

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT  
CHATting MENGGUNAKAN *WALKY TALKY*  
BERBASIS *MICROCONTROLLER AT89S51***

**SKRIPSI**



**Disusun oleh :**

**TEDDY**

**01.17.147**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-I**

**KOSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

**2009**



**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT  
CHATting MENGGUNAKAN WALKY TALKY  
BERBASIS MICROCONTROLLER AT89S51**

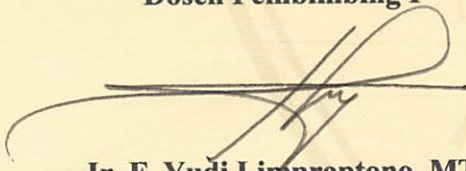
*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*

**Disusun Oleh :**

**TEDDY  
01.17.147**

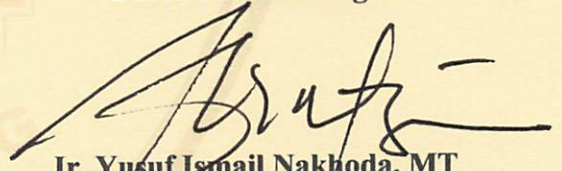
**Diperiksa dan Disetujui**

**Dosen Pembimbing I**



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

**Dosen Pembimbing II**



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



**Mengetahui**

**Jurusan Teknik Elektro S-1**

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

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**MARET 2009**



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Teddy  
NIM : 01.17.147  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Judul Skripsi : **Perancangan dan Pembuatan Alat *Chatting* Menggunakan *Walky Talky* Berbasis *Microcontroller* AT89S51**

Dipertahankan di hadapan majelis penguji Skripsi jenjang Strata satu ( S-1 ) pada :

Hari : Rabu  
Tanggal : 18 Maret 2009  
Dengan Nilai : **B+ / ( 74,2 )**

**Ketua Majelis Penguji**

**Ir. Sidik Noertjahjono, MT.**  
NIP.Y 1028700163

**Sekretaris Majelis Penguji**

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

**Penguji I**

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
NIP.P. 1030100358

**Penguji II**

**Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT**  
NIP.P. 103000035



## LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1), yang diselenggarakan pada:

Hari : Rabu  
Tanggal : 18 Maret 2009

Telah dilakukan perbaikan oleh:

Nama : Teddy  
NIM : 01.17.147  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Judul Skripsi : "Perancangan dan Pembuatan Alat Chatting Menggunakan Walky Talky Berbasis *Microcontroller* AT89S51"

Perbaikan meliputi:

Tanggal	Uraian	Paraf
Penguji I 18 Maret 2009	Revisi total tata penulisan	
Penguji I 18 Maret 2009	Revisi Tabel	
Penguji II 18 Maret 2009	Revisi Total penulisan	
Penguji II 18 Maret 2009	Revisi Kesimpulan Bab V	

Diperiksa dan Disetujui,

Penguji I

M. Ibrahim Ashari, ST, MT  
NIP.P. 1030100358

Penguji II

Irmalia Suryani Faradisá, ST, MT  
NIP.P. 103000035

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

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

## ABSTRAK

# PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT *CHATting* MENGUNAKAN *WALKY TALKY* BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51

Teddy  
01.17.147

Jurusan Teknik Elektro S1 – Institut Teknologi Nasional Malang  
Jln. Raya Karanglo Km 2 Malang

Dosen Pembimbing : Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT

**Kata Kunci** : *Mikrokontroler AT89S51, XR2206, LM567, Walkie talkie, LCD*

Dengan berkembangnya telekomunikasi di Indonesia yang pesat saat ini disertai dengan banyaknya pengguna jasa telekomunikasi di Indonesia, maka hampir setiap orang membutuhkan yang namanya komunikasi, entah sekedar ngobrol biasa sampai ke bisnis.

Oleh karena itu diperlukan alat komunikasi yang tidak menggunakan biaya, sehingga bisa banyak membantu masyarakat untuk berkomunikasi secara murah. Menggunakan sistem yang berbasis mikrokontroler, agar bekerja secara otomatis. Menggunakan mikrokontroler keluaran Atmel AT89S51. Menggunakan *Keyboard* sebagai *input device*, dan *LCD* sebagai *output device*, *Modulator XR2206* dan *Demodulator LM567*. Desain cara kerja sistem adalah sebagai berikut: pada *keyboard* Modul ke-1 (pengirim) diketikkan karakter, lalu karakter diprosesnya menjadi data logic lalu diproses menjadi data suara, yang kemudian dikirim secara wireless menggunakan *walkie talkie*. Data suara diterima oleh modul ke-2 (penerima) melalui *walkie talkie*, diproses menjadi data *logic* yang kemudian ditampilkan pada *LCD*.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Perancangan dan Pembuatan Alat *Chatting* Menggunakan *Walky Talky* Berbasis Mikrokontroler AT89S51”** ini dengan lancar. Skripsi ini merupakan persyaratan kelulusan Studi di Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang dan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

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

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
4. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Kedua orang tuaku, dan adikku yang telah memberikan dukungan Secara moral dan materi.
7. Semua teman yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

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

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

Malang, Maret 2009

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAKSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Batasan Masalah .....	2
1.5. Metodologi .....	2
1.6. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1. Mikrokontroler AT89S51.....	4
2.1.1. Umum .....	4
2.1.2. Perangkat Keras Mikrokontroler AT89S51 .....	5
2.1.3. Arsitektur Mikrokontroler AT89S51 .....	6
2.1.4. Konfigurasi Pin –Pin Mikrokontroler AT89S51 .....	7
2.1.5. Organisasi Memori .....	9



2.1.6.	SFR ( <i>Special Function Register</i> ).....	11
2.1.7.	Metode Pengalamatan.....	16
2.2.	Rangkaian <i>LCD</i> .....	17
2.2.1.	Sinyal Interface M1632 .....	18
2.2.2.	Interface ke MCS-51 .....	19
2.2.3.	Mengatur Tampilan M1632 .....	23
2.3.	<i>Keyboard</i> .....	27
2.4.	<i>Walky Talky</i> .....	32
2.5.	XR 2206 .....	34
2.6.	LM 567.....	35
<b>BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT .....</b>		<b>37</b>
3.1.	Perancangan Perangkat Keras .....	37
3.2.1.	Mikrokontroler AT89S51 .....	37
3.2.2.	<i>LCD</i> .....	41
3.2.3.	Rangkaian Modem ( Modulasi Dan Demodulasi ) .....	41
3.1.3.1.	Modulator.....	41
3.1.3.2.	Demodulator.....	42
3.2.	Perancangan Perangkat Lunak .....	43
3.2.1.	Diagram Alir Sistem.....	44
<b>BAB IV PENGUJIAN ALAT .....</b>		<b>45</b>
4.1.	Tujuan .....	45
4.2.	Pengujian Perangkat Keras( <i>Hardware</i> ) .....	45
4.2.1.	Pengujian Minimum Sistem AT89S51.....	45

4.2.2. Pengujian Rangkaian <i>Reset</i> Mikrokontroler .....	46
4.3. Pengujian Rangkaian Keyboard .....	46
4.4. Pengujian Rangkaian <i>LCD</i> .....	48
4.5. Pengujian XR 2206.....	50
4.6. Pengujian LM 567 .....	51
4.7. Pengujian Secara Keseluruhan .....	53
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>54</b>
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR TABEL

2.1. Fungsi Khusus Pada Port 3.....	8
2.2. <i>Special Function Register</i> .....	12
2.3. Fungsi Pin-Pin <i>LCD</i> .....	25
2.4. <i>Scan Keyboard</i> .....	28
2.5. Frekuensi Pada <i>Walky Talky</i> .....	33
4.1. Hasil Pengukuran Reset.....	46
4.2. Hasil Pengujian Pengkode <i>Keyboard</i> .....	48
4.3. Hasil Pengukuran Pengujian Pada <i>LCD</i> .....	50

## DAFTAR GAMBAR

2.1. Blok Diagram Mikrokontroler AT89S51 .....	5
2.2. Konfigurasi Pin – pin AT89S51 .....	7
2.3. Osilator Eksternal Mikrokontroler AT89S51 .....	9
2.4. Memori Program .....	10
2.5. 128 Byte Rendah (a) dan 128 Byte Atas Pada RAM Internal (b).....	11
2.6. Register PSW dalam Mikrokontroler AT89S51 .....	14
2.7. Mengirim/Mengambil Data Ke/Dari M1632 <sup>1</sup> .....	19
2.8. Hubungan M1632 ke MCS'51 <sup>2</sup> .....	20
2.9. Rangkaian LCD M1632 <sup>3</sup> .....	24
2.10. <i>Keyboard</i> .....	28
2.11. <i>Walky Talky</i> .....	33
2.12. XR 2206.....	34
2.13. LM 567 .....	36
3.1. Blok Diagram Sistem .....	37
3.2. Rangkaian Minimum Sistem AT89S51 .....	39
3.3. Rangkaian Clock .....	40
3.4. Rangkaian LCD M1632 dan Shift Register 74LS164.....	41
3.5. <i>Flowchart Software</i> pada sistem.....	44

4.1. Pengujian letak Scan data <i>keyboard</i> .....	47
4.2. Pengujian <i>Keyboard</i> Pada <i>LCD</i> .....	48
4.3. Rangkaian Pengujian <i>LCD</i> .....	49
4.4. Pengukuran Tegangan Awal <i>LCD</i> .....	49
4.5. Pengukuran Tegangan Setelah Melewati Dioda .....	50
4.6. Pengujian XR 2206 .....	51
4.7. Pengujian LM 567.....	52
4.8. Rangkaian Keseluruhan Sistem .....	53

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Dengan melihat perkembangan telekomunikasi di Indonesia yang pesat saat ini disertai dengan banyaknya pengguna jasa telekomunikasi di Indonesia, maka hampir setiap orang membutuhkan yang namanya komunikasi, entah cuma sekedar ngobrol biasa sampai ke bisnis.

Akan tetapi komunikasi tersebut membutuhkan yang namanya biaya, akhirnya banyak orang yang ingin bisa berkomunikasi, tapi jg harus mengeluarkan biaya untuk pulsa.

Oleh karena itu penulis mencoba menciptakan alat komunikasi yang tidak menggunakan biaya dan personal, sehingga bisa banyak membantu masyarakat untuk berkomunikasi secara murah, bahkan gratis.

### **1.2. Rumusan Masalah**

1. Adapun permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini adalah Pengaplikasian mikrokontroler AT 89S51 pada perancangan serta pembuatan short message service pada walky talky.
2. Pengontrol inputan data dengan menggunakan dua masukan, yang pertama yaitu walky talky yang berfungsi untuk menerima short message service kedua adalah keyboard yang digunakan untuk memasukkan.

### 1.3. Tujuan

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah merencanakan dan membuat suatu system yang terpadu dan mudah dalam pengoperasiannya, serta memberikan suatu alat yang praktis dan efisien dalam berkomunikasi agar dapat mempermudah masyarakat dalam berkomunikasi.

### 1.4. Batasan Masalah

Agar lebih mudah memahami pokok bahasan, maka masalah yang ada dalam perencanaan dan pembuatan alat ini akan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:.

1. Menggunakan walky talky untuk menerima data dan tidak membahas secara detail gelombang UHF yang digunakanya.
2. Tidak membahas catu daya.
3. Perangkat keras yang digunakan dibahas secara umum.

### 1.5. Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam skripsi ini adalah :

#### 1. Studi Literatur

Pengumpulan data-data mengenai karakteristik komponen yang dipakai. Data tersebut merupakan data sekunder yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam perencanaan alat.

#### 2. Perancangan dan Pembuatan Alat

Penyusunan skripsi ini dilakukan dengan perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) sesuai dengan kebutuhan alat.

### 3. Pengujian Alat

Dilakukan untuk mengetahui apakah alat telah bekerja sesuai dengan perencanaan.

## 1.6. Sistematika Penulisan

### Bab I           Pendahuluan

Pada bab ini di bahas tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi, dan sistematika penulisan.

### Bab II           Landasan Teori

Pada bab ini di bahas tentang teori-teori yang menunjang dalam perencanaan dan pembuatan alat.

**Bab III           Perencanaan dan Pembuatan Alat** Pada bab ini dibahas tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).

### Bab IV           Pengujian Alat dan Analisa

Pada bab ini dibahas tentang proses serta hasil dari pengujian alat.

### Bab V           Penutup

Pada bab ini akan disampaikan kesimpulan dari perencanaan dan pembuatan serta pengujian alat.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Mikrokontroller AT89S51

##### 2.1.1. Umum

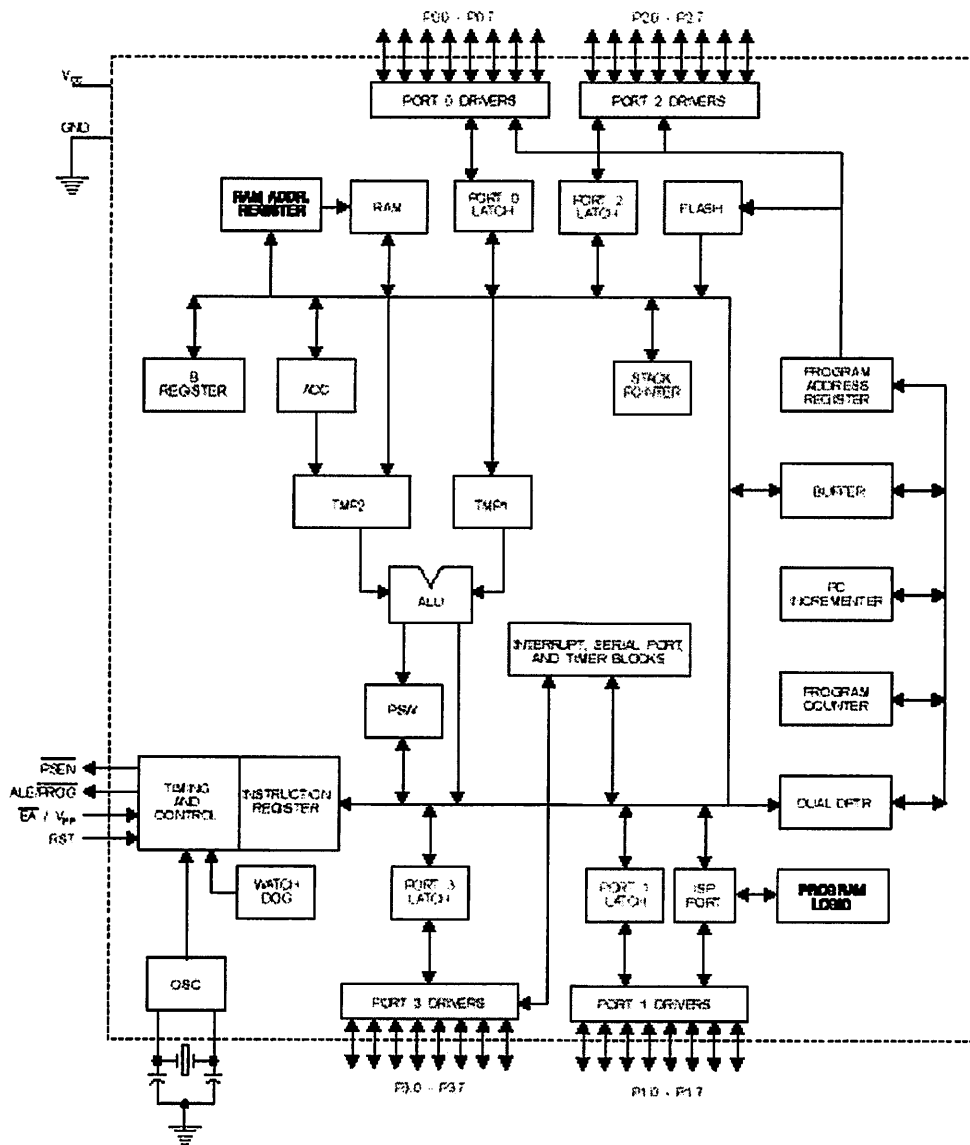
Perbedaan mendasar antara mikrokontroller dan mikroprosesor adalah mikrokontroller selain memiliki CPU, juga dilengkapi dengan memori dan I/O yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokontroller sehingga mikrokontroller dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal yang dapat berdiri sendiri (*stand alone single chip mikrokomputer*).

Mikrokontroller AT89S51 adalah mikrokontroller ATMEL yang kompatibel penuh dengan mikrokontroller keluarga MCS-51, membutuhkan daya yang rendah, memiliki unjuk kerja yang tinggi, dan merupakan mikrokontroller 8 bit yang dilengkapi 4 Kbyte EPROM (*Erasable and Programmable Read Only Memory*) dan 128 byte RAM (*Random Access Memory*) internal. Program memori dapat diprogram ulang dalam sistem atau dengan menggunakan *Conventional Nonvolatile Memory Programmer*.

Dalam sistem mikrokontroller terdapat dua hal yang mendasar, yaitu: perangkat keras dan perangkat lunak yang keduanya saling terkait dan mendukung.

### 2.1.2. Perangkat Keras Mikrokontroler AT89S51

Blok diagram mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut:



**Gambar 2-1. Blok Diagram Mikrokontroler AT89S51**

Mikrokontroler AT89S51 secara umum memiliki:

- CPU 8 bit
- Memori
- Port I/O yang dapat diprogram
- Timer dan Counter

- Sumber Interupt
- Port Serial yang dapat diprogram
- Osilator dan Clock

### 2.1.3. Arsitektur Mikrokontroler AT89S51

Arsitektur mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut:

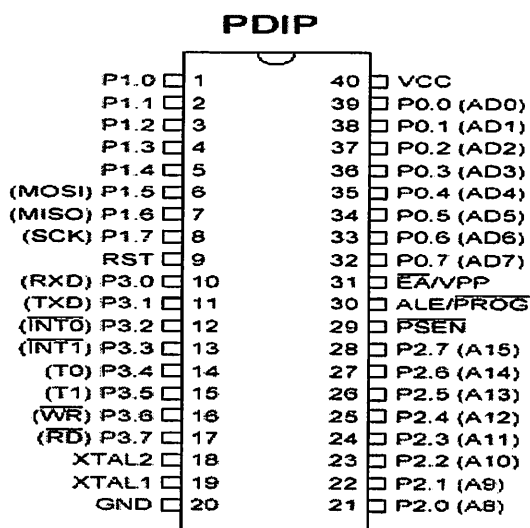
1. CPU (*Central Processing Unit*) 8 bit dengan register A (*accumulator*) dan register B.
2. Program Counter (PC) dan Data Pointer (DPTR) 16 bit.
3. Program Status Word (PSW) 8 bit.
4. Stack Pointer (SP) 4 bit.
5. Flash memory dengan kapasitas 4 Kbyte.
6. RAM internal dengan kapasitas 128 byte, yang tersusun atas:
  - 4 bank register, yang masing-masing berisi 8 register
  - 16 byte alamat serbaguna yang dapat diakses sebagai byte atau bit, tergantung software yang digunakan
  - 80 byte memory data serbaguna.
7. Port input-output sebanyak 32 pin yang tersusun atas Port 0 - Port 3, masing-masing 8-bit.
8. 2 buah Timer / Counter 16 bit.
9. 2 buah port serial full duplex
10. Register Kontrol, yaitu: TCON, SCON, PCON, IP, dan IE.
11. 5 buah sumber interupt (2 buah sumber interupt external dan 3 buah sumber interupt internal).
12. Rangkaian Osilator dan Clock Internal.

13. Watchdog Programmable Timer.

14. Pemrograman ISP (*In System Programmable*) yang fleksibel.

#### 2.1.4. Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroler AT89S51

Konfigurasi kaki-kaki mikrokontroler terdiri dari 40 pena (pin), seperti terlihat pada gambar:



**Gambar 2.2.** Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroler AT89S51

Fungsi dari tiap-tiap pena adalah sebagai berikut:

1. VCC (supply tegangan).
2. GND (ground).
3. PORT 0.

Merupakan port I/O dua arah dan dikonfigurasi sebagai multipleks dua bus alamat rendah (A0-A7) dan data selama pengaksesan program memori dan data memori eksternal.

4. PORT 1.

Merupakan port I/O dua arah dengan pull-up dan juga menerima low-order address byte selama pemrograman dan verifikasi dari flash. Pada mikrokontroler AT89S51 port 1 memiliki 3 pin dengan fungsi khusus. Adapun pin-pin dengan fungsi khusus tersebut adalah:

- P1.5 MOSI (Master data output, Slave data input untuk kanal SPI)
- P1.6 MISO (Master data input, Slave data input untuk kanal SPI)
- P1.7 SCK (Master clock output, Slave clock input untuk kanal SPI)

#### 5. PORT 2.

Merupakan port I/O dengan internal pull-up. Mengeluarkan address tinggi selama pengambilan (*fetching*) program memori eksternal. Selama pengaksesan ke eksternal data memori, port 2 mengeluarkan isi P2 SFR (*Special Function Register*). Menerima address dan beberapa sinyal kontrol selama pemrograman.

#### 6. PORT 3.

Merupakan port I/O dengan internal pull-up. Beberapa pin pada port 3 juga memiliki fungsi khusus, yaitu:

**Tabel 2.1. Fungsi Khusus Port 3**

PIN	NAMA	BIT ADDRESS	FUNGSI
P3.0	RXD	B0H	Receive data for serial port
P3.1	TXD	B1H	Transmit data for serial port
P3.2	INT0	B2H	External interrupt 0
P3.3	INT1	B3H	External interrupt 1
P3.4	T0	B4H	Timer/counter 0 external input
P3.5	T1	B5H	Timer/counter 1 external input
P3.6	WR	B6H	External data memory write strobe
P3.7	RD	B7H	External data memory read strobe

#### 7. RST

Perubahan taraf tegangan dari rendah ke tinggi akan mereset AT89S51.

8.  $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ 

Pulsa output ALE digunakan untuk proses *latching* pada alamat byte rendah (A0-A7) selama pengaksesan ke eksternal memory. Pin ini juga digunakan untuk memasukkan pulsa program selama pemrograman.

9.  $\overline{PSEN}$ 

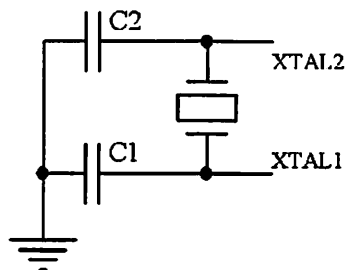
Merupakan strobe baca ke program memori eksternal.

10.  $\overline{EA}/VPP$ 

*External Address Enable (EA)* harus digroundkan jika mikrokontroller mengakses memory eksternal. Untuk melakukan pengaksesan memori internal maka EA dihubungkan ke VCC.

## 11. X-TAL 1 dan X-TAL 2

Kaki ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan osilator internal. X-TAL 1 merupakan input inverting osilator amplifier, sedangkan X-TAL 2 merupakan output inverting osilator amplifier.



**Gambar 2.3. Osilator Eksternal Mikrokontroller AT89S51**

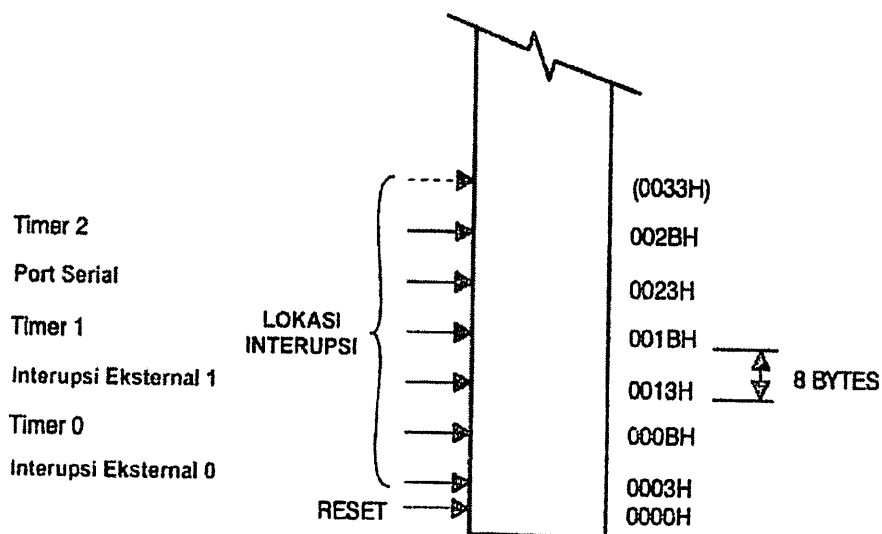
### 2.1.5. Organisasi Memori

Organisasi memori pada mikrokontroller AT89S51 dapat dibagi menjadi dua bagian besar yaitu memori program dan memori data. Pembagian tersebut didasarkan atas fungsi dari penyimpanan data maupun program. Memori program digunakan

untuk menyimpan instruksi-instruksi yang akan dijalankan oleh mikrokontroller, sedangkan memori data digunakan sebagai tempat yang sedang diolah oleh mikrokontroller.

Program mikrokontroller disimpan dalam memori program berupa ROM. Mikrokontroller AT89S51 dilengkapi dengan ROM internal dengan kapasitas 4 Kbyte, sehingga untuk menyimpan program tidak digunakan ROM eksternal yang terpisah dari mikrokontroller. Agar tidak menggunakan memori program eksternal maka pin  $\overline{EA}$  dihubungkan dengan VCC.

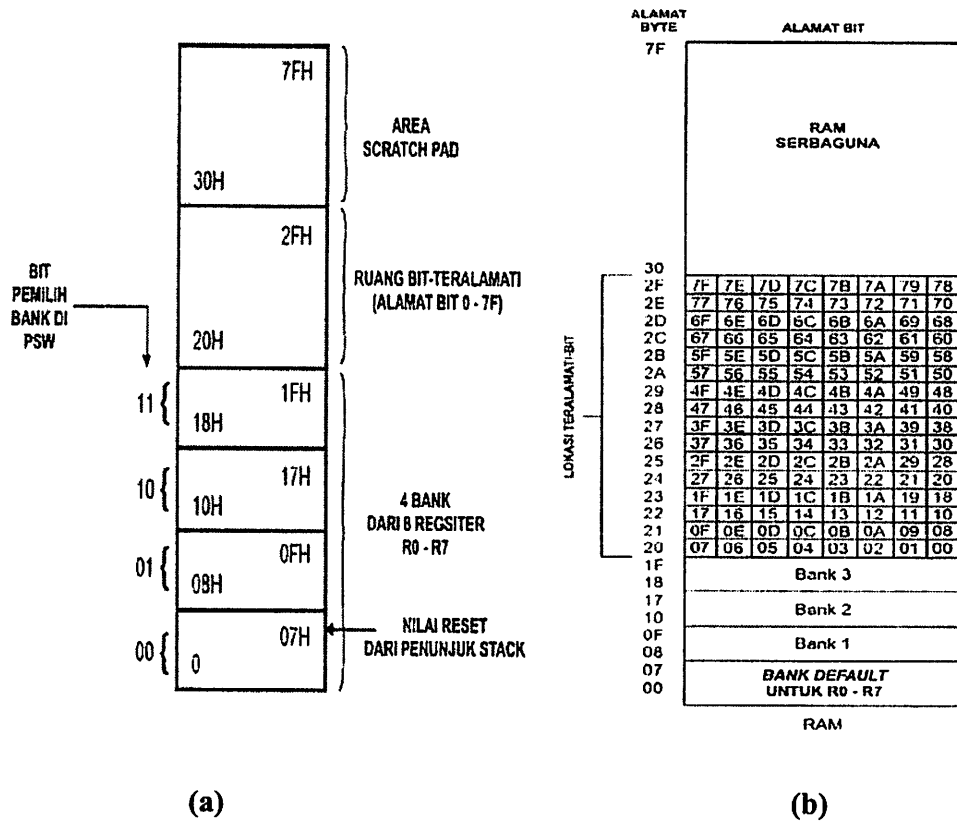
Memori program mikrokontroller menggunakan alamat 16 bit mulai  $0000_H$ - $0FFF_H$ , sehingga kapasitas penyimpanan program maksimal adalah 4K byte. Sinyal  $\overline{PSEN}$  (*Program Store Enable*) tidak digunakan apabila digunakan memori program internal.



**Gambar 2.4. Memori Program**

Selain memori program, mikrokontroller AT89S51 juga memiliki memori data internal 128 byte dan mampu mengakses memori data eksternal sebesar 64 Kbyte.

Semua memori data internal dapat dialamati dengan data langsung atau tidak langsung. Ciri dari pengalamatan langsung adalah *operand* adalah alamat register yang berisi alamat data yang akan diolah. Sebagian memori tersebut dapat dialamati dengan pengalamatan register, dan sebagian lagi dapat dialamati dengan memori satu bit. Untuk membaca data digunakan sinyal  $\overline{RD}$ , sedangkan untuk menulis digunakan sinyal  $\overline{WR}$ .



Gambar 2.5. 128 Byte Rendah (a) dan 128 Byte Atas Pada RAM Internal (b)

2.1.6. SFR (*Special Function Register*)

Register Fungsi Khusus (*Special Function Register*) terletak pada byte ke 128 bagian atas memori data internal dan berisi register-register untuk pelayanan latch



port, timer, program status words, control peripheral dan sebagainya. Alamat register fungsi khusus ditunjukkan pada tabel 2.2

**Tabel 2.2. *Special Function Register***

Simbol	Nama Register	Alamat
ACC	Accumulator	E0 <sub>H</sub>
B	Register B	F0 <sub>H</sub>
PSW	Program Status Word	D0 <sub>H</sub>
SP	Stack Pointer	81 <sub>H</sub>
DPL	Bit Rendah	82 <sub>H</sub>
DPH	Bit Tinggi	83 <sub>H</sub>
P0	Port 0	80 <sub>H</sub>
P1	Port 1	90 <sub>H</sub>
P2	Port 2	A0 <sub>H</sub>
P3	Port 3	B0 <sub>H</sub>
IP	Interrupt Priority Control	D8 <sub>H</sub>
IE	Interrupt Enable Control	A8 <sub>H</sub>
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89 <sub>H</sub>
TCON	Timer/Counter Control	88 <sub>H</sub>
TH0	Timer/Counter 0 High Control	8C <sub>H</sub>
TL0	Timer/Counter 0 Low Control	8A <sub>H</sub>
TH1	Timer/Counter 1 High Control	8D <sub>H</sub>
TL1	Timer/Counter 1 Low Control	8B <sub>H</sub>
SCON	Serial Control	98 <sub>H</sub>
SBUF	Serial Data Buffer	99 <sub>H</sub>
PCON	Power Control	87 <sub>H</sub>

Beberapa macam register fungsi khusus yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

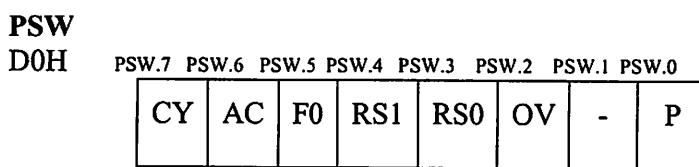
1. *Accumulator (ACC)* merupakan register umum untuk mengakumulasikan hasil dari instruksi-instruksi. Daya tampung sebesar 1 byte data serta

merupakan register yang paling sering dipakai. Akumulator ini menangani instruksi penambahan dan pengurangan.

2. *Register R* merupakan delapan set register yang dinamakan R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6 dan R7, fungsi dari register-register ini adalah sebagai register yang membantu penyimpanan data yang menggunakan banyak operasi. Register-register ini yang membantu akumulator dalam melakukan operasi antara dua operan.
3. *Register B* merupakan register khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian (MUL AB) dan pembagian (DIV AB). Karenanya apabila diperlukan untuk mengalikan atau membagi akumulator A dengan suatu harga yang lain maka dapat dilakukan dengan menyimpan harga tersebut kedalam register B kemudian menjalankan instruksinya.
4. *Stack Pointer (SP)* merupakan register 8 bit data yang dapat diletakkan di alamat manapun pada RAM internal. Apabila suatu harga dimasukkan kedalam *stack*, AT89S51 pertama-tama akan menambah harga SP kemudian akan menyimpan kedalam memory yang bersesuaian. Demikian juga apabila harga diambil dari *stack*, maka AT89S51 akan mengambil data dari *stack* kemudian akan mengurangi harga *stack*.
5. *Data Pointer (DPTR)* terdiri dari dua register, yaitu untuk byte tinggi (*Data Pointer High, DPH*) dan byte rendah (*Data Pointer Low, DPL*) yang berfungsi untuk mengunci alamat 16 bit. DPTR berfungsi untuk menunjuk suatu lokasi data, namun pada beberapa perintah DPTR digunakan untuk mengakses memory eksternal.
6. *PC (Program Counter)* merupakan alamat 16 bit yang menginstruksikan AT89S51 alamat instruksi yang selanjutnya akan dilaksanakan. Saat

inisialisasi AT89S51, PC terisi dengan 00000h dan akan bertambah satu setiap kali instruksi telah dilaksanakan. Harga PC tidak dapat langsung dirubah dengan menggunakan perintah MOV PC,2340h, namun dengan perintah LJMP 2340 yang akan mengisi PC dengan 2340h.

7. *Program Status Word* (PSW) berisi bit-bit status yang berkaitan dengan kondisi CPU saat itu. PSW terletak pada alamat D0H.



**Gambar 2.6.** Register PSW dalam Mikrokontroler AT89S51

- *CY (flag carry)*

Flag carry, yang terletak pada alamat D7H, berfungsi sebagai pendeteksi terjadinya kelebihan pada operasi penjumlahan, atau terjadinya peminjaman (*borrow*) pada operasi pengurangan. Misalnya, jika data pada akumulator adalah FFH dan dijumlahkan dengan bilangan satu atau lebih, maka akan terjadi kelebihan sehingga akan membuat carry menjadi set. Demikian juga apabila data pada akumulator adalah 00H dan dikurangkan dengan bilangan satu atau lebih, akan terjadi peminjaman sehingga membuat carry juga menjadi set.

- *AC (flag auxiliary carry)*

Flag auxiliary carry akan selalu dalam kondisi set apabila pada saat proses penjumlahan terjadi carry dari bit ketiga hingga bit keempat.

- *Flag 0*

Flag 0 dapat digunakan untuk tujuan umum tergantung pada kebutuhan pemakai.

- *RS (Register Select)*

Bit Pemilih Bank Register (*Register Bank Select Bits*) RS0 dan RS1 digunakan untuk menentukan lokasi dari bank register (R0-R7) pada memori. RS0 dan RS1 selalu bernilai 0 setiap kali sistem di reset sehingga lokasi dari register R0 hingga R7 akan berada pada alamat 00H hingga 07H.

- *OV (flag overflow)*

Flag overflow akan berada pada kondisi set jika pada operasi aritmatik menghasilkan bilangan yang lebih besar daripada 128 atau lebih kecil dari -128.

