SKRIPSI

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PARKIR PRABAYAR DENGAN MENGGUNAKAN RFID BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S52

Disusun Oleh :

RIO HARIS ROSDIANSYAH

02 17 099

KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2008

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PARKIR PRABAYAR DENGAN MENGGUNAKAN RFID BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S52

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi salah satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika

Oleh :

Rio Haris Rosdiansyah

02 17 099

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT	**Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT**
NIP. Y. 1039500274	**NIP. Y. 1018800189**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT

NIP. Y. 1039500274

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2008

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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Rio Haris Rosdiansyah
NIM : 02.17.099
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : **"PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PARKIR PRABAYAR DENGAN MENGGUNAKAN RFID BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S52"**

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:
Hari : Rabu
Tanggal : 24 September 2008
Dengan Nilai : 83,25 (A)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

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

Sekretaris

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

Anggota Penguji

Penguji Pertama

(Joseph Dedy Irawan, ST, MT.)
NIP. 132315178

Penguji Kedua

(Sotyohadi, ST, MSc.)
NIP. Y. 1039700309

ABSTRAKSI

(Rio Haris Rosdianyah, 0217099, Teknik Elektro S-1/Teknik Elektronika)
(Dosen Pembimbing I : Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.)
(Dosen Pembimbing II : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.)

Pada skripsi ini telah direalisasikan sebuah sistem pengelolaan lokasi parkir prabayar dengan menggunakan RFID dan *sensor infra red* pada setiap baris parkir pada setiap kolomnya, dimana sistem monitoring *sensor* tersebut bebasiskan mikrokontroller.

Untuk merealisasikan sistem parkir RFID dan *sensor infra red* yang bebasiskan mikrokontroller maka disini menggunakan modul RFID *reader* dan mikrokontroller pada masing-masing kolom untuk mengatasi masalah jarak yang luas pada lokasi parkir serta digunakan *interface serial* RS-232 to RS-485 sehingga nantinya dapat mengatasi jarak yang jauh melalui komunikasi *serial*. Sistem parkir RFID ini nantinya menggunakan sistem pembayaran prabayar (deposit) dan memberikan pengguna informasi saran parkir terdekat yang dapat mereka gunakan.

Untuk menjangkau wilayah yang luas maka pada sistem parkir prabayar ini digunakan 3 mikrokontroller, 1 mikrokontroller control dan 2 mikrokontroller *sensor*. RFID *reader* yang digunakan adalah ID-12 dimana jarak baca dengan *tag* sejauh kurang lebih 5 cm. Terdapat 2 mode pada *project* Delphi sistem parkir prabayar yaitu Admin dan Operator dimana Admin mempunyai kewenangan lebih tinggi untuk merubah isi dari *data base*. Secara umum, sistem ini dapat berjalan dengan baik yaitu dengan menempatkan kendaraan dengan benar dan digunakan sesuai dengan prosedur yang telah disebutkan.

Kata Kunci : RFID, *Infra Red*, RS-232, RS-485, Mikrokontroller.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat-Mu Ya Allah yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perancangan Dan Pembuatan Parkir Prabayar dengan Menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroller AT89S52" ini dengan lancar. Skripsi ini merupakan persyaratan kelulusan Studi di Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang dan untuk meraih gelar Sarjana Teknik.

Keberhasilan penyelesaian laporan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. DR. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE. selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MT. selaku Dekan FTI.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 dan selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda selaku Dosen Pembimbing II.
5. Ayah dan Ibu serta keluarga besar yang telah memberikan do'a, restu, dorongan, semangat dan biaya.
6. Irene E. Perwitasari dan keluarga besar Wasito Tirtomangkoekoesoemo yang telah memberikan bantuan material maupun spiritual.
7. Rekan-rekan mahasiswa/i Elektronika 2002 yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Semua yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

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

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

Malang, September 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada dewasa ini sudah sedemikian pesatnya dengan dukungan ilmu teknik elektronika, teknologi menjadi suatu media penerapan yang membantu manusia dalam hampir seluruh aspek kehidupan. Berbagai perangkat dan fasilitas untuk mempermudah pekerjaan telah diciptakan dari yang sederhana sampai yang kompleks seperti penjelajahan luar angkasa namun pengembangan dan penelitian tidak ada henti-hentinya dilakukan sebagai bukti bahwa pengetahuan adalah salah satu kebutuhan manusia. Berbekal pengetahuan itu akan diciptakan peralatan-peralatan yang lebih canggih yang bekerja secara otomatis, lebih cepat, serta lebih efisien.

Salah satu perkembangan teknologi dalam bidang teknik elektronika adalah teknologi komputer yang berkembang dalam segi *Hardware dan Software.* Melalui perkembangan tersebut penulis bermaksud membuat suatu sistem parkir pengingat lokasi posisi dengan menggunakan RFID yang berbasis mikrokontroller AT89S52. Dengan penggunaan teknologi ini diharapkan dapat membantu petugas parkir *(Operator),* meningkatkan kenyamanan pengguna parkir (dengan adanya sisitem parkir yang praktis), dengan menggunakan RFID yang terdapat pada kartu itu sendiri serta pengguna tidak perlu kesulitan mencari uang receh untuk pembayaran dikarenakan sistem ini menggunakan sistem registrasi dengan jumlah nominal sesuai keinginan pengguna.

1.2. Rumusan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah dapat disusun sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sebuah informasi keberadaan mobil pada sebuah sistem parkir dengan menggunakan infra merah pada setiap blok parkir.
2. Bagaimana merancang sebuah *software* yang dapat mengkordinasikan seluruh sistem.

Sehubungan dengan permasalahan diatas, maka dalam skripsi ini dipilih judul :

" Perencanaan dan Pembuatan Parkir Prabayar dengan Menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroller AT89S52 "

1.3. Tujuan Penulisan

Dengan memanfaatkan teknologi RFID (Radio Frekuensi Identifikasi) bertujuan untuk merancang sistem yang menggantikan fungsi karcis parkir, serta jaminan keamanan lebih tinggi bagi para pengguna parkir dan operator. Dengan menggunakan kartu RFID sebagai ID pengguna kendaraan, jadi tidak dimungkinkan penggandaan kartu tersebut karena perusahaan pembuatnya hanya membuat satu kartu RFID dengan satu ID.

1.4. Batasan Masalah

Dalam perencanaan dan pembuatan alat ini perlu dilakukan pembatasan masalah. Pembatasan masalah yang diajukan dalam skripsi ini antara lain:

1. Kontrol utama dari alat ini menggunakan IC Mikrokontroller AT89S52.
2. *Software* pengolah data lokasi parkir menggunakan *software Delphi* dan database menggunakan Microsoft Access.
3. Kartu RFID diberikan pada saat pengguna telah melakukan registrasi pada bagian manajemen parkir, serta nominal jumlah saldo yang di depositkan digunakan.
4. Tidak membahas secara detail frekuensi Radio.
5. Tidak membahas perancangan dan pembuatan catu daya.
6. Sistem mekanik yang digunakan hanya dalam bentuk simulasi.

1.5. Metodologi

Untuk tercapainya sasaran yang sesuai dengan tujuan, maka digunakan metode – metode sebagai berikut :

1. Studi Literature

   Pemanfaatan buku – buku sebagai referensi yang mempelajari teori – teori yang berkaitan dengan cara kerja komponen – komponen yang diinginkan.

2. Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras dan Lunak

   Untuk perangkat keras yaitu mendesain rangkaian untuk RFID *reader*, rangkaian untuk sensor *infra red*, minimum sistem mikrokontroller, rangkaian *driver* motor DC sebagai penggerak palang pintu, serta rangkaian *input output* untuk menggunakan LCD. Untuk perangkat lunak adalah perancangan program untuk mengontrol tampilan LCD, *driver* motor DC, sensor *infra red*, dan perancangan program pada PC sebagai pengontrol keseluruhan alat.

3. Pelaksanaan Uji Coba Sistem

   Menguji apakah sistem sudah sesuai dengan perencanaan dan perancangan.

4. Penyusunan Buku Laporan

   Penyusunan laporan dilakukan sesuai data yang diperoleh dari pengujian alat secara keseluruhan..

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang penguraian secara singkat tentang latar belakang, tujuan, rumusan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Pada bab ini akan dijelaskan tentang teori penunjang yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini. Teori tersebut antara

lain mengenai mikrokontroller AT89S52, RFID *reader* ID-12, IC MAX232 dan MAX485, motor DC, *input output* LCD, *infra red* dan photodioda, ULN2003, serta program Borland Delphi.

BAB III Perancangan dan Pembuatan Alat

Dalam bab ini akan diuraikan tentang tahap perencanaan serta proses pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan pembuatan perangkat lunak (*software*).

BAB IV Pengujian Alat

Bab ini membahas tentang pengujian rangkaian pada masing – masing blok dan secara menyeluruh sehingga kekurangan dari alat tersebut dapat diketahui. Bab ini juga berisi tentang data dan analisa dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan permasalahan dan saran – saran untuk perbaikan dan penyempurnaan alat ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pendahuluan

Bab ini akan membahas teori yang menunjang perencanaan dan pembuatan alat. Diawali dengan membahas tentang mikrokontroler yang diterapkan untuk unit kontrol utama selain *Personal Computer (PC)*. Pada bagian lain juga dibahas tentang Mikrokontroller AT89S52, RFID (*Radio Frequency Identification*), Komunikasi Serial, dan teori pendukung lainnya.

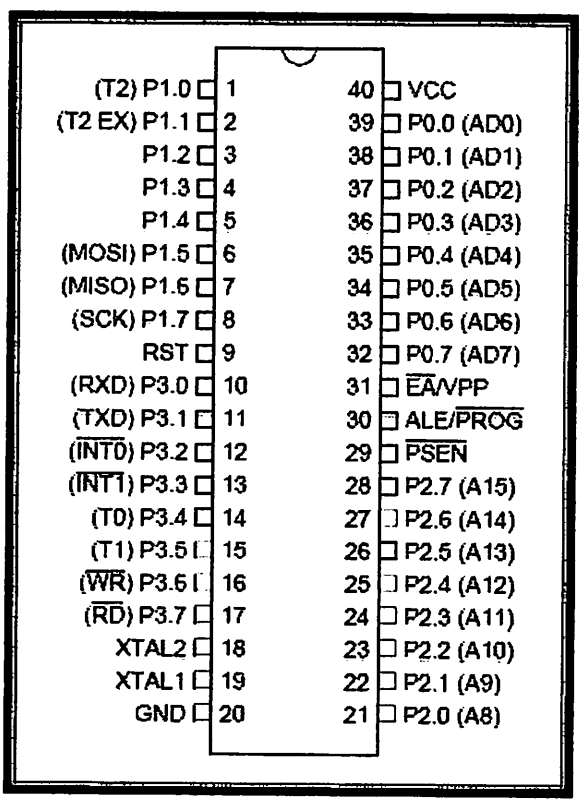
2.2. Mikrokontroller AT89S52

Mikrokontroler AT89S52 merupakan salah satu anggota keluarga dari MCS-51, yaitu suatu komponen produksi ATMEL yang berorientasi kontrol (*microcontroller*). Intel mengklarifikasikan dalam kelompok *embedded microcontroller*, yang artinya adalah mikrokontroler yang dapat diprogram ulang (*reprogrammable*). Di dalam *chip* mikrokontroler AT89S52 ini sudah tersedia berbagai macam peralatan pendukung mikroprosesor seperti RAM, *serial port*, *bus-bus* data dan lainnya yang membuat pemakai *chip* ini dapat menekan penambahan komponen pendukung. Spesifikasi perangkat keras dari mikrokontroler AT89S52 adalah sebagai berikut :

- CPU (*Central Processing Unit*) dengan lebar data 8 *bit*.
- Prosesor *Boolean* untuk operasi logika 1 *bit*.

- Pembangkit *clock* internal.
- Tiga buah *timer/counter*
- Dua buah saluran interupsi eksternal.
- Jalur I/O dua arah (*bidirectional*) 32 buah.
- Memori program terpisah dari memori data.
- Memori data internal 256 *byte*.
- Alamat memori program eksternal 64 *Kilobyte*.
- Alamat memori data eksternal 64 *Kilobyte*.
- Memori program internal sebesar 8 *Kilobyte*.

Pada Gambar 2-1. memperlihatkan konfigurasi pin dan sambungan -sambungan keluar dari mikrokontroler AT89S52.



Gambar 2-1. Konfigurasi pin AT89S52 [1]

Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing pin mikrokontroler AT89S52:

- Pin 1 sampai 8

  Port 1 : merupakan 8-bit saluran masukan atau keluaran dua arah. Setiap saluran mampu melayani 4 masukan.

- Pin 9

  RST : Merupakan masukan *reset*. Logika *high* yang akan membuat mikrokontroler AT 89S52 menjalankan rutin *reset*.

- Pin 10 sampai 17

  Port 3 : *port* 3 terdiri dari 8 saluran masukan atau keluaran dua arah. Setiap salurannya mampu melayani 4 masukan. Selain sebagai *port* masukan atau keluaran, *port* 3 juga mempunyai fungsi-fungsi khusus yang dimiliki oleh keluarga MCS-51.

- Pin 18 sampai 19

  X1 (XTAL) dan X2 (XTAL2): Jika dikonfigurasikan bersama sebuah kristal akan membentuk rangkaian osilator on-chip pada mikrokontroler.

- Pin 20 sampai 27

  Port 2 : *port* 2 terdiri dari 8 saluran masukan atau keluaran dua arah. Setiap salurannya mampu melayani 4 masukan. *Port* 2 mengeluarkan alamat bagian tinggi (A8-A15), selama pengambilan intruksi dari memori program eksternal dan pengambilan data dari memori data

eksternal yang mengunakan mode pengalamatan 16-bit (dengan perintah MOVX @DPTR).

- Pin 29

  $\overline{PSEN}$: *Program Store Enable* merupakan sinyal baca yang mengesekusi memori program eksternal.

- Pin 30

  ALE/$\overline{PROG}$: *Addres Latch Enable* merupakan pulsa yang berfungsi menahan alamat rendah (A0-A7) pada port 0, selama dilakukan proses baca atau tulis memori eksternal. Pin ini juga berfungsi sebagai masukan pulsa program ($\overline{PROG}$), selama dilakukan pemprograman pada EEPROM eksternal.

- Pin 31

  $\overline{EA}$/VP : *External Access.* $\overline{EA}$ dihubungkan dengan VSS untuk memungkinkan pengambilan intruksi pada memori program eksternal yang berlokasi 0000h sampai FFFFh. Jika diinginkan mengunakan memori porogram internal, maka $\overline{EA}$ dihubungkan VCC.

- Pin 32 sampai 39

  Port 0 : *Port* 0 terdiri dari 8 saluran masukan atau keluaran dua arah. Setiap saluran mampu melayani 8 masukan. *Port* 0 merupakan saluran alamat bagian rendah (A0-A7), yang dimultipleks dengan saluran bus data (D0-D7), yang digunakan pada saat mengakses memori data eksternal dan memori program eksternal.

- Pin 40

  VCC : Merupakan masukan catu daya 5 volt, dengan toleransi kurang lebih 10%.

2.2.1. Organisasi Memori

Organisasi memori pada mikrokontroler AT89S52 dapat dibagi menjadi dua bagian besar yaitu memori program dan memori data. Pembagian tersebut didasarkan atas fungsi dari penyimpanan data maupun program. Memori program digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi yang akan dijalankan oleh mikrokontroler, sedangkan memori data digunakan sebagai tempat penyimpanan data yang sedang diolah mikrokontroler.

Program mikrokontroler disimpan dalam memori program berupa ROM. Mikrokontroler AT89S52 dilengkapi dengan ROM internal namun untuk program yang besar digunakan ROM eksternal yang terpisah dari mikrokontroler. Untuk dapat menggunakan memori program eksternal ini penyemat / $\overline{EA}$ dihubungkan dengan penyemat V_{SS} (logika 0).

Memori program mikrokontroler menggunakan alamat 16 *bit* mulai 0000_H-$FFFF_H$, sehingga kapasitas pemyimpanan program maksimal adalah 2^{16} *byte* atau 64 Kb. Sinyal yang digunakan untuk membaca memori program eksternal adalah sinyal / $\overline{PSEN}$ ($\overline{ProgramStorageEnable}$).

Selain memori program mikrokontroler AT89S52 juga memiliki memori data internal berkapasitas 128 *byte* dan mampu mengakses

memori data eksternal sebesar 64 Kb. Semua memori data internal dapat dialamati dengan pengalamatan langsung atau tidak langsung. Ciri dari pengalamatan langsung adalah *operand* berisi alamat data yang diolah. Sedangkan ciri dari pengalamatan tidak langsung adalah *operand* alamat *register* yang berisi alamat data yang akan diolah. Sebagian memori tersebut dapat dialamati dengan pengalamatan register, dan sebagian lagi dapat dialamati dengan memori satu *bit*. Untuk membaca data digunakan sinyal / RD, sedangkan untuk menulis data digunakan sinyal / WR.

2.2.2. Register Fungsi Khusus

Register fungsi khusus (*Special Function Register*) terletak pada 128 *byte* bagian atas memori data internal dan berisi *register-register* untuk pelayanan *latch port, timer, program status words, control peripheral* dan sebagainya. Alamat register fungsi khusus ditunjukkan pada Tabel 2-1.

Register-register ini hanya dapat diakses dengan pengalamatan langsung. Enam belas alamat pada register fungsi khusus dapat dialamati per*bit* maupun per-*byte* dan terletak pada alamat 80_H-FF_H. Secara perangkat keras, register fungsi khusus ini dibedakan dengan memori data internal.

Tabel 2-1. Nama dan Alamat *Register* pada *Register* Fungsi Khusus [1]

Simbol	Nama Register	Nilai Pada Saat Reset	Alamat
ACC	*Accumulator*	0000_H	$0E0_H$
B	*Register B*	00_H	$0F0_H$
PSW	*Program Status Word*	00_H	$0D0_H$
SP	*Stack Pointer*	07_H	81_H
DPTR DPL DPH	*Data Pointer 2 bytes* *Low bytes* *High bytes*	 0000_H 0000_H	 82_H 83_H
P0	*Port 0*	FF_H	80_H
P1	*Port 1*	FF_H	90_H
P2	*Port 2*	FF_H	$0A0_H$
P3	*Port 3*	FF_H	$0B0_H$
IP	*Interrupt priority control*	$XXX00000_B$	$0B8_H$
IE	*Interupt enable control*	$0XX00000_B$	$0A8_H$
TMOD	*Timer/counter mode control*	00_H	89_H
TCON	*Timer/counter control*	00_H	88_H
TH0	*Timer/counter 0 high byte*	00_H	$8C_H$
TL0	*Timer/counter 0 low byte*	00_H	$8A_H$
TH1	*Timer/counter 1 high byte*	00_H	$8D_H$
TL1	*Timer/counter 1 low byte*	00_H	$8B_H$
SCON	*Serial control*	00_H	98_H
SBUF	*Serial data buffer*	Independen	99_H
PCON	*Power control*	HMOS $0XXXXXXX_B$ CHMOS $0XXX0000_B$	87_H

Beberapa macam register fungsi khusus yang sering digunakan, dijelaskan sebagai berikut :

- *Accumulator* (ACC) merupakan *register* untuk penambahan dan pengurangan. Perintah *Mnemonic* untuk mengakses akumulator disederhanakan sebagai A.
- *Register* B merupakan *register* khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian dan pembagian.

- *Program Status Word* (PSW) terdiri dari beberapa *bit* status yang menggambarkan kejadian di akumulator sebelumnya. Yaitu *carry bit*, *auxiliary carry*, dua *bit* pemilih bank, bendera *overflow*, *parity bit*, dan dua bendera yang dapat didefinisikan sendiri oleh pemakai.
- *Stack pointer* (SP) merupakan *register* 8 *bit* yang dapat diletakkan di alamat manapun pada RAM internal. Isi *register* ini ditambah sebelum data disimpan, selama instruksi PUSH dan CALL. Pada saat *reset*, *register* SP diinisialisasi pada alamat 07_H, sehingga *stack* akan dimulai pada lokasi 08_H.
- *Data pointer* (DPTR) terdiri dari dua *register*, yaitu untuk *byte* tinggi (*Data pointer high*, DPH) dan *byte* rendah (*Data pointer Low*, DPL) yang berfungsi untuk mengunci alamat 16 *bit*.
- *Port* 0 sampai *port* 3 merupakan *register* yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada *port* 0, 1, 2, 3. Masing-masing *register* ini dapat dialamati per-*byte* maupun per-*bit*.
- *Serial data buffer* (SBUF) merupakan dua *register* yang terpisah, *register buffer* pengirim dan sebuah *register buffer* penerima. Meletakkan data pada SBUF berarti meletakkan pada *buffer* pengirim yang akan mengirimkan data melalui transmisi serial. Membaca data SBUF berarti menerima data dari *buffer* penerima.
- *Control register* terdiri dari *register* yang mempunyai fungsi kontrol. Untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus, yaitu register IP (*interrupt priority*) dan *register* IE (*interrupt enable*). Untuk

mengontrol pelayanan *timer/counter* terdapat *register* khusus, yaitu *register* TCON (*timer/counter control*) serta untuk pelayanan *port* serial menggunakan *register* SCON (*serial port control*)

2.2.3. Port Masukan dan Keluaran

Mikrokontroler AT89S52 mempunyai 4 *port* dan masing-masing *port* terdiri dari 8 saluran *bit*. Ke empat *port* ini bersifat *bidirectional* yaitu dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran.

Port 0 digunakan sebagai saluran data yang dimultipleks dengan saluran alamat rendah untuk mengakses memori eksternal, baik memori program maupun memori data. *Port* 2 mengeluarkan bagian alamat tinggi untuk mode pengalamatan memori 16 *bit*. *Port* 1 dan 3 berfungsi sebagai saluran masukan dan keluaran multi fungsi. Jika dibutuhkan *port* 3 mempunyai fungsi khusus seperti ditunjukkan pada Tabel 2-2.

Tabel 2-2. Fungsi khusus *port* 3 (1)

Nama Penyemat	Fungsi Khusus
Port 3.0	RxD (*port* masukan serial)
Port 3.1	TxD (*port* keluaran serial)
Port 3.2	/INT0 (masukan interupsi eksternal 0)
Port 3.3	/INT1 (masukan interupsi)
Port 3.4	T0 (masukan pewaktu eksternal 0)
Port 3.5	T1 (masukan pewaktu eksternal 1)
Port 3.6	/WR (sinyal tulis memori data ekstenal)
Port 3.7	/RD (sinyal baca memori data eksternal)

2.2.4. Sistem Interupsi

Mikrokontroler AT89S52 mempunyai dua sumber interupsi eksternal dan sumber interupsi internal yang dapat diprogram agar sensitif

terhadap perubahan level atau transisi. Interupsi *timer* aktif saat *register timer* yang bersangkutan mengalami *rollover*, interupsi serial akan aktif pada saat mikrokontroler mengirim/menerima data. Setiap sumber interupsi dapat diaktifkan/dimatikan melalui perangkat lunak.

Tabel 2-3. Tingkatan Prioritas Interupsi [1]

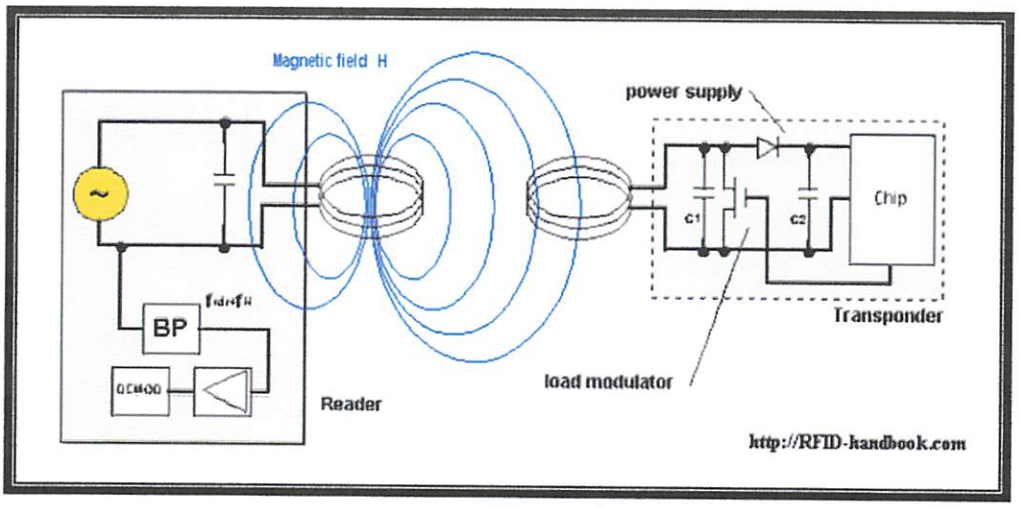
Prioritas Interupsi	Sumber Interupsi	Alamat Vektor
1	IE0 (Interupsi eksternal 0)	0003_H
2	TF0 (*timer overflow flag* 0)	$000B_H$
3	IE1 (Interupsi eksternal 1)	0013_H
4	TF1 (*timer overflow flag* 1)	$001B_H$
5	R1 dan T1	0023_H
6	TF2 dan EXF2	$002B_H$

Hirarki tingkatan prioritas interupsi dapat dilihat dalam Tabel 2-3. Interupsi yang mempunyai tingkatan prioritas lebih tinggi tidak dapat diinterupsi oleh yang lebih rendah. Meskipun demikian melalui perangkat lunak hirarki tersebut dapat diubah, yaitu dalam *register interrupt priority* (IP).

2.3. RFID (*Radio Frequency Identification*)

RFID adalah proses identifikasi seseorang atau objek dengan menggunakan frekuensi transmisi radio. RFID menggunakan frekuensi radio untuk membaca informasi dari sebuah devais kecil yang disebut *tag* atau *transponder* (*Transmitter* + *Responder*). *Tag* RFID akan mengenali diri sendiri ketika mendeteksi sinyal dari *devais* yang kompatibel, yaitu

pembaca RFID (RFID *Reader*) dengan *range* kisaran pembacaan 12 cm serta bekerja pada frekuensi 125 KHz.



Gambar 2-2. Komunikasi Antara *Reader* dan *Transmiter* (*Tag*) [2]

RFID dapat disediakan dalam piranti (devais) yang hanya dapat dibaca saja (*Read Only*) atau dapat dibaca dan ditulis (*Read/Write*), tidak memerlukan kontak langsung maupun jalur cahaya untuk dapat beroperasi, dapat berfungsi pada berbagai variasi kondisi lingkungan, dan menyediakan tingkat integritas data yang tinggi. Sebagai tambahan, karena teknologi ini sulit untuk dipalsukan, maka RFID dapat menyediakan tingkat keamanan yang tinggi.

Pada sistem RFID umumnya, tag atau *transponder* ditempelkan pada suatu objek. Setiap *tag* membawa dapat membawa informasi yang unik, di antaranya: serial number, model, warna, tempat perakitan, dan data lain dari objek tersebut. Ketika tag ini melalui medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID yang kompatibel, *tag* akan mentransmisikan

informasi yang ada pada *tag* kepada pembaca RFID, sehingga proses identifikasi objek dapat dilakukan.

Sistem RFID terdiri dari empat komponen, di antaranya :

- *Tag*: Ini adalah devais yang menyimpan informasi untuk identifikasi objek. *Tag* RFID sering juga disebut sebagai *transponder*. Format dari *tag* pada perancangan ini adalah EM4001 atau *tag* kompatibel lainnya.
- Antena: untuk mentransmisikan sinyal frekuensi radio antara pembaca RFID dengan tag RFID.
- Pembaca RFID: adalah devais yang kompatibel dengan *tag* RFID yang akan berkomunikasi secara *wireless* dengan tag. Digunakan Tipe ID-12 sebagai RFID reader pada perancangan ini.
- Software Aplikasi: adalah aplikasi pada sebuah workstation atau PC yang dapat membaca data dari *tag* melalui pembaca RFID. Baik *tag* dan pembaca RFID diperlengkapi dengan antena sehingga dapat menerima dan memancarkan gelombang elektromagnetik.

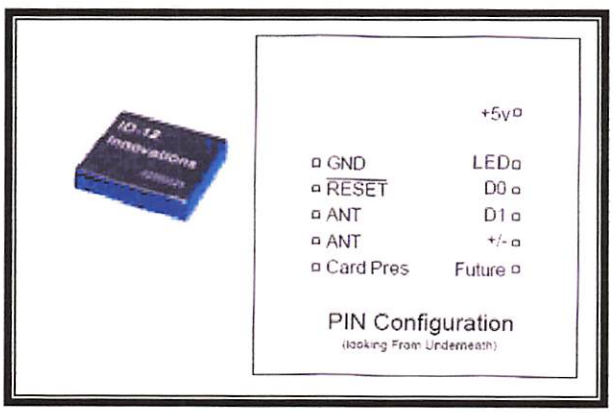
2.3.1. RFID *Card*

Gambar 2-3. RFID *Card* [2]

RFID card chip yang di dalamnya juga terdapat nomor identitas kartu atau nomor seri kartu yang nantinya nomor tersebut akan diambil oleh reader kartu saat chip dari kartu tersebut dibaca oleh reader kartu, dimana keluaran nomor seri tersebut sudah berupa ASCII dan itu tergantung dari konfigurasi rangkaian reader kartunya.

2.3.2. RFID *Reader*

RFID disini yang kita gunakan adalah jenis ID-12, ID-12 yang kita gunakan mempunyai jarak baca maksimal 12 cm, serta bekerja pada frekuensi 125 KHz. Sesuai dengan data sheet dari reader kartu ID-12 itu sendiri, untuk memperoleh keluaran yang berbentuk ASCII maka reader itu disusun seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2-4. RFID *Reader* [2]

2.3.3. Pembacaan Format RFID

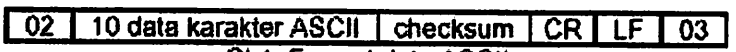
Saat ini model alat identifikasi sangatlah bermacam-macam ada yang berupa kartu dengan lubang, barcode, RFID, dll. RFID (RF Identification) merupakan suatu alat untuk identifikasi yang biasanya

ditempelkan pada barang atau dibuat menjadi kartu. Disini akan dibahas mengenai cara membaca format data yang dikeluarkan oleh RFID reader dengan format output ASCII.

RFID reader mempunyai banyak sekali tipe, antara lain: ID-12, ID-20, EM-13, dll. biasanya RFID reader ini memiliki dua bentuk output serial yaitu: ASCII dan Wiegand 26-bit. Yang paling banyak digunakan adalah output dengan format ASCII, karena output ini sangat mudah untuk dihubungkan pada mikrokontroler atau PC menggunakan komunikasi serial UART.

2.3.4. Format Data ASCII

Output yang memiliki format ASCII memiliki struktur sebagai berikut:



Gb1. Format data ASCII

Checksum merupakan hasil EXOR (Exclusive OR) dari 5 biner data byte. Untuk lebih jelasnya tentang cara pembacaan format ASCII, lihat contoh berikut.

Misalnya data output serial (dalam hexadesimal) yang kita tangkap adalah sebagai berikut:

02	30	34	36	32	30	31	44	37	36	43	44	43	0D	0A	03

Langkah pertama adalah merubah semua nilai data diatas menjadi karakter ASCII. Misalnya 30H menjadi karakter "0", 34H menjadi

karakter "4", dst. Langkah kedua adalah menyusun data-data tersebut ke dalam Format Data ASCII. Kemudian ambil 10 data karakter ASCII. Dalam contoh ini berarti data tersebut adalah:

30	34	36	32	30	31	44	37	36	43	Data Heksa
		6	2	0	1	D	7	6	C	Data ASCII

Untuk data dengan warna biru merupakan data untuk jenis-jenis kartu dan tidak digunakan dalam proses konversi, yang akan dipakai disini adalah data yang ke 3 s/d 10. Hasil konversi dari data heksa ke dalam data ASCII adalah "6201D76C". Gabungkan karakter data ASCII menjadi bilangan Hexadesimal, kemudian konversikan bilangan hexadesimal tsb ke dalam desimal. Hasilnya sebagai berikut: 6201D76C H menjadi 1644287852 (ini merupakan nomor kartu sebenarnya yang tertera pada badan kartu tsb). Cara ini hanya berlaku pada kartu yang tidak dienkripsi.

2.4. *Iterface*

Istilah *interface* kalau diterjemahkan, mengandung arti sebagai penghubung. Namun bagi mereka yang awam dalam dunia komputer arti diatas mungkin sulit dicerna. Dalam suatu sistem komputer, kejadian dialat diluar komputer yang sedang dihubungkan dengan komputer mungkin dapat mengganggu komputer itu sendiri. Sinyal-sinyal yang tak dikenal seperti itu tidak diperkenankan untuk merusak rangkaian komputer yang ada. Untuk itu dibutuhkan alat perantara yang berfungsi sebagai penghubung dua lingkungan yang berbeda. Alat tersebut dinamakan

interface. Karena interface merupakan semacam pintu gerbang maka interface sering disebut port I/O.

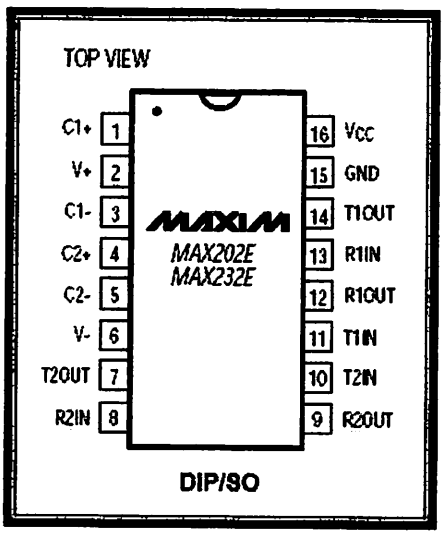
2.4.1. IC MAX 232

RS-232 merupakan salah satu jenis antarmuka (*interface*) dalam proses transfer data antar komputer dalam bentuk serial transfer. RS-232 merupakan kependekan dari *Recommended Standart num*ber 232. Alat ini dibuat oleh Electronic Industry Assosiation, untuk interface antara peralatan terminal data dan peralatan komunikasi data, dengan menggunakan data biner serial sebagai data yang ditransmisikan. IC Max 232 merupakan konverter tegangan dari level-level TTL Cmos ke level RS 232. IC Max 232 ini mempunyai empat buah bagian konverter yaitu dua buah driver receiver dan dua buah driver transmitter.

Saluran data pada *port* seri *PC* menggunakan standard RS-232, dimana logic 0 (*low*) dinyatakan sebagai tegangan antara +3 *Volt* sampai +10 *Volt* dan logic 1 (*high*) dinyatakan sebagai tegangan antara -3 *Volt* sampai -10 *Volt*. Level tegangan ini tidak sesuai dengan level tegangan yang dipakai pada *port* seri AT89S52 yang menggunakan standard *TTL (Transistor Transistor Logic)*, yaitu level tegangan baku dalam rangkaian – rangkaian digital.

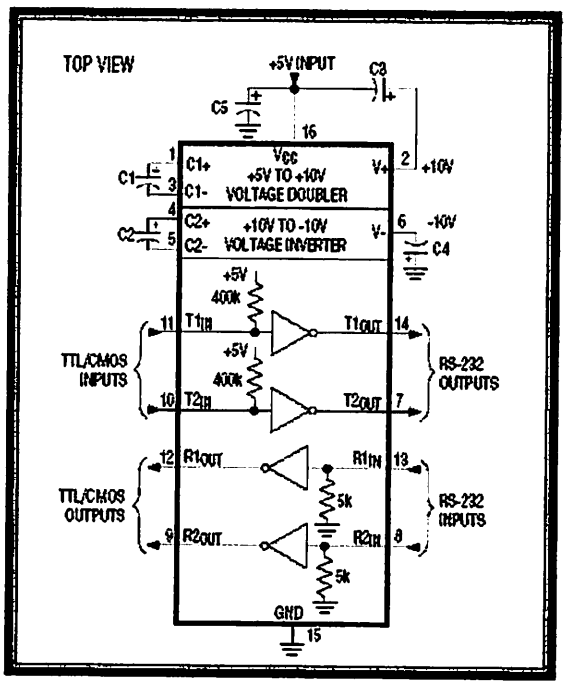
Dalam standar *TTL* logic 0 (*low*) dinyatakan sebagai tegangan antara 0 *Volt* sampai 0.8 *Volt*, dan logic 1 (*high*) dinyatakan sebagai tegangan antara 3.5 *Volt* sampai 5 *Volt*. Karena perbedaan tegangan

tersebut, agar *port* seri PC tidak merusak *port* seri AT89S52 antara keduanya dipasangkan IC MAX232 sebagai penyesuai tegangan.



Gambar 2-5. Konfigurasi Pin IC MAX232 [3]

Rangkaian dasar dari MAX 232 dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2-6. Rangkaian Operasi MAX232 [3]

2.4.2. Dasar-Dasar *Serial Interface*

Proses transfer serial dengan menggunakan EIA RS 232 antara dua terminal biasanya memerlukan sebuah DTE (*Data Terminal Equipment*) untuk masing-masing terminal, kadang diperlukan seperangkat peralatan untuk komunikasi yang lebih kompleks misalnya dengan memanfaatkan modem. Perangkat tersebut sering disebut dengan DCE (*Data Communication Equipment*). Pada prinsipnya proses transfer data menggunakan sebuah serial *interface* ini sangat sederhana. Data yang ditransfer dari suatu terminal akan diterima oleh terminal lainnya.

Jenis data yang ditransfer adalah dalam bentuk biner (bit perbit transfer) dengan bantuan baud untuk kecepatan proses transfernya (bit per detik). Dalam proses transfer ini harus terdapat suatu peralatan yang berfungsi sebagai *hand-shake* (jabat tangan) yang sebagai pemantau status yang diterima untuk memberikan suatu respon yang sesuai. Dalam merancang *softwere* serial, *hand-shake* disempurnakan dengan menambahkan karakter pengendali dalam deretan atau jumlah bit data data yang ditransfer yang biasa disebut sebagai start bit dan stop bit. Konektor dari kabel-kabel ini sebenarnya bersifat pasif karena yang mengendalikan semua itu adalah sebuah alat yang disebut UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) yang dihubungkan dengan RS 232 untuk trasnsmisi data. Secara praktis untuk kebutuhan transfer data/komunikasi data terdapat dua macam konektor RS 232, jenis 25 pin

dan 9 pin. Untuk tabel ekuivalen DB 9 ke DB 25 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2-4. Sinyal-Sinyal RS-232 [3]

DB-9	DB-25	NAMA SINYAL
1	8	DCD, DATA CARRIER DETECT
2	3	RD, RECEIVER DATA
3	2	TD, TRASMIT DATA
4	20	DTR, DATA TERMINAL READY
5	7	SG, SIGNAL GROUND
6	6	DSR, DATA SET READY
7	4	RTS, REQUEST TO SEND
8	5	CTS, CLEAR TO SEND
9	22	RI, RING INDICATOR

2.5. RS-485

RS-485 biasa digunakan untuk menyediakan *signal* serial yang kuat sehingga sanggup untuk jarak kabel yang panjang (sampai dengan 1,2 km) mampu melalui kabel yang panjang(1,2 km) pada *boudraet* yang tiggi dalam lingkungan listrik yang berpotensi menimbulkan *noise* atau interferensi elektromagnetik yang tinggi .

Berikut adalah spesifikasi dari RS-485

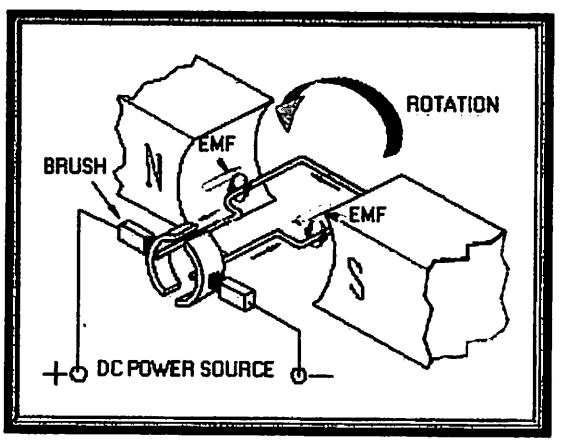
Tabel 2-5. Spesifikasi RS-485 [4]

Spesifications	*RS-485*
Made of operation	***Differential***
Total number of drivers and reeilvers on one line	*1 Driver 32 reciver*
Maximum cable length	4000 FT
Maximum data rate	10 mb/s
Maximum driver output voltage	-7v to + 12v
Driver output signal level(loaded	+/-1,5v

	min) loaded	
6	*Driver output signal level(loaded max) unloaded*	+/-6v
7	*Driver load Impedance (Ohm)*	54
8	*Max Driver Current In High Z State (Power On)*	+/-100 uA
9	*Max Driver Current In High Z State (Power Off)*	+/-100 uA
10	*Slew Rate (Max)*	N/A
11	*Receiver Input Voltege Range*	-7v to + 12v
12	*Receiver Input Sensitivity*	+/-200v
13	*Receiver Input Resistance (Ohm)*	> =12 k

2.6. Motor DC

2.6.1. Teori Dasar Motor DC



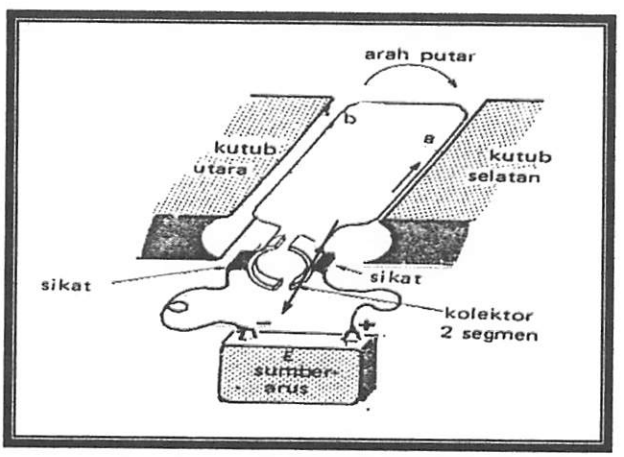
Gambar 2-7. Konstruksi Dasar Motor DC [5]

Pada Gambar 2-7 di atas tampak sebuah konstruksi dasar motor DC, pada gambar diatas terlihat bahwa pada saat terminal motor diberi tegangan dc, maka arus elektron akan mengalir melalui konduktor dari terminal negatif menuju ke terminal positif. Karena konduktor berada diantara medan magnet, maka akan timbul medan magnet juga pada konduktor yang arahnya seperti terlihat pada Gambar 2-7 di atas. Arah garis gaya medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen adalah

dari kutub utara menuju ke selatan. Sementara pada konduktor yang dekat dengan kutub selatan, arah garis gaya magnet disisi sebelah bawah searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan di sisi sebelah atas arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi sebelah bawah lebih rapat daripada sisi sebelah atas. Dengan demikian konduktor akan terdorong ke arah atas. Sementara pada konduktor yang dekat dengan kutub utara, arah garis gaya magnet disisi sebelah atas searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan di sisi sebelah bawah arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi sebelah atas lebih rapat daripada sisi sebelah bawah. Dengan demikian konduktor akan terdorong ke arah bawah. Pada akhirnya konduktor akan membentuk gerakan berputar berlawanan dengan jarum jam seperti terlihat pada Gambar 2-7 di atas.

