

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

SKRIPSI



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MEMBER CARD PADA
PEMBAYARAN TAGIHAN REKENING LISTRIK DENGAN
MENGUNAKAN RFID BERBASIS MIKROKONTROLLER**

Disusun Oleh :

AGUNG ASMARA SANTO

02.17.164

MARET 2007

THE NATIONAL ARCHIVES
COLLECTIONS DEVELOPMENT DIVISION
100 COLLEGE PARK DRIVE
COLLEGE PARK, MARYLAND 20740

REF ID: A63886

THE NATIONAL ARCHIVES
COLLECTIONS DEVELOPMENT DIVISION
100 COLLEGE PARK DRIVE
COLLEGE PARK, MARYLAND 20740

REF ID: A63886

THE NATIONAL ARCHIVES
COLLECTIONS DEVELOPMENT DIVISION
100 COLLEGE PARK DRIVE
COLLEGE PARK, MARYLAND 20740

REF ID: A63886

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MEMBER CARD PADA
PEMBAYARAN TAGIHAN REKENING LISTRIK DENGAN
MENGUNAKAN RFID BERBASIS MIKROKONTROLER

SKRIPSI

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

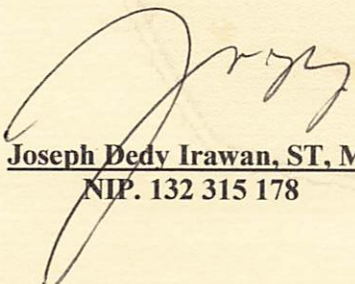
Disusun Oleh :

AGUNG ASMARA SANTO
02.17.164

Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing

Mengetahui,


Joseph Dedy Irawan, ST, MT
NIP. 132 315 178


P. Yudi Limpraptono, MT.
NIP. Y. 103 950 0274

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2007**



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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : AGUNG ASMARA SANTO
NIM : 02.17.164
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Member Card Pada
Pembayaran Tagihan Rekening Listrik Dengan
Menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroler

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

Pada Hari : Jum'at
Tanggal : 23 Maret 2007
Dengan Nilai : 82,8 (A) *A*



Ketua Majelis Penguji

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 101 810 0036

Sekretaris Majelis Penguji

Ir. F. Yudi Linpraptono, MT.
NIP.Y. 103 950 0274

Penguji I

M. Ashar, ST, MT

Penguji II

Sotyohadi, ST, MSc.

27/3 '07

ABSTRAKSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MEMBER CARD PADA PEMBAYARAN TAGIHAN REKENING LISTRIK DENGAN MENGUNAKAN RFID BERBASIS MIKROKONTROLER

**Agung Asmara Santo, 02.17.164, Jurusan Teknik Elektro S-1, Dosen Pembimbing
Joseph Dedy Irawan,ST,MT**

Skripsi ini bertujuan untuk merancang dan membuat member card pada pembayaran tagihan rekening listrik yang menggunakan RFID berbasis mikrokontroler dalam melakukan pembayaran rekening listrik kita biasanya harus menunjukkan kartu rekening kepada petugas dan petugas lalu mencatat nomer ID yang ada dikartu tersebut dan hal tersebut dirasa kurang efisien dan efektif karena kita harus menunggu dan suatu masalah akan timbul bila petugas salah memasukan ID pelanggan tersebut. dan dengan menggunakan teknologi RFID penulis mencoba untuk menawarkan dan merancang sebuah alat pembayaran rekening listrik yang cepat, efektif dan mudah penggunaannya karena pelanggan hanya mendekatkan kartu member atau tag ke reader RFID yang secara wireless dapat mengidentifikasi nomer tag dan identitas dari sipemilik

Dalam perancangan alat ini penulis juga menggunakan mikrokontroler AT89S52 sebagai pengendali dari sistem dan menggunakan PC sebagai tempat penyimpanan data base dan juga sebuah LCD yang digunakan untuk menampilkan ID pelanggan dan jumlah tagihan. Proses pertama diawali dari pembacaan atau pengidentifikasian dari sebuah Tag oleh reader RFID lalu dilanjutkan dengan pemrosesan dan pengenalan nomer seri RFID dengan nomer yang ada di PC dan selain itu juga akan dilakukan pencocokkan antara pemilik kartu dengan data yang telah tersimpan didalam PC, setelah datanya sesuai maka selanjutnya akan ditampilkan nomer pelanggan atau ID pelanggan yang bersangkutan melalui sebuah LCD sebagai informasi.

Kata kunci : *RFID*, AT89S52, dan LCD

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah serta segala karunia-Nya, akhirnya penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Perancangan dan Pembuatan Member Card Pada Pembayaran Rekening Listrik Dengan Menggunakan RFID berbasis Mikrokontroler”**. Laporan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Program Studi Elektronika, Institut Teknologi Nasional Malang.

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

1. Bapak Prof. DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
4. Bapak Joseph Dedy Irawan, ST, MT selaku Dosen Pembimbing
5. Ibu dan almarhum Ayahku atas dukungan moril dan spiritual serta do'a restunya.
6. Teman-teman yang telah membantu terselesainya skripsi ini.

Dengan segala itikad, kemampuan dan saran yang ada, laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya. Namun karena keterbatasan waktu dan faktor lain yang dihadapi sehingga menyebabkan laporan skripsi ini tidak lepas dari banyaknya kekurangan. Karena itu sejumlah koreksi dan masukan konstruktif diperlukan guna kesempurnaan laporan skripsi ini. Semoga laporan skripsi dari pemikiran sederhana ini akan menjadi cikal bakal dari karya yang lebih inovatif dan dapat bermanfaat untuk semua orang.

Malang, Maret 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Metodologi.....	4
1.6. Sistematika Pembahasan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Pendahuluan	6
2.2. Mikrokontroler ATMEL AT89S52	6
2.2.1. Fitur Mikrokontroler AT89S52	6
2.2.2. Organisasi Memori	12
2.2.3. Special Function Register	12

2.2.3.1. Accumulator.....	12
2.2.3.2. Register B	13
2.2.3.3 Register Port	13
2.2.3.4. Register Timer	13
2.2.3.5. Register Control.....	13
2.2.3.7. Stack Pointer.....	16
2.2.3.8. Data Pointer	16
2.2.3.9 Serial Data Buffer	16
2.2.4. Metode Pengalamatan	17
2.2.5. Set Intruksi	19
2.2.6. Komunikasi Data Serial	22
2.2.7 Metode Transmisi Serial	23
2.3. RFID (<i>Radio Frekuensi Identifaction</i>).....	24
2.3.1 Format Pembacaan ASCII	26
2.4. LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>).....	28
2.4.1. Konfigurasi LCD	28
2.4.2. Intruksi Operasi Dasar	30
2.4.2.1. Register	30
2.4.2.2. Busy Flag	31
2.4.2.3. Addres Counter	31
2.4.2.4. Display Data Ram (DD RAM)	31
2.4.2.5. Character Generator ROM (CG ROM)	32
2.4.2.6. Character Generator RAM (CG RAM)	32
2.5. Interface Unit RS-232.....	32

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Gambaran Umum Sistem	39
3.2. Prinsip Kerja Rangkaian	40
3.3 Perancanagn Hardware	41
3.3.1. Sistem Mikrokontroler AT89S52	41
3.3.2 Rangkaian Antarmuka Modul LCD.....	44
3.3.3. RFID	45
3.3.3.1.Format Pembacaan ASCII	46
3.3.3.2.Frekuensi Kerja RFID.....	46
3.3.4. Rangkaian Antarmuka Saluran RS-232	47
3.4 Rangkaian <i>Driver Buzzer Dan Led</i>	48
3.5. Perangkat Lunak	49
3.5.1. Program Utama Pada PC	49
3.5.2. Mikrokontroler.....	50
BAB IV PENGUJIAN ALAT	58
4.1. Pendahuluan	58
4.2. Pengujian RFID	58
4.2.1.Tujuan	58
4.2.2. Prosedur Pengujian	58
4.2.3. Hasil Pengujian Pembacaan RFID.....	61
4.3. Pengujian Mikrokontroler AT89S52	62
4.3.1. Tujuan	62
4.3.2. Prosedur Pengujian	62
4.3.3. Hasil Pengujian	63

4.3.4. Analisa Hasil Pengujian	63
4.4 Pengujian Rangkaian Tampilan LCD	64
4.4.1. Tujuan	64
4.4.2. Peralatan yang Dibutuhkan	64
4.4.3. Prosedur Pengujian	64
4.4.4. Hasil Pengujian	65
4.5. Pengujian Buzzer	65
4.5.1. Tujuan	65
4.5.2. Peralatan Yang Dibutuhkan	65
4.5.3 Prosedur Pengujian	65
4.6. Pengujian Sistem Alat Pembayaran Tagihan Rekening Listrik	67
4.6.1 Tujuan	67
4.6.2. Prosedur Pengujian	67
4.6.3 Hasil Pengujian	68
4.7. Analisa Hasil Pengujian	68
4.7.1. Analisa Hasil Sistem	68
4.7.2. Proses Identifikasi Dan Sistem Transaksi.....	68
4.8. Proses Update Data Rekening.....	70
BAB V PENUTUP	71
5.1. Kesimpulan	71
5.2. Saran-saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

BAB II LANDASAN TEORI

Gambar 2.1. Diagram Blok Mikrokontroler AT89S52	7
Gambar 2.2. Mikrokontroler AT89S52	8
Gambar 2.3. Rangkaian Osilator.....	11
Gambar 2.4. Register IP Pada Mikrokontroler AT89S52.....	14
Gambar 2.5. Register PSW Dalam Mikrokontroler AT89S52	16
Gambar 2.6. Asynchronous Serial Data Frame (8E1)	24
Gambar 2.7. Komunikasi Antara Reader Dan Transmitter.....	25
Gambar 2.8. Konfigurasi Pin ID-10 (RFID Reader)	26
Gambar 2.9. Diskripsi Pin Pada LCD	29
Gambar 2.10. Level Logika Standar RS-232.....	33
Gambar 2.11. Konektor DB-9 Dan DB-25	36

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem.....	39
Gambar 3.2. Rangkaian Mikrokontroler AT89S52	42
Gambar 3.3. Rangkaian Pewaktuan Dengan Oscilator Internal	44
Gambar 3.4. Rangkaian Antar Muka Modul LCD	45
Gambar 3.5. Rangkaian Perencanaan RFID	46
Gambar 3.6. Rangkaian RS-232	48
Gambar 3.7. Rangkaian Driver Buzzer Dan Led.....	49
Gambar 3.8. Rangkaian Flowchart Sistem	51

Gambar 3.9. Flowchart Data Pelanggan	52
Gambar 3-10 Flowchart Data Pelanggan lanjutan	53
Gambar 3-11 Flowchart Pembayaran Rekening.....	54
Gambar 3-12 Flowchart Data Rekening	55
Gambar 3-13 Flowchart Data Rekening Lanjutan	56
Gambar 3-14 Flowchart Laporan Pembayaran Pelanggan	57

BAB IV PENGUJIAN ALAT

Gambar 4.1. Kotak Dialog <i>Connection Description</i>	59
Gambar 4.2. Kotak Dialog <i>connet to</i>	59
Gambar 4.3. Kotak Dialog <i>COM1 Properties</i>	60
Gambar 4.4. Identifikasi <i>Reader</i> Terhadap Kartu.....	60
Gambar 4.5. Diagram Blok Pengujian Mikrokontroler	62
Gambar 4.6. Diagram Blok Pengujian Rangkaian LCD	64
Gambar 4.7 Foto Tampilan LCd.....	65
Gambar 4.8. Blok Rangkaian Buzzer	66
Gambar 4.9 Rangkaian Driver Buzzer Dan Led.....	66
Gambar 4.10. Kotak Dialog Pembayaran Rekening Listrik	69
Gambar 4.11..Print Out Pembayaran Rekening Listrik.....	70
Gambar 4.12..Kotak Dialaog UpDate data rekening	70

DAFTAR TABEL

BAB II LANDASAN TEORI

Tabel 2-1 Fungsi Altrnatif <i>Port</i> 1	9
Tabel 2-2 Fungsi Khusus <i>Port</i> 3 Pada AT89S52.....	10
Tabel 2-3 Register IP Pada Mikrokontroler AT89S52	14
Tabel 2-4 Funngsi Pin dan Format data	27
Tabel 2-5 Konfigurasi Pin-pin LCD	30
Tabel 2-6 Tabel Register Seleksi	31
Tabel 2-7 Fungsi terminal Pada LCD	32
Tabel 2-8 Karakteristik sinyal Listrik Protokol RS-232	34
Tabel 2-9 Fungsi Pin RS-232 dalam DB-9	36
Tabel 2-10 Spesifikasi RS-232.....	38

BAB III PERNACANGAN DABN PEMBUATAN ALAT

Tabel 3-1 Format pembacaacn kode ASCII	46
----------------------------------------------	----

BAB IV PENGUJIAN ALAT

Tabel 4-1 Hasil Pengujian Pembacaan <i>RFID</i>	61
Tabel 4-2 Hasil Pengujian RFID Dengan halangan	61
Tabel 4-3 Hasil Pengujian Sistem Mikrokontroler	63

BAB I

PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini sangat pesat, terutama dibidang elektronik,teknologi elektronika adalah teknologi yang cukup luas bidangnya (dapat dipakai/diterapkan dibanyak bidang).Dalam dunia perkembangan elektronika itu sendiri ini telah mengalami perkembangan yang sangat pesat, hal tersebut dapat dibuktikan dengan perkembangan diberbagai bidang, perkembangan itu sendiri tak luput dari tuntutan masyarakat yang terus berkembang sesuai dengan kondisi yang dihadapi

Sering kita melihat antrian diloket pembayaran rekening listrik terutama pada saat batas akhir waktu pembayaran rekening listrik,dan biasanya kalau kita membayar rekening listrik kita membawa kartu rekening listrik dan petugas meminta kartu rekening listrik dan petugas lalu mengetik nomer pelanggan atau ID pelanggan yang tertera dikartu rekening listrik tersebut dan memberitahukan kepada pelanggan tentang jumlah tagihan yang harus dibayar,dan suatu persoalan akan timbul apabila petugas salah memasukan nomer pelanggan atau ID pelanggan yang mungkin diakibatkan kurang telitian petugas loket sehingga petugas harus mengulang lagi dan hal ini bisa menimbulkan kekecewaan para pelanggan

Berangkat dari uraian masalah diatas maka penulis mencoba untuk menawarkan sebuah solusi yaitu dengan memanfaatkan teknologi *RFID* untuk sistem pembayaran

tagihan rekening listrik. *Radio frequency Identification (RFID)* adalah teknologi wireless yang compatible yang berpotensi sangat besar untuk kemajuan perniagaan (Commerce). RFID menggunakan chip yang dapat dideteksi pada range beberapa meter oleh *RFID reader*. *Tag RFID* yang telah diperbarui mempunyai beberapa keunggulan dibanding dengan identifikasi lainnya dan dapat juga digunakan untuk sistem pembayaran tagihan rekening pada PLN.

Caranya sangat mudah yaitu setiap pelanggan yang akan membayar rekening listrik harus memiliki kartu *Tag RFID*, kemudian dengan bantuan *reader RFID* beserta mikrokontroler AT89S52 dan LCD. *Tag* tersebut dapat diidentifikasi untuk menampilkan data dari pelanggan tersebut berdasarkan kode dari *Tag RFID* yang telah teridentifikasi dengan bantuan komputer. Dengan dirancangnya sistem ini dapat diharapkan memberi kemudahan dan keefektifan dalam melakukan pembayaran tagihan rekening listrik. *RFID* adalah teknologi wireless yang kompak yang sangat berpotensi untuk kemajuan teknologi

2. RUMUSAN MASALAH

Mengacu pada permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah dapat ditekankan pada :

- Bagaimana menggunakan RFID sebagai masukan pada mikrokontroler.
- Bagaimana membuat sistem Member Card pada pembayaran tagihan rekening listrik agar dapat ditampilkan pada sebuah LCD
- Bagaimana menyusun perangkat lunak /soft ware yang mendukung kerja hardware secara baik

3. BATASAN MASALAH

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan permasalahan tersebut dibatasi sebagai berikut:

1. Data yang muncul pada komputer berupa nomer pelanggan /ID pelanggan, nama, alamat, tarif/daya, nomer gardu induk, jatuh tempo pembayaran, tanggal pembayaran dan besarnya tagihan yang harus dibayar
2. Tidak membahas catu daya dan frekuensi radio
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah AT89S52, *RFID reader* yang digunakan adalah ID-10, dan LCD yang digunakan adalah tipe M1632
4. Menggunakan RS 232 untuk *interface* antara computer dengan mikrokontroler dan tidak membahas protokol data secara mendetail

4. TUJUAN PERANCANGAN

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah merancang dan membuat member card pada sistem pembayaran rekening listrik dengan menggunakan RFID berbasis mikrokontroler

5. METODELOGI PENULISAN

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Studi pustaka

Memperoleh data –data pokok dan penunjang dengan cara membaca dan

mempelajari buku atau jurnal literatur yang ad hubunganya dengan penyusunan skripsi ini.

2. Merancang tiap blok

Berhubungan dengan prinsip kerja alat yang diinginkan serta komponen yang digunakan sehingga setelah digabungkan akan terbentuk sistem kerja sesuai alat yang diinginkan

3. Pembuatan software

Membuat listing program guna mengaktifkan dan menjalankan kompoenen – kompnen yang dipakai.

4. Studi lapangan

Memperoleh data dengan cara praktek langsung dalam perencanaan alat

5. Pengujian dan analisa

Mengolah data hasil studi pustaka dan studi lapangan,serta dilakukan Pengujian pada alat yang telah dirancang apakah sesuai dengan analisa sebelumnya .

5. Pengambilan kesimpulan

Menarik kesimpulan dari hasil pengujian yang ada.

6. SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Agar sistematika dapat mencapai pemahaman yang tepat maka skripsi ini disusun dalam beberapa bab,yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Meliputi latar belakang,rumusan masalah,tujuan ,batasan

masalah, metodologi penulisan dan sistematika pembahasan

BAB II LANDASAN TEORI

Meliputi teori penunjang yang membantu dalam pembuatan alat

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Meliputi berbagai hal yang berkaitan dengan perancangan perangkat keras maupun perangkat lunak.

BAB IV PENGUJIAN ALAT

Meliputi pengujian karakteristik komponen dan unjuk kerja sistem

BAB V PENUTUP

Meliputi kesimpulan dan saran yang didapat selama merancang dan pembuatan alat.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pendahuluan

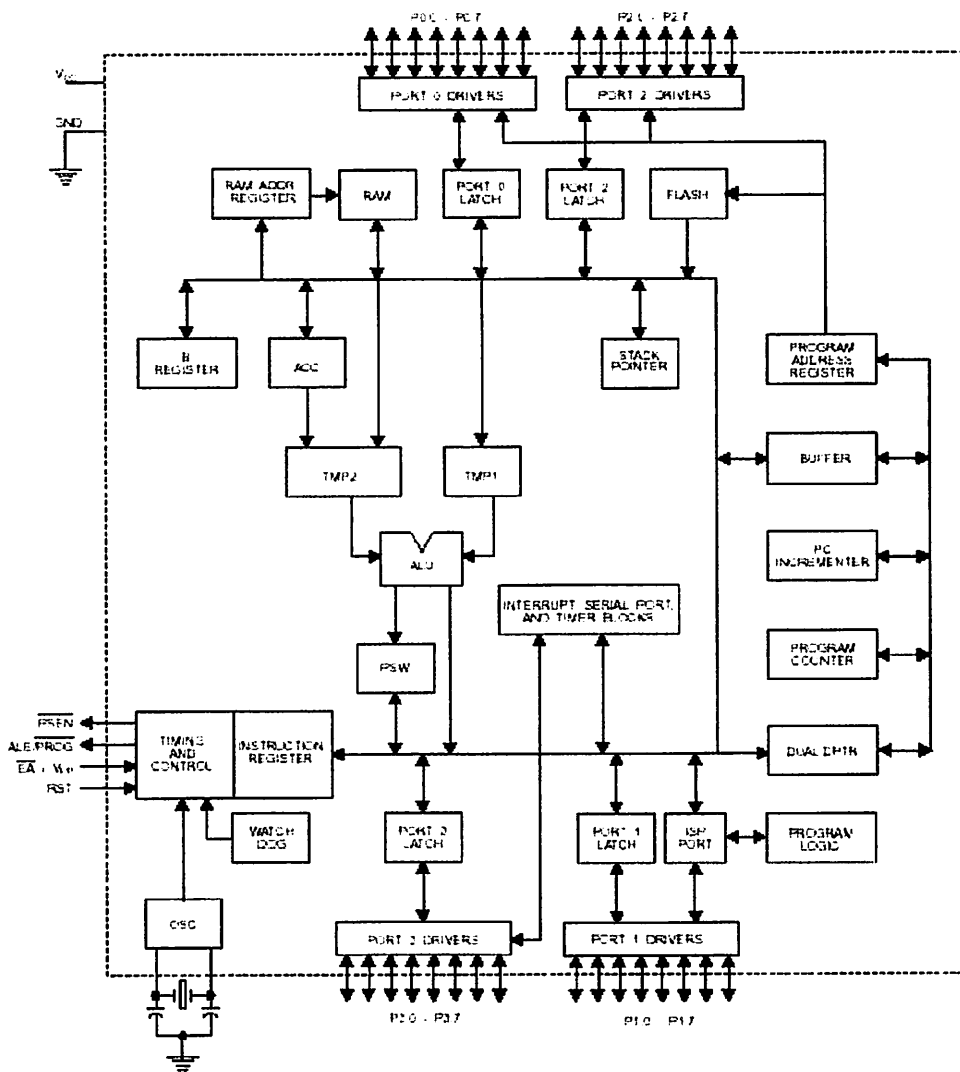
Dalam Pembuatan dan perancangan alat sistem pembayaran rekening listrik dengan member card yang memanfaatkan teknologi RFID ini di butuhkan beberapa teori yang menjadi landasan, yaitu teori yang berhubungan dengan komponen-komponen yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan sistem ini.

2.2. Mikrokontroller AT89S52

2.2.1. Fitur Mikrokontroller AT89S52

Mikrokontroller AT89S52 merupakan salah satu keluarga MCS-51 keluaran Atmel yang mempunyai 40 kaki. 32 kaki diantaranya digunakan sebagai port paralel. Satu port paralel terdiri dari 8 kaki dengan demikian 32 kaki membentuk 4 buah port paralel, yang masing-masing dikenal dengan port 0, port 1, port 2, dan port 3. jenis mikrokontroller ini pada prinsipnya dapat digunakan untuk mengolah data perbit mapun data 8 bit bersamaan.

Sebuah mikrokontroller dapat bekerja apabila didalam chip mikrokontroller tersebut terdapat sebuah program yang berisi instruksi-instruksi yang akan digunakan untuk menjalankan sistem mikrokontrooler tersebut. Pada prinsipnya program pada mikrokontroller dijalankan secara bertahap, jadi dalam program itu sendiri terdapat beberapa set instruksi dan setiap instruksi dijalankan secara bertahap atau berurutan.

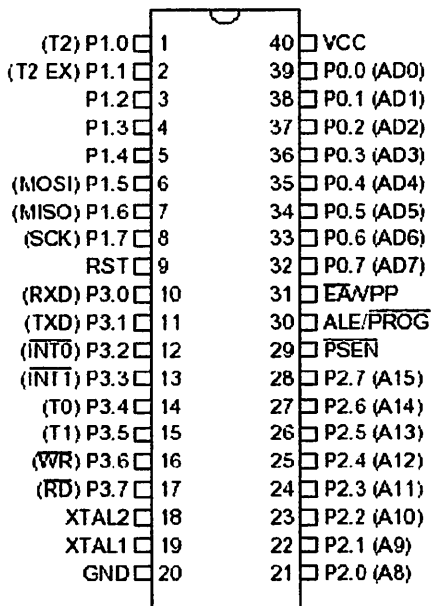


Gambar 2-1. Diagram Blok Mikrokontroler AT89S52^[1]

Beberapa spesifikasi yang dimiliki oleh mikrokontroler AT89S52 adalah sebagai berikut :

- Kompatibel dengan semua produk MCS-51
- 8K byte ISP *flash memory*
- 3 level program memory *lock*
- 256 byte RAM *internal*

- Jalur I/O dua arah 32 buah
- 3 buah *timer/counter* 16-bit
- *Programmable* UART (serial port)
- *Programmable watchdog timer*
- *Dual data pointer*
- Bekerja pada frekuensi 0 sampai 33 MHz



Gambar 2-2. Mikrokontroler AT89S52 ^[1]

Semua pin pada mikrokontroler AT89S52 adalah sama dengan mikrokontroler keluarga MCS-51. penjelasan untuk masing-masing pin dari mikrokontroler AT89S52 adalah sebagai berikut.

- **Pin 40: Vcc**

Dihubungkan dengan sumber tegangan + 5 V.

- **Pin 20: GND**

Di hubungkan dengan Ground rangkaian

- **Pin 32-39 : Port 0 (P0.0 – P0.7)**

Port 0 merupakan port I/O 8 bit dua arah. Port ini digunakan sebagai multiplex bus alamat rendah dan bus data selama pengaksesan ke memori luar.

- **Pin 1-8 : port (P10-P17)**

Port 1 dapat difungsikan sebagai masukan atau keluaran dan dapat bekerja baik, pada untuk operan bit maupun *byte*, tergantung dari pengaturan program yang dibuat

Tabel 2-1. Fungsi alternatif port 1 ^[1]

Pin Port 1	Fungsi pengganti
P1.0	T2 (Masukan eksternal untuk timer /Counter
P1.1	T2EX(Timer /counter2capture/reload triggerdan control arah
P1.2	-
P1.3	-
P1.4	-
P1.5	MOSI (Masterdata output,slave data input untuk control chanel SPI)
P1.6	MISO (Masterdata input,slave data output untuk control chanel SPI)
P1.7	SCK Master clock output,slave clock input untuk chanel SPI)

- **Pin 21-28 : Port (P2.0 – P2.7)**

Port 2 merupakan input-output dengan internal pull-upport ini dapat dipakai sebagai alamat bus baik pada byte tinggi.selama adanya akses memori program/memori data luar,mengeluarkan address tinggi selama pengambilan (fetching) program memori eksternal.selama pengaksesan keeksternal data memory,port 2 mengeluarkan isi P2.SFR menerima address dan beberapa control selama pemograman dan verifikasi

- **Port 3 (P3.0 – P3.7)**

Merupakan port paralel 8-bit dua arah dan memiliki alamat B0H *Port 3* mempunyai fungsi sebagai I/O juga mempunyai fungsi khusus sebagai berikut:

Tabel 2-2. Fungsi khusus port 3 pada AT89S52 ^[1]

Pin pada Port 3	Fungsi Pengganti
P3.0	RXD (port input serial)
P3.1	TXD (port output serial)
P3.2	INT0 (interrupt eksternal 0)
P3.3	INT1 (interrupt eksternal 1)
P3.4	T0 (input eksternal timer 0)
P3.5	T1 (input external timer 1)
P3.6	WR (perintah write pada memori eksternal)
P3.7	RD (perintah read pada memori eksternal)

- **Pin 9 : RST/VPD.**

Merupakan pin input yang aktif jika pin aktif tinggi selama dua siklus

- **Pin 30 ALE (*Adress Lacth Enable*)**

Menghasilkan pulsa-pulsa untuk mengancing byte rendah (low byte) alamat selama pengaksesan memori eksternal

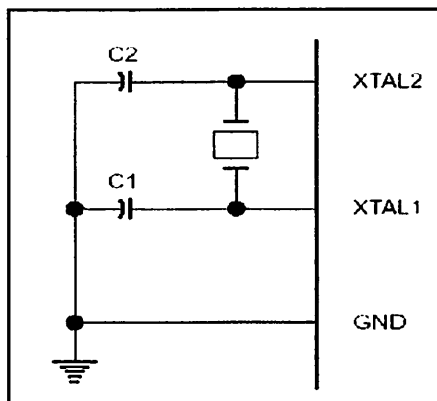
- **Pin 29 : PSEN (*Program Strobe Enable*).**

Pin ini aktif low yang merupakan *strobe* pembacaan ke program memori eksternal

- **Pin 18-19 : XTAL1&XTAL2.**

Pin XTAL1 merupakan pin dari rangkaian osilator dan XTAL2 merupakan pin output dari rangkaian osilator

- **Pin 30 : EA,VPP (*External Access/Programming Supply Voltage*).** Pada kondisi low mikrokontroller akan menjalankan instruksi-instruksi yang ada pada memori internal



Gambar 2-3. Rangkaian Osilator^[1]

2.2.2. Organisasi Memori

Mikrokontroler AT89S52 mengimplementasikan ruang memori yang terpisah antara program dan data. Kapasitas memori internal 8 Kb, tetapi keduanya dapat diperluas dengan memori eksternal sampai 64 Kb memori program dan 64 Kb memori data. Memori *eksternal* ini dapat diaktifkan dengan sinyal PSEN, sedangkan pin EA diberikan logika nol atau ground, maka akan menghasilkan sinyal WritNamun AT89S52 telah memiliki ROM *internal* sebanyak 8 Kb yang dipakai sebagai memori program serta RAM *internal* sebanyak 256 byte yang digunakan sebagai memori data. Penunjukan alamat kedua memori ini dihasilkan melalui register *Data Pointer (DPTR)*.

2.2.3. Special Function Register (SFR)

Special Function Register atau SFR adalah register-register yang mempunyai fungsi khusus, di antaranya ada yang digunakan untuk mengatur input output data dari mikrokontroler. Misalnya register P0, P1, P2, dan P3 digunakan sebagai register untuk menampung data input/output. Selain itu juga digunakan untuk mengatur dan memantau kondisi UART, yaitu pada register SCON. Register yang mengatur kerja timer adalah TCON.

2.2.3.1. Accumulator

Accumulator menempati lokasi E0H merupakan register yang berfungsi menyimpan data sementara dalam program. Register accumulator ini sering digunakan dalam proses operasi aritmatika, logika, pengambilan dan penerimaan data.

2.2.3.2. Register B

Register B menempati lokasi F0H digunakan untuk operasi perkalian dan pembagian untuk instruksi lain dapat diperlakukan sebagai register *scratch pad* (Papan coret-coret).

2.2.3.3. Register Port

Register ini terdapat 4 buah yaitu register P0, P1, P2, dan P3 masing-masing menempati lokasi 80H, 90H, A0H, dan B0H digunakan sebagai sarana input/output untuk menyimpan data dari atau ke masing-masing port 0, port 1, port 2, dan port 3.

2.2.3.4. Register Timer

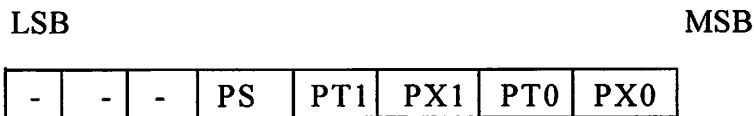
Mikrokontroler AT89S52 mempunyai tiga buah 16-bit timer, yaitu timer 0, timer 1, dan timer 2. Timer 0 dibentuk oleh register TH0 dan TL0 di lokasi 8CH dan 8AH. Timer 1 dibentuk oleh register TH1 dan TL1 di lokasi 8DH dan 8BH. Timer 2 dibentuk oleh register TH2 dan TL2 di lokasi CDH dan CCH. Perilaku dari register TH0, TH1, TH2, TL0, TL1, dan TL2 diatur oleh register TMOD dan register TCON.

2.2.3.5. Register Control

Ada beberapa register yang berisi bit-bit kontrol dan status untuk sistem interupsi, pencacah atau pewaktu, dan port serial antara lain :

- Register IP (*Interrupt Priority*) digunakan untuk mengatur prioritas dari masing-masing interupsi. Tingkat prioritas semua sumber *interrupt* dapat diprogram sendiri-sendiri dengan *set* atau *clear* bit pada (*Interrupt Priority*). Jika dua permintaan interupsi dengan tingkat prioritas yang berbeda diterima secara bersamaan, permintaan interupsi dengan prioritas tertinggi yang akan dilayani. Jika

permintam interupsi dengan prioritas yang sama diterima bersamaan, akan dilakukan polling untuk menentukan mana yang akan dilayani. Bit-bit pada IP adalah sebagai berikut:



Priority bit = 1 menandakan prioritas tinggi (*high priority*)

Priority bit = 0 menandakan prioritas rendah (*low priority*)

Gambar 2-4. Register IP pada mikrokontroler AT89S52 ^[1]

Tabel 2-3. Register IP pada mikrokontroler AT89S52 ^[1]

Simbol	Posisi	Fungsi
-	IP.7	Cadangan
-	EP.6	Cadangan
-	IP.5	Cadangan
PS	IP.4	Bit interupsi port serial
PTI	IP.3	Bit interupsi timer 1 overflow
PXI	IP.2	Bit interupsi eksternal 1
PT0	IP. 1	Bit interupsi timer 0 overflow
PX0	IP.0	Bit interupsi eksternal 0

- Register *IE (Interrupt Enable)* digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sarana interupsi. IE.0 sampai IE.6 mengatur masing-masing sumber interupsi, sedangkan IE.7 mengatur interupsi secara keseluruhan. Jika IE.7 bernilai 0 maka sistem interupsi akan non aktif atau keadaan dari IE.0 sampai IE.6 tidak diperhatikan. Masing-masing sumber interupsi dapat diaktifkan dan dimatikan secara individual atau me-nol kan bit-bit *IE (interrupt Enable)* dalam SFR. Register IE ini juga mengandung sebuah bit untuk aktivasi interupsi secara

global,yang dapat digunakan untuk mengaktifkan dan mematikan intrupsi secara keseluruhan

MSB

LSB

EA - - - ES ET1 EX1 ET0 EX0

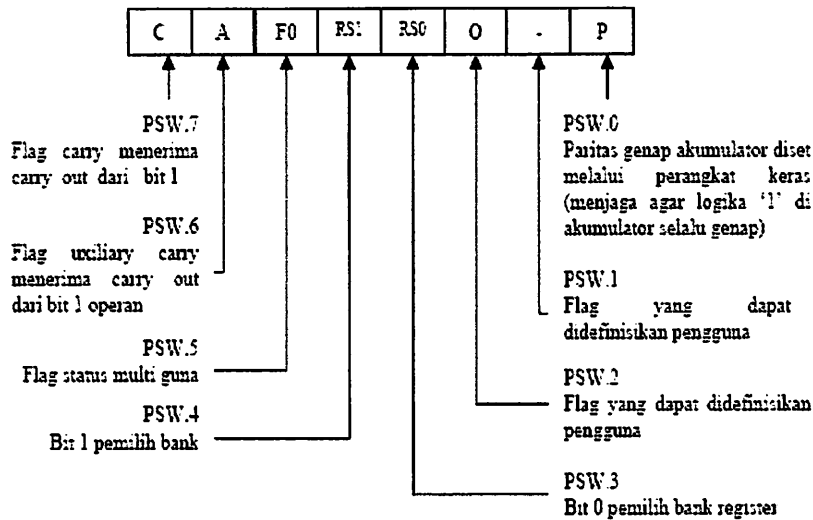
Jika isinya = 1 artinya bit aktif (enable)

Jika isinya = 0 artinya bit pasit (disable)

- Register *SCON (Serial Control)* digunakan untuk mangatur perilaku dari UART yang diantaranya memantau proses pengiriman dan penerimaan data seri.
- Register *PCON (Power Control)* digunakan untuk mengatur pemakaian daya pada, IC.

2.2.3.6. Program Status Word

Register *Program Status Word (PSW)* menempati lokasi D0H ini berisi informasi status program yang mana masing-masing bit menunjukkan kondisi *Central Processing Unit (CPU)* setelah operasi dijalankan. Terdiri atas beberapa bit sebagai berikut:



Gambar 2-5. Register PSW dalam Mikrokontroler 89S52 ^[1]

2.2.3.7. Stack Pointer

Register *Stack Pointer* (SP) menempati lokasi 81H merupakan register 8-bit yang terletak pada alamat 81H yang mempunyai fungsi untuk menyimpan data pada saat terjadi interrupt.

