

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SWR (STANDING WAVE RATIO) METER DIGITAL YANG DIANTARMUKAKAN MELALUI PC



Disusun Oleh :

ARIEF DWI PRASETYO

05.12.2005

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2010**

3070

RECEIVED AIRSPEEDS WASHINGTON DISTRICT
MOUNTAIN VIEW AIRFIELD MOUNTAIN VIEW
COMMUNICATIONS CENTER ETTAKAMUNGA 2-4
MOUNTAIN VIEW AIRFIELD ETTAKAMUNGA 2-4

02.42.000

02.42.000

02.42.000



02.42.000
02.42.000
02.42.000

02.42.000

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
SWR (STANDING WAVE RATIO) METER DIGITAL
YANG DIANTARMUKAKAN MELALUI PC

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

ARIEF DWI PRASETYO

NIM : 05.12.205

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT.
NIP.Y.102 8700 163



Ir. Th. Mimien Mustikawati, MT.
NIP.Y.103 0000 352

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



Ir. F. Yudi Lipraptono, MT.
NIP.Y. 103 9500 274

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2010



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
Jl. Karanglo km 2, Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Arief Dwi Prasetyo

NIM : 05.12.205

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika

Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
SWR (STANDING WAVE RATIO) METER DIGITAL
YANG DIANTARMUKAKAN MELALUI PC**

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

Hari : Selasa

Tanggal : 09 Februari 2010

Dengan Nilai : 87,25 (A) *AY*

Ketua Majelis Penguji

Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT.
NIP.Y.102 8700 163

Sekretaris Majelis Penguji

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.
NIP.Y.103 9500 274

Penguji I

I. Komang Somawirata, ST, MT.
NIP.Y.103 0100 361

Penguji II

Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT.
NIP.Y.103 0000 365

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberkati dan memberikan petunjuk serta jalan terbaik sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul :

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SWR (STANDING WAVE RATIO)

METER DIGITAL YANG DIANTARMUKAKAN MELALUI PC

Pembuatan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata I di Institut Teknologi Nasional Malang.

Terima kasih yang mendalam penulis haturkan kepada kedua orang tua yang telah berjasa membentuk kepribadian penulis, khususnya memberikan inspirasi yang kuat serta dukungan dan doa yang tiada henti. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang dan selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
4. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
5. Ibu Ir. Th. Mimien Mustikawati, MT selaku dosen pembimbing II.
6. Bapak I Komang Somawirata, ST, MT selaku dosen penguji I
7. Ibu Irmalia Suryani Faradisa, ST, MT selaku dosen penguji II
8. Seluruh Kolega Crew Laboratorium Jaringan Telekomunikasi.

9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak yang perlu disempurnakan, oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Akhir kata penulis mohon maaf kepada semua pihak jika dalam proses pembuatan skripsi ini penulis melakukan kesalahan baik yang disengaja maupun tidak disengaja, semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu memberkati dan memberi jalan yang terbaik bagi kita semua. Amin.

Malang, Februari 2010

Penulis

ABSTRAK

Arief Dwi Prasetyo
Jurusan Teknik Elektro
Kosentrasi Teknik Elektronika
Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo Km.2
arief_2_pras@yahoo.com
<http://alfa-romeo-rf.blogspot.com>

Penalaan impedansi saluran transmisi pada sebuah pemancar sangatlah sulit dikarenakan setiap saluran transmisi mengandung bilangan-bilangan imajiner yang menunjukkan bahwa saluran tersebut mengandung factor RLC. Faktor impedansi RLC inilah yang seharusnya disesuaikan dengan nilai impedansi dari dalam pemancar yang mempunyai nilai pasti umumnya 50-ohm. Jikalau impedansi tidak disesuaikan maka akan terjadi *mismatch* atau tidak sesuainya impedansi yang akan menyebabkan daya kembali (*Reflected*) pada saluran transmisi tersebut, daya inilah yang sangat berbahaya bagi sebuah penguat RF (RF amplifier) karena daya yang dipancarkan dikembalikan lagi menuju bagian akhir RF *power amplifier* sehingga dapat merusak power amplifier tersebut akibat disipasi daya yang berlebihan.

Untuk mendeteksi dan mengukur adanya daya pantul pada rangkaian pemancar radio, maka diperlukan sebuah alat yang dinamakan *Standing Wave Ratio* (SWR) meter, dan perlu diketahui bahwa kebanyakan SWR meter yang beredar adalah jenis analog yang mempunyai tingkat akurasi rendah. Komponen penting dalam SWR-meter ini adalah directional coupler yang berfungsi sebagai detector daya RF baik yang forward maupun yang reflected. Karena perangkat ini (SWR-meter) dapat di-*interface*-kan pada sebuah komputer, maka alat ini juga dapat digunakan sebagai sarana menganalisa karakteristik antenna pemancar.

Dengan dirancangnya SWR-meter secara digital dan dapat di antarmukakan pada komputer, maka hasil pengukuran dan pembacaan daya RF yang diteruskan (*Forward*) maupun yang kembali (*Reflected*) dapat diketahui secara cepat dan akurat dengan tingkat ketelitian rata-rata 97,51 %.

Kata kunci: *SWR, SWR Analyzer*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
<i>ABSTRAK</i>	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GRAFIK	x
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan penulisan	2
1.5. Metodologi Pengerjaan Skripsi	2
1.6. Sistematika Pembahasan.....	3
BAB II	5
2.1. SWR meter Digital	5
2.2. Rangkaian Jembatan Wheatstone Sebagai Gambaran Saluran Transmisi.....	5
2.3. Antena Dan <i>Dummyload</i>	10
2.3.1. Antena.....	10
2.3.2. <i>Dummy Load</i>	11
2.4. Directional Coupler	13
2.4.1. Fenomena <i>Directional Couplers</i>	13
2.4.2. Directional Coupler/Sensor Sinyal dengan tipe coaxial	15
2.4.3. <i>Directional Coupler</i> /Sensor Sinyal dengan tipe <i>microstrip</i>	16
2.5. SWR Meter & <i>Power Meter</i>	17
2.6. Exiter Pemancar PLL Dengan Power Tinggi atau Secukupnya	18
2.7. Pengkondisi Sinyal Atau Buffer.....	19
2.8. Max 232 Sebagai Pengubah Tegangan TTL	20
2.9. LCD (Liquid Crystal Display).....	24
2.10. Mikrokontroler ATMEGA 16	26
2.10.1. Fitur ATMega16	28
2.10.2. Peta Memori	29

2.10.3. Status Register (SREG)	31
BAB III	33
3.1. Gambaran Umum	33
3.2. Rancangan Alat	35
3.2.1. Directional Coupler	35
3.2.2. Pengkondisi Sinyal Tegangan <i>Output Directional Coupler</i>	37
3.2.3. PLL <i>Exiter</i> Dengan <i>Power</i> Secukupnya	38
3.2.4. <i>Dummy load</i> dan Antena	39
3.3. Perancangan minimum sistem ATMega 16.....	45
3.4. Perancangan Rangkaian <i>LCD</i>	48
3.5. Rangkaian Antar Muka RS-232	49
3.6. Perancangan Perangkat Lunak.....	50
BAB IV	57
4.1. Pengujian Directional Coupler	58
4.1.1. Tujuan.....	58
4.1.2. Peralatan yang digunakan	58
4.1.3. Prosedur Pengujian	58
4.1.4. Pengujian sistem	59
4.2. Kalibrasi Power & SWR Meter Dengan Menggunakan SWR Analog type Avair AV-40 pada Frekuensi 144.00MHz.....	61
4.2.1. Tujuan.....	61
4.2.2. Peralatan yang digunakan	61
4.2.3. Prosedur pengujian	61
4.2.4. Pengujian sistem	62
4.3. Pengujian Sensor Sinyal (Directional Coupler) pada range frekuensi 140MHz- 149.5MHz dengan menggunakan Antena Dipole Polarisasi Vertikal $\frac{1}{4}$ Lambda yang ditala pada 147.00MHz.....	66
4.3.1. Tujuan.....	66
4.3.2. Peralatan yang digunakan	66
4.3.3. Prosedur pengujian	66
4.3.4. Pengujian sistem	67
4.4. Pengujian Program SWR analyzer	72
4.4.1. Tujuan.....	72
4.4.2. Peralatan yang digunakan	72
4.4.3. Prosedur pengujian	72

4.4.4. Pengujian sistem	73
BAB V	75
5.1. Kesimpulan.....	75
5.2. SARAN.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Jembatan DC Wheatstone	7
Gambar 2-2. Skema Dummy Load	12
Gambar 2-3. Directional Coupler.....	13
Gambar 2-4. Fenomena Induksi Directional Coupler	14
Gambar 2-5. Realisasi Directional Coupler Tipe Coaxial.....	15
Gambar 2-6. Realisasi Directional Coupler Tipe Mikrostrip	16
Gambar 2-7. HT ICOM IC 2N^[13]	19
Gambar 2-8. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Tegangan.....	20
Gambar 2-9. IC MAX 232^[9].....	21
Gambar 2-10. 1 byte of Async Data	22
Gambar 2-11. Konektor DB-9.....	23
Gambar 2-12. Deskripsi pin pada LCD Tipe M1632^[11].....	25
Gambar 2-13. Blok diagram fungsional ATMega16^[8]	27
Gambar 2-14. Pin ATMega16^[8]	29
Gambar 2-15. Konfigurasi Memori Data AVR ATMega16^[8]	30
Gambar 2-16. Memory Program AVR ATMega16^[8]	31
Gambar 3-1. Diagram Blok SWR Meter Digital Yang Diinterfacekan Melalui Computer.....	33
Gambar 3-2. Directional Coupler.....	35
Gambar 3-3. Rangkaian Pengkondisi Sinyal	37
Gambar 3-4. VR Identik Dengan Rangkaian Resistor Pembagi Tegangan	37
Gambar 3-5. HT ICOM IC 2N	39
Gambar 3-6. Rangkaian Dummy load (a.25ohm b.50ohm c.75ohm d.100ohm) ...	39
Gambar 3-7 Antenna monopole dan dipole.....	42
Gambar 3-8. Antenna two wire folded dipole dan three wire folded dipole.	43
Gambar 3-9. Panjang gelombang 1Lambda.....	43
Gambar 3-10. Perancangan Minimum Sistem ATMEGA16 Dan Alokasi Pin	45
Gambar 3-11. Rangkaian reset pada ATmega 16	47
Gambar 3-12. Perancangan Rangkaian Liquid Crystal Display (LCD).....	48
Gambar 3-13. Rangkaian Antar Muka RS-232.....	49

Gambar 3-14. Gambar Flowchart Program Keseluruhan.....	51
Gambar 3-15. Gambar Flowchart Sub Program SWR Meter	52
Gambar 3-16. Gambar Flowchart Sub Program Peredaman	53
Gambar 3-17. Gambar Flowchart Sub Program RF Power 145 MHz	54
Gambar 3-18. Gambar Flowchart Sub Program RF Power 435 MHz	55
Gambar 3-19. Gambar Flowchart Sub Program SWR Analyzer.....	56
Gambar 4-1. Pengujian V forward directional coupler	58
Gambar 4-2. Pengukuran GGL induksi.....	59
Gambar 4-3. Pengkalibrasian SWR	61
Gambar 4-4. Pengkalibrasian Power Meter dengan Dummy load 50ohm	62
Gambar 4-5. Pengkalibrasian SWR ZL=25ohm	63
Gambar 4-6. Pengkalibrasian SWR ZL=50ohm	64
Gambar 4-7. Pengkalibrasian SWR ZL=75ohm	64
Gambar 4-8. Pengkalibrasian SWR ZL=100ohm	64
Gambar 4-9. Diagram Blok Rangkaian Pencuplik sinyal RF	66
Gambar 4-10. Rangkaian Directional Coupler (Sensor Sinyal RF)	68
Gambar 4-11. Rangkaian Pengkondisi Sinyal	68
Gambar 4-12. Pengujian SWR Pada Frekuensi 140MHz	69
Gambar 4-13. Pengujian SWR Pada Frekuensi 144MHz	70
Gambar 4-14. Diagram Blok Keseluruhan Rancangan	72
Gambar 4-15. Hardware Rancangan Keseluruhan	73
Gambar 4-16. Program SWR Analyzer	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Fungsi Pin RS-232 dalam DB-9	23
Tabel 2-2 Fungsi Pin – Pin LCD	26
Tabel 3-1 Hasil Perhitungan Perubahan Nilai SWR berdasarkan nilai Impedansi R mumi.....	41
Tabel 4-1 Hasil <i>V_{forward}</i> Output pada frekuensi 144MHz	59
Tabel 4-2. Hasil SWR dengan menggunakan $Z_L = 25, 50, 75, 100$ Ohm	65
Tabel 4-3. Hasil Pengujian SWR Secara Keseluruhan 140-149.5 MHz.....	71

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3-1. Hubungan Respon $Z(\text{ohm})$ dengan SWR	42
Grafik 4-1. Respon Hubungan V_{out} dengan P pada $f=144\text{MHz}$	60
Grafik 4-2. Respon Hubungan Z_L dengan SWR	65
Grafik 4-3. Grafik Respon Hubungan SWR dengan Frekuensi	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Belakangan ini kemajuan teknologi dibidang radio frekuensi berkembang sangat pesat. Perkembangan ini meliputi siaran radio (*broadcast*) dan sistem komunikasi *broadband*. Sistem tersebut tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya sebuah transmisi yang baik pula terutama dalam sistem transmisi sinyal gelombang elektromagnet pada sebuah *transmitter*. Pada saluran transmisi frekuensi tinggi terdapat impedansi (faktor R,L,C), gelombang maju dan gelombang pantul yang sangatlah sulit untuk dihitung agar saluran tersebut dapat men-*transfer* energi sinyal dari *transmitter* secara maksimal. Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat untuk mempermudah dalam *matching* impedansi terutama untuk *matching* karakteristik impedansi antena dengan saluran transmisi agar energi yang disalurkan dapat semaksimal mungkin dengan memfokuskan pada gelombang pantul (*reflected wave*) dan gelombang maju (*forward wave*) pada saluran transmisi.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana merancang dan membuat suatu alat untuk mempermudah *matching* impedansi saluran transmisi antara pemancar dengan antena agar gelombang pantul pada saluran transmisi didapatkan sekecil mungkin sehingga tidak merusak *final power amplifier* dari pemancar.

1.3. Batasan Masalah

Guna dapat tercapainya apa yang menjadi tujuan pembahasan skripsi ini, maka perlu kiranya diberikan batasan- batasan dalam pembahasannya yaitu:

- Data-data *Standing Wave Ratio* (SWR) yang ditampilkan oleh LCD dikirim ke komputer melalui port serial untuk diambil grafik *matching*-nya.
- Pembahasan ditekankan pada proses perubahan sinyal transmisi elektromagnetik menjadi tegangan DC dengan cara pengkoplingan dan perubahan sinyal analog menjadi digital oleh ADC.
- Tidak membahas *power supply*.
- Hal-hal yang berhubungan dengan *transmitter* dan *power amplifier* dari *transmitter* tidak dibahas.

1.4. Tujuan penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah merencanakan dan membuat sebuah alat untuk mempermudah *matching* impedansi pada saluran transmisi pemancar dengan antenna agar *final power amplifier* dari pemancar tidak rusak karena perbedaan impedansi dari saluran transmisi.

1.5. Metodologi Pengerjaan Skripsi

Untuk tercapainya sasaran yang sesuai dengan tujuan, maka digunakan metode-metode sebagai berikut:

1. Studi literatur

Diperlukan untuk mempelajari teori dasar yang berhubungan dengan saluran transmisi frekuensi tinggi, teori pengkoplingan tegangan saluran transmisi gelombang elektromagnetik frekuensi tinggi, teori tentang perubahan sinyal

analog ke sinyal digital, serta teori-teori yang berhubungan dengan pembahasan ini.

2. Perencanaan dan pembuatan alat

Dilakukan perencanaan rangkaian yang akan dibuat yang meliputi spesifikasi rangkaian, blok diagram, gambar rangkaian secara lengkap serta menentukan komponen-komponen yang diperlukan sampai penyusunan pada papan rangkaian tercetak (PCB).

3. Pengujian

Pengujian dilakukan pada tiap blok diagram fungsi dan pada keseluruhan sistem.

1.6. Sistematika Pembahasan

Pembahasan dalam skripsi ini dibagi dalam enam BAB, 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.

BAB III Perencanaan Dan Pembuatan Alat

Pada bab ini membahas tentang perencanaan dan pembuatan rangkaian.

BAB IV Pengujian Alat

Pada bab ini membahas 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

LANDASAN TEORI

2.1. SWR meter Digital

SWR merupakan alat ukur penyesuai impedansi transmisi sinyal antara pemancar dengan beban yang berupa antena ataupun *dummy load*. SWR yang beredar kebanyakan berjenis analog yang memang relatif murah dan familiar. SWR meter digital adalah modifikasi dari SWR meter analog yang memiliki fungsi sama. SWR dan *Power* meter pada dasar intinya berada pada *Directional coupler* yang berfungsi mencuplik tegangan *Forward* dan *Reverse*. Rangkaian SWR meter digital ini terdiri dari *Directional Coupler*, Pengkondisi sinyal, Mikrokontroler, LCD, PC, PLL *Exiter*, *Antenna/Dummy load* yang apabila keseluruhannya dikombinasikan akan menjadi SWR meter digital sekaligus *Antena Analyzer* digital.

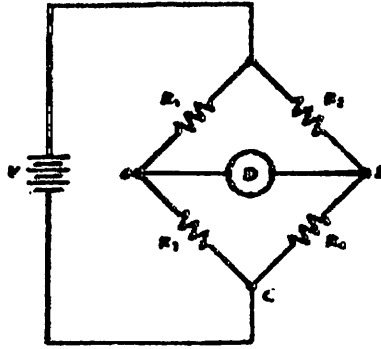
2.2. Rangkaian Jembatan Wheatstone Sebagai Gambaran Saluran Transmisi

Rangkaian jembatan adalah rangkaian pasif yang digunakan untuk mengukur impedansi dengan teknik penyesuaian potensial. Dalam rangkaian ini, seperangkat impedansi yang telah diketahui secara akurat diatur nilainya dalam hubungannya terhadap satu yang belum diketahui sampai suatu kondisi yang ada dimana perbedaan potensial antara dua titik dalam rangkaian adalah nol, yaitu setimbang. Kondisi ini menetapkan sebuah persamaan yang digunakan untuk menemukan impedansi yang tidak diketahui berkenaan dengan nilai-nilai yang diketahui. Jembatan wheatstone dapat diibaratkan sebagai gambaran saluran transmisi.

JEMBATAN WHEATSTONE

Rangkaian jembatan yang paling sederhana dan paling umum adalah jembatan DC Wheatstone seperti diperlihatkan pada Gambar 2.2. Rangkaian ini dapat digunakan sebagai gambaran dalam aplikasi saluran transmisi dimana nilai impedansi input dengan output harus sama dengan mengubah tahanan dengan perubahan variabel dinamik. Beberapa modifikasi dari jembatan dasar ini juga dipakai untuk aplikasi spesifik lainnya. Pada Gambar 2.2 obyek yang diberi label D adalah detektor setimbang yang digunakan untuk membandingkan potensial titik a dan b dari rangkaian. Dalam aplikasi paling modern detektor setimbang adalah amplifier diferensial impedansi input sangat tinggi. Dalam beberapa kasus, Galvanometer yang sensitif dengan impedansi yang relatif rendah bisa digunakan, khususnya untuk kalibrasi atau instrumen-instrumen pengukuran tunggal.

Untuk analisis awal kita, anggap impedansi detektor setimbang adalah tak hingga, yaitu rangkaian terbuka, untuk nilai impedansi input dan saluran transmisi sudah pasti riil bernilai 50 ohm. Kita anggap nilai R2 dan R3 adalah saluran transmisi yaitu kabel coaxial 50 ohm sedangkan R1 adalah impedansi input dari pemancar 50 ohm maka kita harus mencari nilai R4 yang merupakan Routput untuk menyeimbangkan titik a dan b agar kondisi tegangannya menjadi 0 berarti tidak ada daya yang dikembalikan.



Gambar 2-1. Jembatan DC Wheatstone

Dalam kasus ini beda potensial, V antara titik a dan b, adalah

$$V = V_a - V_b \dots\dots\dots(2-1)$$

Dimana

V_a = potensial titik a terhadap c

V_b = potensial titik b terhadap c

Nilai V_a dan V_b sekarang dapat dicari dengan memperhatikan bahwa V_a adalah hanya tegangan sumber, V , dibagi antara R_1 dan R_3

$$V_a = \frac{VR_3}{R_1 + R_3} \dots\dots\dots(2-2)$$

Dengan cara yang sama V_b adalah tegangan yang terbagi diberikan oleh

$$V_b = \frac{VR_4}{R_2 + R_4} \dots\dots\dots(2-3)$$

Dimana

V : tegangan sumber jembatan

R_1, R_2, R_3, R_4 : resistor-resistor jembatan seperti diberikan oleh Gambar 2.1.

Jika sekarang kita kombinasikan Persamaan (2-1), (2-2), (2-3), beda tegangan atau offset tegangan, dapat ditulis

$$\Delta V = \frac{VR_3}{R_1 + R_3} - \frac{VR_4}{R_2 + R_4} \dots\dots\dots(2-4)$$

Setelah beberapa aljabar, dapat diperlihatkan bahwa persamaan ini berkurang menjadi

$$\Delta V = V \frac{R_2 R_3 - R_1 R_4}{(R_1 + R_3) \cdot (R_2 + R_4)} \dots\dots\dots(2-5)$$

Persamaan (2-5) memperlihatkan bagaimana beda potensial melalui detektor adalah fungsi dari tegangan sumber dan nilai resistor. Karena tampilan yang berbeda dalam numerator Persamaan (2-5), jelas bahwa kombinasi khusus dari resistor dapat ditemukan yang akan menghasilkan perbedaan nol dan tegangan nol melewati detektor, yaitu, setimbang. Jelas, kombinasi ini, dari pemeriksaan Persamaan (2-5), adalah

$$R_3 R_2 = R_1 R_4 \dots\dots\dots(2-6)$$

Persamaan (2-6) mengindikasikan bahwa kapan saja sebuah jembatan Wheatstone dipasang dan resistor diatur untuk setimbang detektor, nilai-nilai resistor harus memenuhi persamaan yang diindikasikan. Tidak masalah jika tegangan sumber berubah, kondisi setimbang dipertahankan. Persamaan (2-5) dan (2-6) menekankan

aplikasi jembatan Wheatstone untuk aplikasi kontrol proses yang menggunakan detektor impedansi input tinggi.

Karena sudah diketahui nilai R_2 dan R_3 adalah saluran transmisi yaitu kabel coaxial 50 ohm sedangkan R_1 adalah impedansi input dari pemancar 50 ohm maka kita harus mencari nilai R_4 yang merupakan Routput untuk menyeimbangkan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai R_4 atau Routput juga harus bernilai 50ohm agar sesuai dengan persamaan (2-6) yang akan menyebabkan rangkaian dengan pola setimbang.

2.3. Antena Dan *Dummyload*

2.3.1. Antena

Antena adalah bagian yang paling penting dari sistem pemancar. Antena berfungsi sebagai alat yang dapat meradiasikan gelombang radio. Sebagai bagian dari sistem penerima, antena berfungsi sebagai bagian yang dapat menangkap radiasi gelombang radio. Antena yang ideal akan meradiasikan gelombang radio ke segala arah. Antena yang ideal disebut sebagai antena isotropis. Sebagai gambaran, jika antena isotropis diletakkan pada titik pusat dari bola maka antena isotropis akan mengisi semua ruang yang ada pada bola tersebut dengan radiasi gelombang radio. Beberapa parameter-parameter pada antena adalah :

2.3.1.1. Polarisasi

Polarisasi dibedakan menjadi polarisasi vertikal dan polarisasi horizontal. Sebagai gambaran yang sederhana sebuah antena dapat dikatakan mempunyai polarisasi vertikal jika antena tersebut diletakkan pada posisi vertikal terhadap bumi. Antena dengan polarisasi vertikal akan menghasilkan gelombang radio dengan polarisasi vertikal juga.

Untuk dapat menangkap gelombang radio yang mempunyai polarisasi vertikal pada penerima radio juga dibutuhkan antena dengan polarisasi yang sama.

2.3.1.2. Penguatan antena

Antena adalah komponen yang pasif. Secara harafiah antena tidak mungkin menguatkan sinyal yang diberikan kepadanya. Penguatan pada antena sebenarnya adalah seberapa banyak antena tersebut meradiasikan gelombang radio ke arah yang diinginkan. Sebagai referensi dipakai antena isotropi dengan penguatan 0 dB.

2.3.1.3. Pengarahan

Antena dibedakan menjadi segala arah (*Omnidirectional*) dan dua arah (*Bidirectional*). Antena *omnidirectional* dapat dikatakan meradiasikan gelombang radio yang sama kuat ke segala arah.

2.3.2. Dummy Load

Agar daya bisa dipancarkan semaksimal mungkin, impedansi *output* dari penguat daya tingkat akhir harus sama dengan impedansi karakteristik saluran transmisi dan impedansi dari antena. Untuk itu diperlukan penalaan pada *matching network* untuk menyamakan impedansi.

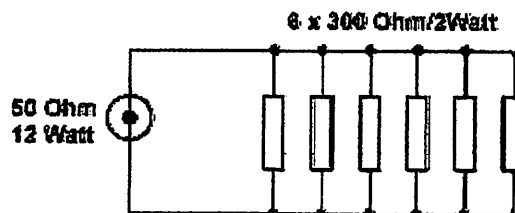
Impedansi dari antena sangat tergantung pada frekuensi. Sedangkan impedansi dari saluran transmisi sama dengan impedansi karakteristik saluran jika panjang saluran transmisi tersebut adalah tak terhingga. Sehingga antena dan saluran transmisi tidak dapat dipakai sebagai acuan untuk menala *matching network*. Sebagai gantinya diperlukan sebuah beban yang diketahui impedansinya dengan pasti sebagai acuan (*Dummy Load*), yang harus bebas dari pengaruh frekuensi dan dapat menangani pembuangan daya yang besar (merubah semua daya datang menjadi panas). Impedansi *Dummy Load* biasanya 50 atau 75 Ohm. Induktor dan kapasitor adalah komponen yang memiliki impedansi yang tergantung frekuensi. Resistor murni tidak terpengaruh

frekuensi, meskipun pada kenyataannya resistor tidak hanya bersifat resistif tetapi mempunyai sifat induktif dan kapasitif parasit meskipun kecil.

Dummy Load dapat dibuat sendiri dengan memasang paralel beberapa resistor sehingga didapatkan resistansi dan daya yang diinginkan. Resistor karbon dan resistor film mempunyai induktor parasit yang minimal sehingga banyak dipakai untuk membuat *dummy load*. Resistor karbon harganya lebih murah dan bisa didapatkan dengan daya lebih besar dibandingkan resistor film.

Memparalelkan beberapa resistor, selain untuk mendapatkan daya besar, dimaksud pula memperkecil induktansi liar dari resistor-resistor tersebut.

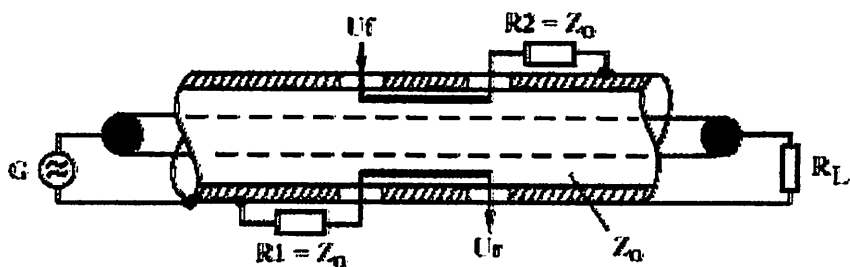
Sebagai contoh dapat dipakai resistor karbon 300 Ohm / 2 Watt sebanyak 6 biji yang dibubungkan secara paralel, untuk mendapatkan *Dummy Load* dengan daya 12 Watt dan impedansi 50 Ohm (Gambar 2-2).



Gambar 2-2. Skema Dummy Load

2.4. Directional Coupler

Directional coupler terdiri dari saluran transmisi dan sepotong kawat yang sejajar dengan saluran utama. Kawat tersebut membentuk saluran sekunder yang menghasilkan tegangan yang sebanding dengan daya dari saluran utama. Untuk dapat menghasilkan tegangan maju dan mundur secara terpisah pada *directional coupler* dipakai kawat yang terpisah (gambar 2-4).



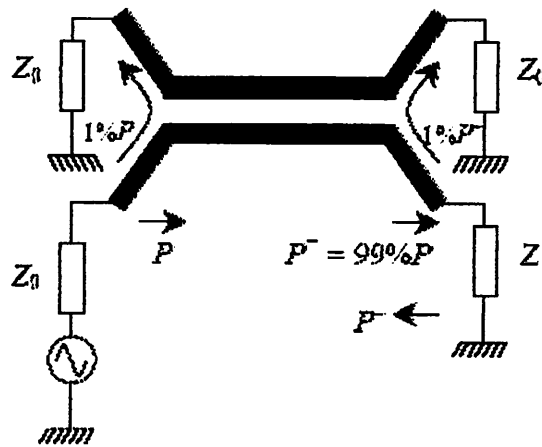
Gambar 2-3. *Directional Coupler*

Tegangan yang dihasilkan *directional coupler* berupa tegangan bolak-balik dengan frekuensi tinggi. Untuk menyearahkan tegangan tersebut dibutuhkan dioda dengan kemampuan menangani frekuensi tinggi. *Directional coupler* yang dilengkapi penyearah dan kapasitor disebut sebagai *reflectometer*. Dengan memberi skala yang berbeda dari *reflectometer* bisa didapatkan tegangan SWR Meter atau *Power Meter*. Pembuatan *directional coupler* mempunyai dua tipe yaitu tipe dengan *microstrip* dan *coaxial*

2.4.1. Fenomena *Directional Couplers*

Ketika terdapat dua saluran transmisi yang *unshielded* yang berdekatan, daya dapat dikopel diantara saluran tersebut, karena adanya interaksi medan elektromagnetik. Saluran yang dihubungkan itu disebut sebagai *coupled transmission lines*, dan

biasanya terdiri dari tiga konduktor yang berdekatan. Berikut gambar desain *Coupled-Line Directional Couplers*.



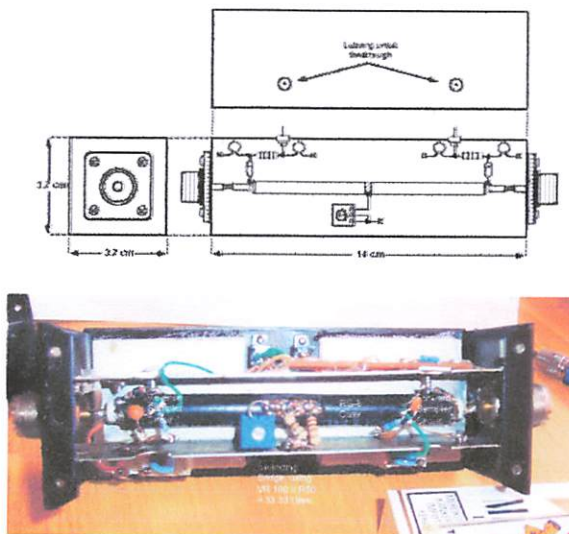
Gambar 2-4. Fenomena Induksi Directional Coupler

Coupled-Line Directional Couplers Sebagai contoh penggunaan *coupled-line directional coupler* untuk pengukuran daya datang dan daya pantul, adalah 20 dB, artinya bila pada port 1 kita hubungkan sebuah sumber 0 dBm (1 mW) daya ini akan dikopel ke port 3 sebesar - 20 dB (10^{-2} kali), yaitu - 20 dBm. Gambar 2.1 memperlihatkan *setup directional coupler* untuk mengukur daya datang dan daya pantul. Generator dengan impedansi Z_0 dipasang pada port 1 bedan yang tidak diketahui, Z , pada port 2, sedangkan *port 3* dan *port 4* diterminasi dengan beban yang sesuai dengan impedansi kopler, Z_0 , agar daya yang datang pada port-port ini seluruhnya diserap. Bila daya masukan dari generator pada port 1 adalah P 1% akan dikopel ke port 3 dan 99% menjadi daya yang datang ke beban, $P = 99\% + P$. Bila $Z \neq Z_0$, sebagian daya yang datang ini akan 0 yang 1% nya dikopel ke port 4 dan dikembalikan ke sumber sebesar 99%—dipantulkan sebesar P .

