

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT KONTROL LAMPU PADA RUKO MENGGUNAKAN REMOTE CONTROL TV SONY BERBASIS ATMEGA32



Disusun Oleh :
AULIA IEFAN DATYA
03.17.005



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

SEPTEMBER 2008

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT KONTROL LAMPU PADA
RUKO MENGGUNAKAN REMOTE CONTROL TV SONY BERBASIS
ATMEGA32

SKRIPSI

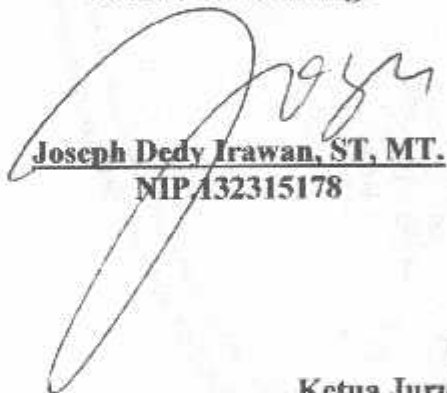
*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Elektronika Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

AULIA IEFAN DATYA
NIM : 03.17.005

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I



Joseph Dedy Irawan, ST, MT.
NIP. 132315178

Dosen Pembimbing II



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

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



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

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



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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Aulia Iefan Datya
NIM : 03.17.005
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Alat Kontrol Lampu Pada Ruko
Menggunakan Remote Control TV Sony Berbasis Atmega32

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

Hari : Selasa
Tanggal : 23 September 2008
Dengan Nilai : 83,5 (A) *BY*



Ketua Majelis Penguji

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

Sekretaris Majelis Penguji

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

Penguji I

(Ir. TH Mimien Mustikawati, MT)
NIP. P.103000352

Penguji II

(Sotyo Hadi, ST, MSc)
NIP. 1039700309

ABSTRAKSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT KONTROL LAMPU PADA RUKO MENGGUNAKAN REMOTE CONTROL TV SONY BERBASIS ATMEGA32

Aulia Iefan Datya
03.17.005

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

Dosen Pembimbing : Joseph Dedi Irawan, ST, MT
I Komang Somawirata, ST, MT

Remote control TV pada umumnya mempunyai fungsi memindahkan channel, mengatur volume suara dan menjalankan fungsi fungsi lain yang telah diprogram di dalam televisi. Selain fungsi fungsi tersebut, remote control TV juga dapat dimanfaatkan dalam aplikasi elektronika di dalam kehidupan sehari hari. Dalam jurnal ini, remote control TV Sony dapat difungsikan sebagai alat kontrol lampu pada ruko berbasis Atmega 32.

Alat ini bekerja dengan menggunakan masukan dari remote control TV Sony. Untuk menghidupkan lampu, dilakukan dengan menekan tombol channel pada remote TV Sony, penomoran pada lampu dilakukan sesuai dengan penomoran pada tombol channel remote TV Sony. Setelah tombol channel ditekan, data yang dikirim dari remote control TV Sony diterima oleh infrared receiver pada rangkaian alat. Kemudian data ini diolah oleh rangkaian mikrokontroller Atmega 32, dan lampu akan menyala sesuai dengan nomor tombol remote control TV Sony yang ditekan.

Status lampu akan ditampilkan pada sebuah LCD 16x4, sedangkan jumlah daya lampu ditampilkan terpisah pada sebuah LCD 16x2 setelah datanya diolah oleh rangkaian wattmeter digital

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan berkat, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perancangan Dan Pembuatan Alat Kontrol Lampu Pada Ruko Menggunakan Remote Control TV Sony Berbasis ATMEGA32”** ini dengan lancar. Skripsi ini merupakan persyaratan kelulusan Studi di Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang dan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

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

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
4. Bapak Joseph Dedy Irawan, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak I Komang Somawirata, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Kedua orang tua dan saudara saudara yang telah memberikan dukungan.
7. Semua teman – teman yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

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

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

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

Malang, September 2008

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Pendahuluan	6
2.1 Dioda	6
2.2 Liquid Crystal Display M1632	7
2.2.1 Sinyal Interface M1632	8
2.2.2 Mengatur tampilan M1632	9
2.3 Mikrokontroler AVR ATmega32	14
2.3.1 Arsitektur	14
2.3.2 Konfigurasi Pin Pin mikrokontroler ATmega32	17
2.3.3 Peta Memori	18
2.3.4 Status Register (SREG)	19
2.3.5 Register I/O	21
2.3.6 Oscillator	22

2.3.7	Interupsi	22
2.3.8	Timer/Counter 2	26
2.3.9	Register TIMSK	28
2.4	Remote Control TV Sony dan Infra Red	30
2.4.1	Modulasi dan format data	30
2.4.2	Menterjemahkan data melalui infra merah	31
2.5	TRIAC dan Oпто TRIAC	32
 BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT		34
3.1	Perancangan Perangkat Keras	35
3.1.1	Blok Diagram Alat	35
3.1.2	Remote Control TV SONY dan Penerima Infra Red	38
3.1.2.1	Remote Control TV SONY	38
3.1.2.2	Penerima Infra Red Remote	38
3.1.3	Perancangan Minimum Sistem ATmega32	39
3.1.4	Perancangan Detektor Arus	41
3.1.5	Perancangan Indikator Nyala lampu	42
3.1.6	Perancangan LCD 16x4	42
3.1.7	Perancangan Rangkaian Wattmer Menggunakan resistor Shunt	43
3.1.7.1	Perancangan Minimum Sistem ATmega16	43
3.1.7.2	Perancangan Rangkaian Resistor sebagai pengkonversi arus menjadi tegangan	45
3.1.7.3	Perancangan Rangkaian LCD 16x2	46
3.2	Perancangan Perangkat Lunak	47
3.2.1	Diagram Alir Perancangan	47
 BAB IV PENGUJIAN DAN HASIL ANALISA		49
4.1	Pengujian Remote Control TV SONY	49
4.2	Pengujian Detektor Arus	50
4.3	Pengujian Rangkaian Wattmeter	53

BAB V PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Mengambil/Mengirim data ke/dari M1632	9
Gambar 2.2. Rangkaian LCD M1632	12
Gambar 2.3. Arsitektur ATmega 32	15
Gambar 2.4. Blok Diagram AVR ATmega32.....	16
Gambar 2.5. Konfigurasi Pin ATmega32	17
Gambar 2.6. Data Memory Map.....	19
Gambar 2.7. Status Register AVR ATmega32	20
Gambar 2.8. Register MCU/MCR	23
Gambar 2.9. General Interrupt Control Register	28
Gambar 2.10. Register TCCR2.....	27
Gambar 2.11. Register TIMSK.....	29
Gambar 2.12. Letak Spektrum Gelombang Infra Merah	30
Gambar 2.13. Format Data Remote Control Sony	31
Gambar 2.14. Sinyal yang dipancarkan oleh remote control dan sinyal yang diterima oleh mikrokontroler setelah melalui IR receiver modul	32
Gambar 2.15. Lambang Schematic TRIAC	32
Gambar 3.1. Blok Diagram alat kontrol lampu pada ruko menggunakan remote Control TV SONY berbasis ATMEGA32	35
Gambar 3.2. Rangkaian Minimum Sistem ATmega32	39
Gambar 3.3. Rangkaian reset pada ATmega32.....	40
Gambar 3.4. Rangkaian Detektor Arus.....	41
Gambar 3.5. Rangkaian LCD 16x4	42
Gambar 3.6. Rangkaian Minimum Sistem ATmega16 pada Wattmeter	43
Gambar 3.7. Rangkaian Resistor Shunt.....	45
Gambar 3.8. Rangkaian LCD 16x2	46
Gambar 3.9. Diagram Alir Sistem Secara Keseluruhan.....	47
Gambar 4.1. Pengujian Remote Control TV SONY pada saat tombol channel 1 ditekan.....	51

Gambar 4.2. Rangkaian Detektor Arus	51
Gambar 4.3. Pengujian rangkaian detektor arus pada saat loop arus terbuka	51
Gambar 4.4. Pengujian rangkaian detektor arus pada saat loop arus tertutup	52
Gambar 4.5. Rangkaian Watmeter	53
Gambar 4.6. Pengujian Rangkaian Wattmeter Pada saat beban 18 Watt	54
Gambar 4.7. Pengujian Rangkaian Wattmeter pada saat beban 144 Watt	54
Gambar 4.8. Foto Alat Keseluruhan	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Fungsi fungsi pin LCD M1632	11
Tabel 2.2. Kondisi Interupsi Eksternal 1	23
Tabel 2.3. Kondisi Interupsi Eksternal 0	23
Tabel 2.4. Macam Sumber Interupsi Pada AVR ATmega32	25
Tabel 2.5. Konfigurasi Bit WGM21 dan WGM20	27
Tabel 2.6. Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 Compare Output Mode non PWM	27
Tabel 2.7. Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 Compare Output Mode fast PWM	27
Tabel 2.8. Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 Compare Output Mode phase correct PWM	28
Tabel 2.9. Konfigurasi Bit Clock Select Untuk Memilih Sumber Clock	27
Tabel 4.1. Data Heksa Yang Dikirimkan Oleh tiap tiap tombol Channel	50
Tabel 4.2. Tegangan Pada Detektor Arus	53
Tabel 4.3. Tegangan Pada Resistor Shunt	55



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sehubungan dengan perkembangan pola pikir manusia ilmu pengetahuan dan teknologi ternyata mengalami kemajuan terus menerus. Perbaikan terhadap teknologi yang sudah ada terus dilakukan agar menjadi lebih mudah. Salah satu bidang teknologi yang mengalami perkembangan lebih pesat adalah teknologi elektronika yang tidak terlepas dari tuntutan masyarakat yang terus – menerus berkembang sesuai dengan kondisi dan situasi yang dihadapi.

Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin berkembang, maka pemanfaatan teknologi dapat diterapkan dalam berbagai bidang, salah satunya pada bidang elektrikal. Aplikasi yang dapat dibuat bertujuan untuk memudahkan pengontrolan lampu pada ruko bertingkat. Apabila pengontrolan lampu dilakukan secara manual tentunya cukup merepotkan bila harus menghidupkan atau mematikan saklar lampu yang berada di lantai 2. Tentunya hal ini menjadi kurang efisien, maka dari itu penulis mencoba untuk memberikan solusi dengan memanfaatkan remote TV SONY untuk mengontrol lampu penerangan ruko berbasis mikrokontroler Atmega32.

Penggunaan sistem kontrol lampu secara terpusat ini dapat memudahkan pemilik ruko untuk menghidupkan atau mematikan lampu. Pemilik ruko dapat

mengetahui kondisi lampu dengan melihat LCD yang terpasang pada kotak panel.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan alat kontrol lampu pada ruko menggunakan remote control TV SONY berbasis Atmega32 maka dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan dibahas yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem komunikasi antara remote TV SONY dengan mikrokontroler Atmega32 ?
2. Bagaimana merancang dan membuat detektor arus ?
3. Bagaimana menampilkan kondisi tiap-tiap lampu pada LCD ?
4. Bagaimana merancang dan membuat perangkat keras dan perangkat lunak atau *software* pada mikrokontroler Atmega32 yang digunakan sebagai unit kontrol secara terpusat ?

1.3. Tujuan

Tujuan dari perancangan dan pembuatan perancangan dan pembuatan alat kontrol lampu pada ruko menggunakan remote control TV SONY berbasis Atmega32 ini adalah :

Merencanakan dan membuat sistem untuk mengontrol lampu secara terpusat dengan menggunakan remote TV SONY, sehingga dapat memudahkan pemilik ruko untuk menyalakan atau mematikan lampu. Serta dapat mengetahui kondisi lampu (nyala atau padam) dengan melihat tampilan pada LCD.

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan dari perancangan dan pembuatan alat kontrol lampu pada ruko menggunakan remote control TV SONY berbasis Atmega32 ini tidak terlalu meluas maka penyusun perlu membuat batasan-batasan masalah yang meliputi :

1. Wattmeter yang dirancang hanya mengukur besarnya arus, tidak sampai pada pengukuran sudut fasa.
2. Daya yang diukur maksimal 160 watt.
3. Remote TV yang digunakan adalah remote TV SONY.
4. Membahas cara kerja dari defektor arus
5. Membahas sistem kerja dari komunikasi antara remote TV SONY dengan mikrokontroller Atmega32.

1.5. Metodologi Perancangan

Metodologi yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan alat kontrol lampu ruko menggunakan remote kontrol TV SONY berbasis ATMEGA32 adalah sebagai berikut :

- a. Studi literatur untuk memahami mikrokontroler ATMEGA32 dan remote kontrol TV SONY. Selain itu juga ditambah dengan memahami sistem dan rangkaian elektronika yang mendukung untuk merealisasikan alat secara keseluruhan.
- b. Percobaan dan eksperimen dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam membuat rancangan sistem elektronika.

- c. Pada tahap realisasi alat yang dibuat, dilakukan perancangan alat yang meliputi merancang rangkaian untuk tiap-tiap blok dan rancangan rangkaian keseluruhan sistem, pembuatan PCB, dan perakitan hasil rancangan.
- d. Untuk mengetahui cara kerja alat, maka dilakukan pengujian tiap blok dan pengujian secara keseluruhan. Pengujian tiap blok meliputi pengujian : (1) Remote Kontrol TV SONY dan Penerima Infra Red, (2) Driver TRIAC, (3) Rangkaian detektor arus, (4) Rangkaian Pengkondisi Sinyal Feedback, (5) Minimum Sistem Mikrokontroler ATMEGA32, (6) Rangkaian Wattmeter Menggunakan resistor shunt, (7) Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menggabungkan seluruh rangkaian elektronik, mekanik alat dan program.
- e. Menganalisis hasil pengujian untuk membuat kesimpulan.

1.6.Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan dari skripsi ini terdiri dari pokok pembahasan yang saling berkaitan antara satu dengan lainnya, yaitu :

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, sistematika pembahasan dari alat yang direncanakan.

BAB II Landasan Teori

Pada bab ini dibahas tentang teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat ini yang meliputi format data

remote TV SONY, rangkaian pengkondisi signal, rangkaian detektor arus dan mikrokontroler ATMEGA32 dan ATMEGA16, rangkaian *wattmeter* menggunakan Resistor Shunt.

BAB III Perencanaan Dan Pembuatan Alat

Pada bab ini dibahas tentang perencanaan dan pembuatan keseluruhan sistem perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

BAB IV Pengujian Alat

Pada bab ini dibahas tentang proses serta hasil dari pengujian alat, yang didasarkan oleh pengukuran-pengukuran.

BAB V Penutup

Pada bab ini akan disampaikan kesimpulan dari perencanaan dan pembuatan sistem ini.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori penunjang dari peralatan yang direncanakan. Teori penunjang ini akan membahas tentang komponen dan peralatan pendukung pada alat yang dibuat. Pokok pembahasan pada bab ini adalah :

1. Dioda
2. *Liquid Crystal Display* (LCD) M1632
3. ATMEGA32
4. Remote TV SONY dan Infra Red
5. TRIAC dan OPTO TRIAC

2.1 Dioda

Salah satu komponen penting dalam elektronika adalah dioda. Arah arus mempengaruhi sifat dari dioda. Satu sisi dari dioda disebut anoda, yang lain katoda. Katoda ada pada ujung depan dari segitiga. Komponen dioda biasanya berbentuk silinder dan biasanya diberi lingkaran pada katoda untuk menunjukkan posisi garis dalam lambang.

Sebagai pendekatan pertama bisa dikatakan bahwa dioda mengizinkan arus untuk mengalir ke satu arah saja. Ketika dioda mendapatkan tegangan yang lebih positif daripada katoda, maka arus bisa mengalir dengan bebas. Dalam situasi ini dikatakan dioda dibias maju. Kalau tegangan dibalikkan, berarti katoda positif

terhadap anoda, arus tidak bisa mengalir kecuali suatu arus yang sangat kecil. Dalam situasi ini dikatakan dioda dibias maju. Kalau tegangan dibalikkan, berarti katoda positif terhadap anoda, arus tidak bisa mengalir kecuali suatu arus yang sangat kecil. Dalam situasi ini dikatakan dioda dibias balik atau dibias mundur. Arus yang mengalir ketika dioda dibias balik disebut arus balik atau arus bocor dari dioda dan arus itu begitu kecil sehingga dalam kebanyakan rangkaian bisa diabaikan. Arus bisa mengalir ke arah segitiga dalam lambang skema rangkaian. Supaya arus bisa mengalir ke arah maju, tegangan harus sebesar 0.7V pada dioda Silikon (disingkat dengan Si) dan 0.3V pada dioda Germanium (disingkat dengan Ge) dan tegangan yang lebih besar lagi untuk LED. Kalau tegangan lebih kecil daripada batas batas tersebut sebenarnya juga terdapat arus, tetapi arus itu kecil.

Jadi sifat dari dioda berbeda jika arah tegangan pada sambungannya berbeda. Sifat yang mengijinkan arus mengalir hanya ke satu arah bisa dipakai untuk mengubah arus bolak balik menjadi arus searah.

2.2 Liquid Crystal Display (LCD) M1632

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

Bagian kedua merupakan sebuah sistem yang dibentuk dengan mikrokontroler yang ditempelkan dibalik pada panel LCD, berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi M1632 dengan mikrokontroler yang memakai tampilan LCD itu. Dengan demikian pemakaian M1632 menjadi

sederhana, sistem lain yang M1632 cukup mengirimkan kode-kode ASCII dari informasi yang ditampilkan seperti layaknya memakai sebuah printer.

2.2.1 Sinyal interface M1632

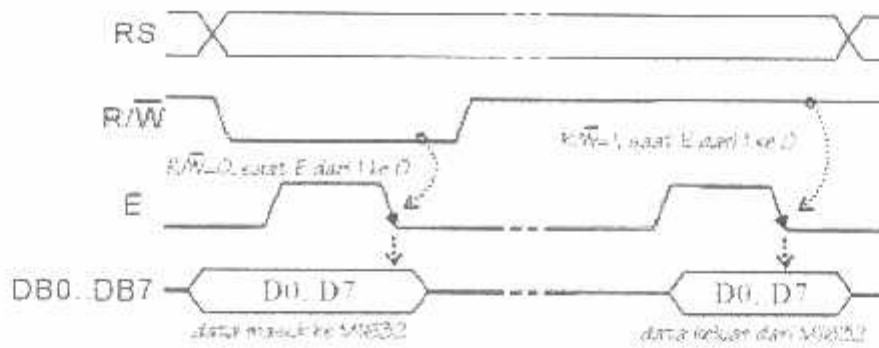
Untuk berhubungan dengan mikrokontroler pemakai, M1632 dilengkapi dengan 8 jalur data (**DB0..DB7**) yang dipakai untuk menyalurkan kode ASCII maupun perintah pengatur kerjanya M1632. Selain itu dilengkapi pula dengan **E**, **R/W** dan **RS** seperti layaknya komponen yang kompatibel dengan mikroprosesor.

