

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGUKUR
KECEPATAN ANGIN DAN CURAH HUJAN DENGAN SISTEM
SMS GATEWAY BERBASIS ATMEGA 8535**

SKRIPSI



Disusun oleh :

WAWAN HERMAWAN

NIM. 06.12.224

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

STANDARD CASE MATERIALS ARE AVAILABLE
FROM THE FOLLOWING SOURCES FOR YOUR REVIEW IN
THE ADJUTANT GENERAL'S OFFICE

STANDARD

STANDARD
STANDARD
STANDARD

STANDARD
STANDARD
STANDARD
STANDARD
STANDARD

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGUKUR KECEPATAN ANGIN DAN CURAH HUJAN DENGAN SISTEM SMS GATEWAY BERBASIS ATMEGA 8535

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

WAWAN HERMAWAN

NIM : 06.12.224

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT

NIP.Y.1018800189



Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT)

NIP.Y.1018800189

(Dr. Eng. Arnyanto, ST, MT)

NIP.Y.1030800417

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : **WAWAN HERMAWAN**
Nim : **06.12.224**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika S-1**
Judul : **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGUKUR
KECEPATAN ANGIN DAN CURAH HUJAN DENGAN SISTEM
SMS GATEWAY BERBASIS ATMEGA8535**

Dipertahankan dihadapan Tim Pengujian Skripsi jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Kamis
Tanggal : 2 Agustus 2012
Dengan Nilai : 84 (A) *a*

Panitia Ujian Skripsi :

Ketua Majelis Penguji

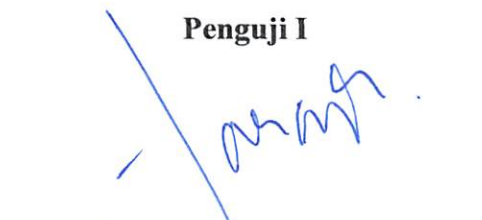

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.
NIP.Y.1018800189

Sekretaris Majelis Penguji


Dr. Eng. Aryuanto S, ST, MT.
NIP.P.1030800417

Anggota Penguji :

Penguji I


Irmalia Suryani Faradisa, ST. MT
NIP.P.1030000365

Penguji II


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



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

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

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

Nama : **Wawan Hermawan**
Nim : **06.12.224**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**
Masa Bimbingan : **Semester Genap 2011-2012**
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGUKUR KECEPATAN ANGIN DAN CURAH HUJAN DENGAN SISTEM SMS GATEWAY BERBASIS ATMEGA8535**

No	Penguji	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Penguji I	02-08-2012	• Daftar pustaka • Perancangan sensor angin diperbaiki untuk rangkaian transistor • Perancangan curah hujan diperbaiki dengan satuan mm/satuan waktu beserta konversinya • Keterangan per blok, prinsip kerja rangkaian • Flowchart sms • Perancangan clock, reset dan ADC pada mikrokontroller • Pengujian real time data maksimal berhubungan dengan HP dan sms maksimal, perancangan disertakan	
2	Penguji II	02-08-2012	• Tambahan kalimat pengantar pada tabel, gambar dan grafik.	

Disetujui:

Penguji I

Irmalia Suryani Faradisa, ST. MT
NIP.P.1030000365

Penguji II

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

Mengetahui:

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST. MT
NIP.Y.1030800417

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wawan Hermawan
NIM : 06.12.224
Program Studi : Teknik Elektro – S1
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila dikemudian hari ada pelanggaran atas surat ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 13 Agustus 2012

Yang Membuat Pernyataan,




Wawan Hermawan
NIM : 06.12.224

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmaanirrohiim...

Segala puji dan syukur kupersembahkan bagi sang penggenggam langit dan bumi, dengan rahman rahim yang menghampar melebihi luasnya angkasa raya. Dzat yang menganugerahkan kedamaian bagi jiwa-jiwa yang senantiasa merindu akan kemaha besarannya.

Lantunan sholawat beriring salam penggugah hati dan jiwa, menjadi persembahan penuh kerinduan pada sang revolusioner Islam, pembangun peradaban manusia yang beradab Habibana wanabiyana Muhammad SAW.

Dengan mengucap syukur Alhamdulillah, kupersembahkan karya kecilku ini untuk orang-orang yang kusayangi :

- ❖ Ayah bunda tercinta, motivator terbesar dalam hidupku yang tak pernah jemu mendo'akan dan menyayangiku, atas semua pengorbanan dan kesabaran mengantarku sampai kini. Tak pernah cukup ku membalas cinta ayah bunda padaku.
- ❖ Saudara-saudaraku Sukma Iskandar, Heny Nur Handayani, Mohamad Izudin Efendi, Eni Nurul Ahdayani dan Ahmad Ardi Fahrman. Mereka yang slalu memberikan kasih sayang dan dukungan tak terbatas.
- ❖ Keluarga besarku di Lombok yang selalu mendukungku, yang dengan sabar mengarahkanku untuk selalu yakin dan percaya diri untuk meraih masa depan. sehingga aku dapat melaksanakan perkuliahan hingga penyusunan skripsi sampai tuntas.
- ❖ Sahabat-sahabatku seperjuangan di Asrama Rinjani II dan kawasan Malang Kota. Samsir, Ronny, Evi, Lina, Zan, Rara Boulet, Yadi, Winda, Dhedhot, Etha dan semua teman-teman yang tak mungkin penulis sebutkan satu-persatu, For U All I Miss U Forever.
- ❖ Seseorang yang hadir dalam hatiku, terima kasih atas pengertian dan kesabarannya.

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGUKUR KECEPATAN ANGIN DAN CURAH HUJAN DENGAN SISTEM SMS GATEWAY BERBASIS ATMEGA8535

Wawan Hermawan, NIM 0612224

Dosen Pembimbing : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT dan Dr. Eng. Aryuanto S, ST, MT

ABSTRAK

Alat ukur kecepatan angin dan curah hujan merupakan alat untuk mengetahui kondisi angin dan hujan disuatu daerah tertentu. Data kecepatan angin dan curah hujan ini sangat penting, karena data kecepatan angin dan curah hujan tersebut dapat untuk mengetahui potensi terjadinya gejala dan bencana alam. Penelitian ini mencoba membangun suatu alat monitoring dengan sistem SMS Gateway. Pengukuran ini mengantarmukakan menggunakan perangkat cuaca dalam mengukur kecepatan angin dan curah hujan.

Kecepatan angin akan dihitung menggunakan sensor optocoupler dan Jumlah hujan akan dihitung menggunakan sensor load cell kemudian diterjemahkan oleh mikrokontroller Atmega85335. Nilai dari perhitungan kecepatan angin dan jumlah hujan akan dikirim kekomputer dengan komunikasi serial. Komputer akan menampilkan data kecepatan angin dan curah hujan dengan menggunakan bahasa pemrogramana bahasa Delphi.

Sistem yang dibuat untuk alat ukur kecepatan angin dapat bekerja dengan baik. Sensor dapat menerima sinyal dari efek putaran baling-baling, sehingga mampu menghasilkan nilai kecepatan angin dengan kesalahan Relatif Rata-rata sebesar 14,55%. Untuk alat ukur curah hujan dapat memberikan data dengan berat beban maksimal 1000 ml pada penampung dan error rata-rata yang dimiliki alat adalah 5,13%.

Kata kunci : Sensor Optocoupler, Sensor Load Cell, ATmega8535, SMS Gateway, Delphi.

ABSTRACT

Measure wind speed and rainfall is a tool to determine the condition of wind and rain in a given area. The data of wind speed and rainfall is very important, because the data of wind speed and rainfall can find out the potential for natural disasters. research tries to build a system monitoring tool with sms gateway. These measurements led forth to use the weather to measure wind speed and rainfall.

Wind speed will be calculated using the sensor optocoupler and the amount of rain will be calculated using the load cell sensor is then translated by a micro controller atmega85335. Calculation of the value of wind speed and the amount of rain will be sent to the computer by serial communication. The computer will display the data the data of wind speed and precipitation using the Delphi programming language

System designed to measure wind speeds can work well. Sensor can receive signals from the effects of propeller rotation, so as to produce values of wind speed with an average relative error of 14.55%. To measure rainfall can provide data with heavy load maximal 1000 ml and the average error of 5.135% is owned equipment.

Keyword :Optocoupler sensor, Load Cell sensor, ATmega8535, SMS Gateway, Delphi.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami selaku penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul **“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT PENGUKUR KECEPATAN ANGIN DAN CURAH HUJAN DENGAN SISTEM SMS GATEWAY BERBASIS ATMEGA8535”** dapat terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang.

Sebagai pihak penyusun penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir.Sidik Noertjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Dosen Pembimbing satu Tugas Skripsi.
5. Dr. Eng. Aryuanto S, ST, MT selaku Dosen Pembimbing dua Tugas Skripsi.
6. Sahabat-sahabat dan rekan-rekan yang tidak kami sebutkan satu-persatu, kami ucapkan banyak terima kasih atas bantuannya dalam proses pembuatan Skripsi yang telah saya kerjakan, begitu juga dengan penyelesaian laporan ini.

Usaha ini telah kami lakukan semaksimal mungkin, namun jika ada kekurangan dan kejanggalan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun. Begitu juga sangat kami perlukan untuk menambah kesempurnaan laporan ini dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, 30 Juli 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan Penelitian.....	1
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	2
1.6. Sistematik Penulisan.....	3
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Prinsip Kerja Alat Pengukur Kecepatan Angin.....	4
2.2. Prinsip Kerja Alat Pengukur Curah Hujan.....	7
2.3. Optocoupler.....	10
2.4. Rotary Encoder.....	12
2.5. Sensor Load Cell.....	12
2.5.1. Strain Gauge.....	14
2.5.2. Rangkaian Jembatan Strain Gauge.....	15
2.6. Op Amp.....	15
2.6.1. Penguat Diferensial.....	16
2.6.2. Penguat Penyangga.....	18
2.6.3. Penguat Instrumentasi.....	19
2.7. Mikrokontroller ATmega8535.....	20
2.7.1. Fitur ATmega8535.....	20
2.7.2. Konfigurasi ATmega8535.....	21
2.7.3. Arsitektur ATmega8535.....	22
2.7.4. Memori mikrokontroler ATMega8535.....	23

2.7.5. Status Register (SREG)	24
2.7.6. Register I/O.....	24
2.7.7. Port I/O.....	25
2.7.8. Timer/Counter.....	25
2.7.9. Usart.....	27
2.7.10. ADC.....	28
2.8. IC MAX 232.....	28
2.9. Relay.....	29
2.10. Solenoid Valve.....	30
2.11. IC ULN 2003.....	30
2.12. Handphone.....	31
2.12.1. SMS Gateway.....	31
2.12.2. Siemens AT-Command.....	31
2.12.3. PDU (Protocol Data Unit)	32
2.13. LCD.....	34
 BAB III PERENCANAAN ALAT	
3.1. Perancangan Alat Pengukur Kecepatan Angin.....	38
3.1.1. Mekanik Pengukur Kecepatan Angin.....	38
3.1.1.1. Mangkok Penangkap Angin Dan Tiang Penyangga Mangkok	38
3.1.1.2. Tiang Penyangga.....	39
3.1.1.3. Piringan Pendeteksi Kecepatan Angin.....	39
3.1.2. Perangkat Keras (Hardware)	41
3.1.2.1. Rangkaian Sensor Optocoupler.....	41
3.1.2.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal	42
3.1.2.3. Mikrokontroller ATmega8535.....	44
3.1.2.4. Rangkaian Komunikasi Serial.....	47
3.1.2.5. Rangkaian Antarmuka Modul LCD.....	48
3.1.3. Perancangan Perangkat Lunak (Software)	49
3.2. Perancangan Pengukur Curah Hujan.....	50
3.2.1. Mekanik Pengukur Curah Hujan.....	52
3.2.1.1. Corong.....	52
3.2.1.2. Pipa Corong.....	53
3.2.1.3. Tempat Penampung Air Hujan.....	54

3.2.1.4. Box.....	54
3.2.2. Perangkat keras (Hardware)	55
3.2.2.1. Rangkaian Sensor Alat Ukur Curah Hujan	55
3.2.2.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....	56
3.2.2.3. Rangkaian Driver Relay Untuk Solenoid Valve.....	58
3.2.3. Perancangan Perangkat Lunak (Software)	59

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Konstruksi.....	62
4.1.1 Pengujian Alat Ukur Kecepatan Angin.....	62
4.1.2 Pengujian Alat Ukur Curah Hujan.....	62
4.2 Pengujian Rangkaian Elektrik.....	62
4.2.1 Pengujian Alat Ukur Kecepatan Angin.....	62
4.2.1.1 Pengujian Sensor Optocoupler.....	62
4.2.1.2 Pengujian Mikrokontroler.....	63
4.2.1.3 Pengujian Komunikasi Serial RS232.....	64
4.2.1.4 Pengujian Modul LCD.....	66
4.2.1.5 Pengujian HP Penerima.....	67
4.2.1.6 Tampilan Data Pada Komputer.....	68
4.2.1.7 Pengujian Data Maksimal	69
4.2.1.8 Pengujian Data Keseluruhan.....	69
4.2.2 Pengujian Alat Ukur Curah Hujan.....	71
4.2.2.1 Pengujian Rangkaian Sensor Load Cell	71
4.2.2.2 Pengujian rangkaian Pengkondisi Sinyal	73
4.2.2.3 Rangkaian Driver Relay Dan Solenoid Valve.....	74
4.2.2.4 Tampilan Data Pada Komputer.....	75
4.2.2.5 Pengujian Data Maksimal	76
4.2.2.6 Pengujian Pengiriman Data Maksimal	77
4.2.2.7 Pengujian Keseluruhan.....	78

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	80
5.2. Saran.....	81

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anemometer 2 Meter Dan 10 Meter.....	7
Gambar 2.2 Corong Alat Pengukur Curah Hujan Manual.....	9
Gambar 2.3 Alat Pengukur Curah Hujan Manual.....	9
Gambar 2.4 Corong Alat Pengukur Curah Hujan Otomatis.....	10
Gambar 2.5 Alat Pengukur Curah Hujan Otomatis.....	10
Gambar 2.6 Kombinasi Emitter Dan Detector.....	11
Gambar 2.7 Bentuk Kemasan Optocoupler.....	11
Gambar 2.8 Rotary Encoder.....	12
Gambar 2.9 Prinsip Kerja Secara Umum Dari Rotary Encoder.....	12
Gambar 2.10 Sensor Load Cell.....	13
Gambar 2.11 Rangkaian Strain Gauge.....	14
Gambar 2.12 Rangkaian Strain Gauge.....	15
Gambar 2.13 Penguat operational.....	16
Gambar 2.14 Penguat Diferensial Dasar.....	17
Gambar 2.15 Penguat penyangga.....	19
Gambar 2.16 Penguat Instrumentasi.....	19
Gambar 2.17 Konfigurasi Pin ATmega8535.....	21
Gambar 2.18 Blok diagram fungsional ATmega8535.....	22
Gambar 2.19 Konfigurasi Pin IC MAX 232.....	29
Gambar 2.20 Relay DC.....	29
Gambar 2.21 Solenoid Valve.....	30
Gambar 2.22 IC ULN 2003.....	30
Gambar 2.23 Pin Koneksi IC ULN 2003.....	30
Gambar 2.24 Konfigurasi LCD M1632.....	34
Gambar 3.1 Blok Diagram Seluruh Rangkaian.....	36
Gambar 3.2 Alat Pengukur Kecepatan Angin.....	38
Gambar 3.3 Gambar Mangkok Alat Pengukur Kecepatan Angin.....	39
Gambar 3.4 Tiang Penyangga Alat Pengukur Kecepatan Angin.....	39
Gambar 3.5 Piringan Pendeteksi Kecepatan Angin.....	40
Gambar 3.6 Rangkaian Optocoupler.....	42
Gambar 3.7 Rangkaian Pengkondisi Sinyal	43
Gambar 3.8 Rangkaian Mikrokontroller ATmega8535.....	44

Gambar 3.9 Rangkaian Komunikasi Serial.....	48
Gambar 3.10 Rangkaian LCD.....	49
Gambar 3.11 Flowchart Cara Kerja Alat Ukur Kecepatan Angin.....	49
Gambar 3.12 Sketsa Alat Pengukur Curah Hujan Keseluruhan.....	52
Gambar 3.13 Sketsa Corong Alat Pengukur Curah Hujan.....	53
Gambar 3.14 Sketsa Pipa Corong Alat Pengukur Curah Hujan.....	54
Gambar 3.15 Sketsa Tempat Penampung Air Alat Pengukur Curah Hujan	54
Gambar 3.16 Sketsa Box Alat Pengukur Curah Hujan.....	55
Gambar 3.17 Rangkaian Sensor Load Cell.....	56
Gambar 3.18 Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....	58
Gambar 3.19 Rangkaian Driver Relay Untuk Solenoid Valve.....	58
Gambar 3.20 Flowchart Cara Kerja Alat Ukur Curah Hujan.....	59
Gambar 3.21 Flowchart Cara Kerja Pengiriman SMS	60
Gambar 4.1 Pengujian Output Tegangan Optocoupler.....	63
Gambar 4.2 Pengujian Mikrokontroller.....	64
Gambar 4.3 Blok Pengujian Komunikasi Serial.....	64
Gambar 4.4 Mengaktifkan Software Hyperterminal.....	64
Gambar 4.5 Memilih Port Pada Komputer.....	65
Gambar 4.6 Pengaturan Baudrate Pada Hyperterminal.....	65
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Komunikasi Serial Dengan Komputer.....	66
Gambar 4.8 Blok Diagram Pengujian LCD.....	66
Gambar 4.9 Tampilan Data Pada LCD.....	67
Gambar 4.10 Blok Diagram Pengujian Pengiriman Data.....	67
Gambar 4.11 Hasil Pengiriman Data Dengan Menggunakan Handphone.....	67
Gambar 4.12 Blok Pengujian Tampilan Data Pada Komputer.....	68
Gambar 4.13 Tampilan Data Hasil Pengujian Alat Ukur Kecepatan Angin.....	68
Gambar 4.14 pengujian Data Maksimal	69
Gambar 4.15 Blok Diagram Pengukuran Hubungan Data Berat Dengan Tegangan Sensor	71
Gambar 4.16 Blok Diagram Pengujian Pengkondisi Sinyal	73
Gambar 4.17 Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal	74
Gambar 4.18 blok diagram pengujian driver relay dan solenoid valve	75
Gambar 4.19 Pengujian Tegangan Keluaran Driver Relay.....	75
Gambar 4.20 Tampilan Data Hasil Pengujian Alat Ukur Curah Hujan.....	76

Gambar 4.21 pengujian data maksimal 76

Gambar 4.22 pengujian pengiriman data maksimal 77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perintah ATcommand.....	32
Tabel 2.2 TP-Protocol Identifier Secara Umum.....	33
Tabel 2.3 Tabel Fungsi Pin-pin Modul LCD	35
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Output Tegangan Optocoupler.....	62
Tabel 4.2 Pengujian Mikrokontroler.....	63
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Alat Ukur Kecepatan Angin.....	70
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Hubungan Data Berat Dengan Tegangan Sensor.....	72
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Berat	73
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Driver Relay Dan Solenoid Valve.....	75
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Alat Ukur Curah Hujan.....	78

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hasil Pengujian Alat Ukur Kecepatan Angin.....	71
Grafik 4.2 pengukuran hubungan data berat dengan tegangan sensor.....	72
Grafik 4.3 Hasil Pengujian Alat Ukur Curah Hujan.....	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan jaman yang semakin maju, mendesak manusia untuk bisa bersaing di era globalisasi ini. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul disekitarnya serta meringankan pekerjaan yang ada. Serta untuk melakukan otomatisasi dan digitalisasi pada perangkat-perangkat manual. Sehingga dengan adanya perkembangan teknologi maka sistem monitoring kecepatan angin dan curah hujan yang dilakukan secara manual ini bisa digantikan dengan sistem monitoring kecepatan angin dan curah hujan yang secara otomatis dapat dikirim melalui SMS sehingga untuk mengetahui keadaan disuatu tempat tidak perlu datang ketempat tersebut.

Sistem pengukuran dilapangan seringkali sulit dilakukan secara manual oleh manusia. Untuk keperluan ini maka dibutuhkan suatu instrumentasi yang diandalkan untuk jangka waktu cukup lama dengan melakukan pengukuran berulang-ulang secara priodik.

Oleh karena itu penulis mencoba untuk merancang dan membuat alat pengukur kecepatan angin dan curah hujan dengan pengiriman data secara telemetri berbasis SMS Gateway yang kemudian hasil pengukuran ini akan ditampilkan dan disimpan komputer.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan alat pengukur kecepatan angin dan curah hujan ini dapat dirumuskan beberapa masalah yang dibahas antara lain :

- 1) Bagaimana merancang dan membuat alat pengukur kecepatan angin dan curah hujan
- 2) Bagaimana mengirimkan hasil pembacaan kecepatan angin dan curah hujan melalui SMS Gateway

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah untuk mengaplikasikan bidang elektronika kedalam alat pengukuran kecepatan angin dan curah hujan dengan menempatkan alat tersebut pada suatu daerah yang membutuhkan data-data intensitas

angin dan curah hujan. Alat tersebut akan mengukur dan menganalisis kecepatan angin dan curah hujan yang kemudian hasil pengukuran tersebut ditransmisikan melalui teknologi SMS Gateway dan menampilkannya kekomputer. Dengan adanya alat tersebut diharapkan dapat membantu beberapa pihak untuk dapat mengetahui pola kecepatan angin dan curah hujan yang diinginkan karena untuk saat ini data-data kecepatan angin dan curah hujan hanya melingkupi sebuah area yang besar bukan pada suatu area tertentu.

1.4. Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan penyelesaian tugas akhir ini secara maksimal, maka diperlukan batasan masalah yang diharapkan agar permasalahan tidak meluas dan tetap fokus pada tujuan utama. Adapun batasan-batasan pada skripsi ini yaitu :

1. Alat di tempatkan pada area terbuka tanpa penghalang dengan radius minimal 100 meter
2. Penempatan alat ukur kecepatan angin hanya dengan ketinggian 2 meter dari permukaan tanah
3. Batas pembacaan kecepatan angin dengan kecepatan angin sepoi-sepoi sampai angin kuat dan curah hujan hanya menampung air sebanyak 1 liter
4. Pengaruh gesekan mekanik diabaikan atau dianggap nol.

1.5. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini adalah:.

1. Studi Literatur

Mencari referensi-referensi yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan alat yang akan dibuat.

2. Perancangan dan pembuatan alat

Merancang serta membuat alat yang telah dihitung dan menentukan pemilihan terhadap komponen yang akan dipakai.

3. Pelaksanaan uji coba alat

Pengambilan sample data untuk setiap bagian dari rangkaian yang telah dibuat serta menganalisa dan membandingkan dengan hasil perhitungan apakah alat yang dibuat dapat berjalan sesuai fungsinya atau tidak.

4. Penyusunan Laporan Skripsi

1.6. Sistematik Penulisan

sistematika pembahasan perancangan dan pembuatan alat pengukur kecepatan angin dan curah hujan ini, perinciannya adalah sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan batasan masalah

BAB II : Landasan Teori

Berisi teori-teori yang menunjang dalam proses pembuatan tugas akhir

BAB III : Perencanaan Alat

Berisi tentang rancangan sistem yang membahas bagian demi bagian penyusunan sistem baik perangkat keras maupun perangkat lunak

BAB IV : Pengujian Dan Analisis

Berisi tentang pengujian fungsi dari rangkaian yang diinginkan dan data hasil pengujian

BAB V : Penutup

Berisi tentang kesimpulan dan saran-saran tentang pengembangan perancangan rangkaian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori dasar yang berkaitan dengan sistem yang akan dibuat. Teori dasar ini akan membahas tentang komponen dan peralatan yang akan di pakai dalam perancangan suatu sistem sehingga sistem dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

2.1. Prinsip Kerja Alat Pengukur Kecepatan Angin

Pada prinsipnya angin atau aliran udara bergerak dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang bertekanan rendah. Angin adalah pergerakan udara pada arah horizontal atau hampir horizontal, sedangkan aliran udara adalah pergerakan udara arah vertikal.

Udara yang bergerak dekat permukaan bumi yang tidak tetap kecepatan dan arahnya dinamai turbulensi. Terjadinya turbulensi disebabkan oleh gesekan udara dengan permukaan. Gesekan ini sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan, lebih kasar permukaan bumi lebih besar pula turbulensi. Turbulensi kecil terjadi pada permukaan laut oleh karena kecilnya gesekan.

Ada beberapa jenis angin yang diketahui antara lain sebagai berikut:

a. **Angin Laut dan Angin Darat**

Angin laut dan angin darat terjadi dari perbedaan sifat *thermal* daratan dan lautan. Dikarenakan kecilnya daya hantar dan panas jenis dari permukaan daratan, maka terjadi perbedaan suhu harian di darat lebih kurang lima kali sampai enam kali dari pada di atas lautan. Akibatnya di daratan pada siang hari lebih panas dan pada malam hari lebih dingin.

b. **Angin Lembah dan Angin Gunung**

Di siang hari terdapat pemanasan yang lebih cepat di tepi lembah atau lereng gunung, akibatnya udara di atas lereng gunung mengembang dan naik begitu pula terjadi perbedaan suhu dan tekanan udara pada lembah dan di atas lereng gunung mengakibatkan udara akan bergerak dari lembah ke lereng gunung dan dinamai angin lembah.

c. **Angin Musim**

Perbedaan pemanasan antara daratan dan lautan dalam skala besar terjadi antara benua dan samudera. Sistem yang terjadi dinamakan angin musim (*monsoon*).

d. Angin Pasat

Perbedaan panas yang terjadi terus-menerus antara daerah pada khatulistiwa dan daerah bertekanan tinggi pada sub tropis menyebabkan adanya perbedaan tekanan udara antara kedua daerah itu. Akibatnya timbul pergerakan udara dari kedua daerah sub tropis dikedua belahan bumi mengalir ke khatulistiwa. Pergerakan udara itu kekal sepanjang tahun dan dinamakan angin pasat.

e. Angin Lokal

Angin merupakan proses cuaca yang sangat peka terhadap indra perasa manusia sehingga terdapatlah ratusan nama lokal dari angin yang sangat berkesan bagi sesuatu daerah. Pada umumnya ada dua tipe angin lokal yakni angin panas dan angin dingin. Angin panas dapat berasal dari daerah sumber panas maupun oleh karena adanya pemanasan dinamis dari udara yang turun dari daerah yang lebih tinggi. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Angin>. Diakses 30 mei 2012)

Menurut kelas atau tingkatan (Beaufort class) kecepatan angin dibagi menjadi dua belas, yaitu sebagai berikut :

1. Angin Sepoi-sepoi

Angin sunyi bisa mengakibatkan gerakan angin terlihat pada arah asap dengan kecepatan 0,44 m/s - 1,34 m/s.

2. Angin Sangat Lemah

Angin sangat lemah bisa mengakibatkan angin terasa pada muka dengan kecepatan 1,78 m/s – 3,13 m/s.

3. Angin Lemah

Angin Lemah bisa menyebabkan daun dan ranting kecil bergerak-gerak dengan kecepatan 3,57 m/s - 5,36 m/s.

4. Angin Sedang

Angin sedang bisa menyebabkan kertas dapat terbang, ranting dan cabang kecil bergerak dengan kecepatan 5,81 m/s - 8,04 m/s.

5. Angin Agak Kuat

Angin agak kuat bisa menyebabkan pohon-pohon kecil bergerak dengan kecepatan 8,49 m/s – 10,72 m/s.

6. Angin Kuat

Angin kuat bisa menyebabkan dahan besar bergerak dengan kecepatan 11,17 m/s- 13,85 m/s.

7. Angin Kencang

Angin kencang bisa menyebabkan pohon-pohon seluruhnya bergerak dengan kecepatan 14,30 m/s - 16,98 m/s.

8. Angin Sangat Kuat

Angin sangat kuat bisa menyebabkan ranting-ranting patah dengan kecepatan 17,43 m/s - 20,56 m/s.

9. Badai

Badai bisa menyebabkan genting dapat terlempar dengan kecepatan 21,01 m/s – 24,14 m/s.

10. Badai Kuat

Badai kuat bisa menyebabkan pohon-pohon dapat tumbang dengan kecepatan 24,58 m/s - 28,16 m/s.

11. Angin Ribut

Angin ribut bisa menyebabkan pohon-pohon tumbang dengan kecepatan 28,61 m/s - 32,18 m/s.

12. Taufan Dahsyat

Taufan dahsyat bisa menyebabkan pohon-pohon tumbang dan rumah rubuh dengan kecepatan $> 32,63$ m/s. ([http://alpensteel.wordpress.com/more/artikel/ memahami-angin/](http://alpensteel.wordpress.com/more/artikel/memahami-angin/). Diakses 30 mei 2012).

Kecepatan angin adalah jarak tempuh angin atau pergerakan udara per satuan waktu dan dinyatakan dalam satuan meter per detik (m/d), kilometer per jam (km/j), dan mil per jam (mi/j). Satuan mil (mil laut) per jam disebut juga knot (kn); $1 \text{ kn} = 1,85 \text{ km/j} = 1,151 \text{ mi/j} = 0,514 \text{ m/d}$ atau $1 \text{ m/d} = 2,237 \text{ mi/j} = 1,944 \text{ kn}$. Kecepatan angin bervariasi dengan ketinggian dari permukaan tanah, sehingga dikenal adanya profil angin, dimana makin tinggi gerakan angin makin cepat. Kecepatan angin diukur dengan menggunakan alat yang disebut Anemometer. Anemometer tersebut ada dua jenis yaitu pengukuran pada ketinggian 2 meter dan 10 meter seperti di perlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Anemometer 2 Meter Dan 10 Meter (Sumber : Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika, Karangploso. Malang, 2012)

Sensornya terdiri dari tiga atau empat buah mangkok yang dipasang pada jari-jari yang berpusat pada suatu sumbu vertikal atau semua mangkok tersebut terpasang pada poros vertikal. Seluruh mangkok menghadap ke satu arah melingkar sehingga bila angin bertiup maka rotor berputar pada arah tetap. Kecepatan putar dari rotor tergantung kepada kecepatan tiupan angin. Melalui suatu sistem mekanik roda gigi, perputaran rotor mengatur sistem akumulasi angka penunjuk jarak tiupan angin. Anemometer tipe cup counter hanya dapat mengukur rata-rata kecepatan angin selama suatu periode pengamatan. Dengan alat ini penambahan nilai yang dapat dibaca dari satu pengamatan ke pengamatan berikutnya, menyatakan akumulasi jarak tempuh angin selama waktu dari kedua pengamatan tersebut, sehingga kecepatan anginnya adalah sama dengan akumulasi jarak tempuh tersebut dibagi lama selang waktu pengamatannya.

2.2. Prinsip Kerja Alat Pengukur Curah Hujan

Hujan adalah peristiwa sampainya air dalam bentuk cair maupun padat yang dicurahkan dari atmosfer ke permukaan bumi. Garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai curah hujan sama disebut Isohyet.

Klasifikasi hujan :

- a. Berdasarkan ukuran butirannya, hujan dibedakan menjadi :
 1. Hujan gerimis/drizzle, diameter butirannya kurang dari 0,5 mm
 2. Hujan salju/snow, terdiri dari kristal-kristal es yang temperatur udaranya berada dibawah titik beku (0°C)
 3. Hujan batu es, curahan batu es yang turun didalam cuaca panas dari awan yang temperaturnya diatas titik beku dengan diameter butiran $\pm 7\text{mm}$.

b. Berdasarkan proses terjadinya, hujan dibedakan atas :

1. Hujan Frontal

Hujan frontal adalah hujan yang terjadi di daerah front, yang disebabkan oleh pertemuan dua masa yang berbeda temperaturnya. Massa udara panas/lembab bertemu dengan massa udara dingin/padat sehingga berkondensasi dan terjadilah hujan.

2. Hujan Zenital/Ekuatorial/Konveksi/Naik Tropis

Jenis hujan ini terjadi karena udara naik disebabkan adanya pemanasan tinggi. Jenis hujan ini Terdapat di daerah tropis antara $23,5^{\circ}$ LU - $23,5^{\circ}$ LS. Oleh karena itu, disebut juga hujan naik tropis.

3. Hujan Orografis/Hujan Naik Pegunungan

Terjadi karena udara yang mengandung uap air dipaksa oleh angin mendaki lereng pegunungan yang makin keatas semakin dingin sehingga terjadi kondensasi, terbentuklah awan dan jatuh sebagai hujan. Hujan yang jatuh pada lereng yang dilaluinya disebut hujan orografis, sedangkan dilembar sebelah lainnya bertiup angin jatuh yang kering dan disebut daerah bayangan hujan.

Intensitas curah hujan dikelompokkan menurut tingkat presipitasi:

1. Hujan Gerimis : ketika tingkat presipitasinya < 25 millimeter (0.98 in) per jam
2. Hujan sedang : ketika tingkat presipitasinya antara 25 millimeter (0.98 in) - 76 millimeter (3.0 in) atau 10 millimeter (0.39 in) per jam
3. Hujan deras : ketika tingkat presipitasinya > 76 millimeter (3.0 in) per jam, atau antara 10 millimeter (0.39 in) dan 50 millimeter (2.0 in) per jam
4. Hujan badai : ketika tingkat presipitasinya > 50 millimeter (2.0 in) per jam

Alat pengukur curah hujan merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui hujan yang terjadi pada jangka waktu tertentu. Cara pengambilan data untuk curah hujan adalah dengan suatu alat yang disebut dengan rain gauge. Pada saat turun hujan, maka alat ini akan menampung air hujan kemudian kemudian didalam alat ini terdapat grafik yang akan menunjukkan seberapa lama intensitas curah hujan serta seberapa besar curah hujan yang terjadi saat itu.

Setelah tertulis didalam sebuah grafik, maka data tersebut akan diambil untuk kemudian dikalkulasikan sehingga untuk jangka waktu satu minggu dapat diketahui

seberapa besar curah hujan di daerah tertentu. Satuan untuk curah hujan adalah milimeter (mm) per satuan waktu.

Cara penempatan alat ukur curah hujan juga tidak boleh dilakukan dengan sembarangan melainkan ada suatu standar internasional (World meteorological organization standart), yaitu corong untuk alat ini tidak boleh terhalang oleh apapun juga dengan sudut 90^0 . Untuk dimensi alat pengukur curah hujan juga memiliki standar internasional yaitu dimana tinggi dari alat pengukur diukur dari tanah harus 120 cm terhadap corongnya sedangkan untuk luas corong itu sendiri harus sebesar 200mm^2 (untuk alat ukur otomatis) dan sebesar 100mm^2 (untuk alat ukur manual).

Ada macam-macam alat pengukur yang digunakan oleh BMKG, antara lain yang manual dan otomatis. Penakar hujan yang baku digunakan di Indonesia adalah tipe observatorium. Semua alat pengukur hujan yang beragam bentuknya atau yang otomatis dibandingkan dengan alat penakar hujan otomatis (OBS).

Penakar hujan OBS adalah alat manual. Jumlah air hujan yang tertampung diukur dengan gelas yang telah dikonversi dalam satuan tinggi atau gelas ukur yang kemudian dibagi sepuluh karena luas penampangnya adalah 100 cm sehingga dihasilkan satuan mm. Pengamatan dilakukan sekali dalam 24 jam yaitu pada pagi hari. Hujan yang diukur pada pagi hari adalah hujan kemarin bukan hari ini.



Gambar 2.2 Corong Alat Pengukur Curah Hujan Manual (Sumber : Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika, Karangploso. Malang, 2012)



Gambar 2.3 Alat Pengukur Curah Hujan Manual (Sumber : Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika, Karangploso. Malang, 2012)

Selain itu ada pula penakar jenis hellman yang termasuk penakar hujan yang dapat mencatat sendiri. Jika hujan turun, air hujan masuk melalui corong, kemudian terkumpul dalam tempat pelampung. Air ini menyebabkan pelampung serta tangkainya terangkat (naik keatas). Pada tangkai pelampung terdapat tongkat pena yang gerakannya selalu mengikuti tangkai pelampung. Gerakan pena dicatat pada pias yang digulung pada silinder jam yang dapat berputar dengan bantuan tenaga per.



Gambar 2.4 Corong Alat Pengukur Curah Hujan Otomatis (Sumber : Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika, Karangploso. Malang, 2012)



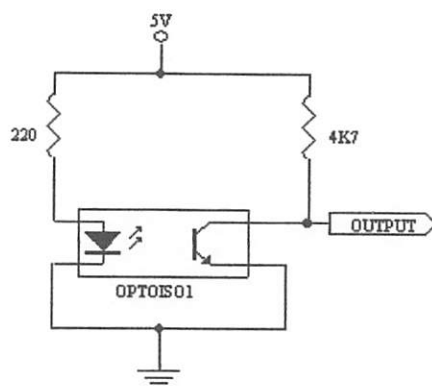
Gambar 2.5 Alat Pengukur Curah Hujan Otomatis (Sumber : Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika, Karangploso. Malang, 2012)

Jika air dalam tabung hampir penuh, pena akan mencapai tempat teratas pada pias. Setelah air mencapai atau melewati puncak lengkungan selang gelas, air dalam tabung akan keluar sampai ketinggian ujung selang dalam tabung dan tangki pelampung dan pena turun dan pencatatannya pada pias merupakan garis lurus vertikal. Dengan demikian jumlah curah hujan dapat ditentukan dengan menghitung jumlah garis-garis vertikal yang terdapat pada pias.

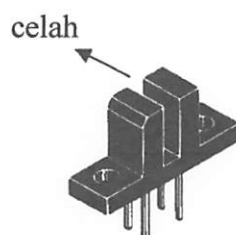
2.3. Optocoupler

Isolator Optic (Opto-Isolator) atau sering disebut dengan optocoupler adalah rangkaian terpadu yang terdiri dari Fototransistor dan LED (Light Emitting

Diode)/kombinasi antara emitter dan decoder. Susunan dari optocoupler diperlihatkan pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Kombinasi Emitter Dan Detector (<http://belajar-elektronika.com/tutorial/transducersensor/sensor-putaran-dengan-optocoupler/>. Diakses 3 Januari 2011)



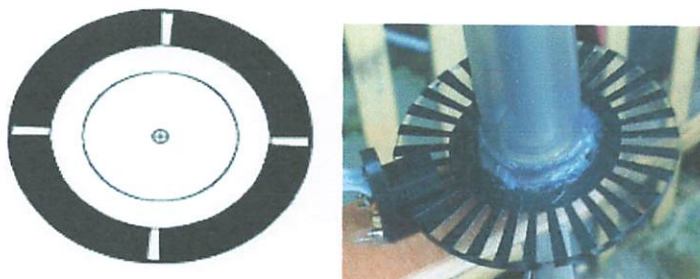
Gambar 2.7 Bentuk Kemasan Optocoupler (<http://www.datasheets.org.uk/H22A2-datasheet.html>. diakses 30 Mei 2012)

Pada gambar diatas terlihat bahwa antara LED dan fototransistor terdapat daerah yang kosong yang berfungsi sebagai sensor untuk menghalangi atau melewatkan cahaya dan pemancar LED dengan cara memberikan suatu sekat yang tidak tembus cahaya. Dan celah antara LED dan fototransistor dipasang piringan berbentuk silindris dan mempunyai lubang n buah. Karena keluaran fototransistor terkena sinar dari LED berupa sinyal listrik yang sesuai dengan intensitas cahaya pantulan, LED yang ditangkap oleh fototransistor tersebut, maka dalam satu putaran akan dihasilkan n buah pulsa.

Penerimaan cahaya infra merah akan membuat transistor peka cahaya menjadi konduksi. Ketika transistor konduksi, keluarannya akan menjadi masukan logika rendah. Jadi keluaran rangkaian transduser akan berlogika rendah ketika transistor konduksi. Pada saat LED tidak konduksi (off), LED tidak akan memancarkan cahaya infra merah sehingga transistor juga akan mati. Hal ini akan memberi keluaran dari transistor berlogika tinggi

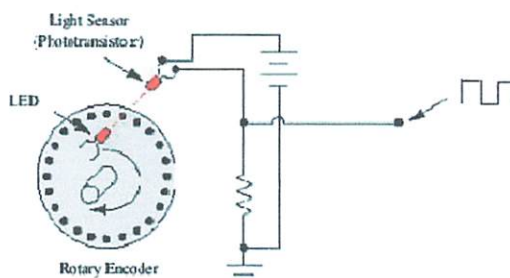
2.4. Rotary Encoder

Rotary encoder adalah peralatan elektro-mekanik yang menggunakan sensor optic yang menghasilkan rentetan fulsa-fulsa yang dapat diubah kedalam suatu gerakan, posisi, atau arah. Contoh dari rotary encoder dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Rotary Encoder

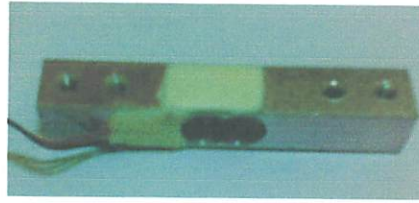
Pada gambar 2.8 menunjukkan prinsip kerja secara umum dari rotary encoder, dimana sebuah piringan tipis dan led yang ditempatkan sedemikian rupa sehingga cahayanya tetap terfokus pada piringan tersebut. Sebuah transistor aktif cahaya ditempatkan pada sisi lain dari piringan sehingga dapat mendeteksi cahaya dari led. Piringan tersebut ditempatkan pada poros (Shaft) yang bergerak. Dimana pergerakan piringan tersebut sesuai dengan pergerakan poros (Shaft) berputar, maka piringan ikut berputar. Ketika piringan yang diatasnya ditempatkan led yang memancarkan cahaya yang terfokus terhadap fototransistor, fototransistor akan berada dalam keadaan saturasi yang keluarannya berupa fulsa gelombang kotak.



Gambar 2.9 Prinsip Kerja Secara Umum Dari Rotary Encoder
<http://eprints.undip.ac.id/25737/1/Makalah.pdf>. Diakses 2011)

2.5. Sensor Load Cell

Load cell adalah suatu device pengukur yang digunakan untuk memonitor gaya kompresi, tensi dan shear. Dengan kata lain, load cell adalah transduser yang mengkonversi gaya/force menjadi sinyal listrik.



Gambar 2.10 Sensor Load Cell

Perangkat sensor yang digunakan didalam load cell adalah strain gauge. Dalam satu load cell biasanya minimal terdapat 2 strain gauge. Semakin banyak strain gauge didalam load cell maka output juga akan semakin sensitive.

Bagian inti penyusun load cell adalah apparatus penerima gaya dan perangkat sensor. Apparatus penerima gaya biasanya dibuat dari bahan tertentu dan dengan bentuk konstruksi tertentu. Pemilihan bagian ini didasarkan bahwa pada konstruksi harus bias meregang maksimal (tanpa mengalami kerusakan maupun perubahan bentuk tanpa terdefleksi) ketika dibebani dengan beban dalam range yang ditentukan. Oleh karena itu maka yang sering digunakan adalah bahan alumenium karena bahan alumenium memiliki elastisitas tinggi dan kuat.

spesifikasi dari load cell 3133 - Micro Load Cell (0-5kg) - CZL635

Mechanical

Housing Material	: Aluminum Alloy
Load Cell	: Type Strain Gauge
Capacity	: 5kg
Dimensions	: 55.25x12.7x12.7mm
Mounting Holes	: M5 (Screw Size)
Cable Length	: 550mm
Cable Size	: 30 AWG (0.2mm)
Cable - no. of leads	: 4

Electrical

Precision	: 0.05%
Rated Output	: 1.0 ± 0.15 mv/V
Non-Linearity	: 0.05% FS
Hysteresis	: 0.05% FS
Non-Repeatability	: 0.05% FS

Creep (per 30 minutes)	: 0.1% FS
Temperature Effect on Zero (per 10°C)	: 0.05% FS
Temperature Effect on Span (per 10°C)	: 0.05% FS
Zero Balance	: $\pm 1.5\%$ FS
Input Impedance	: 1130 ± 10 Ohm
Output Impedance	: 1000 ± 10 Ohm
Insulation Resistance (Under 50VDC)	: ≥ 5000 MOhm
Excitation Voltage	: 5 VDC
Compensated Temperature Range	: -10 to $\sim +40^\circ\text{C}$
Operating Temperature Range	: -20 to $\sim +55^\circ\text{C}$
Safe Overload	: 120% Capacity
Ultimate Overload	: 150% Capacity

2.5.1. Strain Gauge

Strain gauge adalah suatu resistor yang nilai resistansinya berubah terhadap tarikan/strain. Strain gauge dibentuk dari suatu konduktor tipis yang memiliki suatu nilai resistansi. Ketika terjadi regangan, maka bentuk fisik/luasan dari konduktor tersebut akan berubah hingga pada akhirnya akan mengubah nilai resistansi.

Tahanan dari suatu logam adalah :

$$R_0 = \rho \frac{l_0}{A_0}$$

Dimana :

- R_0 = tahanan dalam Ω
- ρ = tahanan jenis logam
- l_0 = panjang
- A_0 = luas penampang

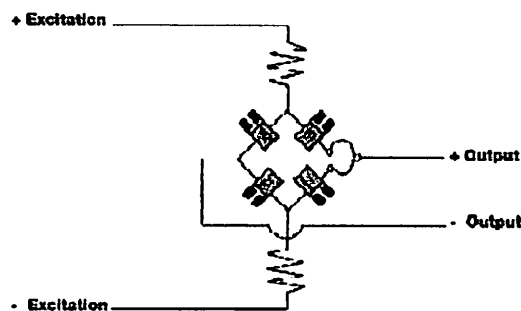
Jika sebuah material konduktor dikenai stress, maka akan mengalami perubahan panjang. Perubahan panjang ini akan mempengaruhi nilai resistansi dari material tersebut. Perubahan resistansi merefleksikan perubahan dari strain.



Gambar 2.11 Rangkaian Strain Gauge (<http://load-cell.blogspot.com/p/teori-load-cell.html>. Diakses 30 Mei 2012)

2.5.2. Rangkaian Jembatan Strain Gauge

Rangkaian jembatan sangat baik untuk mendeteksi perubahan resistansi yang kecil. Dengan menambahkan dummy gauge dapat memberikan kompensasi berat. Secara khusus, dummy gauge dipasang dengan posisi tidak sensitive tapi dalam wadah dengan strain gauge yang aktif, sehingga keduanya akan berubah resistansi karena pengaruh temperature, tapi detector tidak akan merespon perubahan dari kedua strain gauge tersebut. Hanya bagian strain gauge yang aktif yang akan ditanggapi. Rangkaian ini dikenal dengan one arm bridge.



Gambar 2.12 Rangkaian Strain Gauge (<http://load-cell.blogspot.com/p/teori-load-cell.html>. Diakses 30 Mei 2012)

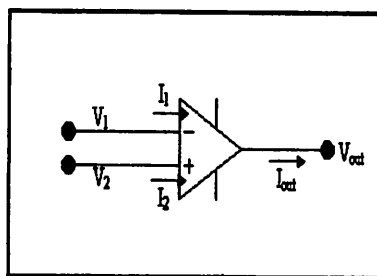
2.6. Op Amp

Penguat Operational adalah integrated circuit (IC) yang memiliki keunggulan tinggi dan pemakaian yang sangat luas. Sebuah Penguat operational umum dibangun suatu penguat diferensial yang mempunyai masukan membalik dan tak membalik. Dalam analisa rangkaian penguat operational maka pendekatan yang paling baik adalah dengan menganggapnya sebagai rangkaian yang ideal.

Suatu penguat operational yang ideal mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Penguat tegangan untuk open loop $A_v = \infty$
- Impedansi masukan $Z_i = \infty$
- Bandwitch = ∞
- Keseimbangan sempurna : $V_o = 0$ jika $V_1 = V_2$
- Karakteristik tidak terpengaruh oleh temperature

Sebuah penguat operational secara umum dan sederhana dapat diwakili oleh Gambar 2.13 yang menunjukkan karakteristik penguat ini.