2.4.2. Directional Coupler/Sensor Sinyal dengan tipe coaxial

Directional coupler tipe coaxial ini merupakan directional coupler yang paling mudah untuk diaplikasikan pada SWR untuk kalangan *Homebrew*. Prinsipnya yaitu dengan memanfaatkan nilai kapasitansi pada kabel coaxial untuk mencuplik sinyal maju dan sinyal pantul.

Secara teoritis setiap kabel coaxial pasti memiliki nilai kapasitansi antara sumbu utama dengan ground/shielded. Kapasitansi inilah yang dimanfaatkan sebagai penkopel sinyal dengan cara menginduksi antara sumbu utama dengan ground/shield. Directional coupler ini sangat efektif untuk pemancar yang mempunyai power kecil dikarenakan kerugian tegangan pencuplikan sangat kecil sehingga tegangan output dari pencuplik tidaklah terlalu lemah namun daya yang tersalurkan pada coaxial tidak mengalami kerugian.

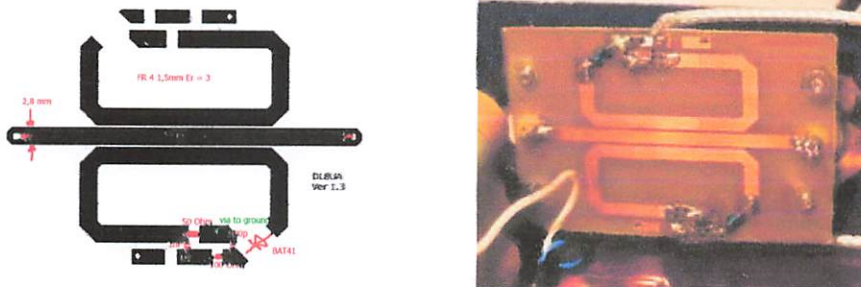


Gambar 2-5. *Realisasi Directional Coupler Tipe Coaxial*

2.4.3. Directional Coupler/Sensor Sinyal dengan tipe *microstrip*

Directional coupler tipe coaxial ini merupakan directional coupler yang sering dipakai produsen SWR pabrikan . Prinsipnya sama dengan directional coupler tipe coaxial hanya saja memanfaatkan nilai kapasitansi pada celah PCB untuk mencuplik sinyal maju dan sinyal pantul.

Pemanfaatan kapasitansi pada celah PCB inilah yang digunakan untuk menginduksi antara sumbu utama dengan jalur induksi. Directional coupler tipe ini sangat efektif untuk pemancar dengan daya yang besar dikarenakan mempunyai rugi pada pencuplikan sinyal yang cukup besar sehingga arus tegangan output pencuplik tidak terlalu kuat namun daya sinyal yang tersalurkan pada sumbu utama tidak mengalami kerugian.



Gambar 2-6. Realisasi Directional Coupler Tipe Mikrostrip

2.5. SWR Meter & Power Meter

Pada saluran transmisi yang tidak *match* selain gelombang datang mengalir pula gelombang pantul. Gelombang datang arahnya dari sumber ke beban (dari pemancar ke antena) sedangkan gelombang pantul dari arah yang sebaliknya (dari antena ke pemancar). Untuk mengukur daya gelombang-gelombang tersebut diperlukan *Power Meter*. Biasanya pada *Power Meter* terdapat dua skala, satu untuk daya datang dan satu lagi untuk daya pantul, skala untuk daya pantul lebih kecil dari skala daya datang.

SWR Meter (*Standing Wave Ratio Meter* – pengukur perbandingan gelombang tegak) digunakan untuk mengukur perbandingan gelombang datang dan gelombang pantul. Dengan kata lain SWR Meter digunakan untuk mengukur seberapa *match* sebuah sumber dengan beban. Prinsip kerja SWR Meter didasari *Power Meter*. Jika pada suatu pengukuran hanya terdapat *Power Meter* maka SWR dapat dihitung dari daya datang (P_f) dan daya pantul (P_r) dengan rumus sebagai berikut :

$$SWR = (P_f + P_r) / (P_f - P_r) \dots \dots \dots (2-7)$$

Dari rumus tersebut, pada keadaan *match* ($P_r = 0$) akan didapatkan $SWR=1$. Untuk keadaan yang tidak *match* akan didapatkan $SWR > 1$. Untuk keadaan yang paling buruk dimana semua daya datang dipantulkan kembali ($P_f = P_r$) akan didapatkan $SWR = \infty$. Atau dapat pula dijabarkan dengan rumus

$$SWR = [1 + R_c] / [1 - R_c] \dots\dots\dots(2-8)$$

$$R_c = | [Z_L - Z_o] / [Z_L + Z_o] | \dots\dots\dots(2-9)$$

Dimana:

- Z_L = impedansi *input* antena (beban)
- Z_o = impedansi saluran transmisi (*coax, feeder, dll*)
- Bila Z_L atau Z_o merupakan bilangan imajiner atau khayal, maka Z_L atau Z_o ini merupakan magnitudo dari bilangan tersebut.

Kita ambil contoh:

Contoh 1: Z_o (Transmission Line) = 50 Ohm, Z_L (Antenna) = 50 Ohm

Maka, $R_c = [50-50]/[50+50]=0$, maka $SWR=[1+0]/[1-0]=1$ (kondisi ini disebut matched)

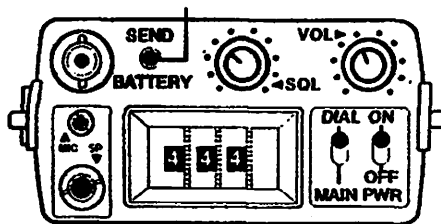
Contoh 2: $Z_o = 50$ Ohm, $Z_L = 100$ Ohm, maka $SWR = 2$

Contoh 3: $Z_o = 50$ Ohm, $Z_L = 25$ Ohm, maka $SWR = 2$

2.6. Exiter Pemancar PLL Dengan Power Tinggi atau Secukupnya

Pemancar yang digunakan untuk mengeluarkan sinyal adalah tipe PLL dengan menggunakan HT Icom IC 2N yang mempunyai perubahan frekuensi dari 140.00MHz – 149.99MHz. pada HT Icom IC 2N perubahan frekuensi dapat diatur dengan mengubah setingan roda gigi yang berada di atas HT. terdapat 3 roda gigi untuk melakukan perubahan frekuensi misal: (0.0.0) berarti frekuensi yang digunakan adalah 140.00, (1.0.0) berarti frekuensi yang digunakan adalah 141.00MHz. Roda gigi

tersebut hanya digunakan untuk merubah tiga digit dari belakang frekuensi yang digunakan. Setiap roda pada gigi mempunyai 4 bit biner yang digunakan untuk PLL, jadi roda gigi tersebut hanyalah *converter* dari bilangan desimal menjadi bilangan biner. Jadi misal frekuensi yang digunakan adalah 140.00 MHz maka yang ditunjukkan roda gigi adalah (0.0.0) bilangan biner yang keluar (0000.0000.0000), 144.44 maka yang ditunjukkan roda gigi adalah (4.4.4) bilangan biner yang keluar (0100.0100.0100).



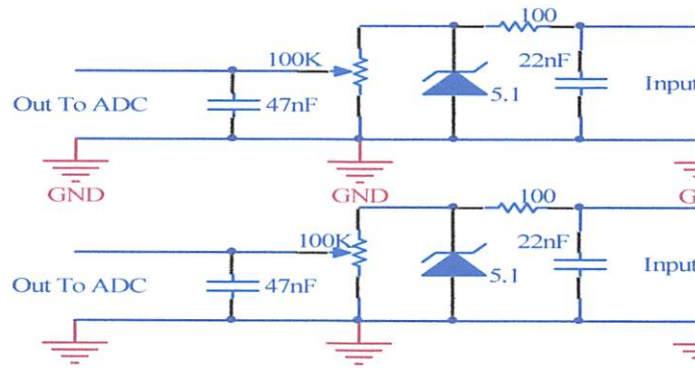
Gambar 2-7. HT ICOM IC 2N^[13]

Untuk *counter* frekuensi maka roda gigi tersebut tidak digunakan, melainkan hanya keluaran bilangan biner dari roda gigi yang berjumlah 12 bit yang dihubungkan ke mikrokontroler untuk *counter* frekuensi mulai dari 140.00MHz – 149.50MHz. *Output* RF dari HT ini kemudian dikirimkan ke *SWR Analyzer* yang sinyalnya dicuplik oleh *directional coupler* untuk diambil sampling data yang berubah menurut perubahan frekuensi.

2.7. Pengkondisi Sinyal Atau Buffer

Karena pada awal perancangan belum diketahui apakah sinyal *output* yang dihasilkan sensor sinyal terlalu kecil atau terlalu besar maka penulis hanya memberi opsi Pengkondisi sinyal/*buffer*. Setelah perancangan selesai maka diketahui keluaran dari sensor sinyal sudah cukup bahkan terlalu lebih untuk memberi *input*-an pada

ADC. Maka pada pengkondisi sinyal disini hanya dirancang sebagai *adjust* kalibrasi yaitu berupa komponen VR(*Variable Resistor*), kapasitor, resistor dan diode *zener* 5 volt sebagai pembatas tegangan *input* ADC yang hanya sampai 5 volt saja.



Gambar 2-8. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Tegangan

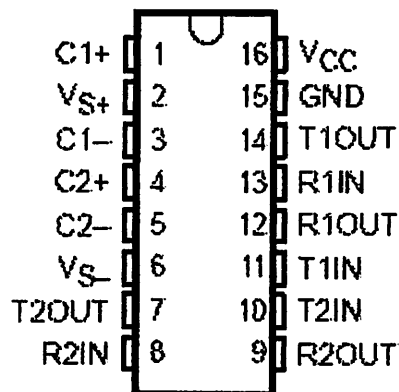
2.8. Max 232 Sebagai Pengubah Tegangan TTL

Max 232 merupakan pengubah TTL ke level tegangan RS-232. Max 232 memiliki dua *driver* mengkonversikan RS-232 ke level TTL, dan dua penerima yang merubah TTL ke RS-232. Max 232 memiliki 16 pin dan dioperasikan dengan empat buah kapasitor yang memiliki nilai 1uF.

RS-232 merupakan salah satu jenis antar muka (*interface*) dalam proses *transfer* data antar perangkat dalam bentuk *serial transfer*. RS-232 merupakan singkatan dari *Recommbeded Standard number 232*. Alat ini dibuat oleh *Electronic Industry Assosiation*, untuk *Interface* antara peralatan *terminal data* dan peralatan komunikasi data, dengan menggunakan *data binner serial* sebagai data yang ditransmisikan IC MAX 232 ini mempunyai empat buah bagian konverter yaitu dua buah *driver receiver* dan dua buah *driver transmitter*.

Saluran kabel data pada komputer menggunakan *standard* RS-232, dimana *logic 0 (low)* dinyatakan sebagai tegangan antara +3 volt sampai +10 volt, dan *logic 1 (high)* dinyatakan sebagai tegangan antara -3 volt sampai -10 volt. *Level* tegangan ini tidak sesuai dengan tegangan *level* tegangan yang dipakai pada *port port seri* ATmega 16 yang menggunakan *Standard TTL (Transistor Transistor Logic)*, yaitu *level* tegangan baku dalam rangkaian – rangkaian *digital*.

Dalam *standard* TTL, *logic 0 (low)*, dinyatakan sebagai tegangan antara 0 volt sampai 0.8 volt, dan *logic 1 (high)* dinyatakan sebagai tegangan antara 3.5 volt sampai 5 volt. Untuk dua MCU yang dihubungkan secara *serial* pada jarak tertentu maka dibutuhkan IC MAX 232 karena *level* tegangan TTL terlalu kecil untuk di-*transfer*.

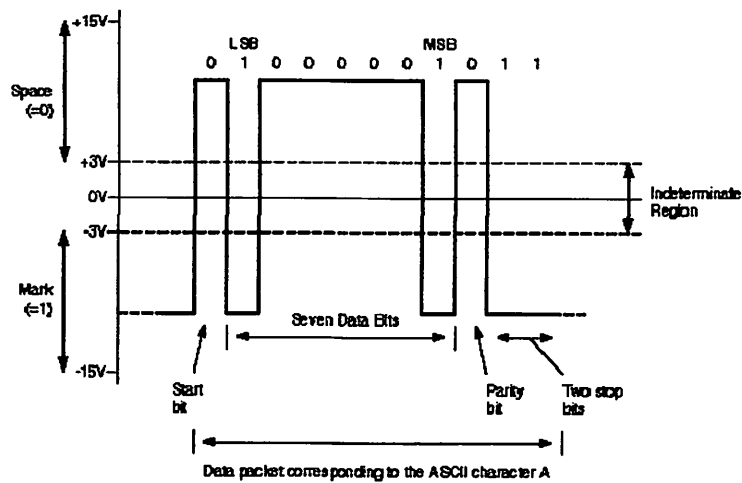


Gambar 2-9. IC MAX 232 ^[9]

RS-232 merupakan seperangkat alat yang berfungsi sebagai *interface* dalam proses *transfer* data secara *serial*. Metode pengiriman secara *serial* RS-232 adalah *asinkron*. Pengiriman *asinkron* berarti tidak membutuhkan pewaktu sebagai *sinkronisasi*. Dalam pengiriman secara *serial asinkron*, *clock* dapat dikirimkan, tetapi

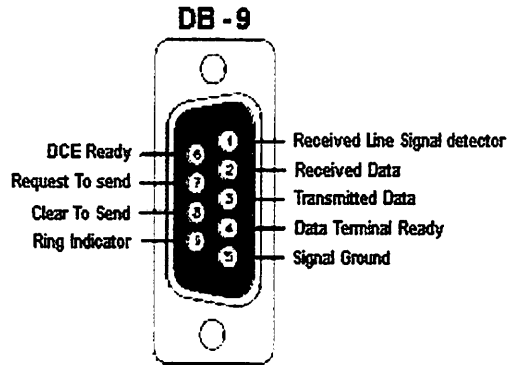
dikondisikan oleh *timing start bit* yang merupakan isyarat dari sumber ke tujuan untuk mendekodekan adanya pengiriman karakter sudah selesai dikirim.

Karakteristik *electric* dan sistem RS-232 adalah mempunyai tegangan keluaran antara -15 volt sampai dengan +15 volt. Tegangan +3 sampai +15 volt untuk logika '0' / *spacing* dan tegangan -3 sampai -15 volt untuk logika '1' / *marking*. Hal tersebut dinyatakan dalam gambar 2-9.



Gambar 2-10. 1 byte of Async Data

Pada PC komputer menggunakan koneksi kabel data *serial* yang menggunakan *Standard* RS-232. Fasilitas ini menggunakan konektor DB-9. Gambar konektor DB-9 seperti terdapat dalam gambar 2.10.



Gambar 2-11. Konektor DB-9

Fungsi masing – masing pin pada DB-9 seperti terdapat dalam tabel 2.1

Tabel 2-1 Fungsi Pin RS-232 dalam DB-9

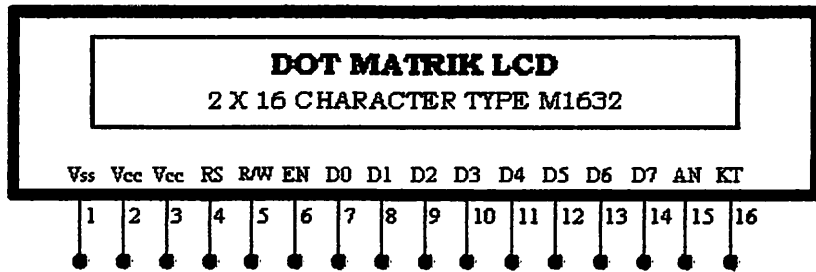
Pin	Nama	Fungsi
1	DCD (<i>Data Carrier Detect</i>)	Mendeteksi Sinyal <i>Carrier</i> dari modem lain
2	RD (<i>Received Data Line</i>) / (RXD)	Pengiriman data serial dari DCE ke DTE
3	TD (<i>Transmitted Data Line</i>) / (TXD)	Pengiriman data serial dari DTE ke DCE
4	DTR (<i>Data Terminal Ready</i>)	Memberitahukan DCE bahwa DTE telah aktif dan siap untuk bekerja
5	<i>Ground</i>	Referensi semua tegangan antar muka
6	DSR (<i>Data Set Ready</i>)	Memberitahukan DTE bahwa DCE telah aktif dan siap untuk bekerja
7	RTS (<i>Request To Send</i>)	Memberitahukan DCE bahwa DTE akan mengirim data
8	CTS (<i>Clear To Send</i>)	Memberitahukan DTE bahwa DCE siap menerima data
9	RI (<i>Ring Indikator</i>)	Aktif jika <i>modem</i> menerima sinyal ring jalur telepon

Jalur data (TXD dan RXD) untuk *transport* data, TXD adalah jalur *output* serial *handphone*, data dikirim dari pin ini. Sedangkan RXD adalah penerima untuk *handphone*, data yang datang akan diterima oleh pin ini. Pin ke empat adalah *output* (RTS) dimana sebuah sinyal akan diberikan pada alat yang dihubungkan dengan maksud meminta kiriman data. CTS adalah sinyal masukan yang menunggu sinyal dari alat yang terhubung ketika alat tersebut menerima sinyal RTS dan bisa menerima data maka ia akan mengirimkan sinyal balik yang merupakan CTS. DTR adalah sinyal keluaran yang memberi tanda bahwa ada alat yang terhubung dan akan mengirimkan data. DSR merupakan sinyal *input* yang mana jika alat yang terhubung menerima sinyal DTR ia akan memberi sinyal balik kemudian diterima sebagai sinyal DSR.

2.9. LCD (Liquid Crystal Display)

Liquid Crystal Display adalah modul tampilan berkonsumsi daya yang relatif rendah dan terdapat sebuah kontroler CMOS didalamnya. Kontroler tersebut sebagai pembangkit karakter dari ROM/RAM dan *display* data RAM. Semua fungsi tampilan dikontrol oleh suatu intruksi dan modul LCD dapat dengan mudah untuk di-*interface*-kan dengan *microprocessor/mikrokontroller*. *Input* yang diperlukan untuk mengendalikan modul ini berupa bus data yang ter-*multipleks* dengan bus alamat dan 3 bit sinyal kontrol. Pengendali *dot matrik* LCD dilakukan secara internal pada modul LCD sendiri.

LCD merupakan suatu bentuk kristal cair yang akan beremulsi apabila dikenakan tegangan padanya. Tampilannya ini berupa *dot matrik* 5 x LCD sehingga jenis huruf yang dapat ditampilkan akan lebih banyak dan lebih baik resolusinya jika dibandingkan dengan *7 segment*.



Gambar 2-12. Deskripsi pin pada LCD Tipe M1632 ^[11]

LCD tipe M1632 memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

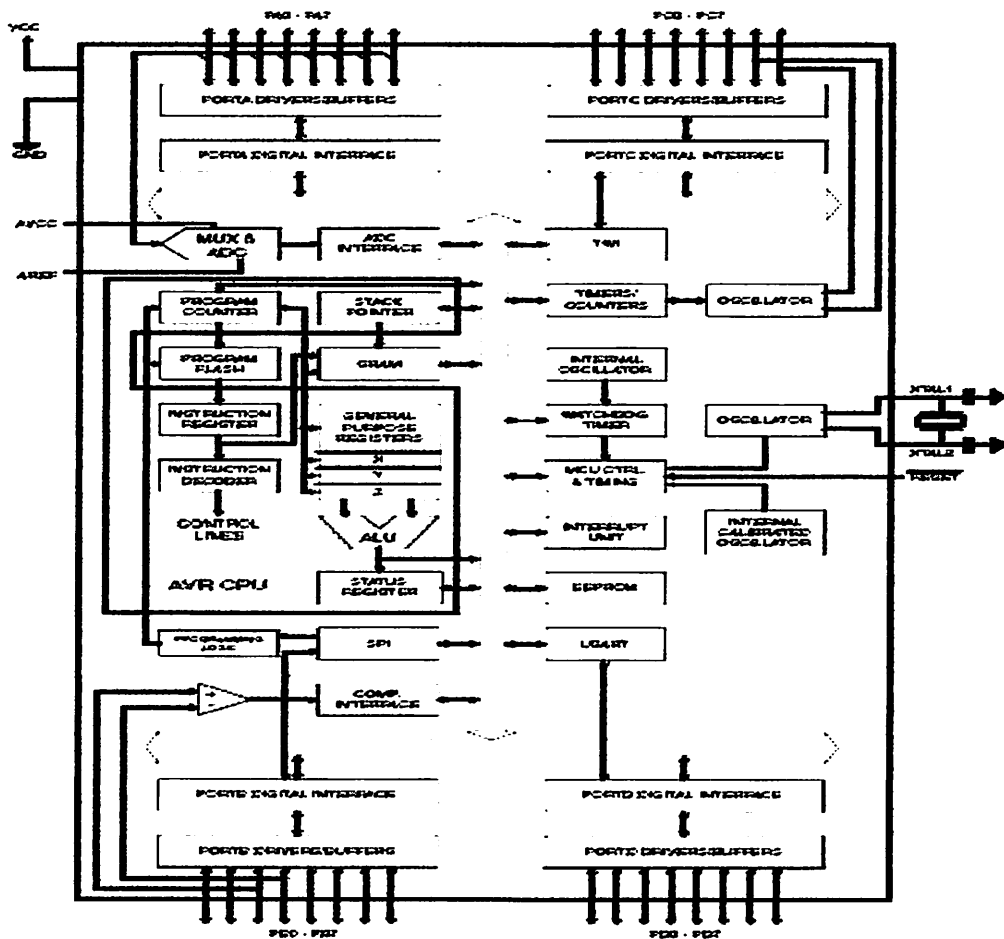
- LCD ini terdiri dari 32 karakter dengan 2 baris masing-masing 16 karakter dengan *display dot matrik 5 x 7*
- Karakter generator ROM dengan 192 tipe karakter
- Karakter generator RAM dengan 8 tipe karakter
- 80 x 8 *display* data RAM
- Dapat di-*interface*-kan ke MPU 8 atau 4
- Dilengkapi fungsi tambahan : *display clear, cursor hpme, display ON/OFF, cursor ON/OFF, display character blink, cursor shift, dan display shift.*
- Internal Data
- Internal Otomatis, reset pada saat *power ON*
- +5 volt PS Tunggal

Tabel 2-2 Fungsi Pin – Pin LCD ^[11]

INTERFACE PIN FUNCTION		
PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	V _{SS}	Ground
2	V _{DD}	Power supply (+ 5 V)
3	V ₀	NC
4	RS	H/L register select signal
5	R/W	H/L read/write signal
6	E	H + L enable signal
7	DB0	H/L data bus line
8	DB1	H/L data bus line
9	DB2	H/L data bus line
10	DB3	H/L data bus line
11	DB4	H/L data bus line
12	DB5	H/L data bus line
13	DB6	H/L data bus line
14	DB7	H/L data bus line
15	A	Power supply for E/L
16	K	Power supply for E/L

2.10. Mikrokontroler ATMEGA 16

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit *word*) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock*. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama.



Gambar 2-13. Blok diagram fungsional ATmega16^[8]

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa ATmega16 memiliki bagian sebagai berikut :

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.
2. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
5. *Watchdog Timer* dengan osilator internal.
6. SRAM sebesar 1 Kbyte .
7. *Memory Flash* sebesar 16 kb dengan kemampuan *Read While Write*.

8. Unit interupsi internal dan eksternal.
9. *Port* antarmuka SPI.
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
11. Antarmuka komparator analog.
12. Port USART untuk komunikasi serial.

2.10.1. Fitur ATMega16

Kapabilitas detail dari ATMega16 adalah sebagai berikut :

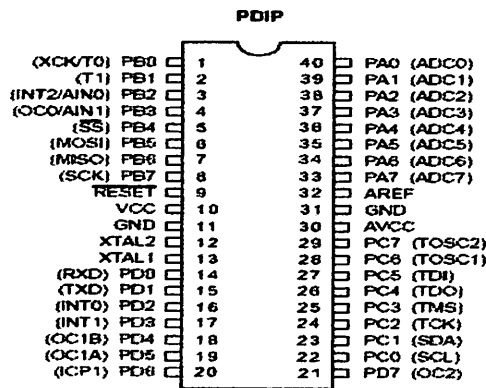
1. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis *RISC* dengan kecepatan maksimal 16 MHz.
2. Kapabilitas memori *flash* 16 KB, *SRAM* sebesar 1024 byte, dan *EEPROM* (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 byte.
3. *ADC* internal dengan fidelitas 10 bit sebanyak 8 *channel*.
4. Portal komunikasi serial (*USART*) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
5. Enam pilihan mode *sleep* menghemat penggunaan daya listrik.

Konfigurasi Pin ATMega16

Konfigurasi pin ATMega16 bisa dilihat pada Gambar 2.13. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin ATMega16 sebagai berikut :

- A. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
- B. GND merupakan pin *ground*.
- C. Port A (PA0..PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC.
- D. Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, komparator analog, dan SPI.

- E. Port C (PC0..PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan *Timer Oscillator*.
- F. Port D (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial.
- G. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
- H. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock* eksternal.
- I. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- J. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.



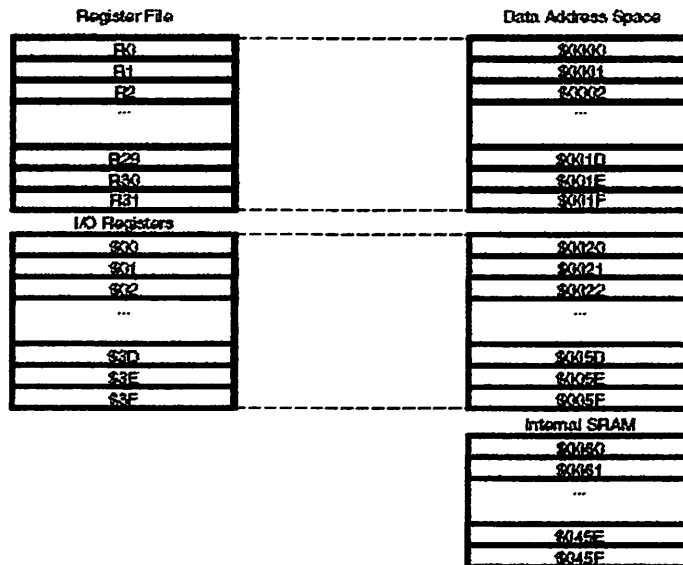
Gambar 2-14. Pin ATmega16 [8]

2.10.2. Peta Memori

AVR ATmega16 memiliki ruang pengamatan memori data dan memori program yang terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah register umum, 64 buah register I/O, dan 512 *byte* SRAM *Internal*.

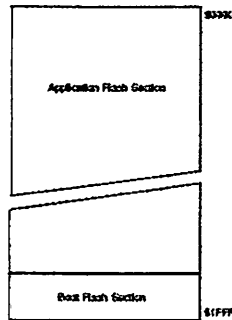
Register keperluan umum menempati *space* data pada alamat terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sementara itu, register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$20 hingga \$5F. Register tersebut merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur

fungsi terhadap berbagai *peripheral* mikrokontroler, seperti kontrol register, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. Alamat memori berikutnya digunakan untuk SRAM 512 byte, yaitu pada lokasi \$60 sampai dengan \$25F. Konfigurasi memori data ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2-15. Konfigurasi Memori Data AVR ATmega16 ^[8]

Memori program yang terletak dalam *Flash PEROM* tersusun dalam *word* atau 2 byte karena setiap instruksi memiliki lebar 16-bit atau 32-bit. AVR ATmega16 memiliki 16Kbyte X 16-bit *Flash PEROM* dengan alamat mulai dari \$000 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12-bit *Program Counter* (PC) sehingga mampu mengalami isi *Flash*.



Gambar 2-16. Memory Program AVR ATmega16^[8]

Selain itu, AVR ATmega16 juga memiliki memori data berupa EEPROM 8-bit sebanyak 512 *byte*. Alamat EEPROM dimulai dari \$000 sampai \$1FF.

2.10.3. Status Register (SREG)

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

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

Bit harus diset untuk meng-*enable* interupsi. Setelah itu, anda dapat mengaktifkan interupsi mana yang akan anda gunakan dengan cara meng-*enable* bit kontrol register yang bersangkutan secara individu. Bit akan di-*clear* apabila terjadi suatu interupsi yang dipicu oleh *hardware*, dan bit tidak akan mengizinkan terjadinya interupsi, serta akan diset kembali oleh instruksi RETI.

b. Bit 6 – T : *Bit Copy Storage*

Instruksi BLD dan BST menggunakan bit-T sebagai sumber atau tujuan dalam operasi bit. Suatu bit dalam sebuah register GPR dapat disalin ke bit

menggunakan instruksi BST, dan sebaliknya bit-T dapat disalin kembali ke suatu bit dalam register GPR menggunakan instruksi BLD.

c. Bit 5 – H : *Half Carry Flag*

d. Bit 4 – S : *Sign Bit*

Bit-S merupakan hasil operasi EOR antara flag-N (negatif) 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 negatif, 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.

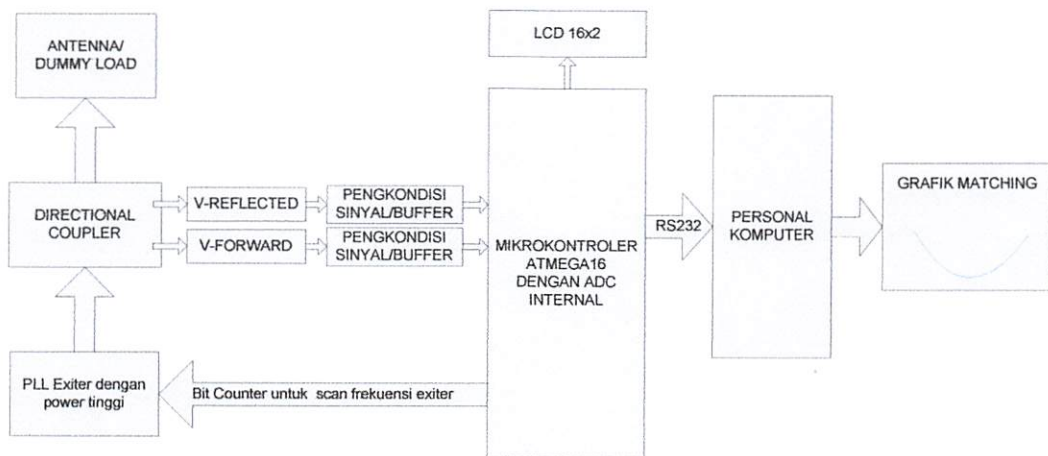
BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Gambaran Umum

Alat yang dirancang merupakan instrumen untuk mengetahui nilai perbandingan antara gelombang radio yang dapat dipancarkan keantena dan yang kembali dari antenna, alat ini dikenal sebagai Standing Wave Ratio (SWR) meter yang sekaligus juga mengukur daya (Power) signal radio (RF) secara digital dan diinterfacekan melalui komputer sehingga dapat mengetahui karakteristik impedansi antenna sebagai beban sebuah pemancar radio.