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

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

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

Proses mengirim/mengambil data ke/dari M1632 digambarkan dalam gambar 2-26 bisa dijabarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1. Mengirim/Mengambil Data Ke/Dari M1632

Sumber : alds.sits.edu, rubrik analog, STTS Surabaya

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

2.2.2 Mengatur tampilan M1632

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

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

1. Tunggu dulu selama 15 mili-detik atau lebih.
2. Kirimkan perintah 30h, artinya transfer data antar M1632 dan mikrokontroler dilakukan dengan mode 8 bit
3. Tunggu selama 4,1 mili-detik
4. Kirimkan sekali lagi perintah 30h
5. Tunggu lagi selama 100 mikro-detik

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

Di atas dipakai ATmega32 sebagai contoh, meskipun demikian semua yang dibahas di atas sepenuhnya bisa dipakai pada mikrokontroler MCS 51. Dalam pemakaiannya karena berbagai macam alasan, bisa saja sinyal **E**, **RW** dan **RS** tidak disimulasikan di **P3.4**, **P3.5** dan **P3.7**. Hal ini bisa diselesaikan dengan melakukan beberapa penyesuaian, yakni tentukan dulu perubahan rangkaian sesuai dengan keadaan yang ada, dan perubahan rangkaian itu harus di sesuaikan di baris 1 sampai 3 pada potongan program di atas.

M1632 mempunyai 8 jalur data dan memerlukan 3 jalur kontrol, dalam suatu rangkaian yang memakai banyak port dari MC-S51, bisa terjadi kekurangan port untuk menghubungkan MCS51 ke M1632. Jika sampai terjadi hal semacam ini bisa ditempuh hal hal berikut :

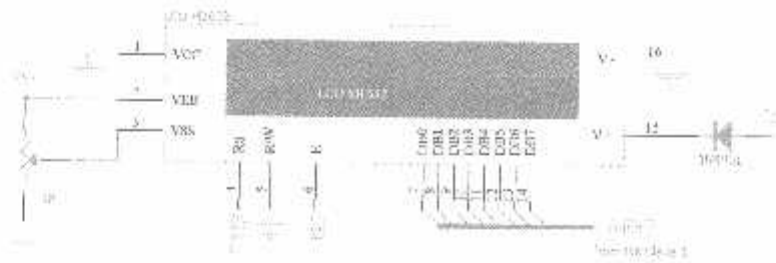
1. M1632 dipakai dalam mode data 4 bit, yakni hanya memakai jalur data **D0..D3**
2. Dengan sedikit tambahan rangkaian sinyal **WR** dan **RD** diubah menjadi sinyal **E** dan **R/W** gaya Motorola, sehingga tidak perlu menyediakan port untuk mensimulasikan sinyal-sinyal tersebut.

Berikut adalah gambar rangkaian LCD dengan komponen-komponen pendukung dengan pin-pin yang akan dihubungkan pada mikrokontroler MCS 51 :

Tabel 2.1. Fungsi fungsi pin LCD M1632

Sumber : LCD Modul User Manual, Seiko Instrument Ing, 1987

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



Gambar 2.2. Rangkaian LCD M1632

Sumber : aids.stts.edu, rubrik analog. STTS Surabaya

LCD M1632 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

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

Pada LCD juga terdapat instruksi – instruksi sebagai berikut :

- *Display clear* : membersihkan tampilan yang ada pada LCD serta menyimpan, sedangkan kursor kembali ke posisi semula.
 - *Cursor home* : hanya membersihkan tampilan dan kursor kembali ke semula.
 - *Empty mode Set* : layar beraksi sebagai tampilan tulis.
- S : 1/0 – menggeser layar.

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

I/O : 0 = kursor bergerak ke kiri dan layar bergerak ke kanan

- *Display On/Off* kontrol.

D : 1 = layar on

D : 0 = layar off

C : 1 = kursor on

C : 0 = kursor off

B : 1 = kursor berkedip-kedip

B : 0 = kursor tidak berkedip – kedip

- *Cursor Display Shift*

S/C : 1 = LCD diidentifikasi sebagai layar

S/C : 0 = LCD diidentifikasi sebagai kursor

R/L : 1 = menggeser satu spasi ke kanan

R/L : 0 = menggeser satu spasi ke kiri

- *Function Set*

DL : 1 = panjang data LCD pada 8 bit

DL : 0 = panjang data LCD pada 4 bit

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

N : I/O = LCD menggunakan 2 atau 1 baris karakter

P : I/O = LCD menggunakan 5 x 10 dot matrik

- *CG RAM address set* : menulis alamat RAM ke karakter
- *DD RAM address set* : menulis alamat RAM ke tampilan
- *BF/address set* : BF = I/O, LCD dalam keadaan sibuk atau tidak sibuk.
- *Data write to CG RAM or DD RAM* : membaca byte dari alamat terakhir RAM yang dipilih.

2.3 Mikrokontroler AVR Atmega32

2.3.1. Arsitektur

AVR Atmega32 adalah mikrokontroler 32-bit CMOS, low-power yang berdasarkan pada bentuk arsitektur AVR RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), yang hampir semua instruksinya selesai dikerjakan dalam satu siklus clock. AVR ATmega32 menggunakan instruksi tunggal (*Single Clock Cycle*), yaitu sistem mikrokontroler yang frekuensi kerja dalam chip sama dengan frekuensi kristal untuk osilator tanpa memerlukan rangkaian pembagi frekuensi setelah osilator yang diperlukan untuk memperoleh perbedaan fase dari clock, sehingga AVR 12 kali lebih cepat dibanding MCS51.

Berbagai karakteristik yang tersedia dalam IC ATmega32 adalah sebagai berikut:

- 328K bytes In-System Programmable Flash
- 1024 bytes EEPROM (*Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*)
- 2 Kilo bytes Internal SRAM (*Static Random Access Memory*)
- 23 jalur I/O general-purpose
- 32 x 8 general-purpose working register
- Timer/Counter yang fleksibel dengan mode pembandingan
- Interupsi internal dan eksternal

- Pemrograman serial UART (*Universal Asynchronous Receiver and Transmitter*)
- Serial Port SPI (*Serial Peripheral Interface*)

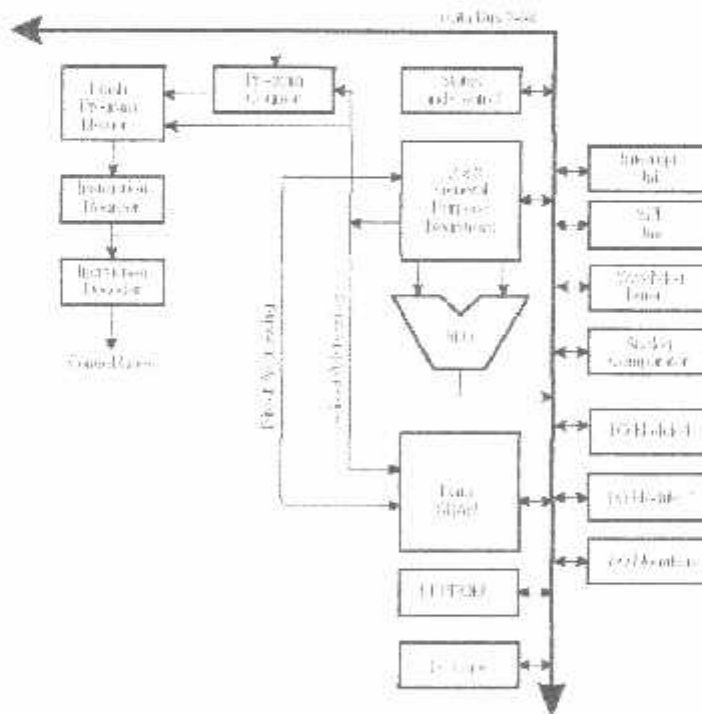
ATmega 32 mempunyai dua buah power-save mode yang dapat diatur melalui software, yaitu:

a. Idle Mode

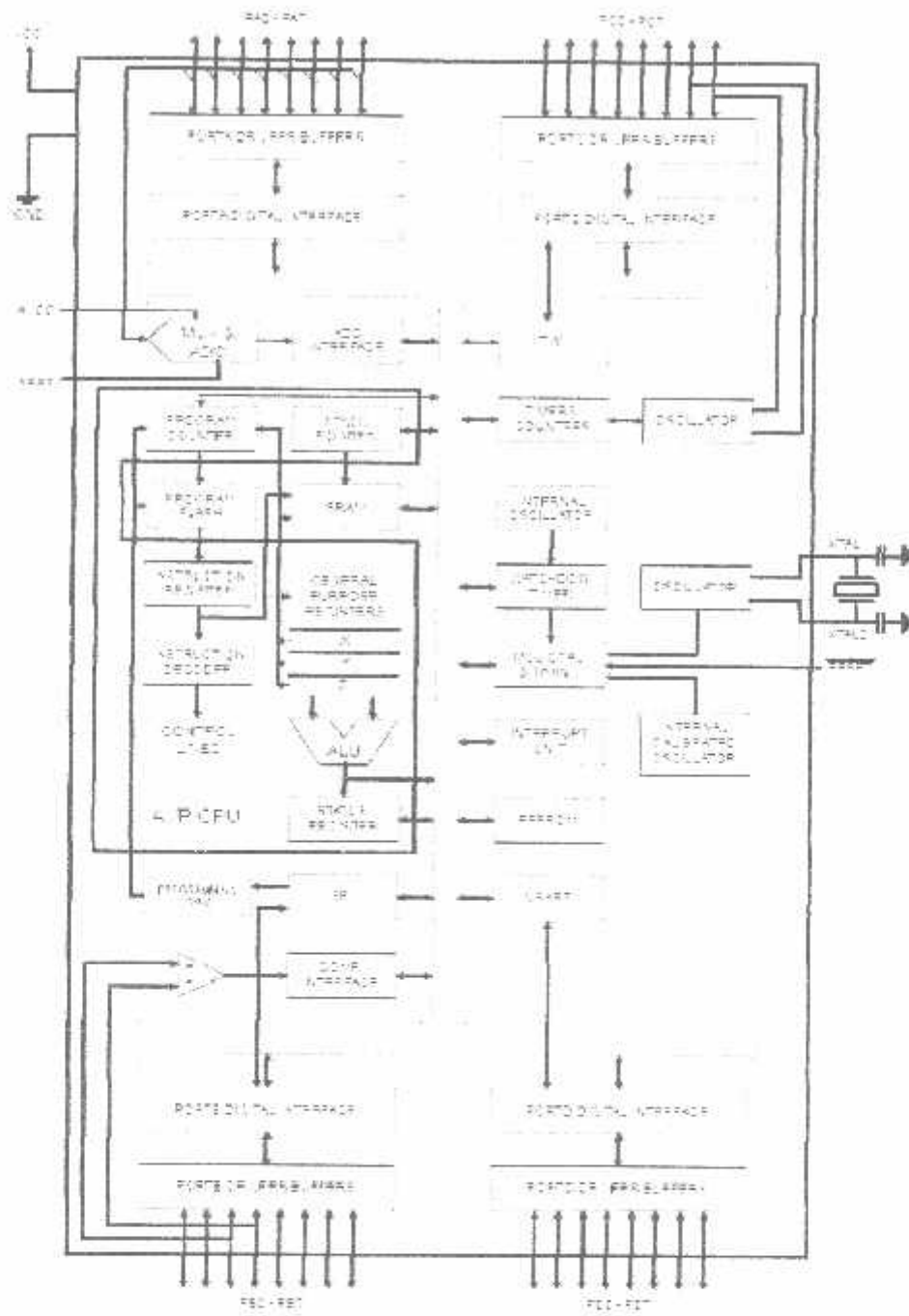
Menghentikan CPU sementara SRAM, Timer/ Counter, port SPI, dan sistem tetap berfungsi

b. Power-Down Mode

Menyimpan isi register dan menahan osilator untuk tidak mengaktifkan fungsi-fungsi chip yang lain sampai terjadi reset atau interupsi dari luar.



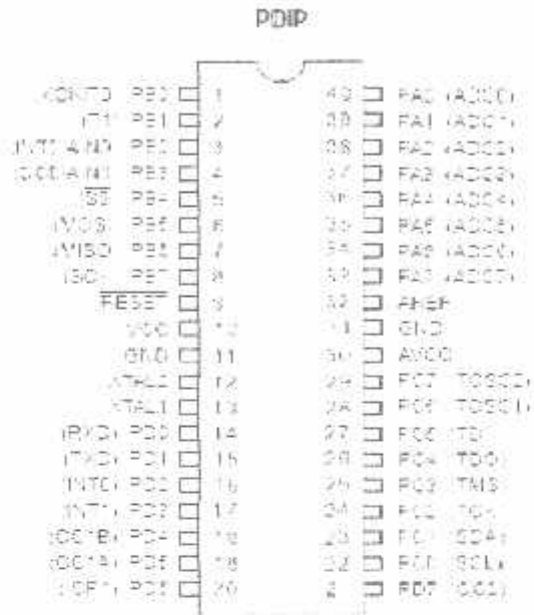
Gambar 2.3. Arsitektur AVR ATmega32



Gambar 2.4. Blok Diagram AVR ATmega32

2.3.2. Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroller ATmega32

Mikrokontroller ATmega32 mempunyai 28 pin seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.5. Konfigurasi Pin ATmega32

Fungsi tiap pin-nya adalah sebagai berikut:

- Vcc: Tegangan Supply
- Gnd: Ground
- Port A (PA0-PA7): Port dua arah I/O 8-bit, kaki portnya dapat menyediakan resistor pull-up internal (dipilih untuk masing-masing bit). Port A juga dapat mengendalikan tampilan LED secara langsung.
- Port B (PB0-PB7): Port dua arah I/O 8-bit dengan resistor pull-up internal, digunakan pada fungsi-fungsi khusus dari karakteristik Atmega32.
- Port C (PC0-PC7): Port dua arah I/O 7-bit dengan resistor pull-up internal.
- PC6/RESET: Jika fuse RSTDISBL sudah diprogram, PC6 digunakan sebagai suatu pin I/O. Jika fuse RSTDISBL belum diprogram, PC6 digunakan sebagai

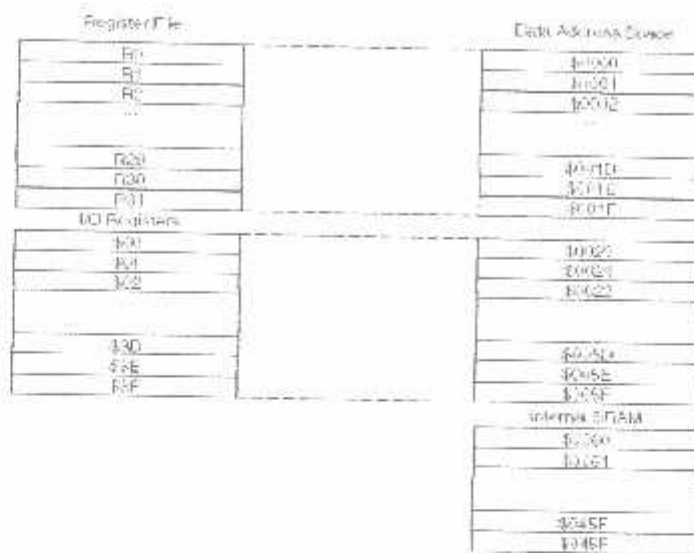
- inputan Reset dimana level low dari pin ini lebih panjang dari pulsa minimum yang dihasilkan Reset.
- g. Port D (PD0-PD7): Port dua arah /O 7-bit dengan resistor pull-up internal. Sebagai input, port D menggunakan eksternal pull low dengan sumber arus jika pull up resistor diaktifkan.
- h. RESET: Input reset. Level low-nya untuk lebih panjang dari pulsa minimum yang dihasilkan reset, meskipun clock tidak bekerja
- i. AV_{CC}: sebagai suplay tegangan untuk A/D converter port C (3.0), dan ADC (7.6). Pin ini harus dihubungkan dengan V_{CC} melalui low-pass filter.
- j. AREF: Pin analog referensi untuk A/D converter.
- k. ADC 7.6 (TQFT and MIF): Pada TQFP dan MLP, ADC 7.6 bekerja sebagai input analog untuk A/D converter. Pin-pinnya mendapat daya dari power suplay analog dan dapat melayani 10 bit saluran ADC.

2.3.3 Peta Memori

AVR ATmega32 memiliki ruang pengalamatan memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 register umum, 64 buah register I/O, dan 1024 byte SRAM *Internal*.

Register keprluan umum menempati *space* data pada alamat terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sementara itu, register khusus untuk menangani I/O dan control terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$20 hingga \$5F. register tersebut merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap peripheral mikrokontroler, seperti control register, timer/ counter, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. Alamat memori berikutnya

digunakan untuk SRAM 1024 byte, yaitu pada lokasi \$60 sampai dengan \$45F. Konfigurasi memori data ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

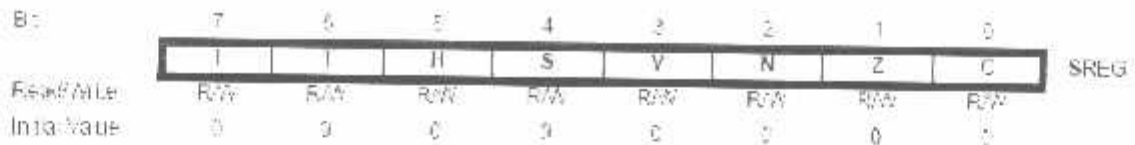


Gambar 2.6. Data Memory Map

Memori program yang terletak dalam *Flash System Reprogrammable Flash* mempunyai 8K byte karena setiap instruksi memiliki lebar 16-bit atau 32-bit. AVR ATmega memiliki 4K byte x 16-bit *Flash* dengan alamat mulai dari \$00 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12-bit *Program Counter* sehingga mampu mengalami isi *Flash*. Selain itu, AVR ATmega8 juga memiliki memory data berupa EEPROM 8-bit sebanyak 512 byte. Alamat EEPROM dimulai dari \$000 sampai \$1FF.

2.3.4. Status Register (SREG)

Status register adalah register berbasis status yang dihasilkan pada setiap operasi yang dilakukan ketika suatu instruksi dieksekusi. SREG merupakan bagian dari inti CPU mikrokontroler.



Gambar 2.7. Status Register AVR Atmega32

Keterangan dari bit SREG adalah:

a. Bit 7 - I: *Global Interrupt Enable*

Bit harus diset untuk meng-enable interupsi. Setelah itu, baru dapat mengaktifkan interupsi mana yang akan digunakan dengan cara meng-enable bit control register yang bersangkutan secara individu. Bit akan di-clear apabila terjadi suatu interupsi, serta akan diset kembali oleh intruksi RETI.

b. Bit 6 - T: *Bit Copy Storage*

Intruksi BLD dan BST menggunakan bit-T sebagai sumber atau tujuan dalam operasi bit. Suatu bit dalam suatu register GPR dapat disalin ke bit T menggunakan instruksi BST, dan sebaliknya bit T dapat disalin kembali ke suatu bit dengan register GPR menggunakan instruksi BLD.

c. Bit 5 - H: *Half Carry Flag*

d. Bit 4 - S: *Sign Bit, $S = N \oplus V$*

Bit-S merupakan hasil operasi EOR antara *flag-N* (negative) dan *flag V* (komplemen dua *overflow*).

e. Bit 3 - V: *Two's Complement Overflow Flag*

Bit berguna untuk mendukung operasi aritmatika.

f. Bit 2 - N: *Negative Flag*

Apabila suatu operasi menghasilkan bilangan negative, maka *flag-N* akan diset.

g. Bit 1 - Z: *Zero Flag*

Bit akan diset bila hasil operasi yang diperoleh adalah nol.

h. Bit 0 – C: *Carry Flag*

Apabila suatu operasi menghasilkan *carry*, maka bit akan diset.