Gambar 2.13 Penguat operational (Coughin, Robert F. 1983: 33)

Dari gambar 2.13, tegangan keluar untuk *open loop* diperoleh melalui rumus sebagai berikut :

$$V_{out} = Ad(V_2 - V_1) \quad (2.1)$$

Dalam pengertian penguat operational ideal penguatan open loop tak terhingga ($Ad = \infty$) maka

$$V_2 - V_1 = \frac{V_{out}}{Ad} = \frac{V_{out}}{\infty} = 0 \quad (2.2)$$

Sehingga diperoleh :

$$V_1 = V_2 \quad (2.3)$$

Sedangkan arus yang mengalir melalui kedua masukan sebagai berikut :

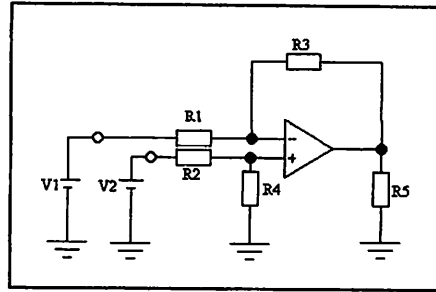
$$I_1 = \frac{V_1}{Z_1} \text{ dan } I_2 = \frac{V_2}{Z_2}, \text{ karena } Z_1 = \infty, \text{ maka}$$

$$I_1 = 0, I_2 = 0$$

Dari perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa ketika keluaran penguat operasional berada dalam jangkauan kelinieran, maka kedua masukan mempunyai tegangan yang sama. Sedangkan arus yang masuk pada kedua masukannya bernilai nol.

2.6.1 Penguat Diferensial

Penguat diferensial berguna untuk memperkuat sinyal-sinyal kecil yang terpendam menjadi sinyal yang jauh lebih besar. Cara kerja penguat diferensial adalah sebagai berikut. Sebagaimana terlihat dalam gambar 2.14, terdapat empat buah resistor dan sebuah Op Amp membentuk sebuah penguat diferensial.



Gambar 2.14 Penguat Diferensial Dasar (Coughin, Robert F. 1983: 161)

Dengan menggunakan teorema superposisi, jika V_1 dihubungkan singkat terhadap ground maka pada keluaran penguat V_1 akan mengalami penguatan sebesar $-m$. Sehingga tegangan keluaran akibat V_2 adalah $-mV_2$. Kemudian bila V_2 dihubungkan singkat terhadap ground maka pada keluaran penguat V_1 mengalami penguatan sebesar m . Sehingga tegangan keluaran akibat V_1 adalah mV_1 sehingga secara keseluruhan didapatkan.

$$V_{out} = mV_1 - mV_2$$

$$V_{out} = m(V_1 - V_2) \quad (2.4)$$

$$A = \frac{mR}{R} \quad (2.5)$$

Apabila $V_1 = V_2$ maka tegangan keluaran akan sama dengan nol. Cara yang diterapkan yaitu dengan menghubungkan kedua terminal masukan 1 dan 2 menjadi satu dengan sumber tegangan V_{of} (tegangan masukan mode bersama). Tegangan keluaran akan sama dengan nol selama perbandingan mR terhadap R pada masukan Op Amp baik masukan pembalik maupun tak membalik adalah sama. Sifat penguat diferensial inilah yang memungkinkan suatu sinyal kecil diambil dari sinyal yang lebih besar. Hal ini dilakukan dengan cara yaitu sinyal yang lebih besar (tak dikehendaki) merupakan tegangan masukan bersama dan sinyal kecil merupakan tegangan diferensial. Sehingga keluaran penguat diferensial hanya akan berisi tegangan masukan diferensial yang diperkuat.

Dalam praktek tegangan keluaran untuk tegangan masukan mode bersama hanya akan mendekati nol atau suatu nilai yang dapat diabaikan. Tingkat penolakan penguat diferensial terhadap masukan mode bersama disebut CMRR (*Common Mode Rejection Ratio*). CMRR dinyatakan dengan persamaan :

$$CMRR = \frac{A_{dm}}{A_{cm}} \quad (2.6)$$

Atau

$$CMRR(dB) = 20 \log \frac{A_{dm}}{A_{cm}}$$

Dengan : A_{dm} = penguat mode diferensial

A_{cm} = penguat mode bersama

2.6.2 Penguat Penyangga

Dengan penambahan penguat penyangga seperti dalam gambar 2.15 maka perubahan penguat dapat dilakukan dengan penyetelan sebuah resistor variable saja. *Sedangkan* pada penguat diferensial dasar diperlukan setidaknya dua buah resistor variabel untuk memperbesar gain penguat. Karena beda tegangan kedua masukan pada Op Amp besarnya 0 V, maka masing-masing tegangan di titik 3 dan 4 adalah sama dengan V_{i1} dan V_{i2} terhadap ground.

$$V_3 = V_{i1} \text{ dan } V_4 = V_{i2} \quad (2.7)$$

Sehingga tegangan pada R_2 adalah $V_{i1} - V_{i2}$. Bila $R_1 = R_3 = R$ dan $R_2 = aR$ maka R_2 adalah tahanan variabel yang digunakan untuk menyetel gainnya. Bila V_{i1} lebih besar dari V_{i2} maka arus akan mengalir melalui R_2 sebesar

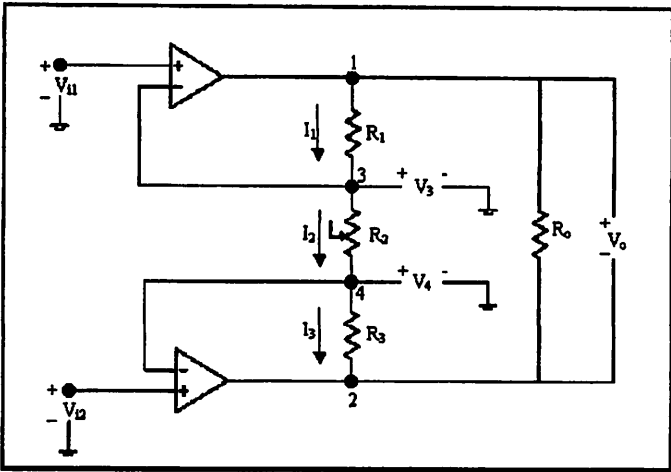
$$I = \frac{V_{i1} - V_{i2}}{aR} \quad (2.8)$$

Arus ini mengalir melalui kedua tahanan R_1 dan R_3 , dan dengan demikian tegangan yang terdapat pada R_0 adalah.

$$V_0 = (V_{i1} - V_{i2}) + \frac{2(V_{i1} - V_{i2})}{a} \quad (2.9)$$

$$V_0 = (V_{i1} - V_{i2}) \left(1 + \frac{2}{a} \right) \quad (2.10)$$

dengan $a = \frac{aR}{R}$



Gambar 2.15 Penguat penyangga (Coughin, Robert F. 1983: 168)

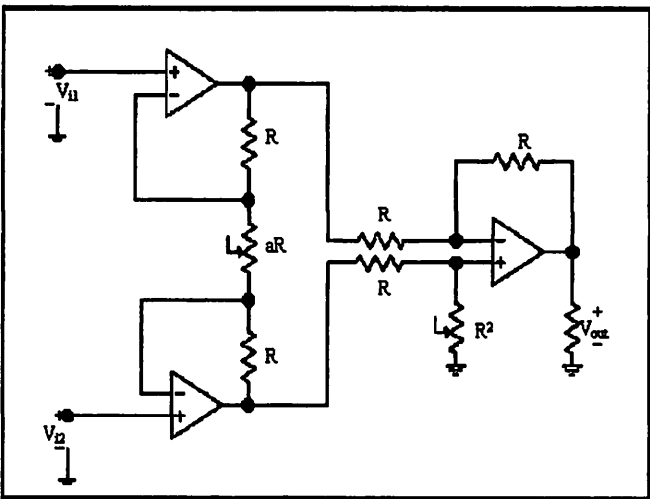
Sehingga didapatkan penguat sebesar :

$$Ad = \frac{V_o}{V_{i1} - V_{i2}} = \left(1 + \frac{2}{a}\right) \tag{2.11}$$

2.6.3 Penguat Instrumentasi

Salah satu penguat yang paling bermanfaat, cermat dan serbaguna adalah penguat instrumentasi. Penguat instrumentasi adalah sebuah penguat penyangga yang dihubungkan dengan sebuah penguat diferensial dasar seperti terlihat dalam gambar 2.16

Penguat diferensial dengan R yang sama menghasilkan gain sebesar 1 namun dalam praktek tahanan variable R2 perlu diberikan untuk menyeimbangkan setiap tegangan mode bersama.



Gambar 2.16 Penguat Instrumentasi (Coughin, Robert F. 1983: 168)

Dengan demikian dari persamaan (2.5) dan persamaan (2.6), maka untuk m sama dengan 1 diperoleh besar tegangan keluaran sebagai berikut :

$$V_{out} = (V_{i1} - V_{i2}) \left(1 + \frac{2}{a} \right) \quad (2.12)$$

$$\text{dengan } a = \frac{aR}{R} \quad (2.13)$$

2.7. Mikrokontroller ATmega8535

AVR merupakan seri mikrokontroller CMOS 8_bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer) hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 Register general-purpose. Timer/counter fleksibel dengan mode compare, interrupt *internal* dan *eksternal*, serial USART, Programmable Watching Timer, dan Mode Power Saving. Beberapa diantaranya mempunyai ADC dan PWM internal. AVR juga In-Sistem Programmable Flash On Chip yang mengijinkan memori program untuk deprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI.

ATmega 8535 adalah mikrokontroller CMOS 8_bit daya rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Kebanyakan instruksi dikerjakan pada satu siklus clock, ATmega 8535 mempunyai troughput mendekati 1 MPS per MHZ membuat desain dari sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses.

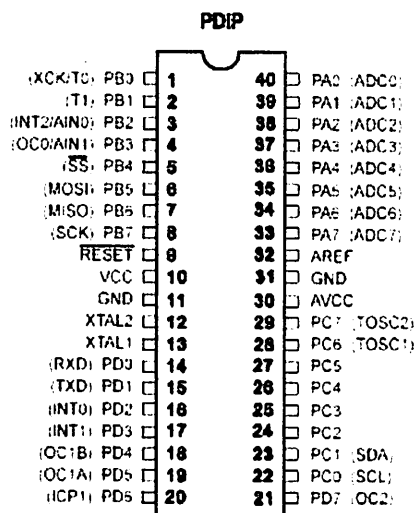
2.7.1. Fitur ATmega8535

Mikrokontroller ATmega 8535 memiliki fitur-fitur utama antara lain :

- 130 macam intruksi
- 32x8 bit General Purpose Registrasi
- Memori Program Flash ROM 8k
- Memori data Sram 512 byte
- Memori EEPROM 512 byte
- Jalur I/O 32 pin
- Timer/Counter 3 kanal
- 8-chanel, 10 bit ADC
- Output PWM 4 kanal
- 6 mode Sleep

- Serial I/O menggunakan UASRT
- Komparator Analog

2.7.2. Konfigurasi ATmega8535



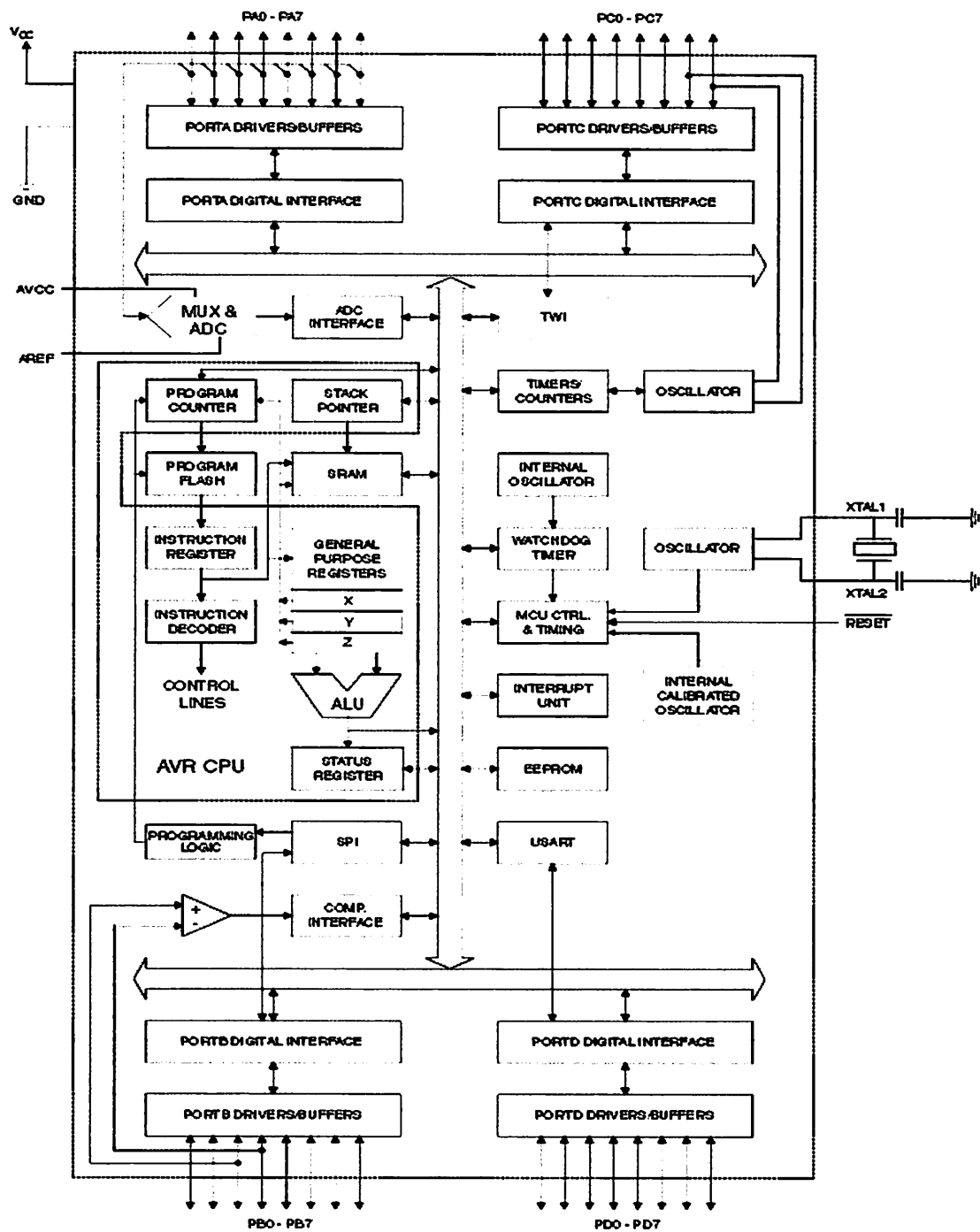
Gambar 2.17 Konfigurasi Pin ATmega8535 (Afrie Setiawan,2010. Hal 4)

Secara umum konfigurasi dan fungsi pin ATmega8535 dapat dijelaskan sebagai berikut

- 1) **VCC** : Input sumber tegangan (+)
- 2) **GND** : Ground (-)
- 3) **Port A (PA7 ... PA0)** : Berfungsi sebagai input analog dari ADC (Analog to Digital Converter). Port ini juga berfungsi sebagai port I/O dua arah, jika ADC tidak digunakan.
- 4) **Port B (PB7 ... PB0)** : Berfungsi sebagai port I/O dua arah. Port PB5, PB6 dan PB7 juga berfungsi sebagai MOSI, MISO dan SCK yang dipergunakan pada proses downloading.
- 5) **Port C (PC7 ... PC0)** : Berfungsi sebagai port I/O dua arah.
- 6) **Port D (PD7 ... PD0)** : Berfungsi sebagai port I/O dua arah. Port PD0 dan PD1 juga berfungsi sebagai RXD dan TXD, yang dipergunakan untuk komunikasi serial.
- 7) **RESET** : Input reset.
- 8) **XTAL1** : Input ke amplifier inverting osilator dan input ke sirkuit clock internal.
- 9) **XTAL2** : Output dari amplifier inverting osilator.

- 10) AVCC : Input tegangan untuk Port A dan ADC.
- 11) AREF : Tegangan referensi untuk ADC.

2.7.3. Arsitektur ATmega8535



Gambar 2.18 Blok diagram fungsional ATmega8535 (Afrie Setiawan,2010. Hal 6)

Dari gambar blok diagram tersebut dapat dilihat bahwa ATmega8535 memiliki bagian-bagian sebagai berikut :

- 1) Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu Port A,Port B,Port C dan Port D.

- 2) ADC 8 *channel* 10 bit.
- 3) Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan pembandingan.
- 4) CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
- 5) *Watchdog timer* dengan osilator *internal*.
- 6) SRAM sebesar 512 byte.
- 7) Memori *Flash* sebesar 8 KB dengan kemampuan *Read While Write*.
- 8) *Interrupt internal* dan *eksternal*
- 9) *Port* antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interface*).
- 10) EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- 11) Antarmuka komparator analog.
- 12) *Port* USART untuk komunikasi serial

2.7.4. Memori mikrokontroler ATmega8535

Atmega8535 memiliki 3 jenis memori yaitu :

1) Memori Data

ATmega8535 memiliki kapasitas memori data sebesar 608 byte yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serbaguna, register I/O dan SRAM. 32 byte alamat terendah digunakan untuk register serbaguna yaitu R0 – R31. 64 byte berikutnya digunakan untuk register I/O yang digunakan untuk mengatur fasilitas seperti timer/counter, imterupsi, ADC USART, SPI, EEPROM dan port I/O. selanjutnya 512 byte diatasnya digunakan untuk memori data SRAM

2) Memori Program

ATmega8535 memiliki kapasitas memori program sebesar 8 kbyte yang terpetakan dari alamat 0000h – 0FFFh dimana masing-masing alamat memiliki lebar data 16 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program boot dan bagian program aplikasi. Jika tidak menggunakan Boot Loader Flash maka semua kapasitas memori program diatas dapat digunakan untuk program aplikasi. Tetapi jika menggunakan fitur Boot Loader Flash maka pembagian ukuran kedua bagian ditentukan oleh BOOTSZ Fuse

3) Memori EEPROM

ATmega8535 memiliki memori EEPROM sebesar 512 byte yang terpisah dari memori data maupun program. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM Address (EEARH-EEARL), register EEPROM Data (EEDR), dan register EEPROM Control (EECR).

2.7.5. Status Register (SREG)

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

1) Bit 7-1: Global Interrupt Enable.

Bit harus diset untuk meng-enable interupsi. Hal ini dilakukan dengan cara mengaktifkan interupsi yang akan digunakan, melalui meng-enable bit control 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 RETI.

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

3) Bit 5-H: Half carry flag.

4) Bit 4-S: Sign Bit.

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

5) Bit 3-V: Two's Complement Overflow Flag.

Bit berguna untuk mendukung operasi aritmatika.

6) Bit 2-N: Negative Flag.

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

7) Bit 1-Z: Zero Flag.

Bit akan diset bila hasil operasi yang diperoleh adalah nol.

8) Bit 0-C: Carry Flag.

Apabila suatu operasi menghasilkan carry, maka bit akan diset.

2.7.6. Register I/O

Atmega8535 memiliki 64 byte register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori Ram (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN atau OUT).

Jika register I/O diakses seperti mengakses data pada memori RAM maka register I/O diatas menempati alamat 0020-005F, tetapi jika register I/O diakses seperti mengakses I/O maka register I/O menempati alamat memori 0000-003F.

2.7.7. Port I/O

Atmega8535 bersifat bi-directional (dua arah) pada saat berfungsi sebagai port I/O. bahkan setiap pin dapat dikonfigurasi baik sebagai input maupun output secara individu tanpa mempengaruhi pin-pin yang lain. Hal ini dapat dilakukan dengan perintah SBI dan CBI.

Pengaturan port I/O baik sebagai input maupun output otomatis akan diikuti dengan pengaturan full-up resistor internal. Meskipun demikian pengaturan full-up resistor bias saja dinon-aktifkan melalui bit PUD pada register SFIO. Jika PUD diset "1" maka berarti konfigurasi pull-up port I/O non-aktif.

Tiga alamat memori I/O dialokasikan untuk mengatur konfigurasi setiap port I/O yaitu :

- data register (PORTx)
digunakan untuk menyimpan data yang akan ditulis/dikeluarkan ke port I/O pada saat dikonfigurasi sebagai output.
- data direction register (DDRx)
digunakan untuk mendefinisikan port sebagai input atau sebagai output. Jika DDRx diisi "1" berarti sebagai output dan jika diisi "0" maka sebagai input
- port input pin (PINx)
digunakan untuk menyimpan data yang terbaca dari port I/O pada saat dikonfigurasi sebagai input

2.7.8. Timer/Counter

Atmega8535 memiliki 3 modul timer yang terdiri dari 2 buah timer/counter 8-bit dan 1 buah timer/counter 16-bit. Ketiga modul timer/counter ini dapat diatur dalam mode yang berbeda secara individu dan saling mempengaruhi satu sama lain. Time/counter jg dapat difungsikan sebagai sumber interupsi.

1) Timer/Counter 0

Timer/Counter 0 adalah 8-bit timer/counter yang multifungsi. Deskripsi untuk timer/counter 0 pada atmega8535 adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai counter 1 kanal

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

Pengaturan timer/counter 0 diatur oleh TCCR0 (timer/counter control register 0) dengan penjelasan untuk tiap bit sebagai berikut :

- a. Bit 7 - FOC0 : Force Output Compare
- b. Bit 6,3 – WGM01 : WGM00 : Wafeform Generation Unit
bit mengontrol kenaikan dari cunter, sumber dari nilai maksimum counter, dan tipe dari jenis timer/counter yang dihasilkan, yaitu mode normal, clear timer, mode compare match, dan dua tipe dari PWM (Pulse Width Modulation)
- c. Bit 5,4 – COM01 : Com00 : compare match output mode
bit tersebut mengontrol pin OC0 (Output Compare Pin). Apabila kedua bit tersebut nol atau clear, maka pin OC0 berfungsi sebagai pin biasa. Amun, jika salah satu bit set, maka fungsi pin tergantung pada setting bit pada WGM00 dan WGM01.
- d. Bit 2, 1, 0 – CS02, CS01, CS00 : clock select
Ketiga bit tersebut memilih sumber clock yang akan digunakan oleh timer/counter

2) Timer/Counter 1

Timer/Counter 1 adalah 16-bit timer/counter yang memungkinkan program pewaktuan lebih akurat. Berbagai fitur dari timer/counter 1 adalah :

- a. Desain 16 bit (juga memungkinkan 16 bit PWM)
- b. Dua buah compare unit
- c. Dua buah register pembanding
- d. Satu buah input capture unit
- e. Timer dinolkan saat match compare (auto reload)
- f. Dapat menghasikan gelombang PWM dengan glitch-free
- g. Periode PWM yang dapat diubah-ubah

Pengaturan pada timer/counter 1 diatur melalui register TCC1A dengan penjelasan setiap bit sebagai berikut :

- a. Bit 7, 6 – COM timer/counter control register1 A1 : 0 : compare output mode untuk channel A
- b. Bit 5, 4 – COM1B1 : 0 : compare output mode untuk channel B
- c. Bit 3 – FOC1A : force output compare untuk channel A
- d. Bit 2 – FOC1B : force output compare untuk channel B
- e. Bit 1, 0 – WGM1 1, 0 : waveform generation mode

Pengaturan timer/counter 1 juga diatur oleh register TCCR1B dengan penjelasan setiap bit sebagai berikut :

- a. Bit 7 – INC1 : input capture noise canceler
- b. Bit 6 – ICES 1 : inpt capture edge select
- c. Reserved bit
- d. Bit 4,3 – WGM1 1 :3 : waveform generation mode
- e. Bit 2, 0 : clock select

3) Timer/Counter 2

Timer/counter 2 adalah 8 bit timer/counter yang multifungsi. Mode kerja timer/counter 2 sama persis dengan mode kerja timer/counter 0, hanya saja pada timer/counter 2 memiliki satu fitur tambahan yaitu asynchronous mode. Perbedaan antara synchronous dan asynchronous adalah hanya teletak pada sumber clock saja. Jika pada mode synchronous seperti yang digunakan pada timer/counter 0 dan timer/counter 1 memiliki sumber clock yang berasal dari kristal yang terhubung melalui pin XTAL1 dan XTAL2 maka pada mode asynchronous memiliki sumber clock eksternal yang terhubung melalui pin TOSC1 dan TOSC2.

2.7.9. Usart

Sistem Usart atmega8535 memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan Sistem Uart, yaitu :

- 1) Operation full duplex
- 2) Mode operasi asinkron dan sinkron
- 3) Mendukung komunikasi multiprosesor
- 4) Mode kecepatan transmisi berorde mbps

Dalam proses inisialisasi ada beberapa buah proses yang perlu ditentukan nilainya, yaitu :

- 1) UBRR (Asart Baud Rate Register) merupakan register 16 bit yang berfungsi melakkan penentuan kecepatan transmisi data yang akan digunakan
- 2) UCSRB (Usart Control And Status Register B) merupakan register 8 bit pengatur aktivitas penerima dan pengirim usart
- 3) UCSRC (Usart Control And Status Register C) merupakan register 8 bit yang digunakan untuk mengatur mode dan kecepatan komunikasi serial yang dilakukan

2.7.10. ADC

Atmega8535 telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal dengan fidelitas 10 bit. Proses inisialisasi ADC meliputi penentuan clock, tegangan referensi, format output data, dan mode pembacaan. Register yang perlu diset nilainya adalah :

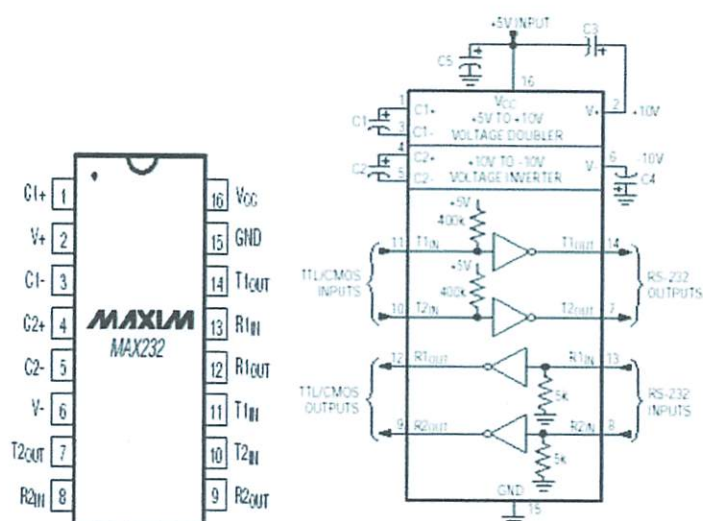
- ADMUX (ADC Multiplexer Selection Register) merupakan register 8 bit yang berfungsi menentukan tegangan referensi ADC, format data output, dan saluran ADC yang digunakan.
- ADCSRA (ADC Control And Status Register A) merupakan register 8 bit yang berfungsi melakukan manajemen sinyal control dan status dari ADC
- SFIOR (Special Function Io Register) merupakan register 8 bit yang mengatur sumber picu konversi ADC, apakah dari picu eksternal atau picu internal.

2.8. IC MAX 232

Keluarga dari MAX220 dari jalur driver/receiver adalah ditujukan untuk semua EIA/TIA-232E dan hubungan komunikasi V.28/V.24, aplikasi ditujukan dimana $\pm 12V$ tidak disediakan.

RS232 sebagai komunikasi serial mempunyai 9 pin yang memiliki fungsi masing-masing. Pin yang bias digunakan adalah pin 2 sebagai received data, pin 3 sebagai transmitted data, dan pin 5 sebagai ground signal. Karakteristik elektrik dari RS232 adalah sebagai berikut :

- Logic low (logic 0) mempunyai level tegangan sebesar +10 volt.
- Logic high (logic 1) mempunyai level tegangan sebesar -10 volt.

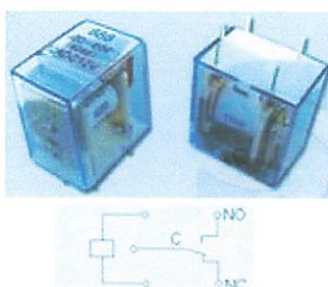


Gambar 2.19 Konfigurasi Pin IC MAX 232 (<http://masbarron.blogspot.com/2011/04/ic-max232.html>. Diakses 25 April 2011)

2.9. Relay

Relay adalah komponen yang terdiri dari sebuah kumparan berinti besi yang akan menghasilkan elektromagnet ketika kumparannya dialiri oleh arus listrik.. Sebuah relay tersusun atas kumparan, pegas, saklar (terhubung pada pegas) dan 2 kontak elektronik (normally close dan normally open)

- Normally close (NC) : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay tidak aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi terbuka.
- Normally open (NO) : saklar terhubung dengan kontak ini saat relay aktif atau dapat dikatakan saklar dalam kondisi tertutup.



Gambar 2.20 Relay DC (http://vj-slam.blogspot.com/2011_02_01_archive.html. Diakses 13 Februari 2011)

Relay bekerja saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan kerja relay maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus yang mengalir pada lilitan kawat dan kemudian akan menarik saklar dari kontak NC ke kontak NO. Jika tegangan pada kumparan dimatikan maka medan magnet pada kumparan akan hilang sehingga pegas akan menarik saklar ke kontak NC.

2.10. Solenoid Valve

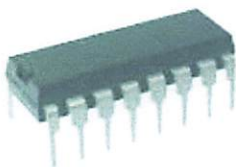
Solenoid valve ini berfungsi untuk membuka dan menutup jalur air yang melewatinya. Solenoid valve ini akan terbuka jika dialiri arus listrik dan ketika tidak ada arus listrik yang melewatinya jalur air tersebut akan menutup.



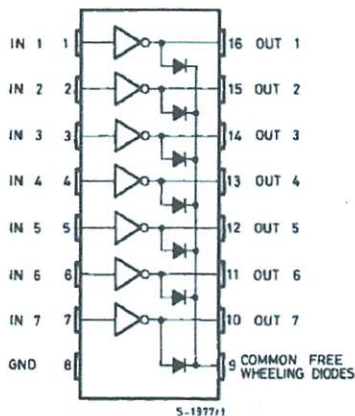
Gambar 2.21 Solenoid Valve (<http://meriwardana.blogspot.com/2011/11/solenoid-valve.html>. Diakses 2 November 2011)

2.11. IC ULN 2003

IC ULN 2003 adalah sebuah IC dengan cirri memiliki 7 bit input, tegangan maksimal 50 volt dan arus 500 ma. IC ini termasuk jenis TTL. Didalam IC ini terdapat transistor darlington. Transistor darlington merupakan 2 buah transistor yang dirangkai dengan menggunakan konfigurasi khusus untuk mendapatkan penguatan ganda sehingga dapat menghasilkan penguatan arus yang besar. Bentuk fisik IC ULN 2003 adalah seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.22 IC ULN 2003 (<http://pdf1.alldatasheetde.com/datasheet-pdf/view/25575/datasheet.pdf>. Diakses 30 Mei 2012)



Gambar 2.23 Pin Koneksi IC ULN 2003 (<http://pdf1.alldatasheetde.com/datasheet-pdf/view/25575/datasheet.pdf>. Diakses 30 Mei 2012)

2.12. Handphone

Handphone atau telepon seluler adalah alat yang digunakan untuk berkomunikasi. Karena telepon seluler ini memiliki bentuk yang ringkas dan berukuran kecil (mudah untuk dibawa-bawa), maka telepon seluler menjadi pilihan untuk berkomunikasi. Pada telepon seluler yang dipakai orang saat ini umumnya terdapat berbagai fasilitas seperti pengiriman pesan (SMS), pengiriman gambar, reminder, ringtones, logo, tool. Security, buku telepon, game, kalkulator, clock, dan lain-lain.

Telepon seluler produksi Siemens M35 dipilih karena fasilitas yang disediakan oleh telepon seluler ini juga lebih dari cukup untuk menunjang pengiriman data secara jarak jauh pada tugas akhir ini. Telepon seluler M35 merupakan salah satu dari telepon seluler tipe M keluaran siemens yang beredar di Indonesia (selain tipe A, C, ME, S, SL). Tipe-tipe tersebut terbagi lagi dalam beberapa seri, yaitu seri 25, 35, 45 dan 60.

2.12.1. SMS Gateway

Sms adalah fasilitas yang dimiliki oleh jaringan GSM (Global System For Mobile Communication) yang memungkinkan pelanggan untuk mengirimkan dan menerima pesan-pesan yang singkat sepanjang 160 karakter. SMS ditangani oleh jaringan melalui suatu pusat layanan atau SMS Service Center (SMS SC) yang berfungsi menyimpan dan meneruskan pesan dari sisi pengirim ke penerima. Format SMS yang dipakai oleh produsen MS (Mobile Station) adalah Protocol Description Unit (PDU). Format PDU akan mengubah septet kode ASCII (7 bit) menjadi bentuk byte PDU (8 bit) pada saat pengiriman data dan akan diubah kembali menjadi kode ASCII pada saat diterima oleh MS. Dibalik tampilan menu messages pada sebuah ponsel sebenarnya terdapat AT Command-AT Command yang bertugas mengirim/ menerima data ke dan dari SMS Center. T-Command tiap-tiap SMS device bisa berbeda-beda, tetapi pada dasarnya sama. Perintah-perintah AT-Command biasanya disediakan oleh vendor alat komunikasi.

2.12.2. Siemens AT-Command

AT-Command merupakan perintah-perintah yang digunakan komputer untuk mengakses modem HP. Pada HP dengan vendor Siemens, perintah AT-Command akan diterima melalui interface HP. Sedangkan, controller berupa mikrocontroller atau komputer sebagai pengirim perintah akan mengirimkan perintah tersebut melalui serial

interface. Sehingga komunikasi antara HP dan kontroller adalah komunikasi secara serial.

Protokol yang digunakan oleh HP siemens untuk proses pengiriman atau penerimaan sms adalah PDU. Protokol ini merupakan sekumpulan angka-angka heksadesimal yang mempersentasikan data-data header berupa identitas dan isi SMS.

Cara penggunaan perintah AT-Command adalah pengetikan perintah selalu diwakili oleh at atau AT kemudian dilanjutkan dengan perintah yang diinginkan. Jika perintah yang diberikan tidak ada kesalahan, HP akan memberikan jawaban dari perintah yang dikirim. Sebaliknya, jika terdapat kesalahan perintah, jawaban yang diterima oleh host pengirim adalah error.

Contoh perintah-perintah AT-Command yang digunakan untuk mengakses modem HP terlihat dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Perintah ATcommand
(<http://fahmizaleeits.wordpress.com/2010/05/08/at-command-dan-pdu-siemens-type-cms-3545/>. Diakses 30 Mei 2012)

Perintah	Fungsi
At+cbc	Baterry charge
At+csq	Kualitas sinyal keluaran
At+cmgf	Format sms
At+cscs	Alamat smsc
At+cmgl	Daftar sms
At+cmgr	Baca sms
At+cmgd	Hapus sms
At+cmgs	Kirim sms
At+csms	Pilih message service

2.12.3. PDU (Protocol Data Unit)

Format sms sesungguhnya ada 2 macam,yaitu sms dalam mode teks dan SMS dalam mode PDU. Tidak semua handphone dapat menerima mode teks, sehingga mode PDU lebih banyak digunakan. Mode PDU mempunyai format tersendiri dalam pengiriman SMS maupun penerimaan SMS. Format SMS In PDU mode yang digunakan berdasarkan ETSI GSM 03.40.

PDU adalah singkatan dari Protocol Data Unit. Data yang mengalir ke atau dari SMS Centre harus berbentuk PDU ini. PDU ini berisi bilangan-bilangan hexadesimal yang mencerminkan bahasa I/O. PDU terdiri atas beberapa header. Header untuk sms yang diterima dari sms-centre adalah sebaga berikut :

- Nomor SMS-Centre
Nomor sms-centre ditulis dalam pasangan hexa yang dinalik-balik. Jika tertinggal satu angka hexadesimal yang tidak memiliki pasangan, maka angka tersebut akan dipasangkan dengan huruf F didepannya.
- Tipe SMS
Untuk SMS terima (Receive) tipe sms = 4. Jadi bilangan hexanya adalah 04.
- Nomor handphone pengirim
Sama halnya dengan nomor SMS-Centre, nomor handphone pengirim ditulis dalam pasangan hexadesimal yang dibalik-balik. Jika tertinggal satu angka hexadesimal yang tidak memiliki pasangan, maka angka tersebut akan dipasangkan dengan huruf F didepannya.
- TP-PID (Transfer Protocol-Protocol Identifier)
Tp-protocol identifier adalah suatu parameter yang menunjukkan bagaimana SMS Centre memproses Short Message (SM) sebagai fax, voice, dll. Protocol Identifier terdiri dari 1 octet, dan penggunaan dari bit-bit dalam octet tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah. Jika dipergunakan sebagai Short Message, maka bit-bit TP-PID akan diisi dengan nilai 00000000_B (0H).

Tabel 2.2 TP-Protocol Identifier Secara Umum

Octet	Keterangan
0	PDU akan di perlukan sebagai sebuah pesan singkat
1	PDU akan di perlukan sebagai telex
2	PDU akan di perlukan sebagai Telefax, group 3
3	PDU akan di perlukan sebagai Telefax, group 4

- TP-DCS (Transfer Protocol-Data Coding Scheme)
TP-Data Coding Scheme menunjukkan pola pengkodean data. Semua kode yang reserved akan dianggap sebagai GSM default alphabet oleh enity yang menerima. Kemudian octet tersebut dikodekan seperti pada table 2.3 default alphabet

menunjukkan bahwa tp-ud dikodekan 7 bit alphabet seperti table 2.3 sebuah message dapat terdiri dari 160 karakter dengan memakai default alphabet ini.

- TP-Service Centre Time Stamp
- TP-VP (Validity Period)
- TP-UDL (User Data Length)
- Isi SMS

Dalam mengirim dan menerima data, SMS menggunakan standart ESTI (European Telecommunications Standartds Institute) GSM 03.38, dimana datanya berupa data olahan dari 7 bit (septet) data. Data dari ETSI GSM 03.38 tersebut diolah dulu menjadi data 8 bit (Octet), dimana 7 bit maksimum sebanyak 160 karakter, yang kemudian diubah dalam 140 Octet, baru dikirimkan.

2.13. LCD

Modul LDC (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis penampilan yang digunakan untuk menampilkan angka, karakter atau bahkan angka. Modul LCD terdiri atas tumpukan tipis atau sel dari dua lembar kaca dengan pinggiran yang tertutup rapat. Di antara dua lembar kaca tersebut diberi bahan cristal cair (*liquit Crystal*) yang tembus cahaya dimana kaca tersebut akan beremulsi apabila diberi tegangan. Bus data modul LCD terhubung dengan bus data mikrokontroler.

LCD pada alat ini digunakan untuk menampilkan informasi pilihan menu, informasi berat benda dalam satuan gram serta informasi tanggal penimbangan. Lcd yang digunakan bertipe M1632. Spesifikasi LCD ini adalah sebagai berikut:

- Menampilkan 16 karakter pada tiap baris TN LCD dengan 5x7 dot matrik,
- Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter,
- Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter,
- Data RAM 80x8 bit,
- Tegangan catu volt dan temperature operasi 0-50⁰C,
- Otomatis *reset* pada saat dihidupkan



Gambar 2.24 Konfigurasi LCD M1632

(<http://tsacredhell.blogspot.com/2012/02/pemrograman-lcd-karakter-216.html#more>. Diakses 30 Mei 2012)

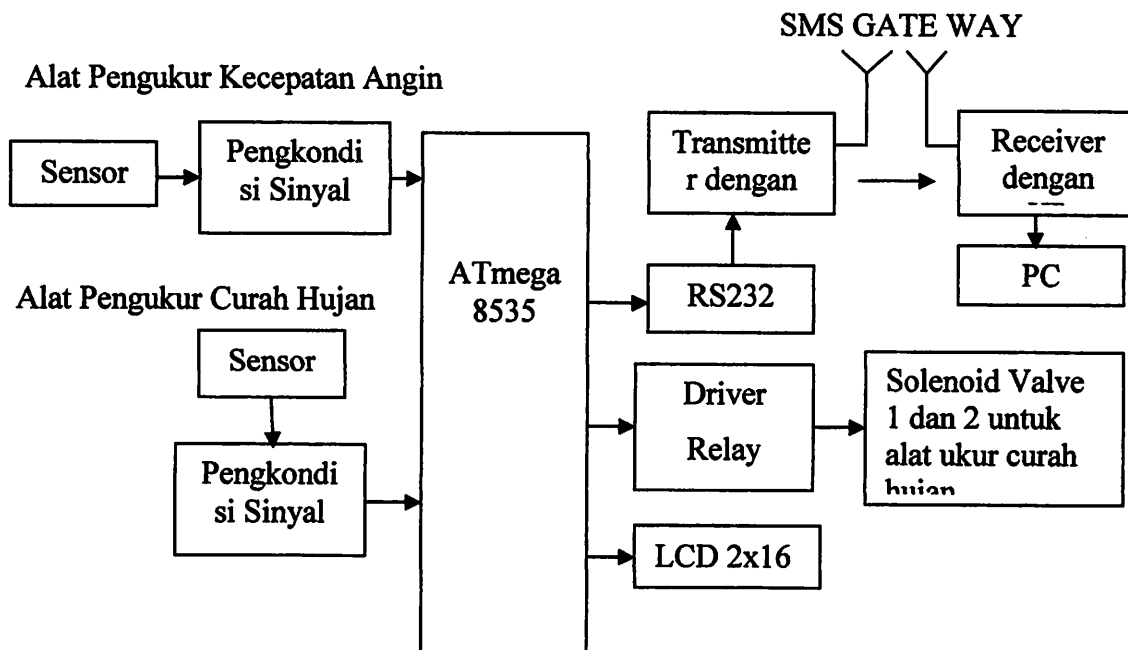
Tabel 2.3 Tabel Fungsi Pin-pin Modul LCD
 (http://franzaditya.blogspot.com/2009_11_01_archive.html. Diakses 30 Mei 2012)

Pin LCD	Fungsi	Keterangan	PORTA
1	VCC	+ 5 v	
2	GND	0 v	
3	VEE	Pengaturan Contras LCD (vr 10 k)	
4	RS	Register Selec	PORTA.0
5	R/W	Read/write	PORTA.1
6	E	Enable clock	PORTA.2
7	Data 0	Data Bus 0	-
8	Data 1	Data Bus 1	-
9	Data 2	Data Bus 2	-
10	Data 3	Data Bus 3	-
11	Data 4	Data Bus 4	PORTA.4
12	Data 5	Data Bus 5	PORTA.5
13	Data 6	Data Bus 6	PORTA.6
14	Data 7	Data Bus 7	PORTA.7
15	VCC	+ 5 v	
16	GND	0 v	

BAB III

PERENCANAAN ALAT

Secara umum blok diagram pengembangan alat adalah seperti yang di tunjukkan pada gambar 3.1. Alat yang dibuat akan membentuk suatu sistem alat pengukur kecepatan angin dan curah hujan.



Gambar 3.1 Blok Diagram Seluruh Rangkaian

Keterangan dari setiap blok diagram sebagai berikut :

- Sensor alat ukur kecepatan angin : sensor yang digunakan adalah sensor optocoupler yang berfungsi membaca data dengan membedakan gelap dan terang.
- Pengkondisi sinyal : keluaran dari sensor optocoupler masih terpengaruh oleh cahaya sekitar sehingga perlu dipertegas lagi agar bias dibaca oleh mikrokontroller.
- Sensor alat ukur curah hujan : sensor yang digunakan adalah load cell, berupa sensor beban untuk mengukur berat air yang ditampung.
- Pengkondisi sinyal : tegangan keluaran dari sensor load cell masih kecil sehingga diperlukan penguatan.
- Mikrokontroller ATmega8535 : mikrokontroller berfungsi sebagai pengolah data dari sensor yang kemudian hasil keluarannya akan dikirim secara serial ke HP dan kemudian diterima oleh PC.

- Driver relay : untuk mengontrol relay yang bertugas membuka dan menutup solenoid valve.
- Solenoid valve 1 dan 2 untuk alat ukur curah hujan : berfungsi sebagai penampung dan pembuang air pada alat ukur curah hujan
- RS232 : digunakan sebagai antar muka sebagai penerima dan pengirim data antara mikrokontroller dengan HP
- Transmitter dengan HP : berfungsi sebagai media pengiriman data secara sms gateway yang berasal dari mikrokontroller. Di sini menggunakan hp siemens dengan type C35
- Receiver dengan HP : berfungsi sebagai media penerima data secara sms gateway yang berasal dari mikrokontroller yang terlebih dahulu dikirim oleh HP pengirim. Di sini menggunakan hp siemens dengan type C35
- PC (personal komputer) : PC berfungsi untuk mengolah data yang di dapat dari mikrokontroller yang di konversikan ke level tegangan RS232 sehingga dapat berkomunikasi secara serial dengan mikrokontroller serta menampilkan data dengan menggunakan program delphi.
- LCD 2x16 : berfungsi menampilkan data sesuai dengan program mikrokontroller.

Dari blok diagram diatas dapat dijelaskan prinsip kerja dari alat ukur kecepatan angin dan curah hujan. Alat ukur kecepatan angin menggunakan sensor optocoupler yang berfungsi sebagai sensor penerima data dengan membedakan kondisi terkena penghalang dan tidak terkena penghalang. Keluaran sensor tersebut berupa tegangan yang kemudian dihubungkan dengan rangkaian pengkondisi sinyal yang berupa rangkaian switch. Rangkaian ini menggunakan transistor sebagai pemicu yang berfungsi sebagai pembanding antara saat terkena penghalang dan saat tidak terkena penghalang. Rangkaian ini digunakan karena pada saat keluaran sensor optocoupler masih terpengaruhi oleh cahaya disekitarnya sehingga perlu dipertegas lagi agar nantinya keluaran tersebut bisa dibaca oleh mikrokontroller.

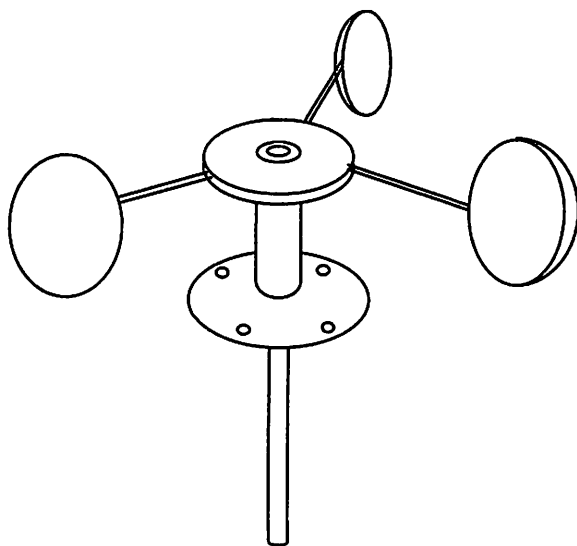
Untuk alat ukur curah hujan, menggunakan sensor load cell yang berfungsi sebagai sensor beban untuk mengukur berat air yang ditampung. Keluaran tegangan sensor ini sangat kecil sehingga perlu dikuatkan lagi dengan rangkaian pengkondisi sinyal agar keluaran dari sensor dapat dibaca pada mikrokontroller.

Pada mikrokontroller, keluaran dari sensor kemudian diolah dan kemudian hasil keluaran dari mikrokontroller tersebut dikirim secara serial dengan menggunakan HP yang nantinya dapat ditampilkan di komputer dan LCD. Sebelum melakukan pengiriman data, terlebih dahulu melewati rangkaian RS232 yang berfungsi sebagai antar muka penerima dan pengirim data antara mikrokontroller dengan HP.

Pada alat ukur curah hujan menggunakan dua buah solenoid valve yang berfungsi sebagai penampung dan pembuang air yang berada di dalam penampung. Solenoid ini dikontrol dengan menggunakan driver relay sebagai saklarnya yang terhubung dengan mikrokontroller.

3.1. Perancangan Alat Pengukur Kecepatan Angin

Alat pengukur kecepatan angin terdiri dari baling-baling mangkok yang dikopel dengan piringan sensor, sensor kecepatan optocouple, mikrokontroller ATmega8535, komunikasi serial dan bagian transmitter dan receiver yang berupa HP, kemudian di tampilkan di komputer dan LCD. Adapun tahap perancangan alat pengukur kecepatan angin sebagai berikut

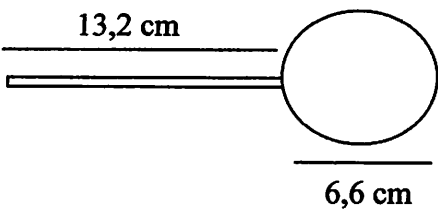


Gambar 3.2 Alat Pengukur Kecepatan Angin

3.1.1. Mekanik Pengukur Kecepatan Angin

3.1.1.1. Mangkok Penangkap Angin Dan Tiang Penyangga Mangkok

Bagian mangkok penangkap angin ini merupakan bagian atas dimana merupakan tempat menangkap tekanan angin. Berbentuk setengah bola karena merupakan bentuk yang baik untuk menangkap angin. Untuk ukuran diameter mangkok disesuaikan dengan keseluruhan sistem alat yaitu 6,6 cm.

