

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM INVENTORY
BARANG YANG DIINTERFACEKAN KE PC BERBASIS
CPLD MENGGUNAKAN XS95 BOARD V1.3**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Elektronika**

**Disusun Oleh :
ANDIK YULIANTO
0017153**



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA
OKTOBER 2005**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM INVENTORY BARANG YANG DIINTERFACEKAN KE PC BERBASIS CPLD MENGGUNAKAN XS95 BOARD V1.3

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

Disusun Oleh :

Nama : ANDIK YULIANTO
N I M : 0017153
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika



Diperiksa dan disetujui
Dosen pembimbing

[Signature]
(Joseph Dedy Irawan, ST, MT)
NIP. P. 1030100365

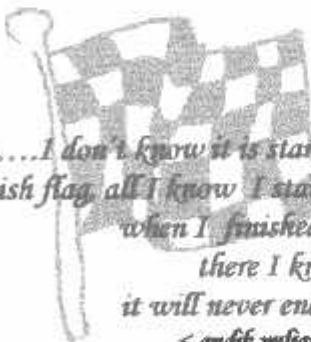
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
OKTOBER 2005

GREENFORK V1.0

AN ANDI YULIANTO's final project entitled "PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM INVENTORY BARANG YANG DILAKUKAN KE PT BERGASIS IPAL MELAKUAKAN X995 BOARD V1.3" script ANDI YULIANTO made by DENAWAN SOEKARTI develop by ANDI YULIANTO forklift mechanic ANDI YULIANTO of software ANDI YULIANTO x995 software ANDI YULIANTO counsellor JOSEPH DEBY DENAWAN 1st examiner YUDI LIMPHAPTORO 2nd examiner CAMYO CRYSDIAN Finance 3rd assistance ITN ELECTRONICS LAB. CREW components BICZET, HAFNUD, CAJAYANA ELECTRONICS



GREENFORK V1.0 created by ANDI YULIANTO
COPYRIGHT 2005
Email : andy0_81@yahoo.com
All rights reserved



*Learn....I don't know it is start or
finish flag, all I know I start it
when I finished...
there I know
it will never end...
< andik yulianto >*

Alhamdulillah

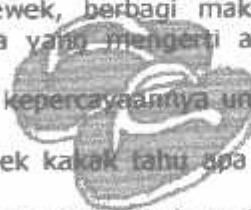
Keberhasilan penulis adalah semata-mata berkat hidayah Allah SWT sang pencipta dan tuntunan Nabi Muhammad SAW serta orang-orang yang paling berpengaruh dalam kurun waktu 5 tahun kuliah, semoga kciiklasannya mengukir hidup penulis dapat bertahan hingga akhir nanti, sebab belum tentu penulis bisa sekolah lagi...

#Academic

- Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono,MT atas kebijaksanaan dan bantuan yang diberikan kepada penulis secara langsung maupun tidak langsung.
- Bapak Joseph Dedy Irawan,ST,MT, atas bimbingannya, ilmu SQL dan Delphi yang begitu berarti buat penulis.
- Bapak Katno maaf saya belum tahu nama lengkap bapak. Terima kasih atas pekerjaannya, lumayan untuk skripsi. Terima kasih pula untuk ilmu akuntansinya.
- Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT untuk ilmu logika dan digitalnya.
- Alm. Bapak Soetikno untuk ilmu VHDL, dan wejangan semangatnya agar menguasai teknologi apapun.
- Bapak J Komang Somawirata,ST, untuk ilmu mikrokontroler dan kelancaran PKN.
- Ibu Ir. Mimien Mustikawati untuk kenuidahan akademik.
- Ibu Puji untuk kesabarannya dan kelancaran administrasi.
- Mbak Fla untuk cemberutnya.

#Family and Stepfamily

- Bapak Sono atas dedikasinya dengan sabar bekerja di jalur yang benar, terima kasih atas ajaran hidup dengan penuh perjuangan, serta panutan hidup yang begitu berarti.
- Ibu Lasiyem atas tempat tumbuh dan besar, tidak ada yang bisa menggantikan air susu yang telah menghidupkan aku hingga kini.
- Adik Liya untuk masakan yang selalu merindukan, serta berbagi selimut dikala kakak tidak punya tempat tidur.
- Adik Triyo sebagai kontrol agar kakak tidak nakal, n' pinjeman duitnya.
- Abah Sidik Pramono, yang telah bersedia menjadi bapak kedua. Terima kasih atas nasihat yang tak pernah kunjung surut.
- Umi Sidik, ibu kedua, terima kasih atas makan dan rumah keduanya
- Kakak "cute" Arlina yang paling manis, terima kasih atas kepercayaannya dan dengan tulus menganggapku sebagai adek.
- "The one n the only" sodaraku Irawan, terima kasih untuk semuanya, terima kasih untuk berbagi cerita, berbagi cewek, berbagi makan, berbagi sedih n senang, kamulah satu-satunya yang mengerti aku. *There's no one like us.Ga' kapraahh....!!*
- Keluarga besar Bapak Maruto, terima kasih atas kepercayaannya untuk menjaga kedua putri yang menakjubkan.
- Adek Sukma atas hidup yang indah, dengan adek kakak tahu apa itu menyayangi.
- Adek Apit atas kesediaannya mengisi angan-angan hati kakak, terima kasih untuk warna hidupnya dan senyum yang indah.



#Historical Order

- Vinta , terima kasih banyak untuk 'perhatian' dan 'sayangnya' selama ini. Seandainya... kita bisa.
- Diana, musuh besar, untuk semuanya, terima kasih udah nemenin selama skripsi, untuk tempat curhat, marah, dan sebagainya. Kapan ya kita bisa akur...??
- Cahyan untuk warna hidup, yang membuat aku sedikit lebih "berani". Buktikan kalo memang kamu yang terbaik.
- Teman-teman di PaPaGaBe, buat Wewit"tompel" makasih untuk temen cerita 'n belajar bahasa inggris, Lola untuk tak abis-abisnya bikin ike ketawa, mbah Ardian, Susi, Yudi"P-men", Endri"empluk", Dani, Adi, Agus"kenthii" akhirnya kita selesai juga, Yazid"pheroood", David temen nyanyi, Hernawan, Rahmat"kemoy", Miftaki"Brodin", Aris"undergrounder" sorry banget udah ngilangin datamu, Dicky, Obi, bang Hendri"um" untuk ilmu motornya.
- Cewek-cewek di PaPaGaCe, buat Indah"inong" untuk konsultasi kerjaannya, Lilia untuk support yang ga pernah henti, Mama Fifteen untuk selalu 'miss u - miss-u an', Wardah thauks untuk informasi pekerjaannya, buat Indah "indul", Ivel, Ifa"loud", Vun"gondrong", Rossi untuk kenalannya, Cheky, Emil, Kyristin, yang aku ga kenal atau kelewatkan ngetik....

#Technical

- Zainal "Dedoy" Abidin, untuk temen begadang n sharing, makasih untuk downloadernya.
- Irawan "Gondrong", terima kasih untuk tidak ngantuk sebelum aku ngantuk, dan terima kasih menyelamatkan nyawaku di Payung, maaf ga bisa ganti slebormu. Makasih juga untuk driver motornya.
- Nanang "Sleepy", terima kasih untuk ilmu jaringan dan internetnya, jangan lupa ajarin bikin radio paket, makasih juga buat mikrokontrolernya.
- Novan, terima kasih udah 'ninggal' aku, terima kasih juga tumpangannya udah nganterin aku kemana-mana.
- Yusup "tenyom", terima kasih atas semangat dan sarannya agar tidak menembak burung pake moriam.
- Ending "never end", ayo bareng keluar ITN.
- Yogi, rotinya jangan sampe gasong, akhirnya kita bisa.
- Pepi cantik, makasih komputer dan printernya, kalo ga ada itu aku ga bisa download.
- Mas Gentong terima kasih udah minjemin osiloskop.
- Rahmat (Industri 2001)+ceweknys, makasih banget buat dorong motorku waktu kehabisan benzin.
- Sundoro, makasih pinjeman HP-nya juga untuk printernya.
- Semua Crew Lab Elektronika Malang, Mbak Tammy, Kris, Guntur, Andrew, PiePie ayo, Luppy, Dian, Sulis, thanks rek.
- S 3019 AG , makasih udah nganterin kemana-mana.
- Gajayana elektronik, Digizer, Hafindo untuk persediaan komponennya.



#Partner

- Syaiful Ridhoest, Fahriz Quri makasih nih ngutep bantunya, Luke "Joyek" kerjanya klo itu pulang kerang, Ahmad Rezauddin, makasih buat informasi akademiknya.
- Yoko, I Gede Willardha a Ira', Kaka, Ngak 'n the goek, makasih buat supportnya.
- Semua teman teman teknik ST dan elektronika yang hadir di 8 Oktober 2005.

ABSTRAK

Yulianto, Andik. 2005 *Perencanaan dan Pembuatan Sistem Inventory Barang yang Di Interfacekan Ke PC Berbasis CPLD Menggunakan XS95 Board V1.3.* Skripsi Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Elektronika Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing: Joseph Dedy Irawan ST, MT.

Kata Kunci : Inventory barang, VHDL, CPLD, XS95 Board, PC, Delphi

Masih konvensionalnya sistem pemindahan dan inventarisasi barang pada industri menyebabkan ketidakteraturan, dan ketidakefisienan waktu serta biaya. Kebutuhan manusia akan kemudahan dan keamanan kerja mengharuskan mereka untuk memanfaatkan teknologi yang ada untuk kinerja yang lebih baik.

Dengan memaksimalkan teknologi VHDL dibuatlah sistem pemindahan dan inventarisasi barang produksi di suatu industri yang otomatis. Implementasi teknologi menggunakan XS95 BOARD V1.3. IC PLD yang digunakan adalah XC95108PC84 buatan Xilinx Inc. yang akan dikonfigurasi sehingga dapat merepresentasikan sistem.

Mobil pemindah (forklift) berjalan mengikuti track berupa garis hitam dan putih yang dibuat sesuai rute perjalanan yang menghubungkan antara sumber barang yang harus diambil dengan tujuan tempat peletakan barang. Agar dapat mengikuti track digunakan sensor LED infra merah dan photodioda.

Inventarisasi barang dapat dilakukan dengan bantuan PC yang programnya ditulis dengan Delphi, yang bertugas memeriksa barang yang dibawa forklift terjatuh atau tidak, serta dengan operasi database sederhana dapat dihitung banyaknya barang di tiap titik tujuan.

Komunikasi antara mobil pemindah dengan PC digunakan sistem komunikasi radio frekuensi dan DTMF (Dual Tone Multiple Frequency) serta sedikit bantuan mikrokontroler.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM INVENTORY BARANG YANG DIINTERFACEKAN KE PC BERBASIS CPLD MENGGUNAKAN XS95 BOARD V1.3

Pembuatan tugas akhir ini disusun guna memenuhi syarat akhir kelulusan pendidikan jenjang Strata-1 di Institut Teknologi Nasional Malang. Laporan tugas akhir ini merupakan tanggung jawab tertulis atas ilmu pengetahuan yang didapat selama penyusun mengikuti kuliah.

