

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT UKUR FREKUENSI DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C2051



Disusun Oleh :
Nama : Ridi Susanto
NIM : 02.57.040



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO D-III
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2008**

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
ALAT UKUR FREKUENSI DIGITAL
BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89C2051**

**Disusun Oleh :
Nama : Ridi Susanto
NIM : 02.57.040**

**Mengetahui
Ketua Jurusan
Teknik Elektro D-III**



Ir. H. Choirul Saleh, MT

**Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Yusuf", written over a horizontal line.

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2008**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO DIII
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Ridi Susanto
NIM : 02.57.040
Program Studi : Teknik Elektro DIII
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Frekuensi Digital
Berbasis Mikrokontroler AT89C2051

Dipertahankan dihadapan majelis penguji Tugas Akhir jenjang Diploma III (DIII)
pada:

Hari : Senin
Tanggal : 24 Maret 2008
Dengan Nilai : 84,75 (A) ⁶



Panitia Ujian Tugas Akhir

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 1018100036

Sekretaris

Ir. H. Choirul Saleh, MT
NIP. P. 1010088190

Penguji I

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. P. 1038900209

Anggota Penguji

Penguji II

Bambang Prio H, ST, MT
NIP.P. 1028400082

ABSTRAKSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UKUR FREKUENSI DIGITAL BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C2051

(Ridi Susanto, 02.57.040, Teknik Elektro DIII/Elektronika)
(Dosen Pembimbing : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT)

Kata Kunci : Frekuensi, Transistor, *Liquid Crystal Display*, Mikrokontroler.

Seiring perkembangan jaman maka dibutuhkan suatu alat yang dapat mengukur suatu besaran frekuensi yang mudah digunakan, praktis dan murah. Maka dalam tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan membuat Alat Ukur Frekuensi Digital berbasis Mikrokontroler AT89C2051 secara *hardware* dan *software*.

Pada tugas akhir ini dirancang sebuah alat ukur frekuensi dengan tampilan digital, dimana sistem ini kerjanya sinyal yang diukur dikondisikan tegangan dan arusnya oleh transistor *NPN*, kemudian dikondisikan lagi dengan sebuah penyangga *Hex Non Inverting Buffer* dan diumpankan ke Mikrokontroler.

Kemudian mikrokontroler akan menghitung jumlah frekuensi dengan *counter*, mengolah data dan menampilkan besarnya frekuensi yang diukur ke LCD (*Liquid Crystal Display*). Frekuensi diukur menggunakan satuan *Hertz*.

Dalam sistem ini *range* frekuensi yang diukur maksimal dibatasi sampai 200 KHz saja dengan *resolusi* pengukuran 1 Hz dan informasi disampaikan melalui tampilan pada *LCD* untuk besarnya frekuensi. Berdasarkan pengujian secara keseluruhan didapatkan kesalahan relatif = 0,054% dan prosentase ketelitian rata-rata alat ukur tersebut = 99,946 %.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat-Mu Ya Allah yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan Dan Pembuatan Alat Ukur Frekuensi Digital Berbasis Mikrokontroler AT89C2051” ini dengan lancar. Tugas Akhir ini merupakan persyaratan kelulusan Studi di Jurusan Teknik Elektro DIII Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang dan untuk mencapai gelar Ahli Madya.

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

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. H. Choirul Saleh, MT selaku Kajar Teknik Elektro DIII.
4. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Dosen Pembimbing.
5. Abah, Ibu, adik-adikku serta seseorang yang kusayangi yang telah memberikan do'a restu, dorongan, semangat, dan biaya.
6. Teman-teman seataap dan seperjuangan.
7. Semua yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan Tugas Akhir ini.

Penyusun telah berusaha semaksimal mungkin dan menyadari sepenuhnya akan keterbatasan pengetahuan dalam menyelesaikan laporan ini. Untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik serta pengembangan dari pembaca dan semua pihak yang berkepentingan agar penyusunan alat dan laporan Tugas Akhir ini menjadi lebih sempurna.

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

Malang, Maret 2008

Peyusun

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan	i
Abstraksi	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TEORI DASAR	
2.1 Frekuensi	5
2.2 Transistor	6
2.2.1 Transistor sebagai <i>switching</i>	8
2.3 Penyangga (<i>Buffer</i>)	11
2.4 Mikrokontroler AT89C2051	12
2.4.1 Pendahuluan	12

2.4.2	Arsitektur Mikrokontroller AT89C2051	14
2.4.3	Konfigurasi Pena-pena Mikrokontroller AT89C2051	16
2.4.4	Organisasi Memori	17
2.4.4.1	Pemisahan Memori Program Dan Data	17
2.4.4.2	Memori Program	19
2.4.4.3	Memori Data	20
2.4.4.4	Register Fungsi Khusus	21
2.4.5	Metode Pengalamatan	22
2.5	Bagian Tampilan	24
2.5.1	LCD TIPE M1632	25
2.5.2	Konfigurasi Pin-pin LCD	27
2.5.3	Fungsi-fungsi Terminal	28

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1	Perencanaan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	29
3.1.1	Diagram Blok Rangkaian	29
3.1.2	Prinsip Kerja Rangkaian	30
3.1.3	Rangkaian Pengkondisi Sinyal	31
3.1.4	Rangkaian Penyangga (Buffer)	33
3.1.5	Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroller	34
3.1.6	Perancangan Antarmuka <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	35

3.2	Perencanaan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	37
3.2.1	Langkah Pembuatan Program	37
3.2.2	Diagram Alir Program Sistem Pengukuran	38

BAB IV PENGUJIAN ALAT

4.1	Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal	40
4.2	Pengujian Rangkaian Penyangga (<i>Buffer</i>)	43
4.3	Pengujian Sistem Keseluruhan	45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan Umum	48
5.2	Saran	48

DAFTAR PUSATAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Konfigurasi Pin-pin LCD	27
Tabel 2.2	Fungsi-fungsi Terminal	28
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal	42
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Rangkaian Penyangga	44
Tabel 4.4.	Hasil Kesalahan Relatif dan Prosentasi Ketelitian	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur dan Simbol-NPN	7
Gambar 2.2 Struktur dan Simbol PNP	8
Gambar 2.3	
(a) Kedua sambungan dibias maju	8
(b) Kedua sambungan dibias balik	8
Gambar 2.4 Rangkaian Transistor sebagai Switching	9
Gambar 2.5 Karakteristik Transistor	11
Gambar 2.6 Hex Non Inverting Buffer	11
Gambar 2.7 Diagram Blok MCS 51	13
Gambar 2.8 Blok Diagram Mikrokontroler AT89C2051	15
Gambar 2.9 Konfigurasi Pin AT89C2051	16
Gambar 2.10 Struktur Memori Program dan Data pada AT89C2051	18
Gambar 2.11 Memori Program	19
Gambar 2.12 Modul LCD M1632	26
Gambar 3.1 Blok Diagram Alat	30
Gambar 3.2 Rangkaian Transistor	31
Gambar 3.3 Buffer	33
Gambar 3.4 Minimum sistem Mikrokontroler	34
Gambar 3.5 Antarmuka LCD Dengan Mikrokontroler AT89C2051	36
Gambar 3.6 Diagram Alir Program Utama	39
Gambar 4.1 Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal	41

Gambar 4.2 Blok Diagram Pengujian Rangkaian Penyangga 43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di bidang elektronika telah membawa perubahan dan kemajuan yang begitu cepat dan canggih. Hal ini memberikan kesempatan sekaligus merupakan tantangan yang harus dihadapi. Dibuktikan dengan adanya penemuan baru di segala bidang teknologi. Pesatnya perkembangan teknologi ini menghasilkan berbagai penemuan dan terobosan di bidang *mikroprosesor* dan *mikrokontroler* yang semakin banyak membantu manusia.

Pada zaman sekarang manusia selalu menuntut kemudahan kemudahan dalam bekerja dengan tanpa meninggalkan hasil yang maksimal. Seiring dengan perkembangan teknologi *digital* yang semakin maju, oleh sebab itu maka perlu dibuat alat elektronik yang sederhana dan memberi pilihan yang dapat membantu dan mempermudah pekerjaan manusia misalnya alat ukur suatu besaran secara digital dimana pengukuran merupakan salah satu kegiatan yang hampir selalu dilakukan oleh manusia. Dimana tujuan dari pengukuran adalah untuk mendapatkan nilai kuantitatif dari suatu besaran fisis yang diukur, salah satu besaran fisis tersebut adalah frekuensi suatu sinyal.

Di dalam kehidupan sehari hari biasanya untuk mengetahui dan mengukur frekuensi dari sebuah sinyal misalnya, kita bias menggunakan sebuah *Oscilloscope*. Di sekolah, kampus, bengkel-bengkel dan Laboratorium-laboratorium elektronika, *Oscilloscope* sudah menjadi wajib hukumnya. Tapi

menjadi halangan ketika besarnya benda dan harganya masih sulit terjangkau oleh kalangan awam, termasuk saya.

Berawal dari sinilah maka dalam tugas akhir ini akan dirancang suatu alat ukur frekuensi secara *digital* yaitu frekuensi meter *digital*. Frekuensi meter difungsikan untuk mengukur dan mengetahui frekuensi dari sebuah sinyal.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam Pembuatan Alat Ukur Frekuensi Digital Berbasis Mikrokontroller AT89C2051, rumusan masalah ditekankan pada :

1. Bagaimana merancang dan membuat *Hardware* Alat Ukur Frekuensi Digital Berbasis Mikrokontroller AT89C2051
2. Bagaimana merancang dan membuat *Software* Alat Ukur Frekuensi Digital Berbasis Mikrokontroller AT89C2051

1.3 Tujuan

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk merencanakan dan membuat Alat Ukur Frekuensi Digital Berbasis Mikrokontroller AT89C2051

1.4 Batasan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada, perencanaan Pembuatan Alat Ukur Frekuensi Digital Berbasis Mikrokontroller AT89C2051 ini dibatasi pada :

1. Menggunakan Mikrokontroller AT89C2051.
-

2. Menggunakan bahasa Bascom-51 untuk mengolah data *input* dan menghasilkan data *output* yang disimpan ke dalam IC (*Integrated Circuit*) Mikrokontroler AT89C2051.
3. Hanya dapat digunakan untuk mengukur frekuensi sampai 200 KHz.
4. Tidak membahas *power supply*, karena menggunakan baterai.

1.5 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun berdasarkan beberapa faktor teori penunjang serta bagian bagian dari perencanaan piranti sistem yang dibagi menjadi 6 (enam) bab dan beberapa sub bab. Inti pembahasan penulisan dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang berisikan latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup masalah, tujuan penulisan dan sistematika penulisan

BAB II : LANDASAN TEORI

Membahas tentang teori teori dasar penunjang perencanaan dan pembuatan alat

BAB III : METODOLOGI

Membahas metodologi yang digunakan dalam penulisan dan pembuatan alat

BAB IV : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Memuat prinsip kerja, perencanaan dan pembuatan alat

BAB V : PENGUJIAN ALAT

Memuat hasil pengujian dan analisa alat yang di buat

BAB VI : PENUTUP

Memuat kesimpulan dan saran

BAB II

TEORI DASAR

Pada BAB II ini akan dibahas teori-teori dasar yang berkaitan dengan peralatan yang akan dirancang dalam tugas akhir ini diantaranya :

2.1. Frekuensi

Frekuensi adalah ukuran jumlah putaran ulang per peristiwa dalam selang waktu yang diberikan. Untuk memperhitungkan frekuensi, seseorang menetapkan jarak waktu, menghitung jumlah kejadian peristiwa, dan membagi hitungan ini dengan panjang jarak waktu. Hasil perhitungan ini dinyatakan dalam satuan *Hertz* (Hz) yaitu nama pakar fisika Jerman *Heinrich Rudolf Hertz* yang menemukan fenomena ini pertama kali. Frekuensi sebesar 1 Hz menyatakan peristiwa yang terjadi satu kali per detik. Secara alternatif, seseorang bisa mengukur waktu antara dua buah kejadian atau peristiwa (dan menyebutnya sebagai periode), lalu memperhitungkan frekuensi (f) sebagai hasil kebalikan dari periode (T), seperti tertera dari rumus di bawah ini:

$$f = \frac{1}{T} \dots\dots\dots(2.1)$$

Frekuensi suatu sinyal umumnya dinyatakan dengan *Hertz*, *Kilo Hertz*, *Mega Hertz* ataupun *Giga Hertz*. Satuan dalam *Hertz* menyatakan jumlah siklus tegangan yang dihasilkan dalam 1 detik. Dengan kata lain, jika frekuensi suatu sinyal adalah 1 Hz maka dalam 1 detik dihasilkan 1 siklus lengkap tegangan. Jika

frekuensi suatu sinyal 1 KHz maka dalam 1 detik dihasilkan 1000 siklus lengkap. Demikian seterusnya. Jadi frekuensi suatu sinyal dalam *Hertz* dapat diukur dengan menghitung jumlah pulsa atau gelombang sinyal tersebut dalam 1 detik. Hubungan antara jumlah pulsa dengan frekuensi suatu sinyal adalah :

$$P = f \times T_G \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana P = jumlah pulsa

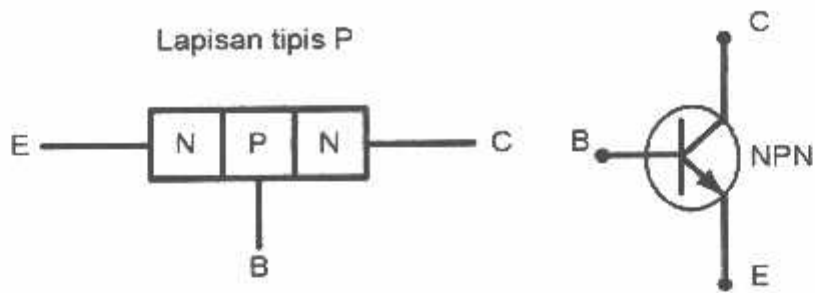
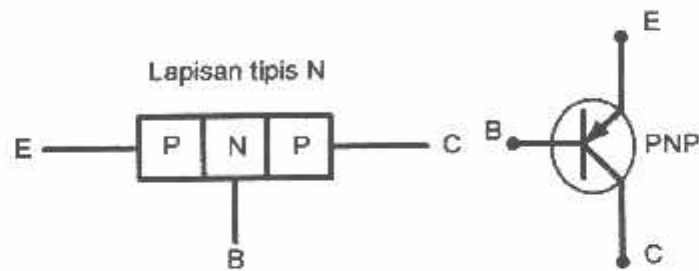
f = frekuensi sinyal

T_G = masa pengukuran

Jadi jumlah pulsa yang diperoleh dari suatu sinyal adalah berbanding lurus dengan lamanya masa pengukuran.

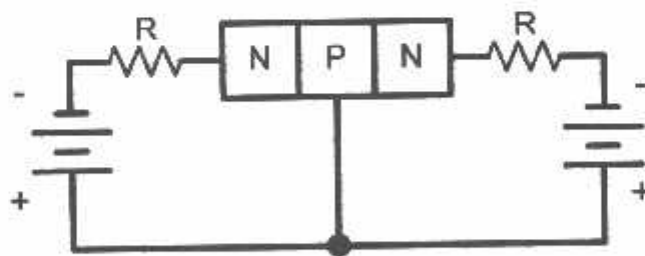
2.2. Transistor

Transistor adalah suatu komponen semikonduktor yang pada dasarnya seperti dua buah dioda sebab mempunyai *junction* yaitu yang pertama adalah antara emitor dan basis, sedangkan yang kedua adalah antara basis dan kolektor. Selain itu transistor disebut juga suatu monokristal semikonduktor dimana terjadi pertemuan antara P-N dan N-P yang dapat dibuat menjadi dua kemungkinan. Transistor disebut juga sebagai *junction transistor* atau transistor *bipolar* yang memiliki tiga *pin* basis, kolektor, emitor.

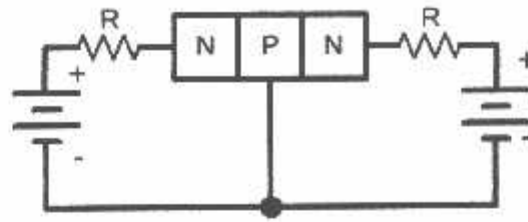
Gambar 2.1 Struktur dan Simbol-NPN²Gambar 2.2 Struktur dan Simbol PNP²

Cara membias transistor adalah :

- 1) Pertemuan emitor basis diberi polaritas arah maju (*forward*)
- 2) Pertemuan basis kolektor diberi polaritas mundur (*reverse*)



(a)



(b)

Gambar 2.3

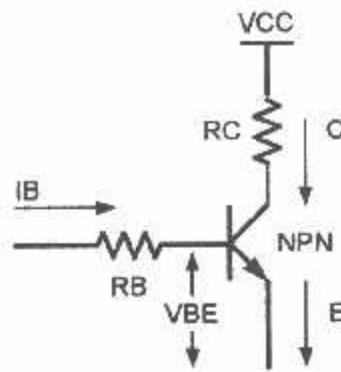
- (a) Kedua sambungan dibias maju²
 (b) Kedua sambungan dibias balik²

Pada Gambar 2.3 (a) baterai yang terletak disebelah kiri dibias maju (*forward*) dioda emitor dan batere yang terletak disebelah kanan membias maju dioda kolektor. Elektron bebas masuk ke dalam emitor dan kolektor transistor bergabung dengan basis menuju polaritas positif.

Pada Gambar 2.3 (b) menunjukkan cara lain untuk membias transistor. Kedua dioda dibias balik (*reverse*). Untuk keadaan ini arus kecil dan hanya terdiri dari dua jenis pembawa muatan *minoritas*, yang keluar dari kaki kolektor dan kaki emitor.

2.2.1. Transistor sebagai *switching*

Rangkaian transistor sebagai *switching* adalah mengerjakan transistor pada daerah saturasi ketika mendapat sinyal saat melakukan *transmitter*. Oleh karena itu, diperlukan *hfe* dari transistor yang cukup besar sehingga arus I_b dapat menyebabkan transistor saturasi. Rangkaian lengkap transistor sebagai *switching* dapat dilihat pada gambar dibawah ini, persamaan tentang hal tersebut adalah:



Gambar 2.4 Rangkaian Transistor sebagai Switching²

Persamaan yang dapat diperoleh dari rangkaian diatas adalah:

$$I_b = \frac{V_{bb} - V_{be}}{R_b} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_c} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

V_{cc} = tegangan inputan pada kolektor

V_{bb} = tegangan inputan pada basis

I_c = arus kolektor

I_b = arus basis

R_b = resistansi pada basis

Transistor mempunyai dua keadaan yaitu keadaan kerja jenuh (*saturasi*) dan keadaan tidak bekerja (*cut-off*). Perubahannya dapat berupa arus atau tegangan. Pada keadaan kerja jenuh (*saturasi*) tegangan kolektor akan menjadi rendah (mendekati nol), dengan demikian arus kolektor akan menjadi sangat besar dan arus yang menuju beban kecil. Pada keadaan tidak bekerja (*cut-off*) tegangan kolektor akan menjadi besar, dengan demikian arus kolektor akan menuju beban.

Pada kondisi normal masukannya tidak dibias sehingga titik kerjanya berada pada kondisi *cut-off* dan tidak ada arus yang menuju beban. Apabila transistor masukannya diberikan bias maka arus yang mengalir adalah :

$$I_b = \frac{I_c}{h_{fe}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

I_b = arus basis

I_c = arus kolektor

H_{fe} = penguatan transistor

Sedangkan untuk mencari nilai tahanan basis transistor R_b yang berfungsi sebagai pembatas arus maka harga R_b dapat ditentukan dengan rumus :

$$R_b = \frac{(V_{bb} - V_{be})}{I_b} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

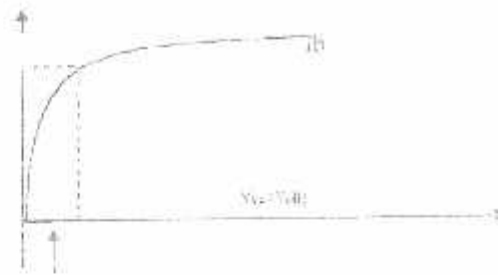
R_b = tahanan basis

V_{bb} = tegangan inputan basis

V_{be} = tegangan basis emitor

I_b = arus basis

I_c (mA)



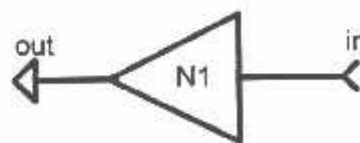
Daerah jenuh saklar
Beroperasi dalam daerah ini

Gambar 2.5 Karakteristik Transistor³

Transistor dapat dibuat sebagai saklar elektronik yang memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan saklar mekanik biasa antara lain tidak ada bagian yang bergerak tanpa adanya sobekan (*aus*), tidak ada pengapian kontak, bekerja dengan kecepatan tinggi serta biaya yang relatif murah.

2.3. Penyangga (*Buffer*)

Penyangga (*Buffer*) disini dimaksudkan sebagai penyeimbang antara tegangan keluaran dari transistor dan masukan dari mikrokontroller. Karena output dari transistor berubah-ubah (sesuai dengan sinyal masukan yang di ukur), maka *buffer* difungsikan untuk menjaga agar tegangan yang masuk ke mikrokontroller adalah $5V \pm 0,5$ dan arusnya tidak lebih besar dari yang dibutuhkan oleh mikrokontroller.



