

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



SKRIPSI

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MODEL
SISTEM PENGAMANAN SEL PADA
LEMBAGA PEMASYARAKATAN KOTA JOMBANG**

Disusun Oleh :

NAMA : ARIF RUSBIYANTO

NIM : 02 17 032

MARET 2007

NOTICE CALL

DATE : 02 11 2008

TIME : 10:00 AM

PLACE :

TEKNIK PENYALURAN SINYAL DAN SISTEM
SISTEM PENYALURAN SINYAL
PENYALURAN SINYAL DAN SISTEM

02/11/08

TEKNIK PENYALURAN SINYAL DAN SISTEM
SISTEM PENYALURAN SINYAL
PENYALURAN SINYAL DAN SISTEM

LEMBAR PERSETUJUAN



PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MODEL SISTEM PENGAMANAN SEL PADA LEMBAGA PEMASYARAKATAN KOTA JOMBANG

SKRIPSI

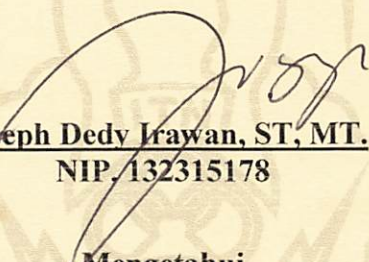
*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

ARIF RUSBIYANTO
NIM : 0217032


Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing


Joseph Dedy Irawan, ST, MT.
NIP. 132315178

Mengetahui




Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

E. Yudi Limpraptono, MT
NIP.P 1039500274

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

2007



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Arif Rusbiyanto
NIM : 02.17.032
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Model Sistem
Pengamanan Sel Pada Lembaga Pemasarakatan Kota
Jombang

Dipertahankan dihadapan team penguji Skripsi jenjang Sarjana (S-1) pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 16 Maret 2007
Dengan Nilai : A (85,5) *84*

PANITIA UJIAN SKRIPSI



Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 1018100036

Sekretaris

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

ANGGOTA PENGUJI

Penguji I

Ir. Widodo Pudji Mulyanto, MT.
NIP. Y. 1028700171

Penguji II

DR. Cahyo Chrysdian, Msc.
NIP. 1030400412

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MODEL SISTEM PENGAMANAN SEL PADA LEMBAGA PEMASYARAKATAN KOTA JOMBANG

Arif Rusbiyanto

Konsentrasi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro S1, Fakultas Teknologi
Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

Abstrak:

Perkembangan teknologi khususnya teknologi yang berhubungan dengan elektronika telah mengalami perkembangan yang sangat pesat seiring dengan kemajuan zaman, dewasa ini perkembangan teknologi elektronika dapat diaplikasikan dan dimanfaatkan dalam berbagai bidang, demikian pula pada bidang *security* (pengamanan) yang juga tidak luput dari sentuhan elektronika yang tentunya dapat menghasilkan suatu sistem pengamanan yang handal. Salah satu sistem pengaman yang dapat diaplikasikan dengan elektronika adalah sistem pengamanan sel pada lembaga pemasyarakatan (LAPAS) Kota Jombang. Dalam pembuatan model sistem pengaman sel ini digunakan sensor *optocoupler* yang diletakkan pada kotak peletakan kunci dan berfungsi sebagai pendeteksi apabila tempat kunci dibuka secara paksa. *Passive infrared* diletakkan pada langit-langit dan digunakan untuk mendeteksi apabila terjadi penerobosan melalui langit-langit. Sensor getar diletakkan pada tembok dan digunakan untuk mendeteksi adanya pengebolan/pengrusakan pada tembok. Alarm digunakan sebagai sinyal pemberitahuan apabila ada sensor yang aktif, dan solenoid digunakan untuk mengunci pintu sel. PC berfungsi sebagai sentral, jika ada sensor yang aktif maka mikrokontroller akan mengirimkan datanya kePC. Untuk mematikan alarm adalah dengan meng-klik “Matikan Alarm & Reset Sensor” pada PC. Program pada PC menggunakan perangkat lunak Labview 7.1, dan program pada mikrokontroller menggunakan bahasa *assembler*.

Kata Kunci: *Passive Infrared (PIR), Mikrokontroler, Sensor Getar, Optocoupler, Alarm, Solenoid, Personal Computer (PC), RS232, RS485, IC Schmitt Trigger 74LS14.*

KATA PENGANTAR

Atas Berkat Rahmat Allah Yang Maha Kuasa, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan judul :

“ PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MODEL SISTEM PENGAMANAN SEL PADA LEMBAGA PEMASYARAKATAN KOTA JOMBANG ”

Pembuatan Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata-I di Institut Teknologi Nasional Malang. Laporan Skripsi ini merupakan tanggung jawab tertulis atas ilmu pengetahuan yang didapat selama penyusun mengikuti kuliah.

Atas terselesaikannya Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
- Bapak Ir. F.Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S1 Konsentrasi Teknik Elektronika.
- Bapak Joseph Dedy Irawan, ST, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta ilmu-ilmu yang sangat berharga sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

- Bapak Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S1 Konsentrasi Teknik Elektronika.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak yang perlu disempurnakan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak bilamana selama penyusunan skripsi ini penyusun membuat kesalahan secara tidak sengaja dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika	3
 BAB II. DASAR TEORI	
2.1 <i>Passive Infrared</i> (PIR).....	5
2.2 Mikrokontroler AT89C51	6
2.2.1 Arsitektur AT89C51	7

2.2.2 Fungsi Pin Mikrokontroler AT89C51	9
2.2.3 Siklus Mesin.....	12
2.2.4 Organisasi Memori	13
2.2.5 Timer Dan Counter.....	14
2.2.6 <i>Special Function Register</i> (SFR).....	17
2.2.7 <i>Program Status Word</i> (PSW).....	18
2.2.8 <i>Power Register Control</i>	18
2.2.9 Sistem Interupsi.....	19
2.2.10 Metode Pengalamatan.....	20
2.3 Interface Serial	21
2.3.1 Baud Rate	21
2.3.2 Komunikasi Data Serial	22
2.3.3 Transmisi Serial Asinkron	22
2.4 Interface Unit RS 232	23
2.4.1 Karakteristik Elektris	23
2.4.2 Karakteristik Mekanis.....	23
2.5 Interface Unit RS 485	25
2.5.1 Karakteristik Elektris.....	26
2.5.2 Karakteristik Mekanis.....	26
2.6 Solenoid	27
2.7 Alarm	29
2.8 Webcam (PC Camera).....	29
2.9 Sensor Getar.....	30
2.10 Sensor <i>Optocoupler</i>	31

2.11 IC <i>Smitch Trigger</i> (74LS14).....	32
---	----

BAB III. PERANCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Prinsip Kerja Alat	35
3.2 Perancangan Alat	37
3.2.1 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	37
3.2.1.1 Mikrokontroller (AT89C51)	37
3.2.1.2 Rangkaian Sensor <i>Optocoupler</i>	41
3.2.1.3 Rangkaian <i>Passive Infrared</i> (PIR).....	43
3.2.1.4 Rangkaian Sensor Getar	45
3.2.1.5 Rangkaian Driver Solenoid Dan Driver Alarm	46
3.2.1.6 Komunikasi Serial	49
3.2.1.7 Rangkaian Interface RS 485	51
3.2.1.8 Rangkaian Interface RS 232.....	52
3.2.2 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	53
3.2.2.1 Diagram Alir Pada PC.....	54
3.2.2.2 Diagram Alir Pada Mikrokontroller.....	55

BAB IV. PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Alat Setiap Blok	56
4.1.1 Pengujian Sensor <i>Optocoupler</i> dan Pengkondisi Sinyal	56
4.1.2 Pengujian <i>Passive Infrared</i> (PIR)	59
4.1.3 Pengujian Sensor Getar	62
4.1.4 Pengujian Driver Solenoid Dan Driver Alarm.....	65

4.1.5 Pengujian Komunikasi Serial	70
4.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	77

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	86

DAFTAR PUSTAKA	87
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	88
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Passive Infrared</i> (PIR).....	5
Gambar 2.2 Blok Diagram AT89C51	8
Gambar 2.3 Pin/kaki Dari IC AT89C51	9
Gambar 2.4 Osilator Eksternal AT89C51	11
Gambar 2.5 Diagram Waktu Pelaksanaan Instruksi MCS 51	13
Gambar 2.6 Format Pengiriman Data Serial Asinkron.....	22
Gambar 2.7 Level Logika Standar RS-232	23
Gambar 2.8 Konektor DB 9	24
Gambar 2.9 Level Tegangan Masukan Saluran Penerima	26
Gambar 2.10 Bentuk Mekanis Komponen IC RS-485	26
Gambar 2.11 Prinsip Kerja Solenoid.....	28
Gambar 2.12 PC Kamera (Webcam)	29
Gambar 2.13 Sensor Getar	30
Gambar 2.14 Sensor <i>Optocoupler</i>	31
Gambar 2.15 IC <i>Schmitt Trigger</i> 74LS14.....	32
Gambar 2.16 Transfer Function Tegangan Input/Output 74LS14	33
Gambar 3.1 Diagram Blok Model Sistem Pengamanan Sel Pada Lembaga Pemasyarakatan (2 Kamar).....	34
Gambar 3.2 Rangkaian Pewaktuan.....	38
Gambar 3.3 Rangkaian <i>Power-On Reset</i>	39
Gambar 3.4 Rangkaian Mikrokontroler Sistem	40
Gambar 3.5 Rangkaian Sensor <i>Optocoupler</i>	41

Gambar 4.11. Tampilan Labview Untuk Menjalankan Program	79
Gambar 4.12. Tampilan Pesan Pada Labview Jika Pintu Terkunci	79
Gambar 4.13. Tampilan Pesan Pada Labview Jika Ingin Membuka Pintu.....	80
Gambar 4.14. Tampilan Pesan Pada Labview Jika Sensor Getar	
Kamar 1 Aktif	81
Gambar 4.15. Tampilan Pesan Pada Labview Jika Mematikan Alarm	
Dan Reset Sensor.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Keluarga MCS-51	6
Tabel 2.2 Fungsi – Fungsi Khusus Port 3	10
Tabel 2.3 Keterangan Register TCON.....	15
Tabel 2.4 Kombinasi M0 dan M1 pada register TMOD.....	16
Tabel 2.5 <i>Special Function Register</i> (SFR)	17
Tabel 2.6 <i>Program Status Word</i> (PSW)	18
Tabel 2.7 <i>Power Control Register</i>	18
Tabel 2.8 Fungsi Pin dalam DB9	24
Tabel 2.9 Spesifikasi RS-232.....	25
Tabel 2.10 Spesifikasi RS-485.....	27
Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Output Tegangan Sensor <i>Optocoupler</i>	57
Tabel 4.2 Perbandingan Perhitungan Dan Pengukuran Pengkondisi Sinyal	59
Tabel 4.3. Hasil Pengukuran <i>Passive Infrared</i> (PIR).....	60
Tabel 4.4. Perbandingan Perhitungan Dan Pengukuran <i>Passive Infrared</i>	61
Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Sensor Getar	63
Tabel 4.6. Perbandingan Perhitungan Dan Pengukuran Sensor Getar Kondisi <i>High</i>	64
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Driver Solenoid	66
Tabel 4.8. Hasil Pengujian Alarm	68
Tabel 4.9. Perbandingan Perhitungan Dan Pengukuran IB Transistor 9012	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi khususnya teknologi yang berhubungan dengan elektronika telah mengalami perkembangan yang sangat pesat seiring dengan kemajuan zaman, dewasa ini perkembangan teknologi elektronika dapat diaplikasikan dan dimanfaatkan dalam berbagai bidang, demikian pula pada bidang *security* (pengamanan) yang juga tidak luput dari sentuhan elektronika yang tentunya dapat menghasilkan suatu sistem pengamanan yang handal. Salah satu sistem pengaman yang dapat diaplikasikan dengan elektronika adalah sistem pengamanan sel pada Lembaga Pemasyarakatan (LAPAS) Kota Jombang.

Seiring bertambahnya jumlah kriminalitas dan banyaknya kasus pelarian para tahanan sebagai akibat dari kurang efektifnya pengamanan pada lembaga pemasyarakatan. Biasanya para tahanan melarikan diri dengan cara membobol pintu sel, membobol tembok, membobol langit-langit, membengkokkan terali besi sel atau bekerjasama dengan oknum lembaga pemasyarakatan tersebut. Selama ini lembaga pemasyarakatan di Jombang masih mempunyai sistem pengamanan yang sangat minim, karena terbatasnya kemampuan teknologi.

1.2. Rumusan masalah

Dengan memperhatikan latar belakang dari usulan skripsi ini didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

Bagaimana merancang dan membuat sistem pengamanan sel pada Lembaga Pemasarakatan.

Dari permasalahan tersebut diperoleh judul skripsi:

**“ Perancangan Dan Pembuatan Model Sistem Pengamanan Sel Pada
Lembaga Pemasarakatan Kota Jombang ”**

1.3. Tujuan

Tujuan skripsi ini adalah untuk membuat model sistem pengamanan sel pada Lembaga Pemasarakatan Kota Jombang yang apabila nantinya diterapkan pada keadaan sesungguhnya, diharapkan dapat meningkatkan sistem pengamanan dan mengetahui secara dini adanya pengrusakan pada sel (tembok, langit-langit dan pintu).

1.4. Batasan Masalah

- Webcam yang digunakan hanya 1, tidak membahas webcam serta cara pengiriman datanya ke PC.
- Alat hanya berupa simulasi.
- *Passive infrared* digunakan untuk mendeteksi radiasi inframerah yang dipancarkan dari panas tubuh manusia, tidak membahas spektrum inframerah secara mendetail.

1.5. Metodologi

Metode yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan laporan skripsi ini adalah :

- **Study Literature**

Dengan mempelajari teori serta aplikasi Sistem Kontrol dengan Mikrokontroller

➤ **Field Research**

Dari hasil percobaan data berdasarkan kondisi dan keadaan yang sesungguhnya di lapangan, yang merupakan data primer sebagai pembuktian kebenaran dari data sekunder hasil *study literature*.

➤ **Merancang dan membuat perangkat keras dan perangkat lunaknya.**

➤ **Ujicoba terhadap model alat yang telah di buat.**

➤ **Menyusun laporan skripsi.**

1.6. Sistematika Penyusunan Laporan

Sistematika pembahasan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN.

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penyusunan laporan.

BAB II DASAR TEORI.

Membahas dasar-dasar teori yang mendukung perencanaan dan pembuatan alat

BAB III PERENCANAAN ALAT.

Membahas tentang perencanaan dan pembuatan alat

BAB IV PEGUJIAN ALAT.

Membahas pengujian bagian-bagian rangkaian secara keseluruhan dan analisa.

BAB V PENUTUP

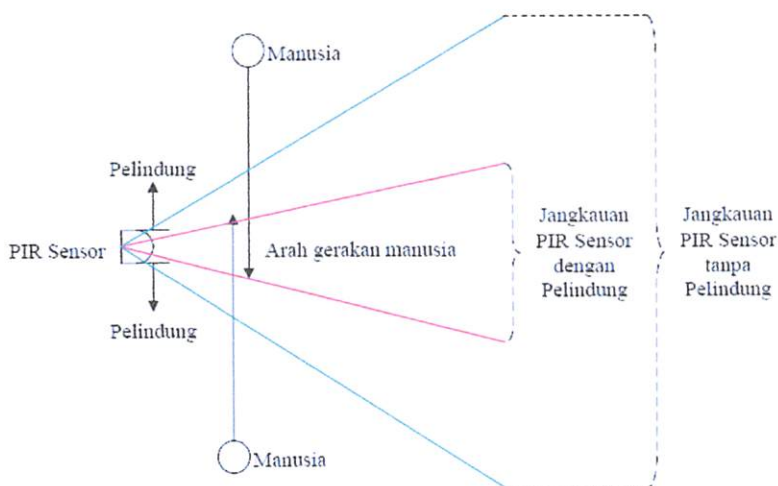
Merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dari alat yang telah dibuat dan disertai dengan saran untuk dapat dikembangkan lebih baik

BAB II DASAR TEORI

Dasar teori sangat membantu untuk dapat memahami suatu sistem. Selain dari pada itu dapat juga dijadikan sebagai bahan acuan di dalam merencanakan suatu sistem. Dengan pertimbangan hal-hal tersebut, maka dasar teori merupakan bagian yang harus dipahami untuk pembahasan selanjutnya. Pengetahuan yang mendukung perencanaan dan realisasi alat meliputi *passive infrared* (PIR), mikrokontroler AT89C51, RS485, RS232, solenoid, alarm, webcam, sensor getar, *optocoupler*, dan IC *smith trigger* (74LS14).

2.1. *Passive Infrared* (PIR)

Passive infrared (PIR) mempunyai 2 elemensensing yang dihubungkan dengan masukan, jika ada radiasi inframerah yang dipancarkan dari panas tubuh yang lewat didepan sensor tersebut maka sensor akan mengaktifkan sel pertama dan kedua. Berikut adalah cara kerja dari *passive infrared* :



Gambar 2.1. *Passive Infrared* (PIR)
Sumber : Parallax, Inc. • PIR Sensor • v1.1 12/2005

2.2. Mikrokontroller AT89C51

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

Mikrokontroller AT89C51 adalah mikrokontroller ATMEL yang kompatibel penuh dengan mikrokontroller 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 mikrokontroller terdapat dua hal yang mendasar, yaitu: perangkat keras dan perangkat lunak yang keduanya saling terkait dan mendukung. Berikut ini adalah tabel keluarga mikrokontroller MCS- 51, dapat dilihat bahwa mikrokontroller 8031 merupakan versi tanpa EPROM dari mikrokontroller 8051

Tabel 2.1. Keluarga Mikrokontroller 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

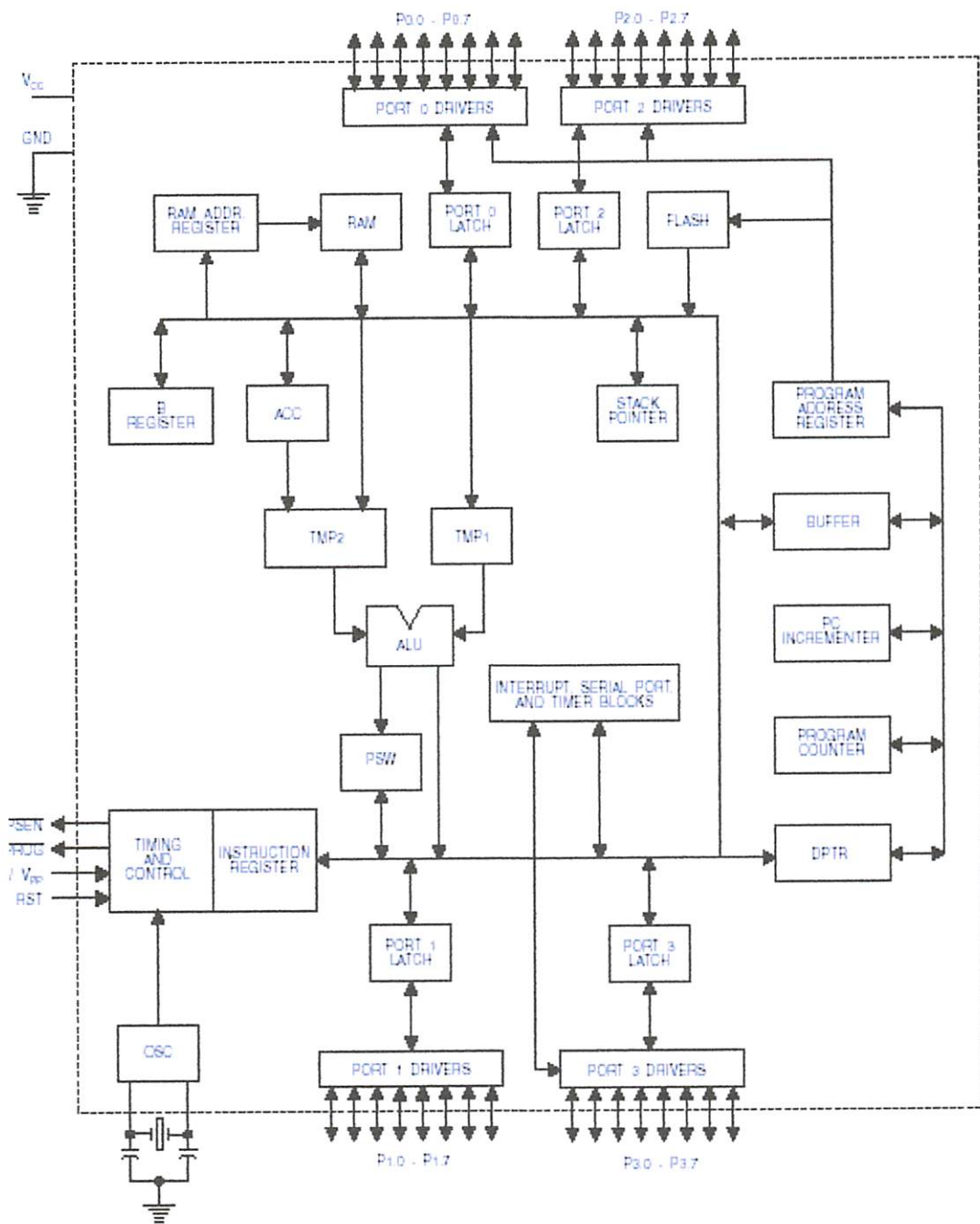
Sumber : Data Sheet AT89C51

2.2.1. Arsitektur AT89C51

Sebagai *single chip* yaitu suatu sistem mikroprosessor yang terintegrasi, mikrokontroller 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:

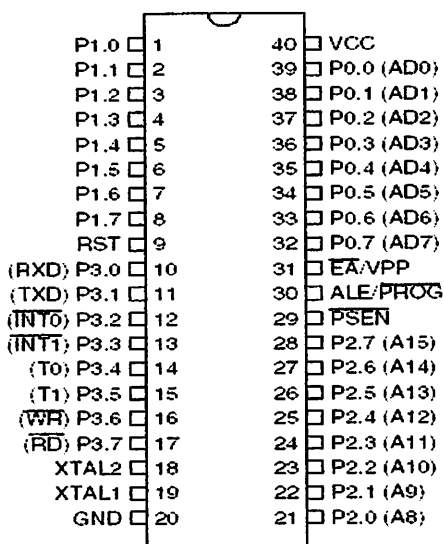


Gambar 2.2. Blok Diagram AT89C51
Sumber : Data Sheet AT89C51

2.2.2. Fungsi Pin Mikrokontroler AT89C51

Susunan pin-pin mikrokontroler AT89C51 diperlihatkan pada Gambar

2.3, dan penjelasan dari masing-masing pin adalah sebagai berikut :



Gambar 2.3. Pin/kaki dari IC AT89C51

Sumber : Data Sheet 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 *multpleks 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

Sumber : Data Sheet AT89C51

5. PSEN (*Programable Store Enable*)

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

demultipleks bus alamat dan bus data. Dan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan instruksi.

7. EA (*External Acces*)

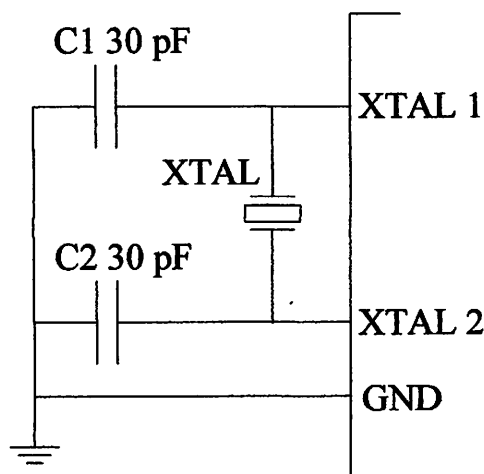
Maksudnya sinyal EA terdapat pada pin 31 yang dapat diberikan logika rendah (*ground*) atau logika tinggi (+5V). Jika EA diberikan logika tinggi maka mikrokontroller akan mengakses program dari ROM internal (EPROM/ *flash memori*). Jika EA diberi logika rendah maka mikrokontroller akan mengakses program 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 2.4. Osilator Eksternal AT89C51
Sumber : Data Sheet AT89C51

10.Power

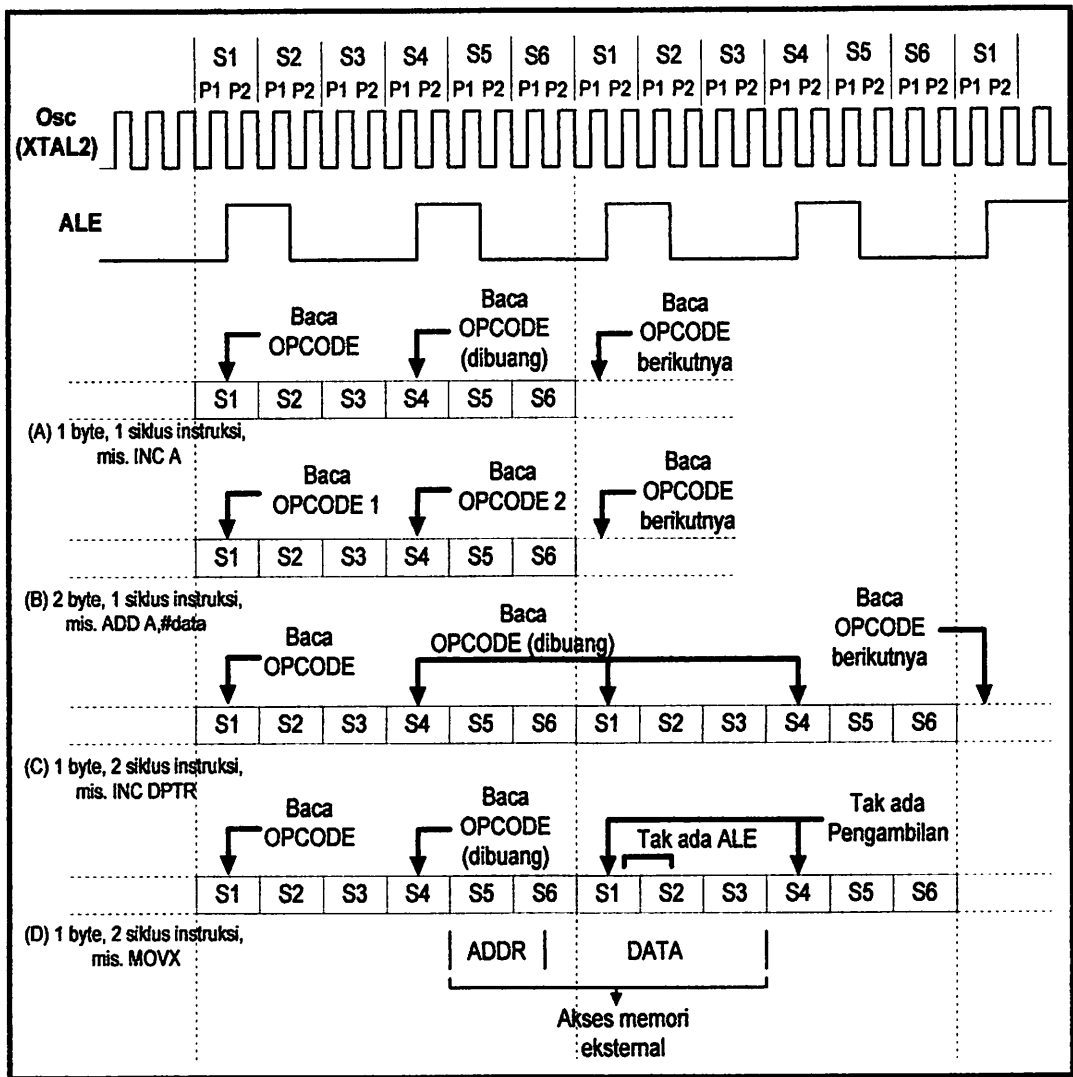
AT89C51 dioperasikan dengan tegangan supply +5V, pin Vcc berada pada pin 40 dan Vss (*ground*) pada pin 20.

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 oscilatornya, jadi satu siklus mesin membutuhkan waktu sebesar 12 periode oscilator atau sebesar 1 μ detik untuk frekuensi oscilator sebesar 12 MHz. Gambar 2.5 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 $\overline{\text{PSEN}}$. Sinyal $\overline{\text{PSEN}}$ normalnya diaktifkan dua kali per-siklus mesin kecuali saat instruksi yang dieksekusi berupa pengaksesan data dari memori data eksternal.



Gambar 2.5. Diagram waktu pelaksanaan instruksi MCS 51
 Sumber : Data Sheet AT89C51

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, register bank dan special function register*. Ruang internal pada mikrokontroller 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

Mikrokontroller 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

$$T = (65535 - THx - TLx) * 1 / (F_{osc} / 12)$$

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.

Sumber : Data Sheet AT89C51

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. TH0 adalah timer 8 bit dan di kontrol oleh bit timer 1

Sumber : Data Sheet AT89C51

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 Interrupt 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

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 mikrokontroller. 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

Sumber : Data Sheet AT89C51

2.2.7. Program Status Word (PSW)

Untuk mendefinisikan *program status word* ini dapat dilakukan perbyte maupun secara keseluruhan dari register ini, terletak di alamat 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 08 H- 0FH 10 = bank 2; addresses 10 H- 17 H 11 = bank 3; addresses 18 H- 1FH
PSW. 2	OV	D2 H	Over Flow Flag
PSW. 1	-	D1 H	Reserved
PSW. 0	P	D0 H	Even Parity flag

Sumber : Data Sheet AT89C51

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

Sumber : Data Sheet AT89C51

2.2.9. Sistem Interupsi

Mikrokontroller 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* mikrokontroller secara otomatis akan menuju ke subrutin pada alamat tersebut. Setelah *interrupt service* selesai dikerjakan, mikrokontroller 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 (*Interrupt 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 ke arah sebuah register yang berisi lokasi alamat memori yang akan digunakan dalam operasi. Lokasi yang nyata tergantung pada isi register saat instruksi dijalankan. Untuk melaksanakan pengalamatan tak langsung digunakan simbol @. 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 pad 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. Interface Serial

Port serial adalah *full duplex*, yang berarti bisa mengirim dan menerima secara bersamaan. Register port serial menerima dan mengirim diakses melalui SBUF. Menuliskan ke SBUF berarti register mengirim dan membaca SBUF mengakses register terima yang secara fisik terpisah. Port serial bisa dioperasikan dalam mode 1, yaitu 10 bit dikirimkan (melalui TXD) atau diterima (melalui RXD). Bit *start* (0), 8 bit data (urutan pertama LSB) dan bit *stop* (1). Saat penerima bit *stop* berada di RB8 dalam SCON *baud rate* variabel.

2.3.1 Baud rate

Baud rate dalam mode 0 seperti ditunjukkan dalam persamaan (2-1) :

$$\text{Baud rate mode 0} = \frac{\text{Frekuensi osilator}}{12} \dots\dots\dots (2-1)$$

Baud rate dalam mode 1 dan 3 ditentukan berdasarkan laju limpahan *Timer* dan nilai SMOD seperti ditunjukkan dalam persamaan (2-2)

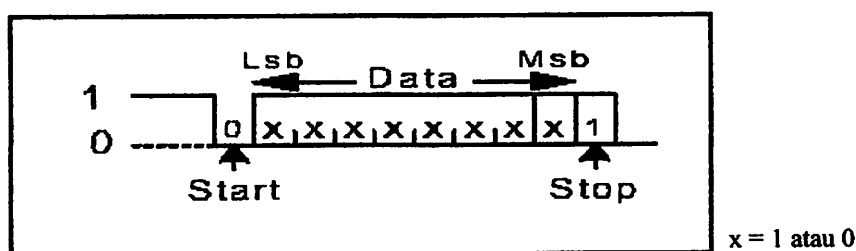
$$\text{Baud rate mode 1 \& 3} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times \frac{\text{Frekuensi osilator}}{12 \times [256 - (\text{TH1})]} \dots\dots\dots (2-2)$$

2.3.2. Komunikasi Data Serial

Alasan komunikasi serial adalah karena jarak komunikasi paralel terbatas 1 atau 2 meter saja. Kedua, transmisi data paralel memerlukan satu kabel untuk setiap bit data. Sehingga transfer paralel 8 kali lebih mahal dari transfer data serial.

2.3.3. Transmisi Serial Asinkron

Dalam pengiriman serial asinkron, sinyal *clock* yang menentukan *baud rate* serta penggunaan *start* bit dan *stop* bit. Dalam pengiriman serial asinkron, *clock* tidak dikirimkan, tetapi dikondisikan oleh *timing start bit* yang merupakan isyarat dari sumber ke tujuan untuk mengkodekan adanya pengiriman karakter sudah selesai dikirim.



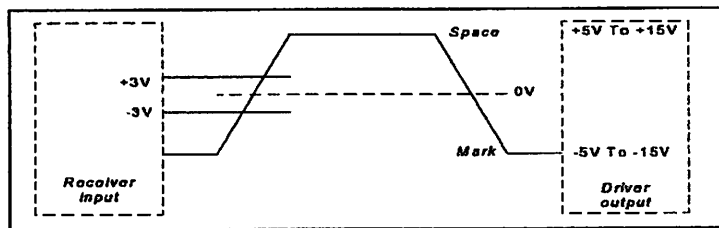
Gambar 2.6. Format Pengiriman Data Serial Asinkron
 Sumber : DC Green, 1998: 11

Dalam pemindahan data secara serial yang terjadi adalah pemindahan data satu bit per satuan waktu. Sedangkan secara paralel terjadi pemindahan data secara bersamaan atas sekelompok bit dalam satuan waktu.

2.4. Interface Unit RS-232

2.4.1. Karakteristik Elektris

Karakteristik elektris meliputi level tegangan, yaitu mempunyai tegangan keluaran +5 sampai +15 volt untuk mewakili level rendah (logika '0') dan -5 sampai -15 volt untuk mewakili level tinggi (logika '1'). Yang perlu diperhatikan bahwa untuk komunikasi RS232, level tinggi (-5 sampai -15 volt) didefinisikan sebagai logika '1' (*marking*) sebaliknya level rendah (+5 sampai +15 volt) didefinisikan sebagai logika '0' (*spacing*).

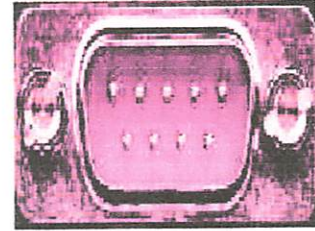
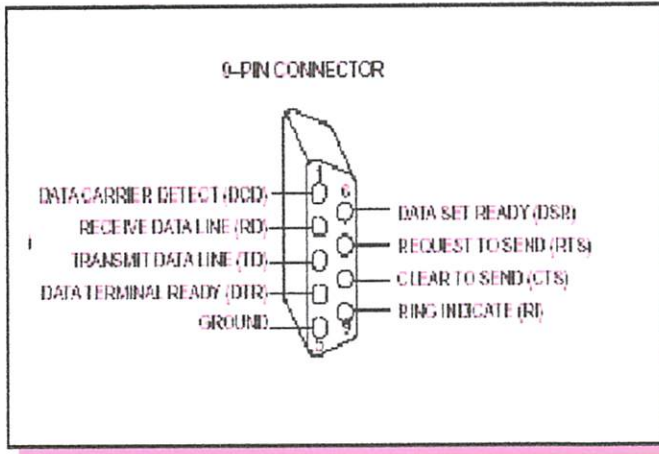


Gambar 2.7. Level Logika Standar RS-232

Sumber : Dallas semiconductor, 1998:2

2.4.2. Karakteristik Mekanis

Untuk kebutuhan *interface*, sinyal RS-232 memanfaatkan sebuah konektor dengan jumlah pin 9 atau 25. Konektor tersebut sering disebut DB 9 atau DB 25 *connector*. Gambar tipe konektor DB 9 ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Konektor DB 9

Sumber : Dallas Semiconductor, 1998 : 6-9

Fungsi masing-masing pin adalah sebagai berikut :

Tabel 2.8. Fungsi Pin dalam DB9

No	Nama	Fungsi
	DCD (<i>Data Carrier Detect</i>)	Mendeteksi sinyal <i>carrier</i> dari modem lain
	RD (<i>Receive Data Line</i>) / (RxD)	Pengiriman data serial dari DCE ke DTE
	TD (<i>Transmit Data Line</i>)/(TxD)	Pengiriman data serial dari DTE ke DCE
	DTR (<i>Data Terminal Ready</i>)	Memberitahu DCE bahwa DTE telah aktif dan siap untuk bekerja
	<i>Ground</i>	Referensi semua tegangan antarmuka
	DSR (<i>Data Set Ready</i>)	Memberitahu DTE bahwa DCE telah aktif dan siap untuk bekerja
	RTS (<i>Request To Send</i>)	Memberitahu DCE bahwa DTE akan mengirim data
	CTS (<i>Clear To Send</i>)	Memberitahu DTE bahwa DCE siap menerima data
	RI (<i>Ring Indikator</i>)	Aktif jika modem menerima sinyal ring pada jalur telepon

Sumber : Dallas Semiconductor, 1998 : 6-9

Untuk spesifikasi RS-232 dapat dilihat dalam tabel 2.9

Tabel 2.9. Spesifikasi RS-232

Keistimewaan	Karakteristik
Jenis operasi	<i>Single ended</i> (tak seimbang)
Jenis penggerak dan Penerima per jalur	1 <i>driver</i> 1 <i>receiver</i>
Data <i>rate</i> maksimum	20 kbps
Panjang saluran maksimum	50 ft (15 m)
Tegangan keluaran penggerak	$\pm 5 - \pm 15$ volt
Sensitivitas penerima	± 3 volt

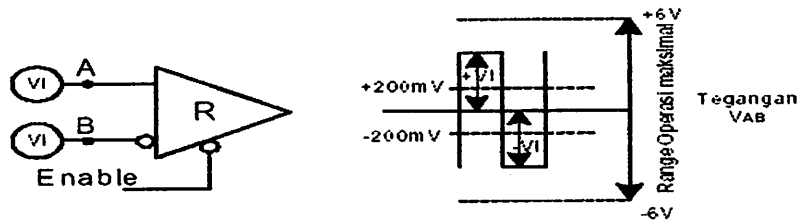
Sumber : ARC Electronics, 2000

2.5. Interface Unit RS-485

Standar data serial untuk PC dan aplikasi komunikasi yang paling dikenal adalah RS-232. Mirip dengan RS-232, RS-485 juga standar untuk data serial. Standar tersebut digunakan untuk tujuan kontrol dan instrumentasi yang memerlukan komunikasi. Standar RS-485 dikembangkan oleh dua asosiasi, yaitu : *The Electronics Industries Association* (EIA) dan *The Telecommunication Industry Association* (TIA). EIA memberi label dalam semua standarnya dengan singkatan RS (*Recommended Standard*). Banyak teknisi menggunakannya tetapi secara resmi mengganti RS dengan “EIA/TIA” untuk melihat identitas asal standar tersebut.

2.5.1. Karakteristik Elektris

Dalam Gambar 2.9 ditunjukkan karakteristik elektrik RS485.



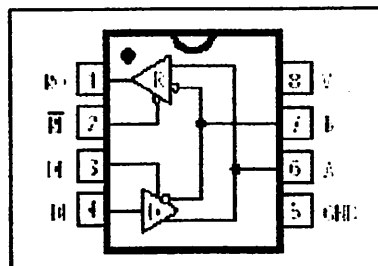
Gambar 2.9. Level Tegangan Masukan Saluran Penerima

Sumber : B&B electronic, 1997:4

Jika beda tegangan dalam masukan V_{AB} lebih dari +200 mV (V_A lebih positif daripada V_B), maka port penerima (*receiver*) RS-485 akan berlogika 1. Sebaliknya, jika beda tegangan antara V_{AB} kurang dari -200 mV (V_A lebih negatif daripada V_B), maka *receiver* akan berlogika 0.

2.5.2. Karakteristik Mekanis

Untuk membantu perancang dalam menggunakan RS-485, maka dibutuhkan suatu komponen untuk memenuhi ketentuan RS-485. Dalam Gambar 2.10 ditunjukkan bentuk komponen IC yang memenuhi RS-485.



Gambar 2.10. Bentuk Mekanis Komponen IC RS-485

Sumber : Maxim, 1996 : 7

Untuk memulai proses komunikasi half duplex, yang mana pengaturannya melalui $\overline{DE/RE}$. Jika $\overline{DE/RE}$ diberi masukan logika 1, maka berfungsi sebagai

pengirim data (*driver*) dan sebaliknya jika diberi logika 0, maka berfungsi sebagai penerima data (*receiver*).

Spesifikasi RS-485 dapat dilihat dalam Tabel 2.10.

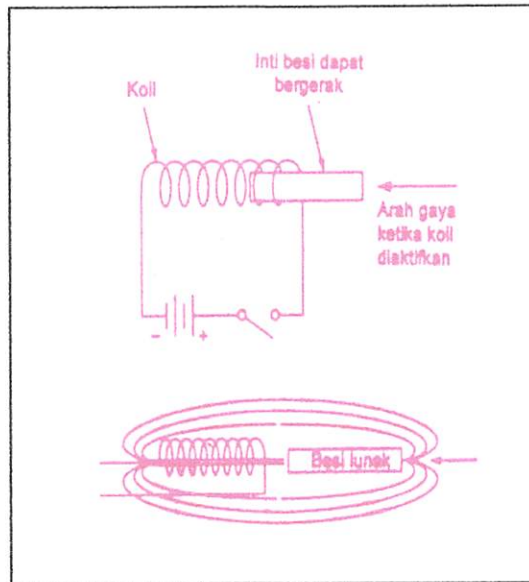
Tabel 2.10. Spesifikasi RS-485

Keistimewaan	Karakteristik
Jenis operasi	<i>Differential</i> (seimbang)
Jenis penggerak dan Penerima perjalur	1 <i>driver</i> 32 <i>receiver</i>
Data <i>rate</i> maksimum	10 Mbps
Panjang saluran maksimum	4000 ft (1200 m)
Tegangan keluaran penggerak	$\pm 1,5$ volt
Sensitivitas penerima	± 200 mV

Sumber : R.E Smith, 1999

2.6. Solenoid

“Solenoid adalah alat yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik atau arus listrik menjadi gerakan mekanis linear” (Petruzella:1996). Seperti dalam Gambar 2.11 terlihat bahwa solenoid disusun dari kumparan dengan inti besi yang dapat bergerak, apabila kumparan diberi tegangan, inti akan ditarik ke dalam kumparan dengan inti besi yang dapat bergerak. Besarnya gaya tarikan atau dorongan yang dihasilkan solenoid ditentukan oleh jumlah lilitan kawat tembaga dan besar arus yang mengalir melalui kumparan.



Gambar 2.11. Prinsip Kerja Solenoid
 Sumber: Petruzella, 1996: 194

Arus kumparan untuk solenoid DC hanya dibatasi oleh tahanan kumparan. Dengan ditematkannya *plunger*, dorongan akan menjadi lebih besar dari yang dibutuhkan sehingga sering digunakan suatu kumparan tegangan parsial solenoid yang lebih kecil. Solenoid DC mempunyai *time constant* (konstanta waktu), sebab induktansi kumparan memperlambat pemagnetan. Aksi ini lebih lambat dibandingkan aksi pada solenoid AC.

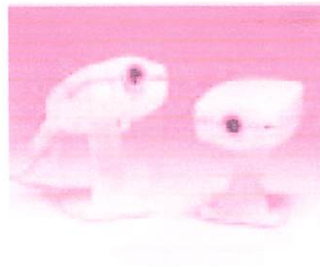
Batas kerja solenoid pada dasarnya adalah gaya, pukulan, siklus tugas, suhu, dan daya. Pertimbangan yang lain adalah ukuran, pemasangan, tempat pemasangan, hubungan listrik, umur pemakaian, dan lingkungan.

2.7. Alarm

Alarm adalah suatu alat yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi sinyal suara. Penggunaannya cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka alarm akan mengeluarkan bunyi.

