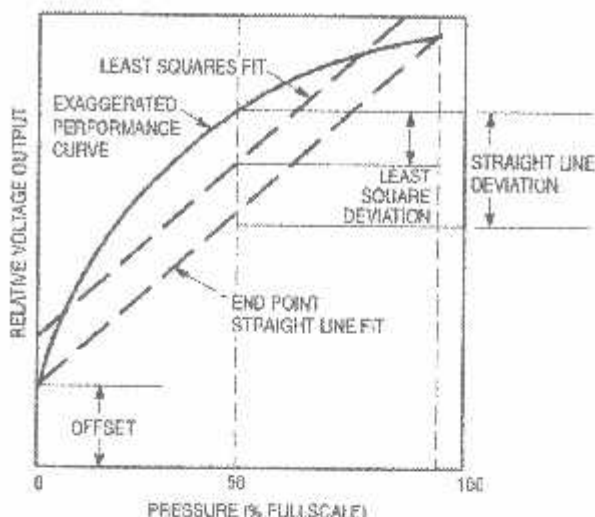


Figure 2. Linearity Specification Comparison

ON-CHIP TEMPERATURE COMPENSATION and CALIBRATION

Figure 3 shows the output characteristics of the MPX2100 series at 25°C. The output is directly proportional to the differential pressure and is essentially a straight line.

The effects of temperature on Full Scale Span and Offset are very small and are shown under Operating Characteristics.

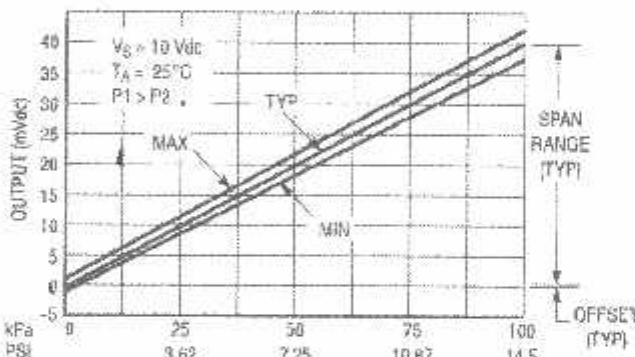


Figure 3. Output versus Pressure Differential

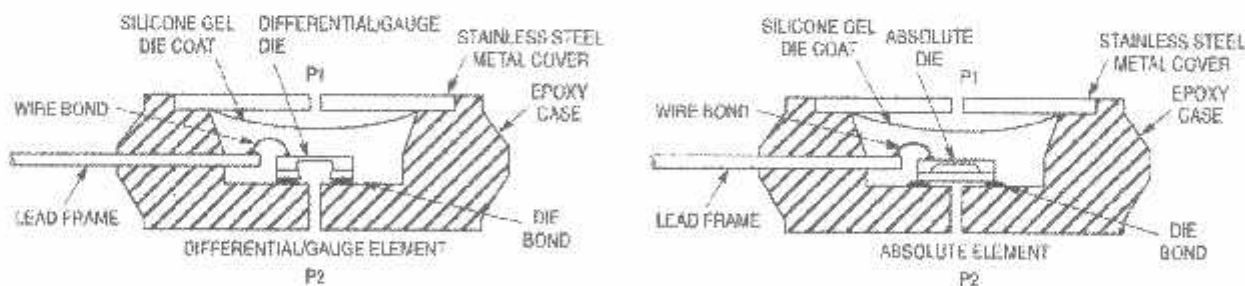


Figure 4. Cross-Sectional Diagrams (Not to Scale)

Figure 4 illustrates the absolute sensing configuration (right) and the differential or gauge configuration in the basic chip carrier (Case 344). A silicone gel isolates the die surface and wire bonds from the environment, while allowing the pressure signal to be transmitted to the silicon diaphragm.

The MPX2100 series pressure sensor operating charac-

teristics and internal reliability and qualification tests are based on use of dry air as the pressure media. Media other than dry air may have adverse effects on sensor performance and long term reliability. Contact the factory for information regarding media compatibility in your application.