Pada Bab III ini membahas tentang perencanaan dan implementasi SWR dan sekaligus Power meter digital. Secara garis besar, prinsip kerja peralatan ukur ini dapat digambarkan melalui diagram blok seperti dalam rancangan dasar berikut:



Gambar 3-1. Diagram Blok SWR Meter Digital Yang Diinterfacekan Melalui Computer

Dari diagram blok yang telah dirancang seperti Gambar 3.1 diatas, bagian pertama yang dibuat adalah rangkaian Directional Coupler. Rangkaian ini berfungsi

untuk menentukan nilai perbandingan signal yang diteruskan (Forward) terhadap signal yang dikembalikan (Reflected). Dengan menggunakan persamaan perbandingan impedansi, bila sebuah beban (Antena) dengan nilai Impedansi Z_L di beri umpan signal RF yang sumbernya berupa saluran transmisi dengan berimpedansi Z_0 , maka nilai SWR dapat diketahui dengan menghitung terlebih dahulu nilai R_c , yaitu nilai perbandingan Impedansi:

$$R_c = \frac{|Z_L - Z_0|}{|Z_L + Z_0|}$$

Sehingga nilai SWR sebenarnya dapat diketahui dengan persamaan

$$SWR = \frac{[1 + R_c]}{1 - R_c}$$

Pada perancangan perangkat keras ini 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.

Pada SWR ini ada tiga hal yang hendak dirancang, yaitu: Unit SWR, Unit Minimum Sistem, Program Analyzer pada PC dengan masing-masing bagian terdapat sub bagian, sebagai berikut:

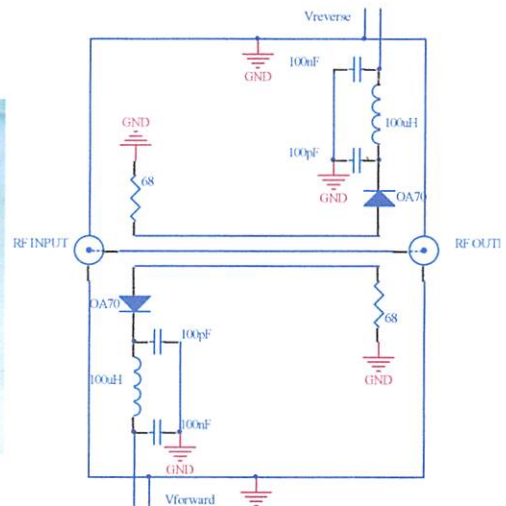
1. SWR Dan Power Meter
 - a. Directional Coupler
 - b. Pengkondisi sinyal tegangan output directional coupler
 - c. Exiter dengan power secukupnya
 - d. Dummy load dan antenna
2. Unit Minimum Sistem ATMEGA 16
3. Flowchart Program SWR untuk Mikrokontroler

3.2. Rancangan Alat

3.2.1. Directional Coupler

Karakteristik utama sistem SWR meter digital ini sepenuhnya ditentukan oleh bagian ini, fungsi utama dari directional coupler ini adalah mencuplik sinyal yang berupa sinyal RF dengan frekuensi tinggi yang kemudian berubah menjadi tegangan DC output yang berupa $V_{forward}$ dan $V_{reverse}$. Sensor sinyal ini kerja sepenuhnya bergantung pada karakteristik dioda, dioda yang dipilih adalah jenis RF diode Germanium dengan type OA70 yang dapat meloloskan tegangan lebih dari 0,3 volt pada frekuensi maksimal UHF.

Pada sensor ini terdapat resistor sebagai beban untuk pencuplikan sinyal RF. Resistor yang dipilih mempunyai nilai sebesar 68 ohm dikarenakan sensor ini bersifat sebagai penerima sekaligus dekat dengan pemancar. Pada umumnya impedansi pemancar adalah 50 Ohm dan penerima adalah 75 ohm, maka nilai resistor diambil nilai tengah antara 50-75ohm yaitu 62,5ohm dengan pertimbangan sensor ini lebih berfungsi sebagai penerima maka nilai resistansinya digeser mendekati 75ohm yaitu 68ohm



Gambar 3-2. Directional Coupler

Terdapat adanya induktor dan kapasitor sebagai penapis/filter sinyal frekuensi yang bocor ketika diode menyearahkan tegangan. Keuntungan penapis ini adalah tegangan yang dihasilkan sensor akan bersih dari gangguan sinyal RF sehingga tidak akan mengganggu pada sistem digital.

Analisa Pelolos Frekuensi rendah LC low pass filter :

$$L = 100\mu\text{H} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ H}$$

$$C = 100\text{nF} = 100 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

$$X_L = X_C$$

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{100 \cdot 10^{-6} \times 100 \cdot 10^{-9}}}$$

$$f = \frac{1}{6,28\sqrt{10^{-4} \times 10^{-7}}}$$

$$f = \frac{1}{6,28\sqrt{10^{-11}}}$$

$$f = \frac{1}{6,28\sqrt{10 \cdot 10^{-12}}}$$

$$f = \frac{1}{6,28 \cdot 10^{-6} \sqrt{10}}$$

$$f = \frac{1}{6,28 \cdot 10^{-6} \sqrt{10}}$$

$$f = \frac{1}{6,28 \cdot 10^{-6} \times 3,16}$$

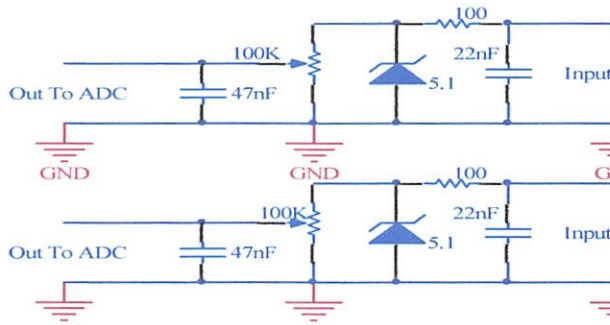
$$f = \frac{1}{19,84 \cdot 10^{-6}}$$

$$f = 0,05040 \cdot 10^6$$

$$f = 50400 \text{ Hz (Frekuensi Cutt Off)}$$

3.2.2. Pengkondisi Sinyal Tegangan *Output Directional Coupler*

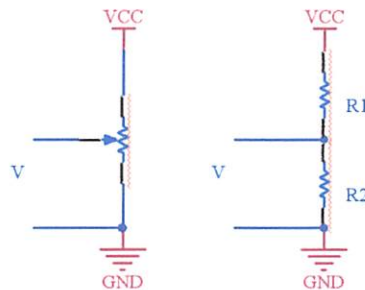
Sebelum tegangan masuk ke internal ADC mikrokontroler ATMEGA 16 maka terlebih dahulu tegangan harus dikondisikan untuk proses kalibrasi dengan SWR analog yang sudah diuji kebenarannya dari produsen. Untuk proses kalibrasi dibutuhkan rangkaian sebagai berikut:



Gambar 3-3. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Fungsi rangkaian pada Gambar 3-3 adalah mengkondisikan sekaligus membatasi tegangan yang masuk ADC internal pada mikrokontroler ATMEGA16. Tegangan maksimal yang dibatasi hanya sampai 5,1 volt. Terlihat adanya dioda Zener sebagai regulator 5,1 volt sebagai pembatas tegangan dari *output directional coupler*.

Sedangkan sebagai pengkondisi tegangan adalah VR dengan nilai 100K, dengan memutar VR maka nilai resistansi akan berubah rubah



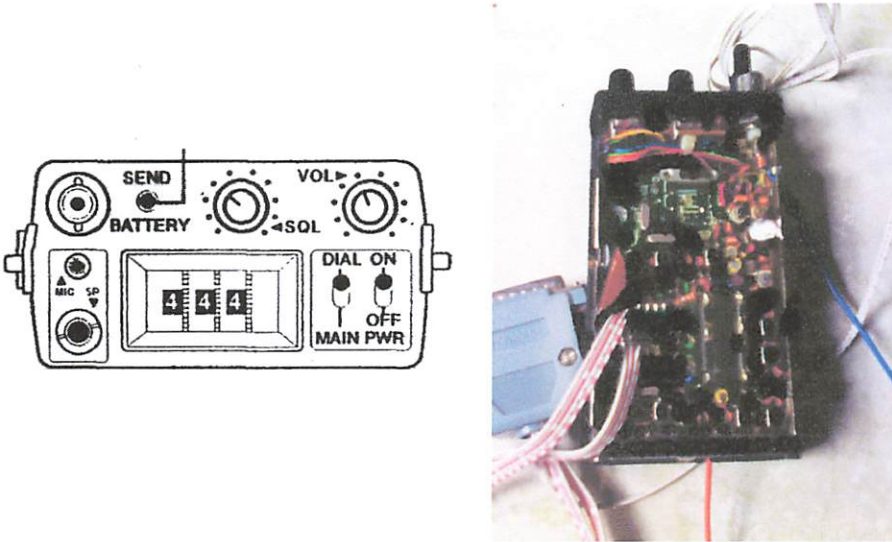
Gambar 3-4. VR Identik Dengan Rangkaian Resistor Pembagi Tegangan

Rangkaian VR dapat diibaratkan dengan rangkaian resistor yang dirangkai sebagai pembagi tegangan. Dengan Rumus pembagi tegangan $V = \frac{R2}{R1+R2} \times V_{CC}$ maka nilai tegangan *Voutput* dapat berubah sesuai dengan nilai R1 dan R2. Tegangan *output* inilah yang diubah-ubah ketika proses kalibrasi.

3.2.3. PLL *Exiter* Dengan *Power* Secukupnya

Untuk pengambilan data *matching* impedansi antena maka diperlukan pemancar dengan *power* secukupnya atau dapat digunakan *power* yang lebih tinggi. *Exiter* yang digunakan adalah HT (*Handy Talky*), HT yang digunakan untuk pengambilan data ada tiga jenis yaitu ALINCO DJ-193, ALINCO DJ-195 dan ICOM IC 2N. Pada ketiga HT tersebut diketahui spesifikasinya, ALINCO mempunyai *range* frekuensi 130.00-173.99MHz dengan *power* RF maksimal 4Watt sedangkan ICOM IC 2N mempunyai *range* frekuensi 140-149 dengan *power* RF maksimal 2.5Watt.

Kedua HT ALINCO digunakan hanya untuk proses saat kalibrasi *Power* dan SWR meter dan pengambilan data frekuensi, sedangkan HT ICOM digunakan untuk *analyzer antenna* yang dihubungkan melalui PC. Digunakannya HT ICOM untuk *analyzer* disini dikarenakan HT ICOM IC 2N selain relatif lebih murah juga mempunyai *bit scan* frekuensi yang dapat diubah-ubah secara mudah dengan menghubungkan mikrokontroler pada PLL pembagi frekuensi *carier*.



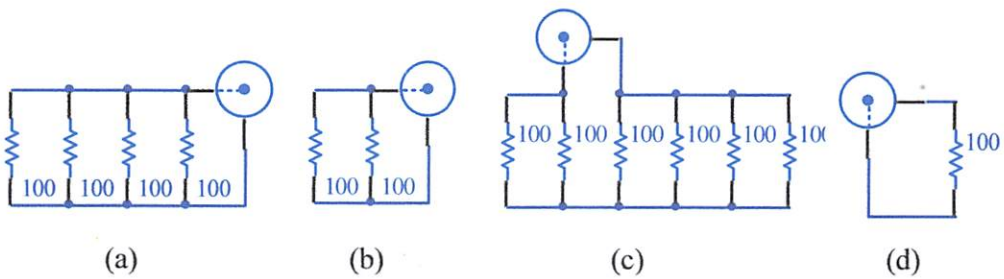
Gambar 3-5. HT ICOM IC 2N

3.2.4. Dummy load dan Antena

- *Dummy load*

Dummy load berfungsi sebagai pengganti beban antena. *Dummy load* yang dirancang memiliki nilai yang berbeda yaitu 25ohm, 50ohm, 75ohm, 100ohm.

Dummy load ini berguna hanya untuk mengkalibrasi SWR meter.



Gambar 3-6. Rangkaian *Dummy load* (a.25ohm b.50ohm c.75ohm d.100ohm)

Dengan *Dummy load* di atas nilai SWR yang didapat dengan mengikuti rumus:

$$SWR = \frac{[1+R_c]}{1-R_c} \dots\dots\dots(3-1)$$

$$R_c = \frac{|Z_L - Z_0|}{|Z_L + Z_0|} \dots\dots\dots(3-2)$$

Dimana:

- Z_L = impedansi input antena (beban)
- Z_0 = impedansi saluran transmisi (*coax*/50Ohm)

Adalah : Untuk nilai 25ohm maka SWR = 2

Untuk nilai 50ohm maka SWR = 1

Untuk nilai 75ohm maka SWR = 1,5

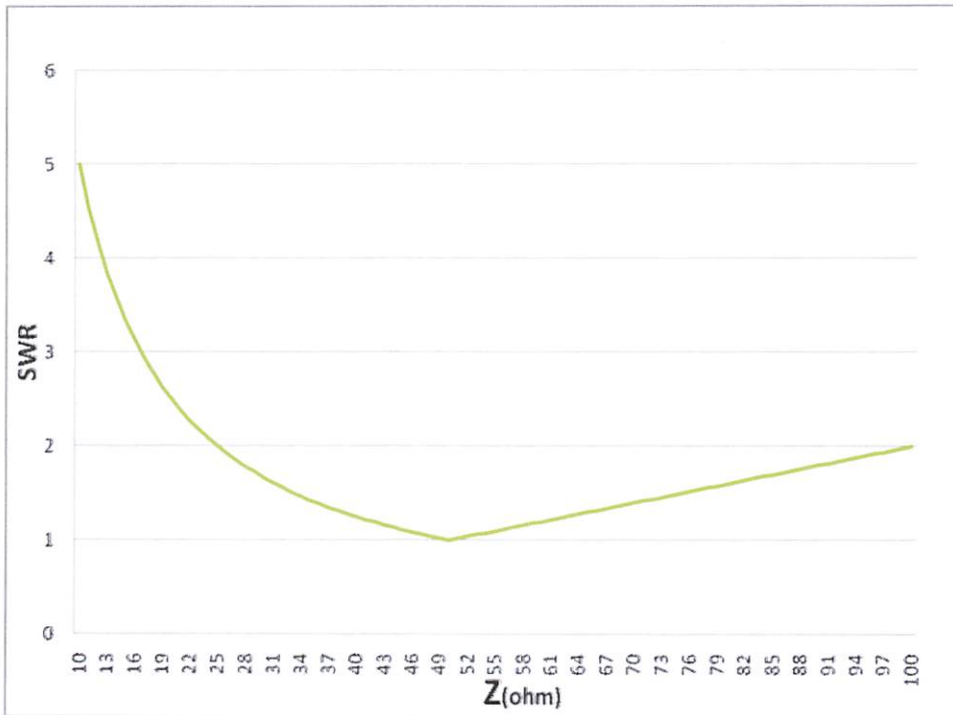
Untuk nilai 100ohm maka SWR = 2

Tabel 3-1 Hasil Perhitungan Perubahan Nilai SWR berdasarkan nilai Impedansi R murni

Z	Rc	SWR	Z	Rc	SWR	Z	Rc	SWR
10	0.6667	5	31	0.2346	1.61	52	0.0196	1.04
11	0.6393	4.55	32	0.2195	1.56	53	0.0291	1.06
12	0.6129	4.17	33	0.2048	1.52	54	0.0385	1.08
13	0.5873	3.85	34	0.1905	1.47	55	0.0476	1.1
14	0.5625	3.57	35	0.1765	1.43	56	0.0566	1.12
15	0.5385	3.33	36	0.1628	1.39	57	0.0654	1.14
16	0.5152	3.13	37	0.1494	1.35	58	0.0741	1.16
17	0.4925	2.94	38	0.1364	1.32	59	0.0826	1.18
18	0.4706	2.78	39	0.1236	1.28	60	0.0909	1.2
19	0.4493	2.63	40	0.1111	1.25	61	0.0991	1.22
20	0.4286	2.5	41	0.0989	1.22	62	0.1071	1.24
21	0.4085	2.38	42	0.087	1.19	63	0.1150	1.26
22	0.3889	2.27	43	0.0753	1.16	64	0.1228	1.28
23	0.3699	2.17	44	0.0638	1.14	65	0.1304	1.3
24	0.3514	2.08	45	0.0526	1.11	66	0.1379	1.32
25	0.3333	2	46	0.0417	1.09	67	0.1453	1.34
26	0.3158	1.92	47	0.0309	1.06	68	0.1525	1.36
27	0.2987	1.85	48	0.0204	1.04	69	0.1597	1.38
28	0.2821	1.79	49	0.0101	1.02	70	0.1667	1.4
29	0.2658	1.72	50	0	1	71	0.1736	1.42
30	0.25	1.67	51	0.0099	1.02	72	0.1803	1.44

Z	Rc	SWR
73	0.187	1.46
74	0.1935	1.48
75	0.2	1.5
76	0.2063	1.52
77	0.2126	1.54
78	0.2188	1.56
79	0.2248	1.58
80	0.2308	1.6
81	0.2366	1.62
82	0.2424	1.64
83	0.2481	1.66
84	0.2537	1.68
85	0.2593	1.7
86	0.2647	1.72

Z	Rc	SWR
87	0.2701	1.74
88	0.2754	1.76
89	0.2806	1.78
90	0.2857	1.8
91	0.2908	1.82
92	0.2958	1.84
93	0.3007	1.86
94	0.3056	1.88
95	0.3103	1.9
96	0.3151	1.92
97	0.3197	1.94
98	0.3243	1.96
99	0.3289	1.98
100	0.3333	2



Grafik 3-1. Hubungan Respon $Z(\text{ohm})$ dengan SWR

- **Antenna**

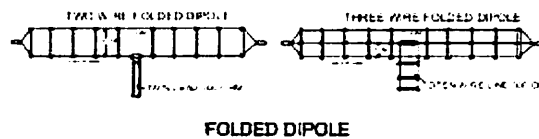
Antena yang yang dirancang dan dipakai adalah jenis antena isotropik *type stick dipole*. Antena ini sangat familiar pada pengguna frekuensi dikarenakan sangat mudah dalam perancangan dan pembuatan. Sebenarnya masih banyak jenis-jenis antena yang lainnya seperti yagi, $\frac{1}{4}$ dan $\frac{5}{8}$ *lamda ground plane*, *circullar*, *J-mate antenna*.

Perencanaan Antena dipole



Gambar 3-7 Antenna monopole dan dipole

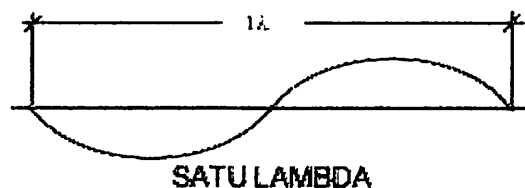
Sebatang logam yang panjangnya $1/4$ *Lambda* (λ) akan beresonansi dengan baik bila ada gelombang radio yang menyentuh permukaannya. Jadi bila pada ujung *coax* bagian *inner* kita sambung dengan logam sepanjang $1/4 \lambda$ dan *outer*-nya di *ground*, ia akan menjadi antena. Antena semacam ini hanya mempunyai satu *pole* dan disebut *monopole* (mono artinya satu). Apabila *outer* dari *coax* tidak di-*ground* dan disambung dengan seutas logam sepanjang $1/4 \lambda$ lagi, menjadi antena dengan dua *pole* dan disebut *dipole* $1/2 \lambda$ (di artinya dua).



Gambar 3-8. Antenna two wire folded dipole dan three wire folded dipole.

Antena dipole bisa terdiri hanya satu kawat saja disebut *single wire dipole*, bisa juga dengan dua kawat yang ujung-ujungnya dihubungkan dinamakan *two wire folded dipole*, bisa juga terdiri atas 3 kawat yang ujung-ujungnya disambung dinamakan *three wire folded dipole*.

Menghitung Lambda (Panjang Gelombang)



Gambar 3-9. Panjang gelombang 1Lambda.

Cepat rambat gelombang sama dengan cahaya ialah 300.000.000 meter/detik, sedangkan gelombang tersebut bergetar sejumlah f cycle/detik (f = frekuensi). Misalnya frekuensinya 6 MHz (mega artinya juta), maka setiap detik ia bergetar 6.000.000 kali. Kita tahu bahwa satu Lambda (λ) adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang selama satu kali getar.

Sehingga panjang satu Lambda adalah :

$$\lambda = \frac{300.000.000 \text{ m/detik}}{f \text{ cycle/detik}} \dots\dots\dots(3-3)$$

Kalau f dalam MHz dan λ dalam meter, maka rumusnya menjadi :

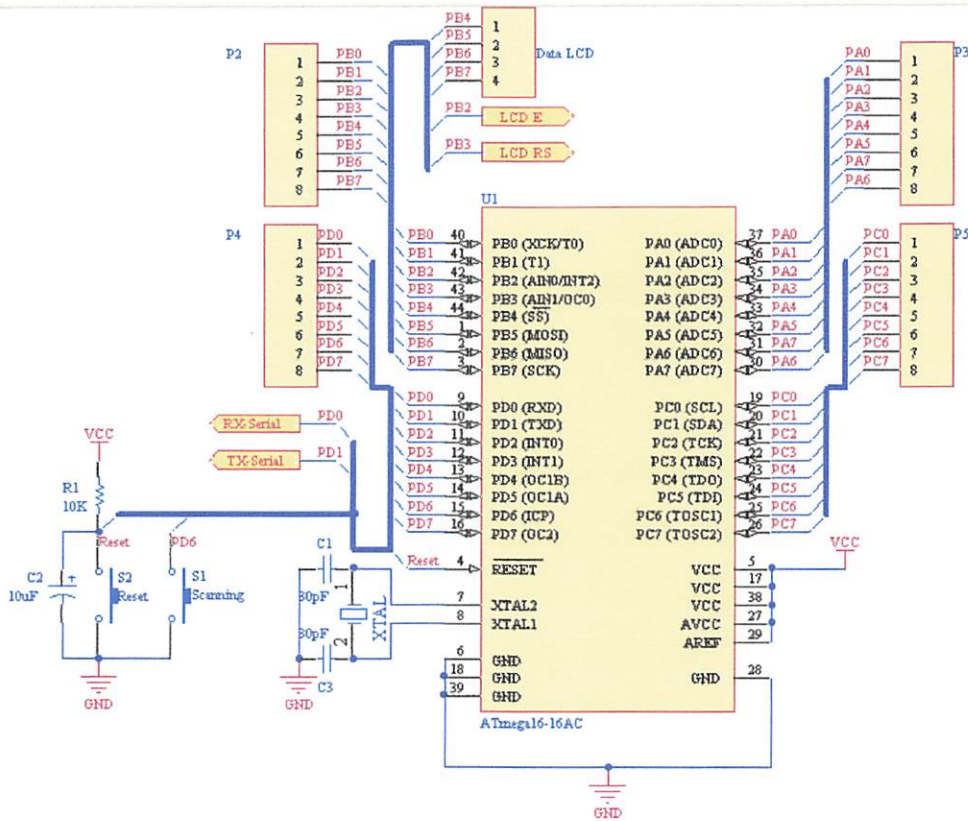
$$\lambda = \frac{300}{f} \dots\dots\dots(3-4)$$

$$L_{\text{antena}} = 1/4 \lambda \dots\dots\dots(3-5)$$

dimana λ dinyatakan dalam meter dan f dalam MHz.

Antena *dipole* untuk frekuensi 147 MHz, dengan rumus di atas akan didapatkan panjang setiap sayapnya 0,51 meter, panjang 0,51 meter ini dinamakan panjang *theoritis*. Panjang *theoritis* tersebut belum dapat langsung kita gunakan karena faktor pengaruh lingkungan belum diperhitungkan, kita tahu bahwa pengaruh lingkungan di setiap lokasi itu berbeda. Perhitungan *theoritis* ini mutlak diperlukan agar kita bisa memulai percobaan, tanpa perhitungan *theoritis* kita tidak akan bisa mengetahui dari mana kita akan memulai percobaan.

3.3. Perancangan minimum sistem ATmega 16



Gambar 3-10. Perancangan Minimum Sistem ATMEGA16 Dan Alokasi Pin

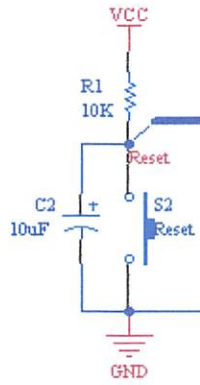
Mikrokontroler yang digunakan ialah mikrokontroler keluarga AVR ATmega 16 yang mempunyai arsitektur *RISC (Reduce Instruction Set)*. Data tegangan yang diperoleh dari *directional coupler* akan diolah oleh MCU ATMEGA16 ini sebagai pemroses pengendalian maupun pemroses data jawaban atas status sistem. Untuk dapat berkomunikasi dengan PC digunakan port serial mikrokontroler ATmega 16.

Alokasi penggunaan pin mikrokontroler :

- PB.4-PA.7 digunakan sebagai *port output* yang akan mengeluarkan data ke LCD M1632.
- PB.3 digunakan sebagai *port output* operasi RS (*Register Select*) pada LCD.

- PB.2 digunakan sebagai *port output* untuk operasi *enable* LCD (aktif atau tidaknya LCD) .
- PA.0-P1 digunakan sebagai *port input* yang mendapat masukan tegangan pengkondisi sinyal yang berasal dari *directional Coupler*
- PC0-PC7 digunakan sebagai *port output* yang akan mengendalikan frekuensi HT (*scan bit*)
- PD.6 digunakan sebagai *port input*, yang mendapat data masukan dari *push button* untuk *scan* frekuensi
- PD.0 difungsikan sebagai pin RX untuk komunikasi data serial.
- PD.1 difungsikan sebagai pin TX untuk komunikasi data serial.
- Pin no.9 ialah pin reset mikrokontroler ATmega 16, 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 16 ialah dengan memberikan logika *low* pada pin reset mikrokontroler ATmega 16. Rangkaian reset ini diperoleh dari *application note AVR Design Consideration* dari ATMEL. Berikut ialah gambar rancangan rangkaian reset pada ATmega 16 :



Gambar 3-11. Rangkaian reset pada ATmega 16

Osilator pada rangkaian minimum sistem ATmega 16 menggunakan kristal 11,0592 MHz dan kapasitor 22 pF. Nilai kapasitor ini diperoleh dari tabel *datasheet* tentang penggunaan kapasitor untuk rangkaian osilator / sistem *clock* pada ATmega 16. Penggunaan kristal 11,0592 MHz ini bertujuan agar perhitungan *baudrate* tidak mengalami *error* yang disebabkan karena selisih perhitungan. Perhitungan *baudrate* pada ATmega 16 dengan menggunakan kristal 11,0592 MHz :

Baudrate yang diinginkan ialah 19200 bps, maka nilai pada *UBRR*(*USART Baud Rate Register*) dapat ditentukan dengan perhitungan :

$$UBRR = \frac{f_{osc}}{16 \cdot Baud} - 1$$

$$UBRR = \frac{11059200}{16 \cdot 19200} - 1$$

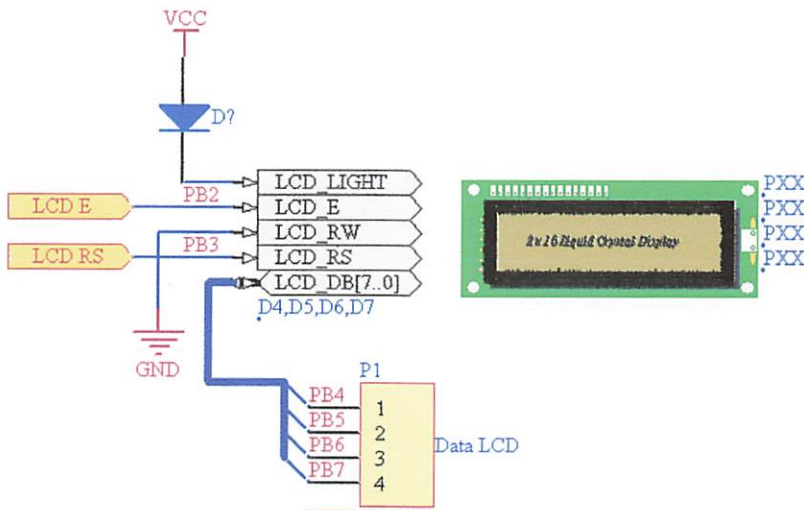
$$UBRR = \frac{11059200}{307200} - 1$$

$$UBRR = 36 - 1 = 35 = 23H$$

Penggunaan kristal 11,0592 MHz memungkinkan hasil perhitungan *baudrate* tidak sisa dan *error* dari selisih perhitungan tidak ada.

3.4. Perancangan Rangkaian LCD

Pada perancangan ini digunakan LCD Dot Matrik 2 x 16 karakter yaitu M1632. Sinyal-sinyal yang diperlukan oleh LCD adalah RS dan *Enable*, sinyal RS dan *Enable* dipergunakan sebagai *input* yang *output*-nya dipakai untuk mengaktifkan LCD. LCD akan aktif apabila mikrokontroler memberikan instruksi tulis pada LCD. Saat kondisi RS *don't care* dan *Enable* 0 maka LCD tetap pada kondisi semula, pengiriman data ke LCD dilakukan saat RS berlogika 0 dan *enable* berlogika 1. Instruksi dikirim pada LCD bila keadaan RS 1 dan *Enable* 1. Pin LCD ini untuk data terkoneksi pada *Port B* mikrokontroler ATMEGA16. Kemudian untuk RS dihubungkan pada *Port C.6*, tulis/baca (*Read/Write*) diberikan logika *low* karena disini LCD bersifat menulis data, dan yang terakhir *Enable* (E) dikendalikan dengan *Port C.7*. Gambar rangkaian LCD ditunjukkan pada Gambar 3 – 12.

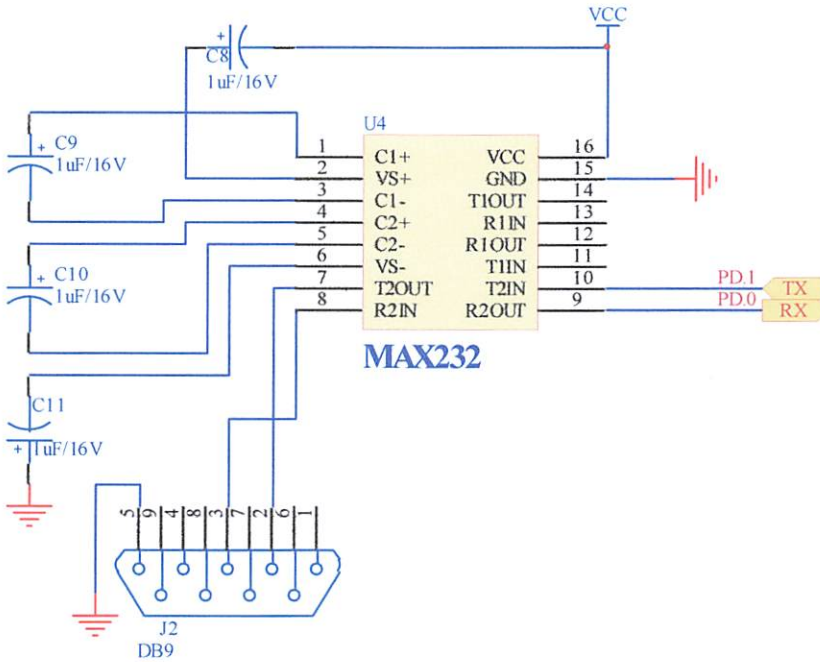


Gambar 3-12. Perancangan Rangkaian Liquid Crystal Display (LCD)

3.5. Rangkaian Antar Muka RS-232

Pada perencanaan hubungan antara *MCU* dan *PC* menggunakan komunikasi data secara *serial*. Level tegangan dari RS-232 harus disesuaikan ke level tegangan TTL menggunakan IC MAX 232. Kecepatan transfer data per *bit* menggunakan 19200 bps.