2.2.3.8. Data Pointer

Register *Data Pointer* (DPTR) merupakan register 16-bit atau sebagai dua register 8-bit yang terpisah yaitu data pointer high byte (DPH) dan data pointer low byte (DPL) yang masing-masing menempati lokasi 83H dan 82H

2.2.3.9. Serial Data Buffer

Serial Data Buffer (SBUF) terletak pada lokasi 99H yang dibagi menjadi dua register terpisah, yaitu penyangga pengirim atau *transmit buffer* dan penerima atau *receive buffer*. Pada saat data disalin ke SBUF, maka data sesungguhnya dikirim ke

penyangga pengirim dan sekaligus mengawali transmisi data serial. Sedangkan pada saat data disalin dari SBUF, maka sebenarnya data tersebut berasal dari penyangga penerima.

2.2.4. Motode Pengalamatan

Data atau operan bisa berada ditempat yang berbeda sehingga dikenal beberapa cara untuk mengakses data tersebut yang dinamakan sebagai mode pengalamatan (*addressing mode*).

1. Pengalamatan langsung (Direct Addressing)

Dalam pengalamatan langsung, operan-operan ditentukan berdasarkan alamat 8-bit dalam suatu instruksi. Hanya RAM data internal dan SFR yang bisa diakses secara langsung.

2. Pengalamatan tak langsung (Indirect Addressing)

Dalam pengalamatan tak langsung, instruksi menentukan suatu register yang digunakan untuk menyimpan alamat operan. Baik RAM internal maupun eksternal dapat diakses secara tak langsung.

Register alamat untuk alamat-alamat 8-bit bisa menggunakan *stack pointer* atau R0 atau R1 dari bank register yang dipilih. Sedangkan untuk alamat 16-bit hanya bisa, menggunakan register pointer 16-bit atau DPTR

3. Instruksi-instruksi register

Bank-bank register yang masing-masing R0 hingga R7 atau 8 register dapat diakses melalui instruksi yang OP-kodenya mengandung 3-bit spesifikasi register (000 untuk R0, 001 untuk R1 hingga 111 untuk R7). Pengaksesan register dengan

cara, demikian bisa menghemat penggunaan kode mstruksi, karena tidak memerlukan sebuah byte untuk alamat. Saat instruksi tersebut dijalankan satu dari delapan register pada bank yang terpilih yang diakses.

4. Instruksi-instruksi register khusus

Beberapa instruksi hanya dikhususkan untuk suatu register tertentu. Misainya suatu instruksi yang hanya bekerja pada akumulator saja, sehingga tidak memerlukan alamat byte untuk menunjuk ke akumulator tersebut. Dalam hal ini op-kodenya sendiri telah mengandung penunjuk ke register yang benar. Instruksi yang mengacu akumulator sebagai A akan dikodekan dengan op-kode spesifik akumulator.

5. Konstanta langsung (Immediate Constans)

Nilai dari suatu konstanta dapat segera menyatu dengan op-kode dalam memori program. Misalnya instruksi : `MOV A,#100`, yang akan menyimpan konstanta 100 (desimal) ke dalam akumulator. Bilangan yang sama tersebut bisa juga dituliskan dengan format heksa, sebagai 64H.

6. Pengalamatan terindeks (*Indexed Addressing*)

Memori program hanya dapat diakses melalui pengalamatan terindeks. Mode penempatan ini ditunjukkan untuk membaca label (look-up tables) yang tersimpan dalam memori program. Sebuah register dasar 16-bit menunjuk ke awal atau dasar label dan akumulator di-set dengan angka indek label yang akan diakses. Alamat dari entri label dalam memori program dibentuk dengan menjumlahkan data akumulator dengan penunjuk awal label.

Type lain dari pengalamatan terindeks digunakan dalam instruksi-instruksi

"lompat bcrsyarat". Dalam. hat ini alamat tujuan dari instruksi *lompat (jump)* dihitung sebagai jumlah penunjuk dasar (*base pointer*) dengan data akumulator.

2.2.5. Set instruksi

Secara keseluruhan MCS51 mempunyai 255 macam instruksi, yang dibentuk dengan mengkombinasikan dan operan. instruksi tersebut dikelompokkan menjadi berikut :

1. Kelompok penyalin data

Instruksi dasar untuk kelompok ini adalah MOV, singkatan dari move yang artinya memindahkan 2A meskipun demikian lebih tepat dikatakan instruksi ini mempunyai arti menyalin data. Misalnya, instruksi-mstruksi berikut ini :

MOV A, 20H ; salin isi lokasi memori 20H ke akumulator A

MOV A, @R1 ; salin isi lokasi yang ditunjuk R1 ke A

MOV A, P1 ; salin isi latch port I ke A

MOV P3, A ; salin isi A ke latch port 3

Untuk pemakaian pada memori program, instruksi ini ditulis menjadi MOVC, hanya ada 2 jenis instruksi yang menggunakannya yaitu :

MOVC A, @A+DPTR ; DPTR sebagai register tak langsung

MOVC A, @ A+PC ; PC sebagai register tak langsung

Selain itu masih dikenal pula instruksi MOVX yang digunakan untuk mengakses memori data eksternal. Hanya ada 6 macam instruksi yang memakai MOVX, antara lain:

MOVX A,@DPTR ; salin data eksternal pada lokasi DPTR ke A

MOVX A,@R0 ; salin data eksternal pada lokasi R0 ke A
MOVX A,@R1 ; salin data eksternal pada lokasi R1 ke A
MOVX @DPTR, A ; salin data eksternal dari A ke lokasi DPTR
MOVX @R0, A ; salin data eksternal dari A ke lokasi R0
MOVX @R1,A ; salin data eksternal dari A ke lokasi R1

2. Kelompok instruksi aritmatik

Instruksi-instruksi dalam aritmatik ini selalu melibatkan akumulator, hanya beberapa yang juga melibatkan register lainnya. Instruksi yang termasuk dalam kelompok ini antara lain :

A. Instruksi ADD dan ADDC

Isi akumulator A ditambahkan dengan suatu bilangan (1 byte), maka hasil penjumlahannya akan ditampung kembali dalam akumulator. Dalam operasi ini bit Carry berfungsi sebagai penampung limpahan hasil penjumlahan. Jika hasil penjumlahan tersebut melimpah maka bit *Carry* akan bernilai '1' jika tidak *Carry* akan selalu bernilai '0'.

B. Instruksi SUBB

Isi akumulator dikurangi dengan bilangan (1 byte) beserta dengan nilai bit *Carry*, hasil pengurangan akan ditampung kembali dalam akumulator. Dalam hal ini bit *Carry* juga berfungsi sebagai penampung limpahan dari hasil pengurangan. Jika hasil pengurangan tersebut melimpah maka bit *Carry* akan bernilai '1' jika tidak akan bernilai '0'

C. Intruksi DA A

Intruksi DA A (Desimal Adjust) dipakai setelah intruksi ADD,ADDC atau SUBB,digunakan merubah nilai biner 8-bit yang tersimpan didalam akumulator menjadi 2 digit bilangan dalam format BCD (*Binary Code Desimal*)

D. Intruksi MUL AB

Bilangan biner 8-bit dsalam akumulator A dikalikan dengan dengan bilangan biner 8-bit dalam register B. Hasil perkalian berupa bilangan 16-bit, 8-bit yang bagian atas (high byte) disimpan diregister B,seandainya 8-bit lainnya (Low byte) disimpan di akumulator A

E. Intruksi DIV AB

Bilangan biner 8-bit dalam akumulator A dibagi dengan bilngan biner 8-bit dalam register B, hasil perkalian berupa bilangan biner 16- bit,8 bit 8-bit yang bagian atas (high byte) disimpan diregister B,seandainya 8-bit lainnya (Low byte) disimpan di akumulator A

F. Intruksi DEC dan INC

Intruksi DEC digunakan untuk menurunkan satu nilai (1Byte),jika nilai awal adalah 00H,maka setelah dilaksanakan intruksi ini hasilnya adalah FFH.tidak ada flag yang terpengarui,seandainya intruksi INC digunakan untuk menaikkan nilai (1byte) jika nilai awalnya adalah FFH,maka setelah dilaksanakan intruksi ini menjadi 00H

G. Instruksi INC DPTR

Instruksi penaikan (*increment*) yang bekerja pada data 16-bit yaitu DPTR. Yaitu menaikkan penunjuk data sebesar 1. Suatu limpahan dari byte rendah (*low*

order) dari DPTR atau DPL akan menaikkan byte tinggi (*high order*) yaitu yang tersimpan dalam DPH sebesar 1.

3. Kelompok instruksi logika

Kelompok instruksi ini dipakai untuk melakukan operasi logika, yaitu operasi AND (instruksi ANL), operasi OR (Instrukai ORL), operasi exclusive OR (instruksi XRL), operasi clear (instruksi CLR), instruksi negasi atau komplemen (instruksi CPL), operasi pergeseran kanan atau kiri (instruksi RR, RRC, RL dan RLC) serta operasi pertukaran data (instruksi SWAP).

2.2.6. Komunikasi Data Serial

Dalam dunia komunikasi ada dua cara pemindahan data yaitu secara paralel dan serial. Perbedaan dua cara tersebut terletak pada jumlah bit yang dipindahkan. Setiap data merupakan kelompok dari bit-bit tersebut, dikenal dengan istilah *byte* yang merupakan kelompok yang terdiri dari 8 bit, serta *word* yaitu kelompok yang terdiri dari 16 bit.

Pada komunikasi serial terjadi pemindahan data satu bit pada satuan waktu, sedangkan pada komunikasi paralel terjadi pemindahan data secara berurutan dari sekelompok bit pada satuan waktu.

Ditinjau dari arah komunikasi data, dikenal ada tiga cara, yaitu: komunikasi *simplex*, *half duplex* dan *full duplex*.

1. Komunikasi *simplex* adalah sistem komunikasi data yang arah perpindahan datanya satu arah saja.
2. Komunikasi *half duplex* adalah sistem komunikasi data yang arah

perpindahan datanya dua arah, namun proses pemindahannya tidak bersamaan.

3. Komunikasi *full duplex* adalah sistem komunikasi yang arah perpindahan datanya dua arah secara bersamaan.

Yang dimaksud dengan komunikasi secara serial adalah komunikasi dengan memanfaatkan hanya satu saluran sinyal untuk pengiriman dan penerimaan data. Untuk data digital yang merupakan serangkaian bit maka data dikirimkan bit per bit. Pengiriman akan dimulai dari LSB (*Least Significant Bit*), dan diakhiri dengan MSB (*Most Significant Bit*). Setiap karakter yang dikirimkan disusun sesuai dengan suatu urutan bit tertentu.

2.2.7. Metode Transmisi Serial

Ada dua metode transmisi serial yang digunakan yaitu:

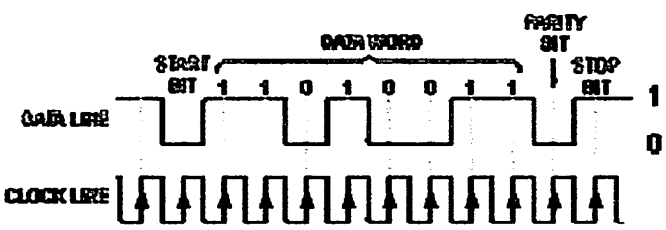
1. Komunikasi Serial Sinkron (*Synchronous Serial Communication*)

Pada komunikasi metode ini, pengiriman dan penerimaan akhir komunikasi adalah secara sinkron atau serempak menggunakan *clock* yang tepat, waktu dalam periode terpisah tiap bit dengan pengecekan *clock* pada penerimaan akhir. Salah satu aspek penting pada metode ini jika akhir dari komunikasi kehilangan sinyal *clock*, maka komunikasi akan *terminasi*.

2. Komunikasi Serial Asinkron (*Asynchronous Serial Communication*)

Komunikasi metode ini sinyal *clock* pengirim dan penerima data tidak harus *sinkron* untuk setiap bit data yang ditransmisikan. Karena itu sinyal *clock* tidak perlu dikirimkan. Hal ini bukan berarti tidak ada usaha *sinkronisasi* sama sekali antara

pengirim dan penerima data. *Sinkronisasi* dilakukan dengan pengiriman sebuah bit awal (*bit start*) sebelum serangkaian bit data dikirimkan. Agar selama penerimaan data, *clock* penerima tidak melesat jauh, maka jumlah bit data dalam satu kali pengiriman harus dibatasi. Umumnya batasan maksimal 8 bit data (*1 byte*) dalam satu kali pengiriman. Oleh sebab itu komunikasi serial *asinkron* biasanya digunakan pada perangkat yang menghasilkan data dengan laju rendah. Kemudian untuk menjamin adanya transisi sinyal minimal satu kali diantara dua pengiriman rangkaian bit data, maka pengiriman data perlu diakhiri dengan bit penutup (*bit stop*) yang memiliki polaritas yang berbeda dengan bit pembuka.



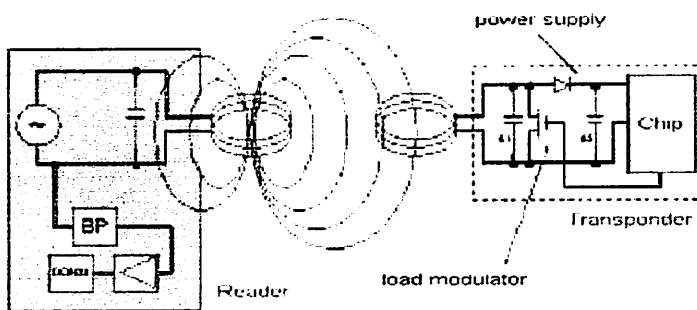
Gambar 2- 6. Asynchronous Serial Data Frame (8E1)^[1]

Bagian penting yang lain pada setiap sinyal serial *asinkronous* adalah *bit rate* pada data yang dikirimkan. Kecepatan data yang diterima didasarkan pada kecepatan minimum 300bps (*bit per second*).

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 7 cm serta bekerja pada frekuensi 125 KHz.



Gambar 2-7. Komunikasi Antara Reader dan Transmitter (Tag) ^[2]

RFID dapat disediakan dalam 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.

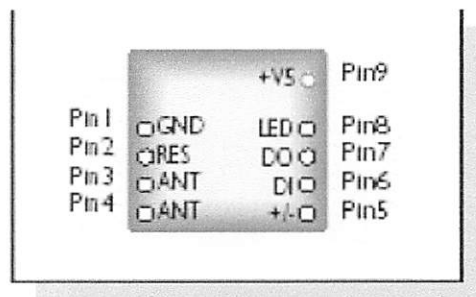
Pada sistem RFID umumnya, *tag* atau *transponder* ditempelkan pada suatu objek. Setiap *tag* membawa dapat membawa informasi yang unik, di antaranya: serial number, model, warna, tempat perakitan, dan data lain dari objek tersebut. Ketika *tag* ini melalui medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID yang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

a. *Tag*: Ini adalah devais yang menyimpan informasi untuk identifikasi objek.

Tag RFID sering juga disebut sebagai *transponder*.

- b. Antena: untuk mentransmisikan sinyal frekuensi radio antara pembaca RFID dengan *tag* RFID.
- c. Pembaca RFID: adalah devais yang kompatibel dengan tag RFID yang akan berkomunikasi secara *wireless* dengan *tag*. Digunakan Tipe ID-10 sebagai RFID *reader* pada perancangan ini.
- d. *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.



Gambar 2-8. Konfigurasi Pin ID-10 (RFID *Reader*) ¹²¹

2.3.1. Format Pembacaan ASCII

Salah satu tipe dari RFID reader ini yang digunakan pada alat ini adalah ID-10. RFID *reader* ini memiliki dua bentuk output serial yaitu: ASCII dan Wiegand 26-bit. Pada perancangan alat ini digunakan output dengan format ASCII, karena output ini sangat mudah untuk dihubungkan pada mikrokontroler.

Tabel 2-5. Fungsi Pin dan Format Data ^[2]

Pin No.	Deskripsi	ASCII	Wiegand26
Pin 1	Zero Volts dan Tuning	GND 0V	GND 0V
Pin 2	Strap ke +5V	Reset Bar	Reset Bar
Pin 3	Ke External Antena dan	Antena	Antena
Pin 4	Ke External Antena	Antena	Antena
Pin 5	Format Selector (+/-)	Strap ke GND	Strap ke +5V
Pin 6	Data 1	CMOS	1 Output
Pin 7	Data 0	TTLData (inverted)	Zero Output
Pin 8	3.1 kHz Logic	Beeper / LED	Beeper / LED
Pin 9	DC Voltage Supply	5V (+)	5V (+)

Output yang memiliki format ASCII memiliki struktur sebagai berikut:

0 2	10 data karakter ASCII	Checksum	CR	LF	0 3
-----	------------------------	----------	----	----	-----

Checksum merupakan hasil EXOR (*Exclusive OR*) dari 5 biner data byte.

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 seperti tabel

1. Kemudian ambil 10 data karakter ASCII. Dalam contoh ini berarti data tersebut adalah:

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

Untuk data dengan angka 30 dan 34 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 tersebut ke dalam desimal. Hasilnya sebagai berikut: 6201D76C H menjadi 1644287852. angka-angka ini merupakan nomor kartu sebenarnya yang tertera pada badan kartu yang biasa disebut *tag* RFID.

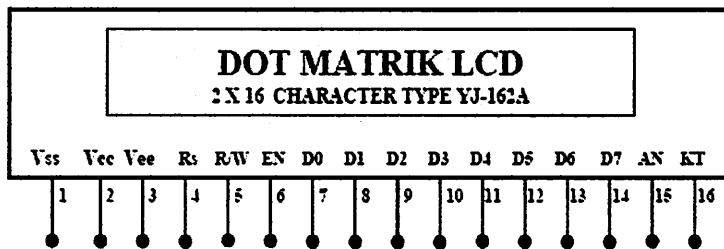
2.4. Liquid Crystal Display (LCD)

2.4.1. Konfigurasi LCD

Liquid Crystal Display adalah modul tampilan berkonsumsi daya yang relatif rendah dan terdapat sebuah kontroller CMOS didalamnya. Kontroler tersebut sebagai pembangkit karakter dari ROM/RAM dan display data RAM. Semua fungsi tampilan dikontrol oleh suatu intruksi dan modul LCD dapat dengan mudah untuk diinterfacekan dengan mikroprossor/mikrokontroller. Input yang diperlukan untuk mengendalikan modul ini berupa bus data yang termultipleks dengan bus alamat dan 3 bit sinyal kontrol. Pengendali dot matrik LCD dilakukan secara internal pada modul LCD sendiri.

LCD merupakan suatu bentuk kristal cair yang akan beremulsi apabila

dikenakan tegangan padanya. Tampilannya ini berupa dot matrik 5 x LCD sehingga jenis huruf yang dapat ditampilkan akan lebih banyak dan lebih baik resolusinya dibandingkan dengan seven segment 7



Gambar 2-9. Deskripsi pin pada LCD Tipe YJ-162A ^[3]

LCD tipe YJ-162A memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- LCD ini terdiri dari 32 karakter dengan 2 baris masing-masing 16 karakter dengan display dot matrik 5 x 7
- Karakter generator Rom dengan 192 tipe karakter
- Karakter generator RAM dengan 8 tipe karakter
- 80 x 8 display data RAM
- Dapat diinterfacekan ke MPU 8 atau 4
- Dilengkapi fungsi tambahan : *display clear, cursor hpme, display ON/OFF, cursor ON/OFF, display character blink, cursor shift, dan display shift.*
- Internal Data
- Internal Otomatis, reset pada saat power ON
- +5 volt PSU Tunggal

Tabel 2-6. Konfigurasi Pin-pin LCD ^[3]

NO	SYMBOL	LEVEL	FUNCTION
1	Vss	-	0 Ground
2	Vcc	-	5 V + 10%
3	Vee	-	LCD Drive
4	RS	H/L	H : Data Input L : Intruksi Input
5	R/W	H/L	H : Read L : Write
6	E	H/L	Enable Signal
7-14	DB0-DB7	H/L	Data Bus
15	Light LCD	-	Menyalakan lampu LCD max 200 mA
16	Light LCD	-	Ground

2.4.2. Interuksi Operasi Dasar

2.4.2.1. Register

Kontroller dari LCD mempunyai dua buah register 8 bit yaitu register intruksi (IR) dan register data (RD). IR menyimpan intruksi seperti *display clear*, *cursor shift* dan *display data* (DD RAM) serta *character generator* (CG RAM). DR menyimpan data untuk ditulis di DD RAM atau CG RAM atau membaca data dari DD RAM atau CG RAM. Ketika data ditulis ke DD RAM atau CG RAM maka DR akan secara otomatis menulis data ke DD RAM atau CG RAM dan data pada DD RAM atau CG RAM hendak dibaca maka alamat data ditulis pada IR sedangkan data alamat dimasukkan melalui DR dan mikroprosesor membaca data dari DR.

Tabel 2-7. Tabel Register Seleksi ¹³¹

RS	R/W	OPERASI
0	0	Seleksi IR, IR Write Display Clear
0	0	Busy Flag (DB7) @counter (DB0-DB7) Read
1	0	Seleksi DR, DR Write
1	1	Seleksi DR, DR Read

2.4.2.2. Busy Flag

Busy Flag menunjukkan bahwa modul siap untuk menerima instruksi selanjutnya. Sebagaimana yang terlihat pada table register seleksi sinyal akan melalui DB7. Jika RS = 0 dan R/W = 1. Jika bernilai 1 maka modul sedang melakukan kerja internal dan intruksi tidak dapat diterima. Sehingga status dari flag ini harus diperiksa sebelum melaksanakan intruksi selanjutnya.

2.4.2.3. Address Counter

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

2.4.2.4. Display Data RAM (DD RAM)

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

2.4.2.5. Character Generator ROM (CG ROM)

CG ROM mempunyai tipe dot matrik 5 x 7 dan data pada LCD telah tersedia ROM sebagai pembangkit Character dalam kode ASCII.

2.4.2.6. Character Generator RAM (CG RAM)

CG RAM digunakan untuk pembuatan karakter tersendiri melalui program.

Tabel 2-8. Fungsi Terminal Pada LCD ¹³¹

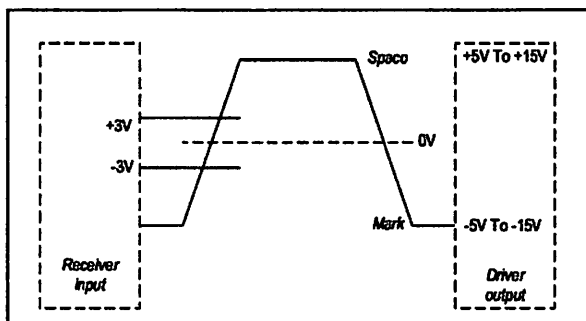
Nama Signal	Jml Term	I/O	Tujuan	Fungsi
DB0-DB3	4	I/O	MPU	Sebagai lalu lintas data dan intruksi ke atau dari MPU Low Byte
DB4-DB7	4	I/O	MPU	Sebagai lalu lintas data atau intruksi 2 arah upper byte. DB7 sebagai busy flag
E	1	I	MPU	Sinyal Start (read/write)
R/W	1	I	MPU	Seleksi Sinyal 0 = write 1 = read
RS	1	I	MPU	Seleksi Register
VLS	1	-	PS	0 = intruksi reg (wr) Busy flag addr counter (rd) 1 = data reg (wr dan rd)
7	1	-	PS	Mengatur Tampilan LCD
Vss	1	-	PS	+5 volt

2.5. Interface Unit RS-232

RS-232 merupakan seperangkat alat yang berfungsi sebagai *interface* dalam proses transfer data secara serial. Metode pengiriman secara serial RS-232 adalah

asinkron. Pengiriman asinkron berarti tidak membutuhkan pewaktu sebagai sinkronisasi. Dalam pengiriman serial *asinkron*, *clock* tidak dikirimkan, tetapi dikondisikan oleh *timing start bit* yang merupakan isyarat dari sumber ke tujuan untuk mengkodekan adanya pengiriman karakter sudah selesai dikirim.

Karakteristik elektris dari sistem RS-232 adalah mempunyai tegangan keluaran antara -15 Volt sampai dengan +15 Volt. Tegangan +5 sampai +15 volt untuk mewakili level rendah (logika '0' / *spacing*) dan tegangan -5 sampai -15 volt untuk mewakili level tinggi (logika '1' / *marking*). Hal tersebut seperti ditunjukkan dalam Gambar 2-10



Gambar 2-10. Level Logika Standar RS-232 ^[4]

CCITT telah merekomendasikan karakteristik sinyal listrik pada rangkaian *Interface V-24*. Karakteristik sinyal listrik yang dimaksudkan adalah batas-batas tegangan yang digunakan. Dalam rekomendasi tersebut dibedakan antara sinyal data dan sinyal kontrol, sinyal data sebagai logika '0' dan '1', sedangkan sinyal kontrol dinyatakan dengan ON dan OFF. Sinyal-sinyal tersebut mempunyai batasbatas (daerah) tegangan yang ditunjukkan pada tabel 2-9.

Tabel 2-9. Tabel Karakteristik Sinyal Listrik Protokol RS 232 ^[4]

Sinyal	Nilai	Daerah Tegangan
Sinyal data	1	-3V t Vp t -15V
	0	+3V d Vp d +15V
Sinyal kontrol	ON	+3V d Vp d +15V
	OFF	-3V t Vp t -15V

Dalam standar RS232, tegangan antara +3 sampai +15 Volt pada input *Line Receiver* dianggap sebagai *level* tegangan '0', dan tegangan antara -3 sampai -15 Volt dianggap sebagai *level* tegangan '1'.

Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya gangguan '*cross talk*' antara kabel saluran sinyal RS 232, kecuraman perubahan tegangan sinyal dibatasi tidak boleh lebih dari 30 Volt/mikro-detik, makin besar kecuraman sinyal, makin besar pula kemungkinan terjadi '*cross talk*'. Di samping itu ditentukan pula kecepatan transmisi data seri tidak boleh lebih besar dari 20 KiloBit/Detik. Impedansi saluran dibatasi antara 3 Kilo-Ohm sampai 7 Kilo-Ohm, dalam standar RS232 yang pertama ditentukan pula panjang kabel tidak boleh lebih dari 15 Meter (50 feet), tapi ketentuan ini sudah di-revisi pada standar RS232 versi 'D'. Dalam ketentuan baru tidak lagi ditentukan panjang kabel maksimum, tapi ditentukan nilai kapasitan dari kabel tidak boleh lebih besar dari 2500 pF, sehingga dengan menggunakan kabel kualitas baik bisa dicapai jarak yang lebih dari 50 feet. a). Protokol Komunikasi pada RS 232

Beberapa protokol pada *Interface* RS 232 adalah :

- *Start Bits*

Merupakan sebuah bit dengan logic '0', bit ini yang menandakan bahwa akan ada karakter atau data yang mengikutinya. Bit ini langsung diberikan oleh sinyal *device* tanpa harus mengeset terlebih dahulu.

- *Data Bits*

Merupakan bit yang mewakili dari karakter yang diikutinya, data bit ini dapat diset sepanjang antara 5 sampai 8 bit.

- *Parity Bits*

Merupakan bit yang digunakan sebagai *error checking* pada *receiver*. *Parity bit* akan menghitung jumlah data yang berlogika '1' pada data bit. Perhitungan jumlah data bit tersebut tergantung dari jenis *parity* yang diset. Untuk *parity 'even'*, jumlah data bit yang berlogika '1' ditambah dengan *parity bit* akan menghasilkan jumlah yang ganjil. Sedangkan untuk *parity 'mark'*, merupakan *parity bit* yang selalu berlogika '1' begitu pula pada space, *parity bit* selalu berlogika '0' dan *parity 'none'* merupakan *parity bit* yang diabaikan.

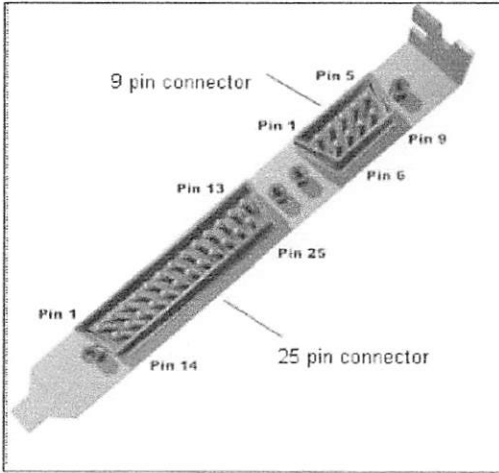
- *Stop Bits*

Merupakan bit yang menandakan akhir dari suatu paket data (biasanya 1 *byte* data). Seperti pada data bit, bit ini langsung diberikan dari serial *device*. *Stop bit* ini dapat diset menjadi satu bit, satu setengah dan dua bit.

- *Boud Rate*

Baud Rate digunakan untuk menunjukkan kecepatan dari transmisi (bits per second).

Di dalam komputer terdapat fasilitas komunikasi serial yang menggunakan standar RS-232, yaitu terletak pada COM1 dan COM2. Kedua fasilitas ini menggunakan konektor DB9 atau DB25 sebagai penghubung dengan piranti luar. Gambar konektor DB9 seperti terdapat dalam Gambar 2-11



Gambar 2-11. Konektor DB-9 dan DB-25 ^[5]

Fungsi masing-masing pin pada DB-9 seperti terdapat dalam Tabel 2-10.

Tabel 2-10. Fungsi Pin RS-232 dalam DB-9 ^[7]

Pin	Nama	Fungsi
1	DCD (<i>Data Carrier Detect</i>)	Mendeteksi sinyal <i>carrier</i> dari modem lain
2	RD (<i>Receive Data Line</i>) / (RXD)	Pengiriman data serial dari DCE ke DTE
3	TD (<i>Transmit Data Line</i>) (TxD)	Pengiriman data serial dari DTE ke DCE
4	DTR (<i>Data Terminal Relay</i>)	Memberitahu DCE bahwa DTE telah aktif dan siap bekerja

5	<i>Ground</i>	Referensi semua tegangan antar muka
6	<i>DSR (Data Set Ready)</i>	Memberitahu DTE bahwa DCE telah aktif dan siap untuk bekerja
7	<i>RTS (Request To Send)</i>	Memberitahu DCE bahwa DTE akan mengirim data
8	<i>CTS (Clear To Send)</i>	Memberitahu DTE bahwa DCE siap menerima data
9	<i>RI (Ring Indikator)</i>	Aktif jika modem menerima sinyal ring dari telepon

Jalur data (TxD dan RxD) untuk transport data, TxD adalah jalur output pada komputer, data dikirim dari pin ini. Sedangkan RxD adalah penerima untuk komputer, data yang datang akan diterima oleh pin ini. Pin ke empat adalah output (RTS) di mana sebuah sinyal akan diberikan pada alat yang dihubungkan dengan maksud meminta kiriman data. CTS adalah sinyal masukan yang menunggu sinyal dari alat yang terhubung. Ketika alat tersebut menerima sinyal RTS dan bisa menerima data maka ia akan mengirimkan sinyal balik yang merupakan CTS. DTR adalah sinyal keluaran yang memberi tanda bahwa ada alat yang terhubung dan akan mengirimkan data. DSR merupakan sinyal input yangmana jika alat yang terhubung manerima sinyal DTR ia akan memberi sinyal balikkemudian diterima sebagai sinyal DSR. Spesifikasi RS-232 dapat dilihat dalam Tabel 2-11.

Tabel 2-11. Spesifikasi RS-232 ^[8]

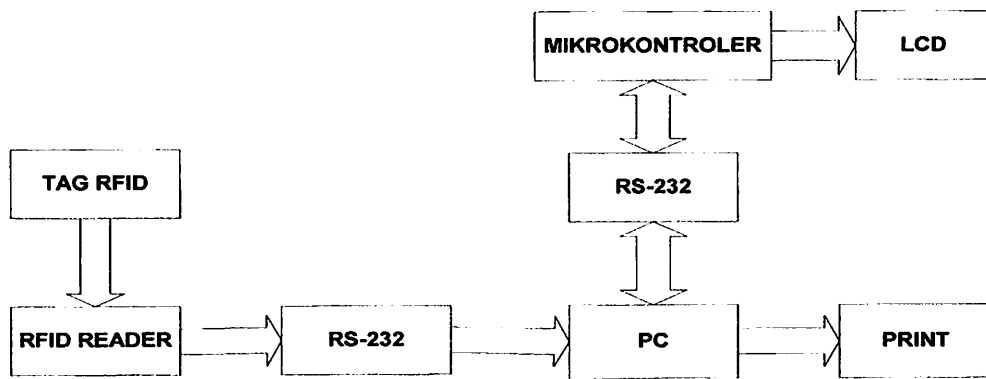
Keistimewaan	Karakteristik
Jenis operasi	<i>Single ended</i> (tak seimbang)
Jenis penggerak dan Penerima per jalur	1 <i>driver</i> 1 <i>receiver</i>
Data <i>rate</i> maksimum	20 kbps
Panjang saluran maksimum	50 ft (15 m)
Tegangan keluaran penggerak	$\pm 5 - \pm 15$ volt
Sensitivitas penerima	± 3 volt

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Gambaran Umum Sistem

Perancangan dan pembuatan alat ini menggunakan RFID (*Radio Frequency Identification*) sebagai salah satu bagian utama komponen sebagai inputan yang berfungsi sebagai pengidentifikasi. Dengan blok diagram seperti terlihat di bawah ini :



Gambar 3-1. Diagram Blok sistem

Berikut ini adalah penjelasan dari program blok alat yang digunakan untuk sistem Member Card pada pembayaran tagihan rekening listrik dengan memanfaatkan teknologi RFID

1. Tag RFID

Devais yang menyimpan informasi untuk identifikasi objek

2. RFID Reader

Devais yang compatible dengan tag RFID yang akan berkomunikasi secara wireless dengan Tag

3. Mikrokontroller

Berfungsi sebagai transfer data dan sebagai inputan dari output PC yang kemudian akan menampilkanya ke LCD

4. RS 232

Berfungsi sebagai interface dari mikrokontroller ke PC dan juga sebagai pengubah tegangan, karena ada perbedaan tegangan antara tegangan PC dan mikrokontroler dimana pada mikrokontroler memakai tegangan TTL (*Transistor-transistor Logic*) sedangkan PC menggunakan tegangan RS.

5. LCD (*Liquid Crystal Display*)

Berfungsi untuk menampilkan nomer pelanggan /ID pelanggan dan jumlah tagihan pelanggan

6. PC

Berfungsi untuk memasukkan data pelanggan dan sebagai penyimpan data base pelanggan.

7. Printer

Berfungsi untuk mencetak *printout* (bukti pembayaran tagihan listrik)

3.2. Prinsip Kerja Rangkaian

Sistem kerja dari alat ini diawali dari tag RFID yang memancarkan gelombang radio. Pada saat gelombang radio melalui medan yang dihasilkan oleh RFID reader, tag akan terdeteksi dan mentransmisikan informasi yang ada pada tag kepada reader

dan Informasi tersebut menjadi masukan bagi PC melalui RS-232 dan selanjutnya PC akan memproses dan memberikan data masukan ke mikrokontroller melalui RS-232 yang selanjutnya akan ditampilkan melalui LCD

3.3. Perancangan Hardware

Adapun perancangan hardware dalam sistem ini meliputi perancangan :

1. Sistem Mikrokontroller AT89S52
2. Rangkaian RFID
3. Antarmuka Mikrokontroller ke modul LCD
4. Antarmuka saluran transmisi serial RS-232 ke PC

3.3.1. Sistem Mikrokontroller AT89S52

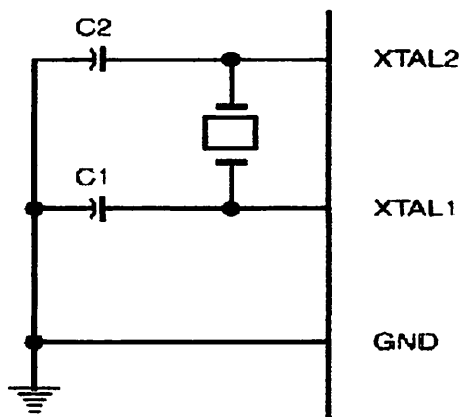
Rangkaian minimum system dari mikrokontroller AT89S52 terdiri dari 3 buah kapasitor, 1 IC Mikrokontroller, 1 resistor, dan 1 kristal. Dengan rangkaian yang sederhana ini penulis membuat mikrokontroller sebagai minimum sistem menjadi pengontrol alat, di samping alat itu rangkaian ini dapat dibuat bermacam-macam alat dengan menambah sedikit komponen tambahan lainnya. Dari rangkaian tersebut yang berpengaruh terhadap kecepatan proses menjalankan program adalah kristal. Adapun rangkaiannya ditunjukkan seperti gambar berikut ini :

osilator kristal terdiri dari kristal osilator 11,0592 MHz, kapasitor C1 dan C2 yang masing-masing bernilai 33 pF, akan membangkitkan pulsa *clock* yang menjadi penggerak bagi seluruh operasi internal MCU (*Application Note AT89S52 In Circuit Programming*).