PRESSURE (P1)/VACUUM (P2) SIDE IDENTIFICATION TABLE

Motorola designates the two sides of the pressure sensor the Pressure (P1) side and the Vacuum (P2) side. The Pressure (P1) side is the side containing the silicone gel which isolates the die. The differential or gauge sensor is designed to operate with positive differential pressure

applied, $P1 > P2$. The absolute sensor is designed for vacuum applied to P1 side.

The Pressure (P1) side may be identified by using the table below.

Part Number		Case Type	Pressure (P1) Side Identifier
MPX2100A	MPX2100D	344	Stainless Steel Cap
MPX2100DP		344C	Side with Part Marking
MPX2100AP	MPX2100GP	344B	Side with Port Attached
MPX2100ASX	MPX2100GSX	344F	Side with Port Attached

ORDERING INFORMATION

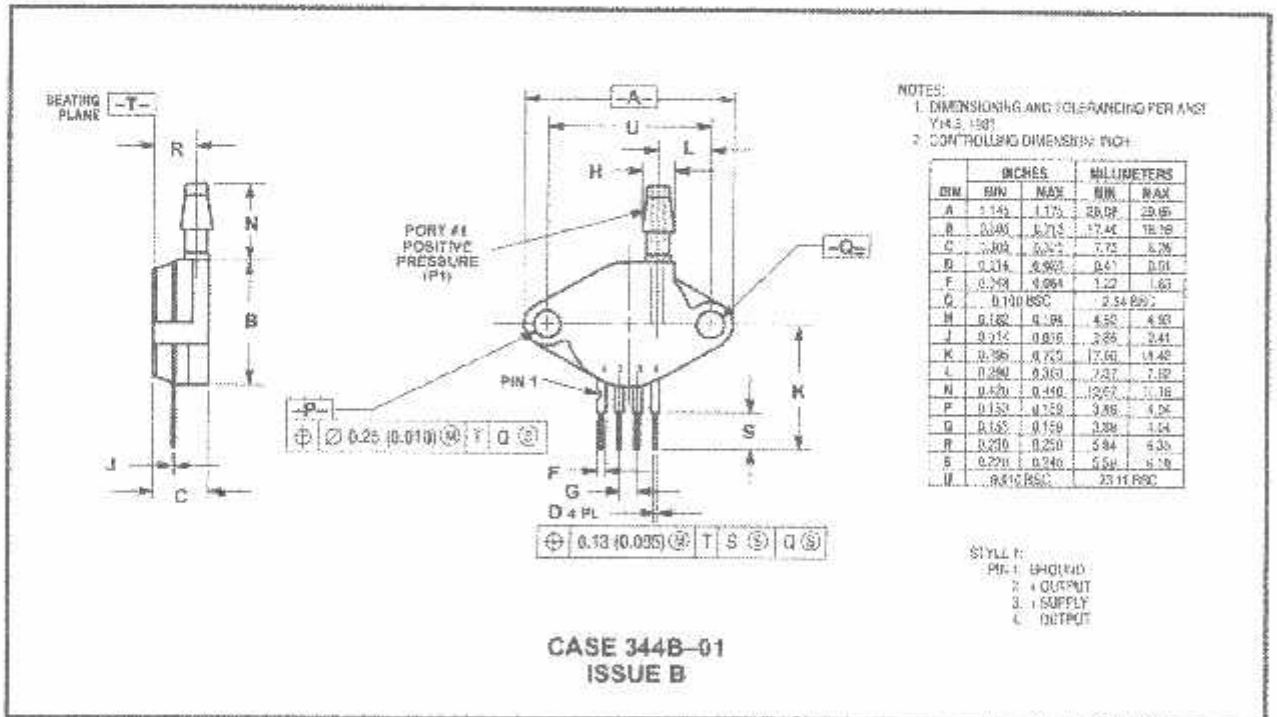
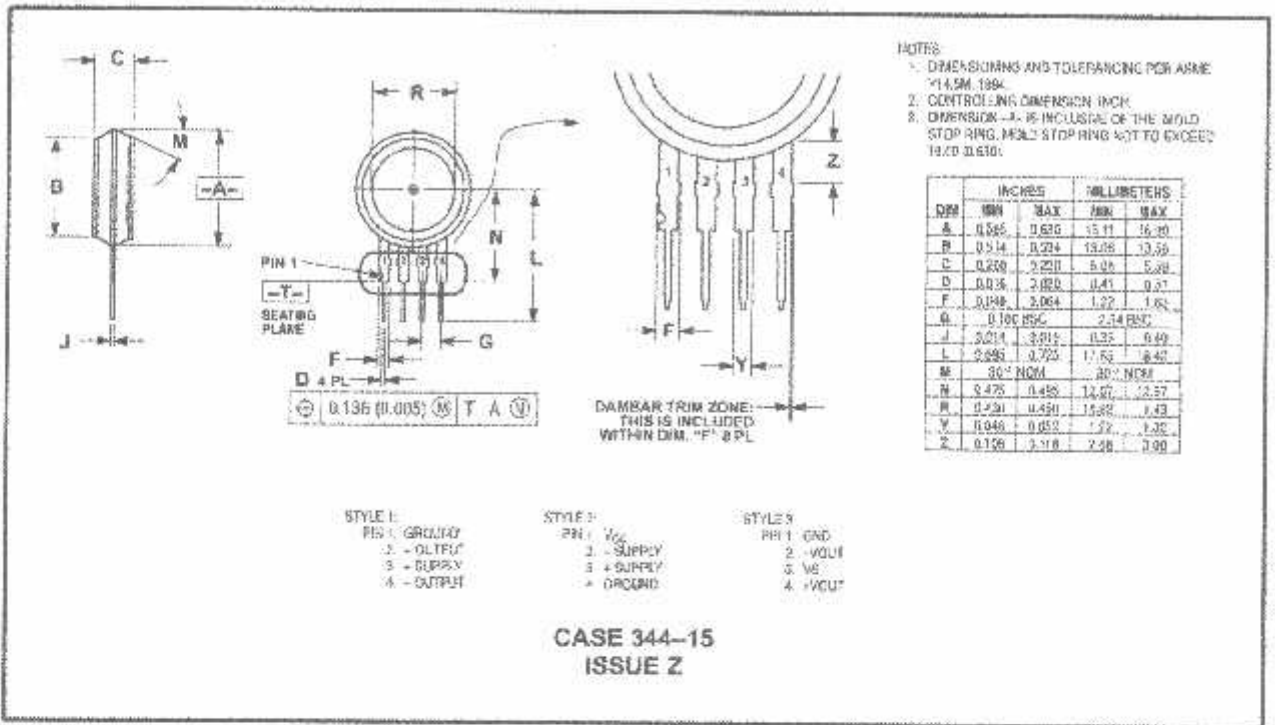
MPX2100 series pressure sensors are available in absolute, differential and gauge configurations. Devices are available in a basic element package or with pressure port fittings which provide printed circuit board mounting ease and barbed hose pressure connections.