2.3.5. Register I/O

Semua port pada AVR memiliki kebenaran fungsional *read-modify-write* ketika digunakan sebagai port I/O umum. Ini berarti bahwa arah dari satu pin port dapat diubah tanpa bermaksud mengubah arah dari pin yang lain. Logika port I/O dapat diubah-ubah dalam program secara byte atau hanya bit tertentu. Mengubah sebuah keluaran bit I/O dapat dilakukan menggunakan perintah cbi (clear bit I/O) untuk menghasilkan output low dan perintah sbi (set bit I/O) untuk menghasilkan output high. Pengubahan secara byte dilakukan dengan perintah in atau out yang menggunakan register bantu.

a. Port A

Tiga lokasi alamat memori I/O dilokasikan pada port A, masing-masing adalah register data-Port A, \$1B (\$3B), register data *direction* (register pengarah data)-DDRA, \$1A (\$3A), dan pin input port A-PIN A, \$19 (\$39). Pin-pin port A memiliki fungsi alternatif yang terhubung pada pilihan data eksternal SRAM. Port A dapat dikonfigurasi menjadi multiplexed low order alamat/data bus selama akses ke data memori eksternal. (blok diagram dapat dilihat pada lampiran).

b. Port B

Tiga lokasi alamat memori I/O yang dilokasikan pada port D, masing-masing adalah register data-PORTB, \$18 (\$38), register pengarah data-DDRB, \$17 (\$37), dan pin input port B-PINB, \$16 (\$36) (Blok diagram port B dan fungsi alternative pinnya dapat dilihat pada lampiran).

c. Port C

Tiga lokasi alamat memori I/O yang dilokasikan pada port C, masing-masing adalah register data-PORTC, \$15 (\$35), register pengarah data-DDRC, \$14 (\$34), dan pin input port C-PINC, \$13 (\$33). (Blok diagram skematik dapat dilihat pada lampiran).

d. Port D

Tiga lokasi alamat memori I/O yang dilokasikan pada port D, masing-masing adalah register data-PORTD, \$12 (\$32), register pengarah data-DDRD, \$11 (\$31), dan pin input port D-PIND, \$10 (\$30). (Blok diagram skematik port D dan fungsi alternatif pinnya dapat dilihat pada lampiran).

2.3.6 Osilator

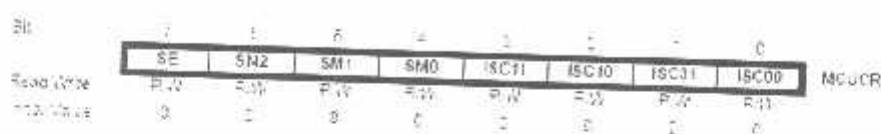
Sumber clock dapat diatur dengan dua cara yaitu osilator internal dan osilator eksternal. Pengaturan osilator eksternal dilakukan dengan menambahkan kristal keramik sesuai kebutuhan. Untuk osilator internal Atmega8 memiliki 4 nilai yaitu 1, 2, 4, 8 MHz. Penggunaan osilator internal menggunakan register OSCCAL, untuk 1 MHz alamat registernya adalah 0X0000, untuk 2 MHz alamat registernya adalah 0X0001, untuk 4 MHz alamat registernya adalah 0X0002, untuk 8 MHz alamat registernya adalah 0X0003

2.3.7 Interupsi

Interupsi adalah kondisi yang membuat CPU berhenti dari rutinitas yang sedang dikerjakan (rutin utama) untuk mengerjakan rutin lain (rutin intrupsi). AVR ATmega8 memiliki 19 sumber interupsi.

a. Pada AVR terdapat 3 pin untuk interupsi eksternal, yaitu INT0, INT1, INT2. Interupsi eksternal dapat dibangkitkan apabila terdapat perubahan logika atau

logika 0 pada pin interupsi, pengaturan kondisi keadaan yang menyebabkan terjadinya interupsi eksternal diatur oleh register MCUCR(MCU Control Register). Yang terlihat pada tabel dibawah ini:



Gambar 2.8. Register MCUCR

Bit penyusunnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

b.Bit ISC11 dan ISC10 bersama-sama menentukan kondisi yang dapat menyebabkan interupsi eksternal pada pin INT1.keadaan selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 beberapa setting kondisi yang menyebabkan interupsi eksternal 1

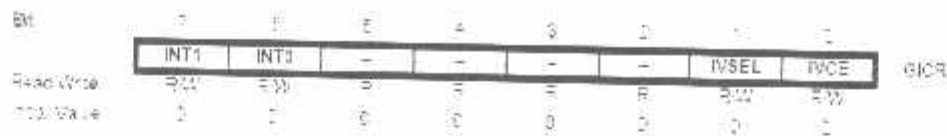
ISC11	ISC10	Description
0	0	The low level of INT1 generates an interrupt request.
0	1	Any logical change on INT1 generates an interrupt request.
1	0	The falling edge of INT1 generates an interrupt request.
1	1	The rising edge of INT1 generates an interrupt request.

c.Bit ISC01 dan ISC00 bersama-sama menentukan kondisi yang dapat menyebabkan interupsi eksternal pada pin INT0. keadaan selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.3 beberapa setting kondisi yang menyebabkan interupsi eksternal 0

ISC01	ISC00	Description
0	0	The low level of INT0 generates an interrupt request.
0	1	Any logical change on INT0 generates an interrupt request.
1	0	The falling edge of INT0 generates an interrupt request.
1	1	The rising edge of INT0 generates an interrupt request.

Pemilihan pengaktifan interupsi eksternal diatur oleh register GICR (General Interupsi Control Register) yang terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 2.9. General Interrupt Control Register

Bit penyusun dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Bit INT1 adalah bit untuk mengaktifkan intrupsi eksternal 1. apabila bit tersebut diberi logika 1 dan bit-I pada SREG (stataus register) juga satu, maka interupsi eksternal 1 akan aktif.
- Bit INT0 adalah bit untuk mengaktifkan intrupsi eksternal 0. apabila bit tersebut diberi logika 1 dan bit-I pada SREG (status register) juga satu, maka interupsi eksternal 0 akan aktif.
- Bit INT2 adalah bit untuk mengaktifkan interupsi eksternal 2 apabila bit tersebut diberi logika 1 dan bit-I pada SREG (status register) juga satu, maka eksternal 2 akan aktif.

Program interupsi dari masing-masing jenis interupsi eksternal akan dimulai dari vektor interupsi pada masing-masing jenis. Alamatnya dapat dilihat pada tabel:

Tabel 2.4 Macam Sumber Interupsi pada AVR Atmega32

Vector No.	Program Address ¹²	Source	Interrupt Definition
1	0x0001 ¹³	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset, and Watchdog Reset
2	0x0001	INT0	External Interrupt Request 0
3	0x0002	INT1	External Interrupt Request 1
4	0x0003	TIMER2 COMP	Timer/Counter2 Compare Match
5	0x0004	TIMER2 OVF	Timer/Counter2 Overflow
6	0x0005	TIMER1 CAPT	Timer/Counter1 Capture Event
7	0x0006	TIMER1 COMP A	Timer/Counter1 Compare Match A
8	0x0007	TIMER1 COMP B	Timer/Counter1 Compare Match B
9	0x0008	TIMER1 OVF	Timer/Counter1 Overflow
10	0x0009	TIMER0 OVF	Timer/Counter0 Overflow
11	0x000A	SPI STC	Serial Transfer Complete
12	0x000B	USART, RXC	USART, Rx Complete
13	0x000C	USART, UDRE	USART Data Register Empty
14	0x000D	USART, TXC	USART, Tx Complete
15	0x000E	ADC	ADC Conversion Complete
16	0x000F	EE_RDY	EEPROM Ready
17	0x0010	ANA_COMP	Analog Comparator
18	0x0011	TWI	Two-wire Serial Interface
19	0x0012	SPM_RDY	Store Program Memory Ready

Untuk inisialisasi awal interupsi, perlu dituliskan terlebih dahulu vektor interupsi dari interupsi yang terdapat pada sistem. Vektor interupsi adalah nilai yang disimpan ke *program counter* pada saat terjadi interupsi sehingga program akan menuju ke alamat yang ditunjukkan oleh *program counter*. alamat interupsi eksternal 0 pada alamat 001H dan interupsi terima serial pada alamat 00B masing-masing alamat vektor memiliki jarak yang berdekatan sehingga akan timbul masalah jika diperlukan rutin layanan interupsi yang panjang oleh sebab itu layanan interupsi eksternal 0 akan melompat ke alamat *ext_int0* dan interupsi terima serial pada alamat *USART_RXC*.

Pengaktifan interupsi eksternal dilakukan dengan memberikan logika satu pada register GICR. Dengan demikian, pada pengaktifan interupsi eksternal 0, akan diberikan logika satu pada bit ke 6 register GICR. pengaktifan interupsi terima serial dilakukan dengan memberikan logika 1 pada bit ke 7 register UCSRA. Terakhir, berikan perintah *sei* untuk menagaktifkan *global interrupt*.

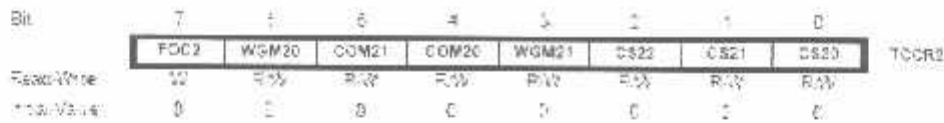
Interupsi dapat muncul kapan pun (kecuali jika bit *enable interupsi* dalam SREG *clear*) dengan demikian, interupsi juga dapat muncul ketika program sedang melakukan kalkulasi. Kalkulasi tersebut merubah flags dalam status register yang digunakan untuk *next step* dari kalkulasi atau untuk beberapa percabangan program. Jika ISR mengubah flags dalam SREG, maka kalkulasi yang sedang ditempatkan dalam program yang berjalan normal dapat di-corrupt. Oleh sebab itu, perlu pengamanan SREG pada setiap subrutin interupsi.

2.3.8. Timer/Counter 2

Timer/counter 2 adalah 8 bit Timer/Counter yang multifungsi. Deskripsi untuk Timer/Counter 2 pada ATmega32 adalah sebagai berikut:

- a. Sebagai Counter 1 kanal
- b. Timer dinolkan saat *match compare (auto reload)*
- c. Dapat menghasilkan gelombang PWM dengan *glitch-free*
- d. Frekuensi generator
- e. Prescaler 10 bit untuk timer
- f. Interupsi timer yang disebabkan timer *overflow* dan *match compare*

Pengaturan timer/counter 2 diatur oleh ICCR2 (Timer/Counter control register 0) yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.10. Register TCCR2

Penjelasan untuk tiap bit adalah:

- a. Bit 7 – FOC2 : Force Output Compare
- b. Bit 6,3 – WGM21 : WGM20: Waveform generation unit

Bit tersebut mengontrol kenaikan counter, sumber dari nilai maksimum counter, dan tipe dari jenis Timer/Counter yang dihasilkan, yaitu mode normal, clear timer mode compare match, dan dua tipe dari PWM (Pulse Width Modulation) berikut tabel setting pada bit untuk mengahilkan mode tertentu:

Tabel 2.5 Konfigurasi Bit WGM21 dan WGM20^[2]

Mode	WGM21 (CTC2)	WGM20 (PWM2)	Timer/Counter Mode of Operation ^[1]	TOP	Update of OCR2	TOV2 Flag Set
0	0	0	Normal	0xFF	Immediate	MAX
1	0	1	PWM, Phase Correct	0xFF	TOP	BOTTOM
2	1	0	CTC	OCR2	Immediate	MAX
3	1	1	Fast PWM	0xFF	TOP	MAX

- c. Bit 5,4 – COM01:COM00: Compare Match Output Mode

Bit mengontrol pin OC0(Output Compare pin) apalagi kedua bit tersebut nol atau clear, maka pin OC0 berfungsi sebagai pin biasa namun, jika salah satu bit set, maka fungsi pin tergantung pada setting bit pada WGM00 dan WGM01 berikut daftar tabel setting bit sesuai setting pada WGM00 adan WGM01.

Tabel 2.6 Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 Compare Output Mode non PWM

COM21	COM20	Description
0	0	Normal port operation, OC2 disconnected.
0	1	Toggle OC2 on Compare Match
1	0	Clear OC2 on Compare Match
1	1	Set OC2 on Compare Match.

Tabel 2.7 Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 Compare Output Mode fast PWM

COM21	COM20	Description
0	0	Normal port operation, OC2 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC2 on Compare Match, set OC2 at TOP
1	1	Set OC2 on Compare Match, clear OC2 at TOP

Tabel 2.8 Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 Compare Output Mode Phase

Correct PWM

COM21	COM20	Description
0	0	Normal port operation, OC2 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC2 on Compare Match when up-counting. Set OC2 on Compare Match when downcounting.
1	1	Set OC2 on Compare Match when up-counting. Clear OC2 on Compare Match when downcounting.

d.Bit 2. 1. 0-CS22,CS21,CS20 : Clock Select

Ketiga bit tersebut memilih sumber clock yang akan digunakan oleh timer/counter Berikut list tabelnya:

Tabel 2.9 Konfigurasi Bit Clock Select untuk Memilih Sumber Clock

CS22	CS21	CS20	Description
0	0	0	No clock source (Timer/Counter stopped).
0	0	1	clk_{T20} (No prescaling)
0	1	0	$clk_{T20}/8$ (From prescaler)
0	1	1	$clk_{T20}/32$ (From prescaler)
1	0	0	$clk_{T20}/64$ (From prescaler)
1	0	1	$clk_{T20}/128$ (From prescaler)
1	1	0	$clk_{T20}/256$ (From prescaler)
1	1	1	$clk_{T20}/1024$ (From prescaler)

2.3.9. Register TIMSK

Selain register di atas terdapat pula register TIMSK (Timer/Counter Interrupt Mask Register).

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	TIMSK
	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	-	TOIE0	
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.11. Register TIMSK

Penjelasan Untuk setiap bit adalah:

a. Bit 0 – TOIE0: Timer/Counter 0 Overflow Interrupt Enable

Jika bit tersebut diberi logika satu dan bit i SREG juga set, maka dilakukan enable interupsi Overflow Timer/Counter 0.

b. Bit 1 – OCIE0: Timer/Counter 0, Output Compare Match Interrupt Enable

Jika bit tersebut diberi logika satu dan bit i SREG juga set, maka bias dilakukan enable interupsi Output Compare Match Timer/Counter 0.

c. Bit 2 – TOIE1: Timer/Counter 1 Overflow Interrupt Enable

Jika bit tersebut diberi logika satu dan bit i SREG juga set, maka dilakukan enable interupsi Overflow Timer/Counter 1.

d. Bit 3 – OCIE1B: Timer/Counter 1, Output Compare B Match Interrupt Enable

Jika bit tersebut diberi logika satu dan bit i SREG juga set, maka dilakukan enable interupsi Overflow Compare Match B Timer/Counter 1.

e. Bit 4 – OCIE1A: Timer/Counter 1, Output Compare A Match Interrupt Enable

Jika bit tersebut diberi logika satu dan bit i SREG juga set, maka dilakukan enable interupsi Overflow Compare Match A Timer/Counter 1.

f. Bit 5 – TICIE1: Timer/Counter 1 Input Capture Interrupt Enable

g. Bit 6 – TOIE2: Timer/Counter 2, Overflow Interrupt Enable

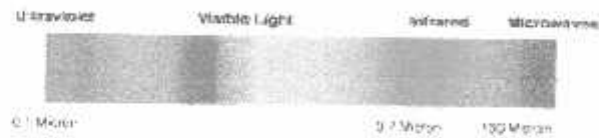
Jika bit tersebut diberi logika satu dan bit i SREG juga set, maka dilakukan enable interupsi Overflow Timer/Counter 2.

h. Bit 7 – OCIE2: Timer/Counter 2, Output Compare Match Interrupt Enable

Jika bit tersebut diberi logika satu dan bit i SREG juga set, maka bisa dilakukan enable interupsi Output Compare Match Timer/Counter 2.

2.4 Remote TV SONY dan Infra Red

Spektrum gelombang infra merah (Infrared) terletak diantara gelombang mikro (microwave) visible light (cahaya tampak), lihat gambar dibawah.



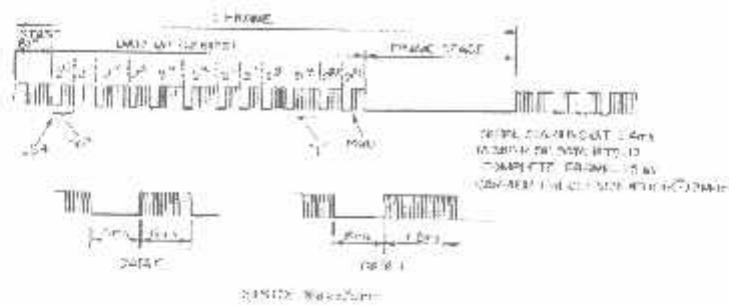
Gambar 2.12. Letak Spektrum Gelombang Infra Merah

Gelombang infra merah digunakan karena sejak ditemukan komponen dioda yang dapat memancarkan gelombang infra merah, dapat diproduksi dengan mudah serta murah, komponen ini dijadikan salah satu pemakaian alat-alat yang dipakai untuk mengontrol peralatan lain tanpa kabel. Contoh yang sering kita pakai sehari-hari adalah peralatan remote control untuk TV, Audio, VCD, AC dll. Dioda infra merah dapat beroperasi dengan tegangan rendah dan arus cukup rendah, sehingga bisa dioperasikan dengan battery kecil saja.

2.4.1 Modulasi Dan Format Data

Salah satu cara yang paling sering dipakai adalah dengan modulasi PWM (Pulse Width Modulation) atau modulasi lebar pulsa. Namun format yang dipakai tiap-tiap pembuat peralatan remotecontrol juga berbeda-beda, misalnya remote control buatan Sony akan berbeda dengan buatan Philips, Panasonic dll. Pada skripsi ini, alat yang dibuat menggunakan remote tv sony, sehingga yang dibahas format menurut Sony dan penulis sengaja memilih format ini karena remote control Sony mudah didapatkan di toko-toko di Indonesia.

Format data infra merah menurut Sony digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.13. Format Data Remote Control Sony

Data dikirim dalam bentuk paket data, dimana didalam paket data tersebut terdapat starting bit atau disebut juga header, urutan data pulsa '0' dan pulsa '1' serta spasi antar paket / antar frame. Data yang dikirim tidak langsung dimodulasikan dengan gelombang infra merah akan tetapi dicampur dulu dengan sinyal pembawa (carrier frequency) dengan frekuensi sebesar 40kHz (atau sebesar 38kHz untuk type tertentu). Starting bit / header diwakili dengan adanya pulsa selebar 2.4 ms. Logika '0' diwakili dengan 0.6 ms tidak ada pulsa dan 0.6 ms ada pulsa. Sedangkan logika '1' diwakili dengan 0.6 ms tidak ada pulsa dan 1.2 ms ada pulsa. Gabungan dari urutan logika '0' dan logika '1' dalam satu frame akan membentuk data yang dikirimkan. Dalam hal ini format Sony mengirimkan 12 bit data.