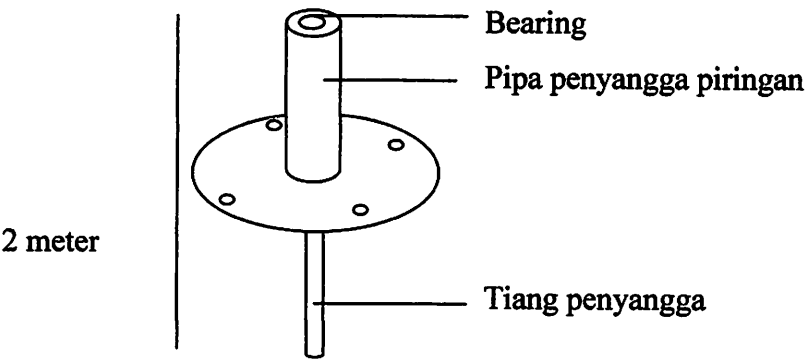


Gambar 3.3 Gambar Mangkok Alat Pengukur Kecepatan Angin

Baling-baling mangkok mempunyai bentuk lintasan yang melingkar, karena itulah jari-jari baling-baling mangkok diperpanjang dua kali menjadi 13,2 cm mengakibatkan keliling lingkaran baling-balig mangkok menjadi 82,9 cm.

3.1.1.2. Tiang Penyangga

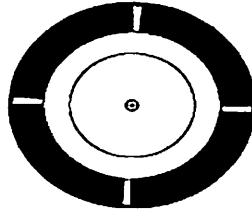
Tiang penyangga ini berfungsi untuk menompang mangkok penangkap angin dan piringan pendeteksi kecepatan angin sehingga sesuai pada tempatnya. Untuk tiang penyangga ini di gunakan alumenium tabung ukuran 5 mm dengan panjang 2 meter. Berikut adalah sketsa tiang penyangga yang akan digunakan



Gambar 3.4 Tiang Penyangga Alat Pengukur Kecepatan Angin

3.1.1.3. Piringan Pendeteksi Kecepatan Angin

Piringan untuk pendeteksi kecepatan angin dibuat dengan diameter 6 cm, dan diberi celah pada pinggirannya sebanyak 4 celah ($n=4$). Secara keseluruhan piringan pendeteksi kecepatan angin ini memiliki 8 buah pola yang masing-masing terdiri dari 4 buah pola terang dan 4 buah pola gelap. Lebar masing-masing pola adalah sama. Jadi besarnya sudut interval dari tiap pola adalah $360/8 = 45^\circ$. Pada piringan ini dipasang satu buah *optocoupler*, yang mengeluarkan jumlah pulsa sesuai dengan jumlah putaran piringan berlubang tersebut. Karena pada piringan terdapat 4 celah, maka dalam satu kali putaran, *optocoupler* akan mengeluarkan pulsa sebanyak 4 pulsa.



Gambar 3.5 Piringan Pendeteksi Kecepatan Angin

Jika banyaknya pulsa dihitung dalam satuan waktu, maka dengan mengabaikan faktor gesekan pada poros didapat persamaan kecepatan angin sebagai berikut:

$$f_{\text{optocoupler}} = \frac{n.W}{60}$$

$$W = \frac{60.f}{n}$$

Untuk mendapatkan kecepatan sudut piringan didapat persamaan sebagai berikut:

$$\omega_p = \frac{\theta}{t}$$

dimana θ adalah 1π rad untuk setengah lingkaran, maka

$$\omega_p = 1 \pi \text{ rad/t}$$

untuk putaran tiap menit maka didapat persamaan sebagai berikut :

$$\omega_p = \frac{2\pi .W}{60}$$

$$\omega_p = \frac{2\pi.60.f}{60n}$$

$$\omega_p = \frac{2\pi.f}{n}$$

Dimana :

f = Frekuensi, yaitu jumlah pulsa tiap detik (Hz)

n = Jumlah celah ($n = 4$)

W = Jumlah putaran tiap menit (rpm)

π = 3,14

ω_p = Kecepatan sudut yang ditempuh piringan tiap detik (rad/det).

Sedangkan persamaan kecepatan linear dari angin yang diukur memenuhi persamaan:

$$v = \frac{d}{t}$$

dimana v : kecepatan linear (m/s)
 d : jarak yang ditempuh (meter)
 t : waktu (second)

karena 2π rad/t adalah satu putaran dan merupakan kecepatan sudut baling-baling yang berbentuk lingkaran, maka didapat persamaan

$$v = r_b \cdot \omega_b$$

Dimana:

v = kecepatan linear (m/s)
 r_b = jari-jari baling-baling ($r_b = 13,2$ cm)
 ω_b = kecepatan sudut baling-baling (rad/det)

Karena piringan dan baling-baling terletak pada poros yang sama, maka $\omega_p = \omega_b$ sehingga persamaan menjadi:

$$v = r_b \cdot \omega_b$$

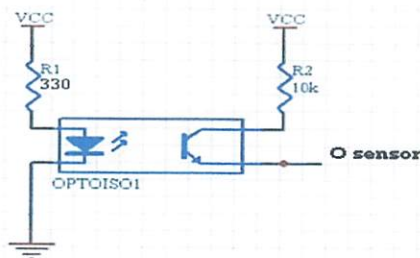
$$v = r_b \cdot \frac{2\pi f}{n} \text{ m/s}$$

3.1.2. Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras atau biasa disebut dengan nama hardware merupakan bagian yang penting didalam sebuah sistem. Karena jika dalam rangkaian saja terjadi kesalahan maka akan menyebabkan semua system akan berhenti atau dapat dikatakan error. Untuk bagian hardware akan dibagi kedalam beberapa bagian yaitu untuk rangkaian sensor optocoupler, Pengkondisi sinyal, Rangkaian AVR ATmega8535 dan RS232.

3.1.2.1. Rangkaian Sensor Optocoupler

Dalam perancangan ini, jenis optocoupler yang digunakan adalah Motorola H22A2 yang terdiri dari phototransistor dan led sebagai saklar pemicu saat terkena penghalang dan tidak terkena penghalang. Rangkaian ini membutuhkan komponen pendukung agar bisa bekerja sesuai dengan yang diharapkan seperti gambar 3.6



Gambar 3.6 Rangkaian Optocoupler

Untuk menentukan besarnya R_1 pada optocoupler dapat dihitung dengan rumus:

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_d}{I_f}$$

Dalam perancangan ini besarnya I_f adalah sebesar 12 mA dan besarnya V_{cc} adalah sebesar 5V. Dari data sheet Motorola H22A2, dengan I_f sebesar 12 mA, maka besarnya tegangan maju dioda (V_f) sebesar 1,2Volt. Maka besarnya R_1 dapat ditentukan, yaitu:

$$R_1 = \frac{5 - 1,2}{12 \text{ mA}} = 316,66 = 330 \Omega$$

untuk menghitung besarnya R_2 maka

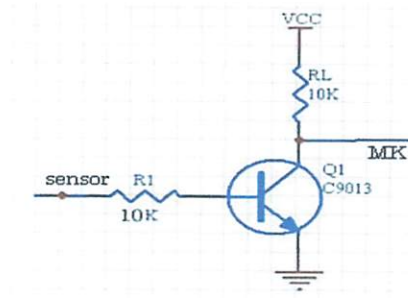
$$R_2 = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{I_c}$$

Dalam perancangan ini besarnya I_f bergantung pada besarnya I_f sebesar 20 mA maka besarnya $I_c = 0,48$ mA dan besarnya $V_{cc} = 0,4$ volt (dapat diketahui pada lampiran data sheet Motorola H22A2).

$$R_2 = \frac{5 - 0,4}{0,00048} = 9600 \Omega = 10000 \Omega = 10 \text{ K } \Omega$$

3.1.2.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal ini menggunakan transistor sebagai pemicu yang berfungsi sebagai pembanding antara saat terkena penghalang dan saat tidak terkena penghalang. Rangkaian ini digunakan karena pada saat keluaran sensor optocoupler masih terpengaruhi oleh cahaya disekitarnya sehingga perlu dipertegas lagi agar nantinya keluaran tersebut bisa dibaca oleh mikrokontroller. Rangkaian sensor optocoupler dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Untuk menentukan besarnya R_I pada rangkaian switch dapat dihitung dengan rumus:

$$R_I = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_1}$$

dimana

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

Dalam perancangan ini besarnya V_B setelah melalui sensor sebesar 1,7 volt dan besarnya V_{BE} adalah sebesar 0,7 volt dengan penguatan 64 seperti yang ditunjukkan datasheet transistor 9013. Sedangkan arus $I_{C\ sat}$ yang di butuhkan oleh mikrokontroller sebesar 650 μA , maka besarnya R_I pada rangkaian switch dapat ditentukan, yaitu:

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

$$I_B = \frac{650\ \mu A}{64} = 10,15\ \mu A$$

maka

$$R_I = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B}$$

$$R_I = \frac{1,7 - 0,7}{10,15\ \mu A}$$

$$R_I = \frac{1.000.000}{10,15\ \mu A}$$

$$R_I = 9852,2167\ \Omega$$

$$R_I = 10\ K\Omega$$

untuk menghitung besarnya R_L dinyatakan dengan rumus :

$$R_L = \frac{V_{CC}}{I_C}$$

Dalam perancangan ini besarnya I_C yang dibutuhkan mikrokontroller adalah 650 μA dan V_{CC} diketahui sebesar 5 volt sehingga dibutuhkan tahanan R_L menjadi :

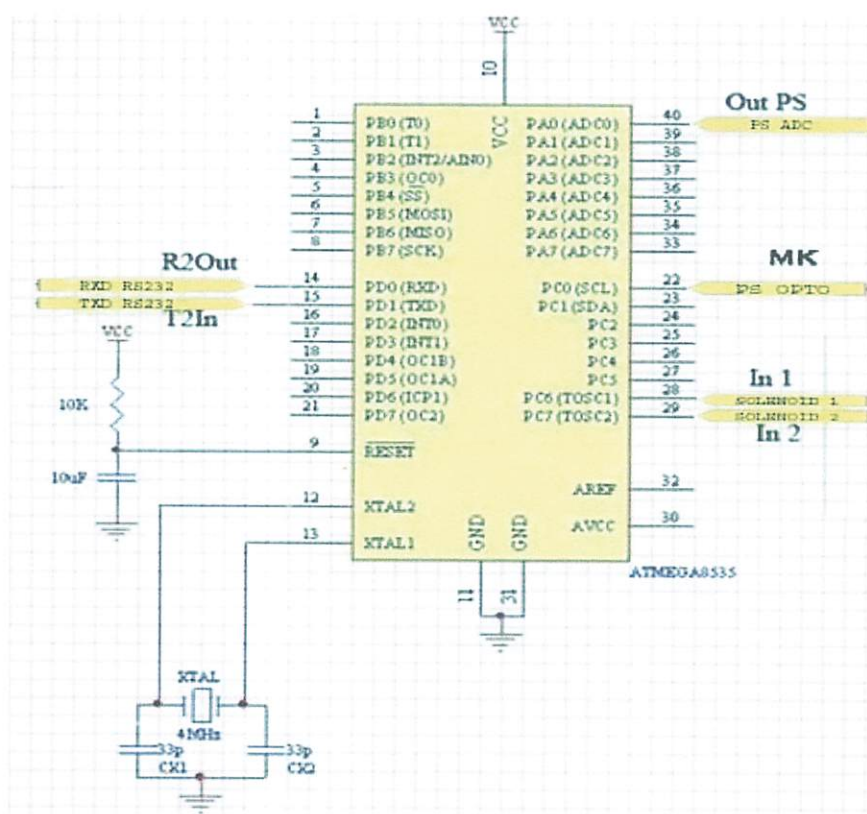
$$R_L = \frac{5 \text{ v}}{650 \mu A}$$

$$R_L = \frac{5.000.000}{650 \mu A} = 7692,03 \Omega$$

$$R_L = 7,7 \text{ K}\Omega = 10 \text{ K}\Omega$$

3.1.2.3. Mikrokontroller ATmega8535

Pada pembuatan alat ini, digunakan mikrokontroller jenis ATmel tipe ATmega8535 yang memiliki 4 port. Dimana port-port ini nantinya digunakan untuk mengatur sistem secara keseluruhan.



Gambar 3.8 Rangkaian Mikrokontroller ATmega8535

Pin-pin yang digunakan pada ATmega8535 adalah sebagai berikut :

- 1) Port PC0 (SCL) : Digunakan untuk menerima masukan dari data hasil keluaran pengkondisi sinyal sensor untuk alat ukur kecepatan angin.
- 2) Port PA0 (ADC0) : Digunakan untuk menerima masukan dari data hasil keluaran sensor. Data tersebut masih berupa analog sehingga harus diubah ke digital agar bisa diolah oleh mikrokontroller. Perancangan ini menggunakan satu buah ADC dengan 10 bit.
- 3) Port PD0 dan PD1 : Digunakan untuk pengiriman data secara serial.
- 4) Pin XTAL1 dan XTAL2 : Digunakan sebagai masukan bagi rangkaian osilator kristal yang membangkitkan clock yang akan menggerakkan seluruh operasional internal mikrokontroller.
- 5) Pin 9 (Reset) : Digunakan untuk inputan reset, kondisi tertinggi dari pin ini selama siklus clock akan menyebabkan reset device.
- 6) Pin 10 (VCC) : Tegangan catu daya untuk atmega8535 sebesar 5 volt.
- 7) Port PC6 (TOSC1) dan port PC7 (TOSC2) : Sebagai masukan untuk menggerakkan driver relay agar solenoid valve bisa menutup dan membuka.
- 8) Pin 30 (AVCC) : Sebagai suplay tegangan untuk ADC.
- 9) Pin 32 (AREF) : Pin analog referensi untuk ADC.

ATmega8535 menyediakan fasilitas ADC sebanyak 8 channel dengan resolusi 10 bit. ADC mengkonversi tegangan input analog menjadi data digital 8 bit atau 10 bit. Pada perancangan ini, ADC yang dibutuhkan sebagai masukan ke dalam mikrokontroler hanya satu buah yaitu Port PA0 (ADC 0) dengan pin kaki 40. Data digital akan disimpan didalam ADC Data Register yaitu ADCH dan ADCL. Sekali ADCL dibaca, maka akses ke data register tidak bisa dilakukan. Dan ketika ADCH dibaca, maka akses ke data register kembali enable.

Mikrokontroler Atmega8535 membutuhkan sinyal clock untuk berpindah dari satu kondisi ke kondisi yang lain, sebab dalam perancangan perangkat lunaknya berpindah dari satu state ke state yang lain dieksekusi bila ada clock.

Rangkaian ini terdiri dari dua buah kapasitor dan sebuah kristal, dengan data sebagai berikut :

1. Nilai C = 20 pF samPai 40 pF untuk kristal.
2. Kristal = 0 MHz sampai 16 MHz.

Perencanaan clock ini menggunakan kristal 4Mhz, dua buah capasitor 33pF yang terhubung dengan kaki dari kristal dan rangkaian ini dihubungkan ke kaki 12 (XTAL2) dan kaki 13 (XTAL1) pada mikrokontroler. Kristal yang dipakai sebesar 4 MHz untuk menghitung waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan sebuah instruksi, dengan cara mencari jumlah siklus mesin (C) dari instruksi:

$$T_{instruksi} = \frac{C \times 12}{\text{frekuensi_kristal}}$$

Keterangan:

C = siklus mesin

12 = (1) siklus periode

Sehingga untuk frekuensi kristal 4 MHz dalam satu kali instruksi atau 1 cycle:

$$\begin{aligned} T_{instruksi} &= \frac{C \times 12}{\text{frekuensi_kristal}} \\ &= \frac{1 \times 12}{4 \text{ MHz}} = 3 \mu\text{s} \end{aligned}$$

Rangkaian reset ini diperlukan agar ATmega8535 dapat direset secara otomatis pada saat pertama kali power diaktifkan, atau disebut power-on reset. Saat catu daya dinyalakan rangkaian reset akan menahan logika tinggi pada pin RST selama sekurangnya dua siklus mesin (24 periode osilator) Karena kristal yang digunakan mempunyai frekuensi sebesar 4Mhz maka satu periode membutuhkan waktu :

$$\begin{aligned} T \frac{1}{f_{XTAL}} &= \frac{1}{4} \\ &= 0.25 \mu\text{s} \end{aligned}$$

Sehingga waktu minimal logika tinggi yang dibutuhkan untuk mereset mikrokontroler adalah :

$$\begin{aligned} t_{\text{Reset (min)}} &= T \times \text{Periode yang dibutuhkan} \\ &= 0.25 \mu\text{s} \times 24 \\ &= 6 \mu\text{s} \end{aligned}$$

Dari sini dapat disimpulkan bahwa mikrokontroler membutuhkan waktu minimal $6\mu s$ untuk mereset, waktu minimal inilah yang dijadikan pedoman untuk menentukan nilai R dan C. Nilai C telah ditetapkan sebesar 10 nF, Maka nilai R adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 t &= 0,357.R.C \\
 6 \times 10^{-6} &= 0,357 \times R \times 10 \times 10^{-9} \\
 R &= \frac{6 \times 10^{-6}}{0,357 \times 10 \times 10^{-9}} \\
 R &= 1680,672 \, \Omega
 \end{aligned}$$

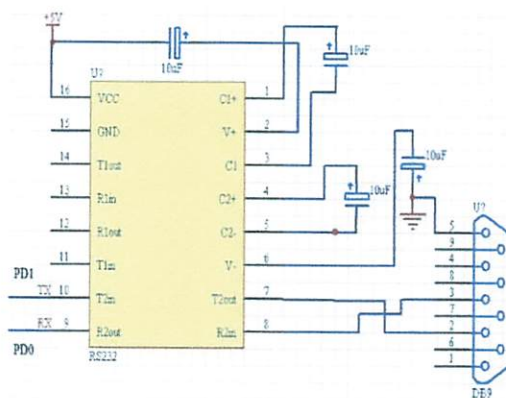
Jadi dengan nilai komponen C = 10 nF nilai resistor yang dapat memenuhi syarat untuk mereset mikrokontroler harus di atas $1680,672 \, \Omega$. Pada perancangan ini dipilih nilai resistor $10 \, k\Omega$, sehingga waktu logika tinggi untuk mereset lebih besar dari $6\mu s$ yaitu:

$$\begin{aligned}
 t &= 0,357.R.C \\
 t &= 0,357 \times 10 \times 10^3 \Omega \times 10 \times 10^{-9} F \\
 &= 35,7 \mu s
 \end{aligned}$$

3.1.2.4. Rangkaian Komunikasi Serial

Pada pembuatan alat ini, digunakan komunikasi serial RS232. Pada komunikasi serial ini menggunakan IC MAX232 yang berfungsi sebagai antarmuka penerima dan pengirim data (full-duplex) antara mikrokontroller dengan HP. Rangkaian ini dapat bekerja jika kondisi minimumnya terpenuhi, yaitu dengan cara menambahkan komponen pendukung.

Sinyal keluaran dari port serial mikrokontroller mempunyai tegangan yang tidak sesuai dengan standar port pada RS232 PC. Dimana pada port serial mikrokontroller untuk logika "1" bernilai tegangan 3-5 volt sedangkan untuk logika "0" bernilai tegangan 0-2,5 volt. Untuk itu digunakan rangkaian RS232 untuk mengubah sinyal standar TTL pada mikrokontroller menjadi standar RS232. Gambar rangkaian tersebut dapat dilihat seperti gambar dibawah ini.



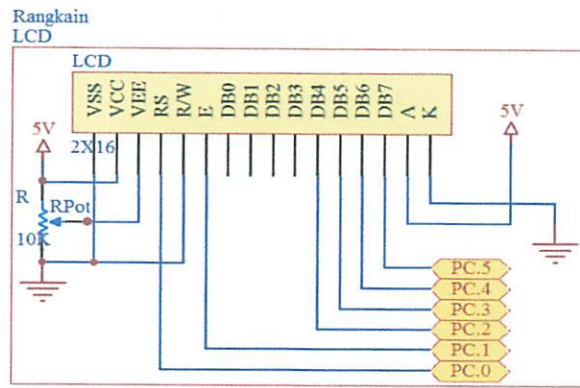
Gambar 3.9 Rangkaian Komunikasi Serial

pin-pin yang digunakan pada rangkaian komunikasi serial adalah sebagai berikut :

- 1) Pin 16 (vcc) : Sebagai sumber tegangan 5 volt.
- 2) Pin 10 (T2in) : Sebagai input transmitter data
- 3) Pin 7 (T2out) : Sebagai output transmitter data
- 4) Pin 8 (R2in) : Sebagai input receiver data
- 5) Pin 9 (R2out) : Sebagai output receiver data
- 6) Pin 16 dan 2, pin 1 dan 3, pin 4 dan 5, pin 6 dan 15 : Menggunakan 4 buah kapasitor polar yang berfungsi untuk menghasilkan tegangan +10 volt dan -10 volt dengan hanya menggunakan tegangan catu daya 5 volt.

3.1.2.5. Rangkaian Antarmuka Modul LCD

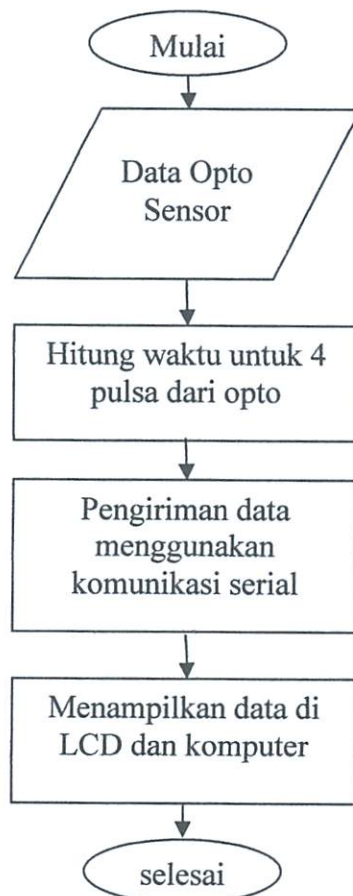
Penggunaan LCD dalam perancangan ini untuk menampilkan data curah hujan dan kecepatan angin. LCD yang digunakan adalah LCD dengan tipe M1632 (16 x 2). Bus data LCD (DB4-DB7) terhubung dengan port 0 mikrokontroler (PC.2-PC.5). LCD dioperasikan untuk menerima data, maka pin R/W dihubungkan dengan *ground*. Sedangkan pin RS dihubungkan dengan PC.0 mikrokontroler dan pin E LCD dihubungkan ke PC.1 mikrokontroler. Pengaturan tingkat kecerahan LCD dilakukan dengan mengubah resistor variabel 10 k Ω pada pin VEE LCD, sedangkan untuk mencatu lampu latar LCD, pin 15 (anoda) LCD dihubungkan ke catu daya 5V dan pin 16 (katoda) LCD dihubungkan ke *ground*. Antarmuka modul LCD ditunjukkan dalam Gambar 3.10



Gambar 3.10 Rangkaian LCD

3.1.3. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Untuk mengontrol mekanisme keseluruhan sistem perangkat keras (hardware) yang telah dirancang, maka diperlukan sistem kerja yang mampu memberikan tampilan dan cara kerja yang sesuai perancangan. Adapun diagram alir (flowchart) adalah sebagai berikut :



Gambar 3.11 Flowchart Cara Kerja Alat Ukur Kecepatan Angin

Dari gambar diatas di jelaskan bahwa pada saat rangkaian di hidupan dan di berikan catu daya, baling-baling alat ukur kecepatan angin berputar akan mengakibatkan sensor membaca data kecepatan dengan membedakan kondisi gelap dan terang yang data tersebut akan diolah oleh mikrokontroller. Mikrokontroller akan menghitung waktu untuk 4 pulsa selama 5 menit dari optocoupler dan hasilnya akan di simpan, kemudian dilakukan pengiriman data menggunakan komunikasi serial. Setelah pengiriman data selesai, kemudian data tersebut akan ditampilkan dengan menggunakan LCD dan komputer

3.2. Perancangan Pengukur Curah Hujan

Alat pengukur curah hujan terdiri dari sensor load cell, pengkondisi sinyal, mikrokontroller ATmega8535, driver relay, komunikasi serial dan bagian transmitter dan receiver yang berupa HP, kemudian di tampilkan di komputer dan LCD.

Untuk alat ukur curah hujan, berat air sebenarnya didapat dengan mengkonversi nilai volume air kedalam satuan berat dengan rumus :

$$\rho = \frac{m}{\text{volume}}$$

Dimana massa jenis air adalah 1 gr/cm³ dan volume air yang ditampung sebesar 100 ml = 100 cm³, maka :

$$\rho = \frac{m}{\text{volume}}$$

$$m = \rho \times V$$

$$m = 1 \text{ gr/cm}^3 \times 100 \text{ cm}^3$$

$$m = 100 \text{ gr}$$

Dari rumus diatas dapat diketahui bahwa dengan massa jenis 1 gr/cm³, maka volume air akan sama dengan nilai berat air. Data akhir yang dibutuhkan dari alat pengukur curah hujan ini adalah berupa tinggi air dalam milimeter, sehingga data berat yang didapat dari sensor load cell akan dikonversi dalam program dengan menggunakan Rumus konversi matematis.

Karena $V = m$, untuk $V = 100 \text{ cm}^3$ dan luas alas penampung air pada alat yang dibuat adalah 160 cm², maka :

$$V = L \times t$$

$$100 \text{ cm}^3 = 160 \text{ cm}^2 \times t$$

$$t = \frac{100 \text{ cm}^3}{160 \text{ cm}^2}$$

$$t = 0,625 \text{ cm} = 6,25 \text{ mm}$$

dimana : $m = \text{Massa (gr)}$
 $V = \text{Volume (ml atau cm}^3\text{)}$
 $t = \text{Tinggi (mm)}$
 $L = \text{Luas Alas Penampung Air Hujan (cm}^2\text{)}$

Karena Intesitas hujan itu definisinya adalah banyaknya hujan persatuan waktu selama hujan berlangsung maka didapatkan persamaan rumus dengan :

$$I = \frac{R}{t}$$

Karena tinggi dan banyaknya hujan selama waktu hujan sama, maka $t = R$ sehingga persamaan menjadi:

$$I = \frac{V}{L} / t$$

dimana : $I = \text{Intensitas curah hujan(mm/jam)}$
 $R = \text{Banyaknya hujan selama waktu hujan (mm)}$
 $t = \text{Lama hujan (jam)}$

untuk $V=100 \text{ cm}^3$ dengan $R= 6,25 \text{ mm}$,maka intensitas hujan di dapat dalam pengambilan data selama 5 menit adalah

$$I = \frac{R}{t}$$

$$I = \frac{6,25 \text{ mm}}{5 \text{ menit}}$$

Untuk menentukan intensitas hujan selama 1 jam maka pengambilan data dilakukan selama 12 kali dengan curah hujan yang sama, maka didapat

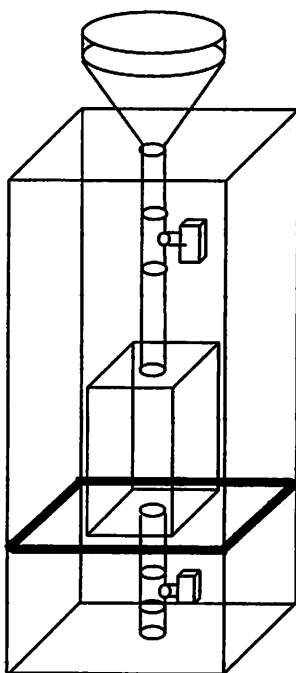
$$I = \frac{6,25 \text{ mm}}{5 \text{ menit}} \times 12$$

$$I = 75 \text{ mm/jam}$$

Berdasarkan dari hitungan tersebut, didapat intensitas hujan dalam pengambilan data per jam dengan banyaknya hujan yang ditampung selama hujan adalah sama sebanyak 100 ml didapat hasil 75 mm/jam. Hasil percobaan tersebut dinyatakan sebagai hujan berintensitas gerimis.

3.2.1. Mekanik Pengukur Curah Hujan

Pada alat ini perencanaanya dilakukan dengan cara menakar air pada gelas penakar curah hujan (satuan mm) yang diisi air lalu dituangkan pada corong yang terpasang . perencanaan yang dilakukan pada alat ini dirancang sebagai sistem yang dapat bekerja secara otomatis serta dapat diletakkan disuatu tempat yang jauh dari pemukiman. Alat ini dibuat untuk membantu dalam perhitungan curah hujan yang lebih teliti. Setelah curah hujan ditampung akan disimpan dalam sebuah memori kemudian dalam jangka waktu tertentu memori tersebut akan diambil untuk diolah dan di tampilkan datanya didalam komputer dengan menggunakan sebuah program.



Gambar 3.12 Sketsa Alat Pengukur Curah Hujan Keseluruhan

3.2.1.1. Corong

Bagian ini merupakan bagian yang paling atas dimana merupakan tempat masuknya air hujan. Berbentuk kerucut karena merupakan bentuk yang paling baik untuk menampung air hujan dan juga paling baik untuk aliran air. Untuk ukuran tinggi kerucut disesuaikan dengan keseluruhan system alat. Sedangkan untuk diameter dari kerucut disesuaikan dengan ketentuan internasional yang telah disebutkan sebelumnya. Pada bagian atas kerucut terdapat tepian dengan tinggi 20mm. fungsi dari tepian tersebut adalah sebagai dinding supaya air hujan yang masuk tidak banyak yang terpantul keluar. Untuk ukuran diameter kerucut didapat melalui perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Luas} = 200\text{cm}^2$$

$$\text{luas} = \pi r^2$$

$$200 = 3,14 r^2$$

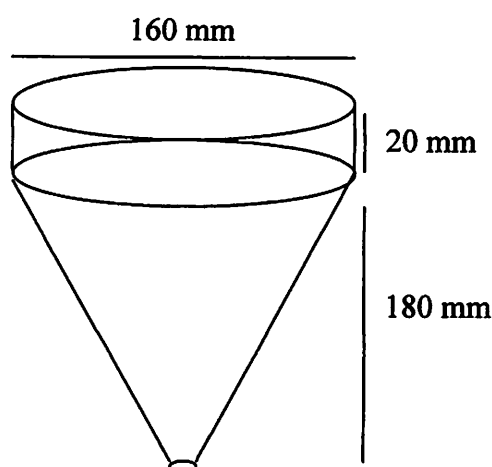
$$r^2 = \frac{200}{3,14} \text{ cm}$$

$$r = \sqrt{\frac{200}{3,14}} \text{ cm}$$

$$r = 7,98 \text{ cm} = 8 \text{ cm, maka didapat}$$

$$r = 16 \text{ cm} = 160 \text{ mm}$$

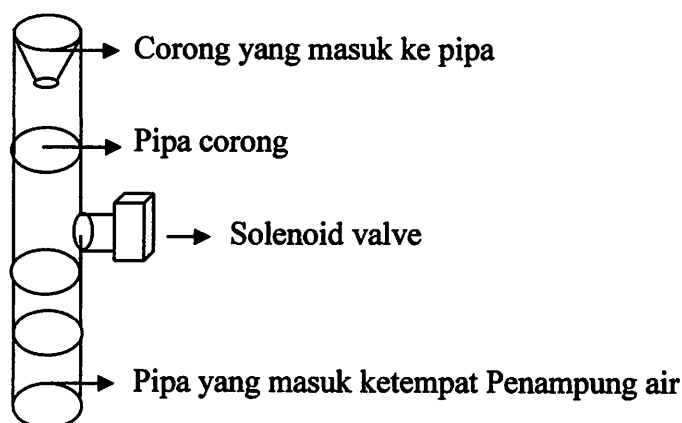
berikut adalah sketsa untuk kerucut



Gambar 3.13 Sketsa Corong Alat Pengukur Curah Hujan

3.2.1.2. Pipa Corong

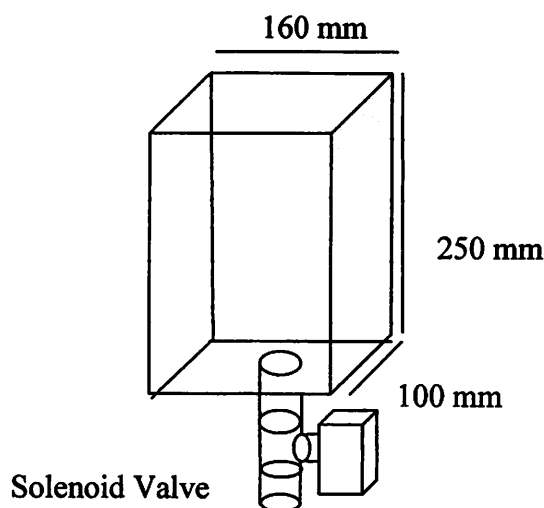
Kegunaan dari pipa ini adalah untuk mengalirkan secara langsung air hujan yang berada pada corong untuk langsung menuju ke tempat penampung air hujan. Untuk ukuran pipa ini tidak diperlukan yang berukuran besar, karena air yang berasal dari corong tidak deras. Untuk itu digunakan pipa PVC yang berukuran $\frac{1}{2}$ inchi. Pada Berikut adalah sketsa pipa corong yang akan digunakan



Gambar 3.14 Sketsa Pipa Corong Alat Pengukur Curah Hujan

3.2.1.3. Tempat Penampung Air Hujan

Setelah melewati corong dan pipa corong, maka air akan masuk ke dalam tempat penampungan air hujan. Tempat penampung air hujan ini terbuat dari bahan acrylic dengan ketebalan 0.2 mm. dinding samping tempat penampung ini diperkuat dengan alumenium siku yang berfungsi untuk memperkuat tiap-tiap dinding dari tempat penampung air agar ketika terisi penuh, acrylic tersebut tidak lepas. Berikut adalah sketsa penampung air hujan yang berukuran 160 mm x 100 mm x 250 mm.

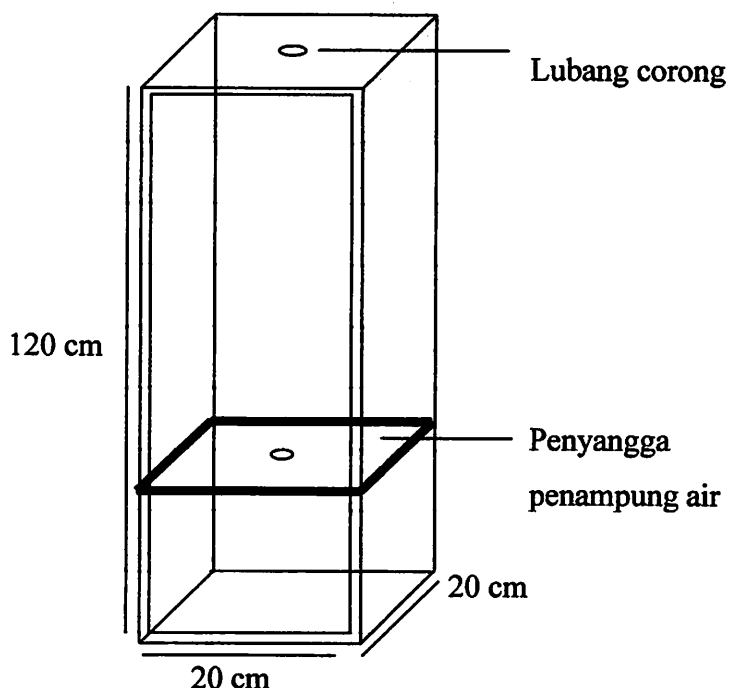


Gambar 3.15 Sketsa Tempat Penampung Air Alat Pengukur Curah Hujan

3.2.1.4. Box

Bagian ini merupakan bagian luar dari mekanik yang berbentuk kotak persegi panjang dimana dimana digunakan untuk melindungi alat baik pipa, penampung air, sensor dan solenoid valve agar tidak terkena air hujan secara langsung. Selain itu box juga berfungsi sebagai pelindung agar air hujan yang tidak melewati corong tidak

masuk kedalam. Yang memungkinkan tidak terjadinya kesalahan dalam penghitungan nantinya. Untuk ukuran panjang box 20 cm, lebar 20 cm dan tinggi 120 cm.



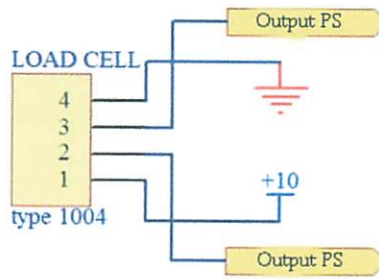
Gambar 3.16 Sketsa Box Alat Pengukur Curah Hujan

3.2.2. Perangkat keras (Hardware)

Perangkat keras atau biasa disebut dengan nama hardware merupakan bagian yang penting didalam sebuah system. Karena jika dalam rangkaian saja terjadi kesalahan maka akan menyebabkan semua system akan berhenti atau dapat dikatakan error. Untuk bagian hardware akan dibagi kedalam beberapa bagian yaitu untuk rangkaian sensor load cell, rangkaian pengkondisi sinyal, rangkaian AVR ATmega8535, driver solenoid valve dan komunikasi serial RS232.

3.2.2.1. Rangkaian sensor alat ukur curah hujan

Pada perancangan ini digunakan sebuah load cell dengan kapasitas 5000 gram dengan model 3133 - Micro Load Cell (0-5kg) - CZL635. Sensor load cell merupakan sensor yang mempunyai keluaran berupa tegangan dimana untuk menapatkan hasil atau data yang diinginkan dibutuhkan rangkaian pendukung lainnya.



Gambar 3.17 Rangkaian Sensor Load Cell

Pada datasheet load cell, ditunjukkan bahwa load cell memiliki *output sensitivity* sebesar 1,0 mV/V dan *excitation maksimum* sebesar 5 Vdc.

$$\begin{aligned}
 V_{out} &= \text{output sensitivity} \times \text{excitation maksimum} \\
 &= 1,0 \text{ mV} \times 5 \text{ Vdc} \\
 &= 5,0 \text{ mV}
 \end{aligned}$$

Jadi pada berat 5000 gram, tegangan keluaran (V_{out}) *load cell* sebesar 5,0 mV. Tegangan keluaran ini sangat kecil, sehingga harus dikuatkan terlebih dahulu oleh rangkaian pengkondisi sinyal.

3.2.2.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Dalam perancangan ini rangkaian pengkondisi sinyal terdiri dari rangkaian penguat instrumentasi (*instrumentation amplifier*). Rangkaian penguat instrumentasi disusun dari tiga buah op-amp dan beberapa tahanan. Rangkaian pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Gambar 3.17

Rangkaian penguat instrumentasi dalam dibentuk oleh rangkaian penguat diferensial dan rangkaian penguat penyangga. Penguatan (*gain*) penguat instrumentasi dapat diatur melalui tahanan R_0 . Dalam perancangan ini nilai tahanan $R_1 = R_2 = R_f$ sebesar 100 k Ω , $R_i = 1k$ agar dapat penguatan seperti yang kita di inginkan. Sedangkan untuk mengetahui nilai tahanan R_0 dilakukan perhitungan dengan menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$V_0 = (V_2 - V_1) \left(1 + \frac{2R_1}{R_0} \right) \left(\frac{R_f}{R_i} \right) \quad (3.1)$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_0} \right) \left(\frac{R_f}{R_i} \right) \quad (3.2)$$

Tegangan keluaran dari *load cell* waktu tanpa beban sebesar 1,0 mV. Sedangkan dalam perancangan ini ADC hanya bisa membaca tegangan minimum sebesar 4,89 mV,

dan pada saat berat maximum 5000 gram keluaran V_{out} sensor 5,0 mV. Untuk menentukan penguatannya sebagai berikut :

$$A(\text{penguatan}) = \frac{V_{ref}}{V_{out \text{ sensor}}} \quad (3.3)$$

$$\begin{aligned} A(\text{penguatan}) &= \frac{5V}{5,0mV} \\ &= 1000 \text{ kali} \end{aligned}$$

Jadi diperlukan penguatan sebesar 1000 kali agar data maximum ADC 1023. Untuk mencari besarnya R_0 pada rangkaian penguat instrumentasi dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$V_{out} = (V_{in1} - V_{in2}) \left(1 + \frac{2R_1}{R_0} \right) \left(\frac{R_f}{R_i} \right)$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_0} \right) \left(\frac{R_f}{R_i} \right)$$

$$A = \left(1 + \frac{2R_1}{R_0} \right) \left(\frac{R_f}{R_i} \right)$$

$$1000 = \left(1 + \frac{2 \times 100.000}{R_0} \right) \left(\frac{100.000}{1.000} \right)$$

$$1000 = \left(1 + \frac{2 \times 100.000}{R_0} \right) (100)$$

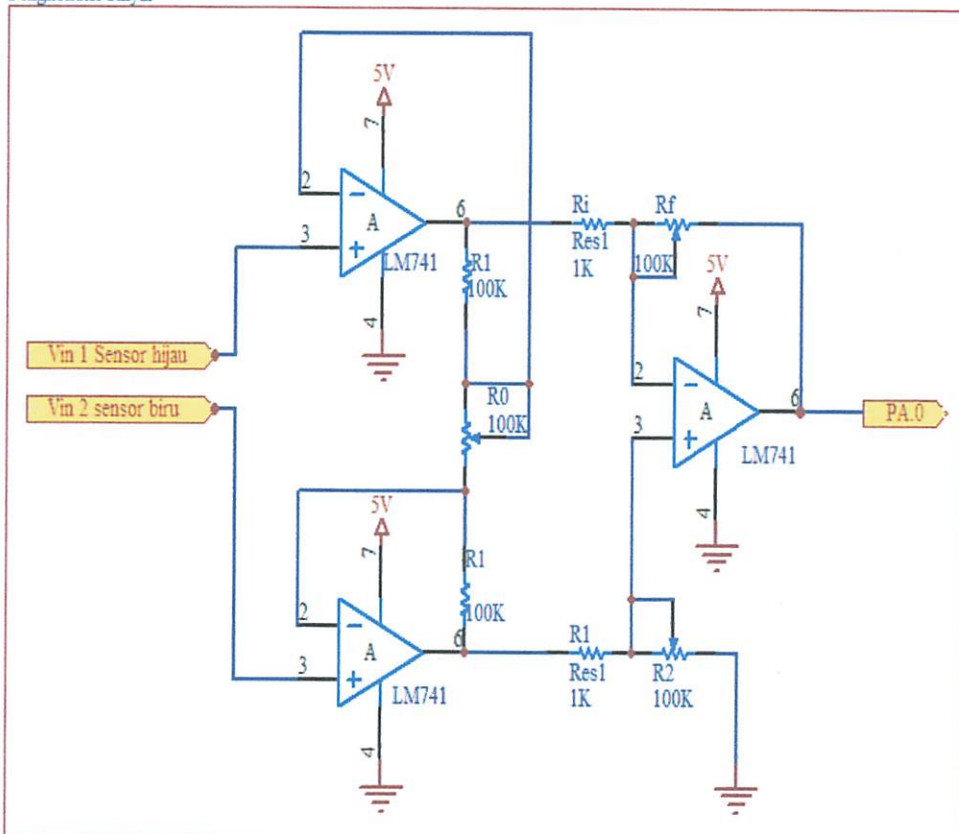
$$\frac{1000}{100} = \frac{1 + 200.000}{R_0}$$

$$1000 = \frac{200.001}{R_0}$$

$$R_0 = \frac{200.001}{1000}$$

$$R_0 = 200,001 = 200 \, \Omega$$

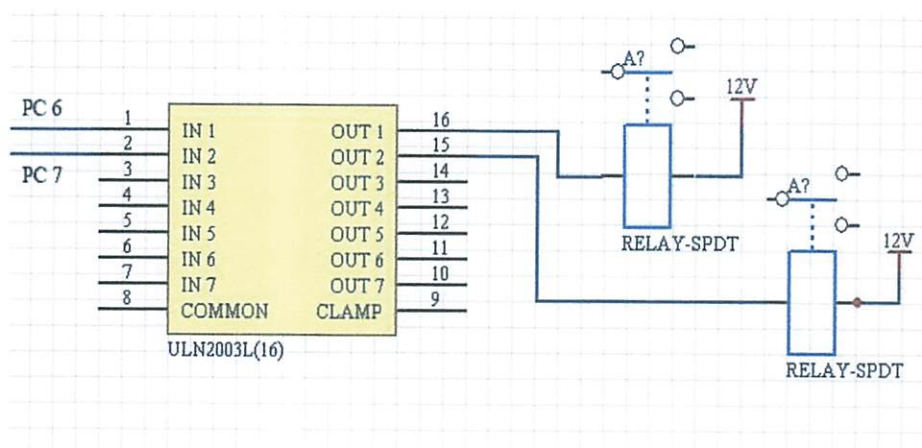
Rangkaian
Pengkondisi Sinyal



Gambar 3.18 Rangkaian Pengkondisi Sinyal

3.2.2.3. Rangkaian Driver Relay Untuk Selenoid Valve

Untuk menggerakkan relay yang bertugas membuka dan menutup solenoid valve dibutuhkan arus sebesar 80 mA sedangkan arus maksimal yang disediakan oleh mikrokontroller hanya sebesar 1 mA, sehingga dibutuhkan rangkaian driver relay yang mampu memperkuat arus dengan menggunakan IC ULN 2003.

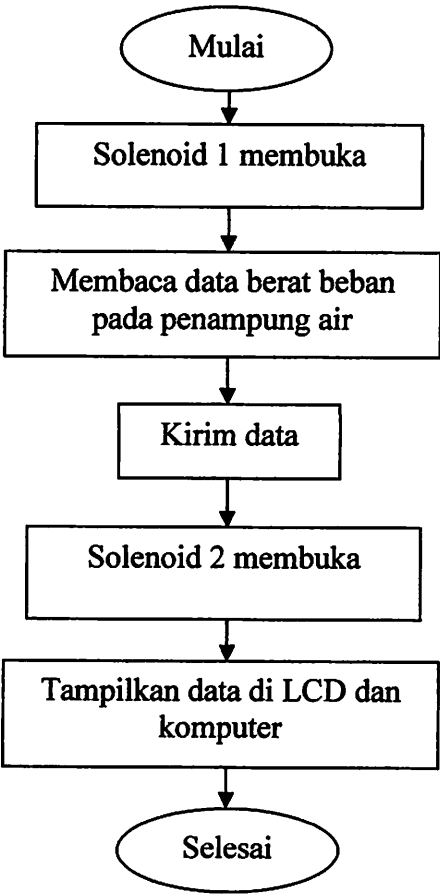


Gambar 3.19 Rangkaian Driver Relay Untuk Selenoid Valve

Pada gambar perancangan diatas dijelaskan bahwa driver relay yang digunakan untuk menggerakkan relay adalah 2 buah pin. Pin 1 masukkan dihubungkan dengan mikrokontroller pin 29 (PC7) dengan keluaran driver pada pin 16 yang dihubungkan dengan relay untuk menggerakkan solenoid valve 1 dan untuk Pin 2 masukkan dihubungkan dengan mikrokontroller pin 28 (PC6) dengan keluaran driver pada pin 15 yang dihubungkan dengan relay untuk menggerakkan solenoid valve 2.

3.2.3. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

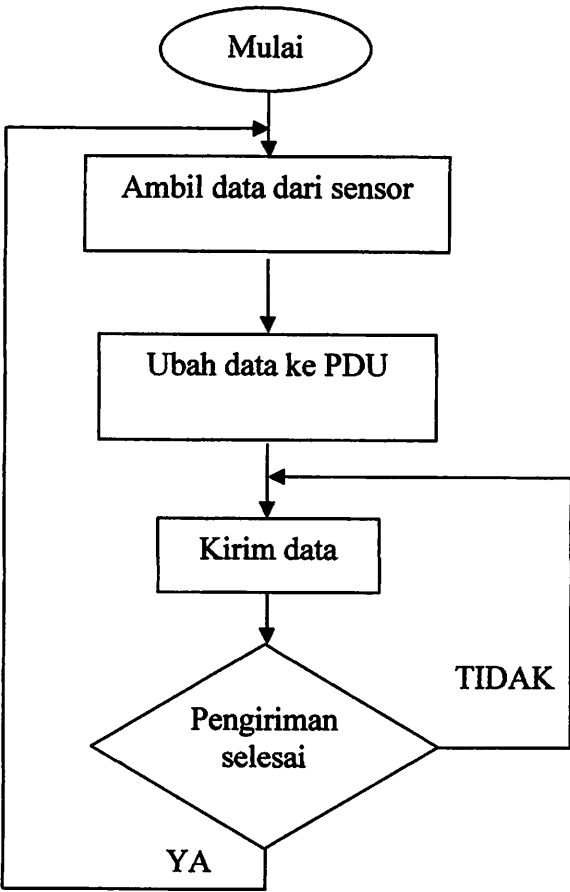
Untuk mengontrol mekanisme keseluruhan sistem perangkat keras (hardware) yang telah dirancang, maka diperlukan Sistem Kerja yang mampu memberikan tampilan dan cara kerja yang sesuai perancangan.



