

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT KAMERA  
UNTUK MENAMPILKAN GAMBAR BAGIAN DALAM PIPA**



**Disusun Oleh:**

**NAMA : ZULRAMADHANIE**

**NIM : 0412276**

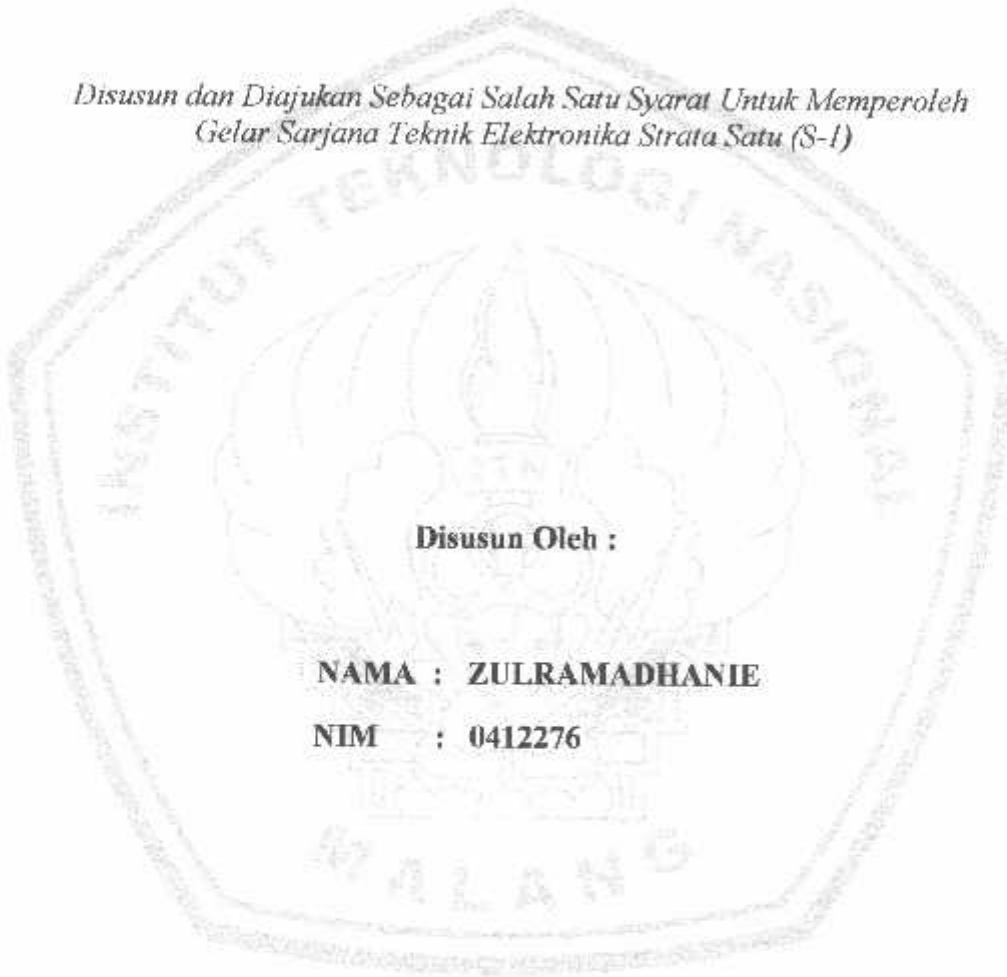
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2009**

---

# SKRIPSI

## PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT KAMERA UNTUK MENAMPILKAN GAMBAR BAGIAN DALAM PIPA

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



**Disusun Oleh :**

**NAMA : ZULRAMADHANIE**

**NIM : 0412276**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2009**

---

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT KAMERA UNTUK  
MENAMPILKAN GAMBAR BAGIAN DALAM PIPA**

**SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh :**

**ZULRAMADHANIE**

**NIM : 04.12.276**

**Diperiksa dan Disetujui**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir. F. Yudi Limpraptono, MT**  
**NIP.Y 103 950 0274**

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

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**



**Ir. F. Yudi Limpraptono, MT**  
**NIP.Y 103 950 0274**

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

**2009**



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

## BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : ZULRAMADHANIE  
NIM : 04.12.276  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT KAMERA  
UNTUK MENAMPILKAN GAMBAR BAGIAN DALAM PIPA**

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

Hari : Selasa

Tanggal : 29 September 2009

Dengan Nilai : 81,5 (A) *BY*

**Ketua Majelis Penguji**

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

**Sekretaris Majelis Penguji**

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

**Penguji I**

**Ir.TH. Mimien Mustikawati, MT.**  
NIP . Y. 1030000352

**Penguji II**

**I.Komang Somawirata, ST, MT.**  
NIP.Y 1030100361

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Tuhan YME yang dengan segala Kasih dan Anugerah – Nya, telah memberikan kekuatan, kesabaran, bimbingan dan perlindungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul :  
**“ PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT KAMERA UNTUK MENAMPILKAN GAMBAR BAGIAN DALAM PIPA “**

Pembuatan skripsi ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata I di Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan baik moril maupun materil, saran dan dorongan semangat dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku rektor ITN Malang
2. Bapak Ir.H.Sidik Noertjahjono,MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono,MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
4. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Dr.Eng. Aryuanto Soetedjo, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Allah SWT dan Kedua Orangtuaku Atas Segalanya Yang Telah Diberikan.
7. Teman – Teman Griyashanta L -115 , Papa Biru , Poharin dan Kost semua.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak yang perlu disempurnakan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Akhir kata, penulis mohon maaf kepada semua pihak bilamana selama penyusunan skripsi ini penyusun membuat kesalahan secara tidak sengaja dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Oktober 2009

Penulis

## ABSTRAK

### “ PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT KAMERA UNTUK MENAMPILKAN GAMBAR BAGIAN DALAM PIPA “.

Nama : ZULRAMADHANIE

Nim : 0412276

Jurusan Teknik Elektro S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dosen Pembimbing : Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
Dr.Eng Aryuanto Soetedjo,ST,MT

*Perkembangan teknologi robotika pada saat ini sudah mencapai dimana robot yang diciptakan dibuat semirip mungkin dengan manusia, baik dari segi penampilan kemampuan bahkan cara berfikir. Salah satu kemampuan yang ingin ditiru adalah penglihatan. Oleh karena itu untuk mewujudkan itu menggunakan kamera.*

*Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai robot memberikan manfaat bagi kepentingan manusia, seperti untuk melakukan pekerjaan yang membutuhkan ketelitian yang sangat tinggi atau melakukan pekerjaan yang beresiko tinggi atau memerlukan tenaga yang sangat besar.*

*Pada saat ini dibutuhkan alat bantu untuk memeriksa keadaan didalam pipa karena ada pipa yang tidak bisa diperiksa oleh manusia selain itu bisa membantu kerja manusia sehingga tidak perlu bersusah payah masuk kedalam pipa.*

*Untuk memudahkan hal tersebut maka dirancang Robot inspeksi pipa yang menggunakan kamera untuk menampilkan keadaan dalam pipa. Untuk memudahkan pergerakan robot dirancang dengan bentuk menyerupai mobil yang digerakan oleh motor.*

**Kata Kunci** : *Kata kunci: Mikrokontroler, Motor dc, Motor Stepper, Modul RF*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TEORI PENUNJANG</b> .....	5
2.1. Mikrokontroler AT89C51.....	5
2.1.1. Fungsi-Fungsi Kaki / Pin Pada Mikrokontroler AT89C51.....	5
2.1.2. Mode- Mode Pengalamatan.....	8
2.1.3. Instruksi –Instruksi Aritmatika .....	10
2.1.4. Instruksi –Instruksi Logika .....	10
2.1.5. Instruksi Transfer Data .....	10
2.1.6. Instruksi- Instruksi Lompat.....	11



2.1.7. Timer dan Counter Dalam AT89C51 .....	12
2.2. Motor.....	12
2.2.1. Motor DC .....	12
2.2.1.1. Cara Kerja Motor Dc .....	15
2.2.1.2. Pengendalian Arah Putaran Motor DC .....	17
2.2.1.3 Torsi Motor DC.....	18
2.2.1.4. Pengontrolan Kecepatan Motor DC.....	18
2.2.2 Motor Stepper .....	19
2.3 Driver Motor .....	26
2.4. Kamera.....	28
2.5. Modul Radio Frekuensi.....	29
2.5.1. Pengiriman data serial dan paralel.....	30
2.5.2. Amplitude Shift Keying (ASK).....	32
2.5.3 Binary ASK.....	33
<b>BAB III PERANCANGAN SISTEM .....</b>	<b>36</b>
3.1. Gambaran Umum .....	36
3.2. Perancangan Perangkat Keras .....	37
3.2.1. Desain Kontruksi Robot .....	38
3.2.2. Interface Mikrokontroler Dengan Driver Motor dan Kamera .....	40
3.2.2.1. Sistem Mikrokontroller.....	40
3.2.2.2. Motor.....	41
3.2.2.2.1. Motor DC .....	41
3.2.2.2.2. Motor Stepper .....	42
3.2.2.2.3. Modul Radio Frekuensi.....	43

3.2.2.2.4. Remote .....	45
3.3. Perancangan Perangkat Lunak .....	47
3.3.1. Flowchart .....	47
3.3.1.1. Pemancar.....	47
3.3.1.2. Penerima .....	52
<b>BAB IV PENGUJIAN SISTEM</b> .....	54
4.1. Pengujian Sistem.....	54
4.2. Pengujian Motor Stepper .....	55
4.3. Pengujian Modul RF.....	57
4.4. Pengujian Kamera Wireless.....	58
4.5. Pengujian Keseluruhan .....	60
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	62
5.1. Kesimpulan.....	62
5.2. Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	64
<b>LAMPIRAN</b> .....	66

## DAFTAR TABEL

### BAB II DASAR TEORI

Tabel 2.1. Fungsi Khusus Port 3 AT89C51 .....	6
Tabel 2.2. Data Motor Stepper.....	25

### BAB IV PENGUJIAN SISTEM

Tabel 4.1 Perbandingan Sudut .....	55
Tabel 4.2 Perbandingan Jarak Antara Transmitter Dan Reciever Modul Radio Frekuensi Tanpa Halangan .....	57
Tabel 4.3 Perbandingan Jarak Antara Transmitter Dan Reciever Modul Radio Frekuensi Dengan Halangan.....	58
Tabel 4.4 Perbandingan Jarak Antara Transmitter Dan Reciever Kamera Wireless Tanpa Halangan.....	58
Tabel 4.5 Perbandingan Jarak Antara Transmitter Dan Reciever Kamera Wireless Dengan Halangan.....	59

## DAFTAR GAMBAR

### BAB II TEORI PENUNJANG

Gambar 2.1 Pin Mikrokontroler AT89C51.....	7
Gambar 2.2a Medan Yang Dihasilkan Kutub.....	13
Gambar 2.2b Medan Yang Dihasilkan Arus Yang Mengalir Kepenghantar.....	13
Gambar 2.2c Interaksi Kedua Medan Menghasilkan Gaya .....	13
Gambar 2.3 Garis-Garis Medan Magnet Disekitar Arus Listrik Pada kawat Lurus.....	14
Gambar 2.4 Kaidah Tangan Kanan.....	15
Gambar 2.5 Cara Kerja Motor DC.....	15
Gambar 2.6 Bagian-Bagian Motor DC.....	16
Gambar 2.7 Sebuah Motor DC.....	17
Gambar 2.8 Pengendalian Motor DC.....	17
Gambar 2.9 Deretan Step Pada Motor Stepper.....	19
Gambar 2.10 Bearing Motor Stepper.....	20
Gambar 2.11 Magnet Permanen Motor Stepper .....	21
Gambar 2.12 Variable Relutance Motor Stepper.....	22
Gambar 2.13 Magnet Permanent- Hybrid.....	23
Gambar 2.14 Motor Stepper Unipolar .....	24
Gambar 2.15 Motor Stepper Bipolar .....	25
Gambar 2.16 Pin-Pin IC ULN2003 .....	26
Gambar 2.17 Rangkaian darlington Didalam IC ULN2003 .....	27
Gambar 2.18 Pemancar dan Penerima Wireless Kamera .....	29

## BAB II

### TEORI PENUNJANG

#### 2.1 Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler dapat diumpakan sebagai bentuk skala mini dari mikrokomputer. Di dalam mikrokontroler terdapat komponen-komponen dasar dari sebuah mikrokomputer, yaitu memori, *CPU*, dan instruksi-instruksi yang terpadu dalam satu keping *IC*.

Tidak seperti sistem komputer, yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi (misalnya pengolah kata, pengolah angka, dan sebagainya), mikrokontroler hanya digunakan untuk satu aplikasi tertentu saja. Perbedaan lainnya terletak pada penggunaan dan perbandingan ukuran *RAM* (*Random Access Memory*) dan *ROM* (*Read Only Memory*). Pada sistem komputer perbandingan *RAM* dan *ROM* – nya besar, program-program pengguna disimpan dalam ruang *RAM* yang besar, sedangkan rutin-rutin antarmuka perangkat keras disimpan dalam ruang *ROM* yang jauh lebih kecil. Sedangkan pada mikrokontroler perbandingan *RAM* dan *ROM*-nya tidak terlalu besar, program kontrol disimpan dalam *ROM* sedangkan *RAM* digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara. Pada bagian ini kita akan mengenal dan membahas beberapa hal tentang mikrokontroler Atmel AT89C51 yang digunakan pada tugas akhir ini.

##### 2.1.1 Fungsi-Fungsi Kaki / Pin Pada Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler *AT89C51* mempunyai 40 kaki (pin) dengan konfigurasi sebagai berikut:

❖ Port 0

Port 0 merupakan dua fungsi yang berada pada pin 32 – 39 dari AT89C51. Di dalam rancangan sistem sederhana, Port ini digunakan sebagai Port I/O serbaguna. Untuk rancangan yang lebih kompleks dengan melibatkan memori eksternal jalur ini digunakan untuk Bus Data dan Bus Alamat .

❖ Port 1

Port 1 menempati pin 1 – 8 digunakan sebagai I/O.

❖ Port 2

Port 2 berada pada pin 21 – 28, berfungsi sebagai I/O serbaguna, juga sebagai alamat byte tinggi untuk mengakses memori eksternal .

❖ Port 3

Port 3 terletak pada pin 10 – 17, adalah Port yang mempunyai fungsi alternatif, seperti pada table berikut :

**Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port 3 AT89C51 [ 7 ]**

PIN	FUNGSI
P3.0 (RXD)	Port Serial Input
P3.1 (TXD)	Port Serial Output
P3.2 (INT0)	Port External Interrupt 0
P3.3 (INT1)	Port External Interrupt 1
P3.4 (T0)	Port External Timer 0 Input
P3.5 (T1)	Port External Timer 1 Input
P3.6 (WR)	External Data Memory Write Strobe
P3.7 (RD)	External Data Memory Read Strobe

- ❖ PSEN( program store enable)

PSEN adalah sebuah sinyal keluaran yang terdapat pada pin 2 yang fungsinya adalah sinyal control untuk memungkinkan mikrokontroler membaca program (code) dari memori eksternal.

- ❖ ALE (Adressing Latch Enable )

Sinyal output ALE berada pada pin 30. **ALE (Address Latch Enable)** menghasilkan pulsa-pulsa (*low byte*) alamat selama mengakses memori eksternal dan dapat dipakai sebagai clock .

- ❖ EA (External Access )

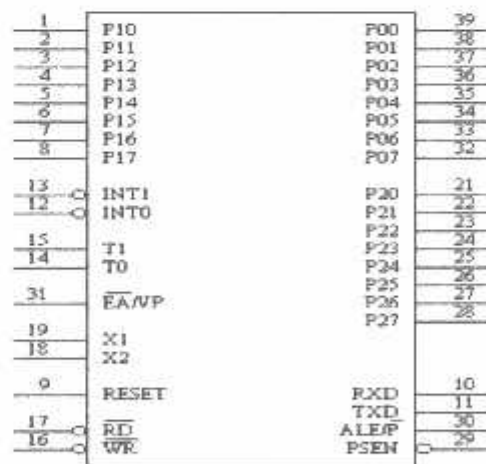
Masukan sinyal EA terdapat pada pin 31 yang dapat diberikan logika rendah (ground) atau Masukan sinyal EA terdapat pada pin 31 yang dapat diberikan logika rendah (ground) atau EPROM atau Flash Memori Internal.

- ❖ RST ( Reset )

Input reset pada pin 6 adalah masukan reset .

- ❖ Vcc

Masukan suplai tegangan.



**Gambar 2.1 Pin Mikrokontroler AT89C51 [ 13 ]**

### 2.1.2 Mode - Mode Pengalamatan

Data bisa berada di tempat yang berbeda sehingga dikenal beberapa cara untuk mengakses data tersebut. Inilah yang dikenal sebagai mode pengalamatan. Beberapa mode pengalamatan yang dikenal antara lain :

#### ❖ Mode pengalamatan segera (*immediate addressing mode*)

Mode pengalamatan ini menggunakan konstanta. Data konstanta ini merupakan data yang menyatu dengan instruksi. Contoh instruksinya :

```
MOV A, #20h
```

Instruksi tersebut diatas mempunyai arti bahwa data konstantanya, yaitu 20h perlu disalin ke akumulator. Tanda '#' dipakai untuk menunjukkan bahwa data berupa konstanta .

#### ❖ Mode pengalamatan langsung (*direct addressing mode*)

Cara ini dipakai untuk menunjuk data yang berada di suatu lokasi memori. Contoh instruksinya:

```
MOV A, 30h
```

Instruksi ini mempunyai arti agar data pada alamat 30h diambil dan dipindahkan ke akumulator. Bila diperhatikan, maka kita akan bisa lihat bahwa instruksi diatas tidak menyertakan tanda '#'. Tanpa tanda '#', maka data diartikan sebagai alamat memori.

#### ❖ Mode pengalamatan tidak langsung (*indirect addressing mode*)

Mode pengalamatan ini dipakai untuk mengakses data yang alamatnya berada dalam suatu register. Contoh instruksi:

```
MOV A, @R0
```





---



---

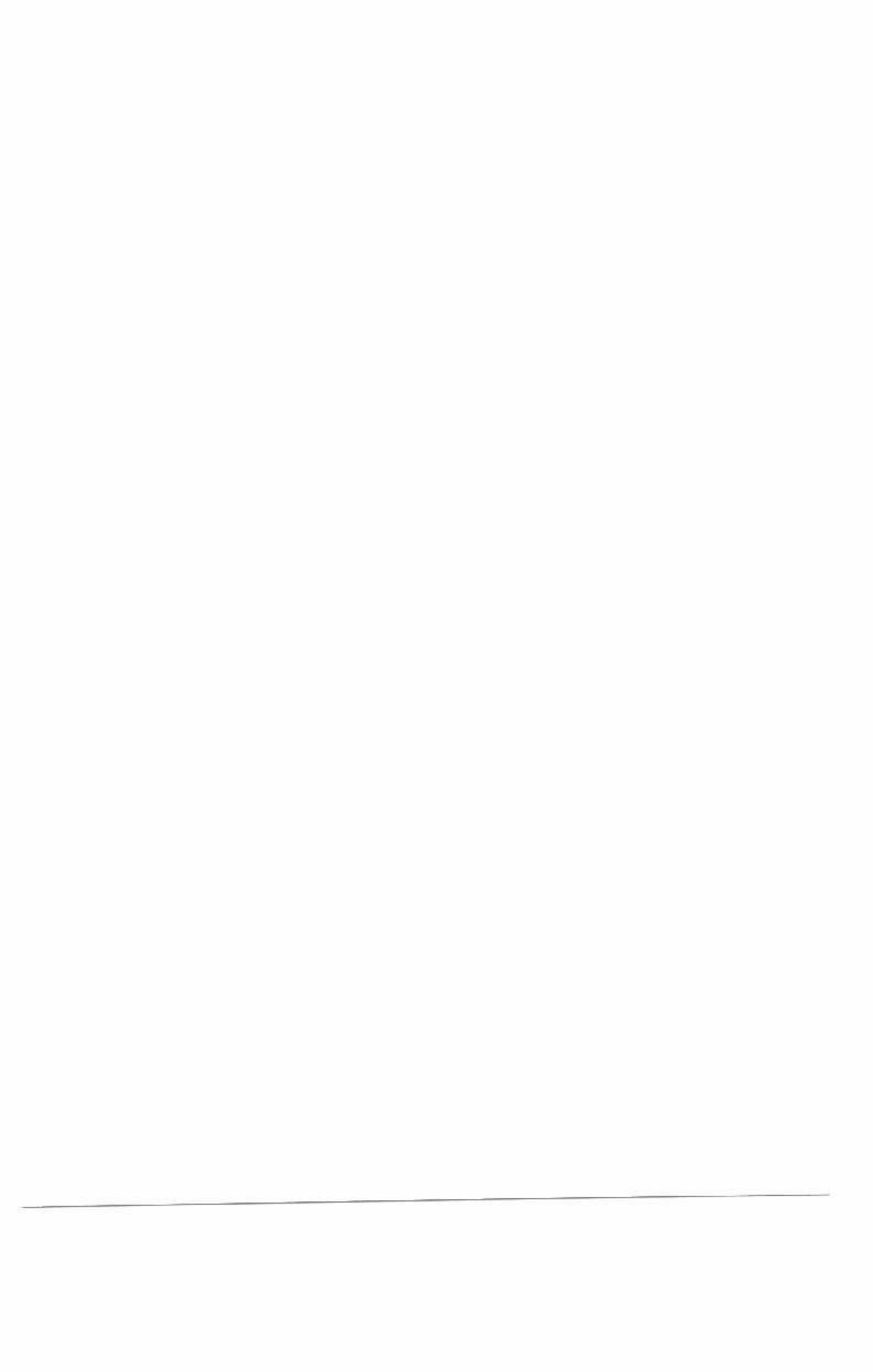
---

---

---













---

---

---

---



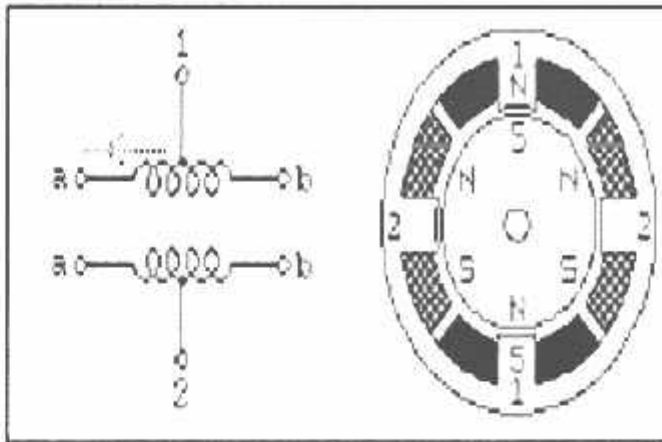


---

---

---

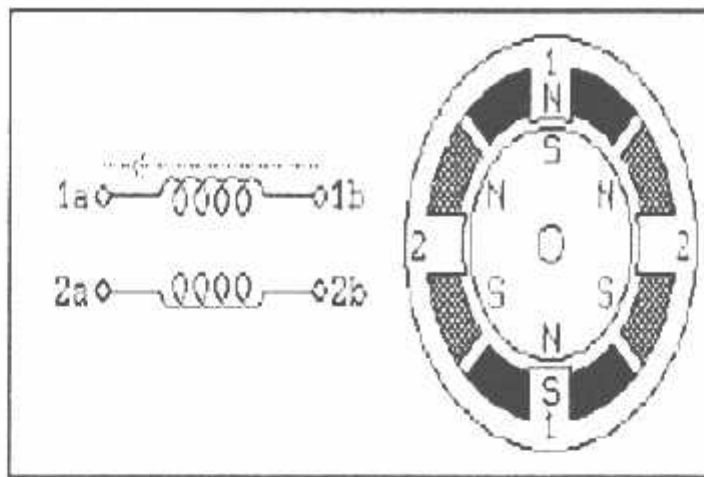
+VCC hal ini sangat dipengaruhi oleh driver yang digunakan. Sebagai gambaran dapat dilihat konstruksi motor stepper unipolar pada gambar berikut:



*Gambar 2.14. Motor Stepper Unipolar [ 17 ]*

#### **b. Motor Stepper Bipolar**

Motor stepper bipolar memiliki dua lilitan perbedaan dari tipe unipolar adalah bahwa pada tipe bipolar lilitannya tidak memiliki center tap. Keunggulan tipe bipolar yaitu memiliki torsi yang lebih besar jika dibandingkan dengan tipe unipolar untuk ukuran yang sama. Pada motor stepper tipe ini hanya memiliki empat kabel masukan. Namun untuk menggerakkan motor stepper tipe ini lebih rumit jika dibandingkan dengan menggerakkan motor stepper tipe unipolar. Sebagai gambaran dapat dilihat konstruksi motor stepper bipolar pada gambar berikut :



**Gambar 2.15. Motor Stepper Bipolar [ 17 ]**

Adapun urutan data yang harus yang harus ditunjukkan Untuk menentukan arah putaran jika data yang dimasukan 08,04,02,01,maka motor stepper berputar kearah kiri ,Sedangkan data yang dimasukan 01,02,04,08 ,maka motor stepper berputar kearah kanan.

**Tabel 2.2 Data Motor Stepper**

Step	SW1	SW2	SW3	SW4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

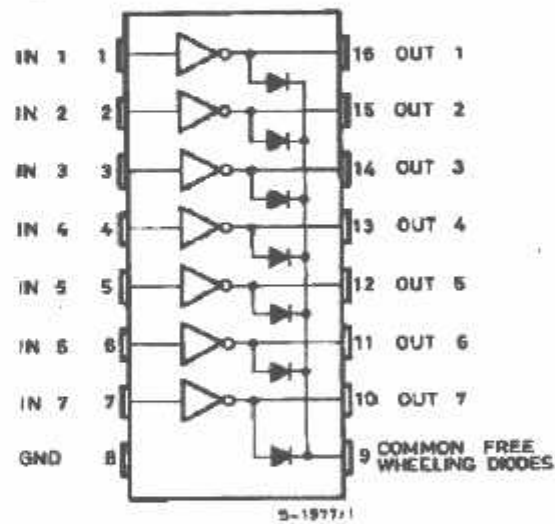
Adapun rumus untuk menentukan berapa drajat putaran motor stepper :

$$\frac{\text{DERAJAT PUTARAN}}{4 \times 1,8 \text{ (step motor)}} =$$

### 2.3 Driver Motor ( IC ULN 2003 ).

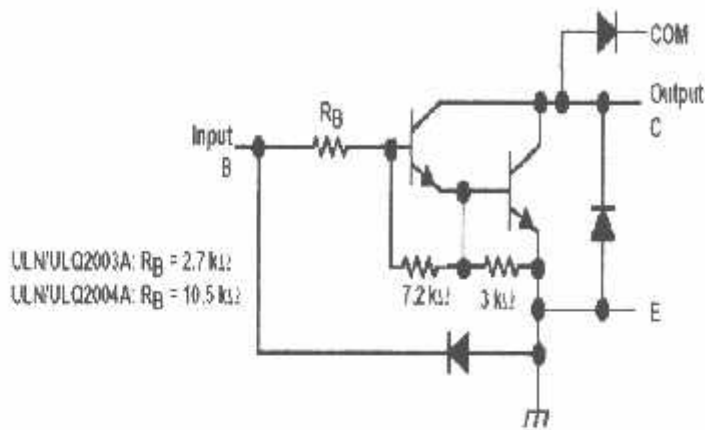
Pada IC ULN 2003 didalamnya terdapat rangkaian penguat Darlington. Untuk satu IC ULN2003 terdapat 7 pasang rangkaian Darlington NPN yang tersusun dalam rangkaian *common catoda*. Rangkaian Darlington ini digunakan sebagai saklar. Pada masing-masing rangkaian Darlington arus kolektornya sebesar 500mA. Rangkaian Darlington yang ada di dalam IC ULN 2003 dapat diparalel guna untuk kebutuhan arus yang besar. Karenanya IC ini dapat diaplikasikan untuk *driver relay*, *driver lampu*, *driver display* dan *logic buffer*. Pada skripsi ini rangkaian Darlington yang ada pada IC ULN 2003 digunakan sebagai *driver relay* yang digunakan untuk mengendalikan putaran motor DC.

Adapun pin-pin koneksi yang ada dalam IC ULN 20003L dapat dilihat pada gambar 2.16 berikut ini:



Gambar 2.16 . Pin-pin IC ULN 2003 [ 21 ]

Sedangkan gambar untuk setiap rangkaian Darlington pada IC ULN 2003L dapat dilihat pada gambar 2.17 .



