

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



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MINIATUR PARKIRAN SEPEDA
MOTOR DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER
MC68HC11F1**

SKRIPSI

Disusun Oleh :
HENDRIK.L.FRANS
NIM : 00.17.186

SEPTEMBER 2005



LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PARKIRAN SEPEDA MOTOR
DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER MC 68HC11F1

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat Guna
Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :
HENDRIK.L.FRANS

00.17.186

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I



(Ir. Usman Djuanda, MM)
NIP. 1018700143

Dosen Pembimbing II



(Ir. Mimin Mustikawati)
NIP. 1030000352

Mengetahui

Ketua Jurusan Elektronika S-1



(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. 1309500274

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



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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : HENDRIK L FRANS
NIM : 00.17.186
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perencanaan dan Pembuatan Miniatur Pakiran Sepeda Motor
Dengan Mikrokontroler MC68HC11F1

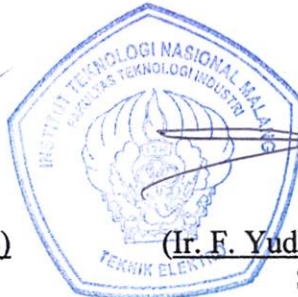
Dipertahankan di hadapan majelis penguji Skripsi jenjang Strata satu (S-1)
pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 7 Oktober 2005
Dengan Nilai : 87 *km*

Panitia Ujian Skripsi



(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
Ketua



(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
Sekertaris

Anggota Penguji

(Ir. Widodo Pudji M., MT)
Penguji I

(Cahyo Crydian, MSc)
Penguji II

ABSTRAKSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PARKIRAN SEPEDA MOTOR DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER MC 68HC11F1

(Hendrik.L.Frans, 0017186, Teknik Elektronika S-1)
(Dosen Pembimbing I : Ir. Usman Djuanda, MM)
(Dosen Pembimbing II : Ir. Mimin Mustikawati)

Kata Kunci : parkir sepeda motor, Microcontroller 68HC11F1.

Sebuah parkir sepeda motor yang memiliki ukuran luas tanah yang kecil yang dapat menampung sepeda motor lebih banyak dari parkir sepeda motor biasanya dengan luas tanah yang sama dan dapat memarkirkan sepeda motor secara otomatis dalam memasukan sepeda motor kedalam parkir dan mengeluarkannya dari parkir yang dikontrol oleh seorang operator melalui sebuah PC.

Karena alasan tersebut dalam hal ini memanfaatkan mikrokontroler menjadi suatu alat bantu dan dengan bantuan *software* alat ini dapat diprogram menggunakan bahasa assembler dengan *freeware* khusus.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Umum Mikrokontroler MC68HC11F1	4
2.1.1. Identifikasi Masing-Masing <i>Port</i>	7
2.1.2. Sinyal-Sinyal Kontrol	9
2.1.3. <i>Internal Register</i> MC68 HC11F1	11
2.1.4. <i>Serial Comunication Interface</i>	14
2.1.5. <i>Serial Peripheral Interface (SPI)</i>	17

2.1.6. <i>Interrupt</i>	19
2.2. <i>Memory</i>	22
2.2.1. <i>Read Only Memory (ROM)</i>	22
2.2.2. <i>Random Access Memory (RAM)</i>	23
2.3. <i>Internal ADC</i>	24

BAB III PERANCANGAN ALAT

3.1. Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	32
3.1.1. Prinsip Kerja Miniatur Parkiran Sepeda Motor.....	26
3.2. Perancangan Perangkat Lunak	37

BAB IV PENGUJIAN ALAT

4.1. Tujuan	44
4.2. Pengujian Rangkaian Mikrokontroller	44
4.2.1. Tujuan.....	46
4.2.2. Alat Dan Bahan	47
4.2.3 Langkah Pengujian	47
4.2.4 Hasil dan Analisa	48
4.3. Pengujian Rangkaian Driver Motor DC dan Motor DC.....	48
4.3.1. Tujuan.....	48
4.3.2. Alat Dan Bahan	49
4.3.3 Langkah Pengujian	49
4.3.4 Hasil dan Analisa	50

4.4. Pengujian Rangkaian Driver Motor Stepper dan Motor Stepper	48
4.4.1. Tujuan.....	49
4.4.2. Alat Dan Bahan	49
4.4.3 Langkah Pengujian.....	49
4.4.4 Hasil dan Analisa	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Konfigurasi Pin Pada MC68HC11F1	5
2.2. Diagram Blok MC68 HC11F1	6
2.3. <i>Internal register</i>	11
2.4. Blok Diagram Pengirim SCI (<i>SCI Transmitter</i>)	15
2.5. Blok Diagram Penerima SCI (<i>SCI Receiver</i>)	16
2.6. Blok Diagram <i>Serial Peripheral Interface</i>	19
2.7. <i>Step</i> Tegangan ADC	25
3.1. Blok Diagram Keseluruhan Alat	26
3.2. Rangkaian Perluasan Memory	29
3.3.. Peta Memory MC68HC11F1	30
3.4. Rangkaian Pembangkit Sinyal.....	31
3.5. Rangkaian Limit Switch Keseluruhan	32
3.6. Rangkaian Driver Motor Stepper	33
3.7. Rangkaian Driver Motor DC	47
3.8. Rangkaian <i>Driver</i> LCD	49
4.1 Foto Alat Pemantau Tegangan	43
4.2. Rangkaian IO TEST	45
4.3. Blok Diagram Pengujian Driver Motor DC dan Motor DC	48
4.4. Blok Diagram Pengujian Driver Motor Stepper dan Motor Stepper	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Mode Operasi	10
2.2. <i>Serial Peripheral Interface (SPI) Pins</i>	17
2.3. Jenis-Jenis <i>Interrupt</i>	21
2.4. Batasan Kondisi Logika Pada ADC	24
3.1. Kombinasi Keluaran Rangkaian Driver Motor	35
4.1. Hasil Pengujian MC687HC11F1 Dengan Menggunakan IO test	47
4.2. Hasil Pengujian Driver Motor DC Dan Motor DC	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Guna mengaplikasikan suatu perkembangan teknologi mikrokontroler diperlukan suatu eksperimen aplikasi baru yang dapat membantu kelancaran untuk melaksanakan suatu pekerjaan, sesuai bidang ilmu masing-masing. Awal tahun 1970-an mikrokontroller telah menimbulkan revolusi dibidang perancangan dan pembuatan system digital, terutama system – system yang kompleks. Kemajuan teknologi dibidang IC menghasilkan chip mikrokontroller yang makin kecil dan memungkinkan untuk merancang peralatan baru dalam bidang pengontrolan. Keunggulan dari mikrokontroller antara lain :

- ❖ Dimensi / ukurannya kecil
- ❖ Kecepatan operasinya semakin tinggi
- ❖ Kemampuan dan fleksibilitas semakin tinggi

Berbagai program yang dapat mengontrol berbagai macam hal telah dibuat oleh banyak programmer. Karena pada *mikrokontroller* MC68HC11F1 memiliki *EPROM* yang merupakan memori dan dapat diisi dengan program dengan bahasa assembly yang sebelumnya telah diubah kedalam bahasa mesin Dalam hal ini salah satu aplikasinya akan diwujudkan menjadi sebuah miniatur tempat parkir sepeda motor.

Perkembangan teknologi tersebut juga menjadikan manusia mampu membuat segala sesuatu lebih menjadi ringkas. Dalam hal ini saya berusaha merancang dan membuat tempat parkir sepeda motor. Hal ini berhubungan

dengan makin sempitnya area parkir sepeda motor akan tetapi jumlah sepeda motor semakin banyak karena kendaraan ini merupakan alternative transportasi yang banyak diminati karena harganya terjangkau dan hemat bahan bakar terutama di kota-kota besar. Karena minimnya tempat maka kita harus lebih efisien dalam penggunaan lahan.

. Karena alasan tersebut dalam hal ini memanfaatkan *mikrokontroller* sebagai pengontrol utama dalam miniatur parkir sepeda motor dengan menggunakan *mikrokontroller* MC68HC11F1.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dalam perencanaan sistem dan kesesuaian dengan uraian latar belakang diatas didapatkan beberapa permasalahan yang ditekankan pada permasalahan pokok berikut.:

- ❖ Bagaimana merencanakan dan membuat miniature tempat parkir sepeda motor.
- ❖ Bagaimana membuat instalasi hardware dan software dengan menggunakan *mikrokontroller* MC68HC11F1 yang berfungsi sebagai pengontrol utama dalam tempat parkir.

1.3 TUJUAN

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui fungsi dari mikrokontroller sebagai pengontrol utama dalam miniature tempat parkir sepeda motor ini dengan menggunakan *mikrokontroller* MC68HC11F1.

1.4 BATASAN MASALAH

Sehubungan dengan masalah yang dihadapi dalam pembuatan skripsi ini, permasalahan hanya dibatasi dengan tujuan untuk mencegah kemungkinan meluasnya masalah dan menyimpang dari permasalahan . Pembatasan tersebut antara lain :

- Menggunakan Software dan Hardware pendukung MC68HC11F1.
- Dalam rangkaian ini catu daya dianggap konstan..
- Tidak membahas secara mendetail tentang jenis motor yang akan digunakan.
- Banyaknya sepeda motor yang dapat ditampung dalam maket tempat parkir.
- Tidak membahas sistem yang ada di tempat parkir dan di mikrokontroller.
- Tidak membahas masalah jika listrik PLN mati.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I : PENDAHULUAN.

Bab I memuat tentang latar belakang , rumusan masalah, batasan batasan masalah , tujuan perencanaan serta sistematika pembahasan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.

Bab II membahas tentang teori dasar mikrokontroller memory data

BAB III : PERANCANGAN ALAT

Bab III membahas perencanaan setiap rangkaian yang digunakan dalam perancangan miniature tempat parkir sepeda motor dengan menggunakan mikrokontroller MC68HC11F1

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN.

Bab IV membahas tentang hasil pengujian dan pengukuran.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN.

Bab V memuat tentang kesimpulan dan saran dalam perancangan sistem.

BAB II

LANDASAN TEORI

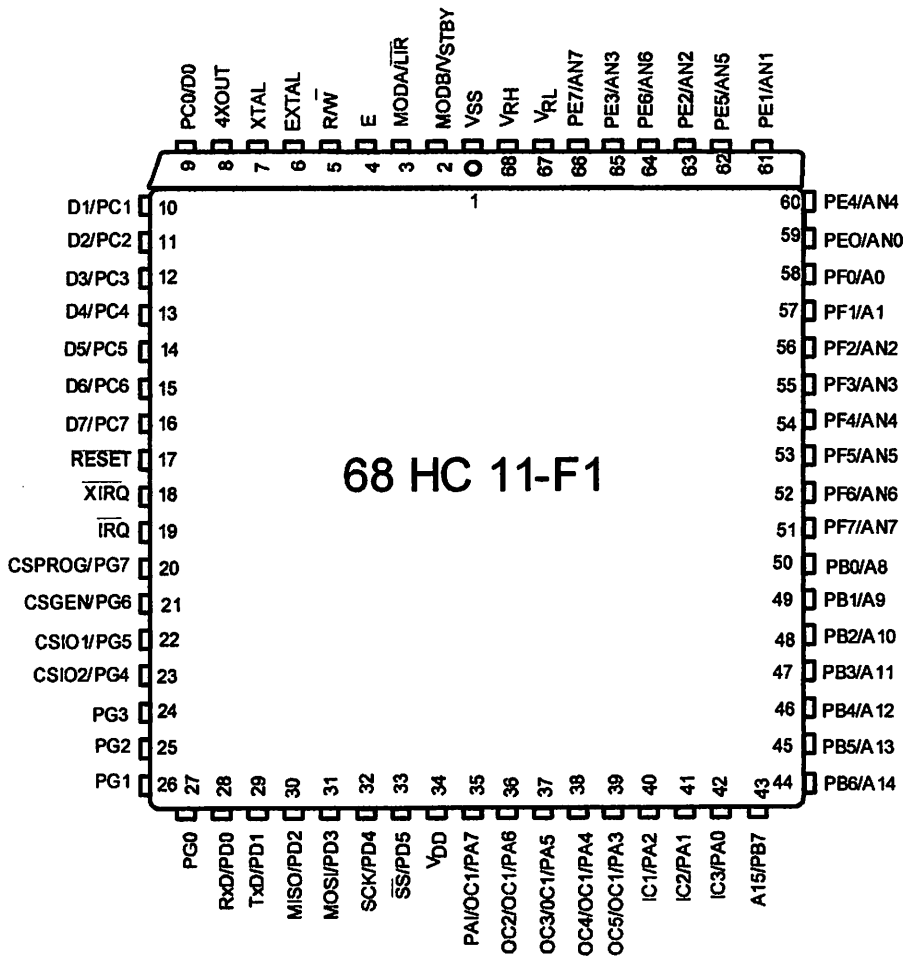
2.1 Tinjauan Umum *Mikrokontroler* MC68HC11F1.

Mikrokontroler MC68HC11F1 adalah merupakan *mikrokontroler* 8 bit keluarga MC68HC11, yang pada dasarnya terdiri atas sistem bus utama yaitu: Address bus, data bus serta kontrol bus. Address bus merupakan jalur output dari mikrokontroler yang dihubungkan pada unit-unit memori dan I/O. Sedangkan data bus berfungsi untuk mengeluarkan data atau memasukkan data .

MC68HC11F1 ini memiliki 16 saluran alamat sehingga mampu mengamati memori sebanyak $2^{16} = 65.535$ byte, sedangkan data bus terdiri atas 8 saluran data sehingga mampu untuk memberikan fasilitas masukan dan keluaran sebanyak $2^8 = 256$ byte.

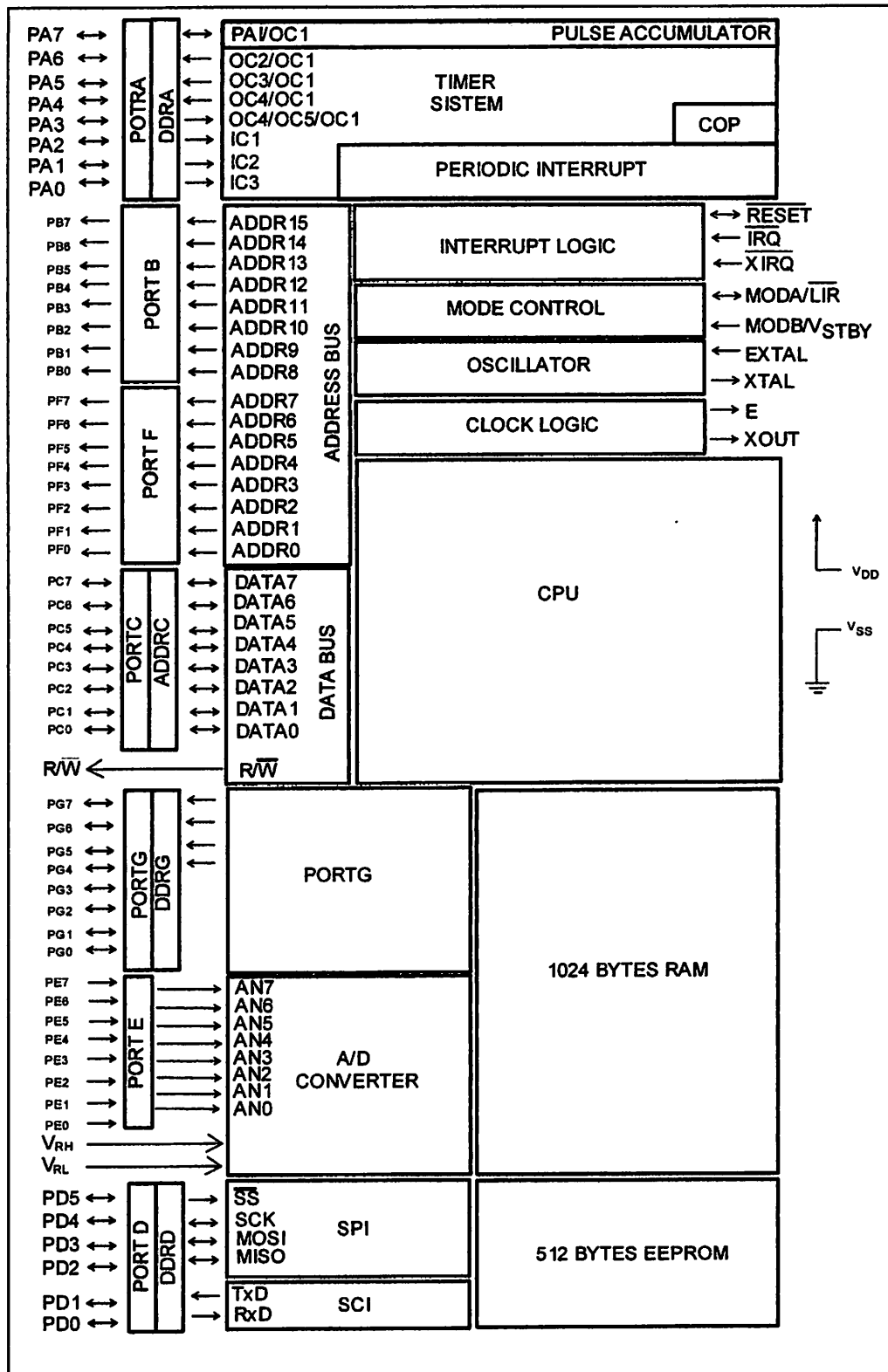
Dalam penggunaan yang mudah dan memori yang relatif kecil, maka mikrokontroler ini dapat dioperasikan dalam “ *single chip mode* ”, dengan cara menempatkan program pada *EEPROM* dan data temporenya diletakkan dalam *RAM*. *Mikrokontroler* 68 HC11-F1 ini memiliki total kapasitas untuk *EEPROM* sebanyak 512 byte dan *RAM* internalnya sebanyak 1 K byte. Sedangkan untuk keperluan serta fungsi-fungsi yang membutuhkan memori besar, program dan data dapat ditempatkan pada eksternal memori, sehingga untuk keperluan tersebut mikrokontroler diterapkan pada mode perluasan “ *extended mode* ” . Pada mode ini akan dibentuk port-port alamat dan port-port data untuk keperluan perluasan kapasitas memori.

Bagian yang paling utama atau inti dari *mikrokontroler* adalah CPU (*Central Processing Unit*). CPU berfungsi menginterpretasikan program code, mengatur jalannya program serta melaksanakan operasi aritmatika dan operasi logika di dalam ALU (*Aritmatik Logic Unit*).



Gambar 2.1. Pin pada MC68 HC11-F1.

Sumber : Motorola MC 68 HC 11 Reference Manual



Gambar 2.2. Diagram blok MC68 HC11 – F1

Sumber : Motorola MC 68 HC 11 Reference Manual

2.1.1. Identifikasi Masing-Masing Port.

Port merupakan interfase digital yang digunakan untuk melayani keluar masuknya data. Pada umumnya dilengkapi dengan register yang digunakan untuk mengatur arah data pada masing-masing jalur bit, yang disebut: *Data Direction Register (DDR)*. Dengan memberikan harga atau fungsi logika pada setiap bit (“0” untuk masukan dan “1” untuk keluaran), pada DDR-nya. Maka masing-masing jalur bit dari 8 bit yang ada pada port dapat diarahkan sebagai jalur input/output

Adapun fungsi dari masing-masing port yang terdapat pada mikrokontroler MC 68 HC 11 – F1 adalah sebagai berikut:

⇒ Port A

Port A adalah port 8 bit yang dapat difungsikan sebagai I/O dengan data register atau data direction register (DDRA) sebagai pengontrol arah dari masukan atau keluarannya. Pin-pin dari port A dapat berfungsi sebagai sistem timer.

⇒ Port B

Port B adalah port 8 bit yang hanya untuk keperluan output data. Pada *mode expanded*, pin pada port B berfungsi untuk menyediakan alamat-alamat bit tinggi (A8 – A15) kepada *address bus*.

⇒ Port C

Port C adalah port 8 bit yang dapat difungsikan sebagai I/O dengan data register atau data direction register (DDRC) sedang pada *mode expanded* port C dikonfigurasi sebagai data bus (D0 – D7).

⇒ Port D.

Port D adalah port 6 bit yang berfungsi sebagai I/O, dan memiliki data register (PORT D) dan data direction register (DDRD).

Keluaran dari pin port D dapat digunakan untuk *Serial Communications Interface (SCI)* dan *Serial Peripheral Interface (SPI)*.

- SCI (Serial Communications Interface) merupakan sebuah full duplex UART (*Universal Asynchronous Receiver Transfer*). Sistem ini dapat digunakan untuk koneksi dengan PC (*Personal Computer*).

- SPI (*Serial Peripheral Interface*) digunakan untuk komunikasi Interprocessor dalam multi master system. Ini juga dapat digunakan *Synchronous Communications* antar mikrokontroler dan peripheral devices seperti
 - LCD Driver.
 - A/D Converter
 - Mikroprosesor yang lain.

⇒ Port

Port E adalah port 8 bit untuk memasukkan sinyal analog yang akan diproses oleh CPU menjadi sinyal digital. Dengan menggunakan referensi atas (V_{rh}) dan referensi bawah (V_{rl}) dimana daerah tegangan analog dapat ditentukan sebagai acuan batas atas sinyal digital (\$FF) dan batas bawah sinyal digital (\$00). Sistem konversi dari analog ke digital menggunakan software yang terprogram sehingga dapat menghasilkan mode tertentu sesuai dengan kebutuhan kita.

⇒ Port F

Port F memiliki fungsi sebagai port output yang digunakan sebagai port pengalaman pada bit-bit rendah (A0 – A7).

⇒ Port G

Port G merupakan port 8 bit yang memiliki fungsi seperti halnya pada port A yaitu dapat difungsikan sebagai input maupun output.

Melalui delapan bit bidirectional data bus pada port C, dapat memungkinkan mikrokontroler untuk ditulis atau disimpan (*write*) dimemori. Atau sebaliknya data pada memori (RAM, EPROM) dapat dibaca (*read*) oleh MCU.

Melalui address bus pada port B dan port F, mikrokontroler akan menentukan ke alamat berapa pada memori, data harus ditulis dan dari alamat berapa pada memori data akan dibaca. Address bus MC 68 HC 11 – F1 ini dapat mengamati $2^{16} = 64$ K byte.

2.1.2 Sinyal-Sinyal Kontrol.

Kontrol bus memiliki beberapa sinyal kontrol yang dimiliki fungsi masing-masing sebagai berikut:

1. R/\overline{W}

Dalam proses pengetesan, R/\overline{W} menunjukkan dari proses transfer pada bus external, logika “1” pada pin ini menunjukkan bahwa MCU dalam keadaan membaca (*read cycle*). Dan logika “0” menunjukkan bahwa MCU dalam proses menulis (*wite cycle*) dan tidak ada peralatan-peralatan eksternal yang didrive oleh data bus. R/\overline{W} mengendalikan pada kondisi low pada saat data sedang ditulis ke data bus eksternal. R/\overline{W} akan selalu low selama proses write pada data bus tetap berlangsung.

2. \overline{RESET}

Reset menyebabkan stack counter menuju ke alamat \$FFFF, sehingga dapat mengendalikan program untuk melaksanakan program dari awal.

Secara umum dapat dituliskan 4 kejadian reset, yaitu pada:

1. Memberikan sinyal low pada kaki riset.
2. *Power On Reset* (POR).
3. Kegagalan *clock monitor* (10 KHz ke bawah).
4. Cop Watchdog-timer out.

3. **CLOCK**

Clock berfungsi untuk mensinkronkan beberapa proses yang mana referensi clocknya adalah seperempat dari frekuensi yang dipakai. Dimana pembangkit pulsanya diperoleh melalui rangkaian yang dipasang pada kaki EXTAL dan XTAL. Jadi besarnya frekuensi E-Clock adalah seperempat ($\frac{1}{4}$) besarnya frekuensi rangkaian oscillatornya, dan E-Clock inilah yang digunakan sebagai referensi waktu.

4. *MODA/MODB*

MODA / MODB ini menunjukkan operasi yang dipakai oleh MC 68 HC 11-F1 selama proses reset, MCU akan melihat level dari logika yang ditunjukkan pada pin MODA dan MODB yang menentukan dua mode normal atau mode spesial. Dengan pemilihan modenya seperti ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 2.1. Mode operasi.

INPUT		MODE
MODE A	MODE B	
1	0	Single- Chip
1	1	Expanded
0	0	Special Bootstrap
0	1	Special Test

Sumber : Motorola MC 68 HC 11 *Reference Manual*

5. *A/LIR*

Apabila mikrokontroler dipakai atau digunakan dalam mode “*single mode*” maka pin ini dihubungkan ke ground. Sedangkan untuk penggunaan dalam “*expanded mode*” maka pin ini dihubungkan dengan resistor yang dipull-up sehingga memberikan level high pada kaki MODA untuk memilih *expanded mode*.

6. \overline{XIR}

Pin ini digunakan untuk permintaan interupt non maskable ke MCU.

Pada saat \overline{XIRQ} diberi sinyal low maka X bit pada CCR akan diset berlogika high (1)

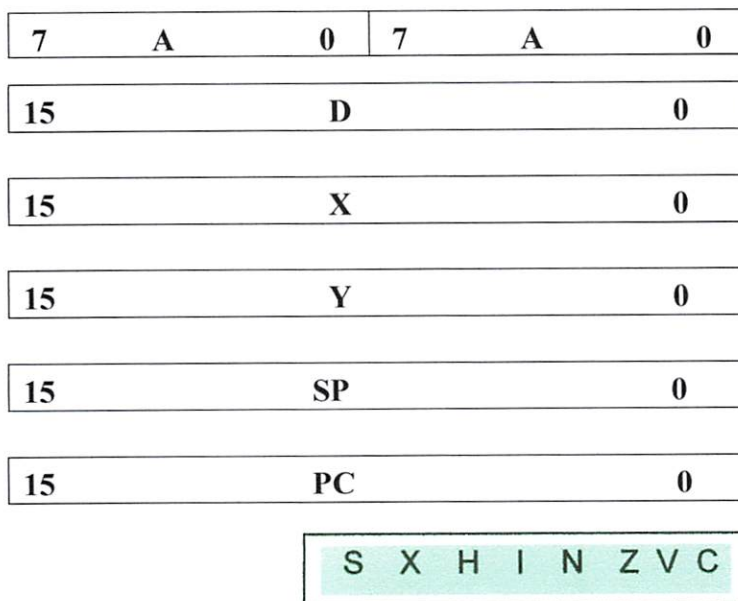
7. \overline{IRQ}

Pin ini digunakan untuk permintaan interupt ke MCU (*undirectional*). Adapun untuk mengaktifkan interupt ini adalah sensitif terhadap edge (dari level high ke low), dengan cara mengeset IRQE pada option register.

2.1.3. Internal Register MC68 HC 11-F1.

CPU merupakan uni pengolah data yang utama dalam sistem mikrokontroler. Mode pengalamatan serta instruction-instructionset yang dipakai pada mode yang dipilih dalam sistem (single / extended), diperlukan untuk mendukung ekspansi memory pada MCU. CPU dirancang untuk melayani semua peripheral , I/O dan lokasi memori yang sesuai dengan kemampuan dari mikrokontroler ini. MC68HC11-F1 memiliki tujuh macam register yang dapat dipergunakan dalam proses akuisisi data, yaitu :

Accumulator A, Accumulator B, Double Accumulator, Index Register X(IRX). Index Register Y (IRY), Stack Pointer (SP), Program Counter (PC) dan CCR (Conditional Code Register).



Gambar 2.3. Internal register

Sumber : Motorola

Keterangan :

S : Stop Disable	N : Negatif
X : X – Interrupt Mask	Z : Zero
H : Half Carry	V : Overflow
I : I-Interrupt Mask	C : Carry

Accumulator (A,B,Dan D)

Accumulator A dan B adalah register delapan bit yang berfungsi sebagai penampung lintasan data yang menuju atau keluar dari ALU. Operasi – operasi aritmatika sebagian besar dilakukan pada accumulator ini, dan hasil dari operasi yang dilakukan atau dilaksanakan disimpan pada register ini juga.

