

SKRIPSI

**APLIKASI MOBIL REMOTE CONTROL R/C SEBAGAI
ALAT PENGAMAT JARAK JAUH MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLLER RENESSAS R8C/TINY**



**Disusun Oleh :
GATOT GUNTORO
NIM : 02.17.163**



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

LEMBAR PERSETUJUAN



**APLIKASI MOBIL REMOTE CONTROL (R/C) SEBAGAI
ALAT PENGAMAT JARAK JAUH MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLLER RENESSAS R8C/TINY**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

GATOT GUNTORO

Nim : 0217163

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I

Ir. M. Abdul Hamid, MT
NIP. 10108800188

Dosen Pembimbing II

I. Komang Somawirata, ST, MT
NIP. Y. 1030100361

Mengetahui,



Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

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

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



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Gatot Guntoro
Nim : 02 17 163
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Masa Bimbingan : 22 November 2007 s/d 22 Mei 2008
Judul Skripsi : Aplikasi Mobil *Remote Control* (R/C) Sebagai Alat
Pengamat Jarak Jauh Menggunakan Mikrokontroller
Renesas R8C/Tiny R5F21134FP

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)
pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Maret 2008
Nilai : 78.5 (B') *ef*

Panitia Majelis Penguji,



Ketua

(Ir. Mochtar Asroni, MSML)
NIP.Y. 1018100036

Sekretaris

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

Anggota Penguji,

Penguji Pertama

(Ir. Widodo Puji M, MT)
NIP.Y. 1028700171

Penguji Kedua

(Joseph Dedy Irawan, ST, MT)
NIP. 132315178

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran-Mu Ya Allah yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aplikasi Mobil *Remote Control* (R/C) sebagai Alat Pengamat Jarak Jauh Menggunakan Mikrokontroler Renesas R8C/Tiny R5F21134FP” ini dengan lancar. Skripsi ini merupakan persyaratan kelulusan Studi di Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang dan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

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

1. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
2. Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak I Komang Somawirata, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II.
4. Ayah dan Ibu serta keluarga besar yang telah memberikan do’a restu, dorongan, semangat, dan biaya.
5. Rekan-rekan mahasiswa/i Elektronika S-1.
6. Semua yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Penyusun telah berusaha semaksimal mungkin dan meyakini sepenuhnya akan keterbatasan pengetahuan dalam menyelesaikan laporan ini. Untuk itu

penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

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

Malang, Maret 2008

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TEORI DASAR	6
2.1. Renesas R8C/TINY R5F21134FP	6
2.1.1. Spesifikasi Mikrokontroler Renesas R8C/TINY R5F21134FP	8
2.1.2. Kelebihan Utama R8C/Tiny	9
2.1.3. Konfigurasi Pin-Pin R8C/Tiny R5F21134FP	10
2.1.4. <i>Peripheral</i> R8C/Tiny R5F21134FP	13
2.1.4.1. ADC (<i>Analog Digital Converter</i>)	13
2.1.4.2. <i>Timer</i>	14
2.1.4.3. POR (<i>Power-On Reset</i>)	15
2.1.4.4. LVD (<i>Low Voltage Detect</i>)	15
2.1.4.5. <i>Watchdog Timer</i>	16
2.1.4.6. <i>On Chip Debuzzer</i>	16
2.1.4.7. <i>Oscillator Circuit</i>	17
2.1.5. Memory R8C/Tiny	18

2.2. Transmitter TLP434A dan <i>Reciever</i> RLP434A	19
2.2.1. <i>Transmitter</i>	19
2.2.2. <i>Receiver</i>	20
2.3. IC HT640 (<i>Encoder</i>) dan IC HT648 (<i>Decoder</i>)	22
2.3.1. HT640	22
2.3.1.1. Diagram Blok HT640	22
2.3.1.2. Konfigurasi Pin HT640	23
2.3.1.3. Karakteristik HT640	24
2.3.1.4. Operasi HT640	24
2.3.2. HT648L	25
2.3.2.1. Diagram Blok HT648L	26
2.3.2.2. Konfigurasi Pin HT648L	26
2.3.2.3. Karakteristik HT648L	27
2.3.2.4. Operasi HT648L	28
2.4. Motor DC	28
2.4.1. Pengendalian Arah Putaran Motor DC	33
2.5. H-Brigde	34
2.6. Transistor	35
2.6.1. Arus Bias	35
2.6.2. Arus <i>Emitter</i>	35
2.6.3. <i>Alpha</i> (α)	36
2.6.4. <i>Beta</i> (β)	36
2.6.5. <i>Common Emitter</i> (CE)	37
2.6.6. Kurva <i>Base</i>	38
2.6.7. Kurva Kolektor	40
2.6.8. Daerah Aktif	40
2.6.9. Daerah Saturasi (Dalam Keadaan Jenuh)	41
2.6.10. Daerah <i>Cut-Off</i>	42
2.6.11. Daerah <i>Breakdown</i>	44
2.7. Wireless Camera.....	45
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	46
3.1. Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	46

3.1.1. Perancangan Blok Pengiriman	48
3.1.1.1. Perancangan <i>Push Button</i>	49
3.1.1.2. Perancangan HT640	53
3.1.1.3. Perancangan TLP434A	54
3.1.2. Perancangan Blok Penerimaan	55
3.1.2.1. Perancangan HT648L	56
3.1.2.2. Perancangan RLP434A	57
3.1.3. Perancangan Mikrokontroler Renesas R8C/Tiny	58
3.1.4. Perancangan <i>Driver Motor DC</i>	60
3.1.4.1. Perancangan <i>Driver Motor DC (A)</i>	60
3.1.4.2. Perancangan <i>Driver Motor DC (B)</i>	63
3.1.4.3. Perancangan <i>Driver Motor DC (C)</i>	65
3.1.4.4. Perancangan <i>Driver Motor DC (D)</i>	68
3.2. Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	70
BAB IV ANALISA DAN PENGUJIAN ALAT	75
4.1. Pengujian TLP434A dan RLP434A	75
4.1.1. Tujuan	75
4.1.2. Rangkaian Pengujian	75
4.1.3. Peralatan Yang Digunakan	76
4.1.4. Langkah Pengujian	77
4.1.5. Hasil Pengujian	77
4.1.5.1. Hasil Pengujian Pengiriman dan Penerimaan	77
4.1.5.2. Hasil Pengujian output gelombang.....	80
4.1.5.3. Hasil Pengujian Pengiriman Dan Penerimaan Data Dengan Halangan	81
4.1.5.4. Hasil Pengujian Kamera.....	83
4.1.5.5. Hasil Pengujian Battery.....	83
4.2. Pengujian Rangkaian Driver Motor DC	84
4.2.1. Pengujian Rangkaian Driver Motor DC (A)	84
4.2.1.1. Tujuan	84
4.2.1.2. Rangkaian pengujian	84
4.2.1.3. Peralatan Yang Digunakan	84

4.2.1.4. Langkah Pengujian	84
4.2.1.5. Hasil Pengujian	85
4.2.2. Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC (B)	85
4.2.2.1. Tujuan	85
4.2.2.2. Rangkaian pengujian	85
4.2.2.3. Peralatan Yang Digunakan	86
4.2.2.4. Langkah Pengujian	86
4.2.2.5. Hasil Pengujian	87
4.2.3. Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC (C)	87
4.2.3.1. Tujuan	87
4.2.3.2. Rangkaian pengujian	88
4.2.3.3. Peralatan Yang Digunakan	88
4.2.3.4. Langkah Pengujian	88
4.2.3.5. Hasil Pengujian	89
4.2.4. Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Motor DC (D)	89
4.2.4.1. Tujuan	89
4.2.4.2. Rangkaian pengujian	90
4.2.4.3. Peralatan Yang Digunakan	90
4.2.4.4. Langkah Pengujian	90
4.2.4.5. Hasil Pengujian	91
4.3. Pengujian Putaran Motor DC (B)	91
4.3.1. Tujuan	92
4.3.2. Rangkaian pengujian	92
4.3.3. Peralatan Yang Digunakan	92
4.3.4. Langkah Pengujian	92
4.3.5. Hasil Pengujian	93
4.4. Pengujian Sistem Keseluruhan	94
4.4.1. Tujuan	94
4.4.2. Peralatan Yang Digunakan	94
4.4.3. Langkah Pengujian	94
4.4.4. Hasil Pengujian	94
BAB V PENUTUP	98

5.1. Kesimpulan	98
5.2. Saran	98
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

2-1. Arsitektur Mikrokontroller	7
2-2. Arsitektur Dasar Mikrokontroller	7
2-3. Spesifikasi R5F21134FP.....	8
2-4. Diagram Blok Renesas R8C/Tiny R5F21134FP	9
2-5. Konfigurasi Pin R8C/Tiny R5F21134FP	10
2-6. Blok Diagram ADC	13
2-7. Rangkaian POR (<i>Power-on Reset</i>)	15
2-8. Diagram LVD (<i>Low Voltage Detect</i>).....	15
2-9. Gambar Rangkaian Watchdog Timer	16
2-10. Gambar Map Memory	18
2-11. Modulasi ASK (<i>Amplitudo Shift Keying</i>)	19
2-12. Modul Dan Ukuran Dimensi TLP434A	20
2-13. Modul RLP 434A	21
2-14. Ukuran Fisik RLP 434A	21
2-15. Diagram Blok HT640.....	22
2-16. Konfigurasi Pin HT640.....	23
2-17. Diagram Blok HT648L.....	26
2-18. Konfigurasi pin HT648L.....	26
2-19. Kaidah Tangan Kiri.....	29
2-20. Konduktor Berarus Listrik Dalam Medan Magnet.....	29
2-21. Bergeraknya Sebuah Motor	31
2-22. Kaidah Tangan Kanan Untuk Motor.....	31
2-23. Konstruksi Dasar Motor DC	32
2-24. Arah Putaran Motor DC	33
2-25. Rangkaian H-Bridge	34
2-26. Arus Emitor	35
2-27. Rangkaian CE	37
2-28. Transistor Dalam Keadaan Saturasi.....	42
2-29. Transistor dalam Keadaan Cutt Off (<i>Sumbat</i>)	43

2-30. Rangkaian Driver LED	43
2-31. Wireless Camera	45
3-1. Diagram Blok Sistem	46
3-2. Rangkaian Blok Pengirim	49
3-3. Rangkaian Push Button	52
3-4. Rangkaian HT640	54
3-5. Rangkaian TLP434A	55
3-6. Rangkaian Blok Penerima	55
3-7. Rangkaian HT648L	57
3-8. Rangkaian RLP 434A	58
3-9. Konfigurasi Pin Renesas Dalam Perancangan	59
3-10. Rangkaian <i>Clock</i>	60
3-11. Rangkaian Driver Motor DC (A)	60
3-12. Rangkaian Driver Motor DC (B)	63
3-13. Rangkaian Driver Motor DC (C)	65
3-14. Rangkaian Driver Motor DC (D)	68
3-15. Flowchart Sistem	72
3-16. IDE HEW (<i>High-performance Embedded Workshop</i>)	73
3-17. Editor pada HEW (<i>High-performance Embedded Workshop</i>)	74
4-1. Rangkaian Blok Pengiriman	76
4-2. Rangkaian Blok Penerimaan	76
4-3. Tombol Penekanan	77
4-4. Kondisi Penekanan 1 Tombol Maupun 3 Tombol	80
4-5. Kondisi Penekanan 4 Tombol	80
4-6. Rangkaian Pengujian Motor DC (A)	84
4-7. Keluaran Tegangan (V) motor DC	85
4-8. Rangkaian Pengujian Driver Motor DC (B)	86
4-9. Keluaran Tegangan (V) motor DC	87
4-10. Rangkaian Pengujian Motor DC (C)	88
4-11. Keluaran Tegangan (V) motor DC	89
4-12. Rangkaian Pengujian Driver Motor DC (D)	90
4-13. Keluaran Tegangan (V) motor DC	91

4-14. Rangkaian Pengujian Motor DC (B)	92
4-15. Pengujian Putaran Motor DC (a) Pertama (b) Kedua.....	93

DAFTAR TABEL

2-1. Konfigurasi Pin R8C/Tiny R5F21134FP.....	11
2-2. Timer pada R8C/Tiny R5F21134FP.....	14
2-3. Oscillator Circuit pada R8C/Tiny R5F21134FP.....	17
2-4. Konfigurasi Pin TLP434A.....	20
2-5. Konfigurasi Pin RLP 434A.....	21
2-6. Konfigurasi Pin HT640.....	23
2-7. Karakteristik HT640.....	24
2-8. Konfigurasi Pin HT648L.....	27
2-9. Karakteristik HT648L.....	27
2-10. Cara kerja rangkaian H-Bridge.....	34
2-11. Spesifikasi camera.....	45
3-1. Konfigurasi Tombol kendali Mobil R/C.....	49
4-1. Tombol Penekanan.....	78
4-2. Hasil Pengujian Pengiriman Data dan Penerimaan Data Dengan TLP434A dan RLP434A.....	78
4-3. Hasil Pengujian Jarak Pengiriman dan Penerimaan Data Dengan TLP434A dan RLP434A Dengan Halangan.....	81
4-4. Pengujian battery 12 V.....	83
4-5. Pengujian Rangkaian Driver Motor DC (A).....	85
4-6. Pengujian Rangkaian Driver Motor DC (B).....	87
4-7. Pengujian Rangkaian Driver Motor DC (C).....	89
4-8. Pengujian Rangkaian Driver Motor DC (D).....	91
4-9. Hasil Pengukuran Arus.....	91
4-10. Hasil Pengukuran Putaran Motor DC.....	93
4-11. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan.....	94

DAFTAR GRAFIK

2-1. Kurva $I_B - V_{BE}$	39
2-2. Kurva Kolektor	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pernahkah kita semua membayangkan jika itu ada di kehidupan nyata. Mengontrol sebuah mobil dari jarak jauh bukanlah hal yang mustahil kita lakukan saat ini. Di saat teknologi elektronika berkembang pesat, disertai dengan kemudahan memperoleh peralatan-peralatan dengan biaya yang relatif murah serta tersedianya buku-buku tutorial yang mendukung, mengontrol sebuah mobil dari jauh akan dapat terwujud.

Secara umum sistem R/C terdiri dari sebuah pemancar atau *transmitter*, sebuah atau lebih penerima atau *receiver* dan beberapa buah motor dc sebagai *aktuator* (www.geocities.com). Baterai sebagai sumber daya diperlukan oleh bagian pemancar maupun bagian penerima. Pemancar atau *transmitter* bertugas menerima perintah kendali dari orang yang mengendalikan dan merubahnya menjadi kode-kode elektronik dan mengirimkannya melalui gelombang radio ke udara. Bagian penerima atau *receiver* bertugas menerima informasi gelombang radio, menerjemahkan kode-kode elektroniknya menjadi perintah gerak yang dikirimkan ke motor dc. Selanjutnya motor dc bertugas sebagai *aktuator* ke posisi tertentu yang diinginkan.

Disini penulis mempunyai ide untuk merancang suatu alat yang dapat mengontrol mobil-mobilan sebagai mobil pengamat jarak jauh melalui media *wireless (remote control)* yang mungkin dapat digunakan untuk mengintai suatu hal yang mengancam hidup seseorang misalnya untuk mengamati suatu kejadian

dimana manusia tidak memungkinkan atau berbahaya untuk mendekatinya contohnya pada kejadian tenggelamnya kapal laut levina yang menewaskan reporter suatu televisi swasta, mobil pengamat jarak jauh ini juga bisa digunakan bila dalam suatu keadaan seseorang tidak bisa masuk rumah atau gedung mobil ini bisa digunakan dan bisa mengurangi resiko yang tinggi misalnya pada gedung yang habis mengalami kebakaran dan gedung runtuh. Maka dari itu mobil ini dirancang untuk mengurangi suatu resiko yang sangat besar. Peralatannya menggunakan *push button* kemudian data dipancarkan oleh TLP434A. Data kemudian diterima oleh RLP434A diteruskan ke mikrokontroler Renesas R8C/Tiny sebagai inputan yang akan mengaktifkan motor dc (*servo*).

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang di angkat dalam skripsi ini adalah:

- Bagaimana merencanakan membuat instalasi hardware dan software pada mikrokontroler Renesas R8C/TINY R5F21134FP
- Bagaimana sistem pengaturan *remote control*
- Bagaimana pengendalian motor dc menggunakan mikrokontroler

1.3. Tujuan

Tujuan dari Skripsi ini adalah merancang dan membuat mobil *remote control (R/C)* sebagai alat pengamat jarak jauh menggunakan mikrokontroler Rencsas R8C/TINY R5F21134FP sebagai pengendali.

1.4. Batasan Masalah

Penulis memberikan beberapa batasan masalah, antara lain:

1. Melakukan pembahasan pada pengiriman data secara *wireless*
2. Pengendalian motor dc pada mobil *remote control (R/C)* menggunakan mikrokontroler renesas R8C/TINY R5F21134FP.
3. Tidak membahas sistem pengiriman sinyal gambar.
4. Tidak membahas isi *wireless cctv*.

1.5. Metodologi

Untuk membuat Mobil *Remote Control (R/C)* dibutuhkan langkah – langkah sebagai berikut :

1. *Library Study* (penelitian kepustakaan), yaitu dengan mempelajari referensi buku-buku, majalah, internet yang mempunyai *relevansi* dengan materi serta mengamati prinsip kerja mobil *remote control (R/C)* yang sudah ada di pasaran.
 2. Perancangan dan pembuatan hardware dan software. Hardware meliputi perancangan per-blok, blok transmitter meliputi *push bottom* dan TLP434A, blok *reciver* meliputi RLP434A, IC HT640, IC HT648L, mikrokontroler Renesas R8C/Tiny R5F21134FP, Motor DC Gear Box, Motor DC (*Servo*), Kamera dan Motor DC, yang nantinya blok ini berada dalam box mobil-mobilan. *Software* pada mikrokontroler Renesas R8C/Tiny R5F21134FP menggunakan bahasa C/C++.
-

3. Integrasi dan Pengujian Sistem

Hasil dari pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak di uji per-blok kemudian diintegrasikan ke dalam satu sistem kerja untuk bisa dijalankan sesuai dengan fungsi yang diinginkan.

4. Experimen dan Analisa Sistem

Sistem yang sudah dibangun, terintegrasi dan unjuk kerjanya dianggap memadai dapat digunakan sesuai dengan yang diharapkan.

1.6. Sistematika

Buku laporan tugas akhir ini terdiri dari 5 (lima) bab, dimana masing-masing bab mempunyai kaitan satu sama lain, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Memberikan latar belakang tentang permasalahan, tujuan, masalah dan batasan masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Memberikan dasar teori untuk menunjang penyelesaian masalah dalam tugas akhir ini. Teori dasar yang diberikan meliputi : *Remote control* menggunakan *transmitter* TLP434A dan *reciver* RLP434A, IC HT640, IC HT648L, Mikrokontroller Renesas R8C/Tiny R5F21134FP, Motor DC Gear Box, Motor DC (*Servo*) dan Motor DC, Video Sender, TV.

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Berisi tentang perencanaan dan pembuatan dari seluruh elemen dari sistem mobil *remote control (R/C)* baik algoritma, flowchart, dan perangkat kerasnya.

BAB IV ANALISA DAN PENGUJIAN ALAT

Berisi tentang hasil pengukuran dan analisa dari sistem yang sudah dibuat, kemudian dibandingkan dengan perencanaan awal serta teori – teori penunjang yang menjadi landasan dari tugas akhir ini.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran serta rencana pengembangan tugas akhir ini jika dimungkinkan untuk masa yang akan datang.

BAB II

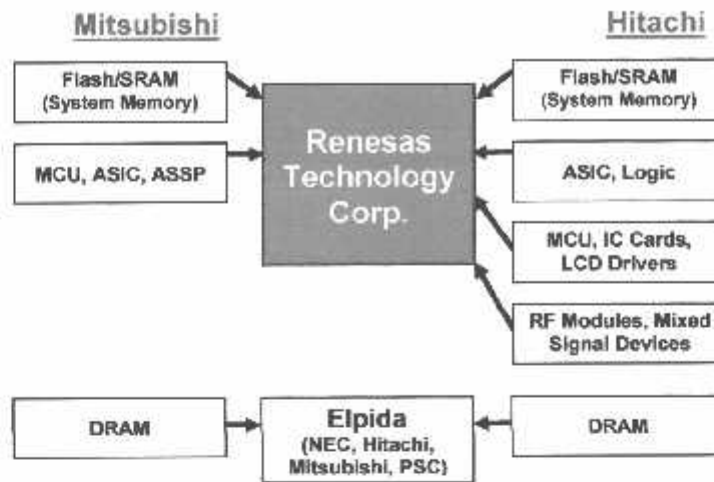
LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas mengenai dasar-dasar teori yang dapat menunjang dalam merencanakan dan membuat sistem kendali motor dc pada mobil *remote control (R/C)* menggunakan mikrokontroller Renesas R8C/Tiny R5F21134FP. Teori penunjang ini akan membahas komponen dan peralatan pendukung pada alat yang dibuat. Uraian teori-teori dalam bab ini meliputi :

- Mikrokontroller Renesas R8C/TINY R5F21134FP
- *Transmitter* TLP434A dan *Receiver* RLP434A
- IC HT640 (*Encoder*) dan IC HT648 (*Decoder*)
- Motor DC
- *H-Bridge*
- Transistor

2.1. Renesas R8C/TINY R5F21134FP

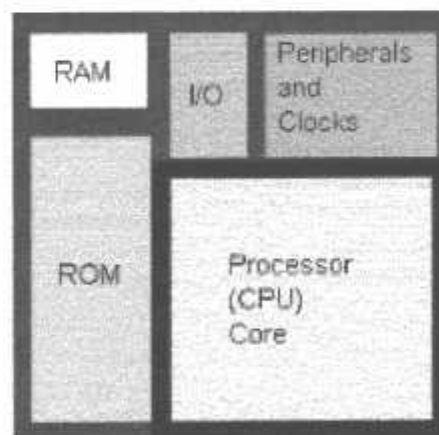
Renesas Teknologi adalah produsen semikonduktor tingkat internasional. Renesas tergabung dari gabungan dua produsen semikonduktor yaitu Mitsubishi dan Hitachi. Sebagai produsen semikonduktor, renesas juga mengeluarkan berbagai jenis keluarga Mikrokontroller. Ada tiga jenis mikrokontroller yang diproduksi yaitu keluarga 8-bit, 16-bit, dan 32-bit yang masing-masing disesuaikan dengan aplikasinya



Gambar 2-1 Arsitektur Mikrokontroler

Sumber: www.renesas.com

Perbedaan yang mendasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor adalah, mikrokontroler selain memiliki CPU juga dilengkapi memori dan input output yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokomputer sehingga sebuah mikrokontroler dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal (*Single Chip Microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri.



Gambar 2-2 Arsitektur Dasar Mikrokontroler

Sumber: www.rencsas.com

2.1.1. Spesifikasi Mikrokontroler Renesas R8C/TINY R5F21134FP

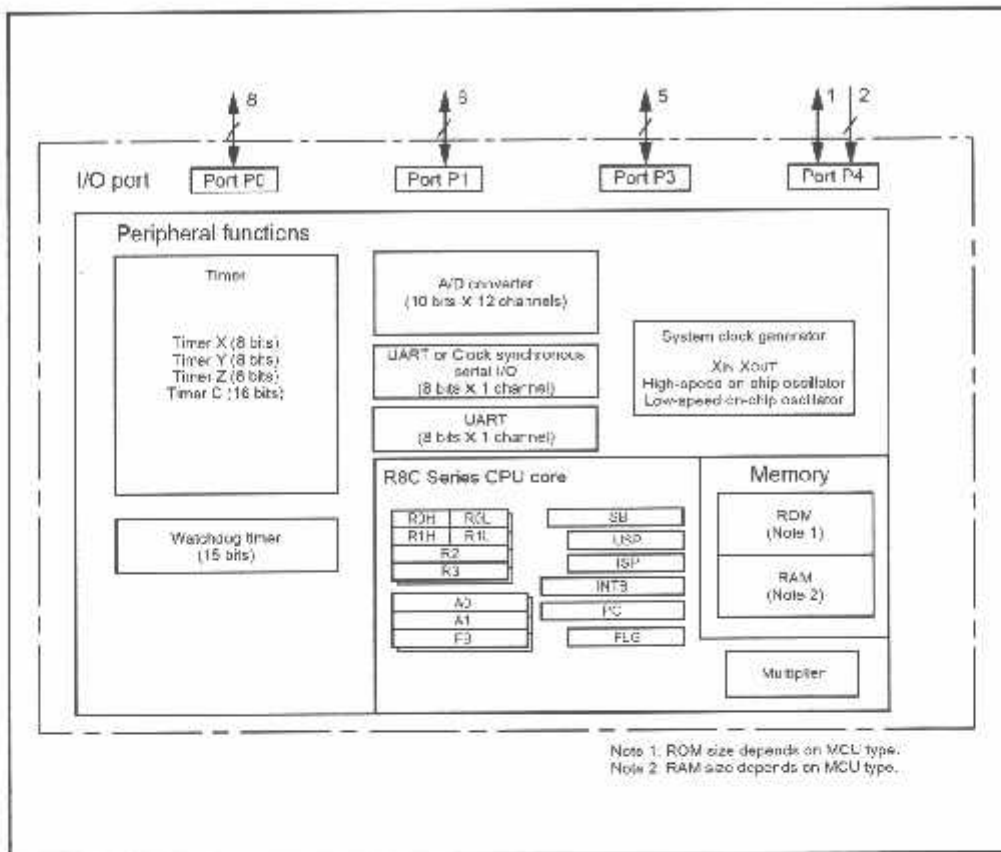
Renesas R8C/Tiny adalah salah satu jenis dalam keluarga mikrokontroler M16C. CPU R8C sama dengan CPU CISC 16-bit M16C, yang membedakan hanya pada lebar jalur data R8C yaitu 8-bit dan memiliki instruksi yang hampir sama, tidak memiliki instruksi *JMPS (Jump Special Page)* dan *JSRS (Jump Subroutine Special Page)*. 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*
- Memori (ROM/SRAM); 16K Bytes/ 1K Bytes ; 2x2 K Bytes *Data Flash* pada R8C/12, 13
- 32 pin LQFP (7mmx7mm) dalam satu paket



Gambar 2-3 Spesifikasi R5F21134FP

Sumber: www.renesas.com



Gambar 2-4 Diagram Blok Renesas R8C/Tiny R5F21134FP

Sumber: www.renesas.com

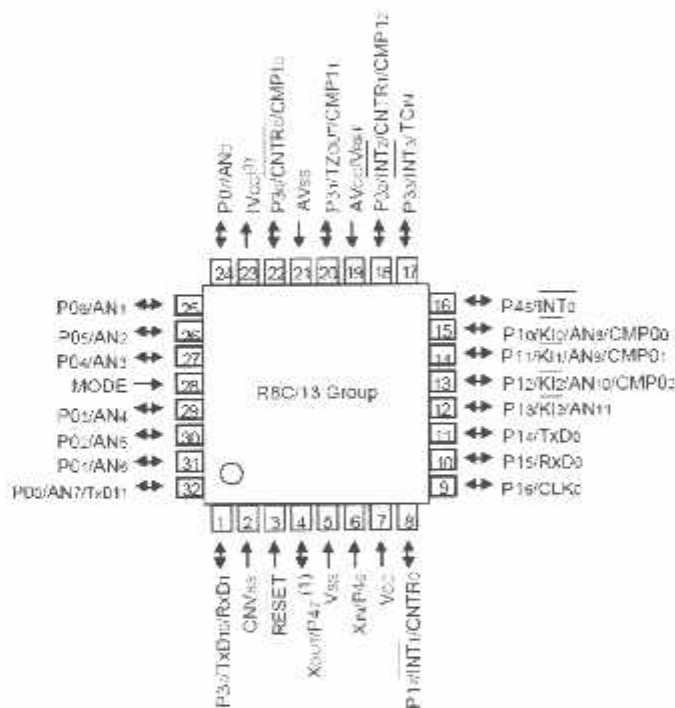
2.1.2. Kelebihan Utama R8C/Tiny

Adapun kelebihan yang dimiliki oleh Mikrokontroler Renesas R8C/Tiny antara lain:

- Kompatibel dengan M16C yaitu dalam instruksi maupun kode-kode
- *Peripheral* yang terintegrasi jauh lebih hemat
- *Electromagnetic Compatibility* (EMC): memiliki *EMI* rendah dan *EMS* tinggi
- *Development Tool* (*Compiler* dan *debugger*) yang murah dengan fasilitas *On-Chip Debugger*

- Mempunyai fitur *fail-safe* yang berfungsi sebagai pengamanan terhadap kegagalan sistem
- Konsumsi daya yang rendah
- 16-bit CISC CPU yang mempunyai kecepatan maksimal 20 MHz (1:1)
- Mempunyai 89 instruksi CISC yang menghemat ROM \pm 20%
- Memiliki *RAM (Random Access Memory)* sampai 1KB
- Membutuhkan waktu 3 μ s untuk konversi A/D

2.1.3. Konfigurasi Pin-Pin R8C/Tiny R5F21134FP



Gambar 2-5 Konfigurasi Pin R8C/Tiny R5F21134FP

Sumber: www.renesas.com

Konfigurasi Pin pada Mikrokontroler R8C/Tiny R5F21134FP adalah sebagai berikut:

- 22 bit Port (*Programmable I/O*)
 - a. 8 bit P0, P0_0...P0_7
 - b. 8 bit P1, P1_0...P1_7
 - c. 4 bit P3_0...P3_3
 - d. 1 bit P3_7 dan 1 bit P4_5
- Tiap Port dapat diset sebagai *input* atau *output* melalui *Port Direction Register (PD)*
- P1 memiliki transistor *driver* untuk LED (*Light Emitter Diode*)
- Tiap *input* memiliki Schmitt Trigger (kecuali *input* analog)
- Tiap *input* dilengkapi resistor *pull-up* (dapat disetel)
- P46 dan P47 dapat digunakan sebagai *port input* jika osilator eksternal tidak dipakai

Tabel 2-1 Konfigurasi Pin R8C/Tiny R5F21134FP

Nama Sinyal	Nama Pin	Type I/O	Fungsi
Catu Daya, Masukan	Vcc, Vss	I	Tegangan 2.7 V – 5.5 V pada pin Vcc. Tegangan 0 V pada Vss pin
IVcc	IVcc	O	Menstabilkan catu daya internal yang di hubungkan Vss melalui kapasitor 100nF dan jangan di hubungkan pada Vcc
Input Catu Daya Analog	AVcc, AVss	I	Sebagai catu daya ADC. AVcc di hubungkan pada Vcc, AVss di hubungkan pada Vss. Dianjurkan untuk menghubungkan kapasitor diantara pin AVcc dan AVss
Input Reset	RESET	I	"L" masukan untuk mereset MCU
CNVss	CNVss	I	Pin ini di hubungkan pada Vss melalui sebuah resistor
MODE	MODE	I	Pin ini di hubungkan pada Vcc melalui sebuah resistor

Input Clock Utama	X _{IN}	I	Pin-pin disini digunakan 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-pin ini dalam keadaan terbuka
Output Clock Utama	X _{OUT}	I	
INT interrupt input	INT0 to INT3	I	Pin sebagai masukan interupsi
Kunci interrupt input	KI0 to KI3	I	Sebagai masukan kunci interupsi
Timer X	CNTR0	I/O	Pin I/O untuk Timer X
	CNTR0	O	Pin output untuk Timer X
Timer Y	CNTR1	I/O	Pin I/O untuk Timer Y
Timer Z	TZOUT	O	Pin output untuk Timer Z
Timer C	TCIN	I	Pin input untuk Timmer C
	CMP0 ₀₋₃ , CMP1 ₀₋₃	O	Pin output untuk Timmer C
Serial interface	CLK0	I/O	Pin I/O untuk memindahkan Clock
	RxD0, RxD1	I	Pin input untuk data serial
	TxD0, TxD1 ₀ , TxD1 ₁	O	Pin output untuk data serial
Input Tegangan Referensi	V _{REF}	I	Tegangan input untuk ADC. Vref pin dihubungkan ke Vcc
A/D converter	AN ₀ to AN ₁₁	I	Pin Analog input pada ADC
I/O port	P0 ₀₋₇ , P1 ₀₋₇ , P3 ₀₋₃ , P3 ₇ , P4 ₅	I/O	Merupakan port I/O CMOS 8-bit. Setiap port memiliki pilihan register pengarah sebagai input atau output. Tiap port dapat dialamati per bit. Dapat di set melalui pull up register dengan program. P10-P17 mempunyai driver transistor
Input port	P4 ₆ , P4 ₇	I	Pin ini hanya bias digunakan sebagai input

Sumber: www.renesas.com

2.1.4.2. Timer

Mikrokontroler R8C/Tiny R5F21134FP mempunyai 8-bit dan 16-bit timer. Timer X, Y, dan Z adalah timer 8-bit dan timer C mempunyai 16-bit timer.

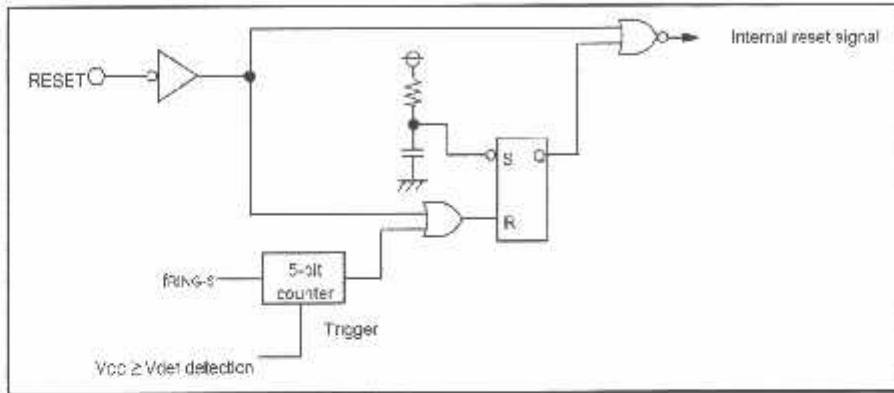
Tabel 2-2 Timer pada R8C/Tiny R5F21134FP

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 •f3 •f32	•f1 •f3 •IRING •Input from CNTR1 pin	•f1 •f2 •f3 •Timer Y underflow	•f1 •f3 •f32 •IRING-fast
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		CNTR5	CNTR1	INT3	TCIN
Output pin		CNTR4 CNTR3	CNTR1	TZOUT	CMP03 to CMP02 CMP13 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

Sumber: www.renesas.com

2.1.4.3. POR (*Power-on Reset*)

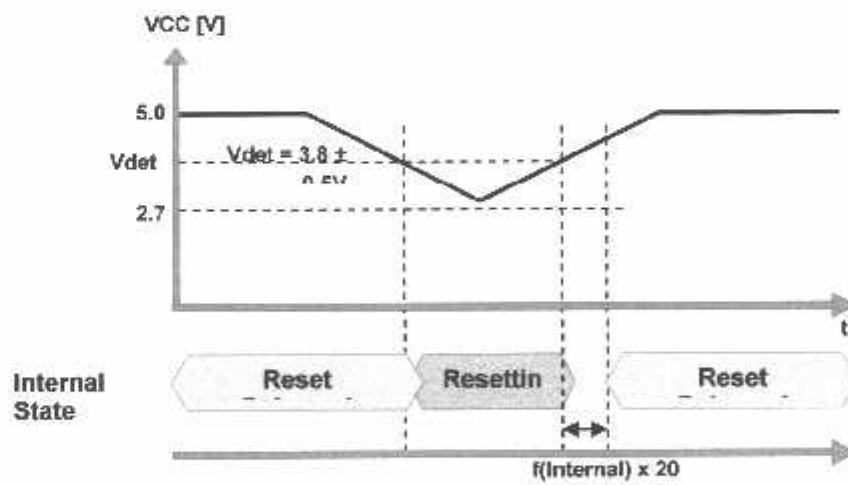
Berfungsi untuk mengembalikan pada keadaan normal tanpa menggunakan rangkaian *reset* luar.



Gambar 2-7 Rangkaian POR (*Power-on Reset*)

Sumber: www.renesas.com

2.1.4.4. LVD (*Low Voltage Detect*)

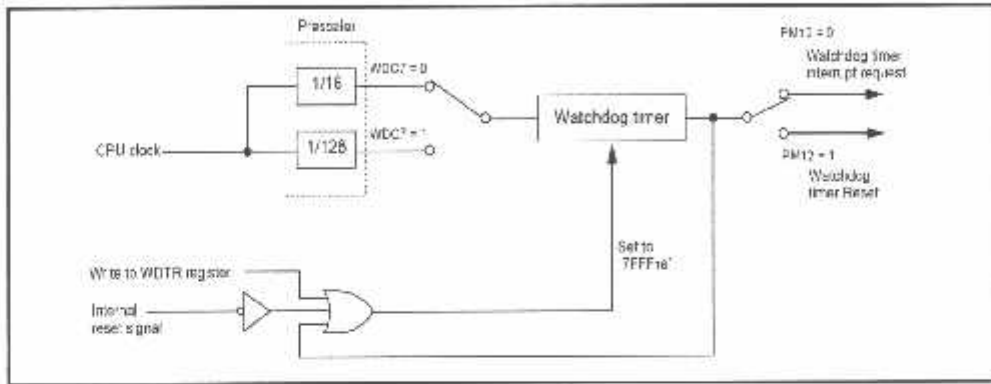


Gambar 2-8 Diagram LVD (*Low Voltage Detect*)

Sumber: www.renesas.com

Ketika mendeteksi V_{cc} kurang dari 3.8V ($\pm 0.5V$), maka secara otomatis akan membangkitkan *reset* dan *interrupt*

2.1.4.5. Watchdog Timer



Gambar 2-9 Gambar Rangkaian *Watchdog Timer*

Sumber: www.renesas.com

Watchdog timer berfungsi untuk mendeteksi ketika program di luar kendali.