Gambar 3.20 Flowchart Cara Kerja Alat Ukur Curah Hujan

Dari gambar diatas di jelaskan bahwa pada saat rangkaian di hidupkan dan di berikan catu daya, solenoid yang ditempatkan pada bagian corong akan membuka yang mengakibatkan air pada corong jatuh ke tempat penampung air. Proses pembukaan solenoid tersebut bekerja selama 1 menit yang kemudian akan menutup kembali. Air yang di tampung akan di baca sensor dengan mendapatkan data berat beban yang

nantinya data tersebut diolah dan disimpan oleh mikrokontroler. Setelah proses tersebut baru dilakukan pengiriman data sehingga data tersebut dapat ditampilkan pada LCD dan komputer yang terlebih dahulu solenoid pada bagian penampung air akan membuka untuk membuang air yang telah diukur



Gambar 3.21 Flowchart Cara Kerja Pengiriman SMS

Dari gambar diatas di jelaskan bahwa pada saat rangkaian dijalankan, mikrokontroller akan mengambil data dari sensor kemudian akan di olah. Setelah diolah kemudian data terebut di ubah ke PDU untuk antarmuka pengiriman data secara SMS Gateway. Data yang telah diubah tersebut dikirim menggunakan media hanphone. Begitu sterusnya dilakukan secara berulang-ulang.

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Setelah semua perancangan alat telah selesai dirancang secara keseluruhan, maka perlu dilakukan suatu pengujian sistem yang dilakukan pada tiap-tiap blok maupun secara keseluruhan, dimana pengujian ini bertujuan agar :

1. Mengetahui sejauh mana alat pengukur kecepatan angin dan curah hujan ini dapat berfungsi dengan baik.
2. Mencari dan menemukan beberapa permasalahan yang mungkin timbul pada saat alat ini beroperasi untuk kemudian diperbaiki sampai pada tingkat kesalahan sistem sekecil mungkin sehingga didapatkan hasil yang akurat.
3. Memahami spesifikasi dari rangkaian kontrol dan rangkaian daya dengan cara mengukur besarnya daya-daya yang dibutuhkan, tegangan kerja dan arus dari rangkaian kontrol dan rangkaian-rangkaian pendukungnya.

Adapun persamaan rumus yang digunakan untuk alat ukur kecepatan angin adalah sebagai berikut:

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{\text{Alat Ukur Kec. Angin Sebenarnya} - \text{Alat Ukur Kec. Angin}}{\text{Alat Ukur Kec. Angin Sebenarnya}} \right| \times 100\%$$

Sedangkan untuk mencari kesalahan relatif rata-rata terhadap Alat ukur kecepatan angin (Error) rata-rata menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Error (\%)} \text{ rata-rata} = \frac{\sum_{t=1}^N \% \text{ Error}}{n}$$

Dimana :

Error (%)	= Kesalahan relatif
Error (%) rata-rata	= Kesalahan relatif rata-rata
n	= Banyaknya data

Untuk alat ukur curah hujan, error hasil pengukuran berat didapat dengan menghitung persentasi selisih antara air sebenarnya dengan beratair hasil pengukuran :

$$\text{Error} = \frac{(\text{Berat Air Sebenarnya} - \text{Berat Air Terukur})}{\text{Berat Air Sebenarnya}} \times 100\%$$

4.1 Pengujian Konstruksi

4.1.1 Pengujian Alat Ukur Kecepatan Angin

Pengujian konstruksi dilakukan untuk mengetahui apakah perancangan yang telah dibuat sesuai dengan hasil akhir dari ukuran konstruksi yang sebenarnya. Dari pengukuran dimensi yang dilakukan diketahui bahwa tinggi alat adalah 2 meter dengan jari-jari lingkaran 13,26 sehingga memiliki keliling lingkaran 83,3 cm. dengan menggunakan mangkok sebagai penangkap angin dengan diameter 6,6 cm maka mampu membuat alat tersebut tanpa halangan. Ini berarti konstruksi yang dibuat sudah dapat mendukung bagian elektronik ataupun alat karena secara keseluruhan untuk dapat bekerja dengan baik.

4.1.2 Pengujian Alat Ukur Curah Hujan

Pengujian konstruksi dilakukan untuk mengetahui apakah perancangan yang telah dibuat sesuai dengan hasil akhir dari ukuran konstruksi yang sebenarnya. Dari pengukuran dimensi yang dilakukan diketahui bahwa ukuran luas corong yang dibuat adalah 200 mm² dengan tinggi keseluruhan alat 120 cm. Selenoid yang terpasang pada pipa dengan ukuran diameter 21mm mampu melewatkan air tanpa halangan. Ini berarti konstruksi yang dibuat sudah dapat mendukung bagian elektronik ataupun alat karena secara keseluruhan untuk dapat bekerja dengan baik.

4.2 Pengujian Rangkaian Elektrik

4.2.1 Pengujian Alat Ukur Kecepatan Angin

4.2.1.1 Pengujian Sensor Optocoupler

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan kondisi terang atau gelap pada sensor. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada rangkaian sensor optocoupler dalam kondisi terang dan gelap menggunakan multimeter dengan sumber catu daya sebesar 5V DC. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Output Tegangan Optocoupler

Kondisi	Tegangan	Keterangan
Gelap	4,89	Diukur pada saat sensor terkena penghalang
Terang	0	Diukur pada saat sensor tidak terkena penghalang

Dari tabel diatas dapat dijelaskan bahwa pada saat sensor mengenai penghalang menghasilkan tegangan 4,89 volt yang menjadikan kondisi high karena cahaya yang dikirimkan tidak bisa diterima oleh bagian penerimanya dan sebaliknya saat tidak mengenai penghalang menghasilkan tegangan 0 volt yang menjadikan kondisi low. Tampilan pengujian output tegangan optocoupler dapat dilihat pada gambar mrnggunakan multimeter dibawah ini.



Gambar 4.1 Pengujian Output Tegangan Optocoupler

4.2.1.2 Pengujiann Mikrokontroller

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah minimum sistem dan port-port pada mikrokontroller yang digunakan dapat berjalan dengan baik. Pengujian ini di lakukan dengan menghubungkan LED dengan Port A (PA.0 - PA.7) pada mikrokontroller yang dijadikan sebagai output. Dan Switch dihubungkan dengan Port B (PB.0-PB.7) dijadikan sebagai input.

Tabel 4.2 Pengujian Mikrokontroller

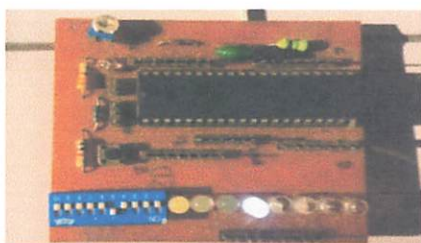
No.	Kondisi	Tampilan led
1.	Geser PB.0	1111 1110
2.	Geser PB.1	1111 1101
3.	Geser PB.2	1111 1011
4.	Geser PB.3	1111 0111
5.	Geser PB.4	1110 1111
6.	Geser PB.5	1101 1111
7.	Geser PB.6	1011 1111
8.	Geser PB.7	0111 1111

Keterangan led

0 = led menyala

1 = led tidak menyala

Pada tabel percobaan diatas dijelaskan bahwa jika switch di geser pada PB.0 maka akan diberikan logika “ 1111 1110” yang artinya led yang terhubung dengan PA.0 yang akan menyala. Begitu seterusnya seperti pada tabel diatas yang dihasilkan sesuai dengan program yang diberikan.



Gambar 4.2 Pengujian Mikrokontroller

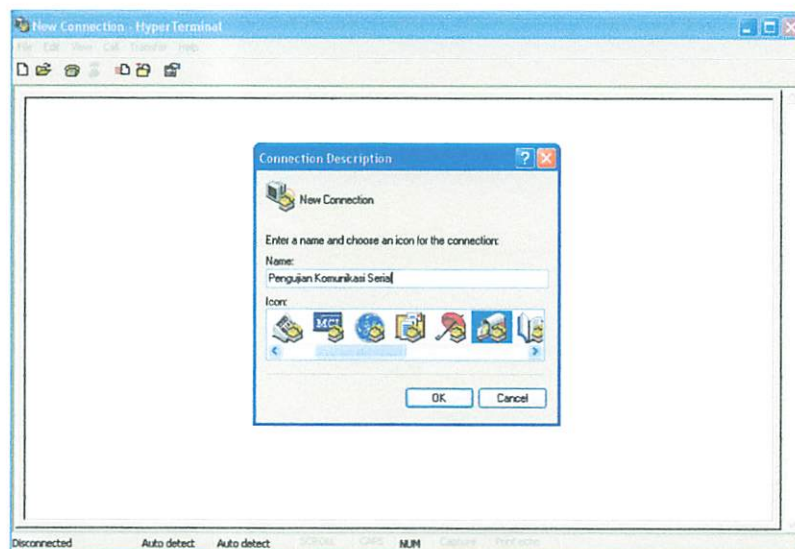
4.2.1.3 Pengujian Komunikasi Serial RS232

Pengujian komunikasi serial RS232 dilakukan dengan menggunakan bantuan Software Hyperterminal. Software ini digunakan sebagai antarmuka untuk memastikan komputer yang digunakan bisa terhubung dengan mikrokontroler atau sebaliknya. Blok pengujian komunikasi serial dapat dilihat pada gambar dibawah ini



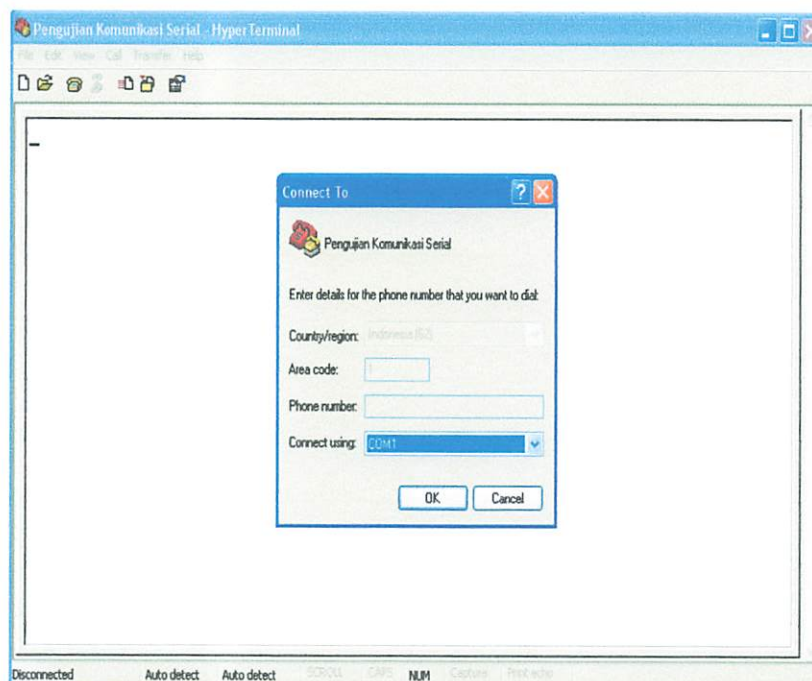
Gambar 4.3 Blok Pengujian Komunikasi Serial

Pada gambar diatas menunjukkan konfigurasi mikrokontroler dan komunikasi serial dapat dihubungkan dengan komputer. Pada komputer terlebih dahulu mengaktifkan Software Hyperterminal.



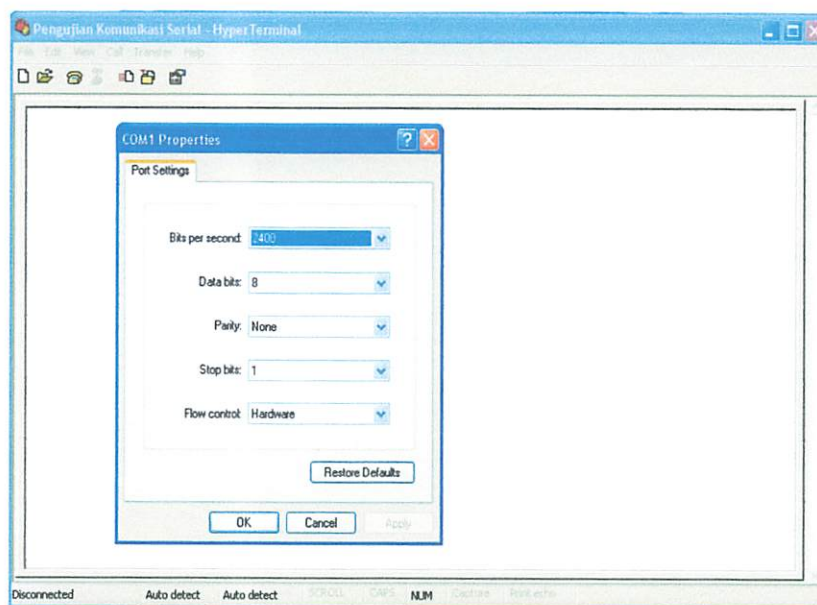
Gambar 4.4 Mengaktifkan Software Hyperterminal

Kemudian memilih port pada komputer yang digunakan untuk komunikasi serial dengan mikrokontroler seperti ditunjukkan pada gambar 4.5.



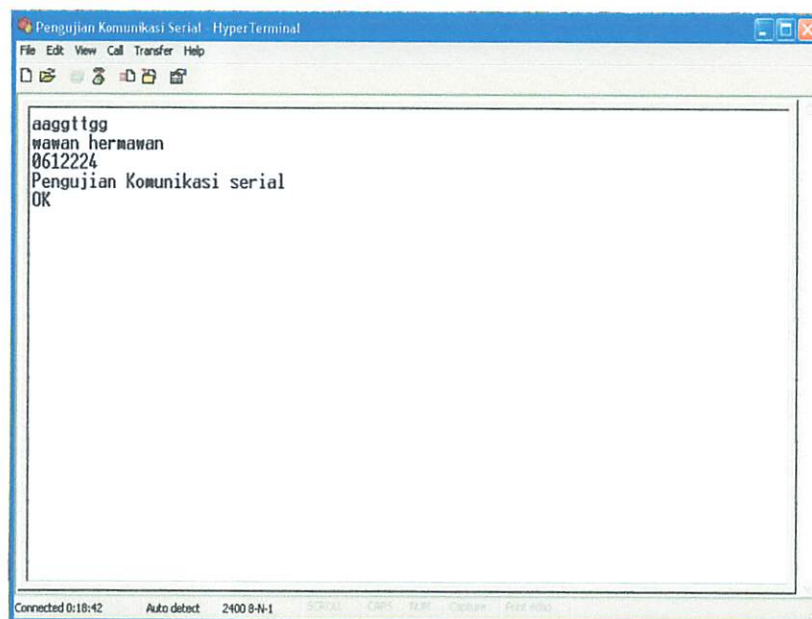
Gambar 4.5 Memilih Port Pada Komputer

Setelah itu dilakukan pengaturan baudrate pada Software Hyperterminal yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan pada komunikasi serial yang ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pengaturan Baudrate Pada Hyperterminal

Setelah itu hasil pengujian dari komunikasi serial yang dihubungkan dengan komputer menggunakan Software Hyperterminal dapat ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hasil Pengujian Komunikasi Serial Dengan Komputer

4.2.1.4 Pengujian Modul LCD

pengujian tampilan data pada LCD ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian LCD yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

1. Mengisi mikrokontroller dengan software, dengan program yang dapat ditampilkan pada LCD berupa tulisan-tulisan.
2. Bila pada layar LCD tampak tulisan baik berupa angka atau huruf, maka LCD tersebut siap digunakan.

Adapun cara pengujian dapat dilihat pada blok pengujian LCD M1632 diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.8 Blok Diagram Pengujian LCD

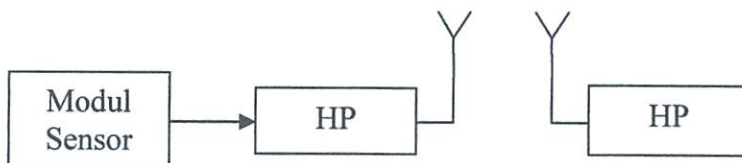
pada gambar diatas, mikrokntroller dihubungkan dengan LCD yang kemudian rangkaian siap dijalankan. Pada alat pengukuran ini, setiap data yang diukur oleh sensor akan ditampilkan terlebih dahulu pada LCD sebelum dilakukan pengiriman dan penyimpanan. Tampilan tersebut akan berupa huruf dan angka yang sesuai dengan isi program dan hasil perhitungan seperti tampak pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Tampilan Data Pada LCD

4.2.1.5 Pengujian HP Penerima

Pengiriman data secara langsung dari jarak jauh akan dilakukan sistem jika ada kode berupa SMS yang dikirim dari handphone user dimana nomer telepon yang digunakan telah diinisialisasikan terlebih dahulu kepada handphone pada sensor. Data yang dikirim adalah data yang terukur saat permintaan diterima oleh sensor.



Gambar 4.10 Blok Diagram Pengujian Pengiriman Data



Gambar 4.11 Hasil Pengiriman Data Dengan Menggunakan Handphone

Kedua handphone berkomunikasi dengan menggunakan daftar perintah yang disebut dengan AT-command sehingga antara satu sama lain akan saling merespon. Handphone yang terhubung dengan mikrokontroller diatas baik jalur Rx dan Tx nya memungkinkan data pada mikrokontroller dapat dikirim kepada handphone tujuan.

Pada handphone penerima, akan menampilkan data yang dikirim oleh handphone pengirim dengan tampilan berupa tulisan sesuai data yang dikirim dan dilengkapi dengan tanggal dan waktu pengiriman.

4.2.1.6 Tampilan Data Pada Komputer

Pada pengujian penampilan data pada komputer dilakukan dengan cara menghubungkan handphone penerima dengan komputer menggunakan kabel data Siemens C35. Blok pengujian dan Penampilan data pada komputer menggunakan Borland Delphi dengan tampilan data sebagai berikut.



Gambar 4.12 Blok Pengujian Tampilan Data Pada Komputer

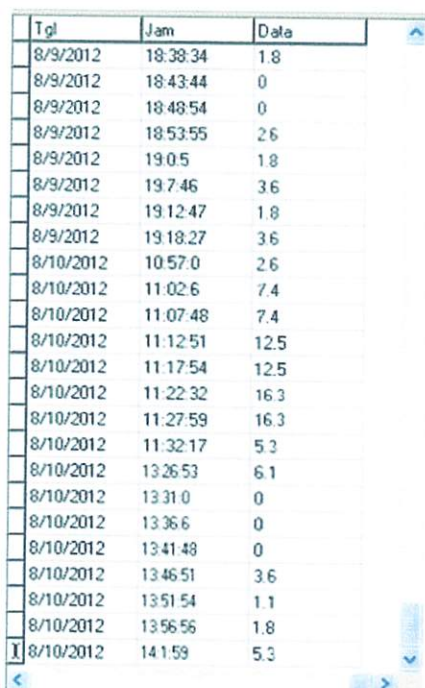
Tgl	Jam	Data
6/20/2012	13:11:29	1.8
6/20/2012	13:16:33	0
6/20/2012	13:21:41	6
6/20/2012	13:26:53	1.8
6/20/2012	13:31:0	2.6
6/20/2012	13:36:6	1.6
6/20/2012	13:41:48	1.6
6/20/2012	13:46:51	1.8
6/20/2012	13:51:54	3.6
6/20/2012	13:56:56	1.8
6/20/2012	14:1:59	3.6
6/20/2012	14:6:1	2.6
6/20/2012	14:11:4	1.6
6/20/2012	14:16:7	2.8
6/20/2012	14:21:9	1.8
6/20/2012	14:26:12	3.6
6/20/2012	14:31:15	1.8
6/20/2012	23:32:17	0
6/20/2012	23:32:20	0
6/20/2012	23:32:22	2.6
6/20/2012	23:32:25	1.8
6/20/2012	23:32:28	1.6
6/20/2012	23:32:30	0
6/20/2012	23:32:33	1.8

Gambar 4.13 Tampilan Data Hasil Pengujian Alat Ukur Kecepatan Angin

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa pengiriman data hasil pengukuran kecepatan angin dapat ditampilkan pada komputer dengan menggunakan borland delphi. Tampilan tersebut menampilkan data nilai kecepatan angin yang telah di terima dan diolah mikrokontroler terlebih dahulu. Data ini dilengkapi dengan waktu dan tanggal pengiriman sebagai pelengkap untuk mempermudah pembacaan data.

4.2.1.7 Pengujian Data Maksimal

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui data maksimal yang bisa dibaca selama alat bekerja. Data maksimal tersebut didapat dengan menempatkan kipas angin sebagai angin buatan pada kecepatan tertinggi. Pengujian ini menampilkan data maksimal seperti gambar dibawah ini.



Tgl	Jam	Data
8/9/2012	18:38:34	1.8
8/9/2012	18:43:44	0
8/9/2012	18:48:54	0
8/9/2012	18:53:55	2.6
8/9/2012	19:05	1.8
8/9/2012	19:7:46	3.6
8/9/2012	19:12:47	1.8
8/9/2012	19:18:27	3.6
8/10/2012	10:57:0	2.6
8/10/2012	11:02:6	7.4
8/10/2012	11:07:48	7.4
8/10/2012	11:12:51	12.5
8/10/2012	11:17:54	12.5
8/10/2012	11:22:32	16.3
8/10/2012	11:27:59	16.3
8/10/2012	11:32:17	5.3
8/10/2012	13:26:53	6.1
8/10/2012	13:31:0	0
8/10/2012	13:36:6	0
8/10/2012	13:41:48	0
8/10/2012	13:46:51	3.6
8/10/2012	13:51:54	1.1
8/10/2012	13:56:56	1.8
8/10/2012	14:1:59	5.3

Gambar 4.14 Tampilan Data Pengujian maksimal

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa pada saat melakukan pengujian, pengambilan data maksimal dilakukan dengan menempatkan kipas angin dengan kecepatan maksimmmal sehingga pada tampilan pembacaan data alat ukur diperoleh nilai data maksimal sebesar 16,3 m/s. percobaan data maksimal tersebut dilakukan pada tanggal 10 agustus 2012 dan pada pukul 11.10 WIB.

4.2.1.8 Pengujian Data Keseluruhan

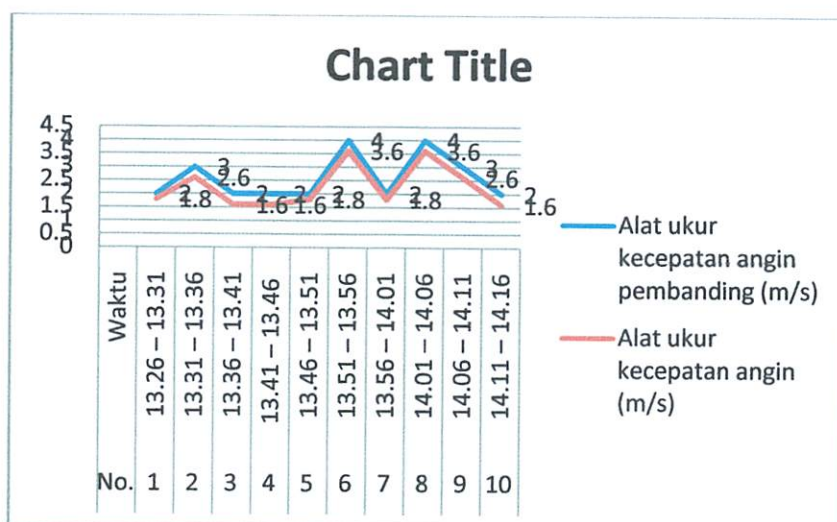
Pengujian yang dilakukan adalah untuk membandingkan kecepatan angin alat yang dibuat dengan alat yang sebenarnya. Kalibrasi untuk alat ukur kecepatan angin yang dibuat ini dilakukan pengujian secara langsung dilapangan yang bertempat di BMKG Karangploso Malang. Pengujian ini dilakukan dengan menempatkan alat yang dibuat dan alat yang sebenarnya dengan ketinggian 2 meter sesuai standar yang berlaku agar mendapatkan hasil yang akurat.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Alat Ukur Kecepatan Angin

No.	Waktu	Alat ukur kecepatan angin pembanding (m/s)	Alat ukur kecepatan angin (m/s)	$ A_{\text{pembanding}} - A_{\text{ukur}} $	Error (%)
1	13.26 – 13.31	2	1,8	0,2	10 %
2	13.31 – 13.36	3	2,6	0,4	13,3%
3	13.36 – 13.41	2	1,6	0,4	20%
4	13.41 – 13.46	2	1,6	0,4	20%
5	13.46 – 13.51	2	1,8	0,2	10%
6	13.51 – 13.56	4	3,6	0,4	20%
7	13.56 – 14.01	2	1,8	0,2	10%
8	14.01 – 14.06	4	3,6	0,4	10%
9	14.06 – 14.11	3	2,6	0,4	13,3%
10	14.11 – 14.16	2	1,6	0,4	20%
Error (%) rata-rata					14,55%

Dari tabel diatas dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian alat ukur kecepatan angin yang dibuat dengan alat ukur kecepatan angin pembanding memiliki kalibrasi. Percobaan ini dilakukan sebanyak 10 kali pada waktu siang hari berkisar antara pukul 13.26 WIB sampai pukul 14.16 WIB karena pada waktu tersebut memungkinkan kecepatan angin lebih kuat. Setiap pengujian di lakukan dalam rentan waktu 5 menit sesuai pengaturan program dalam mikrokontroller.

Pada alat ukur kecepatan angin menghasilkan data 2 m/s pada waktu 13.26 WIB sampai 13.31WIB, sedangkan pada alat ukur yang dibuat menghasilkan data 1,8 m/s sehingga mengkasikan kalibrasi 0,2 atau 10%. Begitu seterusnya sampai percobaan ke 10 sehingga menghasilkan error(%) rata-rata sebesar 14,55%.



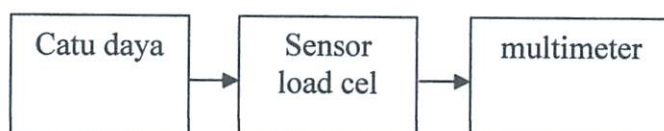
Grafik 4.1 Hasil Pengujian Alat Ukur Kecepatan Angin

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian alat ukur kecepatan angin yang dibuat dengan alat ukur kecepatan angin pembeding memiliki kalibrasi. Pada 10 kali percobaan dan waktu menunjukkan perbedaan hasil kecepatan angin yang di tunjukkan warna garis grafik biru sebagai hasil alat ukur kecepatan angin pembeding dan warna merah sebagai hasil alat ukur kecepatan angin yang dibuat.

4.2.2 Pengujian Alat Ukur Curah Hujan

4.2.2.1 Pengujian Rangkaian Sensor Load Cell

pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat beban terhadap tegangan. Untuk pengujian ini dilakukan dengan menggunakan beban-beban yang telah diukur terlebih dahulu dengan menggunakan timbangan. Setiap diberikan pertambahan beban maka tegangan dari sensor load cell diukur dengan menggunakan multimeter digital sehingga dapat diketahui perubahannya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pertambahan beban terhadap tegangan yang dihasilkan oleh load cell. Berikut gambar blok diagram pengukuran hubungan data berat dengan tegangan sensor

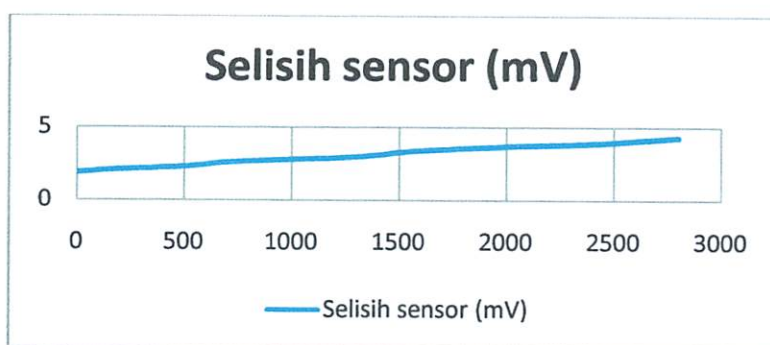


Gambar 4.15 Blok Diagram Pengukuran Hubungan Data Berat Dengan Tegangan Sensor

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Hubungan Data Berat Dengan Tegangan Sensor

Beban real (gr)	Selisih sensor (mV)
0	1,9
200	2,1
500	2,3
700	2,6
1000	2,8
1200	2,9
1400	3,1
1500	3,3
1700	3,5
2000	3,7
2400	3,9
2800	4,3

Dari data yang diperoleh diatas dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan sebanyak 12 kali pengujian. Pengujian dilakukan dengan mengukur selisih sensor saat sensor tanpa diberikan beban sampai beban 2800 gr karena pada saat tersebut sensor mampu membaca tegangan dari beban yang tegangan keluaran sensor sebenarnya adalah 5 mV. Dari pengujian tersebut, semakin besar massa beban yang diberikan, maka tegangan dari sensor akan semakin bertambah. Saat dalam keadaan real atau tanpa beban yang diberikan pada load cell, tegangan yang terukur adalah 1,9 mV. Ini adalah pengaruh penampung air dan solenoid valve yang berada pada sensor load cell. Begitu seterusnya seperti diperlihatkan pada tabel dan pada saat beban diberikan beban melebihi 2800gr, maka sensor akan error.

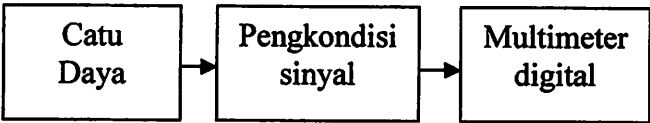


Grafik 4.2 Pengukuran Hubungan Data Berat Dengan Tegangan Sensor

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian pengukur hubungan data berat dengan tegangan sensor bekerja sesuai yang di rencanakan. Grafik menampilkan perubahan dari setiap percobaan dengan memberikan beban-beban yang berbeda, semakin besar beban yang di berikan maka tegangan keluaran pada load cell akan semakin besar.

4.2.2.2 Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis ketepatan rangkaian pengkondisi sinyal sensor berat dalam merespon perubahan berat. pengujian ini dilakukan dengan menggunakan cara memberikan tegangan mV yang berbeda-beda pada V_{in1} dan V_{in2} rangkain pengkondisi sinyal. Setelah itu baru melakukan pengukuran pada keluaran pengkondisi sinyal dengan multimeter. Berikut gambar blok diagram pengujian pengkondisi sinyal.



Gambar 4.16 Blok Diagram Pengujian Pengkondisi Sinyal

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Berat

V_{in1} (mV)	V_{in2} (mV)	Penguatan (Gain)	V_{out} (V)		% Kesalahan (Error)
			Perhitungan	Pengukuran	
1	3	1000	2	1,84	8
2,5	5	1000	2,5	2,46	1,6
3	7	1000	4	3,86	6
4,5	9	1000	4,5	4,42	1,7
5	11	1000	6	5,89	1,8
6	13	1000	7	6,84	2,2

Analisa perhitungan untuk $V_{in1} = 1\text{ mV}$, $V_{in2} = 3\text{ mV}$;
Diketahui ; $R_1, R_2, R_f = 100\text{ k}\Omega$ $R_i = 1\text{ k}\Omega$ $R_0 = 200\text{ }\Omega$

$$V_o = (V_2 - V_1) \left(1 + \frac{2R_1}{R_o} \right) \left(\frac{R_f}{R_i} \right)$$

$$V_o = (3 - 1) \left(1 + \frac{2.100.000}{200} \right) \left(\frac{100.000}{1.000} \right)$$

$$V = (2 \text{ mV}) (1,001 \times 100)$$

$$V = 2 \text{ V}$$

Untuk mencari nilai persentase kesalahan dilakukan perhitungan sebagai berikut;

$$\begin{aligned} \% \text{ Kesalahan (error)} &= \left| \frac{\text{perhitungan } n - \text{pengukuran}}{\text{perhitungan } n} \right| \times 100 \% \\ &= \left| \frac{2 - 1,84}{2} \right| \times 100 \% \\ &= 8 \% \end{aligned}$$

Pada tabel pengujian diatas dijelaskan bahwa saat Vin1 diberikan tegangan sebesar 1 mV dan Vin2 diberikan tegangan sebesar 3 mV maka pada keluaran rangkaian pengkondisi sinyal sebesar 1,84 volt dengan gain sebesar 1000. Sedangkan menurut perhitungan sebenarnya, keluaran rangkaian pengkondisi sinyal harusnya sebesar 2 volt sehingga di dapatkan error sebesar 8% . Begitu seterusnya seperti pada tabel diatas yang dihasilkan sesuai dengan besarnya tegangan Vin1 dan Vin2 yang diberikan. Berikut gambar hasil pengujian keluaran rangkaian pengkondisi sinyal menggunakan multimeter.



Gambar 4.17 Hasil Pengujian Rangkaian Pengkomdisi Sinyal

4.2.2.3 Rangkaian Driver Relay Dan Solenoid Valve

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah driver relay dan solenoid valve sudah bisa bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan rangkaian mikrokontroller dengan rangkaian driver relay dan solenoid valve seperti di tunjukkan pada gambar 4.16.



Gambar 4.18 Diagram Blok Pengujian Driver Relay Dan Solenoid Valve

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Driver Relay Dan Solenoid Valve

No.	Output MK	input ULN	Output ULN	Kondisi Relay	Kondisi Valve
1.	1	5 V	0 V	Aktif	Buka
2.	0	0 V	11,84 V	mati	Tutup

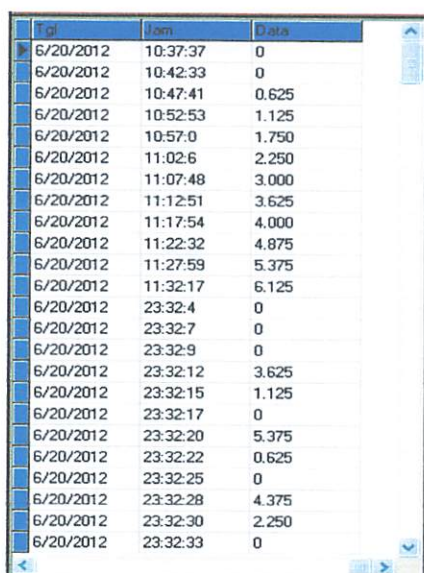
Karena arus yang keluar dari mikrokontroller tidak cukup untuk mengaktifkan relay, maka IC ULN 2003 digunakan untuk menaikkan arus dari mikrokontroller ke relay. Dari tabel diatas dijelaskan, saat ULN menerima masukan 5 volt (logika high), tegangan keluaran akan menjadi 0 volt yang mengakibatkan relay aktif karena Gnd pada ULN terhubung dengan relay dan solenoid membuka. Sedangkan saat masukan ULN tegangan 0 volt (logika low), tegangan keluaran akan menjadi 11,84 volt yang mengakibatkan relay mati karena hanya mendapatkan Vcc tanpa Gnd dan solenoid menutup.



Gambar 4.19 Pengujian Tegangan Keluaran Driver Relay

4.2.2.4 Tampilan Data Pada Komputer

Pada pengujian penampilan data pada komputer dilakukan dengan cara menghubungkan HP penerima dengan komputer menggunakan kabel data Siemens M35. Penampilan data pada komputer menggunakan Borland Delphi dengan tampilan data sebagai berikut.



Tgl	Jam	Data
6/20/2012	10:37:37	0
6/20/2012	10:42:33	0
6/20/2012	10:47:41	0.625
6/20/2012	10:52:53	1.125
6/20/2012	10:57:0	1.750
6/20/2012	11:02:6	2.250
6/20/2012	11:07:48	3.000
6/20/2012	11:12:51	3.625
6/20/2012	11:17:54	4.000
6/20/2012	11:22:32	4.875
6/20/2012	11:27:59	5.375
6/20/2012	11:32:17	6.125
6/20/2012	23:32:4	0
6/20/2012	23:32:7	0
6/20/2012	23:32:9	0
6/20/2012	23:32:12	3.625
6/20/2012	23:32:15	1.125
6/20/2012	23:32:17	0
6/20/2012	23:32:20	5.375
6/20/2012	23:32:22	0.625
6/20/2012	23:32:25	0
6/20/2012	23:32:28	4.375
6/20/2012	23:32:30	2.250
6/20/2012	23:32:33	0

Gambar 4.20 Tampilan Data Hasil Pengujian Alat Ukur Curah Hujan

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa pengiriman data hasil pengukuran curah hujan dapat ditampilkan pada komputer dengan menggunakan borland delphi. Tampilan tersebut menampilkan data nilai curah hujan yang telah di terima dan diolah mikrokontroler terlebih dahulu. Data ini dilengkapi dengan waktu dan tanggal pengiriman sebagai pelengkap untuk mempermudah pembacaan data.

4.2.2.5 Pengujian Data Maksimal

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui data maksimal yang bisa dibaca selama alat bekerja. Data maksimal tersebut didapat pada saat air terisi penuh pada alat penampung air alat ukur curah. Pengujian ini menampilkan data maksimal seperti gambar dibawah ini.



Tgl	Jam	Data
6/20/2012	10:37:37	0
6/20/2012	10:42:33	0
6/20/2012	10:47:41	0.625
6/20/2012	10:52:53	1.125
6/20/2012	10:57:0	1.750
6/20/2012	11:02:6	2.250
6/20/2012	11:07:48	3.000
6/20/2012	11:12:51	3.625
6/20/2012	11:17:54	4.000
6/20/2012	11:22:32	4.875
6/20/2012	11:27:59	5.375
6/20/2012	11:32:17	6.125
6/20/2012	23:32:4	0
6/20/2012	23:32:7	0
6/20/2012	23:32:9	0
6/20/2012	23:32:12	3.625
6/20/2012	23:32:15	1.125
6/20/2012	23:32:17	0
6/20/2012	23:32:20	5.375
6/20/2012	23:32:22	0.625
6/20/2012	23:32:25	0
6/20/2012	23:32:28	4.375
6/20/2012	23:32:30	2.250
6/20/2012	23:32:33	0

Gambar 4.21 Tampilan Data Pengujian maksimal

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa pada saat melakukan pengujian. Air yang terisi penuh pada penampung menghasilkan tampilan maksimal curah hujan sebesar 61,25 mm selama pengujian per 5 menit. Pengujian ini dilakukan pada waktu 11.32 WIB dan tanggal pengujian pada 20 juni 2012.

4.2.2.6 Pengujian Pengiriman Data Maksimal

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui data maksimal yang bisa terkirim oleh handphone pengirim terhadap waktu selama alat bekerja. Pengiriman data tersebut dilakukan terus menerus dengan waktu pengiriman antar data adalah 5 menit. Pengujian ini menampilkan data maksimal seperti gambar dibawah ini.

Tgl	Jam	Data
8/1/2012	17:42:30	4.375
8/1/2012	18:31:43	0
8/1/2012	18:38:34	0.9375
8/1/2012	18:43:44	2.5
8/1/2012	18:48:54	3.75
8/1/2012	18:53:55	1.875
8/1/2012	19:0:5	6.25
8/1/2012	19:7:46	3.75
8/1/2012	19:12:47	5.3125
8/1/2012	19:18:27	5
8/1/2012	19:23:57	5.625
8/1/2012	19:29:8	5.625
8/1/2012	19:34:8	1.875
8/2/2012	10:50:29	6.25
8/2/2012	10:0:39	0.3125
8/9/2012	19:45:0	3.125
8/9/2012	19:50:10	5.3125
8/9/2012	19:55:30	4.375
8/9/2012	20:0:41	4.0625
8/9/2012	20:5:55	0.3125
8/9/2012	20:10:55	0.3125
8/9/2012	20:15:26	6.25
8/9/2012	20:20:26	0.3125
8/9/2012	20:25:37	0.3125

Tgl	Jam	Data
8/9/2012	23:11:30	1.875
8/9/2012	23:21:43	1.875
8/9/2012	23:26:34	1.875
8/9/2012	23:31:10	1.875
8/9/2012	23:35:54	1.875
8/9/2012	23:40:55	1.875
8/9/2012	23:45:5	1.875
8/9/2012	23:56:46	1.875
8/10/2012	0:1:47	1.875
8/10/2012	0:5:27	1.875
8/10/2012	0:10:57	1.875
8/10/2012	0:15:8	1.875
8/10/2012	0:20:15	1.875
8/10/2012	0:26:29	1.875
8/10/2012	0:30:39	1.875
8/10/2012	0:35:0	1.875
8/10/2012	0:40:10	1.875
8/10/2012	0:45:30	1.875
8/10/2012	0:46:41	1.875
8/10/2012	0:51:56	1.875
8/10/2012	0:55:25	1.875
8/10/2012	1:0:23	1.875
8/10/2012	1:5:26	1.875
8/10/2012	1:11:37	1.875

Gambar 4.22 Pengujian Data Maksimal Terhadap Waktu

Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa proses pengambilan data maksimal dilakukan mulai pukul 19.45WIB sampai dengan pukul 1.11WIB. Pengambilan data maksimal berlangsung selama 5 jam 30 menit karena pada pengiriman data yang dilakukan, handphone yang di pakai masih menggunakan baterai charger sebagai sumber tegangan.

Dari pengujian tersebut di peroleh jumlah pengiriman data maksimal sebanyak 66 data dalam waktu 5 jam 30 menit. Mulai dari kondisi baterai handphone terisi penuh sampai habis dan mati secara otomatis

4.2.2.7 Pengujian Keseluruhan

Pengujian yang dilakukan adalah untuk membandingkan curah hujan pembanding dengan curah hujan pengukuran. Kalibrasi untuk alat ukur curah hujan yang dibuat ini dilakukan pengujian secara langsung dilapangan yang bertempat di BMKG Karangploso Malang. Pengujian sensor load dilakukan dengan menggunakan beban berupa air. Air yang ditimbang pada sensor load telah di ukur terlebih dahulu dalam satuan liter. Ini dilakukan untuk membandingkan nilai curah hujan dengan mengetahui massa jenis air sebesar 1 gr/cm³ maka berat air sebenarnya dapat diketahui.

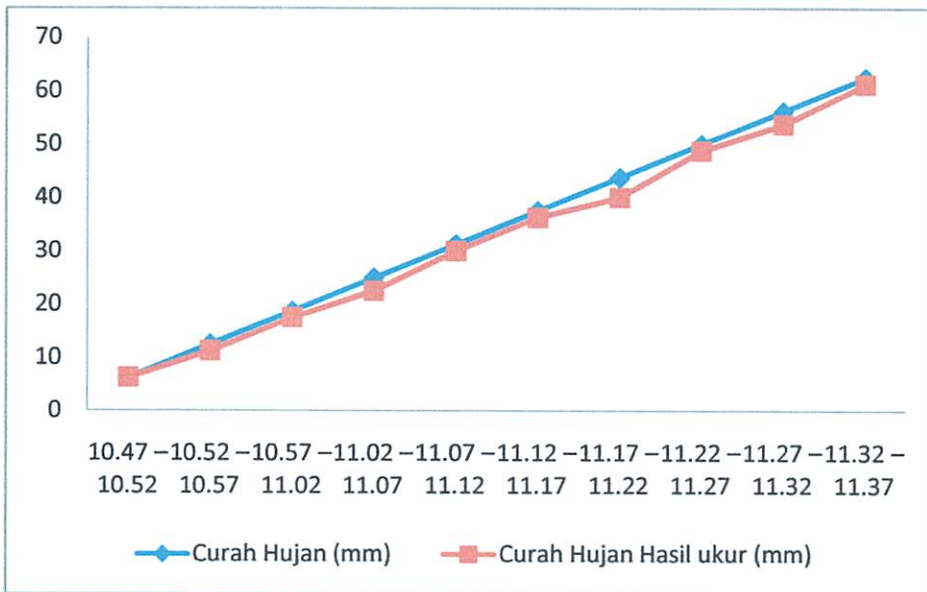
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Alat Ukur Curah Hujan

Volume (ml)	Waktu	Curah hujan (mm)	Curah hujan hasil ukur (mm)	Intensitas (mm/jam)	Error (%)
100	10.47 – 10.52	6,25	6,25	75	0%
200	10.52 – 10.57	12,5	11,25	135	10%
300	10.57 – 11.02	18,75	17,5	210	6,65
400	11.02 – 11.07	25	22,5	270	10%
500	11.07 – 11.12	31,25	30	360	4%
600	11.12 – 11.17	37,5	36,25	435	3,3%
700	11.17 – 11.22	43,75	40	480	8,5%
800	11.22 – 11.27	50	48,75	585	2,5%
900	11.27 – 11.32	56,25	53,75	645	4,4%
1000	11.32 – 11.37	62,5	61,25	735	2%
Error rata-rata					5,13%

Dari tabel diatas dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian alat ukur curah hujan yang dibuat dengan alat ukur curah hujan pembanding memiliki kalibrasi. Percobaan ini

dilakukan sebanyak 10 kali pada waktu berkisar antara pukul 10.47 WIB sampai pukul 11.37 WIB dengan Setiap pengujian di lakukan dalam rentan waktu 5 menit sesuai pengaturan program dalam mikrokontroller.

Pada alat ukur curah hujan pembeding menghasilkan data 37,5 mm/5 menit pada waktu 11.12 WIB sampai 11.17 WIB dengan volume 100 ml, sedangkan pada alat ukur yang dibuat menghasilkan data 36,25 mm/5 menit sehingga menghasilkan kalibrasi kesalahan 3,3%. Begitu seterusnya sampai percobaan ke 10 sehingga menghasilkan error(%) rata-rata sebesar 5,13%.



Tabel 4.3 Hasil Pengujian Alat Ukur Curah Hujan

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian alat ukur curah hujan yang dibuat dengan alat ukur curah hujan pembeding memiliki kalibrasi. Pada 10 kali percobaan dan waktu menunjukkan perbedaan hasil curah hujan yang di tunjukkan warna garis grafik biru sebagai hasil alat ukur hujan pembeding dan warna merah sebagai hasil alat ukur curah hujan yang dibuat.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

○ **Alat Ukur Kecepatan Angin**

- Sistem yang dibuat ini dapat bekerja dengan baik. Sensor dapat menerima sinyal dari efek putaran baling-baling. Pada saat sensor mengenai penghalang menghasilkan tegangan 4,89 volt yang menjadikan kondisi high dan saat tidak mengenai penghalang menghasilkan tegangan 0 volt yang menjadikan kondisi low.
- Mikrokontroler bekerja dengan baik sesuai dengan program yang diperintahkan
- Komunikasi antara mikrokontroller dengan komunikasi serial RS232 dan HP transmitter bekerja dengan baik.
- HP receiver dapat menerima data yang dikirimkan dari mikrokontroller yang berupa pesan SMS.
- Data kecepatan angin dapat ditampilkan pada LCD dan Komputer.
- Alat ini mampu mengukur kecepatan angin dengan kesalahan Relatif Rata-rata terhadap alat ukur kecepatan angin pembanding sebesar 14,55%.

○ **Alat Ukur Curah Hujan**

- Alat ini dapat memberikan data curah hujan dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan permintaan dengan batas maksimal beban yang mampu diterima oleh sensor load cell yang dipakai adalah 1000 gram.
- Rangkaian pengkondisi sinyal bekerja dengan baik. Dapat membandingkan berat beban terhadap tegangan.
- Driver relay dapat bekerja dengan baik. saat ULN menerima masukan 5 volt, tegangan keluaran akan menjadi 0 volt yang mengakibatkan relay aktif dan solenoid membuka. Sedangkan saat masukan ULN tegangan 0 volt, tegangan keluaran akan menjadi 11,84 volt yang mengakibatkan relay mati dan solenoid menutup.
- Error rata-rata yang dimiliki alat berdasarkan perbandingan berat beban sebenarnya dengan yang diperoleh dari sensor adalah 5,13%.