Atas selesainya tugas akhir ini, penyusun mengucapkan ucapan terimakasih kepada :

- Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Malang.
- Bapak Joseph Dedy Irawan, ST, MT, selaku dosen pembimbing.
- Rekan-rekan seperjuangan yang selalu mendukungku.
- Rekan-rekan instruktur Laboratorium Elektronika ITN Malang.
- Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

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

Akhir kata, penyusun 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 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
 BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 VHDL.....	4
2.1.1 Kelebihan VHDL.....	5
2.1.2 Prosedur Perancangan Dengan VHDL	7
2.2. XS95 Board V1.3	7
2.2.1 IC CPLD XC95108-PC84	8
2.2.2 DS1075Z100 - 100 MHz Osilator.....	9
2.2.3 Mikrokontroller 8031.....	9
2.2.4 SRAM	10
2.2.5 Seven Segment.....	10
2.2.6 Konektor VGA/Monitor	10
2.2.7 Konektor PS/2	10
2.2.8 Konektor PC Paralel Port.....	10
2.3. Pengendali Arah Putaran Motor DC	11
2.3.1 Teori Dasar Motor DC.....	11
2.3.3. Pengendalian Arah Putaran Motor DC	15
2.4. Dioda Infra Merah.....	15
2.5. Photodioda.....	16
2.6 Light Dependent Resistor	18

2.7 DTMF (Dual Tone Multiple Frequency).....	19
2.8 Mikrokontroler AT89C51	20
2.8.1 Pendahuluan.....	20
2.8.2 Perangkat keras mikrokontroler AT89C51	21
2.8.3 Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroler AT89C51.....	22
2.8.4 Organisasi Memory.....	25
2.8.5 SFR (Special Function Register)	26
2.8.6 Sistem Interupsi	28
2.8.7 Antarmuka Serial AT89C51	30
2.8.7.1 Register Port Serial	31
2.9 Komunikasi Port Serial Komputer	34
2.9.1 Peralatan komunikasi serial	35
2.9.2 Alamat Port Serial.....	36
2.8.3 Konverter Logika RS-232.....	36
2.10 Analog to Digital Converter	37
2.10.1 ADC0804.....	37
2.11 IC NE555.....	38
2.11.1 IC NE 555 Sebagai Multivibrator Astabil	39
 BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT.....	40
3.1 Perancangan Perangkat Keras (Hardware).....	41
3.1.1 Sensor Keberadaaan Barang (Sumber).....	41
3.1.2 Sensor Warna.....	42
3.1.3 Rangkaian Analog to Digital Converter (ADC)	44
3.1.4 DTMF Encoder.....	45
3.1.5 DTMF Decoder.....	46
3.1.6 Penguat Audio LM386.....	48
3.1.7 Minimum Sistem Mikrokontroler AT89C51	49
3.1.8 Level Converter RS232	50
3.1.9 Sensor Infra Merah (Sensor <i>Trackline</i>)	50
3.1.10 Limit Switch	52
3.1.11 Driver Motor DC	53

3.1.12 Rangkaian Delay.....	55
3.2. Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	57
3.2.1. Perangkat Lunak pada Mikrokontroler.....	57
3.2.1.1 Inisialisasi.....	59
3.2.1.2 Pendeteksian logika limit switch.....	61
3.2.1.3 Mengirim dan menerima data dari/ke PC lewat port serial.....	61
3.2.1.4 Mengirim dan Menerima Data Melalui DTMF.....	62
3.2.2. Perangkat Lunak pada PC.....	63
3.2.2.1 Inisialisasi.....	67
3.2.2.2 Menerima dan Mengirim Data Melalui Port Serial.....	67
3.2.3. Perangkat Lunak pada XC95108 – 20 – PC84	69
3.2.3.1 Rutin Menerima Data DTMF	70
3.2.3.2 Rutin Mengirim Data Melalui DTMF	71
3.2.3.3 Rutin Untuk Penggerak Arah Motor DC.....	72
 BAB IV PENGUJIAN ALAT.....	73
4.1. Pengujian Perangkat Keras.....	73
4.1.1 Pengujian Rangkaian Sensor Warna LDR.....	74
4.1.2 Pengujian Rangkaian ADC 0804.....	76
4.1.3 Pengujian Rangkaian DTMF Encoder.....	79
4.1.4 Pengujian Rangkaian DTMF Decoder.....	81
4.1.5 Pengujian Rangkaian Penguat Audio	84
4.1.5 Pengujian Rangkaian Sensor Infra Merah	85
4.1.7 Pengujian Rangkaian Driver Motor.....	91
4.1.8 Pengujian Rangkaian Delay	94
4.1.9 Pengujian Rangkaian Level Converter RS232	96
4.2 Pengujian Perangkat Lunak.....	98
4.2.1 Pengujian Perangkat Lunak Pada XS95 Board.....	98
4.2.2 Pengujian Perangkat lunak Pada PC dan Pada Mikrokontroler.....	99
4.2.2.1 Pengujian Program Mode Setup.....	99
4.2.2.2 Pengujian Pada Mode Online.....	100

BAB V PENUTUP	102
5.1. Kesimpulan.....	102
5.2. Saran.....	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Portability VHDL	6
Gambar 2.2 XS95 Board V1.3	8
Gambar 2.3 Kaidah Tangan Kiri	11
Gambar 2.4 Konduktor Berarus Listrik Dalam Medan Magnet.....	11
Gambar 2.5 Bergeraknya Sebuah Motor.....	13
Gambar 2.6 Kaidah Tangan Kanan Untuk Motor	13
Gambar 2.7 Konstruksi Dasar Motor DC.....	14
Gambar 2.8 Arah Putaran Motor DC	15
Gambar 2.9 Spektrum Cahaya dan Respon Mata Manusia.....	16
Gambar 2.10 Dioda Infra Merah	16
Gambar 2.11 Struktur Photodioda.....	17
Gambar 2.12 Diagram Pita Konduksi Photodioda	17
Gambar 2.13 Photodioda	18
Gambar 2.14 Kombinasi nada DTMF	19
Gambar 2.15 IC-JC DTMF buatan Mitel	20
Gambar 2.16 Blok Diagram Mikrokontroler AT89C51.....	22
Gambar 2.17 Konfigurasi Pin-Pin AT89C51	23
Gambar 2.18 Osilator Eksternal AT89C51	25
Gambar 2.19 Konektor DB9 dan DB25	35
Gambar 2.20 Diagram Pin MAX 232	36
Gambar 2.21 Rangkaian ADC0804 Pada Mode <i>FreeRunning</i>	38
Gambar 2.22 Konfigurasi Dasar Multivibrator Astabil.....	39
Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem	41
Gambar 3.2 Sensor Keberadaan Sumber.....	42
Gambar 3.3 Sensor Warna.....	44
Gambar 3.4 Rangkaian ADC	45
Gambar 3.4 DTMF Encoder.....	46
Gambar 3.5 DTMF Decoder	48
Gambar 3.6 Penguat Audio LM386	48
Gambar 3.7 Minimum Sistem AT89C51	49
Gambar 3.8 Level Converter RS232	50

Gambar 3.9 Sensor Inframerah	51
Gambar 3.10 Rangkaian limit switch	52
Gambar 3.11 Driver Motor DC	54
Gambar 3.12 Rangkaian Delay 555	56
Gambar 3.13 Diagram Alir Kerja Sistem Pada Mikrokontroler	59
Gambar 3.14 Diagram Alir Menerima Data DTMF Secara Umum.....	62
Gambar 3.15 Diagram Alir Mengirim Data DTMF Secara Umum	63
Gambar 3.16 Form Setup Barang.....	64
Gambar 3.17 Diagram Alir Kerja Sistem Pada PC Mode Setup.....	64
Gambar 3.18 Form Mode Setup Gudang	65
Gambar 3.19 Diagram Alir Kerja Sistem Pada PC Mode Online	66
Gambar 3.20 Form Mode Online	66
Gambar 3.21 Pengaturan Baudrate dan DeviceName VaComm	67
Gambar 3.22 Diagram Alir Kerja Sistem Pada Mobil Pengangkut Barang.....	70
Gambar 3.23 Diagram Alir Mengirim DTMF.....	71
Gambar 3.24 Diagram Alir Penggerak Motor DC	72
Gambar 4.1 Metode Pengujian Sensor Warna LDR	74
Gambar 4.2 Rangkaian Pengujian Sensor Warna LDR	75
Gambar 4.3 Metode Pengujian Rangkaian ADC	76
Gambar 4.4 Rangkaian Pengujian Rangkaian ADC	77
Gambar 4.5 Metode Pengujian Rangkaian DTMF Encoder	79
Gambar 4.6 Rangkaian Pengujian DTMF Encoder.....	80
Gambar 4.7 Metode Pengujian DTMF Decoder	82
Gambar 4.8 Rangkaian Pengujian DTMF Decoder	82
Gambar 4.9 Metode Pengujian Rangkaian Penguat Audio.....	84
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Rangkaian Penguat Audio.....	85
Gambar 4.11 Rangkaian Pengujian Sensor Infra Merah.....	86
Gambar 4.12 Metode Pengujian Rangkaian Sensor Infra Merah.....	87
Gambar 4.13 Pengujian Rangkaian Limit Switch.....	90
Gambar 4.14 Pengujian Rangkaian Limit Switch.....	90
Gambar 4.15 Metode Pengujian Rangkaian Driver Motor DC.....	92
Gambar 4.16 Rangkaian Pengujian Driver Motor.....	92

Gambar 4.17 Metode Pengujian Rangkaian Delay	94
Gambar 4.18 Pengujian Rangkaian Delay	95
Gambar 4.19 Metode Pengujian Level Converter.....	96
Gambar 4.20 Rangkaian Pengujian Level Converter.....	97
Gambar 4.21 Hasil Pengujian Level Converter.....	98
Gambar 4.22 Metode Pengujian Perangkat Lunak PC Mode Setup	99
Gambar 4.23 Pengambilan Data Warna Pada Mode Setup.....	100
Gambar 4.24 Pendekripsi Warna Barang Pada Mode Online.....	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Pada Port 3.....	24
Tabel 2.2 Special Function Register.....	27
Tabel 2.3 Alamat Sumber Interupsi	29
Tabel 2.4 Daftar Pin DB9 dan DB25 Beserta Nama Sinyal.....	35
Tabel 2.5 Alamat Port Serial dan IRQ	36
Tabel 3.1 Tabel Kebenaran IC L298N	55
Tabel 3.2 Format Data Komunikasi PC dan Mikrokontroler beserta fungsinya..	57
Tabel 3.3 Format Data DTMF Encoder dan Fungsinya.....	71
Tabel 3.4 Format Data DTMF Decoder dan Fungsinya.....	71
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Warna LDR.....	75
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Rangkaian ADC	77
Tabel 4.3 Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran Rangkaian ADC	78
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rangkaian DTMF Encoder.....	80
Tabel 4.5 Hasil Pengujian DTMF Decoder.....	83
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Rangkaian Penguat Audio	85
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Tegangan Pada Garis Lintasan Putih.....	87
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Tegangan Pada Garis Lintasan Hitam	87
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Arus Pada Garis Lintasan Putih	87
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Arus Pada Garis Lintasan Hitam	88
Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan Tegangan Pada Garis Lintasan Putih.....	89
Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan Tegangan Pada Garis Lintasan Hitam.....	89
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Rangkaian Limit Switch	91
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Motor.....	93
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Rangkaian Delay	95

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan tuntutan teknologi yang semakin maju, serta kebutuhan manusia akan kemudahan, keamanan serta keefisienan kerja diseluruh bidang, sistem otomatisasi dalam bidang industri tak lepas dari keadaan ini. Seperti halnya pada sistem pemindahan barang pada industri pergudangan menjadi sorotan tersendiri, dimana sekarang ini masih banyak industri yang masih menggunakan cara-cara konvensional untuk memindah barang ke gudang tempat penyimpanan. Cara tersebut salah satunya adalah dengan menggunakan truk *forklift* yang dioperasikan secara langsung oleh manusia. Jelas hal ini merupakan sesuatu yang tidak efisien, baik dari segi waktu maupun serta finansial.

Berangkat dari permasalahan tersebut maka dibuatlah sistem pemindahan barang yang bekerja secara otomatis dan kontinyu. Dimana truk *forklift* sebagai pemindah barang tidak lagi dioperasikan secara langsung oleh manusia / operator, melainkan akan bekerja secara otomatis begitu ada barang di terminal. Mobil pemindah barang akan bergerak menuju tempat tibanya barang, mengambilnya, kemudian mengidentifikasi barang menurut warnanya dan membawanya menuju gudang yang telah ditentukan sesuai warnanya melalui suatu rute perjalanan (*track*) yang telah ditentukan pula. Semua kegiatan pengiriman barang serta database masuknya barang dapat dipantau dan diolah oleh

Personal Computer (PC). Dengan itu masalah ketepatan lokasi pencetakan barang yang sering terabaikan, yang menimbulkan ketidakteraturan susunan penempatan barang sehingga kuantitas barang hasil produksi yang tersimpan di gudang jauh dibawah kapasitas gudang dapat diatasi. Dan dengan sendirinya keefisienan kerja akan tercipta.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem pemindah barang secara otomatis dengan menggunakan teknologi VHDL.
2. Bagaimana merancang sebuah robot pemindah yang dapat menelusuri jalur yang telah ditetapkan, membedakan barang dari warnanya, mengambil barang serta mengirim barang ke tempat tertentu sesuai warnanya.
3. Bagaimana merancang software untuk PC sebagai media control sekaligus pemantau mobil pengangkut barang serta pengolah database jumlah barang digudang.