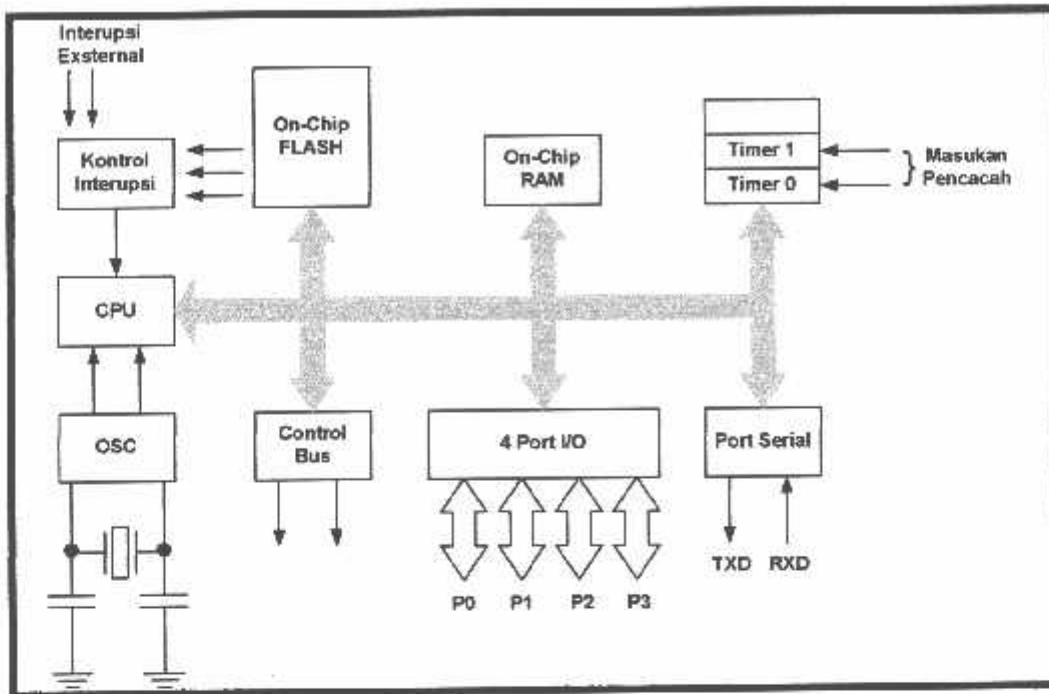
Gambar 2.6 Hex Non Inverting Buffer³

2.4. Mikrokontroler AT89C2051

2.4.1 Pendahuluan

Perbedaan mendasar antara Mikrokontroler dan Mikroprosesor adalah Mikrokontroler selain memiliki CPU (*Central Processing Unit*) juga dilengkapi dengan memori dan *input output* yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum Mikrokomputer sehingga sebuah Mikrokontroler dapat dikatakan sebagai Mikrokomputer dalam keping tunggal (*Single Chip Microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri. CPU ini terdiri dari dua bagian yaitu unit pengendalian dan unit aritmatika dan logika. Unit pengendali berfungsi untuk mengambil instruksi-instruksi yang tersimpan dalam memori, memberi kode instruksi-instruksi tersebut dan melaksanakannya. Unit pengendali menghasilkan sinyal pengendali yang berfungsi untuk mengatur aliran informasi. Sedangkan unit aritmatika dan logika berfungsi untuk melakukan proses-proses perhitungan yang diperlukan selama suatu program dijalankan.

Mikrokontroler AT89C2051 adalah Mikrokontroler ATMEL yang kompatibel penuh dengan Mikrokontroler keluarga MCS-51, membutuhkan daya rendah, memiliki *performance* yang tinggi dan merupakan Mikrokomputer 8 bit yang dilengkapi 2 Kbyte *Flash Program Memory* dan 256 byte RAM *internal*. Program memori yang dapat di program ulang dalam sistem atau menggunakan *programmer nonvolatile* memori konvensional. Diagram blok MCS-51 yang kompatibel dengan AT89C2051 diperlihatkan dalam gambar 2.7



Gambar 2.7 Diagram Blok MCS 51¹

Dalam system Mikrokontroller terdapat dua hal yang mendasar yaitu perangkat lunak dan perangkat keras yang keduanya saling terkait dan mendukung.

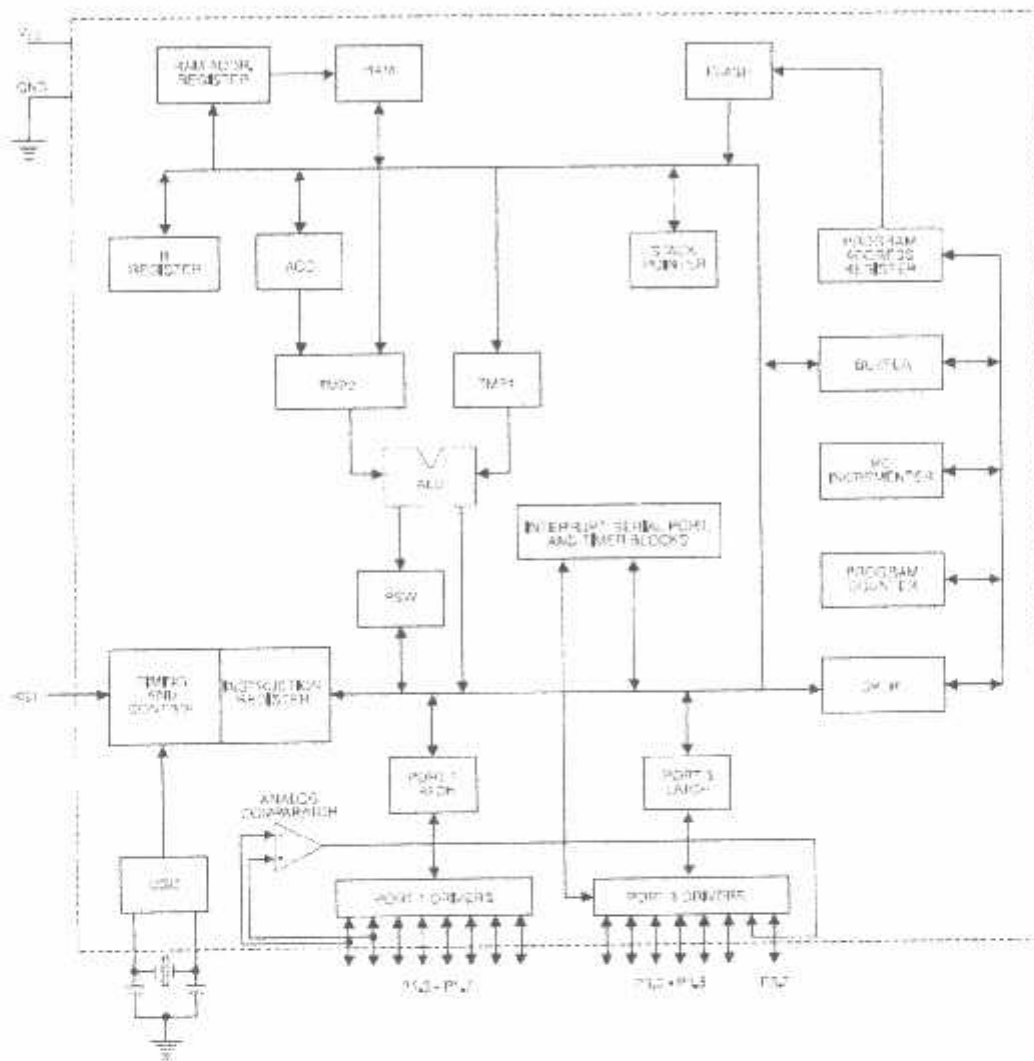
Secara umum Mikrokontroller AT89C2051 memiliki :

- ❖ CPU 8 Bit termasuk keluarga AT89C2051.
- ❖ 2 Kbyte Flash Program Memory
- ❖ 16 Bit Program Counter (PC) dan Data Pointer (DPTR).
- ❖ 8 Bit Program Status Word (PSW).
- ❖ 8 Bit Stack Pointer (SP).
- ❖ 4 Bank Register.
- ❖ 128 x 8 Bit Internal RAM.
- ❖ 2 buah Port I/O.

- ❖ 2 *Timer/Counter 16 Bit*.
- ❖ 1 *Serial Port Full Duplex*.
- ❖ *Control Register*, yaitu TCON, TMOD, CSON, PSON, IP dan IE.
- ❖ 5 buah sumber interrupt (2 buah sumber *interrupt* eksternal dan 3 buah sumber *interrupt* internal).
- ❖ *Oscillator dan Clock Internal*.

2.4.2 Arsitektur Mikrokontroler AT89C2051

Arsitektur Mikrokontroler AT89C2051 dapat dilihat dalam gambar 2.8. Biasanya proses pengolahan data melibatkan *register akumulator*. Misalnya akan diadakan proses penjumlahan dua bilangan. Akumulator mula mula berisi bilangan pertama. Bilangan kedua di simpan di TMP1. Isi dari akumulator kemudian diteruskan ke TMP2. Kedua bilangan ini kemudian mengalami proses penjumlahan di dalam ALU (*Aritmatic Logic Unit*). Setelah mengirim hasil ke akumulator, ALU juga mengirim data data ke PSW (*Program Status Word*) dimana dari PSW akan diketahui keadaan terakhir setelah sebuah instruksi dilakukan. Misalnya jika dilakukan proses penjumlahan maka dari PSW ini dapat diketahui ada atau tidaknya *carry*.

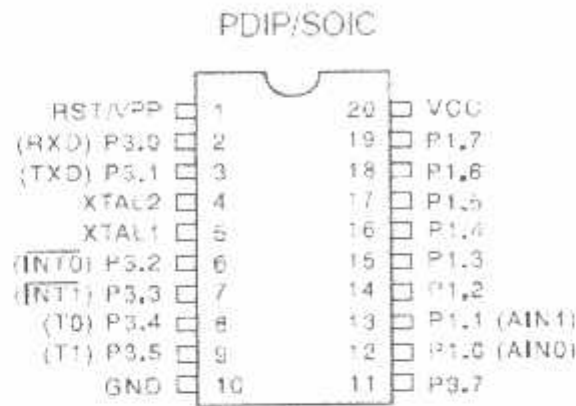


Gambar 2.8 Blok Diagram Mikrokontroler AT89C2051⁴

Register SP (Stack Pointer) merupakan *register* dengan panjang 8 bit, digunakan dalam proses simpan dan ambil dari/ke *stack*. Nilainya akan dinaikkan sebelum data disimpan menggunakan instruksi *PUSH* dan *CALL*. *Stack* bisa menempati lokasi dimana saja dalam RAM, register SP akan selalu diinisialisasi ke 07_H setelah adanya reset, hal ini menyebabkan *stack* berawal di lokasi 08_H.

2.4.3 Konfigurasi Pena-pena Mikrokontroller AT89C2051

Mikrokontroller AT89C2051 terdiri dari 20 pin dengan konfigurasi sebagai berikut :



Gambar 2.9 Konfigurasi Pin AT89C2051⁴

Fungsi tiap pinnya adalah sebagai berikut :

- VCC (Suplai Tegangan), pin 20
- GND (*Ground*), pin 10
- Port 1 menempati pin 12-19

Merupakan port *input output* dua arah, dengan P1.2-P1.7 tersedia *internal pull up*. Sedangkan P1.0 dan P1.1 masih harus memerlukan *eksternal pull up*. P1.0 dan P1.1 juga sebagai *Positive Input* (AIN0) dan *Negative Input* (AIN1).

- Port 3

Merupakan port *input output* dengan *internall pull up*, dimana port 3 juga memiliki fungsi khusus yaitu :

- RXD (P3.0) : *Port Input Serial*.
- TXD (P3.1) : *Port Output Serial*.

3. INT 0 (P3.2) : *Interrupt 0 Eksternal.*
 4. INT 1 (P3.3) : *Interrupt 1 Eksternal.*
 5. T0 (P3.4) : *Input Timer 0 Eksternal.*
 6. T1 (P3.5) : *Input Timer 1 Eksternal.*
- e. RST pin 1 : *Input reset merupakan reset master untuk AT89C2051.*
- f. XTAL1 dan XTAL2 menempati pin 5, 4

Pin ini dihubungkan dengan kristal apabila menggunakan *oscillator eksternal*. XTAL1 merupakan masukan ke rangkaian *oscillator internal* sedangkan XTAL2 keluaran dari rangkaian *oscillator internal*. Untuk keperluan ini diperlukan kapasitor penstabil sebesar 30 pF. Dan nilai dari XTAL tersebut antara 4 MHz sampai 24 MHz.

2.4.4 Organisasi Memori

2.4.4.1 Pemisahan Memori Program Dan Data

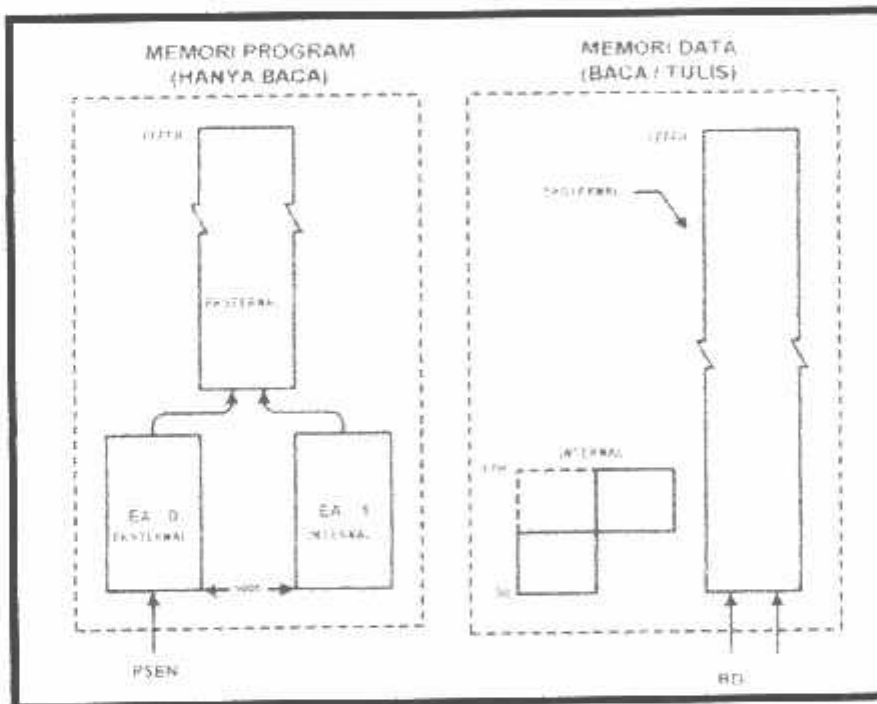
Semua produk Mikrokontroler *Flash* AT89C2051 dari ATMEL memiliki ruang alamat memori data dan program yang terpisah, sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 2.10. Pemisahan memori program dan data tersebut memungkinkan memori data diakses dengan alamat 8 bit, sehingga dapat dengan cepat dan mudah disimpan dan dimanipulasi oleh CPU 8 bit. Namun demikian, alamat memori data 16 bit juga bisa dihasilkan melalui register DPTR.

Memori program hanya bisa dibaca sekali saja. Terdapat memori program yang dapat diakses langsung hingga 64 *Kbyte*. Sedangkan *strobe* (tanda)

untuk akses program memori eksternal melalui sinyal PSEN (*Program Strobe Enable*).

Memori data menempati suatu ruang alamat yang terpisah dari memori program. Memori eksternal dapat diakses secara langsung hingga 64 Kbyte dalam ruang memori data eksternal. CPU akan memberikan sinyal baca dan tulis (RD/WR) selama pengaksesan memori data eksternal.

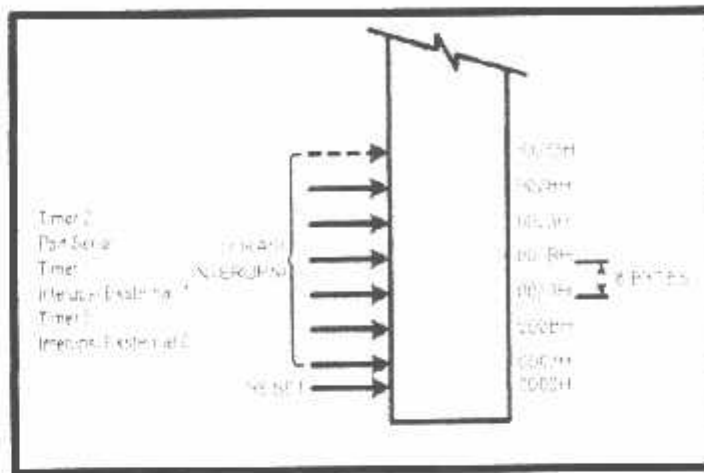
Gambar 2.11 menunjukkan struktur pemisahan memori data eksternal dan memori program eksternal.



Gambar 2.10 Struktur Memori Program dan Data pada AT89C2051⁴

2.4.4.2 Memori Program

Gambar 2.12 menunjukkan pemetaan bagian bawah dari memori. Setelah *reset*, CPU segera mengerjakan program mulai dari lokasi 0000_H



Gambar 2.11 Memori Program⁴

Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.12, masing-masing interupsi disimpan pada lokasi yang sudah tetap dalam memori program. Sebuah interupsi menyebabkan CPU melompat ke lokasi interupsi yang bersangkutan, yaitu letak *subrutin* layanan interupsi tersebut. Misalnya *eksternal interrupt 0* disimpan pada lokasi 0003_H, jika interupsi ini digunakan maka layanan rutin interupsi ini harus dituliskan pada lokasi ini, jika tidak maka lokasi tersebut dipakai sebagai memori program serbaguna (untuk keperluan lain).

Lokasi-lokasi layanan interupsi tersebut menempati lokasi-lokasi dengan jarak 8 *byte*, 0003_H untuk *eksternal interrupt 0*, 000B_H untuk *timer 0*, 0013_H untuk *eksternal interrupt 1* dan seterusnya. Jika seluruh rutin layanan interupsi sangat pendek (kurang dari 8 *byte*), maka seluruh rutin bisa disimpan pada alamat yang bersangkutan (sesuai dengan interupsi yang digunakan). Jika terlalu panjang

(lebih dari 8 *byte*) maka harus digunakan suatu perintah lompat ke lokasi rutin interupsi yang sebenarnya (dilokasi didalam memori program)

Alamat alamat yang paling bawah dari memori program dapat berada dalam *flash on chip* maupun eksternal. Untuk melakukan ini dilakukan pengkabelan pada pin EA (*Eksternal Access*) ke VCC atau GND sesuai kebutuhan.

2.4.4.3 Memori Data

Ruang alamat memori data (RAM) internal dengan kapasitas 128 *byte* yaitu 00_H-7F_H yang terbagi atas 3 daerah, yaitu :

1. Empat *Bank Register*

Setiap bank terdiri dari 8 *register* (R0-R7), sehingga jumlah untuk ke empat *bank register* (Bank0–Bank3) menjadi 32 buah *register* yang menempati ruang alamat 00_H-1F_H . Mengaktifkan salah satu *bank register* dapat dilakukan dengan mengatur RS0-RS1 pada PSW (*Program Status Word*).

2. *Bit Addressable*

Terdiri dari 16 bit yang berada pada alamat 20_H-2F_H . Masing-masing *bit* lokasi ini dapat dialamati secara langsung.

3. *Stretch Pad Area*

Terdiri atas 80 *byte* yang menempati alamat 30_H-7F_H . Yang dapat dialamati secara langsung dan digunakan untuk keperluan umum (*General Purpose*) misalnya digunakan untuk lokasi *stack*.

2.4.4.4 Register Fungsi Khusus

Register fungsi khusus (*Special Function Register*) terletak pada 128 *byte* bagian atas memori data internal. Wilayah SFR ini terletak pada alamat 80_H sampai dengan FF_H. Register-register ini hanya dapat diakses dengan pengalamatan langsung. Beberapa kegunaan *register* fungsi khusus yang penting dijelaskan sebagai berikut :

- ❖ *Accumulator* (ACC); merupakan *register* untuk penambahan dan pengurangan. Perintah *mnemonic* untuk mengakses *akumulator* disederhanakan sebagai *Register A*.
 - ❖ *Register B*; merupakan *register* yang berfungsi untuk melayani operasi perkalian dan pembagian.
 - ❖ *Program Status Word* (PSW); terdiri dari beberapa *bit* status yang menggambarkan kejadian di *akumulator* sebelumnya, pengkondisian keadaan *akumulator* tersebut melalui *Flag Register* yang terdiri dari *Carry Flag*, *Auxiliary Carry Flag*, *Parity Flag*, *Overflow Flag*, dua *bit* pemilihan *bank*, dan dua *flag* yang dapat didefinisikan sendiri oleh pemakai.
 - ❖ *Stack Pointer* (SP); merupakan *register* 8 *bit* yang diletakkan di alamat manapun pada RAM internal. Isi *register* ini ditambah sebelum data disimpan, selama instruksi *PUSH* dan *CALL*. Pada saat *reset*, *register* SP diinisialisasi pada alamat 07_H, sehingga *stack* akan mulai pada lokasi 08_H.
 - ❖ *Data Pointer* (DPTR) : terdiri dari dua *register*, yaitu untuk *byte* tinggi (*Data Pointer High*) dan *byte* rendah (*Data Pointer Low*) yang berfungsi untuk mengunci alamat 16 *bit*.
-

- ❖ *Port0* sampai *Port3*; merupakan *register* yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data. Pada *Port0* sampai *Port3* masing-masing register ini dapat dialamati per *byte* maupun per *bit*.

2.4.5 Metode Pengalamatan

Metode pengalamatan pada AT89C2051 adalah sebagai berikut :

a. Pengalamatan Tak Langsung

Operan pengalamatan tak langsung menuju kearah sebuah *register* yang berisi suatu lokasi alamat memori yang akan digunakan di dalam operasi lokasi yang nyata tergantung pada isi *register* saat instruksi dijalankan. Untuk melaksanakan pengalamatan tak langsung digunakan simbol @.

Contoh :

- ADD A,@R0 : menambahkan data yang disimpan di alamat yang ditunjukkan oleh *register* R0 ke akumulator.
- DEC@R1 : kurangi satu isi RAM yang ditunjukkan oleh alamat register R1.
- MOVX@DPTR,A : pindahkan isi dari akumulator ke memori luar yang lokasinya ditunjukkan oleh *Data Pointer* (DPTR).

b. Pengalamatan Langsung

Pengalamatan langsung dilakukan dengan memberikan nilai suatu *register* secara langsung.

Untuk melaksanakan hal tersebut digunakan tanda #.

Contoh :

MOV A,#10H : isi akumulator dengan bilangan 10h.

MOV DPTR,#19H : isi *register* DPTR dengan bilangan 19h.

Pengalamatan data langsung dari 0 sampai dengan 127 akan mengakses RAM *internal*, sedangkan pengalamatan dari 128 sampai 255 akan mengakses *register* perangkat keras

Contoh :

MOV P3,A : pindahkan isi akumulator ke alamat B0h (B0h adalah alamat *port3*).

INC A : menambahkan nilai akumulator A dengan 1 dan hasilnya disimpan di akumulator.

c. Pengalamatan *Bit*

Proses pengalamatan ketika *operand* menunjuk ke alamat pada RAM *internal* ataupun *register* fungsi khusus yang mempunyai kemampuan pengalamatan secara bit (*Bit Addressable*).

Berdasarkan penulisannya, pengalamatan ini terdiri atas beberapa macam sebagai berikut :

❖ Langsung Menunjuk Alamat *Bit*

Contoh : SETB 0B0_H

Perintah ini memberikan logika 1 pada *bit* alamat 0B0_H dengan pengalamatan secara *bit*.

❖ Menggunakan Operator Titik

Contoh : SETB P3.0

Perintah ini memberikan logika 1 pada *bit* ke 0 dari *Port3*, bit tersebut terletak di alamat B0_H dengan pengalamatan secara *bit*.

❖ Menggunakan Lambang *Assembler* Secara *Standart*

Contoh : SETB RXD

Perintah ini memberikan logika 1 pada kaki RXD yang terletak pada *bit* ke 0 dari *Port3*.

❖ Menggunakan Lambang *Assembler* Secara Bebas

Contoh :

Penerima *bit* P3.0

SETB penerima

Perintah ini memberikan logika 1 pada *bit* penerima yang sebelumnya telah didefinisikan sebagai *bit* P3.

d. Pengalamatan Berkode

Pengalamatan kode merupakan pengalamatan ketika *operand* merupakan alamat dari instruksi *JUMP* dan *CALL* (ACALL, JMP, LJMP, dan LCALL). Biasanya *operand* tersebut akan menunjuk ke suatu alamat yang telah diberi label sebelumnya.