5.2. Saran

Adapun saran yang disampaikan untuk menyempurnakan dan mengembangkan perancangan alat ini adalah sebagai berikut :

- Penggunaan sensor yang lebih akurat dan stabil dalam membaca data.
- Perancangan konstruksi yang lebih baik sehingga tidak akan mengganggu sistem walaupun alat yang terdiri dari komponen elektronika ini berada ditempat terbuka.
- Dari keluaran masih dalam data mentah karena pengambilan data pada alat dengan per 5 menit, sehingga untuk mencari intensitas hujan per jam di sesuaikan dengan rumus pengambilan data
- Pengiriman data jarak jauh dapat dirancang dengan menggunakan acces point sehingga pengiriman dapat dilakukan terus menerus tanpa biaya operator.
- Sumber tegangan dapat menggunakan beberapa jenis sumber seperti sel surya atau aki sehingga tidak mengalami kesulitan dalam meletakkan alat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Coughlin, R. F. & Frederick F. Driscoll. 1985. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*. (Herman Widodo Soemitro, Trans). Jakarta: Erlangga.
- Anonymous, "M1632 *MODULE LCD 16x2 (M1632)*", <http://www.delta-electronic.com>. (Diakses 10 juli 2012).
- Zuhail & Zhanggishan. 2004. *Prinsip dasar elektroteknik*. Jakarta : gramedia pustaka utama
- William H. Hayt. Jr. & Jack E. Kemmerly & Steven M. Durbin. 2005. *Rangkaian listrik edisi keenam*. (wiwit kastawan). Jakarta : erlangga
- Setiawan Afrie. 2010. *20 Aplikasi Mikrokontroler ATmega 8535 & ATmega 16 Menggunakan BASCOM AVR*. Yogyakarta : ANDI.
- Bejo Agus. 2008. *C Dan AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C Dalam Mikrokontroler ATmega8535*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Rizqian Arwindra. Sekilas tentang encoder. <http://www.konversi.wordpress.com/2009/06/12/sekilas-rorary-encoder/> (Diakses 3 agustus 2012)
- www.id.wikibooks.org/wiki/rumus-rumus_fisika_lengkap/gerak (diakses 3 agustus 2012)
- Ajie. "Kumpulan Manual Book AT COMMAND", <http://www.Saptaji.com/2011/11/12/977/> (diakses 3 agustus 2012)
- www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/164169/ATMEL/ATMEGA8535.html (Diakses 30 Mei 2012)
- <http://www.datasheets.org.uk/H22A2-datasheet.html> (Diakses 30 Mei 2012)
- <http://www.phidgets.com/documentation/Phidgets/3133Datasheet.pdf> (Diakses 30 Mei 2012)
- <http://pdf1.alldatasheetde.com/datasheet-pdf/view/25575/datasheet.pdf>. (Diakses 30 Mei 2012)

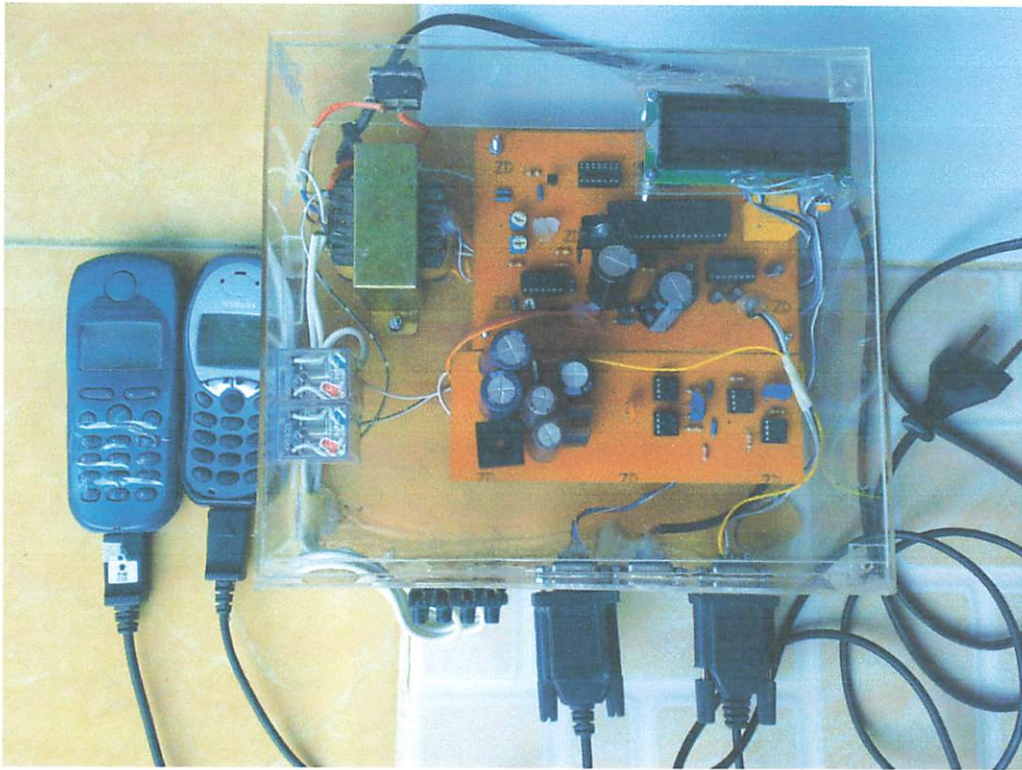
LAMPIRAN



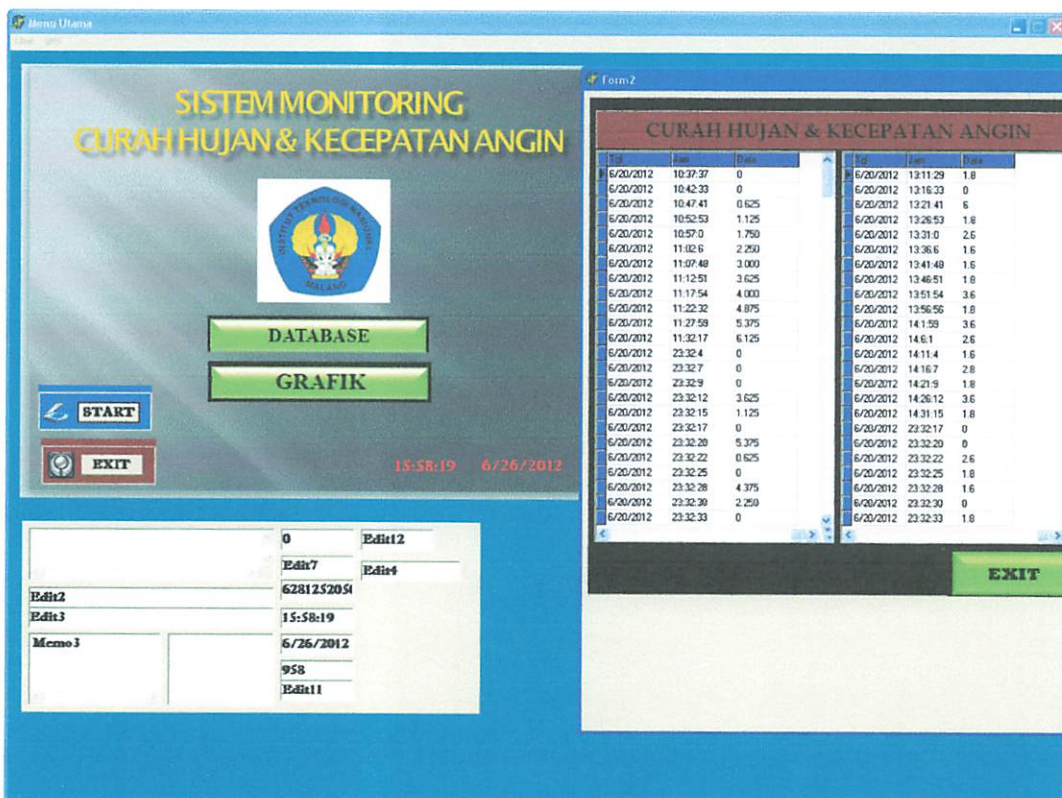
Gambar Mekanik Alat Ukur Kecepatan Angin



Gambar Mekanik Alat Ukur Curah Hujan



Gambar Rangkaian Alat Ukur Kecepatan Angin Dan Curah Hujan



Gambar Tampilan Data Pada Komputer

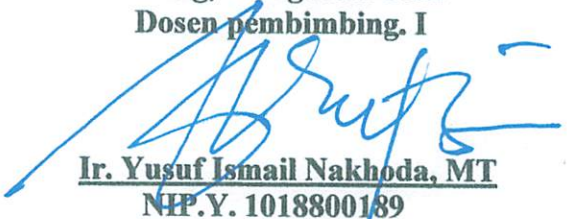
FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Bimbingan Skripsi : WAWAN HERMAWAN
: 06.12.224
: 04 JANUARI 2012 S/D 04 JULI 2012
: Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengukur Kecepatan Angin Dan Curah Hujan Dengan Sistem SMS Gateway Berbasis Atmega 8535

O.	TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
1.	Sabtu, 16-06-2012	Bimbingan untuk tiap Bab laporan skripsi dan menentukan waktu untuk mendemokan alat yang di buat	
2.	Senin, 18-06-2012	Mendemokan alat yang dibuat	
3.	Senin, 25-06-2012	Bimbingan laporan skripsi dan revisi untuk tiap bab	
4.	Rabu, 27-06-2012	Bimbingan dan revisi untuk makalah seminar hasil	
5.	kamis, 28-06-2012	Bimbingan makalah dan ACC untuk seminar hasil	
6.	Senin, 30-07-2012	Bimbingan laporan skripsi dan revisi untuk ujian kompre	
7.	Rabu, 01-08-2012	Bimbingan laporan skripsi dan ACC untuk ujian kompre	

Malang, 12 Agustus 2012

Dosen pembimbing. I


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

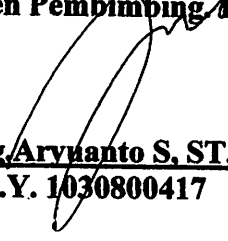
Form S-4 B

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

na : WAWAN HERMAWAN
a Bimbingan : 06.12.224
il Skripsi : 04 JANUARI 2012 S/D 04 JULI 2012
: Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengukur Kecepatan Angin Dan
Curah Hujan Dengan Sistem SMS Gateway Berbasis Atmega 8535

NO.	TANGGAL	URAIAN	PARAF PEMBIMBING
1.	Kamis, 24-05-2012	Bimbingan laporan skripsi untuk Bab 1 & 2 & 3 Revisi	
2.	Senin, 28-05-2012	Bimbingan laporan skripsi untuk Bab Bab 1 & 2 & 3 Acc	
3.	Rabu, 30-05-2012	Bimbingan laporan skripsi untuk Bab Bab 4 Revisi	
4.	Rabu, 13-06-2012	Bimbingan laporan skripsi untuk Bab Bab 4 Acc	
5.	Sabtu, 16-06-2012	Bimbingan laporan skripsi untuk Bab 5 Acc	
6.	Senin, 18-06-2012	Bimbingan dan revisi untuk makalah seminar hasil	
7.	Selasa, 19-06-2012	Bimbingan makalah dan ACC untuk seminar hasil	
8.	Kamis, 19-07-2012	Bimbingan laporan skripsi dan revisi untuk ujian kompre	
9.	Sabtu, 21-07-2012	Bimbingan laporan skripsi dan ACC untuk ujian kompre	

Malang, 12 Agustus 2012
Dosen Pembimbing II


Dr. Eng. Aryanto S, ST, MT
NIP.Y. 1030800417



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN - 525 /III.TA-2/7/12
Lampiran : -
Perihal : Survey

Malang, 31 Mei 2012

Kepada : Yth. Pimpinan
BMKG KARANGPLOSO MALANG
Jl. Zentana No. 33
Di - Karangploso - Malang

Bersama ini dengan hormat kami mohon kebijaksanaan Bapak/Ibu agar Mahasiswa kami dari Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Elektronika dapat diijinkan untuk melaksanakan Survey pada BMKG KARANGPLOSO MALANG yang Bapak/Ibu pimpin untuk mendapatkan data-data guna penyusunan Skripsi.

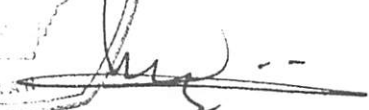
Mahasiswa tersebut adalah :

Wawan Hermawan Nim. 06.12.224

Adapun lamanya survey adalah : 7 Hari

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terima kasih.

DEKAN
Fakultas Teknologi Industri



Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT
Nip.Y. 1028700163



BMKG

BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA STASIUN KLIMATOLOGI KARANGPLOSO

Jl. Zentana No. 33 Karangploso Malang
Telp. (0341) 464827, 461388, 461595 ; Fax. (0341) 464827
Email : zentana33@yahoo.com ; Website : www.staklimkarangploso.net

SURAT KETERANGAN

Nomor: UM.002/7/10/KMlg-2012

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: RAHMATTULLOH ADJI, SP
NIP.	: 19700216 199203 1 001
Pangkat Golongan Ruang	: Penata (III/c)
Jabatan	: Kepala Seksi Observasi dan Informasi
Unit Kerja	: Stasiun Klimatologi Karangploso Malang

dengan ini menerangkan bahwa :

Nama	: WAWAN HERMAWAN
NIM.	: 0612224
Jurusan	: Teknik Elektronika
Universitas	: ITN Malang

Telah melakukan studi lapang tentang kecepatan angin, kalibrasi dan curah hujan pada tanggal 20 Juni 2012 di Stasiun Klimatologi Karangploso Malang.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 21 Juni 2012
A.n KEPALA STASIUN KLIMATOLOGI
KARANGPLOSO MALANG
KEPALA SEKSI OBSERVASI DAN
INFORMASI,



RAHMATTULLOH ADJI, SP
NIP. 19700216 199203 1 001



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : Nawan Hermawan

NIM : 0612224

Perbaikan meliputi

- Daftar pustaka

- Perancangan. Sensor Angin diperbaiki

Utlc. Rangkaian transistor nya.

- Perancangan output buzzer diperbaiki

nilai awal 8y Saluran mm / sat waktu.

konversi 2 nya harus dibuktikan.

- Lem 36 : Keterangan per blok prinsip kerja rangkaian.

- flowchart sms.

- Rangkaian Mikrokontroler → piram, reset, clock, apa.

- Bab IV pengujian utluc :

- real time → data maksimal.

- terhubung dg HP dan sms maksimal.

- perancangannya dibuktikan.

* HP mv → bat → pulsa

Malang.

(Signature)
(Nama)

PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : WAWAN HERMAWAN
NIM : 0612224
Semester : 10
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : **TEKNIK ELEKTRONIKA**
TEKNIK ENERGI LISTRIK
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA
TEKNIK KOMPUTER
TEKNIK TELEKOMUNIKASI
Alamat : Jln. Pattimura No. 61, Klojen, Malang.....

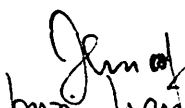
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat **SKRIPSI Tingkat Sarjana**. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan **SKRIPSI** adalah sebagai berikut :

1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan Laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh mata kuliah ≥ 134 sks dengan IPK ≥ 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
Recording Teknik Elektro


(..... Wawan Hermawan)

Malang,201

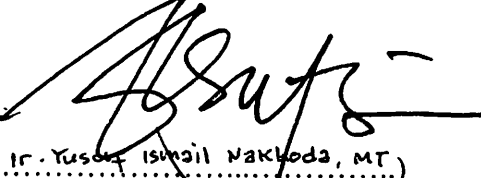
Pemohon


(..... WAWAN HERMAWAN)

Disetujui
Ketua Jurusan Teknik Elektro


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

Mengetahui
Dosen Wali


(Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT)

Catatan :

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan/Sekretaris Jurusan T. Elektro S-1

1. 1012 3125 / 138 2. p
2. = 7. p
3. p



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

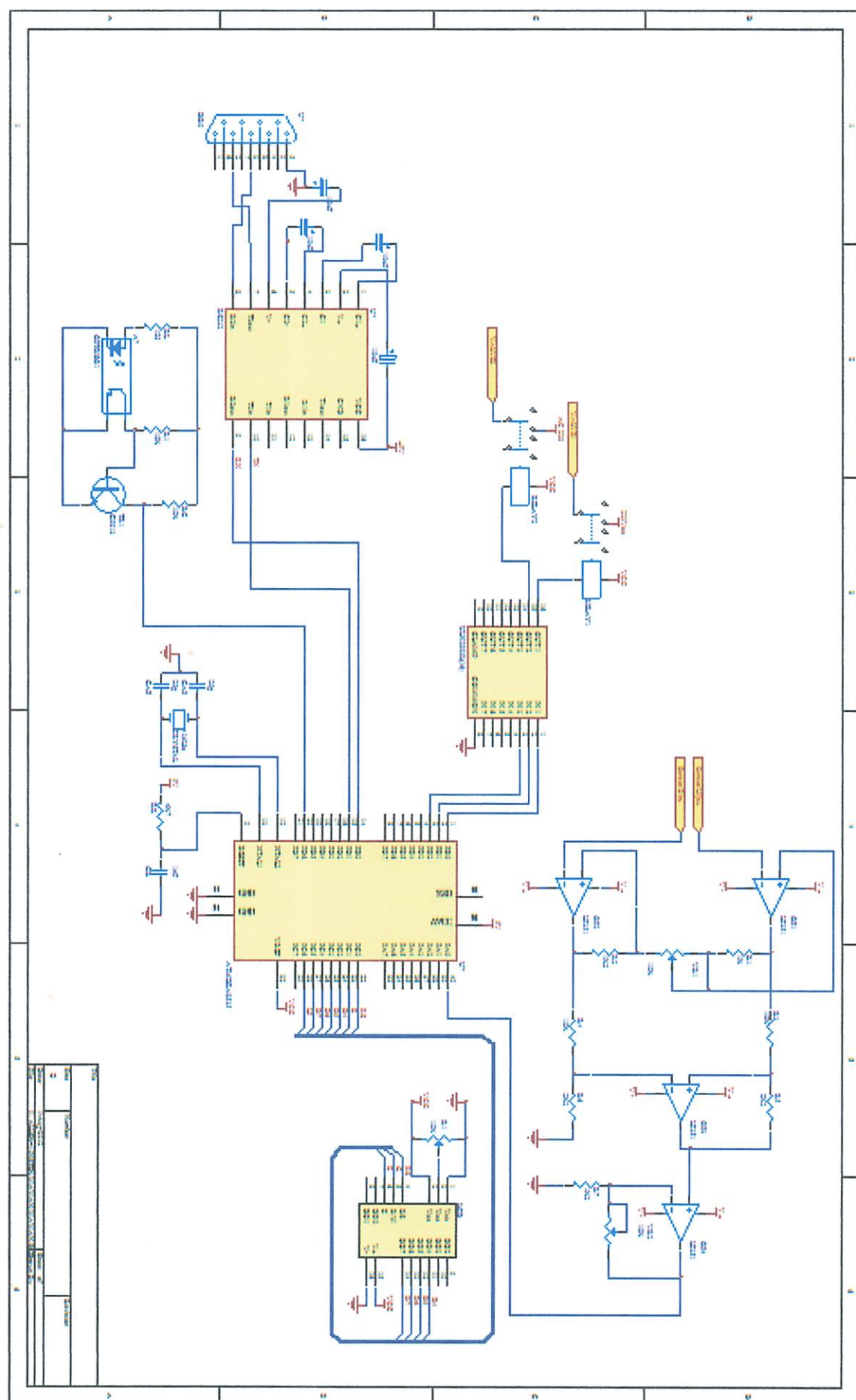
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika/ Teknik Komputer & Informatika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>WAWAN HERMANAN</u>			Nim: <u>0612224</u>
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	<u>4 JULI 2011</u>		Ruang:
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)				
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	☒ e. Elektronika & Komponen		
	b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer		
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi		
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya		
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>MEKANISME DAN MEMBUAT ALAT PENGUKUR KECEPATAN AIR DAN CURAH HUJAN DENGAN SISTEM SMS GATEWAY BERBASIS ATMEGA 8535</u>		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
6.	Catatan:			
	Catatan:			
Persetujuan Judul Skripsi				
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III	
				
	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
		Pembimbing I	Pembimbing II	
	<u>Ir. Yusuf Isnail Nakhoda, MT</u> NIP. Y. 1018800189			

Perhatian:

1. Keterangan: *) Core yang tidak perlu

**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



PROGRAM PADA DELPHI

```
unit Unit1;
```

```
interface
```

```
uses
```

```
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics,  
  Controls, Forms,  
  Dialogs, Text2pdu, StdCtrls, Buttons, CPort, ExtCtrls, ComCtrls,  
  jpeg,  
  DB, DBTables, Mask, DBCtrls, FMTBcd, DBXpress, SqlExpr, RpDefine,  
  RpCon,  
  RpConDS, DBClient, Provider, Grids, DBGrids, DateUtils, Menus;
```

```
type
```

```
  TForm1 = class(TForm)  
    ComPort1: TComPort;  
    Timer3: TTimer;  
    Text2pdu1: TText2pdu;  
    DSMember: TDataSource;  
    DSPosisi: TDataSource;  
    TbMember: TTable;  
    TbSlave: TTable;  
    TbPosisi: TTable;  
    MainMenu1: TMainMenu;  
    Lihat1: TMenuItem;  
    SMS1: TMenuItem;  
    es1: TMenuItem;  
    PetaGoogle1: TMenuItem;  
    Image6: TImage;  
    GroupBox8: TGroupBox;  
    Image8: TImage;  
    GroupBox9: TGroupBox;  
    Button8: TButton;  
    Image2: TImage;  
    GroupBox10: TGroupBox;  
    BHP: TSpeedButton;  
    BSMS: TButton;  
    LSMS: TLabel;  
    Panel1: TPanel;  
    mem01: TMemo;  
    Memo3: TMemo;  
    Memo2: TMemo;  
    Edit2: TEdit;  
    Edit3: TEdit;  
    Edit1: TEdit;  
    Button9: TButton;  
    Timer1: TTimer;  
    Panel2: TPanel;  
    Button2: TButton;  
    BSPosisi: TButton;  
    Button7: TButton;  
    Timer2: TTimer;  
    Timer4: TTimer;  
    GroupBox13: TGroupBox;  
    Edit5: TEdit;
```

```

Edit6: TEdit;
Edit7: TEdit;
Image1: TImage;
Image3: TImage;
Image9: TImage;
Image10: TImage;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
Edit8: TEdit;
Edit9: TEdit;
Edit10: TEdit;
Timer5: TTimer;
Edit11: TEdit;
Edit12: TEdit;
Timer6: TTimer;
Edit4: TEdit;
procedure BHPClick(Sender: TObject);
procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
procedure BSMSClick(Sender: TObject);
procedure KirimSms(No:String ;Isi:String );
procedure Timer3Timer(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure Button3Click(Sender: TObject);
procedure Button4Click(Sender: TObject);
procedure Button5Click(Sender: TObject);
procedure es1Click(Sender: TObject);
procedure AktivasiSistem1Click(Sender: TObject);
procedure NonaktifSistem1Click(Sender: TObject);
procedure MintaPosisi1Click(Sender: TObject);
procedure MatikanMesin1Click(Sender: TObject);
procedure START1Click(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure STOP1Click(Sender: TObject);
procedure Buzzernyalal1Click(Sender: TObject);
procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
procedure MatikanBuzzer1Click(Sender: TObject);
procedure NyalakanMesin1Click(Sender: TObject);
procedure Button8Click(Sender: TObject);
procedure GroupBox10Click(Sender: TObject);
procedure LSMSClick(Sender: TObject);
procedure GroupBox8Click(Sender: TObject);
procedure Button7Click(Sender: TObject);
procedure Button9Click(Sender: TObject);
procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
procedure Timer4Timer(Sender: TObject);
procedure GroupBox13Click(Sender: TObject);
procedure Image10Click(Sender: TObject);
procedure PetaGoogle1Click(Sender: TObject);
procedure Panel1Click(Sender: TObject);
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
procedure Image9Click(Sender: TObject);
procedure Timer5Timer(Sender: TObject);
procedure Timer6Timer(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
DATAWAKTU : INTEGER ;
public

```

```

    { Public declarations }
end;
Const CRLF = #13+#10;
      CTRZ = #26;
      JarakL2=28.61712204;
      JarakB2=32.13136132;

var
  Form1: TForm1;
  pducmgc,data_sms,DATA,sms_del,sms_kirim: string;
  pdusms: TPDU;
  dtsms,sms: tsms;
  no_sms_del : integer;
  baca:Boolean;

implementation

uses Math,unit2,unit3 ;

{$R *.dfm}

procedure TForm1.KirimSms(No:String; Isi:String);
var Nonya, Isinya: string;
begin
  Timer3.Enabled:=FALSE;
  Nonya:='0'+Copy(No,3,length(No)-1);
  Isinya:=Isi;
  pducmgc:=Text2pdu1.texttosms(' ',Nonya,Isinya);
  edit2.Text := ('AT+CMGC='+IntToStr(pducmgc.Panjang)+CRLF);
  ComPort1.WriteString('AT+CMGC='+IntToStr(pducmgc.Panjang)+CRLF);
  Sleep(500);
  pducmgc:='00'+Copy(pducmgc.PDU,5,length(pducmgc.PDU));
  ComPort1.WriteString(pducmgc+CTRZ);
  edit3.Text := (pducmgc+CTRZ);
  Timer3.Enabled:=true;
end;

procedure TForm1.BHPClick(Sender: TObject);
begin
  form1.GroupBox10.Hide;
  ComPort1.ShowSetupDialog;
end;

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
var datasl,isi_smssl,sms_delsl,jawabansl:TStringList;
    p,no:Integer;
    isi_sms,lintang,bujur:String;

    kondisi:Boolean;
begin
  ComPort1.ReadStr(data,count);
  data_sms:=data_sms+data;
  Memo1.Text:=data_sms;

  if (copy(data_sms,length(data_sms)-3,2)='OK') then
  begin
    repeat begin

```

```

        datas1:=TStringList.Create;
        datas1.Clear;
        datas1.Delimiter:='#10';
        datas1.DelimitedText:=data_sms;

        isi_sms:=datas1[0];
        Memo2.Text:=isi_sms;

//      ShowMessage('1');
        if copy(data_sms,1,1)='+' then
            begin
//          Timer3.Enabled:=FALSE;
            sms_dels1:=TStringList.Create;
            sms_dels1.Clear;
            sms_dels1.Delimiter:',';
            sms_dels1.DelimitedText:=copy(data_sms,8,4);

            sms_del:=sms_dels1[0];
            if StrToInt(sms_del)<20 then
                ComPort1.WriteStr('at+cmgd='+sms_del+CRLF);
                Sleep(500);
//          ShowMessage(sms_del);
//          Timer3.Enabled:=TRUE;
            end;
            if (Length(Memo2.text)>10) and baca then
                begin
                    sms := Text2pdul.smstotext(isi_sms);

//ShowMessage(sms.body+', '+sms.Sender);
Memo3.Text:=sms.Body;
Edit1.Text:=sms.Sender;
EDIT3.Text := MEMO2.Text;
EDIT7.Text := MEMO3.Text;
        form1.Timer2.Enabled := true;
//ShowMessage(copy(sms.body,1,1));
//ShowMessage(BoolToStr(copy(sms.body,1,1)='B'));
        if (copy(sms.body,1,4)='0000') then
            begin
                TbPosisi.Last;
                if TbPosisi.FieldName('no').AsString='' then no:=1
                else no:=TbPosisi.FieldName('no').AsInteger+1;

                lintang:=copy(sms.body,5,9);
                bujur:=copy(sms.body,20,10);
                TbMember.FindKey([sms.Sender]);

//Timer3.Enabled:=true;
            end
            ELSE if (copy(sms.body,1,4)='0000') then
                begin
                    TbPosisi.Last;
                    if TbPosisi.FieldName('no').AsString='' then no:=1
                    else no:=TbPosisi.FieldName('no').AsInteger+1;

                    lintang:=copy(sms.body,5,9);
                    bujur:=copy(sms.body,20,10);
                    TbMember.FindKey([sms.Sender]);

```

```

//Timer3.Enabled:=true;
end;

        p:=Pos(#10,Memo1.Text);
        data_sms:=Memo1.Text;
        Delete(data_sms,1,p);
        Memo1.Text:=data_sms;
//        Timer3.Enabled:=TRUE;
        end
    else
        begin
            p:=Pos(#10,Memo1.Text);
            data_sms:=Memo1.Text;
            Delete(data_sms,1,p);
            Memo1.Text:=data_sms;
            end;

        end until Memo2.Text='OK';
//Timer3.Enabled:=true;
    end;
end;


procedure TForm1.BSMSClick(Sender: TObject);
begin
    form1.GroupBox10.Hide;
    baca:=true;
    no_sms_del:=0;
    if LSMS.Caption='SMS BARU' then
        begin
            LSMS.Caption:='SMS LAMA';
            memo1.Clear;
            data_sms:='';
            sleep(500);
            ComPort1.ClearBuffer(True,False);
            ComPort1.WriteStr('AT+CMGL=1'+#13+#10);
            end
    else
        begin
            LSMS.Caption:='SMS BARU';
            memo1.Clear;
            data_sms:='';
            sleep(500);
            ComPort1.ClearBuffer(True,False);
            ComPort1.WriteStr('AT+CMGL=0'+#13+#10);
            end;
    end;

end;


procedure TForm1.Timer3Timer(Sender: TObject);
begin
    BSMS.Click;
end;


procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    form1.GroupBox13.Hide;
    FORM1.Timer4.Enabled := FALSE;

```

```
DATAWAKTU := 0;
FORM1.Timer2.Enabled := FALSE;
FORM1.Timer5.Enabled := FALSE;
timer6.Enabled:=false;
FORM1.Timer1.Enabled := true;
form1.Pane11.Hide;
form1.Panel2.Hide;
form1.GroupBox10.Hide;
```

```
baca:=false;
ComPort1.ShowSetupDialog;
ComPort1.Open;
Application.ProcessMessages;
Button2.Click;
```

```
end;
```

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
IF TbPosisi.RecordCount<>0 THEN
    REPEAT
        TbPosisi.Delete;
    UNTIL TbPosisi.RecordCount=0;
TbPosisi.Refresh;
end;
```

```
procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
IF TbSlave.RecordCount<>0 THEN
    REPEAT
        TbSlave.Delete;
    UNTIL TbSlave.RecordCount=0;
TbPosisi.Refresh;
IF TbMember.RecordCount<>0 THEN TbMember.Delete;
end;
```

```
procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
begin
TbMember.Edit;
TbMember.Post;
end;
```

```
procedure TForm1.Button5Click(Sender: TObject);
begin
TbMember.Append;
end;
```

```
procedure TForm1.es1Click(Sender: TObject);
begin
KirimSms(Edit1.Text, '1');
end;
```

```
procedure TForm1.AktivasiSistem1Click(Sender: TObject);
begin
```

```

//Timer3.Enabled:=false;
KirimSms(TbMember.fieldbyname('mobile').AsString, 'A');
end;

procedure TForm1.NonaktifSistem1Click(Sender: TObject);
begin
//Timer3.Enabled:=false;
KirimSms(TbMember.fieldbyname('mobile').AsString, 'M');
end;

procedure TForm1.MintaPosisi1Click(Sender: TObject);
begin
Timer3.Enabled:=false;
KirimSms(TbMember.fieldbyname('mobile').AsString, 'P');
end;

procedure TForm1.MatikanMesin1Click(Sender: TObject);
begin
Timer3.Enabled:=false;
KirimSms(TbMember.fieldbyname('mobile').AsString, 'C');
end;

procedure TForm1.START1Click(Sender: TObject);
begin
Timer3.Enabled:=true;
BACA:=TRUE;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
ComPort1.WriteString('AT+CPMS=ME,ME,ME'+#13+#10);
end;

procedure TForm1.STOP1Click(Sender: TObject);
begin
Timer3.Enabled:=False;
BACA:=FALSE;
end;

procedure TForm1.BuzzernyalalClick(Sender: TObject);
begin
Timer3.Enabled:=false;
KirimSms(TbMember.fieldbyname('mobile').AsString, 'B');
end;

procedure TForm1.FormClose(Sender: TObject; var Action:
TCloseAction);
begin
//FORM3.Close;
end;

procedure TForm1.MatikanBuzzer1Click(Sender: TObject);
begin
Timer3.Enabled:=false;
KirimSms(TbMember.fieldbyname('mobile').AsString, 'D');

```

```

end;

procedure TForm1.NyalakanMesin1Click(Sender: TObject);
begin
Timer3.Enabled:=false;
KirimSms(TbMember.fieldbyname('mobile').AsString,'E');
end;

procedure TForm1.Button8Click(Sender: TObject);
begin
CLOSE;
end;

procedure TForm1.GroupBox10Click(Sender: TObject);
begin
form1.GroupBox10.Hide;
end;

procedure TForm1.LSMSClick(Sender: TObject);
begin
form1.GroupBox10.Hide;
end;

procedure TForm1.GroupBox8Click(Sender: TObject);
begin
form1.GroupBox10.Show;
end;

procedure TForm1.Button7Click(Sender: TObject);
begin
form1.GroupBox10.Show;
end;

procedure TForm1.Button9Click(Sender: TObject);
begin
Timer3.Enabled:=true;
BACA:=TRUE;
end;

procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
VAR
    AA : integer;
    HASILP,PERHITUNGAN: REAL;
begin
form1.Timer2.Enabled := false;
    IF edit7.Text = '00' Then
        begin
            AA := 0;
            HASILP := AA / 160;
        end
    end;

```

```

PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'A0' Then
begin
AA := 50;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'A1' Then
begin
AA := 100;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'A2' Then
begin
AA := 150;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'A3' Then
begin
AA := 200;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'A4' Then
begin
AA := 250;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'A5' Then
begin
AA := 300;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'A6' Then
begin
AA := 350;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);

```

```

form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'A7' Then
begin
AA := 400;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'A8' Then
begin
AA := 450;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'A9' Then
begin
AA := 500;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'B0' Then
begin
AA := 550;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'B1' Then
begin
AA := 600;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'B2' Then
begin
AA := 650;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'B3' Then
begin
AA := 700;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;

```

```

    IF edit7.Text = 'B4' Then
begin
AA := 750;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
    IF edit7.Text = 'B5' Then
begin
AA := 800;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
    IF edit7.Text = 'B6' Then
begin
AA := 850;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
    IF edit7.Text = 'B7' Then
begin
AA := 900;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
    IF edit7.Text = 'B8' Then
begin
AA := 950;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;
    IF edit7.Text = 'B9' Then
begin
AA := 1000;
HASILP := AA / 160;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT11.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer5.Enabled := true;
END;

```

```

//*****
**

```

```

IF edit7.Text = '01' Then
begin
AA := 0;
HASILP := AA / 1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);

```

```

form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'C0' Then
begin
AA := 1;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
  IF edit7.Text = 'C1' Then
begin
AA := 2;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
  IF edit7.Text = 'C2' Then
begin
AA := 3;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
  IF edit7.Text = 'C3' Then
begin
AA := 4;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
  IF edit7.Text = 'C4' Then
begin
AA := 5;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
  IF edit7.Text = 'C5' Then
begin
AA := 6;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
  IF edit7.Text = 'C6' Then
begin
AA := 7;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;

```

```

    IF edit7.Text = 'C7' Then
begin
AA := 8;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
    IF edit7.Text = 'C8' Then
begin
AA := 9;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
    IF edit7.Text = 'C9' Then
begin
AA := 10;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;

IF edit7.Text = 'D0' Then
begin
AA := 11;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
    IF edit7.Text = 'D1' Then
begin
AA := 12;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'D2' Then
begin
AA := 13;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'D3' Then
begin
AA := 14;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
    IF edit7.Text = 'D4' Then

```

```

begin
AA := 15;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'D5' Then
begin
AA := 16;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'D6' Then
begin
AA := 17;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'D7' Then
begin
AA := 18;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'D8' Then
begin
AA := 19;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'D9' Then
begin
AA := 20;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;

IF edit7.Text = 'E0' Then
begin
AA := 21;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'E1' Then
begin

```

```

AA := 22;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'E2' Then
begin
AA := 23;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'E3' Then
begin
AA := 24;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'E4' Then
begin
AA := 25;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'E5' Then
begin
AA := 26;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'E6' Then
begin
AA := 27;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'E7' Then
begin
AA := 28;
HASILP := AA / 1.1;
PERHITUNGAN := HASILP;
EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
form1.Timer6.Enabled := true;
END;
IF edit7.Text = 'E8' Then
begin
AA := 29;
HASILP := AA / 1.1;

```

```

    PERHITUNGAN := HASILP;
    EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
    form1.Timer6.Enabled := true;
    END;
    IF edit7.Text = 'E9' Then
    begin
    AA := 30;
    HASILP := AA / 1.1;
    PERHITUNGAN := HASILP;
    EDIT12.Text := FLOATTOSTR(PERHITUNGAN);
    form1.Timer6.Enabled := true;
    END;

```

end;

```

procedure TForm1.Timer4Timer(Sender: TObject);
VAR
AA,BB :INTEGER;
begin
    INC (DATAWAKTU);
    EDIT4.Text := INTTOSTR(DATAWAKTU);
    AA := STRTOINT(EDIT5.Text);
    BB := STRTOINT(EDIT6.Text);

    IF DATAWAKTU >= AA THEN
    BEGIN
    IF BB >= 1 THEN
    BEGIN
    KirimSms(TbMember.fieldbyname('mobile').AsString, 'P');
    DATAWAKTU := 0;
    END;
    END;

```

end;

```

procedure TForm1.GroupBox13Click(Sender: TObject);
begin
FORM1.GroupBox13.Hide;
TIMER4.Enabled := TRUE;
end;

```

```

procedure TForm1.Image10Click(Sender: TObject);
begin
form2.Show;
end;

```

```

procedure TForm1.PetaGoogle1Click(Sender: TObject);
begin
form1.Pane11.Show;
end;

```

```

procedure TForm1.Pane11Click(Sender: TObject);
begin
form1.Pane11.Hide;

```

```

end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
var
  Jam, Menit, Detik, MiliDetik : Word;
  hari, tanggal, bulan, tahun : Word;
  Jam1, menit1, detik1, msec1: word;
  Totalwaktu           : TDateTime;
  JAMI, MENITI, aa, bb      : INTEGER;
begin
  DecodeTime(Time, Jam , Menit, Detik, MiliDetik);
  label1.Caption := IntToStr(Jam) + ':' +
                    IntToStr(Menit) + ':' +
                    IntToStr(Detik);

  edit8.Text := label1.Caption;
  JAMI := Jam;
  MENITI := Menit;
  aa := JAMI * 60;
  aa := aa + MENITI;
  edit10.Text := inttostr(aa);

  DecodeDate(date, tahun, bulan, tanggal);
  edit9.Text := inttostr(bulan) + '/' + inttostr(tanggal) + '/' +
inttostr(tahun);
  label2.Caption := inttostr(bulan) + '/' + inttostr(tanggal) + '/' +
inttostr(tahun);
  end;

procedure TForm1.Image9Click(Sender: TObject);
begin
form3.Show;
end;

procedure TForm1.Timer5Timer(Sender: TObject);
var
  t: longint;
  y: array[1..4] of REAL;
  V1, V2, V3, V4: string;
begin
  timer5.Enabled := false;

  form2.ADOTable1.Open;
  form2.ADOTable1.Append;
  form2.ADOTable1.FieldByName('Tgl').AsString := edit9.Text;
  form2.ADOTable1.FieldByName('Jam').AsString := edit8.Text;
  form2.ADOTable1.FieldByName('Data').AsString := edit11.Text;
  FORM2.ADOTable1.Post ;

  y[1] := strttoFloat(form1.Edit11.Text);
  V1 := floattostrf(y[1], ffixed, 4, 0);
  for t := 0 to FORM3.Chart1.SeriesCount - 1 do
    with FORM3.chart1.Series[t] do
add(y[t+1], '');
    with FORM3.chart1.BottomAxis do
begin

```

```

        automatic := false;
        maximum := FORM3.Series1.XValues.Last;
        minimum:=maximum - 100;
end;

        EDIT11.Text := '0';
        EDIT12.Text := '0';

end;

procedure TForm1.Timer6Timer(Sender: TObject);
var
t:longint;
y:array[1..4] of REAL;
V1,V2,V3,V4:string;
begin
timer6.Enabled:=false;

form2.ADOTable2.Open;
form2.ADOTable2.Append;
form2.ADOTable2.FieldByName('Tgl').AsString:=edit9.Text;
form2.ADOTable2.FieldByName('Jam').AsString:=edit8.Text;
form2.ADOTable2.FieldByName('Data').AsString:=edit12.Text;
FORM2.ADOTable2.Post ;

    y[1] := strttoFloat(form1.Edit12.Text);
V1 := floattostrf(y[1],ffixed,4,0);
    for t := 0 to FORM3.Chart2.SeriesCount -1 do
        with FORM3.Chart2.Series[t] do
add(y[t+1], '');
        with FORM3.Chart2.BottomAxis do
            begin
                automatic := false;
                maximum := FORM3.Series2.XValues.Last;
                minimum:=maximum - 100;
end;

                EDIT11.Text := '0';
                EDIT12.Text := '0';

end;

end.

```

PROGRAM PADA MIKROKONTROLLER

```
'-----
--
'          ADC.BAS
'  demonstration of GETADC() function for 8535 or M163 micro
'  Getadc() will also work for other AVR chips that have an ADC
converter
'-----
--
$regfile = "m8535.dat"
$crystal = 4000000
$baud = 19200

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portc.2 , Db5 = Portc.3 , Db6 = Portc.4
, Db7 = Portc.5 , E = Portc.1 , Rs = Portc.0
Config Lcd = 16 * 2

Config Adc = Single , Prescaler = Auto
Start Adc

Dim Strt As Integer
Config Serialin = Buffered , Size = 12

On Int0 Int0_int
Config Timer0 = Timer , Prescale = 1024
On Ovf0 Tim0_isr
Enable Timer0
Enable Interrupts
Config Portc = Output
Portc.6 = 0
Portc.7 = 0

Dim Sret As String * 4

Dim Count As Byte
Dim laa As String * 40

Declare Sub Getline(s As String)
Declare Sub Getline1(s As String)
Declare Sub Getline2(s As String)
Declare Sub Flushbuf()

Dim I As Byte , B As Byte

'  Dim Pilihan As String * 1
'  Dim W As Word , Channel As Byte
'  Dim Simpan As Word
'  Dim Simpan1 As Word
'  Dim A As Byte
'  Dim Hasil As Integer
'  Dim Hasil1 As Single
```

```
Dim V1 As Integer
Dim A1 As Integer
Dim B1 As Integer
'Dim C1 As Integer
'Dim D1 As Integer
Dim E1 As Integer
Dim V2 As Integer
```

```
Portc.6 = 0
Portc.7 = 0
```

```
Const Senddemo = 1
Const Pincode1 = "AT+CMGC=15"
```

```
Const Uselcd = 1
laa = "0001000C818087957427510000023018"
Cls
Lcd "ALAT UKUR      "
Lowerline
Lcd "CURAH HUJAN    "
Wait 1
```

Balik:

```
Cls
Lcd "MULAI PROSES  "
Lowerline
Lcd "PEMBACAAN DATA "
Wait 1
```

Gaga:

```
Channel = 0
Portc.7 = 0
Portc.6 = 1
Wait 60
Portc.6 = 0
Wait 1
For A = 1 To 10
W = Getadc(channel)
W = W * 4
Simpan = W
If Simpan > Simpan1 Then
Simpan1 = Simpan
End If
Wait 1
Next
```

```
If Simpan1 > 200 Then
Hasil = 1000
laa = "0001000C81808795742751000002C21C"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 199 Then
Hasil = 1000
laa = "0001000C81808795742751000002C21C"
Goto Hitung
End If
```

```
If Simpan1 > 193 Then
Hasil = 950
laa = "0001000C81808795742751000002421C"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 190 Then
Hasil = 900
laa = "0001000C81808795742751000002C21B"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 185 Then
Hasil = 850
laa = "0001000C81808795742751000002421B"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 181 Then
Hasil = 800
laa = "0001000C81808795742751000002C21A"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 177 Then
Hasil = 750
laa = "0001000C81808795742751000002421A"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 172 Then
Hasil = 700
laa = "0001000C81808795742751000002C219"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 168 Then
Hasil = 650
laa = "0001000C818087957427510000024219"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 163 Then
Hasil = 600
laa = "0001000C81808795742751000002C218"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 161 Then
Hasil = 550
laa = "0001000C818087957427510000024218"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 153 Then
Hasil = 500
laa = "0001000C81808795742751000002C11C"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 152 Then
Hasil = 450
laa = "0001000C81808795742751000002411C"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 145 Then
Hasil = 400
laa = "0001000C81808795742751000002C11B"
```

```

Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 143 Then
Hasil = 350
laa = "0001000C81808795742751000002411B"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 135 Then
Hasil = 300
laa = "0001000C81808795742751000002C11A"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 131 Then
Hasil = 250
laa = "0001000C81808795742751000002411A"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 128 Then
Hasil = 200
laa = "0001000C81808795742751000002C119"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 125 Then
Hasil = 150
laa = "0001000C818087957427510000024119"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 120 Then
Hasil = 100
laa = "0001000C81808795742751000002C118"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 > 117 Then
Hasil = 50
laa = "0001000C818087957427510000024118"
Goto Hitung
End If
If Simpan1 >= 0 Then
Hasil = 0
laa = "0001000C818087957427510000023018"
Goto Hitung
End If

```

```

Cls
  Lcd "CURAH HUJAN"
'display this at the top line
  Lowerline
the lower line
  Lcd "Sebesar: " ; Hasil ; "g"
  Wait 4
'select

```

Hitung:

```

Simpan1 = 0
Hasil1 = Hasil / 160

```

```

Cls

```

```

        Lcd "CURAH HUJAN"
'display this at the top line
        Lowerline
the lower line
        Lcd "Sebesar: " ; Hasil1
        Locate 2 , 14 : Lcd " cm"
        Wait 1
        Gosub Detek

```

```

        Wait 5
        Simpan1 = 0
        Portc.7 = 1
        Wait 60
        Portc.7 = 0
        Wait 1
' Goto Maju

```

```

Cls
the LCD display
Lcd "DETEKSI "
'display this at the top line
Lowerline
the lower line
Lcd "KECEPATAN ANGIN "
Wait 1

```

```

        Enable Int0
        B1 = 0

```

```

Balik2:
If V1 >= 40 Then
A1 = A1 + 1
'Disable Int0
Cls
If A1 >= 60 Then
A1 = 0
B1 = B1 + 1
If B1 >= 1 Then
Disable Int0

```

```

If Simpan1 > 42 Then
1aa = "0001000C81808795742751000002451B"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 40 Then
1aa = "0001000C81808795742751000002C51A"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 38 Then
1aa = "0001000C81808795742751000002451A"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 36 Then
1aa = "0001000C81808795742751000002C519"
Goto Hitung1

```

```
End If
If Simpan1 > 34 Then
    laa = "0001000C818087957427510000024519"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 32 Then
    laa = "0001000C81808795742751000002C518"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 30 Then
    laa = "0001000C818087957427510000024518"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 28 Then
    laa = "0001000C81808795742751000002C41C"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 26 Then
    laa = "0001000C81808795742751000002441C"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 24 Then
    laa = "0001000C81808795742751000002C41B"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 22 Then
    laa = "0001000C81808795742751000002441B"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 20 Then
    laa = "0001000C81808795742751000002C41A"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 18 Then
    laa = "0001000C81808795742751000002441A"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 16 Then
    laa = "0001000C81808795742751000002C419"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 14 Then
    laa = "0001000C818087957427510000024419"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 12 Then
    laa = "0001000C81808795742751000002C418"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 > 10 Then
    laa = "0001000C818087957427510000024418"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 = 10 Then
    laa = "0001000C81808795742751000002C31C"
    Goto Hitung1
End If
If Simpan1 = 9 Then
```