Accumulator A dan B (masing-masing 1 byte) dapat digabungkan menjadi dua byte yang disebut Double Accumulator (AccumulatorD).

Index Register X,Y

Register ini adalah register 16 bit yang digunakan untuk mode pengalamatan terindex (indexed addressing mode). Kedua register ini dapat digunakan sebagai penyimpan data sementara.

Program counter (PC)

Program counter merupakan register 16 bit yang berfungsi untuk menyimpan alamat instruksi yang akan dilaksanakan selanjutnya. Untuk memulai pelaksanaan / eksekusi program, alamat dari instruksi pertama harus ditempatkan pada PC. Sedangkan CPU secara otomatis bertindak mengambil dan melaksanakan perintah sekaligus menurut urutan kenaikan alamat.

Stack Pointer

Stack pointer adalah penyimpan yang mempunyai konfigurasi seperti LIFO (*Last_In_First_Out*) yang artinya data masuk pada stack terakhir yang dapat dikeluarkan kembali pertama-tama. Stack digunakan untuk pemanggilan program bagian atau menyimpan alamat instruksi berikutnya setelah program bagian selesai dilaksanakan, dan Push-Pull (menyimpan data sementara). Pada aplikasi inisialisasi dilakukan pertama kali.

Condition Code Register (CCR)

CCR berisi 5 - bit sebagai indikator status, 2 bit interrupt mask dan 1 bit stop disable. Kedua bit status tersebut adalah H, N, Z, V dan C yang merefleksikan hasil operasi aritmatik dan operasi yang lainnya yang dilakukan pada CPU. Flag H digunakan untuk operasi aritmatik BCD, sedangkan status bit pada flag N, Z, V, dan C digunakan sebagai syarat untuk instruksi branching (percabangan).

Penjelasan untuk masing-masing bit adalah sebagai berikut:

- ***Carry / Borrow (C)***
Bit ini diset jika didalam operasi aritmatik yang telah dijalankan didalam ALU, dan hasil telah melebihi atau kurang dari daerah bilangan di dalam ACCUMULTOR, bit ini juga dipengaruhi oleh operasi shift dan rotate.
- ***Overflow***
Bit overflow diset jika dalam operasi aritmatik (bit tertinggi sebagai tanda) menghasilkan data yang melampaui bilangan yang ada.
- ***Zero (Z)***
Bit ini diset jika hasil operasi aritmatik, operasi logika serta dalam manipulasi data yang telah dilaksanakan menghasilkan nilai nol.
- ***Negatif***
Jika hasil dari operasi aritmatik, logika serta manipulasi logika dan manipulasi data yang telah dilaksanakan hasilnya pada daerah negatif jika MSB adalah "1" maka pada bit ini diset = 1.
- ***Interrupt Mask (I)***
Bit ini dapat diset melalui software maupun hardware. Bit ini diberi logika "1" untuk mencegah atau menutup semua maskable interrupt. Sedangkan untuk melakukan semua maskable interrupt maka bit ini harus diset low.

- ***XIRQ Interupt (X)***
Cara mengeset bit ini adalah melalui hardware (RESET atau XIRQ) dan dapat dihapus melalui instruksi tranfer A ti CCR (TAP) atau return from interupt (RTI).
- ***Stop Disable (S)***
Pada saat bit ini diset “1” maka instruksi stop pada kondisi disable. Sedangkan cara mengesetnya melalui software.
- ***Half Carry (H)***
Bit H akan diset bila terjadi carry antara bit ke 3 dan ke 4 di dalam operasi penjumlahan. Bit ini biasanya digunakan pada kalkulasi dalam BCD.

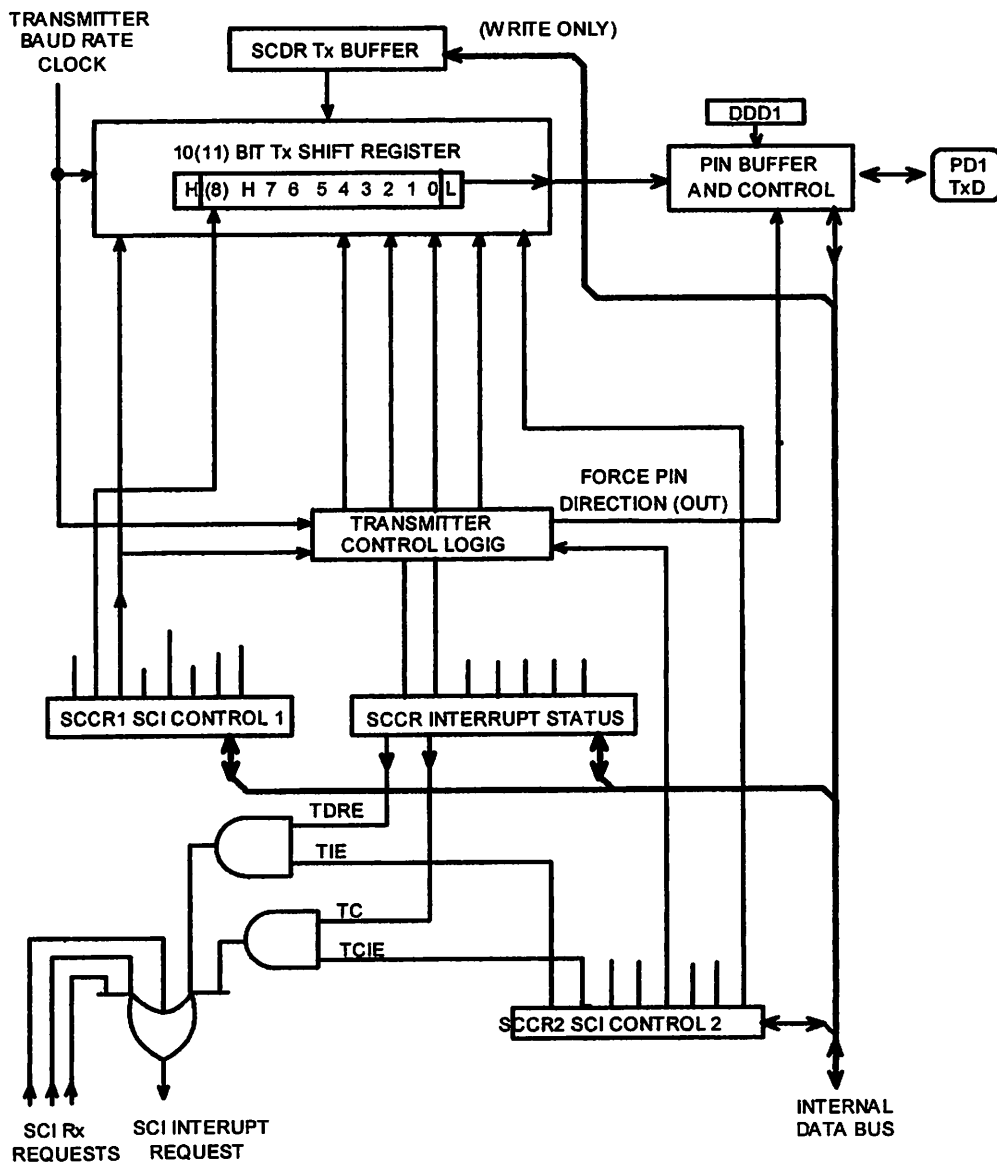
2.1.4. Serial Communication Interface.

SCI merupakan fasilitas yang dimiliki oleh mikrokontroler untuk keperluan komunikasi dengan komputer. SCI merupakan Universal *Asynkronus resiver Transiver* (UART). SCI bagian penerima dan bagian pengirim terletak secara terpisah tetapi menggunakan format data dan bit rate yang sama. Adapun format data yang dipakai adalah:

- Kondisi dari idle line pada saat mengirim maupun menerima data adalah dalam keadaan high.
- Start bit padam adalah logika nol pada saat mengirim maupun menerima pesan. Start bit ini merupakan awal dari karakter dari pesan.
- Data yang dikirim dan diterima pada awal / pertama adalah Least Significan Bit (LSB).
- Stop bit berlogika “1” digunakan untuk menunjukkan akhir dari sebuah frame. (Frame terdiri dari bit start, karakter-karakter dari bit data, dan bit stop)

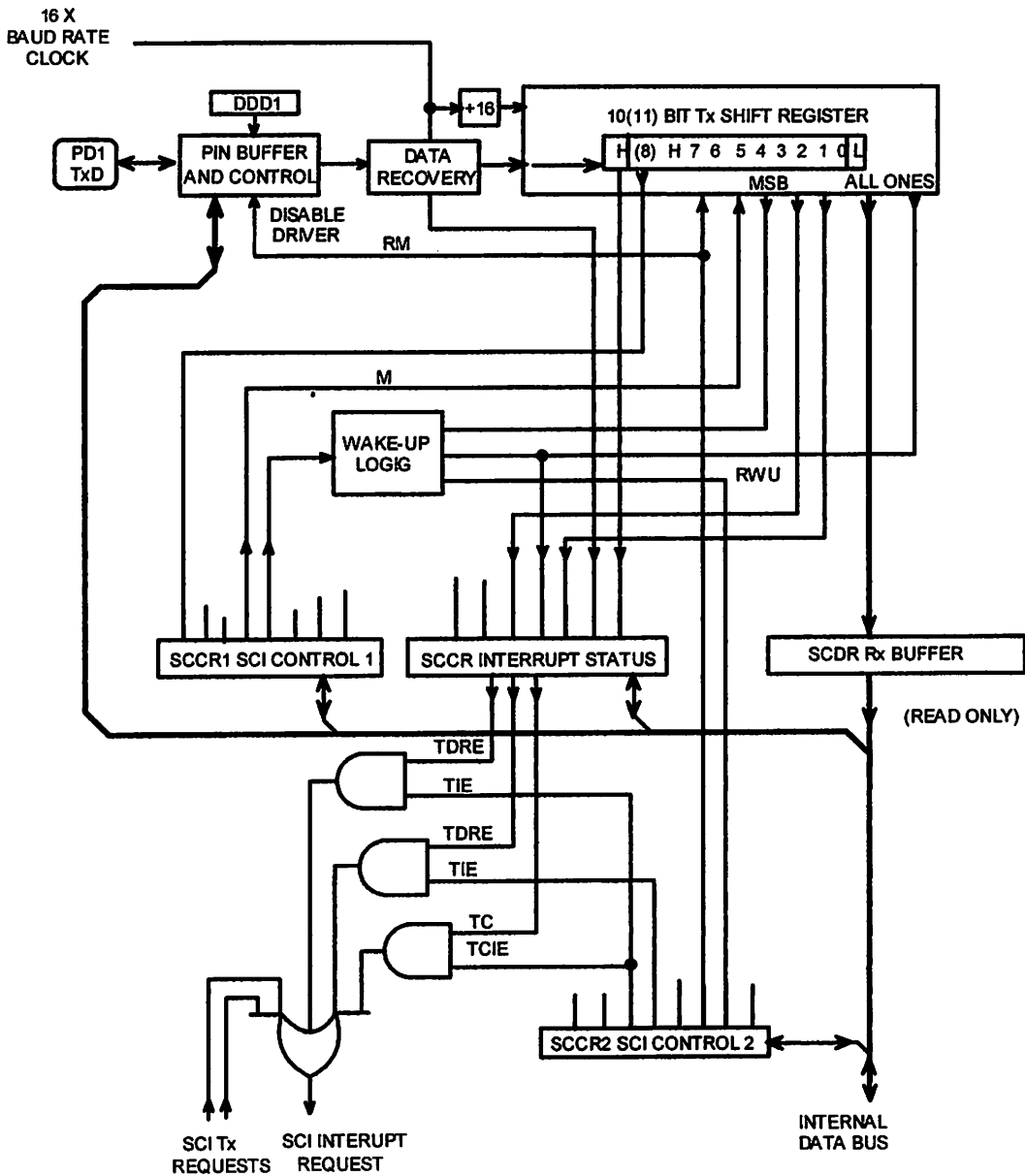
SCI bagian pengirim, meliputi: paralel data transmit register (SCDR) dan sebuah *serial shift register*. Isi dari *shift register* hanya dapat ditulis oleh SCDR. *Double Buffer* mengakibatkan data dapat digeser

secara serial selama karakter yang lain menunggu di SCDR untuk selanjutnya ditransfer ke serial *shift register*. Keluaran dari serial *shift register* (SSR) dikirim ke TxD selama bit dari kontrol kirim (TE) pada serial *communication control register* (SCCR) telah diset. Untuk lebih jelasnya proses pengiriman pada SCI tampak seperti Dalam Gambar 2.4. Blok diagram pengirim SCI berikut ini:



Gambar 2.4. Blok diagram pengirim SCI (SCI transmitter)

Sumber : Motorola Technical Data



Gambar 2.5. Blok diagram penerima SCI (SCI receiver)

Sumber : Motorola Technical Data

Proses pada bagian penerimaan pada SCI merupakan kebalikan dari urutan –urutan pada proses pengiriman. SSR menerima data dan mentransfernya ke *Parallel Resceiver Data Register* (SCDR). Sebagai *Complete Word, double buffer* berfungsi untuk menggeser karakter secara serial, selama karakter yang lain sedang menunggu untuk proses pada SCDR. Data recovery berfungsi untuk

menentukan valid tidaknya data serial yang dikirim. Data input disampel secara selektif untuk mengecek data yang diterima dan mengetes kebenaran data perbitnya. Untuk lebih jelasnya proses penerimaan pada SCI seperti tampak dalam Gambar 2 – 5 (Blok Diagram SCI Receiver) diatas.

2.1.5. Serial Peripheral Interface (SPI).

Serial Peripheral Interface (SPI) merupakan sub sistem yang terpisah dengan sistem komunikasi serial. *Serial Peripheral Interface* (SPI) ini menyebabkan MCU dapat berkomunikasi secara synchronous dengan peralatan – peralatan yang lainnya, seperti TTL shift register, LCD driver dan mikrokontroler yang lainnya. Dimana subsystem ini mempunyai control register (SPCR), statusregister (SPSR) dan data register (SPDR). Control register digunakan untuk mengontrol pemilihan data dari sub sistem, pemilihan interupt, serta pemilihan master atau lave mode operasi.

Status register mempunyai data *transfer complete flag* (SPIF) dan dua buah flag untuk mendeteksi kesalahan. Data transfer flag terhapus dengan adanya pembacaan pada SPSR dan kemudian mengakses SPDR. Data register melayani untuk pengiriman maupun untuk penerimaan data. Inisialisasi yang utama adalah dengan mengadakan pengesetan bit pada port D data direction register (DDRD), dan kemudian pengesetan / inisialisasi pada control register(SPCR).

Konfigurasi dari SPI pin seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2. berikut ini:

Tabel 2.2. Serial Peripheral Interface (SPI) Pins

Port D pin	SPI Signal	Master Mode	Slave Mode
PD2	MISO(master in,save out)	Input	Output
PD3	MISI(master out,save in)	Output	Input
PD4	SCK(Serial Clock)	Output	Input
PD5	SS(Slave select)	Output	Input

Sumber : Motorola

Master In Slave Out (MISO) adalah merupakan salah satu dari *undirectional serial data* signal. *Master In Slave Out* ini adalah suatu masukan bagi master devaice dan sebagai keluaran dari slave devaice.

Master Out Slave In (MOSI) adalah merupakan *Undirectional serial data* yang kedua. *Master On Slave In* ini adalah suatu output dari master device dan sebagai masukam bagi slave device.

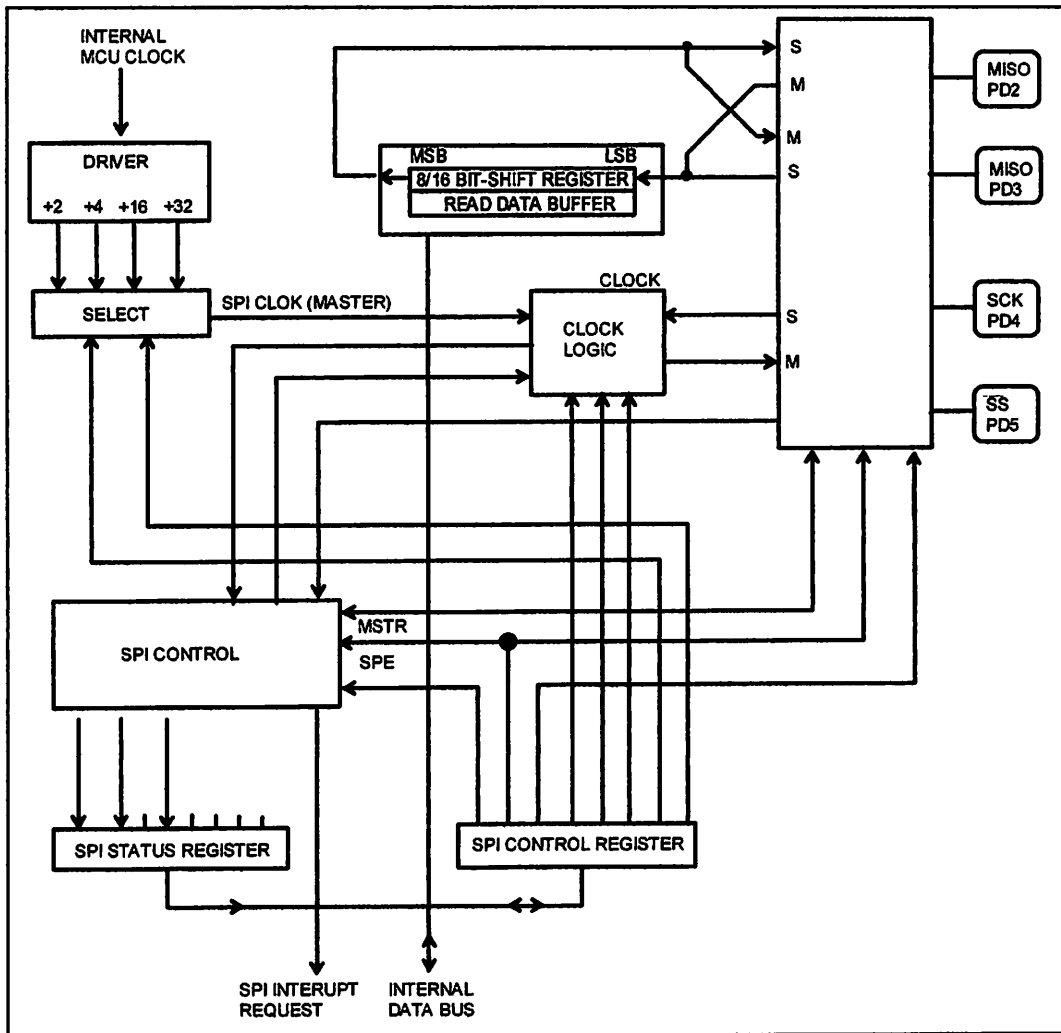
Serial Clock (SCK) merupakan suatu clock yang merupakan masukan bagi *slve device* yang dibangkitkan oleh master device dan clock ini adalah merupakan clock yang sinkron dengan perubahan data yang masuk atau keluar device melalui MOSI atau *Miso line*. *Slave select* (SS) merupakan input bagi *slave device* yang harus dinyatakan secara eksternal sebelum master device mengirim data ke slave device.

Slave select harus dalam kondisi low sebelum pemrosesan data dan harus tetap dalam kondisi low untuk beberapa waktu selama terjadinya proses.

Elemen terpenting dari SPI adalah blok yang terdiri dari shift register dan pembaca data *buffer*. Jika sistem dikonfigurasi sebagai master pengiriman akan dilakukan dengan menuliskan data ke dalam register, SPDR. Isi data dalam register ini secara otomatis akan ditransfer ke *shift register*. Hal ini akan membangkitkan clock delapan bit pulsa secara otomatis. Pada waktu ini, isi dari shift register akan digeser keluar melalui pin *Master Out Slave In* atau pin (MOSI).

Jika mikrokontroler dikonfigurasi sebagai slave devive, maka akan terjadi perbedaan. Pada kondisi ini juga dilakukan dengan penulisan data pada shift register, SPDR. Yang kemudian pergeseran masuk dikirim secara otomatis de shift register. Untuk clock pulsa dibangkitkan oleh master device, slave device menggeser keluar sebuah bit ke pin slave output ata pin (MISO). Pada keadaan komplit master dan slave mengerjakan hal-hal yang perlu dilakukan secara otomatis. Pada shift register data dikirimkan ke receiver data register, SPDR. SPI menanggapi status flag (SPIF) yang masuk di status register SPSR adalah pada kondisi set.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam Gambar 2.6. Blok diagram SPI berikut



Gambar 2.6. Blok diagram serial peripheral interface

Sumber : Motorola *Technical Data*

2.1.6. Interupt.

System interupt yang diberikan pada setiap unit Mikrokontroler, akan menghentikan sementara jalannya program utama dan selanjutnya menuju pada program bagian. Segera setelah program bagian selesai di eksekusi atau dijalankan

maka program kembali pada batas program utama yang disela dengan interrupt dan pada alamat ini pula program berikutnya dilanjutkan.

Setiap pemakai dapat menulis program khusus untuk setiap interrupt jika diperlukan. Ketika terjadi interrupt CPU dari mikrokontroler akan menanggapi secara cepat untuk melaksanakan rutin yang khusus oleh interrupt. Rutin yang khusus ini disebut dengan interrupt service routine. Mikrokontroler menggunakan interrupt untuk tugas yang diprioritaskan dan tidak dapat ditunggu.

Interrupt dibagi menjadi dua yaitu maskable interrupt dan non maskable interrupt. Maskable interrupt adalah merupakan jenis interrupt bisa tidak dilayani permintaannya, dan hal ini bisa terjadi bit I pada *Condition Code Register* di set "0". Sedangkan *non maskable interrupt* adalah jenis interrupt yang harus dilayani permintaannya. Untuk mengetahui secara lengkap macam-macam atau jenis-jenis interrupt yang ada maka dapat diperhatikan sesuai dengan tabel 2.3. Jenis-jenis *interrupt* berikut ini.

Tabel 2.3. Jenis – jenis *interrupt*

Vector Address	Interrupt Source	CCR Maskable Bit	Lokal Mask
FFC0, C1-FFD4, D5	Reserved	-	-
	SCI Serial System	I	
	• SCI Receive Data Register Full		TCIE
	• SCI Receiver Overrun		TIE
	• CSI Transmit Data Register Empty		ILIE
	• SCI Transmit Complete		RIE
	• SCI Idle Line Detect		REI
FFD8,D9	SPI Serial Transfer Complete	I	SPIE
FFDA,D8	Pulse Accumulator Input Edge	I	PAII
FFDC,DD	Pulse Accumulator Overflo		PAOVI
FFDE,DF	Timer Overflo	I	TOI
FFE0,E1	Timer Input Capture 4/Output Compare 5	I	14/O5I
FFE2,E3	Timer Output Comppare 4	I	OC4I
FFE4,E5	Timer Output Comppare 3	I	OC3I
FFE6,E7	Timer Output Comppare 2	I	OC2I
FFE8,E9	Timer Output Comppare 1	I	OC1I
FFEA,EB	Timer Input Capter 3	I	IC3I
FFEC,ED	Timer Input Capter 2	I	IC2I
FFEE,EF	Timer Input Capter 1	I	IC1I
FFE0,F1	Real-Timer Interrupt	I	RTII
FFF2,F3	Parallel I/O Handshake \overline{XRQ} (External Pin)	I	STAI None
FFF4,F5	\overline{XIRQ} Pin	X	None
FFF6,F7	Software Interrupt	None	None
FFF8,F9	Illegal Opcode Trap	None	None
FFFA,FB	COP Failure	None	VOCOP
FFFC,FD	COP Clock Monitor Fail	None	CME
FFFE,FF	\overline{RESET}	None	None

Sumber : Motorola MC68HC11F1 *Technical Data*.

2.2. Memory

2.2.1. Read Only Memory (ROM).

Suatu ROM adalah memory yang menyimpan data secara permanen . Bila data kita tuliskan pada sebuah ROM atau kita sebut dengan mengisikan program kedalam ROM, maka sewaktu-waktu data tersebut dapat kita baca ulang ketika kita memerlukan data tersebut. Data tersimpan secara permanen maksudnya data tetap tersimpan walaupun catu tegangan pada ROM tersebut telah dimatikan.

Macam-macam Jenis ROM:

⇒ ROM (*Read Only Memori*).

Program yang tersimpam hanya dapat dibaca , berfungsi hanya sekali program dan tidak dapat diprogram ulang.

⇒ PROM (*Programable ROM*).

Diprogram dengan cara memutuskan hubungan sekering internal. Prom hanya dapat diprogram satukali dan tidak dapat diprogram ulang.

⇒ EPROM (*Erasable PROM*).

Diprogram dengan cara mengisi data suatu gerbang tersekat pada piranti.Pada Eprom dapat dilakukan penghapusan data dengan cara memberikan penyinaran sinar ultraviolet melalui jendela kaca pada bagian atas IC, dan setelah dihapus dapat dilakukan pemrograman ulang.

⇒ EEPROM (*Erasable PROM*).

Diprogram dengan cara mengisi data suatu gerbang tersekat pada piranti. Pada EEPROM dapat dilakukan penghapusan data secara listrik, dan setelah dihapus dapat dilakukan pemrograman ulang.

2.2.2. Random Access Memory (RAM).

RAM (*Random Access Memory*) data pada setiap lokasi alamat memory manapun mudah dicapai dan dapat dipanggil secara acak. Terminologi RAM dipergunakan sebagai semikonduktor yang berguna untuk baca / tulis data (R/W, Read / Write Memory).

Ram dipergunakan untuk menyimpan program dan data sementara. Isi dari lokasi alamat RAM dapat dibaca dan ditulis padanya bila dilakukan suatu eksekusi terhadap suatu program. Hal ini membutuhkan waktu siklus membaca dan menulis yang cepat dari RAM agar tidak memperlambat operasinya.

Kelemahan dari RAM adalah sifatnya yang volatile dan akan kehilangan data yang disimpan bila catu daya dimatikan. Namun beberapa RAM CMOS mempergunakan daya yang kecil dalam kondisi stanby, sehingga dapat dicatu oleh battery bila catu daya dimatikan.

Berdasarkan komponen penyusunnya RAM terdiri atas:

- ⇒ RAM Statik (SRAM). RAM Statik ini komponen penyusun utamanya adalah Flip-Flop. Pada RAM jenis ini data disimpan dalam suatu deretan Flip-Flop sehingga data tersebut dapat ditulis dan dibaca. Jika catu daya dimatikan maka data akan hilang.
- ⇒ RAM Dinamik (DRAM). RAM Dinamik ini komponen penyusun utamanya adalah Capacitor. Data yang tersimpan seperti model penyimpanan muatan pada suatu kapasitor dengan kapasitas kecil, sehingga data hanya tersimpan dalam waktu beberapa mili detik.

Sebelum data hilang maka harus dilakukan suatu penyegaran muatan (Refresh). Jika catu daya dimatikan data akan hilang.

2.3. Internal ADC

Internal ADC dalam MIKROKONTROLLER 68 HC 11-f1Tegangan refferensi pada ADC ini dapat diset dengan dua mode yaitu mode external dan mode internal. Pada perancangan ini mode yang digunakan adalah mode internal karena dengan mode internal ini pencatuan ADC sama dengan catu daya yang diperlukan oleh sistem sehingga tidak memerlukan tegangan refferensi dari luar sistem secara terpisah. Besar tegangan catu daya dan refferensi adalah 5,1 volt, sehingga batasan tegangan masuk adalah sama dengan tegangan maksimum catu daya.

ADC pada Mikrokontroller ini adalah ADC 8 bit dan kondisi logika didalamnya adalah seperti dalam tabel 2 – 3 berikut.