2.5 Bagian Tampilan

LCD adalah kependekan dari "*Liquid Crystal Display*". LCD terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca dengan pinggiran tertutup rapat. Antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan crystal cair (*Liquid Crystal*) yang tembus cahaya. Permukaan luar dari masing-masing keping kaca mempunyai

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Sistem pengukuran yang akan dibuat pada tugas akhir ini adalah sistem yang digunakan untuk mengukur frekuensi sebuah sinyal. Sinyal akan dideteksi menggunakan sensor transistor dan dikuatkan, dari data perubahan nilai frekuensi akan diolah oleh Mikrokontroler AT89C2051 dan nilainya akan ditampilkan di LCD.

Pada BAB III ini akan dijelaskan mengenai perencanaan perangkat keras (*Hardware*) yang meliputi diagram blok rangkaian, cara kerja sistem serta penjelasan per blok diagram rangkaian. Selain itu perencanaan perangkat lunak (*Software*) akan dijelaskan juga.

3.1 Perencanaan Perangkat Keras (*Hardware*)

3.1.1 Diagram Blok Rangkaian

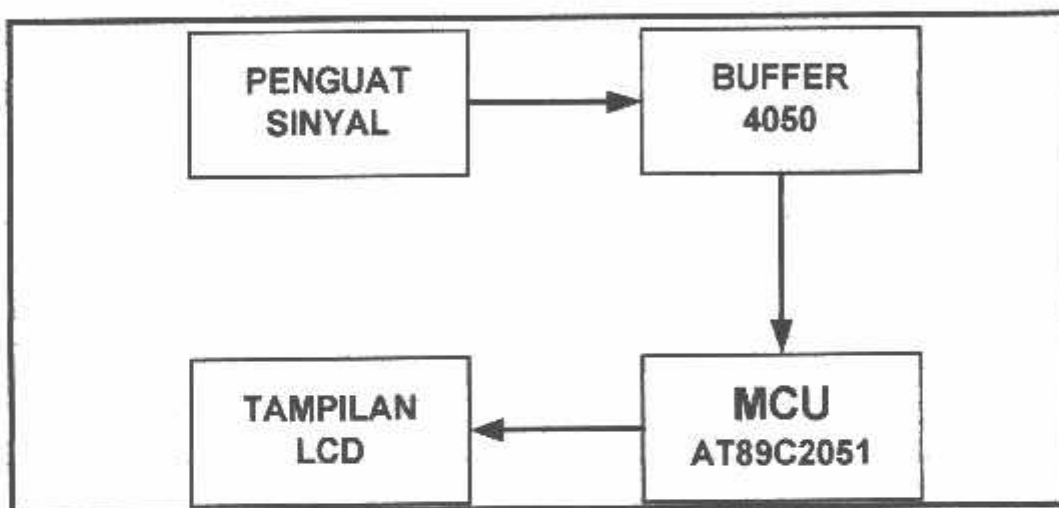
Diagram blok rangkaian merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan sistem ini, karena dari diagram blok rangkaian dapat diketahui perangkat keras apa saja yang digunakan dalam perancangan dan juga cara kerja dari sistem yang terdapat pada alat tersebut.

Perancangan “Alat Ukur Frekuensi Digital” dengan menggunakan Mikrokontroler AT89C2051” ini terdiri dari beberapa blok diagram diantaranya :

- ❖ Rangkaian Transistor Penguat Sinyal
- ❖ Rangkaian Penyangga (*Buffer*)
- ❖ Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroller AT89C2051
- ❖ Tampilan LCD

Blok diagram alat ini secara menyeluruh dapat dilihat dalam gambar 3.1

berikut :



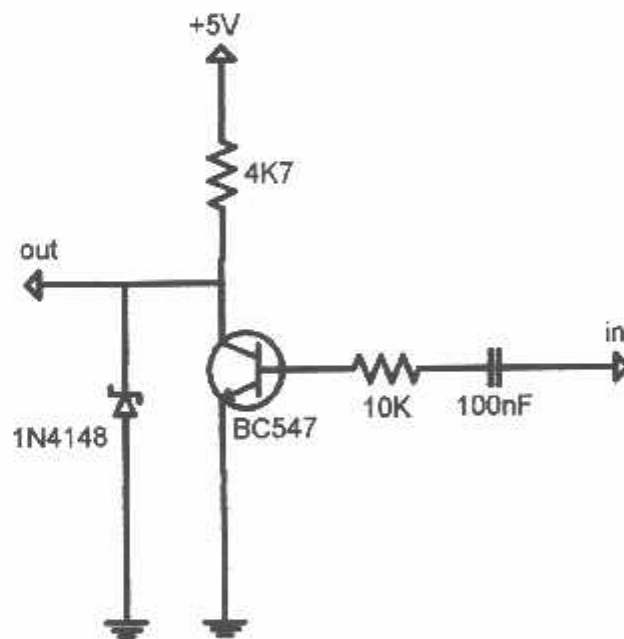
Gambar 3.1 Blok Diagram Alat⁴

3.1.2 Prinsip Kerja Rangkaian

Pada dasarnya prinsip kerja dari rangkaian diatas adalah sebagai berikut : pengambilan data untuk diolah dan seterusnya di tampilkan di LCD adalah berasal inputan sinyal. Dalam perancangan ini, frekuensi dari sinyal tersebut akan *trigger* transistor sesuai dengan nilai frekuensinya. Jika frekuensi sinyal adalah 100 Hz yang berarti sama dengan 100 kali getaran per detik, maka transistor juga akan 100 kali hidup mati per detik. Sinyal dari transistor kemudian diumpankan ke MCU (*Microcontroller Unit*) untuk diolah. Penguat penyangga (*buffer*) atau

pengikut tegangan berfungsi untuk merubah tegangan pada impedansi tinggi menjadi tegangan yang sama pada impedansi rendah. Karena sinyal keluaran transistor berubah-ubah sesuai dengan inputannya, maka penguat penyangga memastikan agar sinyal ini tidak terpengaruh oleh pembebanan dari *device* berikutnya, atau dalam kasus ini adalah MCU. MCU akan membaca sinyal keluaran *buffer* diolah dihitung menggunakan *counter* dan kemudian ditampilkan ke LCD dimana akan menampilkan besar frekuensi yang sedang diukur.

3.1.3 Rangkaian Pengkondisi Sinyal



Gambar 3.2 Rangkaian Transistor⁴

Pada rangkaian ini transistor digunakan sebagai *switching*. Untuk perencanaan pemakaian transistor yang digunakan pada rangkaian adalah sebagai berikut :

$$I_b = \frac{V_{be}}{R_b} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$25mA = \frac{240mV}{R_b} \quad R_b = \frac{240}{25} = 9,6K\Omega \cong 10K\Omega$$

I_b = arus basis *typical* 25mA, *max*100mA

V_{bb} = tegangan basis (dalam perencanaan ini menggunakan tegangan keluaran dari Generator Fungsi)

V_{be} = tegangan basis-emitor

R_b = tahanan basis

$$I_c = \frac{V_{ce}}{R_c} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$1mA = \frac{5V}{R_c} \quad R_c = \frac{5}{1 \times 10^{-3}} = 5K\Omega \cong 4K7$$

I_c = arus kolektor = arus yang dibutuhkan mikrokontroler *max* 1mA

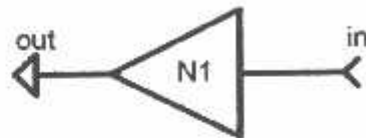
V_{ce} = tegangan catu

R_c = tahanan kolektor

Akan tetapi karena inputan sinyal mempunyai tegangan yang tidak tentu (sesuai dengan *devices* yang diukur) maka kita bias abaikan nilai I_b , dan kita gunakan transistor yang mempunyai h_{fe} dengan rentang yang lebar untuk menjaga pada saat inputannya terlalu kecil atau terlalu besar. BC547 merupakan transistor umum yang bekerja pada frekuensi rendah sampai 100 MHz. Mempunyai nilai h_{fe}

antara 100-900. Karena kondisi *High* (Logika 1) yang dibutuhkan mikrokontroller harus $5V \pm 0,5$ maka nilai V_{CE} juga harus berada pada kisaran tegangan tersebut.

3.1.4 Rangkaian Penyangga (*Buffer*)



Gambar 3.3 Buffer⁵

Rangkaian *Buffer* (penyangga) digunakan untuk menjaga arus yang masuk ke mikrokontroller (*fan-in*) tetap konstan sesuai karakteristik dari mikrokontroller itu. Menggunakan *Non-Inverting Buffer* dari keluarga CMOS CD4050 yang mempunyai karakteristik sbb :

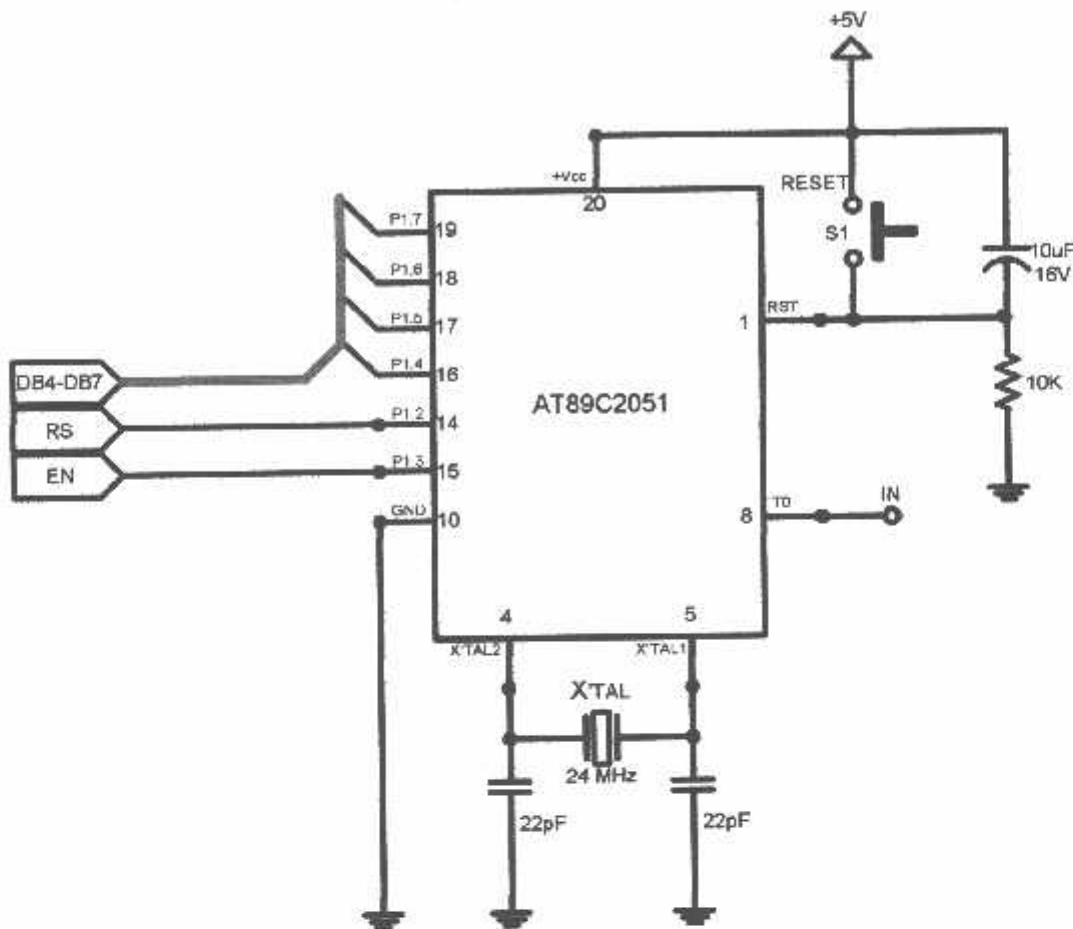
$$V_{OL} = 0V \pm 0,05V$$

$$V_{OH} = 5V \pm 0,05V$$

$$I_{OL} = 5mA \pm 0,4mA$$

$$I_{OH} = -1,6mA \pm 0,5mA$$

3.1.5 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroller



Gambar 3.4 Minimum sistem Mikrokontroller³

Mikrokontroller AT89C2051 adalah Mikrokontroller yang kompatibel penuh dengan MCS-51 yang membutuhkan daya rendah, memiliki *performance* yang tinggi dan merupakan Mikrokontroller 8 bit dilengkapi dengan 4 *Kbyte* EEPROM dan 128 byte RAM internal.

Mikrokontroller AT89C2051 akan memproses masukan dan keluaran yang ada pada peralatan ini, pengontrolan tersebut dilakukan melalui pengaktifan masing-masing pin pada Mikrokontroller tersebut. Untuk mengaktifkan pin-pin

atau *port* yang terdapat pada Mikrokontroler tersebut dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (*Software*) yang ditempatkan pada *flash program memory internal* tanpa menggunakan *memori program eksternal*. Sehingga EA (*Exsternal Access Enable*) yang terdapat pada *Port 3.1* diberi logika tinggi.

Untuk mengoperasikannya, Mikrokontroler AT89C2051 ini dicatu dengan tegangan 5 Volt pada kaki Vcc (pin20). Pada kaki EA/Vpp dihubungkan juga ke Vcc 5 Volt karena Mikrokontroler yang direncanakan hanya mengakses memori internal sebesar 4 *Kbyte* dengan ruang alamat memori 0000h-0FFFh.

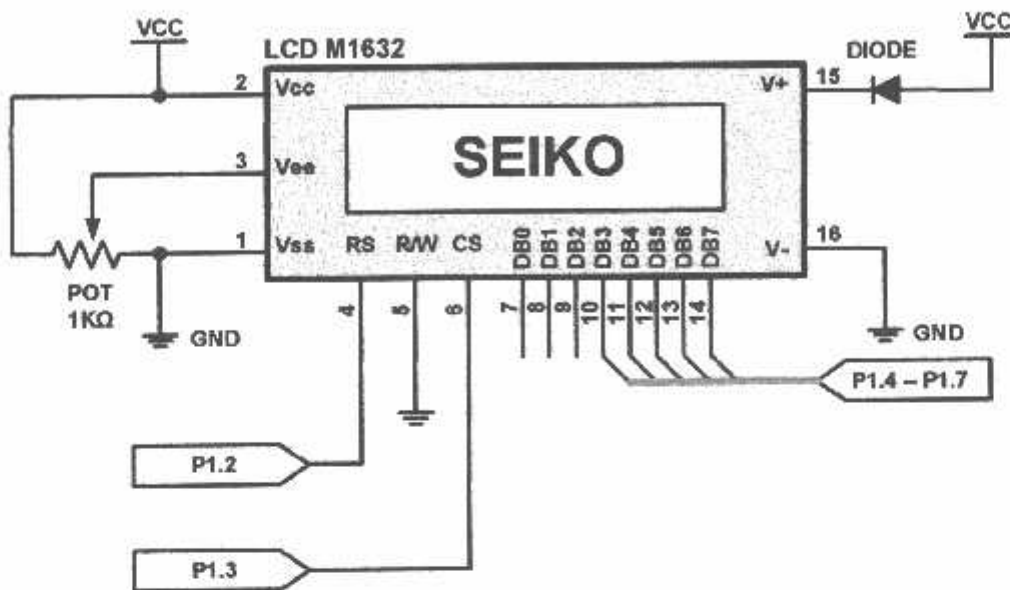
Mikrokontroler AT89C2051 memiliki *internal clock generator* yang berfungsi sebagai sumber *clock* yang diperlukan. Untuk sistem *clock*nya pada kaki XTAL1 dan XTAL2 dipasang kristal dan *resonator* keramik yang berfungsi sebagai pembangkit *clock oscillator* yang ada pada Mikrokontroler. Rangkaian ini terdiri dari dua buah kapasitor dan sebuah kristal. Rangkaian *reset* tersebut akan *me-reset* mikrokontroler pada saat *power ON*. *Port-port* yang digunakan dalam perencanaan sistem ini adalah :

- a. *Port 3.4* adalah *Timer0* diaktifkan sebagai *counter* yang akan menghitung pulsa dari sinyal inputan.
- b. *Port 1.2-1.7* digunakan sebagai *data output* yang akan ditampilkan pada LCD.

3.1.6 Perancangan Antarmuka *Liquid Crystal Display* (LCD)

Dalam aplikasi ini menggunakan sebuah layar LCD (*Liquid Cristal Display*) yaitu jenis *Seiko Instrument M1632* yang merupakan LCD dua baris

dengan setiap barisnya terdiri dari 16 karakter. Rangkaian hubungan antara LCD dengan Mikrokontroler dapat dilihat dalam gambar 3.7 :



Gambar 3.5 Antarmuka LCD Dengan Mikrokontroler AT89C2051⁴

LCD *dot matrik* ini membutuhkan sepuluh buah *pin input/output* pada Mikrokontroler. Adapun delapan buah *pin* atau satu *port input/output* digunakan sebagai jalur data oleh Mikrokontroler, yang digunakan untuk menampilkan karakter yang dikehendaki. Dua buah *pin input/output* digunakan untuk mengendalikan proses pengiriman data ke LCD. Ketika terdapat data pada jalur data, data tersebut akan ditahan dengan memberikan *clock pin* CS pada LCD. Pin RS menentukan apakah data yang ditahan akan digunakan sebagai instruksi untuk mengatur *setting* tampilan pada LCD atau sebagai kode karakter yang diperlukan LCD untuk menampilkan suatu karakter. Sedangkan untuk *pin R/W* pada LCD dihubungkan ke *ground* karena dalam hal ini LCD hanya melakukan operasi *write* atau operasi menampilkan karakter.

Untuk *pin Vcc* pada LCD dihubungkan ke *supply +Vcc* dan *Vss* dihubungkan ke *ground*. *Pin Vee* beserta *pin Vcc* dan *Vss* dihubungkan ke *trimer potensio* atau sering disebut *trimpot*. *Trimpot* ini digunakan untuk mengatur kontras dari tampilan LCD dengan cara mengubah tegangan pada *pin Vee*.

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa data yang terdapat pada jalur data selain dianggap sebagai kode karakter dapat digunakan sebagai suatu perintah instruksi untuk mengatur *setting* tampilan pada LCD. Cara pemakaian data antara sebagai instruksi dengan kode karakter berbeda. Perbedaannya hanyalah keadaan *pin RS* ketika data yang ada di jalur data ditahan oleh LCD dengan memberikan *clock* pada *pin CS*.

3.2 Perencanaan Perangkat Lunak (*Software*)

3.2.1 Langkah Pembuatan Program

Untuk melengkapi dan mendukung perangkat keras (*Hardware*) yang direncanakan, diperlukan perangkat lunak (*Software*) agar perangkat keras yang telah direncanakan dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan.

Adapun langkah pembuatan program adalah sebagai berikut :

1. Membuat diagram alir (*Flowchart*) dari program yang akan dibuat.
 2. Mengubah diagram alir (*Flowchart*) tersebut ke dalam bahasa *Bascom-51* sesuai dengan urutan jalannya program.
 3. Mengkompilasi program yang dibuat ke memori sampai menghasilkan struktur program yang diharapkan.
-

4. Memasukkan program yang telah sesuai dengan apa yang diharapkan ke dalam Mikrokontroller AT89C2051 dengan menggunakan EEPROM Programmer.

Perangkat lunak yang dirancang, dibuat dengan menggunakan bahasa *Bascom-51*. Seluruh sistem ini akan bekerja dengan baik apabila perencanaan perangkat lunak (*Software*) sesuai dengan perangkat keras (*Hardware*) yang mendukung..

3.2.2 Diagram Alir Program Sistem Pengukuran Frekuensi

Diagram alir program sistem pengukuran sudut ditunjukkan dalam Gambar 3.6



Gambar 3.6 Diagram Alir Program Utama⁴

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

Bab ini akan memaparkan mengenai hasil pengujian dan pengamatan dari perancangan Alat Ukur Frekuensi Digital berbasis Mikrokontroler AT89C2051. Pengujian dilakukan pada rangkaian penyusun sistem piranti alat ukur ini, karena beberapa rangkaian penyusun sistem akan bekerja sebagai satu kesatuan kerja yang berurutan.