- *P (bit paritas)*

Bit paritas akan berada pada kondisi set jika jumlah bit 1 dalam akumulator adalah ganjil dan akan berada pada kondisi clear jika jumlah bit 1 dalam akumulator adalah genap. Misalnya, data yang tersimpan pada akumulator adalah 10101110b atau AEH maka parity bit akan berada pada kondisi set. Data AEH mempunyai lima bit yang berkondisi 1 atau dapat disebut mempunyai bit 1 dalam jumlah yang ganjil.

8. *Port 0* sampai *Port 3* merupakan register yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada port 0, 1, 2, 3. Masing-masing register ini dapat dialamati per-byte maupun per-bit.
9. *Control Register* terdiri dari register yang mempunyai fungsi kontrol. Untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus, yaitu register IP (*Interrupt Priority*) dan register IE (*Interrupt Enable*). Untuk mengontrol timer/counter register khususnya adalah TCON (*Timer Counter Control*)

serta pelayanan port serial menggunakan register SCON (*Serial Port Control*) yang akan dibahas pada bagian lain bab ini.

### 2.1.7. Metode Pengalamatan

Metode pengalamatan yang terdapat pada mikrokontroller AT89S51 adalah:

#### 1. Pengalamatan Langsung (*Direct Addressing*).

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

#### 2. Pengalamatan Tak Langsung (*Indirect Addressing*).

Dalam pengalamatan tak langsung, instruksi menentukan suatu register yang digunakan untuk menyimpan alamat operan. Baik RAM internal maupun eksternal dapat diakses secara tak langsung. Register alamat untuk alamat-alamat 8-bit bisa menggunakan *Stack Pointer* atau R0 atau R1 dari bank register yang dipilih. Sedangkan untuk alamat 16-bit hanya bisa menggunakan register pointer data 16-bit atau DPTR.

#### 3. Instruksi-instruksi Register.

Bank-bank register, yang masing-masing berisi R0 hingga R7 atau 8 register, dapat diakses melalui instruksi yang op-codenya mengandung 3 bit spesifikasi register (000 untuk R0, 001 untuk R1 hingga 111 untuk R7). Pengaksesan register dengan cara demikian bisa menghemat penggunaan kode instruksi, karena tidak memerlukan sebuah byte untuk alamat. Saat instruksi tersebut dikerjakan, satu dari delapan register pada bank yang terpilih yang diakses.

#### 4. Instruksi-instruksi Register Khusus.

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

#### 5. Konstanta Langsung (*Immediate Constant*).

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

#### 6. Pengalamatan Terindeks (*Indexed Addressing*).

Metode ini digunakan untuk mengakses memori program, yang ditujukan untuk membaca tabel terindeks (*look up table*) yang tersimpan dalam memori program. Sebuah register 16-bit (DPTR atau PC) menunjuk ke awal tabel dan akumulator di-set dengan angka indeks yang akan diakses. Alamat dari entri tabel dalam memori program dibentuk dengan menjumlahkan data akumulator dengan penunjuk pada awal tabel.

## 2.2.Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD Display Module M1632 buatan Seiko Instrument Inc. terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka.

Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik pada panel LCD, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroler yang memakai tampilan LCD itu. Dengan demikian pemakaian M1632 menjadi sederhana, sistem lain yang M1632 cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ditampilkan seperti layaknya memakai sebuah printer.

### 2.2.1. Sinyal interface M1632

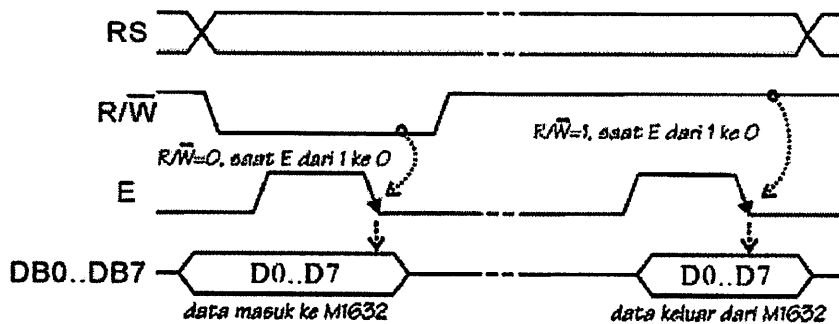
Untuk berhubungan dengan mikrokontroler pemakai, M1632 dilengkapi dengan 8 jalur data (**DB0..DB7**) yang dipakai untuk menyalurkan kode ASCII maupun perintah pengatur kerjanya M1632. Selain itu dilengkapi pula dengan **E**, **R/W** dan **RS** seperti layaknya komponen yang kompatibel dengan mikroprosesor.

Kombinasi lainyal **E** dan **R/W** merupakan sinyal standar pada komponen buatan Motorola. Sebaliknya sinyal-sinyal dari MCS51 merupakan sinyal khas Intel dengan kombinasi sinyal **WR** dan **RD**.

**RS**, singkatan dari Register Select, dipakai untuk membedakan jenis data yang dikirim ke M1632, kalau **RS=0** data yang dikirim adalah perintah untuk mengatur kerja M1632, sebaliknya kalau **RS=1** data yang dikirim adalah kode ASCII yang ditampilkan.

Demikian pula saat pengambilan data, saat **RS=0** data yang diambil dari M1632 merupakan data status yang mewakili aktivitas M1632, dan saat **RS=1** maka data yang diambil merupakan kode ASCII dari data yang ditampilkan.

Proses mengirim/mengambil data ke/dari M1632 diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 2.7. Mengirim/Mengambil Data Ke/Dari M1632<sup>1</sup>

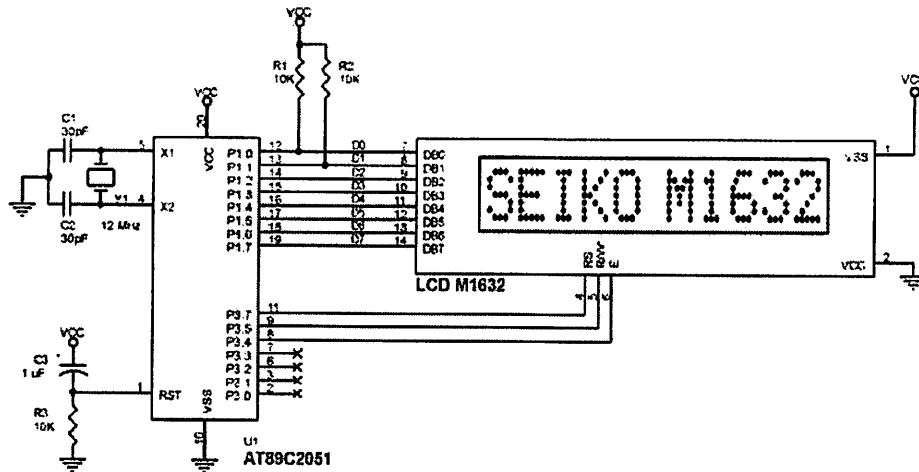
1. RS harus dipersiapkan dulu, untuk menentukan jenis data seperti yang telah dibicarakan di atas.
2. R/W\* di-nol-kan untuk menandakan akan diadakan pengiriman data ke M1632. Data yang akan dikirim disiapkan di DB0..DB7, sesaat kemudian sinyal E di-satu-kan dan di-nol-kan kembali. Sinyal E merupakan sinyal sinkronisasi, saat E berubah dari 1 menjadi 0 data di DB0 .. DB7 diterima oleh M1632.
3. Untuk mengambil data dari M1632 sinyal R/W\* di-satu-kan, menyusul sinyal E di-satu-kan. Pada saat E menjadi 1, M1632 akan meletakkan datanya di DB0 .. DB7, data ini harus diambil sebelum sinyal E di-nol-kan kembali.

### 2.2.2. Interface Ke MCS-51

Sinyal-sinyal M1632 yang mengikuti standar teknik interface Motorola, tidak sesuai dengan sinyal dari MCS51, dengan demikian sinyal-sinyal itu disimulasikan melalui port MCS51.

Sebagai contoh gambar dibawah memperlihatkan hubungan AT89C2051 dengan M1632, dalam gambar tersebut P3.7 dipakai untuk mensimulasikan sinyal RS, P3.5 sebagai R/W dan P3.4 sebagai E. Lewat program dibangkitkan sinyal-sinyal pada ketiga kaki Port 3 ini, sesuai dengan pesyaratan yang dikehendaki M1632.





**Gambar 2.8.** Hubungan M1632 ke MCS'51<sup>2</sup>

Potongan Program 1 merupakan sub-rutin untuk mengendalikan M1632 yang dihubungkan ke MCS51 seperti terlihat di gambar 2-9, sebelum sub-rutin ini dipakai, tepatnya pada saat setelah reset harus dikirimkan perintah **CLR E**.

Potongan program 1 terdiri dari dua bagian, yakni bagian mengirim data ke M1632 yang terdiri dari sub-rutin **KirimPerintah** dan sub-rutin **KirimASCII**, sedangkan bagian mengambil data dari M1632 terdiri dari sub-rutin **AmbilStatus** dan sub-rutin **AmbilASCII**.

Sebelum pengiriman data, Akumulator A sudah terlebih dulu diisi dengan data yang akan dikirim. Data yang dikirim dengan sub-rutin **KirimPerintah** akan diterima M1632 sebagai perintah untuk mengatur kerja M1632, dan data yang dikirim dengan sub-rutin **KirimASCII** akan ditampilkan di panel LCD.

Setelah M1632 menerima data, M1632 memerlukan waktu antara 40 sampai 1640 mikro-detik untuk mengolahnya, selama waktu itu M1632 untuk sementara tidak bisa menerima data, hal ini ditandai dengan bit 7 dari Register Status = '1'.

Proses pengiriman data ke M1632 dijelaskan sebagai berikut:

4. Perbedaan sub-rutin **KirimPerintah** dan **KirimASCII** terletak pada nilai **RS** pada saat sub-rutin itu bekerja. Sub-rutin **KirimPerintah** bekerja dengan **RS='0'** (baris 6), data yang dikirim AT89C2051 diterima M1632 sebagai perintah untuk mengatur kerja M1632. Sub-rutin **KirimASCII** bekerja dengan **RS='1'** (baris 10), data yang dikirim AT89C2051 diterima M1632 sebagai kode ASCII yang akan ditampilkan.
5. Sinyal **RW** di-nol-kan agar M1632 siap menerima data (baris 12), setelah itu data di akumulator A diletakkan di **D0..D7** (Port 1 dari AT89C2051) di baris 13, baris 14 dan 15 membangkitkan sinyal sinkronisasi **E** dengan cara membuat **P3.4** menjadi '1' dan kemudian kembali menjadi '0'. Saat sinyal **E** kembali menjadi '0' data di Port 1 akan diterima oleh M1632.
6. Selesai mengirim data, program harus menunggu sampai M1632 siap menerima data lagi. Hal ini dilakukan dengan cara mengambil Status M1632 (baris 18), dan memeriksa bit 7-nya (baris 19), selama bit 7 bernilai '1' berarti M1632 masih sibuk mengurus diri, dan program menunggunya di **TungguDulu**.
7. Seperti bahasan di atas, **RS** dipakai untuk memilih Register Perintah /Status, sub-rutin **AmbilStatus** bekerja dengan **RS=0** dan sub-rutin **AmbilASCII** bekerja dengan **RS='1'**.
8. Sinyal **RW** di-satu-kan agar M1632 siap memberi data (baris 29), setelah sinyal **E** menjadi '1' (baris 30) M1632 akan meletakkan data di **D0 .. D7**, setelah data ini diambil (baris 31) sinyal **E** dikembalikan menjadi '0'

Berikut adalah Potongan Program 1 AT89C2051 dengan M1632

1. 1. 01: E        bit    P3.4    ; sinyal E    di P3.4
2. 2. 02: RW     bit    P3.5    ; sinyal R/W\* di P3.5
3. 3. 03: RS     bit    P3.7    ; sinyal RS    di P3.7

4. 4. 04:
5. 5. 05: KirimPerintah:
6. 6. 06: CLR RS ; RS=0 : register perintah
7. 7. 07: SJMP OutByte
8. 8. 08: ;
9. 9. 09: KirimASCII:
10. 10.10: SETB RS ; RS=1 : Display Data RAM
11. 11.11: OutByte:
12. 12.12: CLR RW ; RW = '0', kirim data
13. 13.13: MOV P1,A ; siapkan data di D0..D7
14. 14.14: SETB E ; buat pulsa positif
15. 15.15: CLR E ; sesaat
16. 16.16: ;
17. 17.17: TungguDulu:
18. 18.18: ACALL AmbilStatus
19. 19.19: JB A.7,TungguDulu
20. 20.20: RET
21. 21.21: ;
22. 22.22: AmbilStatus:
23. 23.23: CLR RS ; RS=0 : register status
24. 24.24: SJMP InByte
25. 25.25: ;
26. 26.26: AmbilASCII:
27. 27.27: SETB RS ; RS=1 : Display Data RAM
28. 28.28: InByte:

- 29. 29.29: SETB RW ; RW = '1', ambil data
- 30. 30.30: SETB E ; minta data pada M1632
- 31. 31.31: MOV A,P1 ; ambil data
- 32. 32.32: CLR E ; kembalikan e ke '0'
- 33. 33.33: RET

### 2.2.3. Mengatur tampilan M1632

M1632 mempunyai seperangkat perintah untuk mengatur tata kerjanya, perangkat perintah tersebut meliputi perintah untuk menghapus tampilan, meletakkan kembali cursor pada barishuruf pertama baris pertama, menghidup/matikan tampilan dan lain sebagainya, semua itu dibahas secara terperinci dalam Lembar Data M1632.

Setelah diberi sumber daya, ada beberapa langkah persiapan yang harus dikerjakan dulu agar M1632 bisa dipakai, langkah-langkah tersebut antara lain adalah:

9. Tunggu dulu selama 15 mili-detik atau lebih.
10. Kirimkan perintah 30h, artinya transfer data antar M1632 dan mikrokontroler dilakukan dengan mode 8 bit
11. Tunggu selama 4.1 mili-detik
12. Kirimkan sekali lagi perintah 30h
13. Tunggu lagi selama 100 mikro-detik

Setelah langkah-langkah tersebut di atas M1632 barulah bisa menerima data dan menampilkannya dengan baik. Pada awalnya tampilan akan nampak kacau, dengan demikian perlu segera dikirim perintah menghapus tampilan dan lain sebagainya, sesuai dengan petunjuk yang ada di Lembar Data.

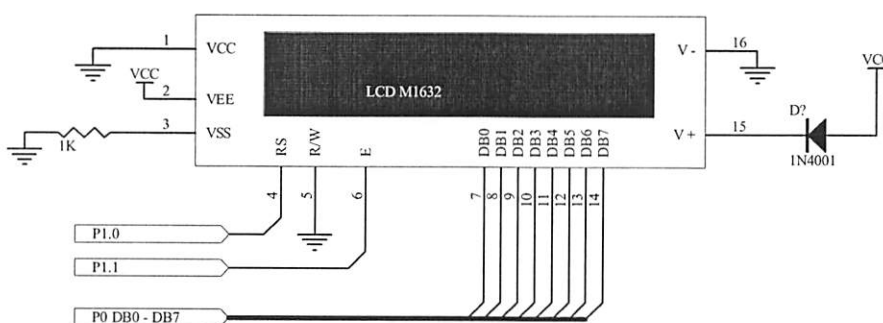
Di atas dipakai AT89C2051 sebagai contoh, meskipun demikian semua yang dibahas di atas sepenuhnya bisa dipakai pada mikrokontroler AT89C51. Dalam

pemakaiannya karena berbagai macam alasan, bisa saja sinyal **E**; **RW** dan **RS** tidak disimulasikan di **P3.4**; **P3.5** dan **P3.7**. Hal ini bisa diselesaikan dengan melakukan beberapa penyesuaian, yakni tentukan dulu perubahan rangkaian sesuai dengan keadaan yang ada, dan perubahan rangkaian itu harus di sesuaikan di baris 1 sampai 3 pada potongan program di atas.

M1632 mempunyai 8 jalur data dan memerlukan 3 jalur kontrol, dalam suatu rangkaian yang memakai banyak port dari MCS51, bisa terjadi kekurangan port untuk menghubungkan MCS51 ke M1632. Jika sampai terjadi hal semacam ini bisa ditempuh hal hal berikut :

4. M1632 dipakai dalam mode data 4 bit, yakni hanya memakai jalur data **D0..D3**
5. Dengan sedikit tambahan rangkaian sinyal **WR** dan **RD** dirubah menjadi sinyal **E** dan **R/W** gaya Motorola, sehingga tidak perlu menyediakan port untuk men-simulasikan sinyal-sinyal tersebut.

Berikut adalah gambar rangkaian LCD dengan komponen-komponen pendukung dengan pin-pin yang akan dihubungkan pada mikrokontroller AT89C51 :



**Gambar 2.9.** Rangkaian LCD M1632<sup>3</sup>

LCD M1632 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

1. Memiliki 16 karakter dan dua baris tampilan yang terdiri dari 5 x 7 dot matrik ditambah dengan kursor.
2. Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter.
3. Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter.
4. 80 x 8 display data RAM (max 80 karakter).
5. Isolator didalam modul.
6. Memerlukan catu daya  $\pm$  volt.
7. Otomatis reset saat catu daya dinyalakan.

LCD modul M1632 mempunyai 16 pin dengan fungsi sebagai berikut:

**Tabel 2.3. Fungsi Pin – Pin LCD<sup>4</sup>**

No. PIN	Nama PIN	Fungsi
1	Vss	Terminal Ground
2	Vcc	Tegangan Catu + 5 volt
3	Vee	Mengendalikan kecerahan LCD
4	RS	Sinyal pemilihan register 0 = Tulis 1 = Baca
5	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 = Tulis 1 = Baca
6	E	Sinyal operasi awal yang mengaktifkan data tulis atau baca
7 – 14	DB0 – DB7	Merupakan saluran data berisi perintah data yang akan ditampilkan
15	V + BL	Back Light Supply 5 Volt (Volt)
16	V – BL	Back Ligth Supply 0 (Ground)

Pada LCD juga terdapat instruksi – instruksi sebagai berikut :

1. Display clear: membersihkan tampilan yang ada pada LCD serta menyimpan, sedangkan kursor kembali ke posisi semula.
2. Cursor home : hanya membersihkan tampilan dan kursor kembali ke semula.
3. Empty mode Set : layar beraksi sebagai tampilan tulis.

S : 1/0 = menggeser layar.

1/0 : 1 = kursor bergerak ke kanan dan layar bergerak ke kiri.

1/0 : 0 = kursor bergerak ke kiri dan layar bergerak ke kanan

4. Display On/Off kontrol.

D : 1 = layar on

D : 0 = layar off

C : 1 = kursor on

C : 0 = kursor off

B : 1 = kursor berkedip-kedip

B : 0 kursor tidak berkedip – kedip

5. Cursor Display Shift

S/C : 1 = LCD diidentifikasi sebagai layar

S/C : 0 = LCD diidentifikasi sebagai kursor

R/L : 1 = menggeser satu spasi ke kanan

R/L : 0 = menggeser satu spasi ke kiri

6. Fuction Set

DL : 1 = panjang data LCD pada 8 bit

DL : 0 = panjang data LCD pada 4 bit

Bit upper ditransfer terlebih dahulu kemudian diikuti dengan 4 bit lower.

N : 1/0 = LCD menggunakan 2 atau 1 baris karakter

P : 1/0 = LCD menggunakan 5 x 10 dot matrik

7. CG RAM address set : menulis alamat RAM ke karakter
8. DD RAM address set : menulis alamat RAM ke tampilan
9. BF/address set : BF = 1/0, LCD dalam keadaan sibuk atau tidak
10. Data write to CG RAM or DD RAM : membaca byte dari alamat terakhir RAM yang dipilih.

### 2.3. *Keyboard*

Rangkaian *Keyboard* berfungsi untuk menghasilkan data ASCII yang telah menjadi salah satu standar pemformatan data. Dimana satu tombol hanya mewakili satu karakter dengan menggunakan format qwerty.

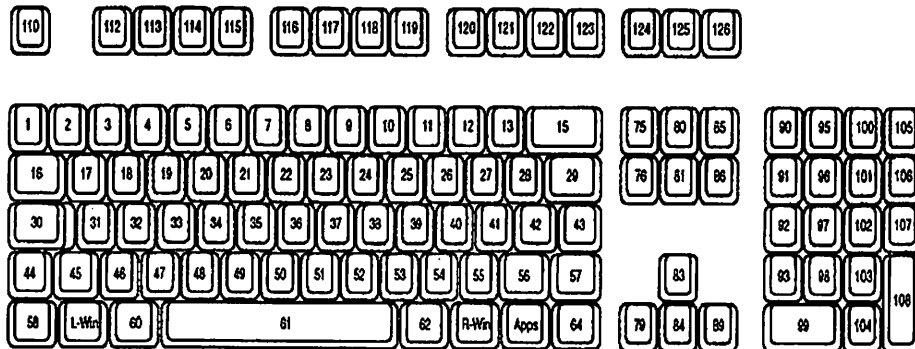
#### **Akses Keyboard oleh DST-51**

Pengiriman data Keyboard ke DST-51

- Pengiriman data dimulai dengan mengirimkan start bit (logika 0 pada Kbd Data) diikuti dengan sebuah sinyal clock ( negative going edge ) untuk memberitahu DST-51 bahwa keyboard mulai mengirimkan data
- Setelah Kbd Clock kembali ke logika 1 maka dilanjutkan dengan pengiriman bit ke 0 hingga bit ke 7 di mana setiap bit selalu diikuti dengan sebuah sinyal clock
- Selanjutnya bit pariti dikirimkan dan diikuti sinyal clock. Bit pariti = 0 bila jumlah logika 1 (dari bit 0 hingga bit 7) adalah ganjil dan bit pariti = 1 bila jumlah logika 1 (dari bit 0 hingga bit 7) adalah genap
- Proses pengiriman data ditutup dengan dikirimkan logika 1 diikuti dengan sebuah sinyal clock sebagai stop bit



- Kbd Data kembali ke logika 1 hingga pengiriman data selanjutnya



Gambar 2.10. Keyboard

Tabel 2.4 Scan keyboard

Usage index (dec)	Usage Index (hex)	Usage	Ref:typical AT-101 position
0	00	Reserved (no event indicated) <sup>9</sup>	N/A
1	01	Keyboard ErrorRollOver <sup>9</sup>	N/A
2	02	Keyboard POSTFail <sup>9</sup>	N/A
3	03	Keyboard ErrorUndefined <sup>9</sup>	N/A
4	04	Keyboard a and A <sup>4</sup>	31
5	05	Keyboard b and B	50
6	06	Keyboard c and C <sup>4</sup>	48
7	07	Keyboard d and D	33
8	08	Keyboard e and E	19
9	09	Keyboard f and F	34
10	0A	Keyboard g and G	35
11	0B	Keyboard h and H	36
12	0C	Keyboard i and I	24
13	0D	Keyboard j and J	37
14	0E	Keyboard k and K	38
15	0F	Keyboard l and L	39
16	10	Keyboard m and M <sup>4</sup>	52
17	11	Keyboard n and N	51
18	12	Keyboard o and O <sup>4</sup>	25
19	13	Keyboard p and P <sup>4</sup>	26
20	14	Keyboard q and Q <sup>4</sup>	17
21	15	Keyboard r and R	20
22	16	Keyboard s and S <sup>4</sup>	32
23	17	Keyboard t and T	21
24	18	Keyboard u and U	23
25	19	Keyboard v and V	49
26	1A	Keyboard w and W <sup>4</sup>	18

Usage index (dec)	Usage Index (hex)	Usage	Ref:typical AT-101 position
27	1B	Keyboard x and X <sup>4</sup>	47
28	1C	Keyboard y and Y <sup>4</sup>	22
29	1D	Keyboard z and Z <sup>4</sup>	46
30	1E	Keyboard 1 and ! <sup>4</sup>	2
31	1F	Keyboard 2 and @ <sup>4</sup>	3
32	20	Keyboard 3 and # <sup>4</sup>	4
33	21	Keyboard 4 and \$ <sup>4</sup>	5
34	22	Keyboard 5 and % <sup>4</sup>	6
35	23	Keyboard 6 and ^ <sup>4</sup>	7
36	24	Keyboard 7 and & <sup>4</sup>	8
37	25	Keyboard 8 and * <sup>4</sup>	9
38	26	Keyboard 9 and ( <sup>4</sup>	10
39	27	Keyboard 0 and ) <sup>4</sup>	11
40	28	Keyboard Return(ENTER) 5	43
41	29	Keyboard ESCAPE	110
42	2A	Keyboard DELETE (Backspace) <sup>13</sup>	15
43	2B	Keyboard Tab	16
44	2C	Keyboard Spacebar	61
45	2D	Keyboard - and (underscore) <sup>4</sup>	12
46	2E	Keyboard = and+ <sup>4</sup>	13
47	2F	Keyboard [ and { <sup>4</sup>	27
48	30	Keyboard ] and } <sup>4</sup>	28
49	31	Keyboard \ and	29
50	32	Keyboard Non-US# and ~ <sup>2</sup>	42
51	33	Keyboard <sup>4</sup>	40
52	34	Keyboard ' and " <sup>4</sup>	41
53	35	Keyboard Grave Accent and Tilde <sup>4</sup>	1
54	36	Keyboard , and < <sup>4</sup>	53
55	37	Keyboard . and > <sup>4</sup>	54
56	38	Keyboard / and ? <sup>4</sup>	55
57	39	Keyboard CapsLock <sup>11</sup>	30
58	3A	Keyboard F1	112
59	3B	Keyboard F2	113
60	3C	Keyboard F3	114
61	3D	Keyboard F4	115
62	3E	Keyboard F5	116
63	3F	Keyboard F6	117
64	40	Keyboard F7	118
65	41	Keyboard F8	119
66	42	Keyboard F9	120
67	43	Keyboard F10	121
68	44	Keyboard F11	122

Usage index (dec)	Usage Index (hex)	Usage	Ref:typical AT-101 position
69	45	Keyboard F12	123
70	46	Keyboard PrintScreen <sup>1</sup>	124
71	47	Keyboard ScrollLock <sup>11</sup>	125
72	48	Keyboard Pause <sup>1</sup>	126
73	49	Keyboard Insert <sup>1</sup>	75
74	4A	Keyboard Home <sup>1</sup>	80
75	4B	Keyboard PageUp <sup>1</sup>	85
76	4C	Keyboard Delete Forward <sup>1</sup>	76
77	4D	Keyboard End <sup>1</sup>	81
78	4E	Keyboard PageDown <sup>1</sup>	86
79	4F	Keyboard RightArrow <sup>1</sup>	89
80	50	Keyboard LeftArrow <sup>1</sup>	79
81	51	Keyboard DownArrow <sup>1</sup>	84
82	52	Keyboard UpArrow <sup>1</sup>	83
83	53	Keypad NumLock and Clear <sup>11</sup>	90
84	54	Keypad / <sup>1</sup>	95
85	55	Keypad *	100
86	56	Keypad -	105
87	57	Keypad +	106
88	58	Keypad ENTER <sup>5</sup>	108
89	59	Keypad 1 and End	93
90	5A	Keypad 2 and Down Arrow	98
91	5B	Keypad 3 and PageDn	103
92	5C	Keypad 4 and Left Arrow	92
93	5D	Keypad 5	97
94	5E	Keypad 6 and RightArrow	102
95	5F	Keypad 7 and Home	91
96	60	Keypad 8 and Up Arrow	96
97	61	Keypad 9 and PageUp	101
98	62	Keypad 0 and Insert	99
99	63	Keypad . and Delete	104
100	64	Keyboard Non-US\ and   <sup>3;6</sup>	45
101	65	Keyboard Application <sup>10</sup>	129
102	66	Keyboard Power <sup>9</sup>	
103	67	Keypad =	
104	68	Keyboard F13	
105	69	Keyboard F14	
106	6A	Keyboard F15	
107	6B	Keyboard F16	
108	6C	Keyboard F17	
109	6D	Keyboard F18	
110	6E	Keyboard F19	
111	6F	Keyboard F20	
112	70	Keyboard F21	
113	71	Keyboard F22	
114	72	Keyboard F23	

<b>Usage index (dec)</b>	<b>Usage Index (hex)</b>	<b>Usage</b>	<b>Ref:typical AT-101 position</b>
115	73	Keyboard F24	
116	74	Keyboard Execute	
117	75	Keyboard Help	
118	76	Keyboard Menu	
119	77	Keyboard Select	
120	78	Keyboard Stop	
121	79	Keyboard Again	
122	7A	Keyboard Undo	
123	7B	Keyboard Cut	
124	7C	Keyboard Copy	
125	7D	Keyboard Paste	
126	7E	Keyboard Find	
127	7F	Keyboard Mute	
128	80	Keyboard Volume Up	
129	81	Keyboard Volume Down	
130	82	Keyboard Locking Caps Lock <sup>12</sup>	
131	83	Keyboard Locking Num Lock <sup>12</sup>	
132	84	Keyboard Locking Scroll Lock <sup>12</sup>	
133	85	Keypad Comma	
134	86	Keypad Equal Sign	
135	87	Keyboard Kanji1 <sup>15</sup>	
136	88	Keyboard Kanji2 <sup>16</sup>	
137	89	Keyboard Kanji3 <sup>17</sup>	
138	8A	Keyboard Kanji4 <sup>18</sup>	
139	8B	Keyboard Kanji5 <sup>19</sup>	
140	8C	Keyboard Kanji6 <sup>20</sup>	
141	8D	Keyboard Kanji7 <sup>21</sup>	
142	8E	Keyboard Kanji8 <sup>22</sup>	
143	8F	Keyboard Kanji9 <sup>22</sup>	
144	90	Keyboard LANG1 <sup>8</sup>	
145	91	Keyboard LANG2 <sup>8</sup>	
146	92	Keyboard LANG3 <sup>8</sup>	
147	93	Keyboard LANG4 <sup>8</sup>	
148	94	Keyboard LANG5 <sup>8</sup>	
149	95	Keyboard LANG6 <sup>8</sup>	
150	96	Keyboard LANG7 <sup>8</sup>	
151	97	Keyboard LANG8 <sup>8</sup>	
152	98	Keyboard LANG9 <sup>8</sup>	
153	99	Keyboard AlternateErase <sup>7</sup>	
154	9A	Keyboard SysReq/Attenti <sup>1</sup>	
155	9B	Keyboard Cancel	
156	9C	Keyboard Clear	
157	9D	Keyboard Prior	
158	9E	Keyboard Return	

Usage index (dec)	Usage Index (hex)	Usage	Ref:typical AT-101 position
159	9F	Keyboard Separator	
160	A0	Keyboard Out	
161	A1	Keyboard Oper	
162	A2	Keyboard Clear/Again	
163	A3	Keyboard CrSel/Props	
164	A4	Keyboard ExSel	
165-223	A5-DF	Reserved	
224	E0	Keyboard LeftControl	58
225	E1	Keyboard LeftShift	44
226	E2	Keyboard LeftAlt	60
227	E3	Keyboard Left GUI <sup>10;23</sup>	127
228	E4	Keyboard RightControl	64
229	E5	Keyboard RightShift	57
230	E6	Keyboard RightAlt	62
231	E7	Keyboard Right GUI <sup>10;24</sup>	128
232-255	E8-FF	Reserved	

#### 2.4. Walky Talky

Walky talky adalah alat berfungsi untuk mengirim dan menerima data analog yang berupa suara dari walky talky yang lainnya. Disini kami menggunakan model Karce yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tipe : Radio dua arah

Jarak bicara : 3 Km

Frekuensi : 22 Channel\*

Suhu penggunaan : 0<sup>0</sup>C-40<sup>0</sup>C

Di mode menu,tombol ini mengganti channel ke bawah (nomer channel berkedip)

Di mode menu, untuk memulai fungsi scan ( Z terlihat bersamaan dengan symbol Y atau- yang berkedip)



**Gambar 2.11** *Walky Talky*

**\*Tabel 2.5.** *Frekuensi Walky Talky*

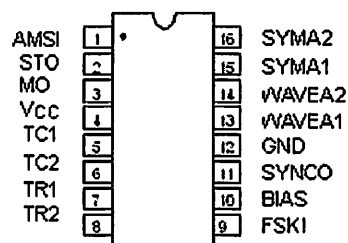
Channel	Frekuensi	Penjelasan
1	462.5625 Mhz	GMRS/FRS
2	462.5875 Mhz	GMRS/FRS
3	462.6125 Mhz	GMRS/FRS
4	462.6375 Mhz	GMRS/FRS
5	462.6625 Mhz	GMRS/FRS
6	462.6875 Mhz	GMRS/FRS
7	462.7125 Mhz	GMRS/FRS
8	467.5625 Mhz	FRS
9	467.5875 Mhz	FRS
10	467.6125 Mhz	FRS
11	467.6375 Mhz	FRS
12	467.6625 Mhz	FRS
13	467.6875 Mhz	FRS
14	467.7125 Mhz	FRS
15	462.5500 Mhz	GMRS
16	462.5750 Mhz	GMRS
17	462.6000 Mhz	GMRS
18	462.6250 Mhz	GMRS
19	462.6500 Mhz	GMRS
20	462.6750 Mhz	GMRS
21	462.7000 Mhz	GMRS
22	462.7250 Mhz	GMRS

## 2.5. XR 2206

XR-2206 adalah suatu integrated sirkit generator fungsi monolitik yang mampu memproduksi sinus mutu tinggi, [penyiku/ lapangan], segi tiga, lereng, dan bentuk gelombang denyut nadi high-stabilitas dan ketelitian. Bentuk gelombang Keluaran dapat kedua-duanya amplitudo dan frekwensi yang diatur oleh suatu voltase eksternal. Frekwensi operasi dapat terpilih secara eksternal di atas bidang 0.01Hz lebih dari 1MHz.

XR2206 disini berfungsi sebagai encoder,yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Distorsi yang kecil (THD 5%)
- Kestabilan yang bagus (20 ppm/<sup>0</sup>C )
- *Sweep range* yang lebar (2000:1)
- Daya yang rendah ( 0,01% /V)
- Modulasi Amplitudo *Linear*
- *Duty Cycle* yang dapat diatur (1%-99%)
- TTL cocok dengan pengendalian FSK
- *Wide supply range* (10V-26V)



16 Lead PDIP, CDIP (0.300")

Gambar 2.12. XR2206

## 2.6 LM 567

LM567 dan LM567C adalah *decoder* nada yang digunakan untuk berbagai tujuan, dirancang untuk menyediakan suatu transistor yang dipenuhi saklar untuk meng-*ground*-kan, ketika suatu sinyal masukan hadir di dalam passband itu.

Sirkuit terdiri dari pendeteksi I dan Q yang dikendalikan oleh osilator voltase terkontrol yang menentukan frekwensi pusat dari *decoder* tersebut. Komponen eksternal digunakan untuk men-set frekwensi pusat secara bebas, *bandwidth* dan *output delay*.