2.8. Webcam

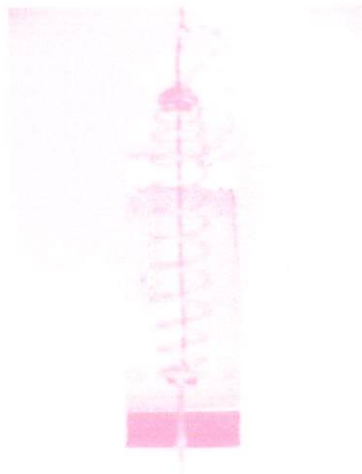
Pada umumnya webcam digunakan sebagai media komunikasi lewat internet seperti misalnya melakukan *chating*, *video conference* atau wawancara secara *online*. Pengoperasian webcam sangat mudah yaitu tinggal dihubungkan ke PC melalui port USB dan menginstal CD driver dari webcam itu sendiri. Sekarang ini telah banyak dijual berbagai macam jenis atau merk dari webcam. Begitu juga dengan harganya yang bervariasi mulai dari yang relative murah sampai yang mahal, itu semua tergantung dari fitur atau fasilitas yang dimiliki oleh webcam itu sendiri.



Gambar 2.12. PC Kamera (Webcam)
Sumber : IlmuKomputer.Com

2.9. Sensor Getar

Sensor getar merupakan sebuah saklar yang bekerja karena adanya sebuah sentuhan atau gesekan. Pemasangan sensor getar ini harus tepat dan reliable serta dapat memberikan respon yang cepat dengan memperhatikan faktor-faktor yang menyangkut tingkat kekritisian seperti ukuran. Sensor getar ini mempunyai beberapa bagian mekanik yaitu sebuah per dan dibagian tengahnya terdapat kawat. Per dihubungkan keport mikrokontroller dan kawat dihubungkan dengan ground, sensor getar ini berfungsi hampir sama dengan saklar, dimana jika ada suatu goncangan yang cukup keras maka per akan bergetar dan terhubung singkat dengan kawat, karena hubung singkat tersebut maka ground akan diinputkan kemikrokontroller.

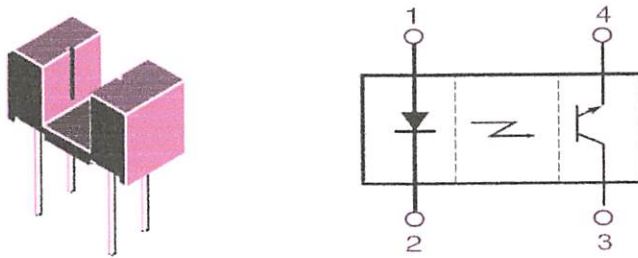


Gambar 2.13. Sensor Getar

Sumber : Foto Alat

2.10. Optocoupler

Terdiri dari LED sebagai pemancar dan *phototransistor* sebagai penerimanya. *Phototransistor* adalah transistor yang mempunyai kemampuan mendeteksi cahaya dan juga memberikan penguatan arus. Bila cahaya mengenai sambungan kolektor-basis, maka akan mengalir arus bocor balik dalam *phototransistor*. Arus emitor-basis yang kecil digunakan untuk mengendalikan arus emitor-kolektor yang jauh lebih besar pada susunan rangkaian biasa. Efek tersebut digunakan untuk memperoleh kondisi on/off atau mengatur dan menguatkan arus yang sebanding dengan jumlah cahaya yang mengenai sambungan kolektor-basis. Gambar *optocoupler* tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14. *Optocoupler*

Sumber: Fairchild Semiconductor Corp, 2002 : 1

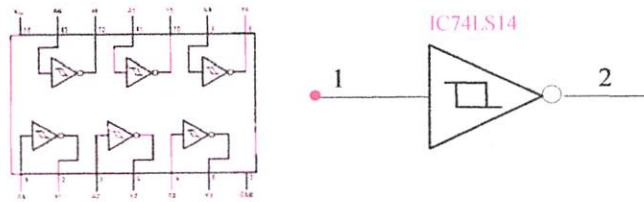
Keuntungan utama menggunakan *optocoupler* adalah pemisahan secara listrik antara rangkaian masuk dan keluarnya. Dengan *optocoupler*, hubungan yang ada antara masukan dan keluaran hanya seberkas cahaya. Karena hal ini, dapat diperoleh resistansi penyekatan diantara dua rangkaian itu. Pemisahan seperti ini kebetulan dibutuhkan dalam pemakaian–pemakaian bertegangan tinggi, yang potensial di antara dua rangkaian itu dapat berbeda sampai beberapa ribu volt (Malvino, 1985: 99).

2.11. IC Schmitt Trigger (74LS14)

IC jenis ini mempunyai fungsi yang spesifik yakni untuk merubah sinyal dengan perubahan bentuk gelombang lambat menjadi tajam, atau secara mudah apabila kita mempunyai sinyal dengan bentuk kurang tajam (berbelok/tidak kotak) agar menjadi tajam/kotak dipakai IC jenis ini.

Secara teoritis memakai teknik, *Positive Feedback* untuk mempercepat level transistor, serta mempergunakan *efek hysteresis* dimana mempunyai dua keadaan *switching threshold* yaitu positif dan *negative going*. Dengan mempunyai dua keadaan *threshold* tersebut maka sinyal-sinyal input dengan noise dapat diantisipasi.

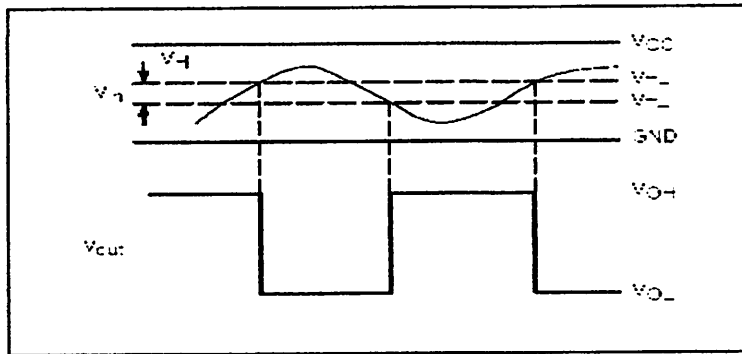
Pada gambar 2.15 ditunjukkan gambar komponen IC 74LS14



Gambar 2.15. IC Schmitt Trigger 74LS14

Sumber : Fairchild Semiconductor, 2001

Dengan menaikkan dan menurunkan tegangan input dan diamati pada tegangan output didapatkan transfer function dari IC Schmitt Trigger seperti pada gambar 2-16.



Gambar 2.16. Transfer Function Tegangan Input/Output 74LS14

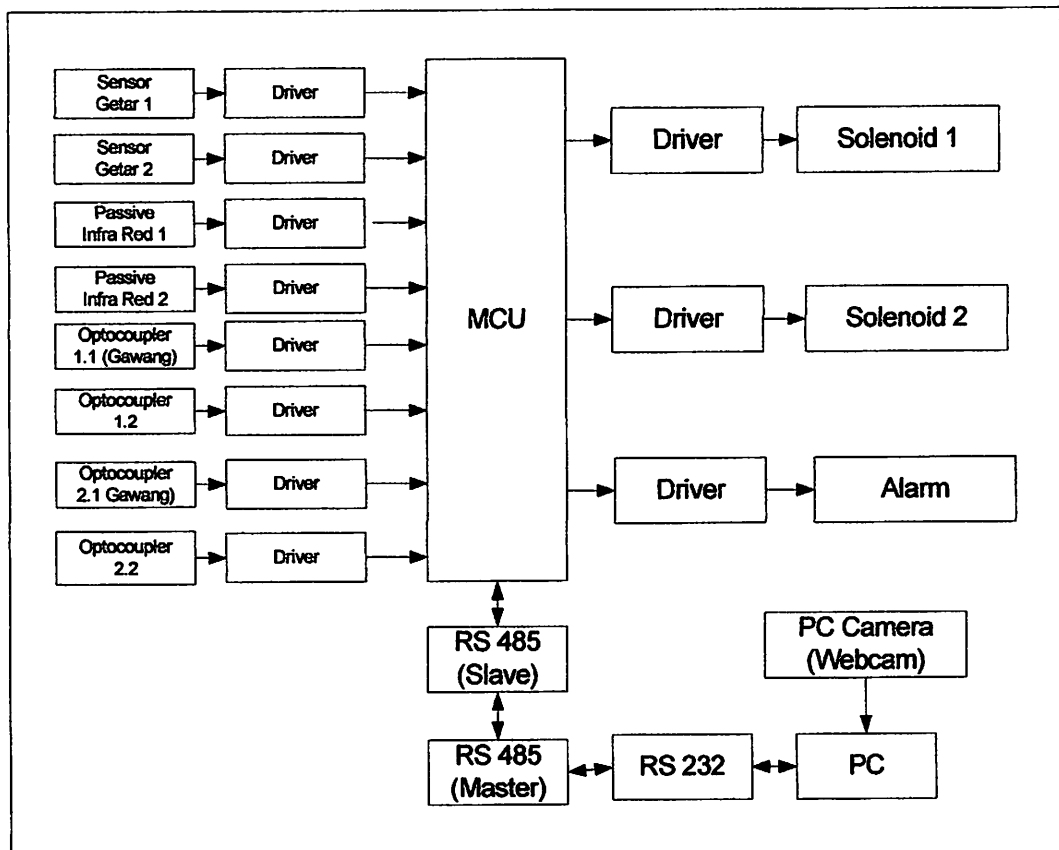
Sumber : Fairchild Semiconductor, 2001

Gambar diatas adalah pembalikan 1 kali pada IC 74LS14, outputan dari 74LS14 dikenali sebagai logic high (1) jika terjadi perubahan level tegangan dari V_{T-} ke V_{T+} , dan logic low (0) jika terjadi perubahan level tegangan dari V_{T+} ke V_{T-} . Teganga V_{T-} adalah 0,9V dan V_{T+} adalah 2,25V.

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Model alat pengaman sel mempunyai beberapa sensor, yaitu *passive infrared* (PIR), sensor getar, dan 2 buah *optocoupler*. *Passive infrared* (PIR) diletakkan dibalik langit-langit, sensor getar diletakkan ditembok, *optocoupler* 1 diletakkan digawang (pintu) dan *optocoupler* 2 diletakkan dikotak tempat peletakan kunci (solenoid). Dalam skripsi ini penulis membuat simulasi alat 2 kamar. Berikut gambar diagram blok dari model sistem pengamanan sel pada lembaga pemasyarakatan.



Gambar 3.1 Diagram Blok Model Sistem Pengamanan Sel Pada Lembaga Pemasyarakatan (2 Kamar)

3.1 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja dari model sistem pengamanan sel pada Lembaga Pemasyarakatan (2 Kamar) adalah sebagai berikut :

1. Sensor getar 1 diletakkan ditembok kamar 1, bila terjadi getaran (penjebolan) pada tembok maka sensor getar akan mengirimkan logic kemikrokontroller dan akan mengaktifkan alarm.
2. Sensor getar 2 diletakkan ditembok kamar 2, bila terjadi getaran (penjebolan) pada tembok maka sensor getar akan mengirimkan logic kemikrokontroller dan akan mengaktifkan alarm.
3. *Passive infrared* 1 diletakkan dibalik langit-langit kamar, sensor ini akan bekerja apabila mendeteksi adanya radiasi inframerah yang dihasilkan dari panas tubuh manusia, jika *passive infrared* aktif maka akan mengirimkan logic kemikrokontroller dan mengaktifkan alarm.
4. *Passive infrared* 2 diletakkan dibalik langit-langit kamar, sensor ini akan bekerja apabila mendeteksi adanya radiasi inframerah yang dihasilkan dari panas tubuh manusia, jika *passive infrared* aktif maka akan mengirimkan logic kemikrokontroller dan mengaktifkan alarm.
5. Sensor *optocoupler* 1.1 diletakkan pada gawang (pintu) 1, sensor ini digunakan untuk mendeteksi apakah pintu kamar dalam keadaan terkunci atau tidak.
6. Sensor *optocoupler* 2.1 diletakkan pada gawang (pintu) 2, sensor ini digunakan untuk mendeteksi apakah pintu kamar dalam keadaan terkunci atau tidak.

7. Sensor *optocoupler* 1.2 diletakkan pada kotak peletakan kunci (solenoid) kamar 1, sensor ini akan bekerja dan mengirimkan logic kemikrokontroller apabila tempat peletakan kunci dibuka secara paksa (dirusak).
8. Sensor *optocoupler* 2.2 diletakkan pada kotak peletakan kunci (solenoid) kamar 2, sensor ini akan bekerja dan mengirimkan logic kemikrokontroller apabila tempat peletakan kunci dibuka secara paksa (dirusak).
9. Mikrokontroller (AT89C51) digunakan sebagai pengolah data, masukan dari *passive infrared*, sensor getar, dan *optocoupler* diolah oleh mikrokontroller, kemudian mikrokontroller akan memberikan logic pada driver untuk mengaktifkan alarm jika ada sensor yang aktif, dan mikrokontroller akan mengirimkan data sensor yang aktif kePC .
10. Driver solenoid 1 dan 2 diaktifkan dan dinonaktifkan oleh mikrokontroller, dimana mikrokontroller menjalankan interupt yang diberikan oleh PC (*Personal Computer*), solenoid disini digunakan sebagai pengunci pintu kamar. Jika kita ingin mengunci kamar maka kita klik “Kunci Pintu”, dan untuk membuka pintu adalah dengan klik “Buka Pintu” pada PC. Jika pintu kamar sudah benar-benar terkunci maka pada PC akan ada tampilan berupa lampu berwarna hijau.
11. PC (*Personal Computer*) digunakan sebagai sentral, jika ada sensor yang aktif maka pada PC akan muncul tampilan lampu berwarna merah berkedip-kedip, jika sensor aktif bersamaan maka lampu akan menyala bergantian. Perangkat lunak untuk visualisasi pada PC adalah menggunakan Labview, sehingga memudahkan dalam pengontrolan sel. Antarmuka PC dengan mikrokontroller adalah RS485 dan RS232, TX dan RX (serial) dari PC

dihubungkan dengan RS232, kemudian dari RS232 dihubungkan dengan RS485 (*master*), pin A dan B dari RS485 (*master*) dihubungkan dengan pin A dan B dari RS485 (*slave*), pin TX dan RX RS485 (*slave*) dihubungkan dengan pin TX dan RX mikrokontroler. Keuntungan dari RS485 adalah jangkauannya yang jauh yaitu 1,2 km dan dapat dicabang-cabang sebanyak 32 (*slave*).

12. Karena alat hanya berupa simulasi maka digunakan webcam sebagai pemantau keadaan kamar, jadi apabila terjadi sesuatu yang bias menyebabkan alarm berbunyi maka petugas bisa melihat keadaan kamar terlebih dahulu melalui PC. Apakah terjadi usaha pelarian atau ada gangguan dari luar (misalnya binatang atau gempa bumi).

3.2. Perancangan Alat

3.2.1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada bagian ini akan dijelaskan gambar rangkaian secara keseluruhan sesuai dengan diagram blok diatas beserta spesifikasi komponen yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan model sistem pengamanan sel pada lembaga masyarakat.

3.2.1.1. Mikrokontroler (AT89C51)

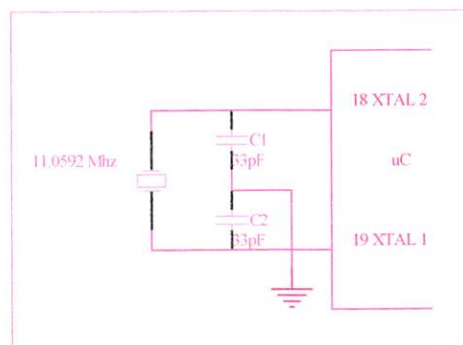
Mikrokontroler AT89C51 harus didukung oleh beberapa rangkaian lain agar dapat melakukan prosesnya, yaitu berupa rangkaian *clock* dan *reset*. Selain

itu juga harus ditentukan penggunaan port-portnya dan sinyal-sinyal yang digunakan untuk mendukung proses yang akan dilakukan.

Hal itu adalah sebagai berikut:

- **Rangkaian Clock**

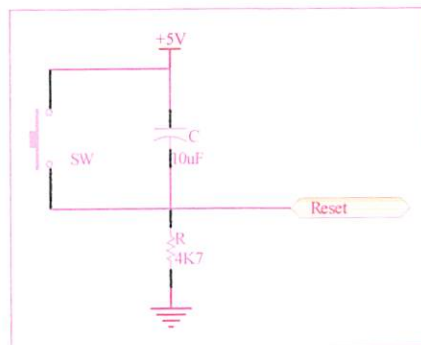
Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* (pewaktuan) yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem yang dirancang ini akan menggunakan osilator internal yang sudah tersedia di dalam chip AT89C51. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan cara menghubungkan kristal pada pin XTAL1 dan XTAL2 serta dua buah kapasitor ke ground. Besar kapasitansinya disesuaikan dengan spesifikasi pada lembar data AT89C51 yaitu 33 pF. Pemilihan besar frekuensi kristal disesuaikan dengan pemilihan kecepatan yang diharapkan untuk transfer data melalui pin *serial interface* AT89C51 tersebut. Sistem ini dirancang untuk memiliki kemampuan *baud rate* sebesar 9600 bps, sehingga dipilih kristal dengan nilai 11,0592 MHz sesuai dengan spesifikasi pada lembar data AT89C51. Gambar 3.2. memperlihatkan rangkaian pewaktu yang digunakan.



Gambar 3.2. Rangkaian Pewaktuan

- **Rangkaian Reset**

Untuk mereset mikrokontroler, pin RST harus diberi logika tinggi selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator). Untuk membangkitkan sinyal reset pada saat awal catu daya dihidupkan, suatu reset otomatis dapat dilakukan dengan menghubungkan pin RST ke rangkaian *Power-On Reset*, seperti dalam Gambar 3.3. Ketika catu daya dinyalakan, rangkaian akan menahan pin RST dalam kondisi logika tinggi selama selang beberapa saat tergantung nilai kapasitor dan kecepatan pengisian muatannya. Pemberian catu daya pada mikrokontroler tanpa suatu sinyal reset dapat menyebabkan CPU memulai eksekusi instruksinya dari lokasi yang tak tertentu. Ini disebabkan karena *Program Counter* tidak terinisialisasi.

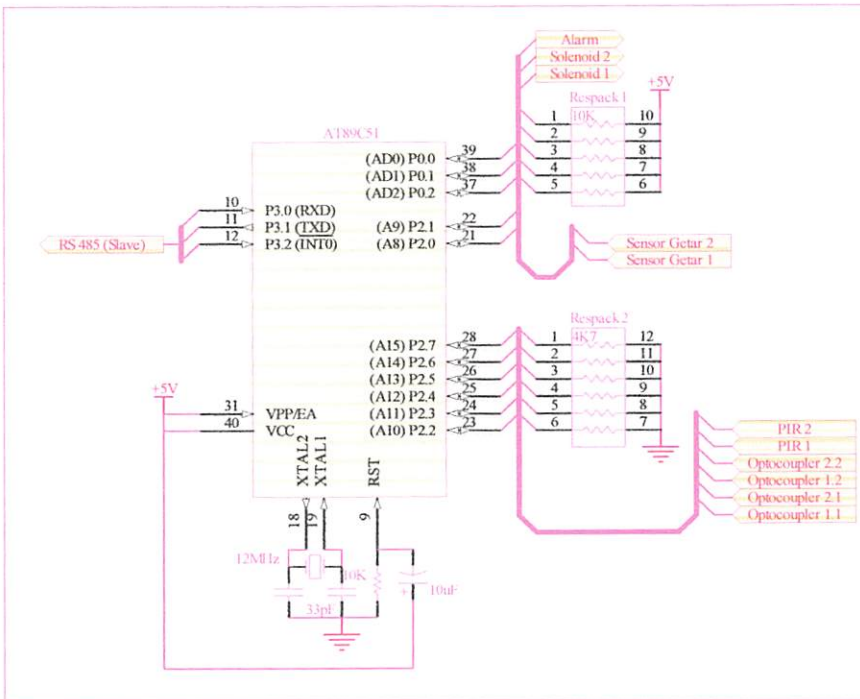


Gambar 3.3. Rangkaian *Power-On Reset*

- **Rangkaian Minimum Sistem MCU**

Mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah IC mikrokontroler AT89C51. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengolahan data.

Gambar rangkaian secara keseluruhan dapat dilihat dibawah :



Gambar 3.4. Rangkaian Mikrokontroler Sistem

P3.0 (RXD) dihubungkan ke pin 1 (RO), P3.1 (TXD) dihubungkan ke pin 4 (DI) RS485, P3.2 (INT0) dihubungkan ke pin 2 (RE) dan 3 (DE) RS485 (*slave*), Port 0.0-Port 0.2 digunakan sebagai penggerak driver solenoid dan alarm. P0.0 digunakan sebagai kontrol driver alarm, P0.1 digunakan sebagai kontrol driver solenoid kamar 2, P0.2 digunakan sebagai kontrol driver solenoid kamar 1. Port 2.0-Port 2.7 digunakan sebagai inputan mikrokontroler dari sensor. P2.0 digunakan sebagai inputan mikrokontroler dari sensor getar kamar 1, P2.1 digunakan sebagai inputan mikrokontroler dari sensor getar kamar 2, P2.2 digunakan sebagai inputan mikrokontroler dari *optocoupler* gawang (status pintu) kamar 1, P2.3 digunakan sebagai inputan mikrokontroler dari *optocoupler* gawang (status pintu) kamar 2, P2.4 digunakan sebagai inputan mikrokontroler dari *optocoupler* pintu (kotak peletakan kunci) kamar 1, P2.5 digunakan sebagai inputan mikrokontroler dari *optocoupler* pintu (kotak peletakan kunci) kamar 2,

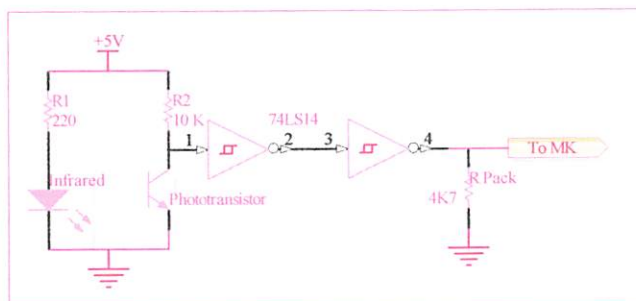
P2.6 digunakan sebagai inputan mikrokontroller dari *passive infrared* kamar 1, P2.7 digunakan sebagai inputan mikrokontroller dari *passive infrared* kamar 2.

3.2.1.2. Rangkaian Sensor *Optocoupler*

Alat ini menggunakan sensor *optocoupler* sebagai pelindung kotak peletakan kunci kamar 1 dan 2, serta sebagai pendeteksi kondisi pintu kamar apakah dalam keadaan terkunci atau tidak.

Pada Gambar 3.5 merupakan sebuah sensor *optocoupler* dimana keluarannya dimasukkan ke sebuah rangkaian *Schmitt Trigger* (pembalik) sehingga didapatkan sebuah sinyal kotak 0 V dan 5V yang sesuai dengan level tegangan dari IC TTL. Tahanan (R) digunakan sebagai pembatas tegangan bagi sensor sedangkan IC 74LS14 sebagai *schmitt*-nya.

Prinsip kerjanya sederhana yaitu pada saat IR LED sinarnya (sesuai dengan konstruksi penempatan sensor) tidak terhalang maka keluran dari sensor adalah 0V (terhubung ke *ground*) sedangkan pada saat terhalang keluarannya 1,22V, kemudian oleh IC 74LS14 keluaran dari sensor dibalik sehingga dihasilkan sinyal kotak, dimana transisi *high* ke *low* dari sinyal ini adalah sebagai *interrupt* mikrokontroller.



Gambar 3.5. Rangkaian Sensor *Optocoupler*

Analisa rangkaiannya adalah sebagai berikut :

Diketahui tegangan sumber (V_{CC}) adalah 5V, tegangan bias maju IR LED ($V_{fb\ IR\ LED}$) adalah 0,6V dan arus (I) yang mengalir pada IR LED adalah 20mA maka :

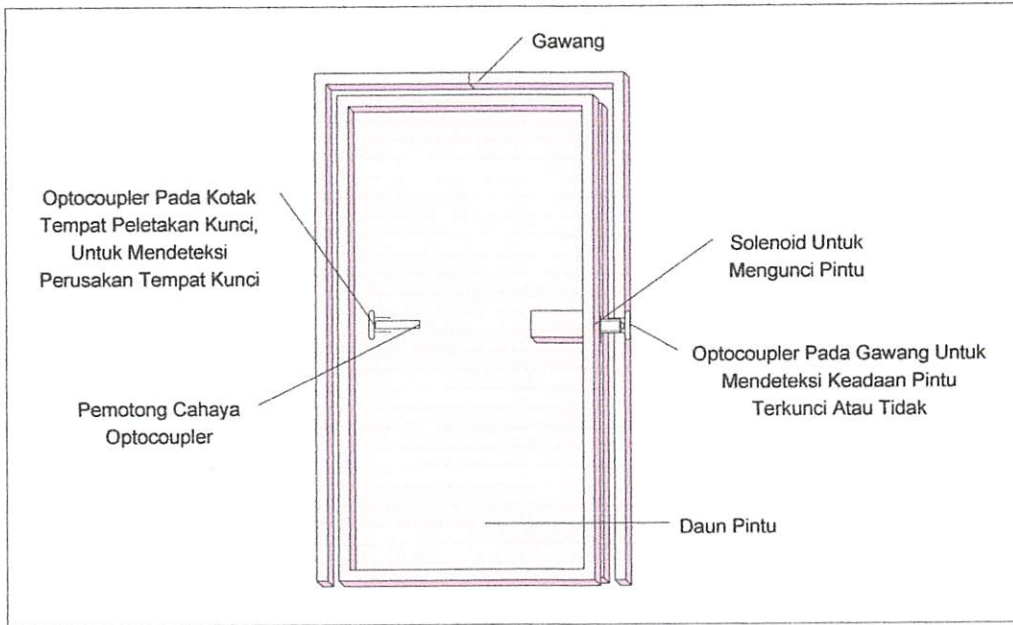
$$\begin{aligned}R_{LED} &= \frac{(V_{CC} - V_{fb\ IR\ LED})}{I} \\&= \frac{(5\ V - 0,6V)}{20\ mA} \\&= \frac{4,4V}{20\ mA} \\&= 220\ ohm\end{aligned}$$

Apabila diasumsikan *phototransistor* ideal sebagai saklar, tegangan sumber (V_{CC}) adalah 5V dan arus (I) yang mengalir pada saat kondisi saturasi adalah 0,5mA, maka :

$$\begin{aligned}R_{\text{Photo Transistor}} &= \frac{(V_{CC})}{I} \\&= \frac{5V}{0,5mA} \\&= 10\ K\Omega\end{aligned}$$

Arus output dari 74LS14 adalah $\leq 20\ \mu A$, batas maksimal arus inputan mikrokontroller logic high adalah 650 μA , dan logic low adalah 50 μA . Outputan dari *optocoupler* dimasukkan pada *scmith trigger* (2 kali pembalikan), jika inputan dari sensor 1,22V oleh 74LS14 dirubah menjadi logic high (5V), dan inputan dari sensor 0V dirubah menjadi logic low (0V).

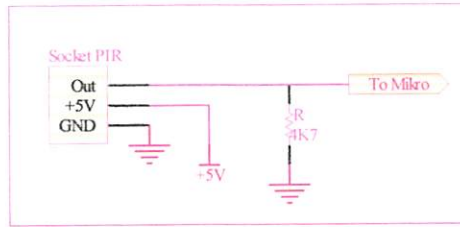
Berikut gambar tata letak sensor *optocoupler* pada alat :



Gambar 3.6. Tata Letak Sensor *Optocoupler* Pada Alat

3.2.1.3. Rangkaian *Passive Infrared* (PIR)

Passive infrared berfungsi untuk mendeteksi adanya radiasi inframerah yang dihasilkan dari panas tubuh manusia pada langit-langit kamar. *Passive infrared* mempunyai 2 elemensensing yang dihubungkan dengan masukan, jika ada sumber panas (memancarkan radiasi inframerah) yang lewat didepan sensor tersebut maka sensor akan mengaktifkan sel pertama dan kedua. Outputan dari *passive infrared* adalah digital yaitu 5V jika high (1), dan 0V jika low (0). Level tegangan output dari *passive infrared* telah sesuai dengan level tegangan yang dibutuhkan oleh mikrokontroler sehingga dapat langsung menghubungkan outputan *passive infrared* dengan mikrokontroler. Berikut gambar rangkaian dari *passive infrared* (PIR) :

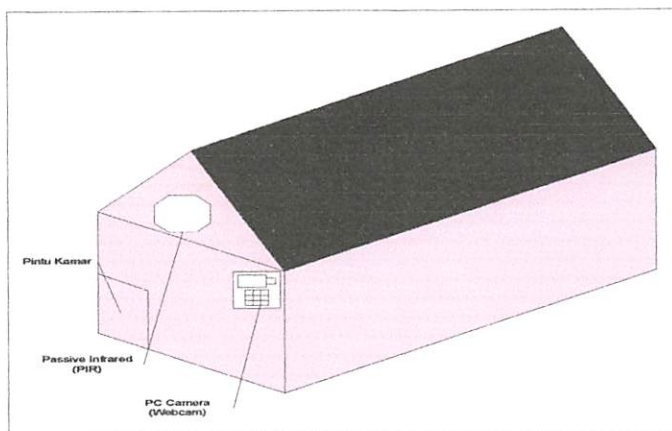


Gambar 3.7. Rangkaian *Passive Infrared*

Analisa rangkaian *passive infrared* (PIR) :

Arus output dari *passive infrared* pada saat high (1) adalah 12,7uA, tegangan outputnya 5V, batas maksimal arus inputan mikrokontroller logic high adalah 650uA, dan logic low adalah 50uA. Suhu (panas) yang mampu dideteksi oleh *passive infrared* berkisar antara -20°C sampai $+50^{\circ}\text{C}$. Rangkaian *passive infrared* pada mikrokontroller adalah aktif high (1), jika kondisi *passive infrared* normal (tidak mendeteksi panas tubuh) maka mikrokontroller akan terhubung dengan ground, dan jika *passive infrared* aktif (mendeteksi adanya panas tubuh) maka mikrokontroller akan mendapatkan logic high (5V). Jarak maksimum *passive infrared* dalam mendeteksi adanya perbedaan suhu (panas tubuh manusia) adalah 5 meter.

Berikut gambar tata letak *passive infrared* pada alat :

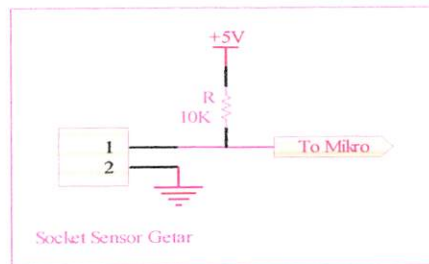


Gambar 3.8. Tata Letak *Passive Infrared* Pada Alat

3.2.1.4. Rangkaian Sensor Getar

Sensor getar berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran yang cukup kencang (penjebolan) pada tembok, sensor getar ini terdiri dari 2 bagian yaitu kawat dan per. Kawat diletakkan ditengah-tengah per. Per dihubungkan pada port mikrokontroller, dan kawat dihubungkan dengan ground. Apabila dinding kamar bergetar cukup kencang maka kawat akan terhubung dengan per dan memberikan logic low (0V) pada mikrokontroller yang kemudian mikrokontroller akan mengaktifkan alarm.

Berikut gambar rangkaian sensor getar :

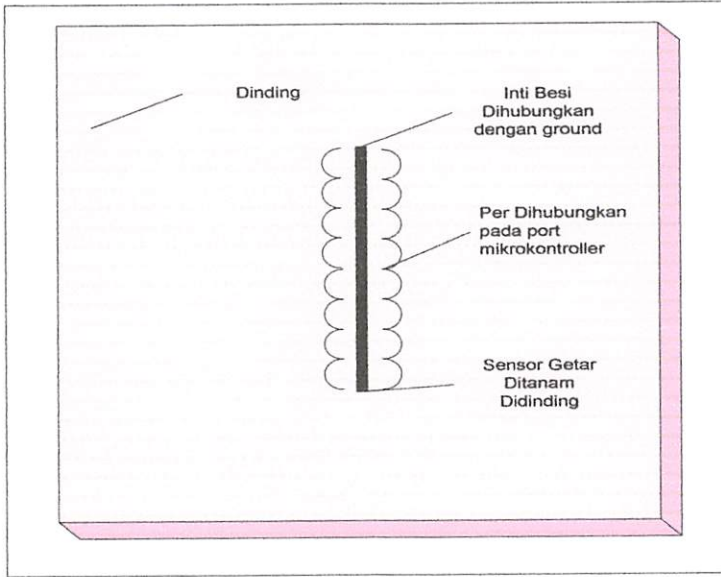


Gambar 3.9. Rangkaian Sensor Getar

Analisa rangkaian sensor getar :

Arus sensor getar yang masuk pada mikrokontroller adalah $\pm 500\mu A$ pada saat high (1), besarnya arus didapat dari pembagian tegangan dengan nilai resistor. Batas maksimal arus inputan mikrokontroller logic high adalah $650\mu A$, dan logic low adalah $50\mu A$. Rangkaian sensor getar pada mikrokontroller adalah aktif low (0), jika kondisi sensor getar normal (per dan kawat tidak terhubung) maka mikrokontroller akan terhubung dengan VCC (5V), dan jika sensor getar high (per dan kawat terhubung) maka mikrokontroller akan mendapatkan logic low (0). Apabila mikrokontroller mendapat logic low (0), maka mikrokontroller akan memberikan perintah pada driver untuk mengaktifkan alarm.

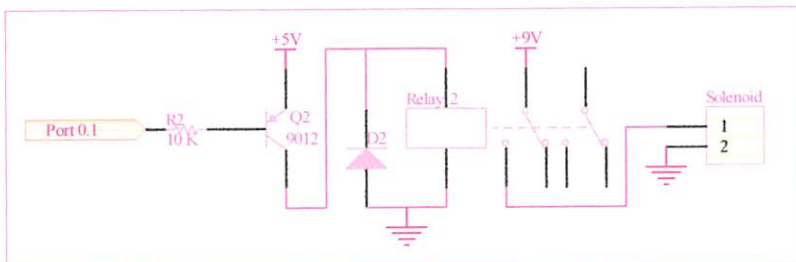
Berikut gambar tata letak sensor getar pada alat :



Gambar 3.10. Tata Letak Sensor Getar Pada Alat

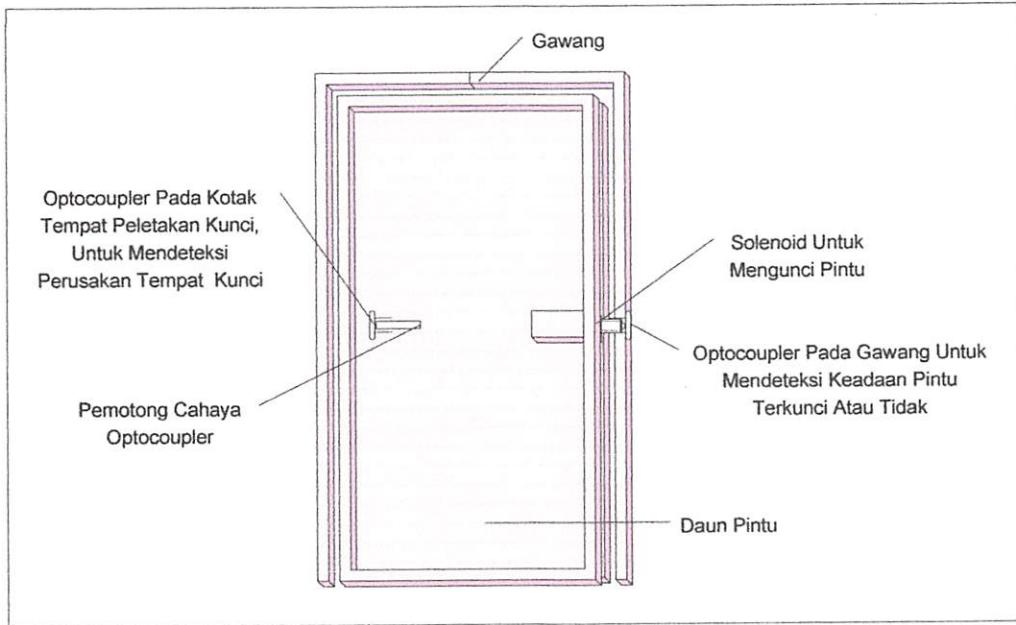
3.2.1.5. Rangkaian Driver Solenoid Dan Driver Alarm

Solenoid digunakan sebagai pengunci pintu kamar, cara mengaktifkan/menonaktifkan driver solenoid adalah PC memberikan perintah kepada mikrocontroller yang kemudian mikrocontroller akan memberikan logic pada driver solenoid. Berikut adalah gambar rangkaian driver solenoid :



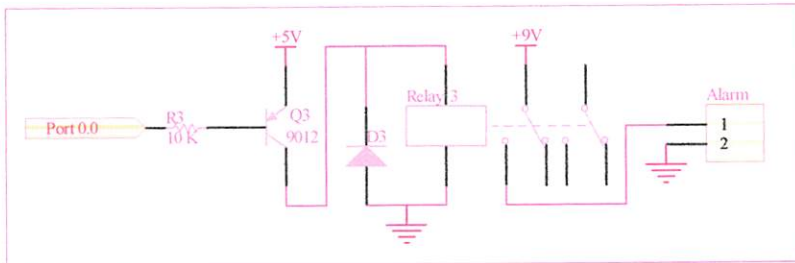
Gambar 3.11. Rangkaian Driver Solenoid

Berikut gambar tata letak solenoid pada alat :



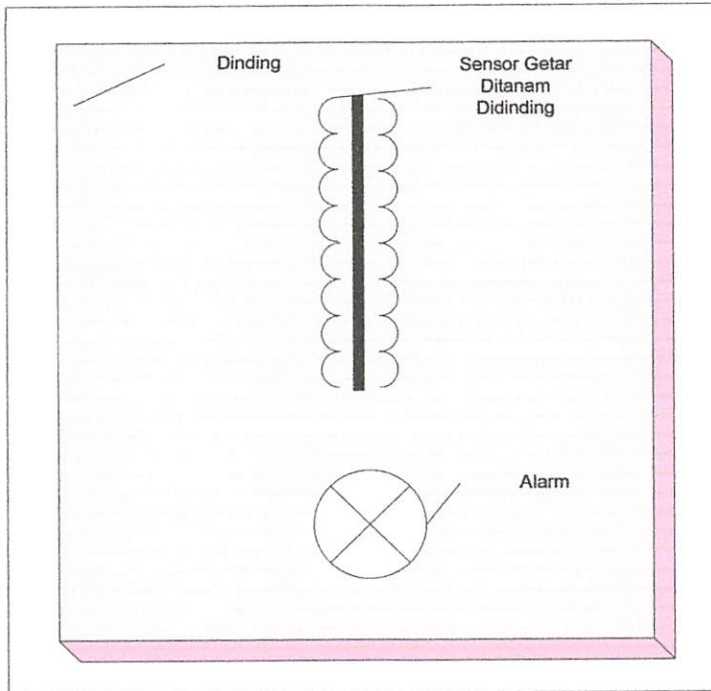
Gambar 3.12. Tata Letak Solenoid Pada Alat

Alarm berfungsi sebagai sinyal pemberitahuan apabila ada salah satu sensor yang aktif. Jika alarm aktif maka mikrokontroler akan mengirimkan data kePC status sensor yang aktif. Cara mematikan alarm adalah dengan cara mereset melalui PC (Klik “Matikan Alarm & Reset Sensor”) atau cara manual yaitu rangkaian reset dari mikrokontroler. Berikut adalah gambar rangkaian driver alarm :



Gambar 3.13. Rangkaian Driver Alarm

Berikut gambar tata letak alarm pada alat :



Gambar 3.14. Tata Letak Alarm Pada Alat

Analisa rangkaian driver solenoid dan driver alarm :

Dari rangkaian diatas dapat kita diperoleh nilai R_b yang sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_b = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{I_B}$$

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

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

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

Maka R_B adalah :

$$R_b = \frac{5 - 0,7}{0,416mA}$$
$$= \frac{4,3}{0,416mA} = 10,33 \times 10^3 \Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar $10,33 \times 10^3 \Omega$ atau disederhanakan menjadi $10 K\Omega$.

Diketahui data relay besarnya tahanan dalam (R) = $165,7 \Omega$, $VCC = 5V$, sehingga arus yang dibutuhkan relay :

$$I_{Relay} = \frac{5V}{165,7} = 30,17mA$$

Dari perhitungan diatas didapatkan alasan penggunaan transistor 9012, transistor 9012 memiliki IC sebesar $50mA$, dan arus yang dibutuhkan relay adalah $30,17mA$. Jadi transistor 9012 sudah mampu memberikan supplay arus yang dibutuhkan oleh relay.

3.2.1.6. Komunikasi Serial

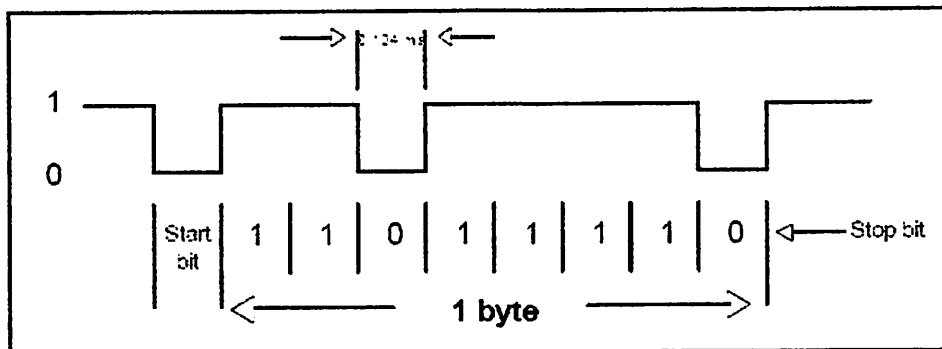
Pada perancangan alat ini digunakan komunikasi serial untuk menghubungkan PC dengan mikrokontroller. Pada port serial data dalam format serial (8 bit) sehingga data dapat dikirim dengan cepat. Untuk melakukan proses komunikasi data antara mikrokontroller dengan komputer diperlukan syarat-syarat yang harus dipenuhi, yaitu pengaturan *baud rate* serta pengaturan secara perangkat lunak. Jenis data yang akan dikirim adalah dalam bentuk data biner (bit per bit transfer) dengan satuan *baud rate* untuk kecepatan proses transfernya.

Serial kontrol (SCON) merupakan register khusus pengontrol kerja port serial, diset untuk mentransmisikan 8 bit data UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) yang merupakan standar komunikasi data dengan *baud rate* yang dapat diatur (*variable*) . Penentuan *baud rate* tersebut dilakukan dengan pengesetan *timer/counter* 1 high bit (TH1) . Bila diinginkan *baud rate* 9600 bps maka :

$$\text{Baud Rate} = \frac{2^{\text{SMOD}} \times \text{Frekuensi Osilator}}{32 \times 12 [256 - \text{TH1}]}$$

$$9600 = \frac{2^0 \times 11.0592 \cdot 10^6}{32 \times 12 [256 - \text{TH1}]}$$

$$\text{TH1} = 0\text{FDh} = 253 \text{ h}$$

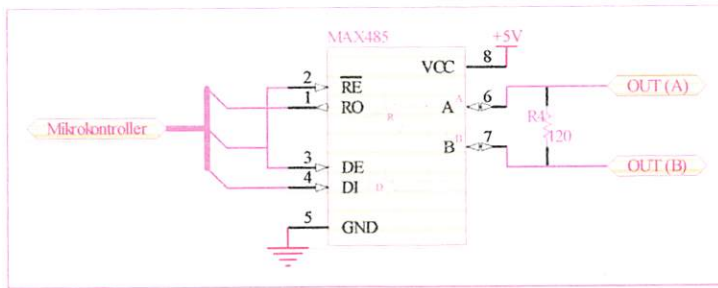


Gambar 3.15. Format Standar Transmisi Data Asinkron

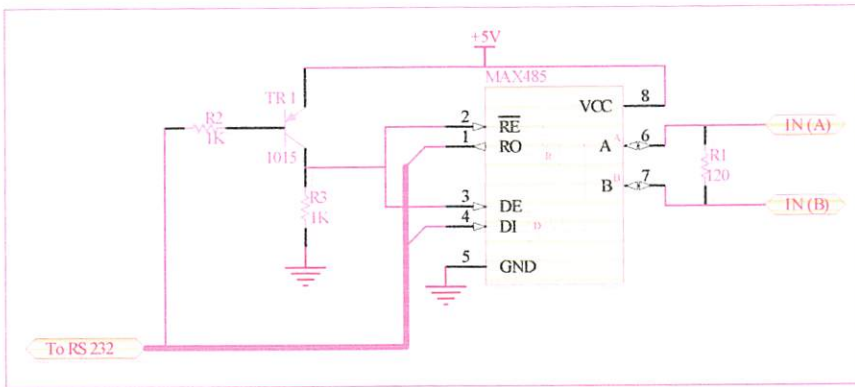
Jika *baud rate* besarnya adalah 9600 bps bit data membutuhkan waktu 0,104 mili detik. Karena 1 karakter terdiri atas 10 bit atau $10 \times 0,104 = 1,04$ mili detik, kecepatan transfer adalah $1/1,04$ mili detik atau 0,96 karakter/mili detik.

