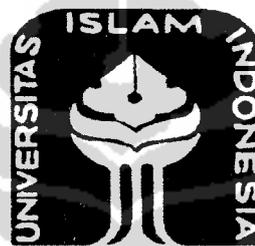


**PERANCANGAN SISTEM PARKIR DENGAN KARTU DIGITAL
BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro



Disusun oleh :

Nama : Dani Raharjo

No.Mahasiswa : 03524053



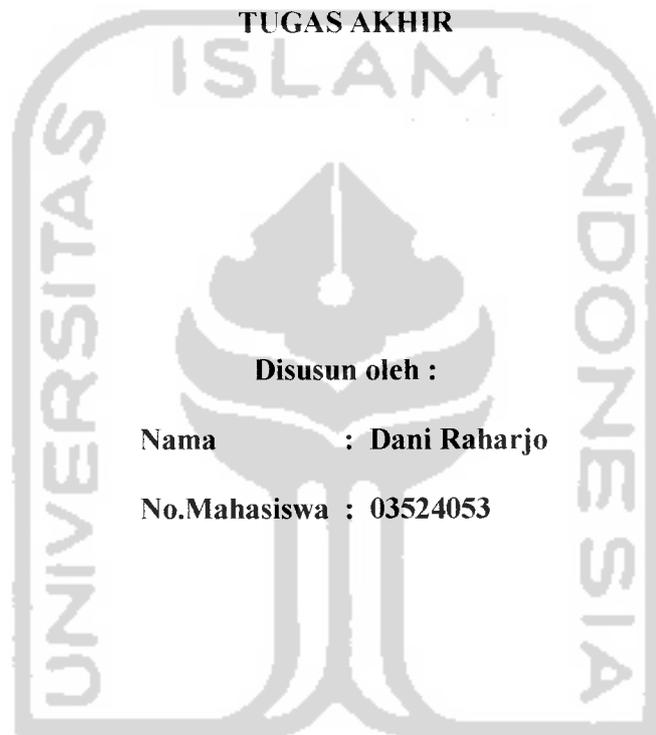
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PERANCANGAN SISTEM PARKIR DENGAN KARTU DIGITAL
BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51**

TUGAS AKHIR



Disusun oleh :

Nama : Dani Raharjo

No.Mahasiswa : 03524053

Yogyakarta, Juli 2007

Pembimbing I

Wahyudi Budi Pramono, ST

Pembimbing II

Medilla Kusriyanto, ST

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PERANCANGAN SISTEM PARKIR DENGAN KARTU DIGITAL
BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51**

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Nama : Dani Raharjo

No.Mahasiswa : 03524053

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Juli 2007

Tim Penguji,

Wahyudi Budi Pramono, ST

Ketua

Medilla Kusriyanto, ST

Anggota I

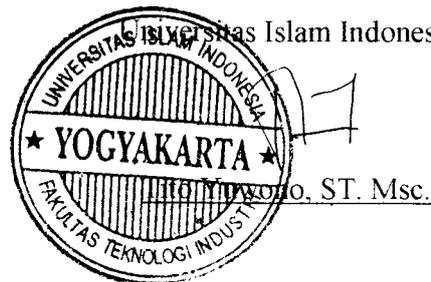
Dwi Ana Ratna Wati, ST

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Universitas Islam Indonesia



HALAMAN PERSEMBAHAN



Tugas akhir ini Ananda persembahkan Kepada :

Ayahanda dan Ibunda tercinta

Atas segalanya yang telah diberikan kepadaku

*Kakak beserta keluarga besarku yang selalu
memberikan perhatian, semangat, motivasi dan
do'a untukku*

MOTTO

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(Q.S. Asy Syarh ; 5)

"Sebaik-baik manusia adalah orang yang banyak manfaatnya (kebaikannya) kepada manusia lainnya."

(H.R. Qadla'ie dari Jabir)

"Tuhanku (Allah SWT) mendidikku lalu dia mendidik aku sebaik-baiknya."

(H.R. Sam'ani)

"Hari bekerja untuk si pemalas adalah besok, dan hari liburnya adalah hari ini."

(Jhon Wasley)

"Don't look in front of you, coz nobody there!"

(Dabul)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, karena ridho-Nya penyusun dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir (TA) dengan judul **“Perancangan Sistem Parkir dengan Kartu Digital Berbasis Mikrokontroler AT89S51”** dan tidak lupa juga kita panjatkan shalawat serta salam pada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para pengikutnya sampai akhir zaman.

Adapun maksud dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi kurikulum S-1 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. disamping itu bertujuan untuk menambah pengetahuan terhadap ilmu yang dipelajari di bangku perkuliahan untuk diterapkan pada aplikasi sesungguhnya.

Dalam menyusun laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang memberikan bantuan dan dukungan. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. ALLAH SWT, yang dengan izin dan kuasa-Nya, masih memberi kesempatan untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ayahanda Djemangin Karyana dan Ibunda Damirah yang senantiasa memberikan dukungan semangat, moril, materil dan do'a setiap saat.

3. Bapak Fathul Wahid, ST.Msc, selaku Dekan Fakultas Teknik Industri.
4. Bapak Tito Yuwono, ST.Msc, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Wahyudi Budi Pramono, ST, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan saran-saran, kritik serta bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan baik.
6. Bapak Medilla Kusriyanto, ST, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan saran-saran, kritik serta bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan baik.
7. Kakakku Rachmad Santoso S.Kom, serta seluruh keluarga besarku yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam penyusunan tugas akhir.
8. Rahan Sukma Yuda dan Galih Mustiko Aji yang telah berbaik hati meluangkan waktu dan ilmunya.
9. Rekan-rekanku para @noman yang telah banyak memberikan bantuan. Serta seluruh rekan-rekan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.
10. Dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Industri, Ka.Lab Jurusan Teknik Elektro atas waktu, tempat dan ilmu yang diberikan.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah memberikan *support* dan do'a.

Penyusun telah berupaya yang terbaik dalam menyusun tugas akhir ini, namun penyusun menyadari bahwa penulisan laporan ini tidak luput dari kekurangan, maka kritik dan saran yang konstruktif dari semua pihak sangat diperlukan untuk penulisan laporan yang selanjutnya dan penyusun terima dengan sepenuh hati sebagai bahan untuk peningkatan kemampuan dan keterampilan penyusun di lain kesempatan.

Akhirnya penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat dan berguna bagi penyusun dan pembaca serta menjadikan amal ibadah yang diterima di sisi-Nya. Amin...

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Juli 2007

Dani Raharjo

ABSTRAKSI

Pemanfaatan otomatisasi sistem parkir dilatarbelakangi oleh perlunya perangkat keras dan perangkat lunak yang mampu mengelola tempat parkir agar terwujud sistem parkir yang dapat memudahkan kerja dari pengelola dan terciptanya efektifitas parkir. Perancangan sistem parkir dengan kartu parkir digital dikendalikan oleh sebuah *chip* mikrokontroler ATMEL AT89S51 yang akan mengolah masukan data-data dan menghasilkan keluaran sesuai dengan kebutuhan. Masukan pada alat ini berupa data biner kartu parkir digital dengan *optocoupler* sebagai pembaca kartu parkir. Kartu parkir yang digunakan terbuat dari lempeng plastik yang diisi dengan kode blok gelap-terang. Kondisi gelap-terang kartu tersebut terdiri dari bit kontrol yang digunakan untuk memeriksa posisi kartu dan bit data yang berisi data biner kartu. Sedangkan keluaran dari alat ini berupa tampilan informasi waktu dan biaya dari penggunaan tempat parkir yang terlihat pada monitor dan operasi buka tutup dari miniatur palang pintu keluar area parkir. Tampilan yang terlihat pada monitor menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0 yang digunakan sebagai antarmuka antara pengguna dan sistem kendalinya. Sistem parkir akan bekerja setelah petugas parkir memasukkan kartu parkir. Setelah dimasukkan pada posisi yang benar, data dari kartu diolah dan dikirimkan oleh mikrokontroler ke komputer. Data dari kartu digunakan sebagai nomor kode kartu yang akan disimpan pada komputer, setelah petugas parkir mengisi data nomor kendaraan dan jenis kendaraan. Pada saat pengguna akan keluar dari area parkir, petugas parkir akan memasukkan kembali kartu parkir dan akan muncul tampilan tentang waktu dan biaya parkir yang akan dikeluarkan dan operasi membuka miniatur palang pintu keluar dilakukan setelah petugas parkir mencocokkan nomor kendaraan dan jenis kendaraan pada komputer dengan kendaraan yang akan keluar. Komunikasi serial RS-232 digunakan untuk mengirim data ke PC dan untuk operasi pembukaan palang pintu keluar. Untuk *level converter* dipakai IC MAX-232. Motor yang dipakai untuk menggerakkan palang pintu keluar menggunakan jenis motor DC. Dengan pemanfaatan sistem parkir dengan kartu digital ini dihasilkan suatu bentuk peningkatan kualitas pelayanan terhadap pengguna jasa parkir.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAKSI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II. DASAR TEORI	
2.1. Microsoft Visual Basic 6.0	6
2.2. Mikrokontroler AT89S51	6

2.2.1.	Arsitektur Mikrokontroler AT89S51	6
2.2.2.	Deskripsi Pin AT89S51	9
2.2.3.	Struktur Memori Mikrokontroler AT89S51	12
	2.2.3.1. Register Fungsi Khusus	13
	2.2.3.2. <i>Flash PEROM</i>	16
2.3.	Antar Muka RS-232	18
	2.3.1. Standar RS-232	19
	2.3.2. Pengkonversi Level Tegangan TTL ke RS-232	20
2.4.	<i>Optocoupler</i>	21
2.5.	Komparator	23
2.6.	Motor DC	24
 BAB III. PERANCANGAN SISTEM		
3.1.	Perancangan Sistem Parkir	25
3.2.	Perancangan Perangkat Keras	28
	3.2.1. Rangkaian Catu Daya	28
	3.2.2. Rangkaian Mikrokontroler AT89S51	28
	3.2.2.1. Rangkaian Osilator	29
	3.2.2.2. Rangkaian <i>Power on Reset</i>	29
	3.2.2.3. Rangkaian Sistem Parkir	30
3.2.3.	Rangkaian Antarmuka Perangkat Keras	31
3.2.4.	Rangkaian <i>Optocoupler</i>	32
3.2.5.	Kartu Parkir Digital	33
3.2.6.	Rangkaian Penggerak Palang Pintu	34

3.3. Perancangan Perangkat Lunak	35
3.3.1 Perancangan <i>Software</i> Mikrokontroler AT89S51	35
3.3.1.1. Pengaktifan Program Serial	36
3.3.1.2. Pembacaan Kartu Parkir Digital	36
3.3.1.3. Komunikasi Mikrokontroler dengan PC	37
3.3.1.4. Penggerak Palang Pintu Parkir	38
3.3.2. Perancangan Perangkat Lunak Komputer	39
3.3.2.1. Perancangan Tampilan Perangkat Lunak	40
3.3.2.2. Pengaksesan Port Serial Visual Basic	43
BAB IV. PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1. Pengujian Perangkat Keras	44
4.1.1. Pengujian Rangkaian Catu Daya	44
4.1.2. Pengujian Rangkaian <i>Optocoupler</i>	44
4.1.3. Pengujian Rangkaian Penggerak Motor DC	46
4.1.4. Pengujian Rangkaian Pengiriman Data	47
4.2. Pengujian Perangkat Lunak	47
4.2.1. Pengujian <i>Software</i> Sistem Parkir	47
4.3. Hasil Pengujian Sistem	50
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Fungsi Alternatif Port 1 AT89S51	10
Tabel 2.2. Fungsi Alternatif Port 3 AT89S51	11
Tabel 2.3. Konfigurasi Pin Serial	20
Tabel 4.1. Tegangan Keluaran Port USB	44
Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran <i>Optocoupler</i>	45
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Rangkaian Motor DC	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Konfigurasi Pin AT89S51	7
Gambar 2.2.	Diagram Blok Arsitektur AT89S51	8
Gambar 2.3.	Konektor DB-9	19
Gambar 2.4.	Susunan Pin IC MAX 232	21
Gambar 2.5.	Simbol <i>Optocoupler</i>	21
Gambar 2.6.	Rangkaian <i>Optocoupler</i>	22
Gambar 2.7.	Konfigurasi Pin LM 324	23
Gambar 2.8.	Prinsip Kerja Motor DC	24
Gambar 3.1.	Blok Diagram Rangkaian Parkir Kartu Digital	25
Gambar 3.2.	Diagram Alir Sistem Parkir Kartu Digital	27
Gambar 3.3.	Sumber Catu Daya dari Port USB	28
Gambar 3.4.	Rangkaian Osilator	29
Gambar 3.5.	Rangkaian <i>Power on Reset</i>	29
Gambar 3.6.	Rangkaian Sistem Parkir AT89S51	30
Gambar 3.7.	Rangkaian Antarmuka Mikrokontroler ke PC	31
Gambar 3.8.	Prinsip Kerja Rangkaian <i>Optocoupler</i>	32
Gambar 3.9.	Kartu Parkir Digital	33
Gambar 3.10.	Rangkaian Penggerak Motor DC	35
Gambar 3.11.	Tampilan Penambahan Komponen	40
Gambar 3.12.	Tampilan <i>Form</i> Nomor Kode Kendaraan	40
Gambar 3.13.	Tampilan <i>Form</i> Menu Biaya Parkir	41

Gambar 3.14. Tampilan MSCComm pada <i>Control Toolbox</i>	43
Gambar 4.1. Kartu Parkir Digital	45
Gambar 4.2. Tampilan Menu Nomor Kode Kartu	48
Gambar 4.3. Tampilan Menu Data Kendaraan	48
Gambar 4.4. Tampilan Menu Status Kendaraan	49
Gambar 4.5. Tampilan Menu Biaya Parkir	50



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penggunaan sistem parkir yang canggih tetapi masih menggunakan tanda parkir yang terbuat dari kertas membuat sistem parkir tersebut mempunyai kelemahan yaitu apabila pengguna jasa parkir yang kurang berhati-hati dapat kehilangan tanda parkir tersebut, yang dapat merugikan dan merepotkan pengguna jasa parkir tersebut. Selain itu diperlukan biaya untuk membeli kertas tanda parkir beserta tinta yang digunakan untuk proses mencetak tanda parkir dan setelah selesai parkir tanda parkir tersebut tidak dapat digunakan lagi oleh pengelola parkir. Hal itu menambah biaya beban yang dikeluarkan pengelola parkir, dan akan mengurangi keuntungan pengelola parkir. Antrian kendaraan keluar juga dapat terjadi karena petugas harus kembali mengetik nomor kendaraan yang akan keluar dari area parkir.

Metode tempat parkir dengan menggunakan sistem digital akan mempermudah kerja dari pengelola. Petugas parkir hanya mencatat nomor kendaraan, menentukan jenis kendaraan (roda dua atau roda empat) dan menyimpan nomor kode kartu digital melalui komputer yang telah diprogram dengan menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0. Sehingga apabila pengguna parkir akan keluar, petugas parkir hanya memasukkan kartu parkir sehingga timbul tampilan informasi mengenai waktu dan biaya parkir yang dikeluarkan oleh pengguna parkir.

Untuk merealisasikan sistem parkir tersebut dirancanglah perangkat elektronik yang terdiri atas perangkat lunak dan perangkat keras dengan menggunakan mikrokontroler ATMEL AT89S51 sebagai pusat pengendali, kartu parkir digital sebagai alat masukan dan personal komputer (PC) sebagai media penampil yang mampu mencatat informasi waktu dan biaya parkir secara akurat, sehingga menghasilkan suatu bentuk peningkatan kualitas pelayanan terhadap pengguna jasa parkir dengan memanfaatkan teknologi sebagai sarana untuk memudahkan pekerjaan dan mempercepat proses pelayanan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat perangkat keras yang dapat membaca data biner dari kartu parkir digital dan mengirimkan data tersebut ke komputer melalui komunikasi serial.
2. Bagaimana membuat perangkat lunak yang dapat menampilkan data yang dikirim mikrokontroler menjadi nomor kode kartu, membuat *database* dari pengguna parkir, dan aplikasi menggerakkan palang pintu parkir melalui tombol yang terdapat pada tampilan di monitor.

1.3 Batasan Masalah

Pembahasan tentang sistem parkir dengan menggunakan kartu digital ini mempunyai cakupan yang luas. Untuk membatasi masalah agar tidak meluas kepermasalahan lain dan lebih terarah sebagaimana tujuan, penulis membatasi penelitian agar memperoleh suatu solusi yang diinginkan. Batasan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Mikrokontroler ATMEL AT89S51 sebagai pusat pengatur dan pengendali utama, dengan komunikasi melalui port serial terhadap komputer.
2. Masukan yang digunakan berupa kartu parkir digital yang terdiri dari kombinasi kode gelap-terang dengan jumlah maksimal kartu yang dapat digunakan sebanyak 254 buah dengan kode 00000000 dan 11111111 tidak digunakan dengan alasan keamanan.
3. *Optocoupler* digunakan sebagai sensor yang membaca data kartu parkir.
4. Menggunakan motor DC sebagai penggerak miniatur palang pintu keluar area parkir.
5. Implementasi hasil perancangan menggunakan perangkat lunak Microsoft Visual Basic 6.0.
6. Tampilan pada monitor berupa waktu masuk dan waktu keluar pengguna serta biaya yang akan dibayarkan pengguna parkir pada sistem yang bekerja selama 1 X 24 jam dengan sistem biaya *flat*.
7. Dalam keadaan tertentu sistem pembacaan data kartu dapat dioperasikan secara manual dengan menuliskan nomor kode yang tertera pada kartu parkir digital.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah untuk membuat sistem parkir dengan kartu digital berbasis mikrokontroler ATMEL AT89S51 yang mampu mencatat informasi waktu dan biaya parkir secara akurat. Dengan demikian diharapkan terbentuk peningkatan kualitas pelayanan terhadap pengguna jasa parkir.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu kontribusi positif dalam perkembangan sistem parkir. Sehingga sistem parkir dengan kartu digital berbasis mikrokontroler AT89S51 dapat menjadi pilihan bagi pengelola parkir dalam hal peningkatan kualitas pelayanan jasa parkir.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir dengan judul “Perancangan Sistem Parkir Dengan Kartu Digital Berbasis Mikrokontroler AT89S51” ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang masalah yang akan diteliti, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memuat teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan dirancang dan semua teori yang merupakan acuan dari perancangan.

BAB III PERANCANGAN RANGKAIAN

Bab ini menjelaskan perancangan *hardware* dan *software* yang digunakan, bagian-bagian yang terlibat dalam sistem beserta cara mengimplementasikan dari setiap bagian tersebut.

BAB IV PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai perihal hasil-hasil pengujian yang diperoleh dari uji coba perakitan dibandingkan dengan dasar teori sistem.

BAB V PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan dan saran-saran dari proses perancangan yang telah dilakukan.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Microsoft Visual Basic 6.0

Microsoft Visual Basic 6.0 merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menyusun program aplikasi yang bekerja dalam lingkungan sistem operasi *Microsoft Windows*. Kata “*Visual*” menunjukkan cara yang dibuat untuk membuat *Graphical User Interface (GUI)*. Dengan cara ini tidak lagi menuliskan instruksi pemrograman dalam kode-kode baris, tetapi secara mudah akan lebih fokus dan terstruktur pada usaha pencapaian objek-objek yang digunakan.

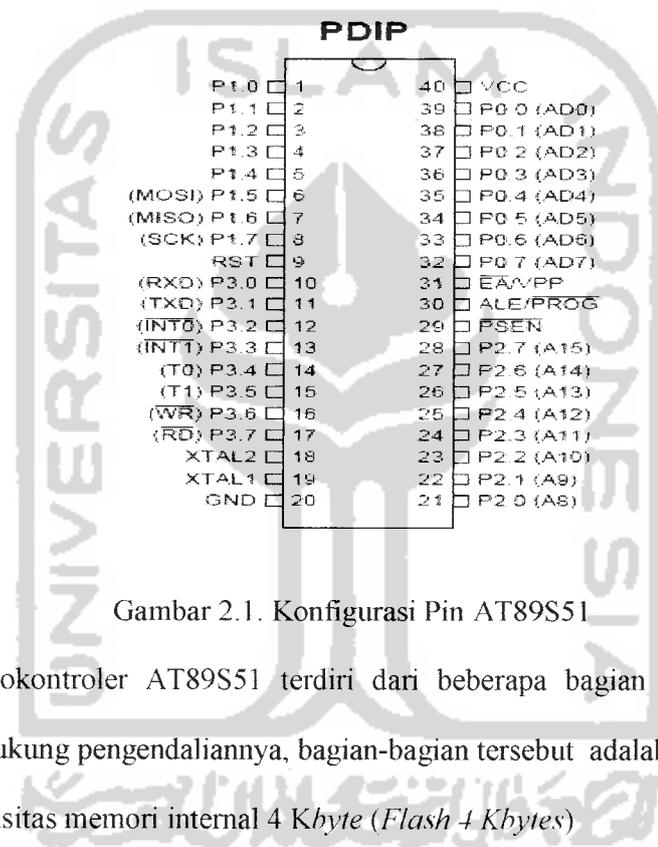
Sedangkan kata “*Basic*” merupakan bagian bahasa *BASIC (Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code)*, yaitu sebuah bahasa pemrograman yang dalam sejarahnya sudah banyak digunakan oleh para *programmer* untuk menyusun aplikasi. Sehingga *Visual Basic* merupakan sebuah teknik pemrograman *BASIC* (terstruktur) yang terfokus pada *OOP (Object-Oriented Programming)* atau pemrograman yang berorientasi objek.

2.2 Mikrokontroler AT89S51

2.2.1 Arsitektur Mikrokontroler AT89S51

AT89S51 merupakan salah satu produk mikrokontroler yang dikeluarkan oleh Atmel. Mikrokontroler AT89S51 terbentuk dari perpaduan arsitektur perangkat keras keluarga mikrokontroler MCS 51 dari Intel dan tambahan teknologi *Flash Memory*, sehingga AT89S51 terbentuk sebagai mikrokontroler

dengan fasilitas *timer*, port serial, 32 kaki I/O, RAM dan *Flash Memory* yang digunakan untuk keperluan penyimpanan program. Dengan demikian, desain elektronika menjadi ringkas, praktis dan ekonomis karena dimungkinkan untuk membuat suatu sistem hanya dalam satu *single chip* saja. Gambar 2.1 merupakan konfigurasi pin mikrokontroler AT89S51.



Gambar 2.1. Konfigurasi Pin AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 terdiri dari beberapa bagian yang berfungsi untuk mendukung pengendaliannya, bagian-bagian tersebut adalah :

1. Kapasitas memori internal 4 Kbyte (*Flash + Kbytes*)
2. 8 x 128 byte RAM (*Random Acces Memory*)
3. 32 jalur I / O yang dapat diprogram
4. 2 buah (6-bit pewaktu / pencacah (*timer / counter*))
5. *Serial Port Full Dupleks*
6. *Chip oscillator dan clock*
7. 6 buah sumber interupsi

2.2.2 Deskripsi Pin AT89S51

1. Vcc (pin 40)
Suplai tegangan
2. Ground (pin 20)
Pentanahan

3. Port 0.0 – 0.7 (pin 32 – 39)

Port 0 dapat berfungsi sebagai I/O biasa, dan dapat menerima kode *byte* pada saat *Flash Programming*. Sebagai port *output*, port ini dapat memberikan *output sink* ke delapan buah TTL *input*. Pada saat logika '1' dialamatkan pada kaki-kaki Port 0, maka Port 0 dapat digunakan sebagai masukan berimpedansi tinggi. Port 0 yang merupakan saluran I/O 8 bit *open collector* dapat juga digunakan sebagai multipleks bus alamat rendah dan bus data selama adanya akses ke memori program eksternal. Saat proses pemrograman dan verifikasi, Port 0 digunakan sebagai saluran data. *Pull up* eksternal diperlukan selama proses verifikasi.

4. Port 1.0 – 1.7 (pin 1 – 8)

Port 1 berfungsi sebagai I/O biasa atau menerima *low order address bytes* selama *Flash Programming*. Port ini memiliki *internal pull up* dan dapat berfungsi sebagai *input* dengan memberikan logika '1' yang dialamatkan pada kaki-kaki Port 1. Sehingga *output* port ini dapat memberikan *output sink* ke empat buah input TTL. Port ini juga dapat digunakan sebagai saluran alamat saat pemrograman dan verifikasi. Port 1 dipetakan pada alamat 90H dan dapat berfungsi sebagai berikut.

Tabel 2.1. Fungsi Alternatif Port 1 AT89S51

Pin Port	Fungsi Alternatif
P1.0	TI2 (<i>Timer / Counter 2 eksternal input</i>)
P1.1	TO2 (<i>Timer / Counter 2 eksternal output</i>)
P1.2	T2EA (<i>Timer / Counter 2 Capsture Reload Trigger</i>)
P1.3	SSI (<i>Slave Port Slave Input</i>)
P1.4	SSO (<i>Slave Port Slave Output</i>)
P1.5	MOSI (<i>Master Data Output, slave data input pin untuk SPI</i>)
P1.6	MISO (<i>Master Data Input, slave data output pin untuk SPI</i>)
P1.7	SCK (<i>Master Clock Input, slave data input pin untuk SPI</i>)

5. Port 2.0 – 2.7 (Pin 21 – 28)

Port 2 berfungsi sebagai I/O biasa atau *high order address*, saat mengakses memori secara 16 bit (*Movx @DPTR*). Sebagai *output*, port ini dapat memberikan *output sink* pada ke empat buah input TTL, sedangkan untuk memfungsikan sebagai port *input* dilakukan dengan memberikan logika 1 yang dialamatkan pada kaki-kaki Port 2. Port ini memiliki *internal pull up*.

6. Port 3.0 – 3.7 (pin 10 – 17)

Memiliki sifat yang sama dengan Port 1 dan Port 2 yaitu sebagai port I/O 8 bit dengan *internal pull up* yang memiliki fungsi pengganti. Bila fungsi pengganti tidak dipakai maka dapat digunakan sebagai port paralel 8 bit serba guna. Selain itu, sebagian Port 3 dapat berfungsi sebagai sinyal kontrol saat proses pemrograman dan verifikasi. Adapun fungsi dari Port 3 adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2. Fungsi Alternatif Port 3 AT89S51

Pin Port	Fungsi Alternatif
P3.0	RDX (Port untuk masukan serial)
P3.1	TDX (Port untuk keluaran serial)
P3.2	INT0 (Port untuk melayani interupsi eksternal 0)
P3.3	INT1 (Port untuk melayani interupsi eksternal 1)
P3.4	T0 (Port untuk masukan <i>eksternal timer 1</i>)
P3.5	T1 (Port untuk masukan <i>eksternal timer 0</i>)
P3.6	WR (<i>Eksternal Data Memory Write Strobe</i>)
P3.7	RD (<i>Eksternal Data Memory Read Strobe</i>)

7. Reset (Pin 9)

Reset *input*. Reset akan aktif dengan memberikan *input high* selama 2 *cycle*. Pulsa transisi dari rendah ke tinggi akan mereset mikrokontroler.

8. ALE (Pin 30)

Pin ini berfungsi sebagai *Address Latch Enable* (ALE) yang *latch low byte address* pada saat mengakses memori eksternal. ALE hanya akan aktif saat mengakses memori eksternal (*movx* dan *movc*).

8. PSEN (Pin29)

Program Store Enable (PSEN), pin ini berfungsi pada saat mengakses program yang terletak pada memori eksternal.

9. EA (Pin 31)

External Access Enable (EA) merupakan sinyal kontrol untuk pembacaan memori program. Pada kondisi *low* pin ini akan berfungsi sebagai EA yaitu mikrokontroler akan menjalankan program yang ada pada memori eksternal setelah sistem direset.

Sedangkan jika berkondisi *high*, pin akan berfungsi menjalankan program yang ada pada memori internal pada saat *Flash Programming*, pin ini akan mendapat tegangan 12 volt.

10. XTAL 1 (Pin 19)

Input osilator.

11. XTAL 2 (Pin18)

Output osilator.

2.2.3. Struktur Memori Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 memiliki struktur memori sebagai berikut :

1. RAM internal

Memiliki alamat dari 00H hingga 7FH dengan memori sebesar 128 *byte* yang biasanya digunakan untuk menyimpan data.

RAM internal terdiri atas:

- a. *Register Banks* yang berjumlah 8 buah dari R0 hingga R7, yang terletak pada alamat 00H hingga 07H pada setiap kali sistem mengalami reset.
- b. *Bit Addressable* RAM yang terletak pada alamat 20H hingga 2FH yang dapat diakses dengan pengalamatan bit.
- c. RAM keperluan umum yang dimulai dari alamat 30H hingga 7FH dan memiliki sifat dapat diakses dengan pengalamatan langsung maupun tak langsung.

2. *Special Function Register*

SFR merupakan memori yang berisi register-register yang memiliki fungsi-fungsi khusus yang merupakan fasilitas yang disediakan mikrokontroler tersebut meliputi port-port, pewaktu, *control peripheral* dan lain sebagainya.