### Fitur - Fitur

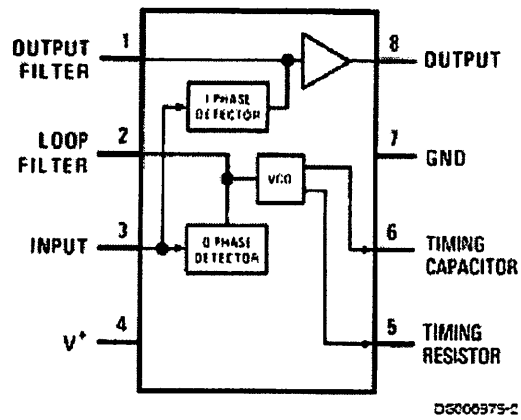
- 20 sampai 1 jarak frekwensi dengan resistor eksternal
- Logic compatible output dengan 100 mA current sinking
- capability
- Bandwidth dapat diatur dari 0 sampai dengan 14%
- Sangat menolak akan sinyal diluar dari jalur sinyal, dan *noise*
- Bebas terhadap sinyal palsu
- Frekwensi Pusat yang sangat stabil
- Frekwensi pusat yang dapat diatur dari 0.01 Hz sampai dengan 500 kHz

### Aplikasi

- Pemecahkan kode nada
- Osilator Ketepatan
- Pengawas dan pengendali Frekwensi
- Demodulasi FSK pita-lebar
- Kendali ultrasonik
- Pembawa arus pada pengendali jarak jauh



- Sistem penghubung pada decoder pemberian nomor halaman



Gambar 2.13. LM 567

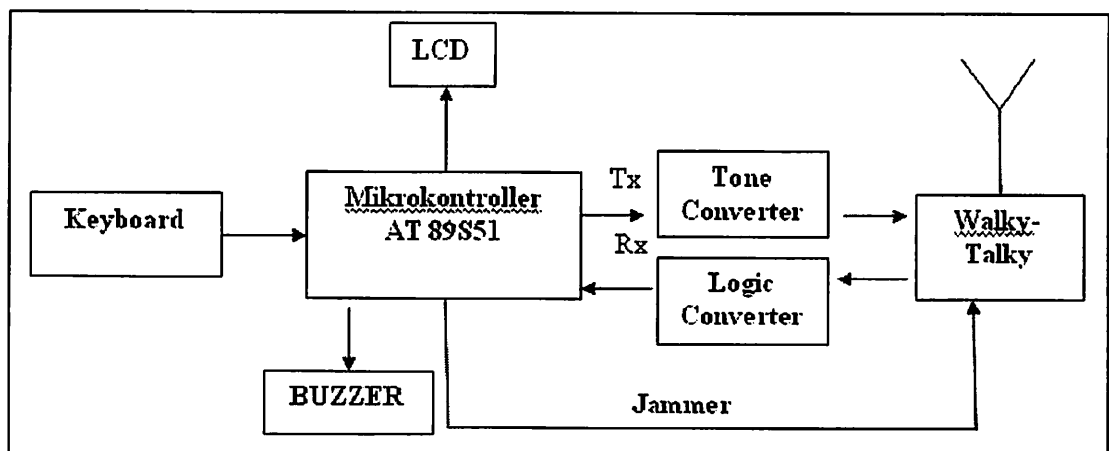
## BAB III

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

#### 3.1. Perancangan Perangkat Keras

##### 3.1.1 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler AT89S51

Rangkaian sistem Mikrokontroler AT89S51 ini merupakan sistem kontrol dan pengolah data yang mengatur fungsi kerja sistem dari perncangan dan pembuatan alat tersebut. Dalam tugas akhir ini, Mikrokontroler digunakan sebagai sistem *input*, *output* dan kontrol. *Input* (masukan) pada rangkaian sistem kontrol ini dihubungkan dengan sensor suhu dan sensor kelembaban yang diperantarai oleh OpAmp dan ADC 0808, untuk portnya menggunakan port 1.0 (P1.0) sampai dengan port 1.7 (P1.7). Sedangkan *output* (keluaran) dapat dihubungkan dengan *display* LCD untuk portnya menggunakan port 0.0 (P0.0) sampai dengan port 0.7 (P0.7) dan port 3.2 (INT0) dan port 3.3 (INT1) digunakan pada LCD sebagai kontrol. Port 3.0 (RXD) duhubungkan pada GPS.Port RST dihubungkan pada rangkaian reset, Port XTAL 1 dan XTAL 2 dihubungkan pada rangkaian Clock external mikrokontroler.



Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem

➤ **Fungsi diagram blok sistem alat adalah :**

○ *Tone converter*

Berfungsi untuk merubah *data logic ttl* menjadi data suara.

○ Mikrokontroller AT 89S51 berfungsi sebagai otak pengendali dari seluruh system.

○ LCD

Berfungsi sebagai tampilan *short message service*.

○ *Keyboard*

Berfungsi sebagai pembantu untuk memasukkan inputan sesuai dengan yang diinginkan.

○ *Logic converter*

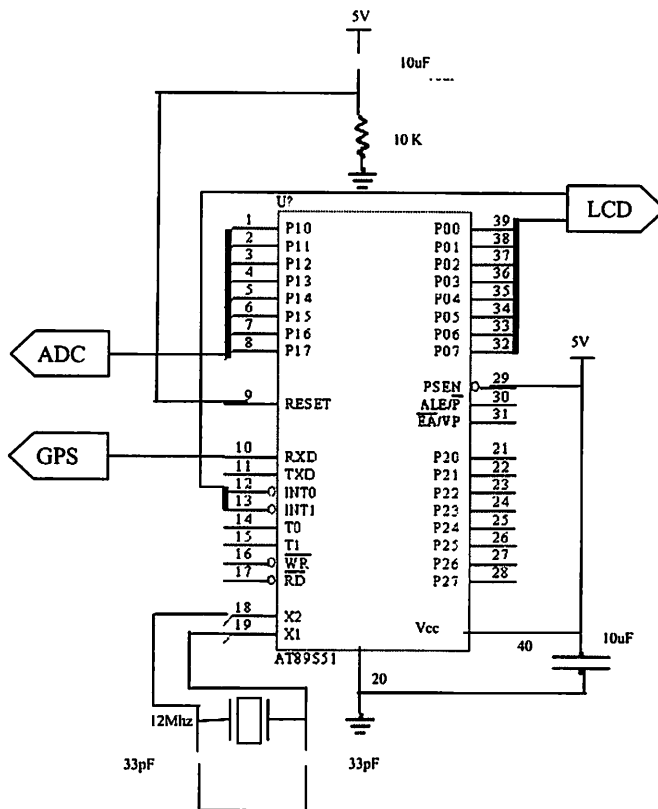
Berfungsi untuk merubah data suara yang diterima walkie talkie menjadi *data logic ttl*.

○ *Walky Talky*

Berfungsi sebagai pengirim dan penerima data suara dari walkie talkie modul

○ *Buzzer*

Berfungsi sebagai penanda berupa suara.



**Gambar 3.2.** Rangkaian Minimum Sistem AT89S51

Pada perancangan alat ini mikrokontroller menggunakan clock sebesar 12 Mhz. Mikrokontroller juga memiliki internal clock generator yang berfungsi sebagai sumber clock, tetapi masih memerlukan rangkaian tambahan untuk membangkitkan klock yang dibutuhkan oleh mikrokontroller. Rangkaian external ini terdiri dari dua buah kapasitor dan sebuah kristal dengan ketentuan yang disesuaikan dalam datasheet yaitu :

C1 dan C2 = 33 pF

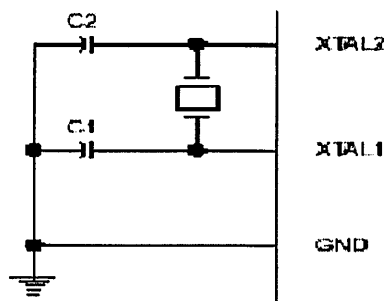
X1 crystal = 12 MHz

Mikrokontroler AT89S51 ini memiliki internal clock generator yang berfungsi sebagai sumber *clock* yang di perlukan. Rangkaian ini terdiri dari dua buah kapasitor dan sebuah kristal, dengan ketentuan :

$$\begin{aligned} C1 \text{ dan } C2 &= 30 \text{ pF} \pm 10 \text{ pF} \text{ untuk kristal} \\ &= 40 \text{ pF} \pm 10 \text{ pF} \text{ untuk keramik resonators} \end{aligned}$$

Dalam minimum sistem ini menggunakan kristal 12 Mhz dan  $C1 = C2$  sebesar 33 pF.

Dengan rangkaian sebagai berikut :



**Gambar 3.3.** Rangkaian Clock

Dengan menggunakan nilai kristal diatas maka dapat dihitung waktu yang diperlukan untuk satu siklus mesin.

Diketahui :  $F = 12 \text{ Mhz}$

Sehingga :  $Tme = \frac{Cx12}{f_{\text{kristal}}}$

$$Tme = \frac{1x12}{12 \text{ Khz}} = \frac{12}{12 \text{ Khz}}$$

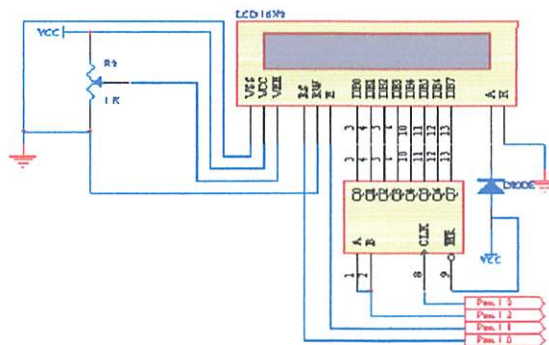
$$Tme = 1 \mu\text{S}$$

Maka satu siklus mesin dari mikrokontroler AT89S51 adalah sebesar  $Tme = 1 \mu\text{S}$

### 3.1.2. LCD ( *Liquid Kristal Display* )

*Liquid Kristal Display* adalah modul tampilan yang mempunyai konsumsi daya yang relatif rendah dan terdapat sebuah kontroler CMOS didalamnya. Kontroler tersebut berfungsi sebagai pembangkit ROM / RAM dan display data RAM.

Dengan bantuan perangkat lunak yang dibuat, dapat ditampilkan karakter yang bisa dilihat pada layar tampilan, yaitu dengan mengendalikan pada pena E, R/W dan RS. dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik panel LCD, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroler utama. Hubungan pin data dengan dengan pin *control* LCD dengan MCU ditunjukkan pada gambar di bawah



**Gambar 3.4.** Rangkaian LCD M1632 dan Shift Register 74LS164

Untuk tampilan data keseluruhan digunakan LCD jenis *dot matriks type* M 1632. LCD M 1632 dihubungkan dengan *bus* data mikrokontroler. Dalam perencanaan dan pembuatan rangkain ini, LCD M 1632 menempati alamat 8000H – 8001H.

### 3.1.3 Rangkaian Modem (Modulasi dan Demodulasi)

#### 3.1.3.1 Modulator

XR 2206 menggunakan metode FSK dengan frekuensi 2000Hz untuk low dan 1500Hz untuk logic high

Yang didapat dari rumus :

$$F = \frac{1}{RC}$$

### 3.1.3.2 Demodulator

LM 567 diset pada frekuensi 2000Hz untuk logic low dengan bandwidth 100 Hz sehingga LM 567 mengeluarkan logic low pada frekuensi 1950Hz sampai 2050Hz

Yang didapat dari rumus :

$$F = \frac{1}{RC}$$

Baud Rate

Pada rangkaian ini Baud Rate yang digunakan adalah 112BPS

Dengan menggunakan rumus:

$$\text{Baud rate} = \frac{\text{Freq.Oscillator}}{32 \times 12 \times (256 - TH)} \times K$$

Dimana K adalah konstanta bernilai 1 bila SMOD = 0 dan bernilai 2 bila SMOD = 1

$$\begin{aligned} TH &= 256 - \frac{K \times F.Osc}{384 \times \text{baudrate}} \\ &= 256 - \frac{1 \times 12000000}{384 \times 9600} \\ &= 256 - 3,25 \\ &= 252,75 \text{ FHD} \end{aligned}$$

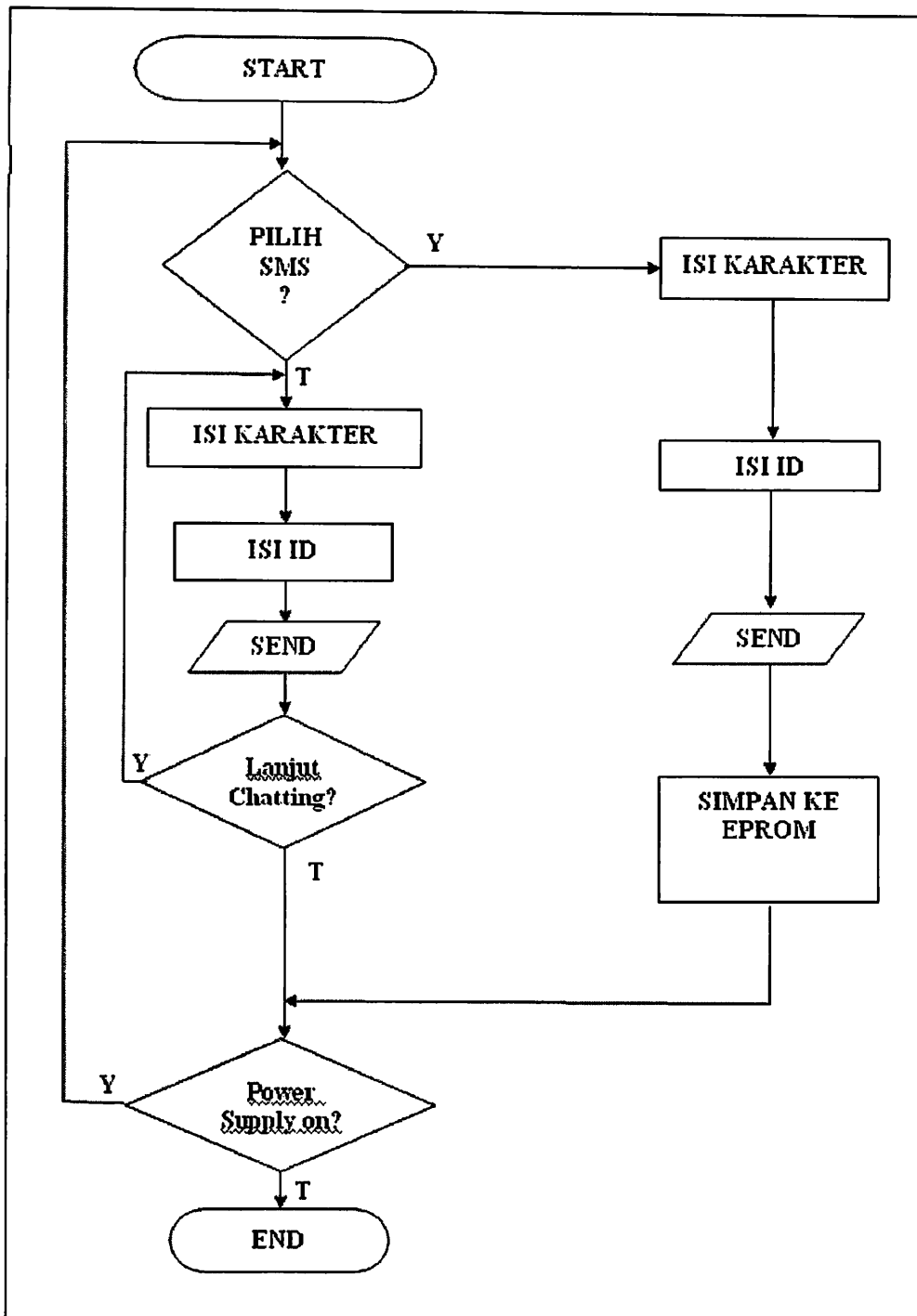
### 3.1. Perancangan Perangkat Lunak.

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

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



## 3.2.1 Diagram Alir Sistem



Gambar 3.5. Flowchart Software pada sistem

## BAB IV

### PENGUJIAN ALAT

#### 4.1. Tujuan.

Bab ini akan membahas tentang pengujian alat yang telah dirancang. Adapun tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah *hardware* dan *software* dapat bekerja sesuai dengan kondisi yang diinginkan, maka dilakukan pengujian pada alat dan sistem kerja alat, yang mana prosedur pengujian meliputi:

1. Pengujian *Hardware*.
2. Pengujian sistem secara keseluruhan.

#### 4.2. Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*).

Dalam pengujian alat dibagi dalam beberapa sub system dari instrumen dan peralatan, diantaranya adalah pengujian:

##### 4.2.1. Pengujian Minimum Sistem AT89S51

###### 1. Tujuan :

- Untuk mengetahui apakah mikrokontroller dapat bekerja sebagai pengontrol sistem alat dengan baik

###### 2. Peralatan:

- Minimum sistem mikrokontroller AT89S51
- Catu daya 5 volt
- Seperangkat downloader AT89S51 dengan **ISP-Flash Programmer Version**

**3.0a**

- *Personal Computer*

Gambar tersebut diatas menunjukkan prosedur pengujian Mikro AT89S51 yakni pengujian sistem pengiriman data secara serial berekstensi *dot hex*. Software yang dipakai ialah menggunakan **ISP-Flash Programmer Version 3.0a**

#### 4.2.2. Pengujian Rangkaian *Reset* Mikrokontroler

##### 1. Tujuan:

- Pengujian rangkaian *reset* bertujuan untuk mengukur tegangan *reset* pada saat *reset* berkondisi *High* dan pada saat *reset* berkondisi *Low*.

##### 2. Peralatan :

- *Multitester*.
- *Mikrokontroler* AT89S51.

**Tabel 4.1** Hasil Pengukuran *Reset*

<i>Reset</i>	Tegangan
<i>High</i>	4,89 Volt
<i>Low</i>	0,2 Volt

Hasil dari pengukuran pada tabel rangkaian reset menunjukkan mikrokontroler bekerja pada kondisi aktif *high*.

#### 4.3. Pengujian Rangkaian *Keyboard*

##### 1. Tujuan :

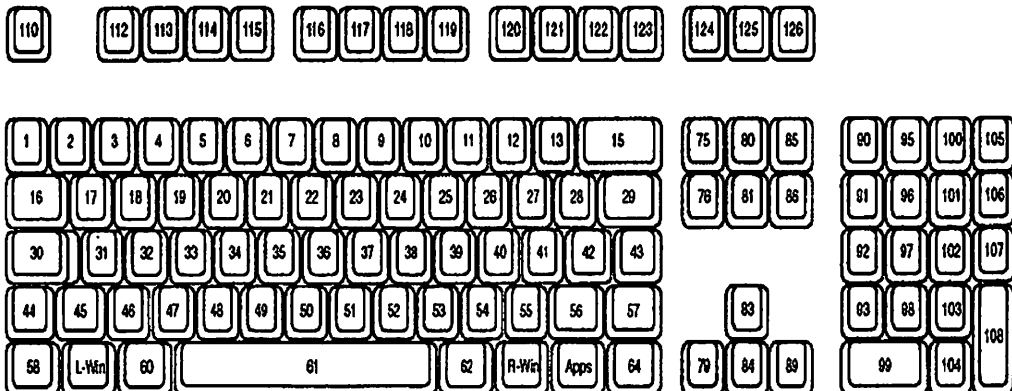
- Untuk mengetahui konfigurasi logika keluaran dari unit papan tombol saat tombol ditekan adalah proses *scanning* yang terjadi pada lajur baris dan kolom.

## 2. Peralatan yang dibutuhkan

- Rangkaian *keyboard*.
- Sistem mikrokontroler dan LCD.
- Perangkat lunak pengujian *keyboard*
- *Downloader* mikrokontroller.
- Catu daya.

## 3. Prosedur pengujian :

- Menjalankan program untuk pengujian *keyboard* dan menghubungkan dengan perangkat keseluruhan alat
- Penekanan tombol keypad berupa ID Client selanjutnya ditampilkan pada LCD
- Mengamati hasil pengujian



**Gambar 4.1.** Pengujian Letak *Scan Data Keyboard*

**Tabel 4.2.** Hasil Pengujian Pengkode *Keyboard*

Tombol	Data Keyboard
0	69
1	22
2	30
3	38
4	37
dst	dst

**Gambar 4.2.** Pengujian *Keyboard* Pada *LCD*

Dari hasil yang terlihat menunjukkan hasil *scanning* dari pengiriman data *keyboard* yang ditampilkan ke *LCD*, dan dapat aktif jika sistem dijalankan dengan baik.

#### 4.4. Pengujian Rangkaian *LCD*.

Adapun tujuan dari pengujian rangkaian ini untuk mengetahui kondisi keluaran *LCD* yaitu sebagai tampilan, juga mencatat nilai tegangan yang masuk pada *LCD* sebelum dan sesudah melewati diode.

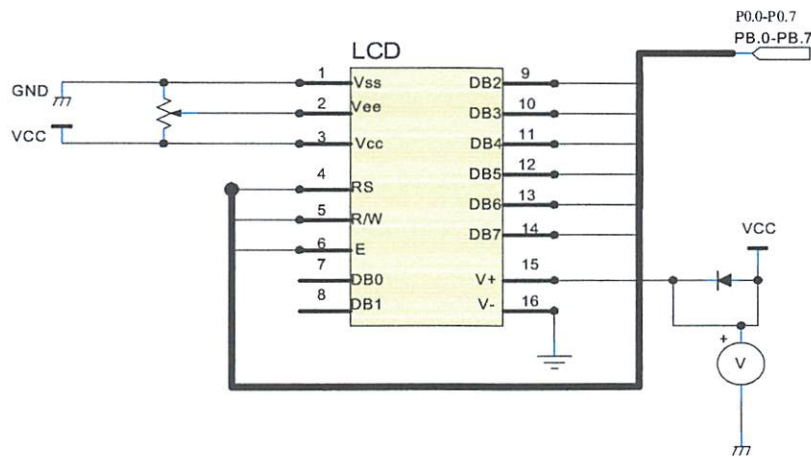
##### 1. Alat-alat Yang Digunakan

- *LCD*.

- Catu daya.
- Multimeter digital.

## 2. Prosedur Pengujian.

1. Menyusun rangkaian pengujian seperti pada gambar 4.5



**Gambar 4.3.** Rangkaian Pengujian LCD.

- 2 Mengaktifkan catu daya.
- 3 Mengukur besarnya tegangan awal yang masuk pada LCD dan tegangan setelah lewat pada dioda.

## 3. Hasil pengujian.

Dari hasil pengujian maka didapatkan tampilan seperti yang terlihat pada gambar berikut ini :



**Gambar 4.4.** Pengukuran Tegangan Awal LCD



**Gambar 4.5.** Pengukuran Tegangan Setelah Melewati Dioda

**Tabel 4.3.** Hasil Pengukuran Pengujian Rangkaian LCD

No	Tegangan Awal LCD (Volt)	Tegangan Setelah Melewati Dioda (Volt)
1	4,87	4,25

Perubahan nilai tegangan dari 5,07 V menjadi 4,25 V sesuai dengan tegangan yang direkomendasikan oleh data sheet LCD sebesar 4,2 V - 4,3 V.

#### 4.5. Pengujian Pada XR2206

Dari hasil pengujian XR2206 adalah untuk mengetahui apakah modulator dapat menghasilkan frekuensi yang diinginkan.

##### 1. Tujuan:

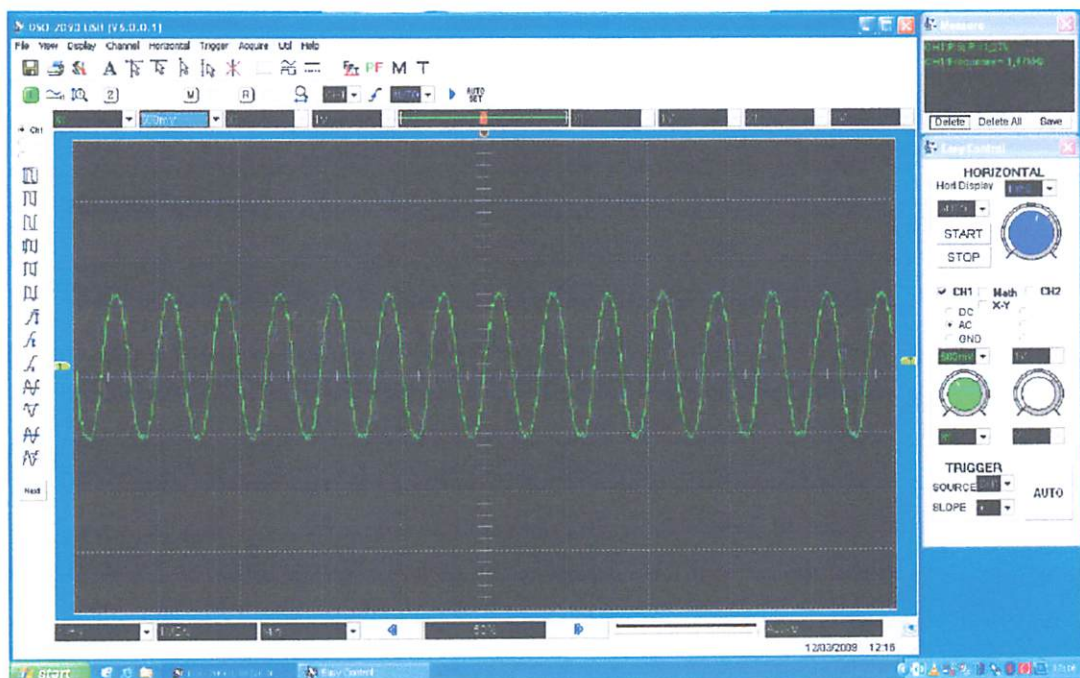
Adapun tujuan pengujian XR2206 adalah untuk mengetahui apakah fungsi XR2206 sebagai modulator dapat memodulasi sinyal dari mikrokontroler AT89S51

##### 2. Peralatan yang dibutuhkan

- a. Mikrokontroler AT89S51
- b. Osciloskop
- c. PC (Personal Computer)
- d. XR 2206

### 3. Prosedur Pengujian:

- Mengamati output yang keluar dari osciloskop yang di display ke monitor PC



**Gambar 4.6.** Pengujian XR 2206

### 4.6. Pengujian Pada LM 567

Dari hasil pengujian LM 567 adalah untuk mengetahui apakah demodulator dapat menghasilkan frekuensi yang diinginkan.



### 1. Tujuan:

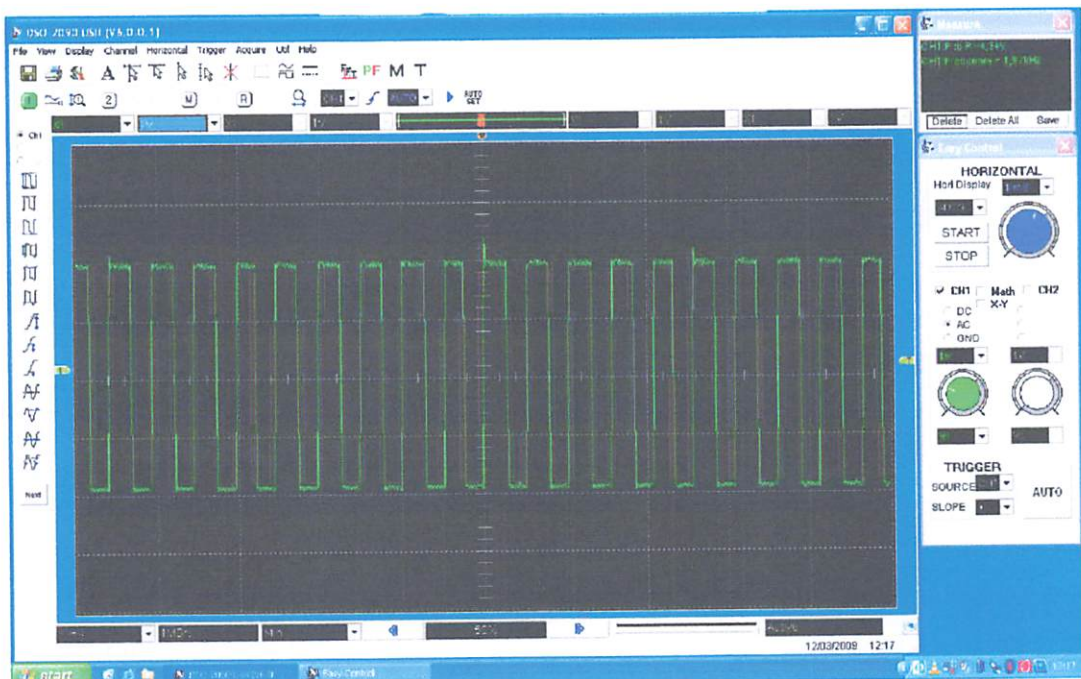
Adapun tujuan pengujian LM 567 adalah untuk mengetahui apakah fungsi LM 567 sebagai demodulator dapat mendemodulasi sinyal dari *walky talky*

### 2. Peralatan yang dibutuhkan

- *Walky Talky*
- Osciloskop
- PC (Personal Computer)
- LM 567

### 3. Prosedur Pengujian:

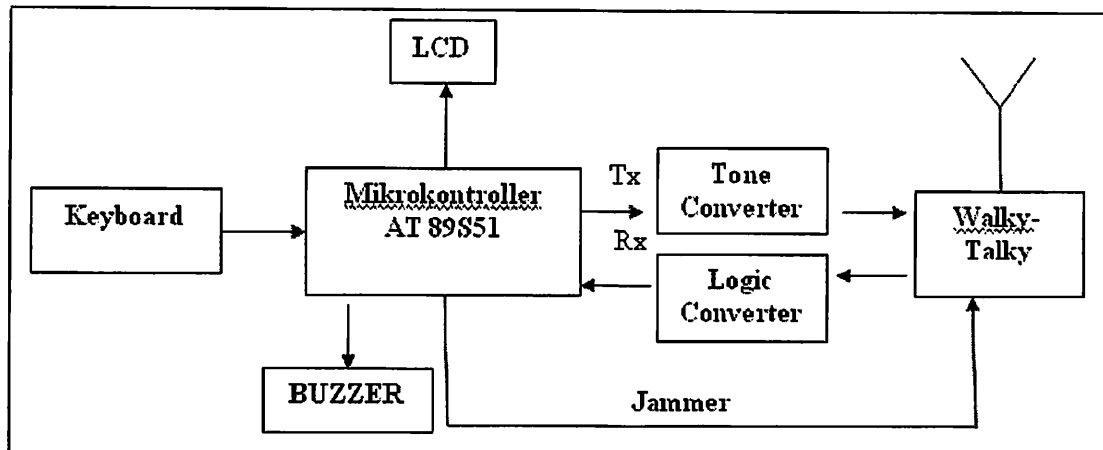
- Mengamati output yang keluar dari osciloskop yang di display ke monitor PC



Gambar 4.7. Pengujian LM567

#### 4.7. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.

Pengujian rangkaian secara keseluruhan dilakukan dengan menghubungkan masing-masing rangkaian atau blok dan menjalankan perangkat lunak yang dibuat. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah peralatan yang dibuat telah sesuai dengan perencanaan.



Gambar 4.8. Rangkaian keseluruhan sistem

- Menyusun rangkaian seperti pada gambar 4.8
- Memberi tegangan catu daya sebesar 12 volt DC.
- Menghidupkan saklar dan mengamati pada LCD.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi dari perancangan dan pembuatan alat pemantau suhu dan kelembaban dari jarak jauh ini, dapat disimpulkan bahwa :

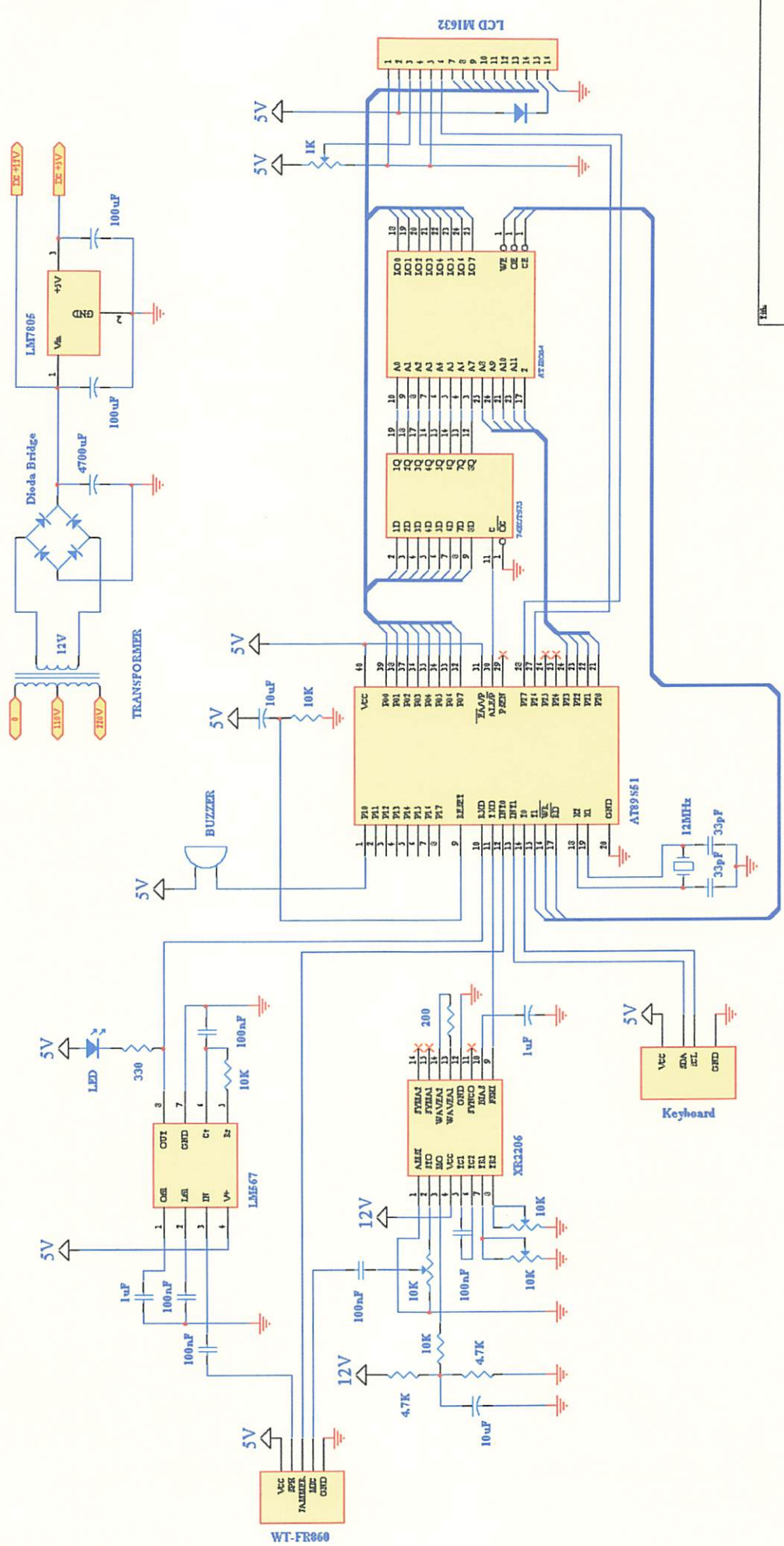
1. Pengujian dari keseluruhan rangkaian, terutama sistem kontrol oleh mikrokontroler menunjukkan bahwa mikrokontroler bekerja pada aktif *high* jika pada saat proses pengiriman data. dengan sistem pemrograman.
2. Hasil pengujian Rangkaian LCD, menunjukkan hasil *scanning* LCD dapat beroperasi pada saat sistem dijalankan
3. Hubungan komunikasi *walky talky* yang satu dengan yang lain menunjukkan tampilan database berjalan baik, dan dapat bekerja dengan baik jika tidak ada gangguan seperti noise dan sebagainya
4. Dengan demikian, tujuan umum dari penulisan skripsi ini telah dapat dicapai. Hal ini dikarenakan, keberhasilan modul – modul ini dalam mengirimkan karakter dari satu modul ke modul yang lain.

