

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN STAPLES
OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Surya Sugiharto Halim

NIM : 07.12.204

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

2013

AGENCIJA REPUBLIKE HRVATSKE
REPUBLIKANSKI INSTITUT
KONJUKCIJE IZ OBLASTI
POSREDOVANJE IZ OBLASTI

POSREDOVANJE IZ OBLASTI
POSREDOVANJE IZ OBLASTI
POSREDOVANJE IZ OBLASTI



POSREDOVANJE

POSREDOVANJE IZ OBLASTI
POSREDOVANJE IZ OBLASTI

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN STAPLES
OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER**

SKRIPSI

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

Disusun oleh :

SURYA SUGIHARTO HALIM

07.12.204

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. 1018800189

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Eko Nurcahyo'.

Ir. Eko Nurcahyo
NIP. Y. 1028700172

Dosen Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Ibrahim Ashari'.

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

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

2012

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Surya Sugiharto Halim

NIM : 07.12.204

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Elektronika S-1

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 di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 16 Maret 2012

Yang membuat Pernyataan,



Surya Sugiharto Halim
NIM .0712204

ABSTRAK

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN STAPLES OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER

Surya Sugiharto Halim, NIM 0712204

Dosen Pembimbing : Ir. Eko Nurcahyo dan M. Ibrahim Ashari, ST, MT

Perkembangan dalam berbagai bidang pada saat ini sangat dibutuhkan oleh banyak kalangan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu dampak yang sangat diharapkan dengan adanya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi adalah dapat membantu, mempermudah, dan mempercepat proses pekerjaan manusia.

Staples merupakan sebuah alat yang penting dalam melakukan proses penjilidan. Pada umumnya dalam menjilid dilakukan secara manual menggunakan bantuan tenaga manusia sehingga hasilnya kurang rapi dan jaraknya tidak sama.

Maka dalam proyek tugas akhir ini dibuatlah mesin staples otomatis yang berfungsi untuk menstaples kertas dengan rapi dan jaraknya sama serta tidak perlu menggunakan tenaga untuk menstaples. Dan alat ini dapat bergerak dengan otomatis sesuai dengan inputan keypad yang dilakukan oleh pengguna. Dalam hal ini mesin staples menggunakan motor DC yang dikontrol dengan relay.

Kata kunci: Staples, motor DC, relay

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan dan Pembuatan Mesin Staples Otomatis Berbasis Mikrokontroler” ini dengan baik. Skripsi ini merupakan persyaratan kelulusan studi di jurusan Teknik Elektro S-1 konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang dan untuk mencapai gelar sarjana teknik.

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

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
4. Bapak Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S-1.
5. Bapak Ir. Eko Nurcahyo selaku Dosen Pembimbing I.
6. Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II.
7. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Akan keterbatasan pengetahuan dalam menyelesaikan laporan ini, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

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

Malang, Februari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
SURAT ORISINALITAS.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	2
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Umum	5
2.2. AVR (Advanced Versatile RISC).....	6
2.2.1. Konfigurasi Pin AVR ATMEGA 8535	8
2.3. Sensor Limit Switch.....	10
2.4. Sensor Optocoupler.....	11
2.5. Dioda.....	16
2.6. Keypad Matriks 4x4.....	17
2.7. LCD.....	18
2.8. Driver Relay (Transistor).....	20
2.9. Relay	21
2.10. Motor.....	22
2.11. Staples Otomatis	26

BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....	27
3.1. Perancangan Mekanik.....	27
3.2. Perancangan Hardware	28
3.2.1. Motor DC	29
3.2.2. Sensor Limit Switch dan Sensor Optocoupler	31
3.2.3. Keypad	31
3.2.4. LCD.....	32
3.2.5. Mikrokontroler AVR	32
3.2.6. Driver Motor	34
3.3. Perangkat Lunak	36
3.4. Diagram Alur Alat	36
3.5. Cara Kerja	38
3.6. Skema Sistem Keseluruhan.....	39
BAB IV PENGUJIAN ALAT	40
4.1. Pengujian LCD.....	40
4.1.1. Tujuan Pengujian	40
4.1.2. Peralatan yang Digunakan	40
4.1.3. Langkah-langkah Pengujian.....	40
4.1.4. Hasil Pengujian	40
4.2. Pengujian Keypad dengan Tampilan LCD	40
4.2.1. Tujuan Pengujian.....	40
4.2.2. Peralatan yang Digunakan	40
4.2.3. Langkah-langkah Pengujian.....	41
4.2.4. Hasil Pengujian.....	41
4.3. Pengukuran Optocoupler	41
4.3.1. Tujuan Pengukuran	41
4.3.2. Peralatan yang Digunakan	42
4.3.3. Langkah-langkah Pengukuran.....	42

4.3.4.	Hasil Pengukuran	42
4.4.	Pengukuran Driver Relay (Transistor).....	43
4.4.1.	Tujuan Pengukuran	43
4.4.2.	Peralatan yang Digunakan.....	43
4.4.3.	Langkah-langkah Pengukuran.....	43
4.4.4.	Hasil Pengukuran	43
4.5.	Pengujian Alat Keseluruhan.....	45
4.5.1.	Tujuan Pengujian.....	45
4.5.2.	Peralatan yang Digunakan	45
4.5.3.	Langkah-langkah Pengujian	45
4.5.4.	Proses Staples.....	46
4.6.	Waktu Penstaplesan.....	50
4.7.	Spesifikasi Alat	50
BAB V PENUTUP		52
5.1.	Kesimpulan	52
5.2.	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi Pin AVR ATMEGA 8535	8
Gambar 2.2 Blok Diagram ATMEGA 8535.....	10
Gambar 2.3 Limit Switch	11
Gambar 2.4 Piringan Sensor (Encoder).....	13
Gambar 2.5 Sensor Optocoupler.....	13
Gambar 2.6 Simbol Optocoupler.....	15
Gambar 2.7 Rangkaian Optocoupler	15
Gambar 2.8 Simbol Dioda	16
Gambar 2.9 Rangkaian Keypad.....	17
Gambar 2.10 Pendeteksian Tombol 5.....	18
Gambar 2.11 LCD Karakter	19
Gambar 2.12 Pin-Pin LCD	19
Gambar 2.13 Dasar Polaritas Transistor.....	20
Gambar 2.14 Relay	22
Gambar 2.15 Motor DC Sederhana	23
Gambar 2.16 Medan Magnet yang Membawa Arus Mengelilingi Konduktor.....	24
Gambar 2.17 Medan Magnet yang Terbentuk Di Sekitar Konduktor	24
Gambar 2.18 Medan Magnet Mengelilingi Konduktor dan Diantara Kutub.....	24
Gambar 2.19 Reaksi Garis Fluks.	25
Gambar 2.20 Staples Otomatis.	26
Gambar 3.1 Perancangan Mekanik.....	27
Gambar 3.2 Blok Diagram Mesin Staples Otomatis	28
Gambar 3.3 Motor Tape Recorder.....	30
Gambar 3.4 Motor Power Window	30
Gambar 3.5 Skema Rangkaian Limit Switch dan Optocoupler.....	31
Gambar 3.6 Skema Rangkaian Keypad.....	31
Gambar 3.7 Skema Rangkaian LCD	32
Gambar 3.8 Rangkaian Minimum Systemmikrokontroler AVR.....	33
Gambar 3.9 Rangkaian Driver Motor.....	34
Gambar 3.10 Flowchart Mesin Staples Otomatis.....	37

Gambar 3.11 Skema Sistem Keseluruhan	39
Gambar 4.1 Pengujian LCD	40
Gambar 4.1 Pengujian Keypad	41
Gambar 4.3 Pengukuran Saat Sensor Optocoupler Tidak Terhalang	42
Gambar 4.4 Pengukuran Saat Sensor Optocoupler Terhalang	43
Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Arus Basis Pada Driver	44
Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Tegangan Saat Motor Diam	44
Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Tegangan Saat Motor Berputar Ke Bawah	45
Gambar 4.8 Hasil Pengukuran Tegangan Saat Motor Berputar Ke Atas	45
Gambar 4.9 Penekanan Tombol MEN Pada Keypad	46
Gambar 4.10 Pilih Jenis Kertas	46
Gambar 4.11 Pilih Banyak Staples	47
Gambar 4.12 Masukkan Jarak Staples	47
Gambar 4.13 Proses Saat Staples	48
Gambar 4.14 Hasil Staples 1 Cm	49
Gambar 4.15 Hasil Staples 1,5 Cm	49
Gambar 4.16 Hasil Staples 2 Cm	50
Gambar 4.17 Foto Alat Tampak Atas	51
Gambar 4.18 Foto Alat Tampak Samping	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Seri AVR Berdasarkan Jumlah Memori	6
Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port B	8
Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port C	9
Tabel 2.4 Fungsi Khusus Port D.....	9
Tabel 3.1 Koneksi Port-Port Pada Mikrokontroller.....	33
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Keypad	41
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Sensor Optocoupler.....	42
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan dan Pengukuran Arus Ib	43
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Tegangan Motor.....	44
Tabel 4.5 Hasil Staples	48
Tabel 4.6 Waktu Staples.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada jaman sekarang ini, banyak sekali terdapat tempat fotokopi di mana-mana yang biasanya setiap tempat fotokopi tersebut bisa menerima penjilidan. Salah satu alat pendukung proses penjilidan tersebut adalah mesin staples. Mesin ini digunakan untuk menyusun kertas-kertas agar tampak rapi dan terlihat seperti buku.

Pada setiap proses penjilidan permasalahan yang sering terjadi adalah kurang rapinya jarak tepi dan jarak antar staples sehingga hasil yang diinginkan kurang memuaskan. Permasalahan lainnya apabila jumlah kertas yang akan distaples terlalu banyak maka akan dibutuhkan tenaga yang cukup besar untuk menekan mesin staples tersebut sehingga mungkin menyebabkan isi staples maupun kertas menjadi rusak yang mengakibatkan pengguna harus melakukan lagi pekerjaan tersebut dan terjadi kemungkinan hasil tersebut kurang memuaskan konsumen.

Dari permasalahan di atas maka dirancang sebuah mesin staples otomatis yang dapat mempermudah pekerjaan manusia untuk mendapatkan hasil penstaplesan kertas dengan jarak yang teratur dan tidak memerlukan tenaga yang kuat. Mesin ini bekerja dengan cara pengguna menekan keypad untuk inputan jarak tepi dan jarak antar staples yang ditampilkan di LCD. Lalu pengguna meletakkan kertas-kertas yang akan di staples sehingga mesin dapat mendeteksi ada kertas yang akan distaples. Setelah ada kertas yang di deteksi maka mesin akan mulai menstaples dengan sendirinya sesuai dengan inputan yang telah dimasukkan oleh pengguna tersebut.

Pada perancangan alat ini menggunakan sensor limit switch untuk mendeteksi adanya kertas dan sensor optocoupler untuk menggerakkan motor yang menekan staples sehingga mesin ini dapat bekerja secara otomatis. Dengan adanya perancangan alat ini diharapkan dapat membantu pengguna pada tempat fotokopi agar tidak perlu lagi mengeluarkan tenaga yang cukup besar untuk menstaples kertas-kertas dalam jumlah yang agak banyak dan dapat menambah kerapian dalam proses penjilidan.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam skripsi ini, ruang lingkup permasalahan dibatasi pada bagaimana membuat perangkat keras (hardware) yaitu mesin staples otomatis yang dipergunakan untuk mengurangi pekerjaan dalam penjilidan terutama hal kerapian. Karena permasalahan pembuatan mesin staples otomatis ini cukup kompleks maka permasalahan pada skripsi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengatur jarak tepi dan jarak antar staples.
2. Bagaimana merancang mesin staples agar mudah digunakan.
3. Bagaimana alat tersebut dapat bekerja sesuai yang diharapkan.

1.3. Tujuan

Tujuan dari pembuatan alat ini adalah agar dapat mempermudah pekerjaan manusia untuk mendapatkan hasil penstaplesan kertas dengan jarak yang teratur dan tidak memerlukan tenaga yang kuat.

1.4. Batasan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan ini dibatasi pada:

1. Perancangan mesin staples ini hanya dapat digunakan untuk ketebalan kertas maksimum 1,5 cm.
2. Mesin ini hanya dapat digunakan untuk menstaples dengan jarak tepi minimum 0,5 cm dan maksimum 2 cm.
3. Ukuran kertas yang dapat digunakan pada mesin ini adalah A4 dan folio.
4. Banyak staples yang dapat digunakan pada mesin ini 2 atau 3.
5. Tidak membahas power supply.

1.5. Metodologi Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari bahan-bahan kepustakaan dan referensi dari berbagai sumber sebagai landasan teori yang ada hubungannya dengan permasalahan yang dijadikan objek penelitian.

2. Analisa Kebutuhan Sistim

Data dan informasi yang telah diperoleh akan dianalisa agar didapatkan kerangka global yang bertujuan untuk mendefinisikan kebutuhan sistim di mana nantinya akan digunakan sebagai acuan perancangan sistim.

3. Perancangan dan Implementasi

Berdasarkan data dan informasi yang telah diperoleh serta analisa kebutuhan untuk membangun sistim ini, akan dibuat rancangan kerangka global yang menggambarkan mekanisme dari sistim yang akan dibuat dan diimplementasikan kedalam sistim.

4. Eksperimen dan Evaluasi

Pada tahap ini, sistim yang telah selesai dibuat akan diuji coba, yaitu pengujian berdasarkan fungsionalitas program, dan akan dilakukan koreksi dan penyempurnaan program jika diperlukan.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dan memahami pembahasan penulisan skripsi ini, maka sistematika penulisan disusun sebagai berikut :

Bab I : Pendahuluan

Berisi Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Pembatasan Permasalahan, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Berisi tentang landasan teori mengenai permasalahan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

Bab III : Perancangan dan Analisa Sistim

Dalam bab ini berisi mengenai analisa kebutuhan sistim baik *software* maupun *hardware* yang diperlukan untuk membuat kerangka global yang menggambarkan mekanisme dari sistim yang akan dibuat. .

Bab IV : Pembuatan dan Pengujian Sistim

Berisi tentang implementasi dari perancangan sistim yang telah dibuat serta pengujian terhadap sistim tersebut.

Bab V : Penutup

Merupakan bab terakhir yang memuat intisari dari hasil pembahasan yang berisikan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penulisan selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Umum

Staples pertama menurut catatan sejarah berasal dari abad ke-18 di Prancis. Menurut legenda, mesin staples yang dioperasikan dengan tangan sudah dibuat untuk Raja Louis XIV dari Perancis di tahun 1700-an. Setiap mesin staples diberi lambang kerajaan. Pemakaian kertas semakin meluas di abad ke-19 membutuhkan alat penjilid kertas yang lebih praktis. Seorang penemu bernama Samuel Slocum memperoleh paten untuk alat penjilid kertas modern pada tanggal 30 September 1841. Berdasarkan gambar paten dan penjelasannya, alat ini belum bisa disebut staples. Alat ciptaan Slocum hanya menyatukan kertas dengan semacam paku supaya lebih mudah dikemas dalam jumlah banyak. Penciptanya memang mengabdikan seumur hidupnya untuk menjual paku sambil menyempurnakan desain paku. Alat diciptakan semata-mata untuk memasarkan paku yang diproduksinya.

Pada tanggal 7 Agustus 1866, alat bernama Novelty Paper Fastener dipatenkan oleh perusahaan bernama Patent Novelty Mfg Co. Alat ini hanya dapat diisi dengan satu isi staples, bisa digunakan untuk menjilid kertas, buku, hingga memaku karpet, mebel, atau kotak. Isi staples dibuat dalam berbagai ukuran, 3/16 inci, 1/4 inci, 3/8 inci, dan 1/2 inci.

Pada tanggal 24 Juli 1866, George W. McGill memperoleh U.S. Patent No. 56,587 untuk prototipe isi staples modern berupa penyatu kertas dari kuningan yang bisa dibengkokkan. Di tahun berikutnya pada tanggal 13 Agustus 1867, George W. McGill kembali menerima U.S. Patent No. 67,665 untuk alat tekan yang bisa memasukkan isi staples ke dalam kertas. Alat ini ikut dipamerkan di Centennial Exhibition tahun 1867 yang diselenggarakan di Philadelphia. McGill terus bekerja menyempurnakan berbagai alat staples dan isinya hingga tahun 1880-an. Pada tanggal 18 Februari 1879, hak paten No. 212,316 diterima McGill dari kantor paten Amerika Serikat untuk alat tekan memasukkan isi staples yang disebut *McGill Single-Stroke Staple Press*. Alat ini beratnya 1,1 kilogram dan bisa diisi dengan satu isi staples ukuran 1/2 inci untuk satu kali pengisian. Isi staples bisa menembus beberapa lembar kertas sekaligus.

Beberapa alat untuk menjilid atau mengikat kertas sebenarnya tidak menggunakan klip, paku, atau isi staples. Kertas dilubangi dan dilipat sehingga

sejumlah kertas bisa dijilid sekaligus. Sebagian di antaranya bahkan sudah mendapat hak paten, termasuk alat yang disebut *Clipless Stand Machine*. Alat ini dibuat di Newton, Iowa dan dijual antara tahun 1880-an hingga tahun 1920-an. Kertas dilubangi membentuk bagian kertas seperti lidah yang bisa dilipat di bagian belakang kertas. Cara kerja yang sama juga digunakan alat yang disebut *Bump's New Model Paper Fastener*.

2.2. AVR (*Advanced Versatile RISC*)

AVR adalah mikrokontroler *RISC* (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard, yang dibuat Atmel tahun 1996. Pada saat ini penggunaan mikrokontroler dapat ditemui pada berbagai peralatan, misalnya peralatan, televisi, mesin cuci dll.

AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*. AVR memiliki fitur lengkap (*ADC Internal, EEPROM Internal, Timer/Counter, Watchdog Timer, PWM, Port I/O, Komunikasi serial, Komparator, I2C, Dll*) pemrograman AVR dapat menggunakan *low level language* (*assembly*) dan *high level language* (*C, Basic, Pascal, JAVA, Dll*) tergantung dengan *compiler* yang digunakan. Perbedaan seri AVR dapat dilihat pada tabel 2.1:

Tabel 2.1. Perbedaan seri AVR berdasarkan jumlah memori

Mikrokontroler AVR		Memori		
Tipe	Jumlah pin	Flash	EEPROM	SRAM
Tiny AVR	8 – 32	1 – 2K	64 – 128	0 – 128
AT90Sxx	20 – 44	1 – 8K	128 – 512	0 – 1K
ATMega	32 – 64	8 – 128K	512 – 4K	512 – 4K

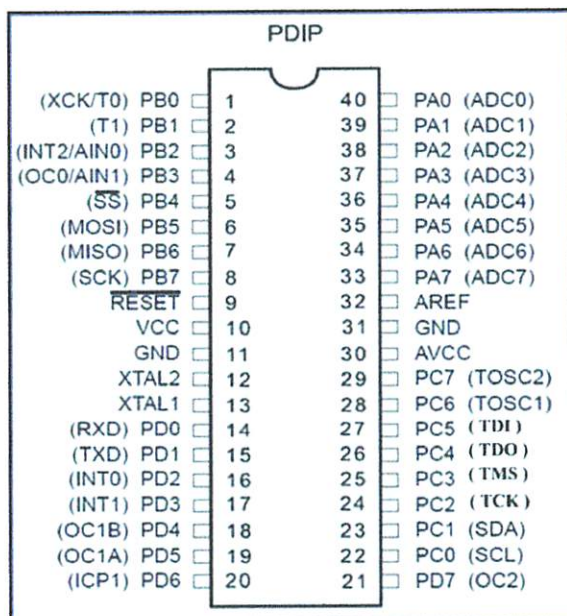
Untuk penyimpanan data, microcontroller AVR menyediakan dua jenis memori yang berbeda: *EEPROM* (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) dan *SRAM* (*Static Random Access memory*). *EEPROM* umumnya digunakan untuk menyimpan data-data program yang bersifat permanen, sedangkan *SRAM* digunakan untuk menyimpan data variabel yang dimungkinkan berubah setiap saatnya. Kapasitas simpan data kedua memori ini bervariasi tergantung pada jenis AVR-nya (lihat tabel 2.1). Untuk seri AVR yang tidak memiliki *SRAM*, penyimpanan data variabel dapat dilakukan pada register serbaguna yang terdapat pada CPU mikrokontroler tersebut.

Fitur-fitur ATMEGA 8535 yaitu:

1. Mikrokontroler AVR 8 *bit* yang memiliki kemampuan tinggi dengan konsumsi daya rendah.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensin 16MHz.
3. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 Kbyte (AVR16), 32 Kbyte (AVR32), EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte.
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* dan *Port D*.
5. CPU yang terdiri dari 32 buah *register*.
6. Unit interupsi dan eksternal.
7. *Port* USART untuk komunikasi serial.
8. Fitur *peripheral*.
 - Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan (*compare*).
 - Dua buah *Timer/Counter* 8 *bit* dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*.
 - Satu buah *Timer/Counter* 16 *bit* dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare* dan *Mode Capture*.
 - *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri.
 - Empat kanal PWM.
 - 8 kanal ADC.
 - 8 *Single-ended Channel* dengan keluaran hasil konversi 8 dan 10 resolusi (register ADCH dan ADCL).
 - 7 *Diferrential Channel* hanya pada kemasan *Thin Quad Flat Pack* (TQFP).
 - 2 *Differential Channel* dengan *Programmable Gain*.
 - Antarmuka *Serial Peripheral Interface* (SPI) *Bus*.
 - *Watchdog Timer* dengan *Oscillator Internal*.
 - *On-chip Analog Comparator*.
9. *Non-volatile program memory*.

2.2.1 Konfigurasi Pin AVR ATMEGA 8535

Konfigurasi pin AVR ATMEGA 8535 dapat dilihat pada gambar 2.1:



Gambar 2.1. Konfigurasi pin AVR ATMEGA 8535

Fungsi dari masing-masing *pin* ATMEGA8535 sebagai berikut:

1. VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan *pin* Ground.
3. Port A (PA0 – PA7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) dan selain itu merupakan *pin* masukan ADC.
4. Port B (PB0 – PB7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) *pin* yang mempunyai fungsi khusus yaitu Timer/Counter, komparator Analog dan SPI. Fungsi khusus *port* B dapat dilihat pada tabel 2.2 :

Tabel 2.2. Fungsi khusus Port B

Pin	Fungsi Khusus
PB0	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter0 External Counter Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 External Counter Input)
PB2	INT2 (External Interrupt 2 Input) AIN0 (Analog Comparator Negative Input)
PB3	OC0 (Timer/Counter0 Output Compare Match Output) AIN1 (Analog Comparator Negative Input)
PB4	(SPI Slave Select Input)

PB5	MOSI (SPI Bus Master Output /Slave Input)
PB6	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB7	SCK (SPI Bus Serial Clock)

2. *Port C* (PC0 – PC7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) pin yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator analog dan Timer Oscillator. Fungsi khusus *port C* dapat dilihat pada tabel 2.3:

Tabel 2.3. Fungsi khusus *Port C*

Pin	Fungsi Khusus
PC0	SCL (<i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i>)
PC1	SDA (<i>Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line</i>)
PC2	TCK (<i>Joint Test Action Group Test Clock</i>)
PC3	TMS (<i>JTAG Test Mode Select</i>)
PC4	TDO (<i>JTAG Data Out</i>)
PC5	TDI (<i>JTAG Test Data In</i>)
PC6	TOSC1 (<i>Timer Oscillator pin 1</i>)
PC7	TOSC2 (<i>Timer Oscillator pin 2</i>)

3. *Port D* (PD0 – PD7) merupakan *pin input/output* dua arah (*full duplex*) pin fungsi khusus yaitu komparator analog dan interrupt eksternal serta komunikasi serial. Fungsi khusus *port D* dapat dilihat pada tabel 2.4:

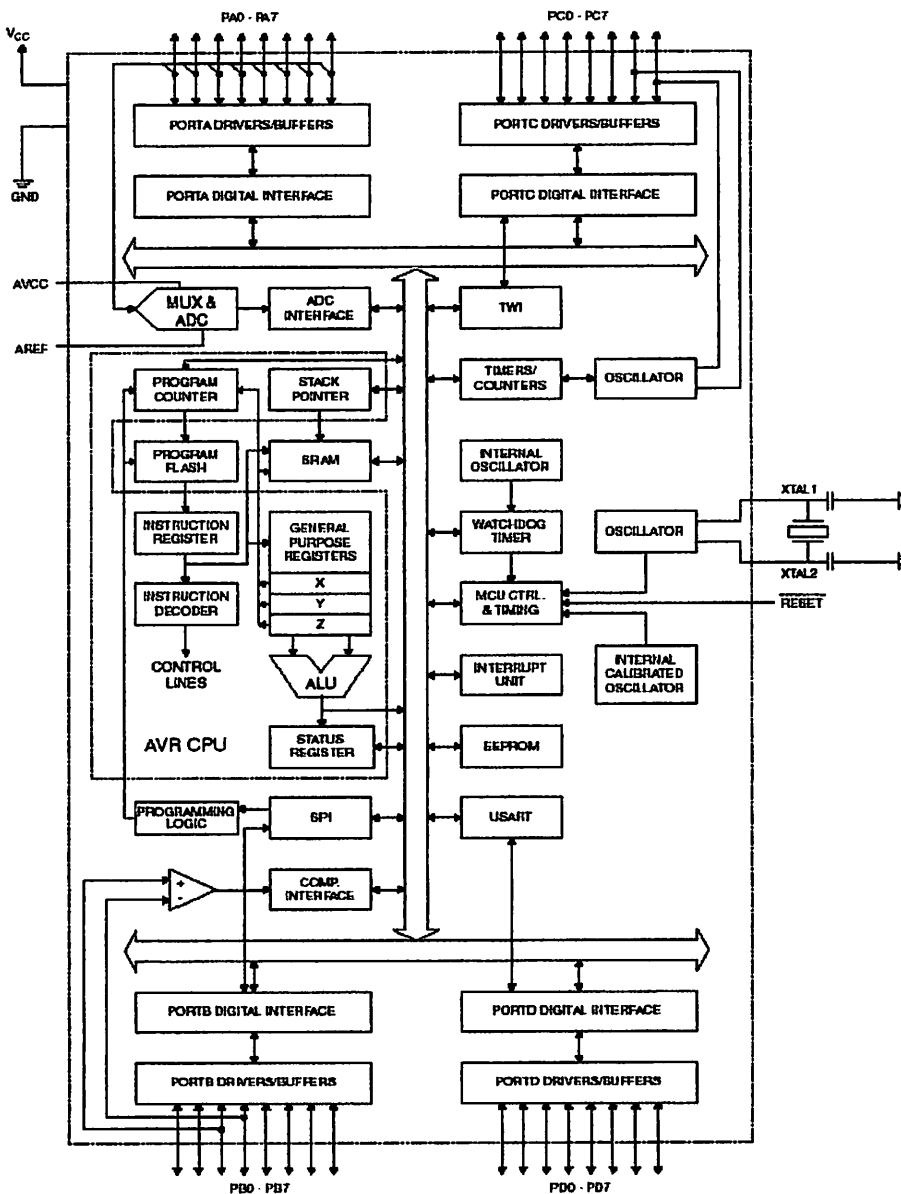
Tabel 2.4. Fungsi Khusus *Port D*

Pin	Fungsi Khusus
PD0	RXD (USART Input Pin)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD2	INT0 (<i>External Interupt 0 Input</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interupt 1 Input</i>)
PD4	OC1B (<i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i>)
PD5	OC1A (<i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i>)
PD6	ICP (<i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i>)
PD7	OC2 (<i>Timer/Counter2 Output Compare Match Output</i>)

4. RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
5. XTAL1 dan XTAL2, merupakan *pin masukan external clock*.
6. AVCC merupakan *pin masukan tegangan* untuk ADC.
7. AREF merupakan *pin masukan tegangan referensi* untuk ADC.

Blok diagram ATMEGA 8535 dapat dilihat pada gambar 2.2:

Blok Diagram ATMEGA 8535



Gambar 2.2. Blok Diagram ATMEGA 8535

2.3. Sensor Limit Switch

Limit switch adalah salah satu sensor yang akan bekerja jika pada bagian actuator nya tertekan suatu benda, baik dari samping kiri ataupun kanan, mempunyai

micro switch dibagian dalamnya yang berfungsi untuk mengontakkan atau sebagai pengontak, gambar batang yang mempunyai roda itu namanya actuator lalu diikat dengan sebuah baut, berfungsi untuk menerima tekanan dari luar, roda berfungsi agar pada saat limit switch menerima tekanan, bisa bergerak bebas, kemudian mempunyai tiga lubang pada body nya berfungsi untuk tempat dudukan baut pada saat pemasangan di mesin.

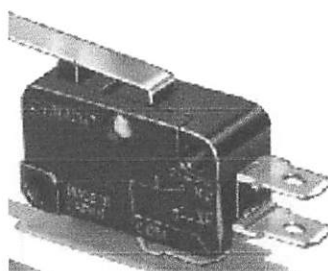
Cara Kerja

Ketika actuator dari Limit switch tertekan suatu benda baik dari samping kiri ataupun kanan sebanyak 45 derajat atau 90 derajat (tergantung dari jenis dan type limit switch) maka, aktuator akan bergerak dan diteruskan ke bagian dalam dari limit switch, sehingga mengenai micro switch dan menghubungkan kontak-kontaknya, pada micro switch terdapat kontak jenis NO dan NC seperti juga sensor lainnya, kemudian kontakannya mempunyai beban kerja sekitar 5 A, untuk dihubungkan ke perangkat listrik lainnya, dan begitulah seterusnya, selain itu limit switch juga mempunyai *head* atau kepala tempat dudukan aktuator pada bagian atas dari limit switch dan posisinya bisa dirubah-rubah sesuai dengan kebutuhan

Contoh-contoh penggunaan limit switch adalah sebagai berikut :

- Digunakan untuk sensor door open/close.
- Digunakan untuk sensor cylinder up/down.
- Digunakan untuk sensor Safety cover (emergency stop).
- Digunakan untuk sensor mesin home posisi, dll.