2.1.4.6. On Chip Debugger

Fasilitas ini mempunyai fungsi untuk dapat *di-debug* pada waktu mikrokontroller sedang berjalan. Antara mikrokontroller dan PC dapat berkomunikasi. PC akan mengetahui aktifitas mikrokontroller saat itu. Syarat-syarat yang harus diperhatikan antara lain:

- Vektor *Address match interrupt* harus dihindari
- *Singel step interrupt* tidak dapat digunakan bersama dengan *interrupt* lain

- UART1 tidak boleh dipakai
- BRK *instruction* tidak boleh dipakai
- *Flash address* C000H-C7FFH
- PD3_7 harus "0"
- B5 FMR0 harus "1"
- Siapkan 8 *Byte* untuk *stack*
- OCD berpengaruh pada *timing run*

2.1.4.7. Oscillator Circuit

R8C/Tiny mempunyai dua *oscillator circuit*, yaitu:

- *Main Clock Oscillator*
- *On-Chip Oscillator*

Tabel 2-3 *Oscillator Circuit* pada R8C/Tiny R5F21134FP

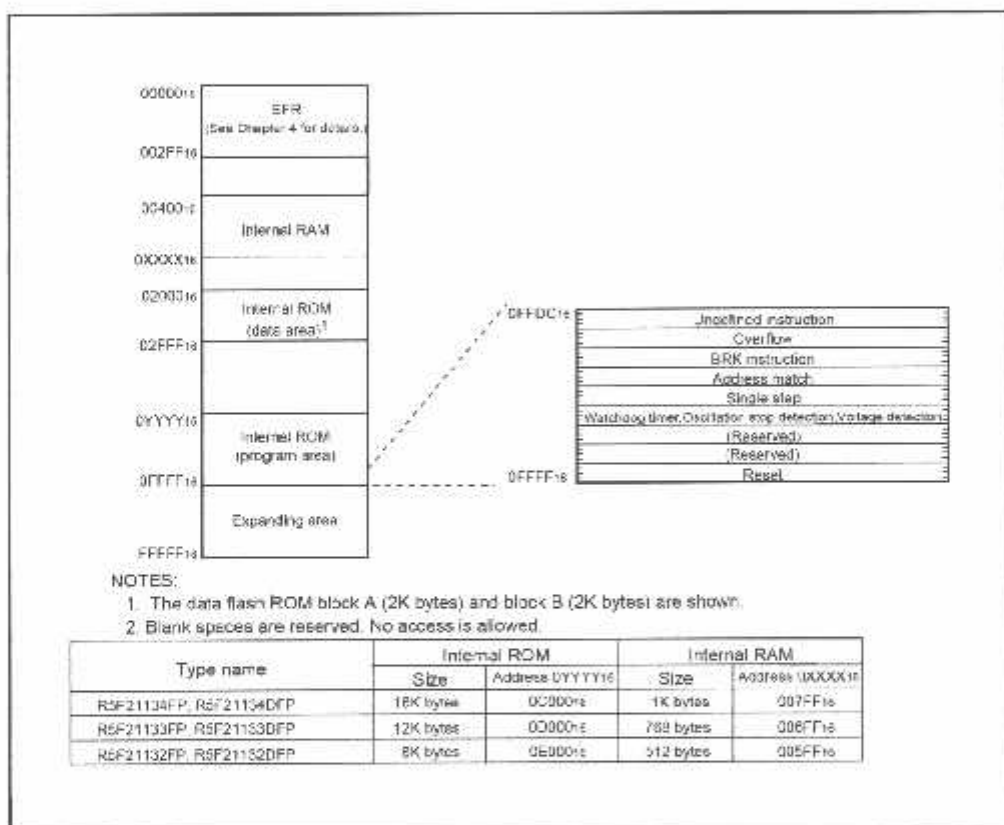
Item	Main clock oscillation circuit	On-chip oscillator	
		High-speed on-chip oscillator	Low-speed on-chip oscillator
Use of clock	<ul style="list-style-type: none"> • CPU clock source • Peripheral function clock source 	<ul style="list-style-type: none"> • CPU clock source • Peripheral function clock source • CPU and peripheral function clock sources when the main clock stops oscillating 	<ul style="list-style-type: none"> • CPU clock source • Peripheral function clock source • CPU and peripheral function clock sources when the main clock stops oscillating
Clock frequency	0 to 20 MHz	Approx. 6 MHz	Approx. 125 kHz
Usable oscillator	<ul style="list-style-type: none"> • Ceramic resonator • Crystal oscillator 	—	—
Pins to connect oscillator	XIN, XOUT ¹	Ncte ²	Note ¹
Oscillation starts and stops	Present	Present	Present
Oscillator status after reset	Stopped	Stopped	Oscillating
Other	Externally derived clock can be input ²	—	—

Sumber: www.renesas.com

2.1.5. Memori R8C/Tiny

Mikrokontroler Renesas R8C/Tiny R5F21134FP memiliki memori yang terbagi dalam:

- ROM (*Read Only Memory*)
 - 16 KB Program Area (Block 0 dan 1)
 - 8 KB *Boot Room Area*
 - 4 KB Data Area (Block A dan B)
- 1 KB RAM (*Random Access Memory*)

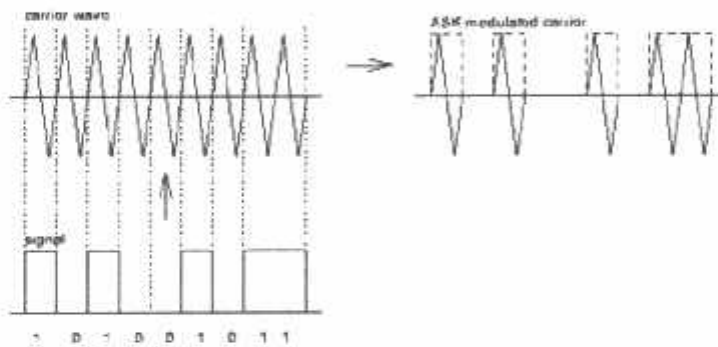


Gambar 2-10 Gambar Map Memory

Sumber: www.renesas.com

2.2. Transmitter TLP434A dan Receiver RLP434A

Transmitter TLP434A dan *receiver* RLP434A adalah sepasang modul pengiriman dan penerimaan data tanpa menggunakan kabel (*wireless*) yang bekerja pada frekuensi 434 MHz. Sistem modulasi yang digunakan adalah modulasi digital ASK (*Amplitudo Syift Keying*) yaitu modulasi yang menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan tertentu (misalnya 1 volt) dan sinyal digital 0 sebagai sinyal digital dengan tegangan 0 volt. sinyal ini yang kemudian digunakan untuk menyala-mati-kan pemancar, kira-kira mirip sinyal morse (affan@itb.ac.id).



Gambar 2-11 Modulasi ASK (*Amplitudo Syift Keying*)

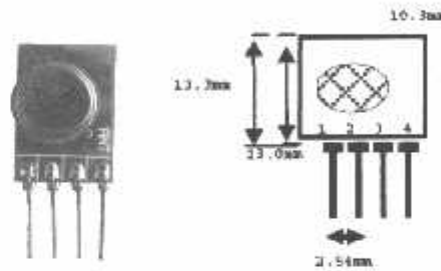
Sumber: Elektronika Komunikasi jilid 2

2.2.1. Transmitter

TLP 434A adalah suatu modul RF (*Radio Frekuensi*) dari Lairac Technology, Inc. yang biasa digunakan pada aplikasi *mobile robot*, alarm, *remote control*, dan transfer data. Jarak pancar yang mampu dijangkau tergantung dari berbagai faktor diantaranya faktor antena, kebisingan, tegangan kerja dari pemancar dan juga resistansi yang dimiliki suatu obyek penghalang.

Spesifikasi dan penjelasan dari *transmitter* TLP434A antara lain sebagai berikut:

- *Operation Voltage* antara 2-12 Volt DC
- Bekerja pada frekuensi 433,92 MHz
- *Case Temperature* = 25°C
- *Data Rate* sampai 4.8Kbps



Gambar 2-12 Modul dan Ukuran Dimensi TLP434A
(Sumber : Datasheet TLP/RLP434A)

Tabel 2-4 Konfigurasi Pin TLP434A

Pin 1	GND
Pin 2	Data in
Pin 3	Vcc
Pin 4	Antena (RF Output)

(Sumber : Datasheet TLP/RLP 434A)

2.2.2. Receiver

Receiver adalah suatu *hardware* yang berfungsi menerima sinyal informasi yang dikirim oleh suatu pemancar yang memiliki frekuensi yang sama dengan antara pemancar dan penerima. Spesifikasi dari RLP434A antara lain:

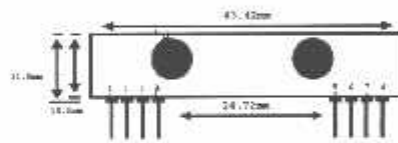
- *Operation voltage* 3,3 sampai 6,0 Volt DC

- Bekerja pada frekuensi 433,92 MHz
- *Operation temperature* antara -20°C sampai 80°C
- *Data Rate* sampai 4.8Kbps

Untuk ukuran fisiknya, RLP 434A memiliki dimensi yang lebih lebar dibandingkan dengan TLP 434A. Untuk lebih jelas dapat dilihat dari penjelasan berikut ini :



Gambar 2-13 Modul RLP 434A
(Sumber : *Datasheet* TLP/RLP 434A)



Gambar 2-14 Ukuran Fisik RLP 434A
(Sumber : *Datasheet* TLP/RLP 434A)

Tabel 2-5 Konfigurasi Pin RLP 434A

Pin 1	Ground
Pin 2	Digital Data Output
Pin 3	Linier Output/Test
Pin 4	Vcc
Pin 5	Vcc
Pin 6	Ground
Pin 7	Ground
Pin 8	Antena

(Sumber : *Datasheet* TLP/RLP 434A)

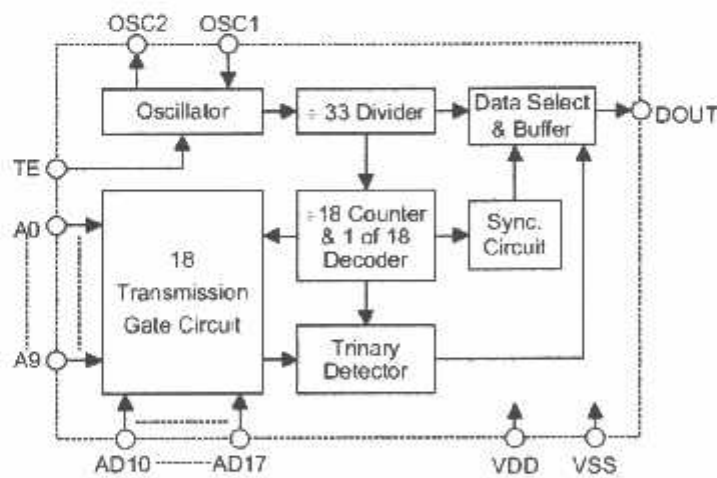
2.3. IC HT640 (*Encoder*) dan IC HT648 (*Decoder*)

2.3.1. HT640

HT640 adalah *hardware* yang memiliki fungsi sebagai spesial *encoder*. HT640 sendiri dibuat untuk aplikasi seperti alarm kebakaran, alarm kendaraan, *remote* pintu garasi, sistem keamanan dan aplikasi lain yang berhubungan dengan *remote control* sistem. IC HT640 disini digunakan sebagai *encoder* yang terhubung dengan *transmitter* TLP 434A yang berfungsi untuk mengubah *address* dan data *parallel* (18-bit) ke data *serial*. IC *encoder* HT640 adalah IC CMOS LSIs yang digunakan untuk aplikasi sistem pengendali jarak jauh. IC HT640 memiliki 10-bit alamat dan 8-bit data *input*. Data *input* yang berupa 8 buah data *biner* yang akan dikodekan menjadi data *serial* sehingga data dapat ditransmisikan oleh *transmitter* TLP434A.

2.3.1.1. Diagram Blok HT640

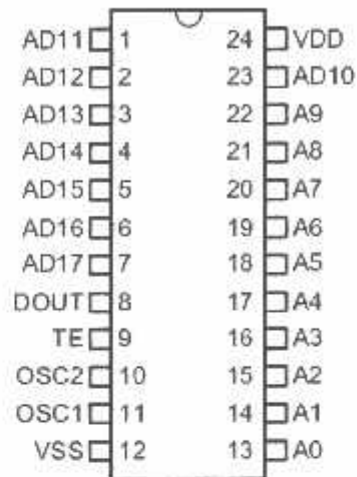
Adapun diagram blok dari HT640 adalah sebagai berikut :



Gambar 2-15 Diagram Blok HT640

(Sumber : *Datasheet* HT640)

2.3.1.2. Konfigurasi Pin HT640



Gambar 2-16 Konfigurasi Pin HT640

(Sumber : *Datasheet* HT640)

Tabel 2-6 Konfigurasi Pin HT640

Nama Pin	I/O	Deskripsi
A0 – A11	I	Input pin untuk memberi identitas <i>address</i>
AD10 – AD17	I	Input pin untuk <i>address</i> atau data
DOUT	O	Pin untuk transmisi data out
TE	I	Untuk mengaktifkan proses transmisi, (<i>active low</i>)
OSC1	I	Pin input untuk oscilator
OSC2	O	Pin output untuk oscillator
VSS	I	Negatif <i>power supply</i> (GND)
VDD	I	Positif <i>power supply</i>
LED	O	Indikator transmisi berupa LED

(Sumber : *Datasheet* HT640)

2.3.1.3. Karakteristik HT640

IC HT640 mempunyai beberapa karakteritik yang perlu diperhatikan sebelum diaplikasikan antara lain:

Tabel 2-7 Karakteristik HT640

Symbol	Parameter	Test Condition		Min	Typ	Max	Unit
		V _{DD}	Condition				
V _{DD}	Operating Voltage	-	-	2.4	-	12	V
I _{STB}	Standby Current	3V	Oscillator stops	-	0.1	1	μA
		12V		-	2	4	μA
I _{DD}	Operating Current	5V	No load	-	250	500	μA
		12V	f _{osc} =100kHz	-	1200	2400	μA
I _{LED}	LED Sink Current	5V	V _{I,DD} =0.5V	1.5	3	-	mA
I _{DOCT}	Output Drive Current	5V	V _{OH} =0.9V _{DD} (Source)	-0.6	-1.2	-	mA
		5V	V _{OL} =0.1V _{DD} (Sink)	0.6	1.2	-	mA
V _{IH}	"H" Input Voltage	-	-	0.8V _{DD}	-	V _{DD}	V
V _{IL}	"L" Input Voltage	-	-	0	-	0.2V _{DD}	V
f _{OSC}	Oscillator Frequency	10V	R _{OSC} =330kΩ	-	100	-	kHz
R _{TE}	TE Pull-low Resistance	5V	V _{TE} =5V	-	1.5	3	MΩ
R _{DATA}	D12-D17 Pull-low Resistance	5V	V _{DATA} =5V	-	1.5	3	MΩ

(Sumber : Datasheet HT640)

2.3.1.4. Operasi HT640

Sistem kerja yang dilakukan HT640, awalnya akan mentransmisikan 8 data (maksimal untuk HT640) dalam suatu *cycle* selama ada perintah berupa *enable transmission* melalui pin TE (*active high*). *Cycle* ini akan mengulang terus

selama kondisi aktif *low* pada pin TE masih terjadi. Ketika kondisi pin TE menjadi *high*, maka *encoder output* akan menyelesaikan proses pengiriman dan berada pada keadaan stop.

Status dari setiap *address/data* pin bisa di set masing – masing sesuai kondisi yang diinginkan. Fungsinya adalah memberikan identitas pada masing – masing *hardware* jika digunakan lebih dari 1 *encoder* agar identitas dari *hardware* yang satu dengan *hardware* yang lain dapat dibedakan. Jika status pin TE diaktifkan (aktif *high*), maka *encoder* akan melakukan proses *scan* dan mentransmisikan status dari 18 bits *address* data secara *serial*. Jika proses telah selesai maka *encoder* akan kembali ke kondisi *standby* dan mengkonsumsi arus kurang dari 1 μ A dari *supply* tegangan sebesar 5 volt.

2.3.2. HT648L

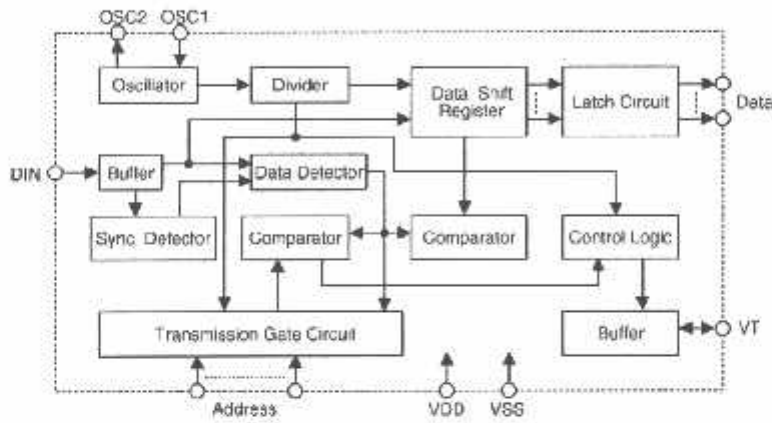
IC HT648L adalah IC *decoder* yang biasanya dipasangkan dengan IC *encoder* yang mempunyai *addres* dan data yang sama bit-nya, misalnya HT640. Dari segi fisik hampir sama dengan HT640 namun tentu saja memiliki fungsi yang berbeda. *Hardware* ini akan menerima informasi dari satu pin input saja untuk kemudian dikeluarkan menjadi beberapa data, sesuai data yang diterima (untuk HT648L maksimal data yang diterima 8-bit). IC ini sangat mudah untuk digabungkan dengan RF atau *Infrared Transmisi*.

IC HT648L disini digunakan sebagai *decoder* yang terhubung dengan *receiver* RLP 434A yang berfungsi untuk merubah data *serial* yang diterima *receiver* RLP 434A yang dikirim oleh *transmitter* TLP 434A menjadi data *parallel* 18-bit. IC HT648L ini biasa digunakan untuk *remote control* sebagai

penterjemah dari data yang diterima oleh *receiver*. Biasanya penggunaan IC *decoder* ini dipasangan dengan IC *encoder* holtek's yang terpasang pada *transmitter*.

2.3.2.1. Diagram Blok HT648L

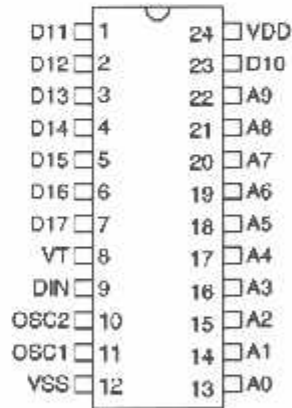
Adapun diagram blok dari HT648L adalah sebagai berikut :



Gambar 2-17 Diagram Blok HT648L

(Sumber : *Datasheet* HT648L)

2.3.2.2. Konfigurasi Pin HT648L



Gambar 2-18 Konfigurasi pin HT648L

(Sumber : *Datasheet* HT648L)

Tabel 2-8 Konfigurasi Pin HT648L

Nama Pin	I/O	Deskripsi
A0 – A17	I	Pin input untuk <i>address setting</i>
D10 – D17	O	Pin untuk data <i>output</i>
DIN	I	<i>Serial Data input</i>
VT	O	<i>Valid Transmission</i> (aktif high)
OSC1	I	<i>Oscillator input pin</i>
OSC2	O	<i>Oscillator output pin</i>
VSS	I	Negatif <i>Power supply</i>
VDD	I	Positif <i>Power supply</i>

(Sumber : *Datasheet HT648L*)

2.3.2.3. Karakteristik HT648L

Seperti halnya HT640, HT648L *Decoder* juga mempunyai karakteristik yang perlu diperhatikan. Berikut penjelasannya:

Tabel 2-9 Karakteristik HT648L

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V _{DD}	Conditions				
V _{DD}	Operating Voltage	—	—	3	—	12	V
I _{STB}	Standby Current	5V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I _{DD}	Operating Current	5V	No load F _{OSC} = 100kHz	—	0.2	1	mA
I _O	Data Output Source Current (D10~D17)	5V	V _{OH} = 4.5V	-0.5	-1	—	mA
	Data Output Sink Current (D10~D17)		V _{OL} = 0.5V	0.5	1	—	mA
I _{VT}	VT Output Source Current	5V	V _{OH} = 4.5V	-2	-4	—	mA
	VT Output Sink Current		V _{OL} = 0.5V	1	2	—	mA
V _{IH}	"H" Input Voltage	5V	—	3.5	—	5	V
V _{IL}	"L" Input Voltage	5V	—	0	—	1	V
F _{OSC}	Oscillator Frequency	10V	R _{OSC} = 330kΩ	—	100	—	kHz

(Sumber : *Datasheet HT648L*)

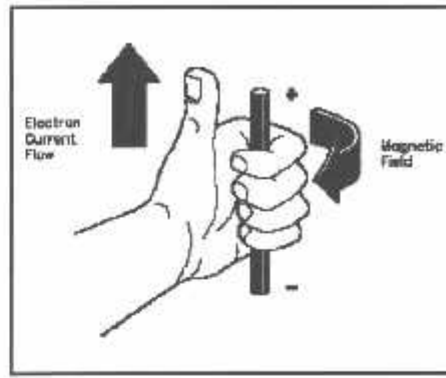
2.3.2.4. Operasi HT648L

HT648L *decoder* ini dapat dibuat menjadi beberapa kombinasi identitas sesuai dengan *address* dan data pin yang dimilikinya. *Decoder* ini menerima data yang ditransmisikan dari *encoder* dan menterjemahkan N bit awal sebagai *address* dan bit akhir dari $18 - N$ sebagai data, dimana N adalah jumlah *address*. Jika sinyal pada pin DIN on, maka *decoder* akan menerima *address* dan data yang masuk.

Decoder akan mengecek kembali *address* yang diterima sebanyak dua kali secara terus – menerus. Jika *address* yang diterima sesuai dengan *address* yang dimiliki oleh *local address decoder*, maka $18 - N$ bit data akan dikodekan untuk mengaktifkan pin *output* serta mengkondisikan pin VT pada kondisi *high* jika transmisi telah *valid*. Sinyal yang dikeluarkan pada pin VT dalam *high* hanya ketika transmisi telah *valid*, selain pada kondisi tersebut sinyal yang dikeluarkan pin VT adalah *low*.

2.4. Motor DC

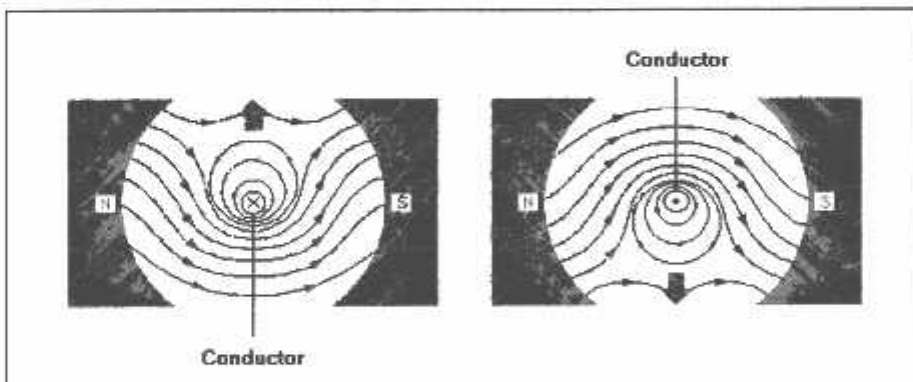
Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. Arah medan magnet dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri. Ibu jari tangan menunjukkan arah aliran arus listrik sedangkan jari-jari yang lain menunjukkan arah medan magnet yang timbul, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2-19 berikut ini.



Gambar 2-19 Kaidah Tangan Kiri

(Sumber: www.CoolCircuit.com)

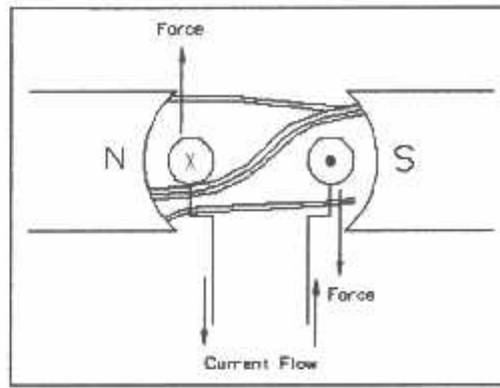
Jika suatu konduktor yang dialiri arus listrik ditempatkan dalam sebuah medan magnet, kombinasi medan magnet akan ditunjukkan oleh gambar 2-20. Arah aliran arus listrik dalam konduktor ditunjukkan dengan tanda “x” atau “.”. Tanda “x” menunjukkan arah arus listrik mengalir menjauhi pembaca gambar, tanda “.” menunjukkan arah arus listrik mengalir mendekati pembaca gambar.



Gambar 2-20 Konduktor Berarus Listrik Dalam Medan Magnet

(Sumber: www.CoolCircuit.com)

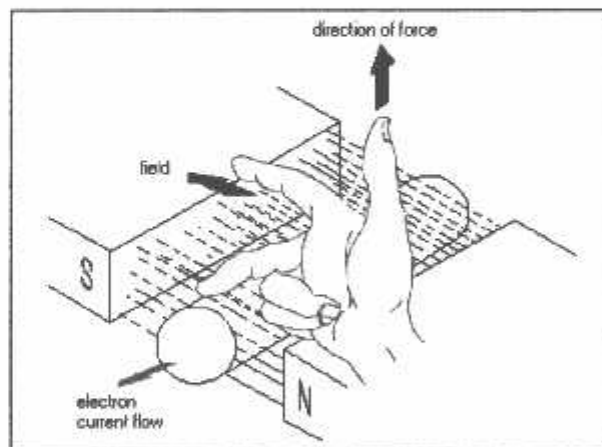
Pada gambar sebelah kiri, arah medan magnet pada sisi atas yang dihasilkan oleh konduktor berlawanan dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Sementara pada sisi sebelah bawah, arah medan magnet yang dihasilkan oleh konduktor searah dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Dengan kata lain, pada sisi sebelah atas kerapatan *fluks* magnet lebih sedikit dari pada sisi sebelah bawah. Sebuah gaya dorong akan menyebabkan konduktor bergerak ke sisi sebelah atas. Pada gambar sebelah kanan, arah medan magnet pada sisi atas yang dihasilkan oleh konduktor searah dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Sementara pada sisi sebelah bawah, arah medan magnet yang dihasilkan oleh konduktor berlawanan dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Dengan kata lain, pada sisi sebelah bawah kerapatan *fluks* magnet lebih sedikit dari pada sisi sebelah atas. Sebuah gaya dorong akan menyebabkan konduktor bergerak ke sisi sebelah bawah. Pada sebuah motor dc, konduktor dibentuk menjadi sebuah *loop* sehingga ada dua bagian konduktor yang berada didalam medan magnet pada saat yang sama, seperti diperlihatkan pada gambar 2-21. Konfigurasi konduktor seperti ini akan menghasilkan *distorsi* pada medan magnet utama dan menghasilkan gaya dorong pada masing-masing konduktor. Pada saat konduktor di tempatkan pada rotor, gaya dorong yang timbul akan menyebabkan rotor berputar searah dengan jarum jam, seperti diperlihatkan pada gambar 2-21.



Gambar 2-21 Bergeraknya Sebuah Motor

(Sumber: www.CoolCircuit.com)

Sebuah cara lagi untuk menunjukkan hubungan antara arus listrik yang mengalir didalam sebuah konduktor, medan magnet dan arah gerak, adalah kaidah tangan kanan untuk motor seperti yang diperlihatkan pada gambar 2-22.



Gambar 2-22 Kaidah Tangan Kanan Untuk Motor

(Sumber: www.CoolCircuit.com)

Kaidah tangan kanan untuk motor menunjukkan arah arus yang mengalir didalam sebuah konduktor yang berada dalam medan magnet. Jari tengah

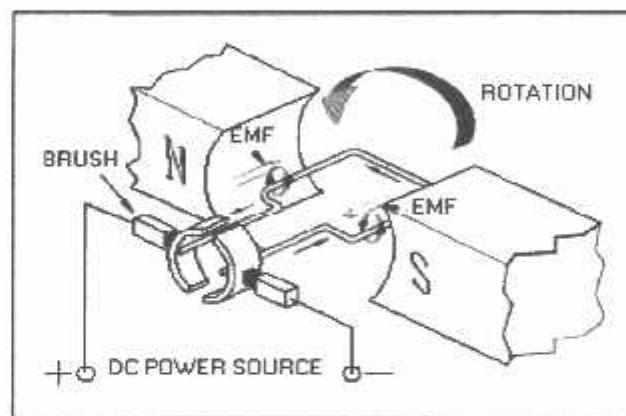
menunjukkan arah arus yang mengalir pada konduktor, jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet dan ibu jari menunjukkan arah gaya putar. Adapun besarnya gaya yang bekerja pada konduktor tersebut dapat dirumuskan dengan :

$$F = B.L.I \quad (\text{Newton})$$

Dimana : B = kerapatan *fluks* magnet (weber)

L = panjang konduktor (meter)

I = arus listrik (ampere)



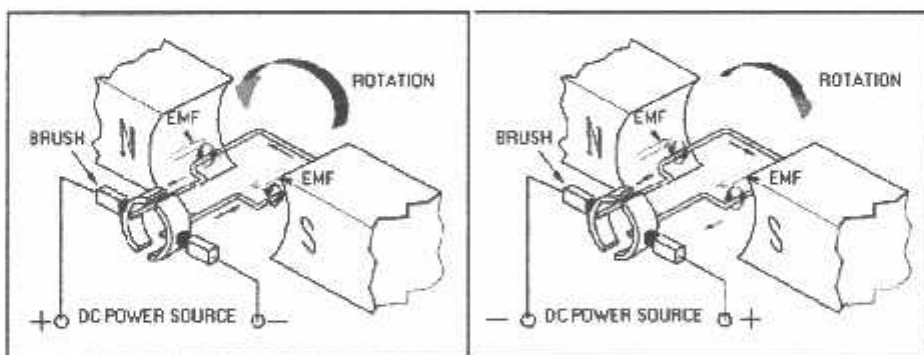
Gambar 2-23 Konstruksi Dasar Motor DC

(Sumber: www.CoolCircuit.com)

Pada gambar 2-23 diatas tampak sebuah konstruksi dasar motor dc, pada gambar diatas terlihat bahwa pada saat terminal motor diberi tegangan dc, maka arus elektron akan mengalir melalui konduktor dari terminal negatif menuju ke terminal positif. Karena konduktor berada diantara medan magnet, maka akan timbul medan magnet juga pada konduktor yang arahnya seperti terlihat pada gambar 2-23. diatas. Arah garis gaya medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen adalah dari kutub utara menuju ke selatan. Sementara pada konduktor

yang dekat dengan kutub selatan, arah garis gaya magnet disisi sebelah bawah searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan di sisi sebelah atas arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi sebelah bawah lebih rapat daripada sisi sebelah atas. Dengan demikian konduktor akan terdorong ke arah atas. Sementara pada konduktor yang dekat dengan kutub utara, arah garis gaya magnet disisi sebelah atas searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan di sisi sebelah bawah arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi sebelah atas lebih rapat daripada sisi sebelah bawah. Dengan demikian konduktor akan terdorong ke arah bawah. Pada akhirnya konduktor akan membentuk gerakan berputar berlawanan dengan jarum jam seperti terlihat pada gambar 2-23 di atas.

2.4.1. Pengendalian Arah Putaran Motor DC



Gambar 2-24 Arah Putaran Motor DC

(Sumber: www.CoolCircuit.com)

Putaran motor dc sebenarnya dari kiri ke kanan, untuk mengubah putaran motor dari kiri ke kanan atau berbalik arah dari yang seharusnya dapat dilakukan dengan cara membalik arah arus motor tersebut dengan tegangan sumber, yaitu

kutub positif pada tegangan sumber dan negatif pada motor disambungkan ke kutub positif pada tegangan sumber, maka motor akan berputar berlawanan dari arah sebenarnya yaitu dari kiri ke kanan.

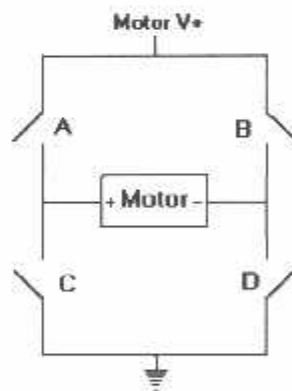
2.6. H-Bridge

H-Bridge merupakan suatu rangkaian yang fungsinya sama seperti saklar. *H-Bridge* terdiri dari beberapa susunan komponen yaitu transistor PNP dan NPN dan juga resistor. *H-Bridge* disini digunakan untuk mengatur arah putaran motor dc. Prinsip kerjanya sederhana seperti yang terlihat pada tabel berikut:

Tabel 2-10 Cara kerja rangkaian *H-Bridge*

A	B	C	D	OUTPUT
ON	OFF	OFF	ON	Motor putar kanan
OFF	ON	ON	OFF	Motor putar kiri
ON	ON	OFF	OFF	Tidak diperbolehkan
OFF	OFF	ON	ON	Tidak diperbolehkan

Sumber: Chuck McManis 2003



Gambar 2-25 Rangkaian *H-Bridge*

Sumber: Chuck McManis 2003

2.7. Transistor

Prinsip kerja transistor adalah arus bias *base - emitter* yang kecil mengatur besar arus *colector emitter*. Bagian penting berikutnya adalah bagaimana caranya memberi arus bias yang tepat sehingga transistor dapat bekerja optimal.

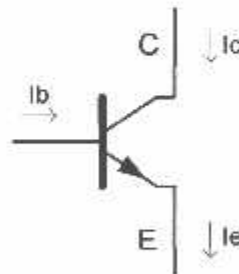
2.7.1. Arus Bias

Ada tiga cara yang umum untuk memberi arus bias pada transistor, yaitu rangkaian CE (*Common Emitter*), CC (*Common Colector*), CB (*Common Base*). Namun saat ini akan lebih detil jika dijelaskan bias transistor rangkaian CE. Dengan menganalisa rangkaian CE akan dapat diketahui beberapa parameter penting dan berguna, terutama untuk memilih transistor yang tepat untuk aplikasi tertentu. Misalnya untuk aplikasi pengolahan sinyal audio tentu saja tidak menggunakan transistor power.

2.7.2. Arus Emitor

Dari Hukum Kirchoff diketahui bahwa jumlah arus yang masuk ke satu titik akan sama dengan arus yang keluar. Jika teorema tersebut diaplikasikan pada transistor, maka hukum itu menjelaskan hubungan :

$$I_E = I_C + I_B$$



Gambar 2–26 Arus Emitor

(Sumber: www.electroniclab.com, rubrik elka analog, aswan hamonangan)

Persamaan di atas mengatakan arus emitor I_E adalah jumlah dari arus kolektor I_C dengan arus base I_B . karena arus I_B sangat kecil sekali atau disebutkan $I_B \ll I_C$, maka dapat dinyatakan :

$$I_E = I_C$$

2.7.3. Alpha (a)

Pada tabel data transistor (*databook*) sering dijumpai spesifikasi a_{dc} (alpha dc) yang tidak lain adalah :

$$a_{dc} = I_C / I_E$$

Definisinya adalah perbandingan arus kolektor terhadap arus emitor. Karena besar arus kolektor umumnya hampir sama dengan besar arus emitor, maka idealnya besarnya a_{dc} adalah = 1 (satu). Namun pada umumnya transistor yang ada memiliki a_{dc} kurang lebih antara 0,95 sampai 0,99.

2.7.4. Bbeta (b)

Bbeta didefinisikan sebagai besar perbandingan antara arus kolektor dengan arus base.

$$b = I_C / I_B$$

Dengan kata lain, b adalah parameter yang menunjukkan kemampuan penguatan arus (*current gain*) dari suatu transistor. Parameter ini ada tertera di *databook* transistor dan sangat membantu para perancang rangkaian elektronika dalam merencanakan rangkaiannya.

Misalnya jika suatu transistor diketahui besar $b = 250$ dan diinginkan arus kolektor sebesar 10 mA , maka berapakah arus bias base yang diperlukan. Tentu saja jawabannya sangat mudah, yaitu :

$$I_B = \frac{I_C}{b} = \frac{10 \text{ mA}}{250} = 40 \mu\text{A}$$

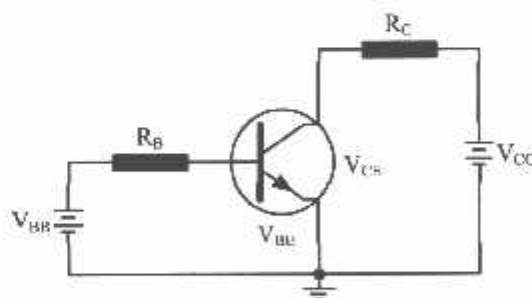
Arus yang terjadi pada kolektor transistor yang memiliki $b = 200$ jika diberi arus bias base sebesar $0,1 \text{ mA}$ adalah :

$$I_C = b \cdot I_B = 200 \times 0,1 \text{ mA} = 20 \text{ mA}$$

Dari rumusan di atas lebih terlihat definisi penguatan arus transistor, yang sekali lagi, arus base yang kecil menjadi arus kolektor yang lebih besar.

2.7.5. Common Emitter (CE)

Rangkaian CE adalah rangkaian yang paling sering digunakan untuk berbagai aplikasi yang menggunakan transistor. Dinamakan rangkaian CE sebab titik *ground* atau titik tegangan 0 Volt dihubungkan pada titik emitter.



Gambar 2-27 Rangkaian CE

(Sumber: www.electroniclab.com, rubrik elka analog, aswan hamonangan)

Sekilas tentang notasi, ada beberapa notasi yang sering digunakan untuk menunjukkan besar tegangan pada suatu titik maupun antar titik. Notasi dengan satu *subscript* adalah untuk menunjukkan besar tegangan pada satu titik, misalnya V_C = tegangan kolektor, V_B = tegangan base, dan V_E = tegangan *emitter*.

Ada juga notasi dengan dua *subscript* yang dipakai untuk menunjukkan besar tegangan antar dua titik, yang disebut juga dengan tegangan jepit. Di antaranya adalah :

- V_{CE} = tegangan jepit kolektor – emitor
- V_{BE} = tegangan jepit base – emitor
- V_{CB} = tegangan jepit kolektor base

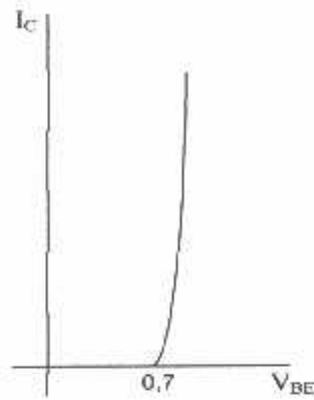
Notasi seperti V_{BB} , V_{CC} , V_{EE} berturut – turut adalah besar sumber tegangan yang masuk ke titik base, kolektor, dan emitor.

2.7.6. Kurva Base

Hubungan antara I_B dan V_{BE} tentu saja akan berupa kurva dioda. Karena memang telah diketahui bahwa *junction base – emitor* tidak lain adalah sebuah dioda. Jika hukum Ohm diterapkan pada loop base diketahui adalah :

$$I_B = \frac{(V_{BB} - V_{BE})}{R_B}$$

V_{BE} adalah tegangan jepit dioda *junction base – emitor*. Arus hanya akan mengalir jika tegangan antara base – emitor lebih besar dari V_{BE} . Sehingga arus I_B mulai aktif mengalir pada saat nilai V_{BE} tertentu.