1.3 Tujuan

Tujuan dari perencanaan ini adalah :

1. Mempelajari teknik aplikasi teknologi VHDL dengan menggunakan XS95 Board V1.3.
2. Merencanakan suatu sistem yang dapat mengatasi permasalahan pemindahan barang yang berlangsung secara kontinyu yang dipantau oleh PC menggunakan teknologi VHDL dan mikrokontroler.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak meluas, maka perlu adanya batasan masalah. Adapaun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Sistem yang dibuat adalah sebatas simulasi yang diserupakan dengan keadaan sebenarnya dilapangan.
2. Pengendali sistem digunakan XS95 Board V1.3, mikrokontroler AT89C51 dan PC dengan perangkat lunak yang dirancang dengan Delphi.
3. Barang yang dipindahkan memiliki spesifikasi khusus yang sudah ditentukan dalam hal ini dibedakan atas warnanya.
4. Tidak membahas mengenai mekanik alat pemindah termasuk skala perbandingan dengan mobil pemindah barang yang sebenarnya.
5. Tidak membahas catu daya yang dipakai.
6. Tidak membahas mengenai sistem komunikasi data antara mobil pemindah barang dengan PC (pemanclar dan penerima FM).

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 VHDL

VHDL (*Very High Speed Integrated circuit Hardware Description Language*). *Hardware Description Language* dipakai untuk menggambarkan perangkat keras untuk tujuan simulasi, pemodelan, test perancangan dan dokumentasi dari suatu sistem digital. Bahasa ini merupakan format yang kompleks dan mencukupi untuk merepresentasikan fungsi dan detail hubungan dalam suatu sistem digital. Beberapa HDL terdiri dari sumber yang sederhana dan notasi yang dapat menggantikan diagram skematik dari suatu rangkaian digital, sementara HDL ini bisa berupa program simulasi yang bisa digunakan untuk verifikasi, desain atau untuk membentuk perangkat keras secara otomatis. HDL memiliki aturan-aturan tersendiri seperti sistematika program sampai dengan *syntax* yang digunakan. Teknologi ini terbagi berdasarkan jumlah *gate* yang ada, yaitu :

< 500 gate	PLD (<i>Programmable Logic Device</i>).
> 500 dan < 5000 gate	CPLD (<i>Complex Programmable Logic Device</i>).
> 5000 dan 10.000 gate	FPGA (<i>Field Programmable Gate Array</i>).
> 10.000 dan 20.000 gate	ASIC (<i>Application Specific Integrated Circuit</i>).

Departemen pertahanan Amerika Serikat pada musim panas pada tahun 1981 mensponsori *workshop* untuk HDL di Wood Hole. Pada 1983 departemen

menetapkan bahasa standard VHDL (*VHSIC Hardware Description Language*), berdasarkan rekomendasi dari *workshop* di Wood Hole tersebut. Ditahun 1986, VHDL diajukan sebagai standard IEEE. Setelah melalui berbagai revisi, VHDL disetujui sebagai standard IEEE 1076 pada bulan Desember 1987. Tahun 1988, Milsted 454 meminta agar semua ASIC (*Aplication Specific Circuit Integreted*) dideskripsikan dalam VHDL, sehingga pada tahun 1993, IEEE 1076 diperbaharui menjadi IEEE 1164. IEEE 1076.3 menjadi standard sintesa VHDL.

2.1.1 Kelebihan VHDL

Setiap teknisi didalam industri elektronika sudah seharusnya mempelajari HDL untuk bisa berkompetisi dengan yang lain. Dengan VHDL, dapat dibuat ribuan gerbang yang mana membutuhkan waktu berbulan-bulan bila mendesain menggunakan skema atau persamaan Boolean. Kelebihan-kelebihan VHDL adalah sebagai berikut :

- a. Lebih efisien.

VHDL merupakan bahasa yang dapat menulis kode deskripsi dengan efisiensi untuk kontrol logika yang kompleks. VHDL dapat menggunakan berbagai pustaka desain (*Design Libraries*) yang dapat digunakan baik untuk desain maupun simulasi.

- b. Desain bisa dibuat tanpa harus memilih perangkat keras terlebih dahulu.

VHDL memungkinkan untuk mendesain alat tanpa harus memilih terlebih dahulu pada alat apa desain tersebut diimplementasikan. Dengan demikian, waktu yang ada bisa dikonsentrasi pada desainnya. VHDL juga mengijinkan untuk menggunakan berbagai macam deskripsi desain.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 VHDL

VHDL (*Very High Speed Integrated circuit Hardware Description Language*). *Hardware Description Language* dipakai untuk menggambarkan perangkat keras untuk tujuan simulasi, pemodelan, test perancangan dan dokumentasi dari suatu sistem digital. Bahasa ini merupakan format yang kompleks dan mencukupi untuk merepresentasikan fungsi dan detail hubungan dalam suatu sistem digital. Beberapa HDL terdiri dari sumber yang sederhana dan notasi yang dapat menggantikan diagram skematik dari suatu rangkaian digital, sementara HDL ini bisa berupa program simulasi yang bisa digunakan untuk verifikasi, desain atau untuk membentuk perangkat keras secara otomatis. HDL memiliki aturan aturan tersendiri seperti sistematika program sampai dengan *syntax* yang digunakan. Teknologi ini terbagi berdasarkan jumlah *gate* yang ada, yaitu :

< 500 gate	PLD (<i>Programmable Logic Device</i>).
> 500 dan < 5000 gate	CPLD (<i>Complex Programmable Logic Device</i>).
> 5000 dan 10.000 gate	FPGA (<i>Field Programmable Gate Array</i>).
> 10.000 dan 20.000 gate	ASIC (<i>Application Specific Integrated Circuit</i>).

Departemen pertahanan Amerika Serikat pada musim panas pada tahun 1981 mensponsori *workshop* untuk HDL di Wood Hole. Pada 1983 departemen

menetapkan bahasa standard VHDL (*VHSIC Hardware Description Language*), berdasarkan rekomendasi dari *workshop* di Wood Hole tersebut. Ditahun 1986, VHDL diajukan sebagai standard IEEE. Setelah melalui berbagai revisi, VHDL disetujui sebagai standard IEEE 1076 pada bulan Desember 1987. Tahun 1988, Milsted 454 meminta agar semua ASIC (*Aplication Specific Circuit Integreted*) dideskripsikan dalam VHDL, sehingga pada tahun 1993, IEEE 1076 diperbaharui menjadi IEEE 1164. IEEE 1076,3 menjadi standard sintesa VHDL.

2.1.1 Kelebihan VHDL

Setiap teknisi didalam industri elektronika sudah seharusnya mempelajari VHDL untuk bisa berkompetisi dengan yang lain. Dengan VHDL, dapat dibuat ribuan gerbang yang mana membutuhkan waktu berbulan-bulan bila mendesain menggunakan skema atau persamaan Boolean. Kelebihan-kelebihan VHDL adalah sebagai berikut :

- a. Lebih efisien.

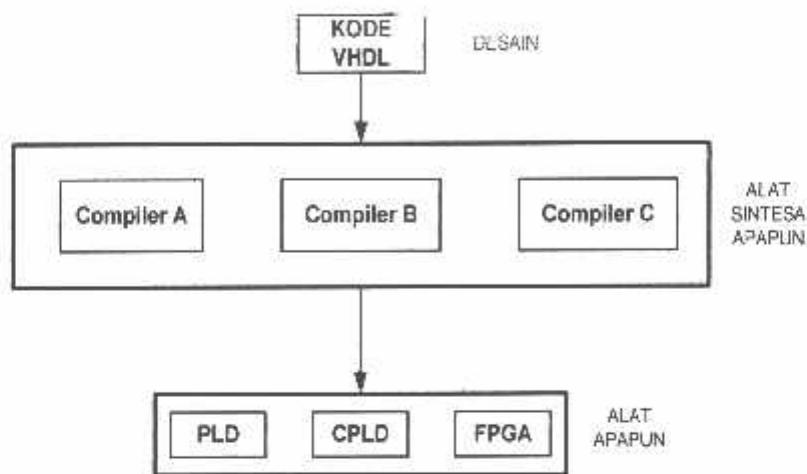
VHDL merupakan bahasa yang dapat menulis kode deskripsi dengan efisiensi untuk kontrol logika yang kompleks. VHDL dapat menggunakan berbagai pustaka desain (*Design Libraries*) yang dapat digunakan baik untuk desain maupun simulasi.

- b. Desain bisa dibuat tanpa harus memilih perangkat keras terlebih dahulu.

VHDL memungkinkan untuk mendesain alat tanpa harus memilih terlebih dahulu pada alat apa desain tersebut diimplementasikan. Dengan demikian, waktu yang ada bisa dikonsentrasi pada desainnya. VHDL juga mengijinkan untuk menggunakan berbagai macam deskripsi desain.

- c. Sesuai untuk berbagai macam perangkat lunak VHDL.

Karena VHDL merupakan standart, tiap deskripsi desain dapat dipakai pada berbagai macam simulator dan berbagai alat sintesa.



Gambar 2.1 Portability VHDL

(Sumber : Kevin Skahill, 1996:6)

- d. Fleksibel.

VHDL memungkinkan untuk mendesain dengan menggunakan architecture (*Software*) alat pesintesa yang berbeda-beda tidak perlu memilih terlebih dahulu apakah akan menggunakan PLD, CPLD, atau FPGA. Desain dan sintesa dilakukan terlebih dahulu, baru dipilih IC apa yang cocok dengan permintaan desain tersebut. Sehingga IC-IC yang ada bisa saling dibandingkan untuk memperoleh IC yang paling tepat untuk desain yang dibuat.

- e. Biaya rendah

Dengan VHDL, maka kecepatan proses dapat ditingkatkan dan biaya untuk sebuah desain dapat ditekan. Sebuah IC PLD dapat menggantikan banyak IC logika biasa, bahkan IC ASIC dapat menggantikan sampai dengan

100,000 buah gerbang. IC ini dikatakan *programmable* karena fungsi-fungsi khusus IC untuk pemakaian tertentu ditentukan oleh pemilihan pemutusan oleh beberapa gerbang pada saat yang lain dibiarkan tetap terhubung. Proses pemutusan sikring dapat dilakukan oleh si pembuat sesuai dengan instruksi pelanggan sendiri. Hal ini yang disebut dengan *programming*.

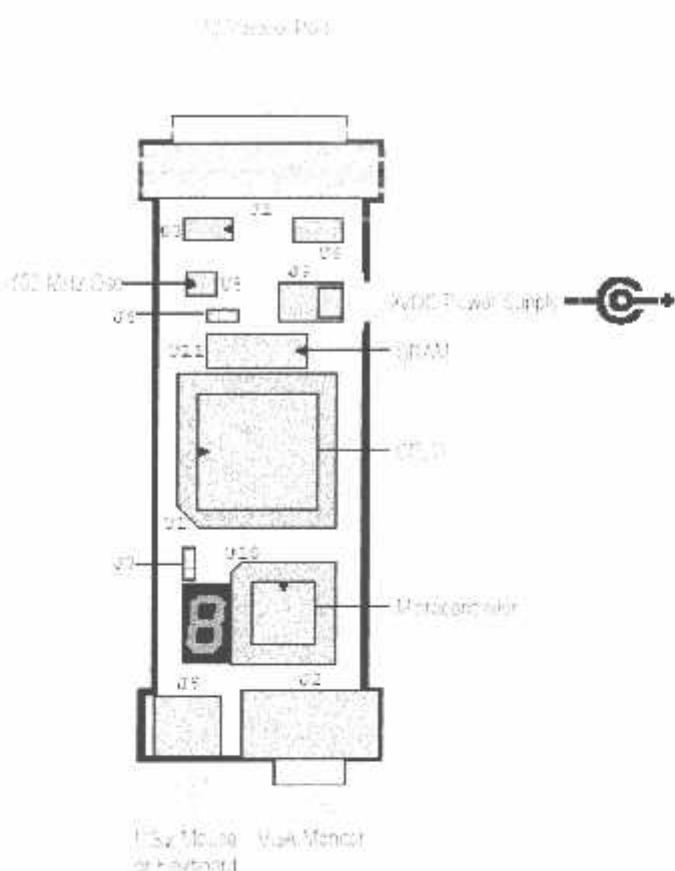
2.1.2 Prosedur Perancangan Dengan VHDL

Prosedur perancangan suatu sistem dengan teknologi VHDL dapat dibagi ke dalam enam tahap sebagai berikut :

1. Merumuskan desain sistem yang akan dibuat.
2. Merepresentasikan sistem ke dalam bahasa VHDL.
3. Menciptakan desain dengan diagram waktu.
4. Mensintesis desain.
5. Mensimulasikan lagi dengan model desain.
6. Mengkonfigurasi desain ke dalam perangkat keras.