2.2.3.1 Register Fungsi Khusus

SFR (Register Fungsi Khusus) merupakan memori yang berisi register-register yang memiliki fungsi-fungsi khusus yang merupakan fasilitas yang disediakan oleh mikrokontroler tersebut, mencakup port-port, pewaktu (*timer*), kontrol *peripheral* dan lain sebagainya. Sementara SFR terdiri dari :

a. Akumulator

ACC menempati alamat E0H dan digunakan untuk menyimpan data sementara dari hampir semua operasi aritmatik dan operasi logika. Instruksinya sendiri mengacu pada register A.

b. Register B

Register ini menempati lokasi F0H digunakan selama operasi perkalian dan pembagian juga dapat difungsikan sebagai register biasa. Pengalamatannya sendiri dapat dilakukan dengan *bit addressable*.

c. *Program Status Word* (PSW)

Register PSW (D0H) mengandung informasi status program yang berkaitan dengan CPU pada saat itu.

Status yang tersimpan pada PSW meliputi :

1. *Flag Carry* berfungsi mendeteksi apabila terjadi aksi lebih pada proses penjumlahan / aksi pinjam pada pengurangan. *Bit carry* juga berfungsi sebagai akumulator pada operasi Boolean sebesar 1 bit.
2. Bit RSO dan RSI berfungsi untuk memilih satu dari 4 *bank register*.
3. *Flag Overflow* akan diset bila pada operasi aritmatik menghasilkan bilangan yang lebih besar dari 128 atau lebih kecil dari -128.
4. Bit paritas berfungsi untuk menentukan cacah logika '1' dalam akumulator. Jika cacah logika '1' ganjil maka bit paritasnya sama dengan 1 (P=1) dan sebaliknya. Bit paritas ini juga dapat digunakan untuk proses yang berhubungan dengan *serial port* yaitu sebagai *check sum*.

d. *Stack Pointer*

Register SP (lokasi 81 H) merupakan register dengan panjang 8 bit. Isi dari SP sendiri merupakan data yang disimpan *distack*. Proses yang berhubungan dengan *stack* ini biasa dilakukan dengan instruksi-instruksi Push, Pop, *acall*, *lcall*.

e. *Data pointer*

DPTR merupakan register 16 bit dan terletak pada alamat 82 H untuk 1 DPL (*byte rendah*) dan 83 H untuk DPH (*byte tinggi*). DPTR ini biasanya digunakan untuk mengakses *source code* ataupun data yang tersimpan pada memori eksternal.

f. Port

AT89S51 memiliki 4 buah port, yaitu Port 0, Port 1, Port 2, Port 3 yang menempati alamat 80H, 90H, A0H, B0H. Namun jika digunakan eksternal memori ataupun fungsi-fungsi spesial, seperti *External Interrupt*, *Serial* ataupun *External Timer*, Port 0, Port 1, Port 2, Port 3 tidak dapat digunakan sebagai port dengan fungsi umum.

Semua Port ini dapat diakses dengan pengalamatan secara bit sehingga dapat dilakukan perubahan *output* pada tiap-tiap pin dari port ini tanpa mempengaruhi pin-pin lainnya.

g. Register Port Serial

AT89S51 mempunyai sebuah *on chip serial port* yang dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan peralatan lain yang menggunakan *serial port* seperti modem, *shift register* dan lain-lain.

Buffer (penyangga) untuk proses pengiriman maupun pengambilan data terletak pada Register SBUF, yaitu pada alamat 99H. Sedangkan untuk mengatur mode serial dapat dilakukan dengan mengubah isi dari SCON yang terletak pada alamat 98H.

h. Register Timer

AT89S51 mempunyai dua buah 16 bit *Timer counter*, yaitu *Timer 0* dan *Timer 1*. *Timer 0* terletak dialamat 8AH untuk TL0 dan 8CH untuk TH0 dan *Timer 1* terletak dialamat 8BH untuk TL1 dan 8DH untuk TH1.

i. *Register Interrupt*

AT89S51 mempunyai lima buah interupsi dengan dua level prioritas interupsi. Interupsi akan selalu nonaktif setiap kali sistem direset. Register-register yang terhubung dengan *interrupt* adalah *Interrupt Enable Register (IE)* atau Register keaktifan tiap-tiap interupsi dan *Interrupt Priority Register (IP)* atau Register Prioritas Interupsi pada alamat B8H.

j. *Register Control Power*

Register ini terdiri atas SMOD yang digunakan untuk melipat dua *baud rate* dari port serial, dua buah bit untuk *flag* fungsi umum pada bit ketiga dan bit kedua, *Power Down (PD)* bit dan *Idle (IDL)* bit.

2.2.3.2 *Flash PEROM*

Mikrokontroler AT89S51 memiliki 4 Kb *Flash PEROM (Programable and Erasable Memory)* yaitu ROM yang dapat ditulis ulang atau dihapus menggunakan sebuah alat pemrogram. Jenis *Flash* yang digunakan adalah *Atmel's High-Density Non Volatile Technology* yang memiliki kemampuan untuk ditulis ulang hingga 1000 kali dan berisi fungsi standar MCS 51.

Mikrokontroler AT89S51 memiliki kode pengalamatan yang sama dengan mikrokontroler MCS 51. Mode pengalamatan ini berkaitan erat dengan *operand* dalam pemrograman mikrokontroler. *Operand* sendiri merupakan data yang tersimpan didalam memori, register, dan I/O. *Operand-operand* ini dijalankan melalui instruksi-instruksi. Dibawah ini merupakan mode-mode pegalamatan AT89S51 :

a. Mode Pengalamatan Register

Pengalamatan yang melibatkan register R0–R7 bisa diseleksi dengan register PSW, ada dimana register R0–R7 berada. Instruksi pengalamatan yang melibatkan register ini sangat efisien, karena *opcode* seperti perintah.

b. Mode Pengalamatan langsung

Pengalamatan langsung melibatkan register, port dan akumulator A yang berada dalam *chip* (tidak dapat mengakses memori diluar *chip*).

c. Mode Pengalamatan tidak langsung

Pengalamatan tidak langsung ditandai dengan tanda @, artinya disitu terdapat data alamat yang harus dibaca datanya lebih dahulu.

d. Mode Pengalamatan segera

Menyangkut operasi-operasi dengan suatu nilai konstanta (yang sudah tetap), perintah ini ditandai dengan tanda #.

e. Pengalamatan Relatif

Pengalamatan relatif ada pada instruksi *sjmp* (*short jump*). Karena besar lompat relatif (dari tempat semula), hanya 8 bit (total 256 langkah), maka *sjmp* hanya dapat lompat kedelapan sejauh +127 langkah (lokasi memori) atau mundur -128 langkah.

f. Pengalamatan berindek

Pengalamatan berindek menggunakan register 16 bit *program counter* (PC) atau *data pointer* (DPTR) sebagai tempat informasi alamat, untuk mengakses hingga 64 K lokasi memori.

2.3 Antar Muka RS-232

Komunikasi atau *transfer* data antara mikrokontroler dengan memori atau piranti lain dapat dilakukan secara serial dan paralel. Transmisi serial berarti mengirimkan data satu bit dalam satu satuan waktu melewati satu jalur berlawanan dengan pengiriman secara paralel yang mengirimkan sejumlah bit sekaligus dalam satu satuan waktu sehingga memerlukan banyak jalur.

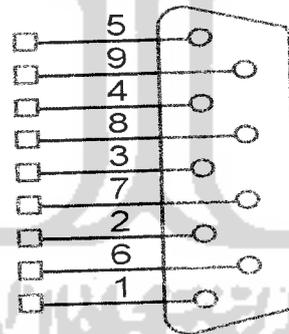
Transmisi data serial hanya memakai sebuah jalur untuk pengiriman data artinya pengiriman data dilakukan dengan mengirimkan satu persatu bit dalam satu satuan waktu. Sedangkan dalam transmisi paralel, beberapa buah bit dikirimkan sekaligus dalam satu satuan waktu. Hal ini akan mempercepat proses pengiriman data atau menaikkan *baud rate* pengiriman.

Keuntungan pengiriman data secara serial adalah jumlah kabel yang digunakan lebih sedikit, jika komunikasi paralel minimal memerlukan delapan kabel dan *ground*. Komunikasi serial hanya butuh dua kabel dan *ground*, selain itu jangkauan panjang kabel lebih jauh dibandingkan paralel karena port serial mengirimkan logika 1 dengan kisaran tegangan -3 volt hingga -15 volt dan logika 0 sebagai +3 volt hingga +15 volt, sehingga kehilangan daya karena panjangnya kabel bukan masalah utama. Sebagai perbandingan, bila digunakan port paralel yang menggunakan level TTL yang berkisar dari 0 volt untuk logika 0 dan +5 volt untuk logika 1. Kerugian dari pengiriman data secara serial adalah kecepatan pengiriman data relatif lebih lambat dan port serial lebih sulit ditangani karena peralatan yang dihubungkan ke port serial harus berkomunikasi menggunakan transmisi serial sedangkan data di komputer diolah secara paralel.

2.3.1 Standar RS-232

RS 232 merupakan antar muka peralatan terminal data dengan peralatan komunikasi data menggunakan data biner secara serial. Peralatan terminal data (*Data Terminal Equipment / DTE*) merupakan komputer, sedangkan peralatan komunikasi data (*Data Communication Equipment / DCE*) merupakan modem. Antara komputer dengan modem level sinyal data yang disalurkan pada kabelnya adalah level RS-232.

Pada perkembangannya DCE tidak hanya berupa modem atau perangkat komunikasi, tetapi bisa berupa instrumentasi seperti pH meter, timbangan dan sebagainya. Prinsip pengiriman data secara serial adalah data yang dikirim suatu terminal akan diterima oleh terminal lain demikian juga sebaliknya. Gambar 2.3 merupakan konfigurasi konektor DB-9 pada komunikasi serial.



Gambar 2.3. Konektor DB-9

Tabel 2.3 menerangkan kegunaan pin konektor DB-9 dalam proses komunikasi data secara serial.

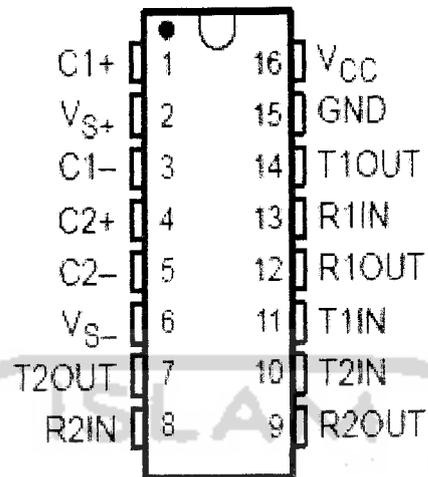
Tabel 2.3. Konfigurasi Pin Serial

Pin DB9	Nama	Kepanjangan
3	TD	<i>Transmit Data</i>
2	RD	<i>Receive Data</i>
7	RTS	<i>Request To Send</i>
8	CTS	<i>Clear To Send</i>
6	DSR	<i>Data Set Ready</i>
5	SG	<i>Signal Ground</i>
1	CD	<i>Carrier Detect</i>
4	DTR	<i>Data Terminal Ready</i>
9	RI	<i>Ring Indicator</i>

2.3.2 Pengkonversi Level Tegangan TTL ke RS-232

Untuk mengkonversi level tegangan TTL ke level tegangan RS-232 digunakan IC MAX 232. Tegangan tingkat RS-232 sangat jauh berbeda dengan tingkat TTL. Jika TTL bekerja dengan tegangan antara 0 sampai 5 volt, dengan tegangan sekitar 0 volt dianggap sebagai logika '0' dan tegangan disekitar 5 volt sebagai logika '1', sedangkan untuk tingkat RS232 tegangan kerjanya antara -15 sampai +15 volt dan cara menerjemahkan logika '0' dan '1' -nya yang sangat berbeda.

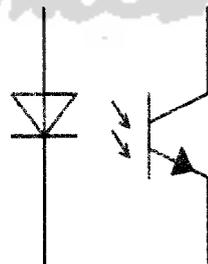
Untuk itu diperlukan piranti khusus yang digunakan untuk melakukan konversi tingkat tegangan TTL dan RS-232. IC MAX 232 ini dapat digunakan dalam dua arah konversi tegangan yaitu dari level tegangan RS-232 ke level tegangan TTL atau sebaliknya. Gambar 2.4 memperlihatkan konfigurasi pin dari IC MAX 232.



Gambar 2.4. Susunan Pin IC MAX 232

2.4 *Optocoupler*

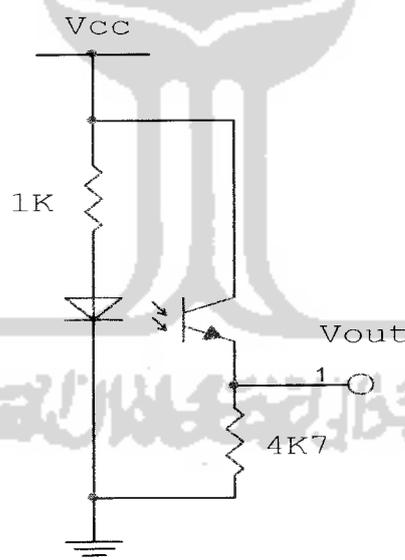
Optocoupler merupakan piranti elektronika yang digunakan dengan memanfaatkan transmisi cahaya, baik cahaya “putih” (*visible light*) maupun cahaya inframerah sebagai pemicu ON / OFF-nya. *Optocoupler* terdiri dari bagian sumber (*transmitter*) dan penerima (*receiver*). Bagian sumber berupa LED *infrared* sedangkan penerimanya berupa *phototransistor* / *photodiode*. Gambar 2.5 memperlihatkan simbol dari *optocoupler*.



Gambar 2.5. Simbol *Optocoupler*

Penggunaan *Optocoupler* untuk mengisolasi level tegangan atau data antara sisi *transmitter* dan *receiver*, maka *optocoupler* dirancang dalam bentuk yang “solid” tanpa ada ruang antara LED *transmitter* dan *phototransistor receiver*. Jadi cahaya yang lewat dapat diteruskan untuk memperoleh bias maju / ON pada *phototransistor* atau dihalangi untuk mendapat bias mundur / OFF pada *phototransistor*.

Pada perancangan ini *optocoupler* digunakan untuk membaca kode gelap terang pada kartu digital menjadi logika logika ‘1’ dan logika ‘0’. Kode gelap terang inilah yang merupakan nomor kode untuk masing-masing kartu parkir. Gambar rangkaian aplikasi *optocoupler* untuk membaca kode gelap terang seperti pada gambar 2.6 berikut.



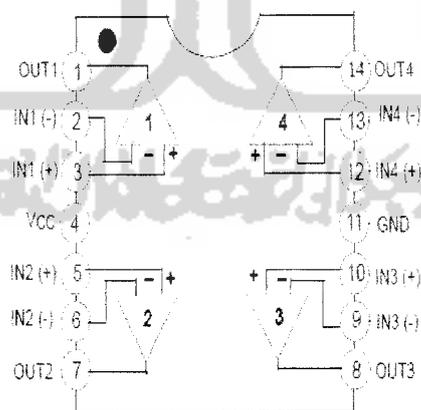
Gambar 2.6. Rangkaian *Optocoupler*

Rangkaian *optocoupler* pada gambar 2.6 menghasilkan keluaran berlogika '1' jika ada cahaya yang mengenai *phototransistor* (membaca kode terang) dan '0' jika tidak ada cahaya yang mengenai *phototransistor* (membaca kode gelap). Logika '1' dan logika '0' dari *optocoupler* langsung dimasukkan ke pin mikrokontroler untuk diterjemahkan oleh mikrokontroler menjadi data yang digunakan sebagai nomor kode kartu parkir.

2.5 Komparator

Komparator berfungsi untuk membandingkan *input* yang diterima. Komparator yang dapat digunakan adalah IC LM 324 yang merupakan sebuah penguat operasional (op-amp).

Komparator LM 324 ini dapat menerima 4 buah *input* dan menghasilkan 4 buah *output* yang didapatkan dari perbedaan nilai tegangan *input* negatif dengan positif dari op-amp. Gambar 2.7 menerangkan konfigurasi pin IC LM 324.

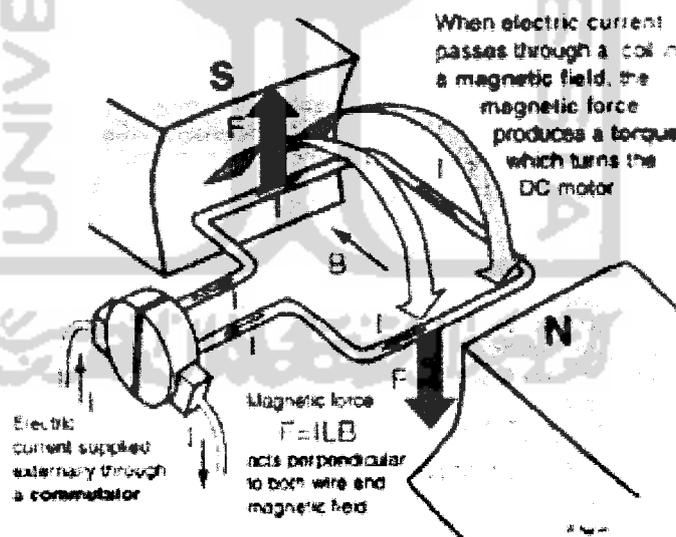


Gambar 2.7. Konfigurasi Pin LM 324

2.6 Motor DC

Motor DC ialah suatu mesin listrik yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah (listrik DC) menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik. Sehingga tenaga gerak tersebut menghasilkan putaran pada rotor.

Prinsip dasar dari motor arus searah adalah kalau sebuah kawat berarus diletakkan antara kutub magnet (U-S), maka pada kawat itu akan bekerja suatu gaya yang menggerakkan kawat itu. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran / *loop*, maka kedua sisi *loop* yaitu pada sudut kanan medan magnet akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar / torsi untuk memutar kumparan. Prinsip kerja motor DC dijelaskan pada gambar 2.8.



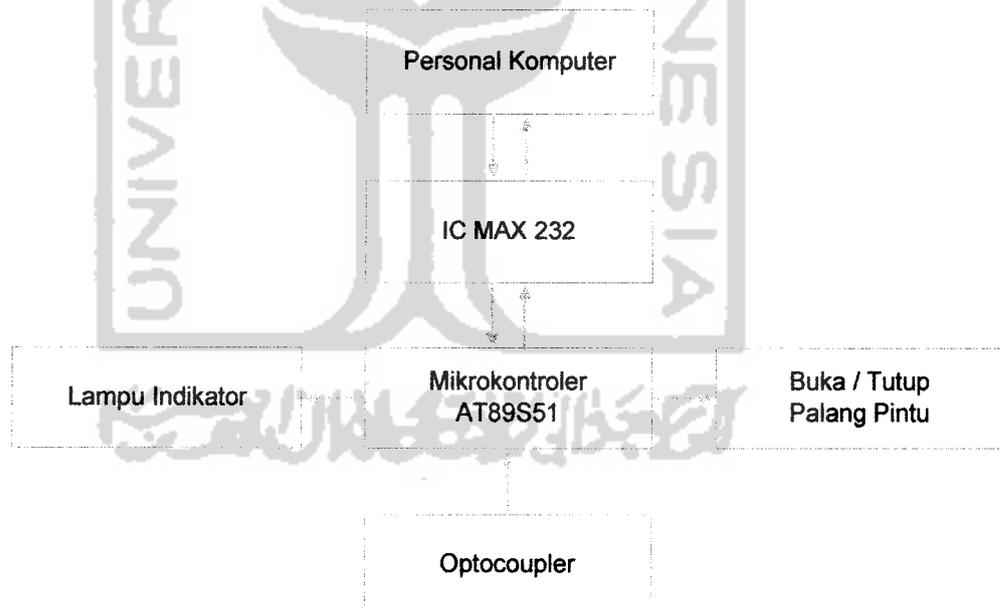
Gambar 2.8. Prinsip Kerja Motor DC

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Sistem Parkir

Sistem yang akan dibangun adalah adalah sistem parkir berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan menggunakan kartu parkir digital sebagai data masukan dan personal komputer (PC) sebagai media penampil informasi waktu dan biaya yang dikeluarkan oleh pengguna parkir. Secara keseluruhan perancangan sistem ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Diagram blok sistem yang dirancang diperlihatkan seperti pada gambar 3.1.



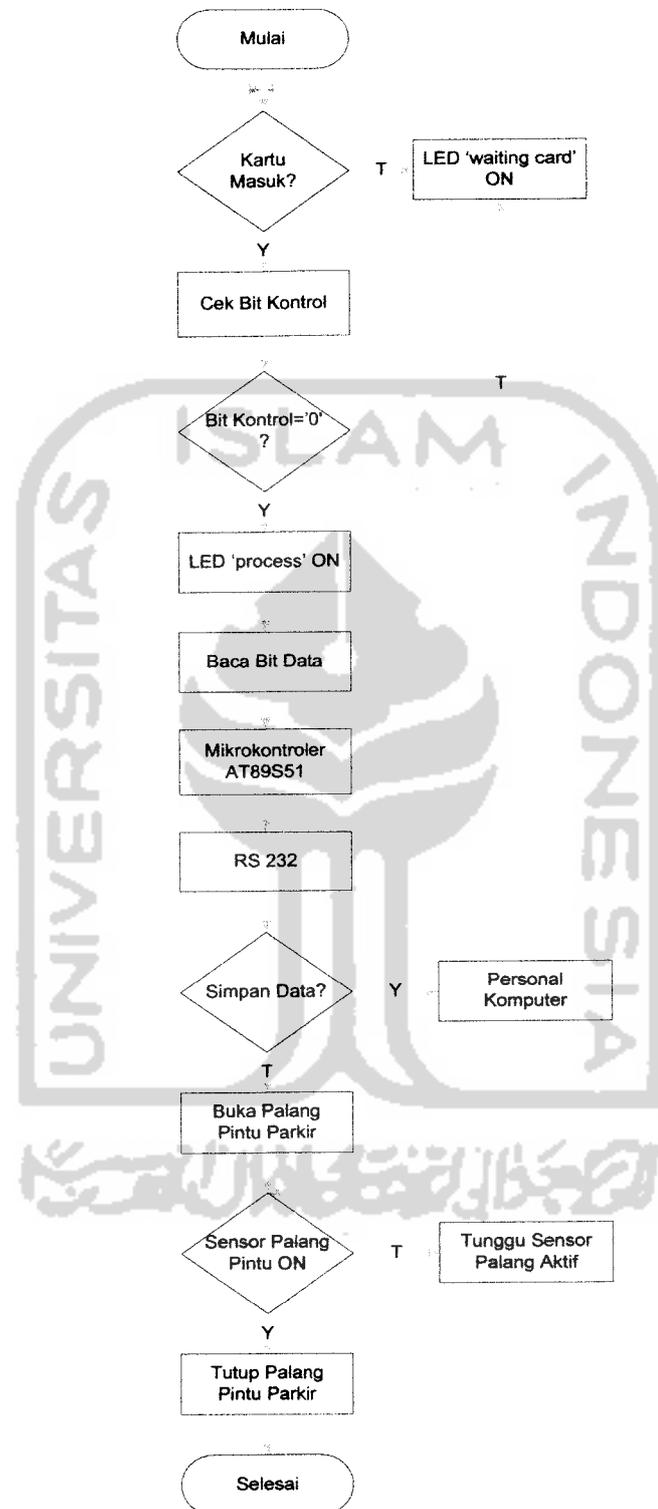
Gambar 3.1. Blok Diagram Rangkaian Parkir Kartu Digital

Sistem bekerja setelah alat mendapat masukan data biner kartu parkir digital, kode biner tersebut terdiri dari 8 bit kode yang berisi nomor kode kartu dan 1 bit data kontrol yang merupakan indikator dari posisi kartu parkir apakah kartu telah dimasukkan pada posisi yang benar atau belum.

Mikrokontroler tidak akan membaca data kartu bila kartu dimasukkan pada posisi yang tidak benar, dan akan menyalakan LED indikator kartu terbalik. *Optocoupler* pada bit kontrol harus berada pada logika '0' yang merupakan nilai yang telah ditetapkan sebelumnya agar proses pembacaan data biner pada kartu dapat berlangsung.

Mikrokontroler akan mengolah data biner yang diterima dari *optocoupler* dan akan mengirimkan data tersebut ke komputer melalui komunikasi data secara serial. Data dari kartu digunakan sebagai nomor kode kartu yang akan disimpan pada komputer setelah petugas mengisi data nomor kendaraan dan jenis kendaraan. Pada saat pengguna akan keluar dari area parkir, petugas akan memasukkan kembali kartu parkir dan akan muncul tampilan tentang informasi waktu dan biaya parkir yang akan dikeluarkan oleh pengguna jasa parkir.

Palang pintu parkir akan terbuka setelah petugas parkir mencocokkan nomor dan jenis kendaraan pada komputer dengan kendaraan yang akan keluar. Palang pintu parkir kembali tertutup secara otomatis setelah kendaraan melalui sensor yang telah ditempatkan setelah palang pintu parkir. Gambar 3.2 memperlihatkan diagram alir sistem parkir dengan kartu digital.



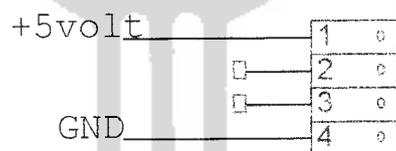
Gambar 3.2. Diagram Alir Sistem Parkir Kartu Digital

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras sistem pembaca kartu digital ini memiliki tiga bagian utama, yaitu : masukan, pengontrol dan keluaran. Piranti masukannya berupa *optocoupler* sebagai pembaca dari kartu digital, piranti kontrolnya adalah mikrokontroler AT89S51, sedangkan untuk piranti keluarannya berupa tampilan pada monitor dan rangkaian penggerak dari miniatur palang pintu.

3.2.1 Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya menyediakan tegangan bagi rangkaian. Tegangan yang digunakan adalah tegangan 0 volt (*ground*) dan +5 volt. Tegangan ini digunakan untuk mencatu daya keseluruhan rangkaian. Untuk menghasilkan tegangan ini dipergunakan catu daya yang berasal dari port USB. Gambar 3.3 memperlihatkan sumber catu daya dari port USB



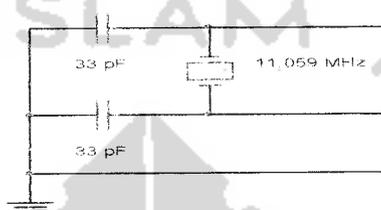
Gambar 3.3. Sumber Catu Daya dari Port USB

3.2.2 Rangkaian Mikrokontroler AT89S51

Rangkaian sistem minimum mikrokontroler AT89S51 terdiri dari rangkaian osilator dan rangkaian *power on reset*.

3.2.2.1 Rangkaian Osilator

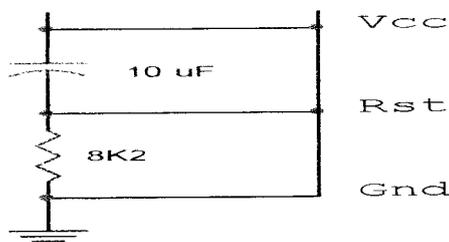
Mikrokontroler memiliki osilator internal yang digunakan sebagai sumber detak (*clock*) bagi CPU. Untuk menggunakannya, dihubungkan sebuah resonator kristal atau kramik dengan frekuensi 11,059 MHz diantara kaki-kaki XTAL1 dan XTAL2 mikrokontroler dan menghubungkan kapasitor bernilai 33 pF. ke *ground*. Gambar 3.4 merupakan rangkaian osilator mikrokontroler.