4. Vcc dihubungkan dengan tegangan sebesar +5V sesuai dengan tegangan operasi *chip* tunggal yang diijinkan dari *data sheet*.
5. GND dibungkan ke *ground* catu daya.

yang dirancang ini menggunakan osilator internal yang telah tersedia dalam *chip* AT89S52. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan menghubungkan kristal dengan pin 19 (X1) dan pin 18 (X2) serta dua buah kapasitor ke ground.

Besar kapasitansinya disesuaikan dengan spesifikasinya dalam lembar data AT89S52 yaitu 33 pF Kristal yang digunakan adalah 11,0592 MHz. Dalam gambar 3-3. memperlihatkan rangkain *clock* yang direncanakan.

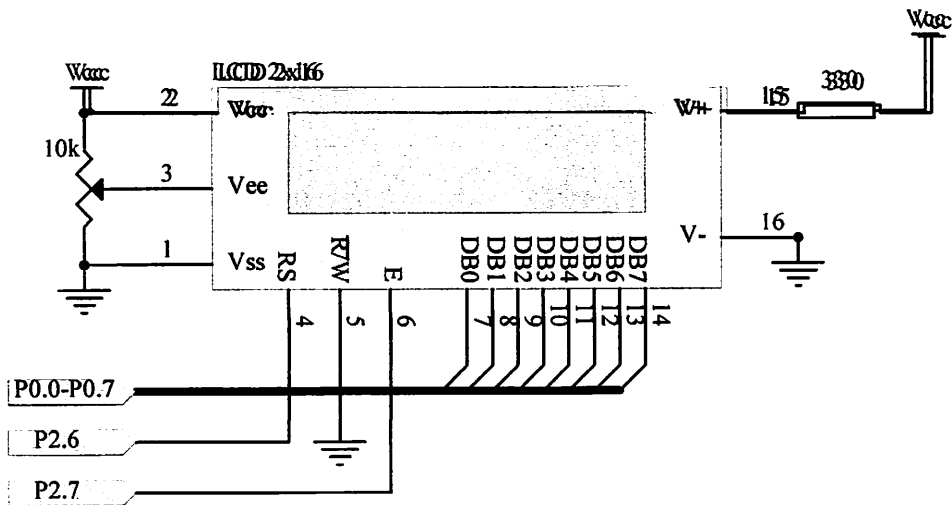


Gambar 3-3. Rangkaian Pewaktuan Dengan Osilator Internal

Untuk mereset mikrokontroler, pin RST harus diberi logika tinggi selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator). Untuk membangkitkan sinyal reset pada saat awal catu daya yang dihidupkan, suatu reset otomatis dapat dilakukan dengan menghubungkan pin RST ke rangkaian *Power-On Reset*. Reset pada Mikrokontroler merupakan masukan aktif *High* '1' Pulsa transisi dari rendah '0' ke tinggi '1' akan mereset mikrokontroler menuju alamat 0000H. Pin

3.3.2. Rangkaian Antarmuka Modul LCD (*Liquid Crystal Display*)

Sebagai unit keluaran sistem mikrokontroler, port 1 digunakan sebagai jalur data bagi penampil LCD. Dalam aplikasi ini tidak dilakukan operasi pembacaan dari register instruksi internal ataupun register data internal modul LCD, Oleh karena itu jalur kontrol R/W dihubungkan langsung ke ground sehingga mode operasi yang dilakukan selalu operasi penulisan ke register instruksi maupun register data internal modul LCD. Rangkaian antarmuka LCD ditunjukkan dalam gambar 3-6. Dengan mengubah nilai V_{EE} menggunakan potensiometer P1 akan diperoleh tingkat kecerahan yang berbeda pada tampilan LCD. Resistansi dipasang antara V_{cc} dan terminal BL+ untuk mencatu lampu latar tampilan LCD pada tegangan 4,3V. Bila LCD yang digunakan tanpa backlight, dioda tidak perlu dipasangkan. Dalam gambar 3-4. memperlihatkan rangkaian LCD yang direncanakan.

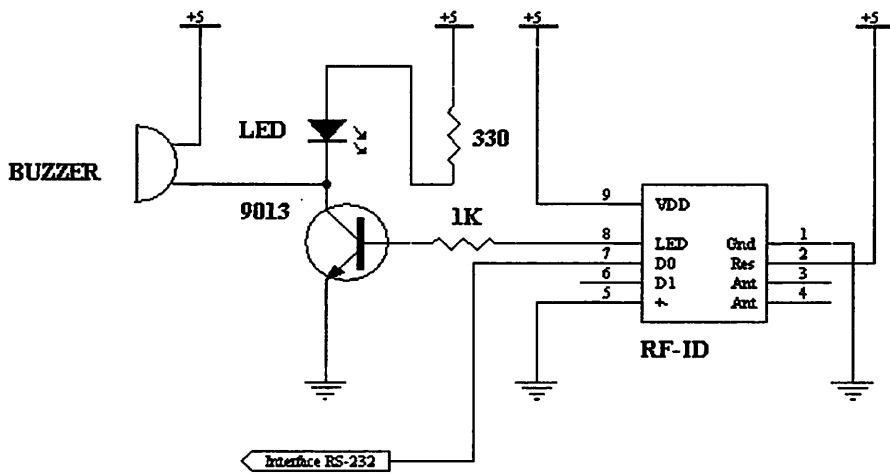


Gambar 3-4. Rangkaian Antarmuka Modul LCD

3.3.3. RFID (*Radio Frequency Identification*)

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, 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.

Pada perancangan alat ini juga digunakan LED sebagai indikator pendeteksian RFID dan juga *buzzer* yang berfungsi sebagai bunyi bahwa RFID bisa dideteksi. Dalam gambar 3-5 memperlihatkan rangkain *RFID* yang direncanakan.



Gambar 3-5. Rangkaian perencanaan RFID

3.3.3.1. Format Pembacaan ASCII

Salah satu tipe dari RFID *reader* ini yang digunakan pada alat ini adalah ID-

10. Kartu RFID yang digunakan mempunyai nomor 0020248083. Kemudian angka tersebut dijadikan bilangan heksadesimal menjadi 134F613 H. Sebenarnya angka tersebut merupakan kode ASCII yang ada di kartu, yaitu 134F613.

Tabel 3-1. Format Pembacaan Kode ASCII

ASCII	1	3	4	F	6	1	3
Heksa	31	33	34	46	36	31	33

3.3.3.2. Frekuensi Kerja RFID

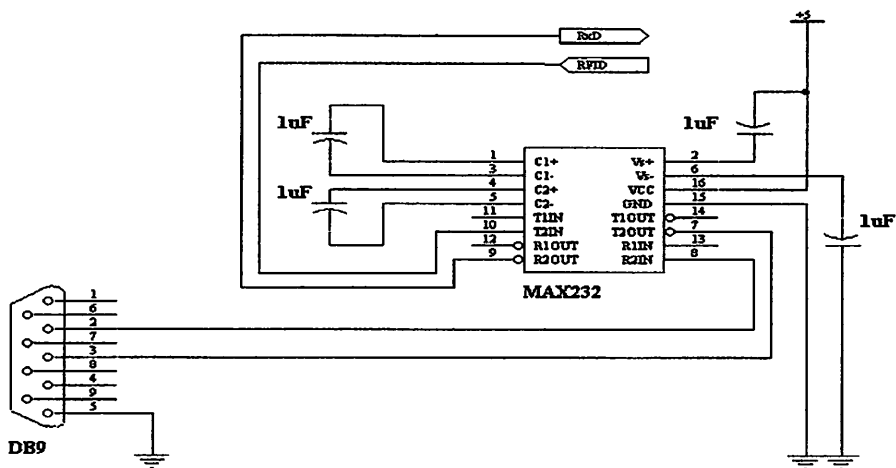
Faktor penting yang harus diperhatikan dalam RFID adalah frekuensi kerja dari sistem RFID. Ini adalah frekuensi yang digunakan untuk komunikasi wireless antara pembaca RFID dengan *tag* RFID.

Ada beberapa band frekuensi yang digunakan untuk sistem RFID. Pemilihan dari frekuensi kerja sistem RFID akan mempengaruhi jarak komunikasi, interferensi dengan frekuensi sistem radio lain. Untuk frekuensi yang rendah umumnya digunakan *tag* pasif dan inilah yang dipakai dalam perancangan ini, dan untuk frekuensi tinggi digunakan *tag* aktif.

Pada frekuensi rendah *tag* pasif tidak dapat mentransmisikan data dengan jarak yang jauh, karena keterbatasan daya yang diperoleh dari medan elektromagnetik. Akan tetapi komunikasi tetap dapat dilakukan tanpa kontak langsung. Pada kasus ini hal yang perlu mendapat perhatian adalah *tag* pasif harus terletak jauh dari objek logam karena logam secara signifikan mengurangi *fluks* dari medan magnet. Akibatnya tag RFID tidak bekerja dengan baik karena tag tidak menerima daya minimum untuk dapat bekerja.

3.3.4. Rangkaian Antarmuka saluran RS-232

Pada perencanaan hubungan antara MC dengan PC adalah dipergunakan komunikasi data secara serial yaitu port 1 atau yang sering dikenal dengan COM 1. Adapun kaki atau pin-pin yang dipakai adalah pada pin no. 2 yang berfungsi untuk sambungan *receive data*, pin no. 3 untuk sambungan *transmit data* yang berguna sebagai input data pada PC yang sebelumnya telah disesuaikan dulu level tegangannya dari RS-232 ke level tegangan TTL melalui sebuah IC MAX 232, dan pin no. 5 untuk *signal ground*. Dalam hal ini kecepatan transfer data per *bit* menggunakan 9600 bps. Rangkaian interface RS-232 diperlihatkan pada gambar 3-6

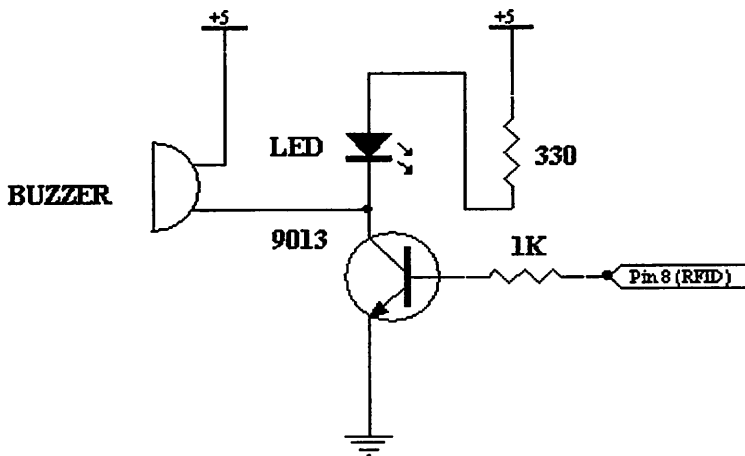


Gambar 3-6. Rangkaian RS-232

Data biner yang berasal dari komputer mempunyai level tegangan antara +3V sampai +15V dan -3V sampai -15V, sebelum masuk pada rangkaian modulator demodulator terlebih dahulu tegangannya melalui sebuah IC MAX 232 dan diubah menjadi tegangan TTL sebesar 0V sampai 5V yang sesuai dengan tegangan untuk mencatu kerja rangkaian modulator demodulator tersebut.

3.4. Rangkaian *driver buzzer* Dan Led

Pada umumnya buzzer adalah suatu peralatan yang dapat mengeluarkan bunyi apabila diberi tegangan masukan pada salah satu kakinya dan ked banyak digunakan sebagai indicator pada suatu rangkaian dimana kedua alat ini banyak digunakan sebagai tanda dini untuk mengetahui suatu system apakah telah bekerja dengan baik atau tidak berikut adalah gambar rangkaian *buzzer* dan *led* seperti pada gambar.3.7



Gambar 3.7.Rangkaian driver buzzer dan led

3.5. Perangkat Lunak

Perangkat lunak dibagi atas dua macam, yaitu program komputer menggunakan Delphi 6.0, dan program mikrokontroller menggunakan *Bahasa Assembly Mikrokontroller Standard MCS-51*

3.5.1. Program Utama Pada PC

Pada dasarnya program komputer ini bertujuan untuk mengorganisasi komunikasi antara komputer sebagai pengolah data dengan mikrokontroller sebagai saluran masukan dan keluaran, sehingga perangkat lunak dalam program komputer perlu diketahui terlebih dahulu aturan-aturan atau protokol komunikasi yang digunakan untuk mengatur jalannya komunikasi antara komputer dengan mikrokontroller. Diagram alir program komputer di dalam proses komunikasi dengan mikrokontroller.

3.5.2. Mikrokontroller

Program mikrokontroller bertujuan untuk mengontrol masukan dan keluaran. Hal-hal yang dikontrol mikrokontroller adalah proses komunikasi secara serial antara RFID dengan komputer.

Di dalam proses komunikasi serial antara MCU dengan PC terlebih dahulu ditentukan *boud rate* yang digunakan. *Boud rate* yang dibangkitkan *Timer 1* dengan *Timer 2 (8 bit auto reload)* yang hanya menggunakan register TH1. Pada sistem ini digunakan *boud rate* sebesar 9600 dengan SMOD = 0 dengan menggunakan $f_{osc} = 11,0592 \text{ MHz}$

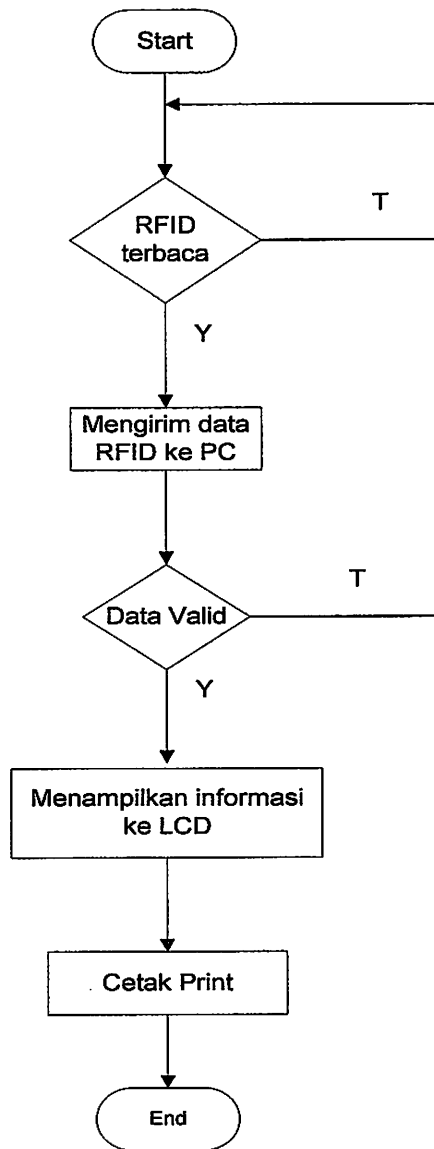
$$Boud\ rate = \frac{2^{smode}}{32} \times \frac{fosc}{12 \times [256 - (TH1)]}$$

$$9600 = \frac{11,0592 \text{ Mhz}}{384 \times [256 - (TH1)]}$$

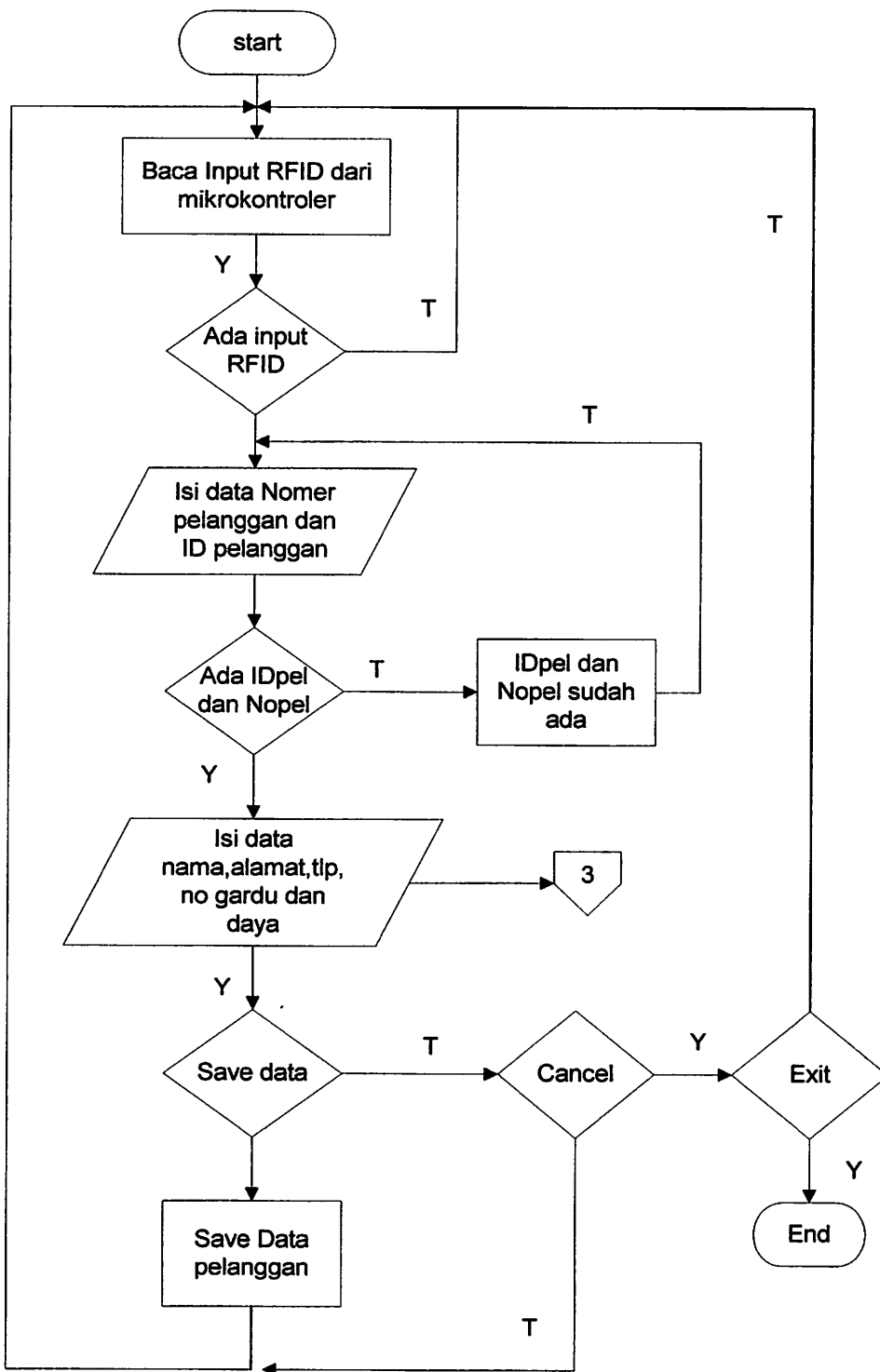
$$[256 - (TH1) \times 3686400] = 11,0692 \text{ Mhz}$$

$$[256 - (TH1) = 3]$$

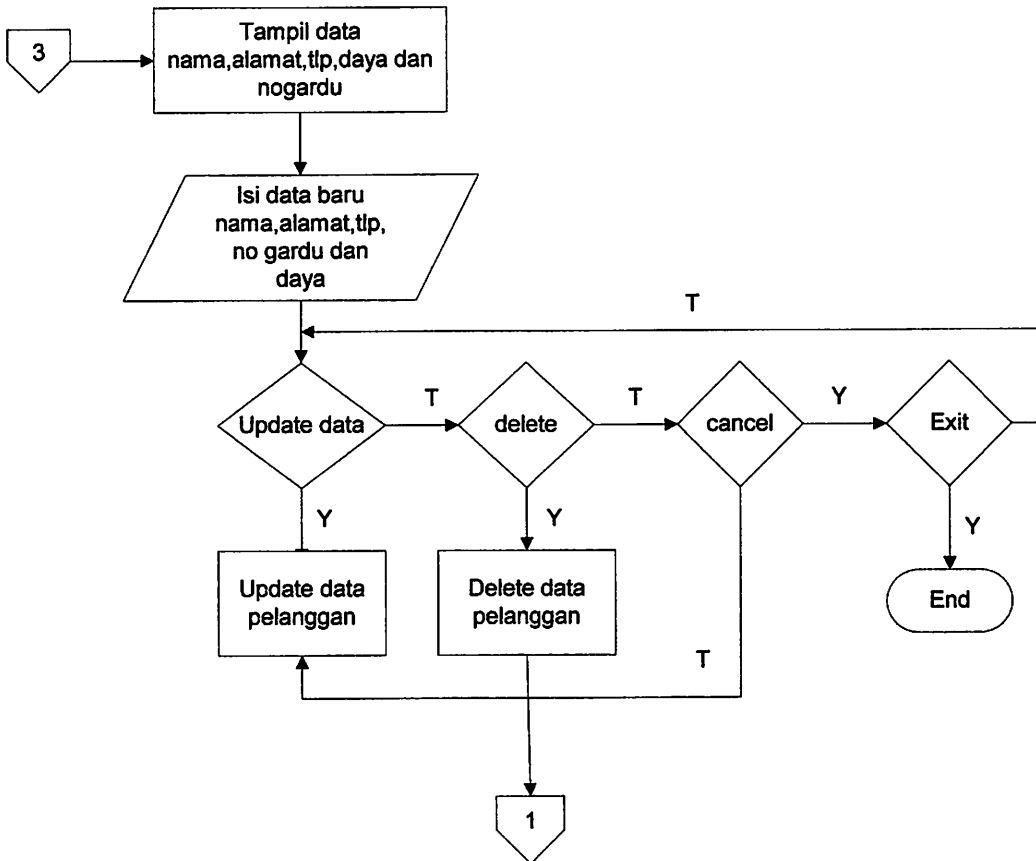
$$TH1 = 256 - 3 = 253_D = FD_H$$



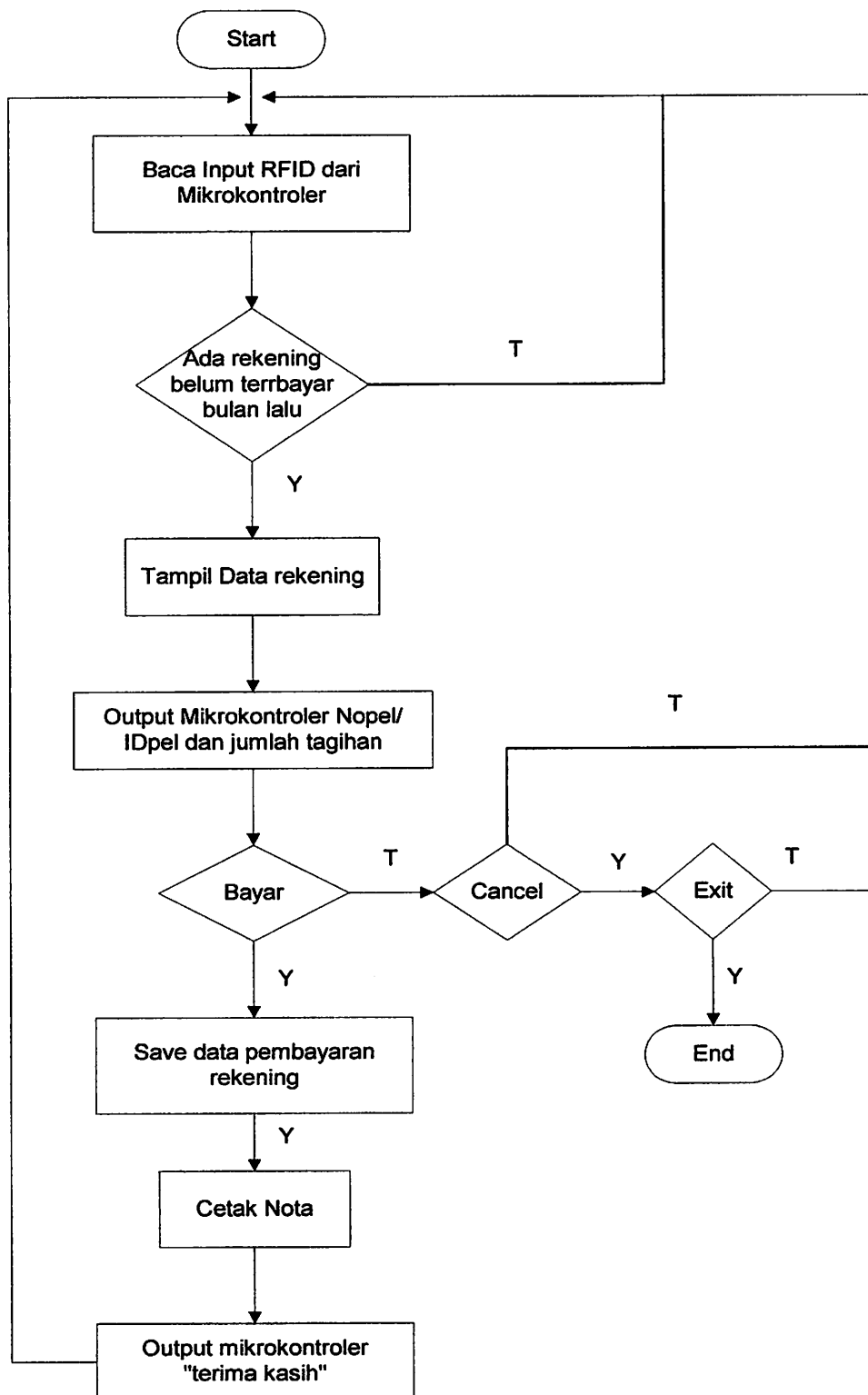
Gambar 3-8. Rangkaian Flowchart Sistem



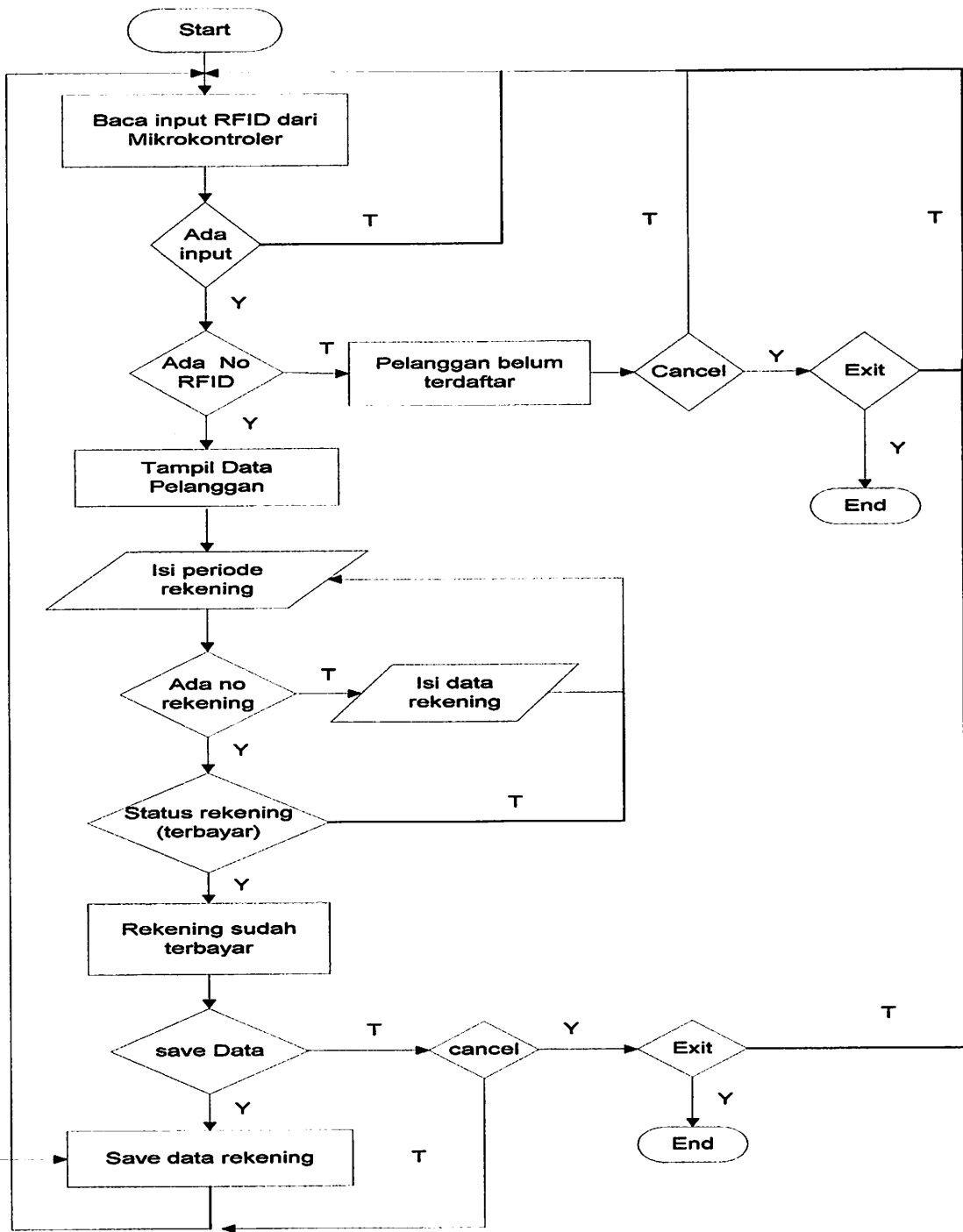
Gambar 3-9. Flowchart Data Pelanggan



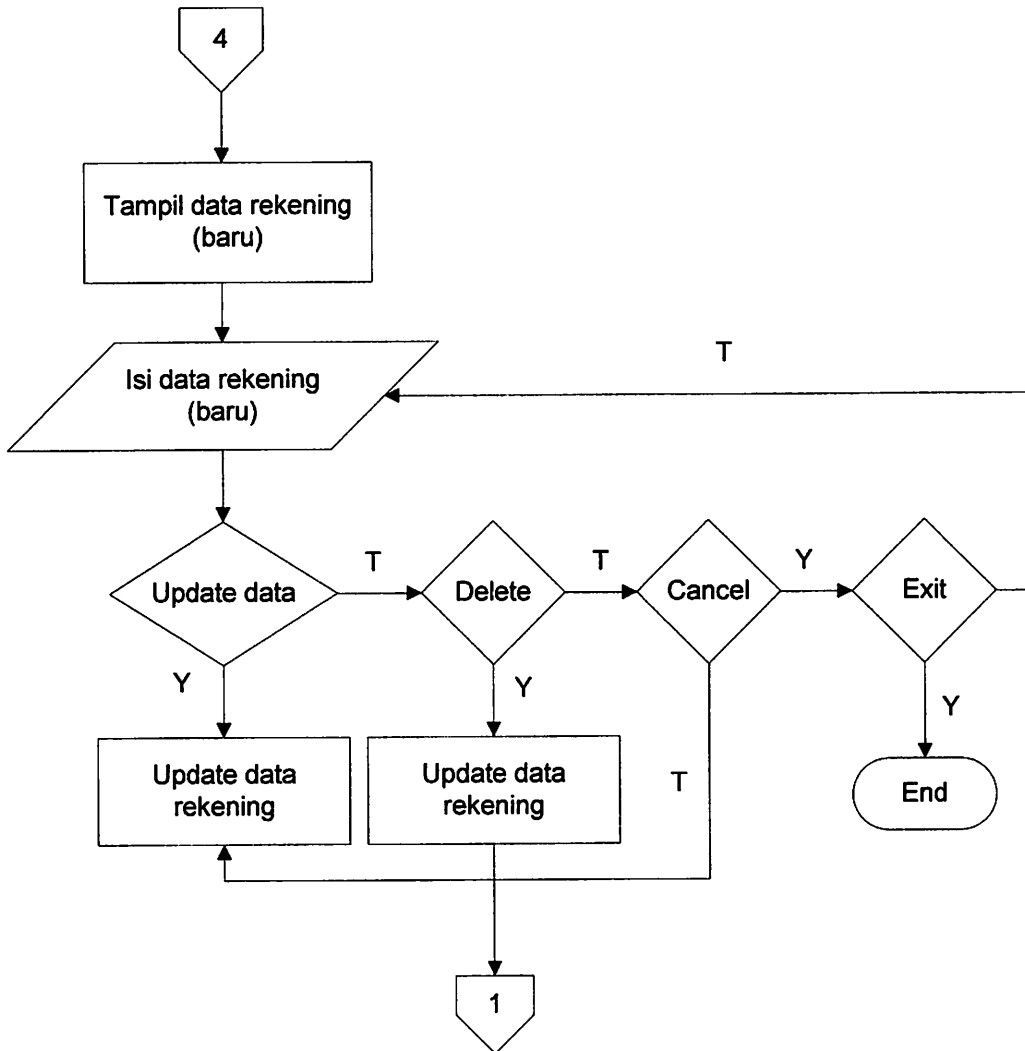
Gbr 3-10. Flowchart Data Pelanggan Lanjutan



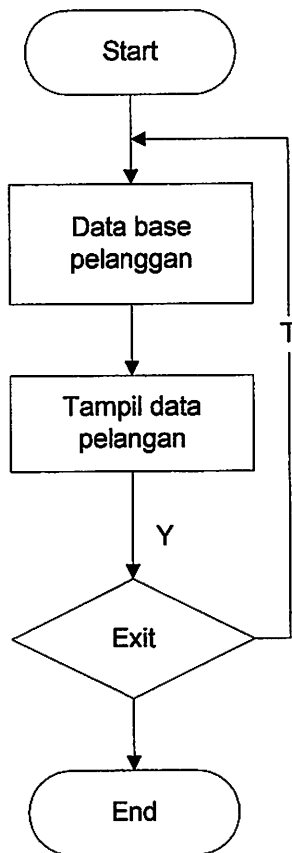
Gbr 3-11. Flowchart Pembayaran Rekening



Gbr 3-12. Flowchart Data Rekening

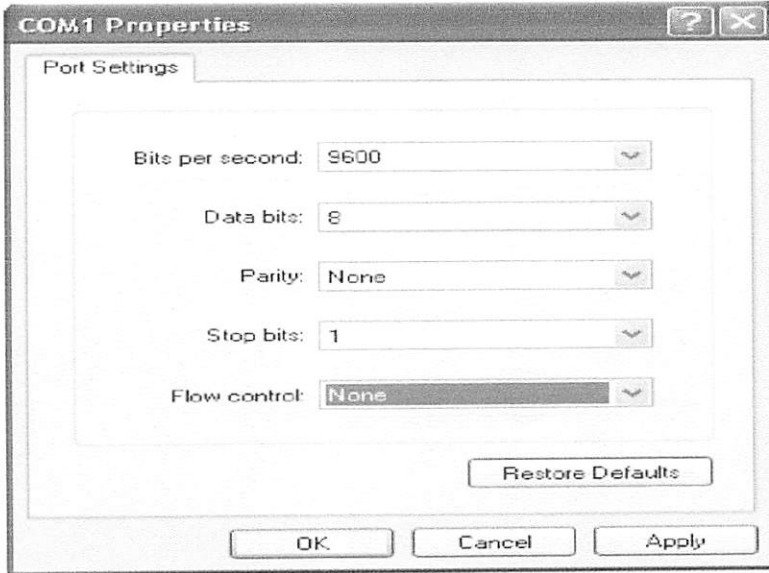


Gbr 3-13.. Flowchart Data Rekening Lanjutan



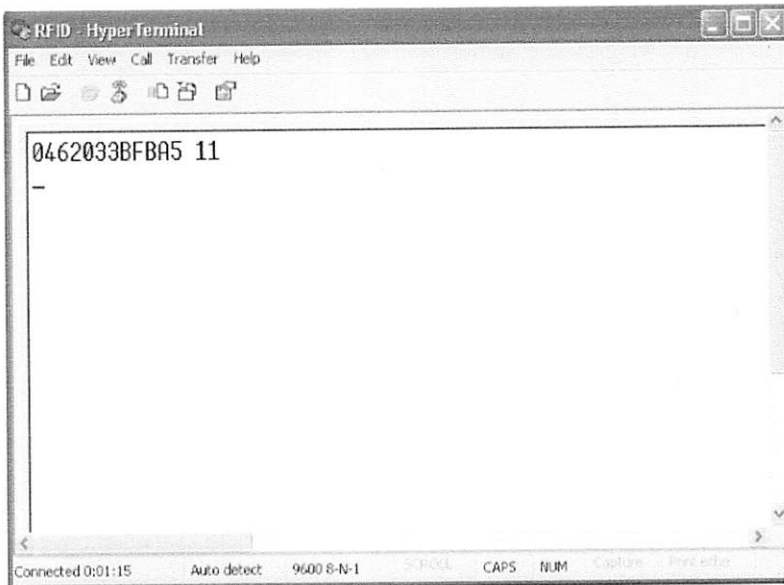
Gbr 3-14. Flowchart laporan Pembayaran Pelanggan

- e. Pada COM1 *properties* mengubah *bits rate per second* menjadi 9600 dan *flow control* menjadi *none*.