Sensor limit switch dapat dilihat pada gambar 2.3:



Gambar 2.3. Limit Switch

2.4. Sensor *Optocoupler*

Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu transmitter dan receiver, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara

otomatis. optocoupler atau optoisolator merupakan komponen penggendeng (coupling) antara rangkaian input dengan rangkaian output yang menggunakan media cahaya (opto) sebagai penghubung. Dengan kata lain, tidak ada bagian yg konduktif antara kedua rangkaian tersebut. Optocoupler sendiri terdiri dari 2 bagian, yaitu transmitter (pengirim) dan receiver (penerima).

1. Transmitter

Merupakan bagian yg terhubung dengan rangkaian input atau rangkaian kontrol. Pada bagian ini terdapat sebuah LED infra merah (IR LED) yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal kepada receiver. Pada transmitter dibangun dari sebuah LED infra merah. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED infra merah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang dipancarkan oleh LED infra merah tidak terlihat oleh mata telanjang.

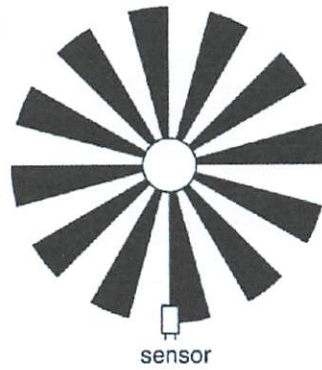
2. Receiver

Merupakan bagian yg terhubung dengan rangkaian output atau rangkaian beban, dan berisi komponen penerima cahaya yang dipancarkan oleh transmitter. Komponen penerima cahaya ini dapat berupa photodiode ataupun phototransistor. Pada bagian receiver dibangun dengan dasar komponen phototransistor. Phototransistor merupakan suatu transistor yang peka terhadap tenaga cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spektrum infra merah. Karena spektrum infra mempunyai efek panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka phototransistor lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar infra merah. Jika dilihat dari penggunaannya, optocoupler biasa digunakan untuk mengisolasi *common* rangkaian input dengan *common* rangkaian output. Sehingga supply tegangan untuk masing-masing rangkaian tidak saling terbebani dan juga untuk mencegah kerusakan pada rangkaian kontrol (rangkaiannya input). Beberapa aplikasi optocoupler yang pernah saya temui diantaranya adalah:

- Rangkaian driver motor DC.
- Sebagai driver rangkaian yang dikontrol oleh mikrokontroler.
- Sebagai driver rangkaian yang dikontrol oleh paralel port komputer.

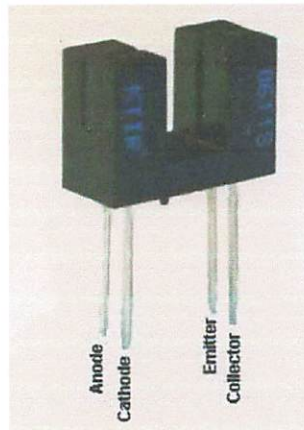
Optocoupler yang biasanya saya jumpai di toko-toko elektronik mempunyai seri 4N25, 4N33 dan 4N35.

Sensor Cahaya (Optocoupler) dan Piringan Sensor dapat dilihat pada gambar 2.4 dan 2.5:



Gambar 2.4. Piringan Sensor (Encoder)

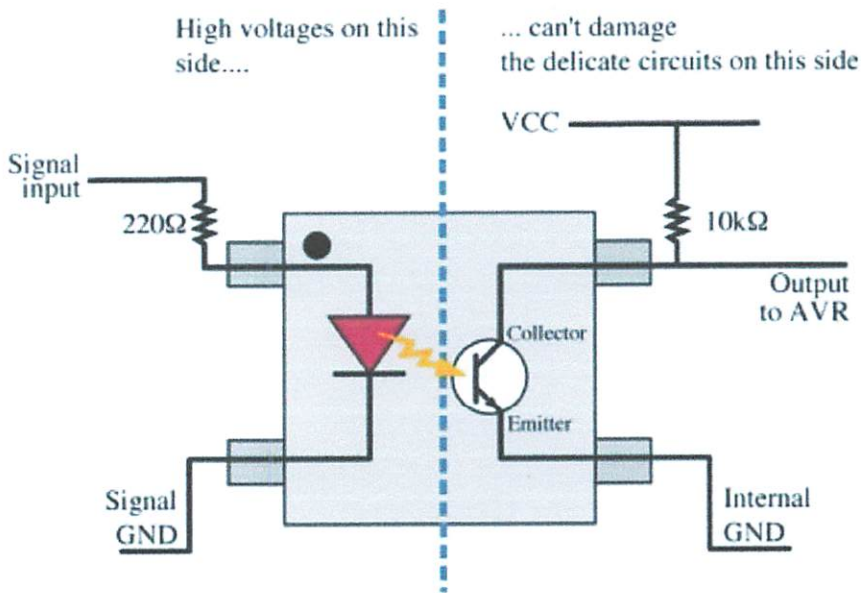
Tujuan utama dari digunakan sensor cahaya dan piringan sensor adalah untuk mendapatkan data kecepatan putaran dari setiap roda. Piringan sensor yang digunakan dibuat dari negatif-film yang dijepit oleh dua buah acrylic transparan agar semakin presisi pembacaan datanya. Sedangkan sensor cahaya yang digunakan adalah optocoupler yang prinsip kerjanya adalah ketika ada benda yang berada di antara celah sensornya, maka cahaya yang dikirimkan tidak bisa diterima oleh bagian penerimanya, sehingga menghasilkan tegangan keluaran yang nilainya mendekati VCC, begitu juga sebaliknya, jika tidak ada benda diantara celah sensornya maka akan menghasilkan tegangan keluaran yang nilainya mendekati 0 Volt.



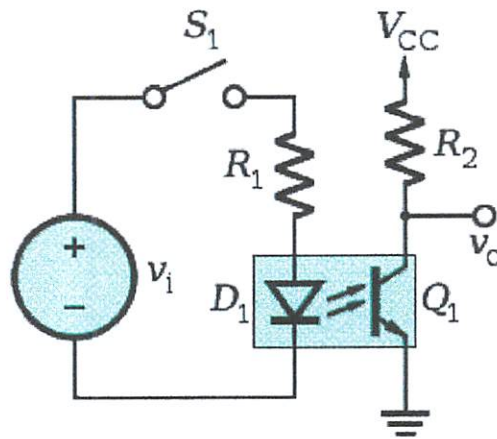
Gambar 2.5. Sensor Optocoupler

Optocoupler merupakan gabungan dari LED infra merah dengan fototransistor yang terbungkus menjadi satu chips. Cahaya infra merah termasuk dalam gelombang elektromagnetik yang tidak tampak oleh mata telanjang. Sinar ini tidak tampak oleh mata karena mempunyai panjang gelombang berkas cahaya yang terlalu panjang bagi tanggapan mata manusia. Sinar infra merah mempunyai daerah frekuensi 1×10^{12} Hz

sampai dengan 1×10^{14} GHz atau daerah frekuensi dengan panjang gelombang $1\ \mu\text{m} - 1\text{mm}$. LED infra merah ini merupakan komponen elektronika yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. Jika diberi prasiap maju, LED infra merah yang terdapat pada optocoupler akan mengeluarkan panjang gelombang sekitar 0,9 mikrometer. Proses terjadinya pancaran cahaya pada LED infra merah dalam optocoupler adalah sebagai berikut. Saat dioda menghantarkan arus, elektron lepas dari ikatannya karena memerlukan tenaga dari catu daya listrik. Setelah elektron lepas, banyak elektron yang bergabung dengan lubang yang ada di sekitarnya (memasuki lubang lain yang kosong). Pada saat masuk lubang yang lain, elektron melepaskan tenaga yang akan diradiasikan dalam bentuk cahaya, sehingga dioda akan menyala atau memancarkan cahaya pada saat dilewati arus. Cahaya infra merah yang terdapat pada optocoupler tidak perlu lensa untuk memfokuskan cahaya karena dalam satu chip mempunyai jarak yang dekat dengan penerimanya. Pada optocoupler yang bertugas sebagai penerima cahaya infra merah adalah fototransistor. Fototransistor merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai detektor cahaya infra merah. Detektor cahaya ini mengubah efek cahaya menjadi sinyal listrik, oleh sebab itu fototransistor termasuk dalam golongan detektor optik. Fototransistor memiliki sambungan kolektor–basis yang besar dengan cahaya infra merah, karena cahaya ini dapat membangkitkan pasangan lubang elektron. Dengan diberi prasiap maju, cahaya yang masuk akan menimbulkan arus pada kolektor. 2Fototransistor memiliki bahan utama yaitu germanium atau silikon yang sama dengan bahan pembuat transistor. Tipe fototransistor juga sama dengan transistor pada umumnya yaitu PNP dan NPN. Perbedaan transistor dengan fototransistor hanya terletak pada rumahnya yang memungkinkan cahaya infra merah mengaktifkan daerah basis, sedangkan transistor biasa ditempatkan pada rumah logam yang tertutup. Simbol optocoupler dan rangkaian optocoupler dapat dilihat pada gambar 2.6 dan 2.7:



Gambar 2.6. Simbol optocoupler



Gambar 2.7. Rangkaian optocoupler

Prinsip kerja dari rangkaian optocoupler adalah :

- Jika S_1 terbuka maka LED akan mati, sehingga phototransistor tidak akan bekerja.
- Jika S_1 tertutup maka LED akan memancarkan cahaya, sehingga phototransistor akan tidak bekerja.
- Jika antara phototransistor dan LED terhalang maka phototransistor tersebut akan off sehingga output dari kolektor akan berlogika high.

- Sebaliknya jika antara phototransistor dan LED tidak terhalang maka phototransistor dan LED tidak terhalang maka phototransistor tersebut akan on sehingga output-nya akan berlogika low.

Ditinjau dari penggunaannya, fisik optocoupler dapat berbentuk bermacam-macam. Bila hanya digunakan untuk mengisolasi level tegangan atau data pada sisi transmitter dan sisi receiver, maka optocoupler ini biasanya dibuat dalam bentuk solid (tidak ada ruang antara LED dan phototransistor). Sehingga sinyal listrik yang ada pada input dan output akan terisolasi. Dengan kata lain optocoupler ini digunakan sebagai optoisolator jenis IC.

Kerugian atau keburukan dari optocoupler adalah pada kecepatan switchingnya. Hal ini disebabkan karena efek dari area yang sensitif terhadap cahaya dan timbulnya efek kapasitansi pada 'junction'-nya. Jika diperlukan kecepatan switching yang cukup tinggi maka optoisolator harus dikonfigurasi sehingga yang digunakan adalah sebagai photodiode-nya.

2.5. Dioda

Dioda adalah komponen elektronika yang hanya memperbolehkan arus listrik mengalir dalam satu arah sehingga dioda biasa disebut juga sebagai "Penyearah". Dioda terbuat dari bahan semikonduktor jenis Silicon dan germanium.

Bergantung pada polaritas tegangan yang diberikan kepadanya, dioda bisa berlaku sebagai sebuah saklar tertutup (apabila bagian anoda mendapatkan tegangan positif sedangkan katodanya mendapatkan tegangan negatif).

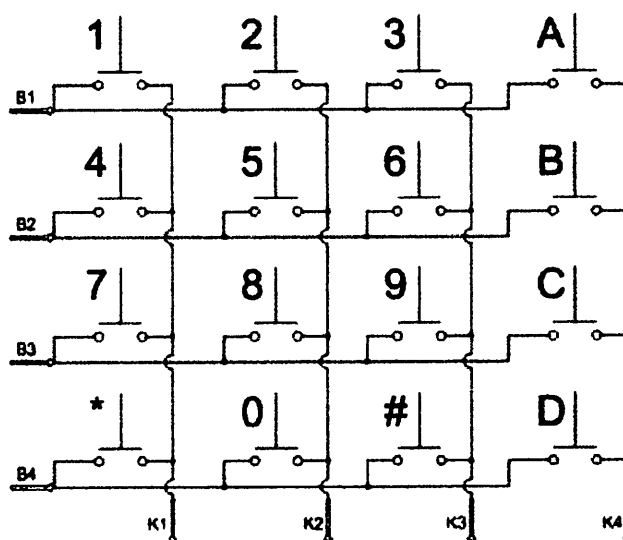
Berlaku sebagai saklar terbuka (apabila bagian anoda mendapatkan tegangan negatif sedangkan katode mendapatkan tegangan positif). Simbol dioda dapat dilihat pada gambar 2.8:



Gambar 2.8. Simbol Dioda

2.6. Keypad Matriks 4x4

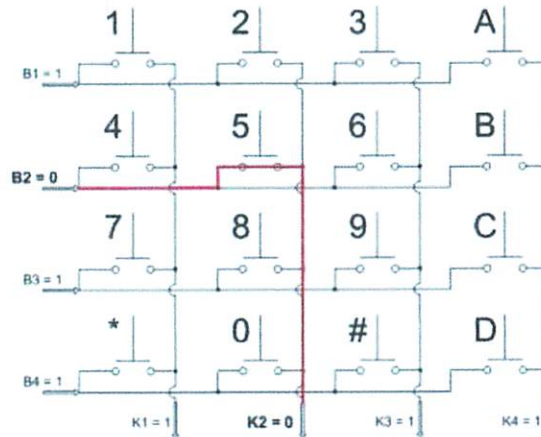
Keypad Matriks adalah tombol-tombol yang disusun secara maktriks (baris x kolom) sehingga dapat mengurangi penggunaan pin input. Sebagai contoh, Keypad Matriks 4x4 cukup menggunakan 8 pin untuk 16 tombol. Hal tersebut dimungkinkan karena rangkaian tombol disusun secara horizontal membentuk baris dan secara vertikal membentuk kolom yang dapat dilihat pada gambar 2.9:



Gambar 2.9. Rangkaian Keypad

Namun demikian, sebagai konsekuensi dari penggunaan bersama satu jalur (semisal baris satu (B1)), maka tidak dimungkinkan pengecekan dua tombol sekaligus dalam satu slot waktu.

Proses pengecekan dari tombol yang dirangkai secara maktriks adalah dengan teknik *scanning*, yaitu proses pengecekan yang dilakukan dengan cara memberikan umpan-data pada satu bagian dan mengecek *feedback* (umpan-balik) nya pada bagian yang lain. Dalam hal ini, pemberian umpan-data dilakukan pada bagian baris dan pengecekan umpan-balik pada bagian kolom. Pada saat pemberian umpan-data pada satu baris, maka baris yang lain harus dalam kondisi inversi-nya. Tombol yang ditekan dapat diketahui dengan melihat asal data dan di kolom mana data tersebut terdeteksi seperti pada gambar 2.10:



Gambar 2.10. Pendeteksian tombol 5

Pada contoh di atas, tombol yang ditekan adalah tombol “5”. Seperti terlihat bahwa B2 bernilai nol, sedangkan B1, B3, dan B4 adalah satu. Kemudian dengan mengetahui bahwa asal data dari B2, dan umpan-baliknya terdeteksi pada K2, maka dapat disimpulkan bahwa tombol yang ditekan adalah tombol “5”.

2.7. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD = Liquid Crystal Display. Secara jenis, ada dua macam LCD:

1. LCD Character
2. LCD Graphics.

LCD Character = LCD Karakter, adalah LCD yang tampilannya terbatas pada tampilan karakter, khususnya karakter ASCII (seperti karakter-karakter yang tercetak pada keyboard komputer). Sedangkan LCD Graphics = LCD Grafik, adalah LCD yang tampilannya tidak terbatas, bahkan dapat menampilkan foto. LCD Grafik inilah yang terus berkembang seperti layar LCD yang biasa dilihat di notebook / laptop. Dalam pembahasan kali ini akan dikonsentrasikan pada LCD Karakter.

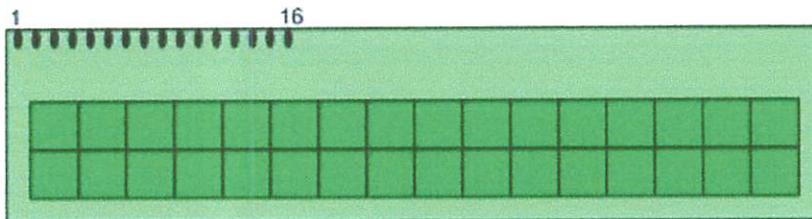
Jenis LCD karakter yang beredar di pasaran biasa dituliskan dengan bilangan matriks dari jumlah karakter yang dapat dituliskan pada LCD tersebut, yaitu jumlah kolom karakter dikali jumlah baris karakter. Sebagai contoh, LCD16X2, artinya terdapat 16 kolom dalam 2 baris ruang karakter, yang berarti total karakter yang dapat dituliskan adalah 32 karakter. Dan gambar LCD Karakter dapat dilihat pada gambar 2.11:



Gambar 2.11. LCD Karakter

LCD Karakter dalam pengendaliannya cenderung lebih mudah dibandingkan dengan LCD Grafik. Namun ada kesamaan diantara keduanya, yaitu inisialisasi. Inisialisasi adalah prosedur awal yang perlu dilakukan dan dikondisikan kepada LCD agar LCD dapat bekerja dengan baik. Hal yang sangat penting yang ditentukan dalam proses inisialisasi adalah jenis *interface* (antarmuka) antara LCD dengan *controller* (pengendali). Pada umumnya terdapat dua jenis antarmuka yang dapat digunakan dalam pengendalian LCD karakter adalah 4 bit dan 8 bit.

Untuk dapat mengendalikan LCD karakter dengan baik, tentu perlu koneksi yang benar. Dan koneksi yang benar dapat diwujudkan dengan cara mengetahui pin-pin antarmuka yang dimiliki oleh LCD karakter tersebut. LCD karakter yang beredar di pasaran memiliki 16 pin antarmuka seperti pada gambar 2.12:



Gambar 2.12. Pin-pin LCD

1. VSS = GND
2. VDD = Positif 5 Volt
3. V_0 = Tegangan untuk mengatur kontras dari tampilan karakter
4. RS
5. R/W
6. E = pin 4 (RS) – pin 6 (E) digunakan untuk aktivasi LCD
7. DB0
8. DB1
9. DB2
10. DB3
11. DB4
12. DB5

13. DB6

14. DB7 = pin 7 (DB0) – pin 14 (DB7) digunakan untuk komunikasi data parallel dengan pengendali.

15. Anoda LED *Backlight* LCD

16. Katoda LED *Backlight* LCD

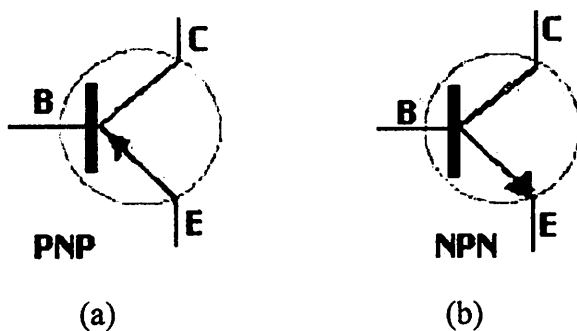
Seperti yang dipaparkan di paragraf sebelumnya, bahwa ada dua jenis antarmuka yang dapat digunakan dalam mengendalikan LCD karakter: 4 Bit, 8 Bit. Dalam 4 Bit-Antarmuka hanya membutuhkan empat pin data komunikasi data parallel, DB4 (pin 11) – DB7 (pin14), yang dikoneksikan dengan pengendali.

2.8. Driver Relay (Transistor)

Transistor adalah suatu monokristal semikonduktor dimana terjadi dua pertemuan P-N, dari sini dapat dibuat dua rangkaian yaitu P-N-P dan N-P-N.

Dalam keadaan kerja normal, transistor harus diberi polaritas sebagai berikut :

1. Pertemuan Emitter-Basis diberi polaritas dari arah maju seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13 (a).
2. Pertemuan Basis-kolektor diberi polaritas dalam arah mundur seperti ditunjukkan pada gambar 2.13 (b).



Gambar 2.13. Dasar Polaritas Transistor

Transistor adalah suatu komponen yang dapat memperbesar level sinyal keluaran sampai beberapa kali sinyal masukan. Sinyal masukan disini dapat berupa sinyal AC ataupun DC. Prinsip dasar transistor sebagai penguat adalah arus kecil pada basis mengontrol arus yang lebih besar dari kolektor melewati transistor. Transistor berfungsi sebagai penguat ketika arus basis berubah. Perubahan kecil arus basis mengontrol perubahan besar pada arus yang mengalir dari kolektor ke emitter. Pada saat ini transistor berfungsi sebagai penguat.

Dan dalam pemakaiannya transistor juga bisa berfungsi sebagai saklar dengan memanfaatkan daerah penenuhan (saturasi) dan daerah penyumbatan (cut-off). Pada daerah penenuhan nilai resistansi penyambungan kolektor emitter secara ideal sama dengan nol atau kolektor terhubung langsung (short). Ini menyebabkan tegangan kolektor emitter $V_{ce} = 0$ pada keadaan ideal. Dan pada daerah cut off, nilai resistansi persambungan kolektor emitter secara ideal sama dengan tak terhingga atau terminal kolektor dan emitter terbuka yang menyebabkan tegangan V_{ce} sama dengan tegangan sumber V_{cc} .

2.9. Relay

Relay adalah sebuah saklar elektronik yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya. Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. Koil : lilitan dari relay
2. Common : bagian yang tersambung dengan NC(dlm keadaan normal)
3. Kontak : terdiri dari NC dan NO

Tentang Relay

Membedakan NC dengan NO:

NC(Normally Closed) : saklar dari relay yang dalam keadaan normal(relay tidak diberi tegangan) terhubung dengan common.

NO(Normally Open) : saklar dari relay yang dalam keadaan normal(relay tidak diberi tegangan) tidak terhubung dengan common.

Bagian-bagian relay dapat diketahui dengan 2 cara, yakni:

1. Dengan cara melihat isi dalam relay tersebut
2. Dengan menggunakan multimeter (Ohm)

Cara mengetahui relay tersebut masih berfungsi atau tidak dapat dilakukan dengan cara memberikan tegangan yang sesuai dengan relay tersebut pada bagian koilnya. Jika kontaknya masih bekerja NC-->NO atau NO-->NC, maka dapat dikatakan bahwa relay tersebut masih dalam keadaan baik.

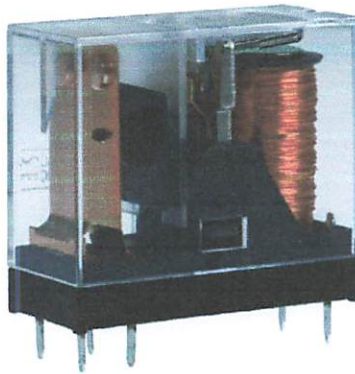
Cara Kerja Relay :

1. Normal terbuka. Kontak sakelar tertutup hanya jika relai dihidupkan.
2. Normal tertutup. Kontak sakelar terbuka hanya jika relai dihidupkan.
3. Tukar-sambung. Kontak sakelar berpindah dari satu kutub ke kutub lain saat relay dihidupkan.

4. Bila arus masuk Pada gulungan maka seketika gulungan, maka seketika gulungan akan berubah menjadi medan magnet. gaya magnet inilah yang akan menarik luas sehingga saklar akan bekerja.

Jenis-jenis Relay

- **SPST** - **Single Pole Single Throw**.
- **SPDT** - **Single Pole Double Throw**. Terdiri dari 5 buah pin, yaitu: (2) koil, (1) common, (1) NC, (1) NO.
- **DPST** - **Double Pole Single Throw**. Setara dengan 2 buah saklar atau relay SPST.
- **DPDT** - **Double Pole Double Throw**. Setara dengan 2 buah saklar atau relay SPDT.
- **QPDT** - **Quadruple Pole Double Throw**. Sering disebut sebagai Quad Pole Double Throw, atau 4PDT. Setara dengan 4 buah saklar atau relay SPDT atau dua buah relay DPDT. Terdiri dari 14 pin (termasuk 2 buah untuk koil). Contoh relay dapat dilihat pada gambar 2.14:



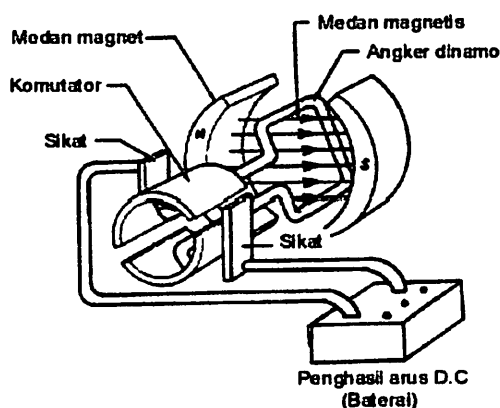
Gambar 2.14. Relay

2.10. Motor

Pengertian Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motormotor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen seperti pada gambar 2.15:

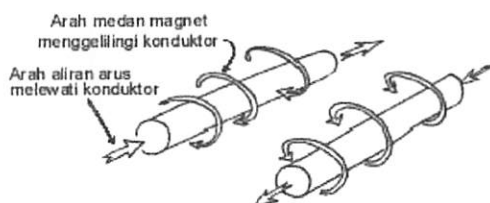


Gambar 2.15. Motor D.C Sederhana

Catu tegangan dc dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan pada gambar di atas disebut angker dinamo. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet.

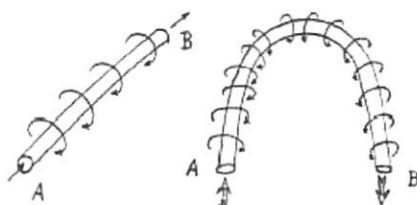
Prinsip Dasar Cara Kerja

Jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor seperti pada gambar 2.16:



Gambar 2.16. Medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor

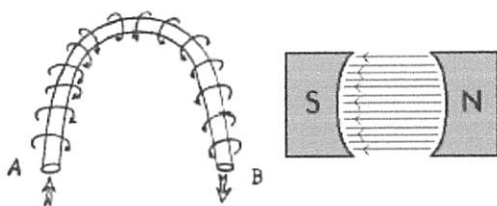
Aturan Genggaman Tangan Kanan bisa dipakai untuk menentukan arah garis fluks di sekitar konduktor. Genggam konduktor dengan tangan kanan dengan jempol mengarah pada arah aliran arus, maka jari-jari anda akan menunjukkan arah garis fluks. Gambar 2.17 menunjukkan medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor berubah arah karena bentuk U.



Gambar 2.17. Medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor

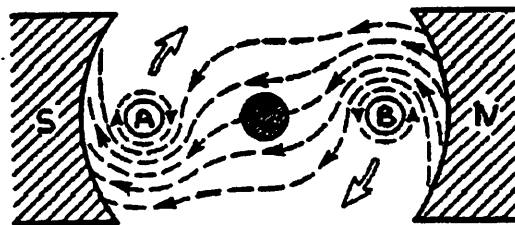
Catatan :

Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Pada motor listrik konduktor berbentuk U disebut angker dinamo yang ditunjukkan pada gambar 2.18:



Gambar 2.18. Medan magnet mengelilingi konduktor dan diantara kutub.

Jika konduktor berbentuk U (angker dinamo) diletakkan di antara kutub utara dan selatan yang kuat medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub. Reaksi garis fluks dilihat pada gambar 2.19:



Gambar 2.19. Reaksi garis fluks.

Lingkaran bertanda A dan B merupakan ujung konduktor yang dilengkungkan (looped conductor). Arus mengalir masuk melalui ujung A dan keluar melalui ujung B. Medan konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di bawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari medan kuat ini. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di atas konduktor. Konduktor akan berusaha untuk bergerak turun agar keluar dari medan yang kuat tersebut. Gaya-gaya tersebut akan membuat angker dinamo berputar searah jarum jam.

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum :

- Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
- Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran / loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
- Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar / torque untuk memutar kumparan.
- Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Pada motor dc, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi.

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar daripada tegangan gerak yang disebabkan reaksi

lawan. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilindungi oleh medan maka menimbulkan perputaran pada motor.

2.11. Staples Otomatis

Staples Otomatis yang ada sekarang ini adalah buatan Jepang yang digunakan untuk staples no. 10 dengan sistem pengisian staples di bagian depan kapasitas pengisian 100 staples. Prosesnya sangat mudah, cukup masukkan kertas ke dalam area stapling sampai menyentuh sensor, dan kertas akan otomatis ter-staples dengan otomatis. Dan spesifikasi alat nya sebagai berikut:

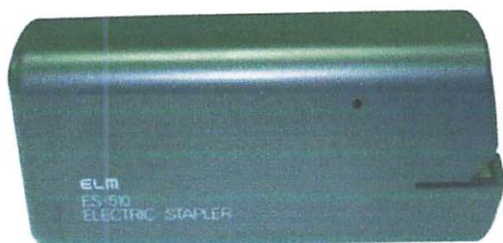
Kapasitas : 12 lembar (kertas 70 g)

Ukuran : 34 x 121 x 57 mm

Berat : 200 g (tanpa baterai)

Power : Dry Alkaline Battery (LR6) x 4 pcs

Staples Otomatis ini dapat dilihat pada gambar 2.20 :



Gambar 2.20. Staples Otomatis [8].