Data biner yang berasal dari kabel data *MCU* mempunyai *level* tegangan antara +3 V sampai +15 V dan -3 V sampai -15 V, sebelum masuk pada *PC* terlebih dahulu tegangannya melalui sebuah IC MAX 232, dan diubah menjadi tegangan TTL sebesar 0 Volt sampai 5 Volt yang sesuai dengan tegangan untuk mencatu kerja rangkaian mikrokontroler tersebut. Rangkaian *Interface* RS-232 diperlihatkan pada Gambar 3-14.



Gambar 3-13. Rangkaian Antar Muka RS-232

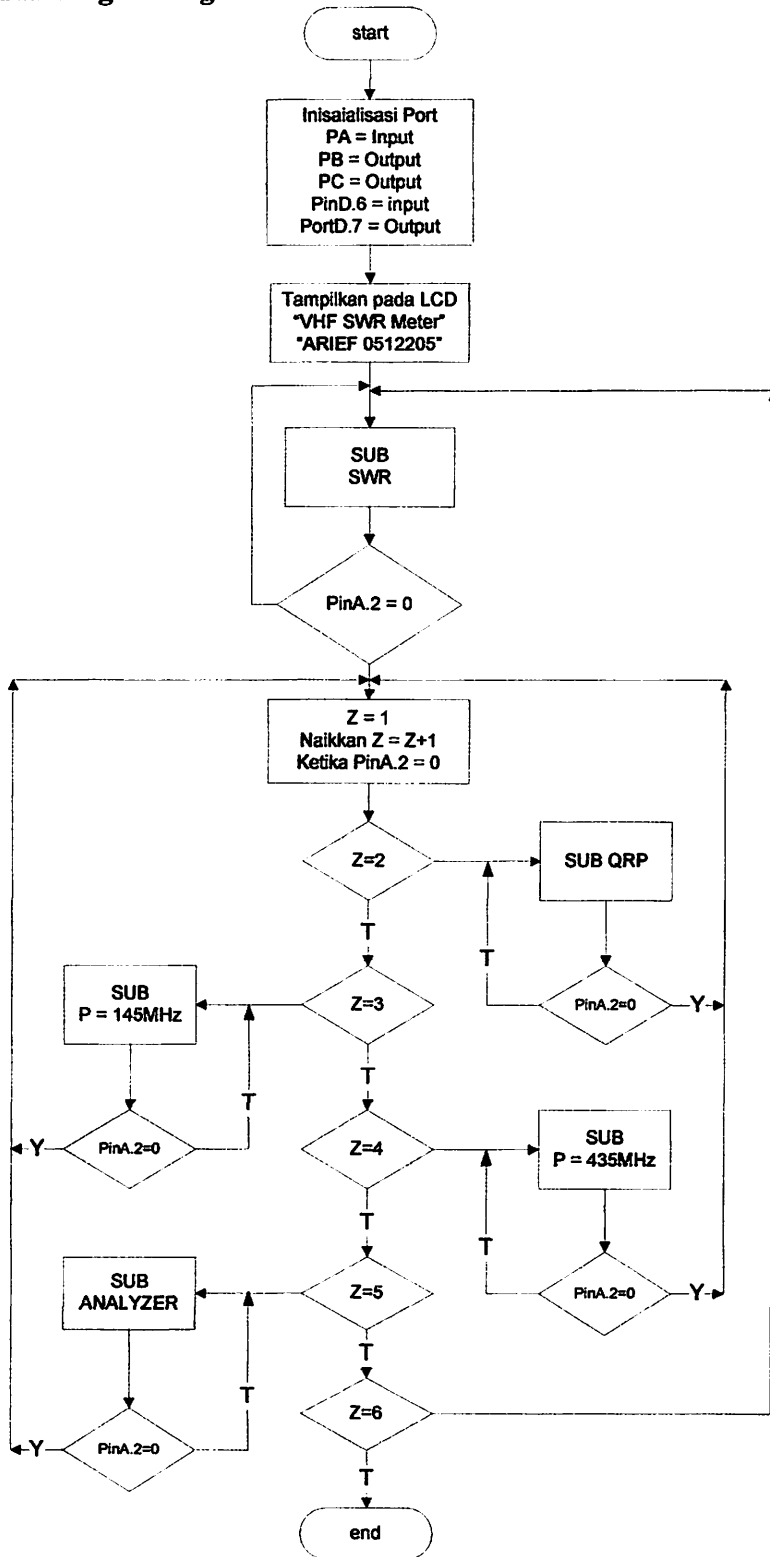
Perangkat Serial *interface* Max 232 dapat dibangun dengan menambahkan lima komponen eksternalnya. Komponen tersebut berupa *capacitor* C_1, C_2, C_3, C_4, C_5

yang nilainya telah ditentukan pada *datasheet* sebesar $1\mu\text{F}$. Pada IC tersebut terdapat dua buah jalur pengubah *level* tegangan TTL menjadi *level* tegangan RS-232, jalur pertama adalah pin 11 (T1in) yang *output*-nya pada pin 14 (T1 out) serta jalur kedua adalah pin 10 (T2 in) yang *output*-nya pada pin 7 (T2 out). Terdapat juga dua jalur pengubah *level* tegangan RS-232 menjadi level TTL, jalur pertama adalah pin 13 (R1 in) yang *output*-nya pada pin 12 (R1 out), serta jalur kedua adalah pin 8 (R2in) yang *output*-nya pada pin 9 (R2 out).

3.6. Perancangan Perangkat Lunak

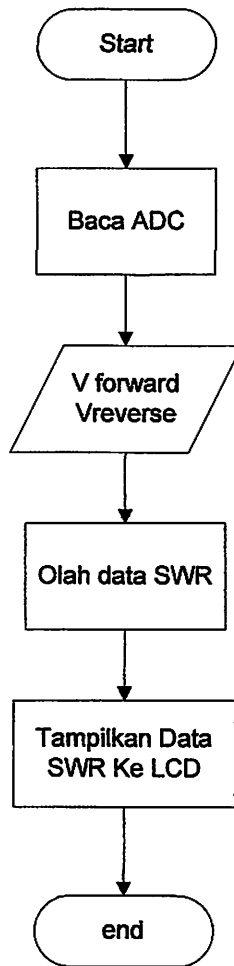
Perancangan perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan alat akan dipaparkan dalam *flowchart* sistem secara keseluruhan. Pembuatan *software* hanya dilakukan pada mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman *Basic* dengan bantuan *compiler BASCOM AVR*. Diagram alir atau *Flowchart* program secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

Flowchart Rancangan Program Keseluruhan



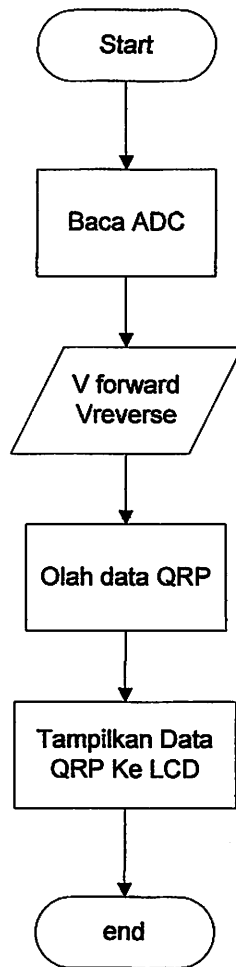
Gambar 3-14. Gambar Flowchart Program Keseluruhan

Flowchart Sub Program SWR Meter



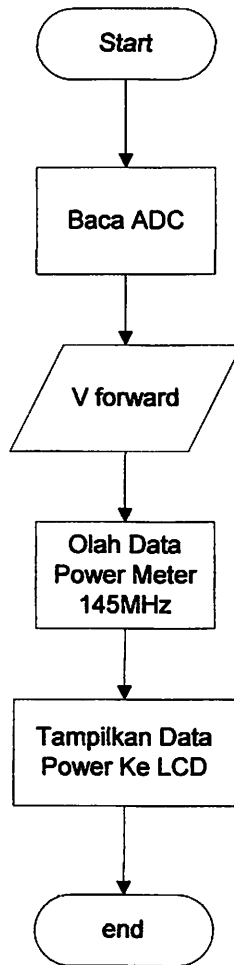
Gambar 3-15. *Gambar Flowchart Sub Program SWR Meter*

Flowchart Sub Program SWR untuk QRP



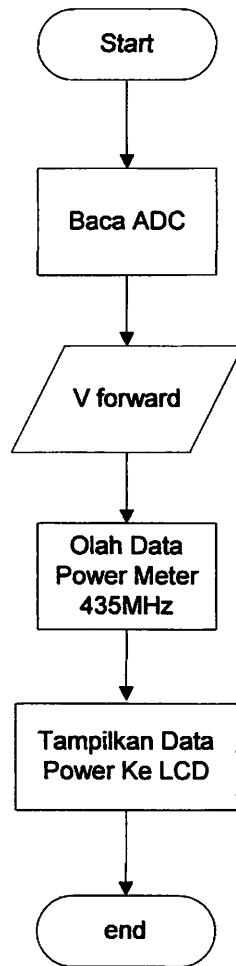
Gambar 3-16. *Gambar Flowchart Sub Program Peredaman*

Flowchart Sub Program RF Power 145MHz



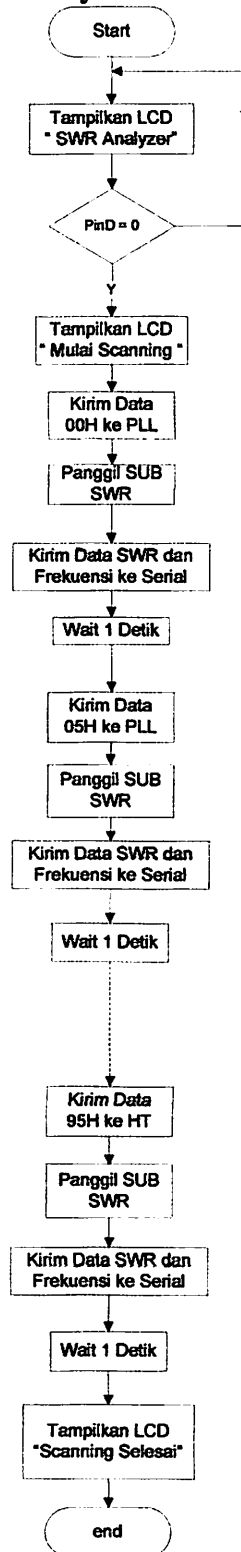
Gambar 3-17. Gambar Flowchart Sub Program RF Power 145 MHz

Flowchart Sub Program RF Power 435MHz



Gambar 3-18. *Gambar Flowchart Sub Program RF Power 435 MHz*

Flowchart Sub Program SWR Analyzer



Gambar 3-19. Gambar Flowchart Sub Program SWR Analyzer

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini membahas tentang pengujian alat yang telah dirancang dan dibuat. Secara umum, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah piranti yang telah direalisasikan dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan. Pada skripsi ini pengujian dilakukan terhadap beberapa subsistem yang meliputi:

1. Pengujian Directional Coupler
2. Kalibrasi *Power & SWR Meter* menggunakan SWR analog merk *Avair tipe AV-40* pada frekuensi 144.00MHz dengan Menggunakan *Dummy load* (25 ohm, 50 ohm, 75 ohm dan 100 ohm)
3. Pengujian Sensor Sinyal (*Directional Coupler*) pada range frekuensi 140MHz-149.5MHz dengan menggunakan Antena *Dipole* Polarisasi Vertikal $\frac{1}{4}$ *Lambda* yang ditala pada 147.00MHz.
4. Pengujian Program SWR *analyzer*

4.1. Pengujian Directional Coupler

4.1.1. Tujuan

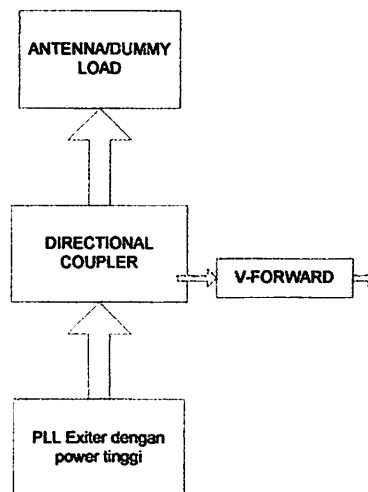
Mengetahui linieritas tegangan forward output dari directional coupler

4.1.2. Peralatan yang digunakan

1. HT alinco DJ-193
2. Dummyload 50 ohm
3. Avometer digital
4. Osiloscop

4.1.3. Prosedur Pengujian

1. Merangkai rangkaian seperti diagram blok berikut



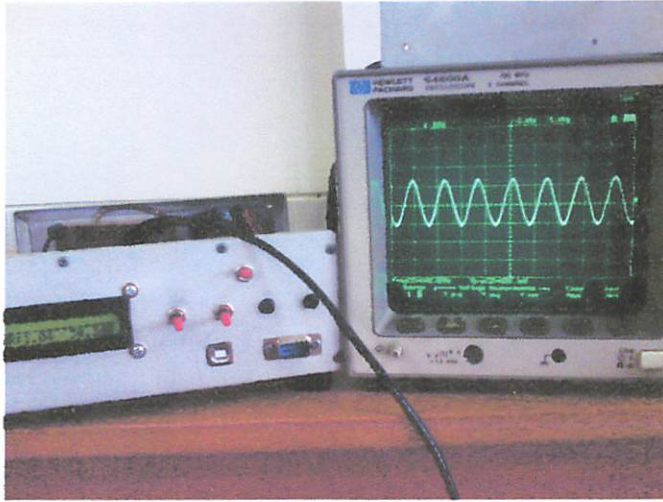
Gambar 4-1. Pengujian *V forward directional coupler*

2. Mengukur hasil tegangan induksi pada penghantar rangkaian *forward* dengan osiloskop ketika *directional coupler* dilewati sinyal RF.
3. Mengukur *Vforward* dengan mengubah daya pemancar dari daya kecil ke besar.

4.1.4. Pengujian sistem

Hasil pengukuran tegangan GGL induksi

Pengukuran ini ditujukan untuk mengetahui bahwa adanya induksi medan elektromagnet disekitar penghantar diretional coupler yang menimbulkan GGL induksi tegangan bolak-balik (AC).



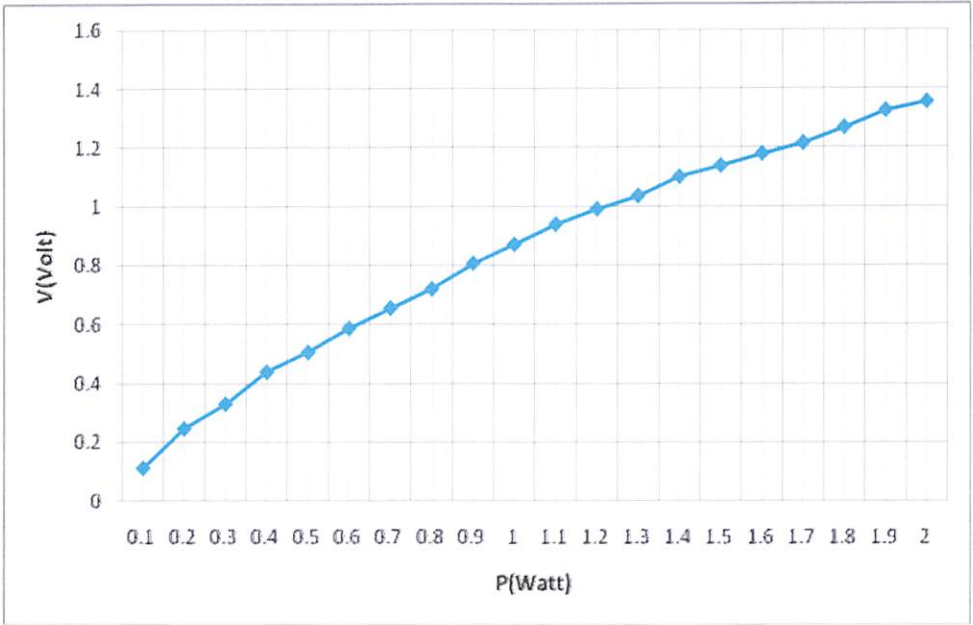
Gambar 4-2. Pengukuran GGL induksi

Pengukuran hasil $V_{forward}$ dengan mengubah daya pemancar

Pengukuran ini ditujukan untuk mengetahui linieritas tegangan forward output.

Tabel 4-1 Hasil $V_{forward}$ Output pada frekuensi 144MHz

P(Watt)	V(Volt)	P(Watt)	V(Volt)
0.1	0.11	1.1	0.94
0.2	0.25	1.2	0.99
0.3	0.33	1.3	1.03
0.4	0.44	1.4	1.1
0.5	0.51	1.5	1.14
0.6	0.59	1.6	1.18
0.7	0.66	1.7	1.21
0.8	0.72	1.8	1.27
0.9	0.81	1.9	1.32
1	0.87	2	1.35



Grafik 4-1. Respon Hubungan V_{out} dengan P pada $f=144\text{MHz}$

Hasil yang diperoleh merupakan tegangan yang linier. Untuk pengujian $V_{reflected}$ sama halnya dengan pengujian $V_{forward}$ hanya saja tinggal membalik posisi input dan output konektor dan tegangan yang diperoleh hasil induksi adalah sama.

4.2. Kalibrasi Power & SWR Meter Dengan Menggunakan SWR Analog type Avair AV-40 pada Frekuensi 144.00MHz

4.2.1. Tujuan

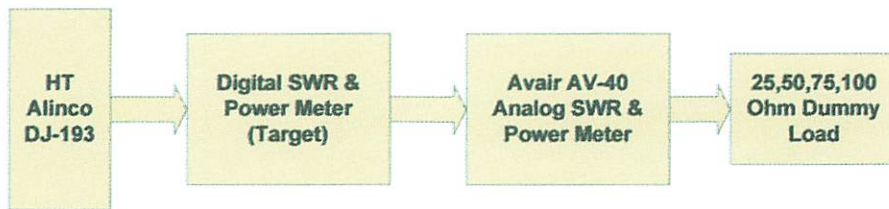
Mengetahui kebenaran apakah *Power* dan SWR meter yang dirancang sudah memiliki tingkat pengukuran yang benar.

4.2.2. Peralatan yang digunakan

1. HT Alinco DJ-193
2. Avair AV-40 SWR & Power Meter
3. Dummy load 50 Ohm

4.2.3. Prosedur pengujian

1. Mengkonfigurasi peralatan sesuai gambar berikut:



Gambar 4-3. Pengkalibrasian SWR

2. Mengeset HT pada Frekuensi 144.00MHz
3. Mengamati *Power* dan SWR meter digital dengan membandingkan pada *Power* dan SWR meter Analog.
4. Apabila SWR dan *Power* Meter digital tidak sama dengan analog maka dapat dilakukan *adjust* pada pengkondisi sinyal SWR meter digital.

4.2.4. Pengujian sistem

Kalibrasi Power Meter

Terlihat pada gambar saat ditunjukkan SWR meter analog HT Alinco DJ-193 mempunyai daya RF sebesar 4Watt atau 36dBm untuk *high power* dengan impedansi *dummy load* yang mempunyai nilai riil sebesar 50 ohm



Gambar 4-4. Pengkalibrasian Power Meter dengan Dummy load 50ohm

Konversi *Watt* ke dBm dapat menggunakan rumus

$$\text{dBm} = 10\log(\text{mW})$$

$$\text{dBm} = 10\log 4000$$

$$\text{dBm} = 36,02 \text{ dBm}$$

Kalibrasi SWR Meter dengan menggunakan *dummyload* sebesar 25, 50, 75 dan 100 ohm

Kalibrasi SWR meter dengan menggunakan *dummyload* dengan rumus

$$SWR = \frac{[1+R_c]}{1-R_c} \dots\dots\dots(4-1)$$

$$R_c = \frac{|Z_L - Z_0|}{|Z_L + Z_0|} \dots\dots\dots(4-2)$$

Dimana:

- Z_L = impedansi input antenna (beban)
- Z_0 = impedansi saluran transmisi (coax/50Ohm)
- Bila Z_L atau Z_0 merupakan bilangan imajiner atau khayal, maka Z_L atau Z_0 ini merupakan magnitudo dari bilangan tersebut.

• Untuk Z_L 25 ohm

$$R_c = \frac{|25-50|}{|25+50|}$$

$$R_c = 0.333$$

$$SWR = \frac{[1+0.333]}{[1-0.333]}$$

$$SWR=1,998 \text{ atau } 2.00$$



Gambar 4-5. Pengkalibrasian SWR $Z_L=25\text{ohm}$

• Untuk ZL 50 ohm

$$R_c = \frac{|50-50|}{|50+50|}$$

$$R_c = 0$$

$$SWR = \frac{|1+0|}{|1-0|}$$

$$SWR = 1.00 \text{ (matched)}$$



Gambar 4-6. Pengkalibrasian SWR ZL=50ohm

• Untuk ZL 75 ohm

$$R_c = \frac{|75-50|}{|75+50|}$$

$$R_c = 0.2$$

$$SWR = \frac{|1+0.2|}{|1-0.2|}$$

$$SWR = 1.5$$



Gambar 4-7. Pengkalibrasian SWR ZL=75ohm

• Untuk ZL 100 Ohm

$$R_c = \frac{|100-50|}{|100+50|}$$

$$R_c = 0.333$$

$$SWR = \frac{|1+0.333|}{|1-0.333|}$$

$$SWR=1,998 \text{ atau } 2.00$$



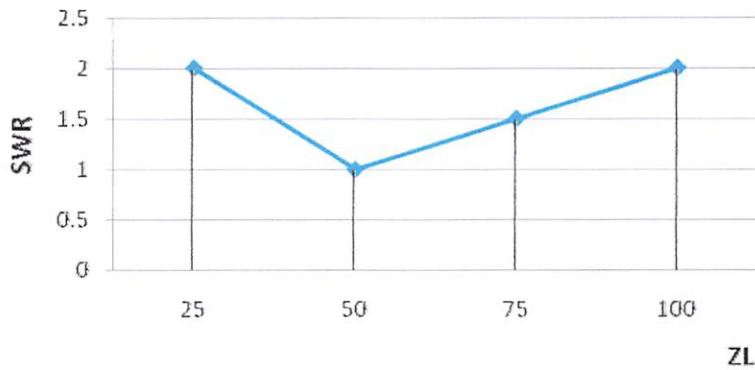
Gambar 4-8. Pengkalibrasian SWR ZL=100ohm

Grafik hubungan SWR dengan Dummy load

Dari hasil perhitungan diatas nilai SWR dapat digambarkan

Tabel 4-2. Hasil SWR dengan menggunakan ZL = 25, 50, 75, 100 Ohm

Dummy load (ZL)	SWR Hitung	SWR Analog	SWR Rancangan	Error (Hit-Analog)	Error (Hit-Rancangan)
25	2	1.6	2.06	20%	3%
50	1	1	1.01	0%	1%
75	1.5	1.4	1.5	6.66%	0
100	2	1.8	2.04	10%	2%



Grafik 4-2. Respon Hubungan ZL dengan SWR(sesuai rumus)

Nilai SWR yang terbaik adalah 1.00 dan nilai tersebut diperoleh dengan nilai *dummyload* sebesar 50 ohm maka nilai tersebut adalah nilai mutlak untuk menyalurkan energi yang maksimal dari *transmitter* menuju beban dikarenakan impedansi dari *transmitter* adalah 50 ohm.

4.3. Pengujian Sensor Sinyal (Directional Coupler) pada range frekuensi 140MHz-149.5MHz dengan menggunakan Antena Dipole Polarisasi Vertikal $\frac{1}{4}$ Lambda yang ditala pada 147.00MHz.

4.3.1. Tujuan

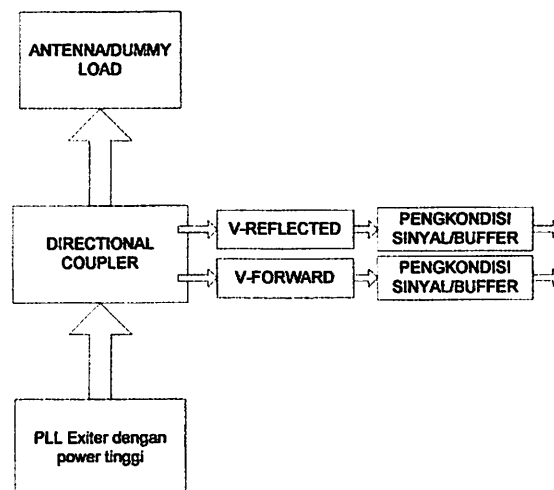
Mengetahui tingkat kesalahan / *error* dari SWR meter digital yang dirancang

4.3.2. Peralatan yang digunakan

1. HT Alinco DJ-193
2. Avair AV-40 SWR & Power Meter
3. Antena dipole polarisasi vertikal $\frac{1}{4}$ *lambda* yang ditala pada frekuensi 147MHz.

4.3.3. Prosedur pengujian

1. Merangkai peralatan sesuai gambar berikut:



Gambar 4-9. Diagram Blok Rangkaian Pencuplik sinyal RF

2. Mengukur panjang Antena yang di *match* pada Frekuensi 147MHz.
3. Mengamati dan mengukur nilai tegangan *forward* dan *reverse* yang keluar dari pengkondisi sinyal.
4. Mengukur dan menghitung nilai SWR dan *Error*.

4.3.4. Pengujian sistem

Pengukuran Panjang Antena :

Antena dipole polarisasi vertikal merupakan antena yang arah pancarannya menuju ke segala arah. Antena ini memiliki gain sebesar $A=1x$ atau dalam $dB=20\log A$ yaitu $0dB$. Antenna ini sangat mudah untuk didesain yaitu dengan menggunakan rumus $\frac{1}{4}$ lambda maka kita akan memperoleh panjang antenna. Pada pengujian disini antenna ditala atau diukur untuk frekuensi $147MHz$ maka panjang antenna :

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f} \dots\dots\dots(4-3)$$

dimana :

$300 \cdot 10^8$: Kecepatan Rambat gelombang cahaya (m/s)

f : frekuensi yang akan dipakai (Hz) atau (1/s)

λ : Panjang gelombang (Meter)



bila frekuensi diatas dalam MHz maka persamaan diatas akan menjadi

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f \cdot 10^6} \dots\dots\dots(4-4)$$

$$\lambda = \frac{300}{f} \dots\dots\dots(4-5)$$

300 : Kecepatan Rambat gelombang cahaya

f : frekuensi yang akan dipakai (MHz)

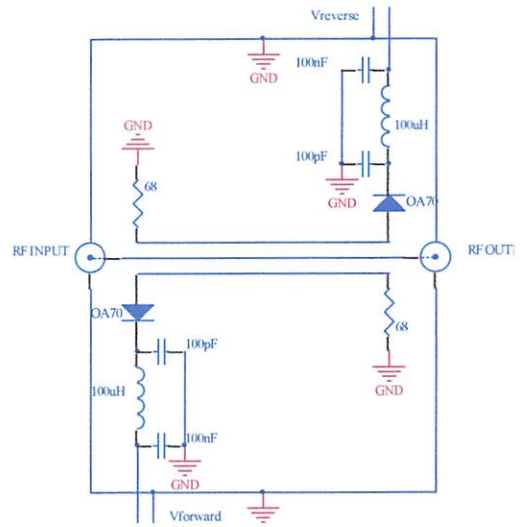
λ : Panjang gelombang (Meter)

$$\lambda = \frac{300}{147}$$

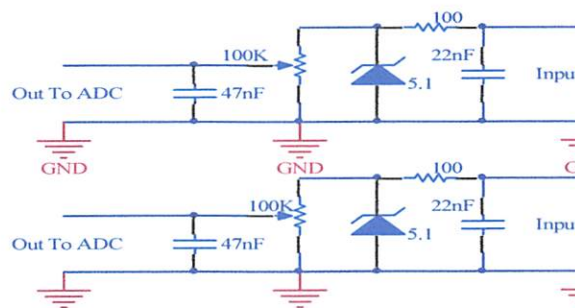
$$\lambda = 2.04 \text{ meter}$$

$$\text{maka panjang antenna } L = \frac{\lambda}{4} = \frac{2.04}{4} = 0.51 \text{ meter}$$

Pengukuran nilai SWR



Gambar 4-10. Rangkaian Directional Coupler (Sensor Sinyal RF)



Gambar 4-11. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Untuk mengukur nilai SWR dari pencuplikan sinyal oleh *directional coupler*, maka dapat digunakan rumus :

$$SWR = \frac{[V_{forw} + V_{rev}]}{[V_{forw} - V_{rev}]} \dots\dots\dots(4-4)$$

dan pengkondisi sinyal sudah di seting sedemikian rupa agar nilai SWR dan Power meter digital sama dengan SWR dan Power meter analog dengan nilai impedansi 50 ohm menggunakan *dummy load* maka diperoleh hasil pengujian sebagai berikut :

Pengukuran pada Frekuensi 140MHz



Gambar 4-12. Pengujian SWR Pada Frekuensi 140MHz

$$SWR = \frac{[0.39 + 0.04]}{[0.39 - 0.04]}$$

$$SWR = 1.23$$

$$Error = \left| \frac{SWR_{pengukuran} - SWR_{perhitungan}}{SWR_{perhitungan}} \right| \times 100\%$$

$$Error = \left| \frac{1.21 - 1.23}{1.23} \right| \times 100\%$$

$$Error = 1.62\%$$

Pengukuran SWR Pada Frekuensi 144MHz



Gambar 4-13. Pengujian SWR Pada Frekuensi 144MHz

$$SWR = \frac{[0.44+0.03]}{[0.44-0.03]}$$

$$SWR = 1.14$$

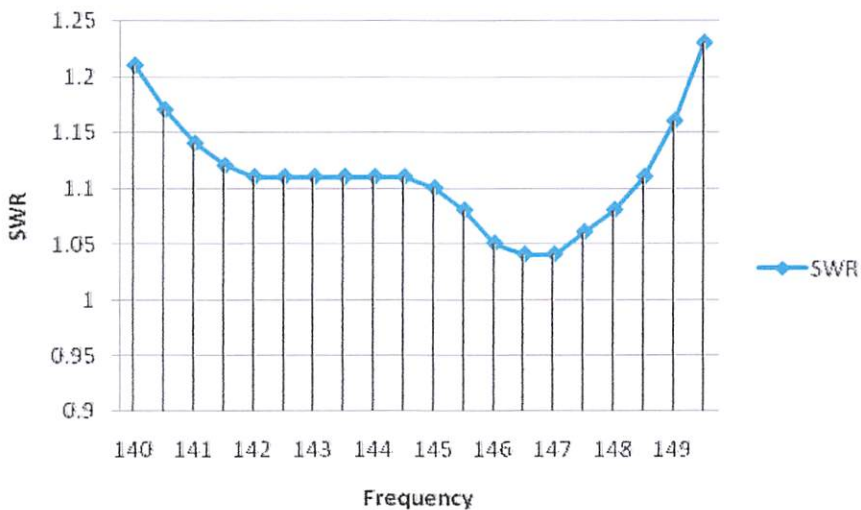
$$Error = \left| \frac{SWR_{pengukuran} - SWR_{perhitungan}}{SWR_{perhitungan}} \right| \times 100\%$$

$$Error = \left| \frac{1.11 - 1.14}{1.14} \right| \times 100\%$$

$$Error = 3.17\%$$

Tabel 4-3. Hasil Pengujian SWR Secara Keseluruhan 140-149.5 MHz

frekuensi	V(maju)	V(mundur)	SWR(Display)	SWR (Hitung)	error
140	0.39	0.04	1.21	1.23	1.51
140.5	0.4	0.04	1.17	1.22	4.27
141	0.41	0.03	1.14	1.16	1.55
141.5	0.42	0.03	1.12	1.15	2.93
142	0.42	0.03	1.11	1.15	3.8
142.5	0.43	0.03	1.11	1.15	3.48
143	0.43	0.03	1.11	1.15	3.48
143.5	0.43	0.03	1.11	1.15	3.48
144	0.44	0.03	1.11	1.15	3.17
144.5	0.45	0.03	1.11	1.14	2.87
145	0.47	0.03	1.1	1.14	3.2
145.5	0.5	0.02	1.08	1.08	0.31
146	0.52	0.02	1.05	1.08	2.78
146.5	0.53	0.01	1.04	1.04	0.15
147	0.52	0.01	1.04	1.04	0.08
147.5	0.51	0.02	1.06	1.08	2
148	0.48	0.02	1.08	1.09	0.64
148.5	0.46	0.03	1.11	1.14	2.59
149	0.43	0.04	1.16	1.21	3.74
149.5	0.41	0.05	1.23	1.28	3.74
Rata-rata error					2.49



Grafik 4-3. Grafik Respon Hubungan SWR dengan Frekuensi

4.4. Pengujian Program SWR analyzer

4.4.1. Tujuan

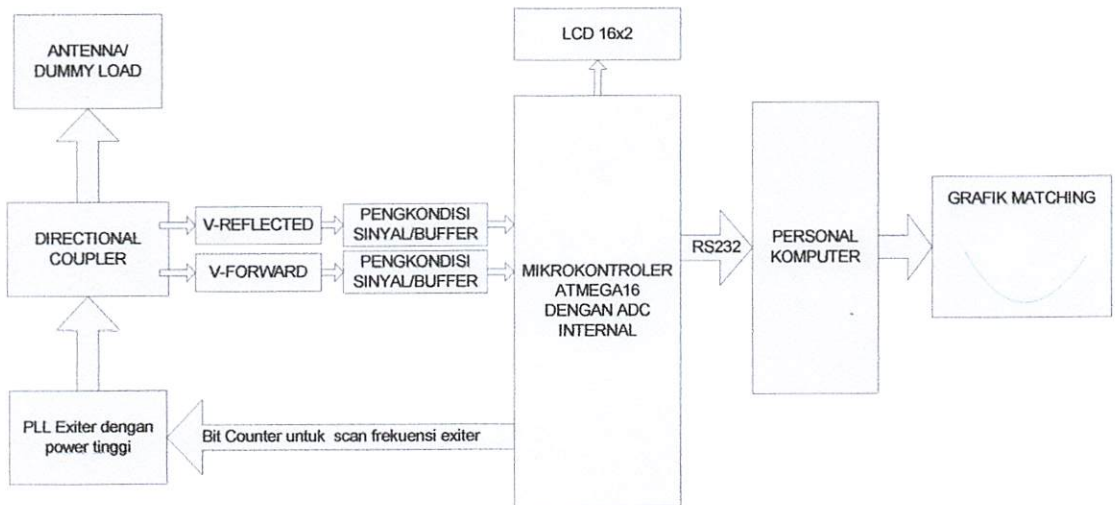
Menjalankan program SWR Antena analyzer yang telah diinterfacekan melalui computer dengan bahasa pemrograman Delphi 7.0.