#### **5.2. SARAN**

1. Untuk mendapatkan peningkatan kinerja alat, dengan mengaplikasikan regulator yang dapat menjaga kestabilan frekwensi
2. Dalam pengembangan alat ini diharapkan ditambahkannya baterai cadangan sehingga jika power supply utama mati atau rusak maka alat ini masih dapat bekerja

## DAFTAR PUSTAKA

1. Malvino Albert Paul, *Prinsip - Prinsip Elektronika, Buku Dua*, Penerbit Salemba Teknika, Jakarta, Tahun 2004, dan *Texas Instruments*.
2. Malvino Albert Paul, *Elektronika Komponen Digital*, Penerbit, Erlangga, Jakarta, 1996.
3. Uffenbeck, J., 1986. *Microcomputer and Microprocessor*, Prentice Hall, New Jersey.
4. Tokheim Roger, *Elektronika Digital*, Gramedia, Jakarta, 1987.
5. Wasito S, *Data Sheet Book I, Data IC Linier, TTL Dan CMOS*, PT.Elektro Media Komputindo, Gramedia, Jakarta, 1996.
6. *Walkie Talkie Karce FR860 User Guide*.
7. <http://www.atmel.com>
8. <http://www.Datasheet LCD.com>
9. <http://www.fairchildsemi.com>
10. <http://www.chipdocs.com>
11. <http://design-NET.com>
12. [http://www.geocities.com/my\\_aircom](http://www.geocities.com/my_aircom)
9. <http://www.futurlec.com/ADConv/ADCPCF8591.shtml>
10. [http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Istimewa:Cite&page=Peralatan\\_komunikasi\\_portabel&id+265811](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Istimewa:Cite&page=Peralatan_komunikasi_portabel&id+265811)
11. <http://www.iguanalabs.com/pcf8591.jpg>
12. <Http://www.ATMEL.com>.
13. <Http://alldatasheet.com/XR2206.pdf>
14. <Http://alldatasheet.com/LM567.pdf>



Tab.	
Sim	PinList
B	PinList
Doc:	25-Oct-2003
File:	C:\MICROCAL\PROJECTS\AT89C51.DOC
Sheet of	1
Drawn by:	

## LM567/LM567C Tone Decoder

### General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

### Features

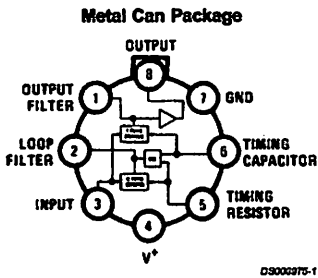
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%

- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

### Applications

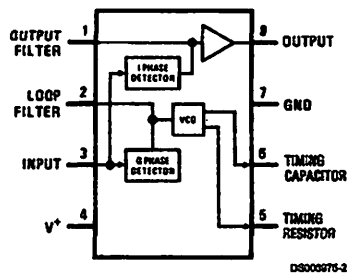
- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

### Connection Diagrams



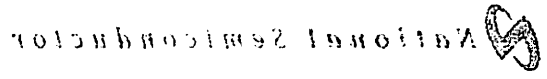
Top View  
Order Number LM567H or LM567CH  
See NS Package Number H03C

### Dual-In-Line and Small Outline Packages



Top View  
Order Number LM567CM  
See NS Package Number M08A  
Order Number LM567CN  
See NS Package Number N08E

May 1999



# LM557LM557C Tone Decoder

## General Description

The LM557 and LM557C are general purpose tone decoders designed to provide a regulated transistor switch to ground. The device is designed to be used in a wide variety of applications. The LM557C includes a 100 nA current source which allows the center frequency of the decoder to be adjusted. The decoder is designed to be used in a wide variety of applications. The decoder is designed to be used in a wide variety of applications.

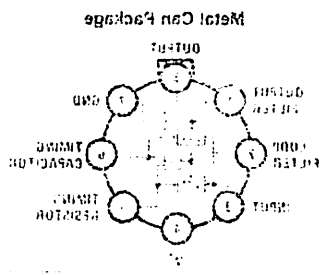
## Features

- 30 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 1 kHz

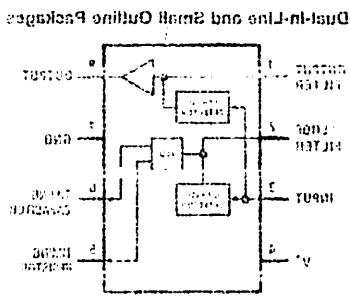
## Applications

- Communications paging decoders
- Carrier current remote controls
- Ultrasonic controls
- Wide band FRK generation
- Frequency measurement and control
- Precision oscillator
- Touch tone decoding
- Center frequency adjustable from 0.1 Hz to 100 kHz
- Highly stable center frequency
- Immunity to false signals
- High rejection of out of band signals and noise

## Connection Diagrams



Top View  
Order Number LM557H or LM557CH  
See NS Package Number H08C



Top View  
Order Number LM557M  
See NS Package Number M08A  
Order Number LM557CM  
See NS Package Number M08E

### Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage Pin	9V
Power Dissipation (Note 2)	1100 mW
V <sub>a</sub>	15V
V <sub>s</sub>	-10V
V <sub>s</sub>	V <sub>a</sub> + 0.5V
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

### Operating Temperature Range

LM567H	-55°C to +125°C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	0°C to +70°C

### Soldering Information

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

### Electrical Characteristics

AC Test Circuit, T<sub>A</sub> = 25°C, V\* = 5V

Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	R <sub>L</sub> = 20k		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	R <sub>L</sub> = 20k		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		kΩ
Smallest Detectable Input Voltage	I <sub>L</sub> = 100 mA, f <sub>i</sub> = f <sub>o</sub>		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	I <sub>C</sub> = 100 mA, f <sub>i</sub> = f <sub>o</sub>	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			6			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	B <sub>n</sub> = 140 kHz		-6			-6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of f <sub>o</sub>
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of f <sub>o</sub>
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature			±0.1			±0.1		%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75-6.75V		±1	±2		±1	±5	%V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability (4.75-5.75V)	0 < T <sub>A</sub> < 70 -55 < T <sub>A</sub> < +125		35 ± 60 35 ± 140			35 ± 60 35 ± 140		ppm/°C ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V-6.75V 4.75V-9V		0.5 2.0	1.0		0.4 2.0	2.0 2.0	%V %V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			f <sub>i</sub> /20			f <sub>i</sub> /20		
Output Leakage Current	V <sub>a</sub> = 15V		0.01	25		0.01	25	μA
Output Saturation Voltage	e <sub>i</sub> = 25 mV, I <sub>B</sub> = 30 mA e <sub>i</sub> = 25 mV, I <sub>B</sub> = 100 mA		0.2 0.6	0.4 1.0		0.2 0.6	0.4 1.0	V
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

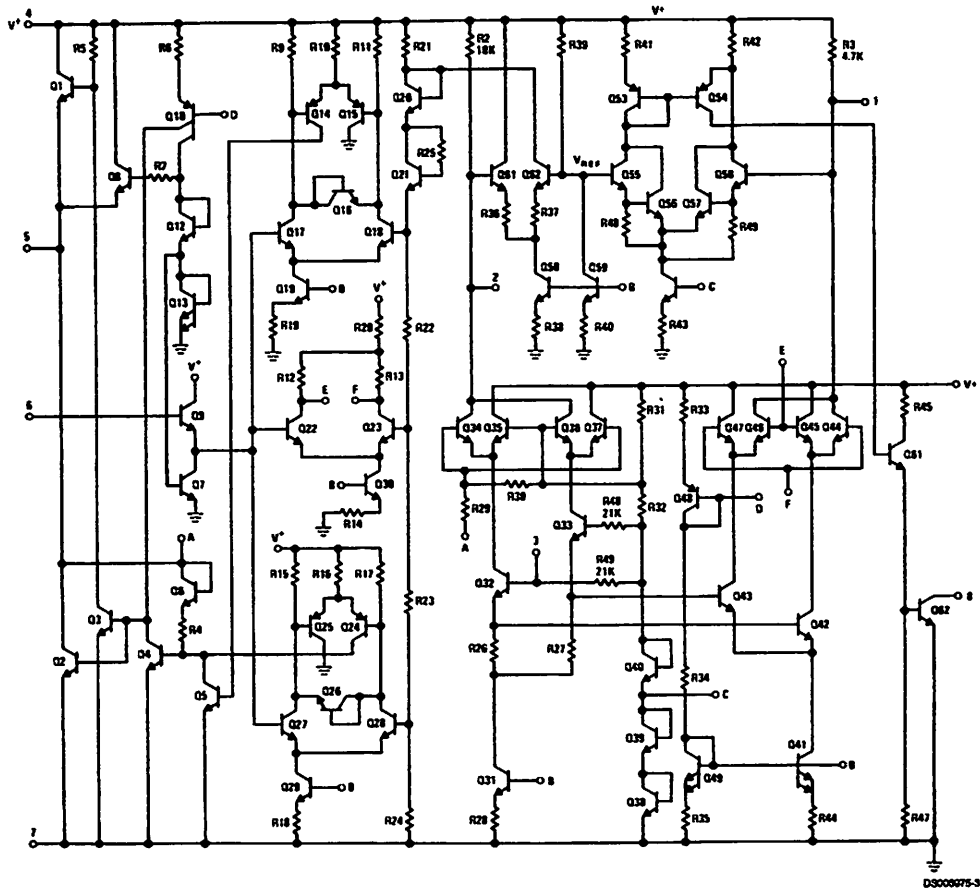
Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

Note 2: The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 110°C/W, junction to ambient. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 160°C/W, junction to ambient.

Note 3: Refer to RET567X drawing for specifications of military LM567H version.



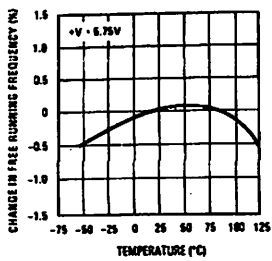
## Schematic Diagram



DS000975-3

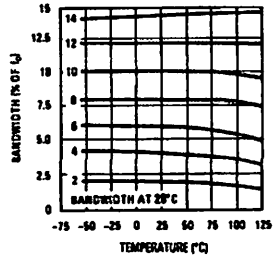
## Typical Performance Characteristics

Typical Frequency Drift



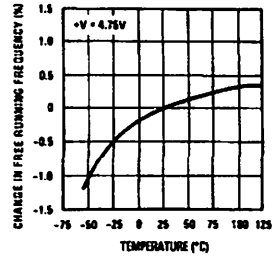
DS000975 10

Typical Bandwidth Variation



DS000975-11

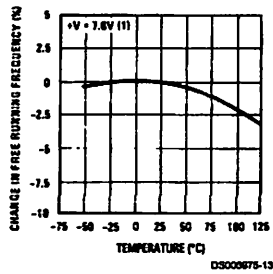
Typical Frequency Drift



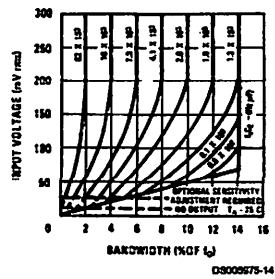
DS000975 12

## Typical Performance Characteristics (Continued)

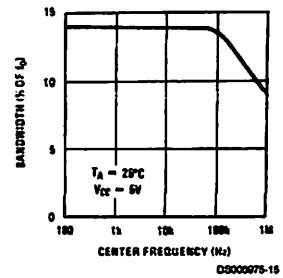
### Typical Frequency Drift



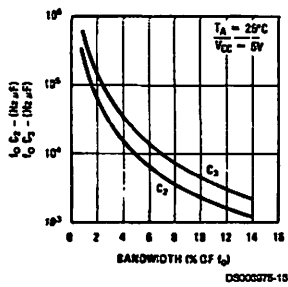
### Bandwidth vs Input Signal Amplitude



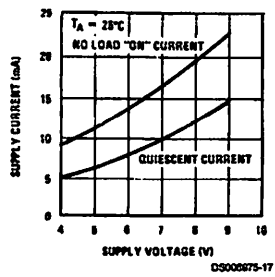
### Largest Detection Bandwidth



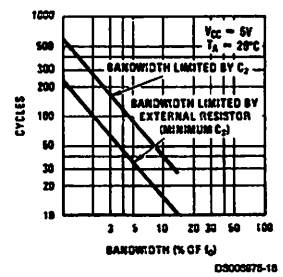
### Detection Bandwidth as a Function of $C_2$ and $C_3$



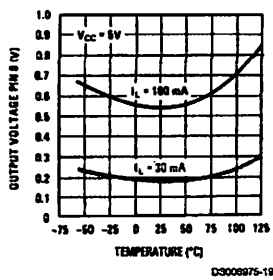
### Typical Supply Current vs Supply Voltage



### Greatest Number of Cycles Before Output

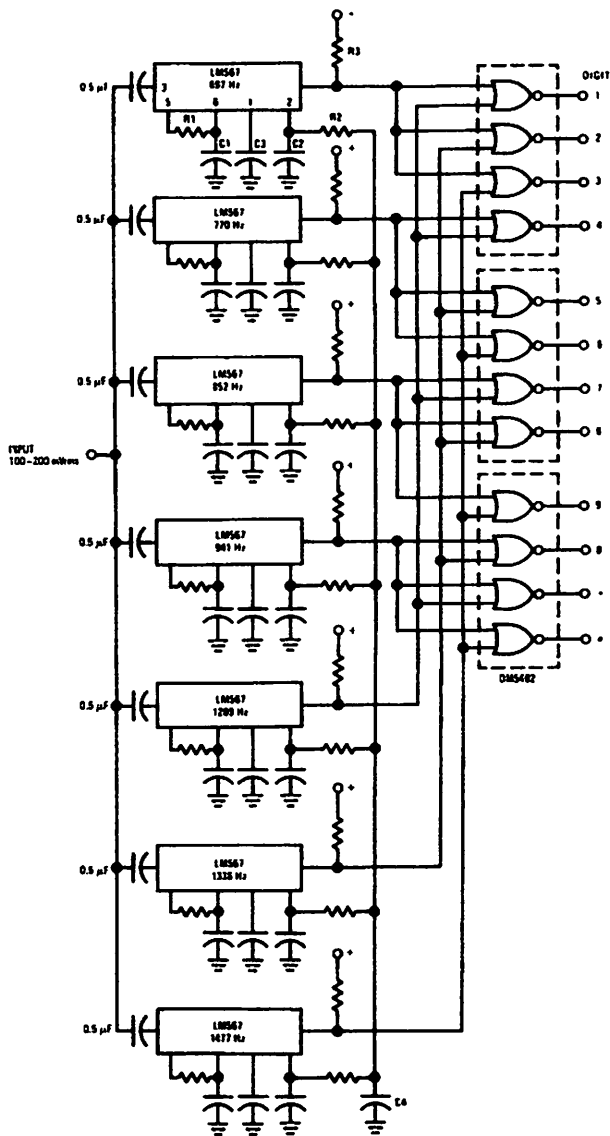


### Typical Output Voltage vs Temperature



# Typical Applications

## Touch-Tone Decoder



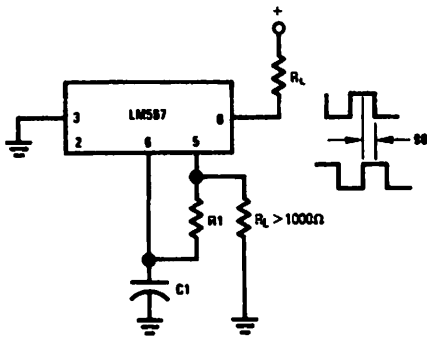
**Component values (typ)**

- R1 8.8 to 15k
- R2 4.7k
- R3 20k
- C1 0.10 mfd
- C2 1.0 mfd 6V
- C3 2.2 mfd 6V
- C4 250 mfd 6V

0000075-6

## Typical Applications (Continued)

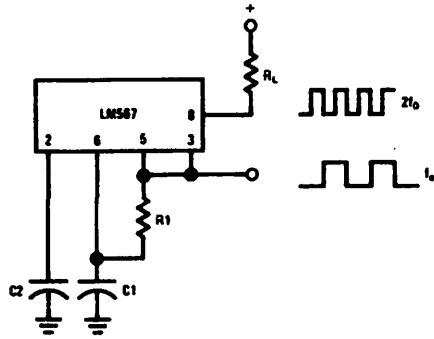
### Oscillator with Quadrature Output



D3000975-6

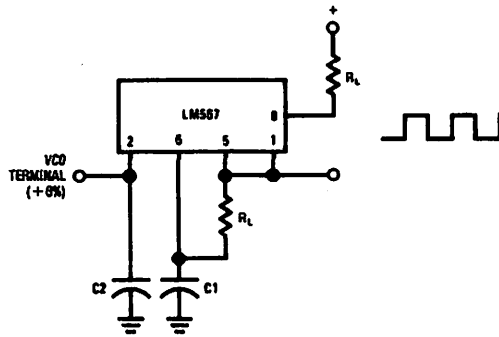
Connect Pin 3 to 2.6V to Invert Output

### Oscillator with Double Frequency Output



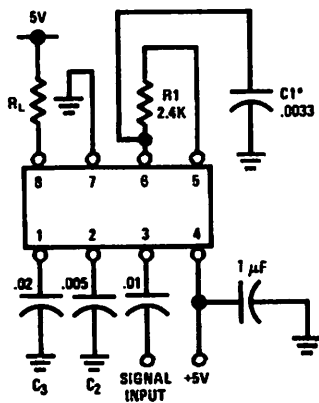
D3000975-7

### Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



D3000975-8

## AC Test Circuit



D3000975-9

$f_0 = 100 \text{ kHz} + 5V$

\*Note: Adjust for  $f_0 = 100 \text{ kHz}$ .

## Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_0 \approx \frac{1}{1.1 R_1 C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

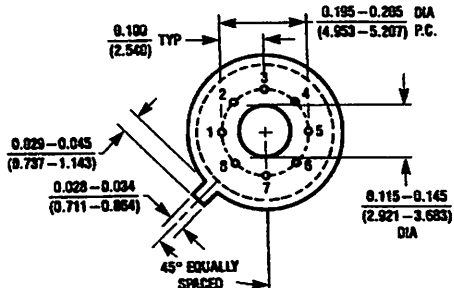
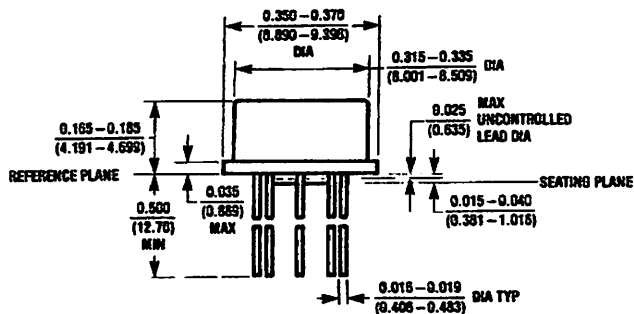
$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_1}{f_0 C_2}} \text{ in \% of } f_0$$

Where:

$V_1$  = Input voltage (volts rms),  $V_1 \leq 200 \text{ mV}$

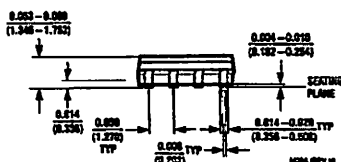
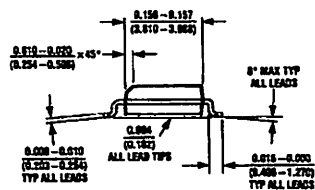
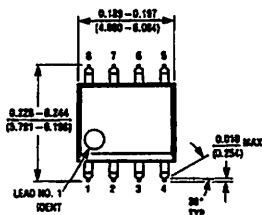
$C_2$  = Capacitance at Pin 2 ( $\mu\text{F}$ )

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



H08C (REV B)

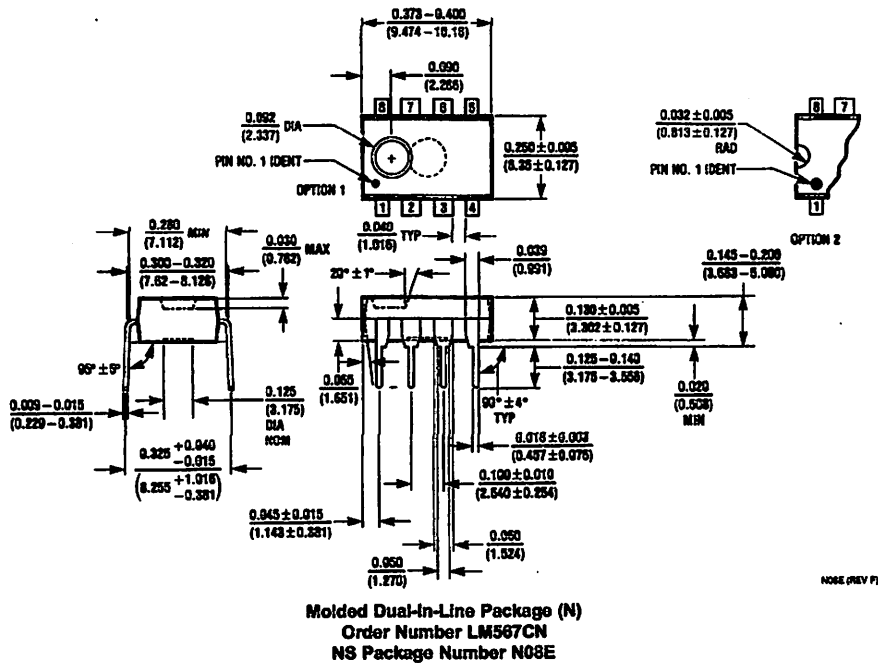
**Metal Can Package (H)**  
**Order Number LMS67H or LMS67CH**  
**NS Package Number H08C**



M08A (REV A)

**Small Outline Package (M)**  
**Order Number LM567CM**  
**NS Package Number M08A**

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



NOTE (REV F)

**LIFE SUPPORT POLICY**

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL 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 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 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.

**National Semiconductor Corporation**  
 Americas  
 Tel: 1-800-272-9959  
 Fax: 1-800-737-7018  
 Email: support@nsc.com  
 www.national.com

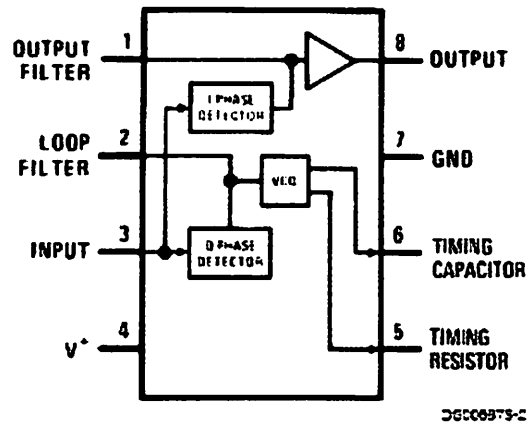
**National Semiconductor Europe**  
 Fax: +49 (0) 1 80-530 85 88  
 Email: europe.support@nsc.com  
 Deutsch Tel: +49 (0) 1 80-530 85 85  
 English Tel: +49 (0) 1 80-532 78 32  
 Français Tel: +49 (0) 1 80-532 93 58  
 Italiano Tel: +49 (0) 1 80-534 16 80

**National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group**  
 Tel: 65-2544468  
 Fax: 65-2504468  
 Email: asa.support@nsc.com

**National Semiconductor Japan Ltd.**  
 Tel: 81-3-5639-7580  
 Fax: 81-3-5639-7507

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

- Sistem penghubung pada decoder pemberian nomor halaman



**Gambar 2.13. LM 567**

LIQUID CRYSTAL DISPLAY MODULE

M 1 6 3 2

USER MANUAL

Seiko Instruments Inc.



**PREFACE**

This manual describes technical informations on functions and instructions of M1632 from Seiko Instruments Inc. Please read this instruction manual carefully to understand all the module functions and make the best use of them. Description details may be changed without notice.

**Revision Record**

<u>Edition</u>	<u>Revision</u>	<u>Date</u>
1	Original	April 1985
2	Completely revised	Jan. 1987

© Seiko Instruments Inc. 1987

Printed in Japan

## **1. GENERAL**

### **1.1 General**

The M1632 is a low-power-consumption dot-matrix liquid crystal display (LCD) module with a high-contrast wide-view TN LCD panel and a CMOS LCD drive controller built in. The controller has a built-in character generator ROM/RAM, and display data RAM. All the display functions are controlled by instructions and the module can easily be interfaced with an MPU. This makes the module applicable to a wide range of purposes including terminal display units for microcomputers and display units for measuring gages.

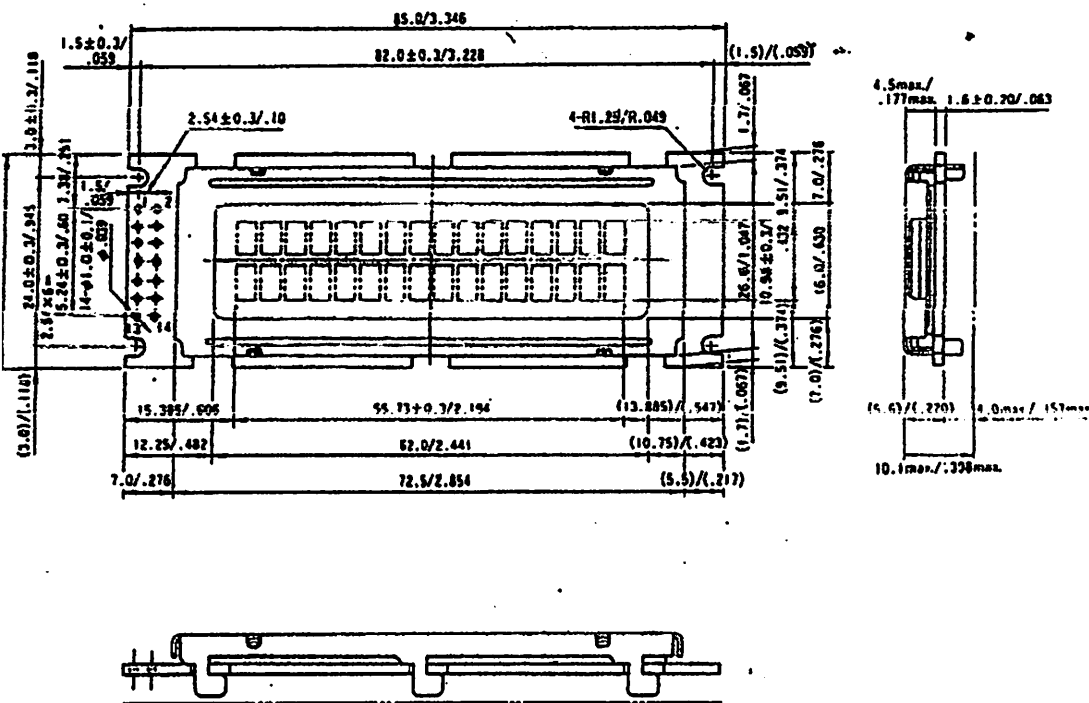
### **1.2 Features**

- 16-character, two-line TN liquid crystal display of 5 x 7 dot matrix + cursor
- Duty ratio: 1/16
- Character generator ROM for 192 character types  
(character font: 5 x 7 dot matrix)
- Character generator RAM for eight character types (program write)  
(character font: 5 x 7 dot matrix)
- 80 x 8 bit display data RAM (80 characters maximum)
- Interface with four-bit and eight-bit MPUs possible
- Display data RAM and character generator RAM readable from MPU
- Many instruction functions

*Display Clear, Cursor Home, Display ON/OFF, Cursor ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift, and Display Shift*

- Built-in oscillator circuit
- +5 V single power supply
- Built-in automatic reset circuit at power-on
- CMOS process
- Operating temperature range: 0°C to 50°C

### 1.3 Dimensions Diagram



Unit : mm/inch  
General tolerance :  $\pm 0.5$  mm

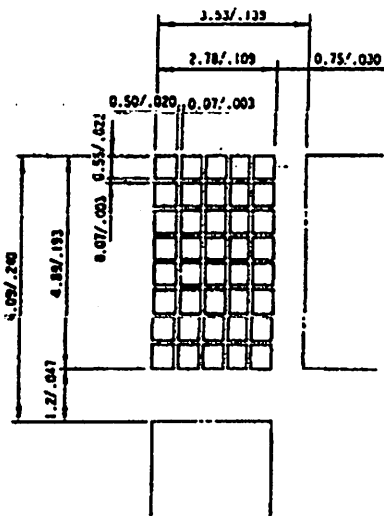
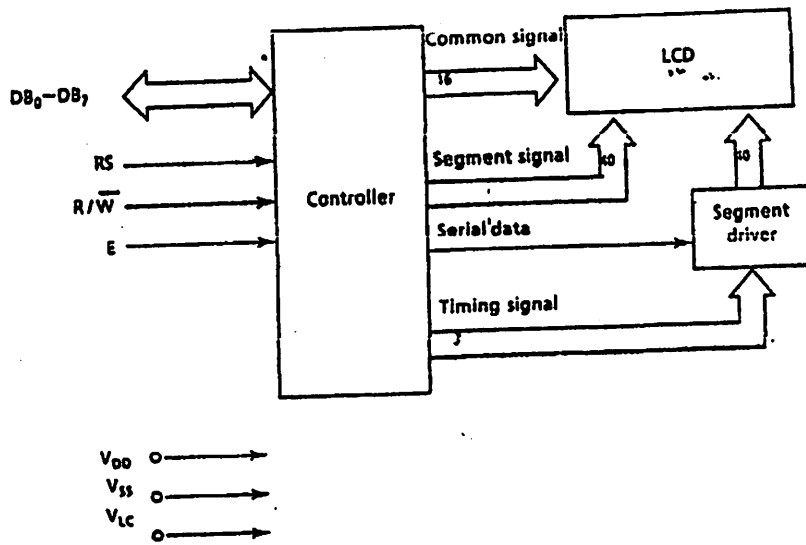


Figure 1 Dimensions diagram

No.	Symbol	Level	Function	
1	Vss	-	Power Supply	0V (GND)
2	Vcc	-		5V $\pm 10\%$
3	Vcc	-		for LCD Drive
4	RS	H/L	H: Data Input L: Instruction Input	
5	R/W	H/L	H:READ L:WRITE	
6	E	H, $\bar{L}$	Enable Signal	
7	DB0	H/L	Data Bus	
8	DB1	H/L		
9	DB2	H/L		
10	DB3	H/L		
11	DB4	H/L		
12	DB5	H/L		
13	DB6	H/L		
14	DB7	H/L		
15	V+ BL	-	Back Light Supply	4 - 4.2V 50-200mA
16	V- BL	-	Back Light Supply	0V (GND)

#### 1.4 Block Diagram



## 1.5 Absolute Maximum Ratings

$V_{SS} = 0V$

Item	Symbol	Standard	Unit	Remarks
Power supply voltage	$V_{DD}$	-0.3 to +7.0	V	
	$V_{LC}$	$V_{DD} - 13.5$ to $V_{DD} + 0.3$	V	
Input voltage	$V_{in}$	-0.3 to $V_{DD} + 0.3$	V	
Operating temperature	$T_{opr}$	0 to +50	°C	
Storage temperature	$T_{stg}$	-20 to +60	°C	At 50% RH

## 1.6 Electrical Characteristics

$V_{DD} = 5V \pm 5\%$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $T_A = 0^\circ C$  to  $50^\circ C$

Item		Symbol	Conditions	Standard			Unit
				Min.	Typ.	Max.	
Input voltage	High	$V_{IH1}$		2.2	-	$V_{DD}$	V
	Low	$V_{IL1}$		0	-	0.6	V
Output voltage (TTL)	High	$V_{OH1}$	$-I_{OH} = 0.205$ mA	2.4	-	-	V
	Low	$V_{OL1}$	$I_{OL} = 1.2$ mA	-	-	0.4	V
Output voltage (CMOS)	High	$V_{OH2}$	$-I_{OH} = 0.04$ mA	$0.9V_{DD}$	-	-	V
	Low	$V_{OL2}$	$I_{OL} = 0.04$ mA	-	-	$0.1V_{DD}$	V
Power supply voltage		$V_{DD}$		4.75	5.00	5.25	V
		$-V_{LC}$	$V_{DD} = 5V$ , $T_A = 25^\circ C$	-	0.25	-	V
Current consumption		$I_{DD}$		-	2.0	3.0	mA
		$I_{LC}$	$V_{LC} = 0.25V$	-	-	1.0	mA
Clock oscillation freq.		$f_{osc}$	Resistance oscillation	190	270	350	kHz

# 1.7 Optical Characteristics

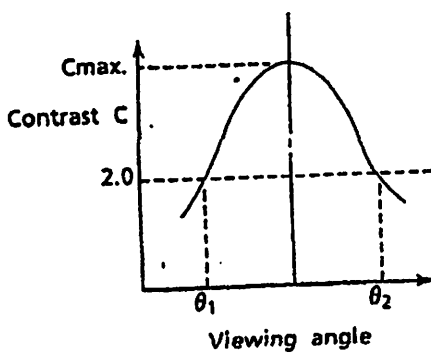
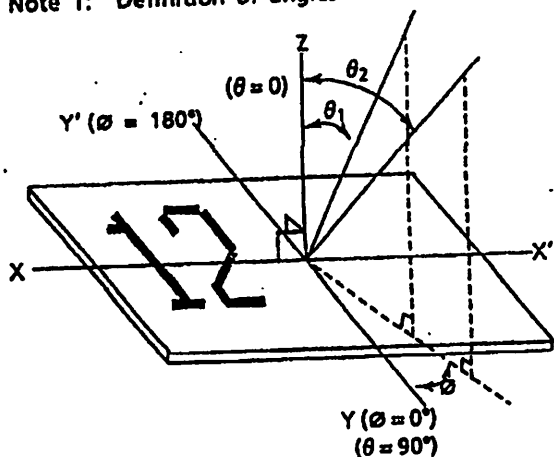
## 1.7.1 Optical characteristics

Maximum viewing angle: 6 o'clock ( $\phi = 0^\circ$ )  
 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{opr} = 4.75\text{ V}$

Item	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Remarks
Viewing angle	$\theta_2 - \theta_1$	$C \geq 2.0$ , $\phi = 0^\circ$	35	-	-	See Notes 1 and 2.
Contrast	C	$\theta = 25^\circ$ , $\phi = 0^\circ$	5	8	-	See Note 3.
Rise time	$t_{on}$	$\theta = 25^\circ$ , $\phi = 0^\circ$	-	60 ms	70 ms	See Note 4.
Fall time	$t_{off}$	$\theta = 25^\circ$ , $\phi = 0^\circ$	-	150 ms	170 ms	See Note 4.