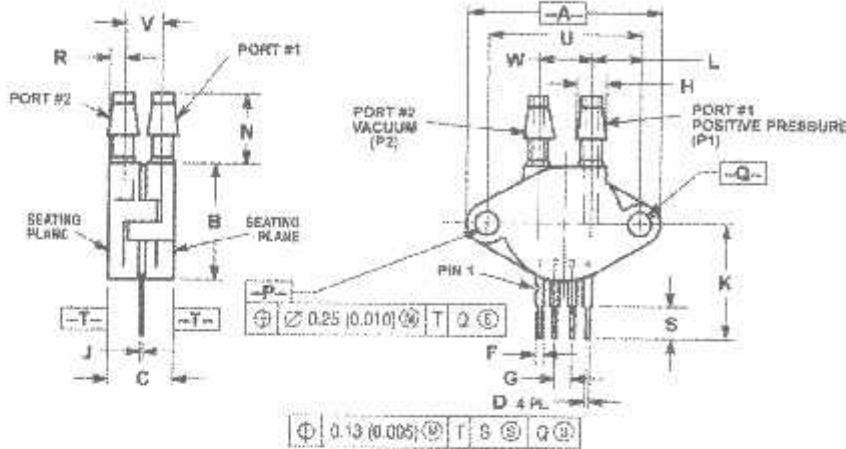
Device Type	Options	Case Type	MPX Series	
			Order Number	Device Marking
Basic Element	Absolute, Differential	344	MPX2100A MPX2100D	MPX2100A MPX2100D
Ported Elements	Differential, Dual Port	344C	MPX2100DP	MPX2100DP
	Absolute, Gauge	344B	MPX2100AP MPX2100GP	MPX2100AP MPX2100GP
	Absolute, Gauge Axial	344F	MPX2100ASX MPX2100GSX	MPX2100A MPX2100D