**Gambar 2.17 Rangkaian Darlington Didalam IC ULN 2003 [ 22 ]**

Untuk driver penggerak relay digunakan IC ULN2003 dan relay sebagai komponen utamanya, IC ULN2003 dapat terpicu dengan tegangan 5 Volt dengan tegangan hubung sebesar 100 Volt dan arus maksimum yang diperbolehkan sebesar 500mA dengan suhu kerja dari -20°C sampai 80°C dengan data yang ada diatas maka IC ULN2003 mampu digunakan untuk menghidupkan dan mematikan relay yang hanya memiliki tegangan maksimal sebesar 12 Volt dengan resistansi kumparan sebesar 400 Ω jadi dapat diketahui arus relay sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana: } I_{\text{relay}} &= \frac{VCC}{R.\text{relay}} \\
 &= \frac{12}{400} \\
 &= 30 \text{ mA}
 \end{aligned}$$



Untuk rangkaian driver relay motor DC digunakan IC ULN 2003 sebagai pengendali arah putaran motor penggerak mekanik box barang. Pada IC ULN 2003 dapat dipicu dengan tegangan 5 Volt dan arus maksimum sebesar 500mA dengan suhu kerja dari -20°C sampai 80°C. IC ULN2003A mampu menghidupkan dan mematikan relay yang hanya memiliki tegangan maksimal sebesar 12 Volt dengan resistansi kumparan sebesar 400 Ω jadi dapat diketahui arus relay sebesar :

$$\text{Dimana : } I_{\text{relay}} = \frac{V_{CC}}{R_{\text{relay}}}$$
$$= \frac{12}{400} = 30 \text{ mA}$$

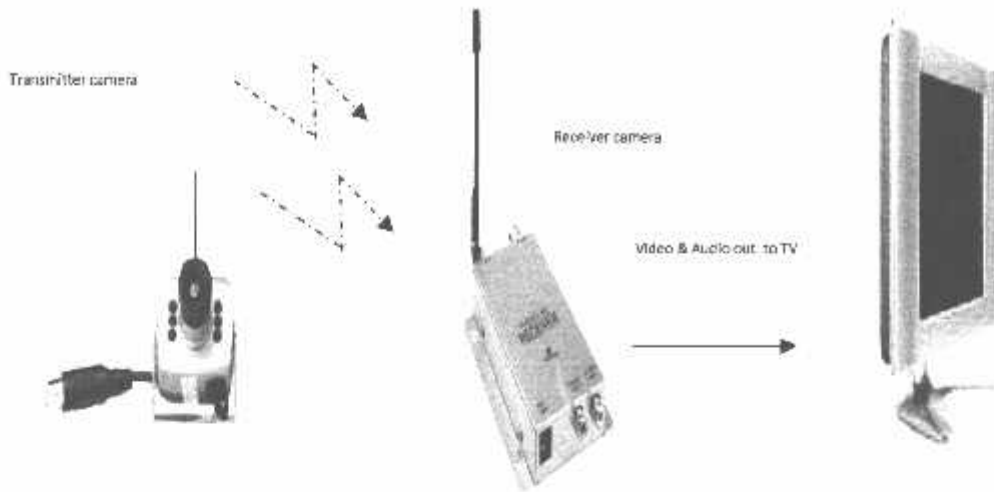
Dengan adanya arus relay sebesar 30 mA maka IC ULN2003A dapat menggerakkan relay tersebut karena ULN 2003A memiliki arus maksimum sebesar 500 mA sesuai dengan data sheet .

#### 2.4. Kamera

Sensor kamera digunakan untuk menampilkan keadaan didalam pipa .Kamera yang digunakan adalah kamera tanpa kabel (wireless) Output kamera menangkap gambar yang dapat dilihat langsung atau komputer yang telah memiliki TV tuner.

Spesifikasi :

- ❖ TV System : PAL/CCTR/NTSC/ETA.
- ❖ Resolution :380 lines.
- ❖ Output frekuensi :900 – 1200MHz.
- ❖ Power supply : Camera 9V, Receiver DC 9V .



Gambar 2.18. Pemancar dan penerima wireless kamera

## 2.5 Modul Radio Frekuensi (RF)

Komunikasi dapat melalui banyak bentuk diantaranya audio, visual, tulisan, elektronik dan sebagainya. Dalam proyek kali ini kita menggunakan gelombang radio sebagai media untuk pentransmision data, transmisi daya keluaran tinggi digunakan untuk komunikasi jarak jauh seperti pada televisi *broadcast* tetapi untuk komunikasi jarak pendek digunakan daya yang lebih sedikit karena didesain untuk komunikasi jarak pendek yaitu hanya beberapa meter. Karakteristik lain dari gelombang radio adalah kemampuannya untuk menembus banyak objek, pada teknologi seperti *infrared* pantulan dari gelombang cahaya bisa terhalang tetapi dengan menggunakan teknologi *RF* gelombang radio dapat menembus banyak halangan meskipun pada beberapa kasus gelombang radio dapat dibiaskan atau dihamburkan ke objek. Teknologi *RF* dapat menembus banyak halangan seperti pakaian, tubuh, dinding, pintu dan sebagainya. Jadi kelebihan *RF* yaitu antara *transmitter* dan *receiver* idealnya adalah *Line Of Sight* (LOS). LOS disini adalah antara *transmitter* dengan *receiver* merambat dalam garis (yang hampir) lurus.



*Gambar 2.19 Bentuk fisik modul tampak depan  
IC TX-2 dan RX-2*

### 2.5.1 Pengiriman Data Secara Serial Dan Paralel

Dalam dunia digital terdapat dua metode pengiriman data yang umum digunakan, yaitu pengiriman data secara paralel dan pengiriman data secara serial. Pada pengiriman data serial, data dikirim satu persatu perbit data. Sedangkan pada pengiriman data secara paralel data dikirimkan sekaligus bersama-sama, sehingga proses transfer data memerlukan waktu yang lebih sedikit daripada secara serial. Kerugian dari pengiriman data secara paralel adalah memerlukan jalur data yang banyak sesuai dengan jumlah bit data yang akan dikirimkan

Pengiriman data paralel memerlukan jalur data yang banyak dikarenakan pengiriman bit-bit data dilakukan secara bersama-sama, melalui jalur data masing-masing bit data tersebut. Berbeda dengan pengiriman data secara serial yang mana bit data dikirimkan satu-persatu sesuai dengan urutannya melalui jalur data yang sama, sehingga tidak memerlukan jalur data yang tidak terlalu banyak.

Pengiriman data secara serial dibagi menjadi dua cara, yaitu secara *synchronous* dan *asynchronous*. Pengiriman data secara *synchronous* berarti sinyal clock turut dikirim pada saat proses pengiriman data. Sinyal clock dikirim sebagai sinyal sinkronisasi data pada receiver. Pada pengiriman data serial secara *synchronous*, antara transmitter dan receiver tidak harus menyamakan setting baudrate dan parameter waktu terlebih dahulu.

Sedangkan pada pengiriman data secara *asynchronous* sinyal clock tidak ikut dikirim, sehingga hanya sinyal data saja yang dikirim. Karena sinyal clock tidak ikut dikirimkan maka antara transmitter dan receiver harus menyamakan seting baudrate dan parameter waktu terlebih dahulu. Selain itu terdapat tanda untuk setiap kali pengiriman paket data serial, misalnya untuk menandakan awal bit dari data yang dikirim menggunakan bit tanda yaitu "*start bit*", sedangkan untuk menandakan akhir bit data menggunakan bit tanda "*stop bit*".

Untuk mengirim dan menerima data secara serial dapat menggunakan *Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)*. Komunikasi data serial menggunakan UART sangat umum dan mudah penggunaannya, misalnya pada port serial PC. Pada UART jalur pengiriman dan menerima data serial dipisahkan.

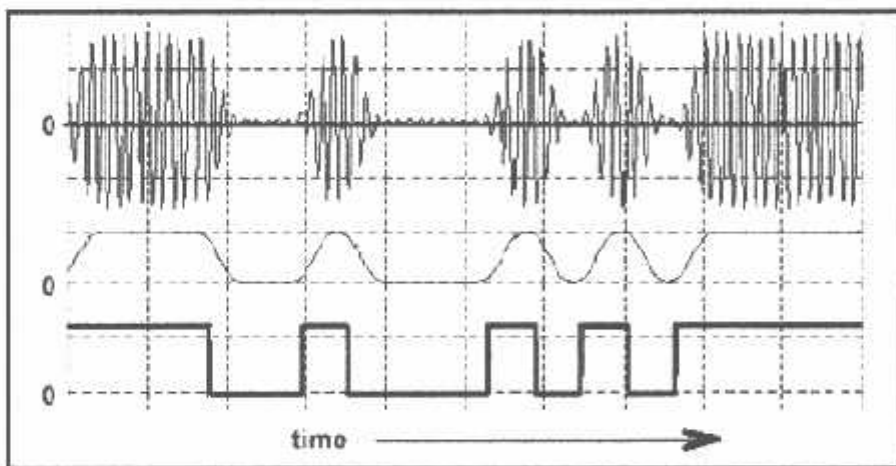
Pada bagian *transmitter*, UART merubah bentuk data paralel yang akan dikirim menjadi untaian data serial. Sebaliknya pada *receiver* UART merubah untaian data serial yang diterima menjadi data paralel. Setiap pengiriman data mempergunakan bit tanda *start bit* dan *stop bit*. Jalur data yang dipergunakan hanya 1 untuk setiap arah pengiriman data. Data-data serial dikirim melewati jalur data yang sama satu-persatu setiap satuan waktu. Media transmisi data yang dipergunakan dapat bermacam-macam bisa berupa kabel, ataupun yang lain misalnya udara.

Pada aplikasi kali ini pengiriman data serial menggunakan modul *RF* dengan media transmisi bukan kabel, tetapi berupa udara. Pengiriman data serial melalui media udara menggunakan gelombang radio sebagai pembawa data. Secara sederhana proses pengiriman data menggunakan gelombang radio adalah, sinyal informasi atau data yang akan dikirimkan ditumpangkan terlebih dahulu ke sinyal pembawa. Proses menumpangkan sinyal informasi ini disebut dengan modulasi. Gabungan antara kedua sinyal tersebut kemudian akan dipancarkan oleh transmitter. Pada *receiver*, gelombang pembawa yang

membawa sinyal informasi tersebut diterima, kemudian dipisahkan antara gelombang pembawa dan sinyal informasi, sehingga diperoleh kembali sinyal informasi. Proses ini disebut demodulasi.

### 2.5.2 Amplitude Shift Keying (ASK)

Metode yang digunakan dalam rangkaian Transmitter dan receiver ini adalah ASK (Amplitude Shift Keying). Pembangkitan gelombang AM dapat dilakukan dengan dua pendekatan berbeda. Pertama adalah dengan membangkitkan sinyal AM secara langsung tanpa harus dengan membentuk sinyal *base band*. Sehingga dalam kasus biner, generator harus mampu memformulasi satu dari dua sinyal gelombang AM yang mungkin. Yang kedua dengan menggunakan sinyal *base band* untuk memodulasi amplitudo suatu sinyal carrier yang dalam hal ini merupakan sinyal sinusoida (baik *cos* maupun *sinus*), seringkali ini dikenali sebagai AM analog dengan informasi dalam bentuk digital. Kedua cara ini merupakan pembangkitan gelombang AM untuk mentransmisi informasi digital. Untuk selanjutnya keduanya kita ketahui sebagai dua bentuk pembentukan ASK atau lebih dipahami sebagai AM digital.



Gambar 2.20. Bentuk Gelombang ASK

### 2.5.3 Binary ASK

Jika sebuah situasi dimana sinyal baseband yang ditransmisi memiliki dua kemungkinan nilai informasi yaitu antara nol (0) dan satu (1). Karena kemungkinan nilai informasinya tersusun dari dua keadaan tersebut maka selanjutnya sistem ini dikenal dengan binary ASK atau kadang lebih disukai dengan menyebutnya sebagai BASK yang merupakan singkatan dari *binary amplitude shift keying*. Bentuk sinyal termodulasi dalam hal ini dapat didekati dengan sebuah persamaan matematik:

$$v(t) = V_c/2 [1 + m v_m(t)] \cos(2\omega_c t)$$

dimana:

$V_c$  = amplitudo sinyal carrier

$v_m$  = sinyal pemodulasi yang bernilai 1 atau 0

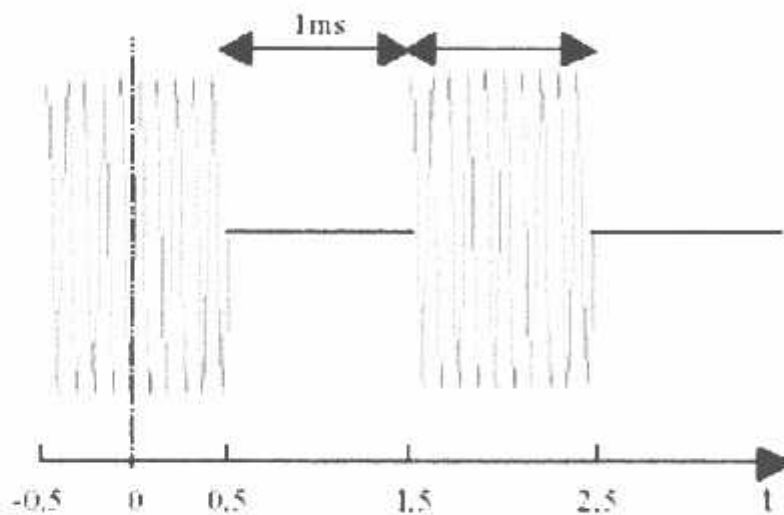
$m$  = indek modulasi

$\omega_c = 2\pi f_c$  = frekuensi carrier dalam nilai radian

Dua bentuk sinyal akan dapat dihasilkan disini, dengan nilai  $v_m(t) = 0$  atau 1 untuk mengirimkan nilai informasi biner nol (0) atau satu (1). Dalam hal ini  $v_m(t)$  bisa juga bernilai bernilai 1 atau -1, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai data bipolar ternormalisasi. Indek modulasi ( $m$ ) dapat bernilai  $0 < m < 1$ . Untuk indek modulasi  $m = 0$ , kita akan mengirimkan sebuah sinusoida murni seperti pada. Jika  $m$  kita pilih bernilai  $\frac{1}{2}$ , kita akan mengirimkan sebuah sinusoida yang dengan dua nilai berbeda, amplitudo  $V_c/4$  untuk nilai informasi 0 dan amplitudo  $3V_c/4$  untuk nilai informasi 1. Untuk kasus  $m = 1$  dimana merupakan indek modulasi yang lazim digunakan. Dengan indek modulasi ini kita mengirimkan sinyal beramplitudo nol untuk nilai biner nol (0) dan sinyal beramplitudo  $V_c$

untuk nilai biner satu (1). Ini diketahui sebagai *on-off keying* (OOK) dan ini seperti halnya memodulasi sebuah carrier dengan sinyal baseband unipolar. Jika  $T$  merupakan perioda dari bit yang ditransmisi, dengan durasi nol (0) dan satu (1) adalah sama, maka energi rata-rata perbit dapat dinyatakan dengan rumusan:

$$E_b = V_c^2 T / 4.$$

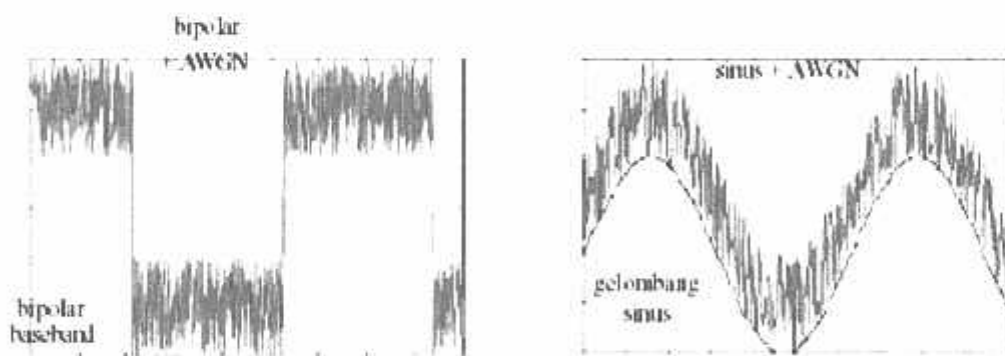


**Gambar 2.21**

***Contoh Bentuk Gelombang ASK Dengan Informasi Data 0/1***

kemampuan penerima untuk mengolah informasi yang terdapat pada gelombang carrier akan menentukan sejauh mana kemampuan sistem komunikasi. Dari seluruh pesan dalam hal ini bit yang dikirim pemancar berapa bagian yang diterjemahkan secara benar oleh penerima dan berapa bagian yang salah. Bagian yang salah dalam satu satuan waktu (detik) dan disebut sebagai prosen error per detik atau lebih dikenali sebagai *bit error rate* (BER). Seberapa besar bagian yang salah dari seluruh bit yang diterima disebut sebagai *prosen error*. Kemungkinan kesalahan yang terjadi dari sejumlah bit yang dikirimkan lebih dikenal sebagai *probability of error* ( $P_e$ ). Nilai ini  $P_e$  ini selanjutnya digunakan sebagai

salah satu kriteria dari kinerja sistem komunikasi digital. Semakin kecil nilai ini semakin bagus kinerja yang dimiliki sistem komunikasi tersebut. Yang dilakukan pertama kali oleh receiver adalah bagaimana menterjemahkan sinyal informasi (bit) baseband dari sinyal carrier. Jika noise telah ikut masuk ke kanal (saluran) yang bisa berupa kabel tembaga atau lintasan melalui udara tanpa halangan (*line of sight*) sehingga pada sinyal informasi terdapat noise. Sumber noise yang kedua berasal dari rangkaian pada receiver itu sendiri. Dalam hal ini kita bahas bentuk noise yang bersifat aditif (menambahkan) dan biasanya dapat didekati dengan suatu sifat statistic memiliki distribusi Gaussian dan pada keseluruhan band frekuensi menunjukkan karakteristik yang sama sehingga memiliki sifat yang sama dengan warna putih yang spektrumnya membentang pada keseluruhan frekuensi warna. Untuk selanjutnya noise ini lebih dikenal sebagai *additive white Gaussian noise* atau lebih dikenal sebagai AWGN. Gelombang sinus + AWGN bipolar baseband bipolar + AWGN. Jika local carrier oscillator tidak bekerja secara sinkron betul akan menimbulkan kesalahan dalam proses demodulasi dan timbulah kesalahan pada informasi (bit) yang diterjemahkan.



**Gambar 2.22**

***Pengaruh noise AWGN terhadap sinyal baseband bipolar dan gelombang sinus***

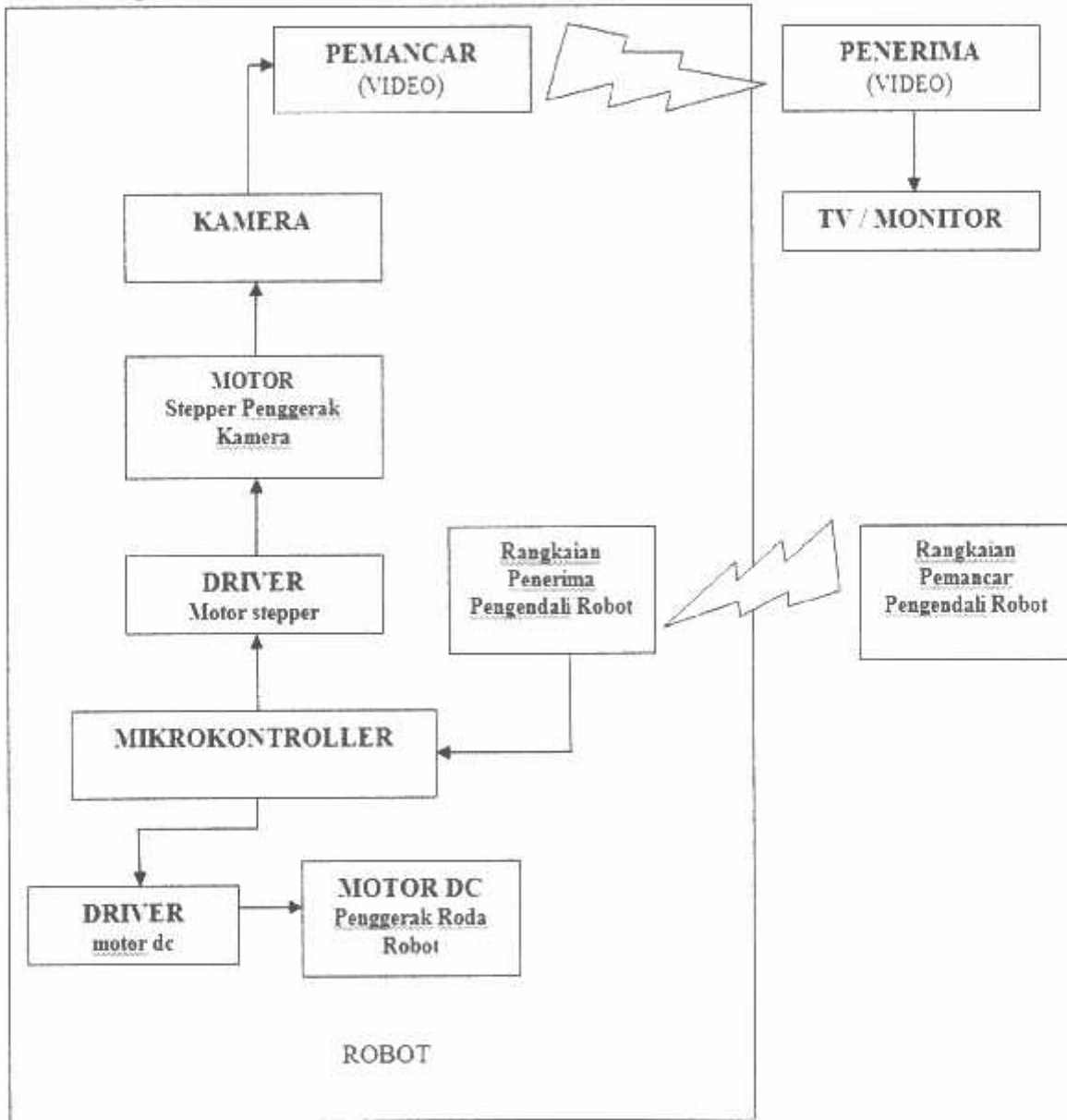


## BAB III

### PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Gambaran Umum

Gambaran secara umum dari sistem robot kamera untuk inspeksi bagian dalam pipa ini adalah :



Gambar 3.1 Blok Diagram Robot Kamera

Blok mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali berfungsi mengendalikan arah motor dc untuk mengendalikan arah robot maju,mundur,kiri ,dan kanan. Mikrokontroler juga berfungsi untuk mengendalikan pergerakan motor stepper untuk menggerakkan kamera kekiri 90°.dan kekanan 90°.

Dalam proyek kali ini kita menggunakan gelombang radio sebagai media untuk pentransmisi data, transmisi daya keluaran tinggi digunakan untuk komunikasi jarak jauh. Karakteristik lain dari gelombang radio adalah kemampuannya untuk menembus banyak objek, pada teknologi seperti *infrared* pantulan dari gelombang cahaya bisa terhalang tetapi dengan menggunakan teknologi *RF* gelombang radio dapat menembus banyak halangan meskipun pada beberapa kasus gelombang radio dapat dibiaskan atau dihamburkan ke objek. Teknologi *RF* dapat menembus banyak halangan seperti pakaian, tubuh, dinding, pintu dan sebagainya. Jadi kelebihan *RF* yaitu antara *transmitter* dan *receiver* idealnya adalah *Line Of Sight* (LOS). LOS disini adalah antara *transmitter* dengan *receiver* merambat dalam garis (yang hampir) lurus.

Untuk menggerakkan robot maju dan mundur menggunakan motor DC sedangkan motor stepper untuk menggerakkan kamera kekiri dan kanan .

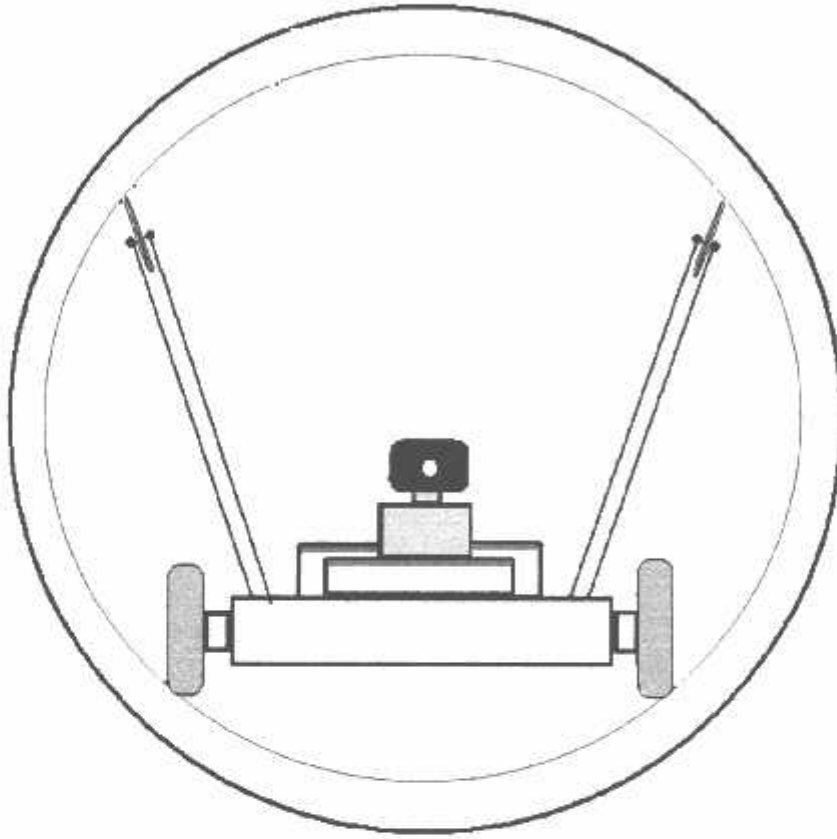
Kamera menggunakan kamera wireless yang menggunakan pemancar dan penerima .Output dari kamera dihubungkan langsung dengan monitor.

### **3.2 Perancangan Perangkat Keras**

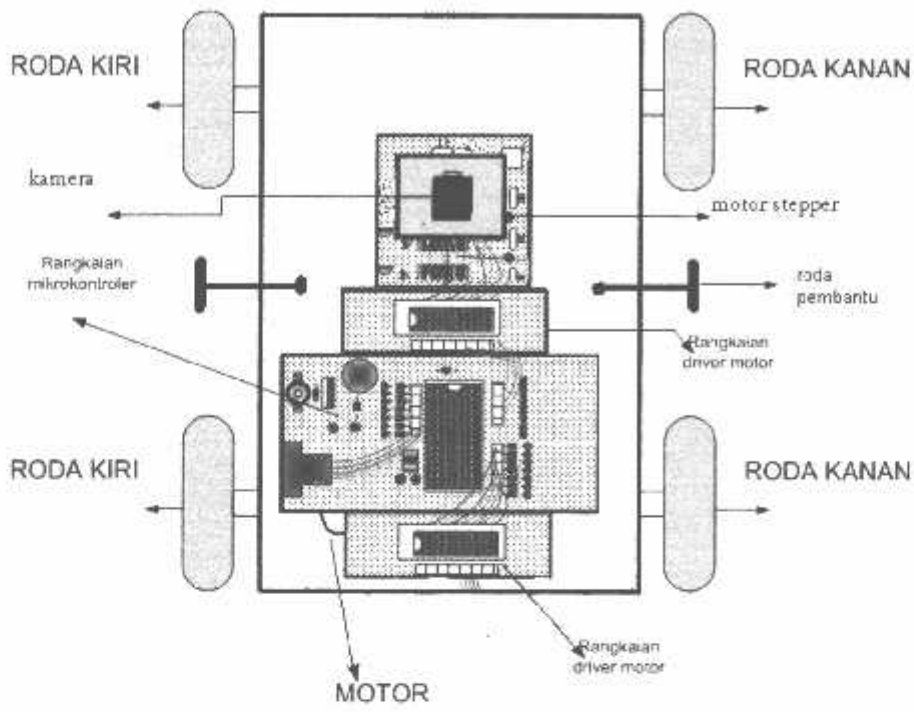
Perangkat keras robot ini menggunakan motor DC untuk pergerakan robot.Robot ini juga dilengkapi kamera dengan menggunakan kamera tersebut dapat melihat keadaan pipa berupa image /gambar. Pada aplikasi kali pengiriman data serial menggunakan modul

RF dengan media transmisi bukan kabel, tetapi berupa udara. Pengiriman data serial melalui media udara menggunakan gelombang radio sebagai pembawa data.