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

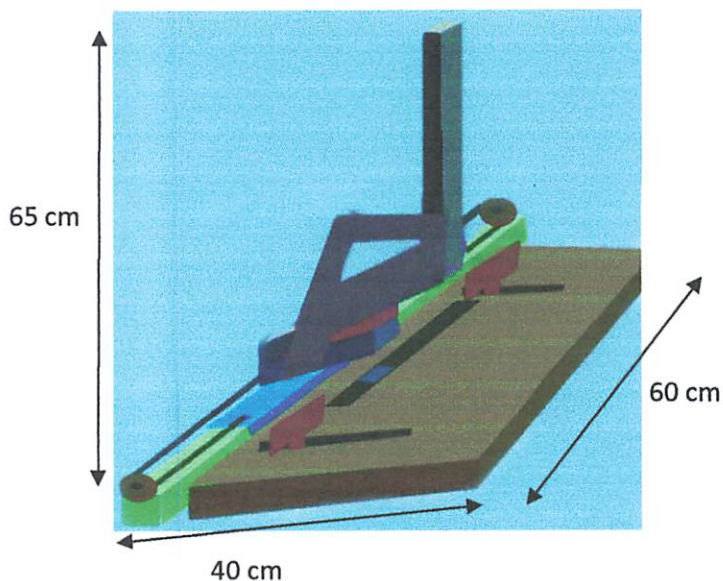
3.1. Perancangan Mekanik

Mesin staples otomatis ini dirancang semaksimal mungkin agar dapat menstaples kertas-kertas dengan rapi dan mudah digunakan oleh penggunanya. Maka dari itu agar mesin ini bekerja optimal maka diperlukan motor kecil dan motor besar. Untuk motor kecil digunakan motor tape recorder dengan tegangan 12 Volt dan arus 1 Ampere sedangkan untuk motor besarnya digunakan motor power window dengan tegangan 12 Volt dan arus 5 Ampere.

Selain motor-motor tersebut digunakan beberapa bahan-bahan yang lainnya agar mesin staples otomatis ini bisa dibuat dengan seoptimal mungkin. Di antaranya adalah:

1. Staples
2. Besi
3. Box mikrokontroller
4. Sensor
5. Puli / Gear
6. Belt printer A3 sepanjang 50 cm

Perancangan mekanik dapat dilihat pada gambar 3.1:



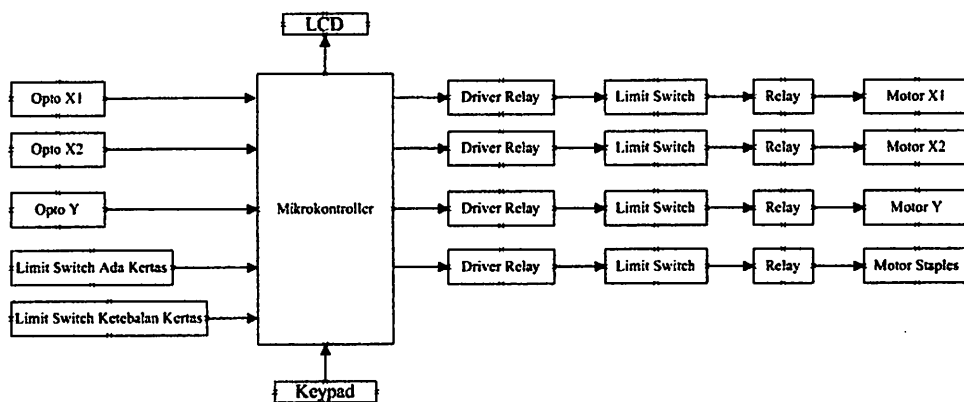
Gambar 3.1. Perancangan Mekanik

3.2. Perancangan Hardware

Mesin staples ini tersusun atas beberapa rangkaian perangkat keras atau *hardware* yang satu sama lain saling mendukung dan berperan penting. Perangkat-perangkat tersebut antara lain:

1. Sensor *Limit Switch*
2. Sensor *Optocoupler*
3. Mikrokontroler AVR 8535
4. Keypad 4 x 4
5. LCD 16 x 2
6. Motor DC tape recorder
7. Motor DC Power Window
8. Driver relay
9. Relay

Rancangan mesin staples otomatis dengan menggunakan sensor *Limit Switch*, sensor *Optocoupler*, dan keypad sebagai *input* dan LCD serta motor sebagai *output*, dapat dilihat pada blok diagram seperti gambar 3.2:



Gambar 3.2. Blok Diagram Mesin Staples Otomatis

Berikut adalah penjelasan mengenai prinsip-prinsip kerja mesin staples otomatis dengan menggunakan sensor *Limit Switch*, sensor *Optocoupler*, dan keypad sebagai *input* dan LCD serta motor sebagai *output*:

1. Berdasarkan gambar, bisa dilihat bahwa *input* atau masukan didapatkan dari keypad, sensor *Limit Switch*, dan sensor *Optocoupler*. Untuk keypad digunakan sebagai *input* dalam memilih jenis kertas, memasukkan nilai tepi, dan banyak staples. Sedangkan sensor *Limit Switch* untuk *inputan* jumlahnya ada 2, yakni *Limit Switch* ada kertas, *Limit Switch* ketebalan

kertas. Sensor *Limit Switch* ini digunakan sebagai pembatas antara jarak minimum dan jarak maksimum dan mendeteksi adanya kertas atau tidak dan mendeteksi ketebalan kertas. Sedangkan sensor *Optocoupler* di sini jumlahnya ada 3 yakni *Optocoupler* jarak X dan *Optocoupler* jarak Y. Sensor ini bekerja berdasarkan putaran piringan sensor yang dihasilkan berapa kali gelap dan berapa kali terang. Dan sensor ini juga digunakan untuk menggerakkan motor X dan motor Y.

2. Untuk *output* dari mesin staples ini yaitu LCD dan motor. LCD digunakan untuk menampilkan nilai-nilai yang akan kita setting dengan keypad. Sedangkan motor digunakan untuk menggerakkan alat agar bisa bergerak dengan otomatis.
3. Dengan data yang telah diperoleh dari sensor *Limit Switch* dan sensor *Optocoupler* akan langsung diproses oleh mikrokontroler AVR.
4. Untuk menggerakkan relay maka diperlukan driver relay. Pada perancangan mesin staples ini digunakan transistor sebagai driver nya.

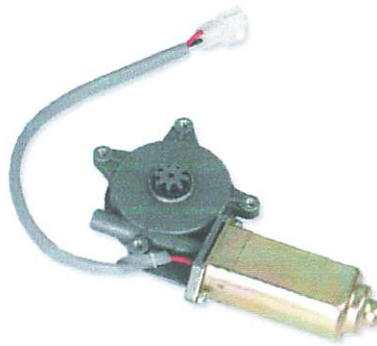
3.2.1. Motor DC

Motor yang digunakan pada mesin staples otomatis ini ada motor tape dengan tegangan 12 Volt dan arus 1 Ampere. Motor ini digunakan untuk menggerakkan pembatas kertas sesuai dengan setting yang telah kita set sebelumnya dan alasan digunakan motor ini karena ukurannya tidak terlalu besar dan tidak diperlukan tekanan yang besar untuk menahan kertas agar tidak bergerak.

Sedangkan motor yang digunakan untuk menggerakkan motor Y dan motor staples digunakan motor power window. Digunakan motor power window karena memerlukan tenaga yang besar untuk menggerakkan motor Y dan motor staples ini. Karena untuk menekan staples ini pun diperlukan tenaga yang cukup besar dan motor ini bisa digunakan karena tenaganya besar. Motor ini memiliki tegangan 12 Volt dan arus 5 Ampere. Gambar motor tape recorder dan motor power window dapat dilihat pada gambar 3.3 dan gambar 3.4:



Gambar 3.3. Motor tape recorder

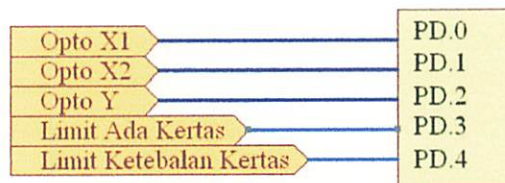


Gambar 3.4. Motor power window

Untuk proses penggerak mekanik pada bagian X atau penggerak margin kiri kertas yang akan distapless, maka pada perancangan ini digunakan motor tape recorder. Motor tape recorder memiliki tingkat kestabilan tinggi pada pengaturan kecepatannya, hal ini karena pada motor tape recorder telah dilengkapi rangkaian dengan pengatur kecepatan untuk menjaga kestabilannya dan kecepatan distandardkan pada 2400 RPM. Untuk itu motor tape pada perancangan ini digunakan sebagai penarik tuas margin kertas yang dihubungkan dengan baling-baling dan disensor melalui optocoupler. Sementara itu motor X terdiri dari dua buah motor yang menggerakkan bagian kiri dan bagian kanan. Guna keakuratan tingkat pembacaan, maka motor X1 dan X2 dijalankan secara bersamaan dan di-stop secara bersamaan pula, dengan demikian karena konstruksi mekaniknya sama, dimensi perbandingan gigi yang dipakai serta kecepatan kedua motor sama, maka jarak yang ditempuh dari gerakan mekanik setelah disensor optocoupler juga akan sama.

3.2.2. Sensor *Limit Switch* dan Sensor *Optocoupler*

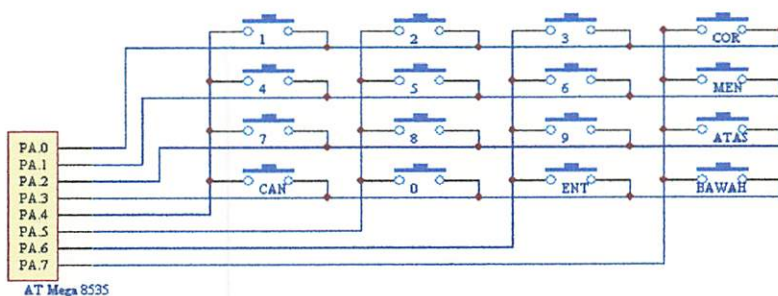
Limit Switch adalah salah satu sensor yang akan bekerja jika pada bagian actuator nya tertekan suatu benda, baik dari samping kiri ataupun kanan, mempunyai micro switch dibagian dalamnya yang berfungsi untuk mengontakkan atau sebagai pengontak, gambar batang yang mempunyai roda itu namanya actuator lalu diikat dengan sebuah baut, berfungsi untuk menerima tekanan dari luar, roda berfungsi agar pada saat *Limit Switch* menerima tekanan , bisa bergerak bebas, kemudian mempunyai tiga lubang pada body nya berfungsi untuk tempat dudukan baut pada saat pemasangan di mesin. Sedangkan *Optocoupler* adalah salah satu sensor yang bekerja berdasarkan putaran encoder yang dibaca oleh sensor. Pada alat ini Opto X1 dihubungkan pada port PD.0, Opto X2 dihubungkan pada port PD.1, Opto Y dihubungkan pada port PD.2, *Limit Switch* Ada Kertas dihubungkan pada port PD.3, *Limit Switch* Ketebalan Kertas dihubungkan pada port PD.4. Skema rangkaian *Limit Switch* dan *Optocoupler* dapat dilihat pada gambar 3.5:



Gambar 3.5. Skema Rangkaian *Limit Switch* dan *Optocoupler*

3.2.3. Keypad

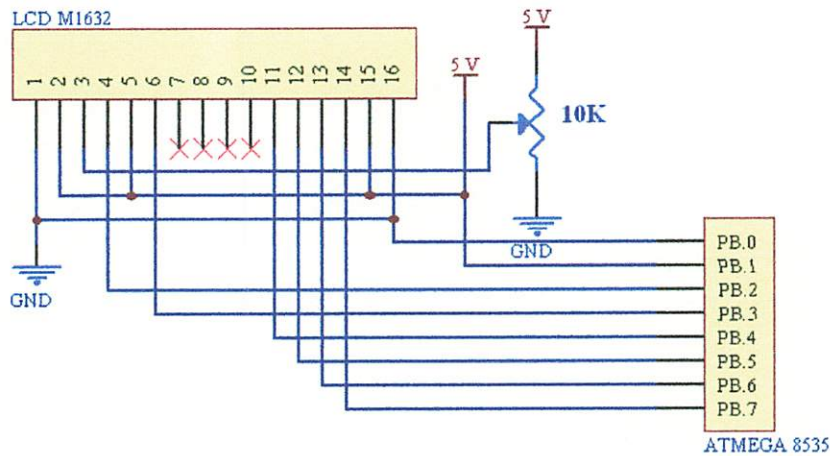
Keypad digunakan untuk mensetting jenis kertas, nilai X dan nilai Y agar alat dapat bekerja sesuai dengan angka yang kita masukkan dengan melihat tampilan tadi di LCD. Pada alat ini keypad dihubungkan pada port PA.0 sampai dengan port PA.7 yang skema rangkaian nya dapat dilihat pada gambar 3.6:



Gambar 3.6. Skema Rangkaian Keypad

3.2.4. LCD

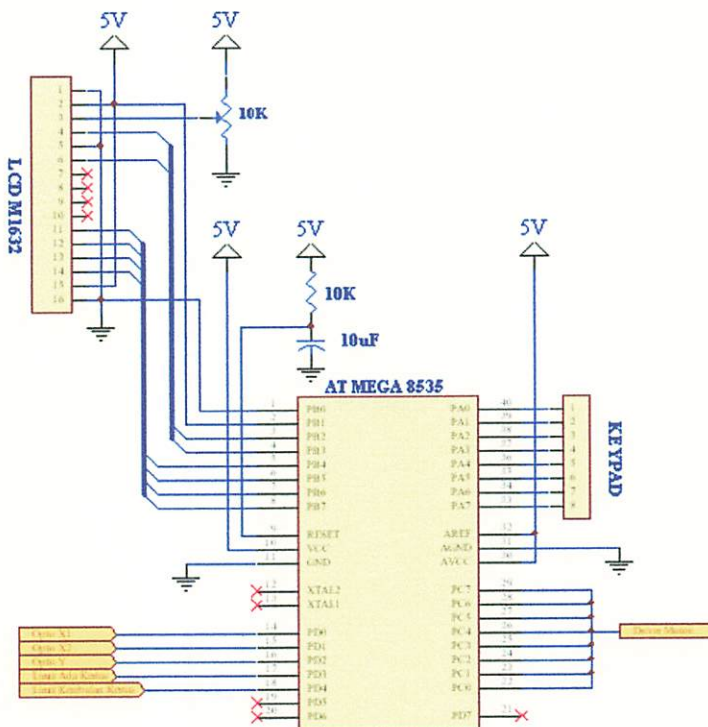
LCD digunakan untuk menampilkan karakter dari angka yang telah ditekan pada keypad. LCD pada alat ini dihubungkan pada port B. Pin 4 pada LCD dihubungkan pada port PB.2, Pin 6 pada LCD dihubungkan pada port PB.3, Pin 11 pada LCD dihubungkan pada port PB.4, Pin 12 pada LCD dihubungkan pada port PB.5, Pin 13 pada LCD dihubungkan pada port PB.5, Pin 14 pada LCD dihubungkan pada port PB.6, Pin 15 pada LCD dihubungkan pada port PB.7. Skema rangkaian LCD dapat dilihat pada gambar 3.7:



Gambar 3.7. Skema Rangkaian LCD

3.2.5 Mikrokontroler AVR

Minimum system mikrokontroler AVR didalam perancangan ini merupakan komponen utama, karena komponen ini yang akan mengatur keseluruhan sistem agar dapat bekerja dengan baik dan optimal. Perancangan *minimum system* mikrokontroler AVR dapat dilihat Opto X1 dihubungkan pada port PD.0, Opto X2 dihubungkan pada port PD.1, Opto Y dihubungkan pada port PD.2, *Limit Switch* Ada Kertas dihubungkan pada port PD.3, *Limit Switch* Ketebalan Kertas dihubungkan pada port PD.4. Untuk keypad dihubungkan pada port PA.0 sampai PA.7 dan pada LCD Pin 4 pada LCD dihubungkan pada port PB.2, Pin 6 pada LCD dihubungkan pada port PB.3, Pin 11 pada LCD dihubungkan pada port PB.4, Pin 12 pada LCD dihubungkan pada port PB.5, Pin 13 pada LCD dihubungkan pada port PB.5, Pin 14 pada LCD dihubungkan pada port PB.6, Pin 15 pada LCD dihubungkan pada port PB.7. Sedangkan pada port PC.0 sampai port PC.7 dihubungkan pada driver motor. Skema rangkaian nya dapat dilihat pada gambar 3.8:



Gambar 3.8. Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler AVR

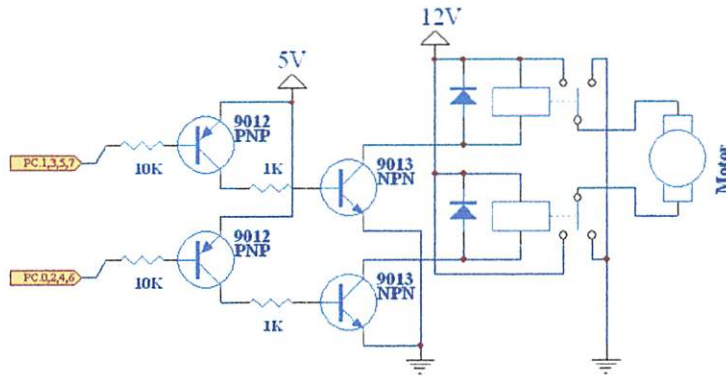
Mikrokontroler AVR akan memproses masukan dan keluaran yang ada pada peralatan ini, pengontrolan tersebut dilakukan melalui pengaktifan masing-masing pin mikrokontroler tersebut, baik pengaktifan secara paralel ataupun tersendiri dalam satu *port*. Port-port yang digunakan mikrokontroler dapat dilihat pada tabel 3.1:

Tabel 3.1 Koneksi port-port pada mikrokontroler

NO	Port	Fungsi
1	PA.0 - PA.7	Digunakan sebagai kontrol Keypad
2	PB.2 – PB.7	Digunakan sebagai kontrol LCD
3	PC.0 – PC.7	Digunakan sebagai kontrol driver motor
4	PD.0-PD.1	Digunakan sebagai kontrol sensor <i>Optocoupler</i> motor X1 dan X2.
5	PD.2	Digunakan sebagai kontrol sensor <i>Optocoupler</i> motor Y
6	PD.3-PD.4	Digunakan sebagai kontrol sensor <i>Limit Switch</i> ada kertas dan ketebalan kertas
7	RESET	Reset <i>input</i> .
8	VCC	Tegangan supply +5V.
9	AREF	Dihubungkan ke +5V
10	GND	Ground terminal 0V.

3.2.6. Driver Motor

Driver motor DC pada mesin staples otomatis ini dirancang sebagai pengendali putaran motor. Pengendalian yang dimaksud disini adalah melakukan penguatan terhadap sinyal yang masuk dari Mikrokontroller. *Driver* dibutuhkan dalam sistem yang *men-drive* atau mengendalikan putaran motor yang diset berdasarkan berapa kali piringan encoder berputar. Kecepatan putar motor akan tergantung dari cepatnya piringan encoder berputar. Pada alat ini driver motor dihubungkan pada port PC.0 sampai port PC.7 pada mikrokontroller. Skema rangkaian driver motor dapat dilihat pada gambar 3.9:



Gambar 3.9. Rangkaian Driver Motor

Penguatan yang dilakukan oleh *Driver* motor dapat dihitung sebagaimana berikut:

- Dik: karakteristik Tr 9012 & 9013

- $H_{fe} = 144-202$

$$I_{b1} = \frac{V - V_{be}(\text{sat})}{R_1}$$

$$= \frac{5 - 1.2}{10k}$$

$$= \frac{3.8}{10k}$$

$$= 0.38 \text{ mA}$$

$$I_{c1} = I_{b1} \times H_{fe}$$

$$= 0.38 \times 144$$

$$= 54.72 \text{ mA}$$

$$\begin{aligned}
 I_{b2} &= \frac{V - V_{be(sat)}}{R2} \\
 &= \frac{5 - 1.2}{1k} \\
 &= \frac{3.8}{1k} \\
 &= 3.8 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{c2} &= I_{b2} \times H_{fe} \\
 &= 3.8 \times 144 \\
 &= 547.2 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

- Mencari R_{b1} dan R_{b2}

$$\begin{aligned}
 I_{b2} &= \frac{I_{c2}}{H_{fe}} \\
 &= \frac{547.2 \text{ mA}}{144} = 3.8 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{b2} &= \frac{V - V_{be(sat)}}{I} \\
 &= \frac{5 - 1.2}{3.8 \text{ mA}} \\
 &= 1000 \Omega \approx 1K\Omega
 \end{aligned}$$

$$I_{c1} = 54.72 \text{ mA}$$

$$\begin{aligned}
 I_{b1} &= \frac{I_{c1}}{H_{fe}} \\
 &= \frac{54.72 \text{ mA}}{144} = 0.38 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{b1} &= \frac{V - V_{be(sat)}}{I} \\
 &= \frac{5 - 1.2}{0.38 \text{ mA}} \\
 &= 10000\Omega \approx 10k\Omega
 \end{aligned}$$

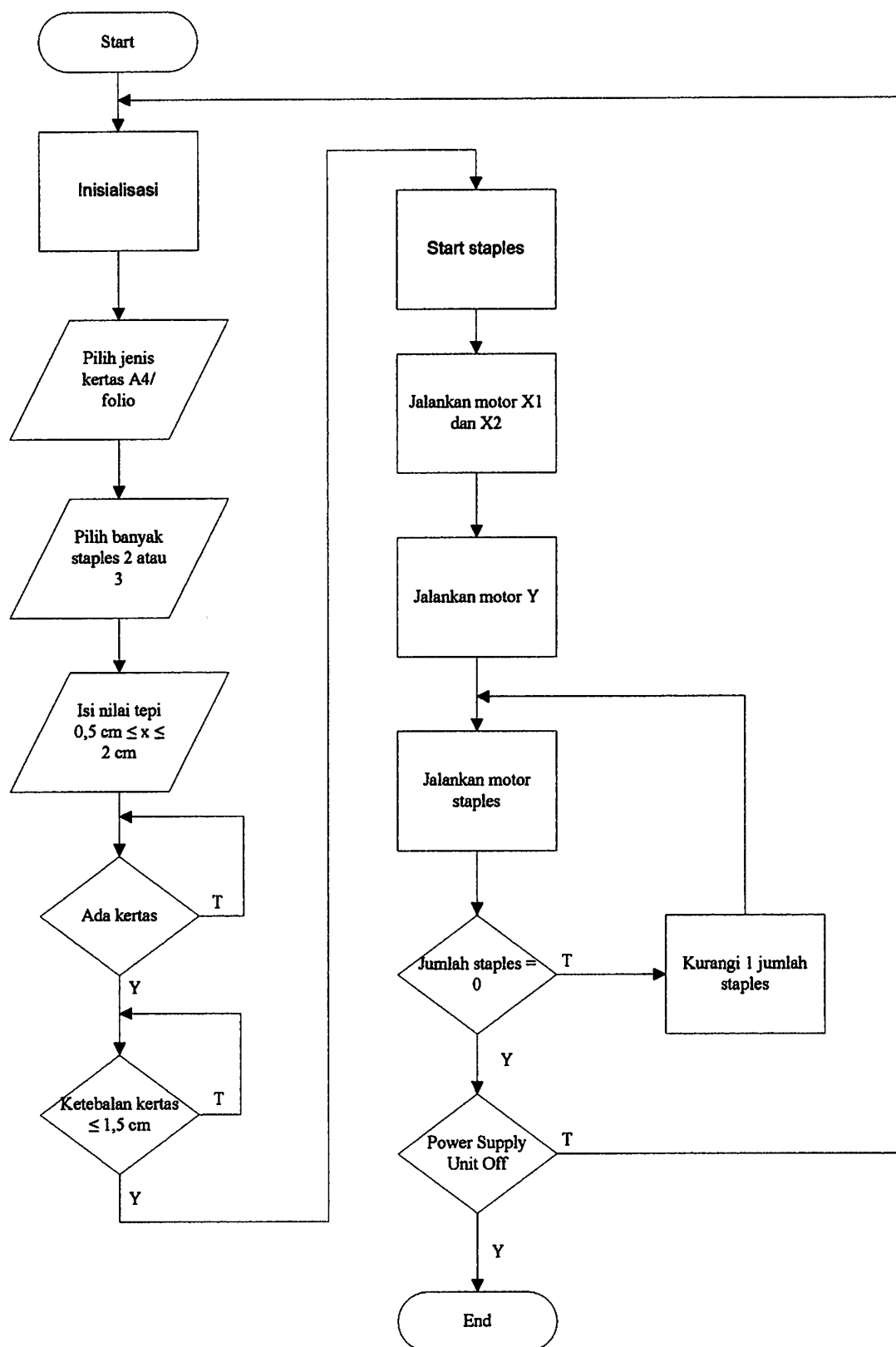
Perhitungan di atas merupakan perhitungan untuk mencari R yang dibutuhkan bagi beban (motor) yang telah diketahui besarnya. Dalam hal ini arus beban adalah 500 mA.

3.3. Perangkat Lunak

Suatu sistem mikrokontroler memerlukan program agar dapat bekerja. Suatu alat yang sama dapat melakukan hal yang berbeda tergantung program yang sedang dijalankan oleh alat tersebut. Program disusun dengan mempergunakan bahasa pemrograman *bascom*.

3.4. Diagram Alur Alat

Algoritma dari perancangan mesin staples otomatis, dapat dilihat pada gambar 3.10 ini:



Gambar 3.10. Diagram Alir (flowchart) Mesin Staples Otomatis

Penjelasan mengenai flowchart mesin staples otomatis:

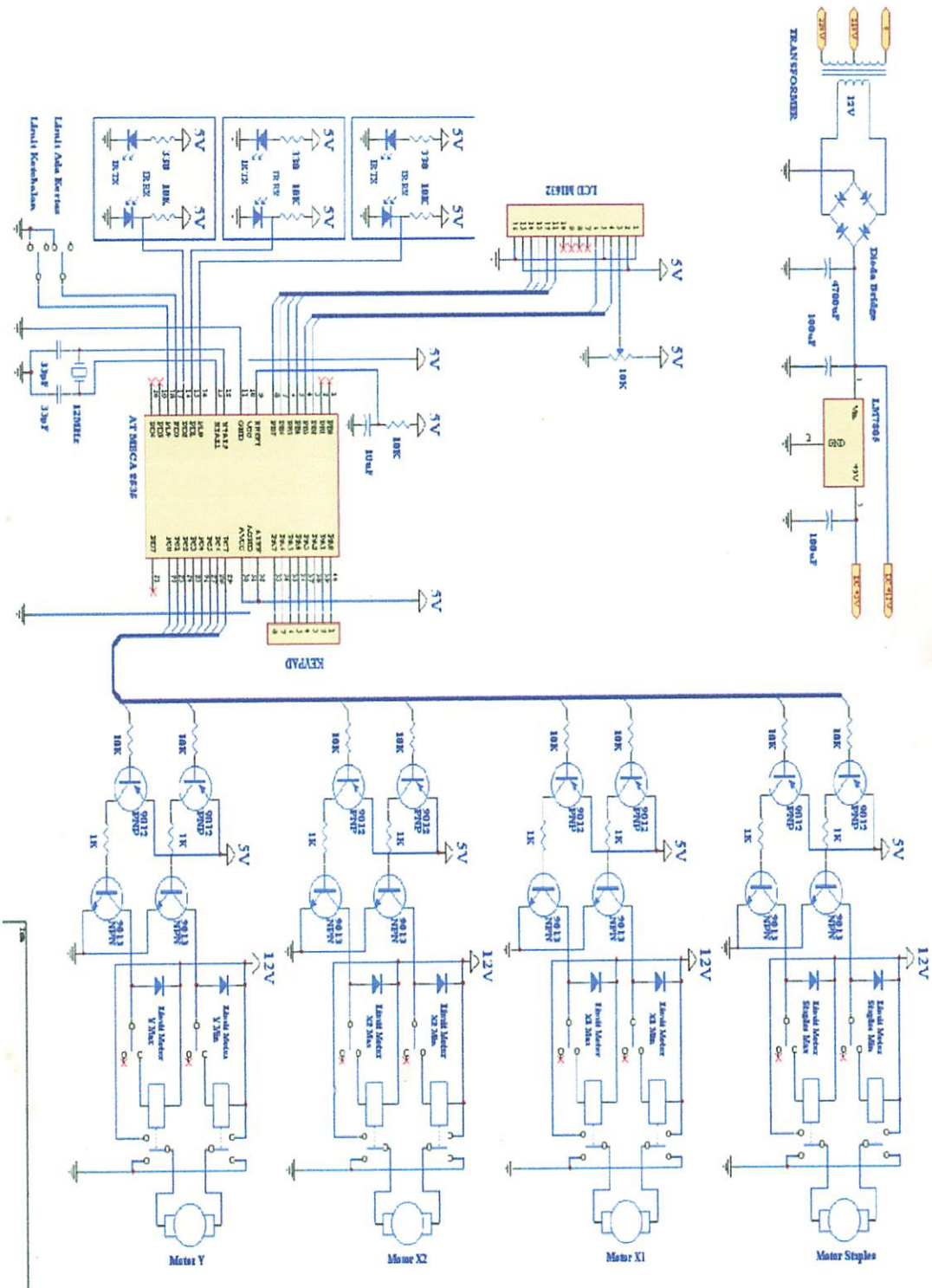
1. Berdasarkan gambar di atas dapat kita lihat bahwa pertama terdeteksi ada kertas atau tidak. Bila kertas sudah ada maka akan mendeteksi ketebalan kertas maksimum 1,5 cm. Setelah itu masukkan setting pemilihan jenis kertas A4 atau folio, banyak staples 2 atau 3, dan nilai tepi minimum 0,5 cm dan maksimum 2 cm yang di *input* kan dari keypad.
2. Setelah tidak ada perubahan lagi pada setting maka proses akan segera dimulai dengan menjalankan motor X1 dan motor X2. Bila kedua motor X sudah dijalankan maka motor Y akan segera berjalan. Setelah motor Y selesai berjalan maka motor staples akan berjalan dan memulai proses staples.
3. Proses staples akan selesai sampai jumlah staples=0 dan bila mau mengulang kembali proses di atas maka harus dilakukan setting an lagi dari pemilihan jenis kertas, banyak staples, dan nilai tepi.