Grafik 2-1 Kurva $I_B - V_{BE}$

(Sumber: www.electroniclab.com, rubrik elka dasar, aswan hamonangan)

Besar V_{BE} umumnya tercantum dalam *datahook*, tetapi untuk penyederhanaan umumnya diketahui $V_{BE} = 0,7$ Volt untuk transistor silikon dan $V_{BE} = 0,3$ Volt untuk transistor germanium. Nilai ideal $V_{BE} = 0$ Volt.

Sampai disini akan sangat mudah mengetahui arus I_B dan arus I_C dari rangkaian berikut ini, jika diketahui besar $b = 200$. Misalnya yang digunakan adalah transistor yang dibuat dari bahan silikon.

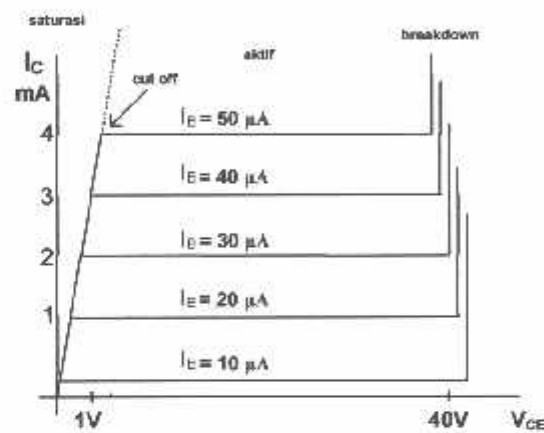
$$\begin{aligned} I_B &= \frac{(V_{BB} - V_{BE})}{R_B} \\ &= \frac{(2V - 0,7V)}{100K\Omega} \\ &= 13 \mu A \end{aligned}$$

Dengan $b = 200$, maka arus kolektor adalah :

$$\begin{aligned} I_C &= b \cdot I_B \\ &= 200 \times 13 \mu A \\ &= 2,6 \text{ mA} \end{aligned}$$

2.7.7. Kurva Kolektor

Sekarang sudah diketahui konsep arus *base* dan arus kolektor, satu hal lain yang menarik adalah bagaimana hubungan arus base I_B , arus kolektor I_C , dan tegangan kolektor kolektor – *emitter* V_{CE} . Dengan menggunakan rangkaian-01, tegangan V_{BB} dan V_{CC} dapat diatur untuk memperoleh *plot* garis – garis kurva kolektor. Pada gambar berikut telah diplot beberapa kurva kolektor arus I_C terhadap V_{CE} dimana arus I_B dibuat konstan.



Grafik 2.2 Kurva Kolektor

(Sumber: www.electroniclab.com, rubrik elka dasar, aswan hamonangan)

Dari kurva ini dapat terlihat ada beberapa region yang menunjukkan daerah kerja transistor. Pertama adalah daerah saturasi, lalu daerah *cut-off*, kemudian daerah aktif, dan seterusnya adalah daerah *breakdown*.

2.7.8. Daerah Aktif

Daerah kerja transistor yang normal adalah pada daerah aktif, dimana arus I_C konstan terhadap berapapun nilai V_{CE} . Dari kurva ini diperlihatkan bahwa arus I_C hanya bergantung pada besar arus I_B . daerah kerja ini biasa disebut juga daerah linear (*linear region*).

Jika Hukum Kirchoff mengenai tegangan dan arus diterapkan pada *loop* kolektor (rangkaiannya CE), maka dapat diperoleh hubungan :

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$

Dapat dihitung dissipasi daya transistor adalah :

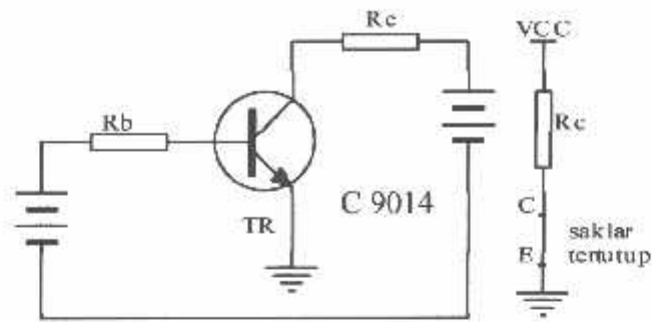
$$P_D = V_{CE} \cdot I_C$$

Rumus ini mengatakan jumlah dissipasi daya transistor adalah tegangan kolektor – *emitter* dikalikan dengan jumlah arus yang melewatinya. Dissipasi daya ini berupa panas yang menyebabkan naiknya temperatur transistor. Umumnya untuk transistor power sangat perlu untuk mengetahui spesifikasi P_{Dmax} . Spesifikasi ini menunjukkan temperatur kerja maksimum yang diperbolehkan agar transistor masih bekerja normal. Sebab jika transistor bekerja melebihi kapasitas daya P_{Dmax} , maka transistor dapat rusak atau terbakar.

2.7.9. Daerah Saturasi (Dalam Keadaan Jenuh)

Daerah Saturasi adalah mulai dari $V_{CE} = 0$ Volt sampai dengan kira - kira 0,7 Volt (transistor silikon), yaitu akibat dari efek dioda kolektor - base yang mana tegangan V_{CE} belum mencukupi untuk dapat menyebabkan aliran elektron. Transistor dalam keadaan jenuh (saturasi), maka berlaku :

- Kuat arus (I_C) mencapai maksimum
 - V_{ce} sama dengan 0 volt
 - Tegangan pada beban sama dengan tegangan sumber ($V_{cc}=V_{Rc}$)
-



Gambar 2-28 Transistor Dalam Keadaan Saturasi

(Sumber: www.electroniclab.com, rubrik elka dasar, aswan hamonangan)

Untuk menghitung resistansi pada basis menggunakan rumus :

$$V_{CC} - I_C \cdot R_C - V_{CE} = 0$$

Karena keadaan saturasi $V_{ce} = 0$ maka rumurnya menjadi :

$$V_{CC} - I_C \cdot R_C = 0$$

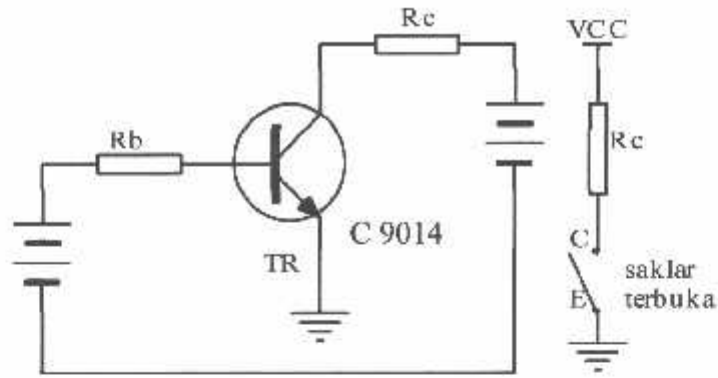
$$I_C = \beta_{dc} \cdot I_B$$

$$I_B = \frac{(V_{CC} - V_{BE})}{R_B}$$

2.7.10. Daerah *Cut-Off* (Sumbat)

Transistor dalam keadaan *cut off* (sumbat) berlaku hal-hal sebagai berikut :

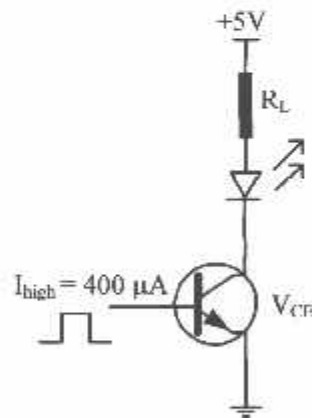
- Arus I_b sama dengan 0 volt
- Arus I_c sangat kecil sekali sehingga dapat diabaikan
- V_{ce} sama V_{cc}



Gambar 2–29 Transistor dalam Keadaan *Cutt Off* (Sumbat)

(Sumber: www.electroniclab.com, rubrik elka dasar, aswan hamonangan)

Jika kemudian tegangan V_{CC} dinaikkan perlahan - lahan sampai tegangan V_{CE} tertentu tiba - tiba arus I_C mulai konstan. Pada saat perubahan ini, daerah kerja transistor berada pada daerah *cut-off*, yaitu dari keadaan saturasi (OFF) lalu menjadi aktif (ON). Perubahan ini dipakai pada sistem digital yang hanya mengenal angka biner 0 dan 1 yang tidak lain dapat direpresentasikan oleh status transistor OFF dan ON.



Gambar 2–30 Rangkaian *Driver* LED

(Sumber: www.electroniclab.com, rubrik elka analog, aswan hamonangan)

Misalkan pada rangkaian *driver* LED di atas, transistor yang digunakan adalah transistor dengan $b = 50$. Penyalan LED diatur oleh sebuah gerbang logika (*logic gate*) dengan arus *output high* = $400 \mu\text{A}$ dan diketahui tegangan *forward* LED $V_{\text{LED}} = 2,4 \text{ Volt}$. Lalu pertanyaannya adalah berapakah seharusnya resistansi R_L yang dipakai?

$$\begin{aligned} I_C &= b \cdot I_B \\ &= 50 \times 400 \mu\text{A} \\ &= 20 \text{ mA} \end{aligned}$$

Arus sebesar ini cukup untuk menyalakan LED pada saat transistor *cut-off*. Tegangan V_{CE} pada saat *cut-off* idealnya = 0, dan aproksimasi ini sudah cukup untuk rangkaian ini.

$$\begin{aligned} R_L &= (V_{\text{CC}} - V_{\text{LED}} - V_{\text{CE}}) / I_C \\ &= (5 - 2,4 - 0) / 20 \text{ mA} \\ &= 2,6 \text{ V} / 20 \text{ mA} = 130 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

2.7.11. Daerah Breakdown

Dari kurva kolektor, terlihat jika tegangan V_{CE} lebih dari 40 V, arus I_C menanjak naik dengan cepat. Transistor pada daerah ini disebut berada pada daerah *breakdown*. Seharusnya transistor tidak boleh bekerja pada daerah ini, karena akan dapat merusak transistor tersebut. Untuk berbagai jenis transistor, nilai tegangan V_{CEmax} yang diperbolehkan sebelum *breakdown* bervariasi. V_{CEmax} pada *databook* transistor selalu dicantumkan juga.

2.8. WIRELESS-CAMERA

Kamera disini berfungsi untuk mengambil gambar dan suara dengan spesifikasi seperti berikut:



a). Receiver



b). Wireless Camera

Gambar 2-31 wireless camera

Tabel 2-11 spesifikasi camera

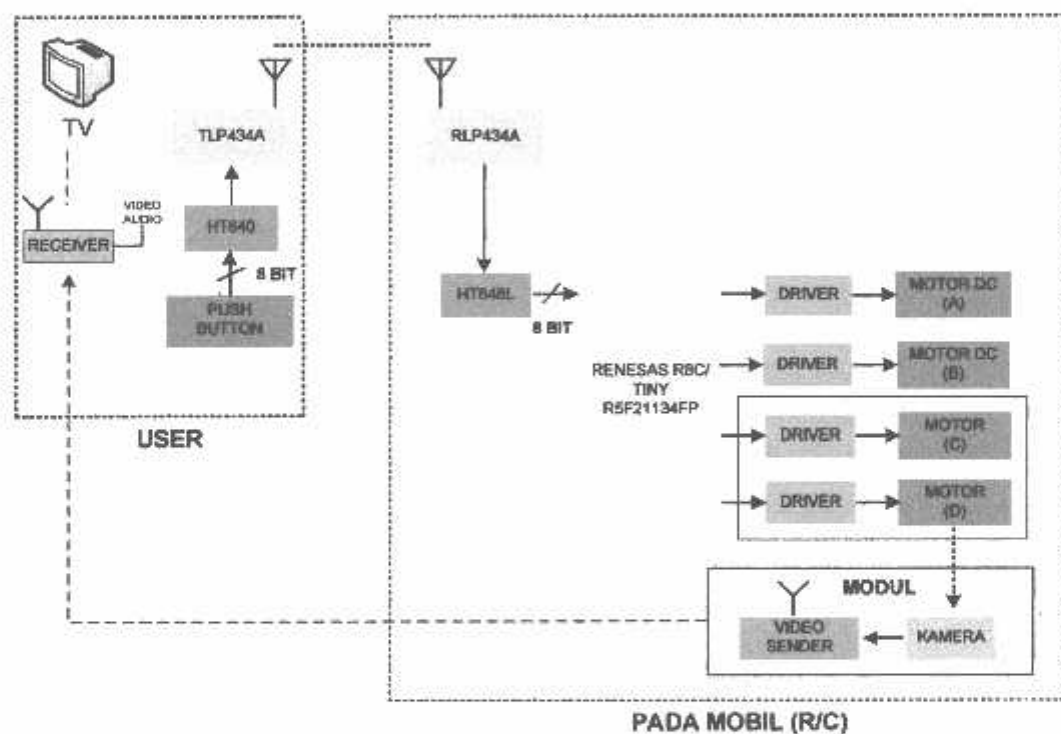
Min. illumination	2 LUX
Output Power	200mW
Camera power	DC + 8V
Receiver power	DC +12V
Scan Frequency	50 Hz
Image pickup	1/3, 1/4

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini membahas tentang perencanaan atau perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam aplikasi mikrokontroler Renesas R8C/Tiny sebagai pengendali motor DC pada mobil *Remote Control (RC)*

3.1 Perancangan perangkat keras (*Hardware*)



Gambar 3-1 Diagram Blok Sistem

Keterangan

- Motor DC A : gerak motor kanan & kiri
- Motor DC B : gerak motor maju & mundur
- Motor DC C : gerak motor kamera kanan & kiri
- Motor DC D : gerak motor kamera naik & turun

Keterangan Blok Diagram Sistem:

➤ *Push Button*

Alat pengendali gerak mobil (kemudi mobil) dari jauh. Terdiri dari 8 *push button* yang masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda untuk setiap penekanannya.

➤ IC HT640

IC Encoder yang berfungsi untuk memproses beberapa bit *input* data menjadi keluaran 1 bit sebelum diteruskan ke *transmitter*. Digunakan IC *Encoder* HT640 dari Holtek Semiconductor.

➤ TLP434A

Berfungsi sebagai pengirim data melalui frekuensi tertentu radio frekuensi (433,92 MHz). Digunakan *hardware* TLP434A dengan spesifikasi, 4 pin dengan fungsi yaitu 1 pin sebagai Vcc, 1 pin sebagai *ground*, 1 pin sebagai data digital *input* dan 1 pin sebagai RF *output*.

➤ RLP434A

Berfungsi sebagai penerima data melalui frekuensi tertentu (433,92 MHz). Digunakan *hardware* RLP434A dengan spesifikasi, 8 pin dengan fungsi yaitu 2 pin sebagai Vcc, 3 pin sebagai *ground*, 1 pin sebagai data *digital output*, 1 pin *linear output*, dan 1 pin untuk antena.

➤ IC HT648L

IC Decoder yang berfungsi memproses 1 inputan data menjadi beberapa data outputan dari *receiver*. Mempunyai spesifikasi yang sama dengan IC *encoder* HT640. Digunakan *Decoder* HT648L.

➤ RENESAS R8C/Tiny R5F21134FP

Mikrokontroller pusat pengendali atau pengontrol semua piranti yang termasuk dalam sistem

➤ *Driver*

Rangkaian untuk mengendalikan motor dc.

➤ Motor DC (A)

Sebagai kemudi roda depan yang hanya dapat berbelok ke kanan atau ke kiri.

➤ Motor DC (B)

Sebagai penggerak roda belakang. Motor dc ini mirip motor dc *gearbox* karena didalamnya terdapat *gear* untuk meningkatkan torsi motor.

➤ Motor DC (C)

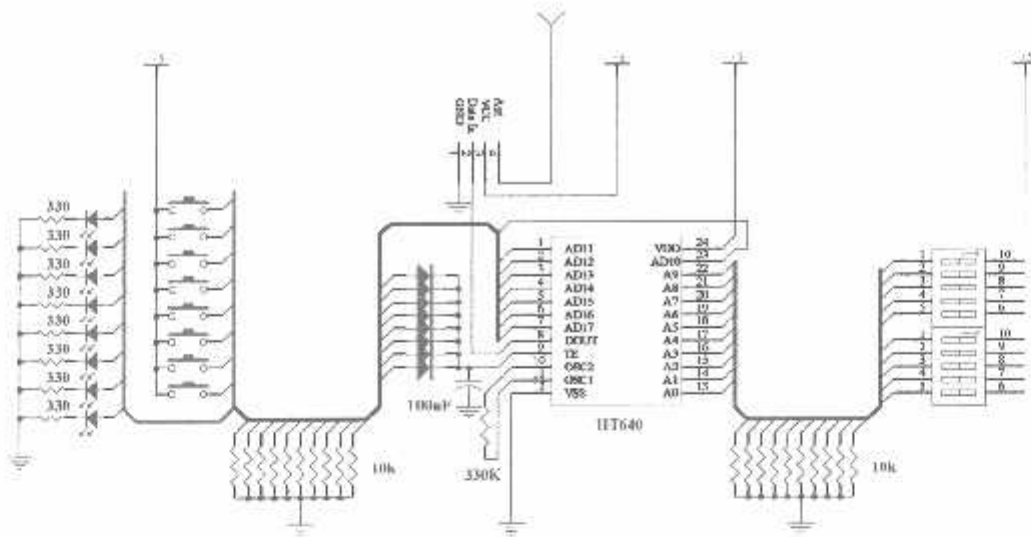
Sebagai penggerak kamera yang hanya dapat berbelok ke kanan atau ke kiri.

➤ Motor DC (D)

Sebagai penggerak kamera yang hanya dapat bergerak naik dan turun.

3.1.1. Perancangan Blok Pengirim

Untuk perancangan pada bagian pengirim terdiri dari beberapa *hardware* utama yaitu *push button*, *encoder* HT640 dan pemancar TLP434A.



Gambar 3-2 Rangkaian Blok Pengirim

3.1.1.1. Perancangan Push Button

Push button di gunakan sebagai kendali gerak dari mobil R/C yang terdiri dari 8 buah tombol. 4 tombol untuk beberapa gerak motor, 4 tombol masing-masing untuk gerak kamera.

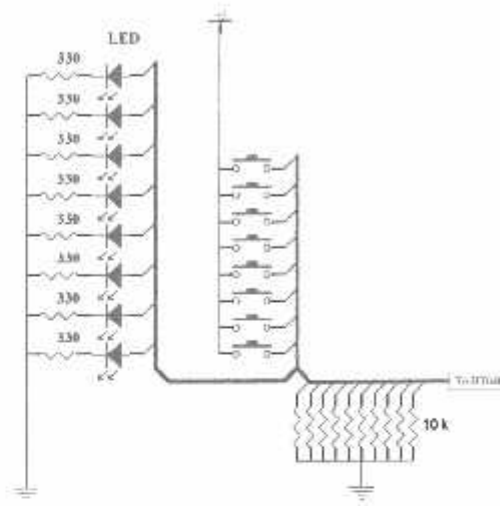
Tabel 3-1 Konfigurasi Tombol kendali Mobil R/C

Tombol Penekanan								Keterangan
1	2	3	4	5	6	7	8	
1								Maju
	2							Mundur
			4					Kanan
		3						Kiri
				5				Kamera Naik
					6			Kamera Turun
							8	Kamera Kanan
						7		Kamera Kiri
				5		7		Kamera naik & Kiri
				5			8	Kamera naik & Kanan
					6	7		Kamera turun & Kiri

					⑥		⑧	Kamera turun & Kanan
①			④					Maju kanan
①		③						Maju kiri
	②		④					Mundur Kanan
	②	③						Mundur Kiri
①							⑧	Maju, Kamera Kanan
①						⑦		Maju, Kamera Kiri
①				⑤				Maju, Kamera Naik
①					⑥			Maju, Kamera Turun
①				⑤			⑧	Maju, Kamera Naik & Kanan
①				⑤		⑦		Maju, Kamera Naik & Kiri
①					⑥		⑧	Maju, Kamera Turun & Kanan
①					⑥	⑦		Maju, Kamera Turun & Kiri
	②						⑧	Mundur Kamera Kanan
	②					⑦		Mundur Kamera Kiri
	②			⑤				Mundur Kamera Naik
	②				⑥			Mundur Kamera Turun
	②			⑤			⑧	Mundur, Kamera Naik & Kanan
	②			⑤		⑦		Mundur, Kamera Naik & Kiri
	②				⑥		⑧	Mundur, Kamera Turun & Kanan
	②				⑥	⑦		Mundur, Kamera Turun & Kiri
①			④				⑧	Maju Kanan Kamera Kanan
①			④			⑦		Maju Kanan Kamera Kiri
①			④	⑤				Maju Kanan Kamera Naik
①			④		⑥			Maju Kanan Kamera Turun
①		③					⑧	Maju Kiri Kamera Kanan
①		③				⑦		Maju Kiri Kamera Kiri
①		③		⑤				Maju Kiri Kamera Naik
①		③			⑥			Maju Kiri Kamera Turun
①			④	⑤			⑧	Maju Kanan Kamera Naik & Kanan

1			4	5		7		Maju Kanan Kamera Naik & Kiri
1			4		6		8	Maju Kanan Kamera Turun & Kanan
1			4		6	7		Maju Kanan Kamera Turun & Kiri
1		3		5			8	Maju Kiri Kamera Naik & Kanan
1		3		5		7		Maju Kiri Kamera Naik & Kiri
1		3			6		8	Maju Kiri Kamera Turun & Kanan
1		3			6	7		Maju Kiri Kamera Turun & Kiri
	2		4				8	Mundur Kanan Kamera Kanan
	2		4			7		Mundur Kanan Kamera Kiri
	2		4	5				Mundur Kanan Kamera Naik
	2		4		6			Mundur Kanan Kamera Turun
	2	3					8	Mundur Kiri Kamera Kanan
	2	3				7		Mundur Kiri Kamera Kiri
	2	3		5				Mundur Kiri Kamera Naik
	2	3			6			Mundur Kiri Kamera Turun
	2		4	5			8	Mundur Kanan Kamera Naik & Kanan
	2		4		6	7		Mundur Kanan Kamera Turun & Kiri
	2		4	5		7		Mundur Kanan Kamera Naik & Kiri
	2		4		6		8	Mundur Kanan Kamera Turun & Kanan
	2	3		5			8	Mundur Kiri Kamera Naik & Kanan
	2	3			6	7		Mundur Kiri Kamera Turun & Kiri
	2	3		5		7		Mundur Kiri Kamera Naik & Kiri
	2	3			6		8	Mundur Kiri Kamera Turun & Kanan

Untuk mempermudah mengetahui tombol mana yang ditekan dan apakah tombol benar sesuai yang kita inginkan, maka dalam perancangan kali ini, ditambahkan indikator berupa lampu LED.



Gambar 3-3 Rangkaian *Push Button*

Penggunaan resistor 330 ohm adalah sebagai pembatas arus pada LED. Kebutuhan arus pada LED adalah 15 mA, dengan tegangan Vcc 5 volt, maka dapat dicari nilai tahanannya dengan cara sebagai berikut:

$$V = I * R$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{5}{1,5}$$

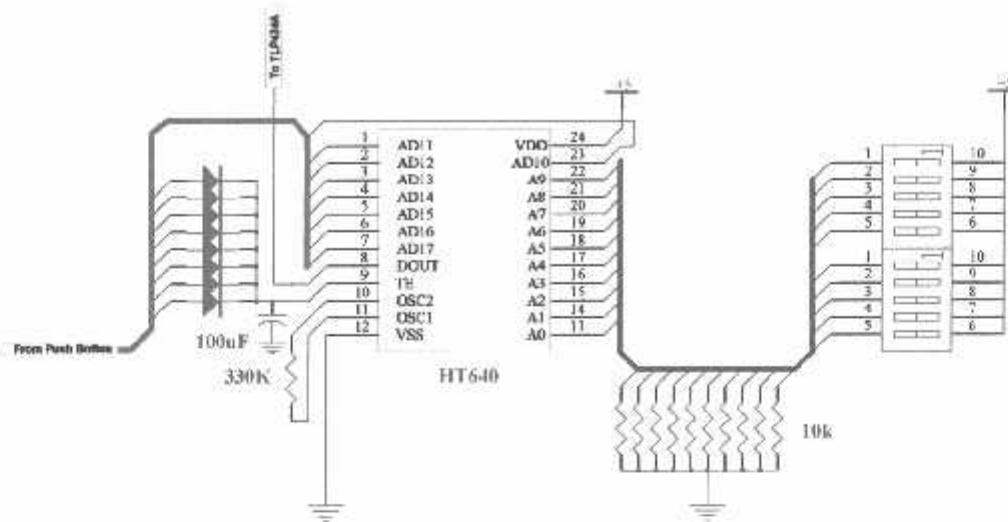
$$R = 333,3 \Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar 333,33 Ω atau disederhanakan menjadi 330 Ω .

3.1.1.2. Perancangan HT640

Konfigurasi pin HT640 dalam perancangan adalah :

1. Pin A0 – A9 adalah 10 pin yang berfungsi sebagai *address bit*. Antara pemancar dengan penerima harus memiliki *address* yang sama agar dapat terjadi komunikasi. Untuk perancangan ini pada pin A0 – A9 dihubungkan dengan *dipswitch* dengan tujuan nantinya dapat dilakukan kombinasi *address*.
 2. Pin 24 dihubungkan dengan sumber tegangan (Vdd).
 3. Pin 12 dihubungkan dengan *ground* (Vss)
 4. Pin 8 (D_{OUT}) dihubungkan dengan pin data *in* pada TLP434A
 5. Pemasangan R_{OSC} berpengaruh terhadap kecepatan transfer data. Yang paling ditekankan adalah pemakaian nilai R pada HT640 adalah sama dengan nilai R yang dipasang pada HT648L, yaitu sebesar 330K Ω .
 6. Pin TE dihubungkan dengan semua pin data sebagai indikasi bahwa data telah atau belum diterima (aktif *high*)
 7. Pin AD10 – AD17 adalah pin masukan data yang akan dihubungkan dengan *push button*. Pada perancangan ini digunakan pin AD10-AD17 karena dipakai 8 *push button*.
-

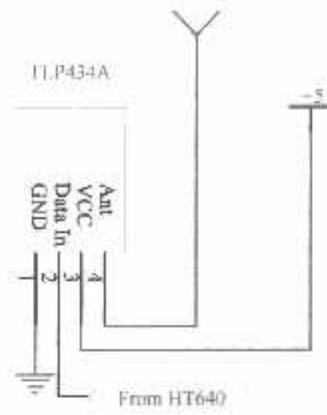


Gambar 3-4 Rangkaian HT640

3.1.1.3. Perancangan TLP434A

Untuk pengiriman data digunakan TLP434A yang bekerja melalui gelombang yang mempunyai frekuensi 433.99MHz. Alat ini sangat mudah digunakan karena tidak banyak membutuhkan banyak komponen pendukung, serta membutuhkan tegangan yang relatif kecil yaitu 2-5 Volt. Konfigurasi pin – pin TLP434A dalam perancangan adalah :

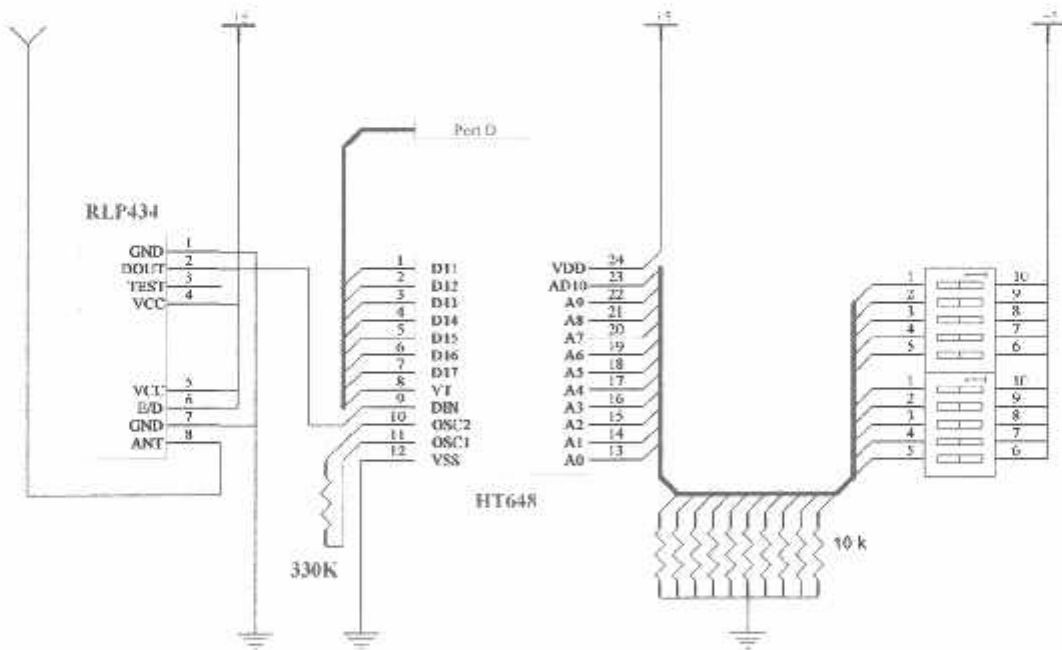
1. Kaki 1 dihubungkan dengan *ground*
2. Kaki 2 dihubungkan dengan pin D_{OUT} dari HT640 sebagai data *input*
3. Kaki 3 dihubungkan dengan sumber tegangan
4. Kaki 4 dihubungkan dengan antenna



Gambar 3-5 Rangkaian TLP434A

3.1.2. Perancangan Blok Penerima

Blok penerima juga memiliki 2 *hardware* utama yaitu HT648L dan RLP434A. Blok ini terdapat pada mobil *remote control* (R/C) bersama dengan mikrokontroller sebagai pusat kendali.

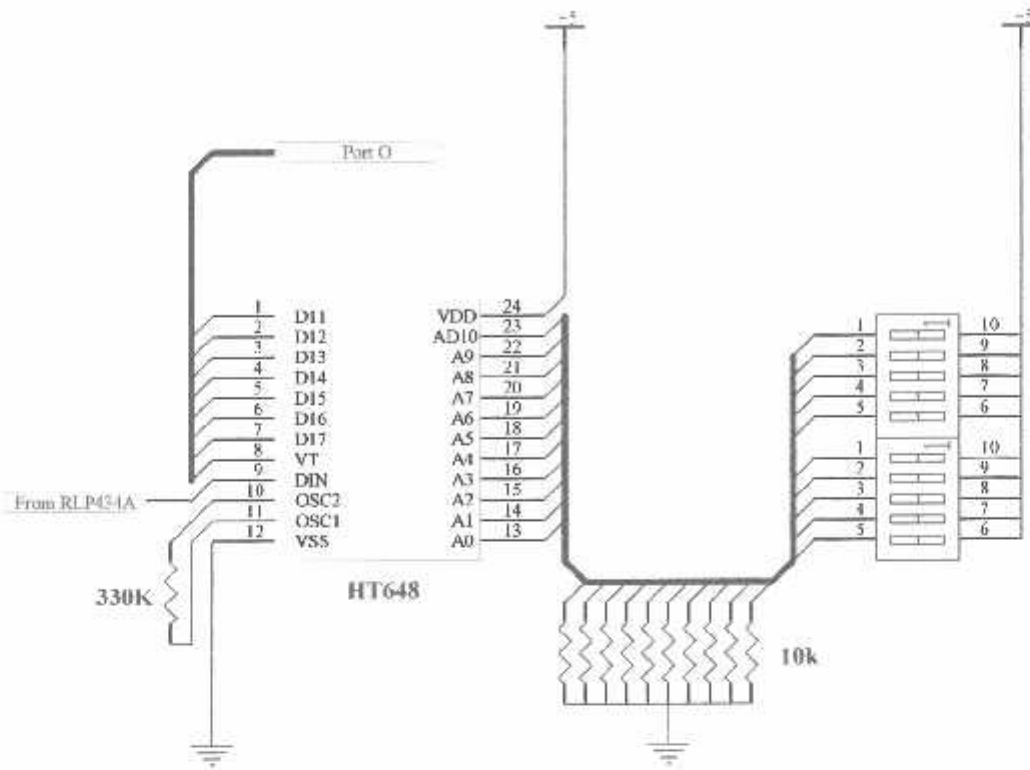


Gambar 3-6 Rangkaian Blok Penerima

3.1.2.1. Perancangan HT648L

Konfigurasi pin HT648L dalam perancangan adalah :

1. Pin A0 – A9 adalah 10 pin yang berfungsi sebagai *address bit*. Antara pemancar dengan penerima harus memiliki *address* yang sama agar dapat terjadi komunikasi. Untuk perancangan ini pada pin A0 – A9 dihubungkan dengan *dipswitch* dengan tujuan nantinya dapat dilakukan kombinasi *address*.
 2. Pin 24 Vdd dihubungkan dengan sumber tegangan.
 3. Pin 12 Vss dihubungkan dengan *ground*.
 4. Pin 8 VT dihubungkan dengan mikrokontroller sebagai indikasi bahwa transmisi telah berhasil dilakukan (Tidak diaplikasikan).
 5. Pemasangan R_{OSC} berpengaruh terhadap kecepatan *transfer* data. Yang paling ditekankan adalah pemakaian nilai R pada HT648 harus sama dengan nilai R yang dipasang pada IIT640, yaitu sebesar 330K Ω .
 6. Pin 9 D_{IN} dihubungkan dengan RLP434A untuk memberikan data *input* yang diterima.
 7. Pin AD10 – AD17 adalah pin keluaran data yang akan dihubungkan dengan mikrokontroler.
-

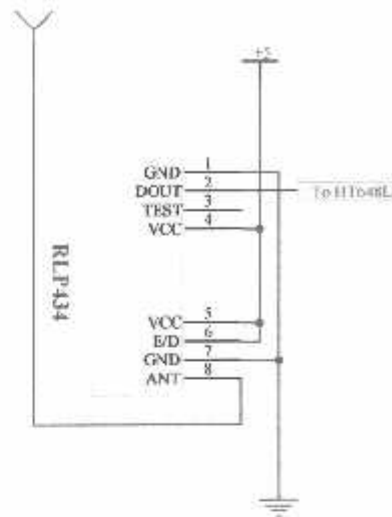


Gambar 3-7 Rangkaian HT648L

3.1.2.2. Perancangan RLP434A

Konfigurasi perancangan pin-pin RLP434A adalah :

1. Kaki 1 dan 7 dihubungkan dengan *ground*
2. Kaki 2 sebagai *output* ke mikrokontroler
3. Kaki 3 yaitu pin RSSI dihubungkan dengan pin HT648L, tetapi dalam perancangan ini tidak digunakan.
4. Kaki 4, 5, dan 6 dihubungkan dengan *Vcc*
5. Kaki 8 dihubungkan dengan antenna.

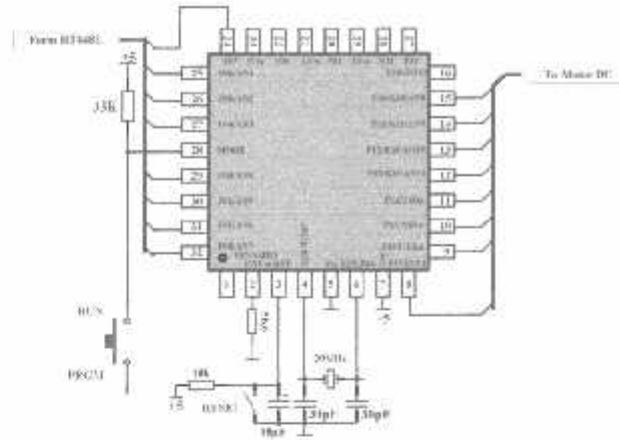


Gambar 3-8 Rangkaian RLP 434A

3.1.3. Perancangan Mikrokontroler Renesas R8C/Tiny R5F21134FP

Dalam skripsi ini mikrokontroler yang di gunakan adalah mikrokontroler Renesas R8C/Tiny R5F21134FP karena mempunyai fasilitas dengan keunggulan yang banyak. Pembahasan ini telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Mikrokontroler Renesas mempunyai I/O port yaitu P0.0 - P0.7, P1.0 – P1.7, P3.0 – P3.3, P3.7, P4.5, sedangkan P4.6 dan P4.7 hanya bias digunakan sebagai *input* saja jika konfigurasi kristal memakai kristal *internal*. Berikut adalah konfigurasi pin yang digunakan dalam perancangan:

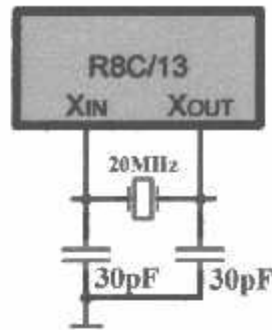
- P1.0 - P1.7 digunakan sebagai *input* dari *motor dc*.
- P0.1 - P0.7 digunakan sebagai *input* dari *decoder HT648L*.



Gambar 3-9 Konfigurasi Pin Renesas Dalam Perancangan

Sebagai pewaktu R8C/13 digunakan pin X_{IN} dan X_{OUT} sebagai masukan dari rangkaian osilator kristal. Rangkaian osilator kristal terdiri dari osilator 20MHz, kapasitor C1 dan C2 yang masing-masing bernilai 30pF yang akan membangkitkan *pulsa clock* yang digunakan sebagai penggerak bagi sejumlah operasi internal CPU.

Kecepatan proses yang dilakukan oleh mikrokontroler ditentukan oleh sumber *clock* yang mengendalikan mikrokontroler tersebut. Sistem yang dirancang ini menggunakan osilator internal yang telah tersedia dalam *chip* R8C/13. Untuk menentukan frekuensi osilatornya cukup dengan menghubungkan kristal dalam port P4.6 (X_{IN}) dan port P4.7 (X_{OUT}) serta dua buah kapasitor ke *ground*. Besarnya kapasitansinya disesuaikan dengan spesifikasi dalam lembar data R8C/13 yaitu 30pF. Kristal yang digunakan adalah 20MHz.