Gambar 3.4. Rangkaian Osilator

3.2.2.2 Rangkaian *Power on Reset*

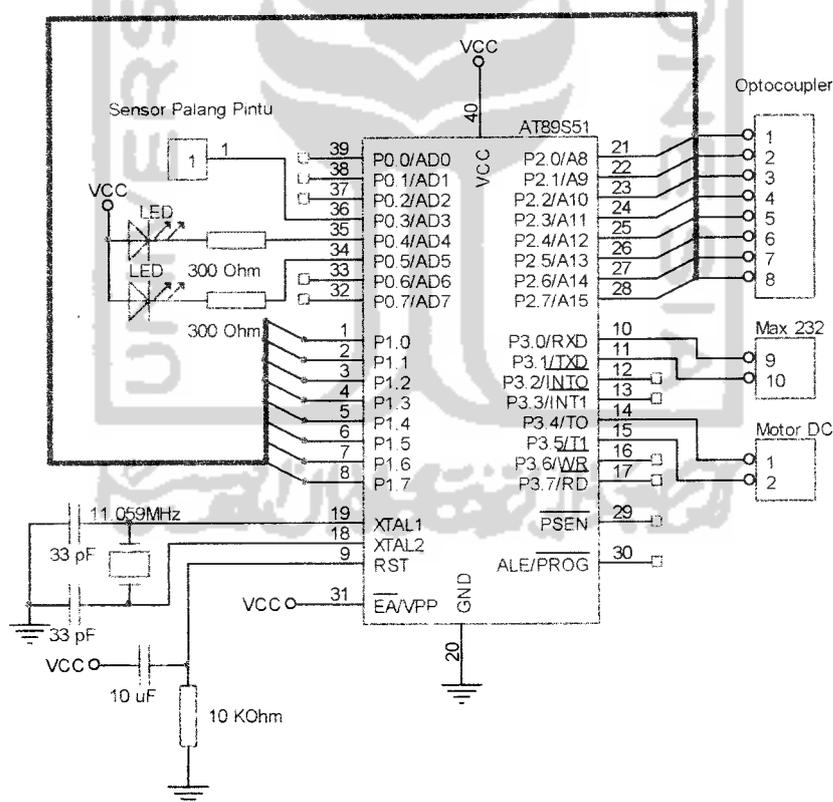
Mikrokontroler direset pada saat transisi tegangan rendah ke tegangan tinggi dan mikrokontroler mengeksekusi program pada saat reset (RST) dalam keadaan logika rendah oleh karena itu pada pin reset dipasang kapasitor yang terhubung ke *Vcc* dan resistor ke *ground* yang akan menjaga reset bernilai '1' pada saat pengisian kapasitor dan bernilai '0' pada saat kemudian, dengan demikian mikrokontroler akan direset setiap kali diberi catu daya. Gambar 3.5 merupakan rangkaian *power on reset*.



Gambar 3.5. Rangkaian *Power on Reset*

3.2.2.3 Rangkaian Sistem Parkir

Rangkaian sistem parkir dengan kartu digital tersusun atas beberapa rangkaian yang terhubung dengan mikrokontroler. Port 1 dan Port 2 digunakan sebagai *input* data kartu dengan pilihan baca data port pada P1.7. Komunikasi serial dengan komputer dilakukan pada P3.0 dan P3.1. Aplikasi penggerak palang pintu dengan motor DC dilakukan dengan memberikan nilai logika pada P3.4 dan P3.5 sedangkan sensor palang pintu terhubung dengan P0.3. Indikator LED posisi kartu dilakukan P0.4 dan P0.5, Gambar 3.6 merupakan gambar dari rangkaian sistem parkir.

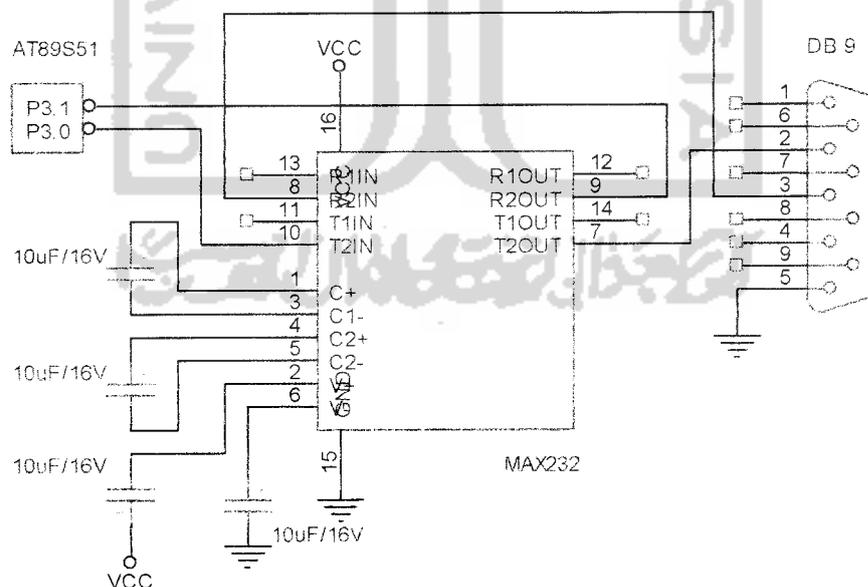


Gambar 3.6. Rangkaian Sistem Parkir

3.2.3 Rangkaian Antarmuka Perangkat Keras

Koneksi TXD dan RXD mikrokontroler MCS 51 dengan port serial komputer selain level tegangannya harus disesuaikan, cara koneksi juga perlu diperhatikan. Ada semacam protokol komunikasi, bila DTE hendak menghubungkan DCE atau sebaliknya. Selain sinyal data, terdapat sinyal-sinyal protokol komunikasi serial pada komputer dan dihubungkan keluar melalui konektor *male* DB9.

Konverter yang digunakan adalah MAX 232. Didalam IC ini terdapat *Charge Pump* yang akan membangkitkan +10 volt dan -10 volt dari sumber +5 volt tunggal. Dalam IC DIP (*Dual In Line Package*) 16 pin (8 pin x 2 baris) ini terdapat dua buah *transmitter* dan dua buah *receiver*. Gambar 3.7 merupakan rangkaian antarmuka mikrokontroler ke PC.

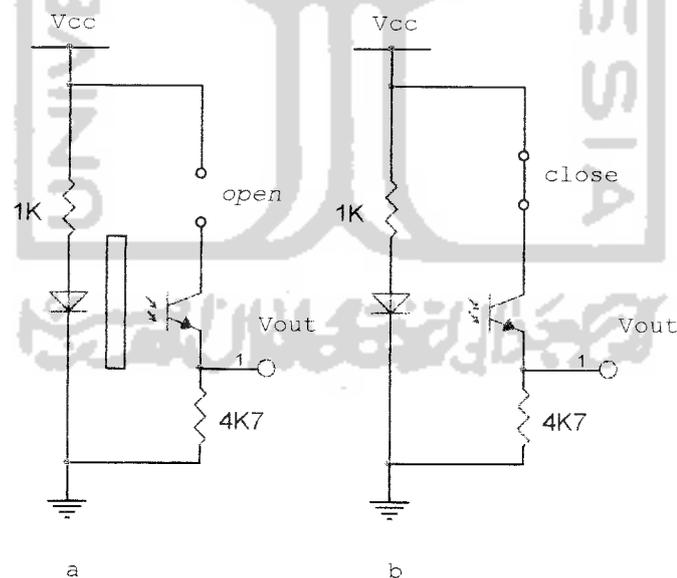


Gambar 3.7. Rangkaian Antarmuka Mikrokontroler ke PC

3.2.4 Rangkaian *Optocoupler*

Optocoupler sebagai sensor cahaya digunakan untuk mendeteksi kode gelap terang pada kartu parkir sebagai aplikasi pembacaan kartu parkir digital. Oleh karena cahaya *infrared* melewati kartu parkir digital dengan kode gelap terang maka cahaya yang diterima oleh *phototransistor* menjadi 'ON' serta 'OFF' sesuai dengan masuknya cahaya *infrared* pada *phototransistor* tersebut.

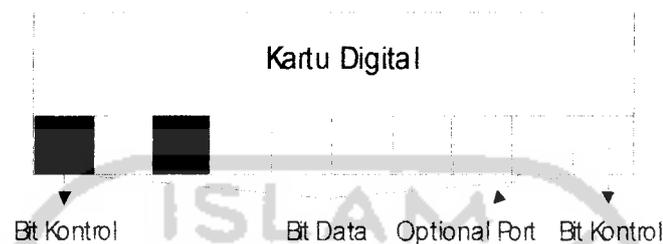
Pada gambar 3.8 ditunjukkan prinsip kerja *optocoupler* saat *phototransistor* menerima cahaya dari *infrared*, *phototransistor* on sehingga akan diumpamakan *phototransistor* tersebut dianggap sebagai saklar dimana saklar terhubung tutup atau berlogika '1' seperti pada gambar 3.8 (b) dan pada saat *phototransistor* tidak mendapatkan cahaya maka *transistor* off atau saklar terhubung buka atau berlogika '0' seperti pada gambar 3.8 (a).



Gambar 3.8. Prinsip Kerja Rangkaian *Optocoupler*

3.2.5 Kartu Parkir Digital

Kartu parkir digital dibuat dari lempeng plastik yang diisi dengan kode blok gelap dan terang seperti ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Kartu Parkir Digital

Sistem bekerja dengan masukan kartu parkir digital yang terdapat kode-kode yang akan diterjemahkan oleh mikrokontroler menjadi suatu nomor kode pengguna parkir. Kondisi gelap-terang kartu tersebut terdiri dari 2 bit kontrol dan 8 bit data kartu tersebut. Kondisi gelap-terang dibaca oleh *optocoupler* sebagai kode biner '0' dan '1', yang mana kondisi gelap sama dengan '0' dan kondisi terang adalah '1'.

Hal perlu diperhatikan dalam proses pembacaan data adalah penetapan nilai bit kontrol yang nantinya akan digunakan (berlogika '0'). Proses pembacaan data pada kartu akan dilakukan jika kondisi telah sesuai dengan nilai bit kontrol (berlogika '0'). Kode bit kontrol ini merupakan masukan pada Port 0.6. Hal ini digunakan untuk mengetahui apakah kartu telah berada pada posisi yang benar atau tidak. Sedangkan 8 bit data pada kartu merupakan masukan pada Port 1 atau Port 2 yang merupakan nomor kode pengguna parkir. Kombinasi kode biner data kartu dapat dilihat pada tabel kombinasi kode biner kartu pada lampiran. Jumlah kartu parkir yang digunakan dalam perancangan sistem parkir ini didasarkan pada

jumlah bit data yang dibaca *optocoupler* yaitu sebanyak 8 bit data. Jumlah kartu parkir yang digunakan, diperoleh melalui persamaan :

$$y = 2^n \quad (3.1)$$

Dimana :

y = jumlah kombinasi

n = jumlah bit data

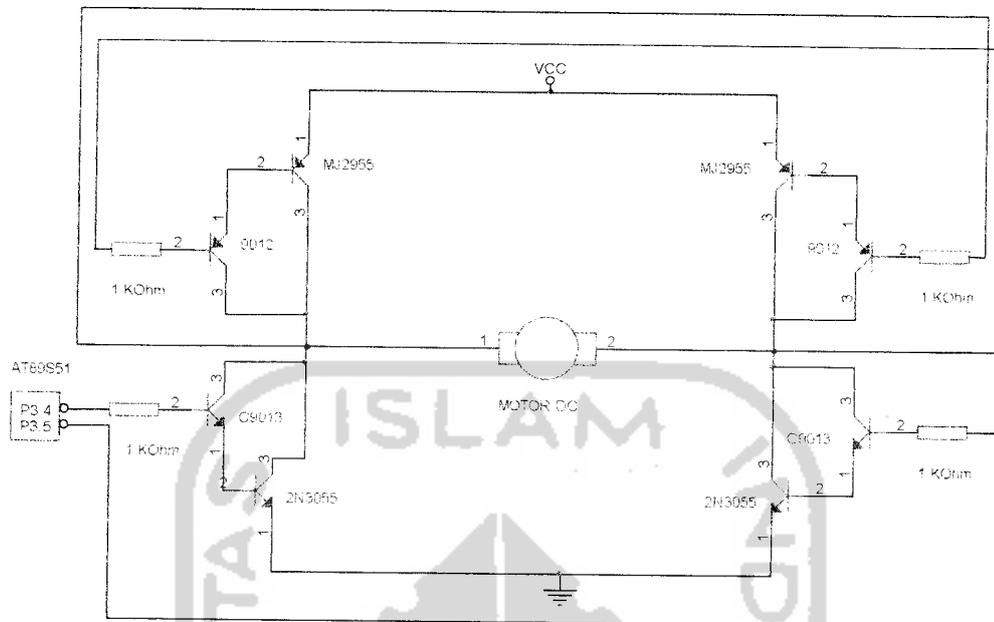
Sehingga dari delapan bit data kartu menghasilkan :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kombinasi kartu} &= 2^8 \\ &= 256 \text{ kartu} \end{aligned}$$

Kode biner 00000000 dan 11111111 tidak digunakan dengan maksud menghindari pemalsuan kartu, sehingga kombinasi kartu yang dipakai sebanyak 254 buah. Pada kartu juga terdapat nomor kartu, hal ini dimaksudkan agar pada keadaan tertentu sistem pembacaan kartu dapat dilakukan secara manual.

3.2.6 Rangkaian Penggerak Palang Pintu

Rangkaian miniatur palang pintu keluar tersusun atas sebuah motor DC sebagai penggerakannya. Rangkaian motor DC digunakan sebagai kendali ON / OFF dan pembalik putaran motor untuk menggerakkan motor searah jarum jam (*Clock Wise*) atau berlawanan arah jarum jam (*Counter Clock Wise*) sebagai aplikasi dari buka tutup palang pintu keluar. Untuk merubah putaran motor dilakukan dengan membalik arah arus yang mengalir melalui motor tersebut. Gambar rangkaian penggerak motor DC dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Rangkaian Penggerak Motor DC

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak sistem parkir dengan kartu digital terdiri atas perancangan perangkat lunak mikrokontroler yang berupa pemrograman menggunakan bahasa *assembler* dan pemrograman perangkat lunak pada aplikasi *windows* menggunakan bahasa pemrograman Microsoft Visual Basic 6.0.

3.3.1 Perancangan Perangkat Lunak Mikrokontroler AT89S51

Perangkat lunak pada mikrokontroler diperlukan untuk mengeksekusi perintah-perintah pada masukan sehingga menghasilkan keluaran yang dibutuhkan sistem. Dalam hal ini mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa *assembler*.

Perancangan program mikrokontroler AT89S51 diawali membuat *listing program* pada *text editor* program 8051. Dibawah ini merupakan potongan *listing program* yang digunakan pada perancangan sistem parkir dengan kartu digital.

3.3.1.1 Pengaktifan Program Serial

Program serial diawali dengan inialisasi *Timer 1* sebagai Mode 2 (8-bit, isi ulang). Nilai isi ulang ke TH-1 adalah fdh (9600 *baudrate* dengan frekuensi kristal 11,059 Mhz). Kemudian inialisasi port serial dengan mode UART 8-bit tanpa paritas, diikuti aktivasi *Timer 1* dan inialisasi awal *stack*.

serial:

```

mov  tmod,#20h          ; Timer 1 mode 2 (8-bit, isi-ulang)
mov  th1,#0fdh         ; 9600 baud rate
mov  scon,#50h         ; Mode serial: 8-bit UART
setb tr1               ; Mengaktifkan Timer 1
mov  r0,#60h
mov  sp,#10h           ; Mendefinisikan lokasi stack

```

3.3.1.2 Pembacaan Kartu Parkir Digital.

Program ini berisi instruksi-instruksi untuk membaca kartu digital. Proses pembacaan data pada kartu akan dilakukan jika keadaan pada Port 0.6 telah sesuai dengan nilai bit kontrol (berlogika '0'). Pada keadaan ini kartu telah dimasukkan pada posisi yang benar.

Program ini juga akan mengaktifkan LED indikator untuk melihat posisi dari kartu. *Optional* pembacaan port dilakukan pada Port 2.7. Pada logika '1' mikrokontroler akan membaca data pada Port 1 sedangkan pada logika '0' mikrokontroler akan membaca data pada Port 0.

lanjut:

acall tunda

clr P3.5

jnb P0.6,start ; Pengecekan bit kontrol

sjmp mulai

start:

setb P0.4

clr P0.5 ; LED indikator → ' Process Card ' ON

jb P2.7,baca_p1 ; Pilihan baca data Port

mov A,P2 ; Baca data pada Port 2

baca_p1:

mov A,P1 ; Baca data pada Port 1

sjmp lanjut1

3.3.1.3 Komunikasi Mikrokontroler dengan PC

Proses pengiriman data antara mikrokontroler dengan komputer dilakukan setelah mikrokontroler mendapatkan data biner dari kartu parkir. Data biner disimpan pada akumulator, dan diisi ke SBUF kemudian dikirimkan melalui port serial. Sehingga data dari kartu dapat ditampilkan pada monitor melalui tampilan yang telah diprogram melalui Microsoft Visual Basic 6.0.

lanjut1:

```

mov  sbuf,A          ; Mengirimkan data ke komputer
jnb  ti,$            ; Menunggu hingga selesai dikirim
clr  ti              ; Mereset ti
jnb  P0.6,$         ; Pengecekan posisi kartu
setb P0.5            ; LED indikator → ' Process Card ' OFF
sjmp mulai

```

3.3.1.4 Penggerak Palang Pintu Parkir

Palang pintu parkir akan terbuka setelah petugas parkir mencocokkan data kendaraan yang parkir dengan kendaraan yang akan keluar area parkir. Jika data keduanya sama, maka petugas parkir akan membuka palang pintu parkir dengan meng-klik tombol keluar pada tampilan di monitor dan sesaat setelah kendaraan melewati sensor kendaraan keluar, palang pintu parkir akan kembali tertutup.

mulai:

```

clr  P0.4           ; LED indikator → 'Waiting Card' ON
jnb  ri,ya          ; Pengecekan kendaraan keluar
ya:
mov  a,sbuf         ; Menerima data
clr  ri             ; Mereset ri
mov  a,#00h        ; Mereset a
setb P3.4          ; Membuka palang pintu parkir
acall tunda

```

```

clr P3.4 ; Mematikan motor DC
jnb P0.3,$ ; Sensor kendaraan keluar
setb P3.5 ; Membuka palang pintu parkir
clr ti ; Mereset ti
sjmp lanjut

```

File dengan ekstensi *.Hex akan dihasilkan setelah dilakukan kompilasi dan tidak terdapat kesalahan / *error* pada *listing program*. Untuk selanjutnya dilakukan pengisian program pada mikrokontroler AT89S51 dengan menggunakan program ISP Flash Programmer 3.0a.

3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak Komputer

Perangkat lunak komputer dengan menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0 ini ditujukan untuk meng-*input* data dari pengguna parkir. Saat petugas parkir telah memasukkan data nomor kendaraan dan jenis kendaraan, seluruh data tersebut akan disimpan dalam *database* dan akan dihapus saat pengguna parkir keluar. Program ini juga digunakan untuk menggerakkan miniatur palang pintu.

Dalam membuat program dibutuhkan beberapa komponen yang belum didapatkan pada *Control Toolbox*. Oleh karena itu diperlukan penambahan komponen yang diambil pada menu **Project** => **Components**, klik pada kotak cek kemudian klik tombol *Apply*. Secara otomatis komponen tersebut akan muncul pada *Control Toolbox* dan siap digunakan. Gambar 3.11 merupakan tampilan pada saat penambahan komponen.

Kode yang digunakan untuk memasukkan nomor kode kartu didapatkan melalui pengaksesan port serial dengan menggunakan kontrol MSComm.

```

Private Sub MSComm1_OnComm()
Dim Buffer As Variant
Select Case MSComm1.CommEvent
Case comEvReceive
    If MSComm1.InBufferCount = 1 Then
        Buffer = CStr(MSComm1.Input)
        TxtNamaCari.Text = Asc(Buffer)
    End If
End Select
End Sub

```

Pada aplikasi kendaraan keluar akan muncul tampilan menu biaya parkir yang akan memberikan informasi mengenai waktu parkir dan biaya yang akan di bayarkan. Gambar 3.13 merupakan tampilan *form* menu biaya parkir.

The screenshot shows a Windows application window titled 'Keluar'. The main content is a table with the following structure:

Keterangan Kode	No Kendaraan	Jenis	Tanggal Masuk

Below the table, there are two input fields: 'Lama' (with 'detik' as a unit) and 'Rp'. At the bottom right, there are two buttons: 'Batal' and 'Keluar'. The window title bar includes 'Formulir Menu Biaya Parkir'.

Gambar 3.13. Tampilan *Form* Menu Biaya Parkir

Data pada komputer akan dihapus setelah mengklik tombol keluar dan komputer akan mengirimkan data biner (00000000b) ke mikrokontroler sebagai aplikasi untuk membuka palang pintu keluar. Kode yang digunakan untuk menghapus data dan mengirim data biner adalah sebagai berikut.

```

Private Sub CmdHapus_Click()

Dim Kode, Kendaraan, Jenis, Tanggal As String

Open "C:\DABUL.DAT" For Input As #1
Open "C:\TEMPORER.DAT" For Append As #2
LEWATKAN:
Do Until EOF(1)
Input #1, Kode, Kendaraan, Jenis, Tanggal, Biaya
If UCase(Kode) = UCase(TxtNamaCari) Then
GoTo LEWATKAN
End If
Write #2, Kode, Kendaraan, Jenis, Tanggal, Biaya
Loop
Close
Kill "C:\DABUL.DAT"
Name "C:\TEMPORER.DAT" As "C:\DABUL.DAT"
Kosongkan
Form2.MSComm1.Output = "00000000b"

```

```
Form2.Show  
  
Unload Me  
  
End Sub
```

3.3.2.2 Pengaksesan Port Serial Pada Visual Basic

Pengaksesan port serial dapat dilakukan secara langsung menggunakan kontrol MSComm yang telah disediakan oleh Visual Basic 6.0. Kontrol MSComm menyediakan fasilitas komunikasi antara program aplikasi yang dibuat dengan port serial untuk mengirim atau menerima data melalui komunikasi port serial.

Setiap MSComm hanya menangani satu port serial sehingga jika ingin menggunakan lebih dari satu port serial, maka harus menggunakan MSComm sebanyak port serial yang dipakai. Setelah dilakukan penambahan komponen dengan memasukkan *control activeX* yang bernama *Microsoft Comm Control 6.0*, MSComm dapat langsung diambil pada *Control Toolbox*. Gambar 3.14 memperlihatkan bentuk MSComm pada *Control Toolbox*.



Gambar 3.14. Tampilan MSComm pada *Control Toolbox*

BAB IV

PENGUJIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Sistem parkir dengan kartu digital ini terdiri dari perangkat lunak dan perangkat keras. Sistem kendali dirancang untuk memperoleh sinkronisasi perangkat keras dengan perangkat lunak, sehingga menghasilkan sistem parkir dengan tingkat keakuratan, kecepatan, dan efisiensi yang tinggi.

4.1 Pengujian Perangkat Keras

Perangkat keras yang menyusun sistem parkir ini dibentuk dalam beberapa rangkaian yang terdiri dari rangkaian catu daya, rangkaian *optocoupler*, rangkaian komunikasi data, dan rangkaian penggerak palang pintu parkir.

4.1.1 Pengujian Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya yang digunakan berasal dari Port USB sebagai pencatu daya +5 volt untuk keseluruhan rangkaian. Besar tegangan yang dihasilkan dari Port USB diperlihatkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Tegangan Keluaran Port USB

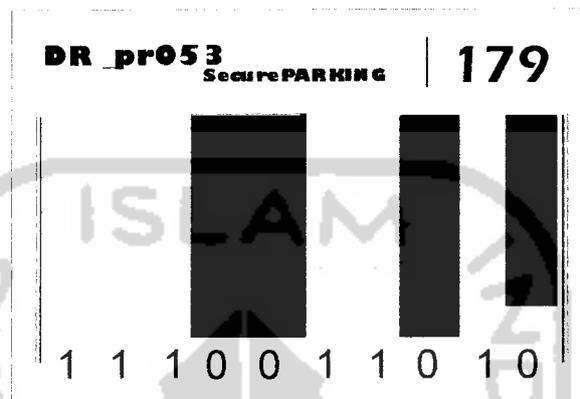
Karakteristik	Maksimum	Minimum
Tegangan Keluaran	5,5 volt	4,98 volt

4.1.2 Pengujian Rangkaian *Optocoupler*

Pengujian rangkaian *optocoupler* dilakukan dengan mengukur tegangan pada keluaran LM 324 untuk mengetahui besarnya tegangan keluaran pada saat *optocoupler* bekerja, sehingga dapat memberikan logika '0' atau logika '1' pada mikrokontroler.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sampel kartu parkir digital.

Gambar 4.1 merupakan contoh gambar kartu parkir digital yang digunakan pada sistem parkir ini.



Gambar 4.1. Kartu Parkir Digital

Hasil pengukuran tegangan keluaran berdasarkan masukan kartu parkir digital diperlihatkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran *Optocoupler*

Posisi <i>Optocoupler</i>	Tegangan Keluaran (volt) dan Nilai Bit Berdasarkan Nomor Kartu											
	42		73		96		120		179		236	
	volt	bit	volt	bit	volt	bit	volt	bit	volt	bit	volt	bit
Bit 1	0,6	0	4,18	1	0,6	0	0,6	0	4,18	1	0,6	0
Bit 2	4,17	1	0,6	0	0,6	0	0,6	0	4,17	1	0,6	0
Bit 3	0,6	0	0,6	0	0,6	0	0,6	0	0,6	0	4,14	1
Bit 4	4,13	1	4,13	1	0,6	0	4,13	1	0,7	0	4,13	1
Bit 5	0,6	0	0,6	0	0,6	0	4,16	1	4,16	1	0,6	0
Bit 6	4,18	1	0,7	0	4,18	1	4,18	1	4,18	1	4,18	1
Bit 7	0,7	0	4,15	1	4,15	1	4,15	1	0,7	0	4,15	1
Bit 8	0,7	0	0,7	0	0,7	0	0,7	0	4,16	1	4,16	1

Pengujian diatas memberikan dua logika masukan ke mikrokontroler. Logika '0' untuk tegangan 0,6 V - 0,7 V dan logika '1' untuk tegangan antara 3,83 V - 4,8 V. Keluaran masing-masing *optocoupler* terhubung dengan port mikrokontroler.

4.1.3 Pengujian Rangkaian Penggerak Motor DC

Pengujian rangkaian penggerak motor DC dimaksudkan untuk mengetahui kinerja rangkaian dalam mengontrol motor DC sesuai *input* yang diberikan oleh P3.4 dan P3.5 mikrokontroler AT89S51. Hasil pengujian rangkaian penggerak motor DC diperlihatkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Rangkaian Motor DC

Input Pin 14	Input Pin 15	Gerakan Motor
0	0	Diam (motor OFF)
0	1	Putar CCW
1	0	Putar CW

Berdasarkan hasil pengujian diatas, rangkaian motor DC akan berputar dengan arah putar mengikuti nilai logika yang diberikan pada Pin 14 atau Pin 15 mikrokontroler AT89S51. Pada saat Pin 14 dan Pin 15 berlogika '0' motor akan diam (motor OFF). Motor akan berputar searah jarum jam (*Clock Wise*) saat Pin 14 mendapat logika '1' dan Pin 15 mendapat logika '0'. Keadaan ini merupakan aplikasi dalam menutup palang pintu keluar. Sedangkan saat Pin 14 mendapat logika '0' dan Pin 15 mendapat logika '1' motor akan berputar berlawanan arah jarum jam (*Counter Clock Wise*) yang merupakan aplikasi membuka palang pintu keluar.

4.1.4 Pengujian Rangkaian Pengiriman Data

Pengujian rangkaian pengiriman data dilakukan dengan mengirim data kartu parkir ke komputer dan pengiriman data biner dari komputer untuk menggerakkan palang pintu keluar. Data kartu parkir yang dibaca *optocoupler* dapat ditampilkan pada komputer menjadi data desimal dan data 00000000b yang digunakan untuk pembandingan data komputer dengan mikrokontroler untuk proses pembukaan palang pintu juga dapat terkirim ke mikrokontroler.

4.2 Pengujian Perangkat Lunak

Perangkat lunak merupakan program yang dirancang untuk mengendalikan perangkat keras serta sebagai antarmuka antara komputer dengan pengguna (*user interface*). Pengujian perangkat lunak menggunakan komputer PC dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Prosesor Intel 2.13 GHz
2. RAM 512 Mbyte
3. Sistem Operasi Windows XP SP1
4. Bahasa pemrograman Microsoft Visual Basic 6.0

4.2.1 Pengujian *Software* Sistem Parkir

Antarmuka untuk *user* dibuat menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 . Tampilan untuk aplikasi parkir ini terdiri dari tiga menu utama, yaitu menu nomor kode kartu, menu data kendaraan, dan menu biaya parkir. Gambar 4.2 merupakan gambar pada menu nomor kode kartu.

DR_p1953carePARKIRG
File Edit

Nomor Kode

Gambar 4.2. Tampilan Menu Nomor Kode Kartu

Penulisan nomor kode pada menu ini dilakukan secara otomatis setelah kartu parkir dimasukkan ke *hard ware* oleh petugas parkir. Data biner (kode gelap terang) pada kartu diterjemahkan menjadi data desimal oleh komputer.

Menu berikutnya setelah nomor kode kendaraan telah terisi adalah menu data kendaraan yang akan masuk area parkir. Gambar 4.3 adalah tampilan pada menu *input* data kendaraan.