4.4.2. Peralatan yang digunakan

1. HT ICOM IC 2N yang sudah dimodifikasi
2. Satu unit PC
3. Antena dipole polarisasi vertical $\frac{1}{4}$ lambda yang dimatch pada frekuensi 147MHz.

4.4.3. Prosedur pengujian

1. Merangkai peralatan sesuai gambar berikut :

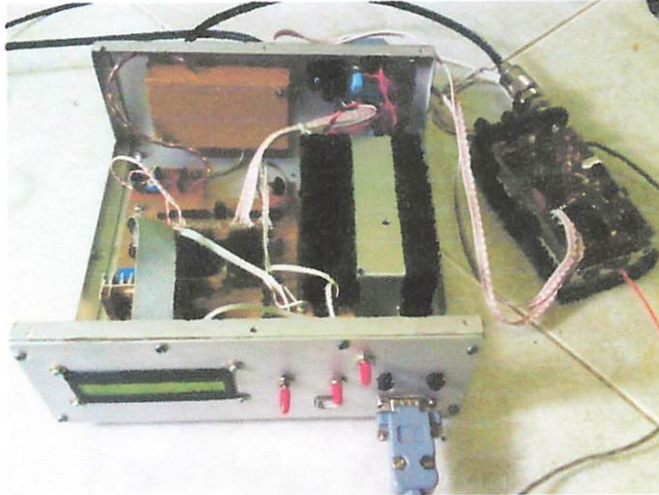


Gambar 4-14. Diagram Blok Keseluruhan Rancangan

SWR Meter, Power Meter & Antenna Analyzer

2. Mengamati jalannya program ketika program dijalankan

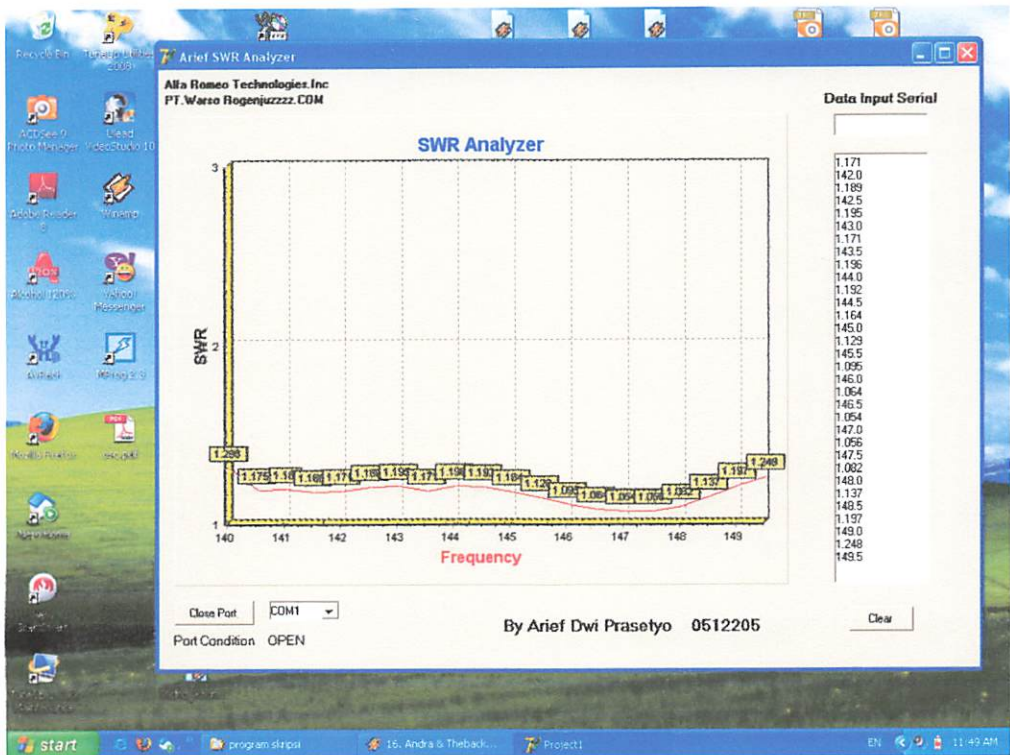
4.4.4. Pengujian sistem



Gambar 4-15. *Hardware Rancangan Keseluruhan*

Hasil *Running* Program

Untuk pemrograman yang digunakan adalah software Delphi 7.0, sedangkan untuk komunikasi serial menggunakan komponen TCOMPORT yang akan mengomunikasikan antara program delphi dengan hardware serial berupa port COM1. Setelah program dijalankan maka hasil dapat terlihat dengan jelas dan sangat mudah dimengerti pada grafik. Sudah terlihat dengan jelas bahwa antenna *match* pada frekuensi 147-147.5MHz.



Gambar 4-16. Program SWR Analyzer

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa alat yang telah dibuat maka dapat disimpulkan:

1. Sensor sinyal RF (*directional coupler*) didapatkan tegangan keluarannya adalah berupa tegangan DC.
2. Nilai SWR bergantung pada nilai $V_{forward}$ dan $V_{reflected}$, sedangkan kedua tegangan tersebut terpengaruh pada besarnya nilai impedansi saluran transmisi.
3. Perancangan SWR digital ini terbukti sangat akurat dibandingkan dengan SWR analog dikarenakan saat proses pengujian dengan nilai impedansi riil dummy load, nilai SWR meter analog tidak dapat identik dengan hasil rumus SWR yang diterapkan sedangkan SWR digital ini hampir sama dengan rumus SWR dengan error rata-rata 2.49%.

5.2. SARAN

Pada waktu pemrograman mikrokontroller dilihat terlebih dahulu LSB dan MSB dari hasil konversi desimal ke biner dan usahakan untuk dioda *directional coupler* merupakan dioda germanium khusus RF agar didapatkan sensitivitas pencuplikan sinyal yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. ARRL 2008 for amateur radio engineering handbook
2. ANTENNA handbook
3. Help index BASCOM AVR
4. Suggestion from *YB3YO MLG* for directional coupler and digital SWR meter
5. www.elektroindonesia.com
6. <http://elektronika-elektronika.blogspot.com/2007/05/pemancar-fm-12-watt-iii.html>
7. Motorola RF data manual book.
8. <http://www.atmel.com>, *datasheet* ATMega16
9. <http://www.dataheetcatalog.com>, *datasheet* max232
10. <http://alldatasheet.com/oa70/>
11. <http://www.wikipedia.com/transmissionlinesndirectionalcoupler>
12. LCD data manual book
13. ICOM 2N manual book

LAMPIRAN



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama : Arief Dwi Prasetyo
Nim : 05.12.205
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Masa Bimbingan : 14 September 2009 – 14 Maret 2010
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
SWR (STANDING WAVE RATIO) METER DIGITAL
YANG DIANTARMUKAKAN MELALUI PC**

No	Penguji	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Penguji I	9 Februari 2010		
2.	Penguji II	9 Februari 2010	1. Perbaiki halaman 5 dan 56. 2. Analisa filter LC directional coupler 3. Hasil pengujian bab IV ditabelkan 4. Error dimasukkan dalam kesimpulan	

Disetujui

Penguji I

I. Komang Somawirata ST, MT
NIP.Y. 103 0100 361

Penguji II

Irmalia Suryani Faradisa ST, MT
NIP.Y.103 0000 365

Mengetahui

Dosen Pembimbing I

Ir. Sidik Noertjahjono, MT
NIP.Y.102 8700 163

Dosen Pembimbing II

Ir. Th. Mimien Mustikawati, MT
NIP.Y.103 0000 352

```
-----  
' SWR-Meter Arief Dwi Prasetyo 0512205  
-----
```

```
$regfile = "m16def.dat"  
$crystal = 12000000  
$hwstack = 32  
$swstack = 8  
$framesize = 24  
$baud = 9600  
Enable Interrupts  
Baud 9600
```

```
'inisialisasi port  
Config Portc = Output  
Config Portb = Output  
Config Porta = Input  
Config Pind.6 = Input  
Config Portd.7 = Output  
Porta.2 = 1  
Porta.3 = 1  
Portd.7 = 1  
Config Lcdpin = Pin , Rs = Portb.2 , E = Portb.3 , Db4 = Portb.4 , Db5 = Portb.5 , Db6 =  
Portb.6 , Db7 = Portb.7
```

```
Dim Forw As Single  
Dim Rev As Single  
Dim A As Integer  
Dim B As Integer  
Dim H1 As Integer  
Dim H2 As Integer  
Dim Swr As Single  
Dim R As Single  
Dim Rh1 As Single  
Dim Rh2 As Single  
Dim Rd As Single  
Dim Rd1 As Single  
Dim I As Integer  
Dim W As Single  
Dim V As Single  
Dim X As Single  
Dim Dbm As Single  
Dim Mw As Single  
Dim Ng As Byte  
Dim U As Byte  
Dim Z As Byte  
Dim Z2 As Byte  
Dim Y As Bit  
Dim Saklar As Bit
```

```
Y = 0
```

```
Config Lcd = 16 * 2  
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Internal  
Config Porta.0 = Input  
Deflcdchar 0 , 31 , 31 , 31 , 31 , 31 , 31 , 31 , 31 , 31 ' replace ? with number (0-7)  
Deflcdchar 1 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32 , 31 ' replace ? with number (0-7)  
Declare Sub Swr  
Declare Sub Power2  
Declare Sub Analyzer  
Declare Sub Power7  
' Declare Sub Debug
```

```
I = 0
```

```
W = 0
```

```
Z = 1
```

```
Config Timer1 = Pwm , Pwm = 8 , Compare A Pwm = Clear Up , Prescale = 64
```

```
-----  
Do
```

```
Cursor Off Noblink  
Compare1a = 150  
Incr I  
Upperline
```

```

Lcd "VHF SWR Analyzer      "
Lowerline
Lcd "Arief (0512205)      "
Waitms 1
Loop Until i = 40
Cls
Do

Swr = 0
'-----inialisasi ADC sinyal untuk Forward dan Reverse-----
Start Adc
A = Getadc(0)
B = Getadc(1)

'-----pengkondisian ADC untuk sinyal Forward dan Reverse-----
If A > B Then
Rev = B
Forw = A
Else
Rev = A
Forw = B
End If

'-----sub menu saklar-----
Saklar = Pina.2

If Saklar = 0 Then
Incr Z
U = 1
Do

Incr U

Z2 = 50 / Ng
Waitms Z2

If U = 30 Then
Ng = 40
End If

If Z = 6 Then
Z = 1
End If
Loop Until Pina.2 = 1 Or U = 31
Else
Ng = 1

End If

Select Case Z
Case 1 : Call Swr
Case 2 : Call Swr
Case 3 : Call Power2
Case 4 : Call Power7
Case 5 : Call Analyzer
' Case 5 : Call Debug

End Select

Loop

'-----SWR Meter-----
Sub Swr
Do
Do

```

```

If Forw < 50 Then
  Locate 1 , 1
  Lcd "Tidak Ada Sinyal "
  Locate 2 , 1
  If Z = 2 Then
    Lcd "QRP: " "
  Else
    Lcd "SWR: " "
  End If
  Locate 2 , 5
  Lcd Fusing(swr , "#.##")
  Locate 2 , 9
  Lcd " "
  Locate 2 , 14
  Lcd " "
  Locate 2 , 11
  Lcd Fusing(rd , "##.#")
  Locate 2 , 15
  Lcd "dB"

Else
End If
  A = Getadc(0)
  B = Getadc(1)

```

```

-----
  If A > B Then
    Rev = B
    Forw = A
  Else
    Rev = A
    Forw = B
  End If
Loop Until Forw > 35 Or Pina.2 = 0

```

```

If Forw > 1020 Then
  Locate 1 , 1
  Lcd "P Not Connect "
  Locate 2 , 1
  Lcd " "
Else
End If
  A = Getadc(0)
  B = Getadc(1)

```

```

-----
  If A > B Then
    Rev = B
    Forw = A
  Else
    Rev = A
    Forw = B
  End If
Loop Until Forw < 1020 Or Pina.2 = 0

```

' Or Pinc.1 = 0

```

-----Faktor Forward-----
If Forw < 200 And Z = 2 Then
X = Forw
X = Log(x)
X = X * -0.363
X = Exp(x)
X = 6.5 * X
  If X > 1.18 Then
    X = 1.18
  Else
  End If
  If X < 1 Then
    X = 1
  Else
  End If
Else
X = 1
End If
Rev = Rev * X

```



```
Locate 2 , 11
Lcd Fusing(rd , "##.#")
Locate 2 , 15
Lcd "dB"
' Lcd X
```

Waitms 100

'-----Komunikasi Serial-----'

```
Print Swr
Waitms 100
```

End Sub

'-----Power Meter Frekuensi VHF 145 MHz-----'

Sub Power2

```
Locate 1 , 1
Lcd "P: 145 MHz" "
```

'-----konversi ad - dbm-----'

```
Forw = Forw * 4.8828125
Dbm = Log(forw)
Dbm = Dbm * 0.2196
Dbm = Exp(dbm)
Dbm = Dbm * 7.1035
```

'-----konversi dbm - watt-----'

```
W = Dbm / 10
W = W * 2.302585
W = Exp(w)
W = W / 1000
```

```
If Forw < 14 Then
W = 0
Dbm = 0
Locate 2 , 4
Lcd " "
Locate 2 , 12
Lcd " "
End If
If Forw >= 4995 Then
Locate 2 , 1
Lcd "P > 46 dBm / 40 Watt"
Else
```

```
Locate 2 , 1
Lcd Fusing(w , "##.#")
Locate 2 , 5
Lcd " W "
Locate 2 , 9
Lcd Fusing(dbm , "##.#")
Locate 2 , 13
Lcd " dBm "
End If
Waitms 100
```

End Sub

'-----Power Meter Frekuensi UHF 435 MHz-----'

Sub Power7

```
Locate 1 , 1
Lcd "P: 435 MHz"
```

```
'-----konversi ad - dbm-----
```

```
If Forw <= 2 Then  
W = 0  
Dbm = 0  
Else  
Forw = Forw * 4.8828125  
Dbm = Log(forw)  
Dbm = Dbm * 0.276  
Dbm = Exp(dbm)  
Dbm = Dbm * 3.5269  
End If
```

```
'-----konversi dbm - watt-----
```

```
W = Dbm / 10  
W = W * 2.302585  
W = Exp(w)  
W = W / 1000
```

```
If Forw >= 4995 Then  
Locate 2 , 1  
Lcd "P > 37 dBm / 5 Watt " "  
Else  
Locate 2 , 4  
Lcd " "  
Locate 2 , 12  
Lcd " "  
Locate 2 , 1  
Lcd Fusing(w , "##.#")  
Locate 2 , 5  
Lcd " W "  
Locate 2 , 9  
Lcd Fusing(dbm , "##.#")  
Locate 2 , 13  
Lcd " dBm "  
End If  
Wait ms 100
```

```
End Sub
```

```
Cl s
```

```
'-----SWR Analyzer-----
```

```
Sub Analyzer
```

```
Locate 1 , 1  
Lcd "SWR Analyzer"  
Locate 2 , 1  
Lcd "140 - 149 MHz..."
```

```
Portc = $h00  
Portd.7 = 1
```

```
If Pind.6 = 0 Then  
Gosub Scan_frekuensi
```

```
Scan_frekuensi :
```

```
Cl s  
Lcd "mulai scanning"  
Wait 2  
Cl s
```

```
'frekuensi 140  
Cl s  
Lcd "140 MHz....."  
Wait 1  
Cl s  
Portc = &H00  
Portd.7 = 0  
Wait 1  
Call Swr  
Wait ms 500
```

```
Print "140.01"  
Wait 1  
Portd.7 = 1
```

```
' frekuensi 140.5  
Cl s  
Lcd "140.5 MHz....."  
Wait 1  
Cl s  
Portc = &H05  
Portd.7 = 0  
Wait 1  
Call Swr  
Wait ms 500  
Print "140.50"  
Portd.7 = 1  
Wait 1
```

```
' frekuensi 141  
Cl s  
Lcd "141 MHz....."  
Wait 1  
Cl s  
Portc = &H10  
Portd.7 = 0  
Wait 1  
Call Swr  
Wait ms 500  
Print "141.01"  
Portd.7 = 1  
Wait 1
```

```
' frekuensi 141.5  
Cl s  
Lcd "141.5 MHz....."  
Wait 1  
Cl s  
Portc = &H15  
Portd.7 = 0  
Wait 1  
Call Swr  
Wait ms 500  
Print "141.50"  
Portd.7 = 1  
Wait 1
```

```
' frekuensi 142  
Cl s  
Lcd "142 MHz....."  
Wait 1  
Cl s  
Portc = &H20  
Portd.7 = 0  
Wait 1  
Call Swr  
Wait ms 500  
Print "142.01"  
Portd.7 = 1  
Wait 1
```

```
' frekuensi 142.5  
Cl s  
Lcd "142.5 MHz....."  
Wait 1  
Cl s  
Portc = &H25  
Portd.7 = 0  
Wait 1  
Call Swr  
Wait ms 500  
Print "142.50"  
Portd.7 = 1  
Wait 1
```

```
' frekuensi 143  
Cl s
```

```
Lcd " 143   MHz....."  
Wait 1  
Cls  
Portc = &H30  
Portd.7 = 0  
Wait 1  
Call Swr  
Waitms 500  
Print " 143.01"  
Portd.7 = 1  
Wait 1
```

```
' frekuensi 143.5  
Cls  
Lcd " 143.5 MHz....."  
Wait 1  
Cls  
Portc = &H35  
Portd.7 = 0  
Call Swr  
Waitms 500  
Print " 143.50"  
Portd.7 = 1  
Wait 1
```

```
' frekuensi 144  
Cls  
Lcd " 144   MHz....."  
Wait 1  
Cls  
Portc = &H40  
Portd.7 = 0  
Wait 1  
Call Swr  
Waitms 500  
Print " 144.01"  
Portd.7 = 1  
Wait 1
```

```
' frekuensi 144.5  
Cls  
Lcd " 144.5 MHz....."  
Wait 1  
Cls  
Portc = &H45  
Portd.7 = 0  
Wait 1  
Call Swr  
Waitms 500  
Print " 144.50"  
Portd.7 = 1  
Wait 1
```

```
' frekuensi 145  
Cls  
Lcd " 145   MHz....."  
Wait 1  
Cls  
Portc = &H50  
Portd.7 = 0  
Wait 1  
Call Swr  
Waitms 500  
Print " 145.01"  
Portd.7 = 1  
Wait 1
```

```
' frekuensi 145.5  
Cls  
Lcd " 145.5 MHz....."  
Wait 1  
Cls  
Portc = &H55  
Portd.7 = 0  
Wait 1  
Call Swr
```

Wait ms 500
Print " 145. 50"
Portd.7 = 1
Wait 1

' frekuensi 146
Cl s
Lcd " 146 MHz....."
Wait 1
Cl s
Portc = &H60
Portd.7 = 0
Wait 1
Call Swr
Wait ms 500
Print " 146. 01"
Portd.7 = 1
Wait 1

' frekuensi 146.5
Cl s
Lcd " 146.5 MHz....."
Wait 1
Cl s
Portc = &H65
Portd.7 = 0
Wait 1
Call Swr
Wait ms 500
Print " 146. 50"
Portd.7 = 1
Wait 1

' frekuensi 147
Cl s
Lcd " 147 MHz....."
Wait 1
Cl s
Portc = &H70
Portd.7 = 0
Wait 1
Call Swr
Wait ms 500
Print " 147. 01"
Portd.7 = 1
Wait 1

' frekuensi 147.5
Cl s
Lcd " 147.5 MHz....."
Wait 1
Cl s
Portc = &H75
Portd.7 = 0
Wait 1
Call Swr
Wait ms 500
Print " 147. 50"
Portd.7 = 1
Wait 1

' frekuensi 148
Cl s
Lcd " 148 MHz....."
Wait 1
Cl s
Portc = &H80
Portd.7 = 0
Wait 1
Call Swr
Wait ms 500
Print " 148. 01"
Portd.7 = 1
Wait 1

' frekuensi 148.5

```
Cl s
Lcd " 148.5 MHz....."
Wàit 1
Cl s
Port c = &H85
Port d.7 = 0
Wàit 1
Call Swr
Wàit ms 500
Print " 148.50"
Port d.7 = 1
Wàit 1
```

```
' frekuensi 149
Cl s
Lcd " 149 MHz....."
Wàit 1
Cl s
Port c = &H90
Port d.7 = 0
Wàit 1
Call Swr
Wàit ms 500
Print " 149.01"
Port d.7 = 1
Wàit 1
```

```
' frekuensi 149.5
Cl s
Lcd " 149.5 MHz....."
Wàit 1
Cl s
Port c = &H95
Port d.7 = 0
Wàit 1
Call Swr
Wàit ms 500
Print " 149.50"
Port d.7 = 1
Wàit 1
```

```
Port c = &H00
```

```
Cl s
Lcd "scanning selesai"
Wàit 2
Cl s
```

```
End If
End Sub
```

```
'----- Debug-----
```

```
' Sub Debug
```

```
' Locate 1 , 1
' Lcd " Debug " "
```

```
' W = forw * 4.8828125
```

```
' V = Rev * 4.8828125
```

```
' Locate 1 , 1
```

```
' Lcd " Debug "
```

```
' Locate 1 , 7
```

```
' Lcd V
```

```
' Locate 2 , 11
```

```
' Lcd " "
```

```
' Locate 2 , 1
```

```
' Lcd W
```

```
' Locate 2 , 6
```

```
' Lcd " "
```

```
' Wàit ms 100
```

```
unit analyzer;
```

```
interface
```

```
uses
```

```
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls, TeEngine, Series, ExtCtrls, TeeProcs, Chart, CPort,
Grids;
```

```
type
```

```
TForm1 = class(TForm)
  Chart1: TChart;
  Series1: TFastLineSeries;
  Button1: TButton;
  ComPort1: TComPort;
  ComboBox1: TComboBox;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  Label3: TLabel;
  mem01: TMemo;
  Edit1: TEdit;
  Button2: TButton;
  Timer1: TTimer;
  Label4: TLabel;
  Label5: TLabel;
  Label6: TLabel;
  Label7: TLabel;
  Label8: TLabel;
  procedure Button1Click(Sender: TObject);
  procedure FormCreate(Sender: TObject);
  procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
  procedure Button2Click(Sender: TObject);
  procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
  procedure delay(lama:longint);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;
```

```
var
```

```
Form1: TForm1;
y: real;
x: real;
```

```
implementation
```

```
uses MaskUtils, DateUtils;
```

```
{$R *.dfm}
```

```
procedure TForm1.delay(lama:longint);
```

```
var
  ref: longint;
begin
  ref:=GetTickCount;
  repeat
    Application.ProcessMessages;
  until ((GetTickCount-ref)>=lama);
end;
```

```
procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject ; count:Integer);
```

```
var
  serial: string;
  serial2: string[5];
  swr: real;
```

```
begin
  ComPort1.Readstr(serial, count);
  serial2:=serial;
  Edit1.text:=serial2;
```

```
Memol.Lines.Add(edit1.Text);

swr:=StrToFloat(edit1.text);
delay(500);
Edit1.Clear;

x:=0;
begin
if swr<=6.00 then
  y:=swr;
if swr>=139.01 then
  x:=swr;
end;

With Chart1 do
with Series1 do
addxy((x),(y),'',clred);

end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
if ComPort1.Connected = false then
begin
ComPort1.Open;
Button1.Caption := 'Close Port';
Label1.Caption := 'OPEN';
end
else
begin
ComPort1.Close;
Button1.Caption := 'Open Port';
Label1.Caption := 'CLOSED';
end;
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
EnumComPorts(ComboBox1.Items);
if ComboBox1.ItemIndex >-1 then
ComPort1.Port := Combobox1.Items[Combobox1.ItemIndex];
memol.Clear;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
Series1.Clear;
memol.Clear;
Edit1.Clear;
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
Label4.Caption:=TimeToStr(time);
end;

end.
```


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
Volatile 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
Pins and Packages
32 Programmable I/O Lines
40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad 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
Average Current 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

Summary

2466HS-AVR-12/03

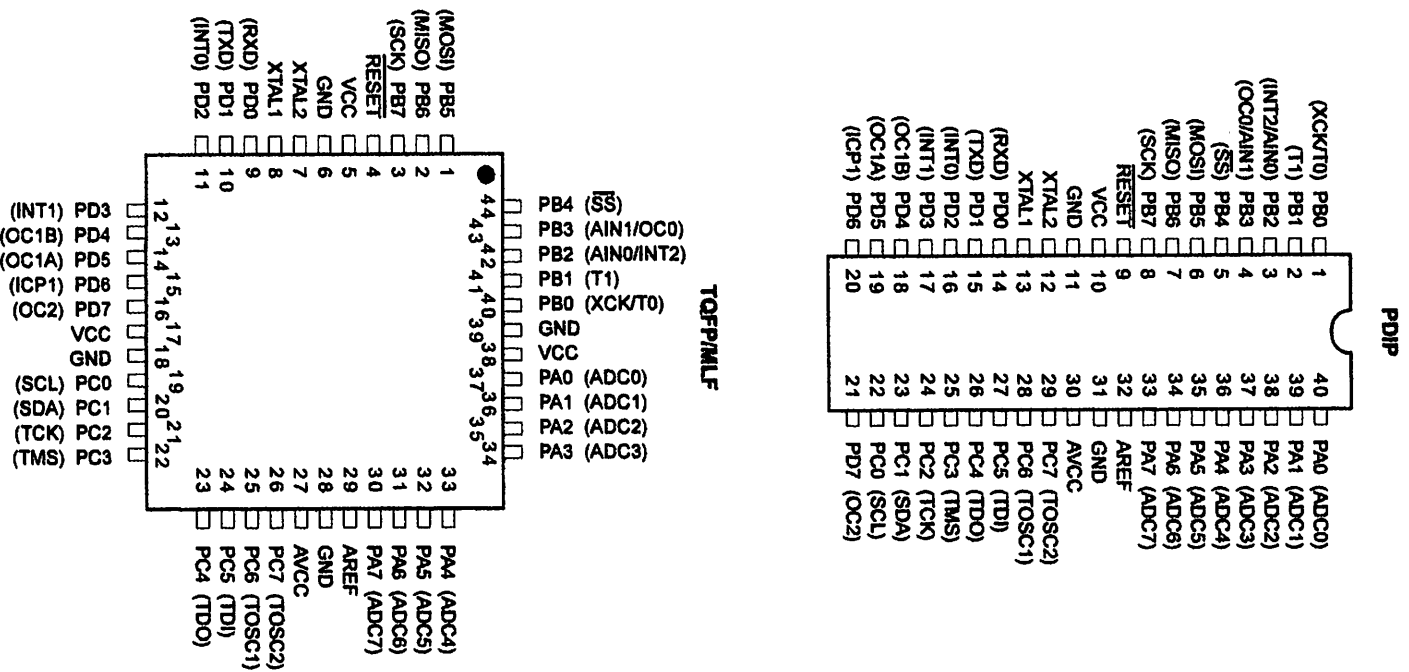


Note: This is a summary document. A complete document is available on our Web site at www.atmel.com.



Configurations

Figure 1. Pinouts ATmega16



claimer 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.

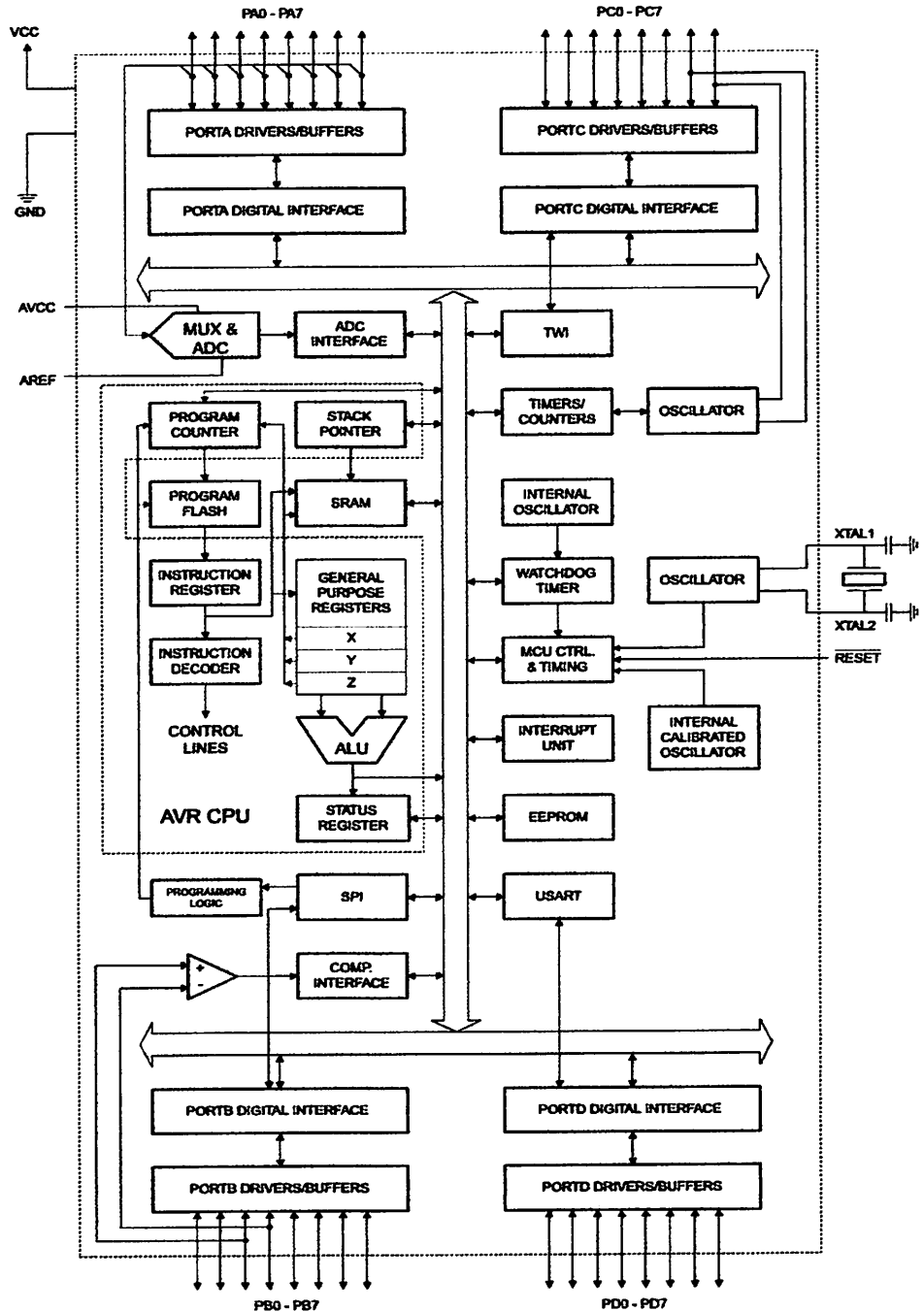
ATmega16(L)

Overview

The ATmega16 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 ATmega16 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 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.