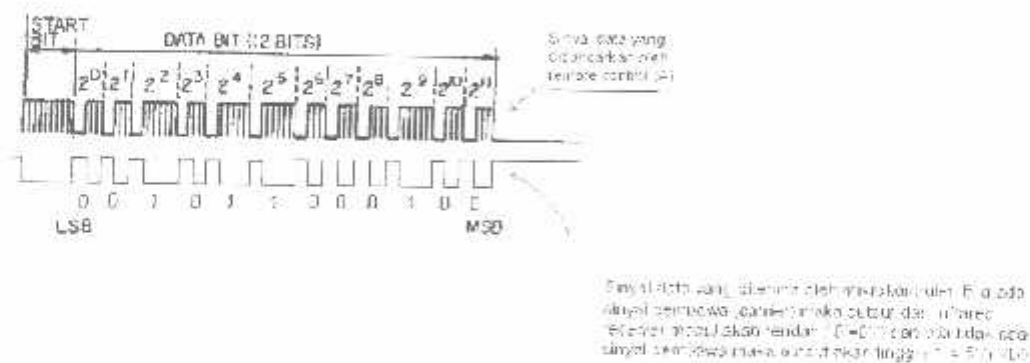
2.4.2 Menterjemahkan Data Melalui Infra Merah

Sinyal infra merah yang dipancarkan oleh remote control bisa diterima dengan bantuan sebuah komponen yang disebut '*Infra red receiver module*'. Komponen ini akan menghilangkan sinyal pembawa sehingga hanya tersisa pulsa data saja yang sudah sesuai dengan level TTL 5 Volt, dan bisa langsung disambungkan ke mikrokontroler.

Dengan bantuan timer dan interrupt yang ada pada mikrokontroler MCS⁵¹, kita bisa lebih mudah menghitung lebar pulsa suatu data serial. Pada percobaan ini kita menggunakan external interrupt 1 sebagai masukan dari sinyal remote control yang kita terjemahkan dan menggunakan internal timer 0 untuk menghitung lebar pulsa sinyal yang masuk.

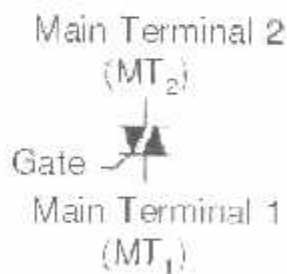
Berikut ini kita bahas cara menterjemahkan sinyal remote control yang dipancarkan oleh remote control Sony.

Cara mengambil lebar pulsa bisa digambarkan sbb:



Gambar 2.14. Sinyal yang dipancarkan oleh remote control (A) dan sinyal yang diterima oleh mikrokontroler setelah melalui IR receiver modul (B).

2.5 TRIAC dan Opto TRIAC



Gambar 2.15. Lambang Schematic TRIAC

TRIAC tersusun dari lima buah lapis semikonduktor yang banyak digunakan pada pensaklaran elektronik. TRIAC biasa juga disebut thyristor bi directional. TRIAC merupakan dua buah SCR yang dihubungkan secara paralel berkebalikan dengan terminal gate bersama.

Berbeda dengan SCR yang hanya melewati tegangan dengan polaritas positif saja, tetapi TRIAC dapat dipicu dengan tegangan polaritas positif dan negatif, serta dapat dihidupkan dengan menggunakan tegangan bolak-balik pada Gate. TRIAC banyak digunakan pada rangkaian pengedali dan pensaklaran.

TRIAC hanya akan aktif ketika polaritas pada Anoda lebih positif dibandingkan Katodanya dan gate-nya diberi polaritas positif, begitu juga sebaliknya. Setelah terkonduksi, sebuah TRIAC akan tetap bekerja selama arus yang mengalir pada TRIAC (I_T) lebih besar dari arus penahanan (I_H) walaupun arus gate dihilangkan. Satu-satunya cara untuk membuka (meng-off-kan) TRIAC adalah dengan mengurangi arus I_T di bawah arus I_H .

Sedangkan *OPTOTRIAC* adalah TRIAC yang dipicu cahaya yang dihasilkan oleh led yang ada di dalam optotriac.



BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Dalam bab ini akan dibahas perancangan dan pembuatan alat. Pembahasan akan dilakukan pada setiap blok rangkaian, cara kerja masing-masing blok rangkaian, perhitungan dan fungsi masing-masing blok rangkaian tersebut. Secara garis besar terdapat dua bagian perangkat yang ada yaitu :

- ❖ Perancangan perangkat keras (*Hardware*).
- ❖ Perancangan perangkat lunak (*Software*).

Pada perancangan perangkat keras akan meliputi seluruh *peripheral* yang digunakan pada sistem ini. Pada perancangan perangkat lunak akan meliputi diagram alir dan *software* secara umum. Akan tetapi kedua perangkat ini dalam kerjanya akan saling menunjang satu sama lain.

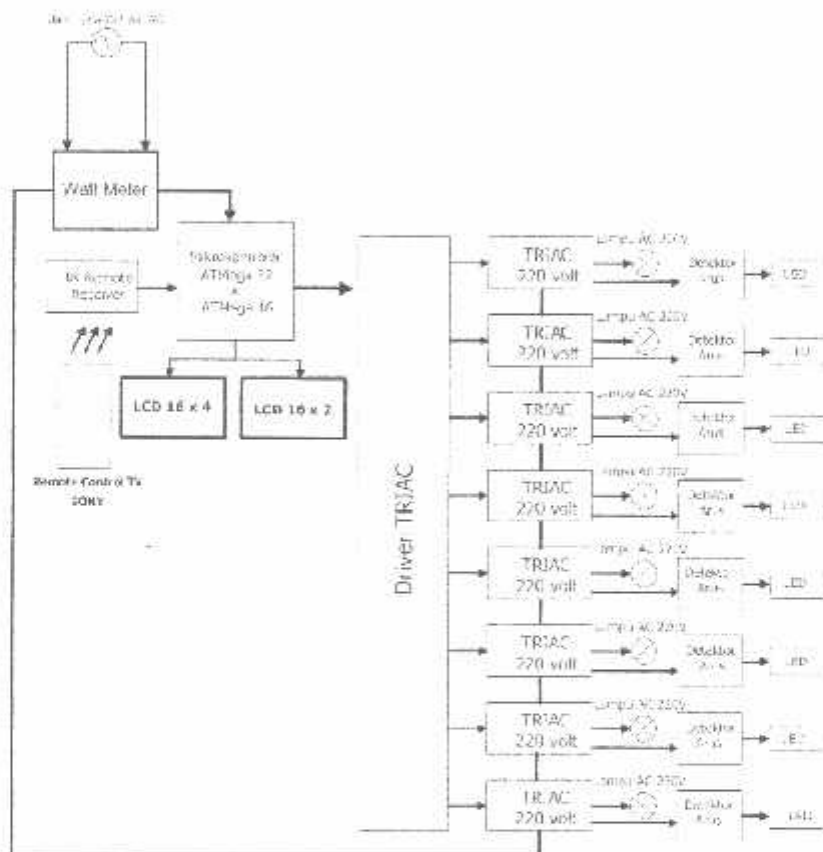
Perangkat keras sendiri terdiri dari rangkaian *driver* lampu menggunakan TRIAC, rangkaian detektor arus, rangkaian wattmeter , minimum sistem ATmega32 dan ATmega16. Pada mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman *basic* untuk mikrokontroler keluarga AVR.

Secara umum gambar sistem kerja keseluruhan adalah panel lampu akan menerima *input* berupa sinyal dari *remote* TV SONY dan sehingga nyala lampu bias dikendalikan. Status lampu akan termonitoring melalui LCD yang terpasang pada panel sehingga pengguna dapat memastikan kondisi lampu setelah ada perintah penyalaan dari *remote*. Selain itu konsumsi daya lampu juga akan dapat termonitoring dari LCD yang dipasang pada rangkaian *wattmeter*.

3.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras yang direncanakan meliputi: blok diagram keseluruhan dan prinsip kerja alat, pembuatan skema seluruh rangkaian yang direncanakan, penghitungan nilai komponen yang digunakan, pembuatan PCB, dan perakitan seluruh komponen.

3.1.1. Blok Diagram Alat



Gambar 3.1. Blok diagram alat kontrol lampu pada ruko menggunakan remote control TV SONY berbasis ATMEGA32.

Penjelasan tiap blok :

1. Remote control TV SONY dan penerima infra red remote TV.

Remote control TV yang digunakan ialah remote dengan format data SONY yang mempunyai panjang data sebanyak 12 bit. Sinyal dari remote

control inilah yang nantinya akan menjadi masukan untuk unit pemroses yaitu ATMEGA32. Penerima sinyal remote menggunakan IR receiver pabrikasi yang telah berfungsi untuk menerima sinyal dengan frekuensi sinyal remote TV SONY yaitu 40 KHz.

2. Minimum Sistem ATMEGA32.

Rangkaian ini berfungsi sebagai pengolah sinyal digital yang diperoleh dari penerima infra red remote TV. Hasil pengolahan data akan menghasilkan keluran berupa sinyal digital yang akan diteruskan ke bagian driver TRIAC.

3. Driver TRIAC.

Rangkaian ini terdiri dari optotriac yang berfungsi untuk mengendalikan penyulutan TRIAC utama. Penggunaan optotriac ini bertujuan agar rangkaian mikrokontroler terlindungi dari tegangan AC yang dapat terjadi karena penyulutan TRIAC.

4. Detektor arus

Berfungsi untuk mengetahui apabila ada loop arus, detektor ini akan memberikan tegangan keluaran sebesar 2,8 volt. Bila tidak ada loop arus maka detektor arus tidak akan bekerja dan tidak ada tegangan yang dihasilkan.

5. Rangkaian indikator nyala lampu

Rangkaian ini terdiri dari 8 buah LED yang disusun secara seri untuk mengetahui apakah lampu yang terpasang pada rangkaian hidup atau mati.

lampu yang menyala akan dibaca oleh rangkaian wattmeter dan akan ditampilkan pada LCD 16x2.

3.1.2. Remote Kontrol TV SONY dan Penerima Infra Red

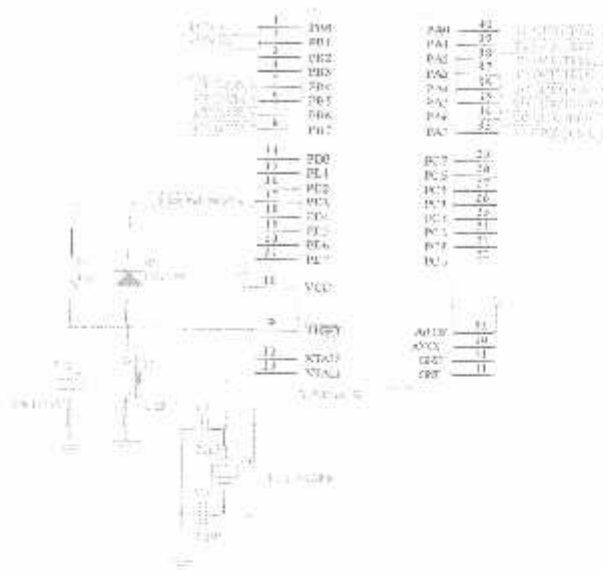
3.1.2.1. Remote Kontrol TV SONY

Remote Kontrol TV SONY mempunyai 12 bit data. Pada konfigurasi datanya pada awal merupakan header data lalu dilanjutkan dengan 12 bit data. Pada hal ini data tidak langsung dikirimkan melainkan dimodulasi oleh frekuensi pembawa yaitu 40 KHz.

3.1.2.2. Penerima Infra Red Remote

Penerima infra red remote akan memisahkan frekuensi pembawa 40 KHz dengan data yang telah dikirim oleh remote TV SONY. Rangkaian penerima ini terdiri dari bandpass filter dan penguat sinyal yang telah dikombinasi dalam satu IC. Sinyal data akan diteruskan pada pin mikrokontroler yang digunakan untuk menerima sinyal data.

3.1.3. Perancangan Minimum Sistem ATMEGA32



Gambar 3.2. Rangkaian minimum sistem ATMEGA32

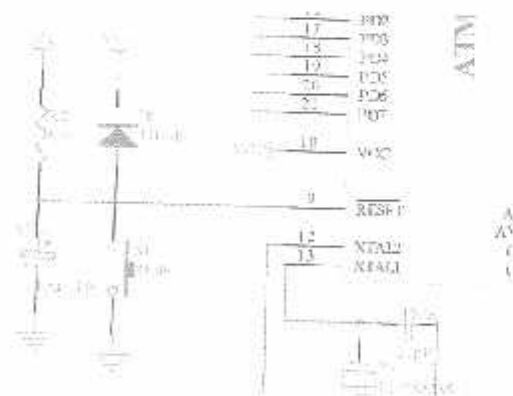
Mikrokontroler yang digunakan ialah mikrokontroler keluarga AVR ATMEGA32 yang mempunyai arsitektur *RISC (Reduce Instruction Set)*. ATMEGA32 mempunyai *memory flash ROM* sebesar 32KB, sehingga memungkinkan untuk aplikasi yang memerlukan alokasi memori yang besar. Penerima infra red terhubung pada pin mikrokontroler ATMEGA32 yang digunakan sebagai input. Port output yang digunakan terhubung dengan rangkaian driver TRIAC.

Alokasi penggunaan pin pada mikrokontroler :

- PB.4-PB.7 digunakan sebagai port output yang akan memberikan sinyal atau data ke poin data LCD yaitu pin 11 - 14.
- PB.0-PB.1 digunakan sebagai port output yang akan mengeluarkan data ke pin RS dan E pada LCD.
- PA.0-PA.7 digunakan sebagai port output yang digunakan untuk memberikan sinyal keluaran pada rangkaian driver TRIAC.

- PCA.0-PCA.7 digunakan sebagai port input yang akan menerima sinyal feedback dari rangkaian pengkondisi sinyal feedback.
- PD.3 difungsikan sebagai pin input yang digunakan sebagai penerima sinyal dari *infra red receiver*.
- Pin no.9 ialah pin reset mikrokontroler ATMEGA 32, reset terjadi bila pin ini diberi logika *low* dengan level tegangan 0 volt selama 1,5 μ s atau lebih.
- X₁ dan X₂ sebagai masukan dari rangkaian osilator kristal. Rangkaian osilator kristal terdiri atas osilator 11,0592 MHz, kapasitor C₁ dan C₂ yang masing-masing bernilai 22 pF yang akan membangkitkan pulsa *clock* yang digunakan sebagai penggerak bagi sejumlah operasi internal CPU.

Perancangan rangkaian reset pada mikrokontroler ATMega 32 ialah dengan memberikan logika low pada pin reset mikrokontroler ATMega 32. Rangkaian reset ini diperoleh dari *application note AVR Design Consideration* dari ATMEL. Berikut ialah gambar rancangan rangkaian reset pada ATMega 32 :



Gambar 3.3. Rangkaian reset pada ATMEGA32

Rangkaian mikrokontroler ini berfungsi sebagai unit pencacah pulsa keluaran dari rangkaian resistor shunt.

Alokasi penggunaan pin pada mikrokontroler :

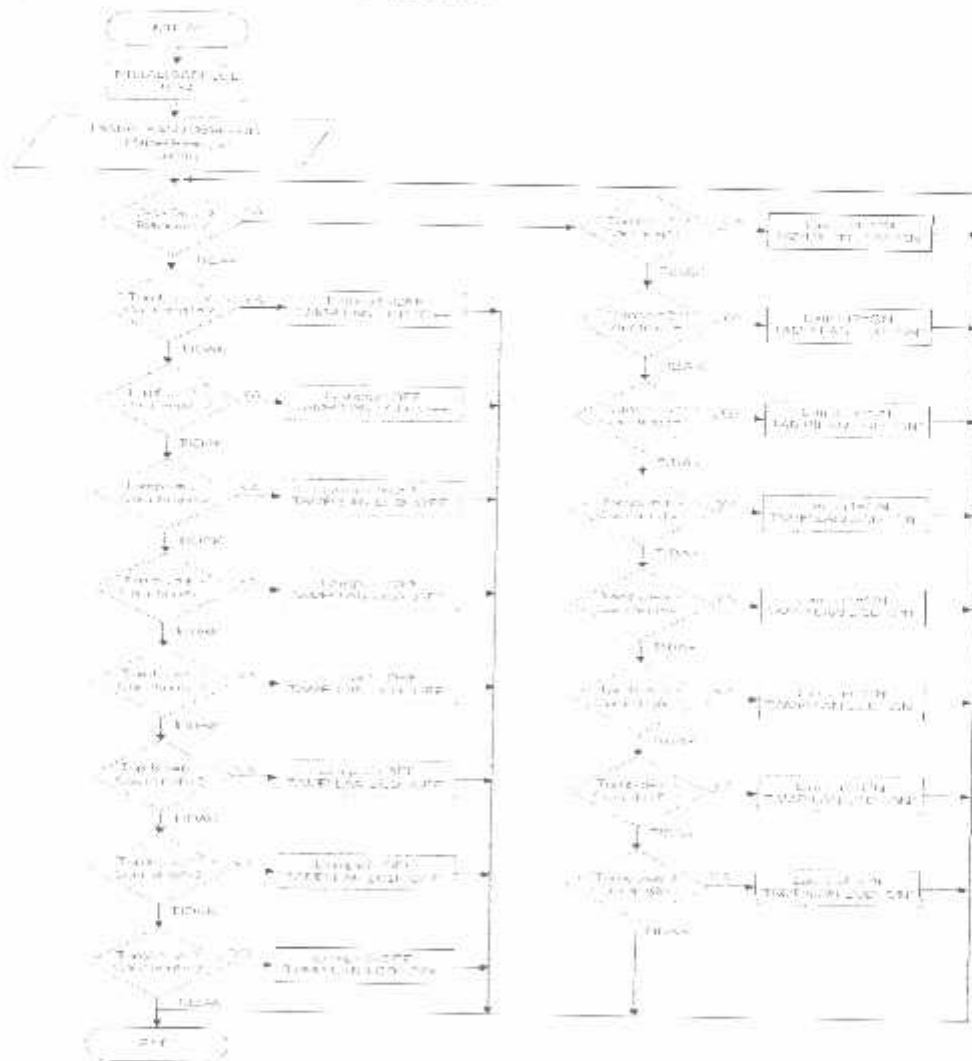
- PB.4-PB.7 digunakan sebagai port output yang akan memberikan sinyal atau data ke poin data LCD yaitu pin 11 - 14.
- PC.4-PC.5 digunakan sebagai port output yang akan mengeluarkan data ke pin RS dan E pada LCD.
- PA.0 digunakan sebagai port ADC (Analog to Digital Converter) yang menerima tegangan analog dari rangkaian resistor shunt.
- Pin no 9 ialah pin reset mikrokontroler ATMEGA 32, reset terjadi bila pin ini diberi logika *low* dengan level tegangan 0 volt selama 1,5 μ s atau lebih.
- X₁ dan X₂ sebagai masukan dari rangkaian osilator kristal. Rangkaian osilator kristal terdiri atas osilator 11,0592 MHz, kapasitor C₁ dan C₂ yang masing-masing bernilai 22 pF yang akan membangkitkan pulsa *clock* yang digunakan sebagai penggerak bagi sejumlah operasi internal CPU.

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam pembuatan alat kontrol lampu pada ruko menggunakan remote kontrol TV SONY berbasis ATMEGA32 akan dipaparkan dalam *flowchart* sistem secara keseluruhan. Pembuatan software hanya dilakukan pada mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman Basic dengan bantuan *compiler BASCOM AVR*.

3.2.1 Diagram Alir Perancangan

Diagram alir sistem secara keseluruhan :



Gambar 3.9. Diagram Alir Sistem Secara Keseluruhan



BAB IV

PENGUJIAN DAN HASIL ANALISA

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana peralatan dapat bekerja sesuai dengan perencanaan. Langkah pengujian dilakukan melalui 2 tahap, yakni pengujian pada setiap blok dan pengujian pada sistem keseluruhan. Tahap pertama dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana blok-blok rangkaian dapat berjalan, sedangkan tahap kedua dilakukan setelah diperoleh kepastian bahwa tiap blok rangkaian telah berjalan sesuai rencana.

4.1 Pengujian Remote Control TV Sony

1. Alat yang digunakan :

- Remote Control TV Sony
- Rangkaian alat
- 8 buah lampu

2. Metode Pengujian :

- Gambar 4.1 menunjukkan nyala lampu nomor 1 pada saat tombol channel nomor 1 ditekan.