3.2.1.7. Rangkaian *Interface* RS 485

Dalam alat ini untuk komunikasi serial menggunakan 2 buah RS485 yaitu sebagai *master* dan *slave*. Rangkaian RS485 mempunyai jarak pengiriman data yang lebih jauh jika dibandingkan dengan RS232. Keuntungan menggunakan RS485 adalah jarak maksimal pentransmisian datanya adalah 1200 meter atau 1,2 km, bisa dicabang sampai dengan 32 cabang. Rangkaian RS485 *slave* dan rangkaian RS485 *master* ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3.16. Rangkaian RS 485 (*Slave*)



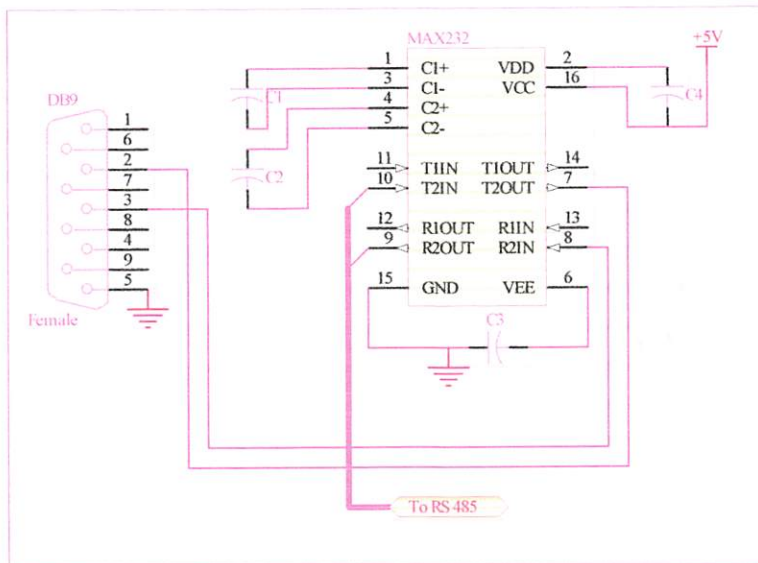
Gambar 3.17. Rangkaian RS 485 (*Master*)

P3.0 (RXD) mikrokontroller dihubungkan kekaki 1 (RO) RS485 (*slave*), P3.1 (TXD) dihubungkan kekaki 4 (DI) RS485 (*slave*), P3.2 (INT0) dihubungkan kekaki 2 (RE) dan 3 (DE) RS485 (*slave*). Pin A dan B RS485 (*slave*) dihubungkan dengan pin A dan B RS485 (*master*). Kaki 1 RS485 (*master*)

dihubungkan kekaki 10 RS232, kaki 4 RS485 (*master*) dihubungkan kekaki 9 RS232.

3.2.1.8. Rangkaian *Interface* RS 232

Sebelum diinputkan ke komputer dibutuhkan rangkaian *converter* tegangan. Mikrokontroller mempunyai *output* logika *high* dihasilkan dari tegangan 5 Volt dan logika *low* sebesar 0 Volt, tegangan ini akan sering mengakibatkan terjadinya kesalahan didalam pengiriman dan penerimaan data dikarenakan rugi-rugi dari kabel. RS232 berfungsi untuk memperlebar *range* tegangan karena berada dikisaran +15V dan -15V, dengan *range* yang lebar ini kesalahan karena rugi-rugi sistem komunikasi dari mikrokontroller ke komputer tidak mempengaruhi nilai data yang dikirim.



Gambar 3.18. Rangkaian RS 232

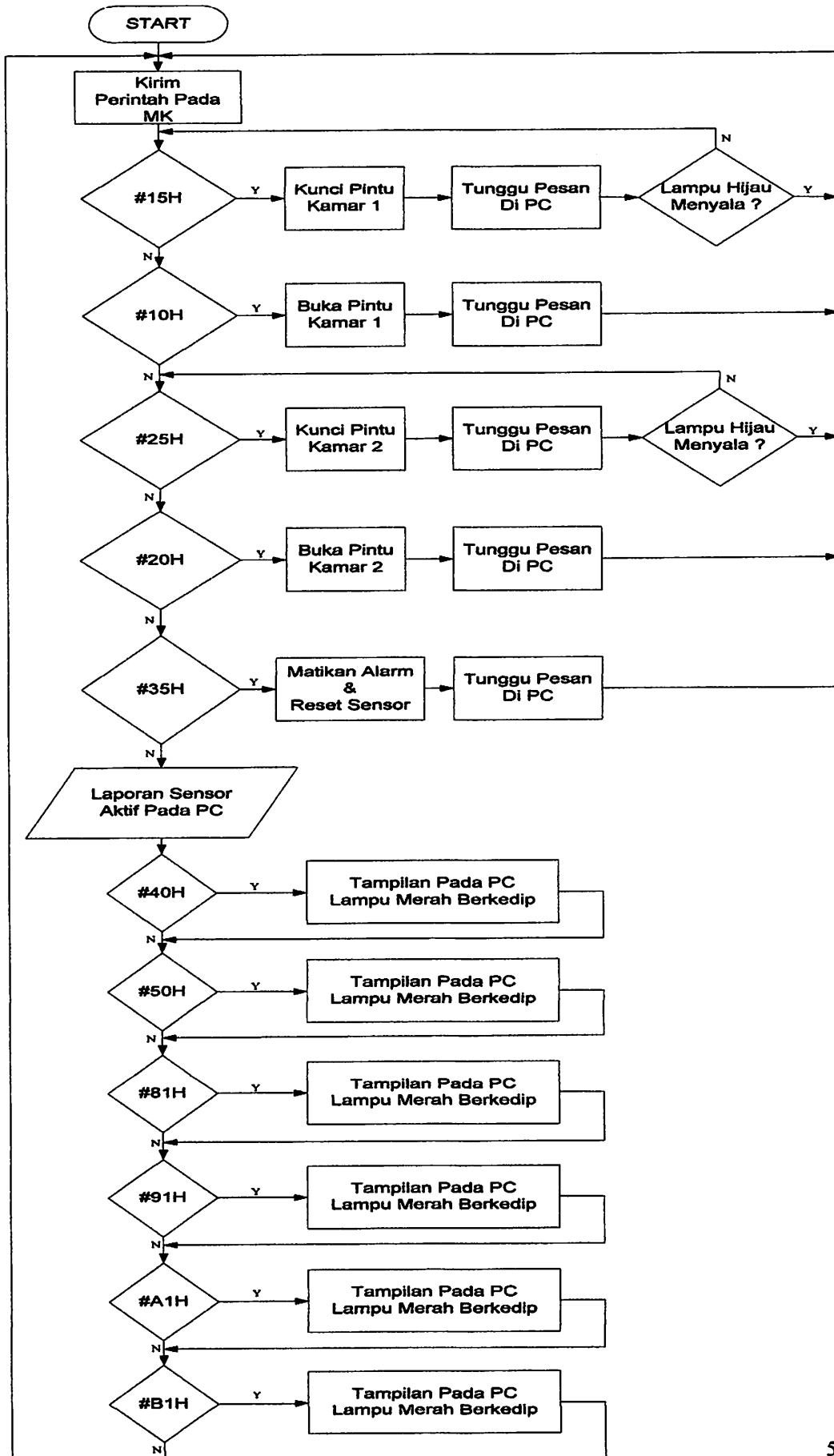
Kabel penghubung antara RS232 dengan komputer digunakan DB 9 (*female*). Pin 5 dari DB 9 dihubungkan dengan ground, pin 2 (RX) dihubungkan dengan pin 7 dari RS232 dan pin 3 (TX) dihubungkan dengan pin 8. Pin 10 dan 9 dari RS232 dihubungkan ke RS485 (*master*) supaya RS485 dapat berkomunikasi dengan komputer, baik mengirim data atau menerima data.

3.2.2. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

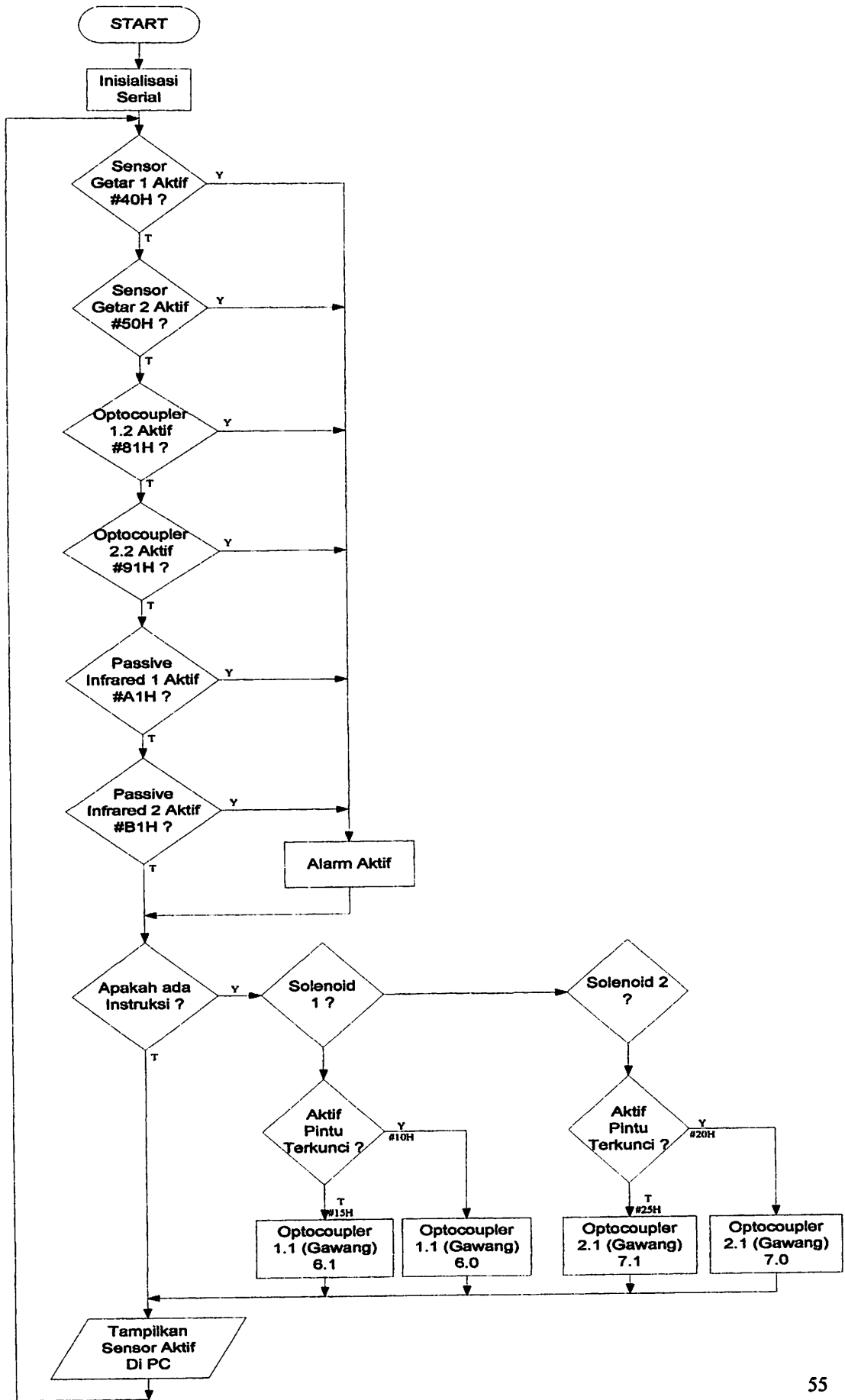
Untuk mendukung *hardware* yang sudah dibuat, maka dibutuhkan perangkat lunak (*software*) supaya perangkat keras tersebut bisa berjalan sesuai dengan tujuan. Mikrokontroller dapat mengendalikan seluruh sistem apabila ada urutan instruksi yang mendefinisikan secara jelas urutan kerja yang harus dilaksanakan. Dalam perancangan alat ini perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa pemrograman *assembler* pada mikrokontroller dan Labview sebagai visualisasi pada PC.

Sebelum membuat perangkat lunak, terlebih dahulu dibuat diagram alir (*flowchart*) dari proses yang akan dibuat supaya memudahkan dalam pembuatan perangkat lunak (*software*).

3.2.2.1. Diagram Alir Pada PC :



3.2.2.2. Diagram Alir Pada Mikrokontroller :



BAB IV

PENGUJIAN ALAT

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 Alat Setiap Blok

4.1.1 Pengujian Sensor *Optocoupler* dan Pengkondisi Sinyal (74LS14)

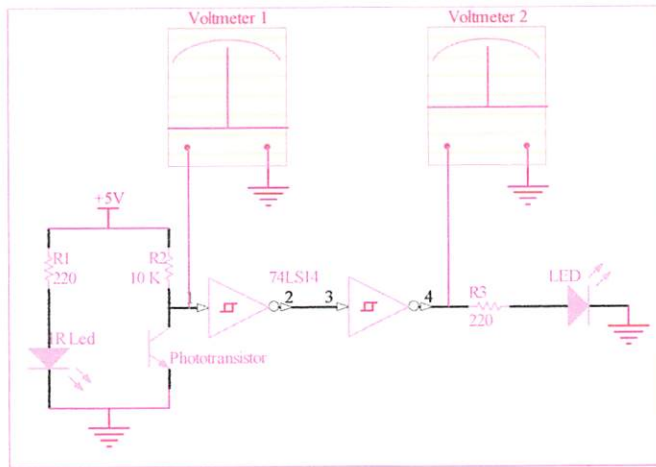
Peralatan yang digunakan :

1. Rangkaian sensor dan pengkondisi sinyal (74LS14).
2. Voltmeter.
3. Catudaya 5V.

Langkah Pengujian :

1. Buat rangkaian seperti gambar 4.1.
2. Hidupkan catudaya.
3. Halangi sensor *optocoupler* dan ukur tegangan output dari sensor.
4. Lepaskan penghalang pada sensor kemudian ukur tegangan output dari sensor dan dari pengkondisi sinyal.

5. Amati kondisi LED pada saat sensor terhalang dan tidak terhalang.
6. Catat hasil pengukuran output tegangan pada tabel 4.1.



Gambar 4.1. Pengujian Sensor *Optocoupler* dan Pengkondisi Sinyal

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Output Tegangan Sensor *Optocoupler*

No	Kondisi Sensor <i>Optocoupler</i>	Tegangan Output Sensor	Tegangan Out Pengkondisi Sinyal	Logika Sensor
1	Terhalang	1,23 V	4,85 V	1
	Tidak Terhalang	0,12 V	0,17 V	0
2	Terhalang	1,31 V	4,87 V	1
	Tidak Terhalang	0,17 V	0,18 V	0
3	Terhalang	1,43 V	4,90 V	1
	Tidak Terhalang	0,17 V	0,16 V	0
4	Terhalang	1,22 V	4,86 V	1
	Tidak	0,16 V	0,16 V	0

	Terhalang			
5	Terhalang	1,21 V	4.85 V	1
	Tidak Terhalang	0,17 V	0.16 V	0

1 = LED Menyala, 0 = LED Padam.

Dalam pengujian ini digunakan 2 pengukuran tegangan output, yaitu keluaran tegangan sensor sebelum masuk kepengkondisi sinyal dan keluaran tegangan sensor setelah pengkondisi sinyal (74LS14). Pada saat sensor terhalang, tegangan keluaran dari sensor adalah 1,22V dan pada saat tidak terhalang, tegangan keluaran dari sensor adalah 0,16V. Tegangan keluaran sensor setelah melalui pengkondisi sinyal adalah sebesar 4.80V pada saat sensor terhalang dan 0,16V pada saat sensor tidak terhalang. Level tegangan mikrokontroller adalah 0V dan 5V. Output dari pengkondisi sinyal sesuai dengan level tegangan pada mikrokontroller, dan output pengkondisi sinyal ini dijadikan sebagai input pada mikrokontroller.

Kesalahan rata – rata output tegangan dari pengkondisi sinyal dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$| \text{Kesalahan (error)} | = \frac{\text{Pengukuran - Perhitungan}}{\text{Perhitungan}} \times 100\%$$

$$| \text{Kesalahan (error) rata – rata} | = \frac{\sum \% \text{ Error}}{\sum \text{ Pengukuran}}$$

Tabel 4.2. Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran Pengkondisi Sinyal

No	Tegangan Output Pengkondisi Sinyal		ΔV	% <i>Error</i>
	Perhitungan	Pengukuran		
1	5 V	4,85 V	0,15	3%
2	5 V	4,87 V	0,13	2,6%
3	5 V	4,90 V	0,10	2%
4	5 V	4,86 V	0,14	2,8%
5	5 V	4,85 V	0,15	3%
Jumlah :			0,67	16,4%
Kesalahan rata – rata :			3,28%	

Kesalahan rata – rata output tegangan dari pengkondisi sinyal (74LS14) adalah 3,28% (5 kali pengukuran).

4.1.2 Pengujian *Passive Infrared* (PIR)

Peralatan yang digunakan :

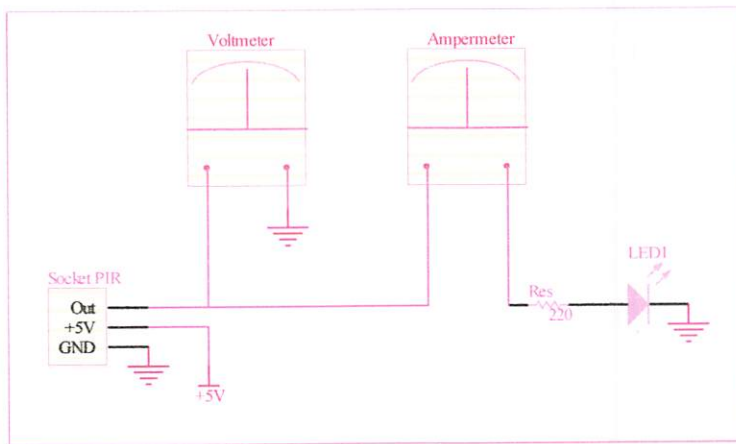
1. Rangkaian *passive infrared* (PIR).
2. Voltmeter dan Ampermeter.
3. Catudaya 5V.

Langkah Pengujian :

1. Buat rangkaian seperti pada gambar 4.2.
2. Hidupkan catudaya.
3. Karena output dari *passive infrared* adalah digital, maka akan memudahkan kita dalam melakukan pengukuran. *Passive infrared* akan high bila mendeteksi radiasi inframerah (dihasilkan dari panas

tubuh manusia), dalam percobaan ini kita akan menggunakan jarak untuk mengetahui seberapa jauh tingkat kepekaan *passive infrared*. Ukur tegangan output dan arus *passive infrared* jika aktif dengan jarak-jarak tertentu menggunakan voltmeter dan amperemeter. *Passive infrared* akan aktif selama $\pm 0,5$ detik, dan kembali pada keadaan normal. (low).

4. Ukur tegangan dan arus output *passive infrared* pada saat low.
5. Catat hasil pengukuran pada tabel 4.3.



Gambar 4.2. Pengujian *Passive Infrared* (PIR)

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran *Passive Infrared* (PIR)

No.	Jarak (Meter)	Tegangan Out PIR High (1)	Arus Out PIR High (1)	Tegangan Out PIR Low (0)	Arus Out PIR Low (0)
1	0,5	4,94 V	12,7 uA	0,00 V	0 uA
2	1	4,97 V	12,8 uA	0,01 V	0 uA
3	1,5	4,99 V	12,7 uA	0,00 V	0 uA
4	2	4,72 V	12,7 uA	0,00 V	0 uA
5	2,5	5,06 V	12,9 uA	0,01 V	0 uA
6	3	5,07 V	12,7 uA	0,01 V	0 uA
7	3,5	4,94 V	12,5 uA	0,00 V	0 uA

8	4	4,98 V	12,7 uA	0,00 V	0 uA
9	4,5	4,88 V	12,8 uA	0,01 V	0 uA
10	5	4,93 V	12,7 uA	0,01 V	0 uA

1 = LED Menyala, 0 = LED Padam.

Berdasarkan hasil pengujian, pada jarak 5 meter *passive infrared* masih bisa mendeteksi radiasi inframerah (panas tubuh), tetapi jika jarak orang dengan *passive infrared* lebih dari 5 meter maka *passive infrared* sudah tidak dapat lagi mendeteksi radiasi inframerah (panas tubuh). Tegangan keluaran rata-rata dari *passive infrared* adalah 4.94V pada kondisi high dan 0V pada saat kondisi low. Level tegangan ini sesuai dengan level tegangan pada mikrokontroller, dan tegangan output *passive infrared* dapat digunakan sebagai input mikrokontroller.

Kesalahan rata – rata output tegangan dari *passive infrared* dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$| \text{Kesalahan (error)} | = \frac{\text{Pengukuran - Perhitungan}}{\text{Perhitungan}} \times 100\%$$

$$| \text{Kesalahan (error) rata – rata} | = \frac{\sum \% \text{ Error}}{\sum \text{ Pengukuran}}$$

Tabel 4.4. Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran *Passive Infrared*

No	Tegangan Output <i>Passive Infrared</i>		ΔV	% Error
	Perhitungan	Pengukuran		
1	5 V	4,94 V	0,06	1,2%
2	5 V	4,97 V	0,03	0,6%
3	5 V	4,99 V	0,01	0,2%

4	5 V	4,72 V	0,28	5,6%
5	5 V	5,06 V	0,06	1,2%
6	5 V	5,07 V	0,07	1,4%
7	5 V	4,94 V	0,06	1,2%
8	5 V	4,98 V	0,02	0,4%
9	5 V	4,88 V	0,12	2,4%
10	5 V	4,93 V	0,07	1,4%
Jumlah :			0,78	15,6%
Kesalahan rata – rata :			1,56%	

Kesalahan rata – rata output tegangan dari *passive infrared* adalah 1,56% (10 kali pengukuran).

4.1.3 Pengujian Sensor Getar

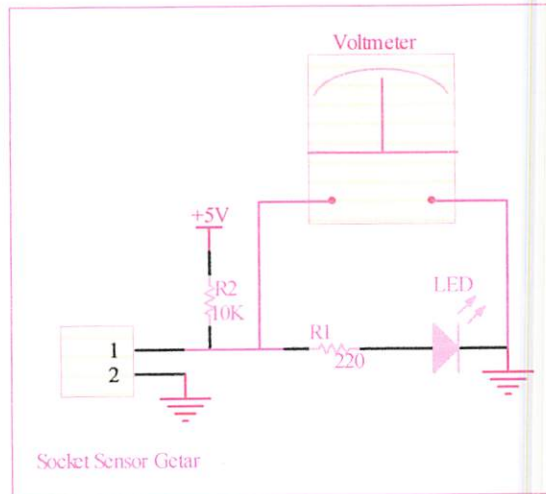
Peralatan yang digunakan :

1. Rangkaian sensor getar (per dan kawat).
2. Voltmeter.
3. Catudaya 5V.

Langkah Pengujian :

1. Buat rangkaian seperti pada gambar 4.3 dan hubungkan rangkaian kemikrokontroller.
2. Hidupkan catudaya.
3. Hubungkan per dan kawat (sensor getar low), ukur tegangan outputannya.

4. Ukur tegangan output sensor getar bila per dan kawat tidak terhubung (sensor getar high).
5. Catat Hasil pengukuran pada table 4.5.



Gambar 4.3. Pengujian Sensor Getar

Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Sensor Getar

No	Pengukuran Sensor Getar			
	Per dan Kawat Terhubung		Per dan Kawat Tidak Terhubung	
	Tegangan Out Low (0)	Logika	Tegangan Out High (1)	Logika
1	0,01 V	0	5,01 V	1
2	0,01 V	0	5,02 V	1
3	0,02 V	0	5,00 V	1
4	0,00 V	0	5,01 V	1
5	0,01 V	0	5,01 V	1

1 = LED Menyala, 0 = LED Padam.

Berdasarkan hasil pengujian, tegangan output dari rangkaian sensor getar adalah 0,1V pada saat ada getaran yang cukup kencang pada dinding (per terhubung dengan kawat) dan 5,01V pada saat tidak ada getaran pada dinding.

Adanya perubahan level tegangan dari 0,1V ke 5,01V ini dimanfaatkan sebagai input interupsi eksternal mikrokontroller. Dengan demikian mikrokontroller bisa mendeteksi atau mengetahui apabila adanya getaran yang cukup kencang (penjebolan) pada dinding kamar.

Kesalahan rata – rata output tegangan dari sensor getar pada kondisi high dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$| \text{Kesalahan (error)} | = \frac{\text{Pengukuran} - \text{Perhitungan}}{\text{Perhitungan}} \times 100\%$$

$$| \text{Kesalahan (error) rata – rata} | = \frac{\sum \% \text{ Error}}{\sum \text{ Pengukuran}}$$

Tabel 4.6. Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran Sensor Getar Kondisi High

No	Tegangan Output Sensor Getar		ΔV	% <i>Error</i>
	Perhitungan	Pengukuran		
1	5 V	5,01 V	0,01	2%
2	5 V	5,02 V	0,02	4%
3	5 V	5,00 V	0,00	0%
4	5 V	5,01 V	0,01	2%
5	5 V	5,01 V	0,01	2%
Jumlah :			0,05	10%
Kesalahan (<i>error</i>) rata – rata :			2%	

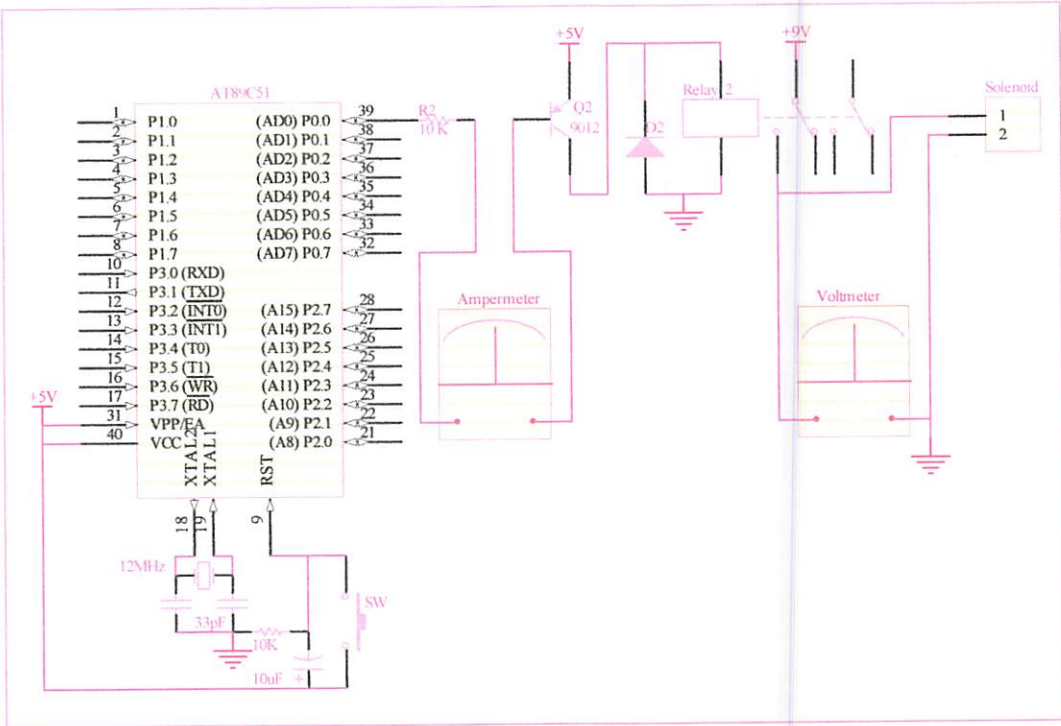
Kesalahan (*error*) rata – rata output tegangan dari rangkaian sensor getar pada kondisi high adalah 2% (5 kali pengukuran).

4.1.4. Pengujian Driver Solenoid Dan Driver Alarm

Pada pengujian driver solenoid buat program pada mikrokontroller untuk menjalankan driver solenoid. Kemudian buat rangkaian seperti pada gambar 4.4. Jalankan program tersebut, kemudian amatilah driver solenoid. ukur outputan tegangan driver solenoid dengan voltmeter, dan IB transistor 9012, catat pada tabel 4.7.

Berikut ini adalah potongan program pengujian driver solenoid, untuk mengaktifkan dan menonaktifkan driver solenoid :

```
-----  
; MK memberi logic untuk driver solenoid  
-----  
M:      Cjne   R0,#10H,M1   ; Bandingkan R0 dengan 10, jika tidak 10 lompat ke M1  
        Call   Delay      ; Panggil subroutine Delay  
        Clr    S1         ; Clear S1 (Solenoid 1 aktif)  
        Mov    R0,#00     ; Isi R0 dengan 00  
        Acall  Delay      ; Memanggil subroutine delay  
        Mov    R1,#10h    ; Isi R1 dengan 10 (Solenoid 1 aktif)  
        Call   Kirim      ; Kirimkan data  
        Jmp    M          ; Lompat Ke M  
M1:     Cjne   R0,#15H,M2   ; Bandingkan R0 dengan 15, jika tidak 15 lompat ke M2  
        Call   Delay      ; Memanggil subroutine delay  
        Setb   S1         ; Beri logic 1 pada S1 (Solenoid 1 mati)  
        Mov    R0,#00     ; Lompat Ke M/kembali ke M  
        Acall  Delay      ; Memanggil subroutine delay  
        Mov    R1,#15h    ; Isi R1 dengan 15 (Solenoid 1 mati)  
        Call   Kirim      ; Kirimkan data  
        Jmp    M          ; Lompat Ke M  
M2:     Cjne   R0,#20H,M3   ; Bandingkan R0 dengan 20, jika tidak 20 lompat ke M3  
        Call   Delay      ; Memanggil subroutine delay  
        Clr    S2         ; Clear S2 (Solenoid 2 aktif)  
        Mov    R0,#00     ; Isi R0 dengan 00  
        Acall  Delay      ; Memanggil subroutine delay  
        Mov    R1,#20h    ; Isi R1 dengan 20 (Solenoid 2 aktif)  
        Jmp    M          ; Lompat Ke M  
M3:     Cjne   R0,#25H,M4   ; Bandingkan R0 dengan 25, jika tidak 25 lompat ke M4  
        Setb   S2         ; Beri logic 1 pada S2 (Solenoid 2 mati)  
        Mov    R0,#00     ; Isi R0 dengan 00  
        Acall  Delay      ; Memanggil subroutine delay  
        Mov    R1,#25h    ; Isi R1 dengan 25 (Solenoid 2 mati)  
        Jmp    M          ; Lompat Ke M  
M5:     Ret                    ; Kembali keprogram utama
```

Gambar 4.4. Pengujian Driver Solenoid

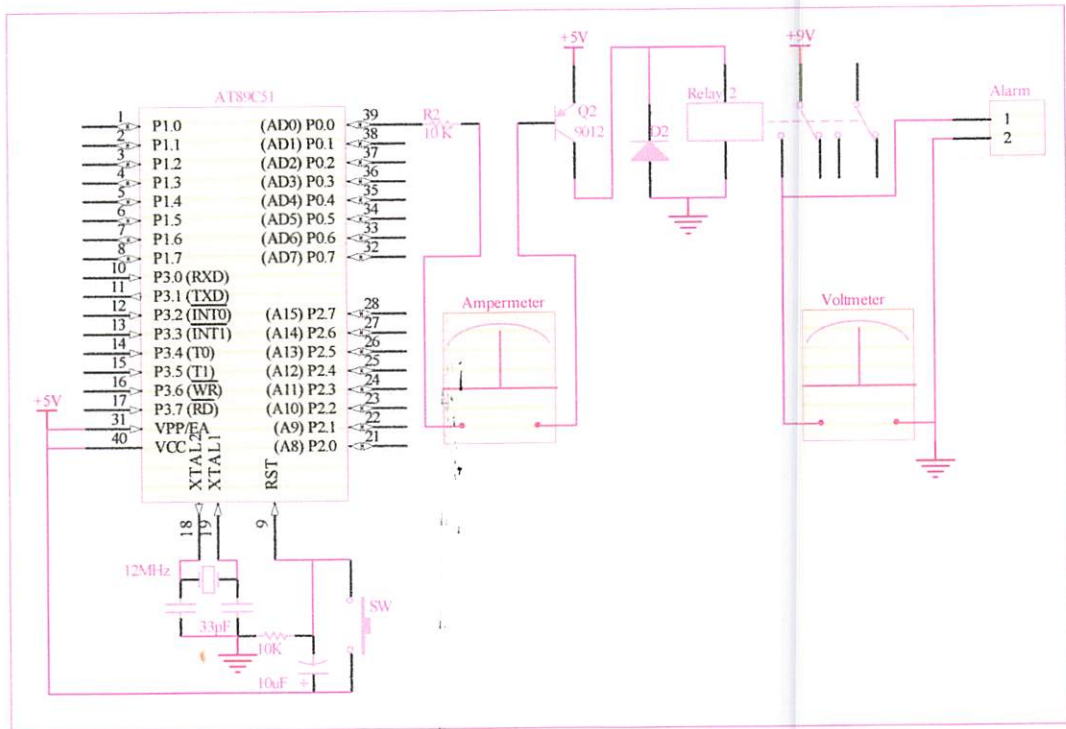
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Driver Solenoid

No	Pengujian Driver Solenoid			
	Data Dari MK Low (0)		Data Dari MK High (1)	
	Tegangan Solenoid	IB 9012	Tegangan Solenoid	IB 9012
1	8,70 V	0,410 mA	0 V	0 mA
2	8,78 V	0,410 mA	0 V	0 mA
3	8,89 V	0,411 mA	0 V	0 mA
4	8,75 V	0,410 mA	0 V	0 mA
5	8,77 V	0,409 mA	0 V	0 mA
6	8,78 V	0,410 mA	0 V	0 mA
7	8,79 V	0,410 mA	0 V	0 mA
8	8,79 V	0,409 mA	0 V	0 mA
9	8,77 V	0,412 mA	0 V	0 mA
10	8,78 V	0,410 mA	0 V	0 mA

0 = Driver Solenoid Aktif, 1 = Driver Solenoid Tidak Aktif

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa setelah membuat program untuk mengaktifkan dan menonaktifkan driver solenoid, jika PC mengirimkan data 10 maka mikrokontroller akan mengaktifkan driver solenoid (menarik inti besi), demikian pula sebaliknya jika PC memberikan logic 15 maka mikrokontroller akan menonaktifkan driver solenoid (melepas inti besi). Hal ini berarti program pada mikrokontroller dan program pada PC dapat berfungsi dengan baik dan bisa digunakan untuk aplikasi buka dan kunci pintu sel.

Pada pengujian alarm akan dibuat rangkaian seperti pada gambar 4.5. Kemudian buat program untuk mengaktifkan alarm, alarm akan aktif bila ada sensor yang aktif. Bila alarm berfungsi sebagaimana mestinya maka program telah benar. Cara mematikan alarm adalah dengan cara meresetnya, bisa melalui PC (klik "Matikan Alarm & Reset Sensor) ataupun melalui rangkaian reset pada mikrokontroller. Ukur outputan tegangan alarm dan IB transistor 9012 dengan voltmeter dan amperemeter pada waktu kondisi alarm aktif (ada sensor yang aktif) dan tidak aktif (tidak ada sensor yang aktif), catat pada tabel 4.8.



Gambar 4.5. Pengujian Driver Alarm

Tabel 4.8. Hasil Pengujian Driver Alarm

No.	Kondisi Sensor								Logika Alarm
	PIR 1	PIR 2	Opto 1.2	Opto 2.2	Sensor Getar 1	Sensor Getar 2	Tegangan Alarm	IB TR 9012	
1	0	0	0	0	1	1	0.02 V	0,00 mA	1
2	1	0	0	0	1	1	8.89 V	0,410 mA	0
3	0	1	0	0	1	1	9.02 V	0,410 mA	0
4	0	0	1	0	1	1	8.77 V	0,411 mA	0
5	0	0	0	1	1	1	8.79 V	0,410 mA	0
6	0	0	0	0	0	1	8.80 V	0,409 mA	0
7	0	0	0	0	1	0	9.00 V	0,410 mA	0
8	1	1	1	1	0	0	8.88 V	0,410 mA	0

0 = Kondisi Low (Alarm Aktif), 1 = Kondisi High (Alarm Tidak Aktif)

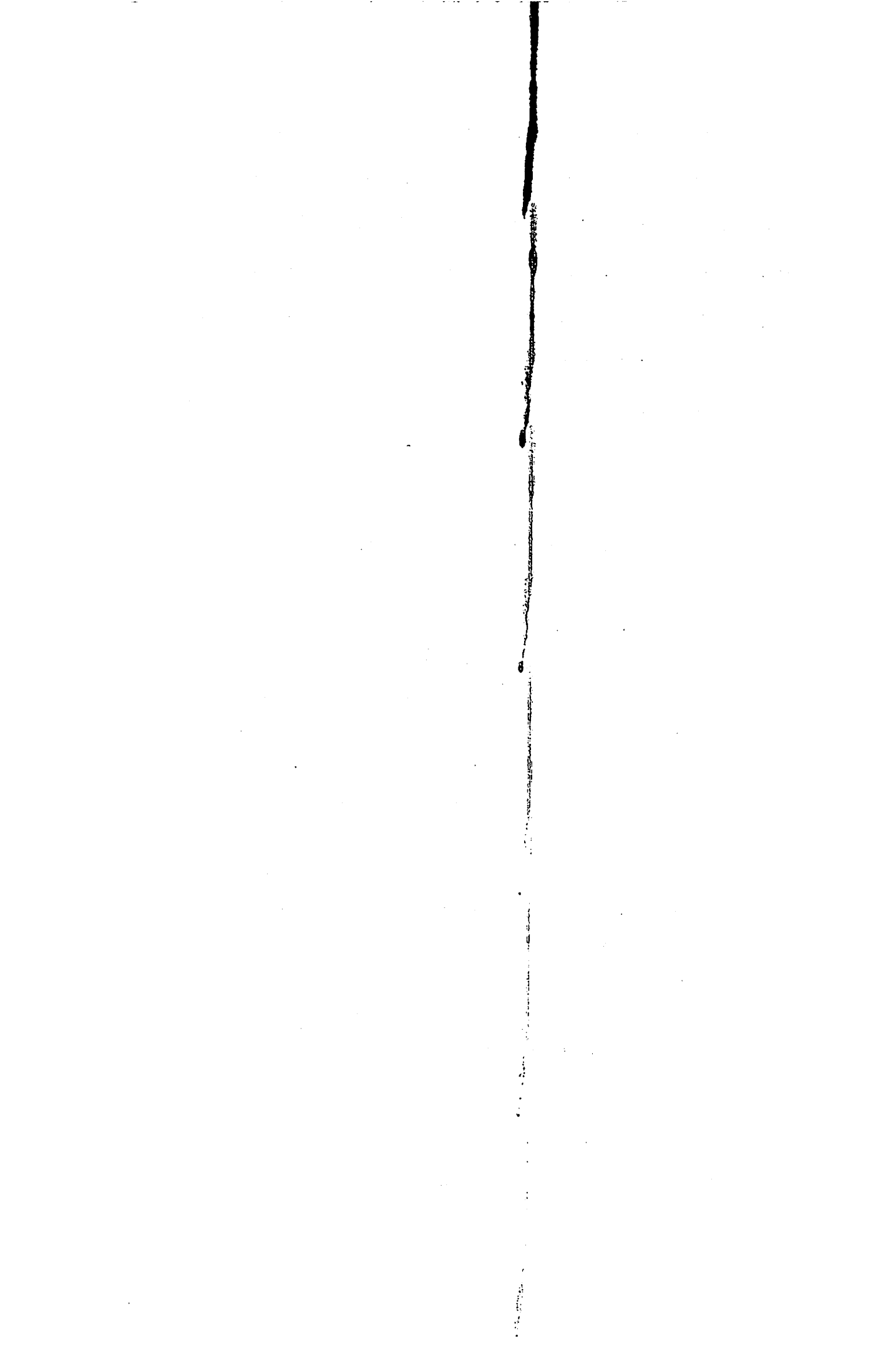
Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa jika ada sensor aktif maka mikrokontroller akan mengaktifkan driver alarm. Cara mematikan alarm adalah dengan meresetnya melalui PC (klik "Matikan Alarm & Reset Sensor) atau dari rangkaian reset mikrokontroller. Jika alarm bekerja sesuai dengan kehendak (program), maka rangkaian alarm sudah bekerja dengan baik dan hal ini diaplikasikan sebagai peringatan bahwa adanya gangguan pada sel.

Berikut adalah perbandingan perhitungan dan pengukuran IB pada transistor 9012 (PNP).

Tabel 4.9. Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran IB Transistor 9012

No	Besar IB Transistor 9012		ΔI (mA)	% <i>Error</i>
	Perhitungan IB	Pengukuran IB		
1	0,416 mA	0,410 mA	0,006	1,44%
2	0,416 mA	0,410 mA	0,006	1,44%
3	0,416 mA	0,411 mA	0,005	1,20%
4	0,416 mA	0,410 mA	0,006	1,44%
5	0,416 mA	0,409 mA	0,007	1,68%
6	0,416 mA	0,410 mA	0,006	1,44%
7	0,416 mA	0,410 mA	0,006	1,44%
8	0,416 mA	0,409 mA	0,007	1,68%
9	0,416 mA	0,412 mA	0,004	0,96%
10	0,416 mA	0,410 mA	0,006	1,44%
Jumlah :			0,059	14,16%
Kesalahan (<i>error</i>) rata – rata :			1,416%	

Kesalahan (*error*) rata – rata dari IB driver solenoid dan alarm adalah 1,416% (10 kali pengukuran).



4.1.5. Pengujian Komunikasi Serial

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah data yang dikirim dari mikrokontroler ke PC dapat diterima dengan benar, demikian pula dengan PC apakah dapat mengirimkan data kepada mikrokontroler.

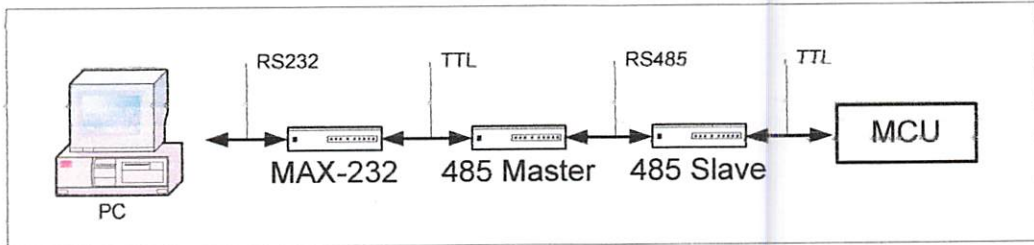
Peralatan yang digunakan :

1. PC (*Personal Computer*).
2. Sistem antarmuka RS485 (*slave*) pada mikrokontroler dan RS485 (*master*) yang terhubung dengan RS232.
3. Sistem antarmuka RS232 dengan PC (serial).
4. Sensor dan LED.
5. Catudaya 5V

Langkah pengujian :

1. Menyusun rangkaian seperti pada Gambar 4.6.
2. Membuat program pengiriman data dari mikrokontroler ke PC, sebagai medianya digunakan 8 buah sensor (4.0-B.0). Mikrokontroler akan selalu mengirimkan status sensor yang aktif. Jika salah satu atau semua sensor aktif maka alarm akan aktif. Untuk menguji apakah PC bisa mengirimkan data kemikrokontroler kita membuat program, dalam pengujian ini digunakan 3 buah LED (1.1-3.1).
3. Setelah membuat program, download program kemikrokontroler. Setelah selesai, berikan catu daya pada seluruh rangkaian dan sensor. Apakah mikrokontroler bisa memberikan data kepada PC tentang status dari sensor yang aktif, jika bisa berarti program dan rangkaian telah benar. Dari PC berikan data kemikrokontroler, jika mikrokontroler bisa

menjalankan data/perintah yang diberikan oleh PC berarti program telah benar.



