

**APLIKASI PENCATAT DAN PENAMPIL PESAN
ELEKTRONIK TAMU HOTEL BERBASIS
MIKROKONTROLLER RENESAS R8C/13 YANG
DIKONEKSIKAN KE PC**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**Disusun Oleh :
HENDIK MULYNARKO
NIM: 01.17.167**

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



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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Hendik Mulyanarko
NIM : 01.17.167
Konsentrasi : Teknik Elektronika S-1
Judul Skripsi : Aplikasi Pencatat dan Penampil Pesan Elektronik Tamu Hotel
Berbasis Mikrokontroler Renesas R8C/13 yang Dikoneksikan ke PC

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Maret 2008
Dengan Nilai : 78,4 (B+)



Panitia Ujian Skripsi



Ketua

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 1018100036

Sekretaris



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

Anggota Penguji

Penguji Pertama

Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT
NIP. Y. 1028700171

Penguji Kedua

Joseph Dedy Irawan, ST, MT
NIP. 132315178

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan petunjuk-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul "APLIKASI PENCATAT DAN PENAMPIL PESAN ELEKTRONIK TAMU HOTEL BERBASIS MIKROKONTROLLER RENESAS R8C/13 YANG DIKONEKSIKAN KE PC".

Skripsi ini disusun sebagai syarat akademik yang wajib ditempuh serta sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektronika S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan dengan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih dengan penuh ketulusan kepada :

1. Bapak, Ibu serta adik-adikku tercinta yang telah memberikan dukungan dan dorongan semangat hingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak Ir. Kartiko Ardi W, MT dan Bapak Ir. Eko Nurcahyo selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu dalam skripsi ini.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT dan Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Para Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektronika yang telah banyak membantu hingga terlaksananya skripsi ini.
5. Teman-teman serta semua pihak yang telah banyak membantu dan tidak mungkin Penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi informasi tambahan bagi mahasiswa Teknik Elektronika khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya. Penulis mohon maaf atas segala kekurangan dalam penulisan skripsi ini.

Malang, Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	1
Kata Pengantar	2
Daftar Isi	3
Daftar Gambar	7
Daftar Tabel	9
Bab I Pendahuluan	10
1.1. Latar belakang	10
1.2. Rumusan masalah	11
1.3. Tujuan	11
1.4. Batasan masalah	11
1.5. Metodologi	12
Bab II Dasar Teori	13
2.1. Modul LCD (Liquid Crystal Display) M1632	13
2.1.1. Sinyal Interface LCD M1632	14
2.2. Mikrokontroler Renesas R8C/13	17
2.2.1. Teori Umum	17
2.2.2. Spesifikasi R8C/13	18
2.2.3. Kelebihan R8C/13 TINY	19
2.2.4. Konfigurasi pin R8C/13 TINY	20
2.2.5. Peripheral R8C/13	23
2.3. Software	26
2.4. Bahasa Pemrograman Borland Delphi	27

2.5. Database	28
2.5.1. Dasar-dasar database	28
2.5.2. Istilah-istilah penting dalam database	29
2.5.2.1. Tabel	29
2.5.2.2. Kolom dan Tipe Data	30
2.5.2.3. Baris	30
2.5.2.4. Kunci	30
2.6. Structured Query Language	32
2.6.1. Manfaat SQL	32
2.6.2. Pencarian Data Pada SQL	33
2.6.2.1. Statatement SELECT	33
2.6.2.2. Mendapatkan Kembali Kolom-kolom Individual	33
2.6.2.3. Mendapatkan Kembali Banyak Kolom	34
2.6.2.4. Pengambilan Semua Kolom	35
2.6.3. Menyortir Data yang Didapatkan Kembali	35
2.6.3.1. Menyortir Data	35
2.6.3.2. Menyortir Berdasarkan Banyak Kolom	37
2.6.3.3. Menyortir Berdasarkan Letak Kolom	38
2.6.3.4. Menentukan Urutan Penyortiran	39
2.6.4. Penyaringan Data	40
2.6.4.1. Menggunakan Klausa WHERE.....	40
2.6.4.2. Operator Klausa WHERE	41
2.6.4.3. Menandai Nilai Tunggal.....	41

2.6.4.4. Menandai Perbedaan.....	42
2.6.4.5. Menandai Range Nilai	42
2.6.4.6. Menandai Nilai Kosong.....	43
2.7. Serial Com	43
Bab III Perencanaan dan Pembuatan Alat	47
3.1. Gambaran Umum	47
3.2. Perancangan Protokol Komunikasi	49
3.3. Perancangan Perangkat Keras	53
3.4. Cara Kerja Sistem	55
3.4.1. Perencanaan Blok-blok Rangkaian	57
3.4.1.1. ISD 1420	57
3.4.1.2. LCD (Liquid Crystal Display)	59
3.4.1.3. Mikrokontroller	61
3.4.1.4. Papan Tombol (Keypad)	61
3.4.1.5. Perancangan RS232 to RS485	62
3.4.1.6. Perancangan RS485	63
3.5. Flowcart Sistem	64
3.5.1. Flowcart Unit Kamar	64
3.5.2. Flowcart Unit Sentral.....	65
Bab IV Pengujian Alat Dan Analisa Data	66
4.1. Pendahuluan	66
4.2. Pengujian Rangkaian Tampilan LCD dan Keypad	66
4.2.1. Tujuan	66

4.2.2. Peralatan yang digunakan	66
4.2.3. Prosedur Pengujian Tampilan LCD dan Keypad	66
4.2.4. Hasil Pengujian	69
4.3. Pengujian Minimum Sistem Renesas	70
4.3.1. Tujuan	70
4.3.2. Peralatan yang digunakan	70
4.3.3. Prosedur pengujian	70
4.3.4. Data hasil pengujian	71
4.4. Pengujian ISD	72
4.4.1. Tujuan	72
4.4.2. Alat dan bahan	72
4.4.3. Prosedur pengujian	72
4.4.4. Data hasil pengujian	73
4.5. Pengujian Software	73
4.5.1. Tujuan	73
4.5.2. Prosedur pengujian Software	73
4.5.3. Data hasil pengujian software	73
4.6. Pengujian Keseluruhan Rangkaian	74
4.6.1. Tujuan	74
4.6.2. Prosedur Pengujian	75
4.6.3. Hasil Pengujian	75
Bab V Kesimpulan dan Saran	77
5.1. Kesimpulan	77

5.2. Saran	78
Lampiran	79
Foto Pengujian Alat	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mengirim/Mengambil Data Ke/Dari M1632	16
Gambar 2.2. Blok Diagram R8C/11, 13 dan Peta <i>Peripheral</i> -nya	20
Gambar 2.3. Konfigurasi Pin Mikrokontroler R8C/13	21
Gambar 2.4 Diagram blok ADC	25
Gambar 2.5 Hasil contoh program Delphi	29
Gambar 2.6 Jenis Konektor Serial Com	45
Gambar 3.1. Blok Diagram Alat Komunikasi Layanan Penghuni Hotel	47
Gambar 3.2 Protokol Pengiriman Data dari Sentral ke PPDS	49
Gambar 3.3 Protokol Pengiriman Data dari PPDS ke Sentral	51
Gambar 3.4. Protokol Data Serial Pesan.....	52
Gambar 3.5. Protokol Data Serial Makanan dan Fasilitas.....	52
Gambar 3.6. Diagram Blok Unit Sentral dan Unit Kamar.....	51
Gambar 3.7 ISD 1420	57
Gambar 3.8 Rangkaian ISD	58
Gambar 3.9. Rangkaian LCD	60
Gambar 3.10 Rangkaian RS232 to RS485.....	62
Gambar 3.11 Rangkaian RS485.....	63
Gambar 3.12 Flowcart Unit Kamar	64
Gambar 3.13 Flowcart Unit Sentral	65
Gambar 4.1. Rangkaian Pengujian LCD	67
Gambar 4.2. Pengujian Mikrokotroller Renesas.....	70
Gambar 4.3. Pengujian ISD 1420	72

Gambar 4.4 Hasil penampil input dari PPDS	74
Gambar 4.5 Pengiriman Data ke PPDS	74
Gambar 4.6 Rangkaian pengujian sistem keseluruhan	75
Gambar Alat Keseluruhan	80
Gambar Tampilan Menu Awal	80
Gambar Pilihan Menu 1 (Pesan ke Receptionist)	81
Gambar Pilihan Menu 2 (Pemesanan Makanan & Fasilitas).....	81
Gambar Proses Pengiriman Data Ke Komputer Sentral	82
Gambar Tampilan Proses Selesai Mengirim Data	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Fungsi Pin-pin LCD	17
Tabel 2.2. Konfigurasi pin-pin dari R8C/13	22
Tabel 2.3 Mode-mode Timer	26
Tabel 2.4. Operator-operator Klausa WHERE	42
Tabel 2.5. Keterangan Pin DB9	46
Tabel 3.1. Seri ISD 1400.....	58
Tabel 3.2 Fungsi penyemat LCD	60
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian	76



BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Ilmu pengetahuan dan teknologi pada masa sekarang ini sangat berkembang dengan pesat. Hal tersebut ditandai dengan banyaknya alat-alat yang telah bekerja dengan secara otomatis. Dengan sistem otomatisasi tersebut keinginan manusia untuk mempermudah segala aktifitas kehidupannya sangat terbantu sekali.

Sistem dari otomatisasi tersebut bisa kita terapkan pada kebutuhan manusia, salah satunya pada pencatat pesan elektronik pada hotel, selama ini jika tamu hotel ingin meninggalkan pesan kepada receptionist, baik pihak hotel atau tamu hotel selalu menggunakan jaringan telepon lokal sebagai media komunikasi. Hal ini sepiantas mungkin sudah bisa menjawab keinginan kita jika ingin meninggalkan pesan atau memesan sesuatu kepada pihak hotel, namun hal ini masih belum optimal, terlebih lagi jika jaringan telepon di hotel mengalami gangguan, maka komunikasi antara tamu hotel dan pihak hotel pasti akan terganggu.

Maka dengan melihat fenomena diatas, sangatlah penting membuat suatu alat alternative pengganti jaringan telepone lokal yang dapat mengirim dan menerima pesan secara elektronik antara tamu hotel dan pihak hotel, sehingga sekarang kita tidak lagi sepenuhnya menggantungkan komunikasi hanya pada jaringan telepon lokal saja.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut diatas maka timbul permasalahan yaitu :

- Bagaimana merancang dan membuat suatu protokol komunikasi data serial.
- Bagaimana merancang dan membuat antar muka RS485 dan RS232.
- Bagaimana merancang rangkaian pengirim dan penerima data serial dengan mikrokontroler Renesas R8C/13.
- Bagaimana merancang dan membuat program basis data (Database).
- Bagaimana merancang program mikrokontroler Renesas R8C/13.
- Bagaimana menampilkan pesan yang dikirim dari komputer ke LCD.

3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk merancang dan membuat suatu alat yang dapat mengirim dan menerima data teks secara elektronik sehingga informasi tersebut dapat berguna bagi tamu hotel maupun pihak hotel, juga alat tersebut dapat menggantikan jaringan telepon lokal di hotel, dan jika ada pesan baru baik dari tamu hotel maupun dari pihak hotel, secara otomatis akan diberitahu oleh alat tersebut sekaligus menampilkannya.

4. Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak terlalu luas, maka penulis membatasi hanya pada hal-hal berikut:

- a. Alat yang dibuat berbasis mikrokontroler Renesas R8C/13.

- b. Pembahasan ditekankan pada bagaimana pengiriman data teks secara serial.
- c. Parameter keberhasilan alat sebatas pada tampilan program dan tersimpannya data dalam basis data.
- d. Menggunakan Bahasa pemrograman Borland Delphi .
- e. Menggunakan Paradox sebagai database.
- f. ISD 1420 digunakan sebagai penyimpan suara pemberitahuan ada pesan baru atau tidak.
- g. Sistem operasi menggunakan Microsoft Windows.

5. Metodologi Penulisan

Adapun metode penulisan yang digunakan dalam menyusun dan menganalisa tugas akhir ini adalah:

- Studi literatur yang berhubungan dengan perancangan dan pembuatan alat ini.
- Perencanaan dan pembuatan alat
Merencanakan peralatan yang telah dirancang baik software maupun hardware.
- Pengujian alat
Peralatan yang telah dibuat kemudian diuji apakah telah sesuai yang telah direncanakan.



BAB II

DASAR TEORI

Landasan teori sangat membantu untuk dapat memahami suatu sistem. Selain dari pada itu dapat juga dijadikan sebagai bahan acuan didalam merencanakan suatu sistem. Dengan pertimbangan hal-hal tersebut, maka landasan teori merupakan bagian yang harus dipahami untuk pembahasan selanjutnya.

2.1. Modul LCD (Liquid Crystal Display) M1632

Fungsi keluaran tampilan (display) dari sebuah mikrokontroler salah satunya adalah menggunakan LCD. LCD merupakan susunan titik yang membentuk matrik dua dimensi (dot matrix). Susunan titik-titik ini dapat menampilkan bentuk karakter tertentu sesuai dengan data yang terdapat dalam memori programnya.

Dibandingkan dengan penampil yang lain, misalnya seven segment, LCD memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

1. Kebutuhan daya yang kecil, arus yang digunakan 20nA/mm^2
2. Kebutuhan tegangan yang kecil yaitu 1,5 sampai 5V
3. Kompatibel untuk IC CMOS
4. Dapat dibaca pada cahaya terang
5. Fleksible untuk berbagai macam karakter

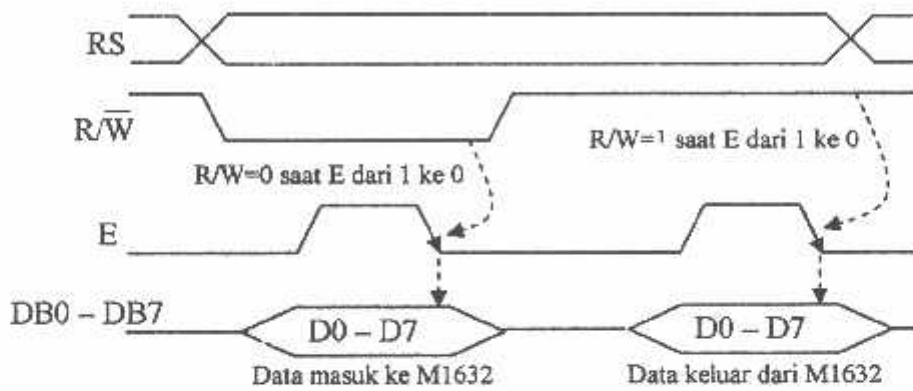
LCD *Display Module* M1632 buatan seiko Instrument Inc. terdiri dari dua bagian, yang pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk huruf/angka dua baris, masing-masing baris bisa menampung 16 huruf/angka.

Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroller yang ditempelkan dibalik panel LCD, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroller 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.

2.1.1. Sinyal Interface LCD M1632

Untuk berhubungan dengan mikrokontroller memakai, M1632 dilengkapi dengan 8 jalur data (DB0 – DB7) yang dipakai untuk menyalurkan kode ASCII maupun perintah pengatur kerjanya M1632. Selain itu dilengkapi pula dengan **ER/W** dan **RS** seperti layaknya komponen yang kompatibel dengan mikroprosesor. Kombinasi lainnya **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 digambarkan dalam gambar 2.16. bisa dijabarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1. Mengirim/Mengambil Data Ke/Dari M1632

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** disatukan 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.

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 ± 5 Volt.
7. Otomatis reset saat catu daya dinyalakan.

LCD modul M1632 mempunyai 16 pin dengan fungsi sebagai berikut :

Tabel 2.1. Fungsi Pin-pin LCD

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
16	V . BL	Back Light Supply 0 V (Ground)

Pada LCD juga terdapat instruksi-instruksi sebagai berikut :

- *Display Clear* : membersihkan tampilan yang ada pada LCD serta menyimpan, sedangkan kursor kembali ke posisi semula.
- *Cursor Home* : hanya membersihkan tampilan dan kursor kembali ke posisi semula.
- *Empty mode Set* : Layar beraksi sebagai tampilan tulis.
 - S : I/O = menggeser layar.
 - I/O : 1 = kursor bergerak ke kanan dan layar bergerak ke kiri.
 - I/O : 0 = kursor bergerak ke kiri dan layar bergerak ke kanan.
- *Display On/Off* kontrol.
 - D : 1 = layar On.
 - D : 0 = Layar Off.
 - C : 1 = Kursor On.
 - B : 1 = kursor berkedip-kedip.
 - B : 0 = Kursor tidak berkedip-kedip.
- *Function Set*
 - DL : 1 = panjang data LCD pada 8 bit
 - DL : 0 = panjang data LCD pada 4 bit

2.2. Mikrokontroler Renesas R8C/13

2.2.1. Teori Umum

Perbedaan mendasar antara Mikrokontroler dengan Mikroprosesor adalah mikrokontroler selain memiliki CPU (Central Processing Unit) juga

dilengkapi dengan memory dan input-output yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokomputer sehingga sebuah mikrokontroller dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal (Single Chip Mikrokontroller) yang dapat berdiri sendiri.

Renesas Technology adalah produsen semikonduktor tingkat internasional. Renesas terbangun dari gabungan dua produsen semikonduktor, yaitu Mitsubishi dan Hitachi, sebagai produsen semikonduktor, renesas juga mengeluarkan berbagai jenis keluarga mikrokontroller (MK).

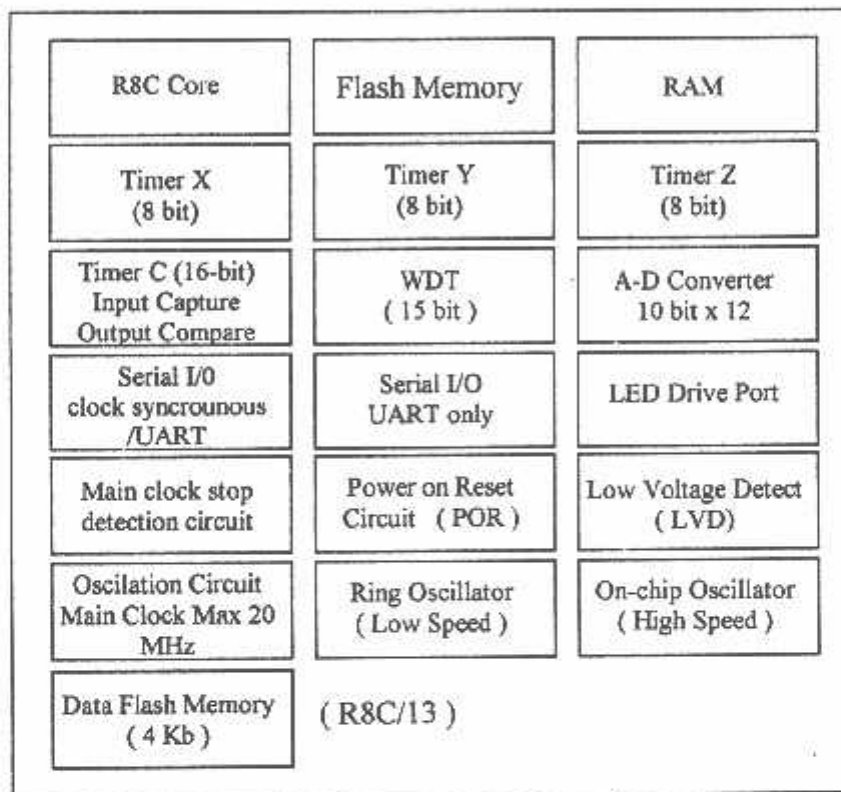
Renesas R8C adalah salah satu jenis dalam keluarga MK M16C. CPU R8C sama dengan CPU CISC 16-bit M16C, hanya saja lebar jalur data R8C adalah 8-bit. Karena menggunakan CPU yang sama maka R8C memiliki instruction set hampir sama dengan M16C. perbedaannya hanya terletak pada 2 instruksi, yaitu R8C tidak memiliki instruksi JMPS (Jump Special Page) dan JSRS (Jump Subroutine Special Page). R8C/13 adalah salah satu tipe MK dalam seri R8C. MK ini memiliki kemasan 32-pin LQFP. Dalam perancangan pada skripsi ini menggunakan MK seri R5F21134, yaitu R8C/13 yang memiliki Flash ROM 16 KB (1000 E/W cycles) dan RAM sebesar 1 kb.

2.2.2. Spesifikasi R8C/13

Berikut ini adalah spesifikasi R5F21134FP dengan peta peripheral dan memori-memorinya.

- » Mempunyai CPU Core (16-bit) 1 – 20 MHz, 3,0 – 5,5 Volt dan 1 – 10 MHz 2,7 – 5,5 Volt.

- » Rangkaian Clock, kecepatan Low/High On-Chip Oscillator. Clock utama dengan Xin/Xout.
- » Memory (ROM/SRAM) 16 Kbytes / 1 Kbytes, 2 x 2 K Bytes Data Flash pada R8C/ 12, 13.
- » Kemasan 32 pin LQFP (7mm x 7 mm)



Gambar 2.2. Blok Diagram R8C/11, 13 dan Peta *Peripheral*-nya

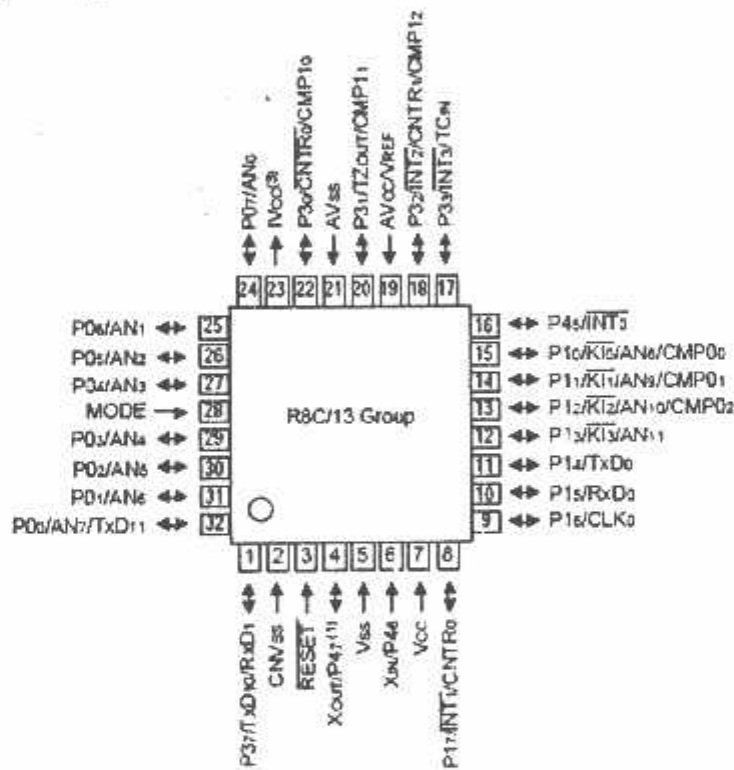
2.2.3. Kelebihan R8C/13 TINY

Banyak kelebihan-kelebihan yang dimiliki R8C/Tiny diantaranya adalah :

- » Kompatibel dengan M16C yaitu kompatibel dalam instruksi dan kode.
- » *Peripheral* lebih terintegrasi jadi lebih hemat.
- » *Electromagnetic Compatibility* (EMC).

- » *Development Tool (Compiler dan Debugger)* didapat dengan murah dan difasilitasi *On-Chip Debugger*.
- » Mempunyai fitur *fail-safe* yaitu pengamanan terhadap kegagalan sistem.
- » Konsumsi daya rendah.
- » 16-bit CISC CPU dengan kecepatan maksimal 20 MHz (1:1).
- » 89 instruksi CISC lebih hemat ROM kira-kira 20%, RAM sampai 1 KB.
- » Waktu konversi ADC hanya 3 μ s.

2.2.4. Konfigurasi pin R8C/13 TINY



Gambar 2.3. Konfigurasi Pin Mikrokontroler R8C/13

Gambar diatas adalah konfigurasi pin-pin dari R8C/13, untuk lebih jelasnya dapat diamati pada tabel deskripsi pin-pin berikut ini :

Tabel 2.2. Konfigurasi pin-pin dari R8C/13

Nama Sinyal	Nama PIN	Type I/O	Fungsi
Masukan Catu Daya	Vcc, Vss	I	Tegangan 2.7 V-5.5 V pada pin Vcc, Tegangan 0V pada Vss pin.
I Vcc	Ivcc	O	Pin ini untuk men-stabilkan catu daya <i>internal</i> , dihubungkan pada Vss melalui kapasitor 100nF, jangan dihubungkan pada Vcc.
Input Catu Daya Analog	Avcc, Avss	I	Ini adalah catu daya pada ADC, Avcc dihubungkan pada Vcc, Avss dihubungkan ke Vss, dianjurkan untuk menghubungkan kapasitor diantara pin Avcc dan Avss.
Input Reset	RESET	I	"L" untuk masukkan ini mereset MCU.
CNVss	CNVss	I	Pin ini dihubungkan pada Vss melalui sebuah resistor.
MODE	MODE	I	Pin ini dihubungkan pada Vcc melauai sebuah resistor.
Input Clock Utama	Xin	I	Pin-pin ini disediakan untuk membangkitkan rangkaian I/O Clock Utama, dihubungkan dengan sebuah keramik resonator atau kristal diantara pin Xin dan Xout, jika digunakan clock internal maka pin Xin dan Xout dalam keadaan terbuka
Output Clock Utama	Xout	O	
Input	INT0 - INT3	I	Pin ini sebagai masukan interupsi

Interupsi			
Input Kunci Interupsi	K10 – K13	I	Pin ini sebagai masukan kunci interupsi
Timer X	CNTR 0	I/O	Pin I/O ini adalah untuk timer X
	CNTR 0	I/O	Pin output untuk timer X
Timer Y	CNTR 1	I/O	Pin I/O untuk timer Y
Timer Z	TZout	O	Pin Output untuk Timer Z
Timer C	TC in	I	Pin Input untuk Timer C
	CMP00 – CMP03, CMP10 CMP13	O	Pin Output untuk Timer C
Serial	CLK 0	I/O	Pin I/O untuk memindahkan Clock
Interface	RXD0, RXD1	I	Pin input untuk data Serial
	TXD0, TXD10, TXD11	O	Pin output untuk data Serial
Input Tegangan Referensi	Vref	I	Tegangan referensi input ini untuk ADC. Vref pin dihubungkan ke Vcc
ADC, pengubah dari analog ke digital	AN0 – AN11	I	Pin analog input pada ADC
Port I/O	P00 – P07	I/O	Merupakan port I/O CMOS 8-bit,

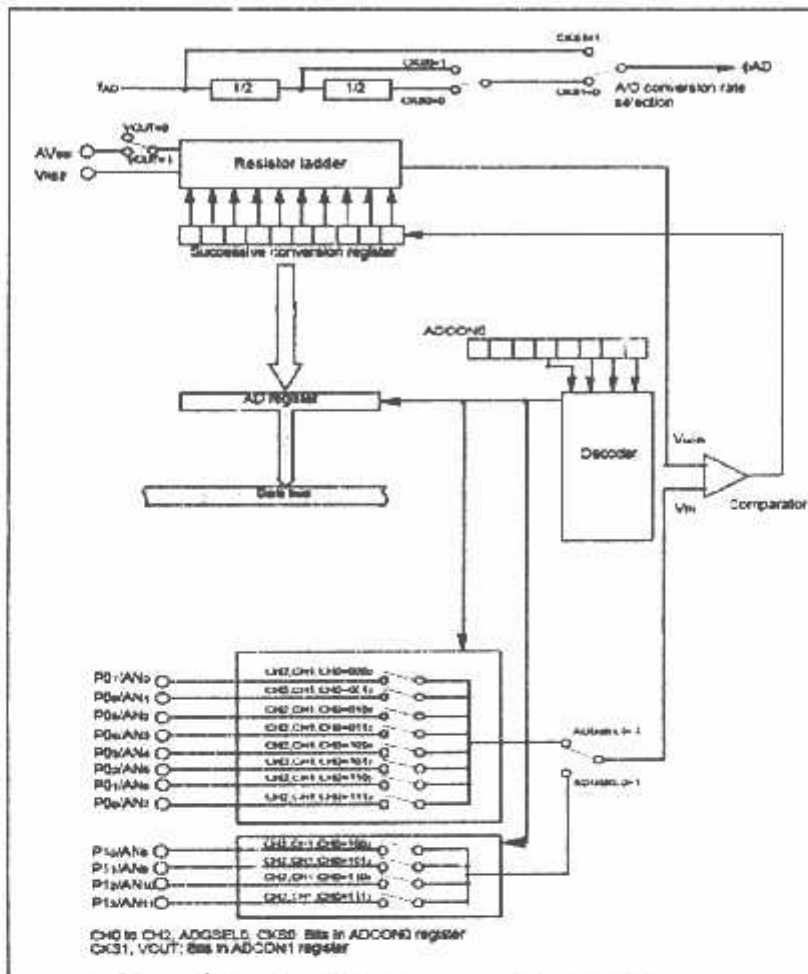
	P10 – P17 P30 – P33 P37, P45		setiap port mempunyai pilihan register pengaruh sebagai input atau output. Tiap port dapat dialamati per bit. Dapat di-set menggunakan pull up resistor dengan program. P10 – P17 mempunyai driver transistor.
Port Input	P46, P47	I	Pin ini hanya bisa digunakan sebagai input.

2.2.5. Peripheral R8C/13

Mikrokontroller R8C/13 mempunyai beberapa *peripheral- peripheral* yang banyak digunakan pada beberapa aplikasi- aplikasi penting, diantaranya adalah sebagai berikut :

» *Analog To Digital Converter (ADC)*

Dengan 12 SAR ADC S/H yang mempunyai resolusi 8-bit atau 10-bit. Mode operasinya menggunakan *One-Shot* dan *Repeat* dengan waktu konversi 2.8 uS (pada clock 10 MHz). berikut gambar diagram blok ADC *built in* pada mikrokontroller ini :



Gambar 2.4 Diagram blok ADC

» **Timer Mode**

Mempunyai timer sebanyak 4 yaitu timer X, Y, Z, C. berikut adalah mode-mode timernya :

Tabel 2.3 Mode-mode Timer

Item	Timer X	Timer Y	Timer Z	Timer C	
Configuration	8-bit timer with 8-bit prescaler	8-bit timer with 8-bit prescaler	8-bit timer with 8-bit prescaler	16-bit free-run timer	
Count	Down	Down	Down	Up	
Count source	-f1 -f2 -f8 -f32	-f1 -f8 -f16 -input from CNTR1 pin	-f1 -f2 -f8 -Timer Y underflow	-f1 -f8 -f32 -f640-4kH	
Function	Timer mode	provided	provided	provided	not provided
	Pulse output mode	provided	not provided	not provided	not provided
	Event counter mode	provided	provided ¹⁾	not provided	not provided
	Pulse width measurement mode	provided	not provided	not provided	not provided
	Pulse period measurement mode	provided	not provided	not provided	not provided
	Programmable waveform generation mode	not provided	provided	provided	not provided
	Programmable one-shot generation mode	not provided	not provided	provided	not provided
	Programmable wait one-shot generation mode	not provided	not provided	provided	not provided
	Input capture mode	not provided	not provided	not provided	provided
Output compare mode	not provided	not provided	not provided	provided	
Input pin	CNTR0	CNTR1	INT0	TCW	
Output pin	CNTR0 CNTR0	CNTR1	TZOUT	CMP0 to CMP3 CMP10 to CMP12	
Related interrupt	Timer X int INT1 int	Timer Y int INT2 int	Timer Z int INT0 int	Timer C int INT3 int compare 0 int compare 1 int	
Timer stop	provided	provided	provided	provided	

» **Low Voltage Detect (LVD)**

LVD adalah untuk mendeteksi Vcc kurang dari 3.8 V (± 0.5 V)

» **Watchdog Timer**

Watchdog berfungsi untuk mendeteksi ketika program diluar kontrol.

» **On Chip Debugger**

Fasilitas ini mempunyai fungsi untuk dapat di-*debug* pada waktu mikrokontroller sedang berjalan. Antara PC dan Mikrokontroller dapat berkomunikasi, PC akan mengetahui aktivitas Mikrokontroller saat itu. Syarat-syarat *On Chip Debugger* adalah :

- Vektor *Address Match Interrupt* harus dihindari.

- ▣ Single step interrupt tidak dapat digunakan bersamaan interrupt lain.
- ▣ *UART1* tidak boleh dipakai.
- ▣ Instruksi BRK tidak boleh dipakai.
- ▣ Flash Address C000H – C7FFH.
- ▣ PD 3.7 harus “0”.
- ▣ B5 FMR 0 harus “1”.
- ▣ Menyiapkan 8 Byte untuk Stack.
- ▣ *On Chip Debugger* berpengaruh pada *timing run*.

» **Rangkaian Osilator**

Pada osilator utama menggunakan kristal luar sampai dengan 20 MHz, dengan memiliki fitur *Clock Stop Detect*. Kemudian untuk *On Chip* Osilator disediakan kecepatan *Low* 125 KHz dan *High* 8 MHz. Saat setelah reset, default clock adalah kecepatan rendah *On Chip* osilator 125 KHz.

2.3. Software

Software adalah instruksi-instruksi masukan yang berupa program. Di mana instruksi-instruksi tersebut digunakan untuk menjalankan perangkat keras. Software sendiri digolongkan antara lain, software sistem operasi, alat bantu, program paket, program aplikasi dan bahasa program. Untuk bahasa program kita mengenal ada tiga macam tingkatan, yaitu: bahasa tingkat tinggi, tingkat menengah dan bahasa tingkat rendah.

Bahasa tingkat tinggi perintahnya mirip bahasa manusia (bahasa Inggris) sehingga mudah untuk dimengerti. Contoh software dengan bahasa tingkat tinggi seperti PASCAL. Bahasa tingkat menengah adalah bahasa program yang menggunakan bahasa tingkat tinggi dan bahasa tingkat rendah, karena bahasanya sebagian hampir mirip bahasa manusia dan sebagian bahasa mesin. Contohnya, Bahasa C. Sedangkan bahasa tingkat rendah adalah bahasa yang perintahnya tidak sama dengan bahasa manusia, bahasanya disebut bahasa mesin. Contohnya, bahasa assembler.

2.4. Bahasa Pemrograman Borland Delphi

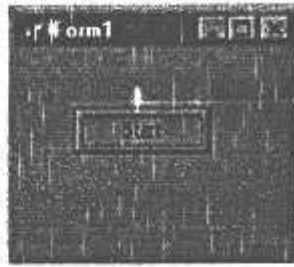
Bahasa pemrograman Delphi pertama kali diperkenalkan pada tahun 1995. Delphi merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi. Delphi merupakan pengembangan dari Pascal, oleh karena perintah dan instruksi yang digunakan berdasarkan bahasa pascal.

Dalam membuat program aplikasi berbasis bahasa pemrograman Delphi kita memerlukan komponen-komponen yang digunakan untuk mendukung dan membentuk suatu program aplikasi. Contoh komponen-komponen yang terdapat pada Delphi adalah: *Button/Bitbtn*, adalah komponen yang digunakan sebagai tombol pengendali.; *Panel*, adalah komponen yang digunakan untuk memberikan nama atau keterangan pada program. *Edit*, berfungsi sebagai masukan data (input) dalam bentuk string; dan lain sebagainya.

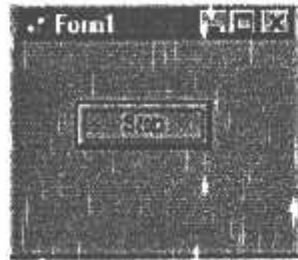
```
Contoh program Delphi misalnya :  
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);  
begin  
  if Button1.Caption = 'Strart' then  
    Button1.Caption:='Stop'  
  else Button1.Caption:='Start'  
end;
```

Ganti caption pada button1 menjadi Start.

Keterangan: Program ini bekerja ketika button1 di klik maka caption pada button1 akan berubah menjadi stop, bila stop di klik, maka button1.caption akan berubah menjadi start



gambar 3a



gambar 3b

Gambar 2.5 Hasil contoh program delphi

Sumber: Candra Yan, mudah menguasai Delphi, 1997

2.5. Database

Istilah database digunakan dengan berbagai cara yang berbeda, akan tetapi pada prinsipnya tujuan penggunaannya adalah sama. Database adalah kumpulan data yang disimpan dengan beberapa cara pengorganisasian, cara termudah untuk memahaminya adalah membayangkan database sebagai filing kabinet. Karena lemari berkas adalah bentuk lokasi fisik yang sederhana untuk penyimpanan data, tanpa memperhatikan apa jenis datanya atau bagaimana data diatur.

2.5.1. Dasar-dasar database

Structured Query Language (SQL) adalah bahasa yang digunakan untuk berinteraksi dengan database, sebelum melangkah lebih jauh, perlu dipahami terlebih dahulu beberapa konsep dasar mengenal database dan teknologi database. Apakah kita peduli ataupun tidak tentang database, sebenarnya kita selalu menggunakan database setiap saat, setiap kali mencari nama buku alamat e-mail, ternyata sedang menggunakan database.

Jika menggunakan pencarian pada situs pencarian internet, kita sedang menggunakan database, pada saat masuk ke dalam sistem jaringan di tempat bekerja, kita memvalidasi nama dan password, dan lagi-lagi kita sedang berada dalam database. Begitu juga pada saat menggunakan kartu ATM pada mesin ATM, kita sedang menggunakan database untuk konfirmasi nomor PIN dan pengecekan saldo.

Sekalipun kita banyak menggunakan database, tetap saja kita masih tidak mengerti bagaimana sebenarnya database itu sendiri. Ini karena beberapa orang menggunakan istilah database yang sama untuk makna yang berbeda.

2.5.2. Istilah-istilah penting dalam database

2.5.2.1. Tabel

Pada saat menyimpan informasi dalam filing kabinet, tidak sekedar menaruh begitu saja, akan tetapi membuat file dalam filing kabinet dan setelah itu menempatkannya ke dalam file khusus. Dalam dunia database, file disebut tabel. Tabel adalah file terstruktur yang dapat menyimpan data dengan tipe khusus, tabel dapat berisi daftar pelanggan, katalog produk, atau daftar informasi lainnya.

Kuncinya adalah data yang disimpan dalam tabel adalah satu tipe data atau satu daftar, kita tidak akan menyimpan daftar pelanggan dan daftar pemesanan pada tabel database yang sama. Akan tetapi membuat dua tabel, satu tabel untuk satu daftar, setiap tabel di dalam database mempunyai nama yang menunjukkan isi tabel. Nama itu selalu berbeda tidak ada tabel lain di dalam database itu yang mempunyai nama yang sama.

2.5.2.2. Kolom dan Tipe Data

Tabel tersusun dari beberapa kolom, kolom berisi bagian informasi dalam tabel. Cara terbaik untuk memahami hal ini adalah dengan membayangkan tabel database sebagai grid hampir sama dengan spreadsheet. Setiap kolom dalam grid berisi bagian tertentu dari informasi, dalam tabel pelanggan misalnya, satu kolom berisi nomor pelanggan dan kolom lainnya berisi nama pelanggan. Alamat, kota, negara, dan kode pos semuanya disimpan dalam kolomnya masing-masing.

Setiap kolom dalam database mempunyai tipe data terkait. Tipe data menentukan tipe data yang dapat dimasukkan ke dalam kolom, sebagai contoh : apabila kolom tersebut berisi nomor (mungkin nomor item dalam suatu pesanan) maka tipe datanya adalah tipe data numerik. Jika kolom berisi tanggal, teks, catatan, jumlah uang, dan seterusnya, maka tipe datanya harus disesuaikan.

2.5.2.3. Baris

Data didalam tabel juga tersimpan dalam bentuk barisan, setiap record yang disimpan dalam barisnya masing-masing, bayangkan kembali tabel sebagai grid model spreadsheet. Kolom-kolom vertikal pada grid adalah kolom tabel dan baris-baris horisontal adalah baris tabel.

2.5.2.4. Kunci

Setiap baris didalam tabel dapat memiliki beberapa kolom (atau sekumpulan kolom) yang mengidentifikasi secara unik baris tersebut, tabel yang berisikan pelanggan dapat menggunakan kolom nomor pelanggan, sedangkan tabel yang berisikan daftar pemesan dapat menggunakan ID Pemesan.

Tabel daftar karyawan dapat menggunakan ID Karyawan atau kolom nomor jaminan sosial karyawan.

Kolom tersebut (atau sekumpulan kolom) yang mengidentifikasi secara unik setiap baris didalam sebuah tabel disebut primary key atau kunci primer. Kunci primer digunakan untuk merujuk ke satu baris tunggal, tanpa kunci primer tersebut proses pembaruan data (update data) dan penghapusan baris-baris khusus pada tabel akan menjadi sesuatu yang sulit atau mungkin tidak bisa dilaksanakan perintah tersebut.

Semua kolom dalam tabel yang dapat dibuat sebagai kunci primer, selama memenuhi ketentuan-ketentuan berikut :

1. Dua baris tidak memiliki nilai kunci primer yang sama.
2. Setiap baris harus memiliki nilai kunci primer (kolom tidak membolehkan nilai kosong (NULL)).
3. Kolom yang berisikan nilai kunci primer tidak pernah dapat dimodifikasi dan diperbarui.
4. Nilai kunci primer tidak dapat digunakan kembali. (Jika baris tersebut sudah dihapus dari dalam tabel, kunci primernya tidak dapat diberikan kepada baris-baris berikutnya atau baris baru).

Kunci primer biasanya ditempatkan pada kolom tunggal di dalam tabel. Tetapi ini tidak harus, dan banyak kolom dapat digunakan bersama-sama sebagai kunci primer, jika digunakan banyak kolom, maka aturan diatas harus diterapkan pada semua kolom, dan nilai-nilai untuk semua kolom tersebut harus nilai yang

unik (kolom yang berdiri sendiri tidak perlu mempunyai nilai unik), ada tipe lain yang sangat penting yang disebut foreign key.