3.5. Cara Kerja

Pertama tekan tombol menu pada keypad untuk memasukkan pilihan jenis kertas (A4 dan folio), banyak staples 2 atau 3, dan nilai tepi minimum 0,5 cm dan maksimum 2 cm, dan dan ditampilkan pada LCD. . Kemudian sensor *Limit Switch* mendeteksi ada kertas atau tidak . Jika ada kertas, selanjutnya sensor limit switch akan mendeteksi ketebalan kertas kurang dari 1,5 cm atau tidak. Setelah itu untuk menggerakkan motor-motornya digunakan relay yang drivernya menggunakan transistor 9012 dan 9013. Setelah itu, motor X berjalan sesuai settingan nilai tepi dan jalannya motor di atur dengan sensor *Optocoupler*. Selesai motor X dijalankan maka mulai menjalankan motor Y yang jalannya diatur menggunakan sensor *Optocoupler*. Motor Y digunakan untuk menentukan banyak staples yang akan dipilih. Setelah semua motor bergerak dengan settingan yang telah di atur user, maka motor staples akan langsung bergerak dan staples akan langsung menstaples kertas-kertas tersebut secara otomatis.

3.6 Skema Sistem Keseluruhan

Skema sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.11:



Gambar 3.11. Skema Sistem Keseluruhan

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

4.1. Pengujian LCD

4.1.1. Tujuan Pengujian

Untuk mengetahui apakah LCD dapat menampilkan karakter/text dari ATMEGA8535.

4.1.2. Peralatan Yang digunakan

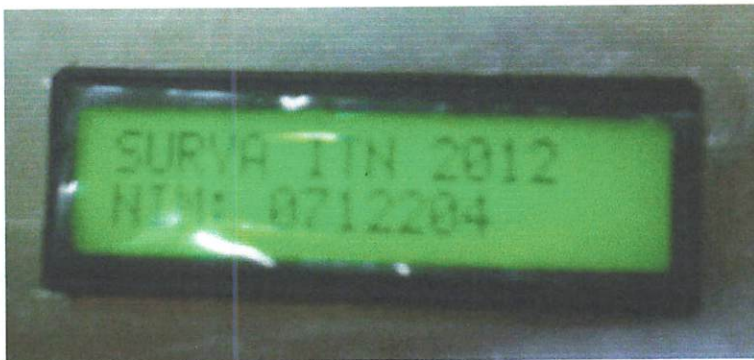
1. Power Supply
2. Rangkaian AVR ATMEGA8535, LCD 16x2.

4.1.3. Langkah-langkah pengujian:

1. Masukkan program LCD pada ATMEGA8535.
2. Nyalakan power supply
3. Perhatikan tampilan pada LCD

4.1.4. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian LCD didapatkan hasil seperti pada gambar 4.1:



Gambar 4.1 Pengujian LCD

4.2 Pengujian Keypad Dengan Tampilan LCD

4.2.1. Tujuan Pengujian

Mengetahui perubahan Scankey keypad matrix yang ditampilkan pada LCD.

4.2.2. Peralatan Yang digunakan

1. Power Supply
2. Keypad Matrix 4X4
3. Rangkaian AVR ATMEGA8535, LCD 16x2.

4.2.3. Langkah-langkah pengujian:

1. Masukkan software keypad matrix pada AVR
2. Nyalakan sistem dan tekan tombol pada keypad
3. Amati hasil karakter pada LCD
4. Catat Hasil pada tabel.

4.2.4. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian sebagaimana prosedur diatas, didapat hasil pada tabel 4.1 dan gambar 4.2:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Keypad

Input Tombol Keypad	Output pada LCD
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7



Gambar 4.2 Pengujian Keypad

4.3. Pengukuran Optocoupler

4.3.1. Tujuan Pengukuran

Untuk mengetahui tegangan kolektor sensor optocoupler pada saat terhalang dan tidak terhalang.

4.3.2. Peralatan yang Digunakan

1. Power Supply
2. Multimeter digital
3. Rangkaian AVR ATMEGA 8535
4. Rangkain Optocoupler

4.3.3. Langkah-langkah Pengukuran

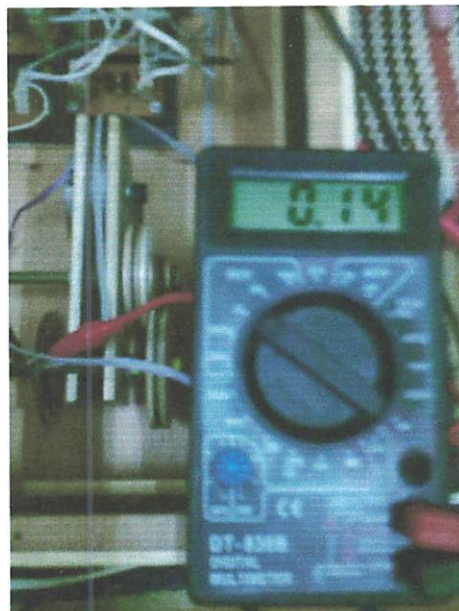
1. Nyalakan power supply
2. Hubungkan kolektor sensor optocoupler pada multimeter digital
3. Amati hasil pada multimeter

4.3.4. Hasil Pengukuran

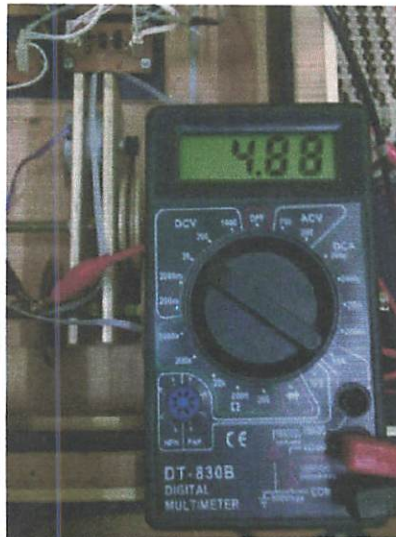
Dari hasil pengukuran sebagaimana prosedur diatas, didapat hasil pada tabel 4.2 dan gambar 4.3 dan gambar 4.4 :

Tabel 4.2 Hasil pengukuran sensor optocoupler

Kondisi Optocoupler	Tegangan (Volt)
Optocoupler saat tidak terhalang	0,14
Optocoupler saat terhalang	4,88



Gambar 4.3 Pengukuran Saat Sensor Optocoupler Tidak Terhalang



Gambar 4.4 Pengukuran Saat Sensor Optocoupler Terhalang

4.4. Pengukuran Driver Relay (Transistor)

4.4.1. Tujuan Pengukuran

Untuk mengetahui arus input yang masuk ke driver serta tegangan keluaran pada motor.

4.4.2. Peralatan yang digunakan

1. Power Supply
2. Multimeter digital
3. Rangkaian AVR ATMEGA 8535
4. Rangkaian Driver Relay
5. Motor DC

4.4.3. Langkah-langkah pengukuran:

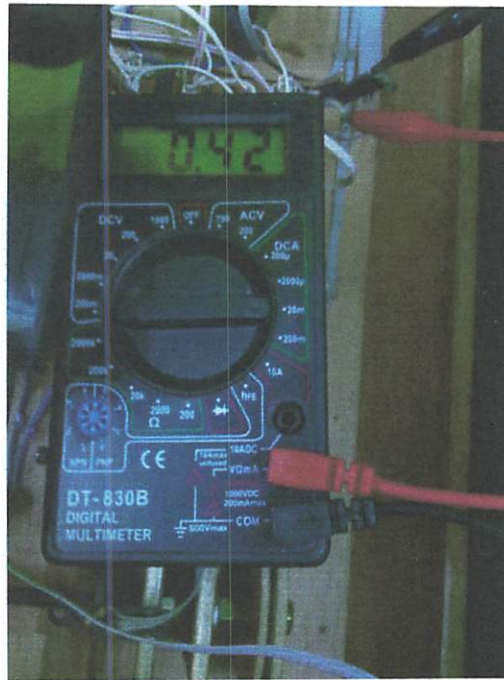
1. Nyalakan power supply
2. Hubungkan kabel pada driver dengan multimeter
3. Amati hasil pada multimeter

4.4.4. Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran sebagaimana prosedur diatas, didapat hasil arus input yang masuk ke driver seperti pada tabel 4.3 dan gambar 4.5:

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan dan Pengukuran Arus I_b

Hasil Perhitungan I_b (mA)	Hasil Pengukuran Pada Saat Staples Tertekan I_b (mA)
0,38	0,42



Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Arus Basis pada Driver

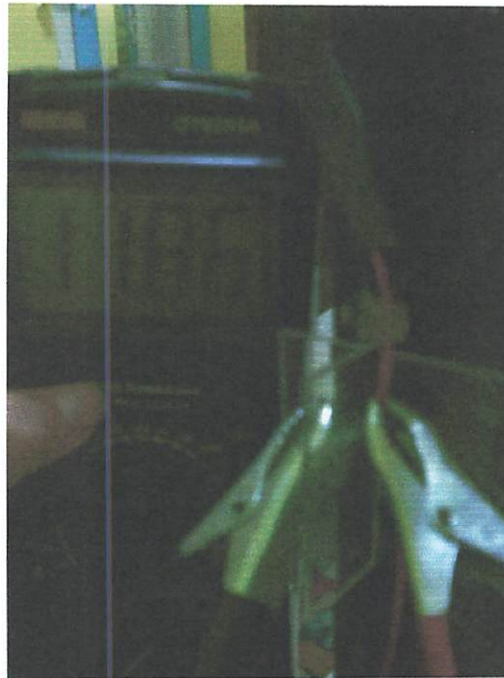
Dari hasil pengukuran sebagaimana prosedur diatas, didapat hasil tegangan keluaran pada motor seperti pada tabel 4.4 dan gambar 4.6, gambar 4.7, gambar 4.8:

Tabel 4.4 Hasil pengukuran tegangan motor

Kondisi motor	Tegangan (V)
Pada saat diam	0
Pada saat motor berputar ke bawah	11,86
Pada saat motor berputar ke atas	-11,92



Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Tegangan saat motor diam



Gambar 4.7 Hasil Pengukuran tegangan saat motor berputar ke bawah



Gambar 4.8 Hasil Pengukuran Tegangan saat motor berputar ke atas

4.5. Pengujian Alat Keseluruhan

4.5.1. Tujuan Pengujian

Untuk mengetahui alat bekerja dengan baik atau tidak.

4.5.2. Peralatan yang Digunakan

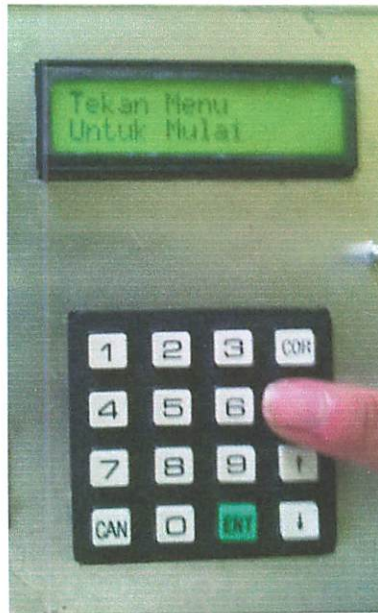
1. Power Supply.
2. Rangkaian AVR ATMEGA 8535.

4.5.3. Langkah-langkah Pengujian

1. Nyalakan power supply.
2. Atur pilihan pada keypad.

4.5.4. Proses Staples

1. Pilih Menu dengan menekan tombol pada Keypad yang ditunjukkan pada gambar 4.9:



Gambar 4.9 Penekanan tombol MEN pada keypad

2. Pilih jenis kertas A4 atau folio dengan menekan tombol atas atau bawah pada keypad lalu tekan tombol ENT yang ditunjukkan pada gambar 4.10:.



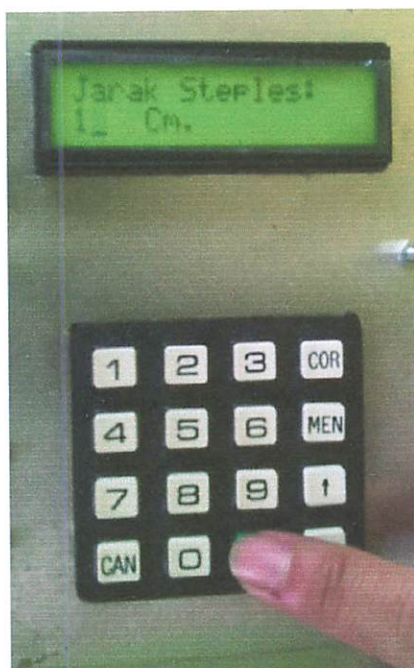
Gambar 4.10 Pilih jenis kertas

3. Pilih banyak staples dengan menekan tombol atas bawah pada keypad lalu tekan tombol ENT yang ditunjukkan pada gambar 4.11:



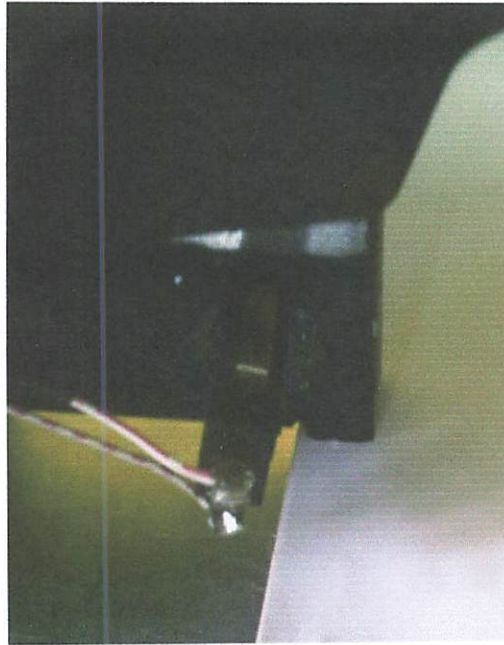
Gambar 4.11 Pilih banyak staples

4. Masukkan jarak staples minimum 0.5 cm dan maksimum 2 cm lalu tekan tombol ENT yang ditunjukkan pada gambar 4.12:



Gambar 4.12 Masukkan jarak staples

5. Proses saat akan mulai menstaples ditunjukkan pada gambar 4.13:



Gambar 4.13 Proses saat staples

Dari hasil pengujian alat keseluruhan didapatkan selisih antara hasil staples dengan nilai yang telah diinputkan, data hasil pengujian ditunjukkan dalam tabel 4.5:

Tabel 4.5 Hasil staples

No.	Inputan jarak staples (cm)	Hasil staples (cm)	% Error
1	1	0,9	10%
2	1	0,9	10%
3	1	1	0%
4	1,5	1,4	6,67%
5	1,5	1,5	0%
6	1,5	1,5	0%
7	2	2	0%
8	2	2	0%
9	2	2,2	10%

Dari hasil pengukuran didapat hasil analisa error pada hasil dari proses staples, yaitu :

$$\text{Error} = \frac{\text{hasil_staples} - \text{hasil_input}}{\text{hasil_input}} \times 100\%$$

$$= \frac{1 - 0,9}{1} \times 100\%$$

$$= 10\%$$

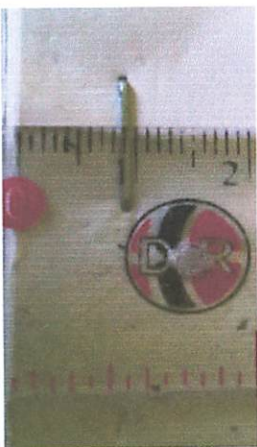
Dari hasil perhitungan error pada tabel 4.5 didapatkan error rata-rata yaitu :

$$\text{Error Rata-rata} = \frac{\sum \text{Error}}{\sum \text{Percobaan}}$$

$$= \frac{36,67}{9}$$

$$= 4,07\%$$

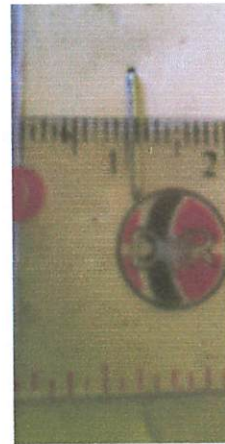
6. Hasil dari proses staples dapat dilihat pada gambar 4.14, 4.15, 4.16:



0,9 cm

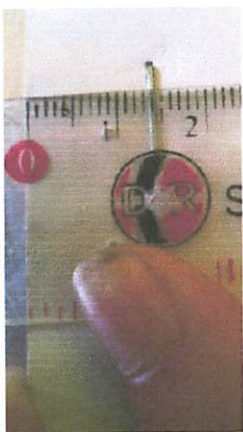


0,9 cm



1 cm

Gambar 4.14 Hasil staples 1 cm



1,4 cm

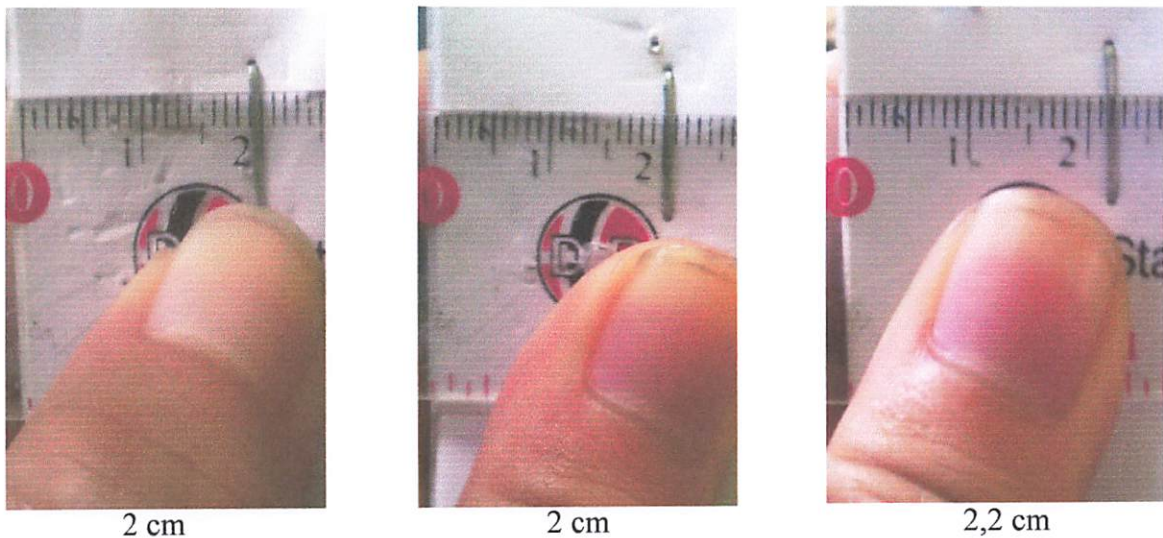


1,5 cm



1,5 cm

Gambar 4.15 Hasil staples 1,5 cm



Gambar 4.16 Hasil staples 2 cm

4.6. Pengujian Waktu Penstaplesan

Pengujian waktu penstaplesan dilakukan agar kita dapat mengetahui perbandingan antara proses manual dengan proses saat menggunakan mesin staples otomatis yang waktunya diukur saat mulai menata kertas yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.6:

Tabel 4.6 Waktu Staples

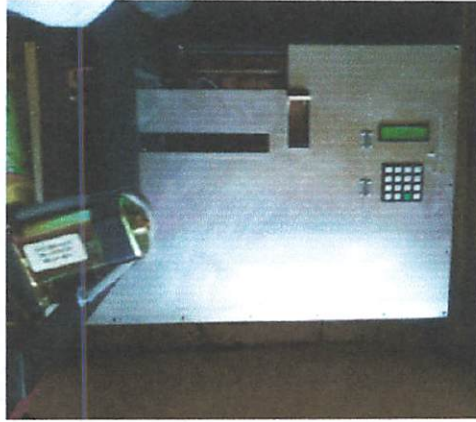
Jenis Pengoperasian	Banyak Staples	Waktu yang diperlukan
Manual	2 staples	25.7 detik
	3 staples	34.6 detik
Otomatis	2 staples	35.3 detik
	3 staples	45.1 detik

4.7. Spesifikasi Alat

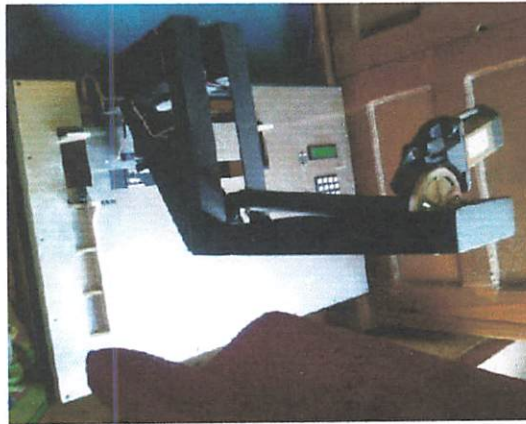
Setelah melalui proses perencanaan dan pengujian alat, maka didapatkan spesifikasi sebagai berikut :

- Dimensi Panjang X Lebar X Tinggi alat : 60cm X 40cm X 65cm
- Tegangan input : AC 220V
- Arus Input : 10 A
- Jarak staples minimum 0,5 cm dan jarak maksimum 2 cm
- Banyak staples 2 dan 3
- Ketebalan kertas maksimum 1,5 cm

Foto Alat dapat dilihat pada gambar 4.17 dan 4.18 :



Gambar 4.17. Foto alat tampak atas



Gambar 4.18. Foto alat tampak samping

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem secara keseluruhan, maka kesimpulan dari alat yang dibuat diuraikan sebagaimana berikut:

1. Hardware yang dirancang dapat melakukan proses pengendalian dan pengontrolan motor, pembacaan logika Optocoupler dan scanning keypad.
2. Software yang dirancang dapat melakukan proses pembacaan scanning keypad, penampil informasi LCD, dan kalibrasi pulsa optocoupler kedalam jarak.
3. Konstruksi Mekanik yang dirancang mampu melakukan gerakan secara vertical, horizontal dan naik turun yang dikontrol oleh system ATMEGA8535.
4. System yang dirancang mampu melakukan pen-steplesan kertas A4 dan folio dengan pengaturan jarak yang dapat dikontrol melalui keypad.
5. Pada alat ini terdapat eror rata-rata hasil staples sebesar 4,07 %.

5.2 Saran

Dalam melakukan penyusunan skripsi mulai pembuatan laporan hingga alat dapat beroperasi, penyusun mendapatkan hasil yang baik dan memuaskan, namun demikian penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi dan pembuatan alat ini masih terdapat banyak kelemahan yang perlu dilakukan perbaikan agar kinerja system dapat lebih optimal, diantaranya:

1. Pengontrolan motor pada konstruksi mekanik menggunakan system open loop, dan mikrokontroller tidak dapat mengontrol kondisi awal (idle) atau kondisi finish dari posisi motor, sehingga diperlukan pengembangan system pada umpan balik motor untuk memperbaiki kecepatan dan performa sistem.
2. Untuk menambah kepresisian jarak staples, maka diperlukan grid opto (baling-baling) yang lebih rapat, sehingga error yang didapat dapat diminimalkan.
3. Driver relay yang digunakan, sering menyebabkan spark dan noise yang kadang menyebabkan trouble pada system mikrokontroller, untuk itu diperlukan adanya penyempurnaan driver.
4. Ukuran staples yang mampu ditangani hanya berkisar 0,5 cm hingga 2 cm dengan ketebalan kertas 1 cm hingga 1,5 cm. Untuk memperbanyak ukuran, maka konstruksi mekanik dapat dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andriyanto, Heri.2008.*Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA 16*. Bandung:Informatika.
2. Daryanto.2010.*Ketrampilan Kejuruan Teknik Elektronika*.Bandung:Satu Nusa.
3. Winoto, Ardi.2008.*Mikrokontroler AVR ATmega 8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung:Informatika.
4. Budiharto, Widodo.2011.*Aneka Proyek Mikrokontroler*.Jakarta:Graha Ilmu.
5. Rusmadi, D. & Prihadi, D.2007.*Belajar Rangkaian Elektronika Tanpa Guru*. Bandung:Del Fajar.
6. Putra, Eko Agfianto.2010.*Mikrokontroler AT89 dan AVR*.Yogyakarta:Gava Media.
7. Wardhana, Lingga.2006.*Buku Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATMEGA 8535 Simulasi, Hardware, dan Aplikasi*.Jakarta:Andi.
8. <http://enlogis.indonetwork.co.id/1730842/electric-stapler-stapler-elektrik-merk-elm-japan-es-510-es.html> diakses tanggal 14 Maret 2012
9. http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/ATMEGA8535.html diakses tanggal 25 Juni 2011
10. <http://staff.ui.ac.id/internal/040603019/material/DCMotorPaperandQA.pdf> diakses tanggal 25 Juni 2011
11. <http://pe2nk87.wordpress.com/2010/12/13/sensor-optocoupler/> diakses tanggal 25 Juni 2011
12. <http://id.wikipedia.org/wiki/Transistor> diakses tanggal 25 Juni 2011
13. http://id.wikipedia.org/wiki/Tampilan_kristal_cair diakses tanggal 25 Juni 2011
14. <http://ionozer.blogspot.com/2010/12/mengenal-limit-switches.html> diakses tanggal 25 Juni 2011





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAM 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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Surya Sugiharto Halim

NIM : 07.12.204

Jurusan : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Elektronika S-1

Masa Bimbingan : 28 Desember 2011 s/d 28 Juni 2012

Judul Skripsi : **Perancangan dan Pembuatan Mesin Staples Otomatis Berbasis
Mikrokontroler**

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

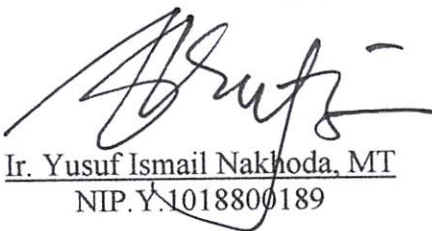
Hari : Selasa

Tanggal : 21 Februari 2012

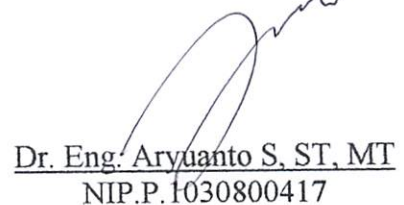
Dengan Nilai : 86,25 (A) *o*

Panitia Ujian Skripsi,

Ketua Majelis Penguji

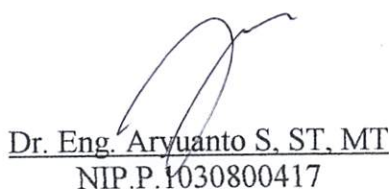

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. 1018800189

Sekretaris Majelis Penguji

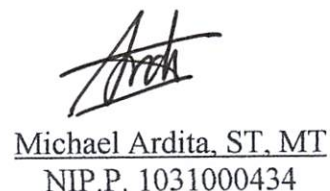

Dr. Eng. Aryuanto S, ST, MT
NIP.P. 1030800417

Anggota Penguji,

Penguji I


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

Penguji II


Michael Ardita, ST, MT
NIP.P. 1031000434



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan ujian skripsi jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama : Surya Sugiharto Halim
Nim : 07.12.204
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Elektronika S-1
Judul : **Perancangan dan Pembuatan Mesin Staples Otomatis Berbasis Mikrokontroller.**

No	Penguji	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Penguji I	21 Februari 2012	<ol style="list-style-type: none">1. Perlu dicari referensi alat sejenis.2. Tujuan perlu disesuaikan dengan hasil pengujian.3. Perlu ditambahkan aspek-aspek yang dirancang.4. Pengujian waktu penstaplesan5. Skema keseluruhan sistem.	
2.	Penguji II	21 Februari 2012	<ol style="list-style-type: none">1. Perlu di tambah dengan skema sistem keseluruhan. ✓2. Perlu diperjelas untuk proses jalankan motor X1 dan X2. ✓3. Perlu dibuat lebih lengkap untuk pustaka dari internet. ✓	

Disetujui :

Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

Michael Ardita, ST, MT
NIP.P. 1031000434

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I

Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y. 1028700172

Dosen Pembimbing II

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



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan ujian skripsi jenjang Sarjana I Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama : Surya Nugroho Halim
 NIM : 07.12.204
 Jurusan : Teknik Elektro
 Konsentrasi : Teknik Elektronika 2-1
 Ujian : Perancangan dan Pembastaran Alesia Staples Otomatis Berbasis Mikrokontroler

No	Pengujian	Tanggal	Isian	Paraf
1	Pengujian I	31 Februari 2012	1. Perlu dicantumkan referensi alat sistem.	
			2. Tujuan perlu disesuaikan dengan hasil pengujian.	
			3. Perlu ditambahkan aspek-aspek yang dirumuskan.	
			4. Pengujian waktu penastabilan sistem keseluruhan sistem.	
2	Pengujian II	31 Februari 2012	1. Perlu di tambah dengan skema sistem keseluruhan.	
			2. Perlu dijelaskan untuk proses jalannya motor X1 dan X2.	
			3. Perlu dibuat lebih lengkap untuk pustaka dari internet.	