Instrument yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan beberapa instrumen diantaranya adalah sebagai berikut :

- Multimeter digital *Sunwa DMM CD800*.
- *Function Generator* sebagai frekuensi acuan.
- Frekuensi Meter Digital
- Baterai 9V

4.1. Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

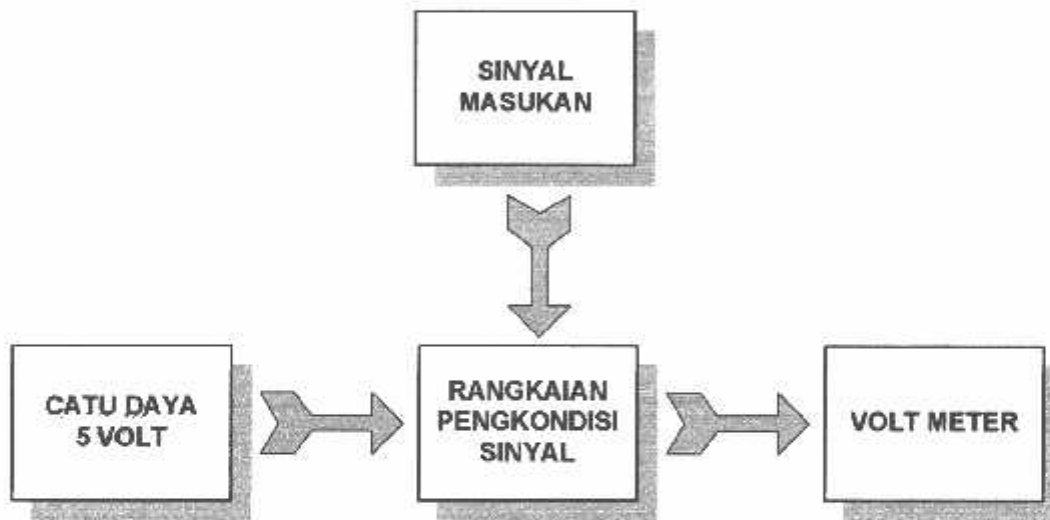
a. Tujuan Pengujian

Pengujian rangkaian pengkondisi sinyal ini bertujuan untuk mengetahui besarnya penguatan dari transistor, antara tegangan input dan tegangan output

b. Langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian pada rangkaian pengkondisi sinyal adalah sebagai berikut :

- Menghubungkan rangkaian pengkondisi sinyal dengan sumber tegangan DC yang merupakan sumber tegangan masukan rangkaian. Susunan rangkaian untuk pengujian ini, ditunjukkan dalam gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

- Menghubungkan multimeter dengan rangkaian pengkondisi sinyal untuk mengetahui nilai tegangan dari rangkaian.
 - Melihat dan mencatat hasil pengujian tegangan keluaran pada rangkaian pengkondisis sinyal.
 - Mengulangi langkah-langkah tersebut di atas dengan nilai frekuensi yang berbeda.
-

c. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal didapatkan tegangan keluaran rangkaian transistor yang dirancang menggunakan prinsip transistor sebagai saklar. Pengujian rangkaian pengkondisi sinyal untuk mengetahui besarnya penguatan yang dihasilkan oleh transistor bekerja. Hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

No.	Frekuensi (Hz)	V _{in} (mV)	V _{out} (V)	Penguatan (kali)
1.	50	380	4,43	11,65
2.	60	300	4,43	14,76
3.	100	280	4,42	15,78
4.	200	260	4,42	17,00
5.	503	240	4,42	18,41
6.	1003	220	4,42	20,09
7.	10030	210	4,36	20,76
8.	20010	200	4,32	21,60
9.	100200	190	4,22	22,21
10.	150100	180	4,26	23,66
11.	200010	160	4,35	27,18
Penguatan rata-rata				19,37

d. Analisa Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Dari Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa penguatan transistor mulai dari tegangan *input* menjadi *output* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Penguatan} = \left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right| \dots\dots\dots(4.1)$$

Berdasarkan data percobaan, diperoleh penguatan rata-rata sebesar :

$$\text{Penguatan Rata-rata} = \frac{\text{Penguatan total}}{n} \dots\dots\dots (4.2)$$

4.2. Pengujian Rangkaian Penyangga (*Buffer*)

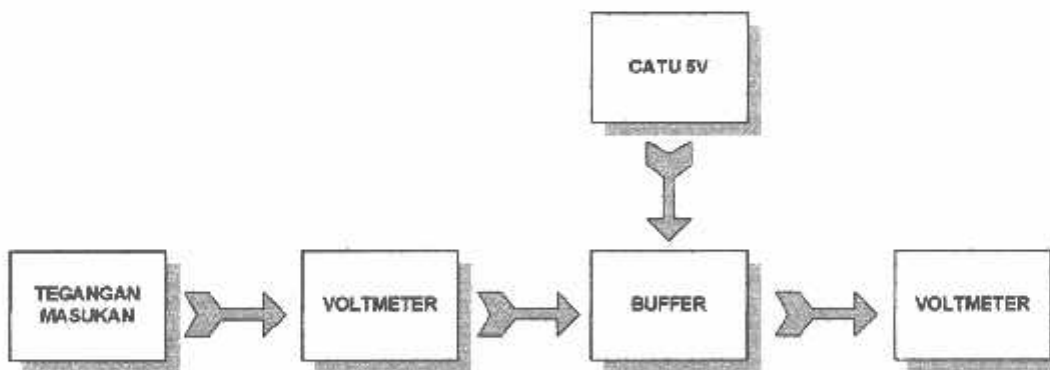
a. Tujuan Pengujian

Pengujian rangkaian penyangga ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan rangkaian untuk mengkondisikan tegangan masukan serta mengetahui besarnya tegangan keluaran, apakah sesuai dengan perancangan atau karakteristik yang diinginkan.

b. Langkah Pengujian

Langkah pengujian rangkaian penyangga adalah sebagai berikut :

- Menghubungkan rangkaian penyangga dengan tegangan DC yang merupakan sumber tegangan masukan rangkaian penyangga. Susunan rangkaian untuk pengujian ini, ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Blok Diagram Pengujian Rangkaian Penyangga

- Menguji rangkaian tersebut, mencatat hasil pengukuran dan pengujian tegangan keluaran.
- Mengulangi langkah-langkah tersebut di atas dengan nilai tegangan masukan yang berbeda.

c. Hasil Pengujian

Hasil pengujian dan analisa dapat dilihat dalam Tabel 4.2. berikut dibawah ini :

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Rangkaian Penyangga

No	Sudut (Derajat)	Vin (Volt)	Vout (Volt)	Selisih (Volt)
1.	50	4,43	4,44	0,01
2.	60	4,43	4,43	0
3.	100	4,42	4,42	0
4.	200	4,42	4,42	0
5.	503	4,42	4,42	0
6.	1003	4,42	4,42	0
7.	10,03	4,36	4,37	00,01
8.	20,01	4,32	4,33	0,01
9.	100,2	4,22	4,26	0,04
10.	150,1	4,26	4,30	0,04
11.	200,1	4,35	4,38	0,03

d. Analisa Hasil Pengujian

- Rangkaian penyangga yang di uji adalah rangkaian *Hex Non Inverting Buffer*, yang mempunyai karakteristik sebagai berikut :
 $V_{in} = -0,5V - 18V$, $V_{out} = -0,5V - V_{cc} + 0,5V$. Dari Tabel 4.2 hasil pengujian dapat dilihat bahwa rangkaian penyangga tersebut mampu

menjaga kestabilan arus dan tegangan sehingga tidak terpengaruh oleh beban berikutnya.

4.3 Pengujian Sistem Keseluruhan

a. Tujuan.

Tujuan pengujian sistem secara keseluruhan adalah untuk mengetahui unjuk kerja alat setelah perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan bersama – sama.

b. Langkah Pengujian .

- Menyusun rangkaian / alat pengujian secara lengkap.
- Memberi sinyal masukan untuk diukur nilai frekuensinya.
- Menghubungkan catu daya ke alat ukur tersebut.
- Mencatat data yang ditampilkan LCD dan membandingkannya dengan data yang diukur secara *manual*.
- Mengulangi langkah – langkah di atas.

c. Hasil Pengujian

Untuk melakukan mengetahui sistem secara keseluruhan maka sebelumnya perlu diketahui kesalahan rata – rata yang akan menjadi acuan pada setiap hasil pengukuran yang dilakukan. Oleh sebab itu untuk mencari kesalahan relatif tiap data yang diambil dengan menggunakan perhitungan sesuai dengan persamaan berikut :

$$\text{Prosentase Kesalahan Relatif} = \left| \frac{\text{Nilai Acuan} - \text{Nilai Pengukuran}}{\text{Nilai Acuan}} \right| \times 100\%$$

Dari cara tersebut di atas, perhitungan yang sama akan diperoleh hasil sampai batas jangkauan pengukuran frekuensi, perhitungan data hasil kesalahan relatif dan prosentase ketelitian dapat dilihat dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Perhitungan Hasil Kesalahan Relatif dan Prosentasi Ketelitian

No	Nilai Acuan (Hz)	Nilai Pengukuran (Hz)	[N. Acuan - N. Pengukuran] (Hz)	Ketelitian (%)	Kesalahan Relatif (%)
1.	50	50	0	100	0
2.	60	60	0	100	0
3.	100	100	0	100	0
4.	200	200	0	100	0
5.	503	503	0	100	0
6.	1003	1002	1	99,91	0,09
7.	10030	10020	0,01	99,91	0,09
8.	20010	19990	0,02	99,91	0,09
9.	100200	100170	0,3	99,71	0,29
10.	150100	150110	0,01	99,994	0,006
11.	200100	200170	0,07	99,966	0,034

d. Analisa Hasil Pengujian

Dari Tabel 4.4. perhitungan hasil kesalahan relatif dan prosentase ketelitian dapat diperoleh untuk kesalahan rata – ratanya :

$$\frac{\text{Jumlah Kesalahan Relatif}}{\text{Banyaknya Pengujian}} = \frac{0,6}{11} \times 100\% = 0,054\% \dots\dots\dots(4.3)$$

Untuk prosentase ketelitian rata – ratanya = 100 % - 0,054 % = 99,946 %

Berdasarkan pengujian keseluruhan sistem akan didapatkan kesalahan relative = 0,054% dan prosentasi ketelitian rata – rata alat ukur tersebut = 99,946%, dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa alat ukur tersebut sudah hampir mendekati nilai sempurna, walaupun perlu perbaikan dan pengembangan untuk memperoleh tingkat ketelitian yang lebih mendekati nilai sebenarnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan Umum

Dari hasil dan pengujian perancangan Alat Ukur Frekuensi Digital Berbasis Mikrokontroler AT89C2051 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat ukur frekuensi digital ini menggunakan sensor pengkondisi sinyal berupa transistor, tampilan LCD (*Liquid Crystal Display*) dan menggunakan Mikrokontroler AT89C2051 sebagai pengolah data.
2. Alat ukur frekuensi digital ini dapat digunakan dengan *range* ukur frekuensi dari 0 Hz – 205 Hz dengan *resolusi* pengukuran 1 Hz dan berdasarkan pengujian secara keseluruhan didapatkan kesalahan relatif = 0,054% dan prosentase ketelitian rata-rata alat ukur tersebut = 99,946 %.
3. Rangkaian Pengkondisi sinyal mempunyai penguatan rata – rata 19,37%

5.2 Saran

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan alat ukur ini di kemudian hari. Meskipun alat ini sudah dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan sistem yang direncanakan tetapi masih ada beberapa hal yang perlu ditingkatkan lagi diantaranya :

1. Dengan segala keterbatasan penulis, maka sebaiknya alat ini dapat dikembangkan lagi supaya bisa digunakan untuk mengukur rentang frekuensi yang lebih tinggi lagi.
 2. Agar memperoleh *respon* pengukuran yang lebih sensitif diharapkan dapat menggunakan komponen yang berkualitas yang mempunyai sensitifitas yang lebih tinggi dan toleransi yang lebih rendah.
-

DAFTAR PUSTAKA

1. Didin Wahyudin, *Belajar Mudah Mikrokontroler AT89C2051 dengan Bahasa Basic menggunakan BASCOM-8051*, ANDI, Yogyakarta, 2007
 2. Malvino, Albert P and Tjan May On, *Prinsip-prinsip Elektronika*, Erlangga, Jakarta, 1996
 3. Wasito S, *Data Sheet Book 1 (data IC Linier, TTL dan CMOS)*, PT Elek Media Komputindo, Jakarta, 1997
 4. Sumber-sumber dari website.
(www.datasheetcatalog.com)
(www.semiconductor.com)
(www.ATMEL.com)
(www.mcselec.com)
-

LAMPIRAN



YAYASAN PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
 BANK NIAGA MALANG

KAMPUS : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431(Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 6514

Nomor : 078/EL-02/TA/2008
 Lampiran : -
 Perihal : Bimbingan Tugas Akhir

Kepada : Yth. Ir. Yusuf Ismail N.,MT
 Dosen Institut Teknologi Nasional
 Malang

Dengan Hormat,

Sesuai dengan permohonan persetujuan dalam Tugas Akhir untuk mahasiswa:

N a m a : Ridi Susanto
 No. Mahasiswa : 0257040
 Program Studi : Teknik Elektro D-III
 Judul Tugas Akhir : Perencanaan dan Pembuatan Alat Ukur Frekuensi Digital Berbasis
 MKAT89C51

Maka dengan ini pembimbingan Tugas Akhir tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada
 saudara, terhitung mulai tanggal 04/02/2008 s/d 04/07/2008

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terima kasih.



Malang, 4 Februari 2008
 Ketua Jurusan Teknik Elektro D-III

Ir. Choirul Saleh,MT
 NIP. 1018800190

Lampiran : 1 (satu) berkas Proposal
Perihal : Permohonan Kesediaan Dosen Pembimbing

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir. Yusuf Ismail N.,MT
Institut Teknologi Nasional Malang
di
M a l a n g

Dengan hormat,

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : Ridi Susanto
No. Mahasiswa : 0257040
Program Studi : Teknik Elektro D-III

Dengan ini mengajukan permohonan, sekiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama/Pendamping*), untuk penyusunan Tugas Akhir .

Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT
UKUR FREKUENSI DIGITAL BERBASIS
MK AT89C51

Adapun tugas tersebut adalah salah satu syarat untuk menempuh Ujian Tugas Akhir Program D-III.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui
Ketua Jurusan
Teknik Elektro D-III

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP.Y. 1018800190

Malang, 4 Pebruari 2008


Ridi Susanto

**KESEDIAAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR**

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Ridi Susanto
No. Mahasiswa : 0257040
Program Studi : Teknik Elektro D-III
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
ALAT UKUR FREKUENSI DIGITAL BERBASIS
MK AT 89C51

Bahwa kami bersedia membimbing Tugas Akhir dari mahasiswa tersebut.

Jangka waktu penyelesaian Tugas Akhir selama 4 (empat) bulan mulai tanggal
04/02/2008 s/d 04/07/2008 dan apabila dalam jangka waktu tersebut belum selesai maka tugas akhir
tersebut dinyatakan **GUGUR**

Malang, 4 Pebruari 2008

Dosen Pembimbing;


Ir. Yusuf Ismail N., MT

NIP. 1018800189

Nb :

Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan Mahasiswa
yang bersangkutan kepada sekretaris Program Studi
Teknik Elektro D-III



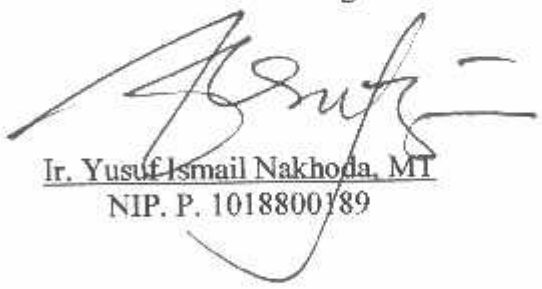
LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Ridi Susanto
NIM : 02.57.040
Prgram Studi : Teknik Elektro DIII
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur
Frekuensi Digital Berbasis Mikrokontroler
AT89C2051
Tanggal Pengajuan Tugas Akhir : 4 Februari 2008
Selesai Penulisan Tugas Akhir : 25 Maret 2008
Dosen Pembimbing : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Telah Dievaluasi dengan Nilai : 90

Mengetahui,
Ketua Prodi T. Elektro DIII

Ir. H. Choirul Saleh, MT
NIP. P. 1010088190

Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. P. 1018800789



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO D-III
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Ridi Susanto
NIM : 02.57.040
Program Studi : T. Elektronika D-III
Judul Tugas Akhir : Perencanaan dan Pembuatan Alat Ukur Frekuensi
Digital Berbasis Mikrokontroler AT89C2051

NO	TANGGAL	REVISI	TTD

Malang,2008

Dosen Pembimbing,

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



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO D-III
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

LEMBAR REVISI TUGAS AKHIR

Nama : Ridi Susanto
NIM : 02.57.040
Program Studi : T. Elektronika D-III
Judul Tugas Akhir : Perencanaan dan Pembuatan Alat Ukur Frekuensi
Digital Berbasis Mikrokontroler AT89C2051

NO	TANGGAL	REVISI	TTD

Malang,2008

Dosen Penguji,

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. P. 1038900209



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO D-III
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

LEMBAR REVISI TUGAS AKHIR

Nama : Ridi Susanto
NIM : 02.57.040
Program Studi : T. Elektronika D-III
Judul Tugas Akhir : Perencanaan dan Pembuatan Alat Ukur Frekuensi
Digital Berbasis Mikrokontroler AT89C2051

NO	TANGGAL	REVISI	TTD

Malang,2008

Dosen Penguji,

Bambang Prio H, ST, MT
NIP.P. 1028400082

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
Maximum Output Current	25.0 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.

Electrical Characteristics

Temperature: 0°C to 85°C, $V_{CC} = 2.0V$ to $6.0V$ (unless otherwise noted)

Parameter	Condition	Min	Max	Units
Input Low Voltage		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1, 3)	$I_{OL} = 20 \text{ mA}, V_{CC} = 5V$ $I_{OL} = 10 \text{ mA}, V_{CC} = 2.7V$		0.5	V
Output High Voltage (Ports 1, 3)	$I_{OH} = -80 \mu\text{A}, V_{CC} = 5V \pm 10\%$	2.4		V
	$I_{OH} = -30 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
	$I_{OH} = -12 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
Logical 0 Input Current (Ports 1, 3)	$V_{IN} = 0.45V$		-50	μA
Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 3)	$V_{IN} = 2V, V_{CC} = 5V \pm 10\%$		-750	μA
Input Leakage Current (Port P1.0, P1.1)	$0 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
Comparator Input Offset Voltage	$V_{CC} = 5V$		20	mV
Comparator Input Common Mode Voltage		0	V_{CC}	V
Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz, $V_{CC} = 6V/3V$		15/5.5	mA
	Idle Mode, 12 MHz, $V_{CC} = 6V/3V$ P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		5/1	mA
Power Down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 6V$ P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		100	μA
	$V_{CC} = 3V$ P1.0 & P1.1 = 0V or V_{CC}		20	μA

Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:

Maximum I_{OL} per port pin: 20 mA

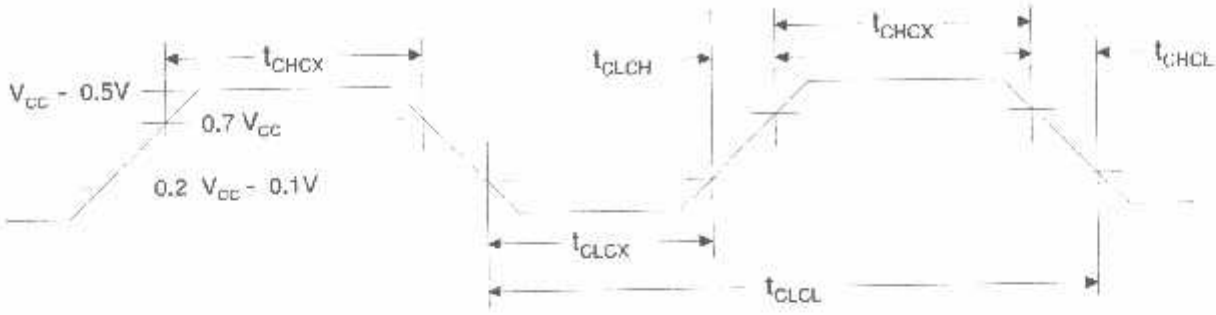
Maximum total I_{OL} for all output pins: 80 mA

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.



1al Clock Drive Waveforms



1al Clock Drive

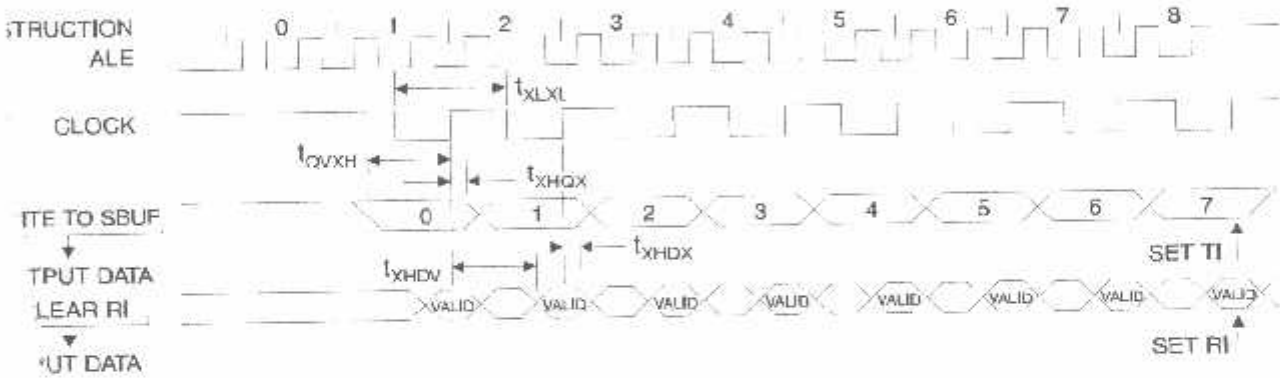
Parameter	$V_{CC} = 2.7V \text{ to } 6.0V$		$V_{CC} = 4.0V \text{ to } 6.0V$		Units
	Min	Max	Min	Max	
Oscillator Frequency	0	12	0	24	MHz
Clock Period	83.3		41.6		ns
High Time	30		15		ns
Low Time	30		15		ns
Rise Time		20		20	ns
Fall Time		20		20	ns

Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

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

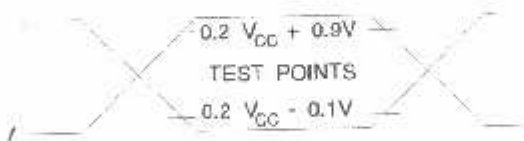
Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
	Min	Max	Min	Max	
Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		μs
Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL} - 133$		ns
Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL} - 117$		ns
Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns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

Register Mode Timing Waveforms



Input/Output Waveforms⁽¹⁾

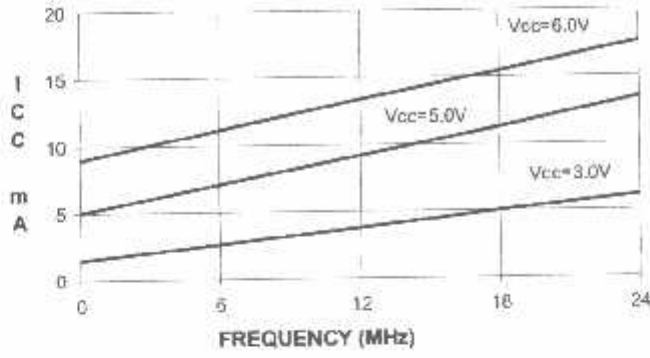
Float Waveforms⁽¹⁾



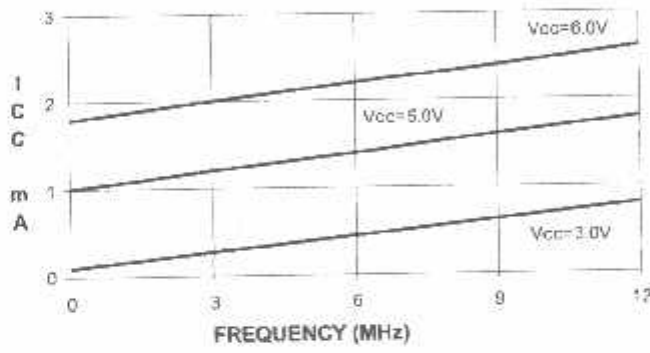
AC Inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5V$ for a logic 1 and $0.45V$ for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

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

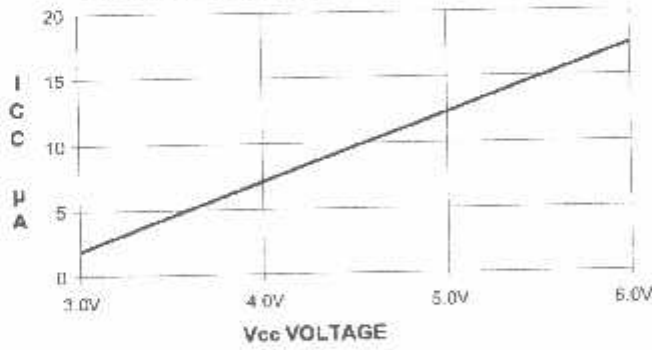
AT89C2051
TYPICAL I_{CC} - ACTIVE (85°C)



AT89C2051
TYPICAL I_{CC} - IDLE (85°C)



AT89C2051
TYPICAL I_{CC} vs. VOLTAGE - POWER DOWN (85°C)