2.6.2 Cara Kerja Motor DC

Adapun cara kerja motor dc dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2-8. Dasar Kontruksi Motor DC [5]

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

Pada jangkar dimasukkan arus yang berasal dari sumber (baterai) E. koneksi baterai dengan jangkar melalui sikat-sikat. Sikat-sikat ini terpasang pada sebuah cincin yang terbelah dua, yang disebut kolektir. Adapun tujuan dari kontruksi ini adalah agar lilitan kawat dapat berputar apabila ada arus listrik yang melewatinya.

Pada kawat yang berada di kanan arus mengalir dari depan ke belakang dalam kawat yang di kiri, arus mengalir dari belakang ke depan kawat a dan b secara berganti-gantian berada di kiri dan kanan. Karena itu arah arus di a dan arah arus di b selalu membolak balik. Pembalikan arah arus itu terjadi pada saat lilitan kawat melintasi possisi vertikal. Disini kolektor berfungsi bagaikan penyearah mekanik. Flux magnet yang ditimbulkan magnet permanen disebut medan magnetnya motor. Dalam gambar arah fluk magnetik adalah dari kiri ke kanan. Adapun gaya yang bekerja pada penghantar b adalah ke atas, sementara gaya yang bekerja pada penghantar a adalah ke bawah . Gaya-gaya yang bekerja sama kuatnya, jadi ada kopel yang bekerja pada kawat sehingga lilitan pun dapat berputar. Setelah berputar 90^0 arah arus berbalik, pada saat itu penghantar a dan penghantar b bertukar tempat. Akibatnya arah gerak putaran tidak berubah.

2.7. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD *(Liquid Crystal Display)* banyak digunakan pada alat-alat elektronika yang memerlukan penampil, sehingga pemakai dapat mengerti dengan informasi yang ditampilkan oleh alat. Keunggulan dari LCD adalah bentuknya yang kecil dan dapat menampilkan karakter ASCII pada tampilannya juga membutuhkan daya yang kecil, sehingga sangat praktis apabila digunakan pada peralatan yang hemat daya.

2.7.1. Terminal I/O LCD

Konfigurasi terminal I/O pada sebuah LCD biasanya akan tampak seperti pada Tabel 2-6. berikut ini :

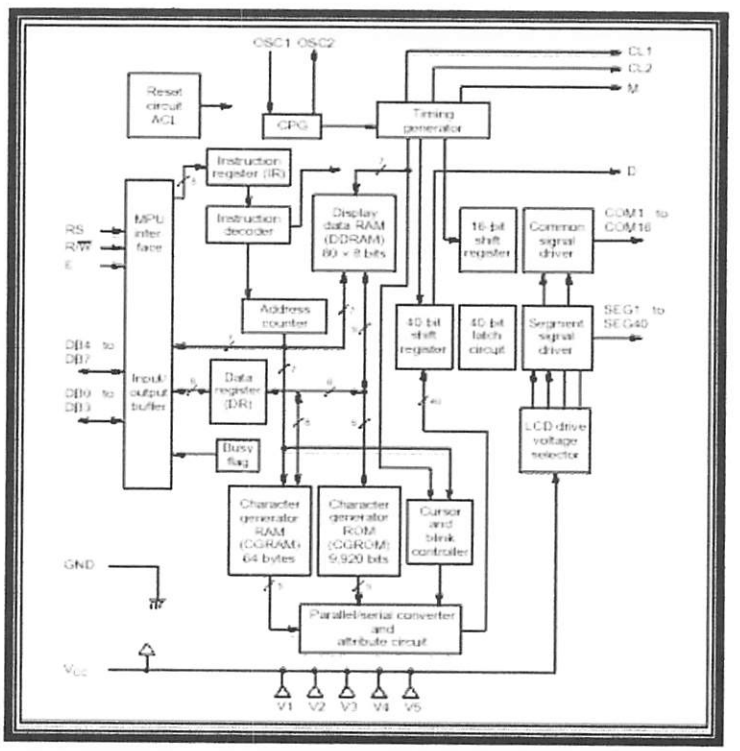
Tabel 2-6. Terminal I/O pada LCD [6]

No	Simbol	Level	Fungsi	
1	Vss	-	Power Supply	0V
2	Vcc	-		5V ± 10%
3	Vee	-		Kontras LCD
4	RS	H/L	H = data input L = instruction input	
5	R/W	H/L	H = read L = read	
6	E	H to L	Enable signal	
7	DB0	H/L	Data bus	
8	DB1	H/L		
9	DB2	H/L		
10	DB3	H/L		
11	DB4	H/L		
12	DB5	H/L		
13	DB6	H/L		
14	DB7	H/L		
15	V+BL	-	Back light	4 – 4,2V
16	V-BL	-		0V (GND)

Dari Tabel 2-7. terlihat bahwa LCD TM16ABC mempunyai 8 bit data (*bidirectional bus*) dan 3 buah sinyal kontrol yaitu RS, R/W, dan E. Secara diagram blok terlihat pada Gambar 2-9.

Ketiga sinyal kontrol tersebut mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. **RS** digunakan untuk memilih *register* yaitu *register* IR *(instruction register)* atau DR *(data register)*
2. **R/W** digunakan untuk memilih fungsi yaitu kita membaca atau menulis pada kedua *register* IR dan DR.
3. **E** berguna untuk memberikan sinyal pada bahwa data akan ditulis atau dibaca ke *register*.



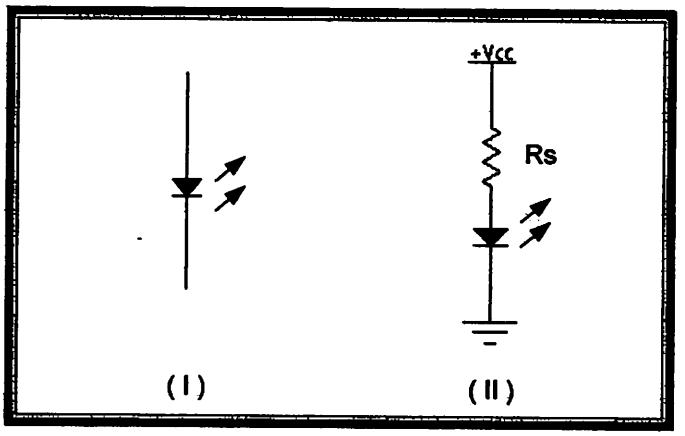
Gambar 2-9. Diagram Blok Driver LCD [6]

2.8. LED *Infra* Merah

LED *infra* merah digunakan untuk menghasilkan sinar *infra* merah. Prinsip kerja dari *infra* merah adalah pada waktu LED *infra* merah dibias *forward*, elektron dari pita konduksi melewati *junction* jatuh ke dalam *hole*

pita valensi, sehingga elektron tersebut memancarkan energi. Pada dioda penyearah biasa, energi ini dipancarkan sebagai energi panas, sedangkan pada LED *infra* merah energi ini dipancarkan sebagai cahaya.

Simbol LED *infra* merah yang sering digunakan adalah :



Gambar 2-10. Simbol LED *Infra* Merah [7]

LED *infra* merah merupakan *pin junction* yang memancarkan radiasi *infra* merah yang tidak kelihatan oleh mata kita. Apabila pada anoda diberi tegangan dan katoda ke *ground* maka LED menjadi *ON* dan arus akan mengalir dari anoda ke katoda. Pada reaksi semikonduktor, suatu dioda akan terjadi perpindahan elektron dari tipe N ke tipe P. Proses rekombinasi antara elektron dan *hole* menghasilkan pelepasan energi berupa pancaran cahaya.

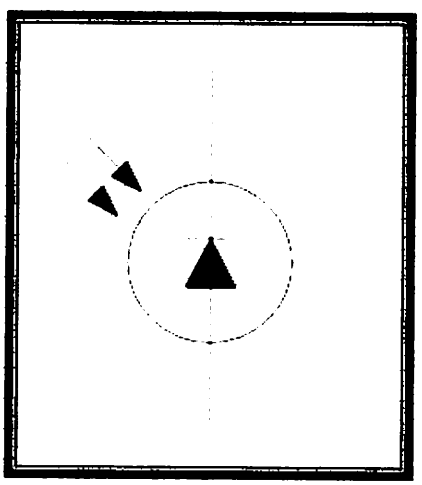
Efisiensi pancaran cahaya akan berkurang seiring dengan berkurangnya arus input dan kenaikan suhu. Pada LED *infra* merah, cahaya yang dipancarkan mempunyai panjang gelombang 0,1 mm – 1 μm sehingga pancaran gelombang tersebut tidak tertangkap oleh mata manusia.

2.9. Photodioda

Photodioda merupakan dioda yang peka terhadap cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas begitu pula dengan spektrum *infra* merah. Karena spektrum *infra* merah mempunyai energi panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka photodioda lebih peka menangkap radiasi dari *infra* merah.

Komponen ini akan mengubah energi cahaya, dalam hal ini energi cahaya *infra* merah menjadi sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal cahaya sebanyak mungkin sehingga sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik. Semakin besar intensitas cahaya yang diterima maka sinyal pulsa listrik yang dihasilkan akan baik jika sinyal cahaya diterima intensitasnya lemah maka penerima tersebut harus mempunyai pengumpul cahaya (*light collector*) yang cukup baik dan sinyal pulsa yang dihasilkan oleh sensor cahaya ini harus dikuatkan.

Gambar 2-11 di bawah menunjukkan simbol photodioda.



Gambar 2-11. Simbol Photodioda [8]

Pada photodioda ini terdapat suatu jendela kecil yang memungkinkan cahaya luar dapat masuk mengenai *pin junction.* Pada keadaan normal photodioda berlaku sebagai dioda biasa yang dapat menghantarkan listrik dari anoda ke katoda, namun mempunyai tahanan balik yang besar. Bila cahaya luar mengenai *pin junction* photodioda, maka tahanan balik akan mengecil dan menimbulkan arus balik, sehingga photodioda berlaku sebagai dioda yang dibalik atau dibias *reverse.*

Semakin besar intensitas cahaya yang diterima maka semakin besar pula arus balik yang ditimbulkannya. Bila energi foton diserap dalam suatu semikonduktor maka akan dihasilkan pasangan *electron hole* pada lapisan yang telah dibangkitkan oleh foton yang saling memisahkan diri karena pengaruh medan listrik, dimana elektron–elektron akan menuju ke sisi N dan hole menuju ke sisi P, sehingga dihasilkan arus dari katoda menuju anoda. Karena pengaruh suhu *junction* yang lebih tinggi, menciptakan lebih banyak pasangan *electron hole*, sehingga mengakibatkan arus balik yang melewati *junction* bertambah.

Sebuah foto dioda biasanya dikemas dengan plastik transparan yang juga berfungsi sebagai lensa *fresnel.* Lensa ini merupakan lensa cembung yang mempunyai sifat mengumpulkan cahaya. Walaupun demikian cahaya yang nampak pun masih bisa mengganggu kerja dari photodioda karena tidak semua cahaya nampak bisa difilter dengan baik. Oleh karena itu sebuah penerima laser harus mempunyai filter kedua yaitu

rangkaian filter yang berfungsi untuk memfilter sinyal *carrier* yang terbawa oleh cahaya laser tersebut.

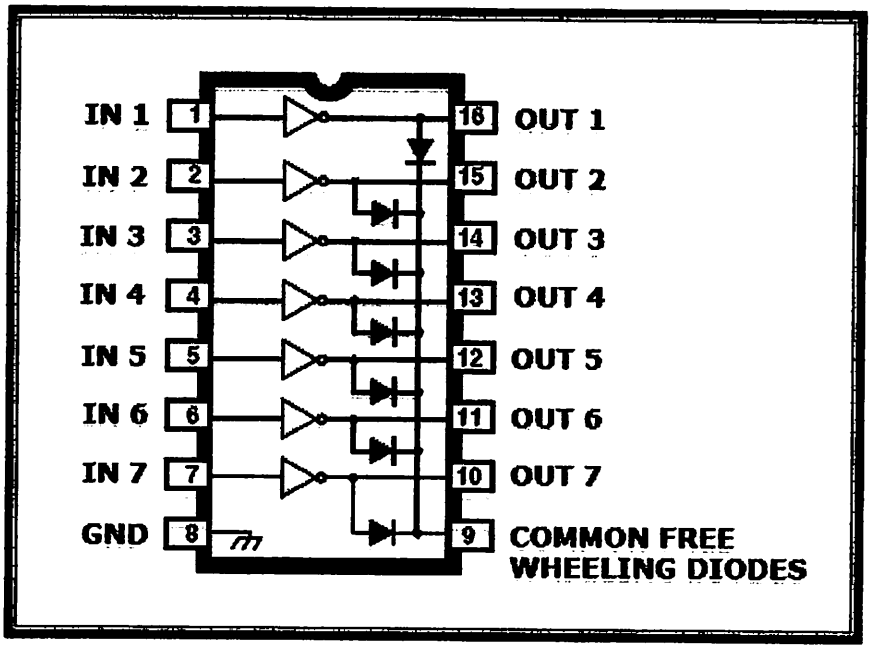
Faktor lain yang juga berpengaruh pada kemampuan penerima *infra* merah adalah '*active area*' dan '*respond time*'. Semakin besar area penerimaan suatu photodioda maka semakin besar pula intensitas cahaya yang dikumpulkannya sehingga arus bocor yang diharapkan pada teknik '*reversed bias*' semakin besar. Selain itu semakin besar area penerimaan maka sudut penerimaannya juga semakin besar. Kelemahan area penerimaan yang semakin besar ini adalah *noise* yang dihasilkan juga semakin besar pula. Begitu juga dengan respon terhadap frekuensi, semakin besar area penerimaannya maka respon frekuensinya turun dan sebaliknya jika area penerimaannya kecil maka respon terhadap sinyal frekuensi tinggi cukup baik.

Respond time dari suatu photodioda (penerima) mempunyai waktu respon yang biasanya dalam satuan nano detik. *Respond time* ini mendefinisikan lama agar photodioda merespon cahaya *infra* merah yang datang pada area penerima. Sebuah photodioda yang baik paling tidak mempunyai *respond time* sebesar 500 nano detik atau kurang. Jika *respond time* terlalu besar maka photodioda ini tidak dapat merespon sinyal cahaya yang dimodulasi dengan sinyal *carrier* frekuensi tinggi dengan baik, hal ini akan mengakibatkan adanya *data loss*.

2.10. ULN 2003.

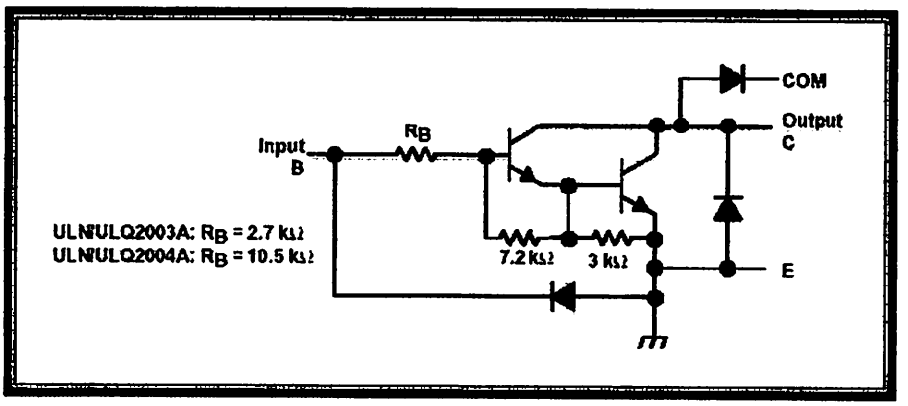
Pada IC ULN 2003 didalamnya terdapat rangkaian penguat Darlington. Untuk satu IC ULN 2003 terdapat 7 pasang rangkaian Darlington NPN yang tersusun dalam rangkaian *common catoda*. Rangkaian Darlington ini digunakan sebagai saklar. Pada masing-masing rangkaian Darlington arus kolektornya sebesar 500mA.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

Adapun pin-pin koneksi yang ada dalam IC ULN 2003 dapat dilihat pada gambar 2-12 berikut ini:



Gambar 2-12. Pin-Pin Koneksi Dalam IC ULN2003A [9]

Sedangkan gambar untuk setiap rangkaian Darlington pada IC ULN 2003 dapat dilihat pada gambar 2-20.



Gambar 2-13. Rangkaian Darlington Didalam IC ULN2003.

Untuk *driver* pengerak *relay* digunakan IC ULN 2003 dan *relay* sebagai komponen utamanya, IC ULN 2003 dapat terpicu dengan tegangan 5 Volt dengan tegangan hubung sebesar 100 Volt dan arus maksimum yang diperbolehkan sebesar 500mA dengan suhu kerja dari -20°C sampai 80°C dengan data yang ada diatas maka IC ULN 2003 mampu digunakan untuk menghidupkan dan mematikan *relay* yang hanya memiliki tegangan maksimal sebesar 12 Volt dengan resistansi kumparan sebesar 400 Ω jadi dapat diketahui arus *relay* sebesar:

$$\text{Dimana: } I_{relay} = \frac{VCC}{R.relay}$$

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

$$= 30\ mA$$

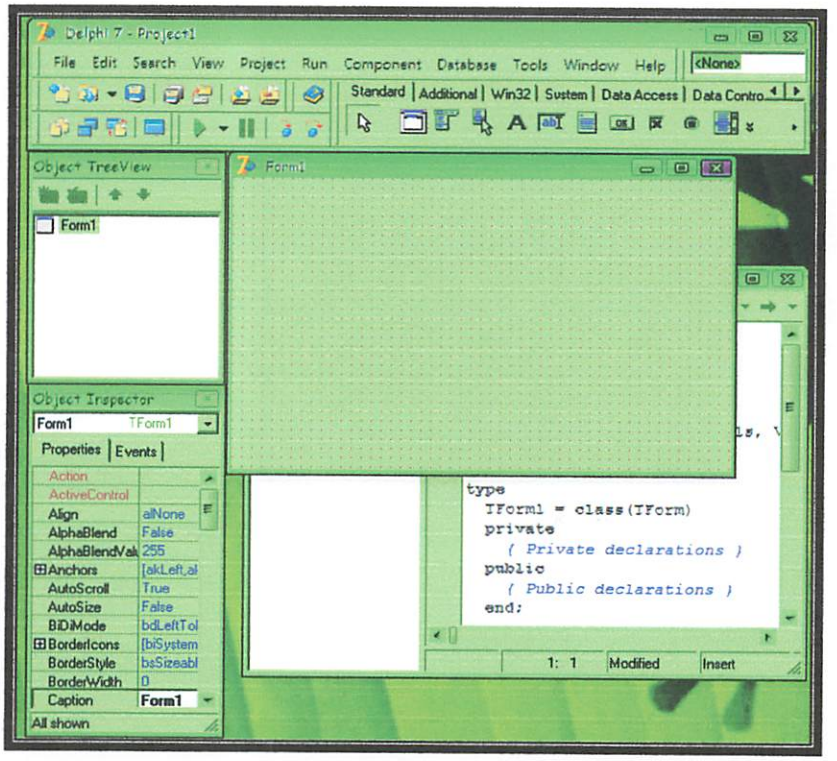
2.11. Bahasa Pemrograman Borland Delphi

Borland Delphi merupakan suatu bahasa pemograman yang memberikan berbagai fasilitas pembuatan aplikasi visual. Keunggulan bahasa pemograman ini terletak pada produktifitas, kualitas, pengembangan perangkat lunak, kecepatan kompilasi, pola desain yang menarik serta diperkuat dengan program yang terstruktur. Keunggulan lain dari *Delphi* ini adalah dapat digunakan untuk merancang program aplikasi yang memiliki tampilan seperti program aplikasi lain yang berbasis *Window*.Khusus untuk pemrograman *database, Borland Delphi* menyediakan fasilitas objek yang kuat dan lengkap yang memudahkan *programmer* dalam membuat program. Lingkungan pengembangan terpadu atau *Integrated Development Environment* (IDE) dalam program *Delphi* terbagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu :

- *Baris Menu* : Menyediakan menu-menu seperti : File, Edit, Search, View, Project, Run, Componen, Database, dll.
- *ToolBar* : Tombol-tombol pada Toolbarsebenarnya merupakan tombol speed dari menu-menu yang terdapat pada baris menu.
- *Component palette* : disini terdapat beberapa palette, dimana masing-masing palette didalamnya terdapat komponen-komponen yang akan digunakan dalam pembuatan program.
- *Form Designer* : Merupakan tampilan yang akan disajikan pada saat program kita jalankan *(running)*

- *Code Editor* : Pada Code Editor kita dapat menuliskan program yang akan dijalankan oleh komponen dalam form.
- *Object Inspector* : Disini kita dapat melakukan perubahan terhadap propertiesdan even dari komponen-komponen yang kita pergunakan.
- *Object TreeView* : Tree View merupakan daftar dari komponen-komponen apasaja yang telah kita pergunakan dan juga merupakan peta dariprogram yang kita buat.

Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini:



Gambar 2-14. Lembar Kerja Delphi

IDE merupakan sebuah lingkungan dimana semua tombol perintah yang diperlukan untuk mendesain aplikasi, menjalankan dan menguji

- ***New Application.*** Dengan memilih menu ini, berarti akan membuat *project* baru. Jika belum membuka sebuah *project* atau *object* yang dibuka sudah disimpan ke disk. *Delphi* akan menutup *project* tersebut dan akan membuat *project* baru, termasuk membuat jendela *editor* baru dengan nama file UNIT.PAS, *form baru* (form 1) dan menampilkan *object inspector*.

- ***New Form.*** Menu ini dipakai untuk membuat form baru.

- ***New frame.*** Untuk membuat frame kosong dan menambahkannya ke dalam *project.*

- ***Open.*** Menyatakan pada *Delphi* bahwa akan dibuka sebuah object dapat berupa sebuah program atau seluruh *project.*

- ***Open Project.*** Untuk membuka sebuah *project.*

- ***Reopen.*** Menu ini dipakai untuk membuka *object favorit* yang sudah pernah dibuka.

- ***Save.*** Menu ini dipakai untuk menyimpan *module* yang sedang aktif.

- ***Save as.*** Dipakai untuk menyimpan *module* dengan nama lain.

- ***Save project as.*** Menu ini dipakai untuk menyimpan project dengan nama baru.

- ***Save all.*** Menyimpan sebuah object yang dibuka.

- ***Close.*** Untuk menutup module program dengan formnya. Jika *module* tersebut belum disimpan, saat menutup maka Delphi akan menanyakan apakah modul tersebut akan disimpan.

- ***Close all.*** Menutup project.

- ***Use* Unit.** Delphi akan menambahkan *klauda uses* pada program yang dibuat. Artinya sebuah unit akan dipakai dalam project.

- ***Print.*** Mencetak item Delphi yang telah dipilih.

- ***Exit.*** Keluar dari aplikasi Delphi.

2. **Edit :** Dipakai untuk menyuting program.

3. ***Search* :** Dipakai untuk mencari dan mengganti kata-kata pada saat menyuting program.

4. *View* **:** Dipakai untuk menampilkan atau menyembunyikan jendela-jendela tertentu, misalnya *object inspector, code explorer, debug* dan lain-lain.

5. ***Project* :** Dipakai untuk mengelola *project. Form dapay* ditambah dan dibuang dari object, mengkompilasi project dan lain-lain.

6. ***Run*** **:** Menu ini dipakai untuk menjalankan program dan memantau jalannya program. Pada saat di run, apabila terjadi salah tulis akan dapat diketahui.

7. **Component :** Dengan menu ini komponen baru dapat ditambah atau diinstal.

2.10.2 Dasar *Pemrograman*

Dasar pemrograman Delphi diantaranya adalah : Variabel *(Intejer, Real, String)*. Percabangan *(If, Than, Else)*. Case. Perulangan dengan *For*. Perulangan dengan *Repeat, Until, While, Do.*

- ***Variabel*** **:** Delphi menyediakan banyak sekali variabel, tetapi yang sering kita gunakan adalah :

  i. Intejer : Kusus untuk bilangan bulat

  ii. Real : Bisa ditempati bilangan desimal

  iii. String : Untuk menyimpan data

- ***Percabangan (If, Than, Else)*** **:** Percabangan dilakukan dengan cara menguji suatu kondisi, jika kondisi tersbut bernilai benar *(True)* maka proses akan berlanjut ke program setelah *(Then)* tetapi jika kondisi bernilai salah *(false)* maka proses akan berlanjut ke program setelah *(Else)*.

- ***Case*** : Perintah bersarat Case umumnya digunakan untuk kondisi dengan bayak percabangan, syarat percabangan pada bentuk ini hanya boleh melibatkan satu buah parameter dengan tipe data bukan real, pemeriksaan kondisi disini lebih tepat disebutkan dalam hubungan relasi samadengan (=), dengan demikian bila parameter bernilai tertentu maka dilakukan suatu aksi terkait, bila bernilai lain maka dilakukan aksi yang lain juga.

- ***Perulangan dengan For*** : Pada perulangan dengan For, inisialisasi awal dan kondisi akhir ditentukan dengan menggunakan suatu variabel kendaliyang nilainya dibatasi dalam suatu range tertentu.

- **Perulangan dengan *While, Do*** : Pada metode pengulangan ini aksi hanya akan diproses bila kondosi pengulangan dipunuhi, selama kondisi pengulangan bernilai *True* maka aksi akan dilakukan, dan baru akan berhenti setelah kondisi pengulangan bernilai *False,* karena kondisi pengulangan diperiksa pada bagian awal, maka ada kemungkinan aksi tidak pernah dilakukan, yaitu bila kondisi pengulangan tidak pernah bernilai *True*.

- **Perulangan dengan *Repeat, Until*** : Metode pengulangan ini juga melakukan pengulangan berdasarkan pemeriksaan kondisi pengulangan hanya saja natur dari pengulangan ini adalah sistem seakan-akan memaksa untuk melakukan pengulangan, sampai diketahui adanya kondisi berhenti, berlawanan dengan *While*, yang akan memproses aksi hanya bila kondisi pengulangan berkondisi *True*,

pada pengulangan *Repeat*, sistem akan memproses aksi selama kondisi berhenti bernilai *False*, dengan dimikian aksi akan selalu diproses (minimal satu kali), pada tipe ini pengulangan dapat terjadi terus-menerus (tidak pernah berhenti) yaitu bila kondisi berhenti tidak pernah bernilai *True*.

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas mengenai perencanaan alat parkir prabayar dengan menggunakan sensor pada setiap lokasi parkirnya. Secara garis besar, perencanaan alat meliputi dua bagian yaitu:

1. Perencanaan perangkat keras *(hardware).*
2. Perencanaan perangkat lunak *(software).*

3.1. Gambaran Umum

Sistem ini secara keseluruhan pada dasarnya adalah suatu sistem parkir sebagai sistem pembayaran parkir prabayar dengan menggunakan RFID yang berbasis mikrokontroller. Di mana perencanaannya dibagi menjadi tiga bagian yakni memasuki areal tempat parkir, disini *user* melakukan registrasi untuk mendapatkan ID *Card* (kartu RFID) dengan mencatat nomer plat kendaraan serta jumlah deposit biaya parkir yang diinginkan.

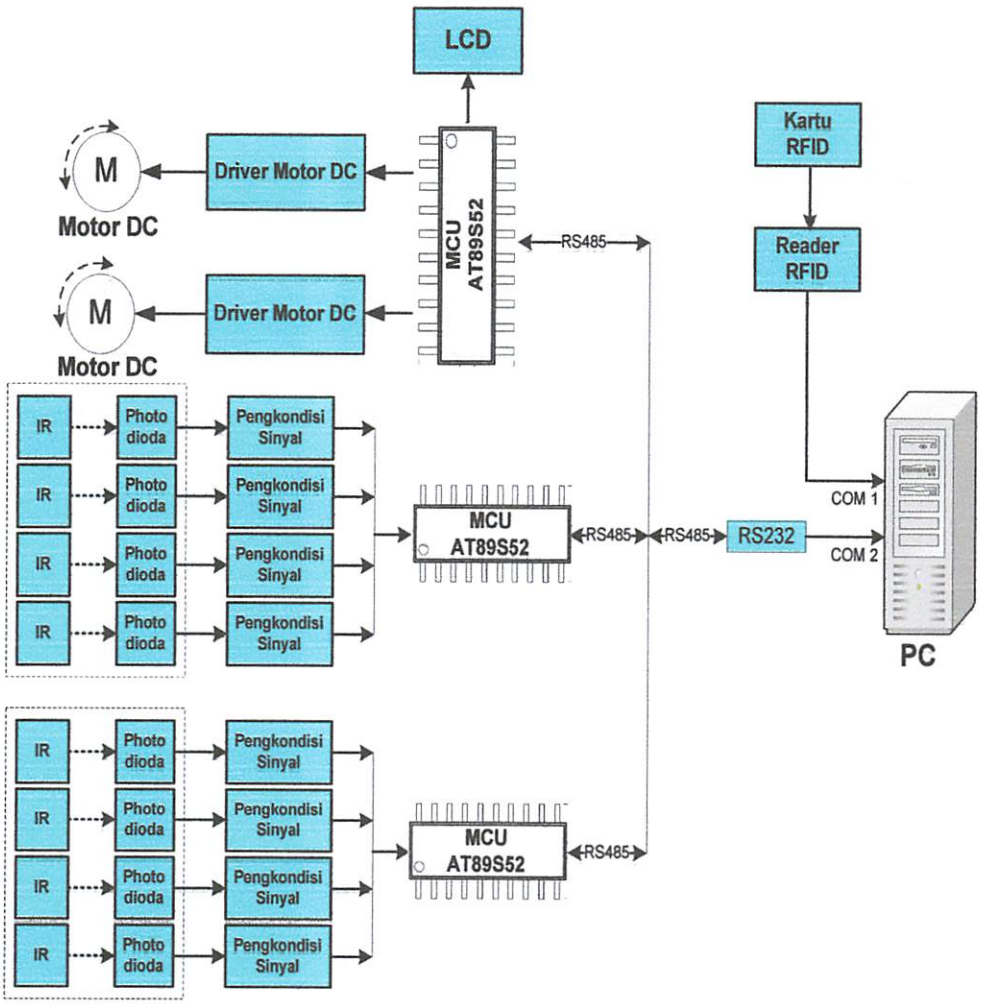
Bagi yang telah terigistrasi, dapat men-tag ID *Card* pada tempat yang telah disediakan. Kemudian operator membuka portal pintu masuk dan menyarankan lokasi blok dan kolom parkir terdekat yang masih kosong. Saat kendaraan telah melintasi portal pintu masuk maka operator menutup portal pintu masuk kembali. Saat kendaraan telah menempati blok parkir yang diinginkan maka sensor (*infra red*) pada blok parkir tersebut akan mengirimkan informasi pada kontrol bahwa blok tersebut telah terisi.

Saat kendaraan beranjak keluar,*user* jg harus men-tag ID *Card* untuk mengakses portal pintu keluar seperti pada saat masuk dan kontrol akan mengurangi deposit untuk biaya jasa parkir yang telah digunakan.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

3.2.1. Blok Diagram Perancangan

Adapun blok diagram dari perancangan alat ini secara garis besar adalah sebagai berikut :



Gambar 3-1. Diagram Blok Sistem Keseluruhan.

Fungsi dari masing – masing blok adalah :

1. Personal Computer

Berfungsi digunakan untuk mengolah *database* dan menyimpan identitas kendaraan yang masuk areal parkir.

2. Mikrokontroler AT89S52

- Mikrokontroller kontrol berfungsi sebagai pengendali motor DC, LCD, dan sensor (*IR*) portal.
- Mikrokontroller sensor berfungsi sebagai penerima hasil deteksi sensor pada blok-blok parkir. Rangkaian ini menggunakan 2 mikrokontroller sensor untuk mengatasi masalah jarak pada mekanisme di lapangan.

3. RS-232

Berfungsi sebagai komunikasi serial antara *personal computer* dengan mikrokontroler.

4. RS-485

Berfungsi sebagai komunikasi jarak jauh antar mikrokontroler dengan *computer* karena dapat meminimalkan sistem.

5. RFID

Berfungsi sebagai proses identifikasi seseorang atau objek yang mampu menampilkan identitas kendaraan yang tersimpan di data *base computer*.

6. Motor DC

Berfungsi sebagai penggerak mekanik naik turunnya pintu portal.

7. ***Driver Relay***

Digunakan untuk menggerakan kontak *relay* yang kemudian digunakan untuk mengaktifkan motor DC.

8. LCD M1632

Menampilkan informasi untuk dibaca oleh *user* / pengguna.

9. Pengkondisi Sinyal

Berfungsi sebagai pengkondisi sinyal dalam keadaan *high* atau *low.*

10. Infra Merah (*IR*)

Berfungsi *detector* pada blok-blok parkir.

3.2.2. Prinsip Kerja :

Secara garis besar, prinsip kerja dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu sistem untuk memasuki pintu areal parkir dan sistem untuk pencarian lokasi kendaraan, yang terakhir pintu keluar areal parkir.

- Memasuki Areal Parkir

  Pertama-tama setiap pengendra harus melakukan registrasi pada *operator*, disini pengendara mendaftarkan identitas diri serta identitas kendaraan yang digunakan serta melakukan pembayaran sebagai deposit sehingga pengendara dapat menggunakan jasa parkir tanpa perlu membayar dengan uang kontan yang menyusahkan dan memakan waktu tapi sistem secara otomatis men-*debet* dari deposit. Bagi pengendara yang telah teregistrasi akan men-tag ID *Card* pada *reader* RFID maka operator akan membuka portal pintu masuk dan memberi informasi lokasi parkir terdekat yang dapat digunakan oleh

pengendara. Saat kendaraan telah melintasi portal maka operator akan menutup portal tersebut kembali.

- Petunjuk Blok Parkir

  Untuk penggunaan blok parkir, pengendara dapat menggunakan blok parkir seperti yang telah diinformasikan oleh *operator* sebelumnya yaitu lokasi blok parkir kosong terdekat. Akan tetapi jika pengendara menginginkan untuk menempati lokasi blok parkir yang lain pun tidak menjadi masalah dikarenakan sistem ini melengkapi setiap blok parkirnya dengan sensor (*IR*) dan sensor (*IR*) ini pula yang memberi informasi pada ruang kontrol lokasi blok parkir yang digunakan oleh pengendara tersebut.

- Meninggalkan lokasi parkir

  Saat meninggalkan lokasi parkir pengendara melewatkan kembali kartu tersebut pada *reader* RFID untuk total biaya selama memarkir kendaraan, total tersebut akan tampil di komputer sekaligus *operator* akan memberi informasi sisa deposit *user*. Setelah itu operator membuka portal pintu keluar dan menutupnya kembali setelah kendaraan telah melintasi portal dengan aman.

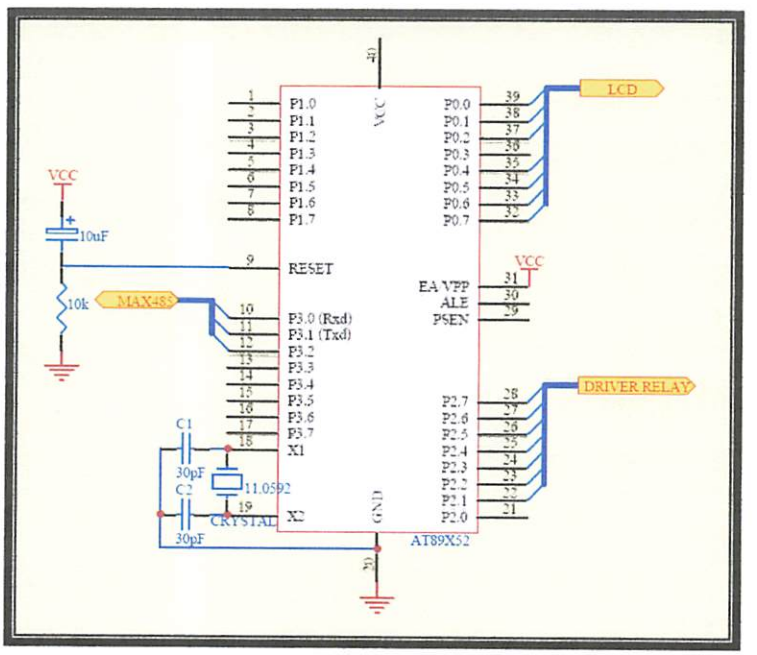
3.3. Perancangan Rangkaian Mikrokontroller AT89S52

Disini rangkaian mikrokontroller AT89S52 berfungsi sebagai pengendali alat. Dalam alat ini memakai tiga mikrokontroller karena sensor yang kita gunakan adalah serial sehingga memerlukan penampung-penampung data serial karena letaknya berjauhan maka perlu juga sebuah

mikrokontroller untuk menghubungkan ke *computer*, dan satu sebagai *master*. Agar dapat melakukan prosesnya harus didukung oleh beberapa komponen tambahan, yaitu berupa rangkaian *clock.* dan *reset.*

3.3.1 Konfigurasi Pin Mikrokontroller AT89S52

Penentuan *port-port*nya dan sinyal-sinyal yang digunakan untuk mendukung proses yang akan dilakukan adalah sangat penting. Mikrokontroller AT89S52 adalah suatu *chip* IC yang terdiri dari 40 pin, dalam perancangan alat ini pin-pin yang digunakan adalah sebagai berikut

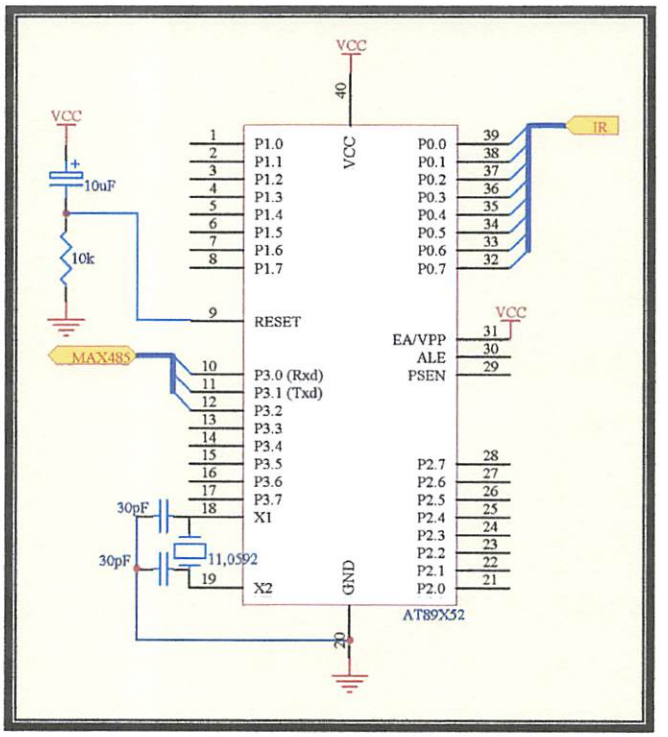


Gambar 3-2. Rangkaian Mikrokontroller 1.

Mikrokontroller 1

1. Pin 10 – 12 (*Port* 3.0 RXD – 3.2) inputan dari outputan serial (COM 2) *computer*.
2. Pin 9 (RESET) berfungsi sebagai *Reset.*

3. Pin 18 (XTAL 1) sebagai pembangkit *ossilator (clock)* XTAL 1.
4. Pin 19 (XTAL 2) sebagai pembangkit *Ossilator* (*clock*) XTAL 2.
5. Pin 20 (GND) berfungsi sebagai *ground.*
6. Pin 21 – 28 (*Port* 2.1 – 2.3) berfungsi sebagai kontrol *relay.*
7. Pin 32 – 39 (*Port* 0.7 – 0.0) berfungsi sebagai control LCD.
8. Pin 31 dan 40(EA/VPP dan VCC) berfungsi sebagai VCC + 5 Volt.

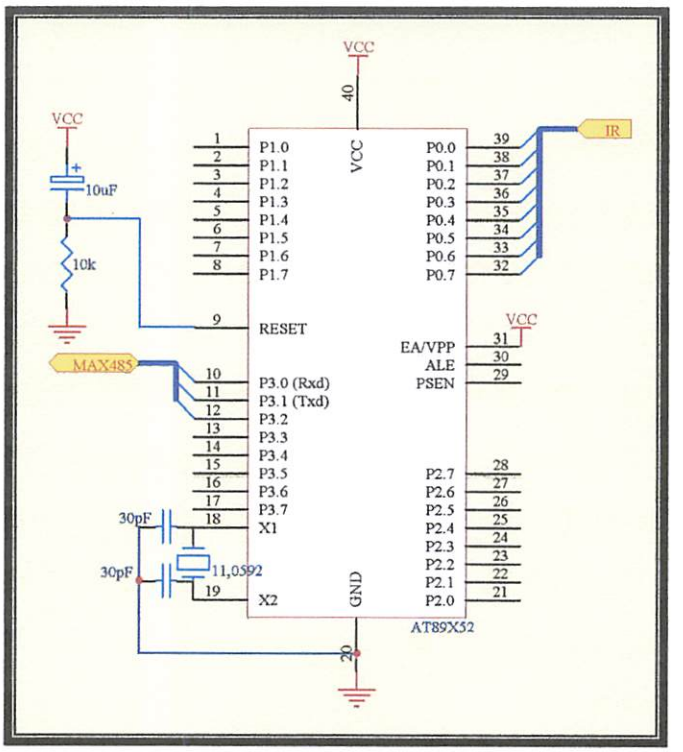


Gambar 3-3. Rangkaian Mikrokontroller 2.

Mikrokontroller 2

1. Pin 9 (*RESET*) berfungsi sebagai *Reset.*
2. Pin 10 - 12 (*Port* 3.0 RXD – 3.2) inputan yang berasal dari mikrokontroller kontrol (mikrokontroller 1).
3. Pin 18 (XTAL 1) sebagai pembangkit *ossilator* (*clock*) XTAL 1.

4. Pin 19 (XTAL 2) sebagai Pembangkit *Ossilator* (*clock*) XTAL 2.
5. Pin 20 (GND) berfungsi sebagai *ground.*
6. Pin 31 dan 40 (EA/VPP dan VCC) berfungsi sebagai VCC + 5 Volt.
7. Pin 32 – 39 (*Port* 0.7 – 0.0) sebagai inputan dari sensor infra merah yang berada pada blok-blok parkir.



Gambar 3-4. Rangkaian Mikrokontroller 3.

Mikrokontroller 3

1. Pin 9 (*RESET*) berfungsi sebagai *Reset.*
2. Pin 10 – 12 (*Port* 3.0 RXD – 3.2) inputan yang berasal dari mikrokontroller kontrol (mikrokontroller 2).
3. Pin 18 (XTAL 1) sebagai pembangkit *ossilator* (*clock*) XTAL 1.
4. Pin 19 (XTAL 2) sebagai Pembangkit *Ossilator* (*clock*) XTAL 2.