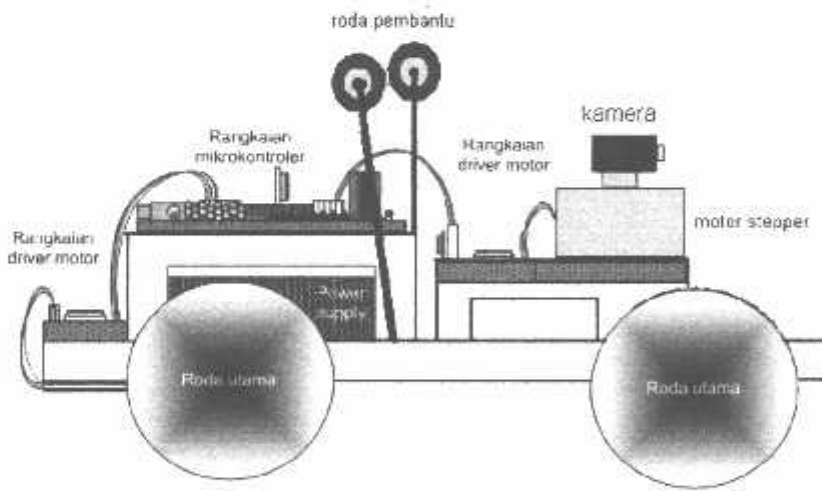
### 3.2.1 Desain Kontruksi Robot



*Gambar 3.2 Perancangan Kontruksi Robot Tampak Depan*



**Gambar 3.3 Perancangan Kontruksi Robot Tampak Atas**



**Gambar 3.4 Perancangan Kontuksi Robot Tampak Samping**

### 3.2.2 Interface Mikrokontroler Dengan Kamera dan Driver Motor

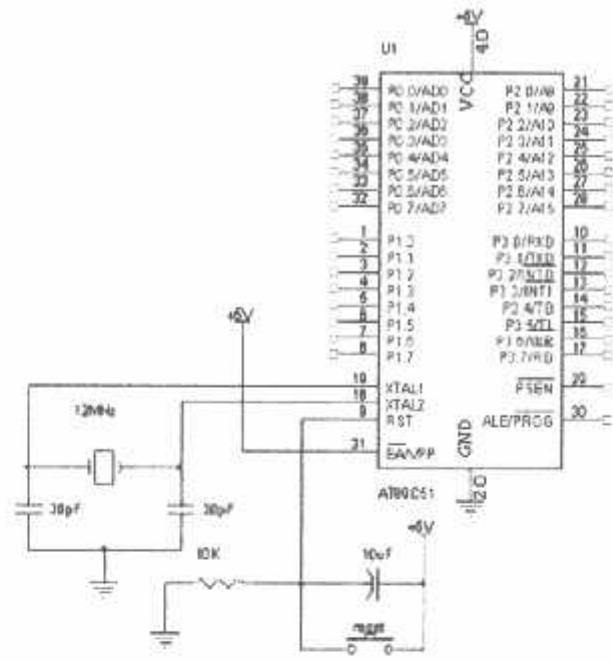
#### 3.2.2.1 Sistem kontroler

Sistem kontrol robotik terdiri dari rangkaian elektronik seperti: mikrokontroler AT89C51 yang mempunyai memori 4 kbyte, antarmuka *input/output* 32 buah, *timer/counter*, *driver motor* untuk motor penggerak dan motor *stepper*.

Fitur dari mikrokontroler AT89C51 sebagai berikut :

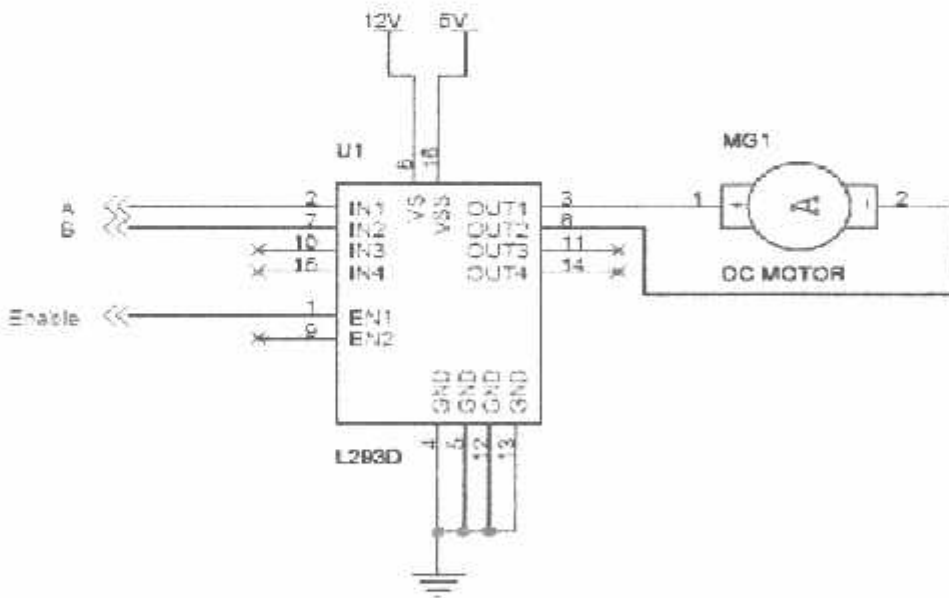
- ❖ Flash memory program sebesar 4K Byte
- ❖ 128 x 8 bit memory RAM
- ❖ 32 I/O port
- ❖ Frekuensi kerja = 0Hz – 24 MHz
- ❖ Memiliki 2 Timer atau counter.

Sebelum menggunakan IC Mikrokontroler AT89C51 ini langkah yang harus dipersiapkan adalah membuat rangkaian sistem minimum AT89C51. Setelah mendapatkan sebuah rangkaian sistem minimum yang lengkap, sistem minimum AT89C51 ini akan dioperasikan sebagai input sekaligus sebagai output pada keseluruhan rangkaian mikrokontroler AT89C51. Berikut merupakan gambar sistem minimum rangkaian mikrokontroler :



Gambar 3.5 Sistem Minimum Mikrokontroler AT89C51 [ 22 ]

### 3.2.2.2.1 Motor DC



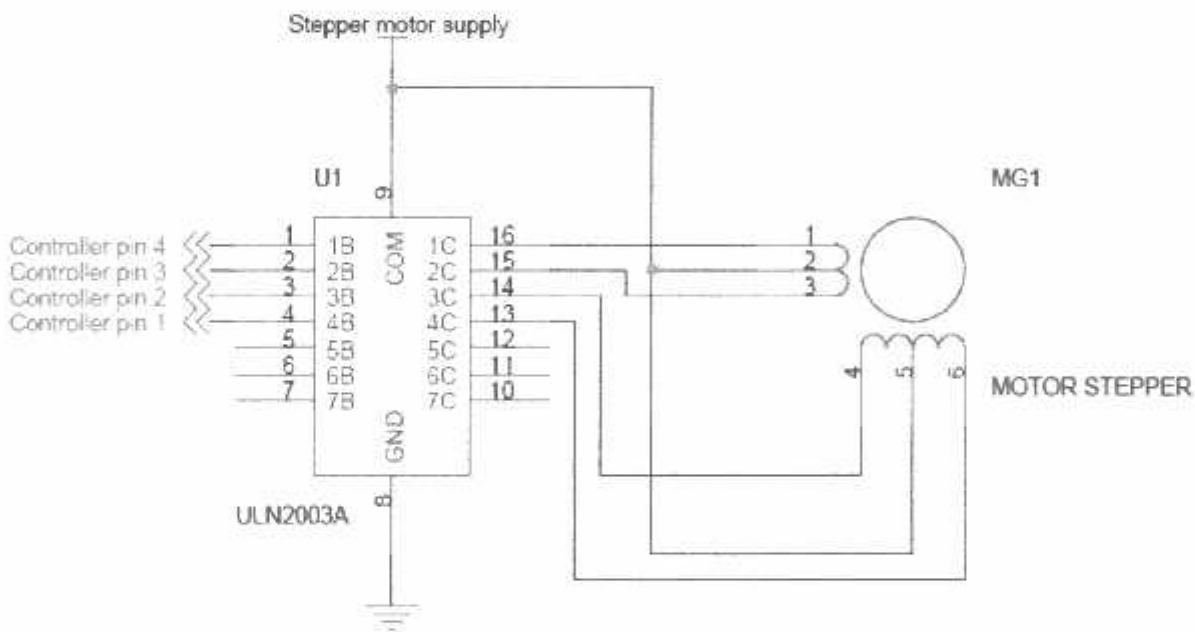
Gambar 3.6 Rangkaian Driver Motor DC

Driver motor untuk penggerak ini menggunakan sebuah IC L293D. Untuk menggerakan sebuah motor diperlukan sepasang kanal IC tersebut. maka pada tiap sepasang dari ic

L293D dilengkapi dengan pin enable. Fungsi dari IC L293D adalah mengendalikan arah putaran motor DC, mikrokontroler tidak bisa membaca data dari motor oleh karena itu digunakan driver motor L293D.

pin nomor 2,7 dihubungkan ke mikrokontroler sebagai pengendali arah putaran motor. Sedangkan pada pin 1 diberikan VCC sebesar 5 volt, karena enable ic L293D harus aktif.

### 3.2.2.2 Motor Stepper



Gambar 3.7 Rangkaian Driver Motor Stepper

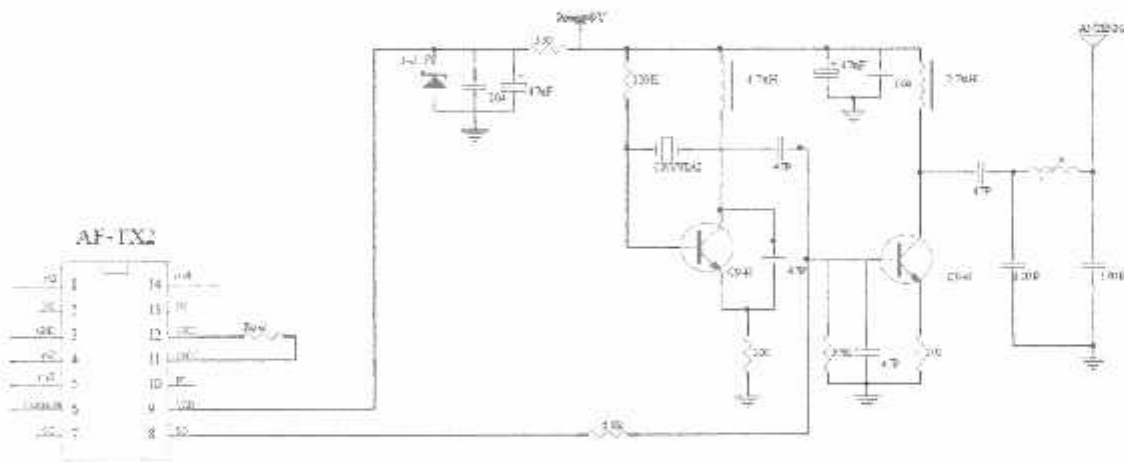
Driver motor untuk penggerak motor stepper ini menggunakan sebuah IC ULN2003 untuk dapat mengendalikan motor stepper. Didalam IC ULN2003 komponen – komponen seperti Resistor, Dioda, Transistor sudah terangkai menjadi satu kesatuan. Kita hanya

menghubungkan keluaran IC kemotor stepper dan menghubungkan masukan IC ke parallel port.

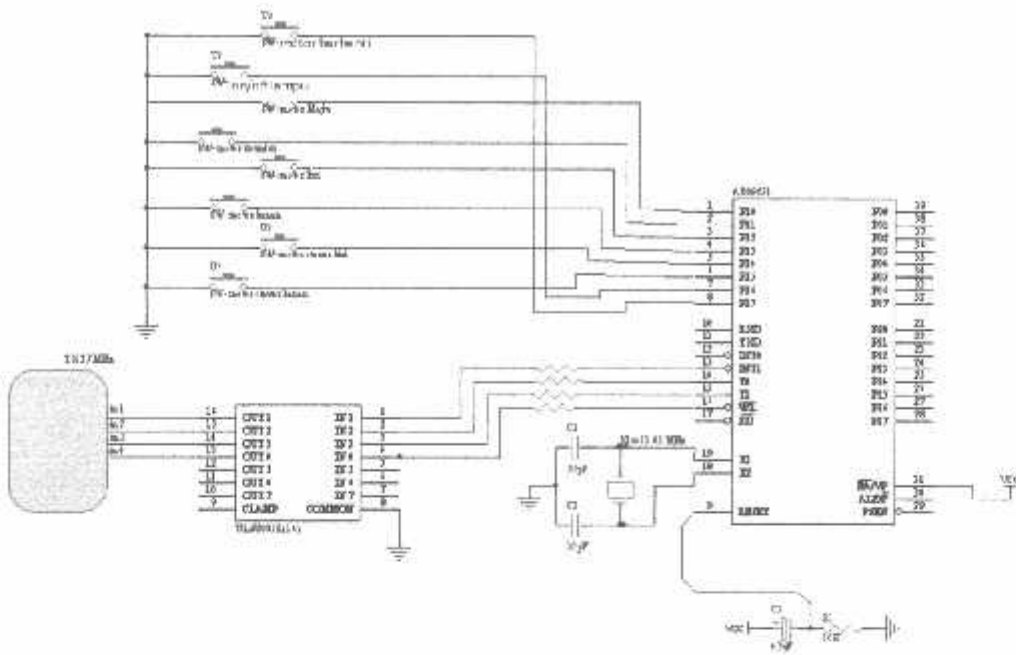
IC ULN2003 adalah sebuah IC yang memiliki 7-bit input,tegangan maksimal 50volt dan arus maksimal 500mA,didalam ic ini terdapat Transistor Darlington. Transistor Darlington merupakan dua buah transistor yang dirangkai dengan konfigurasi khusus untuk mendapatkan penguatan ganda sehingga dapat menghasilkan penguatan arus yang besar .

IC ULN2003 mempunyai 16 buah pin .Pin-pin ini berfungsi sebagai input yang dihubungkan ke pararel port (pin 1,2,3,4),dan output yang dihubungkan ke motor stepper (pin 13,14,15,16),dan pin sebagai catu daya vcc (pin 9),dan ground(pin 8).

### 3.2.2.3 Modul Radio Frekuensi (RF)



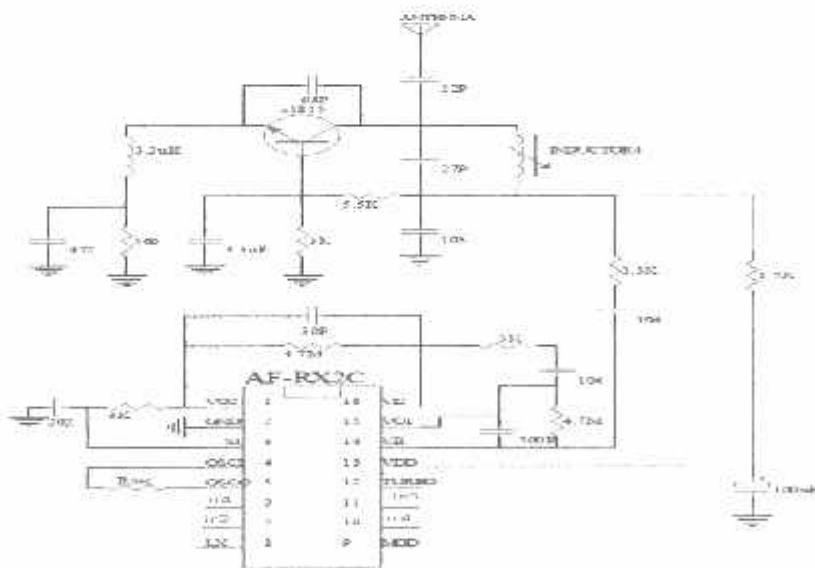


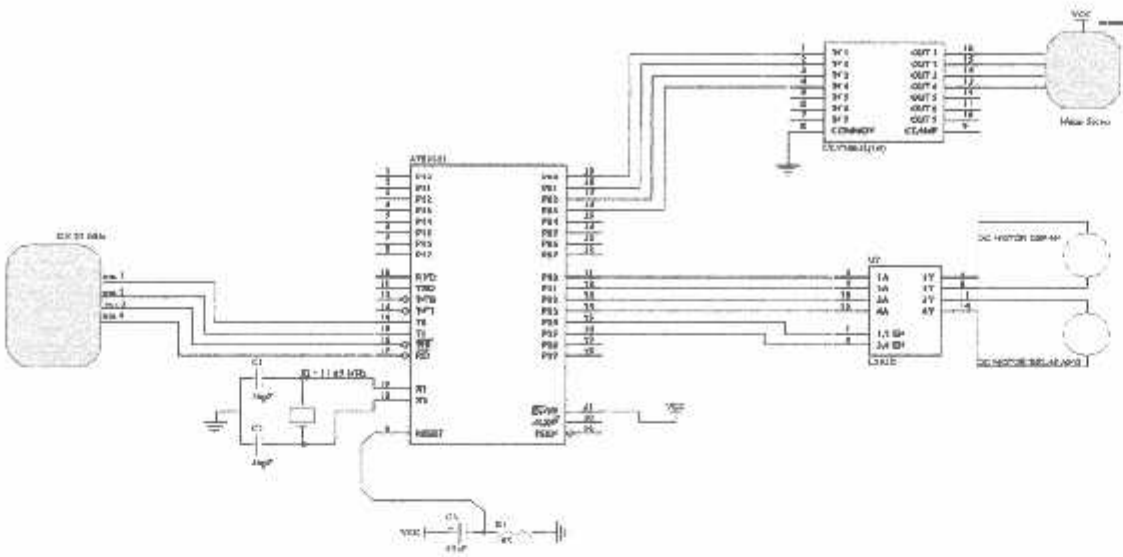


**Gambar 3.8 Rangkaian keypad dan pemancar**

Konfigurasi pin-pinnya sebagai berikut :

- ❖ Pin 1,4,dan 5 dan 16 berfungsi sebagai inputan .
- ❖ Pin 3 berfungsi sebagai ground
- ❖ Pin 9 berfungsi sebagai Vcc



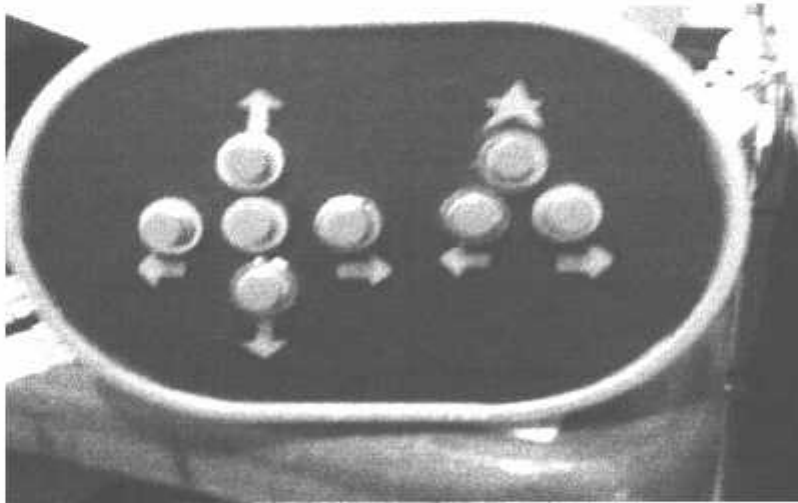


**Gambar 3.9 Rangkaian penerima**

Konfigurasi pin-pinnya sebagai berikut :

- ❖ Pin 6,7,dan 10 dan 11 berfungsi sebagai inputan .
- ❖ Pin 2 berfungsi sebagai ground
- ❖ Pin 13 berfungsi sebagai Vcc

### 3.2.2.3 Remote








**Gambar 4.10 Keypad/ remote Pengendali robot**




*(Kiri untuk mengerjakan robot )(kanan untuk mengerjakan kamera)*

Fungsi-fungsi Tombol pada keypad / Remote :

❖ Gambar keypad kanan :

-  = Untuk mengerakkan robot maju .
-  = Untuk mengerakkan robot mundur .
-  = Untuk mengerakkan robot ke kanan .
-  = Untuk mengerakkan robot kekiri .
-  = Untuk mengerakkan robot berhenti .

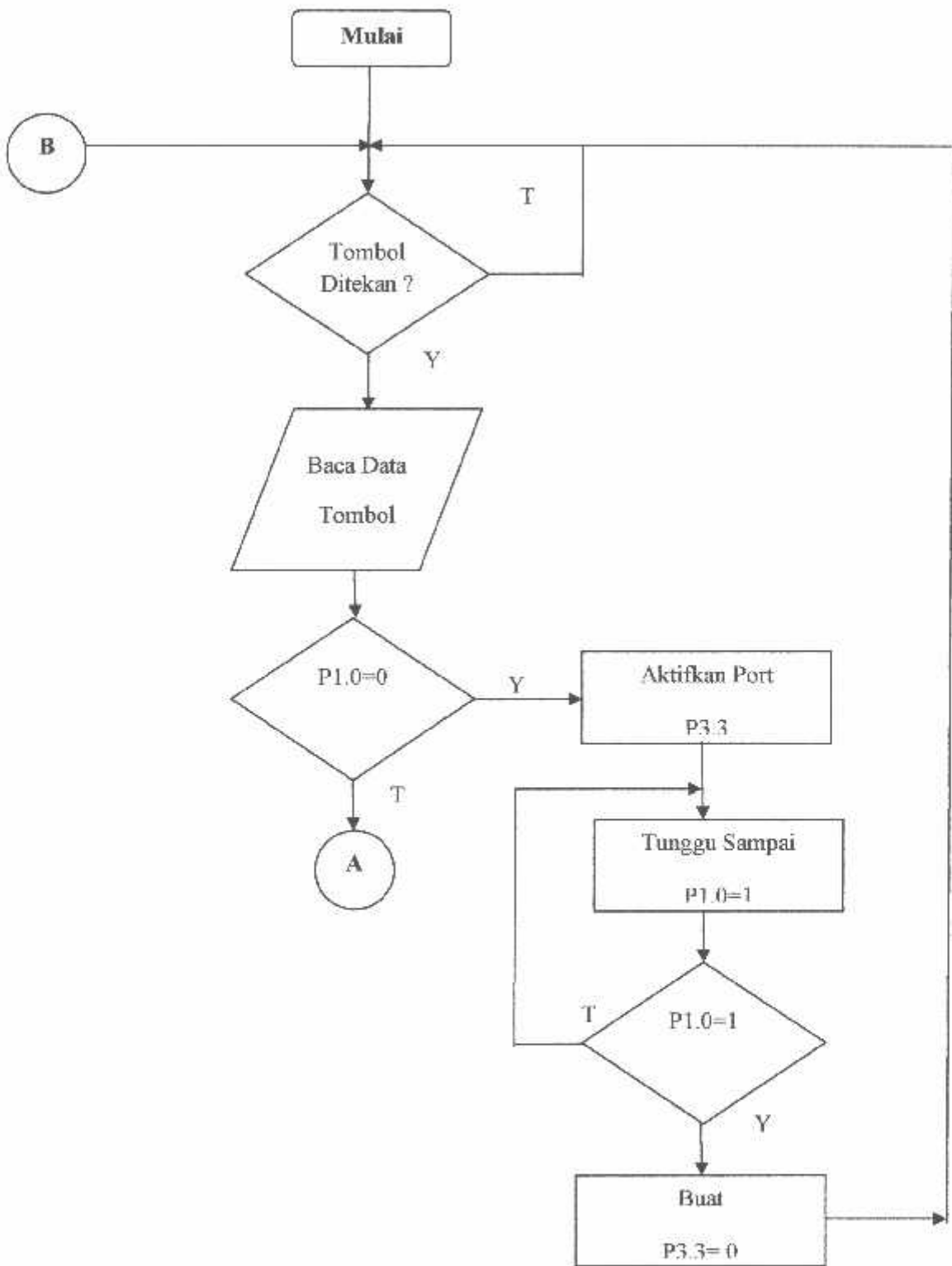
❖ Gambar keypad kiri :

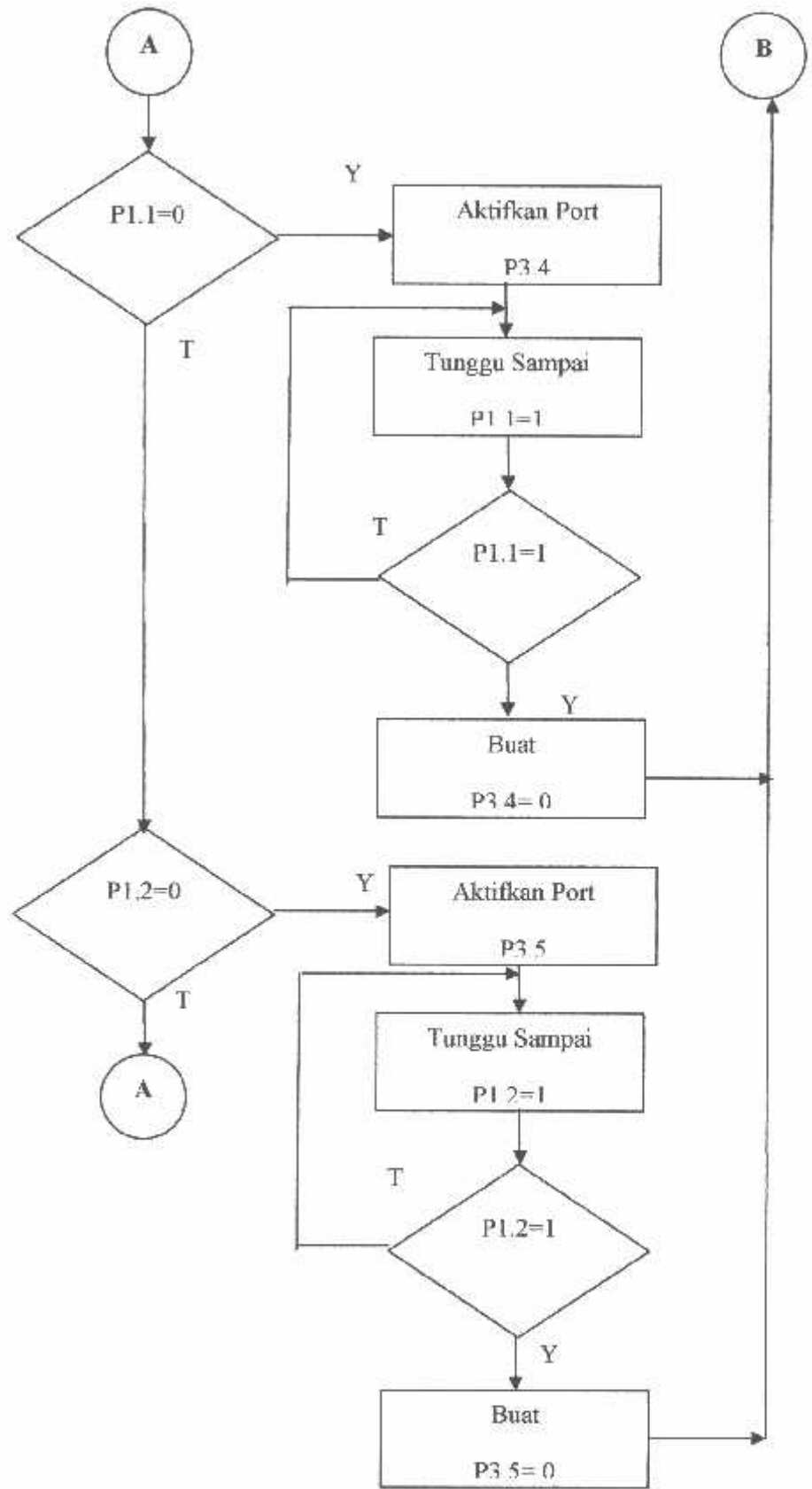
-  = Untuk mengerakkan motor stepper kekanan .
-  = Untuk mengerakkan motor stepper kekiri .
-  = Untuk menhidupkan dan mematikan lampu.