For More Information On This Product, Go to: www.freescale.com

Motorola Sensor Device Data

PACKAGE DIMENSIONS



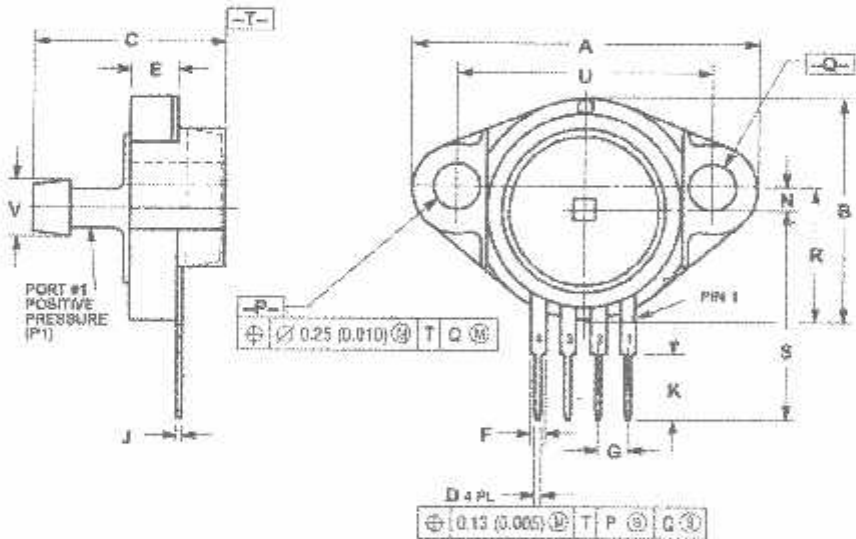


NOTES:
 1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1987.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.145	1.175	29.05	29.83
B	8.485	8.715	21.40	22.17
C	8.485	8.630	21.40	21.93
D	8.610	8.720	21.91	22.25
F	0.048	0.104	1.22	2.64
G	0.100 BSC			
H	0.182	0.191	4.62	4.82
J	0.014	0.015	0.36	0.41
K	0.695	0.752	17.65	19.12
L	0.290	0.300	7.37	7.62
N	0.425	0.440	10.67	11.18
P	0.162	0.165	4.09	4.24
Q	0.152	0.158	3.88	4.04
R	0.063	0.063	1.60	1.60
S	4.020	4.240	101.9	107.6
U	0.850 BSC			
V	0.248	0.278	6.20	7.06
W	0.910	0.930	23.17	23.67

STYLE 1:
 PIN 1 - GROUND
 2 - INPUT
 3 - SUPPLY
 4 - OUTPUT

CASE 344C-01
 ISSUE B



NOTES:
 1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1987.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.080	1.110	27.43	28.15
B	0.740	0.780	18.80	19.78
C	0.630	0.650	16.00	16.51
D	0.616	0.620	15.64	15.75
E	0.110	0.140	2.79	3.54
F	0.144	0.164	3.66	4.18
G	0.100 BSC			
H	0.014	0.015	0.36	0.41
K	0.270	0.285	6.86	7.29
M	0.270	0.280	6.86	7.11
N	0.198	0.198	5.00	5.00
O	0.190	0.195	4.81	4.94
P	0.440	0.460	11.18	11.68
Q	0.690	0.720	17.53	18.29
R	0.840	0.840	21.34	21.34
Y	0.140	0.140	3.54	3.54

STYLE 1:
 PIN 1 - GROUND
 2 - V(+)-OUT
 3 - V(SUPPLY)
 4 - V(-)-OUT

CASE 344F-01
 ISSUE B