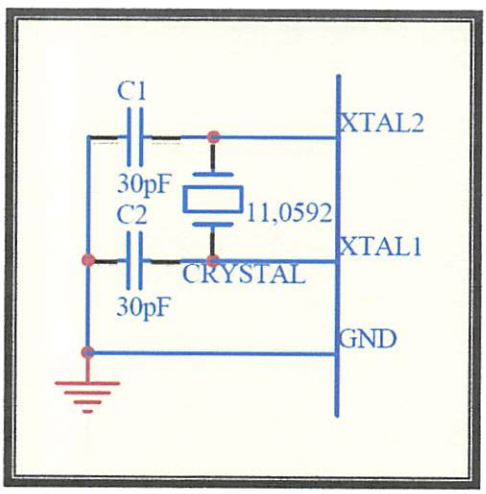
5. Pin 20 (GND) berfungsi sebagai *ground.*
6. Pin 31 dan 40 (EA/VPP dan VCC) berfungsi sebagai VCC + 5 Volt.
7. Pin 32 – 39 (*Port* 0.7 – 0.0) sebagai inputan dari sensor infra merah yang berada pada blok-blok parkir.

3.3.2. Rangkaian *Clock* Minimum Sistem

Rangkaian yang mendukung mikrokontroller ada dua, yaitu rangkaian *clock* dan rangkaian *reset*

- *Clock* (X-TAL 1 dan X-TAL 2, pin 19, 18)

  Pin ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan *osilator internal.* X-TAL 1 merupakan masukan ke rangkaian *osilator internal* sedangkan X-TAL 2 keluaran dari rangkaian osilator internal. Untuk keperluan ini diperlukan kapasitor penstabil sebesar 30pF. Dan nilai dari X-TAL tersebut antara 4 – 16 Mhz. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar pemasangan X-TAL serta kapasitor yang digunakannya.



Gambar 3-5. Rangkaian Pewaktuan dengan Osilator.

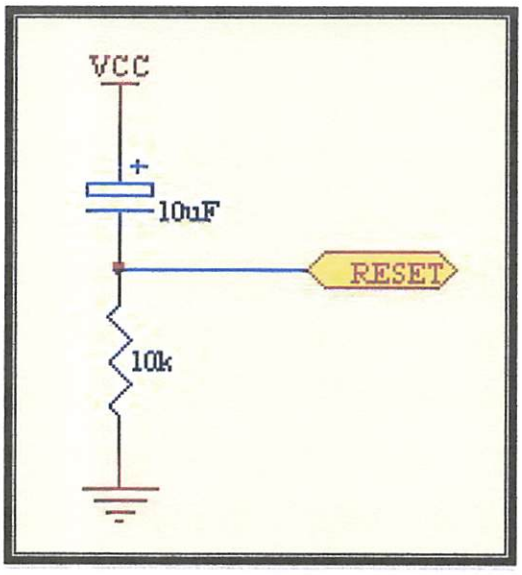
Dalam perancangan ini digunakan kristal sebagai sumber *clock*, kristal dihubungkan diantara kaki – kaki XTAL1 DAN XTAL2 pada mikrokontroler dan kapasitornya dihubungkan ke ground. Kristal yang digunakan sebesar 11,0592 Hz. Waktu yang dibutuhkan untuk mikrokontroler mengolah data adalah :

$$T = \frac{1}{11{,}0592} \text{ x } 12 \text{ periode}$$

$$= 1{,}085\ \mu s$$

- *Reset* (Pin 9)

  Untuk melakukan *reset* sistem pada mikrokontroller yaitu untuk mengawali eksekusi program pada alamat paling rendah yang dapat dimanfaatkan pin *reset* yang ada pada mikrokontroller. Pin 9 dihubungkan dengan rangkaian *reset* rangkaian ini diharapkan agar dapat mempunyai kemampuan *power ON Reset*, yaitu *Reset* terjadi saat *power* diaktifkan. Dibawah ini adalah adalah rangkaian *reset* :



Gambar 3-6. Rangkaian *Reset*.

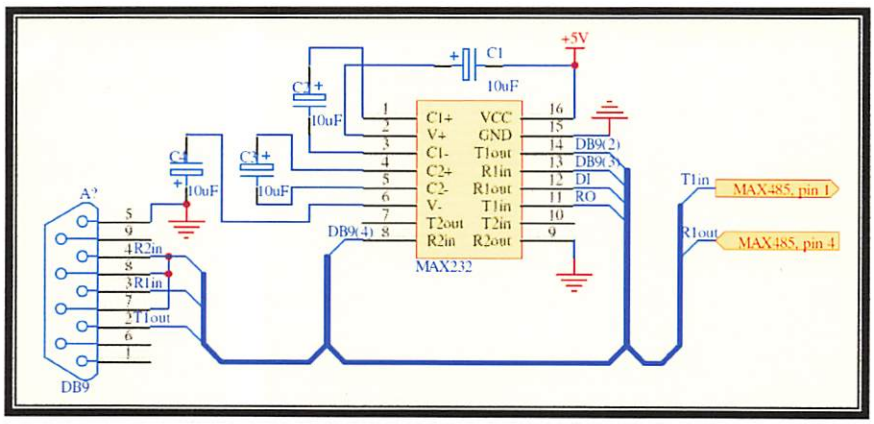
Sehingga dengan komponen *resistor* dengan nilai 10 K serta kapasitor dengan nilai 10μF akan dihasilkan :

$$T = R.C \ Ln\, 2$$

$$= 0{,}069\ \mu s$$

3.4. Perancangan Komunikasi Antara Alat Dengan PC

Komunikasi antara alat dengan PC akan dilakukan secara serial menggunakan *port* serial (*Com*) dari PC. Untuk RFID menggunakan *port* serial 1 (*Com* 1), Sedangkan Mikrokontroller menggunakan *port* serial 2 (*Com* 2). Komunikasi tersebut dirancang menggunakan *baud rate* 9600 bps tanpa paritas, 1 bit start, 8 bit data, dan satu bit stop. Dikarenakan standart komunikasi serial dari PC menggunakan *standart* komunikasi RS232 yang mimiliki *range* logika tinggi (H) adalah sebesar -15 Volt sampai –3 Volt, dan logika rendah (L) sebesar 3 Volt sampai 15 Volt. Sedangkan mikrokontroller menggunakan logika TTL yang memiliki logika tinggi (H) sebesar 3 volt sampai 5 volt, dan logika rendah (L) 0 volt sampai 0,45 volt, maka dibutuhkan rangkaian penyesuai kedua kondisi logika tersebut. Perangkat utama dari rangkaian penyesuai kondisi logika RS232 dengan kondisi logika TTL adalah IC MAX 232. Perancangan rangkaian selengkapnya ditetapkan pada *data sheet* seperti pada gambar 3-7:



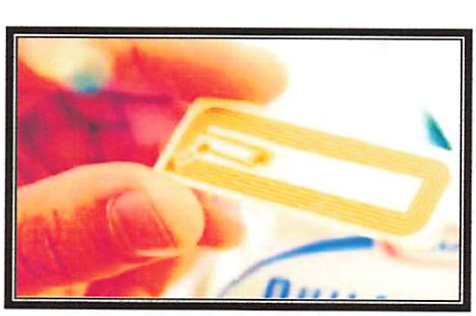
Gambar 3-7. Perancangan Rangkaian IC MAX232 Sebagai Penyesuai Kondisi Logika RS-232 Dengan Kondisi Logika TTL

3.5. RFID (*Radio Frequency Identification*)

RFID merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu barang / benda, pada skripsi ini digunakan *RFID card* dan *RFID reader*.

3.5.1. RFID *Card*

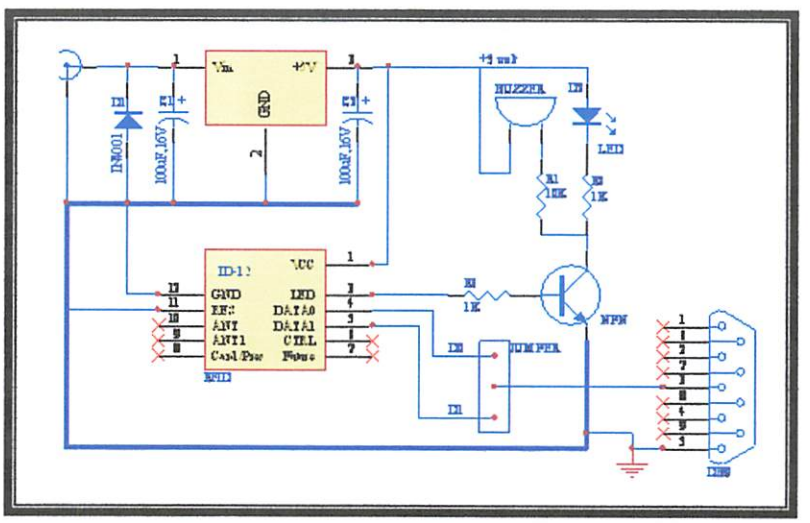
RFID card chip yang di dalamnya juga terdapat nomor identitas kartu atau nomor seri kartu yang nantinya nomor tersebut akan diambil oleh reader kartu saat chip dari kartu tersebut dibaca oleh reader kartu, dimana keluaran nomor seri tersebut sudah berupa ASCII dan itu tergantung dari konfigurasi rangkaian reader kartunya.



Gambar 3–8. RFID *Card.*

3.5.2. RFID *Reader*

RFID disini yang kita gunakan adalah jenis ID-12, ID-12 yang kita gunakan mempunyai jarak baca maksimal 12 cm. Sesuai dengan data sheet dari reader kartu ID-12 itu sendiri, untuk memperoleh keluaran yang berbentuk ASCII maka reader itu disusun seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3-9. Rangkaian RFID *Reader*.

3.6. Perancangan Rangkaian *Driver Relay* Motor DC

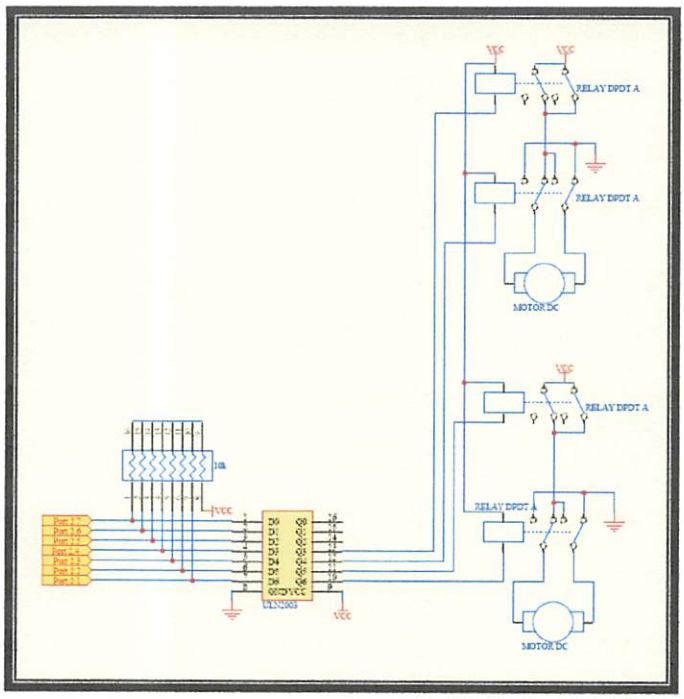
Untuk rangkaian *driver relay* motor DC digunakan IC ULN 2003A sebagai pengendali arah putaran motor penggerak portal. Pada IC ULN 2003A dapat dipicu dengan tegangan 5 Volt dan arus maksimum sebesar 500mA dengan suhu kerja dari -20°C sampai 80°C. IC ULN2003A mampu menghidupkan dan mematikan *relay* yang hanya memiliki tegangan maksimal sebesar 12 Volt dengan resistansi kumparan sebesar 400 Ω jadi dapat diketahui arus *relay* sebesar :

Dimana : $I_{relay} = \frac{VCC}{R.relay}$

$$= \frac{12}{400} = 30\ mA$$

Dengan adanya arus *relay* sebesar 30 mA maka IC ULN2003A dapat menggerakan *relay* tersebut karena ULN 2003A memiliki arus maksimum sebesar 500 mA sesuai dengan data sheet.

Dibawah ini adalah rangkaian *driver relay* motor DC :



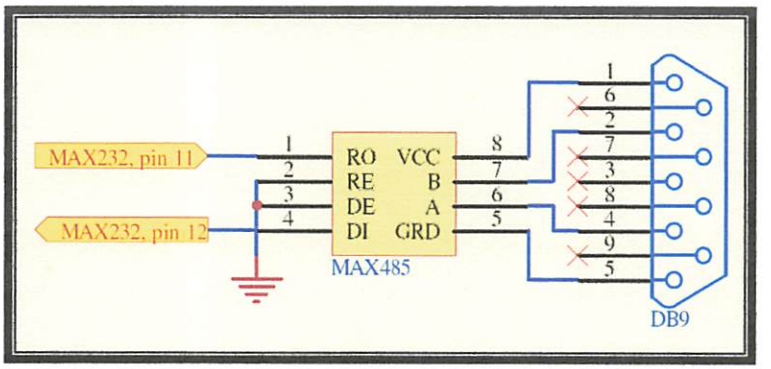
Gambar 3-10. Rangkaian *Driver Relay* Motor DC

3.7. Perancangan Rangkaian Antar Muka RS-485

Sesuai Spesifikasi RS-485, rangkaian ini diletakkan dengan jarak maximal sampai 1200 m dari rangkaian konverter RS-232 ke RS-485. Apabila beda tegangan dalam masukan V_{AB} lebih dari +200 mV (V_A lebih *positif* dari V_B). Maka dalam *port* penerima *(receiver)* RS-485 akan

berlogika 1, sebaliknya bila beda tegangan V_{AB} kurang dari -200 mV (V_A lebih negative dari V_B), maka *port* penerima *(receiver)* akan berlogika 0.

Rangkaian RS-485 seperti ditunjuk dalam gambar di bawah ini :



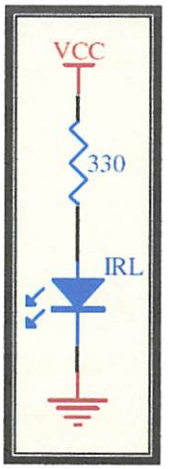
Gambar 3-11. Rangkaian RS-485.

Rangkaian IC MAX485 digunakan untuk mengubah level tegangan TTL menjadi tegangan yang *standart* dengan RS-485. Dalam penggunaan IC MAX485. Pin 1(RO) menerima data dan pin 4 (DI) pengirim data *(driver),* jika Pin 1 (RO) diberi logika 1, maka akan berfungsi sebagai penerima data, sebaliknya jika pin 4 (DI) diberi logika rendah maka akan berfungsi sebagai pengirim data. Pemberian logika ini melalui perangkat lunak

3.8. Perancangan Rangkaian Sensor *Infra* Merah

3.8.1. Rangkaian Pemancar (*Transmitter*)

Rangkaian pemancar berfungsi untuk memancarkan sinar *infra red* dengan bantuan LED yang memancarkan *infra red* (IRED), yang nantinya diterima oleh rangkaian penerima *infra red.* Gambar 3 – 12 menunjukkan rangkaian pemancar *infra red.*



Gambar 3-12. Rangkaian Pemancar *Infra Red.*

Mengacu pada gambar rangkaian di atas, agar dioda infra merah dapat memancarkan sinar infra merah diperlukan arus sebesar 10 mA dan tegangan (V_{IR}) sebesar 1,5 Volt. Sesuai dengan persamaan, maka dapat dihitung besarnya Rs sebagai berikut :

$$R_S = \frac{Vcc - V_{IR}}{I}$$

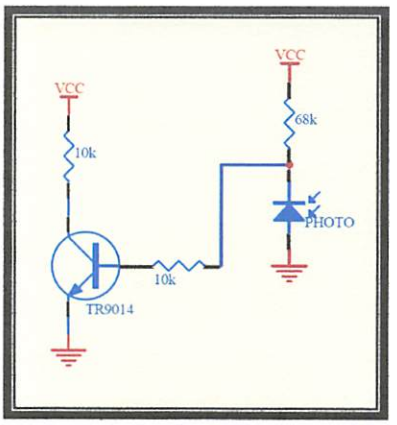
$$R_S = \frac{5 - 1{,}5}{10x10^{-3}}$$

$$R_S = \frac{3{,}55}{10x10^{-3}}$$

$$R_S = 350\Omega \cong 330\Omega .$$

3.8.2. Rangkaian Penerima (*Receiver*)

Rangkaian penerima berfungsi untuk menerima sinyal *infra red* dari pemancar *infra red*, sinyal *infra red* diterima oleh phootodioda dan digunakan untuk membias transistor yang difungsikan sebagai saklar (*switching*). Output dari rangkaian ini berupa tegangan. Gambar 3 - 13 menunjukkan rangkaian penerima *infra red.*



Gambar 3 – 13. Rangkaian Penerima *Infra Red.*

Karena transistor dioperasikan untuk saklar (*switching*) maka dioperasikan pada dua titik kerja, yaitu : pada titik saturasi atau pada titik sumbat (*cut off*). Jadi perhitungan nilai resistor yang terpasang pada rangkaian penerima sinyal *infra red* adalah sebagai berikut:

Dapat kita hitung resistansi dengan diketahui Vcc = 5 volt, I photodiode maka :

$$R_2 = \frac{Vcc}{Iphoto\ diode}.$$

$$= \frac{5}{0.074.10^{-3}}.$$

$$= 67{,}5 \times 10^3$$

= 67,5$K\Omega$ karena tidak ada di pasaran maka dipakai resistor 68KΩ

Vbb merupakan tegangan maju kepada dioda emitor melalui resistor Rb untuk transistor silikon. Vbe berkisar antara 0,6 – 0,7 volt. arus basis kolektor dapat dicari dengan persamaan :

Vbb – Ib . Rb. Vbe = 0

Dengan : Vbb sebagai tegangan bias

Vbe adalah tegangan berisi emitor

Rb merupakan tahanan atau resistor basis

Ib merupakan tegangan basis

Melalui rumus :

Diketahui : Vcc : 5 volt, Rc : 10kΩ, Rb : 10kΩ

$Vcc \equiv Ic \times Rc$

$Ic = \frac{Vcc}{Rc}$

$= \frac{5}{10 \times 10^3}$

$= 0{,}5 \times 10^{-3} A$

$= 0{,}5mA$

$Ib = \frac{Vbb - Vbe}{Rb}$

Karena Vbb belum diketahui maka Ib dapat dicari dengan rumus :

$Ib = \frac{Ic}{\beta}$; $\beta = 70$ (dari *datasheet*)

$= \frac{0{,}5 \times 10^{-3}}{70}$

$= 7{,}14 \times 10^{-6} A$

$= 7{,}14\ \mu A$

Dengan arus yang sangat kecil tersebut tidak mampu untuk membuat transistor *saturation* maka untuk menghasilkan output logic (0/1) digunakan sistem *darlington.*

$Vbb \equiv Ib \times Rb \times Vbe$

$= 7{,}14 \times 10^{-6} \text{x } 10 \times 10^3 \text{x } 0{,}7$

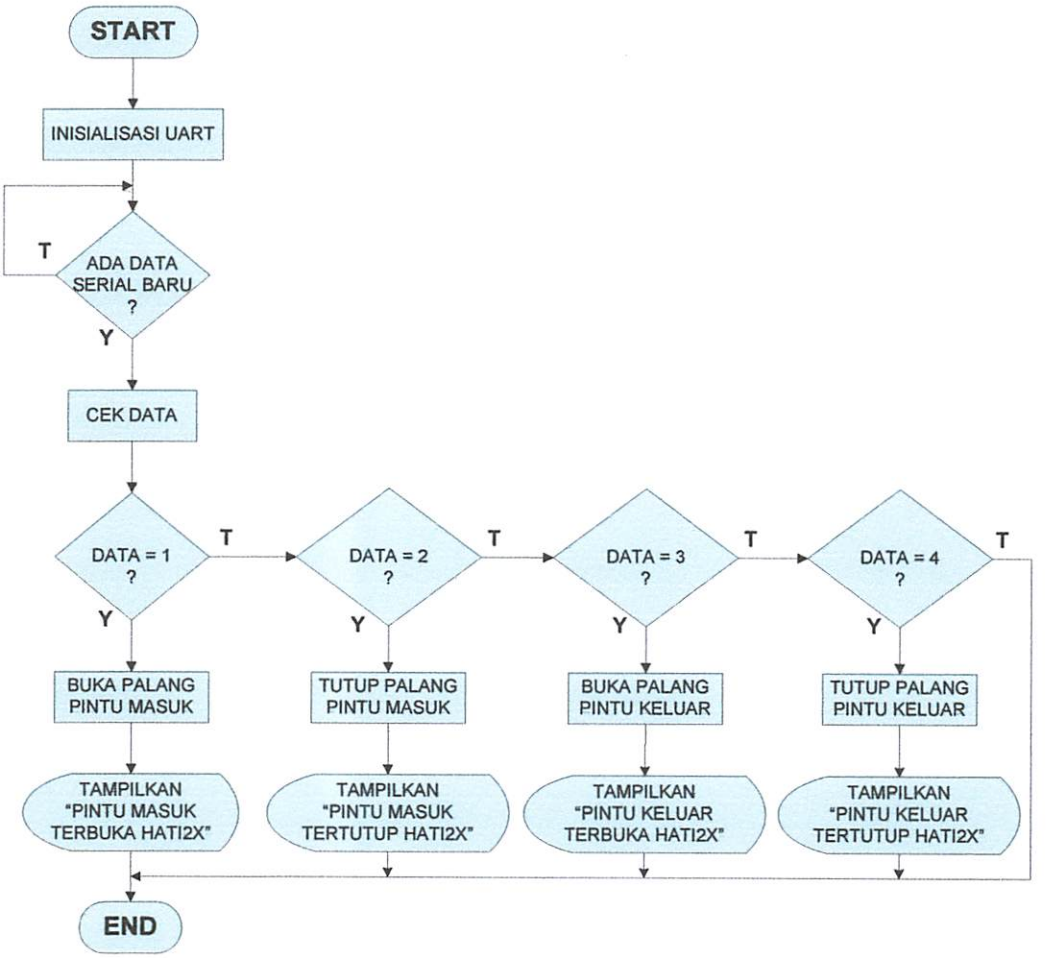
$= 0{,}05$ Volt

3.9. Perancangan Perangkat Lunak

Untuk mendukung agar perangkat keras berfungsi sesuai dengan perencanaan, maka diperlukan perangkat lunak sebagai penunjangnya. Untuk mengatur dan mengendalikan keseluruhan sistem perangkat keras yang telah dibuat, harus dibantu dengan perangkat lunak. Sistem aplikasi Mikrokontroller AT89S52 ini dapat mengatur dan mengendalikan keseluruhan sistem apabila ada urutan instruksi yang mendefinisikan secara jelas urutan tugas yang harus dikerjakan.

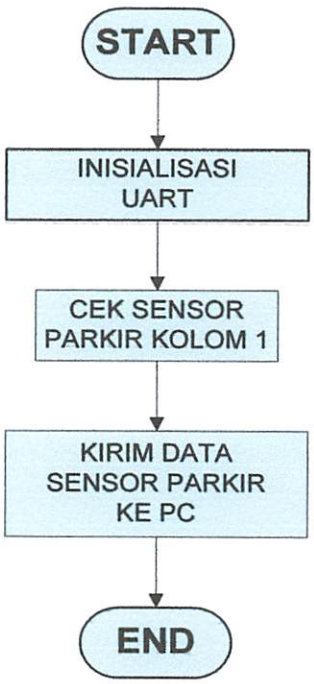
Urutan instruksi ini sangat penting untuk didefinisikan, karena mikrokontroller bekerja secara pasti berdasarkan urutan instruksi ini, susunan logika perancangan yang salah tidak dapat diketahui oleh mikrokontroller. Selama instruksi yang diterima sesuai dengan aturannya, Mikrokontroller tetap mengerjakan instruksi tersebut. Kesalahan seperti ini baru diketahui ketika kerja sistem aplikasi tidak sesuai dengan spesifikasi awal. Oleh karena itu, perancangan perangkat keras sangat menentukan dalam keberhasilan pembuatan perangkat lunak, sama pentingnya dengan perancangan pernagkat keras. Sebuah mikrokontroller tidak akan bekerja bila tidak diberikan program kepadanya. Program tersebut memberitahukan apa yang harus dilakukan oleh mikrokontroller.

3.9.1. *Flowchart* Mikrokontroller 1



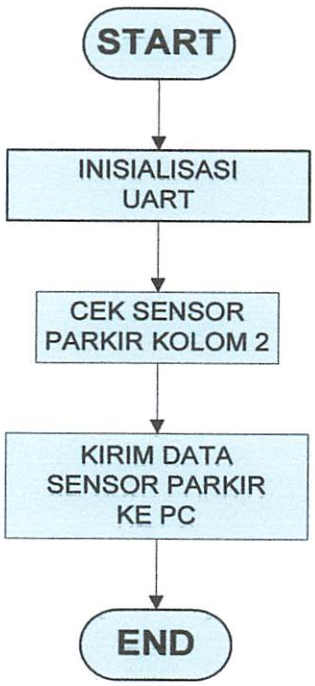
Gambar 3-14. *Flowchart* Pada Mikrokontroller Kontrol.

3.9.2. *Flowchart* Mikrokontroller 2



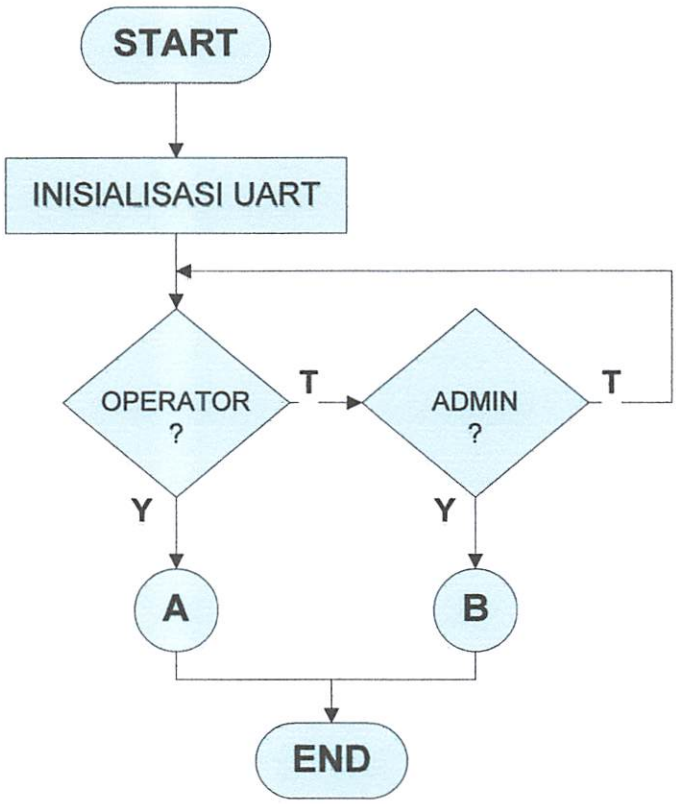
Gambar 3-15. *Flowchart* Pada Mikrokontroller Sensor Kolom 1.

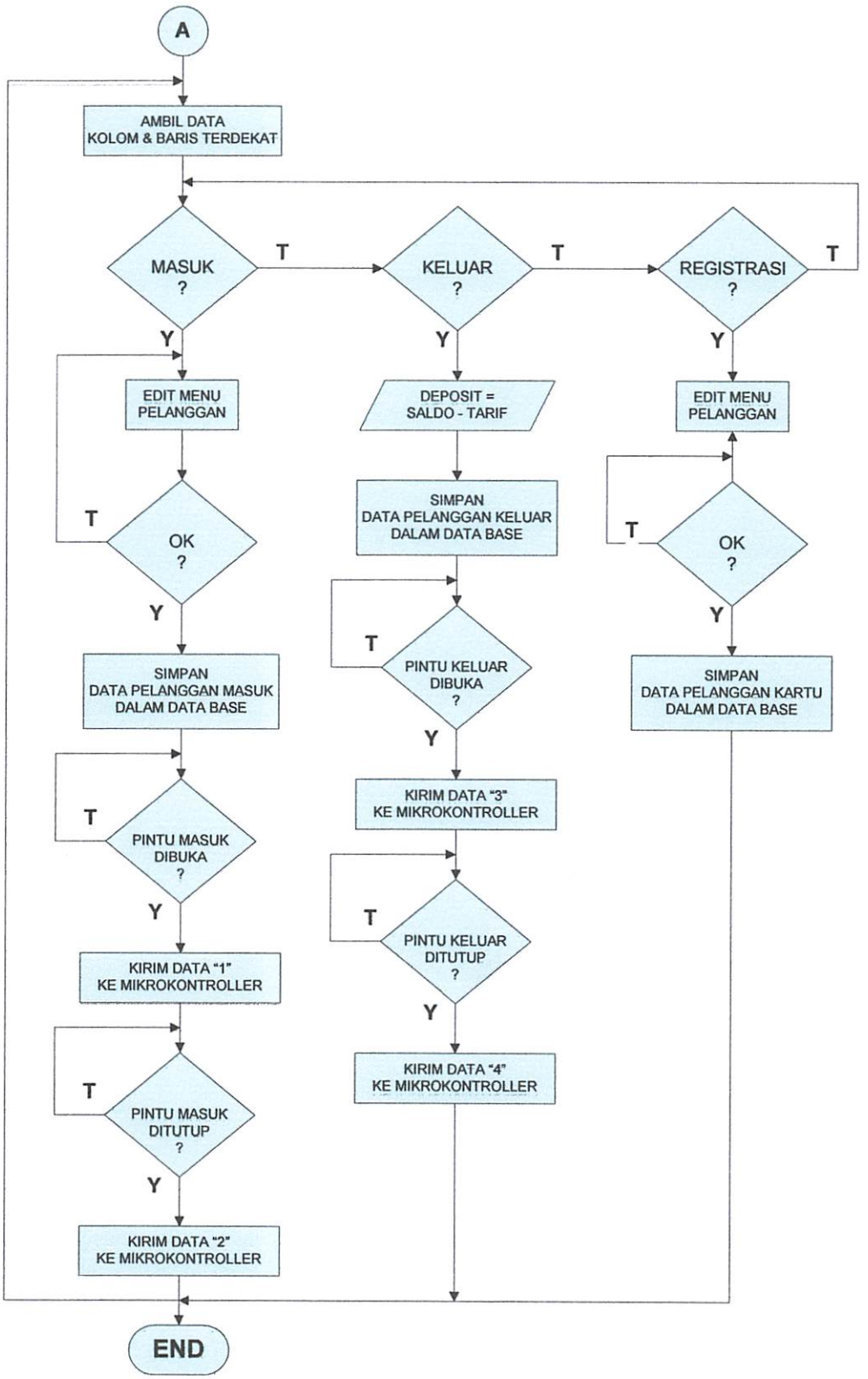
3.9.3. *Flow Chart* Mikrokontroller 3

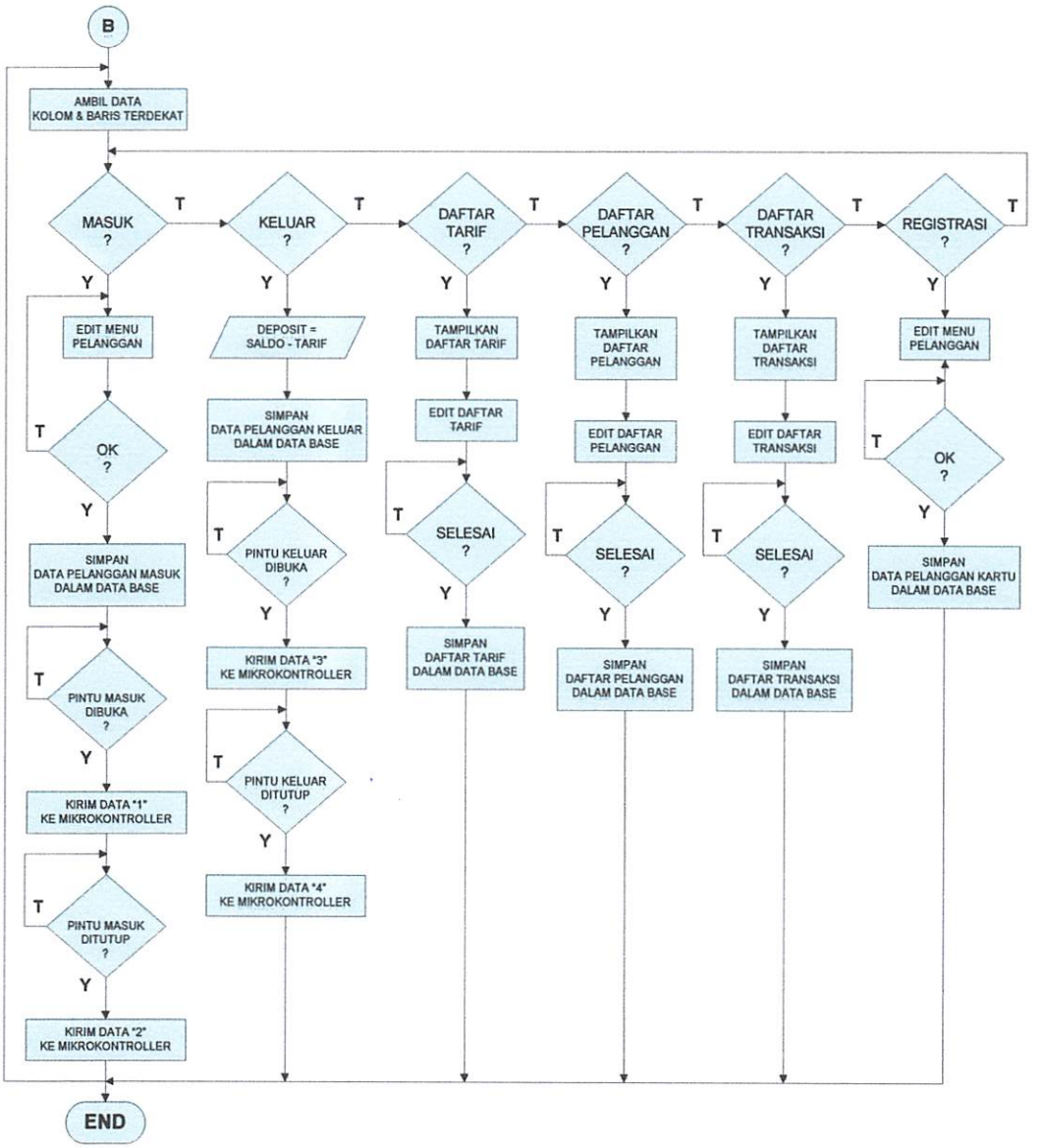


Gambar 3-16. *Flowchart* Pada Mikrokontroller Sensor Kolom 2.

3.9.4. *Flowchart* Pada PC




A
AMBIL DATA
KOLOM & BARIS TERDEKAT
MASUK
?
T
KELUAR
?
T
REGISTRASI
?
T
Y
Y
Y
EDIT MENU
PELANGGAN
DEPOSIT =
SALDO - TARIF
EDIT MENU
PELANGGAN
T
OK
?
SIMPAN
DATA PELANGGAN KELUAR
DALAM DATA BASE
T
OK
?
Y
Y
Y
SIMPAN
DATA PELANGGAN MASUK
DALAM DATA BASE
T
PINTU KELUAR
DIBUKA
?
SIMPAN
DATA PELANGGAN KARTU
DALAM DATA BASE
Y
T
PINTU MASUK
DIBUKA
?
KIRIM DATA "3"
KE MIKROKONTROLLER
Y
KIRIM DATA "1"
KE MIKROKONTROLLER
T
PINTU KELUAR
DITUTUP
?
T
PINTU MASUK
DITUTUP
?
Y
Y
KIRIM DATA "4"
KE MIKROKONTROLLER
Y
KIRIM DATA "2"
KE MIKROKONTROLLER
END



Gambar 3–16. *Flowchart* Pada *Computer*.

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

4.1. Gambaran Umum

Bab ini akan membahas pengujian alat yang telah dirancang, dirakit serta direalisasikan. Tujuan pengujian alat ini adalah mengetahui kerja dari masing-masing sistem yang dibuat secara per-blok. Dengan demikian dapat diketahui kinerja dari alat yang direncanakan dan dibuat. Secara umum tujuan dari pengujian alat tersebut adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui proses kerja dari masing-masing rangkaian.
2. Memudahkan pendataan spesifikasi alat.
3. Mengetahui hasil dari suatu perencanaan yang telah dibuat.
4. Memudahkan perawatan dan perbaikan apabila sewaktu-waktu terjadi kerusakan.

Prosedur Pengujian :

1. Pengujian RFID
2. Pengujian Rangkaian Sensor Photodioda
3. Pengujian *Driver* Motor DC
4. Pengujian LCD
5. Pengujian Komunikasi Serial
6. Pengujian Keseluruhan

4.2. Spesifikasi Alat

4.2.1. Spesifikasi Elektronik

1. Menggunakan Mikrokontroller AT89S52.
2. *Power Supply* Alat adalah 220 Volt AC.
3. Menggunakan komputer sebagai pusat pelayanan informasi.
4. *Supply* tegangan pada rangkaian adalah +5V DC.
5. Menggunakan IC MAX-232 sebagai sarana komunikasi serial.
6. RFID (ID-12) sebagai pembaca kartu.
7. Jenis *interface* yang digunakan adalah serial *port*.
9. LCD sebagai *output* visual.

4.3. Pengujian *Tag* RFID dan *Reader* RFID

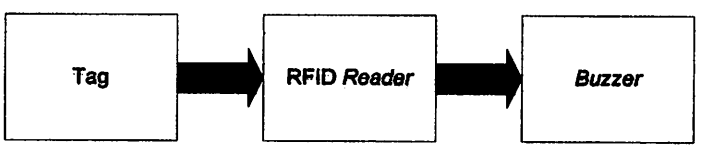
Untuk mengetahui apakah RFID *reader* dapat membaca *Tag* (kartu) RFID atau tidak.

4.3.1. Peralatan Yang Digunakan

1. *Tag* (kartu) RFID dan RFID *reader*.
2. *Buzzer*.

4.3.2. Prosedur Pengujian

1. Menyusun rangkaian seperti gambar 4-1.
2. Menempelkan *tag* pada RFID *reader*.
3. Mengamati *reader* dan keluaran pada *buzzer*.



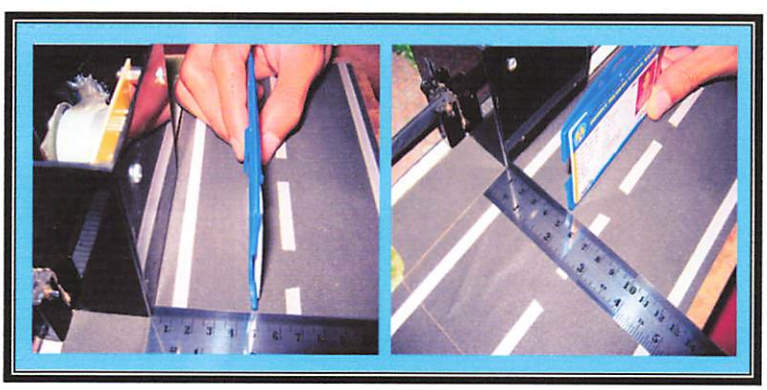
Gambar 4-1. Diagram Blok Pengujian *Tag* Terhadap *Reader* RFID.

4.3.3. Hasil Pengujian

Hasil Pengujian menunjukkan bahwa RFID *reader* dapat membaca *tag* (kartu) RFID atau *tag* dapat diakses oleh *reader* sampai sejauh kurang lebih 5 cm. Dengan demikian RFID untuk digunakan sebagai karcis parkir dan total biaya parkir kartu telah bekerja dengan baik.

Tabel 4-1. Hasil Pengujian RFID.

Jarak jangkauan	Tingkat pengujian	Tingkat Keberhasilan
1 cm	1 kali	Berhasil
	2 kali	Berhasil
	3 kali	Berhasil
2 cm	1 kali	Berhasil
	2 kali	Berhasil
	3 kali	Berhasil
3 cm	1 kali	Berhasil
	2 kali	Berhasil
	3 kali	Berhasil
4 cm	1 kali	Berhasil
	2 kali	Berhasil
	3 kali	Berhasil
5 cm	1 kali	Berhasil
	2 kali	Berhasil
	3 kali	Berhasil
6 cm	1 kali	Tidak Berhasil
	2 kali	Tidak Berhasil
	3 kali	Tidak Berhasil



Gambar 4-2. Pengujian RFID.

4.4. Pengujian Rangkaian Sensor *Infra Red.*

Untuk mengetahui apakah rangkaian sensor cahaya dapat mengkondisikan ada ataupun tidak adanya cahaya pada rangkaian sensor cahaya (photodioda) menjadi kondisi *high* dan *low* pada output rangkaian sensor cahaya. Pengujian rangkaian sensor cahaya dilakukan dengan menutup dan membuka bagian atas photodioda dengan berupa halangan.

4.4.1. Peralatan Yang Digunakan

1. Multimeter Digital.
2. Rangkaian Sensor cahaya (photodioda).
3. Catu daya 5 volt.

4.4.2. Prosedur Pengujian

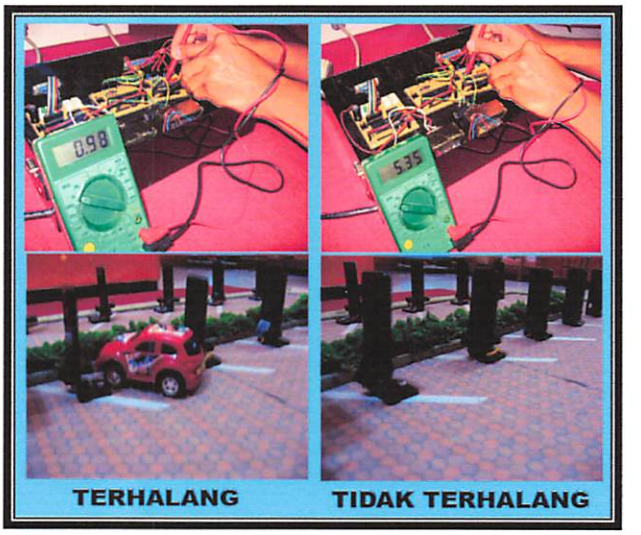
1. Menghubungkan rangkaian sensor cahaya dengan catudaya 5 volt.
2. Memasukkan hasil pengukuran pada tabel 4-2.

4.4.3. Hasil Pengujian

Tabel 4-2. Hasil Pengujian Photodioda

LOKASI SENSOR		Vout (Volt)	
Kolom	Baris	Terkena Cahaya	Tidak Terkena Cahaya
1	1	4,91	0,32
1	2	4,91	0,68
1	3	4,92	0,53
1	4	4,92	0,56
2	1	5,35	0,71
2	2	5,35	0,84
2	3	5,35	0,86
2	4	5,35	0,98

Dari data tabel 4-2 diatas dapat diketahui bahwa tegangan (Vout) rata-rata pada rangkaian sensor menjadi kondisi *high* adalah 5,13V dan tegangan (Vout) rata-rata pada kondisi *low* adalah 0,68V.