Tabel 2.4. Batasan kondisi logika Pada ADC

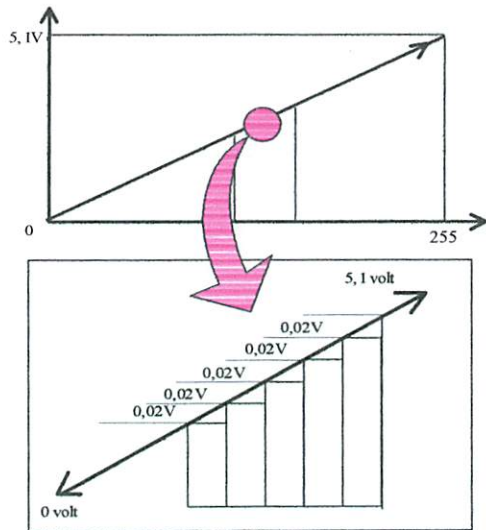
Kondisi	Binner	Heksa	Desimal	Keterangan
VL	0 0 0 0 0 0 0 0 ₍₂₎	0 0 ₍₁₆₎	0	Kondisi Min
VH	1 1 1 1 1 1 1 1 ₍₂₎	F F ₍₁₆₎	255	Kondisi Max

Sumber : Motorola MC 68 HC 11 *Reference Manual*

Dari kondisi Vh, FF₍₁₆₎ dalam tabel adalah setara dengan 255₍₁₀₎ desimal atau = 2⁸ - 1.

Maka resolusi ADC adalah $\frac{5,1\text{Volt}}{255\text{Volt}} = 0,02\text{Volt}$, Sehingga nilai setiap step ADC

adalah = 0,02 Volt yang dapat diperlihatkan dalam gambar berikut ini.



Gambar 2.7. Step tegangan ADC

Sumber : *Tabellenbuch Wilhelm Benz 235*

Kesalahan pada ADC.

$$\text{error} = \frac{100\%}{2^8 - 1} = \frac{100\%}{255} = 0,392\%$$

Semakin tinggi jumlah bit pada ADC semakin kecil errornya. Sebaliknya, semakin sedikit bit dari ADC maka semakin besar pula prosen kesalahannya (error). Error semakin tinggi jika jumlah bit dari pada ADC semakin kecil. Sehingga jika diinginkan error yang kecil sebaiknya menggunakan ADC dengan bit yang besar.

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

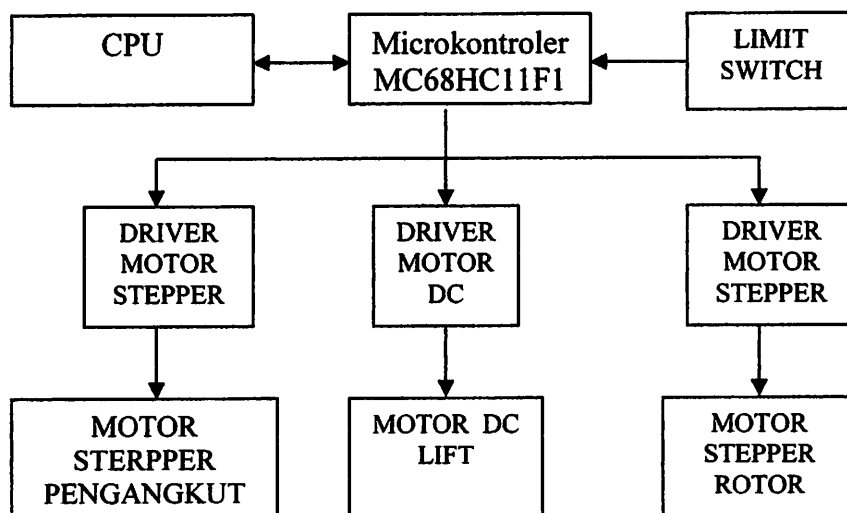
Perencanaan dan pembuatan alat ini secara garis besar dibagi atas dua bagian, yaitu :

1. Perencanaan perangkat keras
2. Perencanaan perangkat lunak

3.1. Perencanaan Perangkat Keras

3.1.1. Prinsip Kerja Miniatur Parkiran Sepeda Motor

Untuk mendeskripsikan keseluruhan sistem dari alat ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.1. Blok Diagram Sistem

Sumber : Perancangan

Dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi masing-masing pada blok diagram, yaitu:

1. CPU

Berfungsi sebagai pemberi masukan perintah langsung kepada mikrokontroler dengan menggunakan program VISUAL BASIC sebagai aplikasi.

2. Mikrokontroler

Dalam perancangan minimum sistem ini digunakan mikrokontroler MC 68 HC 11 – f1. Dan minimal sistem ini menggunakan *mode expanded*, untuk mendapatkan perluasan memori yang dapat mencukupi keperluan penyimpanan software sistem operasi serta software pemrograman alatnya.

Mode perluasan ini menggunakan RAM 62-256 dan eprom 27-256 serta menggunakan dekoder 74 HC 00. IC 27-256 merupakan EPROM (*Erasable Programable Rom*) dengan kapasitas simpan data 256 K (32 x 8). EPROM ini sangat baik dan cocok untuk digunakan dalam sistem mikroprosesor / mikrokontroler yang membutuhkan kapasitas penyimpanan yang cukup besar dan diorganisasi sebanyak 256K (32 x 8). EPROM 27-256 ini dikemas dalam bentuk FDIP28W (*Window Ceramic Frit-seal Package*) yang mempunyai tutup dalam bentuk jendela kaca tembus pandang, digunakan sebagai pembakaran EPROM pada waktu penyinaran dengan sinar ultra violet, untuk melakukan penghapusan data pada bit-bit yang telah disimpan di dalamnya. Waktu yang dibutuhkan saat melakukan pembakaran adalah sekitar 15 menit sampai 20 menit.

RAM 62-256 ini mempunyai PIN saluran address dari A_0 sampai A_{14} serta Pin saluran data D_0 sampai D_7 . Hal ini menunjukkan bahwa RAM 62-256 ini mempunyai kapasitas simpan sebesar $2^{15} = 32$ K. Dan dari saluran D_0 sampai D_7 menunjukkan bahwa RAM ini dapat menerima dan mengeluarkan data sebanyak 8 bit.

Dalam Gambar 3-2 rangkaian perluasan memory diatas, hal tersebut dilakukan dengan memberikan suatu kondisi high(1) kepada pin MOD A dan MOD B.

Address dari EPROM 27-256 dan RAM 62-256 dihubungkan dengan PORT E {0 s/d 7} dan PORT B {0 s/d 7} dari mikrokontroller 68 HC 11-F1 yang mana pada kondisi mode expanded ini port-port ini berfungsi sebagai *address Bus* {0 s/d 15}.

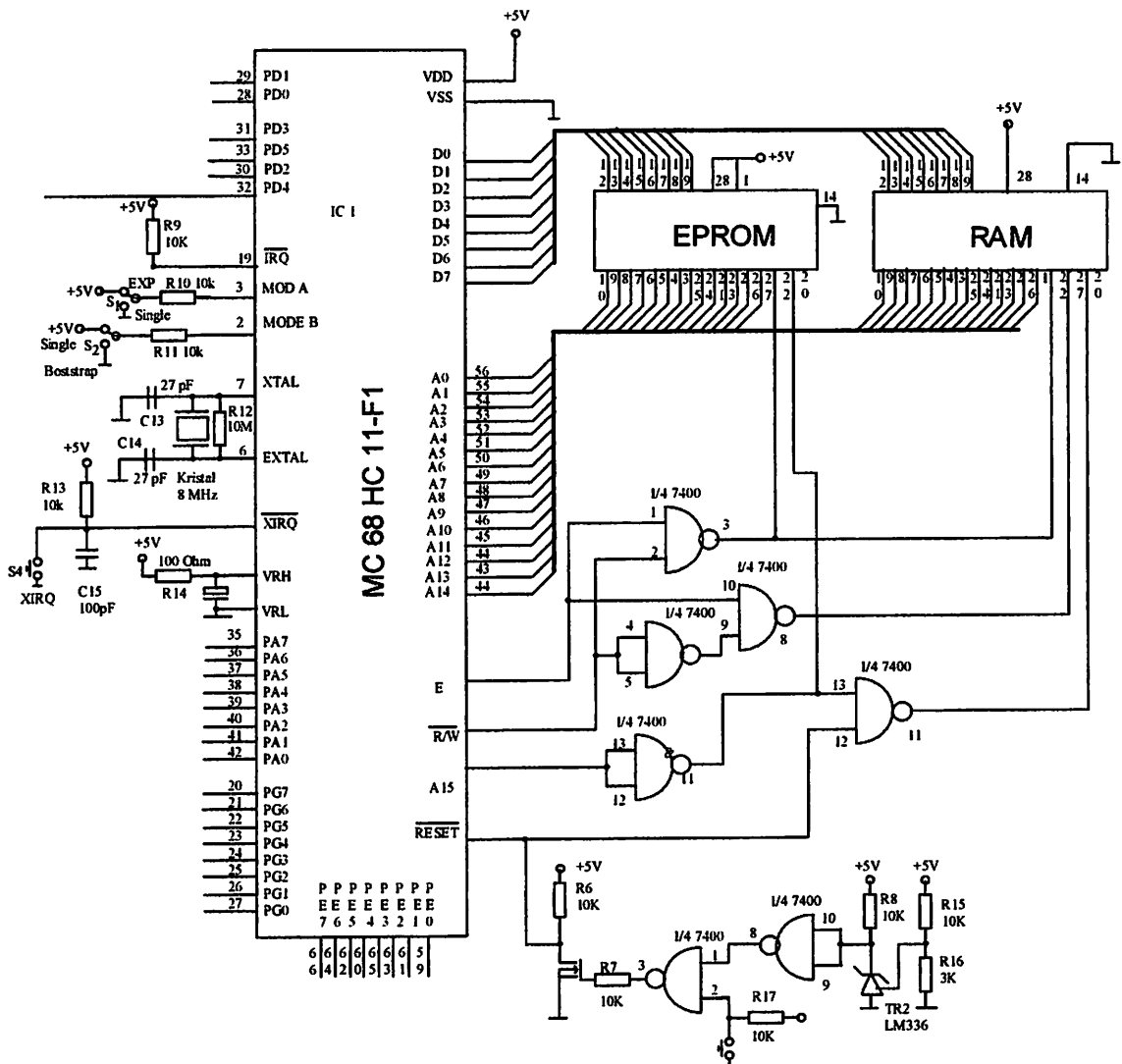
Sedangkan untuk data dari EPROM 27-256 dan RAM 62-256 ini dihubungkan dengan PORT C {0 s/d 7} dari mikrokontroller 68 HC 11-F1 yang pada kondisi Mode Expanded ini berfungsi sebagai *Data Bus* {0 s/d 7}.

Pin R/\overline{W} dari mikrokontroller 68 HC 11-F1 ini berfungsi untuk menentukan arah dari aliran *Data Bus*. Pin R/\overline{W} akan ber kondisi high apabila dilakukan pembacaan data , dan akan berkondisi low apabila dilakukan penulisan data.

Sedangkan untuk Pin \overline{XIRQ} dan \overline{IRQ} diberi kondisi high dan akan melayani permintaan *interrupt* apabila salah satu dari Pin tersebut diberi kondisi low.

Melalui kaki VRH dan VRL sumber tegangan sebagai *referensi* untuk *A/D converter* dihubungkan pada VDD dan VSS melalui Low pass Filter.

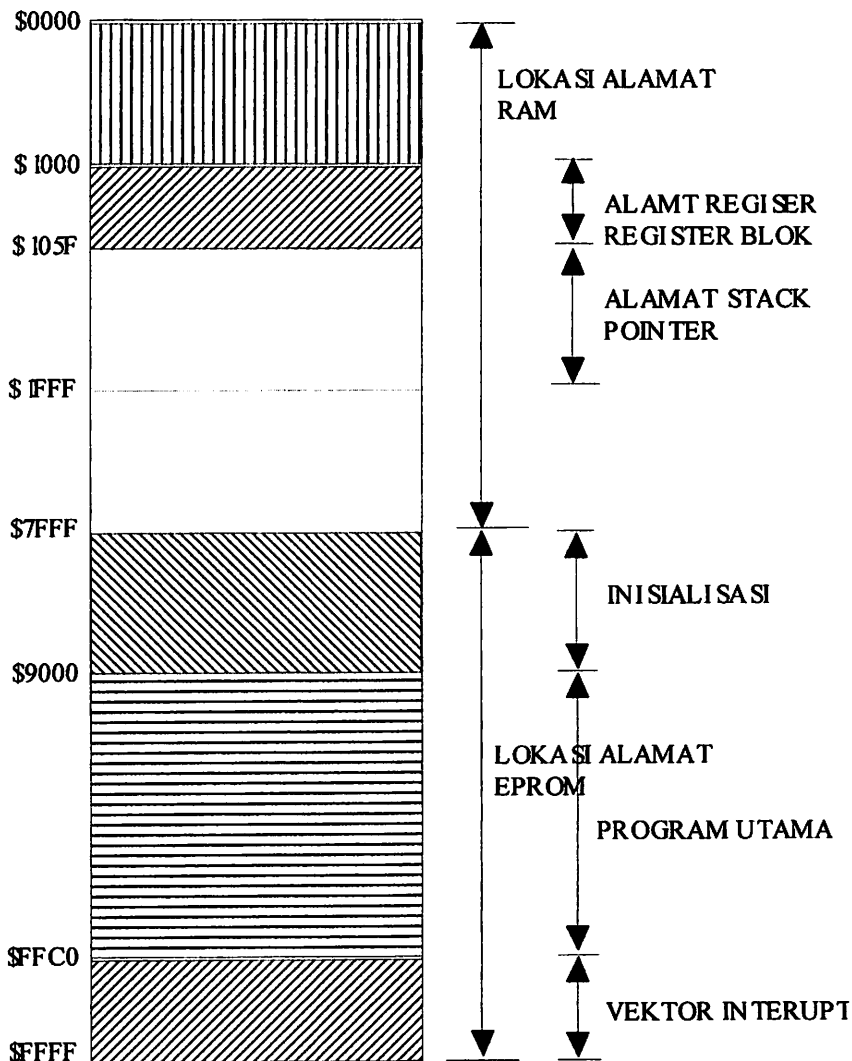
Dalam Gambar 3.2. berikut dibawah ini ditunjukkan rangkaian perluasan memori.



Gambar 3.2. Rangkaian perluasan memori

Sumber: MOTOROLA Reference Manual.

Berdasarkan rangkaian dalam Gambar 4.4. Rangkaian perluasan memori MC68 HC 11-F1 di atas, maka dapat digambarkan diagram pemetaan memorinya seperti yang tampak dalam Gambar 3.3. berikut dibawah ini:



Gambar 3.3. Peta memori MC68 HC11F1.

Sumber: MOTOROLA *Reference Manual*.

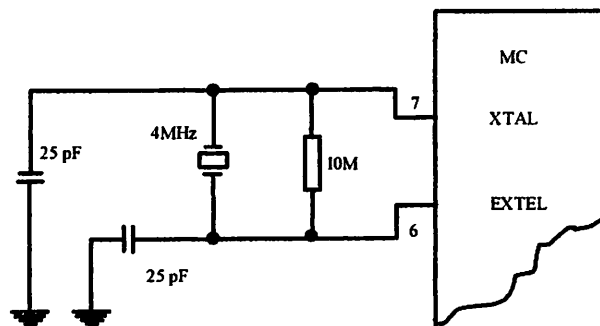
2.1 Rangkaian Reset

Dalam konstruksi minimal sistem pada Mikrokontroller 68HC11F1, fasilitas reset diberikan pada pin ke 17. Pin RESET ini akan aktif jika berada pada kondisi (0) atau low. Apa bila tombol reset ditekan maka kedua pin masukan gerbang NAND 7400 yang berhubungan dengan tombol reset tersebut menjadi low dan keluarannya adalah berlogika (1) high akibatnya gate dari BS 170 menghantar dan membuat kondisi pin reset sama dengan (0) atau low. Jika

masuk pin reset berlogika low maka akan menginisialisasi mikrokontroler untuk melakukan eksekusi pada alamat \$FFFE, \$FFFF. Dan RESET ini merupakan bentuk dari *interrupt nonmaskabel*.

2.2. Rangkaian Pembangkit Sinyal

Rangkaian pembangkit pulsa (Cristal Oscillator) dihubungkan pada kaki EXTAL dan XTAL. Untuk memperoleh pulsa E-clock sebesar 1 MHz. Jadi frekuensi E-clocknya adalah $\frac{1}{4}$ dari frekuensi rangkaian oscillatornya. Frekuensi E-clock inilah yang digunakan sebagai frekuensi pewaktu mikrokontrolle dalam melakukan eksekusi program. Untuk lebih jelasnya gambar rang kaian pembangkit pulsa tersebut dapat dilihat dalam gambar 4.7. berikut ini



Gambar 3.4. Rangkaian Pembangkit sinyal (*clock*)

Sumber :MOTOROLA *Technical Data*

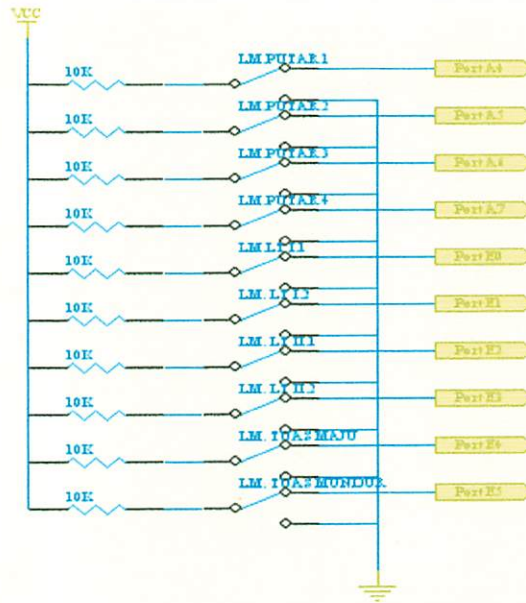
3. Limit Switch

Berfungsi sebagai pemberi sinyal input pada mikrokontroler.

Disini menggunakan beberapa limit switch

- Sebagai masukan henti dan jalan motor DC lift
- Sebagai masukan henti dan jalan motor stepper pengangkut

c. Sebagai masukan henti dan jalan motor stepper rotor

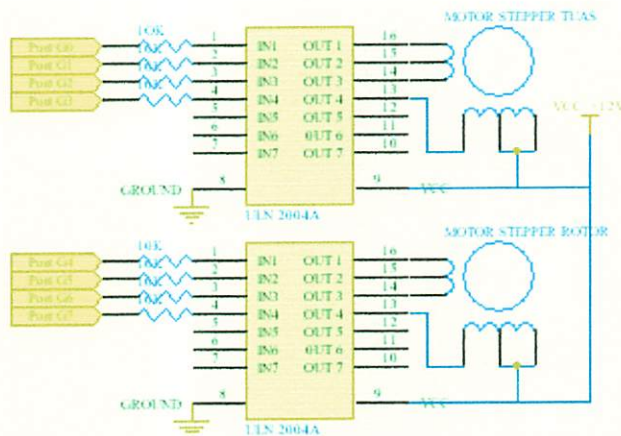


Gambar 3.5 Rangkaian imit switch keseluruhan

4. Driver Motor Stepper

Untuk rangkaian driver motor stepper digunakan ULN 2004A sebagai Buffer.

Dibawah ini adalah rangkaian driver motor stepper :



Gambar 3.6. Rangkaian Driver Motor stepper

Sumber : Perancangan

Pada driver ini saya hanya menggunakan ULN 2004A sebagai buffer karena putaran kanan dan kiri motor stepper sepenuhnya diatur oleh mikro kontroler dengan menggunakan program

```
init    LDAA #$FF
        STAA DDRA
        LDY #50
        LDX #50

utama  LDAA #$22
        STAA PORTA
        JSR  TundaXms
        LDAA #$44
        STAA PORTA
        JSR  TundaXms
        LDAA #$88
        STAA PORTA
        JSR  TundaXms
        LDAA #$11
        STAA PORTA
        JSR  TundaXms
```

END

Untuk putar kanan dan program

```
init    LDAA #$FF
        STAA DDRA
        LDY #50
        LDX #50

utama  LDAA #$11
        STAA PORTA
        JSR  TundaXms
        LDAA #$88
        STAA PORTA
        JSR  TundaXms
        LDAA #$44
```

```

STAA PORTA
JSR TundaXms
LDAA #$22
STAA PORTA
JSR TundaXms

END

```

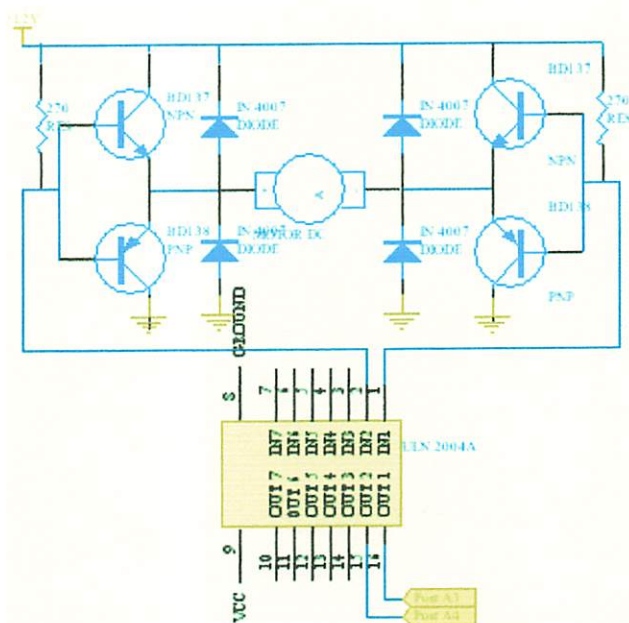
Untuk putar kiri, sehingga dengan penggunaan ULN 2004A sebagai buffer cukup sebagai driver motor stepper.

5. Motor Stepper Rotor

Berfungsi untuk memutar rotor tempat parkir..

6. Driver Motor DC

Untuk rangkaian driver motor dc digunakan Transistor sebagai pengendali arah putarannya. Dibawah ini adalah rangkaian driver motor DC :



Gambar 3.7. Rangkaian Driver Motor DC

Sumber : Perancangan

Pada driver motor dc terdapat 4 buah transistor yang bekerja silih berganti ganti sebagai saklar yang akhirnya akan mengendalikan putaran motor dc ke kiri atau kekanan.

Pada perencanaan alat ini adalah apabila pada port A4 diberi logika high dan port A3 diberi logika low maka transistor 1 dan transistor 2 akan bekerja dengan dimana transistor satu akan mengalirkan tegangan 12 volt dari vcc driver ke motor dc sedangkan transistor dua akan menuju ke ground sedangkan transistor 3 dan 4 akan mati yang mengakibatkan terhubungnya salah satu kaki motor dc terhubung dengan ground hal ini akan menyebabkan motor dc akan berputar ke kiri. dan begitupun sebaliknya jika port A4 diberi logika low dan port A3 diberi logika high maka akan terjadi hal yang sebaliknya. sedangkan ULN2004A berfungsi sebagai buffer untuk menahan arus balik dari motor dc ke mikrokontroler dimana jika ada arus yang akan masuk kedalam mikrokontroler akan langsung ditotkan oleh ULN2004A.

Tabel 3.1. Kombinasi Keluaran Rangkaian Driver Motor

Input Driver		Kondisi Motor
In 1	In 2	
L	H	PUTAR KANAN
L	L	DIAM
H	L	PUTAR KIRI
H	H	DIAM

7. Motor DC Lift.

Berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan pengangkut motor.

8. Motor Steper Pengangkut

Berfungsi untuk memajukan dan memundurkan pengangkut motor.

Adapun prinsip kerja dari blok diagram keseluruhan diatas adalah:

- ❖ Menempatkan sepeda motor pada posisis yang tepat.
- ❖ Melakukan pemilihan ruang parkir dan memasukan nomor plat nomor pada computer.
- ❖ Setelah tombol ruangan dipilih parkir akan mulai bekerja :
 - Pertama-tama tuas parkir naik menuju limit lantai I.2.
 - Kemudian tuas akan mundur sampai menekan limit tuas 2, jika ruang parkir berada pada lantai I *motor stepper rotor* akan berputar dan jika ruang parkir berada pada lantai 2 maka tuas parkir akan naik menuju lantai 2 sampai menyentuh limit lantai II.2 baru *motor stepper rotor* akan berputar.
 - Perputaran rotor menyesuaikan dengan besarnya sudut lokasi parkir yang dipilih ($\pm 45^\circ$, $\pm 90^\circ$, $\pm 135^\circ$). Setelah itu tuas akan bergerak turun jika pada lantai I sampai menekan limit lantai I.1, jika pada lantai 2 sampai menekan limit lantai II.2
 - Setelah itu rotor akan berputar kembali pada posisi awal sampai menekan limit rotor 0° . Jika tuas berada pada keadaan menekan

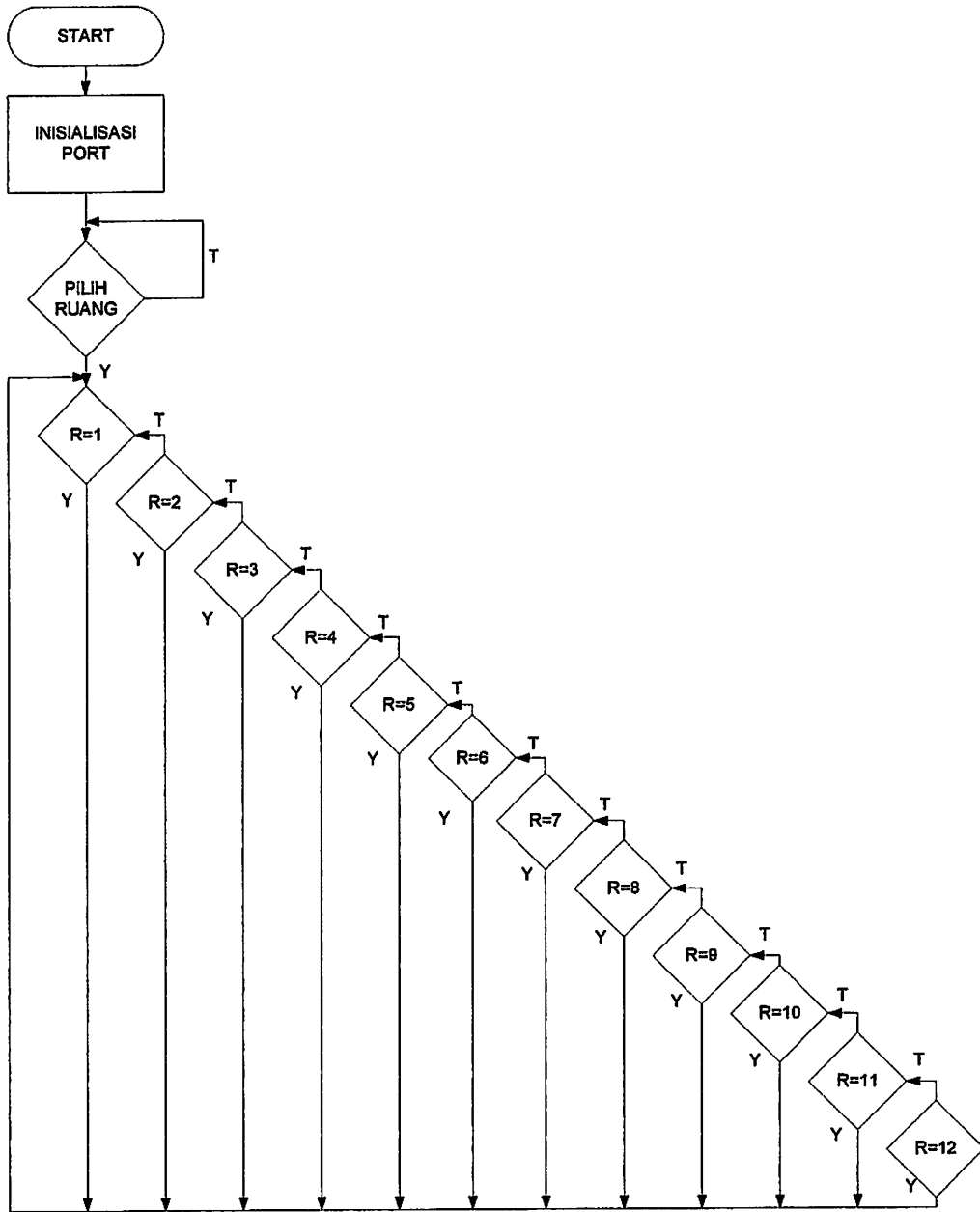
limit lantai I.1 maka tuas akan maju sampai menekan limit tuas 1, dan jika berada pada lantai 2 maka tuas akan bergerak turun menuju sampai menekan limit lantai I.1 lalu bergerak maju.