3. Langkah Pengujian :

- Merangkai rangkaian alat seperti gambar 4.1
- Menekan tombol channel nomor 1 pada remote control TV Sony

4. Hasil dan Analisa Pengujian Remote Control TV Sony

Hasil pengujian remote control TV Sony ditunjukkan dalam gambar 4.1 dibawah ini ;

3. Langkah Pengujian :

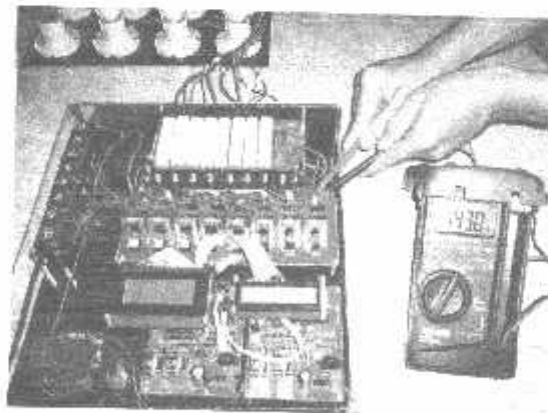
- Merangkai rangkaian alat seperti gambar 4.2
- Memasang Catu daya pada minimum sistem mikrokontroler pada rangkaian
- Melakukan pengukuran detektor arus, proses pengukuran dilakukan pada saat loop arus terbuka dan loop arus tertutup(lampu menyala).



Gambar 4.2. Rangkaian Detektor Arus

4. Hasil dan analisa pengujian detektor arus

Hasil pengujian detektor arus ditunjukkan dalam gambar 4.3 dan 4.4 dibawah ini .



Gambar 4.3. Pengujian rangkaian detektor arus pada saat loop arus terbuka

Tegangan	Loop Terbuka	Loop Tertutup
Detektor Arus (AC)	1.430 volt	3.262 volt

Tabel 4.2 Tegangan pada detektor arus

4.3 Pengujian Rangkaian Wattmeter

1. Alat yang digunakan :

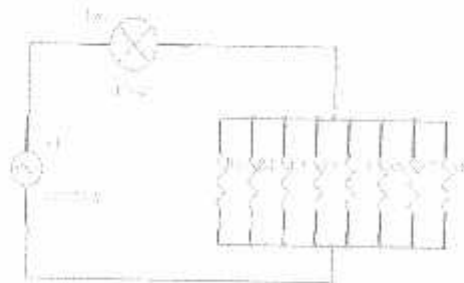
- Multimeter Digital Sanwa CD800a
- Rangkaian wattmeter
- Catu daya AC 220V

2. Metode pengujian :

- Gambar 4.5 menunjukkan rangkaian wattmeter yang terdapat di dalam alat.

3. Langkah Pengujian :

- Merangkai rangkaian alat seperti gambar 4.5
- Memasang catu daya AC 220V pada rangkaian
- Melakukan pengukuran tegangan keluaran resistor shunt pada rangkaian wattmeter dilakukan pada saat beban lampu 18 watt menyala dan semua lampu menyala (144 watt).



Berikut ini adalah gambar 4.5

Gambar 4.5. Rangkaian Wattmeter

Berarti daya pada lampu yang menyala ialah :

$$P_{LAMPU} = I \cdot V_{AC}$$
$$P_{LAMPU} = 0.177 \cdot 220 = 38.94 \text{ watt}$$

Pada pengukuran pada beban 144 watt tegangan DC yang terukur pada rangkaian resistor Shunt ialah 1,880 volt. Berarti besarnya arus yang lewat pada resistor shunt dapat dihitung dengan :

$$V_{RESISTOR} = I \cdot R_{SHUNT}$$
$$1.880 = I \cdot 5.875$$
$$I = \frac{1.880}{5.875} = 0.32 \text{ Ampere}$$

Berarti daya pada lampu yang menyala ialah :

$$P_{LAMPU} = I \cdot V_{AC}$$
$$P_{LAMPU} = 0.32 \cdot 220 = 70.4 \text{ watt}$$

Berikut ialah tabel hasil pengujian :

Tegangan Pada Resistor Shunt	Beban = 18 watt	Beban = 144 watt
		1.042 volt

Tabel 4.3 Tegangan pada resistor shunt



BAB V

PENUTUP

Berdasarkan perancangan, pembuatan, pengujian dan analisis alat kontrol lampu menggunakan remote control TV Sony berbasis ATMEGA32.

5.1 Kesimpulan

1. Pada saat beban yang dinyalakan 18 watt maka tegangan jatuh pada resistor shunt ialah 1,042 volt dan tegangan jatuh pada saat beban dinyalakan semua (\pm 144 watt) adalah 1,880 volt.
2. Tegangan keluaran detektor arus pada loop terbuka adalah 1,430 volt dan tegangan keluaran detektor arus pada loop tertutup adalah 3,262 volt.
3. Tegangan keluaran resistor shunt pada rangkaian wattmeter dilakukan pada saat beban lampu (18 watt) menyala adalah 1,042 volt dan pada saat semua lampu menyala (\pm 144 watt) adalah 1,880 volt.

5.2 Saran

Pada alat hasil perancangan ini masih mempunyai kekurangan-kekurangan, untuk itu ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk melakukan pengembangan :

1. Skripsi ini dapat dikembangkan dengan menyempurnakan wattmeter yang ada di dalam skripsi ini menggunakan IC khusus untuk alat ukur yang lebih presisi, seperti ADE7757.
2. Hendaknya tampilan pada wattmeter dikalibrasi ulang agar lebih presisi dan stabil sesuai dengan jumlah daya lampu yang menyala.



DAFTAR PUSTAKA

1. Wasito S, **Vademekum Elektronika Edisi Kedua** , PT Gramedia Pusataka Utama, Jakarta, 2004.
2. Tipler Paul. A, **Fisika Untuk Sains dan Teknik**, Erlangga, Jakarta, 2001.
3. Richard Blocher Dipl. Phys, **Dasar Elektronika**, Andi, Yogyakarta, 2003.
4. *Dot Matrix Liquid Crystal Display Module M1632 User Manual*
5. Bascom AVR. 2005 , MCS Electronic

LAMPIRAN





FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Aulia Iefan Datya
Nim : 03.17.005
Masa Bimbingan : 12-06-2008 s/d 12-12 -2008
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Alat Kontrol lampu Pada Ruko Menggunakan Remote Control TV Sony Berbasis ATmega32.

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	3/7	Bab I, II, III	
2	2/8	Revisi Bab I, II, III	
3	16/8	Bab IV, V	
4	23/8	Revisi Bab IV, V	
5	4/9	ACC Semirat Hasil	
6	17/9	Demo Alat	
7	22/9	ACC Komplet	
8			
9			
10			

Malang,
Dosen pembimbing I

Joseph Dedy Irawan ST,MT
NIP. 132315178

Form S-4b



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Aulia Iefan Datya
Nim : 03.17.005
Masa Bimbingan : 12-06-2008 s/d 12-12-2008
Judul Skripsi : Perancangan Dan Pembuatan Alat Kontrol Lampu Pada Ruko Menggunakan Remote Control TV Sony Berbasis ATmega32

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	23/08/08	Revisi Bab III	
2		Konsultansi Bab I & Bab III	
3		Revisi Bab IV & Bab V	
4		Memeriksa Garis-garis	
5	22/08/08	Revisi Skripsi	
6			
7			
8			
9			
10			

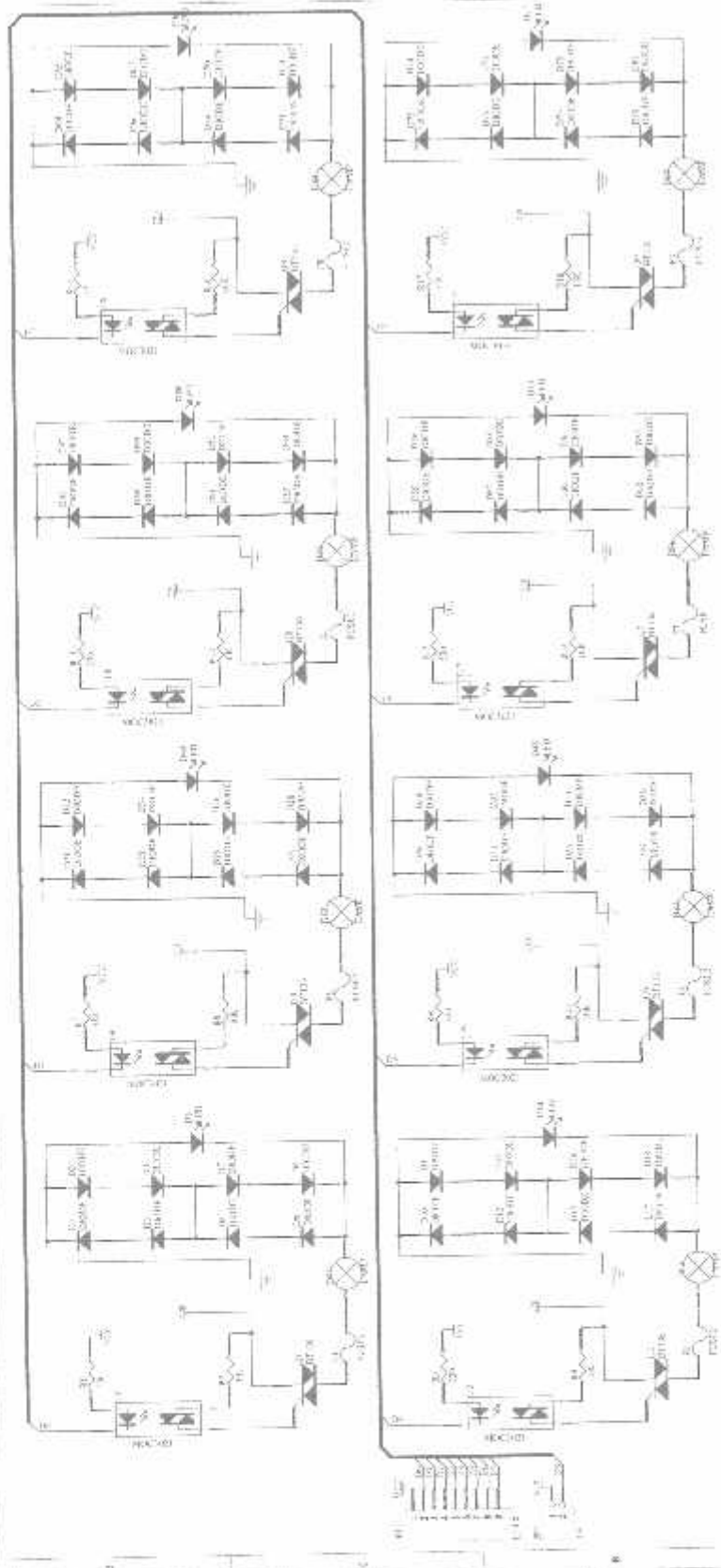
Malang,

Dosen pembimbing II

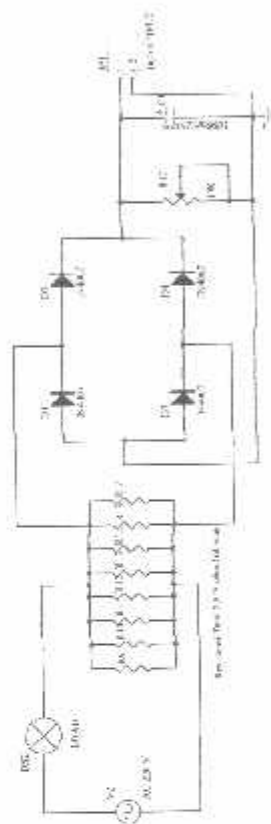
I Komang Somawirata ST, MT
NIP. P.1030100361

Form S-4b

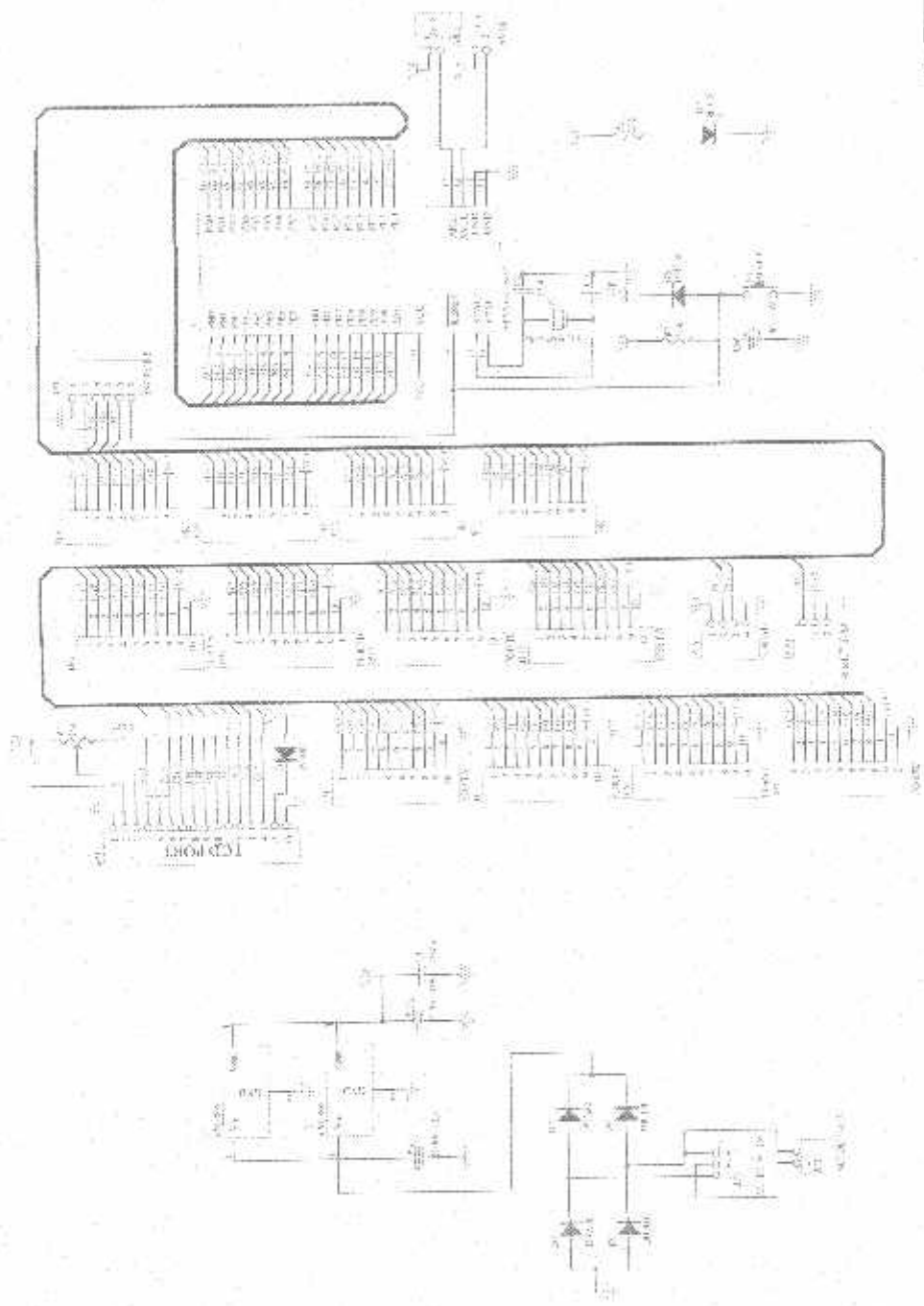
SKEMATIK RANGKAIAN



1. 100A 1000V
 2. 100A 1000V
 3. 100A 1000V
 4. 100A 1000V
 5. 100A 1000V
 6. 100A 1000V



KOMPONEN RESISTOR		Kontak
No	Value	
1	100Ω	
2	100V AC	
3	100V AC	



FILE	MINDY PLSI 8257 PLSI 8257 (MINDY) 1.0 (2023) 01.06.2023		
REV	1	01.06.2023	01.06.2023
DATE	01.06.2023	01.06.2023	01.06.2023
DESIGNER	MINDY PLSI 8257 PLSI 8257 (MINDY) 1.0 (2023) 01.06.2023		

LISTING PROGRAM

wattmeter.bas

```

$regfile = "m16def.dat"
substitutes with the one you like
$crystal = 11059200
used
$hwstack = 32
hardware stack
$swstack = 10
SW stack
$framesize = 40
Config Adc = Single , Prescaler = Auto
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.4 , Db5 = Portb.5 , Db6 = Portb.6 , Db7 = Portb.7
, E = Portc.5 , Rs = Portc.4
Config Lcd = 16 * 2
Cursor Off Noblink
Display On
cls
Upperline
Lcd " WATTMETER "
Dim W As Byte , A As Byte
Enable Interrupts
Portc = 255
Start Adc
Do
  W = Getadc(0)
channel 1
  Lowerline "
  Lcd "
  Waitms 200
  If w = 97 Then
    A = 18
  End If
  If w = 98 Then
    A = 18
  End If
  If w = 99 Then
    A = 18
  End If
  If w = 100 Then
    A = 18
  End If
  If w = 101 Then
    A = 19
  End If
  If w = 102 Then
    A = 19
  End If
  If w = 103 Then
    A = 19
  End If
  If w = 104 Then
    A = 20
  End If
  If w = 105 Then
    A = 20
  End If
  If w = 106 Then
    A = 20
  End If
  If w = 107 Then
    A = 34
  End If
  If w = 108 Then
    A = 36

```

'the chip type,
 'the crystal speed i
 ' default use 32 for the
 'default use 10 for the
 ' deklarasi variabel
 'mengambil data ADC

wattmeter.bas

```
End If
If w = 109 Then
  A = 37
End If
If w = 110 Then
  A = 38
End If
If w = 111 Then
  A = 40
End If
If w = 112 Then
  A = 42
End If
If w = 113 Then
  A = 44
End If
If w = 114 Then
  A = 48
End If
If w = 115 Then
  A = 52
End If
If w = 116 Then
  A = 54
End If
If w = 117 Then
  A = 54
End If
If w = 118 Then
  A = 60
End If
If w = 119 Then
  A = 64
End If
If w = 120 Then
  A = 68
End If
If w = 121 Then
  A = 72
End If
If w = 122 Then
  A = 73
End If
If w = 123 Then
  A = 88
End If
If w = 124 Then
  A = 91
End If
If w = 125 Then
  A = 108
End If
If w = 126 Then
  A = 123
End If
If w = 127 Then
  A = 138
End If
If w = 128 Then
  A = 140
End If
If w = 129 Then
  A = 142
```

wattmeter.bas

```
End If
If w = 130 Then
  A = 144
End If
Lowerline
Lcd " " ; A ; " WATT "
Wait 1
Loop
End
```

remote.bas

```
$regfile = "m32def.dat"
subtitutes with the one you like
$crystal = 11059200
'Pendeklarasian sub program
Declare Sub Keluaran
Declare Sub Tampilan
'Config Lcdpin merupakan inialisasi pengaktifan LCD
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.4 , Db5 = Portb.5 , Db6 = Portb.6 , Db7 = Portb.7
; E = Portb.0 , Rs = Portb.1
'Config LCD pengesetan LCD 16x4
Config Lcd = 16 * 4
Cursor Off Noblink
Display On
Cls
config Porta = Output
Porta = 255
Config Timer0 = Timer , Prescale = 256
trap timer
Stop Timer0
other process

Config Pind.3 = Input
i used int1 pin
Set Portd.3
resistor
Pin_ir Alias Pind.3

Config Int1 = Falling
falling edge
On Int1 Isr_int1

Dim Data_ir As Byte
the purpose
Dim Data_remote As Byte
Dim Lamp1 As Byte , Lamp2 As Byte , Lamp3 As Byte , Lamp4 As Byte
Dim Lamp5 As Byte , Lamp6 As Byte , Lamp7 As Byte , Lamp8 As Byte
Dim Status_lamp1 As Byte , Status_lamp2 As Byte , Status_lamp3 As Byte ,
Status_lamp4 As Byte
Dim Status_lamp5 As Byte , Status_lamp6 As Byte , Status_lamp7 As Byte ,
Status_lamp8 As Byte
Dim Cnt_ir As Byte
Dim Flag_ir_start As Bit
Dim Flag_ir_ok As Bit

Enable Interrupts
Enable Int1
Lamp1 = 0
Lamp2 = 0
Lamp3 = 0
Lamp4 = 0
Lamp5 = 0
Lamp6 = 0
Lamp7 = 0
Lamp8 = 0
Upperline
Lcd " L1= OFF L5= OFF"
Lowerline
Lcd " L2= OFF L6= OFF"
Thirdline
Lcd " L3= OFF L7= OFF"
Fourthline
Lcd " L4= OFF L8= OFF"
Do

'enable global interrupt
'enable int1 interrupt

'the chip type,

'config timer0 for data
'stop timer0 first for

'configure the int pin ,
'set the pull up
'alias for easy naming
'configure int1 on
'the isr label
'the variabel need for

'main program start here
```

remote.bas

```
If Flag_ir_ok = 1 Then
Reset Flag_ir_ok
Disable Int1
Data_remote = Data_ir
ignore all ir data from here
Porta = Data_ir
Call Keluaran
call Tampilan
Reset Flag_ir_ok
Enable Int1
interrupt to receive ir SONY again
End If
wait 1
Loop
```