2.6. Structured Query Language

SQL (dapat diucapkan berdasarkan ejaannya S-Q-L atau dibaca *sequel*) adalah kependekan dari *Structured Query Language*. SQL adalah bahasa yang dirancang khusus untuk berkomunikasi dengan database. Tidak seperti bahasa-bahasa lainnya (bahasa percakapan seperti bahasa Inggris atau bahasa pemrograman seperti bahasa C, Delphi maupun Visual Basic), SQL diciptakan dengan sangat sedikit kata, dan hal ini disengaja SQL dirancang untuk melakukan satu hal dan melakukan hal itu dengan baik, memberikan kepada pengguna cara yang sederhana dan efisien untuk membaca dan menulis data dari suatu database.

2.6.1. Manfaat SQL

1. SQL bukanlah bahasa kepemilikan yang digunakan oleh vendor database perorangan. Hampir semua database besar mendukung SQL, sehingga dengan mempelajari bahasa SQL, dapat berinteraksi dengan hampir semua database besar yang beredar.
2. SQL mudah dipelajari, karena semua statement dibuat berdasarkan kata-kata dalam bahasa Inggris yang umum.
3. Meskipun kedengarannya sederhana, SQL benar-benar suatu bahasa yang kuat, dan dengan kepandaian menggunakan unsur-unsur bahasa tersebut, dapat melakukan pengoperasian database yang kompleks dan rumit.

2.6.2. Pencarian Data Pada SQL

2.6.2.1. Statatement SELECT

Seperti yang sudah dijelaskan, statement-statement dalam SQL menggunakan istilah-istilah dalam bahasa Inggris. Istilah-istilah itu disebut keyword, dan setiap statement SQL dibangun dengan satu atau lebih keyword, statement SQL yang mungkin akan banyak digunakan adalah statement SELECT, yang kegunaannya adalah untuk mengambil informasi dari satu atau beberapa table.

Dalam penggunaan statement SELECT untuk mendapatkan kembali data table, harus menentukan sedikitnya dua bagian dari informasi data apa yang akan dipilih, dan dari mana data tersebut dipilih.

2.6.2.2. Mendapatkan Kembali Kolom-kolom Individual

Kita akan memulai dengan statement SELECT dari SQL, sebagai berikut :

INPUT

```
Select Prod_name FROM Products;
```

ANALISYS

Statement di atas menggunakan statement SELECT untuk mengambil kolom tunggal yang disebut prod_name dari dalam table products. Nama kolom yang diinginkan ditentukan di sebelah kanan setelah keyword SELECT, dan keyword FROM menentukan nama table dari mana data diambil. Output dan statement tersebut adalah sebagai berikut :

OUTPUT

```
Prod_name  
-----  
Fish bean bag toy  
Bird bean bag toy  
Rabbit bean bag toy
```

8 inch teddy bear
12 inch teddy bear
18 inch teddy bear
Raggedy Ann

Statement SELECT yang sederhana ini hamper sama dengan yang digunakan untuk mengembalikan semua baris dalam sebuah table. Data-data tersebut tidak disaring dan juga tidak diurutkan, topic ini dibahas pada bahasan lainnya.

2.6.2.3. Mendapatkan Kembali Banyak Kolom

Untuk mencari atau mengambil beberapa kolom dari sebuah table, statement yang sama juga digunakan, satu-satunya perbedaannya adalah banyak nama kolom harus ditentukan setelah keyword SELECT, dan setiap kolom harus dipisahkan dengan tanda koma.

Statement SELECT berikut memanggil kembali tiga kolom dari table products.

INPUT

```
SELECT prod_id, prod_name, prod_price FROM Products;
```

Sama seperti sebelumnya, dengan menggunakan statement SELECT untuk mencari data baru table products. Pada contoh ini, ditentukan tiga nama kolom dan masing-masing dipisahkan oleh koma, hasilnya seperti berikut :

OUTPUT

prod_id	prod_name	prod_price
BNBG01	Fish bean bag toy	34900
BNBG02	Bird bean bag toy	34900
BNBG03	Rabbit bean bag toy	34900
BR01	8 inch teddy bear	59900
BR02	12 inch teddy bear	89900
BR03	18 inch teddy bear	119000

2.6.2.4. Pengambilan Semua Kolom

Selain dapat menentukan kolom yang diinginkan (satu atau beberapa kolom, seperti telah ditunjukkan), statement SELECT juga dapat meminta semua kolom tanpa harus menguraikan daftar kolom satu persatu. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan tanda asterisk (*) sebagai pengganti nama-nama kolom, sebagai berikut :

INPUT

```
SELECT * FROM Products;
```

Jika tanda (*) ditempatkan, maka semua kolom pada tabel akan diambil, urutan kolom biasanya tetapi tidak selalu demikian, akan menjadi urutan kolom yang terlihat dalam tabel. Akan tetapi, data SQL jarang ditampilkan seperti apa adanya. (Biasanya akan ditampilkan pada aplikasi yang memformat atau menampilkan data jika diperlukan), seharusnya ini tidak menimbulkan masalah.

2.6.3. Menyortir Data yang Didapatkan Kembali

2.6.3.1. Menyortir Data

Pada pembahasan sebelumnya telah diketahui bahwa statement SQL berikut ini mengambil/menarik kolom dari suatu tabel database. Tetapi perhatikan outputnya, dimana data sama sekali tidak ditampilkan dalam urutan tertentu.

INPUT

```
SELECT prod_name FROM Products;
```

OUTPUT

```
Prod_name
-----
Fish bean bag toy
Bird bean bag toy
Rabbit bean bag toy
8 inch teddy bear
12 inch teddy bear
18 inch teddy bear
```

Kenyataannya, data yang diambil tidak ditampilkan dalam urutan acak, jika dibiarkan tidak disortir, maka data akan ditampilkan sesuai dengan apa yang tampak pada tabel pokok. Urutan itu akan menjadi urutan dengan apa yang tampak pada tabel pokok, urutan itu akan menjadi urutan dimana data ditambahkan pada tabel awalnya. Akan tetapi jika data kemudian diperbarui atau dihapus, susunannya akan dipengaruhi oleh bagaimana DBMS (Database Manajemen Sistem) kembali menggunakan tempat penyimpanan data. Akibatnya tidak dapat (dan memang tidak dapat) mengandalkan urutan penyortiran jika tidak mengontrolnya secara jelas. Teori desain database relasional menyatakan bahwa rangkaian data yang diperoleh dinilai tidak mempunyai arti jika pengurutannya tidak ditentukan dengan jelas.

Untuk menyortir data yang didapatkan dengan menggunakan statement SELECT, digunakan klausa ORDER BY, statement ini mengambil nama dari satu atau beberapa kolom yang outputnya akan disortir. Lihat contoh berikut :

INPUT

```
SELECT prod_name FROM Products
ORDER BY prod_name;
```

ANALYSIS

Statement ini serupa dengan statement sebelumnya, kecuali juga menentukan klausa ORDER BY dengan memerintahkan software DBMS untuk menyortir data dengan kolom prod_name. Hasilnya sebagai berikut :

OUTPUT

```
Prod_name
-----
12 inch teddy bear
18 inch teddy bear
```

8 inch teddy bear
Bird bean bag toy
Fish bean bag toy
Rabbit bean bag toy
Raggedy Ann

2.6.3.2. Menyortir Berdasarkan Banyak Kolom

Menyortir/memilih data berdasarkan kolom kerap kali diperlukan. Sebagai contoh, ingin menampilkan daftar karyawan mungkin perlu menampilkan data tersebut berdasarkan nama belakang dan nama depan (pertama berdasar nama belakang, kemudian setiap nama belakang ditampilkan berdasarkan nama depan). Hal ini berguna jika ada banyak karyawan dengan nama belakang yang sama.

Untuk menyortir/memilih berdasarkan banyak kolom, tentukan nama-nama kolom yang dipisahkan dengan koma (seperti yang dilakukan pada saat memilih beberapa kolom). Kode berikut memanggil tiga kolom dan menyortir hasilnya berdasarkan dua di antaranya, yaitu pertama berdasarkan harga dan kemudian berdasarkan nama.

INPUT

```
SELECT prod_id, prod_price, prod_name FROM Products  
ORDER BY prod_price, prod_name;
```

OUTPUT

prod_id	prod_price	prod_name
BNBG02	34900	Bird bean bag toy
BNBG01	34900	Fish bean bag toy
BNBG03	34900	Rabbit bean bag toy
BR01	59900	8 inch teddy bear
BR02	89900	12 inch teddy bear
BR03	119000	18 inch teddy bear

Penting untuk diingat bahwa pada saat menyortir beberapa kolom, maka rangkaian penyortiran ditentukan. Dengan kata lain, dengan menggunakan contoh di atas. Produk akan disortir berdasarkan kolom `prod_name` saja (jika nilai

prod_price ada yang sama). Jika semua nilai dalam kolom prod_price berbeda, maka tidak ada data yang disortir berdasarkan prod_name.

2.6.3.3. Menyortir Berdasarkan Letak Kolom

Supaya dapat menentukan urutan penyortiran dengan menggunakan nama kolom, ORDER BY juga mendukung pengurutan berdasarkan letak kolom relatif. Cara terbaik untuk memahami hal ini adalah dengan memperhatikan contoh berikut :

INPUT

```
SELECT prod_id, prod_price, prod_name FROM Products  
ORDER BY 2, 3;
```

OUTPUT

prod_id	prod_price	prod_name
BNBG02	34900	Bird bean bag toy
BNBG01	34900	Fish bean bag toy
BNBG03	34900	Rabbit bean bag toy
BR01	59900	8 inch teddy bear
BR02	89900	12 inch teddy bear
BR03	119000	18 inch teddy bear

ANALYSIS

Seperti dapat dilihat, hasilnya sama dengan pertanyaan diatas, perbedaannya adalah pada klausa ORDER BY, daripada menentukan nama kolom, lebih baik menentukan posisi relatif dari kolom-kolom yang dipilih dalam daftar SELECT. ORDER BY 2 berarti menyortir berdasarkan kolom kedua dalam daftar SELECT. ORDER BY 2, 3 artinya menyortir berdasarkan prod_id dan kemudian berdasarkan prod_name.

Keuntungan utama dan cara ini adalah mengurangi pengetikan kembali nama-nama kolom. Kelemahannya, gampang sekali terjadi kesalahan dalam mengunitkan kembali data, ketika membuat perubahan pada daftar SELECT

2.6.3.4. Menentukan Urutan Penyortiran

Penyortiran data tidak terbatas hanya untuk menyusun urutan penyortiran (dari A ke Z). meskipun merupakan urutan penyortiran default, klausa ORDER BY juga dapat digunakan untuk menyortir dengan urutan *descending* (dari Z ke A). untuk melakukannya, keyword DESC harus ditempatkan. Berikut ini contoh menyortir produk dalam susunan descending (pertama adalah produk yang paling mahal), ditambah nama produk.

INPUT

```
SELECT prod_id, prod_price, prod_name FROM Products  
ORDER BY prod_price DESC, prod_name;
```

OUTPUT

prod_id	prod_price	prod_name
BR03	119000	18 inch teddy bear
BR02	89900	12 inch teddy bear
BR01	59900	8 inch teddy bear
BNBG02	34900	Bird bean bag toy
BNBG01	34900	Fish bean bag toy
BNBG03	34900	Rabbit bean bag toy

Keyword DESC hanya akan digunakan pada kolom yang langsung mendahuluinya. Pada contoh diatas, DESC ditentukan untuk kolom `prod_price`, dan bukan untuk kolom `prod_name`. untuk itu kolom `prod_name` (berdasarkan setiap harga) tetap disortir berdasarkan susunan standar yaitu ASCENDING.

DESC adalah kependekan dari DESCENDING, dan keduanya dapat digunakan. Lawan dari DESC adalah ASC (ASCENDING), untuk menyortir

dengan susunan keatas/ascending. Dalam prakteknya ASC biasanya tidak digunakan karena ASCENDING adalah rangkaian default (dengan asumsi tidak satupun dari ASC atau DESC ditentukan).

2.6.4. Penyaringan Data

2.6.4.1. Menggunakan Klausula WHERE

Tabel-tabel database biasanya berisi sejumlah besar data, dan jarang mengambil semua baris dalam sebuah tabel. Lebih sering mengekstrak sub kumpulan data tabel sebagaimana diperlukan untuk operasi atau laporan khusus, jika hanya ingin mengambil data yang diperlukan, perlu ditentukan kriteria pencarian, yang disebut juga kondisi penyaringan/*filter condition*.

Dalam statement SELECT, data disaring berdasarkan penetapan kriteria pencarian dalam klausula WHERE, klausula WHERE ditempatkan di sebelah kanan setelah nama tabel (klausula FROM) berikut :

INPUT

```
SELECT prod_name, prod_price FROM Products
WHERE prod_price = 3.49;
```

ANALYSIS

Statement tersebut mengambil dua kolom dari tabel products. Daripada mengembalikan semua baris, hanya baris dengan nilai prod_price bernilai 3.49 yang ditampilkan.

OUTPUT

prod_name	prod_price
Fish bean bag toy	34900
Bird bean bag toy	34900
Rabbit bean bag toy	34900

2.6.4.2. Operator Klausa WHERE

Klausa where pertama kita dapat pada pemeriksaan persamaan menentukan apakah kolom berisi nilai khusus. SQL mendukung operator kondisi seperti ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.4
Operator-operator Klausa WHERE

Operator	Keterangan
=	Sama dengan
≠	Tidak sama dengan
>	Tidak sama dengan
<	Lebih kecil dari
<=	Lebih kecil atau sama dengan
>=	Tidak lebih kecil dari
>	Lebih besar dari
>=	Lebih besar dari atau sama dengan
BETWEEN	Antara dua nilai khusus
IS NULL	Nilai NULL (kosong)

2.6.4.3. Menandai Nilai Tunggal

Kita sudah melihat contoh pengujian persamaan. Mari kita lihat beberapa contoh untuk menunjukkan penggunaan operator-operator lainnya, contoh pertama adalah daftar semua produk yan harganya di bawah \$10.

INPUT

```
SELECT prod_name, prod_price FROM Products  
WHERE prod_price < 10;
```

OUTPUT

```
prod_name      prod_price  
-----  
Fish bean bag toy  34900  
Bird bean bag toy  34900  
Rabbit bean bag toy 34900  
8 inch teddy bear  59900  
12 inch teddy bear  89900
```

2.6.4.4. Menandai Perbedaan

Contoh berikut ini mendaftarkan semua produk yang tidak dibuat oleh vendor DLL01 :

INPUT

```
SELECT vend_id, prod_name FROM Products
WHERE vend_id <> DLL01;
```

OUTPUT

vendor_id	prod_name
BRS01	8 inch teddy bear
BRS01	12 inch teddy bear
BRS01	18 inch teddy bear

2.6.4.5. Menandai Range Nilai

Untuk menandai range nilai, dapat menggunakan operator BETWEEN, syntax ini sedikit berbeda dari operator-operator klausa WHERE karena memerlukan dua nilai, yaitu nilai pertama dan terakhir dari susunannya. Operator BETWEEN dapat digunakan, misalnya untuk menandai semua produk barang yang berharga antara \$5 dan \$10, atau untuk semua tanggal yang jatuh di antara tanggal awal dan akhir yang ditentukan, berikut ini contoh penggunaan operator BETWEEN berdasarkan semua produk dengan harga antara \$5 dan \$10.

INPUT

```
SELECT prod_name, prod_price FROM Products
WHERE prod_price BETWEEN 5 AND 10;
```

OUTPUT

prod_name	prod_price
8 inch teddy bear	59900
12 inch teddy bear	89900

ANALYSIS

Seperti tampak dalam contoh, pada saat BETWEEN digunakan, ada dua nilai yang harus ditentukan yang terendah dan yang tertinggi dari range yang diinginkan. Kedua nilai tersebut juga harus dipisahkan dengan keyword AND. BETWEEN akan menyesuaikan semua nilai dalam susunan tersebut, termasuk nilai awal dan akhir yang ditentukan

2.6.4.6. Menandai Nilai Kosong

Pada saat membuat label, perancang tabel dapat menetapkan apakah satu atau beberapa kolom berisi nilai kosong, jika kolom tidak mempunyai nilai, maka kolom itu dikatakan bernilai NULL.

Statement SELECT mempunyai klausa khusus yang dapat digunakan untuk menandai kolom-kolom dengan nilai NULL (Klausa IS NULL), syntaxnya adalah sebagai berikut :

INPUT

```
SELECT prod_name FROM Products  
WHERE prod_price IS NULL;
```

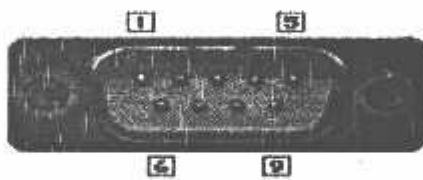
ANALYSIS

Statement ini mengembalikan daftar dan semua produk yang tidak mempunyai harga (field kosong untuk prod_price, bukan harga dengan nilai 0), dan karena memang tidak ada nilai, maka tidak ada data yang akan dikembalikan.

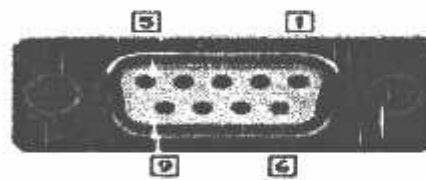
2.7. Serial Com

Di dalam perancangan skripsi ini menggunakan komunikasi data melalui serial com yang telah terdapat di setiap komputer pada umumnya. Karena serial port bersifat asinkron dimana dapat mengirimkan data sebanyak 1 bit dalam tiap

satu waktu, sebenarnya Ada dua jenis dasar komunikasi serial, yaitu synchronous dan asynchronous. Dengan synchronous komunikasi, dua alat pada awalnya mensinkronkan diri mereka untuk satu sama lain, dan kemudian secara terus menerus mengirimkan karakter untuk tetap berada di dalam sync. Bahkan ketika data tidaklah benar-benar dikirim, sebagai suatu arus yang tetap tentang bit memungkinkan masing-masing alat untuk mengetahui di mana yang lain. masing-masing karakter yang dikirim, baik data yang nyata maupun suatu karakter yang kosong. Synchronous komunikasi mengijinkan daftar biaya pengiriman barang-barang perpindahan data yang lebih cepat dibanding metoda asynchronous.



DB9 male



DB9 female

Keterangan :

- Pin 1 : Data Carrier Detect (DCD)
- Pin 2 : Received Data (RxD)
- Pin 3 : Transmitted Data (TxD)
- Pin 4 : Data Terminal Ready (DTR)
- Pin 5 : Signal Ground (Common)
- Pin 6 : Data Set Ready (DSR)
- Pin 7 : Request To Send (RTS)
- Pin 8 : Clear To Send (CTS)
- Pin 9 : Ring Indicator (RI)

Tabel 2.5
Keterangan Pin DB9

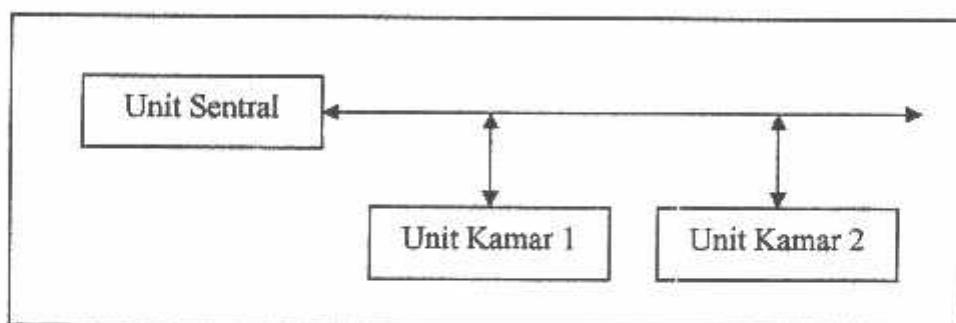
Function	Signal	Pin	DTE	DCE
Data	TxD	3	O	I
	RxD	2	I	O
Handshake	RTS	7	O	I
	CTS	8	I	O
	DSR	6	I	O
	DCD	1	I	O
	DTR	4	O	I
Common	Com	5	-	-
Other	RI	9	I	O



BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas perencanaan dan pembuatan unit komunikasi data antara pelanggan hotel dan receptionist. Pembuatan alat disini dibagi dalam beberapa blok perangkat yang mempunyai fungsi sendiri-sendiri. Pembuatan sistem meliputi pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak.

3.1. Gambaran Umum



Gambar 3.1 Blok Diagram Alat Komunikasi Layanan Penghuni Hotel

Alat ini digunakan sebagai media komunikasi antara pihak hotel yang mengoperasikan unit sentral dengan pihak penghuni di setiap kamar hotel, yang mengoperasikan PPDS (pengirim dan penerima data serial). Instalasi alat komunikasi layanan pelanggan hotel ditunjukkan pada gambar 3.1

Unit sentral terdiri atas komputer sentral dan antar muka dengan jaringan komunikasi (Interface Unit RS232) seperti ditunjukkan pada gambar 3.2. unit ini berfungsi sebagai pusat komunikasi di mana pihak hotel menerima pesanan dari para penghuni hotelnya serta mengirimkan pesan kepada para penghuni tersebut, sedangkan unit kamar terdiri atas PPDS (pengirim dan penerima data serial), yang menggunakan Mikrokontroler Renesas R8C/13 sebagai unit utamanya, dan

peralatan pendukungnya yaitu LCD dan keypad sebagai antarmukanya dan ISD sebagai pemberitahuan suara bahwa ada pesa masuk dengan jaringan komunikasi alat ini.

Spesifikasi program yang dibuat adalah :

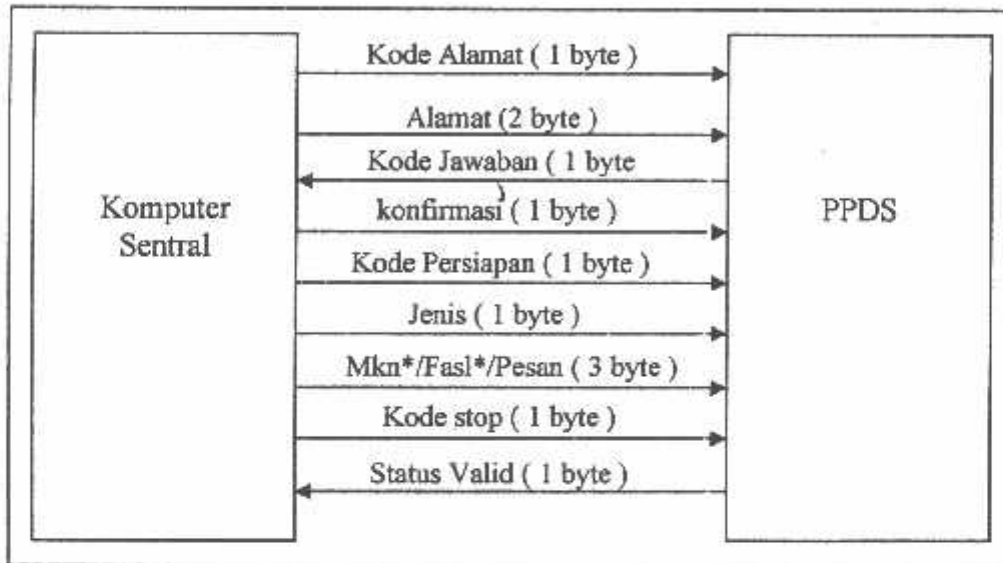
- Dapat melakukan pencarian data penghuni suatu kamar hotel dengan memasukkan nomor kamarnya.
- Dapat menerima dan mengirimkan data secara serial dari dan ke PPDS.
- Dapat menerima data dengan format tertentu dari PPDS dan memasukkan data tersebut ke database pada field yang tepat.
- Dapat mencari data-data dengan ciri khusus (digunakan dalam pencarian kamar kosong dan pembuatan rincian tagihan pelanggan).

Layanan yang ditangani alat ini adalah pemesanan makanan, fasilitas tambahan, menulis pesan ke operator dan menyimpan pesan dari tamu penghuni hotel, penghuni hotel dapat mengoperasikan alat ini melalui PPDS yang dipasang di setiap kamar. Menu-menu layanan ditampilkan melalui LCD. Pihak hotel dapat menerima pesanan dari pelanggan melalui komputer sentral dan secara otomatis memasukkan datanya ke dalam database dan dihitung jumlah tagihannya. Apabila ada menu-menu makanan atau fasilitas baru, operator juga dapat mengirimkan datanya ke PPDS di semua kamar atau hanya kamar-kamar tertentu saja (untuk pengiriman pesan khusus bagi seorang pelanggan).

3.2. Perancangan Protokol Komunikasi

Protokol komunikasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

Protokol pengiriman data dari komputer sentral ke PPDS, ditunjukkan pada gambar 3.2 dibawah ini



Gambar 3.2 Protokol Pengiriman Data dari Sentral ke PPDS

* Untuk data makanan dan fasilitas masing-masing 1 byte

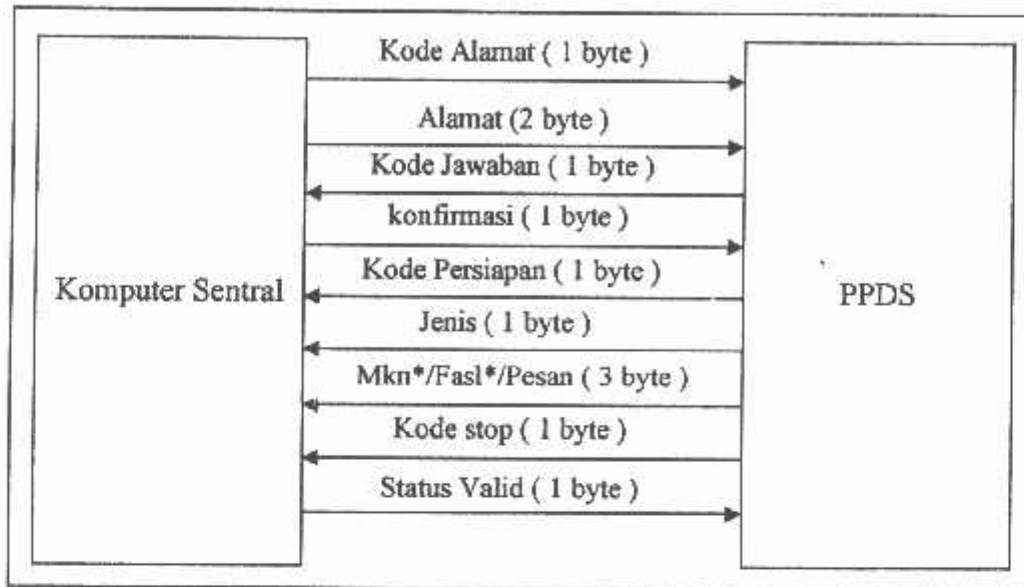
Pada awal komunikasi, komputer akan mengaktifkan PPDS yang dipilih dengan mengirimkan kode alamat dan diikuti alamat PPDS tersebut. PPDS yang telah aktif mengirimkan kode jawaban. Kode jawaban tersebut mempunyai dua jenis kode, yaitu pernyataan tidak ada pesan dari PPDS dan pernyataan ada pesan dari PPDS.

Jika tidak ada kode dari PPDS yang diterima oleh komputer atau kode yang diterima oleh komputer bukan dari kedua kemungkinan kode yang seharusnya, maka komputer akan menampilkan pernyataan bahwa komunikasi mengalami gangguan pada tampilan monitornya dan melakukan komunikasi dengan PPDS selanjutnya. Jika jawaban yang diterima oleh komputer menyatakan

bahwa PPDS memiliki pesan yang ingin dikirimkan ke komputer, komputer akan mengirim konfirmasi ke PPDS yang menyatakan kesiapan untuk menerima pesan. Proses selanjutnya akan dijelaskan pada protokol pengiriman data dari PPDS ke komputer sentral.

Apabila komputer menerima jawaban bahwa tidak ada pesan yang ingin dikirim oleh PPDS, komputer akan memeriksa memorinya apakah ia memiliki pesan yang ingin dikirim ke PPDS. Jika tidak ada, komputer akan mengirimkan konfirmasi bahwa tidak ada pesan yang ingin dikirimkan ke PPDS kemudian komputer akan berkomunikasi dengan PPDS selanjutnya. Jika ada maka ia akan mengirim konfirmasi berupa pernyataan bahwa ada pesan yang akan dikirim oleh komputer, setelah itu komputer akan mengirimkan penanda kode persiapan ke PPDS agar PPDS menyiapkan dirinya untuk menerima pesan. Tahap selanjutnya adalah pengiriman pesan oleh komputer dan diakhiri pengiriman kode stop. Setelah pesan tersebut diterima, PPDS melakukan pengecekan validitas data dengan metode pengecekan parity. Apabila ditemui data yang rusak, PPDS akan mengirimkan status valid kepada komputer yang menyatakan apakah data yang diterima dalam keadaan baik atau rusak. Jika data yang diterima PPDS rusak maka komputer akan mengulangi pengiriman pesannya kemudian pesan itu akan diperiksa lagi validitasnya oleh PPDS. Jika sebanyak 3 kali data yang diterima oleh PPDS masih rusak, maka komputer akan menampilkan pernyataan bahwa komunikasi terganggu pada layar monitornya dan melakukan komunikasi dengan PPDS selanjutnya, jika data yang diterima PPDS dalam keadaan baik, komputer akan melanjutkan komunikasi dengan mengaktifkan PPDS selanjutnya.

Protokol pengiriman data dari PPDS ke komputer sentral, ditunjukkan pada gambar 3.3 dibawah ini



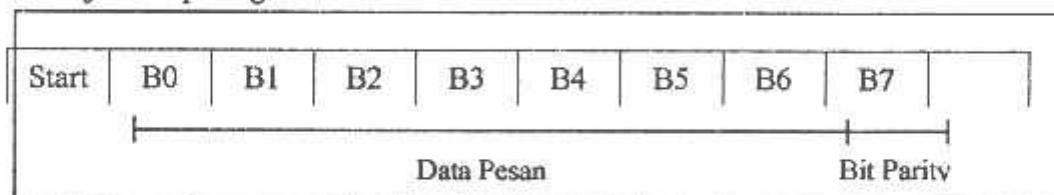
Gambar 3.3 Protokol Pengiriman Data dari PPDS ke Sentral
* Untuk data makanan dan fasilitas masing-masing 1 byte

Apabila PPDS diaktifkan oleh komputer, ia akan memeriksa memorinya apakah ada pesan yang ingin disampaikan ke komputer sentral, hasil pemeriksaan tersebut akan dinyatakan dalam kode jawaban yang dikirim ke komputer sentral bahwa ada pesan yang ingin dikirim oleh PPDS. Kode jawaban tersebut memiliki dua jenis kode, yaitu yang menyatakan bahwa PPDS memiliki data yang akan dikirim ke komputer dan kode yang menyatakan bahwa tidak ada pesan yang ingin dikirimkan ke komputer, setelah PPDS menerima pesan, PPDS akan mengirimkan kode persiapan ke komputer agar komputer menyiapkan dirinya untuk menerima pesan. Tahap selanjutnya adalah pengiriman pesan oleh PPDS dan diakhiri pengiriman kode stop, setelah pesan tersebut diterima, komputer melakukan pengecekan validitas data dengan metode pengecekan parity, apabila ditemui data yang rusak, komputer akan mengirimkan status valid kepada PPDS

yang menyatakan apakah data yang diterima dalam keadaan baik atau rusak, jika data yang diterima komputer rusak maka PPDS akan mengulangi pengiriman pesannya kemudian pesan itu akan diperiksa lagi validitasnya oleh komputer, jika sebanyak 3 kali data yang diterima oleh komputer masih rusak, maka PPDS akan menampilkan pernyataan bahwa komunikasi terganggu pada LCD dan menunggu pengaktifan pada sesi berikutnya atau reset pada PPDS yang bisa dilakukan bila hal ini terjadi.

Protokol data serial yang digunakan adalah :

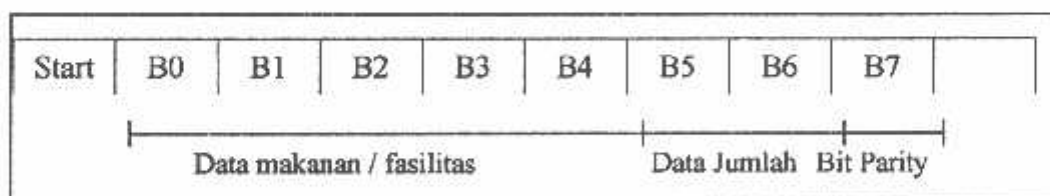
1. Protokol data serial untuk pesan ke komputer sentral dan pesan pribadi, ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Protokol Data Serial Pesan

Data serial yang digunakan untuk mengirimkan pesan terdiri atas 10 bit data, yaitu 1 bit start, 7 bit data pesan, 1 bit parity, dan 1 bit stop. Kesepuluh bit tersebut akan terkirim satu persatu ke penerima. Bit parity digunakan untuk keperluan pengecekan validitas data yang terkirim.

2. Protokol data serial untuk makanan dan fasilitas, ditunjukkan pada gambar 3.5



Gambar 3.5. Protokol Data Serial Makanan dan Fasilitas

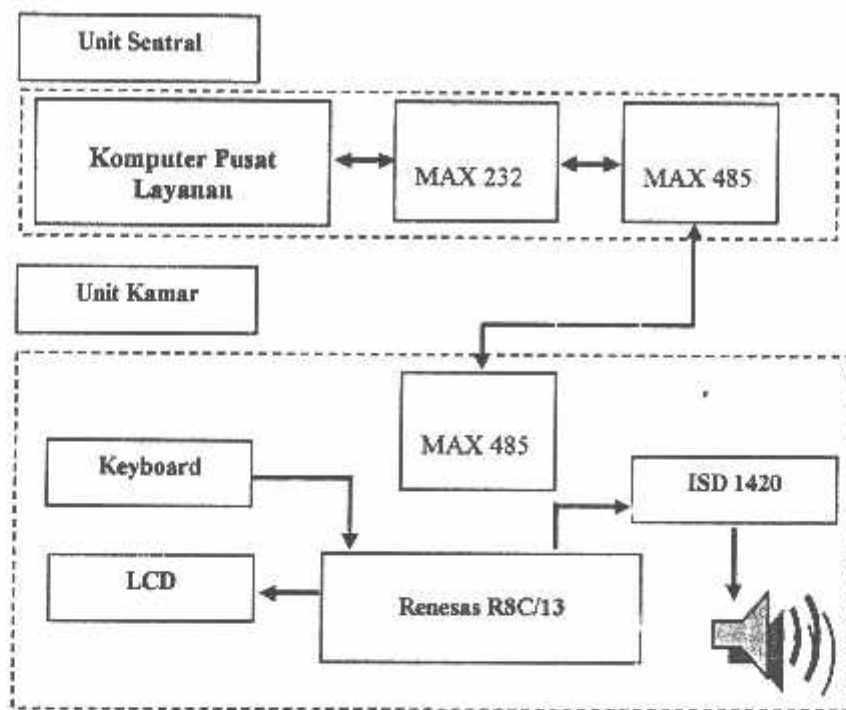
Data serial yang digunakan untuk mengirimkan pesan terdiri atas 10 bit data, yaitu 1 bit start, 5 bit data makanan atau data fasilitas, 2 bit jumlah, 1 bit parity, dan 1 bit stop. Data makanan/fasilitas menunjukkan makanan/fasilitas apa yang dikehendaki oleh penghuni kamar. Data jumlah menunjukkan jumlah dari makanan/fasilitas yang diinginkan oleh penghuni kamar.

3.3. Perancangan Perangkat Keras

Agar perancangan dan realisasi alat berjalan secara sistematis maka perlu dirancang diagram blok yang menjelaskan sistem yang dibuat secara garis besar. Diagram blok alat secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 3.1. dan rincian untuk bagian-bagian dari Unit Sentral dan Unit Kamar ditunjukkan pada gambar 3.6. adapun bagian-bagian yang diperlukan untuk merealisasikan alat ini :

- Rangkaian *Interface Unit RS232*.
- Rangkaian *Interface Unit RS485*.
- Mikrokontroler Renesas R8C/13 Tiny.

Komputer pusat layanan bertugas sebagai sentral komunikasi data antara pusat layanan (komputer sentral) dengan PPDS di setiap kamar hotel. *Interface RS232* berfungsi untuk mengubah level tegangan TTL dan sebaliknya. RS232 merupakan level tegangan yang digunakan pada port serial komputer. *Interface RS485* mengubah level tegangan TTL ke RS485 dan sebaliknya.



Gambar 3.5. Diagram Blok Unit Sentral dan Unit Kamar

Sumber : Perencanaan

Pada blok diagram diatas, *Interface RS232* dihubungkan dengan *Interface RS485* kemudian antar interface RS485 dibentuk suatu jaringan komunikasi data. Digunakannya jaringan RS485 karena jarak tempuh komunikasi data diperkirakan lebih dari 1 kilometer mengingat bahwa lingkungan pengaplikasian alat ini adalah di hotel. PPDS bertugas menerima dan mengirimkan data secara serial dalam level TTL. Pesan yang dikirimkan oleh PPDS diperoleh dari *keypad* yang digunakan oleh pelanggan, tampilan yang aktif dapat dilihat melalui LCD.

Pada alat komunikasi penghuni kamar hotel, penggunaanya dapat mengirimkan pesan ke komputer sentral melalui PPDS yang ada di setiap kamar hotel. Pesan yang ingin disampaikan diketikkan menggunakan keypad dan

ditampilkan pada LCD, jaringan ini menyampaikan data terkirim pada RS232 yang meneruskan ke port serial komputer.

Alat ini dirancang untuk melayani hanya 2 kamar saja, tetapi dapat diperbanyak dengan menambahkan sebuah *Interface RS485* di setiap titik ke 30, walaupun mampu menangani jumlah kamar yang besar, penerapannya hendaknya mempertimbangkan waktu tunda layanan setiap kamar yang terhubung dengan alat ini, semakin banyak jumlah kamar yang terhubung semakin lama pula waktu tunda. Jumlah menu yang dapat disimpan dalam database maksimal sebanyak 30 macam menu makanan, 30 macam menu fasilitas, pesan dari tamu penghuni hotel sebanyak 30 karakter setiap pesan dan pesan ke komputer sentral sebanyak 30 karakter setiap pesannya.

3.4. Cara Kerja Sistem

Diawali dengan keinginan penghuni hotel jika ingin memesan makanan, minuman ataupun ingin meninggalkan pesan kepada Receptionis, penghuni hotel menulis pesan tersebut melalui keypad dan akan langsung ditampilkan ke LCD, selanjutnya penghuni hotel menekan tombol kirim, maka mikrokontroller akan mengirimkan sinyal ke rangkaian RS485 untuk bisa berkomunikasi dengan komputer sentral, begitu juga dengan tamu penghuni hotel jika si penghuni hotel sedang tidak berada di kamarnya, tamu tersebut tinggal menulis pesan pada keypad yang terletak di luar kamar hotel setelah pesan yang ditulis selesai maka tinggal menekan tombol simpan yang selanjutnya data tersebut akan otomatis di simpan pada komputer sentral dengan tidak ditampilkan, jadi pesan tersebut akan terjaga kerahasiaannya dari orang lain.

Selanjutnya komputer sentral mengirim alamat ke jaringan RS485 dimana alamat itu menentukan pengiriman dan penerima data serial (PPDS), PPDS yang memiliki alamat yang sama dengan yang dikirim oleh komputer, maka akan mengirimkan informasi ke sentral, sedangkan PPDS yang beralamat lain akan diam dan terus menunggu kiriman alamat yang sesuai.

Bila pada saat diakses PPDS yang bersangkutan tidak mengirimkan data apapun berarti dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi gangguan dengan hubungan PPDS tersebut, pada alat ini tidak semua PPDS diaktifkan hanya pada kamar yang terisi saja yang akan diaktifkan. Sebelum satu sesi pengaktifan PPDS dilakukan, sentral terlebih dulu melakukan pencarian nomor-nomor kamar yang terisi oleh pelanggan, data berupa menu makanan dan fasilitas dikirimkan dalam bentuk data 1 byte yang mewakili jenis makanan dan fasilitas yang dipilih dan jumlah pemesanan.

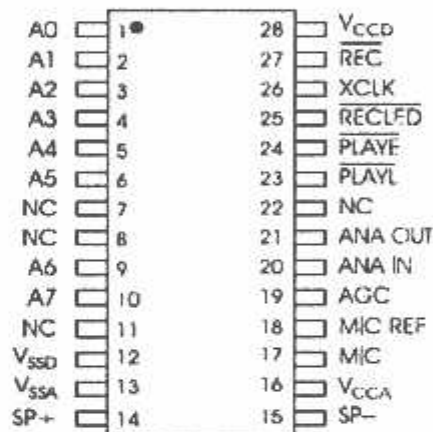
Data berupa pesan teks dengan jumlah maksimum 20 karakter pada setiap sesi pengiriman, hal tersebut dilakukan untuk memperoleh kecepatan akses jaringan yang merata antara PPDS yang satu dengan PPDS yang lain, khususnya pada saat pengiriman data menu makanan / fasilitas dengan pengiriman pesan. Khususnya pada saat pengiriman data menu makanan/fasilitas dengan pengiriman pesan, dengan menggunakan rangkaian RS232 to RS485 pada perancangan ini, dikarenakan adanya perbedaan antara level tegangan dari komputer (level RS232) dan level tegangan pada IC Mikrokontroler (level TTL), rangkaian ini berfungsi sebagai pengubah level tegangan RS232 dari port serial komputer menjadi level tegangan TTL yang terdapat pada tegangan kerja IC Mikrokontroler ataupun

sebaliknya. Untuk dapat berkomunikasi dengan jarak jauh antara mikrokontroller dan komputer maka dibutuhkan sistem komunikasi data yang dikenal dengan RS485.