Note 1: Definition of angles  $\phi$  and  $\theta$

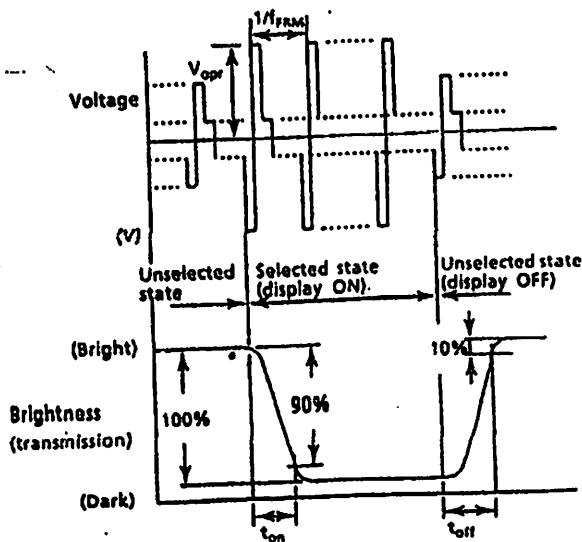
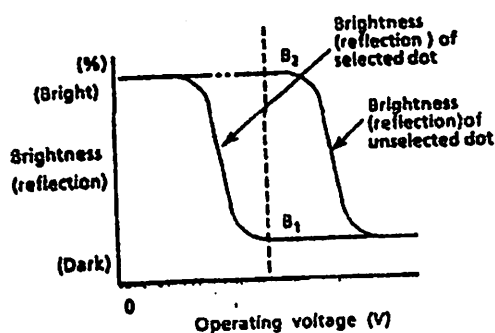
Note 2: Definition of viewing angles  $\theta_1$  and  $\theta_2$



Note 3: Definition of contrast C

Note 4: Definition of response time

$$C = \frac{\text{Brightness (reflection) of unselected dot (B2)}}{\text{Brightness (reflection) of selected dot (B1)}}$$



$V_{opr}$ : Operating voltage (V)  
 $f_{FRAM}$ : Frame frequency (Hz)  
 $t_{on}$ : Response time (rise)(ms)  
 $t_{off}$ : Response time (fall)(ms)

**1.7.2 Recommended operating voltage**

The viewing angle and screen contrast of the LCD panel can be varied by changing the liquid crystal operating voltage ( $V_{opr}$ ), that is  $V_{LC}$ .

The optical characteristics is influenced by an ambient temperature. The recommended value of  $V_{opr}$  for an ambient temperatures are shown below.

Temperature (°C)	0	10	25	40	50
Voltage $V_{opr}$ (V)	5.00	4.90	4.75	4.60	4.50

$$V_{opr} = V_{DD} - V_{LC}$$

# OPERATING INSTRUCTIONS

## 2.1 Terminal Functions

Table 1 Terminal functions

Signal name	No. of terminals	I/O	Destination	Function
DB <sub>0</sub> to DB <sub>3</sub>	4	I/O	MPU	Tristate bidirectional lower four data buses: Data is read from the module to the MPU or written to the module from the MPU through the buses. If the interface data is 4 bits, the signals are not used.
DB <sub>4</sub> to DB <sub>7</sub>	4	I/O	MPU	Tristate bidirectional upper four data buses: Data is read from the module to the MPU or written to the module from the MPU through the buses. DB <sub>7</sub> is also used as a busy flag.
E	1	Input	MPU	Operation start signal: The signal activates data write or read.
R/W	1	Input	MPU	Read (R) and Write (W) selection signals 0: Write 1: Read
RS	1	Input	MPU	Register selection signals 0: Instruction register (Write) Busy flag and address counter (Read) 1: Data register (Write and Read)
V <sub>LC</sub>	1	-	Power supply	Power supply terminal for driving liquid crystal display: The screen contrast can be varied by changing V <sub>LC</sub> .
V <sub>DD</sub>	1	-	Power supply	+5V
V <sub>SS</sub>	1	-	Power supply	Ground terminal: 0V



## 2.2 Basic Operations

### 2.2.1 Registers

The controller has two kinds of eight-bit registers: the instruction register (IR) and the data register (DR). They are selected by the register select (RS) signal as shown in Table 2.

The IR stores instruction codes such as Display Clear and Cursor Shift, and the address information of display data RAM (DD RAM) and character generator RAM (CG RAM). They can be written from the MPU, but cannot be read to the MPU.

The DR temporarily stores data to be written into DD RAM or CG RAM, or read from DD RAM or CG RAM. When data is written into DD RAM or CG RAM from the MPU, the data in the DR is automatically written into DD RAM or CG RAM by internal operation. However, when data is read from DD RAM or CG RAM, the necessary data address is written into the IR. The specified data is read out to the DR and then the MPU reads it from the DR. After the read operation, the next address is set and DD RAM or CG RAM data at the address is read into the DR for the next read operation.

Table 2 Register selection

RS	$\overline{R/W}$	Operation
0	0	IR selection, IR write. Internal operation: Display clear
0	1	Busy flag (DB <sub>7</sub> ) and address counter (DB <sub>0</sub> to DB <sub>6</sub> ) read
1	0	DR selection, DR write. Internal operation: DR to DD RAM or CG RAM
1	1	DR selection, DR read. Internal operation: DD RAM or CG RAM to DR

### 2.2.2 Busy flag (BF)

The flag indicates whether the module is ready to accept the next instruction. As shown in Table 2, the signal is output to DB<sub>7</sub> if RS = 0 and  $\overline{R/W} = 1$ . If the value is 1, the module is working internally and the instruction cannot be accepted. If the value is 0, the next instruction can be written. Therefore, the flag status needs to be checked before executing an instruction. If an instruction is executed without checking the flag status, wait for more than the execution time shown by 2.4 Instruction Outline.

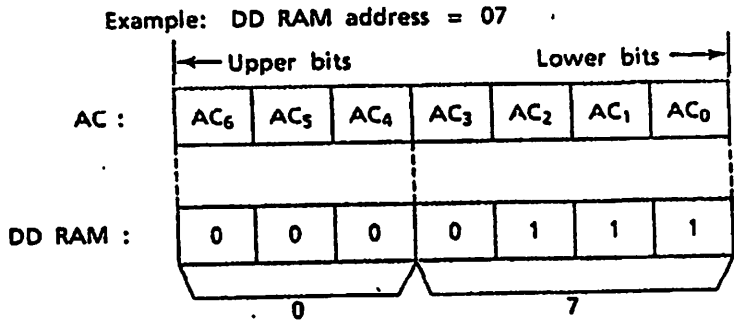
**2.2.3 Address counter (AC)**

The counter specifies an address when data is written into DD RAM or CG RAM and the data stored in DD RAM or CG RAM is read out. If an Address Set instruction (for DD RAM or CG RAM) is written in the IR, the address information is transferred from the IR to the AC. When display data is written into or read from DD RAM or CG RAM, the AC is automatically incremented or decremented by one according to the Entry Mode Set. The contents of the AC are output to DB<sub>0</sub> to DB<sub>6</sub> as shown in Table 2 if RS = 0 and  $\overline{R/W} = 1$ .

**2.2.4 Display data RAM (DD RAM)**

DD RAM has a capacity of up to 80 × 8 bits and stores display data of 80 eight-bit character codes. Some storage areas of DD RAM which are not used for display can be used as general data RAM.

A DD RAM address to be set in the AC is expressed in hexadecimal form as follows.



00H to 0FH of the DD RAM address is set in the line 1, and 40H to 4FH in the line 2.

**Note :** The addresses in the digit 16 of line 1 and the digit 1 of line 2 are not consecutive.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Display digit
Line 1	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	DD RAM address
Line 2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	

If the display is shifted, DD RAM address 00H to 27H are displayed in line 1 and 40H to 67H in line 2. The following figures are examples of display shifts.

**\*Left shift**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Display digit
Line 1	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	DD RAM address
Line 2	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	

**\*Right shift**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Display digit
Line 1	27	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	DD RAM address
Line 2	67	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	

## 2.5 Character generator ROM (CG ROM)

Character generator ROM generates 192 types of 5 x 7 dot-matrix character patterns from eight-bit character codes.

Table 3 shows the correspondence between the CG ROM character codes and character patterns.

## 2.6 Character generator RAM (CG RAM)

CG RAM is used to create character patterns freely by programming. Eight types of character patterns can be written.

Table 4 shows the character patterns created from CG RAM addresses and data. To display a created character pattern, the character code in the left column of the table is written into DD RAM corresponding to the display position (digit). The areas not used for display are available as general data RAM.

Table 3 Correspondence between character codes and character patterns

Upper bit Lower bit	0	2	3	7	8	C	F	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	CG RAM (1)		0	a	P	\	P						
0001	(2)	!	1	A	Q	a	q	u	7	*	△	△	Q
0010	(3)	"	2	B	R	b	r	7	7	7	7	B	B
0011	(4)	#	3	C	S	c	s	7	7	7	7	C	C
0100	(5)	\$	4	D	T	d	t	7	7	7	7	D	D
0101	(6)	%	5	E	U	e	u	7	7	7	7	E	E
0110	(7)	&	6	F	V	f	v	7	7	7	7	F	F
0111	(8)	'	7	G	W	g	w	7	7	7	7	G	G
1000	(1)	(	G	H	X	h	x	7	7	7	7	(	X
1001	(2)	)	9	I	Y	i	y	7	7	7	7	)	Y
1010	(3)	*	#	J	Z	j	z	7	7	7	7	*	Z
1011	(4)	+	\$	K	[	k	[	7	7	7	7	+	[
1100	(5)	.	<	L	]	l	]	7	7	7	7	.	]
1101	(6)	...	=	M	^	m	^	7	7	7	7	...	^
1110	(7)	::	>	N	~	n	~	7	7	7	7	::	~
1111	(8)	/	?	O	_	o	_	7	7	7	7	/	■

Table 3 Correspondence between character codes and character patterns

Character Code	Character Pattern	Character Code	Character Pattern	Character Code	Character Pattern	Character Code	Character Pattern	Character Code	Character Pattern	Character Code	Character Pattern	Character Code	Character Pattern	Character Code	Character Pattern
0	0000	1	0001	2	0010	3	0011	4	0100	5	0101	6	0110	7	0111
8	1000	9	1001	10	1010	11	1011	12	1100	13	1101	14	1110	15	1111
A	0001	B	0010	C	0011	D	0100	E	0101	F	0110	G	0111	H	1000
I	1001	J	1010	K	1011	L	1100	M	1101	N	1110	O	1111	P	0001
Q	0010	R	0011	S	0100	T	0101	U	0110	V	0111	W	1000	X	1001
Y	1010	Z	1011	[	1100	]	1101	{	1110	}	1111	~	0001	^	0010
_	0011	`	0100	~	0101	!	0110	@	0111	#	1000	\$	1001	%	1010
&	1000	^	1001	&	1010	*	1011	^	1100	^	1101	^	1110	^	1111
+	0001	=	0010	~	0011	~	0100	~	0101	~	0110	~	0111	~	1000
~	1001	~	1010	~	1011	~	1100	~	1101	~	1110	~	1111	~	0001
~	0010	~	0011	~	0100	~	0101	~	0110	~	0111	~	1000	~	1001
~	1010	~	1011	~	1100	~	1101	~	1110	~	1111	~	0001	~	0010
~	0011	~	0100	~	0101	~	0110	~	0111	~	1000	~	1001	~	1010
~	1000	~	1001	~	1010	~	1011	~	1100	~	1101	~	1110	~	1111

**Table 4 Relationships between CG RAM addresses and character codes (DD RAM) and character patterns (CG RAM data)**

Character code (DD RAM data)		CG RAM address					Character pattern (CG RAM data)									
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	
← Upper bit    Lower bit →		← Upper bit		Lower bit →			← Upper bit	Lower bit →								
0 0 0 0 * 0 0 0		0 0 0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Example of character pattern (R)
				0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
				0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	← Cursor position
				0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
				1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0 0 0 0 * 1 1 1		1 1 1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Notes:
- In CG RAM data, 1 corresponds to Selection and 0 to Non-selection on the display.
  - Character code bits 0 to 2 and CG RAM address bits 3 to 5 correspond with each other (three bits, eight types).
  - CG RAM address bits 0 to 2 specify a line position for a character pattern. Line 8 of a character pattern is the cursor position where the logical sum of the cursor and CG RAM data is displayed. Set the data of line 8 to 0 to display the cursor. If the data is changed to 1, one bit lights, regardless of the cursor.

The character pattern column positions correspond to CG RAM data bits 0 to 4 and bit 4 comes to the left end. CG RAM data bits 5 to 7 are not displayed but can be used as general data RAM.

When reading a character pattern from CG RAM, set to 0 all of character code bits 4 to 7. Bits 0 to 2 determine which pattern will be read out. Since bit 3 is not valid, 00H and 08H select the same character.

3 Timing Characteristics

2.3.1 Write timing characteristics

$V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $T_A = 0^\circ C$  to  $50^\circ C$

Item	Symbol	Standard		Unit	
		Min.	Max.		
Enable cycle time	$t_{cycE}$	1000	-	ns	
Enable pulse width	High level	$PW_{EH}$	450	-	ns
Enable rise and fall time	$t_{er}, t_{ef}$	-	25	ns	
Setup time	$t_{AS}$	140	-	ns	
Address hold time	$t_{AH}$	10	-	ns	
Data setup time	$t_{DSW}$	195	-	ns	
Data hold time	$t_H$	10	-	ns	

Write operation

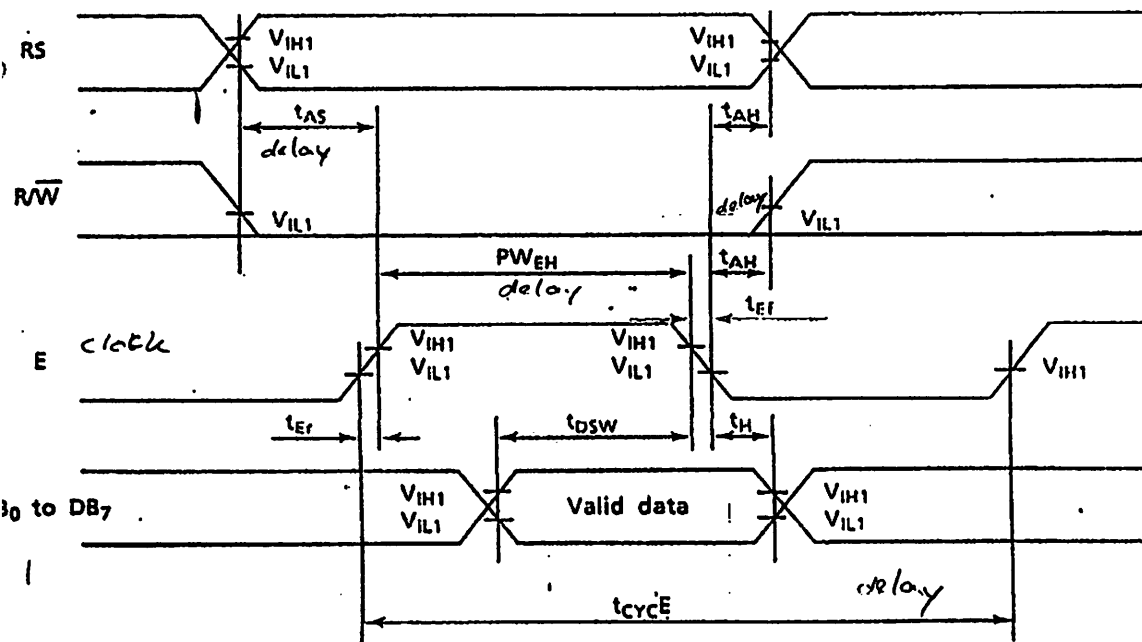


Figure 3 Data write from MPU to module



### 2.3.2 Read timing characteristics

$V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$ ,  $V_{SS} = 0V$ ;  $T_A = 0^\circ C$  to  $50^\circ C$

Item	Symbol	Standard		Unit
		Min.	Max.	
Enable cycle time	$t_{CYCE}$	1000	-	ns
Enable pulse width	High level	$PW_{EH}$	-	ns
Enable rise and fall time	$t_{Er}, t_{Ef}$	-	25	ns
Setup time	RS, $\overline{R/W}-E$	$t_{AS}$	-	ns
Address hold time		$t_{AH}$	-	ns
Data delay time		$t_{DDR}$	-	ns
Data hold time		$t_{H}$	-	ns

#### Read operation

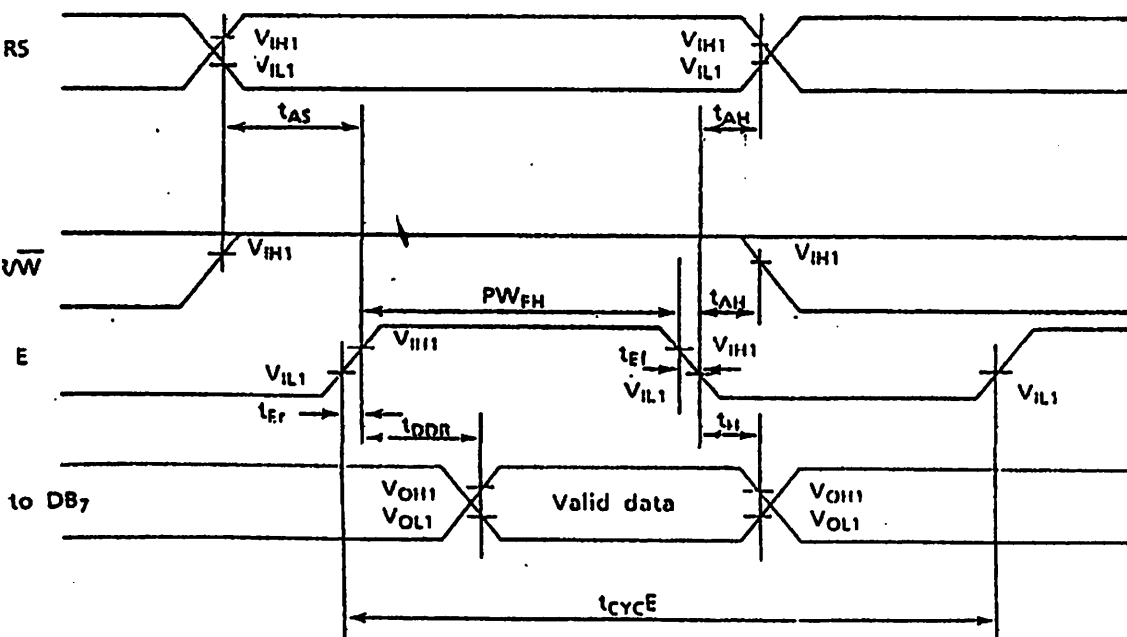
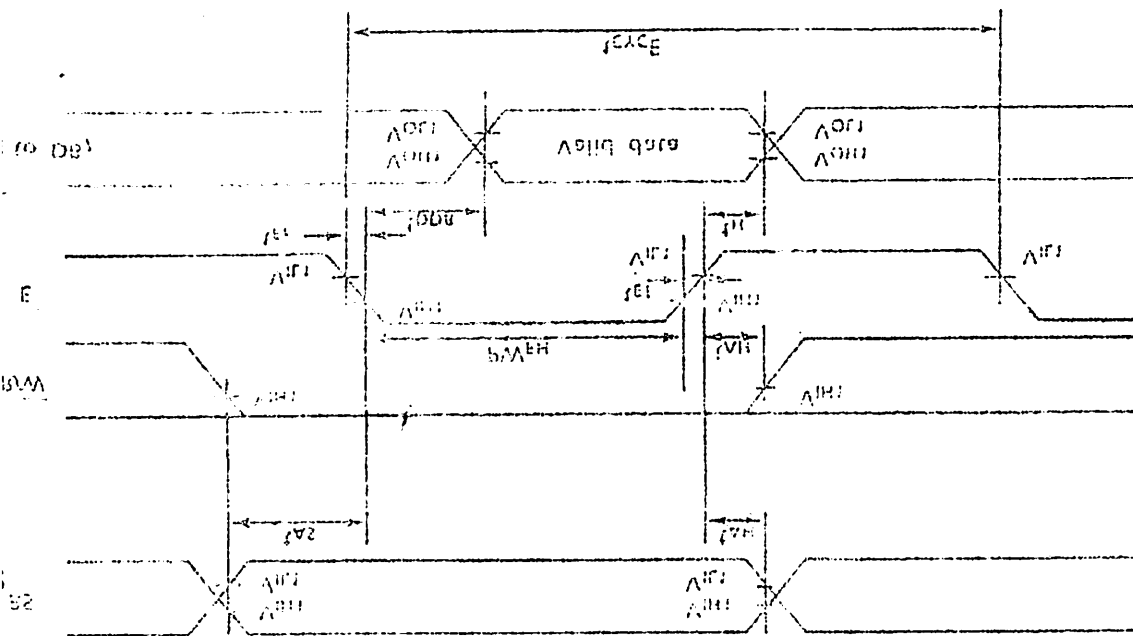


Figure 4 Data read from module to MPU

Timing diagram for the control signals of the microprocessor



Timing characteristics

Signal	Parameter	Value	Unit	Notes
CS	Setup time	10	ns	
CS	Hold time	250	ns	
RD	Setup time	10	ns	
RD	Hold time	250	ns	
B2	Setup time	10	ns	
B2	Hold time	250	ns	
B2	Delay time	250	ns	
B2	Delay time	250	ns	
B2	Delay time	250	ns	
B2	Delay time	250	ns	

$$V_{DD} = 2.0V \pm 25\%, V_{B2} = 0.0V \pm 1V = 0.0V \pm 20\%$$

Instruction Outline

Table 5 List of instructions

Instruction	Code											Function	Execution time
	RS	WW	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>			
Display clear ✓	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns cursor to home position (address 0)	1.64 ms
Cursor Home ✓	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Returns cursor to home position. Shifted display returns to home position and DD RAM contents do not change.	1.64 ms
Display Mode Set ✓	0	0	0	0	0	0	0	0	1	WD	S	Sets direction of cursor movement and whether display will be shifted when data is written or read	40 μs
Display ON/OFF Control	0	0	0	0	0	0	1	1	C	B	0	Turns ON/OFF total display (D) and cursor (C), and makes cursor position column start blinking (B)	40 μs
Cursor/Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	0	0	0	Moves cursor and shifts display without changing DD RAM contents	40 μs
Interface Function Set ✓	0	0	0	0	1	DL	1	0	0	0	0	Sets interface data length (DL)	40 μs
CG RAM Address	0	0	0	1	Acc						Sets CG RAM address to start transmitting or receiving CG RAM data	40 μs	
DD RAM Address	0	0	1	Add						Sets DD RAM address to start transmitting or receiving DD RAM data	40 μs		
Internal Address Read	0	1	0	AC						Reads BF indicating module in internal operation and AC contents (used for both CG RAM and DD RAM)	0 μs		
Data Write to CG RAM or DD RAM	1	0	Write Data						Writes data into DD RAM or CG RAM	40 μs			
Data Read from CG RAM or DD RAM	1	1	Read Data						Reads data from DD RAM or CG RAM	40 μs			

Invalid bit  
 CG RAM address  
 DD RAM address

WD = 1 : Increment  
 WD = 0 : Decrement

S = 1 : Display shift  
 S = 0 : No display shift

D = 1 : Display ON  
 D = 0 : Display OFF

C = 1 : Cursor ON  
 C = 0 : Cursor OFF

B = 1 : Blink ON  
 B = 0 : Blink OFF

S/C = 1 : Display shift  
 S/C = 0 : Cursor movement

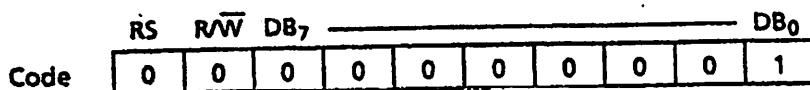
R/L = 1 : Right shift  
 R/L = 0 : Left shift

DL = 1 : 8 bits  
 DL = 0 : 4 bits

BF = 1 : Internal operation in progress  
 BF = 0 : Instruction can be accepted

## 2.5 Instruction Details

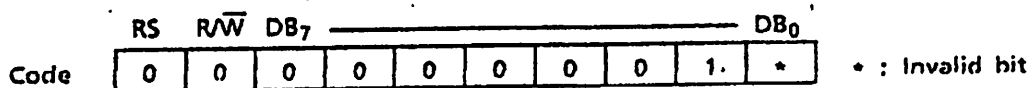
### (1) Display Clear



Display Clear clears all display and returns cursor to home position (address 0). Space code 20 (hexadecimal) is written into all the addresses of DD RAM, and DD RAM address 0 is set to the AC. If shifted, the display returns to the original position. After execution of the Display Clear instruction, the entry mode is incremented.

Note : When executing the Display Clear instruction, follow the restrictions listed in Table 6.

### (2) Cursor Home



Cursor Home returns cursor to home position (address 0). DD RAM address 0 is set to the AC. The cursor returns to the home position. If shifted, the display returns to the original position. The DD RAM contents do not change. If the cursor or blinking is ON, it returns to the left side.

Note : When executing the Cursor Home instruction, follow the restrictions listed in Table 6.

Table 6 Restrictions on execution of Display Clear and Cursor Home instructions

Conditions of use	Restrictions
When executing the Display Clear or Cursor Home instruction when the display is shifted (after execution of Display Shift instruction)	The Cursor Home instruction should be executed again immediately after the Display Clear or Cursor Home instruction is executed. Do not leave an interval of a multiple of $100/f_{osc}$ second after the first execution. Example: 1.5 ms, 3 ms, 4.5 ms for $f_{osc} = 270$ kHz * $f_{osc}$ : Oscillation frequency
When 23 <sub>11</sub> , 77 <sub>11</sub> , 63 <sub>11</sub> , or 67 <sub>11</sub> is used as a DD RAM address to execute Cursor Home instruction	Before executing the Cursor Home instruction, the data of the four DD RAM addresses given at the left should be read and saved. After execution, write the data again in DD RAM. (This restriction is necessary to prevent the contents of the DD RAM addresses from being destroyed after the Cursor Home instruction has been executed.)

### 3) Entry Mode Set

	RS	R/W	DB <sub>7</sub>						DB <sub>0</sub>	
Code	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

Entry Mode Set sets the direction of cursor movement and whether display will be shifted.

**I/D** : The DD RAM address is incremented or decremented by one when a character code is written into or read from DD RAM. This is also true for writing into or reading from CG RAM.

When I/D = 1, the address is incremented by one and the cursor or blink moves to the right.

When I/D = 0, the address is decremented by one and the cursor or blink moves to the left.

**S** : If S = 1, the entire display is shifted either to the right or left for writing into DD RAM. The cursor position does not change, only the display moves. There is no display shift for reading from DD RAM.

When S = 1 and I/D = 1, the display shifts to the left.

When S = 1 and I/D = 0, the display shifts to the right.

If S = 0, the display does not shift.

### 4) Display ON/OFF Control

	RS	R/W	DB <sub>7</sub>						DB <sub>0</sub>	
Code	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

Display ON/OFF Control turns the total display and the cursor ON and OFF, and makes the cursor position start blinking. Cursor ON/OFF and blinking is done at the column indicated by the specified DD RAM address by the AC.

**D** : When D = 1, the display is turned ON.

When D = 0, the display is turned OFF.

If D = 0 is used, display data remains in DD RAM. Change 0 to 1 to display data.

**C** : When  $C = 1$ , the cursor is displayed.

When  $C = 0$ , the cursor is not displayed.

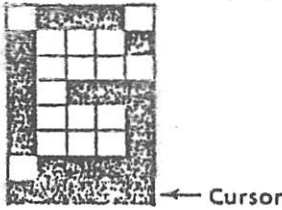
The cursor is displayed in the dot line below the  $5 \times 7$  dot-matrix character fonts. If the cursor is OFF, display data is written into DD RAM in the order specified by I/D.

**B** : When  $B = 1$ , the character at the cursor position starts blinking.

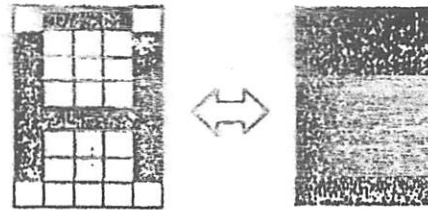
When  $B = 0$ , it does not blink.

For blinking, all-black dots and the character are switched about every 0.4 seconds. The cursor and blinking can be set at the same time.

Example:  $C = 1$  (cursor display)



$B = 1$  (blinking)



### 5) Cursor/Display Shift

	RS	R/W	DB <sub>7</sub>					DB <sub>0</sub>		
Code	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

\* : Invalid bit

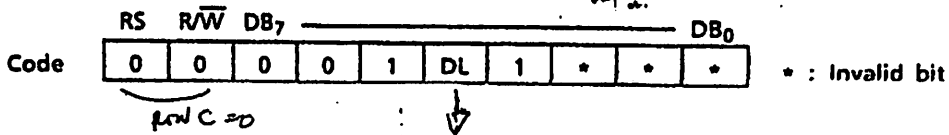
Cursor/Display Shift moves the cursor and shifts the display without changing the DD RAM contents.

The cursor position and the AC contents match. This instruction is available for display correction and retrieval because the cursor position or display can be shifted without writing or reading display data. Since the DD RAM capacity is 40-character and two lines, the cursor is shifted from digit 40 of line 1 to digit 1 of line 2. Displays of lines 1 and 2 are shifted at the same time. Therefore, the display pattern of line 2 is not shifted to line 1.

S/C	R/L	Operation
0	0	The cursor position is shifted to the left (the AC decrements one).
0	1	The cursor position is shifted to the right (the AC increments one).
1	0	The entire display is shifted to the left with the cursor.
1	1	The entire display is shifted to the right with the cursor.

Note: If only display shift is done, the AC contents do not change.

3) Function Set



Function Set sets the interface data length.

**DL** : Interface data length

When DL = 1, the data length is set at eight bits (DB<sub>7</sub> to DB<sub>0</sub>).

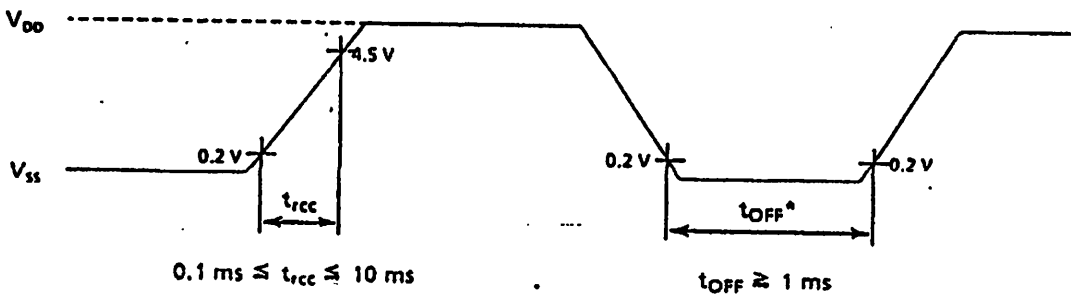
When DL = 0, the data length is set at four bits (DB<sub>7</sub> to DB<sub>4</sub>).

The upper four bits are transferred first, then the lower four bits follow.

The Function Set instruction must be executed prior to all other instructions except for Busy Flag/Address Read. If another instruction is executed first, no function instruction except changing the interface data length can be executed.

**Remarks: Initialization**

The system is automatically initialized at power-on if the following power supply conditions are satisfied.



\* $t_{OFF}$ : Time when power supply is OFF if cut instantaneously or turned ON and OFF repeatedly

The following instructions are executed for initialization.

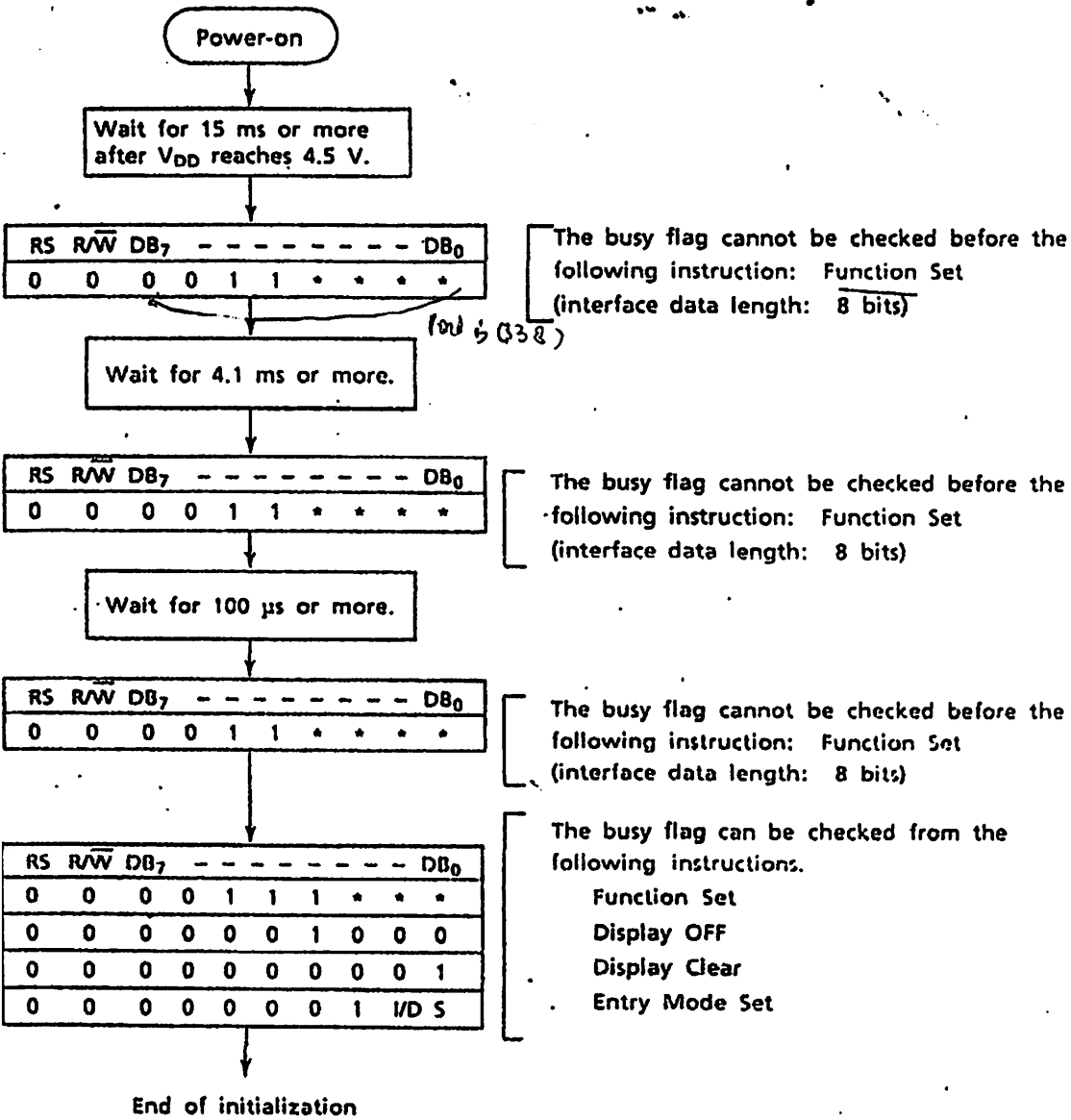
- 5 x 7 dot-matrix character font: 1/8 duty
- Display clear
- Function Set                    DL = 1: Interface data length: 8 bits
- Display ON/OFF Control    D = 0: Display OFF  
                                  C = 0: Cursor OFF  
                                  B = 0: Blink OFF
- Entry mode                    I/O = 1: Increment  
                                  S = 0: No display shift

Since the condition is not suitable for the M1632, further function setting is necessary.