```

1aa = "0001000C81808795742751000002431C"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 = 8 Then
1aa = "0001000C81808795742751000002C31B"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 = 7 Then
1aa = "0001000C81808795742751000002431B"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 = 6 Then
1aa = "0001000C81808795742751000002C31A"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 = 5 Then
1aa = "0001000C81808795742751000002431A"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 = 4 Then
1aa = "0001000C81808795742751000002C319"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 = 3 Then
1aa = "0001000C818087957427510000024319"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 = 2 Then
1aa = "0001000C81808795742751000002C318"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 = 1 Then
1aa = "0001000C818087957427510000024318"
Goto Hitung1
End If
If Simpan1 >= 0 Then
1aa = "0001000C81808795742751000002B018"
Goto Hitung1
End If

```

Hitung1:

Gosub Detek

Wait 1

Goto Gaga

End If

End If

Locate 1 , 1 : Lcd "CH: " ; Hasil1

Locate 1 , 10 : Lcd " cm"

E1 = V2

E1 = E1 * 2

E1 = E1 * 3

E1 = E1 / 10

```

If E1 > Simpan1 Then
Simpan1 = E1
End If

Locate 2 , 1 : Lcd "kcm: " ; E1 ; " " ; B1
Locate 2 , 12 : Lcd " t"
V1 = 0
V2 = 0

Goto Balik2
End If

Goto Balik2
'display this at the lower line

Int0_int:
V2 = V2 + 1
Waitms 100
Return

Tim0_isr:
V1 = V1 + 1
Return

Detek:

Print "AT"
AT command twice to activate the modem
Print "AT"
Flushbuf
the buffer
Print "ATE0"
#if Uselcd = 1
Home Lower
#endif

Cls
Lcd "KONTROL "
Lowerline
Lcd "SMS SENTER "
Wait 1

Const Phonenumber1 = 1aa
Waitms 199
'Print Phonenumber1
'Wait 200

'Print "AT"
'Print "AT"
'Flushbuf
'Print "ATE0"
' #if Uselcd = 1

```

```

'      Home Lower
'#endif

'Lcd "KONTROL SMS"
'Lowerline
'Lcd "SMS SENTER "
'Wait 1

'=====
' kirim sms
'=====
#if Senddemo = 1
    #if Uselcd = 1
        Home Upper : Lcd "send sms"
        Wait 1
    #endif
    Print Pincodel
    Waitms 100
    Print Phonenumeral ; Chr(26)

#endif

Cls
the LCD display
Lcd "PENGIRIMAN DATA"
'display this at the top line
Lowerline
the lower line
Lcd "MSUKSES"
'display this at the lower line
Wait 2
Return

Sub Getline(s As String)
    s = ""
    Do
        B = Inkey()
        Select Case B
            Case 0
            Case ", " : Exit Do
            Case Else
                S = S + Chr(b)
        End Select
    Loop
End Sub

Sub Getline1(s As String)
    s = ""
    Do
        B = Inkey()
        Select Case B
            Case 13
            Case 10 : Exit Do
            Case Else
                S = S + Chr(b)
        End Select
    Loop
End Sub

```

'clear

'select

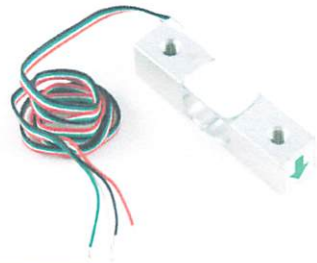
```
    Loop  
End Sub
```

```
Sub Flushbuf()  
    Waitms 100  
    Do  
        B = Inkey()  
        Loop Until B = 0  
    End Sub
```