Gambar 4-3. Kotak Dialog COM1 Properties

- f. Menempatkan kartu pada jarak yang dijangkau *reader* sehingga menampilkan angka dari kartu tersebut.



Gambar 4-4. Identifikasi Reader Terhadap Kartu

4.2.3. Hasil Pengujian Pembacaan RFID

Tabel 4-1. Hasil Pengujian Pembacaan RFID

Jarak jangkauan	Kepekaan reader
1 Cm	Terdeteksi
2 Cm	Terdeteksi
3 Cm	Terdeteksi
4 Cm	Terdeteksi
5 Cm	Terdeteksi
6 Cm	Terdeteksi
7 Cm	Terdeteksi
8 Cm	Tidak Terdeteksi
9 Cm	Tidak Terdeteksi
10 Cm	Tidak Terdeteksi

Tabel 4-2. Hasil Pengujian Dengan Halangan

Jarak jangkauan	Halangan	Kepekaan reader
1- 5 Cm	83 lembar kertas hvs	Terdeteksi
1- 3 Cm	Buku bacaan 160 halaman	Terdeteksi
1- 2 Cm	Tag dimasukan dompet	Terdeteksi

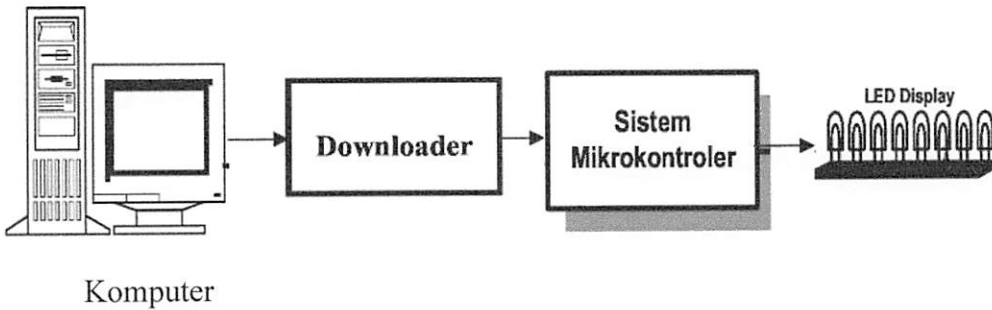
Tabel di atas merupakan hasil pengujian dimana kartu yang menghadap *reader* adalah bagian depan. Jarak yang baik untuk bisa teridentifikasi adalah 1-7 Cm. Untuk bagian belakang menghasilkan data yang sama, tetapi untuk pengujian dimana kartu tegak lurus dengan *reader* hanya bisa saat kartu berjarak sangat dekat dengan *reader* (menempel).

4.3. Pengujian Mikrokontroller AT89S52

4.3.1. Tujuan

Untuk mengetahui kondisi awal dari mikrokontroller apakah sudah sesuai dengan yang direncanakan.

4.3.2. Prosedur Pengujian



Gambar 4-5. Diagram Blok Pengujian Mikrokontroler

1. Rangkaian dibuat seperti gambar 4-5.
2. Memberikan catu daya 5 Volt.
3. Membuat program yang akan digunakan dalam pengujian mikrokontroller.

Program yang digunakan dalam pengujian mikrokontroler ini merupakan program sederhana yang meletakkan 0FH dan F0H pada ACC secara bergantian kemudian memindahkannya pada *Port 1* AT89S52. Program yang dibuat adalah sebagai berikut :

```
ORG 0000H

JMP    START

START: MOV A,#0FH MOV P1,A
      CALL  TUNDA  MOV
      A,#F0H MOV P1,A JMP
```

```

START
TUNDA: MOV R3,#0FFH
TUNDA1: MOV R2,#0FFH DJNZ
          R2,$      MOV
          R1,#0FH
          DJNZ R1,$
          DJNZ R3,TUNDA1 RET
END

```

4. Download program diatas
5. Mengamati keluaran pada LED display

4.3.3 Hasil Pengujian

Tabel 4-2. Hasil Pengujian Sistem Mikrokontroler

Kondisi	Keluaran pada LED Display							
	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7
Satu	1	1	1	1	0	0	0	0
Dua	0	0	0	0	1	1	1	1

4.3.4. Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian dalam tabel 4-1 dapat dilihat bahwa *port 1* memberikan logika 0FH dan F0H secara bergantian sesuai dengan isi program.

4.4. Pengujian Rangkaian Tampilan LCD

4.4.1 Tujuan

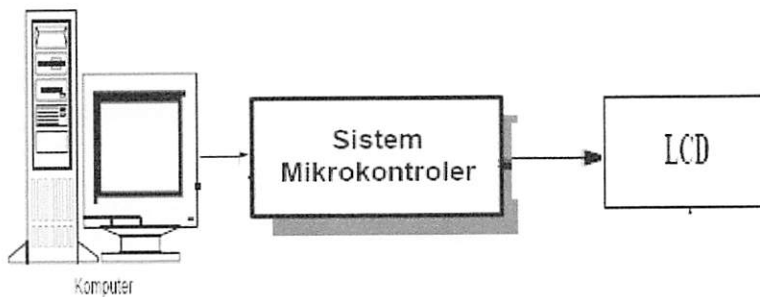
Untuk mengetahui kemampuan rangkaian tampilan yang sudah dibuat apakah dapat mendukung sistem yang direncanakan dan untuk menampilkan data pada LCD.

4.4.2. Peralatan yang Dibutuhkan

1. Komputer (PC)
2. Sistem Mikrokontroler dan LCD

4.4.3. Prosedur pengujian

1. Menyusun rangkaian seperti pada gambar 4-6
2. Menjalankan program untuk menampilkan tulisan ke LCD
Programnya terlampir
3. Mengamati keluaran pada LCD
4. Isi memori program seperti dibawah ini,yang bertujuan untuk menampilkan tulisan



Gbr. 4-6. Diagram Blok Pengujian Rangkaian LCD

4.4.4. Hasil pengujian

Setelah data diolah oleh mikrokontoler,maka hasil tampilan LCD berupa tulisan : "Agung Asmara , Nim. "



Gbr. 4-7. Foto Tampilan Pada LCD

4.5. Pengujian Buzzer

4.5.1. Tujuan

Untuk mendeteksi apakah data yang dikirimkan oleh Tag sudah diterima oleh reader RFID

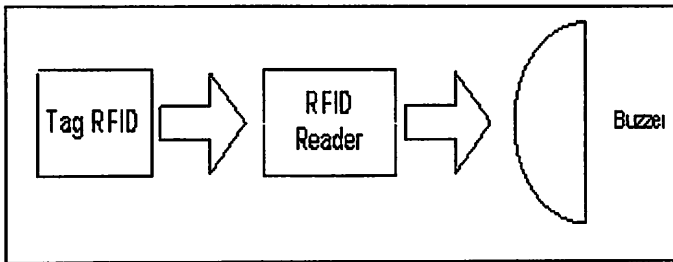
4.5.2. Peralatan yang dibutuhkan

- Buzzer
- Tag RFID
- Reader RFID

4.5.2. Prosedur Pengujian

- Menyusun rangkaian seperti pada gambar 4.8

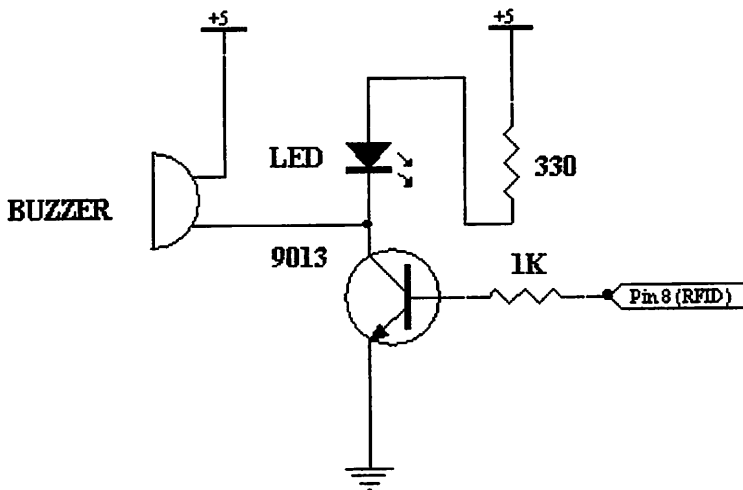
- Mendekatkan Tag ke *Reader RFID*
- Mengamati respon *buzzer*



Gbr. 4-8. Blok Rangkaian *Buzzer*

Pada perencanaan alat ini buzzer dihubungkan dengan pin P8 pada RFID

reader seperti pada gambar 4-9



Gbr. 4-9. Rangkaian *Driver Buzzer Dan Led*

Pada perancangan rangkain driver diatas digunakan untuk mengaktifkan *buzzer* dan Led, dimana jika kartu Tag didekatkan dengan reader RFID maka buzzer akan berbunyi yang mengindikasikan bahwa *buzzer* telah bekerja.

Spesifikasi :

Buzzer $V_{BZ} = 5 \text{ V}$ $I_{BZ} = 8 \text{ mA}$ $I_c = 500 \text{ mA}$

LED $V_{LED} = 2,4 \text{ V}$ $I_{LED} = 10 \text{ mA}$

SS9013 $H_{fe} = 112$ $V_{be} = 0,7 \text{ V}$

$$R_{LED} = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_{LED}} = \frac{5 - 2,4}{10 \text{ mA}} = 260 \Omega$$

Karena dipasaran resistor 260Ω tidak ada maka diganti dengan resistor 330Ω

Agar transistor tidak terlalu jenuh saat terpicu oleh mikrokontroler maka diperlukan sebuah resistansi pada pembatas arus pada basisnya (R_b)

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe}} = \frac{500 \text{ mA}}{112} = 4,464 \text{ mA}$$

$$R_b = \frac{V_{bb} - V_{be}}{I_b} = \frac{5 - 0,7}{4,464 \text{ mA}} = 963 \Omega$$

Karena dipasaran resistor 963Ω tidak ada maka diganti dengan nilai resistor $1 \text{ K}\Omega$

4.6. Pengujian Sistem Alat Pembayaran Rekening Listrik Dengan Member Card Yang Memanfaatkan Teknologi RFID

4.6.1. Tujuan

Untuk mengetahui apakah semua sistem berjalan dengan normal dan untuk mengetahui error yang terjadi

4.6.2. Prosedur Pengujian

1. Menghubungkan keseluruhan rangkaian sesuai dengan diagram blok
2. Menjalankan program Delphi
3. Melakukan proses identifikasi

4. Melewatkan tag RFID

4.6.3. Hasil Pengujian

1. Tampilan informasi pada LCD:

- a. Menampilkan tulisan ID pelanggan atau Nomer pelanggan
- b. Menampilkan jumlah tagihan
- c. Menampilkan kata “terima kasih”

2. Tampilan informasi pada program Delphi

- a. Menampilkan No ID dari Tag RFID
- b. Menampilkan ID pelanggan atau Nomer pelanggan
- c. Menampilkan nama, alamat dan nomer telpon
- d. Menampilkan bulan, tahun, daya, beban rekening, tanggal bayar, RP. PPJ
RP. Rekening, gardu atau tiang dan jumlah tagihan

4.7. Analisis Hasil Pengujian

Dari informasi diatas bisa diketahui bahwa dengan memanfaatkan teknologi RFID untuk pembayaran tagihan rekening listrik dengan sistem member card, sangatlah efisien dan efektif karena proses yang lebih cepat dan muda penggunaannya

4.7.1. Analisis Hasil Pengujian Sistem

Analisis hasil pengujian sistem merupakan analisis dari seluruh proses yang terjadi dalam perancangan alat ini.

4.7.2. Proses Identifikasi Dan Sistem Transaksi

- a. Pada saat kartu Tag berada dalam jarak jangkuan *reader* maka akan terjadi proses

identifikasi yang bisa memberikan informasi mengenai si pemilik kartu tersebut hal tersebut bisa dilihat dari gambar berikut:

Frmbayar

**PT PLN (PERSERO DISTRIBUSI JAWA TIMUR
MALANG/OPPIR BLIMBING)**

TGL BAYAR 27/02/2007

No RFID 046203326215

IDPEL/NOPEL 5155001332 DA0122193

NAMA AGUNG ASMARA SANTO

ALAMAT JL TELUK CENDRAWASI RT

TELP (0341) 447594

BL/TH REK 03/07 **DAYA** 1200

BEBAN 22000

REKENING 142000

**PLN MENYATAKAN STRUK INI SEBAGAI
BUKTI PEMBAYARAN YANG SAH**

PJJ 12500

TAGIHAN 176500

GARDU/TIANG GWETM00147

BAYAR **Cancel**

Gbr. 4-10. Kotak Dialog Pembayaran Rekening Listrik

Setelah dilakukan percobaan maka untuk mendapatkan hasil maksimal, maka kartu harus berada dalam jarak 1- 7 cm

- b. Setelah proses identifikasi selesai langkah selanjutnya proses pembayaran

Dan proses print out bukti pembayaran tagihan rekening listrik

**PT PLN (PERSERO DISTRIBUSI JAWA TIMUR)
MALANG / OPIR BLIMBING**

BUKTI PEMBAYARAN TAGIHAN LISTRIK

IDPEL/NOPEL : 5155001332 / DA0122193
 NAMA : AGUNG ASMARA SANTO
 ALAMAT : JLTELUK CENDRAWASI RT/RW 04/06
 NO TELP : (0341) 447594

BL / TH REK : 03/07 TARIF/DAYA : 1200
 RP. BEBAN : Rp. 22000.00
 RP. REKENING : Rp. 142000.00

**PLN MENYATAKAN STRUK INI SEBAGAI
BUKTI PEMBAYARAN YANG SAH**

RP. PPJ : Rp. 12500.00
 RP. TAGIHAN : Rp. 176500.00

TGL BAYAR : 2/27/2007 5:47:46PM /LUNAS
 GARDU/TIANG : GWETM00147
 VALIDASI : 03/07046203326215

Gbr. 4-11. Print Out Pembayaran Tagihan Listrik

4.7. Proses Update Data Rekening

Pada proses update data rekening ini yang mengalami perubahan adalah bulan dan tahun, rekening, tagihan rekening dan jumlah total tagihan

The screenshot shows a dialog box titled "Setting Rekening" with the following fields and values:

No RFID	046203326215	Tagihan bulan/tahun	03/07
ID Pelanggan	5155001332	Beban	22000
No Pelanggan	DA0122193	Rekening	162000
Nama	AGUNG ASMARA SANTO	PPJ	12500
Alamat	JLTELUK CENDRAWASI RT/	Tagihan	196500
No telp	(0341) 447594		
Daya	1200		
No Gardu	GWETM00147		

At the bottom of the dialog, there are three buttons: "Save" (with a checkmark icon), "Delete" (with an X icon), and "Cancel" (with a circle and slash icon).

Gbr. 4-12. Kotak Dialog Update Data Rekening

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari perancangan dan pembuatan alat sistem pembayaran rekening listrik dengan Member Card yang memanfaatkan teknologi RFID, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- RFID yang digunakan berbentuk kartu dimana mempunyai jarak jangkauan yang bisa dideteksi *reader* dengan baik 1-7 cm.
- Dengan alat ini proses pembayaran rekening listrik bisa lebih efisien dan efektif karena prosesnya lebih cepat dan mudah penggunaannya
- RFID bekerja pada frekuensi 125 KHz, pengaruh frekuensi kepada pembacaan Tidak ada kecuali jika dalam pengujian ada suatu alat pengujian yang memiliki frekuensi yang sama atau memiliki frekuensi yang lebih tinggi

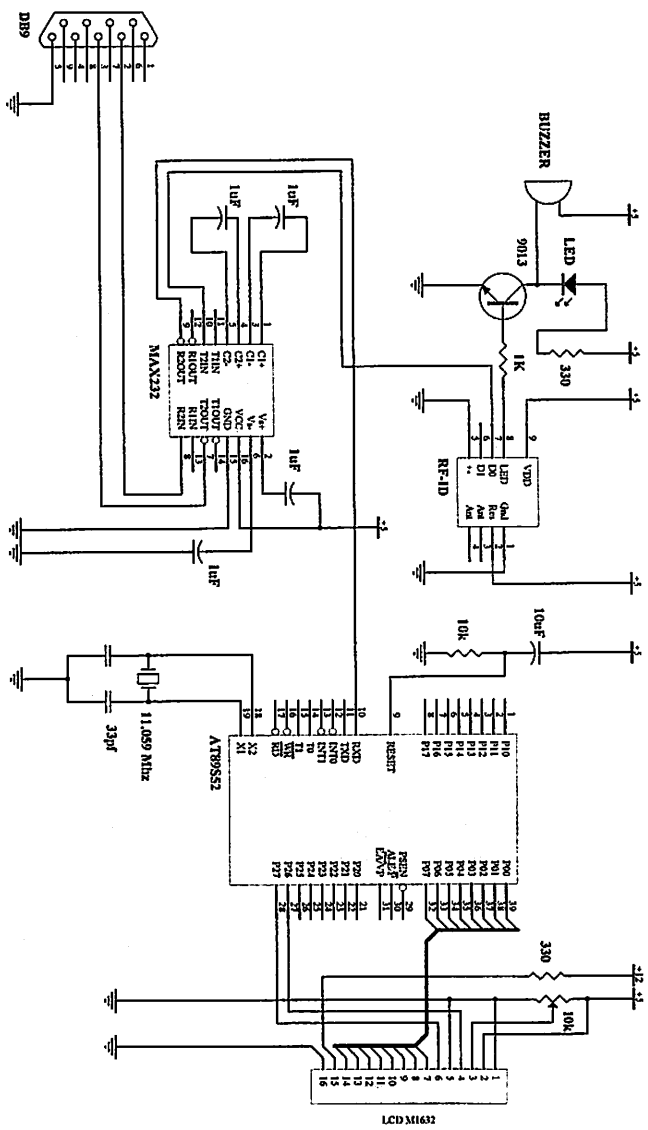
5.2 Saran

Beberapa saran yang penulis dapat sampaikan untuk pengembangan alat ini adalah sebagai berikut:

- Untuk pengembangan lebih lanjut diharapkan agar alat ini dapat ditingkatkan atau dikembangkan penggunaannya, guna mendapat hasil yang optimal dikemudian hari, tidak hanya sebatas sebagai alat sistem pembayaran tagihan rekening listrik saja akan tetapi bisa juga diaplikasikan pada yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Data sheet Atmel AT 89S52
2. Data sheet RFID
3. Data sheet Maxim RS232
4. Moh. Ibnu Malik, ST (2003), Belajar Mikrokontroler ATMELAT89S8252,
Yogyakarta : Gava Media
5. Sudjadi (2005), Teori Dan Aplikasi Mikrokontroler, Yogyakarta : Graha
Ilmu
6. <http://www.maxim-ic.com>.
7. <http://www.digi-ware.com>.
8. M. Agus J. Alam, Belajar Sendiri Mengolah Database Dengan Borland
Delphi 7, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta 2003



Title		Perencanaan RFID	
Size	Number	Revisi	
D			
Page	1	Sheet of	
File	D:\CIRCUIT\RFID	Drawn By:	Amang Adhitya Satrio

LAMPIRAN

```

    org    0h
;
Rest    Bit P2.7
Enbl    Bit P2.6
Ch10    Equ 30h
Ch11    Equ 31h
Ch12    Equ 32h
Ch13    Equ 33h
Ch14    Equ 34h
Ch15    Equ 35h
Ch16    Equ 36h
Ch17    Equ 37h
Ch18    Equ 38h
Ch19    Equ 39h
Ch1A    Equ 3Ah
Ch1B    Equ 3Bh
Ch1C    Equ 3Ch
Ch1D    Equ 3Dh
Ch1E    Equ 3Eh
Ch1F    Equ 3Fh
Ch20    Equ 40h
Ch21    Equ 41h
Ch22    Equ 42h
Ch23    Equ 43h
Ch24    Equ 44h
Ch25    Equ 45h
Ch26    Equ 46h
Ch27    Equ 47h
Ch28    Equ 48h
Ch29    Equ 49h
Ch2A    Equ 4Ah
Ch2B    Equ 4Bh
Ch2C    Equ 4Ch
Ch2D    Equ 4Dh
Ch2E    Equ 4Eh
Ch2F    Equ 4Fh
Hurf    Equ 50h
Dly0    Equ 51h
Dly1    Equ 52h
Dly2    Equ 53h
;
init:   acall lcd_op
        acall in_srl
;
mulai:  mov   DPTR,#nama
        acall line1
        mov  Hurf,#16
        acall tulis
        mov  DPTR,#nim
        acall line2

```



```

    mov  Hurf,#16
    acall tulis
;
    acall bc_rid
;
mov  DPTR,#judul
    acall line1
    mov  Hurf,#16
    acall tulis
    acall line2
    mov  R0,Ch10
    acall w_chr
    mov  R0,Ch11
    acall w_chr
    mov  R0,Ch12
    acall w_chr
    mov  R0,Ch13
    acall w_chr
    mov  R0,Ch14
    acall w_chr
    mov  R0,Ch15
    acall w_chr
    mov  R0,Ch16
    acall w_chr
    mov  R0,Ch17
    acall w_chr
    mov  R0,Ch18
    acall w_chr
    mov  R0,Ch19
    acall w_chr
    mov  R0,Ch1A
    acall w_chr
    mov  R0,Ch1B
    acall w_chr
    mov  R0,Ch1C
    acall w_chr
    mov  R0,Ch1D
    acall w_chr
    mov  R0,Ch1E
    acall w_chr
    mov  R0,Ch1F
    acall w_chr
    acall delay1
    ljmp mulai
;
bc_rid: acall bc_srl
    mov  Ch10,A
    acall bc_srl
    mov  Ch11,A
    acall bc_srl

```

```

mov   Ch12,A
      acall bc_srl
mov   Ch13,A
      acall bc_srl
mov   Ch14,A
      acall bc_srl
mov   Ch15,A
      acall bc_srl
mov   Ch16,A
      acall bc_srl
mov   Ch17,A
      acall bc_srl
mov   Ch18,A
      acall bc_srl
mov   Ch19,A
      acall bc_srl
mov   Ch1A,A
      acall bc_srl
mov   Ch1B,A
      acall bc_srl
mov   Ch1C,A
      acall bc_srl
mov   Ch1D,A
      acall bc_srl
mov   Ch1E,A
      acall bc_srl
mov   Ch1F,A
      ret
;
bc_srl: jnb  RI,$
        clr  RI
        mov  A,SBUF
        ret
;
line1:  mov  R0,#80h
        acall w_ins
        ret
;
line2:  mov  R0,#0C0h
        acall w_ins
        ret
;
tulis:  clr   A
movc   A,@A+DPTR
        mov  R0,A
        inc  DPTR
        acall w_chr
        djnz huruf,tulis
        ret
;

```

```

wr_chr: movc  A,@A+DPTR
        mov  R0,A
        acall w_chr
        ret
;
w_ins:  clr  Enbl
        clr  Rest
        mov  P0,R0
        setb Enbl
        clr  Enbl
        acall jeda
        ret
;
w_chr:  clr  Enbl
        setb Rest
        mov  P0,R0
        setb Enbl
        clr  Enbl
        acall jeda
        ret
;
lcd_op: acall delays
        mov  R0,#01h                ; Display Clear
        acall w_ins
        mov  R0,#38h                ; Function Set
        acall w_ins
        mov  R0,#0Dh                ; Display On, Cursor, Blink
        acall w_ins
        mov  R0,#06h                ; Entry Mode
        acall w_ins
        mov  R0,#02h                ; Cursor Home
        acall w_ins
        acall delays
        ret
;
in_srl: setb  EA
        mov  TMOD,#20h
        mov  TH1,#0FDh
        setb TR1
        mov  SCON,#50h
        setb ES
        ret
;
kr_srl: clr  ES
        mov  SBUF,R1
        jnb  TI,$
        clr  TI
        setb ES
        ret
;

```

```
jeda: djnz Dly0,$
      ret
;
delays: acall jeda
        djnz Dly1,delays
        ret
;
delayl: mov  Dly2,#20
dlyl:  acall delays
        djnz Dly2,dlyl
        ret
;
nama:  DB   ' Agung Asmara '
nim:   DB   ' NIM: 02.17.164 '
judul: DB   'Perancangan RFID'
bylstr: DB  ' Bayar Listrik? '
angka: DB  '0123456789  '
;
      end
```

```
object FrmPelanggan: TFrmPelanggan
Left = 343
Top = 160
BorderStyle = bsSingle
Caption = 'Setting Data Pelanggan'
ClientHeight = 310
ClientWidth = 439
Color = clSkyBlue
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = []
OldCreateOrder = False
Position = poScreenCenter
OnClose = FormClose
OnShow = FormShow
PixelsPerInch = 96
TextHeight = 13
object Label1: TLabel
Left = 16
Top = 56
Width = 50
Height = 13
Caption = 'No RFID'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
end
object Label2: TLabel
Left = 16
Top = 80
Width = 78
Height = 13
Caption = 'ID Pelanggan'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
end
object Label3: TLabel
```

```
Left = 16
Top = 152
Width = 39
Height = 13
Caption = 'Alamat'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
end
object Label4: TLabel
Left = 16
Top = 176
Width = 42
Height = 13
Caption = 'No telp'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
end
object Label5: TLabel
Left = 16
Top = 200
Width = 30
Height = 13
Caption = 'Daya'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
end
object Label6: TLabel
Left = 16
Top = 224
Width = 55
Height = 13
Caption = 'No Gardu'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
```

```
Font.Height = -11
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
end
object Label7: TLabel
Left = 16
Top = 128
Width = 33
Height = 13
Caption = 'Nama'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
end
object Label8: TLabel
Left = 16
Top = 104
Width = 81
Height = 13
Caption = 'No Pelanggan'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
end
object Label9: TLabel
Left = 288
Top = 72
Width = 123
Height = 13
Caption = 'Verifikasi ID && No Pel'
Font.Charset = DEFAULT_CHARSET
Font.Color = clWindowText
Font.Height = -11
Font.Name = 'MS Sans Serif'
Font.Style = [fsBold]
ParentFont = False
end
object TxtRFID: TEdit
Left = 128
```



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 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.

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

Using the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 14-bit counter overflows when it reaches 16383 (3FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least every 16383 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When

WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is $98 \times TOSC$, where $TOSC = 1/FOSC$. To make the best use of the WDT, it should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

WDT During Power-down and Idle

In Power-down mode the oscillator stops, which means the WDT also stops. While in Power-down mode, the user does not need to service the WDT. There are two methods of exiting Power-down mode: by a hardware reset or via a level-activated external interrupt which is enabled prior to entering Power-down mode. When Power-down is exited with hardware reset, servicing the WDT should occur as it normally does whenever the 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, please click on the document link below:

http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/DOC4316.PDF

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, please click on the document link below:

http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/DOC4316.PDF



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 $C/\overline{T}2$ in the SFR T2CON (shown in Table 5-2). 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 10-1. 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 10-1. Timer 2 Operating Modes

RCLK +TCLK	CP/ $\overline{RL}2$	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)

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.

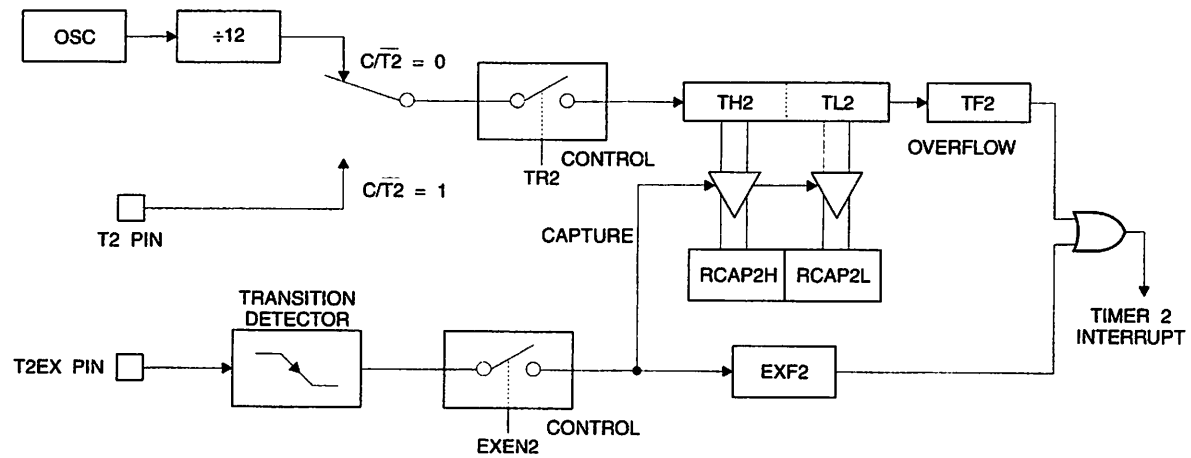
Capture Mode

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 10-1.

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 10-2). 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.

10-1. Timer in Capture Mode



10-2. T2MOD – Timer 2 Mode Control Register

T2MOD Address = 0C9H								Reset Value = XXXX XX00B	
Not Bit Addressable									
-	-	-	-	-	-	T2OE	DCEN		
7	6	5	4	3	2	1	0		
Function									
Not implemented, reserved for future									
Timer 2 Output Enable bit									
When set, this bit allows Timer 2 to be configured as an up/down counter									

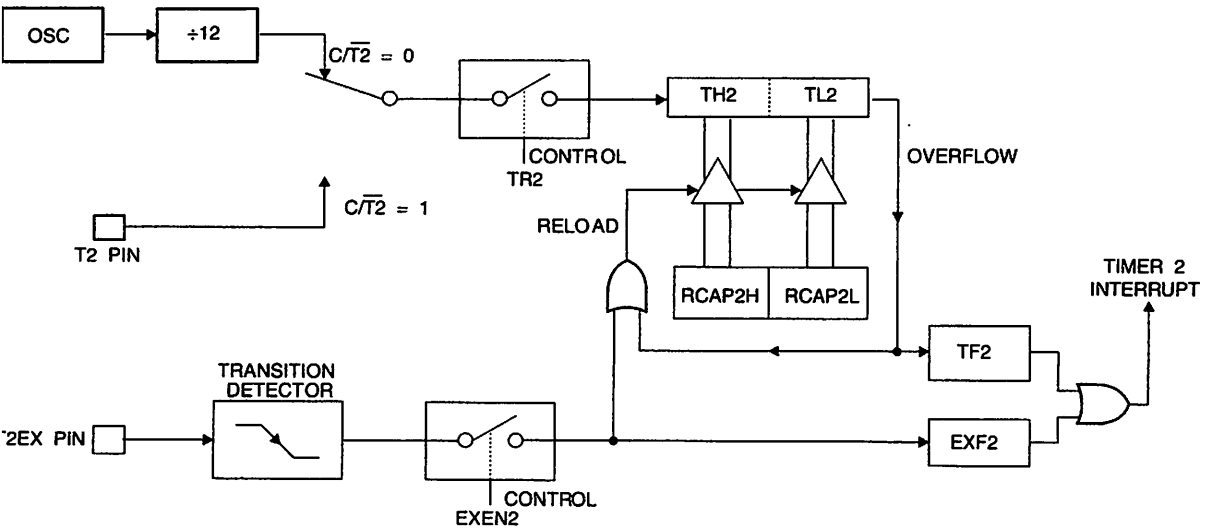
Figure 10-2 shows Timer 2 automatically counting up when DCEN = 0. In this mode, two options are selected by bit EXEN2 in T2CON. If EXEN2 = 0, Timer 2 counts up to 0FFFFH and then sets the TF2 bit upon overflow. The overflow also causes the timer registers to be reloaded with the 16-bit value in RCAP2H and RCAP2L. The values in Timer in Capture Mode RCAP2H 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 10-2. 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.

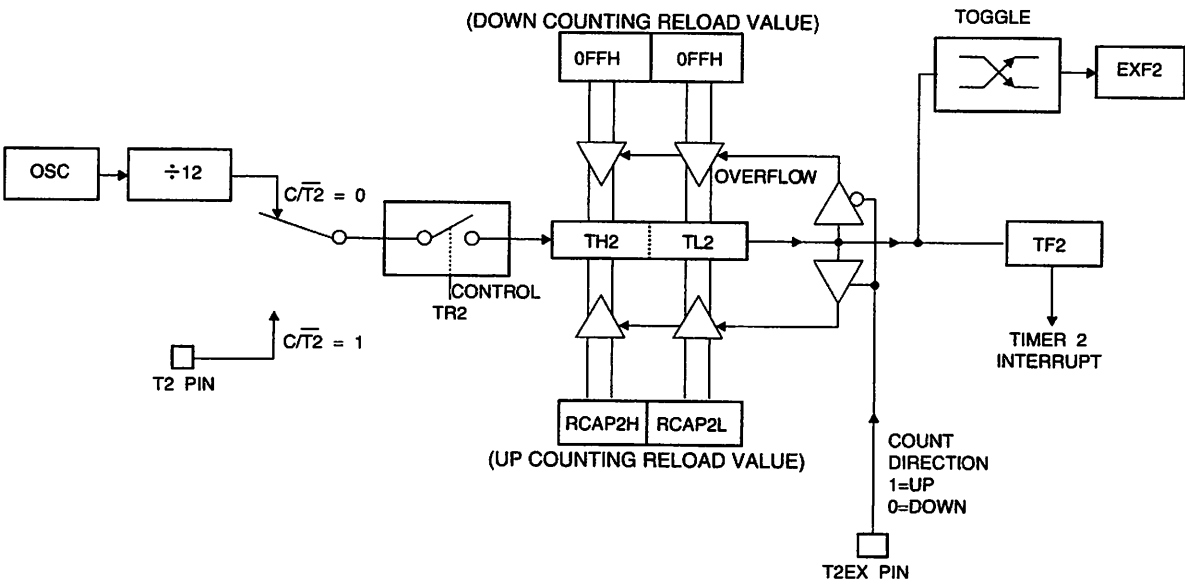
A logic 0 at T2EX makes Timer 2 count down. The timer underflows when TH2 and TL2 equal the values stored in RCAP2H and RCAP2L. The underflow sets the TF2 bit and causes 0FFFFH to be reloaded into the timer registers.

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.

10-2. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 0)



10-3. Timer 2 Auto Reload Mode (DCEN = 1)



Baud Rate Generator

Timer 2 is selected as the baud rate generator by setting TCLK and/or RCLK in T2CON (Table 5-2). 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 11-1.

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.