2.2. XS95 Board V1.3

XS95 Board V1.3 adalah suatu *board* yang didalamnya terdiri dari sebuah IC CPLD XC95108-PC84 dan beberapa komponen pendukung lainnya. XS95 Board Versi 1.3 ini adalah produksi dari XESS Corporation. Berikut ini adalah gambar XS95 Board V1.3 :



Gambar 2.2 XS95 Board V1.3
(Sumber : XS95 Board V1.3 User Manual)

2.2.1 IC CPLD XC95108-PC84

IC CPLD XC95108-PC84 adalah IC PLD buatan Xilinx, yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Delay waktu dari pin ke pin sebesar 7,5 nS dengan frekuensi maksimum 125 MHz.
- Didalamnya terdapat 108 *macrocell* dengan 2400 gate.
- Tegangan catu daya sebesar 5 V sampai 7 V.
- Arus keluaran maksimum 24 mA.
- Memiliki dua mode tegangan I/O yaitu 3,3 V dan 5 V.
- Memiliki 84 pin yang terdiri dari :

- 3 pin I/O/GCK adalah pin *Input/Output/Global Clock*.
- 2 pin I/O/GTS adalah pin *Input/Output/Global 3-State Control*.
- 1 pin I/O/GSR adalah pin *Input/Output/Global Set-Reset*.
- 3 pin V_{CCINT} 5V adalah pin input tegangan catu daya untuk *internal logic* dan *input buffer*.
- 2 pin V_{CCIO} 3,3V/5V adalah pin input mode tegangan I/O.
- 6 pin GND.
- 4 pin JTAG adalah pin untuk pemrograman.
- 69 pin I/O adalah pin Input/Output, 6 pin diantaranya termultipleks dengan pin GCK, GTS dan GSR.

2.2.2 DS1075Z100 - 100 MHz Osilator

XS95 Board V1.3 memiliki sebuah IC osilator pulsa kotak yang dapat diprogram. Frekuensi maksimum yang bisa dihasilkan oleh IC ini adalah 100MHz. Frekuensi ini bisa diturunkan dengan cara membagi dengan faktor 1,2,...sampai 2052 yang akan menghasilkan frekuensi dari 100 MHz, 50 MHz,...sampai 48,7 KHz. Untuk memprogram IC ini digunakan perangkat lunak GXSSETCLK.

2.2.3 Mikrokontroller 8031

Mikrokontroller yang ada didalam XS95 Board V1.3 adalah keluarga 8031 produksi Winbond. Mikrokontroller ini dimaksudkan untuk aplikasi desain yang menggabungkan dua teknologi dengan bahasa HDL (*Hardware Description Language*) dan SDL (*Software Description Language*).

2.2.4 SRAM

SRAM (*Static Random Access Memory*) yang terpasang memiliki kapasitas sebesar 128KB digunakan untuk mengirim dan menerima data dari dan ke mikrokontroler.

2.2.5 Seven Segment

Untuk kepentingan tertentu disediakan sebuah *seven segment common cathode* yang terhubung langsung dengan CPLD.

2.2.6 Konektor VGA/Monitor

Secara paralel 8 pin CPLD yang terhubung ke *seven segment* terhubung juga ke konektor VGA/Monitor. Konektor ini disediakan untuk kepentingan aplikasi yang berhubungan dengan pengendalian monitor.

2.2.7 Konektor PS/2

CPLD juga dapat mengakses *clock* dan data dari sebuah *keyboard* atau *mouse* melalui sebuah konektor PS/2.

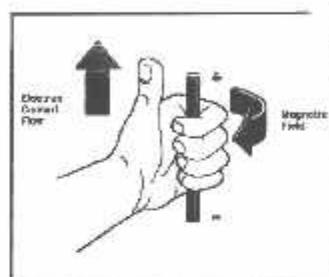
2.2.8 Konektor PC Paralel Port

8 bit pin paralel port terhubung ke CPLD melalui konektor PC paralel port untuk kepentingan pemrograman XS95 Board V1.3 juga untuk mengakses 8 pin I/O CPLD.

2.3. Pengendali Arah Putaran Motor DC

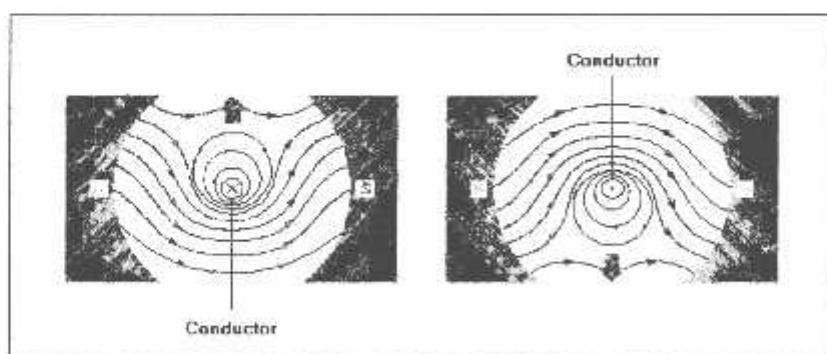
2.3.1 Teori Dasar Motor DC

Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. Arah medan magnet dapat ditentukan dengan kaidah tangan kiri. Ibu jari tangan menunjukkan arah aliran arus listrik sedangkan jari-jari yang lain menunjukkan arah medan magnet yang timbul, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2-3 berikut ini.



Gambar 2.3 Kaidah Tangan Kiri
(Sumber : <http://www.tpub.com>)

Jika suatu konduktor yang dialiri arus listrik ditempatkan dalam sebuah medan magnet, kombinasi medan magnet akan ditunjukkan oleh gambar 2-4. Arah aliran arus listrik dalam konduktor ditunjukkan dengan tanda “x” atau “.”. Tanda “x” menunjukkan arah arus listrik mengalir menjauhi pembaca gambar, tanda “.” menunjukkan arah arus listrik mengalir mendekati pembaca gambar.



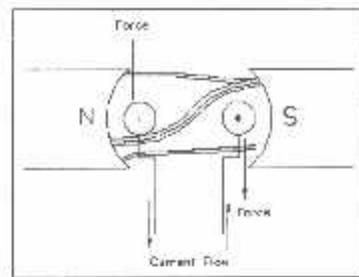
Gambar 2.4 Konduktor Berarus Listrik Dalam Medan Magnet
(Sumber : <http://www.tpub.com>)

Pada gambar sebelah kiri, arah medan magnet pada sisi atas yang dihasilkan oleh konduktor berlawanan dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Sementara pada sisi sebelah bawah, arah medan magnet yang dihasilkan oleh konduktor searah dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Dengan kata lain, pada sisi sebelah atas kerapatan fluks magnet lebih sedikit dari pada sisi sebelah bawah. Sebuah gaya dorong akan menyebabkan konduktor bergerak ke sisi sebelah atas.

Pada gambar sebelah kanan, arah medan magnet pada sisi atas yang dihasilkan oleh konduktor searah dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Sementara pada sisi sebelah bawah, arah medan magnet yang dihasilkan oleh konduktor berlawanan dengan arah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen. Dengan kata lain, pada sisi sebelah bawah kerapatan fluks magnet lebih sedikit dari pada sisi sebelah atas. Sebuah gaya dorong akan menyebabkan konduktor bergerak ke sisi sebelah bawah.

Pada sebuah motor dc, konduktor dibentuk menjadi sebuah loop sehingga ada dua bagian konduktor yang berada didalam medan magnet pada saat yang sama, seperti diperlihatkan pada gambar 2-5.

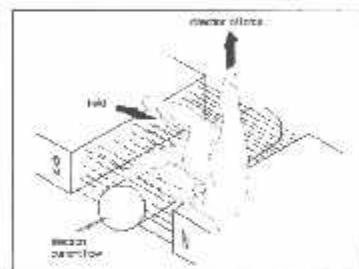
Konfigurasi konduktor seperti ini akan menghasilkan distorsi pada medan magnet utama dan menghasilkan gaya dorong pada masing-masing konduktor. Pada saat konduktor di tempatkan pada rotor, gaya dorong yang timbul akan menyebabkan rotor berputar searah dengan jarum jam, seperti diperlihatkan pada gambar 2-5.



Gambar 2.5 Bergeraknya Sebuah Motor

(Sumber : <http://www.tpub.com>)

Sebuah cara lagi untuk menunjukkan hubungan antara arus listrik yang mengalir didalam sebuah konduktor, medan magnet dan arah gerak, adalah kaidah tangan kanan untuk motor seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Kaidah Tangan Kanan Untuk Motor

(Sumber : <http://www.tpub.com>)

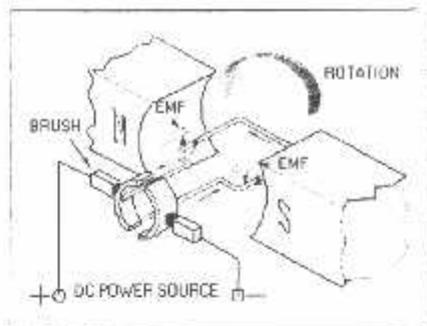
Kaidah tangan kanan untuk motor menunjukkan arah arus yang mengalir didalam sebuah konduktor yang berada dalam medan magnet. Jari tengah menunjukkan arah arus yang mengalir pada konduktor, jari telunjuk menunjukkan arah medan magnet dan ibu jari menunjukkan arah gaya putar. Adapun besarnya gaya yang bekerja pada konduktor tersebut dapat dirumuskan dengan :

$$F = B \cdot L \cdot I \quad (\text{Newton})$$

Dimana : B = kerapatan fluks magnet (weber)

 L = panjang konduktor (meter)

 I = arus listrik (ampere)



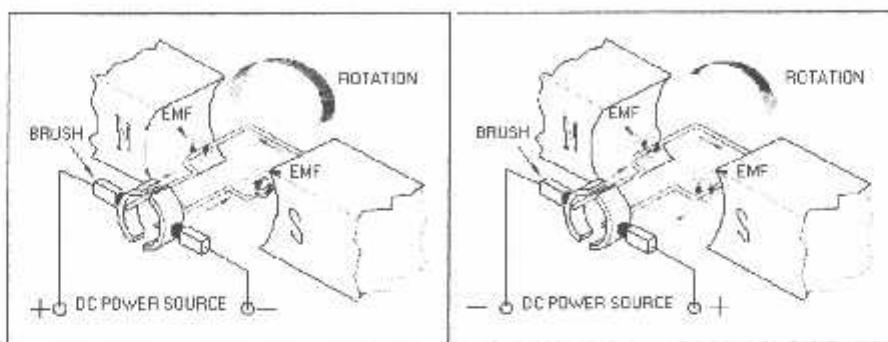
Gambar 2.7 Konstruksi Dasar Motor DC

(Sumber : <http://www.ipub.com>)

Pada gambar 2-7 diatas tampak sebuah konstruksi dasar motor dc, pada gambar diatas terlihat bahwa pada saat terminal motor diberi tegangan dc, maka arus elektron akan mengalir melalui konduktor dari terminal negatif menuju ke terminal positif. Karena konduktor berada diantara medan magnet, maka akan timbul medan magnet juga pada konduktor yang arahnya seperti terlihat pada gambar 2-7. diatas. Arah garis gaya medan magnet yang dihasilkan oleh magnet permanen adalah dari kutub utara menuju ke selatan. Sementara pada konduktor yang dekat dengan kutub selatan, arah garis gaya magnet disisi sebelah bawah searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan di sisi sebelah atas arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi sebelah bawah lebih rapat daripada sisi sebelah atas. Dengan demikian konduktor akan ter dorong ke arah atas. Sementara pada konduktor yang dekat dengan kutub utara, arah garis gaya magnet disisi sebelah atas searah dengan garis gaya magnet permanen sedangkan di sisi sebelah bawah arah garis gaya magnet berlawanan arah dengan garis gaya magnet permanen. Ini menyebabkan medan magnet disisi sebelah atas lebih rapat daripada sisi sebelah bawah. Dengan demikian konduktor akan ter dorong ke arah bawah.

Pada akhirnya konduktor akan membentuk gerakan berputar berlawanan dengan jarum jam seperti terlihat pada gambar 2-7 diatas..