Kendaraan Masuk

No Kode

No. Kendaraan 86858NFB

Jenis Kendaraan Roda Dua

Tanggal 6/13/2007 6:03:16 AM

Batal

Masuk

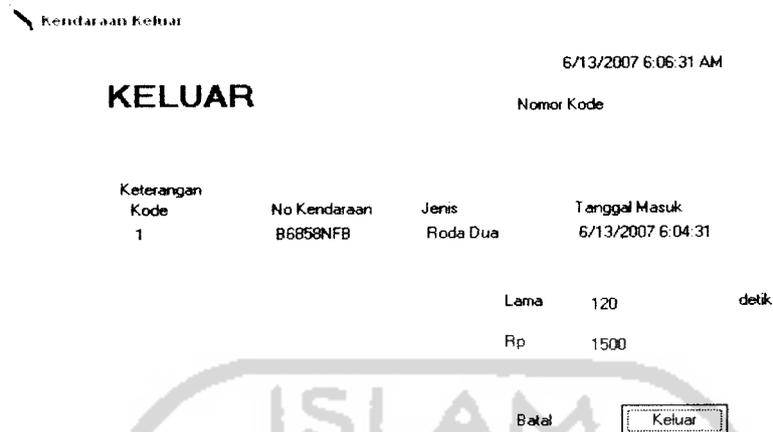
Gambar 4.3. Tampilan Menu Data Kendaraan.

Data yang dibutuhkan pada menu data kendaraan adalah nomor kendaraan dan jenis kendaraan. Data tersebut kemudian disimpan oleh komputer. Untuk kepentingan pengawasan, pada menu masukan kartu terdapat fasilitas yang dapat melihat kondisi yang sedang terjadi dalam area parkir dengan cara mengklik 'tunjukkan status' pada edit atau menyembunyikannya dengan mengklik 'sembunyikan status'. Gambar 4.4 memperlihatkan tampilan menu status kendaraan.

KODE	NOMOR	JENIS	MASUK	BIAYA
1	B6858NFB	Roda Dua	7/12/2007 8:54:04 PM	Rp 1500

Gambar 4.4. Tampilan Menu Status Kendaraan

Menu terakhir pada sistem parkir ini adalah menu saat pengguna parkir akan keluar dari area parkir. Pengambilan data pada komputer dilakukan setelah petugas memasukkan kartu parkir dan akan tampil menu biaya parkir yang berupa informasi lama parkir dan jumlah biaya yang akan dikeluarkan. Gambar 4.5 adalah tampilan pada menu biaya parkir.



Gambar 4.5. Tampilan Menu Biaya Parkir.

Pengaktifan palang pintu keluar dilaksanakan setelah pengguna parkir membayar biaya parkir, saat petugas mengklik tombol keluar miniatur palang pintu keluar akan membuka dan kembali tertutup saat kendaraan telah melalui batas sensor keluar. Biaya yang dibayarkan pengguna parkir terbagi dua jenis, kendaraan roda dua atau roda empat dengan sistem *flat*, hal ini berarti waktu lama parkir tidak mempengaruhi biaya parkir

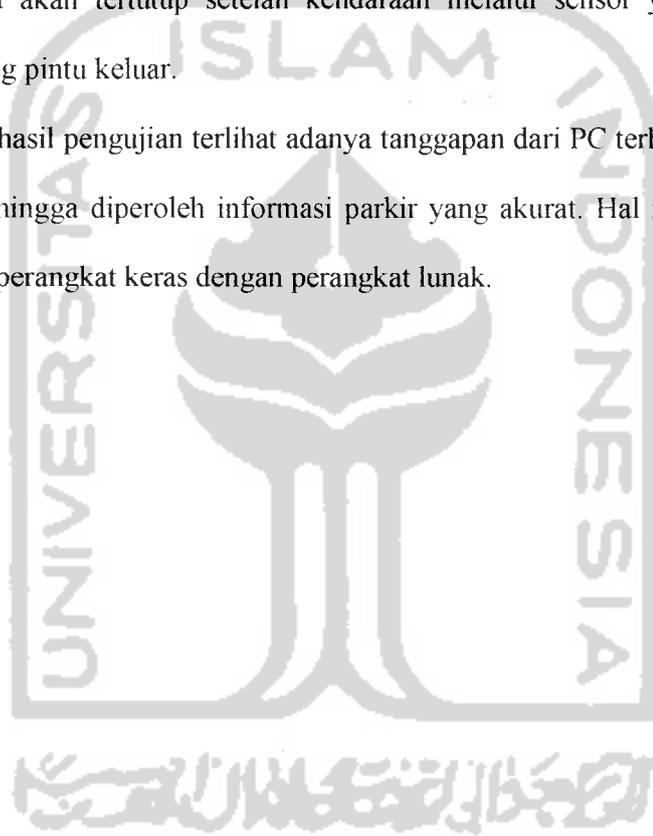
4.3 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengamati tanggapan sistem terhadap data yang diberikan. Pengujian dilakukan dengan memasukkan kartu pada *optocoupler* kemudian menyimpan data pada kartu tersebut pada komputer, ini merupakan aplikasi saat kendaraan masuk. Pada selang waktu beberapa detik kemudian kartu kembali dimasukkan pada *optocoupler* dan mengambil data dari komputer sebagai

aplikasi saat kendaraan keluar. Pada tampilan biaya akan tercantum informasi waktu kendaraan masuk dan keluar serta biaya yang harus dikeluarkan pengguna.

Petugas parkir akan membuka palang pintu setelah mencocokkan data parkir dengan kendaraan yang akan keluar dan menerima biaya parkir. Setelah meng-klik tombol keluar pada tampilan di monitor palang pintu akan terbuka dan palang pintu akan tertutup setelah kendaraan melalui sensor yang diletakkan setelah palang pintu keluar.

Dari hasil pengujian terlihat adanya tanggapan dari PC terhadap *input* data masukan, sehingga diperoleh informasi parkir yang akurat. Hal ini menandakan sinkronisasi perangkat keras dengan perangkat lunak.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian rangkaian “Sistem Parkir dengan Kartu Digital Berbasis Mikrokontroler AT89S51”, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Komunikasi dua arah antara mikrokontroler dan personal komputer (PC) dapat dilaksanakan dengan baik dengan memanfaatkan pengiriman data secara serial.
2. Kemudahan pengoperasian sistem, mempermudah kerja petugas parkir.
3. Mengurangi biaya operasional pengelola parkir untuk membeli kertas dan tinta untuk mencetak tanda parkir.
4. Menghindari antrian kendaraan keluar akibat penulisan kembali nomor kendaraan oleh petugas parkir.
5. Perancangan sistem menghasilkan sistem parkir dengan tingkat keakuratan, kecepatan dan efisiensi yang tinggi.

5.2 Saran

1. Kode blok pada kartu dibuat lebih kecil dan rapat.
2. Penambahan jumlah kendaraan yang parkir.
3. Menu tampilan pada komputer ditambah, seperti penggunaan kamera untuk proses pengisian data nomor kendaraan dan menu *searching* kendaraan.
4. Penambahan *display* untuk informasi area parkir.

DAFTAR PUSTAKA

- [BUD 04] Budiharto, Widodo. *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*. Jakarta: PT.ElexMediaKomputindo, 2004.
- [FIR 05] Firdaus. *Pemrograman Data Base dengan Visual Basic 6 untuk Orang Awam*. Palembang: Maxikom, 2005.
- [NAL 03] Nalwan, A.P. *Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*. Jakarta: PT.ElexMediaKomputindo, 2003.
- [PRA 04] Prasetya, Retna. *Interfacing Port Paralel dan Port Serial Komputer dengan Visual Basic 6.0*. Yogyakarta: ANDI, 2004.
- [PUT 04] Putra, Agfianto Eko. *Belajar Mikrokontroler AT89C51 / 52 / 55 Teori dan Aplikasi*. Edisi II. Yogyakarta: Gava Media, 2004.
- [SUD 05] Sudjadi. *Teori dan Aplikasi Mikrokontroler Aplikasi pada Mikrokontroler AT89C51*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2005.

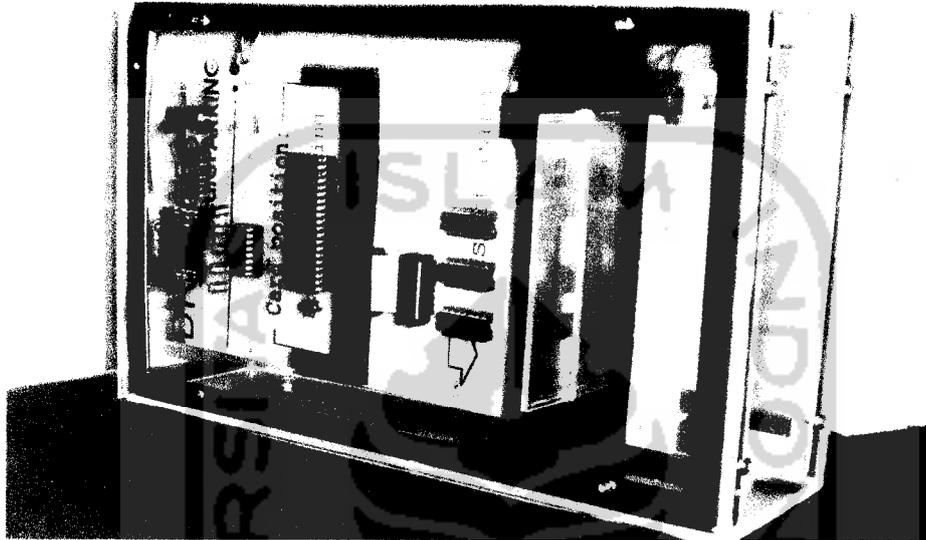
<http://www.atmel.com>.



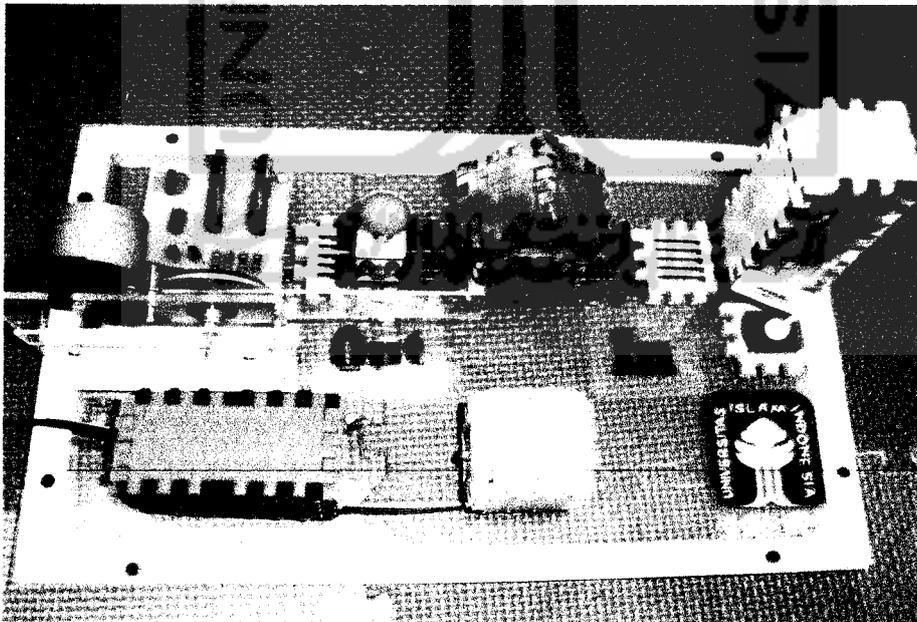
LAMPIRAN



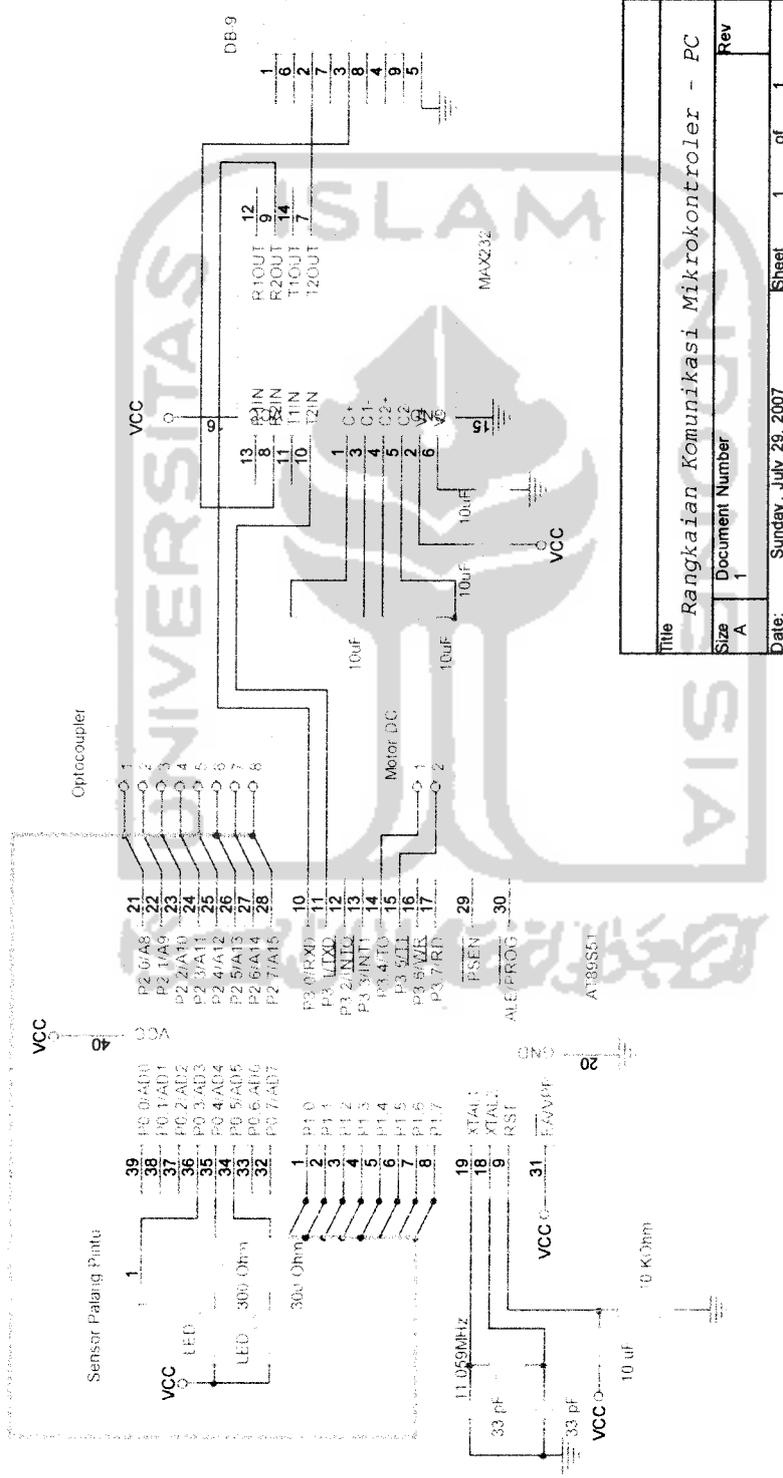
Gambar Perangkat Keras Sistem Parkir



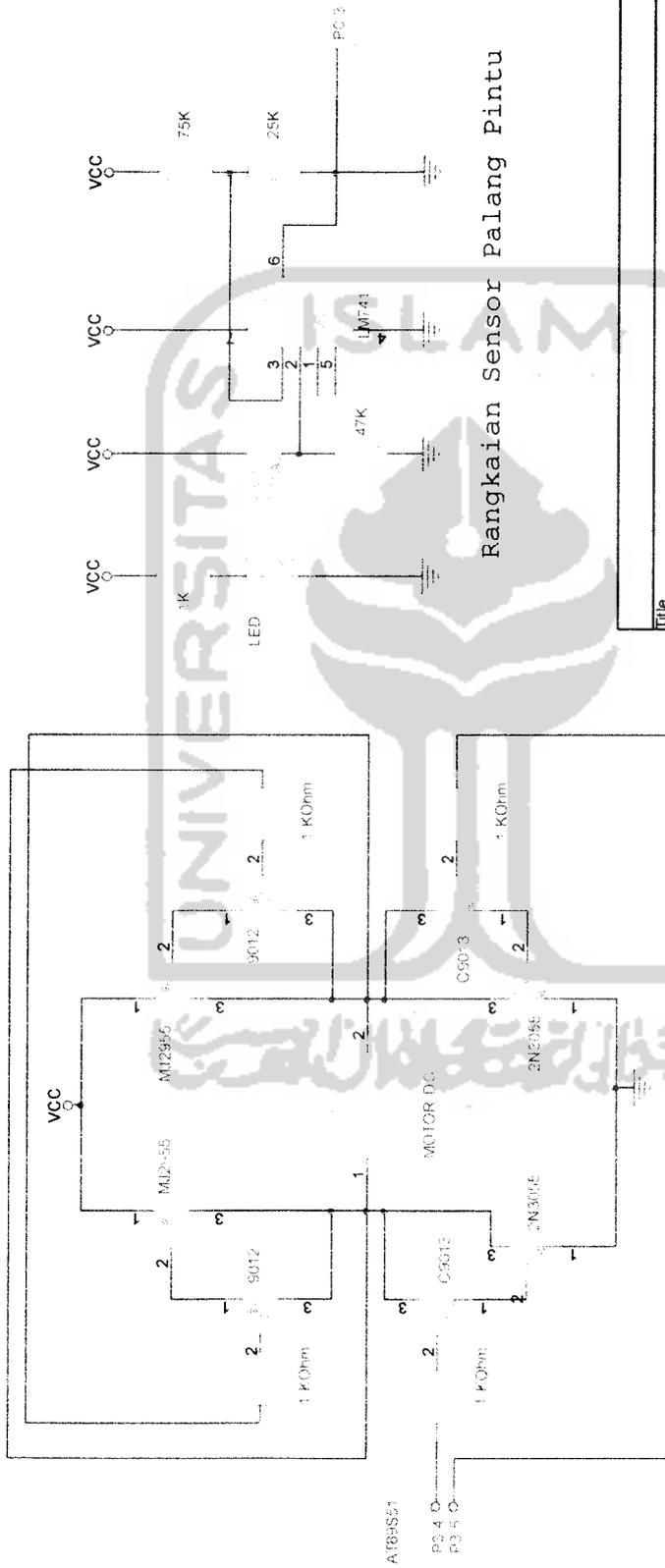
Gambar Alat Pembaca Kartu Parkir Digital



Gambar Miniatur Palang Pintu Parkir



Title		Rangkaian Komunikasi Mikrokontroler - PC
Size	Document Number	Rev
A	1	
Date:	Sunday, July 29, 2007	Sheet 1 of 1



Rangkaian Sensor Palang Pintu

Rangkaian Penggerak Motor DC

Title		Rangkaian Palang Pintu Parkir	
Size	Document Number	Rev	1
A	2		
Date	Sunday, July 29, 2007	Sheet	1 of 1

```
.....  
;Listing Program Mikrokontroler AT89S51  
;.....
```

```
org      00h          ; Alamat awal program  
sjmp     inisial     ; Lompat ke program inialisasi awal  
;.....
```

```
org      030h        ; Program inialisasi awal  
inisial:  
setb    P0.4        ; LED indikator OFF  
setb    P0.5  
clr     P3.5        ; Motor DC OFF  
clr     P3.4
```

```
main:  
mov     tmod,#20h   ; Timer 1 mode 2 (8-bit, isi-ulang)  
mov     th1,#0fdh  ; 9600 baud rate  
mov     scon,#50h  ; Mode serial: 8-bit UART  
setb    tr1        ; Menjalankan Timer 1  
mov     r0,#60h  
mov     sp,#10h    ; Mendefinisikan lokasi stack  
;.....
```

```
mulai:  
clr     P0.4        ; LED indikator -> 'Waiting Card' ON  
jnb     ri, ya      ; Pengecekan kendaraan keluar  
;.....
```

```
lanjut:  
acall   tunda  
clr     P3.5  
jnb     P0.6, start ; Pengecekan bit kontrol  
sjmp    mulai  
;.....
```

```
start:  
setb    P0.4        ; LED indikator -> 'Process Card' ON  
clr     P0.5  
jnb     P2.7, baca_P1 ; Pilihan baca data port  
mov     A, P2       ; Baca data di P2  
lanjut1:  
mov     sbuf, A     ; Mengirim data  
jnb     ti, $       ; Data terkirim  
clr     ti          ; Mereset ti  
jnb     P0.6, $     ; Tunggu kartu dikeluarkan  
setb    P0.5  
sjmp    mulai  
;.....
```

```
ya:  
mov     a, sbuf     ; Menerima data  
clr     ri          ; Mereset ri  
mov     a, #00h  
setb    P3.4        ; Buka palang pintu keluar  
acall   tunda  
clr     P3.4  
jnb     P0.3, $     ; Sensor kendaraan keluar  
setb    P3.5        ; Tutup Palang Pintu  
clr     ti          ; Mereset ti
```

mp lanjut

```
aca_pl:
ov      A,P1          ; Baca data di P1
jmp     lanjut1

unda:
ov      a,#0ffh      ; Tunda waktu
loopa:
ov      b,#0ffh
loopb:
nop
djnz   b,loopb
djnz   a,loopa
ret

end
```



Program Visual Basic 6.0

1. Menu Nomor Kode Kartu (Form 1).

```
Private Sub Check1_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If Text2 <> "" And KeyCode = 13 Then
        If Check2.Enabled = False Then
            Command1.SetFocus
        Else
            Check2.SetFocus
        End If
    End If
End Sub
```

```
Private Sub Check2_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If Text2 <> "" And KeyCode = 13 Then
        If Check1.Enabled = True Then
            Check1.SetFocus
        Else
            Command1.SetFocus
        End If
    End If
End Sub
```

```
Private Sub Command1_Click()
    Dim DirAktif As String
    If Text1 = "" Or Text2 = "" Or Text3 = "" Or Text4 = "" Then GoTo AdaKosong
    DirAktif = Left(CurDir, 3)
    ChDir DirAktif
    Open "C:\DABUL.DAT" For Append As #1
    Write #1, Text1, Text2, Text3, Text4, Text5
    Close #1
    Text1 = ""
    Text2 = ""
    Text3 = ""
    Text4 = ""
    Text5 = ""
    Form2.Show
    Unload Me
Exit Sub
```

AdaKosong:

```
Beep  
If Text1 = "" Then Text1.SetFocus  
If Text2 = "" Then Text2.SetFocus  
If Text3 = "" Then Text3.SetFocus  
If Text4 = "" Then Text4.SetFocus  
If Text5 = "" Then Text5.SetFocus
```

Form2.Show

End Sub

```
Private Sub Command2_Click()
```

Form2.Show

End Sub

```
Private Sub Text2_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
```

```
    If Text2 <> "" And KeyCode = 13 Then
```

```
        Check1.SetFocus
```

```
        Text2.Text = UCase(Text2)
```

```
    End If
```

End Sub

```
Private Sub Timer1_Timer()
```

```
    If Check1.Value = vbUnchecked And Check2.Value = vbUnchecked Then
```

```
        Command1.Enabled = False
```

```
    End If
```

End Sub

```
Private Sub Timer2_Timer()
```

```
    If Check1.Value = vbChecked Or Check2.Value = vbChecked Then
```

```
        Text2.Text = UCase(Text2)
```

```
    End If
```

```
    If Text1.Text = "" Or Text2.Text = "" Or Text3.Text = "" Then
```

```
        Command1.Enabled = False
```

```
    Else
```

```
        Command1.Enabled = True
```

```
    End If
```

```
    If Check1.Value = vbChecked Then
```

```
        Text3.Text = "Roda Dua"
```

```
    ElseIf Check2.Value = vbChecked Then
```

```
        Text3.Text = "Roda Empat"
```

```
    ElseIf Check1.Value = vbUnchecked And Check2.Value = vbUnchecked Then
```

```
        Text3.Text = ""
```

End If

```
If Check1.Value = vbChecked Then
Check2.Enabled = False
ElseIf Check2.Value = vbChecked Then
Check1.Enabled = False
Else
Check1.Enabled = True
Check2.Enabled = True
End If
End Sub
```

```
Private Sub Timer3_Timer()
Text4.Text = Now
Text4.Visible = True
End Sub
```

```
Private Sub Timer4_Timer()
If Check1.Value = vbChecked Then
Text5.Text = "Rp 1500"
ElseIf Check2.Value = vbChecked Then
Text5.Text = "Rp 3000"
Else
Text5.Text = ""
End If
End Sub
```

2. Menu Data Kendaraan (Form 2).

```
Private Sub CariData()
Dim Kode, Kendaraan, Jenis, Tanggal, Biaya As String
Dim Ada As Integer
Open "C:\DABUL.DAT" For Input As #1
Do Until EOF(1)
Input #1, Kode, Kendaraan, Jenis, Tanggal, Biaya
If UCase(TxtNamaCari) = UCase(Kode) Then
TxtNama = Kode
TxtKode = Kendaraan
TxtGaji = Jenis
TxtWaktu = Tanggal
TxtBiaya = Biaya
Ada = Ada + 1
```

```

    End If
Loop
Close
If Ada <> 0 Then
    TxtNamaCari.SetFocus
    Form3.TxtNamaCari.Text = TxtNamaCari.Text
    Form3.Show
    Unload Me
ElseIf Ada = 0 Then
    Form1.Show
    Form1.Text1.Text = TxtNamaCari.Text
    Unload Me
End If
End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
    MSComm1.PortOpen = True
    Dim LI As ListItem
    Dim Kode, Nomor, Jenis, Tanggal, Biaya As String
    Dim TotalGaji As Currency
    ListView1.View = lvwReport
    ListView1.Sorted = True

    ListView1.ColumnHeaders.Add , , "KODE", ListView1.Width / 5
    ListView1.ColumnHeaders.Add , , "NOMOR", ListView1.Width / 5
    ListView1.ColumnHeaders.Add , , "JENIS", ListView1.Width / 5
    ListView1.ColumnHeaders.Add , , "MASUK", ListView1.Width / 5
    ListView1.ColumnHeaders.Add , , "BIAYA", ListView1.Width / 5
    On Error GoTo Salah
    Open "C:\DABUL.DAT" For Input As #1
    Do Until EOF(1)
        Input #1, Kode, Nomor, Jenis, Tanggal, Biaya
        Set LI = ListView1.ListItems.Add(, , Kode)
        LI.SubItems(1) = Nomor
        LI.SubItems(2) = Jenis
        LI.SubItems(3) = Tanggal
        LI.SubItems(4) = Biaya
    Loop
    Close #1
    Exit Sub
Salah:
    MsgBox "File C:\DABUL.DAT tidak ditemukan!"
    End
End Sub

```

```
Private Sub mnEit_Click()  
Unload Me  
End Sub
```

```
Private Sub mnStatus_Click()  
Frame2.Visible = True  
mnStatus.Enabled = False  
mnStatus.Checked = True  
mnUnstatus.Enabled = True  
mnUnstatus.Checked = False  
End Sub
```

```
Private Sub mnUnstatus_Click()  
Frame2.Visible = False  
mnStatus.Enabled = True  
mnStatus.Checked = False  
mnUnstatus.Enabled = False  
mnUnstatus.Checked = True  
End Sub
```

```
Private Sub MSComm1_OnComm()
```

```
    Dim Buffer As Variant  
    Select Case MSComm1.CommEvent  
    Case comEvReceive  
        If MSComm1.InBufferCount = 1 Then  
            Buffer = CStr(MSComm1.Input)  
            TxtNamaCari.Text = Asc(Buffer)  
        End If  
    End Select  
End Sub
```

```
Private Sub Text1_Change()  
Form2.Text1.Text = Form1.Text1.Text  
End Sub
```

```
Private Sub Timerstatus_Timer()  
If TxtNamaCari.Text = "" Then  
    TxtNamaCari.SetFocus  
End If  
End Sub
```

```

Private Sub TxtNamaCari_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If TxtNamaCari.Text <> "" And KeyCode = 13 Then CariData
    If KeyCode = 27 Then End
End Sub

```

3. Menu Biaya Parkir (Form 3).

```

Private Sub Form_Load()
    CmdHapus.Enabled = False
    Text2.Text = Now
End Sub

```

```

Private Sub Kosongkan()
    TxtNamaCari = ""
    TxtNama = ""
    TxtKode = ""
    TxtGaji = ""
    TxtWaktu = ""
    TxtBiaya = ""
End Sub

```

```

Private Sub CmdHapus_Click()
    Dim Kode, Kendaraan, Jenis, Tanggal, Biaya As String
    Open "C:\DABUL.DAT" For Input As #1
    Open "C:\TEMPORER.DAT" For Append As #2

```

```

LEWATKAN:
    Do Until EOF(1)
        Input #1, Kode, Kendaraan, Jenis, Tanggal, Biaya
        If UCase(Kode) = UCase(TxtNamaCari) Then
            GoTo LEWATKAN
        End If
        Write #2, Kode, Kendaraan, Jenis, Tanggal, Biaya
    Loop
    Close
    Kill "C:\DABUL.DAT"
    Name "C:\TEMPORER.DAT" As "C:\DABUL.DAT"
    Kosongkan
    Form2.MSComm1.Output = "00000000b"
    Form2.Show
    Unload Me
End Sub