- Jika limit lantai I.1 , limit tuas 1, limit tuas 0° maka semua sudah kembali pada posisi awal.

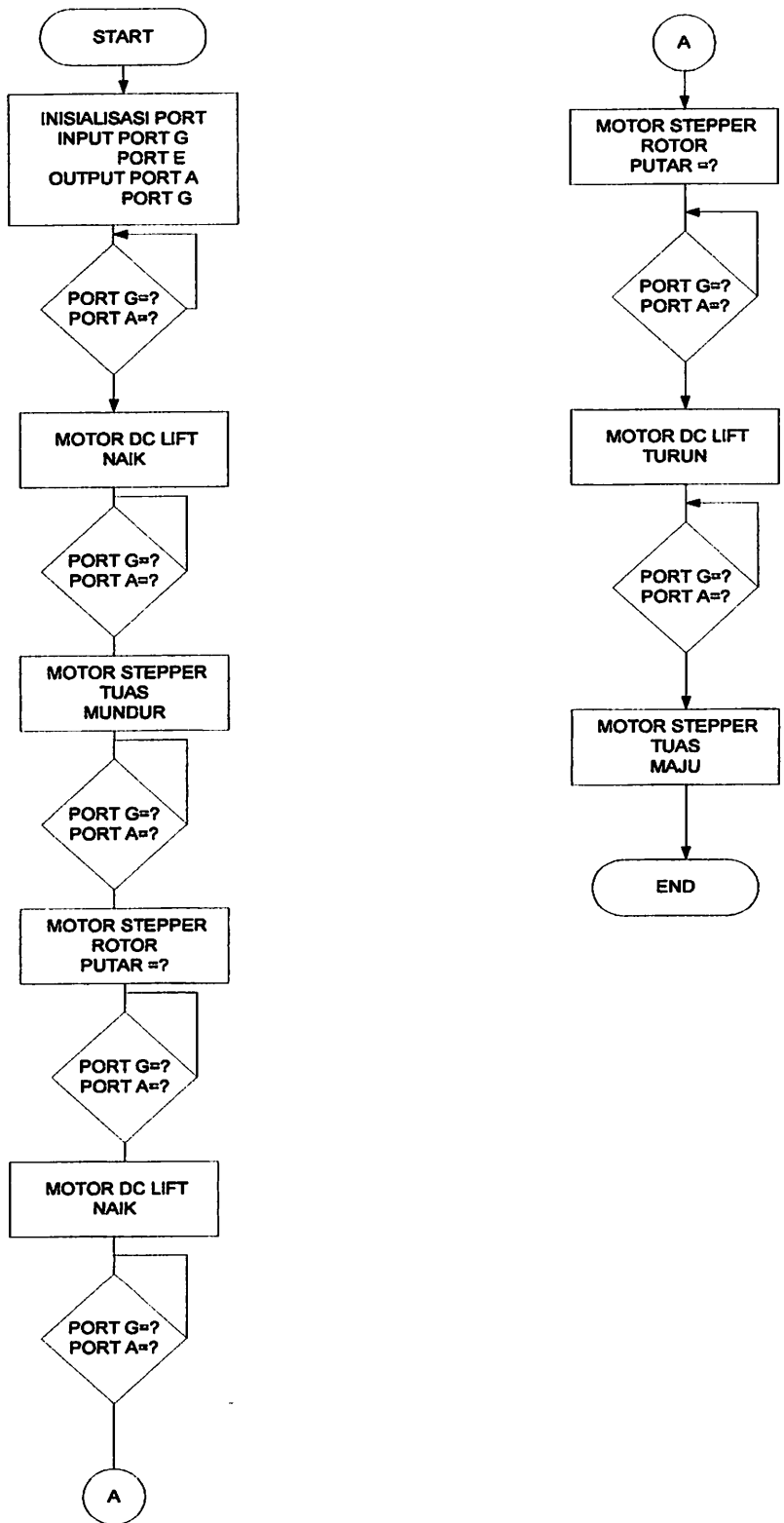
3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Adapun cara kerja dari perangkat lunak (*software*) secara umum dibuat dalam bentuk *Flow Chart* sebagai berikut:

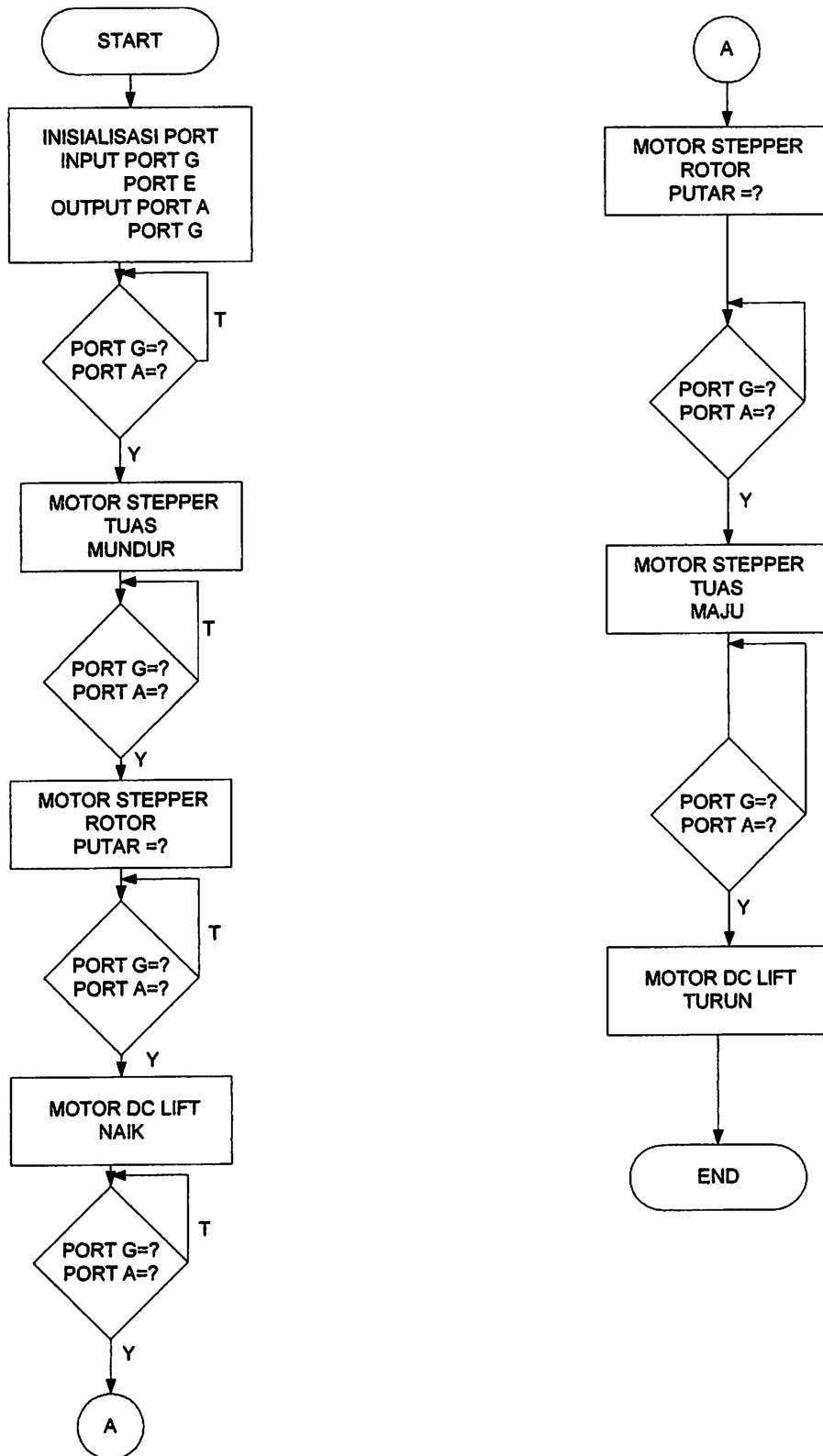
Flowchart Keseluruhan



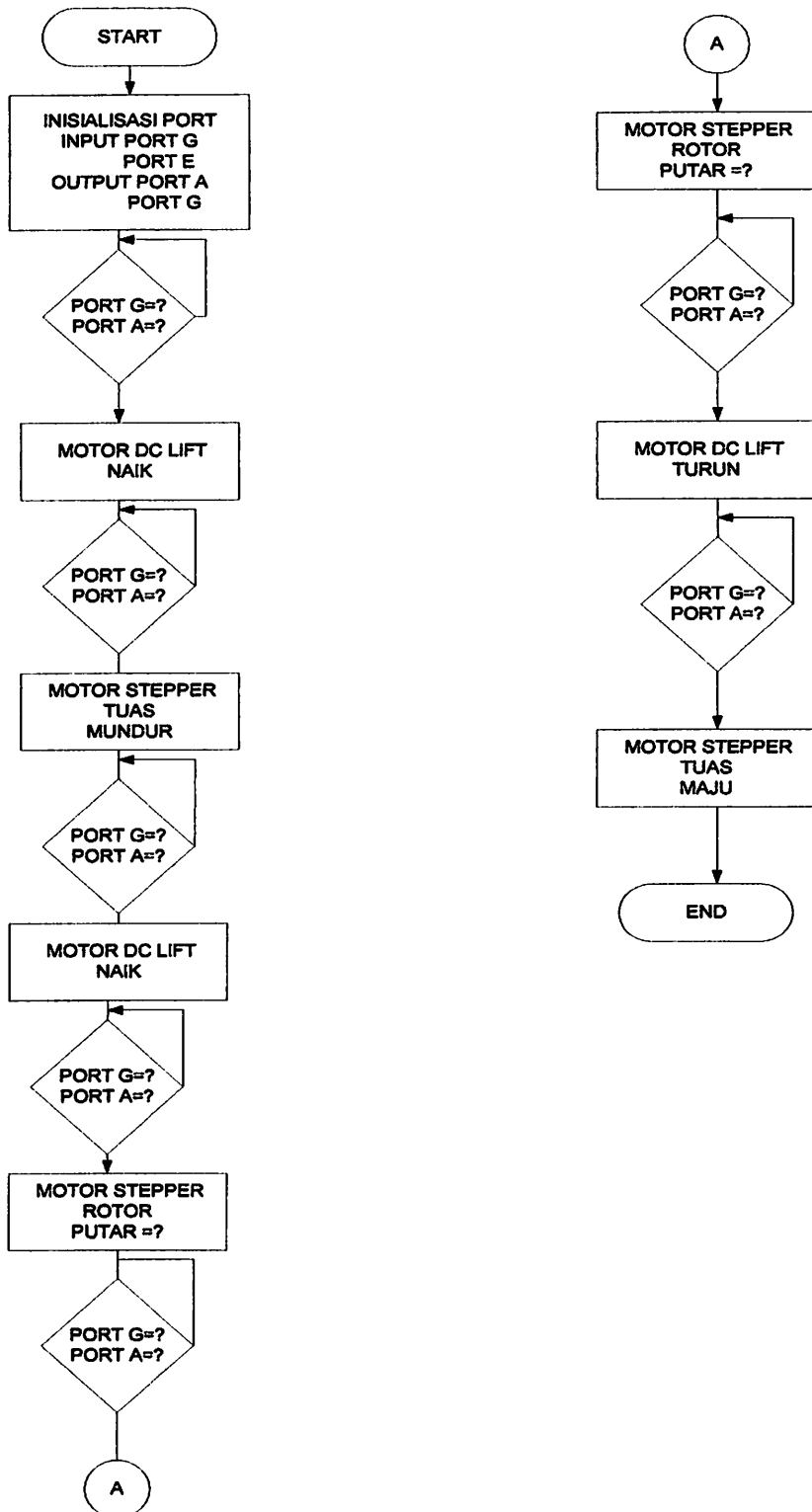
Flowchart Masuk Lantai 1



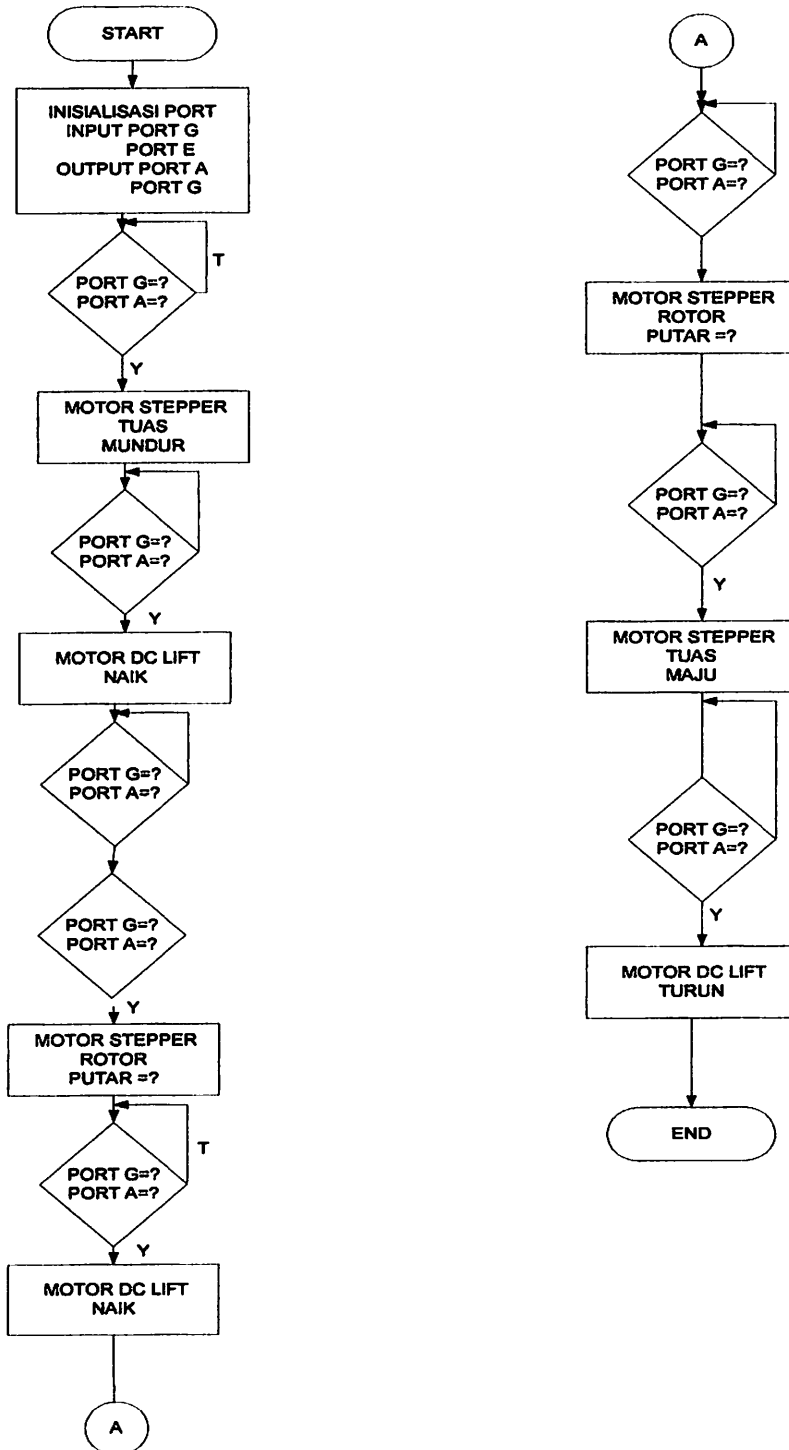
Flowchart Keluar Lantai 1



Flowchart Masuk Lantai 2



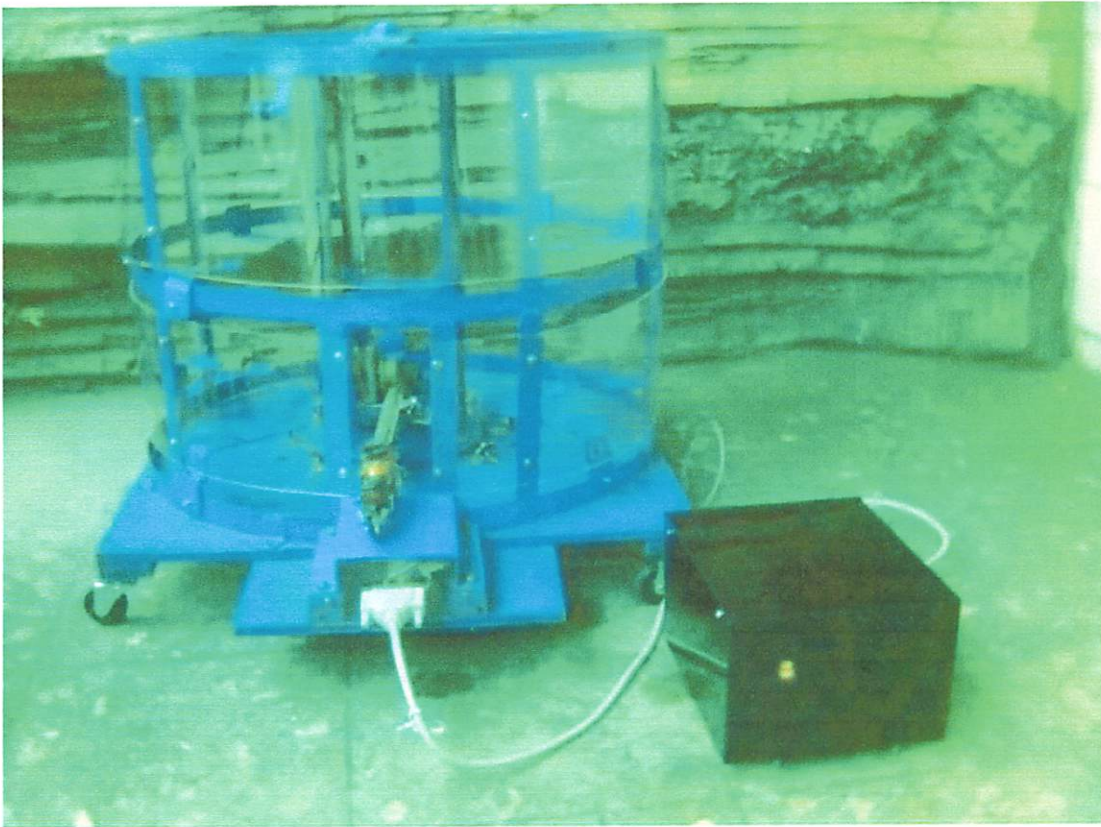
Flowchart Keluar Lantai 2



BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Sebelum melaksanakan pengujian, hasil perancangan alat sebagaimana yang telah diuraikan dalam BAB III, berikut di bawah ini ditunjukkan Gambar foto Miniature Parkiran Sepedah Motor Minimalis



Gambar 4.1 Foto Miniatur Parkiran Sepedah Motor Minimalis

4.1. Tujuan

Pengujian alat ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian serta kepresisian alat hasil perencanaan dengan perancangan yang telah dilakukan. Suatu alat yang didapat dari hasil perancangan dikatakan sesuai dan beroperasi dengan baik serta berhasil, apabila dalam pengujian menunjukkan fungsi dan dapat menunjukkan tanggapan yang sesuai terhadap masukan yang diberikan

4.2. Pengujian Rangkaian Mikrokontroller

4.2.1. Tujuan

Tujuan dari pengujian rangkaian mikrokontroller ini adalah untuk mengetahui apakah rangkaian dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

4.2.2. Alat dan Bahan

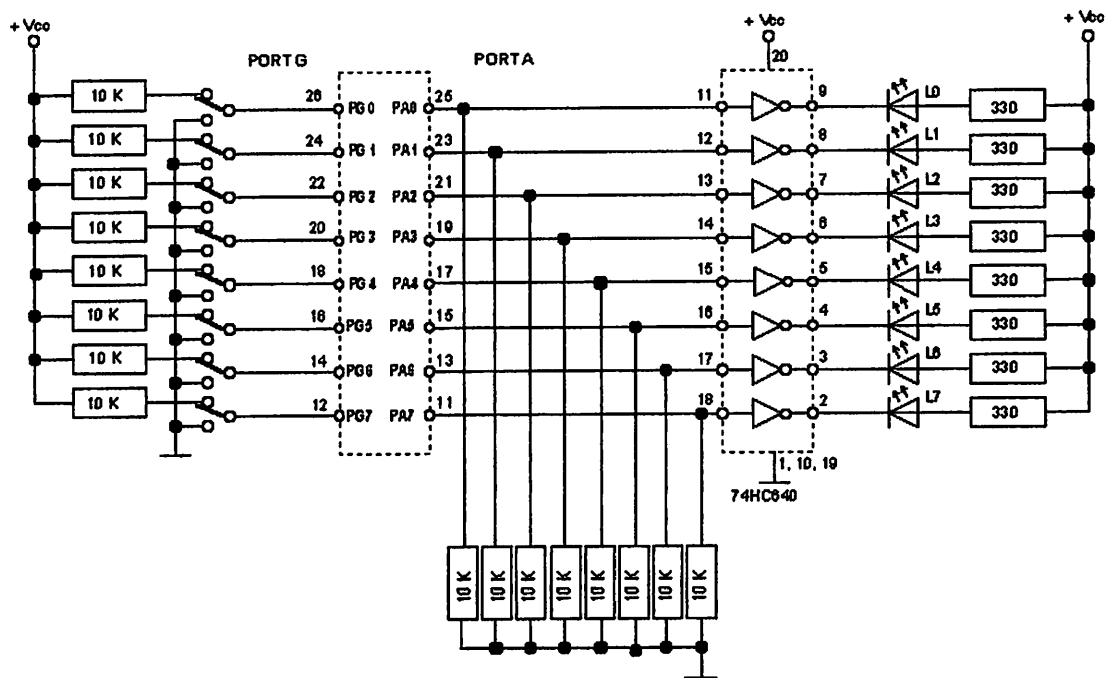
1. Power Supply
2. IO test
3. Minimum system mikrokontroller MC68HC11F1

4.2.3. Langkah Pengujian

1. Merancang Software Pengujian sebagai berikut :

```
Inisial      ldaa  #$FF
              staa  DDRA
              ldaa  #$00
              staa  DDRG
Lagi         ldaa  PORTG
              staa  PORTA
              jmp  lagi
              end
```

2. Melakukan load software pada langkah 1 kedalam Mikrokontroller MC68HC11F1.
3. Mempersiapkan Rangkaian IO test seperti pada gambar 4 – 2.
4. Mencoba menjalankan saklar yang terhubung dengan portg dan melihat hasilnya pada led yang terhubung port A.



Gambar 4.2. Rangkaian IO test

4.2.4. Hasil dan Analisa

Setelah melakukan pengujian sesuai dengan langkah – langkah pengujian diatas didapatkan hasil pengujian seperti dalam table 4 – 1 :

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Mikrokontroller MC 68HC11F1 menggunakan IO test

IN PORT G	LOGIKA	OUT PORT A	LOGIKA
G0	0	A0	0
G1	0	A1	0
G2	0	A2	0
G3	0	A3	0
G4	0	A4	0
G5	0	A5	0
G6	0	A6	0
G7	0	A7	0
G0	1	A0	1
G1	1	A1	1
G2	1	A2	1
G3	1	A3	1
G4	1	A4	1
G5	1	A5	1
G6	1	A6	1
G7	1	A7	1

Berdasarkan nyala LED yang diperoleh pada saat melakukan pengujian alat, menunjukkan bahwa inputan yang dimasukan dari portG dapat dikeluarkan di portA. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa rangkaian mikrokontroller MC68HC11F1 dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

4.2. Pengujian Rangkaian Driver Motor DC dan Motor DC

4.2.1. Tujuan

Tujuan dari pengujian rangkaian Driver Motor DC dan Motor DC dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

4.2.2. Alat dan Bahan

1. Power Supply
2. Driver Motor DC
3. Motor DC
4. Mikrokontroler MC68HC11F1

4.2.3. Langkah Pengujian

1. Mempersiapkan dan melakukan download software pengujian Motor DC sebagai berikut :

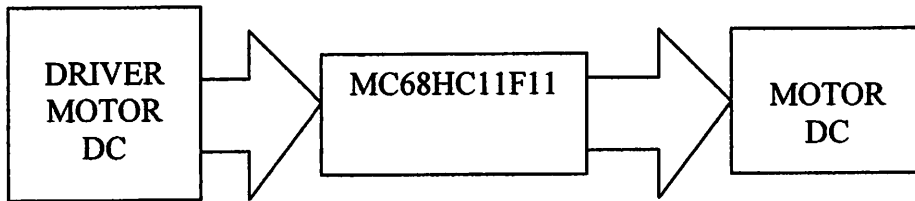
* Belok Kanan

```
Init      ldaa  #$00
          staa  PORTA
Lagi      ldaa  #$01
          staa  PORTA
          jmp   Lagi
          end
```

*Belok Kiri

```
Init      ldaa  #$00
          staa  PORTA
Lagi      ldaa  #$02
          staa  PORTA
          jmp   Lagi
          end
```


2. Mempersiapkan blok pengujian seperti pada gambar 4 – 3.



Gambar 4.3. Blok Diagram Pengujian Driver Motor DC Dan Motor DC

4.2.4. Hasil dan Analisa

Setelah melakukan pengujian sesuai dengan langkah – langkah pengujian diatas didapatkan hasil pengujian seperti dalam table 4 – 2 :

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Driver motor DC dan motor DC

Input Driver		Kondisi Motor
In 1	In 2	
L	H	PUTAR KANAN
L	L	DIAM
H	L	PUTAR KIRI
H	H	DIAM

Dari table diatas kita dapat melihat bahwa Driver motor DC dan Motor DC dapat Berfungsi Dengan Sempurna.

4.3. Pengujian Rangkaian Driver Motor Stepper dan Motor Stepper

4.3.1. Tujuan

Tujuan dari pengujian rangkaian Driver Motor Steper dan Motor Stepper dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan.

4.3.2. Alat dan Bahan

- 1.Power Supply
- 2.Driver Motor Stepper
- 3.Motor Stepper
- 4.Mikrokontroler MC68HC11F1

4.3.3. Langkah Pengujian

3. Mempersiapkan dan melakukan download software pengujian Motor Stepper sebagai berikut :

*Untuk putar kanan

```
init  LDAA #$FF
      STAA DDRA
      LDY #50
      LDX #50

utama LDAA #$22
      STAA PORTA
      JSR TundaXms
      LDAA #$44
      STAA PORTA
      JSR TundaXms
      LDAA #$88
      STAA PORTA
      JSR TundaXms
      LDAA #$11
      STAA PORTA
      JSR TundaXms
```

END

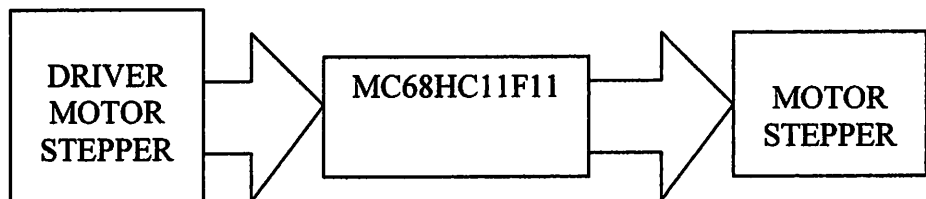
*Untuk putar kiri

```
init  LDAA #$FF
      STAA DDRA
      LDY #50
      LDX #50
```

```
utama LDAA #$11
      STAA PORTA
      JSR TundaXms
      LDAA #$88
      STAA PORTA
      JSR TundaXms
      LDAA #$44
      STAA PORTA
      JSR TundaXms
      LDAA #$22
      STAA PORTA
      JSR TundaXms
```

END

4. Mempersiapkan blok pengujian seperti pada gambar 4 – 4.



Gambar 4.4. Blok Diagram Pengujian Driver Motor Stepper Dan Motor Stepper

4.3.4. Hasil dan Analisa

Setelah melakukan pengujian sesuai dengan langkah – langkah pengujian diatas didapatkan hasil Putaran Motor stepper baik berputar kiri maupun berputar kanan dapat berfungsi dengan baik.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Pada pengujian rangkaian mikrokontroller MC68HC11F1, mikronkontroller dapat berfungsi sebagaimana mestinya, dan dapat digunakan sebagai pengendali sistem keseluruhan.
2. Pada pengujian motor dc, rangkaian driver motor dc dan motor dc dapat bekerja sebagai mana mestinya
3. Pada pengujian Motor Steper, rangkaian driver motor stepper dan motor stepper dapat bekerja sebagai mana mestinya.
4. Pada pengujian sistem keseluruhan sistem dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

5.2. Saran

1. Pada penggunaan driver motor sebaiknya menggunakan baffle untuk menghindari arus balik dari motor yang dapat mengakibatkan kerusakan pada mikrokontroler.
2. Penggunaan girbox dalam dalam hubungan motor dc maupun motor stepper dengan mekanik sangat diperlukan karena dapat memperingan putaran motor.