Gambar 4-3. Pengujian *Infra Red.*

4.5. Pengujian Rangkaian *Driver Relay*

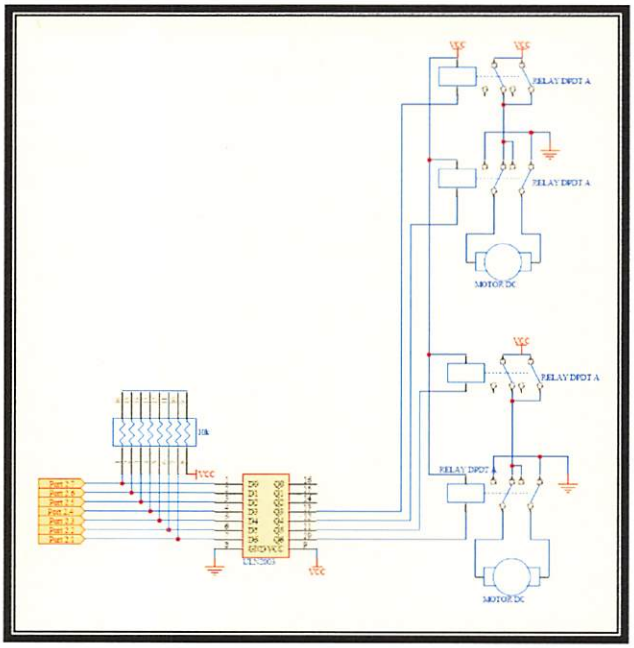
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon dari *driver relay* pada saat diberi inputan oleh mikrokontroller. Apabila inputan *driver* diberi logika *high*, maka *pot* ULN akan menjadi aktif. Hal ini mengakibatkan *relay* dalam keadaan ON. Dan apabila inputan *driver* diberi logika *low* maka, ULN akan menjadi tidak aktif. Hal ini mengakibatkan *relay* dalam keadaan OFF.

4.5.1. Peralatan Yang Digunakan :

- *Power Supply* +5 volt DC.
- Rangkaian *Driver Relay.*
- Motor Portal.

4.5.2. Prosedur Pengujian

- Membuat rangkaian seperti pada gambar 4-4 dibawah ini :



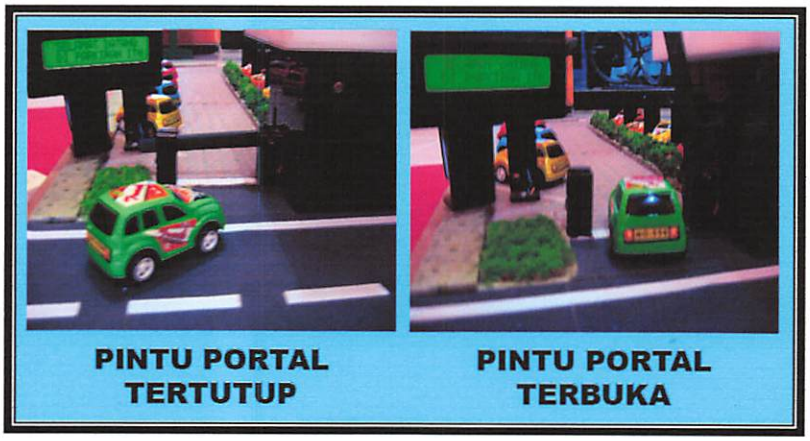
Gambar 4-4. Rangkaian Pengujian *Driver Relay*

- Memasang *Power Supply* +5 volt DC.
- Mengamati dan mencatat hasilnya pada tabel 4-3 apa yang terjadi pada *relay*.

4.5.3. Hasil Pengujian

Tabel 4-3. Hasil Pengujian *Driver Relay*

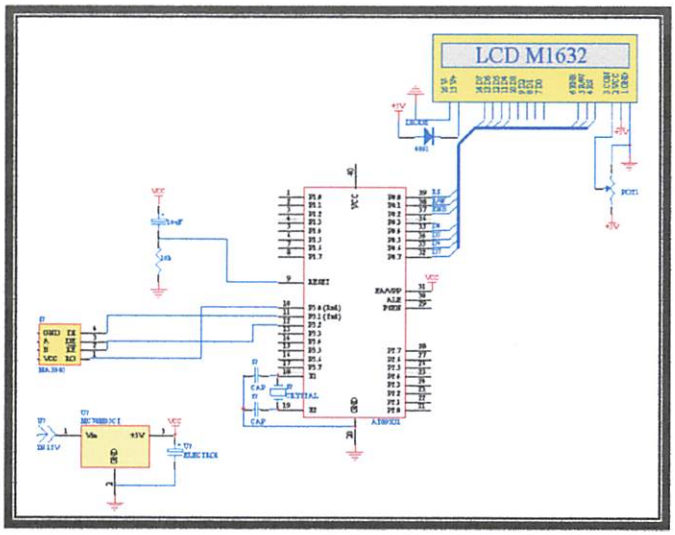
Vin	Logika	*Relay*	Kondisi Motor Portal
0 Volt	*Low*	Mati	Mati
+5 Volt	*High*	Aktif	Hidup



Gambar 4-5. Pengujian *Driver Relay*.

4.6. Pengujian LCD

Pengujian LCD bertujuan untuk mengetahui apakah LCD bisa menampilkan data sesuai yang kita inginkan.



Gambar 4-6. Rangkaian Pengujian LCD

Listing Program

```
;=============================================================;
;SUBROUTINE TAMPILAN LCD                                      ;
;=============================================================;
TAMPIL_1:
        CALL    DISPLAY_CLEAR
        MOV     DPTR,#DATA_1
        CALL    TAMPIL
        CALL    BARIS2_POSISI_40H
        MOV     DPTR,#DATA_2
        CALL    TAMPIL
        RET
;=============================================================;
;       SUBROUTINE LCD                                        ;
;=============================================================;
INIT_LCD:
        MOV     A,#00101111B        ;Function Set1
        CLR     RS
        CALL    KIRIM1
        CALL    DELAY_5MS
        MOV     A,#00101111B        ;Function Set2
        CALL    INTRUKSI
        MOV     A,#00001000B        ;Display Off
        CALL    INTRUKSI
        MOV     A,#00000001B        ;Display Clear
        CALL    INTRUKSI
        MOV     A,#00000110B        ;Entry Mode
        CALL    INTRUKSI
        MOV     A,#00001100B        ;Display On,Cursor Off,Blink Off
```

```
            CALL        INTRUKSI
            RET
;=============================================:
KIRIM1:
            MOV         C,ACC.7
            MOV         D7,C
            MOV         C,ACC.6
            MOV         D6,C
            MOV         C,ACC.5
            MOV         D5,C
            MOV         C,ACC.4
            MOV         D4,C
            SETB        EN
            CLR         EN
            RET
;=============================================:
KIRIM2:
            MOV         C,ACC.3
            MOV         D7,C
            MOV         C,ACC.2
            MOV         D6,C
            MOV         C,ACC.1
            MOV         D5,C
            MOV         C,ACC.0
            MOV         D4,C
            SETB        EN
            CLR         EN
            CALL        DELAY_5MS
            RET
;=============================================:
INTRUKSI:
            CLR         RS
            CALL        KIRIM1
            CALL        KIRIM2
            RET
;=============================================:
TULIS_DATA:
            SETB        RS
            CALL        KIRIM1
            CALL        KIRIM2
            RET
;=============================================:
TAMPIL:
            MOV         1DH,#10H
LOOP1:
            MOV         A,#00H
            MOVC        A,@A+DPTR
            CALL        TULIS_DATA
            INC         DPTR
            DJNZ        1DH,LOOP1
            RET
;=============================================:
DISPLAY_CLEAR:
            MOV         A,#01H
            CALL        INTRUKSI
            RET
;=============================================:
BARIS1_POSISI_00H:
```

```
                MOV         A,#080H
                CALL        INTRUKSI
                RET
;=========================================:
BARIS2_POSISI_40H:
                MOV         A,#0C0H
                CALL        INTRUKSI                ;Ada Delay 5 mS
                RET
;=========================================
DATA_1:
                DB          ' SELAMAT DATANG '
DATA_2:
                DB          ' DI PARKIRAN ITN'
```

Data Hasil Pengujian :

Dari hasil pengujian di atas maka akan didapatkan suatu tampilan LCD berupa tulisan :

SELAMAT DATANG : pada baris pertama

DI PARKIRAN ITN : pada baris kedua

Gambar 4-7. Pengujian LCD

4.7. Pengujian Komunikasi Serial

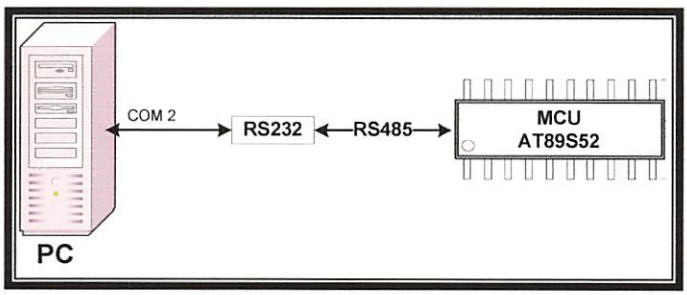
4.7.1. Pengujian Komunikasi PC dengan MCU AT89S52

a. Peralatan yang digunakan

- Program Hyper Terminal pada Windows
- Rangkaian *converter* MAX 232 *to* MAX 485
- Catu daya 5V DC

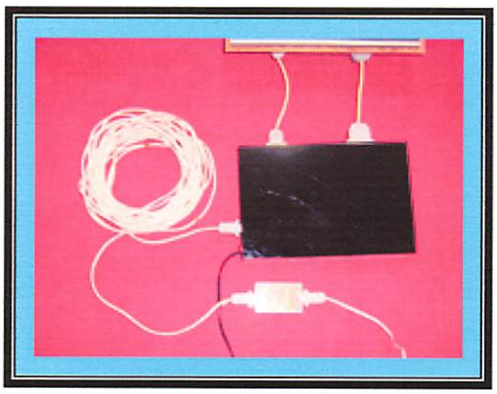
b. Prosedure Pengujian

- Merangkai sesuai dengan rancangan rangkaiannya masing-masing sesuai dengan gambar rangkaian pada bab 4.
- Menghubungkan masing-masing rangkaian tersebut pada catu daya sebagai sumber tegangan dan mengaktifkannya. Blok diagram komunikasi PC dengan MCU AT89S52 ditunjukkan dalam gambar 4-8.



Gambar 4-8. Blok Diagram Komunikasi PC dengan MCU AT89S52

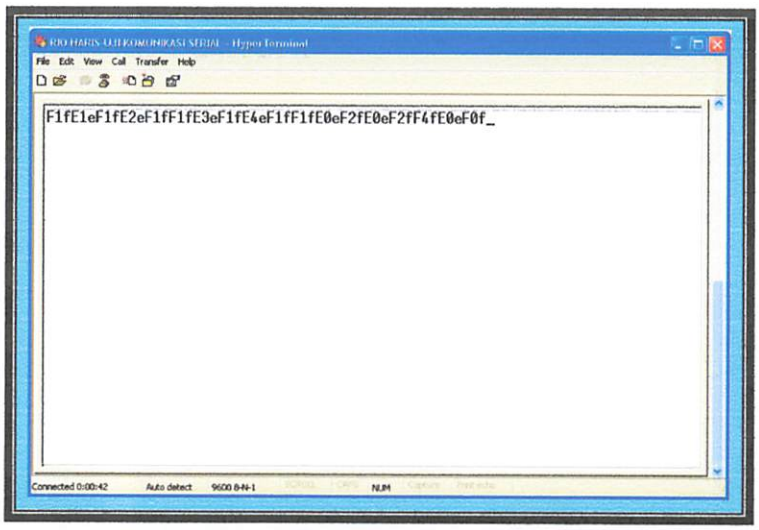
- Pada rangkaian MAX485 dilakukan pengujian dengan jarak 50 M. Hal ini dilakukan karena jarak komunikasi RS-485 mencapai 4000 feet (1200 meter)



Gambar 4-9. Pengujian Komunikasi PC dengan MCU AT89S52

c. Hasil Pengujian dan Analisa

- Hasil pengujian pada komunikasi PC dengan MCU AT89S52 ditunjukan dalam gambar 4-10.



Gambar 4-10. Program Hyper Terminal Hasil Pengujian Komunikasi PC dengan MCU AT89S52

Pada program Hyper terminal menunjukkan informasi yang dikirim oleh MCU AT89S52 berupa informasi lokasi baris parkir terdekat yang dapat ditempati oleh pengguna.

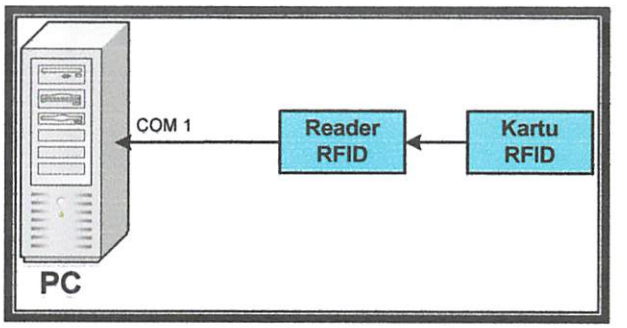
4.7.2. Pengujian Komunikasi PC dengan RFID

a. Peralatan yang digunakan

- Program Hyper Terminal pada Windows
- Catu daya 5V DC

b. Prosedure Pengujian

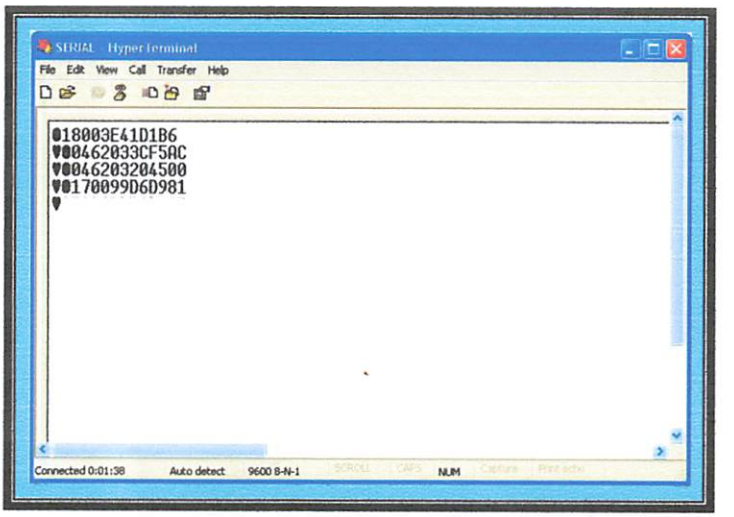
- Merangkai sesuai dengan rancangan rangkaiannya masing-masing sesuai dengan gambar rangkaian pada bab 4.
- Menghubungkan masing-masing rangkaian tersebut pada catu daya sebagai sumber tegangan dan mengaktifkannya. Blok diagram komunikasi PC dengan RFID ditunjukkan dalam gambar 4-11.



Gambar 4-11. Blok Diagram Komunikasi PC dengan RFID

c. Hasil Pengujian dan Analisa

- Hasil pengujian pada komunikasi PC dengan RFID ditunjukan dalam gambar 4-12.



Gambar 4-12. Program Hyper Terminal Hasil Pengujian Komunikasi PC dengan RFID

Pada program Hyper terminal menunjukkan 12 *digit serial number* dari 4 buah *tag* RFID yang berbeda.

4.8. Pengujian Sistem Keseluruhan

Untuk mengetahui hasil pengujian akhir dari sistem yang telah dibuat .

4.8.1. Peralatan Yang digunakan :

1. Komputer.

2. Rangkaian Serial.
3. Kabel Serial.
4. *Hardware*.
5. Mekanik Miniatur Parkir

4.8.2. Prosedur Pengujian :

1. Hubungkan masing-masing *hardware* dengan mekanik miniatur parkir melalui kabel serial db-15 dan db-25, hubungkan rangkaian serial melalui kabel serial db-9 ke komputer.
2. Cek pada *form* tampilan utama apakah mikrokontroller dalam status *connect* atau *not connect*.
3. Pada PC,masukkan 4 *digit password* yaitu '1234' untuk *Operator* dan '4321' untuk *Admin* yang maksudkan untuk tingkat kewenangan dan tanggung jawab terhadap *data base user*. Inputkan variabel-variabel yang dibutuhkan pada *form* menu utama pada komputer (masuk / keluar, buka / tutup palang pintu masuk, buka / tutup palang pintu keluar,registrasi) untuk menu tambahan (daftar tarif, daftar transaksi, daftar pelanggan) hanya bisa di *edit* oleh *admin*.Selanjutnya *operator* memberikan informasi saran lokasi parkir terdekat yang dapat digunakan oleh pengguna.

4.8.3. Hasil Pengujian

Tabel 4-4. Hasil Pengujian Masuk Area Parkir

NO. ID	NAMA	NOMOR POLISI	JENIS KENDARAAN	BIAYA (Rp.)	SALDO (Rp.)
CF5AC	IFUL A.	N 520 GR	MOBIL	2000	50000
04500	HENDRY	M 511 CE	MOBIL	2000	100000
1D1B6	IRENE	AB 1000 DG	MOBIL	2000	100000
6D981	RIO	AE 389 AD	MOBIL	2000	50000

- Dari hasil pengujian masuk area parkir diatas menunjukkan kartu yang telah teregistrasi dan menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik.

Tabel 4-5. Hasil Pengujian Lokasi Parkir

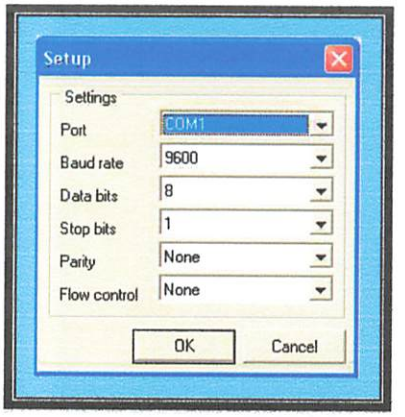
LOKASI PARKIR		KONDISI SENSOR	
KOLOM	BARIS	JALAN	TIDAK
1	1	√	--
1	2	√	--
1	3	√	--
1	4	√	--
2	1	√	--
2	2	√	--
2	3	√	--
2	4	√	--

- Dari hasil pengujian penunjukan lokasi parkir maka dapat diketahui bahwa sistem berjalan cukup baik yaitu dengan menempatkan kendaraan dengan benar sehingga *infra red* dapat bekerja dengan baik.

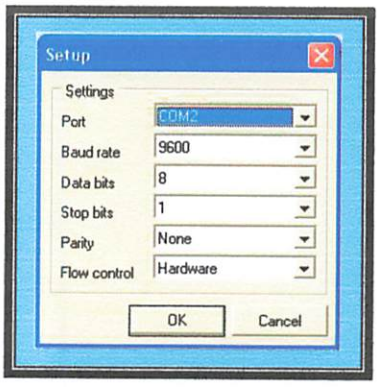
Dari hasil pengujian secara keseluruhan pada masing-masing sistem dapat dikatakan sistem atau mekanik itu dikarenakan ketidaksempurnaan pada mekanik. Sehingga pada saat pengujian sering terjadi macet atau tidak jalan.

Sehingga error disebabkan karena pengaruh mekanik yang kurang sempurna. Kesalahan ini juga dapat terjadi karena beberapa hal, antara lain : kesalahan dalam *human error,* memasukan data yang tidak sesuai dengan ketentuan yang telah ada.

Gambar 4-13. Tampilan Utama Pada *Software* Parkir Prabayar.

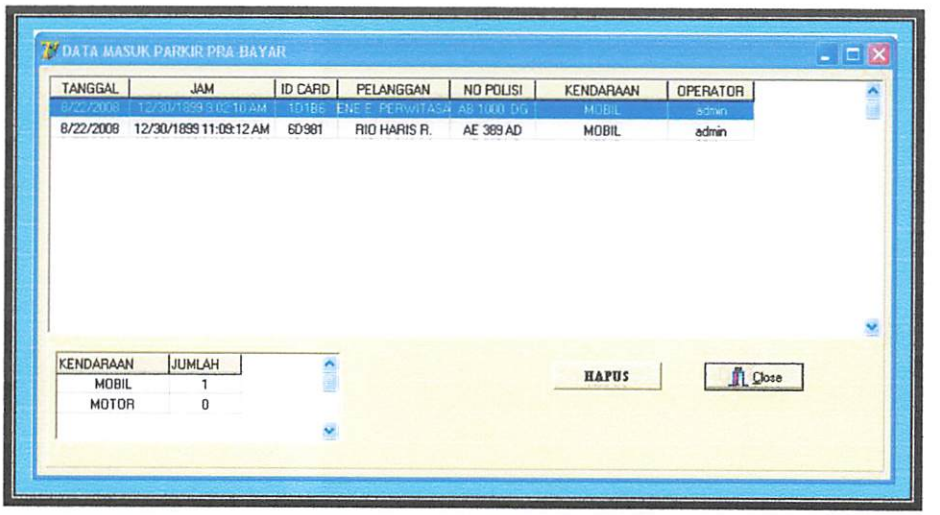


Gambar 4-14. Tampilan *Setting* Komunikasi RFID dengan PC

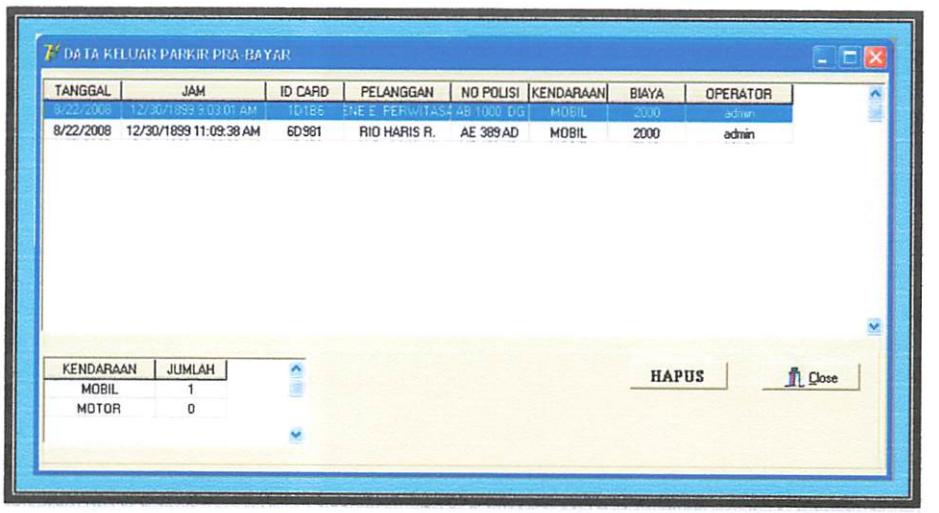


Gambar 4-15. Tampilan *Setting* Komunikasi MCU dengan PC

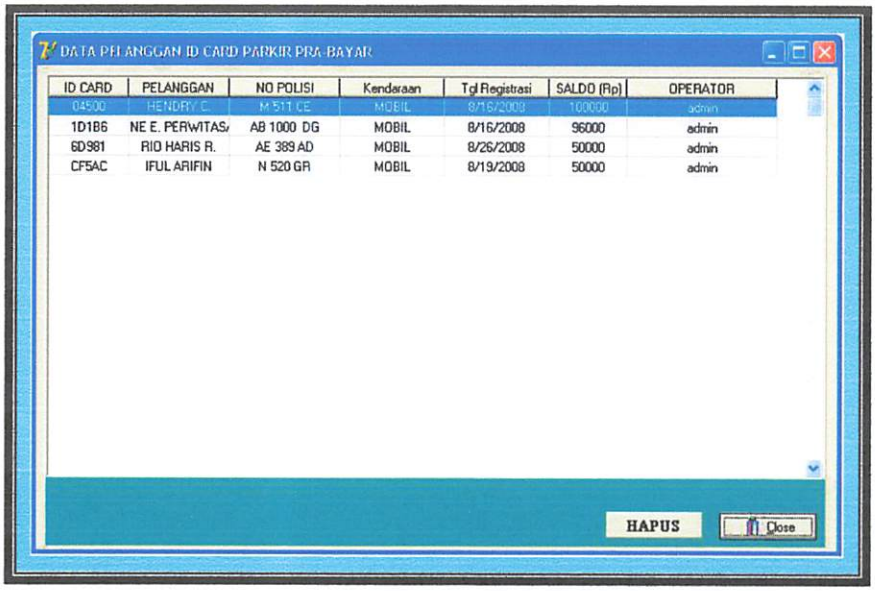
Gambar 4-16. Tampilan Daftar Tarif



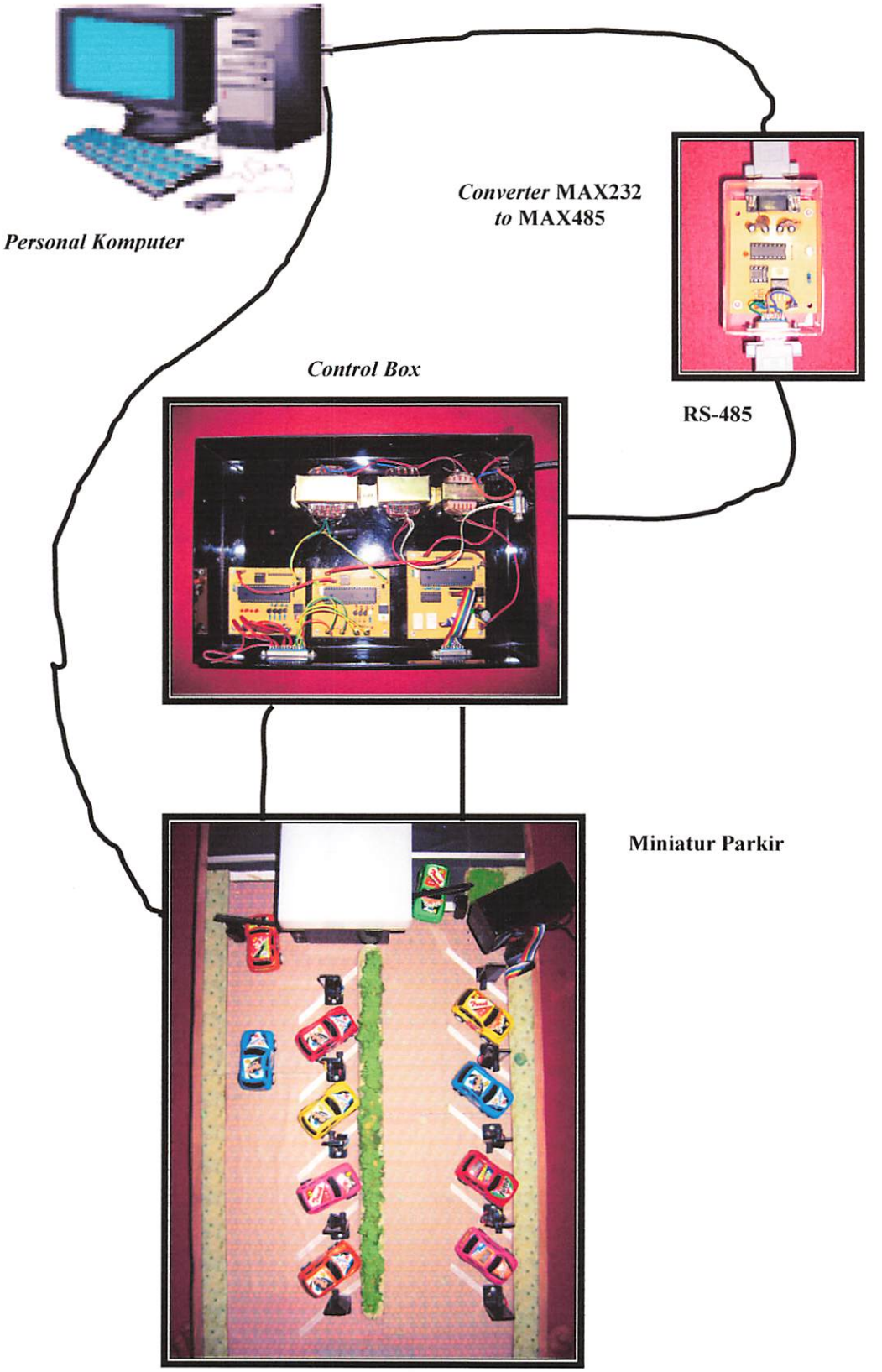
Gambar 4-17. Tampilan Daftar Transaksi Masuk



Gambar 4-18. Tampilan Daftar Transaksi Keluar



Gambar 4-19. Tampilan Daftar Pelanggan



Gambar 4-20. Pengujian Keseluruhan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian alat dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk menghindari komunikasi yang bersamaan maka dalam tugas akhir ini menggunakan tiga mikrokontroller, satu mikrokontroller kontrol, dua mikrokontroller untuk sensor.
2. Dalam 6 kali percobaan *tag* (kartu) RFID dapat diakses oleh reader kurang lebih 5 cm.
3. Dalam percobaan rangkaian sensor (Vout) rata-rata pada rangkaian sensor menjadi kondisi *high* adalah 5,13V dan tegangan (Vout) rata-rata pada kondisi *low* adalah 0,68V ini menunjukkan nilai tegangan (Vout) tidak mengambang.
4. Pada perancangan sistem parkir prabayar ini, digunakan 2 jalur komunikasi serial pada PC yaitu COM1 digunakan utnuk komunikasi antara PC dengan RFID *reader* dan COM2 digunakan untuk komunikasi antara PC dengan mikrokontroller.
5. Pada *project* Delphi sistem parkir prabayar digunakan 2 mode akses, yaitu *Admin* dan *Operator* dimana *Admin* mempunyai kewenangan lebih tinggi untuk mengubah isi dari *data base*.
6. Secara keseluruhan dapat dikatakan sistem dapat berjalan dengan baik yaitu dengan menempatkan kendaraan dengan benar sehingga *infra red* dapat bekerja dengan baik.

5.2. Saran

1. Perancangan dan pembuatan alat ini masih belum sempurna, akan lebih sempurna jika digunakan dua RFID *Reader* pada pintu masuk serta pintu keluar dan lokasi kendaraan dengan hasil tertulis mesin printer.
2. Sebaiknya alat diterapkan dan digunakan sesuai dengan prosedur dan ketentuan yang telah disebutkan.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Data Sheet AT89S52, Atmel Corporation 2001, All Rights Reserved.

[2]. http://RFID-handbook.com

[3]. Data Sheet RS-232, http://ww.Maxim-ic.com

[4]. Data Sheet RS-485, http://ww.Maxim-ic.com

[5]. Malvino, *Prinsip - Prinsip Elektronika, Buku Dua,* Penerbit Salemba Teknika, Jakarta, Tahun 2004.

[6]. Seiko Instruments GmbH, *Liquid Crystal Displays Standard Character Modules Application Notes*, Germany, 1998.

[7]. Data Sheet Infrared LED, www.fairchildsemi.com

[8]. Data Sheet Infrared Phototransistor, www.fairchildsemi.com

[9]. Data Sheet ULN2003, www.allegromicro.com

[10]. Delphi Borland Tutorial, http://www.superlibrary.com/general/support.

[11]. Pulus Andi N., *Teknik Antarmuka dan Pemrogaman Mikrokontroller AT89C51,* PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2003.

[12]. Wasito S., *Vademekum Elektronika*, PT. GRAMEDIA, Jakarta, 1986.

LAMPIRAN

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

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : RIO HARIS ROSDIANSYAH
NIM : 0217099
Masa Bimbingan : 14 Februari 2008 – 14 Agustus 2008
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pebuatan Parkir Prabayar Dengan Menggunakan RFID Berbasis Mikroontroller AT89S52.

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	24-07-2008	Revisi Bab 1, 2, dan 3.	
2.	29-07-2008	ACC Bab 1, 2, dan 3.	
3.	01-08-2008	Revisi Bab 4 dan Foto Alat.	
4.	05-08-2008	Revisi Bab 4.	
5.	07-08-2008	ACC Bab 4.	
6.	11-08-2008	Revisi Bab 5.	
7.	13-08-2008	ACC Bab 5.	
8.	14-08-2008	ACC Maju Ujian Skripsi.	
9.			
10.			

Malang, 2008
Dosen Pembimbing I

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

Form S-4b

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

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

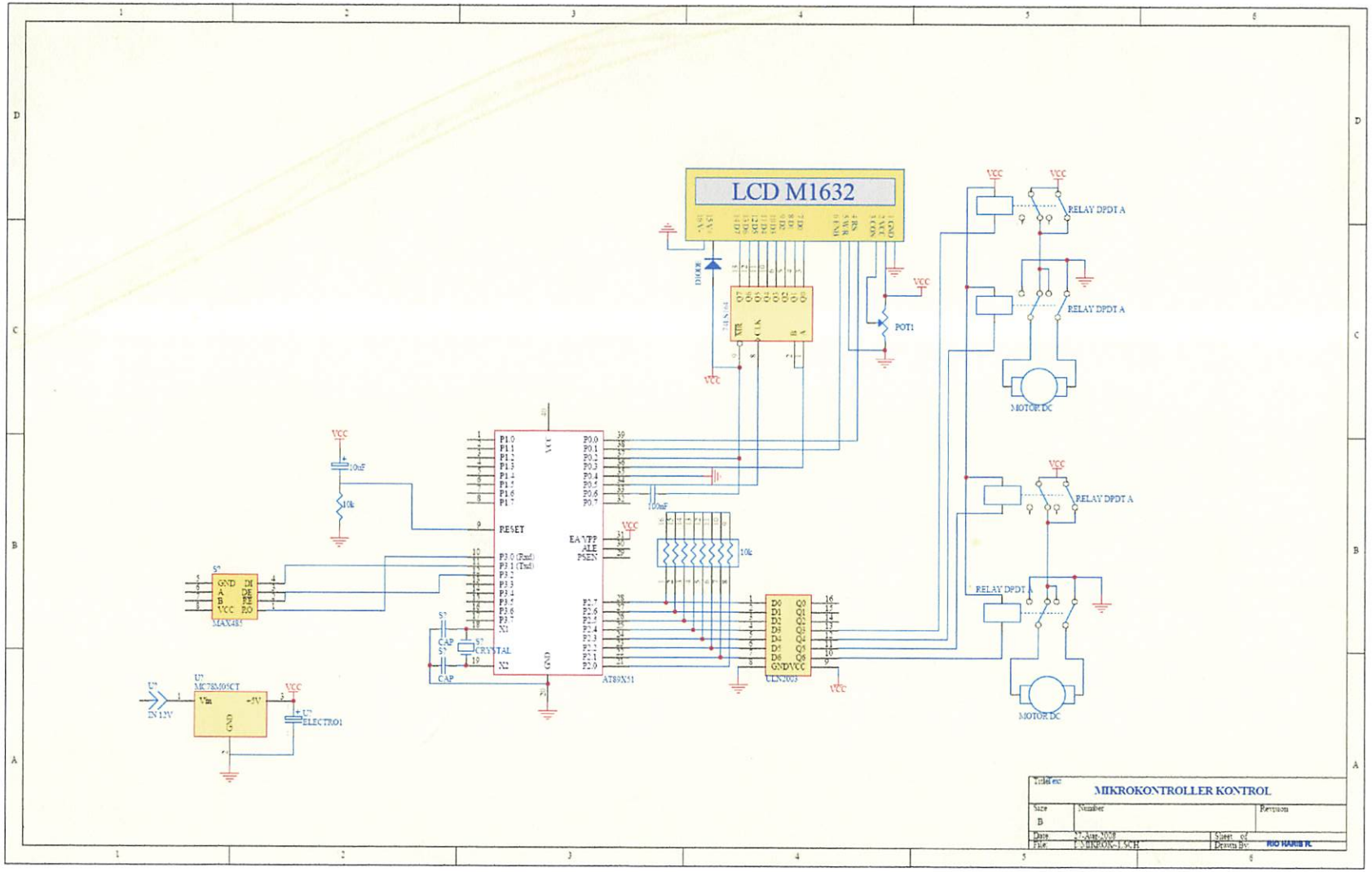
Nama : RIO HARIS ROSDIANSYAH
NIM : 0217099
Masa Bimbingan : 14 Februari 2008 – 14 Agustus 2008
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pebuatan Parkir Prabayar Dengan Menggunakan RFID Berbasis Mikroontroller AT89S52.

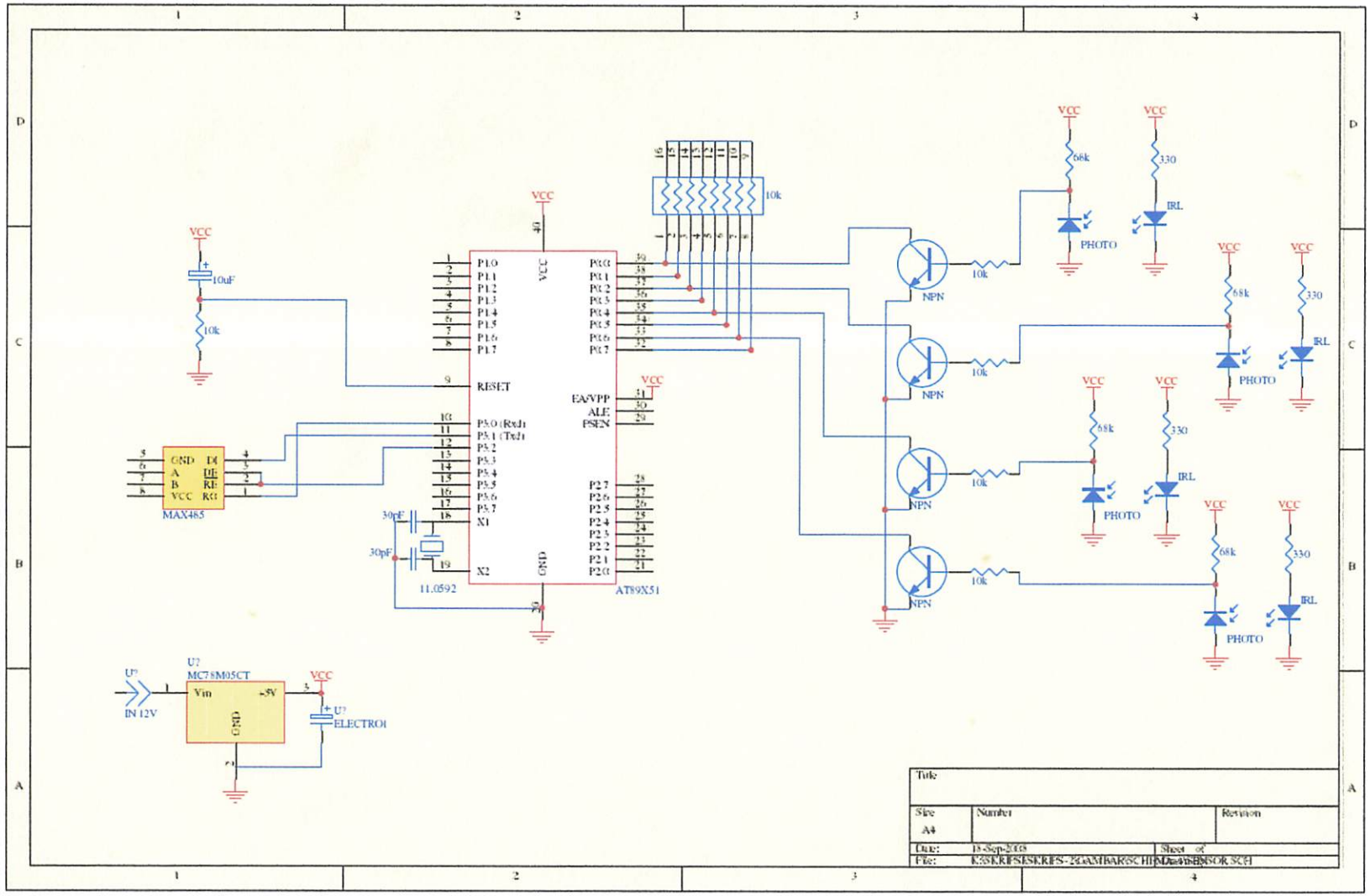
No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	24-07-2008	Revisi Bab 1, 2, dan 3.	
2.	29-07-2008	ACC Bab 1, 2, dan 3.	
3.	01-08-2008	Revisi Bab 4 dan Foto Alat.	
4.	05-08-2008	Revisi Bab 4.	
5.	07-08-2008	ACC Bab 4.	
6.	11-08-2008	Revisi Bab 5.	
7.	13-08-2008	ACC Bab 5.	
8.	14-08-2008	ACC Maju Ujian Skripsi.	
9.			
10.			

Malang, 2008
Dosen Pembimbing II

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

Form S-4b


LCD M1632
RELAY DPDT A
RELAY DPDT A
RELAY DPDT A
RELAY DPDT A
MOTOR DC
MOTOR DC
POT1
AT89X51
ULN2003
MAX485
MC78M05CT
ELECTRO1
CRYSTAL
CAP
CAP
10uF
10k
100nF
10k
RESET
VCC
GND
MIKROKONTROLLER KONTROL
Number
Revision
Sheet of
Drawn By:
RIO HARIS R.