3.4.1. Perencanaan Blok-blok Rangkaian

3.4.1.1. ISD 1420

IC penyimpan suara yang digunakan ini merupakan jenis EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) yaitu ROM yang dapat diprogram, dihapus dan diprogram langsung secara elektrik dengan arus listrik, bukan sinar ultraviolet.



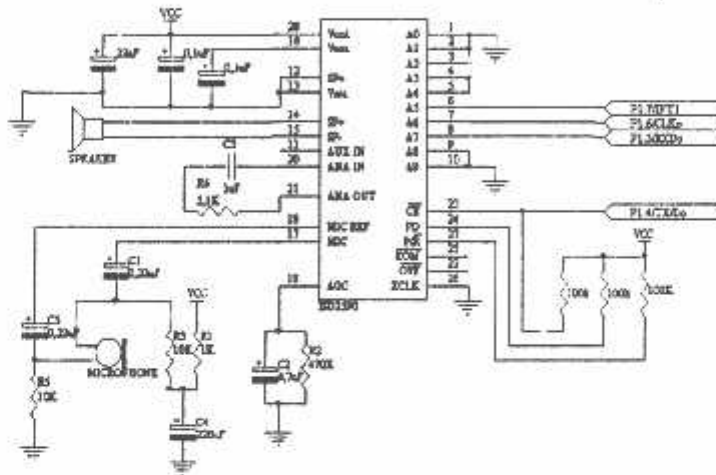
Gambar 3.6
ISD 1420

Perekaman suara disimpan didalam sel memori yang tidak mudah hilang di dalam proses perekaman menggunakan aktif low pada pin REC. Pembuatan Information Storage Device ini dipatenkan secara langsung oleh Direct Analogue Storage Technology (DAST), yang mana sinyal suara dan audio dapat disimpan dalam bentuk aslinya secara analog ke dalam memori. Penyimpanan ini adalah dalam bentuk natural atau alami sehingga akan memberikan kualitas yang tinggi dan kemampuan suara yang baik.

Tabel 3.1. Seri ISD 1400

Tipe	Waktu (detik)	Sample Rate (KHz)	Filter Pass Band (Hz)
ISD 1416	16	8.0	3300
ISD 1420	20	6.4	2600

Sumber: ISD 1400 data sheet 2



Gambar 3.7 Rangkaian ISD

Keutamaan dari ISD 1420 ini mengetahui :

- Mudah dalam menggunakannya sebagai single chip voice record atau playback.
- Mempunyai kualitas yang tinggi, menghasilkan kembali suara / audio aslinya.
- Kompatible dengan penggunaan mikrokontroller.
- Single chip dengan lama penyimpanan 20 detik.
- Power supply ± 5 Volt Single.
- Dapat menyimpan pesan selama 100 tahun.

IC ISD 1420 ini dapat melakukan perekaman suara atau pesan dengan jangka waktu durasi maksimum selama 20 detik. Media penyimpan suara ini

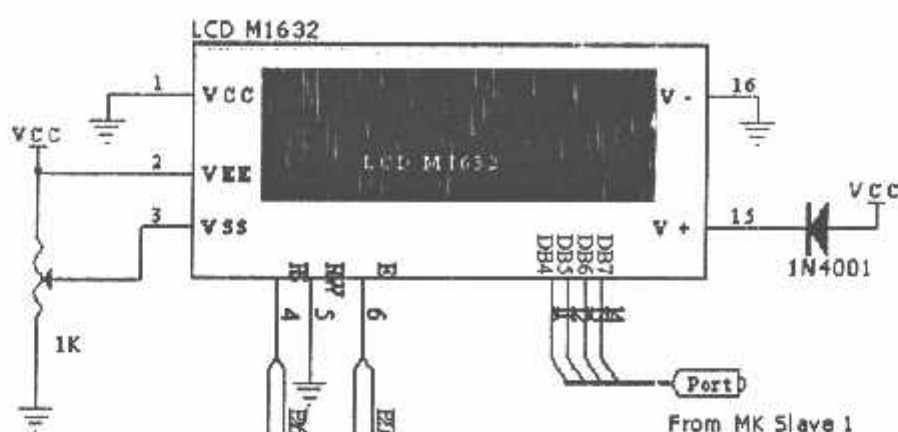
adalah EEPROM 128K storage cell yang didesain untuk memberi 20 detik penyimpanan suara dengan sample rate 6.4 KHz.

3.4.1.2. LCD (Liquid Crystal Display)

Pada sistem yang direncanakan akan digunakan LCD sebagai tampilan. LCD yang digunakan adalah jenis LCD M1632 yang merupakan LCD dua baris dengan tiap barisnya terdiri dari 16 karakter.

LCD ini membutuhkan 3 sinyal kontrol, R/W (*Read/Write*) untuk menentukan apakah data akan dibaca atau ditulis, E (*Enable*) yang merupakan sinyal untuk mengenable-kan dan RS (*Register Select*) untuk memilih register yang diakses. LCD M1632 memiliki 2 register yaitu register data dan register instruksi.

Dalam sistem ini, LCD menempati ruang alamat A000H-A001H. Pin R/W dihubungkan ke *ground* atau selalu berlogika 0 karena dalam perancangan. LCD ini hanya selalu dalam operasi tulis dan pin RS dihubungkan ke pin A0 sistem mikrokontroller, pengaktifan LCD ini selanjutnya tergantung pada pin E. Dimana pin E ini tergantung dari CS5 dari address dekoder dan perintah write mikrokontroller. Rangkaian LCD seperti terlihat pada Gambar 3.8



Gambar 3.8. Rangkaian LCD

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul ini berupa bus data yang masih termultiplek dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol. Sementara pengendalian dot matrik LCD dilakukan secara internal oleh kontroler yang sudah terpasang pada modul LCD.

Tabel 3.2 Fungsi penyemat LCD

Penyemat	Fungsi
DB4-DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan di LCD
Enable	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis atau baca
R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 : tulis 1 : baca
RS	Sinyal pemilih register 0 : instruksi register (tulis) 1 : data register (baca dan tulis)

Sumber: LCD Data Manual 1997: 1-3

Rangkaian display ditunjukkan dalam Gambar 3.13. Saluran data DB₀-DB₇ dihubungkan pada port 0 Mikrokontroler. Sedangkan penyemat R/W dan RS dihubungkan pada port 2.7 dan port 2.6 mikrokontroler. Penyemat V_{cc} dihubungkan pada potensiometer 1 k Ω , untuk mengatur kecerahan LCD.

3.4.1.3. Mikrokontroller

Mikrokontroller yang digunakan adalah Renesas R8C/13. pada bab ini dijelaskan tentang perencanaan penggunaan masing-masing port pada mikrokontroller.

- Port 0 dan P1.0, P1.1 : Bus data dan kontrol LCD
- Port 1.6 dan P1.7 : Serial EEPROM

- **Sistem Pewaktuan Mikrokontroller**

Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* (pewaktuan) yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem yang dirancang ini seperti terlihat pada Gambar 3.12 akan menggunakan osilator internal yang sudah tersedia di dalam chip mikrokontroller. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan cara menghubungkan kristal pada pin XTAL1 dan XTAL2 serta dua buah kapasitor ke ground. Besar kapasitansinya disesuaikan dengan spesifikasi pada lembar data mikrokontroller yaitu 30 pF.

Pemilihan besar frekuensi kristal disesuaikan dengan pemilihan kecepatan yang diharapkan untuk transfer data melalui pin *serial interface* mikrokontroller tersebut. Dengan memakai kristal 11,059 MHz, maka satu siklus mesin membutuhkan waktu selama 1,08 mikrodetik atau $1/11,059 \text{ MHz} \times 12$ periode.

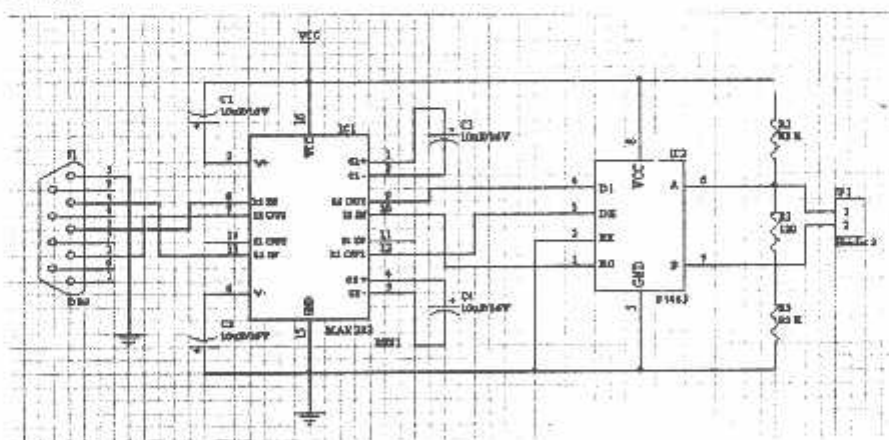
3.4.1.4. Papan Tombol (Keypad)

Papan tombol ini digunakan untuk memasukkan data referensi dan mengubah data bila diinginkan. Untuk menterjemahkan informasi yang diterima dari papan tombol, maka *keypad* dihubungkan dengan port 2 mcu.

Papan tombol tersebut mempunyai matrik 4 baris dan 4 kolom yang difungsikan sebagai masukan dan keluaran. Deretan kolom dihubungkan dengan *ground* (berlogika 0) dan *port 2* (P24-P27) yang difungsikan sebagai *input* mikrokontroller. Sedangkan deretan baris dihubungkan ke *port 2* (P20-P23) yang telah diberi data 0001 dan secara kontinyu data tersebut bergeser satu bit ke kiri. Pergeseran data satu bit ini dimaksudkan untuk menentukan posisi tombol yang ditekan dalam satu kolom. *Port* ini difungsikan sebagai *output* dari mikrokontroller. Dengan demikian kalau tombol tidak ditekan maka masukkan *port 2* (P24-P27) di pin yang terhubung tombol tersebut berlogika 0 dan bila tombol ditekan akan berlogika 1. Rangkaian papan tombol tersebut dapat dilihat dalam Gambar 3.3.

3.4.1.5. Perancangan RS232 to RS485

Pada perancangan ini, selain menggunakan komunikasi RS485, kita harus tetap menggunakan RS232. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan antara level tegangan dari (level RS232) dan level tegangan pada IC Mikrokontroller (Level TTL).

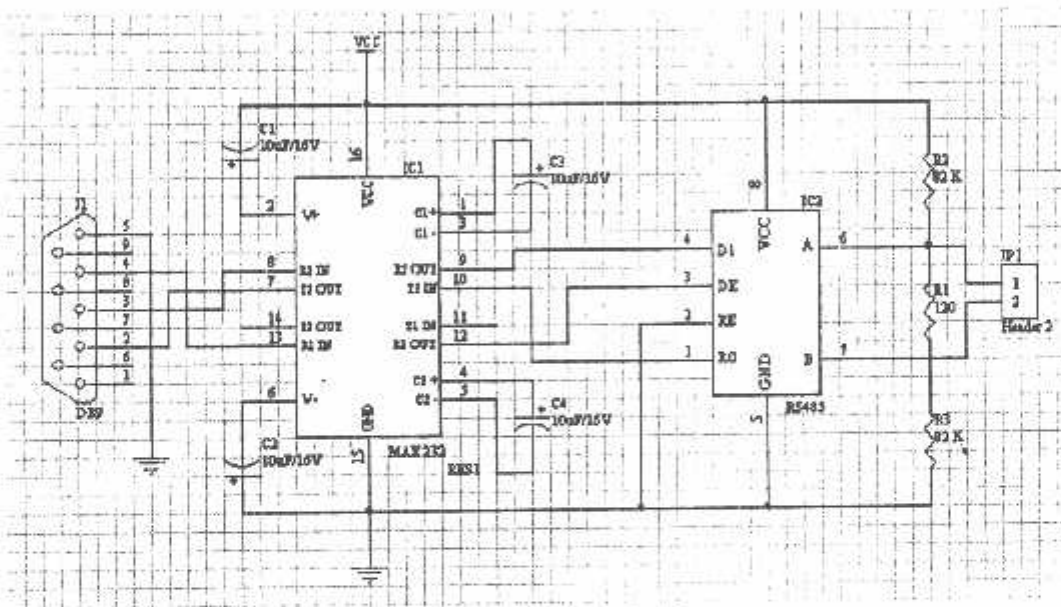


Gambar 3.9
Rangkaian RS232 to RS485

Rangkaian ini berfungsi sebagai pengubah level tegangan RS232 dari port serial menjadi level tegangan menjadi level tegangan TTL yang terdapat pada tegangan kerja IC Mikrokontroler ataupun sebaliknya.

3.4.1.6. Perancangan RS485

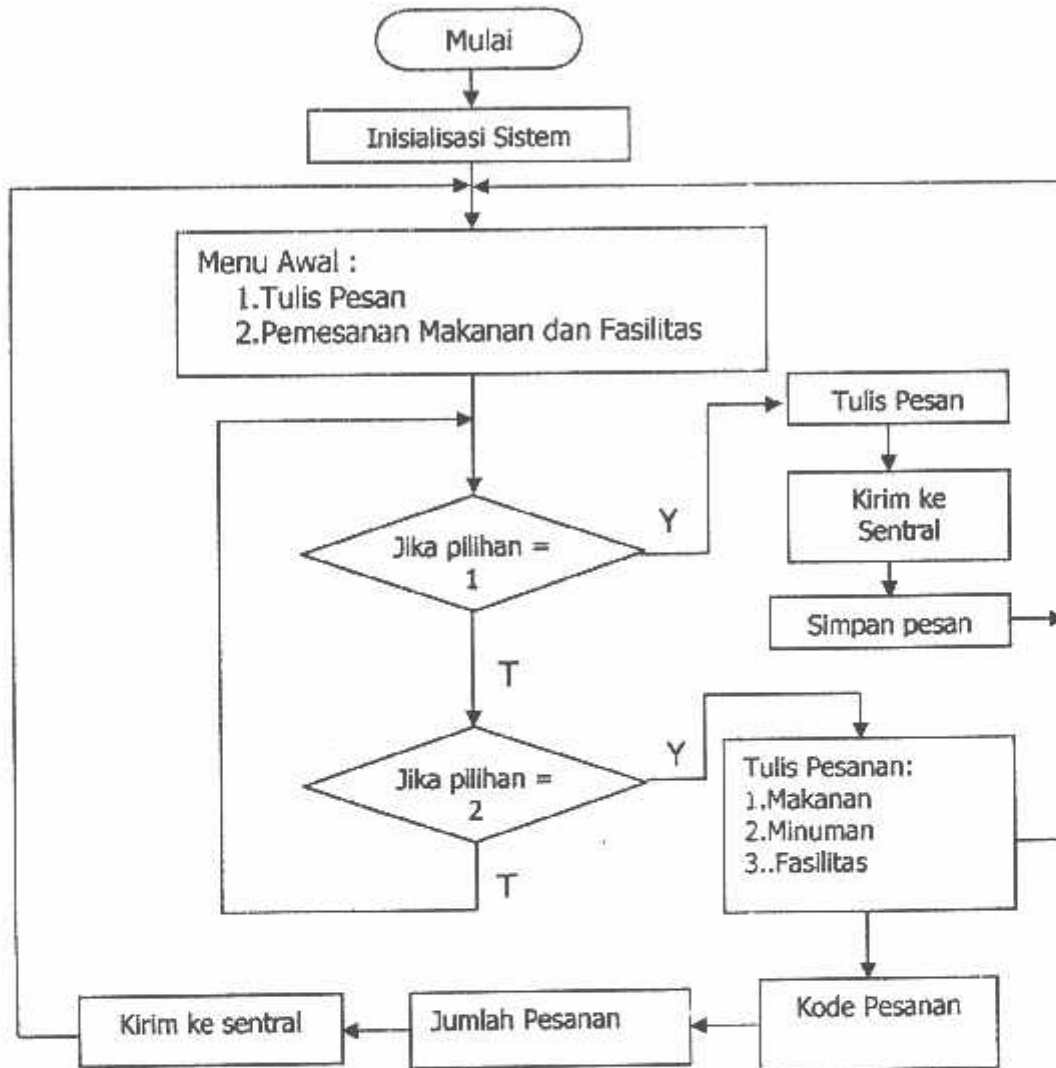
Pada perancangan skripsi ini menggunakan rangkaian RS485 dengan tujuan untuk memperpanjang jangkauan dari PPDS ke unit sentral. Dengan daya jangkau yang bisa dimaksimalkan akan lebih baik jika penempatan alat dengan unit sentral membutuhkan jarak lebih dari 500 meter.



Gambar 3.10
Rangkaian RS485

3.5. Flowcart Sistem

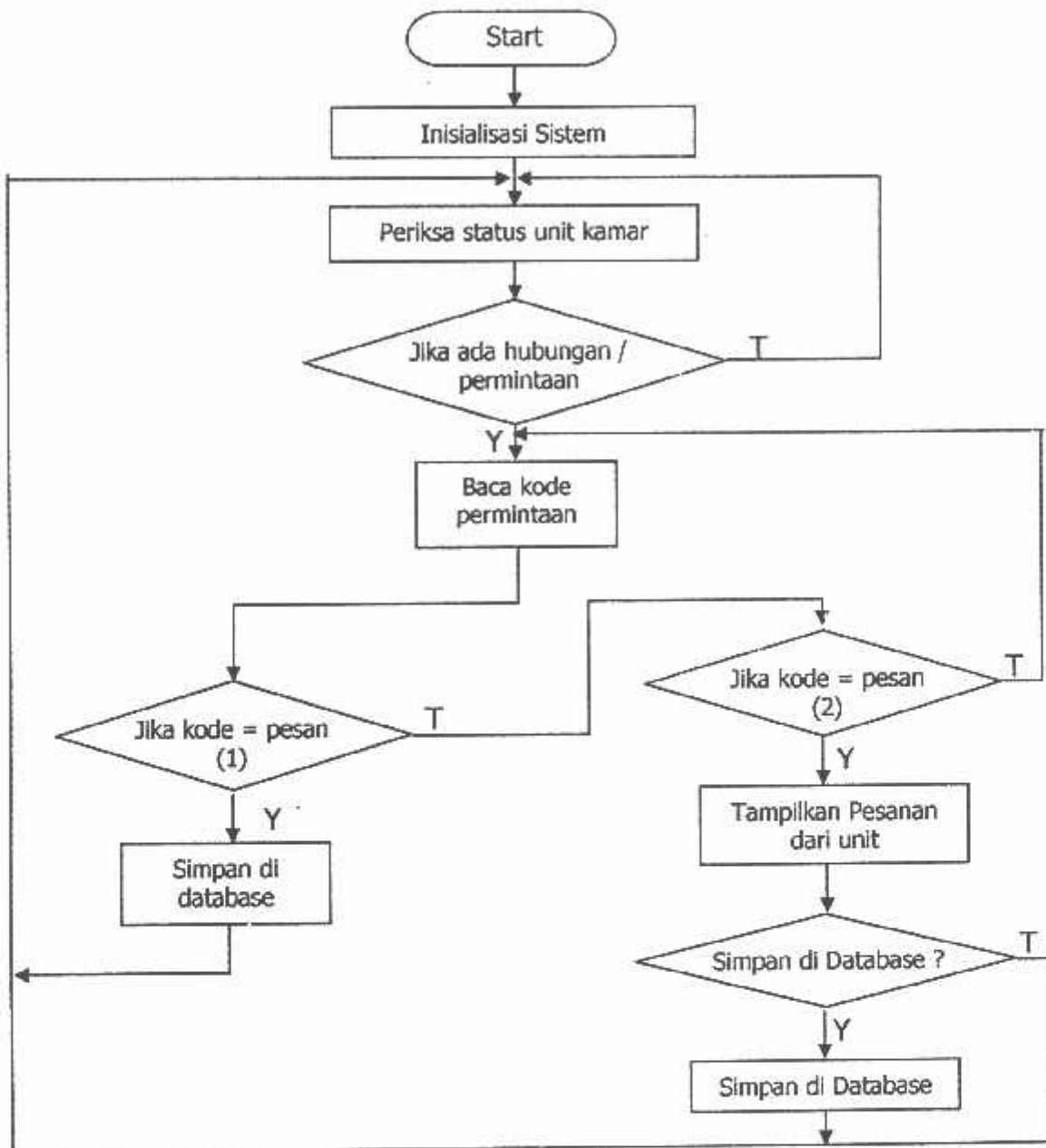
3.5.1. Unit Kamar



Sumber : Perancangan

Gambar 3.11 Flowcart Unti Kamar

3.5.2. Unit Sentral



Sumber : Perancangan

Gambar 3.12 Flowcart Unit Sentral



BAB IV

PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA DATA

4.1. Pendahuluan

Untuk mengetahui keberhasilan dari suatu perencanaan dan pembuatan alat ini maka diperlukan pengujian terhadap alat tersebut. Dalam rangka pengujian diuraikan sejumlah pengukuran dan perhitungan melalui percobaan yang dilakukan untuk mengetahui system kerja dari alat ini secara keseluruhan.

Secara umum dapat disimpulkan tujuan dari pengujian alat ini yaitu :

1. Mengetahui prinsip kerja dari masing-masing blok.
2. Mempermudah pendataan spesifikasi alat.
3. Mempermudah perawatan dan perbaikan jika suatu saat terjadi kerusakan.

4.2. Pengujian Rangkaian Tampilan LCD dan Keypad

4.2.1. Tujuan

Tujuan dari pengujian rangkaian tampilan LCD adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilan dalam perencanaan dan perancangan alat.

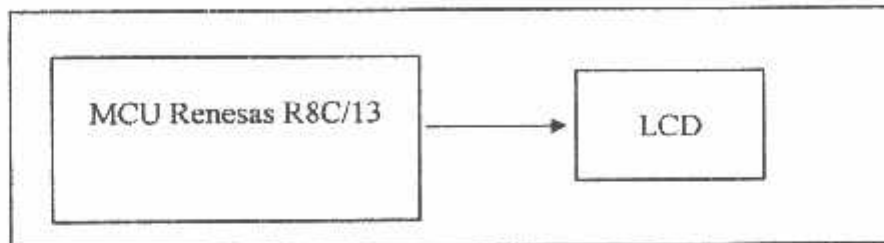
4.2.2. Peralatan yang digunakan

1. Multimeter digital
2. Catu Daya 5 Volt
3. Keypad

4.2.3. Prosedur Pengujian Tampilan LCD dan Keypad

- Menyusun rangkaian seperti dalam gambar 4-1

- Menjalankan program untuk menampilkan tulisan ke LCD programnya terlampir.
- Memberikan Vcc sebesar 5 Volt
- Mengamati keluaran pada LCD



Gambar 4.1. Rangkaian Pengujian LCD

- Memasukkan kode untuk penekanan tombol keypad

```

include <stdio.h>
#include "sfr_r813.h" /* Definition of the
R8C/13 SFR */

/*****
* proto-type declaration
*****/

void Delay(long tunggu)
{
    while(tunggu--);
}

void LCD_data(char c, char dat)
{
    pl_2 = c;
    if ((dat & 0x80)==0x80) pl_7=1; else pl_7=0;
    if ((dat & 0x40)==0x40) pl_6=1; else pl_6=0;
    if ((dat & 0x20)==0x20) pl_5=1; else pl_5=0;
    if ((dat & 0x10)==0x10) pl_4=1; else pl_4=0;
    pl_3 = 1;          pl_3 = 0;
    if ((dat & 0x08)==0x08) pl_7=1; else pl_7=0;
    if ((dat & 0x04)==0x04) pl_6=1; else pl_6=0;
    if ((dat & 0x02)==0x02) pl_5=1; else pl_5=0;
    if ((dat & 0x01)==0x01) pl_4=1; else pl_4=0;
    pl_3 = 1;          pl_3 = 0;
    Delay(100);
}

void Tulis_LCD(char a, char* dat)
  
```

```

{
    char i = 0;
    LCD_data(0,a);
    while(dat[i] != 0)
    {
        LCD_data(1,dat[i]); i++;
    }
}

void sfr_init(void)
{
    pdi = 0xFC;      /* Setting port direction registers
*/

    /* A-D operation mode = Repeat mode */
    adcon1 = 0x30;   /* 8/10-bit mode select bit = 8-
bit mode */
    adcon0 = 0x9D;   /* fAD/2 and AN9 is selected */
    adst = 1;       /* A-D conversion started */
}

/*****
*****
*      Function : main()
*      program section
*****
*****/
void main()
{
    asm("FCLR I");      /* Interrupt disable
*/

    prcr = 1;          /* Protect off */
    cml3 = 1;          /* X-in X-out */
    cml5 = 1;          /* XCIN-XCOUT drive
capacity select bit : HIGH */
    cm05 = 0;          /* X-in on */
    cml6 = 0;          /* Main clock = No
division mode */
    cml7 = 0;
    cm06 = 0;          /* CM16 and CM17
enable */
    asm("nop");
    asm("nop");
    asm("nop");
    asm("nop");
    ocd2 = 0;          /* Main clock change
*/

    prcr = 0;          /* Protect on */

    sfr_init();
    Delay(50000);
    LCD_data(0,0x33); LCD_data(0,0x32); LCD_data(0,0x2F);
    LCD_data(0,0x0E); LCD_data(0,0x06); LCD_data(0,0x06);

    Tulis_LCD(0x80," DEMO LCD dan ");
    Tulis_LCD(0xC0," KEYPAD ADC ");
}

```

```

    Delay(500000);
    Tulis_LCD(0x80," TEKAN TOMBOL!! ");

*****
*****/
*****/
*****/
* PERHATIAN!!!!!!!!!!!!!!
* Program ini tidak berjalan dengan baik jika Jumper LED di
Board HRS8000
* terpasang, tegangan LED akan mempengaruhi masukan ADC
*****
*****/
*****/
*****/

while (1)
{
    if ( ad >= 0x7C )
        Tulis_LCD(0xC0," MENU TERTEKAN ");
    else
    {
        if ( ad >= 0x53 )
            Tulis_LCD(0xC0," ENTER TERTEKAN ");
        else
        {
            if ( ad >= 0x3E )
                Tulis_LCD(0xC0," UP TERTEKAN ");
            else if ( ad >= 0x31 )
                Tulis_LCD(0xC0," DOWN TERTEKAN ");
        }
    }
}
}

```

- Tekan tombol run
- Mengamati tampilan di LCD

4.2.4. Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian didapatkan hasil bahwa setelah mikrokontroler direset maka LCD akan menampilkan kondisi awal. Sehingga dapat dikatakan bahwa modul LCD telah bekerja terbukti dengan mampu menampilkan input tulisan dari keypad yang dikirim dari mikrokontroler.

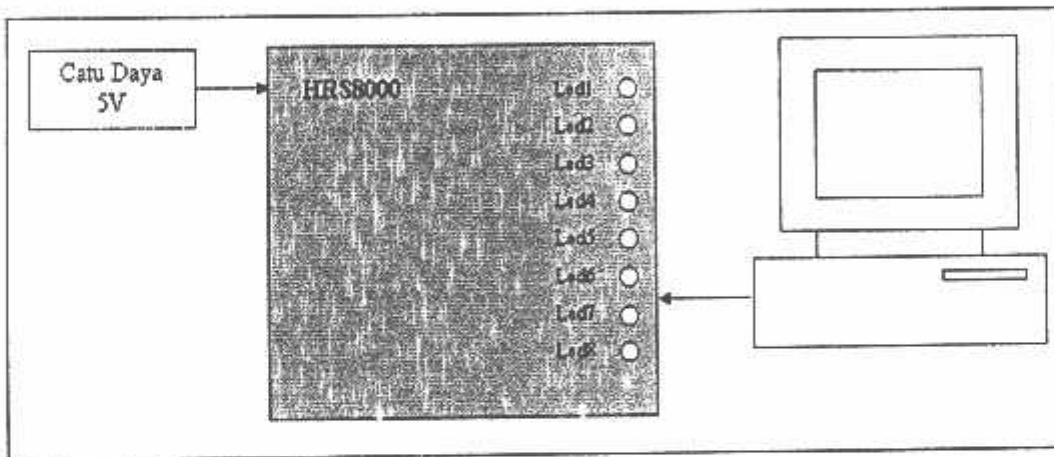
4.3. Pengujian Minimum Sistem Renesas

4.3.1. Tujuan

- Untuk mengetahui apakah kerja renesas sudah sesuai dengan perancangan.

4.3.2. Peralatan yang digunakan

- catu daya 5V
- HRS 8000
- Program HEW Compiler + kd30
- blok diagram rangkaian renesas yang disusun sebagai berikut



Gambar 4.2. Pengujian Mikrokontroler Renesas

4.3.3. Prosedur pengujian

- menhidupkan catu daya
- memasukkan program (download) led berjalan

```
*****/
#include <stdio.h>
#include "sfr_r813.h"
Definition of the R8C/13 SFR */
/*****
* proto-type declaration
*****/
void Delay1();
//void far main(void);
```

```

/*****
****
*   Function : main()
*   program section
****
***/
void main()
{
asm("FCLR I");          /* Interrupt disable */
prcr = 1;              /* Protect off */
cm13 = 1;             /* X-in X-out */
cm15 = 1;             /* XCIN-XCOLUT drive capacity select bit : HIGH */
cm05 = 0;            /* X-in on */
cm16 = 0;            /* Main clock = No division mode */
cm17 = 0;
cm06 = 0;            /* CM16 and CM17 enable */
asm("nop");
asm("nop");
asm("nop");
asm("nop");
ocd2 = 0;            /* Main clock change */
prcr = 0;            /* Protect on */

p1 = 0x00;
pd1 = 0xff;

while(1)
{
p1 ^= 0xff;
Delay1();
}
}
void Delay1()
{
int counter = 0xFFFF;

while ( ( counter-- ) != 0 );
}

```

- tekan tombol run
- menarik kesimpulan

4.3.4. Data hasil pengujian

Led berjalan sesuai dengan program yang diberikan. Led menyala bergantian secara berurutan.

Kesimpulan :

Setelah melakukan pengujian dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler renesas bekerja sesuai yang direncanakan.

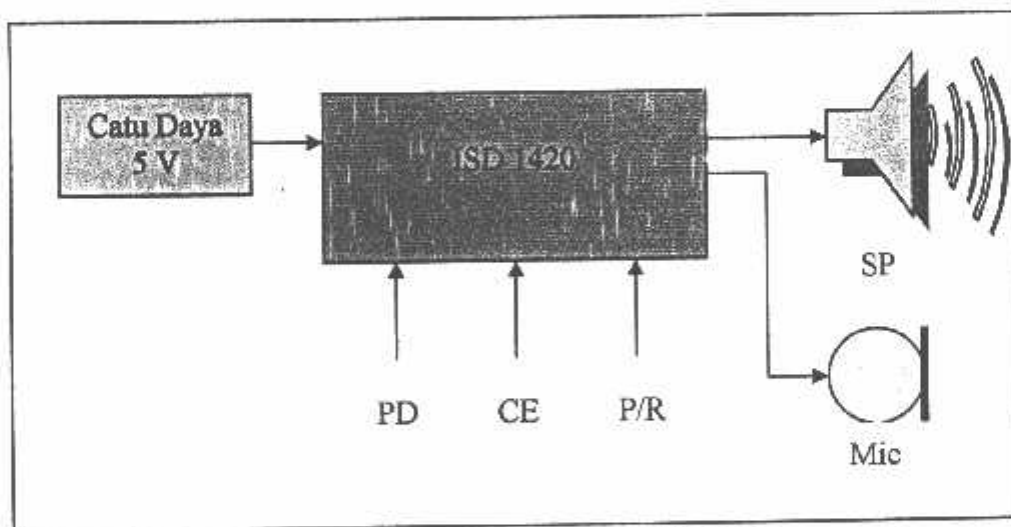
4.4. Pengujian ISD

4.4.1. Tujuan

Untuk mengetahui apakah kerja ISD 1420 sudah sesuai dengan perancangan.

4.4.2. Alat dan bahan

- catu daya 5 V
- minimum sistem ISD
- blok diagram rangkaian penguat sensor suara yang disusun sebagai berikut



Gambar 4.3. Pengujian ISD 1420

4.4.3. Prosedur pengujian

- memberi catu daya
- menentukan alamat suara yang direkam
- mulai proses perekaman

- menampilkan suara yang direkam
- menarik kesimpulan

4.4.4. Data hasil pengujian

Hasil pengujian rangkaian ISD, sesuai dengan langkah-langkah diatas maka ketika pin playl dan rec pada kondisi low maka proses perekaman berlangsung. Dan ketika kondisi pin playl dan pin rec pada logika high dan pin playe pada kondisi low maka akan berlangsung proses play back.

4.5. Pengujian Software

4.5.1. Tujuan

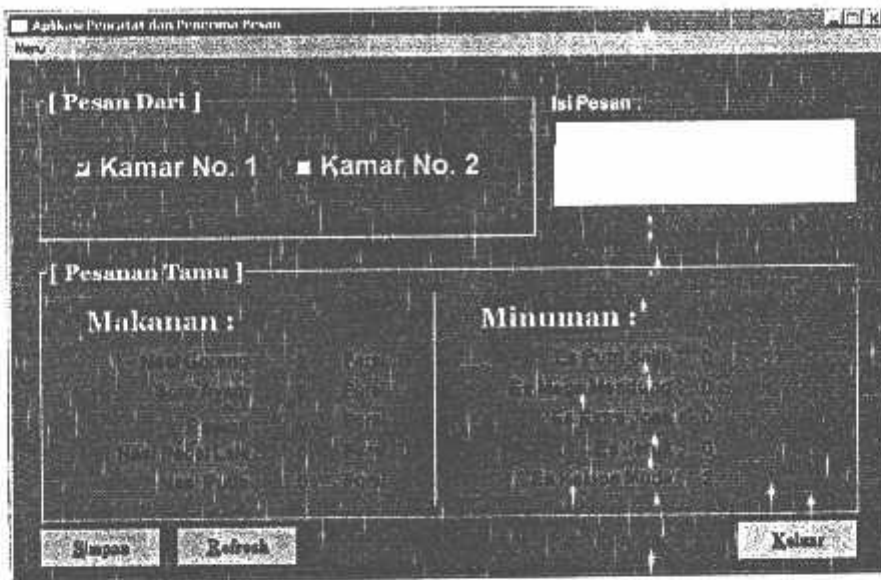
Untuk mengetahui apakah Software sudah sesuai dengan perancangan dan dapat menampilkan input dari mikrokontroller dan ditampilkan di layar monitor.

4.5.2. Prosedur pengujian Software

- Menyalakan alat PPDS
- Menuliskan pesanan dari Keypad
- Mulai proses pengiriman data pesan dari PFDS
- menarik kesimpulan

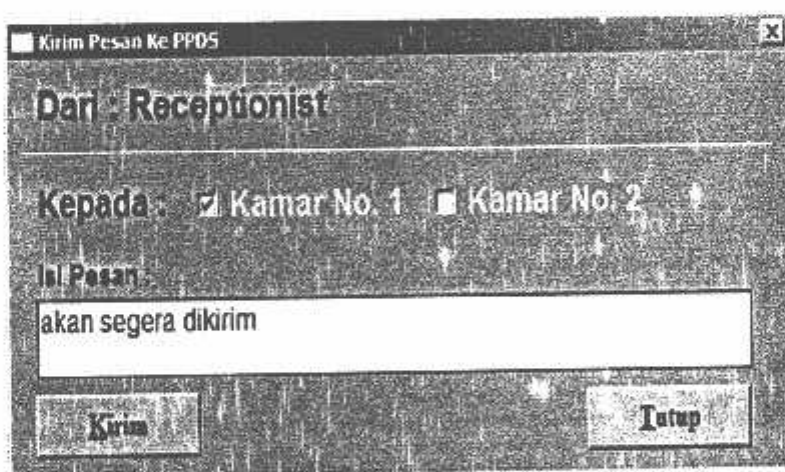
4.5.3. Data hasil pengujian software

Pengujian yang dilakukan dari langkah – langkah diatas telah berhasil dibaca oleh software seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4. di bawah ini



Gambar 4.4 Hasil penampil input dari PPDS

Begitu juga dengan Komputer sentral yang membalas mengirim pesan ke PPDS Kamar No. 1, sebagai berikut



Gambar 4.5 Pengiriman Data ke PPDS

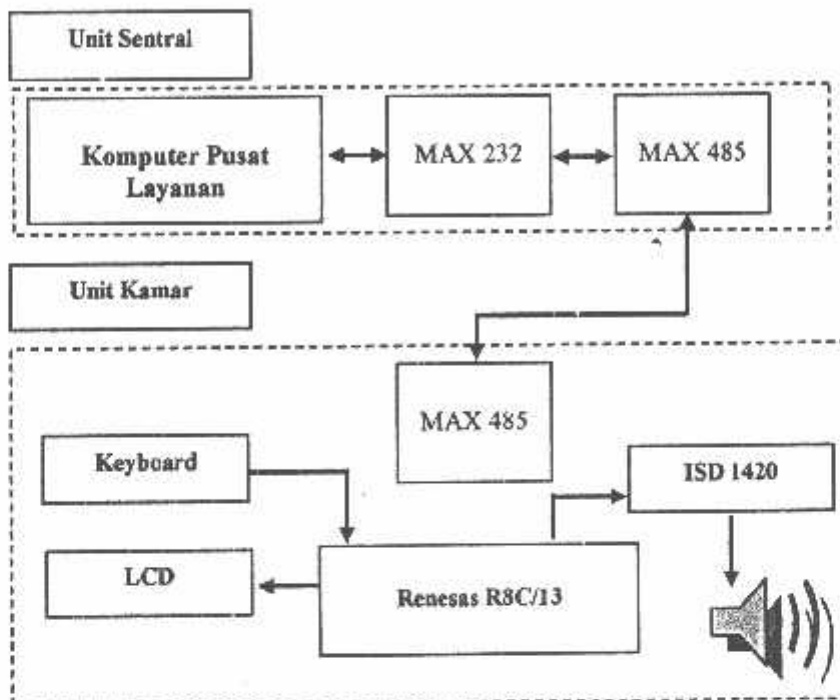
4.6. Pengujian Keseluruhan Rangkaian

4.6.1. Tujuan

Tujuan dari pengujian keseluruhan dari alat adalah untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja sesuai dengan harapan.

4.6.2. Prosedur Pengujian

1. Menyusun Rangkaian seperti pada gambar 4-3 di bawah ini.



Gambar 4.6 Rangkaian pengujian sistem keseluruhan

4.6.3. Hasil Pengujian

Pengujian meliputi pengujian perangkat keras, yaitu pengujian hubungan antara Mikrokontroler Renesas R8C/13, LCD, ISD 1420 dan keypad. Pengujian pencarian data-data dengan ciri khusus yang sama dan pengujian hubungan komunikasi serial dengan database komputer sentral, pengujian perangkat keras menunjukkan bahwa data dari keypad bisa diterima oleh mikrokontroler kemudian ditampilkan oleh LCD. Pengujian pencarian data pada database komputer menunjukkan bahwa program yang diuji dapat melakukan pencarian data-data yang dikehendaki, pengujian pencarian data-data dengan ciri khusus yang sama menunjukkan bahwa program yang diuji dapat melakukan pencarian

data-data dengan ciri khusus yang telah ditentukan terlebih dahulu dan menampilkannya dalam bentuk tabel sehingga mudah dibaca. Pengujian hubungan komunikasi serial dengan database komputer sentral menunjukkan bahwa data dari mikrokontroler dapat diterima oleh komputer dan dimasukkan ke dalam database secara otomatis pada field yang sesuai, secara umum pengujian telah berhasil dengan baik.

Tabel 4.1.

Tabel Hasil Pengujian

No.	Sistem Pengoperasian	Hasil Pengujian
1	Penulisan dari keypad kemudian ditampilkan ke LCD	LCD dapat merespon inputan dari keyboard, mikrokontroler dan dapat ditampilkan
2	Rangkaian ISD	Speaker dapat mengeluarkan suara jika ada pesan masuk dari Komputer
3	Analisa program untuk menentukan dari kamar mana pesan masuk	Program dapat mengenali dari kamar mana pesan berasal dan secara otomatis memberi centang pada tampilan program
4	Pengiriman Pesan dari komputer sentral ke PPDS	Mikrokontroler dapat membaca inputan dari PC dan ditampilkan ke LCD



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil tugas akhir ini adalah :

1. Antar muka RS232 dibuat menggunakan MAX232 yang menghubungkan komputer sentral dengan MAX485 yang berlaku sebagai pembentuk jaringan komunikasi data secara serial. Program basis data (Database) dan program utamanya menggunakan Borland Delphi 6 dimana program utama berfungsi menerima data serial kemudian memprosesnya sehingga data tersebut disimpan ke dalam *Database* pada field yang tepat.
2. Pengujian meliputi pengujian perangkat keras, yaitu pengujian hubungan antara Mikrokontroller Renesas R8C/13, LCD, ISD dan keypad. Pengujian pencarian data-data dengan ciri khusus yang sama dan pengujian hubungan komunikasi serial dengan database komputer sentral, pengujian perangkat keras menunjukkan bahwa data dari keypad bisa diterima oleh mikrokontroller kemudian ditampilkan oleh LCD. Pengujian pencarian data pada database komputer menunjukkan bahwa program yang diuji dapat melakukan pencarian data-data yang dikehendaki, pengujian pencarian data-data dengan ciri khusus yang sama menunjukkan bahwa program yang diuji dapat melakukan

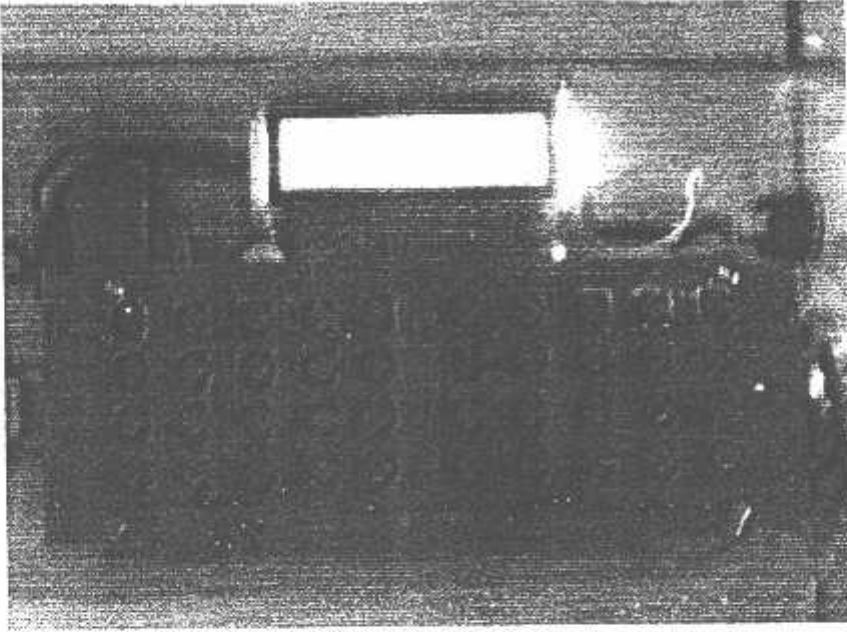
pencarian data-data dengan ciri khusus yang telah ditentukan terlebih dahulu dan menampilkannya dalam bentuk tabel sehingga mudah dibaca. Pengujian hubungan komunikasi serial dengan database komputer sentral menunjukkan bahwa data dari mikrokontroler dapat diterima oleh komputer dan dimasukkan ke dalam database secara otomatis pada field yang sesuai, secara umum pengujian telah berhasil dengan baik.