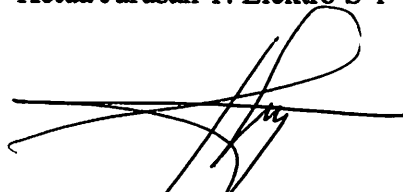
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : HENDRIK L FRANS
NIM : 00.17.186
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : Perencanaan dan Pembuatan Miniatur Pakiran
Sepeda Motor Dengan Mikrokontroler
MC68HC11F1
Tanggal Pengajuan Skripsi : 11 Juni 2005
Selesai Penulisan Skripsi : 20 Agustus 2005
Dosen Pembimbing I : Ir. Usman Djuanda, MM
Dosen Pembimbing II : Ir. Mimien Mustikawati
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 90 *Sm*

Mengetahui

Ketua Jurusan T. Elektro S-1



(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)

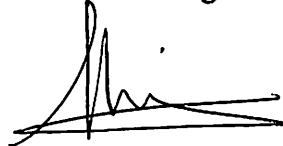
Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing I



(Ir. Usman Djuanda, MM)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Mimien Mustikawati)

DAFTAR PUSTAKA

1. Qkits. 2001. MC-162-2, 16 CHARACTERS x 2 Lines 1/16 Duty, 1/5 BIAS.
<http://www.qkit.com>
2. MOTOROLA , 1990, *Programming Reference Guide*, 1990, MC 68 HC 11
F1RG/AD MOTOROLA.
3. MOTOROLA , 1990, *Reference manual* MC 68 HC 11 RM/AD
MOTOROLA
4. Putranto, Agus. *Mikrokontroler MC68HC11F1*

*
* Judul : Parking Program
*
* Berkas : hendrik.asc
* Fungsi : simulasi parkir
* Pembuat: hendrik (00.17.186)
* Tanggal : 15 - 09 - 2005
*

incl v_myinc.inc Berkas definisi alamat EPROM V2.35
org \$2000 Alamat awal di RAM

**** Program utama ****

```
init    ldaa    #$FF
        staa    DDRA
        ldaa    #$03
        staa    DDRG
        clr     PORTA
        clr     PORTG

awal    ldaa    PORTE
        ldab    PORTG
        cpd     #$0144
        beq     main
        jsr     caripos
        jmp     awal

main    jsr     Baca_Byte
        cmpb   #1
        beq    posisi1
        cmpb   #2
        beq    posisi2
        cmpb   #3
        beq    posisi3
        cmpb   #4
        beq    posisi4
        cmpb   #5
        beq    posisi5
        cmpb   #6
        beq    posisi6
        cmpb   #7
        beq    posisi7
        cmpb   #8
        beq    posisi8
        cmpb   #9
        beq    posisi9
        cmpb   #'A
        beq    posisiA
        cmpb   #'B
        beq    posisiB
        cmpb   #'C
        beq    posisiC
        jmp    baca_lg
posisi1 jsr     pos1
        jmp    main
posisi2 jsr     pos2
```

```

        jmp     main
posisi3 jsr     pos3
        jmp     main
posisi4 jsr     pos4
        jmp     main
posisi5 jsr     pos5
        jmp     main
posisi6 jsr     pos6
        jmp     main
posisi7 jsr     pos7
        jmp     main
posisi8 jsr     pos8
        jmp     main
posisi9 jsr     pos9
        jmp     main
posisiA jsr     posA
        jmp     main
posisiB jsr     posB
        jmp     main
posisiC jsr     posC
        jmp     main
baca_lg jsr     Baca_Byte
        cmpb   #D
        beq    posisiD
        cmpb   #E
        beq    posisiE
        cmpb   #F
        beq    posisiF
        cmpb   #G
        beq    posisiG
        cmpb   #H
        beq    posisiH
        cmpb   #I
        beq    posisiI
        cmpb   #J
        beq    posisiJ
        cmpb   #K
        beq    posisiK
        cmpb   #L
        beq    posisiL
        cmpb   #M
        beq    posisiM
        cmpb   #N
        beq    posisiN
        cmpb   #O
        beq    posisiO
        jmp     main

posisiD jsr     posD
        jmp     main
posisiE jsr     posE
        jmp     main
posisiF jsr     posF
        jmp     main
posisiG jsr     posG
        jmp     main
posisiH jsr     posH
        jmp     main
posisiI jsr     posI
        jmp     main

```



```

posisiJ jsr    posJ
         jmp    main
posisiK jsr    posK
         jmp    main
posisiL jsr    posL
         jmp    main
posisiM jsr    posM
         jmp    main
posisiN jsr    posN
         jmp    main
posisiO jsr    posO
         jmp    main

```

**** Program bagian Cari Posisi ****

* Posisi Awal

* Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```

caripos ldaa   PORTG
        anda  #$04
        cmpa  #$04
        bne   turun
        beq   balik

turun   ldaa   #$02
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$04
        cmpa  #$04
        beq   balik
        bne   turun

balik   ldaa   #$00
        staa  PORTG
        ldx   #200
        jsr   TundaXms
        ldaa  PORTE
        cmpa  #$01
        beq   tuas
        bne   rotor

rotor   jsr    kiri1
        ldaa  PORTE
        anda  #$01
        cmpa  #$01
        bne   rotor
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        ldx   #200
        jsr   TundaXms

tuas    ldaa   PORTG
        anda  #$40
        cmpa  #$40
        bne   maju
        rts

maju    jsr    kanan2

```

```

ldaa  PORTG
anda  #$40
cmpa  #$40
bne   maju
ldaa  #$00
staa  PORTG
ldx   #200
jsr   TundaXms
rts

```

**** Program bagian Posisi Pertama ****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```

pos1  ldaa  #$01
      staa  PORTG
      ldaa  PORTG
      anda  #$08
      cmpa  #$08
      bne   pos1
stp    ldaa  #$00
      staa  PORTG
      ldx   #200
      jsr   TundaXms

```

```

tuas1  jsr   kiri2
      ldaa  PORTG
      anda  #$80
      cmpa  #$80
      bne   tuas1
      ldaa  #$00
      staa  PORTG
      ldx   #200
      jsr   TundaXms

```

```

rotor1 jsr   kanan1
      ldaa  PORTE
      anda  #$02
      cmpa  #$02
      bne   rotor1
      ldaa  #$00
      staa  PORTA
      ldx   #200
      jsr   TundaXms

```

```

turun1 ldaa  #$02
      staa  PORTG
      ldaa  PORTG
      anda  #$04
      cmpa  #$04
      bne   turun1
      ldaa  #$00
      staa  PORTG
      ldx   #200
      jsr   TundaXms

```

```

rbalik1 jsr   kiri1
      ldaa  PORTE
      anda  #$01

```

```
    cmpa    #$01
    bne     rbalik1
    ldaa   #$00
    staa   PORTA
    ldx    #200
    jsr    TundaXms
```

```
maju1  jsr    kanan2
        ldaa   PORTG
        anda  #$40
        cmpa  #$40
        bne   maju1
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        ldx   #200
        jsr   TundaXms
        rts
```

**** Program bagian Posisi KeDua ****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```
pos2   jsr    atas
        bne   pos2
stp2   ldaa   #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
```

```
tuas2  jsr    tumu
        bne   tuas2
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
```

```
rotor2 jsr    kanan1
        ldaa  PORTE
        anda  #$04
        cmpa  #$04
        bne   rotor2
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX
```

```
turun2 jsr    bawah
        bne   turun2
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
```

```
rbalik2 jsr   tengah1
        bne   rbalik2
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX
```

```
maju2  jsr    tuma
        bne   maju2
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
```

rts

**** Program bagian Posisi KeTiga ****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```
pos3  jsr    atas
      bne    pos3
stp3  ldaa   #$00
      staa   PORTG
      jsr    TundaX
```

```
tuas3 jsr    tumu
      bne    tuas3
      ldaa   #$00
      staa   PORTG
      jsr    TundaX
```

```
rotor3 jsr    kanan1
      ldaa   PORTE
      anda   #$08
      cmpa   #$08
      bne    rotor3
      ldaa   #$00
      staa   PORTA
      jsr    TundaX
```

```
turun3 jsr    bawah
      bne    turun3
      ldaa   #$00
      staa   PORTG
      jsr    TundaX
```

```
rbalik3 jsr    tengah1
      bne    rbalik3
      ldaa   #$00
      staa   PORTA
      jsr    TundaX
```

```
maju3  jsr    tuma
      bne    maju3
      ldaa   #$00
      staa   PORTG
      jsr    TundaX
      rts
```

**** Program bagian Posisi KeEmpat ****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```
pos4  jsr    atas
      bne    pos4
stp4  ldaa   #$00
      staa   PORTG
      jsr    TundaX
```

```
tuas4 jsr    tumu
      bne    tuas4
      ldaa   #$00
```

```

        staa  PORTG
        jsr   TundaX

rotor4  jsr   kiri1
        ldaa  PORTE
        anda  #$10
        cmpa  #$10
        bne   rotor4
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

turun4  jsr   bawah
        bne   turun4
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

rbalik4 jsr   tengah2
        bne   rbalik4
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

maju4   jsr   tuma
        bne   maju4
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
        rts

```

**** Program bagian Posisi KeLima ****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```

pos5    jsr   atas
        bne   pos5

stp5    ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

tuas5   jsr   tumu
        bne   tuas5
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

rotor5  jsr   kiri1
        ldaa  PORTE
        anda  #$20
        cmpa  #$20
        bne   rotor5
        ldaa  #$00
        staa  PORTA

```

```

        jsr    TundaX
turun5  jsr    bawah
        bne   turun5
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
rbalik5 jsr    tengah2
        bne   rbalik5
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX
maju5   jsr    tuma
        bne   maju5
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
        rts

```

**** Program bagian Posisi keEnam ****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```

pos6    jsr    atas
        bne   pos6
stp6    ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
tuas6   jsr    tumu
        bne   tuas6
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
rotor6  jsr    kiri1
        ldaa  PORTE
        anda  #$40
        cmpa  #$40
        bne   rotor6
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX
turun6  jsr    bawah
        bne   turun6
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
rbalik6 jsr    tengah2
        bne   rbalik6

```

```

        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

maju6  jsr   tuma
        bne  maju6
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
        rts

```

**** Program bagian Posisi KeTujuh ****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```

pos7   jsr   atas
        bne  pos7

stp7   ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

tuas7  jsr   tumu
        bne  tuas7
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

naik7  ldaa  #$01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$20
        cmpa  #$20
        bne  naik7
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

rotor7 jsr   kanan1
        ldaa  PORTE
        anda  #$02
        cmpa  #$02
        bne  rotor7
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

turun7 ldaa  #$02
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$10
        cmpa  #$10
        bne  turun7
        ldaa  #$00

```

staa PORTG
jsr TundaX

rbalik7 jsr tengah1
bne rbalik7
ldaa #\$00
staa PORTA
jsr TundaX

lurun7 jsr bawah
bne lurun7
ldaa #\$00
staa PORTG
jsr TundaX

maju7 jsr tuma
bne maju7
ldaa #\$00
staa PORTG
jsr TundaX
rts

**** Program bagian Posisi KeDelapan*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

pos8 jsr atas
bne pos8
stp8 ldaa #\$00
staa PORTG
jsr TundaX

tuas8 jsr tumu
bne tuas8
ldaa #\$00
staa PORTG
jsr TundaX

naik8 ldaa \$01
staa PORTG
ldaa PORTG
anda \$20
cmpa \$20
bne naik8
ldaa \$00
staa PORTG
jsr TundaX

rotor8 jsr kanan1
ldaa PORTE
anda \$04
cmpa \$04
bne rotor8
ldaa \$00
staa PORTA
jsr TundaX

turun8 ldaa \$02
staa PORTG
ldaa PORTG


```
anda    #$10
cmpa    #$10
bne     turun8
ldaa    #$00
staa    PORTG
jsr     TundaX
```

```
rbalik8 jsr     tengah1
bne     rbalik8
ldaa    #$00
staa    PORTA
jsr     TundaX
```

```
lturun8 jsr     bawah
bne     lturun8
ldaa    #$00
staa    PORTG
jsr     TundaX
```

```
maju8   jsr     tuma
bne     maju8
ldaa    #$00
staa    PORTG
jsr     TundaX
rts
```

**** Program bagian Posisi KeSembilan*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```
pos9    jsr     atas
bne     pos9
stp9    ldaa    #$00
staa    PORTG
jsr     TundaX
```

```
tuas9   jsr     tumu
bne     tuas9
ldaa    #$00
staa    PORTG
jsr     TundaX
```

```
naik9   ldaa    #$01
staa    PORTG
ldaa    PORTG
anda    #$20
cmpa    #$20
bne     naik9
ldaa    #$00
staa    PORTG
jsr     TundaX
```

```
rotor9  jsr     kanan1
ldaa    PORTE
anda    #$08
cmpa    #$08
bne     rotor9
ldaa    #$00
staa    PORTA
```

```

        jsr    TundaX
turun9  ldaa   #$02
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$10
        cmpa  #$10
        bne  turun9
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

```

```

rbalik9 jsr    tengah1
        bne  rbalik9
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

```

```

lturun9 jsr    bawah
        bne  lturun9
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

```

```

maju9   jsr    tuma
        bne  maju9
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
        rts

```

**** Program bagian Posisi KeSepuluh*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```

posA    jsr    atas
        bne  posA
stpA    ldaa   #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

```

```

tuasA   jsr    tumu
        bne  tuasA
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

```

```

naikA   ldaa   #$01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$20
        cmpa  #$20
        bne  naikA
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

```

```

rotorA  jsr    kiri1
        ldaa  PORTE
        anda  #$10

```

```

        cmpa    #$10
        bne    rotorA
        ldaa   #$00
        staa   PORTA
        jsr    TundaX

turunA  ldaa   #$02
        staa   PORTG
        ldaa   PORTG
        anda   #$10
        cmpa   #$10
        bne    turunA
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr    TundaX

rbalikA jsr    tengah2
        bne    rbalikA
        ldaa   #$00
        staa   PORTA
        jsr    TundaX

lturunA jsr    bawah
        bne    lturunA
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr    TundaX

majuA   jsr    tuma
        bne    majuA
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr    TundaX
        rts

```

**** Program bagian Posisi KeSebelas*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```

posB    jsr    atas
        bne    posB
stpB    ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr    TundaX

tuasB   jsr    tumu
        bne    tuasB
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr    TundaX

naikB   ldaa   #$01
        staa   PORTG
        ldaa   PORTG
        anda   #$20
        cmpa   #$20
        bne    naikB
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr    TundaX

```

```
rotorB jsr    kiri1
        ldaa  PORTE
        anda  #$20
        cmpa  #$20
        bne   rotorB
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX
```

```
turunB ldaa  #$02
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$10
        cmpa  #$10
        bne   turunB
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
```

```
rbalikB jsr    tengah2
        bne   rbalikB
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX
```

```
lturunB jsr    bawah
        bne   lturunB
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
```

```
majuB jsr    tuma
        bne   majuB
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
        rts
```

**** Program bagian Posisi KeDuabelas*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```
posC jsr    atas
        bne   posC
stpC ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
```

```
tuasC jsr    tumu
        bne   tuasC
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
```

```
naikC ldaa  #$01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$20
        cmpa  #$20
```

```

    bne    naikC
    ldaa   #$00
    staa   PORTG
    jsr    TundaX

rotorC jsr    kiri1
        ldaa   PORTE
        anda  #$40
        cmpa  #$40
        bne   rotorC
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

turunC ldaa   #$02
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$10
        cmpa  #$10
        bne  turunC
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

rbalikC jsr    tengah2
        bne   rbalikC
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

lturunC jsr    bawah
        bne   lturunC
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

majuC  jsr    tuma
        bne   majuC
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
        rts

```

**** Program bagian Posisi KeTigabelas*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```

posD   jsr    tumu
        bne   posD
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

rotorD jsr    kanan1
        ldaa  PORTE
        anda  #$02
        cmpa  #$02
        bne  rotorD
        ldaa  #$00

```

```

        staa  PORTA
        jsr   TundaX

naikD  ldaa  #\$01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #\$08
        cmpa  #\$08
        bne  naikD
stpD   ldaa  #\$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

rbalikD jsr   tengah1
        bne  rbalikD
        ldaa  #\$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

majuD  jsr   tuma
        bne  majuD
        ldaa  #\$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

turunD jsr   bawah
        bne  turunD
        ldaa  #\$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
        rts

```

**** Program bagian Posisi KeEmpatbelas*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (#\\$01), Data PORTG (#\\$44)

```

pose   jsr   tumu
        bne  pose
        ldaa  #\$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

rotorE jsr   kanan1
        ldaa  PORTE
        anda  #\$04
        cmpa  #\$04
        bne  rotorE
        ldaa  #\$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

naikE  ldaa  #\$01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #\$08
        cmpa  #\$08
        bne  naikE
stpE   ldaa  #\$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

```

```
rbalikE jsr    tengah1
        bne    rbalikE
        ldaa   #$00
        staa   PORTA
        jsr    TundaX
```

```
majuE   jsr    tuma
        bne    majuE
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr    TundaX
```

```
turunE  jsr    bawah
        bne    turunE
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr    TundaX
        rts
```

**** Program bagian Posisi KeLimabelas*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```
posF    jsr    tumu
        bne    posF
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr    TundaX
```

```
rotorF  jsr    kanan1
        ldaa   PORTE
        anda   #$08
        cmpa   #$08
        bne    rotorF
        ldaa   #$00
        staa   PORTA
        jsr    TundaX
```

```
naikF   ldaa   #$01
        staa   PORTG
        ldaa   PORTG
        anda   #$08
        cmpa   #$08
        bne    naikF
```

```
stpF    ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr    TundaX
```

```
rbalikF jsr    tengah1
        bne    rbalikF
        ldaa   #$00
        staa   PORTA
        jsr    TundaX
```

```
majuF   jsr    tuma
        bne    majuF
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr    TundaX
```

```
turunF  jsr    bawah
         bne    turunF
         ldaa  #$00
         staa  PORTG
         jsr   TundaX
         rts
```

**** Program bagian Posisi KeEnambelas*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```
posG    jsr    tumu
         bne    posG
         ldaa  #$00
         staa  PORTG
         jsr   TundaX
```

```
rotorG  jsr    kiri1
         ldaa  PORTE
         anda  $10
         cmpa  $10
         bne  rotorG
         ldaa  #$00
         staa  PORTA
         jsr   TundaX
```

```
naikG   ldaa  $01
         staa  PORTG
         ldaa  PORTG
         anda  $08
         cmpa  $08
         bne  naikG
stpG    ldaa  $00
         staa  PORTG
         jsr   TundaX
```

```
rbalikG jsr    tengah2
         bne  rbalikG
         ldaa  $00
         staa  PORTA
         jsr   TundaX
```

```
majuG   jsr    tuma
         bne  majuG
         ldaa  $00
         staa  PORTG
         jsr   TundaX
```

```
turunG  jsr    bawah
         bne  turunG
         ldaa  $00
         staa  PORTG
         jsr   TundaX
         rts
```

**** Program bagian Posisi KeTujuhbelas*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```
posH  jsr    tumu
      bne    posH
      ldaa  #$00
      staa  PORTG
      jsr    TundaX
```

```
rotorH jsr    kiri1
      ldaa  PORTE
      anda  #$20
      cmpa  #$20
      bne  rotorH
      ldaa  #$00
      staa  PORTA
      jsr    TundaX
```

```
naikH  ldaa  #$01
      staa  PORTG
      ldaa  PORTG
      anda  #$08
      cmpa  #$08
      bne  naikH
```

```
stpH   ldaa  #$00
      staa  PORTG
      jsr    TundaX
```

```
rbalikH jsr    tengah2
      bne  rbalikH
      ldaa  #$00
      staa  PORTA
      jsr    TundaX
```

```
majuH  jsr    tuma
      bne  majuH
      ldaa  #$00
      staa  PORTG
      jsr    TundaX
```

```
turunH jsr    bawah
      bne  turunH
      ldaa  #$00
      staa  PORTG
      jsr    TundaX
      rts
```

**** Program bagian Posisi KeDelapanbelas*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```
posl   jsr    tumu
      bne  posl
      ldaa  #$00
      staa  PORTG
      jsr    TundaX
```

```
rotorl jsr    kiri1
      ldaa  PORTE
      anda  #$40
      cmpa  #$40
      bne  rotorl
      ldaa  #$00
```

```

        staa  PORTA
        jsr   TundaX

naikI  ldaa  #$01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$08
        cmpa  #$08
        bne  naikI
stpl   ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

rbalikI jsr   tengah2
        bne  rbalikI
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

majul  jsr   tuma
        bne  majul
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

turunI jsr   bawah
        bne  turunI
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
        rts

```

**** Program bagian Posisi KeSembilanbelas*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```

posJ   jsr   tumu
        bne  posJ
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

naikJ  ldaa  #$01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$10
        cmpa  #$10
        bne  naikJ
stpj   ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

rotorJ jsr   kanan1
        ldaa  PORTE
        anda  #$02
        cmpa  #$02
        bne  rotorJ
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

```

```

lnaikJ  ldaa  #\$01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #\$20
        cmpa  #\$20
        bne  lnaikJ
stpJ    ldaa  #\$00
        staa  PORTG
        jsr  TundaX

rbalikJ jsr   tengah1
        bne  rbalikJ
        ldaa #\$00
        staa PORTA
        jsr  TundaX

lturnJ  ldaa  #\$02
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #\$08
        cmpa  #\$08
        bne  lturnJ
        ldaa #\$00
        staa  PORTG
        jsr  TundaX

majuj   jsr   tuma
        bne  majuj
        ldaa #\$00
        staa PORTG
        jsr  TundaX

turunJ  jsr   bawah
        bne  turunJ
        ldaa #\$00
        staa PORTG
        jsr  TundaX
        rts

```

**** Program bagian Posisi KeDuapuluh*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (#\\$01), Data PORTG (#\\$44)

```

posK    jsr   tumu
        bne  posK
        ldaa #\$00
        staa PORTG
        jsr  TundaX

naikK   ldaa  #\$01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #\$10
        cmpa  #\$10
        bne  naikK
stpk    ldaa  #\$00
        staa  PORTG
        jsr  TundaX

rotorK  jsr   kanan1

```

```

        ldaa  PORTE
        anda  #$04
        cmpa  #$04
        bne   rotorK
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

l naikK  ldaa  #$01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$20
        cmpa  #$20
        bne   l naikK
stpK     ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

rbalikK jsr   tengahl
        bne   rbalikK
        ldaa  #$00
        staa  PORTA
        jsr   TundaX

lturunK ldaa  #$02
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$08
        cmpa  #$08
        bne   lturunK
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

majuK   jsr   tuma
        bne   majuK
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

turunK  jsr   bawah
        bne   turunK
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
        rts

```

**** Program bagian Posisi KeDuapuluhsatu*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```

        bne   posL
        ldaa  #$00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX

naikL   ldaa  #$01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #$10

```

```
      cmpa  # $10
      bne  naikL
stpl   ldaa  # $00
      staa PORTG
      jsr  TundaX
```

```
rotorL jsr   kanan1
      ldaa PORTE
      anda # $08
      cmpa # $08
      bne  rotorL
      ldaa # $00
      staa PORTA
      jsr  TundaX
```

```
lnaikL ldaa  # $01
      staa PORTG
      ldaa PORTG
      anda # $20
      cmpa # $20
      bne  lnaikL
stpl   ldaa  # $00
      staa PORTG
      jsr  TundaX
```

```
rbalikL jsr   tengah1
      bne  rbalikL
      ldaa # $00
      staa PORTA
      jsr  TundaX
```

```
lturunL ldaa  # $02
      staa PORTG
      ldaa PORTG
      anda # $08
      cmpa # $08
      bne  lturunL
      ldaa # $00
      staa PORTG
      jsr  TundaX
```

```
majuL  jsr   tuma
      bne  majuL
      ldaa # $00
      staa PORTG
      jsr  TundaX
```

```
turunL jsr   bawah
      bne  turunL
      ldaa # $00
      staa PORTG
      jsr  TundaX
      rts
```

**** Program bagian Posisi KeDuapuluhdua*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (#\$01), Data PORTG (#\$44)

```
posM   jsr   tumu
      bne  posM
```

	ldaa	#\$00
	staa	PORTG
	jsr	TundaX
naikM	ldaa	#\$01
	staa	PORTG
	ldaa	PORTG
	anda	#\$10
	cmpa	#\$10
	bne	naikM
stpm	ldaa	#\$00
	staa	PORTG
	jsr	TundaX
rotorM	jsr	kanan1
	ldaa	PORTE
	anda	#\$10
	cmpa	#\$10
	bne	rotorM
	ldaa	#\$00
	staa	PORTA
	jsr	TundaX
lnaikM	ldaa	#\$01
	staa	PORTG
	ldaa	PORTG
	anda	#\$20
	cmpa	#\$20
	bne	lnaikM
stpM	ldaa	#\$00
	staa	PORTG
	jsr	TundaX
rbalikM	jsr	tengah2
	bne	rbalikM
	ldaa	#\$00
	staa	PORTA
	jsr	TundaX
lturunM	ldaa	#\$02
	staa	PORTG
	ldaa	PORTG
	anda	#\$08
	cmpa	#\$08
	bne	lturunM
	ldaa	#\$00
	staa	PORTG
	jsr	TundaX
majuM	jsr	tuma
	bne	majuM
	ldaa	#\$00
	staa	PORTG
	jsr	TundaX
turunM	jsr	bawah
	bne	turunM
	ldaa	#\$00
	staa	PORTG
	jsr	TundaX

rts

**** Program bagian Posisi KeDuapuluhtiga*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (#\$01), Data PORTG (#\$44)

```
posN  jsr    tumu
      bne    posN
      ldaa  #$00
      staa  PORTG
      jsr   TundaX
```

```
naikN ldaa  #$01
      staa  PORTG
      ldaa  PORTG
      anda  #$10
      cmpa  #$10
```

```
      bne  naikN
stpn  ldaa  #$00
      staa  PORTG
      jsr   TundaX
```

```
rotorN jsr    kanan1
      ldaa  PORTE
      anda  #$20
      cmpa  #$20
      bne  rotorN
      ldaa  #$00
      staa  PORTA
      jsr   TundaX
```

```
lnaikN ldaa  #$01
      staa  PORTG
      ldaa  PORTG
      anda  #$20
      cmpa  #$20
```

```
      bne  lnaikN
stpN  ldaa  #$00
      staa  PORTG
      jsr   TundaX
```

```
rbalikN jsr    tengah2
      bne  rbalikN
      ldaa  #$00
      staa  PORTA
      jsr   TundaX
```

```
laturan ldaa  #$02
      staa  PORTG
      ldaa  PORTG
      anda  #$08
      cmpa  #$08
      bne  laturan
      ldaa  #$00
      staa  PORTG
```

```

        jsr     TundaX

majuN  jsr     tuma
        bne     majuN
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr     TundaX

turunN jsr     bawah
        bne     turunN
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr     TundaX
        rts

```

**** Program bagian Posisi KeDuapuluhempat*****

* Data Input : PORTG dan PORTE

* Data PORTE (\$01), Data PORTG (\$44)