VCC
10uF
10k
RESET
P1.0
P1.1
P1.2
P1.3
P1.4
P1.5
P1.6
P1.7
P3.0 (RxD)
P3.1 (TxD)
P3.2
P3.3
P3.4
P3.5
P3.6
P3.7
X1
X2
GND
EA/VPP
ALE
PSEN
P2.7
P2.6
P2.5
P2.4
P2.3
P2.2
P2.1
P2.0
AT89X51
11.0592
30pF
MAX485
GND
A
B
VCC
U?
MC78M05CT
Vin
+5V
GND
IN 12V
ELECTROI
NPN
68k
330
IRL
PHOTO
Title
Size
A4
Number
Revision
Date:
18-Sep-2008
Sheet of
File:

LISTING PROGRAM KONTROL

```
DATA_TAMPIL     EQU  30H
DATA_KOLOM1     EQU  40H
DATA_KOLOM2     EQU  41H
;=============================================
;       POSISI PIN  MK DG LCD          :
;=============================================
RS      BIT     P0.0
RW      BIT     P0.1
EN      BIT     P0.2
D4      BIT     P0.4
D5      BIT     P0.5
D6      BIT     P0.6
D7      BIT     P0.7
;=============================================
led             BIT     P2.5

power_M1        BIT     P2.1
ARAH_M1         BIT     P2.2
power_M2        BIT     P2.4
ARAH_M2         BIT     P2.3
TUTUP_M1        BIT     P1.0
BUKA_M1         BIT     P1.1
TUTUP_M2        BIT     P1.2
BUKA_M2         BIT     P1.3

S_MASUK         BIT     P1.6
S_KELUAR        BIT     P1.7
S_485           BIT     P3.2

ORG     00H
        JMP     MULAI

MULAI:
        clr     RW
        CALL    INIT_LCD
        CALL    INIT_SERIAL
        CALL    TAMPIL_1
LOOP1_:
        CALL    TAMPIL_1
LOOP1_X:
        CALL    TERIMA_SERIAL
        CJNE    A,#'A',CEK_SER1
        CPL     LED
```

```
        CALL TAMPIL_BUKA_MASUK
        CALL BUKA_MASUK
        CALL DELAY_1S
        CALL STOP_MASUK
        JMP  LOOP1_
CEK_SER1:
        CJNE A,#'B',CEK_SER2
        CPL  LED
        CALL TAMPIL_TUTUP_MASUK
        CALL TUTUP_MASUK
        CALL DELAY_1S
        CALL STOP_MASUK
        JMP  LOOP1_
CEK_SER2:
        CJNE A,#'C',CEK_SER3
        CPL  LED
        CALL TAMPIL_BUKA_KELUAR
        CALL BUKA_KELUAR
        CALL DELAY_1S
        CALL STOP_KELUAR
        JMP  LOOP1_
CEK_SER3:
        CJNE A,#'D',CEK_SER4
        CPL  LED
        CALL TAMPIL_TUTUP_KELUAR
        CALL TUTUP_KELUAR
        CALL DELAY_1S
        CALL STOP_KELUAR
        JMP  LOOP1_
CEK_SER4:
        CJNE A,#'G',CEK_SER5          ;PARKIRAN MOBIL PENUH
        CPL  LED
        CALL TAMPIL_PENUH1
        JMP  LOOP1_X
CEK_SER5:
        CJNE A,#'H',CEK_SER6          ;PARKIRAN MOTOR
        PENUH
        CPL  LED
        CALL TAMPIL_PENUH2
        JMP  LOOP1_X
CEK_SER6:
        CJNE A,#'I',CEK_SER7          ;PARKIRAN MOBIL DAN MOTOR
PENUH
        CPL  LED
        CALL TAMPIL_PENUH3
        JMP  LOOP1_X
```

```
CEK_SER7:
        CJNE  A,#'J',LOOP1_X
        CPL   LED
        CALL TAMPIL_KOLOM
        JMP   LOOP1_X
;=============================================================;
;       SUBROUTINE TAMPILAN LCD                               ;
;=============================================================;
TAMPIL_1:
        CALL DISPLAY_CLEAR
        MOV  DPTR,#DATA_1
        CALL TAMPIL
        CALL BARIS2_POSISI_40H
        MOV  DPTR,#DATA_2
        CALL TAMPIL
        RET
TAMPIL_BUKA_MASUK:
        CALL DISPLAY_CLEAR
        MOV  DPTR,#PINTU_MASUK1
        CALL TAMPIL
        CALL BARIS2_POSISI_40H
        MOV  DPTR,#DATA_BUKA
        CALL TAMPIL
        RET
TAMPIL_TUTUP_MASUK:
        CALL DISPLAY_CLEAR
        MOV  DPTR,#PINTU_MASUK1
        CALL TAMPIL
        CALL BARIS2_POSISI_40H
        MOV  DPTR,#DATA_TUTUP
        CALL TAMPIL
        RET
TAMPIL_BUKA_KELUAR:
        CALL DISPLAY_CLEAR
        MOV  DPTR,#PINTU_KELUAR1
        CALL TAMPIL
        CALL BARIS2_POSISI_40H
        MOV  DPTR,#DATA_BUKA
        CALL TAMPIL
        RET
TAMPIL_TUTUP_KELUAR:
        CALL DISPLAY_CLEAR
        MOV  DPTR,#PINTU_KELUAR1
        CALL TAMPIL
        CALL BARIS2_POSISI_40H
        MOV  DPTR,#DATA_TUTUP
```

```
        CALL TAMPIL
        RET
TAMPIL_PENUH1:
        CALL DISPLAY_CLEAR
        MOV  DPTR,#PARKIR_PENUH1
        CALL TAMPIL
        CALL BARIS2_POSISI_40H
        MOV  DPTR,#PARKIR_PENUH2
        CALL TAMPIL
        RET
TAMPIL_PENUH2:
        CALL DISPLAY_CLEAR
        MOV  DPTR,#PARKIR_PENUH3
        CALL TAMPIL
        CALL BARIS2_POSISI_40H
        MOV  DPTR,#PARKIR_PENUH2
        CALL TAMPIL
        RET
TAMPIL_PENUH3:
        CALL DISPLAY_CLEAR
        MOV  DPTR,#PARKIR_PENUH4
        CALL TAMPIL
        CALL BARIS2_POSISI_40H
        MOV  DPTR,#PARKIR_PENUH2
        CALL TAMPIL
        RET
TAMPIL_KOLOM:
        CALL DISPLAY_CLEAR
        MOV  DPTR,#PARKIR_KOLOM1
        CALL TAMPIL
        MOV  A,#8CH
        CALL INTRUKSI
        MOV  A,DATA_KOLOM1
        CALL TULIS_DATA
        CALL BARIS2_POSISI_40H
        MOV  DPTR,#PARKIR_PENUH2
        CALL TAMPIL
        MOV  A,#0CCH
        CALL INTRUKSI
        MOV  A,DATA_KOLOM2
        CALL TULIS_DATA
        RET
;=============================================================;
;       SUBROUTINE LCD                                        ;
;=============================================================;
init_lcd:
```

```
        MOV  A,#00101111b       ;function set1
        clr  RS
        CALL kirim1
        CALL DELAY_5MS
        MOV  A,#00101111b       ;function set2
        CALL intruksi
        MOV  A,#00001000b       ;display off
        CALL intruksi
        MOV  A,#00000001b       ;display clear
        CALL intruksi
        MOV  A,#00000110b       ;entry mode
        CALL intruksi
        mov  A,#00001100b       ;display on,cursor off,blink off
        call intruksi
        RET
;=============================================:
kirim1:
        mov  C,Acc.7
        mov  D7,C
        mov  C,Acc.6
        mov  D6,C
        mov  C,ACC.5
        mov  D5,C
        mov  C,ACC.4
        mov  D4,C
        setb EN
        clr  EN
        ret
;=============================================:
kirim2:
        mov  C,Acc.3
        mov  D7,C
        mov  C,Acc.2
        mov  D6,C
        mov  C,ACC.1
        mov  D5,C
        mov  C,ACC.0
        mov  D4,C
        setb EN
        clr  EN
        CALL DELAY_5Ms
        ret
;=============================================:
intruksi:
        CLR  RS
        call kirim1
```

```
        call    kirim2
        RET
;=============================================:
tulis_data:
        SETB RS
        call    kirim1
        call    kirim2
        RET
;=============================================:
tampil:
        MOV  1DH,#10H
loop1:
        MOV  A,#00H
        MOVC        A,@A+DPTR
        CALL tulis_data
        INC    DPTR
        DJNZ  1DH,loop1
        RET
;=============================================:
display_clear:
        mov    A,#01H
        call    intruksi
        ret
;=============================================:
BARIS1_posisi_00H:
        MOV  A,#080H
        CALL intruksi
        RET
;=============================================:
BARIS2_posisi_40H:
        MOV  A,#0C0H
        CALL intruksi                   ;ada delay 5 ms
        RET
;=============================================================;
;       SUBROUTINE PINTU                                      ;
;=============================================================;
TUTUP_KELUAR:
        CLR   ARAH_M1
        CLR   POWER_M1
        RET
BUKA_KELUAR:
        SETB  ARAH_M1
        CLR   POWER_M1
        RET
STOP_KELUAR:
        SETB  POWER_M1
```

```
        RET
STOP_MASUK:
        SETB  POWER_M2
        RET
TUTUP_MASUK:
        CLR   ARAH_M2
        CLR   POWER_M2
        RET
BUKA_MASUK:
        SETB  ARAH_M2
        CLR   POWER_M2
        RET
;=============================================================;
;       SUBROUTINE SERIAL DAN INTERUPT EKSTERNAL   ;
;=============================================================;
KIRIM:
        SETB  S_485
        clr     TI
        MOV   SBUF,A
        JNB   TI,$
        RET
TERIMA_SERIAL:
        CLR   S_485
        CALL  DELAY_5MS
        CLR   RI
        JNB   RI,$
        MOV   A,SBUF
        CJNE  A,#'J',RCV_SLS
        CLR   RI
        JNB   RI,$
        MOV   A,SBUF
        MOV   DATA_KOLOM1,A
        CLR   RI
        JNB   RI,$
        MOV   A,SBUF
        MOV   DATA_KOLOM2,A
        MOV   A,#'J'
RCV_SLS:
        RET
INIT_SERIAL:
        MOV   SCON,#52H
        MOV   PCON,#0H          ;SMOD ='1';CLOCK DOUBLE
        MOV   TMOD,#20h
        MOV   TCON,#40H
        MOV   TH1,#253          ;BR = 9600 bps PD 11.0592MHz
        RET
```

```
;=============================================================;
;       SUBROUTINE DELAY                                      ;
;=============================================================;
DELAY_5MS:
        PUSH  TMOD
        PUSH  TCON
        MOV   TMOD,#21H
        MOV   TH0,#0EDH
        MOV   TL0,#0FFH
        SETB  TR0
        JNB   TF0,$
        CLR   TR0
        POP   TCON
        POP   TMOD
        RET
DELAY_1S:
        MOV   30H,#200
TUNGGU_1S:
        CALL  DELAY_5MS
        DJNZ  30H,TUNGGU_1S
        RET
DELAY_2S:
        MOV   31H,#2
TUNGGU_2S:
        CALL  DELAY_1S
        DJNZ  31H,TUNGGU_2S
        RET
;=============================================
DATA_1:
        DB     ' SELAMAT DATANG '
DATA_2:
        DB     ' DI PARKIRAN ITN'
PINTU_MASUK1:
        DB     ' PINTU  MASUK  '
PINTU_KELUAR1:
        DB     ' PINTU KELUAR  '
DATA_BUKA:
        DB     'TERBUKA HATI2x !'
DATA_TUTUP:
        DB     'TERTUTUP HATI2x!'
PARKIR_PENUH1:
        DB     ' PARKIRAN MOBIL '
PARKIR_PENUH2:
        DB     '    PENUH     '
PARKIR_PENUH3:
        DB     ' PARKIRAN MOTOR '
```

```
PARKIR_PENUH4:
        DB      ' MOBIL DAN MOTOR'
PARKIR_KOLOM1:
        DB      '  KOLOM 1.  '
PARKIR_KOLOM2:
        DB      '  KOLOM 2.  '
END
```

LISTING PROGRAM MIKROKONTROLLER SENSOR 1

```
DATA_TAMPIL     EQU  30H
;=============================================
S1              BIT  P0.0
S2              BIT  P0.2
S3              BIT  P0.4
S4              BIT  P0.6
I1              BIT  P2.0
I2              BIT  P2.2
I3              BIT  P2.4
I4              BIT  P2.6
S_485           BIT  P3.2

ORG  00H
     JMP  MULAI

MULAI:
     MOV  P0,#0FFH
     MOV  P2,#0FFH
     CALL INIT_SERIAL
LOOP_MULAI:
     CLR  S_485
     CALL DELAY_5MS
     SETB EA
     SETB ES
     CALL DELAY_2S
     CALL DELAY_2S
     CALL DELAY_2S
     SETB S_485
     CALL DELAY_5MS
CEK_0:
     MOV  A,P0
     MOV  P2,A
     MOV  A,#'E'
     CALL KIRIM
     JNB  S1,CEK_1
     MOV  A,#'1'
     CALL KIRIM
     MOV  A,#'e'
     CALL KIRIM
     JMP  LOOP_MULAI
CEK_1:
     JNB  S2,CEK_2
     MOV  A,#'2'
```

```
        CALL KIRIM
        MOV  A,#'e'
        CALL KIRIM
        JMP  LOOP_MULAI
CEK_2:
        JNB  S3,CEK_3
        MOV  A,#'3'
        CALL KIRIM
        MOV  A,#'e'
        CALL KIRIM
        JMP  LOOP_MULAI
CEK_3:
        JNB  S4,PENUH
        MOV  A,#'4'
        CALL KIRIM
        MOV  A,#'e'
        CALL KIRIM
        JMP  LOOP_MULAI
PENUH:
        MOV  A,#'0'
        CALL KIRIM
        MOV  A,#'e'
        CALL KIRIM
        JMP  LOOP_MULAI
;=============================================================;
;       SUBROUTINE SERIAL DAN INTERUPT EKSTERNAL   ;
;=============================================================;
KIRIM:
        clr  TI
        MOV  SBUF,A
        JNB  TI,$
        RET
TERIMA_SERIAL:
        CLR  TR0
        JNB  RI,$
        CLR  RI
        RETI
INIT_SERIAL:
        MOV  SCON,#52H
        MOV  PCON,#0H           ;SMOD ='1';CLOCK DOUBLE
        MOV  TMOD,#21h
        MOV  TH1,#253           ;BR = 9600 bps PD 11.0592MHz
        SETB TR1
        RET
;=============================================================;
;       SUBROUTINE DELAY                    ;
```

```
;=========================================================;
DELAY_5MS:
        PUSH TMOD
        PUSH TCON
        MOV  TMOD,#21H
        MOV  TH0,#0EDH
        MOV  TL0,#0FFH
        SETB TR0
        JNB  TF0,$
        CLR  TR0
        POP  TCON
        POP  TMOD
        RET
DELAY_2S:
        MOV  31H,#2
TUNGGU_2S:
        CALL DELAY_1S
        DJNZ 31H,TUNGGU_2S
        RET
DELAY_1S:
        MOV  30H,#200
TUNGGU_1S:
        CALL DELAY_5MS
        DJNZ 30H,TUNGGU_1S
        RET
END
```

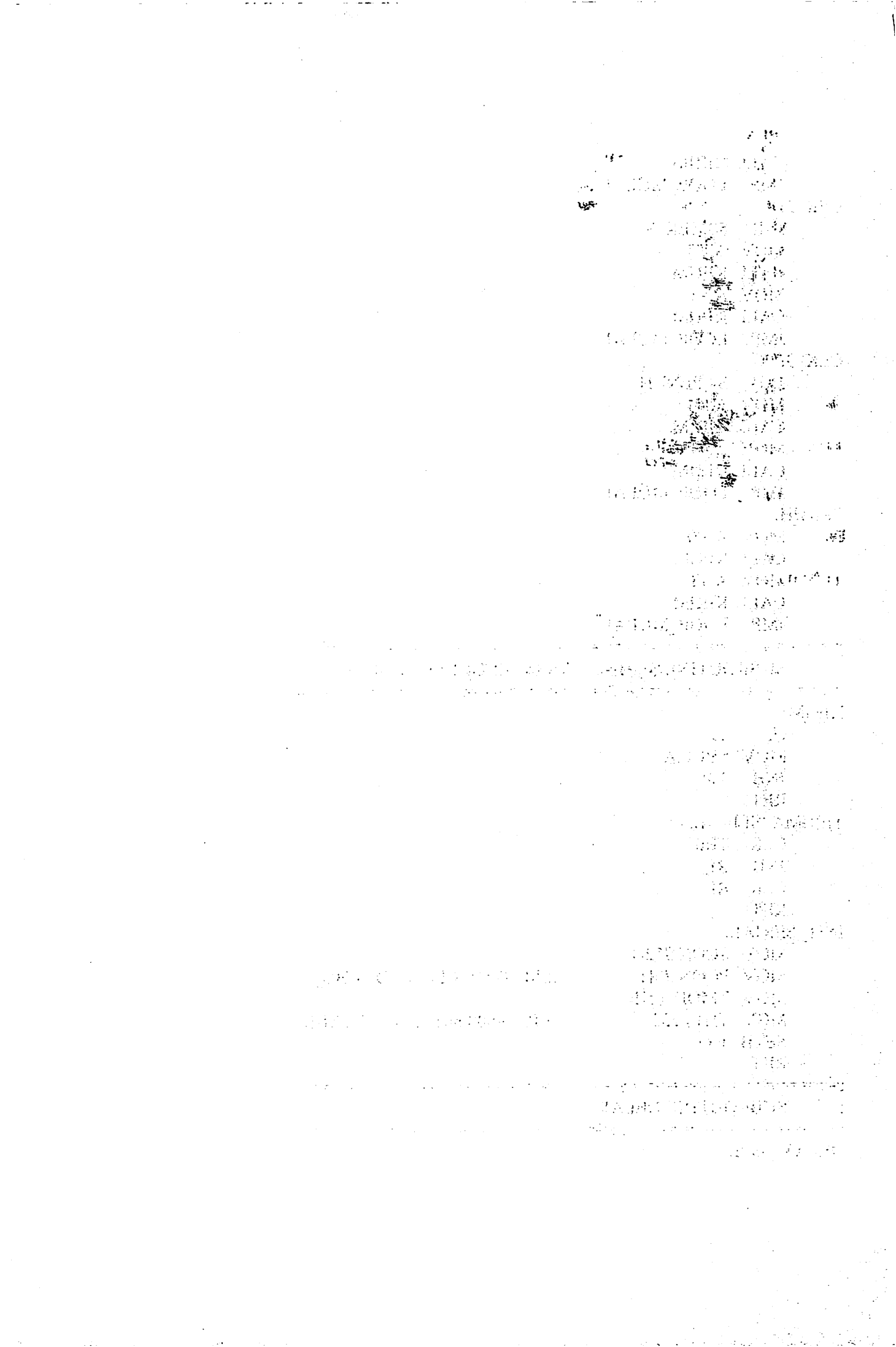
LISTING PROGRAM MIKROKONTROLLER SENSOR 2

```
DATA_TAMPIL     EQU   30H
;=============================================
S1              BIT   P0.0
S2              BIT   P0.2
S3              BIT   P0.4
S4              BIT   P0.6
I1              BIT   P2.0
I2              BIT   P2.2
I3              BIT   P2.4
I4              BIT   P2.6
S_485           BIT   P3.2

ORG   00H
      JMP   MULAI

MULAI:
      MOV   P0,#0FFH
      MOV   P2,#0FFH
      CALL  INIT_SERIAL
LOOP_MULAI:
      CLR   S_485
      CALL  DELAY_5MS
      SETB  EA
      SETB  ES
      CALL  DELAY_2S
      CALL  DELAY_2S
      SETB  S_485
      CALL  DELAY_5MS
CEK_0:
      MOV   A,P0
      MOV   P2,A
      MOV   A,#'F'
      CALL  KIRIM
      JNB   S1,CEK_1
      MOV   A,#'1'
      CALL  KIRIM
      MOV   A,#'f'
      CALL  KIRIM
      JMP   LOOP_MULAI
CEK_1:
      JNB   S2,CEK_2
      MOV   A,#'2'
      CALL  KIRIM
      MOV   A,#'f'
```

```
        CALL KIRIM
        JMP   LOOP_MULAI
CEK_2:
        JNB   S3,CEK_3
        MOV   A,#'3'
        CALL KIRIM
        MOV   A,#'f'
        CALL KIRIM
        JMP   LOOP_MULAI
CEK_3:
        JNB   S4,PENUH
        MOV   A,#'4'
        CALL KIRIM
        MOV   A,#'f'
        CALL KIRIM
        JMP   LOOP_MULAI
PENUH:
        MOV   A,#'0'
        CALL KIRIM
        MOV   A,#'f'
        CALL KIRIM
        JMP   LOOP_MULAI
;=============================================================;
;       SUBROUTINE SERIAL DAN INTERUPT EKSTERNAL   ;
;=============================================================;
KIRIM:
        clr     TI
        MOV   SBUF,A
        JNB   TI,$
        RET
TERIMA_SERIAL:
        CLR   TR0
        JNB   RI,$
        CLR   RI
        RETI
INIT_SERIAL:
        MOV   SCON,#52H
        MOV   PCON,#0H          ;SMOD ='1';CLOCK DOUBLE
        MOV   TMOD,#21h
        MOV   TH1,#253          ;BR = 9600 bps PD 11.0592MHz
        SETB  TR1
        RET
;=============================================================;
;       SUBROUTINE DELAY                    ;
;=============================================================;
DELAY_5MS:
```



```
        PUSH TMOD
        PUSH TCON
        MOV  TMOD,#21H
        MOV  TH0,#0EDH
        MOV  TL0,#0FFH
        SETB TR0
        JNB  TF0,$
        CLR  TR0
        POP  TCON
        POP  TMOD
        RET
DELAY_2S:
        MOV  31H,#2
TUNGGU_2S:
        CALL DELAY_1S
        DJNZ 31H,TUNGGU_2S
        RET
DELAY_1S:
        MOV  30H,#200
TUNGGU_1S:
        CALL DELAY_5MS
        DJNZ 30H,TUNGGU_1S
        RET
END
```

Features

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

Description

The AT89S52 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 8K bytes of in-system programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with in-system programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S52 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S52 provides the following standard features: 8K bytes of Flash, 256 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, three 16-bit timer/counters, a six-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S52 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 interrupt or hardware reset.

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

AT89S52

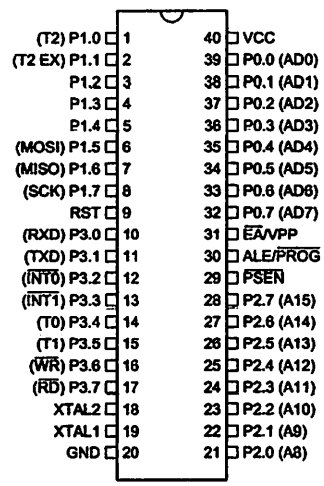
Rev. 1919A-07/01

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

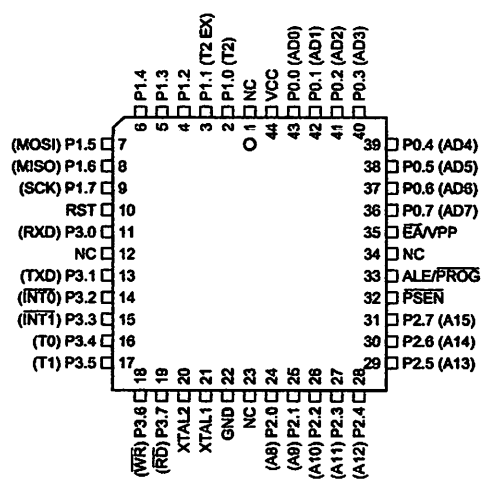
AT89C52

Pin Configurations

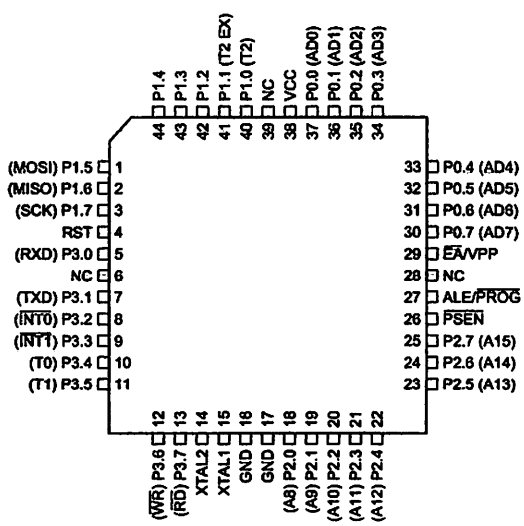
PDIP



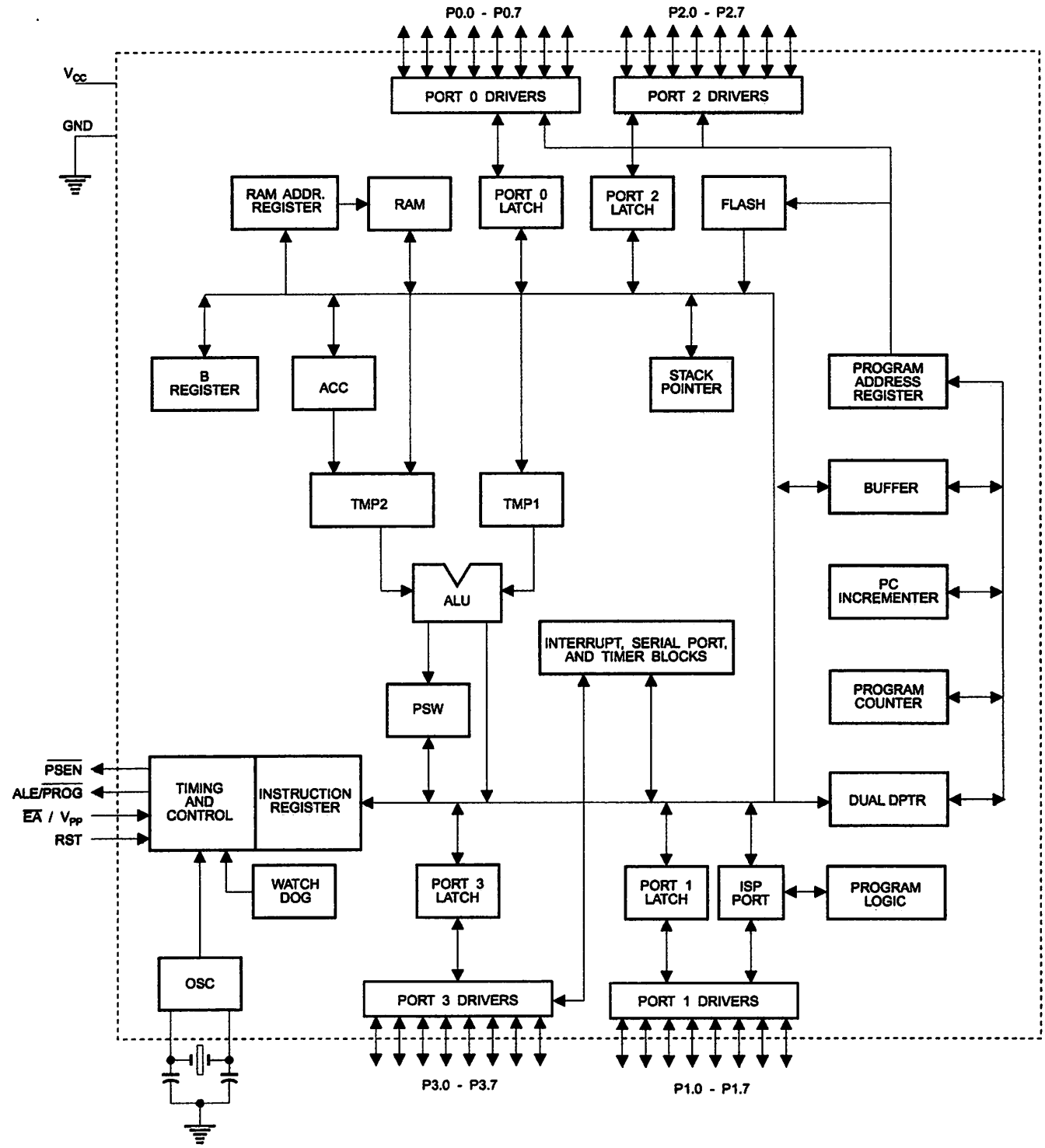
PLCC



TQFP



Block Diagram



Pin Description

VCC
Supply voltage.

GND
Ground.

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

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

In addition, P1.0 and P1.1 can be configured to be the timer/counter 2 external count input (P1.0/T2) and the timer/counter 2 trigger input (P1.1/T2EX), respectively, as shown in the following table.

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

Port Pin	Alternate Functions
P1.0	T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control)
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

Port 2
Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal 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, Port 2 uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

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

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

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S52, as shown in the following table.

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

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

RST
Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 96 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

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

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

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

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

In addition, P1.0 and P1.1 can be configured to be the timer/counter 2 external count input (P1.0/T2) and the timer/counter 2 trigger input (P1.1/T2EX), respectively, as shown in the following table.

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

Port Pin	Alternate Functions
P1.0	T2 (external count input to Timer/Counter 2), clock-out
P1.1	T2EX (Timer/Counter 2 capture/reload trigger and direction control)
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

Port 2

Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal 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, Port 2 uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

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

Port 3

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

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S52, as shown in the following table.

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

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

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 96 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

ALE/$\overline{PROG}$

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

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

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is

weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

PSEN

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

When the AT89S52 is executing code from external program memory, $\overline{PSEN}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{PSEN}$ activations are skipped during each access to external data memory.

EA/VPP

External Access Enable. $\overline{EA}$ 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, $\overline{EA}$ will be internally latched on reset.

$\overline{EA}$ 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.

XTAL1

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

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Table 1. AT89S52 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XXXXXX00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000			0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000								0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXX0				WDTRST XXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0		8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XXX0000	87H

weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

PSEN

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

When the AT89S52 is executing code from external program memory, PSEN is activated twice each machine cycle, except that two PSEN activations are skipped during each access to external data memory.

EA/VPP

External Access Enable. EA must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH.

Note, however, that if lock bit 1 is programmed, EA will be internally latched on reset.

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.

XTAL1

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

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Table 1. AT89S52 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H	T2CON 00000000	T2MOD XXXXXX00	RCAP2L 00000000	RCAP2H 00000000	TL2 00000000	TH2 00000000			0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000								0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXX0				WDTRST XXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0		8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XXX0000	87H

Special Function Registers

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

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

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

Timer 2 Registers: Control and status bits are contained in registers T2CON (shown in Table 2) and T2MOD (shown in Table 3) for Timer 2. The register pair (RCAP2H, RCAP2L) are the Capture/Reload registers for Timer 2 in 16-bit capture mode or 16-bit auto-reload mode.

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

Table 2. T2CON – Timer/Counter 2 Control Register

T2CON Address = 0C8H — Reset Value = 0000 0000B

Bit Addressable

Bit	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/$\overline{T2}$	CP/$\overline{RL2}$
	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
TF2	Timer 2 overflow flag set by a Timer 2 overflow and must be cleared by software. TF2 will not be set when either RCLK = 1 or TCLK = 1.
EXF2	Timer 2 external flag set when either a capture or reload is caused by a negative transition on T2EX and EXEN2 = 1. When Timer 2 interrupt is enabled, EXF2 = 1 will cause the CPU to vector to the Timer 2 interrupt routine. EXF2 must be cleared by software. EXF2 does not cause an interrupt in up/down counter mode (DCEN = 1).
RCLK	Receive clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its receive clock in serial port Modes 1 and 3. RCLK = 0 causes Timer 1 overflow to be used for the receive clock.
TCLK	Transmit clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its transmit clock in serial port Modes 1 and 3. TCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the transmit clock.
EXEN2	Timer 2 external enable. When set, allows a capture or reload to occur as a result of a negative transition on T2EX if Timer 2 is not being used to clock the serial port. EXEN2 = 0 causes Timer 2 to ignore events at T2EX.
TR2	Start/Stop control for Timer 2. TR2 = 1 starts the timer.
C/$\overline{T2}$	Timer or counter select for Timer 2. C/$\overline{T2}$ = 0 for timer function. C/$\overline{T2}$ = 1 for external event counter (falling edge triggered).
CP/$\overline{RL2}$	Capture/Reload select. CP/$\overline{RL2}$ = 1 causes captures to occur on negative transitions at T2EX if EXEN2 = 1. CP/$\overline{RL2}$ = 0 causes automatic reloads to occur when Timer 2 overflows or negative transitions occur at T2EX when EXEN2 = 1. When either RCLK or TCLK = 1, this bit is ignored and the timer is forced to auto-reload on Timer 2 overflow.

Special Function Registers

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

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

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

Timer 2 Registers: Control and status bits are contained in registers T2CON (shown in Table 2) and T2MOD (shown in Table 3) for Timer 2. The register pair (RCAP2H, RCAP2L) are the Capture/Reload registers for Timer 2 in 16-bit capture mode or 16-bit auto-reload mode.

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

Table 2. T2CON – Timer/Counter 2 Control Register

T2CON Address = 0C8H — Reset Value = 0000 0000B

Bit Addressable

Bit	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/T2	CP/RL2
	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
TF2	Timer 2 overflow flag set by a Timer 2 overflow and must be cleared by software. TF2 will not be set when either RCLK = 1 or TCLK = 1.
EXF2	Timer 2 external flag set when either a capture or reload is caused by a negative transition on T2EX and EXEN2 = 1. When Timer 2 interrupt is enabled, EXF2 = 1 will cause the CPU to vector to the Timer 2 interrupt routine. EXF2 must be cleared by software. EXF2 does not cause an interrupt in up-down counter mode (DCEN = 1).
RCLK	Receive clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its receive clock in serial port Modes 1 and 3. RCLK = 0 causes Timer 1 overflow to be used for the receive clock.
TCLK	Transmit clock enable. When set, causes the serial port to use Timer 2 overflow pulses for its transmit clock in serial port Modes 1 and 3. TCLK = 0 causes Timer 1 overflows to be used for the transmit clock.
EXEN2	Timer 2 external enable. When set, allows a capture or reload to occur as a result of a negative transition on T2EX if Timer 2 is not being used to clock the serial port. EXEN2 = 0 causes Timer 2 to ignore events at T2EX.
TR2	Start/Stop control for Timer 2. TR2 = 1 starts the timer.
C/T2	Timer or counter selector for Timer 2. C/T2 = 0 for timer function. C/T2 = 1 for external event counter (falling edge triggered).
CP/RL2	Capture/reload flag. CP/RL2 = 1 causes captures to occur on negative transitions at T2EX if EXEN2 = 1. CP/RL2 = 0 causes automatic reloads to occur when Timer 2 overflows or negative transitions occur at T2EX when EXEN2 = 1. When either RCLK or TCLK = 1, this bit is ignored and the timer is forced to auto-reload on Timer 2 overflow.

Table 3a. AUXR: Auxiliary Register

AUXR — Address = 8EH — Reset Value = XXX00XX0B

Not Bit Addressable

	–	–	–	WDIDLE	DISRTO	–	–	DISALE
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

–	Reserved for future expansion	
DISALE	Disable/Enable ALE	
	DISALE	Operating Mode
	0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency
	1	ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction
DISRTO	Disable/Enable Reset out	
	DISRTO	
	0	Reset pin is driven High after WDT times out
	1	Reset pin is input only
WDIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode	
	WDIDLE	
	0	WDT continues to count in IDLE mode
	1	WDT halts counting in IDLE mode

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

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

Table 3b. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1 — Address = A2H — Reset Value = XXXXXXX0B

Not Bit Addressable

	–	–	–	–	–	–	–	DPS
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

–	Reserved for future expansion	
DPS	Data Pointer Register Select	
	DPS	
	0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H
	1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H

Table 3a. AUXR: Auxiliary Register

AUXR	Address = 8EH							Reset Value = XXX00XX0B
	Not Bit Addressable							
	–	–	–	WDIDLE	DISRTO	–	–	DISALE
	Bit 7	6	5	4	3	2	1	0

–	Reserved for future expansion	
DISALE	Disable/Enable ALE	
	DISALE	Operating Mode
	0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency
	1	ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction
DISRTO	Disable/Enable Reset out	
	DISRTO	
	0	Reset pin is driven High after WDT times out
	1	Reset pin is input only
WDIDLE	Disable/Enable WDT in IDLE mode	
	WDIDLE	
	0	WDT continues to count in IDLE mode
	1	WDT halts counting in IDLE mode

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

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

Table 3b. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1	Address = A2H							Reset Value = XXXXXXX0B
	Not Bit Addressable							
	–	–	–	–	–	–	–	DPS
	Bit 7	6	5	4	3	2	1	0

–	Reserved for future expansion	
DPS	Data Pointer Register Select	
	DPS	
	0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H
	1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H

Memory Organization

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

Program Memory

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

On the AT89S52, if $\overline{EA}$ is connected to V_{CC}, program fetches to addresses 0000H through 1FFFH are directed to internal memory and fetches to addresses 2000H through FFFFH are to external memory.

Data Memory

The AT89S52 implements 256 bytes of on-chip RAM. The upper 128 bytes occupy a parallel address space to the Special Function Registers. This means that the upper 128 bytes have the same addresses as the SFR space but are physically separate from SFR space.

When an instruction accesses an internal location above address 7FH, the address mode used in the instruction specifies whether the CPU accesses the upper 128 bytes of RAM or the SFR space. Instructions which use direct addressing access of the SFR space.

For example, the following direct addressing instruction accesses the SFR at location 0A0H (which is P2).

```
MOV 0A0H, #data
```

Instructions that use indirect addressing access the upper 128 bytes of RAM. For example, the following indirect addressing instruction, where R0 contains 0A0H, accesses the data byte at address 0A0H, rather than P2 (whose address is 0A0H).

```
MOV @R0, #data
```

Note that stack operations are examples of indirect addressing, so the upper 128 bytes of data RAM are available as stack space.

Memory Organization

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

Program Memory

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

On the AT89S52, if $\overline{EA}$ is connected to V_{CC}, program fetches to addresses 0000H through 1FFFH are directed to internal memory and fetches to addresses 2000H through FFFFH are to external memory.

Data Memory

The AT89S52 implements 256 bytes of on-chip RAM. The upper 128 bytes occupy a parallel address space to the Special Function Registers. This means that the upper 128 bytes have the same addresses as the SFR space but are physically separate from SFR space.

When an instruction accesses an internal location above address 7FH, the address mode used in the instruction specifies whether the CPU accesses the upper 128 bytes of RAM or the SFR space. Instructions which use direct addressing access of the SFR space.

For example, the following direct addressing instruction accesses the SFR at location 0A0H (which is P2).

```
MOV  0A0H, #data
```

Instructions that use indirect address to access the upper 128 bytes of RAM. For example, the following indirect addressing instruction, where R0 contains 0A0H, accesses the data byte at address 0A0H, rather than P2 (whose address is 0A0H).

```
MOV  @R0, #data
```

Note that stack operations are examples of indirect addressing, so the upper 128 bytes of data RAM are available as stack space.

Watchdog Timer (One-time Enabled with Reset-out)

The WDT is intended as a recovery method in situations where the CPU may be subjected to software upsets. The WDT consists of a 13-bit counter and the Watchdog Timer Reset (WDTRST) SFR. The WDT is defaulted to disable from exiting reset. To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. The WDT timeout period is dependent on the external clock frequency. There is no way to disable the WDT except through reset (either hardware reset or WDT overflow reset). When WDT overflows, it will drive an output RESET HIGH pulse at the RST pin.

Using the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 13-bit counter overflows when it reaches 8191 (1FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least every 8191 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is 96xTOSC, where TOSC=1/FOSC. To make the best use of the WDT, it should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

WDT During Power-down and Idle

In Power-down mode the oscillator stops, which means the WDT also stops. While in Power-down mode, the user does not need to service the WDT. There are two methods of exiting Power-down mode: by a hardware reset or via a level-activated external interrupt which is enabled prior to entering Power-down mode. When Power-down is exited with hardware reset, servicing the WDT should occur as it normally does whenever the AT89S52 is reset. Exiting Power-down with an interrupt is significantly different. The interrupt is held low long enough for the oscillator to stabilize. When the interrupt is brought high, the interrupt is serviced. To prevent the WDT from resetting the device while the interrupt pin is held low, the WDT is not started until the interrupt is pulled high. It is suggested that the WDT be reset during the interrupt service for the interrupt used to exit Power-down mode.

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

Before going into the IDLE mode, the WDIDLE bit in SFR AUXR is used to determine whether the WDT continues to count if enabled. The WDT keeps counting during IDLE (WDIDLE bit = 0) as the default state. To prevent the WDT from resetting the AT89S52 while in IDLE mode, the user should always set up a timer that will periodically exit IDLE, service the WDT, and reenter IDLE mode.

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

UART

The UART in the AT89S52 operates the same way as the UART in the AT89C51 and AT89C52. For further information on the UART operation, refer to the ATMEL Web site (http://www.atmel.com). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S52 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51 and AT89C52. For further information on the timers' operation, refer to the ATMEL Web site (http://www.atmel.com). From the home page, select 'Products', then '8051-Architecture Flash Microcontroller', then 'Product Overview'.

Timer 2

Timer 2 is a 16-bit Timer/Counter that can operate as either a timer or an event counter. The type of operation is selected by bit C/$\overline{T2}$ in the SFR T2CON (shown in Table 2). Timer 2 has three operating modes: capture, auto-reload (up or down counting), and baud rate generator. The modes are selected by bits in T2CON, as shown in Table 3. Timer 2 consists of two 8-bit registers, TH2 and TL2. In the Timer function, the TL2 register is incremented every machine cycle. Since a machine cycle consists of 12 oscillator periods, the count rate is 1/12 of the oscillator frequency.

Table 3. Timer 2 Operating Modes

RCLK +TCLK	CP/$\overline{RL2}$	TR2	MODE
0	0	1	16-bit Auto-reload
0	1	1	16-bit Capture
1	X	1	Baud Rate Generator
X	X	0	(Off)

Watchdog Timer (One-time Enabled with Reset-out)

The WDT is intended as a recovery method in situations where the CPU may be subjected to software upsets. The WDT consists of a 13-bit counter and the Watchdog Timer Reset (WDTRST) SFR. The WDT is disabled to disable from exiting reset. To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. The WDT timeout period is dependent on the external clock frequency. There is no way to disable the WDT except through reset (either hardware reset or WDT overflow reset). When the WDT overflows, it will drive an output RESET HIGH pulse at the RST pin.

Using the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 13-bit counter overflows when it reaches 1FFFH (1FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least every 8191 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is 96xTOSC, where TOSC=1/FOSC. To make the best use of the WDT, it should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

WDT During Power-down and Idle

In Power-down mode the oscillator stops, which means the WDT also stops. While in Power-down mode, the user does not need to service the WDT. There are two methods of exiting Power-down mode: by a hardware reset or via a level-activated external interrupt which is enabled prior to entering Power-down mode. When Power-down is exited with hardware reset, servicing the WDT should occur as it normally does whenever the AT89S52 is reset. Exiting Power-down with an interrupt is significantly different. The interrupt is held low long enough for the oscillator to stabilize. When the interrupt is brought high, the interrupt is serviced. To prevent the WDT from resetting the device while the interrupt pin is held low, the WDT is not started until the interrupt is pulled high. It is suggested that the WDT be reset during the interrupt service for the interrupt used to exit Power-down mode.

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

Before going into the IDLE mode, the WDIDLE bit in SFR AUXR is used to determine whether the WDT continues to count if enabled. The WDT keeps counting during IDLE (WDIDLE bit = 0) as the default state. To prevent the WDT from resetting the AT89S52 while in IDLE mode, the user should always set up a timer that will periodically exit IDLE, service the WDT, and re-enter IDLE mode.

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

UART

The UART in the AT89S52 operates the same way as the UART in the AT89C51 and AT89C52. For further information on the UART operation, refer to the ATMEL Web site (http://www.atmel.com). From the home page, select Products, then 8051-Architecture Flash Microcontroller, then Product Overview.

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S52 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51 and AT89C52. For further information on the timers' operation, refer to the ATMEL Web site (http://www.atmel.com). From the home page, select "Products", then "8051-Architecture Flash Microcontroller", then "Product Overview".

Timer 2

Timer 2 is a 16-bit Timer/Counter that can operate as either a timer or an event counter. The type of operation is selected by bit C/T2 in the SFR T2CON (shown in Table 2). Timer 2 has three operating modes: capture, auto-reload (up or down counting), and baud rate generator. The modes are selected by bits in T2CON, as shown in Table 3. Timer 2 consists of two 8-bit registers, TH2 and TL2. In the Timer function, the TL2 register is incremented every machine cycle. Since a machine cycle consists of 12 oscillator periods, the count rate is 1/12 of the oscillator frequency.