XTAL1 tied to GND for I_{CC} (power down)
P1.0 and P1.1 = V_{CC} or GND
Lock bits programmed

ing Information

Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
2.7V to 6.0V	AT89C2051-12PC AT89C2051-12SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
	AT89C2051-12PI AT89C2051-12SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)
	AT89C2051-12PA AT89C2051-12SA	20P3 20S	Automotive (-40°C to 105°C)
4.0V to 6.0V	AT89C2051-24PC AT89C2051-24SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
	AT89C2051-24PI AT89C2051-24SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)

Package Type
20 Lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
20 Lead, 0.300" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC)



LIQUID CRYSTAL DISPLAY MODUL

M1632

USER MANUAL

SEIKO INSTRUMENTS INC.

of Matrix Liquid Crystal Display Modules

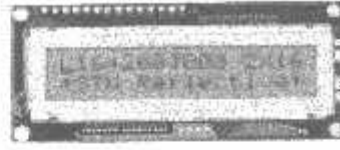
CHARACTER TYPE

• FEATURES :

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



M1641



L1642



L1614



M1632



L1652



L2012

• SPECIFICATIONS :

Character Format (character x line)	Standard products			Products of optional specification		
	16 x 1	16 x 2	16 x 2	16 x 2	16 x 4	20 x 2
	M1641	M1632	L1642	L1652	L1614	L2012
Model	M16410AS	M16320AS	L164200J000S	L165200J200S	L161400J000S	L201200J000S
Character	M164180WS	M163280WS	L164221J000S	L165221J200S	L161421J000S	L201221J000S
Character	M164170YS	M163270YS	L1642B1J000S	L1652B1J200S	L1614B1J000S	L2012B1J000S
Character	M16410CS	M16320CS	L164200L000S	L165200L200S	L161400L000S	L201200L000S
Character	M164170YS	M163270YS	L1642B1L000S	L1652B1L200S	L1614B1L000S	L2012B1L000S
Character	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor
Character	80,0 x 36,0 x 11,3	85,0 x 30,0 x 10,1	80,0 x 36,0 x 11,3	122,0 x 44,0 x 11,3	87,0 x 60,0 x 11,6	116,0 x 57,0 x 11,3
Character	80,0 x 36,0 x 11,3	85,0 x 30,0 x 10,1	80,0 x 36,0 x 11,3	122,0 x 44,0 x 11,3	87,0 x 60,0 x 11,6	116,0 x 37,0 x 11,3
Character	80,0 x 36,0 x 15,8	90,0 x 30,0 x 15,8	80,0 x 36,0 x 15,8	122,0 x 44,0 x 15,8	87,0 x 60,0 x 15,8	116,0 x 37,0 x 15,8
Character	64,5 x 13,8	62,0 x 16,0	64,5 x 13,8	39,0 x 24,0	61,8 x 25,2	83,0 x 18,6
Character	3,07 x 5,73	2,78 x 4,27	2,95 x 3,90	4,84 x 6,06	2,95 x 4,15	3,20 x 4,85
Character	0,55 x 0,75	0,50 x 0,55	0,50 x 0,55	0,92 x 1,10	0,55 x 0,55	0,60 x 0,65
Character	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V
Character	1,5	2,0	1,6	2,0	2,7	2,0
Character	0,2	0,2	0,3	0,4	1,1	0,4
Character	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
Character	KS0066 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent
Character	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to -50
Character	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70
Character	20 to +60	20 to +60	20 to +60	-20 to +60	20 to +60	20 to +60
Character	-30 to +80	-30 to +80	30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	30 to +80
Character	25	25	25	50	50	40
Character	30	30	30	55	55	45
Character	35	40	35	65	65	60
Character	5S	5S	5S	5C	5A	5A
Character	+5,0	-5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0
Character	10	10	10	35	45	45
Character	100	112	100	240	200	154
Character	+4,1	+4,1	+4,1	+4,1	+4,1	+4,1

Character

H : Horizontal

V : Vertical

T : Thickness (max)

Character

Character

Character

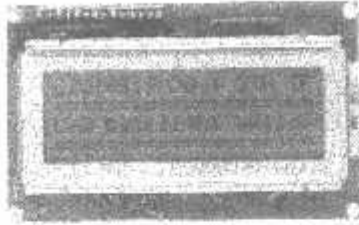
Character



L2022



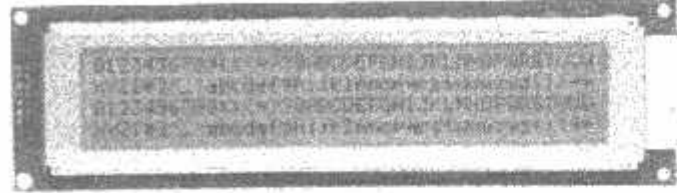
L2432



L2014



L4042



M4024

• SPECIFICATIONS :

	Standard products		Products of optional specification			
	20 x 2	20 x 4	24 x 2	40 x 2	40 x 4	
Character Form ¹⁾ (character x line)	20 x 2	20 x 4	24 x 2	40 x 2	40 x 4	
Code	L2022	L2014	L2432	L4042	M4024	
Effective backlight		L201400J000S	L243200J000S	L404200J000S	M40240AS	
LED backlight		L201421J000S	L243221J000S	L404221J000S	M40249DWS	
LED backlight		L201481J000S	L243281J000S	L404281J000S	M40247DYS	
Effective (wide temp)	L202203P000S	L201400L000S	L243200L000S	L404200L000S	M40240CS	
LED backlight (wide temp)	L202281P000S	L201481L000S	L243281L000S	L404281L000S	M40247JYS	
Character font	5x7 dots + cursor		5x7 dots + cursor		5x7 dots + cursor	
Module	Reflective	180.0 x 40.0 x 10.5	98.0 x 60.0 x 11.6	118.0 x 36.0 x 11.3	182.0 x 33.5 x 11.3	190.0 x 54.0 x 10.1
	EL backlight	180.0 x 40.0 x 10.5	98.0 x 60.0 x 11.6	118.0 x 36.0 x 11.3	182.0 x 33.5 x 11.3	190.0 x 54.0 x 10.1
	LED backlight	180.0 x 40.0 x 14.8	98.0 x 60.0 x 15.8	118.0 x 36.0 x 15.8	182.0 x 33.5 x 15.3	190.0 x 54.0 x 16.3
Module area (HxV) mm	149.0 x 25.0	76.0 x 25.2	94.5 x 17.8	154.4 x 15.8	147.0 x 29.5	
Character size (HxV) mm *1	6.00 x 9.66	2.95 x 4.15	3.20 x 4.85	3.20 x 4.85	2.73 x 4.27	
Dot size (HxV) mm	1.12 x 1.72	0.56 x 0.55	0.60 x 0.55	0.60 x 0.65	0.50 x 0.55	
Operating supply voltage (VDD, VSS) V	+5 V		+5 V		+5 V	
Current consumption	IDD	4.2	2.5	2.5	3.0	8.0
	ILS *4	7.5	1.2	0.5	1.0	3.0
Display method (duty)	1/16		1/16		1/16	
IC LSI	KS0066	KS0068	KS0066	KS0066	KS0068	
	KS0063	MSM5639	KS0063	KS0063	MSM5639	
	or equivalent	or equivalent	or equivalent	or equivalent	or equivalent	
Operating temperature (°C)	normal temp.	0 to +50		0 to +50		
	wide temp. *2	-20 to +70		-20 to +70		
Storage temperature (°C)	normal temp.	-20 to +60		-20 to +60		
	wide temp.	-30 to +80		-30 to +80		
Viewing angle (°)	Reflective	80	55	40	70	90
	EL backlight		60	45	75	105
	LED backlight	110	70	60	95	140
Operating voltage (V)	Mode	5A	5A	5C	5D	
	Power supply (V)	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	
	Current consumption (mA) *3	-	45	43	25	80
Forward current consumption (mA)	Forward current consumption (mA)	350	240	150	260	480
Forward input voltage (V typ.)	Forward input voltage (V typ.)	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1	+4.1

sliding cursor

with external temperature compensation

including EL backlight

used at normal temperature range

H: Horizontal

V: Vertical

T: Thickness (max)

Dot Matrix Liquid Crystal Display Modules

GRAPHIC TYPE

FEATURES :

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

SPECIFICATIONS :

Resolution (dot)		97 x 32	128 x 32	128 x 64	128 x 64
		Y97031	G1213	G1216	G1226
Module type	Reflective	built-in RAM	-	-	-
	Reflective wide temp.	built-in RAM	-	G121300N000S	G121600N000S
	LED backlight	built-in RAM	-	-	G122661J000S
	LED backlight wide temp.	built-in RAM	-	G121361N000S	G121661N000S
Module type	Transmissive	-	-	-	-
	with CFL backlight	built-in controller	-	-	-
Module type	Transmissive	built-in RAM	-	-	-
		Y97931LF60W	-	-	-
Module size	Reflective (no backlight)	47,5 x 65,4 x 2,1	75,0 x 41,5 x 6,8	75,0 x 52,7 x 6,8	-
	LED backlight	-	75,0 x 41,5 x 8,9	75,0 x 52,7 x 8,9	93,0 x 70,0 x 11,4
	CFL backlight	-	-	-	-
Module thickness (HxV) mm		43,5 x 23,9	60,0 x 21,3	60,0 x 32,5	70,7 x 38,8
Module height (HxV) mm		0,35 x 0,48	0,40 x 0,48	0,40 x 0,40	0,44 x 0,44
Module width (HxV) mm		0,39 x 0,52	0,43 x 0,51	0,43 x 0,43	0,48 x 0,48
Supply voltage (V)	(VDD - VSS)	+6,0	+5,0	+5,0	+5,0
	(VLC - VSS)	-	-8,0	-8,1	-8,2
Current consumption	IDD	0,10	2,0	2,0	3,0
	IDD (built-in controller)	-	-	-	-
	ILC	-	1,8	1,8	2,0
Driving method (duty)		1/33	1/64	1/64	1/64
Driver	Driver	SED1530 or equivalent	HD61202 HD61203 or equivalent	HD61202 HD61203 or equivalent	KS0107 KS0108 or equivalent
	Controller	-	-	-	-
Operating temperature range (°C)		-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	0 to +50
Storage temperature range (°C)		-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-20 to +60
Viewing angle	Reflective (Transmissive no backlight)	10	23	35	-
	LED backlight	-	35	45	72
	CFL backlight	-	-	-	-
		-	-	-	-
Forward current consumption (mA)	Forward current consumption (mA)	-	40	90	125
	Forward input voltage (V, typ.)	-	3,8	4,1	4,1
Mode	Mode	-	-	-	-
		-	-	-	-
FL	Power supply voltage (V)	-	-	-	-
	Current consumption (mA, typ.)	-	-	-	-

ADC converter (single power source)

external temperature compensation circuit

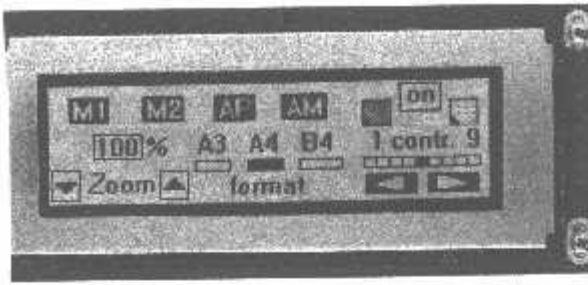
As one of continuous improvements we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice.

model (HxV,dot)		240 x 84	240 x 128	320 x 200	320 x 240	840 x 200
		G3246	G242C	G321D	G324E	G348C
type (mode)	Reflective	built-in RAM	-	-	-	-
	Reflective wide temp	built-in RAM	-	-	-	-
	LED backlight	built-in RAM	-	-	-	-
	LED backlight wide temp	built-in RAM	-	-	-	-
type (mode)	Transmissive	G2446X5R1A0S	G242CX5R1ACS	G321DX5R1ACS	G324EX5R1A0S	GB48DX5R010E
	with CFL backlight	built-in controller	G2446X5R1ACS	G242CX5R1A0S	G321DX5R1ACS	G324EX5R1ACS
	Transmissive	built-in RAM	-	-	-	-
size (V x T)	Reflective (no backlight)	-	-	-	-	-
	LED backlight	-	-	-	-	-
	CFL backlight	181,0 x 79,0 x 15,1	180,0 x 110,0 x 15,1	168,0 x 134,0 x 15,1	168,0 x 134,0 x 15,1	260,0 x 122,0 x 15,7
panel area (HxV) mm		134,0 x 41,0	134,0 x 78,0	128,0 x 110,0	128,0 x 110,0	216,0 x 83,0
size (H x V) mm		0,49 x 0,49	0,47 x 0,47	0,34 x 0,48	0,32 x 0,39	0,39 x 0,38
pitch (H x V) mm		0,53 x 0,53	0,51 x 0,51	0,38 x 0,32	0,38 x 0,43	0,33 x 0,38
operating supply voltage (V)	(VDD - VSS)	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0
	(VLC - VSS)	-1	-1	-24,0	24,0	-24,0
power consumption	IDD	12	30	8	7,5	11
	IDD (built-in controller)	15	40	23	23	-
	I/LC	-	-	8	8,5	9
Driving method (duty)		1/84	1/128	1/200	1/240	1/200
LED	Driver	MSM5288 MSM5298 or equivalent	KS0103 KS0104 or equivalent	MSM5288 MSM5299 or equivalent	HD68204 HD68205 or equivalent	MSM5288 MSM5299 or equivalent
	Controller	SED1330FB	SED1330FB	SED1330FB	SED1330FB	-
operating temperature range (°C)		0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50
storage temperature range (°C)		-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60
weight	Reflective (Transmissive no backlight)	-	-	-	-	-
	LED backlight	-	-	-	-	-
	CFL backlight	200	280	350	350	420
operating current (typ.)	Forward current (consumption) (mA)	-	-	-	-	-
	Forward input voltage (V, typ.)	-	-	-	-	-
	Mode	4800210	4800210	4800210	4800210	4800120
operating voltage (V)	Power supply voltage (V)	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+12,0
	Current consumption (mA, typ.)	250	350	365	365	390

n DC/DC converter (single power source)

with external temperature compensation

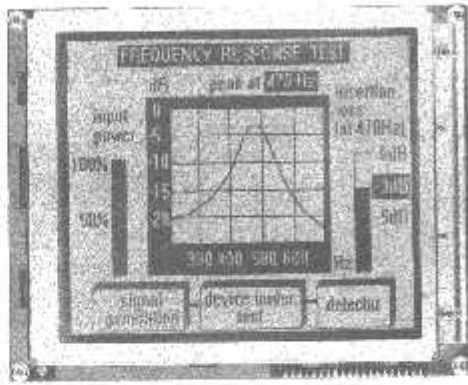
policy is one of continuous improvements, we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice.



G2446



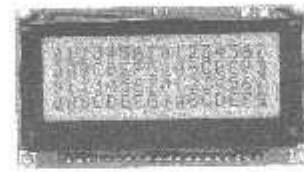
G1226



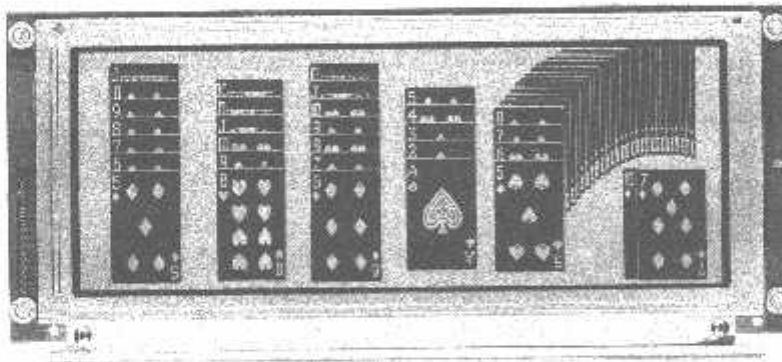
G321D



G1216



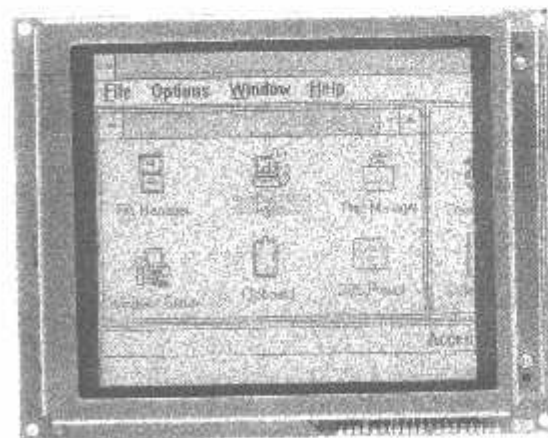
G1213



G649D



G242C



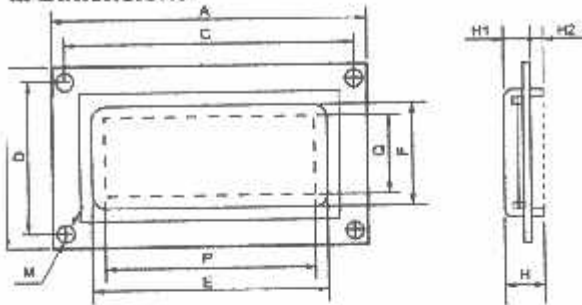
G324E

ECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD MODULE

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

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

M Dimensions



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

Display Contents

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

Panel

Viewing angle: 6 o'clock 12 o'clock _____ o'clock
 Type: TN FSTN (Black and white)
 STN (Yellow green Gray Blue)
 Chromaticity coordinates
 (_____ ≤ x ≤ _____, _____ ≤ y ≤ _____)
 Positive type Negative type
 Reflective Transflective Transmissive
 Others _____
 Scale: Yes _____ gray scale No
 Operational specifications:
 Response time t_{on} _____ ms (_____ °C) t_{off} _____ ms (_____ °C)
 Viewing angle _____ deg. (_____ °C) Contrast _____ (_____ °C)
 Others _____
 Surface finishing:
 Normal Anti-glare _____
 Filter color: Normal (neutral gray) Red
 Green Blue _____

Driving Method

Driving: 1/ _____ duty, 1/ _____ bias
 Frequency: _____ Hz
 Driver: Specified Unspecified
 Segment driver _____ (Manufacturer _____)
 Common driver _____ (Manufacturer _____)
 Controller: Internal External
 Part No. _____ (Manufacturer _____)
 Internal External
 Part No. _____ (Manufacturer _____)
 Internal External
 Part No. / Memory size _____ (Kbit) (Manufacturer _____)
Power Supply
 Single power supply: 5V _____ V
 Multiple power supplies
 Logic: (V_{DD}-V_{SS}): 5V _____ V
 LC drive: (V_{LC}-V_{SS}): _____ V

11. Temperature Compensation Circuit

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

12. Current Consumption

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

13. Contrast Adjustment

Internal External Unnecessary
 Method: Temp. compensation circuit Volume _____

14. Temperature Range

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

15. Input/Output Terminals

Specifying allocation: Yes No
 Specifying position: Yes No

16. Weight

typ. _____ g, max. _____ g

17. Connector

Internal External Unnecessary
 Type No. _____ (Manufacturer _____)

18. Backlight

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

19. Others

20. Schedule

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

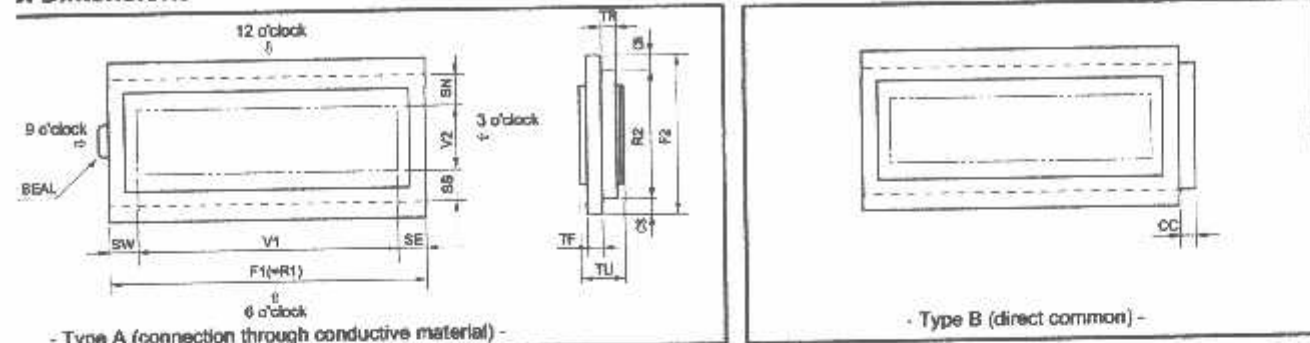
Liquid Crystal Displays

CHECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD

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

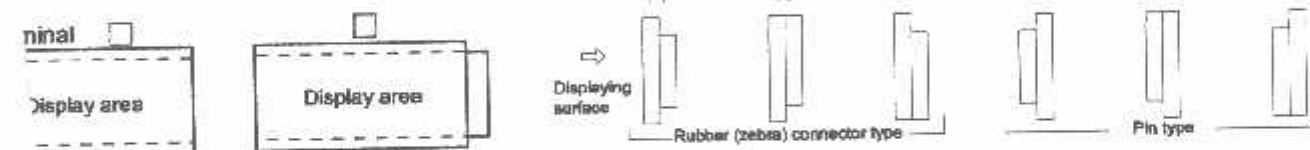
Design _____
 Drawn by Modified: Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____
 Equivalent: Manufacturer _____, Part No. _____, Remarks _____

Physical Dimensions



Horizontal length of upper glass _____ mm
 Vertical length of upper glass _____ mm
 Horizontal length of lower glass the same as F1
 Vertical length of lower glass _____ mm
 V1: Horizontal length of viewing area _____ mm
 V2: Vertical length of viewing area _____ mm
 CN**: Terminal length _____ mm
 CS**: Terminal length _____ mm
 **CN or CS=0 in case of one side terminal type.
 CC: Terminal length _____ mm
 SE, SW, SN, SS: Seal width
 (According to design or manufacturing condition: about 2.0 mm to 4.0 mm)

Terminal Form



Chamfering: Yes No
 Drilling: Yes No

Display Mode

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

Filter

Finishing: Normal Anti-glare _____
 Normal (neutral gray) Red Green
 Blue _____
 Polarizer: Attached type Separate type
 Filter: Attached type Separate type

Driving Method

Multiplexing: (1/ _____ duty, 1/ _____ bias)
 Operating voltage (V_{op}): _____ V
 Frequency: _____ Hz
 IC: _____ (Manufacturer _____)
 Consumption: _____ μA

10. Temperature Range

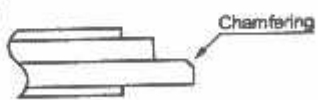
Operating temperature range
 With temperature compensation circuit (or volume)
 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C
 Without temperature compensation circuit
 0°C to 50°C _____ °C to _____ °C
 Storage temperature range
 -20°C to 60°C _____ °C to _____ °C