Disetujui :

Dosen Pengujian II

Dosen Pengujian I

Michael Ardita S.T, MT
 NIP. 103100434

Dr. Eng. Arwanto S.T, MT
 NIP. 103080417

Mangarahmadi :

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

M. Ibrahim Ashari S.T, MT
 NIP. 1030100358

Ir. Eko Nurcahyo
 NIP. 1028700172



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Surya Sugiharto Halim
Nim : 07.12.204
Masa Bimbingan : 28 Desember 2011 s/d 28 Juni 2012 *By*
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Mesin Staples Otomatis Berbasis Mikrokontroller

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	10 des 2011	Bab I acc	
2	26 des 2011	Bab II acc	
3	28 des 2011	Bab III acc	
4	5 jan 2012	Bab IV	
5	2 Feb 2012	Bab V	
6			
7			
8			
9			
10			

Malang,
Dosen Pembimbing I

Ir. Eko Nurcahyo
NIP.Y.1028700172



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Surya Sugiharto Halim
Nim : 07.12.204
Masa Bimbingan : 28 Desember 2011 s/d 28 Juni 2012 *BA*
Judul Skripsi : Perancangan dan Pembuatan Mesin Staples Otomatis Berbasis Mikrokontroler

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	10 des 2011	acc Bab I -	<i>[Signature]</i>
2	20 des 2011	Revisi Bab II, bab III	<i>[Signature]</i>
3	22 des 2011	acc Bab III dan III.	<i>[Signature]</i>
4	3 jan 2012	Revisi bab V -	<i>[Signature]</i>
5	2 feb 2012	acc bab V.	<i>[Signature]</i>
6	2 feb 2012	acc makalah seminar	<i>[Signature]</i>
7			
8			
9			
10			

Malang,
Dosen Pembimbing II

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



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Surya Sugiharto Halim
 NIM : 0712204
 Semester : VII
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Konsentrasi : **TEKNIK ELEKTRONIKA**
TEKNIK ENERGI LISTRIK
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA
TEKNIK KOMPUTER
TEKNIK TELEKOMUNIKASI
 Alamat : Jl. Rajawali II 1-5

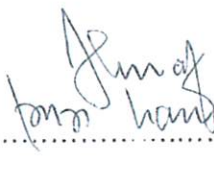
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat **SKRIPSI Tingkat Sarjana**. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

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.

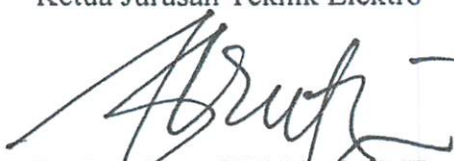
Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
 Recording Teknik Elektro


 (.....)

Malang,201
 Pemohon


 (.....)

Disetujui
 Ketua Jurusan Teknik Elektro


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

Mengetahui
 Dosen Wali


 (.....)

Catatan :

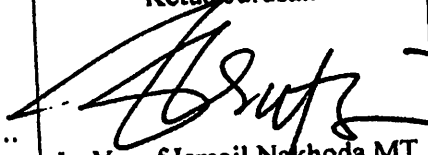

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan/Sekretaris Jurusan T. Elektro S-1

1. 494/138 = 3,58
2.
3. praktek teori lengkap //



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

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

1.	Nama Mahasiswa: <u>Surya Sugiharto Halim</u>	Nim: <u>0712204</u>
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: _____ Bulan: _____ Tahun: _____
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)	
	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri	e. Elektronika & Komponen f. Elektronika Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. lainnya
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*) <u>Ibrahim Ashari, ST, MT</u>	Ketua Jurusan  <u>Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT</u> NIP. Y. 1018600189
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	<u>Perancangan dan Pembuatan Mesin Stapler Otomatis Berbasis Mikrokontroler</u>
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu
7.	Catatan:	Disetujui Dosen <u>11 Mei 2010</u>  <u>M. Ibrahim Ashari, ST, MT</u>

Perhatian:

1. Formulir pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
**) dilingkari a, b, c,atau g sesuai bidang keahlian



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

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

1.	Nama Mahasiswa: <u>SURYA SUGIHARTO HALIM</u>		Nim: <u>0712204</u>	
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	<u>28 JUNI 2011</u>		Ruang:
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)			
	a. Sistem Tenaga Elektrik	<input checked="" type="checkbox"/>	Elektronika & Komponen	
	b. Energi & Konversi Energi	<input type="checkbox"/>	Elektronika Digital & Komputer	
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	<input type="checkbox"/>	Elektronika Komunikasi	
	d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/>	h. lainnya	
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN STAPLES OTOMATIS BERBASIS MIKRO KONTROLLER</u>		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok			
6.	<u>Mhs telah menyelesaikan hew alat akan dibuatkan oleh seorang (Mas Yudi?) shag dia Mhs feb hanya perancangan alatnya saja mohon uli</u>			
Catatan: <u>diperhatikan!</u>				
Persetujuan Judul Skripsi				
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III	
	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
	 <u>Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT</u> NIP. Y. 1018800189	Pembimbing I 	Pembimbing II 	

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

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



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

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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
 BANK NIAGA MALANG

Malang, 31 Januari 2012

Nomor : **ITN-061/EL-FTI/ 2012**
 Lampiran : -
 Perihal : **Bimbingan Skripsi**
 Kepada : **Yth. Sdr. IR. EKO NURCAHYO**
 Dosen Pembimbing
 Jurusan Teknik Elektro S-1
 Di
 Malang

Dengan Hormat,
 Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal Skripsi untuk Mahasiswa :

Nama : **SURYA SUGIHARTO HALIM**
 Nim : **07 12 204**
 Fakultas : **Teknologi Industri**
 Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
 Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Maka dengan ini pembimbing tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara/l selama masa waktu 6 (enam) bulan.terhitung mulai tanggal:

28 DESEMBER 2011 s/d 28 JUNI 2012

Sebagai satu syarat menempuh ujian sarjana.
 Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima kasih.



Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
 NIP.Y. 1018806189

Tindakan:

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a



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

Malang, 31 Januari 2012

Nomor : ITN-060/EL-FTI/ 2012
Lampiran : -
Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. M. IBRAHIM ASHARI, ST, MT
Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
Di
Malang

Dengan Hormat,
Sesui dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal Skripsi untuk Mahasiswa :

Nama : SURYA SUGIHARTO HALIM
Nim : 07 12 204
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Maka dengan ini pembimbing tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara/I selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai tanggal:

28 DESEMBER 2011 s/d 28 JUNI 2012

Sebagai satu syarat menempuh ujian sarjana.
Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima kasih.



Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1

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

Tindakan:

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a

Config Porta.3 = Input

'keypad kolom 1

'konfigurasi port baris keypad

Config Porta.4 = Output

Config Porta.5 = Output

Config Porta.6 = Output

Config Porta.7 = Output

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.4 , Db5 = Portb.5 , Db6 = Portb.6 , Db7 = Portb.7 ,
E = Portb.3 , Rs = Portb.2

Config Lcd = 16 * 2

'konfigurasi lcd 16*2

'Config Int0 = Falling

'On Int0 Isr_int0

'Enable Int0

Portc = &HFF

Dim Key As Bit , Data_keypad As Byte

Dim Posisi As Integer

Dim Ukuran_kertas As Integer

Dim Jumlah_stepless As Integer

Dim Jarak_stepless As Integer

Dim Posisi_y As Integer

Dim Posisi_x_kiri As Integer

Dim Posisi_x_kanan As Integer

Dim Batas_jarak As Integer

Dim Temps As String * 6

Dim Temps2 As String * 6

Waitms 500

Cls

Cursor Off Noblink

Lcd "SURYA ITN 2012"

Lowerline

Lcd "NIM: 0712204"

Wait 2

'Enable Interrupts

Cls

Lcd "Loading....."

Wait 1

Posisi_y = 0

Reset Motor_y_geser_kanan

Wait 4

Set Motor_y_geser_kanan

Wait 1

Reset Margin_kiri_maju

Reset Margin_kanan_maju

Wait 10

Set Margin_kanan_maju

Set Margin_kiri_maju

```

Wait 1
Reset Steples_take
Wait 4
Set Steples_take
Wait 1
Restart:
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.4 , Db5 = Portb.5 , Db6 = Portb.6 , Db7 = Portb.7 ,
E = Portb.3 , Rs = Portb.2
Config Lcd = 16 * 2                                'konfigurasi lcd 16*2

Cls
Lcd "Tekan Menu "
Lowerline
Lcd "Untuk Mulai"
'Gosub A42step
'Do
'Loop
'Reset Margin_kiri_maju
'Do
' Gosub Hitung_putaran_x_kiri
' Locate 1 , 1
' Lcd Posisi_x_kiri ; " "
'Loop

Do
  Gosub Baca_keypad
  ' Upperline
  ' Lcd Posisi_y
  If Key = True Then
    If Data_keypad = Men Then
      Menu1:
      Gosub Pilih_kertas
      If Data_keypad = Cancel Then Goto Restart

      Gosub Pilih_jumlah_stepless
      If Data_keypad = Cancel Then Goto Menu1
      Gosub Pilih_jarak_stepless
      If Data_keypad = Cancel Then Goto Menu1
      Jarak_stepless = Jarak_stepless / 10
      Jarak_stepless = 6 - Jarak_stepless
      Batas_jarak = Jarak_stepless * 300
      Cls
      Lcd Ukuran_kertas ; " : " ; Jumlah_stepless
      Lowerline
      Lcd Jarak_stepless
      Wait 1
      Cls
      Lcd "Proses....."
      Posisi_x_kiri = 0
      Reset Margin_kiri_mundur

```

```

Reset Margin_kanan_mundur
Do
  Gosub Hitung_putaran_x_kiri
Loop Until Posisi_x_kiri = Batas_jarak
Set Margin_kiri_mundur
Set Margin_kanan_mundur
Wait 2
If Ukuran_kertas = A4 And Jumlah_stepless = 2stepless Then Gosub A42step
If Ukuran_kertas = A4 And Jumlah_stepless = 3stepless Then Gosub A43step
If Ukuran_kertas = Folio And Jumlah_stepless = 2stepless Then Gosub Folio2step
If Ukuran_kertas = Folio And Jumlah_stepless = 3stepless Then Gosub Folio3step
Wait 1
Cls
Lcd "Proses Selesai..."
Wait 2
Reset Margin_kiri_maju
Wait 1
Reset Margin_kanan_maju
Wait 8
Set Margin_kiri_maju
Wait 1
Set Margin_kanan_maju
Goto Restart
End If
End If
Loop

```

```

A42step:
Posisi_y = 0
Reset Motor_y_geser_kiri
Do
  Gosub Hitung_putaran_y
Loop Until Posisi_y = 30
Set Motor_y_geser_kiri
Wait 1
Gosub Steples
Reset Motor_y_geser_kiri
Do
  Gosub Hitung_putaran_y
Loop Until Posisi_y = 87
Set Motor_y_geser_kiri
Wait 1
Gosub Steples

Reset Motor_y_geser_kanan
Wait 4
Set Motor_y_geser_kanan
Return

```

```

Folio2step:

```

```

Posisi_y = 0
Reset Motor_y_geser_kiri
Do
  Gosub Hitung_putaran_y
Loop Until Posisi_y = 13
Set Motor_y_geser_kiri
Wait 1
Gosub Steples
Reset Motor_y_geser_kiri
Do
  Gosub Hitung_putaran_y
Loop Until Posisi_y = 78
Set Motor_y_geser_kiri
Wait 1
Gosub Steples

Reset Motor_y_geser_kanan
Wait 4
Set Motor_y_geser_kanan
Return

```

A43step:

```

Posisi_y = 0
Reset Motor_y_geser_kiri
Do
  Gosub Hitung_putaran_y
Loop Until Posisi_y = 7
Set Motor_y_geser_kiri
Wait 1
Gosub Steples
Reset Motor_y_geser_kiri
Do
  Gosub Hitung_putaran_y
Loop Until Posisi_y = 54
Set Motor_y_geser_kiri
Wait 1
Gosub Steples
Reset Motor_y_geser_kiri
Do
  Gosub Hitung_putaran_y
Loop Until Posisi_y = 98
Set Motor_y_geser_kiri
Wait 1
Gosub Steples

Reset Motor_y_geser_kanan
Wait 4
Set Motor_y_geser_kanan
Return

```


Folio3step:

```
Gosub Steples
Posisi_y = 0
Reset Motor_y_geser_kiri
Do
  Gosub Hitung_putaran_y
Loop Until Posisi_y = 39
Set Motor_y_geser_kiri
Wait 1
Gosub Steples
Reset Motor_y_geser_kiri
Do
  Gosub Hitung_putaran_y
Loop Until Posisi_y = 91
Set Motor_y_geser_kiri
Wait 1
Gosub Steples

Reset Motor_y_geser_kanan
Wait 4
Set Motor_y_geser_kanan
Return
```

Steples:

```
Reset Steples_push
Wait 5
Set Steples_push
Wait 1
Reset Steples_take
Wait 5
Set Steples_take
Wait 1
Return
```

Pilih_kertas:

```
Cls
Lcd "Silahkan Pilih "
Lowerline
Lcd "Ukuran Kertas. "
Wait 1
Cls
Lcd "A4      " ; Chr(&H7f)
Lowerline
Lcd "Folio    "
Posisi = 1
Data_keypad = 0
Do
  Gosub Baca_keypad
  If Key = 1 Then
    If Data_keypad = Down And Posisi < 2 Then Posisi = Posisi + 1
```

```

If Data_keypad = Up And Posisi > 1 Then Posisi = Posisi -1
Upperline
Select Case Posisi
  Case 1 : Lcd "A4      " ; Chr(&H7f)
    Lowerline
    Lcd "Folio      "

  Case 2 : Lcd "A4      "
    Lowerline
    Lcd "Folio      " ; Chr(&H7f)

End Select
End If
Loop Until Data_keypad = Enter Or Data_keypad = Cancel
Ukuran_kertas = Posisi
Return

Pilih_jumlah_stepless:
Cls
Lcd "Silahkan Pilih "
Lowerline
Lcd "Jumlah Stepless "
Wait 1
Cls
Lcd "2 Stepless  " ; Chr(&H7f)
Lowerline
Lcd "3 Stepless  "
Posisi = 1
Data_keypad = 0
Do
  Gosub Baca_keypad
  If Key = 1 Then
    If Data_keypad = Down And Posisi < 2 Then Posisi = Posisi + 1
    If Data_keypad = Up And Posisi > 1 Then Posisi = Posisi -1
    If Data_keypad = 2 Then Posisi = 1
    If Data_keypad = 3 Then Posisi = 2
    Upperline
    Select Case Posisi
      Case 1 : Lcd "2 Stepless  " ; Chr(&H7f)
        Lowerline
        Lcd "3 Stepless  "

      Case 2 : Lcd "2 Stepless  "
        Lowerline
        Lcd "3 Stepless  " ; Chr(&H7f)
    End Select
  End If
Loop Until Data_keypad = Enter Or Data_keypad = Cancel
Jumlah_stepless = Posisi
Return

```

```

Pilih_jarak_stepless:
  Cls
  Lcd "Silahkan Pilih "
  Lowerline
  Lcd "Jarak Stepless "
  Wait 1
  Back:
  Cls
  Lcd "Jarak Steples: "
  Lowerline
  Lcd " Cm.      "
  Posisi = 1
  Temps = ""
  Jarak_stepless = 0
  Data_keypad = 0
  Locate 2 , 1
  Cursor On Blink
  Do
    Reload:
    Gosub Baca_keypad
    If Key = 1 Then
      If Data_keypad = Down Or Data_keypad = Up Or Data_keypad = Men Then Goto
Reload
      If Data_keypad = Cor Then
        Lcd "."
        Temps = Temps + "."
        Incr Posisi
        Goto Reload
      Else
        If Data_keypad = Cancel Then
          If Posisi = 1 Then
            Goto Exit2
          Else
            Goto Back
          End If
        End If
      If Data_keypad <> Enter And Posisi < 4 Then
        Lcd Data_keypad
        Temps = Temps + Str(data_keypad)
        If Posisi = 1 Then Jarak_stepless = Data_keypad * 10
        If Posisi > 1 Then Jarak_stepless = Jarak_stepless + Data_keypad
      End If
    End If
    Incr Posisi
    If Posisi >= 4 Then Cursor Off Noblink
  End If
Loop Until Data_keypad = Enter
If Data_keypad = Enter Then

```

```

Cursor Off Noblink
If Jarak_stepless < 5 Then
  Cls
  Lcd "Maaf..! Jarak "
  Lowerline
  Lcd "Minimal 0.5 Cm"
  Wait 1
  Goto Back
End If
If Jarak_stepless > 20 Then
  Cls
  Lcd "Maaf. Jarak  "
  Lowerline
  Lcd "Maksimal 2 Cm"
  Wait 1
  Goto Back
End If
Else
  Jarak_stepless = 0
End If
Exit2:
Cursor Off Noblink
Return

```

```

Hitung_putaran_y:
Do
Loop Until Opto_y = 0
  Incr Posisi_y
  Waitms 1
Do
Loop Until Opto_y = 1
Return

```

```

Hitung_putaran_x_kiri:
Do
Loop Until Opto_margin_kiri = 0
  Incr Posisi_x_kiri
  Waitms 1
Do
Loop Until Opto_margin_kiri = 1
Return

```

```

Hitung_putaran_x_kanan:
Do
Loop Until Opto_margin_kanan = 0
  Incr Posisi_x_kanan
  Waitms 1
Do
Loop Until Opto_margin_kiri = 1
Return

```

```
'Isr_int0:  
' Posisi_y = Posisi_y + 1  
' Return  
'Return
```

Baca_keypad:

```
Key = 0  
Porta = &H7F 'scan baris 1  
If Kolom1 = 0 Then  
Data_keypad = 1  
Key = 1  
Goto Tahan  
End If
```

```
If Kolom2 = 0 Then  
Data_keypad = 2  
Key = 1  
Goto Tahan  
End If
```

```
If Kolom3 = 0 Then  
Data_keypad = 3  
Key = 1  
Goto Tahan  
End If
```

```
If Kolom4 = 0 Then 'tombol COR  
Data_keypad = Cor  
Key = 1  
Goto Tahan  
End If
```

```
Porta = &HBF 'bf 'scan baris 2  
If Kolom1 = 0 Then  
Data_keypad = 4  
Key = 1  
Goto Tahan  
End If
```

```
If Kolom2 = 0 Then  
Data_keypad = 5  
Key = 1  
Goto Tahan  
End If
```

```
If Kolom3 = 0 Then  
Data_keypad = 6  
Key = 1  
Goto Tahan
```

End If

```
If Kolom4 = 0 Then                                'tombol MEN
Data_keypad = Men
Key = 1
Goto Tahan
End If
```

```
Porta = &HDF                                       'df                                       'scan baris 3
If Kolom1 = 0 Then
Data_keypad = 7
Key = 1
Goto Tahan
End If
```

```
If Kolom2 = 0 Then
Data_keypad = 8
Key = 1
Goto Tahan
End If
```

```
If Kolom3 = 0 Then
Data_keypad = 9
Key = 1
Goto Tahan
End If
```

```
If Kolom4 = 0 Then                                'tombol up
Data_keypad = Up
Key = 1
Goto Tahan
End If
```

```
Porta = &HEF                                       'ef                                       'scan baris 4
If Kolom1 = 0 Then
Data_keypad = Cancel
Key = 1
Goto Tahan
End If
```

```
If Kolom2 = 0 Then
Data_keypad = 0
Key = 1
Goto Tahan
End If
```

```
If Kolom3 = 0 Then
Data_keypad = Enter                                'TOMBOL ENT
Key = 1
Goto Tahan
```

End If

```
If Kolom4 = 0 Then                                'tombol down
Data_keypad = Down
Key = 1
Goto Tahan
End If
```

Tahan:

```
Do
Loop Until Kolom1 = 1
Do
Loop Until Kolom2 = 1
Do
Loop Until Kolom3 = 1
Do
Loop Until Kolom4 = 1
Return
End
End
```

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

Nonvolatile 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

I/O and Packages

- 32 Programmable I/O Lines
- 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, and 44-pad QFN/MLF

Operating Voltages

- 2.7 - 5.5V for ATmega8535L
- 4.5 - 5.5V for ATmega8535

Speed Grades

- 0 - 8 MHz for ATmega8535L
- 0 - 16 MHz for ATmega8535



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

ATmega8535
ATmega8535L

Summary

2502KS-AVR-10/06

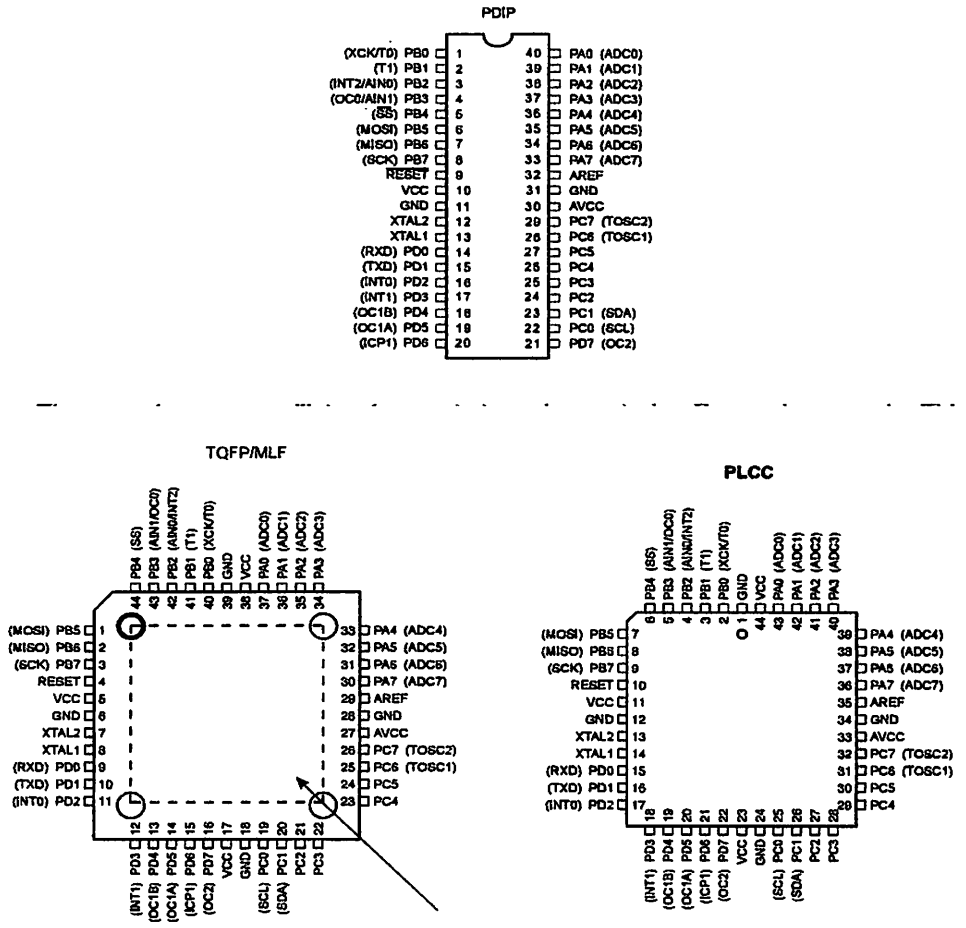


Note: This is a summary document. A complete document is available on our Web site at www.atmel.com.



Pin Configurations

Figure 1: Pinout ATmega8535



NOTE: MLF Bottom pad should be soldered to ground.

Disclaimer

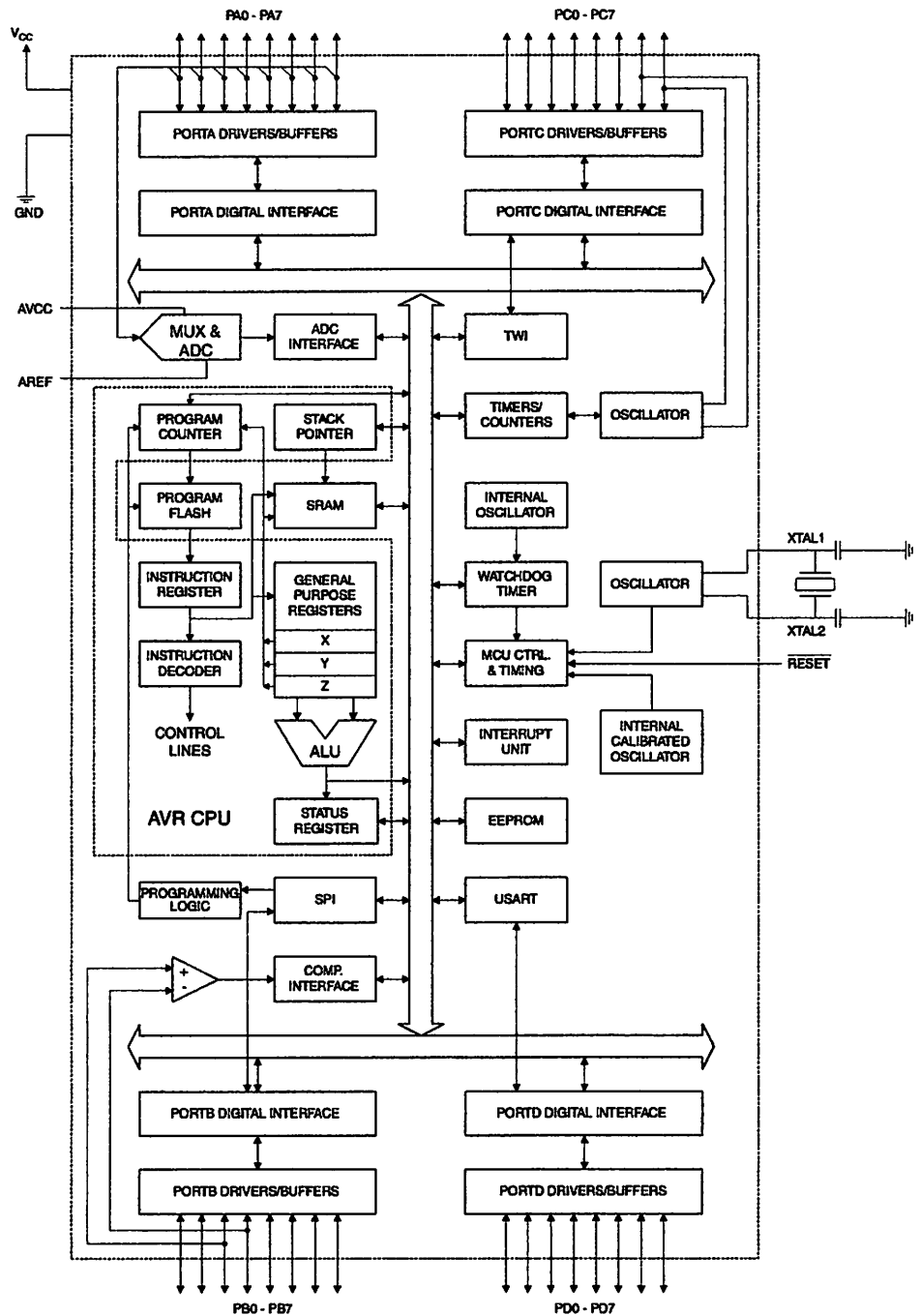
Typical values contained in this data sheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

Overview

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.

Block 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.

AT90S8535 Compatibility Mode

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 45 for details.
- The double buffering of the USART Receive Register is disabled. See "AVR USART vs. AVR UART – Compatibility" on page 146 for details.

Pin Descriptions

V_{CC}	Digital supply voltage.
GND	Ground.
Port A (PA7..PA0)	<p>Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.</p> <p>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.</p>
Port B (PB7..PB0)	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port B also serves the functions of various special features of the ATmega8535 as listed on page 60.</p>
Port C (PC7..PC0)	<p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p>
Port D (PD7..PD0)	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega8535 as listed on page 64.</p>
RESET	Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 37. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.
XTAL1	Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.
XTAL2	Output from the inverting Oscillator amplifier.
AVCC	AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V _{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V _{CC} through a low-pass filter.
AREF	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.



Resources

A comprehensive set of development tools, application notes and datasheets are available for download on <http://www.atmel.com/avr>.