5.2 Saran

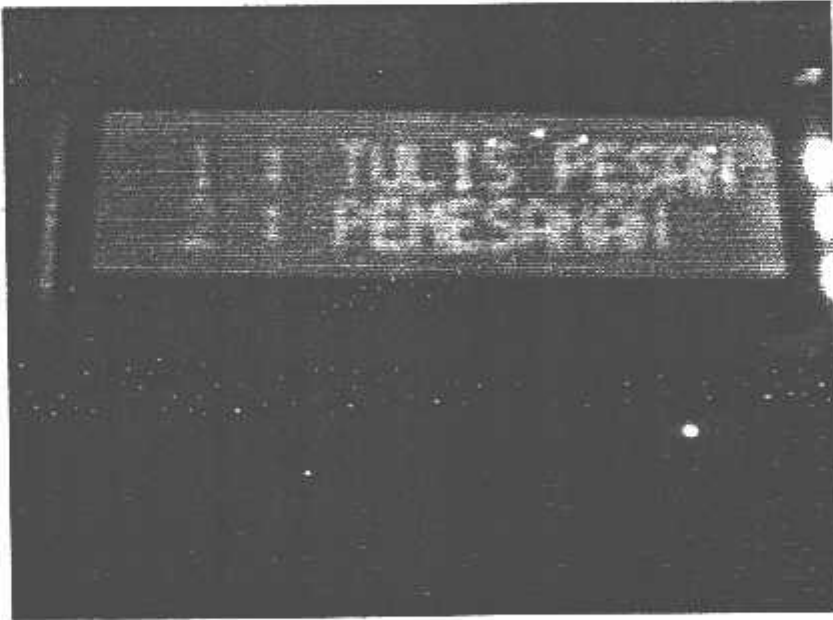
1. Untuk mempercepat waktu tunda akses untuk setiap alat, dapat digunakan baudrate yang lebih tinggi.
2. Penggunaan memori dengan kapasitas yang lebih besar pada alat memungkinkan semakin banyaknya menu yang dapat dipilih oleh pelanggan.



LAMPIRAN



Gambar Alat Keseluruhan



Gambar Tampilan Menu Awal



Gambar Pilihan Menu 1 (Pesan ke receptionist)



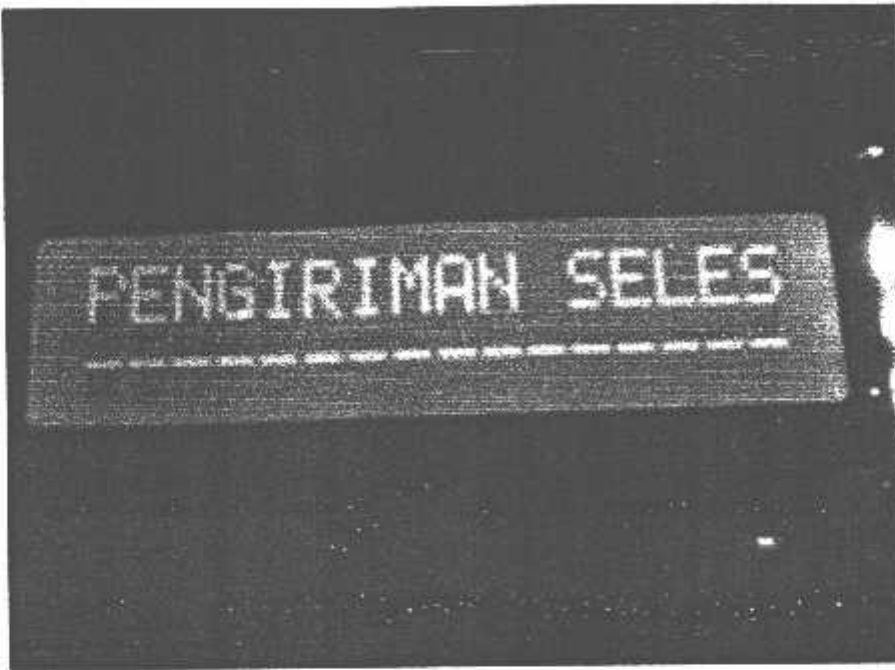
Gambar Pilihan Menu 2 (Pemesanan Makanan & Fasilitas)



Gambar Pilihan Menu 2 (Pemesanan Makanan & Fasilitas)



Gambar Proses Pengiriman Data ke Komputer Sentral



Gambar Tampilan Proses Selesai Mengirim Data

1. Overview

This MCU is built using the high-performance silicon gate CMOS process using a R8C/Tiny Series CPU core and is packaged in a 32-pin plastic molded LQFP. This MCU operates using sophisticated instructions featuring a high level of instruction efficiency. With 1M bytes of address space, it is capable of executing instructions at high speed.

The data flash ROM (2 KB X 2 blocks) is embedded.

1.1 Applications

Electric household appliance, office equipment, housing equipment (sensor, security), general industrial equipment, audio, etc.

1.2 Performance Outline

Table 1.1. lists the performance outline of this MCU.

Table 1.1 Performance outline

Item	Performance	
CPU	Number of basic instructions	89 instructions
	Shortest instruction execution time	50 ns ($f(XIN) = 20$ MHz, $V_{CC} = 3.0$ to 5.5 V) 100 ns ($f(XIN) = 10$ MHz, $V_{CC} = 2.7$ to 5.5 V)
	Operating mode	Single-chip
	Address space	1M bytes
	Memory capacity	See Table 1.2.
Peripheral function	Interrupt	Internal: 11 factors, External: 5 factors, Software: 4 factors, Priority level: 7 levels
	Watchdog timer	15 bits x 1 (with prescaler) Reset start function selectable
	Timer	Timer X: 8 bits x 1 channel, Timer Y: 8 bits x 1 channel, Timer Z: 8 bits x 1 channel (Each timer equipped with 8-bit prescaler) Timer C: 16 bits x 1 channel Circuits of input capture and output compare.
	Serial interface	•1 channel Clock synchronous, UART •1 channel UART
	A/D converter	10-bit A/D converter: 1 circuit, 12 channels
	Clock generation circuit	2 circuits •Main clock generation circuit (Equipped with a built-in feedback resistor) •On-chip oscillator (high-speed, low-speed) On high-speed on-chip oscillator the frequency adjustment function is usable.
	Oscillation stop detection function	Stop detection of main clock oscillation
	Voltage detection circuit	Included
	Power on reset circuit	Included
	Port	Input/Output: 22 (including LED drive port), Input: 2 (LED drive I/O port: 8)
	Electrical characteristics	Power supply voltage
Power consumption		Typ.9 mA ($V_{CC} = 5.0$ V, ($f(XIN) = 20$ MHz, High-speed mode) Typ.5 mA ($V_{CC} = 3.0$ V, ($f(XIN) = 10$ MHz, High-speed mode) Typ.35 μ A ($V_{CC} = 3.0$ V, Wait mode, Peripheral clock stops) Typ.0.7 μ A ($V_{CC} = 3.0$ V, Stop mode)
Flash memory	Program/erase voltage	$V_{CC} = 2.7$ to 5.5 V
	Number of program/erase	10,000 times (Data area) 1,000 times (Program area)
Operating ambient temperature	-20 to 85°C -40 to 85°C (D-version)	
Package	32-pin plastic mold LQFP	

1.3 Block Diagram

Figure 1.1 shows this MCU block diagram.

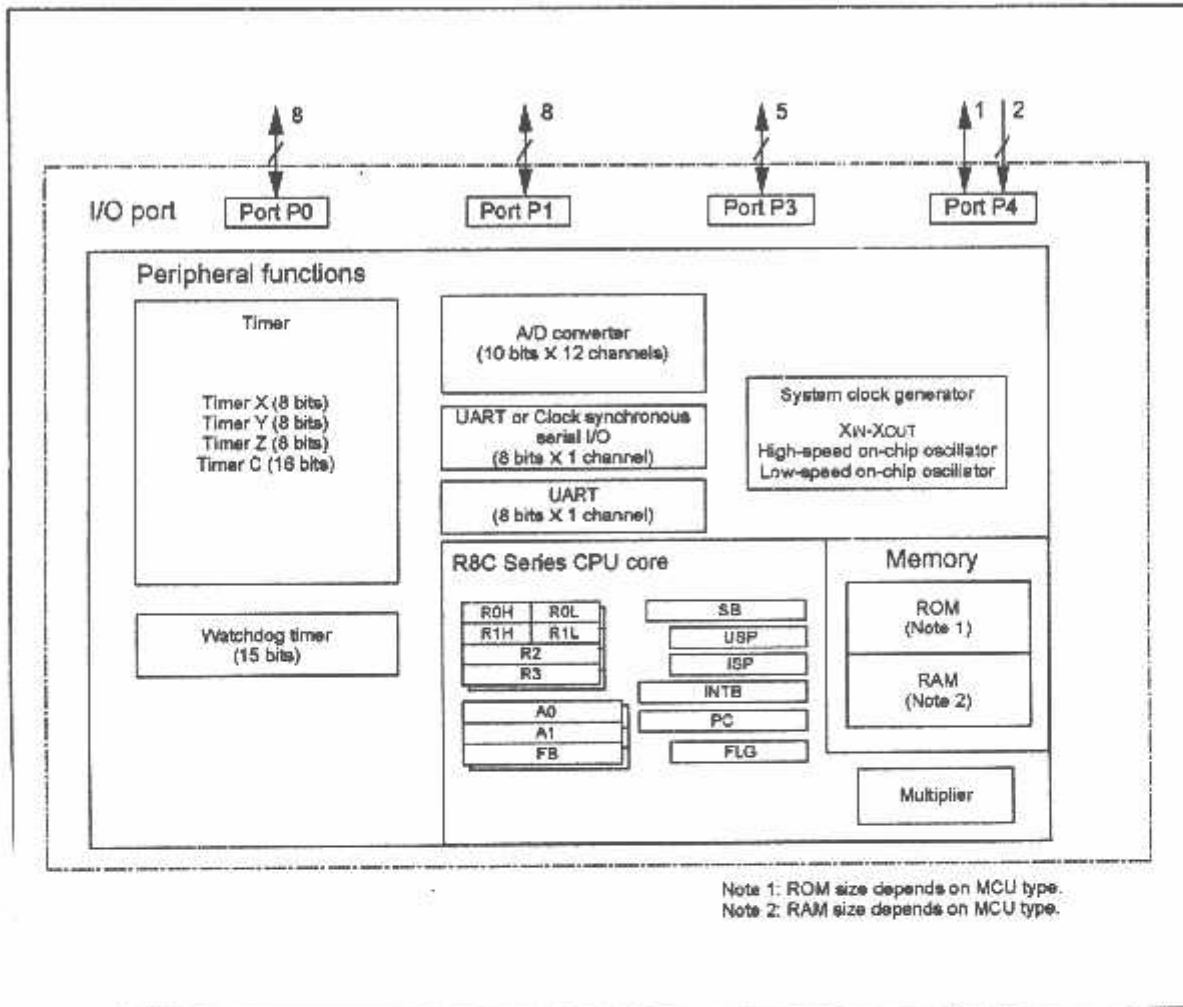


Figure 1.1 Block Diagram

1.4 Product Information

Table 1.2 lists the products.

Table 1.2 Product List

As of April 2005

Type No.	ROM capacity		RAM capacity	Package type	Remarks
	Program area	Data area			
R5F21132FP	8K bytes	2K bytes x 2	512 bytes	PLQP0032GB-A	Flash memory version
R5F21133FP	12K bytes	2K bytes x 2	768 bytes	PLQP0032GB-A	
R5F21134FP	16K bytes	2K bytes x 2	1K bytes	PLQP0032GB-A	
R5F21132DFP	8K bytes	2K bytes x 2	512 bytes	PLQP0032GB-A	D version
R5F21133DFP	12K bytes	2K bytes x 2	768 bytes	PLQP0032GB-A	
R5F21134DFP	16K bytes	2K bytes x 2	1K bytes	PLQP0032GB-A	

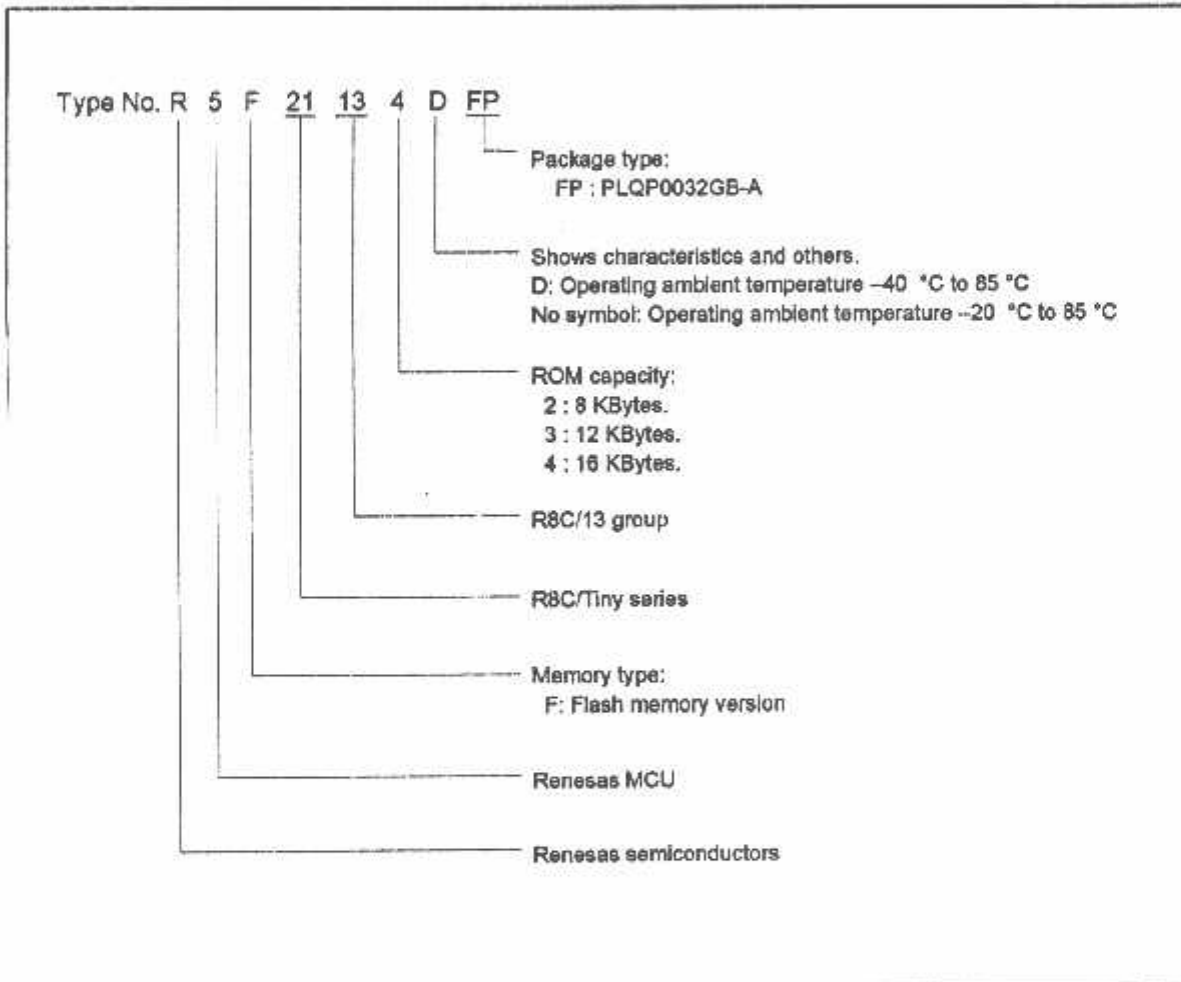
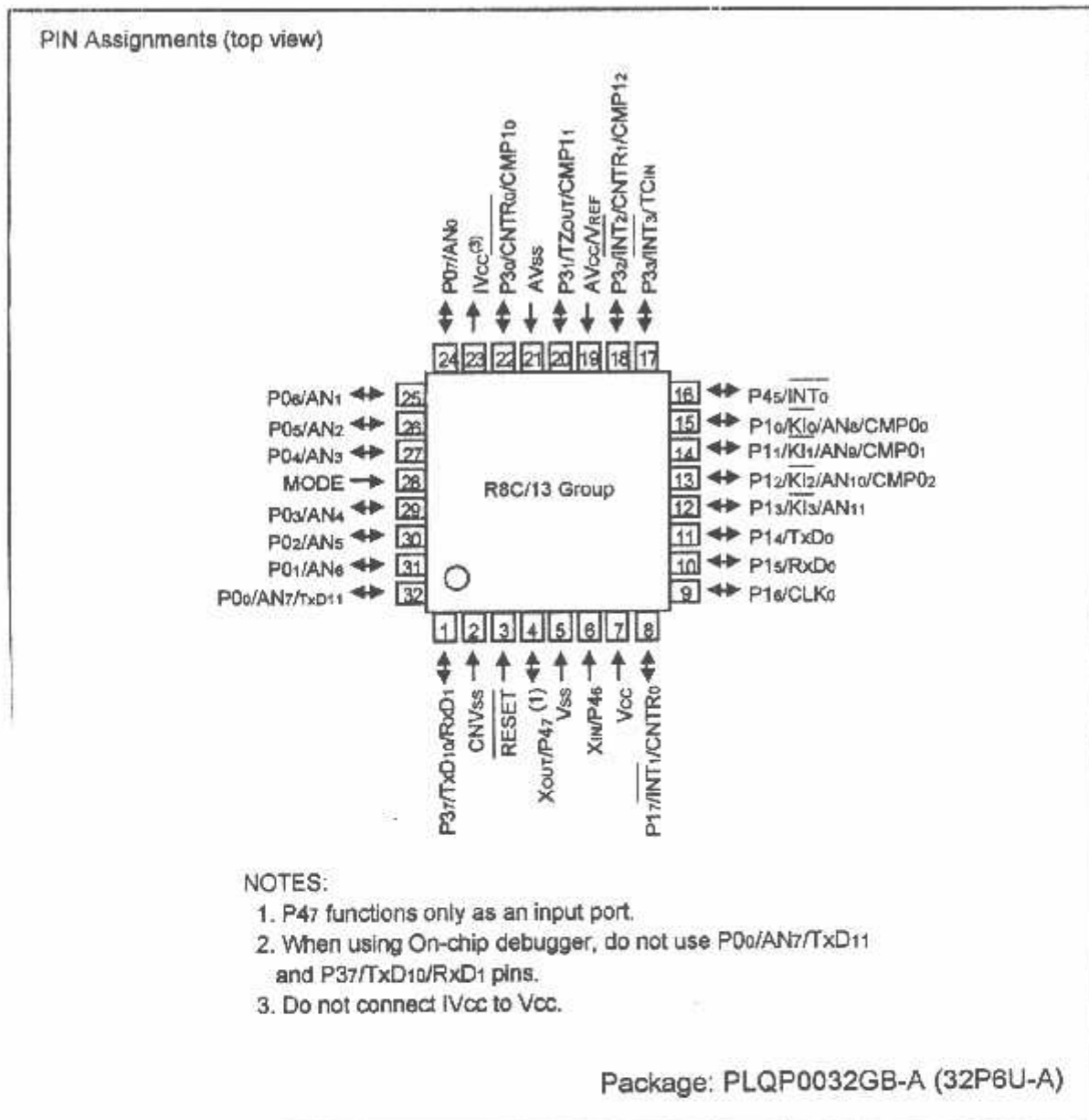


Figure 1.2 Type No., Memory Size, and Package

1.5 Pin Assignments

Figure 1.3 shows the pin configuration (top view).



NOTES:

1. P47 functions only as an input port.
2. When using On-chip debugger, do not use P00/AN7/TxD11 and P37/TxD10/RxD1 pins.
3. Do not connect IVcc to Vcc.

Figure 1.3 Pin Assignments (Top View)

1.6 Pin Description

Table 1.3 shows the pin description

Table 1.3 Pin description

Signal name	Pin name	I/O type	Function
Power supply input	Vcc, Vss	I	Apply 2.7 V to 5.5 V to the Vcc pin. Apply 0 V to the Vss pin.
IVcc	IVcc	O	This pin is to stabilize internal power supply. Connect this pin to Vss via a capacitor (0.1 μ F). Do not connect to Vcc.
Analog power supply input	AVcc, AVss	I	These are power supply input pins for A/D converter. Connect the AVcc pin to Vcc. Connect the AVss pin to Vss. Connect a capacitor between pins AVcc and AVss.
Reset input	RESET	I	"L" on this input resets the MCU.
CNVss	CNVss	I	Connect this pin to Vss via a resistor ⁽¹⁾ .
MODE	MODE	I	Connect this pin to Vcc via a resistor.
Main clock input	XIN	I	These pins are provided for the main clock generating circuit I/O. Connect a ceramic resonator or a crystal oscillator between the XIN and XOUT pins. To use an externally derived clock, input it to the XIN pin and leave the XOUT pin open.
Main clock output	XOUT	O	
INT interrupt input	INT0 to INT3	I	These are INT interrupt input pins.
Key input interrupt input	KI0 to KI3	I	These are key input interrupt pins.
Timer X	CNTR0	I/O	This is the timer X I/O pin.
	CNTR0	O	This is the timer X output pin.
Timer Y	CNTR1	I/O	This is the timer Y I/O pin.
Timer Z	TZOUT	O	This is the timer Z output pin.
Timer C	TCIN	I	This is the timer C input pin.
	CMP00 to CMP03, CMP10 to CMP13	O	These are the timer C output pins.
Serial interface	CLK0	I/O	This is a transfer clock I/O pin.
	RxD0, RxD1	I	These are serial data input pins.
	TxD0, TxD10, TxD11	O	These are serial data output pins.
Reference voltage input	VREF	I	This is a reference voltage input pin for A/D converter. Connect the VREF pin to Vcc.
A/D converter	AN0 to AN11	I	These are analog input pins for A/D converter.
I/O port	P00 to P07, P10 to P17, P30 to P33, P37, P45	I/O	These are 8-bit CMOS I/O ports. Each port has an I/O select direction register, allowing each pin in that port to be directed for input or output individually. Any port set to input can select whether to use a pull-up resistor or not by program. P10 to P17 also function as LED drive ports.
Input port	P46, P47	I	These are input only pins.

2. Central Processing Unit (CPU)

Figure 2.1 shows the CPU registers. The CPU has 13 registers. Of these, R0, R1, R2, R3, A0, A1 and FB comprise a register bank. There are two register banks.

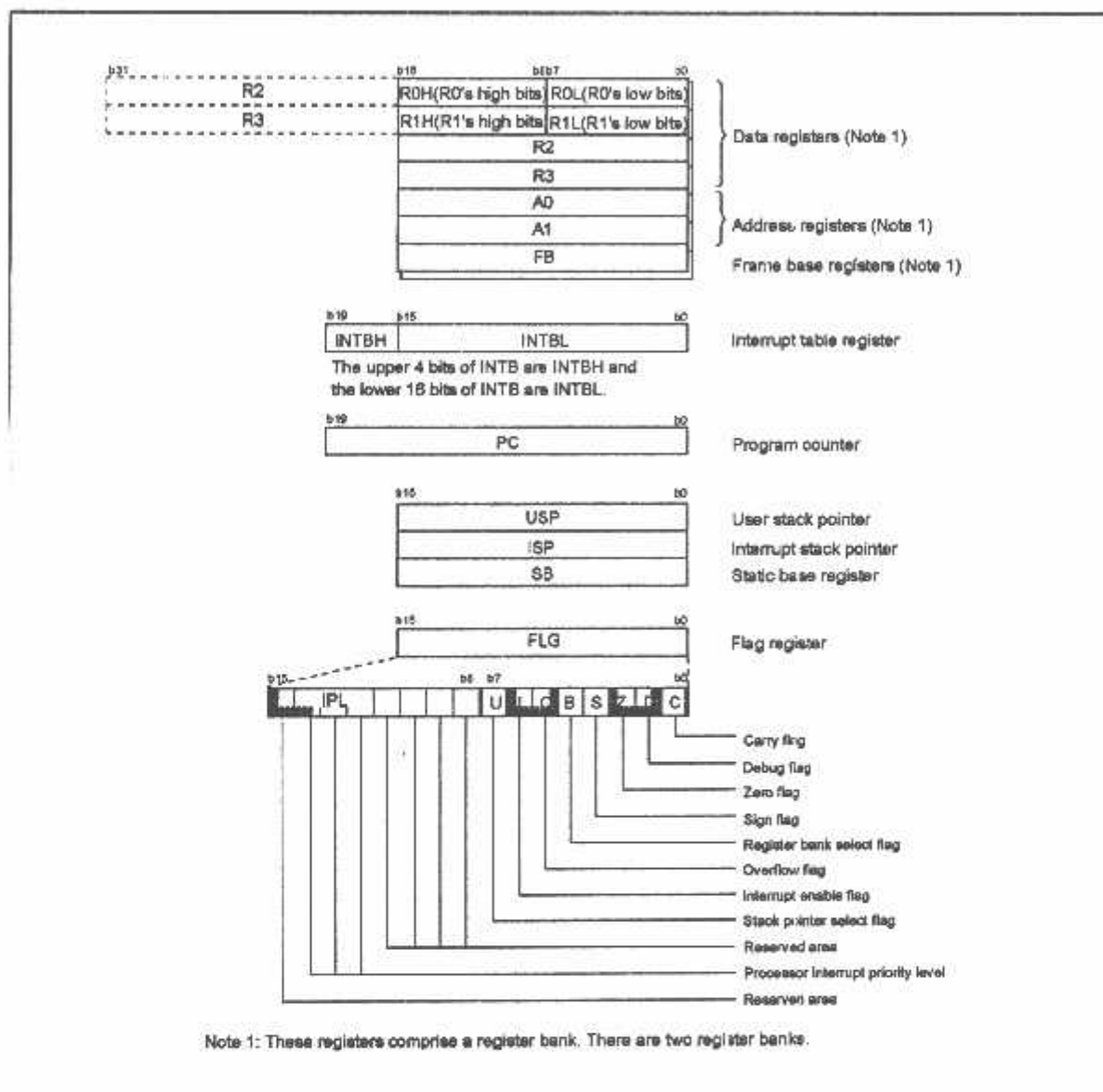


Figure 2.1 Central Processing Unit Register

2.1 Data Registers (R0, R1, R2 and R3)

The R0 register consists of 16 bits, and is used mainly for transfers and arithmetic/logic operations. R1 to R3 are the same as R0.

The R0 register can be separated between high (R0H) and low (R0L) for use as two 8-bit data registers. R1H and R1L are the same as R0H and R0L. Conversely, R2 and R0 can be combined for use as a 32-bit data register (R2R0). R3R1 is the same as R2R0.

2.2 Address Registers (A0 and A1)

The register A0 consists of 16 bits, and is used for address register indirect addressing and address register relative addressing. They also are used for transfers and logic/logic operations. A1 is the same as A0.

In some instructions, registers A1 and A0 can be combined for use as a 32-bit address register (A1A0).

2.3 Frame Base Register (FB)

FB is configured with 16 bits, and is used for FB relative addressing.

2.4 Interrupt Table Register (INTB)

INTB is configured with 20 bits, indicating the start address of an interrupt vector table.

2.5 Program Counter (PC)

PC is configured with 20 bits, indicating the address of an instruction to be executed.

2.6 User Stack Pointer (USP) and Interrupt Stack Pointer (ISP)

Stack pointer (SP) comes in two types: USP and ISP, each configured with 16 bits.

Your desired type of stack pointer (USP or ISP) can be selected by the U flag of FLG.

2.7 Static Base Register (SB)

SB is configured with 16 bits, and is used for SB relative addressing.

2.8 Flag Register (FLG)

FLG consists of 11 bits, indicating the CPU status.

2.8.1 Carry Flag (C Flag)

This flag retains a carry, borrow, or shift-out bit that has occurred in the arithmetic/logic unit.

2.8.2 Debug Flag (D Flag)

The D flag is used exclusively for debugging purpose. During normal use, it must be set to "0".

2.8.3 Zero Flag (Z Flag)

This flag is set to "1" when an arithmetic operation resulted in 0; otherwise, it is "0".

2.8.4 Sign Flag (S Flag)

This flag is set to "1" when an arithmetic operation resulted in a negative value; otherwise, it is "0".

2.8.5 Register Bank Select Flag (B Flag)

Register bank 0 is selected when this flag is "0"; register bank 1 is selected when this flag is "1".

2.8.6 Overflow Flag (O Flag)

This flag is set to "1" when the operation resulted in an overflow; otherwise, it is "0".

2.8.7 Interrupt Enable Flag (I Flag)

This flag enables a maskable interrupt.

Maskable interrupts are disabled when the I flag is "0", and are enabled when the I flag is "1". The I flag is cleared to "0" when the interrupt request is accepted.

2.8.8 Stack Pointer Select Flag (U Flag)

ISP is selected when the U flag is "0"; USP is selected when the U flag is "1".

The U flag is cleared to "0" when a hardware interrupt request is accepted or an INT instruction for software interrupt Nos. 0 to 31 is executed.

2.8.9 Processor Interrupt Priority Level (IPL)

IPL is configured with three bits, for specification of up to eight processor interrupt priority levels from level 0 to level 7.

If a requested interrupt has priority greater than IPL, the interrupt is enabled.

2.8.10 Reserved Area

When write to this bit, write "0". When read, its content is indeterminate.

3. Memory

Figure 3.1 is a memory map of this MCU. The address space extends the 1M bytes from address 00000₁₆ to FFFFF₁₆.

The internal ROM (program area) is allocated in a lower address direction beginning with address 0FFFF₁₆. For example, a 16-Kbyte internal ROM is allocated to the addresses from 0C000₁₆ to 0FFFF₁₆.

The fixed interrupt vector table is allocated to the addresses from 0FFDC₁₆ to 0FFFF₁₆. Therefore, store the start address of each interrupt routine here.

The internal ROM (data area) is allocated to the addresses from 02000₁₆ to 02FFF₁₆.

The internal RAM is allocated in an upper address direction beginning with address 00400₁₆. For example, a 1-Kbyte internal RAM is allocated to the addresses from 00400₁₆ to 007FF₁₆. In addition to storing data, the internal RAM also stores the stack used when calling subroutines and when interrupts are generated.

Special function registers (SFR) are allocated to the addresses from 00000₁₆ to 002FF₁₆. Peripheral function control registers are located here. Of the SFR, any space which has no functions allocated is reserved for future use and cannot be used by users.

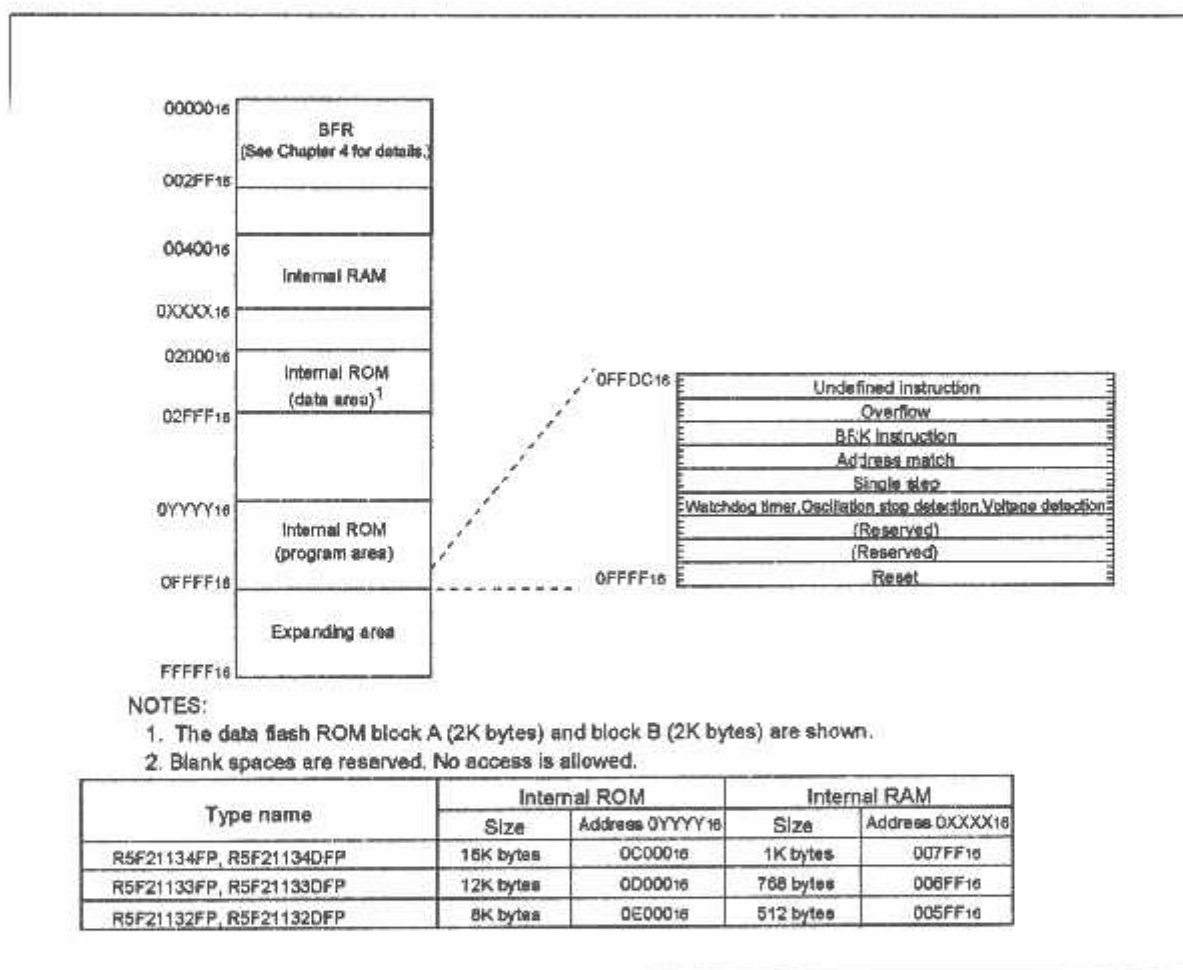


Figure 3.1 Memory Map

4. Special Function Register (SFR)

SFR(Special Function Register) is the control register of peripheral functions. Tables 4.1 to 4.4 list the SFR information

Table 4.1 SFR Information(1)(1)

Address	Register	Symbol	After reset
0000h			
0001h			
0002h			
0003h			
0004h	Processor mode register 0 ¹	PM0	001h
0005h	Processor mode register 1	PM1	001h
0006h	System clock control register 0	CM0	011010002
0007h	System clock control register 1	CM1	001000002
0008h	High-speed on-chip oscillator control register 0	HR0	001h
0009h	Address match interrupt enable register	AIER	XXXXXXXX0z
000Ah	Protect register	PRCR	00XXXX002
000Bh	High-speed on-chip oscillator control register 1	HR1	401h
000Ch	Oscillation stop detection register	OCD	000001002
000Dh	Watchdog timer reset register	WOTR	XX1h
000Eh	Watchdog timer start register	WOTS	XX1h
000Fh	Watchdog timer control register	WDC	000111112
0010h	Address match interrupt register 0	RMAD0	001h
0011h			001h
0012h			X01h
0013h			
0014h	Address match interrupt register 1	RMAD1	001h
0015h			001h
0016h			X01h
0017h			
0018h			
0019h	Voltage detection register 1 ²	VCR1	0C0010002
001Ah	Voltage detection register 2 ²	VCR2	001h ³ 100000002 ⁴
001Bh			
001Ch			
001Dh			
001Eh	INT0 input filter select register	INT0F	XXXXXXXX00z
001Fh	Voltage detection interrupt register ²	D4INT	001h ³ 010000012 ⁴
0020h			
0021h			
0022h			
0023h			
0024h			
0025h			
0026h			
0027h			
0028h			
0029h			
002Ah			
002Bh			
002Ch			
002Dh			
002Eh			
002Fh			
0030h			
0031h			
0032h			
0033h			
0034h			
0035h			
0036h			
0037h			
0038h			
0039h			
003Ah			
003Bh			
003Ch			
003Dh			
003Eh			
003Fh			

Undefined

TES:

1. Blank columns are all reserved space. No access is allowed.

2. Software reset or the watchdog timer reset does not affect this register.

3. Owing to Reset input.

4. In the case of RESET pin = H retaining.

Table 4.2 SFR Information(2)⁽¹⁾

Address	Register	Symbol	After reset
0040 ₁₆			
0041 ₁₆			
0042 ₁₆			
0043 ₁₆			
0044 ₁₆			
0045 ₁₆			
0046 ₁₆			
0047 ₁₆			
0048 ₁₆			
0049 ₁₆			
004A ₁₆			
004B ₁₆			
004C ₁₆			
004D ₁₆	Key Input Interrupt control register	KUPIC	XXXXX0002
004E ₁₆	AD conversion interrupt control register	ADIC	XXXXX0002
004F ₁₆			
0050 ₁₆	Compare 1 interrupt control register	CMP1IC	XXXXX0002
0051 ₁₆	UART0 transmit interrupt control register	S0TIC	XXXXX0002
0052 ₁₆	UART0 receive interrupt control register	S0RIC	XXXXX0002
0053 ₁₆	UART1 transmit interrupt control register	S1TIC	XXXXX0002
0054 ₁₆	UART1 receive interrupt control register	S1RIC	XXXXX0002
0055 ₁₆	INT2 interrupt control register	INT2IC	XXXXX0002
0056 ₁₆	Timer X interrupt control register	TXIC	XXXXX0002
0057 ₁₆	Timer Y interrupt control register	TYIC	XXXXX0002
0058 ₁₆	Timer Z interrupt control register	TZIC	XXXXX0002
0059 ₁₆	INT1 interrupt control register	INT1IC	XXXXX0002
005A ₁₆	INT3 interrupt control register	INT3IC	XXXXX0002
005B ₁₆	Timer C interrupt control register	TCIC	XXXXX0002
005C ₁₆	Compare 0 interrupt control register	CMP0IC	XXXXX0002
0060 ₁₆	INT0 interrupt control register	INT0IC	XX00X0002
006E ₁₆			
006F ₁₆			
0080 ₁₆			
0081 ₁₆			
0082 ₁₆			
0083 ₁₆			
0084 ₁₆			
0085 ₁₆			
0086 ₁₆			
0087 ₁₆			
0088 ₁₆			
0089 ₁₆			
008A ₁₆			
008B ₁₆			
008C ₁₆			
008D ₁₆			
008E ₁₆			
008F ₁₆			
0070 ₁₆			
0071 ₁₆			
0072 ₁₆			
0073 ₁₆			
0074 ₁₆			
0075 ₁₆			
0076 ₁₆			
0077 ₁₆			
0078 ₁₆			
0079 ₁₆			
007A ₁₆			
007B ₁₆			
007C ₁₆			
007D ₁₆			
007E ₁₆			
007F ₁₆			

: Undefined

JES:

I. Blank columns are all reserved space. No access is allowed.

Table 4.3 SFR Information(3)(1)

Address	Register	Symbol	After reset
008016	Timer Y, Z mode register	TYZMR	0016
008116	Prescaler Y	PREY	FF16
008216	Timer Y secondary	TYSC	FF16
008316	Timer Y primary	TYPR	FF16
008416	Timer Y, Z waveform output control register	PUM	0016
008516	Prescaler Z	PREZ	FF16
008616	Timer Z secondary	TZSC	FF16
008716	Timer Z primary	TZPR	FF16
008816			
008916			
008A16	Timer Y, Z output control register	TYZOC	0016
008B16	Timer X mode register	TXMR	0016
008C16	Prescaler X	PREX	FF16
008D16	Timer X register	TX	FF16
008E16	Count source set register	TCSS	0016
008F16			
009016	Timer C register	TC	0016
009116			0016
009216			
009316			
009416			
009516			
009616	External input enable register	INTEN	0016
009716			
009816	Key input enable register	KIEN	0016
009916			
009A16	Timer C control register 0	TCC0	0016
009B16	Timer C control register 1	TCC1	0016
009C16	Capture, compare 0 register	TM0	0016
009D16			0016 ²
009E16	Compare 1 register	TM1	FF16
009F16			FF16
00A016	UART0 transmit/receive mode register	U0MR	0016
00A116	UART0 bit rate register	U0BRG	XX16
00A216	UART0 transmit buffer register	U0TB	XX16
00A316			XX16
00A416	UART0 transmit/receive control register 0	U0C0	000010002
00A516	UART0 transmit/receive control register 1	U0C1	00000102
00A616	UART0 receive buffer register	U0RB	XX16
00A716			XX16
00A816	UART1 transmit/receive mode register	U1MR	0016
00A916	UART1 bit rate register	U1BRG	XX16
00AA16	UART1 transmit buffer register	U1TB	XX16
00AB16			XX16
00AC16	UART1 transmit/receive control register 0	U1C0	000010002
00AD16	UART1 transmit/receive control register 1	U1C1	00000102
00AE16	UART1 receive buffer register	U1RB	XX16
00AF16			XX16
00B016	UART transmit/receive control register 2	UCON	0016
00E116			
00E216			
00E316			
00E416			
00E516			
00E616			
00E716			
00E816			
00E916			
00EA16			
00EB16			
00EC16			
00ED16			
00EE16			
00EF16			

: Undefined

(1)ES:

1. Blank columns are all reserved space. No access is allowed.

2. When the output compare mode is selected (the TCC13 bit in the TCC1 register = 1), the value is set to FFFF16.

Table 4.4 SFR Information(4)⁽¹⁾

Address	Register	Symbol	After reset
00C0 ₁₆	AD register	AD	XX ₁₆
00C1 ₁₆			
00C2 ₁₆			
00C3 ₁₆			
00C4 ₁₆			
00C5 ₁₆			
00C6 ₁₆			
00C7 ₁₆			
00C8 ₁₆			
00C9 ₁₆			
00CA ₁₆			
00CB ₁₆			
00CC ₁₆			
00CD ₁₆			
00CE ₁₆			
00CF ₁₆			
00D0 ₁₆			
00D1 ₁₆			
00D2 ₁₆			
00D3 ₁₆			
00D4 ₁₆	AD control register 2	ADCON2	00 ₁₆
00D5 ₁₆			
00D6 ₁₆	AD control register 0	ADCON0	0000XX ₂
00D7 ₁₆	AD control register 1	ADCON1	00 ₁₆
00D8 ₁₆			
00D9 ₁₆			
00DA ₁₆			
00DB ₁₆			
00DC ₁₆			
00DD ₁₆			
00DE ₁₆			
00DF ₁₆			
00E0 ₁₆	Port P0 register	P0	XX ₁₆
00E1 ₁₆	Port P1 register	P1	XX ₁₆
00E2 ₁₆	Port P0 direction register	PD0	00 ₁₆
00E3 ₁₆	Port P1 direction register	PD1	00 ₁₆
00E4 ₁₆			
00E5 ₁₆	Port P3 register	P3	XX ₁₆
00E6 ₁₆			
00E7 ₁₆	Port P3 direction register	PD3	00 ₁₆
00E8 ₁₆	Port P4 register	P4	XX ₁₆
00E9 ₁₆			
00EA ₁₆	Port P4 direction register	PD4	00 ₁₆
00EB ₁₆			
00EC ₁₆			
00ED ₁₆			
00EE ₁₆			
00EF ₁₆			
00F0 ₁₆			
00F1 ₁₆			
00F2 ₁₆			
00F3 ₁₆			
00F4 ₁₆			
00F5 ₁₆			
00F6 ₁₆			
00F7 ₁₆			
00F8 ₁₆			
00F9 ₁₆			
00FA ₁₆			
00FB ₁₆			
00FC ₁₆	Pull-up control register 0	PUR0	00XX0000 ₂
00FD ₁₆	Pull-up control register 1	PUR1	XXXXXX0X ₂
00FE ₁₆	Port P1 drive capacity control register	DRR	00 ₁₆
00FF ₁₆	Timer C output control register	TCOUT	00 ₁₆
01B3 ₁₆	Flash memory control register 4	FMR4	01000000 ₂
01B4 ₁₆			
01B5 ₁₆	Flash memory control register 1	FMR1	100000X ₂
01B6 ₁₆			
01B7 ₁₆	Flash memory control register 0	FMR0	0000001 ₂
0FFF ₁₆	Option function select register ⁽²⁾	OFS	Note 2

Undefined

(1)ES:

The blank areas, 0100₁₆ to 01B2₁₆ and 01B8₁₆ to 02FF₁₆ are reserved and cannot be used by users.