```

```
Private Sub CmdBatal_Click()
    Kosongkan
    TxtNamaCari.Enabled = True
    TxtNamaCari.SetFocus
    CmdHapus.Enabled = False
    Form2.Show
    Unload Me
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Timer()
If TxtWaktu.Text = "" Then
    Timer2.Enabled = False
    Timer3.Enabled = False
Else
    Timer2.Enabled = True
    Timer3.Enabled = True
End If
End Sub
```

```
Private Sub Timer2_Timer()
    Text1.Text = DateDiff("s", TxtWaktu, Text2)
End Sub
```

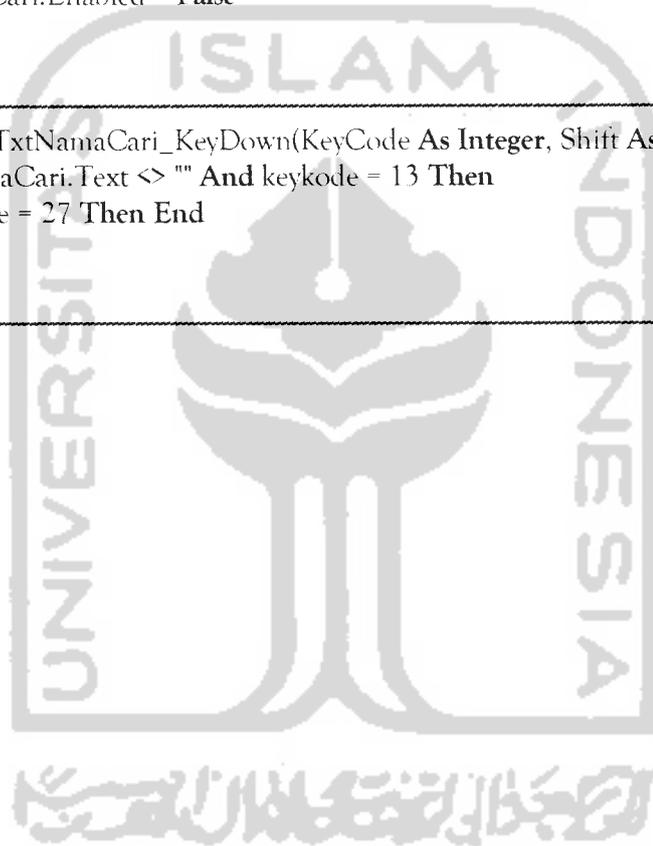
```
Private Sub Timer3_Timer()
If TxtGaji.Text = "Roda Dua" Then
    Text4.Text = 1500
Else
    Text4.Text = 3000
End If
End Sub
```

```
Private Sub Timer5_Timer()
    Label9.Caption = Now
End Sub
```

```
Private Sub Timer6_Timer()
    Dim Kode, Kendaraan, Jenis, Tanggal, Biaya As String
    Dim Ada As Integer
    Open "C:\DABUL.DAT" For Input As #1
    Do Until EOF(1)
        Input #1, Kode, Kendaraan, Jenis, Tanggal, Biaya
        If UCase(TxtNamaCari) = UCase(Kode) Then
            TxtNama = Kode
            TxtKode = Kendaraan
```

```
    TxtGaji = Jenis
    TxtWaktu = Tanggal
    TxtBiaya = Biaya
    Ada = Ada + 1
    CmdHapus.Enabled = True
End If
Loop
Close
If Ada <> 0 Then
    TxtNamaCari.Enabled = False
End If
End Sub

-----
Private Sub TxtNamaCari_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    If TxtNamaCari.Text <> "" And keykode = 13 Then
        If KeyCode = 27 Then End
    End If
End Sub
-----
```



Kombinasi Kode Biner Kartu Parkir

No Kartu:	Bit Kontrol	Option	Data Kartu							Port Aktif
	P0.6	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	P1 / P2
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	P2
2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	P2
3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	P2
4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	P2
5	1	0	0	0	0	0	1	0	1	P2
6	1	0	0	0	0	0	1	1	0	P2
7	1	0	0	0	0	0	1	1	1	P2
8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	P2
9	1	0	0	0	0	1	0	0	1	P2
10	1	0	0	0	0	1	0	1	0	P2
11	1	0	0	0	0	1	0	1	1	P2
12	1	0	0	0	0	1	1	0	0	P2
13	1	0	0	0	0	1	1	0	1	P2
14	1	0	0	0	0	1	1	1	0	P2
15	1	0	0	0	0	1	1	1	1	P2
16	1	0	0	0	1	0	0	0	0	P2
17	1	0	0	0	1	0	0	0	1	P2
18	1	0	0	0	1	0	0	1	0	P2
19	1	0	0	0	1	0	0	1	1	P2
20	1	0	0	0	1	0	1	0	0	P2
21	1	0	0	0	1	0	1	0	1	P2
22	1	0	0	0	1	0	1	1	0	P2
23	1	0	0	0	1	0	1	1	1	P2
24	1	0	0	0	1	1	0	0	0	P2
25	1	0	0	0	1	1	0	0	1	P2
26	1	0	0	0	1	1	0	1	0	P2
27	1	0	0	0	1	1	0	1	1	P2
28	1	0	0	0	1	1	1	0	0	P2
29	1	0	0	0	1	1	1	0	1	P2
30	1	0	0	0	1	1	1	1	0	P2
31	1	0	0	0	1	1	1	1	1	P2
32	1	0	0	1	0	0	0	0	0	P2
33	1	0	0	1	0	0	0	0	1	P2
34	1	0	0	1	0	0	0	1	0	P2
35	1	0	0	1	0	0	0	1	1	P2
36	1	0	0	1	0	0	1	0	0	P2
37	1	0	0	1	0	0	1	0	1	P2
38	1	0	0	1	0	0	1	1	0	P2
39	1	0	0	1	0	0	1	1	1	P2

No Kartu:	Bit Kontrol	Option	Data Kartu							Port Aktif	
			P0.6	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3		Bit 2
40	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	P2
41	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	P2
42	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	P2
43	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	P2
44	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	P2
45	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	P2
46	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	P2
47	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	P2
48	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	P2
49	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	P2
50	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	P2
51	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	P2
52	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	P2
53	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	P2
54	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	P2
55	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	P2
56	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	P2
57	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	P2
58	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	P2
59	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	P2
60	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	P2
61	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	P2
62	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	P2
63	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	P2
64	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	P2
65	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	P2
66	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	P2
67	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	P2
68	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	P2
69	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	P2
70	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	P2
71	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	P2
72	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	P2
73	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	P2
74	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	P2
75	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	P2
76	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	P2
77	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	P2
78	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	P2
79	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	P2
80	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	P2
81	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	P2

No Kartu:	Bit Kontrol	Option	Data Kartu							Port Aktif
	P0.6	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	P1 / P2
82	1	0	1	0	1	0	0	1	0	P2
83	1	0	1	0	1	0	0	1	1	P2
84	1	0	1	0	1	0	1	0	0	P2
85	1	0	1	0	1	0	1	0	1	P2
86	1	0	1	0	1	0	1	1	0	P2
87	1	0	1	0	1	0	1	1	1	P2
88	1	0	1	0	1	1	0	0	0	P2
89	1	0	1	0	1	1	0	0	1	P2
90	1	0	1	0	1	1	0	1	0	P2
91	1	0	1	0	1	1	0	1	1	P2
92	1	0	1	0	1	1	1	0	0	P2
93	1	0	1	0	1	1	1	0	1	P2
94	1	0	1	0	1	1	1	1	0	P2
95	1	0	1	0	1	1	1	1	1	P2
96	1	0	1	1	0	0	0	0	0	P2
97	1	0	1	1	0	0	0	0	1	P2
98	1	0	1	1	0	0	0	1	0	P2
99	1	0	1	1	0	0	0	1	1	P2
100	1	0	1	1	0	0	1	0	0	P2
101	1	0	1	1	0	0	1	0	1	P2
102	1	0	1	1	0	0	1	1	0	P2
103	1	0	1	1	0	0	1	1	1	P2
104	1	0	1	1	0	1	0	0	0	P2
105	1	0	1	1	0	1	0	0	1	P2
106	1	0	1	1	0	1	0	1	0	P2
107	1	0	1	1	0	1	0	1	1	P2
108	1	0	1	1	0	1	1	0	0	P2
109	1	0	1	1	0	1	1	0	1	P2
110	1	0	1	1	0	1	1	1	0	P2
111	1	0	1	1	0	1	1	1	1	P2
112	1	0	1	1	1	0	0	0	0	P2
113	1	0	1	1	1	0	0	0	1	P2
114	1	0	1	1	1	0	0	1	0	P2
115	1	0	1	1	1	0	0	1	1	P2
116	1	0	1	1	1	0	1	0	0	P2
117	1	0	1	1	1	0	1	0	1	P2
118	1	0	1	1	1	0	1	1	0	P2
119	1	1	0	1	1	0	1	1	1	P1
120	1	1	0	1	1	1	0	0	0	P1
121	1	1	0	1	1	1	0	0	1	P1
122	1	1	0	1	1	1	0	1	0	P1
123	1	1	0	1	1	1	0	1	1	P1

No Kartu:	Bit Kontrol	Option	Data Kartu							Port Aktif
	P0.6	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	P1 / P2
124	1	0	1	1	1	1	1	0	0	P1
125	1	0	1	1	1	1	1	0	1	P1
126	1	0	1	1	1	1	1	1	0	P1
127	1	0	1	1	1	1	1	1		P1
128	1	1	0	0	0	0	0	0	0	P1
129	1	1	0	0	0	0	0	0	1	P1
130	1	1	0	0	0	0	0	1	0	P1
131	1	1	0	0	0	0	0	1	1	P1
132	1	1	0	0	0	0	1	0	0	P1
133	1	1	0	0	0	0	1	0	1	P1
134	1	1	0	0	0	0	1	1	0	P1
135	1	1	0	0	0	0	1	1	1	P1
136	1	1	0	0	0	1	0	0	0	P1
137	1	1	0	0	0	1	0	0	1	P1
138	1	1	0	0	0	1	0	1	0	P1
139	1	1	0	0	0	1	0	1	1	P1
140	1	1	0	0	0	1	1	0	0	P1
141	1	1	0	0	0	1	1	0	1	P1
142	1	1	0	0	0	1	1	1	0	P1
143	1	1	0	0	0	1	1	1	1	P1
144	1	1	0	0	1	0	0	0	0	P1
145	1	1	0	0	1	0	0	0	1	P1
146	1	1	0	0	1	0	0	1	0	P1
147	1	1	0	0	1	0	0	1	1	P1
148	1	1	0	0	1	0	1	0	0	P1
149	1	1	0	0	1	0	1	0	1	P1
150	1	1	0	0	1	0	1	1	0	P1
151	1	1	0	0	1	0	1	1	1	P1
152	1	1	0	0	1	1	0	0	0	P1
153	1	1	0	0	1	1	0	0	1	P1
154	1	1	0	0	1	1	0	1	0	P1
155	1	1	0	0	1	1	0	1	1	P1
156	1	1	0	0	1	1	1	0	0	P1
157	1	1	0	0	1	1	1	0	1	P1
158	1	1	0	0	1	1	1	1	0	P1
159	1	1	0	0	1	1	1	1	1	P1
160	1	1	0	1	0	0	0	0	0	P1
161	1	1	0	1	0	0	0	0	1	P1
162	1	1	0	1	0	0	0	1	0	P1
163	1	1	0	1	0	0	0	1	1	P1
164	1	1	0	1	0	0	1	0	0	P1
165	1	1	0	1	0	0	1	0	1	P1

No Kartu:	Bit Kontrol	Option	Data Kartu							Port Aktif
			P0.6	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	
166	1	1	1	1	0	0	1	1	0	P1
167	1	1	1	1	0	0	1	1	1	P1
168	1	1	1	1	0	1	0	0	0	P1
169	1	1	1	1	0	1	0	0	1	P1
170	1	1	1	1	0	1	0	1	0	P1
171	1	1	1	1	0	1	0	1	1	P1
172	1	1	1	1	0	1	1	0	0	P1
173	1	1	1	1	0	1	1	0	1	P1
174	1	1	1	1	0	1	1	1	0	P1
175	1	1	1	1	0	1	1	1	1	P1
176	1	1	1	1	1	0	0	0	0	P1
177	1	1	1	1	1	0	0	0	1	P1
178	1	1	1	1	1	0	0	1	0	P1
179	1	1	1	1	1	0	0	1	1	P1
180	1	1	1	1	1	0	1	0	0	P1
181	1	1	1	1	1	0	1	0	1	P1
182	1	1	1	1	1	0	1	1	0	P1
183	1	1	1	1	1	0	1	1	1	P1
184	1	1	1	1	1	1	0	0	0	P1
185	1	1	1	1	1	1	0	0	1	P1
186	1	1	1	1	1	1	0	1	0	P1
187	1	1	1	1	1	1	0	1	1	P1
188	1	1	1	1	1	1	1	0	0	P1
189	1	1	1	1	1	1	1	0	1	P1
190	1	1	1	1	1	1	1	1	0	P1
191	1	1	1	1	1	1	1	1	1	P1
192	1	1	1	1	0	0	0	0	0	P1
193	1	1	1	1	0	0	0	0	1	P1
194	1	1	1	1	0	0	0	1	0	P1
195	1	1	1	1	0	0	0	1	1	P1
196	1	1	1	0	0	0	1	0	0	P1
197	1	1	1	0	0	0	1	0	1	P1
198	1	1	1	0	0	0	1	1	0	P1
199	1	1	1	0	0	0	1	1	1	P1
200	1	1	1	0	0	1	0	0	0	P1
201	1	1	1	0	0	1	0	0	1	P1
202	1	1	1	0	0	1	0	1	0	P1
203	1	1	1	0	0	1	0	1	1	P1
204	1	1	1	0	0	1	1	0	0	P1
205	1	1	1	0	0	1	1	0	1	P1
206	1	1	1	0	0	1	1	1	0	P1
207	1	1	1	0	0	1	1	1	1	P1

No Kartu:	Bit Kontrol	Option	Data Kartu							Port Aktif	
			P0.6	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3		Bit 2
208	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	P1
209	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	P1
210	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	P1
211	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	P1
212	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	P1
213	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	P1
214	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	P1
215	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	P1
216	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	P1
217	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	P1
218	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	P1
219	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	P1
220	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	P1
221	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	P1
222	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	P1
223	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	P1
224	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	P1
225	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	P1
226	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	P1
227	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	P1
228	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	P1
229	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	P1
230	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	P1
231	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	P1
232	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	P1
233	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	P1
234	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	P1
235	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	P1
236	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	P1
237	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	P1
238	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	P1
239	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	P1
240	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	P1
241	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	P1
242	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	P1
243	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	P1
244	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	P1
245	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	P1
246	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	P1
247	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	P1

No Kartu:	Bit Kontrol	Option	Data Kartu							Port Aktif	
			P0.6	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3		Bit 2
248	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	P1
249	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	P1
250	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	P1
251	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	P1
252	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	P1
253	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	P1
254	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	P1
255	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	P1
256	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	P1



Features

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

Description

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

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



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

AT89S51

Rev. 2487A-10/01



Pin Configurations

PDIP

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EA/VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

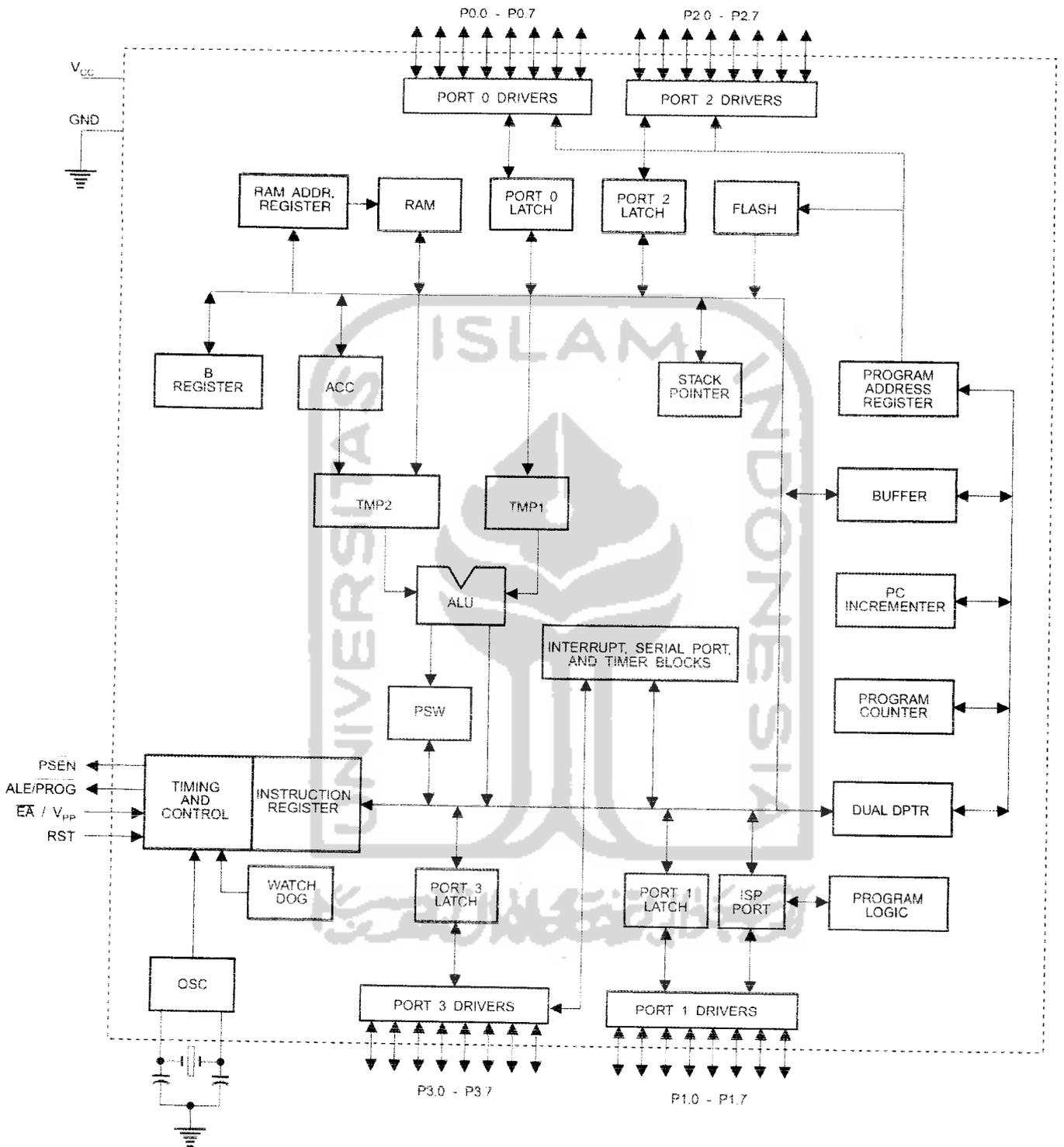
PLCC

P1.4	6	39	P0.4 (AD4)
P1.3	5	38	P0.5 (AD5)
P1.2	4	37	P0.6 (AD6)
P1.1	3	36	P0.7 (AD7)
P1.0	2	35	EA/VPP
NC	1	34	NC
VCC	44	33	ALE/PROG
P0.0 (AD0)	43	32	PSEN
P0.1 (AD1)	42	31	P2.7 (A15)
P0.2 (AD2)	41	30	P2.6 (A14)
P0.3 (AD3)	40	29	P2.5 (A13)
(MOSI) P1.5	7	38	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	8	37	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	9	36	P0.6 (AD6)
RST	10	35	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	11	34	EA/VPP
NC	12	33	NC
(TXD) P3.1	13	32	ALE/PROG
(INT0) P3.2	14	31	PSEN
(INT1) P3.3	15	30	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	16	29	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	17	28	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	18	27	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	19	26	P2.3 (A11)
XTAL2	20	25	P2.2 (A10)
XTAL1	21	24	P2.1 (A9)
GND	22	23	P2.0 (A8)
NC	23	22	P2.1 (A9)
(A8) P2.0	24	21	P2.0 (A8)
(A9) P2.1	25	20	P2.1 (A9)
(A10) P2.2	26	19	P2.2 (A10)
(A11) P2.3	27	18	P2.3 (A11)
(A12) P2.4	28	17	P2.4 (A12)

TQFP

P1.4	44	33	P0.4 (AD4)
P1.3	43	32	P0.5 (AD5)
P1.2	42	31	P0.6 (AD6)
P1.1	41	30	P0.7 (AD7)
P1.0	40	29	EA/VPP
NC	39	28	NC
VCC	38	27	ALE/PROG
P0.0 (AD0)	37	26	PSEN
P0.1 (AD1)	36	25	P2.7 (A15)
P0.2 (AD2)	35	24	P2.6 (A14)
P0.3 (AD3)	34	23	P2.5 (A13)
(MOSI) P1.5	1	33	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	2	32	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	3	31	P0.6 (AD6)
RST	4	30	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	5	29	EA/VPP
NC	6	28	NC
(TXD) P3.1	7	27	ALE/PROG
(INT0) P3.2	8	26	PSEN
(INT1) P3.3	9	25	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	10	24	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	11	23	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	12	22	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	13	21	P2.3 (A11)
XTAL2	14	20	P2.2 (A10)
XTAL1	15	19	P2.1 (A9)
GND	16	18	P2.0 (A8)
GND	17	17	P2.0 (A8)
(A8) P2.0	18	16	P2.0 (A8)
(A9) P2.1	19	15	P2.1 (A9)
(A10) P2.2	20	14	P2.2 (A10)
(A11) P2.3	21	13	P2.3 (A11)
(A12) P2.4	22	12	P2.4 (A12)

Block Diagram





Pin Description

VCC Supply voltage.

3ND Ground.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

ALE/ $\overline{\text{PROG}}$

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

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

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

$\overline{\text{PSEN}}$

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

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

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

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

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

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

XTAL1

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

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier





Special Function Registers

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

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

Table 1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

0F8H									0FFH
0F0H	B 00000000								0F7H
0E8H									0EFH
0E0H	ACC 00000000								0E7H
0D8H									0DFH
0D0H	PSW 00000000								0D7H
0C8H									0CFH
0C0H									0C7H
0B8H	IP XX000000								0BFH
0B0H	P3 11111111								0B7H
0A8H	IE 0X000000								0AFH
0A0H	P2 11111111		AUXR1 XXXXXXXX0				WDTRST XXXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXXX							9FH
90H	P1 11111111								97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0		8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000		PCON 0XXX0000	87H

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

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

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

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

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



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

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1								
Address = A2H								
Reset Value = XXXXXXX0B								
Not Bit Addressable								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	DPS
	–	–	–	–	–	–	–	0
	–	–	–	–	–	–	–	1
–	Reserved for future expansion							
DPS	Data Pointer Register Select							
DPS								
0	Selects DPTR Registers DP0L, DP0H							
1	Selects DPTR Registers DP1L, DP1H							

Memory Organization

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

Program Memory

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

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

Data Memory

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

Watchdog Timer (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 $98 \times T_{OSC}$, where $T_{OSC} = 1/F_{OSC}$. To make the best use of the WDT, it

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

WDT During Power-down and Idle

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

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

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

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

UART

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

Timer 0 and 1

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

Interrupts

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

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

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

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

Table 4. Interrupt Enable (IE) Register

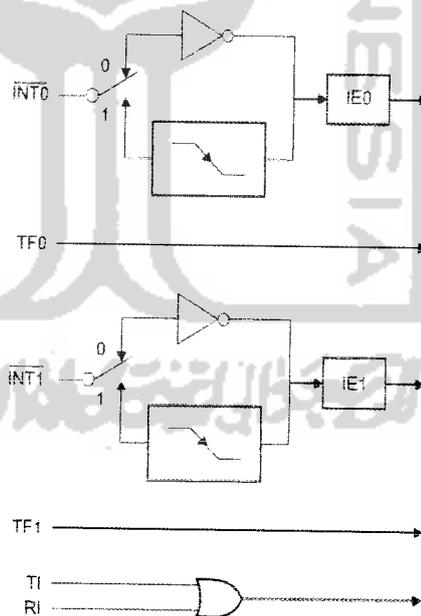
(MSB)				(LSB)			
EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

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

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

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

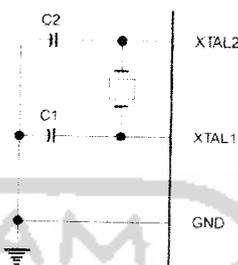
Figure 1. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

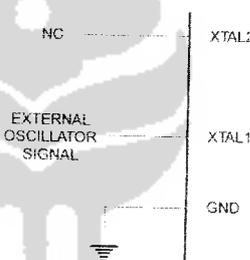
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected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

Figure 2. Oscillator Connections



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

Figure 3. External Clock Drive Configuration



Idle Mode

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

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

Power-down Mode

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

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

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

Program Memory Lock Bits

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

Table 6. Lock Bit Protection Modes

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

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

Programming the Flash – Parallel Mode

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

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

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

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise \overline{EA}/V_{PP} to 12V.
5. Pulse ALE/ \overline{PROG} once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 50 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 AT89S51 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 RDY/ $\overline{\text{BSY}}$ output signal. P3.0 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate $\overline{\text{BUSY}}$. P3.0 is pulled high again when programming is done to indicate **READY**.

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

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

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel

(100H) = 51H indicates 89S51

(200H) = 06H

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

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.

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

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

Programming the Flash – Serial Mode

Serial Programming Algorithm



Power-off sequence (if needed):

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

Set RST to "L".

Turn V_{CC} power off.