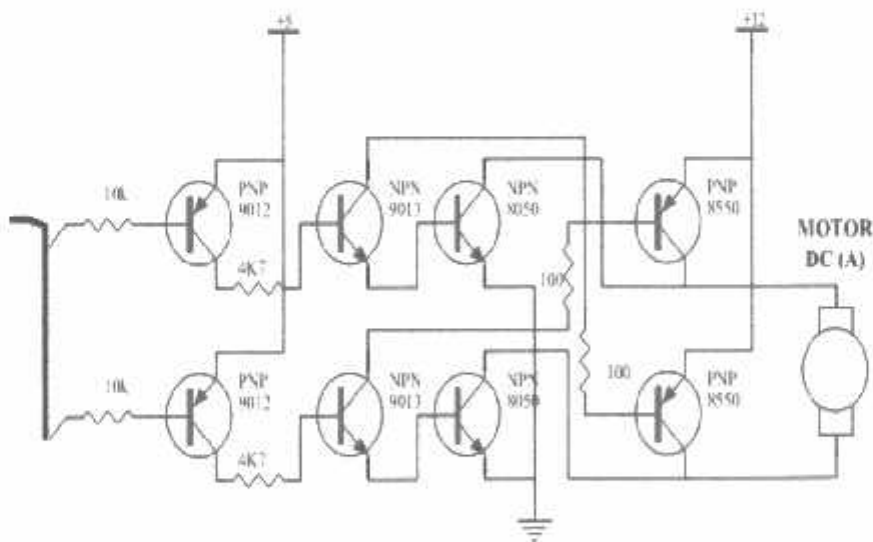
Gambar 3-10 Rangkaian *Clock*

(Sumber : www.renesas.com)

3.1.4. Perancangan *Driver Motor DC*

Rangkaian *driver* yang digunakan adalah jembatan H atau sering juga disebut dengan rangkaian *H-Bridge*. Rangkaian ini terdiri dari beberapa transistor yang dirangkai sedemikian rupa dimana transistor ini berfungsi sebagai saklar.

3.1.4.1. Perancangan *Driver Motor DC (A)*



Gambar 3-11 Rangkaian *Driver Motor DC (A)*

Dari rangkaian diatas dapat kita peroleh nilai R_B yang sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

- R_B pada transistor 9012

$$R_b = \frac{V_{bE} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{hfe}$$

Diketahui dari *data sheet* transistor 9012 besarnya $I_C = 50 \text{ mA}$, $hfe = 120$,

$V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$, sehingga :

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{50 \text{ mA}}{120} \\ &= 0,416 \text{ mA} \end{aligned}$$

Maka R_B adalah :

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{5 - 0,7}{0,416 \text{ mA}} \\ &= \frac{4,3}{0,416 \text{ mA}} \\ &= 10,33 \times 10^3 \Omega \end{aligned}$$

Jadi hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar $10,33 \times 10^3 \Omega$ atau dibulatkankan menjadi $10 \text{ K}\Omega$.

- R_B pada transistor 9013

$$R_b = \frac{V_{bE} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{hfe}$$

Diketahui dari *data sheet* transistor 9013 besarnya $I_C = 100 \text{ mA}$, $h_{fe} = 110$, $V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$, sehingga :

$$I_B = \frac{100 \text{ mA}}{110}$$

$$= 0,909 \text{ mA}$$

Maka R_B adalah :

$$R_B = \frac{5 - 0,7}{0,909 \text{ mA}}$$

$$= \frac{4,3}{0,909 \text{ mA}}$$

$$= 4,73 \times 10^3 \Omega$$

Jadi hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar $4,73 \times 10^3 \Omega$ atau dibulatkan menjadi $4\text{K}7 \Omega$

- R_B pada transistor 8550

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{CE}(8550) - V_{CE}(9013) - V_{CE}(8050)}{I_C}$$

Diketahui dari *data sheet* transistor 8550 memiliki $V_{CE} = 0,6 \text{ Volt}$. Pada transistor 9013 $I_C = 100 \text{ mA}$, $h_{fe} = 110$, $V_{CE} = 0,7 \text{ Volt}$. Pada transistor 8050 memiliki $V_{CE} = 0,7 \text{ Volt}$.

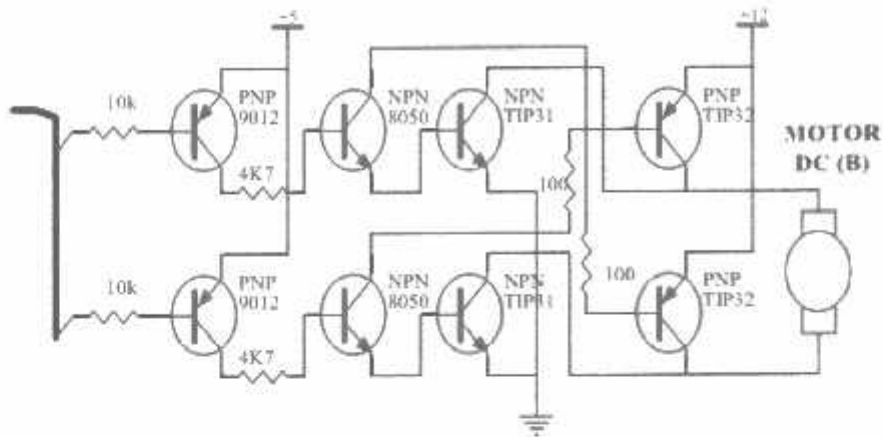
$$R_B = \frac{12 - 0,6 - 0,7 - 0,7}{100 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{10}{100 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 100 \Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar 100Ω .

3.1.4.2. Perancangan *Driver Motor DC (B)*



Gambar 3-12 Rangkaian *Driver Motor DC (B)*

Dari rangkaian diatas dapat kita peroleh nilai R_b yang sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

- R_b pada transistor 9012

$$R_b = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}}$$

Diketahui dari *data sheet* transistor 9012 besarnya $I_C = 50 \text{ mA}$, $h_{fe} = 120$,

$V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$, sehingga :

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{50 \text{ mA}}{120} \\ &= 0,416 \text{ mA} \end{aligned}$$

Maka R_B adalah :

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{5 - 0,7}{0,416mA} \\ &= \frac{4,3}{0,416mA} \\ &= 10,33 \times 10^3 \Omega \end{aligned}$$

Jadi hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar $10,33 \times 10^3 \Omega$ atau dibulatkan menjadi $10 \text{ K}\Omega$.

- R_B pada transistor 9013

$$\begin{aligned} R_b &= \frac{V_{CE} - V_{BE}}{I_B} \\ I_B &= \frac{I_C}{h_{fe}} \end{aligned}$$

Diketahui dari *data sheet* transistor 9013 besarnya $I_C = 100 \text{ mA}$, $h_{fe} = 110$, $V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$, sehingga :

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{100mA}{110} \\ &= 0,909mA \end{aligned}$$

Maka R_B adalah :

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{5 - 0,7}{0,781mA} \\ &= \frac{4,3}{0,909mA} \\ &= 4,73 \times 10^3 \Omega \end{aligned}$$

Jadi hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar $4,73 \times 10^3 \Omega$ atau dibulatkan menjadi $4\text{K}7 \Omega$

- R_B pada transistor TIP32

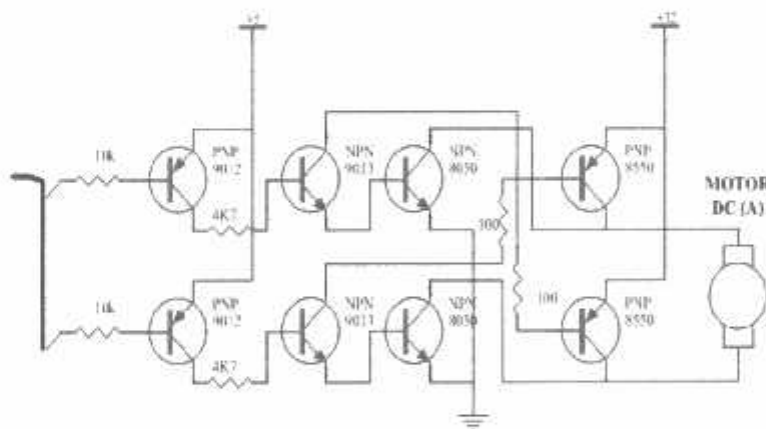
$$R_B = \frac{V_{cc} - V_{ce}(TIP32) - V_{ce}(9013) - V_{ce}(TIP31)}{I_c}$$

Diketahui dari *data sheet* transistor TIP32 memiliki $V_{ce} = 1,2$ Volt. Pada transistor 9013 $I_c = 100\text{mA}$, $H_{fe} = 110$, $V_{ce} = 0,7$ Volt. Pada transistor TIP31 memiliki $V_{ce} = 1,2$ Volt.

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{12 - 1,2 - 0,7 - 1,2}{100 \cdot 10^{-3}} \\ &= \frac{8,9}{100 \cdot 10^{-3}} \\ &= 89\Omega \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar 89Ω atau dibulatkan menjadi 100Ω

3.1.4.3. Perancangan *Driver Motor DC (C)*



Gambar 3-13 Rangkaian *Driver Motor DC (C)*

Dari rangkaian diatas dapat kita peroleh nilai R_B yang sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

- R_B pada transistor 9012

$$R_B = \frac{V_{ES} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{hfe}$$

Diketahui dari *data sheet* transistor 9012 besarnya $I_C = 50 \text{ mA}$, $hfe = 120$,

$V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$, sehingga :

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{50 \text{ mA}}{120} \\ &= 0,416 \text{ mA} \end{aligned}$$

Maka R_B adalah :

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{5 - 0,7}{0,416 \text{ mA}} \\ &= \frac{4,3}{0,416 \text{ mA}} \\ &= 10,33 \times 10^3 \Omega \end{aligned}$$

Jadi hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar $10,33 \times 10^3 \Omega$ atau dibulatkankan menjadi $10 \text{ K}\Omega$.

- R_B pada transistor 9013

$$R_B = \frac{V_{ES} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{hfe}$$

Diketahui dari *data sheet* transistor 9013 besarnya $I_C = 100 \text{ mA}$, $hfe =$

110, $V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$, sehingga :

$$I_B = \frac{100\mu A}{110}$$

$$= 0,909\mu A$$

Maka R_B adalah :

$$R_B = \frac{5 - 0,7}{0,781\mu A}$$

$$= \frac{4,3}{0,909\mu A}$$

$$= 4,73 \times 10^3 \Omega$$

Jadi hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar $4,73 \times 10^3 \Omega$ atau dibulatkan menjadi $4K7 \Omega$

- R_B pada transistor 8550

$$R_B = \frac{V_{cc} - V_{ce}(8550) - V_{ce}(9013) - V_{ce}(8050)}{I_C}$$

Diketahui dari data sheet transistor 8550 memiliki $V_{ce} = 0,6$ Volt. Pada transistor 9013 $I_C = 100\mu A$, $H_{fe} = 110$, $V_{ce} = 0,7$ Volt. Pada transistor 8050 memiliki $V_{ce} = 0,7$ Volt.

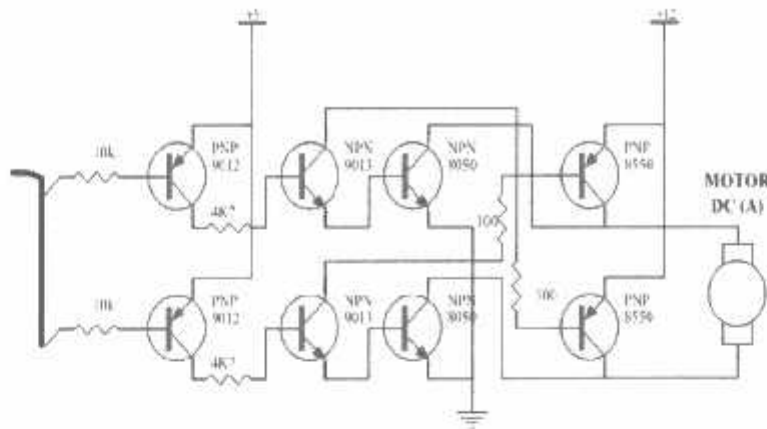
$$R_B = \frac{12 - 0,6 - 0,7 - 0,7}{100 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{10}{100 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 100\Omega$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar 100Ω .

3.1.4.4. Perancangan *Driver Motor DC (D)*



Gambar 3-14 Rangkaian *Driver Motor DC (D)*

Dari rangkaian diatas dapat kita peroleh nilai R_b yang sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

- R_b pada transistor 9012

$$R_b = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}}$$

Diketahui dari *data sheet* transistor 9012 besarnya $I_C = 50 \text{ mA}$, $h_{fe} = 120$,

$V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$, sehingga :

$$I_B = \frac{50 \text{ mA}}{120}$$

$$= 0,416 \text{ mA}$$

Maka R_B adalah :

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{5 - 0,7}{0,416mA} \\ &= \frac{4,3}{0,416mA} \\ &= 10,33 \times 10^3 \Omega \end{aligned}$$

Jadi hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar $10,33 \times 10^3 \Omega$ atau dibulatkankan menjadi $10 \text{ K}\Omega$.

- R_B pada transistor 9013

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{V_{EE} - V_{BE}}{I_B} \\ I_B &= \frac{I_C}{h_{fe}} \end{aligned}$$

Diketahui dari *data sheet* transistor 9013 besarnya $I_C = 100 \text{ mA}$, $h_{fe} = 110$, $V_{BE} = 0,7 \text{ Volt}$, sehingga :

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{100mA}{110} \\ &= 0,909mA \end{aligned}$$

Maka R_B adalah :

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{5 - 0,7}{0,781mA} \\ &= \frac{4,3}{0,909mA} \\ &= 4,73 \times 10^3 \Omega \end{aligned}$$

Jadi hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar $4,73 \times 10^3 \Omega$ atau dibulatkan menjadi $4\text{K}7 \Omega$

- R_B pada transistor 8550

$$R_B = \frac{V_{cc} - V_{ce}(8550) - V_{ce}(9013) - V_{ce}(8050)}{I_c}$$

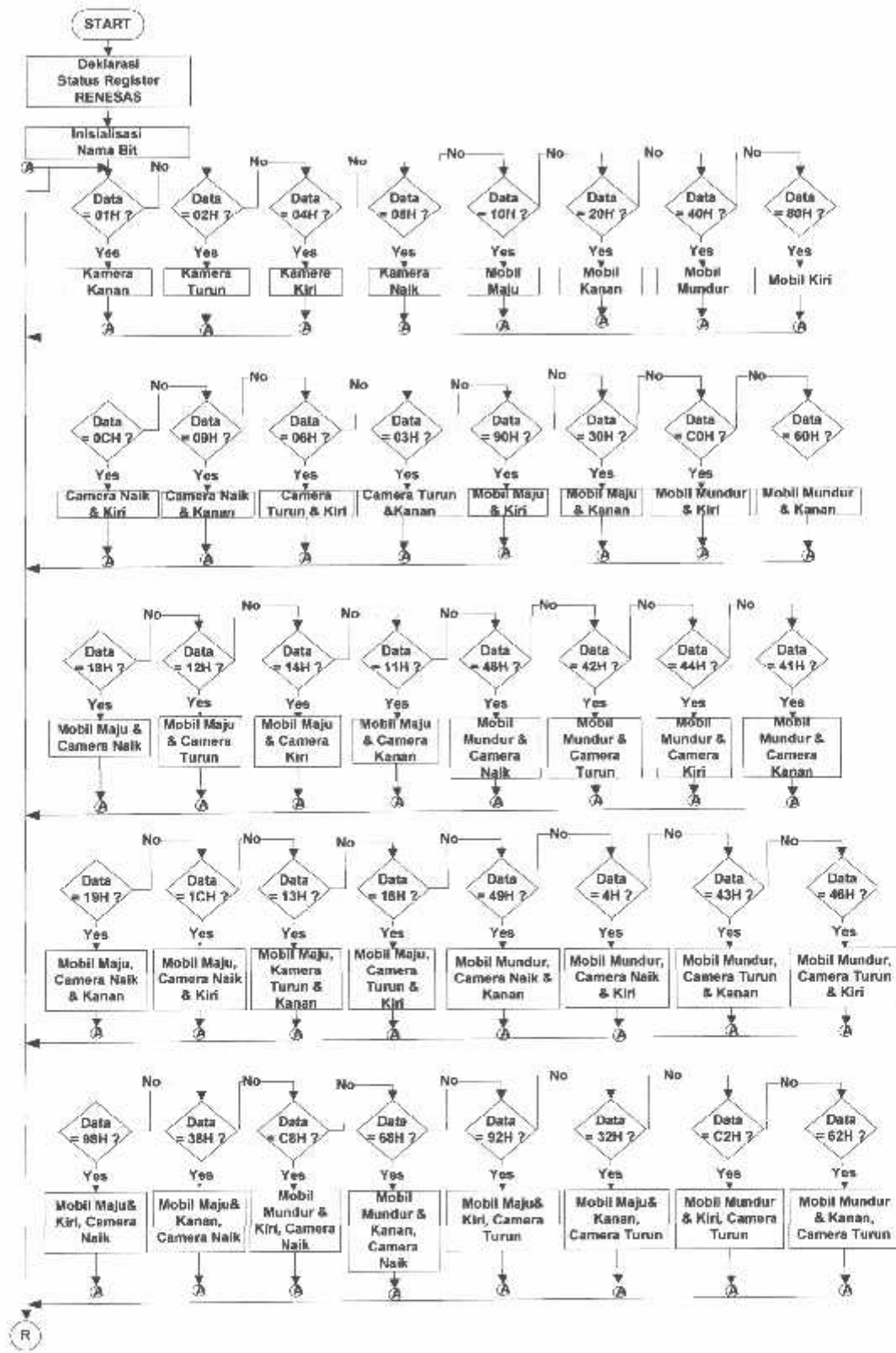
Diketahui dari data sheet transistor 8550 memiliki $V_{ce} = 0,6$ Volt. Pada transistor 9013 $I_c = 100\text{mA}$, $H_{fe} = 110$, $V_{ce} = 0,7$ Volt. Pada transistor 8050 memiliki $V_{ce} = 0,7$ Volt.

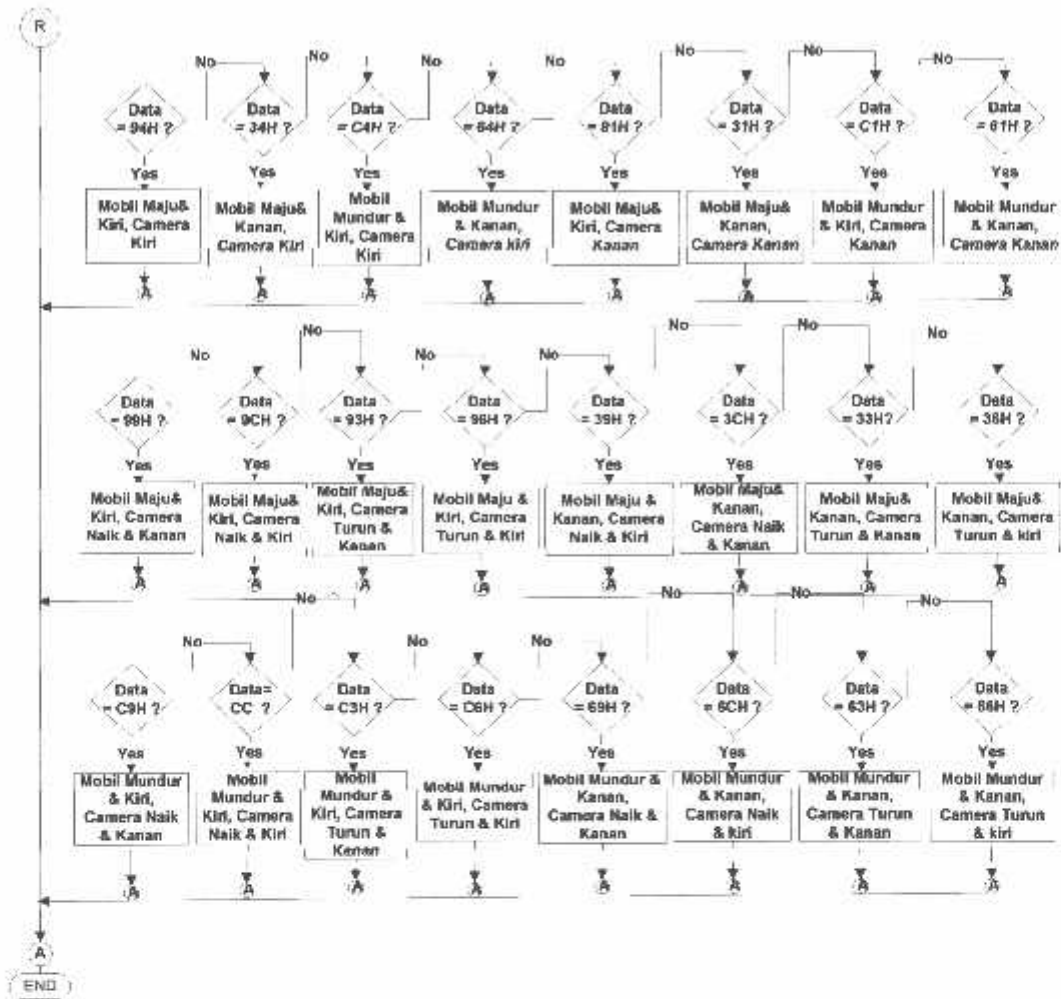
$$\begin{aligned} R_B &= \frac{12 - 0,6 - 0,7 - 0,7}{100 \cdot 10^{-3}} \\ &= \frac{10}{100 \cdot 10^{-3}} \\ &= 100\Omega \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas diperoleh nilai R_B sebesar 100Ω .

3.2. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada perancangan perangkat lunak (*software*) dipaparkan dalam diagram alir secara keseluruhan dari semua sistem.



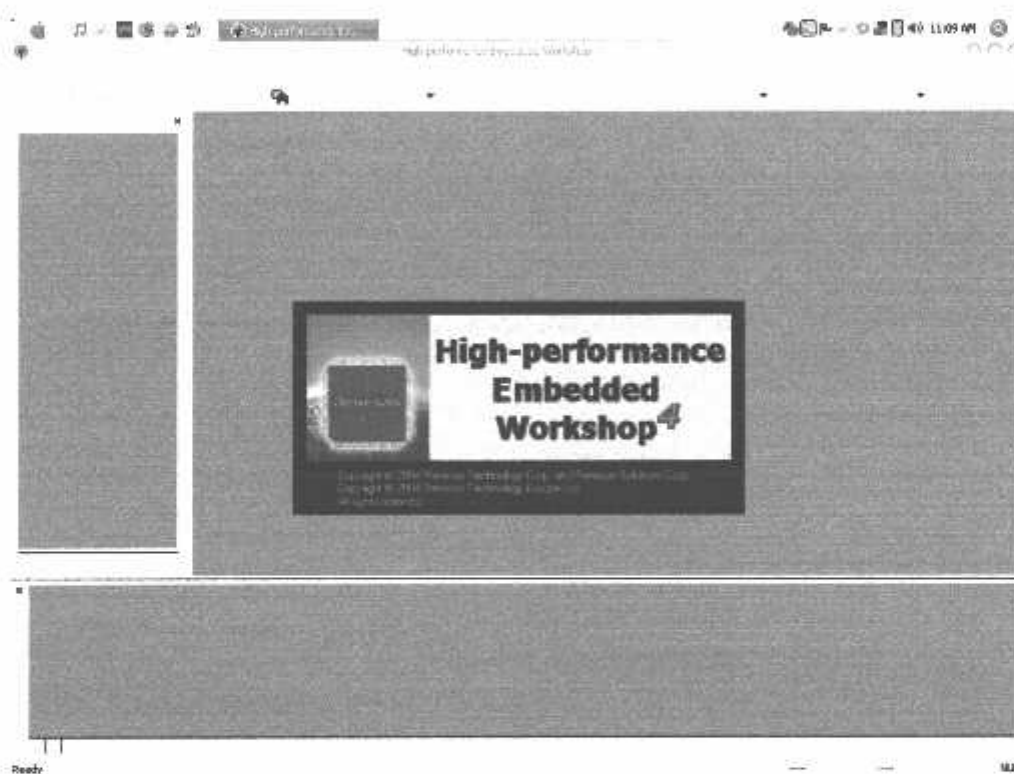


Gambar 3-15 Flowchart Sistem

Untuk bahasa pemrograman pada mikrokontroller Renesas R8C/Tiny R5F21134FP menggunakan pemrograman bahasa C dengan *Compiler* yang dipaket bersama pada suatu IDE yaitu HEW (*High-performance Embedded Workshop*). Fasilitas lainnya yang disertakan Renesas adalah *software emulator*

KD30 dengan menggunakan *fasilitas On-Chip Debugger R8C* yang mempunyai kehandalan mengeliminasi kebutuhan akan *simulator software* dan dapat dilakukan *debug* langsung pada *hardware*.

Development Tool Software ini di sediakan *freeware*-nya beserta *application-application note*-nya pada situs Renesas (www.renesas.com). Berikut adalah tampilan *window IDE I:W (High-performance Embedded Workshop)* dan *software emulator* KD30.



Gambar 3-16 IDE I:W (*High-performance Embedded Workshop*)

(Sumber : www.renesas.com)

BAB IV

ANALISA DAN PENGUJIAN ALAT

Pada bab ini membahas cara pengujian dan analisa dari alat yang dirancang, sehingga dapat diketahui apakah alat tersebut dapat bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan. Dalam rangka pengujian alat tersebut diuraikan percobaan yang dilakukan untuk mengetahui respon dari keseluruhan alat yang telah dirancang.

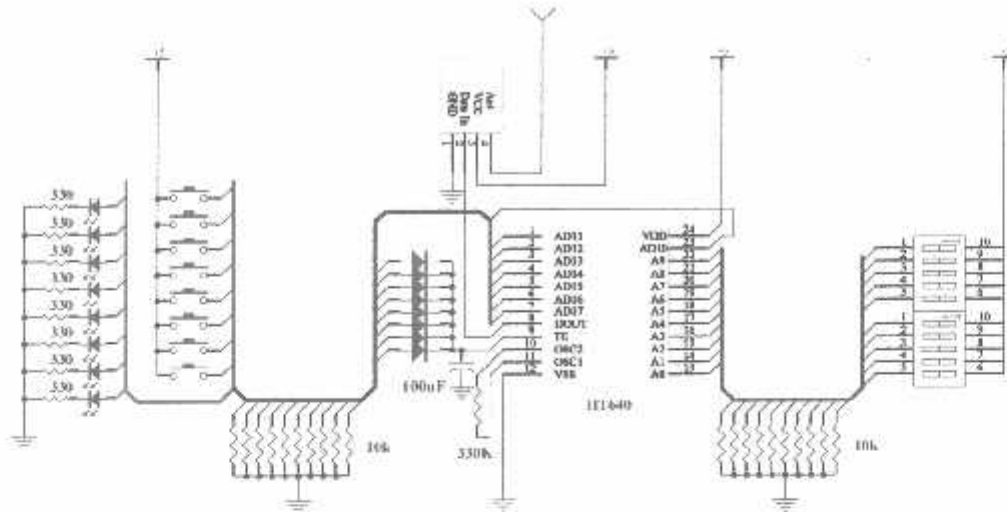
Untuk mengetahui kemampuan alat dan sistem kerja sesuai dengan program yang telah dibuat maka dilakukan pengujian pada alat dan sistem kerja alat dengan prosedur pengujian perblok.

4.1. Pengujian TLP434A dan RLP434A

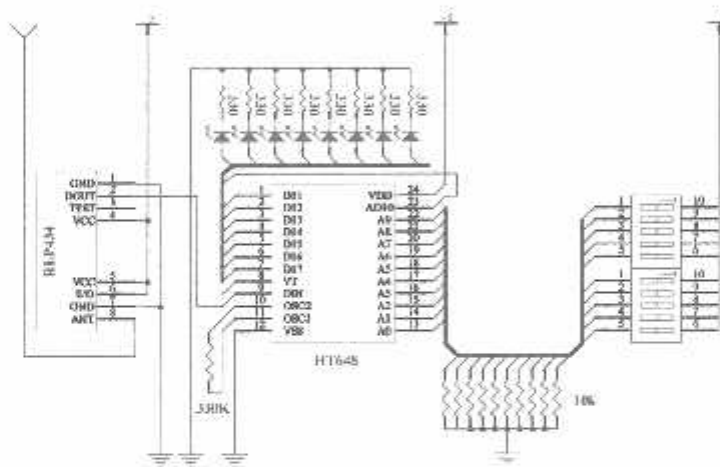
4.1.1. Tujuan

Tujuan pengujian TLP434A dan RLP434A adalah untuk melihat apakah kedua komponen ini memiliki keadaan yang baik untuk mentransfer data. Pada pengujian ini dilakukan pengiriman data dan melihat outputannya. Dilakukan juga pengujian terhadap jarak yang mampu dicapai oleh TLP434A dan RLP434A dengan halangan (gedung, rumah) maupun tanpa halangan.

4.1.2. Rangkaian Pengujian



Gambar 4-1 Rangkaian Blok Pengiriman



Gambar 4-2 Rangkaian Blok Penerimaan

4.1.3. Peralatan Yang Digunakan

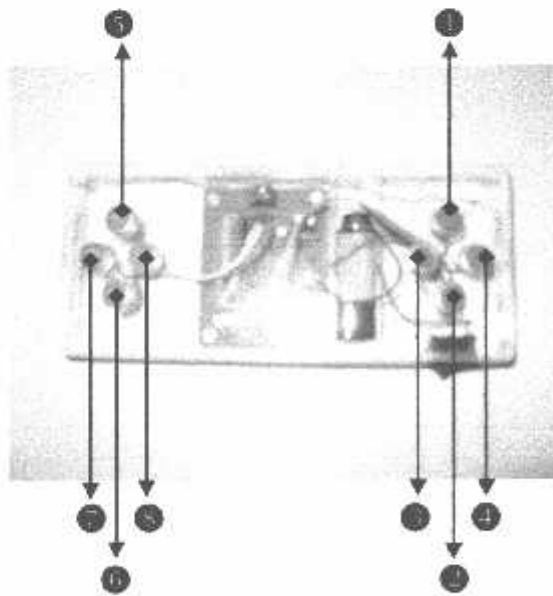
1. Sumber tegangan 5V
2. Rangkaian pengujian
3. Multimeter Digital
4. Antena (Tembaga) panjang ± 18 cm

4.1.4. Langkah-Langkah Pengujian

1. Hubungkan pin *Vcc* dan *Ground* pada rangkaian pengujian dengan sumber tegangan 5 volt.
2. Memberikan inputan pada *push button* yang terhubung dengan pin data HT640 dan melihat outputnya pada pin data *out* HT648 yang diindikasikan dengan nyala LED.
3. Memisahkan blok pengirim dan blok penerima dengan jarak yang telah ditentukan di ruang terbuka (tanpa halangan).
4. Memisahkan blok pengirim dan blok penerima dengan jarak yang telah ditentukan di dalam ruang tertutup misal dalam gedung, rumah,dll. (dengan halangan).
5. Mencatat hasil pengamatan pada tabel.

4.1.5. Hasil Pengujian

4.1.5.1. Hasil Pengujian Pengiriman dan Penerimaan Data



Gambar 4-3 Tombol Penekanan

Tabel 4-1 Tombol Penekanan

TOMBOL	KETERANGAN
➊	Maju
➋	Mundur
➌	Kiri
➍	Kanan
➎	Kamera Naik
➏	Kamera Turun
➐	Kamera Kiri
➑	Kamera Kanan

Tabel 4-2 Hasil Pengujian Pengiriman Data dan Penerimaan Data
Dengan TLP434A dan RLP434A

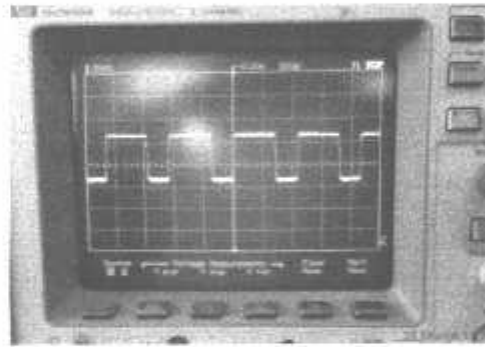
Tombol	Data Pengiriman	Data pengiriman								Data Penerimaan							
		L ₇	L ₆	L ₅	L ₄	L ₃	L ₂	L ₁	L ₀	L ₇	L ₆	L ₅	L ₄	L ₃	L ₂	L ₁	L ₀
➊	10H	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
➋	20H	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
➌	80H	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
➍	40H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
➎	08H	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
➏	02H	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
➐	04H	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
➑	01H	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
➊➋	C0H	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
➋➌	90H	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
➌➍	60H	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
➍➎	30H	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
➎➏	11H	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
➏➐	14H	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
➐➑	18H	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
➑➒	12H	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0

112	13H	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
118	19H	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
125	1CH	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
127	16H	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0
23	21H	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
27	24H	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
29	28H	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
26	22H	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
278	29H	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
277	23H	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
268	2CH	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
267	26H	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
148	C1H	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
147	C4H	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
145	C8H	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
146	C2H	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
258	91H	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
137	94H	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
135	98H	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
134	92H	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
1553	C9H	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
1552	C3H	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
1563	ACH	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
1562	A6H	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
1553	99H	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
1552	93H	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
1553	9CH	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
1562	96H	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
248	61H	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
247	64H	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
245	68H	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
216	62H	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
238	31H	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
237	34H	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0

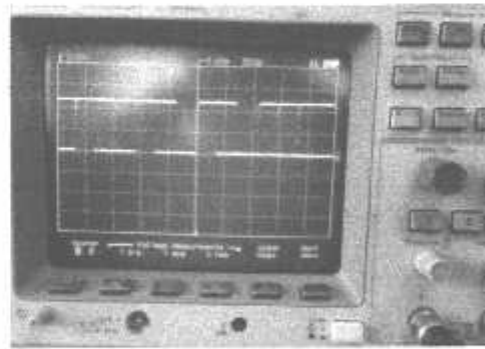
●●●●	38H	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
●●●●	32H	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
●●●●●	69H	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
●●●●●	66H	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
●●●●●	63H	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
●●●●●	6CH	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
●●●●●	39H	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
●●●●●	36H	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
●●●●●	33H	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
●●●●●	3CH	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0

Keterangan: 1 = Nyala 0= Padam

4.1.5.2. Hasil Pengujian *Output* Gelombang



Gambar 4-4 Kondisi Penekanan 1 Tombol Maupun 3 Tombol



Gambar 4-5 Kondisi Penekanan 4 Tombol

4.1.5.3. Hasil Pengujian Pengiriman dan Penerimaan Dengan Halangan

Tabel 4-3 Hasil Pengujian Jarak Pengiriman dan Penerimaan Data Dengan TLP434A dan RLP434A Dengan Halangan

Tombol	Jarak (m)		
	1-10	11-15	>16
1	sukses	sukses	gagal
2	sukses	sukses	gagal
3	sukses	sukses	gagal
4	sukses	sukses	gagal
5	sukses	sukses	gagal
6	sukses	sukses	gagal
7	sukses	sukses	gagal
8	sukses	sukses	gagal
1 4	sukses	sukses	gagal
1 1	sukses	sukses	gagal
2 4	sukses	sukses	gagal
2 3	sukses	sukses	gagal
1 3	sukses	sukses	gagal
1 7	sukses	sukses	gagal
1 5	sukses	sukses	gagal
1 6	sukses	sukses	gagal
1 3 3	sukses	sukses	gagal
1 7 3	sukses	sukses	gagal
1 6 3	sukses	sukses	gagal
1 1 7	sukses	sukses	gagal
2 3	sukses	sukses	gagal
2 7	sukses	sukses	gagal
2 3	sukses	sukses	gagal
2 1	sukses	sukses	gagal
2 3 3	sukses	sukses	gagal
2 3 7	sukses	sukses	gagal
2 7 3	sukses	sukses	gagal
2 3 3	sukses	sukses	gagal

Keterangan:

Sukses : data yang dikirim berhasil atau terdeteksi oleh penerima dan *driver* bergerak sesuai dengan yang direncanakan.

Gagal : data yang dikirim tidak terdeteksi oleh penerima.

Dari hasil pengujian jarak pengiriman dan penerimaan dengan halangan dapat di simpulkan bahwa jarak maksimal yang dicapai adalah ± 15 meter dengan kondisi baterai terisi penuh dan antena (tembaga) panjang ± 18 cm.

4.1.5.4. Hasil Pengujian Kamera

Dari hasil pengujian jarak pengiriman dan penerimaan dapat disimpulkan bahwa jarak maksimal yang dicapai adalah ± 20 meter, tetapi disini kamera kurang bekerja dengan baik di karenakan kualitas Transmitter maupun receiver yang rendah. Kamera disini mempunyai kelebihan bisa sebagai mata – mata dan tanpa menggunakan kabel.

4.1.5.5. Hasil Pengujian Battery

Tabel 4-4 Hasil Pengujian Battery 12V 700mAh

Charger (Jam)	Lama Pemakaian
1	30 Menit
2	1 jam 15 menit

Dari hasil pengujian battery semuanya tergantung dengan pemakain dan kualitas battery.

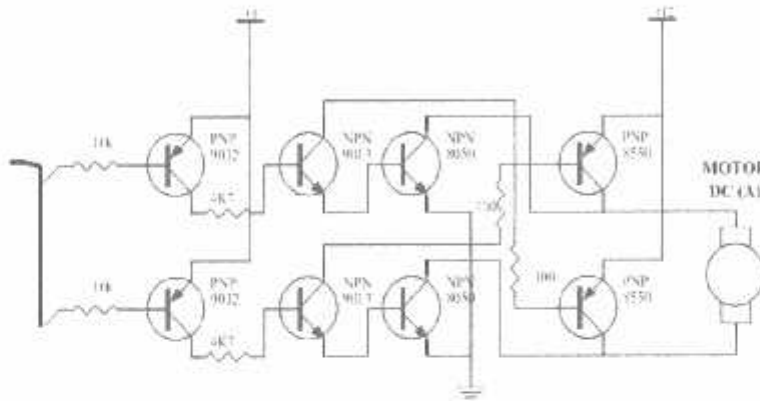
4.2. Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC

4.2.1. Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC (A)

4.2.1.1. Tujuan

Mengetahui apakah *driver* Motor DC (A) dapat bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan dan mengetahui nilai tegangan pada rangkaian *driver* motor DC.

4.2.1.2. Rangkaian Pengujian



Gambar 4-6 Rangkaian Pengujian Motor DC (A)

4.2.1.3. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan adalah:

- *Power supply* 5 volt DC dan 12 volt DC
- *Digital* multimeter
- Rangkaian *driver* motor DC (A)

4.2.1.4. Langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian antara lain:

- Rangkaian diberi catu daya 5 volt DC
- Motor DC diberi catu daya 12 volt DC

- Dilakukan pengukuran tegangan pada rangkaian pengujian *driver* motor DC menggunakan multimeter digital.