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 ATmega16 as listed on page 56.

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.

Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega16 as listed on page 59.

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 ATmega16 as listed on page 61.

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 36. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

1

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

2

Output from the inverting Oscillator amplifier.

C

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



Register Summary

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
(\$F)	SREG	I	T	H	S	V	N	Z	C	7
(\$E)	SPH	-	-	-	-	-	SP10	SP9	SP8	10
(\$D)	SPL	SP7	SP6	SP5	SP4	SP3	SP2	SP1	SP0	10
(\$C)	OCR0	Timer/Counter0 Output Compare Register								83
(\$B)	GICR	INT1	INT0	INT2	-	-	-	IVSEL	IVCE	48, 67
(\$A)	GIFR	INTF1	INTF0	INTF2	-	-	-	-	-	68
(\$9)	TIMSK	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0	83, 114, 132
(\$8)	TIFR	OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0	84, 115, 132
(\$7)	SPMCR	SPMIE	RWWSB	-	RWWSRE	BLBSET	PGWRT	PGERS	SPMEN	249
(\$6)	TWCR	TWINT	TWEA	TWSTA	TWSTO	TWWC	TWEN	-	TWIE	178
(\$5)	MCUCR	SM2	SE	SM1	SM0	ISC11	ISC10	ISC01	ISC00	30, 66
(\$4)	MCUCSR	JTD	ISC2	-	JTRF	WDRF	BORF	EXTRF	PORF	39, 67, 229
(\$3)	TCCR0	FOC0	WGM00	COM01	COM00	WGM01	CS02	CS01	CS00	81
(\$2)	TCNT0	Timer/Counter0 (8 Bits)								83
	OSCCAL	Oscillator Calibration Register								28
(\$1) ⁽¹⁾	OCDR	On-Chip Debug Register								225
(\$0)	SPIOR	ADTS2	ADTS1	ADTS0	-	ACME	PUD	PSR2	PSR10	55, 86, 133, 199, 219
(\$F)	TCCR1A	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	FOC1A	FOC1B	WGM11	WGM10	109
(\$E)	TCCR1B	ICNC1	ICES1	-	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	112
(\$D)	TCNT1H	Timer/Counter1 – Counter Register High Byte								113
(\$C)	TCNT1L	Timer/Counter1 – Counter Register Low Byte								113
(\$B)	OCR1AH	Timer/Counter1 – Output Compare Register A High Byte								113
(\$A)	OCR1AL	Timer/Counter1 – Output Compare Register A Low Byte								113
(\$9)	OCR1BH	Timer/Counter1 – Output Compare Register B High Byte								113
(\$8)	OCR1BL	Timer/Counter1 – Output Compare Register B Low Byte								113
(\$7)	ICR1H	Timer/Counter1 – Input Capture Register High Byte								114
(\$6)	ICR1L	Timer/Counter1 – Input Capture Register Low Byte								114
(\$5)	TCCR2	FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20	127
(\$4)	TCNT2	Timer/Counter2 (8 Bits)								129
(\$3)	OCR2	Timer/Counter2 Output Compare Register								129
(\$2)	ASSR	-	-	-	-	AS2	TCN2UB	OCR2UB	TCR2UB	130
(\$1)	WDTCR	-	-	-	WDTOE	WDE	WDP2	WDP1	WDP0	41
(\$0) ⁽²⁾	UBRRH	URSEL	-	-	-	UBRR[11:8]				165
	UCSRC	URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCS21	UCS20	UCPOL	164
(\$F)	EEARH	-	-	-	-	-	-	-	EEAR8	17
(\$E)	EEARL	EEPROM Address Register Low Byte								17
(\$D)	EEDR	EEPROM Data Register								17
(\$C)	EEDR	-	-	-	-	EERIE	EEMWE	EWE	EERE	17
(\$B)	PORTA	PORTA7	PORTA6	PORTA5	PORTA4	PORTA3	PORTA2	PORTA1	PORTA0	64
(\$A)	DDRA	DDA7	DDA6	DDA5	DDA4	DDA3	DDA2	DDA1	DDA0	64
(\$9)	PINA	PINA7	PINA6	PINA5	PINA4	PINA3	PINA2	PINA1	PINA0	64
(\$8)	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	64
(\$7)	DDRB	ddb7	ddb6	ddb5	ddb4	ddb3	ddb2	ddb1	ddb0	64
(\$6)	PINB	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	64
(\$5)	PORTC	PORTC7	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	65
(\$4)	DDRC	DDC7	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0	65
(\$3)	PINC	PINC7	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	65
(\$2)	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	65
(\$1)	DDRD	DDD7	DDD6	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DDD1	DDD0	65
(\$0)	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	65
(\$F)	SPDR	SPI Data Register								140
(\$E)	SPSR	SPIF	WCOL	-	-	-	-	-	SPI2X	140
(\$D)	SPCR	SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	138
(\$C)	UDR	USART I/O Data Register								161
(\$B)	UCSRA	RXC	TXC	UDRE	FE	DOR	PE	U2X	MPCM	162
(\$A)	UCSRB	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCS22	RXB8	TXB8	163
(\$9)	UBRRL	USART Baud Rate Register Low Byte								165
(\$8)	ACSR	ACD	ACBG	ACO	ACI	ACIE	ACIC	ACIS1	ACIS0	200
(\$7)	ADMUX	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	215
(\$6)	ADCSRA	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	217
(\$5)	ADCH	ADC Data Register High Byte								218
(\$4)	ADCL	ADC Data Register Low Byte								218
(\$3)	TWDR	Two-wire Serial Interface Data Register								180
(\$2)	TWAR	TWA6	TWA5	TWA4	TWA3	TWA2	TWA1	TWA0	TWGCE	180

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
\$21	TWSR	TWS7	TWS6	TWS5	TWS4	TWS3	-	TWPS1	TWPS0	179
\$20	TWBR	Two-wire Serial Interface Bit Rate Register								178

1. When the OCDEN Fuse is unprogrammed, the OSCCAL Register is always accessed on this address. Refer to the debugger specific documentation for details on how to use the OCSR Register.
2. Refer to the USART description for details on how to access UBRRH and UCSRC.
3. For compatibility with future devices, reserved bits should be written to zero if accessed. Reserved I/O memory addresses should never be written.
4. Some of the Status Flags are cleared by writing a logical one to them. Note that the CBI and SBI instructions will operate on all bits in the I/O Register, writing a one back into any flag read as set, thus clearing the flag. The CBI and SBI instructions work with registers \$00 to \$1F only.





Instruction Set Summary

Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
ARITHMETIC AND LOGIC INSTRUCTIONS				
Rd, Rr	Add two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr$	Z,C,N,V,H	1
Rd, Rr	Add with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr + C$	Z,C,N,V,H	1
Rd,K	Add Immediate to Word	$Rd \leftarrow Rd + K$	Z,C,N,V,S	2
Rd, Rr	Subtract two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr$	Z,C,N,V,H	1
Rd, K	Subtract Constant from Register	$Rd \leftarrow Rd - K$	Z,C,N,V,H	1
Rd, Rr	Subtract with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr - C$	Z,C,N,V,H	1
Rd, K	Subtract with Carry Constant from Reg.	$Rd \leftarrow Rd - K - C$	Z,C,N,V,H	1
Rd,K	Subtract Immediate from Word	$Rd \leftarrow Rd - K$	Z,C,N,V,S	2
Rd, Rr	Logical AND Registers	$Rd \leftarrow Rd \& Rr$	Z,N,V	1
Rd, K	Logical AND Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \& K$	Z,N,V	1
Rd, Rr	Logical OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \vee Rr$	Z,N,V	1
Rd, K	Logical OR Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
Rd, Rr	Exclusive OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rr$	Z,N,V	1
Rd	One's Complement	$Rd \leftarrow \text{SFF} - Rd$	Z,C,N,V	1
Rd	Two's Complement	$Rd \leftarrow \$00 - Rd$	Z,C,N,V,H	1
Rd,K	Set Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
Rd,K	Clear Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \& (\text{SFF} - K)$	Z,N,V	1
Rd	Increment	$Rd \leftarrow Rd + 1$	Z,N,V	1
Rd	Decrement	$Rd \leftarrow Rd - 1$	Z,N,V	1
Rd	Test for Zero or Minus	$Rd \leftarrow Rd \& Rd$	Z,N,V	1
Rd	Clear Register	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rd$	Z,N,V	1
Rd	Set Register	$Rd \leftarrow \text{SFF}$	None	1
Rd, Rr	Multiply Unsigned	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
Rd, Rr	Multiply Signed	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
Rd, Rr	Multiply Signed with Unsigned	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
Rd, Rr	Fractional Multiply Unsigned	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
Rd, Rr	Fractional Multiply Signed	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
Rd, Rr	Fractional Multiply Signed with Unsigned	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
BRANCH INSTRUCTIONS				
k	Relative Jump	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	2
	Indirect Jump to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	2
k	Direct Jump	$PC \leftarrow k$	None	3
k	Relative Subroutine Call	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	3
	Indirect Call to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	3
k	Direct Subroutine Call	$PC \leftarrow k$	None	4
	Subroutine Return	$PC \leftarrow \text{STACK}$	None	4
	Interrupt Return	$PC \leftarrow \text{STACK}$	I	4
Rd,Rr	Compare, Skip if Equal	if $(Rd = Rr)$ $PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
Rd,Rr	Compare	$Rd - Rr$	Z, N,V,C,H	1
Rd,Rr	Compare with Carry	$Rd - Rr - C$	Z, N,V,C,H	1
Rd,K	Compare Register with Immediate	$Rd - K$	Z, N,V,C,H	1
Rr, b	Skip if Bit in Register Cleared	if $(Rr(b)=0)$ $PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
Rr, b	Skip if Bit in Register is Set	if $(Rr(b)=1)$ $PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
P, b	Skip if Bit in I/O Register Cleared	if $(P(b)=0)$ $PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
P, b	Skip if Bit in I/O Register is Set	if $(P(b)=1)$ $PC \leftarrow PC + 2$ or 3	None	1/2/3
s, k	Branch if Status Flag Set	if $(SREG(s) = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
s, k	Branch if Status Flag Cleared	if $(SREG(s) = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Equal	if $(Z = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Not Equal	if $(Z = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Carry Set	if $(C = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Carry Cleared	if $(C = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Same or Higher	if $(C = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Lower	if $(C = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Minus	if $(N = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Plus	if $(N = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Greater or Equal, Signed	if $(N \oplus V = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Less Than Zero, Signed	if $(N \oplus V = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Half Carry Flag Set	if $(H = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Half Carry Flag Cleared	if $(H = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if T Flag Set	if $(T = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if T Flag Cleared	if $(T = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Overflow Flag is Set	if $(V = 1)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
k	Branch if Overflow Flag is Cleared	if $(V = 0)$ then $PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2

Iconics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
	k	Branch if Interrupt Enabled	if (I = 1) then PC ← PC + k + 1	None	1/2
	k	Branch if Interrupt Disabled	if (I = 0) then PC ← PC + k + 1	None	1/2
TRANSFER INSTRUCTIONS					
	Rd, Rr	Move Between Registers	Rd ← Rr	None	1
	Rd, Rr	Copy Register Word	Rd+1:Rd ← Rr+1:Rr	None	1
	Rd, K	Load Immediate	Rd ← K	None	1
	Rd, X	Load Indirect	Rd ← (X)	None	2
	Rd, X+	Load Indirect and Post-Inc.	Rd ← (X), X ← X + 1	None	2
	Rd, -X	Load Indirect and Pre-Dec.	X ← X - 1, Rd ← (X)	None	2
	Rd, Y	Load Indirect	Rd ← (Y)	None	2
	Rd, Y+	Load Indirect and Post-Inc.	Rd ← (Y), Y ← Y + 1	None	2
	Rd, -Y	Load Indirect and Pre-Dec.	Y ← Y - 1, Rd ← (Y)	None	2
	Rd, Y+q	Load Indirect with Displacement	Rd ← (Y + q)	None	2
	Rd, Z	Load Indirect	Rd ← (Z)	None	2
	Rd, Z+	Load Indirect and Post-Inc.	Rd ← (Z), Z ← Z + 1	None	2
	Rd, -Z	Load Indirect and Pre-Dec.	Z ← Z - 1, Rd ← (Z)	None	2
	Rd, Z+q	Load Indirect with Displacement	Rd ← (Z + q)	None	2
	Rd, k	Load Direct from SRAM	Rd ← (k)	None	2
	X, Rr	Store Indirect	(X) ← Rr	None	2
	X+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	(X) ← Rr, X ← X + 1	None	2
	-X, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	X ← X - 1, (X) ← Rr	None	2
	Y, Rr	Store Indirect	(Y) ← Rr	None	2
	Y+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	(Y) ← Rr, Y ← Y + 1	None	2
	-Y, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	Y ← Y - 1, (Y) ← Rr	None	2
	Y+q, Rr	Store Indirect with Displacement	(Y + q) ← Rr	None	2
	Z, Rr	Store Indirect	(Z) ← Rr	None	2
	Z+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	(Z) ← Rr, Z ← Z + 1	None	2
	-Z, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	Z ← Z - 1, (Z) ← Rr	None	2
	Z+q, Rr	Store Indirect with Displacement	(Z + q) ← Rr	None	2
	k, Rr	Store Direct to SRAM	(k) ← Rr	None	2
		Load Program Memory	R0 ← (Z)	None	3
	Rd, Z	Load Program Memory	Rd ← (Z)	None	3
	Rd, Z+	Load Program Memory and Post-Inc	Rd ← (Z), Z ← Z + 1	None	3
		Store Program Memory	(Z) ← R1:R0	None	-
	Rd, P	In Port	Rd ← P	None	1
	P, Rr	Out Port	P ← Rr	None	1
	Rr	Push Register on Stack	STACK ← Rr	None	2
	Rd	Pop Register from Stack	Rd ← STACK	None	2
BIT-TEST INSTRUCTIONS					
	P, b	Set Bit in I/O Register	I/O(P, b) ← 1	None	2
	P, b	Clear Bit in I/O Register	I/O(P, b) ← 0	None	2
	Rd	Logical Shift Left	Rd(n+1) ← Rd(n), Rd(0) ← 0	Z, C, N, V	1
	Rd	Logical Shift Right	Rd(n) ← Rd(n+1), Rd(7) ← 0	Z, C, N, V	1
	Rd	Rotate Left Through Carry	Rd(0) ← C, Rd(n+1) ← Rd(n), C ← Rd(7)	Z, C, N, V	1
	Rd	Rotate Right Through Carry	Rd(7) ← C, Rd(n) ← Rd(n+1), C ← Rd(0)	Z, C, N, V	1
	Rd	Arithmetic Shift Right	Rd(n) ← Rd(n+1), n = 0..6	Z, C, N, V	1
	Rd	Swap Nibbles	Rd(3..0) ← Rd(7..4), Rd(7..4) ← Rd(3..0)	None	1
	s	Flag Set	SREG(s) ← 1	SREG(s)	1
	s	Flag Clear	SREG(s) ← 0	SREG(s)	1
	Rr, b	Bit Store from Register to T	T ← Rr(b)	T	1
	Rd, b	Bit load from T to Register	Rd(b) ← T	None	1
		Set Carry	C ← 1	C	1
		Clear Carry	C ← 0	C	1
		Set Negative Flag	N ← 1	N	1
		Clear Negative Flag	N ← 0	N	1
		Set Zero Flag	Z ← 1	Z	1
		Clear Zero Flag	Z ← 0	Z	1
		Global Interrupt Enable	I ← 1	I	1
		Global Interrupt Disable	I ← 0	I	1
		Set Signed Test Flag	S ← 1	S	1
		Clear Signed Test Flag	S ← 0	S	1
		Set Twos Complement Overflow	V ← 1	V	1
		Clear Twos Complement Overflow	V ← 0	V	1
		Set T in SREG	T ← 1	T	1
		Clear T in SREG	T ← 0	T	1
		Set Half Carry Flag in SREG	H ← 1	H	1



Operands	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
		Clear Half Carry Flag in SREG	H ← 0	H	1
CONTROL INSTRUCTIONS					
		No Operation		None	1
		Sleep	(see specific descr. for Sleep function)	None	1
		Watchdog Reset	(see specific descr. for WDR/timer)	None	1
		Break	For On-Chip Debug Only	None	N/A

ATmega16(L)

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
8	2.7 - 5.5V	ATmega16L-8AC ATmega16L-8PC ATmega16L-8MC	44A 40P6 44M1	Commercial (0°C to 70°C)
		ATmega16L-8AI ATmega16L-8PI ATmega16L-8MI	44A 40P6 44M1	Industrial (-40°C to 85°C)
16	4.5 - 5.5V	ATmega16-16AC ATmega16-16PC ATmega16-16MC	44A 40P6 44M1	Commercial (0°C to 70°C)
		ATmega16-16AI ATmega16-16PI ATmega16-16MI	44A 40P6 44M1	Industrial (-40°C to 85°C)

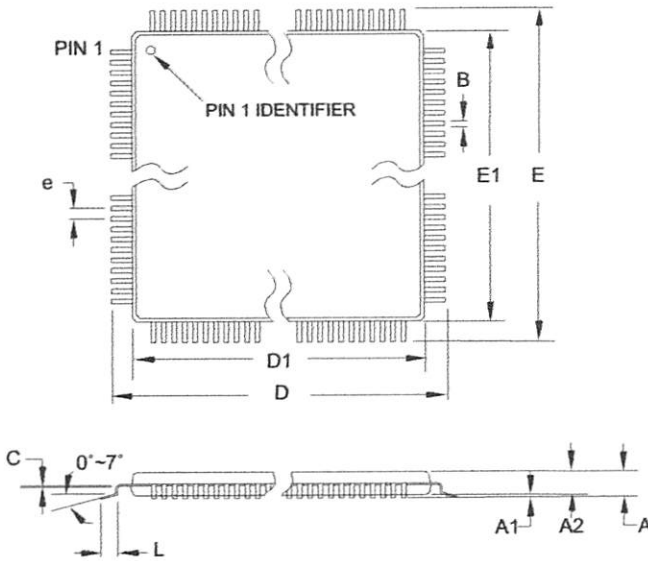
Package Type

	44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)
	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
1	44-pad, 7 x 7 x 1.0 mm body, lead pitch 0.50 mm, Micro Lead Frame Package (MLF)





Packaging Information



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	—	—	1.20	
A1	0.05	—	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	11.75	12.00	12.25	
D1	9.90	10.00	10.10	Note 2
E	11.75	12.00	12.25	
E1	9.90	10.00	10.10	Note 2
B	0.30	—	0.45	
C	0.09	—	0.20	
L	0.45	—	0.75	
e	0.80 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ACB.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
 3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

10/5/2001

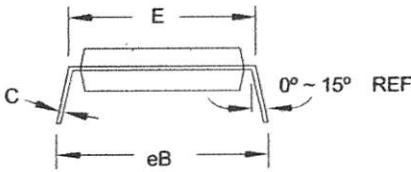
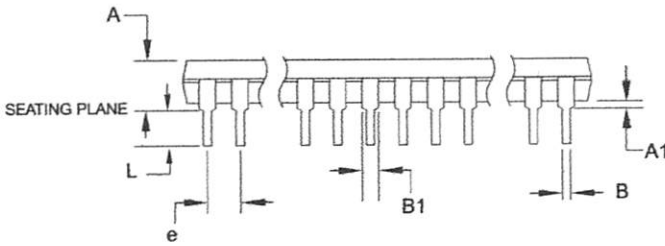
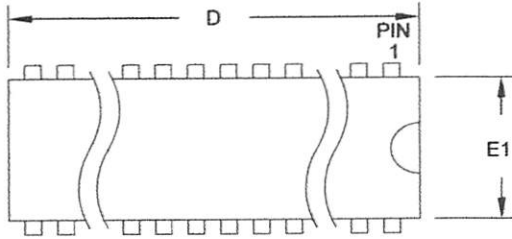
ATMEL 2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131

TITLE
**44A, 44-lead, 10 x 10 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness,
0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP)**

DRAWING NO. 44A
REV. B

ATmega16(L)

2466HS-AVR-12/03



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	4.826	
A1	0.381	-	-	
D	52.070	-	52.578	Note 2
E	15.240	-	15.875	
E1	13.462	-	13.970	Note 2
B	0.356	-	0.559	
B1	1.041	-	1.651	
L	3.048	-	3.556	
C	0.203	-	0.381	
eB	15.494	-	17.526	
e	2.540 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AC.
 2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

09/28/01



2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131

TITLE

40P6, 40-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual
Inline Package (PDIP)

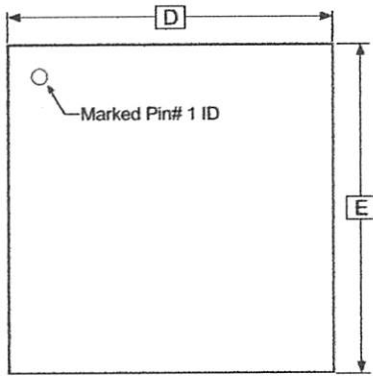
DRAWING NO.

40P6

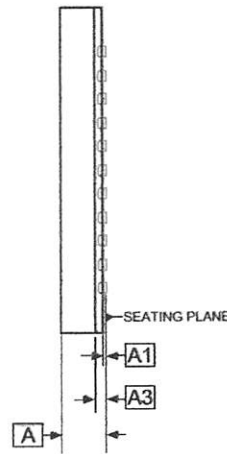
REV.

B

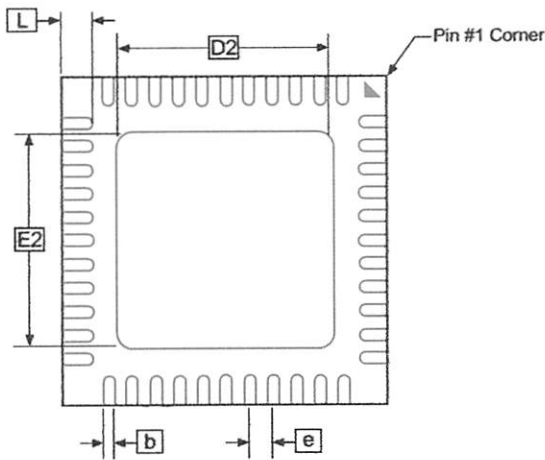




TOP VIEW



SIDE VIEW



BOTTOM VIEW

COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	0.80	0.90	1.00	
A1	-	0.02	0.05	
A3	0.25 REF			
b	0.18	0.23	0.30	
D	7.00 BSC			
D2	5.00	5.20	5.40	
E	7.00 BSC			
E2	5.00	5.20	5.40	
e	0.50 BSC			
L	0.35	0.55	0.75	

Notes: 1. JEDEC Standard MO-220, Fig. 1 (SAW Singulation) VKKD-1.

01/15/03



2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131

TITLE
44M1, 44-pad, 7 x 7 x 1.0 mm Body, Lead Pitch 0.50 mm
Micro Lead Frame Package (MLF)

DRAWING NO. 44M1
REV. C

ta

The revision letter in this section refers to the revision of the ATmega16 device.

ega16(L) Rev. I

- **IDCODE masks data from TDI input**

1. **IDCODE masks data from TDI input**

The JTAG instruction IDCODE is not working correctly. Data to succeeding devices are replaced by all-ones during Update-DR.

Problem Fix / Workaround

- If ATmega16 is the only device in the scan chain, the problem is not visible.
- Select the Device ID Register of the ATmega16 by issuing the IDCODE instruction or by entering the Test-Logic-Reset state of the TAP controller to read out the contents of its Device ID Register and possibly data from succeeding devices of the scan chain. Issue the BYPASS instruction to the ATmega16 while reading the Device ID Registers of preceding devices of the boundary scan chain.
- If the Device IDs of all devices in the boundary scan chain must be captured simultaneously, the ATmega16 must be the first device in the chain.

ega16(L) Rev. H

- **IDCODE masks data from TDI input**

1. **IDCODE masks data from TDI input**

The JTAG instruction IDCODE is not working correctly. Data to succeeding devices are replaced by all-ones during Update-DR.

Problem Fix / Workaround

- If ATmega16 is the only device in the scan chain, the problem is not visible.
- Select the Device ID Register of the ATmega16 by issuing the IDCODE instruction or by entering the Test-Logic-Reset state of the TAP controller to read out the contents of its Device ID Register and possibly data from succeeding devices of the scan chain. Issue the BYPASS instruction to the ATmega16 while reading the Device ID Registers of preceding devices of the boundary scan chain.
- If the Device IDs of all devices in the boundary scan chain must be captured simultaneously, the ATmega16 must be the first device in the chain.

ega16(L) Rev. G

- **IDCODE masks data from TDI input**

1. **IDCODE masks data from TDI input**

The JTAG instruction IDCODE is not working correctly. Data to succeeding devices are replaced by all-ones during Update-DR.

Problem Fix / Workaround

- If ATmega16 is the only device in the scan chain, the problem is not visible.
- Select the Device ID Register of the ATmega16 by issuing the IDCODE instruction or by entering the Test-Logic-Reset state of the TAP controller to read out the contents of its Device ID Register and possibly data from succeeding devices of the scan chain. Issue the BYPASS instruction to the ATmega16 while reading the Device ID Registers of preceding devices of the boundary scan chain.



- If the Device IDs of all devices in the boundary scan chain must be captured simultaneously, the ATmega16 must be the first device in the chain.

Datasheet Change for ATmega16

This section contains a log on the changes made to the datasheet for ATmega16.

Changes from Rev.
G-10/03 to Rev.
H-12/03

All page numbers refer to this document.

1. Updated "Calibrated Internal RC Oscillator" on page 27.

Changes from Rev.
F-02/03 to Rev.
G-10/03

All page numbers refer to this document.

1. Removed "Preliminary" from the datasheet.
2. Changed ICP to ICP1 in the datasheet.
3. Updated "JTAG Interface and On-chip Debug System" on page 34.
4. Updated assembly and C code examples in "Watchdog Timer Control Register – WDTCR" on page 41.
5. Updated Figure 46 on page 101.
6. Updated Table 15 on page 36, Table 82 on page 215 and Table 115 on page 274.
7. Updated "Test Access Port – TAP" on page 220 regarding JTAGEN.
8. Updated description for the JTD bit on page 229.
9. Added note 2 to Figure 126 on page 251.
10. Added a note regarding JTAGEN fuse to Table 105 on page 259.
11. Updated Absolute Maximum Ratings* and DC Characteristics in "Electrical Characteristics" on page 289.
12. Updated "ATmega16 Typical Characteristics" on page 297.
13. Fixed typo for 16 MHz MLF package in "Ordering Information" on page 11.
14. Added a proposal for solving problems regarding the JTAG instruction IDCODE in "Errata" on page 15.

Changes from Rev.
E-10/02 to Rev.
F-02/03

All page numbers refer to this document.

1. Added note about masking out unused bits when reading the Program Counter in "Stack Pointer" on page 10.
2. Added Chip Erase as a first step in "Programming the Flash" on page 286 and "Programming the EEPROM" on page 287.
3. Added the section "Unconnected pins" on page 53.





4. Added tips on how to disable the OCD system in “On-chip Debug System” on page 34.
5. Removed reference to the “Multi-purpose Oscillator” application note and “32 kHz Crystal Oscillator” application note, which do not exist.
6. Added information about PWM symmetry for Timer0 and Timer2.
7. Added note in “Filling the Temporary Buffer (Page Loading)” on page 252 about writing to the EEPROM during an SPM Page Load.
8. Removed ADHSM completely.
9. Added Table 73, “TWI Bit Rate Prescaler,” on page 180 to describe the TWPS bits in the “TWI Status Register – TWSR” on page 179.
10. Added section “Default Clock Source” on page 23.
11. Added note about frequency variation when using an external clock. Note added in “External Clock” on page 29. An extra row and a note added in Table 118 on page 291.
12. Various minor TWI corrections.
13. Added “Power Consumption” data in “Features” on page 1.
14. Added section “EEPROM Write During Power-down Sleep Mode” on page 20.
15. Added note about Differential Mode with Auto Triggering in “Prescaling and Conversion Timing” on page 205.
16. Added updated “Packaging Information” on page 12.

Changes from Rev.
D-09/02 to Rev.
E-10/02

All page numbers refer to this document.

1. Updated “DC Characteristics” on page 289.

Changes from Rev.
C-03/02 to Rev.
D-09/02

All page numbers refer to this document.

1. Changed all Flash write/erase cycles from 1,000 to 10,000.
2. Updated the following tables: Table 4 on page 24, Table 15 on page 36, Table 42 on page 83, Table 45 on page 110, Table 46 on page 110, Table 59 on page 141, Table 67 on page 165, Table 90 on page 233, Table 102 on page 257, “DC Characteristics” on page 289, Table 119 on page 291, Table 121 on page 293, and Table 122 on page 295.
3. Updated “Errata” on page 15.

Changes from Rev.
B-09/01 to Rev.
C-03/02

All page numbers refer to this document.