Table 3. Timer 2 Operating Modes

RCLK +TCLK	CP/RL2	TR2	MODE
0	0	1	16-bit Auto-reload
0	1	1	16-bit Capture
1	X	1	Baud Rate Generator
X	X	0	(Off)

n the Counter function, the register is incremented in esponse to a 1-to-0 transition at its corresponding external nput pin, T2. In this function, the external input is sampled during S5P2 of every machine cycle. When the samples show a high in one cycle and a low in the next cycle, the count is incremented. The new count value appears in the egister during S3P1 of the cycle following the one in which he transition was detected. Since two machine cycles (24 oscillator periods) are required to recognize a 1-to-0 transi- ion, the maximum count rate is 1/24 of the oscillator fre- quency. To ensure that a given level is sampled at least nce before it changes, the level should be held for at least ne full machine cycle.

Capture Mode

In the capture mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 is a 16-bit timer or counter which upon overflow sets bit TF2 in T2CON.

Figure 5. Timer in Capture Mode

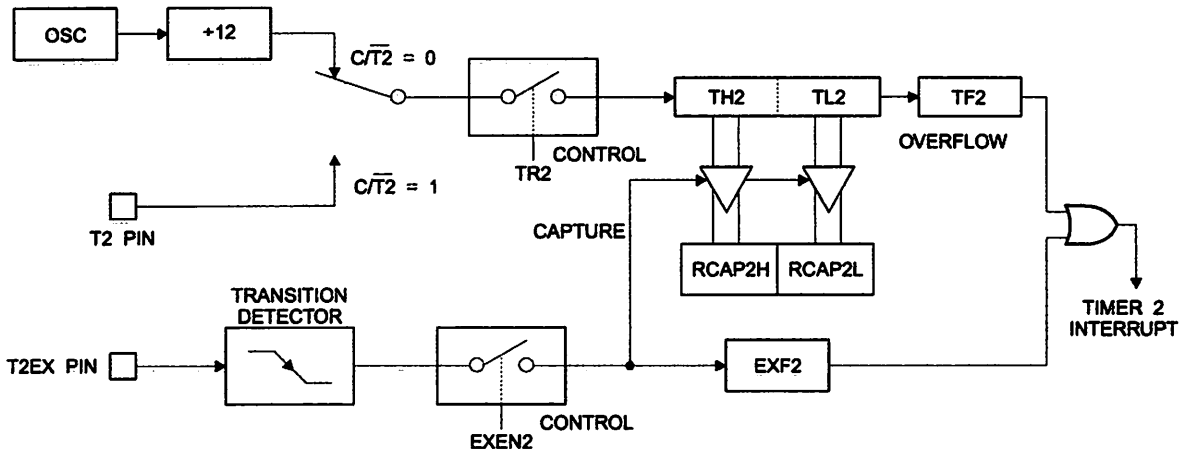


Figure 6 shows Timer 2 automatically counting up when DCEN=0. In this mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 counts up to FFFFH and then sets the TF2 bit upon overflow. The overflow also causes the timer registers to be reloaded with the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L. The values in Timer in Capture ModeRCAP2H and RCAP2L are preset by software. If EXEN2 = 1, a 16-bit reload can be triggered either by an overflow or by a 1-to-0 transition at external input T2EX. This transition also sets the EXF2 bit. Both the TF2 and EXF2 bits can generate an interrupt if enabled.

Setting the DCEN bit enables Timer 2 to count up or down, as shown in Figure 6. In this mode, the T2EX pin controls this bit can then be used to generate an interrupt. If EXEN2 = 1, Timer 2 performs the same operation, but a 1-to-0 transition at external input T2EX also causes the current value in TH2 and TL2 to be captured into RCAP2H and RCAP2L, respectively. In addition, the transition at T2EX causes bit EXF2 in T2CON to be set. The EXF2 bit, like TF2, can generate an interrupt. The capture mode is illustrated in Figure 5.

Auto-reload (Up or Down Counter)

Timer 2 can be programmed to count up or down when configured in its 16-bit auto-reload mode. This feature is invoked by the DCEN (Down Counter Enable) bit located in the SFR T2MOD (see Table 4). Upon reset, the DCEN bit is set to 0 so that timer 2 will default to count up. When DCEN is set, Timer 2 can count up or down, depending on the value of the T2EX pin.

the direction of the count. A logic 1 at T2EX makes Timer 2 count up. The timer will overflow at 0FFFFH and set the TF2 bit. This overflow also causes the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L to be reloaded into the timer registers, TH2 and TL2, respectively.

A logic 0 at T2EX makes Timer 2 count down. The timer underflows when TH2 and TL2 equal the values stored in RCAP2H and RCAP2L. The underflow sets the TF2 bit and causes 0FFFFH to be reloaded into the timer registers.

The EXF2 bit toggles whenever Timer 2 overflows or underflows and can be used as a 17th bit of resolution. In this operating mode, EXF2 does not flag an interrupt.

In the Counter function, the register is incremented in response to a 1-to-0 transition at its corresponding external input pin, T2. In this function, the external input is sampled during S5P2 of every machine cycle. When the samples show a high in one cycle and a low in the next cycle, the count is incremented. The new count value appears in the register during S3P1 of the cycle following the one in which the transition was detected. Since two machine cycles (24 oscillator periods) are required to recognize a 1-to-0 transition, the maximum count rate is 1/24 of the oscillator frequency. To ensure that a given level is sampled at least once before it changes, the level should be held for at least one full machine cycle.

Capture Mode

In the capture mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 is a 16-bit timer or counter which upon overflow sets bit TF2 in T2CON. This bit can then be used to generate an interrupt. If EXEN2 = 1, Timer 2 performs the same operation, but a 1-to-0 transition at external input T2EX also causes the current value in TH2 and TL2 to be captured into RCAP2H and RCAP2L, respectively. In addition, the transition at T2EX causes bit EXF2 in T2CON to be set. The EXF2 bit, like TF2, can generate an interrupt. The capture mode is illustrated in Figure 5.

Auto-reload (Up or Down Counter)

Timer 2 can be programmed to count up or down when configured in its 16-bit auto-reload mode. This feature is invoked by the DCEN (Down Counter Enable) bit located in the SFR T2MOD (see Table 4). Upon reset, the DCEN bit is set to 0 so that timer 2 will default to count up. When DCEN is set, Timer 2 can count up or down, depending on the value of the T2EX pin.

Figure 5. Timer in Capture Mode

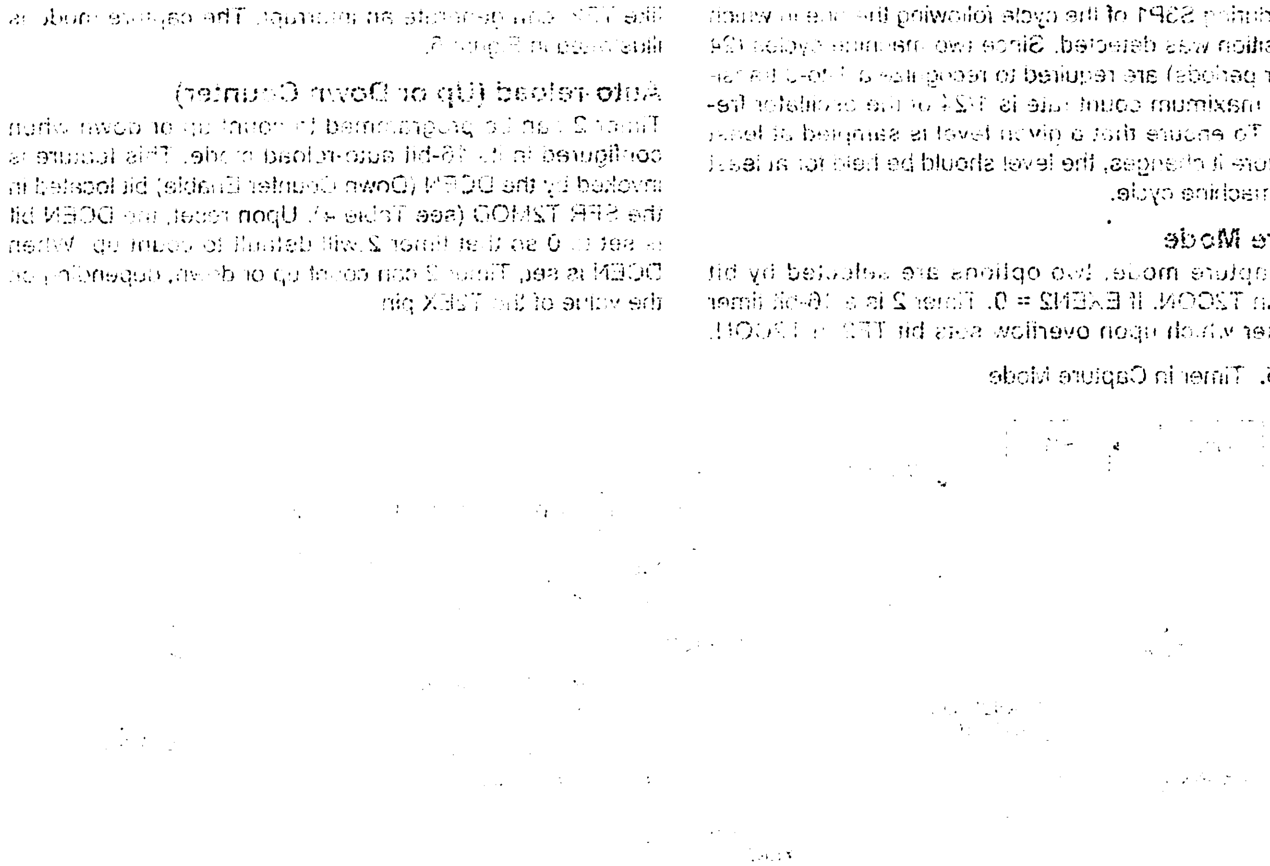


Figure 6 shows Timer 2 automatically counting up when DCEN=0. In this mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 counts up to 0FFFFH and then sets the TF2 bit upon overflow. The overflow also causes the timer registers to be reloaded with the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L. The values in Timer in Capture ModeRCAP2H and RCAP2L are preset by software. If EXEN2 = 1, a 16-bit reload can be triggered either by an overflow or by a 1-to-0 transition at external input T2EX. This transition also sets the EXF2 bit. Both the TF2 and EXF2 bits can generate an interrupt if enabled.

Setting the DCEN bit enables Timer 2 to count up or down, as shown in Figure 6. In this mode, the T2EX pin controls the direction of the count. A logic 1 at T2EX makes Timer 2 count up. The timer will overflow at 0FFFFH and set the TF2 bit. This overflow also causes the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L to be reloaded into the timer registers, TH2 and TL2, respectively.

A logic 0 at T2EX makes Timer 2 count down. The timer underflows when TH2 and TL2 equal the values stored in RCAP2H and RCAP2L. The underflow sets the TF2 bit and causes 0FFFFH to be reloaded into the timer registers.

The EXF2 bit toggles whenever Timer 2 overflows or underflows and can be used as a 17th bit of resolution. In this operating mode, EXF2 does not flag an interrupt.

Figure 6. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 0)

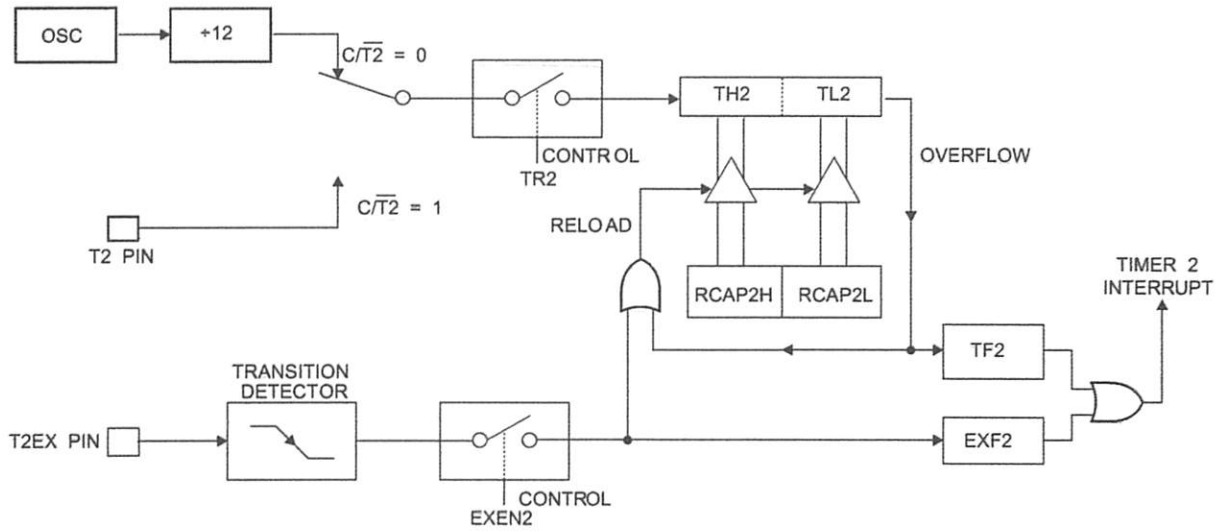


Table 4. T2MOD – Timer 2 Mode Control Register

T2MOD Address = 0C9H — Reset Value = XXXX XX00B

Not Bit Addressable

	–	–	–	–	–	–	T2OE	DCEN
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0

Symbol	Function
–	Not implemented, reserved for future
T2OE	Timer 2 Output Enable bit
DCEN	When set, this bit allows Timer 2 to be configured as an up/down counter

Figure 6. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 0)

Table 4. Timer 2 Mode Control Register

(T2MOD Address = 0C9H)							Reset Value = XXXX XX00B
Not Bit Addressable							
8F	8E	8D	8C	8B	8A	T2OE	DCEN

Symbol	Function
-	Not assigned, reserved for future use.
T2OE	Timer 2 Output Enable bit.
DCEN	When set, Timer 2 will be configured as an up/down counter.

Figure 7. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 1)

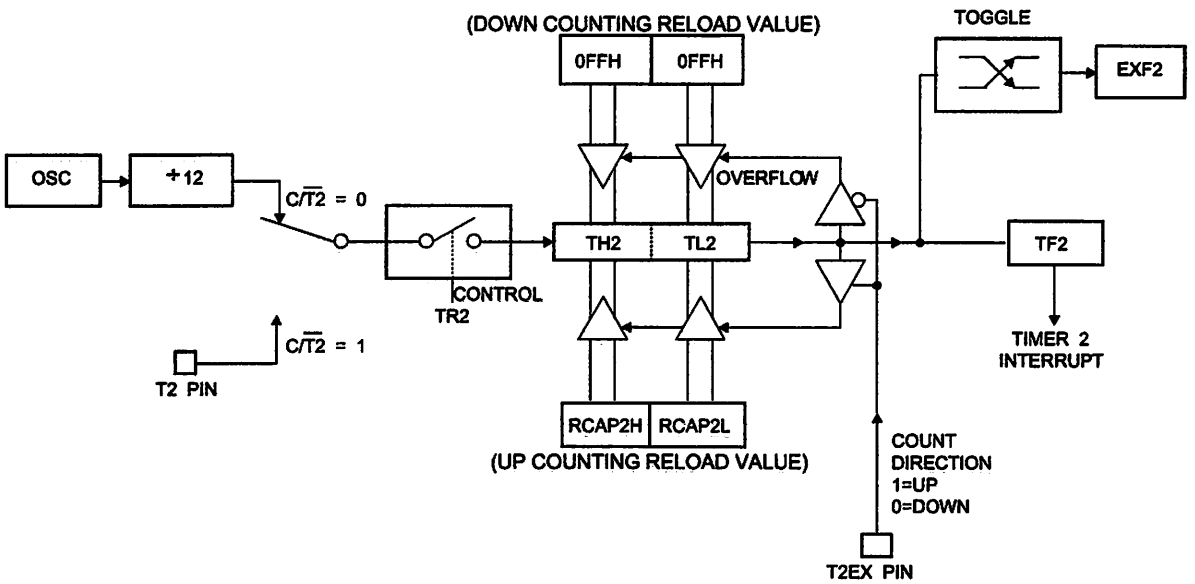
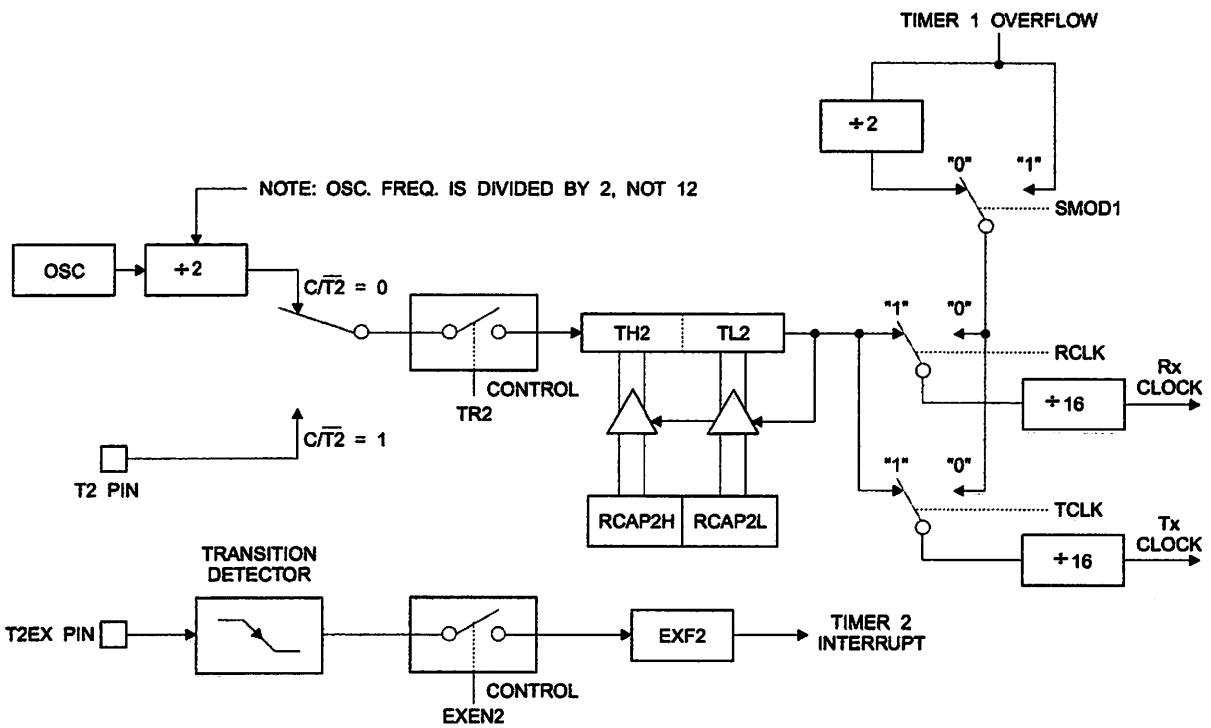


Figure 8. Timer 2 in Baud Rate Generator Mode



Baud Rate Generator

Timer 2 is selected as the baud rate generator by setting TCLK and/or RCLK in T2CON (Table 2). Note that the baud rates for transmit and receive can be different if Timer 2 is used for the receiver or transmitter and Timer 1 is used for the other function. Setting RCLK and/or TCLK puts Timer 2 into its baud rate generator mode, as shown in Figure 8.

The baud rate generator mode is similar to the auto-reload mode, in that a rollover in TH2 causes the Timer 2 registers to be reloaded with the 16-bit value in registers RCAP2H and RCAP2L, which are preset by software.

The baud rates in Modes 1 and 3 are determined by Timer 2's overflow rate according to the following equation.

$$\text{Modes 1 and 3 Baud Rates} = \frac{\text{Timer 2 Overflow Rate}}{16}$$

The Timer can be configured for either timer or counter operation. In most applications, it is configured for timer operation ($CP/\overline{T2} = 0$). The timer operation is different for Timer 2 when it is used as a baud rate generator. Normally, as a timer, it increments every machine cycle (at 1/12 the oscillator frequency). As a baud rate generator, however, it increments every state time (at 1/2 the oscillator frequency). The baud rate formula is given below.

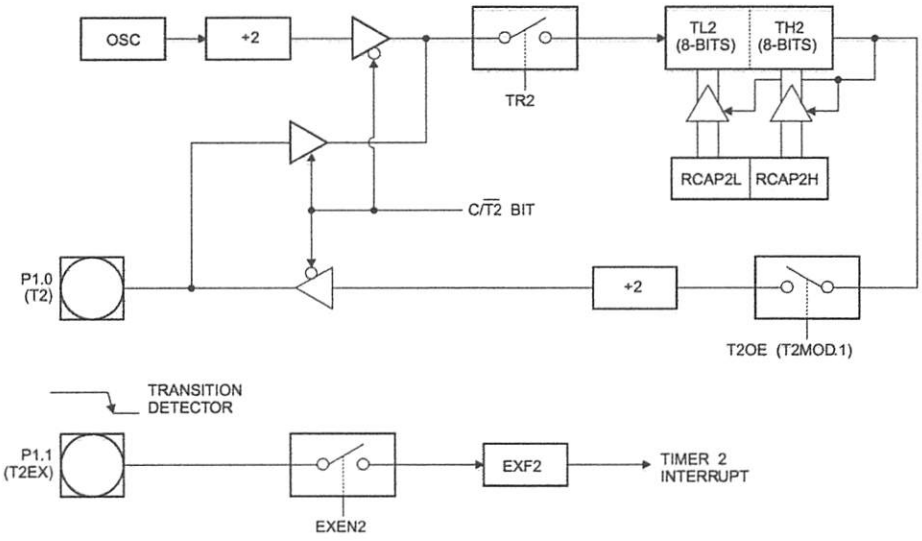
$$\frac{\text{Modes 1 and 3}}{\text{Baud Rate}} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{32 \times [65536\text{-RCAP2H,RCAP2L})]}$$

where (RCAP2H, RCAP2L) is the content of RCAP2H and RCAP2L taken as a 16-bit unsigned integer.

Timer 2 as a baud rate generator is shown in Figure 8. This figure is valid only if RCLK or TCLK = 1 in T2CON. Note that a rollover in TH2 does not set TF2 and will not generate an interrupt. Note too, that if EXEN2 is set, a 1-to-0 transition in T2EX will set EXF2 but will not cause a reload from (RCAP2H, RCAP2L) to (TH2, TL2). Thus, when Timer 2 is in use as a baud rate generator, T2EX can be used as an extra external interrupt.

Note that when Timer 2 is running (TR2 = 1) as a timer in the baud rate generator mode, TH2 or TL2 should not be read from or written to. Under these conditions, the Timer is incremented every state time, and the results of a read or write may not be accurate. The RCAP2 registers may be read but should not be written to, because a write might overlap a reload and cause write and/or reload errors. The timer should be turned off (clear TR2) before accessing the Timer 2 or RCAP2 registers.

Figure 9. Timer 2 in Clock-Out Mode



Baud Rate Generator

Timer 2 is selected as the baud rate generator by setting TCLK and/or RCLK in T2CON (Table 2). Note that the baud rates for transmit and receive can be different if Timer 2 is used for the receiver or transmitter and Timer 1 is used for the other function. Setting RCLK and/or TCLK puts Timer 2 into its baud rate generator mode, as shown in Figure 8.

The baud rate generator mode is similar to the auto-reload mode, in that a rollover in TH2 causes the Timer 2 registers to be reloaded with the 16-bit value in registers RCAP2H and RCAP2L, which are preset by software.

The baud rates in Modes 1 and 3 are determined by Timer 2's overflow rate according to the following equation.

$$\text{Modes 1 and 3 Baud Rates} = \frac{\text{Timer 2 Overflow Rate}}{16}$$

The Timer 2 can be configured for either timer or counter operation. In most applications, it is configured for timer operation (C/$\overline{T}$2 = 0). The timer operation is different for Timer 2 when it is used as a baud rate generator. Normally, as a timer, it increments every machine cycle (at 1/12 the oscillator frequency). As a baud rate generator, however, it

Figure 8. Timer 2 in Baud Rate Mode

increments every state time (at 1/2 the oscillator frequency). The baud rate formula is given below.

$$\text{Modes 1 and 3 Baud Rate} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{32 \times [65536 - (RCAP2H,RCAP2L)]}$$

where (RCAP2H, RCAP2L) is the contents of RCAP2H and RCAP2L taken as a 16-bit unsigned integer.

Timer 2 as a baud rate generator is shown in Figure 8. This figure is valid only if RCLK or TCLK = 1 in T2CON. Note that a rollover in TH2 does not set TF2 and will not generate an interrupt. Note too, that if EXEN2 is set, a 1-to-0 transition in T2EX will set EXF2 but will not cause a reload from (RCAP2H, RCAP2L) to (TH2, TL2). Thus, when Timer 2 is in use as a baud rate generator, T2EX can be used as an extra external interrupt.

Note that when Timer 2 is running ($C/\overline{T}2$ = 1) as a timer in the baud rate generator mode, TH2 or TL2 should not be read from or written to. Under these conditions, the Timer is incremented every state time, and the results of a read or write may not be accurate. The RCAP2 registers may be read but should not be written to, because a write might overlap a reload and cause write and/or reload errors. The timer should be turned off (clear TR2) before accessing the Timer 2 or RCAP2 registers.

Programmable Clock Out

A 50% duty cycle clock can be programmed to come out on P1.0, as shown in Figure 9. This pin, besides being a regular I/O pin, has two alternate functions. It can be programmed to input the external clock for Timer/Counter 2 or to output a 50% duty cycle clock ranging from 61 Hz to 4 MHz at a 16 MHz operating frequency.

To configure the Timer/Counter 2 as a clock generator, bit C/$\overline{T2}$ (T2CON.1) must be cleared and bit T2OE (T2MOD.1) must be set. Bit TR2 (T2CON.2) starts and stops the timer.

The clock-out frequency depends on the oscillator frequency and the reload value of Timer 2 capture registers (RCAP2H, RCAP2L), as shown in the following equation.

$$\text{Clock-Out Frequency} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{4 \times [65536-(\text{RCAP2H,RCAP2L})]}$$

In the clock-out mode, Timer 2 roll-overs will not generate an interrupt. This behavior is similar to when Timer 2 is used as a baud-rate generator. It is possible to use Timer 2 as a baud-rate generator and a clock generator simultaneously. Note, however, that the baud-rate and clock-out frequencies cannot be determined independently from one another since they both use RCAP2H and RCAP2L.

Interrupts

The AT89S52 has a total of six interrupt vectors: two external interrupts ($\overline{INT0}$ and $\overline{INT1}$), three timer interrupts (Timers 0, 1, and 2), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 10.

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

Note that Table 5 shows that bit position IE.6 is unimplemented. In the AT89S52, bit position IE.5 is also unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

Timer 2 interrupt is generated by the logical OR of bits TF2 and EXF2 in register T2CON. Neither of these flags is cleared by hardware when the service routine is vectored to. In fact, the service routine may have to determine whether it was TF2 or EXF2 that generated the interrupt, and that bit will have to be cleared in software.

The Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at S5P2 of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle. However, the Timer 2 flag, TF2, is set at S2P2 and is polled in the same cycle in which the timer overflows.

Table 5. Interrupt Enable (IE) Register

(MSB) (LSB)

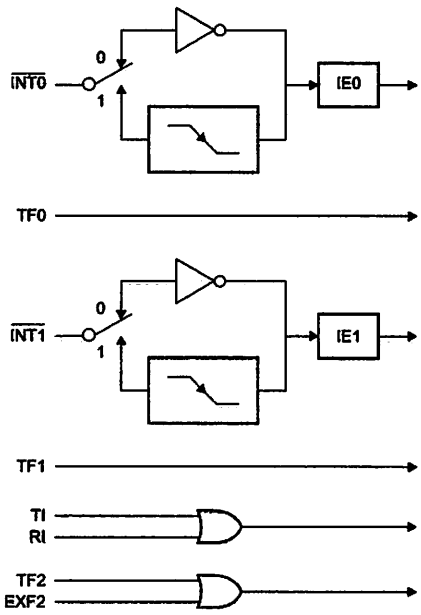
EA	–	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

Enable Bit = 1 enables the interrupt.

Enable Bit = 0 disables the interrupt.

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
–	IE.6	Reserved.
ET2	IE.5	Timer 2 interrupt enable bit.
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit.
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit.
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit.
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit.
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit.
User software should never write 1s to unimplemented bits, because they may be used in future AT89 products.		

Figure 10. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 11. 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 12. 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

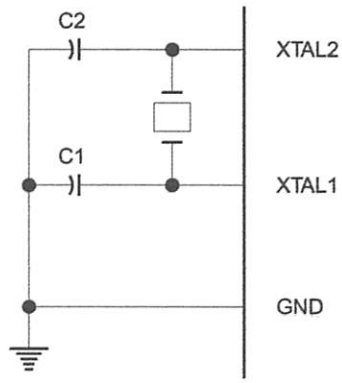
In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware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

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

Power-down Mode

In the Power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes Power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the Power-down mode is terminated. Exit from Power-down mode can be initiated either by a hardware reset or by an enabled external interrupt. 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.

Figure 11. Oscillator Connections



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

Figure 12. External Clock Drive Configuration

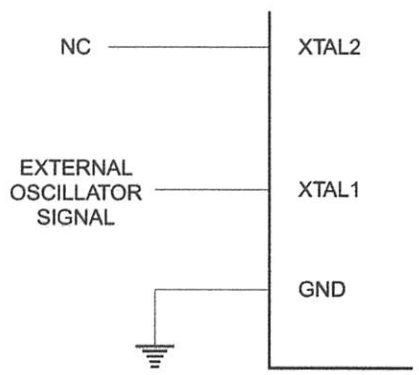


Table 6. Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{PSEN}$	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

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 11. Either a quartz

[illegible]

Idle Mode

[illegible]

Power-down Mode

[illegible]

Figure 12. [illegible]

Table 6. [illegible]

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

Program Memory Lock Bits

The AT89S52 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

Table 7. Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				
	LB1	LB2	LB3	Protection Type
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 memory is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, but verify is also disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, but external execution is also disabled

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

Programming the Flash – Parallel Mode

The AT89S52 is shipped with the on-chip Flash memory array ready to be programmed. The programming interface needs a high-voltage (12-volt) program enable signal and is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89S52 code memory array is programmed byte-by-byte.

Programming Algorithm: Before programming the AT89S52, the address, data, and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 13 and 14. To program the AT89S52, take the following steps:

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise $\overline{EA}/V_{PP}$ to 12V.
5. Pulse ALE/$\overline{PROG}$ once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 50 µs.

Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

$\overline{Data}$ Polling: The AT89S52 features $\overline{Data}$ Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. $\overline{Data}$ Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

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

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

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

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(100H) = 52H indicates 89S52
(200H) = 06H

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

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

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

Programming the Flash – Serial Mode

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

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

Either an external system clock can be supplied at pin XTAL1 or a crystal needs to be connected across pins XTAL1 and XTAL2. The maximum serial clock (SCK)

Program Memory Lock Bits

The AT89S52 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

Table 7. Lock Bit Protection Modes

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

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

Programming the Flash – Parallel Mode

The AT89S52 is shipped with the on-chip Flash memory array ready to be programmed. The programming interface needs a high-voltage (12-volt) program enable signal and is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89S52 code memory array is programmed byte-by-byte.

Programming Algorithm: Before programming the AT89S52, the address, data, and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 13 and 14. To program the AT89S52, take the following steps:

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise $\overline{EA}/V_{PP}$ to 12V.
5. Pulse $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ 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 50 µs.

Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The AT89S52 features Data Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

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

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The status of the individual lock bits can be verified directly by reading them back.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 0000H, 0100H, and 0200H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(0000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
(0100H) = 52H indicates 89S52
(0200H) = 06H

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

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

During chip erase, a serial read or byte-mode verify will return 00H at the data output.

Programming the Flash – Serial Mode

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

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

Either an external system clock can be supplied at pin XTAL1 or a crystal needs to be connected across pins XTAL1 and XTAL2. The maximum serial clock (SCK)

frequency should be less than 1/16 of the crystal frequency. With a 33 MHz oscillator clock, the maximum SCK frequency is 2 MHz.

Serial Programming Algorithm

To program and verify the AT89S52 in the serial programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:

   Apply power between VCC and GND pins.

   Set RST pin to "H".

   If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 33 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.
2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 16.
3. The Code array is programmed one byte at a time by supplying the address and data together with the appropriate Write instruction. The write cycle is self-timed and typically takes less than 1 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction which returns the content at the selected address at serial output MISO/P1.6.
5. At the end of a programming session, RST can be set low to commence normal device operation.

Power-off sequence (if needed):

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

Set RST to "L".

Turn V_{CC} power off.

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

Serial Programming Instruction Set

The Instruction Set for Serial Programming follows a 4-byte protocol and is shown in Table 10.

frequency should be less than 1/16 of the oscillator frequency. With a 33 MHz oscillator the maximum SCK frequency is 2 MHz.

Serial Programming Algorithm

To program and verify the AT89C52 in the serial programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:
   Apply power between VCC and GND pins.
   Set RST pin to "H".
   If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 33 MHz clock to XTAL1 pin and wait at least 10 milliseconds.
2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 16.
3. The code array is programmed one byte at a time by supplying the address and data together with the appropriate Write instruction. The write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction which returns the content at the selected address at serial output MISO/P1.6.
5. At the end of a programming session, RST can be set to [illegible] operation.
6. Power-off sequence (if needed):
   Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).
   Set RST to "L".
   Turn VCC power off.

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

Serial Programming Instruction Set

The instruction Set for Serial Programming follows a 4-byte protocol and is shown in Table 16.

Programming Interface – Parallel Mode

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

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

Table 8. Flash Programming Modes

Mode	V_{CC}	RST	$\overline{PSEN}$	ALE/ $\overline{PROG}$	$\overline{EA}$/ V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.4-0 Address	P1.7-0 Address
Write Code Data	5V	H	L	(2)	12V	L	H	H	H	H	D_{IN}	A12-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D_{OUT}	A12-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L	(3)	12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L	(3)	12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L	(3)	12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Read Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Chip Erase	5V	H	L	(1)	12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	X 0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	52H	X 0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	X 0010	00H

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

Figure 13. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

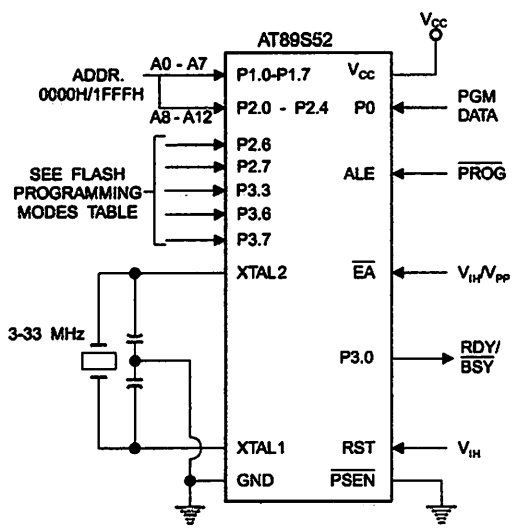
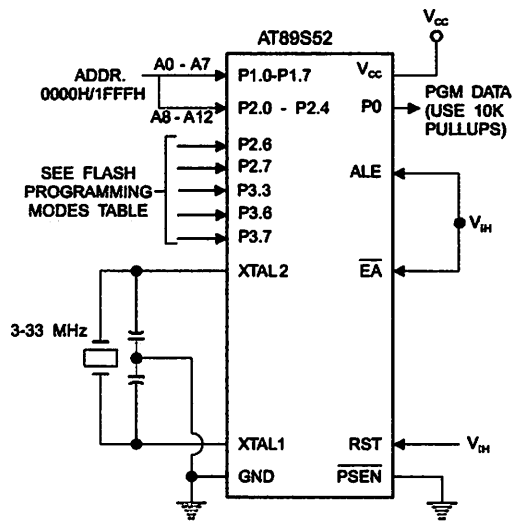


Figure 14. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)

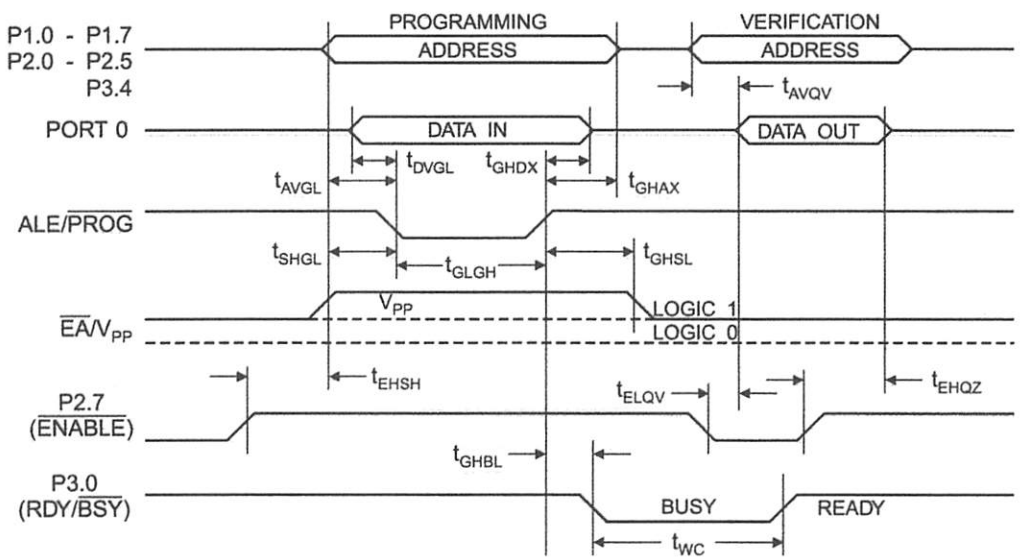


Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

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

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}	Programming Supply Current		10	mA
I_{CC}	V_{CC} Supply Current		30	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	3	33	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{PROG}$ Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After $\overline{PROG}$	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSH}	P2.7 ($\overline{ENABLE}$) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{PROG}$ Low	10		µs
t_{GHSL}	V_{PP} Hold After $\overline{PROG}$	10		µs
t_{GLGH}	$\overline{PROG}$ Width	0.2	1	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	$\overline{ENABLE}$ Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EHQZ}	Data Float After $\overline{ENABLE}$	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	$\overline{PROG}$ High to $\overline{BUSY}$ Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		50	µs

Figure 15. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode



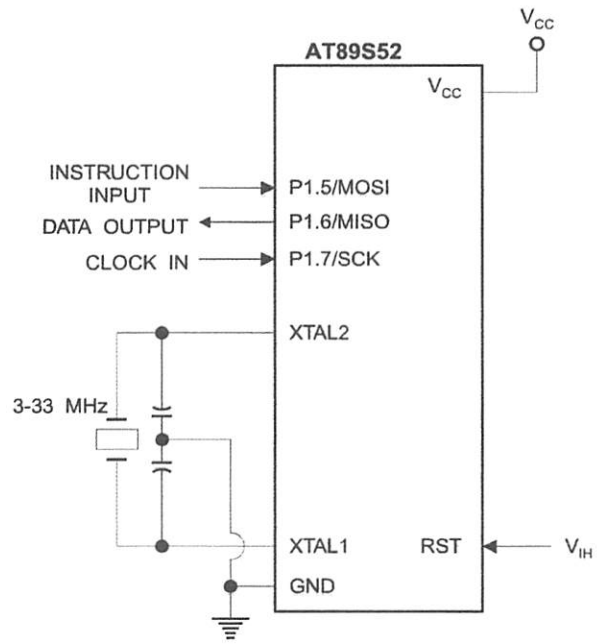
Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

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

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}	Programming Supply Current		10	mA
I_{CC}	V_{CC} Supply Current		30	mA
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	4	12	MHz
t_{AVGL}	Address Setup to PROG Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHAX}	Address Hold After PROG	$48t_{CLCL}$		
t_{DVGL}	Data Setup to PROG Low	$48t_{CLCL}$		
t_{GHDX}	Data Hold After PROG	$48t_{CLCL}$		
t_{EHSH}	P2.6 (ENABLE) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to PROG Low	10		µs
t_{GHSL}	V_{PP} Hold After PROG	10		µs
t_{GLGH}	PROG Width	1	1	µs
t_{AVQV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{ELQV}	ENABLE Low to Data Valid		48	ns
t_{EHQZ}	Data Float After ENABLE	0	$48t_{CLCL}$	
t_{GHBL}	PROG High to BUSY Low		1.0	µs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		50	µs

Figure 15. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

Figure 16. Flash Memory Serial Downloading



Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 17. Serial Programming Waveforms

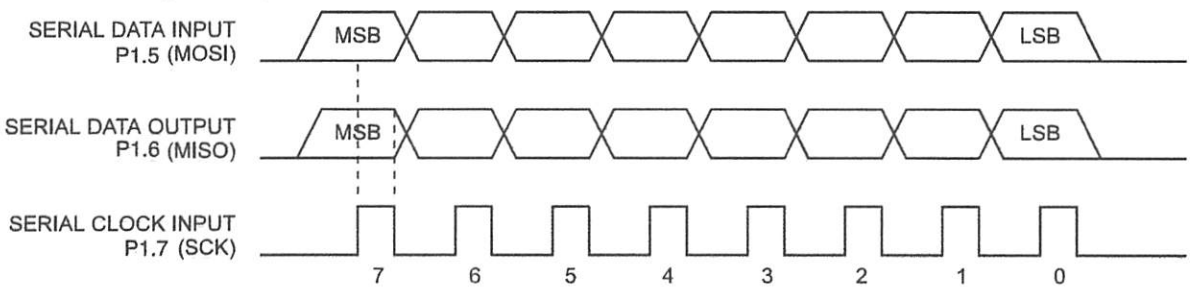


Figure 16. Flash Memory Serial Downloading

Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 17. Serial Programming Waveforms

Table 9. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Operation
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits[2]	1010 1100	1110 00 B1 B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (2).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xx LB3 LB2 LB1 xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a '1')
Read Signature Bytes[1]	0010 1000	xxx A5 A4 A3 A2 A1 A0	xxx xxxx	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

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

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

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

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

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

Serial Programming Characteristics

Figure 18. Serial Programming Timing

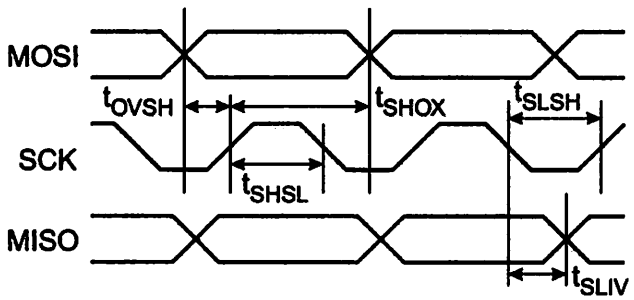


Table 10. Serial Programming Characteristics, T_A = -40° C to 85° C, V_{CC} = 4.0 - 5.5V (Unless otherwise noted)

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

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin 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

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

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except $\overline{EA}$)	-0.5	0.2 V_{CC}-0.1	V
V_{IL1}	Input Low Voltage ($\overline{EA}$)		-0.5	0.2 V_{CC}-0.3	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V_{CC}+0.9	V_{CC}+0.5	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V_{CC}	V_{CC}+0.5	V
V_{OL}	Output Low Voltage(1) (Ports 1,2,3)	I_{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V_{OL1}	Output Low Voltage(1) (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V_{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$)	I_{OH} = -60 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -25 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -10 µA	0.9 V_{CC}		V
V_{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I_{OH} = -800 µA, V_{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I_{OH} = -300 µA	0.75 V_{CC}		V
		I_{OH} = -80 µA	0.9 V_{CC}		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 0.45V		-50	µA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V ±10%		-650	µA
I_{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$)	0.45 < V_{IN} < V_{CC}		±10	µA
RRST	Reset Pulldown Resistor		10	30	KΩ
C_{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T_A = 25°C		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode(1)	V_{CC} = 5.5V		50	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.