4.2.1.5. Hasil Pengujian

Hasil pengujian rangkaian *driver* motor DC (A) adalah sebagai berikut:

Tabel 4-5 Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC (A)

V (Volt)	Kondisi Motor
10,01	Belok Kanan
10,01	Belok Kiri



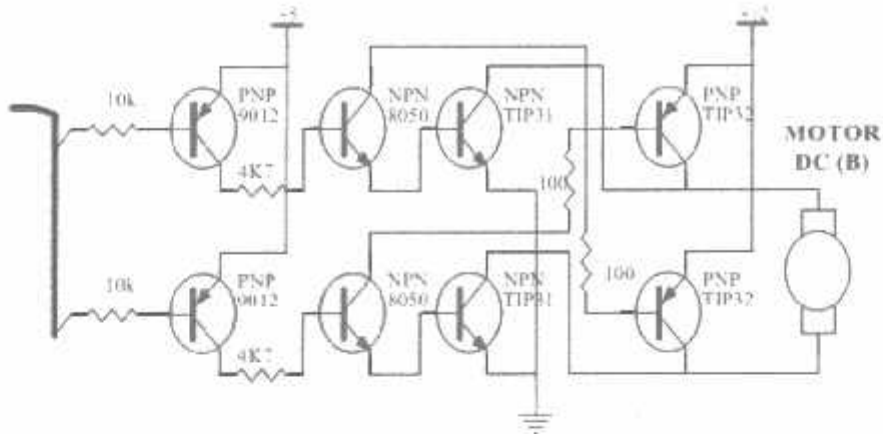
Gambar 4-7 Keluaran Tegangan (V) motor DC (A)

4.2.2. Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC (B)

4.2.2.1. Tujuan

Mengetahui apakah *driver* Motor DC (B) dapat bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan dan mengetahui nilai tegangan pada rangkaian *driver* motor DC.

4.2.2.2. Rangkaian Pengujian



Gambar 4-8 Rangkaian Pengujian *Driver* Motor DC (B)

4.2.2.3. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan adalah:

- *Power supply* 5 volt DC dan 12 volt DC.
- Digital multimeter.
- Rangkaian *driver* motor DC (B).

4.2.2.4. Langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian antara lain:

- Rangkaian diberi catu daya 5 volt DC.
- Motor DC diberi catu daya 12 volt DC.
- Dilakukan pengukuran tegangan pada rangkaian pengujian *driver* motor DC menggunakan multimeter digital.

4.2.2.5. Hasil Pengujian

Hasil pengujian rangkaian *driver* motor DC (B) adalah sebagai berikut:

Tabel 4-6 Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC (B)

V8 (Volt)	Kondisi Motor
11,03	Maju
11.03	Mundur



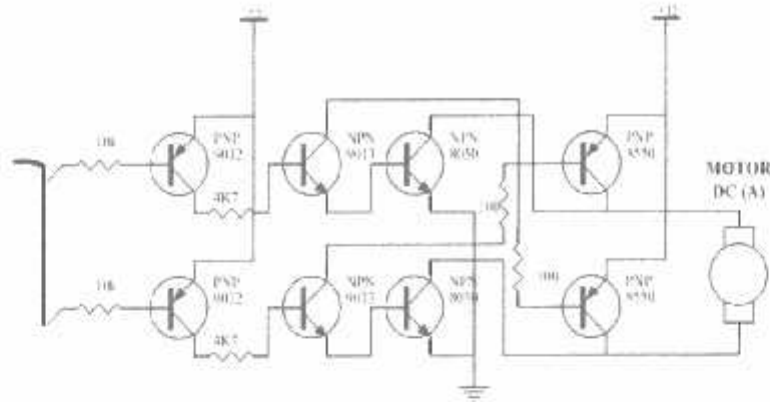
Gambar 4-9 Keluaran Tegangan (V) motor DC (B)

4.2.3. Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC (C)

4.2.3.1. Tujuan

Mengetahui apakah *driver* Motor DC (B) dapat bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan dan mengetahui nilai tegangan pada rangkaian *driver* motor DC.

4.2.3.2. Rangkaian Pengujian



Gambar 4-10 Rangkaian Pengujian Motor DC (C)

4.2.3.3. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan adalah:

- *Power supply* 5 volt DC dan 12 volt DC
- *Digital* multimeter
- Rangkaian *driver* motor DC (C)

4.2.3.4. Langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian antara lain:

- Rangkaian diberi catu daya 5 volt DC
- Motor DC diberi catu daya 12 volt DC
- Dilakukan pengukuran tegangan pada rangkaian pengujian *driver* motor DC menggunakan multimeter digital.

4.2.3.5. Hasil Pengujian

Hasil pengujian rangkaian *driver* motor DC (C) adalah sebagai berikut:

Tabel 4-7 Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC (C)

V (Volt)	Kondisi Motor
11,63	Kamera Kanan
11,63	Kamera Kiri



Gambar 4-11 Keluaran Tegangan (V) motor DC (C)

4.2.4. Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC (D)

4.2.4.1. Tujuan

Mengetahui apakah *driver* Motor DC (B) dapat bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan dan mengetahui nilai tegangan pada rangkaian *driver* motor DC.

4.2.4.5. Hasil Pengujian

Hasil pengujian rangkaian *driver* motor DC (D) adalah sebagai berikut:

Tabel 4-8 Pengujian Rangkaian *Driver* Motor DC (D)

V (Volt)	Kondisi Motor
11,63	Kamera Naik
11,63	Kamera Turun



Gambar 4-13 Keluaran Tegangan (V) motor DC (D)

4.2.5. Hasil Pengujian Arus Pada Rangkaian Motor DC

Tabel 4-9 Hasil Pengukuran Arus Pada Motor DC

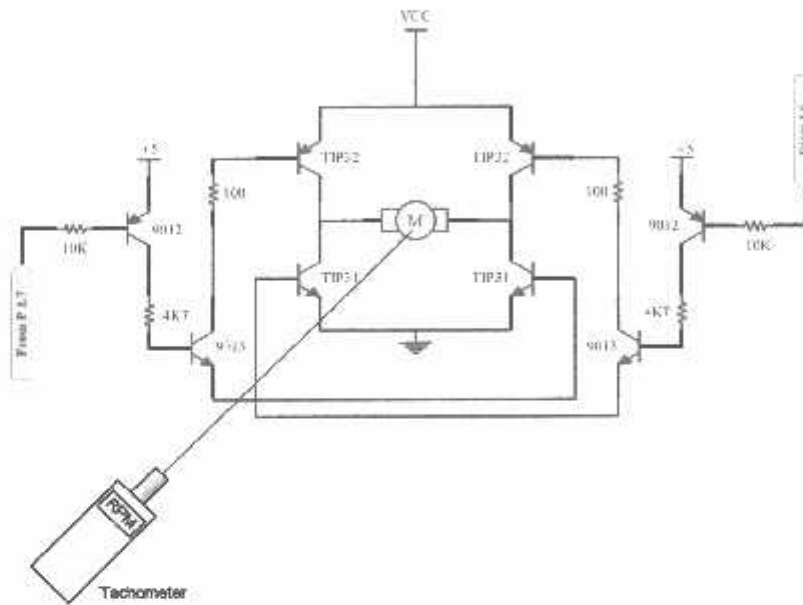
Motor Dc	Pengukuran
Motor DC (A)	10,17 mA
Motor DC (B)	11,79 mA
Motor DC (C)	8,31 mA
Motor DC (D)	14,12 mA

4.3. Pengujian Putaran Motor DC (B)

4.3.1. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui putaran pada motor dc.

4.3.2. Rangkaian Pengujian



Gambar 4-14 Rangkaian Pengujian Motor DC (B)

4.3.3. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan adalah:

- *Power supply* 5 volt DC dan 12 volt DC
- Rangkaian *driver* motor dc (B)
- Digital Stroboscope Tachometer (DL 2239 A)

4.3.4. Langkah Pengujian

Langkah-langkah pengujian antara lain:

- Rangkaian diberi catu daya 5 volt DC

- Motor DC diberi catu daya 12 Volt DC
- Melakukan pengukuran putaran motor dc dengan Digital Stroboscope Tachometer (DL 2239 A)

4.3.5. Hasil Pengujian

Hasil pengujian rangkaian *driver* motor DC (B) adalah sebagai berikut:

Tabel 4-10 Hasil Pengukuran Putaran Motor DC

Tombol	Percobaan Pengukuran Putaran Motor DC (rpm)		Rata-rata (rpm)
	Pertama	Kedua	
①	2649	2673	2661
②	2594	2591	2592,5



Gambar 4-15 Pengujian Putaran Motor DC

Dalam analisa ini tidak memerlukan sebuah kecepatan yang tinggi karena hanya digunakan seperlunya saja. Bila menginginkan kecepatan yang tinggi harus menggunakan motor DC yang lebih besar.

4.4. Pengujian Sistem Keseluruhan

4.4.1. Tujuan

Pengujian rangkaian secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui keseluruhan sistem yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik.

4.4.2. Peralatan Yang Digunakan

- Rangkaian sistem keseluruhan
- Mobil R/C (*Remote Control*)
- Catu daya (Baterai)

4.4.3. Langkah Pengujian

- Memberikan Catu Daya (Baterai Terisi Penuh).
- Menguji masing-masing penekanan tombol, baik penekanan satu sampai empat tombol.
- Mencatat hasil percobaan pada tabel.

4.4.4. Hasil Pengujian

Tabel 4-11 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Tombol	Kondisi mobil R/C	Keterangan
①	Maju	Sukses
②	Mundur	Sukses
③	Kanan	Sukses
④	Kiri	Sukses
⑤	Kamera Naik	Sukses

①	Kamera Turun	Sukses
②	Kamera Kanan	Sukses
③	Kamera Kiri	Sukses
①①	Maju kanan	Sukses
①②	Maju kiri	Sukses
②②	Mundur Kanan	Sukses
②③	Mundur Kiri	Sukses
①③	Maju, Kamera Kanan	Sukses
①④	Maju, Kamera Kiri	Sukses
①⑤	Maju, Kamera Naik	Sukses
①⑥	Maju, Kamera Turun	Sukses
①③①	Maju, Kamera Naik & Kanan	Sukses
①③②	Maju, Kamera Naik & Kiri	Sukses
①③③	Maju, Kamera Turun & Kanan	Sukses
①③④	Maju, Kamera Turun & Kiri	Sukses
②③	Mundur Kamera Kanan	Sukses
②④	Mundur Kamera Kiri	Sukses
②⑤	Mundur Kamera Naik	Sukses
②⑥	Mundur Kamera Turun	Sukses
②③③	Mundur, Kamera Naik & Kanan	Sukses
②③④	Mundur, Kamera Naik & Kiri	Sukses
②③⑤	Mundur, Kamera Turun & Kanan	Sukses
②③⑥	Mundur, Kamera Turun & Kiri	Sukses
①③⑤	Maju Kanan Kamera Kanan	Sukses
①③⑥	Maju Kanan Kamera Kiri	Sukses
①④⑤	Maju Kanan Kamera Naik	Sukses
①④⑥	Maju Kanan Kamera Turun	Sukses
①⑤⑤	Maju Kiri Kamera Kanan	Sukses
①⑤⑥	Maju Kiri Kamera Kiri	Sukses
①⑥⑤	Maju Kiri Kamera Naik	Sukses
①⑥⑥	Maju Kiri Kamera Turun	Sukses

①①①①	Maju Kanan Kamera Naik & Kanan	Sukses
①①①②	Maju Kanan Kamera Naik & Kiri	Sukses
①①①③	Maju Kanan Kamera Turun & Kanan	Sukses
①①①④	Maju Kanan Kamera Turun & Kiri	Sukses
①②①①	Maju Kiri Kamera Naik & Kanan	Sukses
①②①②	Maju Kiri Kamera Naik & Kiri	Sukses
①②①③	Maju Kiri Kamera Turun & Kanan	Sukses
①②①④	Maju Kiri Kamera Turun & Kiri	Sukses
②②①①	Mundur Kanan Kamera Kanan	Sukses
②②①②	Mundur Kanan Kamera Kiri	Sukses
②②①③	Mundur Kanan Kamera Naik	Sukses
②②①④	Mundur Kanan Kamera Turun	Sukses
②③①①	Mundur Kiri Kamera Kanan	Sukses
②③①②	Mundur Kiri Kamera Kiri	Sukses
②③①③	Mundur Kiri Kamera Naik	Sukses
②③①④	Mundur Kiri Kamera Turun	Sukses
③③①①	Mundur Kanan Kamera Naik & Kanan	Sukses
③③①②	Mundur Kanan Kamera Turun & Kiri	Sukses
③④①①	Mundur Kanan Kamera Naik & Kiri	Sukses
③④①②	Mundur Kanan Kamera Turun & Kanan	Sukses
④④①①	Mundur Kiri Kamera Naik &	Sukses

	Kanan	
●●●●	Mundur Kiri Kamera Turun & Kiri	Sukses
●●●●	Mundur Kiri Kamera Naik & Kiri	Sukses
●●●●	Mundur Kiri Kamera Turun & Kanan	Sukses

Dapat diambil kesimpulan bahwa sistem secara keseluruhan berjalan sesuai yang direncanakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian, pengamatan, dan penganalisaan alat berdasarkan *literature*, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan:

- Secara keseluruhan sistem pengendalian motor dc pada mobil *remote control* (R/C) dengan menggunakan mikrokontroler Renesas R8C/Tiny R5F21134FP telah bekerja dengan baik.
- Jarak maksimal pengiriman dan penerimaan dengan halangan (*indoor*) adalah ± 15 m, untuk kamera adalah ± 20 m.
- Gerakan yang dapat dilakukan adalah maju, mundur, belok kanan dan kiri dengan kamera bergerak naik, turun, kanan dan kiri.

5.2. Saran

Beberapa tambahan yang diperlukan dalam meningkatkan kemampuan alat ini adalah:

- Untuk menambah jarak jangkauan dapat diganti dengan pemancar dan antena yang lebih baik
- Untuk mendapatkan gambar yang lebih baik dapat di ganti dengan kamera yang lebih baik kualitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, Widodo. 2006. *Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas*. Jakarta:
Elex Media Koputindo
- Budiman, Yohanes. 2006. *Modul Workshop Pelatihan Mikrokontroller Renesas
R8C/Tiny*. Malang. ITN Malang
- Budiharto, Widodo. 2005. *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*. Jakarta:
Elex Media Komputindo
- Data Sheat, *TLP434A & RLP434A*. Lapiac Teknologi.Inc
- www.electroniclab.com, rubrik elka dasar, aswan hamonangan
- www.renesas.com
- www.futurlec.com
- www.CoolCircuit.com
- www.geocities.com
- www.holteksemiconductor.com.tw
- www.lapiac.com

LAMPIRAN

PAIANG



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : GATOT GUNTORO
Nim : 02.17.163
Masa Bimbingan : 23 November s/d 23 Mei 2008
Judul Skripsi : Aplikasi Mobil Remote Control Sebagai (R/C) Sebagai Alat Pengamat Jarak Jauh Menggunakan Mikrokontroler Renesas R8C/TINY

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	14/02	Revisi penammbuhan materi ke bab 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100	
2.	26/02	BAB I, II, III Acc	
3.	6/03	BAB IV Acc	
4.	6/03	Kesimpulan BAB V Acc	
5.	6/03	ACC seminar hasil	
6.	6/03	ACC Ujian Kompre	
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, Mar 4 '08
Dosen Pembimbing I

Ir. M. Abdul Hamaid, MT
NIP. 10108800188

Form.S-4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : GATOT GUNTORO
Nim : 02.17.163
Masa Bimbingan : 23 November s/d 23 Mei 2008
Judul Skripsi : Aplikasi Mobil Remote Control Sebagai (R/C) Sebagai Alat Pengamat Jarak Jauh Menggunakan Mikrokontroler Renesas R8C/TINY

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	9/08 08	Kompleksi Bab I & Bab II (Revisi Bab III)	
2.	13/08 08	Revisi Bab III, ditambah pengisian	
3.	15/08 08	Revisi Bab III di uji ulang!	
4.	16/08 08	Revisi Bab IV, Buat kesimpulan dari hasil & pembahasan	
5.	17/08 08	Revisi Kesimpulan (bahasan laporan)	
6.	17/08 08	Revisi Laporan Skripsi	
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, 14-03-2008
Dosen Pembimbing II

Komang Somawirata, ST, MT
NIP. 1030100361

Form.S-4a



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : GATOT GUNTORO
NIM : 02.17.163
Perbaikan meliputi :

1) PENBUJIAN ITR & ALP → PAKAI OSCILLOSCOPE

2) PENBUJIAN MOTOR DIKUR ANUS MTA.

3) PERAMBAHAN DRIVER MOTOR DC.

Malang,



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama : Gatot Guntoro
NIM : 02 17 163
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Masa Bimbingan : 23 November 2007 s/d 23 Mei 2008
Judul Skripsi : Aplikasi Mobil Remote Control (R/C) Sebagai Alat Pengamat jarak Jauh Menggunakan Mikrokontroler Renesas R8C/Tiny R5F21134FP

Tanggal/ Penguji	Uraian	Paraf
26 Maret 2008 Penguji	◆ Pengujian RLP & TLP ◆ Pengujian Motor Diukur Arusnya ◆ Perencanaan Driver Motor DC	

Dosen Penguji,

Penguji

(Joseph Dedy Irawan, ST, MT)
NIP. 132.315.178

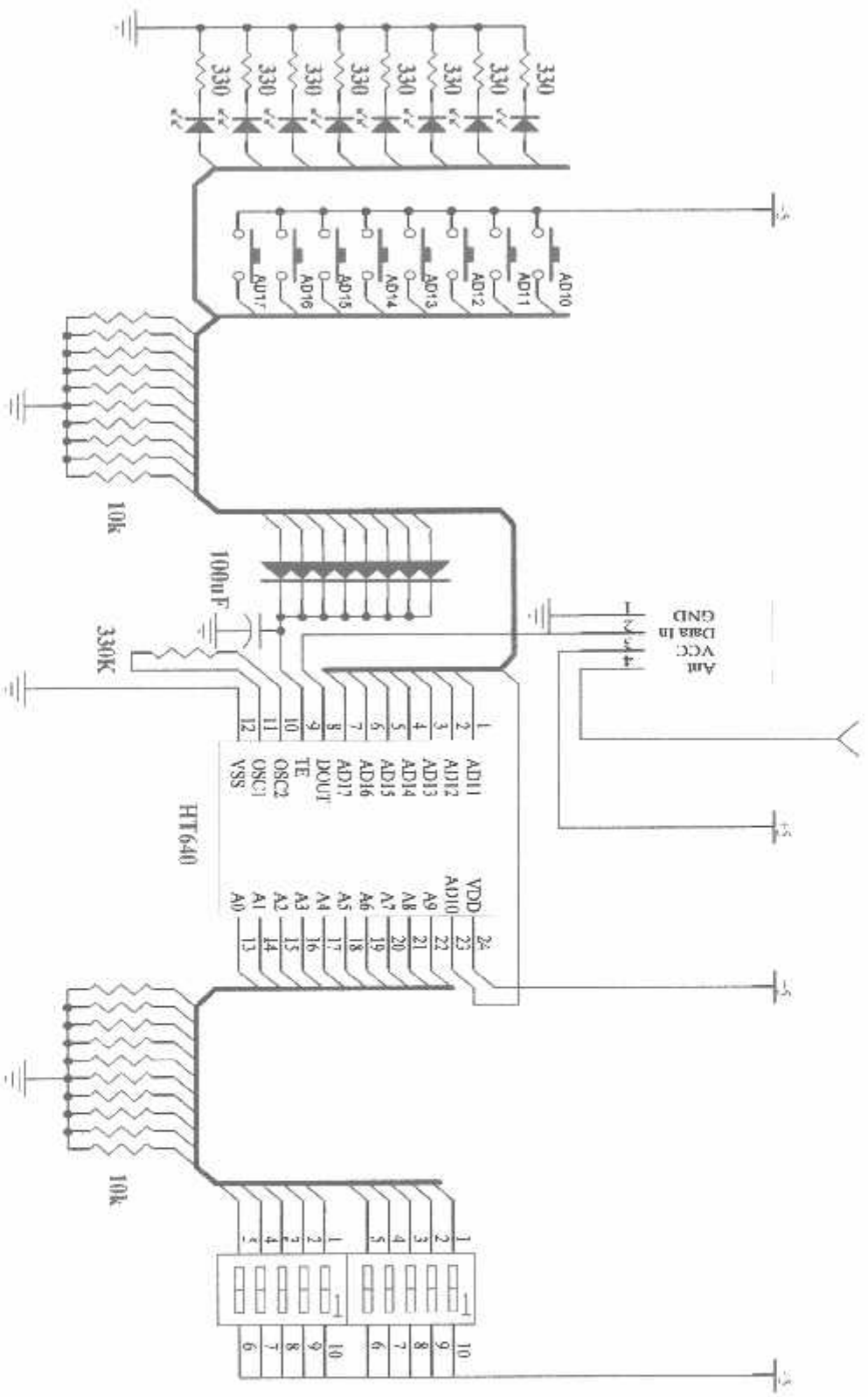
Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. M. Abdul Hamid, MT)
NIP. 10108800188

Dosen Pembimbing II

(I Komang Sombawirata, ST, MT)
NIP.Y. 1030100361



PENGERIM


```

#include <stdio.h>
#include "sfr_r813.h"          /* Definition of the R8C/13 SFR */
#define On                    0
#define Off                   1
#define In0                   p0_0
#define In1                   p0_1
#define In2                   p0_2
#define In3                   p0_3
#define In4                   p0_4
#define In5                   p0_5
#define In6                   p0_6
#define In7                   p0_7
#define Out0                  p1_0
#define Out1                  p1_1
#define Out2                  p1_2
#define Out3                  p1_3
#define Out4                  p1_4
#define Out5                  p1_5
#define Out6                  p1_6
#define Out7                  p1_7

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

void main()
{
    asm("FCCLR I");          /* Interrupt disable */
    prcr = 1;                /* Protect off */
    cm13 = 1;                /* X-in X-out */
    cm15 = 1;                /* XCIN-XCOUT 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 = 0xFF;                /* set mati semua */
    pd1 = 0xFF;              /* set output semua */
    p0 = 0xFF;                /* set mati semua */
    pd0 = 0x00;              /* set input semua */

    while(1)
    {
        if ( p0 == 0x00 ) { p1 = 0xFF; }          /* motor MM mati, motor KK mati */

        if ( p0 == 0x01 ) { Out2 = On; }          /* camera kanan */
        if ( p0 == 0x02 ) { Out5 = On; }          /* camera turun */
    }
}

```

```

if ( p0 == 0x04 ) { Out3 = On; } /* camera kiri */
if ( p0 == 0x08 ) { Out4 = On; } /* camera naik */
if ( p0 == 0x10 ) { Out6 = On; } /* mobil maju */
if ( p0 == 0x20 ) { Out1 = On; } /* mobil kanan */
if ( p0 == 0x40 ) { Out7 = On; } /* mobil mundur */
if ( p0 == 0x80 ) { Out0 = On; } /* mobil kiri */

```

```

if ( p0 == 0x0C ) { Out4 = On; Out3 = On; } /* camera naik & kiri */
if ( p0 == 0x09 ) { Out4 = On; Out2 = On; } /* camera naik & kanan */
if ( p0 == 0x06 ) { Out5 = On; Out3 = On; } /* camera turun & kiri */
if ( p0 == 0x03 ) { Out5 = On; Out2 = On; } /* camera turun & kanan */
if ( p0 == 0x90 ) { Out6 = On; Out0 = On; } /* mobil maju & kiri */
if ( p0 == 0x30 ) { Out6 = On; Out1 = On; } /* mobil maju & kanan */
if ( p0 == 0xC0 ) { Out7 = On; Out0 = On; } /* mobil mundur & kiri */
if ( p0 == 0x60 ) { Out7 = On; Out1 = On; } /* mobil mundur & kanan */

```

```

if ( p0 == 0x18 ) { Out6 = On; Out4 = On; } /* mobil maju, camera naik */
if ( p0 == 0x12 ) { Out6 = On; Out5 = On; } /* mobil maju, camera turun */
if ( p0 == 0x14 ) { Out6 = On; Out3 = On; } /* mobil maju, camera kiri */
if ( p0 == 0x11 ) { Out6 = On; Out2 = On; } /* mobil maju, camera kanan */
if ( p0 == 0x48 ) { Out7 = On; Out4 = On; } /* mobil mundur, camera naik */
if ( p0 == 0x42 ) { Out7 = On; Out5 = On; } /* mobil mundur, camera turun */
if ( p0 == 0x44 ) { Out7 = On; Out3 = On; } /* mobil mundur, camera kiri */
if ( p0 == 0x41 ) { Out7 = On; Out2 = On; } /* mobil mundur, camera kanan */

```

```

if ( p0 == 0x19 ) { Out6 = On; Out4 = On; Out2 = On; } /* mobil maju, camera naik & kanan */
if ( p0 == 0x1C ) { Out6 = On; Out4 = On; Out3 = On; } /* mobil maju, camera naik & kiri */
if ( p0 == 0x13 ) { Out6 = On; Out5 = On; Out2 = On; } /* mobil maju, camera turun & kanan */
if ( p0 == 0x16 ) { Out6 = On; Out5 = On; Out3 = On; } /* mobil maju, camera turun & kiri */
if ( p0 == 0x49 ) { Out7 = On; Out4 = On; Out2 = On; } /* mobil mundur, camera naik & kanan */
if ( p0 == 0x4C ) { Out7 = On; Out4 = On; Out3 = On; } /* mobil mundur, camera naik & kiri */
if ( p0 == 0x43 ) { Out7 = On; Out5 = On; Out2 = On; } /* mobil mundur, camera turun & kanan */
if ( p0 == 0x46 ) { Out7 = On; Out5 = On; Out3 = On; } /* mobil mundur, camera turun & kiri */

```

```

if ( p0 == 0x98 ) { Out6 = On; Out0 = On; Out4 = On; } /* mobil maju & kiri, camera naik */
if ( p0 == 0x38 ) { Out6 = On; Out1 = On; Out4 = On; } /* mobil maju & kanan, camera naik */
if ( p0 == 0xC8 ) { Out7 = On; Out0 = On; Out4 = On; } /* mobil mundur & kiri, camera naik */
if ( p0 == 0x68 ) { Out7 = On; Out1 = On; Out4 = On; } /* mobil mundur & kanan, camera naik */
if ( p0 == 0x92 ) { Out6 = On; Out0 = On; Out5 = On; } /* mobil maju & kiri, camera turun */
if ( p0 == 0x32 ) { Out6 = On; Out1 = On; Out5 = On; } /* mobil maju & kanan, camera turun */
if ( p0 == 0xC2 ) { Out7 = On; Out0 = On; Out5 = On; } /* mobil mundur & kiri, camera turun */
if ( p0 == 0x62 ) { Out7 = On; Out1 = On; Out5 = On; } /* mobil mundur & kanan, camera turun */
if ( p0 == 0x94 ) { Out6 = On; Out0 = On; Out3 = On; } /* mobil maju & kiri, camera kiri */
if ( p0 == 0x34 ) { Out6 = On; Out1 = On; Out3 = On; } /* mobil maju & kanan, camera kiri */
if ( p0 == 0xC4 ) { Out7 = On; Out0 = On; Out3 = On; } /* mobil mundur & kiri, camera kiri */
if ( p0 == 0x64 ) { Out7 = On; Out1 = On; Out3 = On; } /* mobil mundur & kanan, camera kiri */
if ( p0 == 0x91 ) { Out6 = On; Out0 = On; Out2 = On; } /* mobil maju & kiri, camera kanan */
if ( p0 == 0x31 ) { Out6 = On; Out1 = On; Out2 = On; } /* mobil maju & kanan, camera kanan */
if ( p0 == 0xC1 ) { Out7 = On; Out0 = On; Out2 = On; } /* mobil mundur & kiri, camera kanan */
if ( p0 == 0x61 ) { Out7 = On; Out1 = On; Out2 = On; } /* mobil mundur & kanan, camera kanan */

```

```

if ( p0 == 0x97 ) { Out0 = On; Out4 = On; Out2 = On; }
if ( p0 == 0x9C ) { Out0 = On; Out4 = On; Out3 = On; }
if ( p0 == 0x93 ) { Out6 = On; Out5 = On; Out2 = On; }
if ( p0 == 0x96 ) { Out6 = On; Out0 = On; Out3 = On; }
if ( p0 == 0x39 ) { Out6 = On; Out1 = On; Out2 = On; }
if ( p0 == 0x3C ) { Out6 = On; Out1 = On; Out4 = On; Out3 = On; }
if ( p0 == 0x33 ) { Out6 = On; Out1 = On; Out5 = On; Out2 = On; }
if ( p0 == 0x36 ) { Out6 = On; Out1 = On; Out5 = On; Out3 = On; }
if ( p0 == 0xC9 ) { Out7 = On; Out0 = On; Out4 = On; Out2 = On; }
if ( p0 == 0xCC ) { Out7 = On; Out0 = On; Out4 = On; Out3 = On; }
if ( p0 == 0xC3 ) { Out7 = On; Out0 = On; Out5 = On; Out2 = On; }
if ( p0 == 0xC6 ) { Out7 = On; Out0 = On; Out5 = On; Out3 = On; }
if ( p0 == 0x69 ) { Out7 = On; Out1 = On; Out4 = On; Out2 = On; }
if ( p0 == 0x6C ) { Out7 = On; Out1 = On; Out4 = On; Out3 = On; }
if ( p0 == 0x63 ) { Out7 = On; Out1 = On; Out5 = On; Out2 = On; }
if ( p0 == 0x66 ) { Out7 = On; Out1 = On; Out5 = On; Out3 = On; }

```

```

/* mobil maju & kiri, camera naik & kanan*/
/* mobil maju & kiri, camera naik & kiri*/
/* mobil maju & kiri, camera turun & kanan*/
/* mobil maju & kiri, camera turun & kiri*/
/* mobil maju & kanan, camera naik & kanan*/
/* mobil maju & kanan, camera naik & kiri*/
/* mobil maju & kanan, camera turun & kanan*/
/* mobil maju & kanan, camera turun & kiri*/
/* mobil mundur & kiri, camera naik & kanan*/
/* mobil mundur & kiri, camera naik & kiri*/
/* mobil mundur & kiri, camera turun & kanan*/
/* mobil mundur & kiri, camera turun & kiri*/
/* mobil mundur & kanan, camera naik & kanan*/
/* mobil mundur & kanan, camera naik & kiri*/
/* mobil mundur & kanan, camera turun & kanan*/
/* mobil mundur & kanan, camera turun & kiri*/

```

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 ($f(X_{IN}) = 20$ MHz, $V_{CC} = 3.0$ to 5.5 V) 100 ns ($f(X_{IN}) = 10$ 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 <i>Circuits of input capture and output compare.</i>
	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	$V_{CC} = 3.0$ to 5.5V ($f(X_{IN}) = 20$ MHz) $V_{CC} = 2.7$ to 5.5V ($f(X_{IN}) = 10$ MHz)
	Power consumption	Typ.9 mA ($V_{CC} = 5.0$ V, ($f(X_{IN}) = 20$ MHz, High-speed mode) Typ.5 mA ($V_{CC} = 3.0$ V, ($f(X_{IN}) = 10$ 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.

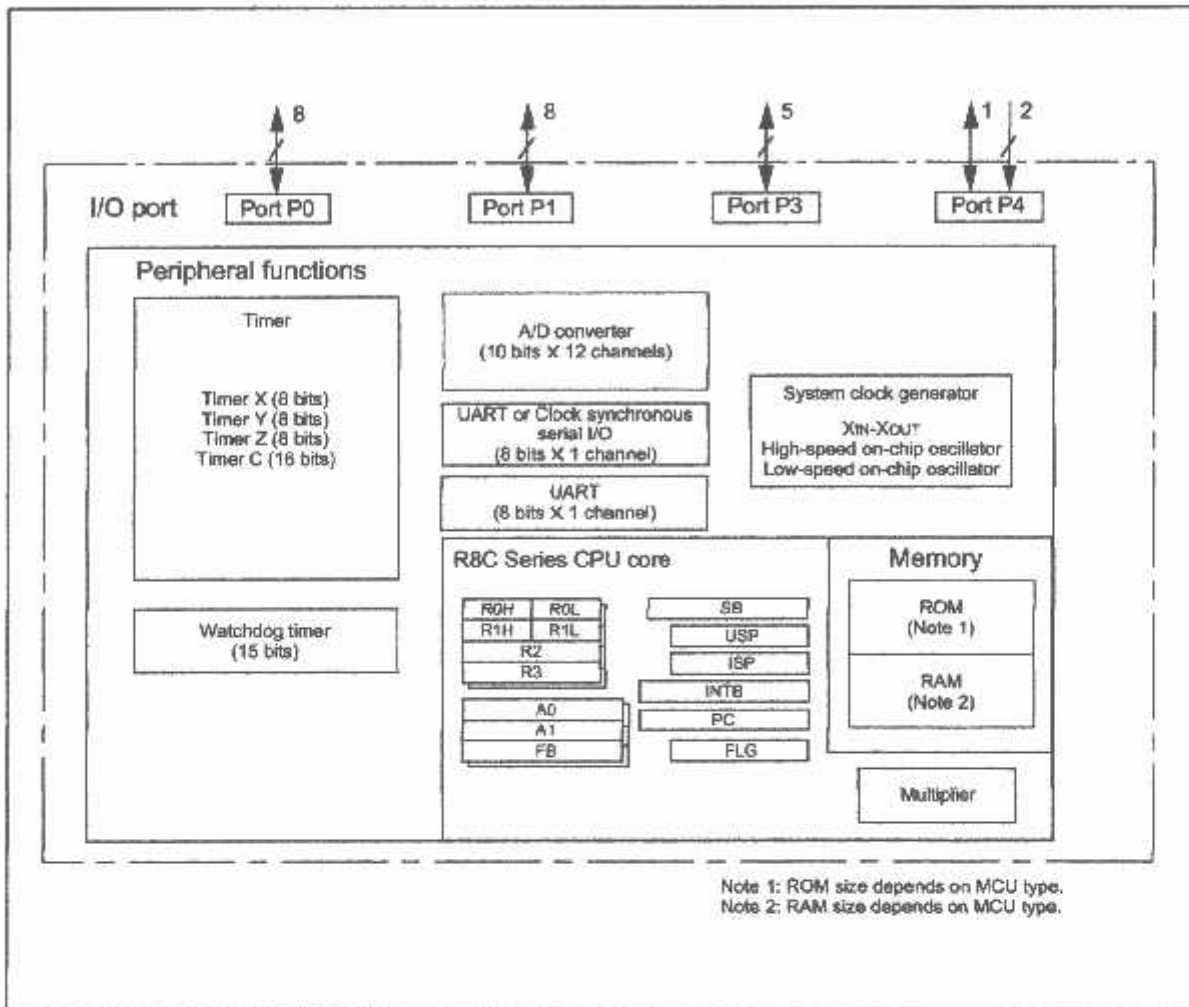


Figure 1.1 Block Diagram

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	

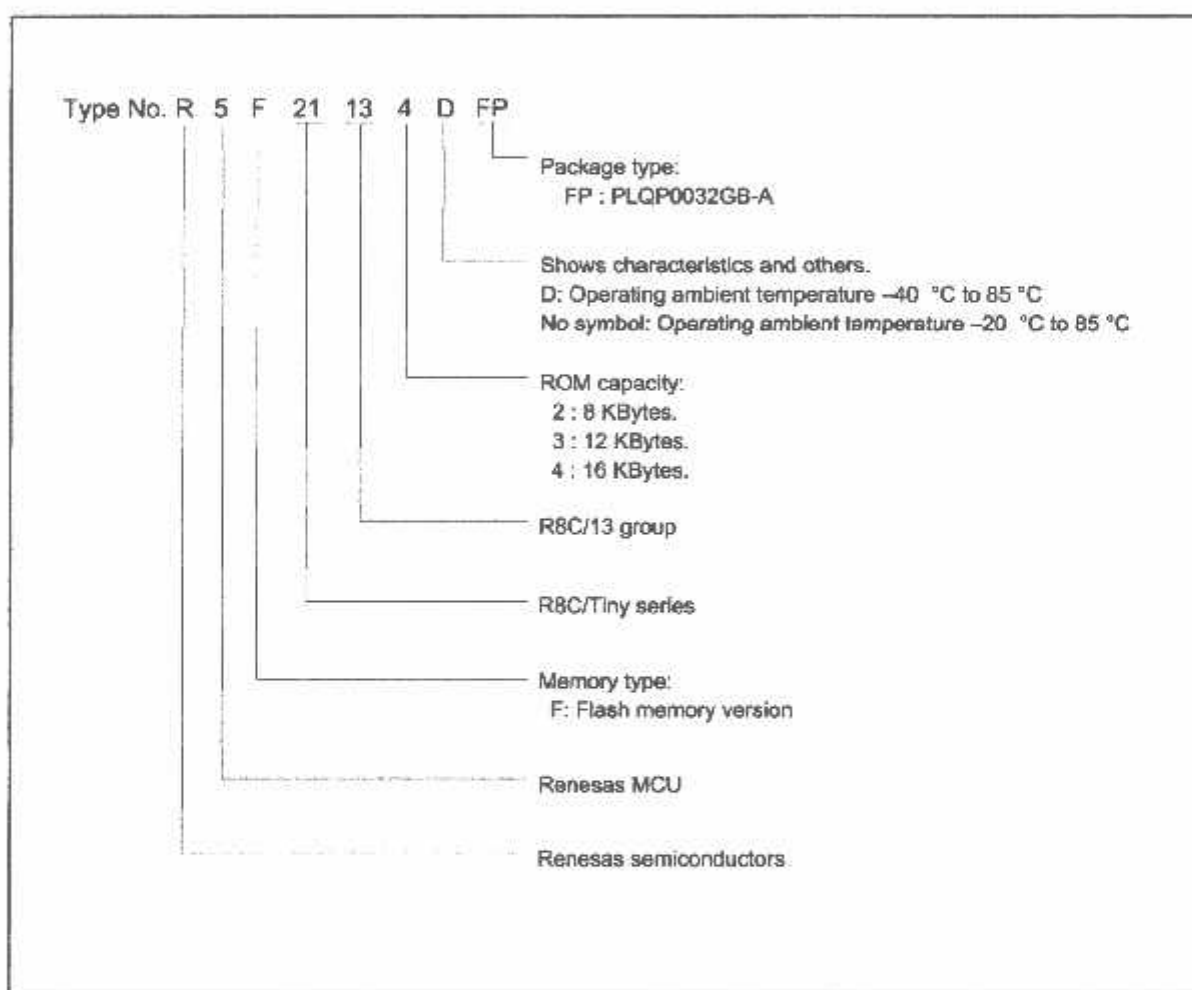


Figure 1.2 Type No., Memory Size, and Package



1.5 Pin Assignments

Figure 1.3 shows the pin configuration (top view).