```

posO   jsr     tumu
        bne     posO
        ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr     TundaX

naikO  ldaa   #$01
        staa   PORTG
        ldaa   PORTG
        anda   #$10
        cmpa   #$10
        bne     naikO
stpo   ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr     TundaX

rotorO jsr     kanan1
        ldaa   PORTE
        anda   #$40
        cmpa   #$40
        bne     rotorO
        ldaa   #$00
        staa   PORTA
        jsr     TundaX

lnaikO ldaa   #$01
        staa   PORTG
        ldaa   PORTG
        anda   #$20
        cmpa   #$20
        bne     lnaikO
stpO   ldaa   #$00
        staa   PORTG
        jsr     TundaX

rbalikO jsr     tengah2
        bne     rbalikO
        ldaa   #$00
        staa   PORTA
        jsr     TundaX

```



```
lturunO ldaa  #02
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #08
        cmpa  #08
        bne   lturunO
        ldaa  #00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
```

```
majuO   jsr   tuma
        bne   majuO
        ldaa  #00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
```

```
turunO  jsr   bawah
        bne   turunO
        ldaa  #00
        staa  PORTG
        jsr   TundaX
        rts
```

```
* Sub Program Motor dc
* Putar Kanan dan Kiri Motor
* output : Motor1 (A0-A3) Motor2 (A4-A7)
```

```
atas    ldaa  #01
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #08
        cmpa  #08
        rts
```

```
bawah   ldaa  #02
        staa  PORTG
        ldaa  PORTG
        anda  #04
        cmpa  #04
        rts
```

```
* Sub Program Motor Stepper
* Putar Kanan dan Kiri Motor Step
* output : Motor1 (A0-A3) Motor2 (A4-A7)
```

```
kanan1  idx   #50
        LDAA #0C
        STAA PORTA
        JSR  TundaXms
        LDAA #06
        STAA PORTA
        JSR  TundaXms
        LDAA #03
        STAA PORTA
        JSR  TundaXms
        LDAA #09
        STAA PORTA
```

```
JSR    TundaXms
rts
```

```
kiri1  ldx    #50
        LDAA  #$09
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
        LDAA  #$03
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
        LDAA  #$05
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
        LDAA  #$0C
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
rts
```

```
kanan2 ldx    #$10
        LDAA  #$90
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
        LDAA  #$30
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
        LDAA  #$60
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
        LDAA  #$C0
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
rts
```

```
kiri2  ldx    #10
        LDAA  #$C0
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
        LDAA  #$60
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
        LDAA  #$30
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
        LDAA  #$90
        STAA  PORTA
        JSR   TundaXms
rts
```

```
*****
* Sub Program Motor Stepper
* tuas maju,tuas mundur dan tuas tengah
* output : Motor1 (A0-A3) Motor2 (A4-A7)
*****
```

```
tengah1 jsr    kiri1
         ldaa  PORTE
         anda  #$01
         cmpa  #$01
rts
```

```
tengah2 jsr      kanan1
         ldaa    PORTE
         anda    #$01
         cmpa    #$01
         rts
```

```
tuma    jsr      kanan2
         ldaa    PORTG
         anda    #$40
         cmpa    #$40
         rts
```

```
tumu    jsr      kiri2
         ldaa    PORTG
         anda    #$80
         cmpa    #$80
         rts
```

* Sub Program Tunda waktu

```
TundaX ldx      #200
         jsr      TundaXms
         rts
```

**** Program interrupt *****