The watchdog timer control bit is assigned. Refer to "Figure 11.2. OFS, WDC, WDTR and WDT5 registers" of Hardware Manual for details.

5. Electrical Characteristics

Table 5.1 Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter	Condition	Rated value	Unit
V _{CC}	Supply voltage	V _{CC} =AV _{CC}	-0.3 to 6.5	V
AV _{CC}	Analog supply voltage	V _{CC} =AV _{CC}	-0.3 to 6.5	V
V _I	Input voltage		-0.3 to V _{CC} +0.3	V
V _O	Output voltage		-0.3 to V _{CC} +0.3	V
P _d	Power dissipation	T _{opr} =25 °C	300	mW
T _{opr}	Operating ambient temperature		-20 to 85 / -40 to 85 (D version)	°C
T _{stg}	Storage temperature		-65 to 150	°C

Table 5.2 Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Conditions	Standard			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
V _{CC}	Supply voltage		2.7	—	5.5	V	
AV _{CC}	Analog supply voltage		—	V _{CC} ²	—	V	
V _{ES}	Supply voltage		—	0	—	V	
AV _{ES}	Analog supply voltage		—	0	—	V	
V _{IH}	"H" input voltage		0.8V _{CC}	—	V _{CC}	V	
V _{IL}	"L" input voltage		0	—	0.2V _{CC}	V	
I _{OH (sum)}	"H" peak all output currents	Sum of all pins' IOH (peak)	—	—	-60.0	mA	
I _{OH (peak)}	"H" peak output current		—	—	-10.0	mA	
I _{OH (avg)}	"H" average output current		—	—	-5.0	mA	
I _{OL (sum)}	"L" peak all output currents	Sum of all pins' IOL (peak)	—	—	60	mA	
I _{OL (peak)}	"L" peak output current	Except P10 to P17	—	—	10	mA	
		P10 to P17	Drive ability HIGH	—	—	30	mA
			Drive ability LOW	—	—	10	mA
I _{OL (avg)}	"L" average output current	Except P10 to P17	—	—	5	mA	
		P10 to P17	Drive ability HIGH	—	—	15	mA
			Drive ability LOW	—	—	5	mA
f (Xin)	Main clock input oscillation frequency	3.0V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	0	—	20	MHz	
		2.7V ≤ V _{CC} < 3.0V	0	—	10	MHz	

Note

- 1: Referenced to V_{CC} = AV_{CC} = 2.7 to 5.5V at T_{opr} = -20 to 85 °C / -40 to 85 °C unless otherwise specified.
- 2: The mean output current is the mean value within 100ms.
- 3: Set V_{CC}=AV_{CC}

Table 5.3 A/D Conversion Characteristics

Symbol	Parameter		Measuring condition	Standard			Unit	
				Min.	Typ.	Max.		
—	Resolution		$V_{ref}=V_{CC}$	—	—	10	Bit	
—	Absolute accuracy	10 bit mode	$f_{AD}=10\text{ MHz}$, $V_{ref}=V_{CC}=5.0\text{V}$	—	—	± 3	LSB	
		8 bit mode	$f_{AD}=10\text{ MHz}$, $V_{ref}=V_{CC}=5.0\text{V}$	—	—	± 2	LSB	
		10 bit mode	$f_{AD}=10\text{ MHz}$, $V_{ref}=V_{CC}=3.3\text{V}^2$	—	—	± 5	LSB	
		8 bit mode	$f_{AD}=10\text{ MHz}$, $V_{ref}=V_{CC}=3.3\text{V}^3$	—	—	± 2	LSB	
R_{LADDER}	Ladder resistance		$V_{REF}=V_{CC}$	10	—	40	k Ω	
t_{CONV}	Conversion time		10 bit mode	$f_{AD}=10\text{ MHz}$, $V_{ref}=V_{CC}=5.0\text{V}$	3.3	—	μs	
			8 bit mode	$f_{AD}=10\text{ MHz}$, $V_{ref}=V_{CC}=5.0\text{V}$	2.8	—	μs	
V_{REF}	Reference voltage			—	V_{CC}^4	—	V	
V_{IA}	Analog input voltage			0	—	V_{ref}	V	
—	A/D operation clock frequency ²		Without sample & hold		0.25	—	10	MHz
			With sample & hold		1.0	—	10	MHz

Note

- 1: Referenced to $V_{CC}=AV_{CC}=2.7$ to 5.5V at $T_{opr} = -20$ to $85\text{ }^\circ\text{C}$ / -40 to $85\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.
- 2: When f_{AD} is 10 MHz more, divide the f_{AD} and make A/D operation clock frequency (ϕ_{AD}) lower than 10 MHz.
- 3: When the AV_{CC} is less than 4.2V, divide the f_{AD} and make A/D operation clock frequency (ϕ_{AD}) lower than $f_{AD}/2$.
- 4: Set $V_{oc}=V_{ref}$

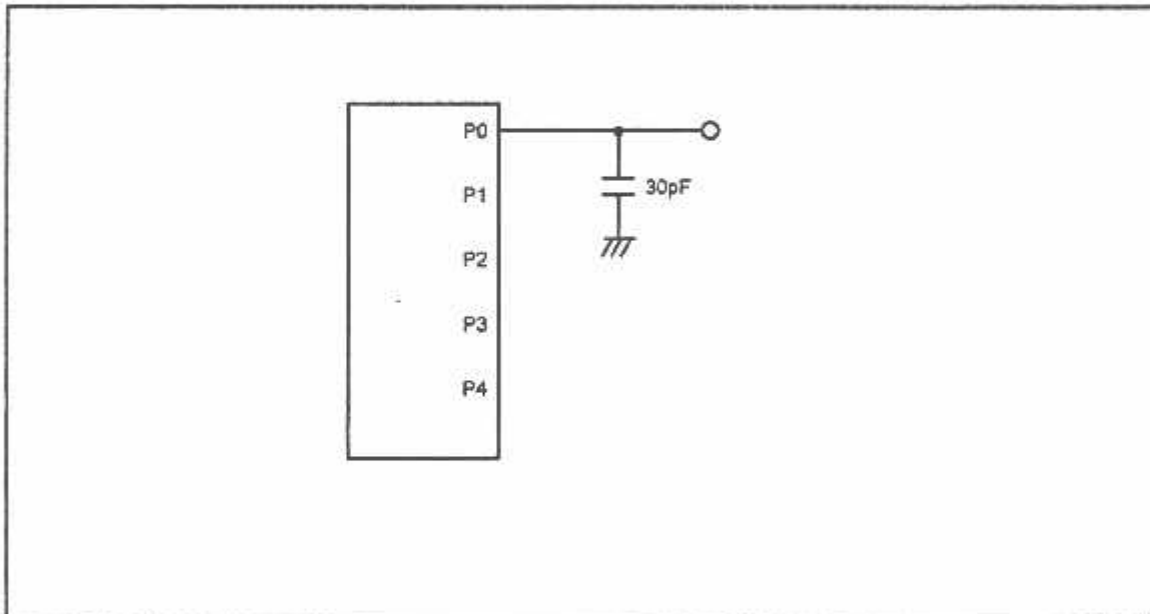


Figure 5.1 Port P0 to P4 measurement circuit

Table 5.4 Flash Memory (Program area) Electrical Characteristics

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
—	Program/Erase cycle ²		1000 ³	—	—	cycle
—	Byte program time	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	50	—	µs
—	Block erase time	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	0.4	—	s
t _{d(SR-ES)}	Time delay from Suspend Request until Erase Suspend		—	—	8	ms
—	Erase Suspend Request Interval		10	—	—	ms
—	Program, Erase Voltage		2.7	—	5.5	V
—	Read Voltage		2.7	—	5.5	V
—	Program, Erase Temperature		0	—	60	°C
—	Data-retention duration	Topr = 55 °C	20	—	—	year

Table 5.5 Flash Memory (Data area Block A, Block B) Electrical Characteristics⁴

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
—	Program/Erase endurance ²		10000 ³	—	—	times
—	Byte program time(program/erase endurance ≤1000 times)	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	50	400	µs
—	Byte program time(program/erase endurance >1000 times)	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	65	—	µs
—	Block erase time(program/erase endurance ≤1000 times)	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	0.2	9	s
—	Block erase time(program/erase endurance >1000 times)	Vcc = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	0.3	—	s
t _{d(SR-ES)}	Time delay from Suspend Request until Erase Suspend		—	—	8	ms
—	Erase Suspend Request Interval		10	—	—	ms
—	Program, Erase Voltage		2.7	—	5.5	V
—	Read Voltage		2.7	—	5.5	V
—	Program/Erase Temperature		-20(-40) ⁸	—	85	°C
—	Data-retention duration	Topr = 55 °C	20	—	—	year

Note

- 1: Referenced to Vcc=AVcc=2.7 to 5.5V at Topr = 0°C to 60°C unless otherwise specified.
- 2: Definition of Program/Erase
The cycle of Program/Erase shows a cycle for each block.
If the program/erase number is "n" (n = 1000, 10000), "n" times erase can be performed for each block.
For example, if performing one-byte write to the distinct addresses on Block A of 2K-byte block 2048 times and then erasing that block, the number of Program/Erase cycles is one time.
However, performing multiple writes to the same address before an erase operation is prohibited (overwriting prohibited).
- 3: Maximum numbers of Program/Erase cycles for which all electrical characteristics is guaranteed.
- 4: Table 5.5 applies for Block A or B when the Program/Erase cycles are more than 1000. The byte program time up to 1000 cycles are the same as that of the program area (see Table 5.4).
- 5: To reduce the number of Program/Erase cycles, a block erase should ideally be performed after writing in series as many distinct addresses (only one time each) as possible. If programming a set of 16 bytes, write up to 128 sets and then erase them one time. This will result in ideally reducing the number of Program/Erase cycles. Additionally, averaging the number of Program/Erase cycles for Block A and B will be more effective. It is important to track the total number of block erases and restrict the number.
- 6: If error occurs during block erase, attempt to execute the clear status register command, then the block erase command at least three times until the erase error disappears.
- 7: Customers desiring Program/Erase failure rate information should contact their Renesas technical support representative.
- 8: -40 °C for D version.

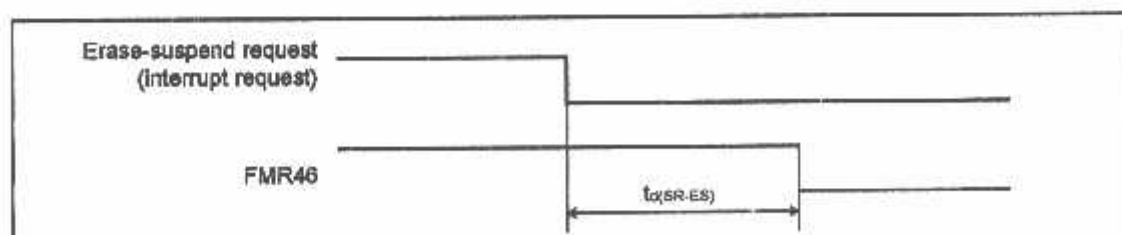


Figure 5.2 Time delay from Suspend Request until Erase Suspend

Table 5.6 Voltage Detection Circuit Electrical Characteristics

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Vdet	Voltage detection level		3.3	3.8	4.3	V
—	Voltage detection interrupt request generating time ²		—	40	—	μs
—	Voltage detection circuit self consumption current	VC27=1, VCC=5.0V	—	600	—	nA
t3(E-A)	Waiting time until voltage detection circuit operation starts ³		—	—	20	μs
V _{comh}	Microcomputer operation voltage minimum value		2.7	—	—	V

NOTES:

1. The measuring condition is $V_{CC} = AV_{CC} = 2.7V$ to $5.5V$ and $T_{opr} = -40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$.
2. This shows the time until the voltage detection interrupt request is generated since the voltage passes Vdet.
3. This shows the required time until the voltage detection circuit operates when setting to "1" again after setting the VC27 bit in the VCR2 register to "0".

Table 5.7 Reset Circuit Electrical Characteristics (When Using Hardware Reset 2^{1, 3})

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Vpor2	Power-on reset valid voltage	$-20^{\circ}C \leq T_{opr} < 85^{\circ}C$	—	—	Vdet	V
t _w (Vpor2-Vdet)	Supply voltage rising time when power-on reset is canceled ²	$-20^{\circ}C \leq T_{opr} < 85^{\circ}C$, t _w (por2) ≥ 0 μs	—	—	100	ms

NOTES:

1. The voltage detection circuit which is embedded in a microcomputer is a factor to generate the hardware reset 2. Refer to 5.1.2 Hardware Reset 2.
2. This condition is not applicable when using $V_{CC} \geq 1.0V$.
3. When turning power on after the external power has been held below the valid voltage for greater than 10 seconds, refer to Table 16.8 Reset Circuit Electrical Characteristics (When Not Using Hardware Reset 2).
4. t_w(por2) is time to hold the external power below effective voltage (Vpor2).

Table 5.8 Reset Circuit Electrical Characteristics (When Not Using Hardware Reset 2)

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Vpor1	Power-on reset valid voltage	$-20^{\circ}C \leq T_{opr} < 85^{\circ}C$	—	—	0.1	V
t _w (Vpor1-Vdet)	Supply voltage rising time when power-on reset is canceled	$0^{\circ}C \leq T_{opr} \leq 85^{\circ}C$, t _w (por1) $\geq 10e^2$	—	—	100	ms
t _w (Vpor1-Vdet)	Supply voltage rising time when power-on reset is canceled	$-20^{\circ}C \leq T_{opr} < 0^{\circ}C$, t _w (por1) $\geq 30e^2$	—	—	100	ms
t _w (Vpor1-Vdet)	Supply voltage rising time when power-on reset is canceled	$-20^{\circ}C \leq T_{opr} < 0^{\circ}C$, t _w (por1) $\geq 10e^2$	—	—	1	ms
t _w (Vpor1-Vdet)	Supply voltage rising time when power-on reset is canceled	$0^{\circ}C \leq T_{opr} \leq 85^{\circ}C$, t _w (por1) $\geq 1e^2$	—	—	0.5	ms

NOTES:

1. When not using hardware reset 2, use with $V_{CC} \geq 2.7V$.
2. t_w(por1) is time to hold the external power below effective voltage (Vpor1).

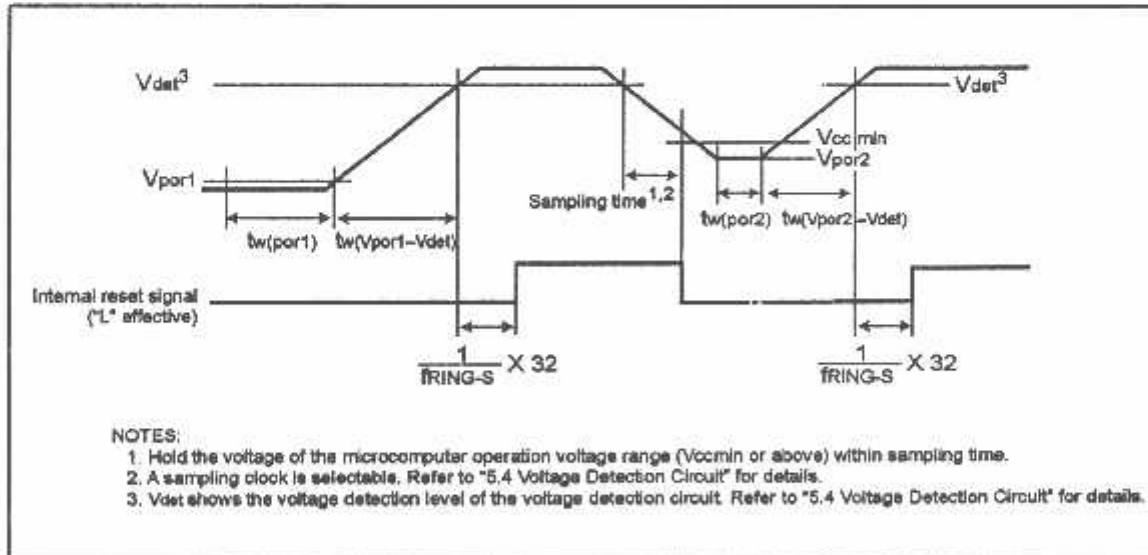


Figure 5.3 Reset Circuit Electrical Characteristics

Table 5.9 High-speed On-Chip Oscillator Circuit Electrical Characteristics

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
—	High-speed on-chip oscillator frequency $f = (f_0 - f_{offset}) + f_{adj}(HR)$ when the reset is released	VCC=5.0V, Topr=25 °C Set "401a" in the HR1 register	—	9	—	MHz
$t_{d}(f_{offset})$	Settable high-speed on-chip oscillator minimum period	VCC=5.0V, Topr=25 °C Set "001a" in the HR1 register	—	61	—	ns
$t_{d}(HR)$	High-speed on-chip oscillator period adjusted unit	Difference when setting "011a" and "001a" in the HR register	—	1	—	ns
—	High-speed on-chip oscillator temperature dependence(1)	Frequency fluctuation in temperature range of -10 °C to 50 °C	—	±5	—	%
—	High-speed on-chip oscillator temperature dependence(2)	Frequency fluctuation in temperature range of -40 °C to 85 °C	—	±10	—	%

NOTES:

1. The measuring condition is Vcc=AVcc=5.0 V and Topr=25 °C.

Table 5.10 Power Circuit Tinting Characteristics

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
$t_{d}(P-R)$	Time for internal power supply stabilization during power-on ²		1	—	2000	µs
$t_{d}(R-S)$	STOP release time ³		—	—	150	µs

Note

1: The measuring condition is Vcc=AVcc=2.7 to 5.5 V and Topr=25 °C.

2: This shows the wait time until the internal power supply generating circuit is stabilized during power-on.

3: This shows the time until BCLK starts from the interrupt acknowledgement to cancel stop mode.

Table 5.11 Electrical Characteristics (1) [Vcc=5V]

Symbol	Parameter		Measuring condition	Standard			Unit
				Min.	Typ.	Max.	
V _{OH}	"H" output voltage	Except Xout	I _{OH} =5mA	Vcc-2.0	—	Vcc	V
			I _{OH} =200µA	Vcc-0.3	—	Vcc	V
		Xout	Drive capacity HIGH I _{OH} =1 mA	Vcc-2.0	—	Vcc	V
			Drive capacity LOW I _{OH} =500µA	Vcc-2.0	—	Vcc	V
V _{OL}	"L" output voltage	P10 to P17 Except Xout	I _{OL} 5 mA	—	—	2.0	V
			I _{OL} 200 µA	—	—	0.45	V
		P10 to P17	Drive capacity HIGH I _{OL} 15 mA	—	—	2.0	V
			Drive capacity LOW I _{OL} 5 mA	—	—	2.0	V
			Drive capacity LOW I _{OL} 200 µA	—	—	0.45	V
		Xout	Drive capacity HIGH I _{OL} 1 mA	—	—	2.0	V
			Drive capacity LOW I _{OL} 500 µA	—	—	2.0	V
V _I -V _T	Hysteresis	INT0, INT1, INT2, INT3, K0, K1, K2, K3, CNTR0, CNTR1, TCIN, RxDr, RxDr, P46		0.2	—	1.0	V
		RESET		0.2	—	2.2	V
I _{IH}	"H" input current	V _I =5V	—	—	5.0	µA	
I _{IL}	"L" input current	V _I =0V	—	—	-5.0	µA	
R _{PULLUP}	Pull-up resistance	V _I =0V	30	50	167	kΩ	
R _{OH}	Feedback resistance	XH	—	1.0	—	MΩ	
f _{osc-s}	Low-speed on-chip oscillator frequency		40	125	250	kHz	
V _{IHAM}	RAM retention voltage	At stop mode	2.0	—	—	V	

Note

1: Referenced to Vcc=AVcc=4.2 to 5.5V at Topr = -20 to 85 °C / -40 to 85 °C, f(XH)=20MHz unless otherwise specified.

Table 5.12 Electrical Characteristics (2) [V_{CC}=5V]

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
I _{CC}	Power supply current (V _{CC} =3.3 to 5.5V) in single-chip mode, the output pins are open and other pins are V _{SS}	High-speed mode	X _{IN} =20 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator of Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division	—	9	15	mA
			X _{IN} =15 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator of Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division	—	8	14	mA
			X _{IN} =10 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator of Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division	—	5	—	mA
		Medium-speed mode	X _{IN} =20 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator of Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	—	4	—	mA
			X _{IN} =15 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator of Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	—	3	—	mA
			X _{IN} =10 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator of Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	—	2	—	mA
		High-speed on-chip oscillator mode	Main clock off High-speed on-chip oscillator on=8 MHz Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division	—	4	8	mA
			Main clock off High-speed on-chip oscillator on=8 MHz Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	—	1.5	—	mA
		Low-speed on-chip oscillator mode	Main clock off High-speed on-chip oscillator of Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	—	470	900	μA
		Wait mode	Main clock off High-speed on-chip oscillator of Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz When a WAIT instruction is executed ² Peripheral clock operation VC27="0"	—	40	80	μA
		Wait mode	Main clock off High-speed on-chip oscillator of Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz When a WAIT instruction is executed ² Peripheral clock off VC27="0"	—	38	76	μA
		Stop mode	Main clock off High-speed on-chip oscillator of Low-speed on-chip oscillator of CM10="1" Peripheral clock off VC27="0"	—	0.8	3.0	μA

NOTES

- 1: The power supply current measuring is executed using the measuring program on fresh memory.
2: Timer Y is operated with timer mode.

Timing requirements (Unless otherwise noted: $V_{CC} = 5V$, $V_{SS} = 0V$ at $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$) [$V_{CC}=5V$]

Table 5.13 XIN Input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_{c(XIN)}$	XIN input cycle time	50		ns
$t_{WH(XIN)}$	XIN input HIGH pulse width	25		ns
$t_{WL(XIN)}$	XIN input LOW pulse width	25		ns

Table 5.14 CNTR0 Input, CNTR1 Input, INT2 Input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_{c(CNTR0)}$	CNTR0 input cycle time	100		ns
$t_{WH(CNTR0)}$	CNTR0 input HIGH pulse width	40		ns
$t_{WL(CNTR0)}$	CNTR0 input LOW pulse width	40		ns

Table 5.15 TCIN Input, INT3 Input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_{c(TCIN)}$	TCIN input cycle time	400 ¹		ns
$t_{WH(TCIN)}$	TCIN input HIGH pulse width	200 ²		ns
$t_{WL(TCIN)}$	TCIN input LOW pulse width	200 ²		ns

NOTES

- 1 : When using the Timer C input capture mode, adjust the cycle time above (1/ Timer C count source frequency x 3).
- 2 : When using the Timer C input capture mode, adjust the pulse width above (1/ Timer C count source frequency x 1.5).

Table 5.16 Serial Interface

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_{c(CLK)}$	CLKi input cycle time	200		ns
$t_{w(CLKH)}$	CLKi input HIGH pulse width	100		ns
$t_{w(CLKL)}$	CLKi input LOW pulse width	100		ns
$t_{d(C-Q)}$	TxDi output delay time		80	ns
$t_{h(C-Q)}$	TxDi hold time	0		ns
$t_{su(D-C)}$	RxDi input setup time	35		ns
$t_{h(C-D)}$	RxDi input hold time	90		ns

Table 5.17 External Interrupt INT0 Input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_{w(INH)}$	INT0 input HIGH pulse width	250 ¹		ns
$t_{w(INL)}$	INT0 input LOW pulse width	250 ²		ns

NOTES

- 1 : When selecting the digital filter by the INT0 input filter select bit, use the INT0 input HIGH pulse width to the greater value, either (1/ digital filter clock frequency x 3) or the minimum value of standard.
- 2 : When selecting the digital filter by the INT0 input filter select bit, use the INT0 input LOW pulse width to the greater value, either (1/ digital filter clock frequency x 3) or the minimum value of standard.

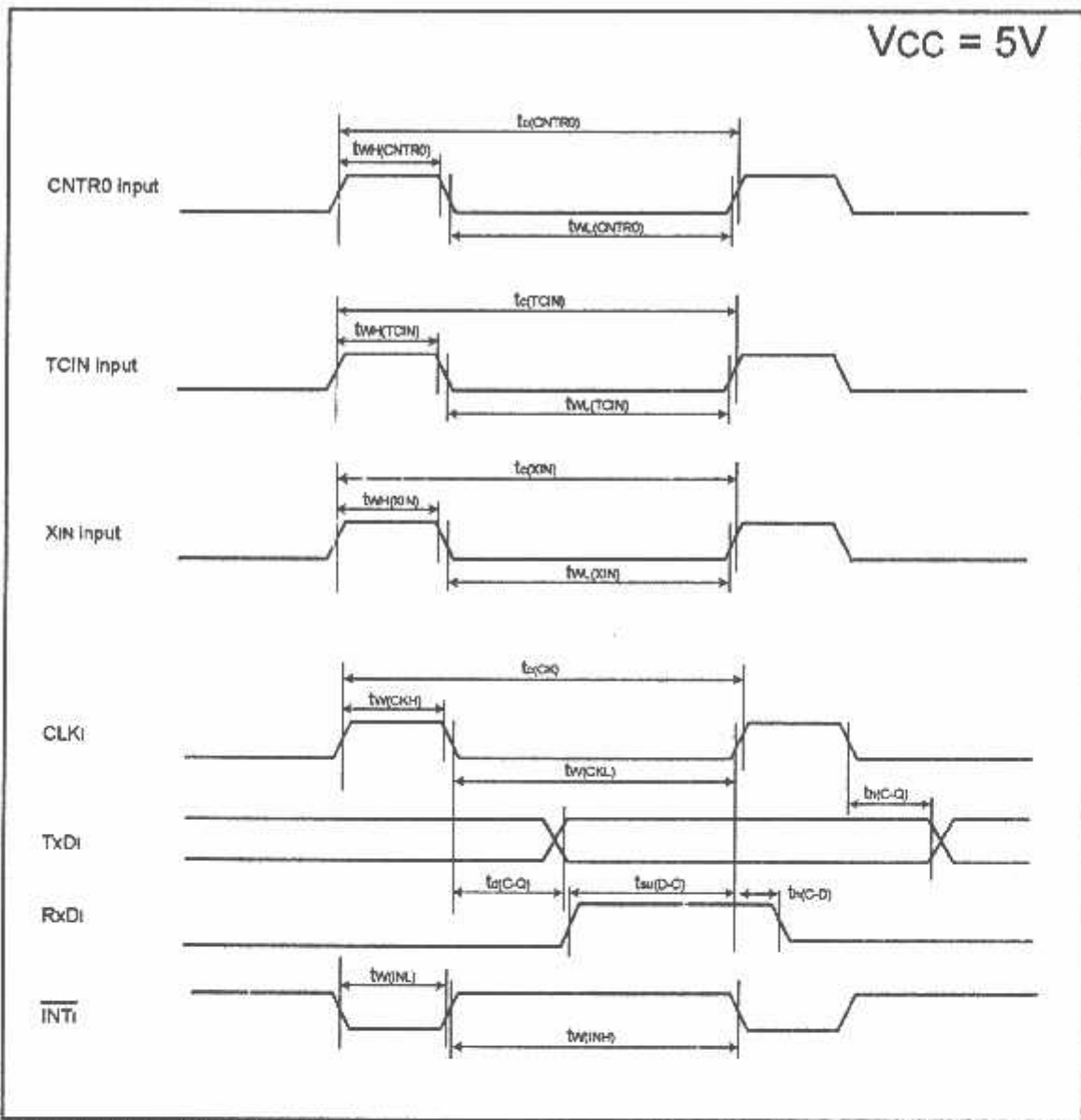


Figure 5.4 Vcc=5V timing diagram

Table 5.18 Electrical Characteristics (3) [Vcc=3V]

Symbol	Parameter		Measuring condition		Standard			Unit	
					Min.	Typ.	Max.		
V _{OH}	'H' output voltage	Except X _{OUT}	I _{OH} =-1 mA		V _{CC} -0.5	—	V _{CC}	V	
		X _{OUT}	Drive capacity HIGH	I _{OH} =-0.1 mA	V _{CC} -0.5	—	V _{CC}	V	
V _{OL}	'L' output voltage	P10 to P17 Except X _{OUT}	I _{OL} =1 mA		—	—	0.5	V	
			Drive capacity HIGH	I _{OL} =2 mA	—	—	0.5	V	
		X _{OUT}	Drive capacity LOW		I _{OL} =1 mA	—	—	0.5	V
			Drive capacity HIGH		I _{OL} =0.1 mA	—	—	0.5	V
			Drive capacity LOW		I _{OL} =50 μA	—	—	0.5	V
V _{IH} -V _{IL}	Hysteresis	INT0, INT1, INT2, INT3, R0, R1, R2, R3, CNTR0, CNTR1, TCN, RxD0, RxD1, PMS			0.2	—	0.8	V	
		RESET			0.2	—	1.8	V	
I _{IH}	'H' input current	V _I =3V		—	—	4.0	μA		
I _{IL}	'L' input current	V _I =0V		—	—	-4.0	μA		
R _{PULLUP}	Pull-up resistance	V _I =0V		68	100	500	kΩ		
R _{FB}	Feedback resistance	X _{IN}			—	3.0	—	MΩ	
f _{LOW-E}	Low-speed on-chip oscillator frequency			40	120	250	k-12		
V _{RAM}	RAM retention voltage	At stop mode		2.0	—	—	V		

Note

1: Referenced to V_{CC}=AV_{CC}=2.7 to 3.3V at Top = -20 to 85 °C / -40 to 85 °C, f(XIN)=10MHz unless otherwise specified.

Table 5.19 Electrical Characteristics (4) [Vcc=3V]

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Icc	Power supply current (Vcc=2.7 to 3.3V) In single-chip mode, the output pins are open and other pins are VSS.	High-speed mode	X=20 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division	—	8	13	mA
			X=16 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division	—	7	12	mA
			X=10 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division	—	5	—	mA
		Medium-speed mode	X=20 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	—	3	—	mA
			X=16 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	—	2.5	—	mA
			X=10 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	—	1.5	—	mA
		High-speed on-chip oscillator mode	Main clock off High-speed on-chip oscillator on=8 MHz Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division	—	3.5	7.5	mA
			Main clock off High-speed on-chip oscillator on=8 MHz Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	—	1.5	—	mA
		Low-speed on-chip oscillator mode	Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8	—	420	600	μA
		Wait mode	Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz When a WAIT instruction is executed ¹ Peripheral clock operation VC27="0"	—	37	74	μA
Wait mode	Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz When a WAIT instruction is executed ² Peripheral clock off VC27="0"	—	35	70	μA		
Stop mode	Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator off CPU1de="1" Peripheral clock off VC27="0"	—	0.7	3.0	μA		

NOTES

- 1: The power supply current measuring is executed using the measuring program on flash memory.
- 2: Timer Y is operated with timer mode.

Timing requirements (Unless otherwise noted: $V_{CC} = 3V$, $V_{SS} = 0V$ at $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$) [$V_{CC}=3V$]

Table 5.20 XIN Input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_c(XIN)$	XIN input cycle time	100		ns
$t_{WH}(XIN)$	XIN input HIGH pulse width	40		ns
$t_{WL}(XIN)$	XIN input LOW pulse width	40		ns

Table 5.21 CNTR0 Input, CNTR1 Input, INT2 Input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_c(CNTR0)$	CNTR0 input cycle time	300		ns
$t_{WH}(CNTR0)$	CNTR0 input HIGH pulse width	120		ns
$t_{WL}(CNTR0)$	CNTR0 input LOW pulse width	120		ns

Table 5.22 TCIN Input, INT3 Input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_c(TCIN)$	TCIN input cycle time	1200 ¹		ns
$t_{WH}(TCIN)$	TCIN input HIGH pulse width	600 ²		ns
$t_{WL}(TCIN)$	TCIN input LOW pulse width	600 ²		ns

NOTES

- 1: When using the Timer C input capture mode, adjust the cycle time above ($1/\text{Timer C count source frequency} \times 3$).
- 2: When using the Timer C input capture mode, adjust the pulse width above ($1/\text{Timer C count source frequency} \times 1.5$).

Table 5.23 Serial Interface

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_c(CLK)$	CLKI input cycle time	300		ns
$t_{WH}(CLKH)$	CLKI input HIGH pulse width	150		ns
$t_{WL}(CLKL)$	CLKI input LOW pulse width	150		ns
$t_d(C-Q)$	TxDI output delay time		160	ns
$t_h(C-Q)$	TxDI hold time	0		ns
$t_{su}(D-C)$	RxDI input setup time	55		ns
$t_h(C-D)$	RxDI input hold time	90		ns

Table 5.24 External interrupt INT0 Input

Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
$t_{WH}(INH)$	INT0 input HIGH pulse width	380 ¹		ns
$t_{WL}(INL)$	INT0 input LOW pulse width	380 ²		ns

NOTES

- 1: When selecting the digital filter by the INT0 input filter select bit, use the INT0 input HIGH pulse width to the greater value, either ($1/\text{digital filter clock frequency} \times 3$) or the minimum value of standard.
- 2: When selecting the digital filter by the INT0 input filter select bit, use the INT0 input LOW pulse width to the greater value, either ($1/\text{digital filter clock frequency} \times 3$) or the minimum value of standard.

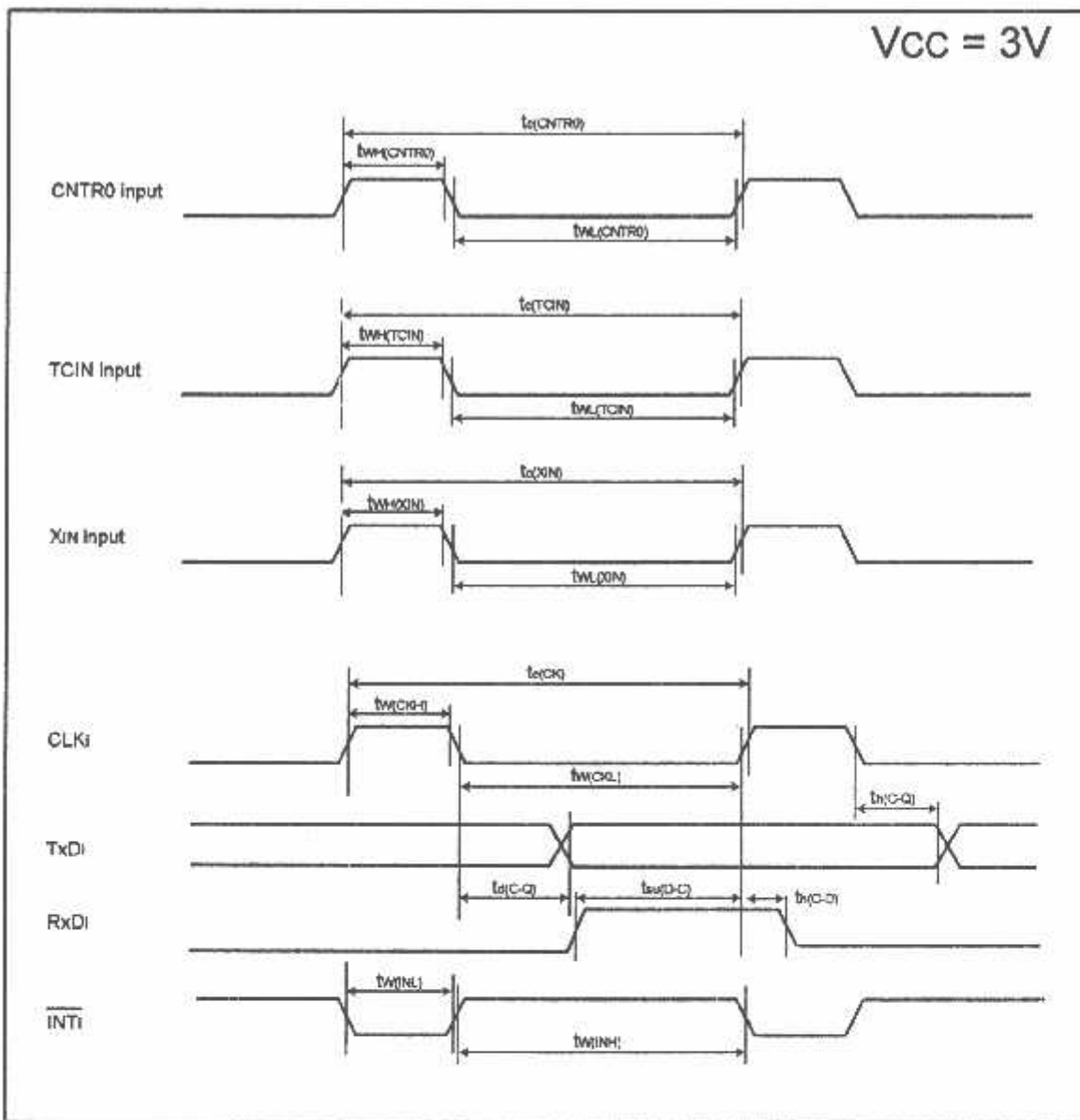
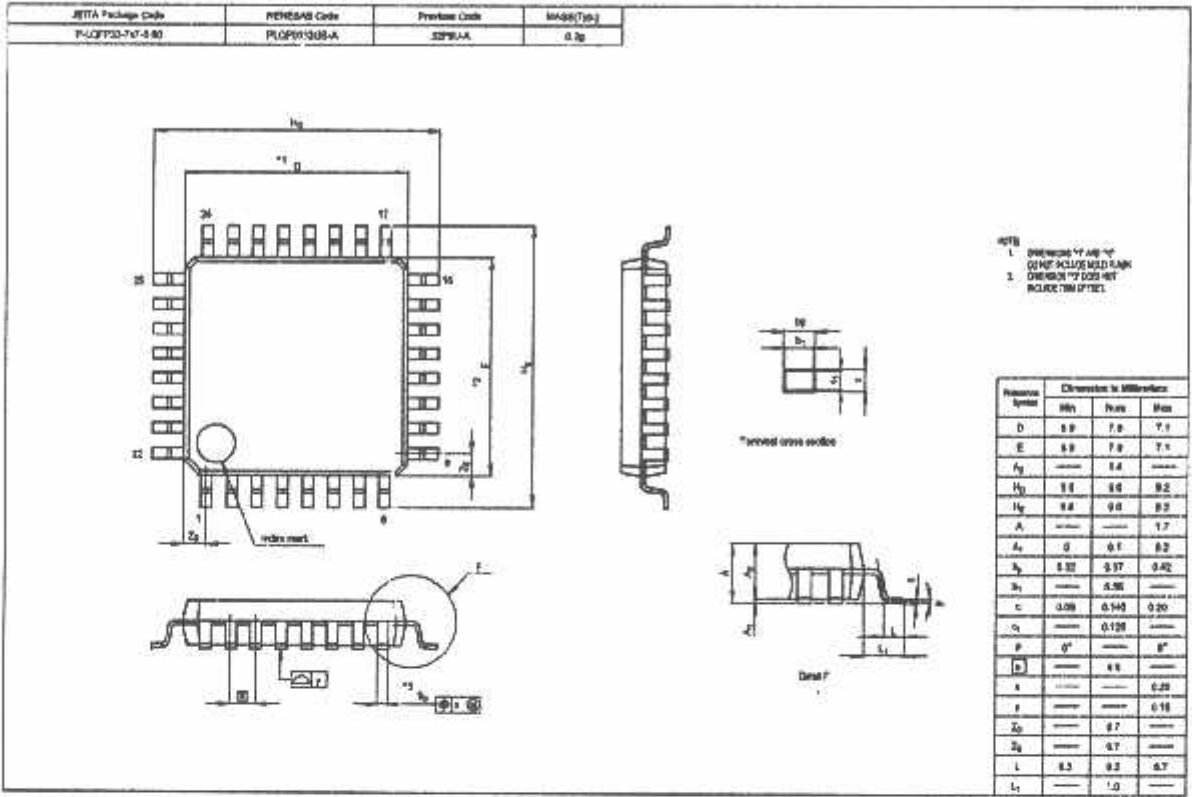


Figure 5.5 Vcc=3V timing diagram

Package Dimensions



REVISION HISTORY

R8C/13 Group Datasheet

Rev.	Date	Description	
		Page	Summary
0.10	Oct 28, 2003		First edition issued
0.20	Dec05, 2003	5	Figure 1.3 revised
		10	Chapter 4, NOTES revised
		16	Table 5.4 revised Table 5.5 revised
		17	Table 5.6 revised Figure 5.3 added
		18	Table 5.8 revised Table 5.10 revised
		21	Figure 5.3 revised to Figure 5.4
		22	Table 5.17 revised
		25	Figure 5.4 revised to Figure 5.5
1.00	Sep 30, 2004	All pages	Words standardized (on-chip oscillator, serial interface, A/D)
		2	Table 1.1 revised
		5	Figure 1.3, NOTES 3 added
		6	Table 1.3 revised
		9	Figure 3.1, NOTES added
		10-13	One body sentence in chapter 4 added ; Titles of Table 4.1 to 4.4 added
		12	Table 4.3 revised ; Table 4.4 revised
		14	Table 5.2 revised
		15	Table 5.3 revised
		16	Table 5.4 and Table 5.5 revised
		17	Table 5.6, 5.7 and 5.8 revised ; Figure 5.3 revised
		18	Table 5.9 and 5.11 revised
		19	Table 5.12 revised
		20	Table 5.13 revised
22	Table 5.18 revised		
23	Table 5.19 revised		
24	Table 5.20 and Table 5.24 revised		
.10	Apr.27.2005	4	Table 1.2, Figure 1.2 package name revised
		5	Figure 1.3 package name revised
		10	Table 4.1 revised
		12	Table 4.3 revised
		15	Table 5.3 partly revised
		16	Table 5.4, Table 5.5 partly added

REVISION HISTORY

R8C/13 Group Datasheet

Rev.	Date	Description	
		Page	Summary
1.10	Apr.27.2005	17	Table 5.7, 5.8 revised
		18	Table 5.10, Table 5.11 partly revised
		22	Table 5.18 partly revised
		26	Package Dimensions revised

Keep safety first in your circuit designs!