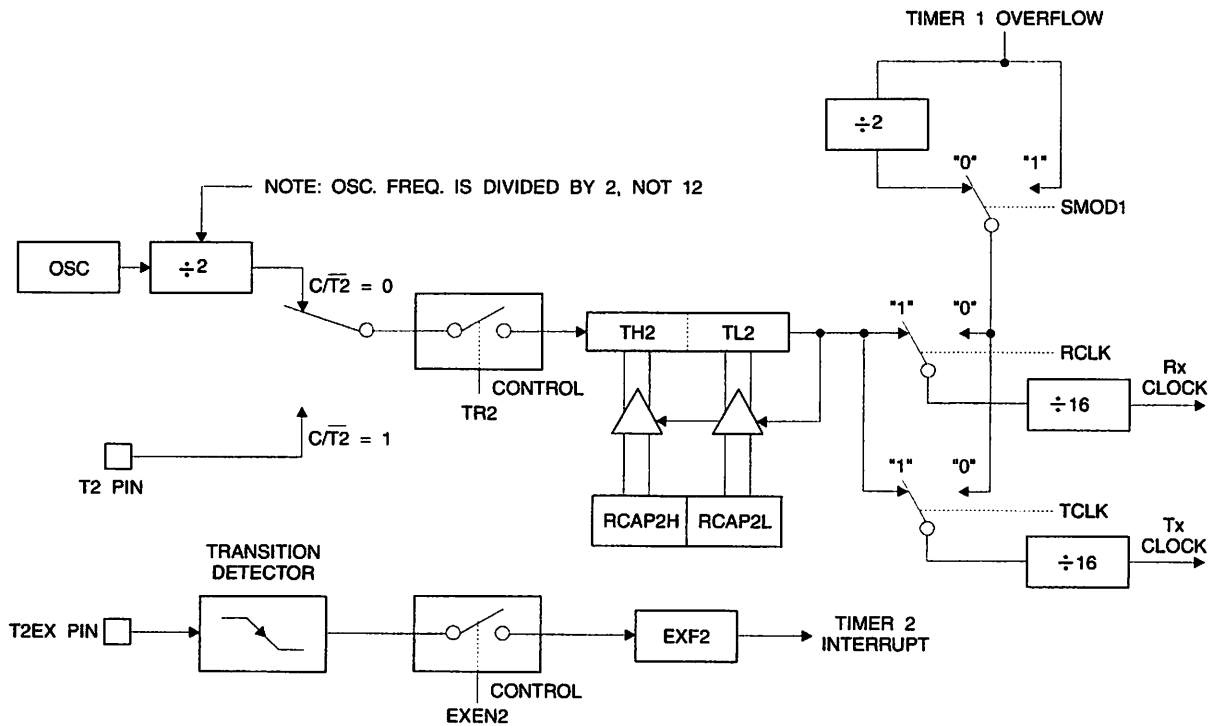
$$\frac{\text{Modes 1 and 3}}{\text{Baud Rate}} = \frac{\text{Oscillator Frequency}}{32 \times [65536 - \text{RCAP2H,RCAP2L}]}$$

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 11-1. 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 11-1. Timer 2 in Baud Rate Generator Mode



Programmable Clock Out

A 50% duty cycle clock can be programmed to come out on P1.0, as shown in Figure 12-1. 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 (for a 16-MHz operating frequency).

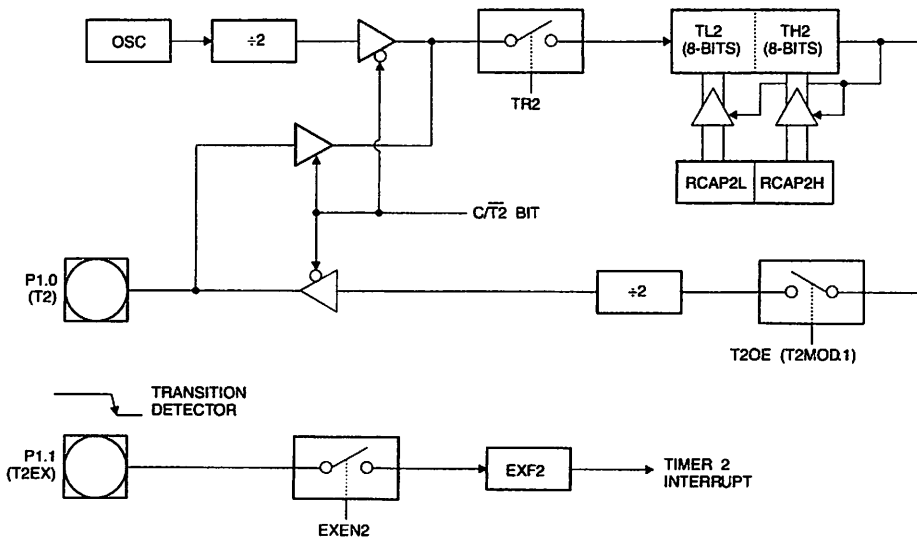
To configure the Timer/Counter 2 as a clock generator, bit $\overline{C/T2}$ (T2CON.1) must be cleared and bit T2OE (T2MOD.1) must be set. Bit TR2 (T2CON.2) starts and stops the timer.

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.

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

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.

12-1. Timer 2 in Clock-Out Mode



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 13-1.

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

Note that Table 13-1 shows that bit position IE.6 is unimplemented. User software should not write a 1 to this bit position, since it 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.

3-1. Interrupt Enable (IE) Register

MSB) (LSB)							
EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

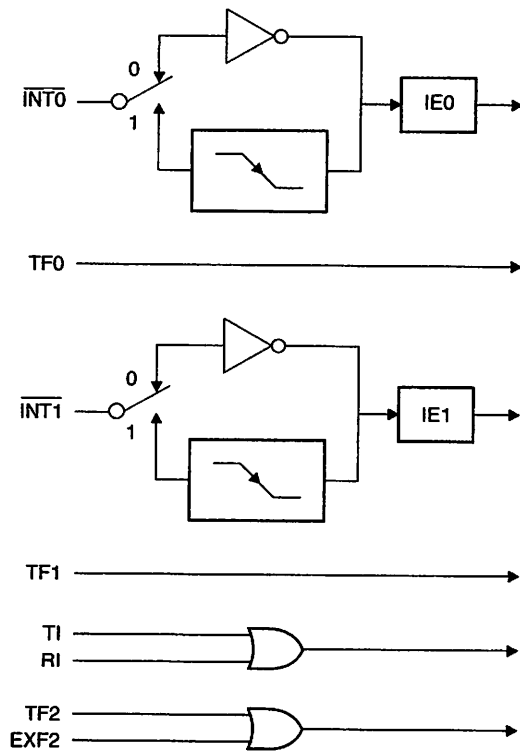
Enable Bit = 1 enables the interrupt.

Enable Bit = 0 disables the interrupt.

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

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

3-1. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 16-1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 16-2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

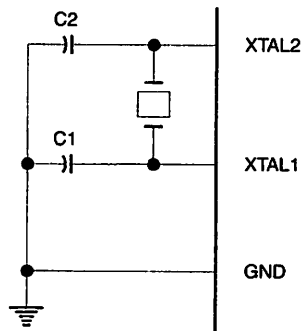
In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware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

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 16-1. Oscillator Connections



- Note: 1. C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
 = 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 16-2. External Clock Drive Configuration

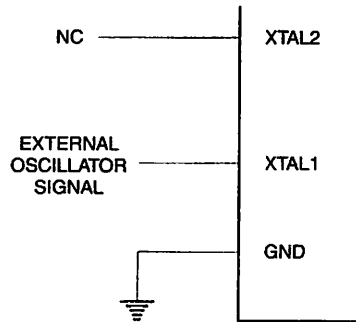


Table 16-1. Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{\text{PSEN}}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

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 Table 17-1.

Table 17-1. Lock Bit Protection Modes

	Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOV _C instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, $\overline{\text{EA}}$ 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 $\overline{\text{EA}}$ 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 $\overline{\text{EA}}$ 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 Modes” (Table 22-1) and Figure 22-1 and Figure 22-2. 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 μ s. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The 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/Busy: The progress of byte programming can also be monitored by the $\overline{RDY}/\overline{BSY}$ 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 \overline{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 AT89S52
- (200H) = 06H

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





rogramming the Flash – Serial Mode

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

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

Either an external system clock can be supplied at pin XTAL1 or a crystal needs to be connected across pins XTAL1 and XTAL2. The maximum serial clock (SCK) frequency should be less than 1/16 of the crystal frequency. With a 33 MHz oscillator clock, the maximum SCK frequency is 2 MHz.

Serial Programming Algorithm

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

1. Power-up sequence:
 - a. Apply power between VCC and GND pins.
 - b. Set RST pin to "H".

If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 33 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.

2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 16.
3. The Code array is programmed one byte at a time in either the Byte or Page mode. The write cycle is self-timed and typically takes less than 0.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction 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):

1. Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).
2. Set RST to "L".
3. Turn V_{CC} power off.

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 24-1.

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.

Most major worldwide programming vendors offer support for the Atmel AT89 microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

2-1. Flash Programming Modes

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

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



Figure 22-1. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

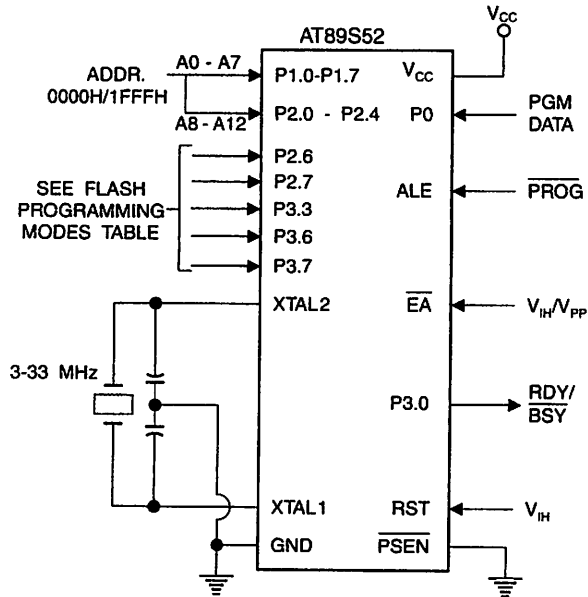
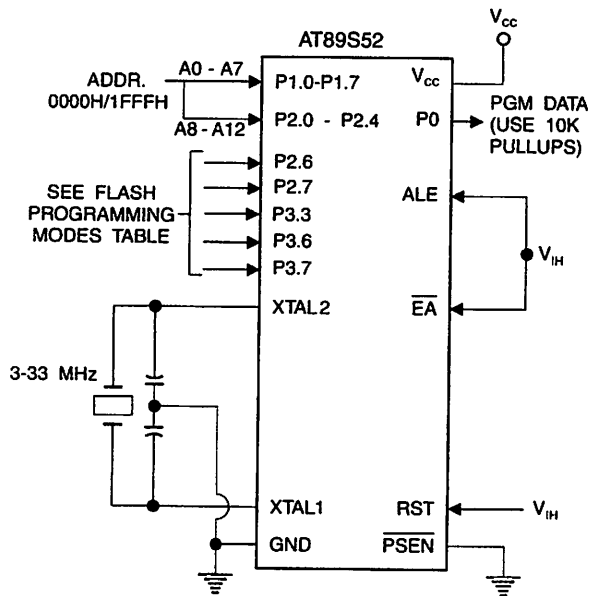


Figure 22-2. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

0°C to 30°C, V_{CC} = 4.5 to 5.5V

Parameter	Min	Max	Units
Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
Programming Supply Current		10	mA
V _{CC} Supply Current		30	mA
Oscillator Frequency	3	33	MHz
Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48 t _{CLCL}		
Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$	48 t _{CLCL}		
Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48 t _{CLCL}		
Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	48 t _{CLCL}		
P2.7 (ENABLE) High to V _{PP}	48 t _{CLCL}		
V _{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
V _{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
$\overline{\text{PROG}}$ Width	0.2	1	μs
Address to Data Valid		48 t _{CLCL}	
$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		48 t _{CLCL}	
Data Float After $\overline{\text{ENABLE}}$	0	48 t _{CLCL}	
$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
Byte Write Cycle Time		50	μs

23-1. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

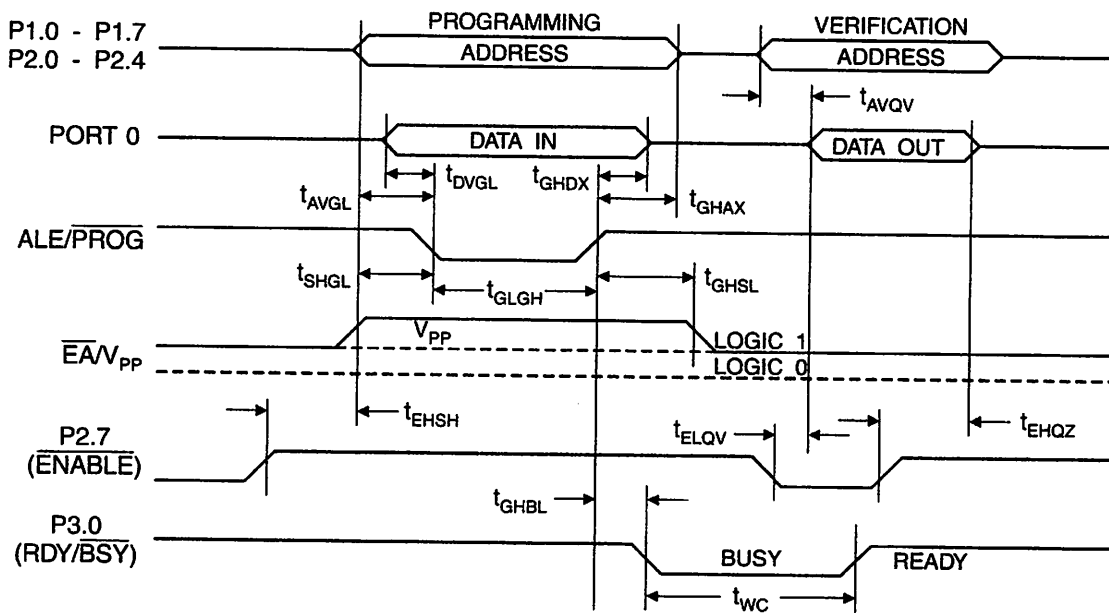
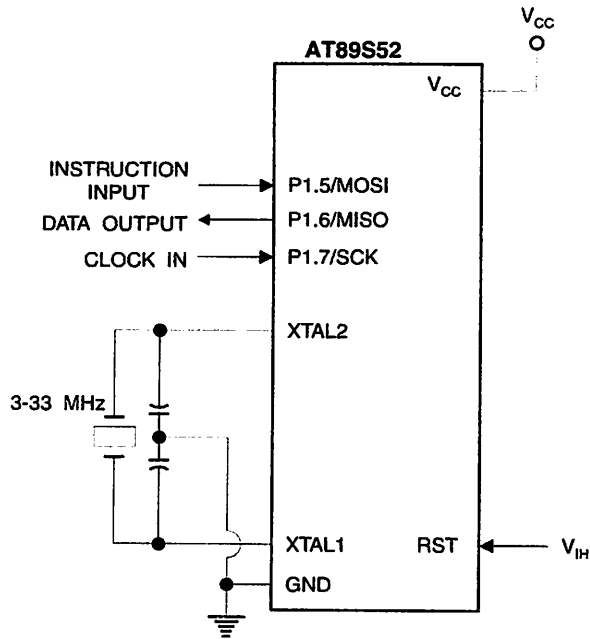
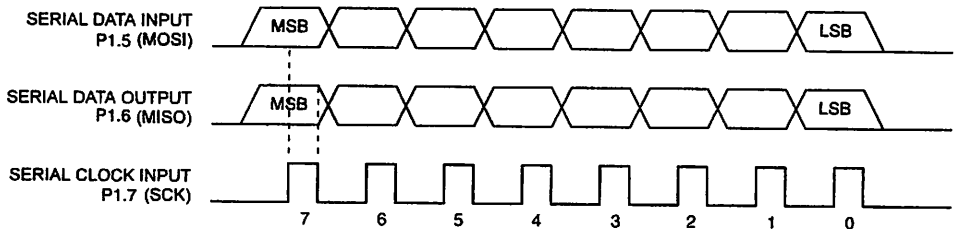


Figure 23-2. Flash Memory Serial Downloading



Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 24-1. Serial Programming Waveforms



-1. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format				Operation
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output on MISO)	Enable Serial Programming while RST is high
Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Program Memory (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
Program Memory (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
Lock Bits ⁽¹⁾	1010 1100	1110 00B1 B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (1).
Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxx LB3 LB2 LB1 xx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Signature Bytes	0010 1000	xxx A12 A11 A10 A9 A8	A7 xxx xxx0	Signature Byte	Read Signature Byte
Program Memory (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)
Program Memory (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)

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

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

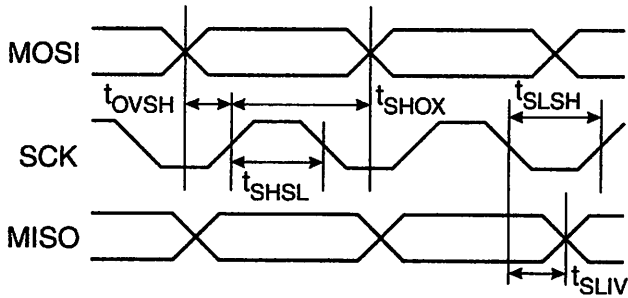
After Reset signal is high, SCK should be low for at least 64 system clocks before it goes high to clock in the enable data bytes. No pulsing of Reset signal is necessary. SCK should be no faster than 1/16 of the system clock at XTAL1.

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

25-1. Serial Programming Timing



25-1. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

Parameter	Min	Typ	Max	Units
Oscillator Frequency	3		33	MHz
Oscillator Period	30			ns
SCK Pulse Width High	$8 t_{CLCL}$			ns
SCK Pulse Width Low	$8 t_{CLCL}$			ns
MOSI Setup to SCK High	t_{CLCL}			ns
MOSI Hold after SCK High	$2 t_{CLCL}$			ns
SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
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
Maximum 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

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

Parameter	Condition	Min	Max	Units
Input Low Voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	$0.2 V_{CC}-0.1$	V
Input Low Voltage (\overline{EA})		-0.5	$0.2 V_{CC}-0.3$	V
Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC}+0.9$	$V_{CC}+0.5$	V
Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC}+0.5$	V
Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, \overline{PSEN})	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, \overline{PSEN})	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
	$I_{OH} = -25 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
	$I_{OH} = -10 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
	$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
	$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}, V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-300	μA
Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
Reset Pulldown Resistor		50	300	K Ω
Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
	Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
Power-down Mode ⁽¹⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50	μA

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.





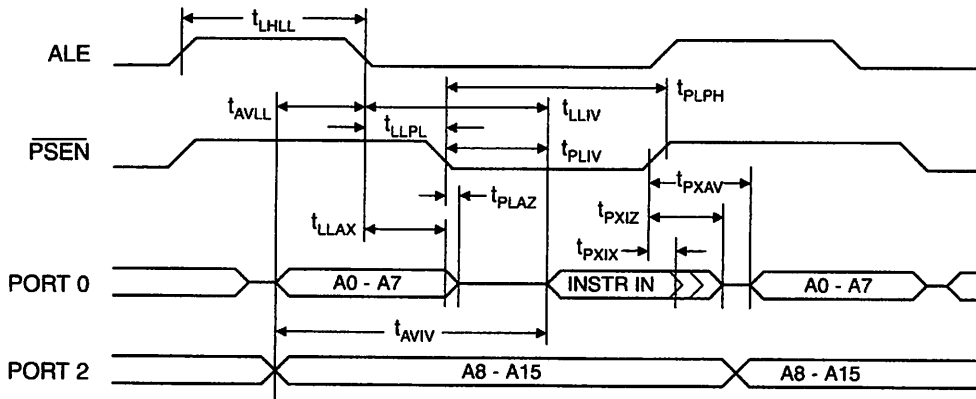
AC Characteristics

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

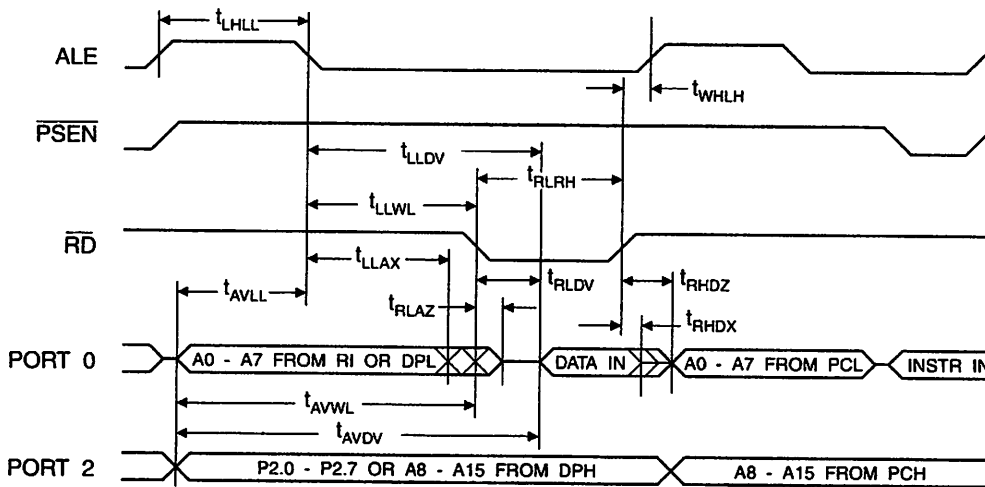
External Program and Data Memory Characteristics

Signal	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
	Oscillator Frequency			0	33	MHz
	ALE Pulse Width	127		$2t_{\text{CLCL}}-40$		ns
	Address Valid to ALE Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
	Address Hold After ALE Low	48		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{\text{CLCL}}-65$	ns
	ALE Low to $\overline{\text{PSEN}}$ Low	43		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ Pulse Width	205		$3t_{\text{CLCL}}-45$		ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Valid Instruction In		145		$3t_{\text{CLCL}}-60$	ns
	Input Instruction Hold After $\overline{\text{PSEN}}$	0		0		ns
	Input Instruction Float After $\overline{\text{PSEN}}$		59		$t_{\text{CLCL}}-25$	ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ to Address Valid	75		$t_{\text{CLCL}}-8$		ns
	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{\text{CLCL}}-80$	ns
	$\overline{\text{PSEN}}$ Low to Address Float		10		10	ns
	$\overline{\text{RD}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
	$\overline{\text{WR}}$ Pulse Width	400		$6t_{\text{CLCL}}-100$		ns
	$\overline{\text{RD}}$ Low to Valid Data In		252		$5t_{\text{CLCL}}-90$	ns
	Data Hold After $\overline{\text{RD}}$	0		0		ns
	Data Float After $\overline{\text{RD}}$		97		$2t_{\text{CLCL}}-28$	ns
	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{\text{CLCL}}-150$	ns
	Address to Valid Data In		585		$9t_{\text{CLCL}}-165$	ns
	ALE Low to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	200	300	$3t_{\text{CLCL}}-50$	$3t_{\text{CLCL}}+50$	ns
	Address to $\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ Low	203		$4t_{\text{CLCL}}-75$		ns
	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ Transition	23		$t_{\text{CLCL}}-30$		ns
	Data Valid to $\overline{\text{WR}}$ High	433		$7t_{\text{CLCL}}-130$		ns
	Data Hold After $\overline{\text{WR}}$	33		$t_{\text{CLCL}}-25$		ns
	$\overline{\text{RD}}$ Low to Address Float		0		0	ns
	$\overline{\text{RD}}$ or $\overline{\text{WR}}$ High to ALE High	43	123	$t_{\text{CLCL}}-25$	$t_{\text{CLCL}}+25$	ns

External Program Memory Read Cycle

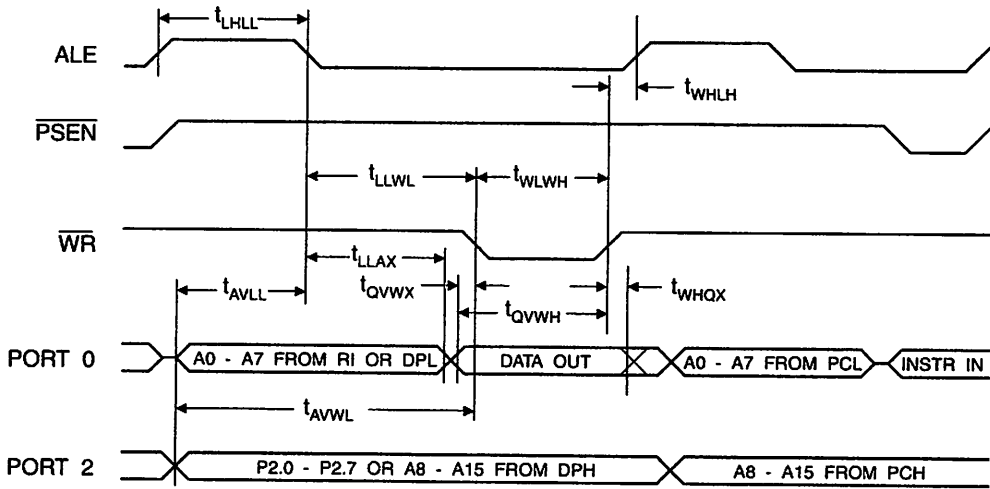


External Data Memory Read Cycle

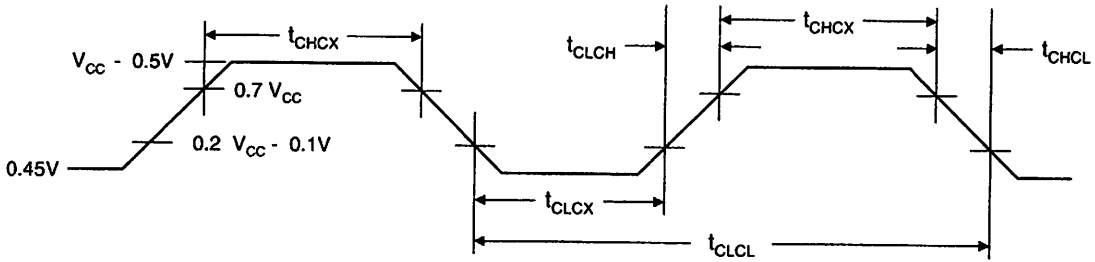




External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

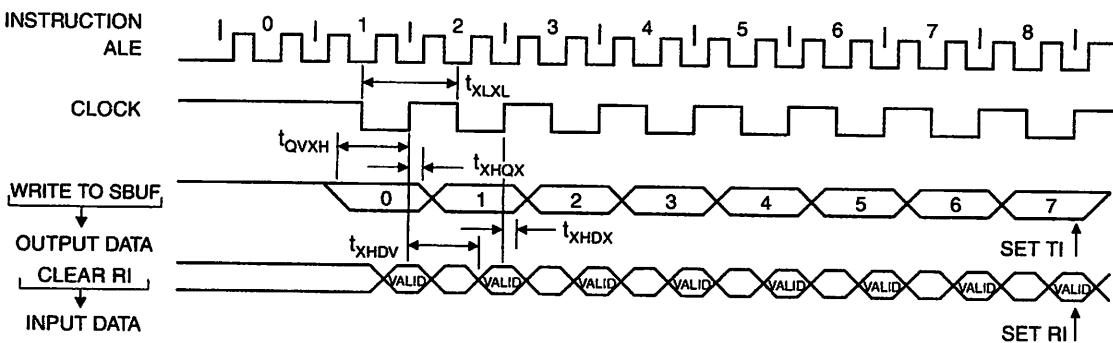
Parameter	Min	Max	Units
Oscillator Frequency	0	33	MHz
Clock Period	30		ns
High Time	12		ns
Low Time	12		ns
Rise Time		5	ns
Fall Time		5	ns

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

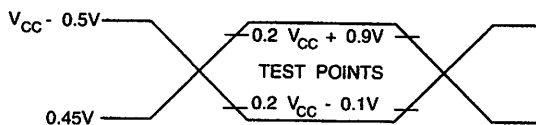
Values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $5.5V$ and Load Capacitance = 80 pF .

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

Shift Register Mode Timing Waveforms

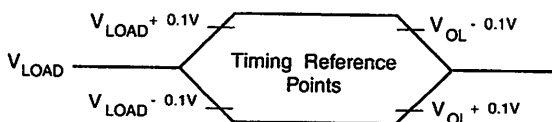


AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



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

Float Waveforms⁽¹⁾



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



Ordering Information

Standard Package

Lead Count (Pins)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range		
4	4.0V to 5.5V	AT89S52-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)		
		AT89S52-24JC	44J			
		AT89S52-24PC	40P6			
		AT89S52-24SC	42PS6			
		3	4.5V to 5.5V	AT89S52-33AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
				AT89S52-33JC	44J	
				AT89S52-33PC	40P6	
				AT89S52-33SC	42PS6	
4	4.0V to 5.5V	AT89S52-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)		
		AT89S52-24JI	44J			
		AT89S52-24PI	40P6			
		AT89S52-24SI	42PS6			

Green Package Option (Pb/Halide-free)

Lead Count (Pins)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
4	4.0V to 5.5V	AT89S52-24AU	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		AT89S52-24JU	44J	
		AT89S52-24PU	40P6	

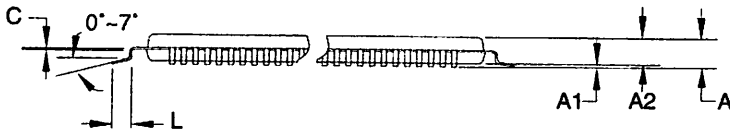
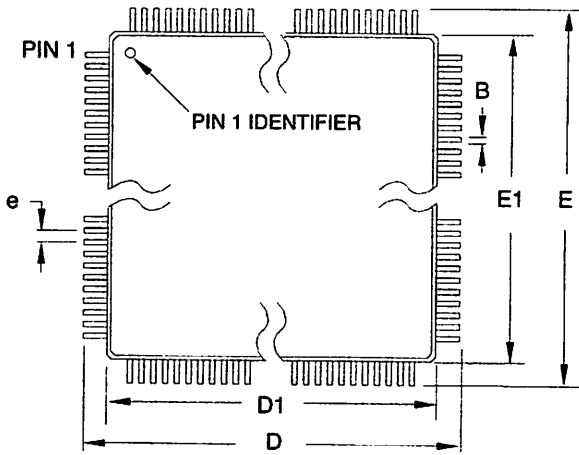
Package Type

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

AT89S52

Packaging Information

44A – TQFP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	1.20	
A1	0.05	-	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	11.75	12.00	12.25	
D1	9.90	10.00	10.10	Note 2
E	11.75	12.00	12.25	
E1	9.90	10.00	10.10	Note 2
B	0.30	-	0.45	
C	0.09	-	0.20	
L	0.45	-	0.75	
e	0.80 TYP			

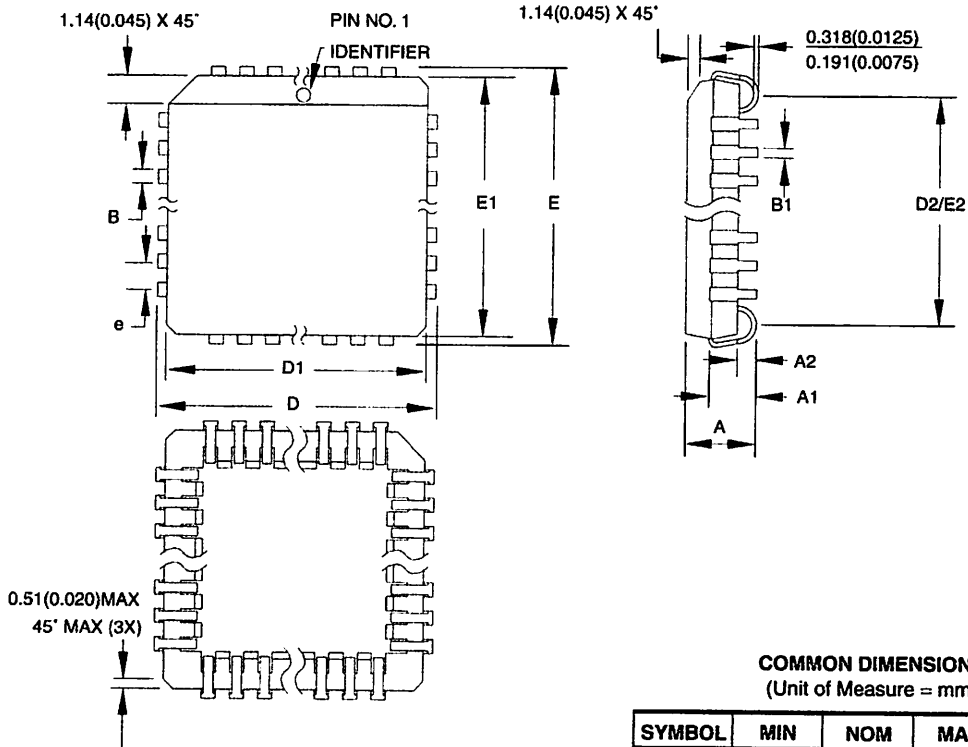
- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ACB.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
 3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

10/5/2001

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 44A, 44-lead, 10 x 10 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness, 0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP)	DRAWING NO.	REV.
		44A	B



44J - PLCC



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

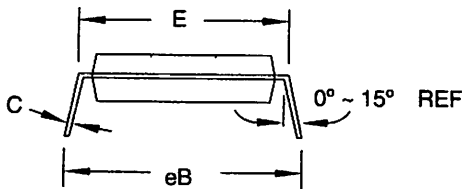
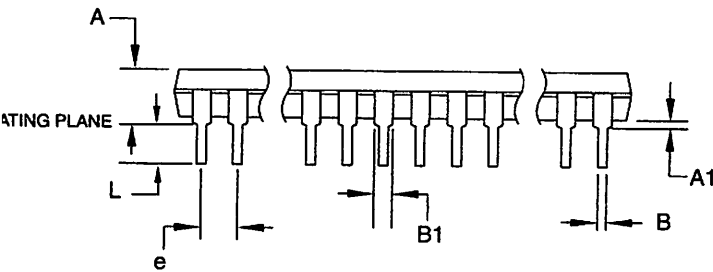
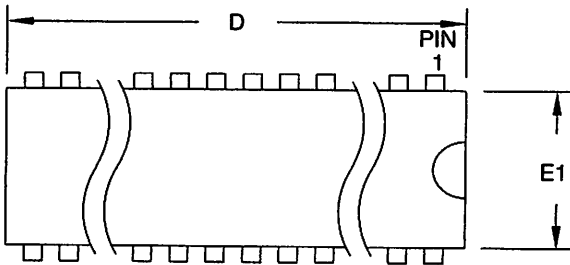
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	4.191	-	4.572	
A1	2.286	-	3.048	
A2	0.508	-	-	
D	17.399	-	17.653	
D1	16.510	-	16.662	Note 2
E	17.399	-	17.653	
E1	16.510	-	16.662	Note 2
D2/E2	14.986	-	16.002	
B	0.660	-	0.813	
B1	0.330	-	0.533	
e	1.270 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-018, Variation AC.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is .010" (0.254 mm) per side. Dimension D1 and E1 include mold mismatch and are measured at the extreme material condition at the upper or lower parting line.
 3. Lead coplanarity is 0.004" (0.102 mm) maximum.