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

Serial Programming Instruction Set

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

Programming Interface – Parallel Mode

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

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

Table 7. Flash Programming Modes

Mode	V _{CC}	RST	PSEN	ALE/ PROG	EA/ V _{PP}	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.3-0	P1.7-0
												Address	
Write Code Data	5V	H	L		12V	L	H	H	H	H	D _{IN}	A11-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D _{OUT}	A11-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L		12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L		12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L		12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Read Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Chip Erase	5V	H	L		12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

- Notes:
1. Each $\overline{\text{PROG}}$ 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 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

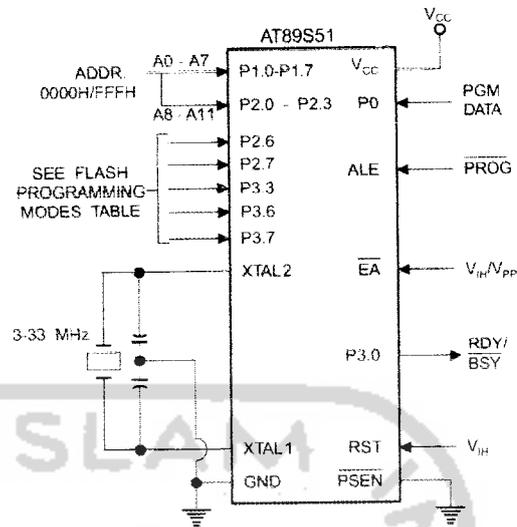
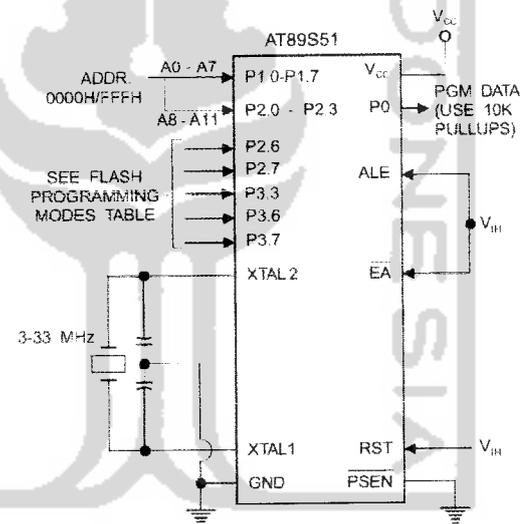


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)



Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

$T_A = 20^\circ\text{C to } 30^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 4.5 \text{ to } 5.5\text{V}$

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

Figure 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

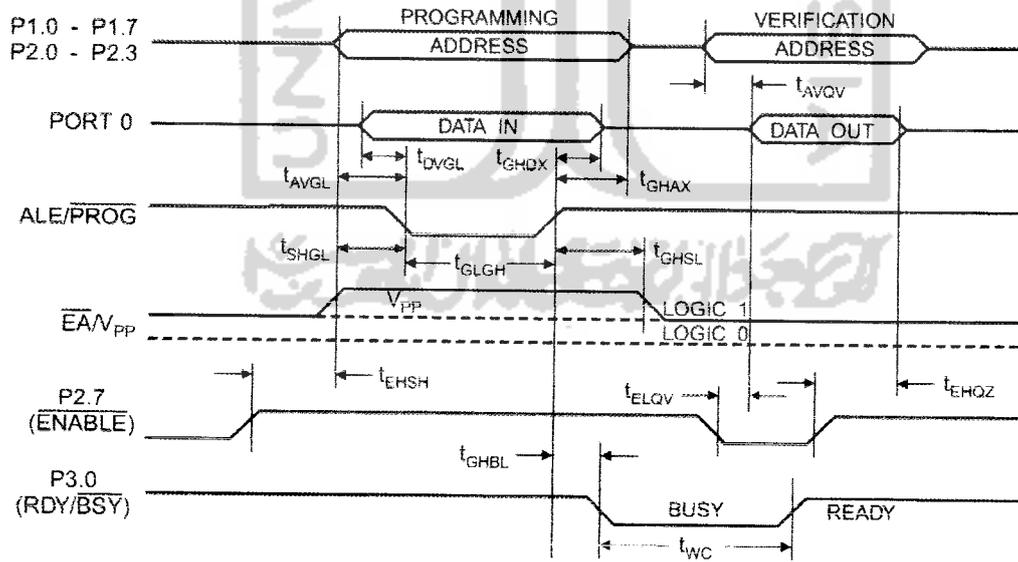
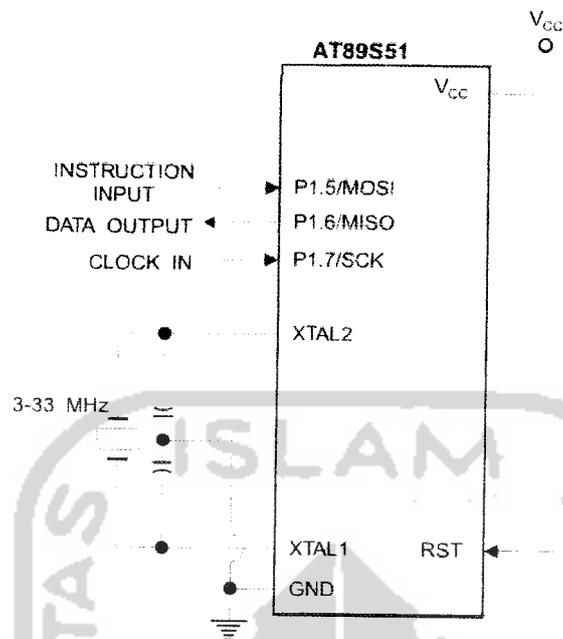


Figure 7. Flash Memory Serial Downloading



Flash Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

Figure 8. Serial Programming Waveforms

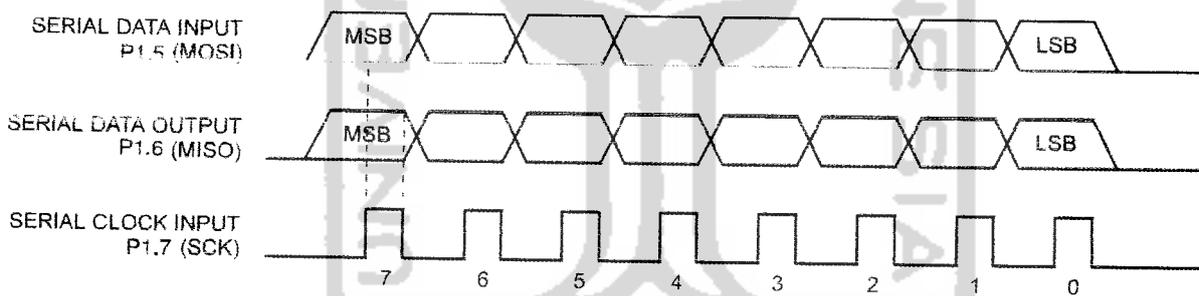




Table 8. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format				Operation	
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4		
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output)	Enable Serial Programming while RST is high	
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array	
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	7 DDDD 0D 0D 0D 0D	03 DD 1D DD	Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	7 DDDD 0D 0D 0D 0D	03 DD 1D DD	Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits ⁽²⁾	1010 1100	1110 00 B1 B2	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (2).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xx LB3 LB2 LB1 xx	xxxx xxxx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes ⁽¹⁾	0010 1000	xxx A5 A4 A3 A2 A1	A0 xxx xxxx	Signature Byte	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxxx A11 A10 A9 A8	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

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

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

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

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

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

Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

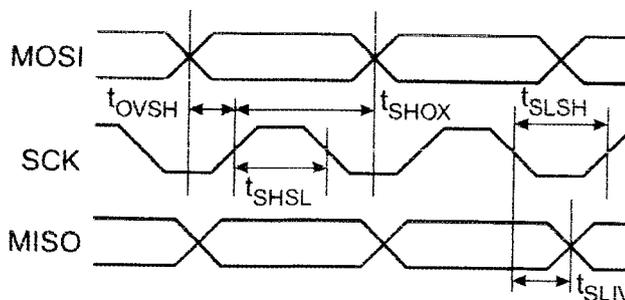


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

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



Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground.....	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage.....	6.6V
DC Output Current.....	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

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

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V_{IL}	Input Low Voltage	(Except \overline{EA})	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
V_{IL1}	Input Low Voltage (\overline{EA})		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
V_{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
V_{OL}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OL1}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, \overline{PSEN})	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
V_{OH}	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
V_{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
I_{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
I_{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
I_{L1}	Input Leakage Current (Port 0, \overline{EA})	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
C_{iO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
I_{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
		Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$	50	μA

- Notes:
- 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.
 - Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

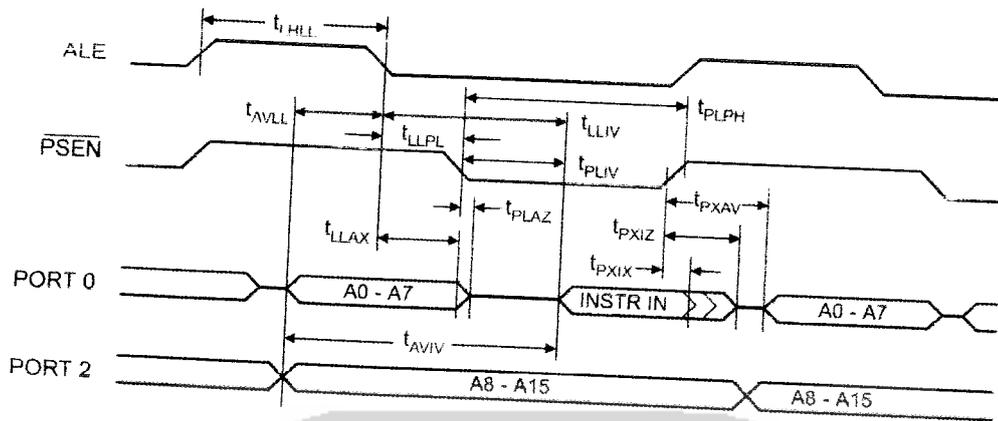
AC Characteristics

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

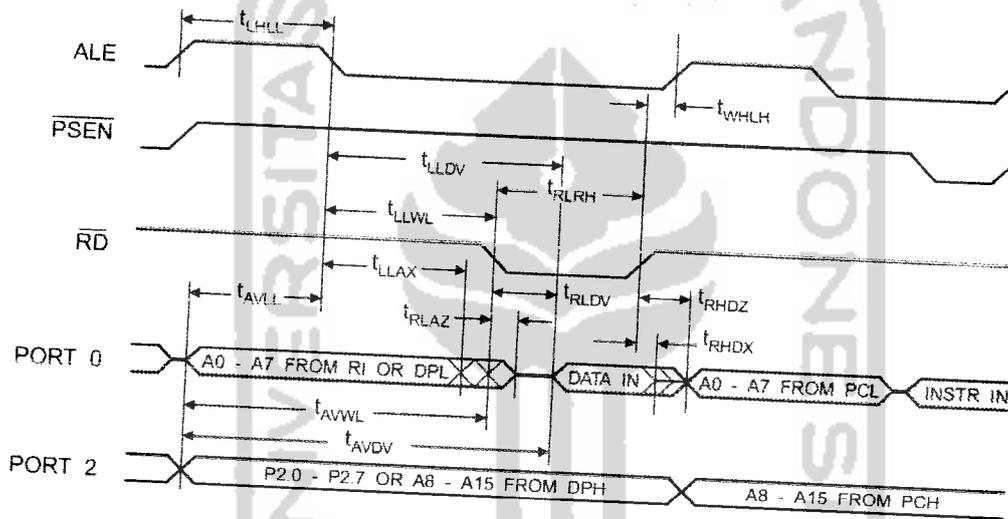
External Program and Data Memory Characteristics

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

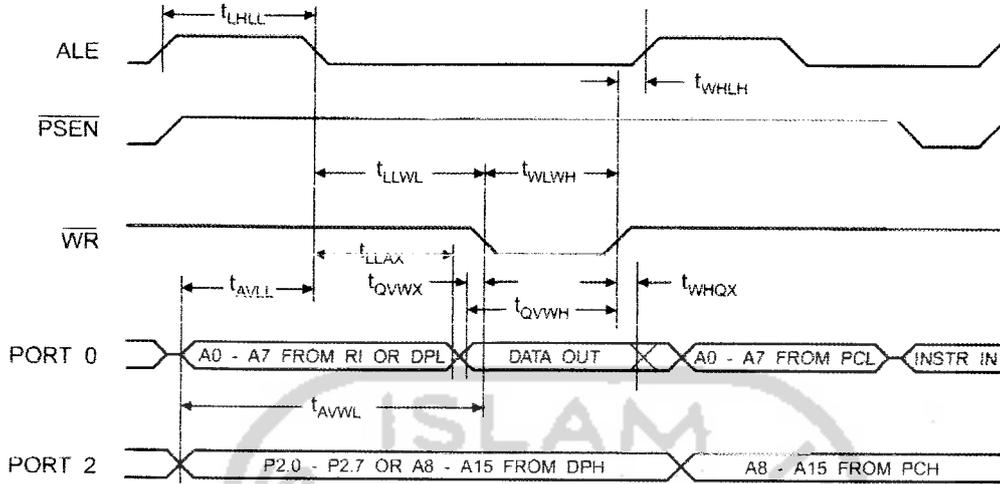
External Program Memory Read Cycle



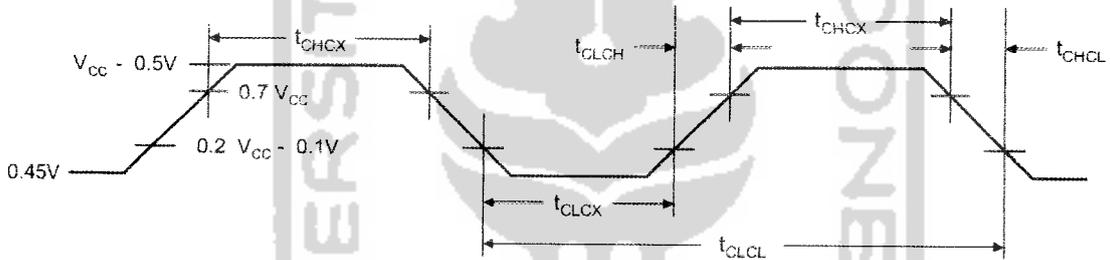
External Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

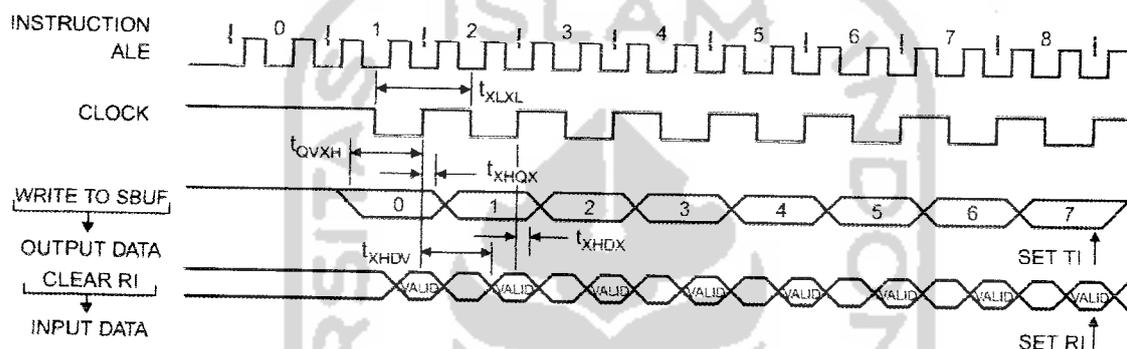
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$1/t_{CLCL}$	Oscillator Frequency	0	33	MHz
t_{CLCL}	Clock Period	30		ns
t_{CHCX}	High Time	12		ns
t_{CLCX}	Low Time	12		ns
t_{CLCH}	Rise Time		5	ns
t_{CHCL}	Fall Time		5	ns

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

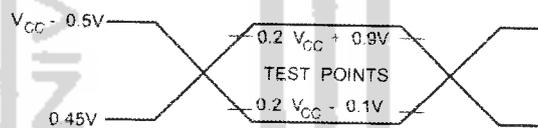
The values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $5.5V$ and Load Capacitance = 80 pF.

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

Shift Register Mode Timing Waveforms

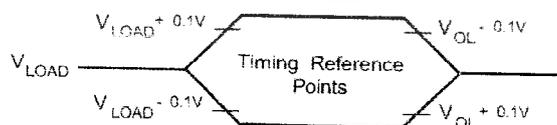


AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



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

Float Waveforms⁽¹⁾



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

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 5.5V	AT89S51-24AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-24JC	44J	
		AT89S51-24PC	40P6	
		AT89S51-24AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89S51-24JI	44J	
		AT89S51-24PI	40P6	
33	4.5V to 5.5V	AT89S51-33AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-33JC	44J	
		AT89S51-33PC	40P6	

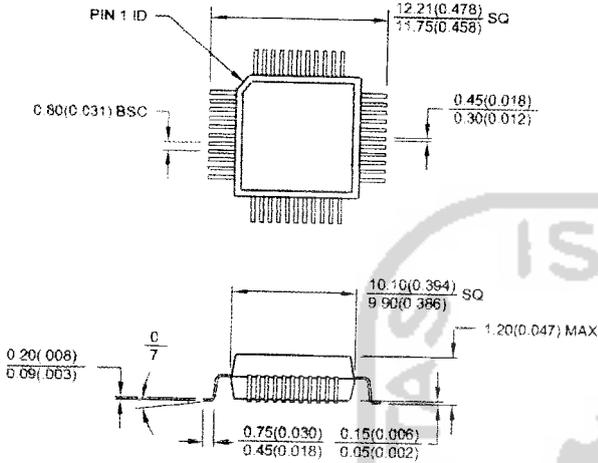
 = Preliminary Availability



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

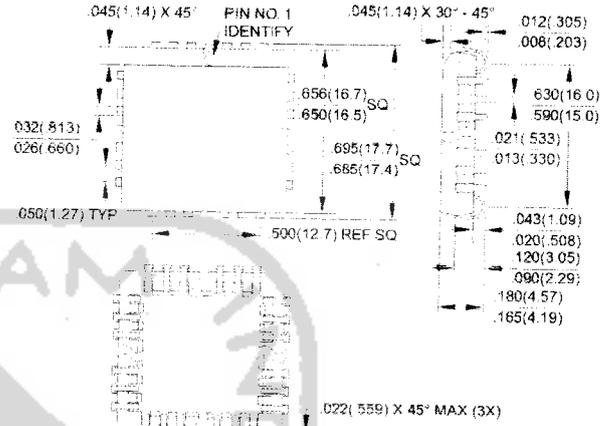
Packaging Information

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

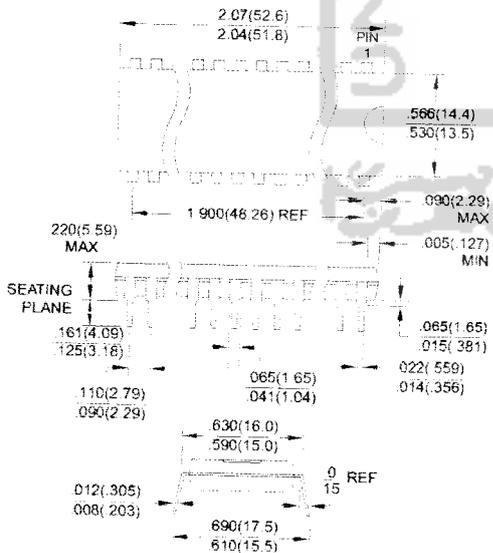


*Controlling dimension: millimeters

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



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





Atmel Headquarters

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

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

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

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

Atmel Product Operations

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

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

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

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

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

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

e-mail
literature@atmel.com

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

© Atmel Corporation 2001.

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

ATMEL® is the registered trademark of Atmel.

MCS-51® is the registered trademark of Intel Corporation. Terms and product names in this document may be trademarks of others.



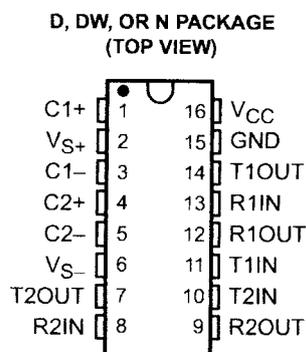
Printed on recycled paper.

2487A-10/01/xM

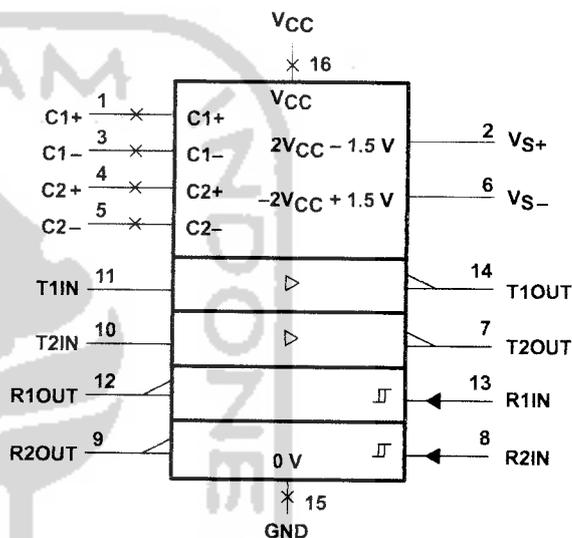
MAX232, MAX2321 DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

- Operates With Single 5-V Power Supply
- LinBiCMOS™ Process Technology
- Two Drivers and Two Receivers
- ±30-V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- Applications
 - TIA/EIA-232-F
 - Battery-Powered Systems
 - Terminals
 - Modems
 - Computers
- ESD Protection Exceeds 2000 V Per MIL-STD-883, Method 3015
- Package Options Include Plastic Small-Outline (D, DW) Packages and Standard Plastic (N) DIPs



logic symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

description

The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ±30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

The MAX232 is characterized for operation from 0°C to 70°C. The MAX2321 is characterized for operation from -40°C to 85°C.

AVAILABLE OPTIONS

T _A	PACKAGED DEVICES		
	SMALL OUTLINE (D)	SMALL OUTLINE (DW)	PLASTIC DIP (N)
0°C to 70°C	MAX232D‡	MAX232DW‡	MAX232N
-40°C to 85°C	MAX2321D‡	MAX2321DW‡	MAX2321N

‡ This device is available taped and reeled by adding an R to the part number (i.e., MAX232DR).



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC and LinBiCMOS are trademarks of Texas Instruments Incorporated.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

MAX232, MAX232I

DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	-0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+}	$V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{S-}	-0.3 V to -15 V
Input voltage range, V_I : Driver	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	± 30 V
Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT	$V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package	113°C/W
DW package	105°C/W
N package	78°C/W
Storage temperature range, T_{stg}	-65°C to 150°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

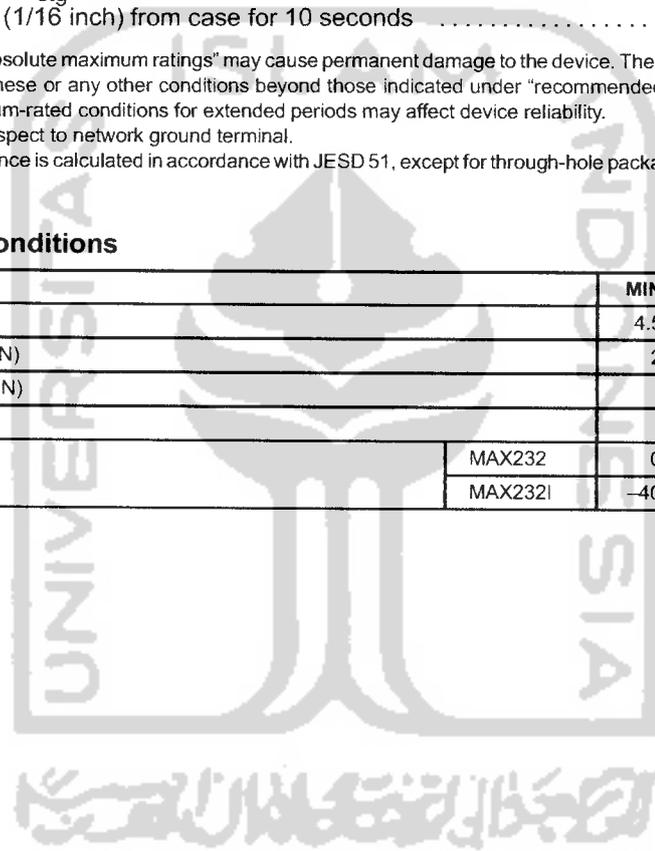
† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51, except for through-hole packages, which use a trace length of zero.

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}		4.5	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH} (T1IN, T2IN)		2			V
Low-level input voltage, V_{IL} (T1IN, T2IN)				0.8	V
Receiver input voltage, R1IN, R2IN				± 30	V
Operating free-air temperature, T_A	MAX232	0		70	°C
	MAX232I	-40		85	



MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT		
V _{OH}	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT	R _L = 3 kΩ to GND		5	7	V	
		R1OUT, R2OUT	I _{OH} = -1 mA		3.5			
V _{OL}	Low-level output voltage‡	T1OUT, T2OUT	R _L = 3 kΩ to GND		-7	-5	V	
		R1OUT, R2OUT	I _{OL} = 3.2 mA		0.4			
V _{IT+}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C		1.7	2.4	V	
V _{IT-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C		0.8	1.2	V	
V _{hys}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V		0.2	0.5	1	V
r _i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5, T _A = 25°C		3	5	7	kΩ
r _o	Output resistance	T1OUT, T2OUT	V _{S+} = V _{S-} = 0, V _O = 1.2 V		300		Ω	
I _{OS} §	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT	V _{CC} = 5.5 V, V _O = 0		±10		mA	
I _{IS}	Short-circuit input current	T1IN, T2IN	V _I = 0		200		μA	
I _{CC}	Supply current		V _{CC} = 5.5 V, T _A = 25°C, All outputs open,		8	10	mA	

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

§ Not more than one output should be shorted at a time.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t _{PLH(R)}	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	See Figure 1		500		ns
t _{PHL(R)}	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	See Figure 1		500		ns
SR	Driver slew rate	R _L = 3 kΩ to 7 kΩ, See Figure 2			30	V/μs
SR(tr)	Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/μs

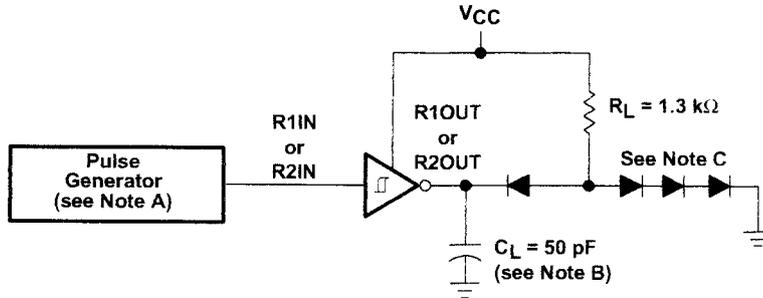


POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

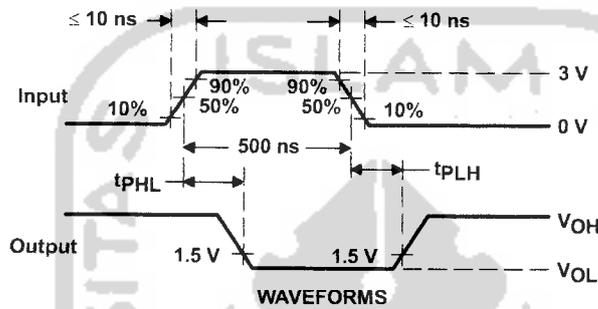
MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



TEST CIRCUIT



WAVEFORMS

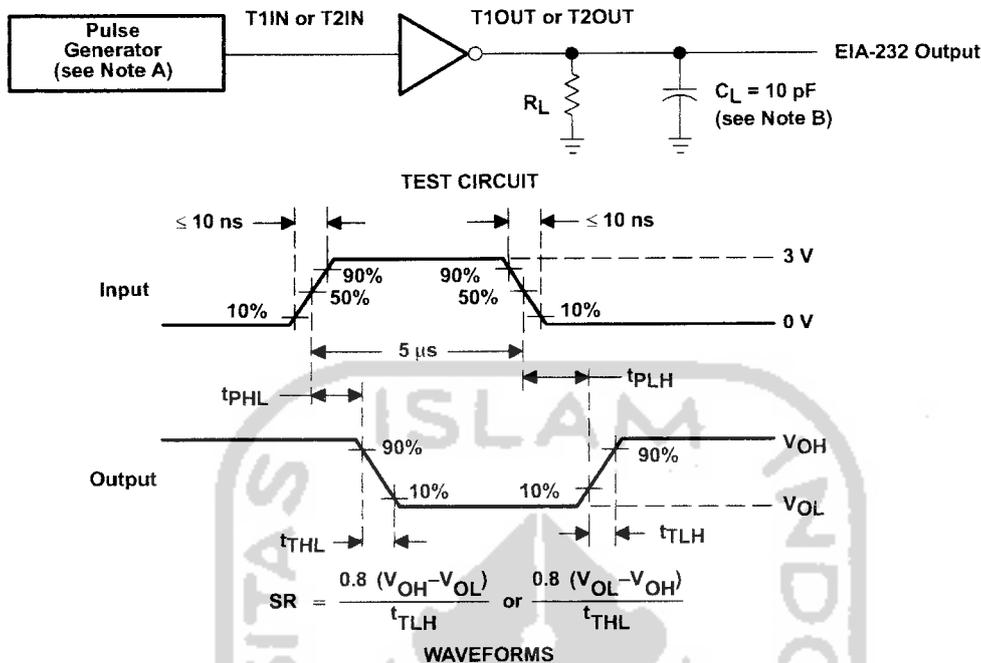
- NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50\ \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.
 B. C_L includes probe and jig capacitance.
 C. All diodes are 1N3064 or equivalent.

Figure 1. Receiver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements



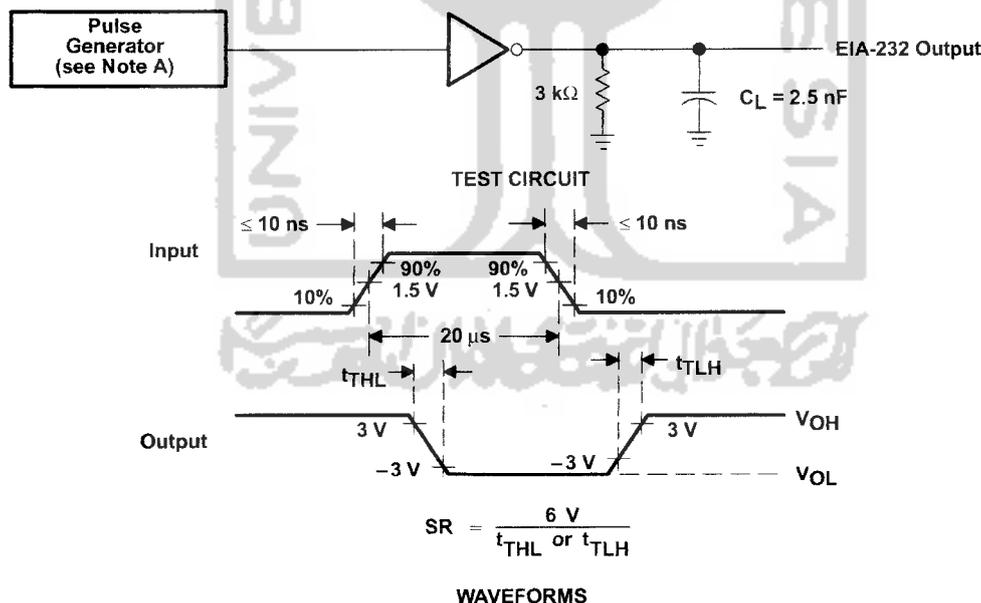
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.
B. C_L includes probe and jig capacitance.

Figure 2. Driver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements (5- μ s input)



NOTE A: The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.