1. Renesas Technology Corp. puts the maximum effort into making semiconductor products better and more reliable, but there is always the possibility that trouble may occur with them. Trouble with semiconductors may lead to personal injury, fire or property damage. Remember to give due consideration to safety when making your circuit designs, with appropriate measures such as (i) placement of substitutive, auxiliary circuits, (ii) use of nonflammable material or (iii) prevention against any malfunction or mishap.

Notes regarding these materials

1. These materials are intended as a reference to assist our customers in the selection of the Renesas Technology Corp. product best suited to the customer's application; they do not convey any license under any intellectual property rights, or any other rights, belonging to Renesas Technology Corp. or a third party.
 2. Renesas Technology Corp. assumes no responsibility for any damage, or infringement of any third-party's rights, originating in the use of any product data, diagrams, charts, programs, algorithms, or circuit application examples contained in these materials.
 3. All information contained in these materials, including product data, diagrams, charts, programs and algorithms represents information on products at the time of publication of these materials, and are subject to change by Renesas Technology Corp. without notice due to product improvements or other reasons. It is therefore recommended that customers contact Renesas Technology Corp. or an authorized Renesas Technology Corp. product distributor for the latest product information before purchasing a product listed herein. The information described here may contain technical inaccuracies or typographical errors. Renesas Technology Corp. assumes no responsibility for any damage, liability, or other loss rising from these inaccuracies or errors. Please also pay attention to information published by Renesas Technology Corp. by various means, including the Renesas Technology Corp. Semiconductor home page (<http://www.renesas.com>).
 4. When using any or all of the information contained in these materials, including product data, diagrams, charts, programs, and algorithms, please be sure to evaluate all information as a total system before making a final decision on the applicability of the information and products. Renesas Technology Corp. assumes no responsibility for any damage, liability or other loss resulting from the information contained herein.
 5. Renesas Technology Corp. semiconductors are not designed or manufactured for use in a device or system that is used under circumstances in which human life is potentially at stake. Please contact Renesas Technology Corp. or an authorized Renesas Technology Corp. product distributor when considering the use of a product contained herein for any specific purposes, such as apparatus or systems for transportation, vehicular, medical, aerospace, nuclear, or undersea repeater use.
 6. The prior written approval of Renesas Technology Corp. is necessary to reprint or reproduce in whole or in part these materials.
 7. If these products or technologies are subject to the Japanese export control restrictions, they must be exported under a license from the Japanese government and cannot be imported into a country other than the approved destination. Any diversion or reexport contrary to the export control laws and regulations of Japan and/or the country of destination is prohibited.
1. Please contact Renesas Technology Corp. for further details on these materials or the products contained therein.



RENESAS SALES OFFICES

<http://www.renesas.com>

Refer to "<http://www.renesas.com/en/network>" for the latest and detailed information.

renesas Technology America, Inc.
50 Holger Way, San Jose, CA 95134-1388, U.S.A
tel: <1> (408) 382-7500, Fax: <1> (408) 382-7501

renesas Technology Europe Limited
Lukes Meadow, Millboard Road, Bourne End, Buckinghamshire, SL8 5FH, U.K.
tel: <44> (1828) 585-100, Fax: <44> (1828) 585-900

renesas Technology Hong Kong Ltd.
11th Floor, North Tower, World Finance Centre, Harbour City, 1 Canton Road, Tsimshatsui, Kowloon, Hong Kong
tel: <852> 2265-6688, Fax: <852> 2730-6071

renesas Technology Taiwan Co., Ltd.
26th Floor, No.99, Fushing North Road, Taipei, Taiwan
tel: <886> (2) 2715-2888, Fax: <886> (2) 2713-2999

renesas Technology (Shanghai) Co., Ltd.
No.2607 Ruijing Building, No.205 Maoming Road (S), Shanghai 200020, China
tel: <86> (21) 6472-1001, Fax: <86> (21) 6415-2952

renesas Technology Singapore Pte. Ltd.
Harbour Front Avenue, #06-10, Keppel Bay Tower, Singapore 096632
tel: <85> 6213-0200, Fax: <85> 6278-8001



Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

General Description

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX491, and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communication. Each part contains one driver and one receiver. The MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 feature reduced slew-rate drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, thus allowing error-free data transmission up to 250kbps. The driver slew rates of the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 are not limited, allowing them to transmit up to 2.5Mbps.

These transceivers draw between 120 μ A and 500 μ A of supply current when unloaded or fully loaded with disabled drivers. Additionally, the MAX481, MAX483, and MAX487 have a low-current shutdown mode in which they consume only 0.1 μ A. All parts operate from a single 5V supply.

Drivers are short-circuit current limited and are protected against excessive power dissipation by thermal shutdown circuitry that places the driver outputs into a high-impedance state. The receiver input has a fail-safe feature that guarantees a logic-high output if the input is open circuit.

The MAX487 and MAX1487 feature quarter-unit-load receiver input impedance, allowing up to 128 MAX487/MAX1487 transceivers on the bus. Full-duplex communications are obtained using the MAX488-MAX491, while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are designed for half-duplex applications.

Applications

- Low-Power RS-485 Transceivers
- Low-Power RS-422 Transceivers
- Level Translators
- Transceivers for EMI-Sensitive Applications
- Industrial-Control Local Area Networks

Next Generation Device Features

- ◆ For Fault-Tolerant Applications
MAX3430: \pm 80V Fault-Protected, Fail-Safe, 1/4 Unit Load, +3.3V, RS-485 Transceiver
MAX3440E-MAX3444E: \pm 15kV ESD-Protected, \pm 80V Fault-Protected, 10Mbps, Fail-Safe, RS-485/J1708 Transceivers
- ◆ For Space-Constrained Applications
MAX3460-MAX3464: +5V, Fail-Safe, 20Mbps, Profibus RS-485/RS-422 Transceivers
MAX3362: +3.3V, High-Speed, RS-485/RS-422 Transceiver in a SOT23 Package
MAX3280E-MAX3284E: \pm 15kV ESD-Protected, 52Mbps, +3V to +5.5V, SOT23, RS-485/RS-422, True Fail-Safe Receivers
MAX3293/MAX3294/MAX3295: 20Mbps, +3.3V, SOT23, RS-485/RS-422 Transmitters
- ◆ For Multiple Transceiver Applications
MAX3030E-MAX3033E: \pm 15kV ESD-Protected, +3.3V, Quad RS-422 Transmitters
- ◆ For Fail-Safe Applications
MAX3080-MAX3089: Fail-Safe, High-Speed (10Mbps), Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers
- ◆ For Low-Voltage Applications
MAX3483E/MAX3485E/MAX3486E/MAX3488E/MAX3490E/MAX3491E: +3.3V Powered, \pm 15kV ESD-Protected, 12Mbps, Slew-Rate-Limited, True RS-485/RS-422 Transceivers

Ordering information appears at end of data sheet.

Selection Table

PART NUMBER	HALF/FULL DUPLEX	DATA RATE (Mbps)	SLEW-RATE LIMITED	LOW-POWER SHUTDOWN	RECEIVER/DRIVER ENABLE	QUIESCENT CURRENT (μ A)	NUMBER OF TRANSMITTERS ON BUS	PIN COUNT
MAX481	Half	2.5	No	Yes	Yes	300	32	8
MAX483	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	32	8
MAX485	Half	2.5	No	No	Yes	300	32	6
MAX487	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	128	6
MAX488	Full	0.25	Yes	No	No	120	32	6
MAX489	Full	0.25	Yes	No	Yes	120	32	14
MAX490	Full	2.5	No	No	No	300	32	8
MAX491	Full	2.5	No	No	Yes	300	32	14
MAX1487	Half	2.5	No	No	Yes	230	128	8

MAXIM

Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct at 186-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (VCC).....	12V	14-Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C).....	667mW
Control Input Voltage (PE, DE).....	-0.5V to (VCC + 0.5V)	8-Pin μ MAX (derate 4.1mW/°C above +70°C).....	830mW
Driver Input Voltage (DI).....	-0.5V to (VCC + 0.5V)	8-Pin CERDIP (derate 8.00mW/°C above +70°C).....	840mW
Driver Output Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....	727mW
Receiver Input Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	Operating Temperature Ranges	
Receiver Output Voltage (RO).....	-0.5V to (VCC + 0.5V)	MAX4_C_/MAX1487C_A.....	0°C to +70°C
Continuous Power Dissipation (TA = +70°C)		MAX4_E_/MAX1487E_A.....	-40°C to +85°C
8-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....	727mW	MAX4_MJ_/MAX1487MJA.....	-55°C to +125°C
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C).....	800mW	Storage Temperature Range.....	
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C).....	471mW	-65°C to +160°C	
		Lead Temperature (soldering, 10sec).....	
		+300°C	

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

C ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CC = 5V \pm 5%, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Differential Driver Output (no load)	VOD1				5	V
Differential Driver Output (with load)	VOD2	R = 50 Ω (RS-422)	2			V
		R = 27 Ω (RS-485), Figure 4	1.5		5	V
Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage for Complementary Output States	Δ VOD	R = 27 Ω or 50 Ω , Figure 4			0.2	V
Driver Common-Mode Output Voltage	VOC	R = 27 Ω or 50 Ω , Figure 4			3	V
Change in Magnitude of Driver Common-Mode Output Voltage for Complementary Output States	Δ VOC	R = 27 Ω or 50 Ω , Figure 4			0.2	V
Output High Voltage	VIH	DE, DI, PE	2.0			V
Output Low Voltage	VIL	DE, DI, PE			0.8	V
Output Current	IIN1	DE, DI, PE			\pm 2	μ A
Output Current (A, B)	IIN2	DE = 0V; VCC = 0V or 5.25V, all devices except MAX487/MAX1487	VIN = 12V		1.0	mA
			VIN = -7V		-0.8	
		MAX487/MAX1487, DE = 0V, VCC = 0V or 5.25V	VIN = 12V		0.25	mA
			VIN = -7V		-0.2	
Receiver Differential Threshold Voltage	VTH	-7V \leq VCM \leq 12V	-0.2		0.2	V
Receiver Input Hysteresis	Δ VTH	VCM = 0V		70		mV
Receiver Output High Voltage	VOH	IO = -4mA, VID = 200mV	3.5			V
Receiver Output Low Voltage	VOL	IO = 4mA, VID = -200mV			0.4	V
Free-State (high impedance) Input Current at Receiver	IOZR	0.4V \leq VO \leq 2.4V			\pm 1	μ A
Receiver Input Resistance	RIN	-7V \leq VCM \leq 12V, all devices except MAX487/MAX1487	12			k Ω
		-7V \leq VCM \leq 12V, MAX487/MAX1487	48			k Ω

MAXIM

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = 5V \pm 5\%$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
No-Load Supply Current (Note 3)	I _{CC}	MAX486/MAX489, DE, DI, PE = 0V or V _{CC}		120	250	μA	
		MAX490/MAX491, DE, DI, PE = 0V or V _{CC}		300	500		
		MAX481/MAX485, PE = 0V or V _{CC}	DE = V _{CC}		500		900
			DE = 0V		300		500
		MAX1487, PE = 0V or V _{CC}	DE = V _{CC}		300		500
			DE = 0V		230		400
		MAX483/MAX487, PE = 0V or V _{CC}	DE = 5V	MAX483			350
MAX487				250	400		
	DE = 0V		120	250			
Supply Current in Shutdown	I _{SHDN}	MAX481/483/487, DE = 0V, PE = V _{CC}		0.1	10	μA	
Driver Short-Circuit Current, Q = High	I _{OSD1}	-7V ≤ V _O ≤ 12V (Note 4)	35		250	mA	
Driver Short-Circuit Current, Q = Low	I _{OSD2}	-7V ≤ V _O ≤ 12V (Note 4)	35		250	mA	
Receiver Short-Circuit Current	I _{OSR}	0V ≤ V _O ≤ V _{CC}	7		95	mA	

MATCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487

($V_{CC} = 5V \pm 5\%$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Driver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	10	30	60	ns	
	t _{PHL}		10	30	60		
Driver Output Skew to Output	t _{SKEW}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		5	10	ns	
Driver Rise or Fall Time	t _R , t _F	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	MAX481, MAX485, MAX1487	3	15	40	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	5	15	25	
		MAX490M, MAX491M	3	15	40		
Driver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed		40	70	ns	
Driver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed		40	70	ns	
Driver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S1 closed		40	70	ns	
Driver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S2 closed		40	70	ns	
Receiver Input to Output	t _{PLH} , t _{PHL}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	MAX481, MAX485, MAX1487	20	90	200	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	20	90	150	
			MAX490M, MAX491M	20	90	200	
Receiver Skew (t _{PLH} - t _{PHL})	t _{SKD}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		13		ns	
Receiver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 5 and 11, C _{RL} = 15pF, S1 closed		20	50	ns	
Receiver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 5 and 11, C _{RL} = 15pF, S2 closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 5 and 11, C _{RL} = 15pF, S1 closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 5 and 11, C _{RL} = 15pF, S2 closed		20	50	ns	
Maximum Data Rate	f _{MAX}		2.5			Mbps	
Time to Shutdown	t _{SHDN}	MAX481 (Note 5)	50	200	600	ns	

Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487 (continued)
 $V_{CC} = 5V \pm 5\%$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	t _{ZH(SHDN)}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed		40	100	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	t _{ZL(SHDN)}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed		40	100	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	t _{ZH(SHDN)}	Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed, A - B = 2V		300	1000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	t _{ZL(SHDN)}	Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed, B - A = 2V		300	1000	ns

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX483, MAX487/MAX488/MAX489
 $V_{CC} = 5V \pm 5\%$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250	800	2000	ns
	t _{PHL}		250	800	2000	
Driver Output Skew to Output	t _{SKEW}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		100	800	ns
Driver Rise or Fall Time	t _R , t _F	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250		2000	ns
Driver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed	250		2000	ns
Driver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed	250		2000	ns
Driver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S1 closed	300		3000	ns
Driver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S2 closed	300		3000	ns
Receiver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250		2000	ns
	t _{PHL}		250		2000	
t _{PLH} - t _{PHL} Differential Receiver Skew	t _{SKD}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		100		ns
Receiver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Maximum Data Rate	f _{MAX}	t _{PLH} , t _{PHL} < 50% of data period	250			kbps
Time to Shutdown	t _{SHDN}	MAX483/MAX487 (Note 5)	50	200	600	ns
Driver Enable from Shutdown to Output High	t _{ZH(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed			2000	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	t _{ZL(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed			2000	ns
Receiver Enable from Shutdown Output High	t _{ZH(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed			2500	ns
Receiver Enable from Shutdown Output Low	t _{ZL(SHDN)}	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed			2500	ns

MAXIM

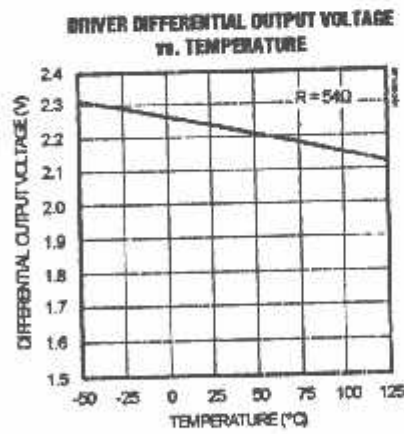
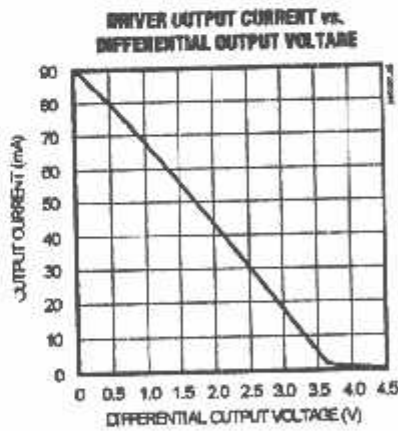
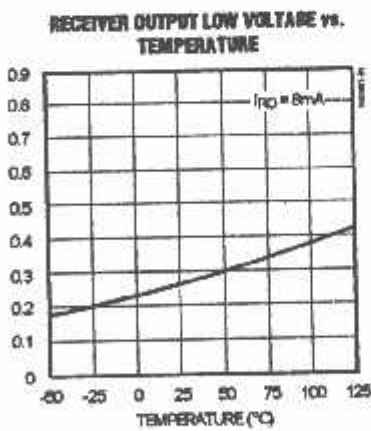
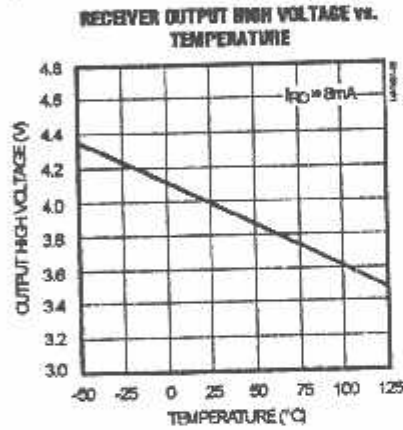
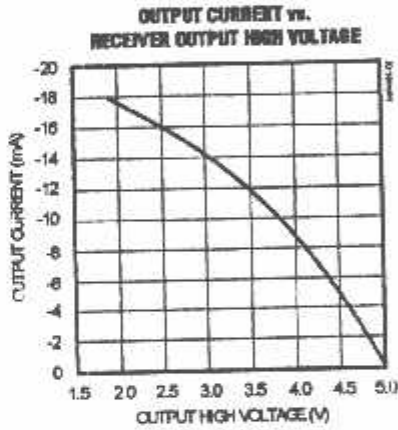
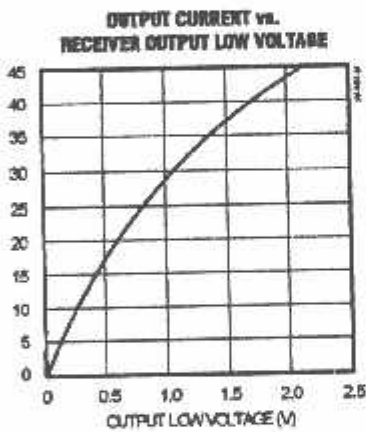
Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

NOTES FOR ELECTRICAL/SWITCHING CHARACTERISTICS

- note 1:** All currents into device pins are positive; all currents out of device pins are negative. All voltages are referenced to device ground unless otherwise specified.
- note 2:** All typical specifications are given for $V_{CC} = 5V$ and $T_A = +25^\circ C$.
- note 3:** Supply current specification is valid for loaded transmitters when $DE = 0V$.
- note 4:** Applies to peak current. See *Typical Operating Characteristics*.
- note 5:** The MAX481/MAX483/MAX487 are put into shutdown by bringing PE high and DE low. If the inputs are in this state for less than 50ns, the parts are guaranteed not to enter shutdown. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to have entered shutdown. See *Low-Power Shutdown Mode* section.

Typical Operating Characteristics

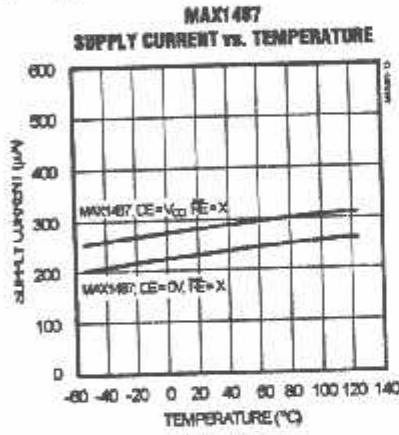
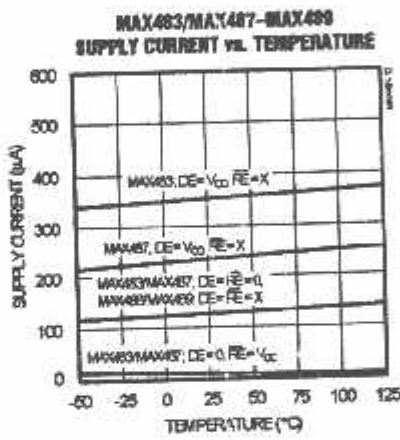
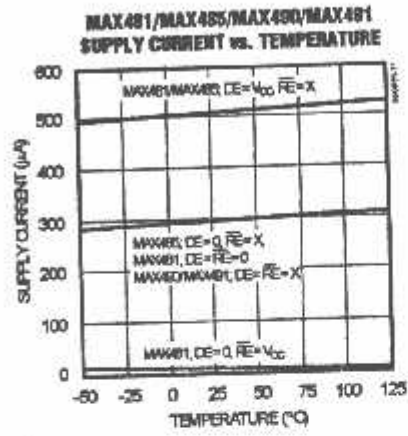
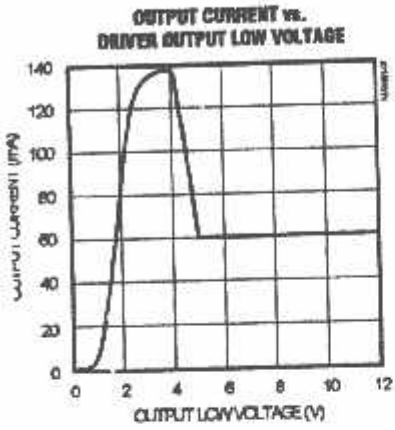
($V_{CC} = 5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Typical Operating Characteristics (continued)

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



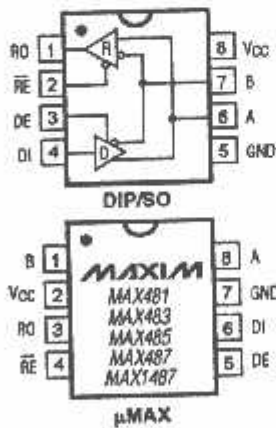
Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Pin Description

PIN					NAME	FUNCTION
MAX481/MAX483/ MAX485/MAX487/ MAX1487		MAX488/ MAX490		MAX489/ MAX491		
DIP/SO	μ MAX	DIP/SO	μ MAX	DIP/SO		
1	3	2	4	2	RO	Receiver Output: If $A > B$ by 200mV, RO will be high; If $A < B$ by 200mV, RO will be low.
2	4	—	—	3	PE	Receiver Output Enable. RO is enabled when PE is low; RO is high impedance when PE is high.
3	5	—	—	4	DE	Driver Output Enable. The driver outputs, Y and Z, are enabled by bringing DE high. They are high impedance when DE is low. If the driver outputs are enabled, the parts function as line drivers. While they are high impedance, they function as line receivers if PE is low.
4	6	3	5	5	DI	Driver Input. A low on DI forces output Y low and output Z high. Similarly, a high on DI forces output Y high and output Z low.
5	7	4	6	6, 7	GND	Ground
—	—	5	7	9	Y	Noninverting Driver Output
—	—	6	8	10	Z	Inverting Driver Output
6	8	—	—	—	A	Noninverting Receiver Input and Noninverting Driver Output
—	—	8	2	12	A	Noninverting Receiver Input
7	1	—	—	—	B	Inverting Receiver Input and Inverting Driver Output
—	—	7	1	11	B	Inverting Receiver Input
8	2	1	3	14	VCC	Positive Supply: $4.75V \leq VCC \leq 5.25V$
—	—	—	—	1, 8, 13	N.C.	No Connect—not internally connected

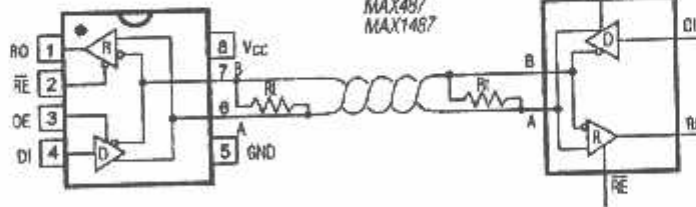
MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

CP VIEW



MAXIM

MAX481
MAX483
MAX485
MAX487
MAX1487



NOTE: PIN LABELS Y AND Z ON TIMING, TEST, AND WAVEFORM DIAGRAMS REFER TO PINS A AND B WHEN DE IS HIGH. TYPICAL OPERATING CIRCUIT SHOWN WITH DIP/SO PACKAGE.

Fig. 1. MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

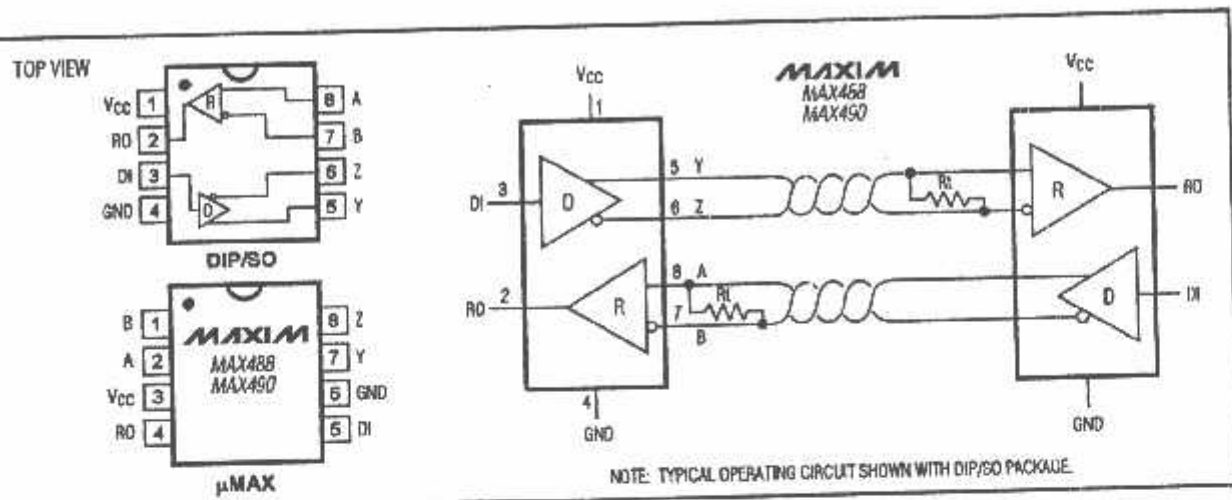


Figure 2. MAX488/MAX490 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

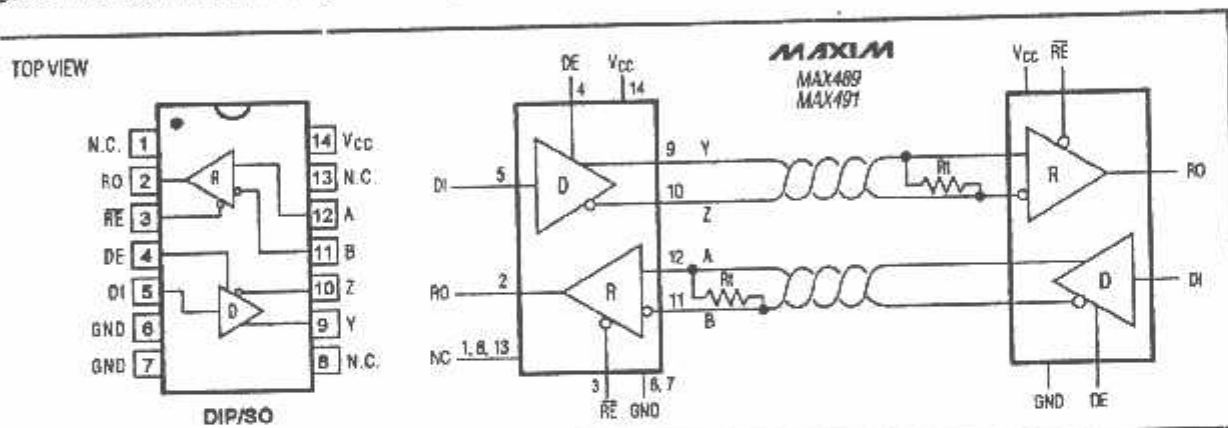


Figure 3. MAX489/MAX491 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Applications Information

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491 and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communications. The MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 can transmit and receive at data rates up to 2.5Mbps, while the MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 are specified for data rates up to 10kbps. The MAX488-MAX491 are full-duplex transceivers while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, MAX1487 are half-duplex. In addition, Driver Enable (DE) and Receiver Enable (RE) pins are included on the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, MAX489, MAX491, and MAX1487. When disabled, the driver and receiver outputs are high impedance.

MAX487/MAX1487: 128 Transceivers on the Bus

The 48kΩ, 1/4-unit-load receiver input impedance of the MAX487 and MAX1487 allows up to 128 transceivers on a bus, compared to the 1-unit load (12kΩ input impedance) of standard RS-485 drivers (32 transceivers maximum). Any combination of MAX487/MAX1487 and other RS-485 transceivers with a total of 32 unit loads or less can be put on the bus. The MAX481/MAX483/MAX485 and MAX488-MAX491 have standard 12kΩ Receiver Input impedance.

Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Test Circuits

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

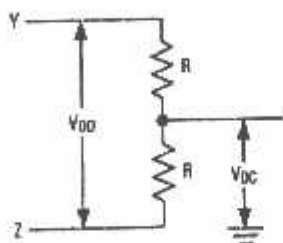


Figure 4. Driver DC Test Load

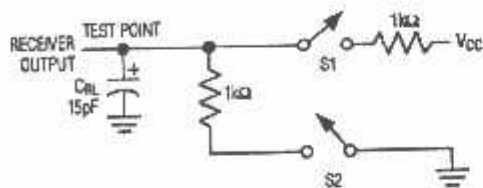


Figure 5. Receiver Timing Test Load

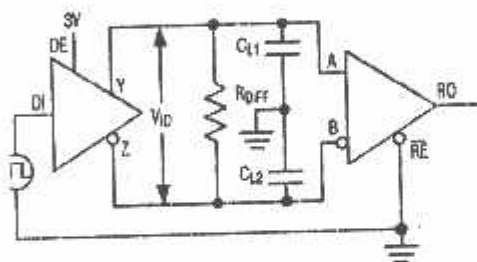


Figure 6. Driver/Receiver Timing Test Circuit

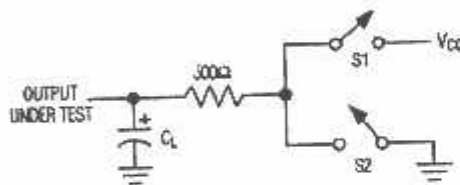


Figure 7. Driver Timing Test Load

MAX483/MAX487/MAX488/MAX489: Reduced EMI and Reflections

MAX483 and MAX487-MAX489 are slow-rate limiting devices that minimize EMI and reduce reflections caused by unterminated cables. Figure 12 shows the driver output waveform and its Fourier analysis of a 1z signal transmitted by a MAX481, MAX485, MAX487, MAX488, MAX489, MAX490, MAX491, or MAX1487. High-frequency har-

monics with large amplitudes are evident. Figure 13 shows the same information displayed for a MAX483, MAX487, MAX488, or MAX489 transmitting under the same conditions. Figure 13's high-frequency harmonics have much lower amplitudes, and the potential for EMI is significantly reduced.

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Switching Waveforms

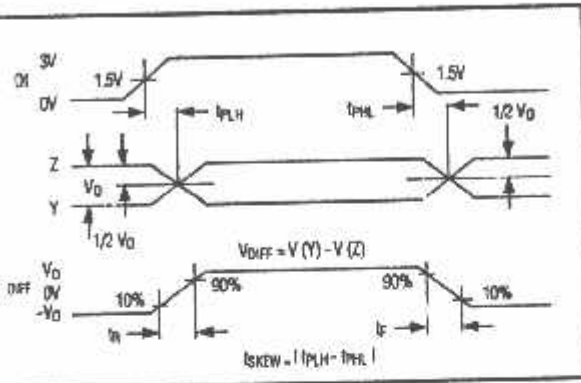


Figure 8. Driver Propagation Delays

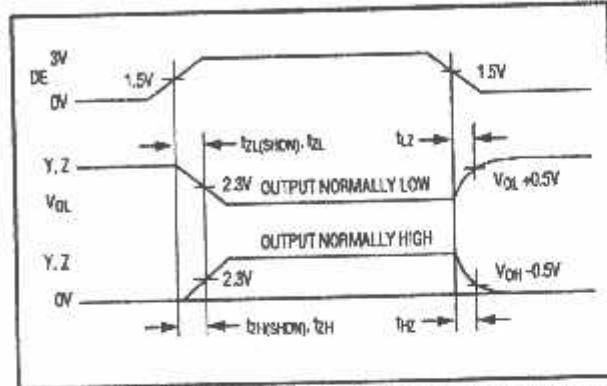


Figure 9. Driver Enable and Disable Times (except MAX488 and MAX490)

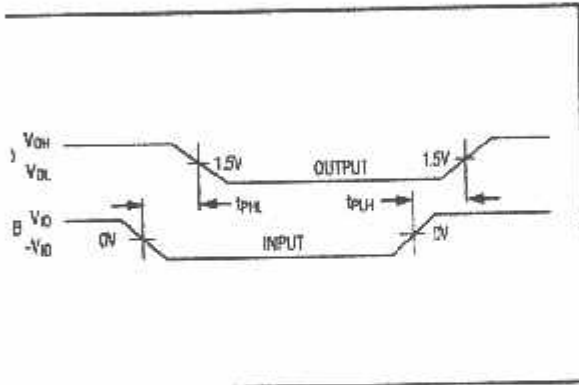


Figure 10. Receiver Propagation Delays

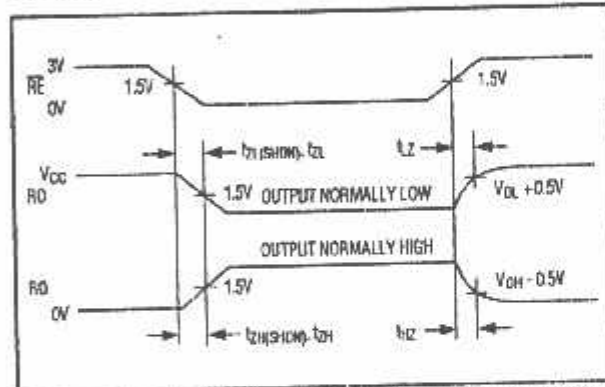


Figure 11. Receiver Enable and Disable Times (except MAX488 and MAX490)

Function Tables (MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487)

Table 1. Transmitting

INPUTS			OUTPUTS	
RE	DE	DI	Z	Y
X	1	1	0	1
X	1	0	1	0
0	0	X	High-Z	High-Z
1	0	X	High-Z*	High-Z*

Don't care
 High-Z = High Impedance
 * Shutdown mode for MAX481/MAX483/MAX487

Table 2. Receiving

INPUTS			OUTPUT
RE	DE	A-B	RO
0	0	$\geq +0.2V$	1
0	0	$\leq -0.2V$	0
0	0	Inputs open	1
1	0	X	High-Z*

X = Don't care
 High-Z = High Impedance
 * Shutdown mode for MAX481/MAX483/MAX487

MAXIM

Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

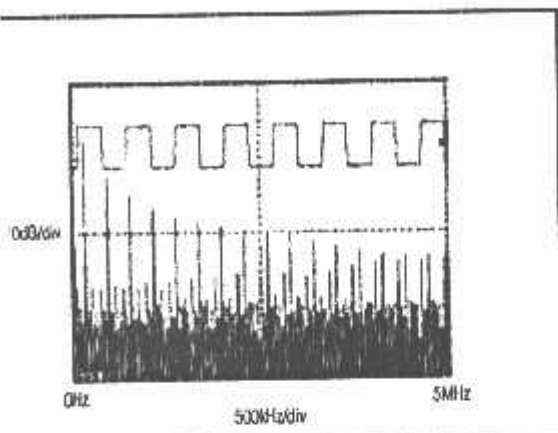


Figure 12. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX481/185/MAX490/MAX491/MAX1487 Transmitting a 150kHz Signal

Low-Power Shutdown Mode (MAX481/MAX483/MAX487)

Low-power shutdown mode is initiated by bringing PE high and DE low. The devices will not shut down unless both the driver and receiver are disabled. In shutdown, the devices typically draw only 0.1 μ A of quiescent current.

PE and DE may be driven simultaneously; the parts are guaranteed not to enter shutdown if PE is high and DE is low for less than 50ns. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to enter shutdown.

For MAX481, MAX483, and MAX487, the tZH and tZL enable times assume the part was not in the low-power shutdown state (the MAX485/MAX488–MAX491 and MAX1487 can not be shut down). The tZH(SHDN) and tZL(SHDN) enable times assume the parts were shut down (see *Electrical Characteristics*).

As the drivers and receivers longer to become enabled from the low-power shutdown state (tZH(SHDN), tZL(SHDN)) than from the operating mode (tZH, tZL). (The parts are in operating mode if the RE inputs equal a logical 0, 1 or 1, 1 or 0, 0.)

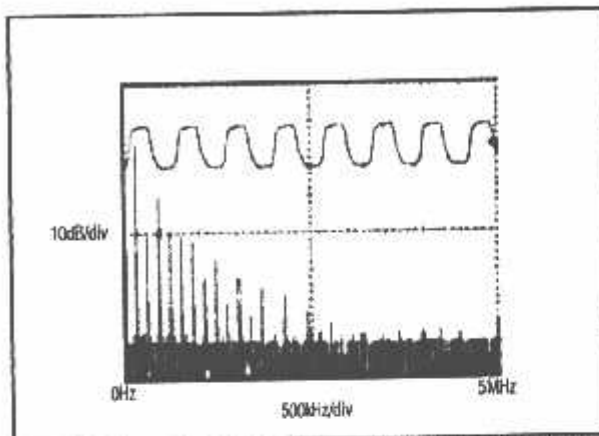


Figure 13. Driver Output Waveform and FFT Plot of MAX483/MAX487–MAX489 Transmitting a 150kHz Signal

Driver Output Protection

Excessive output current and power dissipation caused by faults or by bus contention are prevented by two mechanisms. A foldback current limit on the output stage provides immediate protection against short circuits over the whole common-mode voltage range (see *Typical Operating Characteristics*). In addition, a thermal shutdown circuit forces the driver outputs into a high-impedance state if the die temperature rises excessively.

Propagation Delay

Many digital encoding schemes depend on the difference between the driver and receiver propagation delay times. Typical propagation delays are shown in Figures 15–18 using Figure 14's test circuit.

The difference in receiver delay times, |tPLH - tPHL|, is typically under 13ns for the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 and is typically less than 100ns for the MAX483 and MAX487–MAX489.

The driver skew times are typically 5ns (10ns max) for the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487, and are typically 100ns (800ns max) for the MAX483 and MAX487–MAX489.