Gambar 4.6. Pengujian Komunikasi Serial

Berikut adalah potongan program untuk pengiriman data dari mikrokontroler kePC, dan pengiriman data (*request*) dari PC kemikrokontroler :

```

;-----
; Program Pengujian Komunikasi Serial
;-----
Org    0000H                ; Kondisi awal 00 / Start program
      Jmp    Inscr           ; Lompat ke inser (set serial)
Org    0023H                ; Alamat interupt serial
      Clr    ES              ; Matikan interupt port serial
      Jnb    RI,$           ; Tunggu sampai selesai menerima
      Clr    RI              ; Clear receive interupt flag
      Mov    R0,SBUF         ; Masukkan isi data serial kealamat pada R0
      Setb   ES              ; Enable serial port interupt (aktifkan serial port interupt)
      Reti                   ; Kembali keprogram utama

;-----
;Alamat Sensor, Solenoid, Buzzer
;-----
BZ     Bit P0.0              ; Alamat Buzzer
S2     Bit P0.1              ; Alamat Solenoid 2
S1     Bit P0.2              ; Alamat Solenoid 1
G1     Bit P2.0              ; Alamat Sensor Getar 1
G2     Bit P2.1              ; Alamat Sensor Getar 2
OG1    Bit P2.2              ; Alamat Optocoupler Gawang 1
OG2    Bit P2.3              ; Alamat Optocoupler Gawang 2
OP1    Bit P2.4              ; Alamat Optocoupler Pintu 1
OP2    Bit P2.5              ; Alamat Optocoupler Pintu 2
PIR1   Bit P2.6              ; Alamat PIR 1
PIR2   Bit P2.7              ; Alamat PIR 2
  
```

;Penamaan Register

Stbz Equ 30h ; Register untuk menentukan buzzer
Ssli Equ 31h ; Register untuk menentukan solenoid 1
Ssla Equ 32h ; Register untuk menentukan solenoid 2
Stgi Equ 33h ; Register untuk menentukan sensor getar 1
Stga Equ 34h ; Register untuk menentukan sensor getar 2
Stig Equ 35h ; Register untuk menentukan optocoupler 1 gawang
Stag Equ 36h ; Register untuk menentukan optocoupler 2 gawang
Stip Equ 37h ; Register untuk menentukan optocoupler 1 pintu
Stap Equ 38h ; Register untuk menentukan optocoupler 2 pintu
Stri Equ 39h ; Register untuk menentukan PIR 1
Stra Equ 3Ah ; Register untuk menentukan PIR 2

;Sub Program Utama

Inser: Setb EA ; Enable interupt (pengaktifan tiap sumber interupt)
Mov TMOD,#20H ; Mode timer 1 = 8 bit auto reload
Mov TH1,#0FDH ; Isi TH1 dengan FD (TH=253)
Setb TR1 ; Start timer 1 / aktifkan timer 1
Mov scon,#50H ; Mode 1 = 50 (01010000 -- mode 1 = 01)
Setb Es ; Enable serial port interupt (aktifkan serial port interupt)
Clr P3.2 ; Clear P3.2 (clear INT0)

Awal: Acall Rsthdw ; Memanggil subroutine Rsthdw
Main: Acall M ; Memanggil subroutine M
Acall Cek01 ; Memanggil subroutin Cek01
Acall Actn0 ; Memanggil subroutin Actn0
Sjmp Main ; Kembali ke Main

;Sub Program Request To MK

M: Cjne R0,#10H,M1 ; Bandingkan R0 dcngan 10, jika tidak 10 lompat ke M1
Call Delay ; Panggil subroutine Delay
Clr S1 ; Clear S1 (Solenoid 1 aktif)
Mov R0,#00 ; Isi R0 dengan 00
Acall Delay ; Memanggil subroutine delay
Mov R1,#10h ; Isi R1 dengan 10 (Solenoid 1 aktif)
Call Kirim ; Kirimkan data
Jmp M ; Lompat Ke M
M1: Cjne R0,#15H,M2 ; Bandingkan R0 dengan 15, jika tidak 15 lompat ke M2


```

Call Delay ; Memanggil subroutine delay
Setb S1 ; Beri logic 1 pada S1 (Solenoid 1 mati)
Mov R0,#00 ; Lompat Ke M/kembali ke M
Acall Delay ; Memanggil subroutine delay
Mov R1,#15h ; Isi R1 dengan 15 (Solenoid 1 mati)
Call Kirim ; Kirimkan data
Jmp M ; Lompat Ke M
M2: Cjne R0,#20H,M3 ; Bandingkan R0 dengan 20, jika tidak 20 lompat ke M3
Call Delay ; Memanggil subroutine delay
Clr S2 ; Clear S2 (Solenoid 2 aktif)
Mov R0,#00 ; Isi R0 dengan 00
Acall Delay ; Memanggil subroutine delay
Mov R1,#20h ; Isi R1 dengan 20 (Solenoid 2 aktif)
Jmp M ; Lompat Ke M
M3: Cjne R0,#25H,M4 ; Bandingkan R0 dengan 25, jika tidak 25 lompat ke M4
Setb S2 ; Beri logic 1 pada S2 (Solenoid 2 mati)
Mov R0,#00 ; Isi R0 dengan 00
Acall Delay ; Memanggil subroutine delay
Mov R1,#25h ; Isi R1 dengan 25 (Solenoid 2 mati)
Jmp M ; Lompat Ke M
M4: Cjne R0,#35H,M5 ; Bandingkan R0 dengan 35, jika tidak 35 lompat ke M5
Call Delay ; Memanggil subroutine delay
Setb BZ ; Beri logic 1 pada BZ (Buzzer mati)
Mov R0,#00 ; Isi R0 dengan 00
Acall Rsthdw ; Memanggil subroutine rsthdw
Mov R1,#35h ; Isi R1 dengan 35
Jmp M ; Lompat Ke M
M5: Ret ; Kembali keprogram utama (main)

;-----
;Sub Program Jika Sensor Aktif
;-----
Actn0: Jb G1,Actn1 ; Jika G1=1 lompat ke actn1, jika G1=0 jalankan bawahnya
Mov Stgi,#040H ; Isi Stgi dengan 40h
Mov R1,Stgi ; Isikan Stgi (040h) ke R1
Clr BZ ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)
Actn1: Jb G2,Actn2 ; Jika G2=1 lompat ke actn2, jika G2=0 jalankan bawahnya
Mov Stga,#050H ; Isi Stgi dengan 50h
Mov R1,Stga ; Isikan Stga ke (050h) R1
Clr BZ ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)

```

```

Actn2: Jnb   OG1,Actn3   ; Jika OG1=0 lompat keactn3, jika OG1=1 jalankan bawahnya
      Mov   Stig,#061h   ; Isi Stgi dengan 61h
      Mov   R1,Stig      ; Isikan Stig (061h) ke R1
      call  kirim        ; Panggil subroutine kirim (kirim data)
Actn3: Jnb   OG2,Actn4   ; Jika OG2=0 lompat keactn4, jika OG2=1 jalankan bawahnya
      Mov   Stag,#071h   ; Isi Stgi dengan 71h
      Mov   R1,Stag      ; Isikan Stag (071h) ke R1
      call  kirim        ; Panggil subroutine kirim (kirim data)
Actn4: Jnb   OP1,Actn5   ; Jika OP1=0 lompat keactn5, jika OP1=1 jalankan bawahnya
      Mov   Stip,#081h   ; Isi Stgi dengan 81h
      Mov   R1,Stip      ; Isikan Stip (081h) ke R1
      Clr   BZ           ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)
Actn5: Jnb   OP2,Actn6   ; Jika OP2=0 lompat keactn6, jika OP2=1 jalankan bawahnya
      Mov   Stap,#091h   ; Isi Stap dengan 91h
      Mov   R1,Stap      ; Isikan Stap (091h) ke R1
      Clr   BZ           ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)
Actn6: Jnb   PIR1,Actn7  ; Jika PIR1=0 lompat keactn7, jika PIR1=1 jalankan bawahnya
      Mov   Stri,#0A1h   ; Isi Stri dengan A1h
      Mov   R1,Stri      ; Isikan Stri (0A1h) ke R1
      Clr   BZ           ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)
Actn7: Jnb   PIR2,Actn8  ; Jika PIR2=0 lompat keactn8, jika PIR2=1 jalankan bawahnya
      Mov   Stra,#0B1h   ; Isi Stra dengan B1h
      Mov   R1,Stra      ; Isikan Stra (0B1h) ke R1
      Clr   BZ           ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)
Actn8: Ret                ; Kembali keprogram utama (main)

```

```

;-----
;Sub Program Laporan Sensor Aktif
;-----

```

```

Cck01: Mov   R1,Stgi      ; Isikan Stgi ke R1
      Acall  Kirim        ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)
      Mov   R1,Stga      ; Isikan Stga ke R1
      Acall  Kirim        ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)
      Mov   R1,Stip      ; Isikan Stip ke R1
      Acall  Kirim        ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)
      Mov   R1,Stap      ; Isikan Stap ke R1
      Acall  Kirim        ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)
      Mov   R1,Stri      ; Isikan Stri ke R1
      Acall  Kirim        ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)
      Mov   R1,Stra      ; Isikan Stra ke R1
      Acall  Kirim        ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)

```

```

Ret                                ; Kembali keprogram utama (main)
;-----
;Sub Program Reset Sensor
;-----
Rsthdw: Mov   Stgi,#041h           ; Isi Stgi dengan 41h (reset)
        Mov   Stga,#051h           ; Isi Stga dengan 51h (reset)
        Mov   Stig,#060h           ; Isi Stig dengan 60h (reset)
        Mov   Stag,#070h           ; Isi Stag dengan 70h (reset)
        Mov   Stip,#080h           ; Isi Stip dengan 80h (reset)
        Mov   Stap,#090h           ; Isi Stap dengan 90h (reset)
        Mov   Stri,#0A0h           ; Isi Stri dengan A0h (reset)
        Mov   Stra,#0B0h           ; Isi Stra dengan B0h (reset)
        Ret                                ; Kembali keprogram utama (main)
;-----
;Sub Program Pengiriman Data
;-----
Kirim:  Call   Budal                ; Panggil subroutine budal
        Call   Delay                ; Panggil subroutine delay
        Ret                                ; Kembali keprogram utama (main)
Budal:  Setb   P3.2                 ; Aktifkan interupt (INT0)
        Clr    ES                   ; Matikan interupt port serial
        Mov    SBUF,R1              ; Isi serial buffer dengan data yang dikirim (R1)
        Jnb    TI,$                 ; Tunggu sampai selesai mengirim
        Clr    TI                   ; Clear Transmite
        Setb   ES                   ; Enable serial port interupt (aktifkan serial port interupt)
        Clr    P3.2                 ; Matikan interupt (INT0)
        Ret                                ; Kembali keprogram utama (main)
;-----
;Sub Routine Delay
;-----
Delay:  Mov    R6,#255              ; Isi register R6 dengan 255 (255us x 255us = 65.025us)
Loop:   Mov    R7,#35               ; Isi register R7 dengan 35 (35us x 255us = 8.925us)
        Djnz   R7,$                 ; Kurangkan, tunggu hingga R7 = 0
        Djnz   R6,Loop              ; Kurangkan R6 dengan 1, jika belum 0 kembali ke Loop
        Ret                                ; Kembali keprogram utama (main)
END                                        ; Akhir program

```


4.2 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Setelah pengujian alat setiap blok selesai dan sudah sesuai dengan perencanaan, maka untuk selanjutnya akan dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat sudah sesuai dengan perencanaan atau belum.

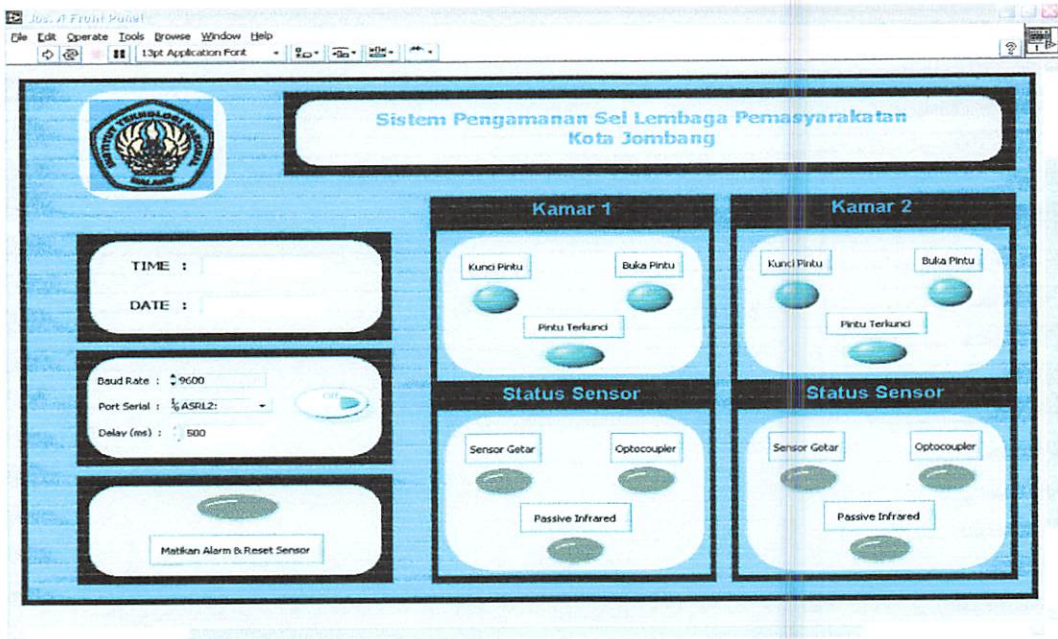
Pengujian sistem secara keseluruhan menggunakan program LabView 7.1, berikut langkah pengujian :

1. Buka program labview



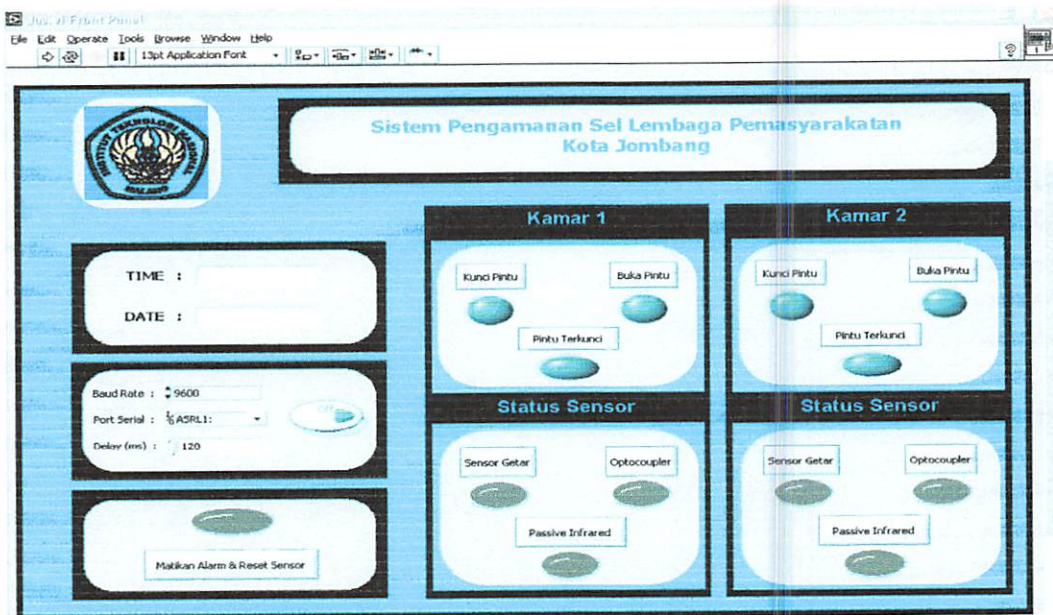
Gambar 4.8. Tampilan Awal Labview

2. Buka file yang telah dibuat :



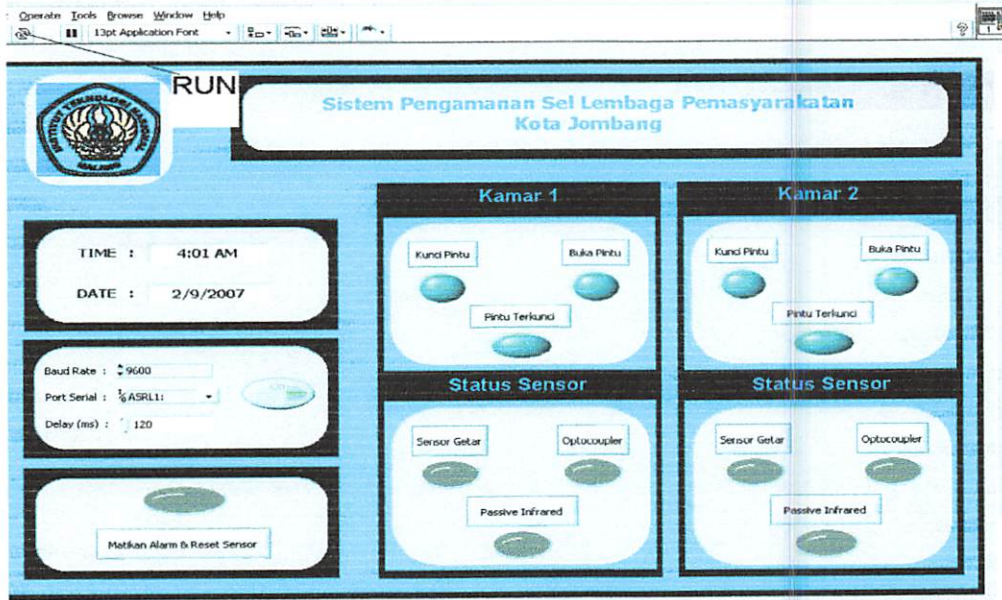
Gambar 4.9. Tampilan File Labview Yang Telah Dibuat

3. Atur setting visa resource name pada ASRL 1, baud rate pada 9600 dan delay pada 120 m/s.



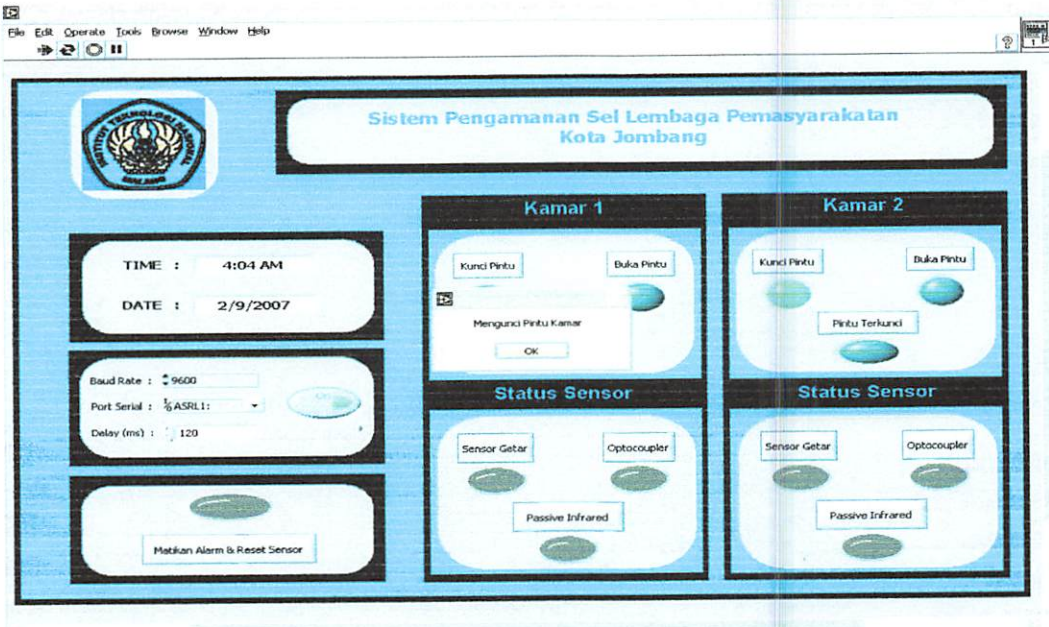
Gambar 4.10. Tampilan Labview Untuk Setting Awal

4. Jalankan program dengan klik “RUN”



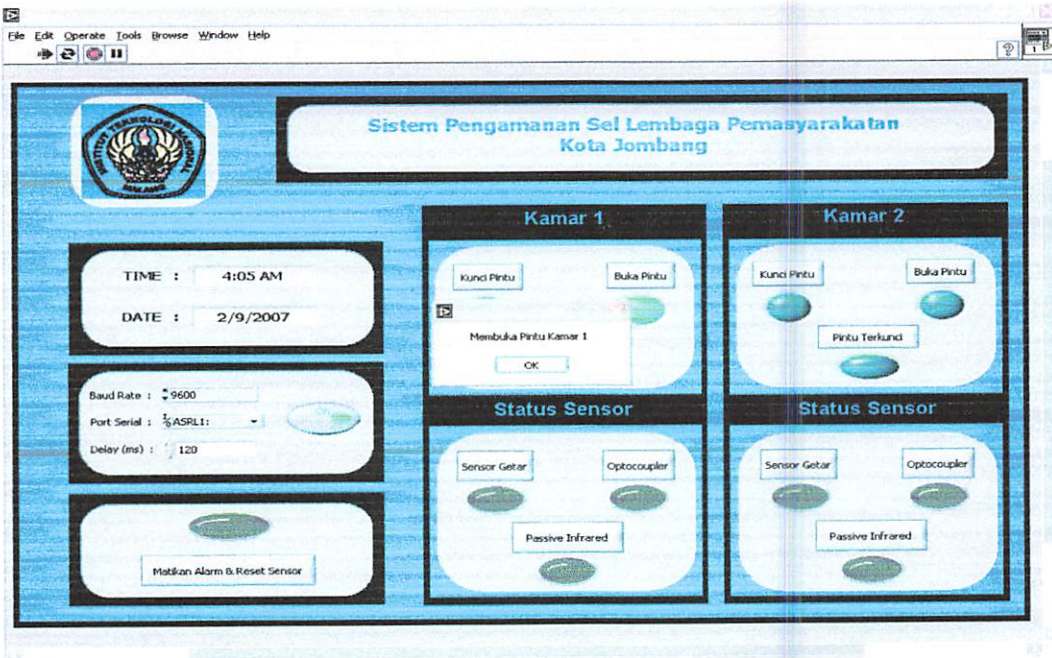
Gambar 4.11. Tampilan Labview Untuk Menjalankan Program

5. Jika anda ingin mengunci pintu kamar 1 atau 2 maka klik “Kunci Pintu” dan pesan akan muncul lalu klik “OK”. Lampu warna hijau akan menyala berkedip “Kamar 1 Atau 2” jika pintu kamar benar-benar terkunci.



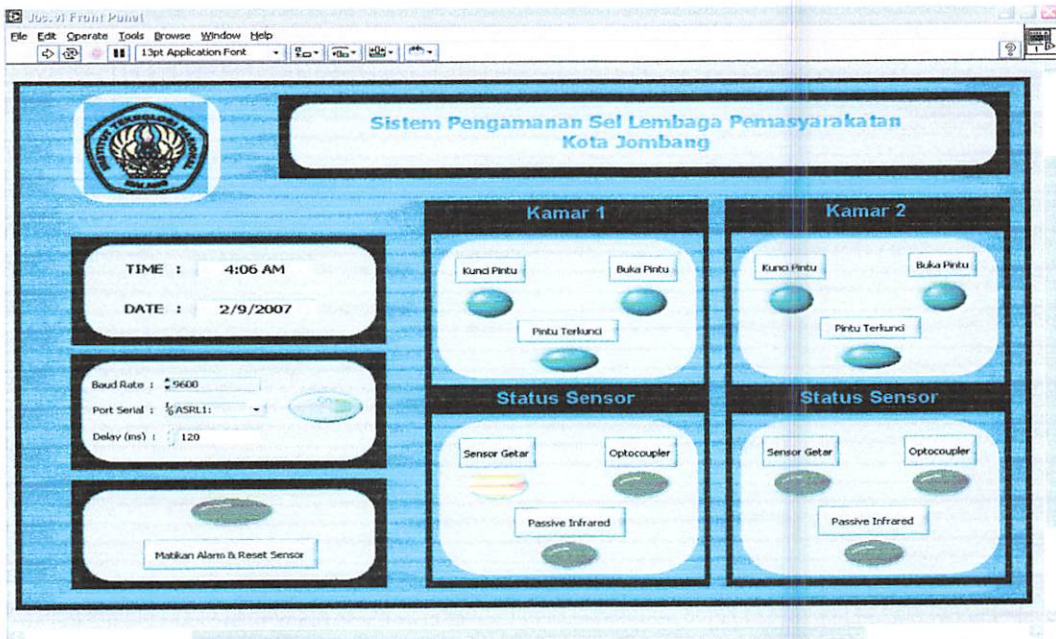
Gambar 4.12. Tampilan Pesan Pada Labview Jika Pintu Terkunci

6. Jika anda ingin membuka pintu kamar 1 atau 2 maka klik “Buka Pintu” dan pesan akan muncul lalu klik “OK”.



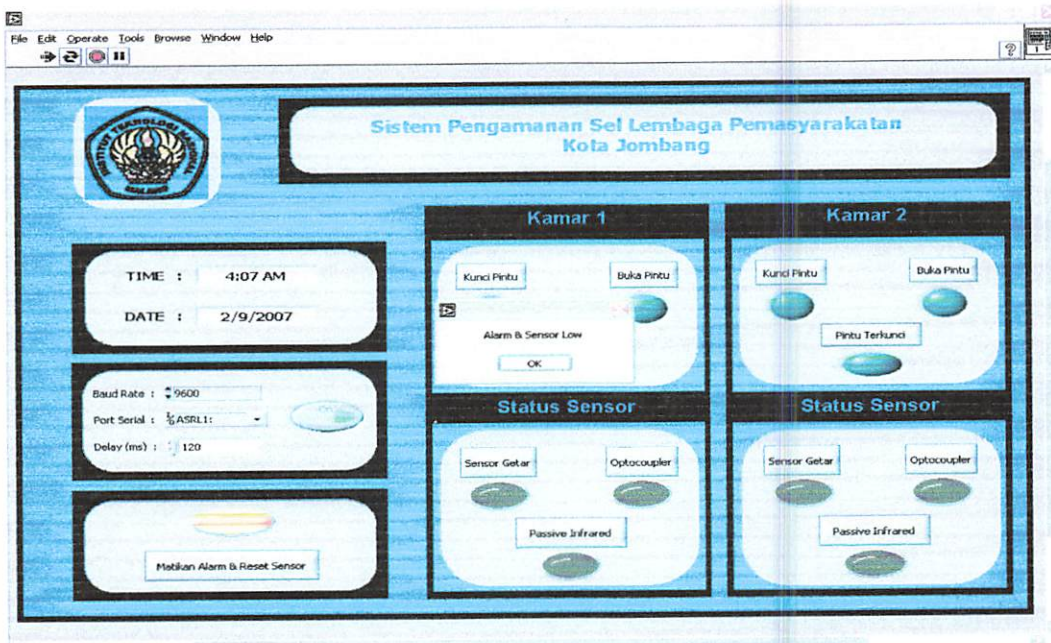
Gambar 4.13. Tampilan Pesan Pada Labview Jika Ingin Membuka Pintu

7. Jika ada salah satu sensor yang aktif maka alarm akan aktif dan pada LabView akan ada tampilan lampu berwarna merah yang menyala berkedip-kedip. Misal sensor getar kamar 1 aktif maka lampu warna merah akan menyala.



Gambar 4.14. Tampilan Pesan Pada Labview Jika Sensor Getar Kamar 1 Aktif

8. Jika ingin alarm aktif dan ingin memmatikannya adalah dengan meng-klik “Matikan Alarm & Reset Sensor” kemudian akan muncul pesan “Alarm & Sensor Low”



Gambar 4.15. Tampilan Pesan Pada Labview Jika Mematikan Alarm & Reset Sensor

Hasil pengujian keseluruhan :

Hasil pengujian keseluruhan sistem telah sesuai dengan yang diharapkan, sistem berjalan sesuai dengan urutan yang diinginkan. Setiap kondisi yang diinginkan pada saat pengaturan berjalan dengan baik.

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini penulis akan menyampaikan kesimpulan dan saran setelah melakukan pengujian pada model sistem pengamanan sel pada lembaga pemasyarakatan.

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan, pembuatan, dan pengujian pada model alat pengamanan sel, dapat diambil beberapa kesimpulan tentang spesifikasi alat, pengujian alat, dan keunggulan alat, yaitu :

1. Spesifikasi Alat

- Sensor yang digunakan adalah sensor *optocouple* yang diletakkan pada gawang dan kotak penyimpanan kunci, sensor getar yang ditanam dalam dinding kamar, dan *passive infrared* yang diletakkan dibalik langit-langit. Jika ada sensor yang aktif maka alarm akan berbunyi, dan mikrokontroler akan mengirimkan data sensor ke PC.
- Catu daya yang digunakan adalah 5V untuk mensuplay rangkaian mikrokontroler, rangkaian RS 232, rangkaian RS 485, rangkaian driver solenoid dan alarm. Tegangan 9V digunakan untuk mensuplay solenoid dan alarm.
- Alarm digunakan sebagai tanda pemberitahuan bahwa ada sensor yang aktif. Untuk mematikan alarm melalui PC klik “Matikan Alarm & Reset Sensor” atau rangkaian reset pada mikrokontroler.

- Untuk mengunci atau membuka pintu sel, jalankan perintah pada PC yaitu klik “Kunci Pintu” atau “Buka Pintu”.

2. Hasil Pengujian

- Output sensor *optocoupler* pada saat terhalang adalah 1,22V dan 0,16V pada saat tidak terhalang. Output tegangan 1,22V dari *optocoupler* dirubah menjadi 5V dan output tegangan 0,16V dari *optocoupler* dirubah menjadi 0V oleh IC *Schmitt Trigger (74LS14)*. Hasil pengujian 5 kali pengukuran output tegangan dari pengkondisi sinyal pada saat *optocoupler* terhalang adalah 3,28%.
- *Passive infrared* akan high jika mendeteksi adanya radiasi inframerah yang dipancarkan oleh tubuh manusia, output *passive infrared* pada saat high adalah 5V. Hasil pengujian 10 kali pengukuran output tegangan dari *passive infrared* pada saat high adalah 1,56%. Jarak maksimal *passive infrared* mendeteksi radiasi inframerah adalah 5 meter.
- Sensor getar dibuat dari per yang dihubungkan keport mikrokontroller dan kawat yang dihubungkan keground. Jika per dan kawat tidak terhubung maka mikrokontroller akan mendapatkan tegangan 5V yang berasal dari internal pull up, dan jika per dan kawat terhubung maka mikrokontroller akan mendapatkan logic low. Hasil pengujian 5 kali pengukuran output tegangan sensor getar pada saat kondisi high “1” (per & kawat tidak terhubung) adalah 2%.
- Pengujian komunikasi serial antara mikrokontroller dengan PC dilakukan dengan memperpanjang kabel antara PC dengan mikrokontroller, kabel

yang digunakan adalah kabel UTP (kabel berisi 8 dengan inti pejal) dengan panjang 20 meter (antara RS 232 – PC). Pada jarak 20 meter mikrokontroller dan PC masih bisa berkomunikasi dengan baik (mengirim atau menerima data). Pengaruh RS 232 dan RS 485 adalah, jika menggunakan RS 232 jarak pentransmisiannya terbatas yakni maksimal 15 meter. Sedangkan RS 485 memiliki jarak pentransmisiannya sejauh 1200 meter dan bisa dicabang sampai 32 channel.

3. Keunggulan Alat

- Untuk mengunci atau membuka pintu kamar bisa dikontrol melalui PC yang berada di pos, jadi petugas tidak perlu terjun ke dalam ruangan sel untuk membuka atau mengunci pintu sel satu-persatu.
- Jika ada gangguan pada kamar (pintu, langit-langit, dan tembok) maka alarm akan aktif, dan status sensor yang aktif akan dikirimkan oleh mikrokontroller ke PC, jadi dengan adanya alat ini dapat diketahui secara dini adanya gangguan (usaha pelarian) yang terjadi pada tiap-tiap kamar.
- Pemantauan tiap-tiap kamar dapat dilakukan dari jarak jauh, yaitu dengan menggunakan kamera yang dipasang pada tiap-tiap kamar.

5.2 Saran

1. Karena jarak sel dengan pos cukup jauh dan jumlah kamar yang banyak, untuk pengembangan sebaiknya menggunakan CCTV sebagai pemantau tiap-tiap sel karena jarak pengiriman data pada CCTV cukup jauh dan bisa

diaktifkan secara bergantian atau bersamaan dengan menggunakan *multiplexer*.

2. Sistem peringatan terhadap adanya gangguan dalam sel hanyalah alarm, untuk pengembangannya sebaiknya ditambah lampu sirine dan penyalaaan seluruh lampu pada sel.
3. Dalam skripsi ini, mikrokontroller hanya mengirimkan status sensor yang aktif pada tiap-tiap sel kePC. Untuk pengembangannya mikrokontroller diharapkan bisa mengirimkan status dari sensor, baik aktif (*high*) atau tidak aktif (*low*).
4. Untuk mengatasi apabila listrik PLN mati maka perlu digunakan catu daya lain sebagai *back-up power supply* (batrey atau UPS).
5. Karena *passive infrared* sangat sensitive dalam mendeteksi panas tubuh, untuk pengembangannya sebaiknya menggunakan sensor suhu dan mengatur batas suhu untuk mendeteksi suhu manusia saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Tim IE & Handoyo (Universitas Kristen Petra). Dt-51 *PIR Alarm System* : Surabaya.
- Parallax PIR sensor, Parallax, Inc (<http://www.Parallax.com>).
- Miniature PIR Sensor. Pencom Design, Inc. (<http://pencomdesign.com>).
- *AT89C51*. American: Atmel Corporation. 2000.
- Datasheet IC MAX 232 (<http://www.alldatasheet.com>).
- RS232 Serial Comunication Overview (<http://www.quatech.com>).
- Datasheet MAX 485, Copyright Sipex Corporation.
- Phototransistor Optical Interupter Switch (<http://www.fairchildsemi.com>).
- Hex Schimtt Trigger Inverter, Motorola, Inc 1995.
- Rachmad Setiawan, 2006, Mikrokontroler MCS-51, Yogyakarta.
- Tjatur, P. Johanes, 2001, Pelatihan Mikrokontroler MCS-51 Programing and Interfacing, Malang.



LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Arif Rusbiyanto
NIM : 02.17.032
Jurusan : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Model
Sistem Pengamanan Sel Pada Lembaga
Pemasyarakatan Kota Jombang
Masa Penulisan Skripsi : 10 Oktober 2006 s/d 10 April 2007
Dievaluasi Dengan Nilai : 90 (Sembilan Puluh)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S1

Ir. F. Yudi Limpraptono, M.T.
NIP.Y. 1039500274

Malang, Maret 2007

Dosen Pembimbing

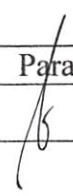
Joseph Dedy Irawan, ST, MT.
NIP. 132315178



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Arif Rusbiyanto
NIM : 02.17.032
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Hari / Tanggal Ujian Skripsi : Jum'at./ 16 Maret 2007

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Diagram Blok Perangkat Lunak LabView	

Telah Diperiksa / Disetujui :

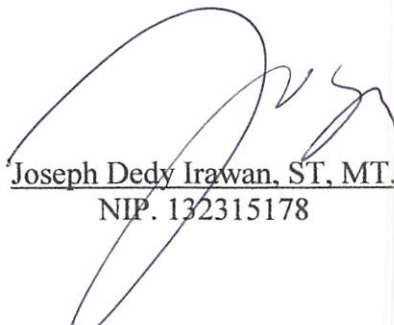
Dosen Penguji I



Ir. Widodo Pudji Mulyanto, MT.
NIP. Y. 1028700171

Mengetahui,

Dosen pembimbing



Joseph Dedy Irawan, ST, MT.
NIP. 132315178



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Arif Rusbiyanto
NIM : 02.17.032
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Hari / Tanggal Ujian Skripsi : Jum'at / 16 Maret 2007

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Skema Rangkaian Keseluruhan	
2.	Kesimpulan	

Telah Diperiksa / Disetujui :

Dosen Penguji II

DR. Cahyo Chrysdian, Msc.
NIP. 1030400412

Mengetahui,

Dosen pembimbing

Joseph Dedy Irawan, ST, MT.
NIP. 132315178



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

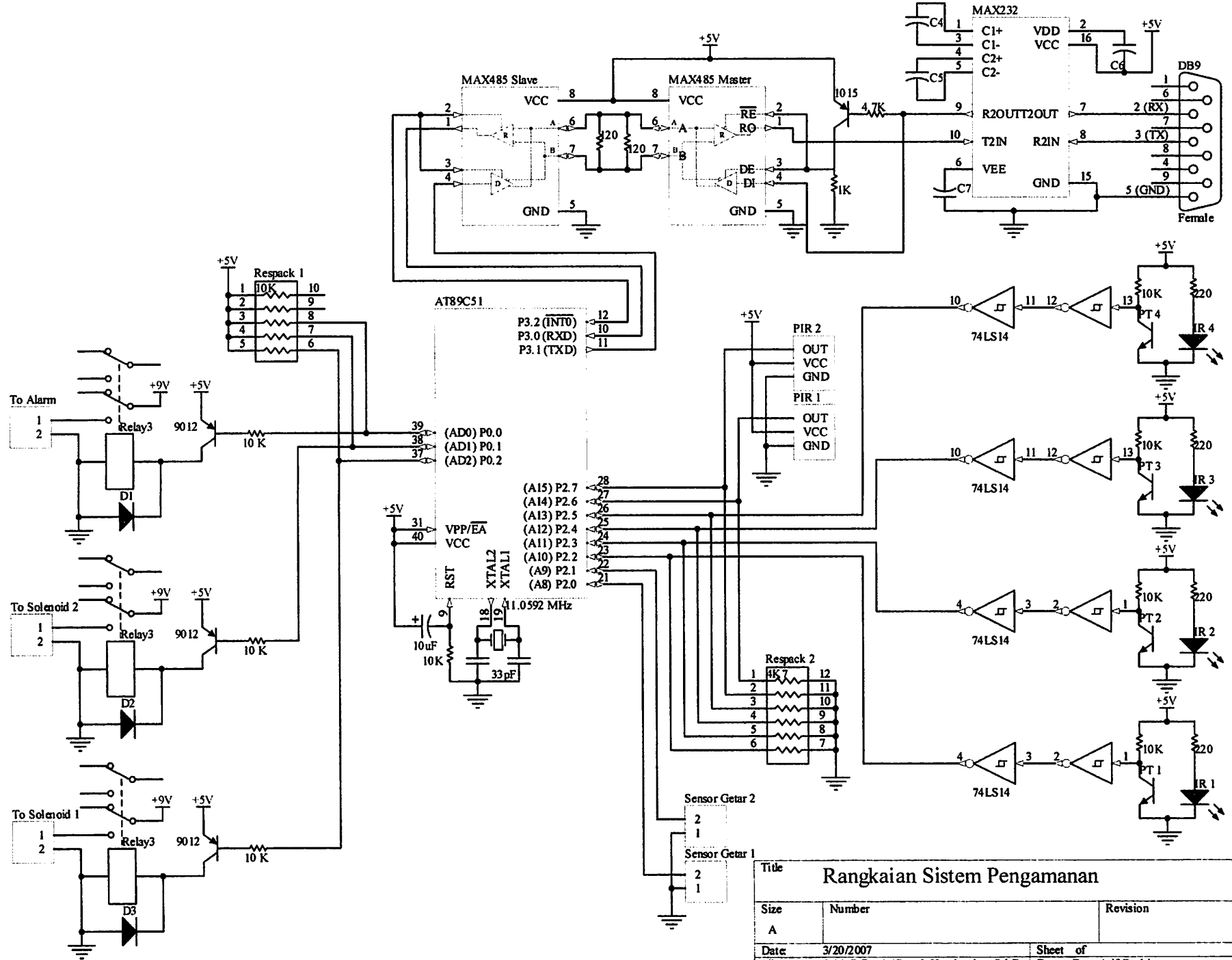
Nama : Arif Rusbiyanto
NIM : 02.17.032
Masa Bimbingan : 10 Oktober 2006 s/d 10 April 2007
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Model Sistem Pengamanan Sel Pada Lembaga Pemasarakatan Kota Jombang

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	08/12/06	Bab I : Ace	
2	09/12/06	Bab II : Ref Sumber	
3		Bab III : Ref Stowchat	
4	26/12/06	Bab IV : Perhitungan Bron	
5	27/12/06	Ace Bab III, IV	
6	27/01/07	Daftar Isi	
7	10/02/07	Melakukan Seminar Hasil	
8	21/07	Azi Icompac	
9			
10			

Malang,
Dosen Pembimbing

Joseph Dedy Irawan, ST, MT.
NIP. 132 315178

Form. S - 4b



Title		
Rangkaian Sistem Pengamanan		
Size	Number	Revision
A		
Date	3/20/2007	Sheet of
File	D:\A. R Data\ Rangk Keseluruhan Sch Doc Drawn By: Arif Rusbiyanto	

Perangkat Lunak Pada Mikrokontroler Menggunakan Bahasa Assembler

```
Org 0000H ; Kondisi awal 00 / Start program
Jmp Inser ; Lompat ke inser (set serial)
Org 0023H ; Alamat interrupt serial
Clr ES ; Matikan interrupt port serial
Jnb RI,$ ; Tunggu sampai selesai menerima
Clr RI ; Clear receive interrupt flag
Mov R0,SBUF ; Masukkan isi data serial kealamat pada R0
Setb ES ; Enable serial port interrupt (aktifkan serial port interrupt)
Reti ; Kembali keprogram utama
```

```
-----
;Alamat Sensor, Solenoid, Buzzer
-----
```

```
BZ Bit P0.0 ; Alamat Buzzer
S2 Bit P0.1 ; Alamat Solenoid 2
S1 Bit P0.2 ; Alamat Solenoid 1
G1 Bit P2.0 ; Alamat Sensor Getar 1
G2 Bit P2.1 ; Alamat Sensor Getar 2
OG1 Bit P2.2 ; Alamat Optocoupler Gawang 1
OG2 Bit P2.3 ; Alamat Optocoupler Gawang 2
OP1 Bit P2.4 ; Alamat Optocoupler Pintu 1
OP2 Bit P2.5 ; Alamat Optocoupler Pintu 2
PIR1 Bit P2.6 ; Alamat PIR 1
PIR2 Bit P2.7 ; Alamat PIR 2
```

```
-----
;Penamaan Register
-----
```

```
Stbz Equ 30h ; Register untuk menentukan buzzer
Ssli Equ 31h ; Register untuk menentukan solenoid 1
Ssla Equ 32h ; Register untuk menentukan solenoid 2
Stgi Equ 33h ; Register untuk menentukan sensor getar 1
Stga Equ 34h ; Register untuk menentukan sensor getar 2
Stig Equ 35h ; Register untuk menentukan optocoupler 1 gawang
Stag Equ 36h ; Register untuk menentukan optocoupler 2 gawang
Stip Equ 37h ; Register untuk menentukan optocoupler 1 pintu
Stap Equ 38h ; Register untuk menentukan optocoupler 2 pintu
Stri Equ 39h ; Register untuk menentukan PIR 1
Stra Equ 3Ah ; Register untuk menentukan PIR 2
```