10/04/01

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE	DRAWING NO.	REV.
	44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)	44J	B

40P6 – PDIP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	–	–	4.826	
A1	0.381	–	–	
D	52.070	–	52.578	Note 2
E	15.240	–	15.875	
E1	13.462	–	13.970	Note 2
B	0.356	–	0.559	
B1	1.041	–	1.651	
L	3.048	–	3.556	
C	0.203	–	0.381	
eB	15.494	–	17.526	
e	2.540 TYP			

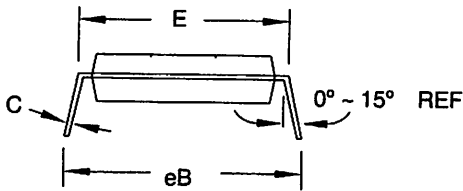
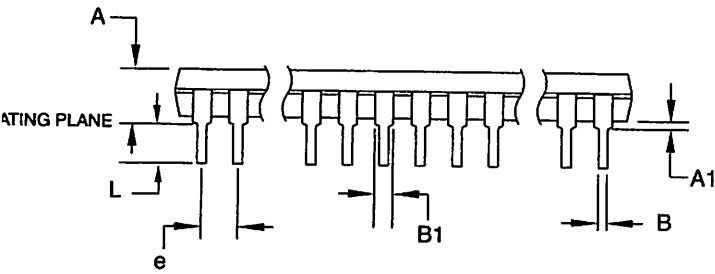
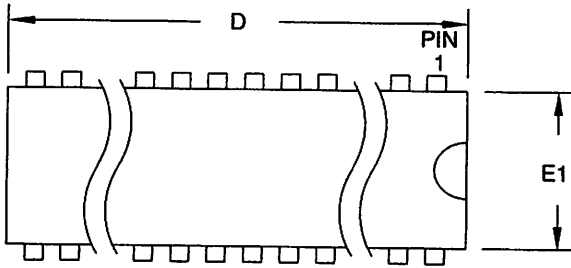
- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AC.
 2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

09/28/01

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 40P6, 40-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual Inline Package (PDIP)	DRAWING NO. 40P6	REV. B
--------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------	------------------



42PS6 – PDIP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	4.83	
A1	0.51	-	-	
D	36.70	-	36.96	Note 2
E	15.24	-	15.88	
E1	13.46	-	13.97	Note 2
B	0.38	-	0.56	
B1	0.76	-	1.27	
L	3.05	-	3.43	
C	0.20	-	0.30	
eB	-	-	18.55	
e	1.78 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AC.
 2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

11/6/03

2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 42PS6, 42-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual Inline Package (PDIP)	DRAWING NO. 42PS6	REV. A
--------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	------------------



Atmel Corporation

25 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 487-2600

Regional Headquarters

Europe
Atmel Sarl
Route des Arsenaux 41
Case Postale 80
CH-1705 Fribourg
Switzerland
Tel: (41) 26-426-5555
Fax: (41) 26-426-5500

Asia
Room 1219
Tinachem Golden Plaza
Mody Road Tsimshatsui
Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2721-9778
Fax: (852) 2722-1369

Japan
Tonetsu Shinkawa Bldg.
24-8 Shinkawa
Hachioji-ku, Tokyo 104-0033
Japan
Tel: (81) 3-3523-3551
Fax: (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Memory

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

Microcontrollers

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

La Chantrerie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3, France
Tel: (33) 2-40-18-18-18
Fax: (33) 2-40-18-19-60

ASIC/ASSP/Smart Cards

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex, France
Tel: (33) 4-42-53-60-00
Fax: (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park
Maxwell Building
East Kilbride G75 0QR, Scotland
Tel: (44) 1355-803-000
Fax: (44) 1355-242-743

RF/Automotive

Theresienstrasse 2
Postfach 3535
74025 Heilbronn, Germany
Tel: (49) 71-31-67-0
Fax: (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Biometrics/Imaging/Hi-Rel MPU/ High Speed Converters/RF Datacom

Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex, France
Tel: (33) 4-76-58-30-00
Fax: (33) 4-76-58-34-80

Literature Requests

www.atmel.com/literature

Atmel Corporation reserves all rights in the information provided in this document. The information is provided in connection with Atmel products. No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property right is granted by this document or in connection with the sale of Atmel products. EXCEPT AS SET FORTH IN ATMEL'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE LOCATED ON ATMEL'S WEB SITE, ATMEL ASSUMES NO LIABILITY WHATSOEVER AND DISCLAIMS ANY EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY LIABILITY RELATING TO ITS PRODUCTS INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR NON-INFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL ATMEL BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, CONSEQUENTIAL, PUNITIVE, SPECIAL OR INCIDENTAL DAMAGES (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES FOR LOSS OF PROFITS, BUSINESS INTERRUPTION, OR LOSS OF INFORMATION) ARISING OUT OF THIS DOCUMENT, EVEN IF ATMEL HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. Atmel makes no representations or warranties with respect to the accuracy or completeness of the contents of this document and reserves the right to make changes to specifications and product descriptions at any time without notice. Atmel does not make any commitment to update the information contained herein. Atmel's products are not authorized, or warranted for use as components in applications intended to support or sustain life.

Atmel Corporation 2005. All rights reserved. Atmel®, logo and combinations thereof, and others, are registered trademarks, and Where You AreSM and others are the trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. Other terms and product names may be trademarks of others.



Printed on recycled paper.

1919C-MICRO-3/05

xM

MAXIM

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

General Description

The MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E line drivers/receivers are designed for RS-232 and V.28 communications in harsh environments. Each transmitter output and receiver input is protected against ±15kV electrostatic discharge (ESD) shocks, without latchup. The various combinations of features are outlined in the *Selection Guide*. The drivers and receivers for all ten devices meet all EIA/TIA-232E and CCITT V.28 specifications at data rates up to 120kbps, when loaded in accordance with the EIA/TIA-232E specification.

The MAX211E/MAX213E/MAX241E are available in 28-pin SO packages, as well as a 28-pin SSOP that uses 60% less board space. The MAX202E/MAX232E come in 16-pin narrow SO, wide SO, and DIP packages. The MAX203E comes in a 20-pin DIP/SO package, and needs no external charge-pump capacitors. The MAX205E comes in a 24-pin wide DIP package, and also eliminates external charge-pump capacitors. The MAX206E/MAX207E/MAX208E come in 24-pin SO, SSOP, and narrow DIP packages. The MAX232E/MAX241E operate with four 1µF capacitors, while the MAX202E/MAX206E/MAX207E/MAX208E/MAX211E/MAX213E operate with four 0.1µF capacitors, further reducing cost and board space.

Applications

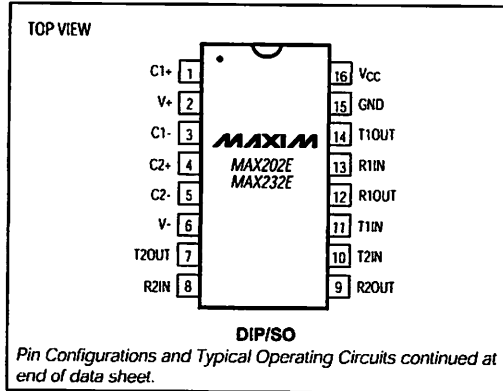
Notebook, Subnotebook, and Palmtop Computers
Battery-Powered Equipment
Hand-Held Equipment

Ordering information appears at end of data sheet.

Features

- ♦ ESD Protection for RS-232 I/O Pins:
 - ±15kV—Human Body Model
 - ±8kV—IEC1000-4-2, Contact Discharge
 - ±15kV—IEC1000-4-2, Air-Gap Discharge
- ♦ Latchup Free (unlike bipolar equivalents)
- ♦ Guaranteed 120kbps Data Rate—LapLink™ Compatible
- ♦ Guaranteed 3V/µs Min Slew Rate
- ♦ Operate from a Single +5V Power Supply

Pin Configurations



Selection Guide

PART	No. of RS-232 DRIVERS	No. of RS-232 RECEIVERS	RECEIVERS ACTIVE IN SHUTDOWN	No. of EXTERNAL CAPACITORS	LOW-POWER SHUTDOWN	TTL THREE-STATE
MAX202E	2	2	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX203E	2	2	0	None	No	No
MAX205E	5	5	0	None	Yes	Yes
MAX206E	4	3	0	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX207E	5	3	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX208E	4	4	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX211E	4	5	0	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX213E	4	5	2	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX232E	2	2	0	4 (1µF)	No	No
MAX241E	4	5	0	4 (1µF)	Yes	Yes

LapLink is a registered trademark of Traveling Software, Inc.

MAXIM

Maxim Integrated Products 1

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

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{CC}	-0.3V to +6V	20-Pin SO (derate 10.00mW/°C above +70°C) .....	.800mW
V ₊	(V _{CC} - 0.3V) to +14V	24-Pin Narrow Plastic DIP	
V ₋	-14V to +0.3V	(derate 13.33mW/°C above +70°C)	1.07W
Input Voltages		24-Pin Wide Plastic DIP	
T _{IN}	-0.3V to (V ₊ + 0.3V)	(derate 14.29mW/°C above +70°C)	1.14W
R _{IN}	±30V	24-Pin SO (derate 11.76mW/°C above +70°C) .....	.941mW
Output Voltages		24-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C) .....	.640mW
T _{OUT}	(V ₋ - 0.3V) to (V ₊ + 0.3V)	28-Pin SO (derate 12.50mW/°C above +70°C)	1W
R _{OUT}	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	28-Pin SSOP (derate 9.52mW/°C above +70°C) .....	.762mW
Short-Circuit Duration, T _{OUT}	Continuous	Operating Temperature Ranges	
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)		MAX2 _{EC}	0°C to +70°C
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) .....	.842mW	MAX2 _{EE}	-40°C to +85°C
16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C) .....	.696mW	Storage Temperature Range	-65°C to +165°C
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) .....	.762mW	Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C
20-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C) .....	.889mW		

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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +5V ±10% for MAX202E/206E/208E/211E/213E/232E/241E; V_{CC} = +5V ±5% for MAX203E/205E/207E; C₁-C₄ = 0.1µF for MAX202E/206E/207E/208E/211E/213E; C₁-C₄ = 1µF for MAX232E/241E; T_A = T_{MIN} to T_{MAX}; unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DC CHARACTERISTICS						
V _{CC} Supply Current	I _{CC}	No load, T _A = +25°C	MAX202E/203E	8	15	mA
			MAX205E-208E	11	20	
			MAX211E/213E	14	20	
			MAX232E	5	10	
			MAX241E	7	15	
Shutdown Supply Current		T _A = +25°C, Figure 1	MAX205E/206E	1	10	µA
			MAX211E/241E	1	10	
			MAX213E	15	50	
LOGIC						
Input Pull-Up Current		T _{IN} = 0V (MAX205E-208E/211E/213E/241E)		15	200	µA
Input Leakage Current		T _{IN} = 0V to V _{CC} (MAX202E/203E/232E)			±10	µA
Input Threshold Low	V _{IL}	T _{IN} ; EN, $\overline{\text{SHDN}}$ (MAX213E) or EN, SHDN (MAX205E-208E/211E/241E)			0.8	V
Input Threshold High	V _{IH}	T _{IN}	2.0			V
		EN, $\overline{\text{SHDN}}$ (MAX213E) or EN, SHDN (MAX205E-208E/211E/241E)	2.4			
Output Voltage Low	V _{OL}	R _{OUT} ; I _{OUT} = 3.2mA (MAX202E/203E/232E) or I _{OUT} = 1.6mA (MAX205E/208E/211E/213E/241E)			0.4	V
Output Voltage High	V _{OH}	R _{OUT} ; I _{OUT} = -1.0mA	3.5	V _{CC} - 0.4		V
Output Leakage Current		$\overline{\text{EN}}$ = V _{CC} . EN = 0V, 0V ≤ R _{OUT} ≤ V _{CC} . MAX205E-208E/211E/213E/241E outputs disabled		±0.05	±10	µA

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +5V ±10% for MAX202E/206E/208E/211E/213E/232E/241E; V_{CC} = +5V ±5% for MAX203E/205E/207E; C₁-C₄ = 0.1µF for MAX202E/206E/207E/208E/211E/213E; C₁-C₄ = 1µF for MAX232E/241E; T_A = T_{MIN} to T_{MAX}; unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

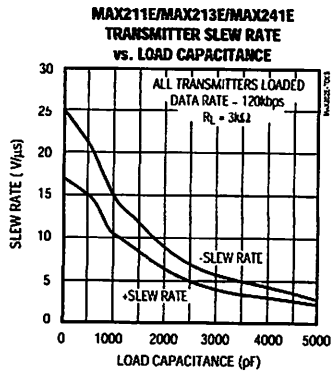
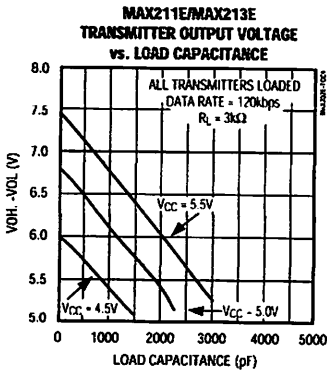
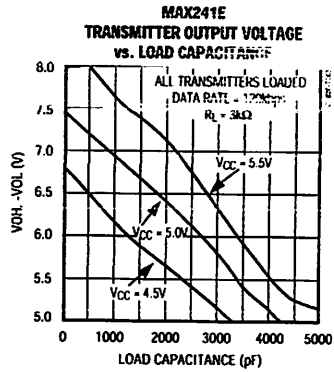
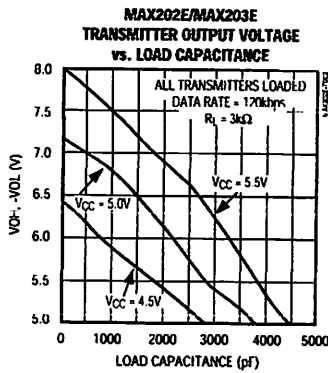
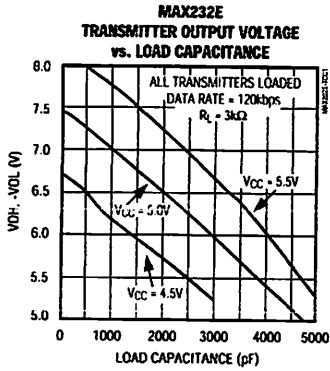
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
EIA/TIA-232E RECEIVER INPUTS						
Input Voltage Range			-30		30	V
Input Threshold Low		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V	All parts, normal operation	0.8	1.2	V
			MAX213E, $\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$, EN = V _{CC}	0.6	1.5	
Input Threshold High		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V	All parts, normal operation	1.7	2.4	V
			MAX213E (R4, R5), $\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$, EN = V _{CC}	1.5	2.4	
Input Hysteresis		V _{CC} = 5V, no hysteresis in shutdown	0.2	0.5	1.0	V
Input Resistance		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V	3	5	7	kΩ
EIA/TIA-232E TRANSMITTER OUTPUTS						
Output Voltage Swing		All drivers loaded with 3kΩ to ground (Note 1)	±5	±9		V
Output Resistance		V _{CC} = V ₊ = V ₋ = 0V, V _{OUT} = ±2V	300			Ω
Output Short-Circuit Current				±10	±60	mA
TIMING CHARACTERISTICS						
Maximum Data Rate		R _L = 3kΩ to 7kΩ, C _L = 50pF to 1000pF, one transmitter switching	120			kbps
Receiver Propagation Delay	t _{PLHR} , t _{PHLR}	C _L = 150pF	All parts, normal operation	0.5	10	µs
			MAX213E (R4, R5), $\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$, EN = V _{CC}	4	40	
Receiver Output Enable Time		MAX205E/206E/211E/213E/241E normal operation, Figure 2	600			ns
Receiver Output Disable Time		MAX205E/206E/211E/213E/241E normal operation, Figure 2	200			ns
Transmitter Propagation Delay	t _{PLHT} , t _{PHLT}	R _L = 3kΩ, C _L = 2500pF, all transmitters loaded	2			µs
Transition-Region Slew Rate		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V, R _L = 3kΩ to 7kΩ, C _L = 50pF to 1000pF, measured from -3V to +3V or +3V to -3V, Figure 3	3	6	30	V/µs
ESD PERFORMANCE: TRANSMITTER OUTPUTS, RECEIVER INPUTS						
ESD-Protection Voltage		Human Body Model	±15			kV
		IEC1000-4-2, Contact Discharge	±8			
		IEC1000-4-2, Air-Gap Discharge	±15			

Note 1: MAX211EE_ tested with V_{CC} = +5V ±5%.

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Typical Operating Characteristics

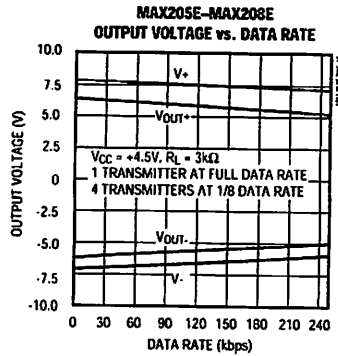
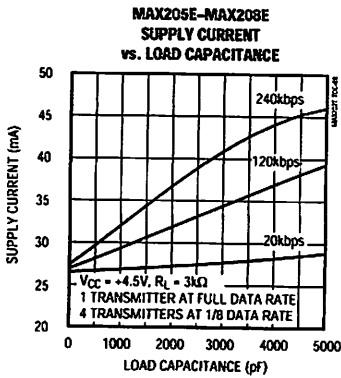
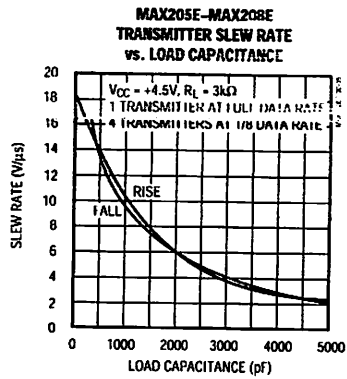
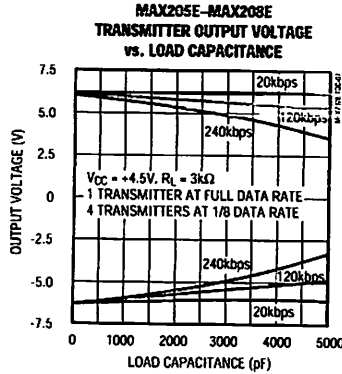
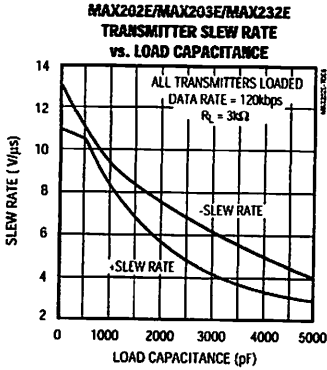
(Typical Operating Circuits, $V_{CC} = +5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Typical Operating Characteristics (continued)

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



MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Descriptions

MAX202E/MAX232E

PIN		NAME	FUNCTION
DIP/SO	LCC		
1, 3	2, 4	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
2	3	V+	+2V _{CC} voltage generated by the charge pump
4, 5	5, 7	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
6	8	V-	-2V _{CC} voltage generated by the charge pump
7, 14	9, 18	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
8, 13	10, 17	R_IN	RS-232 Receiver Outputs
9, 12	12, 15	R_OUT	RS-232 Receiver Outputs
10, 11	13, 14	T_IN	RS-232 Driver Inputs
15	19	GND	Ground
16	20	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply-Voltage Input
—	1, 6, 11, 16	N.C.	No Connect—not internally connected.

MAX203E

PIN		NAME	FUNCTION
DIP	SO		
1, 2	1, 2	T_IN	RS-232 Driver Inputs
3, 20	3, 20	R_OUT	RS-232 Receiver Outputs
4, 19	4, 19	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 18	5, 18	T_OUT	RS-232 Transmitter Outputs
6, 9	6, 9	GND	Ground
7	7	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply-Voltage Input
8	13	C1+	Make no connection to this pin.
10, 16	11, 16	C2-	Connect pins together.
12, 17	10, 17	V-	-2V _{CC} voltage generated by the charge pump. Connect pins together.
13	14	C1-	Make no connection to this pin.
14	8	V+	+2V _{CC} voltage generated by the charge pump
11, 15	12, 15	C2+	Connect pins together.

MAX205E

PIN	NAME	FUNCTION
1–4, 19	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
5, 10, 13, 18, 24	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
6, 9, 14, 17, 23	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
7, 8, 15, 16, 22	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
11	GND	Ground
12	V _{CC}	+4.75V to +5.25V Supply Voltage
20	EN	Receiver Enable—active low
21	SHDN	Shutdown Control—active high

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Descriptions (continued)

MAX206E

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 3, 24	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
4, 16, 23	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 17, 22	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
6, 7, 18, 19	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
8	GND	Ground
9	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply Voltage
10, 12	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
11	V+	+2V _{CC} generated by the charge pump
13, 14	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
15	V-	-2V _{CC} generated by the charge pump
20	EN	Receiver Enable—active low
21	SHDN	Shutdown Control—active high

MAX207E

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 3, 20, 24	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
4, 16, 23	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 17, 22	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
6, 7, 18, 19, 21	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
8	GND	Ground
9	V _{CC}	+4.75V to +5.25V Supply Voltage
10, 12	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
11	V+	+2V _{CC} generated by the charge pump
13, 14	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
15	V-	-2V _{CC} generated by the charge pump

MAX208E

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 20, 24	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
3, 7, 16, 23	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
4, 6, 17, 22	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
5, 18, 19, 21	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
8	GND	Ground
9	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply Voltage
10, 12	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
11	V+	+2V _{CC} generated by the charge pump
13, 14	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
15	V-	-2V _{CC} generated by the charge pump

MAX202E-MAX213E, MAX232EMAX241E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Descriptions (continued)

MAX211E/MAX213E/MAX241E

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 3, 28	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
4, 9, 18, 23, 27	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 8, 19, 22, 26	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. For the MAX213E, receivers R4 and R5 are active in shutdown mode when EN = 1. For the MAX211E and MAX241E, all receivers are inactive in shutdown.
6, 7, 20, 21	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Only the MAX211E, MAX213E, and MAX241E have internal pull-ups to V _{CC} .
10	GND	Ground
11	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply Voltage
12, 14	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
13	V+	+2V _{CC} voltage generated by the charge pump
15, 16	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
17	V-	-2V _{CC} voltage generated by the charge pump
24	EN	Receiver Enable—active low (MAX211E, MAX241E)
	EN	Receiver Enable—active high (MAX213E)
25	SHDN	Shutdown Control—active high (MAX211E, MAX241E)
	SHDN	Shutdown Control—active low (MAX213E)

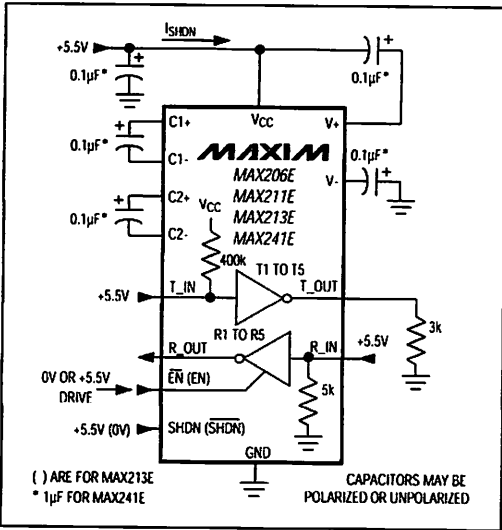


Figure 1. Shutdown-Current Test Circuit (MAX206E, MAX211E/MAX213E/MAX241E)

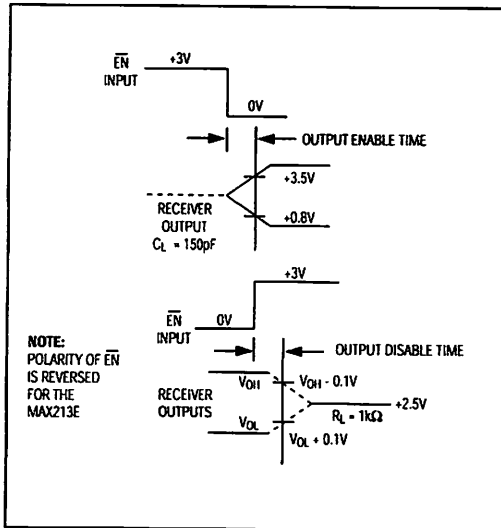


Figure 2. Receiver Output Enable and Disable Timing (MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX213E/MAX241E)

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

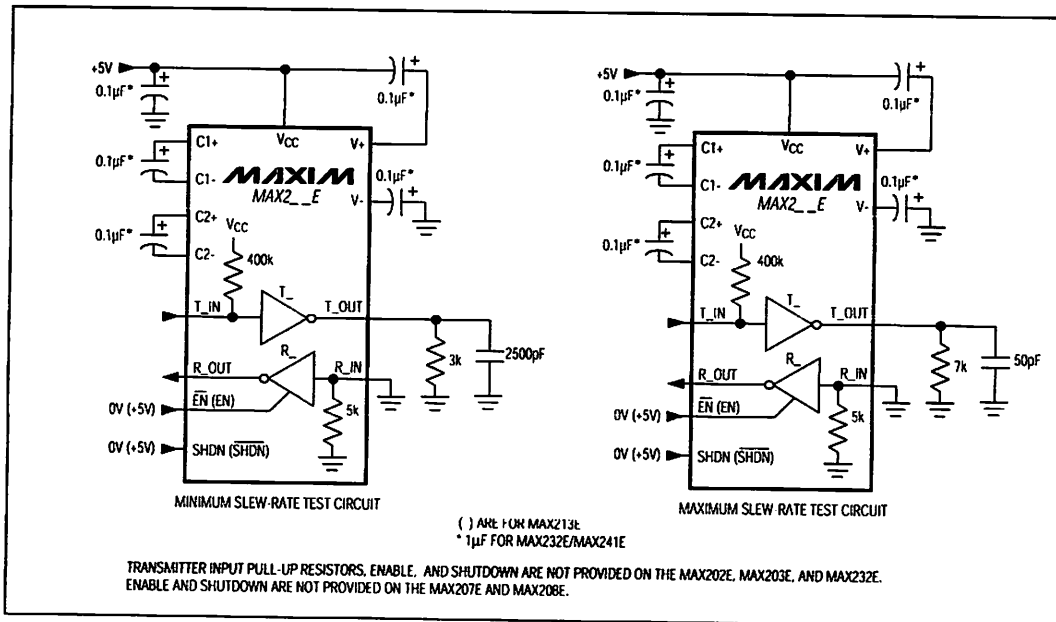


Figure 3. Transition Slew-Rate Circuit

Detailed Description

The MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E consist of three sections: charge-pump voltage converters, drivers (transmitters), and receivers. These E versions provide extra protection against ESD. They survive ±15kV discharges to the RS-232 inputs and outputs, tested using the Human Body Model. When tested according to IEC1000-4-2, they survive ±8kV contact discharges and ±15kV air-gap discharges. The rugged E versions are intended for use in harsh environments or applications where the RS-232 connection is frequently changed (such as notebook computers). The standard (non-"E") MAX202, MAX203, MAX205-MAX208, MAX211, MAX213, MAX232, and MAX241 are recommended for applications where cost is critical.

+5V to ±10V Dual Charge-Pump Voltage Converter

The +5V to ±10V conversion is performed by dual charge pump voltage converters (Figure 4). The first charge-pump converter uses capacitor C1 to double the +5V into +10V, storing the +10V on the output filter capacitor, C3. The second uses C2 to invert the +10V

into -10V, storing the -10V on the V- output filter capacitor, C4.

In shutdown mode, V+ is internally connected to VCC by a 1kΩ pull-down resistor, and V- is internally connected to ground by a 1kΩ pull-up resistor.

RS-232 Drivers

With VCC = 5V, the typical driver output voltage swing is ±8V when loaded with a nominal 5kΩ RS-232 receiver. The output swing is guaranteed to meet EIA/TIA-232E and V.28 specifications that call for ±5V minimum output levels under worst-case conditions. These include a 3kΩ load, minimum VCC, and maximum operating temperature. The open-circuit output voltage swings from (V+ - 0.6V) to V-.

Input thresholds are CMOS/TTL compatible. The unused drivers' inputs on the MAX205E-MAX208E, MAX211E, MAX213E, and MAX241E can be left unconnected because 400kΩ pull-up resistors to VCC are included on-chip. Since all drivers invert, the pull-up resistors force the unused drivers' outputs low. The MAX202E, MAX203E, and MAX232E do not have pull-up resistors on the transmitter inputs.

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

When in low-power shutdown mode, the MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX213E/MAX241E driver outputs are turned off and draw only leakage currents—even if they are back-driven with voltages between 0V and 12V. Below -0.5V in shutdown, the transmitter output is diode-clamped to ground with a 1kΩ series impedance.

RS-232 Receivers

The receivers convert the RS-232 signals to CMOS-logic output levels. The guaranteed 0.8V and 2.4V receiver input thresholds are significantly tighter than the ±3V thresholds required by the EIA/TIA-232E specification. This allows the receiver inputs to respond to TTL/CMOS-logic levels, as well as RS-232 levels.

The guaranteed 0.8V input low threshold ensures that receivers shorted to ground have a logic 1 output. The 5kΩ input resistance to ground ensures that a receiver with its input left open will also have a logic 1 output.

Receiver inputs have approximately 0.5V hysteresis. This provides clean output transitions, even with slow rise/fall-time signals with moderate amounts of noise and ringing.

In shutdown, the MAX213E's R4 and R5 receivers have no hysteresis.

Shutdown and Enable Control (MAX205E/MAX206E/MAX211E/ MAX213E/MAX241E)

In shutdown mode, the charge pumps are turned off, V+ is pulled down to VCC, V- is pulled to ground, and the transmitter outputs are disabled. This reduces supply current typically to 1μA (15μA for the MAX213E). The time required to exit shutdown is under 1ms, as shown in Figure 5.

Receivers

All MAX213E receivers, except R4 and R5, are put into a high-impedance state in shutdown mode (see Tables 1a and 1b). The MAX213E's R4 and R5 receivers still function in shutdown mode. These two awake-in-shutdown receivers can monitor external activity while maintaining minimal power consumption.

The enable control is used to put the receiver outputs into a high-impedance state, to allow wire-OR connection of two EIA/TIA-232E ports (or ports of different types) at the UART. It has no effect on the RS-232 drivers or the charge pumps.

Note: The enable control pin is active low for the MAX211E/MAX241E (EN), but is active high for the MAX213E (EN). The shutdown control pin is active high for the MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX241E (SHDN), but is active low for the MAX213E (SHDN).

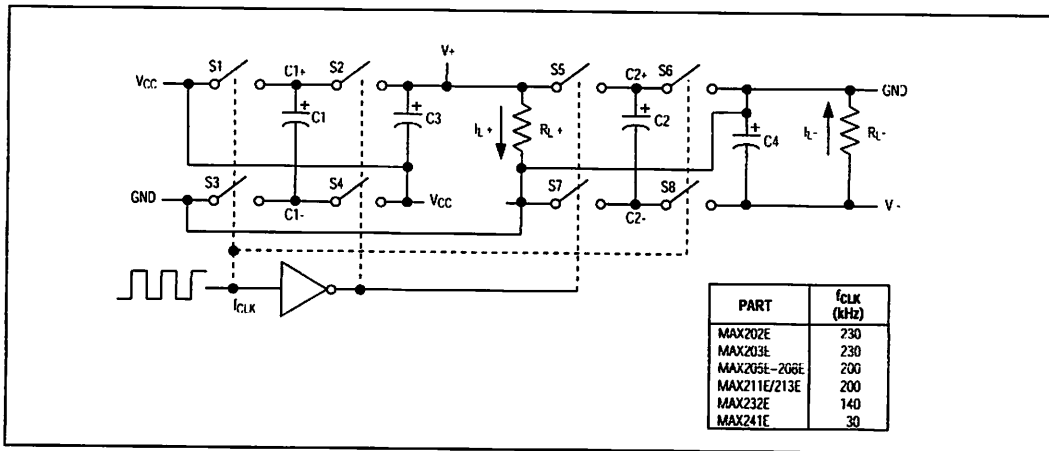


Figure 4. Charge-Pump Diagram

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

The MAX213E's receiver propagation delay is typically 0.5µs in normal operation. In shutdown mode, propagation delay increases to 4µs for both rising and falling transitions. The MAX213E's receiver inputs have approximately 0.5V hysteresis, except in shutdown, when receivers R4 and R5 have no hysteresis.

When entering shutdown with receivers active, R4 and R5 are not valid until 80µs after SHDN is driven low. When coming out of shutdown, all receiver outputs are invalid until the charge pumps reach nominal voltage levels (less than 2ms when using 0.1µF capacitors).

±15kV ESD Protection

As with all Maxim devices, ESD-protection structures are incorporated on all pins to protect against electrostatic discharges encountered during handling and assembly. The driver outputs and receiver inputs have extra protection against static electricity. Maxim's engineers developed state-of-the-art structures to protect these pins against ESD of ±15kV without damage. The ESD structures withstand high ESD in all states: normal operation, shutdown, and powered down. After an ESD event, Maxim's E versions keep working without latchup, whereas competing RS-232 products can latch and must be powered down to remove latchup.

ESD protection can be tested in various ways; the transmitter outputs and receiver inputs of this product family are characterized for protection to the following limits:

- 1) ±15kV using the Human Body Model
- 2) ±8kV using the contact-discharge method specified in IEC1000-4-2
- 3) ±15kV using IEC1000-4-2's air-gap method.

ESD Test Conditions

ESD performance depends on a variety of conditions. Contact Maxim for a reliability report that documents test set-up, test methodology, and test results.

Human Body Model

Figure 6a shows the Human Body Model, and Figure 6b shows the current waveform it generates when discharged into a low impedance. This model consists of a 100pF capacitor charged to the ESD voltage of interest, which is then discharged into the test device through a 1.5kΩ resistor.

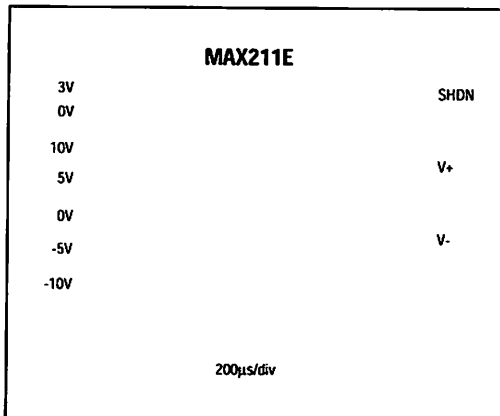


Figure 5. MAX211E V+ and V- when Exiting Shutdown (0.1µF capacitors)

Table 1a. MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX241E Control Pin Configurations

SHDN	EN	OPERATION STATUS	Tx	Rx
0	0	Normal Operation	All Active	All Active
0	1	Normal Operation	All Active	All High-Z
1	X	Shutdown	All High-Z	All High-Z

X = Don't Care

Table 1b. MAX213E Control Pin Configurations

SHDN	EN	OPERATION STATUS	Tx 1-4	Rx	
				1-3	4, 5
0	0	Shutdown	All High-Z	High-Z	High-Z
0	1	Shutdown	All High-Z	High-Z	Active*
1	0	Normal Operation	All Active	High-Z	High-Z
1	1	Normal Operation	All Active	Active	Active

*Active = active with reduced performance

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

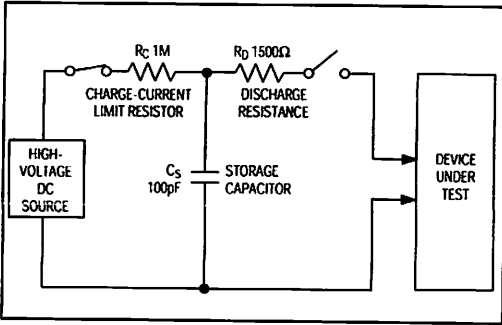


Figure 6a. Human Body ESD Test Model

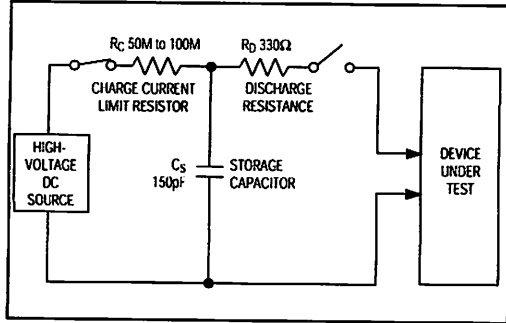


Figure 7a. IEC1000-4-2 ESD Test Model

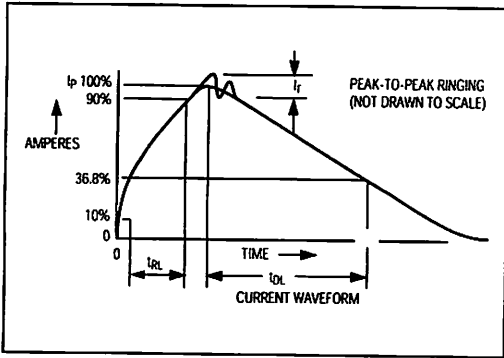


Figure 6b. Human Body Model Current Waveform

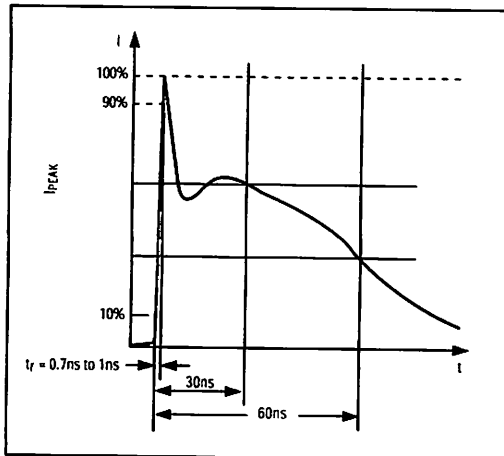


Figure 7b. IEC1000-4-2 ESD Generator Current Waveform

IEC1000-4-2

The IEC1000-4-2 standard covers ESD testing and performance of finished equipment; it does not specifically refer to integrated circuits. The MAX202E/MAX203E-MAX213E, MAX232E/MAX241E help you design equipment that meets level 4 (the highest level) of IEC1000-4-2, without the need for additional ESD-protection components.