2.3.3. Pengendalian Arah Putaran Motor DC



Gambar 2.8 Arah Putaran Motor DC

(Sumber : <http://www.tpub.com>)

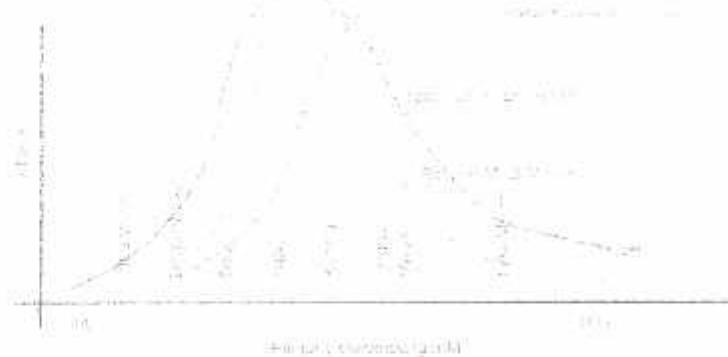
Dari gambar 2.8 diatas, agar arah putaran motor dc berubah, maka polaritas tegangan pada terminal motor harus dibalik.

2.4. Dioda Infra Merah

Cahaya infra merah merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan spektroskop cahaya maka radiasi cahaya infra merah akan nampak pada spektrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya infra merah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa/dideteksi.

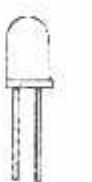
Pada dasarnya komponen yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi infra merah termasuk tubuh manusia maupun tubuh binatang. Cahaya infra merah, walaupun mempunyai panjang gelombang yang sangat panjang tetap

tidak dapat menembus bahan-bahan yang tidak dapat melewati cahaya yang nampak sehingga cahaya infra merah tetap mempunyai karakteristik seperti halnya cahaya yang nampak oleh mata.



Gambar 2.9 Spektrum Cahaya dan Respon Mata Manusia
(Sumber : <http://alds.stts.edu>)

Komponen elektronik yang bisa menghasilkan cahaya infra merah adalah dioda infra merah.



(a) Bentuk Fisik

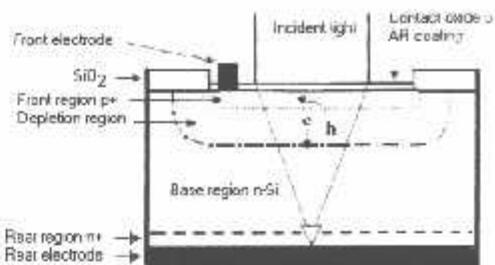


(b) Simbol Elektronika

Gambar 2.10 Dioda Infra Merah

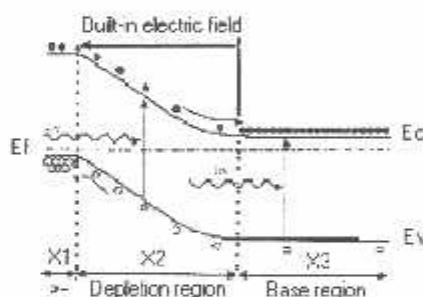
2.5. Photodioda

Photodioda merupakan sambungan substrat tipe N dan substrat tipe P yang dirancang untuk beroperasi bila dibiaskan dalam arah terbalik.



Gambar 2.11 Struktur Photodioda

Ketika energi cahaya (*photon*) yang jatuh pada sambungan photodioda lebih besar dari tegangan barrier silikon yaitu 1,12eV, energi cahaya ini dapat menyebabkan elektron keluar dari pita valensi (*valence band*) dan masuk ke pita konduksi (*conduction band*) dan meninggalkan hole pada pita konduksi, dengan kata lain energi cahaya yang jatuh pada sambungan photodioda akan menghasilkan aliran arus *elektron-hole*.



Gambar 2.12 Diagram Pita Konduksi Photodioda

Gambar 2.12 menunjukkan struktur dari photodioda, dimana terdapat *substrat* silikon tipe N . yang diatasnya doping dengan substrat tipe P, seperti *Boron*, dengan penumbuhan secara ion, sebagai suatu cara untuk menghasilkan sebuah sambungan (*junction*). Pada bagian bawah *wafer* (*Base Region*) didoping dengan bahan tipe N yang peka cahaya seperti *Phosphorous*.

Daerah sambungan (*depletion region*) dibentuk oleh medan elektromagnetik, yang timbul akibat adanya beda potensial sambungan

(*junction*). Daerah sambungan ini sangat menentukan kemampuan kerja photodioda dalam merespon dan mengubah energi cahaya menjadi arus *electron-hole*. Memperluas daerah sambungan adalah suatu cara untuk meningkatkan kemampuan kerja photodioda. Ini bisa dicapai dengan menerapkan tegangan bias terbalik pada sambungan P-N atau memilih *substrat* silikon tipe N yang lebih sensitif terhadap cahaya dan menebalkan *substrat* P.



(a) Bentuk fisik

(b) Simbol elektronika

Gambar 2.13 Photodioda

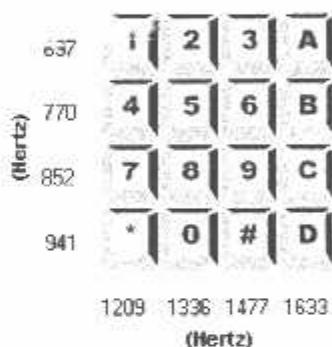
2.6 Light Dependent Resistor

Light Dependent Resistor atau disingkat LDR adalah sel-sel fotokonduktif yang daya hantarnya merupakan fungsi dari radiasi elektromagnetik yang masuk. Banyaknya bahan bersifat fotokonduktif, diantaranya adalah kadmium sulfida (Cds) atau selenida kadmium yang diendapkan sebagai lapisan polikristal.

LDR kadmium sulfida dapat memiliki resistansi lebih dari $10M\Omega$ jika berada lama dalam gelap. Tapi jika LDR ditaruh dalam cahaya terang resistansinya dapat merosot hingga beberapa ratus ohm. Harga resistansi sebenarnya bergantung pada konstraksi sel bersangkutan.

2.7 DTMF (Dual Tone Multiple Frequency)

Dual Tone Multiple Frequency (DTMF) adalah teknik mengirimkan angka-angka pembentuk nomor telpo yang di-kode-kan dengan 2 nada yang dipilih dari 8 buah frekuensi yang sudah ditentukan. 8 frekuensi tersebut adalah 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz, 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz dan 1633 Hz, seperti terlihat dalam Gambar 2.11, angka 1 di-kode-kan dengan 697 Hz dan 1209 Hz, angka 9 di-kode-kan dengan 852 Hz dan 1477 Hz. Kombinasi dari 8 frekuensi tersebut bisa dipakai untuk meng-kode-kan 16 tanda, tapi pada pesawat tlcpon biasanya tombol A, B, C dan D tidak dipakai.



Gambar 2.14 Kombinasi nada DTMF
(Sumber : <http://alds.stts.edu>)

Alat pengirim kode DTMF merupakan 8 rangkaian osilator yang masing-masing membangkitkan frekuensi di atas, ditambah dengan rangkaian pencampur frekuensi untuk mengirimkan 2 nada yang terpilih. Sedangkan penerima kode DTMF lebih rumit lagi, dibentuk dari 8 buah filter yang tidak sederhana dan rangkaian tambahan lainnya.

Beberapa pabrik membuat IC khusus untuk keperluan DTMF, diantaranya yang banyak dijumpai adalah MC145436 buatan Motorola, MT8870, MT8880 dan MT8888 buatan Mitel Semiconductor.

MC145436 dan MT8870 merupakan penerima DTMF, menerima sinyal dari saluran telepon kalau ternyata sinyal yang diterima tadi merupakan kombinasi nada yang sesuai dengan ketentuan DTMF, mengeluarkan kode biner sesuai dengan kombinasi nada tersebut.

MT8880 dan MT8888 merupakan penerima dan pengirim DTMF, selain bisa berfungsi sebagai penerima DTMF, bisa pula dipakai untuk membangkitkan nada DTMF sesuai dengan angka biner yang diterimanya.



Gambar 2.15 IC-IC DTMF buatan Mitel

(Sumber : <http://alds.sits.edu>)

2.8 Mikrokontroler AT89C51

2.8.1 Pendahuluan

Perbedaan mendasar antara mikrokontroler dan mikroprosesor adalah mikrokontroler selain memiliki CPU juga dilengkapi memori dan input output yang merupakan kelengkapan sebagai sistem minimum mikrokomputer sehingga sebuah mikrokontroler dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal (*Singgel Chip Microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri.

Mikrokontroler AT89C51 adalah mikrokontroler ATMEL yang kompatibel penuh dengan mikrokontroler keluarga MCS – 51, membutuhkan daya rendah, memiliki performance yang tinggi dan merupakan mikrokomputer 8 bit

yang dilengkapi 4 Kbyte EEPROM (*Electrical Erasable and Programmable Read Only Memory*) dan 128 Byte RAM internal. Program memory dapat diprogram berulang – ulang atau dengan menggunakan Programmer Nonvolatile Memory.

Dalam sistem mikrokontroler terdapat dua hal yang mendasar, yaitu: perangkat lunak dan perangkat keras yang keduanya saling terkait dan mendukung.

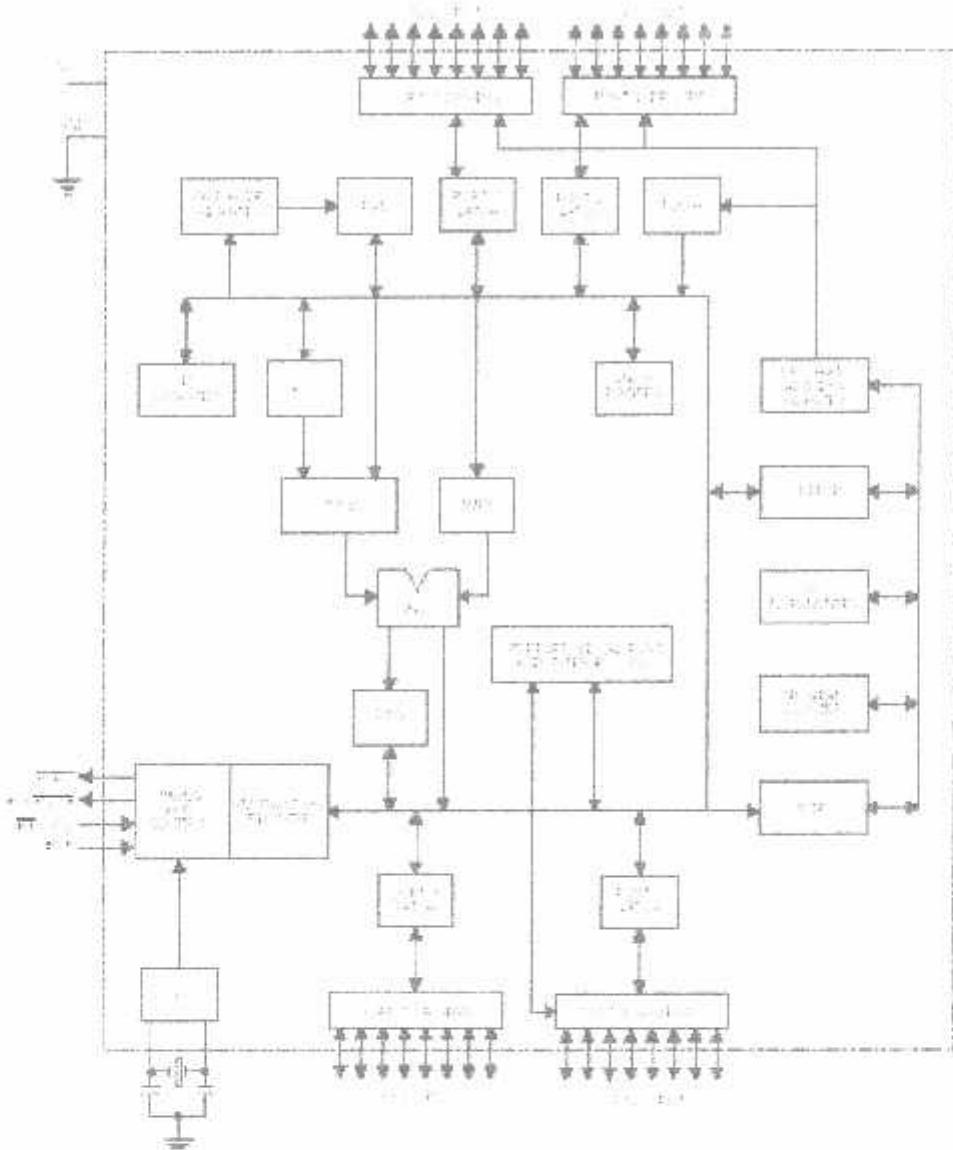
2.8.2 Perangkat keras mikrokontroler AT89C51

Secara umum Mikrokontroler AT89C51 memiliki :

- CPU 8 bit termasuk keluarga MCS-51
- 4 Kb Flash memory
- 128 byte Internal RAM
- 4 buah Port I/O, masing – masing terdiri atas 8 jalur I/O
- 2 Timer/ counter 16 bit
- 1 Serial Port Full Duplex
- Kecepatan pelaksanaan intruksi per siklus 1 us pada frekuensi clock 12 Mhz

Dengan keistimewaan diatas pembuatan alat menggunakan AT89C51 menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan IC pendukung yang banyak.