'isr for infrared sensor

```
Isr_int1:
Timer0 = 0
start Timer0
Bitwait Pin_ir , set
again
Stop Timer0

If cnt_ir = 0 Then
If Timer0 > 111 And Timer0 < 114 Then
with prescale=256 and
Set Flag_ir_start
timer0 value between 111 and 114
Incr cnt_ir
bit. Measure all the necessary bit first
End If
it
End If
```

```
If Flag_ir_start = 1 And cnt_ir > 0 Then
start sampling for next 12 bit
```

```
Decr cnt_ir
If Timer0 < 32 Then
zero(0), else it is a one (1)
Data_ir.cnt_ir = 0
value for easy recording
Else
Data_ir.cnt_ir = 1
End If
```

```
cnt_ir = cnt_ir + 2
If cnt_ir > 11 Then
shift Data_ir , Right , 1
bit
Reset Flag_ir_start
flag
Set Flag_ir_ok
read
cnt_ir = 0
End If
```

```
End If
Return
```

```
Sub Keluaran
If Data_remote = &H00 Then
```

```
'wait flag_ir_ok=1
'reset the flag
```

```
'disable the int1, so
```

```
'reset the flag
'enable the int1
```

```
'wait for sometime
```

```
'start timer0 to count
```

```
'wait the pin_ir to high
```

```
'stop timer0
```

```
'if this is the 1st data
'check for a start bit,
```

```
'crystal 11,0592MHz, got
```

```
'as the correct ir start
```

```
' if you want to change
```

```
'a start bit found ->
```

```
'timer0<32 then it is a
```

```
'assign it to a word
```

```
'got all 12 bit
```

```
'get rid of the start
```

```
'reset the start bit
```

```
'the data is ready to be
```

```
'reset the counter
```

remote.bas

```
Porta.0 = 0
Status_lamp1 = 1
wait 1
Lamp1 = Lamp1 + 1
If Lamp1 = 2 Then
Porta.0 = 1
Lamp1 = 0
Status_lamp1 = 2
End If
End If
If Data_remote = &H01 Then
Porta.1 = 0
Status_lamp2 = 1
wait 1
Lamp2 = Lamp2 + 1
If Lamp2 = 2 Then
Porta.1 = 1
Lamp2 = 0
Status_lamp2 = 2
End If
End If
If Data_remote = &H02 Then
Porta.2 = 0
Status_lamp3 = 1
wait 1
Lamp3 = Lamp3 + 1
If Lamp3 = 2 Then
Porta.2 = 1
Lamp3 = 0
Status_lamp3 = 2
End If
End If
If Data_remote = &H03 Then
Porta.3 = 0
Status_lamp4 = 1
wait 1
Lamp4 = Lamp4 + 1
If Lamp4 = 2 Then
Porta.3 = 1
Lamp4 = 0
Status_lamp4 = 2
End If
End If
If Data_remote = &H04 Then
Porta.4 = 0
Status_lamp5 = 1
wait 1
Lamp5 = Lamp5 + 1
If Lamp5 = 2 Then
Porta.4 = 1
Lamp5 = 0
Status_lamp5 = 2
End If
End If
If Data_remote = &H05 Then
Porta.5 = 0
Status_lamp6 = 1
wait 1
Lamp6 = Lamp6 + 1
If Lamp6 = 2 Then
Porta.5 = 1
Lamp6 = 0
Status_lamp6 = 2
```

remote.bas

```
End If
End If
If Data_remote = &H06 Then
  Porta.6 = 0
  Status_lamp7 = 1
  wait 1
  Lamp7 = Lamp7 + 1
  If Lamp7 = 2 Then
    Porta.6 = 1
    Lamp7 = 0
    Status_lamp7 = 2
  End If
End If
If Data_remote = &H07 Then
  Porta.7 = 0
  Status_lamp8 = 1
  wait 1
  Lamp8 = Lamp8 + 1
  If Lamp8 = 2 Then
    Porta.7 = 1
    Lamp8 = 0
    Status_lamp8 = 2
  End If
End If
End Sub

Sub Tampilan:
  If status_lamp1 = 1 Then
    Locate 1, 6
1 KOLOM 6
    Lcd " ON"
  End If
  If status_lamp1 = 2 Then
    Locate 1, 6
    Lcd "OFF"
  End If
  If status_lamp2 = 1 Then
    Locate 2, 6
    Lcd " ON"
  End If
  If status_lamp2 = 2 Then
    Locate 2, 6
    Lcd "OFF"
  End If
  If status_lamp3 = 1 Then
    Locate 3, 6
    Lcd " ON"
  End If
  If status_lamp3 = 2 Then
    Locate 3, 6
    Lcd "OFF"
  End If
  If status_lamp4 = 1 Then
    Locate 4, 6
    Lcd " ON"
  End If
  If status_lamp4 = 2 Then
    Locate 4, 6
    Lcd "OFF"
  End If
  If status_lamp5 = 1 Then
    Locate 1, 14
    Lcd " ON"
```

'MENAMPILKAN PADA BARIS

remote.bas

```
End If
If status_lamp5 = 2 Then
Locate 1, 14
Lcd "OFF"
End If
If status_lamp6 = 1 Then
Locate 2, 14
Lcd " ON"
End If
If status_lamp6 = 2 Then
Locate 2, 14
Lcd "OFF"
End If
If status_lamp7 = 1 Then
Locate 3, 14
Lcd " ON"
End If
If status_lamp7 = 2 Then
Locate 3, 14
Lcd "OFF"
End If
If status_lamp8 = 1 Then
Locate 4, 14
Lcd " ON"
End If
If status_lamp8 = 2 Then
Locate 4, 14
Lcd "OFF"
End If
End Sub
```

DATASHEET



1N5391 - 1N5399

Features

- 1.5 ampere operation at $T_A = 70^\circ\text{C}$ with no thermal runaway.
- High current capability.
- Low leakage.



DO-15
COLOR BAND DIODES CATHODE

General Purpose Rectifiers

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

Symbol	Parameter	Value										Units
		5391	5392	5393	5394	5395	5396	5397	5398	5399		
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	300	400	500	500	600	1000		V
I_{FAV}	Average Rectified Forward Current, 375 μ lead length @ $T_A = 75^\circ\text{C}$	1.5										A
I_{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	50										A
T_{stg}	Storage Temperature Range	-55 to +150										$^\circ\text{C}$
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +150										$^\circ\text{C}$

*These ratings are limiting values above which the reliability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	4.8	W
R_{thJA}	Thermal Resistance, Junction to Ambient	26	$^\circ\text{C}/\text{W}$

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

Symbol	Parameter	Device										Units
		5391	5392	5393	5394	5395	5396	5397	5398	5399		
V_f	Forward Voltage @ 1.5 A	1.4										V
I_R	Reverse Current @ rated V_R $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = 100^\circ\text{C}$	5.0 500										μA μA
C_T	Total Capacitance $V_D = 4.0\text{ V}$, $f = 1.0\text{ MHz}$	25										pF

Features

High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller

Advanced RISC Architecture

- 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
- 32 x 8 General Purpose Working Registers
- Fully Static Operation
- Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
- On-chip 2-cycle Multiplier

Nonvolatile Program and Data Memories

- 16K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
- Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
In-System Programming by On-chip Boot Program
True Read-While-Write Operation
- 512 Bytes EEPROM

Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles

- 1K Byte Internal SRAM
- Programming Lock for Software Security

JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface

- Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
- Extensive On-chip Debug Support
- Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface

Peripheral Features

- Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
- One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode

- Real Time Counter with Separate Oscillator

- Four PWM Channels

- 8-channel, 10-bit ADC

8 Single-ended Channels

7 Differential Channels in TQFP Package Only

2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x

- Byte-oriented Two-wire Serial Interface

- Programmable Serial USART

- Master/Slave SPI Serial Interface

- Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator

- On-chip Analog Comparator

Special Microcontroller Features

- Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection

- Internal Calibrated RC Oscillator

- External and Internal Interrupt Sources

- Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby

Pin Configurations and Packages

- 32 Programmable I/O Lines

- 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF

Operating Voltages

- 2.7 - 5.5V for ATmega16L

- 4.5 - 5.5V for ATmega16

Speed Grades

- 0 - 8 MHz for ATmega16L

- 0 - 16 MHz for ATmega16

Power Consumption @ 1 MHz, 3V, and 25°C for ATmega16L

- Active: 1.1 mA

- Idle Mode: 0.35 mA

- Power-down Mode: < 1 µA



8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 16K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega16
ATmega16L

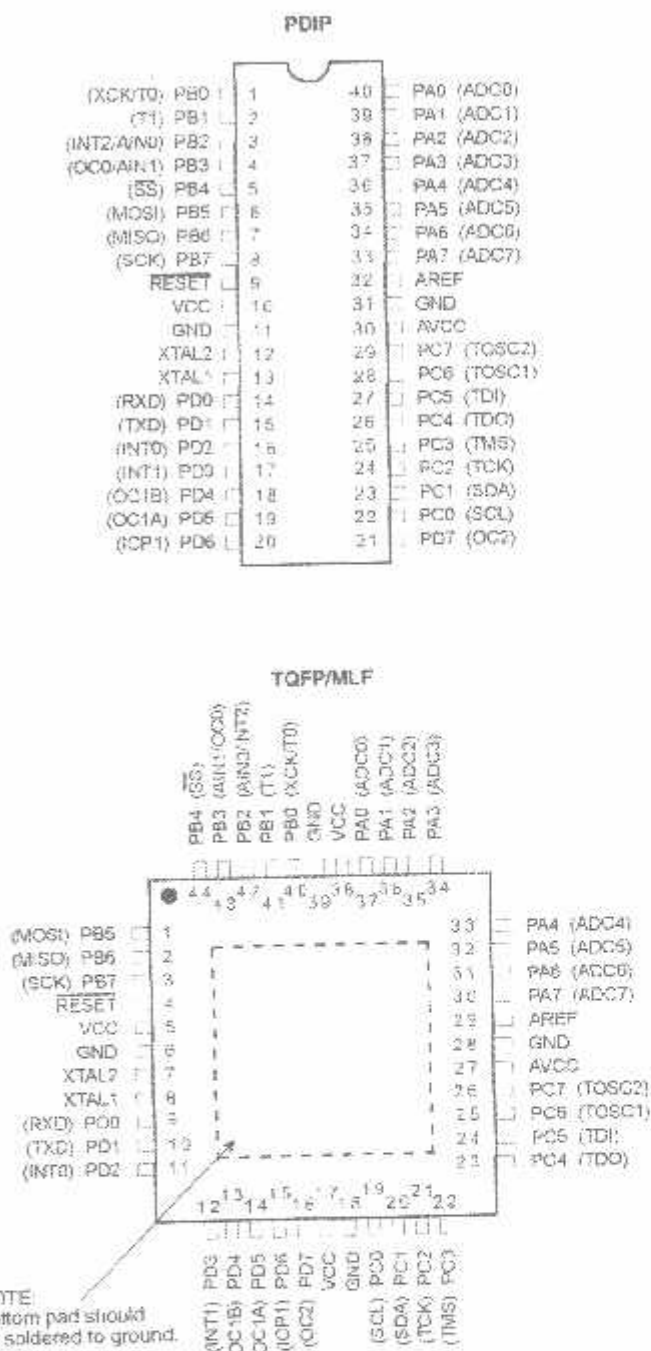
2486L-AVR-01/05





in Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16



Disclaimer

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

ATmega16(L)

2166L-AVR-06/05



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega16 provides the following features: 16K bytes of In-System Programmable Flash Program memory with Read-While-Write capabilities, 512 bytes EEPROM, 1K byte SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, a JTAG interface for Boundary-scan, On-chip Debugging support and programming, three flexible Timer/Counters with compare modes, Internal and External Interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain (TQFP package only), a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the USART, Two-wire interface, A/D Converter, SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next External Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the Asynchronous Timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega16 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega16 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

Descriptions

> Digital supply voltage.

> Ground.

! A (PA7..PA0) Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.

Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

ATmega16(L)

24661 - AVR-05/05

Port B (PB7..PB0)	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port B also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 56.</p>
Port C (PC7..PC0)	<p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs.</p> <p>Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega16 as listed on page 59.</p>
Port D (PD7..PD0)	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 61.</p>
\overline{RST}	<p>Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 36. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.</p>
XL1	<p>Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.</p>
XL2	<p>Output from the inverting Oscillator amplifier.</p>
V_{CC}	<p>AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.</p>
AREF	<p>AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.</p>
sources	<p>A comprehensive set of development tools, application notes and datasheets are available for download on http://www.atmel.com/avr.</p>
out Code amples	<p>This documentation contains simple code examples that briefly show how to use various parts of the device. These code examples assume that the part specific header file is included before compilation. Be aware that not all C Compiler vendors include bit definitions in the header files and interrupt handling in C is compiler dependent. Please confirm with the C Compiler documentation for more details.</p>

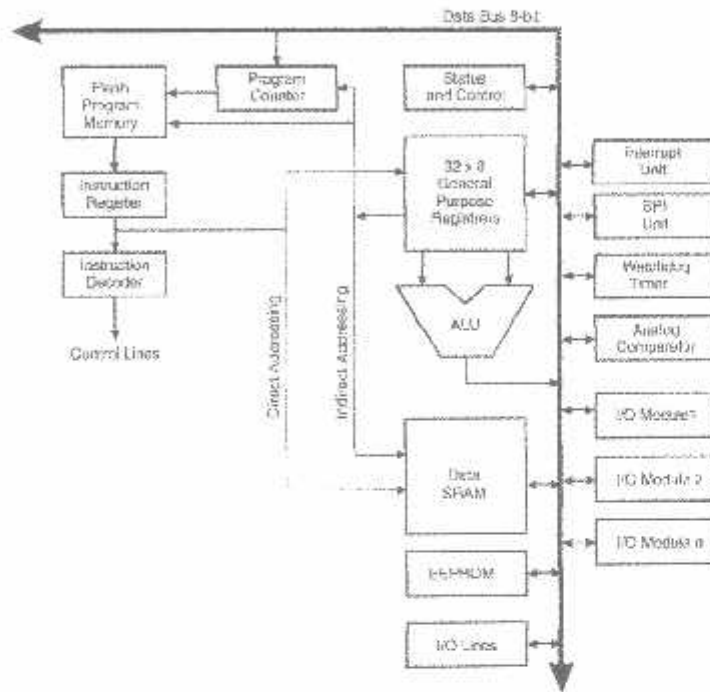
AVR CPU Core

Introduction

This section discusses the AVR core architecture in general. The main function of the CPU core is to ensure correct program execution. The CPU must therefore be able to access memories, perform calculations, control peripherals, and handle interrupts.

Architectural Overview

Figure 3. Block Diagram of the AVR MCU Architecture



In order to maximize performance and parallelism, the AVR uses a Harvard architecture – with separate memories and buses for program and data. Instructions in the program memory are executed with a single level pipelining. While one instruction is being executed, the next instruction is pre-fetched from the program memory. This concept enables instructions to be executed in every clock cycle. The program memory is In-System Reprogrammable Flash memory.

The fast-access Register File contains 32 x 8-bit general purpose working registers with a single clock cycle access time. This allows single-cycle Arithmetic Logic Unit (ALU) operation. In a typical ALU operation, two operands are output from the Register File, the operation is executed, and the result is stored back in the Register File – in one clock cycle.

Six of the 32 registers can be used as three 16-bit indirect address register pointers for Data Space addressing – enabling efficient address calculations. One of these address pointers can also be used as an address pointer for look up tables in Flash Program memory. These added function registers are the 16-bit X-, Y-, and Z-register, described later in this section.

The ALU supports arithmetic and logic operations between registers or between a constant and a register. Single register operations can also be executed in the ALU. After

an arithmetic operation, the Status Register is updated to reflect information about the result of the operation.

Program flow is provided by conditional and unconditional jump and call instructions, able to directly address the whole address space. Most AVR instructions have a single 16-bit word format. Every program memory address contains a 16- or 32-bit instruction.

Program Flash memory space is divided in two sections, the Boot program section and the Application Program section. Both sections have dedicated Lock bits for write and read/write protection. The SPM instruction that writes into the Application Flash memory section must reside in the Boot Program section.

During interrupts and subroutine calls, the return address Program Counter (PC) is stored on the Stack. The Stack is effectively allocated in the general data SRAM, and consequently the Stack size is only limited by the total SRAM size and the usage of the SRAM. All user programs must initialize the SP in the reset routine (before subroutines or interrupts are executed). The Stack Pointer SP is read/write accessible in the I/O space. The data SRAM can easily be accessed through the five different addressing modes supported in the AVR architecture.

The memory spaces in the AVR architecture are all linear and regular memory maps.

A flexible interrupt module has its control registers in the I/O space with an additional global interrupt enable bit in the Status Register. All interrupts have a separate interrupt vector in the interrupt vector table. The interrupts have priority in accordance with their interrupt vector position. The lower the interrupt vector address, the higher the priority.

The I/O memory space contains 64 addresses for CPU peripheral functions as Control Registers, SPI, and other I/O functions. The I/O Memory can be accessed directly, or as the Data Space locations following those of the Register File, \$20 - \$5F.

J – Arithmetic Logic Unit

The high-performance AVR ALU operates in direct connection with all the 32 general purpose working registers. Within a single clock cycle, arithmetic operations between general purpose registers or between a register and an immediate are executed. The ALU operations are divided into three main categories – arithmetic, logical, and bit-functions. Some implementations of the architecture also provide a powerful multiplier supporting both signed/unsigned multiplication and fractional format. See the “Instruction Set” section for a detailed description.