11. Terminal Connecting Method

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

12. Others

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



13. Schedule

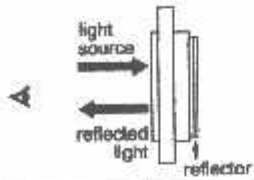
Estimate: _____
 Sample: Delivery _____, Quantity: _____ pcs
 Mass production: Target price: _____
 Delivery _____, Total quantity: _____ pcs
 Quantity per month: _____ pcs

Liquid Crystal Display Modules

REFLECTIVE/TRANSFLECTIVE/TRANSMISSIVE LCD

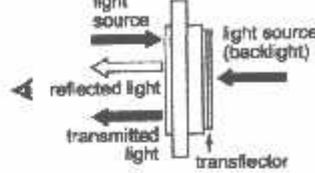
1 Reflective LCD

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



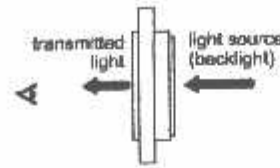
2 Transflective LCD

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

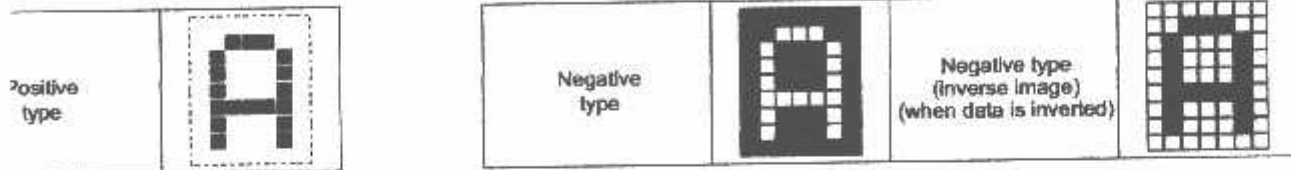


3 Transmissive LCD

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



POSITIVE/NEGATIVE MODE



TN TYPE/STN TYPE/FSTN TYPE

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

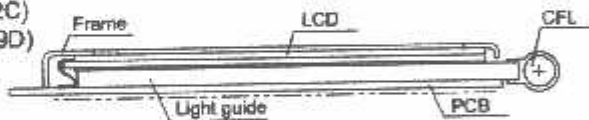
STRUCTURE AND FEATURE OF LCD MODULE WITH BACKLIGHT

(Cold Cathode Fluorescent Lamp) backlight

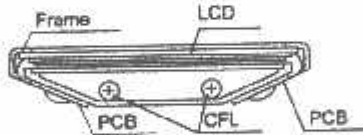
Features: high brightness, long service life, inverter required

Edge backlight type

G2446, G242C
G321D, G649D



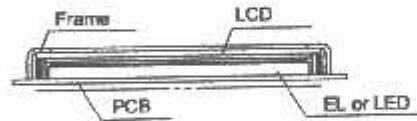
Front backlight type



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

Features: EL: thin, inverter required

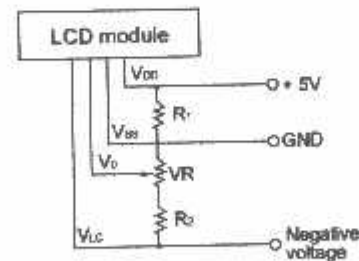
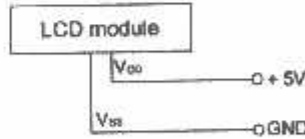
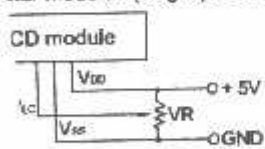
LED: long service life, low voltage driving, no inverter required



POWER SUPPLY

Single power supply

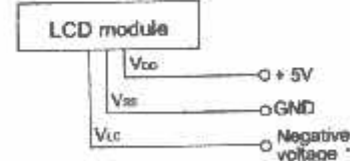
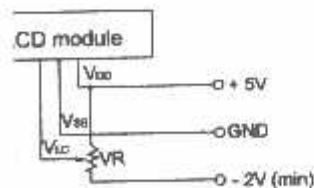
- G2446, G242C (Built-in DC-DC conv.)
- G321D, G324E and G649D



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

Dual power supply

- Y1206 and G1226



Negative voltage should be variable for contrast adjustment.

Handling Instructions

If the LCD panel is damaged, be careful not to get the liquid crystal in your mouth and not to be injured by shed glasses.

If you should swallow the liquid crystal, first, wash your mouth thoroughly with water, then, drink a lot of water to induce vomiting, and then, consult a physician.

If the liquid crystal should get in your eye, flush your eye with running water for at least fifteen minutes.

If the liquid crystal touches your skin or clothes, remove it and wash the affected part of your skin or clothes with soap and running water.

The CFL backlight is driven by a high voltage with an inverter. Do not touch the connection part or the wiring pattern of the inverter.

Do not use inverters without a load or in the short-circuit mode.

Do not apply the LCD module within the rated voltage to prevent overheating and/or damage. Also, take steps to ensure that the connector does not come off.

Handling Precautions

Since the LCD panel has glass substrate, avoid applying mechanical shock or pressure on the module. Do not drop, bend, twist or press the module.

Do not soil or damage LCD panel terminals.

Since the polarizer is made of easily-scratched material, be careful not to touch or place objects on the display surface.

Keep the display surface clean. Do not touch it with skin.

Since CMOS LSI is used in the LCD module. Be careful of static electricity.

Do not disassemble the module or remove the liquid crystal panel or the panel frame.

Do not damage the film surface of the EL lamp; otherwise the lamp will be damaged by humidity.

When attaching an EL lamp in an LCD module, push the EL lamp with its emitting side up, without pushing the rubber connectors too hard. If you damage them, the LCD module may not work properly.

Storage and Designing

To protect the polarizer and the LCD panel, cover the display surface with a transparent plate (e.g., acrylic glass) with a small gap between the transparent plate and the display surface.

Keep the module dry. Avoid condensation to prevent the transparent electrodes from being damaged.

Do not drive the LCD panel with AC waveform in which DC elements are not included to prevent deterioration in the LCD panel.

The contrast of LCD varies depending on the ambient temperature. To offer the optimum contrast, LC drive voltage should be adjusted. LCD driven in a high duty mode must be provided with drive voltage adjustment circuit.

Use only a LCD module with the specified mounting part/

• Design the equipment so that input signal is not applied to the LCD module while power supply voltage is not applied to it.

• Do not locate the CFL tube and the lamp lead wire close to a metal plate or a plated part inside the equipment. Otherwise stray capacity causes a drop in voltage, decreasing the brightness and the ability to start-up.

Cleaning

• Do not wipe the polarizer with a dry cloth, as it may scratch the surface.

• Wipe the LCD panel gently with a soft cloth soaked with a petroleum benzine.

• Do not use ketonic solvents (ketone and acetone) or aromatic solvents (toluene and xylene), as they may damage the polarizer.

Storing

• Store the LCD panel in a dark place, where the temperature is $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ and the relative humidity below 65%. If possible, store the LCD panel in the packaging situation when it was delivered.

• Do not store the module near organic solvents or corrosive gases.

• Keep the module (including accessories) safe from vibration, shock and pressure.

• Use an LCD module with built-in EL backlight within six months of delivery.

• EL backlight is easily affected by environmental conditions such as temperature and humidity; the quality may deteriorate if stored for an extended period of time. Contact Seiko Instruments GmbH for details.

• Some parts of the backlight and the inverter generate heat. Take care so that the heat does not affect the liquid crystal or any other parts.

• Dust particles attached to the surface of the LCD or the surface of the backlight degrade the display quality. Be careful to keep dust out in designing the structure as well as in handling the module.

• Black or white air-bubbles may be produced if the LCD panel is stored for long time in the lower temperature or mechanical shocks are applied onto the LCD panel.

On This Brochure

• Seiko Instruments GmbH reserves the right to make changes without notice to the specifications and materials contained herein.

• The colors of the products reproduced herein may be different from the actual colors. Check color on actual products before using the product.

• The information contained herein shall not be reproduced in whole or in part without the express written consent of Seiko Instruments GmbH.

• The products described herein are designed for consumer equipment and cannot be used as part of any device or equipment which influences the human body or requires a significantly high reliability, such as physical exercise equipment, medical equipment, disaster prevention equipment, gas related equipment, vehicles, aircraft and equipment mounted on vehicles.


```
* menetapkan kecepatan Kristal dan mikrokontroller
$regfile = "89S52.dat"
$crystal = 24000000

* menetapkan variabel yang digunakan
Dim A As Byte
Dim C As Long , D As Long
Dim Count As Word
Dim T0ic As Long
Dim Delayword As Word

* Inisialisasi variabel
Count = 0
T0ic = 0
D = 0

* inisialisasi ports
P1 = 0
P3 = 255

* konfigurasi LCD dan pin LCD
Config Lcd = 16 * 2
Config Lcdpin = Pin , Db4 = P1.4 , Db5 = P1.5 , Db6 = P1.6 , Db7 = P1.7 , E
= P1.3 , Rs = P1.2
Cls
'Tampilkan judul
Lcd " Frekuensi Meter "

* menetapkan timer0
Config Timer0 = Counter , Gate = Internal , Mode = 1
'Timer0 = counter : timer0 sebagai counter
'Gate = Internal : tidak menggunakan eksternal gate control
'Mode = 1 : 16-bit counter

* set interupsi internal t0
On Timer0 Timer_0 overflow int
* interupsi akan terjadi setiap 65536 counter
Priority Set Timer0
Enable Interrupts
Enable Timer0

Counter0 = 0
'kosongkan counter
Start Counter0
counter siap menghitung

Do
set 1 detik yang akurasi menggunakan DO NOTHING loop
enable Interrupts
wait 1 yang digunakan BASCOM-51 tidak akurasi

or Delayword = 1 To 45440
ext Delayword

isable Interrupts
= Counter0
mengambil jumlah counter
= T0ic * 65536

overline
= C + D
Dic = 0
cd " "
overline
menampilkan frekuensi
cd "f=" ; C ; " Hz"
aitms 255
aitms 255
```

C = 0

Counter0 = 0

Start Counter0

'hitung ulang, kerana berhenti ketika counter diakses

Loop

' subrutin interupsi timer0

Timer_0 overflow int:

' menambahkan variabel

Incr TCic

Return

End

' selesai

' menggunakan 1106 bytes memori program

BC546/547/548/549/550

Switching and Applications

- High Voltage: BC546, $V_{CE0}=85V$
- Low Noise: BC549, BC550
- Complement to BC556 ... BC560



1 TO-92
1. Collector 2. Base 3. Emitter

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_a=25^{\circ}C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : BC546	80	V
	: BC547/550	50	V
	: BC548/549	30	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : BC546	65	V
	: BC547/550	45	V
	: BC548/549	30	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage : BC546/547	6	V
	: BC548/549/550	5	V
I_C	Collector Current (DC)	100	mA
P_C	Collector Power Dissipation	500	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^{\circ}C$
T_{STG}	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics $T_a=25^{\circ}C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=30V, I_E=0$			15	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$ $I_C=100mA, I_B=5mA$		90 200	250 600	mV
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$ $I_C=100mA, I_B=5mA$		700 900		mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	580	660	700	mV
		$V_{CE}=5V, I_C=10mA$			720	mV
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=5V, I_C=10mA, f=100MHz$		300		MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$		3.5	6	pF
C_{ib}	Input Capacitance	$V_{EB}=0.5V, I_C=0, f=1MHz$		9		pF
NF	Noise Figure : BC546/547/548 : BC549/550 : BC549 : BC550	$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$ $f=1KHz, R_G=2K\Omega$		2 1.2	10 4	dB
		$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$ $R_G=2K\Omega, f=30-15000MHz$		1.4	4	dB
				1.4	3	dB

h_{FE} Classification

Classification	A	B	C
h_{FE}	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800

Typical Characteristics

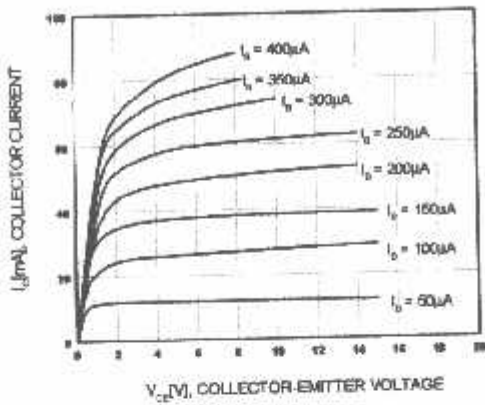


Figure 1. Static Characteristic

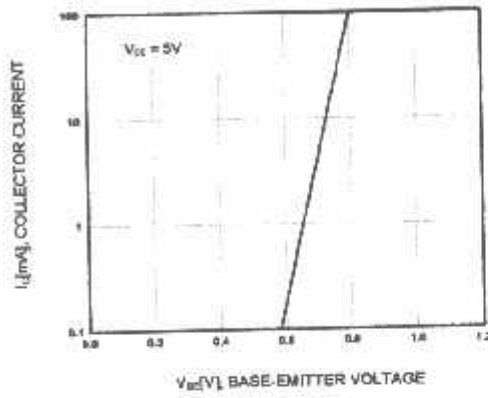


Figure 2. Transfer Characteristic

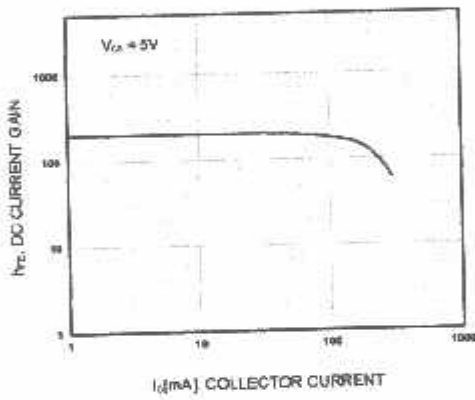


Figure 3. DC current Gain

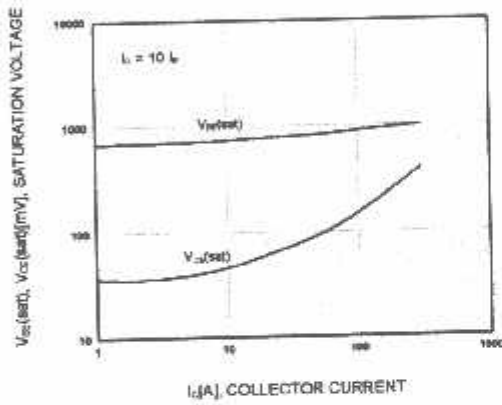


Figure 4. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

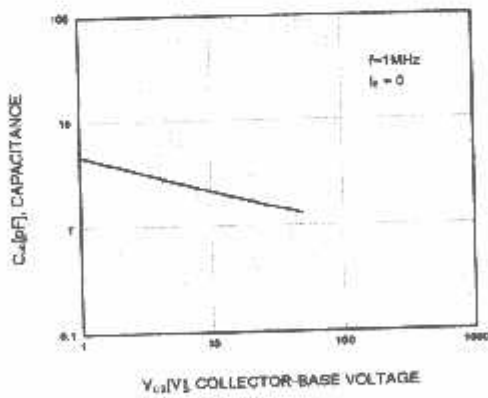


Figure 5. Output Capacitance

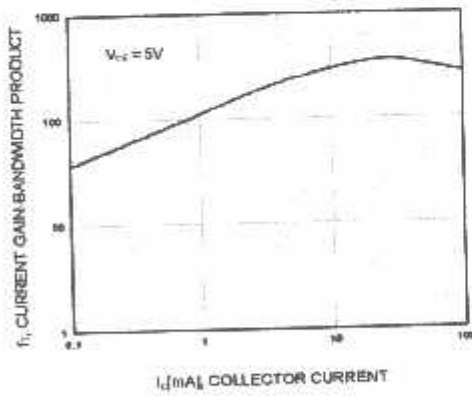
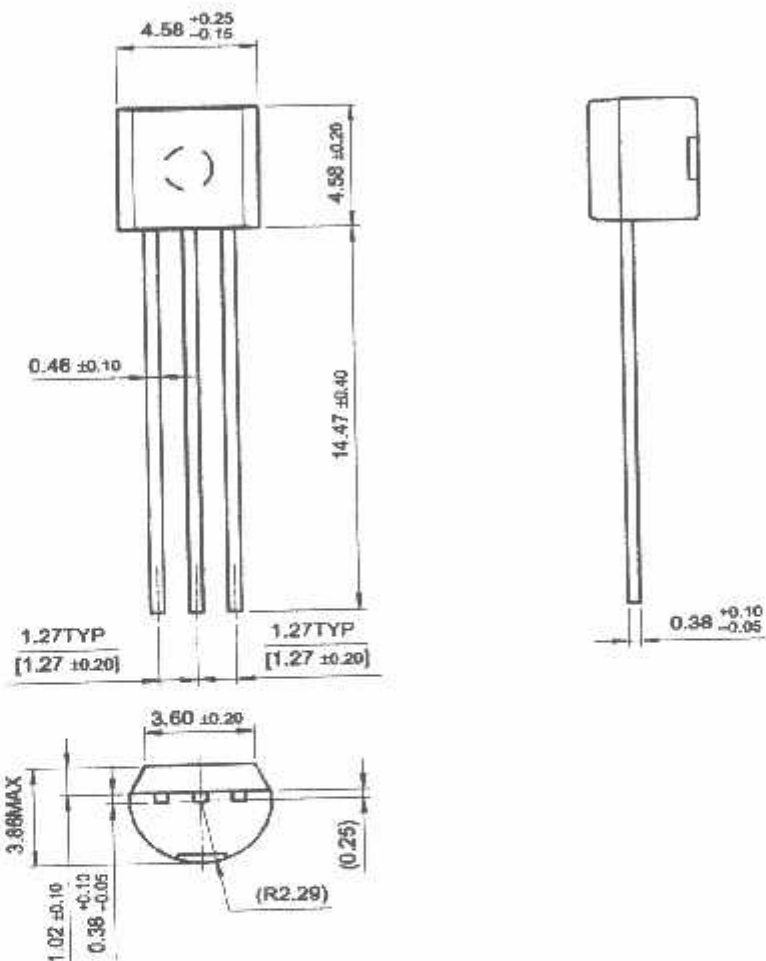


Figure 6. Current Gain Bandwidth Product

Package Dimensions

TO-92



Dimensions in Millimeters

BC546/547/548/549/550

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	FACT™	ImpliedDisconnect™	PACMAN™	SPM™
ActiveArray™	FACT Quiet series™	ISOPLANAR™	POP™	Stealth™
Bottomless™	FAST®	LittleFET™	Power247™	SuperSOT™-3
CoolFET™	FASTr™	MicroFET™	PowerTrench®	SuperSOT™-6
CROSSVOLT™	FRFET™	MicroPak™	QFET™	SuperSOT™-8
DOVE™	GlobalOptoisolator™	MICROWIRE™	QS™	SyncFET™
EcoSPARK™	GTO™	MSX™	QT Optoelectronics™	TinyLogic™
E ² CMOS™	HiSeC™	MSXPro™	Quiet Series™	TruTranslation™
EnSigna™	I ² C™	OCX™	RapidConfigure™	UHC™
Across the board. Around the world.™		OCXPro™	RapidConnect™	UltraFET®
The Power Franchise™		OPTOLOGIC®	SILENT SWITCHER®	VCX™
Programmable Active Droop™		OPTOPLANAR™	SMART START™	

DISCLAIMER

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

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

1N/FDLL 914/A/B / 916/A/B / 4148 / 4448



DO-35

Cathode is denoted with a black band



LL-34

THE PLACEMENT OF THE EXPANSION GAP HAS NO RELATIONSHIP TO THE LOCATION OF THE CATHODE TERMINAL

LL-34 COLOR BAND MARKING		
DEVICE	1ST BAND	2ND BAND
FDLL914	BLACK	BROWN
FDLL914A	BLACK	GRAY
FDLL914B	BROWN	BLACK
FDLL916	BLACK	RED
FDLL916A	BLACK	WHITE
FDLL916B	BROWN	BROWN
FDLL4148	BLACK	BROWN
FDLL4448	BROWN	BLACK

-1st band denotes cathode terminal and has wider width

Small Signal Diode

Absolute Maximum Ratings * $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{RRM}	Maximum Repetitive Reverse Voltage	100	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current	200	mA
I_{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current		A
	Pulse Width = 1.0 second	1.0	A
	Pulse Width = 1.0 microsecond	4.0	A
T_{STG}	Storage Temperature Range	-85 to +200	$^\circ\text{C}$
T_J	Operating Junction Temperature	175	$^\circ\text{C}$

* These ratings are limiting values above which the serviceability of the diode may be impaired.

NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 200 degrees C
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Max.	Units
		1N/FDLL 914/A/B / 4148 / 4448	
P_D	Power Dissipation	500	mW
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	300	$^\circ\text{C/W}$

1N/FDLL 914/A/B / 916/A/B / 4148 / 4448

Electrical Characteristics $T_A=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Max.	Units
V_R	Breakdown Voltage	$I_R = 100\mu\text{A}$	100		V
		$I_R = 5.0\mu\text{A}$	75		V
V_F	Forward Voltage	1N914B/4448 $I_F = 5.0\text{mA}$	620	720	mV
		1N916B $I_F = 5.0\text{mA}$	630	730	mV
		1N914/916/4148 $I_F = 10\text{mA}$		1.0	V
		1N914A/916A $I_F = 20\text{mA}$		1.0	V
		1N916B $I_F = 20\text{mA}$		1.0	V
		1N914B/4448 $I_F = 100\text{mA}$		1.0	V
I_R	Reverse Leakage	$V_R = 20\text{V}$		25	nA
		$V_R = 20\text{V}, T_A = 150^\circ\text{C}$		50	μA
		$V_R = 75\text{V}$		5.0	μA
C_T	Total Capacitance	1N916A/B/4448 $V_R = 0, f = 1.0\text{MHz}$		2.0	pF
		1N914A/B/4148 $V_R = 0, f = 1.0\text{MHz}$		4.0	pF
t_{rr}	Reverse Recovery Time	$I_F = 10\text{mA}, V_R = 6.0\text{V} (600\text{mA})$ $I_{rr} = 1.0\text{mA}, R_L = 100\Omega$		4.0	ns

Typical Characteristics

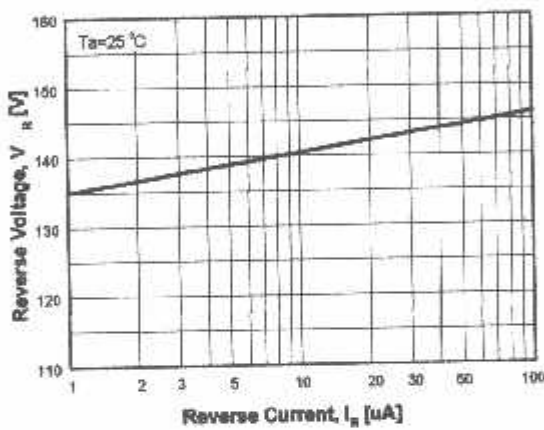


Figure 1. Reverse Voltage vs Reverse Current
BV - 1.0 to 100 μA

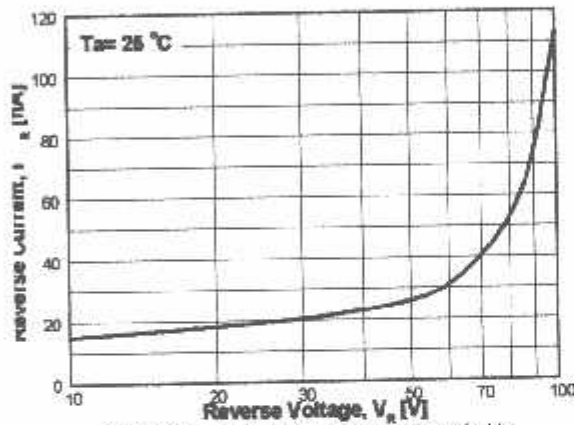


Figure 2. Reverse Current vs Reverse Voltage
IR - 10 to 100V
GENERAL RULE: The Reverse Current of a diode will approximately double for every ten (10) Degree C increase in Temperature

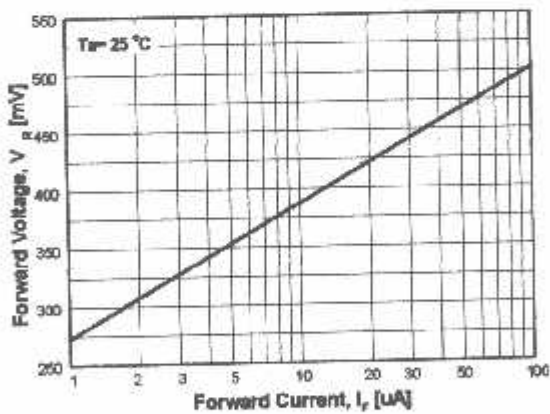


Figure 3. Forward Voltage vs Forward Current
VF - 1 to 100 μA

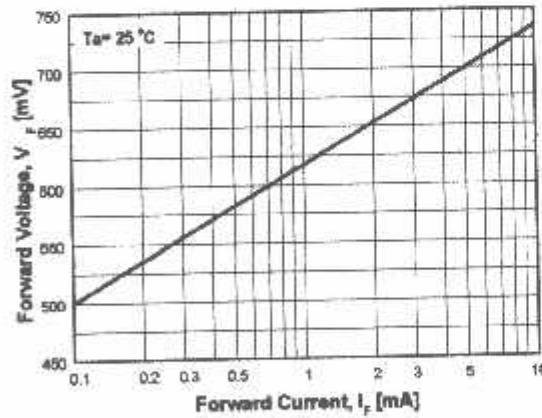


Figure 4. Forward Voltage vs Forward Current
VF - 0.1 to 10mA

Typical Characteristics (Continued)

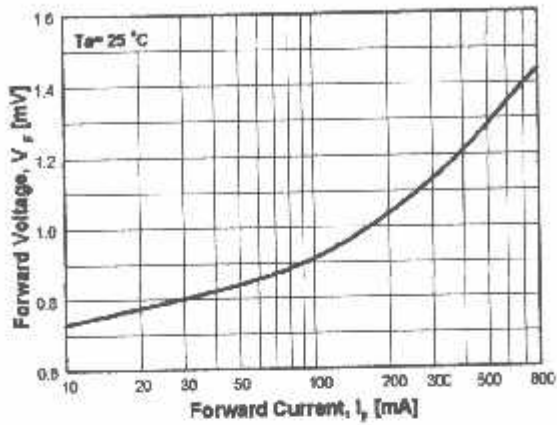


Figure 5. Forward Voltage vs Forward Current
VF - 10 to 800mA

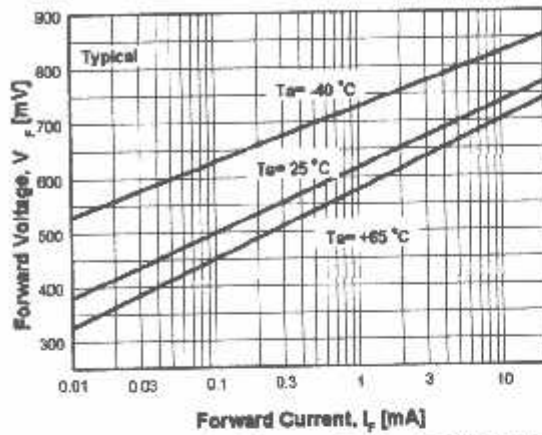


Figure 6. Forward Voltage vs Ambient Temperature
VF - 0.01 - 20 mA (-40 to +65°C)

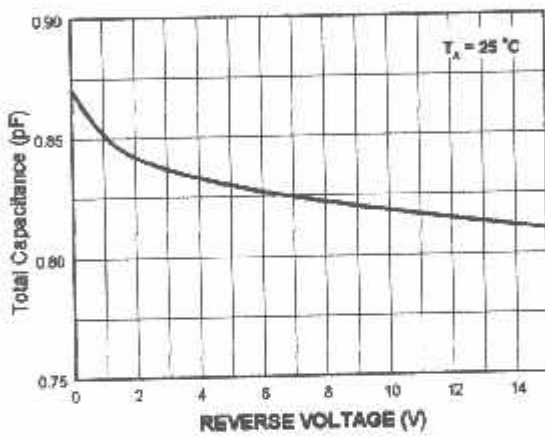


Figure 7. Total Capacitance

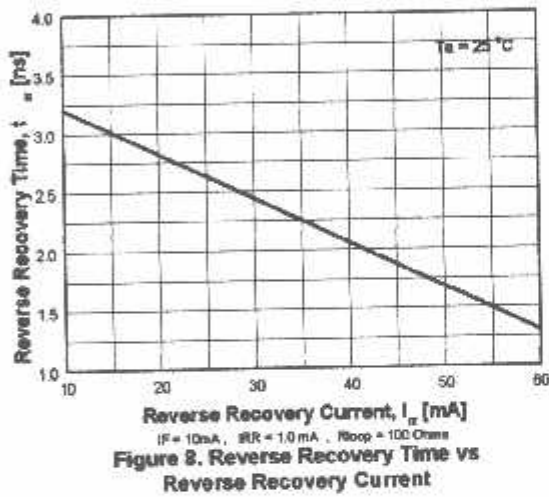


Figure 8. Reverse Recovery Time vs Reverse Recovery Current

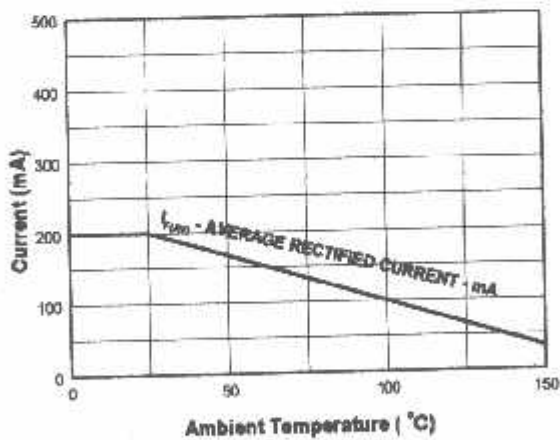


Figure 9. Average Rectified Current ($I_{F(AV)}$) vs Ambient Temperature (T_A)

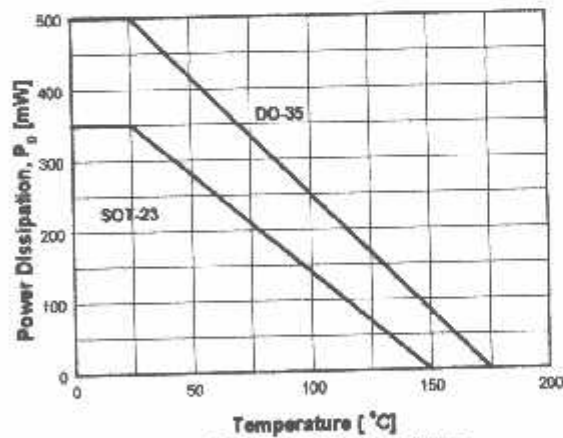


Figure 10. Power Derating Curve

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACE [™]	FACT Quiet Series [™]	OCX [™]	SILENT SWITCHER [®]	UniFET [™]
ActiveArray [™]	GlobalOptoisolator [™]	OCXPro [™]	SMART START [™]	UltraFET [®]
Bottomless [™]	GTO [™]	OPTOLOGIC [®]	SPM [™]	VCX [™]
Build it Now [™]	HiSeC [™]	OPTOPLANAR [™]	Stealth [™]	Wire [™]
CoolFET [™]	I ² C [™]	PACMAN [™]	SuperFET [™]	
CROSSVOLT [™]	I-LD [™]	POP [™]	SuperSOT [™] -3	
DOME [™]	ImpiledDisconnect [™]	Power247 [™]	SuperSOT [™] -6	
EcoSPARK [™]	IntelliMAX [™]	PowerEdge [™]	SuperSOT [™] -8	
E ² CMOS [™]	ISOPLANAR [™]	PowerSaver [™]	SyncFET [™]	
EnSigna [™]	LittleFET [™]	PowerTrench [®]	TCM [™]	
FACT [™]	MICROCOUPLER [™]	QFET [®]	TinyBoost [™]	
FAST [®]	MicroFET [™]	QS [™]	TinyBuck [™]	
FAST _r [™]	MicroPak [™]	QT Optoelectronics [™]	TinyPWM [™]	
FPS [™]	MICROWIRE [™]	Quiet Series [™]	TinyPower [™]	
FRFET [™]	MSX [™]	RapidConfigure [™]	TinyLogic [®]	
	MSXPro [™]	RapidConnect [™]	TINYOPTO [™]	
		μSerDes [™]	TruTranslation [™]	
		ScalarPump [™]	UHC [™]	
Across the board. Around the world.™				
The Power Franchise [®]				
Programmable Active Droop [™]				

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION, OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS. THESE SPECIFICATIONS DO NOT EXPAND THE TERMS OF FAIRCHILD'S WORLDWIDE TERMS AND CONDITIONS, SPECIFICALLY THE WARRANTY THEREIN, WHICH COVERS THESE PRODUCTS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

CD4049UBC • CD4050BC Hex Inverting Buffer • Hex Non-Inverting Buffer

General Description

The CD4049UBC and CD4050BC hex buffers are monolithic complementary MOS (CMOS) integrated circuits constructed with N- and P-channel enhancement mode transistors. These devices feature logic level conversion using only one supply voltage (V_{DD}). The input signal high level (V_{IH}) can exceed the V_{DD} supply voltage when these devices are used for logic level conversions. These devices are intended for use as hex buffers, CMOS to DTL/TTL converters, or as CMOS current drivers, and at $V_{DD} = 5.0V$, they can drive directly two DTL/TTL loads over the full operating temperature range.

Features

- Wide supply voltage range: 3.0V to 15V
- Direct drive to 2 TTL loads at 5.0V over full temperature range
- High source and sink current capability
- Special input protection permits input voltages greater than V_{DD}

Applications

- CMOS hex inverter/buffer
- CMOS to DTL/TTL hex converter
- CMOS current "sink" or "source" driver
- CMOS HIGH-to-LOW logic level converter

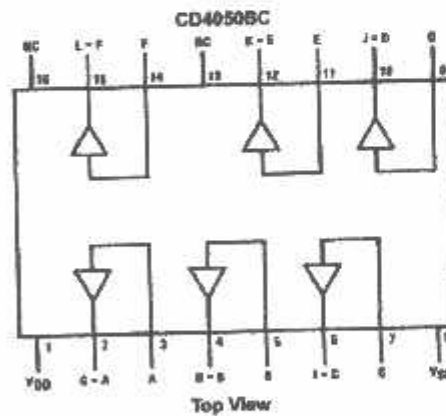
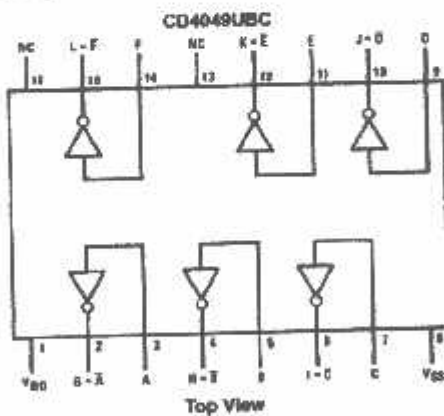
Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
CD4049UBCM	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
CD4049UBCN	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
CD4050BCM	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
CD4050BCN	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

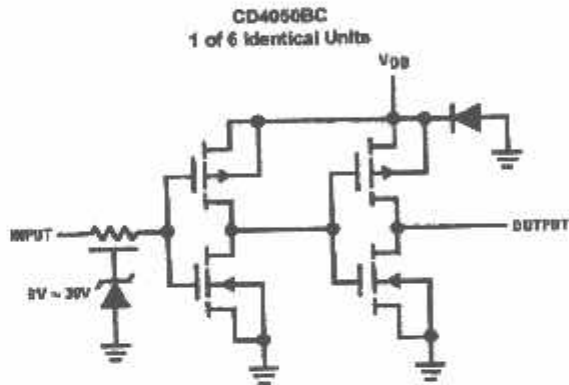
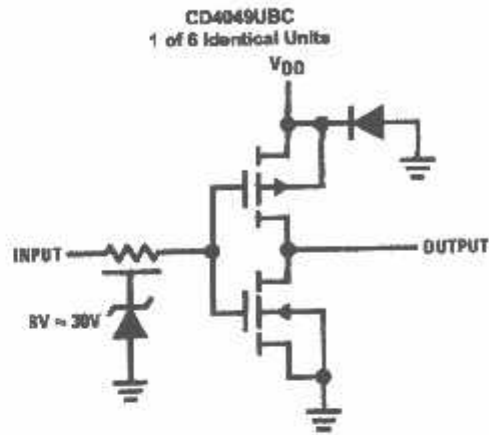
Connection Diagrams

Pin Assignments for DIP



CD4049UBC • CD4050BC Hex Inverting Buffer • Hex Non-Inverting Buffer

Schematic Diagrams



Absolute Maximum Ratings (Note 1)

(Note 2)

Supply Voltage (V_{DD})	-0.5V to +18V
Input Voltage (V_{IN})	-0.5V to +18V
Voltage at Any Output Pin (V_{OUT})	-0.5V to $V_{DD} + 0.5V$
Storage Temperature Range (T_S)	-65°C to +150°C
Power Dissipation (P_D)	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
Lead Temperature (T_L)	
(Soldering, 10 seconds)	260°C

Recommended Operating Conditions (Note 2)

Supply Voltage (V_{DD})	3V to 15V
Input Voltage (V_{IN})	0V to 15V
Voltage at Any Output Pin (V_{OUT})	0 to V_{DD}
Operating Temperature Range (T_A)	
CD4049UBC, CD4050BC	-55°C to +125°C

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed; they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

Note 2: $V_{SS} = 0V$ unless otherwise specified.

DC Electrical Characteristics (Note 3)

Symbol	Parameter	Conditions	-55°C		+25°C			+125°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	$V_{DD} = 5V$ $V_{DD} = 10V$ $V_{DD} = 15V$		1.0 2.0 4.0		0.01 0.01 0.03	1.0 2.0 4.0		30 60 120	μA
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{IH} = V_{DD}, V_L = 0V$, $ I_{OL} < 1 \mu A$ $V_{DD} = 5V$ $V_{DD} = 10V$ $V_{DD} = 15V$		0.05 0.05 0.05		0 0 0	0.05 0.05 0.05		0.05 0.05 0.05	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{IH} = V_{DD}, V_L = 0V$, $ I_{OH} < 1 \mu A$ $V_{DD} = 5V$ $V_{DD} = 10V$ $V_{DD} = 15V$	4.95 9.95 14.95		4.95 9.95 14.95	5 10 15		4.95 9.95 14.95		V
V_L	LOW Level Input Voltage (CD4050BC Only)	$ I_{OL} < 1 \mu A$ $V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$ $V_{DD} = 10V, V_O = 1V$ $V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$		1.5 3.0 4.0		2.25 4.5 6.75	1.5 3.0 4.0		1.5 3.0 4.0	V
V_L	LOW Level Input Voltage (CD4049UBC Only)	$ I_{OL} < 1 \mu A$ $V_{DD} = 5V, V_O = 4.5V$ $V_{DD} = 10V, V_O = 9V$ $V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$		1.0 2.0 3.0		1.5 2.5 3.5	1.0 2.0 3.0		1.0 2.0 3.0	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage (CD4050BC Only)	$ I_{OH} < 1 \mu A$ $V_{DD} = 5V, V_O = 4.5V$ $V_{DD} = 10V, V_O = 9V$ $V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	3.5 7.0 11.0		3.5 7.0 11.0	2.75 5.5 8.25		3.5 7.0 11.0		V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage (CD4049UBC Only)	$ I_{OH} < 1 \mu A$ $V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$ $V_{DD} = 10V, V_O = 1V$ $V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	4.0 8.0 12.0		4.0 8.0 12.0	3.5 7.5 11.5		4.0 8.0 12.0		V
I_{OL}	LOW Level Output Current (Note 4)	$V_{IH} = V_{DD}, V_L = 0V$ $V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V$ $V_{DD} = 10V, V_O = 0.6V$ $V_{DD} = 15V, V_O = 1.0V$	5.5 12 35		4.6 9.8 29	5 12 40		3.2 8.8 20		mA
I_{OH}	HIGH Level Output Current (Note 4)	$V_{IH} = V_{DD}, V_L = 0V$ $V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V$ $V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V$ $V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	-1.3 -2.6 -8.0		-1.1 -2.2 -7.2	-1.6 -3.6 -12		-0.72 -1.5 -5		mA
I_{IN}	Input Current	$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V$ $V_{DD} = 15V, V_{IN} = 15V$		-0.1 0.1		-10^{-5} 10^{-5}	-0.1 0.1		-1.0 1.0	μA

Note 3: $V_{SS} = 0V$ unless otherwise specified.

DC Electrical Characteristics (Continued)

Note 4: These are peak output current capabilities. Continuous output current is rated at 12 mA maximum. The output current should not be allowed to exceed this value for extended periods of time. I_{OL} and I_{OH} are tested one output at a time.

AC Electrical Characteristics (Note 5)

CD4049UBC

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_L = 50\text{ pF}$, $R_L = 200\text{ k}\Omega$, $t_p = t_r = 20\text{ ns}$, unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level	$V_{DD} = 5\text{V}$		30	85	ns
		$V_{DD} = 10\text{V}$		20	40	
		$V_{DD} = 15\text{V}$		15	30	
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level	$V_{DD} = 5\text{V}$		45	85	ns
		$V_{DD} = 10\text{V}$		25	45	
		$V_{DD} = 15\text{V}$		20	35	
t_{THL}	Transition Time HIGH-to-LOW Level	$V_{DD} = 5\text{V}$		30	60	ns
		$V_{DD} = 10\text{V}$		20	40	
		$V_{DD} = 15\text{V}$		15	30	
t_{TLH}	Transition Time LOW-to-HIGH Level	$V_{DD} = 5\text{V}$		60	120	ns
		$V_{DD} = 10\text{V}$		30	55	
		$V_{DD} = 15\text{V}$		25	45	
C_{IN}	Input Capacitance	Any Input		15	22.5	pF

Note 5: AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

AC Electrical Characteristics (Note 6)

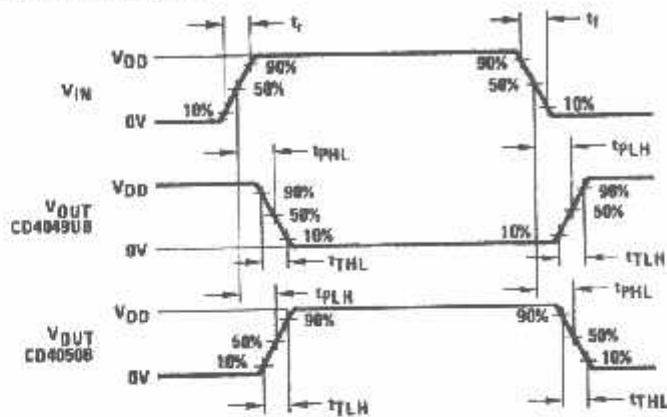
CD4050BC

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_L = 50\text{ pF}$, $R_L = 200\text{ k}\Omega$, $t_p = t_r = 20\text{ ns}$, unless otherwise specified

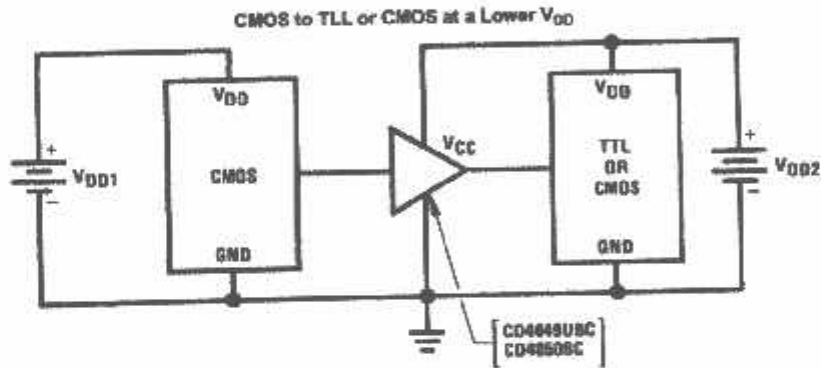
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level	$V_{DD} = 5\text{V}$		60	110	ns
		$V_{DD} = 10\text{V}$		25	55	
		$V_{DD} = 15\text{V}$		20	30	
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level	$V_{DD} = 5\text{V}$		60	120	ns
		$V_{DD} = 10\text{V}$		30	55	
		$V_{DD} = 15\text{V}$		25	45	
t_{THL}	Transition Time HIGH-to-LOW Level	$V_{DD} = 5\text{V}$		30	60	ns
		$V_{DD} = 10\text{V}$		20	40	
		$V_{DD} = 15\text{V}$		15	30	
t_{TLH}	Transition Time LOW-to-HIGH Level	$V_{DD} = 5\text{V}$		60	120	ns
		$V_{DD} = 10\text{V}$		30	55	
		$V_{DD} = 15\text{V}$		25	45	
C_{IN}	Input Capacitance	Any Input		5	7.5	pF

Note 6: AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

Switching Time Waveforms



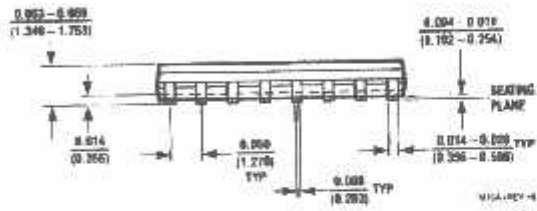
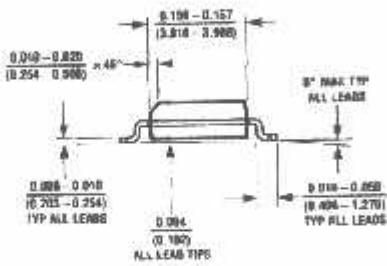
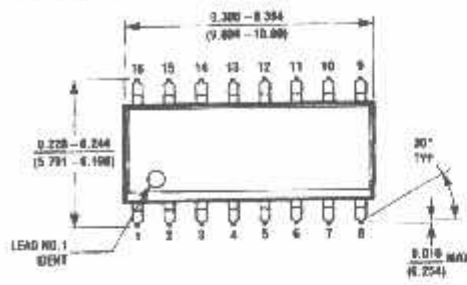
Typical Applications



$V_{DD1} \geq V_{DD2}$

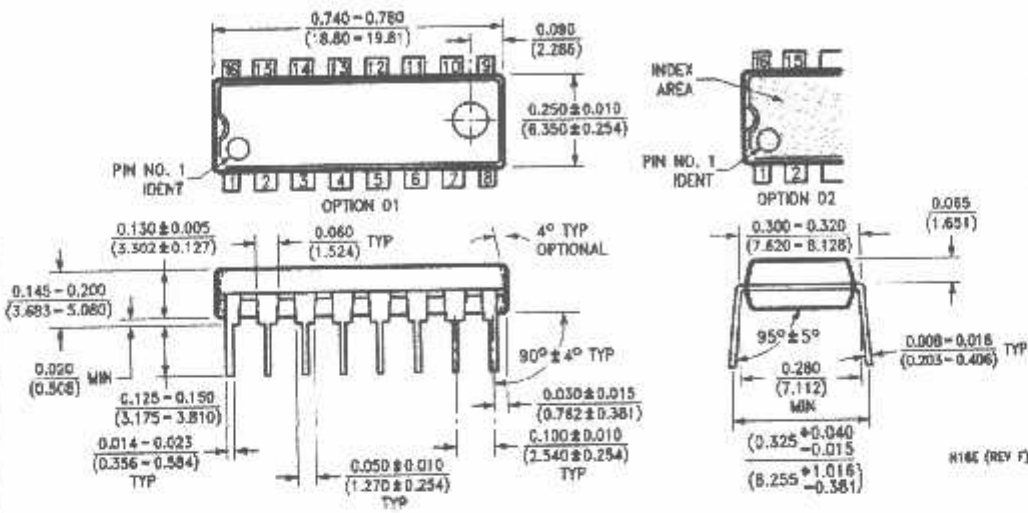
In the case of the CD4049UBC the output drive capability increases with increasing input voltage.
 E.g., if $V_{DD1} = 10V$ the CD4049UBC could drive 4 TTL loads.