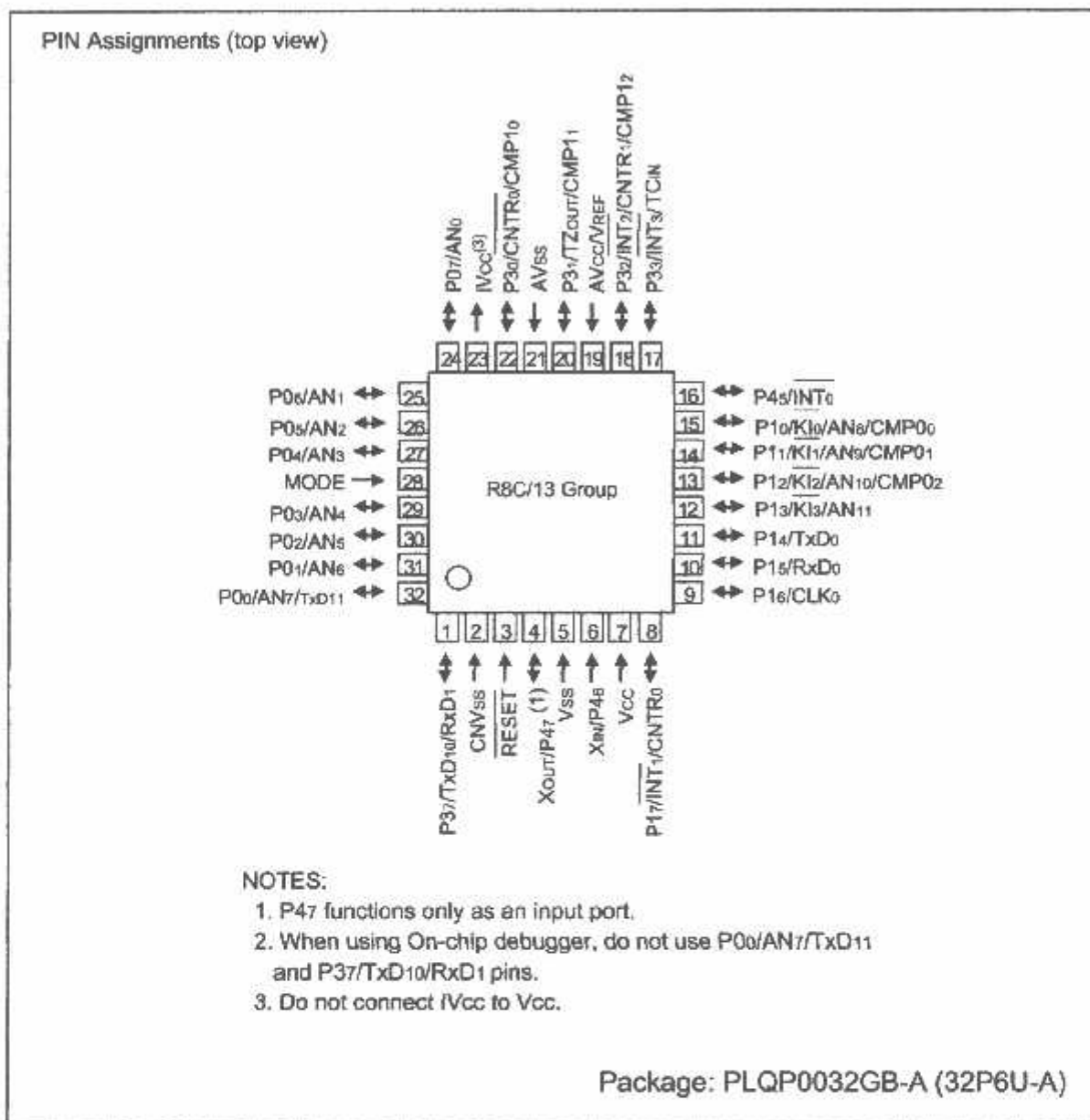


Figure 1.3 Pin Assignments (Top View)

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.

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.

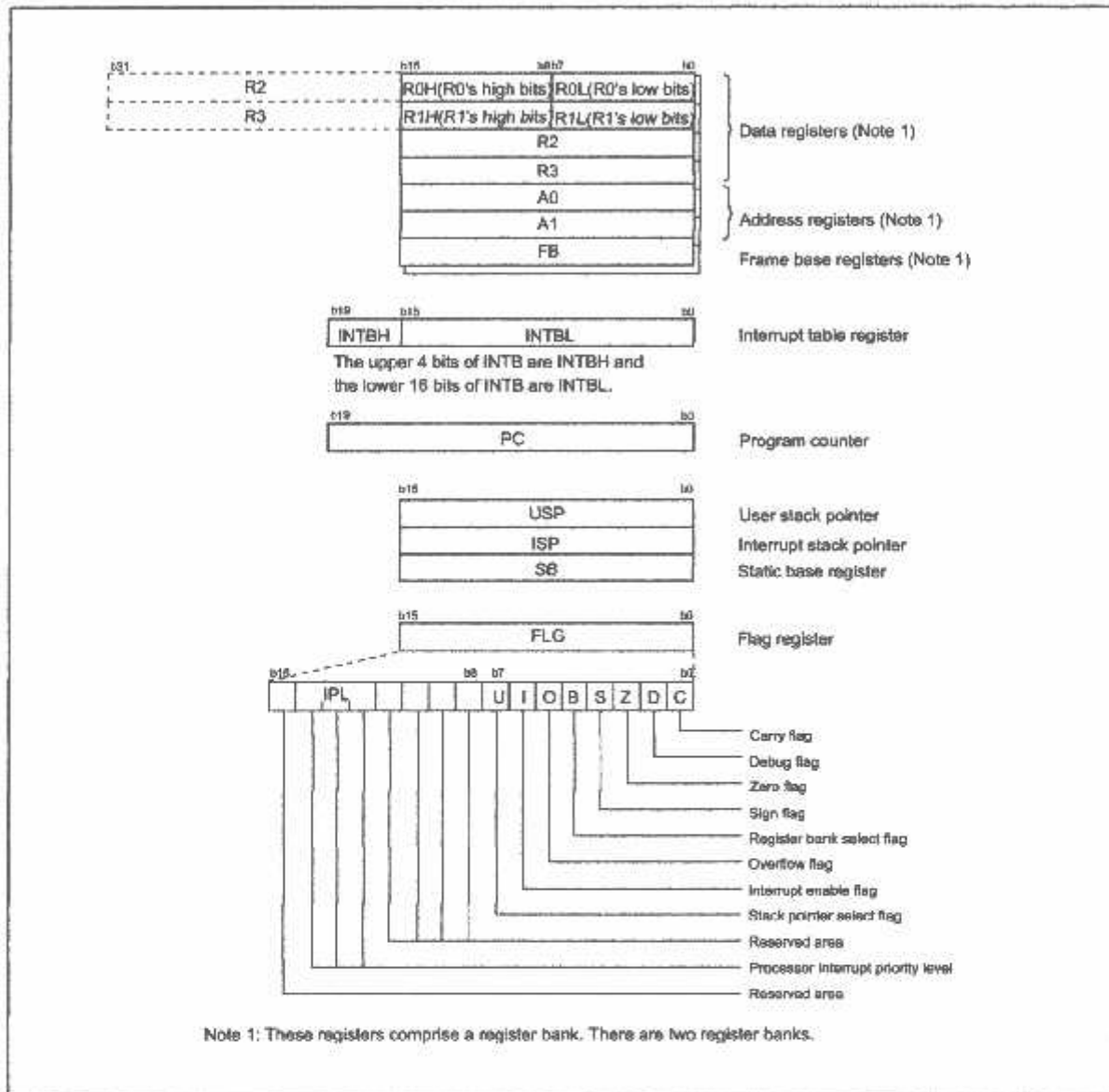


Figure 2.1 Central Processing Unit Register

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 00000_{16} to $FFFFFF_{16}$.

The internal ROM (program area) is allocated in a lower address direction beginning with address $0FFFF_{16}$. For example, a 16-Kbyte internal ROM is allocated to the addresses from $0C000_{16}$ to $0FFFF_{16}$.

The fixed interrupt vector table is allocated to the addresses from $0FFDC_{16}$ to $0FFFF_{16}$. Therefore, store the start address of each interrupt routine here.

The internal ROM (data area) is allocated to the addresses from 02000_{16} to $02FFF_{16}$.

The internal RAM is allocated in an upper address direction beginning with address 00400_{16} . For example, a 1-Kbyte internal RAM is allocated to the addresses from 00400_{16} to $007FF_{16}$. 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 00000_{16} to $002FF_{16}$. 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.

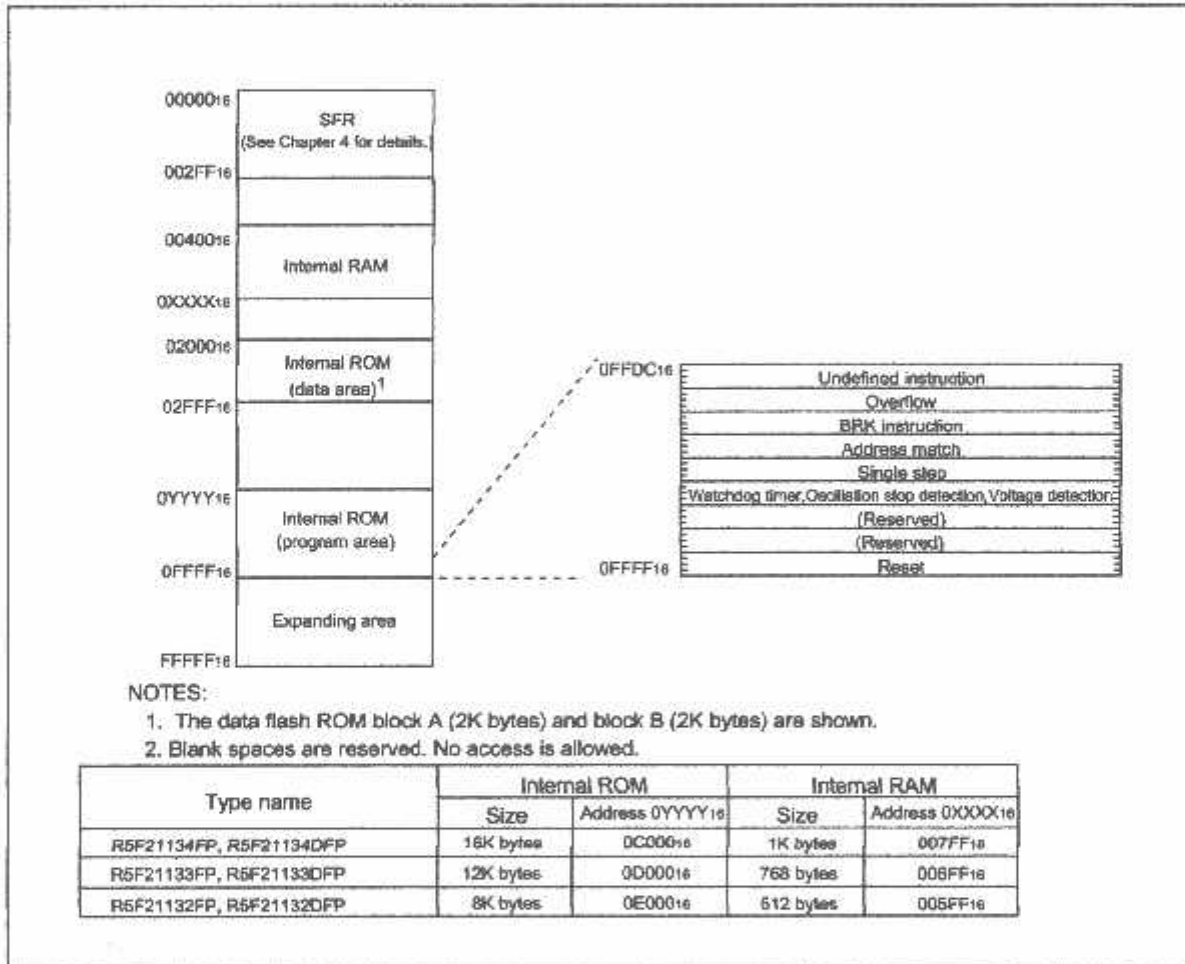


Figure 3.1 Memory Map

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
0000 ₁₆			
0001 ₁₆			
0002 ₁₆			
0003 ₁₆			
0004 ₁₆	Processor mode register 0 ¹	PM0	001 ₆
0005 ₁₆	Processor mode register 1	PM1	001 ₆
0006 ₁₆	System clock control register 0	CM0	01101000 ₂
0007 ₁₆	System clock control register 1	CM1	00100000 ₂
0008 ₁₆	High-speed on-chip oscillator control register 0	HR0	001 ₆
0009 ₁₆	Address match interrupt enable register	AIER	XXXXXX00 ₂
000A ₁₆	Protect register	PRCR	00XX000 ₂
000B ₁₆	High-speed on-chip oscillator control register 1	HR1	401 ₆
000C ₁₆	Oscillation stop detection register	OCD	00000100 ₂
000D ₁₆	Watchdog timer reset register	WDTR	XX1 ₆
000E ₁₆	Watchdog timer start register	WDTS	XX1 ₆
000F ₁₆	Watchdog timer control register	WDC	00011111 ₂
0010 ₁₆	Address match interrupt register 0	RMAD0	001 ₆
0011 ₁₆			001 ₆
0012 ₁₆			X01 ₆
0013 ₁₆			
0014 ₁₆	Address match interrupt register 1	RMAD1	001 ₆
0015 ₁₆			001 ₆
0016 ₁₆			X01 ₆
0017 ₁₆			
0018 ₁₆			
0019 ₁₆	Voltage detection register 1 ²	VCR1	00001000 ₂
001A ₁₆	Voltage detection register 2 ²	VCR2	001 ₆ ³ 10000000 ₂ ⁴
001B ₁₆			
001C ₁₆			
001D ₁₆			
001E ₁₆	INT0 input filter select register	INT0F	XXXXXX00 ₂
001F ₁₆	Voltage detection interrupt register 2	D4INT	001 ₆ ³ 01000001 ₂ ⁴
0020 ₁₆			
0021 ₁₆			
0022 ₁₆			
0023 ₁₆			
0024 ₁₆			
0025 ₁₆			
0026 ₁₆			
0027 ₁₆			
0028 ₁₆			
0029 ₁₆			
002A ₁₆			
002B ₁₆			
002C ₁₆			
002D ₁₆			
002E ₁₆			
002F ₁₆			
0030 ₁₆			
0031 ₁₆			
0032 ₁₆			
0033 ₁₆			
0034 ₁₆			
0035 ₁₆			
0036 ₁₆			
0037 ₁₆			
0038 ₁₆			
0039 ₁₆			
003A ₁₆			
003B ₁₆			
003C ₁₆			
003D ₁₆			
003E ₁₆			
003F ₁₆			

X: Undefined

NOTES:

- Blank columns are all reserved space. No access is allowed.
- Software reset or the watchdog timer reset does not affect this register.
- Owing to Reset input.
- In the case of RESET pin = H retuning.

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
005D ₁₆	INT0 interrupt control register	INT0IC	XXXXX0002
005E ₁₆			
005F ₁₆			
0060 ₁₆			
0061 ₁₆			
0062 ₁₆			
0063 ₁₆			
0064 ₁₆			
0065 ₁₆			
0066 ₁₆			
0067 ₁₆			
0068 ₁₆			
0069 ₁₆			
006A ₁₆			
006B ₁₆			
006C ₁₆			
006D ₁₆			
006E ₁₆			
006F 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			

X : Undefined

NOTES:

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

Table 4.3 SFR Information(3)(1)

Address	Register	Symbol	After reset
0080 ₁₆	Timer Y, Z mode register	TYZMR	00 ₁₆
0081 ₁₆	Prescaler Y	PREY	FF ₁₆
0082 ₁₆	Timer Y secondary	TYSC	FF ₁₆
0083 ₁₆	Timer Y primary	TYPR	FF ₁₆
0084 ₁₆	Timer Y, Z waveform output control register	PUM	00 ₁₆
0085 ₁₆	Prescaler Z	PREZ	FF ₁₆
0086 ₁₆	Timer Z secondary	TZSC	FF ₁₆
0087 ₁₆	Timer Z primary	TZPR	FF ₁₆
0088 ₁₆			
0089 ₁₆			
008A ₁₆	Timer Y, Z output control register	TYZOC	00 ₁₆
008B ₁₆	Timer X mode register	TXMR	00 ₁₆
008C ₁₆	Prescaler X	PREX	FF ₁₆
008D ₁₆	Timer X register	TX	FF ₁₆
008E ₁₆	Count source set register	TCSS	00 ₁₆
008F ₁₆			
0090 ₁₆	Timer C register	TC	00 ₁₆
0091 ₁₆			00 ₁₆
0092 ₁₆			
0093 ₁₆			
0094 ₁₆			
0095 ₁₆			
0096 ₁₆	External input enable register	INTEN	00 ₁₆
0097 ₁₆			
0098 ₁₆	Key input enable register	KIEN	00 ₁₆
0099 ₁₆			
009A ₁₆	Timer C control register 0	TCC0	00 ₁₆
009B ₁₆	Timer C control register 1	TCC1	00 ₁₆
009C ₁₆	Capture, compare 0 register	TM0	00 ₁₆
009D ₁₆			00 ₁₆ ²
009E ₁₆	Compare 1 register	TM1	FF ₁₆
009F ₁₆			FF ₁₆
00A0 ₁₆	UART0 transmit/receive mode register	U0MR	00 ₁₆
00A1 ₁₆	UART0 bit rate register	U0BRG	XX ₁₆
00A2 ₁₆	UART0 transmit buffer register	U0TB	XX ₁₆
00A3 ₁₆			XX ₁₆
00A4 ₁₆	UART0 transmit/receive control register 0	U0C0	00001000 ₂
00A5 ₁₆	UART0 transmit/receive control register 1	U0C1	00000102
00A6 ₁₆	UART0 receive buffer register	U0RB	XX ₁₆
00A7 ₁₆			XX ₁₆
00A8 ₁₆	UART1 transmit/receive mode register	U1MR	00 ₁₆
00A9 ₁₆	UART1 bit rate register	U1BRG	XX ₁₆
00AA ₁₆	UART1 transmit buffer register	U1TB	XX ₁₆
00AB ₁₆			XX ₁₆
00AC ₁₆	UART1 transmit/receive control register 0	U1C0	00001000 ₂
00AD ₁₆	UART1 transmit/receive control register 1	U1C1	00000102
00AE ₁₆	UART1 receive buffer register	U1RB	XX ₁₆
00AF ₁₆			XX ₁₆
00B0 ₁₆	UART transmit/receive control register 2	UCON	00 ₁₆
00B1 ₁₆			
00B2 ₁₆			
00B3 ₁₆			
00B4 ₁₆			
00B5 ₁₆			
00B6 ₁₆			
00B7 ₁₆			
00B8 ₁₆			
00B9 ₁₆			
00BA ₁₆			
00BB ₁₆			
00BC ₁₆			
00BD ₁₆			
00BE ₁₆			
00BF ₁₆			

X : Undefined

NOTES:

- Blank columns are all reserved space. No access is allowed.
- 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	XX16
00C1 ₁₆			XX16
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	0016
00D5 ₁₆			
00D6 ₁₆	AD control register 0	ADCON0	0000XX02
00D7 ₁₆	AD control register 1	ADCON1	0016
00D8 ₁₆			
00D9 ₁₆			
00DA ₁₆			
00DB ₁₆			
00DC ₁₆			
00DD ₁₆			
00DE ₁₆			
00DF ₁₆			
00E0 ₁₆	Port P0 register	P0	XX16
00E1 ₁₆	Port P1 register	P1	XX16
00E2 ₁₆	Port P0 direction register	PD0	0016
00E3 ₁₆	Port P1 direction register	PD1	0018
00E4 ₁₆			
00E5 ₁₆	Port P3 register	P3	XX16
00E6 ₁₆			
00E7 ₁₆	Port P3 direction register	PD3	0016
00E8 ₁₆	Port P4 register	P4	XX16
00E9 ₁₆			
00EA ₁₆	Port P4 direction register	PD4	0016
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	00XX00002
00FD ₁₆	Pull-up control register 1	PUR1	XXXXXX0X2
00FE ₁₆	Port P1 drive capacity control register	DRR	0016
00FF ₁₆	Timer C output control register	TCOUT	0016
~ ~ ~			
01B3 ₁₆	Flash memory control register 4	FMR4	010000002
01B4 ₁₆			
01B5 ₁₆	Flash memory control register 1	FMR1	1000000X2
01B6 ₁₆			
01B7 ₁₆	Flash memory control register 0	FMR0	000000012
0FFF ₁₆	Option function select register ⁽²⁾	OFS	Note 2

X : Undefined

NOTES:

- 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 WDTN 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 _T	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 160	°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} ³		V
V _{SS}	Supply voltage			0		V
AV _{SS}	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 (peak)	Sum of all pins' IOH (peak)			-80.0	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 (peak)	Sum of all pins' IOL (peak)			60	mA
I _{OL (peak)}	"L" peak output current	Except P1 ₀ to P1 ₇			10	mA
		P1 ₀ to P1 ₇	Drive ability HIGH		30	mA
		P1 ₀ to P1 ₇	Drive ability LOW		10	mA
I _{OL (avg)}	"L" average output current	Except P1 ₀ to P1 ₇			5	mA
		P1 ₀ to P1 ₇	Drive ability HIGH		15	mA
		P1 ₀ to P1 ₇	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	$f_{AD} = 10 \text{ MHz}$, $V_{ref} = V_{CC} = 3.3 \text{ V}^3$			± 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 5.5 V 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 $V_{CC} = V_{ref}$

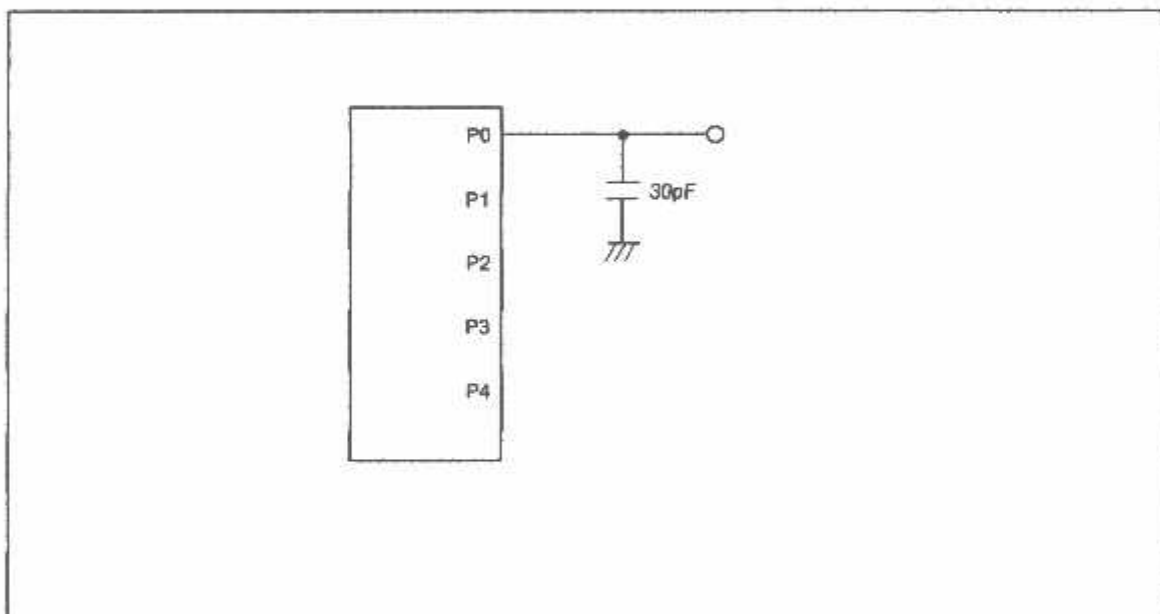


Figure 5.1 Port P0 to P4 measurement circuit

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	V _{CC} = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	50	—	μs
—	Block erase time	V _{CC} = 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)	V _{CC} = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	50	400	μs
—	Byte program time(program/erase endurance >1000 times)	V _{CC} = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	65	—	μs
—	Block erase time(program/erase endurance ≤1000 times)	V _{CC} = 5.0 V at Topr = 25 °C	—	0.2	9	s
—	Block erase time(program/erase endurance >1000 times)	V _{CC} = 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 V_{CC}=AV_{CC}=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 16.5 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.

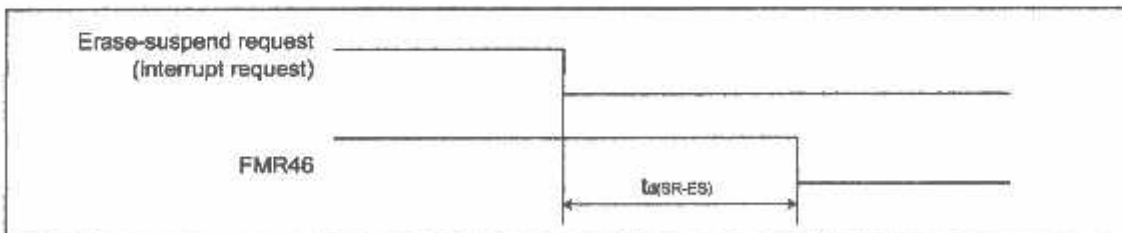


Figure 5.2 Time delay from Suspend Request until Erase Suspend

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		800		nA
t _{l(E-A)}	Waiting time until voltage detection circuit operation starts ³				20	μs
V _{ccmin}	Microcomputer operation voltage minimum value		2.7			V

NOTES:

- The measuring condition is $V_{cc}=AV_{cc}=2.7V$ to $5.5V$ and $T_{opr}=-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$.
- This shows the time until the voltage detection interrupt request is generated since the voltage passes Vdet.
- 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(Vpor2)} ≥ 0e ⁺			100	ms

NOTES:

- 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.
- This condition is not applicable when using $V_{cc} \geq 1.0V$.
- 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).
- t_{w(Vpor2)} 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(Vpor1)} ≥ 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(Vpor1)} ≥ 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(Vpor1)} ≥ 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(Vpor1)} ≥ 1e ²			0.5	ms

NOTES:

- When not using hardware reset 2, use with $V_{cc} \geq 2.7V$.
- t_{w(Vpor1)} is time to hold the external power below effective voltage (Vpor1).

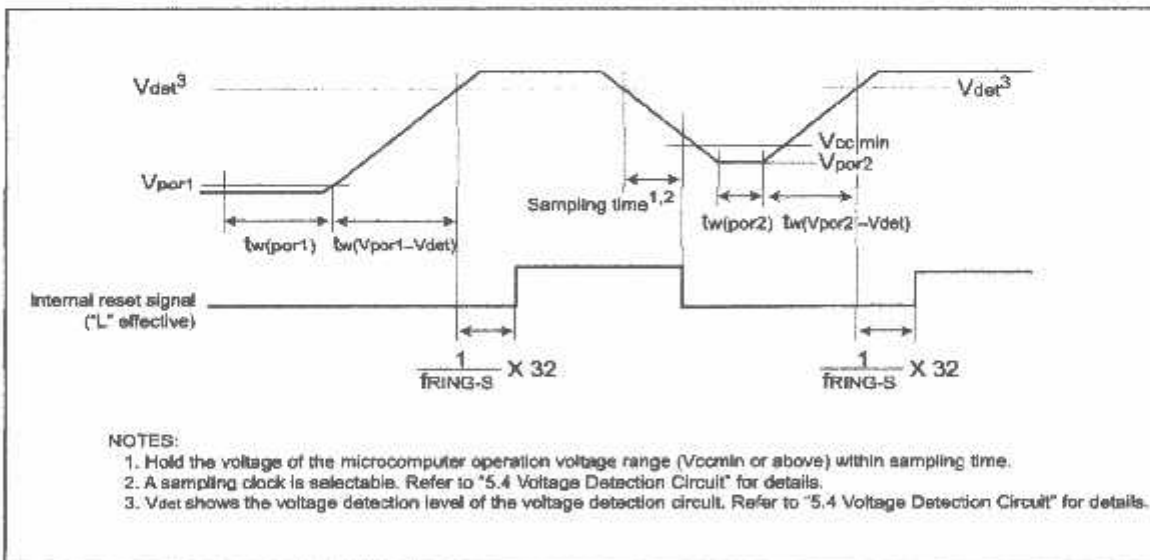


Figure 5.3 Reset Circuit Electrical Characteristics

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 $1 / (td(HRoffset) + td(HR))$ when the reset is released	VCC=5.0V, Topr=25 °C Set "4016" in the HR1 register	—	8	—	MHz
td(HRoffset)	Settable high-speed on-chip oscillator minimum period	VCC=5.0V, Topr=25 °C Set "0016" in the HR1 register	—	61	—	ns
td(HR)	High-speed on-chip oscillator period adjusted unit	Differences when setting "0116" and "0016" in the HR register	—	1	—	ns
—	High-speed on-chip oscillator temperature dependence(1)	Frequency fluctuation in temperature range of -10 °C to 80 °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 Timing Characteristics

Symbol	Parameter	Measuring condition	Standard			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
td(P-R)	Time for internal power supply stabilization during powering-on ²		1		2000	µs
td(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 I _{OH} =-200µA	V _{CC} -2.0	—	V _{CC}	V
		Xout	Drive capacity HIGH I _{OH} =-1 mA Drive capacity LOW I _{OH} =-500µA	V _{CC} -2.0	—	V _{CC}	V
V _{OL}	"L" output voltage	P10 to P17 Except Xout	I _{OL} = 5 mA I _{OL} = 200 µA	—	—	2.0	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 _{T+VT}	Hysteresis	INT0, INT1, INT2, INT3, KB, K1, K2, K3, CNTR0, CNTR1, TCIN, RxD0, RxD1, P4s RESET		0.2	—	1.0	V
I _H	"H" input current	V _I =5V	—	—	5.0	µA	
I _L	"L" input current	V _I =0V	—	—	-5.0	µA	
R _{PULLUP}	Pull-up resistance	V _I =0V	30	50	187	kΩ	
R _{FB}	Feedback resistance	XIN	—	1.0	—	MΩ	
f _{OSC-S}	Low-speed on-chip oscillator frequency		40	125	250	kHz	
V _{RAM}	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(XIN)=20MHz unless otherwise specified.

Table 5.12 Electrical Characteristics (2) [Vcc=5V]

Symbol	Parameter	Measuring condition		Min.	Standard Typ.	Max.	Unit
Icc	Power supply current (Vcc=3.3 to 5.5V) 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		9	10	mA
			X=16 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division		8	14	
			X=10 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division		5		
		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		4		mA
			X=16 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8		3		
			X=10 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8		2		
		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		
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		<70	900	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 ²		40	80	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 ²		38	76	μA		
Stop mode	Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator off CS12=1 ¹ Peripheral clock off VC27=0 ²		0.8	2.0	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: $V_{CC} = 5V$, $V_{SS} = 0V$ at $T_a = 25^\circ C$) [$V_{CC}=5V$]

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
$t_{WH}(CLK)$	CLKi input HIGH pulse width	100		ns
$t_{WL}(CLK)$	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.	
$t_{WH}(INH)$	INT0 input HIGH pulse width	250 ¹		ns
$t_{WL}(INL)$	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.

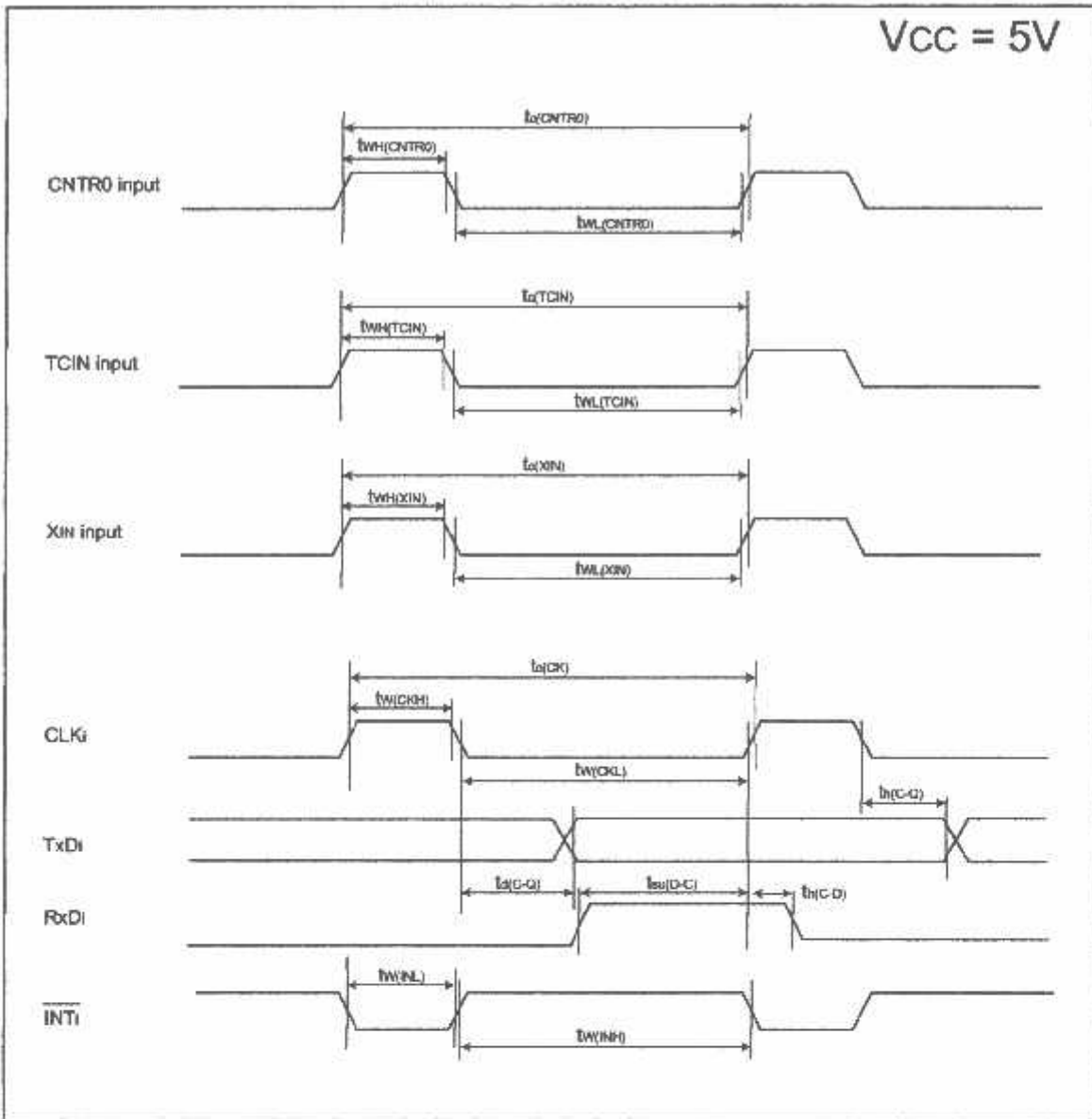


Figure 5.4 $V_{CC}=5V$ timing diagram

Table 5.1B Electrical Characteristics (3) [Vcc=3V]

Symbol	Parameter		Measuring condition		Standard			Unit
					Min.	Typ.	Max.	
V _{OH}	*H* output voltage	Except X _{OUT}	I _{OL} =-1 mA		V _{OH} -0.5	—	V _{CC}	V
		X _{OUT}	Drive capacity HIGH	I _{OL} =-0.1 mA	V _{CC} -0.5	—	V _{CC}	V
			Drive capacity LOW	I _{OL} =-50 μA	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
		P10 to P17	Drive capacity HIGH	I _{OL} = 2 mA	—	—	0.5	V
			Drive capacity LOW	I _{OL} = 1 mA	—	—	0.5	V
		X _{OUT}	Drive capacity HIGH	I _{OL} = 0.1 mA	—	—	0.5	V
			Drive capacity LOW	I _{OL} =50 μA	—	—	0.5	V
V _H , V _L	Hysteresis	INT0, INT1, INT2, INT3, K0, K1, K2, K3, CNTR0, CNTR1, TCN, RxD0, RxD1, P45			0.2	—	0.8	V
		RESET			0.2	—	1.8	V
I _H	*H* input current		V=3V		—	—	4.0	μA
I _L	*L* input current		V=0V		—	—	-4.0	μA
R _{PULLUP}	Pull-up resistance		V=0V		68	160	500	kΩ
R _{FB}	Feedback resistance	XIN			—	3.0	—	MΩ
f _{osc-s}	Low-speed on-chip oscillator frequency				40	125	250	kHz
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 T_{opr} = -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 Yss	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=10 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz No division		7		12
					6		
		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=10 MHz (square wave) High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator on=125 kHz Division by 8		2.5		
					1.8		
		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		
		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	800	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 ²		37	74	μA	
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 ²			36	70			
Stop mode Main clock off High-speed on-chip oscillator off Low-speed on-chip oscillator off PC10=1 ¹ Peripheral clock off VC27=0 ²		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: Vcc = 3V, Vss = 0V at Ta = 25 °C) [Vcc=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/ 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 5.23 Serial Interface