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

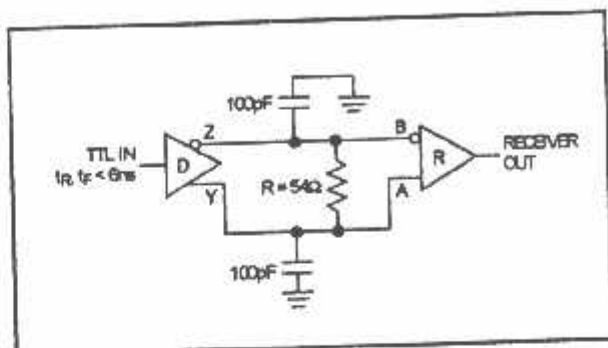


Figure 14. Receiver Propagation Delay Test Circuit

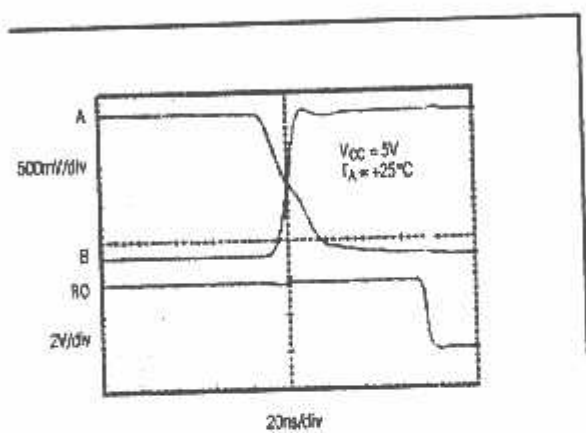


Figure 15. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Receiver tPHL

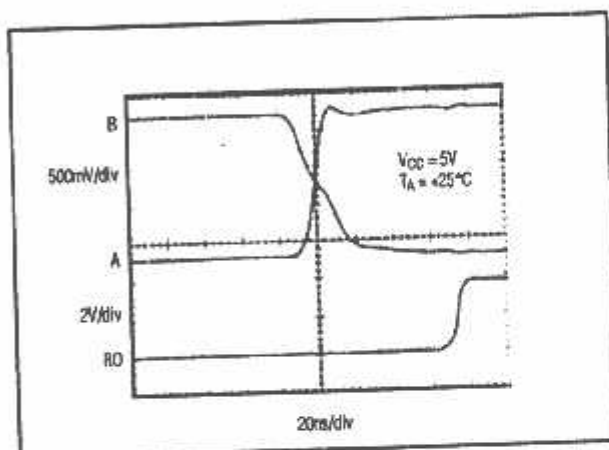


Figure 16. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 Receiver tPLH

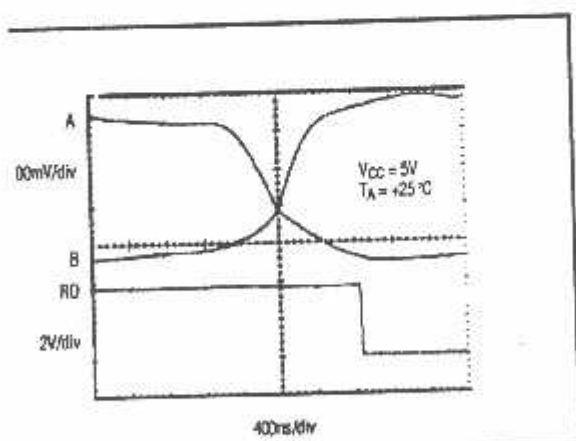


Figure 17. MAX483, MAX487-MAX489 Receiver tPHL

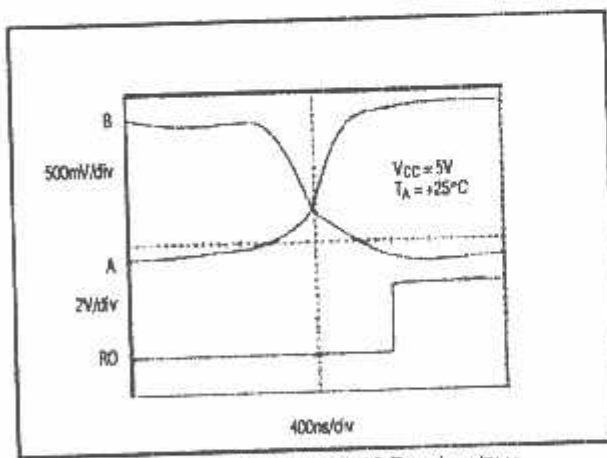


Figure 18. MAX483, MAX487-MAX489 Receiver tPLH

Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Line Length vs. Data Rate

RS-485/RS-422 standard covers line lengths up to 4000 feet. For line lengths greater than 4000 feet, see Figure 23.

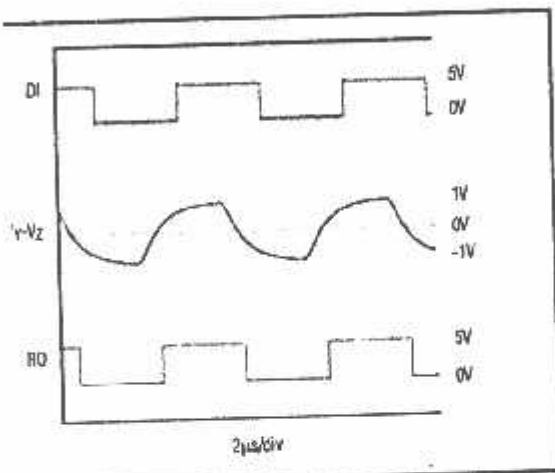
Figures 19 and 20 show the system differential voltage of the parts driving 4000 feet of 26AWG twisted-pair at 110kHz into 120Ω loads.

Typical Applications

MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX489, and MAX1487 transceivers are designed for bidirectional data communications on multipoint bus transmission lines.

Figures 21 and 22 show typical network applications circuits. These parts can also be used as line repeaters, with cable lengths longer than 4000 feet, as shown in Figure 23.

To minimize reflections, the line should be terminated at both ends in its characteristic impedance, and stub lengths off the main line should be kept as short as possible. The slow-rate-limited MAX483 and MAX487-MAX489 are more tolerant of imperfect termination.



19. MAX481/MAX485/MAX490/MAX491/MAX1487 System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable

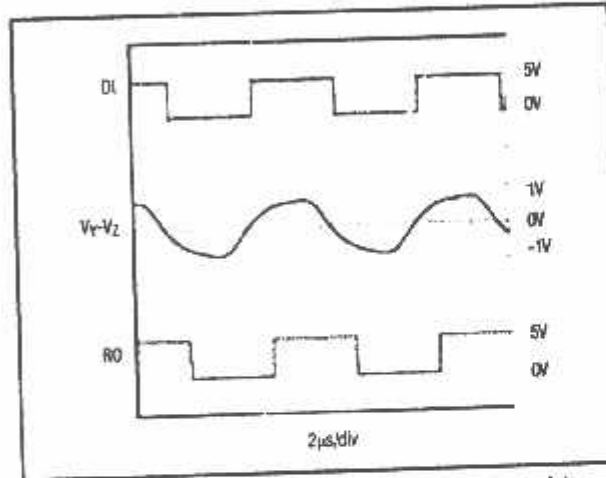
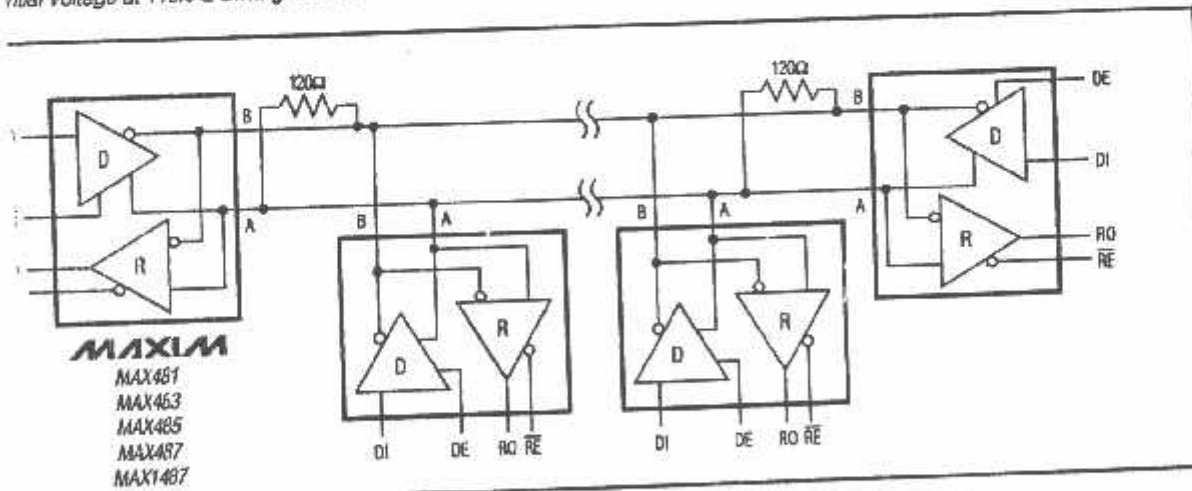


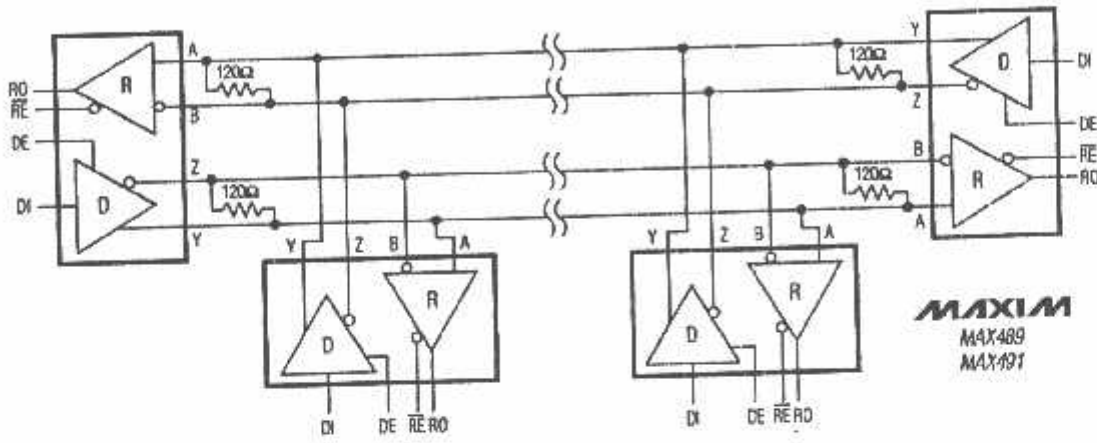
Figure 20. MAX483, MAX487-MAX489 System Differential Voltage at 110kHz Driving 4000ft of Cable



21. MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487 Typical Half-Duplex RS-485 Network

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

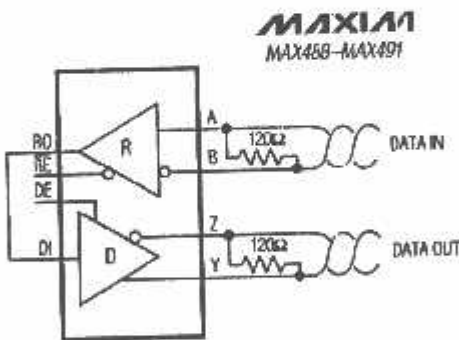


NOTE: RE AND DE ON MAX488/MAX491 ONLY.

Figure 22. MAX488-MAX491 Full-Duplex RS-485 Network

Isolated RS-485

For isolated RS-485 applications, see the MAX253 and MAX1480 data sheets.



NOTE: RE AND DE ON MAX488/MAX491 ONLY.

Figure 23. Line Repeater for MAX488-MAX491

Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
X481CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
X481CSA	0°C to +70°C	8 SO
X481CUA	0°C to +70°C	8 μ MAX
X481C/D	0°C to +70°C	Dice*
X481EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
X481ESA	-40°C to +85°C	8 SO
X481MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
X483CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
X483CSA	0°C to +70°C	8 SO
X483CUA	0°C to +70°C	8 μ MAX
X483C/D	0°C to +70°C	Dice*
X483EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
X483ESA	-40°C to +85°C	8 SO
X483MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
X485CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
X485CSA	0°C to +70°C	8 SO
X485CUA	0°C to +70°C	8 μ MAX
X485C/D	0°C to +70°C	Dice*
X485EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
X485ESA	-40°C to +85°C	8 SO
X485MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
X487CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
X487CSA	0°C to +70°C	8 SO
X487CUA	0°C to +70°C	8 μ MAX
X487C/D	0°C to +70°C	Dice*
X487EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
X487ESA	-40°C to +85°C	8 SO
X487MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
X491CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
X491CSD	0°C to +70°C	14 SO
X491C/D	0°C to +70°C	Dice*
X491EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
X491ESD	-40°C to +85°C	14 SO
X491MJD	-55°C to +125°C	14 CERDIP
X1487CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
X1487CSA	0°C to +70°C	8 SO
X1487CUA	0°C to +70°C	8 μ MAX
X1487C/D	0°C to +70°C	Dice*
X1487EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
X1487ESA	-40°C to +85°C	8 SO
X1487MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP

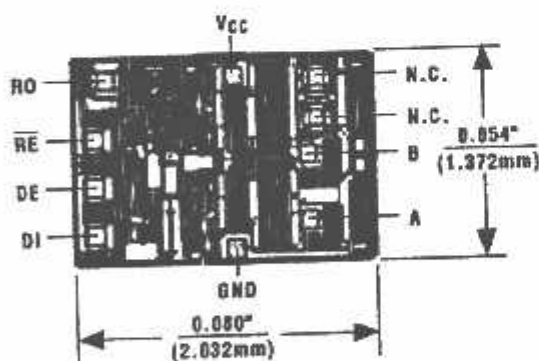
Ordering Information (continued)

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX490CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX490CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX490CUA	0°C to +70°C	8 μ MAX
MAX490C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX490EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX490ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX490MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP
MAX491CPD	0°C to +70°C	14 Plastic DIP
MAX491CSD	0°C to +70°C	14 SO
MAX491C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX491EPD	-40°C to +85°C	14 Plastic DIP
MAX491ESD	-40°C to +85°C	14 SO
MAX491MJD	-55°C to +125°C	14 CERDIP
MAX1487CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX1487CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX1487CUA	0°C to +70°C	8 μ MAX
MAX1487C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX1487EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX1487ESA	-40°C to +85°C	8 SO
MAX1487MJA	-55°C to +125°C	8 CERDIP

* Contact factory for dice specifications.

Chip Topographies

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487

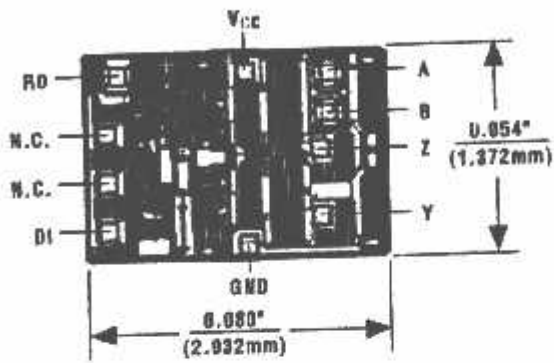


MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

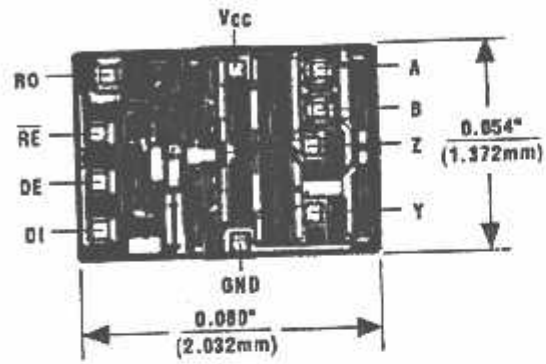
Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Chip Topographies (continued)

MAX488/MAX490



MAX489/MAX491



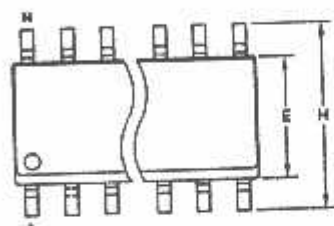
TRANSISTOR COUNT: 248
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Package Information

package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information
www.maxim-lc.com/packages.)

SOICN, EPSS

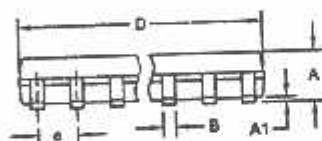


TOP VIEW

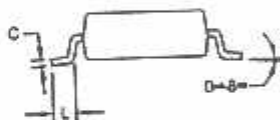
DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.053	0.069	1.35	1.75
A1	0.004	0.010	0.10	0.25
B	0.014	0.019	0.35	0.49
C	0.007	0.010	0.19	0.25
e	0.050 BSC		1.27 BSC	
E	0.150	0.157	3.80	4.00
H	0.226	0.244	5.80	6.20
L	0.016	0.050	0.40	1.27

VARIANATIONS:

DIM	INCHES		MILLIMETERS		N	MS012
	MIN	MAX	MIN	MAX		
D	0.189	0.197	4.80	5.00	8	AA
D	0.337	0.344	8.55	8.75	14	AB
D	0.385	0.394	9.80	10.00	18	AC



FRONT VIEW



SIDE VIEW

NOTES:

1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED 0.15mm (.006").
3. LEADS TO BE COPLANAR WITHIN 0.10mm (.004").
4. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS.
5. MEETS JEDEC MS012.
6. N = NUMBER OF PINS.

DALLAS **MAXIM**
REGENERATOR
PROPERTY BY SACRAMENTO

TITLE: PACKAGE OUTLINE, .150" SOIC

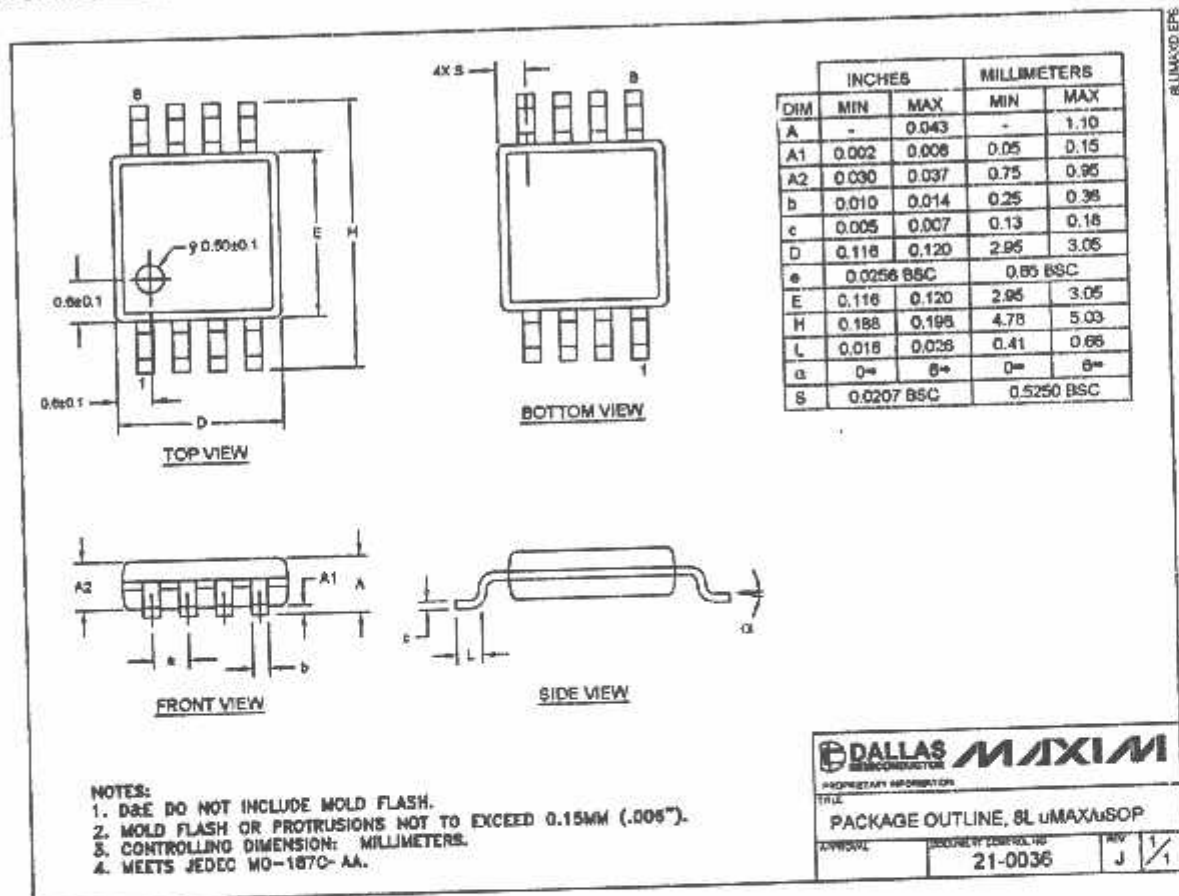
APPROVAL: [] DOCUMENT CONTROL NO: 21-0041 REV: B 1/1

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Package Information (continued)

The package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information go to www.maxim-ic.com/packages.

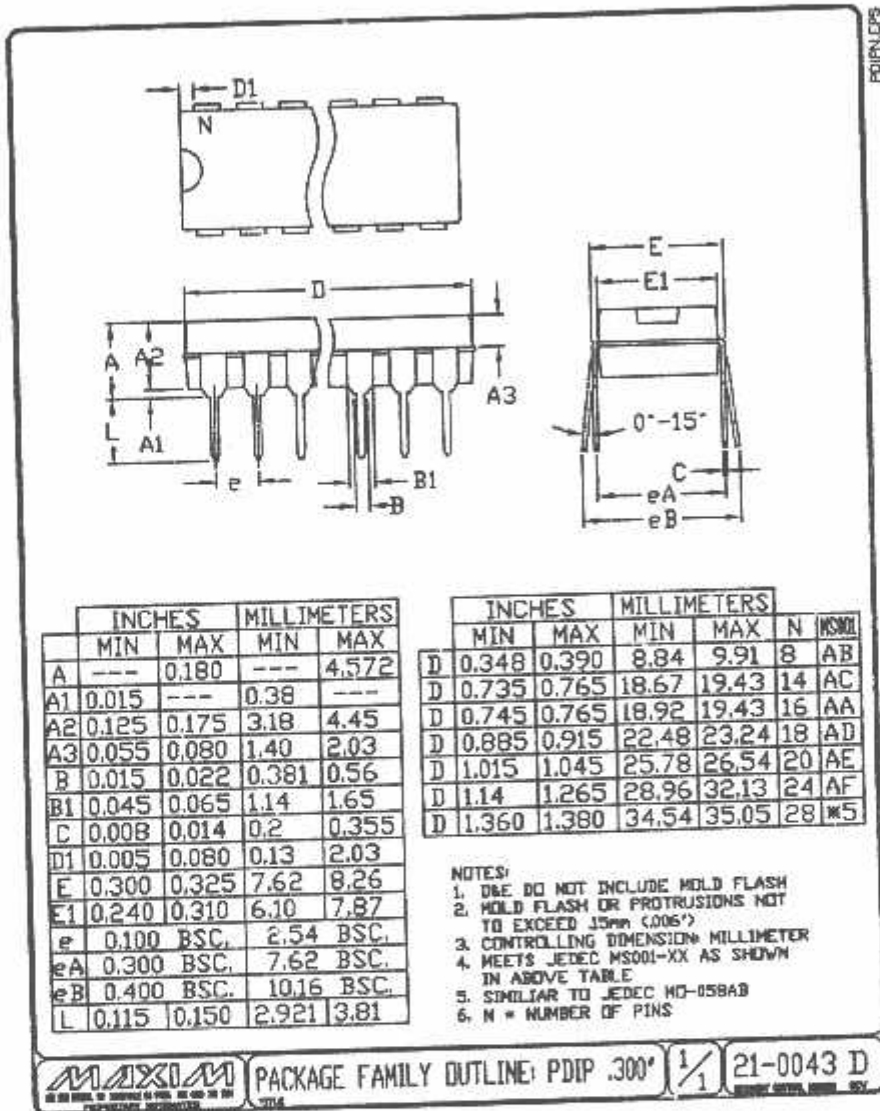


Low-Power, Slow-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Package Information (continued)

The package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information, visit www.maxim-integrated.com/packages.

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491



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

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 19

©2003 Maxim Integrated Products

Printed USA

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.



ISD1400 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices

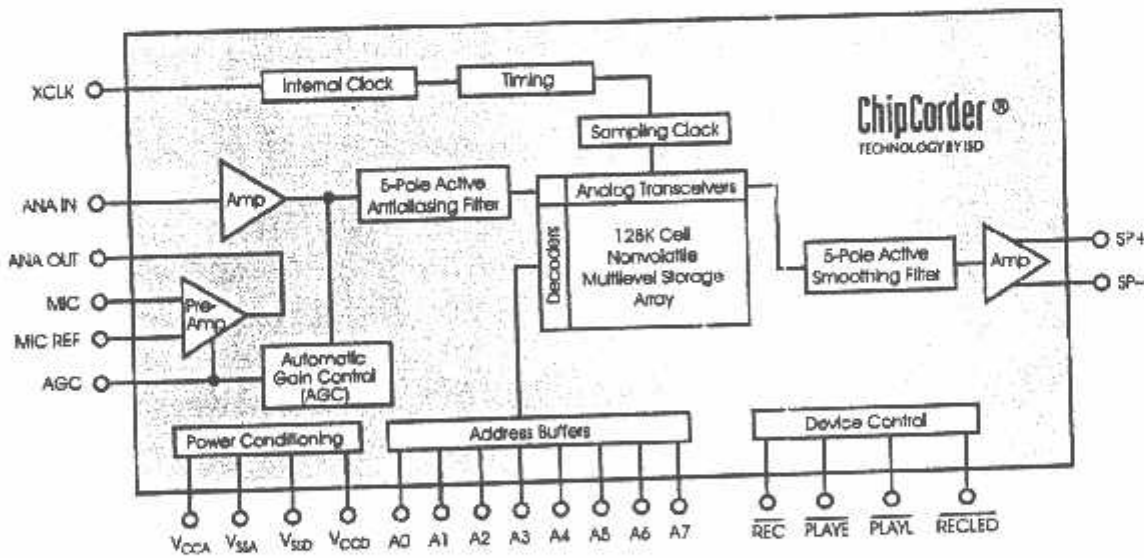
16- and 20-Second Durations

GENERAL DESCRIPTION

Information Storage Devices' ISD1400 ChipCorder® series provides high-quality, single-chip record/playback solutions to short-duration messaging applications. The CMOS devices include an on-chip oscillator, microphone preamplifier, automatic gain control, antialiasing filter, smoothing filter, and speaker amplifier. A minimum record/playback subsystem can be configured with a microphone, a speaker, several passives, two push-buttons, and a power source.

Recordings are stored in on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique, single-chip solution is made possible through ISD's patented multilevel storage technology. Voice and audio signals are stored directly into memory in their natural form, providing high-quality, soft-state voice reproduction.

Figure: ISD1400 Series Block Diagram



FEATURES

Easy-to-use single-chip voice record/playback solution

High-quality, natural voice/audio reproduction

Push-button interface

- Playback can be edge- or level-activated

Single-chip durations of 16 and 20 seconds

Automatic power-down mode

- Enters standby mode immediately following a record or playback cycle
- Standby current 0.5 μ A (typical)

Zero-power message storage

- Eliminates battery backup circuits

- Fully addressable to handle multiple messages
- 100-year message retention (typical)
- 100,000 record cycles (typical)
- On-chip clock source
- No programmer or development system needed
- Single +5 volt power supply
- Available in die form, DIP, and SOIC packaging
- Industrial temperature (-40°C to +85°C) versions available

Table: ISD1400 Series Summary

Part Number	Minimum Duration (Seconds)	Input Sample Rate (KHz)	Typical Filter Pass Band (KHz)
ISD1416	16	8.0	3.3
ISD1420	20	6.4	2.6

Table of Contents

ISD1400 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices
16- and 20-Second Durations

DETAILED DESCRIPTION	1
Speech/Sound Quality	1
Duration	1
EEPROM Storage	1
Basic Operation	1
Automatic Power-Down Mode	1
Addressing (optional)	1
PIN DESCRIPTION	2
Voltage Inputs (V_{CCA} , V_{CCD})	2
Ground Inputs (V_{SSA} , V_{SSD})	2
Record (REC)	2
Playback, Edge-Activated (PLAYE)	2
Playback, Level-Activated (PLAYL)	2
Record LED Output (RECLEL)	3
Microphone Input (MIC)	3
Microphone Reference (MIC REF)	3
Automatic Gain Control (AGC)	3
Analog Output (ANA OUT)	3
Analog Input (ANA IN)	3
External Clock Input (XCLK)	3
Speaker Outputs (SP+, SP-)	4
Address Inputs (A0-A7)	4
OPERATIONAL MODES	4
OPERATIONAL MODES DESCRIPTION	5
A0 — Message Cueing	5
A1 — Delete EOM Markers	5
A2 — Unused	5
A3 — Message Looping	5
A4 — Consecutive Addressing	5
A5 — Unused	5
TIMING DIAGRAMS	6
TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (PACKAGED PARTS)	10
TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (DIE)	14
FUNCTIONAL DESCRIPTION EXAMPLE	15
APPLICATIONS NOTE	16
ISD1400 SERIES PHYSICAL DIMENSIONS	17
ORDERING INFORMATION	21

FIGURES, CHARTS, AND TABLES IN THE ISD1400 SERIES DATASHEET

Figure 1:	ISD1400 Series Pinouts	2
Figure 2:	Record	6
Figure 3:	Playback	6
Figure 4:	Application Example	15
Figure 5:	28-Lead 0.600-Inch Plastic Dual Inline Package (PDIP) (P)	17
Figure 6:	28-Lead 0.300-Inch Plastic Small Outline Integrated Circuit (SOIC) (S)	18
Figure 7:	ISD1400 Series Bonding Physical Layout	19
Chart 1:	Record Mode Operating Current (I_{CC})	10
Chart 2:	Total Harmonic Distortion	10
Chart 3:	Standby Current (I_{SB})	10
Chart 4:	Oscillator Stability	10
Chart 5:	Record Mode Operating Current (I_{CC})	14
Chart 6:	Total Harmonic Distortion	14
Chart 7:	Standby Current (I_{SB})	14
Chart 8:	Oscillator Stability	14
Table 1:	Device Playback/Record Durations	1
Table 2:	External Clock Sample Rates	3
Table 3:	Operational Modes Table	5
Table 4:	Absolute Maximum Ratings (Packaged Parts)	7
Table 5:	Operating Conditions (Packaged Parts)	7
Table 6:	DC Parameters (Packaged Parts)	7
Table 7:	AC Parameters (Packaged Parts)	8
Table 8:	Absolute Maximum Ratings (Die)	11
Table 9:	Operating Conditions (Die)	11
Table 10:	DC Parameters (Die)	11
Table 11:	AC Parameters (Die)	12
Table 12:	Plastic Dual Inline Package (PDIP) (P) Dimensions	17
Table 13:	Plastic Small Outline Integrated Circuit (SOIC) (S) Dimensions	18
Table 14:	ISD1400 Series PIN/PAD Designations, with Respect to Die Center (μm)	20

DETAILED DESCRIPTION

SPEECH/SOUND QUALITY

The ISD1400 series includes devices offered at 6.4 and 8.0 KHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. The speech samples are stored directly into on-chip nonvolatile memory without the digitization and compression associated with other solutions. Direct analog storage provides a very true, natural sounding reproduction of voice, music, tones, and sound effects not available with most solid-state digital solutions.

DURATION

To meet end system requirements, the ISD1400 series offers single-chip solutions at 16 and 20 seconds.

EEPROM STORAGE

One of the benefits of ISD's ChipCorder technology is the use of on-chip nonvolatile memory, providing zero-power message storage. The message is retained for up to 100 years typically without power. In addition, the device can be re-recorded typically over 100,000 times.

BASIC OPERATION

The ISD1400 ChipCorder series devices are controlled by a single record signal, REC, and either of two push-button control playback signals, PLAYE (edge-activated playback), and PLAYL (level-activated playback). The ISD1400 parts are configured for simplicity of design in a single-message application. Using the address lines will allow multiple message applications. Device operation is explained on page 15.

AUTOMATIC POWER-DOWN MODE

At the end of a playback or record cycle, the ISD1400 series devices automatically return to a low-power standby mode, consuming typically 0.5 μ A. During a playback cycle, the device powers down automatically at the end of the message. During a record cycle, the device powers down immediately after REC is released HIGH.

ADDRESSING (OPTIONAL)

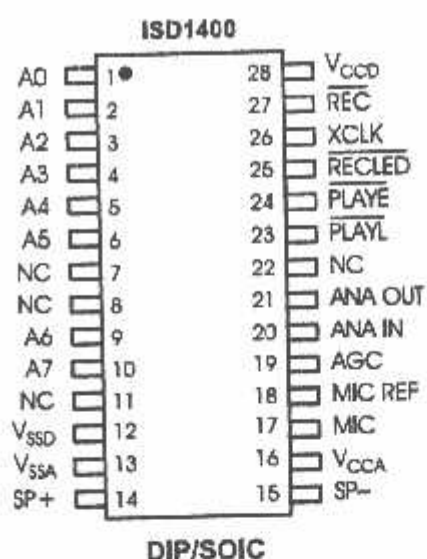
In addition to providing simple message playback, the ISD1400 series provides a full addressing capability.

The ISD1400 series storage array has 160 distinct addressable segments, providing the following resolutions. See Application Information for ISD1400 address tables.

Table 1: Device Playback/Record Durations

Part Number	Minimum Duration (Seconds)
ISD1416	100 ms
ISD1420	125 ms

Figure 1: ISD1400 Series Pinouts



E: NC means must Not Connect.

DESCRIPTION

E The $\overline{\text{REC}}$ signal is debounced for 50 ms on the rising edge to prevent a false retriggering from a push-button switch.

POWER INPUTS (V_{CCA} , V_{CCD})

Analog and digital circuits internal to the ISD1400 series use separate power buses to minimize noise on the chip. These power buses are brought out to separate pins on the package and should be tied together as close to the supply as possible. It is important that the power supply be decoupled as close as possible to the package.

GROUND INPUTS (V_{SSA} , V_{SSD})

Similar to V_{CCA} and V_{CCD} , the analog and digital grounds internal to the ISD1400 series use separate ground buses to minimize noise. These pins should be tied together as close as possible to the device.

RECORD (REC)

The $\overline{\text{REC}}$ input is an active-LOW record signal. The device records whenever $\overline{\text{REC}}$ is LOW. This signal must remain LOW for the duration of the recording. $\overline{\text{REC}}$ takes precedence over either playback ($\overline{\text{PLAYE}}$ or $\overline{\text{PLAYL}}$) signal. If $\overline{\text{REC}}$ is pulled LOW during a playback cycle, the playback immediately ceases and recording begins.

A record cycle is completed when $\overline{\text{REC}}$ is pulled HIGH or the memory space is filled.

An end-of-message marker (EOM) is internally recorded, enabling a subsequent playback cycle to terminate appropriately. The device automatically powers down to standby mode when $\overline{\text{REC}}$ goes HIGH.

PLAYBACK, EDGE-ACTIVATED ($\overline{\text{PLAYE}}$)

When a LOW-going transition is detected on this input signal, a playback cycle begins. Playback continues until an EOM is encountered or the end of the memory space is reached. Upon completion of the playback cycle, the device automatically powers down into standby mode. Taking $\overline{\text{PLAYE}}$ HIGH during a playback cycle will not terminate the current cycle.

PLAYBACK, LEVEL-ACTIVATED ($\overline{\text{PLAYL}}$)

When this input signal transitions from HIGH to LOW, a playback cycle is initiated. Playback continues until $\overline{\text{PLAYL}}$ is pulled HIGH, an EOM marker is detected, or the end of the memory space is reached. The device automatically powers down to standby mode upon completion of the playback cycle.

NOTE In playback, if either $\overline{\text{PLAYE}}$ or $\overline{\text{PLAYL}}$ is held LOW during EOM or OVF, the device will still enter standby and the internal oscillator and timing generator will stop. However, the rising edge of $\overline{\text{PLAYE}}$ and $\overline{\text{PLAYL}}$ are not debounced and any subsequent falling edge (particularly switch bounce) present on the input pins will initiate another playback.

RECORD LED OUTPUT (RECLED)

The output RECLED is LOW during a record cycle. It can be used to drive an LED to provide feedback that a record cycle is in progress. In addition, RECLED pulses LOW momentarily when an EOM is encountered in a playback cycle.

MICROPHONE INPUT (MIC)

The microphone input transfers its signal to the on-chip preamplifier. An on-chip Automatic Gain Control (AGC) circuit controls the gain of this preamplifier from -15 to 24 dB. An external microphone should be AC coupled to this pin via a series capacitor. The capacitor value, together with the internal 10 K Ω resistance on this pin, determine the low-frequency cutoff for the ISD1400 series passband. See Application Information for additional information on low-frequency cutoff calculations.

MICROPHONE REFERENCE (MIC REF)

The MIC REF input is the inverting input to the microphone preamplifier. This provides a noise-canceling or common-mode rejection input to the device when connected differentially to a microphone.

AUTOMATIC GAIN CONTROL (AGC)

The AGC dynamically adjusts the gain of the preamplifier to compensate for the wide range of microphone input levels. The AGC allows the full range of sound, from whispers to loud sounds, to be recorded with minimal distortion. The "attack" time is determined by the time constant of a 5 K Ω internal resistance and an external capacitor (C6 on the schematic in Figure 4) connected from the AGC pin to V_{SSA} analog ground. The "release" time is determined by the time constant of an external resistor (R5) and an external capacitor (C6) connected in parallel between the AGC Pin and V_{SSA} analog ground. Nominal values of 470 K Ω and 1.7 μ F give satisfactory results in most cases.

ANALOG OUTPUT (ANA OUT)

This pin provides the preamplifier output to the user. The voltage gain of the preamplifier is determined by the voltage level at the AGC pin.

ANALOG INPUT (ANA IN)

The ANA IN pin transfers the input signal to the chip for recording. For microphone inputs, the ANA OUT pin should be connected via an external capacitor to the ANA IN pin. This capacitor value, together with the 3.0 K Ω input impedance of ANA IN, is selected to give additional cutoff at the low-frequency end of the voice passband. If the desired input is derived from a source other than a microphone, the signal can be fed, capacitively coupled, into the ANA IN pin directly.

EXTERNAL CLOCK INPUT (XCLK)

The external clock input for the ISD1400 devices has an internal pull-down device. The ISD1400 is configured at the factory with an internal sampling clock frequency that guarantees its minimum nominal record/playback time. For instance, an ISD1420 operating within specification will be observed to always have a minimum of 20 seconds of recording time. The sampling frequency is then maintained to a variation of ± 2.25 percent over the commercial temperature and operating voltage ranges, while still maintaining the minimum specified recording duration. This will result in some devices having a few percent more than nominal recording time.

The internal clock has a ± 5 percent tolerance over the industrial temperature and voltage range. A regulated power supply is recommended for industrial temperature parts. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin as follows:

Table 2: External Clock Sample Rates

Part Number	Sample Rate	Required Clock
ISD1416	8.0 KHz	1024 KHz
ISD1420	6.4 KHz	819.2 KHz

These recommended clock rates should not be exceeded because the antialiasing and smoothing filters are fixed, and aliasing problems can occur if the sample rate differs from the one recommended. The duty cycle on the input clock is not critical, as the clock is immediately divided by two internally. **The XCLK is not used, this input should be connected to ground.**

LOUDSPEAKER OUTPUTS (SP+, SP-)

The SP+ and SP- pins provide direct drive for loudspeakers with impedances as low as 16 Ω. A single-ended output may be used, but, for direct-drive speakers, the two opposite-polarity outputs provide an improvement in output power of up to four times over a single-ended connection. Furthermore, when SP+ and SP- are used, a speaker-coupling capacitor is not required. A single-ended connection will require an AC-coupling capacitor between the SP pin and the speaker. The speaker outputs are in a high-impedance state during a record cycle, and held at V_{SSA} during power-down.

ADDRESS INPUTS (A0-A7)

Address Inputs have two functions, depending on the level of the two Most Significant Bits (MSB) of the address.

When either of the two MSBs is LOW, the inputs are all interpreted as address bits and are used as the address for the current record or playback operation. The address pins are inputs only and do not output internal address information as the operation progresses. Address inputs are latched by the falling edge of PLAYE, PLAYL, or REC.

OPERATIONAL MODES

The ISD1400 series is designed with several built-in operational modes provided to allow maximum functionality with a minimum of additional components, described in detail below. The operational modes use the address pins on the ISD1400 devices, but are mapped outside the valid address range. When the two Most Significant Bits (MSBs) are HIGH (A6 and A7), the remaining address signals are interpreted as mode bits and not as address bits. Therefore, operational modes and direct addressing are not compatible and cannot be used simultaneously.

There are two important considerations for using operational modes. First, all operations begin initially at address 0, which is the beginning of the ISD1400 address space. Later operations can begin at other address locations, depending on the operational mode(s) chosen. In addition, the address pointer is reset to 0 when the device is changed from record to playback but not from playback to record when A4 is HIGH in Operational Mode.

Second, an Operational Mode is executed when any of the control inputs, PLAYE, PLAYL, or REC, go LOW and the two MSBs are HIGH. This Operational Mode remains in effect until the next LOW-going control input signal, at which point the current address/mode levels are sampled and executed.

NOTE *The two MSBs are on pins 9 and 10 for each ISD1400 series device.*

OPERATIONAL MODES DESCRIPTION

The Operational Modes can be used in conjunction with a microcontroller, or they can be hard-wired to provide the desired system operation.