```
INT1
```

```
    rti
```

**** Konstanta FCB, FDB, FCC (EPROM) *****

```
Const1 fcb      $00
```

**** Variabel RMB (RAM) *****

```
Var1   rmb      1
```

**** Selesai *****

```
    end
```

Option:

is an industry standard NEMA size 23 stepper motor featuring high torque metal construction. The MS23 is optimized for micro-stepping and offers 1.8° step with 200 full steps per revolution. The stepper motor is manufactured by technologies, a well-established industry leader in the designing and manufacturing of precision stepper motors and ball bearings.

MS23 stepper motor may be ordered from stock with or without a pre-attached kit encoder. Compatible kit encoders include the E5D, E5S, E6D and E6S. US Digital mount these encoders at no extra cost and combined pricing is available.

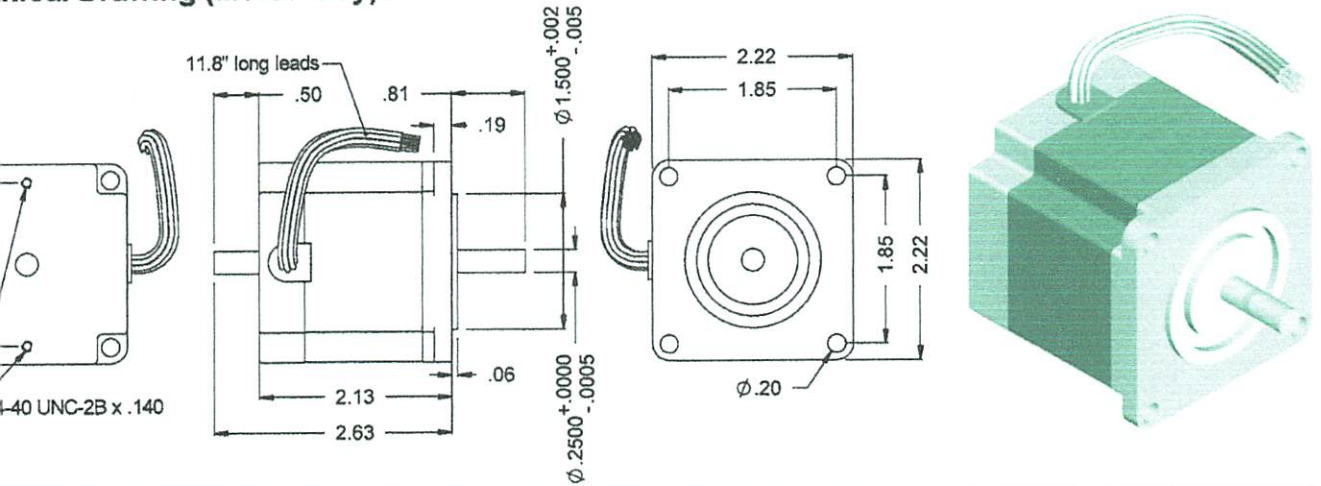
MS23 stepper motor has a 0.250" diameter on the front and rear shafts. The shaft diameter has been limited to 0.010" for excellent encoder performance and minimum

MS23 comes with eight wire leads so that it may drive in either Bipolar Parallel, Series, Bipolar Half Coil or Unipolar modes. Bipolar Parallel operation is recommended for maximum performance.

Features:

- > Industry standard size 23 stepping motor
- > Two phase, 1.8 degree step angle, 200 full steps per rev.
- > High angle accuracy
- > Optimized for micro-stepping applications
- > Eight motor lead construction for maximum versatility
- > 116 oz-in running torque
- > High quality NMB ball bearings
- > Minimal endplay
- > All metal construction
- > Double-ended shaft construction
- > Encoder ready, available with or without US Digital encoder attached
- > US Digital warrants its products against defects and workmanship for two years. See complete warranty for details.

Mechanical Drawing (Motor only):



Motor Maximum Ratings:

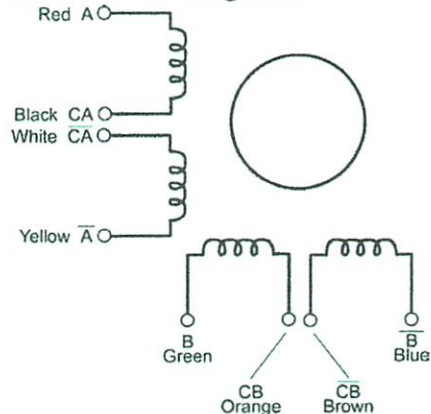
Parameter	Max.	Units
Temperature Rise	80	°C
Temperature Rise (Ambient)	50	°C
Temperature	130	°C
Temperature	50	°C
Power Dissipation	7.65	Watts
Phase Current*	-	-

*Bipolar parallel specifications.

Mechanical Specifications:

Parameter	Dimension	Units	Notes
Step Angle	1.8	degrees	
Angle Accuracy	±5	%	
Resistance	100	M Ohm	Min.
	500	VDC	
Strength	500	VAC	for 1 minute
Play	0.0008	in.	Max. (1 lbs load)
	0.010	in.	Max.
Torque	4.9	oz-in	
Inertia	3.96x10 ⁻³	oz-in-s ²	

Motor Wire Diagram:

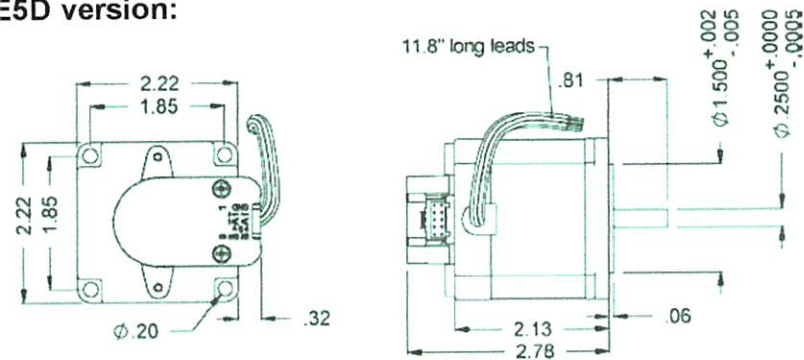


Mechanical Drawings (Optical Encoder Version):

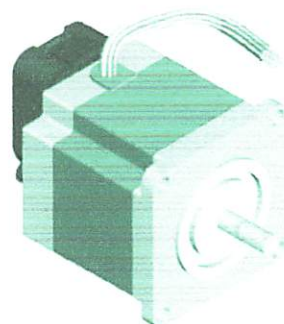
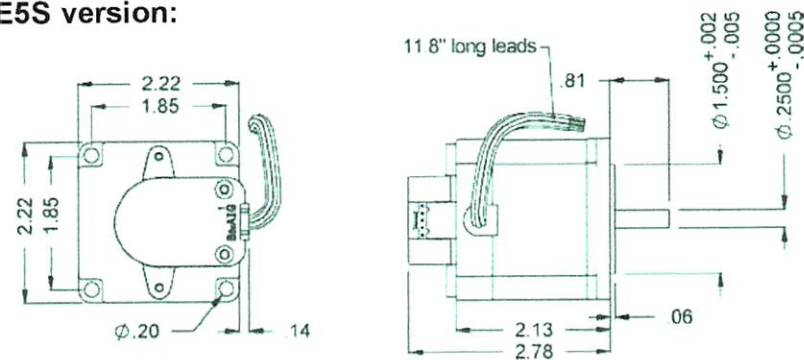
Additional information see each encoder's data sheet.

S23 may be ordered with the following US Digital kit encoders pre-attached.

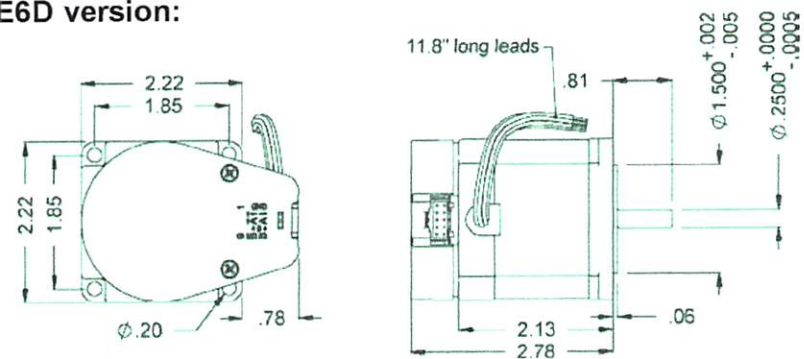
E5D version:



E5S version:



E6D version:



E6S version:

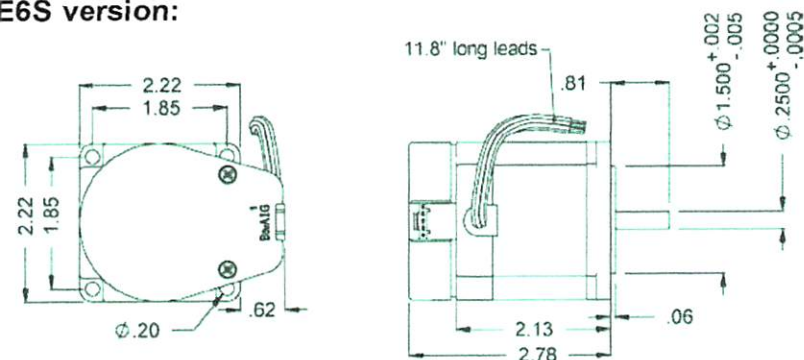
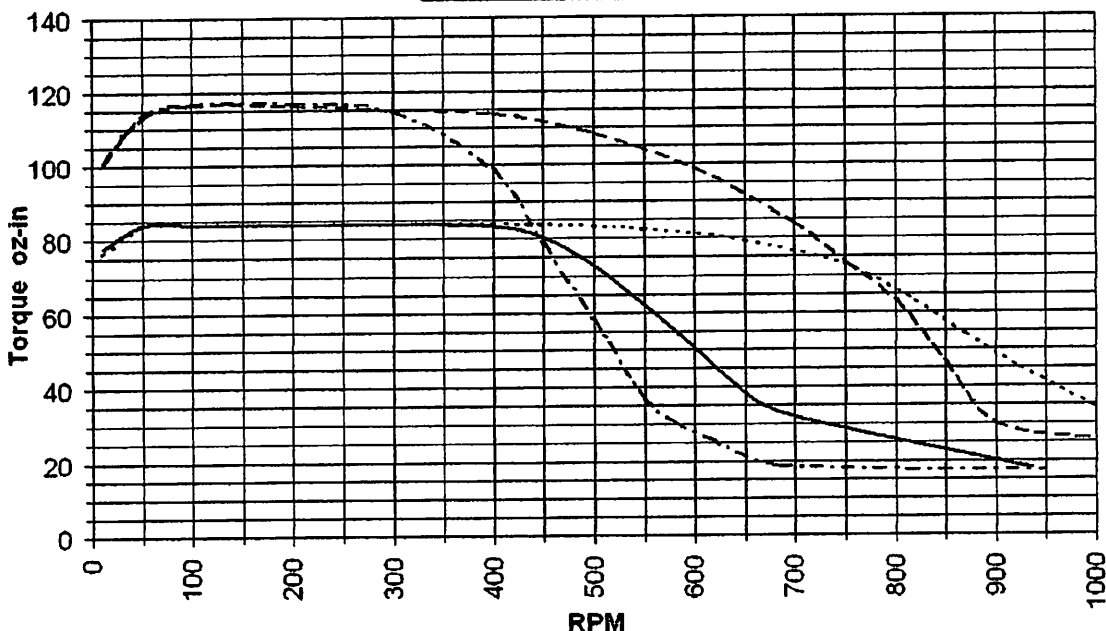


Chart - Torque Curve, Bipolar Parallel, Micro Step:

roll off may be extended to higher RPMs by increasing the supply voltage at a given phase current value.

--- 24 VDC @ 4.2 A/Phase
 - - - 40 VDC @ 4.2 A/Phase
 ——— 24 VDC @ 3.0 A/Phase
 ····· 40 VDC @ 3.0 A/Phase

**& Definitions:****Configuration:**

Parallel Mode: Both coils of phase A are connected in parallel, or phase-B. The inductance seen by the external motor driver is that of Bipolar Series Mode. This mode provides the highest speed for the lowest power supply voltage.

Series Mode: Both coils of phase A are connected in series, likewise phase-B. The inductance seen by the external motor driver is four times that of Bipolar Parallel Mode. This mode allows the motor to be run at a lower current for lower speed applications.

Microstepping: The process of switching the motor current from -100% to +100% in two increments) in a four step quadrature sequence. Each step (one state) moves the rotor 1.8 degrees (one full step). This type of driver is simple and low cost, and produces maximum vibration and noise.

Halfstepping: The process of switching the motor current in three levels from -100% to 0 to +100% (three increments) in an eight step sequence. Each step moves the rotor 0.9 degrees (one half step). This type of driver is also simple and produces medium vibration and noise.

Microstepping: The process of progressively metering the motor current from -100% to +100% in many small increments, moving the rotor from one position to the next in tiny steps (microsteps). The current waveform is a sine wave. One full sine wave will move the rotor 1.8 degrees (one full step). This driver is currently the most popular and provides smooth, quiet operation with very fine control of rotor position. Typical microstepping drivers provide selectable resolutions from 1 to 256 microsteps per revolution (200 to 51,200 micro-steps per motor revolution). For best microstepping performance, the shape of the internal motor poles are designed for smooth pole-to-pole transitions. This minimizes the natural

detent force, linearizing the movement, and minimizing vibration. The MS23 has been optimized for microstepping.

Torque:

Detent Torque: The amount of torque required to rotate a stepper motor shaft without power applied to the windings.

Holding Torque: The amount of torque required to rotate the stepper motor shaft while the windings are energized with maximum DC current at zero speed.

Pull In Torque: The amount of torque a stepper motor can produce without losing synchronism starting from a zero speed state, then given a fixed frequency step sequence.

Pull Out Torque: The amount of torque a stepper motor can produce at a particular operating speed without losing synchronism.

Speed / Torque Limits:

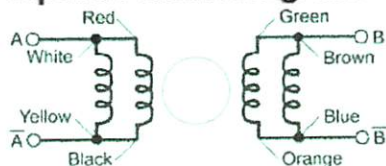
Why does the torque decline as the speed increases, and what sets the maximum speed? Torque is directly proportional to the current flowing in the motor coils. The current must ramp up to +100%, then -100% 50 times per revolution (200 quadrature states). The coil inductance opposes changes in current. The current does not have enough time to ramp up to maximum at higher speeds. Before it reaches maximum, it must reverse and ramp the other direction. The maximum rate of current change is inversely proportional to the square of the inductance and directly proportional to the power supply voltage. Maximum speed with minimum torque loss is obtained by minimizing the coil inductance and maximizing the power supply voltage. Since bipolar parallel mode has one fourth the inductance, of bipolar series mode, the torque is much greater at higher speeds. The MS23 motors have been designed for minimum inductance.

ing Sequence:

A	B	Ā	B̄
+	+	-	-
-	+	+	-
-	-	+	+
+	-	-	+

clockwise rotation facing motor output shaft.

Bipolar Parallel Diagram:



Parallel Specifications:

Parameter	Value	Units
Current	3.00	Amps
Current	4.20	Amps
Resistance	0.85	Ohms
Inductance	1.73	mH
Power	7.65	Watts
Torque (static torque)	140	oz-in
Torque	116	oz-in

Cables & Connectors (Optical Encoder Version):

Part Number	10-pin	Description
22*	CON-FC10	Connector
12FT	-	Connector on one end with 4 12" wires
5FT	-	Connector on one end with 5 12" wires
6FT	CA-4217-6FT	Connector on one end with a 6' shielded round cable
	CA-4174-6FT	Same as CA-4217-6FT, but for L-option only.
6FT	CA-3619-6FT	Connectors on both ends of a 6' shielded round cable
	CA-3807-6FT	Same as CA-3619-6FT, but for L-option only.

is standard. 24, 26 and 28 AWG are also readily available.

able length when ordering.
able lengths are available. See the **Cables & Connectors** data sheet for more
ion.

Pin-outs (Optical Encoder Version):

5-pin:

Pin	Description
1	Ground
2	Index
3	A channel
4	+5VDC power
5	B channel

10-pin Standard:

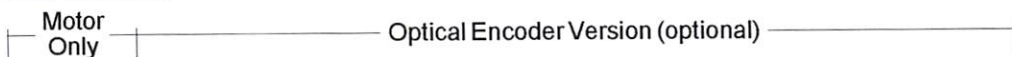
Pin	Description
1	Ground
2	Ground
3	Index-
4	Index+
5	A- channel
6	A+ channel
7	+5VDC power
8	+5VDC power
9	B- channel
10	B+ channel

10-pin Agilent:

Pin	Description
1	Ground
2	Ground
3	Index-
4	Index+
5	A- channel
6	A+ channel
7	+5VDC power
8	+5VDC power
9	B- channel
10	B+ channel

ng Information:

Part Number:



MS23 -

Optical Encoder:
E5D = Differential 1" encoder.
E5S = Single-ended 1" encoder.
E6D = Differential 2" encoder.
E6S = Single-ended 2" encoder.

Notes:
* Index option not available.
† 32, 64 CPR only available with index.

CPR:	E5S/E5D	E6S/E6D
32†	256	64†
50	360	100
96	400	200
100	500	400*
110*	512	500
120*	540*	512*
192	1000*	1000
200	1016*	1024
250	1024*	2000
		2048

Options:
I = Index (3rd channel).
L = Agilent compatible pin-out.

only Pricing:

- 1
- 10
- 50
- 100
- 500
- 1K

with Optical Encoder Pricing:

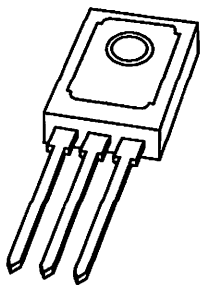
Model	E5D Index/HiRes: (Hi Res =>1000 CPR)	E5S Standard:	E5S Index/HiRes: (Hi Res =>1000 CPR)	E6D Standard:	E6D Index/HiRes: (Hi Res =>1000 CPR)	E6S Standard:	E6S Index/HiRes: (Hi Res =>1000 CPR)
/ 1	\$119.84 / 1	\$98.00 / 1	\$106.97 / 1	\$121.00 / 1	\$130.30 / 1	\$108.00 / 1	\$116.82 / 1
/ 10	\$109.16 / 10	\$88.00 / 10	\$96.05 / 10	\$111.00 / 10	\$119.70 / 10	\$98.00 / 10	\$106.10 / 10
/ 50	\$99.48 / 50	\$79.00 / 50	\$86.13 / 50	\$102.00 / 50	\$110.10 / 50	\$89.00 / 50	\$96.38 / 50
/ 100	\$90.97 / 100	\$72.00 / 100	\$78.67 / 100	\$94.00 / 100	\$101.65 / 100	\$82.00 / 100	\$89.02 / 100
/ 500	\$84.63 / 500	\$67.00 / 500	\$74.44 / 500	\$88.00 / 500	\$95.35 / 500	\$77.00 / 500	\$83.84 / 500
/ 1K	\$77.95 / 1K	\$62.00 / 1K	\$67.75 / 1K	\$82.00 / 1K	\$88.75 / 1K	\$72.00 / 1K	\$78.30 / 1K

Technical Data, Rev. 04.17.03, April 2003
All information subject to change without notice.



phone: 360.260.2468 • sales: 800.736.0194 • fax: 360.260.2469
email: sales@usdigital.com • website: www.usdigital.com
11100 ne 34th circle • vancouver, washington 98682

DATA SHEET



BD136; BD138; BD140 PNP power transistors

Product specification
Supersedes data of 1997 Mar 26

1999 Apr 12

PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

FEATURES

High current (max. 1.5 A)
Low voltage (max. 80 V).

APPLICATIONS

General purpose power applications, e.g. driver stages in hi-fi amplifiers and television circuits.

DESCRIPTION

PNP power transistor in a TO-126; SOT32 plastic package. NPN complements: BD135, BD137 and BD139.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	collector, connected to metal part of mounting surface
3	base

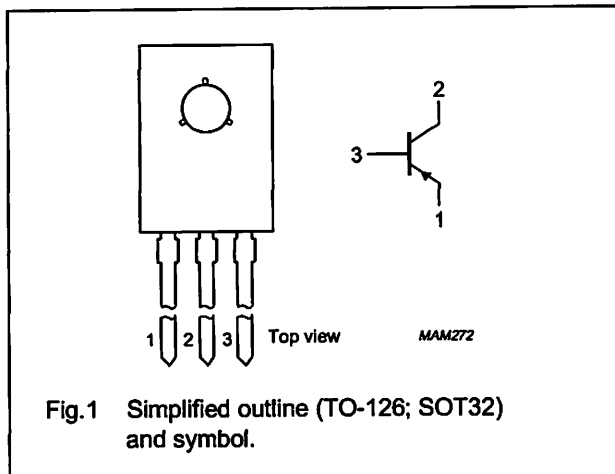


Fig. 1 Simplified outline (TO-126; SOT32) and symbol.

RATING VALUES

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V _{CB0}	collector-base voltage	open emitter			
	BD136		-	-45	V
	BD138		-	-60	V
V _{CE0}	collector-emitter voltage	open base			
	BD136		-	-45	V
	BD138		-	-60	V
V _{EB0}	emitter-base voltage	open collector	-	-5	V
	collector current (DC)		-	-1.5	A
	peak collector current		-	-2	A
I _{BM}	peak base current		-	-1	A
P _{tot}	total power dissipation	T _{mb} ≤ 70 °C	-	8	W
T _{stg}	storage temperature		-65	+150	°C
	junction temperature		-	150	°C
T _{amb}	operating ambient temperature		-65	+150	°C

...

1914-1915

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

Thermal characteristics

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$\theta_{th j-a}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	100	K/W
$\theta_{th j-mb}$	thermal resistance from junction to mounting base		10	K/W

Note

Refer to TO-126 (SOT32) standard mounting conditions.

Electrical characteristics

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
CBO	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = -30\text{ V}$	-	-	-100	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = -30\text{ V}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	-	-	-10	μA
EBO	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = -5\text{ V}$	-	-	-100	nA
β_{FE}	DC current gain	$V_{CE} = -2\text{ V}$; (see Fig.2) $I_C = -5\text{ mA}$	40	-	-	
		$I_C = -150\text{ mA}$	63	-	250	
		$I_C = -500\text{ mA}$	25	-	-	
	DC current gain BD136-10; BD138-10; BD140-10 BD136-16; BD138-16; BD140-16	$I_C = -150\text{ mA}; V_{CE} = -2\text{ V}$; (see Fig.2)	63	-	160	
			100	-	250	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	$I_C = -500\text{ mA}; I_B = -50\text{ mA}$	-	-	-0.5	V
V_{BE}	base-emitter voltage	$I_C = -500\text{ mA}; V_{CE} = -2\text{ V}$	-	-	-1	V
f _T	transition frequency	$I_C = -50\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V}$; f = 100 MHz	-	160	-	MHz
β_{FE1} β_{FE2}	DC current gain ratio of the complementary pairs	$ I_C = 150\text{ mA}; V_{CE} = 2\text{ V}$	-	1.3	1.6	

PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

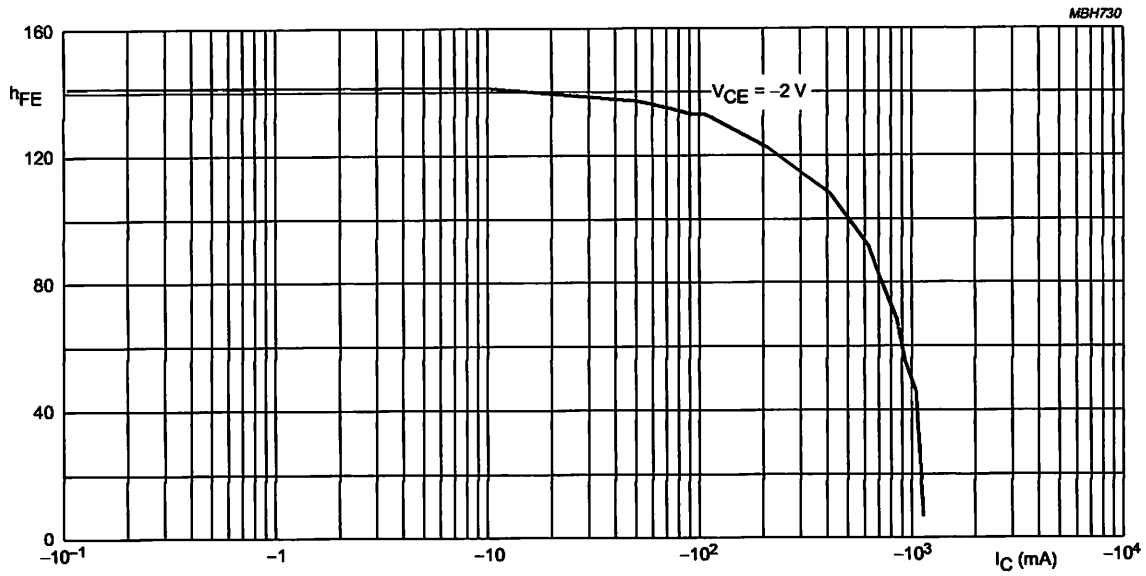


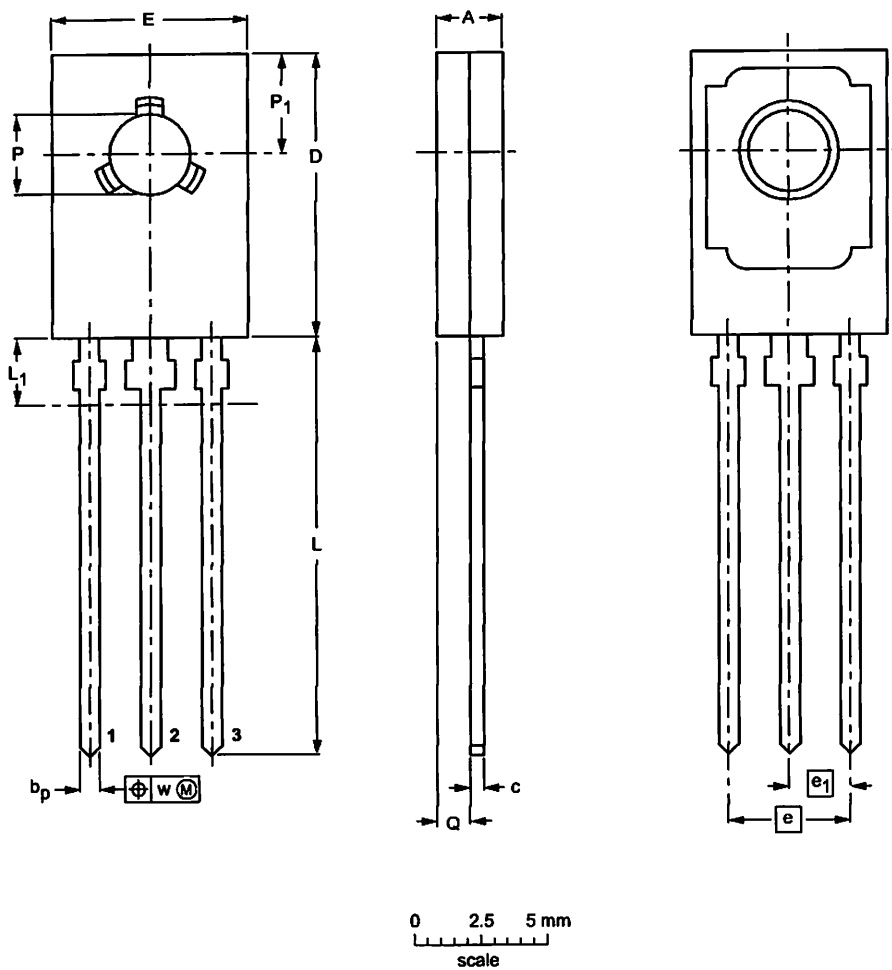
Fig.2 DC current gain; typical values.

PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

PACKAGE OUTLINE

Plastic single-ended leaded (through hole) package; mountable to heatsink, 1 mounting hole; 3 leads SOT32



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

UNIT	A	b _p	c	D	E	e	e ₁	L	L ₁ ⁽¹⁾ max	Q	P	P ₁	w
mm	2.7 2.3	0.88 0.65	0.60 0.45	11.1 10.5	7.8 7.2	4.58	2.29	16.5 15.3	2.54	1.5 0.9	3.2 3.0	3.9 3.6	0.254

Note

1. Terminal dimensions within this zone are uncontrolled to allow for flow of plastic and terminal irregularities.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT32		TO-126				97-03-04

PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

DEFINITIONS

Data Sheet Status

Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.

Limiting values

Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.

Application information

Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.

DISCLAIMER

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

PNP power transistors

BD136; BD138; BD140

NOTES

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 34 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2113,
Tel. +61 2 9805 4455, Fax. +61 2 9805 4466

Austria: Computerstr. 6, A-1101 WIEN, P.O. Box 213,
Tel. +43 1 60 101 1248, Fax. +43 1 60 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 3, r. 1211, Volodarski Str. 6,
220050 MINSK, Tel. +375 172 20 0733, Fax. +375 172 20 0773

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Energoproject, 15th floor,
11 James Bourchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 68 9211, Fax. +359 2 68 9102

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS/COMPONENTS,
Tel. +1 800 234 7381, Fax. +1 800 943 0087

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
2 Tat Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2319 7888, Fax. +852 2319 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Sydhavnsgade 23, 1780 COPENHAGEN V,
Tel. +45 33 29 3333, Fax. +45 33 29 3905

Finland: Sinikalliontie 3, FIN-02630 ESPOO,
Tel. +358 9 615 800, Fax. +358 9 6158 0920

France: 51 Rue Carnot, BP317, 92156 SURESNES Cedex,
Tel. +33 1 4099 6161, Fax. +33 1 4099 6427

Germany: Hammerbrookstraße 69, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 2353 600, Fax. +49 40 2353 6300

Hungary: see Austria

India: Philips INDIA Ltd, Band Box Building, 2nd floor,
154-D, Dr. Annie Besant Road, Worli, MUMBAI 400 025,
Tel. +91 22 493 8541, Fax. +91 22 493 0966

Indonesia: PT Philips Development Corporation, Semiconductors Division,
Gedung Philips, Jl. Buncit Raya Kav.99-100, JAKARTA 12510,
Tel. +62 21 794 0040 ext. 2501, Fax. +62 21 794 0080

Ireland: Newstead, Clonskeagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7640 000, Fax. +353 1 7640 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kehilat Saloniki St, PO Box 18053,
TEL AVIV 61180, Tel. +972 3 645 0444, Fax. +972 3 649 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 3,
20124 MILANO, Tel. +39 2 6752 2531, Fax. +39 2 6752 2557

Japan: Philips Bldg 13-37, Kohnan 2-chome, Minato-ku,
TOKYO 108-8507, Tel. +81 3 3740 5130, Fax. +81 3 3740 5077

Korea: Philips House, 260-199 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1415

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 46200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 5214, Fax. +60 3 757 4880

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9-5 800 234 7381, Fax +9-5 800 943 0087

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. VB,
Tel. +31 40 27 82785, Fax. +31 40 27 88399

New Zealand: 2 Wagener Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 849 4160, Fax. +64 9 849 7811

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 8000, Fax. +47 22 74 8341

Pakistan: see Singapore

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
106 Valero St. Salcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +63 2 816 6380, Fax. +63 2 817 3474

Poland: Ul. Lukiska 10, PL 04-123 WARSZAWA,
Tel. +48 22 612 2831, Fax. +48 22 612 2327

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usatcheva 35A, 119048 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 6918, Fax. +7 095 755 6919

Singapore: Lorong 1, Toa Payoh, SINGAPORE 319762,
Tel. +65 350 2538, Fax. +65 251 6500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd., 195-215 Main Road Martindale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7430 Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Al. Vicente Pinzon, 173, 6th floor,
04547-130 SÃO PAULO, SP, Brazil,
Tel. +55 11 821 2333, Fax. +55 11 821 2382

Spain: Balmes 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 93 301 6312, Fax. +34 93 301 4107

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16485 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 5985 2000, Fax. +46 8 5985 2745

Switzerland: Allmendstrasse 140, CH-8027 ZÜRICH,
Tel. +41 1 488 2741 Fax. +41 1 488 3263

Taiwan: Philips Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2134 2886, Fax. +886 2 2134 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
209/2 Sanpavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4090, Fax. +66 2 398 0793

Turkey: Talatpasa Cad. No. 5, 80640 GÜLTEPE/ISTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 282 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Patrice Lumumba str., Building B, Floor 7,
252042 KIEV, Tel. +380 44 264 2776, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 276 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB3 5BX, Tel. +44 181 730 5000, Fax. +44 181 754 8421

United States: 811 East Arques Avenue, SUNNYVALE, CA 94088-3409,
Tel. +1 800 234 7381, Fax. +1 800 943 0087

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg N. Pasica 5/v, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 62 5344, Fax. +381 11 63 5777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors,
International Marketing & Sales Communications, Building BE-p, P.O. Box 218,
5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24825

Internet: <http://www.semiconductors.philips.com>

© Philips Electronics N.V. 1999

SCA63

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

Printed in The Netherlands

115002/00/03/pp8

Date of release: 1999 Apr 12

Document order number: 9397 750 05575

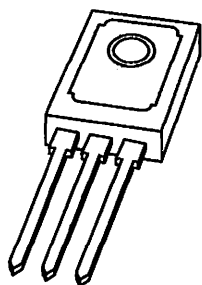
Let's make things better.

Philips
Semiconductors



PHILIPS

DATA SHEET



BD135; BD137; BD139 NPN power transistors

Product specification
Supersedes data of 1997 Mar 04

1999 Apr 12

NPN power transistors

BD135; BD137; BD139

FEATURES

High current (max. 1.5 A)

Low voltage (max. 80 V).

APPLICATIONS

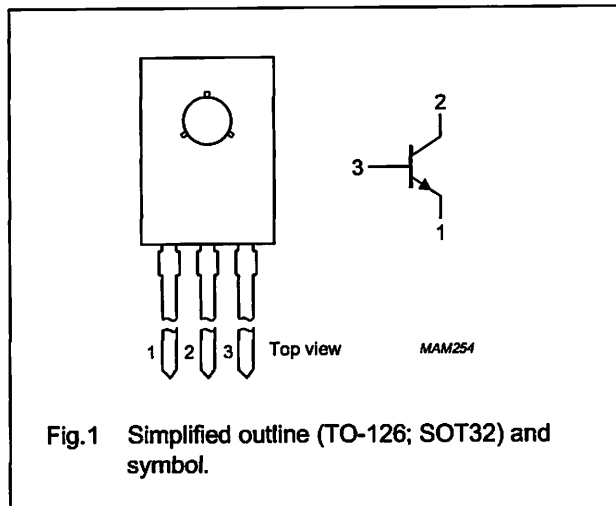
Driver stages in hi-fi amplifiers and television circuits.

DESCRIPTION

NPN power transistor in a TO-126; SOT32 plastic package. PNP complements: BD136, BD138 and BD140.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	collector, connected to metal part of mounting surface
3	base



LIMITING VALUES

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V _{CB0}	collector-base voltage	open emitter			
	BD135		–	45	V
	BD137		–	60	V
	BD139		–	100	V
V _{CE0}	collector-emitter voltage	open base			
	BD135		–	45	V
	BD137		–	60	V
	BD139		–	80	V
V _{EB0}	emitter-base voltage	open collector	–	5	V
I _C	collector current (DC)		–	1.5	A
I _{CM}	peak collector current		–	2	A
I _{BM}	peak base current		–	1	A
P _{tot}	total power dissipation	T _{mb} ≤ 70 °C	–	8	W
T _{stg}	storage temperature		–65	+150	°C
T _j	junction temperature		–	150	°C
T _{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	°C

NPN power transistors

BD135; BD137; BD139

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$r_{th\ j-a}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	100	K/W
$r_{th\ j-mb}$	thermal resistance from junction to mounting base		10	K/W

Note

1. Refer to TO-126; SOT32 standard mounting conditions.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I _{CBO}	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}$	–	–	100	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}; T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	–	–	10	μA
I _{EBO}	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = 5\text{ V}$	–	–	100	nA
β_{FE}	DC current gain	$V_{CE} = 2\text{ V}$; (see Fig.2)				