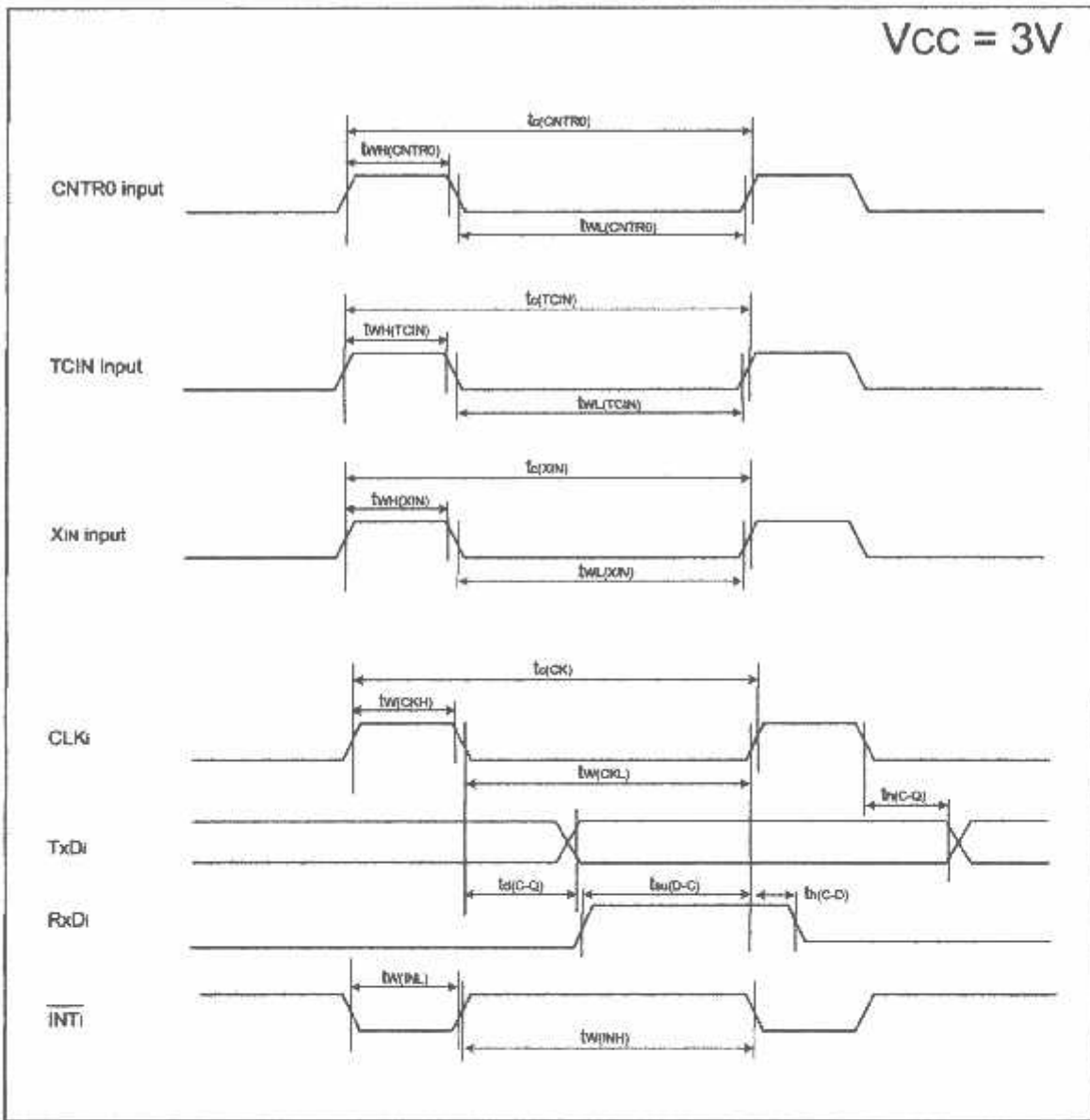
Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
t _C (CK)	CLKi input cycle time	300		ns
t _W (CKH)	CLKi input HIGH pulse width	150		ns
t _W (CKL)	CLKi input LOW pulse width	150		ns
t _d (C-Q)	TxDi output delay time		160	ns
t _h (C-Q)	TxDi hold time	0		ns
t _{su} (D-C)	RxDi input setup time	55		ns
t _h (C-D)	RxDi input hold time	90		ns

Table 5.24 External interrupt INT0 input

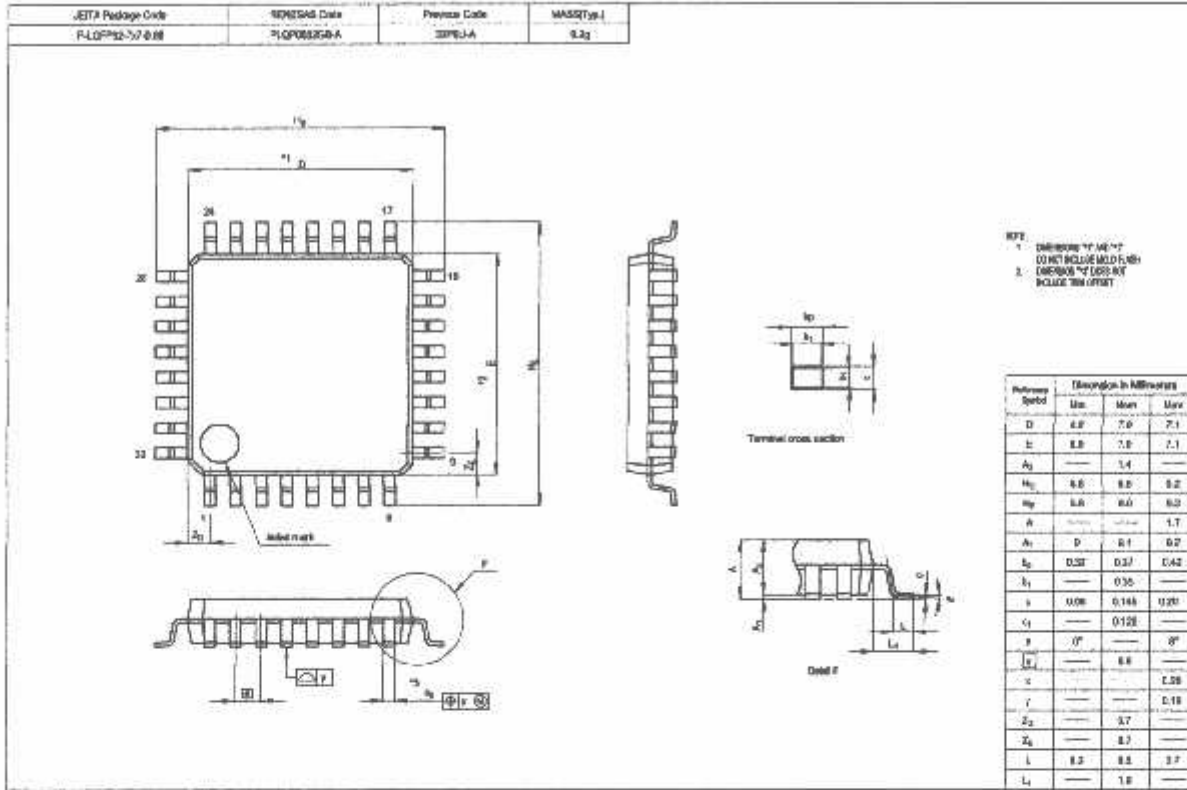
Symbol	Parameter	Standard		Unit
		Min.	Max.	
t _W (INH)	INT0 input HIGH pulse width	380 ¹		ns
t _W (INL)	INT0 input LOW pulse width	380 ²		ns

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/ 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 5.5 $V_{CC}=3V$ 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		
1.10	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 defense/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.
8. 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.
450 Holger Way, San Jose, CA 95134-1368, U.S.A
Tel: <1> (408) 382-7500, Fax: <1> (408) 382-7501

Renesas Technology Europe Limited
Dukes Meadow, Millboard Road, Bourne End, Buckinghamshire, SL8 5FH, U.K.
Tel: <44> (1628) 585-100, Fax: <44> (1628) 585-900

Renesas Technology Hong Kong Ltd.
7th Floor, North Tower, World Finance Centre, Harbour City, 1 Canton Road, Tsimshatsui, Kowloon, Hong Kong
Tel: <852> 2285-8688, Fax: <852> 2730-6071

Renesas Technology Taiwan Co., Ltd.
10th Floor, No.99, Fushing North Road, Taipei, Taiwan
Tel: <886> (2) 2715-2888, Fax: <886> (2) 2715-2998

Renesas Technology (Shanghai) Co., Ltd.
Unit2607 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.
1 Harbour Front Avenue, #06-10, Keppel Bay Tower, Singapore 098632
Tel: <65> 6213-0200, Fax: <65> 6278-8001

Features

- Operating voltage: 2.4V~12V
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current
- Three words transmission
- Built-in oscillator needs only 5% resistor
- Easy interface with an RF or infrared transmission media
- Minimal external components

Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

General Description

The 3¹⁸ encoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are capable of encoding 18 bits of information which consists of N address bits and 18-N data bits. Each address/data input is externally trinary programmable if bonded out. It is otherwise set floating internally. Various packages of the 3¹⁸ encoders offer flexible combinations of

programmable address/data to meet various application needs. The programmable address/data is transmitted together with the header bits via an RF or an infrared transmission medium upon receipt of a trigger signal. The capability to select a TE trigger type or a DATA trigger type further enhances the application flexibility of the 3¹⁸ series of encoders.

Selection Table

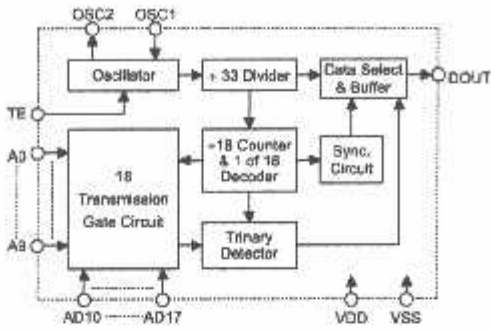
Function Part No.	Address No.	Address/ Data No.	Data No.	Dummy Code No.	Oscillator	Trigger	Package
HT600	9	5	0	4	RC oscillator	TE	20 DIP/20 SOP
HT640	10	8	0	0	RC oscillator	TE	24 SOP/24 SDIP
HT680	8	4	0	6	RC oscillator	TE	18 DIP
HT6187	9	0	3	6	RC oscillator	D12,D14,D15	18 DIP/20 SOP
HT6207	10	0	4	4	RC oscillator	D12~D15	20 DIP/20 SOP
HT6247	12	0	6	0	RC oscillator	D12~D17	24 SOP/24 SDIP

Note: Address/Data represents addressable pins or data according to the decoder requirements.

Block Diagram

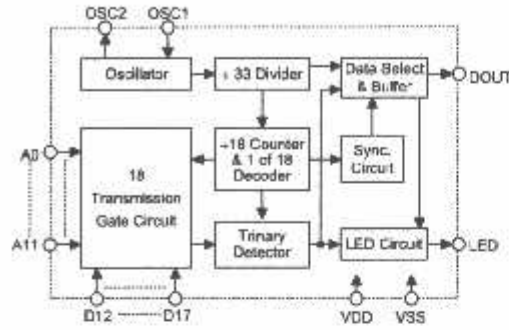
TE trigger

HT600/HT640/HT680



DATA trigger

HT6187/HT6207/HT6247

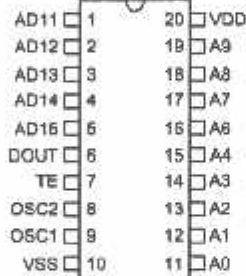


Note: The address/data pins are available in various combinations.

Pin Assignment

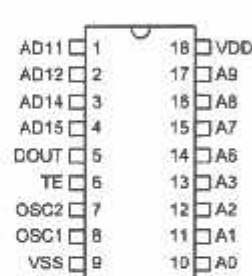
TE trigger type

**9-Address
5-Address/Data**



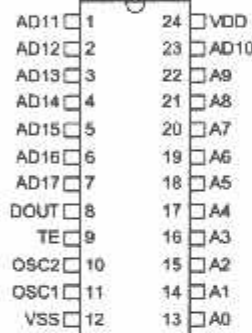
HT600
- 20 DIP/SOP

**8-Address
4-Address/Data**



HT680
- 18 DIP/SOP

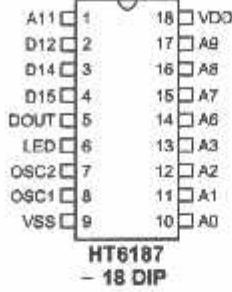
**10-Address
8-Address/Data**



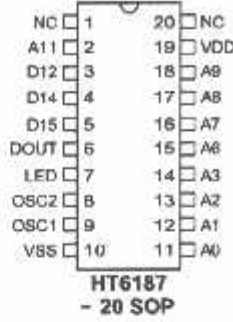
HT640
- 24 SOP/SDIP

DATA trigger type

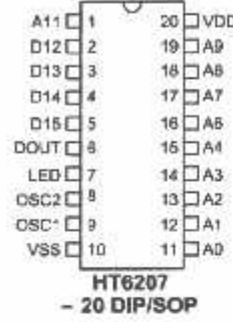
9-Address
3-Data



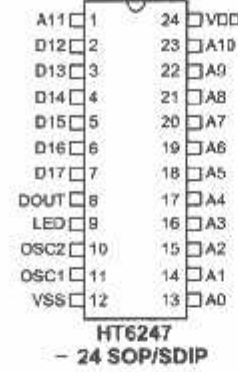
9-Address
3-Data



10-Address
4-Data



12-Address
6-Data



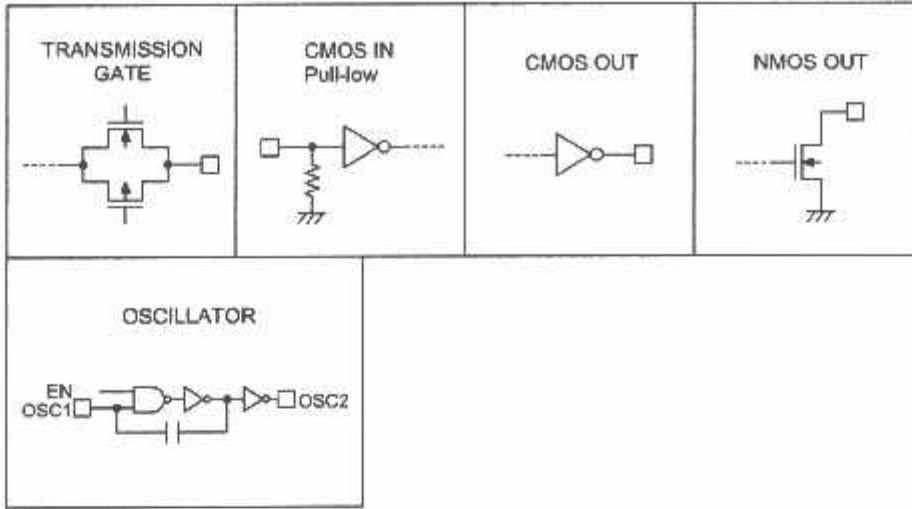
Pin Description

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0~A11	I	TRANSMISSION GATE	Input pins for address A0~A11 setting They can be externally set to VDD, VSS, or left open.
AD10~AD17	I	TRANSMISSION GATE	Input pins for address/data (AD10~AD17) setting They can be externally set to VDD, VSS, or left open.
D12~D17	I	CMOS IN Pull-low	Input pins for data (D12~D17) setting and transmission enable (active high) They can be externally set to VDD or left open (see Note).
DOUT	O	CMOS OUT	Encoder data serial transmission output
LED	O	NMOS OUT	LED transmission enable indicator
TE	I	CMOS IN Pull-low	Transmission enable, active high (see Note).
OSC1	I	OSCILLATOR	Oscillator input pin
OSC2	O	OSCILLATOR	Oscillator output pin
VSS	I	---	Negative power supply (GND)
VDD	I	---	Positive power supply

Notes: D12~D17 are data input and transmission enable pins of the HT6187/HT6207/HT6247.

TE is the transmission enable pin of the HT600/HT640/HT680.

Approximate internal connection circuits



Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage.....	-0.3V to 13V	Input Voltage.....	V _{SS} -0.3 to V _{DD} +0.3V
Storage Temperature.....	-50°C to 125°C	Operating Temperature.....	-20°C to 75°C

Note: These are stress ratings only. Stresses exceeding the range specified under "Absolute Maximum Ratings" may cause substantial damage to the device. Functional operation of this device at other conditions beyond those listed in the specification is not implied and prolonged exposure to extreme conditions may affect device reliability.

Electrical Characteristics

T_a=25°C

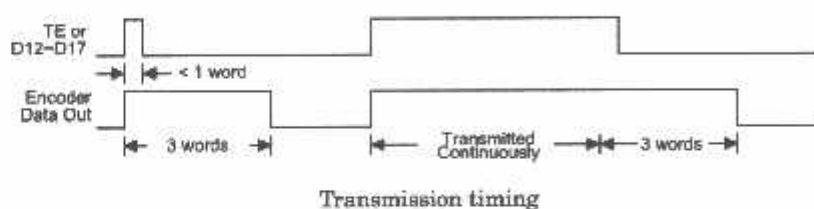
Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V _{DD}	Conditions				
V _{DD}	Operating Voltage	—	—	2.4	—	12	V
I _{STB}	Standby Current	3V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I _{DD}	Operating Current	5V	No load f _{OSC} =100kHz	—	250	500	μA
		12V		—	1200	2400	μA
I _{LED}	LED Sink Current	5V	V _{LED} =0.5V	1.5	3	—	mA
I _{DOUT}	Output Drive Current	5V	V _{OH} =0.9V _{DD} (Source)	-0.6	-1.2	—	mA
		5V	V _{OL} =0.1V _{DD} (Sink)	0.6	1.2	—	mA

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V _{DD}	Conditions				
V _{IH}	"H" Input Voltage	—	—	0.8V _{DD}	—	V _{DD}	V
V _{IL}	"L" Input Voltage	—	—	0	—	0.2V _{DD}	V
f _{OSC}	Oscillator Frequency	10V	R _{OSC} =330kΩ	—	100	—	kHz
R _{TE}	TE Pull-low Resistance	5V	V _{TE} =5V	—	1.5	3	MΩ
R _{DATA}	D12~D17 Pull-low Resistance	5V	V _{DATA} =5V	—	1.5	3	MΩ

Functional Description

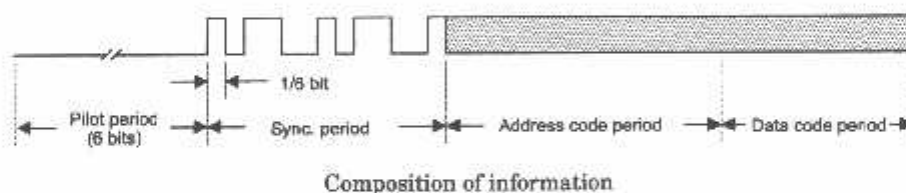
Operation

The 3¹⁸ series of encoders begins a three-word transmission cycle upon receipt of a transmission enable (TE for the HT600/HT640/HT680 or D12~D17 for the HT6187/HT6207/HT6247, active high). This cycle will repeat itself as long as the transmission enable (TE or D12~D17) is held high. Once the transmission enable falls low, the encoder output completes its final cycle and then stops as shown below.



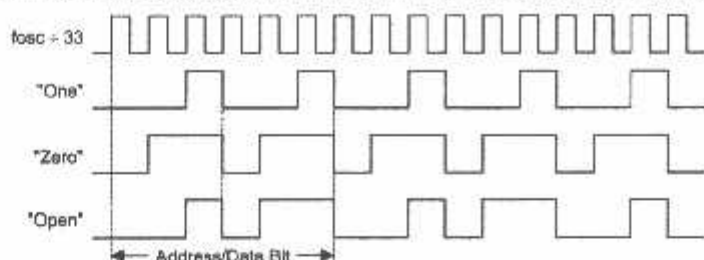
Information word

An information word consists of 4 periods as shown:



Address/data waveform

Each programmable address/data pin can be externally set to one of the following three logic states:



Address/Data bit waveform

The "Open" state data input is interpreted as logic low by the decoders since the decoder output only have two states.

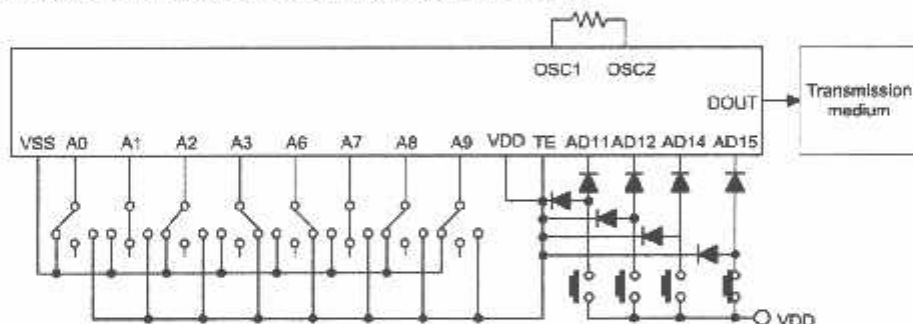
Address/data programming (preset)

The status of each address/data pin can be individually preset to logic "high", "low", or "floating". If a transmission enable signal is applied, the encoder scans and transmits the status of the 18 bits of address/data serially in the order A0 to AD17 for the HT600/HT640/HT680 and A0 to D17 for the HT6187/HT6207/HT6247.

There are some packaging limitations. The 18-pin DIP HT680, for example, offers four external data bits and eight external address bits. The remaining unpackaged bits or dummy codes are treated as floating for A0-AD17 or as pull-low for D12-D17. During an information transmission these bits are still located in their original position. But if the trigger signal is not applied, the chip only consumes a standby current which is less than 1µA.

The address pins are usually preset to transmit data codes with particular security codes by the DIP switches or PCB wiring, while the data is selected using push buttons or electronic switches.

The following figure shows an application using the HT680:



The transmitted information is as shown:

Pilot & Sync.	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	AD10	AD11
	0	Z	0	1	Z	Z	1	Z	0	0	Z	Z
	AD12	AD13	AD14	AD15	AD16	AD17						
	Z	Z	Z	1	Z	Z						

Z: floating

Address/Data sequence

The following provides a table of address/data sequence for various models of the 3¹⁸ series encoders. A correct device should be selected according to the individual address and data requirements.

Part No.	Address/Data Bits											
	0~3	4	5	6~9	10	11	12	13	14	15	16	17
HT600	A0~A3	A4	—	A6~A9	—	AD11	AD12	AD13	AD14	AD15	—	—
HT640	A0~A3	A4	A5	A6~A9	AD10	AD11	AD12	AD13	AD14	AD15	AD16	AD17
HT680	A0~A3	—	—	A6~A9	—	AD11	AD12	—	AD14	AD15	—	—
HT6187	A0~A3	—	—	A6~A9	—	A11	D12	—	D14	D15	—	—
HT6207	A0~A3	A4	—	A6~A9	—	A11	D12	D13	D14	D15	—	—
HT6247	A0~A3	A4	A5	A6~A9	AD10	A11	D12	D13	D14	D15	D16	D17

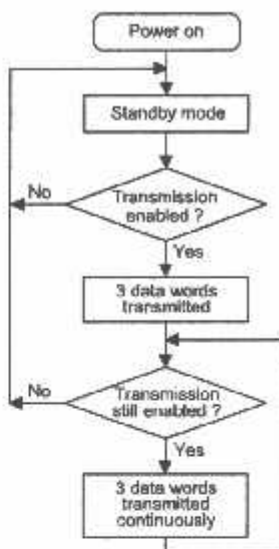
Notes: "—" is a dummy code which is left "open" and not bonded out.

"—" is a dummy code which is set low and not bonded out.

Transmission enable

For the TE trigger type of encoders, transmission is enabled by applying a high signal to the TE pin. But for the Data trigger type of encoders, it is enabled by applying a high signal to one of the data pins D12~D17.

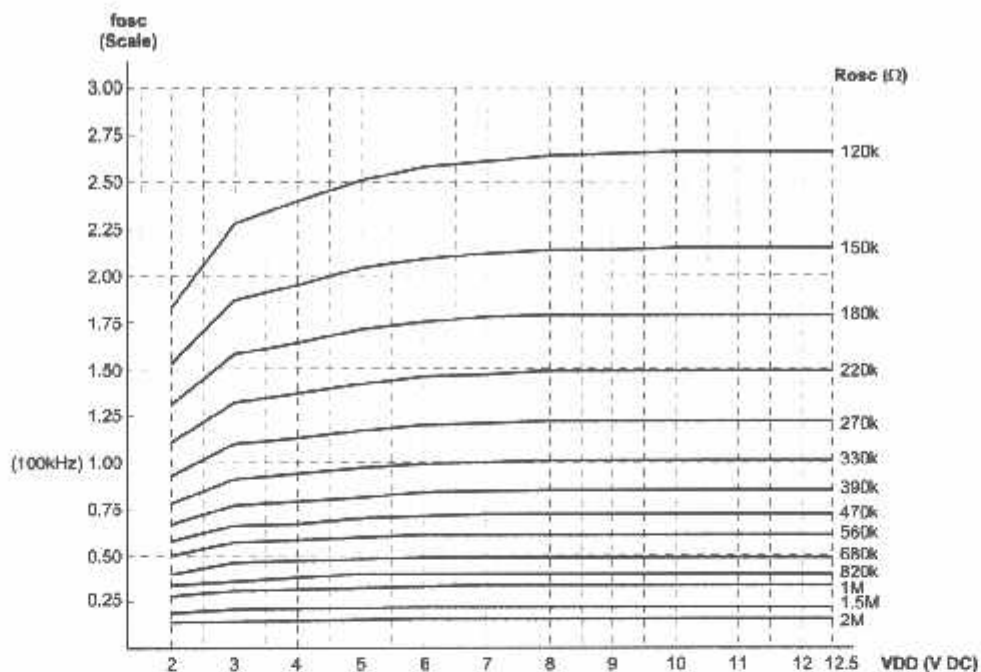
Flowchart



Notes: D12~D17 are transmission enables of the HT6187/HT6207/HT6247.

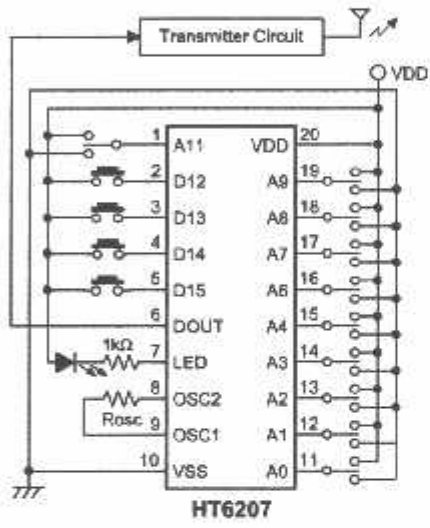
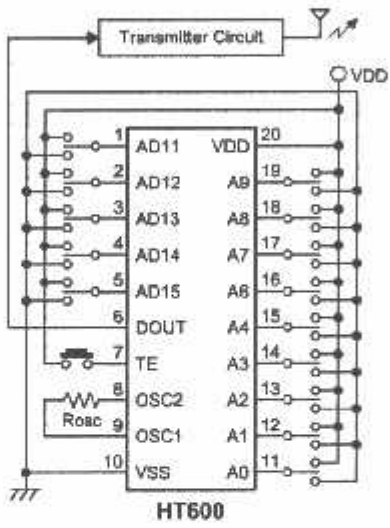
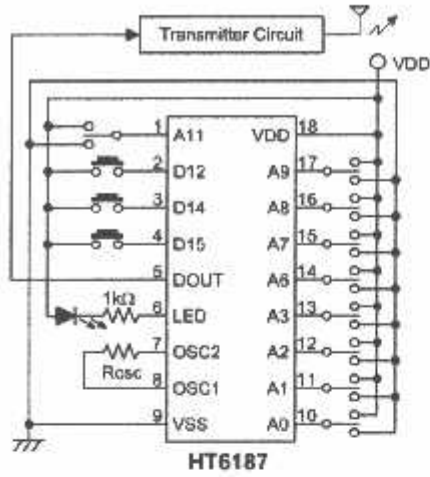
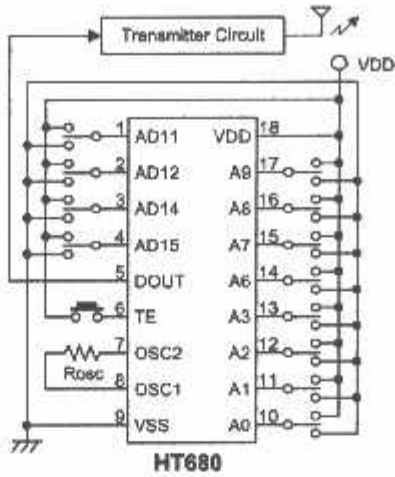
TE is the transmission enable of the HT600/HT640/HT680.

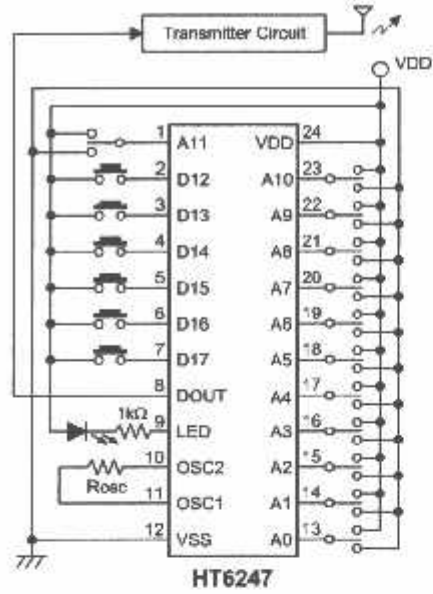
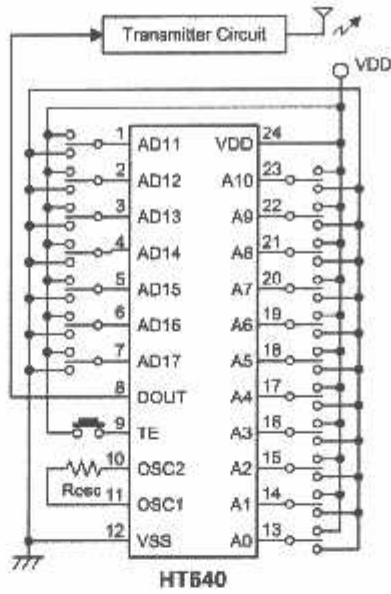
Oscillator frequency vs supply voltage



The recommended oscillator frequency is f_{OSCD} (decoder) \cong f_{OSCE} (encoder).

Application Circuits





Notes: Typical infrared diode: EL-1L2 (KODENSHI CORP.)
 Typical RF transmitter: JR-220 (JUWA CORP.)
 TX-99 (MING MICROSYSTEM, U.S.A.)

Holtek Semiconductor Inc. (Headquarters)
No.3 Creation Rd. II, Science-based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-3-563-1999
Fax: 886-3-563-1189

Holtek Semiconductor Inc. (Taipei Office)
5F, No.576, Sec.7 Chung Hsiao E. Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.
Tel: 886-2-2782-9635
Fax: 886-2-2782-9636
Fax: 886-2-2782-7128 (International sales hotline)

Holtek Microelectronics Enterprises Ltd.
RM.711, Tower 2, Cheung Sha Wan Plaza, 833 Cheung Sha Wan Rd., Kowloon, Hong Kong
Tel: 852-2-745-8288
Fax: 852-2-742-8657

Copyright © 1999 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

The information appearing in this Data Sheet is believed to be accurate at the time of publication. However, Holtek assumes no responsibility arising from the use of the specifications described. The applications mentioned herein are used solely for the purpose of illustration and Holtek makes no warranty or representation that such applications will be suitable without further modification, nor recommends the use of its products for application that may present a risk to human life due to malfunction or otherwise. Holtek reserves the right to alter its products without prior notification. For the most up-to-date information, please visit our web site at <http://www.holtek.com.tw>.

Features

- Operating voltage: 2.4V~12V
- Low power and high noise immunity CMOS technology
- Low standby current
- Capable of decoding 18 bits of information
- Pairs with HOLTEK's 3¹⁸ series of encoders
- 8~18 address pins
- 0~8 data pins
- Trinary address setting
- Two times of receiving check
- Built-in oscillator needs only a 5% resistor
- Valid transmission indicator
- Easily interface with an RF or an Infrared transmission medium
- Minimal external components

Applications

- Burglar alarm system
- Smoke and fire alarm system
- Garage door controllers
- Car door controllers
- Car alarm system
- Security system
- Cordless telephones
- Other remote control systems

General Description

The 3¹⁸ decoders are a series of CMOS LSIs for remote control system applications. They are paired with the 3¹⁸ series of encoders. For proper operation a pair of encoder/decoder pair with the same number of address and data format should be selected (refer to the encoder/decoder cross reference tables).

The 3¹⁸ series of decoders receives serial address and data from that series of encoders that are transmitted by a carrier using an RF or an IR transmission medium. It then compares the serial input data twice continuously with its local address. If no errors or unmatched codes

are encountered, the input data codes are decoded and then transferred to the output pins. The VT pin also goes high to indicate a valid transmission.

The 3¹⁸ decoders are capable of decoding 18 bits of information that consists of N bits of address and 18-N bits of data. To meet various applications they are arranged to provide a number of data pins whose range is from 0 to 8 and an address pin whose range is from 8 to 18. In addition, the 3¹⁸ decoders provide various combinations of address/data number in different packages.

Selection Table

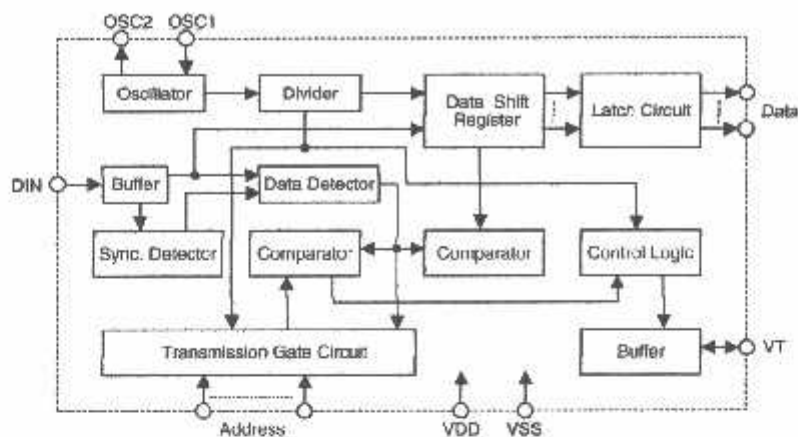
Item	Function	Address No.	Data		VT	Oscillator	Trigger	Package
			No.	Type				
HT602L		12	2	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	20 DIP/20 SOP
HT604L		10	4	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	20 DIP/20 SOP
HT605L		9	5	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	20 DIP/20 SOP
HT611		14	0	—	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	20 DIP/20 SOP

Function Item	Address No.	Data		VT	Oscillator	Trigger	Package
		No.	Type				
HT612	12	2	M	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	20 DIP/20 SOP
HT614	10	4	M	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	20 DIP/20 SOP
HT615	9	5	M	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	20 DIP/20 SOP
HT644L	14	4	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	24 SOP/24 SDIP
HT646L	12	6	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	24 SOP/24 SDIP
HT648L	10	8	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	24 SOP/24 SDIP
HT651	18	0	—	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	24 SOP/24 SDIP
HT654	14	4	M	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	24 SOP/24 SDIP
HT656	12	6	M	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	24 SOP/24 SDIP
HT658	10	8	M	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	24 SOP/24 SDIP
HT682L	10	2	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP
HT683L	9	3	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP
HT684L	8	4	L	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP
HT691	12	0	—	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP
HT692	10	2	M	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP
HT693	9	3	M	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP
HT694	8	4	M	√	RC oscillator	DIN active "Hi"	18 DIP

Note: Data type: M represents momentary type of data output.
L represents latch type of data output.

VT can be used as a momentary data output.

Block Diagram

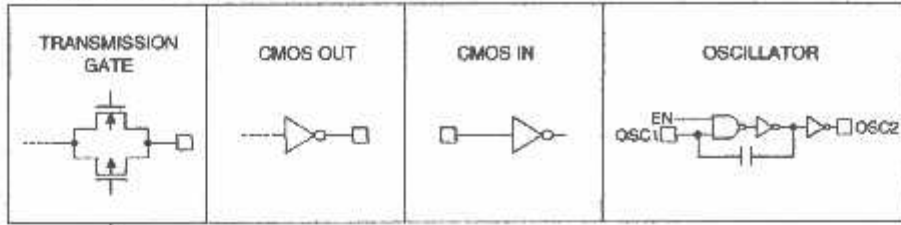


Note: The address/data pins are available in various combinations (refer to the address/data table).

Pin Description

Pin Name	I/O	Internal Connection	Description
A0-A17	I	TRANSMISSION GATE	Input pins for address A0-A17 setting. They can be externally set to VDD, VSS, or left open.
D10-D17	O	CMOS OUT	Output data pins
DIN	I	CMOS IN	Serial data input pin
VT	O	CMOS OUT	Valid transmission, active high
OSC1	I	OSCILLATOR	Oscillator input pin
OSC2	O	OSCILLATOR	Oscillator output pin
VSS	I	—	Negative power supply (GND)
VDD	I	—	Positive power supply

Approximate internal connection circuits



Absolute Maximum Ratings*

Supply Voltage.....-0.3V to 13V Storage Temperature.....-50°C to 125°C
 Input Voltage.....V_{SS} 0.3V to V_{DD}+0.3V Operating Temperature.....-20°C to 75°C

*Note: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only. Functional operation of this device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied and exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Electrical Characteristics

(T_a=25°C)

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V _{DD}	Conditions				
V _{DD}	Operating Voltage	—	—	3	—	12	V
I _{STB}	Standby Current	5V	Oscillator stops	—	0.1	1	μA
		12V		—	2	4	μA
I _{DD}	Operating Current	5V	No load F _{OSC} =100kHz	—	0.2	1	mA
I _O	Data Output Source Current (D10-D17)	5V	V _{OH} =4.5V	-0.5	-1	—	mA
	Data Output Sink Current (D10-D17)		V _{OL} =0.5V	0.5	1	—	mA
I _{VT}	VT Output Source Current	5V	V _{OH} =4.5V	-2	-4	—	mA
	VT Output Sink Current		V _{OL} =0.5V	1	2	—	mA
V _{IH}	"H" Input Voltage	5V	—	3.5	—	5	V
V _{IL}	"L" Input Voltage	5V	—	0	—	1	V
F _{OSC}	Oscillator Frequency	10V	R _{OSC} =330kΩ	—	100	—	kHz

Functional Description

Operation

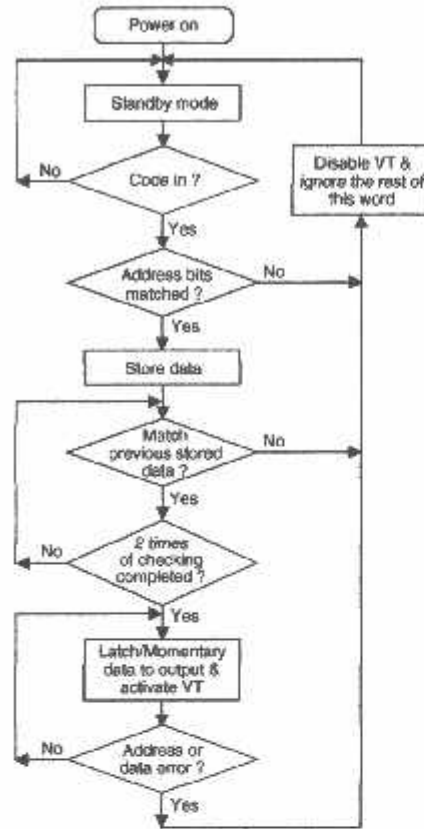
The 3¹⁸ series of decoders provides various combinations of address and data pins in different packages. It is paired with the 3¹⁸ series of encoders. The decoders receive data transmitted by the encoders and interpret the first N bits of the code period as address and the last 18-N bits as data (where N is the address code number). A signal on the DIN pin then activates the oscillator which in turn decodes the incoming address and data. The decoders will check the received address twice continuously. If all the received address codes match the contents of the decoder's local address, the 18-N bits of data are decoded to activate the output pins, and the VT pin is set high to indicate a valid transmission. That will last until the address code is incorrect or no signal has been received. The output of the VT pin is high only when the transmission is valid. Otherwise it is low always.