```
Goto Gaga
```

Datasheet

L33 - Micro Load Cell (0-5kg) - CZL635



Contents

- [What do you have to know?](#)
- [How does it work - For curious people](#)
- [Installation](#)
- [Calibration](#)
- [Product Specifications](#)
- [Glossary](#)

What do you have to know?

A load cell is a force sensing module - a carefully designed metal structure, with small elements called strain gauges mounted in precise locations on the structure. Load cells are designed to measure a specific force, and ignore other forces being applied. The electrical signal output by the load cell is very small and requires specialized amplification. Fortunately, **the 1046 PhidgetBridge will perform all the amplification and measurement of the electrical output.**

Load cells are designed to measure force in one direction. They will often measure force in other directions, but the sensor sensitivity will be different, since parts of the load cell operating under compression are now in tension, and vice versa.

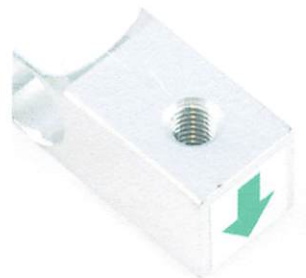
How does it work - For curious people

Strain-gauge load cells convert the load acting on them into electrical signals. The measuring is done with very small sensor patterns called strain gauges - effectively small, flexible circuit boards. The gauges are bonded onto a beam structural member that deforms when weight is applied, in turn deforming the strain-gauge. As the strain gauge is deformed, its electrical resistance changes in proportion to the load.

The change to the circuit caused by force is much smaller than the changes caused by variation in temperature. Higher quality load cells cancel out the effects of temperature using two techniques. By matching the expansion of the strain gauge to the expansion rate of the metal it's mounted on, undue strain on the gauges can be avoided as the load cell warms up and cools down. The most important method of temperature compensation involves using multiple strain gauges, which all respond to the change in temperature with the same change in resistance. Some load cell designs use gauges which are never subjected to any force, but only serve to counterbalance the temperature effects on the gauges that measuring force. Most designs use 4 strain gauges, two in compression, some under tension, which maximizes the sensitivity of the load cell, and automatically cancels the effect of temperature.

Installation

A Single Point Load Cell is used in small jewelry scales and kitchen scales. It's mounted by bolting down the end of the load cell where the wires are attached, and applying force on the other end **in the direction of the arrow**. Where the force is applied is not critical, as this load cell measures a shearing effect on the beam, not the bending of the beam. If you mount a small platform on the load cell, as would be done in a small scale, this load cell provides accurate readings regardless of the orientation of the load on the platform.



Calibration

A simple formula is usually used to convert the measured mv/V output from the load cell to the measured force:

$$\text{Measured Force} = A * \text{Measured mv/V} + B \text{ (offset)}$$

It's important to decide what unit your measured force is - grams, kilograms, pounds, etc.

This load cell has a rated output of $1.0 \pm 0.15 \text{ mv/v}$ which corresponds to the sensor's capacity of 5kg.

To find A we use

$$\text{Capacity} = A * \text{Rated Output}$$

$$A = \text{Capacity} / \text{Rated Output}$$

$$A = 5 / 1.0$$

$$A = 5$$

Since the Offset is quite variable between individual load cells, it's necessary to calculate the offset for each sensor. Measure the output of the load cell with no force on it and note the mv/V output measured by the PhidgetBridge.

$$\text{Offset} = 0 - 5 * \text{Measured Output}$$

Product Specifications

Mechanical

Housing Material	Aluminum Alloy
Load Cell Type	Strain Gauge
Capacity	5kg
Dimensions	55.25x12.7x12.7mm
Mounting Holes	M5 (Screw Size)
Cable Length	550mm
Cable Size	30 AWG (0.2mm)
Cable - no. of leads	4

Electrical

Precision	0.05%
Rated Output	$1.0 \pm 0.15 \text{ mv/V}$
Non-Linearity	0.05% FS
Hysteresis	0.05% FS
Non-Repeatability	0.05% FS
Creep (per 30 minutes)	0.1% FS
Temperature Effect on Zero (per 10°C)	0.05% FS
Temperature Effect on Span (per 10°C)	0.05% FS
Zero Balance	$\pm 1.5\% \text{ FS}$
Input Impedance	$1130 \pm 10 \text{ Ohm}$
Output Impedance	$1000 \pm 10 \text{ Ohm}$
Insulation Resistance (Under 50VDC)	$\geq 5000 \text{ MOhm}$
Excitation Voltage	5 VDC
Compensated Temperature Range	-10 to $\sim +40^\circ\text{C}$
Operating Temperature Range	-20 to $\sim +55^\circ\text{C}$
Safe Overload	120% Capacity
Ultimate Overload	150% Capacity

Glossary

Capacity

The maximum load the load cell is designed to measure within its specifications.

Creep

The change in sensor output occurring over 30 minutes, while under load at or near capacity and with all environmental conditions and other variables remaining constant.

FULL SCALE or FS

Used to qualify error - FULL SCALE is the change in output when the sensor is fully loaded. If a particular error (for example, Non-Linearity) is expressed as 0.1% F.S., and the output is 1.0mV/V, the maximum non-linearity that will be seen over the operating range of the sensor will be 0.001 mV/V. An important distinction is that this error doesn't only occur at the maximum load. If you are operating the sensor at a maximum of 10% of capacity, for this example, the non-linearity would still be 0.001mV/V, or 1% of the operating range that you are actually using.

Hysteresis

When a force equal to 50% of capacity is applied to a load cell which has been at no load, a given output will be measured. When the same load cell is at full capacity, and some of the force is removed, resulting in the load cell operating at 50% capacity. The difference in output between the two test scenarios is called hysteresis.

Excitation Voltage

Specifies the voltage that can be applied to the power/ground terminals on the load cell. In practice, if you are using the load cell with the PhidgetBridge, you don't have to worry about this spec.

Output Impedance

Determines the power that will be consumed by the load cell. The lower this number is, the more current will be required, and the more heating will occur when the load cell is powered. In very noisy environments, a lower output impedance will reduce the effect of Electromagnetic interference on long wires between the load cell and the PhidgetBridge.

Isolation Resistance

The electrical resistance measured between the metal structure of the load cell, and the wiring. The practical result of this is the metal structure of the load cells should not be energized with a voltage, particularly higher voltages, as it can arc into the PhidgetBridge. Commonly the load cell and the metal framework it is part of will be grounded to earth or to your system ground.

Maximum Overload

The maximum load which can be applied without producing a structural failure.

Non-Linearity

Ideally, the output of the sensor will be perfectly linear, and a simple 2-point calibration will exactly describe the behaviour of the sensor at other loads. In practice, the sensor is not perfect, and Non-linearity describes the maximum deviation from the linear curve. Theoretically, if a more complex calibration is used, some of the non-linearity can be worked out, but this will require a very high accuracy calibration with multiple points.

Non-Repeatability

The maximum difference the sensor will report when exactly the same weight is applied, at the same temperature, over multiple test runs.

Operating Temperature

The extremes of ambient temperature within which the load cell will operate without permanent adverse change to any of its performance characteristics.

Output Impedance

Highly corresponds to the input impedance. If the Output Impedance is very high, measuring the bridge will distort the results. The PhidgetBridge carefully buffers the signals coming from the load cell, so in practice this is not a concern.

Rated Output

The difference in the output of the sensor between when it is fully loaded to its rated capacity, and when it's unloaded. Effectively, it's how sensitive the sensor is, and corresponds to the gain calculated when calibrating the sensor. More expensive sensors have an exact rated output based on an individual calibration done at the factory.

Max. Axial Load

The maximum axial load which can be applied without producing a permanent shift in performance characteristics beyond those specified.

Temperature Compensation

The range of temperature over which the load cell is compensated to maintain output and zero balance within specified limits.

Temperature Effect on Span

Span is also called rated output. This value is the change in output due to a change in ambient temperature. It is measured over 10 degree C temperature interval.

Temperature Effect on Zero

The change in zero balance due to a change in ambient temperature. This value is measured over 10 degree C temperature interval.

Zero Balance

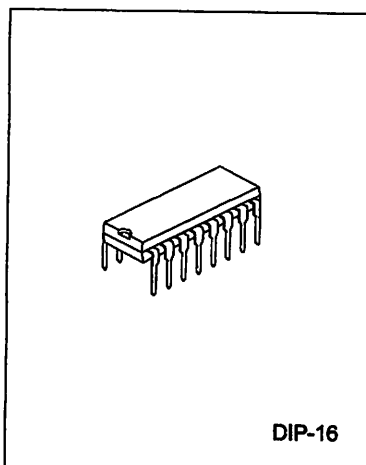
Zero Balance defines the maximum difference between the +/- output wires when no load is applied. Realistically, each sensor will be individually calibrated, at least for the output when no load is applied. Zero Balance is more of a concern if the load cell is being interfaced to an amplification circuit - the PhidgetBridge can easily handle enormous differences between +/- . If the difference is very large, the PhidgetBridge will not be able to use the higher Gain settings.

HIGH VOLTAGE AND HIGH CURRENT DARLINGTON TRANSISTOR ARRAY

DESCRIPTION

The ULN2003 is a monolithic high voltage and high current Darlington transistor arrays. It consists of seven NPN darlington pairs that features high-voltage outputs with common-cathode clamp diode for switching inductive loads. The collector-current rating of a single darlington pair is 500mA. The darlington pairs may be paralleled for higher current capability. Applications include relay drivers, hammer drivers, lamp drivers, display drivers (LED gas discharge), line drivers, and logic buffers.

The ULN2003 has a $2.7k\Omega$ series base resistor for each darlington pair for operation directly with TTL or 5V CMOS devices.

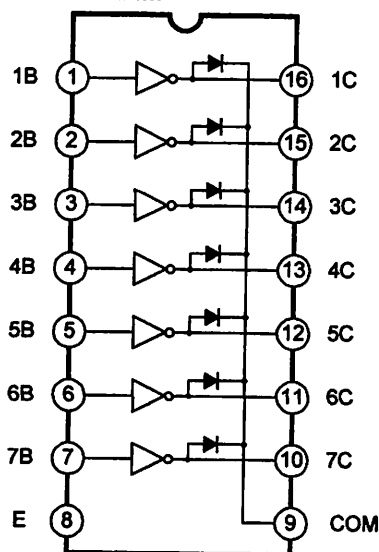


DIP-16

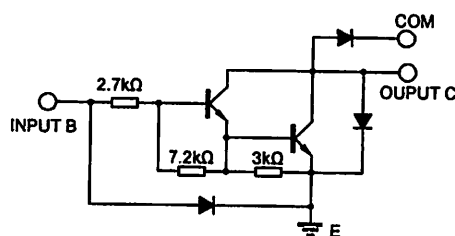
FEATURES

- * 500mA rated collector current (Single output)
- * High-voltage outputs: 50V
- * Inputs compatible with various types of logic.
- * Relay driver application

LOGIC DIAGRAM



SCHEMATIC (EACH DARLINGTON PAIR)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS(Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	VCE	50	V
Input Voltage	Vi	30	A
Peak Collector Current	Io	500	mA
Total Emitter-terminal	IOK	500	mA
Power Dissipation	Pd	950 Tamb=25°C	mW
		495 Tamb<85°C	mW
Operating Temperature	Topr	-20~ +85	°C
Storage Temperature	Tstg	-65 ~ +150	°C

Note: All volatge values are with repect to the emitter/substrate terminal E, unless otherwise noted.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS(Ta=25°C,unless otherwise specified)

Characteristic	Test Figure	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
On-state Input Voltage	6	Vi(ON)	VCE=2V,Ic=200mA			2.4	V
			VCE=2V,Ic=250mA			2.7	
			VCE=2V,Ic=300mA			3	
Collector-Emitter Saturation Voltage	5	VCE(SAT)	Ii=250μA,Ic=100mA		0.9	1.1	V
			Ii=350μA,Ic=200mA		1	1.3	
			Ii=500μA,Ic=350mA		1.2	1.6	
Collector Cutoff Current	1	ICEX	VCE=50V,Ii=0			50	μA
	2		VCE=50V,Ii=0,Ta=70°C			100	
Clamp Forward Voltage	8	Vf	If=350mA		1.7	2	V
Off-state Input Current	3	Ii(OFF)	VCE=50V,Ic=500mA, Ta=70°C	50	65		μA
Input Current	4	Ii	Vi=3.85V		0.95	1.35	mA
Clamp Reverse Current	7	IR	VR=50V			50	μA
			VR=50V, Ta=70°C			100	
Input Capacitance	--	CI	Vi=0,f=1MHz		15	25	pF
Propagation delay time, low-to-high-level output	9	tPLH			0.25	1	μs
Propagation delay time, high-to-low-level output	9	tPHL			0.25	1	μs
High-level output Voltage after switching	10	VOH	Vs=50V,Io=300mA	Vs-20			mV

TEST CIRCUITS

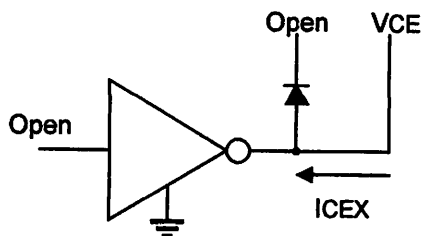


Figure 1 ICEX Test Circuit

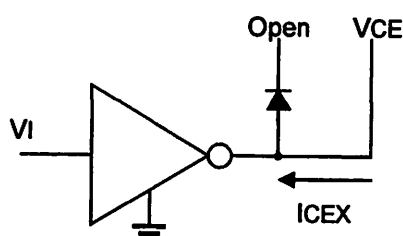


Figure 2 ICEX Test Circuit

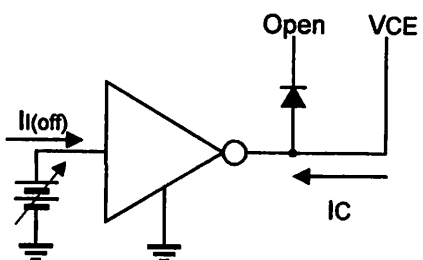


Figure 3 II(off) Test Circuit

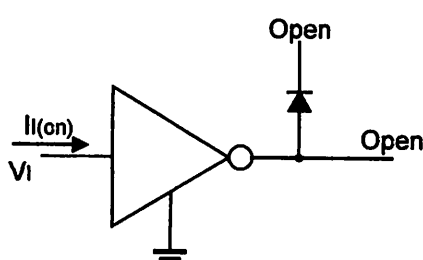
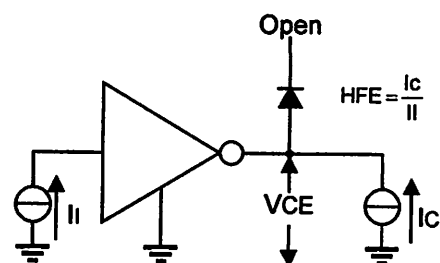


Figure 4 II(on) Test Circuit



Note: II is fixed for measuring VCE(sat), variable for measuring HFE.

Figure 5 HFE, VCE(sat) Test Circuit

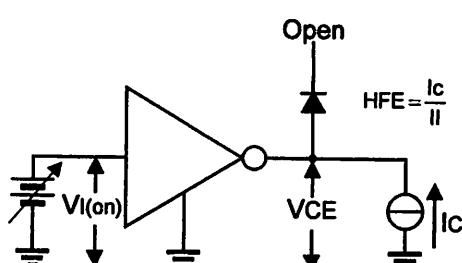


Figure 6 VI(on) Test Circuit

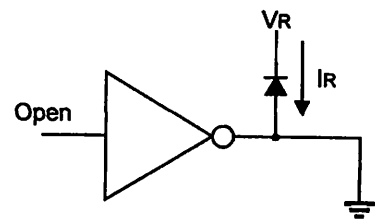


Figure 7 IR Test Circuit

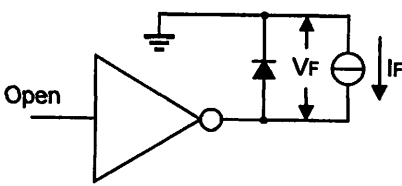


Figure 8 VF Test Circuit

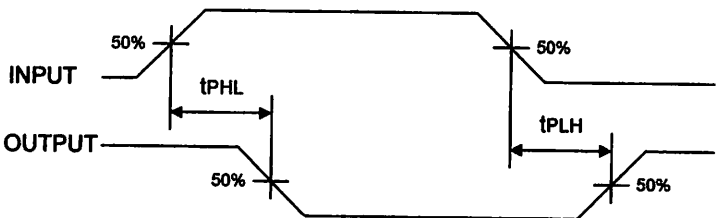
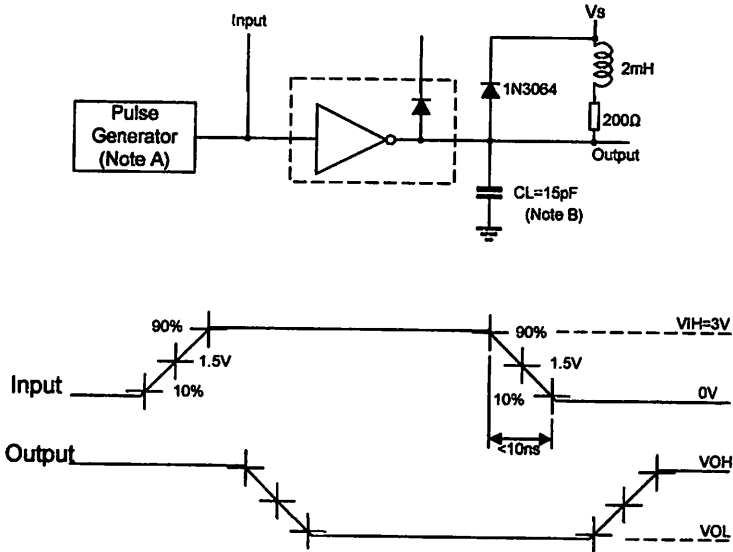


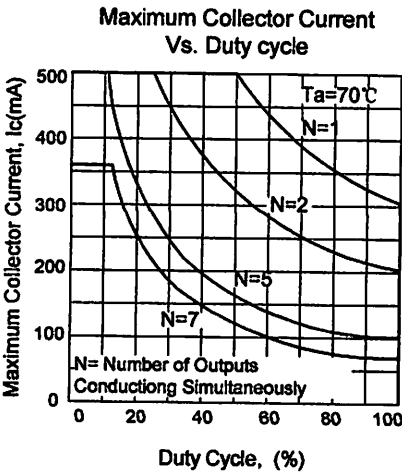
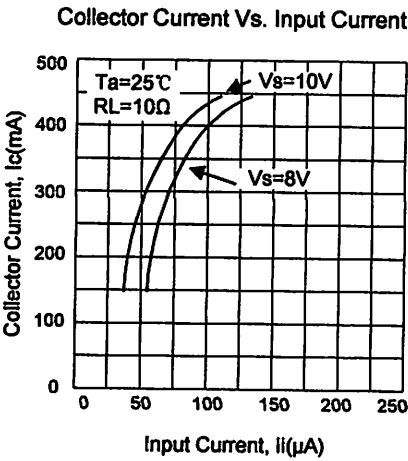
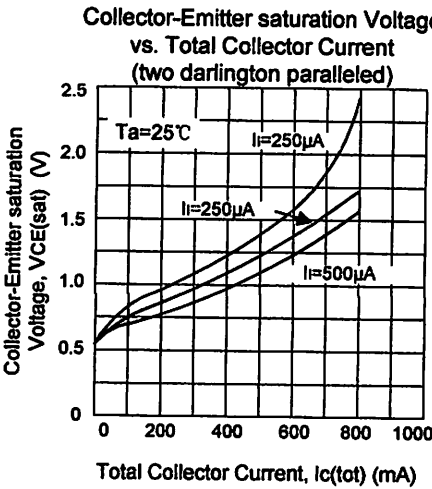
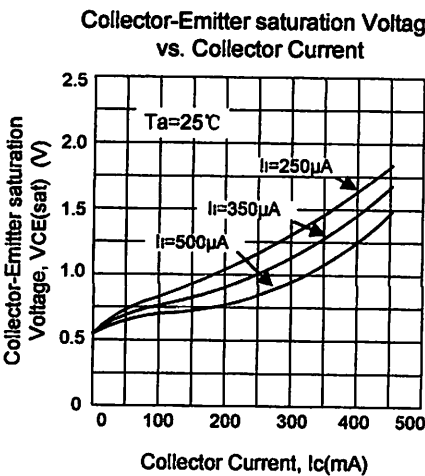
Figure 9. Propagation Delay Time Waveforms



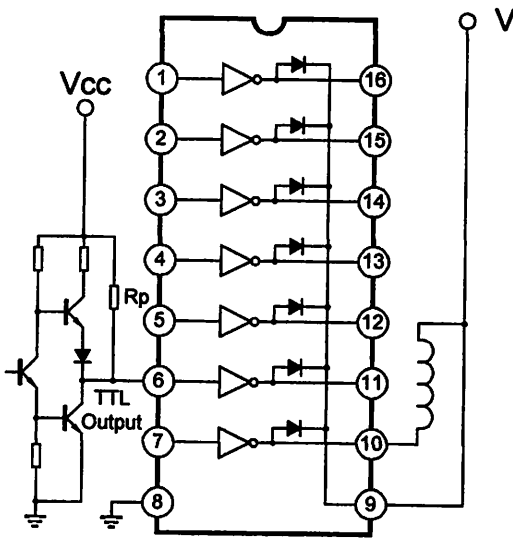
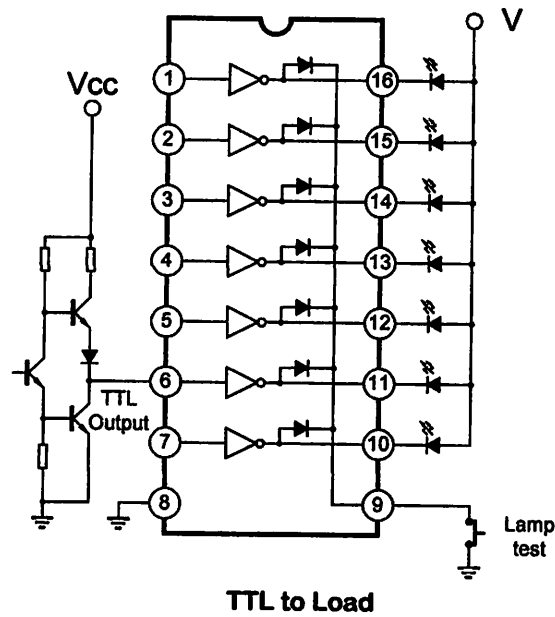
Note: A. The Pulse generator has the following characteristics: PRR=12.5kHz, Zo=50Ω
B. CL includes probe and jig capacitance.

Figure 10. Latch-up Test Circuit and Voltage Waveforms

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS



TYPICAL APPLICATION CIRCUIT



Use of pullup Resistor to increase drive Current

This datasheet has been downloaded from:

www.DatasheetCatalog.com

Datasheets for electronic components.

Slotted Optical Switches Transistor Output

Each device consists of a gallium arsenide infrared emitting diode facing a silicon NPN phototransistor in a molded plastic housing. A slot in the housing between the emitter and the detector provides the means for mechanically interrupting the infrared beam. These devices are widely used as position sensors in a variety of applications.

- Single Unit for Easy PCB Mounting
- Non-Contact Electrical Switching
- Long-Life Liquid Phase Epi Emitter
- 1 mm Detector Aperture Width

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V_R	6	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
Input LED Power Dissipation ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C)	P_D	150 2	mW mW/ $^\circ\text{C}$

OUTPUT TRANSISTOR

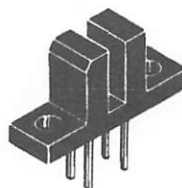
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	30	Volts
Output Current — Continuous	I_C	100	mA
Output Transistor Power Dissipation ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C)	P_D	150 2	mW mW/ $^\circ\text{C}$

TOTAL DEVICE

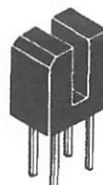
Ambient Operating Temperature Range	T_A	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Lead Soldering Temperature (5 seconds max)	—	260	$^\circ\text{C}$
Total Device Power Dissipation ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C)	P_D	300 4	mW mW/ $^\circ\text{C}$

H21A1
H21A2
H21A3
H22A1
H22A2
H22A3

**SLOTTED
OPTICAL SWITCHES
TRANSISTOR OUTPUT**



**H21A1, 2 AND 3
CASE 354A-01**



**H22A1, 2 AND 3
CASE 354-02**

H21A1, H21A2, H21A3, H22A1, H22A2, H22A3

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	
INPUT LED						
Forward Voltage ($I_F = 60\text{ mA}$)	V_F	0.9	1.34	1.7	Volts	
Reverse Leakage ($V_R = 6\text{ V}$)	I_R	—	1	10	μA	
Capacitance ($V = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$)	C_J	—	18	—	pF	
OUTPUT TRANSISTOR						
Dark Current ($V_{CE} = 25\text{ V}$)	I_{CEO}	—	15	100	nA	
Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1\text{ mA}$)	$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	Volts	
Emitter-Collector Breakdown Voltage ($I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$)	$V_{(BR)ECO}$	6	7.8	—	Volts	
Capacitance ($V_{CE} = 5\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$)	C_{CE}	—	2.5	—	pF	
DC Current Gain ($V_{CE} = 5\text{ V}$, $I_C = 2\text{ mA}$)	h_{FE}	—	700	—	—	
COUPLED						
Output Collector Current ($I_F = 5\text{ mA}$, $V_{CE} = 5\text{ V}$) Note 1	H21A1, H22A1	I_C	0.15	0.3	mA	
	H21A2, H22A2		0.3	0.6		
	H21A3, H22A3		0.6	1		
Output Collector Current ($I_F = 20\text{ mA}$, $V_{CE} = 5\text{ V}$) Note 1	H21A1, H22A1	I_C	1	2	mA	
	H21A2, H22A2		2	4		
	H21A3, H22A3		4	7		
Output Collector Current ($I_F = 30\text{ mA}$, $V_{CE} = 5\text{ V}$) Note 1	H21A1, H22A1	I_C	1.9	3.8	mA	
	H21A2, H22A2		3	6		
	H21A3, H22A3		5.5	10		
Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 1.8\text{ mA}$, $I_F = 30\text{ mA}$) Note 1	H21A1, H22A1	$V_{CE(sat)}$	—	0.25	0.4	Volts
Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 1.8\text{ mA}$, $I_F = 20\text{ mA}$) Note 1	H21A2, H22A2	$V_{CE(sat)}$	—	0.25	0.4	Volts
	H21A3, H22A3		—	0.25	0.4	
Turn-On Time ($I_F = 30\text{ mA}$, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $R_L = 2.5\text{ k}\Omega$) Note 1	t_{on}	—	20	—	μs	
Turn-Off Time ($I_F = 30\text{ mA}$, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $R_L = 2.5\text{ k}\Omega$) Note 1	t_{off}	—	80	—	μs	

Notes: 1. No actuator in sensing gap.
2. Stray radiation can alter values of characteristics. Adequate light shielding should be provided.

TYPICAL CHARACTERISTICS

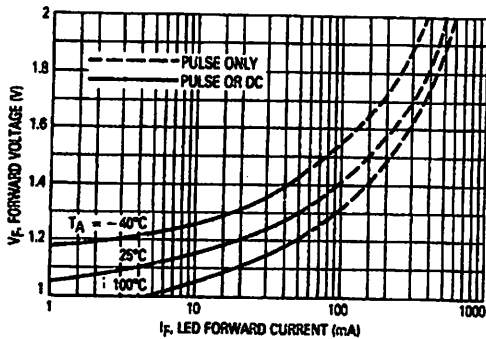


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

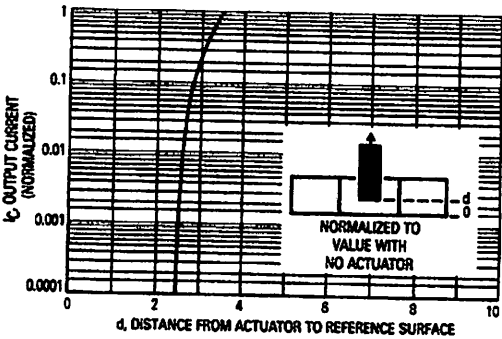


Figure 2. Output Current versus Actuator Position

H21A1, H21A2, H21A3, H22A1, H22A2, H22A3

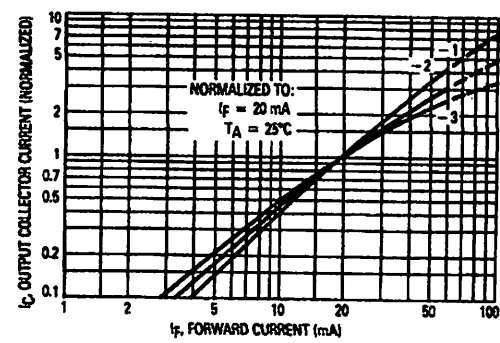


Figure 3. Output Current versus Input Current

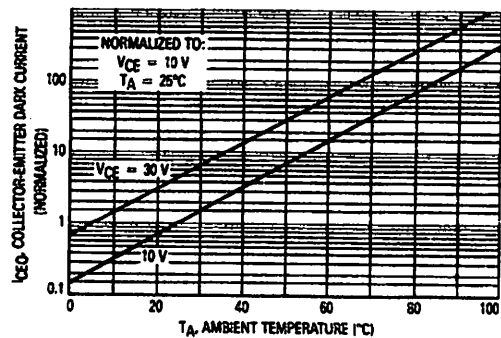


Figure 4. Dark Current versus Ambient Temperature

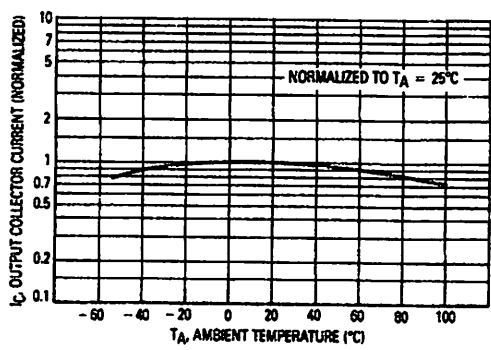


Figure 5. Output Current versus Ambient Temperature

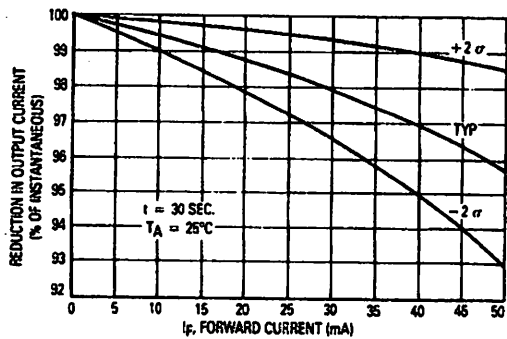


Figure 6. Reduction in Output Current Due to LED Heating versus Forward Current

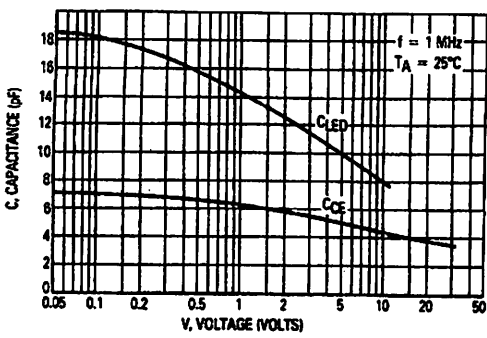


Figure 7. Capacitances versus Voltage

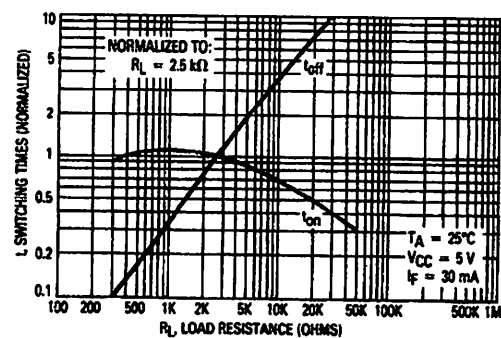


Figure 8. Switching Times versus Load Resistance

H21A1, H21A2, H21A3, H22A1, H22A2, H22A3

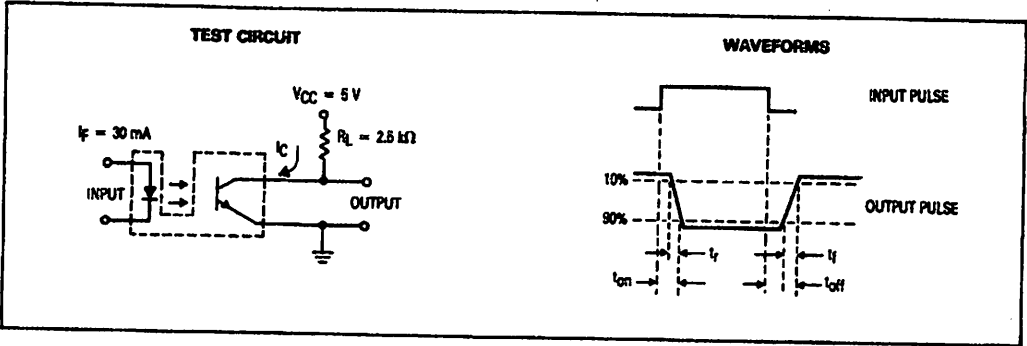
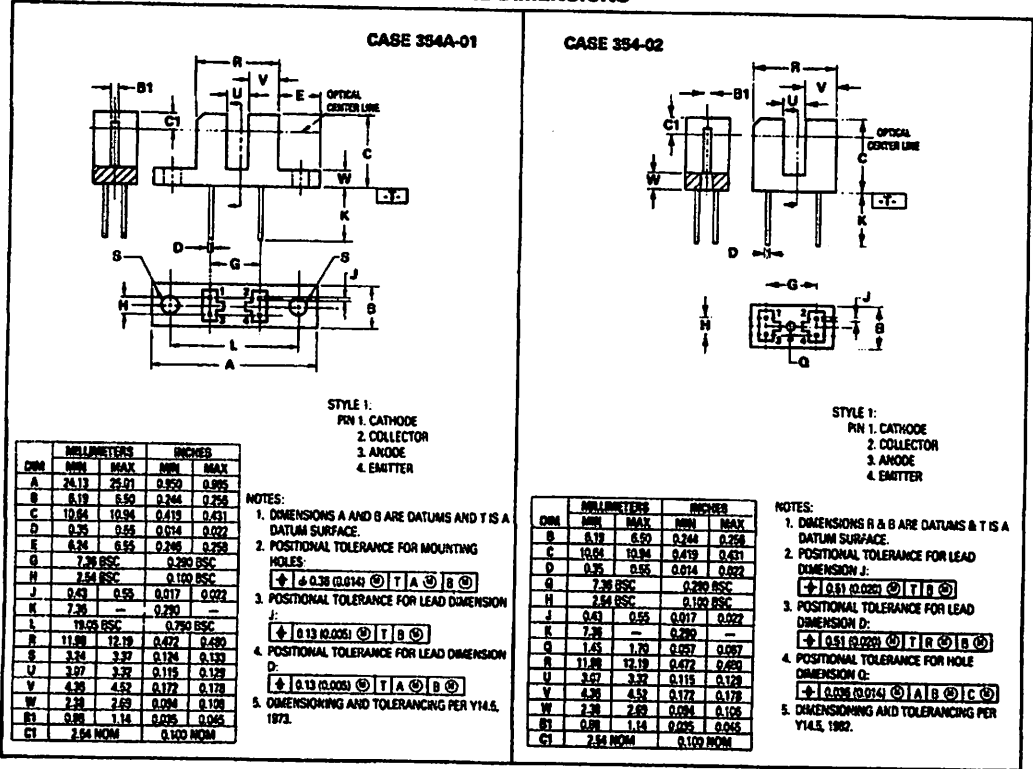


Figure 9. Switching Times

OUTLINE DIMENSIONS



Features

High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller
Advanced RISC Architecture
130 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
Non-volatile Program and Data Memories
8K 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
512 Bytes Internal SRAM
Programming Lock for Software Security
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 for TQFP Package Only
2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x for TQFP Package Only
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
8 Packages
32 Programmable I/O Lines
40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, and 44-pad MLF
Operating Voltages
2.7 - 5.5V for ATmega8535L
1.5 - 5.5V for ATmega8535
Performance Grades
0 - 8 MHz for ATmega8535L
0 - 16 MHz for ATmega8535



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

ATmega8535
ATmega8535L

Preliminary Summary

Rev. 2502ES-AVR-12/03

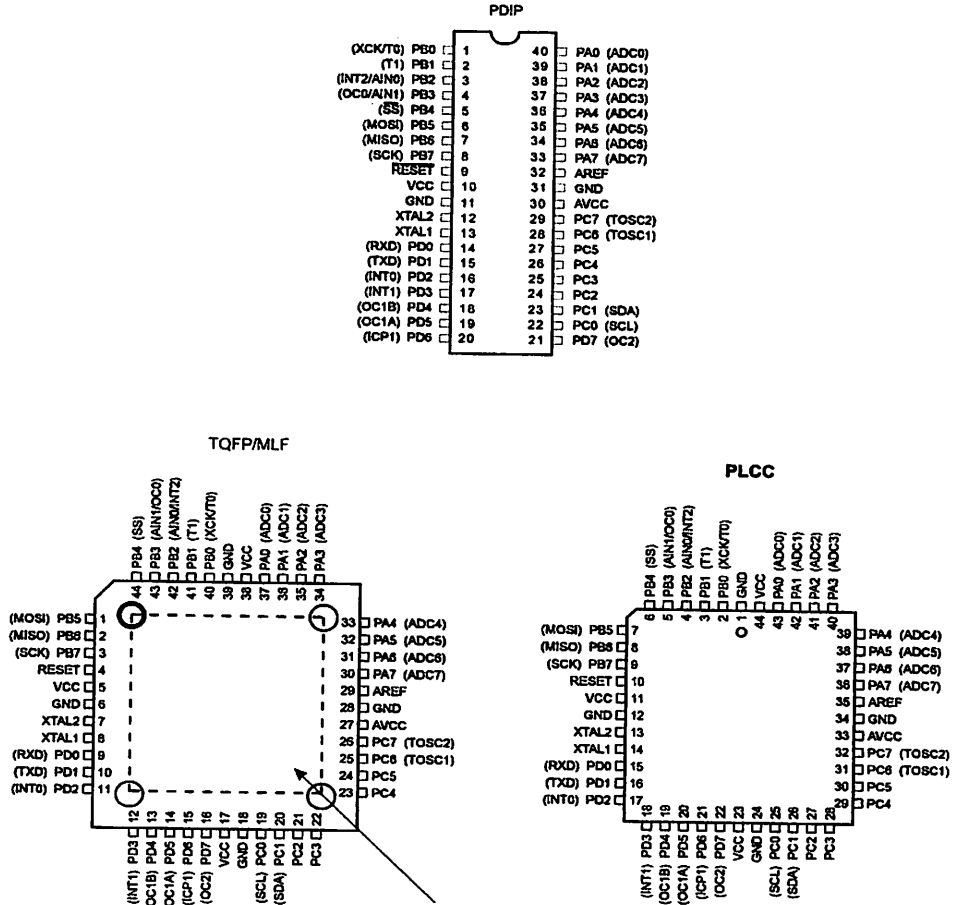


Note: This is a summary document. A complete document is available on our Web site at www.atmel.com.



Configurations

Figure 1. Pinout ATmega8535



NOTE: MLF Bottom pad should be soldered to ground.

aimer

Typical values contained in this data sheet 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.

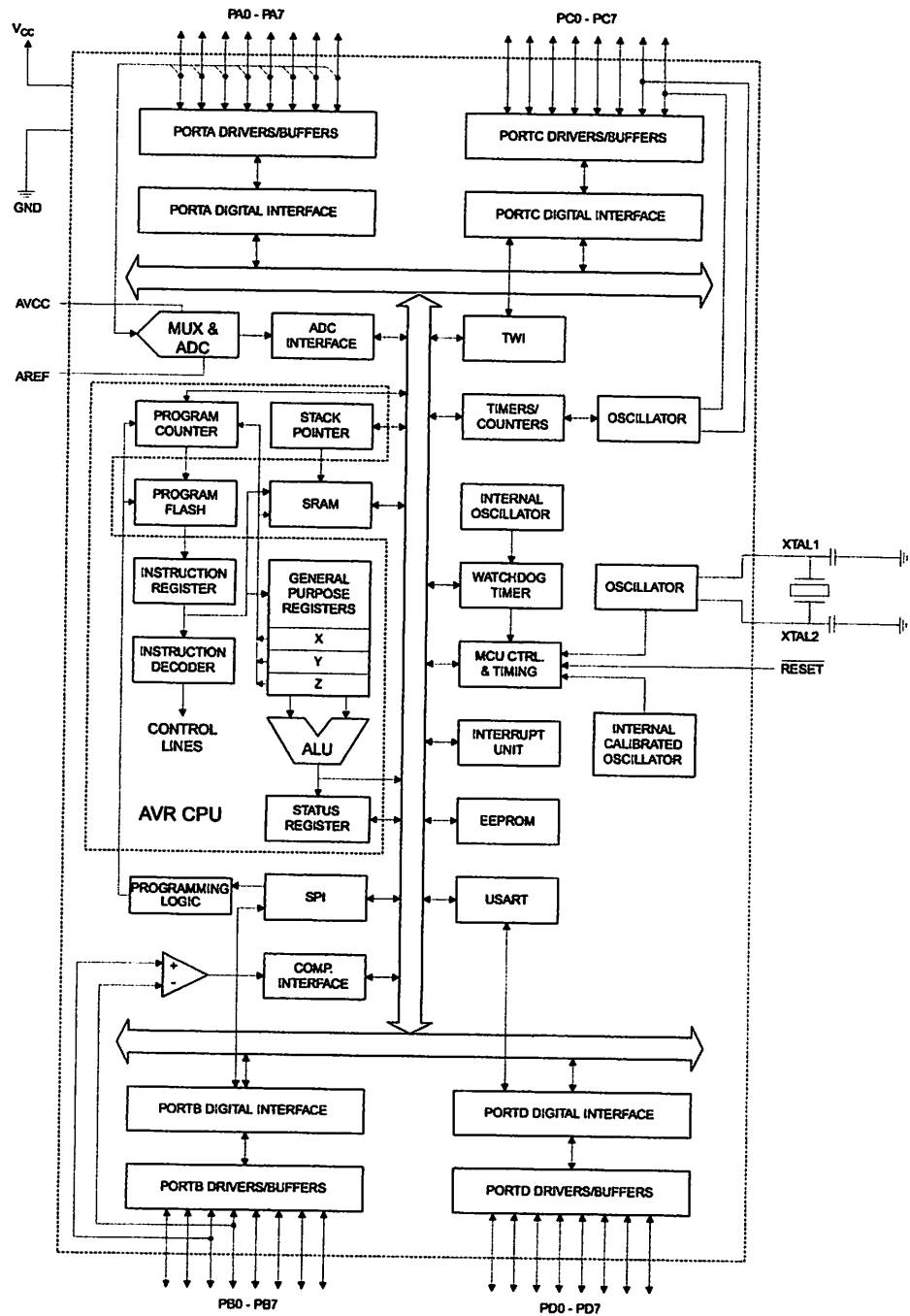
ATmega8535(L)

review

The ATmega8535 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing instructions in a single clock cycle, the ATmega8535 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

k Diagram

Figure 2. Block Diagram





The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All 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 ATmega8535 provides the following features: 8K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 512 bytes EEPROM, 512 bytes SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, 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 in TQFP package, 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 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 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 ATmega8535 is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega8535 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.

AT90S8535 Compatibility

The ATmega8535 provides all the features of the AT90S8535. In addition, several new features are added. The ATmega8535 is backward compatible with AT90S8535 in most cases. However, some incompatibilities between the two microcontrollers exist. To solve this problem, an AT90S8535 compatibility mode can be selected by programming the S8535C fuse. ATmega8535 is pin compatible with AT90S8535, and can replace the AT90S8535 on current Printed Circuit Boards. However, the location of fuse bits and the electrical characteristics differs between the two devices.

S8535 Compatibility

Programming the S8535C fuse will change the following functionality:

- The timed sequence for changing the Watchdog Time-out period is disabled. See "Timed Sequences for Changing the Configuration of the Watchdog Timer" on page 43 for details.
- The double buffering of the USART Receive Register is disabled. See "AVR USART vs. AVR UART – Compatibility" on page 143 for details.

ATmega8535(L)

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 ATmega8535 as listed on page 58.

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.

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 ATmega8535 as listed on page 62.

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

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

Output from the inverting Oscillator amplifier.

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
0x5F	SREG	I	T	H	S	V	N	Z	C	8
0x5A	SPH	-	-	-	-	-	SP10	SP9	SP8	10
0x5D	SPL	SP7	SP6	SP5	SP4	SP3	SP2	SP1	SP0	10
0x5C	OCR0	Timer/Counter0 Output Compare Register								
0x5B	GICR	INT1	INT0	INT2	-	-	-	IVSEL	IVCE	83
0x5A	GIFR	INTF1	INTF0	INTF2	-	-	-	-	-	47, 67
0x59	TIMSK	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0	68
0x58	TIFR	OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0	83, 113, 131
0x57	SPMCR	SPMIE	RWWSB	-	RWWSRE	BLBSET	PGWRT	PGERS	SPMEN	84, 114, 132
0x56	TWCR	TWINT	TWEA	TWSTA	TWSTO	TWWC	TWEN	-	TWIE	225
0x55	MCUCR	SM2	SE	SM1	SM0	ISC11	ISC10	ISC01	ISC00	178
0x54	MCUCSR	-	ISC2	-	-	WDRF	BORF	EXTRF	PORF	30, 66
0x53	TCCR0	FOC0	WGM00	COM01	COM00	WGM01	CS02	CS01	CS00	38, 67
0x52	TCNT0	Timer/Counter0 (8 Bits)								81
0x51	OSCCAL	Oscillator Calibration Register								83
0x50	SF0R	ADTS2	ADTS1	ADTS0	-	ACME	PUD	PSR2	PSR10	28
0x4F	TCCR1A	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	FOC1A	FOC1B	WGM11	WGM10	57, 86, 133, 200, 220
0x4E	TCCR1B	ICNG1	ICES1	-	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	108
0x4D	TCNT1H	Timer/Counter1 - Counter Register High Byte								111
0x4C	TCNT1L	Timer/Counter1 - Counter Register Low Byte								112
0x4B	OCR1AH	Timer/Counter1 - Output Compare Register A High Byte								112
0x4A	OCR1AL	Timer/Counter1 - Output Compare Register A Low Byte								112
0x49	OCR1BH	Timer/Counter1 - Output Compare Register B High Byte								112
0x48	OCR1BL	Timer/Counter1 - Output Compare Register B Low Byte								112
0x47	ICR1H	Timer/Counter1 - Input Capture Register High Byte								112
0x46	ICR1L	Timer/Counter1 - Input Capture Register Low Byte								112
0x45	TCCR2	FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20	126
0x44	TCNT2	Timer/Counter2 (8 Bits)								128
0x43	OCR2	Timer/Counter2 Output Compare Register								128
0x42	ASSR	-	-	-	-	AS2	TCN2UB	OCR2UB	TCR2UB	129
0x41	WDTCR	-	-	-	WDCE	WDE	WDF2	WDPT	WDF0	40
0x40 ⁽¹⁾	UBRRH	URSEL	-	-	-	-	UBRR1(1:8)			168
0x3F	UCSRC	URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCSZ1	UCSZ0	UCPOL	164
0x3E	EEARH	-	-	-	-	-	-	-	EEAR8	17
0x3D	EEARL	EEPROM Address Register Low Byte								17
0x3C	EEDR	EEPROM Data Register								17
0x3B	EECR	-	-	-	-	EERIE	EEMWE	EERE	EERE	17
0x3A	PORTA	PORTA7	PORTA6	PORTA5	PORTA4	PORTA3	PORTA2	PORTA1	PORTA0	64
0x39	DDRA	DDA7	DDA6	DDA5	DDA4	DDA3	DDA2	DDA1	DDA0	64
0x38	PINA	PINA7	PINA6	PINA5	PINA4	PINA3	PINA2	PINA1	PINA0	64
0x37	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	64
0x36	DDRB	DRB7	DRB6	DRB5	DRB4	DRB3	DRB2	DRB1	DRB0	64
0x35	PINB	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	65
0x34	PORTC	PORTC7	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	65
0x33	DDRC	DDC7	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0	65
0x32	PINC	PINC7	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	65
0x31	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	65
0x30	DDRD	DDR7	DDR6	DDR5	DDR4	DDR3	DDR2	DDR1	DDR0	65
0x2F	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	65
0x2E	SPDR	SPI Data Register								140
0x2D	SPSR	SPIF	WCOL	-	-	-	-	-	SPI2X	140
0x2C	SPCR	SPIE	SPE	DORF	MSTR	CPOL	GPHA	SPR1	SPR0	138
0x2B	UDR	USART I/O Data Register								181
0x2A	UCSRA	RXC	TXC	UDRE	FE	DOR	PE	U2X	MPCM	182
0x29	UCSRB	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCSZ2	RXB8	TXB8	183
0x28	UBRRL	USART Baud Rate Register Low Byte								166
0x27	ACSR	ACD	ACBG	ACO	ACI	ACIE	ACIC	ACIS1	ACIS0	200
0x26	ADMUX	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	216
0x25	ADCSRA	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	218
0x24	ADCH	ADC Data Register High Byte								219
0x23	ADCL	ADC Data Register Low Byte								219
0x22	TWAR	TWA6	TWA5	TWA4	TWA3	TWA2	TWA1	TWA0	TWAGE	180
0x21	TWSR	TWS7	TWS6	TWS5	TWS4	TWS3	-	TWFS1	TWFS0	180

Atmega8535(L)

Register Summary (Continued)

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
0x20	TWBR	Two-wire Serial Interface Bit Rate Register								178

- 1. Refer to the USART description for details on how to access UBRRH and UCSRC.
- 2. For compatibility with future devices, reserved bits should be written to zero if accessed. Reserved I/O memory addresses should never be written.
- 3. 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 0x00 to 0x1F only.





Instruction Set Summary

Onics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
ETIC 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	$Rdh:Rdl \leftarrow Rdh:Rdl + K$	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	$Rdh:Rdl \leftarrow Rdh:Rdl - K$	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	$Rd \leftarrow 0xFF - Rd$	Z,C,N,V	1
	Rd	Two's Complement	$Rd \leftarrow 0x00 - Rd$	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	$Rd \leftarrow Rd \& (0xFF - K)$	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	$Rd \leftarrow 0xFF$	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	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$	Z,C	2
	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$	Z,C	2
	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed with Unsigned	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$	Z,C	2
INSTRUCTIONS					
	k	Relative Jump	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	2
		Indirect Jump to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	2
	k	Relative Subroutine Call	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	3
		Indirect Call to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	3
		Subroutine Return	$PC \leftarrow STACK$	None	4
		Interrupt Return	$PC \leftarrow STACK$	I	4
	Rd, Rr	Compare, Skip if Equal	$\text{if } (Rd = Rr) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	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	$\text{if } (Rr(b)=0) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
	Rr, b	Skip if Bit in Register is Set	$\text{if } (Rr(b)=1) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
	P, b	Skip if Bit in I/O Register Cleared	$\text{if } (P(b)=0) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
	P, b	Skip if Bit in I/O Register is Set	$\text{if } (P(b)=1) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
	s, k	Branch if Status Flag Set	$\text{if } (SREG(s) = 1) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	s, k	Branch if Status Flag Cleared	$\text{if } (SREG(s) = 0) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Equal	$\text{if } (Z = 1) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Not Equal	$\text{if } (Z = 0) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Carry Set	$\text{if } (C = 1) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Carry Cleared	$\text{if } (C = 0) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Same or Higher	$\text{if } (C = 0) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Lower	$\text{if } (C = 1) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Minus	$\text{if } (N = 1) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Plus	$\text{if } (N = 0) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Greater or Equal, Signed	$\text{if } (N \oplus V = 0) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Less Than Zero, Signed	$\text{if } (N \oplus V = 1) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Half Carry Flag Set	$\text{if } (H = 1) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Half Carry Flag Cleared	$\text{if } (H = 0) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if T Flag Set	$\text{if } (T = 1) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if T Flag Cleared	$\text{if } (T = 0) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Overflow Flag is Set	$\text{if } (V = 1) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Overflow Flag is Cleared	$\text{if } (V = 0) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Interrupt Enabled	$\text{if } (I = 1) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
	k	Branch if Interrupt Disabled	$\text{if } (I = 0) PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
NSFER INSTRUCTIONS					

ATmega8535(L)

mnemonics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
R	Rd, Rr	Move Between Registers	$Rd \leftarrow Rr$	None	1
LD	Rd, Rr	Copy Register Word	$Rd \leftarrow Rr$	None	1
LDI	Rd, K	Load Immediate	$Rd \leftarrow K$	None	1
LDD	Rd, X	Load Indirect	$Rd \leftarrow (X)$	None	2
LDD	Rd, X+	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow (X), X \leftarrow X + 1$	None	2
LDD	Rd, -X	Load Indirect and Pre-Dec.	$X \leftarrow X - 1, Rd \leftarrow (X)$	None	2
LDD	Rd, Y	Load Indirect	$Rd \leftarrow (Y)$	None	2
LDD	Rd, Y+	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow (Y), Y \leftarrow Y + 1$	None	2
LDD	Rd, -Y	Load Indirect and Pre-Dec.	$Y \leftarrow Y - 1, Rd \leftarrow (Y)$	None	2
LDD	Rd, Y+q	Load Indirect with Displacement	$Rd \leftarrow (Y + q)$	None	2
LDD	Rd, Z	Load Indirect	$Rd \leftarrow (Z)$	None	2
LDD	Rd, Z+	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$	None	2
LDD	Rd, -Z	Load Indirect and Pre-Dec.	$Z \leftarrow Z - 1, Rd \leftarrow (Z)$	None	2
LDD	Rd, Z+q	Load Indirect with Displacement	$Rd \leftarrow (Z + q)$	None	2
LDI	Rd, k	Load Direct from SRAM	$Rd \leftarrow (k)$	None	2
STI	X, Rr	Store Indirect	$(X) \leftarrow Rr$	None	2
STI	X+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$(X) \leftarrow Rr, X \leftarrow X + 1$	None	2
STI	-X, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	$X \leftarrow X - 1, (X) \leftarrow Rr$	None	2
STI	Y, Rr	Store Indirect	$(Y) \leftarrow Rr$	None	2
STI	Y+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$(Y) \leftarrow Rr, Y \leftarrow Y + 1$	None	2
STI	-Y, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	$Y \leftarrow Y - 1, (Y) \leftarrow Rr$	None	2
STI	Y+q, Rr	Store Indirect with Displacement	$(Y + q) \leftarrow Rr$	None	2
STI	Z, Rr	Store Indirect	$(Z) \leftarrow Rr$	None	2
STI	Z+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$(Z) \leftarrow Rr, Z \leftarrow Z + 1$	None	2
STI	-Z, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	$Z \leftarrow Z - 1, (Z) \leftarrow Rr$	None	2
STI	Z+q, Rr	Store Indirect with Displacement	$(Z + q) \leftarrow Rr$	None	2
STI	k, Rr	Store Direct to SRAM	$(k) \leftarrow Rr$	None	2
LD	Rd, Z	Load Program Memory	$Rd \leftarrow (Z)$	None	3
LD	Rd, Z+	Load Program Memory and Post-Inc	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$	None	3
LD	Rd, P	Load Program Memory	$(Z) \leftarrow R1:R0$	None	-
IN	P, Rr	In Port	$Rd \leftarrow P$	None	1
OUT	P, Rr	Out Port	$P \leftarrow Rr$	None	1
PUSH	Rr	Push Register on Stack	$STACK \leftarrow Rr$	None	2
POP	Rd	Pop Register from Stack	$Rd \leftarrow STACK$	None	2
AND BIT-TEST INSTRUCTIONS					
SBI	P, b	Set Bit in I/O Register	$I/O(P, b) \leftarrow 1$	None	2
CBI	P, b	Clear Bit in I/O Register	$I/O(P, b) \leftarrow 0$	None	2
LSL	Rd	Logical Shift Left	$Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), Rd(0) \leftarrow 0$	Z, C, N, V	1
LSR	Rd	Logical Shift Right	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), Rd(7) \leftarrow 0$	Z, C, N, V	1
ROL	Rd	Rotate Left Through Carry	$Rd(0) \leftarrow C, Rd(n+1) \leftarrow Rd(n), C \leftarrow Rd(7)$	Z, C, N, V	1
ROR	Rd	Rotate Right Through Carry	$Rd(7) \leftarrow C, Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), C \leftarrow Rd(0)$	Z, C, N, V	1
ASR	Rd	Arithmetic Shift Right	$Rd(n) \leftarrow Rd(n+1), n=0..6$	Z, C, N, V	1
SWAP	Rd	Swap Nibbles	$Rd(3..0) \leftrightarrow Rd(7..4), Rd(7..4) \leftrightarrow Rd(3..0)$	None	1
SF	s	Flag Set	$SREG(s) \leftarrow 1$	SREG(s)	1
CF	s	Flag Clear	$SREG(s) \leftarrow 0$	SREG(s)	1
ST	Rr, b	Bit Store from Register to T	$T \leftarrow Rr(b)$	T	1
LD	Rd, b	Bit load from T to Register	$Rd(b) \leftarrow T$	None	1
SC		Set Carry	$C \leftarrow 1$	C	1
CC		Clear Carry	$C \leftarrow 0$	C	1
SN		Set Negative Flag	$N \leftarrow 1$	N	1
CN		Clear Negative Flag	$N \leftarrow 0$	N	1
STZ		Set Zero Flag	$Z \leftarrow 1$	Z	1
CZ		Clear Zero Flag	$Z \leftarrow 0$	Z	1
SEI		Global Interrupt Enable	$I \leftarrow 1$	I	1
CPI		Global Interrupt Disable	$I \leftarrow 0$	I	1
ST		Set Signed Test Flag	$S \leftarrow 1$	S	1
CT		Clear Signed Test Flag	$S \leftarrow 0$	S	1
ST		Set Twos Complement Overflow	$V \leftarrow 1$	V	1
CT		Clear Twos Complement Overflow	$V \leftarrow 0$	V	1
ST		Set T in SREG	$T \leftarrow 1$	T	1
CT		Clear T in SREG	$T \leftarrow 0$	T	1
ST		Set Half Carry Flag in SREG	$H \leftarrow 1$	H	1
CT		Clear Half Carry Flag in SREG	$H \leftarrow 0$	H	1
CONTROL INSTRUCTIONS					
RST		No Operation		None	1



onics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
		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

Ordering Information

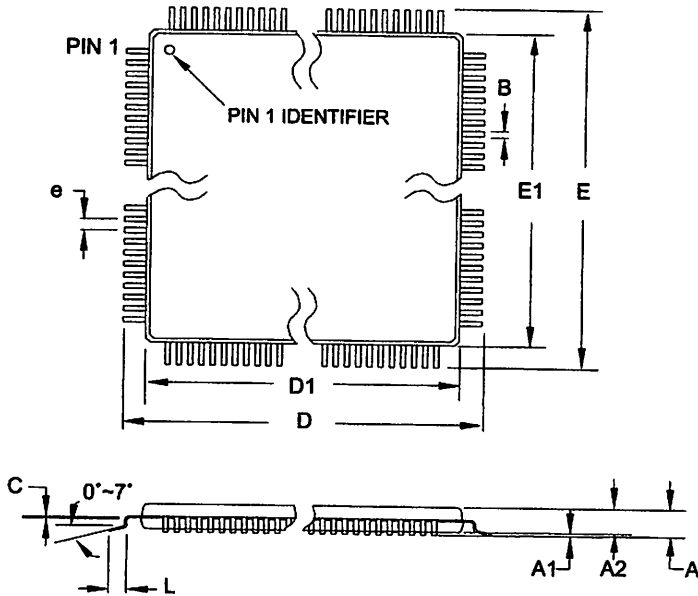
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package ⁽¹⁾	Operation Range
8	2.7 - 5.5V	ATmega8535L-8AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		ATmega8535L-8PC	40P6	
		ATmega8535L-8JC	44J	
		ATmega8535L-8MC	44M1	
		ATmega8535L-8AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		ATmega8535L-8PI	40P6	
		ATmega8535L-8JI	44J	
		ATmega8535L-8MI	44M1	
16	4.5 - 5.5V	ATmega8535-16AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)
		ATmega8535-16PC	40P6	
		ATmega8535-16JC	44J	
		ATmega8535-16MC	44M1	
		ATmega8535-16AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
		ATmega8535-16PI	40P6	
		ATmega8535-16JI	44J	
		ATmega8535-16MI	44M1	

1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.

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)
	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
	44-pad, 7 x 7 x 1.0 mm body, lead pitch 0.50 mm, Micro Lead Frame Package (MLF)



Tagging 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			

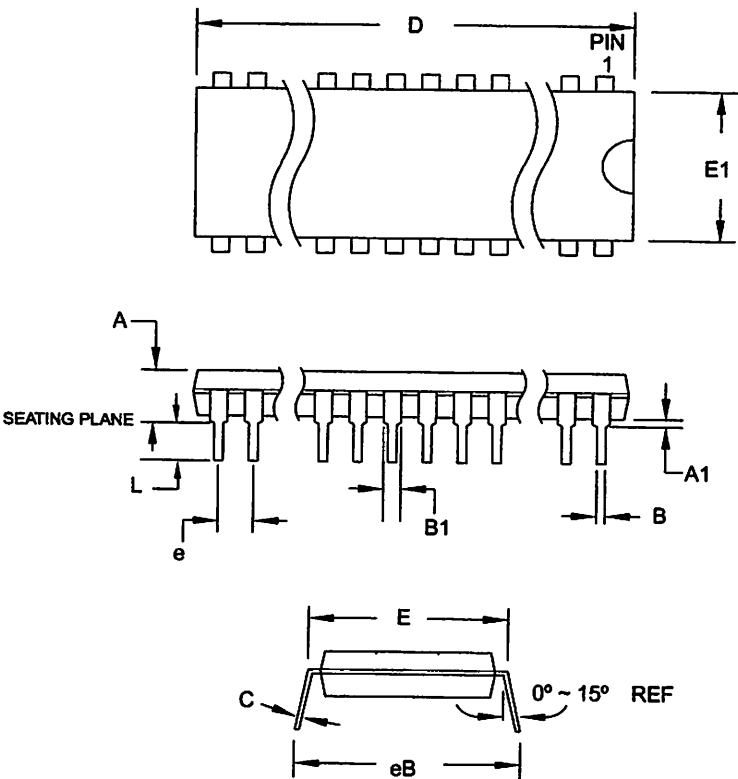
- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ACB.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
 3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

10/5/2001

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.	REV.
		44A	B

ATmega8535(L)

2502ES-AVR-12/03