Figure 3. Test Circuit and Waveforms for t_{THL} and t_{TLH} Measurements (20- μ s input)

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

APPLICATION INFORMATION

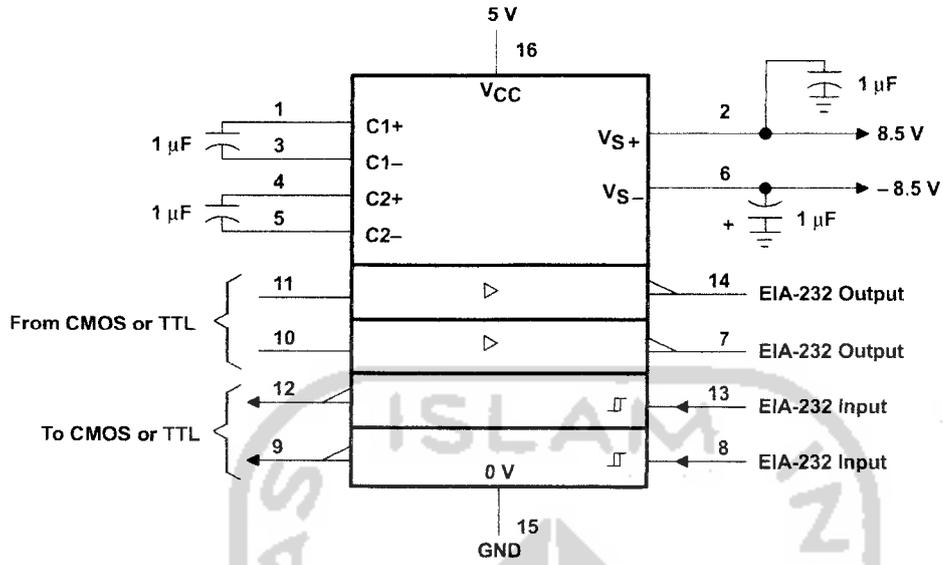
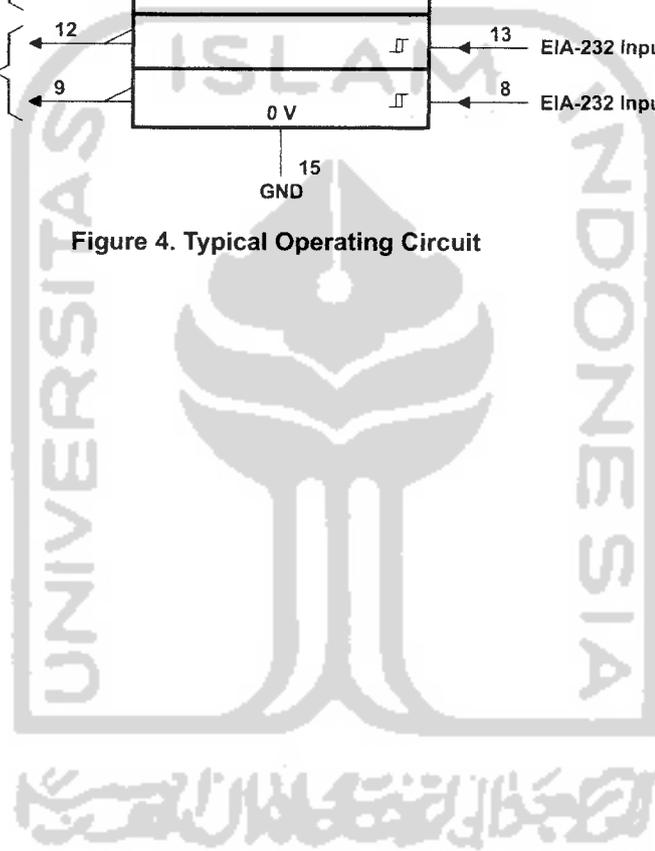


Figure 4. Typical Operating Circuit



IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments and its subsidiaries (TI) reserve the right to make changes to their products or to discontinue any product or service without notice, and advise customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that information being relied on is current and complete. All products are sold subject to the terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgement, including those pertaining to warranty, patent infringement, and limitation of liability.

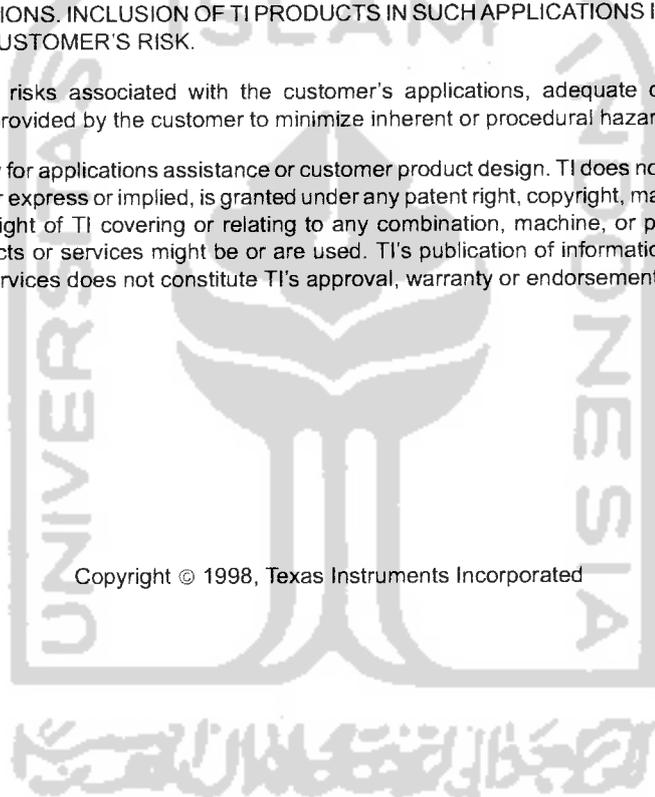
TI warrants performance of its semiconductor products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

CERTAIN APPLICATIONS USING SEMICONDUCTOR PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE ("CRITICAL APPLICATIONS"). TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. INCLUSION OF TI PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS IS UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER'S RISK.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards must be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used. TI's publication of information regarding any third party's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

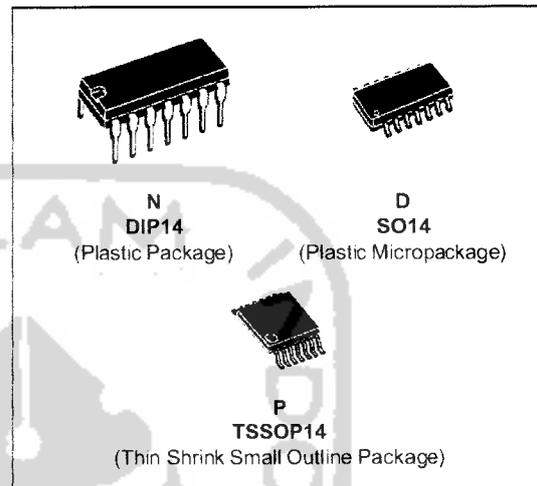




LM124 LM224 - LM324

LOW POWER QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS

- WIDE GAIN BANDWIDTH : 1.3MHz
- INPUT COMMON-MODE VOLTAGE RANGE INCLUDES GROUND
- LARGE VOLTAGE GAIN : 100dB
- VERY LOW SUPPLY CURRENT/AMPLI : 375 μ A
- LOW INPUT BIAS CURRENT : 20nA
- LOW INPUT OFFSET VOLTAGE : 5mV max.
(for more accurate applications, use the equivalent parts LM124A-LM224A-LM324A which feature 3mV max)
- LOW INPUT OFFSET CURRENT : 2nA
- WIDE POWER SUPPLY RANGE :
SINGLE SUPPLY : +3V TO +30V
DUAL SUPPLIES : $\pm 1.5V$ TO $\pm 15V$



DESCRIPTION

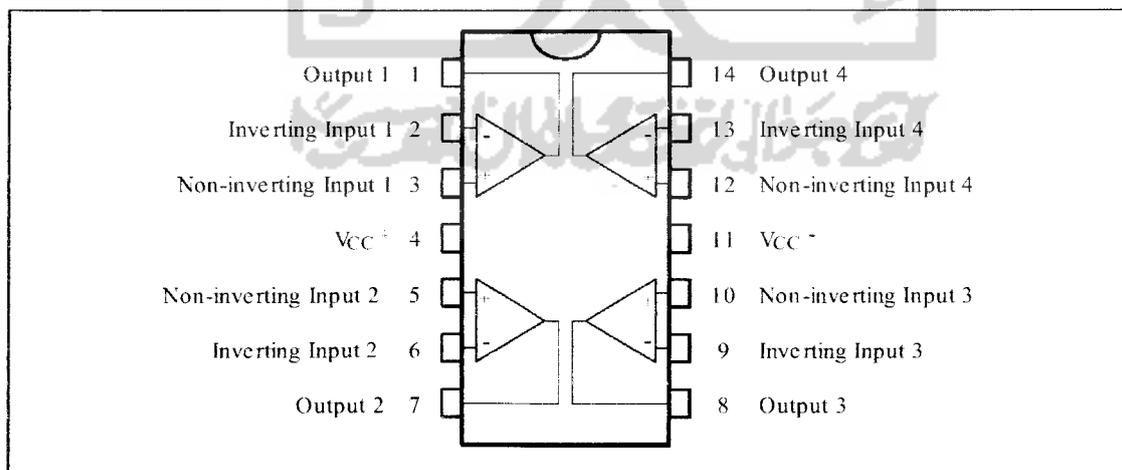
These circuits consist of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers. They operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

ORDER CODES

Part Number	Temperature Range	Package		
		N	D	P
LM124	-55°C, +125°C	•	•	•
LM224	-40°C, +105°C	•	•	•
LM324	0°C, +70°C	•	•	•

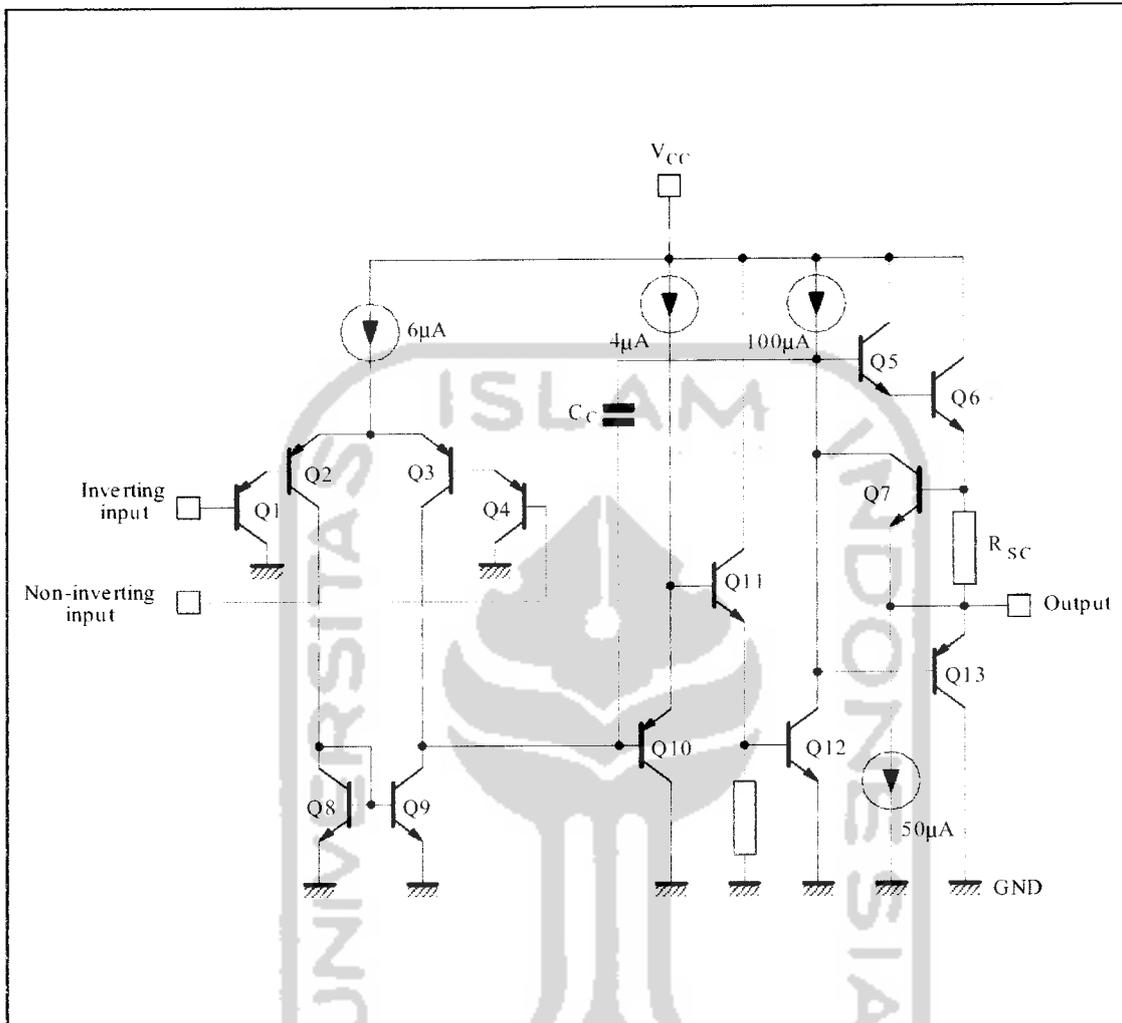
Example : LM224N

PIN CONNECTIONS (top view)



LM124 - LM224 - LM324

SCHEMATIC DIAGRAM (1/4 LM124)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	LM124	LM224	LM324	Unit
V_{cc}	Supply Voltage		± 16 or 32		V
V_i	Input Voltage		-0.3 to +32		V
V_{id}	Differential Input Voltage - (*)	+32	+32	+32	V
P_{tot}	Power Dissipation	500	500	500	mW
			400	400	mW
-	Output Short-circuit Duration - (note 1)		Infinite		
I_{in}	Input Current - (note 6)	50	50	50	mA
T_{oper}	Operating Free Air Temperature Range	-55 to +125	-40 to +105	0 to +70	$^{\circ}C$
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65 to +150	-65 to +150	-65 to +150	$^{\circ}C$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$V_{CC}^+ = +5V$, $V_{CC}^- = \text{Ground}$, $V_o = 1.4V$, $T_{amb} = +25^\circ C$ (unless otherwise specified)

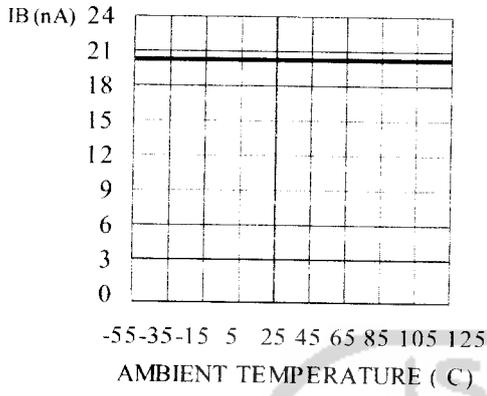
Symbol	Parameter	LM124 - LM224 - LM324			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
V_{io}	Input Offset Voltage (note 3) $T_{amb} = +25^\circ C$ LM324 $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$. LM324		2	5 7 7 9	mV
I_{io}	Input Offset Current $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} < T_{max}$.		2	30 100	nA
I_{ib}	Input Bias Current (note 2) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$.		20	150 300	nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain ($V_{CC}^+ = +15V$, $R_L = 2k\Omega$, $V_o = 1.4V$ to $11.4V$) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$.	50 25	100		V/mV
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio ($R_S \leq 10k\Omega$) ($V_{CC}^- = 5V$ to $30V$) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$.	65 65	110		dB
I_{CC}	Supply Current, all Amp, no load $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$. $V_{CC} = +5V$ $V_{CC} = +30V$ $V_{CC} = +5V$ $V_{CC} = +30V$		0.7 1.5 0.8 1.5	1.2 3 1.2 3	mA
V_{icm}	Input Common Mode Voltage Range ($V_{CC} = +30V$) - (note 4) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$.	0 0		$V_{CC} - 1.5$ $V_{CC} - 2$	V
CMR	Common-mode Rejection Ratio ($R_S \leq 10k\Omega$) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$.	70 60	80		dB
I_{source}	Output Current Source ($V_{id} = +1V$) $V_{CC} = +15V$, $V_o = +2V$	20	40	70	mA
I_{sink}	Output Sink Current ($V_{id} = -1V$) $V_{CC} = +15V$, $V_o = +2V$ $V_{CC} = +15V$, $V_o = +0.2V$	10 12	20 50		mA μA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

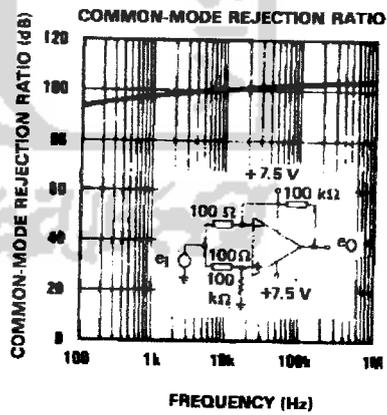
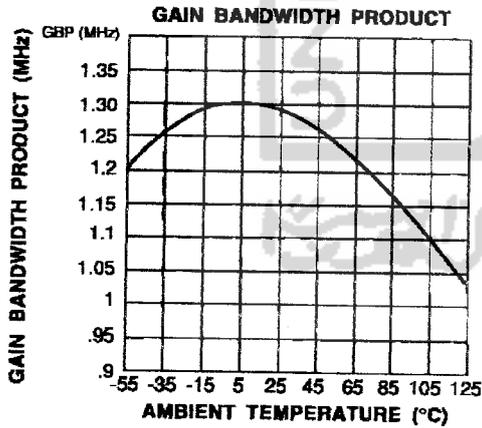
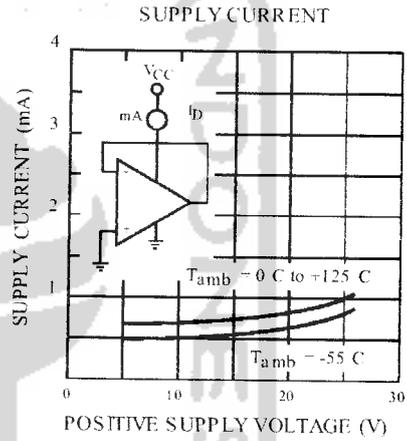
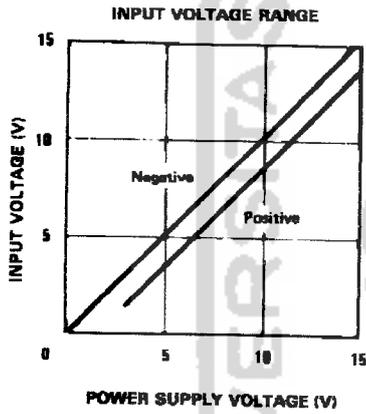
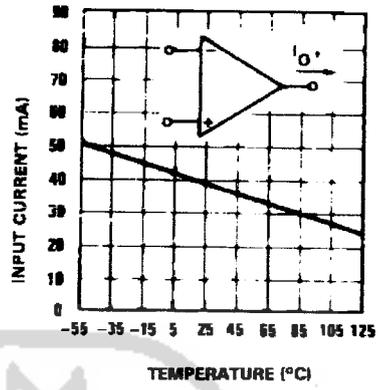
Symbol	Parameter	LM124 - LM224 - LM324			Unit
		Min.	Typ.	Max.	
V _{OH}	High Level Output Voltage (V _{CC} = +30V) T _{amb} = +25°C T _{min.} ≤ T _{amb} ≤ T _{max.} R _L = 2kΩ	26	27		V
		26			
		27	28		
		27			
		3.5			
V _{OL}	Low Level Output Voltage (R _L = 10kΩ) T _{amb} = +25°C T _{min.} ≤ T _{amb} ≤ T _{max.}		5	20	mV
				20	
SR	Slew Rate V _{CC} = 15V, V _I = 0.5 to 3V, R _L = 2kΩ, C _L = 100pF, unity gain)		0.4		V/μs
GBP	Gain Bandwidth Product V _{CC} = 30V, f = 100kHz, V _{in} = 10mV R _L = 2kΩ, C _L = 100pF		1.3		MHz
THD	Total Harmonic Distortion f = 1kHz, A _v = 20dB, R _L = 2kΩ, V _O = 2V _{pp} C _L = 100pF, V _{CC} = 30V		0.015		%
e _n	Equivalent Input Noise Voltage f = 1kHz, R _s = 100Ω, V _{CC} = 30V		40		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
DV _{IO}	Input Offset Voltage Drift		7	30	μV/°C
DI _{IO}	Input Offset Current Drift		10	200	pA/°C
V _{O1} /V _{O2}	Channel Separation (note 5) 1kHz ≤ f ≤ 20kHz		120		dB

- Notes :**
- Short-circuits from the output to V_{CC} can cause excessive heating if V_{CC} > 15V. The maximum output current is approximately 40mA independent of the magnitude of V_{CC}. Destructive dissipation can result from simultaneous short-circuit on all amplifiers.
 - The direction of the input current is out of the IC. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.
 - V_b = 1.4V, R_s = 0Ω, 5V < V_{CC} < 30V, 0 < V_{ic} < V_{CC} - 1.5V
 - The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is V_{CC} - 1.5V, but either or both inputs can go to +32V without damage.
 - Due to the proximity of external components insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.
 - This input current only exists when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistor becoming forward biased and thereby acting as input diodes clamps. In addition to this diode action, there is also NPN parasitic action on the IC chip. this transistor action can cause the output voltages of the Op-amps to go to the V_{CC} voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration than an input is driven negative. This is not destructive and normal output will set up again for input voltage higher than -0.3V.

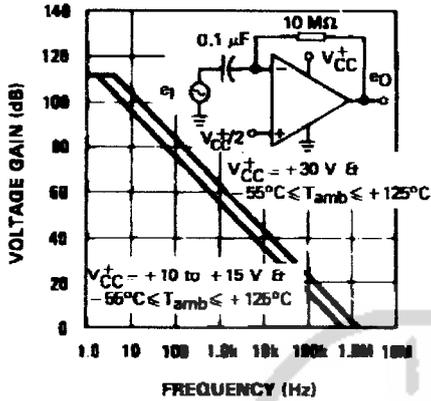
INPUT BIAS CURRENT
versus AMBIENT TEMPERATURE



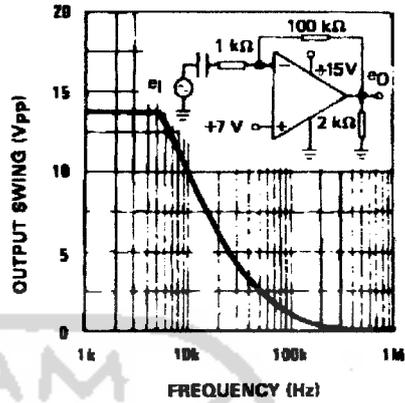
CURRENT LIMITING (Note 8)



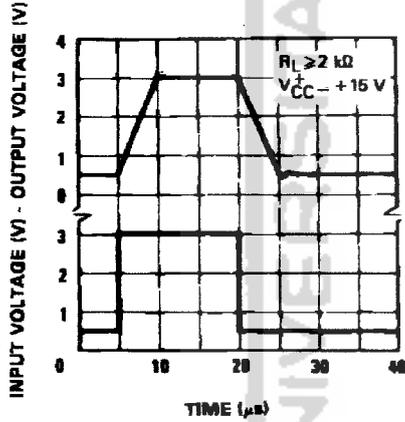
OPEN LOOP FREQUENCY RESPONSE



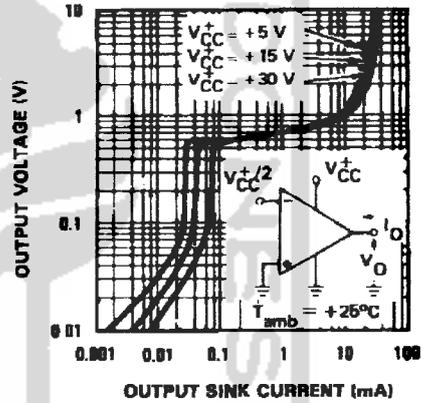
LARGE SIGNAL FREQUENCY RESPONSE



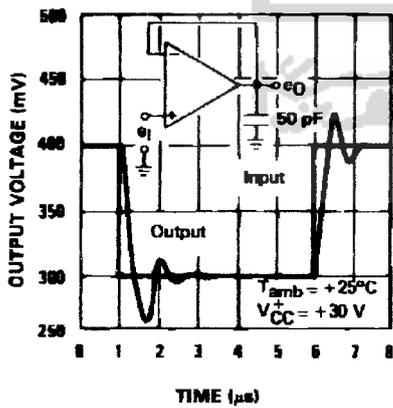
VOLTAGE FOLLOWER PULSE RESPONSE



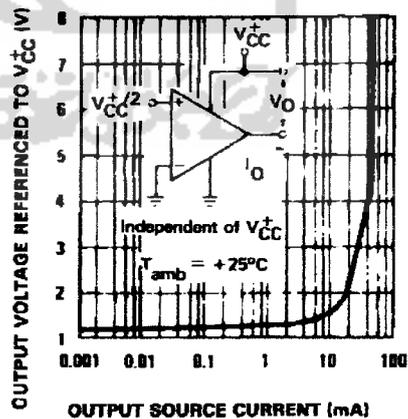
OUTPUT CHARACTERISTICS (CURRENT SINKING)

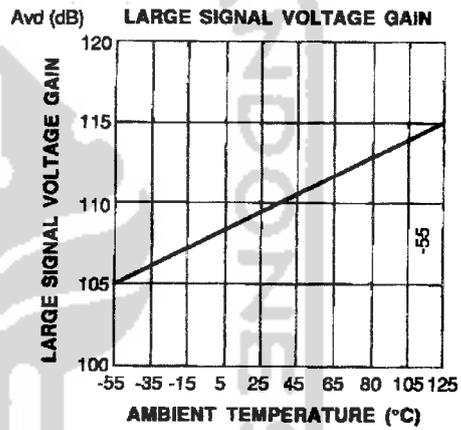
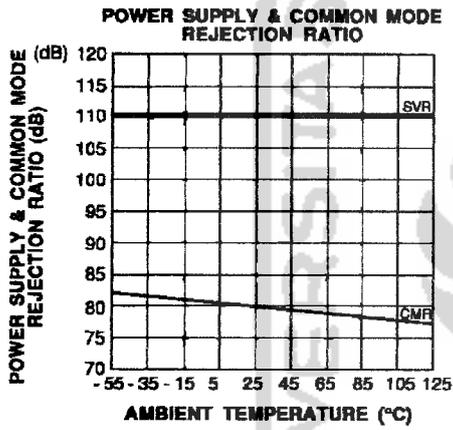
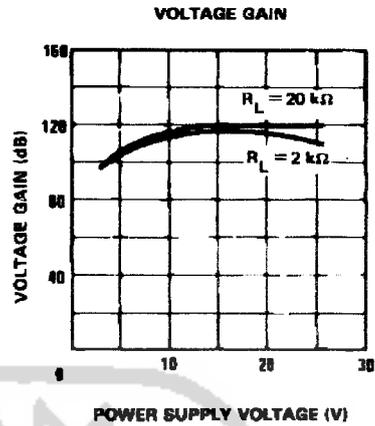
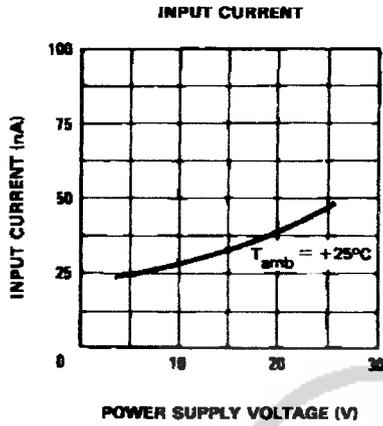


VOLTAGE FOLLOWER PULSE RESPONSE (SMALL SIGNAL)



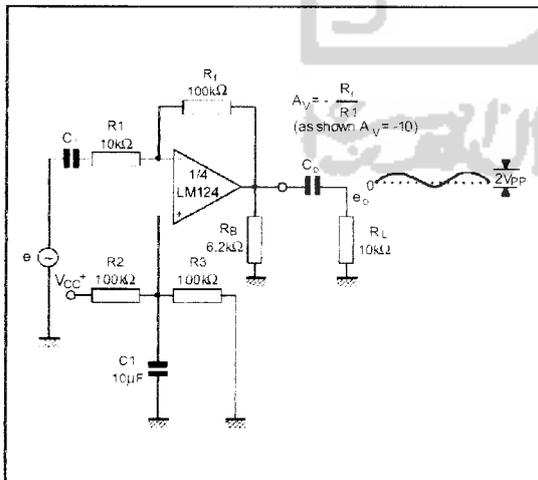
OUTPUT CHARACTERISTICS (CURRENT SOURCING)