;Sub Program Utama

Inser: Setb EA ; Enable interupt (mengijinkan pengaktifan tiap sumber interupt)
Mov TMOD,#20H ; Mode timer 1 = 8 bit auto reload
Mov TH1,#0FDH ; Isi TH1 dengan FD (TH=253, BR=9600, XTAL=11,0592Mhz)
Setb TR1 ; Start timer 1 / aktifkan timer 1
Mov Scon,#50H ; Mode 1 = 50 (01010000 -- mode 1 = 01)
Setb Es ; Enable serial port interupt (aktifkan serial port interupt)
Clr P3.2 ; Clear P3.2 (clear INT0)

Awal: Acall Rsthdw ; Memanggil subroutine Rsthdw
Main: Acall M ; Memanggil subroutine M
Acall cek01 ; Memanggil subroutin Cek01
Acall Actn0 ; Memanggil subroutin Actn0
Sjmp Main ; Kembali ke Main

;Sub Program Request To MK

M: Cjne R0,#10H,M1 ; Bandingkan R0 dengan 10, jika tidak 10 lompat ke M1
Call Delay ; Panggil subroutine Delay
Clr S1 ; Clear S1 (Solenoid 1 aktif)
Mov R0,#00 ; Isi R0 dengan 00
Acall Delay ; Memanggil subroutine delay
Mov R1,#10h ; Isi R1 dengan 10 (Solenoid 1 aktif)
Call Kirim ; Kirimkan data
Jmp M ; Lompat Ke M
M1: Cjne R0,#15H,M2 ; Bandingkan R0 dengan 15, jika tidak 15 lompat ke M2
Call Delay ; Memanggil subroutine delay
Setb S1 ; Beri logic 1 pada S1 (Solenoid 1 mati)
Mov R0,#00 ; Lompat Ke M/kembali ke M
Acall Delay ; Memanggil subroutine delay
Mov R1,#15h ; Isi R1 dengan 15 (Solenoid 1 mati)
Call Kirim ; Kirimkan data
Jmp M ; Lompat Ke M
M2: Cjne R0,#20H,M3 ; Bandingkan R0 dengan 20, jika tidak 20 lompat ke M3
Call Delay ; Memanggil subroutine delay
Clr S2 ; Clear S2 (Solenoid 2 aktif)

```

Mov    R0,#00      ; Isi R0 dengan 00
Acall  Delay       ; Memanggil subroutine delay
Mov    R1,#20h     ; Isi R1 dengan 20 (Solenoid 2 aktif)
Jmp    M           ; Lompat Ke M
M3:    Cjne  R0,#25H,M4 ; Bandingkan R0 dengan 25, jika tidak 25 lompat ke M4
      Setb  S2      ; Beri logic 1 pada S2 (Solenoid 2 mati)
      Mov   R0,#00  ; Isi R0 dengan 00
      Acall Delay   ; Memanggil subroutine delay
      Mov   R1,#25h ; Isi R1 dengan 25 (Solenoid 2 mati)
      Jmp   M       ; Lompat Ke M
M4:    Cjne  R0,#35H,M5 ; Bandingkan R0 dengan 35, jika tidak 35 lompat ke M5
      Call  Delay   ; Memanggil subroutine delay
      Setb  BZ      ; Beri logic 1 pada BZ (Buzzer mati)
      Mov   R0,#00  ; Isi R0 dengan 00
      Acall Rsthdw  ; Memanggil subroutine rsthdw
      Mov   R1,#35h ; Isi R1 dengan 35
      Jmp   M       ; Lompat Ke M
M5:    Ret        ; Kembali keprogram utama (main)
;-----
;Sub Program Jika Sensor Aktif
;-----
Actn0: Jb    G1,Actn1 ; Jika G1=1 lompat ke actn1, jika G1=0 jalankan instruksi dibawahnya
      Mov   Stgi,#040H ; Isi Stgi dengan 40h
      Mov   R1,Stgi   ; Isikan Stgi (040h) ke R1
      Clr   BZ        ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)
Actn1: Jb    G2,Actn2 ; Jika G2=1 lompat ke actn2, jika G2=0 jalankan instruksi dibawahnya
      Mov   Stga,#050H ; Isi Stgi dengan 50h
      Mov   R1,Stga   ; Isikan Stga ke (050h) R1
      Clr   BZ        ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)
Actn2: Jnb   OG1,Actn3 ; Jika OG1=0 lompat keactn3, jika OG1=1 jalankan instruksi dibawahnya
      Mov   Stig,#061h ; Isi Stgi dengan 61h
      Mov   R1,Stig   ; Isikan Stig (061h) ke R1
      Call  kirim     ; Panggil subroutine kirim (kirim data)
Actn3: Jnb   OG2,Actn4 ; Jika OG2=0 lompat keactn4, jika OG2=1 jalankan instruksi dibawahnya
      Mov   Stag,#071h ; Isi Stgi dengan 71h
      Mov   R1,Stag   ; Isikan Stag (071h) ke R1
      Call  kirim     ; Panggil subroutine kirim (kirim data)
Actn4: Jnb   OP1,Actn5 ; Jika OP1=0 lompat keactn5, jika OP1=1 jalankan instruksi dibawahnya

```

```

Mov   Stip,#081h   ; Isi Stgi dengan 81h
Mov   R1,Stip      ; Isikan Stip (081h) ke R1
Clr   BZ           ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)
Actn5: Jnb  OP2,Actn6 ; Jika OP2=0 lompat keactn6, jika OP2=1 jalankan instruksi dibawahnya
      Mov   Stap,#091h ; Isi Stap dengan 91h
      Mov   R1,Stap    ; Isikan Stap (091h) ke R1
      Clr   BZ         ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)
Actn6: Jnb  PIR1,Actn7 ; Jika PIR1=0 lompat keactn7, jika PIR1=1 jalankan instruksi dibawahnya
      Mov   Stri,#0A1h ; Isi Stri dengan A1h
      Mov   R1,Stri    ; Isikan Stri (0A1h) ke R1
      Clr   BZ         ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)
Actn7: Jnb  PIR2,Actn8 ; Jika PIR2=0 lompat keactn8, jika PIR2=1 jalankan instruksi dibawahnya
      Mov   Stra,#0B1h ; Isi Stra dengan B1h
      Mov   R1,Stra    ; Isikan Stra (0B1h) ke R1
      Clr   BZ         ; Clear BZ (aktifkan buzzer/beri logic "0" pada buzzer)
Actn8: Ret         ; Kembali keprogram utama (main)

```

```

;-----
;Sub Program Laporan Sensor Aktif
;-----

```

```

Cek01: Mov   R1,Stgi ; Isikan Stgi ke R1
      Acall  Kirim    ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)
      Mov   R1,Stga   ; Isikan Stga ke R1
      Acall  Kirim    ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)
      Mov   R1,Stip   ; Isikan Stip ke R1
      Acall  Kirim    ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)
      Mov   R1,Stap   ; Isikan Stap ke R1
      Acall  Kirim    ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)
      Mov   R1,Stri   ; Isikan Stri ke R1
      Acall  Kirim    ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)
      Mov   R1,Stra   ; Isikan Stra ke R1
      Acall  Kirim    ; Memanggil subroutine kirim (mengirim data)
      Ret         ; Kembali keprogram utama (main)

```

```

;-----
;Sub Program Reset Sensor
;-----

```

```

Rsthdw: Mov   Stgi,#041h ; Isi Stgi dengan 41h (reset)
      Mov   Stga,#051h ; Isi Stga dengan 51h (reset)
      Mov   Stig,#060h ; Isi Stig dengan 60h (reset)
      Mov   Stag,#070h ; Isi Stag dengan 70h (reset)

```



```

Mov  Stip,#080h   ; Isi Stip dengan 80h (reset)
Mov  Stap,#090h   ; Isi Stap dengan 90h (reset)
Mov  Stri,#0A0h   ; Isi Stri dengan A0h (reset)
Mov  Stra,#0B0h   ; Isi Stra dengan B0h (reset)
Ret                               ; Kembali keprogram utama (main)

```

```

;-----
;Sub Program Pengiriman Data
;-----

```

```

Kirim: Call  Budal       ; Panggil subroutine budal
        Call  Delay       ; Panggil subroutine delay
        Ret                ; Kembali keprogram utama (main)
Budal: Setb  P3.2        ; Aktifkan interupt (INT0)
        Clr   ES          ; Matikan interupt port serial
        Mov  SBUF,R1      ; Isi serial buffer dengan data yang dikirim (R1)
        Jnb  TI,$         ; Tunggu sampai selesai mengirim
        Clr  TI           ; Clear Transmite
        Setb ES          ; Enable serial port interupt (aktifkan serial port interupt)
        Clr  P3.2        ; Matikan interupt (INT0)
        Ret                ; Kembali keprogram utama (main)

```

```

;-----
;Sub Routine Delay
;-----

```

```

Delay: Mov  R6,#255      ; Isi register R6 dengan 255 (255us x 255us = 65.025us)
Loop:  Mov  R7,#35       ; Isi register R7 dengan 35 (35us x 255us = 8.925us)
        Djnz R7,$        ; Kurangkan, tunggu hingga R7 = 0
        Djnz R6,Loop     ; Kurangkan R6 dengan 1, jika belum 0 kembali ke Loop
        Ret                ; Kembali keprogram utama (main)
END                               ; Akhir program

```

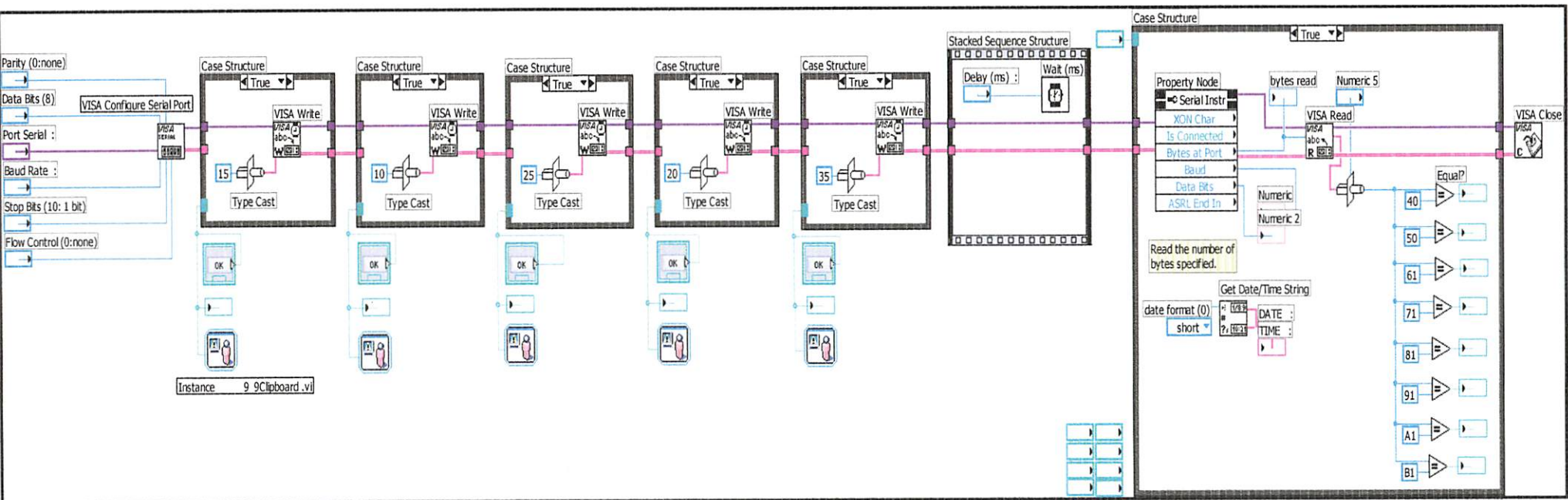
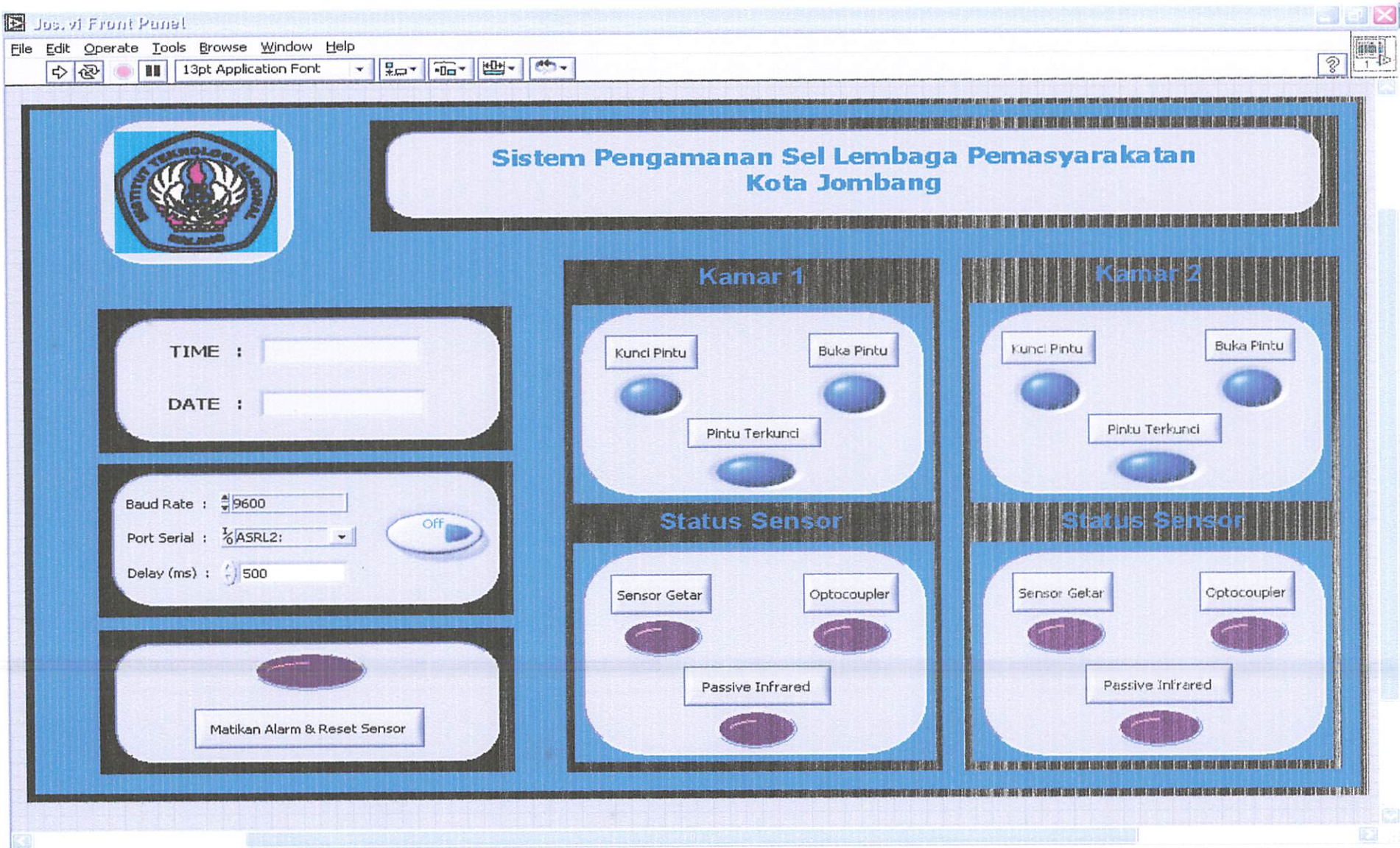
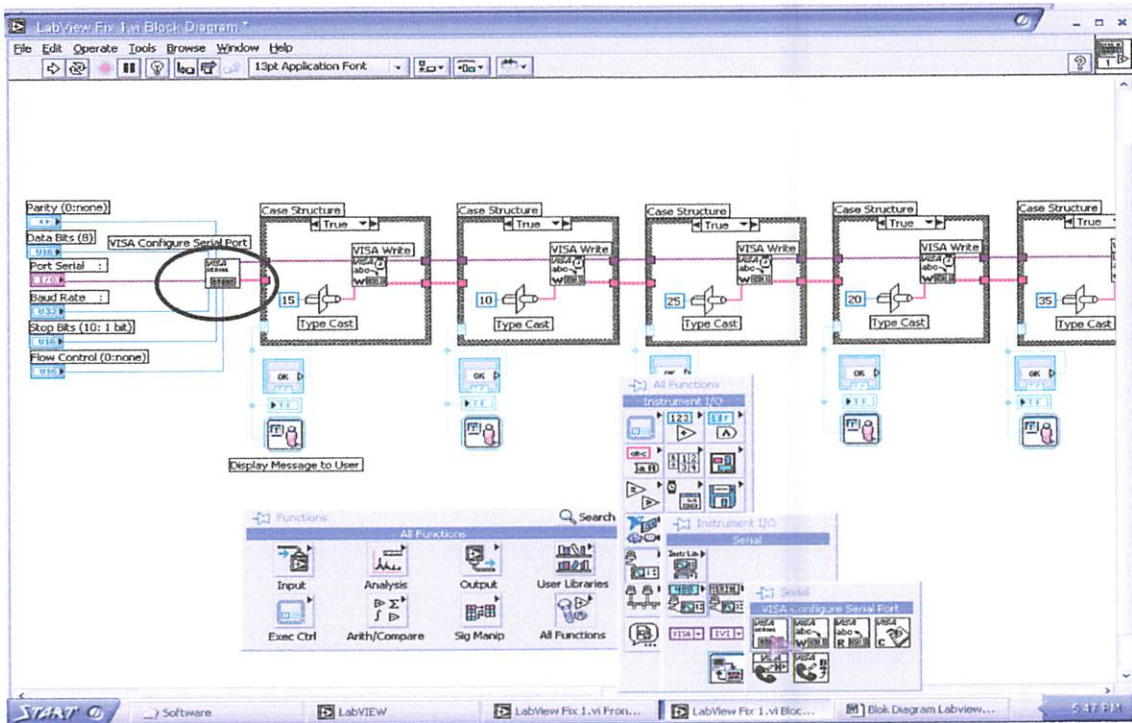


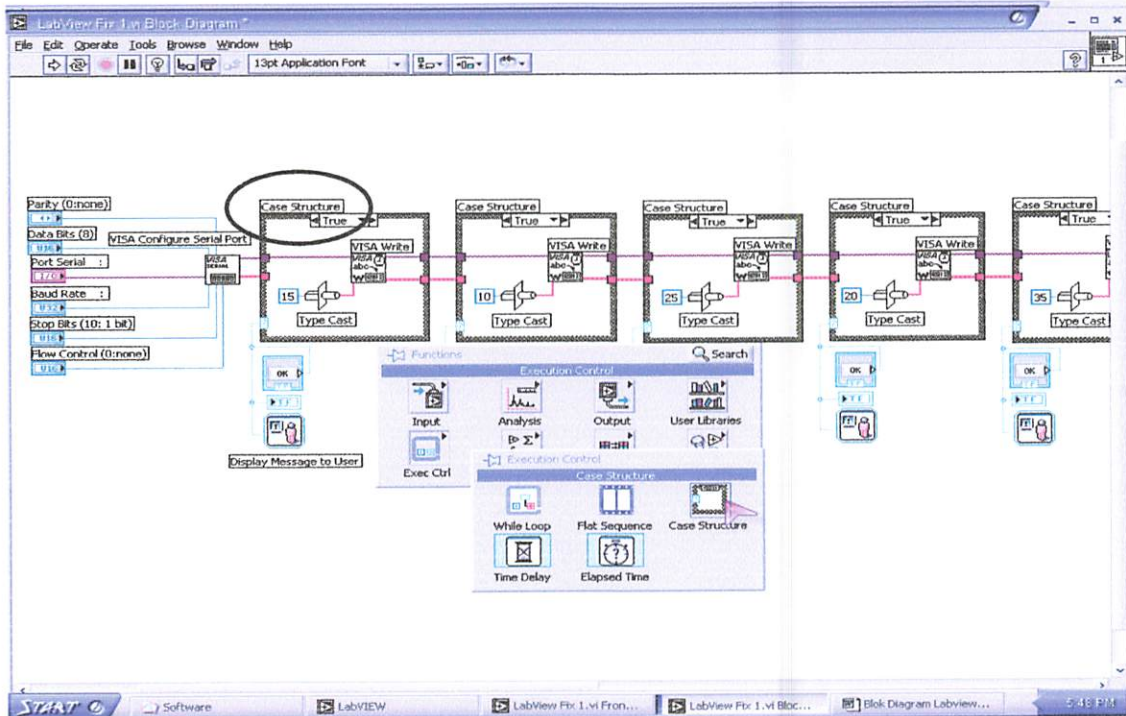
Diagram Blok Perangkat Lunak Labview



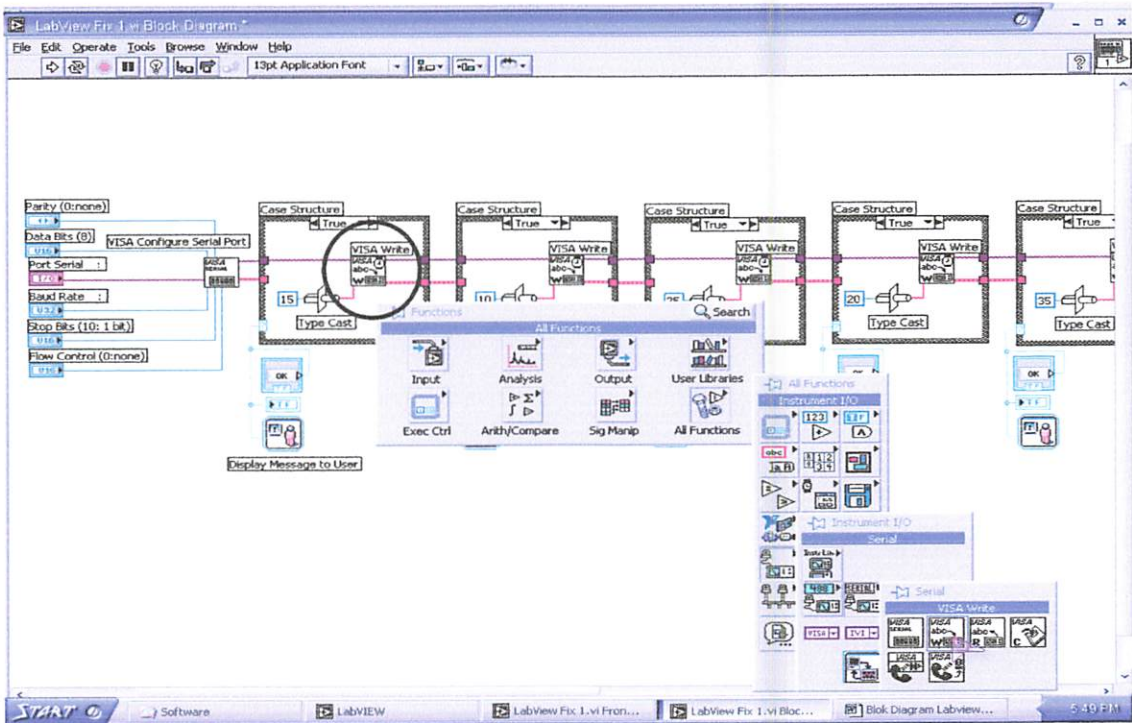
Tampilan Pada PC Menggunakan LabView



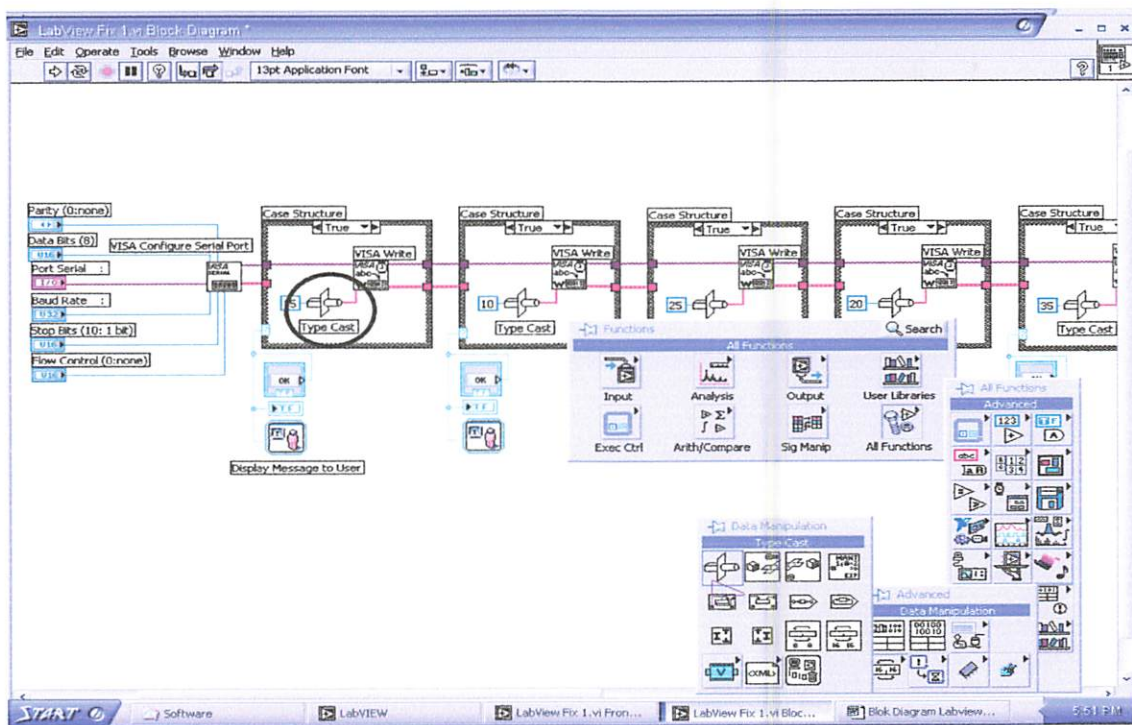
Blok Diagram Labview Untuk Mencari VISA Configure Serial Port



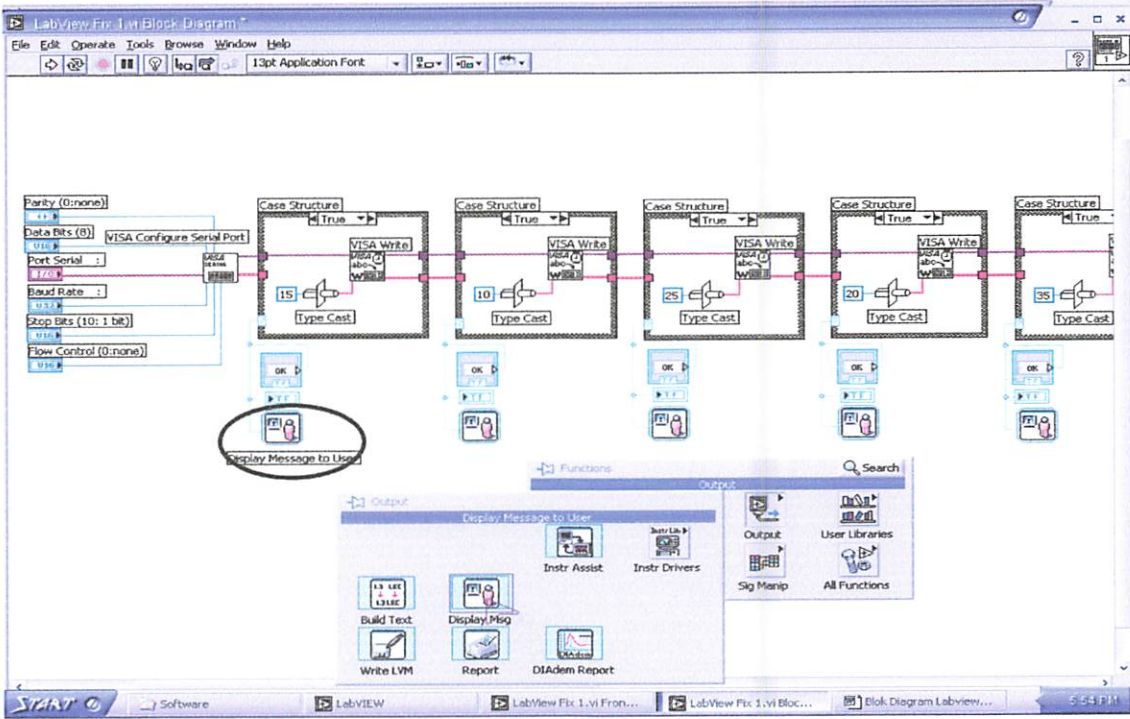
Blok Diagram Labview Untuk Mencari Case Structure



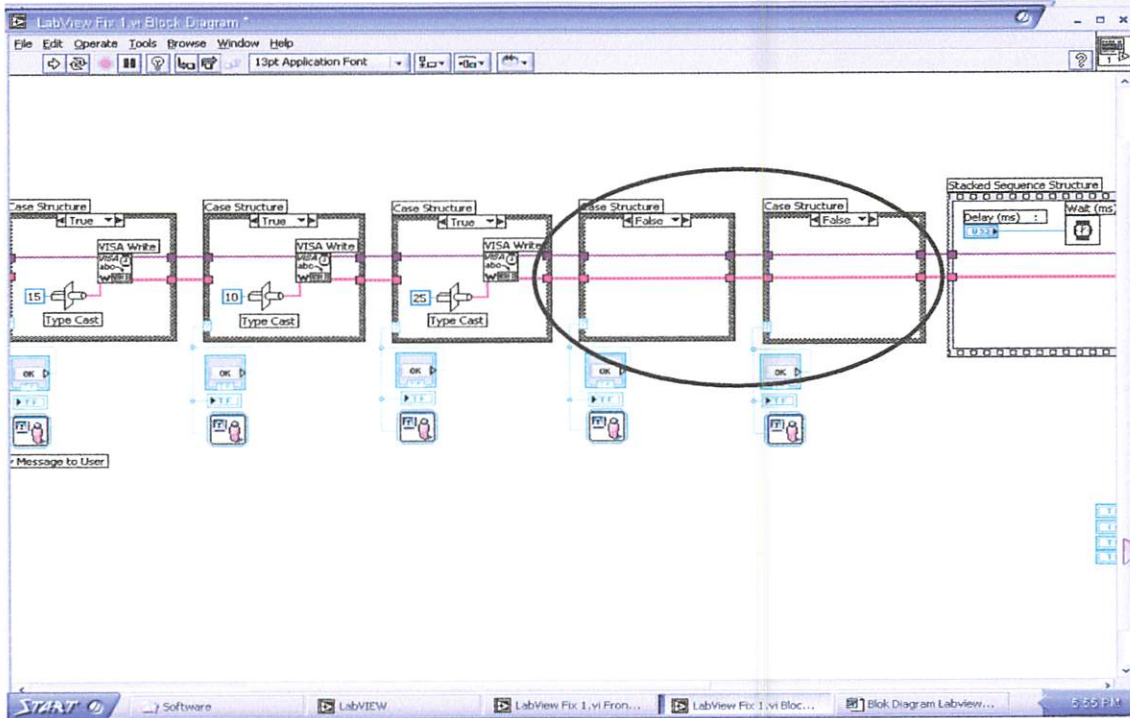
Blok Diagram LabView Untuk Mencari Visa Write



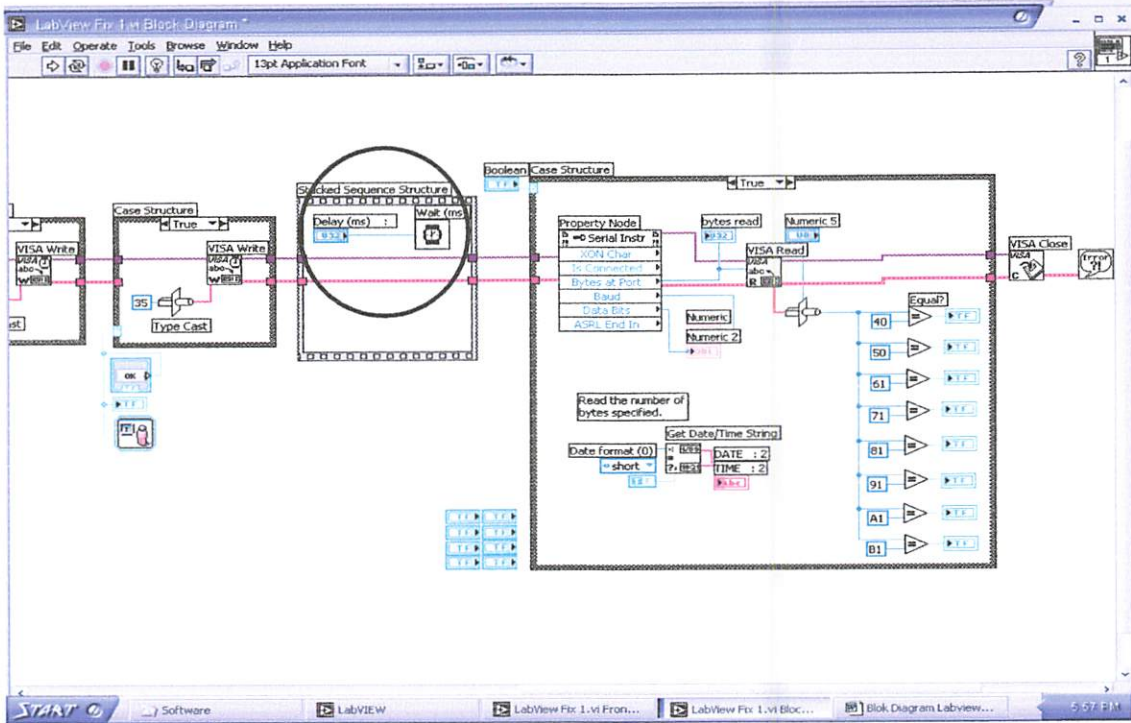
Blok Diagram LabView Untuk Mencari Tipe Cast



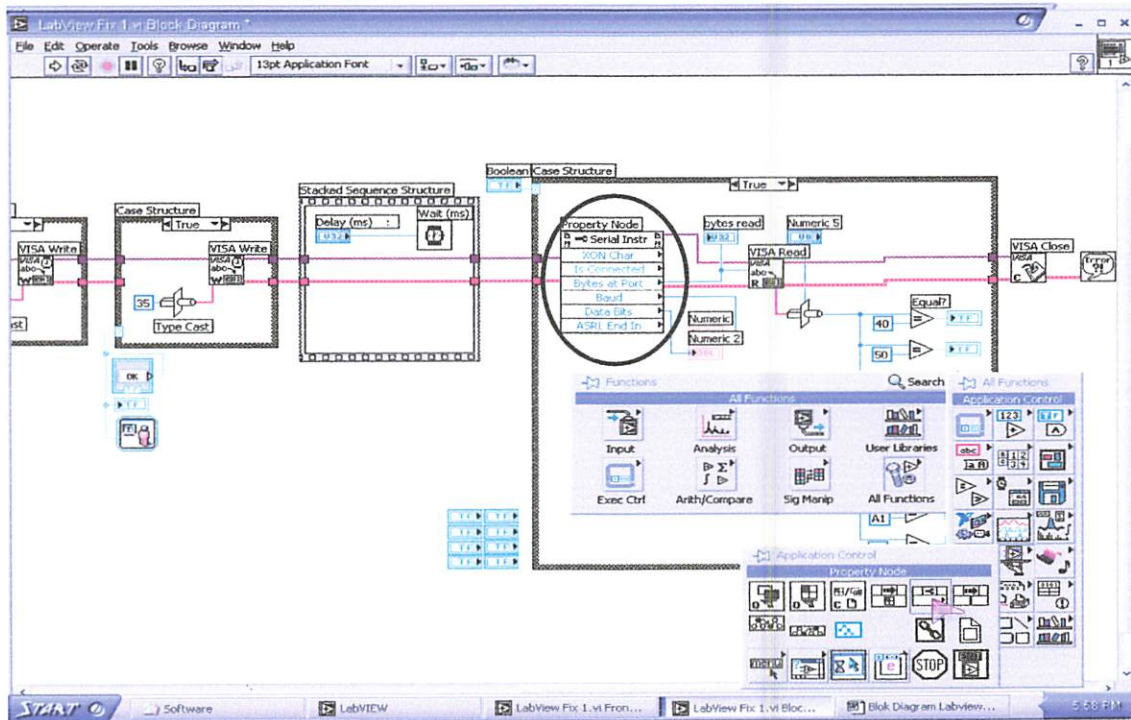
Blok Diagram LabView Untuk Mencari Message



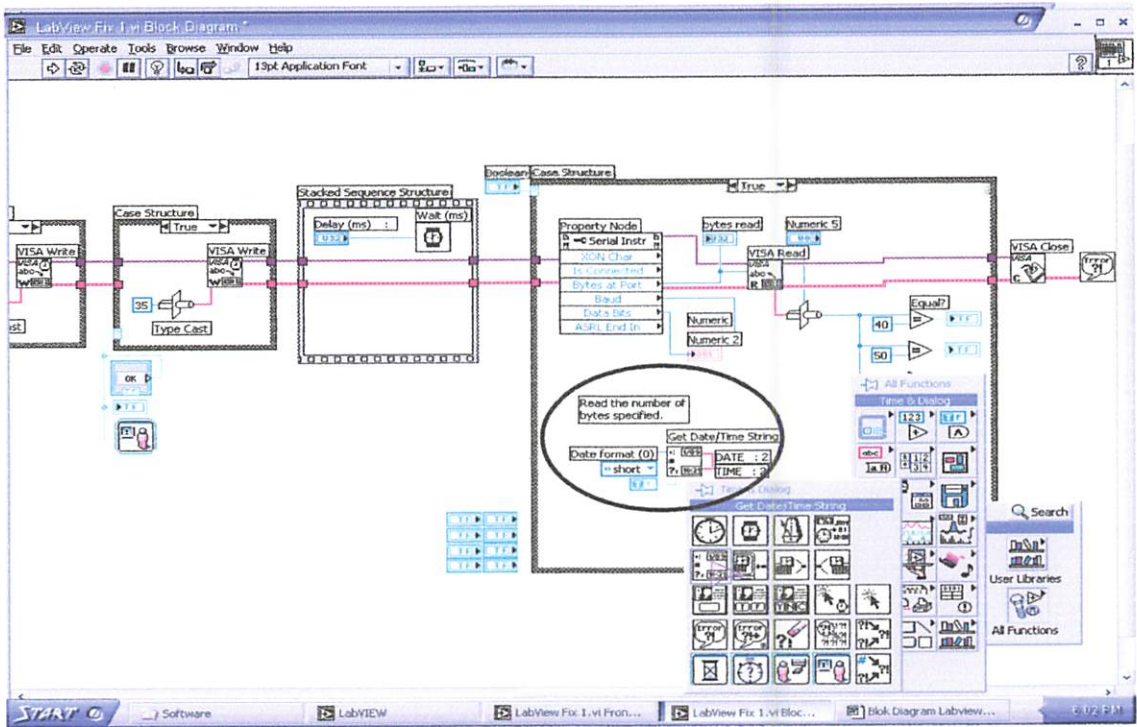
Blok Diagram LabView Jika Case Structure False Dan True



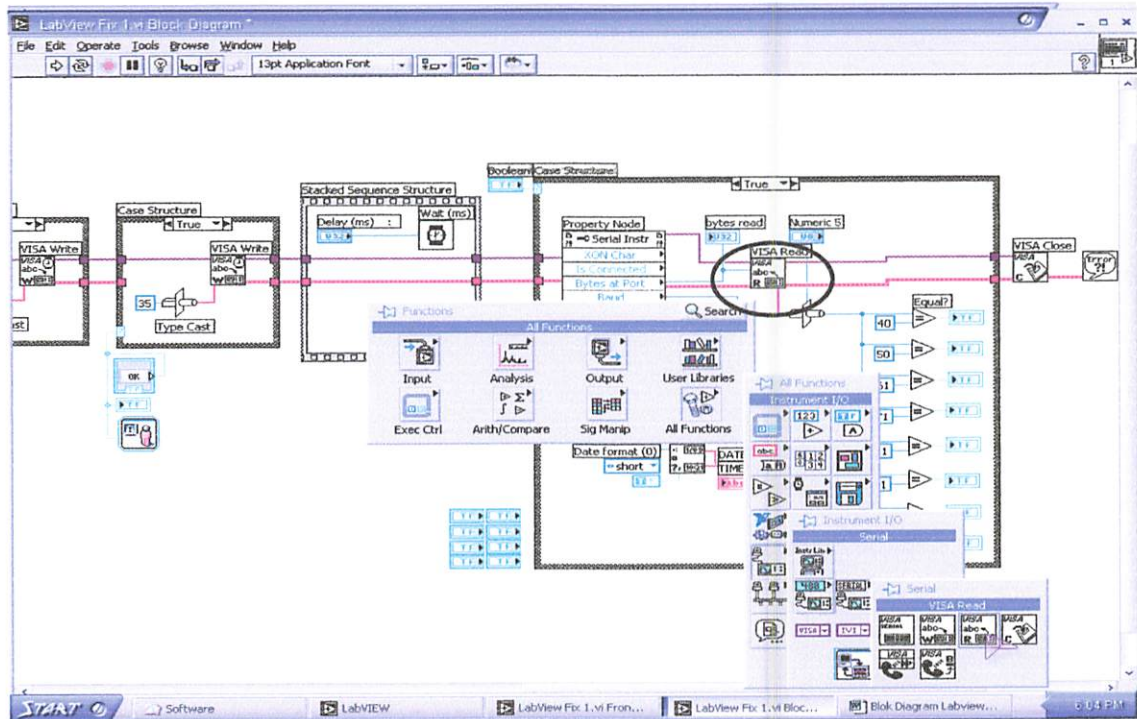
Blok Diagram LabView Untuk Delay Pengiriman Data



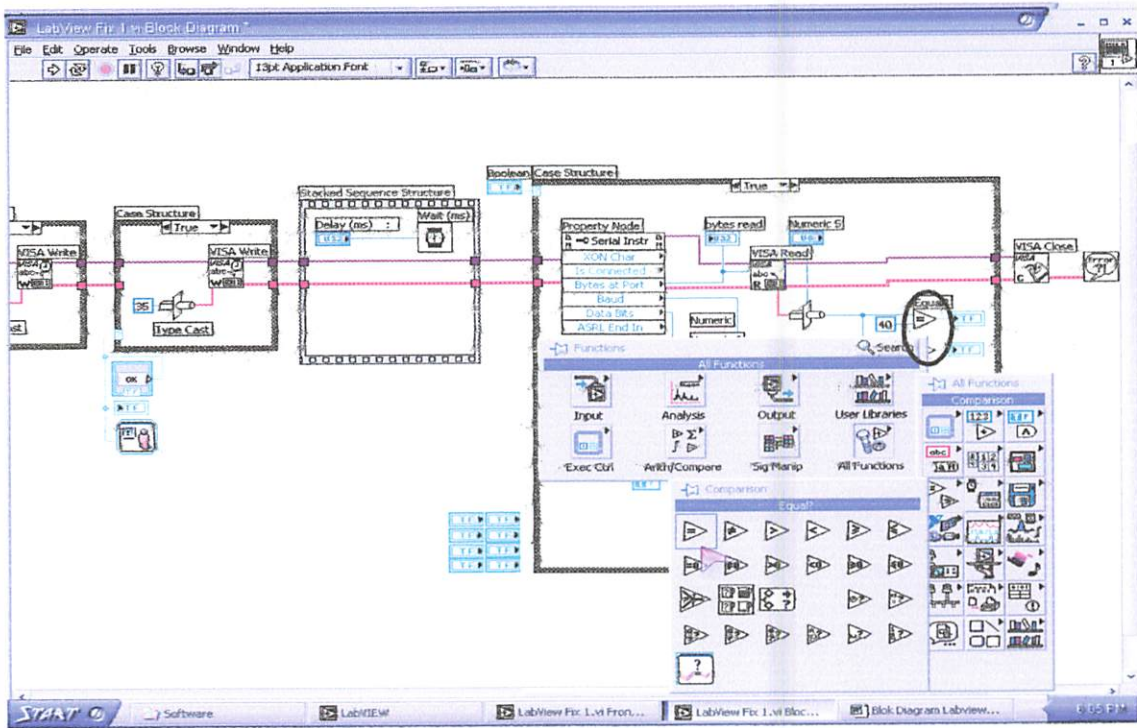
Blok Diagram LabView Untuk Mencari Property Node Serial