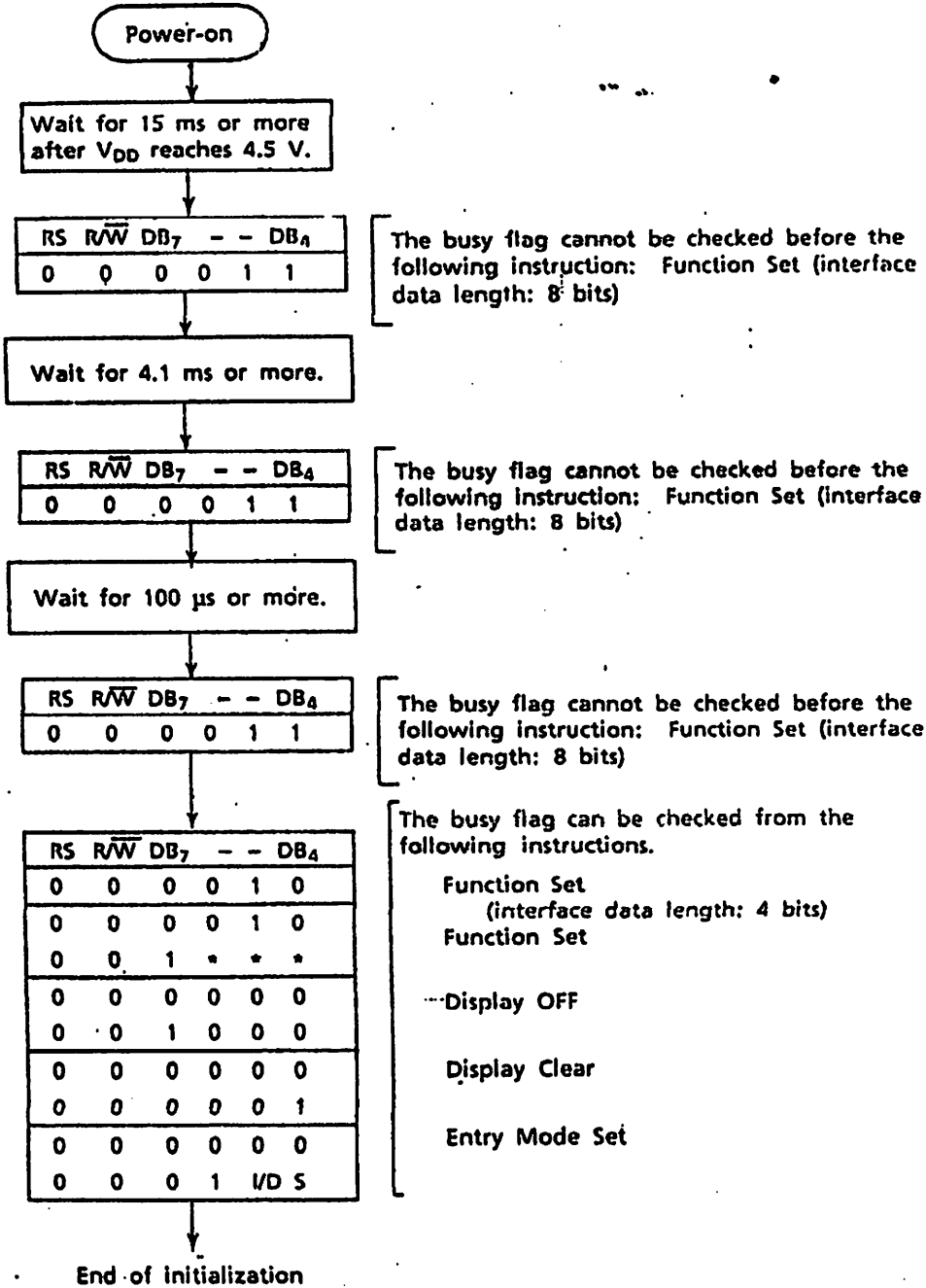
If automatic initialization is not executed because the above power supply conditions are not satisfied, use the instruction from next page on.



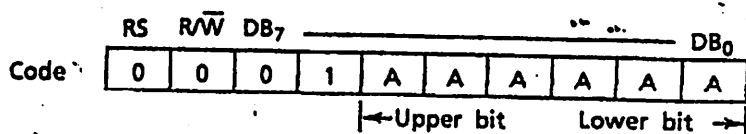
a) Interface data length : Eight bits



Interface data length: Four bits

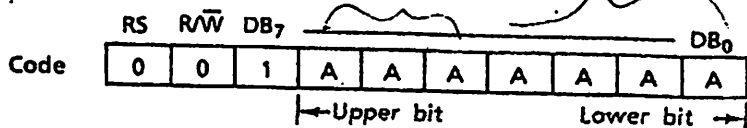


7) CG RAM Address Set



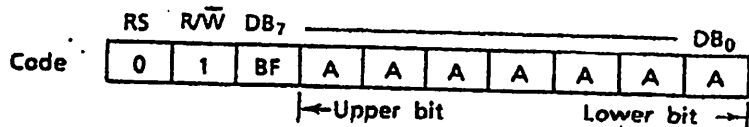
CG RAM addresses expressed as binary AAAAAA are set to the AC. Then data in CG RAM is written from or read to the MPU.

8) DD RAM Address Set



DD RAM addresses expressed as binary AAAAAA are set to the AC. Then data in DD RAM is written from or read to the MPU. The addresses used for display in line 1 (AAAAAA) are 00H to 27H and those for line 2 (AAAAAA) are 40H to 67H.

Busy Flag/Address Read



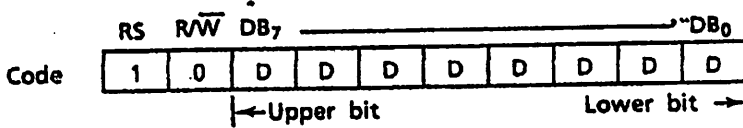
The BF signal is read out, indicating that the module is working internally because of the previous instruction.

When BF = 1, the module is working internally and the next instruction cannot be accepted until the BF value becomes 0.

When BF = 0, the next instruction can be accepted.

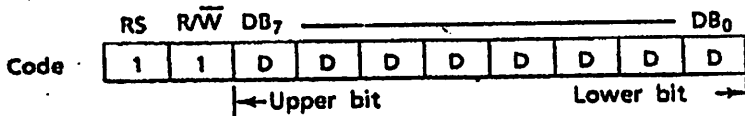
Therefore, make sure that BF = 0 before writing the next instruction. The AC values of binary AAAAAA are read out at the same time as reading the busy flag. The AC addresses are used for both CG RAM and DD RAM but the address set before execution of the instruction determines which address is to be used.

## 0) Data Write to CG RAM or DD RAM



Binary eight-bit data DDDDDDDD is written into CG RAM or DD RAM. The CG RAM Address Set instruction of (7) or the DD RAM Address Set instruction of (8) before this instruction selects either RAM. After the write operation, the address and display shift are determined by the entry mode setting.

## 1) Data Read from CG RAM or DD RAM



Binary eight-bit data DDDDDDDD is read from CG RAM or DD RAM. The CG RAM Address Set instruction of (7) or the DD RAM Address Set instruction of (8) before this instruction selects either RAM. In addition, either instruction (7) or (8) must be executed immediately before this instruction. If no address set instruction is executed before a read instruction, the first data read becomes invalid. If read instructions are executed consecutively, data is normally read from the second time. However, if the cursor is shifted by the Cursor Shift instruction when reading DD RAM, there is no need to execute an address set instruction because the Cursor Shift instruction does this.

After the read operation, the address is automatically incremented or decremented by one according to the entry mode, but the display is not shifted.

**Note :** The AC is automatically incremented or decremented by one according to the entry mode after a write instruction is executed to write data in CG RAM or DD RAM. However, the data of the RAM selected by the AC are not read out even if a read instruction is executed immediately afterwards.

Correct data is read out under the following conditions.

- An address set instruction is executed immediately before readout.
- For DD RAM, the Cursor Shift instruction is executed immediately before readout.
- The second, or later, instruction is executed in consecutive execution of read instructions.

Examples of Instruction Use

1) Interface data length: Eight bits

Instruction	Display	Operation								
<b>Power-on</b> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>	/	/	/	/		The built-in reset circuit initializes the module.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>							
/	/	/	/							
<b>Function Set</b> ✓ <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 0 1 1 1</td> <td>...</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>	0	0	0 0 1 1 1	...		The interface data length is set to 8 bits. The character format becomes 5 x 7 dot-matrix at 1/16 duty cycle.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>							
0	0	0 0 1 1 1	...							
<b>Display ON/OFF Control</b> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 0 0 0 1 1 1 0</td> <td></td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>	0	0	0 0 0 0 1 1 1 0			The display and cursor are turned ON, but nothing is displayed.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>							
0	0	0 0 0 0 1 1 1 0								
<b>Entry Mode Set</b> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 0 0 0 0 1 1 0</td> <td></td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>	0	0	0 0 0 0 0 1 1 0			The address is incremented by one and the cursor shifts to the right in a write operation to internal RAM. The display is not shifted.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>							
0	0	0 0 0 0 0 1 1 0								
<b>Write to CG RAM or DD RAM</b> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0 1 0 0 1 1 0 0</td> <td></td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>	1	0	0 1 0 0 1 1 0 0			L is written. The AC is incremented by one and the cursor shifts to the right.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>							
1	0	0 1 0 0 1 1 0 0								
<b>Write to CG RAM or DD RAM</b> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0 1 0 0 0 0 1 1</td> <td></td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>	1	0	0 1 0 0 0 0 1 1			C is written.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>							
1	0	0 1 0 0 0 0 1 1								
<b>Write to CG RAM or DD RAM</b> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0 0 1 1 0 0 1 0</td> <td></td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>	1	0	0 0 1 1 0 0 1 0			2 is written in digit 16. Cursor disappears.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>0</sub>							
1	0	0 0 1 1 0 0 1 0								

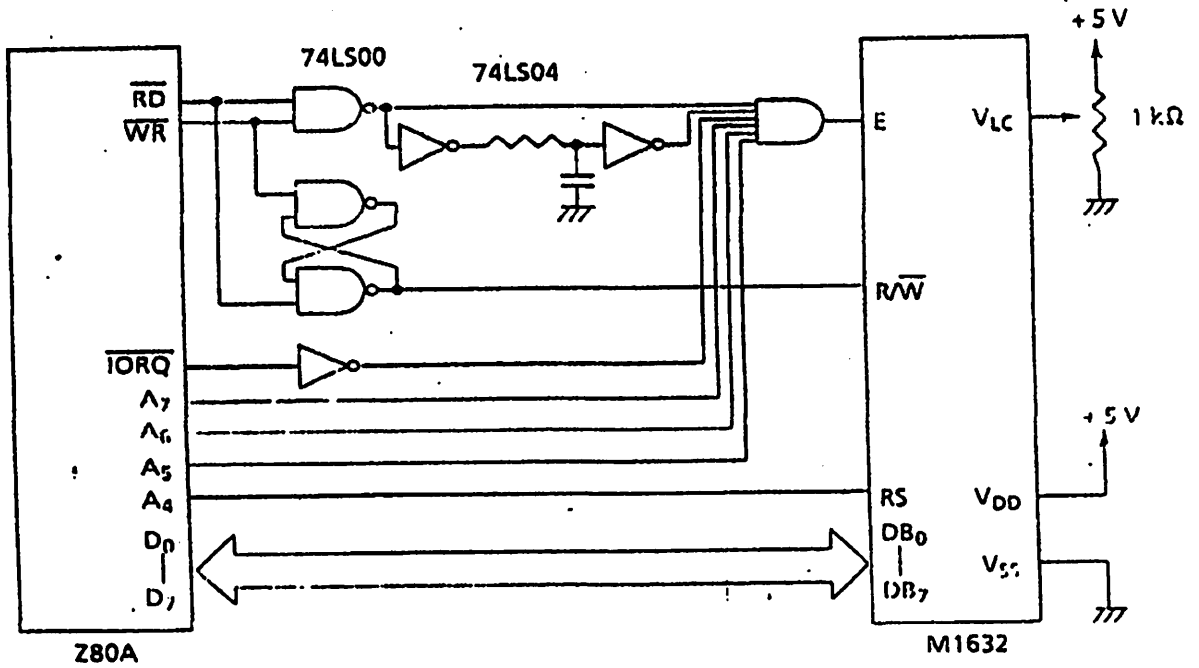
No.	Instruction	Display	Operation																						
9	DD RAM address set <table border="1" data-bbox="56 327 460 422"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>6</sub></td> <td>DB<sub>5</sub></td> <td>DB<sub>4</sub></td> <td>DB<sub>3</sub></td> <td>DB<sub>2</sub></td> <td>DB<sub>1</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	<table border="1" data-bbox="489 305 793 400"> <tr> <td>LCD MODULE M1632</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>	LCD MODULE M1632		The DD RAM address is set so that the cursor appears at digit 1 of line 2.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>																
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0																
LCD MODULE M1632																									
10	Write to CG RAM or DD RAM <table border="1" data-bbox="56 488 460 583"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>6</sub></td> <td>DB<sub>5</sub></td> <td>DB<sub>4</sub></td> <td>DB<sub>3</sub></td> <td>DB<sub>2</sub></td> <td>DB<sub>1</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	<table border="1" data-bbox="489 466 793 561"> <tr> <td>LCD MODULE M1632</td> </tr> <tr> <td>1_</td> </tr> </table>	LCD MODULE M1632	1_	1 is written.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>																
1	0	0	0	1	1	0	0	0	1																
LCD MODULE M1632																									
1_																									
11	Write to CG RAM or DD RAM <table border="1" data-bbox="56 650 460 745"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>6</sub></td> <td>DB<sub>5</sub></td> <td>DB<sub>4</sub></td> <td>DB<sub>3</sub></td> <td>DB<sub>2</sub></td> <td>DB<sub>1</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	<table border="1" data-bbox="489 628 793 723"> <tr> <td>LCD MODULE M1632</td> </tr> <tr> <td>16_</td> </tr> </table>	LCD MODULE M1632	16_	6 is written.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>																
1	0	0	0	1	1	0	1	1	0																
LCD MODULE M1632																									
16_																									
12	<table border="1" data-bbox="56 754 460 898"> <tr> <td style="text-align: center;">⋮</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	⋮										<table border="1" data-bbox="489 754 793 898"> <tr> <td style="text-align: center;">⋮</td> </tr> </table>	⋮												
⋮																									
⋮																									
13	Write to CG RAM or DD RAM <table border="1" data-bbox="56 973 460 1068"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>6</sub></td> <td>DB<sub>5</sub></td> <td>DB<sub>4</sub></td> <td>DB<sub>3</sub></td> <td>DB<sub>2</sub></td> <td>DB<sub>1</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	<table border="1" data-bbox="489 940 793 1039"> <tr> <td>LCD MODULE M1632</td> </tr> <tr> <td>16DIGITS, 2LINES</td> </tr> </table>	LCD MODULE M1632	16DIGITS, 2LINES	5 is written.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>																
1	0	0	1	0	1	0	0	1	1																
LCD MODULE M1632																									
16DIGITS, 2LINES																									
14	DD RAM address set <table border="1" data-bbox="56 1134 460 1229"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>6</sub></td> <td>DB<sub>5</sub></td> <td>DB<sub>4</sub></td> <td>DB<sub>3</sub></td> <td>DB<sub>2</sub></td> <td>DB<sub>1</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<table border="1" data-bbox="489 1101 793 1201"> <tr> <td>LCD MODULE M1632</td> </tr> <tr> <td>16DIGITS, 2LINES</td> </tr> </table>	LCD MODULE M1632	16DIGITS, 2LINES	The cursor returns to the home position.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>																
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0																
LCD MODULE M1632																									
16DIGITS, 2LINES																									
15	Display clear <table border="1" data-bbox="56 1296 460 1391"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub></td> <td>DB<sub>6</sub></td> <td>DB<sub>5</sub></td> <td>DB<sub>4</sub></td> <td>DB<sub>3</sub></td> <td>DB<sub>2</sub></td> <td>DB<sub>1</sub></td> <td>DB<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<table border="1" data-bbox="489 1263 793 1362"> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>			All the display disappears and the cursor remains at the home position.
RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>																
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1																
16	<table border="1" data-bbox="56 1400 460 1543"> <tr> <td style="text-align: center;">⋮</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	⋮										<table border="1" data-bbox="489 1400 793 1543"> <tr> <td style="text-align: center;">⋮</td> </tr> </table>	⋮												
⋮																									
⋮																									

(2) Interface data length: Four bits

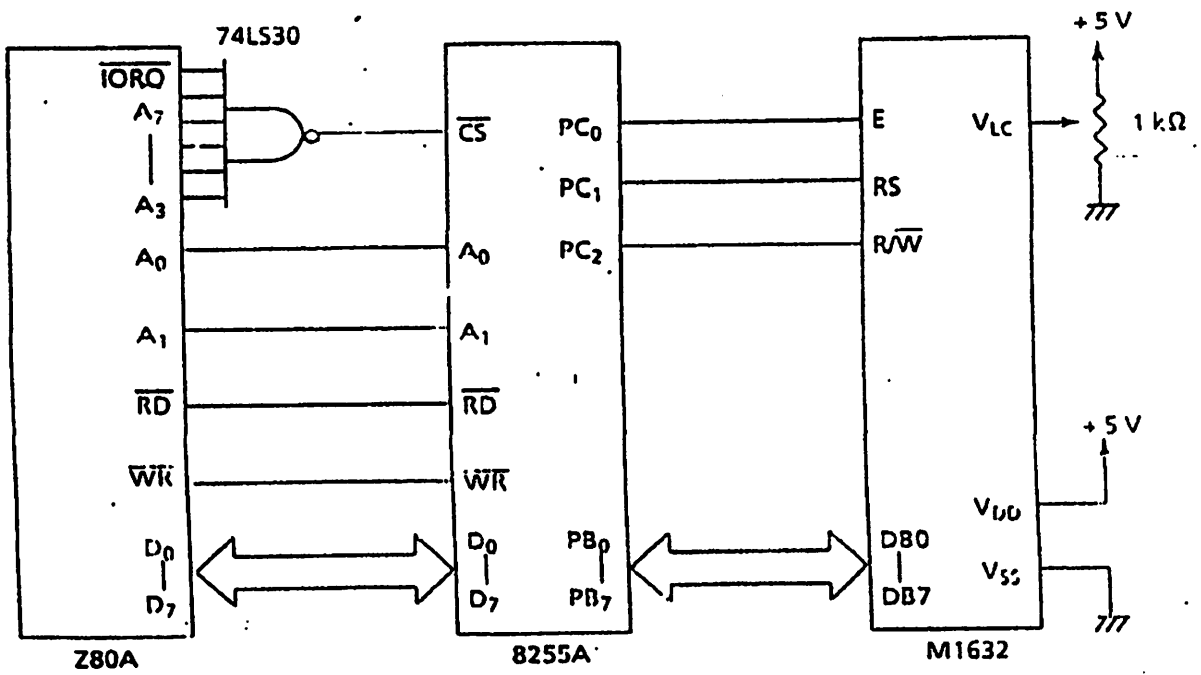
No.	Instruction	Display	Operation									
1	<p>Power-on</p> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub> — DB<sub>4</sub></td> </tr> <tr> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>	/	/	/		The built-in reset circuit initializes the module.			
RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>										
/	/	/										
2	<p>Function Set</p> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub> — DB<sub>4</sub></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 0 1 0</td> </tr> <tr> <td>/</td> <td>/</td> <td>/</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>	0	0	0 0 1 0	/	/	/		Four-bit operation mode is set. *Eight-bit operation mode is set by initialization, and the instruction is executed only once.
RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>										
0	0	0 0 1 0										
/	/	/										
3	<p>Function Set</p> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub> — DB<sub>4</sub></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 0 1 0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1 * * *</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>	0	0	0 0 1 0	0	0	1 * * *		The 4-bit operation mode, 1/16 duty cycle, and 5 x 7 dot-matrix character format are selected. Then 4-bit operation mode starts.
RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>										
0	0	0 0 1 0										
0	0	1 * * *										
4	<p>Display ON/OFF Control</p> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub> — DB<sub>4</sub></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 0 0 0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1 1 1 0</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>	0	0	0 0 0 0	0	0	1 1 1 0		The display and cursor are turned ON, but nothing is displayed.
RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>										
0	0	0 0 0 0										
0	0	1 1 1 0										
5	<p>Entry Mode Set</p> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub> — DB<sub>4</sub></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 0 0 0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 1 1 0</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>	0	0	0 0 0 0	0	0	0 1 1 0		The address is incremented by one and the cursor shifts to the right in a write operation to internal RAM. The display is not shifted.
RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>										
0	0	0 0 0 0										
0	0	0 1 1 0										
6	<p>Write to CG RAM or DD RAM.</p> <table border="1"> <tr> <td>RS</td> <td>R/W</td> <td>DB<sub>7</sub> — DB<sub>4</sub></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0 1 0 0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1 1 0 0</td> </tr> </table>	RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>	1	0	0 1 0 0	1	0	1 1 0 0		L is written. the AC is incremented by one and the cursor shifts to the right.
RS	R/W	DB <sub>7</sub> — DB <sub>4</sub>										
1	0	0 1 0 0										
1	0	1 1 0 0										

2.7 MPU Connection Diagrams

2.7.1 Z80A



2.7.2 Z80A and 8255A





June 1997-3

**FEATURES**

- Low-Sine Wave Distortion, 0.5%, Typical
- Excellent Temperature Stability, 20ppm/°C, Typ.
- Wide Sweep Range, 2000:1, Typical
- Low-Supply Sensitivity, 0.01%V, Typ.
- Linear Amplitude Modulation
- TTL Compatible FSK Controls
- Wide Supply Range, 10V to 26V
- Adjustable Duty Cycle, 1% TO 99%

**APPLICATIONS**

- Waveform Generation
- Sweep Generation
- AM/FM Generation
- V/F Conversion
- FSK Generation
- Phase-Locked Loops (VCO)

**GENERAL DESCRIPTION**

The XR-2206 is a monolithic function generator integrated circuit capable of producing high quality sine, square, triangle, ramp, and pulse waveforms of high-stability and accuracy. The output waveforms can be both amplitude and frequency modulated by an external voltage. Frequency of operation can be selected externally over a range of 0.01Hz to more than 1MHz.

The circuit is ideally suited for communications, instrumentation, and function generator applications requiring sinusoidal tone, AM, FM, or FSK generation. It has a typical drift specification of 20ppm/°C. The oscillator frequency can be linearly swept over a 2000:1 frequency range with an external control voltage, while maintaining low distortion.

**ORDERING INFORMATION**

Part No.	Package	Operating Temperature Range
XR-2206M	16 Lead 300 Mil CDIP	-55°C to +125°C
XR-2206P	16 Lead 300 Mil PDIP	-40°C to +85°C
XR-2206CP	16 Lead 300 Mil PDIP	0°C to +70°C
XR-2206D	16 Lead 300 Mil JEDEC SOIC	0°C to +70°C

# XR-2201 Monolithic Function Generator

...the leading chip company

Model 10

- APPLICATIONS**
- Waveform Generation
  - Sweep Generation
  - AM/FM Generation
  - V/F Conversion
  - FSK Control
  - Phase-Locked Loops (VCO)

- FEATURES**
- Wide Supply Range, 10V to 25V
  - Linear Amplitude Modulation
  - Low Supply Sensitivity (0.01% V/V)
  - Excellent Temperature Stability, 50ppm/C Typ
  - Low Harmonic Distortion (0.01% Typ)
  - Phase-Locked Loop System (PLL)

The XR-2201 is ideally suited for communications, instrumentation, and function generator applications. It provides a wide range of waveforms and is available in both DIP and SOIC packages. The XR-2201 is a monolithic function generator with a wide supply range and low distortion.

The XR-2201 is a monolithic function generator with a wide supply range and low distortion. It provides a wide range of waveforms and is available in both DIP and SOIC packages. The XR-2201 is a monolithic function generator with a wide supply range and low distortion.

## ORDERING INFORMATION

Part No.	Package	Operating Temperature Range
XR-2201D	16 Pin DIP	0°C to +70°C
XR-2201S	16 Pin SOIC	0°C to +70°C
XR-2201P	16 Pin DIP	0°C to +70°C
XR-2201M	16 Pin DIP	0°C to +70°C

TI

EXAR Corporation, 48700 Kato Road, Fremont, CA 94538 ♦ (510) 688-7000 ♦ (510) 688-7017

1975

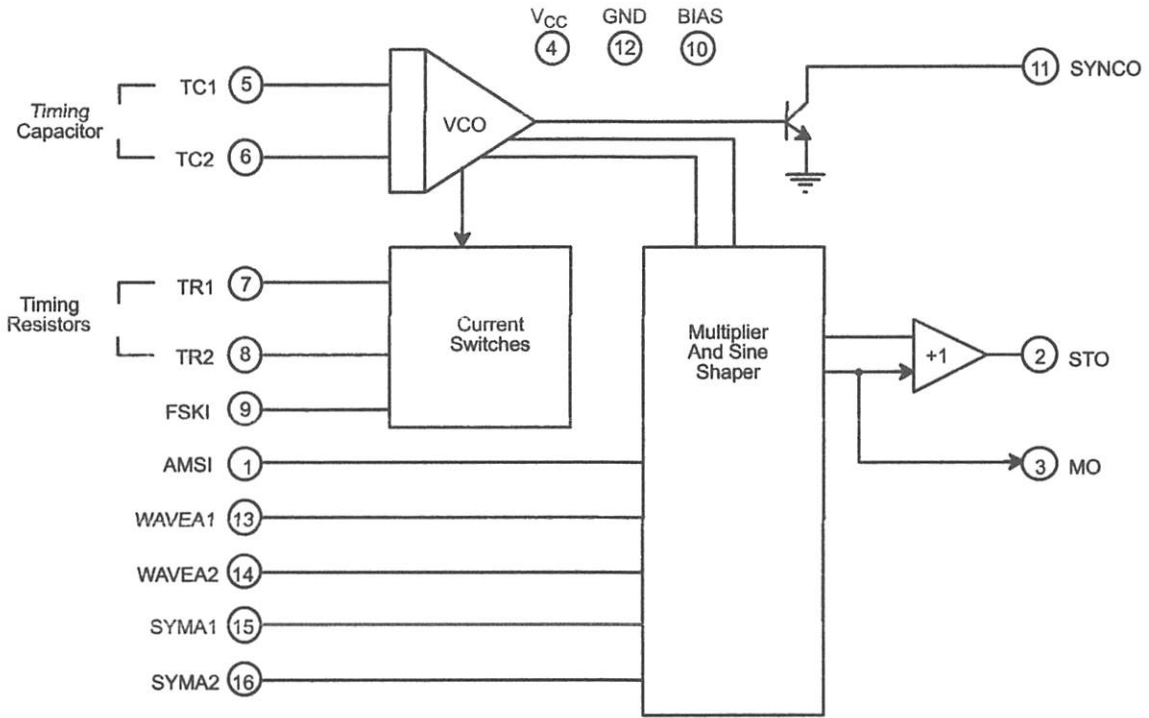


Figure 1. XR-2206 Block Diagram

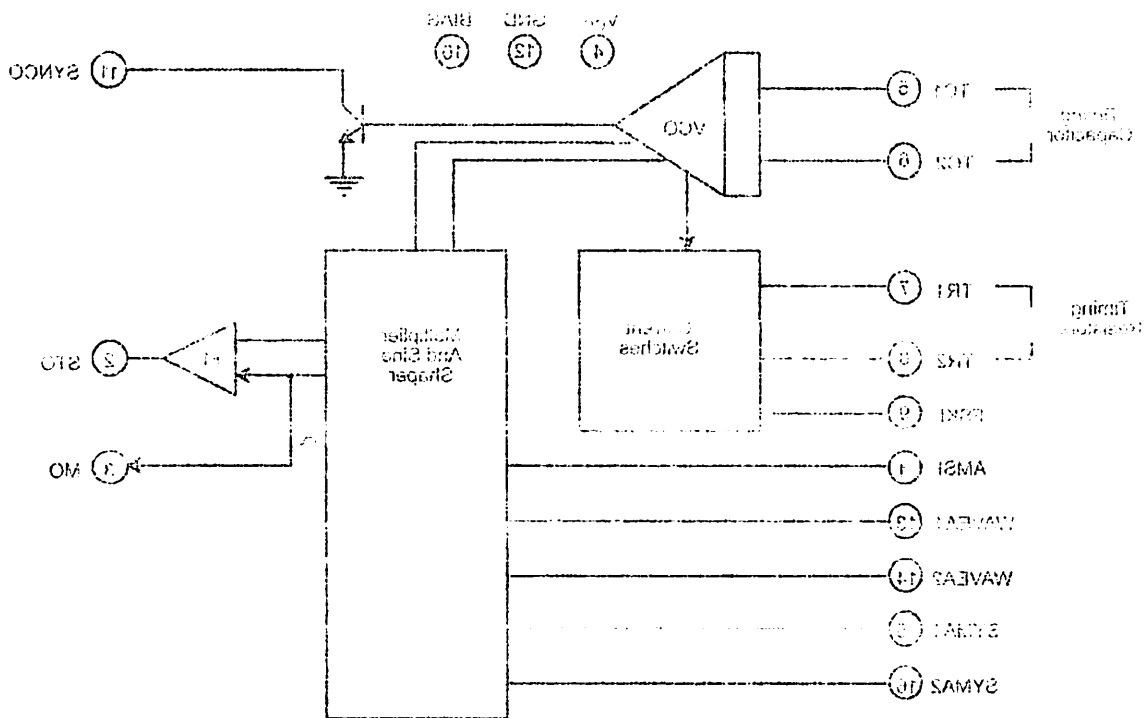
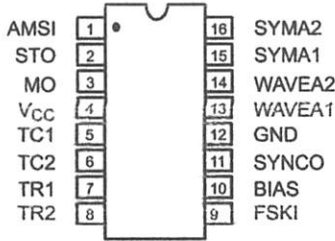
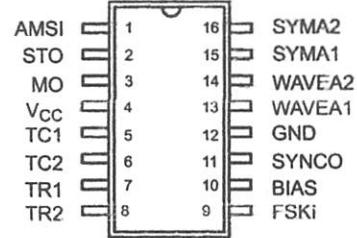


Figure 1. XR-2308 Block Diagram



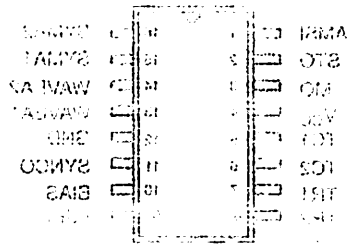
**16 Lead PDIP, CDIP (0.300")**



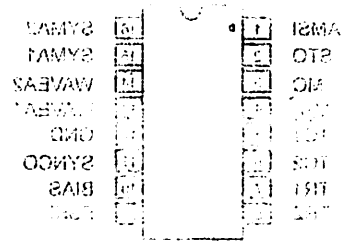
**16 Lead SOIC (Jedec, 0.300")**

**PIN DESCRIPTION**

Pin #	Symbol	Type	Description
1	AMSI	I	<b>Amplitude Modulating Signal Input.</b>
2	STO	O	<b>Sine or Triangle Wave Output.</b>
3	MO	O	<b>Multiplier Output.</b>
4	V <sub>CC</sub>		<b>Positive Power Supply.</b>
5	TC1	I	<b>Timing Capacitor Input.</b>
6	TC2	I	<b>Timing Capacitor Input.</b>
7	TR1	O	<b>Timing Resistor 1 Output.</b>
8	TR2	O	<b>Timing Resistor 2 Output.</b>
9	FSKI	I	<b>Frequency Shift Keying Input.</b>
10	BIAS	O	<b>Internal Voltage Reference.</b>
11	SYNCO	O	<b>Sync Output.</b> This output is a open collector and needs a pull up resistor to V <sub>CC</sub> .
12	GND		<b>Ground pin.</b>
13	WAVEA1	I	<b>Wave Form Adjust Input 1.</b>
14	WAVEA2	I	<b>Wave Form Adjust Input 2.</b>
15	SYMA1	I	<b>Wave Symetry Adjust 1.</b>
16	SYMA2	I	<b>Wave Symetry Adjust 2.</b>



16 Lead PDIP (Lead 0.300")



16 Lead CDIP (Lead 0.300")

FUNCTION DESCRIPTION

Pin	Symbol	Type	Description
1	AMBI	I	Amplitude Modulation Input
2	STO	O	Strobe or Timing Voltage Output
3	AIO	O	Amplitude Output
4	VCC		Positive Power Supply
5	FOT	I	Timing Capacitor Input
6	TO1	I	Timing Capacitor Input
7	TR1	O	Timing Resistor 1 Output
8	TR2	O	Timing Resistor 2 Output
9	TR3	I	Frequency Shift Keying Input
10	BIAS	O	Internal Voltage Reference
11	WAVEA1	I	Wave Form Adjust Input 1
12	GND		Ground pin
13	WAVEA2	I	Wave Form Adjust Input 2
14	WAVEA3	I	Wave Form Adjust Input 3
15	SYMA1	I	Wave Symmetry Adjust 1
16	SYMA2	I	Wave Symmetry Adjust 2

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions: Test Circuit of Figure 2  $V_{CC} = 12V$ ,  $T_A = 25^\circ C$ ,  $C = 0.01\mu F$ ,  $R_1 = 100k\Omega$ ,  $R_2 = 10k\Omega$ ,  $R_3 = 25k\Omega$   
 Unless Otherwise Specified.  $S_1$  open for triangle, closed for sine wave.