1. Updated typical EEPROM programming time, Table 1 on page 18.

2. **Updated typical start-up time in the following tables:**
Table 3 on page 23, Table 5 on page 25, Table 6 on page 26, Table 8 on page 27, Table 9 on page 27, and Table 10 on page 28.
3. **Updated Table 17 on page 41 with typical WDT Time-out.**
4. **Added Some Preliminary Test Limits and Characterization Data.**
Removed some of the TBD's in the following tables and pages:
Table 15 on page 36, Table 16 on page 40, Table 116 on page 272 (table removed in document review #D), "Electrical Characteristics" on page 289, Table 119 on page 291, Table 121 on page 293, and Table 122 on page 295.
5. **Updated TWI Chapter.**
Added the note at the end of the "Bit Rate Generator Unit" on page 176.
6. **Corrected description of ADSC bit in "ADC Control and Status Register A – ADCSRA" on page 217.**
7. **Improved description on how to do a polarity check of the ADC doff results in "ADC Conversion Result" on page 214.**
8. **Added JTAG version number for rev. H in Table 87 on page 227.**
9. **Added note regarding OCDEN Fuse below Table 105 on page 259.**
10. **Updated Programming Figures:**
Figure 127 on page 261 and Figure 136 on page 272 are updated to also reflect that AVCC must be connected during Programming mode. Figure 131 on page 268 added to illustrate how to program the fuses.
11. **Added a note regarding usage of the "PROG_PAGELOAD (\$6)" on page 278 and "PROG_PAGEREAD (\$7)" on page 278.**
12. **Removed alternative algorithm for leaving JTAG Programming mode.**
See "Leaving Programming Mode" on page 286.
13. **Added Calibrated RC Oscillator characterization curves in section "ATmega16 Typical Characteristics" on page 297.**
14. **Corrected ordering code for MLF package (16MHz) in "Ordering Information" on page 11.**
15. **Corrected Table 90, "Scan Signals for the Oscillators⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾," on page 233.**



Atmel Corporation

25 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 487-2600

Regional Headquarters

Atmel Sarl
Route des Arsenalux 41
Case Postale 80
CH-1705 Fribourg
Switzerland
Tel: (41) 26-426-5555
Fax: (41) 26-426-5500

Atmel Corporation
Atmel Golden Plaza
Mody Road Tsimshatsui
East Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2721-9778
Fax: (852) 2722-1369

Atmel (Japan) Corporation
Atmel Bldg.
4-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
Tel: (81) 3-3523-3551
Fax: (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Memory

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

Microcontrollers

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

La Chantrerie
BP 70602
44306 Nantes Cedex 3, France
Tel: (33) 2-40-18-18-18
Fax: (33) 2-40-18-19-60

ASIC/ASSP/Smart Cards

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex, France
Tel: (33) 4-42-53-60-00
Fax: (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park
Maxwell Building
East Kilbride G75 0QR, Scotland
Tel: (44) 1355-803-000
Fax: (44) 1355-242-743

RF/Automotive

Theresienstrasse 2
Postfach 3535
74025 Heilbronn, Germany
Tel: (49) 71-31-67-0
Fax: (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Biometrics/Imaging/Hi-Rel MPU/ High Speed Converters/RF Datacom

Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex, France
Tel: (33) 4-76-58-30-00
Fax: (33) 4-76-58-34-80

Literature Requests

www.atmel.com/literature

Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard terms and conditions which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any information which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use in safety critical components in life support devices or systems.

© Atmel Corporation 2003. All rights reserved. Atmel[®] and combinations thereof, AVR[®], and AVR Studio[®] are the registered trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. Microsoft[®], Windows[®], Windows NT[®], and Windows XP[®] are the registered trademarks of Microsoft Corporation. Other terms and product names may be the trademarks of others.



Printed on recycled paper.

2466HS-AVR-12/03

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.

+5V Powered Dual RS-232 Transmitter/Receiver

ember 1993

Features

- Meets All RS-232C Specifications
 - Requires Only Single +5V Power Supply
 - Onboard Voltage Doubler/Inverter
 - Low Power Consumption
 - 2 Drivers
 - ±9V Output Swing for +5V Input
 - 300Ω Power-off Source Impedance
 - Output Current Limiting
 - TTL/CMOS Compatible
 - 30V/μs Maximum Slew Rate
 - 2 Receivers
 - ±30V Input Voltage Range
 - 3kΩ to 7kΩ Input Impedance
 - 0.5V Hysteresis to Improve Noise Rejection
- All Critical Parameters are Guaranteed Over the Entire Commercial, Industrial and Military Temperature Ranges

Applications

- Any System Requiring RS-232 Communications Port
- Computer - Portable and Mainframe
- Peripheral - Printers and Terminals
- Portable Instrumentation
- Modems
- Dataloggers

Description

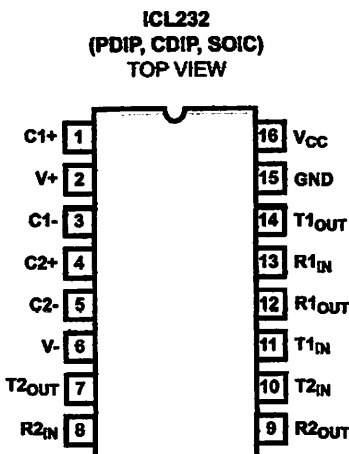
The ICL232 is a dual RS-232 transmitter/receiver interface circuit that meets all EIA RS-232C specifications. It requires a single +5V power supply, and features two onboard charge pump voltage converters which generate +10V and -10V supplies from the 5V supply.

The drivers feature true TTL/CMOS input compatibility, slew-rate-limited output, and 300Ω power-off source impedance. The receivers can handle up to +30V, and have a 3kΩ to 7kΩ input impedance. The receivers also have hysteresis to improve noise rejection.

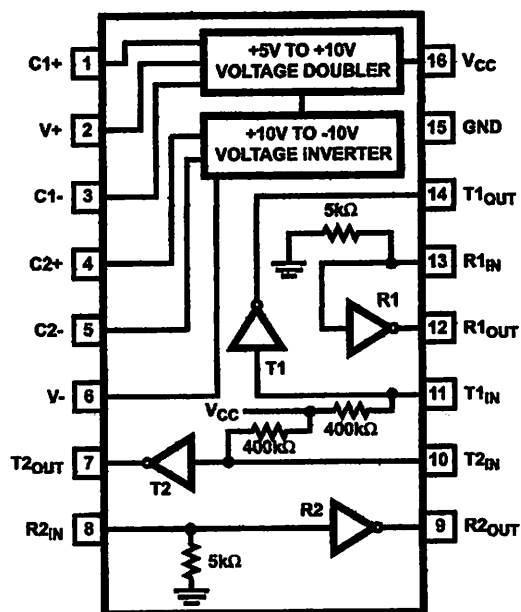
Ordering Information

PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE
ICL232CPE	0°C to +70°C	16 Lead Plastic DIP
ICL232CJE	0°C to +70°C	16 Lead Ceramic DIP
ICL232CBE	0°C to +70°C	16 Lead SOIC (W)
ICL232IPE	-40°C to +85°C	16 Lead Plastic DIP
ICL232IJE	-40°C to +85°C	16 Lead Ceramic DIP
ICL232IBE	-40°C to +85°C	16 Lead SOIC (W)
ICL232MJE	-55°C to +125°C	16 Lead Ceramic DIP

Pinouts



Functional Diagram



CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge. Users should follow proper I.C. Handling Procedures.

File Number 3020.2

Specifications ICL232

Absolute Maximum Ratings

V _{CC} to Ground	(GND -0.3V) < V _{CC} < 6V
V ₊ to Ground	(V _{CC} -0.3V) < V ₊ < 12V
V ₋ to Ground	-12V < V ₋ < (GND +0.3V)
Input Voltages	
T _{1IN} , T _{2IN}	(V ₋ -0.3V) < V _{IN} < (V ₊ +0.3V)
R _{1IN} , R _{2IN}	±30V
Output Voltages	
T _{1OUT} , T _{2OUT}	(V ₋ -0.3V) < V _{TXOUT} < (V ₊ +0.3V)
R _{1OUT} , R _{2OUT}	(GND -0.3V) < V _{RXOUT} < (V _{CC} +0.3V)
Short Circuit Duration	
T _{1OUT} , T _{2OUT}	Continuous
R _{1OUT} , R _{2OUT}	Continuous
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering 10s)	+300°C

Thermal Information

Thermal Resistance	θ _{JA}	θ _{JC}
Ceramic DIP Package	80°C/W	24°C/W
Plastic DIP Package	100°C/W	-
SOIC Package	100°C/W	-
Maximum Power Dissipation	250mW	
Operating Temperature Range		
ICL232C	0°C to +70°C	
ICL232I	-40°C to +85°C	
ICL232M	-55°C to +125°C	

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

Electrical Specifications

Test Conditions: V_{CC} = +5V ±10%, T_A = Operating Temperature Range. Test Circuit as in Figure 8 Unless Otherwise Specified

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LIMITS			UNITS
		MIN	TYP	MAX	
Transmitter Output Voltage Swing, T _{OUT}	T _{1OUT} and T _{2OUT} loaded with 3kΩ to Ground	±5	±9	±10	V
Power Supply Current, I _{CC}	Outputs Unloaded, T _A = +25°C	-	5	10	mA
T _{IN} , Input Logic Low, V _{IL}		-	-	0.8	V
T _{IN} , Input Logic High, V _{IH}		2.0	-	-	V
Logic Pullup Current, I _P	T _{1IN} , T _{2IN} = 0V	-	15	200	μA
RS-232 Input Voltage Range, V _{IN}		-30	-	+30	V
Receiver Input Impedance, R _{IN}	V _{IN} = ±3V	3.0	5.0	7.0	kΩ
Receiver Input Low Threshold, V _{IN} (H-L)	V _{CC} = 5.0V, T _A = +25°C	0.8	1.2	-	V
Receiver Input High Threshold, V _{IN} (L-H)	V _{CC} = 5.0V, T _A = +25°C	-	1.7	2.4	V
Receiver Input Hysteresis, V _{HYST}		0.2	0.5	1.0	V
TTL/CMOS Receiver Output Voltage Low, V _{OL}	I _{OUT} = 3.2mA	-	0.1	0.4	V
TTL/CMOS Receiver Output Voltage High, V _{OH}	I _{OUT} = -1.0mA	3.5	4.6	-	V
Propagation Delay, t _{PD}	RS-232 to TTL	-	0.5	-	μs
Instantaneous Slew Rate, SR	C _L = 10pF, R _L = 3kΩ, T _A = +25°C (Notes 1, 2)	-	-	30	V/μs
Transition Region Slew Rate, SR _T	R _L = 3kΩ, C _L = 2500pF Measured from +3V to -3V or -3V to +3V	-	3	-	V/μs
Output Resistance, R _{OUT}	V _{CC} = V ₊ = V ₋ = 0V, V _{OUT} = ±2V	300	-	-	Ω
RS-232 Output Short Circuit Current, I _{SC}	T _{1OUT} or T _{2OUT} shorted to GND	-	±10	-	mA

NOTES:

- Guaranteed by design.
- See Figure 4 for definition.

ICL232

Typical Performance Curves

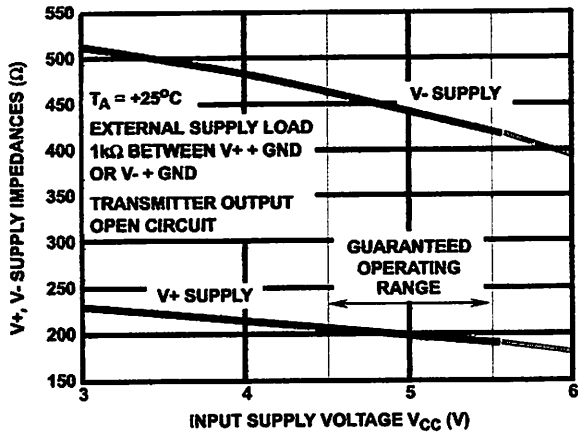


FIGURE 1. V+, V- OUTPUT IMPEDANCES vs V_{CC}

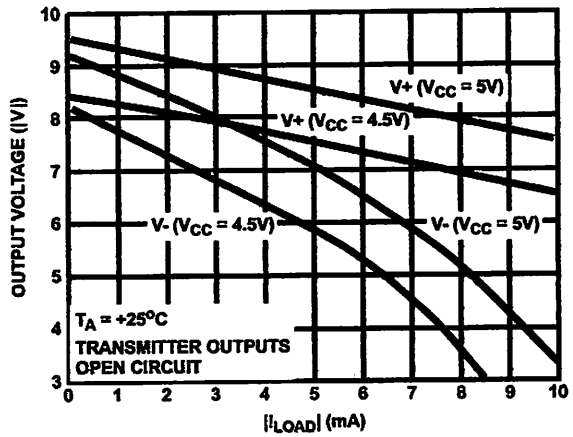


FIGURE 2. V+, V- OUTPUT VOLTAGES vs LOAD CURRENT

Pin Descriptions

PLASTIC DIP, CERAMIC DIP	SOIC	PIN NAME	DESCRIPTION
1	1	C1+	External capacitor "+" for internal voltage doubler.
2	2	V+	Internally generated +10V (typical) supply.
3	3	C1-	External capacitor "-" for internal voltage doubler.
4	4	C2+	External capacitor "+" internal voltage inverter.
5	5	C2-	External capacitor "-" internal voltage inverter.
6	6	V-	Internally generated -10V (typical) supply.
7	7	T2 _{OUT}	RS-232 Transmitter 2 output $\pm 10V$ (typical).
8	8	R2 _{IN}	RS-232 Receiver 2 Input, with internal 5K pulldown resistor to GND.
9	9	R2 _{OUT}	Receiver 2 TTL/CMOS output.
10	10	T2 _{IN}	Transmitter 2 TTL/CMOS input, with internal 400K pullup resistor to V_{CC} .
11	11	T1 _{IN}	Transmitter 1 TTL/CMOS input, with internal 400K pullup resistor to V_{CC} .
12	12	R1 _{OUT}	Receiver 1 TTL/CMOS output.
13	13	R1 _{IN}	RS-232 Receiver 1 input, with internal 5K pulldown resistor to GND.
14	14	T1 _{OUT}	RS-232 Transmitter 1 output $\pm 10V$ (typical).
15	15	GND	Supply Ground.
16	16	VCC	Positive Power Supply +5V $\pm 10\%$

ICL232

Detailed Description

The ICL232 is a dual RS-232 transmitter/receiver powered by single +5V power supply which meets all EIA RS232C specifications and features low power consumption. The functional diagram illustrates the major elements of the ICL232. The circuit is divided into three sections: a voltage doubler/inverter, dual transmitters, and dual receivers.

Voltage Converter

An equivalent circuit of the dual charge pump is illustrated in Figure 3.

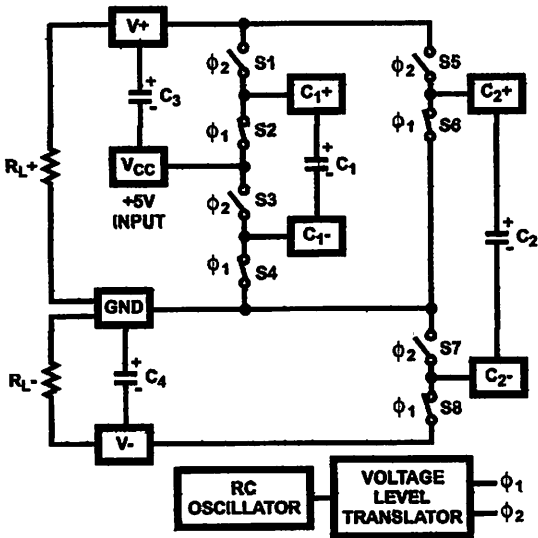


FIGURE 3. DUAL CHARGE PUMP

The voltage quadrupler contains two charge pumps which use two phases of an internally generated clock to generate +10V and -10V. The nominal clock frequency is 16kHz. During phase one of the clock, capacitor C1 is charged to V_{CC} . During phase two, the voltage on C1 is added to V_{CC} , producing a signal across C2 equal to twice V_{CC} . At the same time, C3 is also charged to $2V_{CC}$, and then during phase one, it is inverted with respect to ground to produce a signal across C4 equal to $-2V_{CC}$. The voltage converter accepts input voltages up to 5.5V. The output impedance of the doubler ($V+$) is approximately 200Ω , and the output impedance of the inverter ($V-$) is approximately 450Ω . Typical graphs are presented which show the voltage converters output vs input voltage and output voltages vs load characteristics. The test circuit (Figure 8) uses $1\mu F$ capacitors for C1-C4, however, the value is not critical. Increasing the values of C1 and C2 will lower the output impedance of the voltage doubler and inverter, and increasing the values of the reservoir capacitors, C3 and C4, lowers the ripple on the $V+$ and $V-$ supplies.

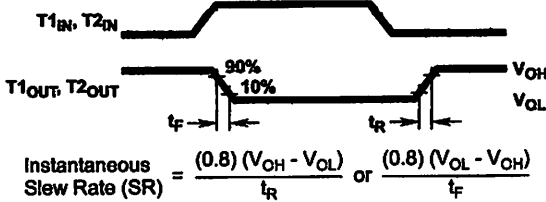


FIGURE 4. SLEW RATE DEFINITION

Transmitters

The transmitters are TTL/CMOS compatible inverters which translate the inputs to RS-232 outputs. The input logic threshold is about 26% of V_{CC} , or 1.3V for $V_{CC} = 5V$. A logic 1 at the input results in a voltage of between -5V and $V-$ at the output, and a logic 0 results in a voltage between +5V and $(V+ - 0.6V)$. Each transmitter input has an internal $400k\Omega$ pullup resistor so any unused input can be left unconnected and its output remains in its low state. The output voltage swing meets the RS-232C specification of $\pm 5V$ minimum with the worst case conditions of: both transmitters driving $3k\Omega$ minimum load impedance, $V_{CC} = 4.5V$, and maximum allowable operating temperature. The transmitters have an internally limited output slew rate which is less than $30V/\mu s$. The outputs are short circuit protected and can be shorted to ground indefinitely. The powered down output impedance is a minimum of 300Ω with $\pm 2V$ applied to the outputs and $V_{CC} = 0V$.

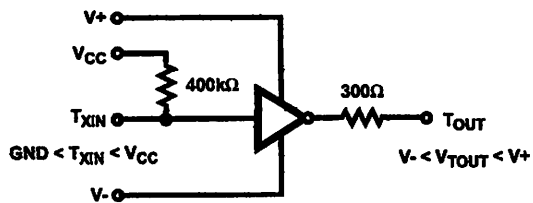


FIGURE 5. TRANSMITTER

Receivers

The receiver inputs accept up to $\pm 30V$ while presenting the required $3k\Omega$ to $7k\Omega$ input impedance even if the power is off ($V_{CC} = 0V$). The receivers have a typical input threshold of 1.3V which is within the $\pm 3V$ limits, known as the transition region, of the RS-232 specification. The receiver output is 0V to V_{CC} . The output will be low whenever the input is greater than 2.4V and high whenever the input is floating or driven between +0.8V and -30V. The receivers feature 0.5V hysteresis to improve noise rejection.

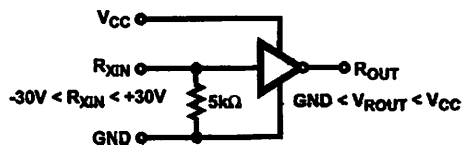
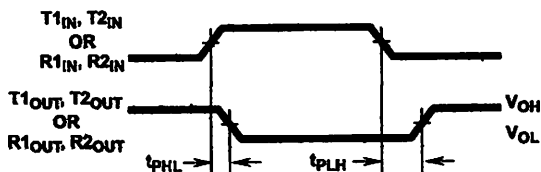


FIGURE 6. RECEIVER



$$\text{Average Propagation Delay} = \frac{t_{PHL} + t_{PLH}}{2}$$

FIGURE 7. PROPAGATION DELAY DEFINITION

Test Circuits

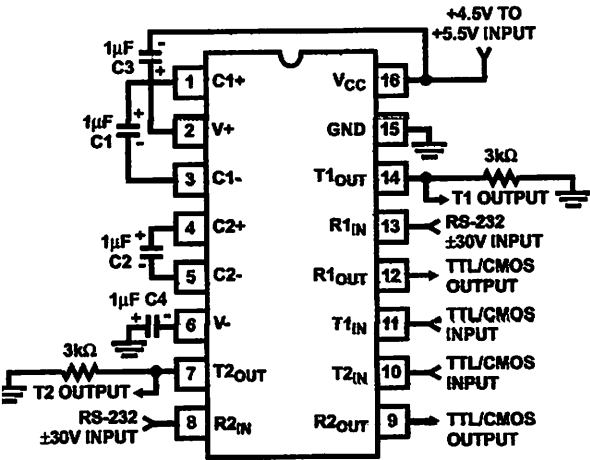


FIGURE 8. GENERAL TEST CIRCUIT

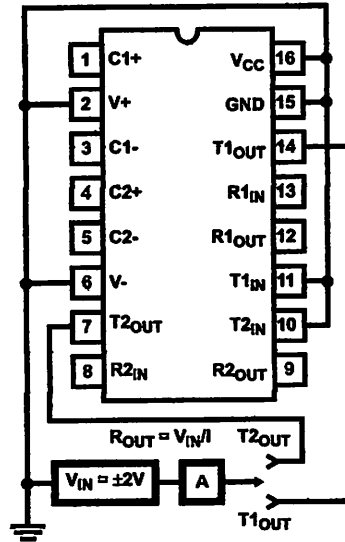


FIGURE 9. POWER-OFF SOURCE RESISTANCE CONFIGURATION

Applications

The ICL232 may be used for all RS-232 data terminal and communication links. It is particularly useful in applications where ±12V power supplies are not available for conventional RS-232 interface circuits. The applications presented represent typical interface configurations.

A simple duplex RS-232 port with CTS/RTS handshaking is illustrated in Figure 10. Fixed output signals such as DTR (data terminal ready) and DSRS (data signaling rate select) are generated by driving them through a 5kΩ resistor connected to V+.

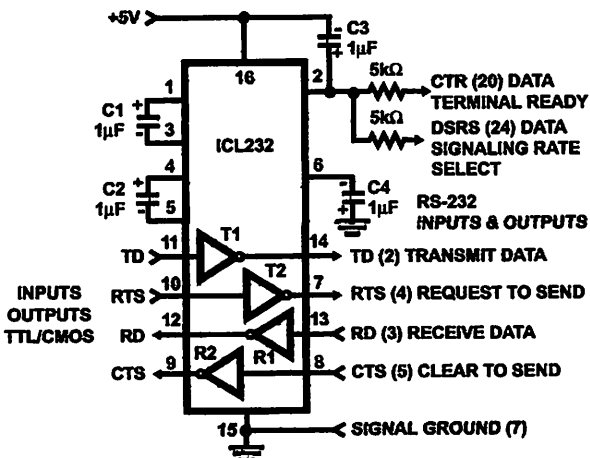


FIGURE 10. SIMPLE DUPLEX RS-232 PORT WITH CTS/RTS HANDSHAKING

In applications requiring four RS-232 inputs and outputs (Figure 11), note that each circuit requires two charge pump capacitors (C1 and C2) but can share common reservoir

capacitors (C3 and C4). The benefit of sharing common reservoir capacitors is the elimination of two capacitors and the reduction of the charge pump source impedance which effectively increases the output swing of the transmitters.

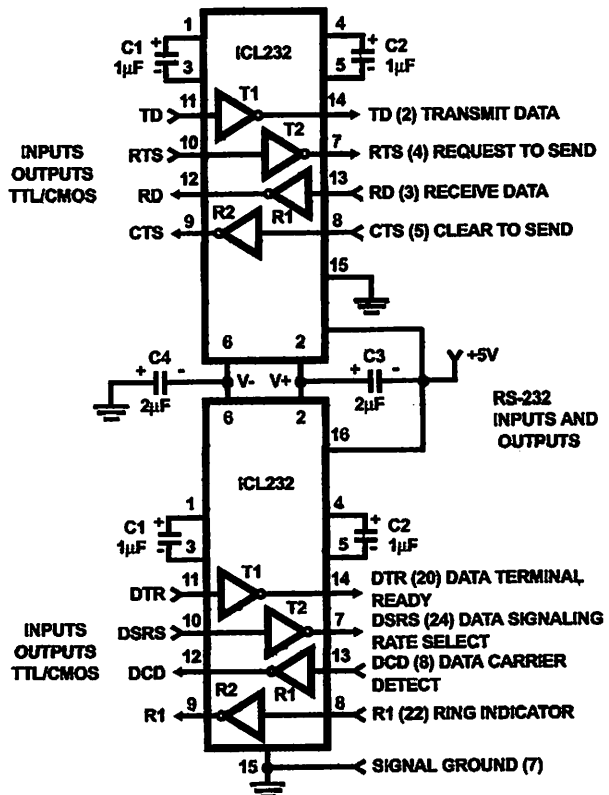


FIGURE 11. COMBINING TWO ICL232s FOR 4 PAIRS OF RS-232 INPUTS AND OUTPUTS

GERMANIUM DIODE

Germanium diode in all glass construction for use in video detector circuits.

RATINGS (Limiting values according to the Absolute Maximum System as defined in IEC publication 134).

Voltages

Continuous reverse voltage	V_R	max.	15 V
Repetitive peak reverse voltage	V_{RRM}	max.	22.5 V

Currents

Forward current (d.c.)	I_F	max.	50 mA
Repetitive peak forward current	I_{FRM}	max.	150 mA
Non repetitive peak forward current ($t \leq 1 s$)	I_{FSM}	max.	400 mA

Temperature

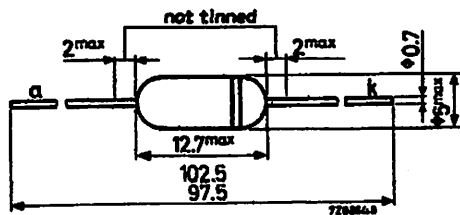
Operating ambient temperature	T_{amb}	-50 to +75 °C
-------------------------------	-----------	---------------

CHARACTERISTICS $T_{amb} = 25 °C$

<u>Forward voltage</u> at $I_F = 0.1 mA$	V_F	0.1 to 0.25 V
<u>Reverse current</u> at $V_R = 1.5 V$	I_R	1 to 30 μA
<u>Diode capacitance</u>	C_d	typ. 1 pF

MECHANICAL DATA

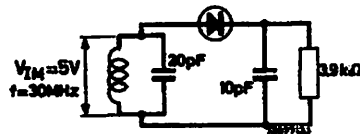
Net weight: 0.6 g



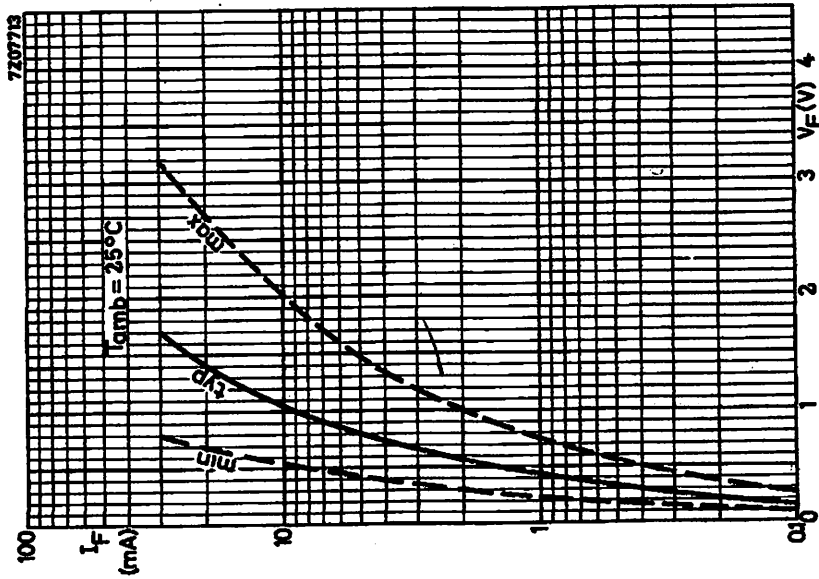
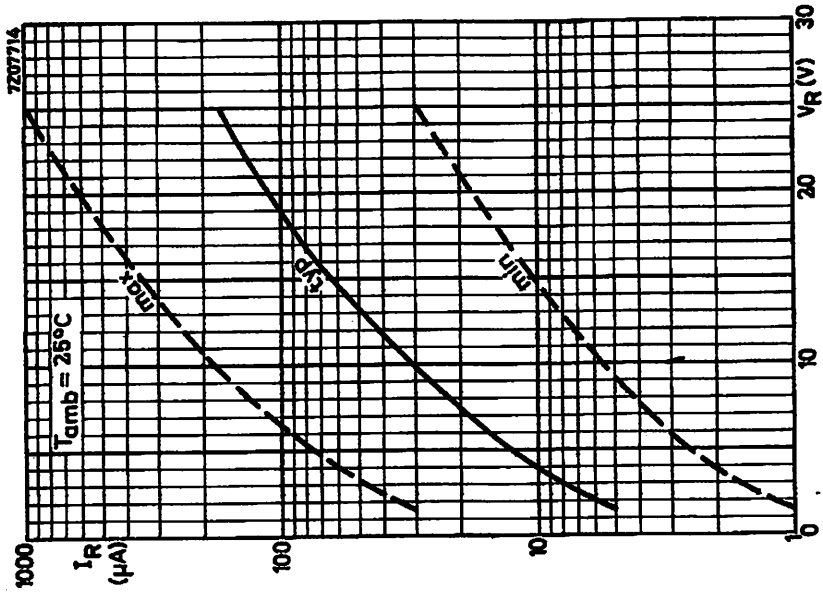
APPLICATION INFORMATION

Diode in video detector circuit

Efficiency: $\eta = 62\%$
Damping resistance: 3 k Ω



FOR NEW DESIGN THE SUCCESSOR TYPE OA90 IS RECOMMENDED



OA70, 2-OA70, OA90, 2-OA90

OA70, 2-OA70, OA90, 2-OA90 (OA70, 2-OA70: 保守品種 / MAINTENANCE)

ゲルマニウム点接触型 / Ge Point Contact

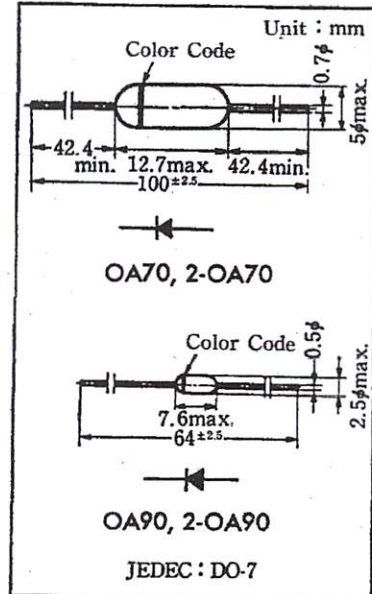
映像検波用 / Video Detector
FM-AM 検波用 / FM-AM Detector

特徴 / Features

• 検波能率 η が高い。 / High detection efficiency, η

最大定格 / Absolute Maximum Ratings ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Item	Symbol	Value	Unit
逆方向電圧	V_R	15	V
全頭逆方向電圧	V_{RM}	22.5	V
順方向電流	I_F	50	mA
全頭順方向電流	I_{FM}	150	mA
サージ電流 ($t \leq 1 \text{ sec}$)	I_{surge}	400	mA
保存温度	T_{stg}	-55 ~ +75	$^\circ\text{C}$



電気的特性 / Electrical Characteristics ($T_a=25^\circ\text{C}$)

Item	Symbol	Condition	min.	typ.	max.	Unit
順方向電流	I_F	$V_F=1\text{V}$	4	10		mA
逆方向電流	I_R	$V_R=10\text{V}$		15	150	μA
		$V_R=22.5\text{V}$		50	800	
検波能率	η	$f=30\text{MHz}, R_L=3.9\text{k}\Omega, C_L=10\text{pF}$	50	60		%

品名は下表のようにカラーコードにより分類しています。また FM 検波用にペアに整合された 2-OA90 もあります。

The type numbers are indicated by the following colors.

The type number 2-OA90 represents two matched diodes for FM detector.