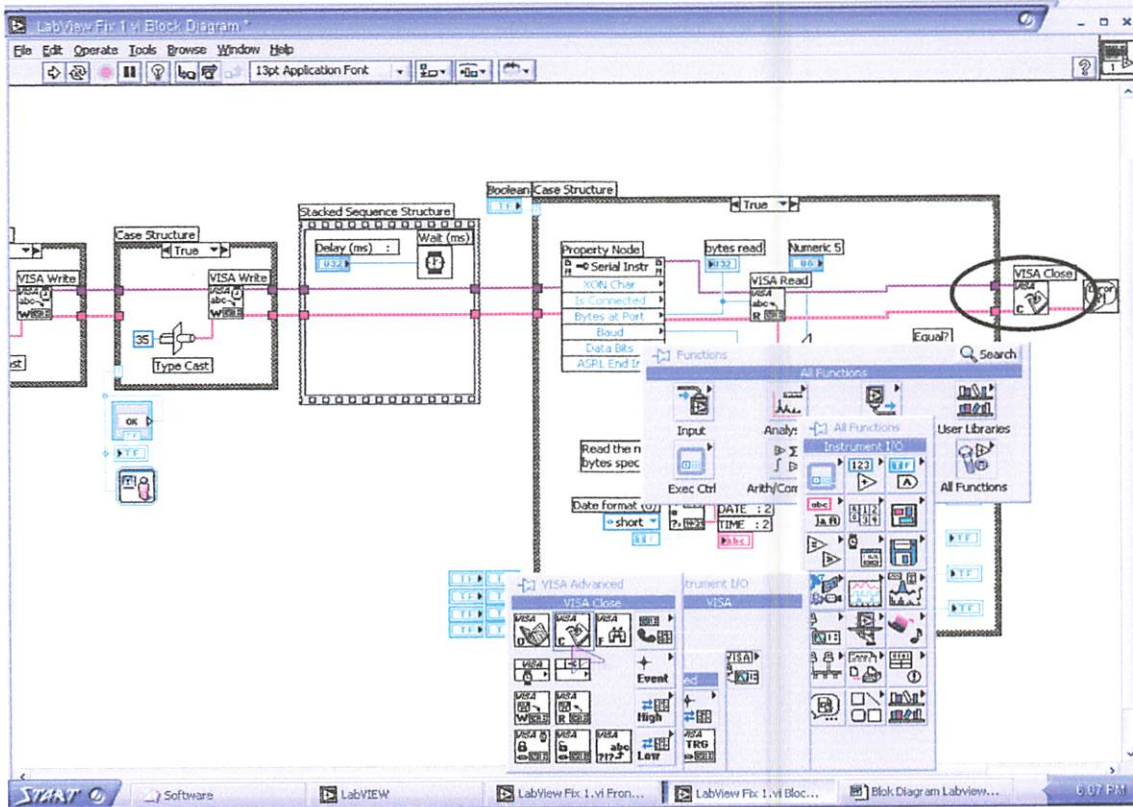
Blok Diagram LabView Untuk Menampilkan Waktu & Tanggal



Blok Diagram LabView Untuk Mencari VISA Read



Blok Diagram LabView Untuk Mencari Equal



Blok Diagram LabView Untuk Mencari VISA Close



Features

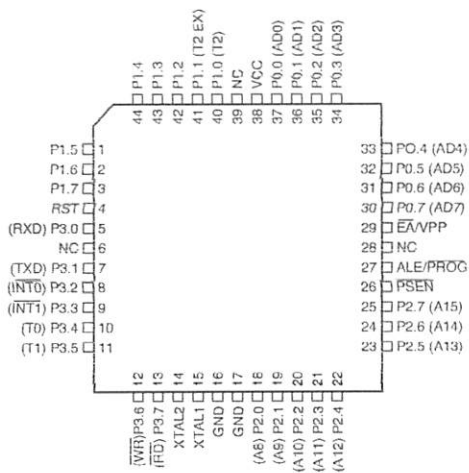
- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

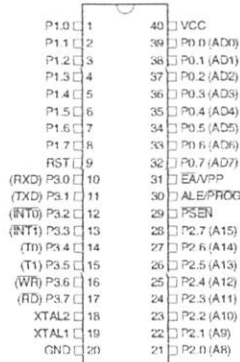
The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with 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

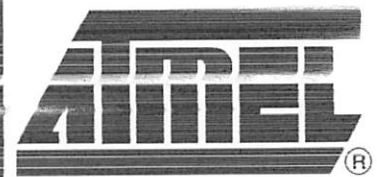
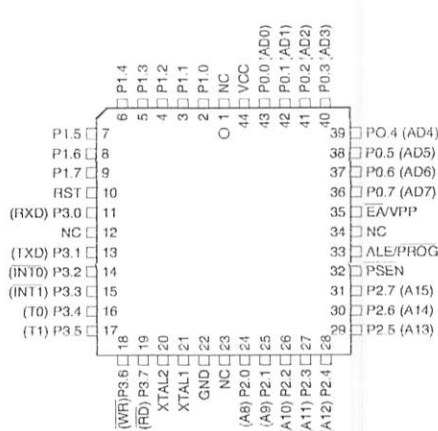
QFP/TQFP



PDIP



PLCC

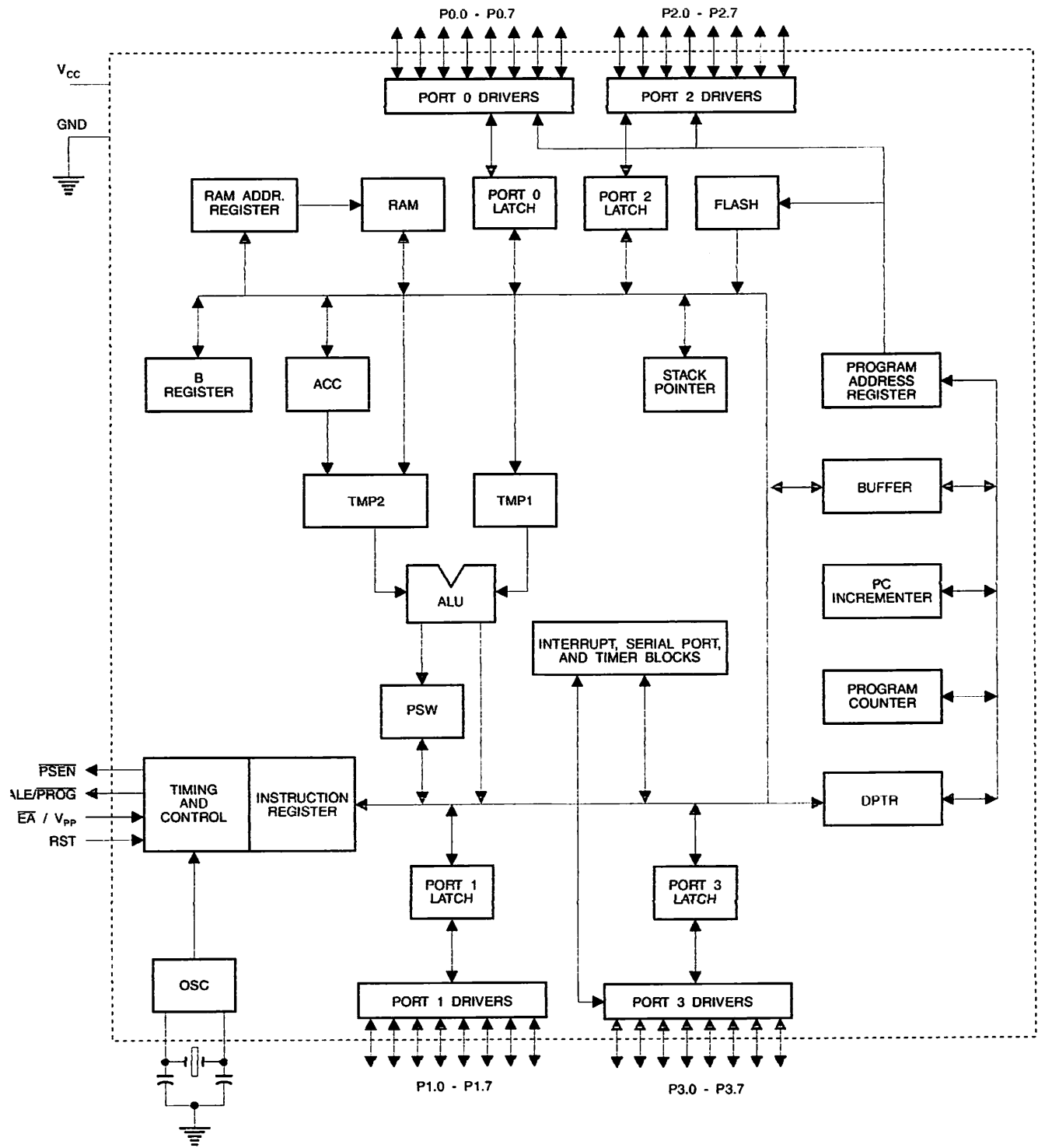


8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51



Block Diagram



The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes 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 two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power-down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

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

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

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

Port 1

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

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

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs,

Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, 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 bi-directional 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	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and 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 ($\overline{\text{PROG}}$) during Flash programming.

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



pulse is skipped during each access to external Data Memory.

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

$\overline{\text{PSEN}}$

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

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

$\overline{\text{EA/VPP}}$

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

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

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

XTAL1

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

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left

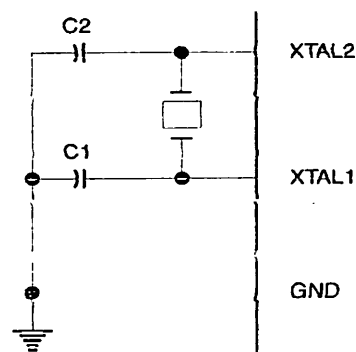
unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

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

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

Figure 1. Oscillator Connections

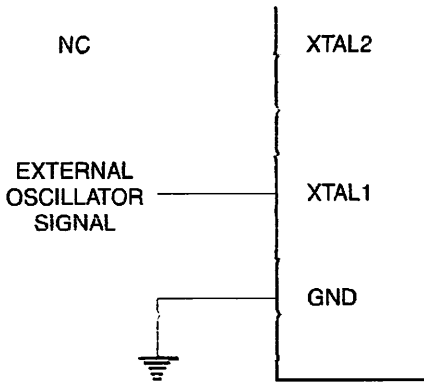


Note: C1, C2 = 30 pF \pm 10 pF for Crystals
= 40 pF \pm 10 pF for Ceramic Resonators

Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{\text{PSEN}}$	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

Figure 2. External Clock Drive Configuration



ters 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 EA be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

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 Regis-

Lock Bit Protection Modes

	Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOVC 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

The 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 (V_{CC}) 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.

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

	$V_{PP} = 12V$	$V_{PP} = 5V$
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 Figure 3 and Figure 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 12V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 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 \overline{Data} Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.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 also 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 by using the proper combination of control signals and by holding $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ 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 12V programming
- (032H) = 05H indicates 5V 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	L	H	H	H	
Read Code Data	H	L	H	H	L	L	H	H	
Write Lock	H	L	Bit - 1		H/12V	H	H	H	
			Bit - 2		H/12V	H	H	L	L
			Bit - 3		H/12V	H	L	H	L
Chip Erase	H	L	(1)	H/12V	H	L	L	L	
Read Signature Byte	H	L	H	H	L	L	L	L	

Note: 1. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.

Figure 3. Programming the Flash

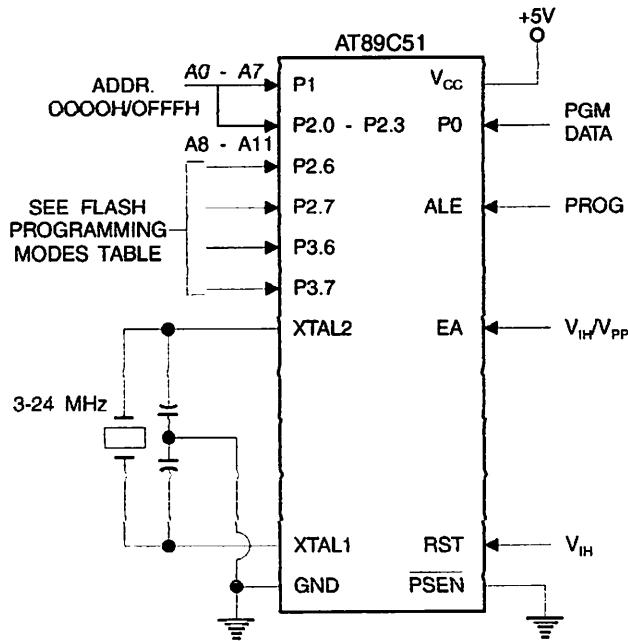
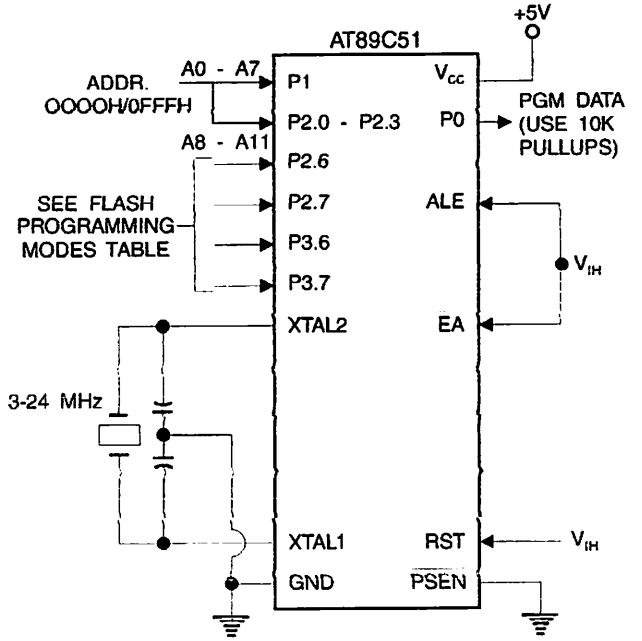
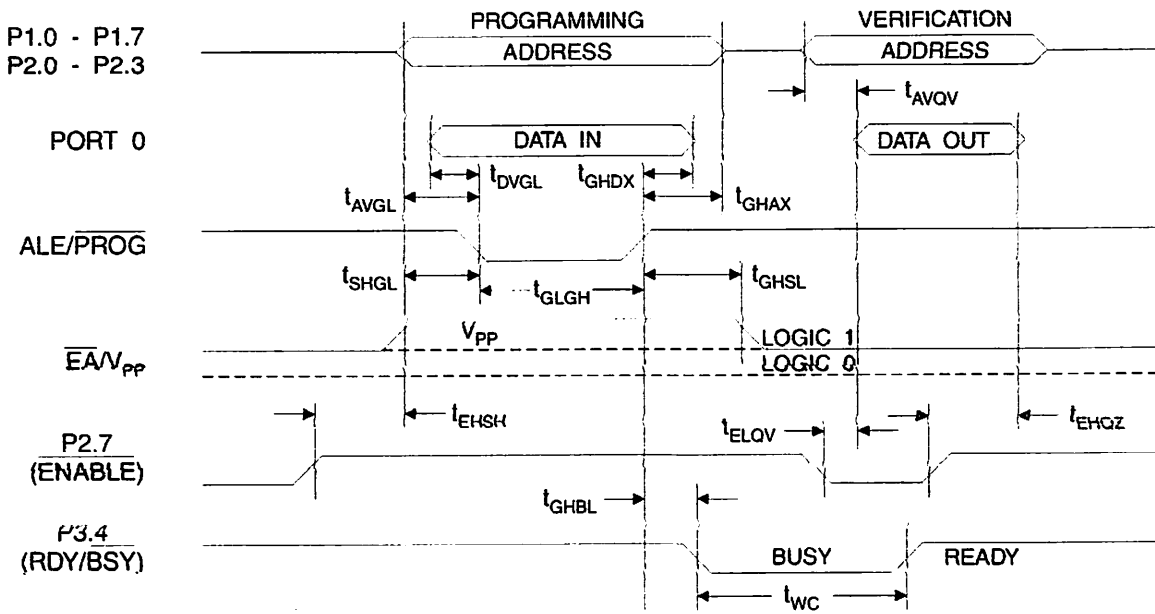


Figure 4. Verifying the Flash

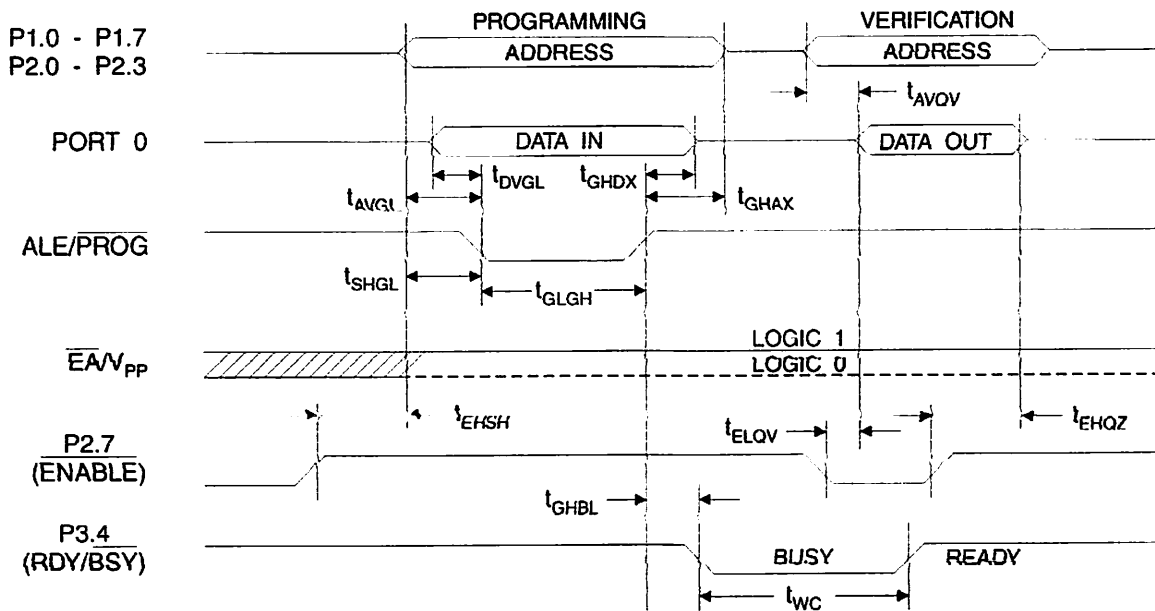




Flash Programming and Verification Waveforms - High-voltage Mode ($V_{PP} = 12V$)



Flash Programming and Verification Waveforms - Low-voltage Mode ($V_{PP} = 5V$)



Flash Programming and Verification Characteristics

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

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$V_{PP}^{(1)}$	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
$I_{PP}^{(1)}$	Programming Enable Current		1.0	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHS}	P2.7 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
$t_{GHSL}^{(1)}$	V_{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t_{GLGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELOV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float After $\overline{\text{ENABLE}}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

Note: 1. Only used in 12-volt programming 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	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
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.

DC Characteristics

$T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 5.0\text{V} \pm 20\%$ (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)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OL1}	Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OH}	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -25 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -10 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
V_{OH1}	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
I_L	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 6\text{V}$		100	μA
		$V_{CC} = 3\text{V}$		40	μA

- Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
 Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
 Maximum I_{OL} per 8-bit port: Port 0: 26 mA
 Ports 1, 2, 3: 15 mA
 Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
 If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

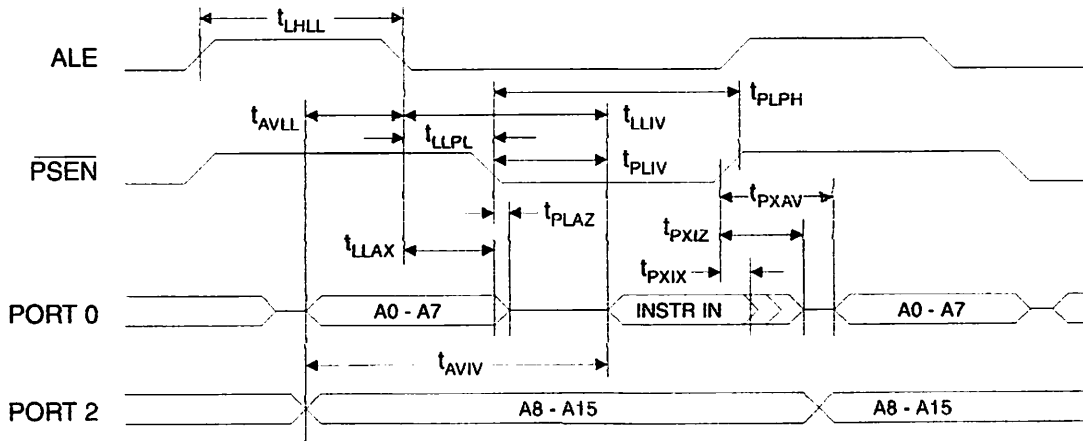
AC Characteristics

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.

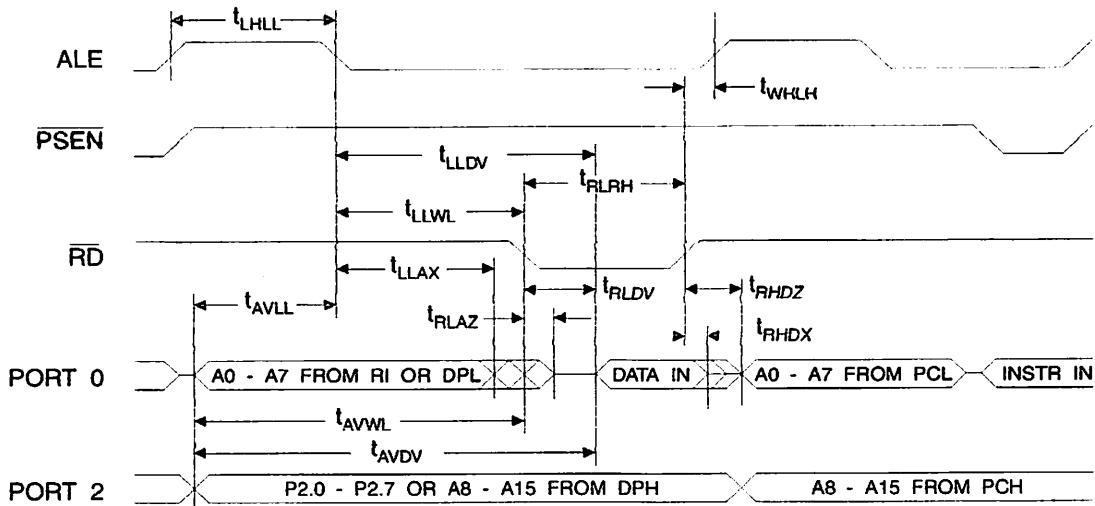
External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{\text{CLCL}}$	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-13$		ns
t_{PLPH}	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{PLIV}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-45$	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-10$	ns
t_{PXAV}	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-55$	ns
t_{PLAZ}	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{\text{RD}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{WLWH}	$\overline{\text{WR}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
t_{RLDV}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{\text{CLCL}}-90$	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float After $\overline{\text{RD}}$		97		$2t_{\text{CLCL}}-28$	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{\text{CLCL}}-150$	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{\text{CLCL}}-165$	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3t_{\text{CLCL}}-50$	$3t_{\text{CLCL}}+50$	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4t_{\text{CLCL}}-75$		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-120$		ns
t_{WHOX}	Data Hold After $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-20$		ns
t_{RLAZ}	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-20$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns

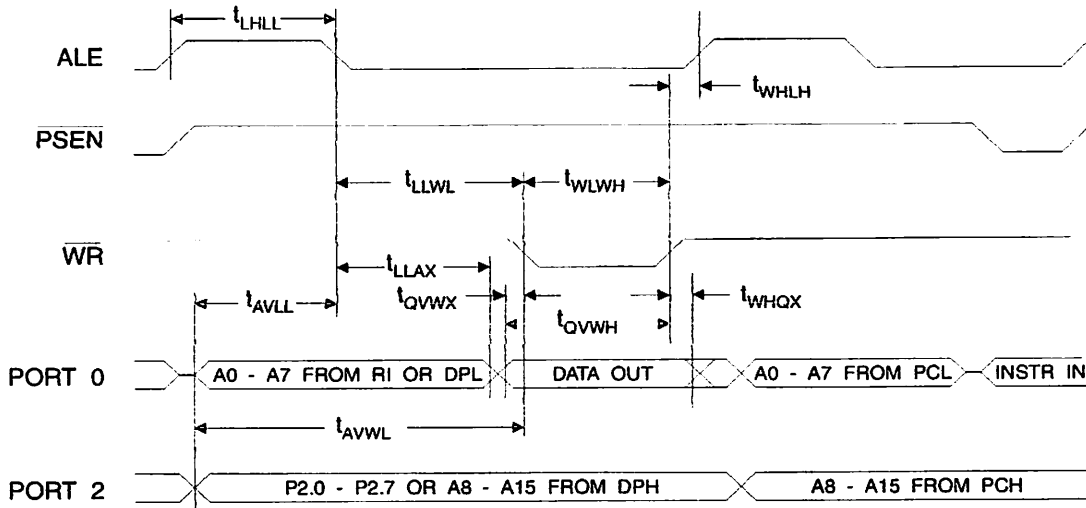
External Program Memory Read Cycle



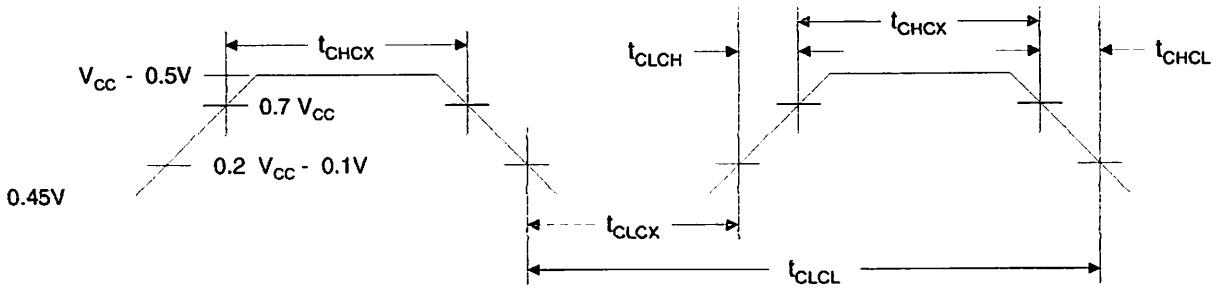
External Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	15		ns
t_{CLCX}	Low Time	15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20	ns

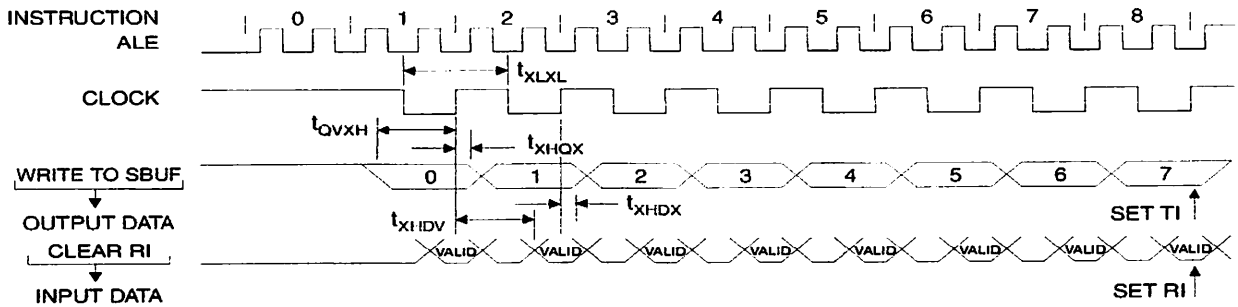


Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

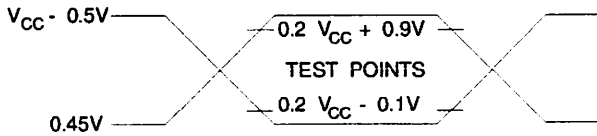
($V_{CC} = 5.0\text{ V} \pm 20\%$; Load Capacitance = 80 pF)

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

Shift Register Mode Timing Waveforms

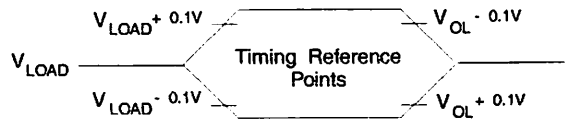


AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



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

Float Waveforms⁽¹⁾



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

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5V ± 20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-12JC	44J	
		AT89C51-12PC	40P6	
		AT89C51-12QC	44Q	
		AT89C51-12AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-12JI	44J	
		AT89C51-12PI	40P6	
		AT89C51-12QI	44Q	
16	5V ± 20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-16JC	44J	
		AT89C51-16PC	40P6	
		AT89C51-16QC	44Q	
		AT89C51-16AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-16JI	44J	
		AT89C51-16PI	40P6	
		AT89C51-16QI	44Q	
20	5V ± 20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-20JC	44J	
		AT89C51-20PC	40P6	
		AT89C51-20QC	44Q	
		AT89C51-20AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-20JI	44J	
		AT89C51-20PI	40P6	
		AT89C51-20QI	44Q	
24	5V ± 20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C51-24JC	44J	
		AT89C51-24PC	40P6	
		AT89C51-24QC	44Q	
		AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89C51-24JI	44J	
		AT89C51-24PI	40P6	
		AT89C51-24QI	44Q	

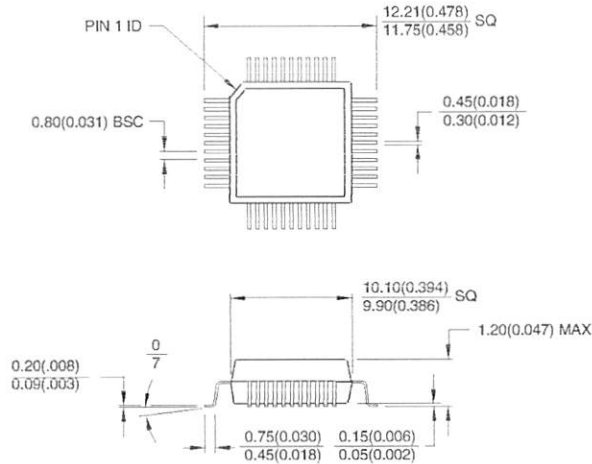
Package Type

44A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44Q	44-lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)



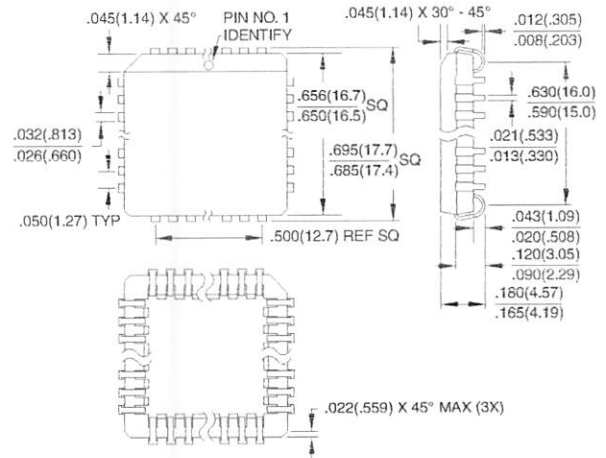
Packaging Information

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

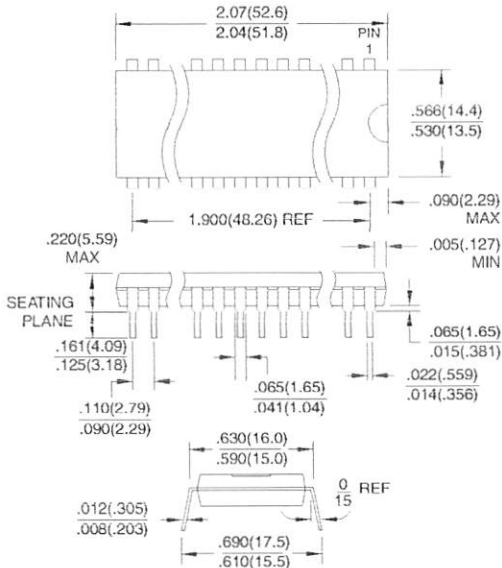


Controlling dimension: millimeters

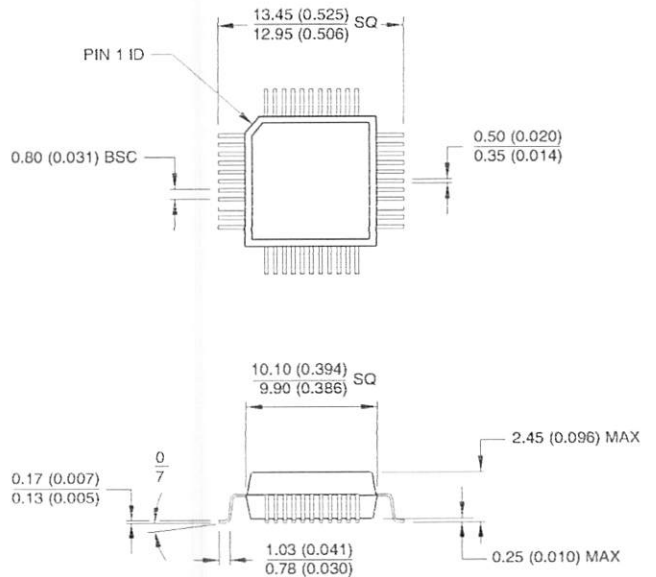
44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)
 JEDEC STANDARD MS-018 AC



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



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



Controlling dimension: millimeters



Atmel Headquarters

Corporate Headquarters

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

Europe

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

Asia

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

Japan

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

Atmel Operations

Atmel Colorado Springs

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

Atmel Rousset

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

Fax-on-Demand

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

e-mail

literature@atmel.com

Web Site

<http://www.atmel.com>

BBS

1-(408) 436-4309

© Atmel Corporation 2000.

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

Marks bearing ® and/or ™ are registered trademarks and trademarks of Atmel Corporation.

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



Printed on recycled paper.

0265G-02/00/xM



Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

General Description

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX491, and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communication. Each part contains one driver and one receiver. The MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 feature reduced slew-rate drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, thus allowing error-free data transmission up to 250kbps. The driver slew rates of the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 are not limited, allowing them to transmit up to 2.5Mbps.

These transceivers draw between 120 μ A and 500 μ A of supply current when unloaded or fully loaded with disabled drivers. Additionally, the MAX481, MAX483, and MAX487 have a low-current shutdown mode in which they consume only 0.1 μ A. All parts operate from a single 5V supply.

Drivers are short-circuit current limited and are protected against excessive power dissipation by thermal shutdown circuitry that places the driver outputs into a high-impedance state. The receiver input has a fail-safe feature that guarantees a logic-high output if the input is open circuit.

The MAX487 and MAX1487 feature quarter-unit-load receiver input impedance, allowing up to 128 MAX487/MAX1487 transceivers on the bus. Full-duplex communications are obtained using the MAX488-MAX491, while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are designed for half-duplex applications.

Applications

Low-Power RS-485 Transceivers
Low-Power RS-422 Transceivers
Level Translators
Transceivers for EMI-Sensitive Applications
Industrial-Control Local Area Networks

Features

- ♦ In μ MAX Package: Smallest 8-Pin SO
- ♦ Slew-Rate Limited for Error-Free Data Transmission (MAX483/487/488/489)
- ♦ 0.1 μ A Low-Current Shutdown Mode (MAX481/483/487)
- ♦ Low Quiescent Current:
120 μ A (MAX483/487/488/489)
230 μ A (MAX1487)
300 μ A (MAX481/485/490/491)
- ♦ -7V to +12V Common-Mode Input Voltage Range
- ♦ Three-State Outputs
- ♦ 30ns Propagation Delays, 5ns Skew (MAX481/485/490/491/1487)
- ♦ Full-Duplex and Half-Duplex Versions Available
- ♦ Operate from a Single 5V Supply
- ♦ Allows up to 128 Transceivers on the Bus (MAX487/MAX1487)
- ♦ Current-Limiting and Thermal Shutdown for Driver Overload Protection

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX481CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX481CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX481CUA	0°C to +70°C	8 μ MAX
MAX481C/D	0°C to +70°C	Dice*

Ordering Information continued at end of data sheet.

* Contact factory for dice specifications.

Selection Table

PART NUMBER	HALF/FULL DUPLEX	DATA RATE (Mbps)	SLEW-RATE LIMITED	LOW-POWER SHUTDOWN	RECEIVER/ DRIVER ENABLE	QUIESCENT CURRENT (μ A)	NUMBER OF TRANSMITTERS ON BUS	PIN COUNT
MAX481	Half	2.5	No	Yes	Yes	300	32	8
MAX483	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	32	8
MAX485	Half	2.5	No	No	Yes	300	32	8
MAX487	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	128	8
MAX488	Full	0.25	Yes	No	No	120	32	8
MAX489	Full	0.25	Yes	No	Yes	120	32	14
MAX490	Full	2.5	No	No	No	300	32	8
MAX491	Full	2.5	No	No	Yes	300	32	14
MAX1487	Half	2.5	No	No	Yes	230	128	8



Maxim Integrated Products 1

For free samples & the latest literature: <http://www.maxim-ic.com>, or phone 1-800-998-8800

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V _{CC}).....	12V	14-Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C).....	667mW
Control Input Voltage (RE, DE).....	-0.5V to (V _{CC} + 0.5V)	8-Pin μMAX (derate 4.1mW/°C above +70°C).....	830mW
Driver Input Voltage (DI).....	-0.5V to (V _{CC} + 0.5V)	8-Pin CERDIP (derate 8.00mW/°C above +70°C).....	640mW
Driver Output Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....	727mW
Receiver Input Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	Operating Temperature Ranges	
Receiver Output Voltage (RO).....	-0.5V to (V _{CC} + 0.5V)	MAX4__C_/MAX1487C_A.....	0°C to +70°C
Continuous Power Dissipation (I _A = +70°C)		MAX4__E_/MAX1487E_A.....	-40°C to +85°C
8-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C)....	727mW	MAX4__MJ_/MAX1487MJA.....	-55°C to +125°C
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) ..	800mW	Storage Temperature Range.....	-65°C to +160°C
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C).....	471mW	Lead Temperature (soldering, 10sec).....	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Differential Driver Output (no load)	V _{OD1}				5	V
Differential Driver Output (with load)	V _{OD2}	R = 50Ω (RS-422)	2			V
		R = 27Ω (RS-485), Figure 4	1.5		5	V
Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage for Complementary Output States	ΔV _{OD}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			0.2	V
Driver Common-Mode Output Voltage	V _{OC}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			3	V
Change in Magnitude of Driver Common-Mode Output Voltage for Complementary Output States	ΔV _{OD}	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			0.2	V
Input High Voltage	V _{IH}	DE, DI, RE	2.0			V
Input Low Voltage	V _{IL}	DE, DI, RE			0.8	V
Input Current	I _{IN1}	DE, DI, RE			±2	μA
Input Current (A, B)	I _{IN2}	DE = 0V; V _{CC} = 0V or 5.25V, all devices except MAX487/MAX1487	V _{IN} = 12V		1.0	mA
			V _{IN} = -7V		-0.8	
		MAX487/MAX1487, DE = 0V, V _{CC} = 0V or 5.25V	V _{IN} = 12V		0.25	mA
			V _{IN} = -7V		-0.2	
Receiver Differential Threshold Voltage	V _{TH}	-7V ≤ V _{CM} ≤ 12V	-0.2		0.2	V
Receiver Input Hysteresis	ΔV _{TH}	V _{CM} = 0V		70		mV
Receiver Output High Voltage	V _{OH}	I _O = -4mA, V _{ID} = 200mV	3.5			V
Receiver Output Low Voltage	V _{OL}	I _O = 4mA, V _{ID} = -200mV			0.4	V
Three-State (high impedance) Output Current at Receiver	I _{OZR}	0.4V ≤ V _O ≤ 2.4V			±1	μA
Receiver Input Resistance	R _{IN}	-7V ≤ V _{CM} ≤ 12V, all devices except MAX487/MAX1487	12			kΩ
		-7V ≤ V _{CM} ≤ 12V, MAX487/MAX1487	48			kΩ

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
No-Load Supply Current (Note 3)	I _{CC}	MAX488/MAX489, DE, DI, RE = 0V or V _{CC}		120	250	μA
		MAX490/MAX491, DE, DI, RE = 0V or V _{CC}		300	500	
		MAX481/MAX485, RE = 0V or V _{CC}	DE = V _{CC}	500	900	
			DE = 0V	300	500	
		MAX1487, RE = 0V or V _{CC}	DE = V _{CC}	300	500	
			DE = 0V	230	400	
		MAX483/MAX487, RE = 0V or V _{CC}	DE = 5V	MAX483 MAX487	350	
DE = 0V			250	400		
Supply Current in Shutdown	I _{SHDN}	MAX481/483/487, DE = 0V, RE = V _{CC}		0.1	10	μA
Driver Short-Circuit Current, V _O = High	I _{OSD1}	-7V ≤ V _O ≤ 12V (Note 4)	35		250	mA
Driver Short-Circuit Current, V _O = Low	I _{OSD2}	-7V ≤ V _O ≤ 12V (Note 4)	35		250	mA
Receiver Short-Circuit Current	I _{OSR}	0V ≤ V _O ≤ V _{CC}	7		95	mA

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Driver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	10	30	60	ns	
	t _{PHL}		10	30	60		
Driver Output Skew to Output	t _{SKEW}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		5	10	ns	
Driver Rise or Fall Time	t _R , t _F	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	MAX481, MAX485, MAX1487	3	15	40	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	5	15	25	
			MAX490M, MAX491M	3	15	40	
Driver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S ₂ closed		40	70	ns	
Driver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S ₁ closed		40	70	ns	
Driver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S ₁ closed		40	70	ns	
Driver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S ₂ closed		40	70	ns	
Receiver Input to Output	t _{PLH} , t _{PHL}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	MAX481, MAX485, MAX1487	20	90	200	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	20	90	150	
			MAX490M, MAX491M	20	90	200	
t _{PLH} - t _{PHL} Differential Receiver Skew	t _{SKD}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		13		ns	
Receiver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 5 and 11, C _{RL} = 15pF, S ₁ closed		20	50	ns	
Receiver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 5 and 11, C _{RI} = 15pF, S ₂ closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 5 and 11, C _{RL} = 15pF, S ₁ closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 5 and 11, C _{RL} = 15pF, S ₂ closed		20	50	ns	
Maximum Data Rate	f _{MAX}		2.5			Mbps	
Time to Shutdown	t _{SHDN}	MAX481 (Note 5)	50	200	600	ns	

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487 (continued)

(V_{CC} = 5V ± 5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	t _{ZH(SHDN)}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed		40	100	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	t _{ZL(SHDN)}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed		40	100	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	t _{ZH(S1DN)}	Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed, A - B = 2V		300	1000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	t _{ZL(SHDN)}	Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed, B - A = 2V		300	1000	ns

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX483, MAX487/MAX488/MAX489

(V_{CC} = 5V ± 5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250	800	2000	ns
	t _{PHL}		250	800	2000	
Driver Output Skew to Output	t _{SKLW}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		100	800	ns
Driver Rise or Fall Time	t _{R, t_F}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250		2000	ns
Driver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed	250		2000	ns
Driver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed	250		2000	ns
Driver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S1 closed	300		3000	ns
Driver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S2 closed	300		3000	ns
Receiver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250		2000	ns
	t _{PHL}		250		2000	
t _{PLH} - t _{PHL} Differential Receiver Skew	t _{SKD}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		100		ns
Receiver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Maximum Data Rate	f _{MAX}	t _{PLH} , t _{PHL} < 50% of data period	250			kbps
Time to Shutdown	t _{SHDN}	MAX483/MAX487 (Note 5)	50	200	600	ns
Driver Enable from Shutdown to Output High	t _{ZH(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed			2000	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	t _{ZL(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed			2000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High	t _{ZH(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed			2500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low	t _{ZL(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed			2500	ns

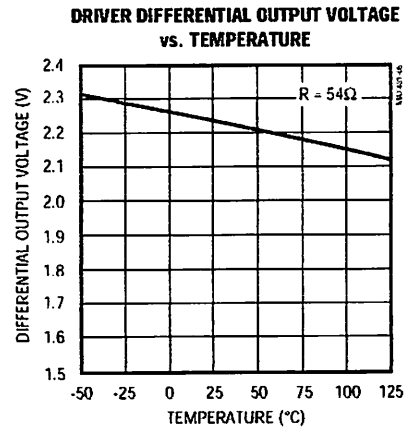
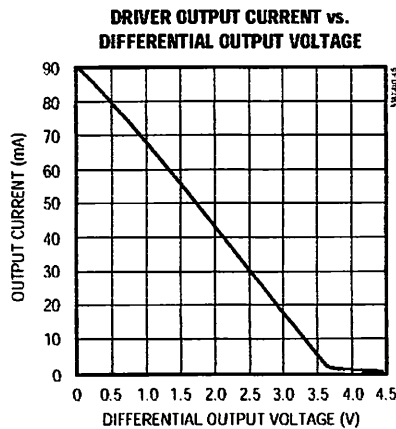
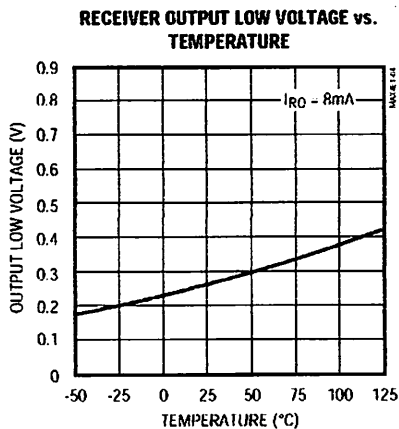
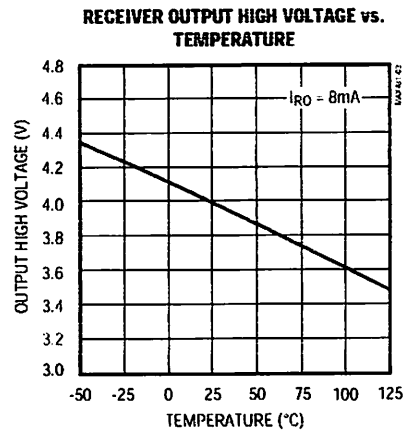
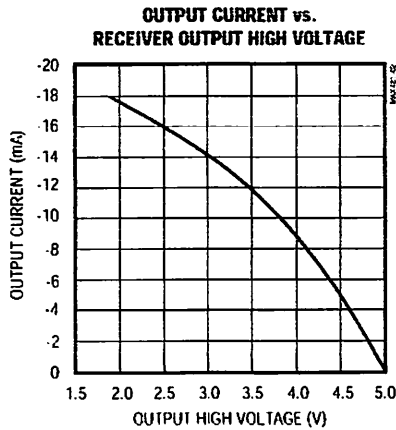
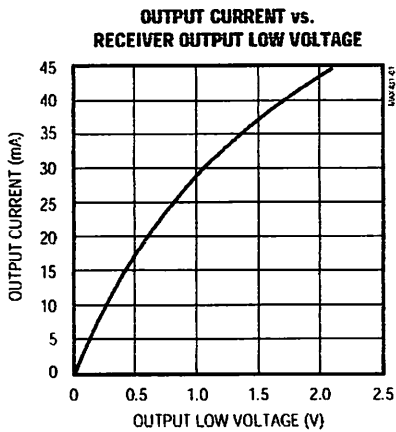
Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

NOTES FOR ELECTRICAL/SWITCHING CHARACTERISTICS

- Note 1:** All currents into device pins are positive; all currents out of device pins are negative. All voltages are referenced to device ground unless otherwise specified.
- Note 2:** All typical specifications are given for $V_{CC} = 5V$ and $T_A = +25^\circ C$.
- Note 3:** Supply current specification is valid for loaded transmitters when $DE = 0V$.
- Note 4:** Applies to peak current. See *Typical Operating Characteristics*.
- Note 5:** The MAX481/MAX483/MAX487 are put into shutdown by bringing \overline{RE} high and DE low. If the inputs are in this state for less than 50ns, the parts are guaranteed not to enter shutdown. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to have entered shutdown. See *Low-Power Shutdown Mode* section.