Output type

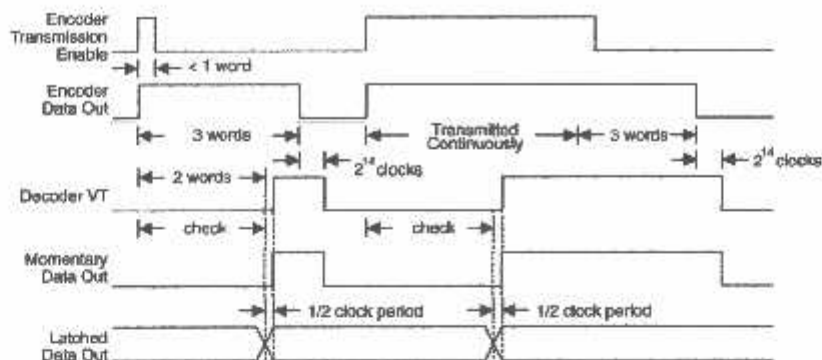
There are 2 types of output to select from:

- **Momentary type**
The data outputs follow the encoder during a valid transmission and then reset.
- **Latch type**
The data outputs follow the encoder during a valid transmission, and are then latched in this state until the next valid transmission occurs.

Flowchart



Note: The oscillator is disabled in the standby state and activated as long as a logic "high" signal is applied to the DIN pin. i.e., the DIN should be kept "low" if there is no signal input.

Decoder timing

Encoder/Decoder selection tables

• Latch type of data output

Part No.	Data Pins	Address Pins	VT	Pair Encoder	Package					
					Encoder			Decoder		
					DIP	SOP	SDIP	DIP	SOP	SDIP
HT682L	2	10	√	HT680	18	—	—	18	—	—
HT683L	3	9	√	HT680	18	—	—	18	—	—
				HT6187	18	—	—	—	—	—
HT684L	4	8	√	HT680	18	—	—	18	—	—
HT602L	2	12	√	HT600	20	20	—	20	20	—
HT604L	4	10	√	HT600	20	20	—	20	20	—
				HT6207	20	—	—	—	—	—
HT605L	5	9	√	HT600	20	20	—	20	20	—
HT644L	4	14	√	HT640	24	24	24	—	24	24
HT646L	6	12	√	HT640	24	24	—	—	24	24
				HT6247	24	—	24	—	—	—
HT648L	8	10	√	HT640	24	24	24	—	24	24

• Momentary type of data output

Part No.	Data Pins	Address Pins	VT	Pair Encoder	Package					
					Encoder			Decoder		
					DIP	SOP	SDIP	DIP	SOP	SDIP
HT691	0	12	√	HT680	18	—	—	18	—	—
HT692	2	10	√	HT680	18	—	—	18	—	—
HT693	3	9	√	HT680	18	—	—	18	—	—
				HT6187	18	—	—	18	—	—
HT694	4	8	√	HT680	18	—	—	18	—	—
HT611	0	14	√	HT600	20	20	—	20	20	—
HT612	2	12	√	HT600	20	20	—	20	20	—
HT614	4	10	√	HT600	20	20	—	20	20	—
				HT6207	20	—	—	20	20	—
HT615	5	9	√	HT600	20	20	—	20	20	—
HT651	0	18	√	HT640	24	24	24	—	24	24
HT654	4	14	√	HT640	24	24	24	—	24	24
HT656	6	12	√	HT640	24	24	—	24	—	24
				HT6247	24	—	24	—	24	24
HT658	8	10	√	HT640	24	24	24	—	24	24

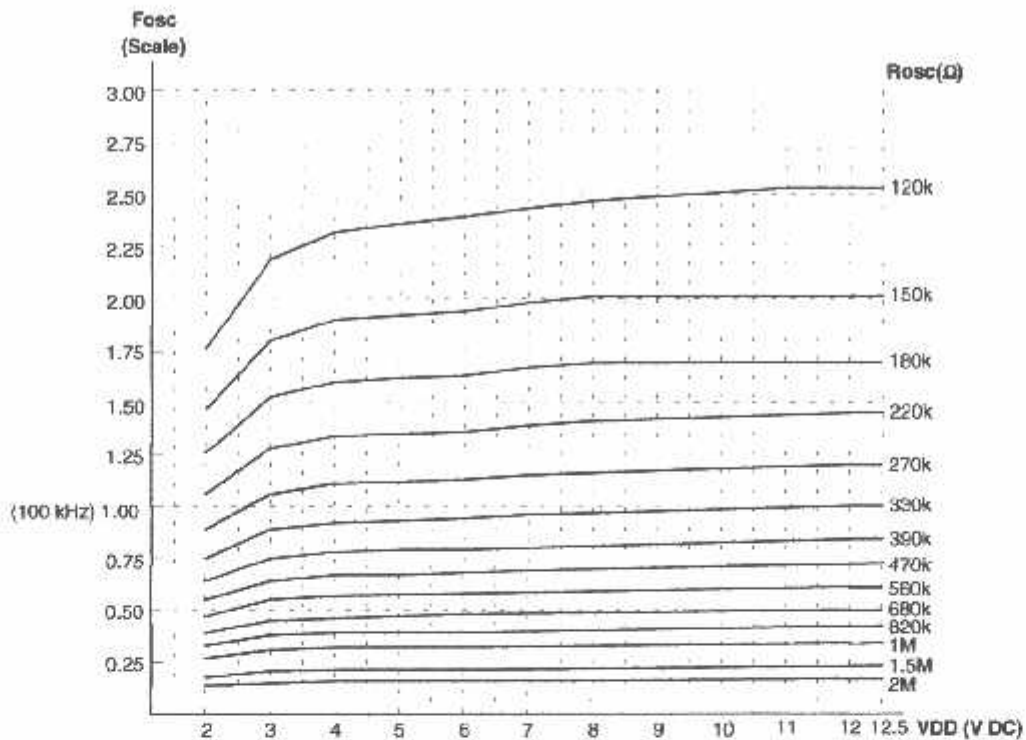
Address/Data sequence

The following provides a table of address/data sequence for various models of the 3¹⁸ series decoders. A correct device should be selected according to the requirements of individual address and data.

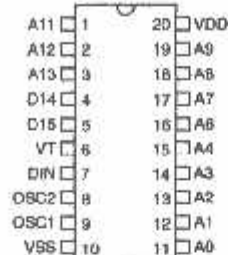
Part No.	Address/Data Bits											
	0~3	4	5	6~9	10	11	12	13	14	15	16	17
HT602L	A0~A3	A4	—	A6~A9	—	A11	A12	A13	D14	D15	—	—
HT604L	A0~A3	A4	—	A6~A9	—	A11	D12	D13	D14	D15	—	—
HT605L	A0~A3	A4	—	A6~A9	—	D11	D12	D13	D14	D15	—	—
HT611	A0~A3	A4	—	A6~A9	—	A11	A12	A13	A14	A15	—	—
HT612	A0~A3	A4	—	A6~A9	—	A11	A12	A13	D14	D15	—	—
HT614	A0~A3	A4	—	A6~A9	—	A11	D12	D13	D14	D15	—	—
HT615	A0~A3	A4	—	A6~A9	—	D11	D12	D13	D14	D15	—	—
HT644L	A0~A3	A4	A5	A6~A9	A10	A11	A12	A13	D14	D15	D16	D17
HT646L	A0~A3	A4	A5	A6~A9	A10	A11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
HT648L	A0~A3	A4	A5	A6~A9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
HT651	A0~A3	A4	A5	A6~A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17
HT654	A0~A3	A4	A5	A6~A9	A10	A11	A12	A13	D14	D15	D16	D17
HT656	A0~A3	A4	A5	A6~A9	A10	A11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
HT658	A0~A3	A4	A5	A6~A9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
HT682L	A0~A3	—	—	A6~A9	—	A11	A12	—	D14	D15	—	—
HT683L	A0~A3	—	—	A6~A9	—	A11	D12	—	D14	D15	—	—
HT684L	A0~A3	—	—	A6~A9	—	D11	D12	—	D14	D15	—	—
HT691	A0~A3	—	—	A6~A9	—	A11	A12	—	A14	A15	—	—
HT692	A0~A3	—	—	A6~A9	—	A11	A12	—	D14	D15	—	—
HT693	A0~A3	—	—	A6~A9	—	A11	D12	—	D14	D15	—	—
HT694	A0~A3	—	—	A6~A9	—	D11	D12	—	D14	D15	—	—

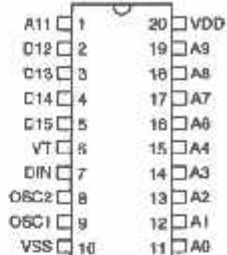
Note: "—" is a dummy code which is left "open" and not bonded out.

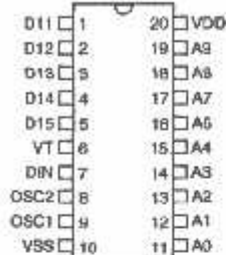
Oscillator frequency vs supply voltage

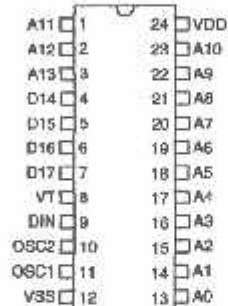


The recommended oscillator frequency is $F_{OSC(D)} \approx F_{OSC(E)}$.

Package Information
Latch series
**12-Address
2-Data**

HT602L
- 20 DIP/SOP

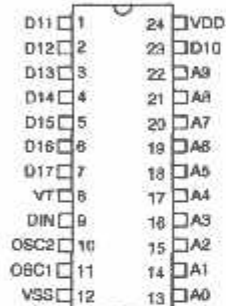
**10-Address
4-Data**

HT604L
- 20 DIP/SOP

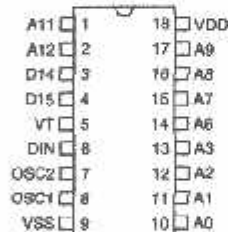
**9-Address
5-Data**

HT605L
- 20 DIP/SOP

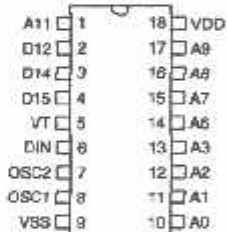
**14-Address
4-Data**

HT644L
- 24 SOP/SDIP

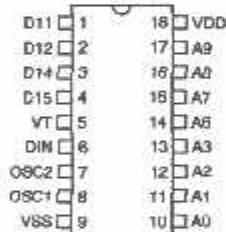
**12-Address
6-Data**

HT646L
- 24 SOP/SDIP

**10-Address
8-Data**

HT648L
- 24 SOP/SDIP

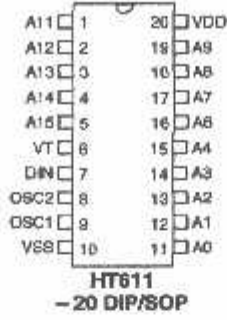
**10-Address
2-Data**

HT682L
- 18 DIP

**9-Address
3-Data**

HT683L
- 18 DIP

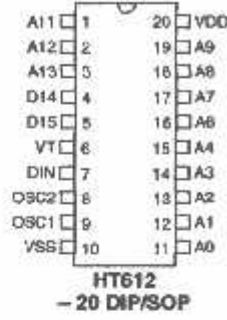
**8-Address
4-Data**

HT684L
- 18 DIP

Momentary series

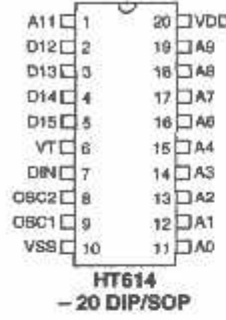
**14-Address
0-Data**



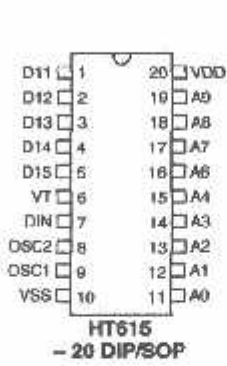
**12-Address
2-Data**



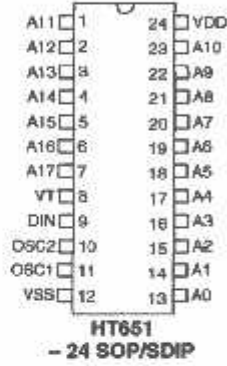
**10-Address
4-Data**



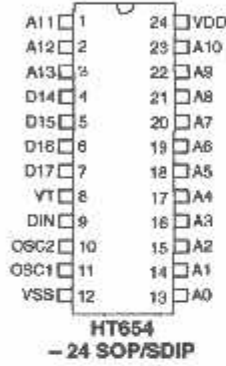
**9-Address
5-Data**



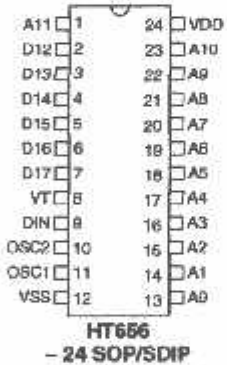
**18-Address
0-Data**



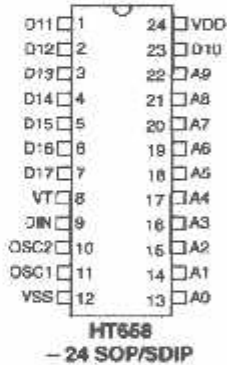
**14-Address
4-Data**



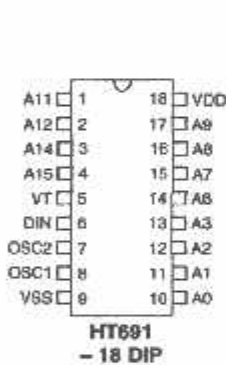
**12-Address
6-Data**



**10-Address
8-Data**

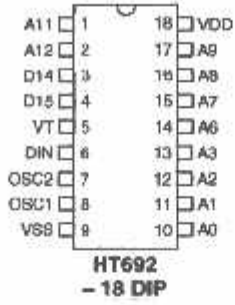


**12-Address
0-Data**

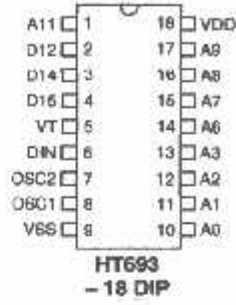


Momentary series

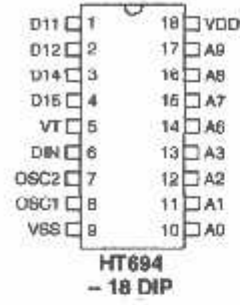
**10-Address
2-Data**



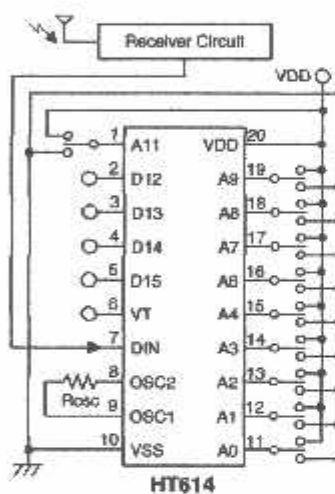
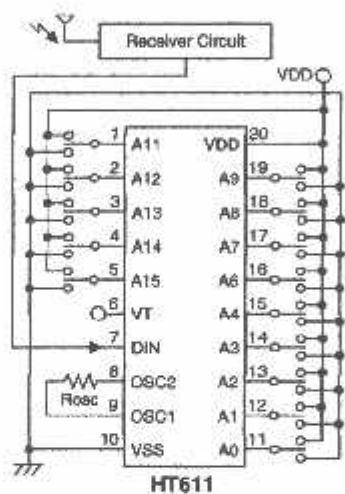
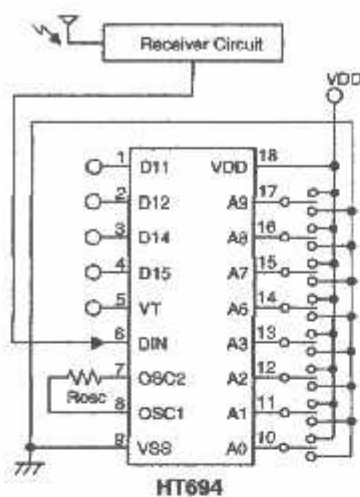
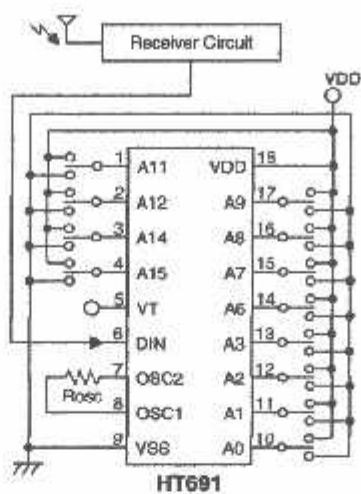
**9-Address
3-Data**

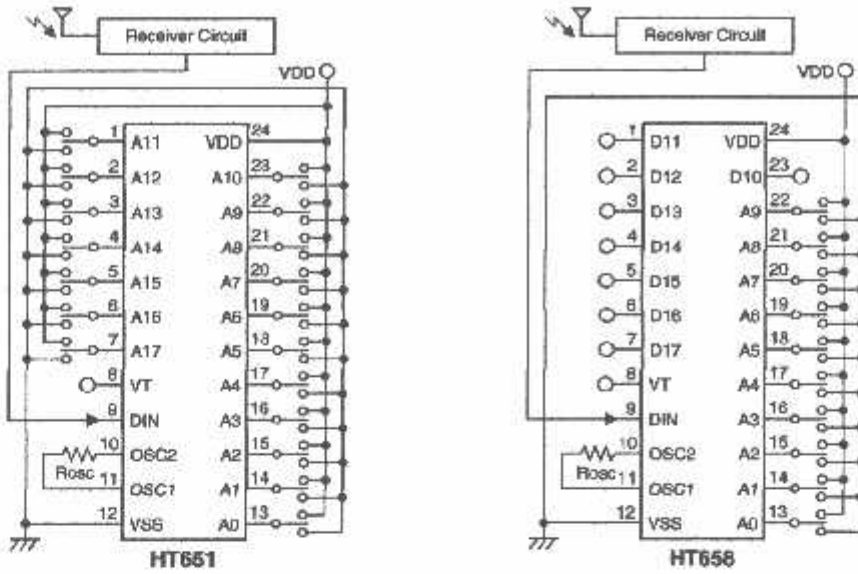


**8-Address
4-Data**



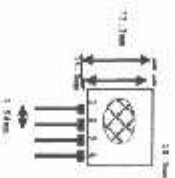
Application Circuits





Note: Typical infrared receiver: PIC-12043T/PIC-12043C (KODENSHI CORP.)
 or LTM9052 (LITEON CORP.)
 Typical RF receiver: JR-200 (JUWA CORP.)
 RE-99 (MING MICROSYSTEM, U.S.A.)

TLP434A Ultra Small Transmitter



pin 1 : GND
pin 2 : Data In
pin 3 : Vcc
pin 4 : Antenna (RF output)

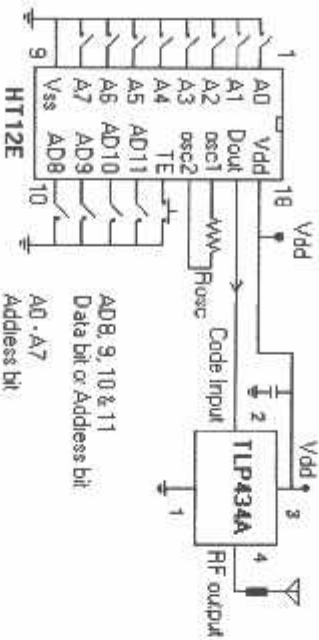
Frequency 315, 418 and 433.92 Mhz

Modulation : ASK
Operation Voltage : 2 - 12VDC

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating supply voltage		2.0	-	12.0	V
Icc 1	Peak Current (2V)		-	-	1.64	mA
Icc 2	Peak Current (12V)		-	-	15.4	mA
Vh	Input High Voltage	I _{data} = 100µA (High)	Vcc-0.5	Vcc	Vcc+0.5	V
Vl	Input Low Voltage	I _{data} = 10µA (Low)	-	-	0.3	V
FD	Absolute Frequency		314.8	315	315.2	MHz
PO	RF Output Power-500µm	Vcc = 9V-12V	-	16	-	dBm
		Vcc = 5V-6V	-	14	-	dBm
DR	Data Rate	External Encoding	51.2	4.8K	200K	bps

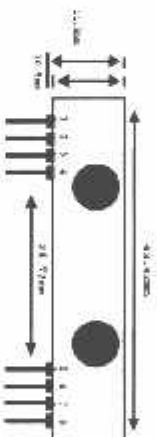
Notes : 1. Case Temperature = 25°C ± 2°C , Test Load Impedance = 50 Ω

Application Circuit :
Typical Key-chain Transmitter using HT12E-18DIP, a Binary 12 bit Encoder from Hitachi Semiconductor Inc.



AD8, 9, 10 & 11
Data bit or Address bit
A0 - A7
Address bit

RLP434A SAW Based Receiver



pin 1 : Gnd
pin 2 : Digital Data Output
pin 3 : Linear Output /Test
pin 4 : Vcc
pin 5 : Vcc
pin 6 : Gnd
pin 7 : Gnd
pin 8 : Antenna

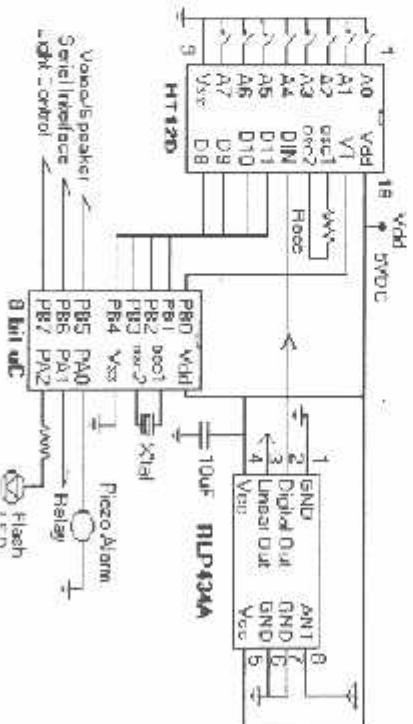
Frequency 315, 418 and 433.92 Mhz

Modulation : ASK
Supply Voltage : 3.3 - 6.0VDC
Output : Digital & Linear

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating supply voltage		3.3	5.0V	6.0	V
Icc	Operating Current		-	4.5	-	mA
Vdata	Data Out	I _{data} = +200µA (High) I _{data} = -10µA (Low)	Vcc-0.5	-	Vcc	V

Electrical Characteristics						
Characteristics	SYM	Min	Typ	Max	Unit	
Operation Radio Frequency	FC		315, 418 and 433.92		MHz	
Sensitivity	Pref		-110		dBm	
Channel Width			+500		KHz	
Noise Equivalent BW			4		KHz	
Receiver Turn On Time			5		ms	
Operation Temperature	Top	-20	-	80	°C	
Baseband Data Rate			4.8		KHz	

Application Circuit :
Typical RF Receiver using HT12D-18DIP, a Binary 12 bit Decoder with 8 bit HT1488XX from Hitachi Semiconductor Inc.

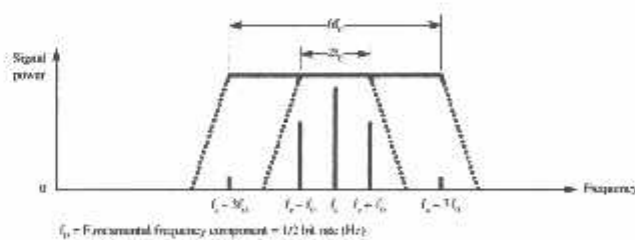


Data Encoding

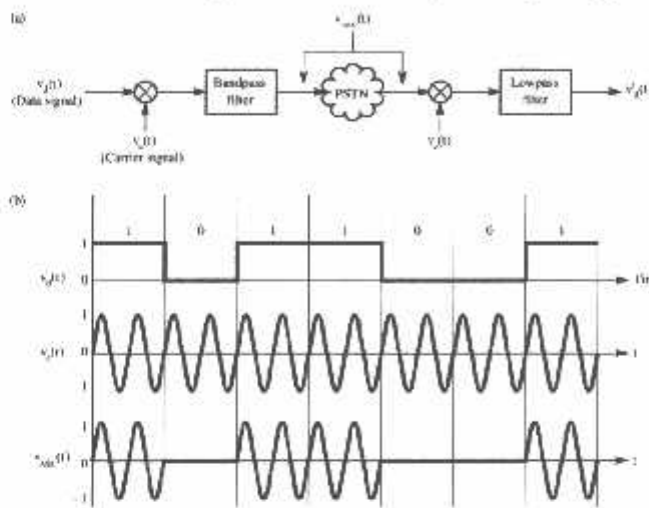
- ◆ Let's revisit the communication media and focus on the signal types used

Amplitude Shift Keying

- ◆ Amplitude Modulation
 - carrier frequency
 - signal to be modulated
 - spectrum



Amplitude Shift Keying



Hal96 fig 2.18

How does ASK work?

$$v_c(t) = \cos \omega_c t$$

$$v_d(t) = \frac{1}{2} + \frac{2}{\pi} \left\{ \cos \omega_0 t - \frac{1}{3} \cos 3\omega_0 t + \frac{1}{5} \cos 5\omega_0 t - \dots \right\}$$

$$\begin{aligned} v_{ASK}(t) &= v_c(t) \cdot v_d(t) \\ &= \frac{1}{2} \cos \omega_c t + \frac{2}{\pi} \left\{ \cos \omega_c t \cdot \cos \omega_0 t - \frac{1}{3} \cos \omega_c t \cdot \cos 3\omega_0 t + \dots \right\} \end{aligned}$$

Now, we know that

$$2 \cos A \cos B = \cos(A - B) + \cos(A + B)$$

Therefore we have:

$$\begin{aligned} v_{ASK}(t) &= \frac{1}{2} \cos \omega_c t \\ &\quad + \frac{1}{\pi} \left\{ \cos(\omega_c - \omega_0)t + \cos(\omega_c + \omega_0)t \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{3} [\cos(\omega_c - 3\omega_0)t + \cos(\omega_c + 3\omega_0)t] + \dots \right\} \end{aligned}$$

Amplitude Shift Keying & Frequency Shift Keying

Aim: To generate and demodulate an amplitude shift keyed (ASK) signal and a binary FSK signal.

Intro to Generation of ASK

Amplitude shift keying - ASK - in the context of digital communications is a modulation process, which imparts to a sinusoid two or more discrete amplitude levels. These are related to the number of levels adopted by the digital message.

For a binary message sequence there are two levels, one of which is typically zero.

Thus the modulated waveform consists of bursts of a sinusoid.

Figure 1 illustrates a binary ASK signal (lower), together with the binary sequence which initiated it (upper). Neither signal has been bandlimited.

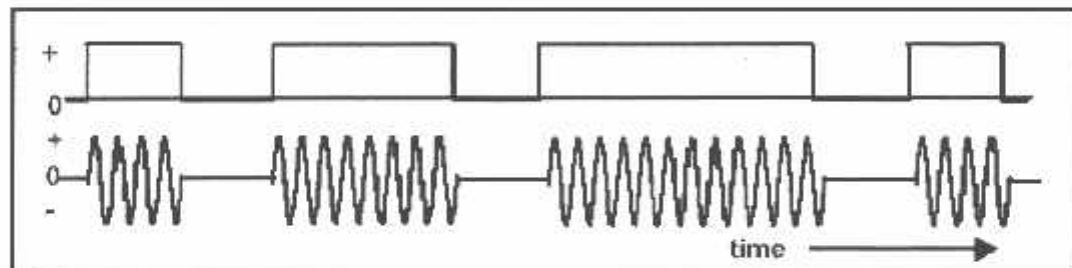


Figure 1: an ASK signal (below) and the message (above)

There are sharp discontinuities shown at the transition points. These result in the signal having an unnecessarily wide bandwidth. Bandlimiting is generally introduced before transmission, in which case these discontinuities would be 'rounded off'. The bandlimiting may be applied to the digital message, or the modulated signal itself.

The data rate is often made a sub-multiple of the carrier frequency. This has been done in the waveform of Figure 1.

One of the disadvantages of ASK, compared with FSK and PSK, for example, is that it has not got a constant envelope. This makes its processing (eg, power amplification) more difficult, since linearity becomes an important factor. However, it does make for ease of demodulation with an envelope detector.

Intro to Bandwidth Modification

As already indicated, the sharp discontinuities in the ASK waveform of Figure 1 imply a wide bandwidth. A significant reduction can be accepted before errors at the receiver increase unacceptably. This can be brought about by bandlimiting (pulse shaping) the message *before* modulation, or bandlimiting the ASK signal itself *after* generation.

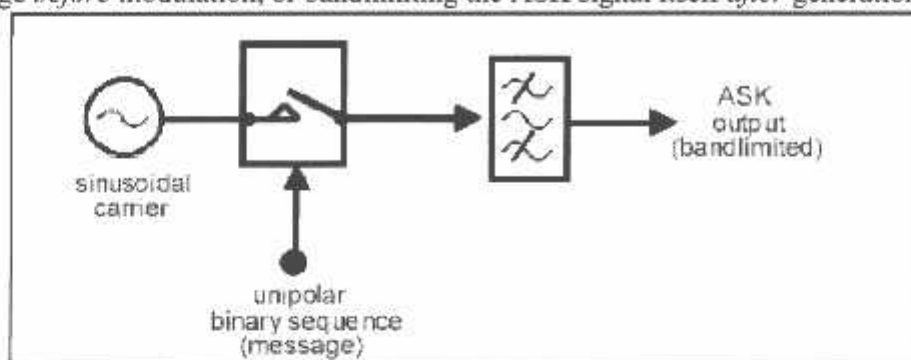


Figure 2: ASK generation method

Figure 3 shows the signals present in a model of Figure 2, where the message has been bandlimited. The shape, after bandlimiting, depends naturally enough upon the amplitude and phase characteristics of the bandlimiting filter.

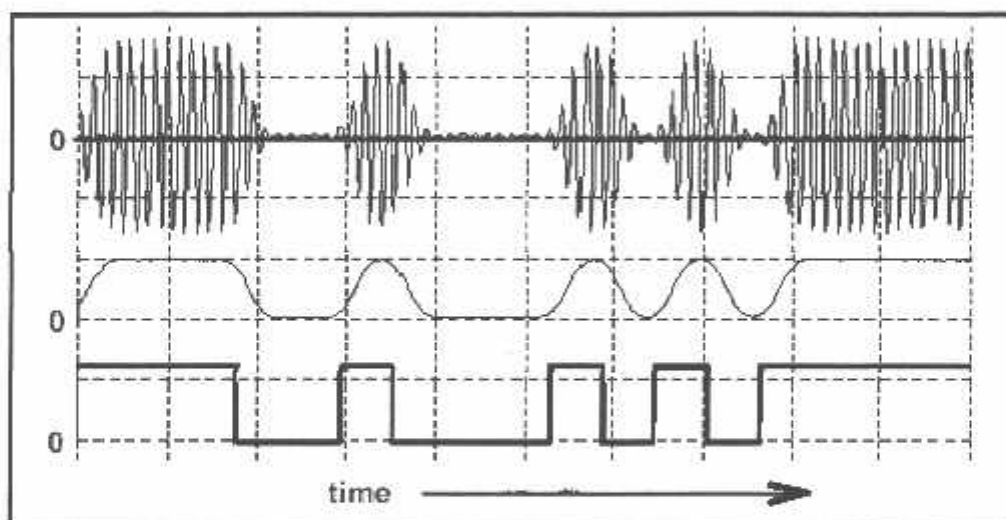


Figure 3: original TTL message (lower), bandlimited message (center), and ASK (above)

Intro to Demodulation

It is apparent from Figures 1 and 4 that the ASK signal has a well defined envelope. Thus it is amenable to demodulation by an envelope detector.

With bandlimiting of the transmitted ASK neither of these demodulation methods (envelope detection or synchronous demodulation) would recover the original binary

sequence; instead, their outputs would be a bandlimited version. Thus further processing - by some sort of decision-making circuitry for example - would be necessary.

Thus demodulation is a two-stage process:

1. recovery of the bandlimited bit stream
2. regeneration of the binary bit stream

Figure 4 illustrates.

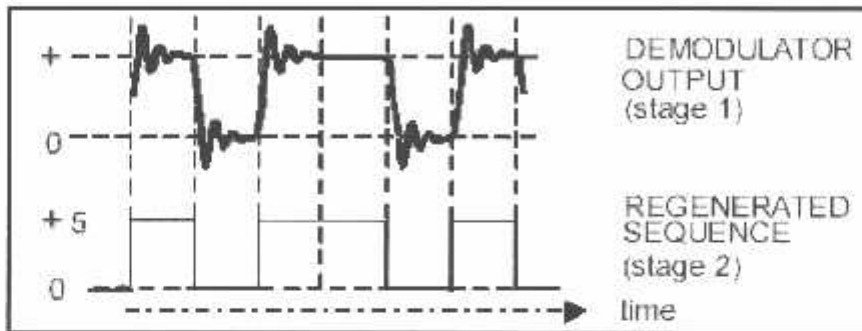


Figure 4: the two stages of the demodulation process

Modeling an ASK Generator

It is possible to model the rather basic generator shown in Figure 2.

The switch can be modeled by one half of a DUAL ANALOG SWITCH module. Being an *analog* switch, the carrier frequency would need to be in the audio range. The TTL output from the SEQUENCE GENERATOR is connected directly to the CONTROL input of the DUAL ANALOG SWITCH. For a synchronous carrier and message use the 8.333 kHz TTL sample clock (filtered by a TUNEABLE LPF) and the 2.083 kHz sinusoidal message from the MASTER SIGNALS module.

If you need the TUNEABLE LPF for bandlimiting of the ASK, use the sinusoidal output from an AUDIO OSCILLATOR as the carrier. For a synchronized message as above, tune the oscillator close to 8.333 kHz, and lock it there with the sample clock connected to its SYNCH input.

This arrangement is shown modeled in Figure 5.

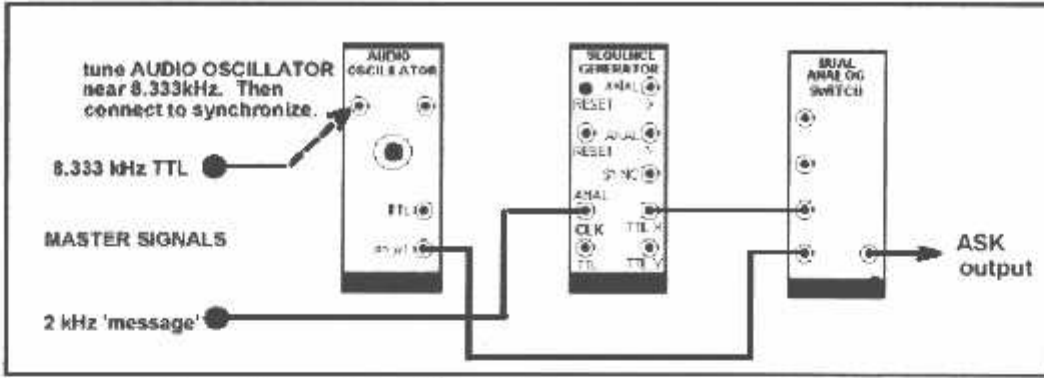


Figure 5: modeling ASK with the arrangement of Figure 2
Demodulation of an ASK signal

Having a very definite envelope, an envelope detector can be used as the first step in recovering the original sequence. Further processing can be employed to regenerate the true binary waveform.

Figure 6 is a model for envelope recovery from a baseband ASK signal.

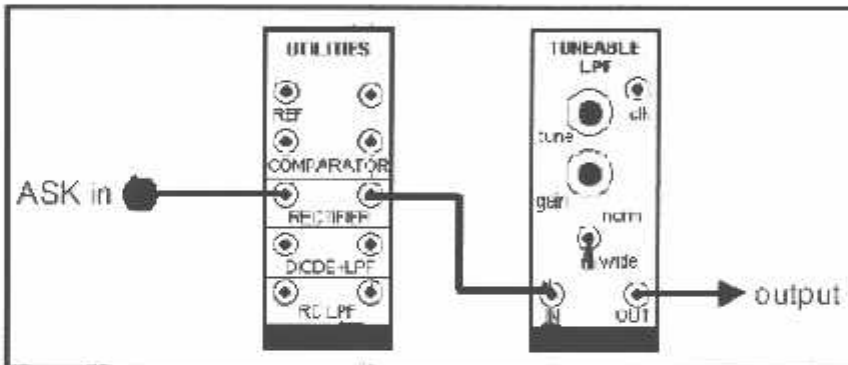


Figure 6: envelope demodulation of baseband ASK

The output from the above demodulators will not be a copy of the binary sequence TTL waveform. Bandlimiting will have shaped it, as (for example) illustrated in Figure 3.

If the ASK has been bandlimited before or during transmission (or even by the receiver itself) then the recovered message, in the demodulator, will need restoration ('cleaning up') to its original bi-polar format.

Some sort of decision device is then required to regenerate the original binary sequence. This could be done with a COMPARATOR.

Operating manual for wireless camera

Characters:

Wireless transmission, small size, light weight, low power consumption, high sensibility, easy operation and installation.

Operation manual:

1. Connect the antenna with the receiver,
2. Connect the output of receiver with monitor with AV wire;
3. Plug power jack of DC power supply(9V, 12V, 500mA) into the power socket of the receiver(the power indicator is on);
4. Plug power jack of DC power supply(5V, 8V, 500mA)into the power socket of the camera(battery of the same voltage is acceptable);
5. Fine tune to the desired position(until the image of wireless camera is received);
6. Adjust the lens of the camera to best position.

Function:

Suitable for household, companies, shops, factories, etc.

Notice:

The product is prohibited from illegal activities.

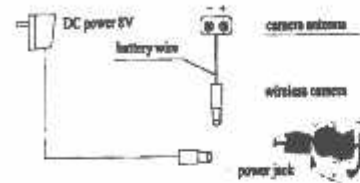
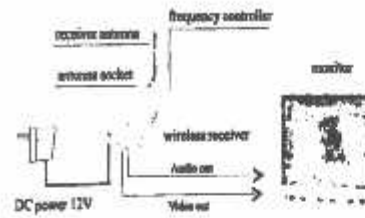


Image pickup	1/3, 1/4
TV system	PLA/CCIR, NTSC/EIA
Definition	380TV lines
Scan frequency	PLA/CCIR: 50Hz, NTSC/EIA: 60Hz
Min. illumination	2LUX
Output power	200mW
Output frequency	900MHz, 1200MHz, 2400MHz
Camera power	DC+8V
Receiver power	DC+12V