Status Register

The Status Register contains information about the result of the most recently executed arithmetic instruction. This information can be used for altering program flow in order to perform conditional operations. Note that the Status Register is updated after all ALU operations, as specified in the Instruction Set Reference. This will in many cases remove the need for using the dedicated compare instructions, resulting in faster and more compact code.

The Status Register is not automatically stored when entering an interrupt routine and restored when returning from an interrupt. This must be handled by software.

The AVR Status Register – SREG – is defined as:

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	I	T	H	S	V	N	Z	C	SREG
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	



- **Bit 7 – I: Global Interrupt Enable**

The Global Interrupt Enable bit must be set for the interrupts to be enabled. The individual interrupt enable control is then performed in separate control registers. If the Global Interrupt Enable Register is cleared, none of the interrupts are enabled independent of the individual interrupt enable settings. The I-bit is cleared by hardware after an interrupt has occurred, and is set by the RETI instruction to enable subsequent interrupts. The I-bit can also be set and cleared by the application with the SEI and CLI instructions, as described in the instruction set reference.

- **Bit 6 – T: Bit Copy Storage**

The Bit Copy instructions BLD (Bit Load) and BST (Bit Store) use the T-bit as source or destination for the operated bit. A bit from a register in the Register File can be copied into T by the BST instruction, and a bit in T can be copied into a bit in a register in the Register File by the BLD instruction.

- **Bit 5 – H: Half Carry Flag**

The Half Carry Flag H indicates a Half Carry in some arithmetic operations. Half Carry is useful in BCD arithmetic. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

- **Bit 4 – S: Sign Bit, $S = N \oplus V$**

The S-bit is always an exclusive or between the Negative Flag N and the Two’s Complement Overflow Flag V. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

- **Bit 3 – V: Two’s Complement Overflow Flag**

The Two’s Complement Overflow Flag V supports two’s complement arithmetics. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

- **Bit 2 – N: Negative Flag**

The Negative Flag N indicates a negative result in an arithmetic or logic operation. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

- **Bit 1 – Z: Zero Flag**

The Zero Flag Z indicates a zero result in an arithmetic or logic operation. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

- **Bit 0 – C: Carry Flag**

The Carry Flag C indicates a carry in an arithmetic or logic operation. See the “Instruction Set Description” for detailed information.

Features

- High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - 1024 Bytes EEPROM
 - Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 2K Byte Internal SRAM
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- Pin and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V for ATmega32L
 - 4.5 - 5.5V for ATmega32
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATmega32L
 - 0 - 16 MHz for ATmega32
- Power Consumption at 1 MHz, 3V, 25°C for ATmega32L
 - Active: 1.1 mA
 - Idle Mode: 0.35 mA
 - Power-down Mode: < 1 µA



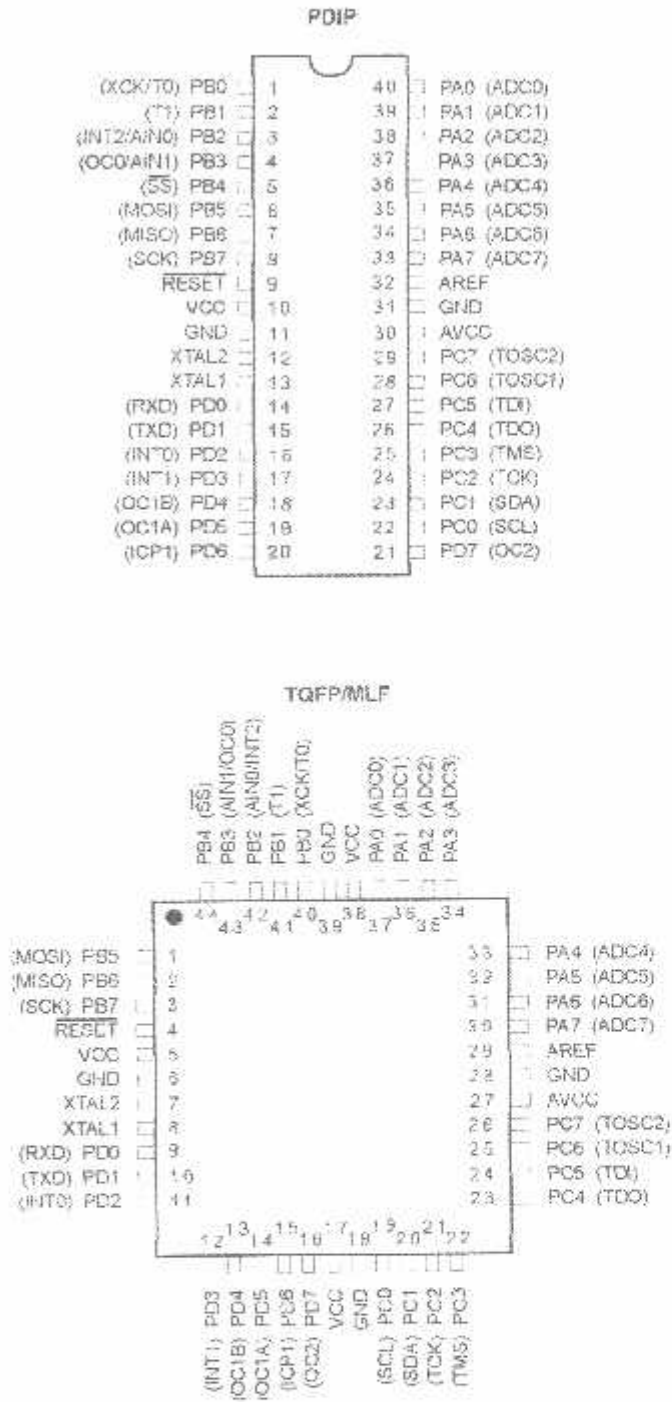
8-bit AVR[®]
Microcontroller
with 32K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega32
ATmega32L

2503H-AVR-02/05



Figure 1. Pinout ATmega32

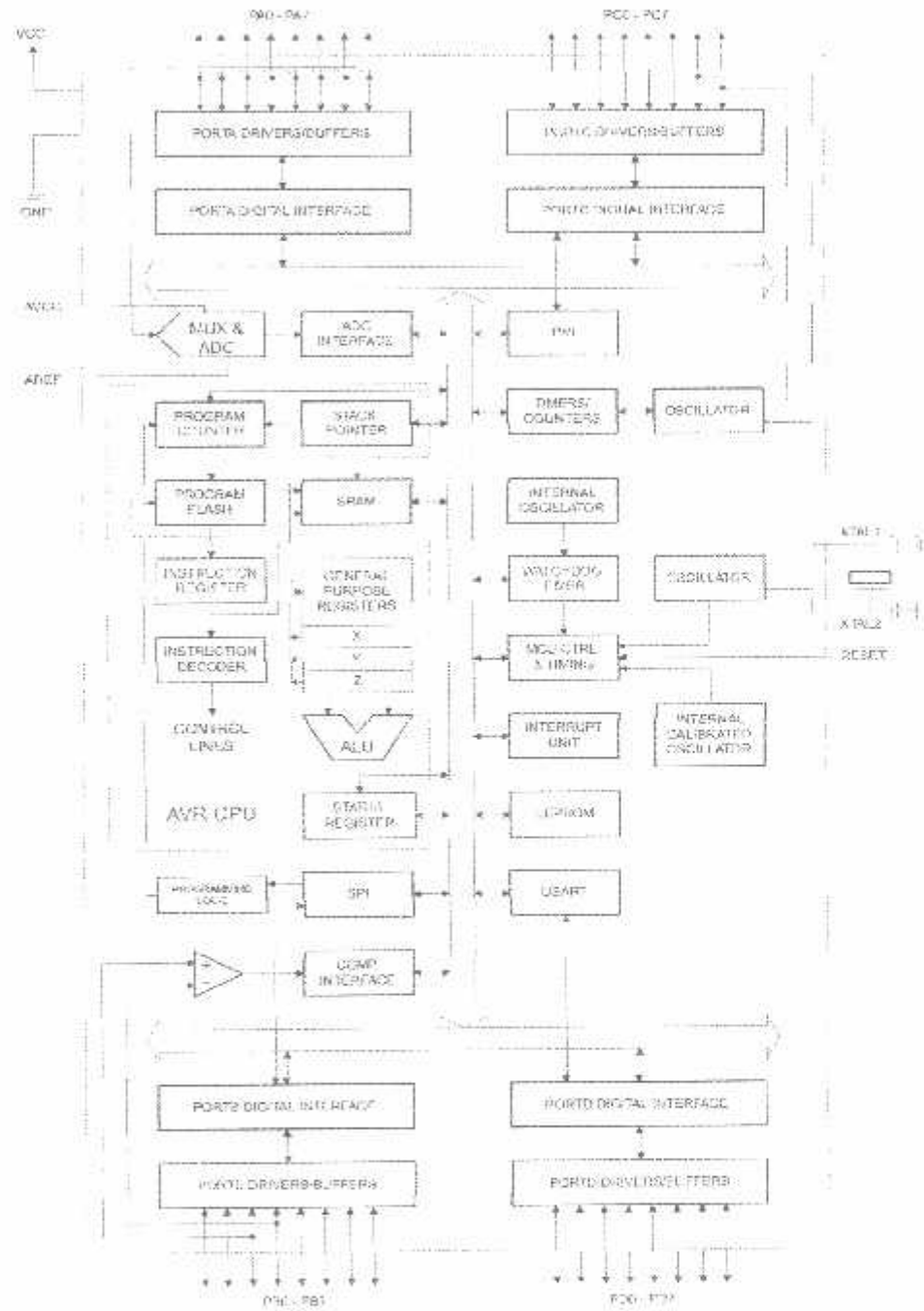


overview

The ATmega32 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega32 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram





The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega32 provides the following features: 32K bytes of In-System Programmable Flash Program memory with Read-While-Write capabilities, 1024 bytes EEPROM, 2K byte SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, a JTAG interface for Boundary-scan, On-chip Debugging support and programming, three flexible Timer/Counters with compare modes, Internal and External Interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain (TQFP package only), a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the USART, Two-wire interface, A/D Converter, SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next External Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the Asynchronous Timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega32 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega32 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

Descriptions

V _{CC}	Digital supply voltage.
GND	Ground.
A (PA7..PA0)	Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter. Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

ATmega32(L)

2503H-AVR-03A/5

Port B (PB7..PB0)

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega32 as listed on page 55.

Port C (PC7..PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs.

The TD0 pin is tri-stated unless TAP states that shift out data are entered.

Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega32 as listed on page 58.

Port D (PD7..PD0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port D also serves the functions of various special features of the ATmega32 as listed on page 60.

RESET Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 35. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

OSC1 Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

OSC2 Output from the inverting Oscillator amplifier.

AVCC AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.

AREF AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

Code Examples

This documentation contains simple code examples that briefly show how to use various parts of the device. These code examples assume that the part specific header file is included before compilation. Be aware that not all C Compiler vendors include bit definitions in the header files and interrupt handling in C is compiler dependent. Please confirm with the C Compiler documentation for more details.

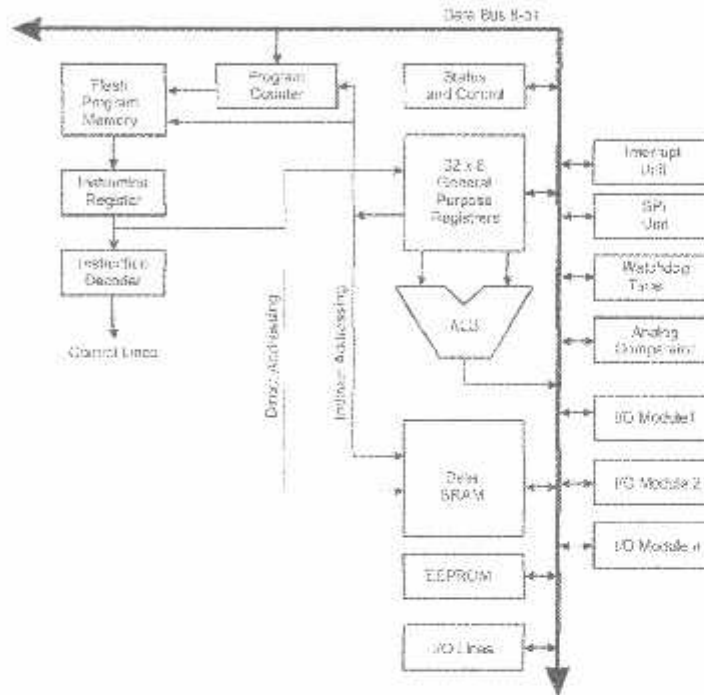
AVR CPU Core

Introduction

This section discusses the AVR core architecture in general. The main function of the CPU core is to ensure correct program execution. The CPU must therefore be able to access memories, perform calculations, control peripherals, and handle interrupts:

Architectural Overview

Figure 3. Block Diagram of the AVR MCU Architecture



In order to maximize performance and parallelism, the AVR uses a Harvard architecture – with separate memories and buses for program and data. Instructions in the program memory are executed with a single level pipelining. While one instruction is being executed, the next instruction is pre-fetched from the program memory. This concept enables instructions to be executed in every clock cycle. The program memory is In-System Reprogrammable Flash memory.

The fast-access Register File contains 32 x 8-bit general purpose working registers with a single clock cycle access time. This allows single-cycle Arithmetic Logic Unit (ALU) operation. In a typical ALU operation, two operands are output from the Register File, the operation is executed, and the result is stored back in the Register File – in one clock cycle.

Six of the 32 registers can be used as three 16-bit indirect address register pointers for Data Space addressing – enabling efficient address calculations. One of these address pointers can also be used as an address pointer for look up tables in Flash Program memory. These added function registers are the 16-bit X-, Y-, and Z-register, described later in this section.

The ALU supports arithmetic and logic operations between registers or between a constant and a register. Single register operations can also be executed in the ALU. After

an arithmetic operation, the Status Register is updated to reflect information about the result of the operation.

Program flow is provided by conditional and unconditional jump and call instructions, able to directly address the whole address space. Most AVR instructions have a single 16-bit word format. Every program memory address contains a 16- or 32-bit instruction.

Program Flash memory space is divided in two sections, the Boot program section and the Application Program section. Both sections have dedicated Lock bits for write and read/write protection. The SPM instruction that writes into the Application Flash memory section must reside in the Boot Program section.

During interrupts and subroutine calls, the return address Program Counter (PC) is stored on the Stack. The Stack is effectively allocated in the general data SRAM, and consequently the Stack size is only limited by the total SRAM size and the usage of the SRAM. All user programs must initialize the SP in the reset routine (before subroutines or interrupts are executed). The Stack Pointer SP is read/write accessible in the I/O space. The data SRAM can easily be accessed through the five different addressing modes supported in the AVR architecture.

The memory spaces in the AVR architecture are all linear and regular memory maps.

A flexible interrupt module has its control registers in the I/O space with an additional global interrupt enable bit in the Status Register. All interrupts have a separate interrupt vector in the interrupt vector table. The interrupts have priority in accordance with their interrupt vector position. The lower the interrupt vector address, the higher the priority.

The I/O memory space contains 64 addresses for CPU peripheral functions as Control Registers, SPI, and other I/O functions. The I/O Memory can be accessed directly, or as the Data Space locations following those of the Register File, \$20 - \$5F.

U – Arithmetic Logic it

The high-performance AVR ALU operates in direct connection with all the 32 general purpose working registers. Within a single clock cycle, arithmetic operations between general purpose registers or between a register and an immediate are executed. The ALU operations are divided into three main categories – arithmetic, logical, and bit-functions. Some implementations of the architecture also provide a powerful multiplier supporting both signed/unsigned multiplication and fractional format. See the "Instruction Set" section for a detailed description.



Status Register

The Status Register contains information about the result of the most recently executed arithmetic instruction. This information can be used for altering program flow in order to perform conditional operations. Note that the Status Register is updated after all ALU operations, as specified in the Instruction Set Reference. This will in many cases remove the need for using the dedicated compare instructions, resulting in faster and more compact code.

The Status Register is not automatically stored when entering an interrupt routine and restored when returning from an interrupt. This must be handled by software.

The AVR Status Register – SREG – is defined as:

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	I	T	H	S	V	N	Z	C	SREG
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- **Bit 7 – I: Global Interrupt Enable**

The Global Interrupt Enable bit must be set for the interrupts to be enabled. The individual interrupt enable control is then performed in separate control registers. If the Global Interrupt Enable Register is cleared, none of the interrupts are enabled independent of the individual interrupt enable settings. The I-bit is cleared by hardware after an interrupt has occurred, and is set by the RETI instruction to enable subsequent interrupts. The I-bit can also be set and cleared by the application with the SEI and CLI instructions, as described in the instruction set reference.

- **Bit 6 – T: Bit Copy Storage**

The Bit Copy instructions BLD (Bit Load) and BST (Bit Store) use the T-bit as source or destination for the operated bit. A bit from a register in the Register File can be copied into T by the BST instruction, and a bit in T can be copied into a bit in a register in the Register File by the BLD instruction.

- **Bit 5 – H: Half Carry Flag**

The Half Carry Flag H indicates a half carry in some arithmetic operations. Half Carry is useful in BCD arithmetic. See the "Instruction Set Description" for detailed information.

- **Bit 4 – S: Sign Bit, S = N ⊕ V**

The S-bit is always an exclusive or between the Negative Flag N and the Two's Complement Overflow Flag V. See the "Instruction Set Description" for detailed information.

- **Bit 3 – V: Two's Complement Overflow Flag**

The Two's Complement Overflow Flag V supports two's complement arithmetics. See the "Instruction Set Description" for detailed information.

- **Bit 2 – N: Negative Flag**

The Negative Flag N indicates a negative result in an arithmetic or logic operation. See the "Instruction Set Description" for detailed information.

- **Bit 1 – Z: Zero Flag**

The Zero Flag Z indicates a zero result in an arithmetic or logic operation. See the "Instruction Set Description" for detailed information.

Triacs sensitive gate

BT136 series E

GENERAL DESCRIPTION

Passivated, sensitive gate triacs in a plastic envelope, intended for use in general purpose bidirectional switching and phase control applications, where high sensitivity is required in all four quadrants.

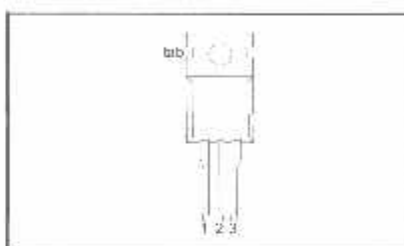
QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	MAX.	MAX.	UNIT
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages	600E 600	800E 800	V
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	4	4	A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	25	25	A

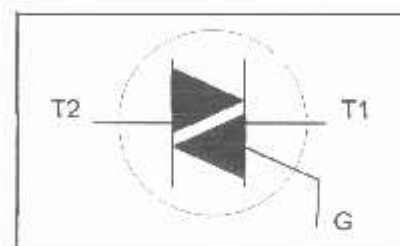
PINNING - TO220AB

PIN	DESCRIPTION
1	main terminal 1
2	main terminal 2
3	gate
tab	main terminal 2

PIN CONFIGURATION



SYMBOL



LIMITING VALUES

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.		UNIT
				-600 600 ¹	-800 800	
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages		-			V
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	full sine wave; $T_{mb} \leq 107^\circ\text{C}$	-	4		A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	full sine wave; $T_j = 25^\circ\text{C}$ prior to surge $t = 20\text{ ms}$ $t = 16.7\text{ ms}$	-	25		A
i^2t	i^2t for fusing	$t = 10\text{ ms}$	-	27		A
di_T/dt	Repetitive rate of rise of on-state current after triggering	$I_{-M} = 6\text{ A}$; $I_G = 0.2\text{ A}$; $di_G/dt = 0.2\text{ A}/\mu\text{s}$	-	3.1		A ² s
I_{GM}	Peak gate current	T2+ G+ T2+ G- T2- G- T2- G+	-	50		A/ μs
V_{GM}	Peak gate voltage		-	50		A/ μs
P_{GM}	Peak gate power		-	50		A/ μs
$P_{GM(AV)}$	Average gate power	over any 20 ms period	-	10		A/ μs
T_{stg}	Storage temperature		-	2		A
T_j	Operating junction temperature		-40	5		V
			-	0.5		W
			-	150		W
			-	125		°C

Although not recommended, off-state voltages up to 800V may be applied without damage, but the triac may switch to the on-state. The rate of rise of current should not exceed 3 A/ μs .