Typical Operating Characteristics

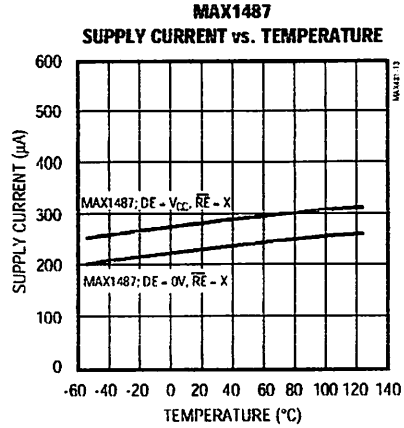
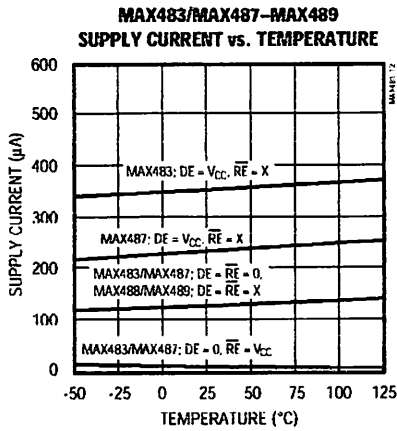
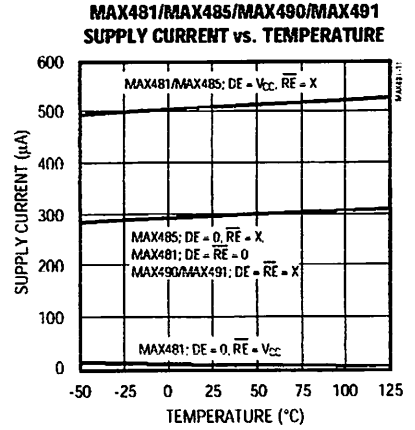
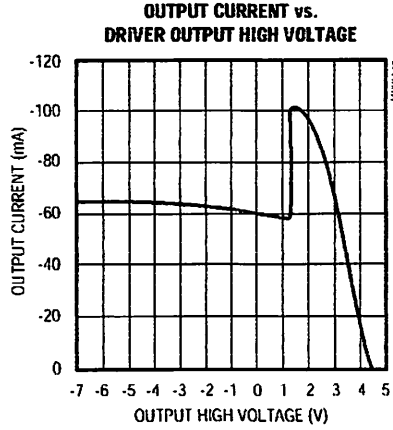
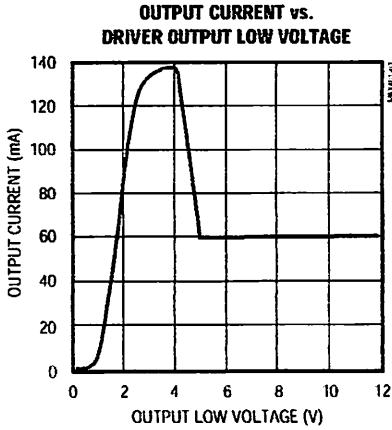
($V_{CC} = 5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Typical Operating Characteristics (continued)

($V_{CC} = 5V$, $I_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Pin Description

PIN					NAME	FUNCTION
MAX481/MAX483/ MAX485/MAX487/ MAX1487		MAX488/ MAX490		MAX489/ MAX491		
DIP/SO	μMAX	DIP/SO	μMAX	DIP/SO		
1	3	2	4	2	RO	Receiver Output: If $A > B$ by 200mV, RO will be high; If $A < B$ by 200mV, RO will be low.
2	4	—	—	3	RE	Receiver Output Enable. RO is enabled when \overline{RE} is low; RO is high impedance when \overline{RE} is high.
3	5	—	—	4	DE	Driver Output Enable. The driver outputs, Y and Z, are enabled by bringing DE high. They are high impedance when DE is low. If the driver outputs are enabled, the parts function as line drivers. While they are high impedance, they function as line receivers if \overline{RE} is low.
4	6	3	5	5	DI	Driver Input. A low on DI forces output Y low and output Z high. Similarly, a high on DI forces output Y high and output Z low.
5	7	4	6	6, 7	GND	Ground
—	—	5	7	9	Y	Noninverting Driver Output
—	—	6	8	10	Z	Inverting Driver Output
6	8	—	—	—	A	Noninverting Receiver Input and Noninverting Driver Output
—	—	8	2	12	A	Noninverting Receiver Input
7	1	—	—	—	B	Inverting Receiver Input and Inverting Driver Output
—	—	7	1	11	B	Inverting Receiver Input
8	2	1	3	14	VCC	Positive Supply: $4.75V \leq VCC \leq 5.25V$
—	—	—	—	1, 8, 13	N.C.	No Connect—not internally connected

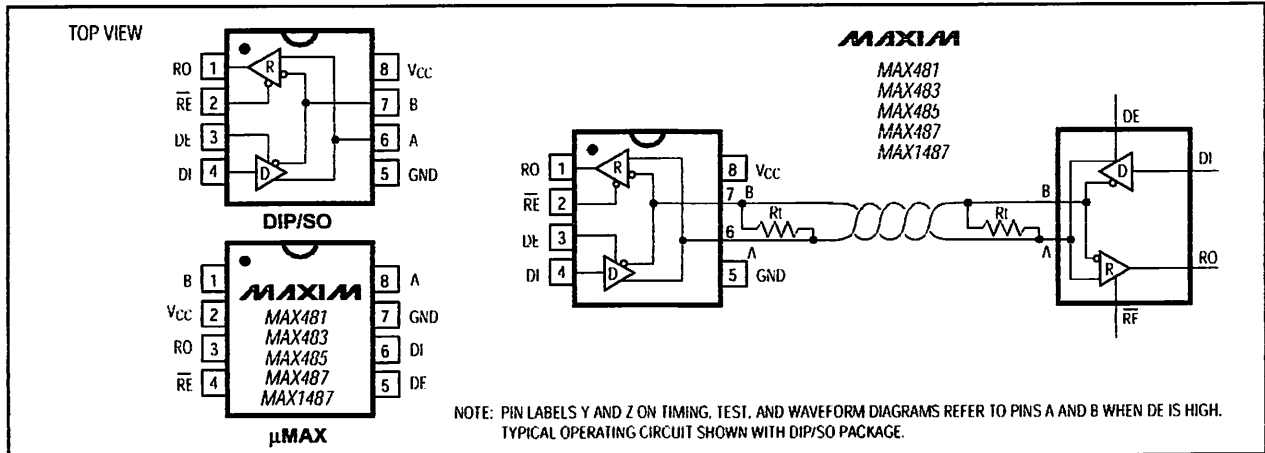


Figure 1. MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

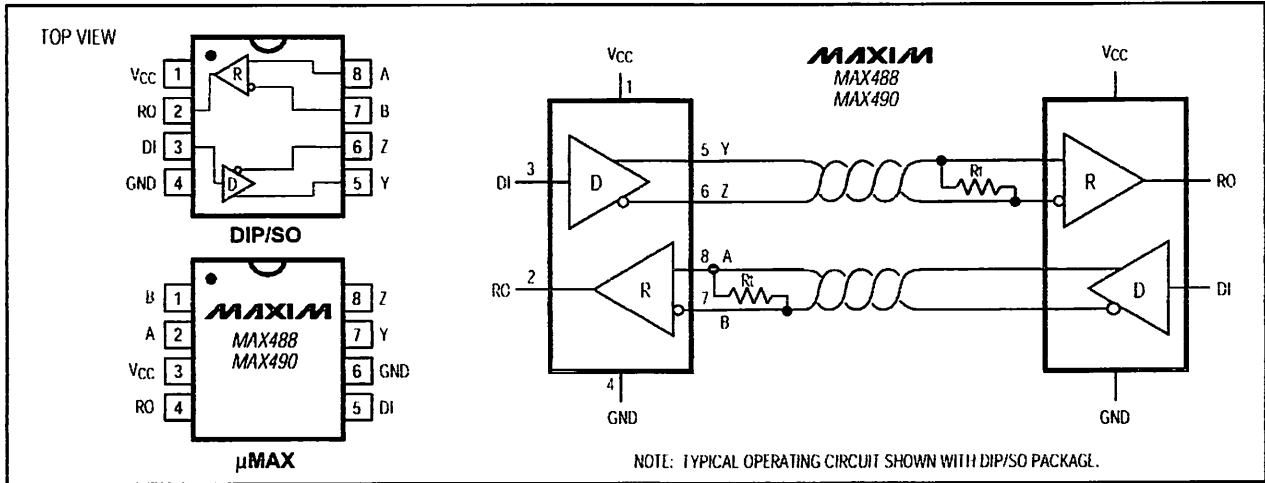


Figure 2. MAX488/MAX490 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

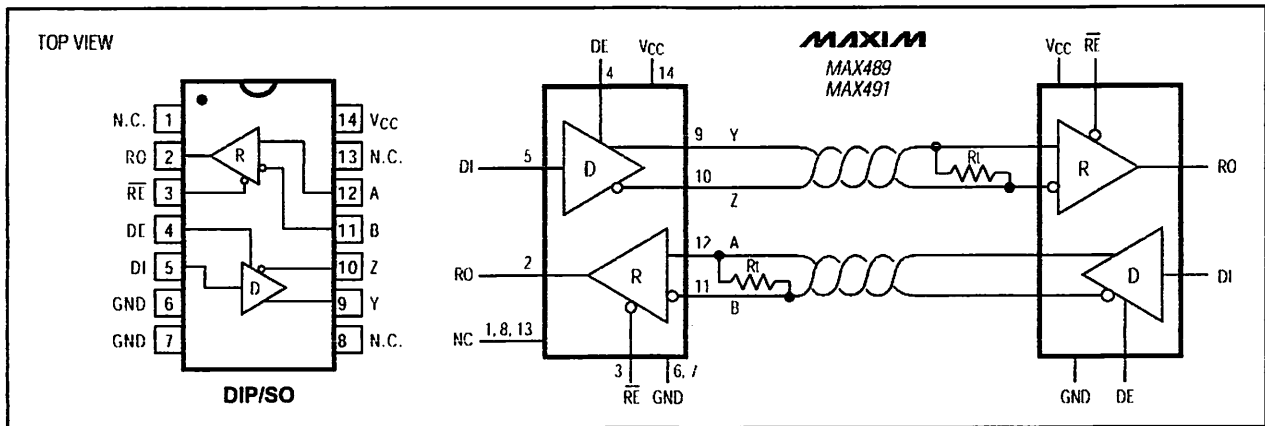


Figure 3. MAX489/MAX491 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Applications Information

The MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491 and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communications. The MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 can transmit and receive at data rates up to 2.5Mbps, while the MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 are specified for data rates up to 250kbps. The MAX488-MAX491 are full-duplex transceivers while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are half duplex. In addition, Driver Enable (DE) and Receiver Enable (\overline{RE}) pins are included on the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, MAX489, MAX491, and MAX1487. When disabled, the driver and receiver outputs are high impedance.

MAX487/MAX1487:

128 Transceivers on the Bus

The 48k Ω , $\frac{1}{4}$ -unit-load receiver input impedance of the MAX487 and MAX1487 allows up to 128 transceivers on a bus, compared to the 1-unit load (12k Ω input impedance) of standard RS-485 drivers (32 transceivers maximum). Any combination of MAX487/MAX1487 and other RS-485 transceivers with a total of 32 unit loads or less can be put on the bus. The MAX481/MAX483/MAX485 and MAX488-MAX491 have standard 12k Ω Receiver Input impedance.

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Test Circuits

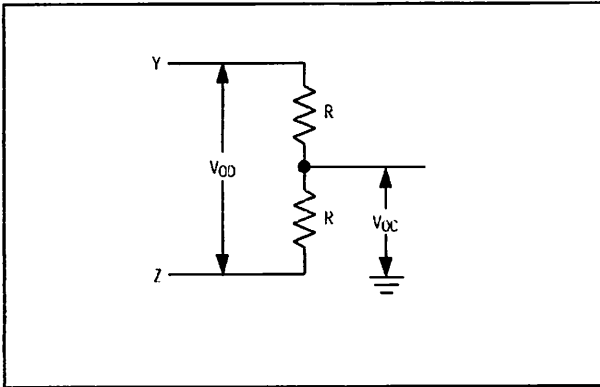


Figure 4. Driver DC Test Load

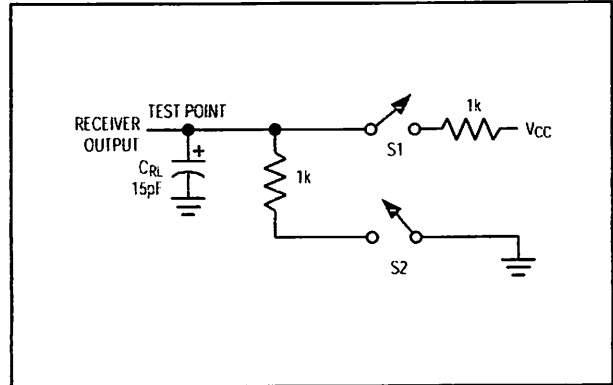


Figure 5. Receiver Timing Test Load

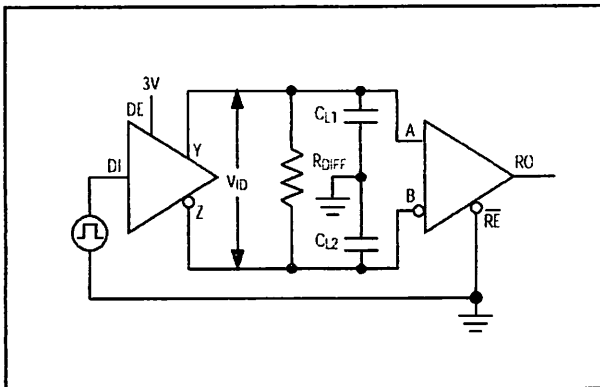


Figure 6. Driver/Receiver Timing Test Circuit

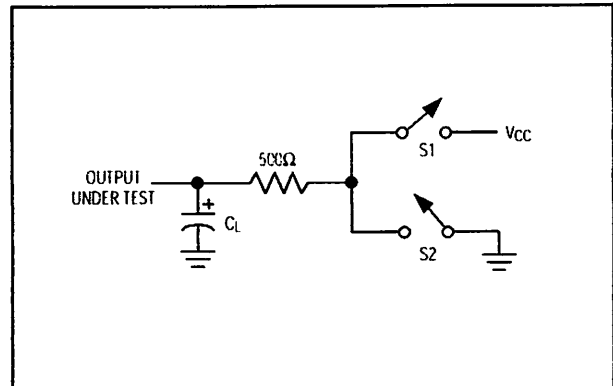


Figure 7. Driver Timing Test Load

MAX483/MAX487/MAX488/MAX489: Reduced EMI and Reflections

The MAX483 and MAX487–MAX489 are slew-rate limited, minimizing EMI and reducing reflections caused by improperly terminated cables. Figure 12 shows the driver output waveform and its Fourier analysis of a 150kHz signal transmitted by a MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, or MAX1487. High-frequency har-

monics with large amplitudes are evident. Figure 13 shows the same information displayed for a MAX483, MAX487, MAX488, or MAX489 transmitting under the same conditions. Figure 13's high-frequency harmonics have much lower amplitudes, and the potential for EMI is significantly reduced.

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Switching Waveforms

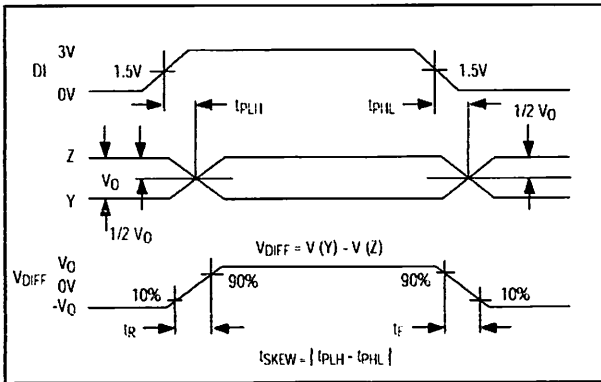


Figure 8. Driver Propagation Delays

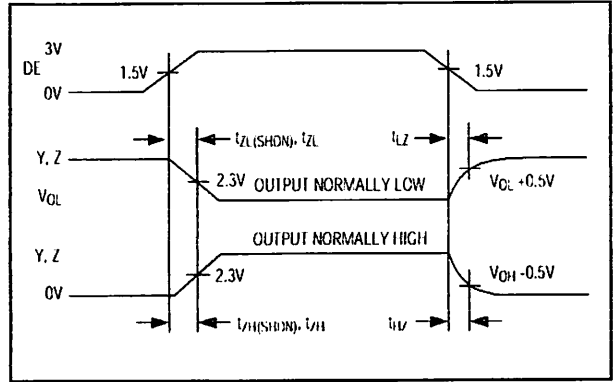


Figure 9. Driver Enable and Disable Times (except MAX488 and MAX490)

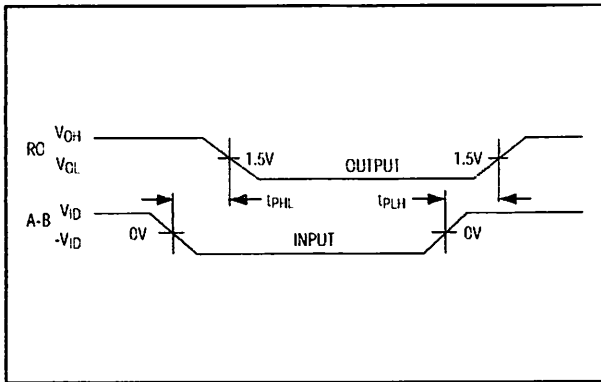


Figure 10. Receiver Propagation Delays

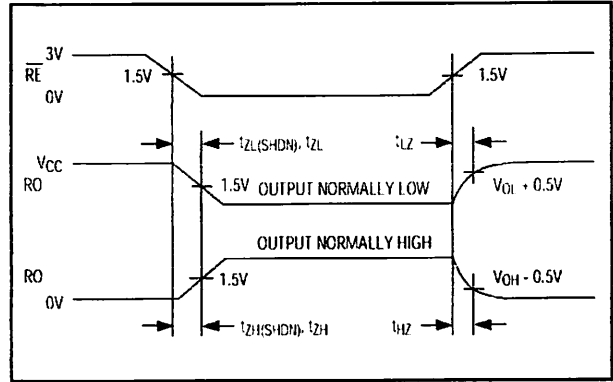


Figure 11. Receiver Enable and Disable Times (except MAX488 and MAX490)

Function Tables (MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487)

Table 1. Transmitting

INPUTS			OUTPUTS	
\overline{RE}	DE	DI	Z	Y
X	1	1	0	1
X	1	0	1	0
0	0	X	High-Z	High-Z
1	0	X	High-Z*	High-Z*

X = Don't care
High-Z = High impedance
* Shutdown mode for MAX481/MAX483/MAX487

Table 2. Receiving

INPUTS			OUTPUT
\overline{RE}	DE	A-B	RO
0	0	$\geq +0.2V$	1
0	0	$\leq -0.2V$	0
0	0	Inputs open	1
1	0	X	High-Z*

X = Don't care
High-Z = High impedance
* Shutdown mode for MAX481/MAX483/MAX487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

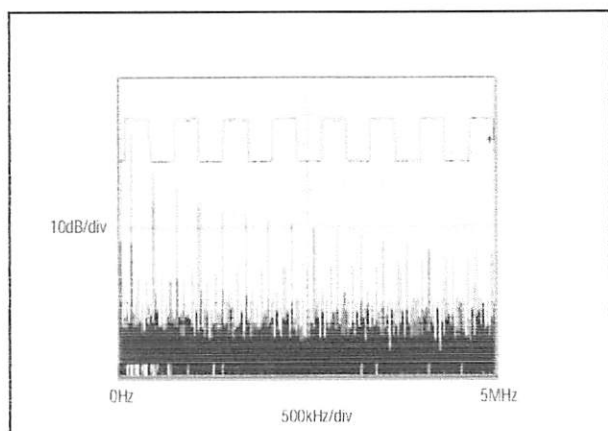


Figure 12. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Transmitting a 150kHz Signal

Low-Power Shutdown Mode (MAX481/MAX483/MAX487)

A low-power shutdown mode is initiated by bringing both \overline{RE} high and DE low. The devices will not shut down unless both the driver and receiver are disabled. In shutdown, the devices typically draw only 0.1 μ A of supply current.

\overline{RE} and DE may be driven simultaneously; the parts are guaranteed not to enter shutdown if \overline{RE} is high and DE is low for less than 50ns. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to enter shutdown.

For the MAX481, MAX483, and MAX487, the t_{ZH} and t_{ZL} enable times assume the part was not in the low-power shutdown state (the MAX485/MAX488–MAX491 and MAX1487 can not be shut down). The $t_{ZH(SHDN)}$ and $t_{ZL(SHDN)}$ enable times assume the parts were shut down (see *Electrical Characteristics*).

It takes the drivers and receivers longer to become enabled from the low-power shutdown state ($t_{ZH(SHDN)}$, $t_{ZL(SHDN)}$) than from the operating mode (t_{ZH} , t_{ZL}). (The parts are in operating mode if the \overline{RE} , DE inputs equal a logical 0,1 or 1,1 or 0, 0.)

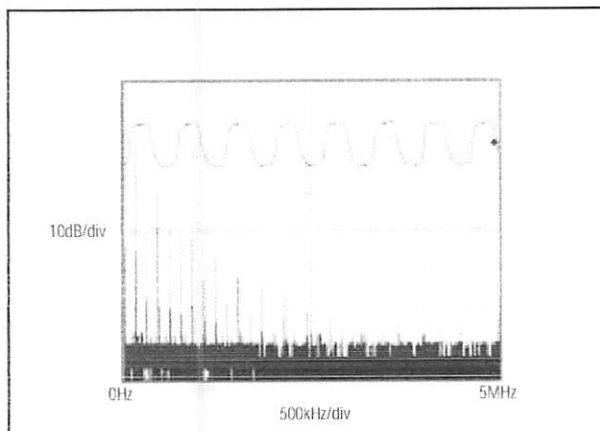


Figure 13. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX483/MAX487–MAX489 Transmitting a 150kHz Signal

Driver Output Protection

Excessive output current and power dissipation caused by faults or by bus contention are prevented by two mechanisms. A foldback current limit on the output stage provides immediate protection against short circuits over the whole common-mode voltage range (see *Typical Operating Characteristics*). In addition, a thermal shutdown circuit forces the driver outputs into a high-impedance state if the die temperature rises excessively.

Propagation Delay

Many digital encoding schemes depend on the difference between the driver and receiver propagation delay times. Typical propagation delays are shown in Figures 15–18 using Figure 14's test circuit.

The difference in receiver delay times, $|t_{PLH} - t_{PHL}|$, is typically under 13ns for the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 and is typically less than 100ns for the MAX483 and MAX487–MAX489.

The driver skew times are typically 5ns (10ns max) for the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487, and are typically 100ns (800ns max) for the MAX483 and MAX487–MAX489.

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

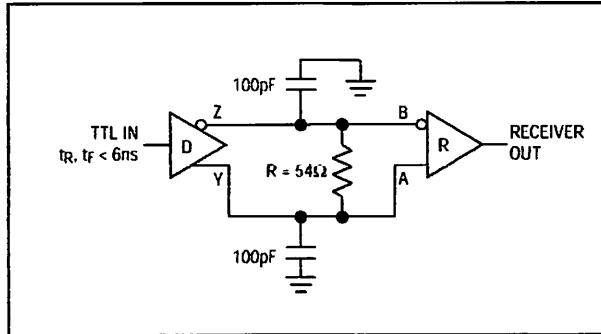


Figure 14. Receiver Propagation Delay Test Circuit

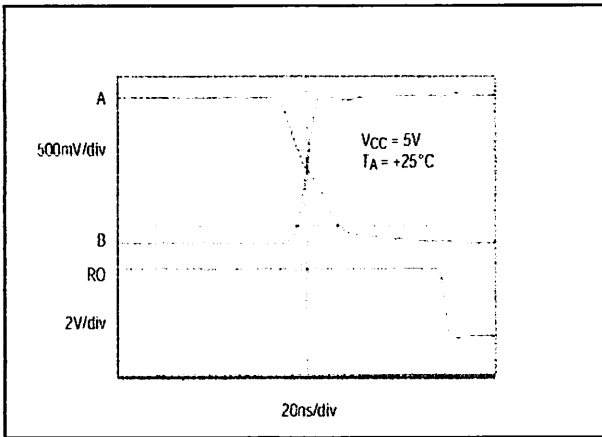


Figure 15. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Receiver t_{PHL}

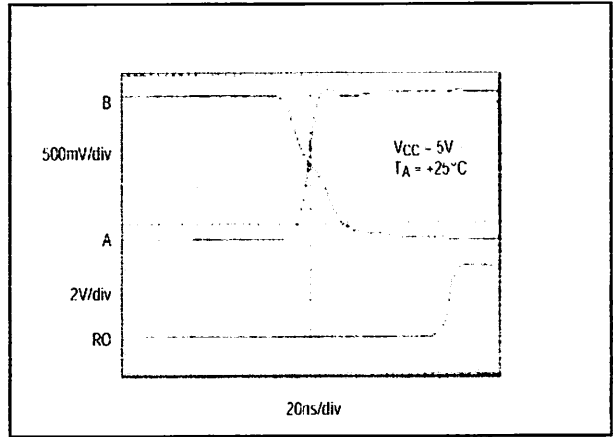


Figure 16. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Receiver t_{PLH}

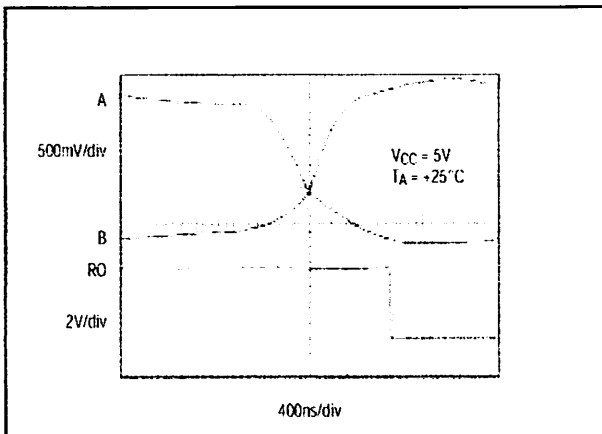


Figure 17. MAX483, MAX487-MAX489 Receiver t_{PHL}

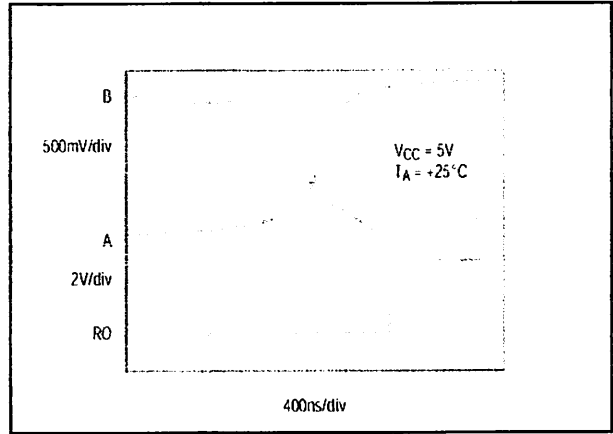


Figure 18. MAX483, MAX487-MAX489 Receiver t_{PLH}

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Line Length vs. Data Rate

The RS-485/RS-422 standard covers line lengths up to 4000 feet. For line lengths greater than 4000 feet, see Figure 23.

Figures 19 and 20 show the system differential voltage for the parts driving 4000 feet of 26AWG twisted-pair wire at 110kHz into 120Ω loads.

Typical Applications

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX491, and MAX1487 transceivers are designed for bidirectional data communications on multipoint bus transmission lines.

Figures 21 and 22 show typical network applications circuits. These parts can also be used as line repeaters, with cable lengths longer than 4000 feet, as shown in Figure 23.

To minimize reflections, the line should be terminated at both ends in its characteristic impedance, and stub lengths off the main line should be kept as short as possible. The slew-rate-limited MAX483 and MAX487-MAX489 are more tolerant of imperfect termination.

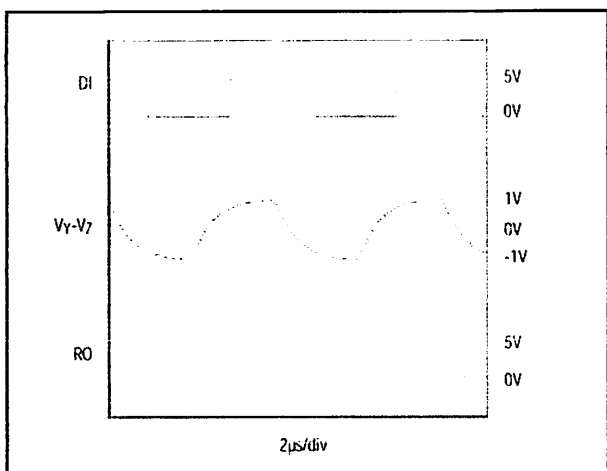


Figure 19. MAX481/MAX483/MAX490/MAX491/MAX1487 System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable

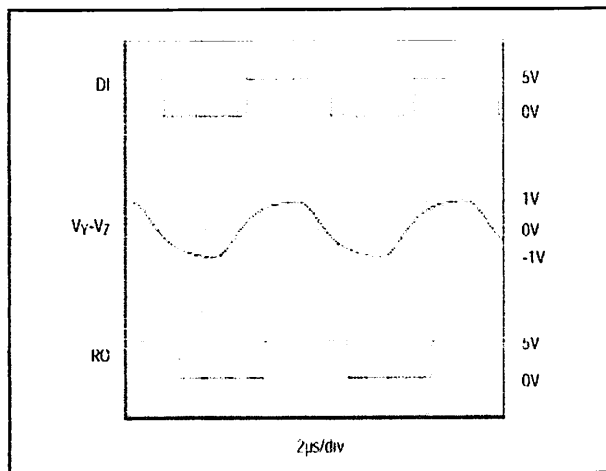


Figure 20. MAX483, MAX487-MAX489 System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable

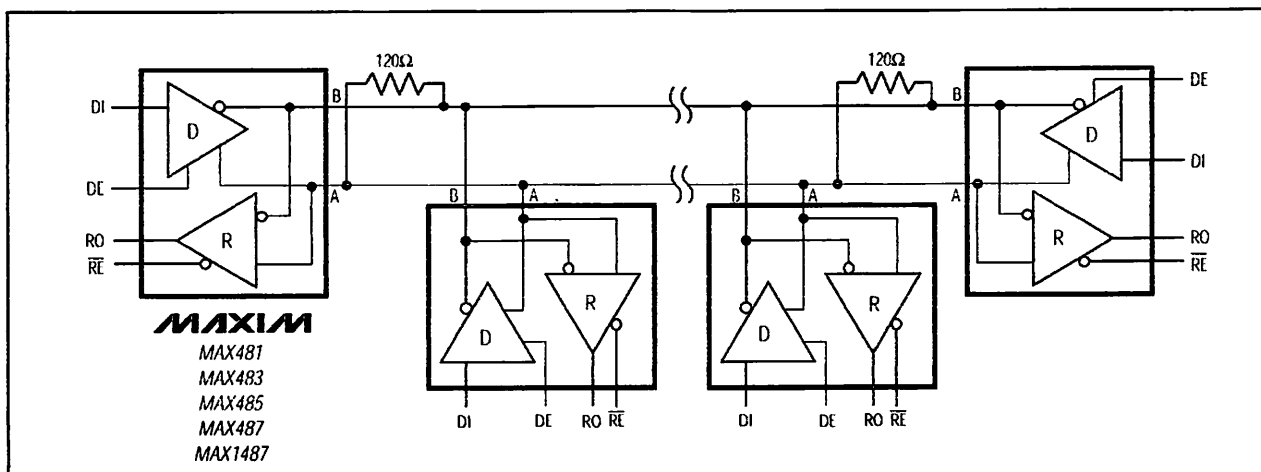


Figure 21. MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487 Typical Half-Duplex RS-485 Network

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

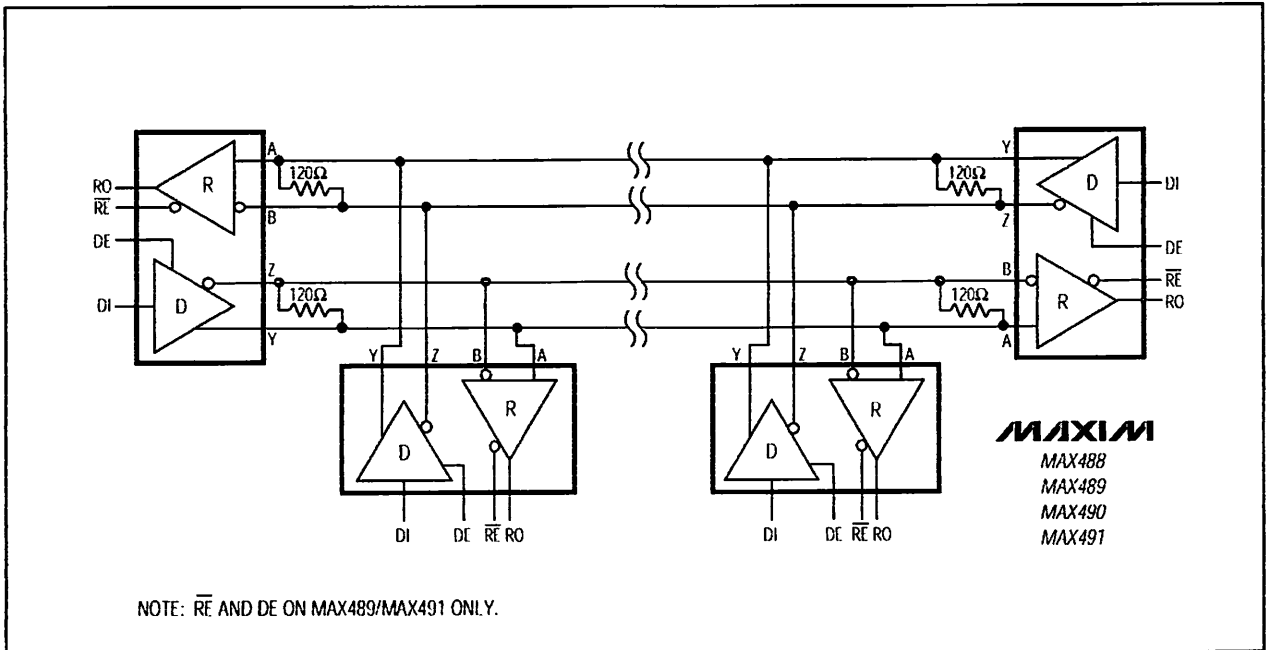


Figure 22. MAX488-MAX491 Full-Duplex RS-485 Network

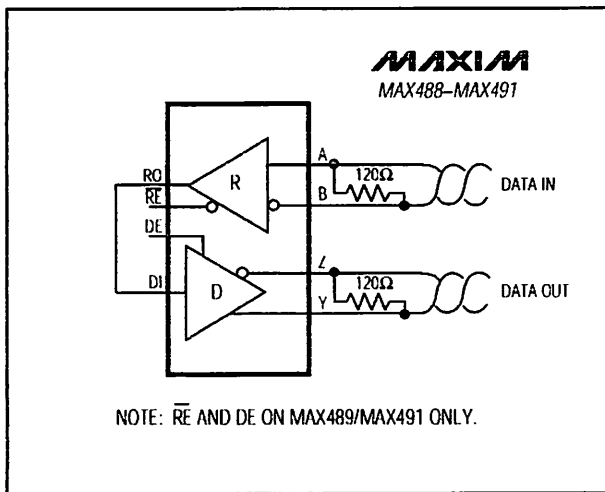


Figure 23. Line Repeater for MAX488-MAX491

Isolated RS-485

For isolated RS-485 applications, see the MAX253 and MAX1480 data sheets.

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Ordering Information (continued)

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX481EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX481ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX481MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX483 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX483CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX483CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX483C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX483EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX483ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX483MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX485 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX485CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX485CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX485C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX485EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX485ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX485MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX487 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX487CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX487CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX487C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX487EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX487ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX487MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX488 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX488CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX488CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX488C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX488EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX488ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX488MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX489 CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX489CSD	0°C to +70°C	14 SO
MAX489C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX489EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX489ESD	-40°C to +85°C	14 SO
MAX489MJD	-55°C to +125°C	14 CERDIP

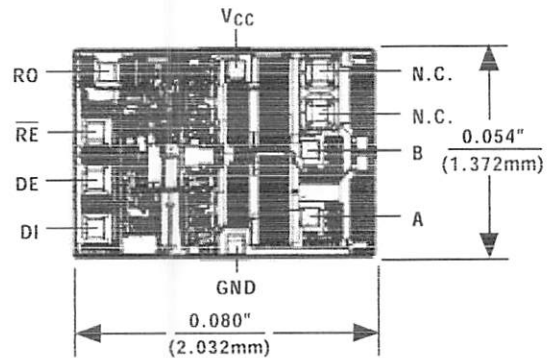
Ordering Information (continued)

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX490 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX490CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX490CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX490C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX490EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX490ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX490MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX491 CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX491CSD	0°C to +70°C	14 SO
MAX491C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX491EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX491ESD	-40°C to +85°C	14 SO
MAX491MJD	-55°C to +125°C	14 CERDIP
MAX1487 CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX1487CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX1487CUA	0°C to +70°C	8 μMAX
MAX1487C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX1487EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX1487ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX1487MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP

* Contact factory for dice specifications.

Chip Topographies

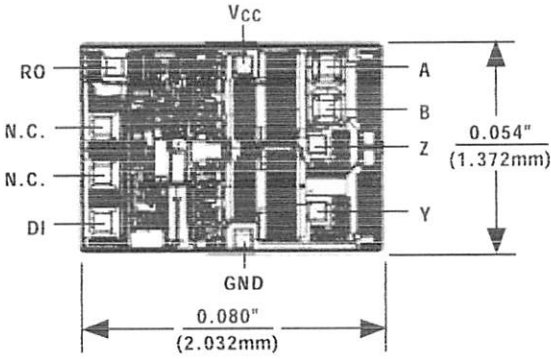
MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487



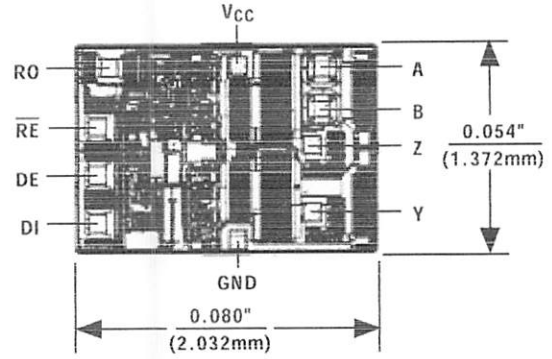
Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Chip Topographies (continued)

MAX488/MAX490



MAX489/MAX491



TRANSISTOR COUNT: 248
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

Package Information

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.036	0.044	0.91	1.11
A1	0.004	0.008	0.10	0.20
B	0.010	0.014	0.25	0.36
C	0.005	0.007	0.13	0.18
D	0.116	0.120	2.95	3.05
E	0.116	0.120	2.95	3.05
e	0.0256		0.65	
H	0.188	0.198	4.78	5.03
L	0.016	0.026	0.41	0.66
α	0°	6°	0°	6°

21-0036D

**8-PIN μMAX
MICROMAX SMALL-OUTLINE
PACKAGE**

Maxim cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim product. No circuit patent licenses are implied. Maxim reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

16 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600

+5V Powered Dual RS-232 Transmitter/Receiver

December 1993

Features

- Meets All RS-232C Specifications
- Requires Only Single +5V Power Supply
- Onboard Voltage Doubler/Inverter
- Low Power Consumption
- 2 Drivers
 - $\pm 9V$ Output Swing for +5V Input
 - 300Ω Power-off Source Impedance
 - Output Current Limiting
 - TTL/CMOS Compatible
 - $30V/\mu s$ Maximum Slew Rate
- 2 Receivers
 - $\pm 30V$ Input Voltage Range
 - $3k\Omega$ to $7k\Omega$ Input Impedance
 - 0.5V Hysteresis to Improve Noise Rejection
- All Critical Parameters are Guaranteed Over the Entire Commercial, Industrial and Military Temperature Ranges

Applications

- Any System Requiring RS-232 Communications Port
 - Computer - Portable and Mainframe
 - Peripheral - Printers and Terminals
 - Portable Instrumentation
 - Modems
 - Dataloggers

Description

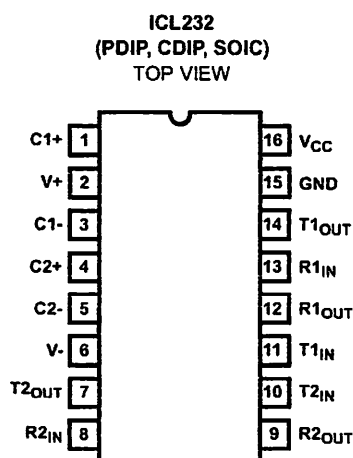
The ICL232 is a dual RS-232 transmitter/receiver interface circuit that meets all EIA RS-232C specifications. It requires a single +5V power supply, and features two onboard charge pump voltage converters which generate +10V and -10V supplies from the 5V supply.