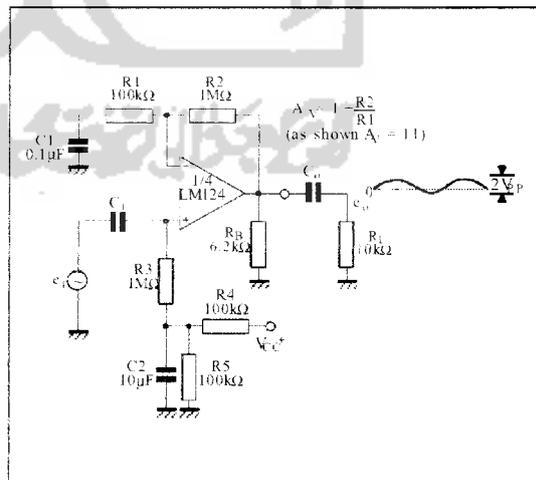


TYPICAL SINGLE - SUPPLY APPLICATIONS

AC COUPLED INVERTING AMPLIFIER

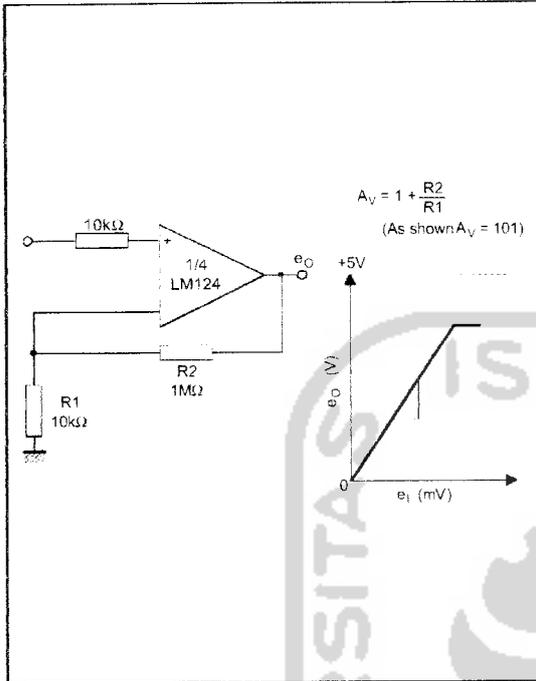


AC COUPLED NON-INVERTING AMPLIFIER

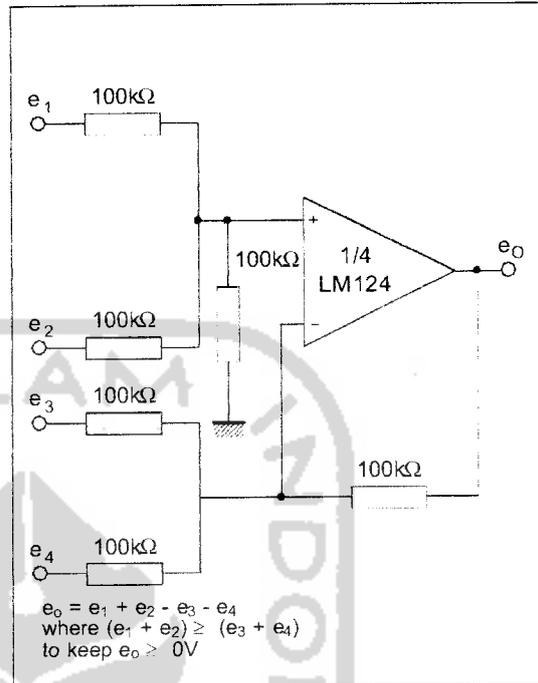


TYPICAL SINGLE - SUPPLY APPLICATIONS

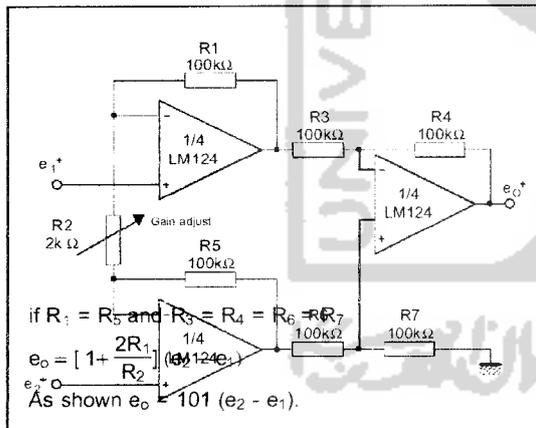
NON-INVERTING DC GAIN



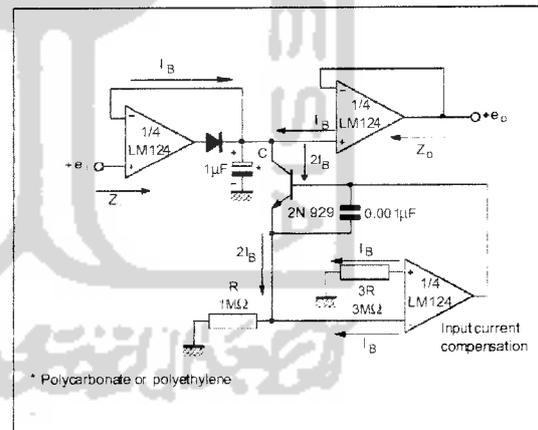
DC SUMMING AMPLIFIER



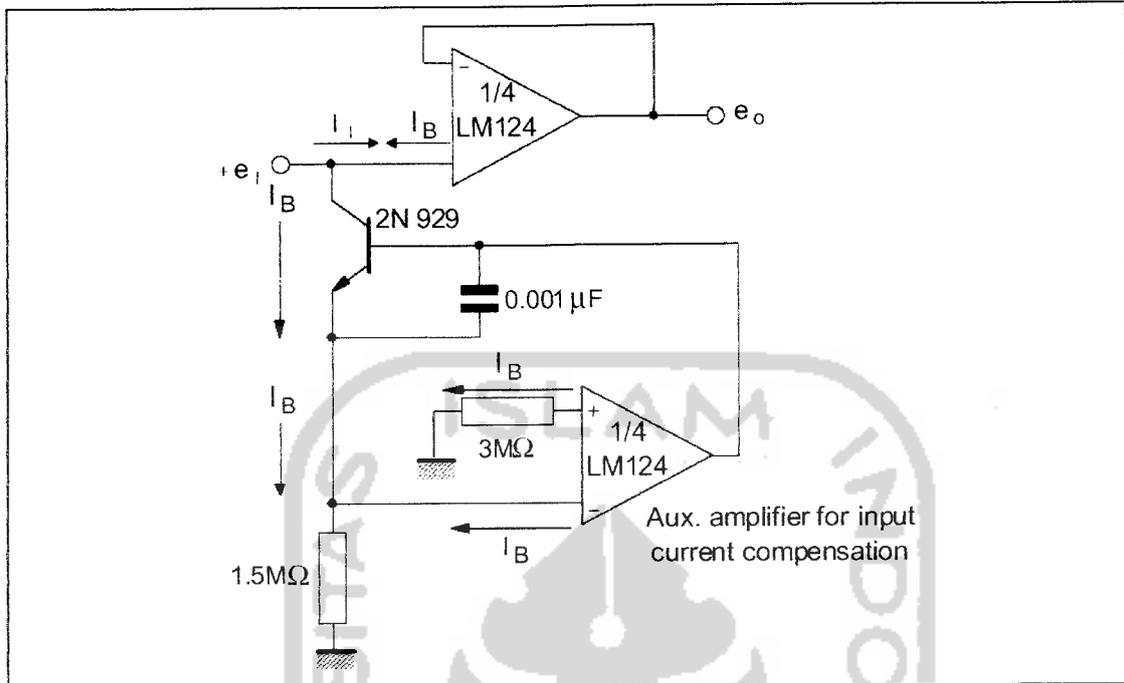
HIGH INPUT Z ADJUSTABLE GAIN DC INSTRUMENTATION AMPLIFIER



LOW DRIFT PEAK DETECTOR

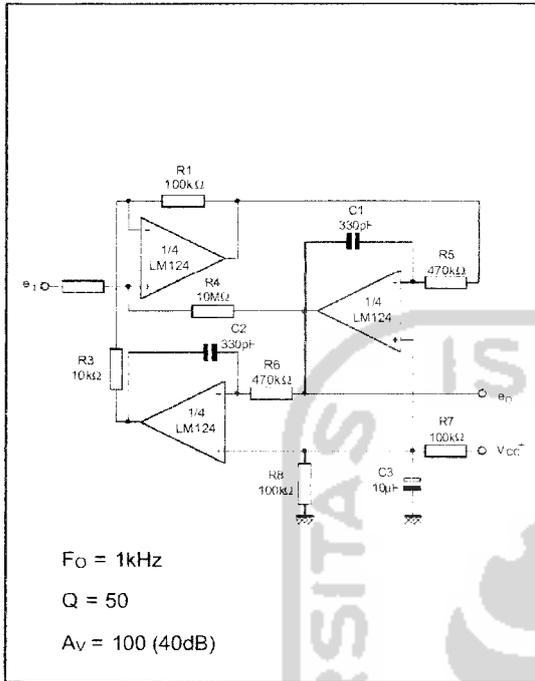


USING SYMMETRICAL AMPLIFIERS TO REDUCE INPUT CURRENT (GENERAL CONCEPT)

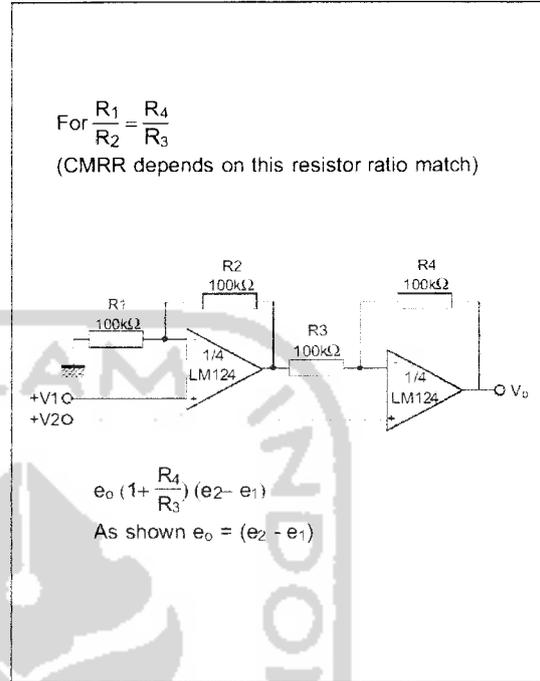


TYPICAL SINGLE - SUPPLY APPLICATIONS

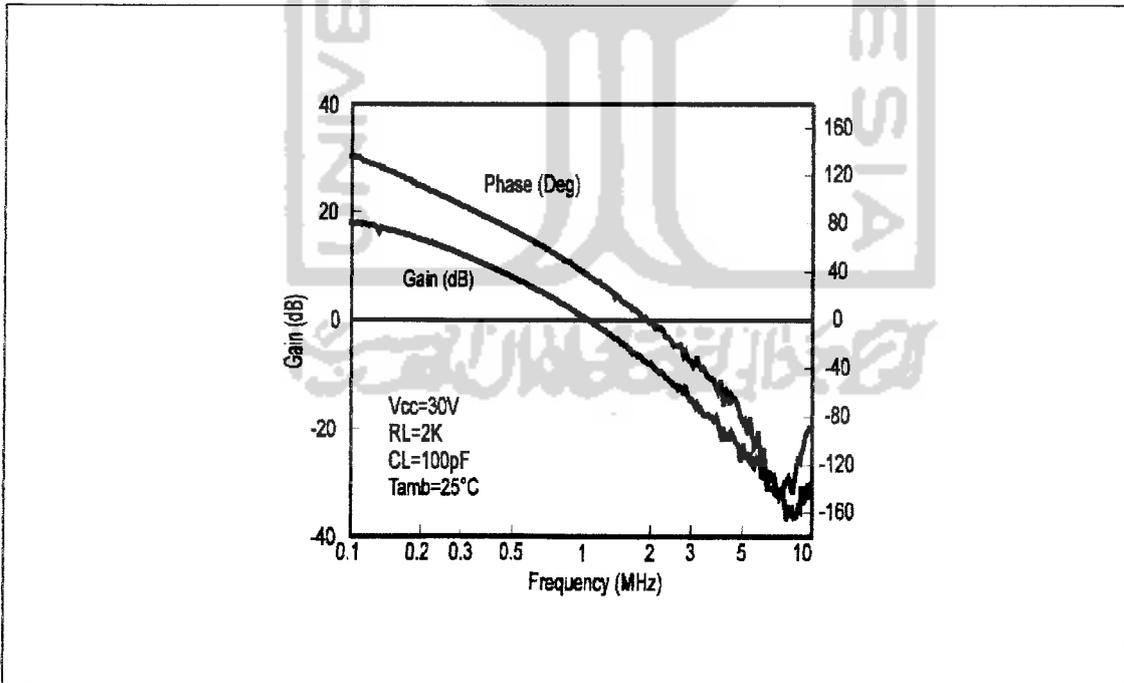
ACTIVER BANDPASS FILTER



HIGH INPUT Z, DC DIFFERENTIAL AMPLIFIER



VOLTAGE GAIN AND PHASE vs FREQUENCY



- LARGE VOLTAGE GAIN : 100dB
- VERY LOW SUPPLY CURRENT/AMPLI : 375µA
- LOW INPUT BIAS CURRENT : 20nA
- LOW INPUT OFFSET VOLTAGE : 2mV
- LOW INPUT OFFSET CURRENT : 2nA
- WIDE POWER SUPPLY RANGE :
SINGLE SUPPLY : +3V to +30V
DUAL SUPPLIES : ±1.5V to ±15V

Applies to : LM124-LM224-LM324

** Standard Linear Ics Macromodels, 1993.

** CONNECTIONS :

- * 1 INVERTING INPUT
- * 2 NON-INVERTING INPUT
- * 3 OUTPUT
- * 4 POSITIVE POWER SUPPLY
- * 5 NEGATIVE POWER SUPPLY

- DINR 15 18 MDTH 400E-12
- VIP 4 18 2.000000E+00
- FCP 4 5 VOFP 3.400000E+01
- FCN 5 4 VOFN 3.400000E+01
- FIBP 2 5 VOFN 2.000000E-03
- FIBN 5 1 VOFP 2.000000E-03
- * AMPLIFYING STAGE

.SUBCKT LM124 1 3 2 4 5 (analog)

.MODEL MDTH D IS=1E-8 KF=3.104131E-15
CJO=10F

* INPUT STAGE

- CIP 2 5 1.000000E-12
- CIN 1 5 1.000000E-12
- EIP 10 5 2 5 1
- EIN 16 5 1 5 1
- RIP 10 11 2.600000E+01
- RIN 15 16 2.600000E+01
- RIS 11 15 2.003862E+02
- DIP 11 12 MDTH 400E-12
- DIN 15 14 MDTH 400E-12
- VOFP 12 13 DC 0
- VOFN 13 14 DC 0
- IPOL 13 5 1.000000E-05
- CPS 11 15 3.783376E-09
- DINN 17 13 MDTH 400E-12
- VIN 17 5 0.000000E+00

- FIP 5 19 VOFP 3.600000E+02
- FIN 5 19 VOFN 3.600000E+02
- RG1 19 5 3.652997E+06
- RG2 19 4 3.652997E+06
- CC 19 5 6.000000E-09
- DOPM 19 22 MDTH 400E-12
- DONM 21 19 MDTH 400E-12
- HOPM 22 28 VOUT 7.500000E+03
- VIPM 28 4 1.500000E+02
- HONM 21 27 VOUT 7.500000E+03
- VINM 5 27 1.500000E+02
- EOUT 26 23 19 5 1
- VOUT 23 5 0
- ROUT 26 3 20
- COUT 3 5 1.000000E-12
- DOP 19 25 MDTH 400E-12
- VOP 4 25 2.242230E+00
- DON 24 19 MDTH 400E-12
- VON 24 5 7.922301E-01
- .ENDS

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

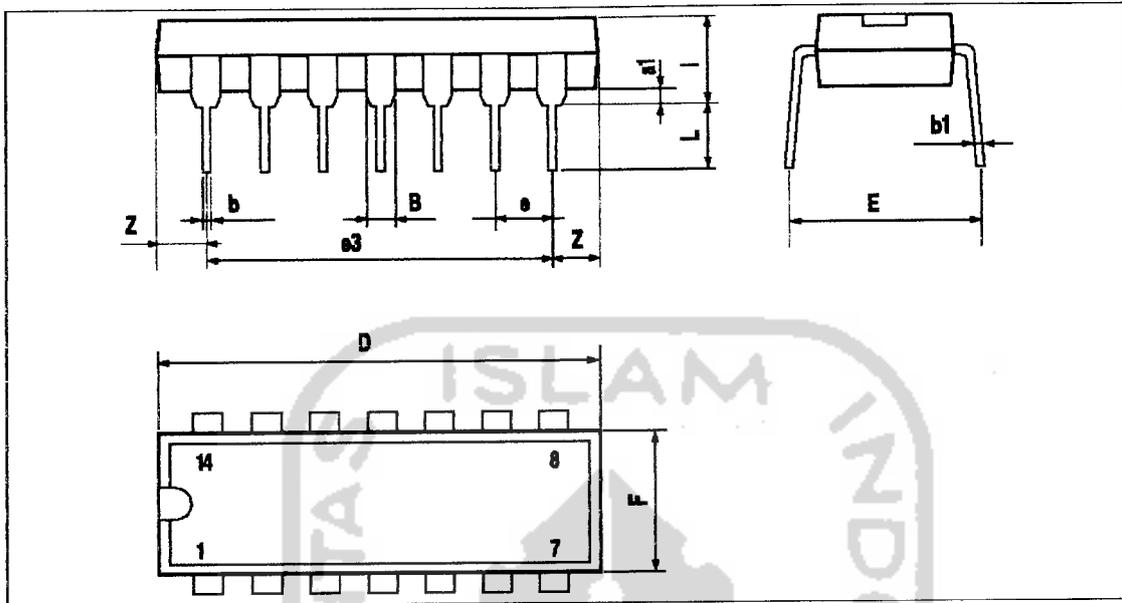
V_{CC}⁺ = +5V, V_{CC}⁻ = 0V, T_{amb} = 25°C (unless otherwise specified)

Symbol	Conditions	Value	Unit
V _{io}		0	mV
A _{vd}	R _L = 2kΩ	100	V/mV
I _{CC}	No load, per operator	350	µA
V _{icm}		-15 to +13.5	V
V _{OH}	R _L = 2kΩ (V _{CC} ⁺ = 15V)	+13.5	V
V _{OL}	R _L = 10kΩ	5	mV
I _{OS}	V _O = +2V, V _{CC} = +15V	+40	mA
GBP	R _L = 2kΩ, C _L = 100pF	1.3	MHz
SR	R _L = 2kΩ, C _L = 100pF	0.4	V/µs



LM124 - LM224 - LM324

PACKAGE MECHANICAL DATA
14 PINS - PLASTIC DIP



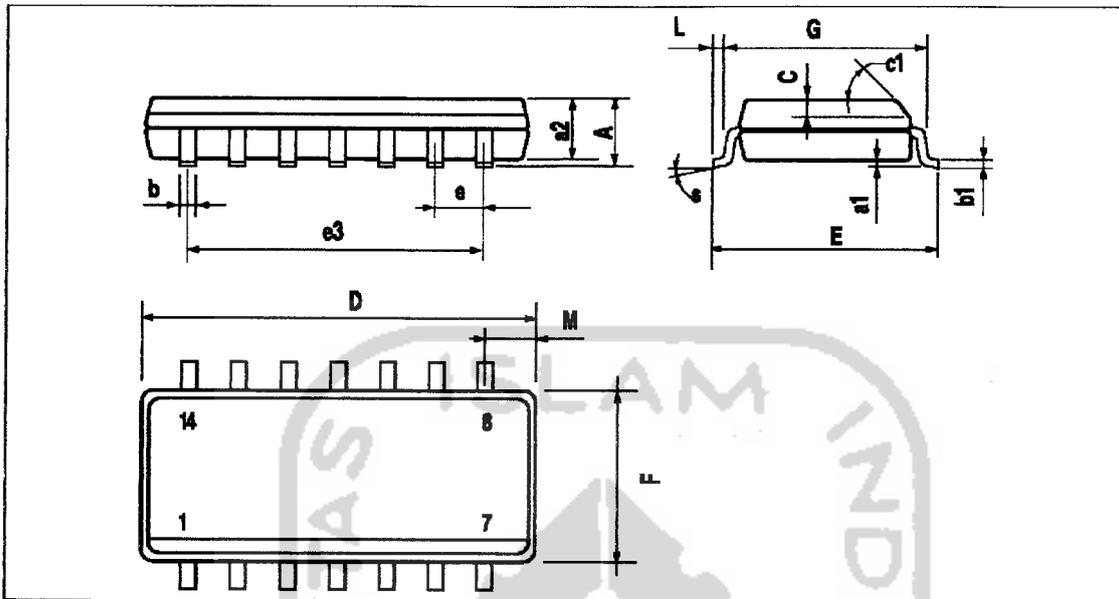
PIN-DIP-14 EPS

Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
a1	0.51			0.020		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		15.24			0.600	
F			7.1			0.280
i			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z	1.27		2.54	0.050		0.100

DIP-14 TBI

ISLAM

PACKAGE MECHANICAL DATA
14 PINS - PLASTIC MICROPACKAGE (SO)



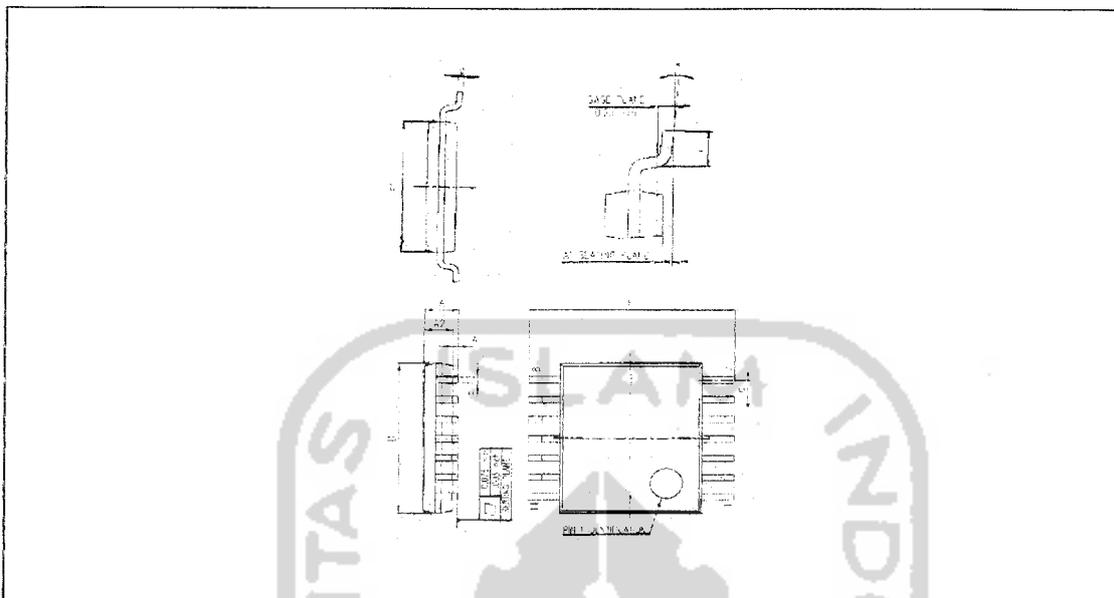
PM-S014 ERS

Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.2	0.004		0.008
a2			1.6			0.063
b	0.35		0.46	0.014		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.020	
c1			45° (typ.)			
D	8.55		8.75	0.336		0.334
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		7.62			0.300	
F	3.8		4.0	0.150		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.208
L	0.5		1.27	0.020		0.050
M			0.68			0.027
S			8° (max.)			

SO14-1BL

LM124 - LM224 - LM324

PACKAGE MECHANICAL DATA
14 PINS - THIN SHRINK SMALL OUTLINE PACKAGE



Dim.	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			1.20			0.05
A1	0.05		0.15	0.01		0.006
A2	0.80	1.00	1.05	0.031	0.039	0.041
b	0.19		0.30	0.007		0.15
c	0.09		0.20	0.003		0.012
D	4.90	5.00	5.10	0.192	0.196	0.20
E		6.40			0.252	
E1	4.30	4.40	4.50	0.169	0.173	0.177
e		0.65			0.025	
k	0°		8°	0°		8°
l	0.50	0.60	0.75	0.09	0.0236	0.030

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

© The ST logo is a trademark of STMicroelectronics

© 1999 STMicroelectronics - Printed in Italy - All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - Canada - China - France - Germany - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Mexico - Morocco
The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A.

© <http://www.st.com>



TIP2955
TIP3055

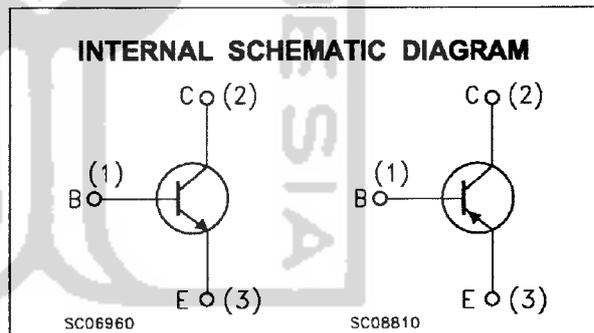
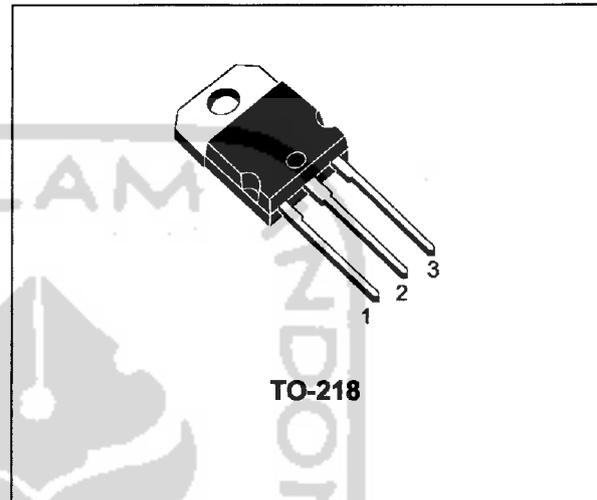
COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES
- COMPLEMENTARY PNP - NPN DEVICES

DESCRIPTION

The TIP3055 is a silicon Epitaxial-Base Planar NPN transistor mounted in TO-218 plastic package. It is intended for power switching circuits, series and shunt regulators, output stages and hi-fi amplifiers.

The complementary PNP type is the TIP2955.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value		Unit
		PNP	TIP2955	
		NPN	TIP3055	
V_{CBO}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)		100	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)		60	V
I_C	Collector Current		15	A
I_B	Base Current		7	A
P_{tot}	Total Dissipation at $T_C \leq 25^\circ\text{C}$		90	W
T_{stg}	Storage Temperature		-65 to 150	$^\circ\text{C}$
T_J	Max. Operating Junction Temperature		150	$^\circ\text{C}$

For PNP types voltage and current are negative.

TIP2955/TIP3055

THERMAL DATA

$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	1.4	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
----------------	----------------------------------	-----	-----	-----------------------------

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CEX}	Collector Cut-off Current ($V_{BE} = -1.5\text{V}$)	$V_{CE} = 100\text{ V}$			1	mA
		$V_{CE} = 100\text{ V}$			5	mA
I_{CEO}	Collector Cut-off Current ($I_B = 0$)	$V_{CE} = 30\text{ V}$			0.7	mA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current ($I_C = 0$)	$V_{EB} = 7\text{ V}$			5	mA
$V_{CE(sus)*}$	Collector-Emitter Sustaining Voltage ($I_B = 0$)	$I_C = 30\text{ mA}$	60			V
$V_{CE(sat)*}$	Collector-emitter Saturation Voltage	$I_C = 4\text{ A}$			1	V
		$I_C = 10\text{ A}$	$I_B = 0.4\text{ A}$ $I_B = 3.3\text{ A}$		3	V
V_{BE*}	Base-emitter Voltage	$I_C = 4\text{ A}$			1.8	V
h_{FE*}	DC Current Gain	$I_C = 4\text{ A}$		20		
		$I_C = 10\text{ A}$	$V_{CE} = 4\text{ V}$ $V_{CE} = 4\text{ V}$	5	70	
h_{fe}	Small Signal Current Gain	$I_C = 1\text{ A}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $f = 1\text{ KHz}$	15			
f_T	Transition-Frequency	$I_C = 0.5\text{ A}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $f = 1\text{ MHz}$	3			MHz
t_{on} t_{off}	RESISTIVE LOAD Turn-on Time	$I_C = 6\text{ A}$			0.5	μs
	Turn-off Time	$R_L = 5\ \Omega$	$I_{B1} = - I_{B2} = 0.6\text{ A}$ $V_{BE(off)} = -4\text{ V}$		0.9	μs

* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle 1.5 %
For PNP type, voltage and current value are negative.

TO-218 (SOT-93) MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.7		4.9	0.185		0.193
C	1.17		1.37	0.046		0.054
D		2.5			0.098	
E	0.5		0.78	0.019		0.030
F	1.1		1.3	0.043		0.051
G	10.8		11.1	0.425		0.437
H	14.7		15.2	0.578		0.598
L2	—		16.2	—		0.637
L3		18			0.708	
L5	3.95		4.15	0.155		0.163
L6		31			1.220	
R	—		12.2	—		0.480
Ø	4		4.1	0.157		0.161