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



**16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
Package Number M16A**

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
Package Number N16E

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

LIFE SUPPORT POLICY

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

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

www.fairchildsemi.com

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 16K Bytes of Reprogrammable Flash Memory
- Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 3.0V Operating Range
- Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Write Protect Program Memory Lock
- 16K-Byte Internal RAM
- 15 Programmable I/O Lines
- 2 16-Bit Timer/Counters
- 5 Interrupt Sources
- Programmable Serial UART Channel
- 2 LED Drive Outputs
- 1 Precision Analog Comparator
- 2 Power Idle and Power Down Modes

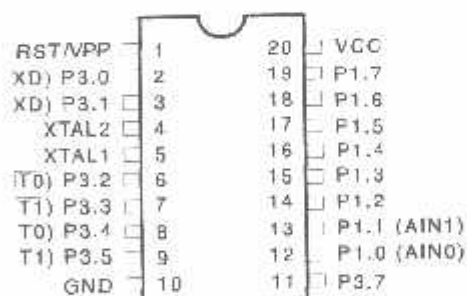
Description

The AT89C2051 is a low-voltage, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 16K Bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The AT89C2051 is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set. By combining the 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C2051 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to embedded control applications.

The AT89C2051 provides the following standard features: 2K Bytes of Flash, 128 Bytes of RAM, 15 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt structure, a full duplex serial port, a precision analog comparator, on-chip oscillator and logic circuitry. In addition, the AT89C2051 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 registers but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next reset.

Pin Configuration

PDIP/SOIC



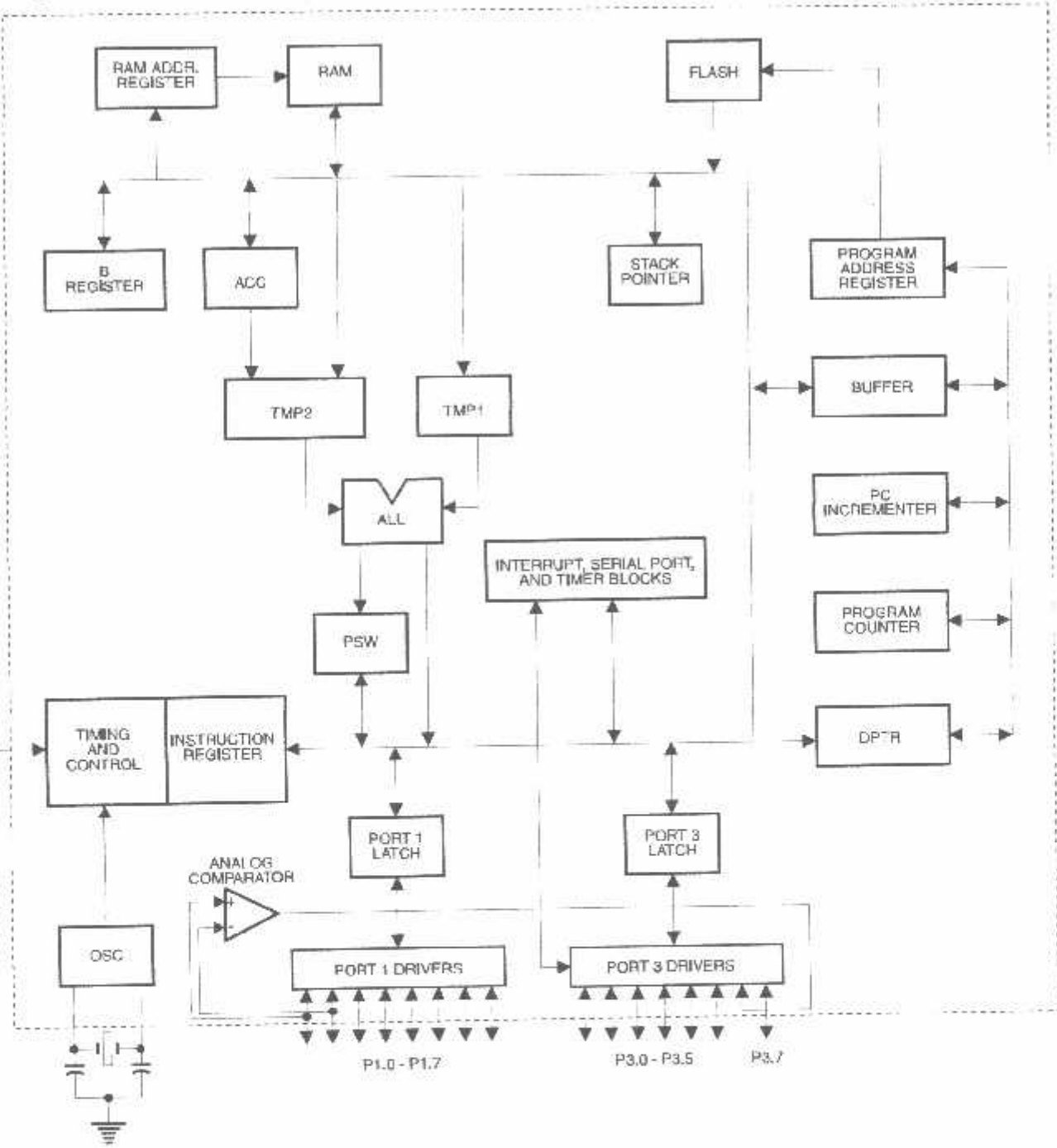
8-Bit Microcontroller with 2K Bytes Flash

AT89C2051

0368D-B-12/97



Diagram



Description

Voltage:

an 8-bit bidirectional I/O port. Port pins P1.2 to P1.7 have internal pullups. P1.0 and P1.1 require external pullups. P1.0 and P1.1 also serve as the positive input and the negative input (AIN1), respectively, of the precision analog comparator. The Port 1 output buffers can sink 20 mA and can drive LED displays directly. When 1s are written to Port 1 pins, they can be used as outputs. When pins P1.2 to P1.7 are used as inputs and are not pulled low, they will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 receives code data during Flash programming and verification.

Ports P3.0 to P3.5, P3.7 are seven bidirectional I/O pins with internal pullups. P3.6 is hard-wired as an input to the on-chip comparator and is not accessible as a general purpose I/O pin. The Port 3 output buffers can sink 20 mA. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled up by the internal pullups and can be used as outputs. Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 4 serves the functions of various special features of the AT89C2051 as listed below:

Alternate Functions
RXD (serial input port)
TXD (serial output port)
$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
T0 (timer 0 external input)
T1 (timer 1 external input)

Port 5 receives some control signals for Flash programming and verification.

Reset. All I/O pins are reset to 1s as soon as RST pin is held high. Holding the RST pin high for two machine cycles after the oscillator is running resets the device.

One machine cycle takes 12 oscillator or clock cycles.

XTAL1 is the inverting oscillator amplifier and input to the on-chip operating circuit.

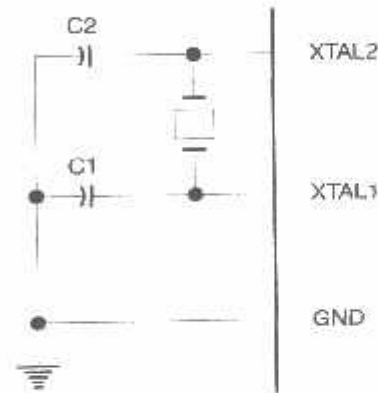
XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

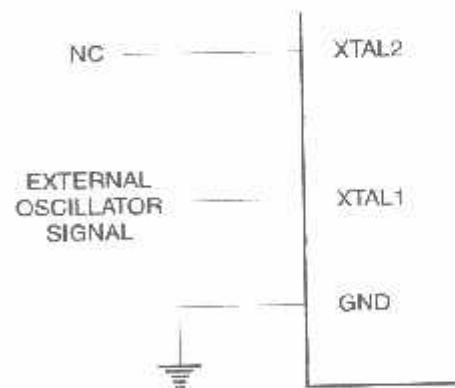
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected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

Figure 1. Oscillator Connections



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

Figure 2. External Clock Drive Configuration





Special Function Registers

The on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in the table below.

Not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Accesses to these addresses will in general return data, and write accesses will have an indeterminate result.

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.

AT89C2051 SFR Map and Reset Values

								0FFH
B 00000000								0F7H
								0EFH
ACC 00000000								0E7H
								0DFH
PSW 00000000								0D7H
								0CFH
								0C7H
IP XXX00000								0BFH
P3 11111111								0B7H
IE 0XX00000								0AFH
								0A7H
SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX							9FH
P1 11111111								97H
TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000			8FH
	SP 00001111	DPL 00000000	DPH 00000000				PCON 0XXX0000	87H

AT89C2051

Restrictions on Certain Instructions

The AT89C2051 is an economical and cost-effective member of Atmel's growing family of microcontrollers. It has 2K bytes of flash program memory. It is fully compatible with the MCS-51 architecture, and can be programmed using the MCS-51 instruction set. However, there are a few considerations one must keep in mind when writing instructions to program this device.

Instructions related to jumping or branching should be coded such that the destination address falls within the available program memory space of the device, which is 2K for the AT89C2051. This should be the responsibility of the programmer. For example, LJMP 7E0H would be a valid instruction for the AT89C2051 (with 2K of memory), whereas LJMP 900H would not.

Jumping Instructions:

LJMP, ACALL, AJMP, SJMP, JMP @A+DPTR

Unconditional branching instructions will execute as long as the programmer keeps in mind that the destination branching address must fall within the physical boundaries of the program memory size (locations 00H to 0FFFH for the AT89C2051). Violating the physical space limits will result in unknown program behavior.

Conditional branching instructions (DJNZ [...], JB, JNB, JC, JNC, JBC, JZ, JNZ) follow the same rule as unconditional branching instructions. Again, violating the memory boundaries will result in erratic execution.

Instructions involving interrupts must have their normal interrupt routine address locations of the 80C51 family architecture preserved.

MOVX-related Instructions, Data Memory:

The AT89C2051 contains 128 bytes of internal data memory. In the AT89C2051 the stack depth is limited to 128 bytes, the amount of available RAM. External DATA memory access is not supported in this device, nor is external RAM memory execution. Therefore, no MOVX instructions should be included in the program.

The 80C51 assembler will still assemble instructions, even if they are written in violation of the restrictions mentioned above. It is the responsibility of the controller user to be aware of physical features and limitations of the device and adjust the instructions used correspondingly.

Program Memory Lock Bits

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

Lock Bit Protection Modes⁽¹⁾

Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	
1	U	U	No program lock features.
2	P	U	Further programming of the Flash is disabled.
3	P	P	Same as mode 2, also verify is disabled.

Note: 1. The Lock Bits can only be erased with the Chip Erase operation.

Idle Mode

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

P1.0 and P1.1 should be set to '0' if no external pullups are used, or set to '1' if external pullups are used.

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

Power Down Mode

In the power down mode the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

P1.0 and P1.1 should be set to '0' if no external pullups are used, or set to '1' if external pullups are used.



Programming The Flash

The AT89C2051 is shipped with the 2K bytes of on-chip code memory array in the erased state (i.e., $\overline{\text{CONFH}}$) and ready to be programmed. The code memory is programmed one byte at a time. *Once the array is programmed, to re-program any non-blank byte, the memory array needs to be erased electrically.*

Address Counter: The AT89C2051 contains an internal PEROM address counter which is always reset to the rising edge of RST and is advanced by applying a positive going pulse to pin XTAL1.

Programming Algorithm: To program the AT89C2051, the following sequence is recommended.

Power-up sequence:

1. Apply power between V_{CC} and GND pins
2. Pull RST and XTAL1 to GND

3. Pull RST to 'H'

4. Pull P3.2 to 'H'

5. Apply the appropriate combination of 'H' or 'L' logic

to pins P3.3, P3.4, P3.5, P3.7 to select one of the programming operations shown in the PEROM Programming Modes table.

6. Program and Verify the Array:

7. Read the data for Code byte at location 000H to P1.0 to

8. Pull RST to 12V to enable programming.

9. Pull P3.2 once to program a byte in the PEROM array and lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes 1.2 ms.

10. Verify the programmed data, lower RST from 12V to 'L' level and set pins P3.3 to P3.7 to the appropriate combination. Output data can be read at the port P1 pins.

11. Program a byte at the next address location, pulse pin P3.2 once to advance the internal address counter. Read the new data to the port P1 pins.

12. Repeat steps 5 through 8, changing data and advancing the address counter for the entire 2K bytes array or until the end of the object file is reached.

13. Power-off sequence:

14. Pull XTAL1 to 'L'

15. Pull RST to 'L'

16. Turn V_{CC} power off

Data Polling: The AT89C2051 features Data Polling to the end of a write cycle. During a write cycle, an attempt to read the last byte written will result in the completion of the written data on P1.7. Once the write cycle is completed, true data is valid on all outputs, and programming may begin. Data Polling may begin any time after a cycle has been initiated.

Ready/Busy: The Progress of byte programming can also be monitored by the RDY/ $\overline{\text{BSY}}$ output signal. Pin P3.1 is pulled low after P3.2 goes High during programming to indicate BUSY. P3.1 is pulled High again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed code data can be read back via the data lines for verification:

1. Reset the internal address counter to 000H by bringing RST from 'L' to 'H'.
2. Apply the appropriate control signals for Read Code data and read the output data at the port P1 pins.
3. Pulse pin XTAL1 once to advance the internal address counter.
4. Read the next code data byte at the port P1 pins.
5. Repeat steps 3 and 4 until the entire array is read.

The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire PEROM array (2K bytes) and the two Lock Bits are erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding P3.2 low for 10 ms. The code array is written with all "1"s in the Chip Erase operation and must be executed before any non-blank memory byte can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 001H, and 002H, except that P3.5 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel

(001H) = 21H indicates 89C2051

Programming Interface

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

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

Programming Modes

		RST/VPP	P3.2/ $\overline{\text{PROG}}$	P3.3	P3.4	P3.5	P3.7
Pgm Data ⁽¹⁾⁽³⁾		12V		L	H	H	H
Pgm Data ⁽¹⁾		H	H	L	L	H	H
ck	Bit - 1	12V		H	H	H	H
	Bit - 2	12V		H	H	L	L
Erase		12V		H	L	L	L
Signature Byte		H	H	L	L	L	L

1. The internal PEROM address counter is reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by a positive pulse at XTAL 1 pin.
2. Chip Erase requires a 10-ms $\overline{\text{PROG}}$ pulse.
3. P3.1 is pulled Low during programming to indicate RDY/ $\overline{\text{BSY}}$.

Programming the Flash Memory

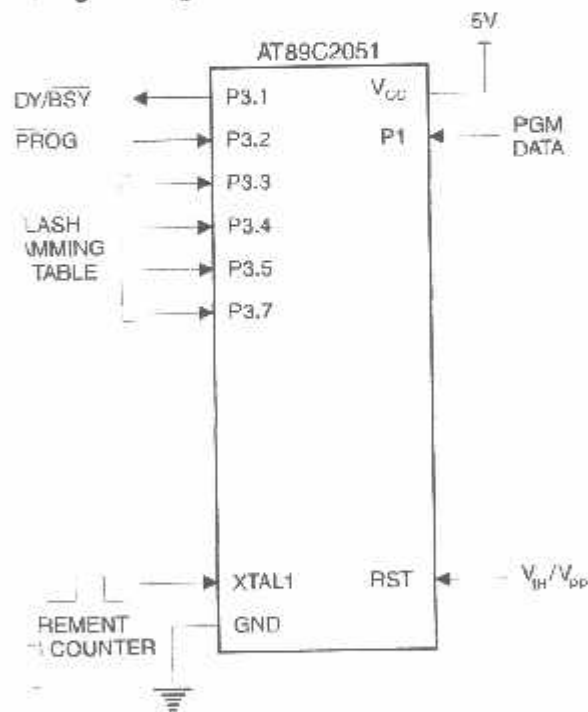
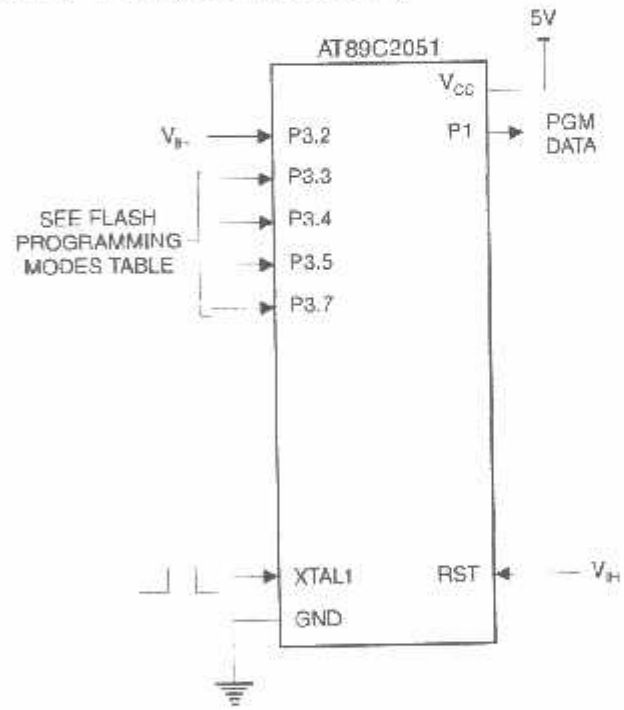


Figure 4. Verifying the Flash Memory





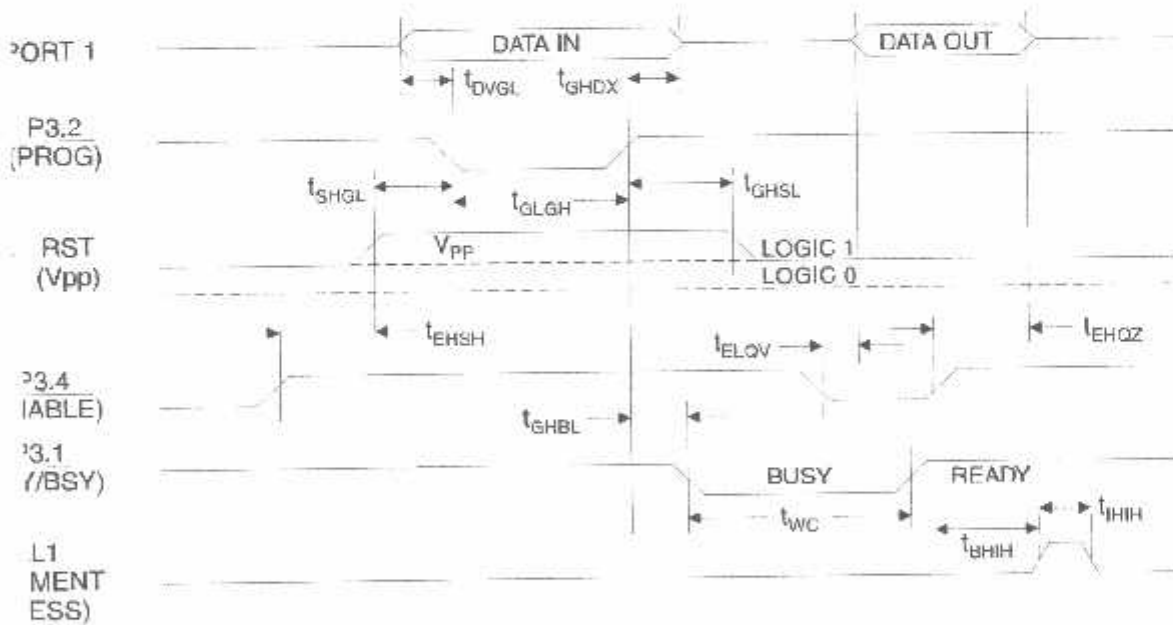
Programming and Verification Characteristics

70°C, $V_{CC} = 5.0 \pm 10\%$

Parameter	Min	Max	Units
Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
Programming Enable Current		250	μA
Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	1.0		μs
Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	1.0		μs
P3.4 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V_{PP}	1.0		μs
V_{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
V_{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		1.0	μs
Data Float After $\overline{\text{ENABLE}}$	0	1.0	μs
$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		50	ns
Byte Write Cycle Time		2.0	ms
$\text{RDY}/\overline{\text{BSY}}$ to Increment Clock Delay	1.0		μs
Increment Clock High	200		ns

Only used in 12-volt programming mode.

Programming and Verification Waveforms



AT89C2051