The drivers feature true TTL/CMOS input compatibility, slew-rate-limited output, and 300Ω power-off source impedance. The receivers can handle up to $\pm 30V$, and have a $3k\Omega$ to $7k\Omega$ input impedance. The receivers also have hysteresis to improve noise rejection.

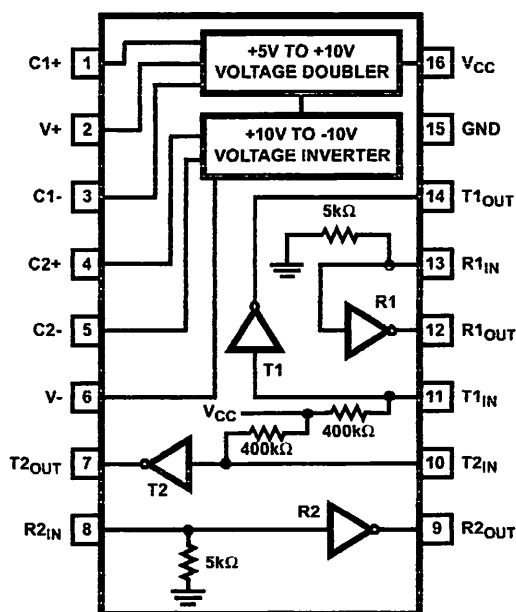
Ordering Information

PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE
ICL232CPE	0°C to +70°C	16 Lead Plastic DIP
ICL232CJE	0°C to +70°C	16 Lead Ceramic DIP
ICL232CBE	0°C to +70°C	16 Lead SOIC (W)
ICL232IPE	-40°C to +85°C	16 Lead Plastic DIP
ICL232IJE	-40°C to +85°C	16 Lead Ceramic DIP
ICL232IBE	-40°C to +85°C	16 Lead SOIC (W)
ICL232MJE	-55°C to +125°C	16 Lead Ceramic DIP

Pinouts



Functional Diagram



CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge. Users should follow proper I.C. Handling Procedures.

Copyright © Harris Corporation 1993

File Number 3020.2

Specifications ICL232

Absolute Maximum Ratings

V_{CC} to Ground	(GND -0.3V) < V_{CC} < 6V
$V+$ to Ground	(V_{CC} -0.3V) < $V+$ < 12V
$V-$ to Ground	-12V < $V-$ < (GND +0.3V)
Input Voltages	
$T1_{IN}, T2_{IN}$	($V-$ -0.3V) < V_{IN} < ($V+$ +0.3V)
$R1_{IN}, R2_{IN}$	$\pm 30V$
Output Voltages	
$T1_{OUT}, T2_{OUT}$	($V-$ -0.3V) < V_{TXOUT} < ($V+$ +0.3V)
$R1_{OUT}, R2_{OUT}$	(GND -0.3V) < V_{RXOUT} < (V_{CC} +0.3V)
Short Circuit Duration	
$T1_{OUT}, T2_{OUT}$	Continuous
$R1_{OUT}, R2_{OUT}$	Continuous
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering 10s)	+300°C

Thermal Information

Thermal Resistance	θ_{JA}	θ_{JC}
Ceramic DIP Package	80°C/W	24°C/W
Plastic DIP Package	100°C/W	-
SOIC Package	100°C/W	-
Maximum Power Dissipation	250mW	
Operating Temperature Range		
ICL232C	0°C to +70°C	
ICL232I	-40°C to +85°C	
ICL232M	-55°C to +125°C	

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

Electrical Specifications

Test Conditions: $V_{CC} = +5V \pm 10\%$, $T_A =$ Operating Temperature Range. Test Circuit as in Figure 8 Unless Otherwise Specified

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LIMITS			UNITS
		MIN	TYP	MAX	
Transmitter Output Voltage Swing, T_{OUT}	$T1_{OUT}$ and $T2_{OUT}$ loaded with 3k Ω to Ground	± 5	± 9	± 10	V
Power Supply Current, I_{CC}	Outputs Unloaded, $T_A = +25^\circ C$	-	5	10	mA
T_{IN} , Input Logic Low, V_{IL}		-	-	0.8	V
T_{IN} , Input Logic High, V_{IH}		2.0	-	-	V
Logic Pullup Current, I_p	$T1_{IN}, T2_{IN} = 0V$	-	15	200	μA
RS-232 Input Voltage Range, V_{IN}		-30	-	+30	V
Receiver Input Impedance, R_{IN}	$V_{IN} = \pm 3V$	3.0	5.0	7.0	k Ω
Receiver Input Low Threshold, V_{IN} (H-L)	$V_{CC} = 5.0V$, $T_A = +25^\circ C$	0.8	1.2	-	V
Receiver Input High Threshold, V_{IN} (L-H)	$V_{CC} = 5.0V$, $T_A = +25^\circ C$	-	1.7	2.4	V
Receiver Input Hysteresis, V_{HYST}		0.2	0.5	1.0	V
TTL/CMOS Receiver Output Voltage Low, V_{OL}	$I_{OUT} = 3.2mA$	-	0.1	0.4	V
TTL/CMOS Receiver Output Voltage High, V_{OH}	$I_{OUT} = -1.0mA$	3.5	4.6	-	V
Propagation Delay, t_{PD}	RS-232 to TTL	-	0.5	-	μs
Instantaneous Slew Rate, SR	$C_L = 10pF$, $R_L = 3k\Omega$, $T_A = +25^\circ C$ (Notes 1, 2)	-	-	30	V/ μs
Transition Region Slew Rate, SR_T	$R_L = 3k\Omega$, $C_L = 2500pF$ Measured from +3V to -3V or -3V to +3V	-	3	-	V/ μs
Output Resistance, R_{OUT}	$V_{CC} = V+ = V- = 0V$, $V_{OUT} = \pm 2V$	300	-	-	Ω
RS-232 Output Short Circuit Current, I_{SC}	$T1_{OUT}$ or $T2_{OUT}$ shorted to GND	-	± 10	-	mA

NOTES:

1. Guaranteed by design.
2. See Figure 4 for definition.

Typical Performance Curves

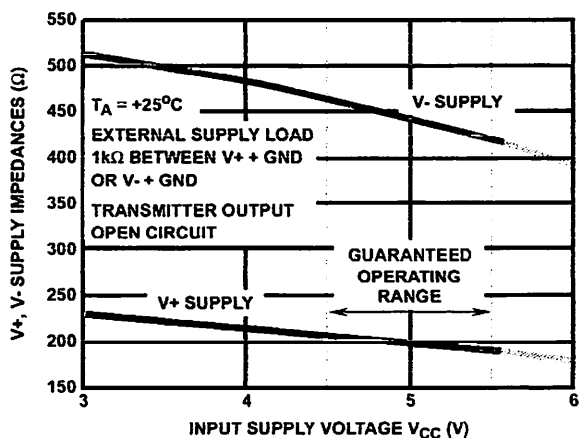


FIGURE 1. V+, V- OUTPUT IMPEDANCES vs V_{CC}

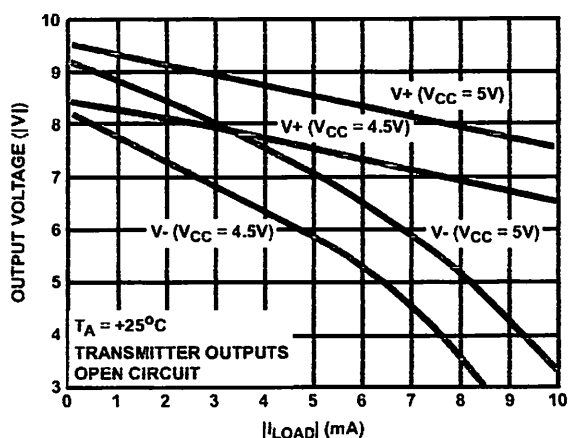


FIGURE 2. V+, V- OUTPUT VOLTAGES vs LOAD CURRENT

Pin Descriptions

PLASTIC DIP, CERAMIC DIP	SOIC	PIN NAME	DESCRIPTION
1	1	C1+	External capacitor "+" for internal voltage doubler.
2	2	V+	Internally generated +10V (typical) supply.
3	3	C1-	External capacitor "-" for internal voltage doubler.
4	4	C2+	External capacitor "+" internal voltage inverter.
5	5	C2-	External capacitor "-" internal voltage inverter.
6	6	V-	Internally generated -10V (typical) supply.
7	7	T2 _{OUT}	RS-232 Transmitter 2 output $\pm 10V$ (typical).
8	8	R2 _{IN}	RS-232 Receiver 2 input, with internal 5K pulldown resistor to GND.
9	9	R2 _{OUT}	Receiver 2 TTL/CMOS output.
10	10	T2 _{IN}	Transmitter 2 TTL/CMOS input, with internal 400K pullup resistor to V_{CC} .
11	11	T1 _{IN}	Transmitter 1 TTL/CMOS input, with internal 400K pullup resistor to V_{CC} .
12	12	R1 _{OUT}	Receiver 1 TTL/CMOS output.
13	13	R1 _{IN}	RS-232 Receiver 1 input, with internal 5K pulldown resistor to GND.
14	14	T1 _{OUT}	RS-232 Transmitter 1 output $\pm 10V$ (typical).
15	15	GND	Supply Ground.
16	16	VCC	Positive Power Supply +5V $\pm 10\%$

Detailed Description

The ICL232 is a dual RS-232 transmitter/receiver powered by a single +5V power supply which meets all EIA RS232C specifications and features low power consumption. The functional diagram illustrates the major elements of the ICL232. The circuit is divided into three sections: a voltage doubler/inverter, dual transmitters, and dual receivers.

Voltage Converter

An equivalent circuit of the dual charge pump is illustrated in Figure 3.

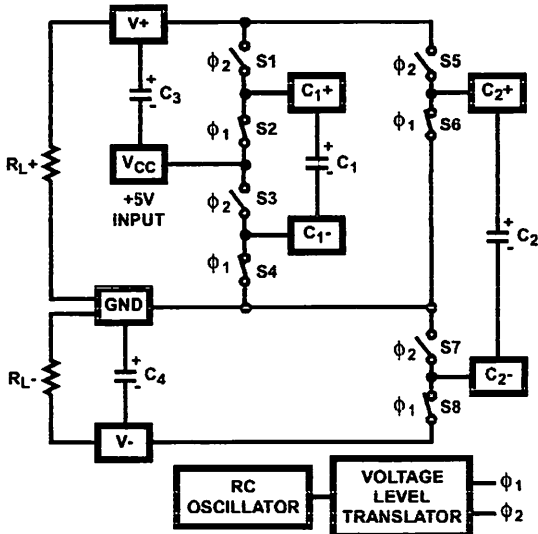


FIGURE 3. DUAL CHARGE PUMP

The voltage quadrupler contains two charge pumps which use two phases of an internally generated clock to generate +10V and -10V. The nominal clock frequency is 16kHz. During phase one of the clock, capacitor C1 is charged to V_{CC} . During phase two, the voltage on C1 is added to V_{CC} , producing a signal across C2 equal to twice V_{CC} . At the same time, C3 is also charged to $2V_{CC}$, and then during phase one, it is inverted with respect to ground to produce a signal across C4 equal to $-2V_{CC}$. The voltage converter accepts input voltages up to 5.5V. The output impedance of the doubler ($V+$) is approximately 200Ω , and the output impedance of the inverter ($V-$) is approximately 450Ω . Typical graphs are presented which show the voltage converters output vs input voltage and output voltages vs load characteristics. The test circuit (Figure 8) uses $1\mu F$ capacitors for C1-C4, however, the value is not critical. Increasing the values of C1 and C2 will lower the output impedance of the voltage doubler and inverter, and increasing the values of the reservoir capacitors, C3 and C4, lowers the ripple on the $V+$ and $V-$ supplies.

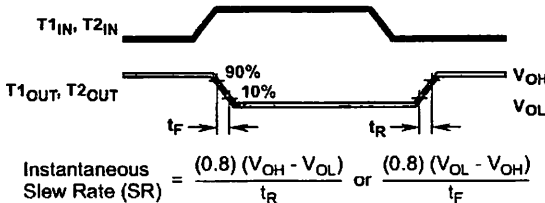


FIGURE 4. SLEW RATE DEFINITION

Transmitters

The transmitters are TTL/CMOS compatible inverters which translate the inputs to RS-232 outputs. The input logic threshold is about 26% of V_{CC} , or 1.3V for $V_{CC} = 5V$. A logic 1 at the input results in a voltage of between -5V and $V-$ at the output, and a logic 0 results in a voltage between +5V and $(V+ - 0.6V)$. Each transmitter input has an internal $400k\Omega$ pullup resistor so any unused input can be left unconnected and its output remains in its low state. The output voltage swing meets the RS-232C specification of $\pm 5V$ minimum with the worst case conditions of: both transmitters driving $3k\Omega$ minimum load impedance, $V_{CC} = 4.5V$, and maximum allowable operating temperature. The transmitters have an internally limited output slew rate which is less than $30V/\mu s$. The outputs are short circuit protected and can be shorted to ground indefinitely. The powered down output impedance is a minimum of 300Ω with $\pm 2V$ applied to the outputs and $V_{CC} = 0V$.

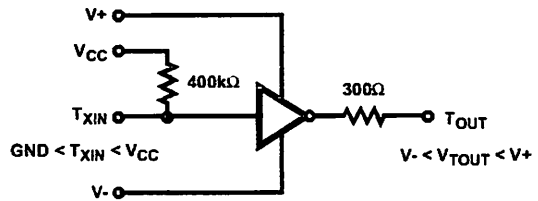


FIGURE 5. TRANSMITTER

Receivers

The receiver inputs accept up to $\pm 30V$ while presenting the required $3k\Omega$ to $7k\Omega$ input impedance even if the power is off ($V_{CC} = 0V$). The receivers have a typical input threshold of 1.3V which is within the $\pm 3V$ limits, known as the transition region, of the RS-232 specification. The receiver output is 0V to V_{CC} . The output will be low whenever the input is greater than 2.4V and high whenever the input is floating or driven between +0.8V and -30V. The receivers feature 0.5V hysteresis to improve noise rejection.

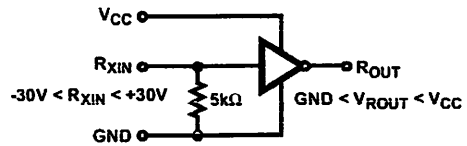


FIGURE 6. RECEIVER

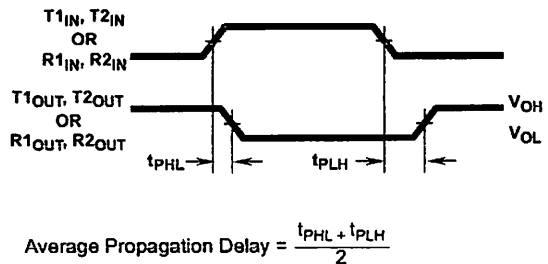


FIGURE 7. PROPAGATION DELAY DEFINITION

Test Circuits

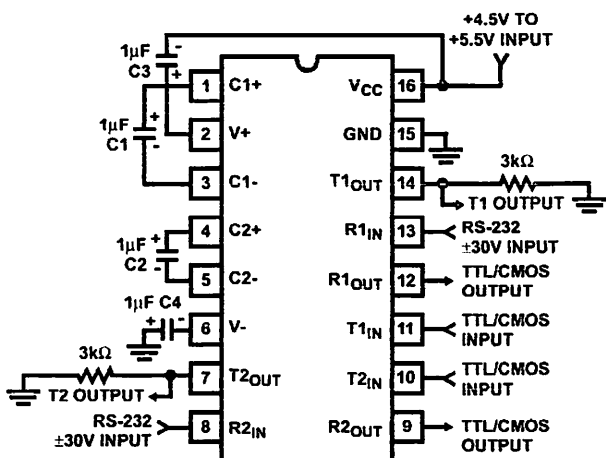


FIGURE 8. GENERAL TEST CIRCUIT

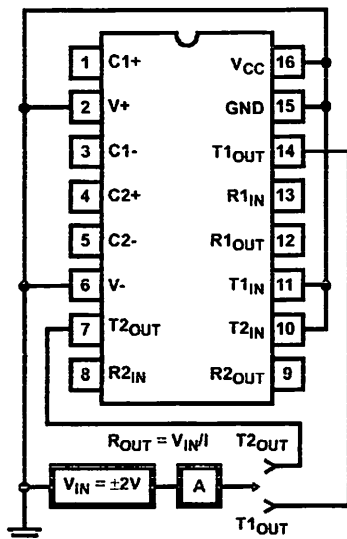


FIGURE 9. POWER-OFF SOURCE RESISTANCE CONFIGURATION

Applications

The ICL232 may be used for all RS-232 data terminal and communication links. It is particularly useful in applications where $\pm 12V$ power supplies are not available for conventional RS-232 interface circuits. The applications presented represent typical interface configurations.

A simple duplex RS-232 port with CTS/RTS handshaking is illustrated in Figure 10. Fixed output signals such as DTR (data terminal ready) and DSRS (data signaling rate select) is generated by driving them through a $5k\Omega$ resistor connected to $V+$.

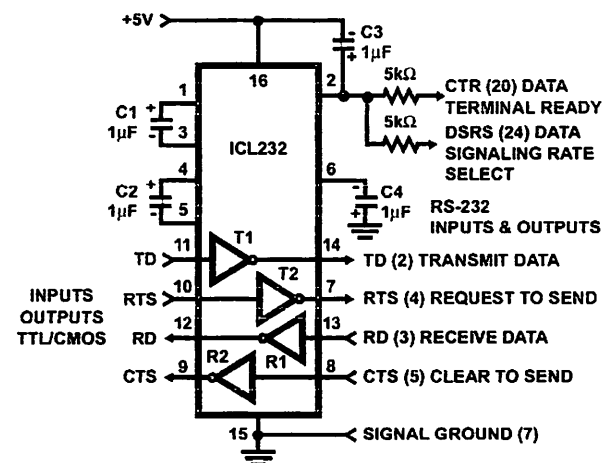


FIGURE 10. SIMPLE DUPLEX RS-232 PORT WITH CTS/RTS HANDSHAKING

In applications requiring four RS-232 inputs and outputs (Figure 11), note that each circuit requires two charge pump capacitors ($C1$ and $C2$) but can share common reservoir

capacitors ($C3$ and $C4$). The benefit of sharing common reservoir capacitors is the elimination of two capacitors and the reduction of the charge pump source impedance which effectively increases the output swing of the transmitters.

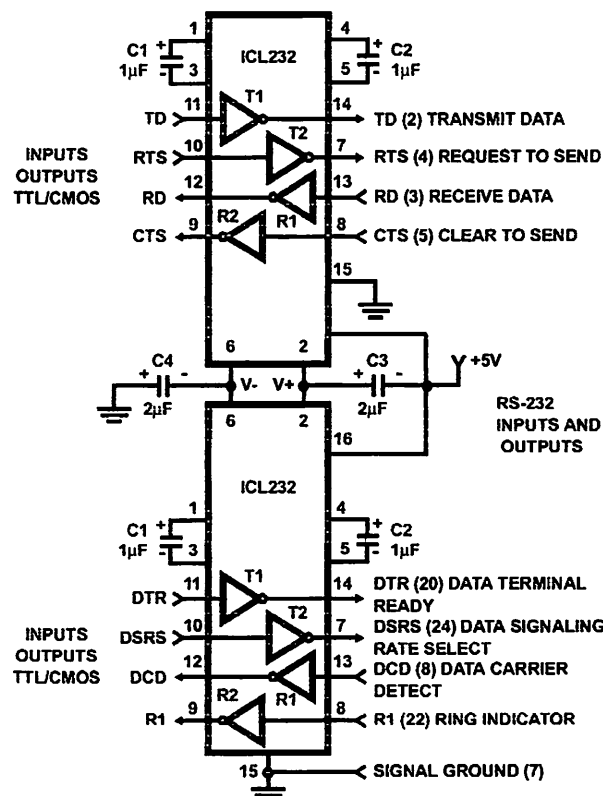


FIGURE 11. COMBINING TWO ICL232s FOR 4 PAIRS OF RS-232 INPUTS AND OUTPUTS

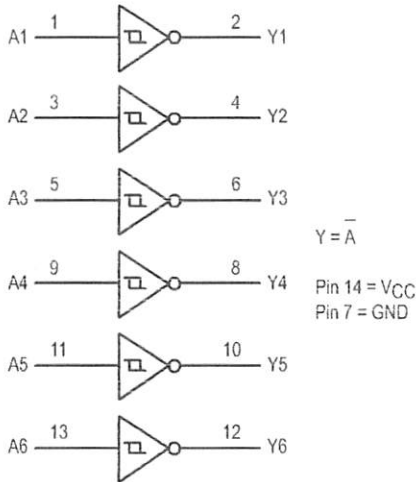
Hex Schmitt-Trigger Inverter High-Performance Silicon-Gate CMOS

The MC54/74HC14A is identical in pinout to the LS14, LS04 and the HC04. The device inputs are compatible with Standard CMOS outputs; with pullup resistors, they are compatible with LSTTL outputs.

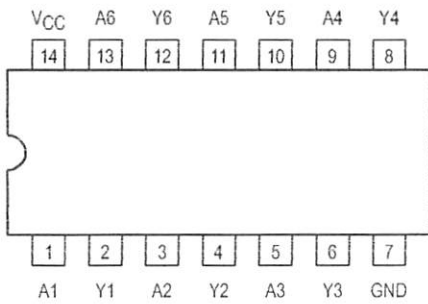
The HC14A is useful to "square up" slow input rise and fall times. Due to hysteresis voltage of the Schmitt trigger, the HC14A finds applications in noisy environments.

- Output Drive Capability: 10 LSTTL Loads
- Outputs Directly Interface to CMOS, NMOS and TTL
- Operating Voltage Range: 2 to 6V
- Low Input Current: 1µA
- High Noise Immunity Characteristic of CMOS Devices
- In Compliance With the JEDEC Standard No. 7A Requirements
- Chip Complexity: 60 FETs or 15 Equivalent Gates

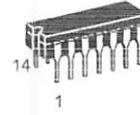
LOGIC DIAGRAM



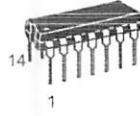
Pinout: 14-Lead Packages (Top View)



MC54/74HC14A



J SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 632-08



N SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646-06



D SUFFIX
SOIC PACKAGE
CASE 751A-03



DT SUFFIX
TSSOP PACKAGE
CASE 948G-01

ORDERING INFORMATION

MC54HCXXAJ	Ceramic
MC74HCXXAN	Plastic
MC74HCXXAD	SOIC
MC74HCXXADT	TSSOP

FUNCTION TABLE

Inputs	Outputs
A	Y
L	H
H	L



MC54/74HC14A

MAXIMUM RATINGS*

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{CC}	DC Supply Voltage (Referenced to GND)	- 0.5 to + 7.0	V
V _{in}	DC Input Voltage (Referenced to GND)	- 0.5 to V _{CC} + 0.5	V
V _{out}	DC Output Voltage (Referenced to GND)	- 0.5 to V _{CC} + 0.5	V
I _{in}	DC Input Current, per Pin	± 20	mA
I _{out}	DC Output Current, per Pin	± 25	mA
I _{CC}	DC Supply Current, V _{CC} and GND Pins	± 50	mA
P _D	Power Dissipation in Still Air, Plastic or Ceramic DIP† SOIC Package† TSSOP Package†	750 500 450	mW
T _{stg}	Storage Temperature Range	- 65 to + 150	°C
T _L	Lead Temperature, 1 mm from Case for 10 Seconds Plastic DIP, SOIC or TSSOP Package Ceramic DIP	260 300	°C

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range GND ≤ (V_{in} or V_{out}) ≤ V_{CC}. Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either GND or V_{CC}). Unused outputs must be left open.

* Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation should be restricted to the Recommended Operating Conditions.

† Derating — Plastic DIP: - 10 mW/°C from 65° to 125°C
Ceramic DIP: - 10 mW/°C from 100° to 125°C
SOIC Package: - 7 mW/°C from 65° to 125°C
TSSOP Package: - 6.1 mW/°C from 65° to 125°C

For high frequency or heavy load considerations, see Chapter 2 of the Motorola High-Speed CMOS Data Book (DL129/D).

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	
V _{CC}	DC Supply Voltage (Referenced to GND)	2.0	6.0	V	
V _{in} , V _{out}	DC Input Voltage, Output Voltage (Referenced to GND)	0	V _{CC}	V	
T _A	Operating Temperature Range, All Package Types	- 55	+ 125	°C	
t _r , t _f	Input Rise/Fall Time (Figure 1)	V _{CC} = 2.0 V V _{CC} = 4.5 V V _{CC} = 6.0 V	0 0 0	No Limit* No Limit* No Limit*	ns

* When V_{in} = 50% V_{CC}, I_{CC} > 1mA

DC CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to GND)

Symbol	Parameter	Condition	V _{CC} V	Guaranteed Limit			Unit
				-55 to 25°C	≤85°C	≤125°C	
V _{T+} max	Maximum Positive-Going Input Threshold Voltage (Figure 3)	V _{out} = 0.1V I _{out} ≤ 20μA	2.0	1.50	1.50	1.50	V
			3.0	2.15	2.15	2.15	
			4.5	3.15	3.15	3.15	
			6.0	4.20	4.20	4.20	
V _{T+} min	Minimum Positive-Going Input Threshold Voltage (Figure 3)	V _{out} = 0.1V I _{out} ≤ 20μA	2.0	1.0	0.95	0.95	V
			3.0	1.5	1.45	1.45	
			4.5	2.3	2.25	2.25	
			6.0	3.0	2.95	2.95	
V _{T-} max	Maximum Negative-Going Input Threshold Voltage (Figure 3)	V _{out} = V _{CC} - 0.1V I _{out} ≤ 20μA	2.0	0.9	0.95	0.95	V
			3.0	1.4	1.45	1.45	
			4.5	2.0	2.05	2.05	
			6.0	2.6	2.65	2.65	
V _{T-} min	Minimum Negative-Going Input Threshold Voltage (Figure 3)	V _{out} = V _{CC} - 0.1V I _{out} ≤ 20μA	2.0	0.3	0.3	0.3	V
			3.0	0.5	0.5	0.5	
			4.5	0.9	0.9	0.9	
			6.0	1.2	1.2	1.2	
V _H max Note 2	Maximum Hysteresis Voltage (Figure 3)	V _{out} = 0.1V or V _{CC} - 0.1V I _{out} ≤ 20μA	2.0	1.20	1.20	1.20	V
			3.0	1.65	1.65	1.65	
			4.5	2.25	2.25	2.25	
			6.0	3.00	3.00	3.00	
V _H min Note 2	Minimum Hysteresis Voltage (Figure 3)	V _{out} = 0.1V or V _{CC} - 0.1V I _{out} ≤ 20μA	2.0	0.20	0.20	0.20	V
			3.0	0.25	0.25	0.25	
			4.5	0.40	0.40	0.40	
			6.0	0.50	0.50	0.50	
V _{OH}	Minimum High-Level Output Voltage	V _{in} ≤ V _{T-} min I _{out} ≤ 20μA	2.0	1.9	1.9	1.9	V
			4.5	4.4	4.4	4.4	
		V _{in} ≤ V _{T-} min I _{out} ≤ 2.4mA I _{out} ≤ 4.0mA I _{out} ≤ 5.2mA	3.0	2.48	2.34	2.20	
			4.5	3.98	3.84	3.70	
V _{OL}	Maximum Low-Level Output Voltage	V _{in} ≥ V _{T+} max I _{out} ≤ 20μA	2.0	0.1	0.1	0.1	V
			4.5	0.1	0.1	0.1	
		V _{in} ≥ V _{T+} max I _{out} ≤ 2.4mA I _{out} ≤ 4.0mA I _{out} ≤ 5.2mA	3.0	0.26	0.33	0.40	
			4.5	0.26	0.33	0.40	
6.0	0.26	0.33	0.40				
I _{in}	Maximum Input Leakage Current	V _{in} = V _{CC} or GND	6.0	±0.1	±1.0	±1.0	μA
I _{CC}	Maximum Quiescent Supply Current (per Package)	V _{in} = V _{CC} or GND I _{out} = 0μA	6.0	1.0	10	40	μA

1. Information on typical parametric values along with frequency or heavy load considerations can be found in Chapter 2 of the Motorola High-Speed CMOS Data Book (DL129/D).

2. V_Hmin > (V_{T+} min) - (V_{T-} max); V_Hmax = (V_{T+} max) - (V_{T-} min).

MC54/74HC14A

AC CHARACTERISTICS ($C_L = 50\text{pF}$, Input $t_r = t_f = 6\text{ns}$)

Symbol	Parameter	VCC V	Guaranteed Limit			Unit
			-55 to 25°C	≤85°C	≤125°C	
t_{PLH} , t_{PHL}	Maximum Propagation Delay, Input A or B to Output Y (Figures 1 and 2)	2.0	75	95	110	ns
		3.0	30	40	55	
		4.5	15	19	22	
		6.0	13	16	19	
t_{TLH} , t_{THL}	Maximum Output Transition Time, Any Output (Figures 1 and 2)	2.0	75	95	110	ns
		3.0	27	32	36	
		4.5	15	19	22	
		6.0	13	16	19	
C_{in}	Maximum Input Capacitance		10	10	10	pF

NOTE: For propagation delays with loads other than 50 pF, and information on typical parametric values, see Chapter 2 of the Motorola High-Speed CMOS Data Book (DL129/D).

C_{PD}	Power Dissipation Capacitance (Per Inverter)*	Typical @ 25°C, VCC = 5.0 V		pF
		22		

* Used to determine the no-load dynamic power consumption: $P_D = C_{PD} V_{CC}^2 f + I_{CC} V_{CC}$. For load considerations, see Chapter 2 of the Motorola High-Speed CMOS Data Book (DL129/D).

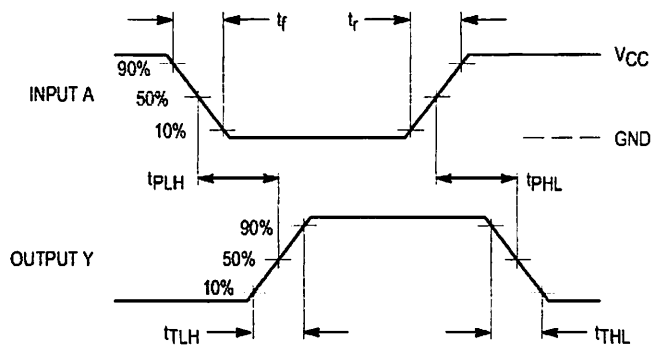
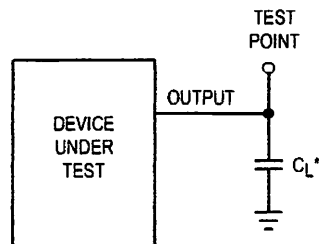


Figure 1. Switching Waveforms



*Includes all probe and jig capacitance

Figure 2. Test Circuit

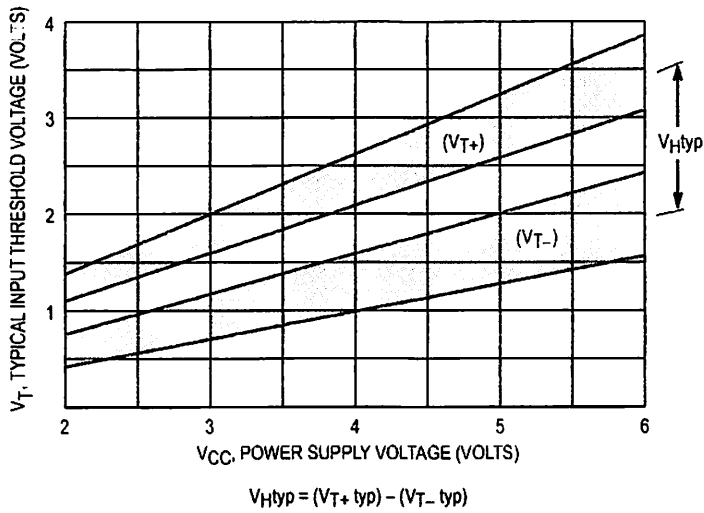
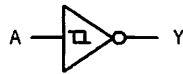
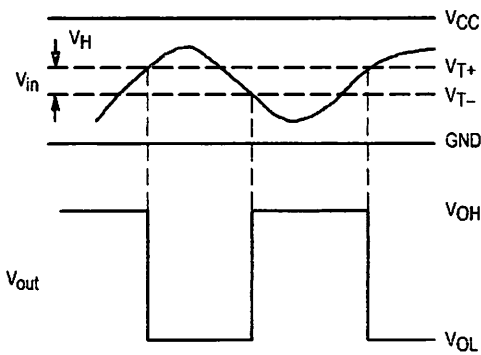


Figure 3. Typical Input Threshold, V_{T+} , V_{T-} versus Power Supply Voltage



(a) A Schmitt-Trigger Squares Up Inputs With Slow Rise and Fall Times



(b) A Schmitt-Trigger Offers Maximum Noise Immunity

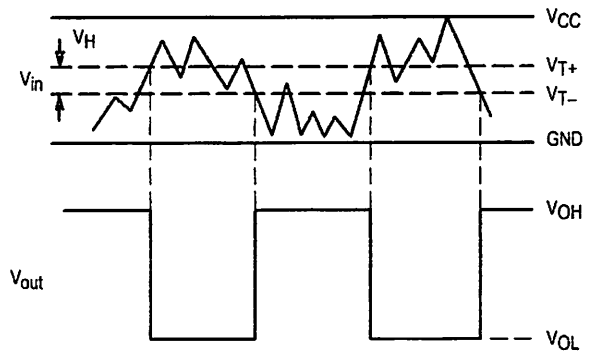
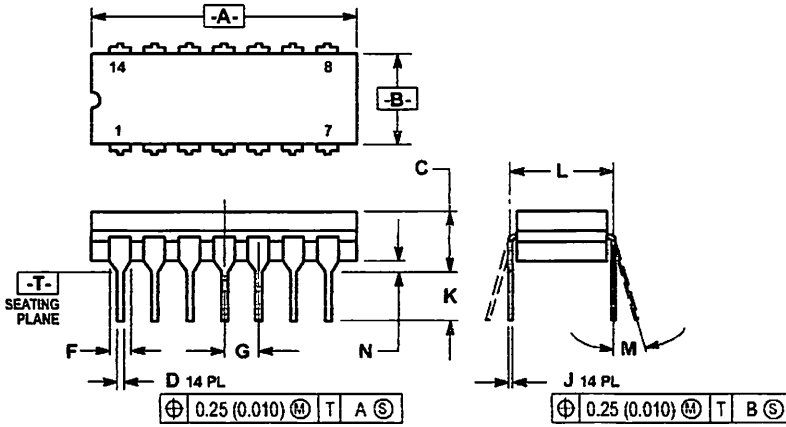


Figure 4. Typical Schmitt-Trigger Applications

OUTLINE DIMENSIONS

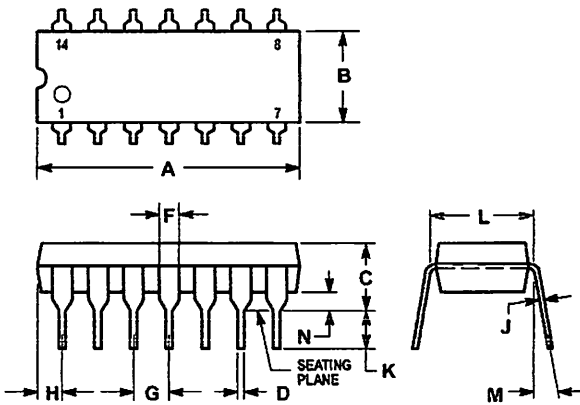
J SUFFIX
CERAMIC DIP PACKAGE
CASE 632-08
ISSUE Y



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
 4. DIMENSION F MAY NARROW TO 0.076 (0.030) WHERE THE LEAD ENTERS THE CERAMIC BODY.


DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.750	0.785	19.05	19.94
B	0.245	0.280	6.23	7.11
C	0.155	0.200	3.94	5.08
D	0.015	0.020	0.39	0.50
F	0.055	0.065	1.40	1.65
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.125	0.170	3.18	4.31
L	0.300 BSC		7.62 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.020	0.040	0.51	1.01

N SUFFIX
PLASTIC DIP PACKAGE
CASE 646-06
ISSUE L



- NOTES:
1. LEADS WITHIN 0.13 (0.005) RADIUS OF TRUE POSITION AT SEATING PLANE AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.
 2. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
 3. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
 4. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.715	0.770	18.16	19.56
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.145	0.185	3.69	4.69
D	0.015	0.021	0.38	0.53
F	0.040	0.070	1.02	1.78
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.052	0.095	1.32	2.41
J	0.008	0.015	0.20	0.38
K	0.115	0.135	2.92	3.43
L	0.300 BSC		7.62 BSC	
M	0°	10°	0°	10°
N	0.015	0.039	0.39	1.01

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:

USA/EUROPE: Motorola Literature Distribution;
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447

MFAX: RMFAX0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE (602) 244-6609
INTERNET: <http://Design-NET.com>

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, Toshikatsu Otsuki,
6F Seibu-Butsuryu-Center, 3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-3521-8315

HONG KONG: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



MOTOROLA

 CODELINE

MC54/74HC14A/D



KC7783R

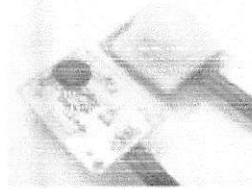
PIR Module

Low Cost version

This is a low cost version for PIR module series from COMedia Ltd. It is designed for cost sensitive consumer product. Except the IC package format, all the mechanical and electrical spec is same as KC7783.

Features:

- IC soft package by dice bonding technique
- Small size: 25 x 35mm
- Ball lens is included as standard configuration
- 3 leads flat cable for easy connection
- 4 mounting holes on board
- High Sensitivity
- High immunity to RFI
- Power up delay to prevent from false triggering
- Output High for direct connect to control panel



Specification

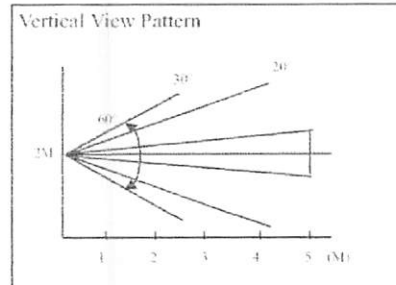
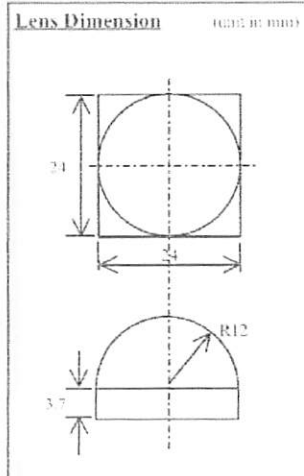
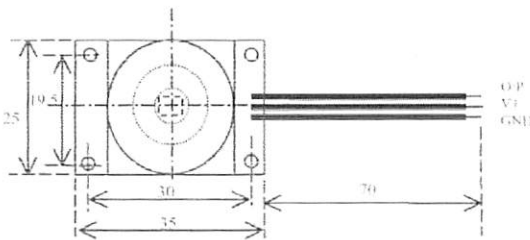
	Min	Typ	Max	Unit
Operation Voltage	4.7	5	12	V
Standby Current (no load)		300		μA
Output Pulse Width	0.5			Sec
Output High Voltage		5		V
Detection Range		5		M
Operation Temperature	-20	25	50	$^{\circ}C$
Humidity Range			95	%

Note: 1. All other features and specification, please refer to KC778B
2. Minimum output pulse width can be customer specified.

Standard Configuration

PIR controller	KC778B in dice form
PIR Sensor	RE200B by NICLERA
Lens	Ball lens of 60° detection angle
Connector	3 leads flat cable, Power, GND, O/P

Mechanical Dimension



Application Note:

1. The PIR sensor is sensitive to the temperature change and therefore to prevent from operating the module in rapid environmental temperature changes, strong shock or vibration. Don't expose to the direct sun light or headlights of automobile. Don't expose to direct wind from heater or air conditioner.
2. This module is designed for indoor use. If using in outdoor, make sure to apply suitable supplemental optical filter and drop-proof, anti-dew construction
3. Detection range might be varied in different environmental temperature condition.

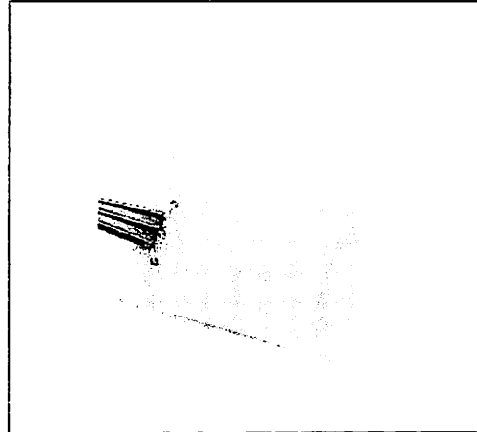
KC7783 PIR Sensor Module

General

KC7783 is a pyroelectric sensor module which developed for human body detection. A PIR detector combined with a fresnel lens are mounted on a compact size PCB together with an analog IC, KC778B, and limited components to form the module. High level output of variable width is provided.

Features

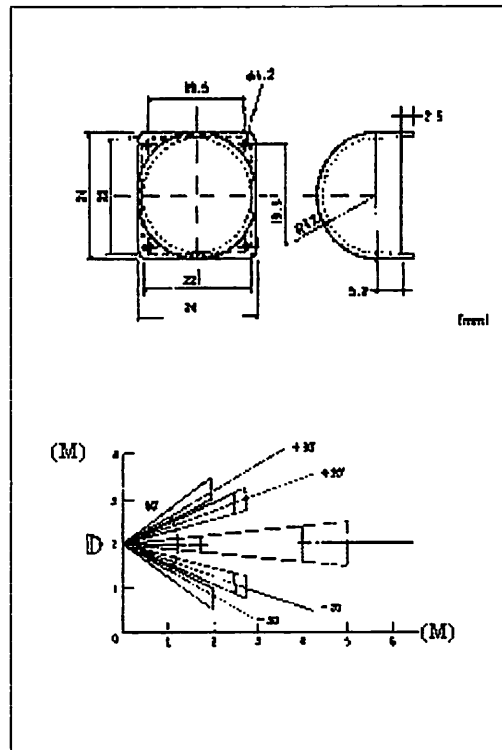
- Compact size (25 x 35 mm)
- Wide range of operation voltage 4-12V
- Special output pulse width can be requested
- TTL output can be directly connected to micro controller or logic device
- High sensitivity
- High RFI immunity
- Power up delay 25sec



Electrical Specification

Operation Voltage	4 - 12V
Operation Current	400 μ A at 5V
PIR Input Gain	68dB
Output Pulse Width	0.5 sec min
Operation Temperature	-20°C -50°C

Lens Information



Note :

Due to the high sensitivity of PIR sensor device, it is not recommended to use the module in the following or similar condition.

- in rapid environmental changes
- in strong shock or vibration
- in a place where there are obstructing material (eg. glass) through which IR cannot pass within detection area.
- exposed to direct sun light
- exposed to direct wind from a heater or air conditioner.