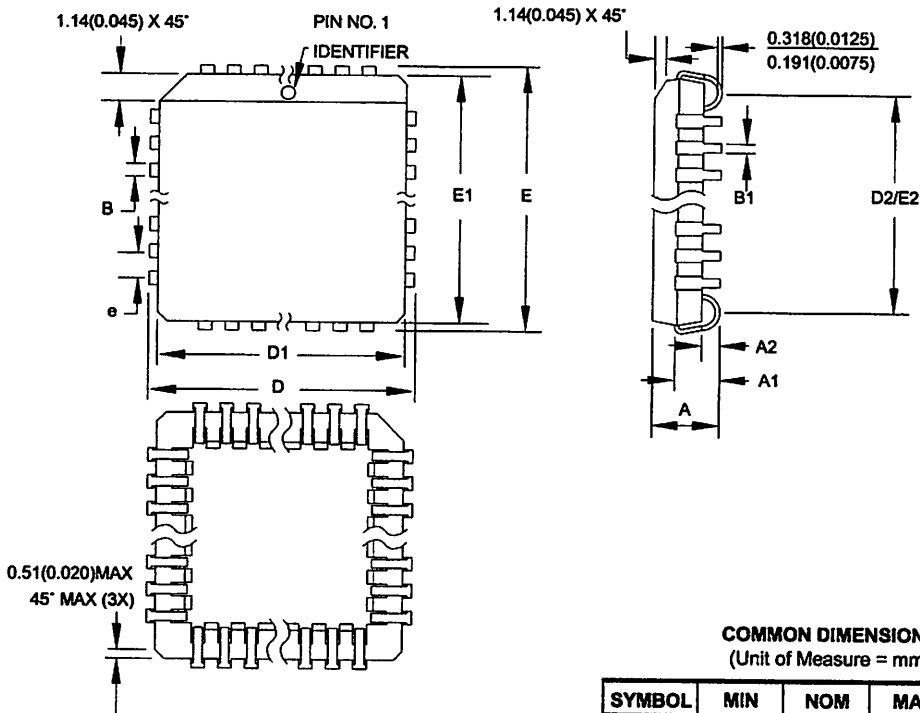
COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

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.	REV.
		40P6	B



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

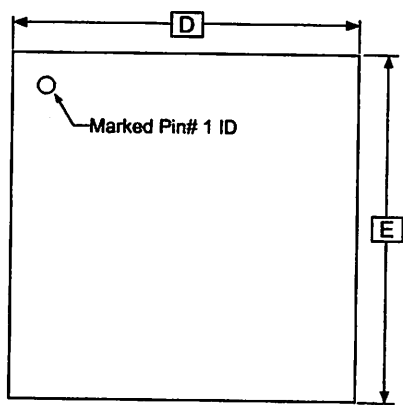
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	4.191	—	4.572	
A1	2.286	—	3.048	
A2	0.508	—	—	
D	17.399	—	17.653	
D1	16.510	—	16.662	Note 2
E	17.399	—	17.653	
E1	16.510	—	16.662	Note 2
D2/E2	14.986	—	16.002	
B	0.660	—	0.813	
B1	0.330	—	0.533	
e	1.270 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-018, Variation AC.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is .010" (0.254 mm) per side. Dimension D1 and E1 include mold mismatch and are measured at the extreme material condition at the upper or lower parting line.
 3. Lead coplanarity is 0.004" (0.102 mm) maximum.

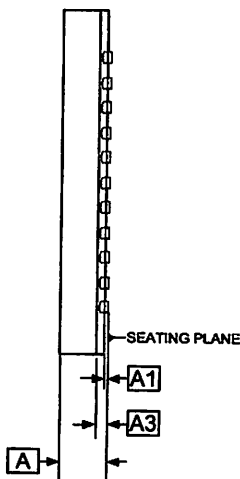
10/04/01

	2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)	DRAWING NO.	REV.
			44J	B

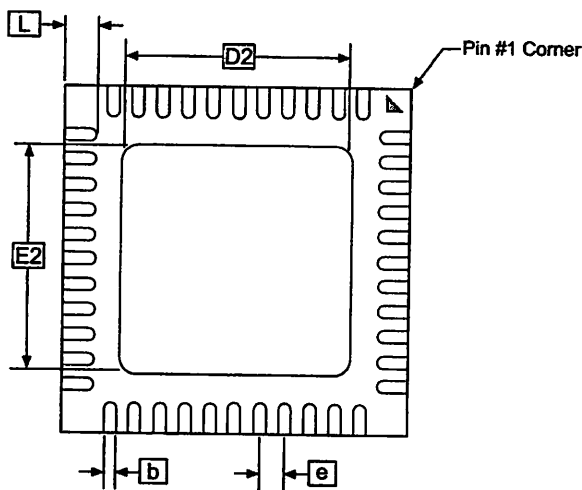
-A



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.	REV.
		44M1	C





ta

There are no errata for this revision of ATmega8535.

ATmega8535(L)

Datasheet Change for ATmega8535

Please note that the referring page numbers in this section are referring to this document. The referring revision in this section are referring to the document revision.

Changes from Rev.
0-09/03 to Rev.
E-12/03

1. Updated "Calibrated Internal RC Oscillator" on page 27.
2. Added section "Errata" on page 16.

Changes from Rev.
C-04/03 to Rev.
D-09/03

1. Removed "Advance Information" and some TBD's from the datasheet.
2. Added note to "Pinout ATmega8535" on page 2.
3. Updated "Reset Characteristics" on page 35.
4. Updated "Absolute Maximum Ratings" and "DC Characteristics" in "Electrical Characteristics" on page 252.
5. Updated Table 111 on page 255.
6. Updated "ADC Characteristics – Preliminary Data" on page 260.
7. Updated "ATmega8535 Typical Characteristics – Preliminary Data" on page 263.
8. Removed CALL and JMP instructions from code examples and "Instruction Set Summary" on page 8.

Changes from Rev.
I-09/02 to Rev.
C-04/03

1. Updated "Packaging Information" on page 12.
2. Updated Figure 1 on page 2, Figure 84 on page 176, Figure 85 on page 182, Figure 87 on page 188, Figure 98 on page 204.
3. Added the section "EEPROM Write During Power-down Sleep Mode" on page 20.
4. Removed the references to the application notes "Multi-purpose Oscillator" and "32 kHz Crystal Oscillator", which do not exist.
5. Updated code examples on page 42.
6. Removed ADHSM bit.
7. Renamed Port D pin ICP to ICP1. See "Alternate Functions of Port D" on page 62.
8. Added information about PWM symmetry for Timer 0 on page 77 and Timer 2 on page 124.
9. Updated Table 68 on page 166, Table 75 on page 187, Table 76 on page 190, Table 77 on page 193, Table 108 on page 250, Table 113 on page 258.
10. Updated description on "Bit 5 – TWSTA: TWI START Condition Bit" on page 179.



11. Updated the description in "Filling the Temporary Buffer (Page Loading)" and "Performing a Page Write" on page 228.
12. Removed the section description in "SPI Serial Programming Characteristics" on page 251.
13. Updated "Electrical Characteristics" on page 252.
14. Updated "ADC Characteristics – Preliminary Data" on page 260.
14. Updated "Register Summary" on page 6.
15. Various Timer 1 corrections.
16. Added WD_FUSE period in Table 108 on page 250.
1. Changed the Endurance on the Flash to 10,000 Write/Erase Cycles.

ges from Rev.
A-06/02 to Rev.
B-09/02



Atmel Corporation

25 Orchard Parkway
Framingham, MA 01931, USA
Tel: (408) 441-0311
Fax: (408) 487-2600

Regional Headquarters

Atmel Sarl
Route des Arsenaux 41
Case Postale 80
CH-1705 Fribourg
Switzerland
(41) 26-426-5555
(41) 26-426-5500

Atmel (China) Ltd.
Atmel Golden Plaza
Lody Road Tsimshatsui
Kowloon
Hong Kong
(852) 2721-9778
(852) 2722-1369

Atmel (Japan) Ltd.
Atmel Shinkawa Bldg.
1-8 Shinkawa
Chiyoda-ku, Tokyo 104-0033
Japan
(81) 3-3523-3551
(81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Memory

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

Microcontrollers

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: (408) 441-0311
Fax: (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: (719) 576-3300
Fax: (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: (719) 576-3300
Fax: (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 errors or omissions which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and makes no 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 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.

2502ES-AVR-12/03



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

General Description

The MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E line drivers/receivers are designed for RS-232 and V.28 communications in harsh environments. Each transmitter output and receiver input is protected against ±15kV electrostatic discharge (ESD) shocks, without latchup. The various combinations of features are outlined in the *Selection Guide*. The drivers and receivers for all ten devices meet all EIA/TIA-232E and CCITT V.28 specifications at data rates up to 120kbps, when loaded in accordance with the EIA/TIA-232E specification.

The MAX211E/MAX213E/MAX241E are available in 28-pin SO packages, as well as a 28-pin SSOP that uses 60% less board space. The MAX202E/MAX232E come in 16-pin narrow SO, wide SO, and DIP packages. The MAX203E comes in a 20-pin DIP/SO package, and needs no external charge-pump capacitors. The MAX205E comes in a 24-pin wide DIP package, and also eliminates external charge-pump capacitors. The MAX206E/MAX207E/MAX208E come in 24-pin SO, SSOP, and narrow DIP packages. The MAX232E/MAX241E operate with four 1µF capacitors, while the MAX202E/MAX206E/MAX207E/MAX208E/MAX211E/MAX213E operate with four 0.1µF capacitors, further reducing cost and board space.

Applications

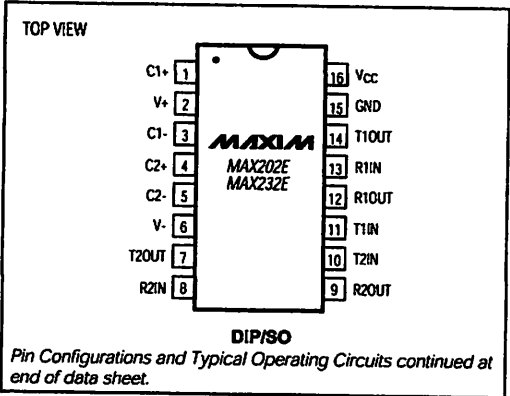
Notebook, Subnotebook, and Palmtop Computers
Battery-Powered Equipment
Hand-Held Equipment

Ordering Information appears at end of data sheet.

Features

- ♦ ESD Protection for RS-232 I/O Pins:
±15kV—Human Body Model
±8kV—IEC1000-4-2, Contact Discharge
±15kV—IEC1000-4-2, Air-Gap Discharge
- ♦ Latchup Free (unlike bipolar equivalents)
- ♦ Guaranteed 120kbps Data Rate—LapLink™ Compatible
- ♦ Guaranteed 3V/µs Min Slew Rate
- ♦ Operate from a Single +5V Power Supply

Pin Configurations



Selection Guide

PART	No. of RS-232 DRIVERS	No. of RS-232 RECEIVERS	RECEIVERS ACTIVE IN SHUTDOWN	No. of EXTERNAL CAPACITORS	LOW-POWER SHUTDOWN	TTL THREE-STATE
MAX202E	2	2	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX203E	2	2	0	None	No	No
MAX205E	5	5	0	None	Yes	Yes
MAX206E	4	3	0	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX207E	5	3	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX208E	4	4	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX211E	4	5	0	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX213E	4	5	2	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX232E	2	2	0	4 (1µF)	No	No
MAX241E	4	5	0	4 (1µF)	Yes	Yes

LapLink is a registered trademark of Traveling Software, Inc.



Maxim Integrated Products 1

For free samples & the latest literature: <http://www.maxim-ic.com>, or phone 1-800-998-8800

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{CC}	-0.3V to +6V	20-Pin SO (derate 10.00mW/°C above +70°C).....	800mW
V ₊	(V _{CC} - 0.3V) to +14V	24-Pin Narrow Plastic DIP	
V ₋	-14V to +0.3V	(derate 13.33mW/°C above +70°C)	1.07W
Input Voltages		24-Pin Wide Plastic DIP	
T _{IN}	-0.3V to (V ₊ + 0.3V)	(derate 14.29mW/°C above +70°C).....	1.14W
R _{IN}	±30V	24-Pin SO (derate 11.76mW/°C above +70°C).....	941mW
Output Voltages		24-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C).....	640mW
T _{OUT}	(V ₋ - 0.3V) to (V ₊ + 0.3V)	28-Pin SO (derate 12.50mW/°C above +70°C).....	1W
R _{OUT}	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	28-Pin SSOP (derate 9.52mW/°C above +70°C).....	762mW
Short-Circuit Duration, T _{OUT}	Continuous	Operating Temperature Ranges	
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)		MAX2 _{__} EC _{__}	0°C to +70°C
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C)....	842mW	MAX2 _{__} EE _{__}	-40°C to +85°C
16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C).....	696mW	Storage Temperature Range.....	-65°C to +165°C
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C).....	762mW	Lead Temperature (soldering, 10sec).....	+300°C
20-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C)....	889mW		

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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +5V ±10% for MAX202E/206E/208E/211E/213E/232E/241E; V_{CC} = +5V ±5% for MAX203E/205E/207E; C₁-C₄ = 0.1μF for MAX202E/206E/207E/208E/211E/213E; C₁-C₄ = 1μF for MAX232E/241E; T_A = T_{MIN} to T_{MAX}; unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
DC CHARACTERISTICS							
Vcc Supply Current	Icc	No load, TA = +25°C	MAX202E/203E	8	15	mA	
			MAX205E-208E	11	20		
			MAX211E/213E	14	20		
			MAX232E	5	10		
			MAX241E	7	15		
Shutdown Supply Current		TA = +25°C, Figure 1	MAX205E/206E	1	10	µA	
			MAX211E/241E	1	10		
			MAX213E	15	50		
LOGIC							
Input Pull-Up Current		T_IN = 0V (MAX205E-208E/211E/213E/241E)		15	200	µA	
Input Leakage Current		T_IN = 0V to Vcc (MAX202E/203E/232E)		±10		µA	
Input Threshold Low	VIL	T_IN; EN, SHDN (MAX213E) or EN, SHDN (MAX205E-208E/211E/241E)		0.8		V	
Input Threshold High	VIH	T_IN		2.0		V	
		EN, SHDN (MAX213E) or EN, SHDN (MAX205E-208E/211E/241E)		2.4			
Output Voltage Low	VOL	ROUT; IOUT = 3.2mA (MAX202E/203E/232E) or IOUT = 1.6mA (MAX205E/208E/211E/213E/241E)		0.4		V	
Output Voltage High	VOH	ROUT; IOUT = -1.0mA		3.5 Vcc - 0.4		V	
Output Leakage Current		EN = Vcc, EN = 0V, 0V ≤ ROUT ≤ Vcc. MAX205E-208E/211E/213E/241E outputs disabled		±0.05	±10	µA	

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(VCC = +5V ±10% for MAX202E/206E/208E/211E/213E/232E/241E; VCC = +5V ±5% for MAX203E/205E/207E; C1–C4 = 0.1µF for MAX202E/206E/207E/208E/211E/213E; C1–C4 = 1µF for MAX232E/241E; TA = TMIN to TMAX; unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.)

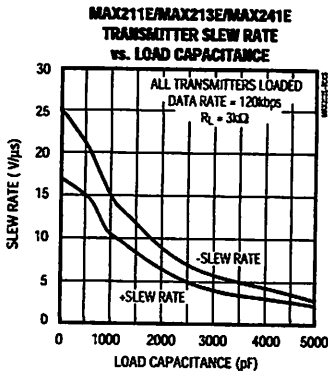
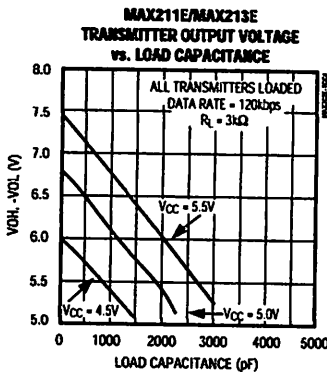
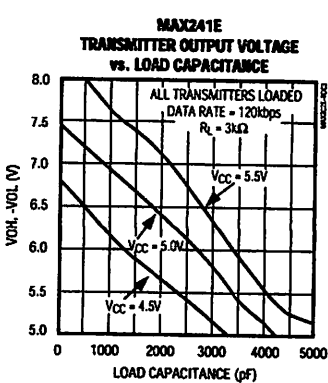
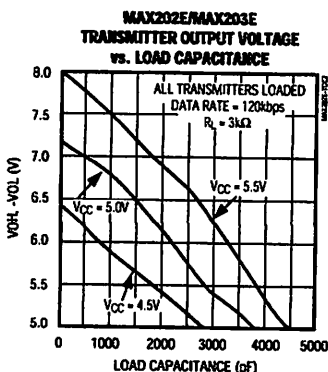
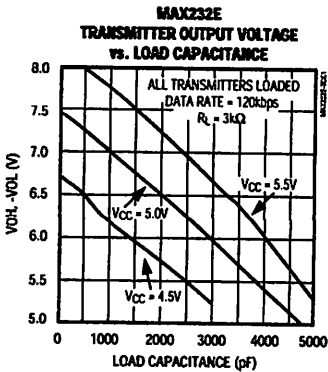
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
EIA/TIA-232E RECEIVER INPUTS							
Input Voltage Range				-30		30	V
Input Threshold Low		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V	All parts, normal operation	0.8	1.2		V
			MAX213E, $\overline{\text{SHDN}}$ = 0V, EN = V _{CC}	0.6	1.5		
Input Threshold High		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V	All parts, normal operation		1.7	2.4	V
			MAX213E (R4, R5), $\overline{\text{SHDN}}$ = 0V, EN = V _{CC}		1.5	2.4	
Input Hysteresis		V _{CC} = 5V, no hysteresis in shutdown		0.2	0.5	1.0	V
Input Resistance		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V		3	5	7	k Ω
EIA/TIA-232E TRANSMITTER OUTPUTS							
Output Voltage Swing		All drivers loaded with 3k Ω to ground (Note 1)		± 5	± 9		V
Output Resistance		V _{CC} = V ₊ = V ₋ = 0V, V _{OUT} = ± 2 V		300			Ω
Output Short-Circuit Current					± 10	± 60	mA
TIMING CHARACTERISTICS							
Maximum Data Rate		R _L = 3k Ω to 7k Ω , C _L = 50pF to 1000pF, one transmitter switching		120			kbps
Receiver Propagation Delay	t _{PLHR} , t _{PHLR}	C _L = 150pF	All parts, normal operation		0.5	10	μ s
			MAX213E (R4, R5), $\overline{\text{SHDN}}$ = 0V, EN = V _{CC}		4	40	
Receiver Output Enable Time		MAX205E/206E/211E/213E/241E normal operation, Figure 2			600		ns
Receiver Output Disable Time		MAX205E/206E/211E/213E/241E normal operation, Figure 2			200		ns
Transmitter Propagation Delay	t _{PLHT} , t _{PHLT}	R _L = 3k Ω , C _L = 2500pF, all transmitters loaded			2		μ s
Transition-Region Slew Rate		T _A = +25°C, V _{CC} = 5V, R _L = 3k Ω to 7k Ω , C _L = 50pF to 1000pF, measured from -3V to +3V or +3V to -3V, Figure 3		3	6	30	V/ μ s
ESD PERFORMANCE: TRANSMITTER OUTPUTS, RECEIVER INPUTS							
ESD-Protection Voltage		Human Body Model		± 15			kV
		IEC1000-4-2, Contact Discharge		± 8			
		IEC1000-4-2, Air-Gap Discharge		± 15			

Note 1: MAX211EE__ tested with VCC = +5V ±5%.

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Typical Operating Characteristics

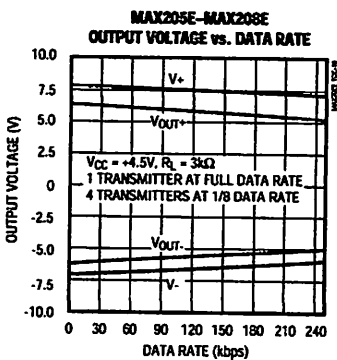
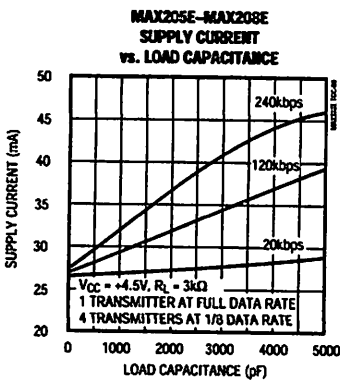
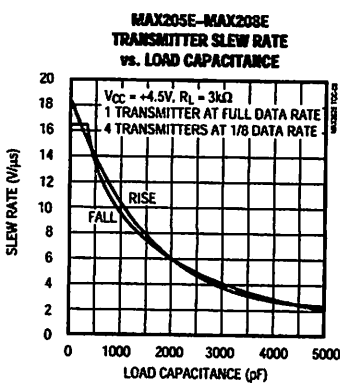
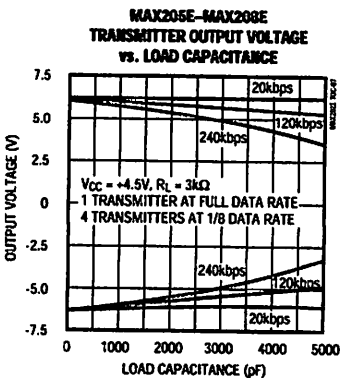
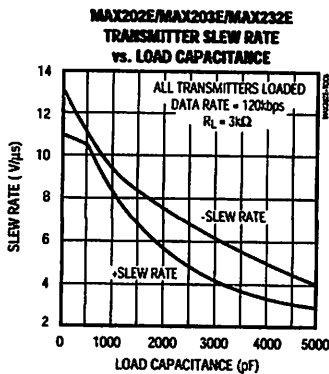
(Typical Operating Circuits, VCC = +5V, TA = +25°C, unless otherwise noted.)



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Typical Operating Characteristics (continued)

(Typical Operating Circuits, VCC = +5V, TA = +25°C, unless otherwise noted.)



MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Descriptions

MAX202E/MAX232E

PIN		NAME	FUNCTION
DIP/SO	LCC		
1, 3	2, 4	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
2	3	V+	+2V _{CC} voltage generated by the charge pump
4, 5	5, 7	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
6	8	V-	-2V _{CC} voltage generated by the charge pump
7, 14	9, 18	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
8, 13	10, 17	R_IN	RS-232 Receiver Outputs
9, 12	12, 15	R_OUT	RS-232 Receiver Outputs
10, 11	13, 14	T_IN	RS-232 Driver Inputs
15	19	GND	Ground
16	20	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply-Voltage Input
—	1, 6, 11, 16	N.C.	No Connect—not internally connected.

MAX203E

PIN		NAME	FUNCTION
DIP	SO		
1, 2	1, 2	T_IN	RS-232 Driver Inputs
3, 20	3, 20	R_OUT	RS-232 Receiver Outputs
4, 19	4, 19	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 18	5, 18	T_OUT	RS-232 Transmitter Outputs
6, 9	6, 9	GND	Ground
7	7	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply-Voltage Input
8	13	C1+	Make no connection to this pin.
10, 16	11, 16	C2-	Connect pins together.
12, 17	10, 17	V-	-2V _{CC} voltage generated by the charge pump. Connect pins together.
13	14	C1-	Make no connection to this pin.
14	8	V+	+2V _{CC} voltage generated by the charge pump
11, 15	12, 15	C2+	Connect pins together.

MAX205E

PIN	NAME	FUNCTION
1–4, 19	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
5, 10, 13, 18, 24	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
6, 9, 14, 17, 23	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
7, 8, 15, 16, 22	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
11	GND	Ground
12	V _{CC}	+4.75V to +5.25V Supply Voltage
20	EN	Receiver Enable—active low
21	SHDN	Shutdown Control—active high

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Descriptions (continued)

MAX206E

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 3, 24	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
4, 16, 23	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 17, 22	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
6, 7, 18, 19	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
8	GND	Ground
9	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply Voltage
10, 12	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
11	V+	+2V _{CC} generated by the charge pump
13, 14	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
15	V-	-2V _{CC} generated by the charge pump
20	EN	Receiver Enable—active low
21	SHDN	Shutdown Control—active high

MAX207E

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 3, 20, 24	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
4, 16, 23	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 17, 22	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
6, 7, 18, 19, 21	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
8	GND	Ground
9	V _{CC}	+4.75V to +5.25V Supply Voltage
10, 12	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
11	V+	+2V _{CC} generated by the charge pump
13, 14	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
15	V-	-2V _{CC} generated by the charge pump

MAX208E

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 20, 24	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
3, 7, 16, 23	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
4, 6, 17, 22	R_OUT	TTL/CMOS Receiver Outputs. All receivers are inactive in shutdown.
5, 18, 19, 21	T_IN	TTL/CMOS Driver Inputs. Internal pull-ups to V _{CC} .
8	GND	Ground
9	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply Voltage
10, 12	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
11	V+	+2V _{CC} generated by the charge pump
13, 14	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
15	V-	-2V _{CC} generated by the charge pump

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Descriptions (continued)

MAX211E/MAX213E/MAX241E

PIN	NAME	FUNCTION
1, 2, 3, 28	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
4, 9, 18, 23, 27	R_IN	RS-232 Receiver Inputs
5, 8, 19, 22, 26	R_OUT	TTU/CMOS Receiver Outputs. For the MAX213E, receivers R4 and R5 are active in shutdown mode when EN = 1. For the MAX211E and MAX241E, all receivers are inactive in shutdown.
6, 7, 20, 21	T_IN	TTU/CMOS Driver Inputs. Only the MAX211E, MAX213E, and MAX241E have internal pull-ups to V _{CC} .
10	GND	Ground
11	V _{CC}	+4.5V to +5.5V Supply Voltage
12, 14	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
13	V+	+2V _{CC} voltage generated by the charge pump
15, 16	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
17	V-	-2V _{CC} voltage generated by the charge pump
24	EN	Receiver Enable—active low (MAX211E, MAX241E)
	EN	Receiver Enable—active high (MAX213E)
25	SHDN	Shutdown Control—active high (MAX211E, MAX241E)
	SHDN	Shutdown Control—active low (MAX213E)

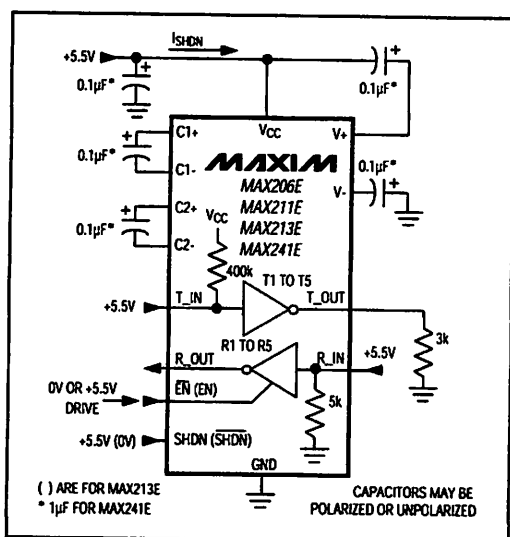


Figure 1. Shutdown-Current Test Circuit (MAX206E, MAX211E/MAX213E/MAX241E)

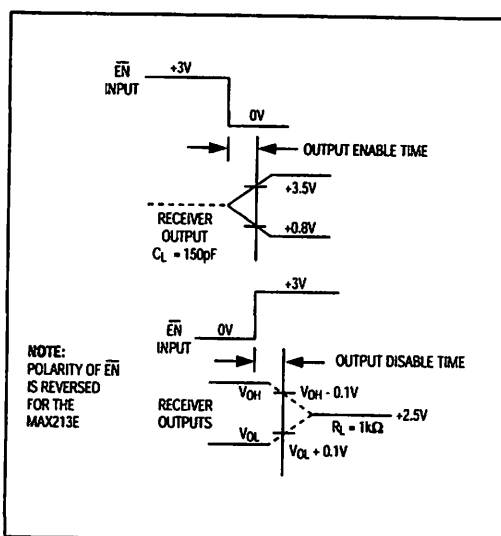


Figure 2. Receiver Output Enable and Disable Timing (MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX213E/MAX241E)

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

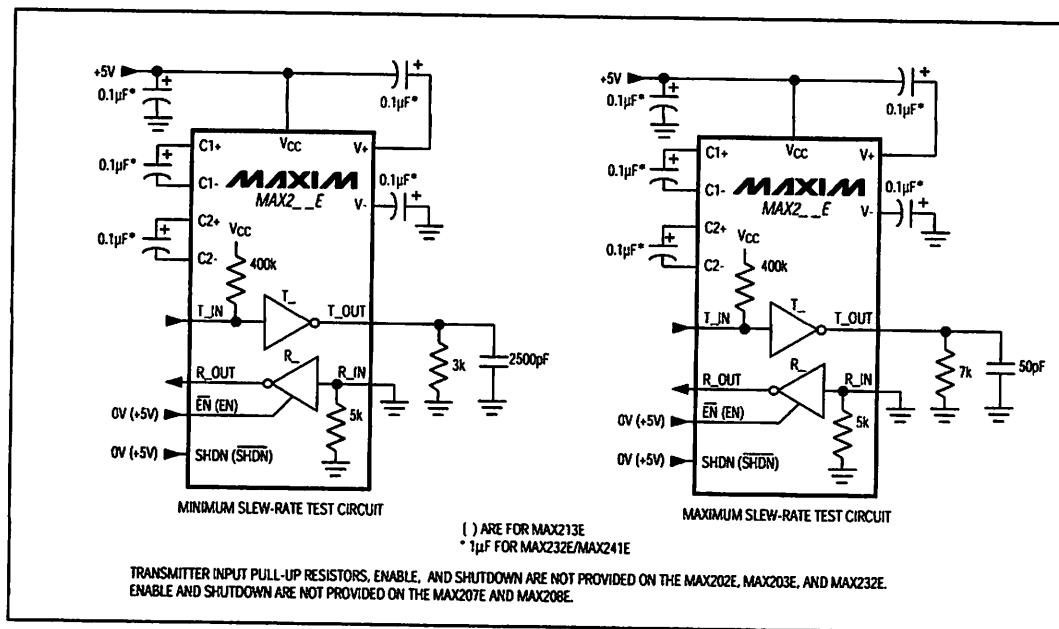


Figure 3. Transition Slew-Rate Circuit

Detailed Description

The MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E consist of three sections: charge-pump voltage converters, drivers (transmitters), and receivers. These E versions provide extra protection against ESD. They survive ±15kV discharges to the RS-232 inputs and outputs, tested using the Human Body Model. When tested according to IEC1000-4-2, they survive ±8kV contact-discharges and ±15kV air-gap discharges. The rugged E versions are intended for use in harsh environments or applications where the RS-232 connection is frequently changed (such as notebook computers). The standard (non-"E") MAX202, MAX203, MAX205-MAX208, MAX211, MAX213, MAX232, and MAX241 are recommended for applications where cost is critical.

+5V to ±10V Dual Charge-Pump Voltage Converter

The +5V to ±10V conversion is performed by dual charge-pump voltage converters (Figure 4). The first charge-pump converter uses capacitor C1 to double the +5V into +10V, storing the +10V on the output filter capacitor, C3. The second uses C2 to invert the +10V

into -10V, storing the -10V on the V- output filter capacitor, C4.

In shutdown mode, V+ is internally connected to VCC by a 1kΩ pull-down resistor, and V- is internally connected to ground by a 1kΩ pull-up resistor.

RS-232 Drivers

With VCC = 5V, the typical driver output voltage swing is ±8V when loaded with a nominal 5kΩ RS-232 receiver. The output swing is guaranteed to meet EIA/TIA-232E and V.28 specifications that call for ±5V minimum output levels under worst-case conditions. These include a 3kΩ load, minimum VCC, and maximum operating temperature. The open-circuit output voltage swings from (V+ - 0.6V) to V-.

Input thresholds are CMOS/TTL compatible. The unused drivers' inputs on the MAX205E-MAX208E, MAX211E, MAX213E, and MAX241E can be left unconnected because 400kΩ pull-up resistors to VCC are included on-chip. Since all drivers invert, the pull-up resistors force the unused drivers' outputs low. The MAX202E, MAX203E, and MAX232E do not have pull-up resistors on the transmitter inputs.

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

When in low-power shutdown mode, the MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX213E/MAX241E driver outputs are turned off and draw only leakage currents—even if they are back-driven with voltages between 0V and 12V. Below -0.5V in shutdown, the transmitter output is diode-clamped to ground with a 1kΩ series impedance.

RS-232 Receivers

The receivers convert the RS-232 signals to CMOS-logic output levels. The guaranteed 0.8V and 2.4V receiver input thresholds are significantly tighter than the ±3V thresholds required by the EIA/TIA-232E specification. This allows the receiver inputs to respond to TTL/CMOS-logic levels, as well as RS-232 levels.

The guaranteed 0.8V input low threshold ensures that receivers shorted to ground have a logic 1 output. The 5kΩ input resistance to ground ensures that a receiver with its input left open will also have a logic 1 output.

Receiver inputs have approximately 0.5V hysteresis. This provides clean output transitions, even with slow rise/fall-time signals with moderate amounts of noise and ringing.

In shutdown, the MAX213E's R4 and R5 receivers have no hysteresis.

Shutdown and Enable Control (MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX213E/MAX241E)

In shutdown mode, the charge pumps are turned off, V+ is pulled down to VCC, V- is pulled to ground, and the transmitter outputs are disabled. This reduces supply current typically to 1μA (15μA for the MAX213E). The time required to exit shutdown is under 1ms, as shown in Figure 5.

Receivers

All MAX213E receivers, except R4 and R5, are put into a high-impedance state in shutdown mode (see Tables 1a and 1b). The MAX213E's R4 and R5 receivers still function in shutdown mode. These two awake-in-shutdown receivers can monitor external activity while maintaining minimal power consumption.

The enable control is used to put the receiver outputs into a high-impedance state, to allow wire-OR connection of two EIA/TIA-232E ports (or ports of different types) at the UART. It has no effect on the RS-232 drivers or the charge pumps.

Note: The enable control pin is active low for the MAX211E/MAX241E (EN), but is active high for the MAX213E (EN). The shutdown control pin is active high for the MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX241E (SHDN), but is active low for the MAX213E (SHDN).

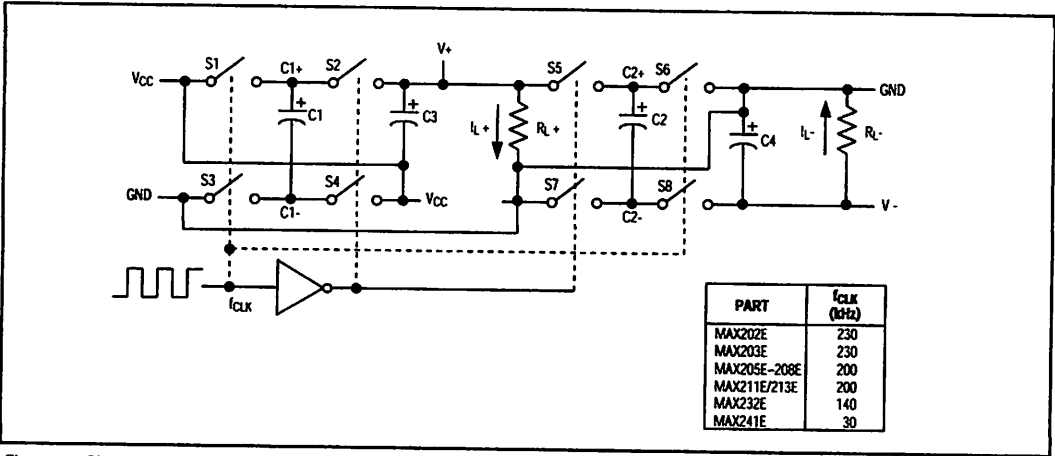


Figure 4. Charge-Pump Diagram

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

The MAX213E's receiver propagation delay is typically 0.5µs in normal operation. In shutdown mode, propagation delay increases to 4µs for both rising and falling transitions. The MAX213E's receiver inputs have approximately 0.5V hysteresis, except in shutdown, when receivers R4 and R5 have no hysteresis.

When entering shutdown with receivers active, R4 and R5 are not valid until 80µs after SHDN is driven low. When coming out of shutdown, all receiver outputs are invalid until the charge pumps reach nominal voltage levels (less than 2ms when using 0.1µF capacitors).

±15kV ESD Protection

As with all Maxim devices, ESD-protection structures are incorporated on all pins to protect against electrostatic discharges encountered during handling and assembly. The driver outputs and receiver inputs have extra protection against static electricity. Maxim's engineers developed state-of-the-art structures to protect these pins against ESD of ±15kV without damage. The ESD structures withstand high ESD in all states: normal operation, shutdown, and powered down. After an ESD event, Maxim's E versions keep working without latchup, whereas competing RS-232 products can latch and must be powered down to remove latchup.

ESD protection can be tested in various ways; the transmitter outputs and receiver inputs of this product family are characterized for protection to the following limits:

- 1) ±15kV using the Human Body Model
- 2) ±8kV using the contact-discharge method specified in IEC1000-4-2
- 3) ±15kV using IEC1000-4-2's air-gap method.

ESD Test Conditions

ESD performance depends on a variety of conditions. Contact Maxim for a reliability report that documents test set-up, test methodology, and test results.

Human Body Model

Figure 6a shows the Human Body Model, and Figure 6b shows the current waveform it generates when discharged into a low impedance. This model consists of a 100pF capacitor charged to the ESD voltage of interest, which is then discharged into the test device through a 1.5kΩ resistor.

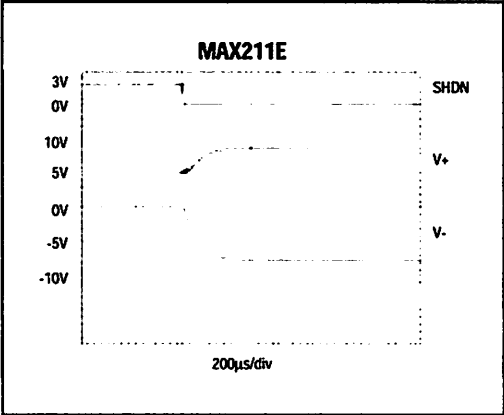


Figure 5. MAX211E V+ and V- when Exiting Shutdown (0.1µF capacitors)

Table 1a. MAX205E/MAX206E/MAX211E/MAX241E Control Pin Configurations

SHDN	EN	OPERATION STATUS	Tx	Rx
0	0	Normal Operation	All Active	All Active
0	1	Normal Operation	All Active	All High-Z
1	X	Shutdown	All High-Z	All High-Z

X = Don't Care

Table 1b. MAX213E Control Pin Configurations

SHDN	EN	OPERATION STATUS	Tx 1-4	Rx	
				1-3	4, 5
0	0	Shutdown	All High-Z	High-Z	High-Z
0	1	Shutdown	All High-Z	High-Z	Active*
1	0	Normal Operation	All Active	High-Z	High-Z
1	1	Normal Operation	All Active	Active	Active

*Active = active with reduced performance

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

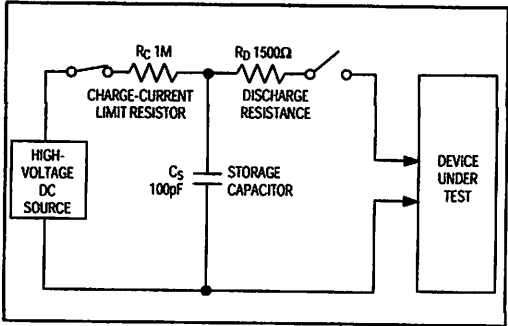


Figure 6a. Human Body ESD Test Model

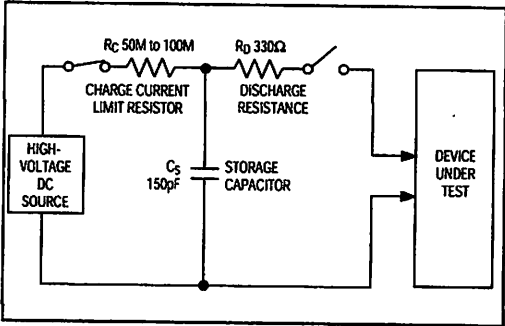


Figure 7a. IEC1000-4-2 ESD Test Model

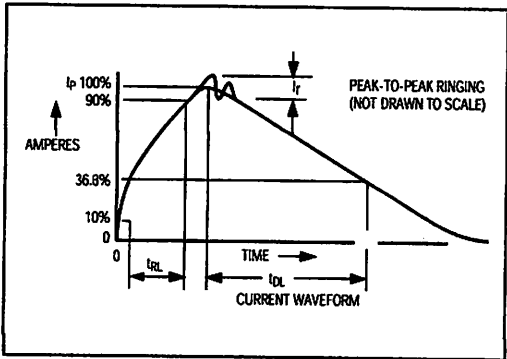


Figure 6b. Human Body Model Current Waveform

IEC1000-4-2

The IEC1000-4-2 standard covers ESD testing and performance of finished equipment; it does not specifically refer to integrated circuits. The MAX202E/MAX203E-MAX213E, MAX232E/MAX241E help you design equipment that meets level 4 (the highest level) of IEC1000-4-2, without the need for additional ESD-protection components.

The major difference between tests done using the Human Body Model and IEC1000-4-2 is higher peak current in IEC1000-4-2, because series resistance is lower in the IEC1000-4-2 model. Hence, the ESD withstand voltage measured to IEC1000-4-2 is generally lower than that measured using the Human Body Model. Figure 7b shows the current waveform for the 8kV IEC1000-4-2 level-four ESD contact-discharge test.

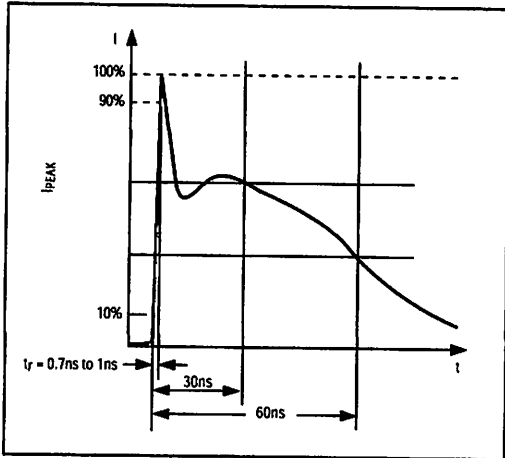


Figure 7b. IEC1000-4-2 ESD Generator Current Waveform

The air-gap test involves approaching the device with a charged probe. The contact-discharge method connects the probe to the device before the probe is energized.

Machine Model

The Machine Model for ESD tests all pins using a 200pF storage capacitor and zero discharge resistance. Its objective is to emulate the stress caused by contact that occurs with handling and assembly during manufacturing. Of course, all pins require this protection during manufacturing, not just RS-232 inputs and outputs. Therefore, after PC board assembly, the Machine Model is less relevant to I/O ports.

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

Applications Information

Capacitor Selection

The capacitor type used for C1–C4 is not critical for proper operation. The MAX202E, MAX206–MAX208E, MAX211E, and MAX213E require 0.1µF capacitors, and the MAX232E and MAX241E require 1µF capacitors, although in all cases capacitors up to 10µF can be used without harm. Ceramic, aluminum-electrolytic, or tantalum capacitors are suggested for the 1µF capacitors, and ceramic dielectrics are suggested for the 0.1µF capacitors. When using the minimum recommended capacitor values, make sure the capacitance value does not degrade excessively as the operating temperature varies. If in doubt, use capacitors with a larger (e.g., 2x) nominal value. The capacitors' effective series resistance (ESR), which usually rises at low temperatures, influences the amount of ripple on V+ and V-.

Use larger capacitors (up to 10µF) to reduce the output impedance at V+ and V-. This can be useful when "stealing" power from V+ or from V-. The MAX203E and MAX205E have internal charge-pump capacitors.

Bypass VCC to ground with at least 0.1µF. In applications sensitive to power-supply noise generated by the charge pumps, decouple VCC to ground with a

capacitor the same size as (or larger than) the charge-pump capacitors (C1–C4).

V+ and V- as Power Supplies

A small amount of power can be drawn from V+ and V-, although this will reduce both driver output swing and noise margins. Increasing the value of the charge-pump capacitors (up to 10µF) helps maintain performance when power is drawn from V+ or V-.

Driving Multiple Receivers

Each transmitter is designed to drive a single receiver. Transmitters can be paralleled to drive multiple receivers.

Driver Outputs when Exiting Shutdown

The driver outputs display no ringing or undesirable transients as they come out of shutdown.

High Data Rates

These transceivers maintain the RS-232 ±5.0V minimum driver output voltages at data rates of over 120kbps. For data rates above 120kbps, refer to the Transmitter Output Voltage vs. Load Capacitance graphs in the *Typical Operating Characteristics*. Communication at these high rates is easier if the capacitive loads on the transmitters are small; i.e., short cables are best.

Table 2. Summary of EIA/TIA-232E, V.28 Specifications

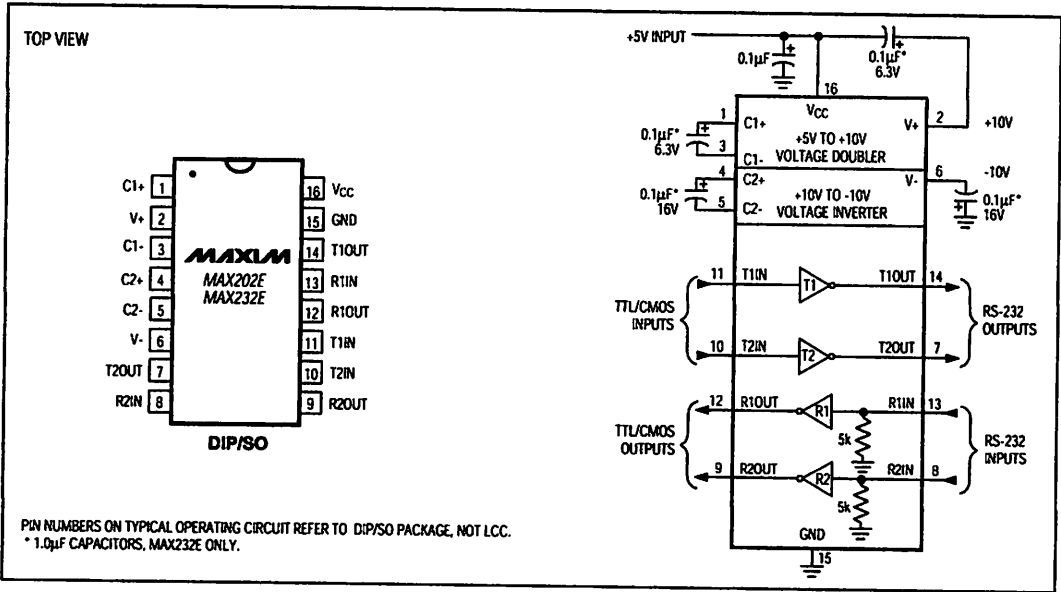
PARAMETER		CONDITIONS	EIA/TIA-232E, V.28 SPECIFICATIONS
Driver Output Voltage	0 Level	3kΩ to 7kΩ load	+5V to +15V
	1 Level	3kΩ to 7kΩ load	-5V to -15V
Driver Output Level, Max		No load	±25V
Data Rate		3kΩ ≤ RL ≤ 7kΩ, CL ≤ 2500pF	Up to 20kbps
Receiver Input Voltage	0 Level		+3V to +15V
	1 Level		-3V to -15V
Receiver Input Level			±25V
Instantaneous Slew Rate, Max		3kΩ ≤ RL ≤ 7kΩ, CL ≤ 2500pF	30V/µs
Driver Output Short-Circuit Current, Max			100mA
Transition Rate on Driver Output		V.28	1ms or 3% of the period
		EIA/TIA-232E	4% of the period
Driver Output Resistance		-2V < VOUT < +2V	300Ω

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Table 3. DB9 Cable Connections
Commonly Used for EIA/TIAE-232E and
V.24 Asynchronous Interfaces

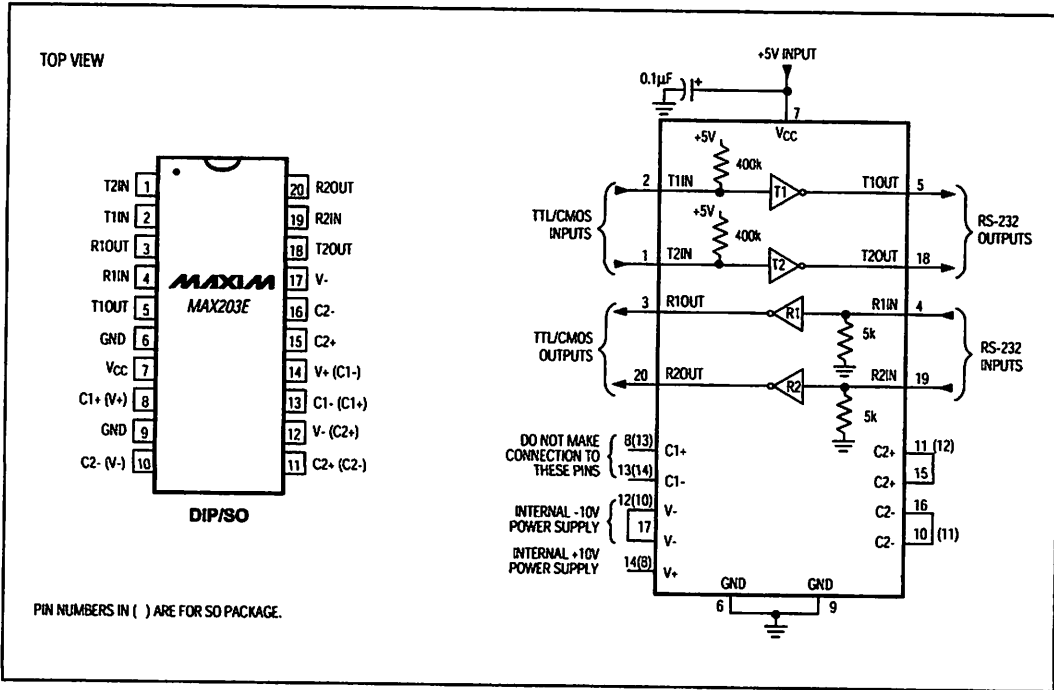
PIN	CONNECTION	
1	Received Line Signal Detector (sometimes called Carrier Detect, DCD)	Handshake from DCE
2	Receive Data (RD)	Data from DCE
3	Transmit Data (TD)	Data from DTE
4	Data Terminal Ready	Handshake from DTE
5	Signal Ground	Reference point for signals
6	Data Set Ready (DSR)	Handshake from DCE
7	Request to Send (RTS)	Handshake from DTE
8	Clear to Send (CTS)	Handshake from DCE
9	Ring Indicator	Handshake from DCE

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

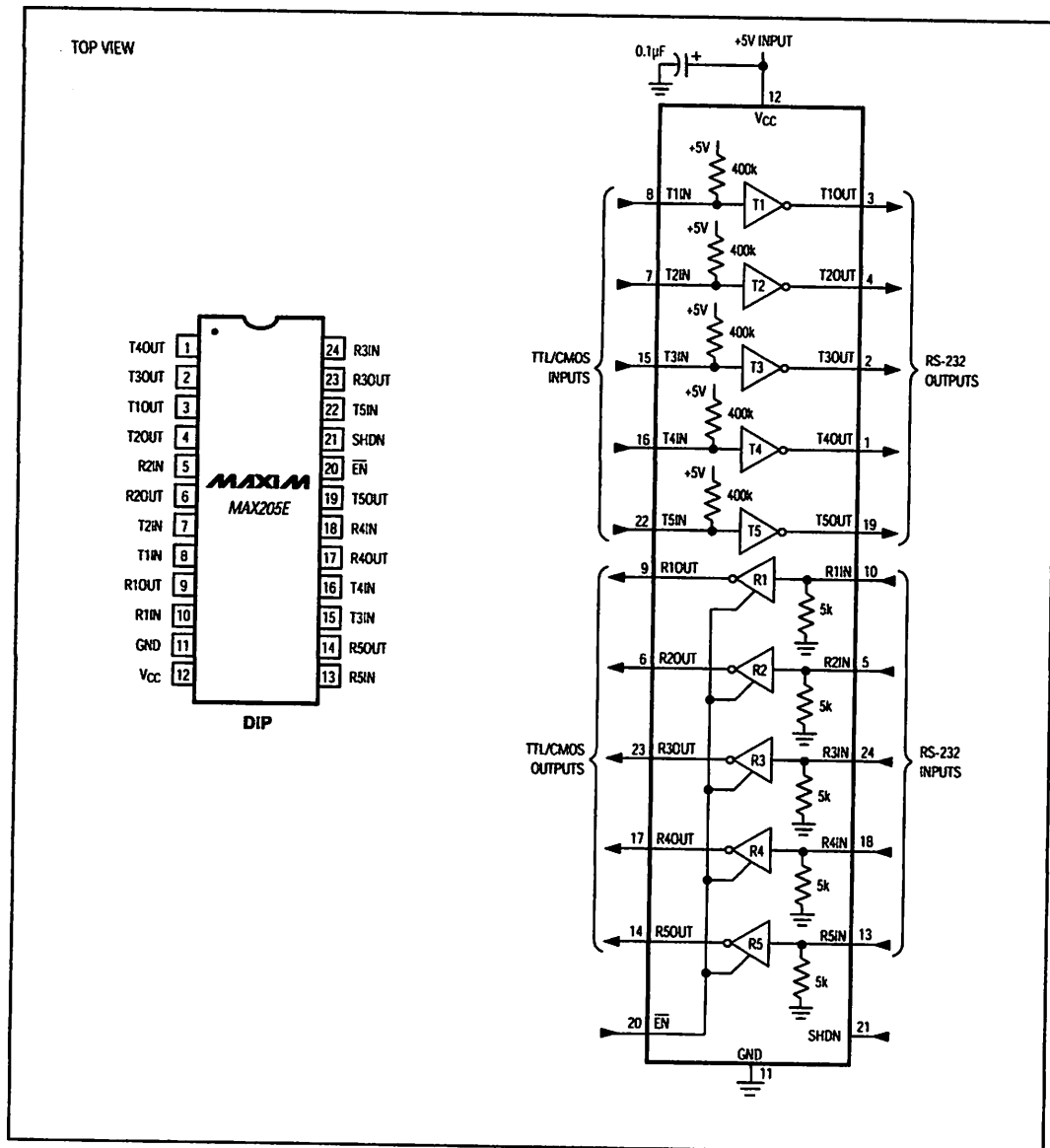
Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)



MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

$\pm 15\text{kV}$ ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

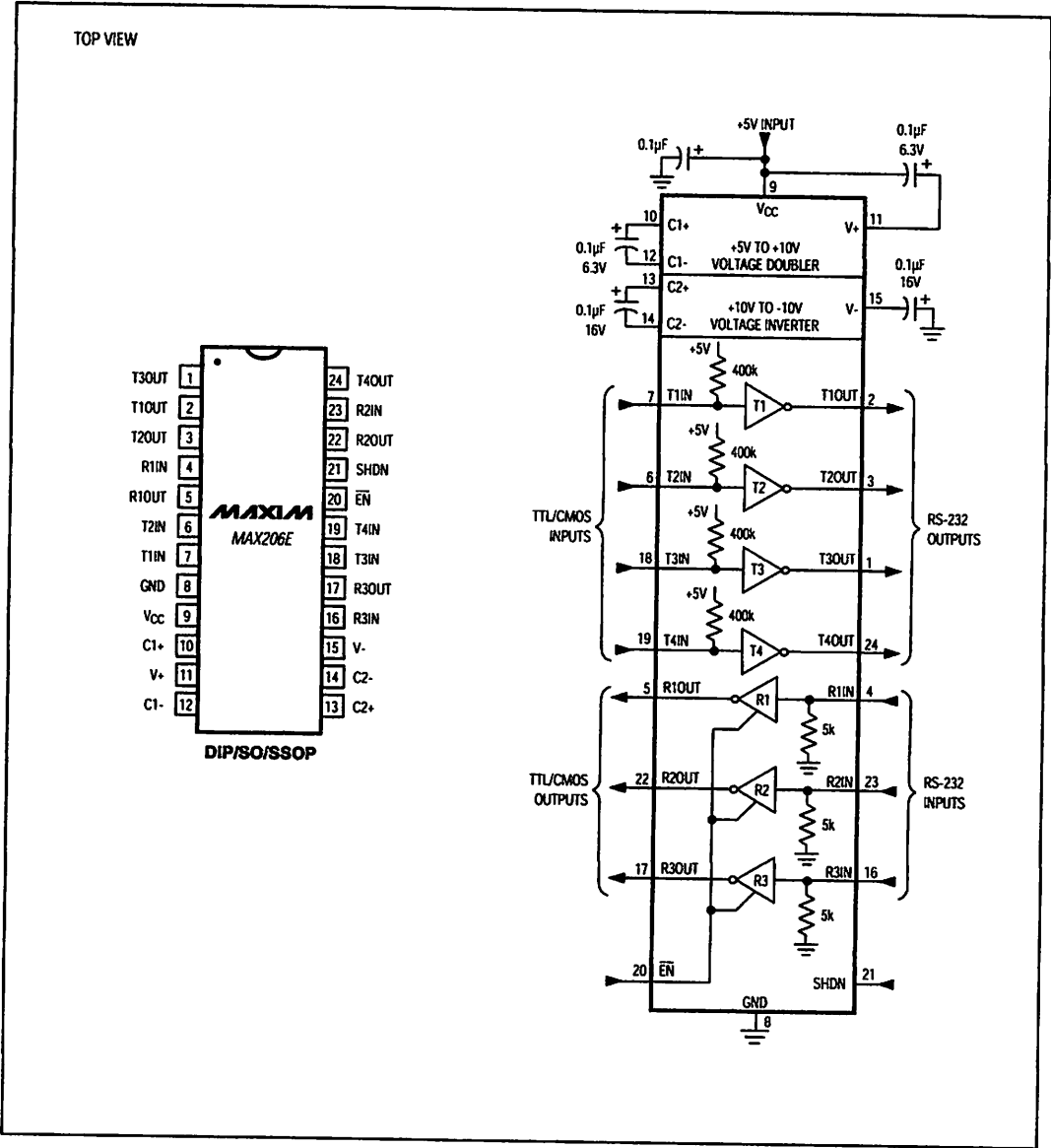
Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)



$\pm 15\text{kV}$ ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

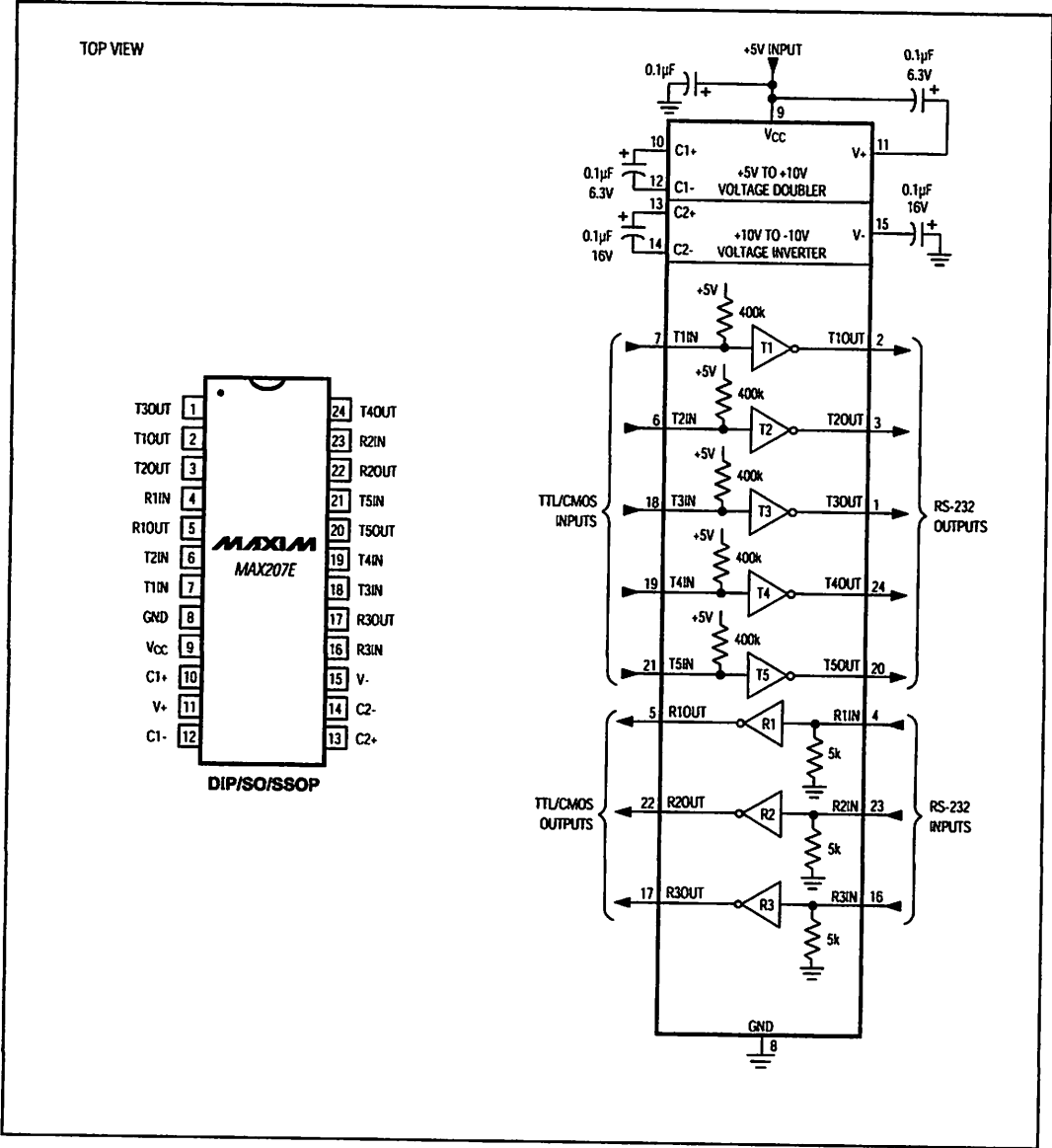
Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

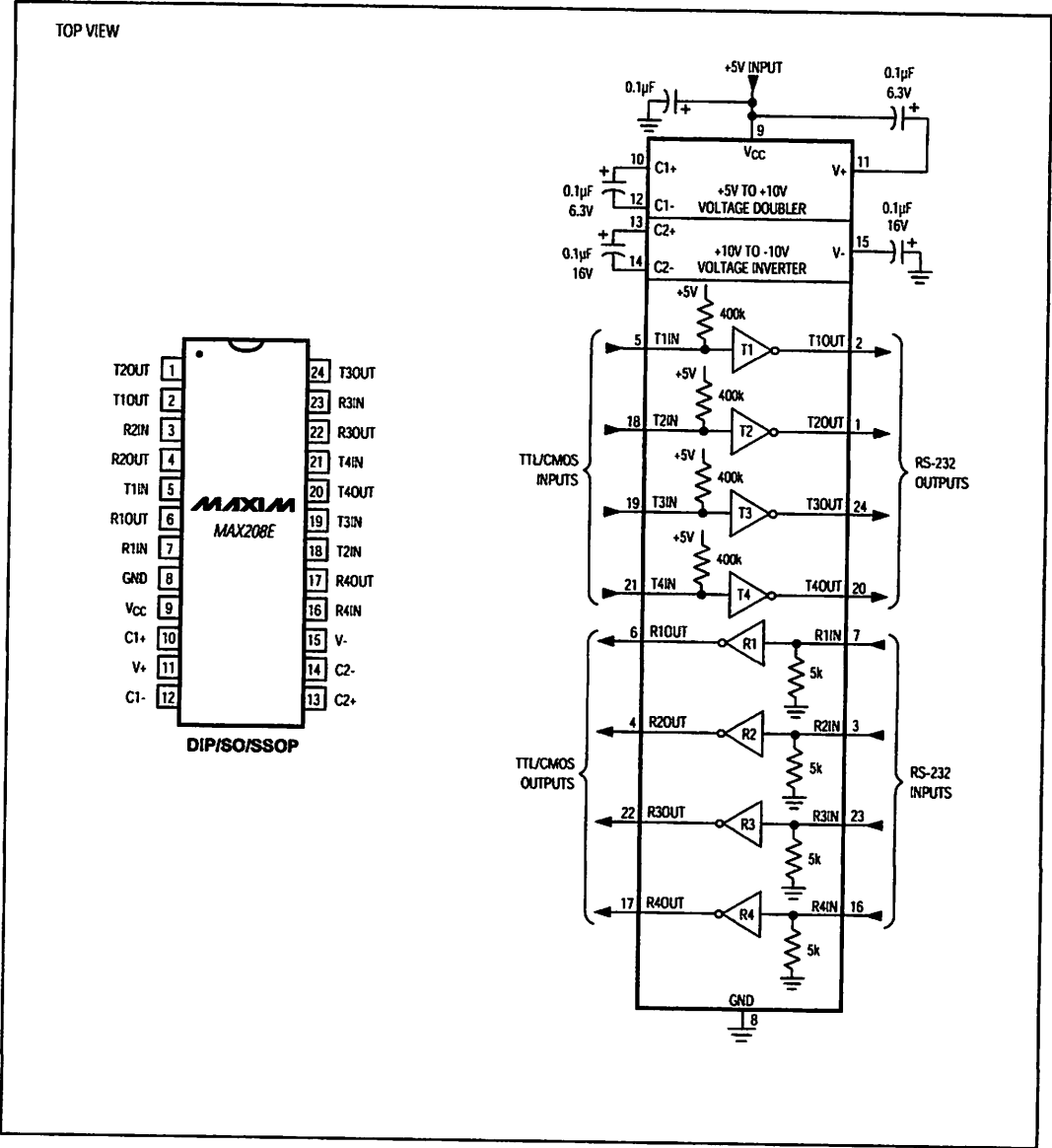
Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)



$\pm 15\text{kV}$ ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

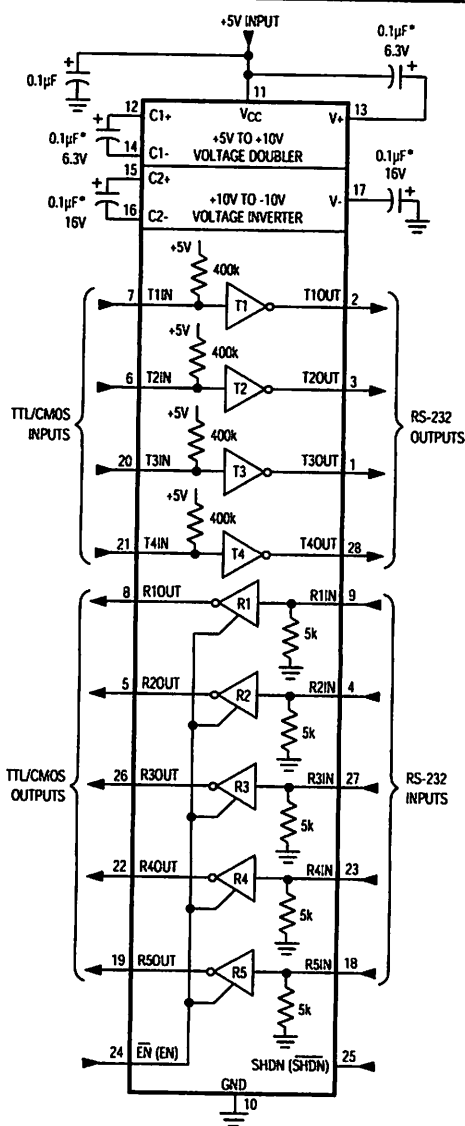
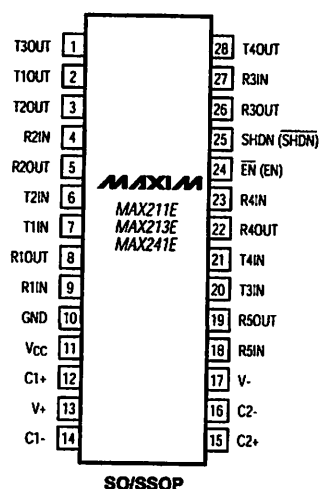
Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)



() ARE FOR MAX213E ONLY
* 1.0μF CAPACITORS, MAX241E ONLY

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX202 ECPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX202ECSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX202ECWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX202EC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX202EEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX202EESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX202EEWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX203 ECPP	0°C to +70°C	20 Plastic DIP
MAX203ECWP	0°C to +70°C	20 SO
MAX203EPP	-40°C to +85°C	20 Plastic DIP
MAX203EWP	-40°C to +85°C	20 SO
MAX205 ECPG	0°C to +70°C	24 Wide Plastic DIP
MAX205EEPG	-40°C to +85°C	24 Wide Plastic DIP
MAX206 ECNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX206ECWG	0°C to +70°C	24 SO
MAX206ECAG	0°C to +70°C	24 SSOP
MAX206EENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX206EEWG	-40°C to +85°C	24 SO
MAX206EEAG	-40°C to +85°C	24 SSOP
MAX207 ECNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX207ECWG	0°C to +70°C	24 SO
MAX207ECAG	0°C to +70°C	24 SSOP
MAX207EENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX207EEWG	-40°C to +85°C	24 SO
MAX207EEAG	-40°C to +85°C	24 SSOP

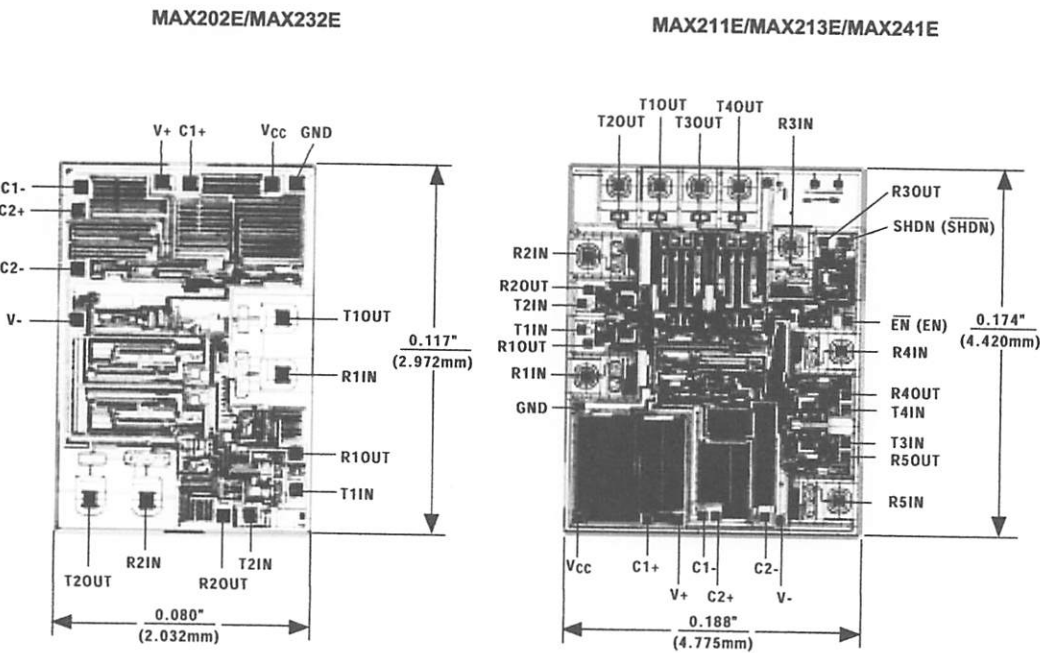
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX208 ECNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX208ECWG	0°C to +70°C	24 SO
MAX208ECAG	0°C to +70°C	24 SSOP
MAX208EENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX208EEWG	-40°C to +85°C	24 SO
MAX208EEAG	-40°C to +85°C	24 SSOP
MAX211 ECWI	0°C to +70°C	28 SO
MAX211ECAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX211EEWI	-40°C to +85°C	28 SO
MAX211EEAI	-40°C to +85°C	28 SSOP
MAX213 ECWI	0°C to +70°C	28 SO
MAX213ECAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX213EEWI	-40°C to +85°C	28 SO
MAX213EEAI	-40°C to +85°C	28 SSOP
MAX232 ECPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX232ECSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX232ECWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX232EC/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX232EEPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX232EESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX232EEWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX241 ECWI	0°C to +70°C	28 SO
MAX241ECAI	0°C to +70°C	28 SSOP
MAX241EEWI	-40°C to +85°C	28 SO
MAX241EEAI	-40°C to +85°C	28 SSOP

*Dice are specified at T_A = +25°C.

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Chip Topographies



() ARE FOR MAX213E ONLY

TRANSISTOR COUNT: 123
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

TRANSISTOR COUNT: 542
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

Chip Information

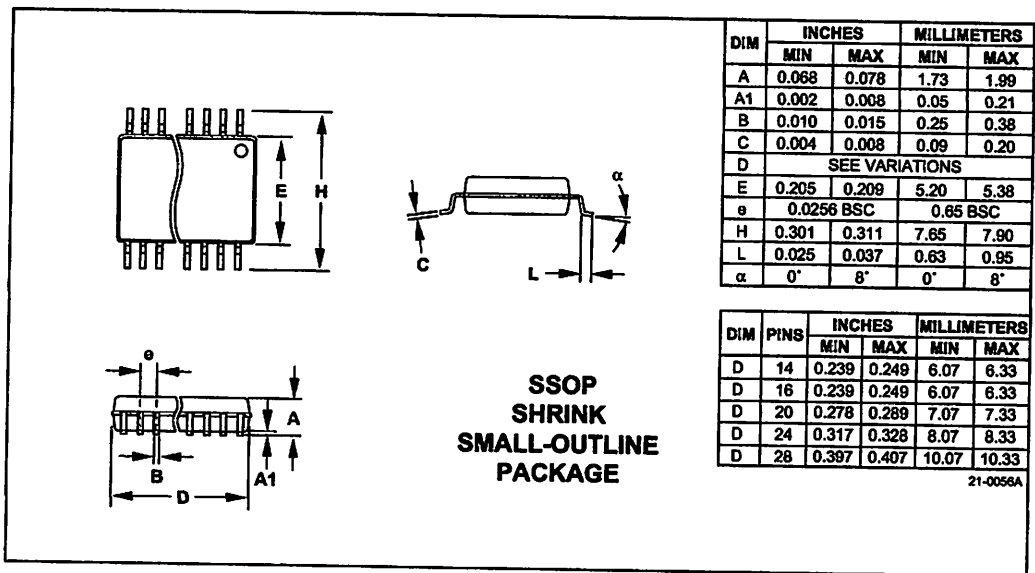
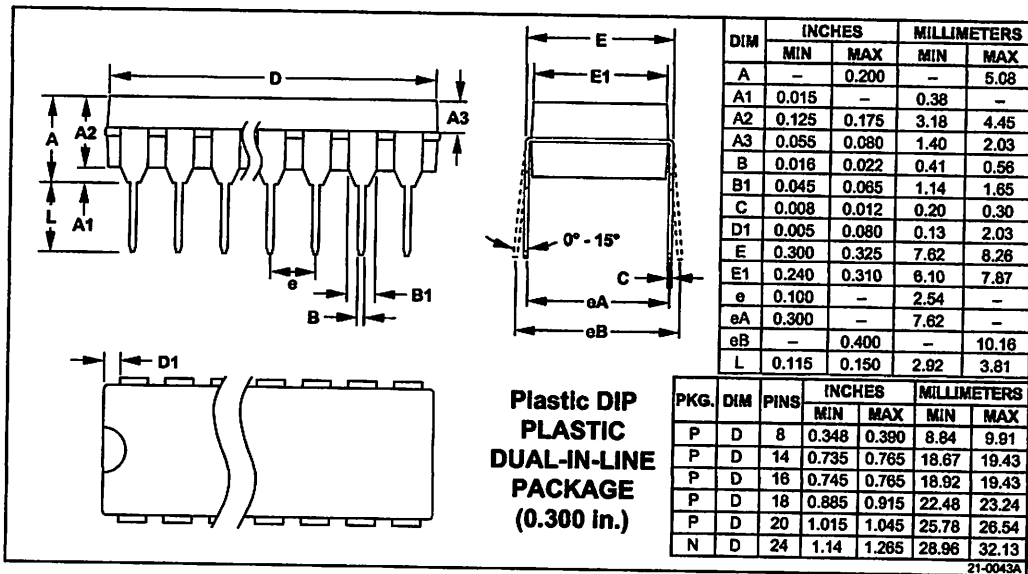
MAX205E/MAX206E/MAX207E/MAX208E

TRANSISTOR COUNT: 328
SUBSTRATE CONNECTED TO GND

±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

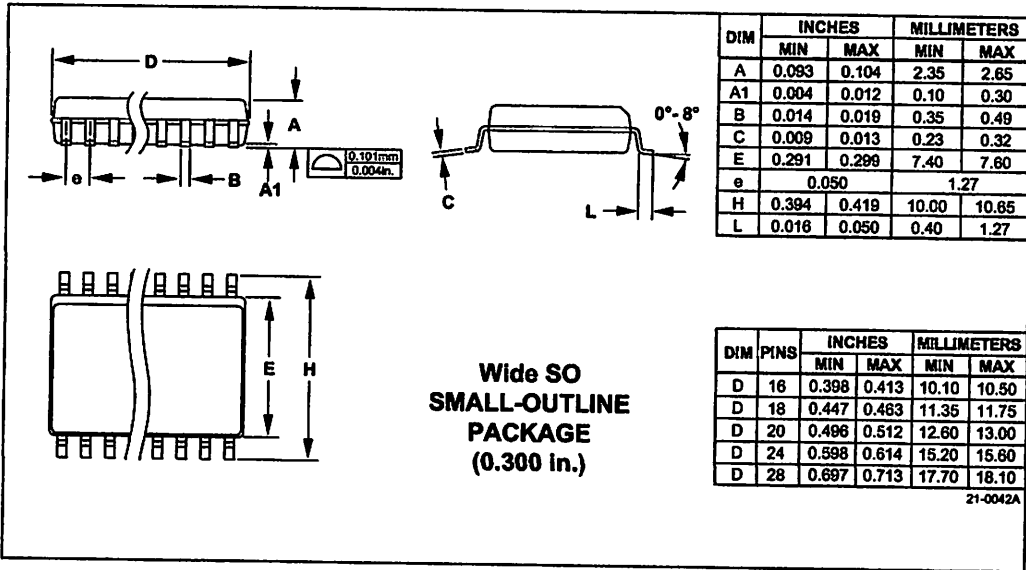
Package Information

MAX202E-MAX213E, MAX232E/MAX241E



±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

Package Information (continued)



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

24 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7800

© 1996 Maxim Integrated Products Printed USA MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.

RIWAYAT PENULIS



Penulis dilahirkan di Lombok Tengah pada tanggal 14 maret 1987 dari ayah Mahzur dan ibu Aminah. Penulis merupakan putra ketiga dari enam bersaudara. Pendidikan Sekolah Dasar penulis tempuh di SD Negeri 9 Praya dan tamat pada tahun 1999, sekolah pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Praya dan tamat pada tahun 2002 serta pendidikan menengah atas di SMk Negeri 2 Kuripan Lombok Barat diselesaikan pada tahun 2005. Pada tahun 2006 penulis masuk di perguruan tinggi ITN Malang. Penulis memilih Program Studi Teknik Elektro dengan Jurusan Teknik Elektronika S-1, Fakultas Teknologi Industri.