Triacs
sensitive gate

BT136 series E

THERMAL RESISTANCES

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$R_{th(j-c)}$	Thermal resistance junction to mounting base	full cycle	-	-	3.0	K/W
$R_{th(j-a)}$	Thermal resistance junction to ambient	half cycle in free air	-	60	3.7	K/W

STATIC CHARACTERISTICS

 $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{GT}	Gate trigger current	$V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$				
		T2+ G+	-	2.5	10	mA
		T2+ G-	-	4.0	10	mA
		T2- G-	-	5.0	10	mA
		T2- G+	-	11	25	mA
I_L	Latching current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$				
		T2+ G+	-	3.0	15	mA
		T2+ G-	-	10	20	mA
		T2- G-	-	2.5	15	mA
		T2- G+	-	4.0	20	mA
I_H	Holding current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$	-	2.2	15	mA
V_T	On-state voltage	$I_T = 5\text{ A}$	-	1.4	1.70	V
V_{GT}	Gate trigger voltage	$V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$	-	0.7	1.5	V
		$V_D = 400\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	0.25	0.4	-	V
I_P	Off-state leakage current	$V_D = V_{DRM(max)}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	-	0.1	0.5	mA

DYNAMIC CHARACTERISTICS

 $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
dV_D/dt	Critical rate of rise of off-state voltage	$V_{DM} = 67\% V_{DRM(max)}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C};$ exponential waveform; gate open circuit.	-	50	-	V/ μs
t_{GT}	Gate controlled turn-on time.	$I_{TM} = 6\text{ A}; V_D = V_{DRM(max)}; I_G = 0.1\text{ A};$ $dI_G/dt = 5\text{ A}/\mu\text{s}$	-	2	-	μs

Triacs
sensitive gate

BT136 series E

MECHANICAL DATA

Dimensions in mm

Net Mass: 2 g

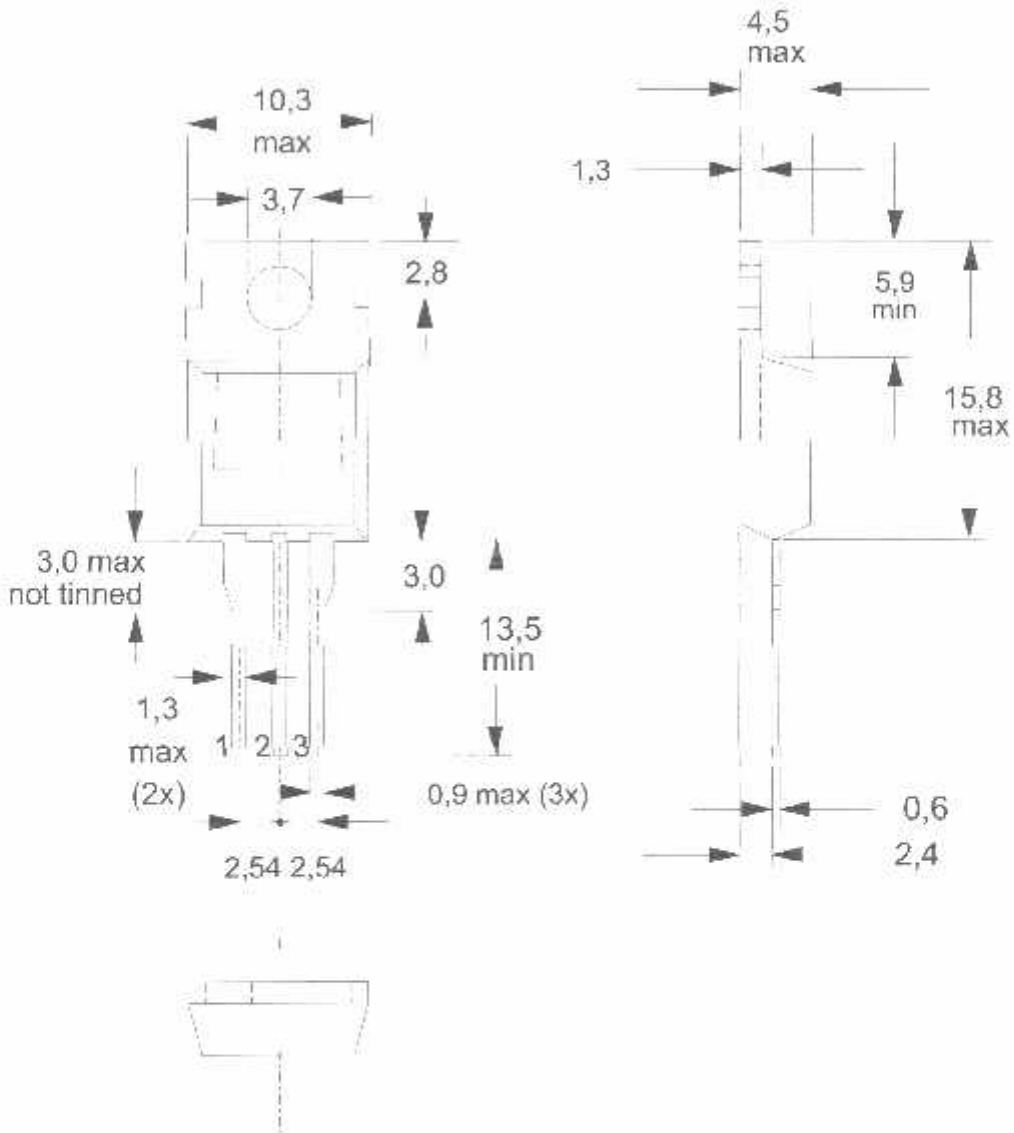


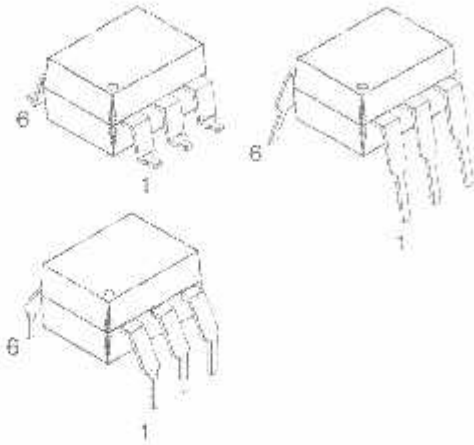
Fig.13. SOT78 (TO220AB). pin 2 connected to mounting base.

Notes

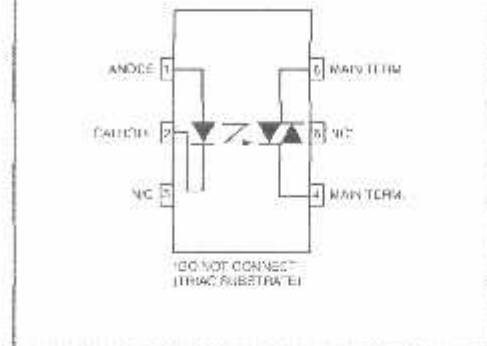
Refer to mounting instructions for SOT78 (TO220) envelopes.
Epoxy meets UL94 V0 at 1/8".

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

PACKAGE



SCHEMATIC



DESCRIPTION

The MOC301XM and MOC302XM series are optically isolated triac driver devices. These devices contain a GaAs infrared emitting diode and a light activated silicon bilateral switch, which functions like a triac. They are designed for interfacing between electronic controls and power triacs to control resistive and inductive loads for 115 VAC operations.

FEATURES

- Excellent I_T stability—IR emitting diode has low degradation
- High isolation voltage—minimum 5300 VAC RMS
- Underwriters Laboratory (UL) recognized—File #E90700
- Peak blocking voltage
 - 250V-MOC301XM
 - 400V-MOC302XM
- VDE recognized (File #94766)
- Ordering option V (e.g. MOC3023VM)

APPLICATIONS

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| Industrial controls | • Solenoid/valve controls |
| Traffic lights | • Static AC power switch |
| Vending machines | • Incandescent lamp dimmers |
| Solid state relay | • Motor control |
| Lamp ballasts | |

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Parameters	Symbol	Device	Value	Units
TOTAL DEVICE				
Storage Temperature	T_{STG}	All	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	T_{OPR}	All	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Lead Solder Temperature	T_{SOL}	All	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	T_J	All	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Isolation Surge Voltage ⁽¹⁾ (peak AC voltage, 60Hz, 1 sec duration)	V_{ISO}	All	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	330	mW
Derate above 25 $^\circ\text{C}$			4.4	mW/ $^\circ\text{C}$
EMITTER				
Continuous Forward Current	I_F	All	60	mA
Reverse Voltage	V_R	All	3	V
Total Power Dissipation 25 $^\circ\text{C}$ Ambient	P_D	All	100	mW
Derate above 25 $^\circ\text{C}$			1.33	mW/ $^\circ\text{C}$
DETECTOR				
Off-State Output Terminal Voltage	V_{DPM}	MOC3010M/1M/2M MOC3020M/1M/2M/3M	250 400	V
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1 ms, 120 pps)	I_{TEM}	All	1	V
Total Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$ Ambient	P_D	All	360	mW
Derate above 25 $^\circ\text{C}$			4	mW/ $^\circ\text{C}$

ote
Isolation surge voltage, V_{ISO} , is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified)

INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS

Parameters	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
EMITTER							
Input Forward Voltage	$I_F = 10\text{ mA}$	V_F	All		1.15	1.5	V
Reverse Leakage Current	$V_R = 3\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	I_{R1}	All		0.01	100	μA
DETECTOR							
Peak Blocking Current, Either Direction	Rated $V_{DRM}, I_F = 0$ (note 1)	I_{DRM}	All		10	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction	$I_{IM} = 100\text{ mA peak}, I_F = 0$	V_{TM}	All		1.8	3	V

TRANSFER CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)

DC Characteristics	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
LED Trigger Current	Voltage = 3V (note 3)	I_{FT}	MOC3020M			30	mA
			MOC3010M			15	
			MOC3021M			10	
			MOC3011M			10	
			MOC3022M			10	
			MOC3012M			5	
			MOC3023M			5	
Folding Current, Either Direction		I_{H1}	All		100	μA	

Note

Test voltage must be applied within dv/dt rating.

This is static dv/dt. See Figure 5 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.

All devices are guaranteed to trigger at an I_C value less than or equal to max I_{FT} . Therefore, recommended operating I_C lies between max I_{FT} (30 mA for MOC3020M, 15 mA for MOC3010M and MOC3021M, 10 mA for MOC3011M and MOC3022M, 5 mA for MOC3012M and MOC3023M) and absolute max I_C (60 mA).

LIQUID CRYSTAL DISPLAY MODULE

M 1 6 3 2

USER MANUAL

Seiko Instruments Inc.

1. GENERAL

1.1 General

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

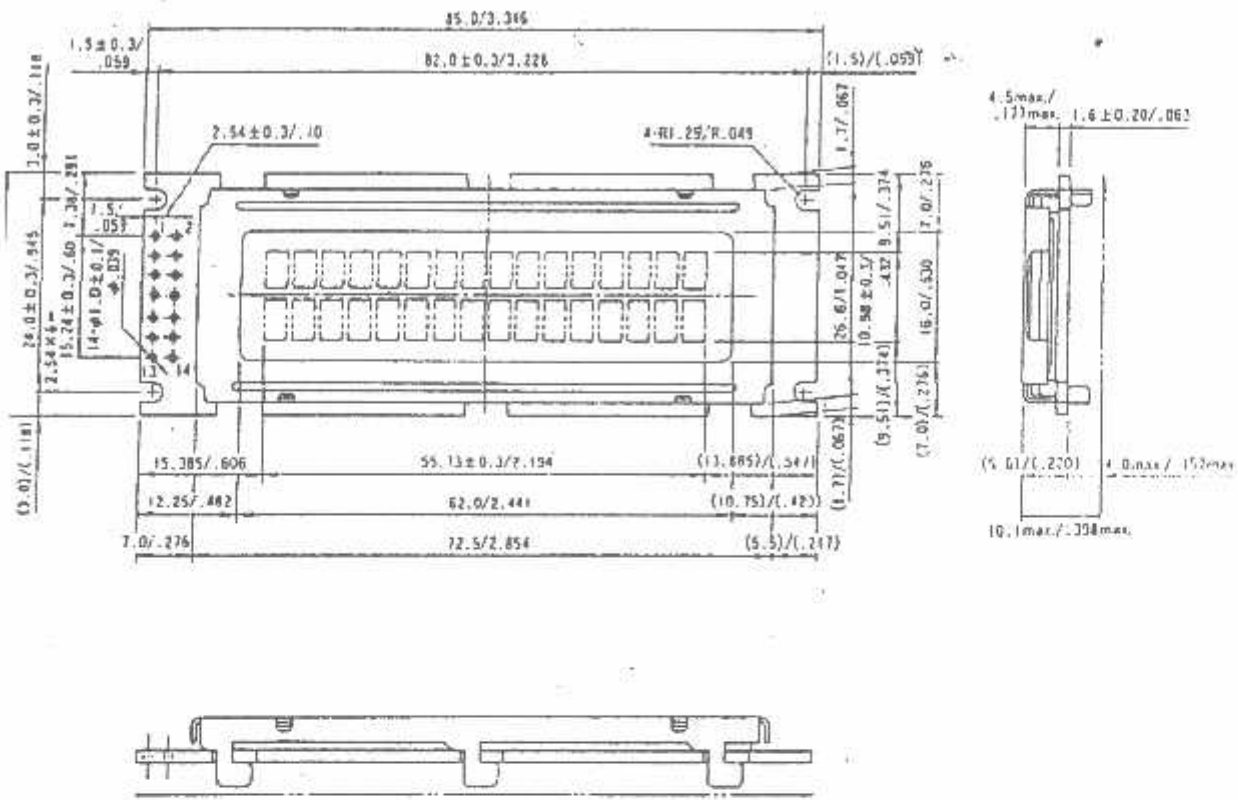
1.2 Features

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

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

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

1.3 Dimensions Diagram



Unit : mm/inch
General tolerance : ± 0.5 mm

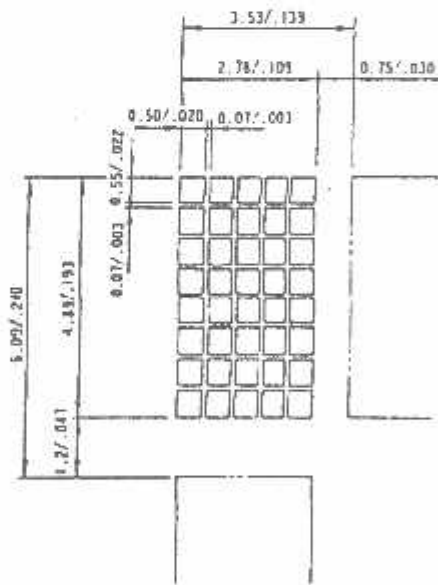


Figure 1 Dimensions diagram

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

5 Absolute Maximum Ratings

$V_{SS} = 0V$

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

3 Electrical Characteristics

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

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

OPERATING INSTRUCTIONS

2.1 Terminal Functions

Table 1 Terminal functions

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

1.2 Basic Operations

2.2.1 Registers

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

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

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

Table 2 Register selection

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

2.2.2 Busy flag (BF)

The flag indicates whether the module is ready to accept the next instruction. As shown in Table 2, the signal is output to DB₇ if RS = 0 and $\overline{R/W}$ = 1. If the value is 1, the module is working internally and the instruction cannot be accepted. If the value is 0, the next instruction can be written. Therefore, the flag status needs to be checked before executing an instruction. If an instruction is executed without checking the flag status, wait for more than the execution time shown by 2.4 Instruction Outline.

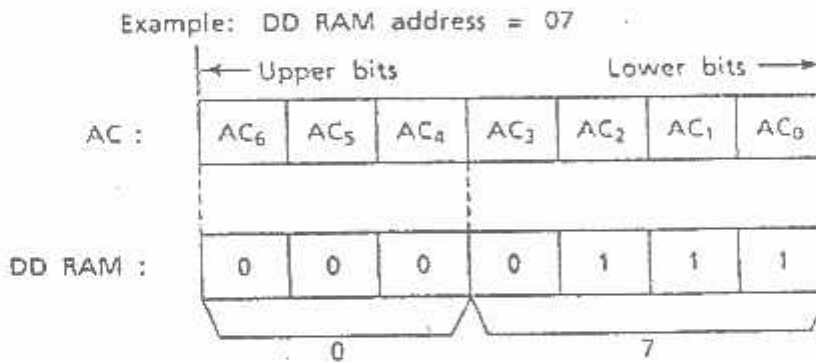
2.2.3 Address counter (AC)

The counter specifies an address when data is written into DD RAM or CG RAM and the data stored in DD RAM or CG RAM is read out. If an Address Set instruction (for DD RAM or CG RAM) is written in the IR, the address information is transferred from the IR to the AC. When display data is written into or read from DD RAM or CG RAM, the AC is automatically incremented or decremented by one according to the Entry Mode Set. The contents of the AC are output to DB₀ to DB₆ as shown in Table 2 if RS = 0 and R/W = 1.

2.2.4 Display data RAM (DD RAM)

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

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



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

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

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

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

*Left shift

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

*Right shift

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

5 Character generator ROM (CG ROM)

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

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

3 Character generator RAM (CG RAM)

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

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

Table 3 Correspondence between character codes and character patterns

Upper bit 4 bit Lower 4 bit	0 0000	2 0010	3 0011	7 0100	8 0101	9 0110	F 0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0x0000	CG RAM (1)		0	a	P	\	P	-	二	9	三	0	0
0x0001	(2)	!	1	A	Q	a	9	=	7	*	4	6	0
0x0010	(3)	"	2	B	R	b	r	r	イ	ウ	エ	0	0
0x0011	(4)	#	3	C	S	c	s	、	ウ	7	三	0	0
0x0100	(5)	*	4	D	T	d	t	、	エ	ト	ホ	4	0
0x0101	(6)	%	5	E	U	e	u	*	オ	ナ	1	0	0
0x0110	(7)	&	6	F	V	f	v	9	カ	ニ	ヨ	0	0
0x0111	(8)	"	7	G	W	g	w	7	*	ア	ウ	0	π
0x1000	(1)	<	8	H	X	h	x	イ	ウ	ホ	リ	フ	ア
0x1001	(2)	>	9	I	Y	i	y	0	ウ	ル	ル	フ	ウ
0x1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	エ	コ	ハ	レ	1	*
0x1011	(4)	+	:	K	E	k	e	*	ウ	ヒ	ロ	*	*
0x1100	(5)	:	<	L	*	l	l	*	0	フ	ウ	0	π
0x1101	(6)	---	==	M	I	m	y	ユ	ア	ハ	ウ	レ	+
0x1110	(7)	..	>	N	^	n	→	0	セ	ホ	ウ	0	
0x1111	(8)	/	?	O	_	o	+	ウ	リ	ア	"	0	π