About Code Examples

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



Register Summary

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
0x3F (0x5F)	SREG	I	T	H	S	V	N	Z	C	10
0x3E (0x5E)	SPH	-	-	-	-	-	-	SP9	SP8	12
0x3D (0x5D)	SPL	SP7	SP6	SP5	SP4	SP3	SP2	SP1	SP0	12
0x3C (0x5C)	OCR0	Timer/Counter0 Output Compare Register								85
0x3B (0x5B)	GICR	INT1	INT0	INT2	-	-	-	IVSEL	IVCE	49, 69
0x3A (0x5A)	GIFR	INTF1	INTF0	INTF2	-	-	-	-	-	70
0x39 (0x59)	TIMSK	OCIE2	TOIE2	TICIE1	OCIE1A	OCIE1B	TOIE1	OCIE0	TOIE0	85, 115, 133
0x38 (0x58)	TIFR	OCF2	TOV2	ICF1	OCF1A	OCF1B	TOV1	OCF0	TOV0	88, 116, 134
0x37 (0x57)	SPMCR	SPMIE	RWWSB	-	RWWSRE	BLBSET	PGWRT	PGERS	SPMEN	228
0x36 (0x56)	TWCR	TWINT	TWEA	TWSTA	TWSTO	TWWC	TWEN	-	TWIE	181
0x35 (0x55)	MCUCR	SM2	SE	SM1	SM0	ISC11	ISC10	ISC01	ISC00	32, 68
0x34 (0x54)	MCUCSR	-	ISC2	-	-	WDRF	BORF	EXTRF	PORF	40, 69
0x33 (0x53)	TCCR0	FOC0	WGM00	COM01	COM00	WGM01	CS02	CS01	CS00	83
0x32 (0x52)	TCNT0	Timer/Counter0 (8 Bits)								85
0x31 (0x51)	OSCCAL	Oscillator Calibration Register								30
0x30 (0x50)	SFIOR	ADTS2	ADTS1	ADTS0	-	ACME	PUD	PSR2	PSR10	59, 88, 135, 203, 223
0x2F (0x4F)	TCCR1A	COM1A1	COM1A0	COM1B1	COM1B0	FOC1A	FOC1B	WGM11	WGM10	110
0x2E (0x4E)	TCCR1B	ICNC1	ICES1	-	WGM13	WGM12	CS12	CS11	CS10	113
0x2D (0x4D)	TCNT1H	Timer/Counter1 – Counter Register High Byte								114
0x2C (0x4C)	TCNT1L	Timer/Counter1 – Counter Register Low Byte								114
0x2B (0x4B)	OCR1AH	Timer/Counter1 – Output Compare Register A High Byte								114
0x2A (0x4A)	OCR1AL	Timer/Counter1 – Output Compare Register A Low Byte								114
0x29 (0x49)	OCR1BH	Timer/Counter1 – Output Compare Register B High Byte								114
0x28 (0x48)	OCR1BL	Timer/Counter1 – Output Compare Register B Low Byte								114
0x27 (0x47)	ICR1H	Timer/Counter1 – Input Capture Register High Byte								114
0x26 (0x46)	ICR1L	Timer/Counter1 – Input Capture Register Low Byte								114
0x25 (0x45)	TCCR2	FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20	128
0x24 (0x44)	TCNT2	Timer/Counter2 (8 Bits)								130
0x23 (0x43)	OCR2	Timer/Counter2 Output Compare Register								131
0x22 (0x42)	ASSR	-	-	-	-	AS2	TCN2UB	OCR2UB	TCR2UB	131
0x21 (0x41)	WDTCR	-	-	-	WDCE	WDE	WDP2	WDP1	WDP0	42
0x20 ⁽¹⁾ (0x40) ⁽¹⁾	UBRRH	URSEL	-	-	-	-	UBRR(11:8)			189
	UCSRC	URSEL	UMSEL	UPM1	UPM0	USBS	UCSZ1	UCSZ0	UCPOL	187
0x1F (0x3F)	EEARH	-	-	-	-	-	-	-	EEAR8	19
0x1E (0x3E)	EEARL	EEPROM Address Register Low Byte								19
0x1D (0x3D)	EEDR	EEPROM Data Register								19
0x1C (0x3C)	EEDR	-	-	-	-	EERIE	EEMWE	EWE	EERE	19
0x1B (0x3B)	PORTA	PORTA7	PORTA6	PORTA5	PORTA4	PORTA3	PORTA2	PORTA1	PORTA0	66
0x1A (0x3A)	DDRA	DDA7	DDA6	DDA5	DDA4	DDA3	DDA2	DDA1	DDA0	66
0x19 (0x39)	PINA	PINA7	PINA6	PINA5	PINA4	PINA3	PINA2	PINA1	PINA0	66
0x18 (0x38)	PORTB	PORTB7	PORTB6	PORTB5	PORTB4	PORTB3	PORTB2	PORTB1	PORTB0	66
0x17 (0x37)	DDRB	DDB7	DDB6	DDB5	DDB4	DDB3	DDB2	DDB1	DDB0	66
0x16 (0x36)	PINB	PINB7	PINB6	PINB5	PINB4	PINB3	PINB2	PINB1	PINB0	67
0x15 (0x35)	PORTC	PORTC7	PORTC6	PORTC5	PORTC4	PORTC3	PORTC2	PORTC1	PORTC0	67
0x14 (0x34)	DDRC	DDC7	DDC6	DDC5	DDC4	DDC3	DDC2	DDC1	DDC0	67
0x13 (0x33)	PINC	PINC7	PINC6	PINC5	PINC4	PINC3	PINC2	PINC1	PINC0	67
0x12 (0x32)	PORTD	PORTD7	PORTD6	PORTD5	PORTD4	PORTD3	PORTD2	PORTD1	PORTD0	67
0x11 (0x31)	DDRD	DDD7	DDD6	DDD5	DDD4	DDD3	DDD2	DDD1	DDD0	67
0x10 (0x30)	PIND	PIND7	PIND6	PIND5	PIND4	PIND3	PIND2	PIND1	PIND0	67
0x0F (0x2F)	SPDR	SPI Data Register								143
0x0E (0x2E)	SPSR	SPIF	WCOL	-	-	-	-	-	SPI2X	143
0x0D (0x2D)	SPCR	SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	141
0x0C (0x2C)	UDR	USART I/O Data Register								164
0x0B (0x2B)	UCSRA	RXC	TXC	UDRE	FE	DOR	PE	U2X	MPCM	165
0x0A (0x2A)	UCSRB	RXCIE	TXCIE	UDRIE	RXEN	TXEN	UCSZ2	RXB8	TXB8	166
0x09 (0x29)	UBRRL	USART Baud Rate Register Low Byte								169
0x08 (0x28)	ACSR	ACD	ACBG	ACO	ACI	ACIE	ACIC	ACIS1	ACIS0	203
0x07 (0x27)	ADMUX	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	219
0x06 (0x26)	ADCSRA	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	221
0x05 (0x25)	ADCH	ADC Data Register High Byte								222
0x04 (0x24)	ADCL	ADC Data Register Low Byte								222
0x03 (0x23)	TWDR	Two-wire Serial Interface Data Register								183
0x02 (0x22)	TWAR	TWA6	TWA5	TWA4	TWA3	TWA2	TWA1	TWA0	TWGCE	183
0x01 (0x21)	TWSR	TWS7	TWS6	TWS5	TWS4	TWS3	-	TWPS1	TWPS0	183

Register Summary (Continued)

Address	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Page
0x00 (0x20)	TWBR	Two-wire Serial Interface Bit Rate Register								181

- Notes:
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

Mnemonics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
ARITHMETIC AND LOGIC INSTRUCTIONS					
ADD	Rd, Rr	Add two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr$	Z,C,N,V,H	1
ADC	Rd, Rr	Add with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd + Rr + C$	Z,C,N,V,H	1
ADIW	Rd,K	Add Immediate to Word	$RdH:RdL \leftarrow RdH:RdL + K$	Z,C,N,V,S	2
SUB	Rd, Rr	Subtract two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr$	Z,C,N,V,H	1
SUBI	Rd, K	Subtract Constant from Register	$Rd \leftarrow Rd - K$	Z,C,N,V,H	1
SBC	Rd, Rr	Subtract with Carry two Registers	$Rd \leftarrow Rd - Rr - C$	Z,C,N,V,H	1
SBCI	Rd, K	Subtract with Carry Constant from Reg.	$Rd \leftarrow Rd - K - C$	Z,C,N,V,H	1
SBIW	Rd,K	Subtract Immediate from Word	$RdH:RdL \leftarrow RdH:RdL - K$	Z,C,N,V,S	2
AND	Rd, Rr	Logical AND Registers	$Rd \leftarrow Rd \& Rr$	Z,N,V	1
ANDI	Rd, K	Logical AND Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \& K$	Z,N,V	1
OR	Rd, Rr	Logical OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \vee Rr$	Z,N,V	1
ORI	Rd, K	Logical OR Register and Constant	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
EOR	Rd, Rr	Exclusive OR Registers	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rr$	Z,N,V	1
COM	Rd	One's Complement	$Rd \leftarrow 0xFF - Rd$	Z,C,N,V	1
NEG	Rd	Two's Complement	$Rd \leftarrow 0x00 - Rd$	Z,C,N,V,H	1
SBR	Rd,K	Set Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \vee K$	Z,N,V	1
CBR	Rd,K	Clear Bit(s) in Register	$Rd \leftarrow Rd \& (0xFF - K)$	Z,N,V	1
INC	Rd	Increment	$Rd \leftarrow Rd + 1$	Z,N,V	1
DEC	Rd	Decrement	$Rd \leftarrow Rd - 1$	Z,N,V	1
TST	Rd	Test for Zero or Minus	$Rd \leftarrow Rd \& Rd$	Z,N,V	1
CLR	Rd	Clear Register	$Rd \leftarrow Rd \oplus Rd$	Z,N,V	1
SER	Rd	Set Register	$Rd \leftarrow 0xFF$	None	1
MUL	Rd, Rr	Multiply Unsigned	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
MULS	Rd, Rr	Multiply Signed	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
MULSU	Rd, Rr	Multiply Signed with Unsigned	$R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$	Z,C	2
FMUL	Rd, Rr	Fractional Multiply Unsigned	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
FMULS	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
FMULSU	Rd, Rr	Fractional Multiply Signed with Unsigned	$R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \lll 1$	Z,C	2
BRANCH INSTRUCTIONS					
RJMP	k	Relative Jump	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	2
IJMP		Indirect Jump to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	2
RCALL	k	Relative Subroutine Call	$PC \leftarrow PC + k + 1$	None	3
ICALL		Indirect Call to (Z)	$PC \leftarrow Z$	None	3
RET		Subroutine Return	$PC \leftarrow STACK$	None	4
RETI		Interrupt Return	$PC \leftarrow STACK$	I	4
CPSE	Rd,Rr	Compare, Skip If Equal	$\text{if } (Rd = Rr) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
CP	Rd,Rr	Compare	$Rd - Rr$	Z, N,V,C,H	1
CPC	Rd,Rr	Compare with Carry	$Rd - Rr - C$	Z, N,V,C,H	1
CPI	Rd,K	Compare Register with Immediate	$Rd - K$	Z, N,V,C,H	1
SBRC	Rr, b	Skip if Bit in Register Cleared	$\text{if } (Rr(b)=0) PC \leftarrow PC + 2 \text{ or } 3$	None	1/2/3
SBRSC	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
SBIC	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
SBIS	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
BRBS	s, k	Branch if Status Flag Set	$\text{if } (SREG(s) = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRBC	s, k	Branch if Status Flag Cleared	$\text{if } (SREG(s) = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BREQ	k	Branch if Equal	$\text{if } (Z = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRNE	k	Branch if Not Equal	$\text{if } (Z = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRCS	k	Branch if Carry Set	$\text{if } (C = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRCC	k	Branch if Carry Cleared	$\text{if } (C = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRSR	k	Branch if Same or Higher	$\text{if } (C = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRLO	k	Branch if Lower	$\text{if } (C = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRMI	k	Branch if Minus	$\text{if } (N = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRPL	k	Branch if Plus	$\text{if } (N = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRGE	k	Branch if Greater or Equal, Signed	$\text{if } (N \oplus V = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRLT	k	Branch if Less Than Zero, Signed	$\text{if } (N \oplus V = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRHS	k	Branch if Half Carry Flag Set	$\text{if } (H = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRHC	k	Branch if Half Carry Flag Cleared	$\text{if } (H = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRTS	k	Branch if T Flag Set	$\text{if } (T = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRTC	k	Branch if T Flag Cleared	$\text{if } (T = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRVS	k	Branch if Overflow Flag is Set	$\text{if } (V = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRVC	k	Branch if Overflow Flag is Cleared	$\text{if } (V = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRIE	k	Branch if Interrupt Enabled	$\text{if } (I = 1) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
BRID	k	Branch if Interrupt Disabled	$\text{if } (I = 0) \text{ then } PC \leftarrow PC + k + 1$	None	1/2
DATA TRANSFER INSTRUCTIONS					

Mnemonics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
MOV	Rd, Rr	Move Between Registers	$Rd \leftarrow Rr$	None	1
MOVW	Rd, Rr	Copy Register Word	$Rd+1:Rd \leftarrow Rr+1:Rr$	None	1
LDI	Rd, K	Load Immediate	$Rd \leftarrow K$	None	1
LD	Rd, X	Load Indirect	$Rd \leftarrow (X)$	None	2
LD	Rd, X+	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow (X), X \leftarrow X + 1$	None	2
LD	Rd, -X	Load Indirect and Pre-Dec.	$X \leftarrow X - 1, Rd \leftarrow (X)$	None	2
LD	Rd, Y	Load Indirect	$Rd \leftarrow (Y)$	None	2
LD	Rd, Y+	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow (Y), Y \leftarrow Y + 1$	None	2
LD	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
LD	Rd, Z	Load Indirect	$Rd \leftarrow (Z)$	None	2
LD	Rd, Z+	Load Indirect and Post-Inc.	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$	None	2
LD	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
LDS	Rd, k	Load Direct from SRAM	$Rd \leftarrow (k)$	None	2
ST	X, Rr	Store Indirect	$(X) \leftarrow Rr$	None	2
ST	X+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$(X) \leftarrow Rr, X \leftarrow X + 1$	None	2
ST	-X, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	$X \leftarrow X - 1, (X) \leftarrow Rr$	None	2
ST	Y, Rr	Store Indirect	$(Y) \leftarrow Rr$	None	2
ST	Y+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$(Y) \leftarrow Rr, Y \leftarrow Y + 1$	None	2
ST	-Y, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	$Y \leftarrow Y - 1, (Y) \leftarrow Rr$	None	2
STD	Y+q, Rr	Store Indirect with Displacement	$(Y + q) \leftarrow Rr$	None	2
ST	Z, Rr	Store Indirect	$(Z) \leftarrow Rr$	None	2
ST	Z+, Rr	Store Indirect and Post-Inc.	$(Z) \leftarrow Rr, Z \leftarrow Z + 1$	None	2
ST	-Z, Rr	Store Indirect and Pre-Dec.	$Z \leftarrow Z - 1, (Z) \leftarrow Rr$	None	2
STD	Z+q, Rr	Store Indirect with Displacement	$(Z + q) \leftarrow Rr$	None	2
STS	k, Rr	Store Direct to SRAM	$(k) \leftarrow Rr$	None	2
LPM		Load Program Memory	$R0 \leftarrow (Z)$	None	3
LPM	Rd, Z	Load Program Memory	$Rd \leftarrow (Z)$	None	3
LPM	Rd, Z+	Load Program Memory and Post-Inc	$Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$	None	3
SPM		Store Program Memory	$(Z) \leftarrow R1:R0$	None	-
IN	Rd, P	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
BIT 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	$Rd(3..0) \leftarrow Rd(7..4), Rd(7..4) \leftarrow Rd(3..0)$	None	1
BSET	s	Flag Set	$SREG(s) \leftarrow 1$	SREG(s)	1
BCLR	s	Flag Clear	$SREG(s) \leftarrow 0$	SREG(s)	1
BST	Rr, b	Bit Store from Register to T	$T \leftarrow Rr(b)$	T	1
BLD	Rd, b	Bit load from T to Register	$Rd(b) \leftarrow T$	None	1
SEC		Set Carry	$C \leftarrow 1$	C	1
CLC		Clear Carry	$C \leftarrow 0$	C	1
SEN		Set Negative Flag	$N \leftarrow 1$	N	1
CLN		Clear Negative Flag	$N \leftarrow 0$	N	1
SEZ		Set Zero Flag	$Z \leftarrow 1$	Z	1
CLZ		Clear Zero Flag	$Z \leftarrow 0$	Z	1
SEI		Global Interrupt Enable	$I \leftarrow 1$	I	1
CLI		Global Interrupt Disable	$I \leftarrow 0$	I	1
SES		Set Signed Test Flag	$S \leftarrow 1$	S	1
CLS		Clear Signed Test Flag	$S \leftarrow 0$	S	1
SEV		Set Twos Complement Overflow	$V \leftarrow 1$	V	1
CLV		Clear Twos Complement Overflow	$V \leftarrow 0$	V	1
SET		Set T in SREG	$T \leftarrow 1$	T	1
CLT		Clear T in SREG	$T \leftarrow 0$	T	1
SEH		Set Half Carry Flag in SREG	$H \leftarrow 1$	H	1
CLH		Clear Half Carry Flag in SREG	$H \leftarrow 0$	H	1
MCU CONTROL INSTRUCTIONS					
NOP		No Operation		None	1





Mnemonics	Operands	Description	Operation	Flags	#Clocks
SLEEP		Sleep	(see specific descr. for Sleep function)	None	1
WDR		Watchdog Reset	(see specific descr. for WDR/Timer)	None	1
BREAK		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		
	ATmega8535L-8AU ⁽²⁾	44A			
	ATmega8535L-8PU ⁽²⁾	40P6			
	ATmega8535L-8JU ⁽²⁾	44J			
	ATmega8535L-8MU ⁽²⁾	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		
ATmega8535-16AU ⁽²⁾		44A			
ATmega8535-16PU ⁽²⁾		40P6			
ATmega8535-16JU ⁽²⁾		44J			
ATmega8535-16MU ⁽²⁾		44M1			

- Note:
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities..
 2. Pb-free packaging alternative, complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.

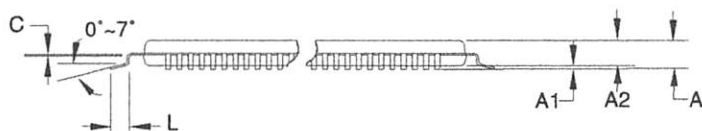
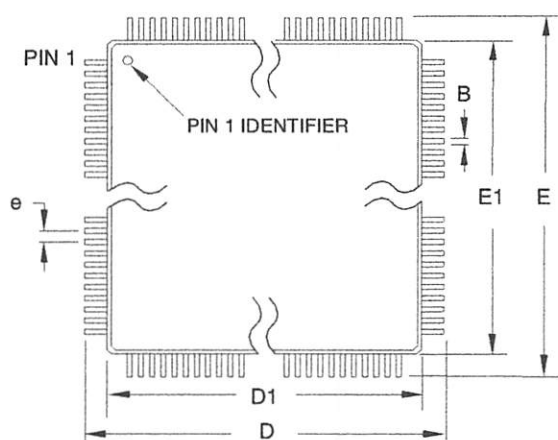
Package Type	
44A	44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flat Package (TQFP)
40P6	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
44M1-A	44-pad, 7 x 7 x 1.0 mm body, lead pitch 0.50 mm, Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package (QFN/MLF)





Packaging Information

44A



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)

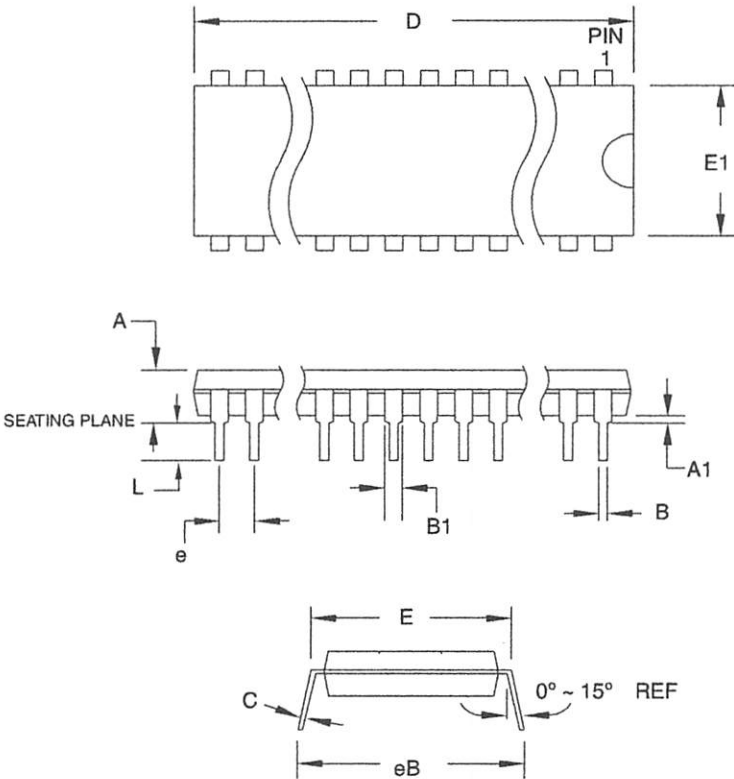
DRAWING NO.

44A

REV.

B

40P6



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 In-line Package (PDIP)

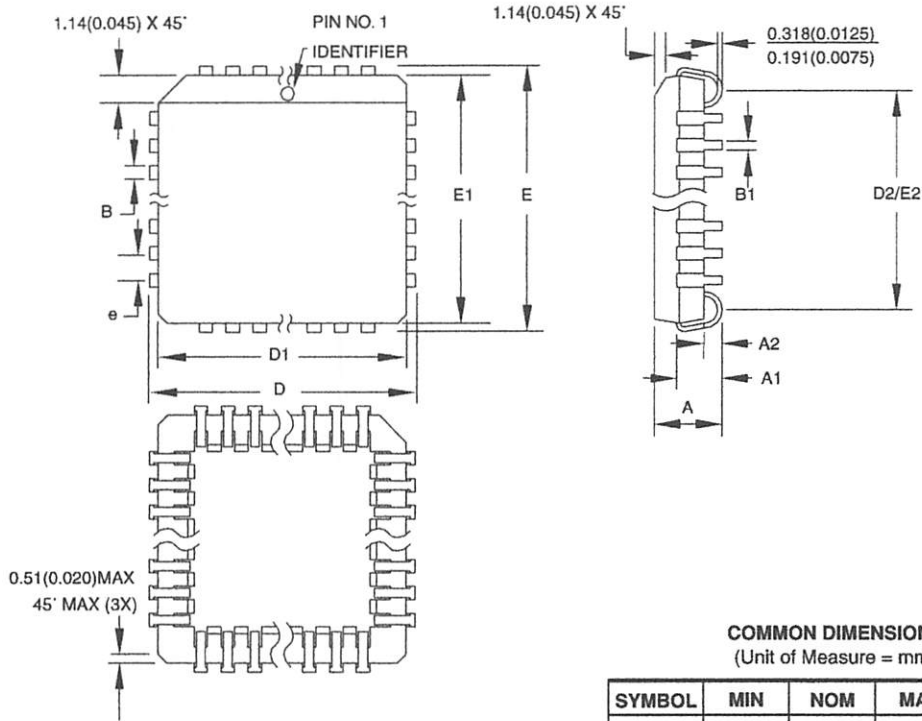
DRAWING NO.

40P6

REV.

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)

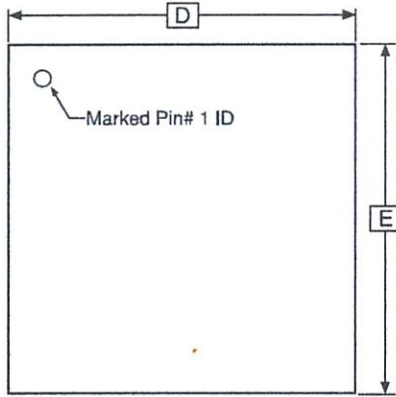
DRAWING NO.

44J

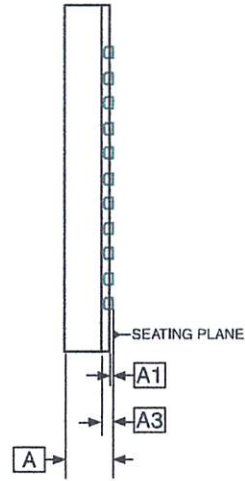
REV.

B

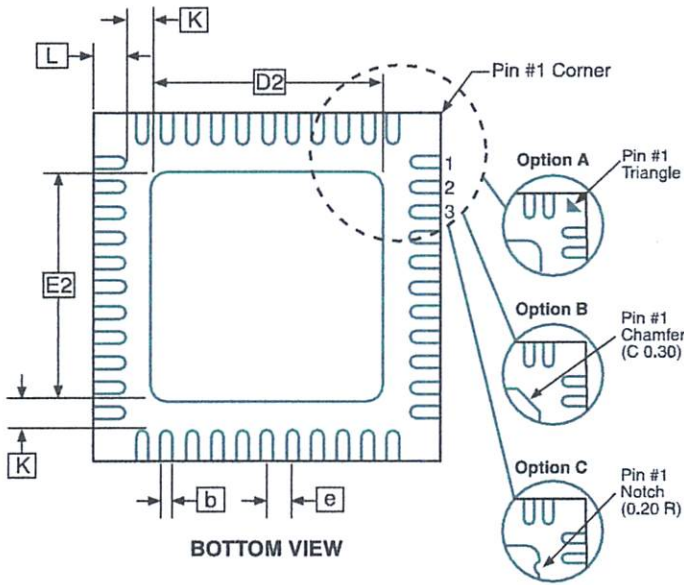
44M1-A



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	6.90	7.00	7.10	
D2	5.00	5.20	5.40	
E	6.90	7.00	7.10	
E2	5.00	5.20	5.40	
e	0.50 BSC			
L	0.59	0.64	0.69	
K	0.20	0.26	0.41	

Note: JEDEC Standard MO-220, Fig. 1 (SAW Singulation) VKKD-3.

5/27/06



2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131

TITLE

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

DRAWING NO.

44M1

REV.

G





Errata

The revision letter refer to the device revision.

ATmega8535 Rev. A and B

- **First Analog Comparator conversion may be delayed**
- **Asynchronous Oscillator does not stop in Power-down**

1. **First Analog Comparator conversion may be delayed**

If the device is powered by a slow rising V_{CC} , the first Analog Comparator conversion will take longer than expected on some devices.

Problem Fix/Workaround

When the device has been powered or reset, disable then enable the Analog Comparator before the first conversion.

2. **Asynchronous Oscillator does not stop in Power-down**

The asynchronous oscillator does not stop when entering Power-down mode. This leads to higher power consumption than expected.

Problem Fix/Workaround

Manually disable the asynchronous timer before entering Power-down.

Datasheet Revision History

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. 2502J- 08/06 to Rev. 2502K- 10/06

1. Updated TOP/BOTTOM description for all Timer/Counters Fast PWM mode.
2. Updated "Errata" on page 18.

Changes from Rev. 2502I- 06/06 to Rev. 2502J- 08/06

1. Updated "Ordering Information" on page 13.

Changes from Rev. 2502H- 04/06 to Rev. 2502I- 06/06

1. Updated code example "USART Initialization" on page 150.

Changes from Rev. 2502G- 04/05 to Rev. 2502H- 04/06

1. Added "Resources" on page 6.
2. Updated Table 7 on page 29, Table 17 on page 42 and Table 111 on page 258.
3. Updated "Serial Peripheral Interface – SPI" on page 136.
4. Updated note in "Bit Rate Generator Unit" on page 180.

Changes from Rev. 2502F- 06/04 to Rev. 2502G- 04/05

1. Removed "Preliminary" and TBD's.
2. Updated Table 37 on page 69 and Table 113 on page 261.
3. Updated "Electrical Characteristics" on page 255.
4. Updated "Ordering Information" on page 13.

Changes from Rev. 2502E-12/03 to Rev. 2502G-06/04

1. MLF-package alternative changed to "Quad Flat No-Lead/Micro Lead Frame Package QFN/MLF".

Changes from Rev. 2502E-12/03 to Rev. 2502F-06/04

1. Updated "Reset Characteristics" on page 37.
2. Updated SPH in "Stack Pointer" on page 12.
3. Updated C code in "USART Initialization" on page 150.
4. Updated "Errata" on page 18.

Changes from Rev. 2502D-09/03 to Rev. 2502E-12/03

1. Updated "Calibrated Internal RC Oscillator" on page 29.
2. Added section "Errata" on page 18.





**Changes from Rev.
2502C-04/03 to Rev.
2502D-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 37.
4. Updated “Absolute Maximum Ratings” and “DC Characteristics” in “Electrical Characteristics” on page 255.
5. Updated Table 111 on page 258.
6. Updated “ADC Characteristics” on page 263.
7. Updated “ATmega8535 Typical Characteristics” on page 266.
8. Removed CALL and JMP instructions from code examples and “Instruction Set Summary” on page 10.

**Changes from Rev.
2502B-09/02 to Rev.
2502C-04/03**

1. Updated “Packaging Information” on page 14.
2. Updated Figure 1 on page 2, Figure 84 on page 179, Figure 85 on page 185, Figure 87 on page 191, Figure 98 on page 207.
3. Added the section “EEPROM Write During Power-down Sleep Mode” on page 22.
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 44.
6. Removed ADHSM bit.
7. Renamed Port D pin ICP to ICP1. See “Alternate Functions of Port D” on page 64.
8. Added information about PWM symmetry for Timer 0 on page 79 and Timer 2 on page 126.
9. Updated Table 68 on page 169, Table 75 on page 190, Table 76 on page 193, Table 77 on page 196, Table 108 on page 253, Table 113 on page 261.
10. Updated description on “Bit 5 – TWSTA: TWI START Condition Bit” on page 182.
11. Updated the description in “Filling the Temporary Buffer (Page Loading)” and “Performing a Page Write” on page 231.
12. Removed the section description in “SPI Serial Programming Characteristics” on page 254.
13. Updated “Electrical Characteristics” on page 255.

- 14. Updated "ADC Characteristics" on page 263.
- 14. Updated "Register Summary" on page 8.
- 15. Various Timer 1 corrections.
- 16. Added WD_FUSE period in Table 108 on page 253.
- 1. Canged the Endurance on the Flash to 10,000 Write/Erase Cycles.

**Changes from Rev.
2502A-06/02 to Rev.
2502B-09/02**



Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 487-2600

Regional Headquarters

Europe

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

Asia

Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimshatsui
East Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2721-9778
Fax: (852) 2722-1369

Japan

9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
Tel: (81) 3-3523-3551
Fax: (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Memory

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

Microcontrollers

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

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

ASIC/ASSP/Smart Cards

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

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

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

RF/Automotive

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

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

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

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

Literature Requests

www.atmel.com/literature

Disclaimer: The information in this document is provided in connection with Atmel products. No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property right is granted by this document or in connection with the sale of Atmel products. EXCEPT AS SET FORTH IN ATMEL'S TERMS AND CONDITIONS OF SALE LOCATED ON ATMEL'S WEB SITE, ATMEL ASSUMES NO LIABILITY WHATSOEVER AND DISCLAIMS ANY EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY WARRANTY RELATING TO ITS PRODUCTS INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR NON-INFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL ATMEL BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, CONSEQUENTIAL, PUNITIVE, SPECIAL OR INCIDENTAL DAMAGES (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES FOR LOSS OF PROFITS, BUSINESS INTERRUPTION, OR LOSS OF INFORMATION) ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THIS DOCUMENT, EVEN IF ATMEL HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. Atmel makes no representations or warranties with respect to the accuracy or completeness of the contents of this document and reserves the right to make changes to specifications and product descriptions at any time without notice. Atmel does not make any commitment to update the information contained herein. Atmel's products are not intended, authorized, or warranted for use as components in applications intended to support or sustain life.

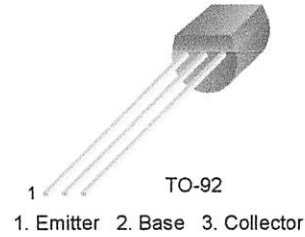
© 2006 Atmel Corporation. All rights reserved. Atmel[®], logo and combinations thereof, Everywhere You Are[®], AVR[®], and others are the trademarks or registered trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. Other terms and product names may be trademarks of others.

SS9012

SS9012

1W Output Amplifier of Potable Radios in Class B Push-pull Operation.

- High total power dissipation. ($P_T=625\text{mW}$)
- High Collector Current. ($I_C=-500\text{mA}$)
- Complementary to SS9013
- Excellent h_{FE} linearity.