Adapun Blok Diagram dari Mikrokontroler AT89C51 adalah sebagai berikut:

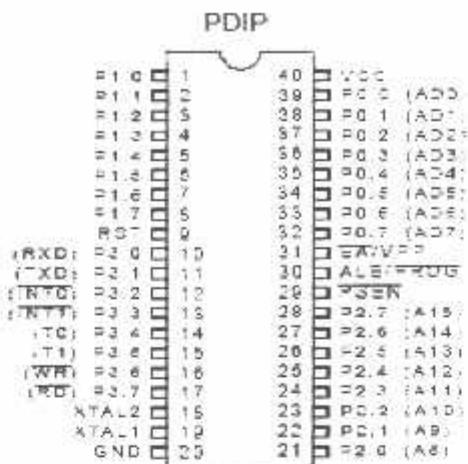


Gambar 2.16 Blok Diagram Mikrokontroler AT89C51

(Sumber: Data Sheet Atmel AT 89C51)

2.8.3 Konfigurasi Pin-Pin Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 terdiri dari 40 pin dengan konfigurasi sebagai berikut:



Gambar 2.17 Konfigurasi Pin-Pin AT89C51

(Sumber : Data Sheet Atmel AT 89C51)

Fungsi tiap pin-nya adalah sebagai berikut :

1. **GND (Pin 20)**

Dihubungkan dengan Ground Rangkaian.

2. **VCC (Pin 40)**

Dihubungkan dengan sumber tegangan +5V.

3. **Port 0 (Pin 32-39)**

Port 0 (P0.0 – P0.7) merupakan port I/O 8 bit dua arah. Port ini digunakan sebagai multipleks bus alamat rendah (A0 – A7) dan bus data selama pengaksesan ke memori eksternal.

4. **Port 1 (P1.0 – P1.7) (Pin 1-8)**

Merupakan port input – output dua arah dengan *pull-up*. Port ini berfungsi sebagai input atau output dan bekerja baik untuk operasi bit maupun byte, tergantung dari pengaturan software.

5. **Port 2 (P2.0 – P2.7) (Pin 21-28)**

Port 2 (P2.0 – P2.7) Merupakan input – output dua arah dengan *pull-up*. Port 2 mengeluarkan *high order address byte* selama pengambilan (*fetch*) program memori eksternal dan selama mengakses data memori eksternal. Port 2 juga menerima *high order address bit* dan beberapa sinyal kontrol selama pemrograman dan verifikasi.

6. Port 3 (Pin 10-17)

Merupakan port input-output dengan internal pull-up, dimana Port 3 juga memiliki fungsi khusus dan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Fungsi Khusus Pada Port 3
(Sumber : Data Sheet Atmel AT89C51)

Pin Port	Fungsi Khusus
Port 3.0	RxD (Port masukan serial)
Port 3.1	TxD (Port keluaran Serial)
Port 3.2	INT0 (Masukan Interupsi Eksternal 0)
Port 3.3	INT1 (Masukan Interupsi Eksternal 1)
Port 3.4	T0 (masukan pewaktu eksternal 0)
Port 3.5	T1 (masukan pewaktu eksternal 1)
Port 3.6	WR (sinyal tulis memori data eksternal)
Port 3.7	RW (sinyal baca memori data eksternal)

7. RST (Reset), pin 9

Input Reset merupakan reset master untuk AT89C51.

8. ALE / Prog (Address Latch Enable), pin 30

Digunakan untuk menahan alamat memori eksternal selama pelaksanaan intruksi.

9. PSEN (Program Strobe Enable), pin 29

Merupakan sinyal pengontrol yang memperbolehkan program memori eksternal masuk kedalam bus.

10. EA / VPP (External Access), pin 31

Dapat diberikan logika rendah (Ground) atau logika tinggi (+5V). Jika diberikan logika tinggi maka mikrokontroler akan mengakses program dari ROM internal (EEPROM/Flash Memori), dan jika diberikan logika rendah maka mikrokontroler akan mengakses program dari memori eksternal.

11. X-TAL 1 dan X-TAL 2, pin 19, 18

Pin ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan osilator internal. X-TAL 1 merupakan masukan ke rangkaian osilator internal sedangkan X-TAL 2 keluaran dari rangkaian osilator internal . Untuk keperluan ini diperlukan kapasitor penstabil sebesar 30pF. Dan nilai dari X-TAL tersebut antara 4 – 24 Mhz. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar pemasangan X-TAL serta kapasitor yang digunakannya.



Gambar 2.18 Osilator Eksternal AT89C51

(Sumber : Data Sheet Atmel AT89C51)

2.8.4 Organisasi Memory

Organisasi memori pada mikrokontroler AT89C51 dapat dibagi menjadi dua bagian besar yaitu memori program dan memori data. Pembagian tersebut didasarkan atas fungsi dari penyimpanan data maupun program. Memori program digunakan untuk menyimpan instruksi-instruksi yang akan dijalankan oleh

mikrokontroler, sedangkan memori data digunakan sebagai tempat yang sedang diolah mikrokontroler.

Program mikrokontroler disimpan dalam memori program berupa ROM. Mikrokontroler 89C51 dilengkapi dengan ROM internal, sehingga untuk menyimpan program tidak digunakan ROM eksternal yang terpisah dari mikrokontroler. Agar tidak menggunakan memori program eksternal, penyemant/EA dihubungkan dengan Vcc (logika 1).

Memori program mikrokontroler menggunakan alamat 16 bit mulai 0000_H - $0FFF_H$, sehingga kapasitas penyimpanan program maksimal adalah 4Kb. Sinyal /PSEN (*Program Store Enable*) tidak digunakan jika digunakan memori program internal.

Selain program mikrokontroler 89C51 juga memiliki data internal 128 byte dan mampu mengakses memori data eksternal sebesar 64 Kb. Semua memori data internal dapat dialamati dengan data langsung atau tidak langsung. Ciri dari pengalamatan langsung adalah *operand* adalah alamat *register* yang berisi alamat data yang akan diolah. Sebagian memori tersebut dapat dialamati dengan pengalamatan register, dan sebagian lagi dapat dialamati dengan memori satu bit. Untuk membaca data digunakan sinyal /RD sedangkan untuk menulis digunakan sinyal /WR.[1]

2.8.5 SFR (Special Function Register)

Register Fungsi Khusus (*Special Function Register*) terletak pada 128 byte bagian atas memori data internal dan berisi register-register untuk

pelayanan latch port, timer, program status words, control peripheral dan sebagainya. Alamat register fungsi khusus ditunjukkan pada tabel 2-2

Tabel 2.2 Special Function Register
(Sumber : Berekspresimen Dengan Mikrokontroller 8031)

Simbol	Nama Register	Alamat
ACC	Accumulator	E0 _H
B	Register B	F0 _H
PSW	Program Status Word	D0 _H
SP	Stack Pointer	81 _H
DPTR	Data Pointer 2 Byte	
DPL	Bit rendah	82 _H
DPH	Bit Tinggi	83 _H
P0	Port 0	80 _H
P1	Port 1	90 _H
P2	Port 2	A0 _H
P3	Port 3	B0 _H
IP	Interupt Periority Control	D8 _H
IE	Interupt Enable Control	A8 _H
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89 _H
TCON	Timer/Counter Control	88 _H
TH0	Timer/Counter 0 High Control	8C _H
TL0	Timer/Counter 0 Low Control	8A _H
TH1	Timer/Counter 1 High Control	8D _H
TL1	Timer/Counter 1 Low Control	8B _H
SCON	Serial Control	98 _H
SBUF	Serial Data Buffer	99 _H
PCON	Power Control	87 _H

Berberapa macam register fungsi khusus yang sering digunakan adalah sebagai berikut ini :

- *Accumulator* (ACC) merupakan register untuk penambahan dan pengurangan. Perintah mnemonic untuk mengakses akumulator disederhanakan sebagai A.

- *Register B* merupakan register khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian dan pembagian.
- *Stack Pointer* (SP) merupakan register 8 bit yang dapat diletakkan di alamat manapun pada RAM internal.
- *Data Pointer* (DPTR) terdiri dari dua register, yaitu untuk byte tinggi (Data Pointer High, DPH) dan byte rendah (Data Pointer Low, DPL) yang berfungsi untuk mengunci alamat 16 bit.
- *Port 0* sampai *Port 3* merupakan register yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada port 0, 1, 2, 3. Masing-masing register ini dapat dialami per-byte maupun per-bit.
- *Control Register* terdiri dari register yang mempunyai fungsi kontrol. Untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus, yaitu register IP (*Interrupt Priority*) dan register IE (*Interrupt Enable*). Untuk mengontrol pelayanan timer/counter terdapat register khusus, yaitu register TCON (*timer/counter control*) serta pelayanan port serial menggunakan register SCON (*Serial Port Control*).

2.8.6 Sistem Interupsi

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 5 buah sumber interupsi yang dapat membangkitkan permintaan interupsi, yaitu INT0, INT1, T1, T2 dan Port Serial.

Saat terjadinya interupsi mikrokontroler secara otomatis akan menuju ke subrutin pada alamat tersebut. Setelah interupsi selesai dikerjakan, mikrokontroler akan mengerjakan program semula. Tiap-tiap sumber interupsi dapat enable atau disable secara software.

Tingkat prioritas semua sumber *interrupt* dapat diprogram sendiri-sendiri dengan *set* atau *clear* bit pada (*Interrupt Priority*). Jika dua permintaan interupsi dengan tingkat prioritas yang berbeda diterima secara bersamaan, permintaan interupsi dengan prioritas tertinggi yang akan dilayani. Jika permintaan interupsi dengan prioritas yang sama diterima bersamaan, akan dilakukan polling untuk menentukan mana yang akan dilayani. Bit-bit pada IP adalah sebagai berikut:

-	-	-	PS	PT1	PX1	PT0	PX0
---	---	---	----	-----	-----	-----	-----

Priority bit = 1 menandakan prioritas tinggi

Priority bit = 0 menandakan prioritas rendah

Simbol	Posisi	Fungsi
-	IP.7	Kosong
-	IP.6	Kosong
-	IP.5	Kosong
PS	IP.4	Bit prioritas interupsi port serial
PT1	IP.3	Bit prioritas interupsi Timer 1
PX1	IP.2	Bit prioritas interupsi $\overline{INT1}$
PT0	IP.1	Bit prioritas interupsi Timer 0
PX0	IP.0	Bit prioritas interupsi $\overline{INT0}$

Tabel 2.3 Alamat Sumber Interupsi
(Sumber : Berekspresi Dengan Mikrokontroller 8031)

Sumber interupsi	Alamat Awal
Interupt Luar 0 (INT 0)	03 _H
Pewaktu / pencacah 0 (T0)	0B _H
Interupt Luar 1 (INT 0)	13 _H
Pewaktu / pencacah 0 (T0)	1B _H
Port Serial	23 _H

2.8.7 Antarmuka Serial AT89C51

Penerimaan dan pengiriman data melalui port serial melalui register SBUF. Penulisan di SBUF berarti mengisi register pengiriman SBUF sedangkan pembacaan SBUF berarti membaca register penerimaan SBUF yang memang terpisah secara fisik (secara perangkat lunak namanya menjadi satu yaitu SBUF).