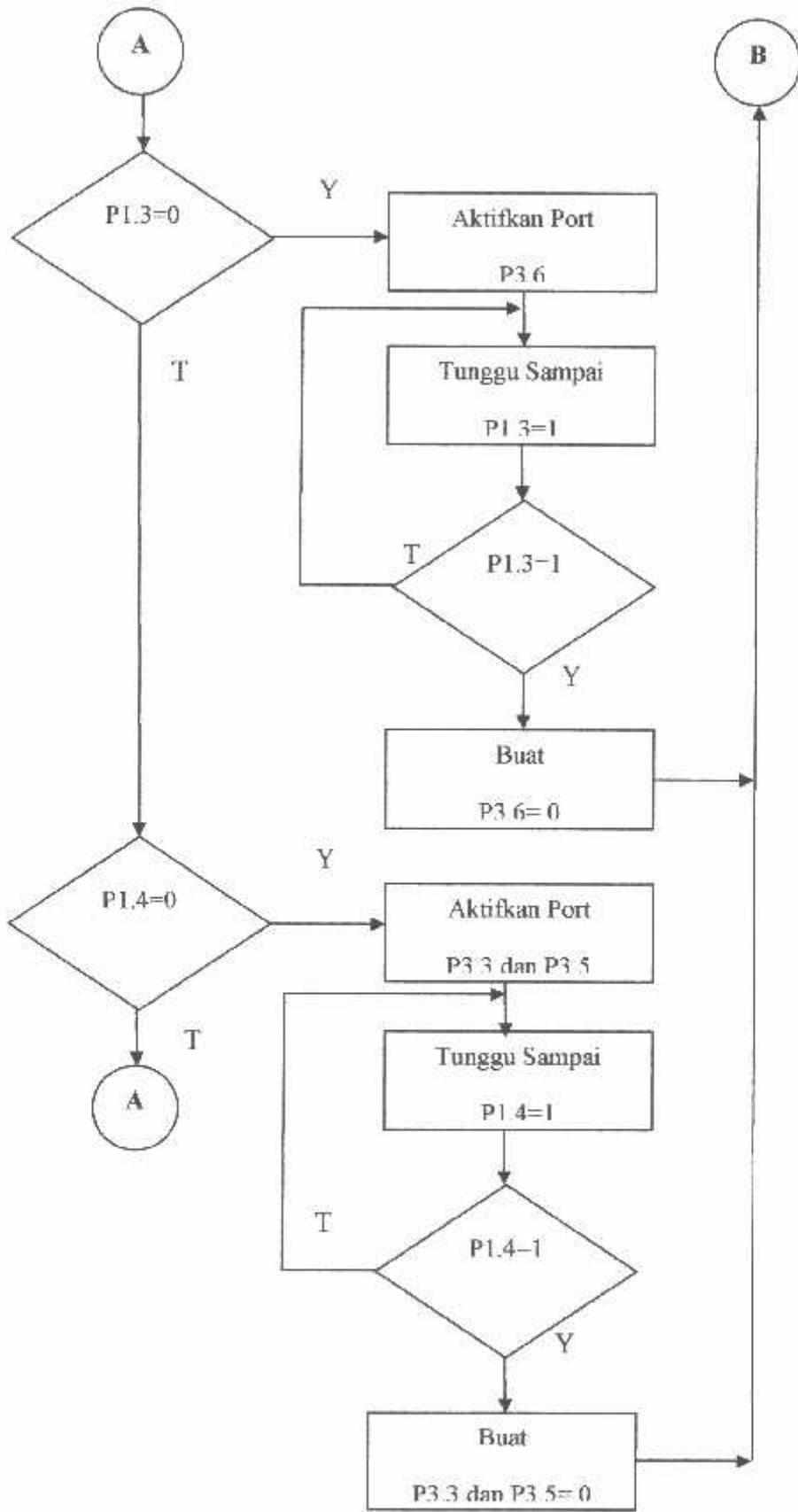
### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak

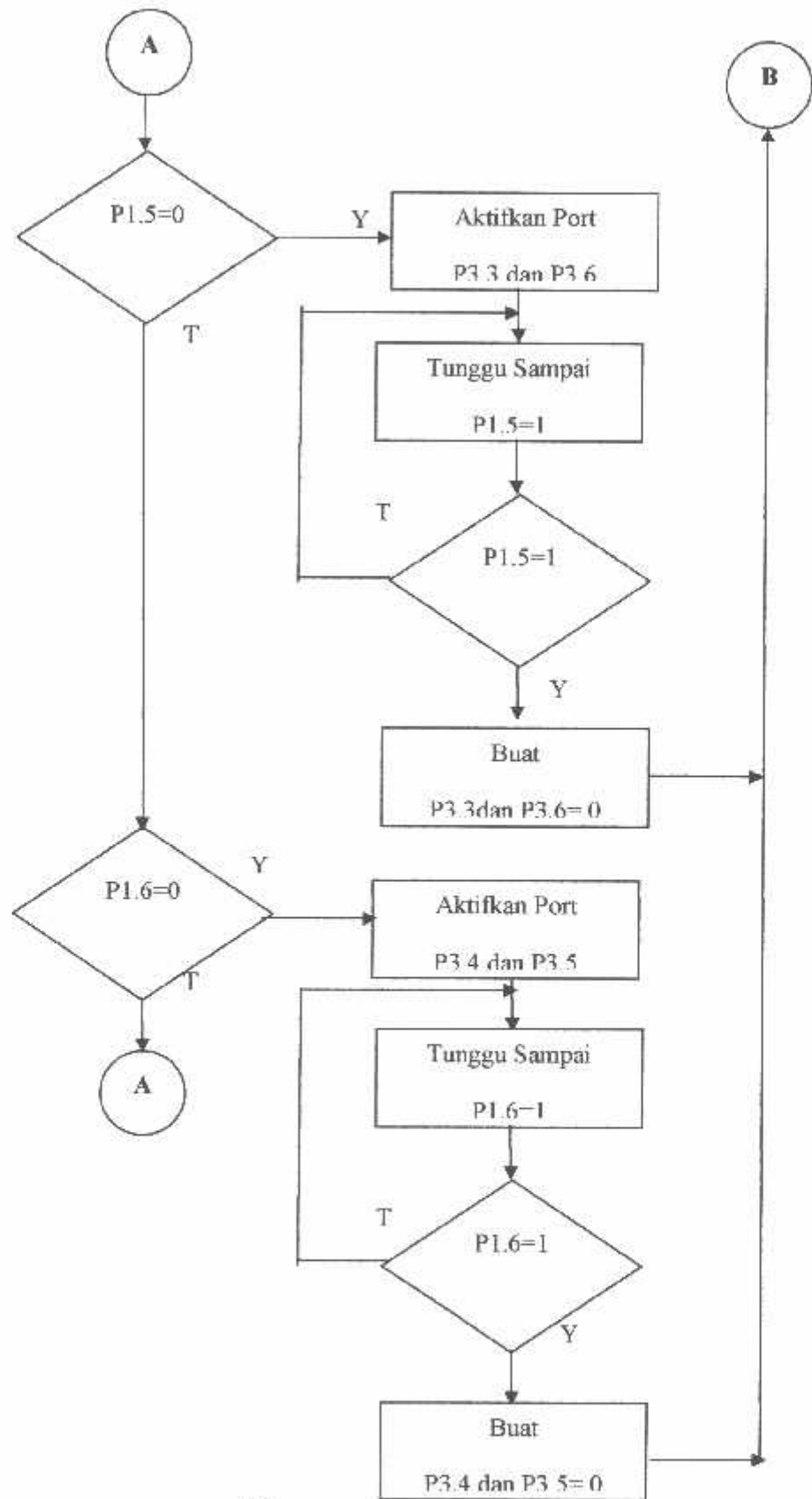
#### 3.3.1 Flowchart

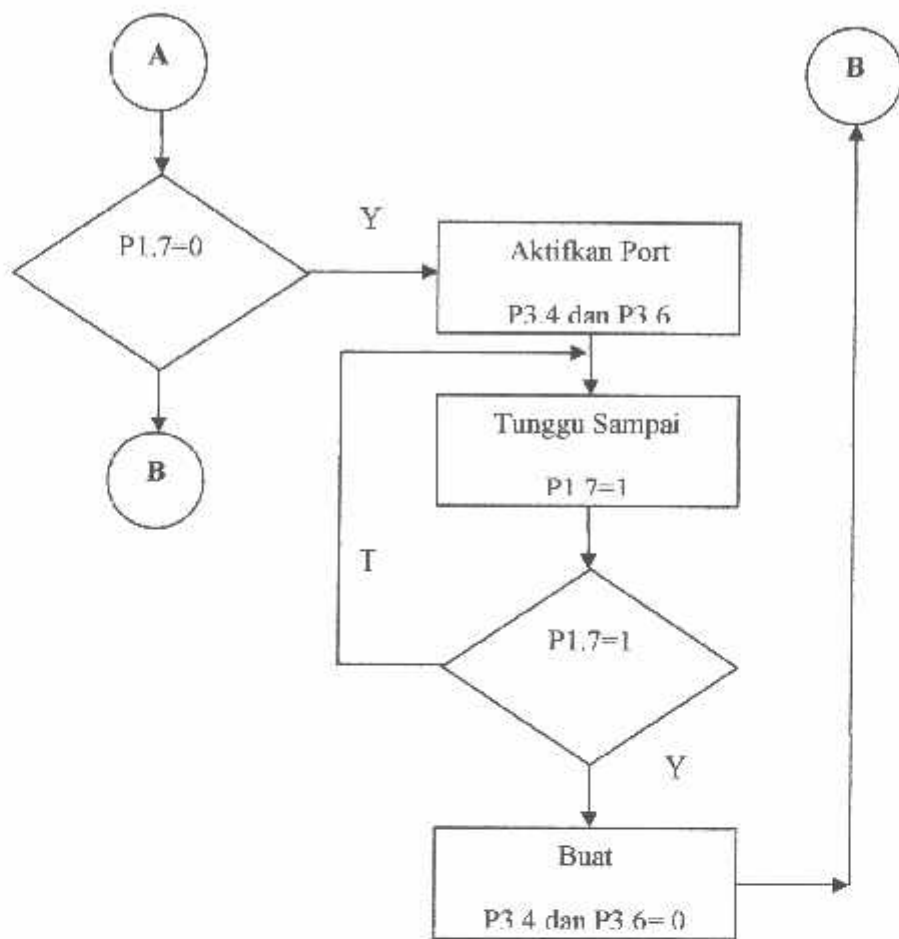
##### 3.3.1.1 Rangkaian Pemancar





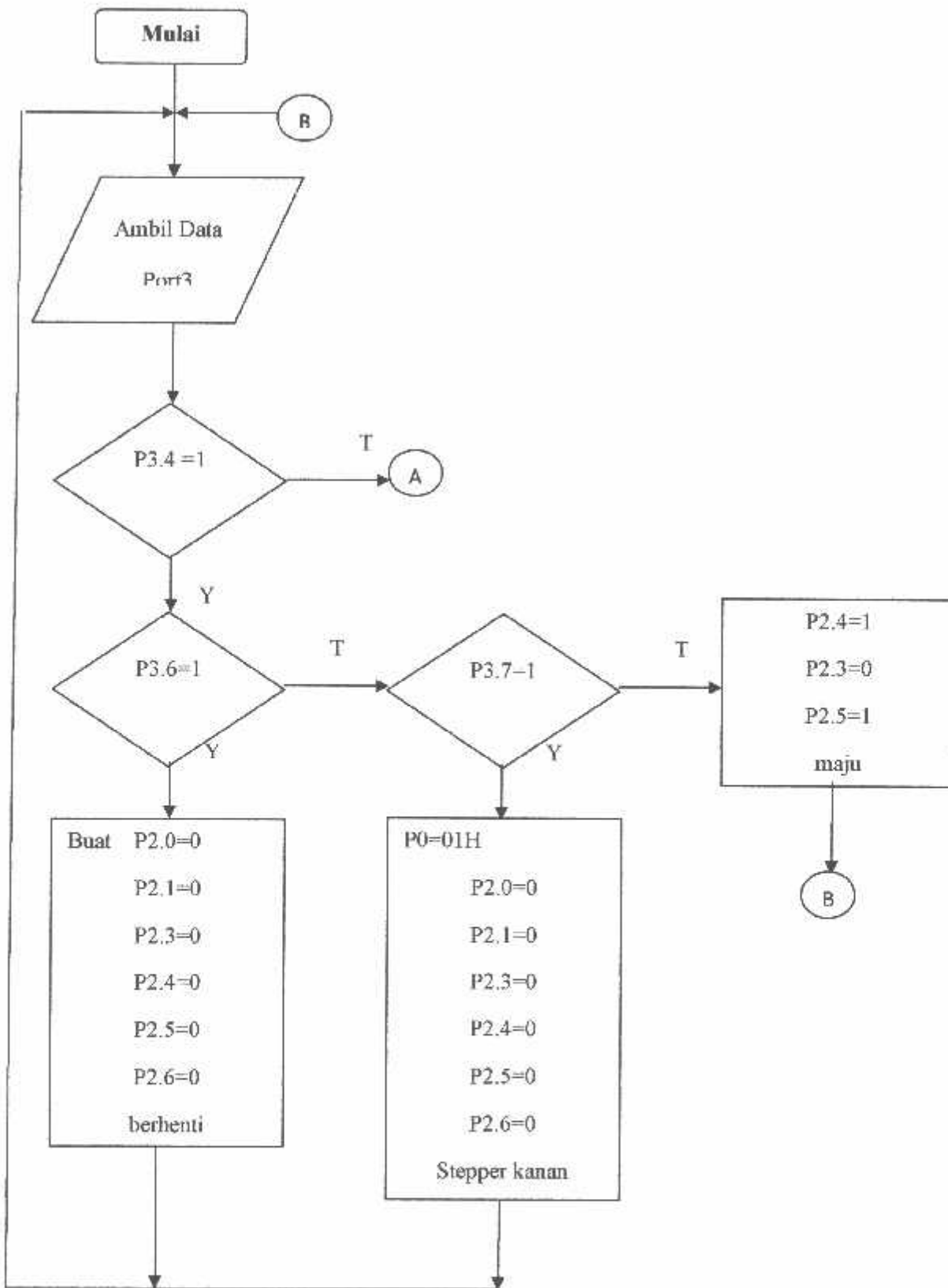


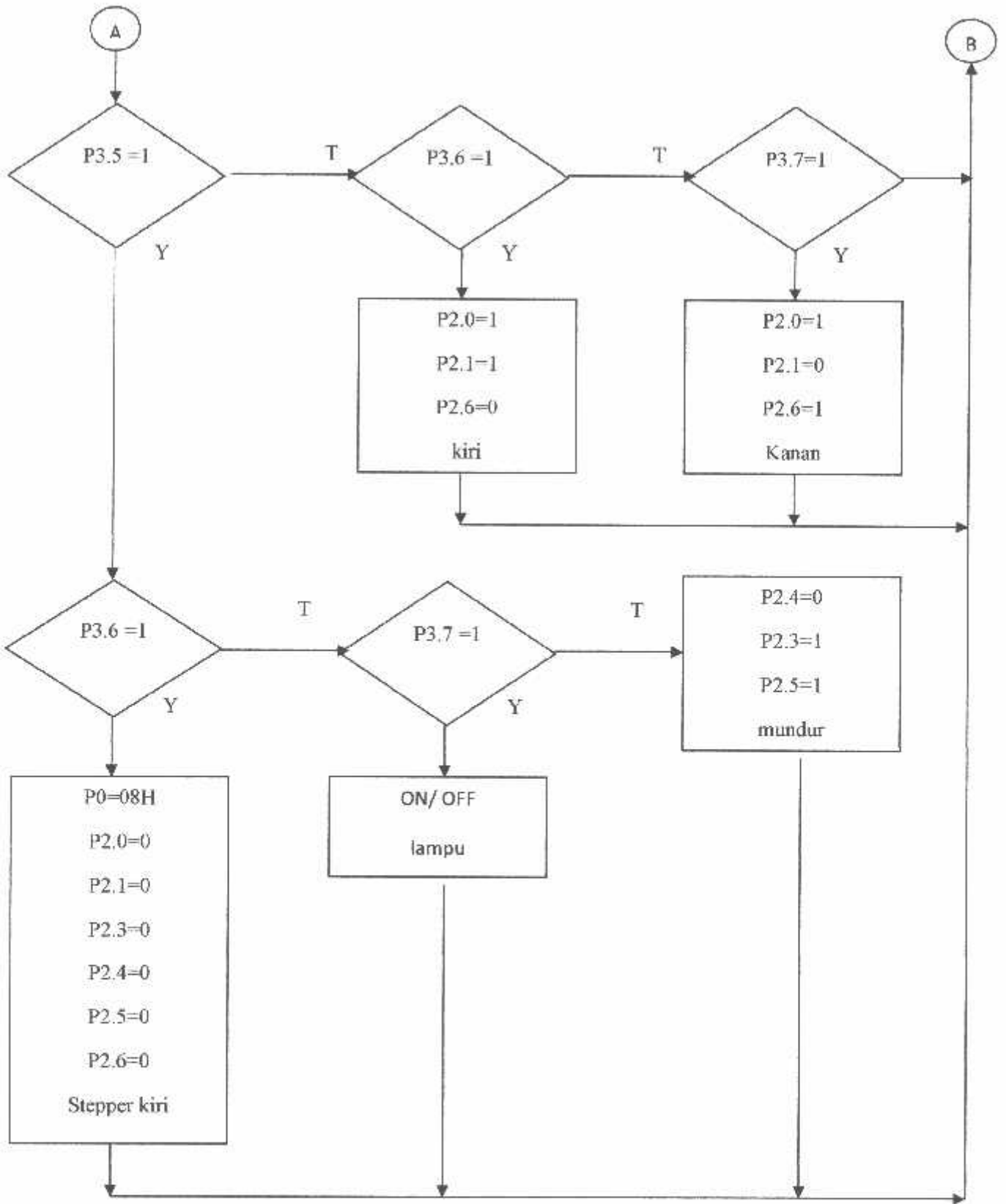






### 3.3.1.2 Rangkaian penerima





## BAB IV

### PENGUJIAN SISTEM

#### 4.1 Pengujian sistem

Pada bab ini akan membahas tentang pengujian alat yang telah dirancang, dirakit serta direalisasikan. Tujuan pengujian alat ini adalah mengetahui kerja dari masing-masing sistem yang dibuat secara per-blok. Dengan demikian dapat diketahui kepersisan kerja dari alat yang direncanakan dan dibuat, Mikrokontroler mengendalikan dan membaca data beberapa blok rangkaian yaitu modul RF , motor stepper motor DC dan modul driver motor. pada bab ini akan dibahas tentang pengujian sistem yang telah dirancang, yaitu sebagai :

- ❖ Pengujian Mikrokontoller dan Motor stepper
- ❖ Pengujian Mikrokontroller dan Modul Tx/Rx-2
- ❖ Pengujian Kamera wirelees

Dari pengujian sistem ini tujuannya adalah sebagai berikut:

- ❖ Mengetahui Proses kerja dari motor stepper .
- ❖ Mengetahui Proses kerja dari Modul RF
- ❖ Membandingkan hasil Secara teori dengan praktek sehingga dapat diketahui perbandingan antara alat sudah sesuai dengan yang diharapkan atau belum.

### 4.3. Pengujian Motor stepper .

Pada pengujian motor stepper ini apabila tombol pada remote ditekan maka akan melakukan 4 step. Berikut adalah Perbandingan Sudut yang dihasilkan sesuai berapa kali tombol ditekan :

*Tabel 4.1 Perbandingan Sudut*

<b>Tombol Ditekan</b> <b>(kali )</b>	<b>Sudut</b> <b>(°)</b>
1	9,47
2	18,94
3	28,41
4	37,88
5	47,35
6	56,82
7	66,29
8	75,76
9	85,23
10	94,7
11	104,17

12	113,64
13	123,11
14	132,58
15	142,05
16	151,52
17	160,99
18	170,46
19	179,93
20	189,4
21	198,87
22	208,34
23	217,81
24	227,28
25	236,75
26	246,22
27	255,69
28	265,16
29	274,63

30	284,1
31	293,57
32	303,04
33	312,51
34	321,51
35	331,45
36	340,92
37	350,39
38	359,86

### 3.3 Pengujian Modul Radio Frekuensi

**Tabel 4.2 Perbandingan Jarak Antara Transmitter Dan Reciever Tanpa Halangan**

Jarak Antara Transmitter Dan Reciever	Keterangan
1 m	Baik
2 m	Baik
3 m	Kurang Baik

**Tabel 4.3 Perbandingan Jarak Antara Transmitter Dan Reciever Dengan Halangan**

<b>Jarak Antara Transmitter Dan Reciever</b>	<b>Keterangan</b>
1 m	Baik
2 m	Kurang Baik
3 m	Sinyal Hilang

### 3.4 Pengujian kamera wireless

**Tabel 4.4 Perbandingan Jarak Antara Transmitter Dan Reciever Tanpa Halangan**

<b>Jarak Antara Transmitter Dan Reciever</b>	<b>Keterangan</b>
1 m	Baik
2 m	Baik
3 m	Baik
4 m	Baik
5 m	Baik
6 m	Baik
7 m	Baik

8 m	Baik
9 m	Baik
10 m	Baik
11 m	Kurang Baik
12 m	Sinyal Hilang

**Tabel 4.5 Perbandingan Jarak Antara Transmitter Dan Reciever Dengan Halangan**

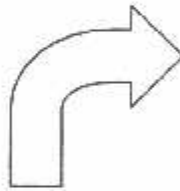
Jarak Antara Transmitter Dan Reciever	Keterangan
1 m	Baik
2 m	Baik
3 m	Baik
4 m	Baik
5 m	Baik
6 m	Baik
7 m	Baik
8 m	Kurang Baik
9 m	Kurang Baik



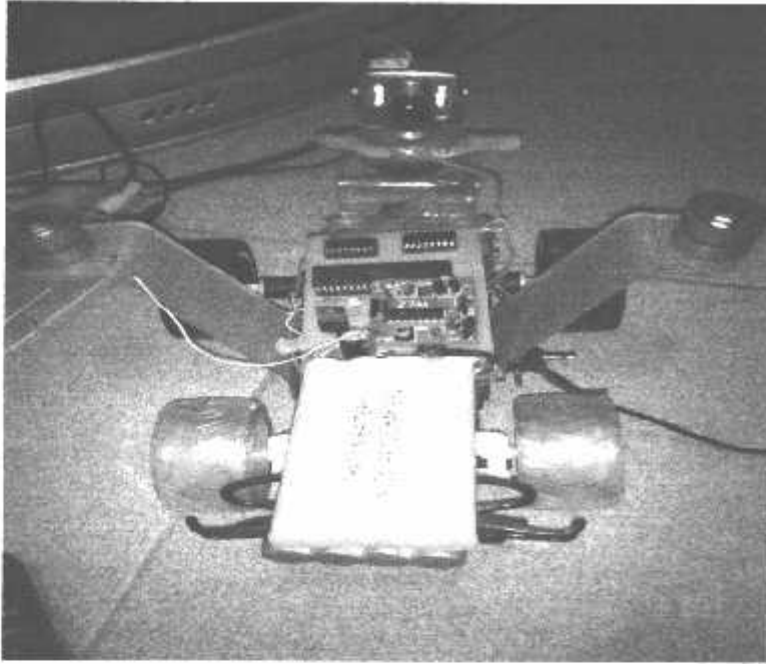
10 m	Sinyal Hilang
11 m	Sinyal Hilang
12 m	Sinyal Hilang

#### 4.6 Pengujian Keseluruhan

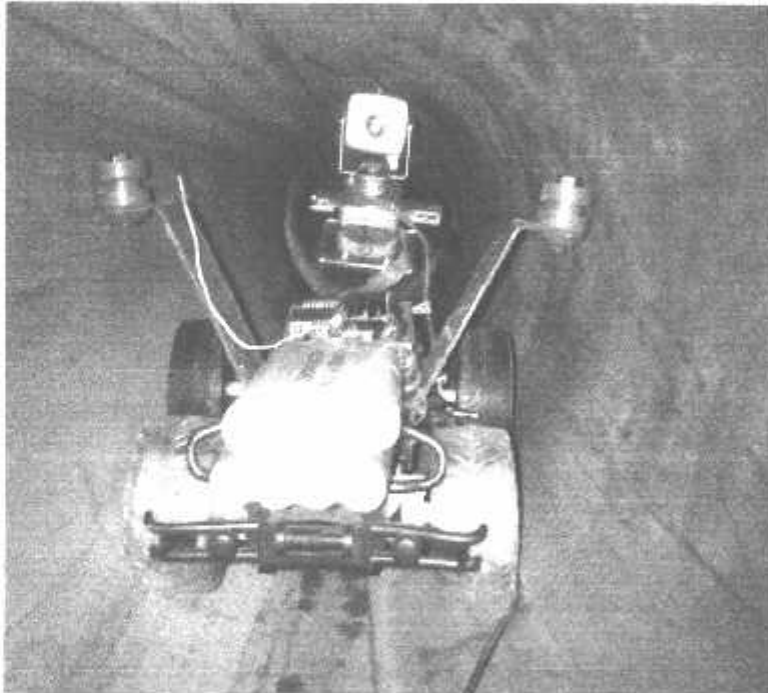
Dari pengujian diatas saat pipa dalam keadaan lurus maka robot akan stabil karena roda pembantu bekerja sangat baik. Disaat robot berbelok maka robot kurang stabil karena belokan pada pengujian kurang sempurna atau mendekati sudut lancip. Oleh karena itu tikungan harus berbentuk seperti gambar dibawah.



*Gambar 4.13 Bentuk Tikungan yang sempurna*



*Gambar 4.11 Robot Kamera*



*Gambar 4.12 Robot Kamera Didalam Pipa*

Pada Gambar 4.12 menunjukkan bahwa roda pembantu sangat diperlukan untuk menjaga kestabilan robot kamera ketika berada didalam pipa.

## BAB V

### PENUTUP

Bab ini akan dibahas tentang kesimpulan yang diambil dari keseluruhan pada sub bab – bab sebelumnya, yaitu akan dibahas sebagai berikut:

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian sistem ini maka dapat diambil kesimpulan-nya sebagai berikut:

##### 1. Motor Stepper .

- ❖ Tombol sekali tekan melakukan 4 step .
- ❖ Sudut yang dihasilkan apabila tombol remote ditekan sebesar  $9,47^\circ$

##### 2. Modul Radio Frekuensi ( RF ) .

- ❖ Jarak maksimal kamera :

Tanpa halangan : 2 m

Dengan halangan : 1 m

##### 3. Kamera wireless

- ❖ Jarak maksimal kamera :

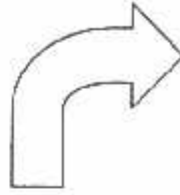
Tanpa halangan : 10 m

Dengan halangan : 1 m

##### 4. Pengujian Keseluruhan

- ❖ Bentuk mekanik Robot kamera yang menggunakan prinsip pergerakan mobil roda empat biasa tidak mudah bergerak khususnya untuk tikungan tajam.

- ❖ Agar dapat berbelok / menikung dengan baik maka jalur tikungan sebagai berikut :



## 5.2 Saran

Dalam perancangan sistem ini, untuk lebih lanjut-Nya dalam pengembangan sistem ini, maka penulis menyarankan bahwa :

- ❖ Untuk baterai dapat dipakai baterai lithium agar robot dapat aktif lebih lama.
- ❖ Bodi robot diberi penutup agar kerumitan sistem hardware didalamnya tidak terlihat.
- ❖ Memakai modul Radio Frekuensi yang mempunyai jarak maksimal yang jauh
- ❖ Kamera memiliki sudut pandang yang kecil sebaiknya menggunakan kamera dengan resolusi tinggi.
- ❖ Konstruksi sistem mekanik perlu lebih disempurnakan lagi agar robot lebih kokoh dan mempunyai fleksibilitas gerakan yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [ 1 ] Malvino 1999, *Prinsip-prinsip Elektronika jilid satu*, Salemba Teknika, Jakarta.
- [ 2 ] Widodo budiharto & Sigit Firmansyah 2005, *Elektronika digital dan mikrokontroler*, andi ,Yogyakarta.
- [ 3 ] Didin wahyudin 2006 ,*Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 dengan bahasa basic Menggunakan BASCOM-8051*,andi ,Yogyakarta.
- [ 4 ] <http://www.forumsains.com/teknik-elektro/gimana-cara-buat-mobil-remote-control-sederhana/html>
- [ 5 ] <http://www.forumsains.com/mikrokontroler-dan-robotika/ask-all-about-wireless-mikrokontroler/html>
- [ 6 ] [www.atmel.com](http://www.atmel.com)
- [ 7 ] <http://3.bp.blogspot.com>
- [ 8 ] <http://www.laipac.com/>.html
- [ 9 ] <http://nextsys.web.id/edukasi/?p=516>
- [ 10 ] <http://www.laros-edu.net/cetak.php?id=47>
- [ 11 ] <http://www.toko-elektronika.com/tutorial/Stepper.html>
- [ 12 ] <http://elektronika-elektronika.blogspot.com/2007/04/motor-stepper.html>
- [ 13 ] <http://unting.net/?p=73>
- [ 14 ] <http://azzahratunnisa.files.wordpress.com>

[ 15 ] <http://hades.mech.northwestern.edu>

[ 16 ] <http://cache.eb.com>

[ 17 ] [www.ittelkom.ac.id](http://www.ittelkom.ac.id)

[ 18 ] <http://sara9n.files.wordpress.com>

[ 19 ] [www.hobbyprojects.com](http://www.hobbyprojects.com) [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

[ 20 ] [www.steppermotorworld.com](http://www.steppermotorworld.com)

[ 21 ] <http://courses.cit.cornell.edu>

[ 22 ] [www.alldatasheet.com/.../210214/FCI/ULN2003.html](http://www.alldatasheet.com/.../210214/FCI/ULN2003.html)

[ 23 ] <http://tutorial-elektronika.blogspot.com/2009/02/rangkaian-sistem-minimum-mikrokontroler.html>

# LAMPIRAN



**FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI**

Nama : ZULRAMADHANIE  
Nim : 04.12.276  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Masa Bimbingan : 23 Juni 2009 s/d 23 Desember 2009  
Judul Skripsi : **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT  
KAMERA UNTUK MENAMPILKAN GAMBAR  
BAGIAN DALAM PIPA**

No	Penguji	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Penguji I	29 September 2009	1. Daftar pustaka . 2. Kesimpulan . 3. Pengujian . 4. Abstrak . 5. Batasan masalah .	