The major difference between tests done using the Human Body Model and IEC1000-4-2 is higher peak current in IEC1000-4-2, because series resistance is lower in the IEC1000-4-2 model. Hence, the ESD withstand voltage measured to IEC1000-4-2 is lower than that measured using the Human Body Model. Figure 7b shows the current waveform for the 8kV IEC1000-4-2 level-four ESD contact-discharge test.

The air-gap test involves approaching the device with a charged probe. The contact-discharge method connects the probe to the device before the probe is energized.

Machine Model

The Machine Model for ESD tests all pins using a 200pF storage capacitor and zero discharge resistance. Its objective is to emulate the stress caused by contact that occurs with handling and assembly during manufacturing. Of course, all pins require this protection during manufacturing, not just RS-232 inputs and outputs. Therefore, after PC board assembly, the Machine Model is less relevant to I/O ports.

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX2021E-MAX2022E, MAX2032EMAX241E

Applications Information

Capacitor Selection

The capacitor type used for C1-C4 is not critical for proper operation. The MAX2021E, MAX2022E, MAX2032E, MAX208E, MAX211E, and MAX213E require 0.1µF capacitors, and the MAX232E and MAX241E require 1µF capacitors, although in all cases capacitors up to 10µF can be used without harm. Ceramic, aluminum-electrolytic, or tantalum capacitors are suggested for the 1µF capacitors, and ceramic dielectrics are suggested for the 0.1µF capacitors. When using the minimum recommended capacitor values, make sure that the capacitor does not degrade excessively as the operating temperature varies. If in doubt, use capacitors with a larger (e.g., 2x) nominal value. The capacitors' effective series resistance (ESR), which usually rises at low temperatures, influences the amount of ripple on V+ and V-.

Use larger capacitors (up to 10µF) to reduce the output impedance at V+ and V-. This can be useful when "stealing" power from V+ or from V-. The MAX203E and MAX2021E have internal charge-pump capacitors.

Bypass VCC to ground with at least 0.1µF. In applications sensitive to power-supply noise generated by the charge pumps, decouple VCC to ground with a

capacitor the same size as (or larger than) the charge-pump capacitors (C1-C4).

V+ and V- as Power Supplies

A small amount of power can be drawn from V+ and V-, although this will reduce both driver output swing and noise margins. Increasing the value of the charge-pump capacitors (up to 10µF) helps maintain performance when power is drawn from V+ or V-.

Driving Multiple Receivers

Each transmitter is designed to drive a single receiver. Transmitters can be paralleled to drive multiple receivers.

Driver Outputs when Exiting Shutdown

The driver outputs display no ringing or undesirable transients as they come out of shutdown.

High Data Rates

These transceivers maintain the RS-232 ±5.0V minimum driver output voltages at data rates of over 120kbps. For data rates above 120kbps, refer to the Transmitter Output Voltage vs. Load Capacitance graphs in the *Typical Operating Characteristics*. Communication at these high rates is easier if the capacitive loads on the transmitters are small; i.e., short cables are best.

Table 2. Summary of EIA/TIA-232E, V.28 Specifications

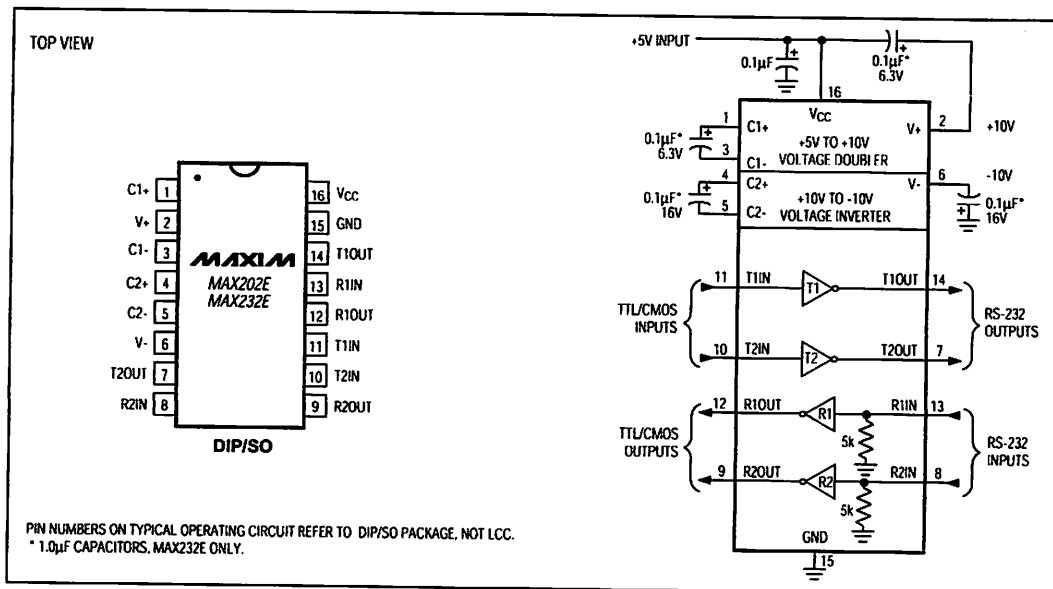
PARAMETER		CONDITIONS	EIA/TIA-232E, V.28 SPECIFICATIONS
Driver Output Voltage	0 Level	3kΩ to 7kΩ load	+5V to +15V
	1 Level	3kΩ to 7kΩ load	-5V to -15V
Driver Output Level, Max		No load	±25V
Data Rate		3kΩ ≤ R _L ≤ 7kΩ, C _L ≤ 2500pF	Up to 20kbps
Receiver Input Voltage	0 Level		+3V to +15V
	1 Level		-3V to -15V
Receiver Input Level			±25V
Instantaneous Slew Rate, Max		3kΩ ≤ R _L ≤ 7kΩ, C _L ≤ 2500pF	30V/µs
Driver Output Short-Circuit Current, Max			100mA
Transition Rate on Driver Output		V.28	1ms or 3% of the period
		EIA/TIA-232E	4% of the period
Driver Output Resistance		-2V < V _{OUT} < +2V	300Ω

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Table 3. DB9 Cable Connections Commonly Used for EIA/TIAE-232E and V.24 Asynchronous Interfaces

PIN	CONNECTION	
1	Received Line Signal Detector (sometimes called Carrier Detect, DCD)	Handshake from DCE
2	Receive Data (RD)	Data from DCE
3	Transmit Data (TD)	Data from DTE
4	Data Terminal Ready	Handshake from DTE
5	Signal Ground	Reference point for signals
6	Data Set Ready (DSR)	Handshake from DCE
7	Request to Send (RTS)	Handshake from DTE
8	Clear to Send (CTS)	Handshake from DCE
9	Ring Indicator	Handshake from DCE

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

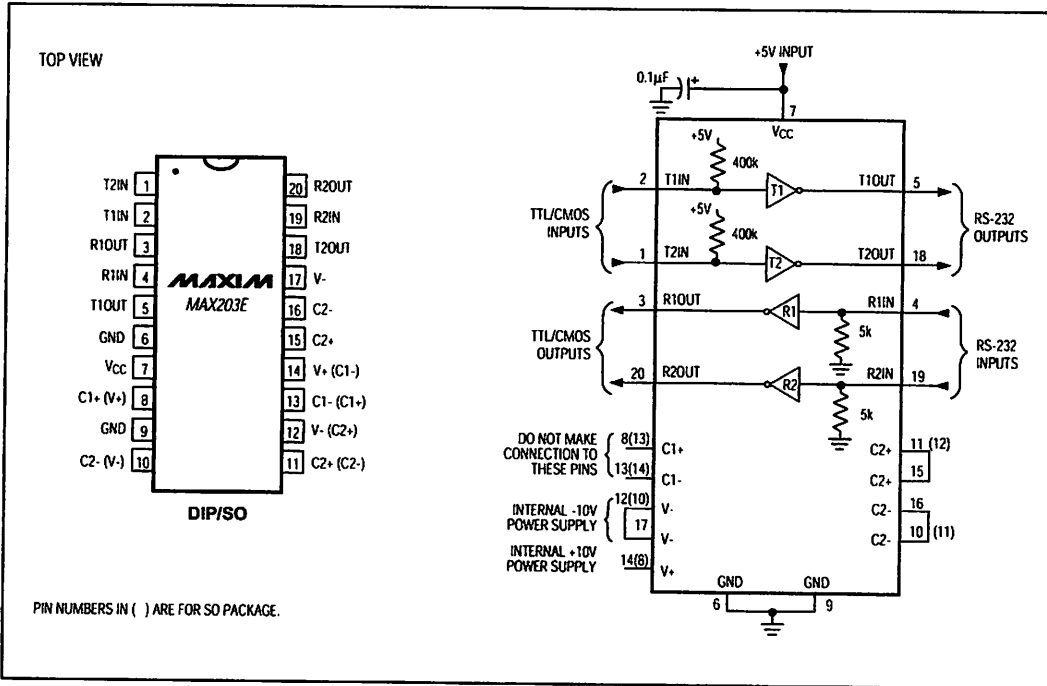


MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX232E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

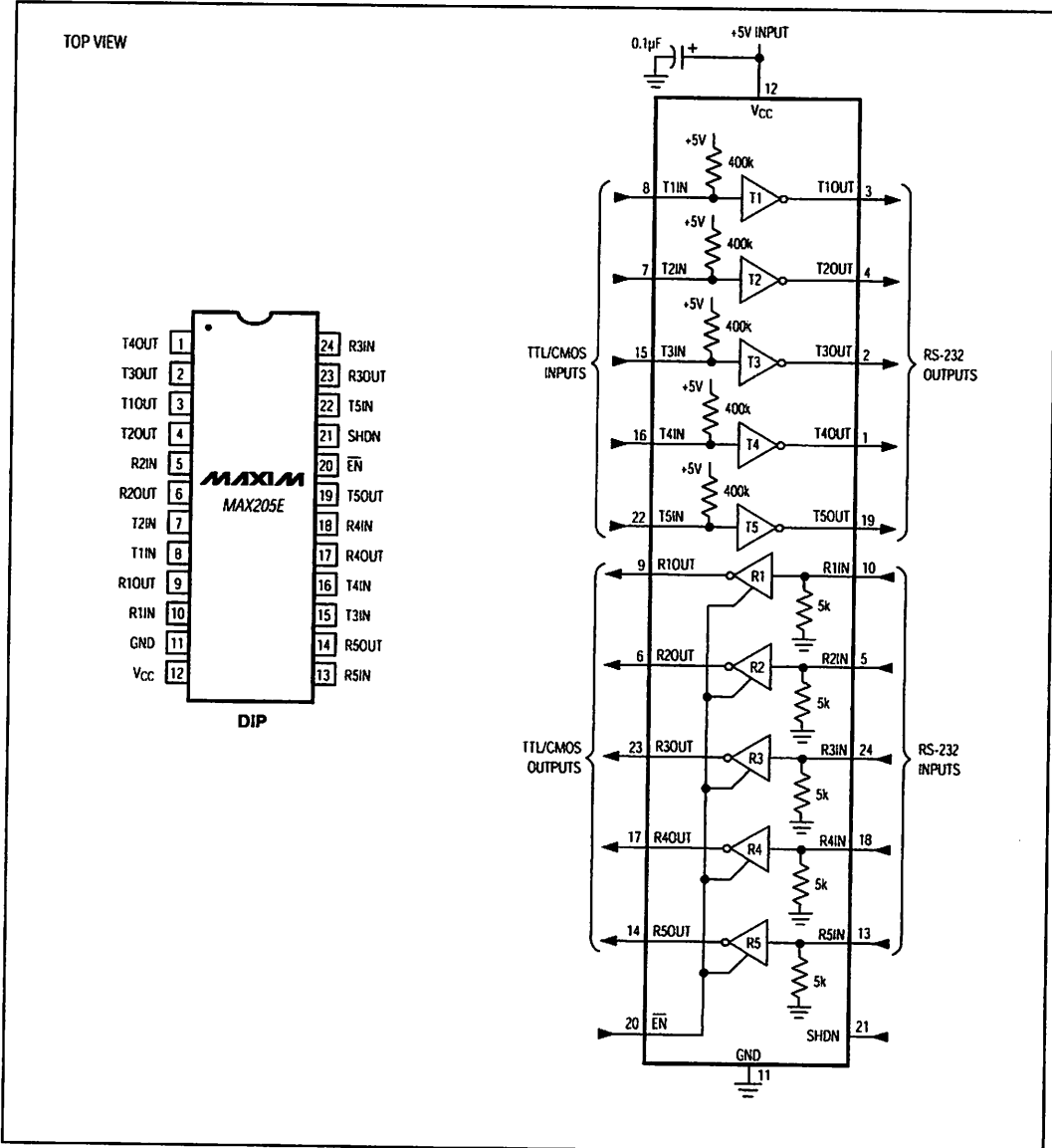
MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

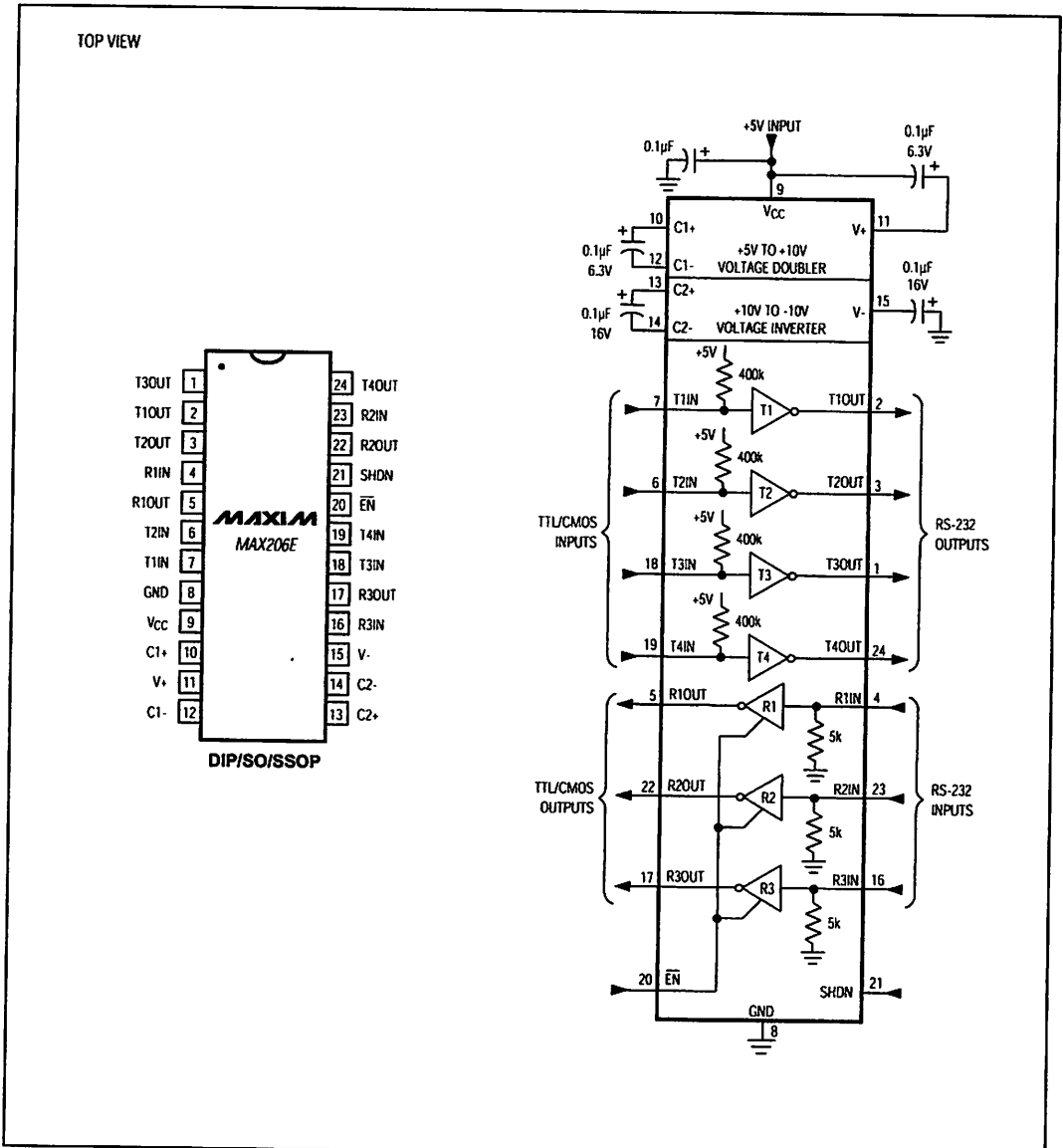
Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

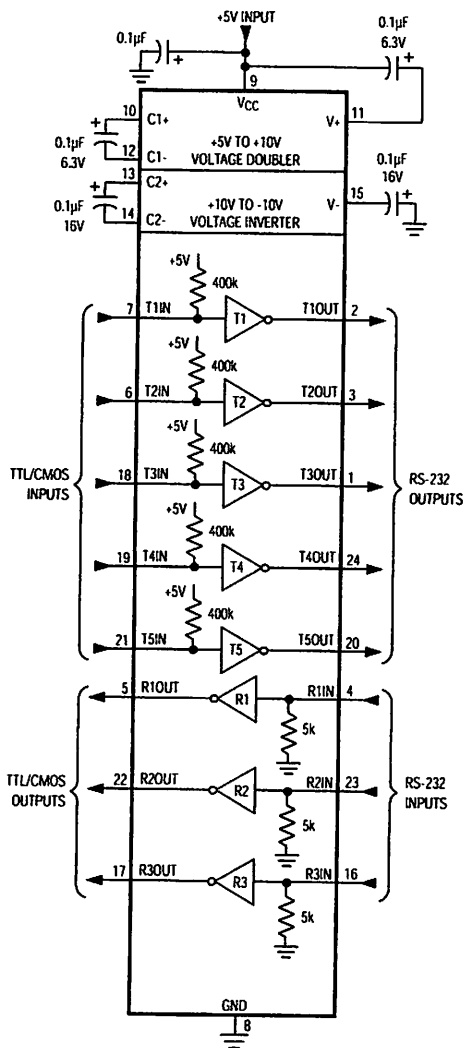
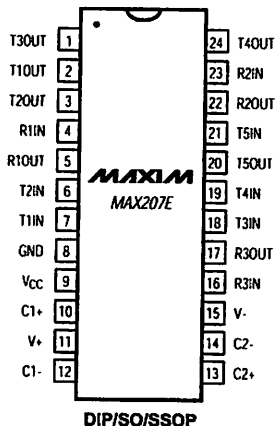


±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

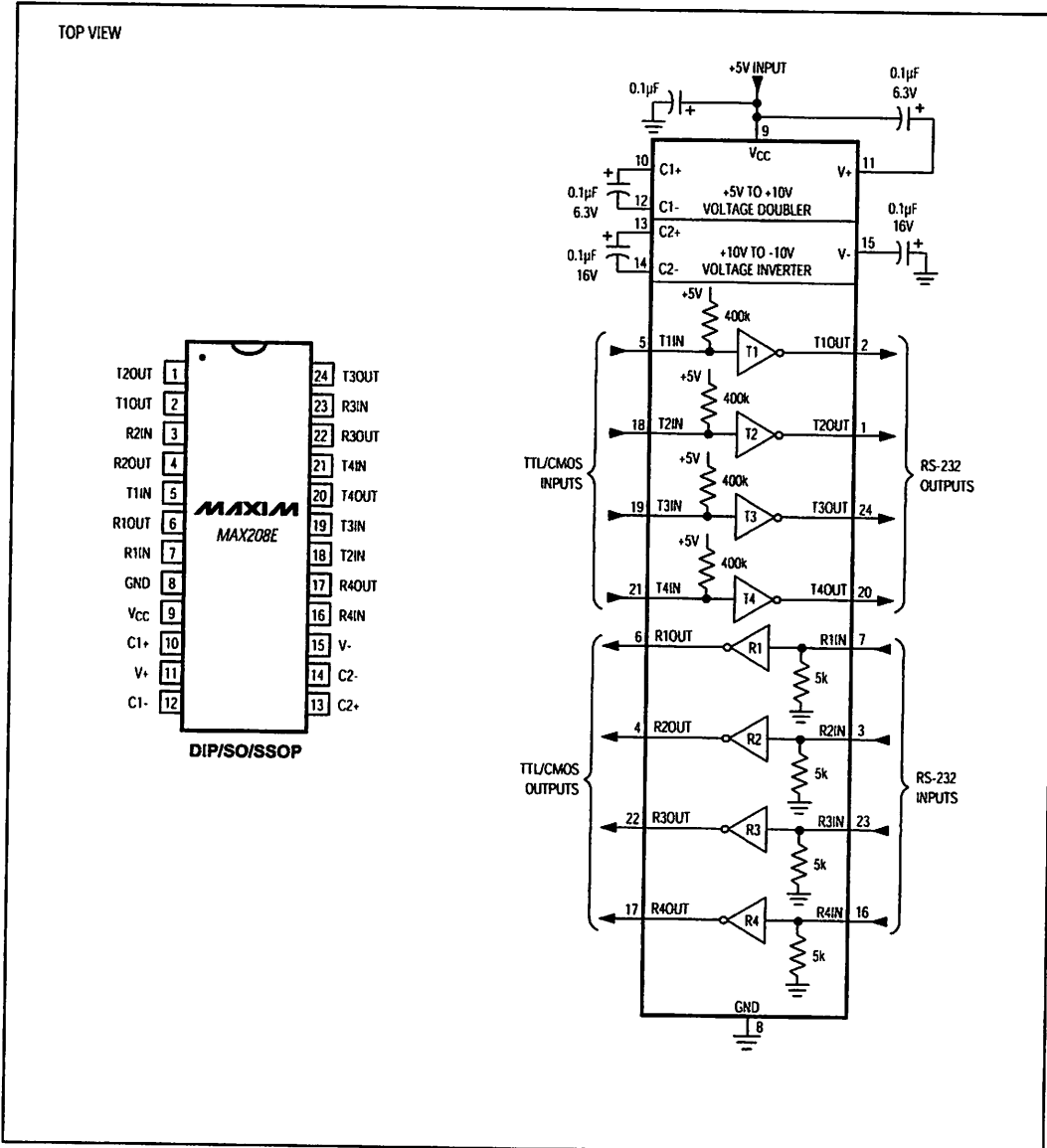
TOP VIEW



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

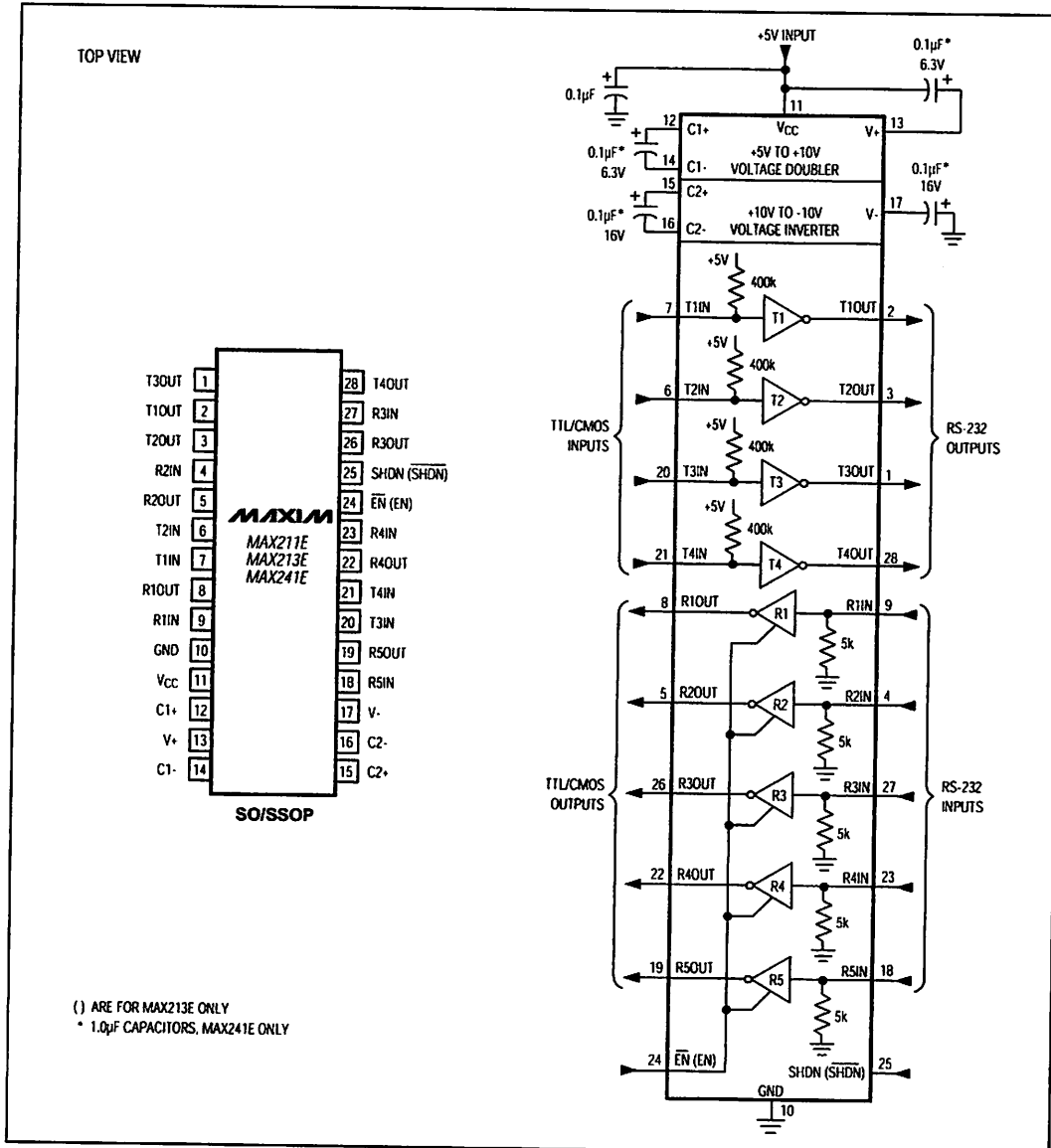
MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX202ECPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX202ECSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX202ECWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX202EC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX202EEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX202EESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX202EEWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX203ECP	0°C to +70°C	20 Plastic DIP
MAX203ECWP	0°C to +70°C	20 SO
MAX203EEPP	-40°C to +85°C	20 Plastic DIP
MAX203EEWP	-40°C to +85°C	20 SO
MAX205ECPG	0°C to +70°C	24 Wide Plastic DIP
MAX205EEPG	-40°C to +85°C	24 Wide Plastic DIP
MAX206ECNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX206ECWG	0°C to +70°C	24 SO
MAX206ECAG	0°C to +70°C	24 SSOP
MAX206EENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX206EEWG	-40°C to +85°C	24 SO
MAX206EEAG	-40°C to +85°C	24 SSOP
MAX207ECNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX207ECWG	0°C to +70°C	24 SO
MAX207ECAG	0°C to +70°C	24 SSOP
MAX207EENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX207EEWG	-40°C to +85°C	24 SO
MAX207EEAG	-40°C to +85°C	24 SSOP

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX208ECNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX208ECWG	0°C to +70°C	24 SO
MAX208ECAG	0°C to +70°C	24 SSOP
MAX208EENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX208EEWG	-40°C to +85°C	24 SO
MAX208EEAG	-40°C to +85°C	24 SSOP
MAX211ECWI	0°C to +70°C	28 SO
MAX211ECAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX211EEWI	-40°C to +85°C	28 SO
MAX211EEAI	-40°C to +85°C	28 SSOP
MAX213ECWI	0°C to +70°C	28 SO
MAX213ECAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX213EEWI	-40°C to +85°C	28 SO
MAX213EEAI	-40°C to +85°C	28 SSOP
MAX232ECPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX232ECSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX232ECWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX232EC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX232EEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX232EESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX232EEWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX241ECWI	0°C to +70°C	28 SO
MAX241ECAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX241EEWI	-40°C to +85°C	28 SO
MAX241EEAI	-40°C to +85°C	28 SSOP

*Dice are specified at $T_A = +25^\circ\text{C}$.

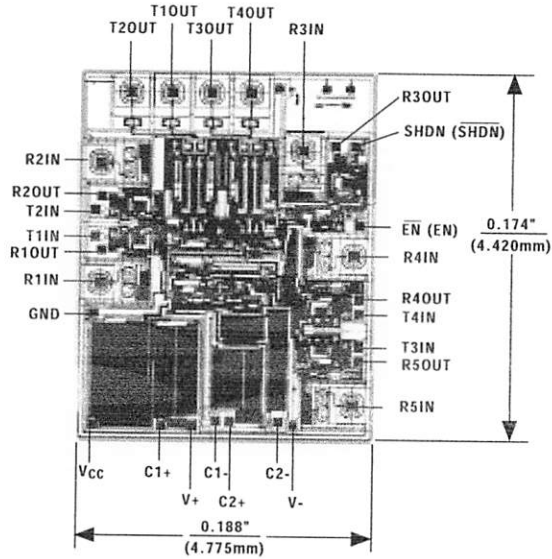
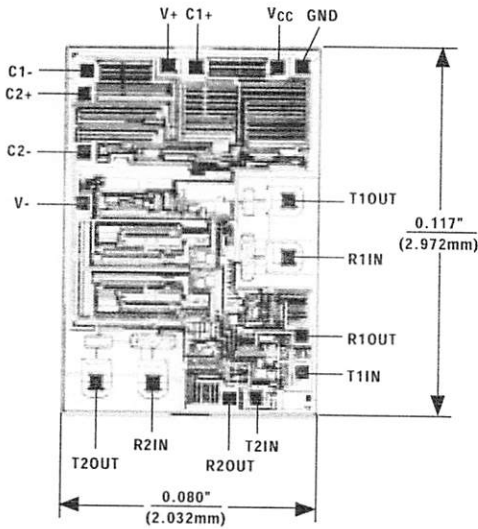
MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Chip Topographies

MAX202E/MAX232E

MAX211E/MAX213E/MAX241E



() ARE FOR MAX213E ONLY

TRANSISTOR COUNT: 123
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

TRANSISTOR COUNT: 542
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

Chip Information

MAX205E/MAX206E/MAX207E/MAX208E

TRANSISTOR COUNT: 328
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

MAX202E-MAX213E, MAX232E-MAX241E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Package Information

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

**Plastic DIP
PLASTIC
DUAL-IN-LINE
PACKAGE
(0.300 in.)**

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	—	0.200	—	5.08
A1	0.015	—	0.38	—
A2	0.125	0.175	3.18	4.45
A3	0.055	0.080	1.40	2.03
B	0.016	0.022	0.41	0.56
B1	0.045	0.065	1.14	1.65
C	0.008	0.012	0.20	0.30
D1	0.005	0.080	0.13	2.03
E	0.300	0.325	7.62	8.26
E1	0.240	0.310	6.10	7.87
e	0.100	—	2.54	—
eA	0.300	—	7.62	—
eB	—	0.400	—	10.16
L	0.115	0.150	2.92	3.81

PKG.	DIM	PINS	INCHES		MILLIMETERS	
			MIN	MAX	MIN	MAX
P	D	8	0.348	0.390	8.84	9.91
P	D	14	0.735	0.765	18.67	19.43
P	D	16	0.745	0.765	18.92	19.43
P	D	18	0.885	0.915	22.48	23.24
P	D	20	1.015	1.045	25.78	26.54
N	D	24	1.14	1.265	28.96	32.13

21-0043A

**SSOP
SHRINK
SMALL-OUTLINE
PACKAGE**

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.068	0.078	1.73	1.99
A1	0.002	0.008	0.05	0.21
B	0.010	0.015	0.25	0.38
C	0.004	0.008	0.09	0.20
D	SEE VARIATIONS			
E	0.205	0.209	5.20	5.38
e	0.0256 BSC		0.65 BSC	
H	0.301	0.311	7.65	7.90
L	0.025	0.037	0.63	0.95
α	0°	8°	0°	8°

DIM	PINS	INCHES		MILLIMETERS	
		MIN	MAX	MIN	MAX
D	14	0.239	0.249	6.07	6.33
D	16	0.239	0.249	6.07	6.33
D	20	0.278	0.289	7.07	7.33
D	24	0.317	0.328	8.07	8.33
D	28	0.397	0.407	10.07	10.33

21-0056A

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Package Information (continued)

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.093	0.104	2.35	2.65
A1	0.004	0.012	0.10	0.30
B	0.014	0.019	0.35	0.49
C	0.009	0.013	0.23	0.32
E	0.291	0.299	7.40	7.60
e	0.050		1.27	
H	0.394	0.419	10.00	10.65
L	0.016	0.050	0.40	1.27

DIM	PINS	INCHES		MILLIMETERS	
		MIN	MAX	MIN	MAX
D	16	0.398	0.413	10.10	10.50
D	18	0.447	0.463	11.35	11.75
D	20	0.496	0.512	12.60	13.00
D	24	0.598	0.614	15.20	15.60
D	28	0.697	0.713	17.70	18.10

**Wide SO
SMALL-OUTLINE
PACKAGE
(0.300 in.)**

21-0042A

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

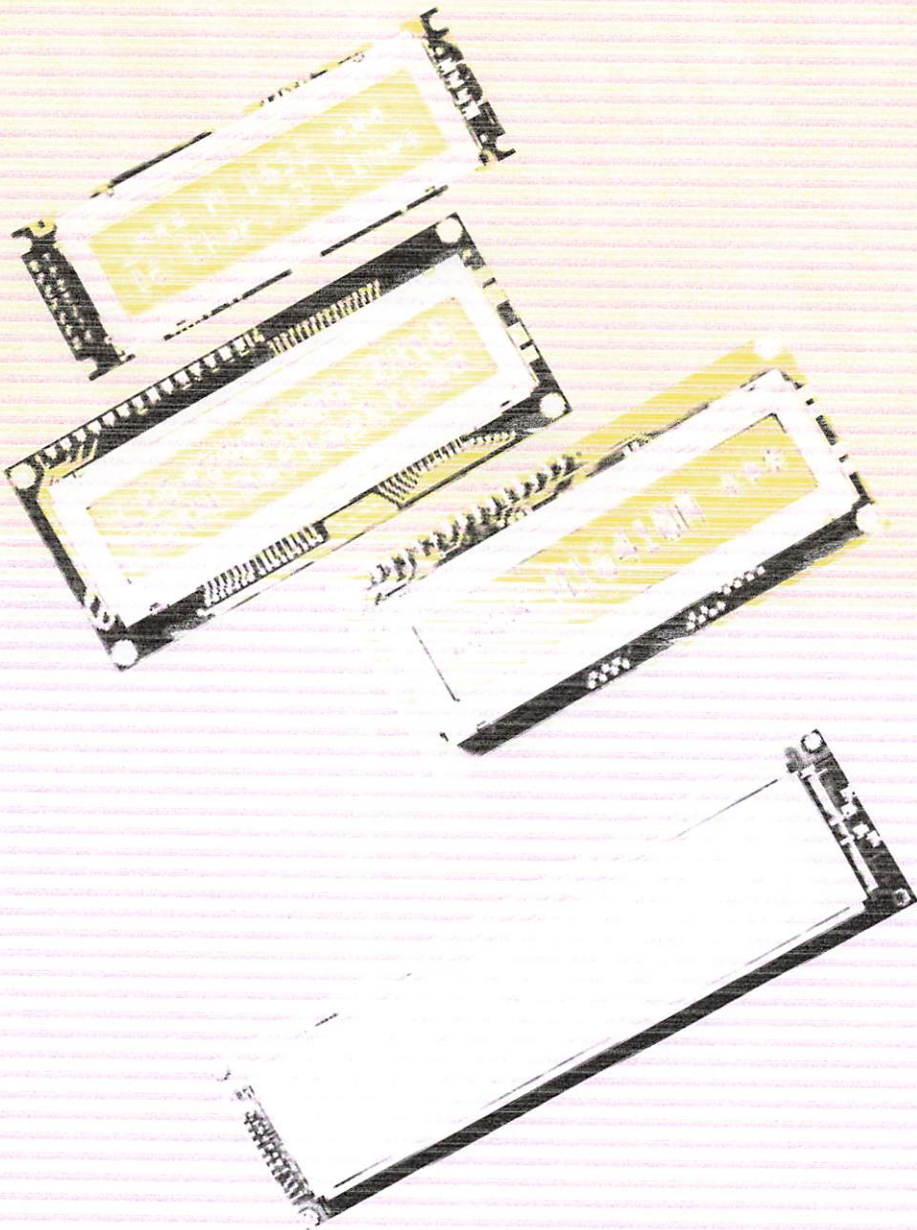
24 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600

© 1996 Maxim Integrated Products Printed USA MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.