Port serial pada AT89C51 bisa digunakan dalam 4 mode kerja yang berbeda. Dari 4 mode kerja tersebut 1 mode diantaranya bekerja secara sinkron dan 3 lainnya bekerja secara asinkron. Keempat mode kerja tersebut adalah:

1. Mode 0

Mode ini bekerja secara sinkron, data serial dikirim dan diterima melalui kaki P3.0 (RXD), sedangkan kaki P3.1 (TXD) dipakai untuk menyalurkan detak pendorong data serial yang dibangkitkan AT89C51. Data dikirimkan/diterima 8 bit sekaligus, dimulai dari yang bobotnya paling kecil (LSB) sampai dan diakhiri dengan bit terbesar (MSB), kecepatan pengiriman data (baudrate) adalah 1/12 frekuensi kristal yang digunakan.

2. Mode 1

Pada mode ini tetap yaitu, data dikirim melalui kaki P3.1 (TXD) dan diterima melalui kaki p3.0 (RXD), secara asinkron (juga mode 2 dan 3). Pada Mode 1 data dikirim/diterima 10 bit sekaligus, diawali dengan 1 bit start, disusul dengan 8 bit data yang dimulai dari bit yang bobotnya paling kecil (bit0), diakhiri dengan 1 bit stop. Pada AT89C51 yang bersfungsi sebagai penerima bit stop adalah RB8 dalam register SCON. Kecepatan penerimaan data (*Baud rate*) bisa diatur sesuai dengan keperluan.

3. Mode 2

Data dikirim/diterima 11 bit sekaligus, diawali dengan 1 bit start, disusul dengan 8 bit data yang dimulai dari bit terrendah, kemudian bit ke 9 yang bisa diatur lebih lanjut, diakhiri dengan 1 bit stop. Pada AT89C51 yang berfungsi sebagai pengirim, bit 9 ditampung pada bit TB8 dalam register SCON. Pada AT89C51 yang berfungsi sebagai penerima, bit 9 ditampung pada bit RB8 dalam register SCON, sedangkan bit stop diabaikan tidak ditampung. Kecepatan pengiriman data bisa dipilih antara $\frac{1}{32}$ atau $\frac{1}{64}$ frekuensi kristal yang digunakan.

4. Mode 3

Mode ini sama dengan Mode 2, hanya saja kecepatan pengiriman data (*Baud rate*) bisa diatur sesuai dengan keperluan, seperti halnya Mode 1.

2.8.7.1 Register Port Serial

MCS51 dilengkapi dengan 2 register dan beberapa bit tambahan untuk keperluan pemakai port seri.

SBUF merupakan SFR (Special Function Register) yang terletak pada memori-data internal dengan nomor \$99. SBUF mempunyai kegunaan ganda, data yang disimpan pada SBUF akan dikirim keluar MCS51 lewat port seri, sedangkan data dari luar MCS51 yang diterima port seri diambil dari SBUF pula. Jadi meskipun hanya menempati satu nomor memori-data internal (nomor \$99), sesungguhnya SBUF terdiri dari 2 register yang berbeda.

SCON merupakan SFR (Special Function Register) yang terletak pada memori-data internal dengan nomor \$98, merupakan register utama untuk

mengatur kerja port seri MCS51. Setelah reset semua bit dalam SCON bernilai ‘0’.

- Bit SM0 dan bit SM1 (bit 7 dan bit 6 pada register SMOD) dipakai untuk menentukan mode kerja port seri. Setelah reset kedua bit ini bernilai ‘0’.
- Bit REN (bit 4) dipakai untuk mengaktifkan kemampuan port seri menerima data. Pada mode 0 kaki RxD (kaki P3.0) dipakai untuk mengirim data seri ($REN='0'$) dan juga untuk menerima data seri ($REN='1'$). Sifat ini terbawa pula pada saat port seri bekerja pada mode 1, 2 dan 3, meskipun pada mode-mode tersebut kaki RxD hanya dipakai untuk mengirim data, agar kaki RxD bisa dipakai untuk menerima data terlebih dulu harus dibuat $REN='1'$. Setelah reset bit REN bernilai ‘0’.
- Pada mode kerja 2 dan mode kerja 3, port seri bekerja dengan 9 bit data, SBUF yang kapasitasnya 8 bit tidak cukup untuk keperluan ini. Bit ke-sembilan yang akan dikirim terlebih dulu diletakkan di TB8 (bit 3), sedangkan bit RB8 (bit 2) merupakan bit yang dipakai untuk menampung bit ke-sembilan yang diterima port seri.
- Pada mode kerja 1, RB8 dipakai untuk menampung *bit stop* yang diterima, dengan demikian apa bila RB8 bernilai ‘1’ maka data diterima dengan benar, sebaliknya apa bila RB8=‘0’ berarti terjadi *kesalahan kerangka (framing error)*.

Kalau bit SM2 (bit 5) bernilai ‘1’, jika terjadi kesalahan kerangka, RI tidak akan menjadi ‘1’ meskipun SBUF sudah berisi data dari port seri.

Bit ke 9 ini bisa dipakai sebagai bit pariti, hanya saja bit pariti yang dikirim harus ditentukan sendiri dengan program dan diletakkan pada TB8, dan bit pariti yang diterima pada RB8 dipakai untuk menentukan integritas data secara program pula. Tidak seperti dalam UART standard, semuanya itu dikerjakan oleh perangkat keras dalam IC UART.

- Bit TI (bit 1) merupakan petanda yang setara dengan petanda TDRE (Transmitter Data Register Empty) yang umum dijumpai pada UART standard. Setelah port seri selesai mengirim data yang disimpan ke-dalam SBUF, bit TI akan bernilai ‘1’ dengan sendirinya, bit ini harus di-nol-kan dengan program agar bisa dipakai untuk memantau keadaan SBUF dalam pengiriman data berikutnya.

Sub-rutin SerialOut berikut dipakai untuk mengirim data seri, bisa dipakai untuk semua mode port seri. Baris 02 menunggu TI menjadi ‘1’, dimaksud untuk memastikan pengiriman data sebelumnya sudah selesai. Data yang akan dikirim sebelumnya sudah disimpan di A, pada baris 03 data tersebut dikirim melalui port seri dengan cara meletakannya di SBUF. Agar TI bisa dipakai untuk memantau keadaan SBUF pada pengiriman data berikutnya, pada baris 04 TI di-nol-kan.

```
SerialOut:
JNB TI,$      ; tunggu data sebelumnya selesai dikirim
MOV SBUF.A    ; kirim data baru
CLR TI        ; petanda ada pengiriman baru
RET
```

- Bit RI (bit 0) merupakan petanda yang setara dengan petanda RDRF (Receiver Data Register Full) yang umum dijumpai pada UART

standard. Setelah SBUF menerima data dari port seri, bit RI akan bernilai ‘1’ dengan sendirinya, bit ini harus di-nol-kan dengan program agar bisa dipakai untuk memantau keadaan SBUF dalam penerimaan data berikutnya.

Sub-rutin SerialIn berikut dipakai untuk menerima data seri, bisa dipakai untuk semua mode port seri. Baris 02 menunggu RI menjadi ‘1’, dimaksud untuk memastikan sudah ada data baru yang diterima pada SBUF. Pada baris 03 data pada SBUF diambil ke A. Agar RI bisa dipakai untuk memantau keadaan SBUF pada pengiriman data berikutnya, pada baris 04 RI di-nol-kan.

```

SerialIn:
JNB RI,$      ; tunggu SBUF berisi data baru
MOV A,SBUF    ; ambil data
CLR RI        ; penanda data sudah diambil
RET

```

2.9 Komunikasi Port Serial Komputer

Komunikasi serial adalah pengiriman data secara serial (data dikirim satu per satu secara berurutan) sehingga komunikasi serial jauh lebih lambat daripada komunikasi paralel. Serial port lebih sulit ditangani karena peralatan yang dihubungkan keserial port harus berkomunikasi menggunakan transmisi serial sedangkan data diolah komputer diolah secara paralel. Oleh karena itu data dari/ke bentuk paralel untuk bisa digunakan.

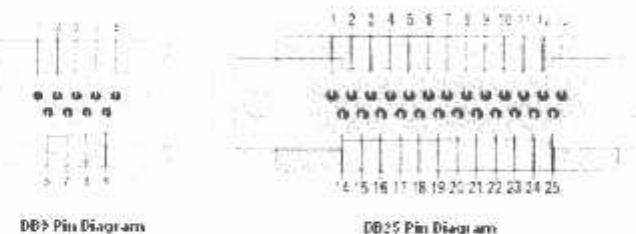
Kelebihan komunikasi serial ialah jangkauan panjang kabel yang lebih jauh dibandingkan dengan paralel karena serial port mengirimkan logika ‘1’ dengan kisaran tegangan -3 volt hingga -25 volt dan logika ‘0’ sebagaimana +3 volt hingga +25 volt sehingga kehilangan daya karena panjangnya kabel bukan

masalah utama. Sedangkan untuk port paralel yang menggunakan level TTL yang berkisar dari 0 volt untuk logika ‘0’ dan +5 volt untuk logika ‘1’.

Komunikasi serial port bersifat asinkron sehingga sinyal detak tidak dikirim bersama data. Setiap word disinkronkan dengan start bit dan sebuah *clock* internal dikedua sisi menjaga bagian data saat pewaktuan (timing).

2.9.1 Peralatan komunikasi serial

Konektor port serial terdiri dari dua jenis, yaitu konektor 25 pin (DB25) dan 9 pin (DB9) yang berpasangan (jantan dan betina). Bentuk konektor DB9 beserta fungsinya dapat dilihat seperti gambar 2.19 berikut:



Gambar 2.19 Konektor DB9 dan DB25

(Sumber : <http://www.arcelect.com>)

Sedangkan untuk daftar penggunaan pin, nama pin dan jenis sinyal yang digunakan konektor serial DB9 dan DB25, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Daftar Pin DB9 dan DB25 Beserta Nama Sinyal
(Sumber : Suhata, 2004:141)

Pin (DB9)	Pin (DB25)	Nama Sinyal	Jenis
1	8	Data Carrier Detect	Input
2	3	Received Data (RxD)	Input
3	2	Transmitted Data (TxD)	Output
4	20	Data Terminal Ready (DTR)	Output
5	7	Ground	-
6	6	Data Set Ready (DSR)	Input
7	4	Request To Send (RTS)	Output
8	5	Clear To Send (CTS)	Input
9	22	Ring Indicator	Input

2.9.2 Alamat Port Serial

Untuk dapat mengakses data dari komputer melalui COM1 maupun yang lainnya, tentunya harus ada alamat tujuan yang akan diakses. Alamat port serial adalah sebagaimana tampak dalam tabel 2.4, walaupun tetap ada kemungkinan ada komputer yang memiliki alamat port dan IRQ yang berbeda.

Tabel 2.4 Alamat Port Serial dan IRQ
(Sumber : Widodo Budiharto, 2004:100)

Nama	Alamat	IRQ
COM 1	3F8	4
COM 2	2F8	3
COM 3	3E8	4
COM 4	2E8	3

2.8.3 Konverter Logika RS-232

Jika peralatan yang kita pakai menggunakan logika TTL, sinyal serial port harus kita konversikan dahulu ke pulsa TTL sebelum kita gunakan. Sebaliknya, sinyal dari peralatan kita harus kita konversikan ke logika RS232 sebelum dimasukkan ke serial port. Konverter yang paling umum dan mudah digunakan adalah MAX 232. Di dalam IC ini terdapat *Charge Pump* yang akan membangkitkan +10 volt dan -10 volt dari sumber +5 volt tunggal. Dalam IC DIP (*Dual In-line Package*) 16 pin ini terdapat dua buah transmitter dan dua receiver.