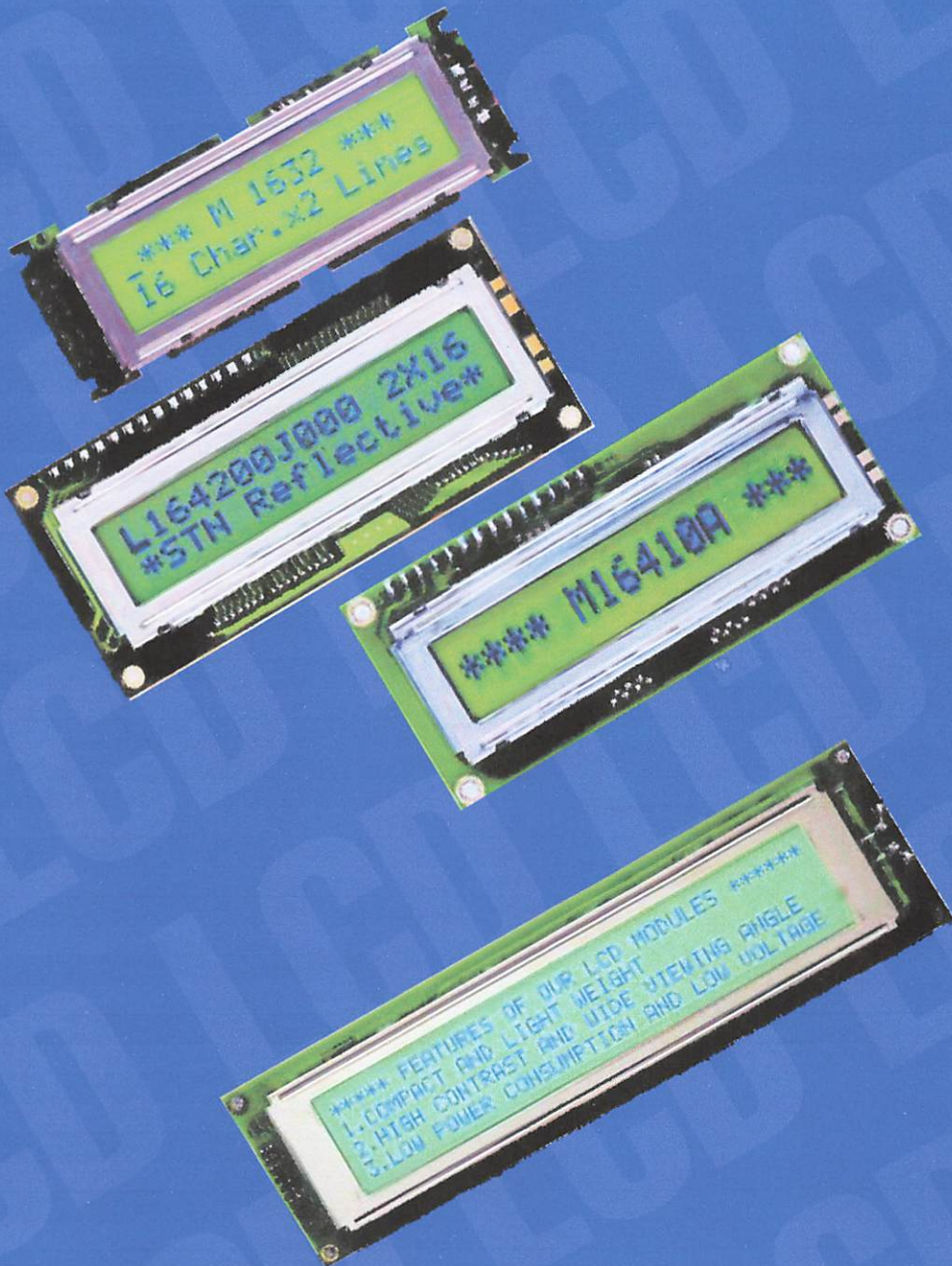
Type No.	Application	Color Code
OA90①	TV	Green
OA70, OA90 2-OA70, 2-OA90	Radio	Black

(The 2-OA70 and 2-OA90 are indicated by two color-bands.)

LCM

Liquid Crystal Display Modules

Seiko Instruments GmbH



Dot Matrix Liquid Crystal Display Modules

CHARACTER TYPE

FEATURES :

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



M1641



L1642



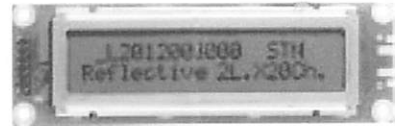
L1614



M1632



L1652



L2012

SPECIFICATIONS :

Standard products

Products of optional specification

Character Format (character x line)	16 x 1	16 x 2	16 x 2	16 x 2	16 x 4	20 x 2	
	M1641	M1632	L1642	L1652	L1614	L2012	
Active	M16410AS	M16320AS	L164200J000S	L165200J200S	L161400J000S	L201200J000S	
Backlight	M16419DWS	M16329DWS	L164221J000S	L165221J200S	L161421J000S	L201221J000S	
Backlight	M16417DYS	M16327DYS	L1642B1J000S	L1652B1J200S	L1614B1J000S	L2012B1J000S	
Wide temp	M16410CS	M16320CS	L164200L000S	L165200L200S	L161400L000S	L201200L000S	
Backlight (wide temp)	M16417JYS	M16327JYS	L1642B1L000S	L1652B1L200S	L1614B1L000S	L2012B1L000S	
Character font	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	
Module size (mm)	Reflective	80,0 x 36,0 x 11,3	85,0 x 30,0 x 10,1	80,0 x 36,0 x 11,3	122,0 x 44,0 x 11,3	87,0 x 60,0 x 11,6	116,0 x 37,0 x 11,3
	EL backlight	80,0 x 36,0 x 11,3	85,0 x 30,0 x 10,1	80,0 x 36,0 x 11,3	122,0 x 44,0 x 11,3	87,0 x 60,0 x 11,6	116,0 x 37,0 x 11,3
	LED backlight	80,0 x 36,0 x 15,8	80,0 x 30,0 x 15,8	80,0 x 36,0 x 15,8	122,0 x 44,0 x 15,8	87,0 x 60,0 x 15,8	116,0 x 37,0 x 15,8
Module area (HxV) mm	64,5 x 13,8	62,0 x 16,0	64,5 x 13,8	99,0 x 24,0	61,8 x 25,2	83,0 x 18,6	
Character size (HxV) mm *1	3,07 x 5,73	2,78 x 4,27	2,95 x 3,80	4,84 x 8,06	2,95 x 4,15	3,20 x 4,85	
Character pitch (HxV) mm	0,55 x 0,75	0,50 x 0,55	0,50 x 0,55	0,92 x 1,10	0,55 x 0,55	0,60 x 0,65	
Supply voltage (VDD-VSS) V	+5V	+5V	+5V	+5V	+5V	+5V	
Current consumption (mA)	I _{DD}	1,5	2,0	1,6	2,0	2,7	2,0
	I _{LC} *4	0,2	0,2	0,3	0,4	1,1	0,4
Refresh method (duty)	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	
Controller LSI	KS0066 or equivalent	KS0066	MSM5839 or equivalent	KS0066	MSM5839 or equivalent	KS0066	KS0066
	MSM5839 or equivalent	MSM5839 or equivalent	MSM5839 or equivalent	MSM5839 or equivalent	MSM5839 or equivalent	MSM5839 or equivalent	MSM5839 or equivalent
Operating temperature (°C)	normal temp.	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50
	wide temp. *2	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70
Storage temperature (°C)	normal temp.	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60
	wide temp.	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80
Viewing angle (°)	Reflective	25	25	25	50	50	40
	EL backlight	30	30	30	55	55	45
	LED backlight	35	40	35	65	65	60
Currents (mA)	Model	5S	5S	5S	5C	5A	5A
	Power supply (V)	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0
	Current consumption (mA) *3	10	10	10	35	45	45
Backlight (mA)	Forward current consumption (mA)	100	112	100	240	200	154
	Forward input voltage (V, typ.)	+4,1	+4,1	+4,1	+4,1	+4,1	+4,1

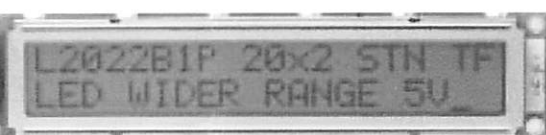
*1: Including cursor H : Horizontal V : Vertical T : Thickness (max)

*2: With external temperature compensation

*3: Including EL backlight

*4: Based on normal temperature range

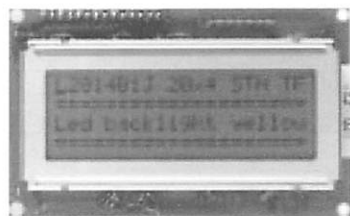
Our policy is one of continuous improvements we reserve the right to change the specifications for the products in the catalogue without notice.



L2022



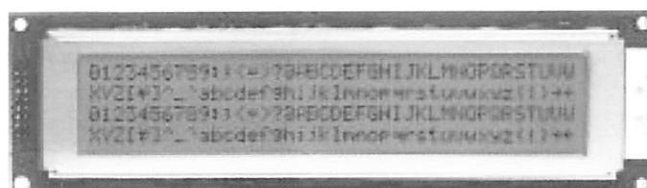
L2432



L2014



L4042



M4024

• SPECIFICATIONS :

		Standard products	Products of optional specification			
		20 x 2	20 x 4	24 x 2	40 x 2	40 x 4
Character Format (character x line)		20 x 2	20 x 4	24 x 2	40 x 2	40 x 4
Model		L2022	L2014	L2432	L4042	M4024
Reflective		-	L201400J000S	L243200J000S	L404200J000S	M40240AS
EL backlight		-	L201421J000S	L243221J000S	L404221J000S	M40249DWS
LED backlight		-	L2014B1J000S	L2432B1J000S	L4042B1J000S	M40247DYS
Reflective (wide temp)		L202200P000S	L201400L000S	L243200L000S	L404200L000S	M40240CS
LED backlight (wide temp)		L2022B1P000S	L2014B1L000S	L2432B1L000S	L4042B1L000S	M40247JYS
Character font		5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor	5x7 dots + cursor
Module size (HxVxT) mm	Reflective	180,0 x 40,0 x 10,5	98,0 x 60,0 x 11,6	118,0 x 36,0 x 11,3	182,0 x 33,5 x 11,3	190,0 x 54,0 x 10,1
	EL backlight	180,0 x 40,0 x 10,5	98,0 x 60,0 x 11,6	118,0 x 36,0 x 11,3	182,0 x 33,5 x 11,3	190,0 x 54,0 x 10,1
Viewing area (HxV) mm	LED backlight	180,0 x 40,0 x 14,8	98,0 x 60,0 x 15,8	118,0 x 36,0 x 15,8	182,0 x 33,5 x 16,3	190,0 x 54,0 x 16,3
	EL backlight	149,0 x 23,0	76,0 x 25,2	94,5 x 17,8	154,4 x 15,8	147,0 x 29,5
Character size (HxV) mm *1		6,00 x 9,66	2,95 x 4,15	3,20 x 4,85	3,20 x 4,85	2,78 x 4,27
Dot size (HxV) mm		1,12 x 1,12	0,55 x 0,55	0,60 x 0,65	0,60 x 0,65	0,50 x 0,55
Power supply voltage (VDD-VSS) V		+5 V	+5 V	+5 V	+5 V	+5 V
Current consumption (mA, typ)	IDD	4,2	2,9	2,5	3,0	8,0
	I _{LC} *4	2,6	1,2	0,5	1,0	3,0
Driving method (duty)		1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
Built-in LSI		KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 KS0063 or equivalent	KS0066 MSM5839 or equivalent
Operating temperature (°C)	normal temp.	-	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50
	wide temp. *2	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70
Storage temperature (°C)	normal temp.	-	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60
	wide temp.	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80
Weight (g, typ.)	Reflective	80	55	40	70	90
	EL backlight	-	60	45	75	105
	LED backlight	110	70	60	95	140
Inverters for EL	Model	-	5A	5A	5C	5D
	Power supply (V)	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
current consumption (mA) *3		-	45	45	25	80
LED backlight	Forward current consumption (mA)	320	240	150	260	480
	Forward input voltage (V, typ.)	+4,1	+4,1	+4,1	+4,1	+4,1

*1 : Excluding cursor

*2 : With external temperature compensation

*3 : Including EL backlight

*4 : Based on normal temperature range

H : Horizontal

V : Vertical

T : Thickness (max)

Dot Matrix Liquid Crystal Display Modules

GRAPHIC TYPE

• FEATURES :

- Wide viewing angle and high contrast
- Full dot configuration fits any application

- Slim, light weight and low power consumption
- Available in STN and FSTN

• SPECIFICATIONS :

Dot Matrix (HxV, dot)			97 x 32	128 x 32	128 x 64	128 x 64
			Y97031	G1213	G1216	G1226
Display mode	Reflective	built-in RAM	-	-	-	-
	Reflective wide temp.	built-in RAM	-	G121300N000S	G121600N000S	-
	LED backlight	built-in RAM	-	-	-	G1226B1J000S
	LED backlight wide temp	built-in RAM	-	G1213B1N000S	G1216B1N000S	-
Display type (mode)	Transmissive	-	-	-	-	-
	with CFL backlight	built-in controller	-	-	-	-
	Transflective	built-in RAM	Y97031LF60W	-	-	-
Display size (x T)	Reflective (no backlight)		47,5 x 65,4 x 2,1	75,0 x 41,5 x 6,8	75,0 x 52,7 x 6,8	-
	LED backlight		-	75,0 x 41,5 x 8,9	75,0 x 52,7 x 8,9	93,0 x 70,0 x 11,4
	CFL backlight		-	-	-	-
Display area (HxV) mm			43,5 x 23,9	60,0 x 21,3	60,0 x 32,5	70,7 x 38,8
Display area (H x V) mm			0,35 x 0,48	0,40 x 0,48	0,40 x 0,40	0,44 x 0,44
Display pitch (H x V) mm			0,39 x 0,52	0,43 x 0,51	0,43 x 0,43	0,48 x 0,48
Supply voltage (V)	(VDD - VSS)		+5,0	+5,0	+5,0	+5,0
	(VLC - VSS)		-	-8,0	-8,1	-8,2
Current consumption	IDD		0,10	2,0	2,0	3,0
	IDD (built-in controller)		-	-	-	-
Duty cycle (%)	ILC		-	1,8	1,8	2,0
	Driving method (duty)		1/33	1/64	1/64	1/64
LSI	Driver		SED1530 or equivalent	HD61202 or equivalent	HD61202 or equivalent	KS0107 KS0108 or equivalent
	Controller		-	-	-	-
Operating temperature range (°C)			-20 to +70	-20 to +70	-20 to +70	0 to +50
Storage temperature range (°C)			-30 to +80	-30 to +80	-30 to +80	-20 to +60
Viewing angle (°)	Reflective (Transflective no backlight)		10	23	35	-
	LED backlight		-	35	45	72
	CFL backlight		-	-	-	-
Backlight	Forward current consumption (mA)		-	40	90	125
	Forward input voltage (V, typ.)		-	3,8	4,1	4,1
Power for CFL	Mode		-	-	-	-
	Power supply voltage (V)		-	-	-	-
	Current consumption (mA, typ.)		-	-	-	-

built-in DC/DC converter (single power source)

equipped with external temperature compensation circuit

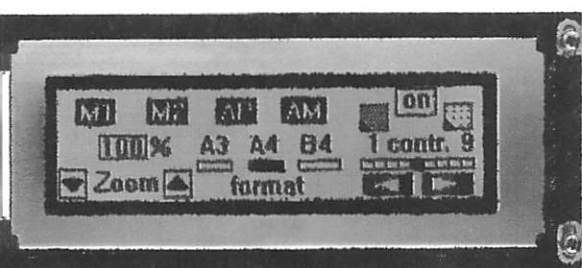
As our policy is one of continuous improvements we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice.

Resolution format (HxV, dot)			240 x 64	240 x 128	320 x 200	320 x 240	640 x 200
Model			G2446	G242C	G321D	G324E	G649D
Display type (display mode)	Reflective	built-in RAM	-	-	-	-	-
	Reflective wide temp.	built-in RAM	-	-	-	-	-
	LED backlight	built-in RAM	-	-	-	-	-
	LED backlight wide temp.	built-in RAM	-	-	-	-	-
Display type (display mode)	Transmissive	-	G2446X5R1A0S	G242CX5R1ACS	G321DX5R1A0S	G324EX5R1A0S	G649DX5R010S
	with CFL backlight	built-in controller	G2446X5R1AC6	G242CX5R1A0S	G321DX5R1ACS	G324EX5R1ACS	-
	Transflective	built-in RAM	-	-	-	-	-
Module size (W x H x T)	Reflective (no backlight)						
	LED backlight						
	CFL backlight		191,0 x 79,0 x 15,1	180,0 x 110,0 x 15,1	166,0 x 134,0 x 15,1	166,0 x 134,0 x 15,1	260,0 x 122,0 x 15,7
Viewing area (HxV) mm			134,0 x 41,0	134,0 x 76,0	128,0 x 110,0	128,0 x 110,0	216,0 x 83,0
Module size (H x V) mm			0,49 x 0,49	0,47 x 0,47	0,34 x 0,48	0,32 x 0,39	0,30 x 0,36
Pitch (H x V) mm			0,53 x 0,53	0,51 x 0,51	0,38 x 0,52	0,36 x 0,43	0,33 x 0,39
Power supply voltage (V)	(VDD - VSS)		+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+5,0
	(VLC - VSS)		*1	*1	-24,0	-24,0	-24,0
Current consumption	IDD		12	30	8	7,5	11
	IDD (built-in controller)		15	40	23	23	-
	I _{LC}		-	-	6	6,5	9
Driving method (duty)			1/64	1/128	1/200	1/240	1/200
Built-in LSI	Driver		MSM5298 MSM5299 or equivalent	KS0103 KS0104 or equivalent	MSM5298 MSM5299 or equivalent	HD66204 HD66205 or equivalent	MSM5298 MSM5299 or equivalent
	Controller		SED1330FB	SED1330FB	SED1330FB	SED1330FB	-
Operating temperature range (°C)			0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50	0 to +50
Storage temperature range (°C)			-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60	-20 to +60
Backlight type	Reflective (Transflective no backlight)		-	-	-	-	-
	LED backlight		-	-	-	-	-
	CFL backlight		200	280	350	350	420
Backlight	Forward current consumption (mA)		-	-	-	-	-
	Forward input voltage (V, typ.)		-	-	-	-	-
Driver for CFL	Mode		4800210	4800210	4800210	4800210	4800120
	Power supply voltage (V)		+5,0	+5,0	+5,0	+5,0	+12,0
	Current consumption (mA, typ.)		250	350	365	365	390

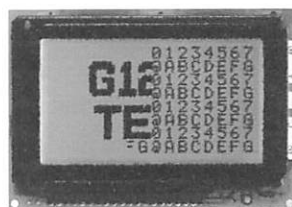
built-in DC/DC converter (single power source)

Use with external temperature compensation

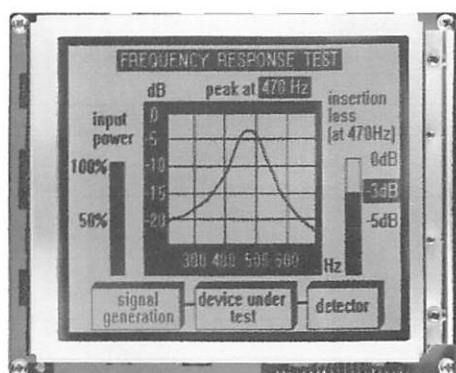
As our policy is one of continuous improvements, we reserve the right to change the specifications of the products in the catalogue without notice.



G2446



G1226



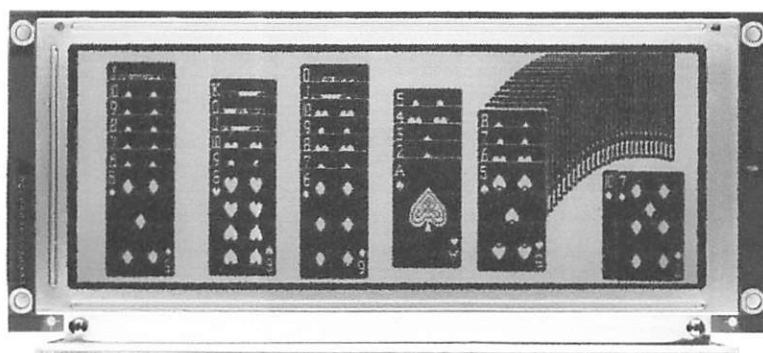
G321D



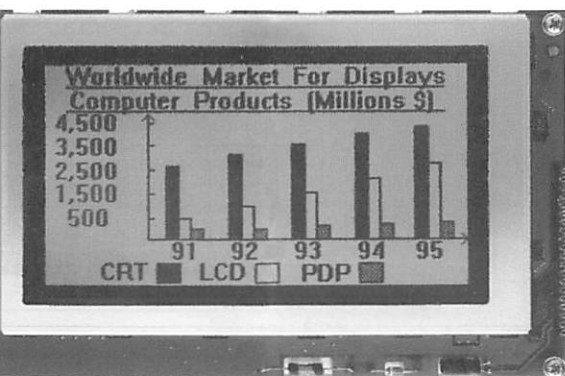
G1216



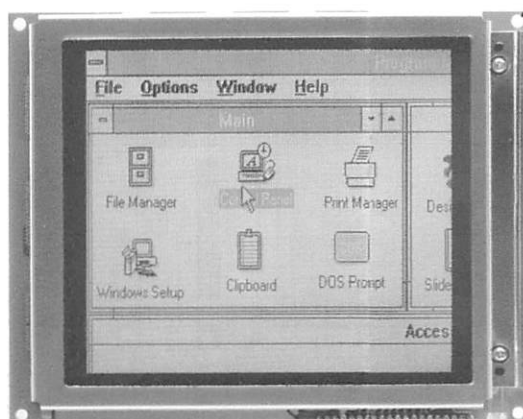
G1213



G649D



G242C



G324E

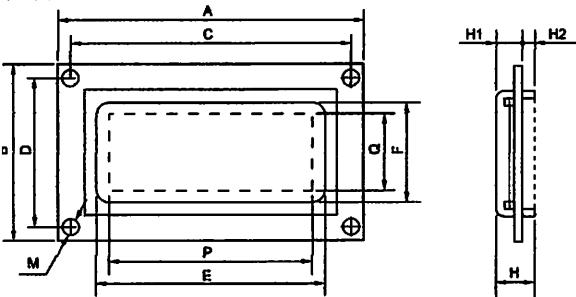
CHECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD MODULE

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

Design

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

CM Dimensions



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

Display Contents

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

11. Temperature Compensation Circuit

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

12. Current Consumption

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

13. Contrast Adjustment

Internal External Unnecessary
 Method: Temp. compensation circuit Volume _____

14. Temperature Range

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

15. Input/Output Terminals

Specifying allocation: Yes No
 Specifying position: Yes No

16. Weight

typ. _____ g, max. _____ g

17. Connector

Internal External Unnecessary
 Type No. _____ (Manufacturer _____)

18. Backlight

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

19. Others

20. Schedule

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

CD Panel

Swing angle: 6 o'clock 12 o'clock _____ o'clock
 Type: TN FSTN (Black and white)
 STN (Yellow green Gray Blue)
 Chromaticity coordinates
 (_____ ≤ x ≤ _____, _____ ≤ y ≤ _____)
 Positive type Negative type
 Reflective Transflective Transmissive
 Others _____
 Gray scale: Yes _____ gray scale No
 Differential specifications:
 Response time t_{on} ms (_____°C) t_{off} ms (_____°C)
 Viewing angle _____ deg. (_____°C) Contrast _____ (_____°C)
 Others _____

CD surface finishing:

Normal Anti-glare _____
 Polarizer color: Normal (neutral gray) Red
 Green Blue _____

Driving Method

Multiplexing: 1/ _____ duty, 1/ _____ bias
 Drive frequency: _____ Hz
 ;
 D driver: Specified Unspecified
 Segment driver _____ (Manufacturer _____)
 Common driver _____ (Manufacturer _____)
 Controller: Internal External
 Type No. _____ (Manufacturer _____)
 I²C: Internal External
 Type No. _____ (Manufacturer _____)
 I²M: Internal External
 Type No. / Memory size _____ (Kbit) (Manufacturer _____)

Power Supply

Single power supply: 5V _____ V
 2 power supplies
 For logic: (V_{DD}-V_{SS}): 5V _____ V
 For LC drive: (V_{LC}-V_{SS}): _____ V

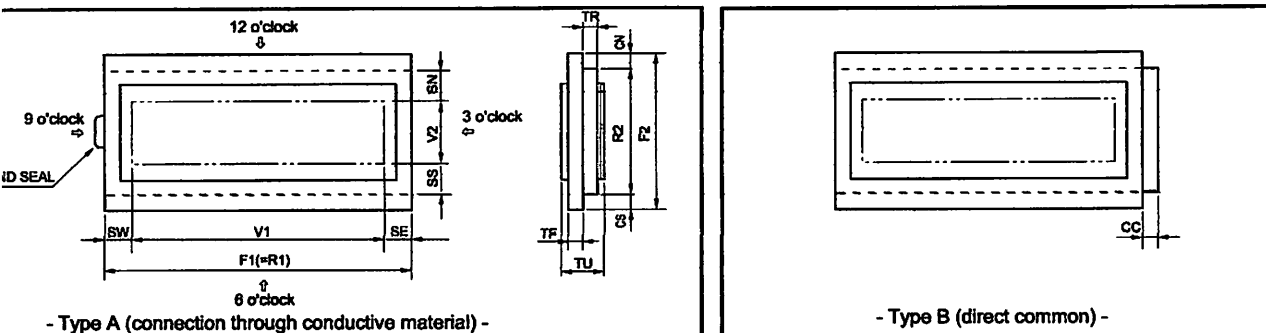
Liquid Crystal Displays

CHECK LIST FOR CUSTOM DESIGNED LCD

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

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

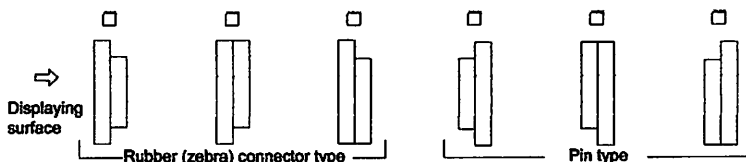
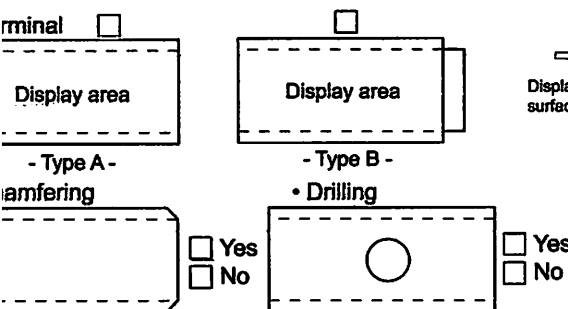
Panel Dimensions



Horizontal length of upper glass _____ mm
 Vertical length of upper glass _____ mm
 Horizontal length of lower glass _____ the same as F1
 Vertical length of lower glass _____ mm
 Glass generally longer than F2 when terminals are with pin.
 Glass thickness: t^{***} : Thickness of glass _____ mm
 Standard type: 1.1 mm or 0.7 mm
 Thickness of LCD _____ mm

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

Panel Form



Display Mode

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

Polarizer

Surface finishing: Normal Anti-glare _____
 Color: Normal (neutral gray) Red Green
 Blue _____
 Antireflective polarizer: Attached type Separate type
 Retardation polarizer: Attached type Separate type

Driving Method

Drive: Multiplexing: (1/ _____ duty, 1/ _____ bias)
 Operating voltage (V_{opr}): _____ V
 Frame frequency: _____ Hz
 Driving IC: _____ (Manufacturer _____)
 Current consumption: _____ μA

10. Temperature Range

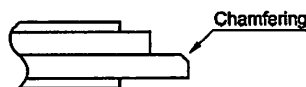
Operating temperature range
 With temperature compensation circuit (or volume)
 Without temperature compensation circuit
 Storage temperature range

11. Terminal Connecting Method

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

12. Others

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



13. Schedule

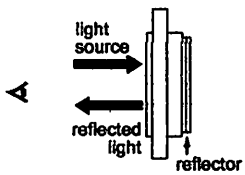
Estimate: _____
 Sample: Delivery _____, Quantity: _____ pcs
 Mass production: Target price: _____
 Delivery _____, Total quantity: _____ pcs
 Quantity per month: _____ pcs

Liquid Crystal Display Modules

REFLECTIVE/TRANSFLECTIVE/TRANSMISSIVE LCD

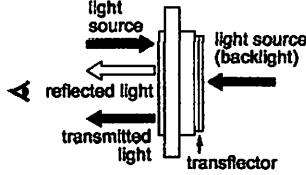
① Reflective LCD

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



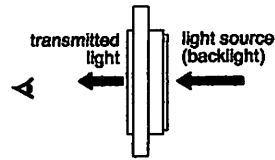
② Transflective LCD

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

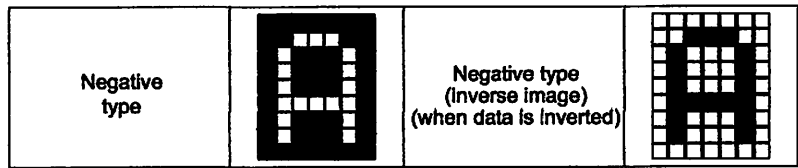
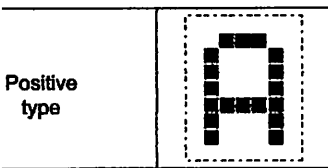


③ Transmissive LCD

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



POSITIVE/NEGATIVE MODE



TN TYPE/STN TYPE/FSTN TYPE

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

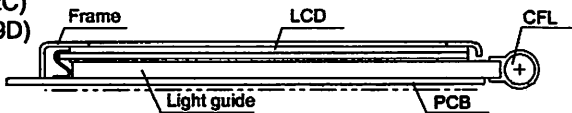
STRUCTURE AND FEATURE OF LCD MODULE WITH BACKLIGHT

CFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) backlight

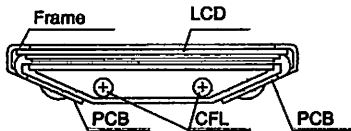
Features: high brightness, long service life, inverter required

Edge backlight type

(G2446, G242C)
(G321D, G649D)



Front backlight type

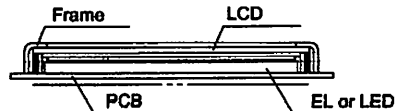


EL (Electroluminescent Lamp) backlight

LED (Light Emitting Diode) backlight

Features: EL: thin, inverter required

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

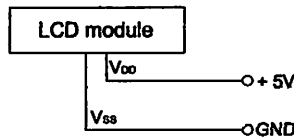
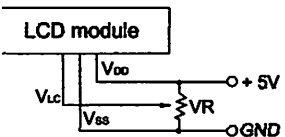


POWER SUPPLY

Character modules (single power supply)

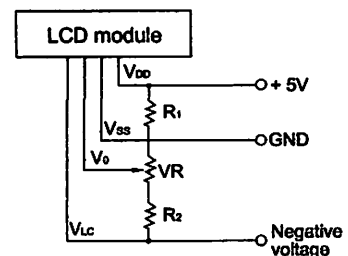
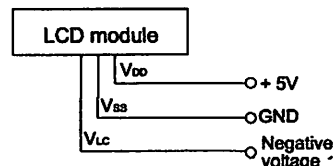
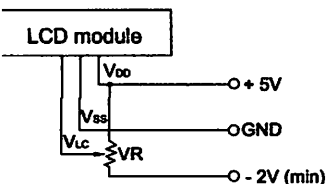
● G2446, G242C (Built-in DC-DC conv.)

● G321D, G324E and G649D



Character Modules (Dual power supply)

● Y1206 and G1226



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

· Negative voltage should be variable for contrast adjustment.

Precautions

Handling Instructions

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

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

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

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

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

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

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

Handling Precautions

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

Do not soil or damage LCD panel terminals.

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

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

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

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

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

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

Mounting and Designing

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

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

Drive LCD panel with AC waveform in which DC element is not included to prevent deterioration in the LCD panel.

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

Mount a LCD module with the specified mounting parts.

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

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

Cleaning

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

- Wipe the LCD panel gently with a soft cloth soaked with a petroleum benzene.

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

Storing

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

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

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

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

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

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

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

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

On This Brochure

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

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

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

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

Notes :

This datasheet has been downloaded from:

www.DatasheetCatalog.com

Datasheets for electronic components.