A0 — MESSAGE CUEING

Message Cueing allows the user to skip through messages, without knowing the actual physical addresses of each message. Each control input LOW pulse causes the internal address pointer to skip to the next message. This mode should be used for playback only, and is typically used with the A4 Operational Mode.

A1 — DELETE EOM MARKERS

The A1 Operational Mode allows sequentially recorded messages to be combined into a single message with only one EOM marker set at the end of the final message. When this operational mode is configured, messages recorded sequentially are played back as one continuous message.

A2 — UNUSED

A3 — MESSAGE LOOPING

The A3 Operational Mode allows for the automatic, continuously repeated playback of the message located at the beginning of the address space.

A message can completely fill the ISD1400 device and will loop from beginning to end. Pulsing PLAYE will start the playback and pulsing PLAYL will end the playback.

A4 — CONSECUTIVE ADDRESSING

During normal operations, the address pointer will reset when a message is played through to an EOM marker. The A4 Operational Mode inhibits the address pointer reset, allowing messages to be recorded or played back consecutively. When the device is in a static state; i.e., not recording or playing back, momentarily taking this pin LOW will reset the address counter to zero.

A5 — UNUSED

Table 3: Operational Modes Table

Address Ctrl. (HIGH)	Function	Typical Use	Jointly Compatible ⁽¹⁾
A0	Message cueing	Fast-forward through messages	A4
A1	Delete EOM markers	Position EOM marker at the end of the last message	A3, A4
A2	Unused		
A3	Looping	Continuous playback from Address 0	A1
A4	Consecutive addressing	Record/play multiple consecutive messages	A0, A1
A5	Unused		

¹ Additional operational modes can be used simultaneously with the given mode.

WING DIAGRAMS

Figure 2: Record

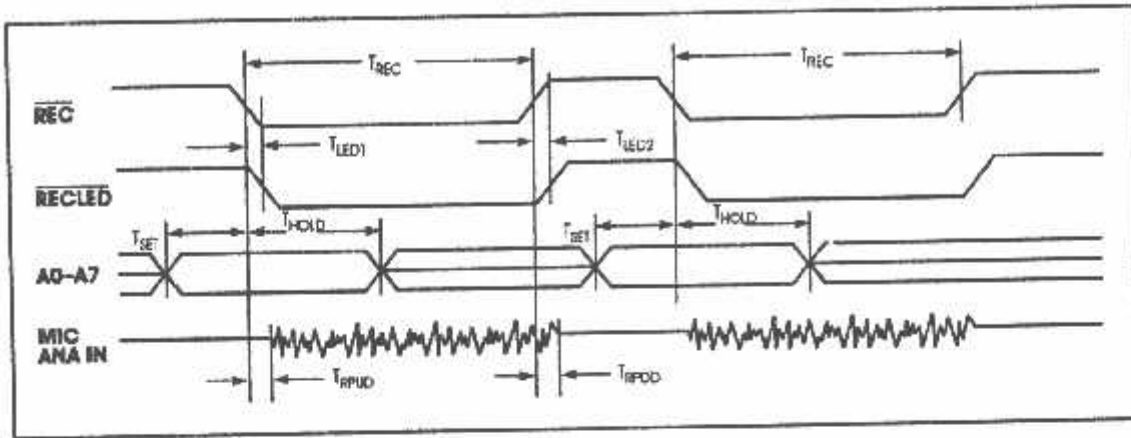
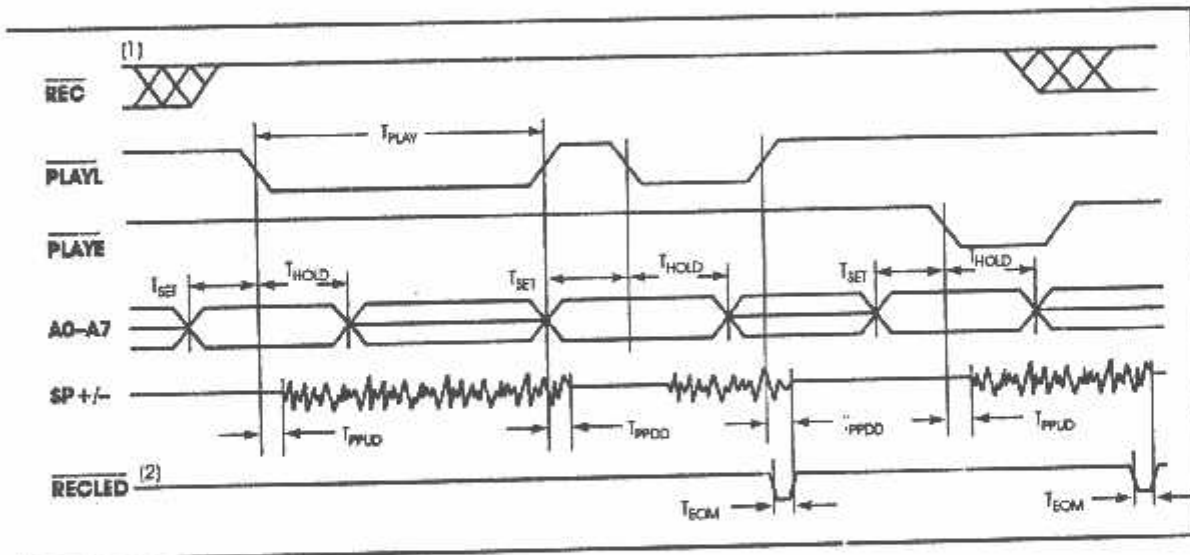


Figure 3: Playback



$\overline{\text{REC}}$ must be HIGH for the entire duration of a playback cycle.
 $\overline{\text{RECLEd}}$ functions as an EOM during playback.

Table 4: Absolute Maximum Ratings (Packaged Parts)⁽¹⁾

Condition	Value
Junction temperature	150°C
Storage temperature range	-65°C to +150°C
Voltage applied to any pin	(V _{SS} - 0.3 V) to (V _{CC} + 0.3 V)
Voltage applied to any pin (Input current limited to ±20 mA)	(V _{SS} - 1.0 V) to (V _{CC} + 1.0 V)
Lead temperature (soldering - 10 seconds)	300°C
V _{CC} - V _{SS}	-0.3 V to +7.0 V

Table 5: Operating Conditions (Packaged Parts)

Condition	Value
Commercial operating temperature range ⁽¹⁾	0°C to +70°C
Industrial operating temperature ⁽¹⁾	-40°C to +95°C
Supply voltage (V _{CC}) ⁽²⁾	+4.5 V to +5.5 V
Ground voltage (V _{SS}) ⁽³⁾	0 V

1. Case temperature.
2. V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}.
3. V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}.

1. Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.

Table 6: DC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Parameters	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
V _{IL}	Input Low Voltage			0.8	V	
V _{IH}	Input High Voltage	2.4			V	
V _{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA
V _{OH}	Output High Voltage	2.4			V	I _{OH} = -1.6 mA
I _{CC}	V _{CC} Current (Operating)		15	30	mA	V _{CC} = 5.5 V ⁽³⁾ , R _{EXT} = ∞
I _{SB}	V _{CC} Current (Standby)		0.5	10	μA	(3) (4)
I _{IL}	Input Leakage Current			±1	μA	
I _{ILFD}	Input Current HIGH w/Pull Down			130	μA	Force V _{CC} ⁽⁵⁾
R _{EXT}	Output Load Impedance	16			Ω	Speaker Load
R _{MIC}	Preamp In Input Resistance	4	9	17	KΩ	Pins 17, 18
R _{ANA IN}	ANA IN Input Resistance	2.5	3	5	KΩ	
A _{PRE1}	Preamp Gain 1	20	23	26	dB	AGC = 0.0 V
A _{PRE2}	Preamp Gain 2		-45	-15	dB	AGC = 2.5 V

Table 6: DC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Parameters	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
V _P	ANA IN to SP+/- Gain	20	22	25	dB	
i _{GC}	AGC Output Resistance	2.5	5	9.5	kΩ	
i _{BH}	Preamp Out Source		-2		mA	@ V _{OUT} = 1.0 V
i _{EL}	Preamp In Sink		0.5		mA	@ V _{OUT} = 2.0 V

Typical values @ T_A = 25°C and 5.0 V.

All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.

V_{CCA} and V_{CCD} connected together.

REC, PLAYL, and PLAYE must be at V_{CCD}.

XCLK pin.

Table 7: AC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Characteristic	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
	Sampling Frequency			8	KHz	(5)
				6.4	KHz	(5)
	Filter Pass Band		3.3		KHz	3 dB Roll-Off Point (3)(6)
			2.6		KHz	3 dB Roll-Off Point (3)(6)
	Record Duration	16			sec	
		20			sec	
	Playback Duration	16			sec	(5)
		20			sec	(5)
	RECLED ON Delay		5		msec	
	RECLED OFF Delay	30	38.9	95	msec	
		40	48.6	110	msec	
	Address Setup Time	300			nsec	
	Address Hold Time	0			nsec	
	Record Power-Up Delay		26		msec	
			32		msec	
	Record Power-Down Delay		26		msec	
			32		msec	
	Play Power-Up Delay		26		msec	
			32		msec	

Table 7: AC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Characteristic	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
T _{FPDD}	Play Power-Down Delay	ISD1416	6.5		msec	
		ISD1420	8.1		msec	
T _{EOM}	EOM Pulse Width	ISD1416	12.5		msec	
		ISD1420	15.625		msec	
THD	Total Harmonic Distortion		1	3	%	@ 1 KHz
P _{OUT}	Speaker Output Power		12.2		mW	R _{EXT} = 16 Ω
V _{OUT}	Voltage Across Speaker Pins		1.25	2.5	V p-p	R _{EXT} = 600 Ω
V _{IN1}	MIC Input Voltage			2C	mV	Peak-to-Peak ⁽⁴⁾
V _{IN2}	ANA IN Input Voltage			50	mV	Peak-to-Peak

1. Typical values @ T_A = 25°C and 5.0 V.

2. All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.

3. Low-frequency cutoff depends upon value of external capacitors (see Pin Descriptions).

4. With 5.1 KΩ series resistor at ANA IN.

5. Sampling frequency and playback duration will vary as much as ±2.25 percent over the commercial temperature and voltage ranges. It may vary as much as ±5 percent over the industrial temperature and voltage ranges. All devices will meet the maximum sampling frequency and minimum playback duration parameters. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).

6. Filter specification applies to the anti-aliasing filter and to the smoothing filter.

TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (PACKAGED PARTS)

Chart 1: Record Mode Operating Current (I_{CC})

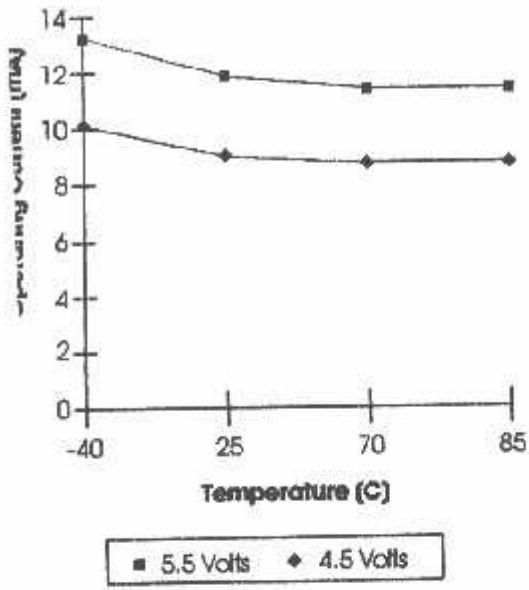


Chart 3: Standby Current (I_{SB})

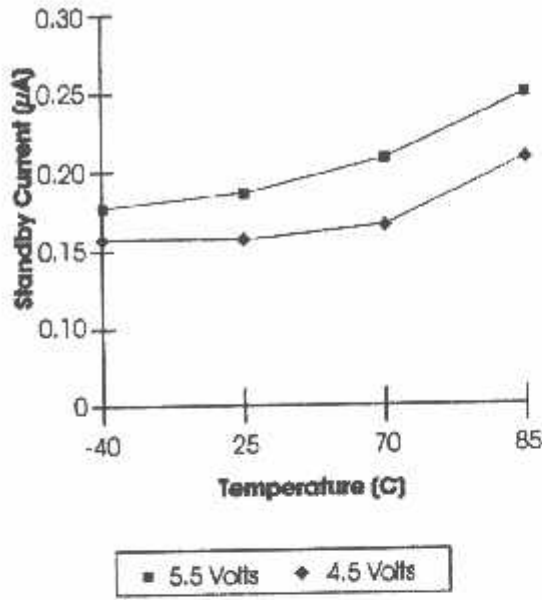


Chart 2: Total Harmonic Distortion

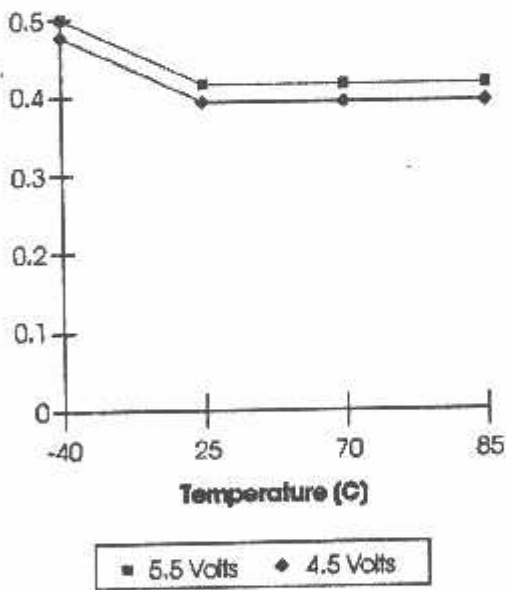


Chart 4: Oscillator Stability

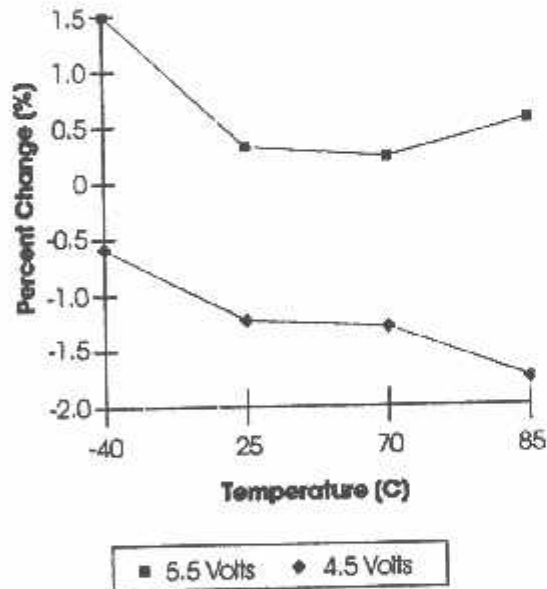


Table 8: Absolute Maximum Ratings (Die)⁽¹⁾

Condition	Value
Junction temperature	150°C
Storage temperature range	-65°C to +150°C
Voltage applied to any pad	(V _{SS} - 0.3V) to (V _{CC} + 0.3V)
Voltage applied to any pad (Input current limited to ±20 mA)	(V _{SS} - 1.0 V) to (V _{CC} + 1.0 V)
V _{CC} - V _{SS}	-0.3 V to +7.0 V

1. Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.

Table 9: Operating Conditions (Die)

Condition	Value
Commercial operating temperature range	0°C to +50°C
Supply voltage (V _{CC}) ⁽¹⁾	+4.5 V to +6.5 V
Ground voltage (V _{SS}) ⁽²⁾	0 V

1. V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}

2. V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}

Table 10: DC Parameters (Die)

Symbol	Parameters	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
V _{IL}	Input Low Voltage			0.8	V	
V _{IH}	Input High Voltage	2.4			V	
V _{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA
V _{OH}	Output High Voltage	2.4			V	I _{OH} = -1.6 mA
I _{CC}	V _{CC} Current (Operating)		15	30	mA	V _{CC} = 5.5 V ⁽³⁾ , R _{EXT} = ∞
I _{SB}	V _{CC} Current (Standby)		0.5	10	μA	⁽³⁾ ⁽⁴⁾
I _L	Input Leakage Current			±1	μA	
I _{LPD}	Input Current HIGH w/Pull Down			130	μA	Force V _{CC} ⁽⁵⁾
R _{EXT}	Output Load Impedance	16			Ω	Speaker Load
R _{MIC}	Preamplifier Input Resistance	4	9	17	KΩ	Pins 17, 18
R _{ANA IN}	ANA IN Input Resistance	2.5	3	5	KΩ	
A _{PRE1}	Preamplifier Gain 1	20	23	26	dB	AGC = 0.0 V
A _{PRE2}	Preamplifier Gain 2		-45	-15	dB	AGC = 2.5 V
A _{ASP}	ANA IN to SP+/- Gain	20	22	25	dB	

Table 10: DC Parameters (Die)

Symbol	Parameters	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
IGC	AGC Output Resistance	2.5	5	9.5	K Ω	
EH	Preamp Out Source		-2		mA	@ V _{OUT} = 1.0 V
EL	Preamp In Sink		0.5		mA	@ V _{OUT} = 2.0 V

Typical values @ T_A = 25°C and 5.0 V.

All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.

V_{CCA} and V_{CCB} connected together.

REC, PLAYL, and PLAYE must be at V_{CCB}.

XCLK pin.

Table 11: AC Parameters (Die)

mbol	Characteristic	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions	
	Sampling Frequency	ISD1416 ISD1420		8 6.4	KHz KHz	(5) (5)	
	Filter Pass Band	ISD1416 ISD1420	3.3 2.6		KHz KHz	3 dB Roll-Off Point (3)(6) 3 dB Roll-Off Point (3)(6)	
	Record Duration	ISD1416 ISD1420	16 20		sec sec		
	Playback Duration	ISD1416 ISD1420	16 20		sec sec	(5) (5)	
	RECLED ON Delay		5		msec		
	RECLED OFF Delay	ISD1416 ISD1420	30 40	38.9 48.6	95 110	msec msec	
	Address Setup Time		300		nsec		
	Address Hold Time		0		nsec		
	Record Power-Up Delay	ISD1416 ISD1420	26 32		msec msec		
	Record Power-Down Delay	ISD1416 ISD1420	26 32		msec msec		
	Play Power-Up Delay	ISD1416 ISD1420	26 32		msec msec		

Table 11: AC Parameters (Die)

Symbol	Characteristic	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
T _{FPDD}	Play Power-Down Delay		ISD1416	6.5		msec
			ISD1420	8.1		msec
T _{EOM}	EOM Pulse Width		ISD1416	12.5		msec
			ISD1420	15.625		msec
THD	Total Harmonic Distortion		1	3	%	@ 1 kHz
P _{OUT}	Speaker Output Power		12.2		mW	R _{EXT} = 16 Ω
V _{OUT}	Voltage Across Speaker Pins		1.25	2.5	V p-p	R _{EXT} = 600 Ω
V _{IN1}	MIC Input Voltage			20	mV	Peak-to-Peak ⁽⁴⁾
V _{IN2}	ANA IN Input Voltage			50	mV	Peak-to-Peak

1. Typical values @ T_A = 25°C and 5.0 V.

2. All Min/Max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.

3. Low-frequency cutoff depends upon value of external capacitors (see Pin Descriptions).

4. With 5.1 KΩ series resistor at ANA IN.

5. Sampling frequency and playback duration will vary as much as ±2.25 percent over the commercial temperature and voltage ranges. All devices will meet the maximum sampling frequency and minimum playback duration parameters. For greater stability, an external clock can be utilized (see Pin Descriptions).

6. Filter specification applies to the antialiasing filter and to the smoothing filter. Typical Parameter Variation with Voltage and Temperature (Die).

TYPICAL PARAMETER VARIATION WITH VOLTAGE AND TEMPERATURE (DIE)

Chart 5: Record Mode Operating Current (I_{CC})

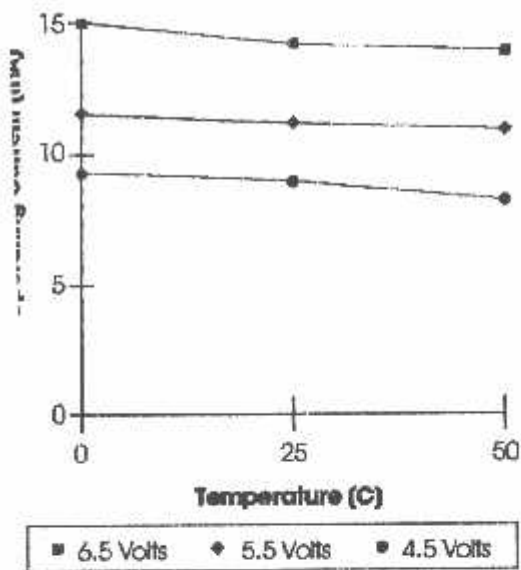


Chart 7: Standby Current (I_{SB})

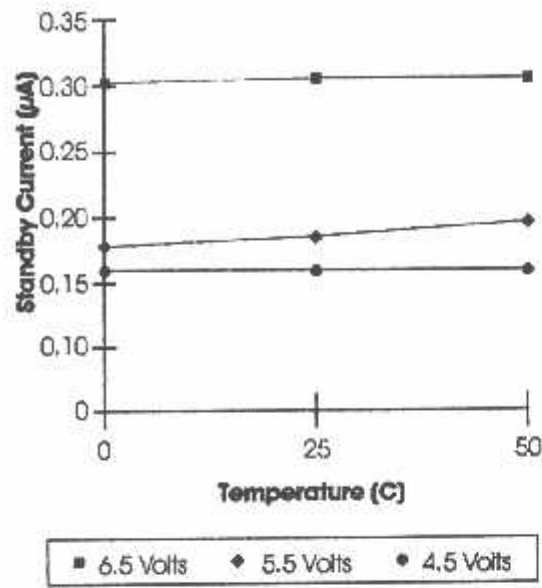


Chart 6: Total Harmonic Distortion

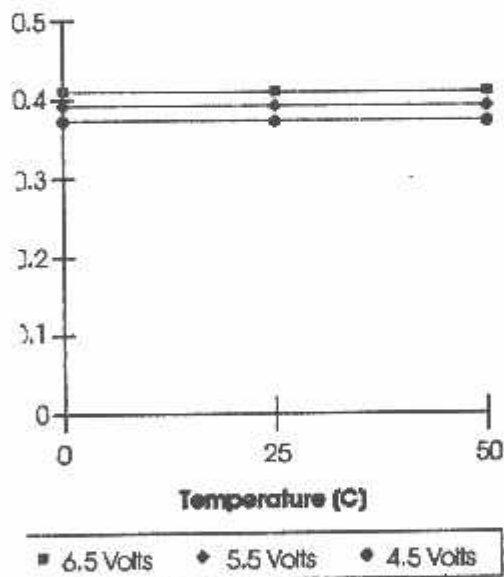


Chart 8: Oscillator Stability

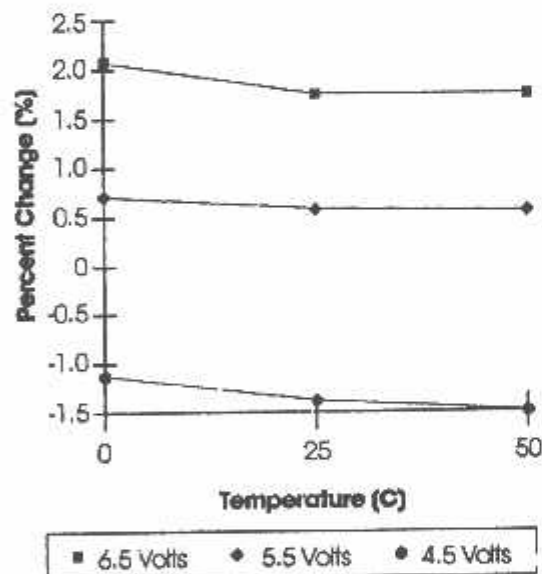
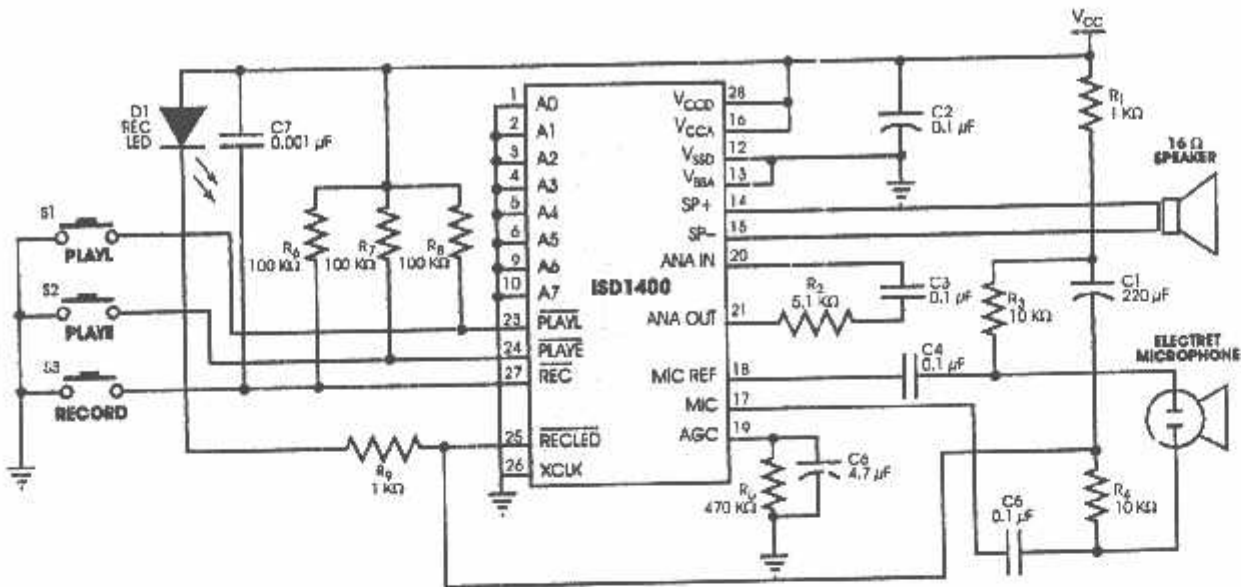


Figure 4: Application Example



FUNCTIONAL DESCRIPTION EXAMPLE

The following example operating sequence demonstrates the functionality of the ISD1400 series devices.

1. Record a message filling the address space.

Pulling the $\overline{\text{REC}}$ signal LOW initiates a record cycle from the beginning of the message space. If $\overline{\text{REC}}$ is held LOW, the recording continues until the message space has been filled. Once the message space is filled, recording ceases. The device will automatically power down after $\overline{\text{REC}}$ is pulled HIGH.

2. Edge-activated playback.

Pulling the $\overline{\text{PLAYE}}$ signal LOW initiates a playback cycle from the beginning of the message space or at a selected location. The rising edge of $\overline{\text{PLAYE}}$ has no effect on operation. If a recording has filled the message space, the entire message is played. When the device reaches the EOM marker, it automatically powers down. A

subsequent falling edge on $\overline{\text{PLAYE}}$ initiates a new play cycle from the start address.

3. Level-activated playback.

Pulling the $\overline{\text{PLAYL}}$ signal LOW initiates a playback cycle from the beginning of the message space or a selected location. If recording has filled the message space, the entire message is played. When the device reaches the EOM marker, it automatically powers down. A subsequent falling edge on $\overline{\text{PLAYL}}$ initiates a new play cycle from the starting address.

4. Level-activated playback (truncated).

If $\overline{\text{PLAYL}}$ is pulled HIGH any time during the playback cycle, the device stops playing and enters the power-down mode. A subsequent falling edge on $\overline{\text{PLAYL}}$ initiates a new play cycle from the start address.

5. Record (interrupting playback).

The $\overline{\text{REC}}$ signal takes precedence over other operations. Any LOW-going transition

ISD1400 SERIES PHYSICAL DIMENSIONS

Figure 5: 28-Lead 0.800-Inch Plastic Dual Inline Package (PDIP) (P)

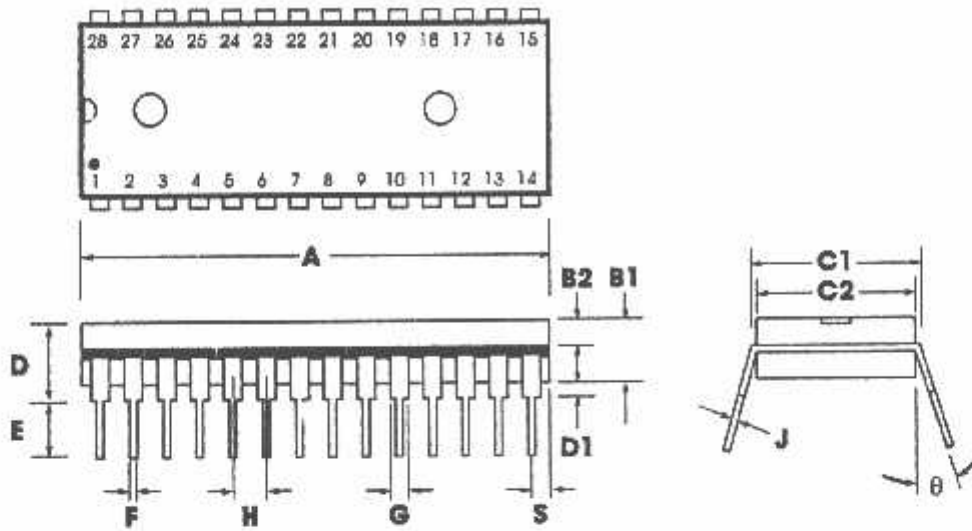


Table 12: Plastic Dual Inline Package (PDIP) (P) Dimensions

	INCHES			MILLIMETERS		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	1.445	1.450	1.455	36.70	36.83	36.96
B1		0.150			3.81	
B2	0.065	0.070	0.075	1.65	1.78	1.91
C1	0.600		0.625	15.24		15.88
C2	0.530	0.540	0.550	13.46	13.72	13.97
D			0.19			4.83
D1	0.015			0.38		
E	0.125		0.135	3.18		3.43
F	0.015	0.018	0.022	0.38	0.46	0.56
G	0.055	0.060	0.065	1.40	1.52	1.65
H		0.100			2.54	
J	0.008	0.010	0.012	0.20	0.25	0.30
S	0.070	0.075	0.080	1.78	1.91	2.03
q	0°		15°	0°		15°

NOTE: Lead coplanarity to be within 0.005 inches.

Figure 6: 28-Lead 0.300-Inch Plastic Small Outline Integrated Circuit (SOIC) (S)

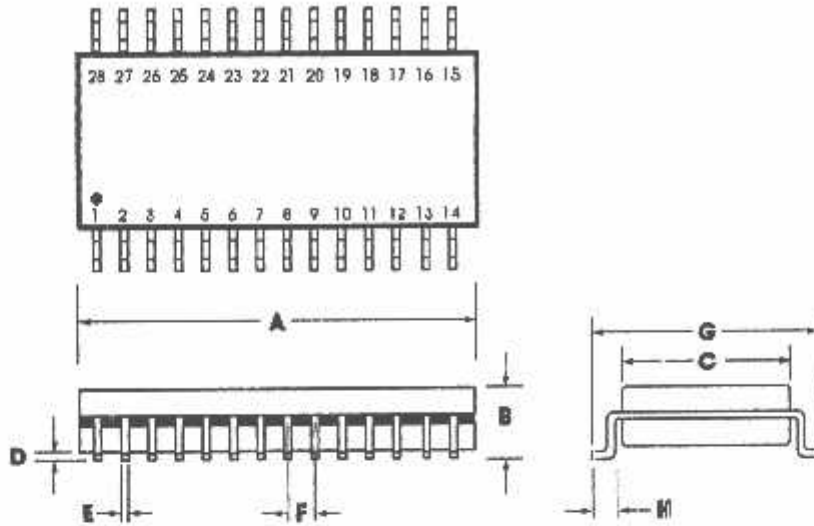


Table 13: Plastic Small Outline Integrated Circuit (SOIC) (S) Dimensions

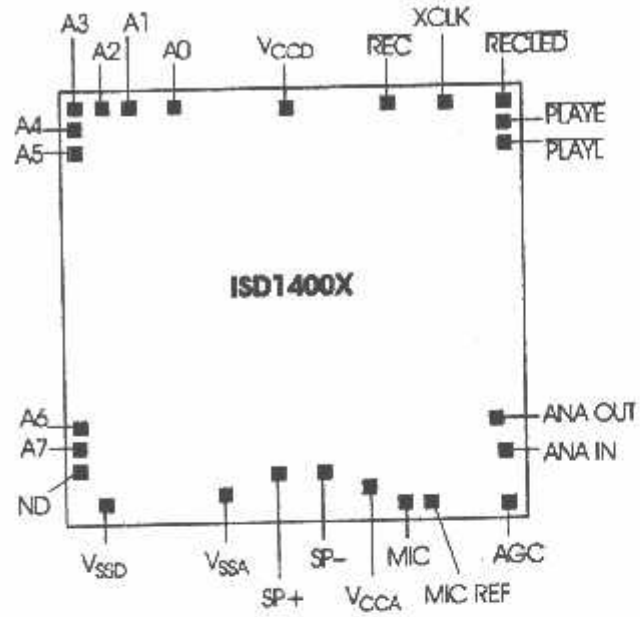
	INCHES			MILLIMETERS		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
A	0.701	0.706	0.711	17.81	17.93	18.06
B	0.097	0.101	0.104	2.46	2.56	2.64
C	0.292	0.296	0.299	7.42	7.52	7.59
D	0.005	0.009	0.0115	0.127	0.22	0.29
E	0.014	0.016	0.019	0.35	0.41	0.48
F		0.050			1.27	
G	0.400	0.406	0.410	10.16	10.31	10.41
M	0.024	0.032	0.040	0.61	0.81	1.02

Lead coplanarity to be within 0.004 inches.

Figure 7: ISD1400 Series Bonding Physical Layout¹

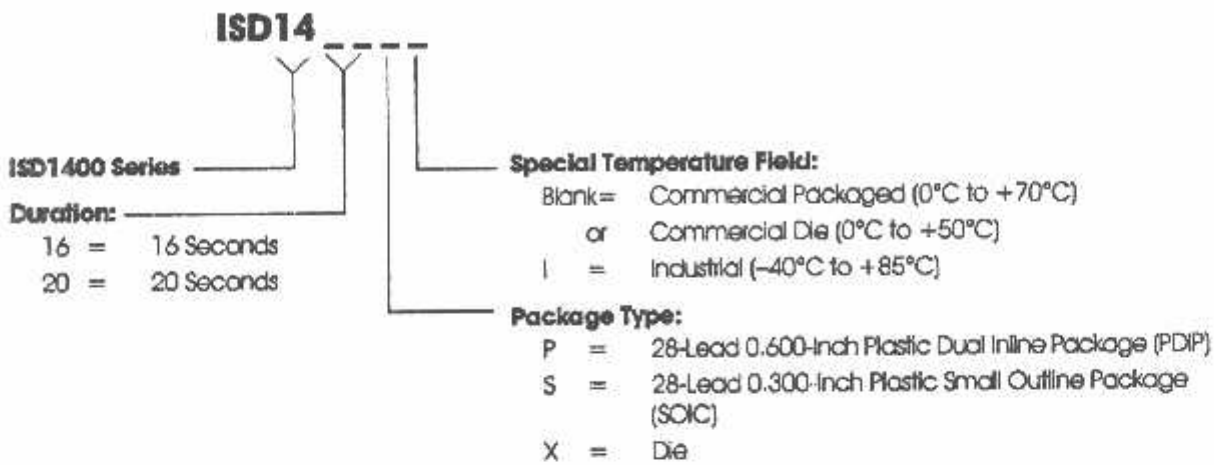
ISD1400X

- I. Die Dimensions
X: 172.2 ± 1 mils
Y: 168.5 ± 1 mils
- II. Die Thickness⁽²⁾
 17.5 ± 1 mils
- III. Pad Opening
100 x 112 microns
3.9 x 4.4 mils



1. The backside of die is internally connected to V_{SS} . It **MUST NOT** be connected to any other potential or damage may occur.
2. Die thickness is subject to change, please contact ISD factory for status.

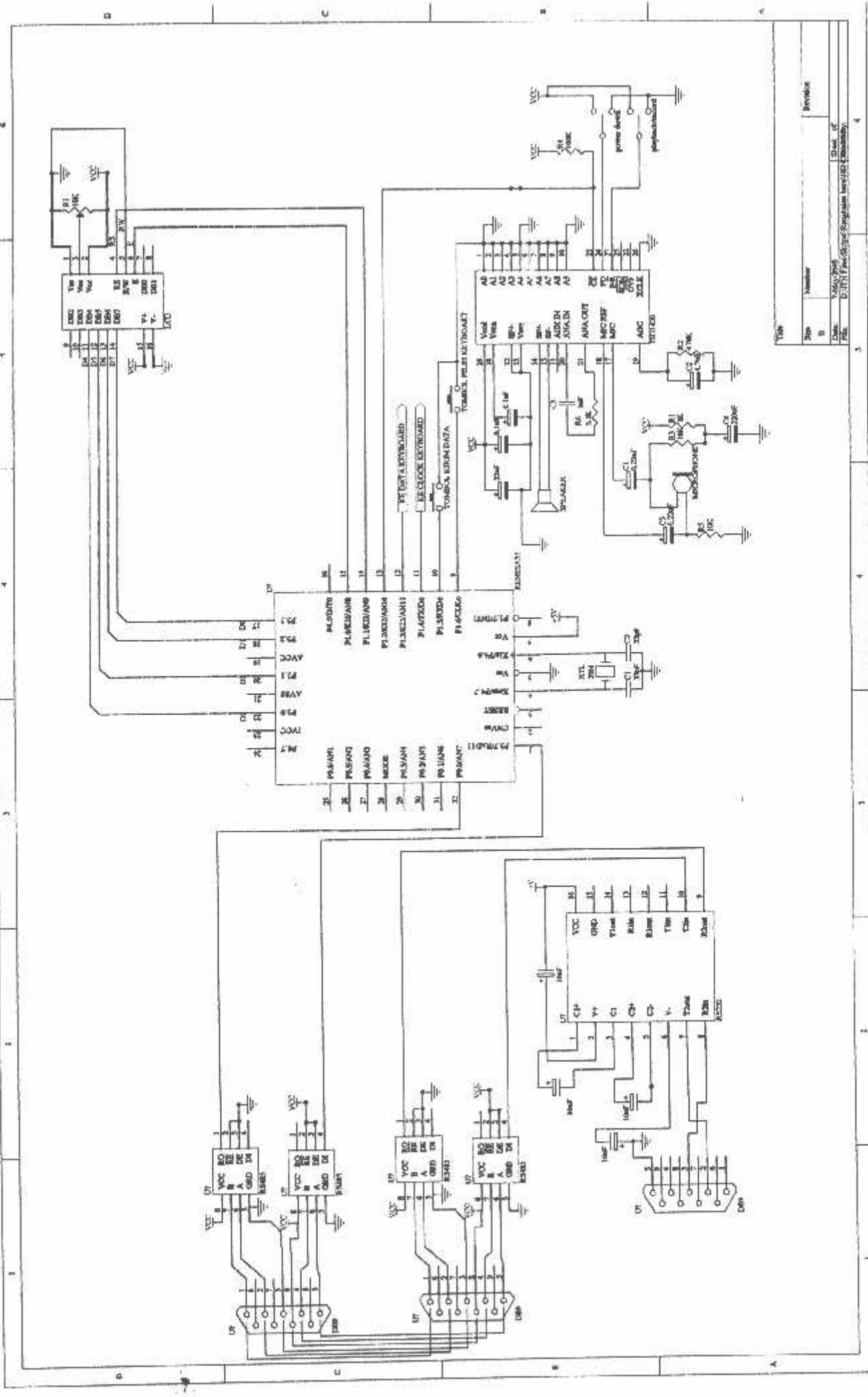
ORDERING INFORMATION

Product Number Descriptor Key

When ordering ISD1400 Series devices, please refer to the following valid part numbers.

Part Number	Part Number
ISD1416P	ISD1420P
ISD1416PI	ISD1420PI
ISD1416S	ISD1420S
ISD1416SI	ISD1420SI
ISD1416X	ISD1420X

For the latest product information, access ISD's worldwide website at <http://www.isd.com>.



Revisi	Revisi
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Nama :
 No. :
 Kelas :
 Tanggal :
 Dosen :
 Judul :

No. :
 Nama :
 Kelas :
 Tanggal :
 Dosen :
 Judul :

No. :
 Nama :
 Kelas :
 Tanggal :
 Dosen :
 Judul :

No. :
 Nama :
 Kelas :
 Tanggal :
 Dosen :
 Judul :

No. :
 Nama :
 Kelas :
 Tanggal :
 Dosen :
 Judul :

No. :
 Nama :
 Kelas :
 Tanggal :
 Dosen :
 Judul :

No. :
 Nama :
 Kelas :
 Tanggal :
 Dosen :
 Judul :



Dari hasil ujian komprehensif jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro, Konsentrasi Elektronika yang diselenggarakan pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Maret 2008

Telah dilakukan perbaikan Skripsi oleh :

Nama : Hendik Mulyanarko
NIM : 01.17.167
Masa Bimbingan : 6 Maret s/d 6 September 2007
Judul : Aplikasi Pencatat dan Penampil Pesan Elektronik Tamu Hotel Berbasis Mikrokontroler Renesas R8C/13 yang Dikoneksikan ke PC

Perbaikan meliputi :

NO.	Materi Perbaikan	Paraf Dosen Penguji
1.	Pengujian dari format pengiriman data	
2.	Pengujian RS485 pakai Oscilloscope	
3.	Perancangan RS Tidak sesuai LCD	
4.	Tambahkan Teori Serial COM di bab II	
5.	Lampiran	

Disetujui Oleh
Penguji Kedua

Joseph Dedy Irawan, ST, MT
NIP. 132315178

Mengetahui

Dosen Pembimbing I

Ir. Kartiko Ardi W, MT
NIP. 1039700310

Dosen Pembimbing II

Ir. Eko Nurcahyo
NIP. 1028700172