		$I_C = 5\text{ mA}$	40	–	–	
		$I_C = 150\text{ mA}$	63	–	250	
		$I_C = 500\text{ mA}$	25	–	–	
	DC current gain BD135-10; BD137-10; BD139-10 BD135-16; BD137-16; BD139-16	$I_C = 150\text{ mA}; V_{CE} = 2\text{ V}$; (see Fig.2)	63	–	160	
			100	–	250	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 500\text{ mA}; I_B = 50\text{ mA}$	–	–	0.5	V
V_{BE}	base-emitter voltage	$I_C = 500\text{ mA}; V_{CE} = 2\text{ V}$	–	–	1	V
f _T	transition frequency	$I_C = 50\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$; f = 100 MHz	–	190	–	MHz
β_{FE1} β_{FE2}	DC current gain ratio of the complementary pairs	$ I_C = 150\text{ mA}; V_{CE} = 2\text{ V}$	–	1.3	1.6	

NPN power transistors

BD135; BD137; BD139

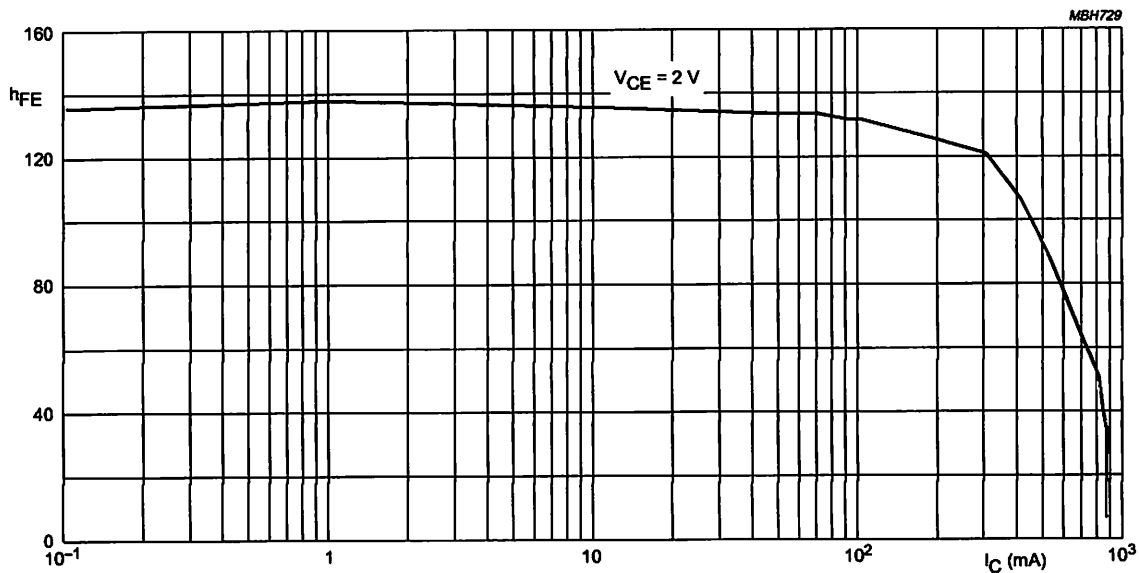


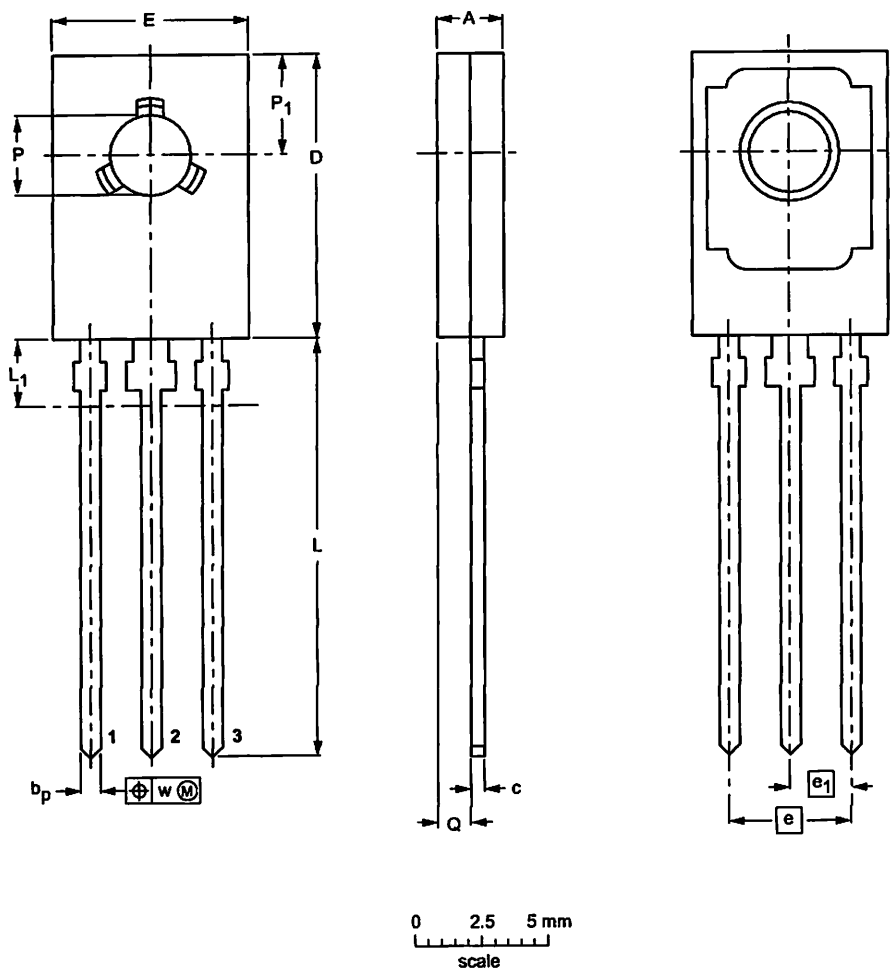
Fig.2 DC current gain; typical values.

NPN power transistors

BD135; BD137; BD139

PACKAGE OUTLINE

Plastic single-ended leaded (through hole) package; mountable to heatsink, 1 mounting hole; 3 leads SOT32



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

UNIT	A	bp	c	D	E	e	e1	L	L1(1) max	Q	P	P1	w
mm	2.7 2.3	0.88 0.65	0.60 0.45	11.1 10.5	7.8 7.2	4.58	2.29	16.5 15.3	2.54	1.5 0.9	3.2 3.0	3.9 3.6	0.254

Note

1. Terminal dimensions within this zone are uncontrolled to allow for flow of plastic and terminal irregularities.

OUTLINE VERSION	REFERENCES			EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ		
SOT32		TO-126			97-03-04

NPN power transistors

BD135; BD137; BD139

DEFINITIONS

Data Sheet Status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

NPN power transistors

BD135; BD137; BD139

NOTES

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 34 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2113,
Tel. +61 2 9805 4455, Fax. +61 2 9805 4466

Austria: Computerstr. 6, A-1101 WIEN, P.O. Box 213,
Tel. +43 1 60 101 1248, Fax. +43 1 60 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 3, r. 1211, Volodarski Str. 6,
220050 MINSK, Tel. +375 172 20 0733, Fax. +375 172 20 0773

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Energoproject, 15th floor,
11 James Bouchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 68 9211, Fax. +359 2 68 9102

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS/COMPONENTS,
Tel. +1 800 234 7381, Fax. +1 800 943 0087

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
2 Tat Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2319 7888, Fax. +852 2319 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Sydhavnsgade 23, 1780 COPENHAGEN V,
Tel. +45 33 29 3333, Fax. +45 33 29 3905

Finland: Sinikalliontie 3, FIN-02630 ESPOO,
Tel. +358 9 615 800, Fax. +358 9 6158 0920

France: 51 Rue Carnot, BP317, 92156 SURESNES Cedex,
Tel. +33 1 4099 6161, Fax. +33 1 4099 6427

Germany: Hammerbrookstraße 69, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 2353 60, Fax. +49 40 2353 6300

Hungary: see Austria

India: Philips INDIA Ltd, Band Box Building, 2nd floor,
254-D, Dr. Annie Besant Road, Worli, MUMBAI 400 025,
Tel. +91 22 493 8541, Fax. +91 22 493 0966

Indonesia: PT Philips Development Corporation, Semiconductors Division,
Gedung Philips, Jl. Buncit Raya Kav.99-100, JAKARTA 12510,
Tel. +62 21 794 0040 ext. 2501, Fax. +62 21 794 0080

Ireland: Newstead, Clonskeagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7640 000, Fax. +353 1 7640 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kehilat Saloniki St, PO Box 18053,
TEL AVIV 61180, Tel. +972 3 645 0444, Fax. +972 3 649 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 3,
20124 MILANO, Tel. +39 2 6752 2531, Fax. +39 2 6752 2557

Japan: Philips Bldg 13-37, Kohnan 2-chome, Minato-ku,
TOKYO 108-8507, Tel. +81 3 3740 5130, Fax. +81 3 3740 5077

Korea: Philips House, 260-199 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1415

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 46200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 5214, Fax. +60 3 757 4880

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9-5 800 234 7381, Fax +9-5 800 943 0087

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. VB,
Tel. +31 40 27 82785, Fax. +31 40 27 88399

New Zealand: 2 Wagener Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 849 4160, Fax. +64 9 849 7811

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 8000, Fax. +47 22 74 8341

Pakistan: see Singapore

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
106 Valero St. Salcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +63 2 816 6380, Fax. +63 2 817 3474

Poland: Ul. Lukiska 10, PL 04-123 WARSZAWA,
Tel. +48 22 612 2831, Fax. +48 22 612 2327

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usatcheva 35A, 119048 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 6918, Fax. +7 095 755 6919

Singapore: Lorong 1, Toa Payoh, SINGAPORE 319762,
Tel. +65 350 2538, Fax. +65 251 6500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd., 195-215 Main Road Martindale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7430 Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Al. Vicente Pinzon, 173, 6th floor,
04547-130 SÃO PAULO, SP, Brazil,
Tel. +55 11 821 2333, Fax. +55 11 821 2382

Spain: Balmes 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 93 301 6312, Fax. +34 93 301 4107

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16485 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 5985 2000, Fax. +46 8 5985 2745

Switzerland: Allmendstrasse 140, CH-8027 ZÜRICH,
Tel. +41 1 488 2741 Fax. +41 1 488 3263

Taiwan: Philips Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2134 2886, Fax. +886 2 2134 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
209/2 Sanpavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4090, Fax. +66 2 398 0793

Turkey: Talatpasa Cad. No. 5, 80640 GÜLTEPE/ISTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 282 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Patrice Lumumba str., Building B, Floor 7,
252042 KIEV, Tel. +380 44 264 2776, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 276 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB3 5BX, Tel. +44 181 730 5000, Fax. +44 181 754 8421

United States: 811 East Arques Avenue, SUNNYVALE, CA 94088-3409,
Tel. +1 800 234 7381, Fax. +1 800 943 0087

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg N. Pasica 5/v, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 62 5344, Fax. +381 11 63 5777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors,
International Marketing & Sales Communications, Building BE-p, P.O. Box 218,
5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24825

Internet: <http://www.semiconductors.philips.com>

© Philips Electronics N.V. 1999

SCA63

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

Printed in The Netherlands

115002/00/03/pp8

Date of release: 1999 Apr 12

Document order number: 9397 750 05576

Let's make things better.

Philips
Semiconductors

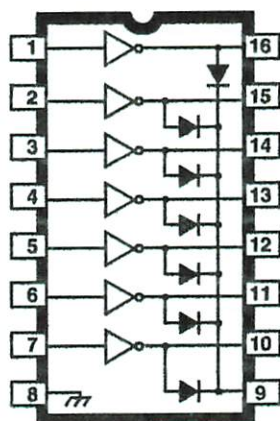


PHILIPS

2003 THRU 2024

Data Sheet
29304F

HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS



Dwg. No. A-9594

Note that the ULN20xxA series (dual in-line package) and ULN20xxL series (small-outline package) are electrically identical and share common terminal number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{CE}	
(ULN200xA and ULN200xL)	50 V
(ULN202xA and ULN202xL)	95 V
Input Voltage, V_{IN}	30 V
Continuous Output Current,	
I_C	500 mA
Continuous Input Current, I_{IN}	25 mA
Power Dissipation, P_D	
(one Darlington pair)	1.0 W
(total package)	See Graph
Operating Temperature Range,	
T_A	-20°C to +85°C
Storage Temperature Range,	
T_S	-55°C to +150°C

Ideally suited for interfacing between low-level logic circuitry and multiple peripheral power loads, the Series ULN20xxA/L high-voltage, high-current Darlington arrays feature continuous load current ratings to 500 mA for each of the seven drivers. At an appropriate duty cycle depending on ambient temperature and number of drivers turned ON simultaneously, typical power loads totaling over 230 W (350 mA x 7, 95 V) can be controlled. Typical loads include relays, solenoids, stepping motors, magnetic print hammers, multiplexed LED and incandescent displays, and heaters. All devices feature open-collector outputs with integral clamp diodes.

The ULN2003A/L and ULN2023A/L have series input resistors selected for operation directly with 5 V TTL or CMOS. These devices will handle numerous interface needs — particularly those beyond the capabilities of standard logic buffers.

The ULN2004A/L and ULN2024A/L have series input resistors for operation directly from 6 to 15 V CMOS or PMOS logic outputs.

The ULN2003A/L and ULN2004A/L are the standard Darlington arrays. The outputs are capable of sinking 500 mA and will withstand at least 50 V in the OFF state. Outputs may be paralleled for higher load current capability. The ULN2023A/L and ULN2024A/L will withstand 95 V in the OFF state.

These Darlington arrays are furnished in 16-pin dual in-line plastic packages (suffix "A") and 16-lead surface-mountable SOICs (suffix "L"). All devices are pinned with outputs opposite inputs to facilitate ease of circuit board layout. All devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C. Most (see matrix, next page) are also available for operation to -40°C; to order, change the prefix from "ULN" to "ULQ".

FEATURES

- TTL, DTL, PMOS, or CMOS-Compatible Inputs
- Output Current to 500 mA
- Output Voltage to 95 V
- Transient-Protected Outputs
- Dual In-Line Plastic Package or Small-Outline IC Package

x = digit to identify specific device. Characteristic shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix on next page.

THRU 2024
 HIGH-VOLTAGE,
 HIGH-CURRENT
 BURLINGTON ARRAYS

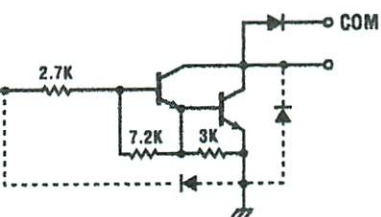
DEVICE PART NUMBER DESIGNATION

$V_{CE(MAX)}$	50 V	95 V
$I_{C(MAX)}$	500 mA	500 mA
Logic	Part Number	
5V TTL, CMOS	ULN2003A* ULN2003L*	ULN2023A* ULN2023L
6-15 V CMOS, PMOS	ULN2004A* ULN2004L*	ULN2024A ULN2024L

* Also available for operation between -40°C and +85°C. To order, change prefix from "ULN" to "ULQ".

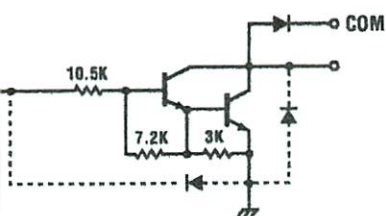
PARTIAL SCHEMATICS

20x3A/L (Each Driver)

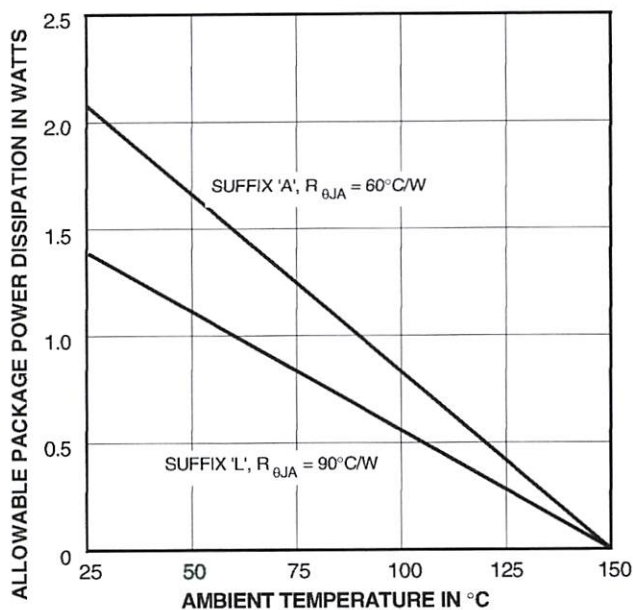


Dwg. No. A-9651

20x4A/L (Each Driver)



Dwg. No. A-9898A



Dwg. GP-006A

X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix above.



115 Northeast Cutoff, Box 15036
 Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000
 Copyright © 1974, 1998 Allegro MicroSystems, Inc.

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE,
HIGH-CURRENT
DARLINGTON ARRAYS

Devices: ULN2003A, ULN2003L, ULN2004A, and ULN2004L
ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	$V_{CE} = 50\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	—	< 1	50	μA
				$V_{CE} = 50\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}$	—	< 1	100	μA
		1B	ULN2004A/L	$V_{CE} = 50\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}, V_{IN} = 1.0\text{ V}$	—	< 5	500	μA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	$I_C = 100\text{ mA}, I_B = 250\text{ }\mu\text{A}$	—	0.9	1.1	V
				$I_C = 200\text{ mA}, I_B = 350\text{ }\mu\text{A}$	—	1.1	1.3	V
				$I_C = 350\text{ mA}, I_B = 500\text{ }\mu\text{A}$	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2003A/L	$V_{IN} = 3.85\text{ V}$	—	0.93	1.35	mA
			ULN2004A/L	$V_{IN} = 5.0\text{ V}$	—	0.35	0.5	mA
				$V_{IN} = 12\text{ V}$	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	$I_C = 500\text{ }\mu\text{A}, T_A = 70^\circ\text{C}$	50	65	—	μA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2003A/L	$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 200\text{ mA}$	—	—	2.4	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 250\text{ mA}$	—	—	2.7	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 300\text{ mA}$	—	—	3.0	V
		ULN2004A/L	$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 125\text{ mA}$	—	—	5.0	V	
			$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 200\text{ mA}$	—	—	6.0	V	
			$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 275\text{ mA}$	—	—	7.0	V	
			$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 350\text{ mA}$	—	—	8.0	V	
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	$0.5 E_{IN}$ to $0.5 E_{OUT}$	—	0.25	1.0	μs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	$0.5 E_{IN}$ to $0.5 E_{OUT}$	—	0.25	1.0	μs
Reverse Diode Leakage Current	I_R	6	All	$V_R = 50\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	—	—	50	μA
				$V_R = 50\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}$	—	—	100	μA
Forward Diode Voltage	V_F	7	All	$I_F = 350\text{ mA}$	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

THRU 2024
HIGH-VOLTAGE,
HIGH-CURRENT
DRIVER ARRAYS

ULN2023A, ULN2023L, ULN2024A, and ULN2024L
TYPICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	$V_{CE} = 95\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	—	< 1	50	μA
				$V_{CE} = 95\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}$	—	< 1	100	μA
		1B	ULN2024A/L	$V_{CE} = 95\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}, V_{IN} = 1.0\text{ V}$	—	< 5	500	μA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	$I_C = 100\text{ mA}, I_B = 250\text{ }\mu\text{A}$	—	0.9	1.1	V
				$I_C = 200\text{ mA}, I_B = 350\text{ }\mu\text{A}$	—	1.1	1.3	V
				$I_C = 350\text{ mA}, I_B = 500\text{ }\mu\text{A}$	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2023A/L	$V_{IN} = 3.85\text{ V}$	—	0.93	1.35	mA
			ULN2024A/L	$V_{IN} = 5.0\text{ V}$	—	0.35	0.5	mA
				$V_{IN} = 12\text{ V}$	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	$I_C = 500\text{ }\mu\text{A}, T_A = 70^\circ\text{C}$	50	65	—	μA
Output Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2023A/L	$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 200\text{ mA}$	—	—	2.4	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 250\text{ mA}$	—	—	2.7	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 300\text{ mA}$	—	—	3.0	V
			ULN2024A/L	$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 125\text{ mA}$	—	—	5.0	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 200\text{ mA}$	—	—	6.0	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 275\text{ mA}$	—	—	7.0	V
				$V_{CE} = 2.0\text{ V}, I_C = 350\text{ mA}$	—	—	8.0	V
Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	$0.5 E_{IN}$ to $0.5 E_{OUT}$	—	0.25	1.0	μs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	$0.5 E_{IN}$ to $0.5 E_{OUT}$	—	0.25	1.0	μs
Reverse Diode Leakage Current	I_R	6	All	$V_R = 95\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	—	—	50	μA
				$V_R = 95\text{ V}, T_A = 70^\circ\text{C}$	—	—	100	μA
Diode Forward Voltage	V_F	7	All	$I_F = 350\text{ mA}$	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

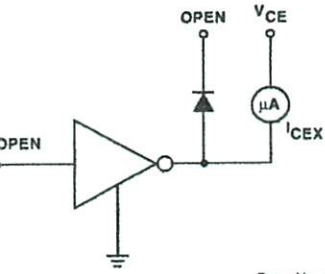


115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

2003 THRU 2024 HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

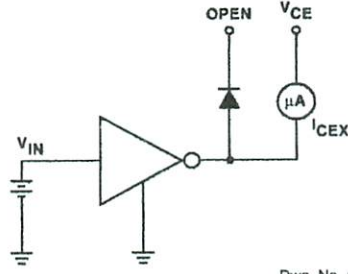
TEST FIGURES

FIGURE 1A



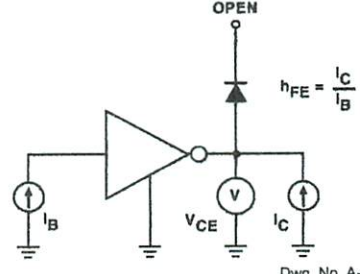
Dwg. No. A-9729A

FIGURE 1B



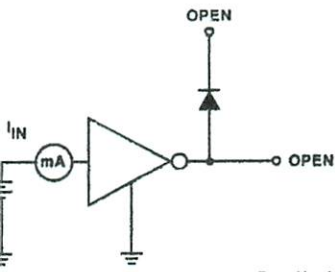
Dwg. No. A-9730A

FIGURE 2



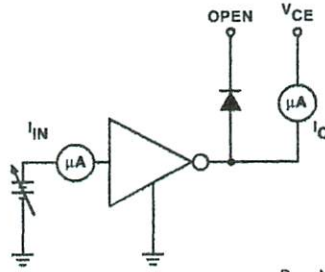
Dwg. No. A-9731A

FIGURE 3



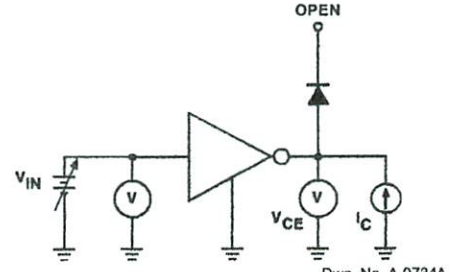
Dwg. No. A-9732A

FIGURE 4



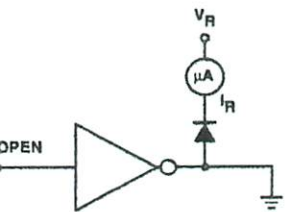
Dwg. No. A-9733A

FIGURE 5



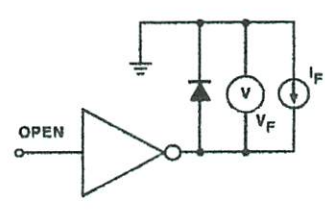
Dwg. No. A-9734A

FIGURE 6



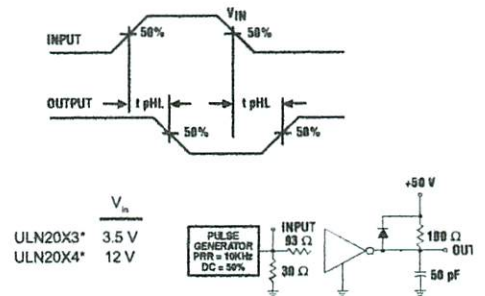
Dwg. No. A-9735A

FIGURE 7



Dwg. No. A-9736A

FIGURE 8

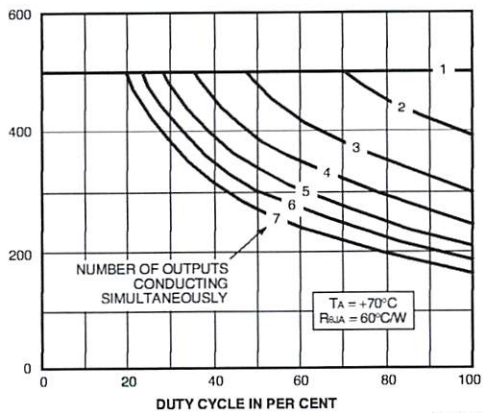


complete part number includes a final letter to indicate package.

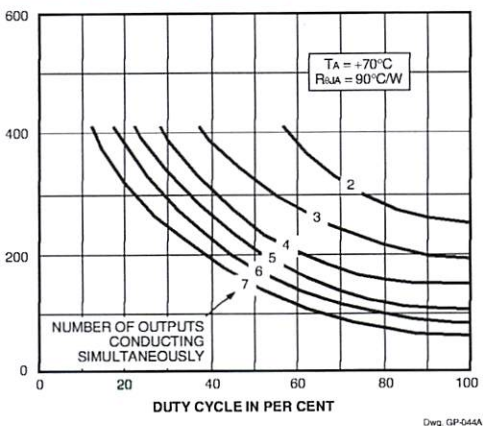
Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown.

THRU 2024 HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT MOSFET ARRAYS

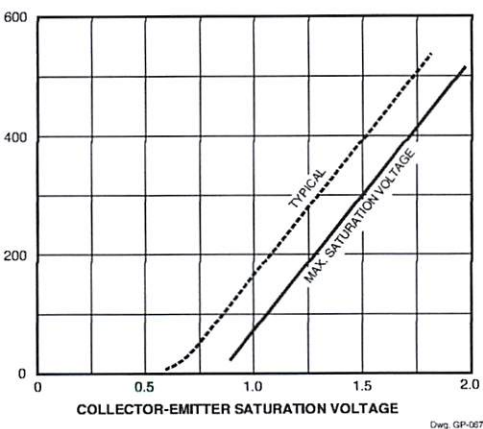
ALLOWABLE COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF DUTY CYCLE Dual In-line-Packaged Devices, Suffix 'A')



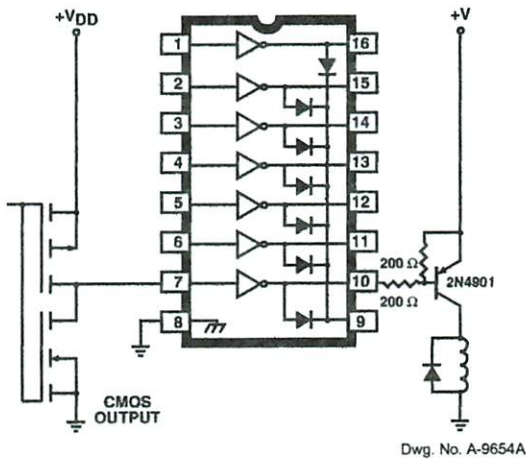
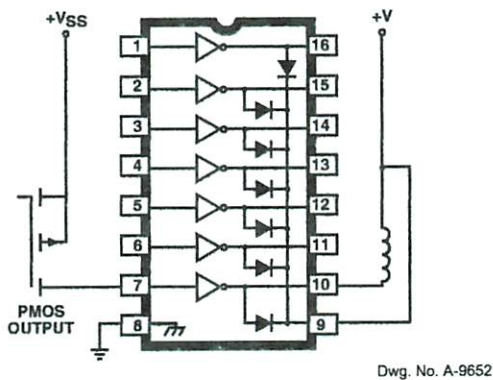
Small-Outline-Packaged Devices, Suffix 'L')



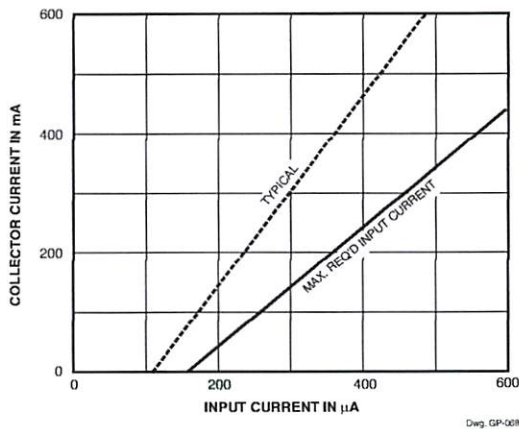
SATURATION VOLTAGE FUNCTION OF COLLECTOR CURRENT



TYPICAL APPLICATIONS



COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT CURRENT



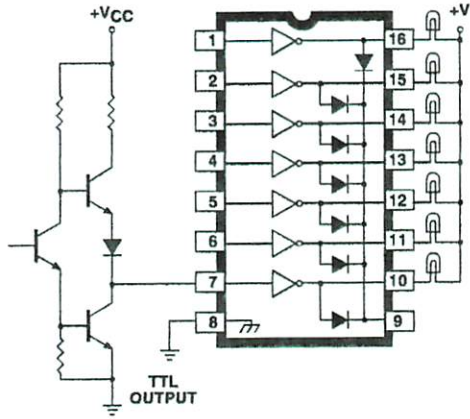
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

2003 THRU 2024 HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

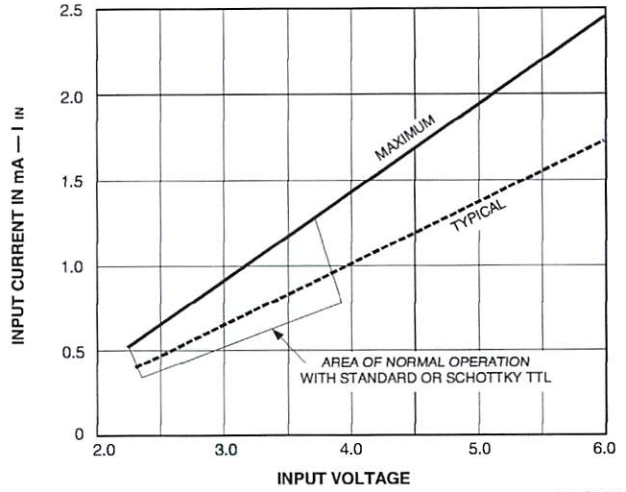
TYPICAL APPLICATIONS

INPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE

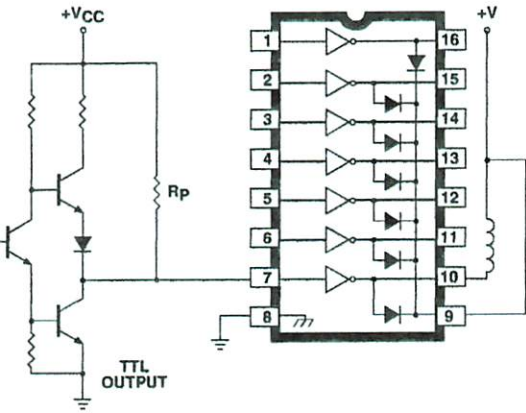
Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2023A, and
ULN2023L



Dwg. No. A-9653A

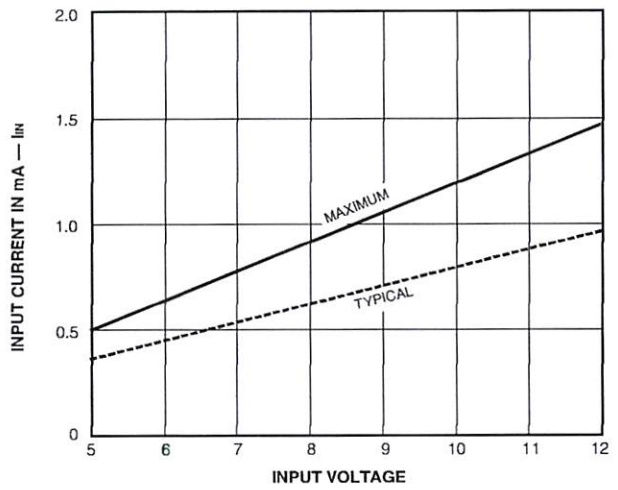


Dwg. GP-069



Dwg. No. A-10,175

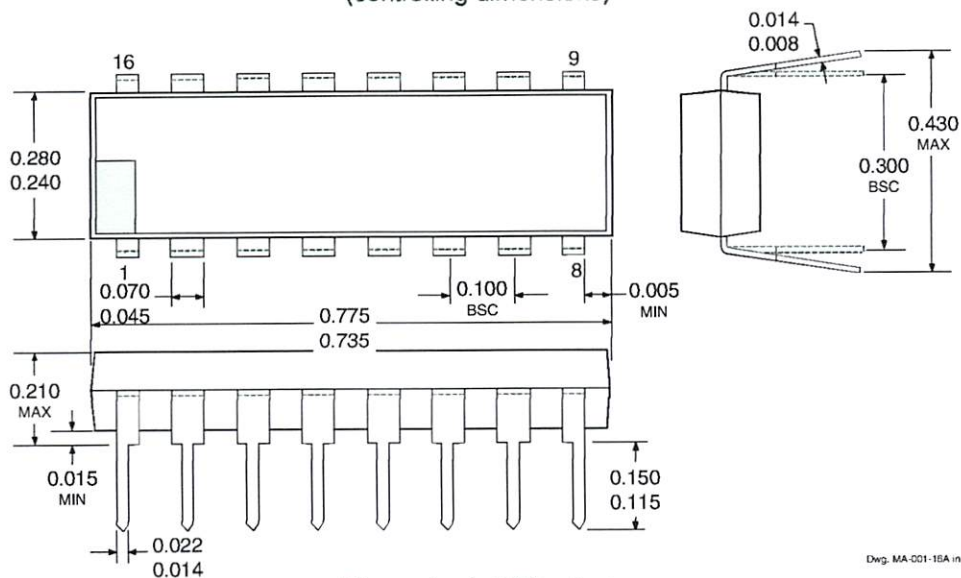
Types ULN2004A, ULN2004L, ULN2024A, and
ULN2024L



Dwg. GP-069-1

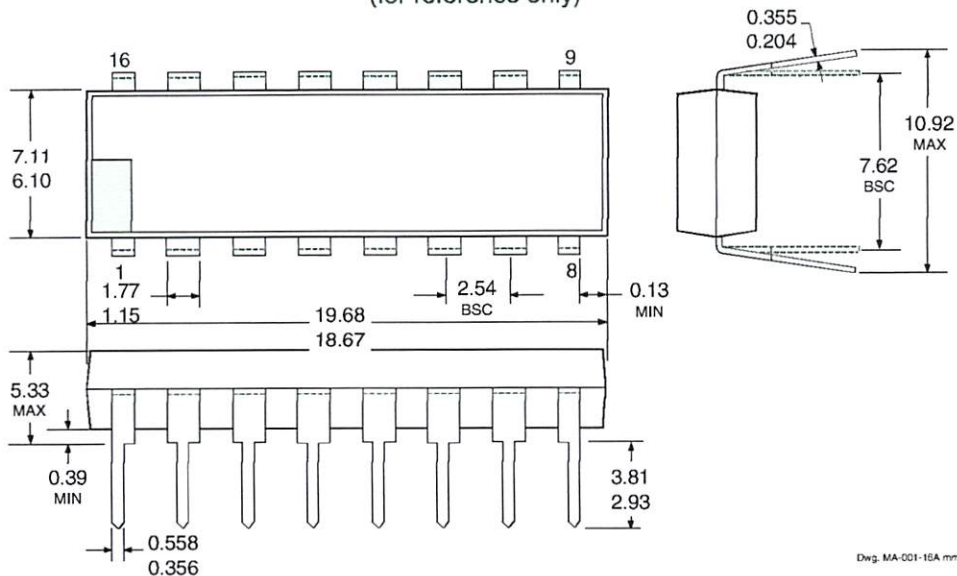
PACKAGE DESIGNATOR "A"

Dimensions in Inches
 (controlling dimensions)



Dwg. MA-001-16A in

Dimension in Millimeters
 (for reference only)



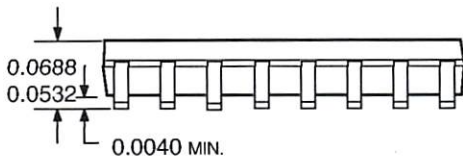
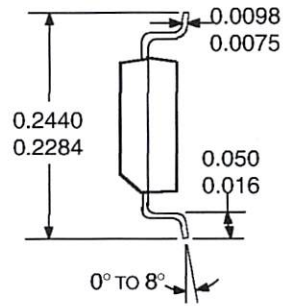
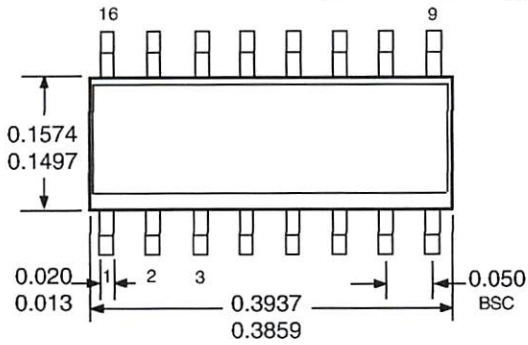
Dwg. MA-001-16A mm

1. Leads 1, 8, 9, and 16 may be half leads at vendor's option.
2. Lead thickness is measured at seating plane or below.
3. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
4. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.

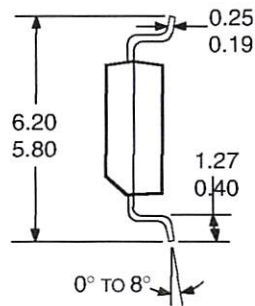
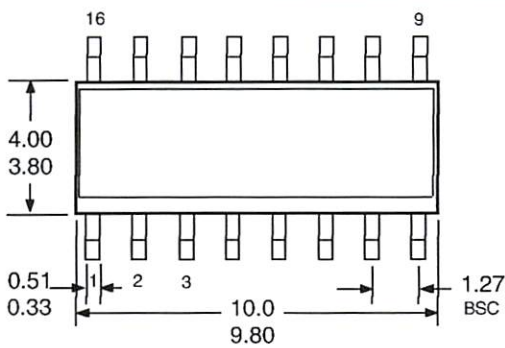
2003 THRU 2024 HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

PACKAGE DESIGNATOR "L"

Dimensions in Inches
(for reference only)



Dimension in Millimeters
(controlling dimensions)



Dwg. MA-007-16 in

Dwg. MA-007-16A mm

- ES: 1. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
2. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.

THRU 2024
H-VOLTAGE,
H-CURRENT
PLINGTON ARRAYS

The products described here are manufactured under one or more U.S. patents or U.S. patents pending.

Allegro MicroSystems, Inc. reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Allegro products are not authorized for use as critical components in life-support devices or systems without express written approval.

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems, Inc. assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.



115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000



DC COMPONENTS CO., LTD.

RECTIFIER SPECIALISTS

1N / RL
4001A / 101

THRU

1N / RL
4007A / 107

TECHNICAL SPECIFICATIONS OF SILICON RECTIFIER

VOLTAGE RANGE - 50 to 1000 Volts CURRENT - 1.0 Ampere

FEATURES

- * High reliability
- * Low leakage
- * Low forward voltage drop
- * High current capability

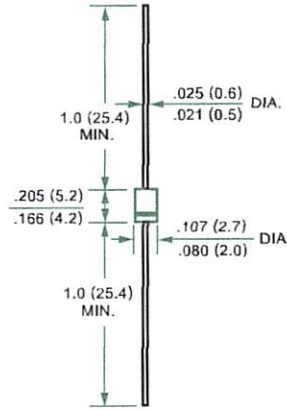
MECHANICAL DATA

- * Case: Molded plastic
- * Epoxy: UL 94V-0 rate flame retardant
- * Lead: MIL-STD-202E, Method 208 guaranteed
- * Polarity: Color band denotes cathode end
- * Mounting position: Any
- * Weight: 0.22 gram

MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.
Single phase, half wave, 60 Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

A-405



Dimensions in inches and (millimeters)

	SYMBOL	1N4001A	1N4002A	1N4003A	1N4004A	1N4005A	1N4006A	1N4007A	UNITS
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	V _{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum RMS Voltage	V _{RMS}	35	70	140	280	420	560	700	Volts
Maximum DC Blocking Voltage	V _{DC}	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum Average Forward Rectified Current at T _A = 55°C	I _O	1.0							Amps
Peak Forward Surge Current, 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	I _{FSM}	30							Amps
Maximum Instantaneous Forward Voltage at 1.0A DC	V _F	1.1							Volts
Maximum DC Reverse Current at Rated DC Blocking Voltage	I _R	5.0							uAmps
		@ T _A = 100°C							
Maximum Full Load Reverse Current Average, Full Cycle .375" (9.5mm) lead length at T _L = 75°C	I _R	500							uAmps
Typical Junction Capacitance (Note)	C _J	30							pF
Typical Thermal Resistance	R _{θJA}	15							°C/W
Operating and Storage Temperature Range	T _J , T _{STG}	-65 to + 175							°C

NOTES : Measured at 1 MHz and applied reverse voltage of 4.0 volts



NEXT



BACK



EXIT

RATING AND CHARACTERISTIC CURVES

(1N4001A THRU 1N4007A)
 RL101 RL107

FIG. 1 - TYPICAL FORWARD CURRENT DERATING CURVE

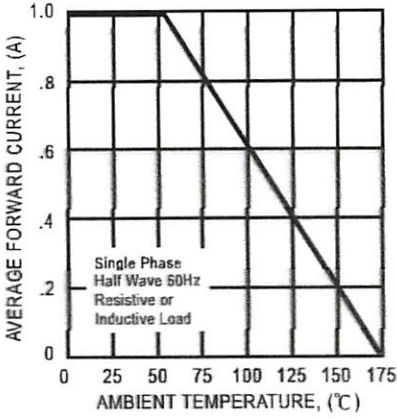


FIG. 2 - TYPICAL INSTANTANEOUS FORWARD CHARACTERISTICS

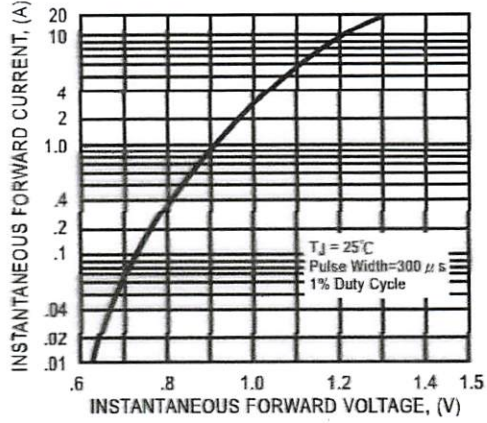


FIG. 3 - MAXIMUM NON-REPETITIVE FORWARD SURGE CURRENT

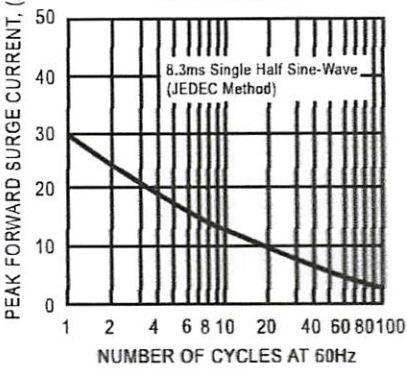


FIG. 4 - TYPICAL REVERSE CHARACTERISTICS

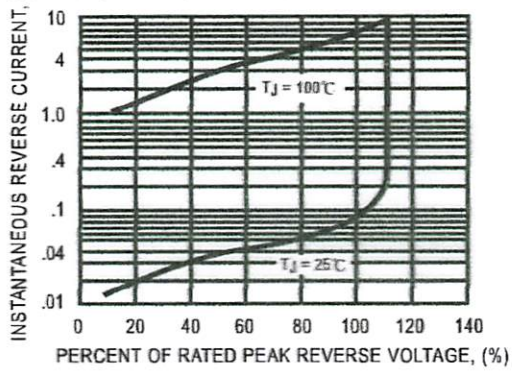
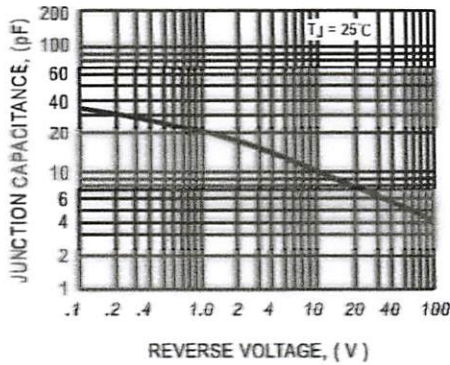


FIG. 5 - TYPICAL JUNCTION CAPACITANCE



DC COMPONENTS CO., LTD.



NEXT



BACK



EXIT