No	Penguji	Tanggal	Uraian	Paraf
2.	Penguji II	29 September 2009	1. Modul dibuat rangkaiannya. 2. flowchart 3. Pengujian 4. Kesimpulan	

**Disetujui**

**Penguji I**

**Ir.TH.Mimien Mustikawati,MT**  
NIP Y. 1030000352

**Penguji II**

**I.Komang Somawirata ,ST,MT**  
NIP Y. 1030100361

**Mengetahui**

**Dosen Pembimbing I**

**Ir. F. Yudi Limpraptono, MT**  
NIP .Y. 1039500274

**Dosen Pembimbing II**

**Dr.Eng Arvianto.S,ST,MT**  
NIP .Y. 1030800417





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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 26 Juni 2009

Nomor : ITN- 013/7/TA /2009  
Lampiran :  
Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. **IR. F. YUDI LIMPRAPTONO, MT**  
Dosen Pembimbing  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
di  
Malang

Dengan hormat,  
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi  
untuk mahasiswa:

Nama : **ZULRAMADHANIE**  
Nim : **04 12 276**  
Fakultas : **Teknologi Industri**  
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**  
Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya  
kepada Saudara/i selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai  
tanggal:

**23 JUNI 2009 s/d 23 DESEMBER 2009**

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian sarjana.  
Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami ucapkan  
terima kasih



Ketua Jurusan  
Teknik Elektro S-1

**Ir. F. Yudi Limpraptono, MT**  
NIP. Y. 1039500274

Tindasan:

1. Mahasiswa yang Bersangkutan
2. Arsip

Form S-4a



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 26 Juni 2009

Nomor : ITN- 014/7/TA /2009  
Lampiran :  
Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. DR. ENG. ARYUANTO S, ST, MT  
Dosen Pembimbing  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
di  
Malang

Dengan hormat,  
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal skripsi  
untuk mahasiswa:

Nama : ZULRAMADHANIE  
Nim : 04 12 276  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya  
kepada Saudara/i selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai  
tanggal:

**23 JUNI 2009 s/d 23 DESEMBER 2009**

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian sarjana.  
Demikian atas perhatian serta kerjasama yang baik kami ucapkan  
terima kasih



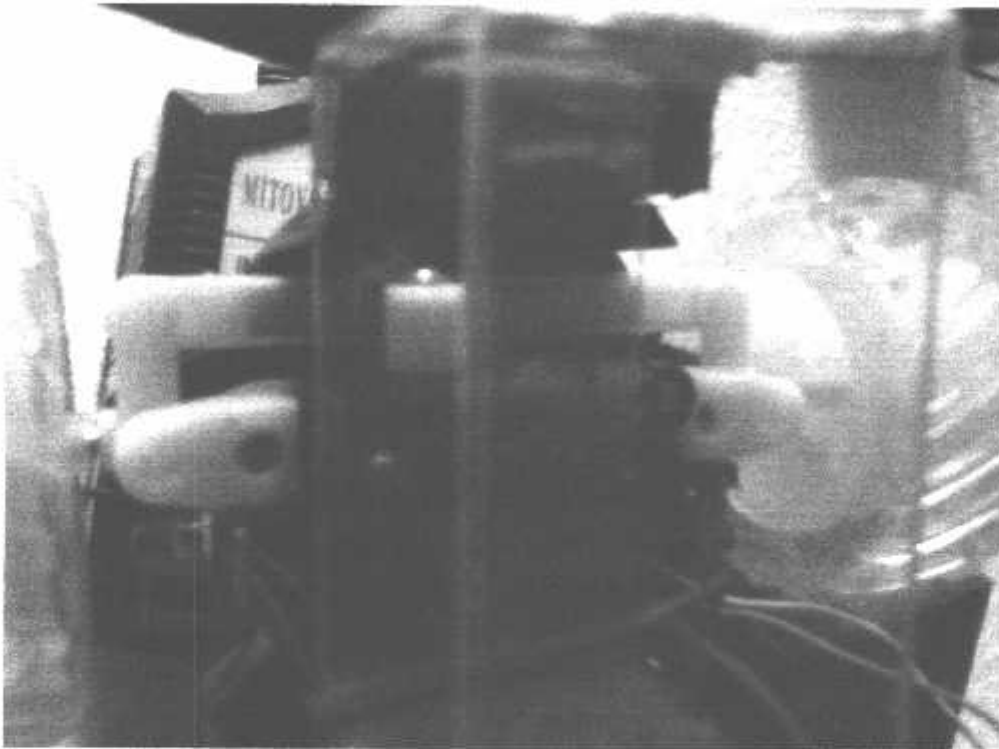
Ketua Jurusan  
Teknik Elektro S-1

Jr. E. Yudi Limpraptono, MT  
NIP. V. 1039500274

Tindakan:

1. Mahasiswa yang Bersangkutan
2. Arsip

Temp. S. 01



*Gambar Sistem Pengerak Roda Dpn*

---

```

$regfile = "89C51.dat"
$baud = 9600
$crystal = 11059200
$sim
$large

```

```

Mulai:

```

```

    lagi:
    P3.0 = 0
    P3.1 = 0
    P3.2 = 0
    P3.3 = 0
    P3.4 = 0
    P3.5 = 0
    P3.6 = 0
    P3.7 = 0

```

```

f P1.0 = 0 Then
    P3.3 = 1
    Wait 1
    Bitwait P1.0 , Set
    P3.3 = 0
    Waitms 100
    Goto Mulai
End If

```

```

' maju

```

```

f P1.1 = 0 Then
    P3.4 = 1
    Wait 1
    Bitwait P1.1 , Set
    P3.4 = 0
    Waitms 100
    Goto Mulai
End If

```

```

' mundur

```

```

f P1.2 = 0 Then
    P3.5 = 1
    Wait 1
    Bitwait P1.2 , Set
    P3.5 = 0
    Waitms 100
    Goto Mulai
End If

```

```

' BELOK KIRI

```

```

f P1.3 = 0 Then
    P3.6 = 1
    Wait 1
    Bitwait P1.3 , Set
    P3.6 = 0
    Waitms 100
    Goto Mulai
End If

```

```

' BELOK KANAN

```

```

f P1.4 = 0 Then
    P3.3 = 1
    P3.5 = 1
    Wait 1
    Bitwait P1.4 , Set
    P3.3 = 0
    P3.5 = 0
    Waitms 100
    Goto Mulai

```

```

' BERHENTI

```

```
End If
If P1.5 = 0 Then
  P3.3 = 1
  P3.6 = 1
  Wait 1
  Bitwait P1.5 , Set
  P3.3 = 0
  P3.6 = 0
  Waitms 100
Canan
  Goto Mulai
End If
If P1.6 = 0 Then
  P3.4 = 1
  P3.5 = 1
  Wait 1
  Bitwait P1.6 , Set
  P3.4 = 0
  P3.5 = 0
  Waitms 100
  Goto Mulai
End If
If P1.7 = 0 Then
  P3.4 = 1
  P3.6 = 1
  Wait 1
  Bitwait P1.7 , Set
  P3.4 = 0
  P3.6 = 0
  Waitms 100
  Goto Mulai
End If
```

stever

Tampu

stever kanan

oto Lagi

```
'Inisialisasi dulu ker
```

```
$regfile = "89C51.dat"
$baud = 9600
$crystal = 11059200
'$sim
$large
)im R As Byte
)im X As Byte
```

```
?1.0 = 0
?2.1 = 0
?2.6 = 0
?2.0 = 0
?2.4 = 0
?2.3 = 0
?2.5 = 0
?0.0 = 0
?0.1 = 0
?0.2 = 0
?0.3 = 0
```

```
mulai:
agi:
f P3.4 = 1 Then
f P3.6 = 1 Then
?1.0 = 0
?2.1 = 0
?2.6 = 0
?2.0 = 0
?2.4 = 0
?2.3 = 0
?2.5 = 0
waitms 500
oto Mulai
nd If
```

```
f P3.7 = 1 Then
?1.0 = 0
?0 = &H01
?2.1 = 0
?2.6 = 0
?2.0 = 0
?2.4 = 0
?2.3 = 0
?2.5 = 0
waitms 200
or X = 1 To 3
?2.1 = 0
?2.6 = 0
?2.0 = 0
?2.4 = 0
?2.3 = 0
?2.5 = 0
shift P0, Left, 1
waitms 200
ext
oto Mulai
nd If
P1.0 = 0
P2.4 = 1
P2.3 = 0
P2.5 = 1
waitms 500
```

```

Goto Mulai
End If

If P3.5 = 1 Then
If P3.6 = 1 Then
P1.0 = 0
P0 = &H08
Waitms 200
P2.1 = 0
P2.6 = 0
P2.0 = 0
P2.4 = 0
P2.3 = 0
P2.5 = 0
For X = 1 To 3
P2.1 = 0
P2.6 = 0
P2.0 = 0
P2.4 = 0
P2.3 = 0
P2.5 = 0
Shift P0 , Right , 1
Waitms 200
Next
Goto Mulai
End If

If P3.7 = 1 Then
Wait P3.7 , Clear
Waitms 200
If P1.1 = 1 Then
P1.1 = 0
Waitms 200
Goto Mulai
End If
P1.1 = 1
Waitms 200
Goto Mulai
End If

P1.0 = 0
P2.4 = 0
P2.3 = 1
P2.5 = 1
Waitms 500
Goto Mulai
End If

If P3.6 = 1 Then
P1.0 = 0
P2.1 = 1
P2.6 = 0
P2.0 = 1
Waitms 500
Goto Mulai
End If

If P3.7 = 1 Then
P1.0 = 0
P2.1 = 0
P2.6 = 1
P2.0 = 1
Waitms 500
Goto Mulai
End If

```

rx.txt

foto Lagi



## PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES

- 600mA OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (non repetitive) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)
- INTERNAL CLAMP DIODES

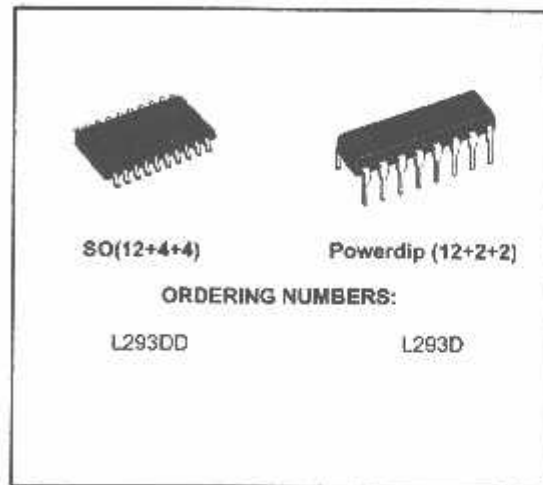
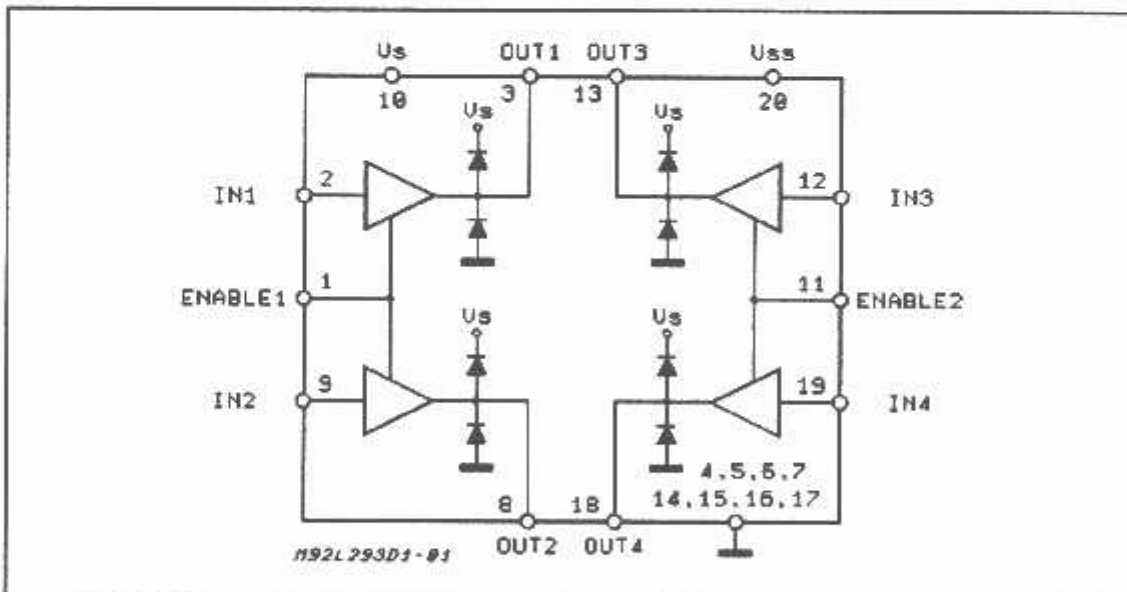
### DESCRIPTION

The Device is a monolithic integrated high voltage, high current four channel driver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoids, DC and stepping motors) and switching power transistors.

To simplify use as two bridges each pair of channels is equipped with an enable input. A separate supply input is provided for the logic, allowing operation at a lower voltage and internal clamp diodes are included.

This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 kHz.

### BLOCK DIAGRAM



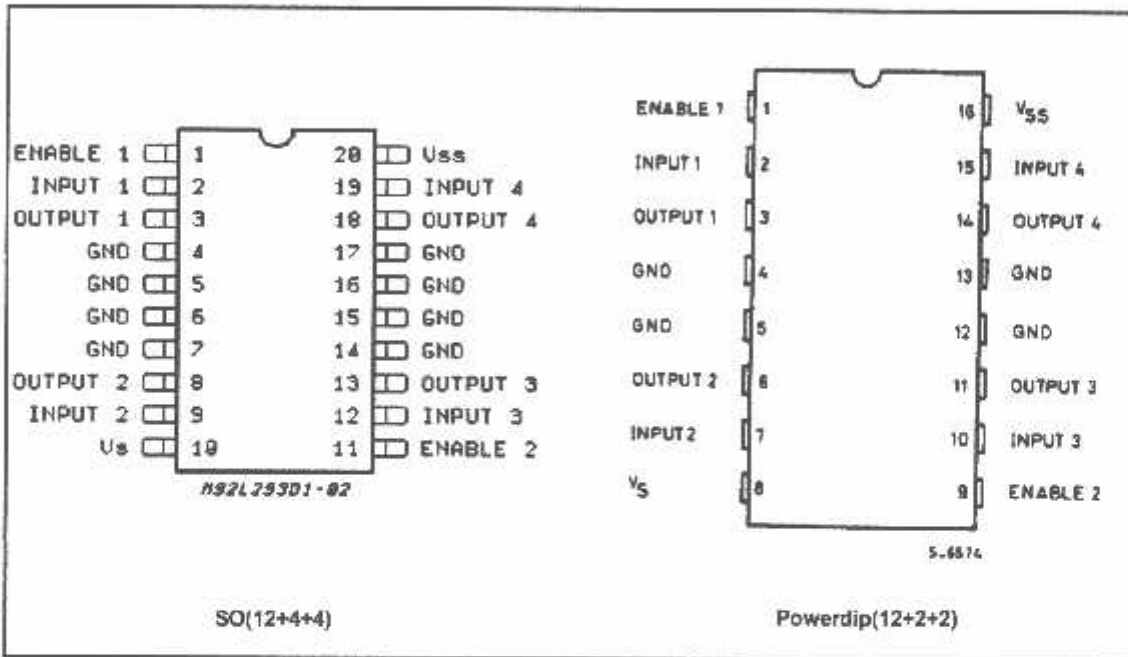
The L293D is assembled in a 16 lead plastic package which has 4 center pins connected together and used for heatsinking

The L293DD is assembled in a 20 lead surface mount which has 8 center pins connected together and used for heatsinking.

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_s$	Supply Voltage	36	V
$V_{ss}$	Logic Supply Voltage	36	V
$V_i$	Input Voltage	7	V
$V_{en}$	Enable Voltage	7	V
$I_o$	Peak Output Current (100 $\mu$ s non repetitive)	1.2	A
$P_{tot}$	Total Power Dissipation at $T_{amb} = 90$ °C	4	W
$T_{stg}, T_j$	Storage and Junction Temperature	- 40 to 150	°C

**PIN CONNECTIONS (Top view)**



**THERMAL DATA**

Symbol	Description	DIP	SO	Unit	
$R_{th-j-pins}$	Thermal Resistance Junction-pins	max.	14	°C/W	
$R_{th-j-amb}$	Thermal Resistance junction-ambient	max.	80	50 (*)	°C/W
$R_{th-j-case}$	Thermal Resistance Junction-case	max.	14	-	

(\*) With 6sq. cm on board heatsink.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (for each channel,  $V_S = 24\text{ V}$ ,  $V_{SS} = 5\text{ V}$ ,  $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_S$	Supply Voltage (pin 10)		$V_{SS}$		36	V
$V_{SS}$	Logic Supply Voltage (pin 20)		4.5		36	V
$I_S$	Total Quiescent Supply Current (pin 10)	$V_i = L$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		2	6	mA
		$V_i = H$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		16	24	mA
		$V_{en} = L$			4	mA
$I_{SS}$	Total Quiescent Logic Supply Current (pin 20)	$V_i = L$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		44	60	mA
		$V_i = H$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		16	22	mA
		$V_{en} = L$		16	24	mA
$V_{IL}$	Input Low Voltage (pin 2, 9, 12, 19)		-0.3		1.5	V
$V_{IH}$	Input High Voltage (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		$V_{SS}$	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
$I_{IL}$	Low Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{IL} = 1.5\text{ V}$			-10	$\mu\text{A}$
$I_{IH}$	High Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$2.3\text{ V} \leq V_{IH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$		30	100	$\mu\text{A}$
$V_{enL}$	Enable Low Voltage (pin 1, 11)		-0.3		1.5	V
$V_{enH}$	Enable High Voltage (pin 1, 11)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		$V_{SS}$	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
$I_{enL}$	Low Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$V_{enL} = 1.5\text{ V}$		-30	-100	$\mu\text{A}$
$I_{enH}$	High Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$2.3\text{ V} \leq V_{enH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$			$\pm 10$	$\mu\text{A}$
$V_{CE(sat)H}$	Source Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = -0.6\text{ A}$		1.4	1.8	V
$V_{CE(sat)L}$	Sink Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = +0.6\text{ A}$		1.2	1.8	V
$V_F$	Clamp Diode Forward Voltage	$I_O = 600\text{ nA}$		1.3		V
$t_r$	Rise Time (*)	0.1 to 0.9 $V_O$		250		ns
$t_f$	Fall Time (*)	0.9 to 0.1 $V_O$		250		ns
$t_{on}$	Turn-on Delay (*)	0.5 $V_i$ to 0.5 $V_O$		750		ns
$t_{off}$	Turn-off Delay (*)	0.5 $V_i$ to 0.5 $V_O$		200		ns

(\*) See fig. 1.

TRUTH TABLE (one channel)

Input	Enable (*)	Output
H	H	H
L	H	L
H	L	Z
L	L	Z

Z = High output impedance  
 (\*) Relative to the considered channel

Figure 1: Switching Times

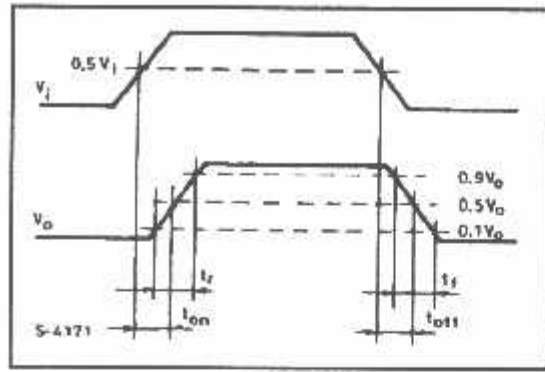
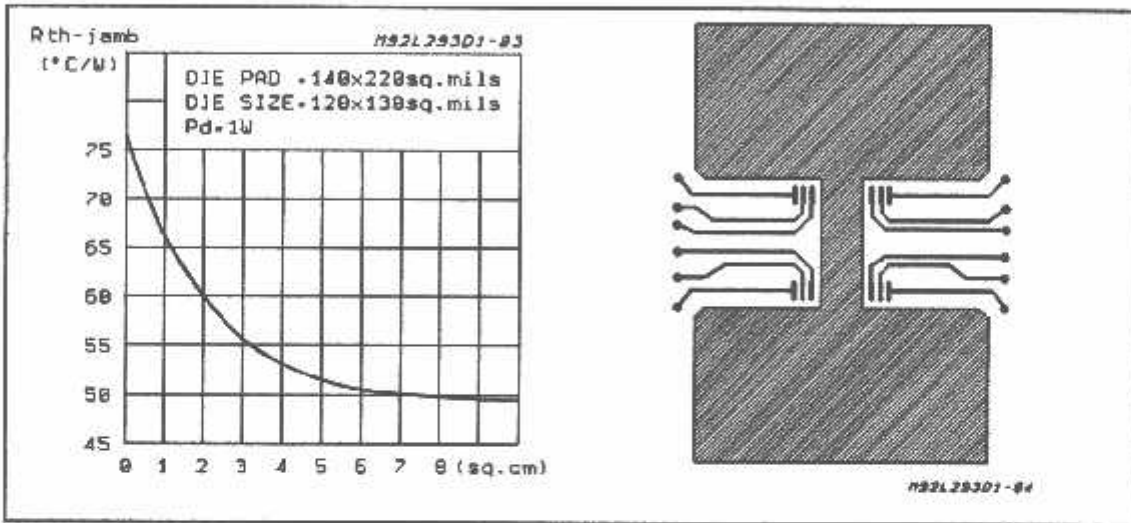


Figure 2: Junction to ambient thermal resistance vs. area on board heatsink (SO12-4+4 package)

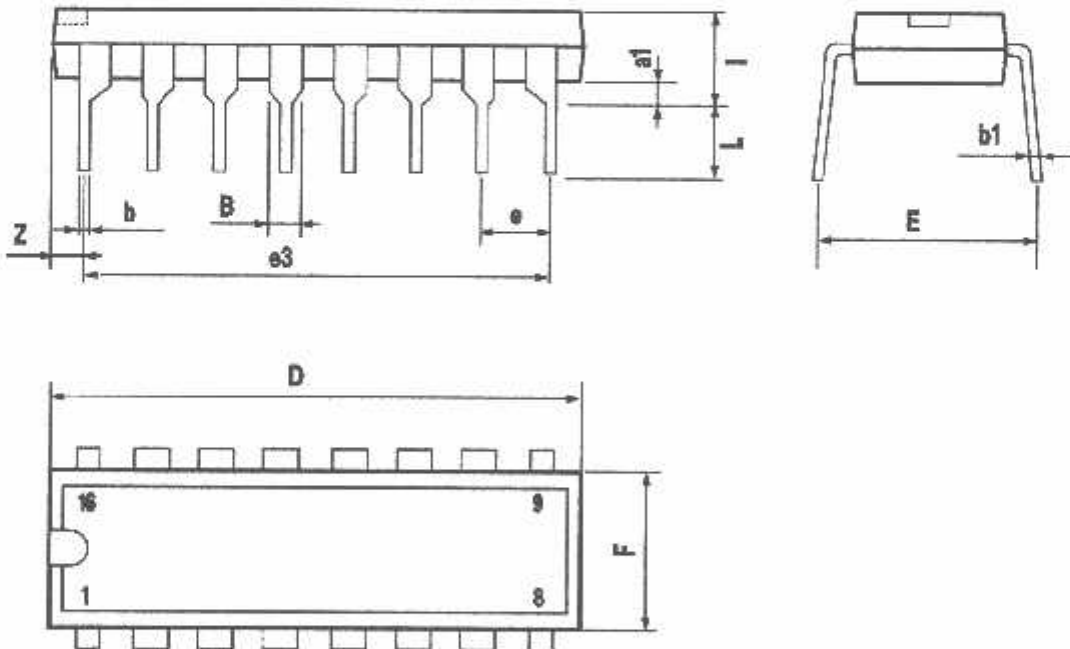


DIM.	mm			Inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.85		1.40	0.033		0.055
b		0.50			0.020	
b1	0.38		0.50	0.015		0.020
D			20.0			0.787
E		8.80			0.346	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.10			0.280
I			5.10			0.201
L		3.30			0.130	
Z			1.27			0.050

### OUTLINE AND MECHANICAL DATA

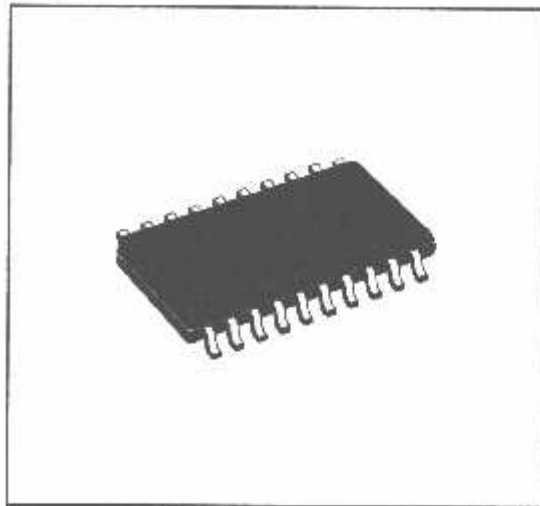


**Powerdip 16**

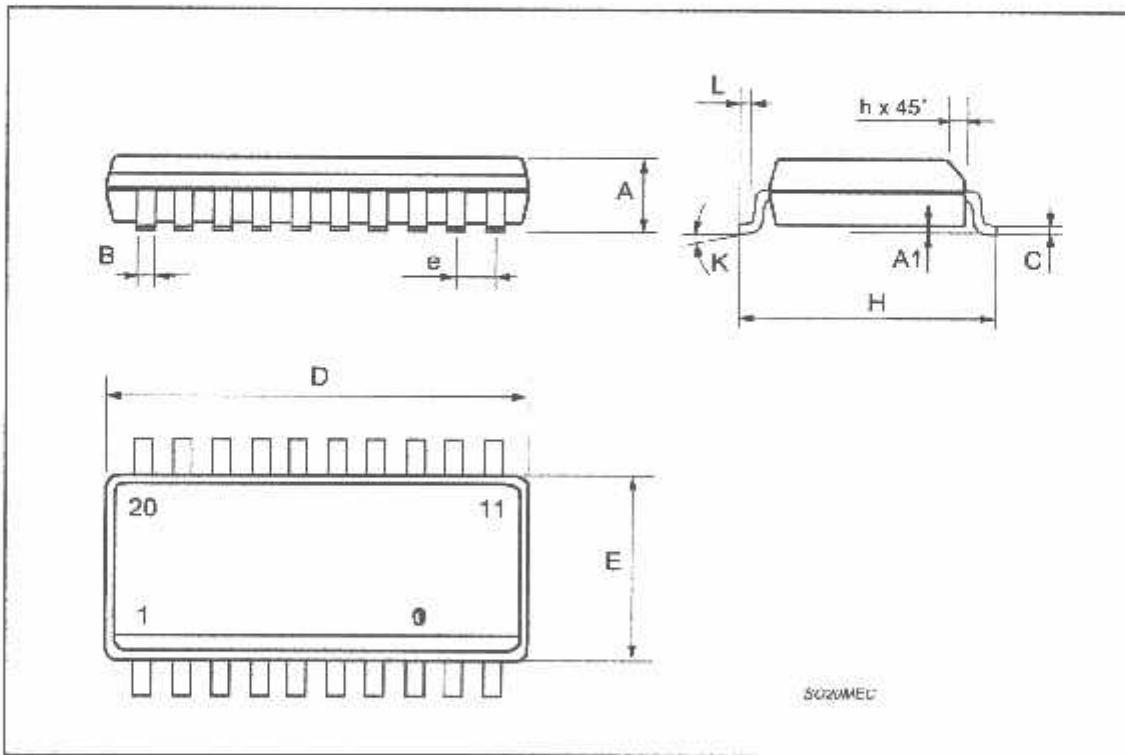


DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	2.35		2.65	0.093		0.104
A1	0.1		0.3	0.004		0.012
B	0.33		0.51	0.013		0.020
C	0.23		0.32	0.009		0.013
D	12.6		13	0.496		0.512
E	7.4		7.6	0.291		0.299
e		1.27			0.050	
H	10		10.65	0.394		0.419
h	0.25		0.75	0.010		0.030
L	0.4		1.27	0.016		0.050
K	0° (min.) 8° (max.)					