LCM

Liquid Crystal Display Modules

Seiko Instruments GmbH



Dot Matrix Liquid Crystal Display Modules

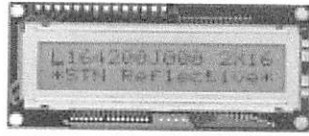
CHARACTER TYPE

• FEATURES :

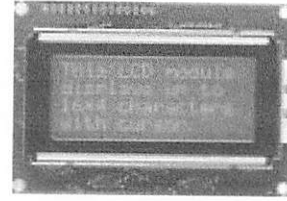
- Slim, light weight and low power consumption
- High contrast and wide viewing angle
- Built-in controller for easy interfacing
- LCD modules with built-in EL or LED backlight



M1641



L1642



L1614



M1632



L1652



L2012

• SPECIFICATIONS :

Character Format (character x line)		Standard products			Products of optional specification		
		16 x 1	16 x 2	16 x 2	16 x 2	16 x 4	20 x 2
Model		M1641	M1632	L1642	L1652	L1614	L2012
Backlight		M16410AS	M16320AS	L164200J000S	L165200J200S	L161400J000S	L201200J000S
LED backlight		M16419DWS	M16329DWS	L164221J000S	L165221J200S	L161421J000S	L201221J000S
Backlight (wide temp)		M16417DYS	M16327DYS	L1642B1J000S	L1652B1J200S	L1614B1J000S	L2012B1J000S
LED backlight (wide temp)		M16410CS	M16320CS	L164200L000S	L165200L200S	L161400L000S	L201200L000S
LED backlight (wide temp)		M16417JYS	M16327JYS	L1642B1L000S	L1652B1L200S	L1614B1L000S	L2012B1L000S
Character font		5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor
Module size (HxV) mm	Reflective	80,0 x 36,0 x 11,3	85,0 x 30,0 x 10,1	80,0 x 36,0 x 11,3	122,0 x 44,0 x 11,3	87,0 x 60,0 x 11,6	116,0 x 37,0 x 11,3
	EL backlight	80,0 x 36,0 x 11,3	85,0 x 30,0 x 10,1	80,0 x 36,0 x 11,3	122,0 x 44,0 x 11,3	87,0 x 60,0 x 11,6	116,0 x 37,0 x 11,3
	LED backlight	80,0 x 36,0 x 15,8	80,0 x 30,0 x 15,8	80,0 x 36,0 x 15,8	122,0 x 44,0 x 15,8	87,0 x 60,0 x 15,8	116,0 x 37,0 x 15,8
Viewing area (HxV) mm		64,5 x 13,8	62,0 x 16,0	64,5 x 13,8	99,0 x 24,0	61,8 x 25,2	83,0 x 18,6
Character size (HxV) mm *1		3,07 x 5,73	2,78 x 4,27	2,95 x 3,80	4,84 x 8,06	2,95 x 4,15	3,20 x 4,85
Character size (HxV) mm		0,55 x 0,75	0,50 x 0,55	0,50 x 0,55	0,92 x 1,10	0,55 x 0,55	0,60 x 0,65
Power supply voltage (VDD-VSS) V		+ 5 V	+ 5 V	+ 5 V	+ 5 V	+ 5 V	+ 5 V
Current consumption (mA typ)	IDD	1,5	2,0	1,6	2,0	2,7	2,0
	ILC *4	0,2	0,2	0,3	0,4	1,1	0,4
Driving method (duty)		1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
Built-in LSI		KS0066 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent
Operating temperature (°C)	normal temp.	0 to + 50	0 to + 50	0 to + 50	0 to + 50	0 to + 50	0 to + 50
	wide temp. *2	- 20 to + 70	- 20 to + 70	- 20 to + 70	- 20 to + 70	- 20 to + 70	- 20 to + 70
Storage temperature (°C)	normal temp.	- 20 to + 60	- 20 to + 60	- 20 to + 60	- 20 to + 60	- 20 to + 60	- 20 to + 60
	wide temp.	- 30 to + 80	- 30 to + 80	- 30 to + 80	- 30 to + 80	- 30 to + 80	- 30 to + 80
Weight (typ.)	Reflective	25	25	25	50	50	40
	EL backlight	30	30	30	55	55	45
	LED backlight	35	40	35	65	65	60
Currents (typ.)	Model	5S	5S	5S	5C	5A	5A
	Power supply (V)	+ 5,0	+ 5,0	+ 5,0	+ 5,0	+ 5,0	+ 5,0
Current consumption (mA) *3	IL	10	10	10	35	45	45
	Forward current consumption (mA)	100	112	100	240	200	154
Voltage (typ.)	Forward input voltage (V typ.)	+ 4,1	+ 4,1	+ 4,1	+ 4,1	+ 4,1	+ 4,1

*1 Excluding cursor

*2 With external temperature compensation

*3 Including EL backlight

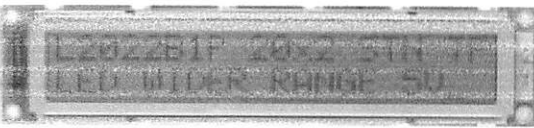
*4 Based on normal temperature range

Our policy is one of continuous improvements we reserve the right to change the specifications for the products in the catalogue without notice.

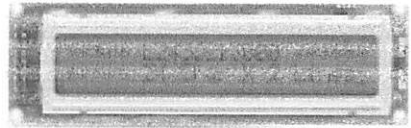
H : Horizontal

V : Vertical

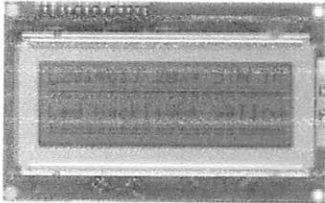
T : Thickness (max)



L2022



L2432



L2014



L4042



M4024

• SPECIFICATIONS :

: Standard products

: Products of optional specification

Character Format (character x line)		20 x 2	20 x 4	24 x 2	40 x 2	40 x 4
Model		L2022	L2014	L2432	L4042	M4024
Reflective		-	L20140QJ000S	L243200J000S	L404200J000S	M40240AS
EL backlight		-	L201421J000S	L243221J000S	L404221J000S	M40249DWS
LED backlight		-	L2014B1J000S	L2432B1J000S	L4042B1J000S	M40247DYS
Reflective (wide temp)		L202200P000S	L201400L000S	L243200L000S	L404200L000S	M40240CS
LED backlight (wide temp)		L2022B1P000S	L2014B1L000S	L2432B1L000S	L4042B1L000S	M40247JYS
Character font		5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor
Module size (HxVxT) mm	Reflective	180,0 x 40,0 x 10,5	98,0 x 60,0 x 11,6	118,0 x 36,0 x 11,3	182,0 x 33,5 x 11,3	190,0 x 54,0 x 10,1
	EL backlight	180,0 x 40,0 x 10,5	98,0 x 60,0 x 11,6	118,0 x 36,0 x 11,3	182,0 x 33,5 x 11,3	190,0 x 54,0 x 10,1
	LED backlight	180,0 x 40,0 x 14,8	98,0 x 60,0 x 15,8	118,0 x 36,0 x 15,8	182,0 x 33,5 x 16,3	190,0 x 54,0 x 16,3
Viewing area (HxV) mm		149,0 x 23,0	76,0 x 25,2	94,5 x 17,8	154,4 x 15,8	147,0 x 29,5
Character size (HxV) mm *1		6,00 x 9,66	2,95 x 4,15	3,20 x 4,85	3,20 x 4,85	2,78 x 4,27
Dot size (HxV) mm		1,12 x 1,12	0,55 x 0,55	0,60 x 0,65	0,60 x 0,65	0,50 x 0,55
Power supply voltage (VDD-VSS) V		+ 5 V	+ 5 V	+ 5 V	+ 5 V	+ 5 V
Current consumption (mA _{typ})	IDD	4,2	2,9	2,5	3,0	8,0
	ILC *4	2,6	1,2	0,5	1,0	3,0
Driving method (duty)		1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
Built-in LSI		KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent
Operating temperature (°C)	normal temp.	-	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50
	wide temp. *2	- 20 to +70	- 20 to +70	- 20 to +70	- 20 to +70	- 20 to +70
Storage temperature (°C)	normal temp.	-	- 20 to +60	- 20 to +60	- 20 to +60	- 20 to +60
	wide temp.	- 30 to +80	- 30 to +80	- 30 to +80	- 30 to +80	- 30 to +80
Weight (g. typ.)	Reflective	80	55	40	70	90
	EL backlight	-	60	45	75	105
	LED backlight	110	70	60	95	140
Inverters for EL	Model	-	5A	5A	5C	5D
	Power supply (V)	+ 5.0	+ 5.0	+ 5.0	+ 5.0	+ 5.0
	current consumption (mA) *3	-	45	45	25	80
LED backlight	Forward current consumption (mA)	320	240	150	260	480
	Forward input voltage (V _{typ.})	+ 4,1	+ 4,1	+ 4,1	+ 4,1	+ 4,1

*1 : Excluding cursor

*2 : With external temperature compensation

*3 : Including EL backlight

*4 : Based on normal temperature range

H : Horizontal

V : Vertical

T : Thickness (max)

Dot Matrix Liquid Crystal Display Modules

GRAPHIC TYPE

• FEATURES :

- Wide viewing angle and high contrast
- Full dot configuration fits any application
- Slim, light weight and low power consumption
- Available in STN and FSTN

• SPECIFICATIONS :

Format (HxV,dot)		97 x 32	128 x 32	128 x 64	128 x 64
Model		Y97031	G1213	G1216	G1226
Display type	Reflective	built-in RAM	-	-	-
	Reflective wide temp.	built-in RAM	-	-	-
Display mode	LED backlight	built-in RAM	G121300N000S	G121600N000S	-
	LED backlight wide temp.	built-in RAM	-	-	G1226BY1000S
Display type	Transmissive	-	G1213B1N000C	G1216B1N000S	-
	with CFL backlight	built-in controller	-	-	-
Display mode	Transmissive	built-in RAM	-	-	-
	with CFL backlight	built-in controller	-	-	-
Module size (H x V x T)	Reflective (no backlight)	47.5 x 66.4 x 2.1	75.0 x 41.5 x 6.8	75.0 x 52.7 x 6.8	-
	LED backlight	-	75.0 x 41.5 x 8.9	75.0 x 52.7 x 8.9	93.0 x 70.0 x 11.4
	CFL backlight	-	-	-	-
Module area (HxV) mm		43.5 x 23.9	60.0 x 21.3	60.0 x 32.5	70.7 x 38.8
Module size (H x V) mm		0.35 x 0.48	0.40 x 0.48	0.40 x 0.40	0.44 x 0.44
Pitch (H x V) mm		0.39 x 0.52	0.43 x 0.51	0.43 x 0.43	0.48 x 0.48
Operating supply voltage (V)	(VDD - VSS)	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
	(VLC - VSS)	-	-8.0	-8.1	-9.2
Operating current consumption (mA, typ.)	IDD	0.10	2.0	2.0	3.0
	ILC (built-in controller)	-	-	-	-
Driving method (duty)		1/33	1/64	1/64	2.0
On-chip LSI	Driver	SED1530 or equivalent	HD61202 HD61203 or equivalent	HD61202 HD61203 or equivalent	KS0107 KS0108 or equivalent
	Controller	-	-	-	-
Operating temperature range (°C)		-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	0 to +50
Storage temperature range (°C)		-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-20 to +60
Operating current (mA, typ.)	Reflective (Transmissive no backlight)	10	23	35	-
	LED backlight	-	35	45	72
	CFL backlight	-	-	-	-
Operating current for CFL backlight	Forward current consumption (mA)	-	40	90	125
	Forward input voltage (V, typ.)	-	3.8	4.1	4.1
Operating current for CFL	Mode	-	-	-	-
	Power supply voltage (V)	-	-	-	-
Current consumption (mA, typ.)		-	-	-	-

built-in DC/DC converter (single power source)

Use with external temperature compensation circuit

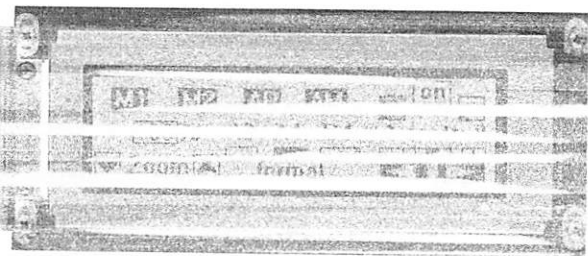
As our policy is one of continuous improvements we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice

Dot format (HxV,dot)			240 x 64	240 x 128	320 x 200	320 x 240	640 x 200
Model			G2446	G242C	G321D	G324E	G648D
STN type (Gray mode)	Reflective	built-in RAM	-	-	-	-	-
	Reflective wide temp.	built-in RAM	-	-	-	-	-
	LED backlight	built-in RAM	-	-	-	-	-
	LED backlight wide temp.	built-in RAM	-	-	-	-	-
FSTN type (B&W mode)	Transmissive	-	G2446X5R1A0S	G242CX5R1ACS	G321DX5R1A0S	G324EX5R1A0S	G648DX5R1A0S
	with CFL backlight	built-in controller	G2446X5R1ACS	G242CX5R1ACS	G321DX5R1ACS	G324EX5R1ACS	-
	Transmissive	built-in RAM	-	-	-	-	-
Module size (H x V x T)	Reflective (no backlight)	-	-	-	-	-	-
	LED backlight	-	-	-	-	-	-
mm	CFL backlight	191.0 x 79.0 x 15.1	180.0 x 110.0 x 15.1	180.0 x 134.0 x 15.1	166.0 x 134.0 x 15.1	260.0 x 122.0 x 15.7	-
Viewing area (HxV) mm	-	134.0 x 41.0	134.0 x 76.0	128.0 x 110.0	128.0 x 110.0	215.0 x 83.0	-
Dot size (H x V) mm	-	0.49 x 0.49	0.47 x 0.47	0.34 x 0.48	0.32 x 0.39	0.30 x 0.36	-
Dot pitch (H x V) mm	-	0.53 x 0.53	0.51 x 0.51	0.38 x 0.52	0.36 x 0.43	0.33 x 0.39	-
Power supply voltage (V)	VDD - VSS	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
	V _{LC} - VSS	-1	-1	-24.0	-24.0	-24.0	-24.0
Current consumption (mA, typ.)	IDD	12	30	8	7.5	11	-
	IDD (built-in controller) ILC	15	40	23	23	-	-
Driving method (duty)		1/64	1/128	1/200	1/240	1/200	-
Built-in LSI	Driver	MSM5298 MSM5299 or equivalent	KS0103 KS0104 or equivalent	MSM5298 MSM5299 or equivalent	HD66204 HD66205 or equivalent	MSM5298 MSM5299 or equivalent	-
	Controller	SED1330FB	SED1330FB	SED1330FB	SED1330FB	-	-
Operating temperature range (* °C)		0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	-
Storage temperature range (* °C)		-20 to +50	-20 to +50	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-
Weight (g, typ.)	Reflective (Transmissive no backlight)	-	-	-	-	-	-
	LED backlight	-	-	-	-	-	-
	CFL backlight	200	280	350	350	420	-
LED backlight	Forward current consumption (mA)	-	-	-	-	-	-
	Forward input voltage (V, typ.)	-	-	-	-	-	-
Inverter for CFL	Mode	4800210	4800210	4500210	4300210	4300120	-
	Power supply voltage (V)	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+12.0	-
	Current consumption (mA, typ.)	250	350	365	365	390	-

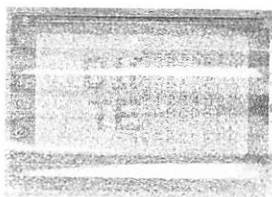
*1 : built-in DC/DC converter (single power source)

*2 : Use with external temperature compensation

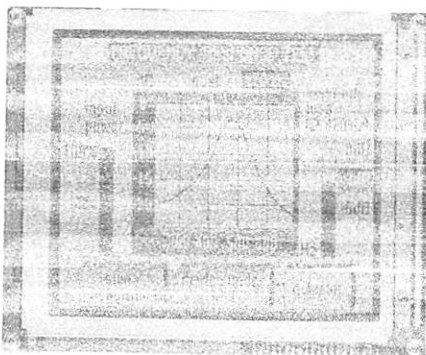
Since our policy is one of continuous improvements, we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice.



G2446



G1226



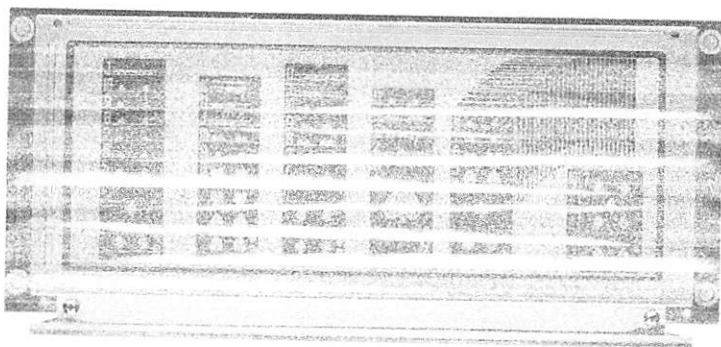
G321D



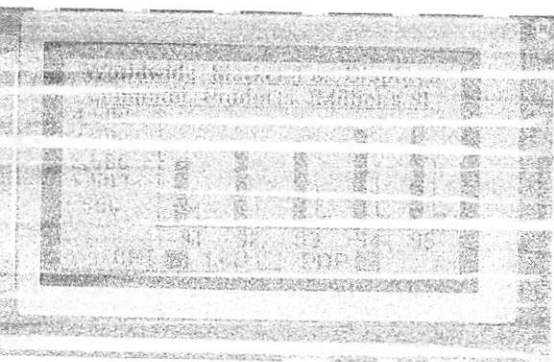
G1216



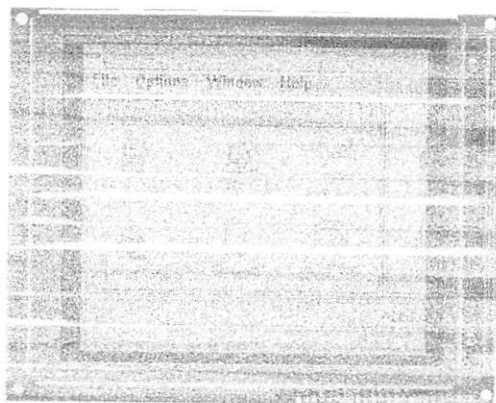
G1213



G649D



G242C



G324E

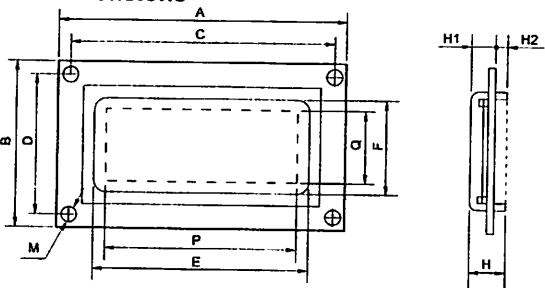
CHECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD MODULE

1. Company _____ 2. Application _____ 3. Customer Specified Part No. _____

4. Design

New Modified : Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____
 Equivalent: Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____

5. LCM Dimensions



A x B : Module size _____ x _____ mm
 E x F : Viewing area _____ x _____ mm
 P x Q : Active display area _____ x _____ mm
 C : Length between mounting holes _____ mm
 D : Length between mounting holes _____ mm
 M : Diameter of mounting hole _____ mm
 H : Total thickness _____ mm
 H1 : Upper thickness _____ mm
 H2 : Lower thickness _____ mm

6. Display Contents

Character type: _____ characters _____ lines
 Character font _____ x _____ dots + cursor
 Character pitch _____ x _____ mm
 Dot pitch _____ x _____ mm
 Dot size _____ x _____ mm
 Graphics (Full dot) type: _____ x _____ dots
 Dot pitch _____ x _____ mm
 Dot size _____ x _____ mm
 Segment type: _____ digits _____ lines
 Others _____

7. LCD Panel

Viewing angle: 6 o'clock 12 o'clock _____ o'clock
 Type: TN FSTN (Black and white)
 STN (Yellow green Gray Blue)
 Chromaticity coordinates
 (_____ ≤ x ≤ _____, _____ ≤ y ≤ _____)
 Positive type Negative type
 Reflective Transflective Transmissive
 Others _____
 Gray scale: Yes _____ gray scale No
 Preferential specifications:
 Response time t_{on} ms (_____ °C) t_{off} ms (_____ °C)
 Viewing angle _____ deg. (_____ °C) Contrast _____ (_____ °C)
 Others _____

LCD surface finishing:

Normal Anti-glare _____
 Polarizer color: Normal (neutral gray) Red
 Green Blue _____

Driving Method

Multiplexing: 1/ _____ duty, 1/ _____ bias
 Frame frequency: _____ Hz

IC

LCD driver: Specified Unspecified
 Segment driver _____ (Manufacturer _____)
 Common driver _____ (Manufacturer _____)
 Controller: Internal External
 Type No. _____ (Manufacturer _____)
 MPU: Internal External
 Type No. _____ (Manufacturer _____)
 RAM: Internal External
 Type No. /Memory size _____ (Kbit) (Manufacturer _____)

Power Supply

Single power supply: 5V _____ V
 2 power supplies
 For logic: (V_{DD}-V_{SS}): 5V _____ V
 For LC drive: (V_{LC}-V_{SS}): _____ V

11. Temperature Compensation Circuit

Internal External Unnecessary
 Compensation range: 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C

12. Current Consumption

For logic: typ. _____ mA, max. _____ mA
 For LC drive: typ. _____ mA, max. _____ mA
 Others (_____): typ. _____ mA, max. _____ mA

13. Contrast Adjustment

Internal External Unnecessary
 Method: Temp. compensation circuit Volume _____

14. Temperature Range

Operating temperature range: 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C
 Storage temperature range: -20°C to 60°C _____ °C to _____ °C

15. Input/Output Terminals

Specifying allocation: Yes No
 Specifying position: Yes No

16. Weight

typ. _____ g, max. _____ g

17. Connector

Internal External Unnecessary
 Type No. _____ (Manufacturer _____)

18. Backlight

Internal External Unnecessary
 EL: Green White _____
 LED: Yellow green Amber _____
 CFL: White _____
 Incandescent lamp Others _____
 Backlight type Edge backlight type
 Brightness: _____ cd/m²
 Inverter: Internal External Unnecessary
 Power supply voltage _____ V
 Current consumption (backlight included) _____ mA
 Brightness control: Yes No

19. Others

20. Schedule

Estimate: _____
 Sample: Delivery _____, Quantity: _____ pcs
 Mass production: Target price: _____
 Delivery _____, Total quantity: _____ pcs
 Quantity per month _____ pcs

Liquid Crystal Displays

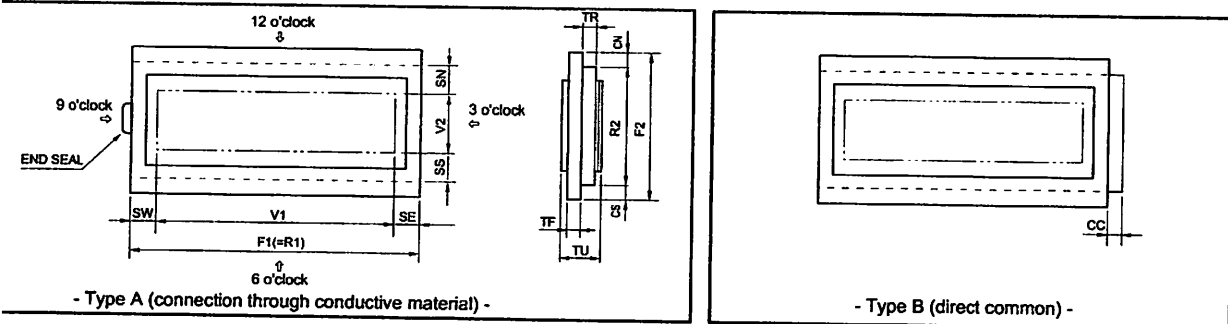
CHECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD

Company _____ 2. Application _____ 3. Customer Specified Part No. _____

Design

New Modified: Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____
 Equivalent: Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____

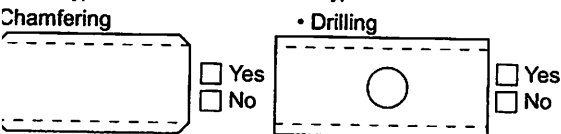
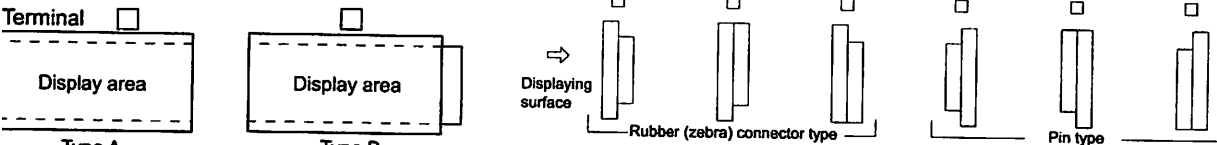
Panel Dimensions



Horizontal length of upper glass _____ mm
 Vertical length of upper glass _____ mm
 Horizontal length of lower glass _____ the same as F1
 Vertical length of lower glass _____ mm
 F2 is generally longer than F2 when terminals are with pin.
 TR***: Thickness of glass _____ mm
 Standard type: 1.1 mm or 0.7 mm
 Thickness of LCD _____ mm
 Terminal seal: Right Left Right or Left

V1: Horizontal length of viewing area _____ mm
 V2: Vertical length of viewing area _____ mm
 CN**: Terminal length _____ mm
 CS**: Terminal length _____ mm
 **CN or CS=0 in case of one side terminal type.
 CC: Terminal length _____ mm
 SE, SW, SN, SS: Seal width
 (According to design or manufacturing condition:
 about 2.0 mm to 4.0 mm)

Panel Form



Display Mode

Viewing angle: 6 o'clock 12 o'clock _____ o'clock
 Type: TN FSTN (Black and white)
 STN: (Yellow green Gray Blue)
 Chromaticity coordinates ($_____ \leq x \leq _____$, $_____ \leq y \leq _____$)
 Positive type Negative type
 Reflective Transflective Transmissive
 Referential specifications:
 Response time t_{on} _____ ms (_____ °C) t_{off} _____ ms (_____ °C)
 Viewing angle _____ deg. (_____ °C) Contrast _____ (_____ °C)
 Others _____

Polarizer

Surface finishing: Normal Anti-glare _____
 Color: Normal (neutral gray) Red Green
 Blue _____
 Front polarizer: Attached type Separate type
 Rear polarizer: Attached type Separate type

Driving Method

Static Multiplexing: (1/ _____ duty, 1/ _____ bias)
 Operating voltage (V_{opr}): _____ V
 Frame frequency: _____ Hz
 Driving IC: _____ (Manufacturer _____)
 Current consumption: _____ μA

10. Temperature Range

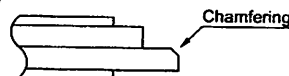
Operating temperature range
 With temperature compensation circuit (or volume)
 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C
 Without temperature compensation circuit
 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C
 Storage temperature range
 - 20°C to 60°C _____ °C to _____ °C

11. Terminal Connecting Method

Rubber connector (Zebra rubber)
 Pin: DIL SIL _____
 Pitch (2.54 _____ mm) Length (_____ mm)
 Heat seal: Equipped Unnecessary

12. Others

Print (Characters, lines, masks etc.): Yes No
 Protective film:
 Yes (Color: Red Translucent Transparent) No
 Chamfering (for heat-seal connector):
 Yes (Position: _____)
 (Quantity: _____)
 No



13. Schedule

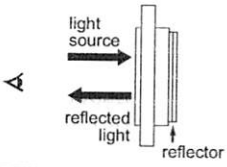
Estimate: _____
 Sample: Delivery _____, Quantity: _____ pcs
 Mass production: Target price: _____
 Delivery _____, Total quantity: _____ pcs
 Quantity per month: _____ pcs

Liquid Crystal Display Modules

REFLECTIVE/TRANSFLECTIVE/TRANSMISSIVE LCD

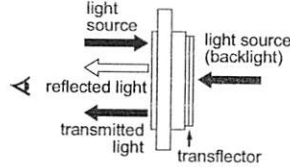
1 Reflective LCD

Reflector bonded to the rear polarizer reflects the incoming ambient light. Low power consumption because no backlight is required.



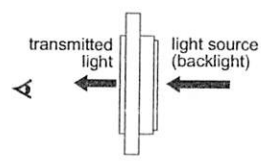
2 Transflective LCD

Transflector bonded to the rear polarizer reflects light from the front as well as enabling lights to pass through the back. Used with backlight off in bright light and with it on in low light to reduce power consumption.

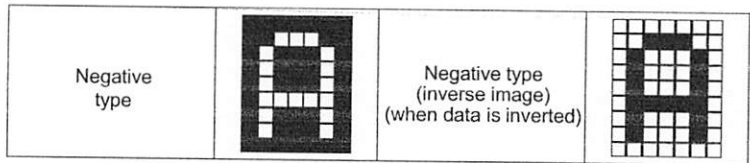


3 Transmissive LCD

Without reflector or transflector bonded to the rear polarizer. Backlight required. Most common is transmissive negative image.



POSITIVE/NEGATIVE MODE



TN TYPE/STN TYPE/FSTN TYPE

TN	(Background/dot color) Gray/Black	TN (Twisted Nematic) type is most conventional and economical. It is used for static drive LCD and low-duty drive LCD (watch, calculator, etc.)
STN	Yellowgreen/Dark blue	STN (Super Twisted Nematic) type has a higher twist angle, and thus provides clear visibility and wider viewing angle. This is suitable especially for high-duty drive LCD.
	Gray/Dark blue White/Blue	
FSTN	White/Black	FSTN (Film Super Twisted Nematic) type utilizes RCF (Retardation Control Film) to remove the coloring of STN LCD. Thus FSTN type provides easy-to-read black-and-white display.

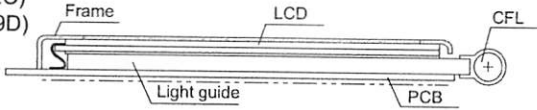
STRUCTURE AND FEATURE OF LCD MODULE WITH BACKLIGHT

CFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) backlight

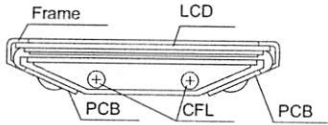
Features: high brightness, long service life, inverter required

• Edge backlight type

(G2446, G242C)
(G321D, G649D)



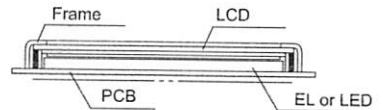
• Backlight type



EL (Electroluminescent Lamp) backlight LED (Light Emitting Diode) backlight

Features: EL: thin, inverter required

LED: long service life, low voltage driving, no inverter required

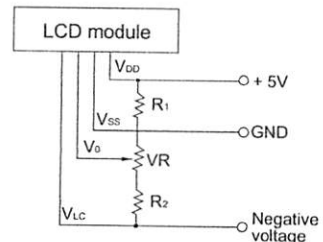
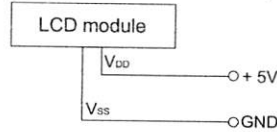
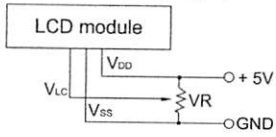


POWER SUPPLY

Character modules (single power supply)

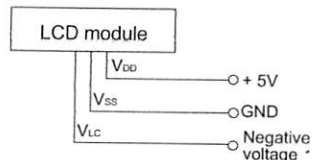
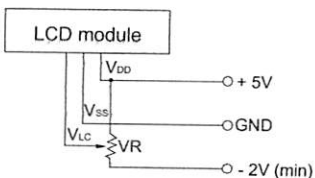
• G2446, G242C (Built-in DC-DC conv.)

• G321D, G324E and G649D



Character Modules (Dual power supply)

• Y1206 and G1226



Note 1: Contrast can be adjusted by VR.
Note 2: For module with backlight, power supply for backlight is necessary.

*Negative voltage should be variable for contrast adjustment.

Precautions

Safety Instructions

- If the LCD panel is damaged, be careful not to get the liquid crystal in your mouth and not to be injured by crushed glasses.
- If you should swallow the liquid crystal, first, wash your mouth thoroughly with water, then, drink a lot of water and induce vomiting, and then, consult a physician.
- If the liquid crystal should get in your eye, flush your eye with running water for at least fifteen minutes.
- If the liquid crystal touches your skin or clothes, remove it and wash the affected part of your skin or clothes with soap and running water.
- EL or CFL backlight is driven by a high voltage with an inverter. Do not touch the connection part or the wiring pattern of the inverter.
- Do not use inverters without a load or in the short-circuit mode.
- Use the LCD module within the rated voltage to prevent overheating and/or damage. Also, take steps to ensure that the connector does not come off.

Handling Precautions

- Since the LCD panel has glass substrate, avoid applying mechanical shock or pressure on the module. Do not drop, bend, twist or press the module.
- Do not soil or damage LCD panel terminals.
- Since the polarizer is made of easily-scratched material, be careful not to touch or place objects on the display surface.
- Keep the display surface clean. Do not touch it with your skin.
- CMOS LSI is used in the LCD module. Be careful of static electricity.
- Do not disassemble the module or remove the liquid crystal panel or the panel frame.
- Do not damage the film surface of the EL lamp; otherwise the lamp will be damaged by humidity.
- To set an EL lamp in an LCD module, push the EL lamp with its emitting side up, without pushing the rubber connectors too hard. If you damage them, the LCD module may not work properly.

Mounting and Designing

- To protect the polarizer and the LCD panel, cover the display surface with a transparent plate (e.g., acrylic or glass) with a small gap between the transparent plate and the display surface.
- Keep the module dry. Avoid condensation to prevent the transparent electrodes from being damaged.
- Drive LCD panel with AC waveform in which DC element is not included to prevent deterioration in the LCD panel.
- Contrast of LCD varies depending on the ambient temperature. To offer the optimum contrast, LC drive voltage should be adjusted. LCD driven in a high duty ratio must be provided with drive voltage adjustment method.
- Mount a LCD module with the specified mounting part/holes.

- Design the equipment so that input signal is not applied to the LCD module while power supply voltage is not applied to it.
- Do not locate the CFL tube and the lamp lead wire close to a metal plate or a plated part inside the equipment. Otherwise stray capacity causes a drop in voltage, decreasing the brightness and the ability to start-up.

Cleaning

- Do not wipe the polarizer with a dry cloth, as it may scratch the surface.
- Wipe the LCD panel gently with a soft cloth soaked with a petroleum benzine.
- Do not use ketonic solvents (ketone and acetone) or aromatic solvents (toluene and xylene), as they may damage the polarizer.

Storing

- Store the LCD panel in a dark place, where the temperature is $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ and the relative humidity below 65%. If possible, store the LCD panel in the packaging situation when it was delivered.
- Do not store the module near organic solvents or corrosive gases.
- Keep the module (including accessories) safe from vibration, shock and pressure.
- Use an LCD module with built-in EL backlight within six months of delivery.
- EL backlight is easily affected by environmental conditions such as temperature and humidity; the quality may deteriorate if stored for an extended period of time. Contact Seiko Instruments GmbH for details.
- Some parts of the backlight and the inverter generate heat. Take care so that the heat does not affect the liquid crystal or any other parts.
- Dust particles attached to the surface of the LCD or the surface of the backlight degrade the display quality. Be careful to keep dust out in designing the structure as well as in handling the module.
- Black or white air-bubbles may be produced if the LCD panel is stored for long time in the lower temperature or mechanical shocks are applied onto the LCD panel.

On This Brochure

- Seiko Instruments GmbH reserves the right to make changes without notice to the specifications and materials contained herein.
- The colors of the products reproduced herein may be different from the actual colors. Check color on actual products before using the product.
- The information contained herein shall not be reproduced in whole or in part without the express written consent of Seiko Instruments GmbH
- The products described herein are designed for consumer equipment and cannot be used as part of any device or equipment which influences the human body or requires a significantly high reliability, such as physical exercise equipment, medical equipment, disaster prevention equipment, gas related equipment, vehicles, aircraft and equipment mounted on vehicles.