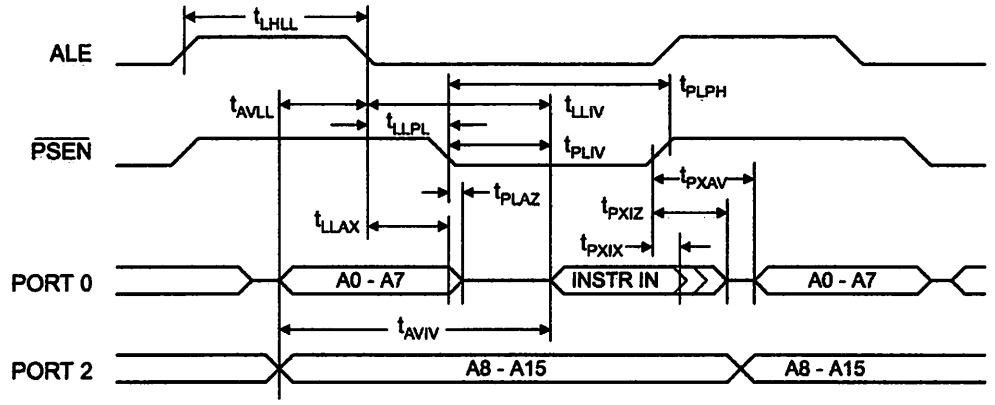
AC Characteristics

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

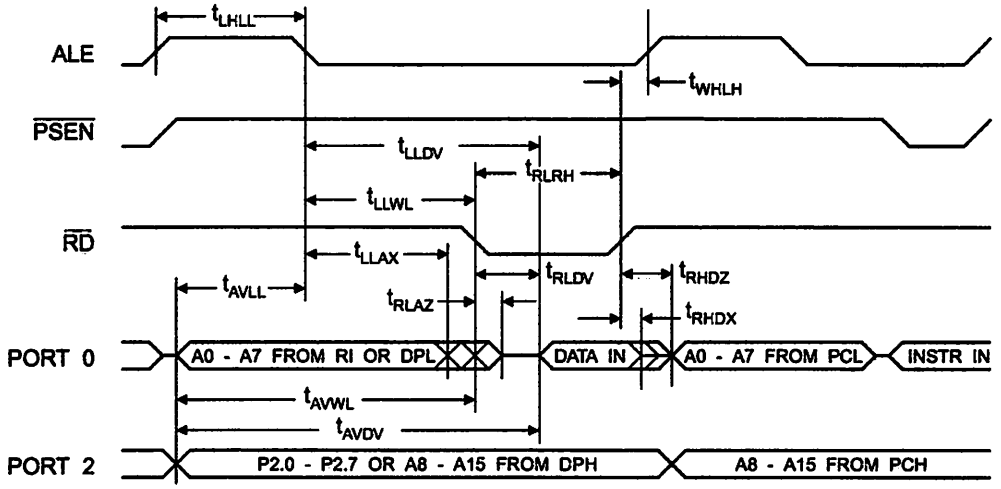
External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency			0	33	MHz
t_{LHLL}	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}$-40		ns
t_{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		t_{CLCL}-25		ns
t_{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		t_{CLCL}-25		ns
t_{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}$-65	ns
t_{LLPL}	ALE Low to $\overline{PSEN}$ Low	43		t_{CLCL}-25		ns
t_{PLPH}	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	205		$3t_{CLCL}$-45		ns
t_{PLIV}	$\overline{PSEN}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}$-60	ns
t_{PXIX}	Input Instruction Hold After $\overline{PSEN}$	0		0		ns
t_{PXIZ}	Input Instruction Float After $\overline{PSEN}$		59		t_{CLCL}-25	ns
t_{PXAV}	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	75		t_{CLCL}-8		ns
t_{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}$-80	ns
t_{PLAZ}	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		10		10	ns
t_{RLRH}	$\overline{RD}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{WLWH}	$\overline{WR}$ Pulse Width	400		$6t_{CLCL}$-100		ns
t_{RLDV}	$\overline{RD}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}$-90	ns
t_{RHDX}	Data Hold After $\overline{RD}$	0		0		ns
t_{RHDZ}	Data Float After $\overline{RD}$		97		$2t_{CLCL}$-28	ns
t_{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}$-150	ns
t_{AVDV}	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}$-165	ns
t_{LLWL}	ALE Low to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	200	300	$3t_{CLCL}$-50	$3t_{CLCL}$+50	ns
t_{AVWL}	Address to $\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ Low	203		$4t_{CLCL}$-75		ns
t_{QVWX}	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	23		t_{CLCL}-30		ns
t_{QVWH}	Data Valid to $\overline{WR}$ High	433		$7t_{CLCL}$-130		ns
t_{WHQX}	Data Hold After $\overline{WR}$	33		t_{CLCL}-25		ns
t_{RLAZ}	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0		0	ns
t_{WHLH}	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	43	123	t_{CLCL}-25	t_{CLCL}+25	ns

External Program Memory Read Cycle



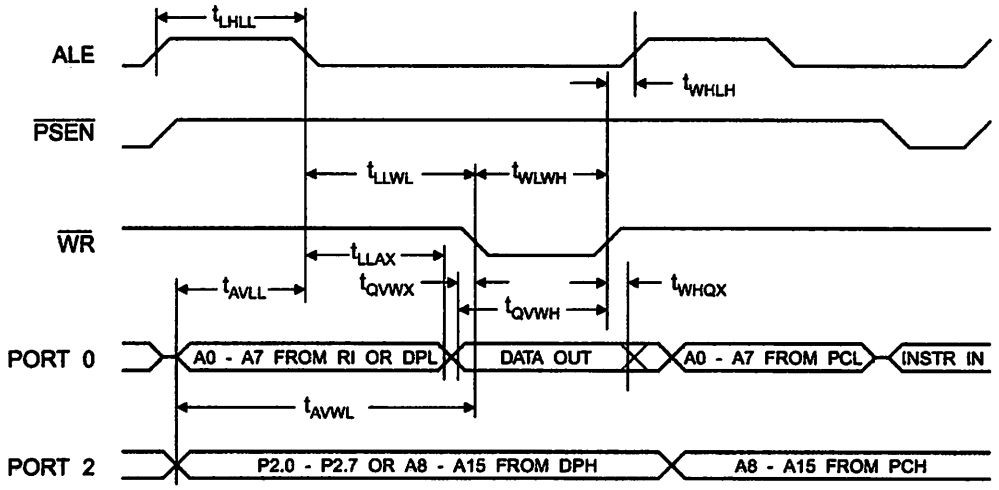
External Data Memory Read Cycle



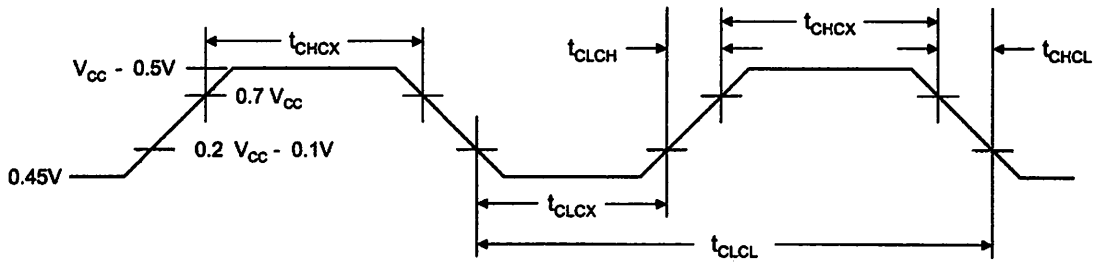
External Program Memory Read Cycle

External Data Memory Read Cycle

External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

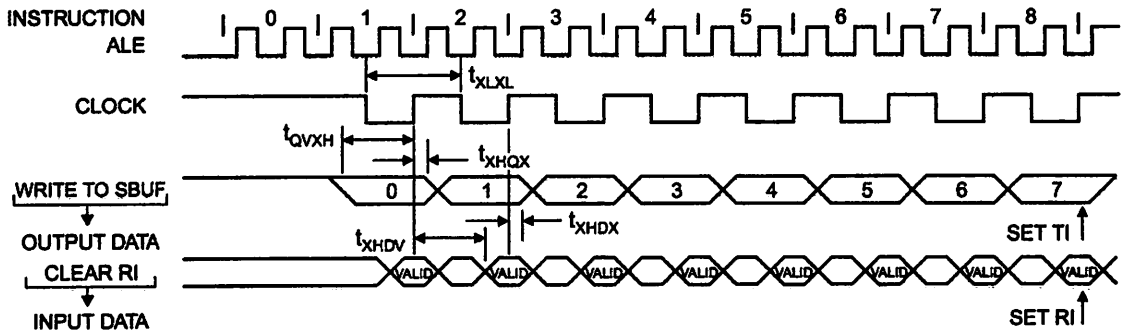
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	33	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	30		ns
t_{CHCX}	High Time	12		ns
t_{CLCX}	Low Time	12		ns
t_{CLCH}	Rise Time		5	ns
t_{CHCL}	Fall Time		5	ns

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

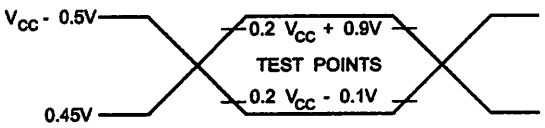
The values in this table are valid for V_{CC} = 4.0V to 5.5V and Load Capacitance = 80 pF.

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
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_{XHQX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}$-80		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}$-133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

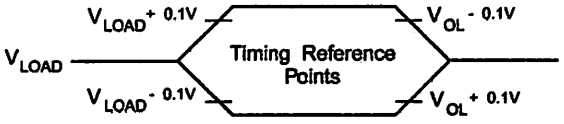


AC Testing Input/Output Waveforms(1)



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

Float Waveforms(1)



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

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

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

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		µs
t_{QVHX}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}-133$		ns
t_{XHQX}	Clock Rising Edge to Input Data Hold	50		$2t_{CLCL}-30$		ns
t_{QVXH}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}-133$	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

AC Testing Input/Output Waveforms

Float Waveforms

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 5.5V	AT89S52-24AC AT89S52-24JC AT89S52-24PC	44A 44J 40P6	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S52-24AI AT89S52-24JI AT89S52-24PI	44A 44J 40P6	Industrial (-40° C to 85° C)
33	4.5V to 5.5V	AT89S52-33AC AT89S52-33JC AT89S52-33PC	44A 44J 40P6	Commercial (0° C to 70° C)

= Preliminary Availability

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

Ordering Information

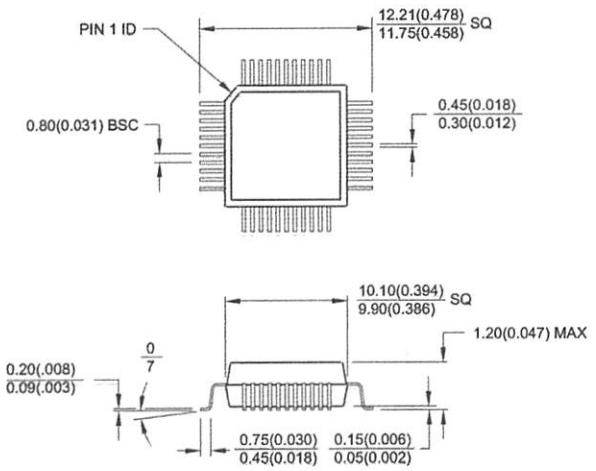
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 5.5V	AT89S8252-24AC	44A	Commercial
		AT89S8252-24JC	44J	(0°C to 70°C)
		AT89S8252-24PC	40P6	
		AT89S8252-3CA	44A	Industrial
		AT89S8252-3CJ	44J	(-40°C to 85°C)
		AT89S8252-3PI	40P6	
33	2.7V to 5.5V	AT89S8252-3AC	44A	
		AT89S8252-3JC	44J	
		AT89S8252-3PC	40P6	

= Preliminary Availability

Package Type	
44A	44-lead, Thin Plastic Quad Flat Package (TQFP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
40P6	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)

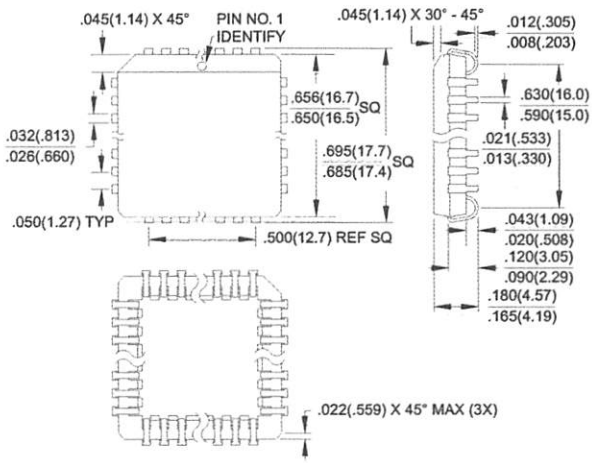
Packaging Information

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

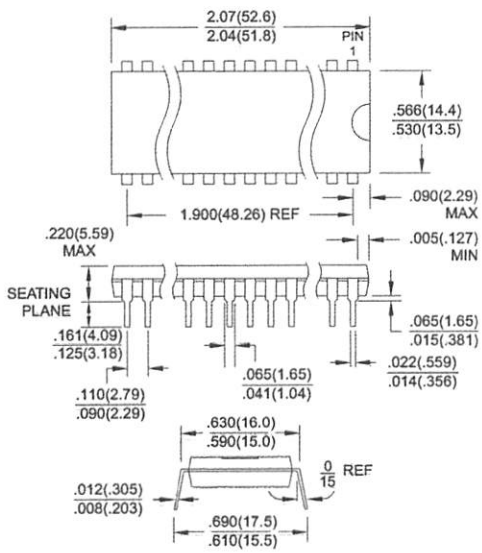


*Controlling dimension: millimeters

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



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



Packaging Information

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

Controlling dimension: millimeters

44P6, 44-pin, 0.650" wide, Plastic Dual Inline
Package (PDIP)
Dimensions in Inches and (Millimeters)
JEDEC STANDARD MS-011-AC

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

Atmel Headquarters

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

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

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

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

Atmel Product Operations

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

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

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

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

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

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

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

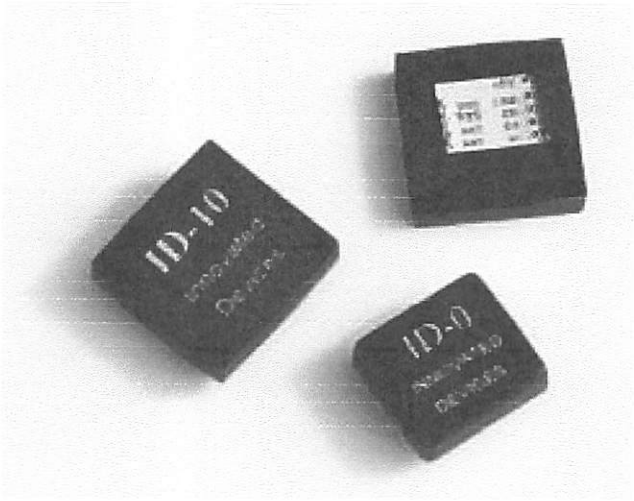
Rev.1919A-07/01/xM

ID-2, ID-12, ID-20

(INCLUDINGID-0, ID-10, ID-15)

Reader Specification

Low Cost – Short Range
RFID Compact Reader Modules



Advanced Reader Development

Advanced Digital Reader Technology

Manual Rev 0.2

PRODUCT DESCRIPTION

The ID-2, ID-12 and ID-20 are hybrid RFID reader modules that provide simple, consistent and flexible implementation of this technology into existing swipe card based ID equipment.

With the simple addition of an antenna and a capacitor to suit your specific design and needs, equipment such as access control units, time and attendance equipment or workstation logging equipment can be converted to the popular wireless ID designs.

The ID-2, ID-12 and ID-20 are readers for the popular EM4001 format 125KHz tags. Read ranges of 1-15 cm are possible with ISO cards (25cm with a well tuned matched antenna on the ID-2). With CMOS/TTL **Serial, Wiegand26** and NEW with this series, **Magnetic ABA Track 2** format, swipe cards can be emulated. Furthermore, the readers are encapsulated for environmental protection and potential damage or changes during manufacture or handling.

The ID-2 requires an external antenna, ideal for custom cased installations. The ID-12 & ID-20 has an internal antenna, allowing fast integration, particularly when space is a premium.

ANTENNA DESIGN

Maximum coil sizes:-

ISO Card	-	15cm x 15cm for ISO Card
Glass Tag	-	10cm x 10cm for Glass Tag

ANTENNA DESIGN PRINCIPLES

- Generally the bigger the antenna the better, as long as there is enough field strength to excite the tag.
- It is possible to calculate the optimum size of an antenna, but there is always an element of try it and see.

Elements affecting reading range.

- In areas of interference reduction in reading range is unavoidable.
- Reducing the coil size will provide more concentrated field strength and coupling.

Choice Of Tuning Capacitor

Quality of capacitor can significantly affect the quality of your system. For quality and reliability we recommend the following capacitor types:-

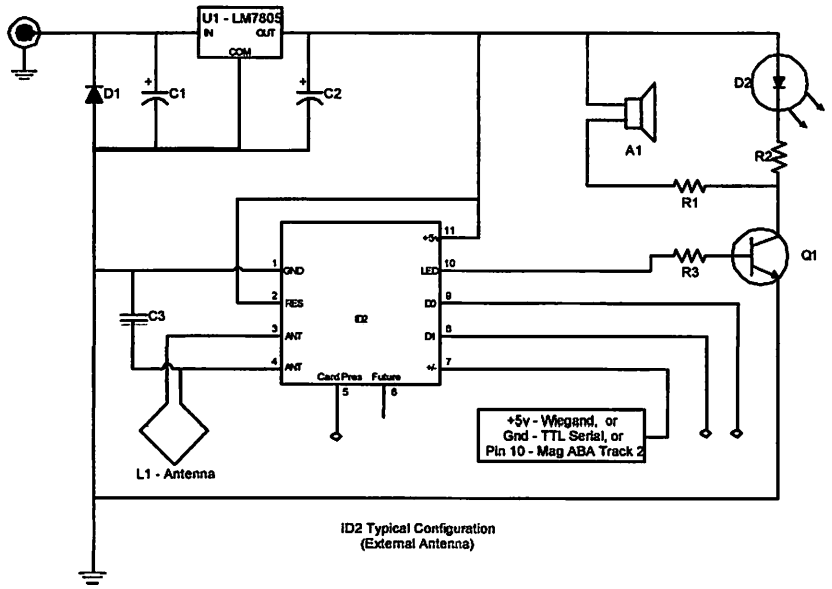
- Polypropylene
- COG/NPO
- Polyethylene Sulfide
- Mica
- Polycarbonate

Capacitors rated voltage (MUST cope with RMS voltage at 125kHz). It is recommend starting with 630v 1n5 Polypropylene. After experimentation, the voltage and capacitor type can come down to measured values. **Do not go by DC voltage rating**. The tolerance should be 2% preferred, 5% acceptable.

ANTENNA DESIGN STEPS

1. If antenna design is governed by enclosure size and is less than 4cmx4cm, wind the coil to 640uH and skip steps 2-4.
2. If target transducer is small, do not wind the coil more than 10cmx10cm
3. In heavy interference, start with a large coil and reduce the size to see if there is significant improvement.
4. If there is a large mass of metal in proximity, the inductance will be changed, usually reducing the original value. Start with a higher inductance. Using a smaller coil may help, by increasing the field strength and coupling.
5. The ID-2 has a maximum current allowed of 200mA. Corresponding to 100v Pk to Pk.If the antenna voltage is higher, the designer can risk it or lower the Q by adding a series resistor in the coil.

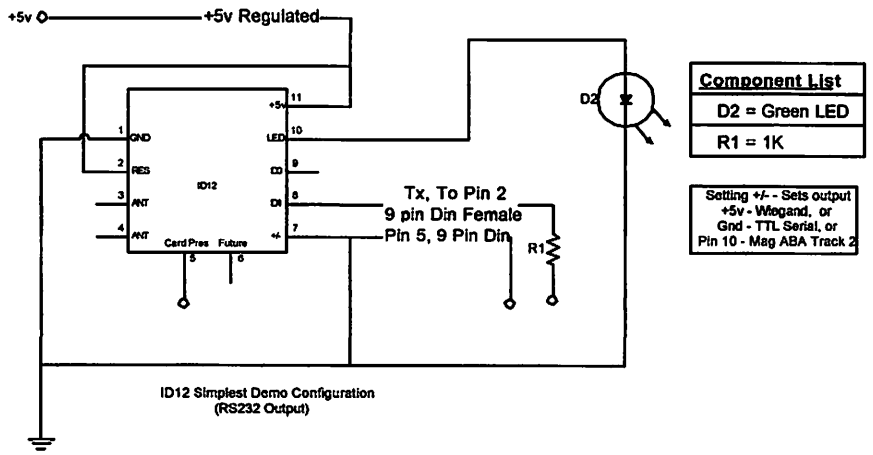
EXAMPLE CIRCUITS



ID2 Typical Configuration
(External Antenna)

Component List
R1 = 100R
R2 = 1K
R3 = 1K
C1 = 100uf 16v
C2 = 100uf 16v
C3 = 1nF COG 100v *
Beeper = 2.7kHz 100R
D1 = 1N4001
D2 = Green LED
U1 = LM 7805
Q1 = UTC8050 (NPN)
L1 = 640uH

* Please NOTE the ID2 has an internal tuning capacitor o 1.5nf and this makes the total tuning capacity = 2.5nF

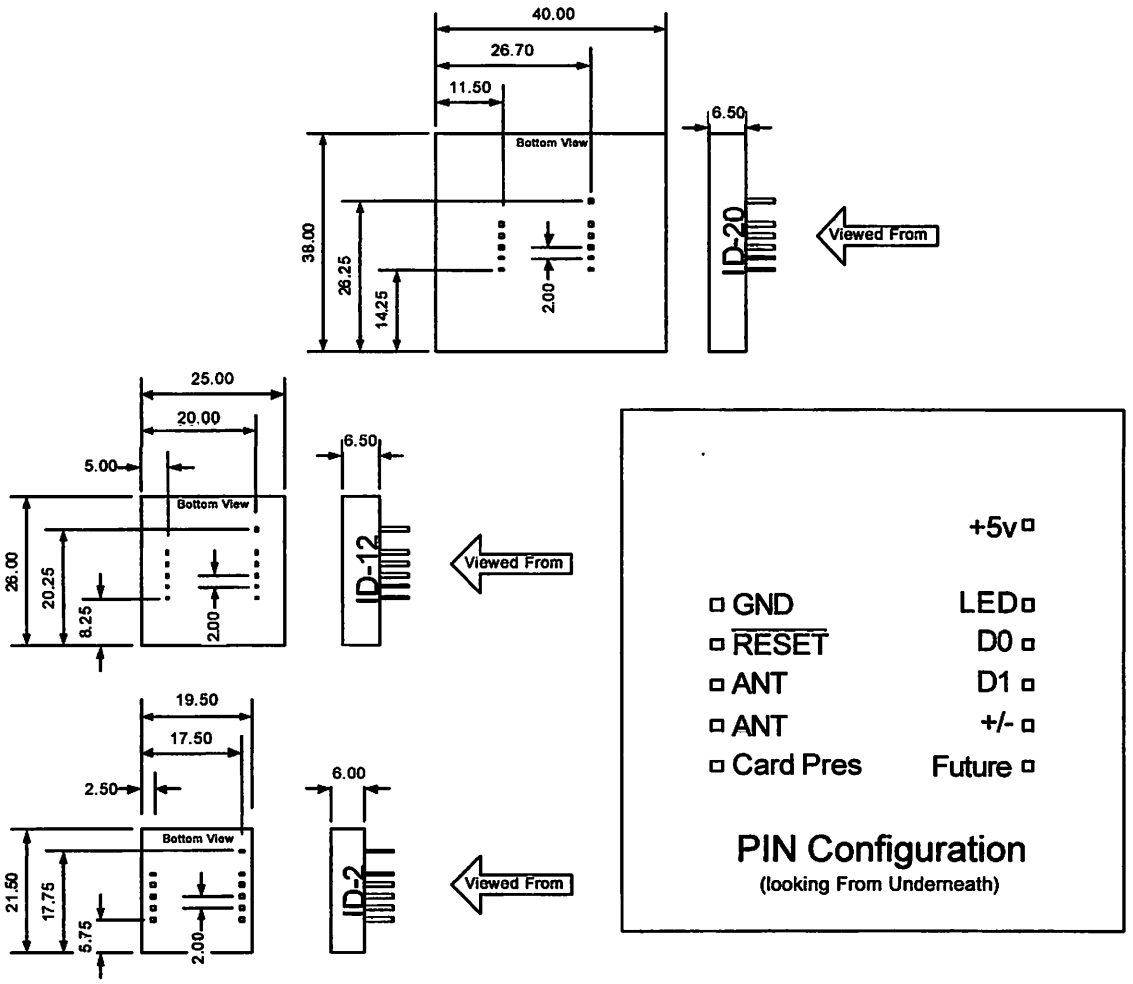


ID12 Simplest Demo Configuration
(RS232 Output)

Component List
D2 = Green LED
R1 = 1K

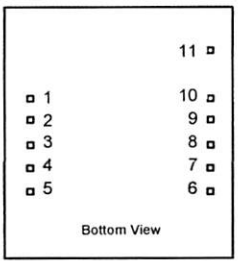
PIN LAYOUTS AND SPACING

Please note, the pin layouts and spacing are the same for the modules, the casing sizes differ to allow for internal antennas where applicable.

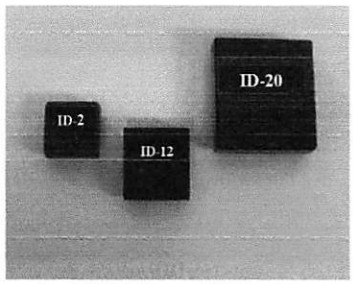


SPECIFICATIONS ID-2, ID-12, ID-20

Low Cost Short-Range Proximity Readers



The ID Series short-range readers come in three different sizes and read ranges. The ID-12 and ID-20 come with internal antennas, and have read ranges of 12+ cm and 16+ cm, respectively. With an external antenna, the ID-2 can deliver read ranges of up to 25 cm. All three readers support ASCII, Wiegand26 and Magnetic ABA Track2 data formats.



Operational and Physical Characteristics

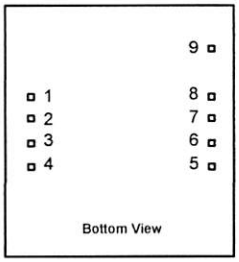
Parameters	ID-2	ID-12	ID-20
Read Range	N/A (no internal antenna)	12+ cm	15+ cm
Dimensions	21 mm x 19 mm x 6 mm	26 mm x 25 mm x 7 mm	40 mm x 40 mm x 9 mm
Frequency	125 kHz	125 kHz	125 kHz
Card Format	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible
Encoding	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64
Power Requirement	5 VDC @ 13mA nominal	5 VDC @ 30mA nominal	5 VDC @ 55mA nominal
I/O Output Current	+/-200mA PK	-	-
Voltage Supply Range	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V

Pin Description & Output Data Formats

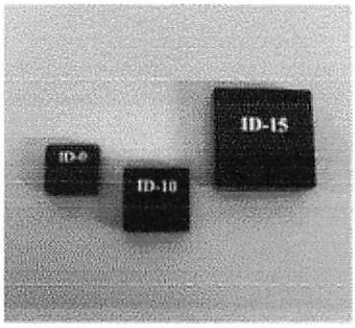
Pin No.	Description	ASCII	Magnet Emulation	Wiegand26
Pin 1	Zero Volts and Tuning Capacitor Ground	GND 0V	GND 0V	GND 0V
Pin 2	Strap to +5V	Reset Bar	Reset Bar	Reset Bar
Pin 3	To External Antenna and Tuning Capacitor	Antenna	Antenna	Antenna
Pin 4	To External Antenna	Antenna	Antenna	Antenna
Pin 5	Card Present	No function	Card Present	No function
Pin 6	Future	Future	Future	Future
Pin 7	Format Selector (+/-)	Strap to GND	Strap to Pin 10	Strap to +5V
Pin 8	Data 1	CMOS	Data	One Output
Pin 9	Data 0	TTL Data (inverted)	Clock	Zero Output
Pin 10	2.7 kHz Logic	Beeper / LED	Beeper / LED	Beeper / LED
Pin 11	DC Voltage Supply	+5V	+5V	+5V

SPECIFICATIONS ID-0, ID-10, ID-15 (NOT FOR NEW DESIGNS)

Low Cost Short-Range Proximity Readers



The ID Series short-range readers come in three different sizes and read ranges. Both the ID-10 and ID-15 come with internal antennas, and have read ranges of 12+ cm and 16+ cm, respectively. With an external antenna, the ID-0 Mk(ii) can deliver read ranges of up to 25 cm. All three readers support ASCII and Wiegand26 data formats.



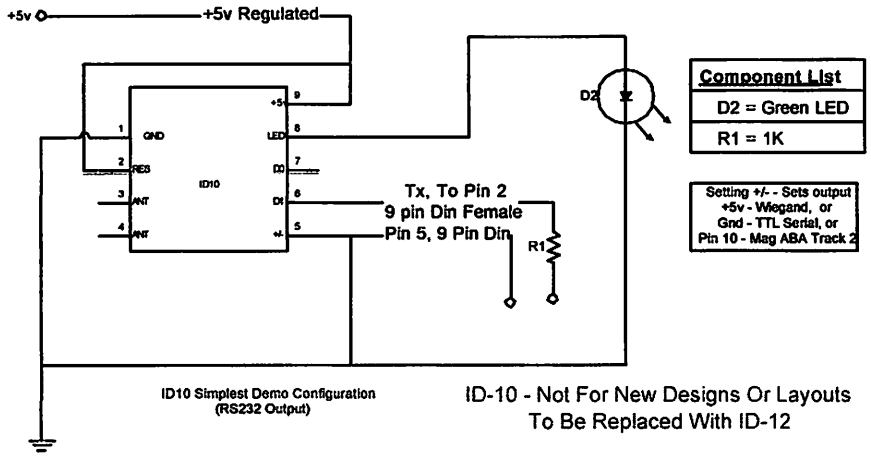
Operational and Physical Characteristics

Parameters	ID-0	ID-10	ID-15
Read Range	N/A (no internal antenna)	12+ cm	15+ cm
Dimensions	21 mm x 19 mm x 6 mm	26 mm x 25 mm x 7 mm	40 mm x 40 mm x 9 mm
Frequency	125 kHz	125 kHz	125 kHz
Card Format	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible	EM 4001 or compatible
Encoding	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64	Manchester 64-bit, modulus 64
Power Requirement	5 VDC @ 13mA nominal	5 VDC @ 30mA nominal	5 VDC @ 50mA nominal
I/O Output Current	+/-200mA PK	-	-
Voltage Supply Range	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V	+4.6V through +5.4V

Pin Description & Output Data Formats

Pin No.	Description	ASCII	Wiegand26
Pin 1	Zero Volts and Tuning Capacitor Ground	GND 0V	GND 0V
Pin 2	Strap to +5V	Reset Bar	Reset Bar
Pin 3	To External Antenna and Tuning Capacitor	Antenna	Antenna
Pin 4	To External Antenna	Antenna	Antenna
Pin 5	Format Selector (+/-)	Strap to GND	Strap to +5V
Pin 6	Data 1	CMOS	One Output
Pin 7	Data 0	TTL Data (inverted)	Zero Output
Pin 8	2.7 kHz Logic	Beeper / LED	Beeper / LED
Pin 9	DC Voltage Supply	+5V	+5V

EXAMPLE CIRCUITS



ID10 Simplest Demo Configuration
(RS232 Output)

ID-10 - Not For New Designs Or Layouts
To Be Replaced With ID-12

DATA FORMATS

Output Data Structure – ASCII (TTL Level RS2323)

STX (02h)	DATA (10 ASCII)	CHECKSUM	CR	LF	ETX (03h)

The checksum is the result of the XOR of the 5 binary Data bytes (the 10 ASCII data characters)

Output Data Structure – Wiegand26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
P	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	P
Even parity (E)													Odd parity (O)												

P = Parity start bit and stop bit

Specifications subject to change. ARD reserves the right to change its products and the specifications given here at any time without notice.

Advanced Reader Developments
Advanced Digital Reader Technology

For OEM and Technical Support
Please Contact

Mannings-RFID, Units 1-5 Russell Road, Southport, Merseyside, PR9 7RJ
Tel: +44 1704 539000, EMail: Sandra@mannings.uk.com

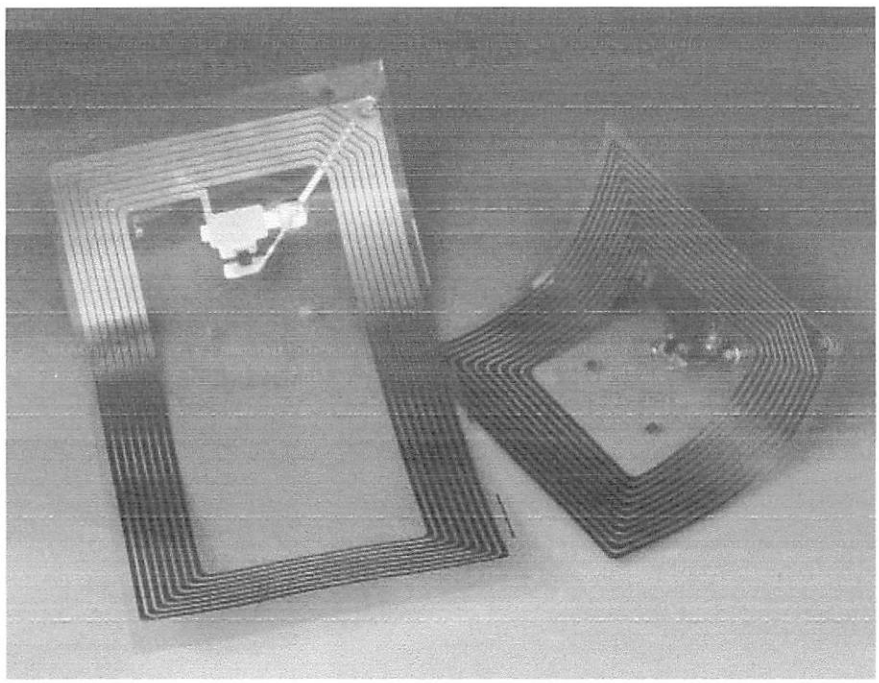


Figure 2.15 A smart label primarily consists of a thin paper or plastic foil onto which the transponder coil and transponder chip can be applied (Tag-It Transponder, reproduced by permission of Texas Instruments, Friesing)

An obvious step down the route of miniaturisation is the integration of the coil onto the chip (*coil-on-chip*) (Figure 2.16). This is made possible by a special microgalvanic process that can take place on a normal CMOS wafer. The coil is placed directly onto the isolator of the silicon chip in the form of a planar (single layer) spiral arrangement and contacted to the circuit below by means of conventional openings in the passivation layer (Jurisch, 1995, 1998). The conductor track widths achieved lie in the range of 5–10 µm with a layer thickness of 15–30 µm. A final passivation onto a polyamide base is performed to guarantee the mechanical loading capacity of the contactless memory module based upon coil-on-chip technology.

The size of the silicon chip, and thus the entire transponder, is just 3 mm × 3 mm. The transponders are frequently embedded in a plastic shell for convenience and at ⌀6 mm × 1.5 mm are among the smallest RFID transponders available on the market.

2.2.10 Other formats

In addition to these main designs, several application-specific special designs are also manufactured. Examples are the 'racing pigeon transponder' or the 'champion chip' for sports timing. Transponders can be incorporated into any design required by the customer. The preferred options are glass or PP transponders, which are then processed further to obtain the ultimate form.

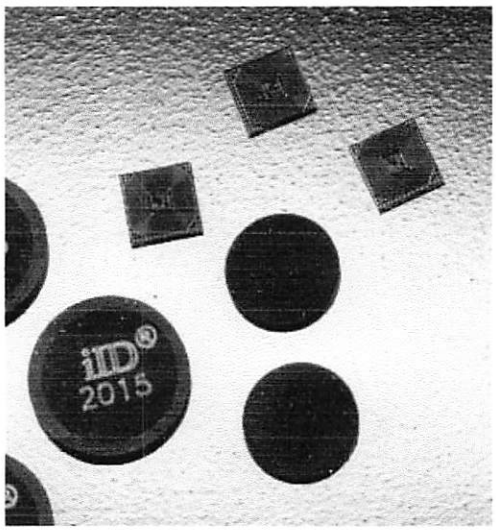


Figure 2.16 Extreme miniaturisation of transponders is possible using coil-on-chip technology (reproduced by permission of Micro Sensys, Erfurt)

2.3 Frequency, Range and Coupling

The most important differentiation criteria for RFID systems are the operating frequency of the reader, the physical coupling method and the range of the system. RFID systems are operated at widely differing frequencies, ranging from 135 kHz longwave to 5.8 GHz in the microwave range. *Electric, magnetic* and *electromagnetic fields* are used for the physical coupling. Finally, the achievable range of the system varies from a few millimetres to above 15 m.

RFID systems with a very small range, typically in the region of up to 1 cm, are known as *close coupling systems*. For operation the transponder must either be inserted into the reader or positioned upon a surface provided for this purpose. Close coupling systems are coupled using both electric and magnetic fields and can theoretically be operated at any desired frequency between DC and 30 MHz because the operation of the transponder does not rely upon the radiation of fields. The close coupling between data carrier and reader also facilitates the provision of greater amounts of power and so even a microprocessor with non-optimal power consumption, for example, can be operated. Close coupling systems are primarily used in applications that are subject to strict security requirements, but do not require a large range. Examples are electronic door locking systems or contactless smart card systems with payment functions. Close coupling transponders are currently used exclusively as ID-1 format contactless smart cards (ISO 10536). However, the role of close coupling systems on the market is becoming less important.

Systems with write and read ranges of up to 1 m are known by the collective term of remote coupling systems. Almost all *remote coupled systems* are based upon an *inductive (magnetic) coupling* between reader and transponder. These systems are therefore also known as *inductive radio systems*. In addition there are also a few systems with

capacitive (electric) coupling (motorola Inc., 1999). At least 90% of all RFID systems currently sold are inductively coupled systems. For this reason there is now an enormous number of such systems on the market. There is also a series of standards that specify the technical parameters of transponder and reader for various standard applications, such as contactless smart cards, animal identification or industrial automation. These also include *proximity coupling* (ISO 14443, *contactless smart cards*) and *vicinity coupling systems* (ISO 15693, *smart label* and contactless smart cards). Frequencies below 135 kHz or 13.56 MHz are used as transmission frequencies. Some special applications (e.g. Eurobalise) are also operated at 27.125 MHz.

RFID systems with ranges significantly above 1 m are known as *long-range systems*. All long-range systems operate using electromagnetic waves in the *UHF* and *microwave range*. The vast majority of such systems are also known as *backscatter systems* due to their physical operating principle. In addition, there are also long-range systems using *surface acoustic wave transponders* in the microwave range. All these systems are operated at the UHF frequencies of 868 MHz (Europe) and 915 MHz (USA) and at the microwave frequencies of 2.5 GHz and 5.8 GHz. Typical ranges of 3 m can now be achieved using passive (battery-free) backscatter transponders, while ranges of 15 m and above can even be achieved using active (battery-supported) backscatter transponders. The battery of an active transponder, however, never provides the power for data transmission between transponder and reader, but serves exclusively to supply the microchip and for the retention of stored data. The power of the electromagnetic field received from the reader is the only power used for the data transmission between transponder and reader.

In order to avoid reference to a possibly erroneous range figure, this book uses only the terms *inductively* or *capacitively coupled system* and *microwave system* or *backscatter system* for classification.

2.4 Information Processing in the Transponder

If we classify RFID systems according to the range of information and data processing functions offered by the transponder and the size of its data memory, we obtain a broad spectrum of variants. The extreme ends of this spectrum are represented by low-end and high-end systems (Figure 2.17).

2.4.1 Low-end systems

EAS systems (Electronic Article Surveillance systems; see Section 3.1) represent the bottom end of *low-end systems*. These systems check and monitor the possible presence of a transponder in the interrogation zone of a detection unit's reader using simple physical effects.

Read-only transponders with a microchip are also classified as low-end systems. These transponders have a permanently encoded data set that generally consists only of a unique *serial number* (unique number) made up of several bytes. If a read-only transponder is placed in the HF field of a reader, the transponder begins to continuously

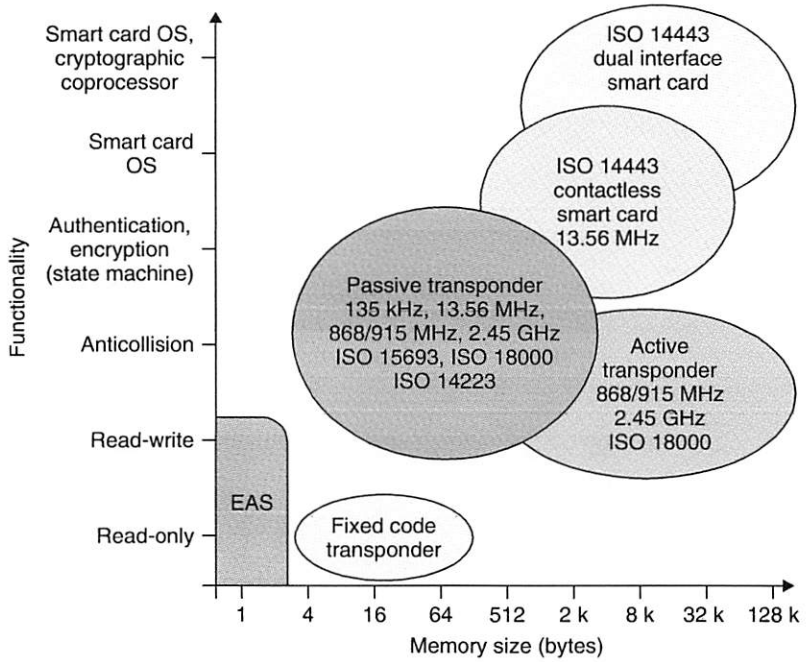


Figure 2.17 RFID systems can be classified into low-end and high-end systems according to their functionality

broadcast its own serial number. It is not possible for the reader to address a read-only transponder — there is a unidirectional flow of data from the transponder to the reader. In practical operation of a read-only system, it is also necessary to ensure that there is only ever one transponder in the reader's interrogation zone, otherwise the two or more transponders simultaneously transmitting would lead to a data collision. The reader would no longer be able to detect the transponder. Despite this limitation, read-only transponders are excellently suited for many applications in which it is sufficient for one unique number to be read. Because of the simple function of a read-only transponder, the chip area can be minimised, thus achieving low power consumption and a low manufacturing cost.