**OUTLINE AND MECHANICAL DATA**



**SO20**



SO20MEC



# ULN2001A-ULN2002A ULN2003A-ULN2004A

## SEVEN DARLINGTON ARRAYS

- SEVEN DARLINGTONS PER PACKAGE
- OUTPUT CURRENT 500mA PER DRIVER (600mA PEAK)
- OUTPUT VOLTAGE 50V
- INTEGRATED SUPPRESSION DIODES FOR INDUCTIVE LOADS
- OUTPUTS CAN BE PARALLELED FOR HIGHER CURRENT
- TTL/CMOS/PMOS/DTL COMPATIBLE INPUTS
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY LAYOUT

### DESCRIPTION

The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003 and ULN2004A are high voltage, high current darlington arrays each containing seven open collector darlington pairs with common emitters. Each channel rated at 500mA and can withstand peak currents of 600mA. Suppression diodes are included for inductive load driving and the inputs are pinned opposite the outputs to simplify board layout.

The four versions interface to all common logic families :

ULN2001A	General Purpose, DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14-25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	6-15V CMOS, PMOS

These versatile devices are useful for driving a wide range of loads including solenoids, relays DC motors, LED displays filament lamps, thermal print-heads and high power buffers.

The ULN2001A/2002A/2003A and 2004A are supplied in 16 pin plastic DIP packages with a copper leadframe to reduce thermal resistance. They are available also in small outline package (SO-16) as ULN2001D/2002D/2003D/2004D.



DIP16

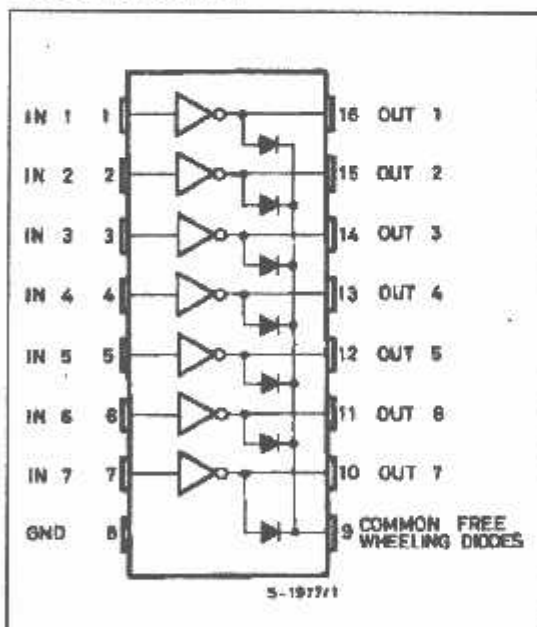
ORDERING NUMBERS: ULN2001A/2A/3A/4A



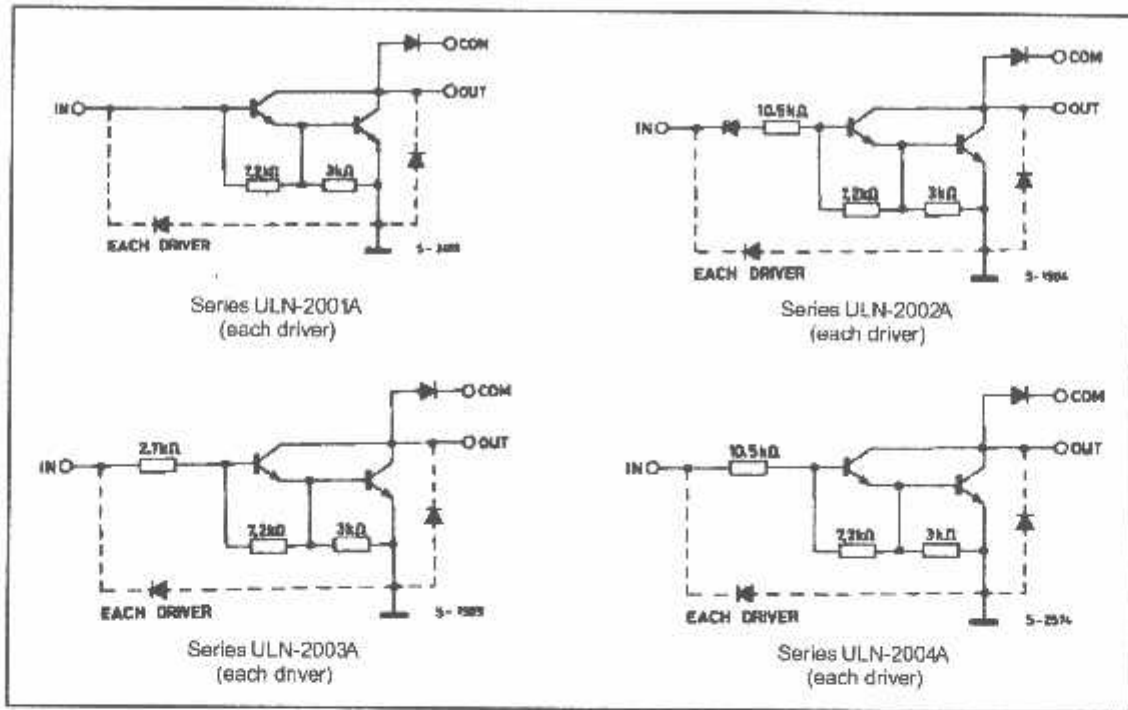
SO16

ORDERING NUMBERS: ULN2001D/2D/3D/4D

### PIN CONNECTION



**SCHEMATIC DIAGRAM**



**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_o$	Output Voltage	50	V
$V_{in}$	Input Voltage (for ULN2002A/D - 2003A/D - 2004A/D)	30	V
$I_c$	Continuous Collector Current	500	mA
$I_b$	Continuous Base Current	25	mA
$T_{amb}$	Operating Ambient Temperature Range	- 20 to 85	°C
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	- 55 to 150	°C
$T_j$	Junction Temperature	150	°C

**THERMAL DATA**

Symbol	Parameter	DIP16	SO16	Unit
$R_{th(j-amb)}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max. 70	100	°C/W



ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Fig.
$I_{CEX}$	Output Leakage Current	$V_{CE} = 50\text{V}$			50	$\mu\text{A}$	1a
		$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}, V_{CE} = 50\text{V}$			100	$\mu\text{A}$	1a
		$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}$ for ULN2002A			500	$\mu\text{A}$	1b
		$V_{CE} = 50\text{V}, V_i = 6\text{V}$ for ULN2004A			500	$\mu\text{A}$	1b
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter Saturation Voltage	$I_C = 100\text{mA}, I_B = 250\mu\text{A}$		0.9	1.1	V	2
		$I_C = 200\text{mA}, I_B = 350\mu\text{A}$		1.1	1.3	V	2
		$I_C = 350\text{mA}, I_B = 500\mu\text{A}$		1.3	1.6	V	2
$I_{(or)}$	Input Current	for ULN2002A, $V_i = 17\text{V}$		0.82	1.25	$\text{mA}$	3
		for ULN2003A, $V_i = 3.85\text{V}$		0.93	1.35	$\text{mA}$	3
		for ULN2004A, $V_i = 5\text{V}$		0.35	0.5	$\text{mA}$	3
		$V_i = 12\text{V}$		1	1.45	$\text{mA}$	3
$I_{(ort)}$	Input Current	$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}, I_C = 500\mu\text{A}$	50	65		$\mu\text{A}$	4
$V_{(on)}$	Input Voltage	$V_{CE} = 2\text{V}$ for ULN2002A			13	V	5
		$I_C = 300\text{mA}$					
		for ULN2003A					
		$I_C = 200\text{mA}$			2.4		
		$I_C = 250\text{mA}$			2.7		
		$I_C = 300\text{mA}$			3		
		for ULN2004A					
		$I_C = 125\text{mA}$			5		
$I_C = 200\text{mA}$			6				
$I_C = 275\text{mA}$			7				
$I_C = 350\text{mA}$			8				
$\beta_{FE}$	DC Forward Current Gain	for ULN2001A $V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 350\text{mA}$	1000				2
$C_i$	Input Capacitance			15	25	pF	
$t_{eLH}$	Turn-on Delay Time	0.5 V to 0.5 $V_o$		0.25	1	$\mu\text{s}$	
$t_{eHL}$	Turn-off Delay Time	0.5 V to 0.5 $V_o$		0.25	1	$\mu\text{s}$	
$I_R$	Clamp Diode Leakage Current	$V_R = 50\text{V}$			50	$\mu\text{A}$	6
		$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}, V_R = 50\text{V}$			100	$\mu\text{A}$	6
$V_F$	Clamp Diode Forward Voltage	$I_F = 350\text{mA}$		1.7	2	V	7

TEST CIRCUITS

Figure 1a.

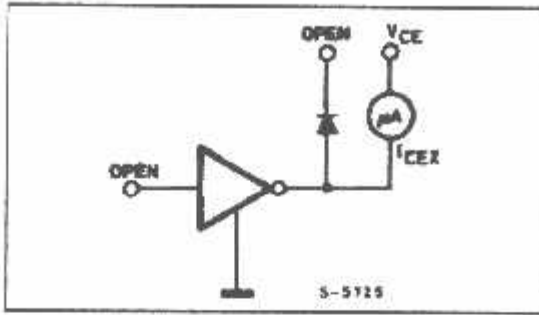


Figure 1b.

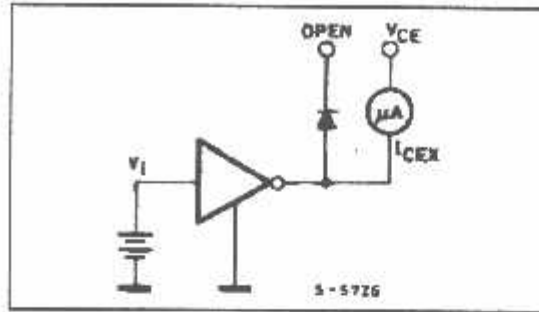


Figure 2.

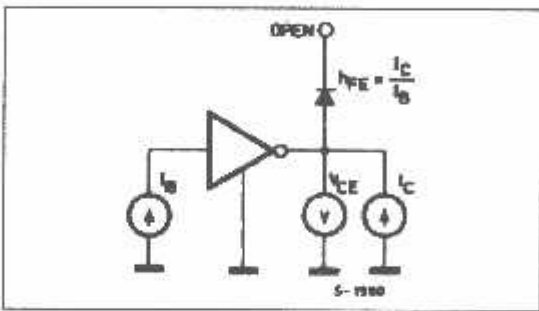


Figure 3.

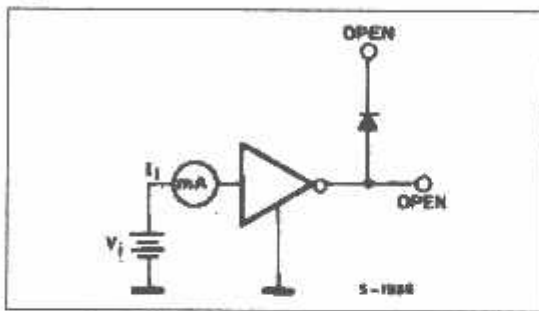


Figure 4.

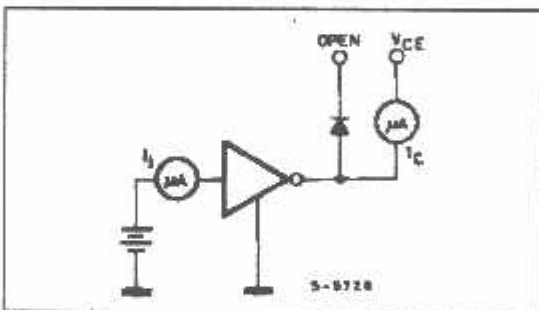


Figure 5.

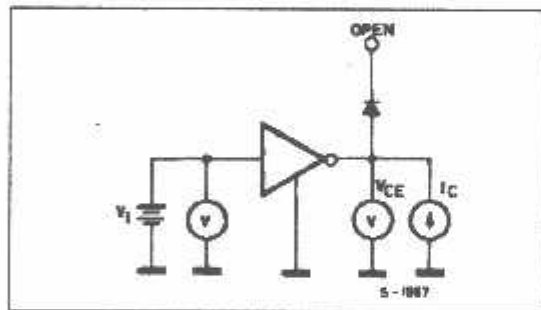


Figure 6.

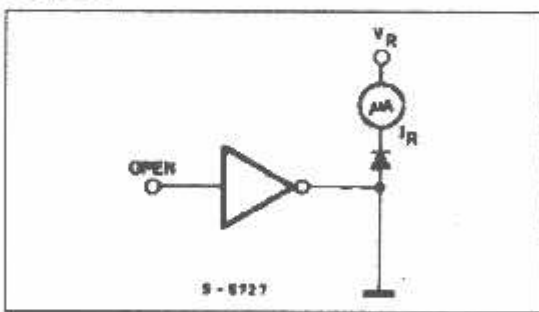
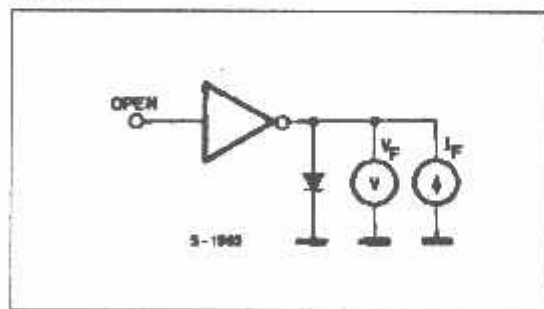
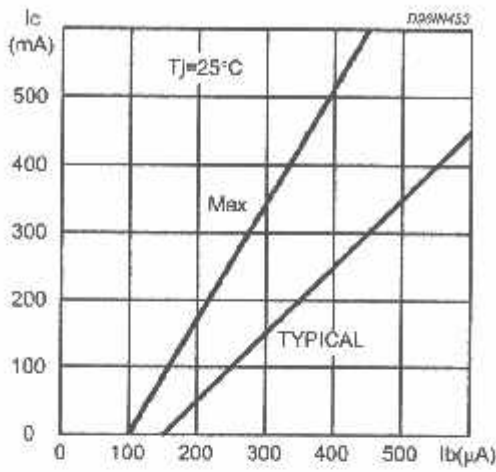


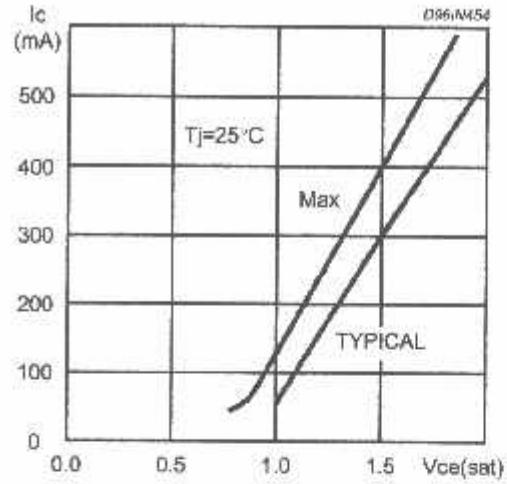
Figure 7.



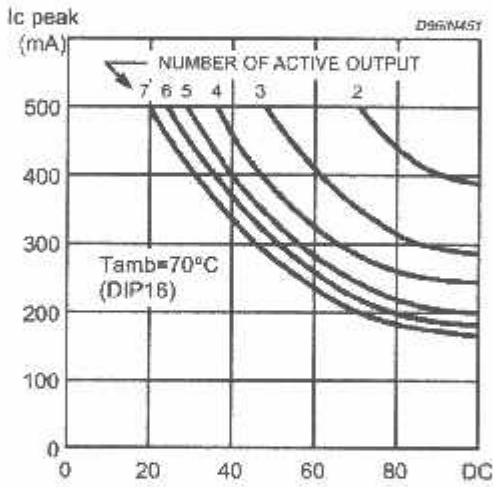
**Figure 8:** Collector Current versus Input Current



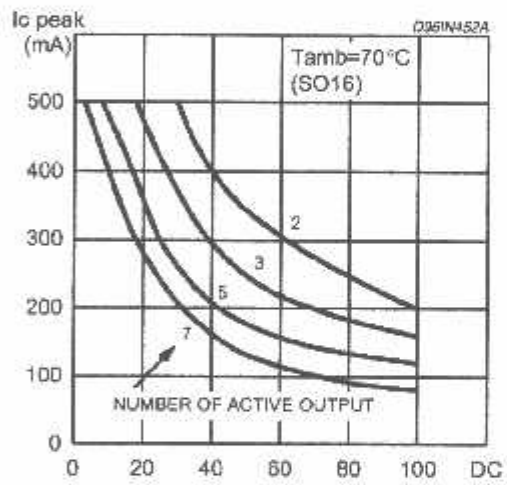
**Figure 9:** Collector Current versus Saturation Voltage



**Figure 10:** Peak Collector Current versus Duty Cycle

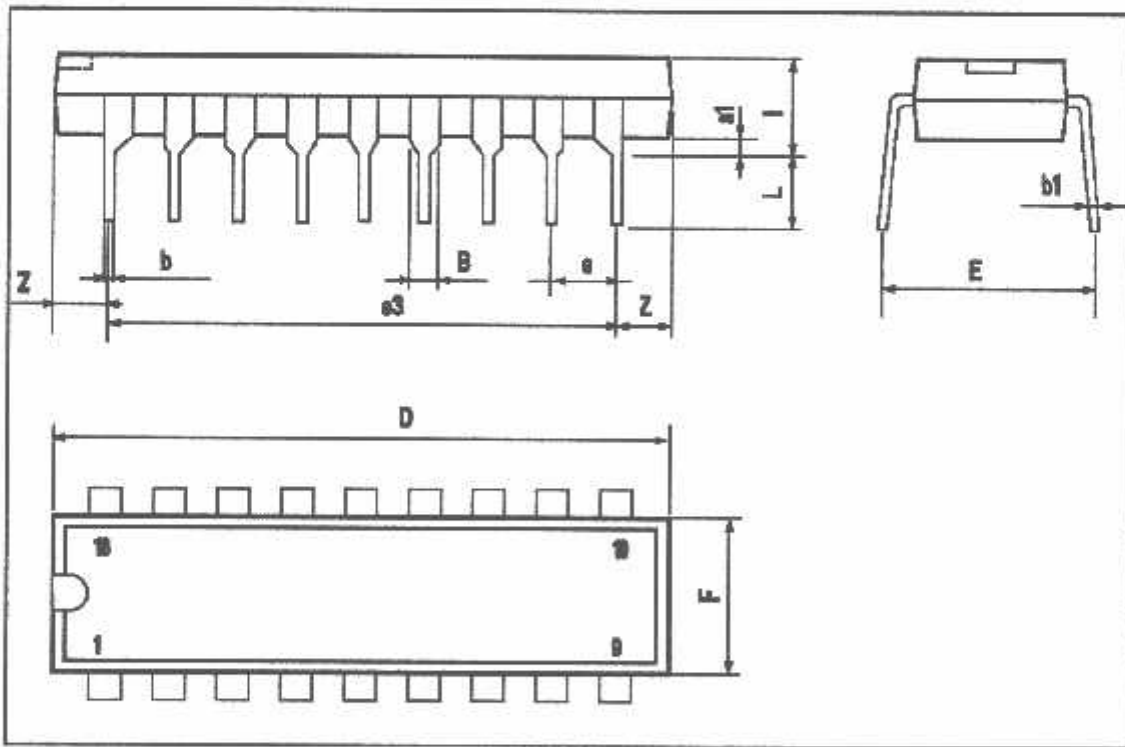


**Figure 11:** Peak Collector Current versus Duty Cycle



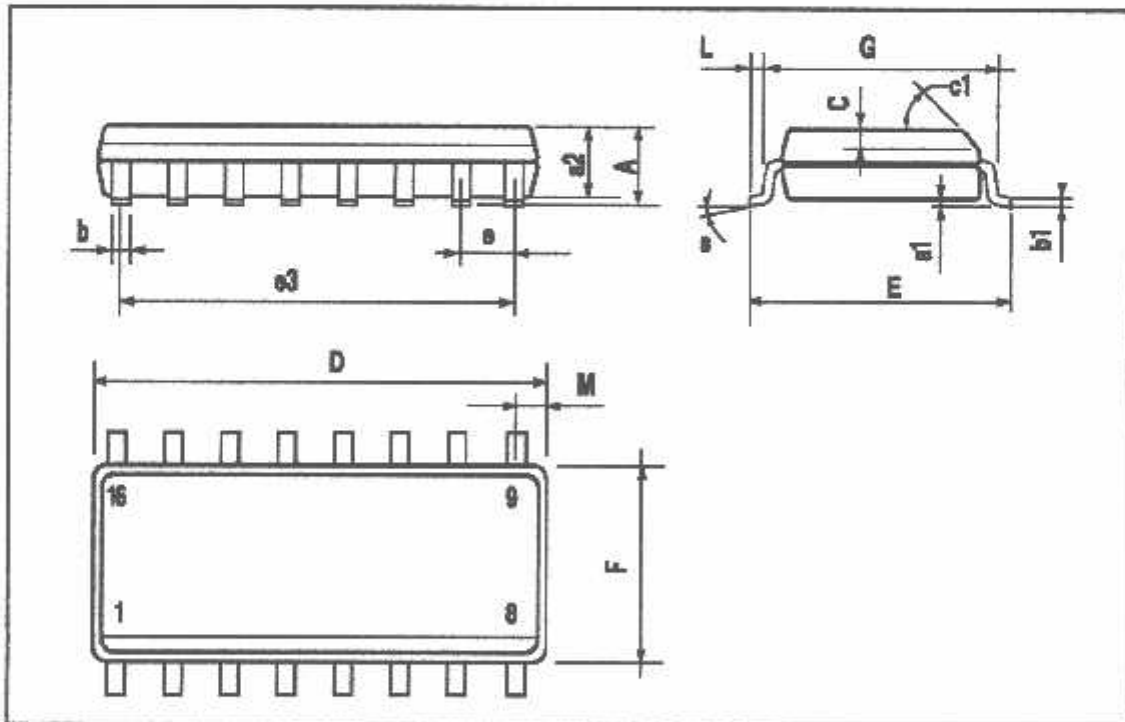
DIP16 PACKAGE MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.77		1.65	0.030		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z			1.27			0.050



SO16 PACKAGE MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.25	0.004		0.009
a2			1.6			0.063
b	0.35		0.46	0.014		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.020	
c1	45 (typ.)					
D	9.8		10	0.386		0.394
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		8.69			0.350	
F	3.8		4.0	0.150		0.157
L	0.4		1.27	0.016		0.050
M			0.62			0.024
S	8 (max.)					



**General Description**

The AF-TX2/AF-RX2C are a pair of CMOS LSI's designed for remote controlled car applications. AF-TX2 is transmitter and AF-RX2C is the receiver. They provide five function keys to control forward, Backward, Rightward, Leftward and Turbo motions. Besides, a combination of these five motions can be played. And AF-RX2C provides selection of Output Signal Format.

AF-TX2 is built with auto Power-Off function. When the key is pulled low, AF-TX2 will wake up, SC and SO pins continuously send out code in RF format (Non-Carrier) or IR format (Carrier). However, when a complete code is

set out and the key is released, AF-TX2 will automatically go into powered-off mode.

AF-RX2C provides two high effective amplifiers and enhances Signal Input (SI) recognition capacity for increasing remote control distance.

AF-RX2C has an internal, selectable DC-DC converter that makes the application stable, reliable under lower supply voltage. The input voltage ranges from 0.8V to 3.3V, where Vout can be set to 3.0V. Start-up is guaranteed from 1.0V inputs.

**Features**

- ⊙ Wide and low operating voltage range :
  - 1.8V to 5.0V (No DC-DC)
  - 1.0V to 5.0V (Use DC-DC)
- ⊙ 5-function remote controller controlling forward / backward / turbo / right / left.
- ⊙ Provide two trans-missive interface (RF and IR) for different application
- ⊙ Selectable Output Signal Format through MOD pin
- ⊙ Internal, Selectable DC-DC converter which need few external components
- ⊙ Provide two high effective amplifiers and enhance signal input (SI) recognition capacity for very weak signal for increasing remote control distance.
- ⊙ Auto Power-Off function for AF-TX2
- ⊙ Few external components needed and Oscillator with an external resistor.
- ⊙ Low Standby current and low operating current
- ⊙ Typical oscillator frequency:
  - RF: 116~140KHz
  - IR: 114KHz (Carrier Frequency: 57KHz)
  - IR: 76KHz (Carrier Frequency: 38KHz)
- ⊙ AF-TX2 has 14-Pin DIP and SOP packages and AF-RX2C has 16-Pin DIP and SOP Packages. COB information is also provided.

**Absolute Maximum Ratings**

Supply Voltage..... -0.3V to 6.0V  
 Input/Output Voltage..... GND -0.2V to VDD + 0.2V

Storage Temperature..... -25°C to 125°C  
 Operating temperature..... -10°C to 60°C

**Comments\***

Do not allow a stress to exceed the values listed under "Absolute Maximum Ratings", otherwise the device would suffer from a permanent damage. Nor is a stress at the listed value be allowed to persist over a period, since an extended exposure to the absolute maximum rating condition may also affect the reliability of the device, if not causing a damage thereof.

Electrical Characteristics

AF-TX2

V<sub>DD</sub>=4.5V, F<sub>OSC</sub>=116~140KHz, TA=25°C (unless otherwise noted.)

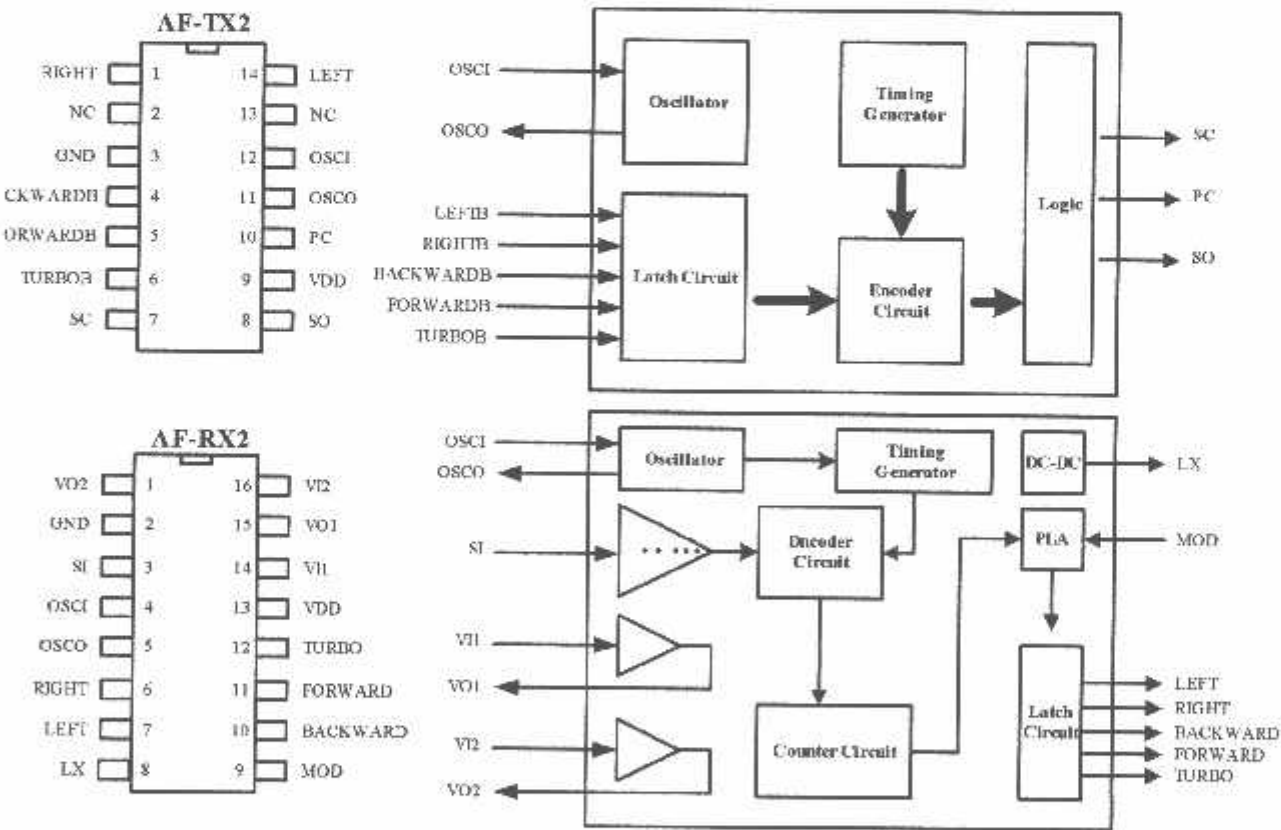
Parameter	Sym	Min	Typ	Max	Units	Conditions
Supply Voltage	V <sub>DD</sub>	1.8	4.5	5.5	V	
Supply Current	I <sub>DD</sub>	--	--	3.0	uA	Unload
Low Voltage	V <sub>IL</sub>	--	--	2.3	V	Function Input Pin
Quiescent Current	I <sub>CP</sub>	--	--	0.2	mA	Unload
Driving Current	I <sub>DR-SO</sub>	--	5	--	mA	@V <sub>DS</sub> =0.7V
Driving Current	I <sub>DR-SC</sub>	--	5	--	mA	@V <sub>DS</sub> =0.7V
Driving Current	I <sub>DR-PC</sub>	--	5	--	mA	@V <sub>DS</sub> =0.7V
Oscillator Frequency	F <sub>OSC</sub>	--	128	--	KHZ	@R <sub>OSC</sub> =110KΩ, F <sub>OSC</sub> =128KHz±10%

AF-RX2C

V<sub>DD</sub>=4.5V, F<sub>OSC</sub>=116~140KHz, TA=25°C ; NO DC-DC converter, (unless otherwise noted.)