PNP Epitaxial Silicon Transistor

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

Symbol	Parameter	Ratings	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	-40	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	-20	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	-5	V
I_C	Collector Current	-500	mA
P_C	Collector Power Dissipation	625	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	-55 ~ 150	$^\circ\text{C}$

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

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
BV_{CBO}	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = -100\mu\text{A}, I_E = 0$	-40			V
BV_{CEO}	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = -1\text{mA}, I_B = 0$	-20			V
BV_{EBO}	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = -100\mu\text{A}, I_C = 0$	-5			V
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB} = -25\text{V}, I_E = 0$			-100	nA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = -3\text{V}, I_C = 0$			-100	nA
h_{FE1}	DC Current Gain	$V_{CE} = -1\text{V}, I_C = -50\text{mA}$	64	120	202	
h_{FE2}		$V_{CE} = -1\text{V}, I_C = -500\text{mA}$	40	90		
$V_{CE}(\text{sat})$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -500\text{mA}, I_B = -50\text{mA}$		-0.18	-0.6	V
$V_{BE}(\text{sat})$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -500\text{mA}, I_B = -50\text{mA}$		-0.95	-1.2	V
$V_{BE}(\text{on})$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE} = -1\text{V}, I_C = -10\text{mA}$	-0.6	-0.67	-0.7	V

h_{FE} Classification

Classification	D	E	F	G	H
h_{FE1}	64 ~ 91	78 ~ 112	96 ~ 135	112 ~ 166	144 ~ 202

Typical Characteristics

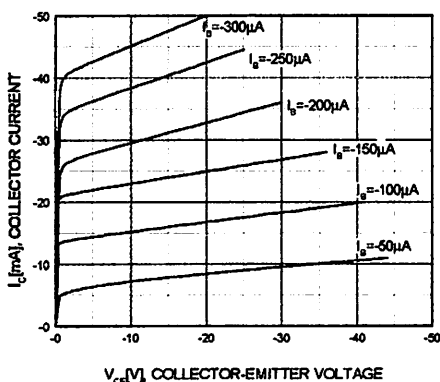


Figure 1. Static Characteristic

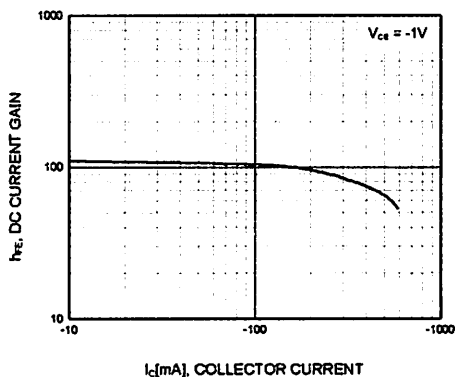


Figure 2. DC current Gain

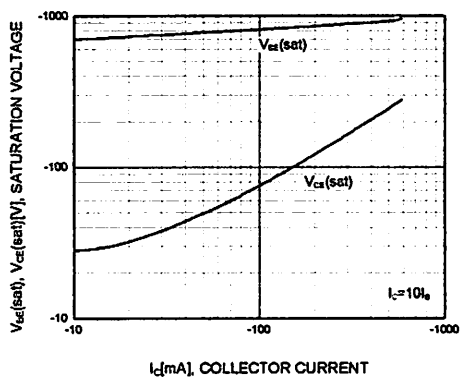


Figure 3. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

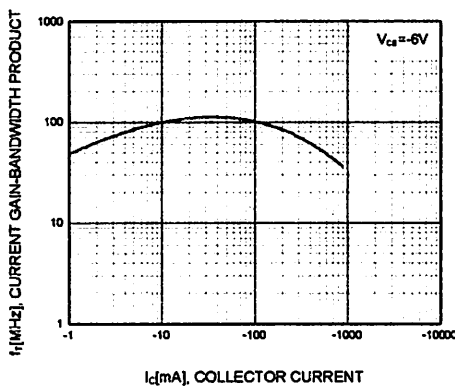
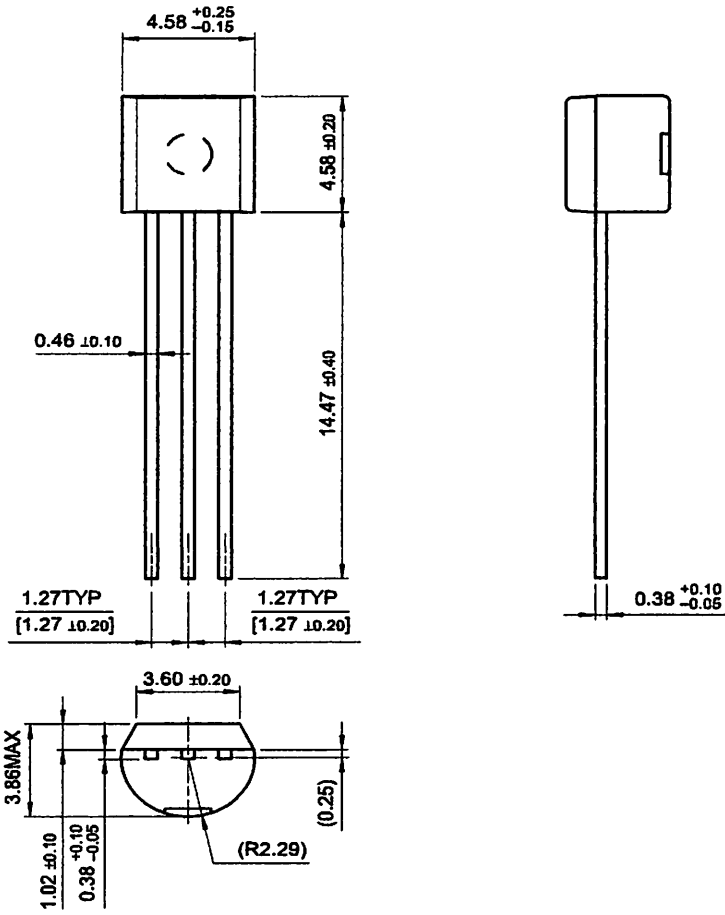


Figure 4. Current Gain Bandwidth Product

Package Dimensions

SS9012

TO-92



Dimensions in Millimeters

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACE [™]	FACT [™]	ImpliedDisconnect [™]	PACMAN [™]	SPM [™]
ActiveArray [™]	FACT Quiet series [™]	ISOPLANAR [™]	POP [™]	Stealth [™]
Bottomless [™]	FAST [®]	LittleFET [™]	Power247 [™]	SuperSOT [™] -3
CoolFET [™]	FAST [™]	MicroFET [™]	PowerTrench [®]	SuperSOT [™] -6
CROSSVOLT [™]	FRFET [™]	MicroPak [™]	QFET [™]	SuperSOT [™] -8
DOPE [™]	GlobalOptoisolator [™]	MICROWIRE [™]	QS [™]	SyncFET [™]
EcoSPARK [™]	GTO [™]	MSX [™]	QT Optoelectronics [™]	TinyLogic [™]
E ² C [™]	HiSeC [™]	MSXPro [™]	Quiet Series [™]	TruTranslation [™]
EnSigna [™]	I ² C [™]	OCX [™]	RapidConfigure [™]	UHC [™]
Across the board. Around the world. [™]		OCXPro [™]	RapidConnect [™]	UltraFET [®]
The Power Franchise [™]		OPTOLOGIC [®]	SILENT SWITCHER [®]	VCX [™]
Programmable Active Droop [™]		OPTOPLANAR [™]	SMART START [™]	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

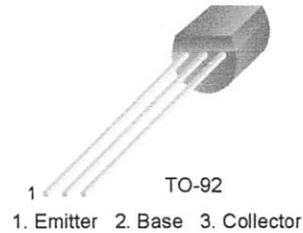
Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

SS9013

SS9013

1W Output Amplifier of Potable Radios in Class B Push-pull Operation.

- High total power dissipation. ($P_T=625\text{mW}$)
- High Collector Current. ($I_C=500\text{mA}$)
- Complementary to SS9012
- Excellent h_{FE} linearity.



NPN Epitaxial Silicon Transistor

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

Symbol	Parameter	Ratings	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	40	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	20	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current	500	mA
P_C	Collector Power Dissipation	625	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	-55 ~ 150	$^\circ\text{C}$

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

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
BV_{CBO}	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C=100\mu\text{A}, I_E=0$	40			V
BV_{CEO}	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C=1\text{mA}, I_B=0$	20			V
BV_{EBO}	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E=100\mu\text{A}, I_C=0$	5			V
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=25\text{V}, I_E=0$			100	nA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB}=3\text{V}, I_C=0$			100	nA
h_{FE1}	DC Current Gain	$V_{CE}=1\text{V}, I_C=50\text{mA}$	64	120	202	
h_{FE2}		$V_{CE}=1\text{V}, I_C=500\text{mA}$	40	120		
$V_{CE}(\text{sat})$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=500\text{mA}, I_B=50\text{mA}$		0.16	0.6	V
$V_{BE}(\text{sat})$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=500\text{mA}, I_B=50\text{mA}$		0.91	1.2	V
$V_{BE}(\text{on})$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE}=1\text{V}, I_C=10\text{mA}$	0.6	0.67	0.7	V

h_{FE} Classification

Classification	D	E	F	G	H
h_{FE1}	64 ~ 91	78 ~ 112	96 ~ 135	112 ~ 166	144 ~ 202

Typical Characteristics

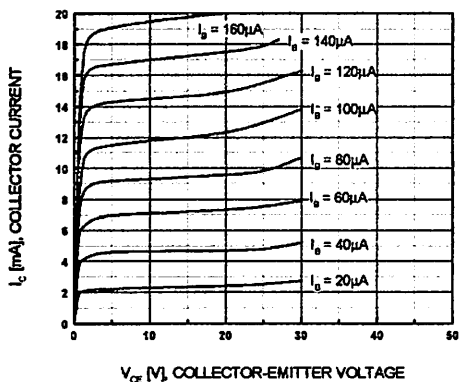


Figure 1. Static Characteristic

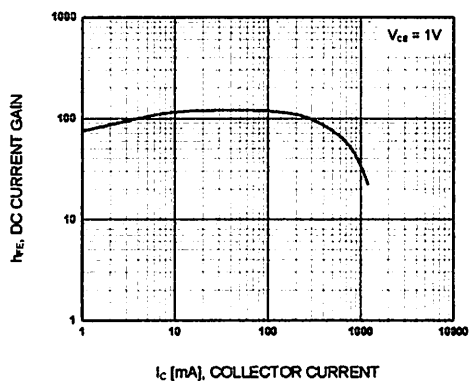


Figure 2. DC current Gain

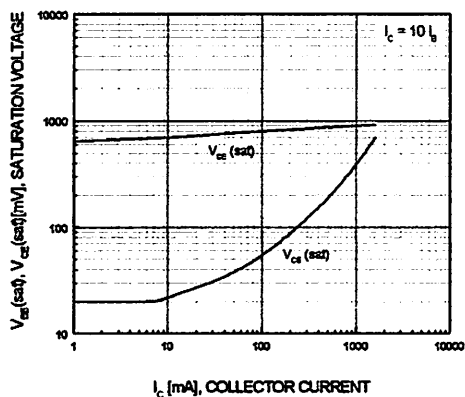


Figure 3. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

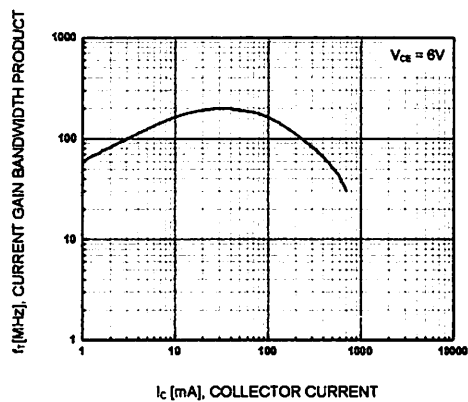
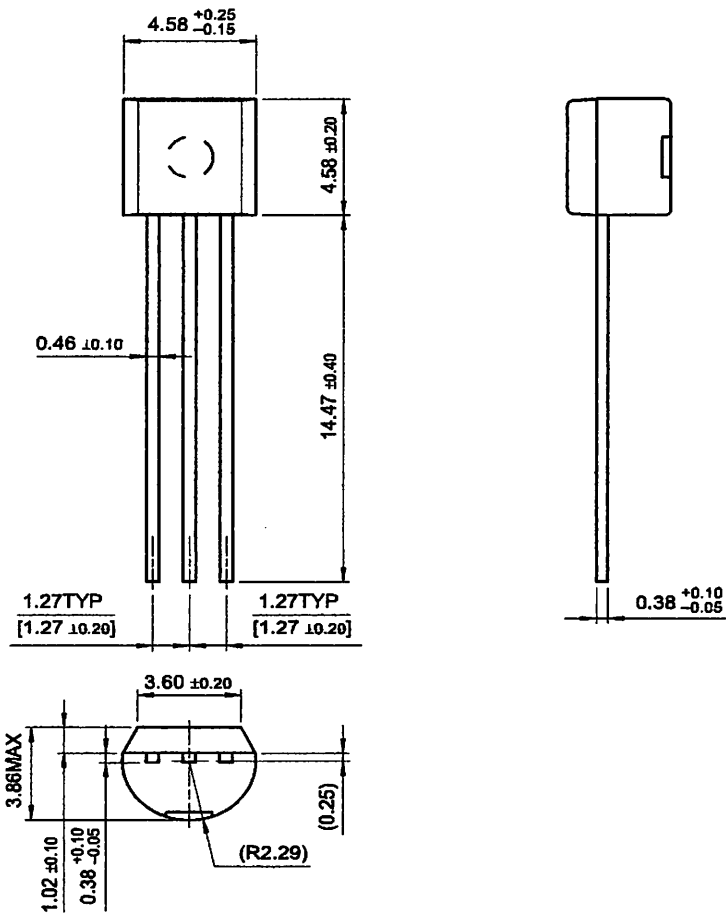


Figure 4. Current Gain Bandwidth Product

Package Dimensions

SS9013

TO-92



Dimensions in Millimeters

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACE ^x TM	FACT TM	ImpliedDisconnect TM	PACMAN TM	SPM TM
ActiveArray TM	FACT Quiet series TM	ISOPLANAR TM	POP TM	Stealth TM
Bottomless TM	FAST [®]	LittleFET TM	Power247 TM	SuperSOT TM -3
CoolFET TM	FAST ^r TM	MicroFET TM	PowerTrench [®]	SuperSOT TM -6
CROSSVOLT TM	FRFET TM	MicroPak TM	QFET TM	SuperSOT TM -8
DOMET TM	GlobalOptoisolator TM	MICROWIRE TM	QS TM	SyncFET TM
EcoSPARK TM	GTO TM	MSX TM	QT Optoelectronics TM	TinyLogic TM
E ² C ^{MOS} TM	HiSeC TM	MSXPro TM	Quiet Series TM	TruTranslation TM
EnSigna TM	I ² C TM	OCX TM	RapidConfigure TM	UHC TM
Across the board. Around the world. TM		OCXPro TM	RapidConnect TM	UltraFET [®]
The Power Franchise TM		OPTOLOGIC [®]	SILENT SWITCHER [®]	VCX TM
Programmable Active Droop TM		OPTOPLANAR TM	SMART START TM	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

General-purpose Relay

MY New model

Versatile and Function-filled Miniature Power Relay for Sequence Control and Power Switching Applications

- Models with lockable test buttons now available.
- Many variations possible through a selection of operation indicators (mechanical and LED indicators), lockable test button, built-in diode and CR (surge suppression), bifurcated contacts, etc.
- Arc barrier standard on 4-pole Relays.
- Dielectric strength: 2,000 VAC (coil to contact)
- Environment-friendly cadmium-free contacts.
- Safety standard approvals obtained.
- Wide range of Sockets (PY, PYF Series) and optional parts are available.
- Max. Switching Current: 2-pole: 10 A, 4-pole: 5 A
- Provided with nameplate.



Ordering Information

■ Relays

Standard Coil Polarity

Type	Contact form	Plug-in socket/Solder terminals		Without LED indicator
		Standard with LED indicator	With LED indicator and lockable test button	
Standard	DPDT	MY2N	MY2IN	MY2
	4PDT	MY4N	MY4IN	MY4
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN	MY4ZIN	MY4Z
With built-in diode (DC only)	DPDT	MY2N-D2	MY2IN-D2	---
	4PDT	MY4N-D2	MY4IN-D2	---
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN-D2	MY4ZIN-D2	---
With built-in CR (220/240 VAC, 110/120 VAC only)	DPDT	MY2N-CR	MY2IN-CR	---
	4PDT	MY4N-CR	MY4IN-CR	---
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN-CR	MY4ZIN-CR	---

Reverse Coil Polarity

Type	Contact form	Plug-in socket/Solder terminals	
		With LED indicator	With LED indicator and lockable test button
Standard (DC only)	DPDT	MY2N1	MY2IN1
	4PDT	MY4N1	MY4IN1
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN1	MY4ZIN1
With built-in diode (DC only)	DPDT	MY2N1-D2	MY2IN1-D2
	4PDT	MY4N1-D2	MY4IN1-D2
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN1-D2	MY4ZIN1-D2

Note: When ordering, add the rated coil voltage and "(s)" to the model number. Rated coil voltages are given in the coil ratings table.

Example: MY2 6VAC (S)
 ↑ ↓
 Rated coil voltage New model

■ Accessories (Order Separately)

Sockets

Poles	Front-mounting Socket (DIN-track/screw mounting)	Back-mounting Socket				PCB terminals
		Solder terminals		Wire-wrap terminals		
		Without clip	With clip	Without clip	With clip	
2	PYF08A-E PYF08A-N	PY08	PY08-Y1	PY08QN PY08QN2	PY08QN-Y1 PY08QN2-Y1	PY08-02
4	PYF14A-E PYF14A-N	PY14	PY14-Y1	PY14QN PY14QN2	PY14QN-Y1 PY14QN2-Y1	PY14-02

Socket Hold-down Clip Pairing

Relay type	Poles	Front-connecting Socket (DIN-track/screw mounting)		Back-connecting Socket			
		Socket	Clip	Solder/Wire-wrap terminals		PCB terminals	
				Socket	Clip	Socket	Clip
Without 2-pole test button	2	PYF08A-E PYF08A-N	PYC-A1	PY08(QN)	PYC-P PYC-P2	PY08-02	PYC-P PYC-P2
	4	PYF14A-E PYF14A-N		PY14(QN)		PY14-02	
2-pole test button	2	PYF08A-E PYF08A-N	PYC-E1	PY08(QN)	PYC-P2	PY08-02	PYC-P2

Mounting Plates for Sockets

Socket model	For 1 Socket	For 18 Sockets	For 36 Sockets
PY08, PY08QN(2), PY14, PY14QN(2)	PYP-1	PYP-18	PYP-36

Note: PYP-18 and PYP-36 can be cut into any desired length in accordance with the number of Sockets.

Track and Accessories

Supporting Track (length = 500 mm)	PFP-50N
Supporting Track (length = 1,000 mm)	PFP-100N, PFP-100N2
End Plate	PFP-M
Spacer	PFP-S

Specifications

■ Coil Ratings

	Rated voltage	Rated current		Coil resistance	Coil inductance (reference value)		Must operate voltage	Must release voltage	Max. voltage	Power consumption (approx.)
		50 Hz	60 Hz		Arm. OFF	Arm. ON				
		% of rated voltage								
AC	6 V*	214.1 mA	183 mA	12.2 Ω	0.04 H	0.08 H	80% max.	30% min.	110%	1.0 to 1.2 VA (60 Hz)
	12 V	106.5 mA	91 mA	46 Ω	0.17 H	0.33 H				
	24 V	53.8 mA	46 mA	180 Ω	0.69 H	1.30 H				
	48/50 V*	24.7/25.7 mA	21.1/22.0 mA	788 Ω	3.22 H	5.66 H				
	110/120 V	9.9/10.8 mA	8.4/9.2 mA	4,430 Ω	19.20 H	32.1 H				
	220/240 V	4.8/5.3 mA	4.2/4.6 mA	18,790 Ω	83.50 H	136.4 H				
DC	6 V*	151 mA		39.8 Ω	0.17 H	0.33 H	10% min.			0.9 W
	12 V	75 mA		160 Ω	0.73 H	1.37 H				
	24 V	37.7 mA		636 Ω	3.20 H	5.72 H				
	48 V*	18.8 mA		2,560 Ω	10.60 H	21.0 H				
	100/110 V	9.0/9.9 mA		11,100 Ω	45.60 H	86.2 H				

Note: 1. The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C with tolerances of +15%/–20% for rated currents and ±15% for DC coil resistance.

2. Performance characteristic data are measured at a coil temperature of 23°C.

3. AC coil resistance and impedance are provided as reference values (at 60 Hz).

4. Power consumption drop was measured for the above data. When driving transistors, check leakage current and connect a bleeder resistor if required.

5. Rated voltage denoted by "*" will be manufactured upon request. Ask your OMRON representative.

Contact Ratings

Item	2-pole		4-pole		4-pole (bifurcated)	
	Resistive load ($\cos\phi = 1$)	Inductive load ($\cos\phi = 0.4, L/R = 7 \text{ ms}$)	Resistive load ($\cos\phi = 1$)	Inductive load ($\cos\phi = 0.4, L/R = 7 \text{ ms}$)	Resistive load ($\cos\phi = 1$)	Inductive load ($\cos\phi = 0.4, L/R = 7 \text{ ms}$)
Rated load	5A, 250 VAC 5A, 30 VDC	2A, 250 VAC 2 A, 30 VDC	3 A, 250 VAC 3 A, 30 VDC	0.8 A, 250 VAC 1.5 A, 30 VDC	3 A, 250 VAC 3 A, 30 VDC	0.8 A, 250 VAC 1.5 A, 30 VDC
Carry current	10 A (see note)		5 A (see note)			
Max. switching voltage	250 VAC 125 VDC		250 VAC 125 VDC			
Max. switching current	10 A		5 A			
Max. switching power	2,500 VA 300 W	1,250 VA 300 W	1,250 VA 150 W	500 VA 150 W	1,250 VA 150 W	500 VA 150 W
Failure rate (reference value)	5 VDC, 1 mA		1 VDC, 1 mA		1 VDC, 100 μ A	

Note: Don't exceed the carry current of a Socket in use. Please see page 9.

Characteristics

Item	All Relays
Contact resistance	100 m Ω max.
Operate time	20 ms max.
Release time	20 ms max.
Max. operating frequency	Mechanical: 18,000 operations/hr Electrical: 1,800 operations/hr (under rated load)
Insulation resistance	1,000 M Ω min. (at 500 VDC)
Dielectric strength	2,000 VAC, 50/60 Hz for 1.0 min (1,000 VAC between contacts of same polarity)
Vibration resistance	Destruction: 10 to 55 to 10 Hz, 0.5 mm single amplitude (1.0 mm double amplitude) Malfunction: 10 to 55 to 10 Hz, 0.5 mm single amplitude (1.0 mm double amplitude)
Shock resistance	Destruction: 1,000 m/s ² Malfunction: 200 m/s ²
Endurance	See the following table.
Ambient temperature	Operating: -55°C to 70°C (with no icing)
Ambient humidity	Operating: 5% to 85%
Weight	Approx. 35 g

Note: The values given above are initial values.

Endurance Characteristics

Pole	Mechanical life (at 18,000 operations/hr)	Electrical life (at 1,800 operations/hr under rated load)
2-pole	AC:50,000,000 operations min. DC:100,000,000 operations min.	500,000 operations min.
4-pole		200,000 operations min.
4-pole (bifurcated)	20,000,000 operations min.	100,000 operations min.

■ Approved Standards

VDE Recognitions (File No. 112467UG, IEC 255, VDE 0435)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6, 12, 24, 48/50, 100/110 110/120, 200/220, 220/240 VAC	10 A, 250 VAC (cosφ=1) 10 A, 30 VDC (L/R=0 ms)	10 x 10 ³
4		5 A, 250 VAC (cosφ=1) 5 A, 30 VDC (L/R=0 ms)	100 x 10 ³ MY4Z AC; 50 x 10 ³

UL508 Recognitions (File No. 41515)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 30 VDC (General purpose) 10 A, 250 VAC (General purpose)	6 x 10 ³
4		5 A, 250 VAC (General purpose) 5 A, 30 VDC (General purpose)	

CSA C22.2 No. 14 Listings (File No. LR31928)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 30 VDC 10 A, 250 VAC	6 x 10 ³
4		5 A, 250 VAC (Same polarity) 5 A, 30 VDC (Same polarity)	

IMQ (File No. EN013 to 016)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6, 12, 24, 48/50, 100/110 110/120, 200/220, 220/240 VAC	10 A, 30 VDC 10 A, 250 VAC	10 x 10 ³
4		5 A, 250 VAC 5 A, 30 VDC	100 x 10 ³ MY4Z AC; 50 x 10 ³

LR Recognitions (File No. 98/10014)

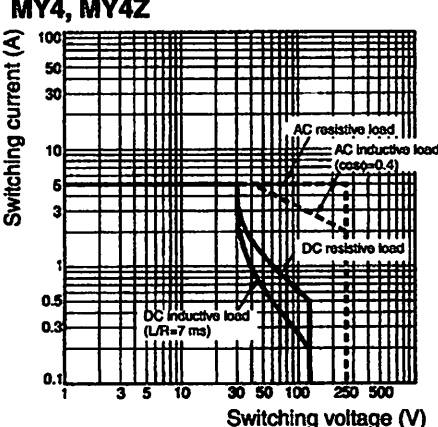
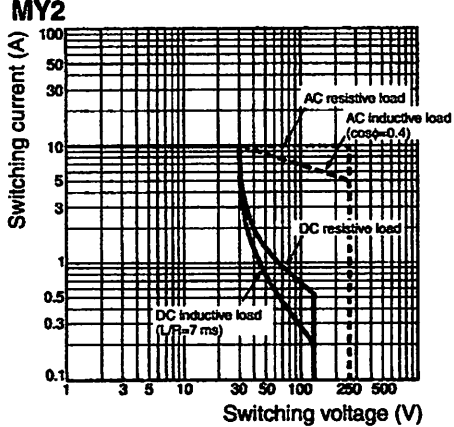
No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 250 VAC (Resistive) 2 A, 250 VAC (PF0.4) 10 A, 30 VDC (Resistive) 2 A, 30 VDC (L/R=7 ms)	50 x 10 ³
4		5 A, 250 VAC (Resistive) 0.8 A, 250 VAC (PF0.4) 5 A, 30 VDC (Resistive) 1.5 A, 30 VDC (L/R=7 ms)	50 x 10 ³

SEV Listings (File No. 99.5 50902.01)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 250 VAC 10 A, 30 VDC	10 x 10 ³
4		5 A, 250 VAC 5 A, 30 VDC	100 x 10 ³ MY4Z AC; 50 x 10 ³

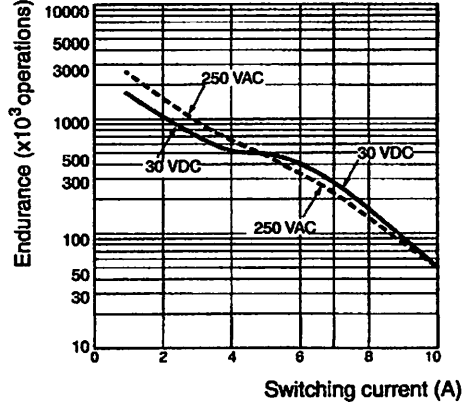
Engineering Data

Maximum Switching Power

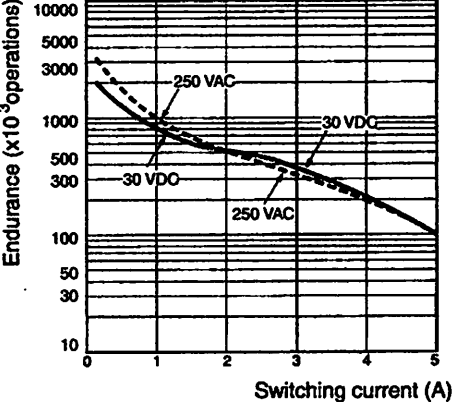


Endurance

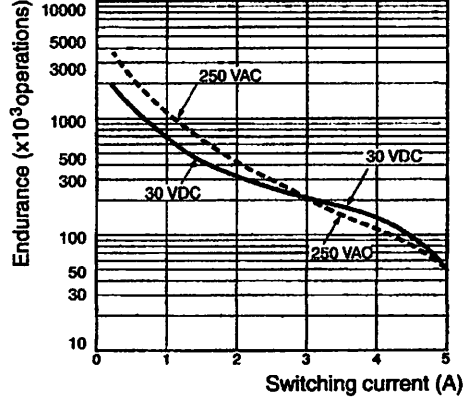
MY2 (Resistive Loads)



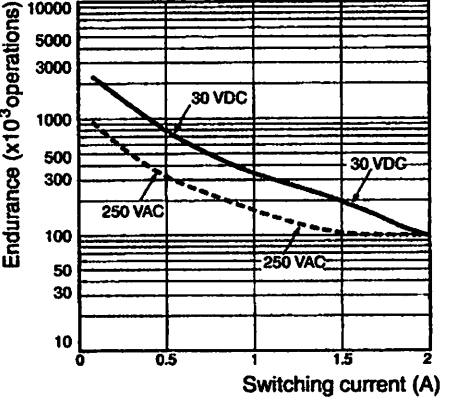
MY2 (Inductive Loads)



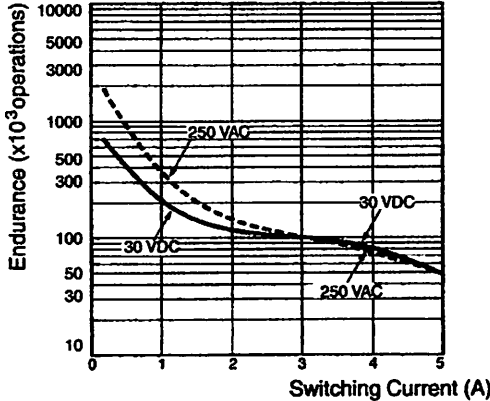
MY4 (Resistive Loads)