Read-only systems are operated at all frequencies available to RFID systems. The achievable ranges are generally very high thanks to the low power consumption of the microchip.

Read-only systems are used where only a small amount of data is required or where they can replace the functionality of barcode systems, for example in the control of product flows, in the identification of pallets, containers and gas bottles (ISO 18000), but also in the identification of animals (ISO 11785).

2.4.2 Mid-range systems

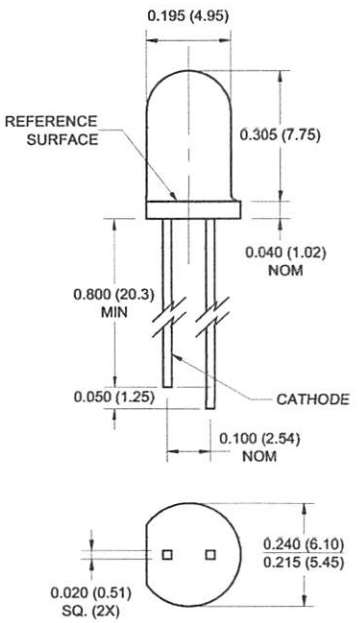
The mid-range is occupied by a variety of systems with writable data memory, which means that this sector has by far the greatest diversity of types. Memory sizes range

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

PLASTIC INFRARED LIGHT EMITTING DIODE

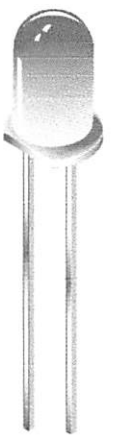
QED221 QED222 QED223

PACKAGE DIMENSIONS

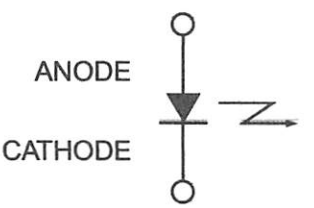


NOTES:

1. Dimensions for all drawings are in inches (mm).
2. Tolerance of ± .010 (.25) on all non-nominal dimensions unless otherwise specified.



SCHEMATIC



DESCRIPTION

The QED22X is an 880nm AlGaAs LED encapsulated in clear, purple tinted, plastic T-1 3/4 package.

FEATURES

- λ= 880 nm
- Chip material = AlGaAs
- Package type: T-1 3/4 (5mm lens diameter)
- Matched Photosensor: QSD122/123/124
- Medium Wide Emission Angle, 40°
- High Output Power
- Package material and color: Clear, purple tinted, plastic

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

PLASTIC INFRARED LIGHT EMITTING DIODE

QED221 QED222 QED223

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Operating Temperature	T_{OPR}	-40 to +100	°C
Storage Temperature	T_{STG}	-40 to +100	°C
Soldering Temperature (Iron) (2,3,4)	T_{SOL-I}	240 for 5 sec	°C
Soldering Temperature (Flow) (2,3)	T_{SOL-F}	260 for 10 sec	°C
Continuous Forward Current	I_F	100	mA
Reverse Voltage	V_R	5	V
Power Dissipation (1)	P_D	200	mW
Peak Forward Current (5)	$I_{F(Peak)}$	1.5	A

ELECTRICAL / OPTICAL CHARACTERISTICS (T_A =25°C)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
Peak Emission Wavelength	I_F = 100 mA	λ_{PE}	—	880	—	nm
Emission Angle	I_F = 100 mA	θ	—	±20	—	Deg.
Forward Voltage	I_F = 100 mA, tp = 20 ms	V_F	—	—	1.7	V
Reverse Current	V_R = 5 V	I_R	—	—	10	µA
Radiant Intensity QED221	I_F = 100 mA, tp = 20 ms	I_E	10	—	20	mW/sr
Radiant Intensity QED222	I_F = 100 mA, tp = 20 ms	I_E	16	—	32	mW/sr
Radiant Intensity QED223	I_F = 100 mA, tp = 20 ms	I_E	25	—	—	mW/sr
Rise Time	I_F = 100 mA	t_r	—	800	—	ns
Fall Time		t_f	—	800	—	ns

Derate power dissipation linearly 2.67 mW/°C above 25°C.
RMA flux is recommended.
Methanol or isopropyl alcohols are recommended as cleaning agents.
Soldering iron 1/16" (1.6mm) minimum from housing.
Pulse conditions; tp = 100 µS, T = 10 ms.

PLASTIC INFRARED LIGHT EMITTING DIODE

QED221 QED222 QED223

Fig. 1 Normalized Radiant Intensity vs. Input Current

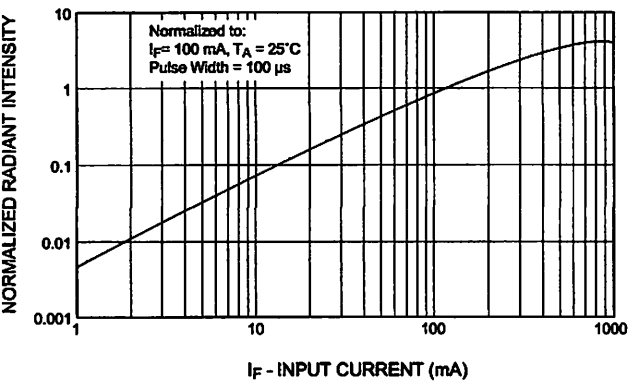


Fig. 2 Coupling Characteristics of QED22X with QSD12X

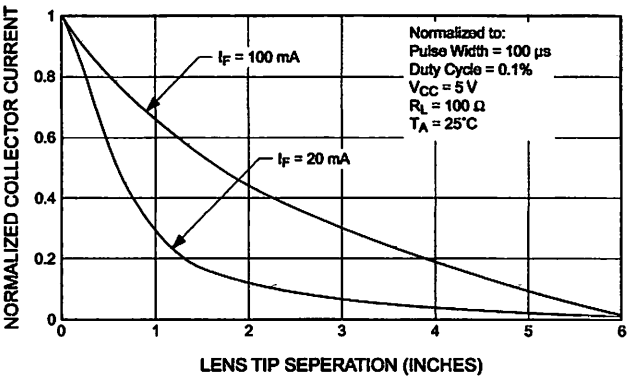


Fig. 3 Forward Voltage vs. Temperature

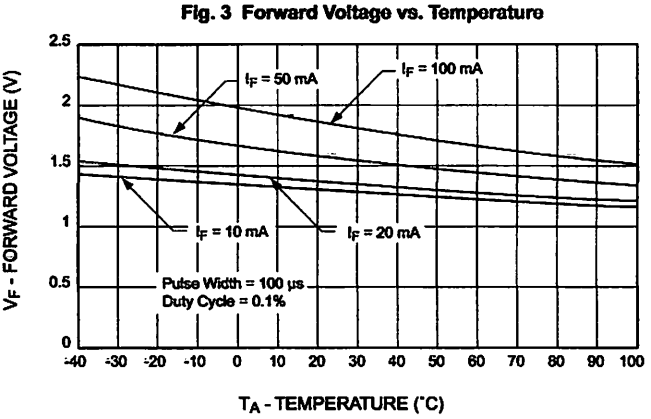


Fig. 4 Normalized Radiant Intensity vs. Wavelength

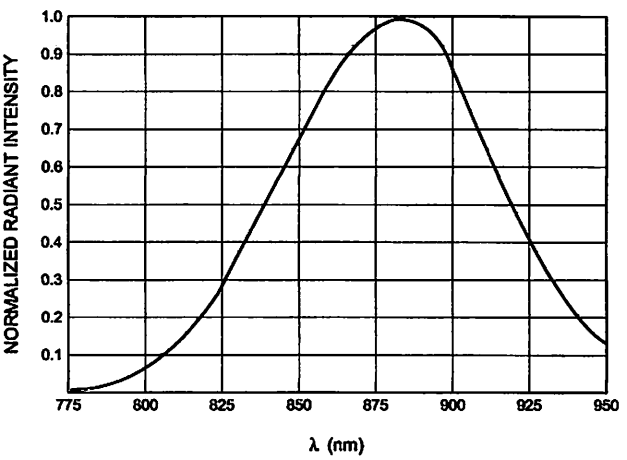


Fig. 5 Forward Current vs. Forward Voltage

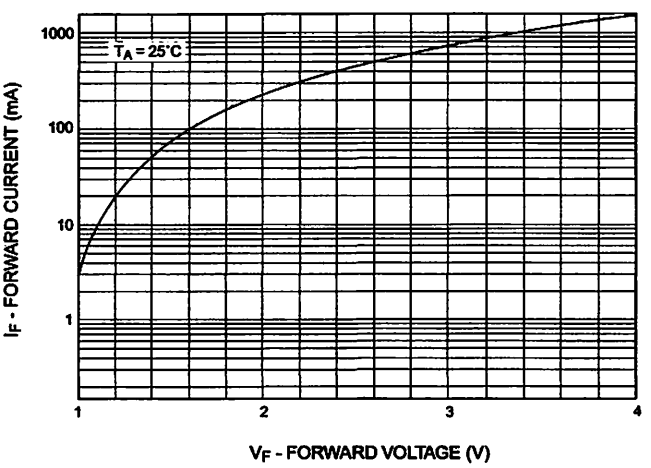
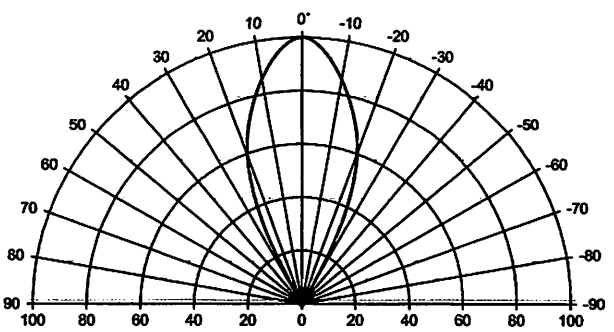


Fig. 6 Radiation Pattern



)ISCLAIMER

'AIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO .NY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME .NY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED IEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF)THERS.

.IFE SUPPORT POLICY

AIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT)EVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD .EMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

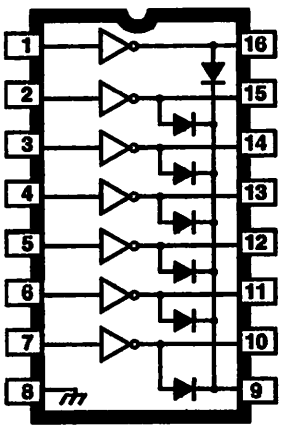
. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body,or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.

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

2003 THRU 2024

Data Sheet 29304F

HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS



Dwg. No. A-9594

Note that the ULN20xxA series (dual in-line package) and ULN20xxL series (small-outline IC package) are electrically identical and share a common terminal number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

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

Ideally suited for interfacing between low-level logic circuitry and multiple peripheral power loads, the Series ULN20xxA/L high-voltage, high-current Darlington arrays feature continuous load current ratings to 500 mA for each of the seven drivers. At an appropriate duty cycle depending on ambient temperature and number of drivers turned ON simultaneously, typical power loads totaling over 230 W (350 mA x 7, 95 V) can be controlled. Typical loads include relays, solenoids, stepping motors, magnetic print hammers, multiplexed LED and incandescent displays, and heaters. All devices feature open-collector outputs with integral clamp diodes.

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

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

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

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

FEATURES

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

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

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

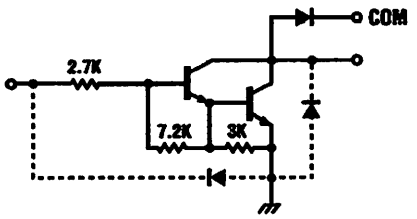
DEVICE PART NUMBER DESIGNATION

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

*Also available for operation between -40°C and +85°C. To order, change prefix from "ULN" to "ULQ".

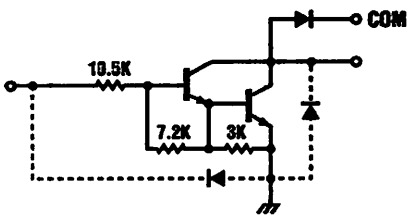
PARTIAL SCHEMATICS

ULN20x3A/L (Each Driver)

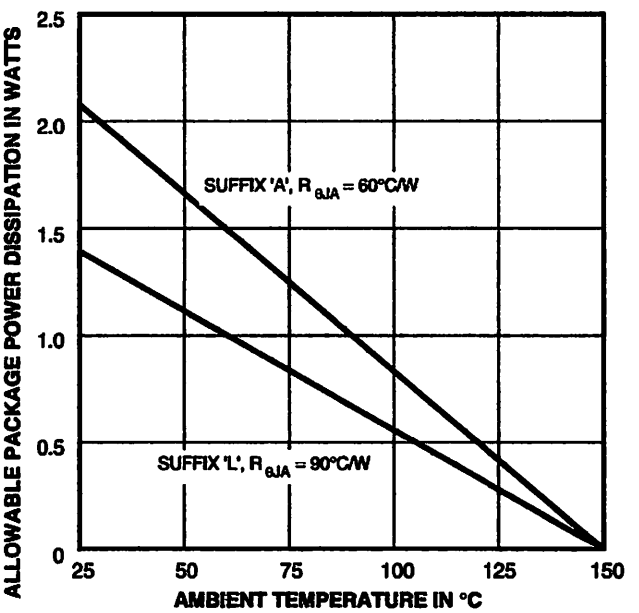


Dwg. No. A-9651

ULN20x4A/L (Each Driver)



Dwg. No. A-9696A



Dwg. GP-006A

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

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

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

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

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

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

pes ULN2023A, ULN2023L, ULN2024A, and ULN2024L
ECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

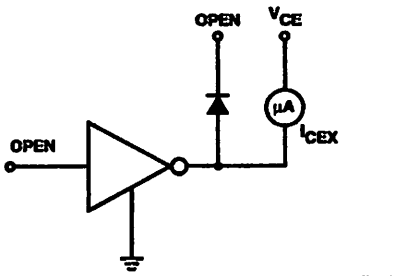
haracteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits Min.	Typ.	Max.	Units
utput Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	V_{CE} = 95 V, T_A = 25°C	—	< 1	50	µA
				V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C	—	< 1	100	µA
		1B	ULN2024A/L	V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C, V_{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	µA
ollector-Emitter aturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	I_C = 100 mA, I_B = 250 µA	—	0.9	1.1	V
				I_C = 200 mA, I_B = 350 µA	—	1.1	1.3	V
				I_C = 350 mA, I_B = 500 µA	—	1.3	1.6	V
put Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2023A/L	V_{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2024A/L	V_{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V_{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	I_C = 500 µA, T_A = 70°C	50	65	—	µA
put Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2023A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA	—	—	3.0	V
			ULN2024A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA	—	—	5.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	6.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA	—	—	7.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA	—	—	8.0	V
put Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
rn-On Delay	t_{PLH}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
rn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
amp Diode akage Current	I_R	6	All	V_R = 95 V, T_A = 25°C	—	—	50	µA
				V_R = 95 V, T_A = 70°C	—	—	100	µA
amp Diode rward Voltage	V_F	7	All	I_F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

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

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

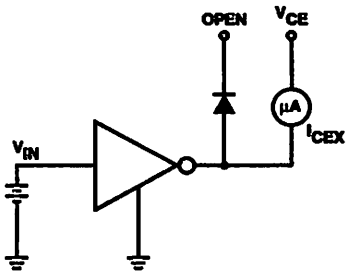
TEST FIGURES

FIGURE 1A



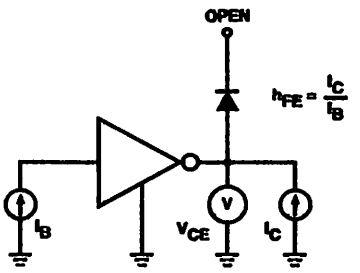
Dwg. No. A-9729A

FIGURE 1B



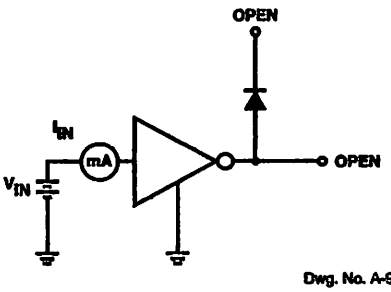
Dwg. No. A-9730A

FIGURE 2



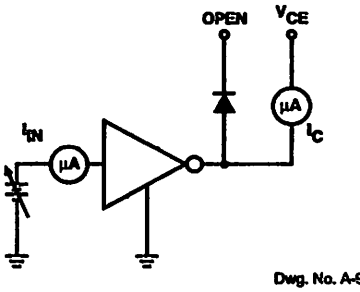
Dwg. No. A-9731A

FIGURE 3



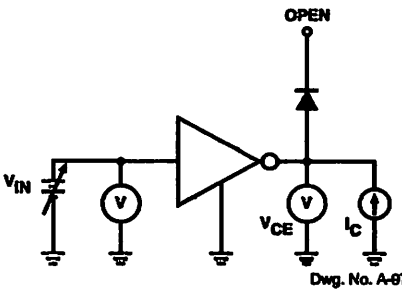
Dwg. No. A-9732A

FIGURE 4



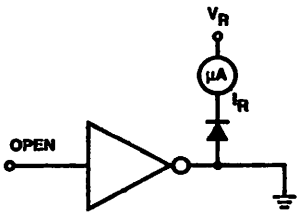
Dwg. No. A-9733A

FIGURE 5



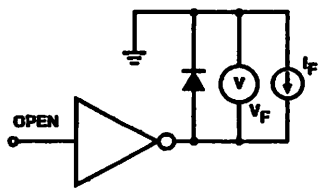
Dwg. No. A-9734A

FIGURE 6



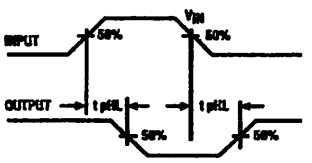
Dwg. No. A-9735A

FIGURE 7

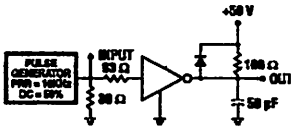


Dwg. No. A-9736A

FIGURE 8



	V_{in}
ULN20X3*	3.5 V
ULN20X4*	12 V



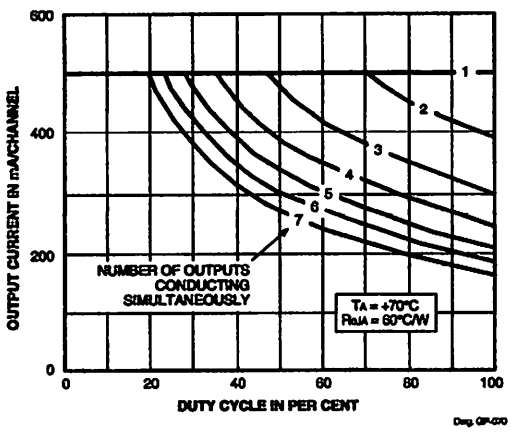
* Complete part number includes a final letter to indicate package.

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

;003 THRU 2024
IIGH-VOLTAGE, IIGH-CURRENT)ARLINGTON ARRAYS

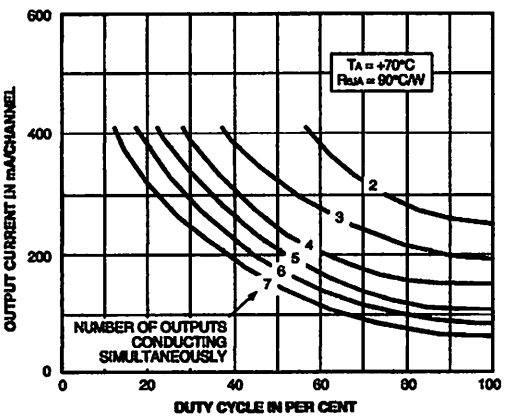
ALLOWABLE COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF DUTY CYCLE

(Dual In-line-Packaged Devices, Suffix 'A')



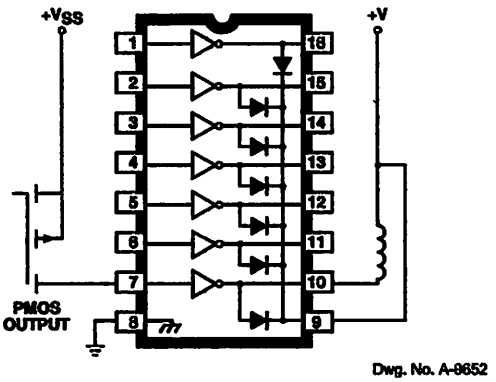
Dwg. GP-030

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

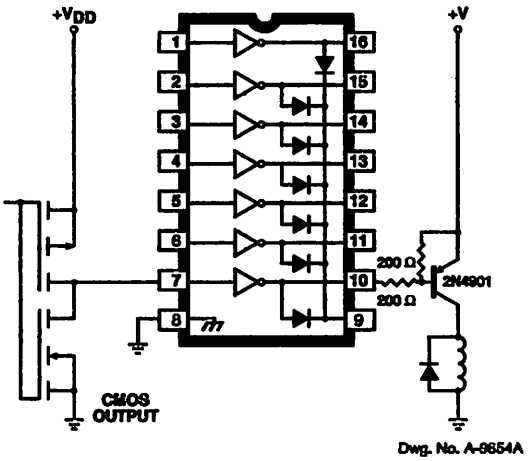


Dwg. GP-044A

TYPICAL APPLICATIONS

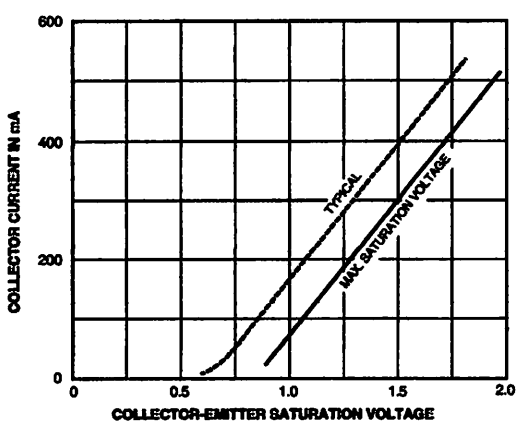


Dwg. No. A-9652



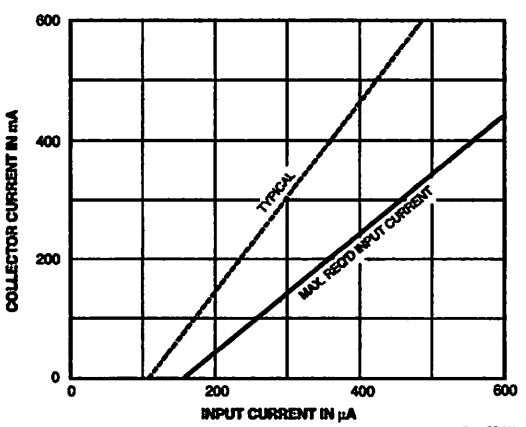
Dwg. No. A-9654A

SATURATION VOLTAGE S A FUNCTION OF COLLECTOR CURRENT



Dwg. GP-027

COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT CURRENT

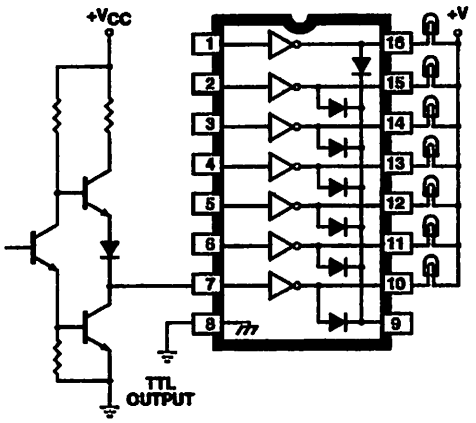


Dwg. GP-028

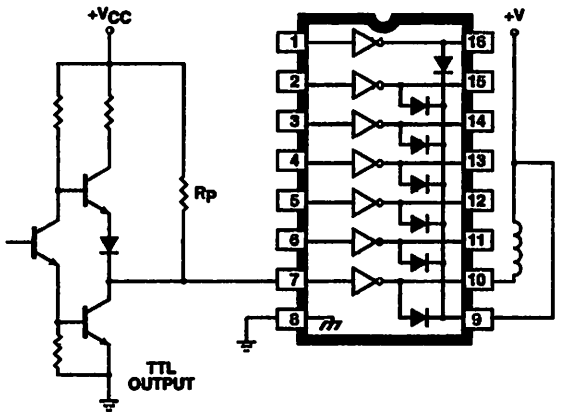
Allegro MicroSystems, Inc.

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

TYPICAL APPLICATIONS



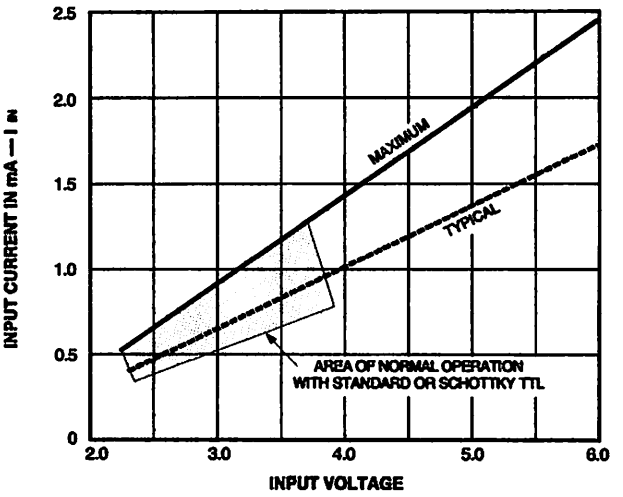
Dwg. No. A-9653A



Dwg. No. A-10,175

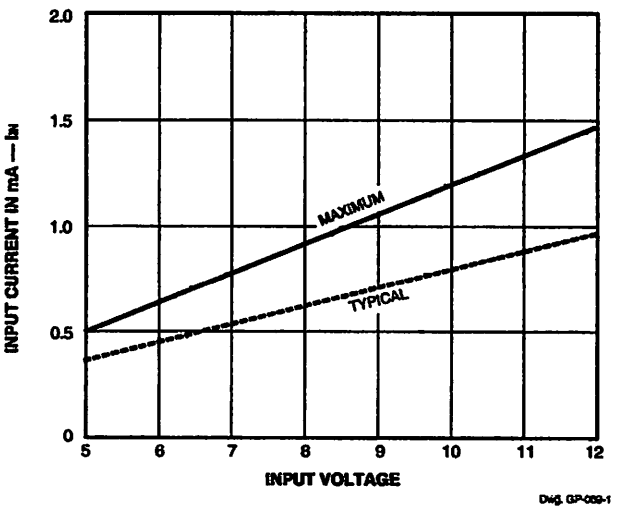
INPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2023A, and ULN2023L



Dwg. GP-009

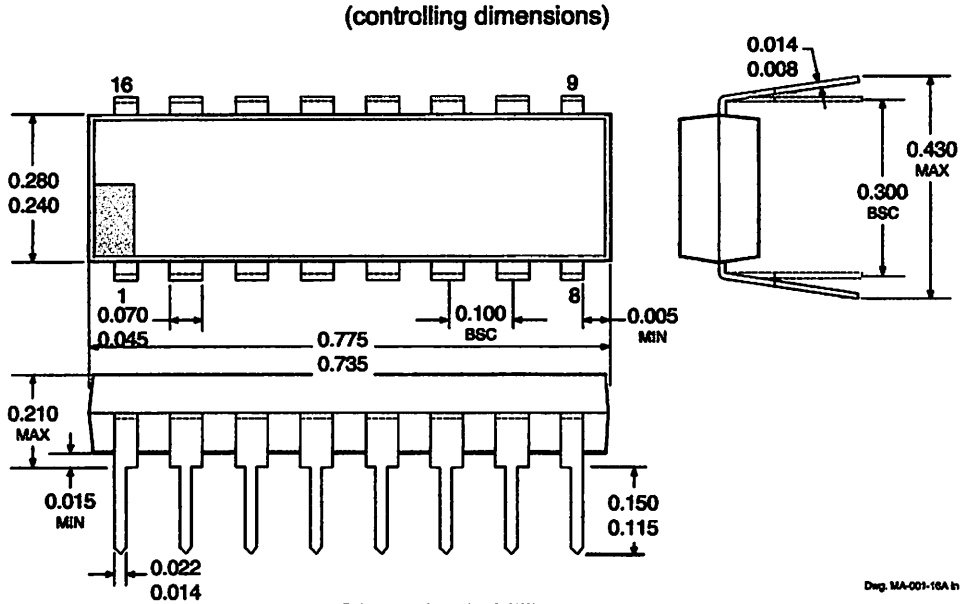
Types ULN2004A, ULN2004L, ULN2024A, and ULN2024L



Dwg. GP-009-1

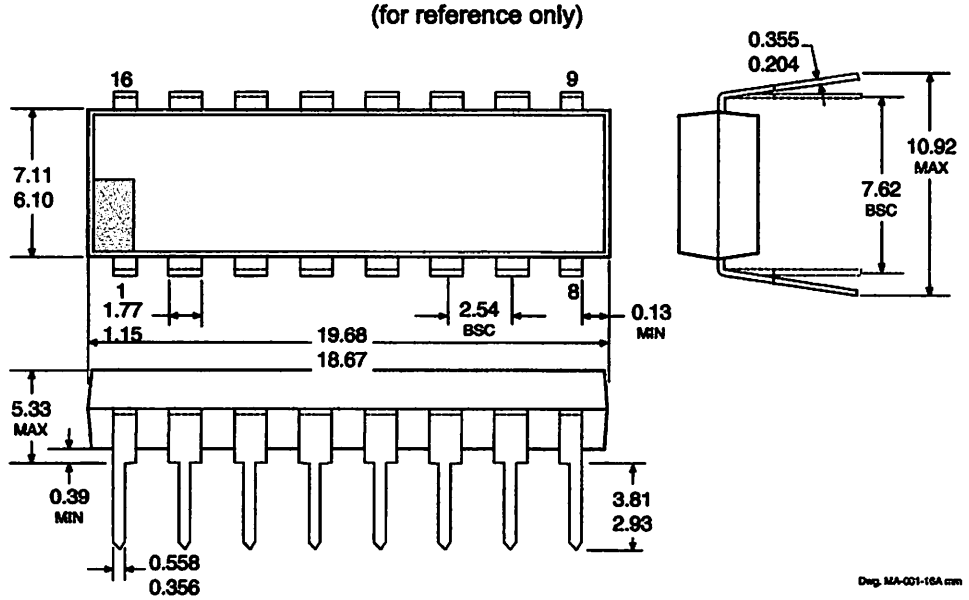
PACKAGE DESIGNATOR "A"

Dimensions in Inches
(controlling dimensions)



Dwg. MA-001-16A in

Dimension in Millimeters
(for reference only)



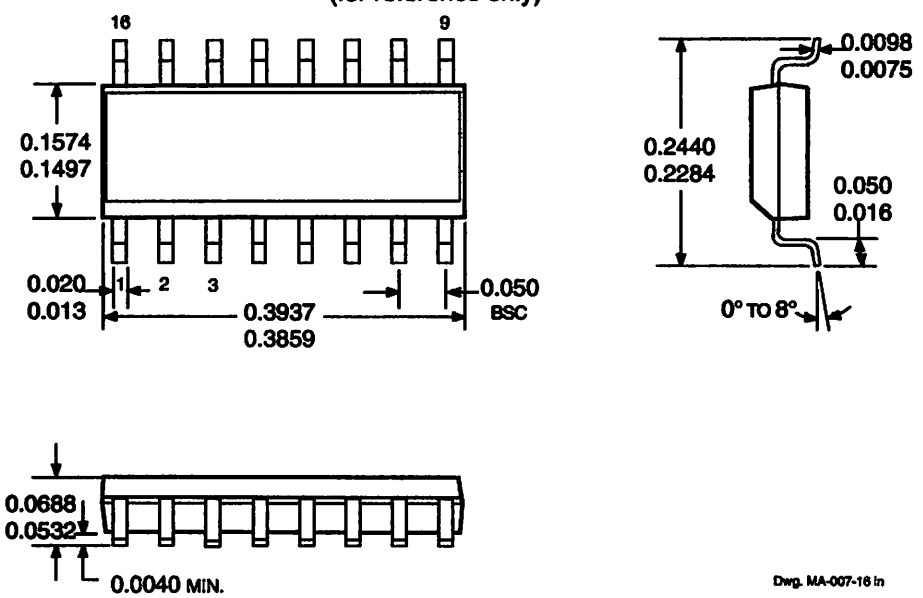
Dwg. MA-001-16A mm

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

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

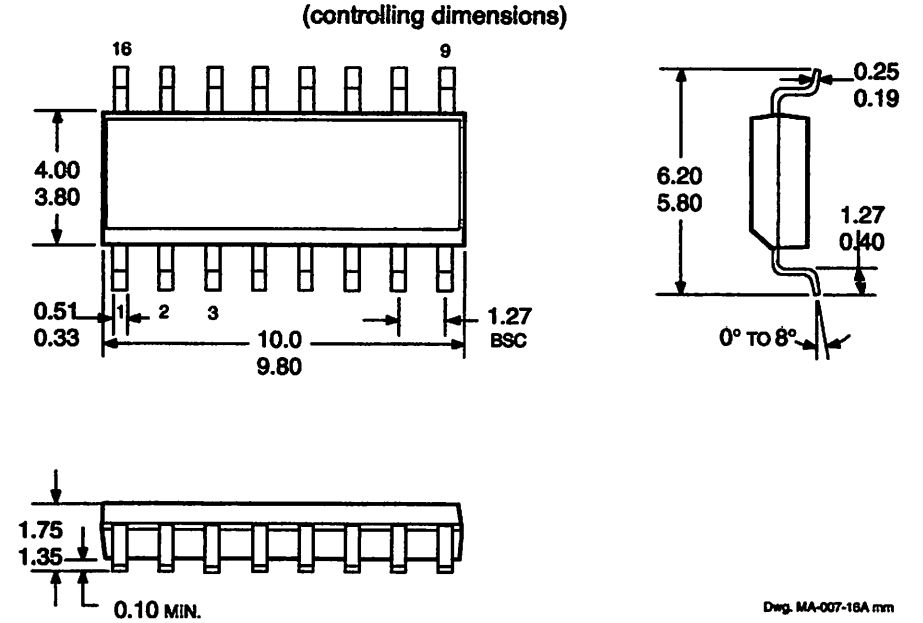
PACKAGE DESIGNATOR "L"

Dimensions in Inches
(for reference only)



Dwg. MA-007-16 in

Dimension in Millimeters
(controlling dimensions)



Dwg. MA-007-16A mm

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

;003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

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

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

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

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

Allegro® MicroSystems, Inc.

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

Segala puja dan puji ku panjatkan atas kehadirat-Mu Ya ALLAH dan Nabi besar Muhammad SAW, atas segala rahmat dan hidayah-Nya lah maka ku dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Ini merupakan babak awal dari perjuangan hidup ku yang baru dalam mencapai cita-cita dan menjadi manusia seutuhnya.

Segala daya dan upaya ku ini tidaklah bearti tanpa bantuan baik material dan spiritual dari orang-orang yang sangat member arti dan warna dalam hidupku ini.

Terima Kasih Ku Sembahkan Untuk :

- Ayah **(Alm.) A. Rasoel Adnan** dan Mami **Naniek Wahyu Hariani**, Terima kasih atas doa, kasih saying, nasehat, semangat dan dukungan, duit, dan jerih payahnya selama ini. Semua tu ta' akan mungkin dapat tergantikan dengan apapun di dunia ini dan mungkin ta' terbayarkan oleh ku. Doa dan asa kalian lah tenaga hidup ku.
- Kakak Pertama **M. lutfhi Harianto (*Yupi*)** dan Kaka Kedua **Yusfadli Yunianto (*Siyu*)**, terima kasih bantuan kalian selama ini yang ta' terhitung jumlahnya, jejak hidup kalian lah yang menjadi tauladan hidup ku, ajaran dan pangalaman kalian adalah cermin ku selama ini. Ku harap kita selalu akur dan jadi keluarga yang bersahaja hingga akhir nanti, karena cuma kalian harta ku di dunia ini.
- Seluruh keluarga besar ku yang tersebar luas diamana pun kalian berada, terima kasih atas doa dan bantuannya.
- Bapak **Ir. F. Yudi Limpraptono, MT** dan Bapak **Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT** beserta seluruh jajaran pengajar dan staff **Institut Teknologi Nasional Malang**, terima kasih atas semua pelajaran dan gemblengannya, semoga Tuhan membalas segala amal bapak dan ibu pengajar sekalian.
- Seluruh keluarga besar **Wasito Tirtomangkoekoesoemo**, terima kasih atas keramah-tamahannya dan bantuannya. Teruntuk Papa **Djati Waluyo** dan Mama **Etty Retno Purwanti**, terima kasih atas bantuan dan doa restunya.
- Ayank **Irene Etana Perwitasari (*Vita*)**, terima kasih atas cinta dan kasih mu yang disertai segala omelan-omelan mu....tapi itulah kekuatan ku untuk mengarungi bahtera hidup ini. Kita harus tetap menjaga kekuatan ini karena kita punya banyak harapan dan keinginan untuk diwujudkan. Munil ku.....yang sabar yach !!!
- Bapak **H. Ahmad Pramono** dan Ibu **Hj. Erfina Kusumawardani** beserta keluarga, terima kasih atas segala bantuannya selama ini dan menerima ku

layaknya bagian dari keuarga. Tuk sang kakak **Galih Fitrah P., ST (*dhuhoLd*)**, thank's for all bro....dan untuk setiap rokok "nyangu". Tuk sang adik **Guruh Persada P., SE (*JusTo*)**, thank's for all too...printer mu sungguh berjasa disaat genting.

- Penghuni **Kav. 23 : Hendry (*Tumin*) Cahyono, SE, ME (cand)**, met berjuang conk...dan kembalilah ke jalan yang benar, wanita itu racun dunia. **Kamsir Adi P. (*The Lost Boy*)**, keep fighting and never give up...program diet mu sukses lho. **Siti (*Hollowgirl*)**, thank's dah nemenin saat ku lembur.
- Rekan-rekan **ELKA 3** angkatan 2002. **Iful Arfin (*Remex*), Joko Purwanto (*Black Bird*), Ice Kurnia (*Eppy*), Galih F. P. (*dhuhoLd*), Hendra Wicaksono (*Grandong*), Khotipul Ngimam (*Lupi*), Bagus Abdul F. (*Sholeh*), Atik R. (*Kunyil*), Bambang Wiswanto (*Bam'S*), Jaka Purwa (*P4W*), Yuli (*Ju2 Ethes*), Bayu Gedhe (*Qbut*), Bayu Cilik (*Bay*), M. Ulinnuha (*Kenthank*), Nurga Sumarwi (*Kunamshink*), Rhomadona (*Dona Amnesia*), Nazwarudin N. (*Arab Brengsek*), Ubaidillah A. (*Mbah Kyai*), Efan (*Collapse*), Novika S. (*Play Boy*), Taufiqurrahman (*Tiunk*), Adin (*Mr. Mufadhol*), Vendy (*Hell Boy*), Supriyanto (*Bandeng*), Glorio (*BuGil*), Lalu Riyandus S. (*Avatar*), Natsir, Andhika B. S. (*Pak Lek*), Bambang H. (*Pengusaha*), Andri W., Aris (*Mbah*)**, etc. thank's atas bantuannya dan semoga kita semua sukses serta selalu menjaga persahabatan ini hingga akhir hayat. I Love U All My Friend.
- Keluarga **Kalong Hitam**, terima kasih bantuan spiritual dan semua ajaran Jalan Hidup yang tlah di sampaikan.
- **Pemuda Harapan Bangsa (PHB) dan Banyu Mili**, yang akur n tetep bangun siang. Kalian dah seperti pacar lelaki ku jadi yang romantis selalu.
- **Mantan-mantan**, thank's dah pernah mengisi hidup ku dank u sertakan doa semoga kalian bahagia.
- Saudara-saudara **Sedulur Tunggal Kecer (STK)**, Eling-Kuat-Slamet. Semoga tetap jaya.
- **HMI Al-Kindi ITN Malang (*Green Dragon*)**, thank's dah menjadi naungan ku menekspresikan diri dengan segala polemik dan intrik yang ada.
- **VIZ-P AE 3389 AD**, kau begitu setia mengantarku dalam menuntut ilmu, walau tubuh mu berdencit tapi kau tak pernah rewel.
- My Good Girl **(Alm.) Miu**, semoga kau diterima disisinya.
- **Kakang Kawah, Adi Ari-Ari, Sedulur 4, 5 pancer**. Reksanen badan wadah yen ono sejo olo ojo tumeko, kang tumeko ojo tumomo.
- Semua orang atau segala sesuatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang belum tersebutkan namanya.

CURRICULUM VITAE

Rio Haris Rosdiansyah

Data Pribadi

Nama	Rio Haris Rosdiansyah
Jenis Kelamin	Laki-laki
Status Perkawinan	Belum menikah
Agama	Islam
Tempat dan Tanggal Lahir	Madiun, 2 Mei 1984
Alamat Rumah	Jl. Banda No.2B Madiun
Telepon	(0351) 452625 / 085649627600
E-mail	rio_haris@yahoo.co.id

Pendidikan

(1990-1995)	SD Negeri Raba 2, Bima-NTB
(1995-1996)	SD Negeri 1, Bangil-Pasuruan
(1996-1999)	SLTP Negeri 3, Madiun
(1999-2002)	SMU Negeri 1, Madiun
(2002-2008)	Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Elektronika Institut Teknologi Nasional, Malang

Seminar/Pelatihan

2002	Kuliah Dhuha dan Mentoring LDI ITN Malang
2004	Kuliah Tamu
2005	Seminar Sehari ITN Malang
2006	Pelatihan Sistem Mikrokontroler AT89C51

Pengalaman Organisasi

(1998-1999)	Pengurus OSIS SMU Negeri 1 Madiun
(2003-2005)	Anggota HMI Komisariat Al-Kindi ITN Malang
(2003-2005)	Anggota HME ITN Malang
2004	Panitia Orientasi Profesi Elektro (OPEL '04) ITN Malang
(2004-2005)	Korbid Work Shop HME ITN Malang
2004	Panitia Gebyar Elektro ITN Malang
(2004-2005)	Kabid Ristek HMI Komisariat Al-Kindi ITN Malang
(2005-sekarang)	Anggota LSM " MUMPUNI" Madiun

Pengalaman Kerja

2005	PKL di PT. (Persero) Telekomunikasi Indonesia, Tbk. Divisi Long Distance - Representative Office, Malang
2006	Surveyor BPH Migas Kakanwil Yogyakarta
2007	Surveyor BAPEDA Madiun pada proyek ASKESMASKIN
2008	Credit Card Officer BCA-Carrefour Malang

Kemampuan

Komputer

- Microsoft Office (MS Word, MS Excel, Power point)
- Adobe Photoshop
- Instalasi Hardware
- Aplikasi Internet

Hobi

- Membaca
- Menulis
- Travelling