Parameter	Sym	Min	Typ	Max	Units	Conditions
Supply Voltage	V <sub>DD</sub>	1.8	4.5	5.0	V	
Quiescent Current	I <sub>CP</sub>	--	--	0.7	mA	Unload
Load Driving Current	I <sub>DR</sub>	5.0	--	--	mA	@V <sub>DS</sub> =0.7V
Oscillator Frequency	F <sub>OSC</sub>	--	128	--	KHZ	@R <sub>OSC</sub> =200KΩ, F <sub>OSC</sub> =128KHz±10%

Pin Outs and Block Diagram



## 1 Description

## -TX2

IN	NAME	FUNCTION
1	RIGHTB	The rightward function will be selected when this pin is connected to GND.
3	GND	Negative power supply.
4	BACKWARDB	The backward function will be selected when this pin is connected to GND.
5	FORWARDB	The forward function will be selected when this pin is connected to GND.
6	TURBOB	The turbo function will be selected when this pin is connected to GND.
7	SC	Output pin of the encoding signal with carrier frequency.
8	SO	Output pin of the encoding signal without carrier frequency.
9	VDD	Positive power supply.
10	PC	Power control output pin. When any function key is pulled low, PC will be high logic.
11	OSCO	Oscillator output pin.
12	OSCI	Oscillator input pin.
14	LEFTB	The leftward function will be selected when this pin is connected to GND.

## -RX2C

IN	NAME	FUNCTION
1	VO2	Inverter 2 output pin for power amplify.
2	GND	Negative power supply.
3	SI	Input pin of the encoding signal.
4	OSCI	Oscillator input pin.
5	OSCO	Oscillator output pin.
6	RIGHT	Rightward output pin.
7	LEFT	Leftward output pin.
8	LX	DC-DC converter output pin.
9	MOD	Output-signal-format selection input pin. High-Open. When Mod is open, the output signal is same format as old edition. When it is pulled low, there is the other Format.
0	BACKWARD	Backward output pin.
1	FORWARD	Forward output pin.
2	TURBO	Turbo output pin.
3	VDD	Positive power supply.
4	VI1	Inverter 1 input pin for power amplify.
5	VO1	Inverter 1 output pin for power amplify.
6	VI2	Inverter 2 input pin for power amplify.

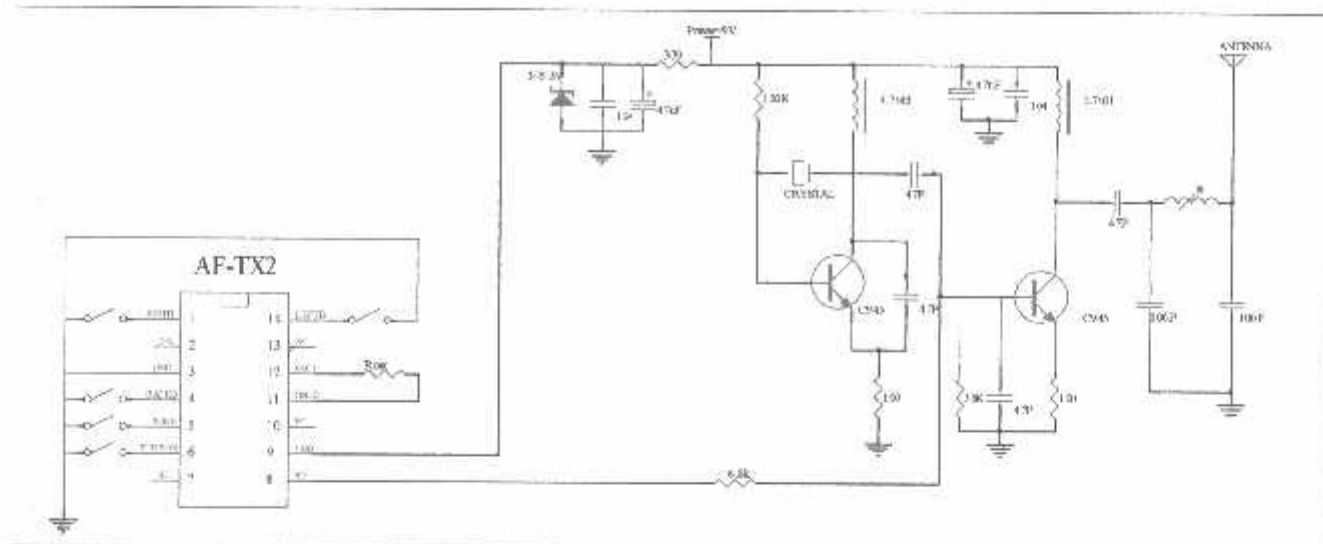
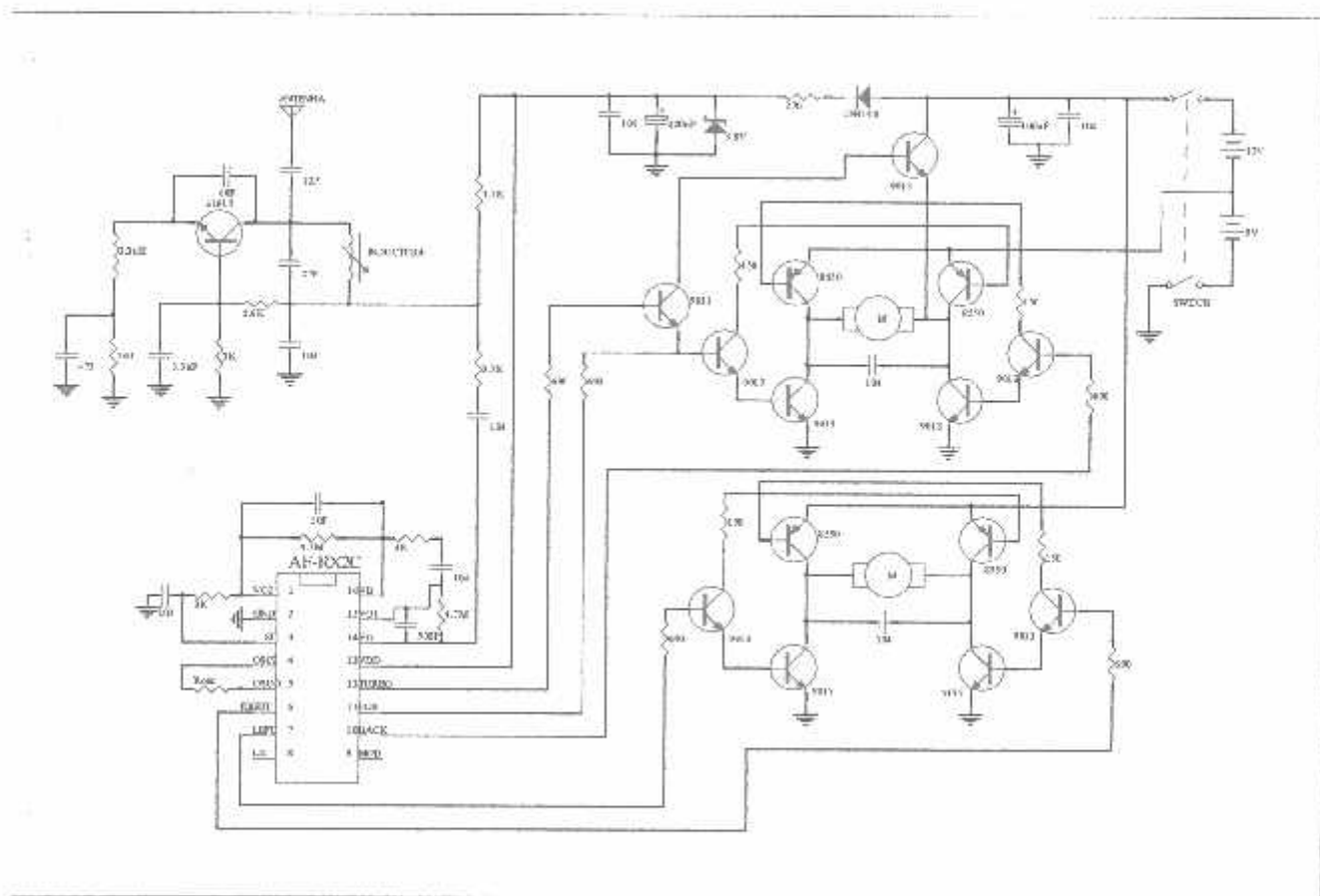
## Input Tables

Function Key	Decode Result (Mod=1)	Decode Result (Mod=0)
	End Code	End Code (No Output)
ward (L)	Forward (H)	Forward (Z)
ward (L) & Turbo (L)	Forward (H)	Forward (H)&Turbo (H)
bo (L)	Turbo (H)	Forward (H)&Turbo (H)
ward (L) & Left (L)	Forward (H) & Left (H)	Forward (Z) & Left (H)
bo (L) & Left (L)	Forward (H) & Left (H)	Forward (Z) & Left (H)
bo (L) & Forward (L) & Left (L)	Forward (H) & Left (H)	Forward (Z) & Left (H)
ward (L) & Right (L)	Forward (H) & Right (H)	Forward (Z) & Right (H)
bo (L) & Right (L)	Forward (H) & Right (H)	Forward (Z) & Right (H)
bo (L) & Forward (L) & Right (L)	Forward (H) & Right (H)	Forward (Z) & Right (H)
backward (L)	Backward (H)	Backward (Z)
backward (L) & Right (L)	Backward (H) & Right (H)	Backward (Z) & Right (H)
backward (L) & Left (L)	Backward (H) & Left (H)	Backward (Z) & Left (H)
Left (L)	Left (H)	Left (H)
Right (L)	Right (H)	Right (H)

NOTE: L=LOW, H=HIGH, Z=84Hz, 2/3(66.7%) DUTY Pulse @F<sub>osc</sub>=128KHZ



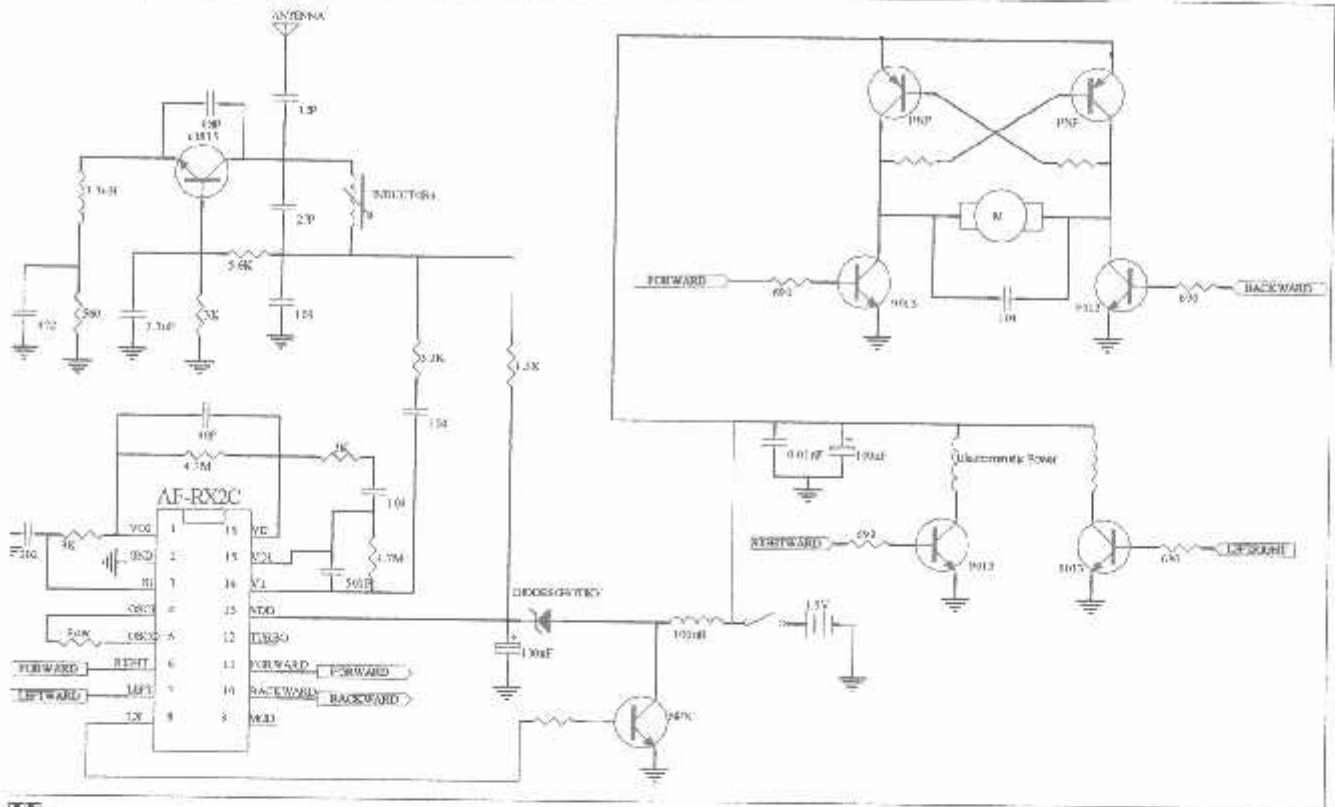
## Typical Application Circuit

Transmitter (AF-TX2  $F_{OSC}=116\sim 140\text{KHz}$ )Receiver I (AF-RX2C  $F_{OSC}=128\text{KHz}$ )

RE:

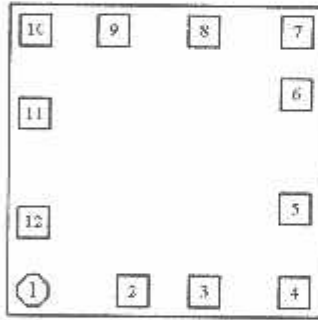
1. MOD=1 (Mod Pin opens)
2. No using DC-DC converter because of higher supply voltage.
3. Two grade shift gears are realized

ceiver II (AF-RX2C  $F_{osc}=116\sim 140\text{KHz}$ )



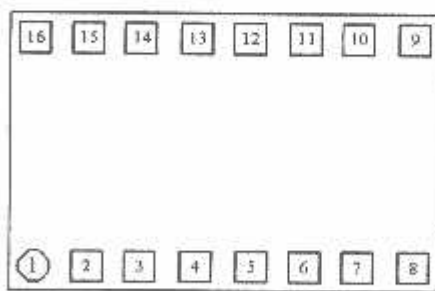
- TE :**
1. 2. Using DC-DC converter because of lower supply voltage
  3. Two grade shift gears are realized

**Diagram and Assessment**



10.0) Chip size=855X855  $\mu\text{m}$   
The IC substrate should be connected to VDD

No	Name	X	Y	No	Name	X	Y
1	TURBOB	70	70	7	OSCI	712	641
2	SC	297	70	8	LEFTB	486	641
3	SO	496	70	9	RIGHTB	249	641
4	VDD	717	70	10	GND	70	614
5	PC	716	265	11	BACKWARDB	70	414
6	OSCO	716	488	12	FORWARDB	70	230



10.1) Chip size=1200X900  $\mu\text{m}$   
The IC substrate should be connected to VDD

No	Name	X	Y	No	Name	X	Y
1	VO2	80	80	9	MOD	1060	740
2	GND	220	80	10	BACKWARD	920	740
3	SI	360	80	11	FORWARD	780	740
4	OSCI	500	80	12	TURBO	640	740
5	OSCO	640	80	13	VDD	500	740
6	RIGHT	780	80	14	VII	360	740
7	LEFT	920	80	15	VO1	220	740
8	LX	1060	80	16	VI2	80	740

specs and applications shown above subject to change without prior notice. (以上電路及規格僅供參考,本公司得逕行修訂)



## 8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

### AT89C51

Not Recommended  
for New Designs.  
Use AT89S51.

Rev. 0265C-02/00

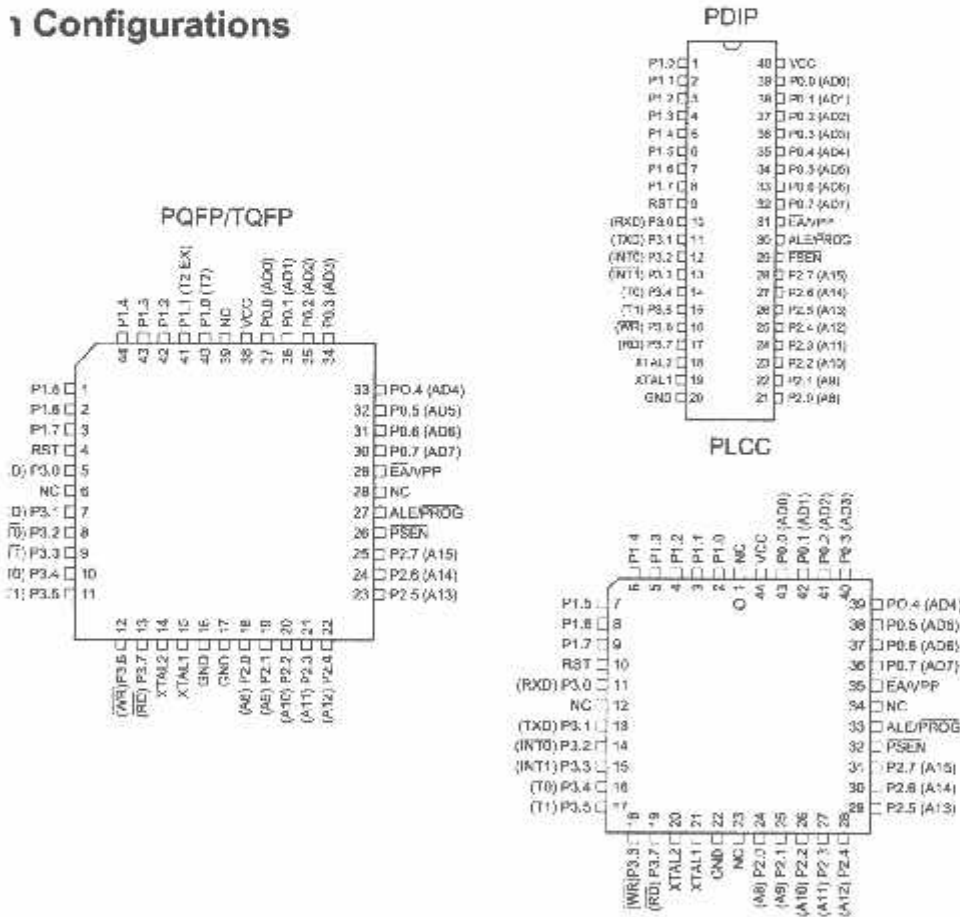
## Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
  - Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 28 x 8-bit Internal RAM
- 2 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

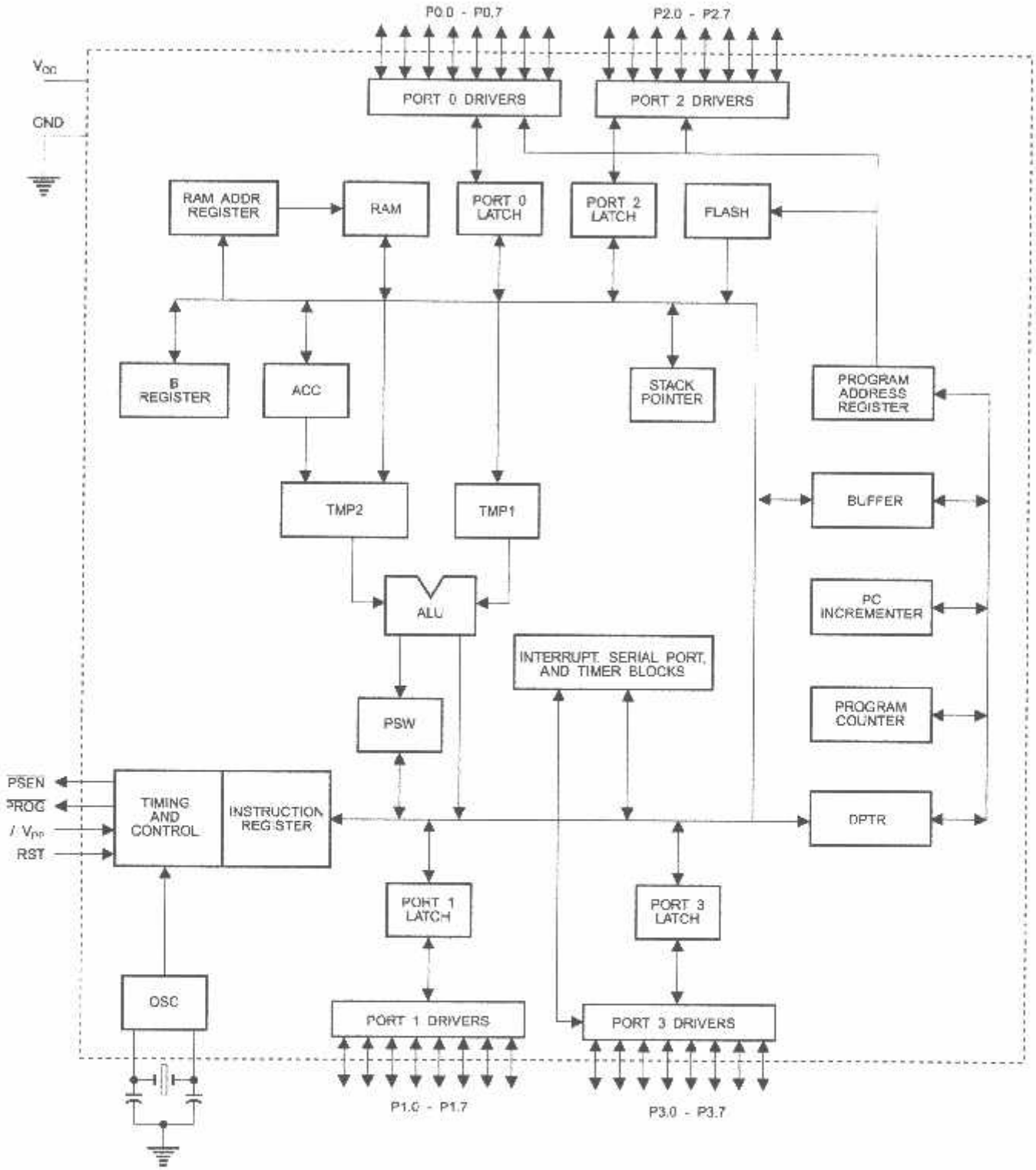
## Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

## 1 Configurations



# Block Diagram



**AT89C51**

AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is designed with static logic operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode puts the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power-down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next software reset.

## 1 Description

**C**  
Supply voltage.

**D**  
Ground.

**P0**  
P0 is an 8-bit open-drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

P0 may also be configured to be the multiplexed lower address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

P0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

**P1**  
P1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by internal pullups and can be used as inputs. As inputs, P1 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the internal pullups.

P1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

**P2**  
P2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by internal pullups and can be used as inputs. As inputs,

Port 2 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

### Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

### RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

### ALE/ $\overline{PROG}$

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ( $\overline{PROG}$ ) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE



se is skipped during each access to external Data memory.

esired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of R location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is actively pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

### EN

rogram Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C51 is executing code from external program memory, PSEN is activated twice each machine cycle, except that two PSEN activations are skipped during each access to external data memory.

### VPP

External Access Enable.  $\overline{EA}$  must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed,  $\overline{EA}$  will be internally latched on reset.

$\overline{EA}$  should be strapped to  $V_{CC}$  for internal program executions.

Pin 3 also receives the 12-volt programming enable voltage ( $V_{PP}$ ) during Flash programming, for parts that require voltage  $V_{PP}$ .

### XTAL1

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

### XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

## Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left

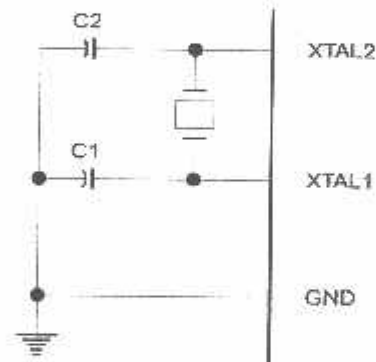
unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

## Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Figure 1. Oscillator Connections

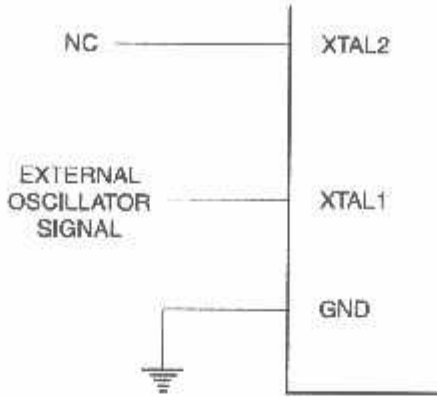


Note: C1, C2 = 30 pF  $\pm$  10 pF for Crystals  
= 40 pF  $\pm$  10 pF for Ceramic Resonators

## Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

Figure 2. External Clock Drive Configuration



**Power-down Mode**

In the power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers

retain their values until the power-down mode is terminated. The only exit from power-down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before  $V_{CC}$  is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

**Program Memory Lock Bits**

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below.

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the  $\overline{EA}$  pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value, and holds that value until reset is activated. It is necessary that the latched value of  $\overline{EA}$  be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

**Lock Bit Protection Modes**

	Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, $\overline{EA}$ is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash is disabled.
3	P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, also external execution is disabled



## Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (5V) program enable signal. The low-voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective pin-side marking and device signature codes are listed in the following table.

	V <sub>PP</sub> = 12V	V <sub>PP</sub> = 5V
Pin-side Mark	AT89C51 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = FFH	(030H) = 1EH (031H) = 51H (032H) = 05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. To program any non-erased byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.

**Programming Algorithm:** Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 3 and Figure 4. To program the AT89C51, take the following steps.

1. Input the desired memory location on the address lines.

2. Input the appropriate data byte on the data lines.

3. Activate the correct combination of control signals.

4. Raise EA/V<sub>PP</sub> to 12V for the high-voltage programming mode.

5. Pulse ALE/ $\overline{\text{PROG}}$  once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address

and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

**Data Polling:** The AT89C51 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

**Ready/Busy:** The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/BSY output signal. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

**Program Verify:** If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

**Chip Erase:** The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding ALE/ $\overline{\text{PROG}}$  low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

**Reading the Signature Bytes:** The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H, 031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel

(031H) = 51H indicates 89C51

(032H) = FFH indicates 12V programming

(032H) = 05H indicates 5V programming

## Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.



Flash Programming Modes

Mode	RST	PSEN	ALE/PROG	$\overline{EA}/V_{PP}$	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data	H	L		H/12V	L	H	H	H
Read Code Data	H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock	H	L		H/12V	H	H	H	H
				H/12V	H	H	L	L
				H/12V	H	L	H	L
Chip Erase	H	L	(1)	H/12V	H	L	L	L
Read Signature Byte	H	L	H	H	L	L	L	L

Note: 1. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.