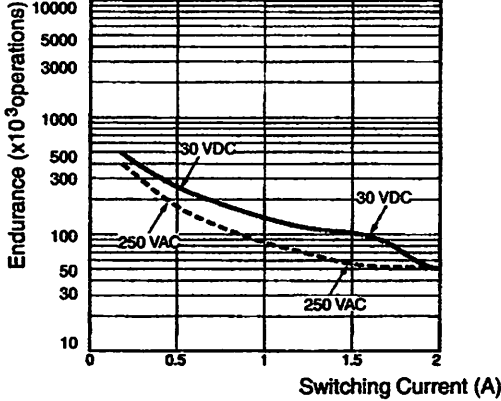
MY4 (Inductive Loads)



MY4Z (Resistive Loads)



MY4Z (Inductive Loads)

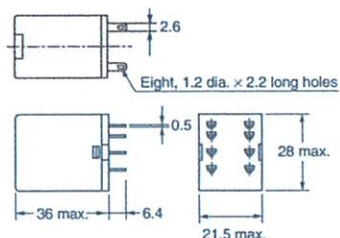
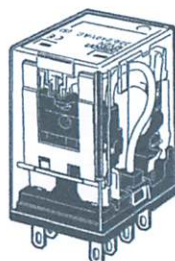


Dimensions

Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

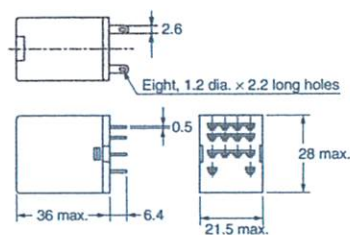
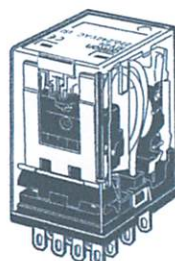
2-Pole Models

MY2N



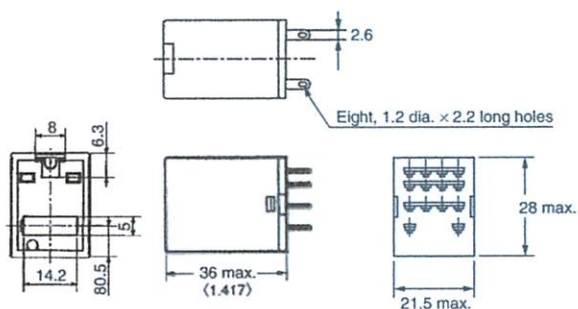
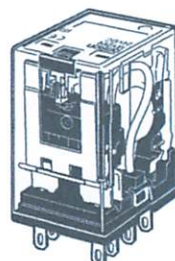
4-Pole Models

MY4N

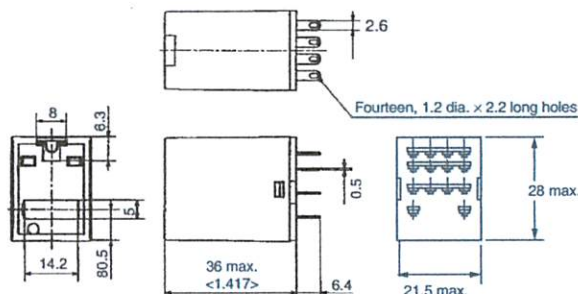
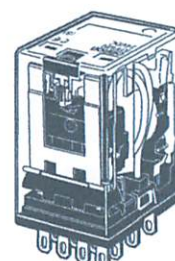


Models with Test Button

MY2IN

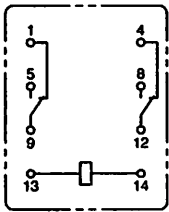


MY4IN

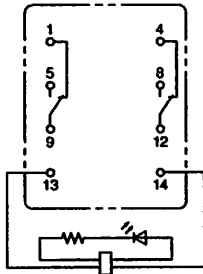


Terminal Arrangement/Internal Connections (Bottom View)

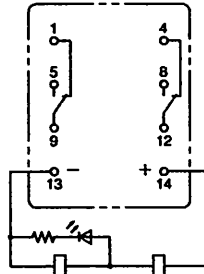
MY2



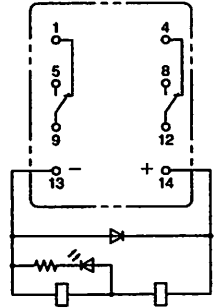
MY2N/MY2IN
(AC Models)



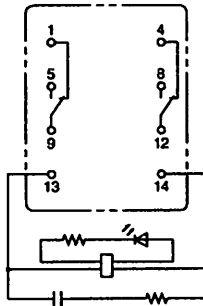
MY2N/MY2IN
(DC Models)



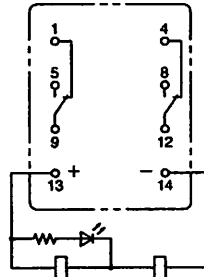
MY2N-D2/MY2IN-D2
(DC Models Only)



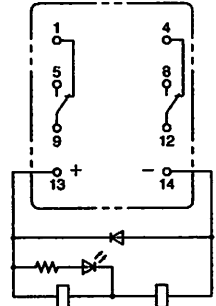
MY2N-CR/MY2IN-CR
(AC Models Only)



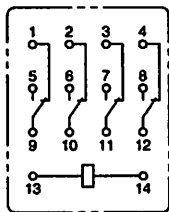
MY2N1/MY2IN1
(DC Models Only)



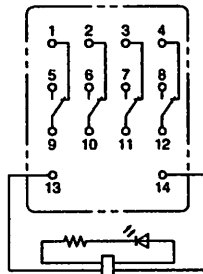
MY2N1-D2/MY2IN1-D2
(DC Models Only)



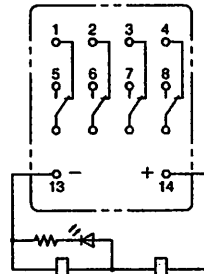
MY4(Z)



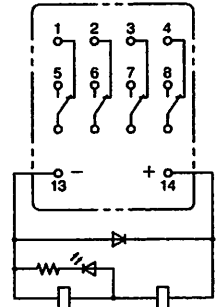
MY4(Z)N/MY4(Z)IN
(AC Models)



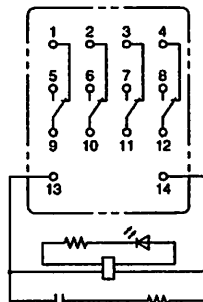
MY4(Z)N/MY4(Z)IN
(DC Models)



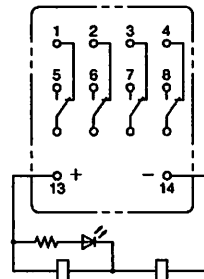
MY4(Z)N-D/MY4(Z)IN-D2
(DC Models Only)



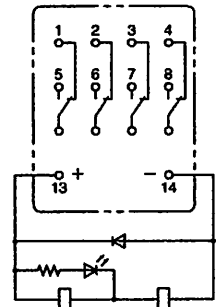
MY4(Z)N-CR/MY4(Z)IN-CR
(AC Models Only)



MY4(Z)N1/MY4(Z)IN1
(DC Models Only)



MY4(Z)N1-D2/MY4(Z)IN1-D2
(DC Models Only)

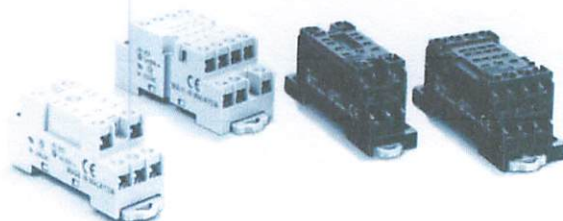


Note: The DC models have polarity.

Socket for MY

Track-mounted (DIN Track) Socket Conforms to VDE 0106, Part 100

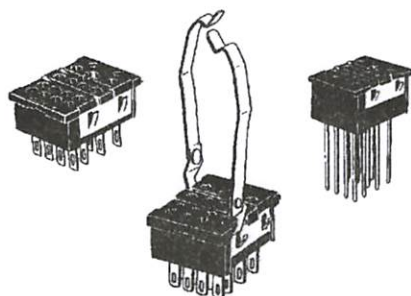
- Snap into position along continuous sections of any mounting track.
- Facilitates sheet metal design by standardized mounting dimensions.
- Design with sufficient dielectric separation between terminals eliminates the need of any insulating sheet.



■ Safety Standards for Sockets

Model	Standards	File No.
PYF08A-E, PYF08A-N	UL508	E87929
PYF14A-E, PYF14A-N	CSA22.2	LR31928

Back-connecting Sockets



■ Specifications

Item	Pole	Model	Carry current	Dielectric withstand voltage	Insulation resistance (see note 2)
Screwless Clamp Terminal Socket	2	PYF08S	10 A	2,000 VAC, 1 min	Less than 1,000 MΩ
	4	PYF14S	5 A		
Track-mounted Socket	2	PYF08A-E	7 A	2,000 VAC, 1 min	1,000 MΩ min.
		PYF08A-N (see note 3)	7 A (see note 4)		
	4	PYF14A-E	5 A		
		PYF14A-N (see note 3)	5 A (see note 4)		
Back-connecting Socket	2	PY08(-Y1)	7 A	1,500 VAC, 1 min	100 MΩ min.
		PY08QN(-Y1)			
		PY08-02			
	4	PY14(-Y1)	3 A		
		PY14QN(-Y1)			
		PY14-02			

Note: 1. The values given above are initial values.

2. The values for insulation resistance were measured at 500 V at the same place as the dielectric strength.

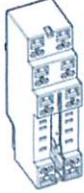
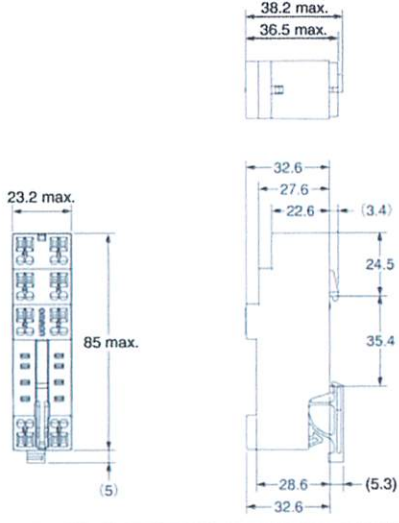
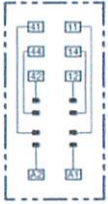

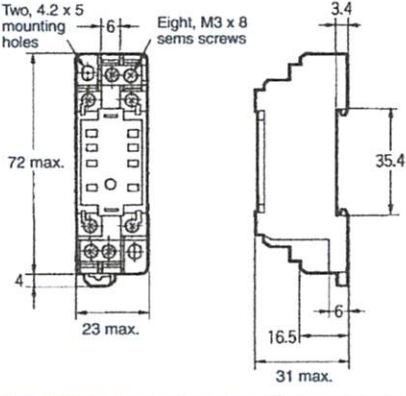
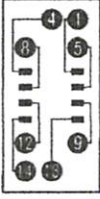
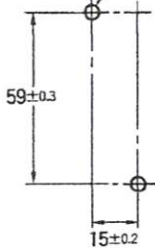
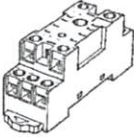
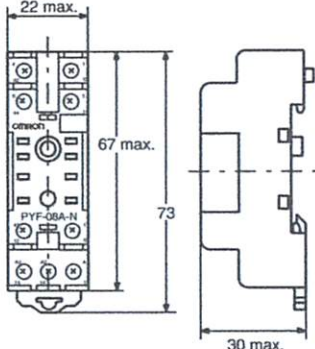
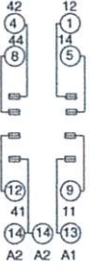
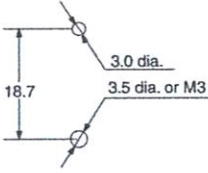
3. The maximum operating ambient temperature for the PYF08A-N and PYF14A-N is 55°C.

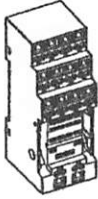
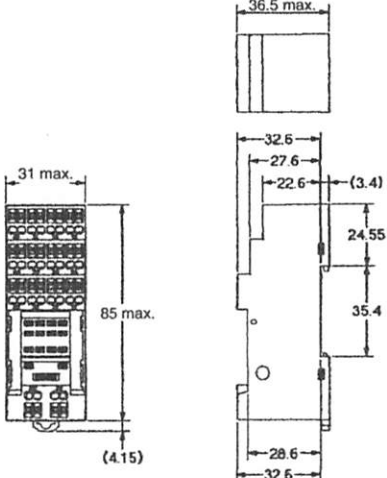
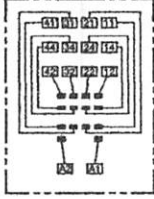

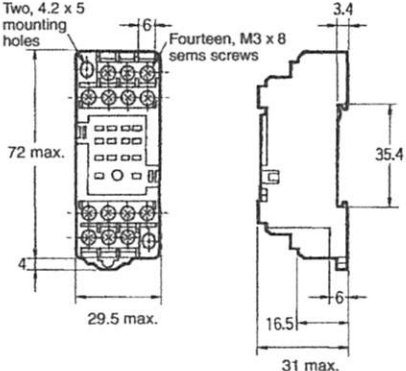
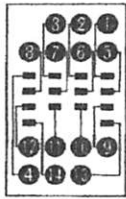
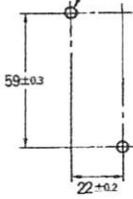
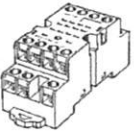
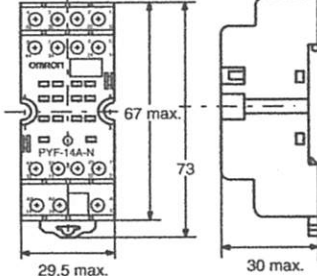
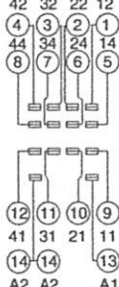
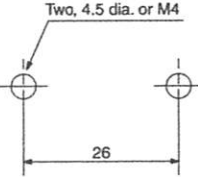
4. When using the PYF08A-N or PYF14A-N at an operating ambient temperature exceeding 40°C, reduce the current to 60%.

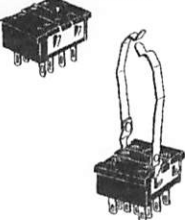
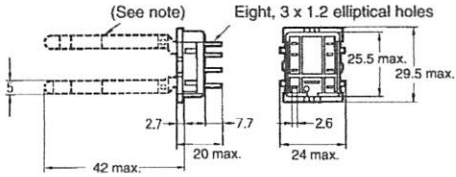
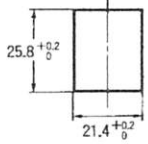
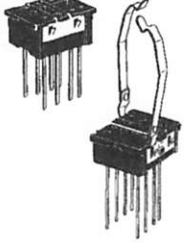
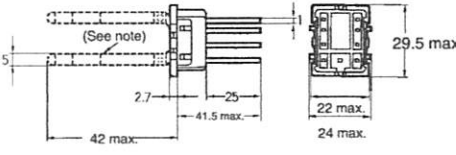
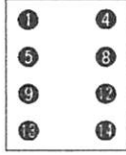

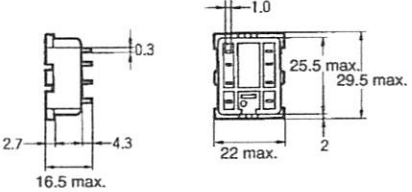
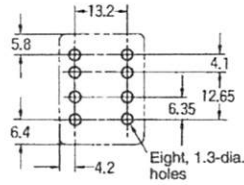
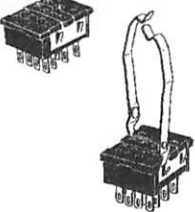
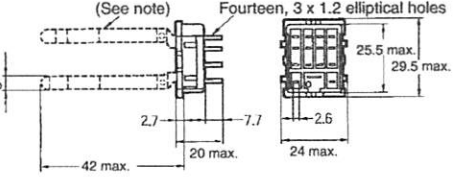
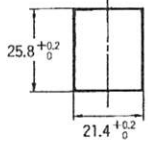
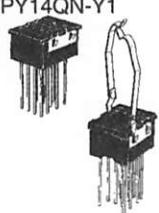
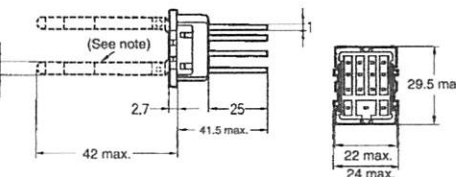


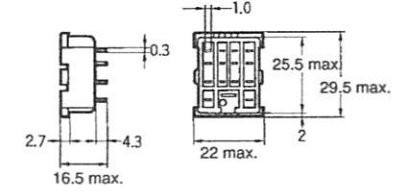
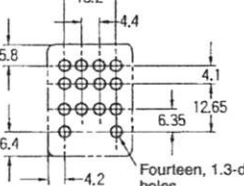
5. The MY2(S) can be used at 70°C with a carry current of 7 A.

■ Dimensions

Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

Socket	Dimensions	Terminal arrangement/ internal connections (top view)	Mounting holes
<p>PYF08S</p> 			<p>---</p>
<p>PYF08A-E</p> 	<p>Two, 4.2 x 5 mounting holes</p> <p>Eight, M3 x 8 sems screws</p> 		<p>Two, M3, M4, or 4.5-dia. holes</p>  <p>(TOP VIEW)</p> <p>Note: Track mounting is also possible. Refer to page 12 for supporting tracks.</p>
<p>PYF08A-N</p> 			 <p>Note: Track mounting is also possible. Refer to page 12 for supporting tracks.</p>

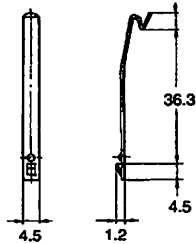
Socket	Dimensions	Terminal arrangement/ Internal connections (top view)	Mounting holes
<p>PYF14S</p> 			<p>---</p>
<p>PYF14A-E</p> 			<p>Two, M3, M4, or 4.5-dia. holes</p>  <p>(TOP VIEW)</p> <p>Note: Track mounting is also possible. Refer to page 12 for supporting tracks.</p>
<p>PYF14A-N</p> 			<p>Two, 4.5 dia. or M4</p>  <p>Note: Track mounting is also possible. Refer to page 12 for supporting tracks.</p>

Socket	Dimensions	Terminal arrangement/ Internal connections (bottom view)	Mounting holes
	 <p>(See note) Eight, 3 x 1.2 elliptical holes</p> <p>25.5 max. 29.5 max. 2.7 7.7 2.6 20 max. 24 max. 42 max.</p> <p>Note: The PY08-Y1 includes sections indicated by dotted lines.</p>		 <p>25.8^{+0.2}₀ 21.4^{+0.2}₀</p>
	 <p>(See note)</p> <p>29.5 max. 2.7 25 41.5 max. 22 max. 24 max. 42 max.</p> <p>Note: The PY08QN-Y1 includes sections indicated by dotted lines.</p>		
	 <p>1.0 0.3 25.5 max. 29.5 max. 2.7 4.3 22 max. 2 16.5 max.</p>		 <p>13.2 5.8 4.1 12.65 6.35 6.4 4.2 Eight, 1.3-dia. holes</p>
	 <p>(See note) Fourteen, 3 x 1.2 elliptical holes</p> <p>25.5 max. 29.5 max. 2.7 7.7 2.6 20 max. 24 max. 42 max.</p> <p>Note: The PY14-Y1 includes sections indicated by dotted lines.</p>		 <p>25.8^{+0.2}₀ 21.4^{+0.2}₀</p>
	 <p>(See note)</p> <p>29.5 max. 2.7 25 41.5 max. 22 max. 24 max. 42 max.</p> <p>Note: The PY14QN-Y1 includes sections indicated by dotted lines.</p>		
	 <p>1.0 0.3 25.5 max. 29.5 max. 2.7 4.3 22 max. 2 16.5 max.</p>		 <p>13.2 4.4 5.8 4.1 12.65 6.35 6.4 4.2 Fourteen, 1.3-dia. holes</p>

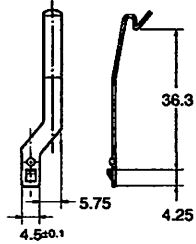
Note: Use a panel with plate thickness of 1 to 2 mm for mounting the Sockets.

Hold-down Clips

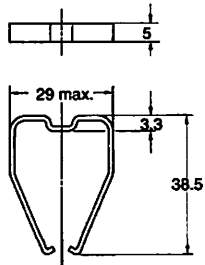
PYC-A1
(2 pcs per set)



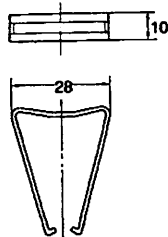
PYC-E1
(2 pcs per set)



PYC-P

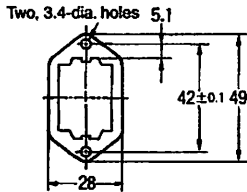


PYC-P2



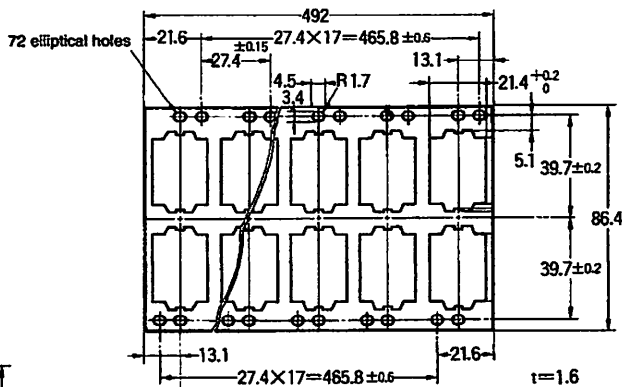
Mounting Plates for Back-connecting Sockets

PYP-1

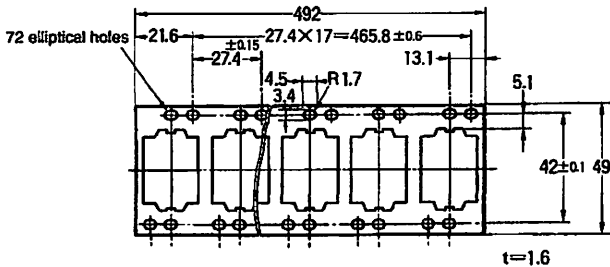


t=1.6

PYP-36



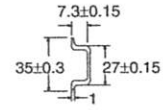
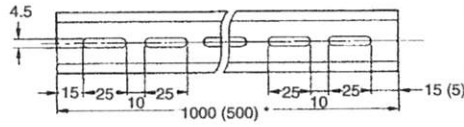
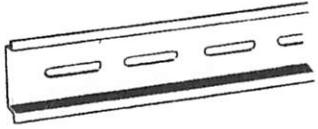
PYP-18



Tracks and Accessories

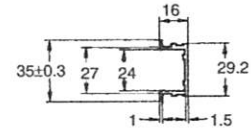
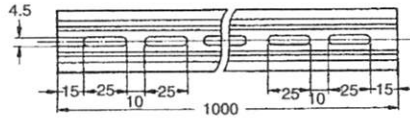
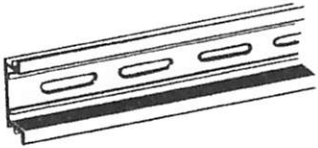
Supporting Tracks

PFP-50N/PFP-100N



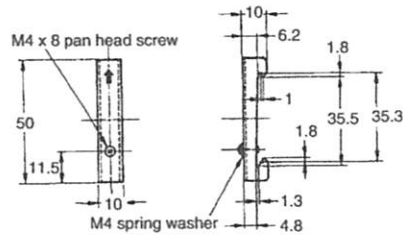
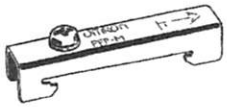
Note: The figure in the parentheses is for PFP-50N.

PFP-100N2



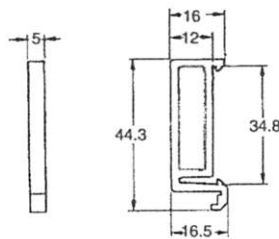
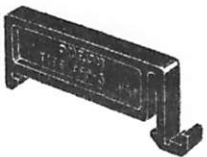
End Plate

PFP-M



Spacer

PFP-S



Precautions

Refer to *General Precautions* on page 11 of the *General-purpose Relays and Power Relays Group Catalog (X034)*.

■ Connections

Do not reverse polarity when connecting DC-operated Relays with built-in diodes or indicators or high-sensitivity DC-operated Relays.

■ Mounting

- Whenever possible, mount Relays so that it is not subject to vibration or shock in the same direction as that of contact movement.

ALL DIMENSIONS SHOWN ARE IN MILLIMETERS.
To convert millimeters into inches, multiply by 0.03937. To convert grams into ounces, multiply by 0.03527.

Cat. No. J111-E1-03 **In the interest of product improvement, specifications are subject to change without notice.**

OMRON RELAY & DEVICES Corporation

General Purpose Relay Division
Marketing & Product Engineering Department
1110 Sugi, Yamaga-City,
Kumamoto, 861-0596 Japan
Tel: (81)968-44-4160/Fax: (81)968-44-4107

Printed in Japan

Read and Understand This Catalog

Please read and understand this catalog before purchasing the products. Please consult your OMRON representative if you have any questions or comments.

Warranty and Limitations of Liability

WARRANTY

OMRON's exclusive warranty is that the products are free from defects in materials and workmanship for a period of one year (or other period if specified) from date of sale by OMRON.

OMRON MAKES NO WARRANTY OR REPRESENTATION, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, OR FITNESS FOR PARTICULAR PURPOSE OF THE PRODUCTS. ANY BUYER OR USER ACKNOWLEDGES THAT THE BUYER OR USER ALONE HAS DETERMINED THAT THE PRODUCTS WILL SUITABLY MEET THE REQUIREMENTS OF THEIR INTENDED USE. OMRON DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED.

LIMITATIONS OF LIABILITY

OMRON SHALL NOT BE RESPONSIBLE FOR SPECIAL, INDIRECT, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, LOSS OF PROFITS, OR COMMERCIAL LOSS IN ANY WAY CONNECTED WITH THE PRODUCTS, WHETHER SUCH CLAIM IS BASED ON CONTRACT, WARRANTY, NEGLIGENCE, OR STRICT LIABILITY.

In no event shall responsibility of OMRON for any act exceed the individual price of the product on which liability is asserted.

IN NO EVENT SHALL OMRON BE RESPONSIBLE FOR WARRANTY, REPAIR, OR OTHER CLAIMS REGARDING THE PRODUCTS UNLESS OMRON'S ANALYSIS CONFIRMS THAT THE PRODUCTS WERE PROPERLY HANDLED, STORED, INSTALLED, AND MAINTAINED AND NOT SUBJECT TO CONTAMINATION, ABUSE, MISUSE, OR INAPPROPRIATE MODIFICATION OR REPAIR.

Application Considerations

SUITABILITY FOR USE

OMRON shall not be responsible for conformity with any standards, codes, or regulations that apply to the combination of products in the customer's application or use of the product.

At the customer's request, OMRON will provide applicable third party certification documents identifying ratings and limitations of use that apply to the products. This information by itself is not sufficient for a complete determination of the suitability of the products in combination with the end product, machine, system, or other application or use.

The following are some examples of applications for which particular attention must be given. This is not intended to be an exhaustive list of all possible uses of the products, nor is it intended to imply that the uses listed may be suitable for the products:

- Outdoor use, uses involving potential chemical contamination or electrical interference, or conditions or uses not described in this catalog.
- Nuclear energy control systems, combustion systems, railroad systems, aviation systems, medical equipment, amusement machines, vehicles, safety equipment, and installations subject to separate industry or government regulations.
- Systems, machines, and equipment that could present a risk to life or property.

Please know and observe all prohibitions of use applicable to the products.

NEVER USE THE PRODUCTS FOR AN APPLICATION INVOLVING SERIOUS RISK TO LIFE OR PROPERTY WITHOUT ENSURING THAT THE SYSTEM AS A WHOLE HAS BEEN DESIGNED TO ADDRESS THE RISKS, AND THAT THE OMRON PRODUCT IS PROPERLY RATED AND INSTALLED FOR THE INTENDED USE WITHIN THE OVERALL EQUIPMENT OR SYSTEM.

Disclaimers

CHANGE IN SPECIFICATIONS

Product specifications and accessories may be changed at any time based on improvements and other reasons.

It is our practice to change model numbers when published ratings or features are changed, or when significant construction changes are made. However, some specifications of the product may be changed without any notice. When in doubt, special model numbers may be assigned to fix or establish key specifications for your application on your request. Please consult with your OMRON representative at any time to confirm actual specifications of purchased product.

DIMENSIONS AND WEIGHTS

Dimensions and weights are nominal and are not to be used for manufacturing purposes, even when tolerances are shown.

ERRORS AND OMISSIONS

The information in this catalog has been carefully checked and is believed to be accurate; however, no responsibility is assumed for clerical, typographical, or proofreading errors, or omissions.

PERFORMANCE DATA

Performance data given in this catalog is provided as a guide for the user in determining suitability and does not constitute a warranty. It may represent the result of OMRON's test conditions, and the users must correlate it to actual application requirements. Actual performance is subject to the OMRON Warranty and Limitations of Liability.

PROGRAMMABLE PRODUCTS

OMRON shall not be responsible for the user's programming of a programmable product, or any consequence thereof.

COPYRIGHT AND COPY PERMISSION

This catalog shall not be copied for sales or promotions without permission.

This catalog is protected by copyright and is intended solely for use in conjunction with the product. Please notify us before copying or reproducing this catalog in any manner, for any other purpose. If copying or transmitting this catalog to another, please copy or transmit it in its entirety.