Parameters	XR-2206M/P			XR-2206CP/D			Units	Conditions
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
<b>General Characteristics</b>								
Single Supply Voltage	<b>10</b>		<b>26</b>	10		26	V	
Split-Supply Voltage	<b><math>\pm 5</math></b>		<b><math>\pm 13</math></b>	$\pm 5$		$\pm 13$	V	
Supply Current		12	<b>17</b>		14	20	mA	$R_1 \geq 10k\Omega$
<b>Oscillator Section</b>								
Max. Operating Frequency	<b>0.5</b>	1		0.5	1		MHz	$C = 1000pF$ , $R_1 = 1k\Omega$
Lowest Practical Frequency		0.01			0.01		Hz	$C = 50\mu F$ , $R_1 = 2M\Omega$
Frequency Accuracy		$\pm 1$	<b><math>\pm 4</math></b>		$\pm 2$		% of $f_0$	$f_0 = 1/R_1C$
Temperature Stability Frequency		$\pm 10$	<b><math>\pm 50</math></b>		$\pm 20$		ppm/ $^\circ C$	$0^\circ C \leq T_A \leq 70^\circ C$ $R_1 = R_2 = 20k\Omega$
Sine Wave Amplitude Stability <sup>2</sup>		4800			4800		ppm/ $^\circ C$	
Supply Sensitivity		0.01	<b>0.1</b>		0.01		%/V	$V_{LOW} = 10V$ , $V_{HIGH} = 20V$ , $R_1 = R_2 = 20k\Omega$
Sweep Range	1000:1	2000:1			2000:1		$f_H = f_L$	$f_H @ R_1 = 1k\Omega$ $f_L @ R_1 = 2M\Omega$
<b>Sweep Linearity</b>								
10:1 Sweep		2			2		%	$f_L = 1kHz$ , $f_H = 10kHz$
1000:1 Sweep		8			8		%	$f_L = 100Hz$ , $f_H = 100kHz$
FM Distortion		0.1			0.1		%	$\pm 10\%$ Deviation
<b>Recommended Timing Components</b>								
Timing Capacitor: C	<b>0.001</b>		100	0.001		100	$\mu F$	Figure 5
Timing Resistors: $R_1$ & $R_2$	<b>1</b>		2000	1		2000	$k\Omega$	
<b>Triangle Sine Wave Output<sup>1</sup></b>								Figure 3
Triangle Amplitude		160			160		mV/ $k\Omega$	Figure 2, $S_1$ Open
Sine Wave Amplitude	<b>40</b>	60	80		60		mV/ $k\Omega$	Figure 2, $S_1$ Closed
Max. Output Swing		6			6		V <sub>p-p</sub>	
Output Impedance		600			600		$\Omega$	
Triangle Linearity		1			1		%	
Amplitude Stability		0.5			0.5		dB	For 1000:1 Sweep
<b>Sine Wave Distortion</b>								
Without Adjustment		2.5			2.5		%	$R_1 = 30k\Omega$
With Adjustment		0.4	<b>1.0</b>		0.5	1.5	%	See Figure 7 and Figure 8

## Notes

<sup>1</sup> Output amplitude is directly proportional to the resistance,  $R_3$ , on Pin 3. See Figure 3.

<sup>2</sup> For maximum amplitude stability,  $R_3$  should be a positive temperature coefficient resistor.

**Bold face parameters** are covered by production test and guaranteed over operating temperature range.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS  
 Test Conditions: Test Circuit of Figure 3,  $V_{in} = 10V$ ,  $I_C = 100\mu A$ ,  $f = 100kHz$ ,  $R_L = 10k\Omega$ ,  $R_D = 1k\Omega$ ,  $R_1 = 20k\Omega$   
 Unless Otherwise Specified:  $f_T$  of  $50MHz$  for  $R_D = 1k\Omega$ ,  $R_L = 10k\Omega$

Parameter	DC Characteristics		Small-Signal Characteristics		Dynamic Characteristics		Conditions
	Typical	Max	Typical	Max	Typical	Max	
Supply Current	12	13	11	11	-	-	$R_L \geq 10k\Omega$
Supply Voltage	$\pm 12$	$\pm 13$	-	-	-	-	
Common-Mode Rejection Ratio (CMRR)	40	60	80	80	90	90	
Input Impedance	200	200	200	200	200	200	
Output Impedance	1	1	1	1	1	1	
Common-Mode Input Range	-2V to +2V	-2V to +2V	-2V to +2V	-2V to +2V	-2V to +2V	-2V to +2V	
Common-Mode Output Range	-1.5V to +1.5V	-1.5V to +1.5V	-1.5V to +1.5V	-1.5V to +1.5V	-1.5V to +1.5V	-1.5V to +1.5V	
Power Bandwidth (10dB)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Gain Bandwidth Product (GBWP)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
Phase Margin	45	45	45	45	45	45	
Slew Rate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Large-Signal Settling Time (1%)	200	200	200	200	200	200	
Large-Signal Settling Time (0.1%)	400	400	400	400	400	400	

Notes:  
 1. All values are typical values for the XR-2508.  
 2. For maximum output swing and bandwidth, use the test conditions of Figure 3.  
 3. For maximum output swing and bandwidth, use the test conditions of Figure 3.  
 4. Bold face parameters are the design goals for the XR-2508.



## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (CONT'D)

Parameters	XR-2206M/P			XR-2206CP/D			Units	Conditions
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
<b>Amplitude Modulation</b>								
Input Impedance	50	100		50	100		k $\Omega$	For 95% modulation
Modulation Range		100			100		%	
Carrier Suppression		55			55		dB	
Linearity		2			2		%	
<b>Square-Wave Output</b>								
Amplitude		12			12		Vp-p	Measured at Pin 11.
Rise Time		250			250		ns	$C_L = 10\text{pF}$
Fall Time		50			50		ns	$C_L = 10\text{pF}$
Saturation Voltage		0.2	<b>0.4</b>		0.2	0.6	V	$I_L = 2\text{mA}$
Leakage Current		0.1	<b>20</b>		0.1	100	$\mu\text{A}$	$V_{CC} = 26\text{V}$
FSK Keying Level (Pin 9)	0.8	1.4	2.4	0.8	1.4	2.4	V	See section on circuit controls
Reference Bypass Voltage	2.9	3.1	<b>3.3</b>	2.5	3	3.5	V	Measured at Pin 10.

### Notes

<sup>1</sup> Output amplitude is directly proportional to the resistance,  $R_3$ , on Pin 3. See Figure 3.

<sup>2</sup> For maximum amplitude stability,  $R_3$  should be a positive temperature coefficient resistor.

**Bold face parameters** are covered by production test and guaranteed over operating temperature range.

Specifications are subject to change without notice

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power Supply ..... 26V  
 Power Dissipation ..... 750mW  
 Derate Above 25°C ..... 5mW/°C

Total Timing Current ..... 6mA  
 Storage Temperature ..... -65°C to +150°C

## SYSTEM DESCRIPTION

The XR-2206 is comprised of four functional blocks; a voltage-controlled oscillator (VCO), an analog multiplier and sine-shaper; a unity gain buffer amplifier; and a set of current switches.

The VCO produces an output frequency proportional to an input current, which is set by a resistor from the timing

terminals to ground. With two timing pins, two discrete output frequencies can be independently produced for FSK generation applications by using the FSK input control pin. This input controls the current switches which select one of the timing resistor currents, and routes it to the VCO.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (CONT'D)

Parameters	Output Voltage			Output Current			Min	Typ	Max	Load Regulation
	Type	Rate	Min	Type	Rate	Min				
Amplitude Modulation	Input Impedance	100	20	100	20	100	20	100	20	100
	Modulation Range	100		100		100		100		100
	Linearity	5		5		5		5		5
Square-Wave Output	Amplitude	10		10		10		10		10
	Rise Time	200		200		200		200		200
	Fall Time	20		20		20		20		20
	Saturation Voltage	0.5		0.5		0.5		0.5		0.5
	Leakage Current	0.1		0.1		0.1		0.1		0.1
	Distortion at 100 Hz (dB)	20		20		20		20		20
	Distortion at 100 Hz (V)	0.5		0.5		0.5		0.5		0.5

Notes:  
 1. Output impedance is low (less than 20 ohms) and load regulation is excellent.  
 2. For maximum amplitude in the 100 Hz band, the input voltage should be 100 V.  
 Bold face parameters are measured at 100 Hz and 100 V input voltage.

Distortion and output to change with mode

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power Supply	20V
Power Dissipation	150mW
Output Above 25°C	20mA
Total Timing Current	10mA
Storage Temperature	-55°C to +125°C

25°C Test Conditions

The XR-2206 is composed of two functional blocks: a voltage-controlled oscillator (VCO) and a timing network. The VCO is a voltage-controlled oscillator (VCO) which is set by a resistor from the timing network. The VCO provides the output frequency proportional to the input current. The timing network is composed of two functional blocks: a current source and a timing capacitor. The current source provides the current to the timing capacitor, and the timing capacitor provides the timing constant. The output frequency is proportional to the input current.

The XR-2206 is composed of two functional blocks: a voltage-controlled oscillator (VCO) and a timing network. The VCO is a voltage-controlled oscillator (VCO) which is set by a resistor from the timing network. The VCO provides the output frequency proportional to the input current. The timing network is composed of two functional blocks: a current source and a timing capacitor. The current source provides the current to the timing capacitor, and the timing capacitor provides the timing constant. The output frequency is proportional to the input current.

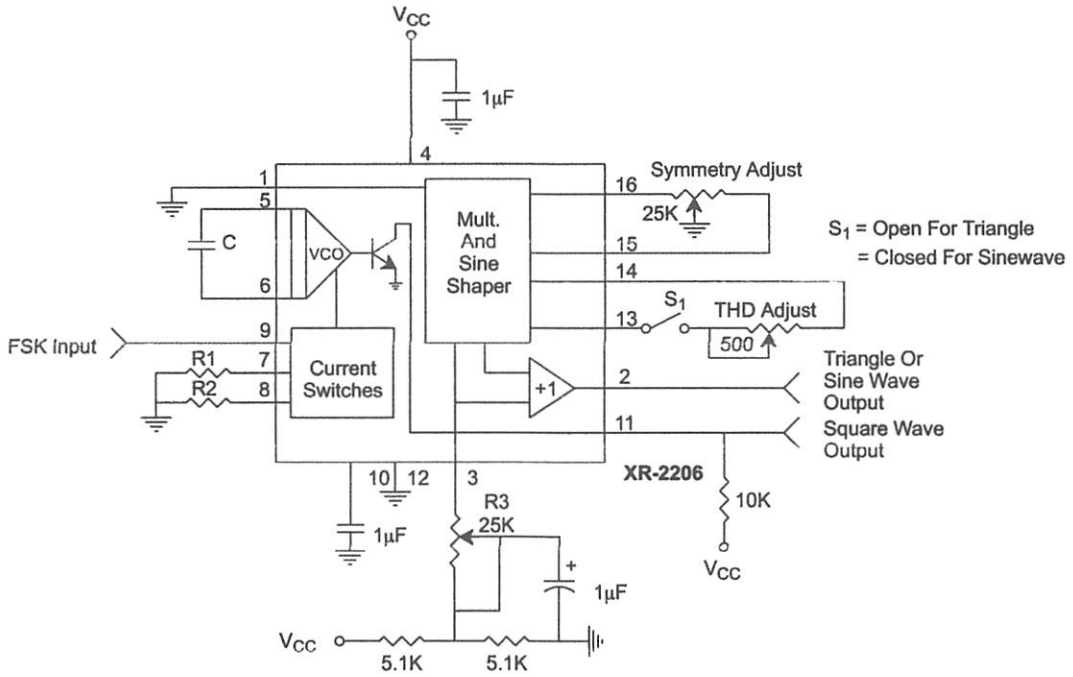


Figure 2. Basic Test Circuit

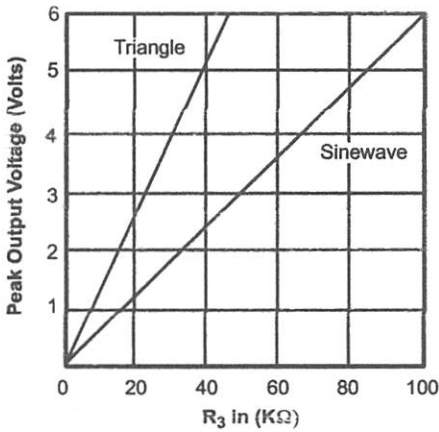


Figure 3. Output Amplitude as a Function of the Resistor, R<sub>3</sub>, at Pin 3

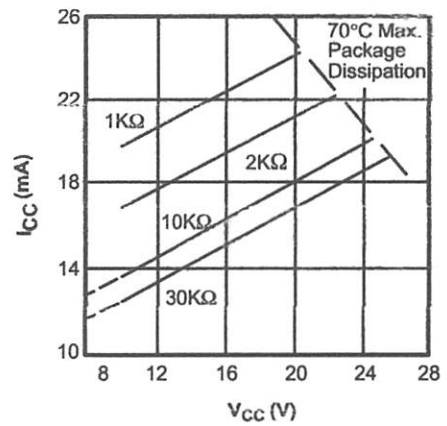


Figure 4. Supply Current vs Supply Voltage, Timing, R

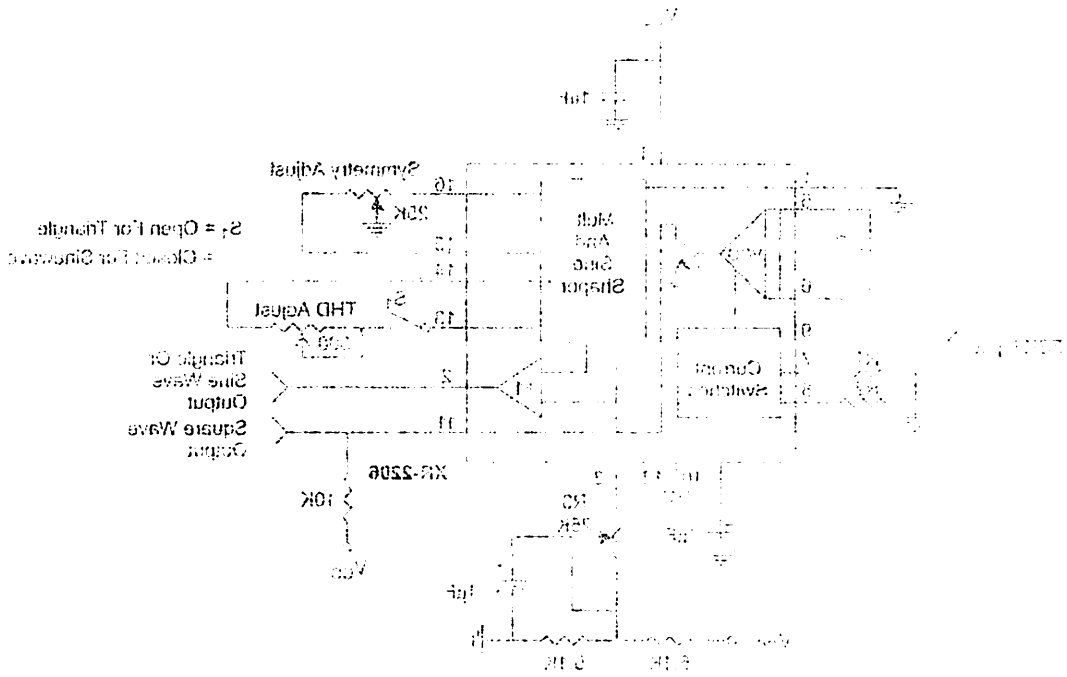


Figure 2. Block level circuit

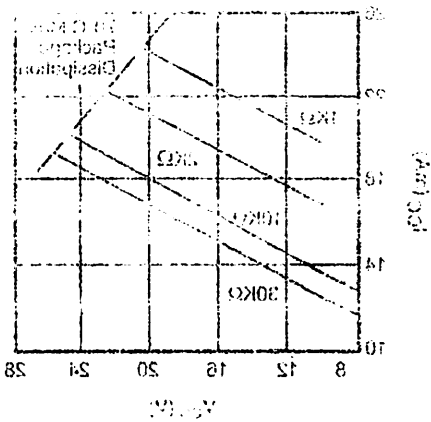


Figure 4. Supply Current vs. Supply Voltage, Timing R

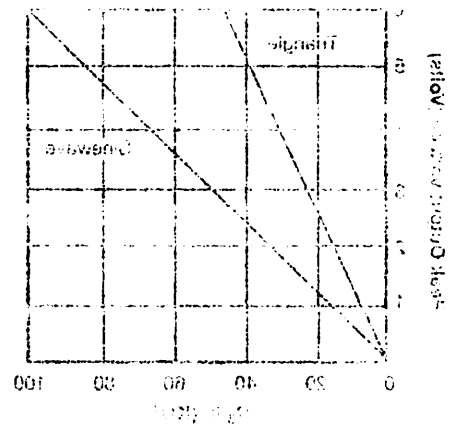
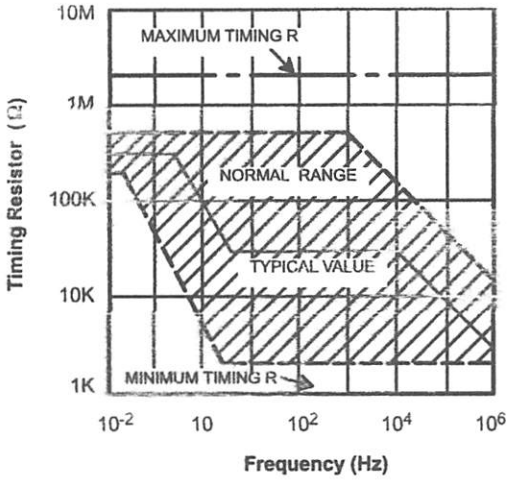
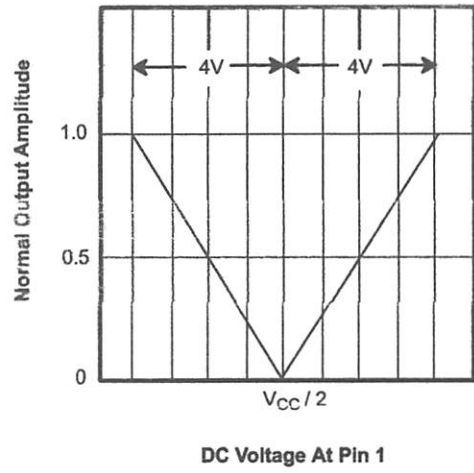


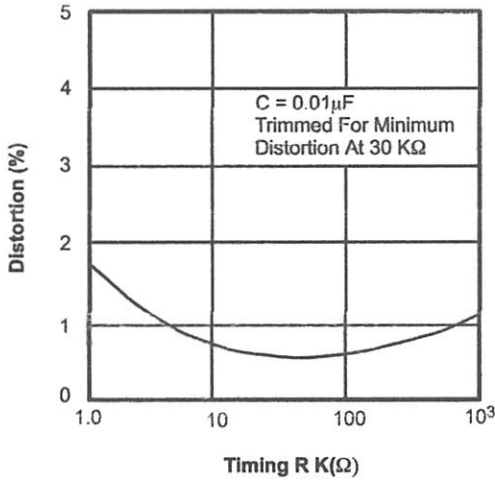
Figure 3. Output Amplitude as a Function of the Resistor, R<sub>L</sub> at Pin 3



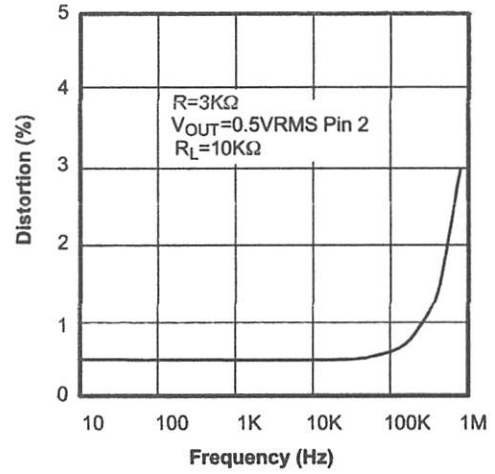
**Figure 5. R versus Oscillation Frequency.**



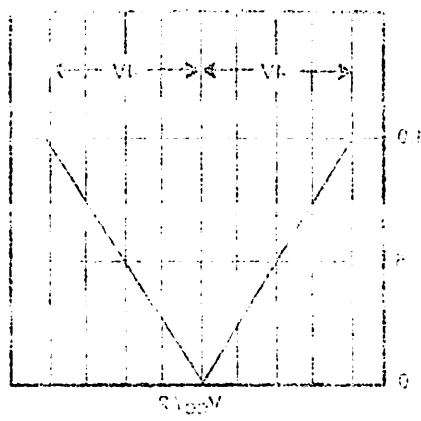
**Figure 6. Normalized Output Amplitude versus DC Bias at AM Input (Pin 1)**



**Figure 7. Trimmed Distortion versus Timing Resistor.**

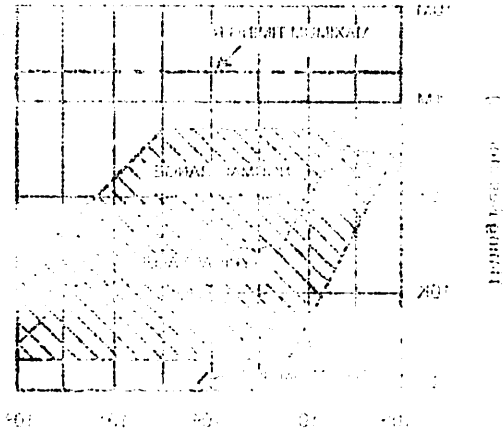


**Figure 8. Sine Wave Distortion versus Operating Frequency with Timing Capacitors Varied.**



DC Voltage at Pin 1

Figure 10. DC Voltage at Pin 1 versus Frequency



THD (%)

Figure 11. THD versus Frequency

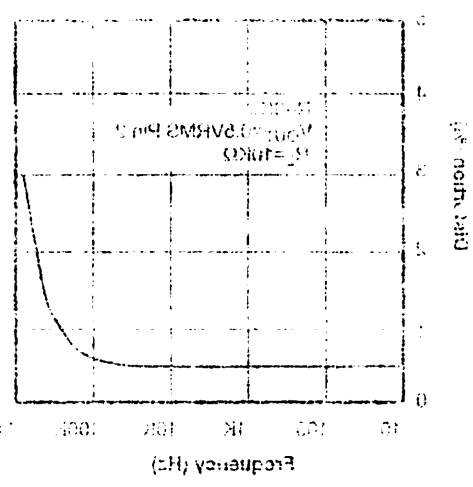


Figure 12. THD versus Frequency with 100kΩ Load

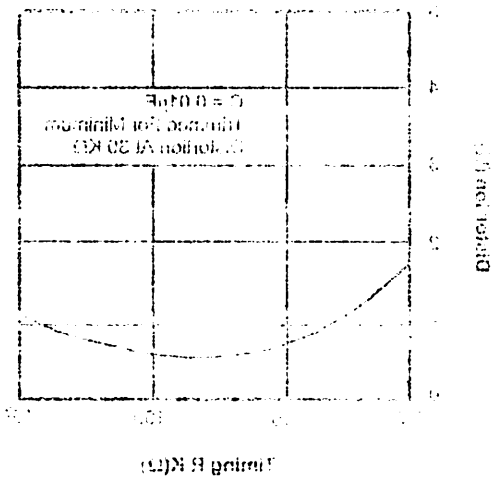


Figure 13. THD versus Frequency with 30kΩ Load

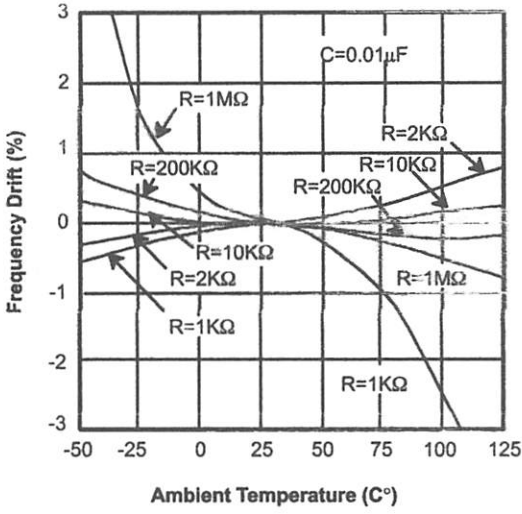


Figure 9. Frequency Drift versus Temperature.

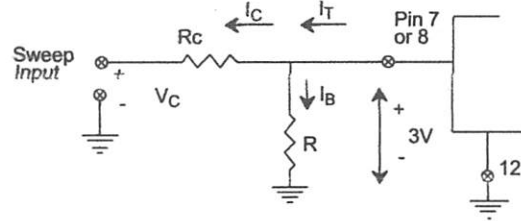


Figure 10. Circuit Connection for Frequency Sweep.

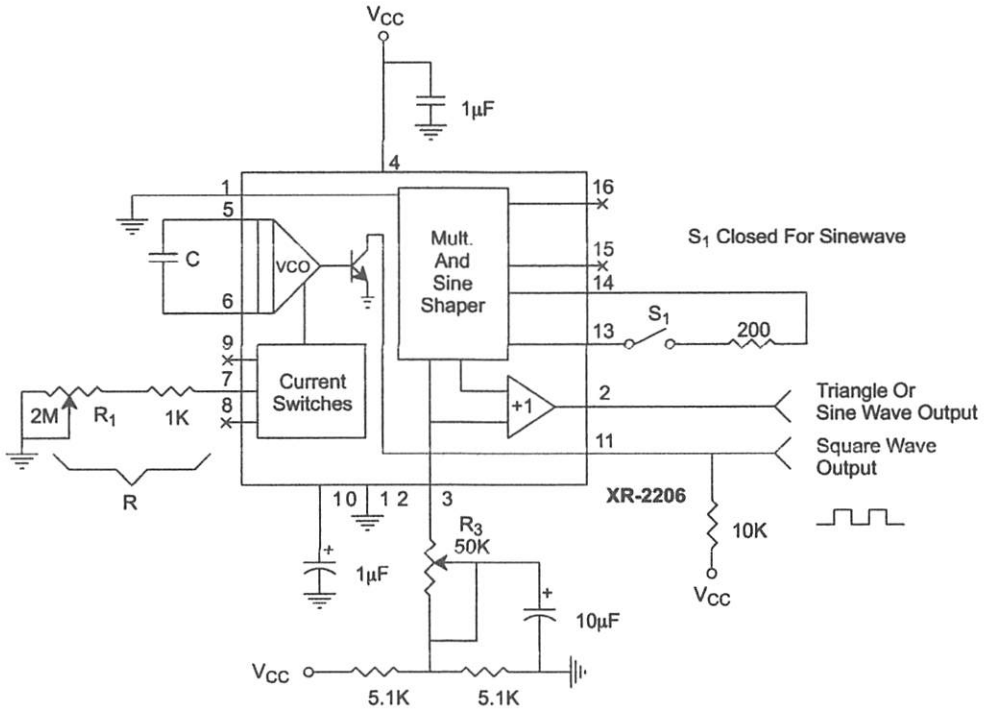


Figure 11. Circuit for Sine Wave Generation without External Adjustment. (See Figure 3 for Choice of R<sub>3</sub>)

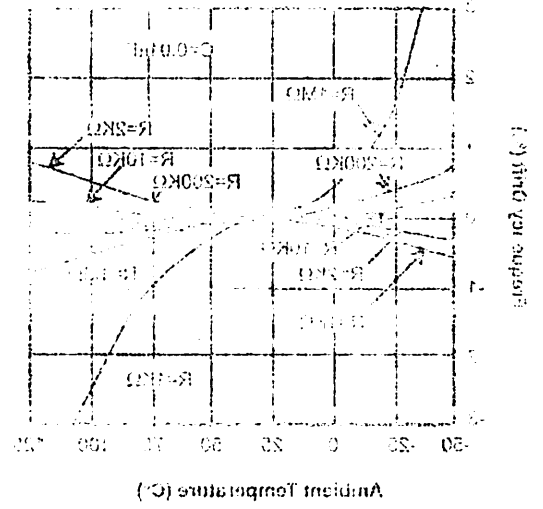


Figure 8. Frequency (kHz) versus Temperature.

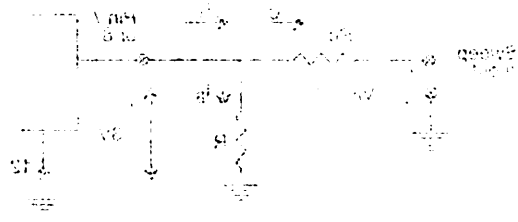


Figure 7a. Circuit Connection for Frequency Sweep.

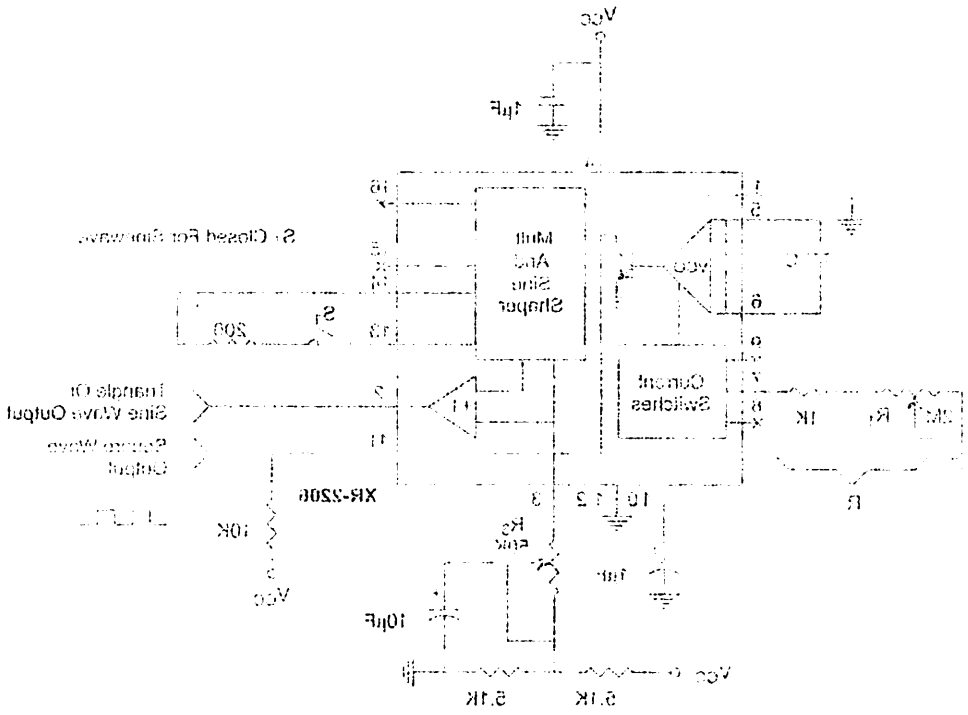


Figure 11. Circuit for Frequency Sweep without External Adjustment.