Figure 3. Programming the Flash

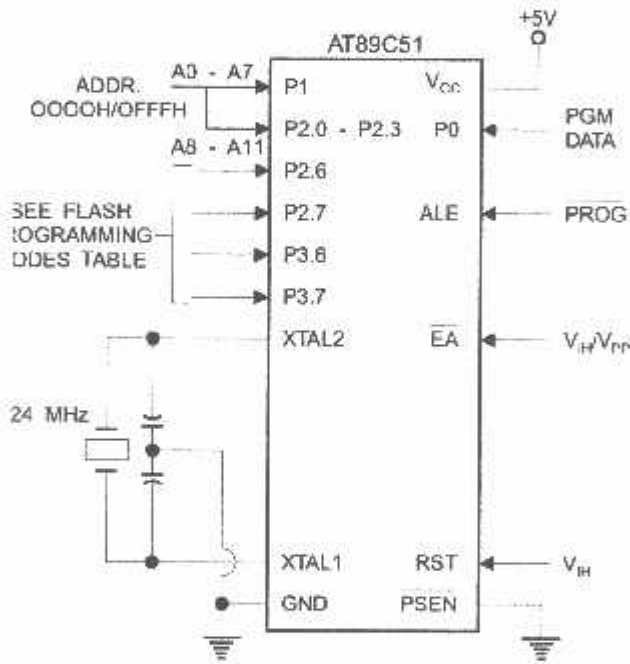
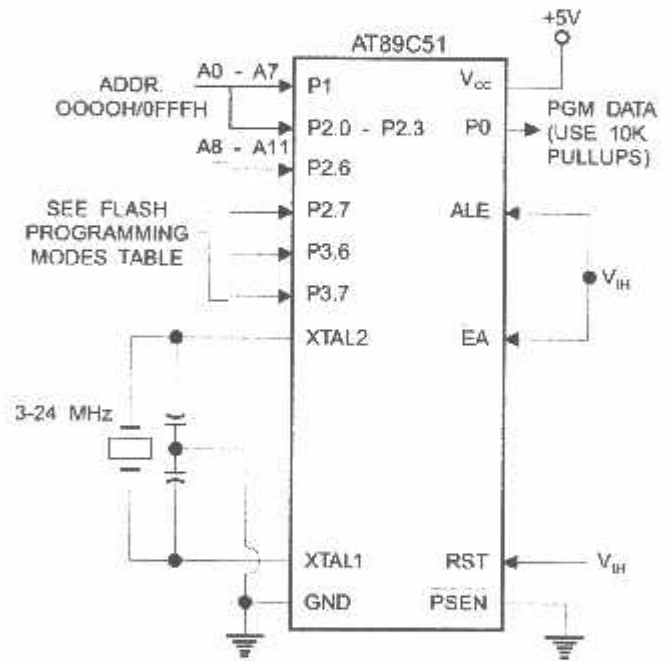
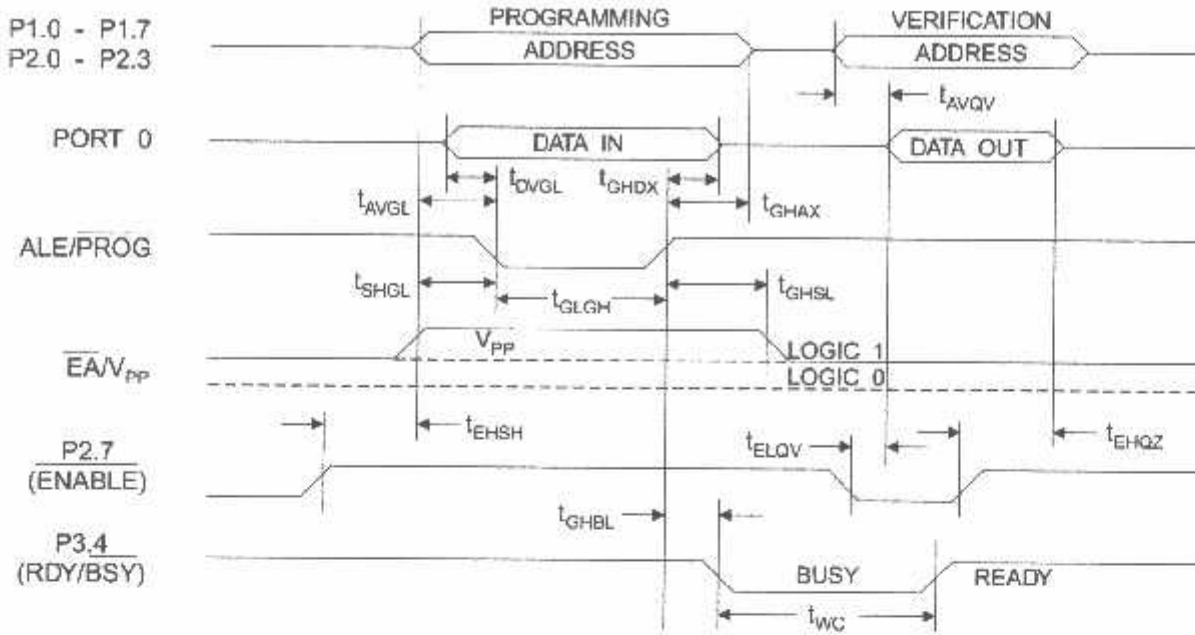


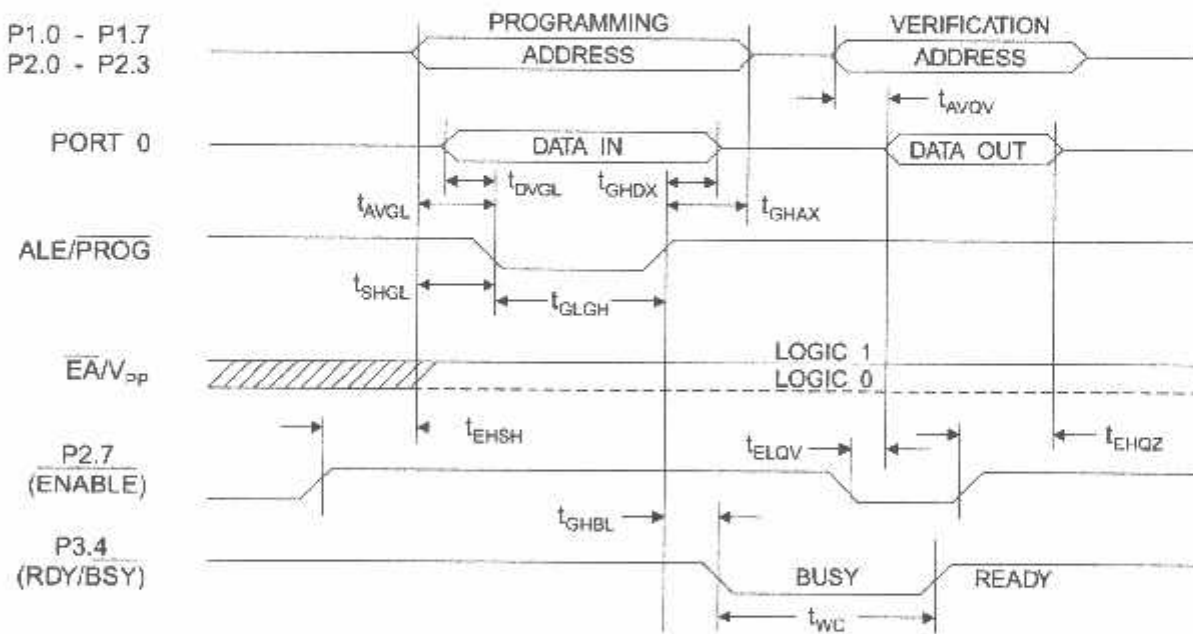
Figure 4. Verifying the Flash



### Flash Programming and Verification Waveforms - High-voltage Mode ( $V_{PP} = 12V$ )



### Flash Programming and Verification Waveforms - Low-voltage Mode ( $V_{PP} = 5V$ )



## Flash Programming and Verification Characteristics

$T = 0^{\circ}\text{C}$  to  $70^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{\text{CC}} = 5.0 \pm 10\%$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$V_{\text{PE}}^{(1)}$	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
$I_{\text{PE}}^{(1)}$	Programming Enable Current		1.0	mA
$f_{\text{CLCL}}$	Oscillator Frequency	3	24	MHz
$t_{\text{GL}}$	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{\text{CLCL}}$		
$t_{\text{HAX}}$	Address Hold after $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{\text{CLCL}}$		
$t_{\text{GL}}$	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	$48t_{\text{CLCL}}$		
$t_{\text{HDX}}$	Data Hold after $\overline{\text{PROG}}$	$48t_{\text{CLCL}}$		
$t_{\text{SH}}$	P2.7 ( $\overline{\text{ENABLE}}$ ) High to $V_{\text{PP}}$	$48t_{\text{CLCL}}$		
$t_{\text{GL}}$	$V_{\text{PP}}$ Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		$\mu\text{s}$
$t_{\text{SL}}^{(1)}$	$V_{\text{PP}}$ Hold after $\overline{\text{PROG}}$	10		$\mu\text{s}$
$t_{\text{GH}}$	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	$\mu\text{s}$
$t_{\text{QV}}$	Address to Data Valid		$48t_{\text{CLCL}}$	
$t_{\text{QV}}$	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		$48t_{\text{CLCL}}$	
$t_{\text{QZ}}$	Data Float after $\overline{\text{ENABLE}}$	0	$48t_{\text{CLCL}}$	
$t_{\text{BL}}$	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	$\mu\text{s}$
$t_{\text{C}}$	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

1: 1. Only used in 12-volt programming mode.

## Absolute Maximum Ratings\*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
Output Current	15.0 mA

\*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## Characteristics

$T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $85^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = 5.0\text{V} \pm 20\%$  (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
	Input Low-voltage	(Except $\overline{EA}$ )	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
	Input Low-voltage ( $\overline{EA}$ )		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Output Low-voltage <sup>(1)</sup> (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
	Output Low-voltage <sup>(1)</sup> (Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$ )	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
	Output High-voltage (Ports 1,2,3, ALE, $\overline{PSEN}$ )	$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$ , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -25 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -10 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
	Output High-voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}$ , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	$\mu\text{A}$
	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$ , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	$\mu\text{A}$
	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{EA}$ )	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		$\pm 10$	$\mu\text{A}$
ST	Reset Pull-down Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^\circ\text{C}$		10	pF
	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power-down Mode <sup>(2)</sup>	$V_{CC} = 6\text{V}$		100	$\mu\text{A}$
		$V_{CC} = 3\text{V}$		40	$\mu\text{A}$

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions,  $I_{OL}$  must be externally limited as follows:

Maximum  $I_{OL}$  per port pin: 10 mA

Maximum  $I_{OL}$  per 8-bit port: Port 0: 26 mA

Ports 1, 2, 3: 15 mA

Maximum total  $I_{OL}$  for all output pins: 71 mA

If  $I_{OL}$  exceeds the test condition,  $V_{OL}$  may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

2. Minimum  $V_{CC}$  for Power-down is 2V.

Characteristics

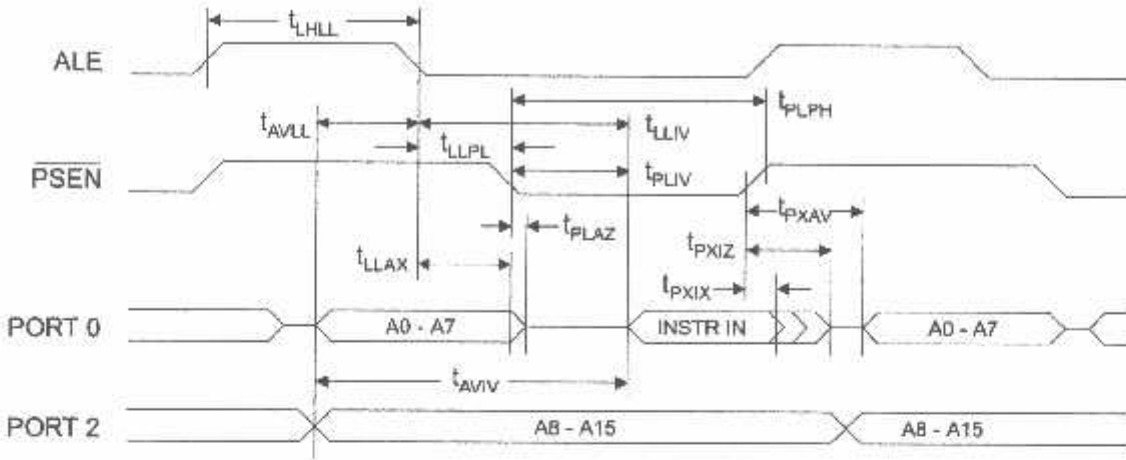
Under operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/PROG, and PSEN = 100 pF; load capacitance for all other ports = 80 pF.

Internal Program and Data Memory Characteristics

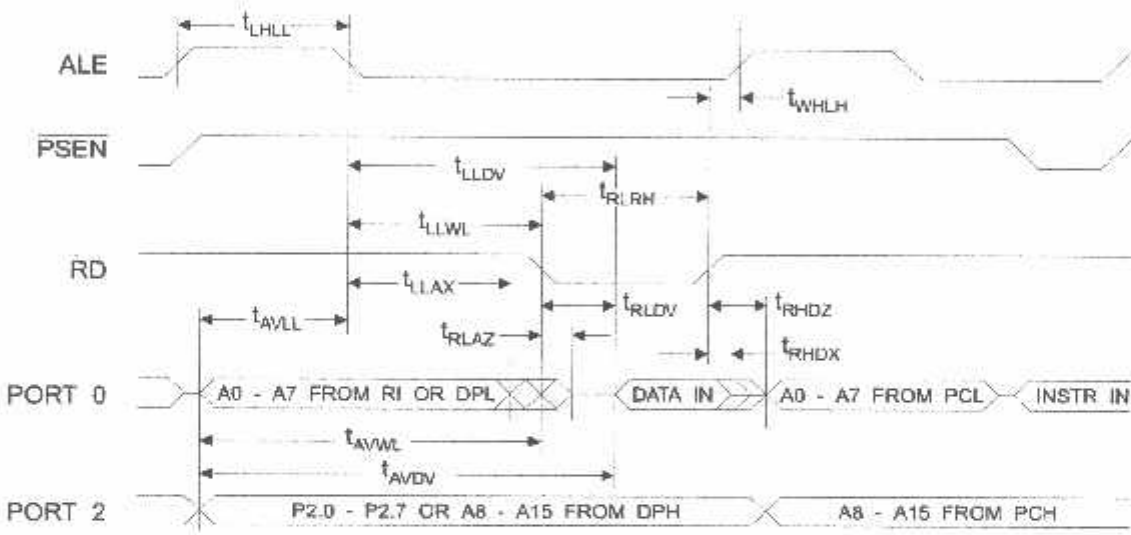
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
CLCL	Oscillator Frequency			0	24	MHz
AL	ALE Pulse Width	127		$2t_{CLCL}-40$		ns
LL	Address Valid to ALE Low	43		$t_{CLCL}-13$		ns
AX	Address Hold after ALE Low	48		$t_{CLCL}-20$		ns
AV	ALE Low to Valid Instruction In		233		$4t_{CLCL}-65$	ns
PL	ALE Low to PSEN Low	43		$t_{CLCL}-13$		ns
PH	PSEN Pulse Width	205		$3t_{CLCL}-20$		ns
PV	PSEN Low to Valid Instruction In		145		$3t_{CLCL}-45$	ns
IX	Input Instruction Hold after PSEN	0		0		ns
IZ	Input Instruction Float after PSEN		59		$t_{CLCL}-10$	ns
AV	PSEN to Address Valid	75		$t_{CLCL}-8$		ns
IV	Address to Valid Instruction In		312		$5t_{CLCL}-55$	ns
AZ	PSEN Low to Address Float		10		10	ns
RH	RD Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
WH	WR Pulse Width	400		$6t_{CLCL}-100$		ns
DV	RD Low to Valid Data In		252		$5t_{CLCL}-90$	ns
DX	Data Hold after RD	0		0		ns
DZ	Data Float after RD		97		$2t_{CLCL}-28$	ns
JV	ALE Low to Valid Data In		517		$8t_{CLCL}-150$	ns
DV	Address to Valid Data In		585		$9t_{CLCL}-165$	ns
VL	ALE Low to RD or WR Low	200	300	$3t_{CLCL}-50$	$3t_{CLCL}+50$	ns
WL	Address to RD or WR Low	203		$4t_{CLCL}-75$		ns
WX	Data Valid to WR Transition	23		$t_{CLCL}-20$		ns
WH	Data Valid to WR High	433		$7t_{CLCL}-120$		ns
QX	Data Hold after WR	33		$t_{CLCL}-20$		ns
AZ	RD Low to Address Float		0		0	ns
LH	RD or WR High to ALE High	43	123	$t_{CLCL}-20$	$t_{CLCL}+25$	ns



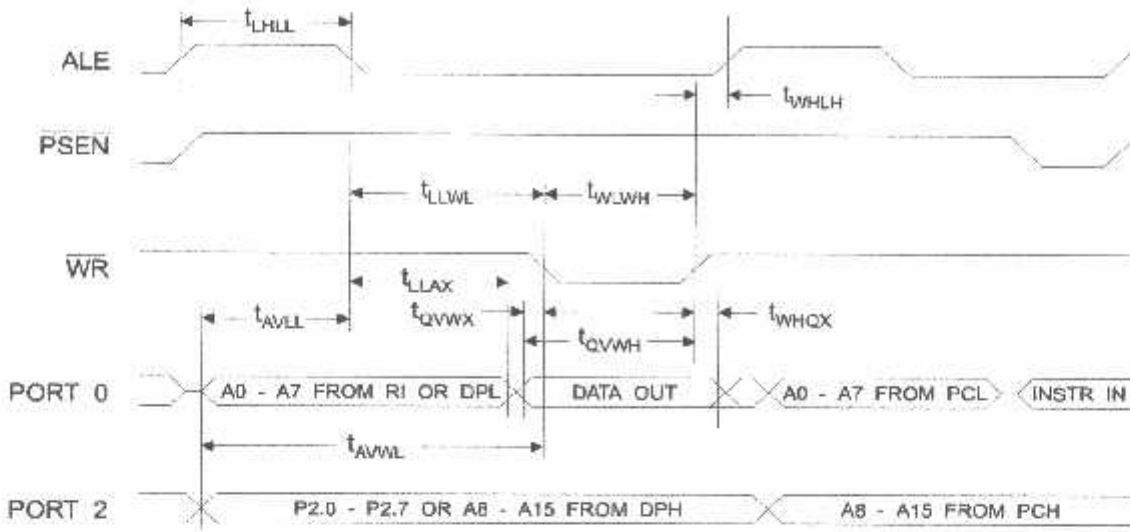
## Internal Program Memory Read Cycle



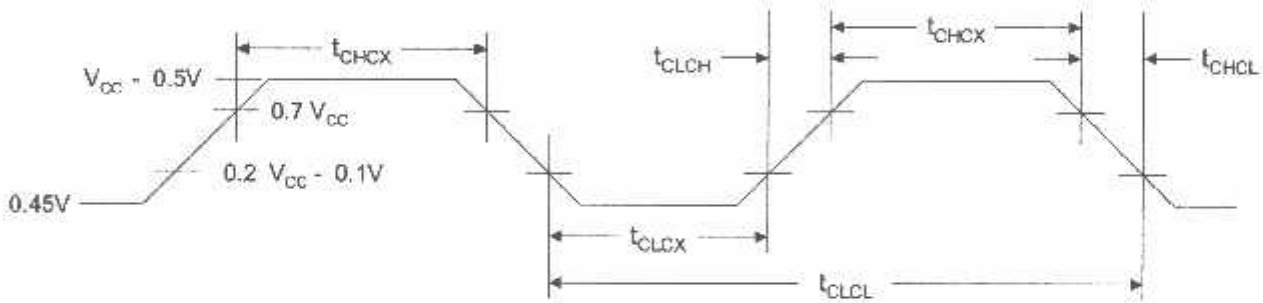
## Internal Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



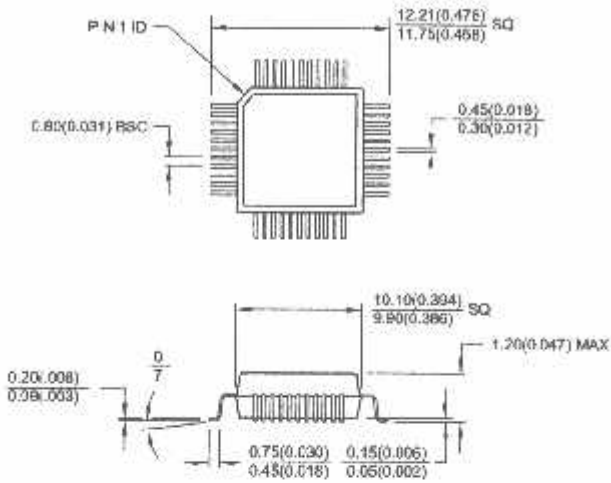
External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
CLCL	Oscillator Frequency	0	24	MHz
CL	Clock Period	41.6		ns
CHX	High Time	15		ns
CLX	Low Time	15		ns
CH	Rise Time		20	ns
CL	Fall Time		20	ns



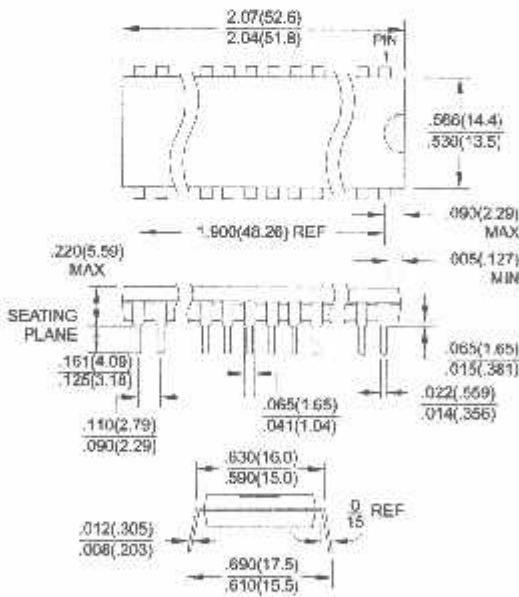
## Packaging Information

**44A, 44-lead, Thin (1.0 mm) Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)**  
 Dimensions in Millimeters and (Inches)\*  
 JEDEC STANDARD MS-026 ACB

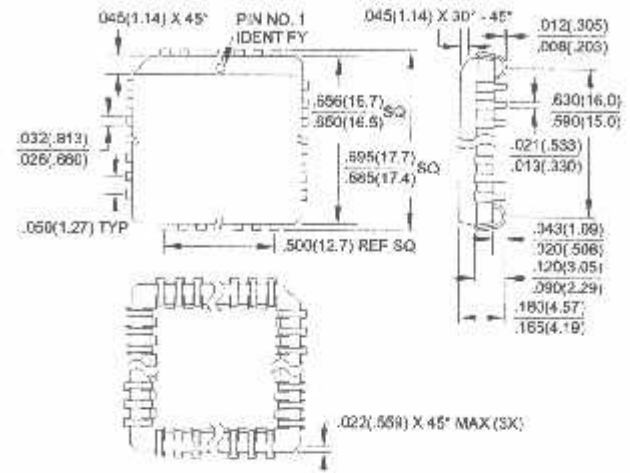


Controlling dimension: millimeters

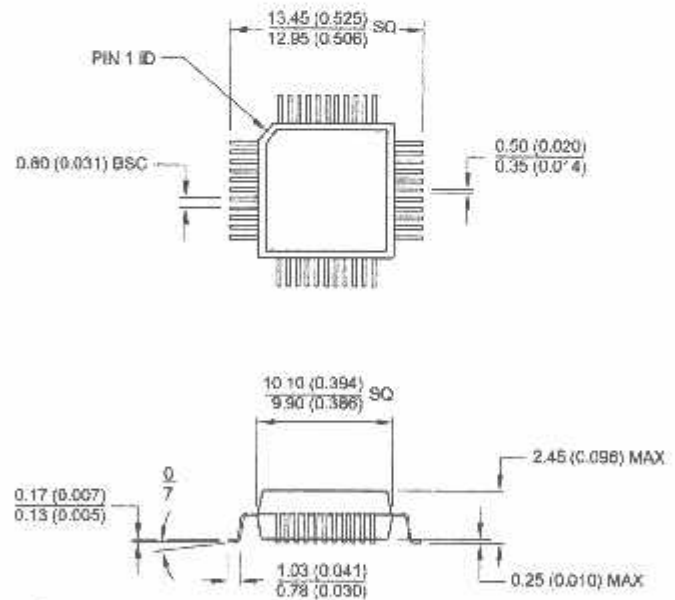
**40P6, 40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)**  
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



**44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)**  
 Dimensions in Inches and (Millimeters)  
 JEDEC STANDARD MS-018 AC



**44Q, 44-lead, Plastic Quad Flat Package (PQFP)**  
 Dimensions in Millimeters and (Inches)\*  
 JEDEC STANDARD MS-022 AB



Controlling dimension: millimeters



## Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	5V ±20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-12JC	44J	
		AT89C51-12PC	40P6	
		AT89C51-12QC	44Q	
		AT89C51-12AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-12JI	44J	
		AT89C51-12PI	40P6	
		AT89C51-12QI	44Q	
16	5V ±20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-16JC	44J	
		AT89C51-16PC	40P6	
		AT89C51-16QC	44Q	
		AT89C51-16AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-16JI	44J	
		AT89C51-16PI	40P6	
		AT89C51-16QI	44Q	
20	5V ±20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-20JC	44J	
		AT89C51-20PC	40P6	
		AT89C51-20QC	44Q	
		AT89C51-20AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-20JI	44J	
		AT89C51-20PI	40P6	
		AT89C51-20QI	44Q	
24	5V ±20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89C51-24JC	44J	
		AT89C51-24PC	40P6	
		AT89C51-24QC	44Q	
		AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89C51-24JI	44J	
		AT89C51-24PI	40P6	
		AT89C51-24QI	44Q	

### Package Type

<b>A</b>	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
<b>J</b>	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
<b>P6</b>	40-lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
<b>Q</b>	44-lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

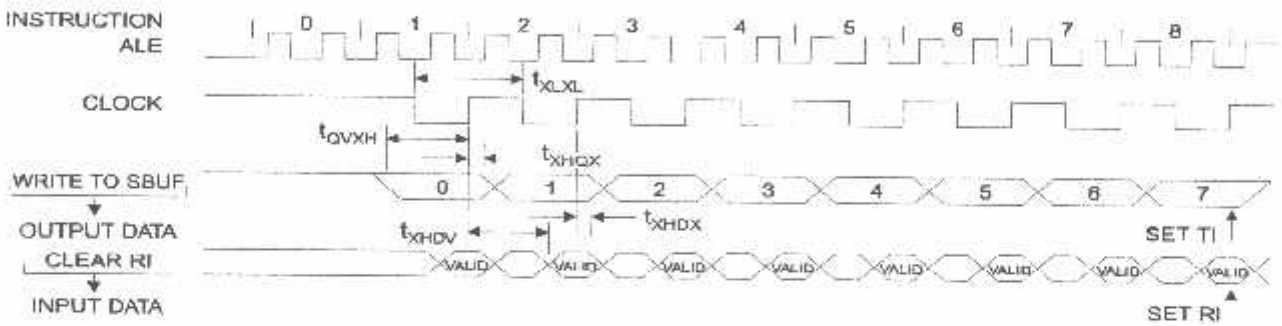


## Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

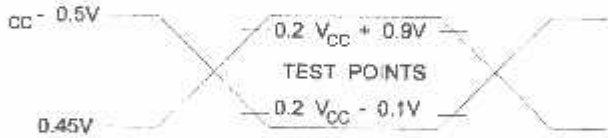
$V_{CC} = 5.0\text{ V} \pm 20\%$ ; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
$t_{CL}$	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		$\mu\text{s}$
$t_{OVXH}$	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL} - 133$		ns
$t_{OHX}$	Output Data Hold after Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL} - 117$		ns
$t_{IDX}$	Input Data Hold after Clock Rising Edge	0		0		ns
$t_{IDV}$	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL} - 133$	ns

## Shift Register Mode Timing Waveforms



## Testing Input/Output Waveforms<sup>(1)</sup>



1. AC Inputs during testing are driven at  $V_{CC} - 0.5\text{V}$  for a logic 1 and  $0.45\text{V}$  for a logic 0. Timing measurements are made at  $V_{IH}$  min. for a logic 1 and  $V_{IL}$  max. for a logic 0.

## Float Waveforms<sup>(1)</sup>



- Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change from the loaded  $V_{OH}/V_{OL}$  level occurs.



# SKRIPSI

## PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT KAMERA UNTUK MENAMPILKAN GAMBAR BAGIAN DALAM PIPA



Disusun Oleh:

NAMA : ZULRAMADHANIE

NIM : 0412276



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2009

---