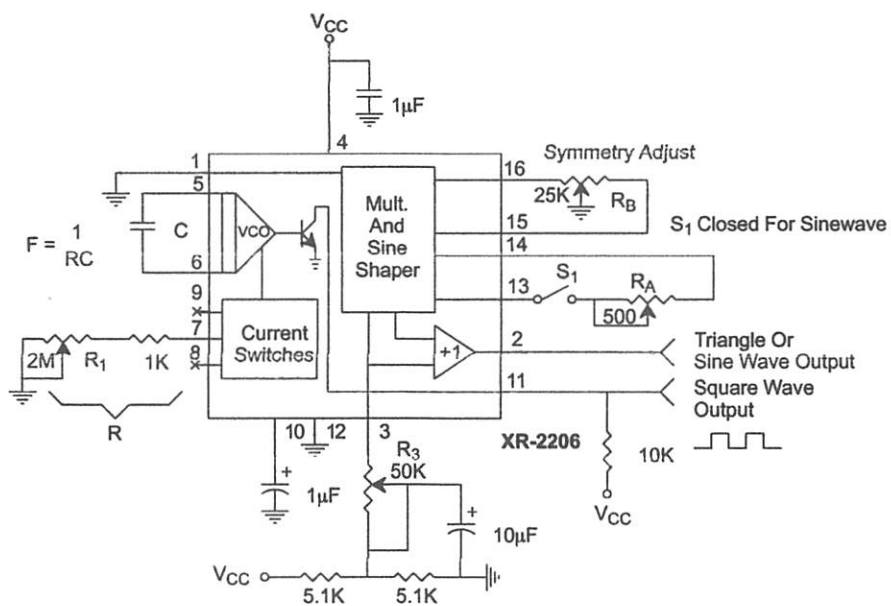


Figure 12. Circuit for Sine Wave Generation with Minimum Harmonic Distortion. (R<sub>3</sub> Determines Output Swing - See Figure 3)

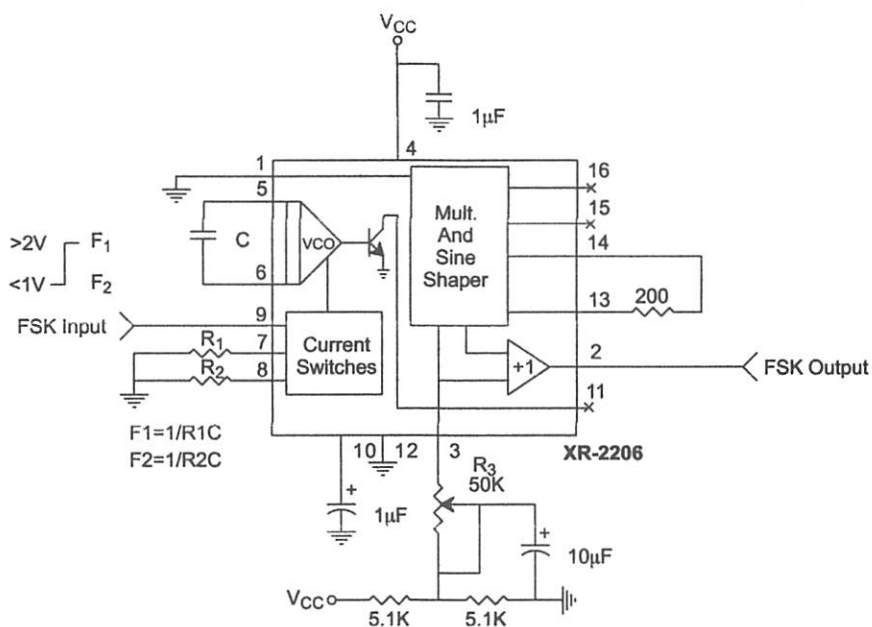


Figure 13. Sinusoidal FSK Generator

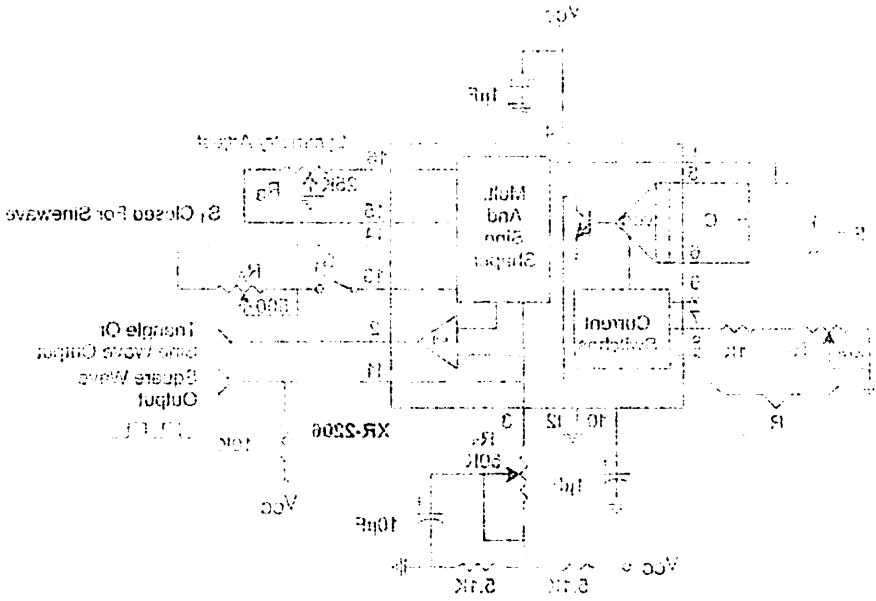


Figure 12. Circuit for Sine Wave Generator with Feedback to Reduce Distortion (R<sub>3</sub> Determines Output Swing - See Figure 5)

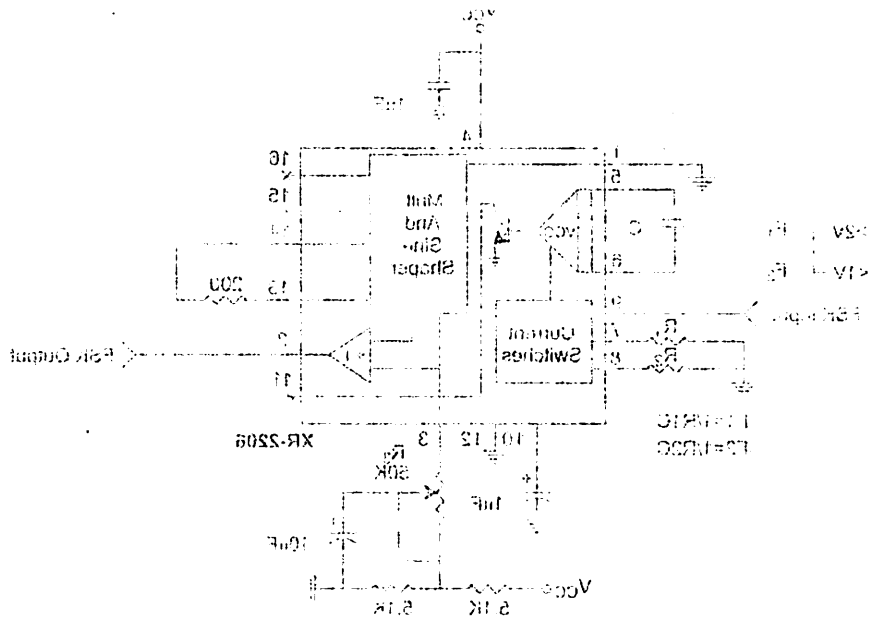


Figure 13. Sinusoidal FSK Generator

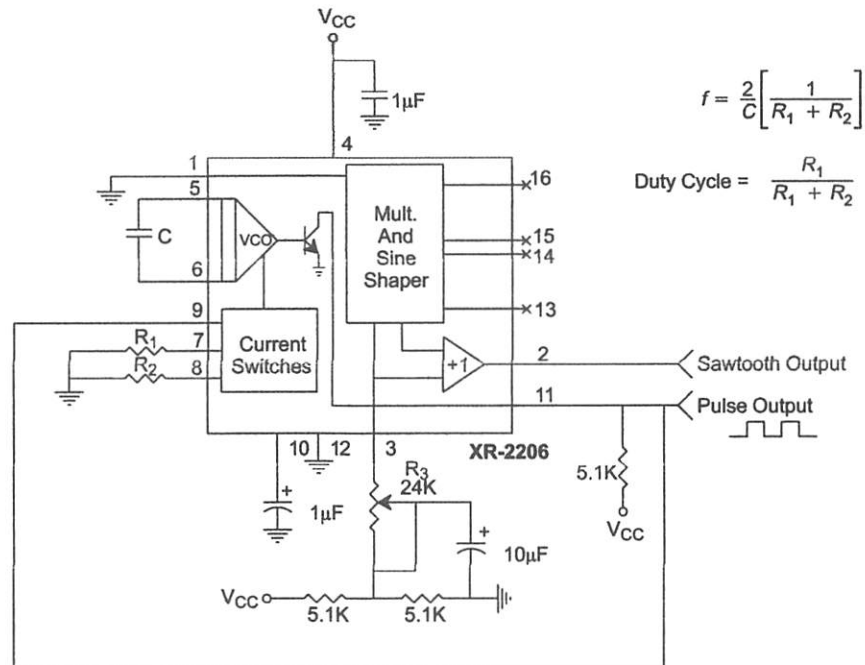


Figure 14. Circuit for Pulse and Ramp Generation.

## Frequency-Shift Keying

The XR-2206 can be operated with two separate timing resistors,  $R_1$  and  $R_2$ , connected to the timing Pin 7 and 8, respectively, as shown in Figure 13. Depending on the polarity of the logic signal at Pin 9, either one or the other of these timing resistors is activated. If Pin 9 is open-circuited or connected to a bias voltage  $\geq 2V$ , only  $R_1$  is activated. Similarly, if the voltage level at Pin 9 is  $\leq 1V$ , only  $R_2$  is activated. Thus, the output frequency can be keyed between two levels.  $f_1$  and  $f_2$ , as:

$$f_1 = 1/R_1C \text{ and } f_2 = 1/R_2C$$

For split-supply operation, the keying voltage at Pin 9 is referenced to  $V^-$ .

## Output DC Level Control

The dc level at the output (Pin 2) is approximately the same as the dc bias at Pin 3. In Figure 11, Figure 12 and Figure 13, Pin 3 is biased midway between  $V^+$  and ground, to give an output dc level of  $\approx V^+/2$ .

## APPLICATIONS INFORMATION

### Sine Wave Generation

#### Without External Adjustment

Figure 11 shows the circuit connection for generating a sinusoidal output from the XR-2206. The potentiometer,  $R_1$  at Pin 7, provides the desired frequency tuning. The maximum output swing is greater than  $V^+/2$ , and the typical distortion (THD) is  $< 2.5\%$ . If lower sine wave distortion is desired, additional adjustments can be provided as described in the following section.

The circuit of Figure 11 can be converted to split-supply operation, simply by replacing all ground connections with  $V^-$ . For split-supply operation,  $R_3$  can be directly connected to ground.

$$Duty\ Cycle = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \approx 1$$

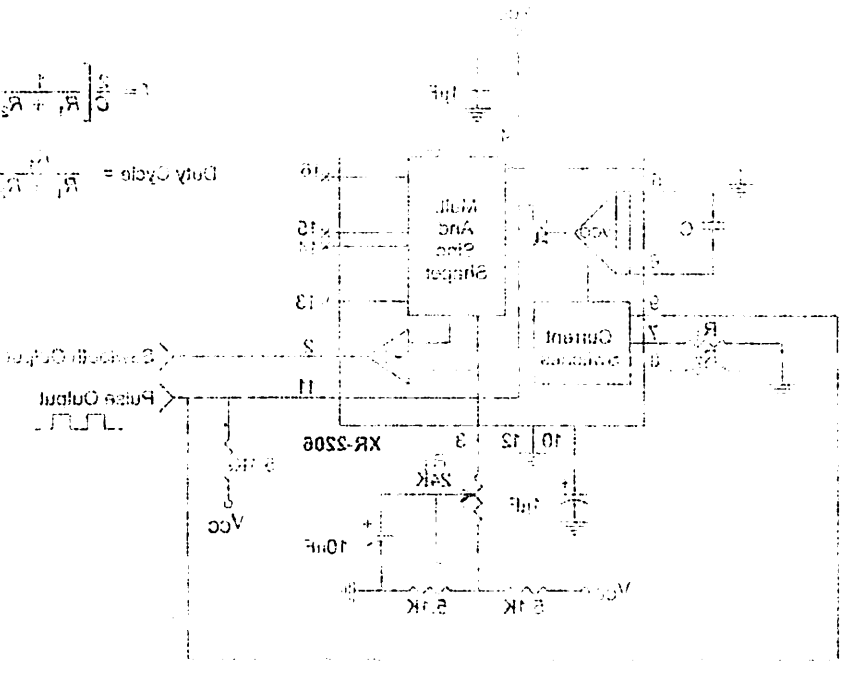


Figure 14. Circuit for Pulse and Ramp Generation.

AMPLITUDE INFORMATION

Sine Wave Generation

Normal Excitation Adjustment

Figure 11 shows the output connection for generating a sine wave from the XR-2208. The noninverted output of the XR-2208 is connected to the desired frequency tuning. The output of the XR-2208 is greater than  $V_{CS}$  and the output of the XR-2208 is greater than  $V_{CS}$  and the output of the XR-2208 is greater than  $V_{CS}$ . Additional adjustment is provided as described in the following section.

The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208. The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208. The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208. The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208.

AMPLITUDE INFORMATION

The XR-2208 can be operated with two separate timing networks. The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208. The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208. The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208. The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208.

$$f = 1/(R_1 C) \text{ and } f = 1/(R_2 C)$$

The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208. The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208. The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208.

Output Level Control

The dc level of the output ( $V_{out}$ ) is approximately the same as the level of the input ( $V_{in}$ ). The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208. The output of the XR-2208 is connected to the output of the XR-2208.

**With External Adjustment:**

The harmonic content of sinusoidal output can be reduced to -0.5% by additional adjustments as shown in *Figure 12*. The potentiometer,  $R_A$ , adjusts the sine-shaping resistor, and  $R_B$  provides the fine adjustment for the waveform symmetry. The adjustment procedure is as follows:

1. Set  $R_B$  at midpoint and adjust  $R_A$  for minimum distortion.
2. With  $R_A$  set as above, adjust  $R_B$  to further reduce distortion.

**Triangle Wave Generation**

The circuits of *Figure 11* and *Figure 12* can be converted to triangle wave generation, by simply open-circuiting Pin 13 and 14 (i.e.,  $S_1$  open). Amplitude of the triangle is approximately twice the sine wave output.

**FSK Generation**

*Figure 13* shows the circuit connection for sinusoidal FSK signal operation. Mark and space frequencies can be independently adjusted by the choice of timing resistors,  $R_1$  and  $R_2$ ; the output is phase-continuous during transitions. The keying signal is applied to Pin 9. The circuit can be converted to split-supply operation by simply replacing ground with  $V^-$ .

**Pulse and Ramp Generation**

*Figure 14* shows the circuit for pulse and ramp waveform generation. In this mode of operation, the FSK keying terminal (Pin 9) is shorted to the square-wave output (Pin 11), and the circuit automatically frequency-shift keys itself between two separate frequencies during the positive-going and negative-going output waveforms. The pulse width and duty cycle can be adjusted from 1% to 99% by the choice of  $R_1$  and  $R_2$ . The values of  $R_1$  and  $R_2$  should be in the range of  $1k\Omega$  to  $2M\Omega$ .

**PRINCIPLES OF OPERATION****Description of Controls****Frequency of Operation:**

The frequency of oscillation,  $f_0$ , is determined by the external timing capacitor,  $C$ , across Pin 5 and 6, and by the timing resistor,  $R$ , connected to either Pin 7 or 8. The frequency is given as:

$$f_0 = \frac{1}{RC} \text{ Hz}$$

and can be adjusted by varying either  $R$  or  $C$ . The recommended values of  $R$ , for a given frequency range, as shown in *Figure 5*. Temperature stability is optimum for  $4k\Omega < R < 200k\Omega$ . Recommended values of  $C$  are from  $1000pF$  to  $100\mu F$ .

**Frequency Sweep and Modulation:**

Frequency of oscillation is proportional to the total timing current,  $I_T$ , drawn from Pin 7 or 8:

$$f = \frac{320I_T(\text{mA})}{C(\mu F)} \text{ Hz}$$

Timing terminals (Pin 7 or 8) are low-impedance points, and are internally biased at +3V, with respect to Pin 12. Frequency varies linearly with  $I_T$ , over a wide range of current values, from  $1\mu A$  to  $3mA$ . The frequency can be controlled by applying a control voltage,  $V_C$ , to the activated timing pin as shown in *Figure 10*. The frequency of oscillation is related to  $V_C$  as:

$$f = \frac{1}{RC} \left( 1 + \frac{R}{R_c} \left( 1 - \frac{V_C}{3} \right) \right) \text{ Hz}$$

where  $V_C$  is in volts. The voltage-to-frequency conversion gain,  $K$ , is given as:

$$K = \partial f / \partial V_C = -\frac{0.32}{R_c C} \text{ Hz/V}$$

**CAUTION:** For safety operation of the circuit,  $I_T$  should be limited to  $\leq 3mA$ .

PRINCIPLES OF OPERATION

With External Adjustment

The frequency of oscillation is determined by the timing network consisting of resistor R<sub>1</sub> connected to either Pin 7 or 8. The frequency is given as

$$f = \frac{1}{RC} \text{ Hz}$$

and can be adjusted by varying either R or C. The recommended values of R and C are shown in Figure 8. Recommended values of R are 100K to 200K for 4K < R < 200K. Recommended values of C are 100pF to 100nF.

Frequency Sweep and Modulation

Frequency of oscillation is proportional to the total timing current I<sub>T</sub> drawn from Pin 7 or 8.

$$f = \frac{1}{RC} \text{ Hz}$$

The frequency of oscillation is related to V<sub>C</sub> and the timing network. The frequency of oscillation is related to V<sub>C</sub> and the timing network. The frequency of oscillation is related to V<sub>C</sub> and the timing network.

$$f = \frac{1}{RC} \left( 1 + \frac{R}{R'} \left( 1 - \frac{V_C}{V_{CC}} \right) \right) \text{ Hz}$$

where V<sub>C</sub> is in volts. The voltage-to-frequency conversion factor is given as

$$K = \frac{1}{RC} \left( 1 + \frac{R}{R'} \right) \text{ Hz/V}$$

CAUTION: For safety operation of the circuit, I<sub>T</sub> should be limited to 2 mA.

The harmonic content of sinusoidal output can be reduced to -0.5% by additional adjustment as shown in Figure 9. The additional adjustment is shown in Figure 9. The additional adjustment is shown in Figure 9.

1. Set R<sub>1</sub> at midpoint and adjust R<sub>2</sub> for minimum distortion.
2. With R<sub>2</sub> set as above, adjust R<sub>1</sub> to further reduce distortion.

Triangle Wave Generation

The triangle wave output is shown in Figure 10. The frequency of oscillation is proportional to the total timing current I<sub>T</sub> drawn from Pin 7 or 8.

FSK Generation

Figure 10 shows the operation of the FSK generator. The frequency of oscillation is related to V<sub>C</sub> and the timing network. The frequency of oscillation is related to V<sub>C</sub> and the timing network.

Pulse and Ramp Generation

Figure 11 shows the circuit for pulse and ramp waveform generation. The frequency of oscillation is related to V<sub>C</sub> and the timing network. The frequency of oscillation is related to V<sub>C</sub> and the timing network.

### Output Amplitude:

Maximum output amplitude is inversely proportional to the external resistor,  $R_3$ , connected to Pin 3 (see Figure 3). For sine wave output, amplitude is approximately 60mV peak per k $\Omega$  of  $R_3$ ; for triangle, the peak amplitude is approximately 160mV peak per k $\Omega$  of  $R_3$ . Thus, for example,  $R_3 = 50k\Omega$  would produce approximately 13V sinusoidal output amplitude.

### Amplitude Modulation:

Output amplitude can be modulated by applying a dc bias and a modulating signal to Pin 1. The internal impedance

at Pin 1 is approximately 100k $\Omega$ . Output amplitude varies linearly with the applied voltage at Pin 1, for values of dc bias at this pin, within 14 volts of  $V_{CC}/2$  as shown in Figure 6. As this bias level approaches  $V_{CC}/2$ , the phase of the output signal is reversed, and the amplitude goes through zero. This property is suitable for phase-shift keying and suppressed-carrier AM generation. Total dynamic range of amplitude modulation is approximately 55dB.

**CAUTION:** AM control must be used in conjunction with a well-regulated supply, since the output amplitude now becomes a function of  $V_{CC}$ .

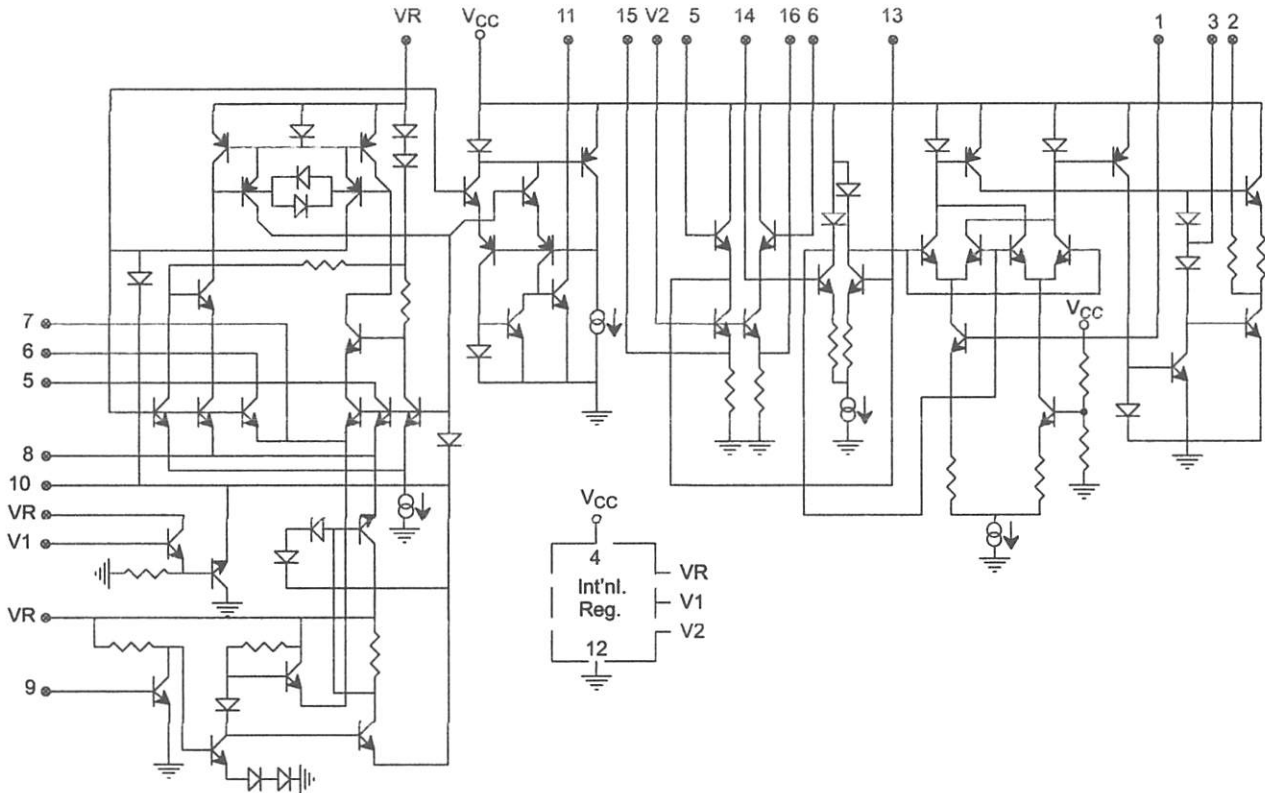


Figure 15. Equivalent Schematic Diagram

Output Amplitude:

maximum output amplitude is limited by the value of the external resistor R<sub>1</sub> connected to pin 3 (see Figure 3). For sine wave output amplitude is approximately 50% of the maximum output voltage. For square wave output the amplitude is approximately 80% of the maximum output voltage. The amplitude range of amplitude modulation is approximately 10% to 100%.

Amplitude Modulation:

Amplitude modulation can be used by applying a base and a modulating signal to pins 1 and 2 respectively.

CAUTION: All control pins must be held in conduction with a pull-up resistor since the output amplitude will decrease as a function of V<sub>CC</sub>.

CAUTION: All control pins must be held in conduction with a pull-up resistor since the output amplitude will decrease as a function of V<sub>CC</sub>.

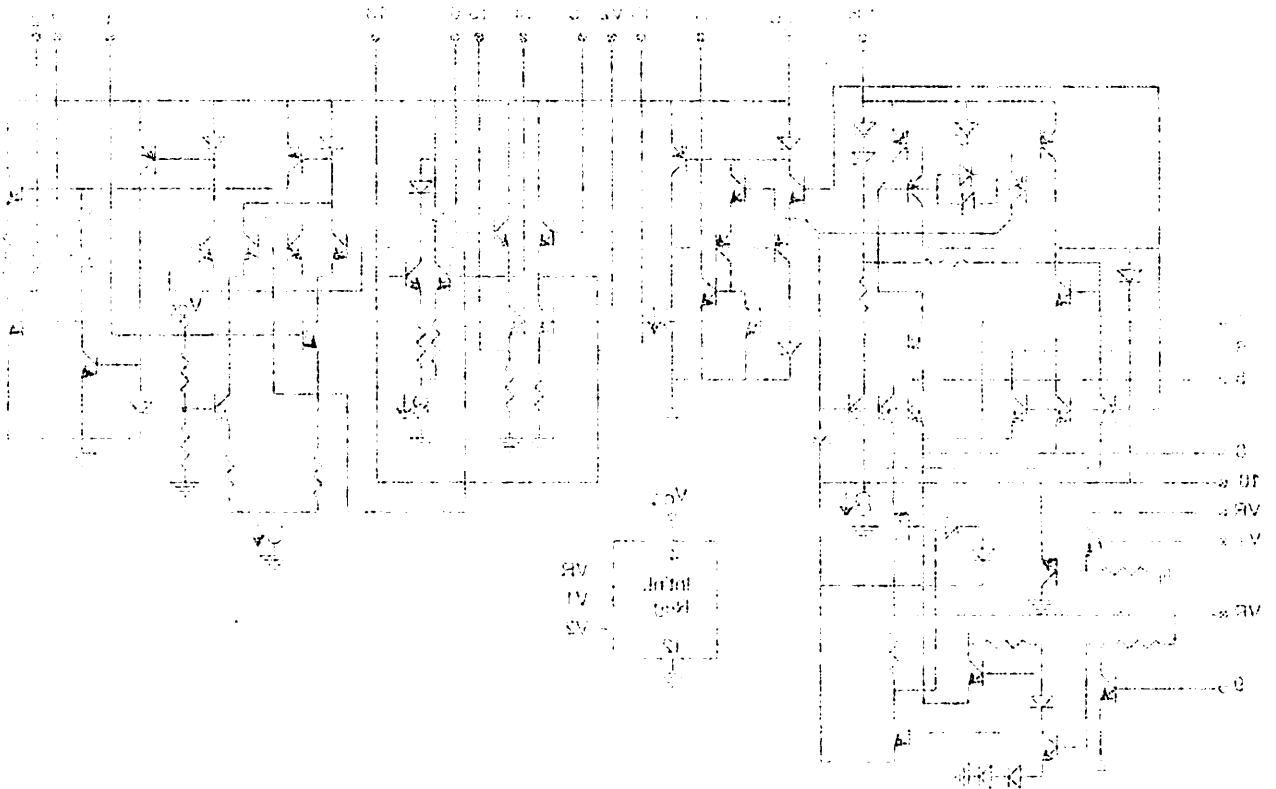
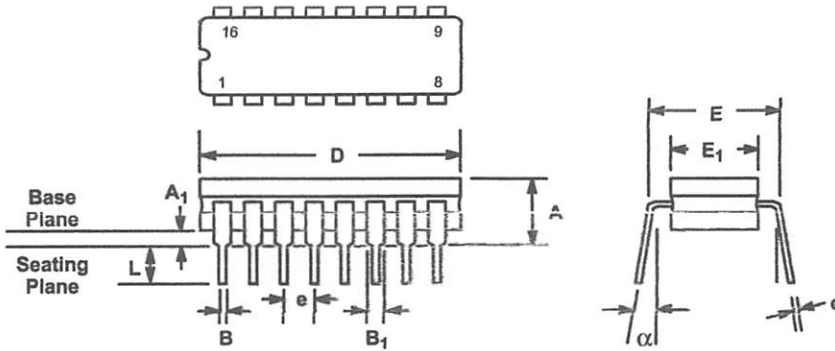


Figure 18. Equivalent Schematic Diagram



16 LEAD CERAMIC DUAL-IN-LINE  
(300 MIL CDIP)

Rev. 1.00

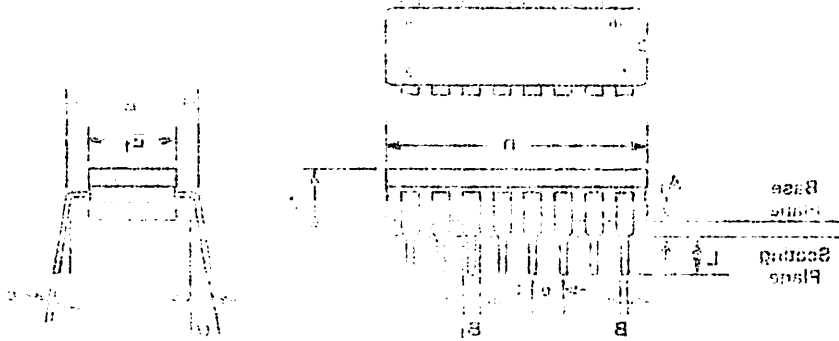


SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.100	0.200	2.54	5.08
A <sub>1</sub>	0.015	0.060	0.38	1.52
B	0.014	0.026	0.36	0.66
B <sub>1</sub>	0.045	0.065	1.14	1.65
c	0.008	0.018	0.20	0.46
D	0.740	0.840	18.80	21.34
E <sub>1</sub>	0.250	0.310	6.35	7.87
E	0.300 BSC		7.62 BSC	
e	0.100 BSC		2.54 BSC	
L	0.125	0.200	3.18	5.08
α	0°	15°	0°	15°

Note: The control dimension is the inch column

18 LEAD CERAMIC CHIP CARTRIDGE  
(300 MILL O.D.)

REV. 1.00

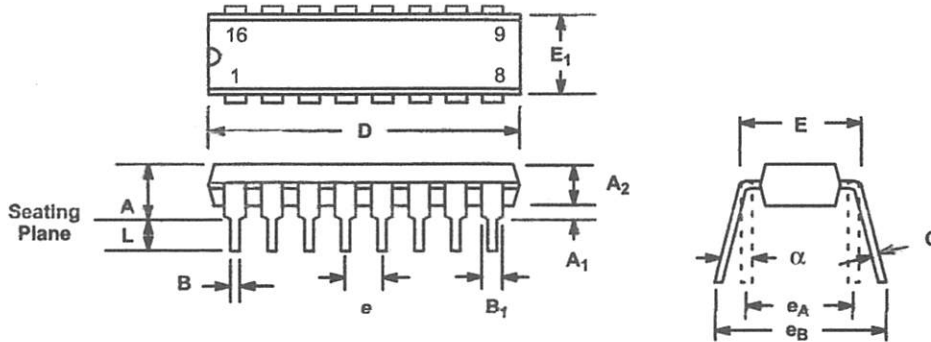


SYMBOL	INCHES		TOLERANCE
	MIN	MAX	
A	0.100	0.100	±0.002
B	0.014	0.014	±0.001
B'	0.038	0.038	±0.002
D	0.750	0.810	±0.010
1	0.100 RSC	0.100 RSC	±0.002
2	0.100 RSC	0.100 RSC	±0.002
3	0.100 RSC	0.100 RSC	±0.002
4	0.100 RSC	0.100 RSC	±0.002
5	0.100 RSC	0.100 RSC	±0.002
6	0.100 RSC	0.100 RSC	±0.002
7	0.100 RSC	0.100 RSC	±0.002
8	0.100 RSC	0.100 RSC	±0.002
9	0.100 RSC	0.100 RSC	±0.002

Note: The control dimension is the left dimension.

## 16 LEAD PLASTIC DUAL-IN-LINE (300 MIL PDIP)

Rev. 1.00

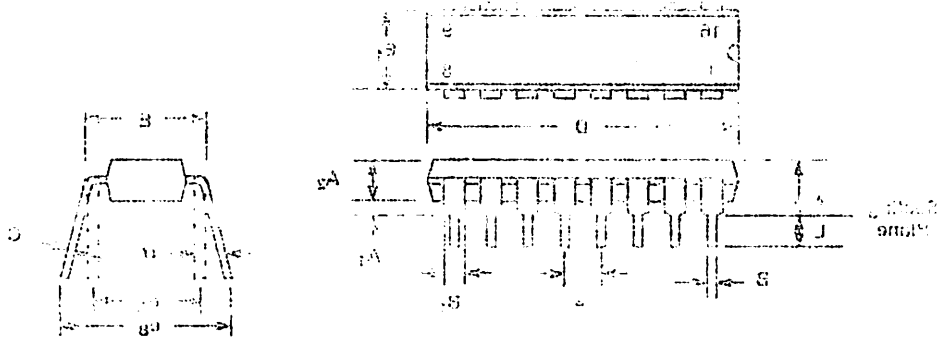


SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.145	0.210	3.68	5.33
A <sub>1</sub>	0.015	0.070	0.38	1.78
A <sub>2</sub>	0.115	0.195	2.92	4.95
B	0.014	0.024	0.36	0.56
B <sub>1</sub>	0.030	0.070	0.76	1.78
C	0.008	0.014	0.20	0.38
D	0.745	0.840	18.92	21.34
E	0.300	0.325	7.62	8.26
E <sub>1</sub>	0.240	0.280	6.10	7.11
e	0.100 BSC		2.54 BSC	
e <sub>A</sub>	0.300 BSC		7.62 BSC	
e <sub>B</sub>	0.310	0.430	7.87	10.92
L	0.115	0.160	2.92	4.06
α	0°	15°	0°	15°

Note: The control dimension is the inch column

TO LEAD FLANGE FOR EACH CASE OF  
(300 MIL FWH)

Rev. 1.00

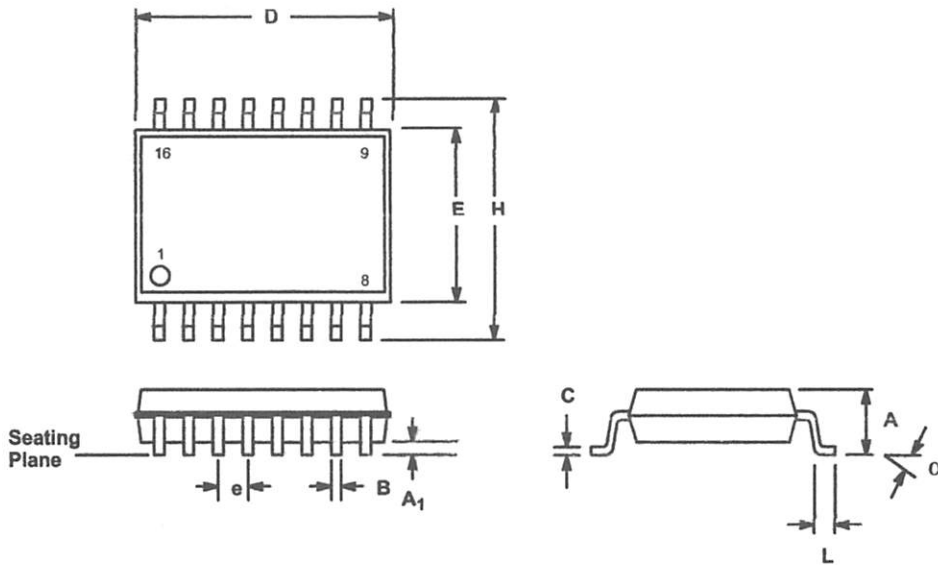


SYMBOL	DIMENSIONS		MIN	MAX
	MIN	MAX		
A	0.000	0.000	0.000	0.000
A'	0.018	0.030	0.018	0.030
A''	0.112	0.162	0.112	0.162
B	0.000	0.000	0.000	0.000
B'	0.000	0.000	0.000	0.000
C	0.002	0.004	0.002	0.004
D	0.000	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.000	0.000	0.000
I	0.000	0.000	0.000	0.000
J	0.000	0.000	0.000	0.000

Note: The control dimension is the first column.

**16 LEAD SMALL OUTLINE  
(300 MIL JEDEC SOIC)**

*Rev. 1.00*

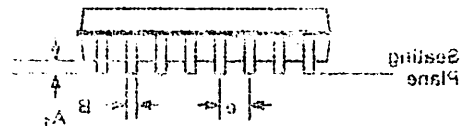
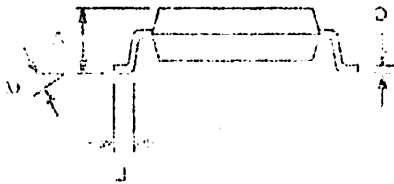
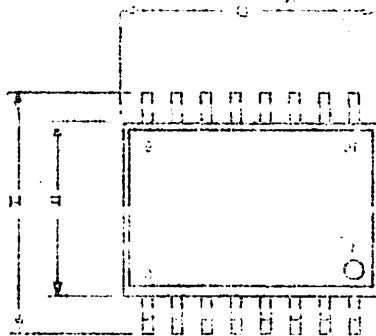


SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.093	0.104	2.35	2.65
A <sub>1</sub>	0.004	0.012	0.10	0.30
B	0.013	0.020	0.33	0.51
C	0.009	0.013	0.23	0.32
D	0.398	0.413	10.10	10.50
E	0.291	0.299	7.40	7.60
e	0.050 BSC		1.27 BSC	
H	0.394	0.419	10.00	10.65
L	0.016	0.050	0.40	1.27
α	0°	8°	0°	8°

*Note: The control dimension is the millimeter column*

TO LEAD SMALL (300 MIL LEAD) SOFT

Rev. 1.00



SYMBOL	INCHES		MILS	MILS
	MIN	MAX		
A	0.004	0.004	4	4
A'	0.004	0.010	4	10
B	0.010	0.020	10	20
C	0.004	0.010	4	10
D	0.308	0.410	308	410
E	0.201	0.200	201	200
F	0.304	0.410	304	410
G	0.010	0.020	10	20
H	0.304	0.410	304	410
I	0.010	0.020	10	20
J	0.010	0.020	10	20
K	0.010	0.020	10	20
L	0.010	0.020	10	20
M	0.010	0.020	10	20
N	0.010	0.020	10	20
O	0.010	0.020	10	20
P	0.010	0.020	10	20
Q	0.010	0.020	10	20
R	0.010	0.020	10	20
S	0.010	0.020	10	20
T	0.010	0.020	10	20
U	0.010	0.020	10	20
V	0.010	0.020	10	20
W	0.010	0.020	10	20
X	0.010	0.020	10	20
Y	0.010	0.020	10	20
Z	0.010	0.020	10	20

Note: The control dimension is the millimeter column.