Gambar 2.20 Diagram Pin MAX 232
(Sumber : Datasheet MAX232)

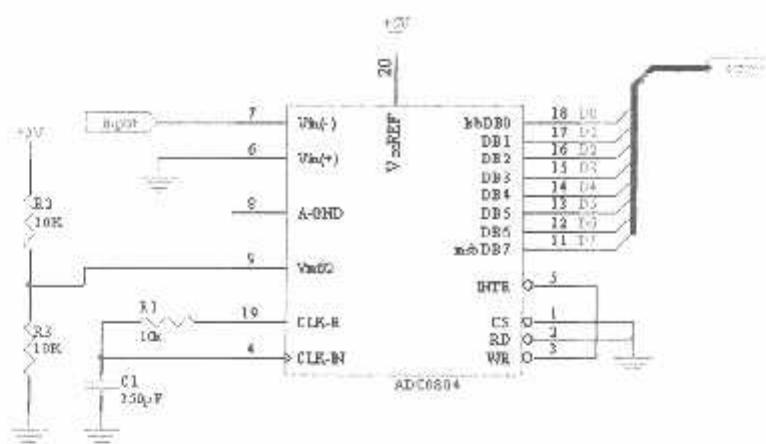
2.10 Analog to Digital Converter

Analog to Digital Converter berfungsi untuk mengubah besaran analog ke bentuk digital yang digunakan pada pemroses informasi dan transmisi data. Pengukuran analog ini berupa sinyal tegangan listrik yang merupakan sinyal unipolar yang kontinyu. Sinyal unipolar adalah suatu sinyal yang mempunyai harga relatif terhadap suatu referensi tertentu sinyal ini akan mempunyai harga selalu positif dan negatif.

Pada umumnya sinyal digital yang dipakai adalah sinyal digital yang mempunyai 2 level saja. Jadi pada suatu waktu tertentu sinyal tersebut akan mempunyai tegangan yang sesuai dengan salah satu level dari kemungkinan yang ada. Satu level akan disebut high atau ‘1’ dan level lainnya disebut low berlogika ‘0’.

2.10.1 ADC0804

ADC0804 merupakan IC CMOS yang dapat mengkonversi tegangan masukan analog menjadi keluaran digital dengan tingkat resolusi 8-bit. Mode kerja yang banyak dipakai pada ADC0804 adalah mode *free running*. Dengan mode ini ADC akan bekerja secara terus menerus. Mode tersebut dihasilkan dengan cara menghubungkan pin 5 (INTR) dengan pin 3 (WR) pada mode CS = ‘0’. Saat proses konversi tersebut CS harus diberi sinyal ‘low’, WR diberi sinyal rendah sesaat, dan INTR akan sibuk sampai kondisi EOC (*End of Conversion*). Dan pada proses pembacaan CS dan RD harus diberi sinyal ‘low’, seperti tampak pada gambar 2.21.



Gambar 2.21 Rangkaian ADC0804 Pada Mode *FreeRunning*

ADC0804 telah dilengkapi dengan *internal clock (Self-Clocking)* dengan cara menambahkan komponen eksternal R dan C, antara pin 4 (CLK-IN) dengan pin 19 (CLK-R) yang telah dilengkapi dengan gerbang *Schmitt Trigger*. Frekuensi clock yang terjadi dapat dihitung dengan rumus:

$$f_{clock} = \frac{1}{1,1 \cdot R \cdot C} \text{ Hz}$$

Dimana: f_{clock} = frekuensi clock (Hz)

R = Resistansi (Ω)

C = Kapasitansi (F)

2.11 IC NE555

IC Pewaktu 555 diperkenalkan pertama kali oleh Signetic Corporation pada tahun 1971 yang selanjutnya disebut sebagai "IC Mesin Waktu". Semua IC pengatur waktu menggunakan suatu kapasitor eksternal untuk menentukan off-on interval waktu keluaran berdenyut. IC pewaktu dapat bekerja dengan catu daya antara 2 V sampai dengan 15 V DC dan penggunaannya dapat bersama-sama

BAB III

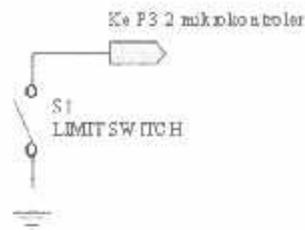
PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Dalam sistem ini direncanakan terdiri dari blok sistem tetap berupa sebuah PC dan perangkat pendukung lainnya yang bertugas kontinyu memantau apakah di titik sumber ada barang, mengidentifikasi barang tersebut menurut warnanya, mengirimkan perintah ke mobil, hingga pengolah database masuknya barang.

Kemudian blok yang kedua adalah mobil pengangkut barang, yang secara otomatis bekerja mengangkut barang dari titik sumber menuju ke titik tujuan sesuai warna yang telah teridentifikasi oleh PC.

Pertama kali blok tetap akan mendeteksi apakah di titik sumber ada batang atau tidak. Jika ada barang di titik sumber, mikrokontroller akan mendeteksi warna barang tersebut melalui LDR, tegangan yang diterima LDR akan dirubah oleh ADC menjadi data digital yang selanjutnya dikirim oleh mikrokontroler ke PC sebagai data, selain itu mikrokontroler juga akan mengirimkan perintah ke mobil pemindah barang untuk mengambil barang tersebut melewati *track* yang telah ditentukan.

Jika mobil telah sampai ke titik sumber, barang diangkat dan dibawa menuju titik tujuan sesuai warna barang yang teridentifikasi. Selama perjalanan PC akan mendeteksi apakah barang yang dibawa oleh mobil terjatuh atau tidak. Jika barang terjatuh maka mobil akan dihentikan oleh PC, dan akan diberikan tanda



Gambar 3.2 Sensor Keberadaan Sumber

Untuk bisa mendapatkan logika “0” inputan pada mikrokontroler harus dihubungkan dengan ground, hal ini bisa dilakukan dengan mengaktifkan saklar yang terhubung ke ground. Sedang untuk mendapatkan logika “1”, cukup dengan membuka saklar. Pemasangan resistor pullup tidak diperlukan, sebab pada konfigurasi port 3 dari mikrokontroler sudah terdapat *pullup* internal.

3.1.2 Sensor Warna

Untuk dapat mengenali barang dari warnanya diperlukan sebuah sensor warna. Sensor warna ini dibangun atas dasar bahwa setiap benda memiliki kemampuan untuk memantulkan cahaya yang menerpanya sesuai dengan warnanya. Untuk itu digunakan LDR (*Light Dependent Resistor*) sebuah resistor yang mempunyai resistansi berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterimanya.

LED berfungsi sebagai sumber cahaya yang menyinari benda, cahaya ini ini kemudian dipantulkan oleh benda dan diterima oleh LDR. Untuk mengubah resistansi LDR kedalam bentuk tegangan, LDR dirangkai sebagai rangkaian pembagi tegangan dengan sebuah resistor.

Untuk menyalakan LED dibutuhkan tegangan 1,2V dan arus sebesar 20 mA, dengan $V_{cc} = 5V$ dapat ditentukan nilai R_1 sebesar:

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_{th}}{I_{th}}$$

$$R_1 = \frac{5 - 1,2}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_1 = \frac{3,8}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_1 = 190 \Omega \text{ dipilih nilai resistor } 220 \Omega$$

Diketahui apabila tidak ada cahaya yang menerpa LDR atau dalam keadaan gelap nilai LDR sebesar 500k, dimana $V_{cc} = 5V$, sehingga tegangan outputnya adalah:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_2 + R_{LDR}} \times V_{cc}$$

$$= \frac{10K}{10K + 500K} \times 5$$

$$= 0.098 \text{ V}$$

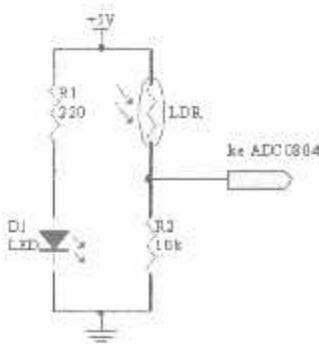
Apabila ada cahaya terang nilai LDR = 5K, sehingga dapat dihitung nilai tegangan outputnya sebesar:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_2 + R_{LDR}} \times V_{cc}$$

$$= \frac{10K}{10K + 5K} \times 5$$

$$= 3.333 \text{ V}$$

Untuk rangkaian lengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.3 Sensor Warna

3.1.3 Rangkaian Analog to Digital Converter (ADC)

Sebelum tegangan keluaran dari sensor warna dapat diolah oleh mikrokontroler diperlukan konversi tegangan analog ke data digital. Konversi ini dapat dilakukan dengan sebuah ADC (*Analog to Digital Converter*). Pada skripsi ini digunakan ADC0804. ADC0804 mempunyai satu jalur input dan 8 jalur output serta memiliki clock internal yang dapat diaktifkan dengan menghubungkan tahanan antara pin Clk in dan Clk R, serta memasang sebuah kapasitor antara pin Clk in dengan ground. Dipilih nilai resistor sebesar 10k dan kapasitor 150pF, sehingga ADC akan bekerja dengan clock sebesar

$$f_{CLK} = \frac{1}{1,1.R.C}$$

$$= \frac{1}{1,1 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^{-9}}$$

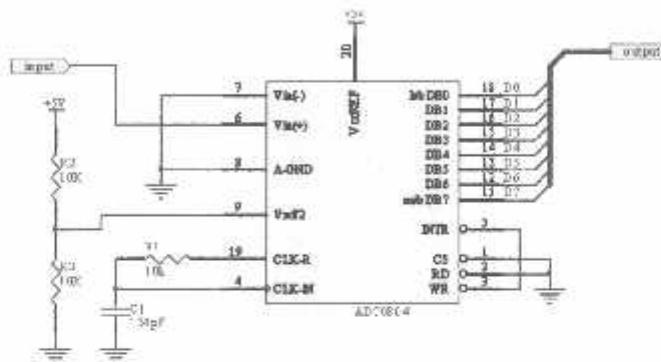
$$= 606,06 \text{ KHz}$$

ADC yang direncanakan untuk dapat menerima masukan antara 0V sampai 5V sehingga tiap bitnya akan berbobot

$$\text{resolusi} = \frac{\text{range tegangan}}{2^{n-\text{bit}} - 1}$$

$$= \frac{5}{2^8 - 1}$$

$$= \frac{5}{255} = 19,6 \text{ mV}$$

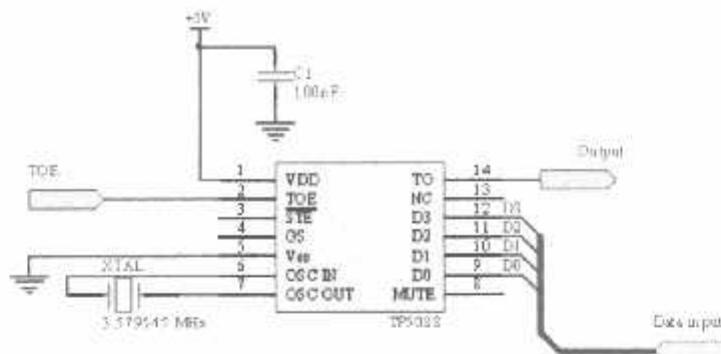


Gambar 3.4 Rangkaian ADC

3.1.4 DTMF Encoder

DTMF encoder berfungsi untuk mengubah data biner 4 bit dari mikrokontroler kedalam bentuk nada agar bisa dikirim melalui pemancar FM. DTMF encoder yang digunakan adalah tipe TP5088 yang mampu mengubah kode biner 4 bit ke bentuk nada DTMF.

Diperlukan dua buah DTMF encoder, yang pertama untuk sistem tetap dan yang lainnya untuk mobil pemindah barang. Rangkaiannya seperti gambar berikut:



Gambar 3.4 DTMF Encoder

3.1.5 DTMF Decoder

DTMF decoder berfungsi mengembalikan tone yang dihasilkan oleh DTMF encoder kedalam bentuk data digital. Untuk itu digunakan MT8870 yang mengubah tone kedalam bentuk kode biner 4 bit.

MT8870 bekerja dengan clock yang dihasilkan oleh kristal 3,579545 MHz, kemudian C1 yang merupakan *couple capacitor* bernilai 100nF (diambil dari datasheet). Untuk R2 adalah *feedback resistor* dari sebuah penguatan differensial yang terdapat didalam MT8870 yang berfungsi menentukan faktor penguatan sinyal masukan. Pada rancangan ini diinginkan penguatan (*Av diff*) sebesar satu kali. Apabila ditentukan R1 sebesar 100k Ω , maka dapat ditentukan pula nilai R2 dengan persamaan sebagai berikut:

$$Av \text{diff} = \frac{R1}{R2}$$

$$1 = \frac{R_2}{10^5}$$

$$R_2 = 1.10^5$$

$$R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

Pada input non inverting (IN +) penguat differensial diberikan tegangan referensi yang diambil dari output Vref. Sebelum nada (*tone*) diubah menjadi data biner, MT8870 akan mendekripsi durasi *tone* yang diterima. Apabila lamanya durasi memenuhi syarat sebesar konstanta waktu R_3C_2 , maka *tone* tersebut akan diubah menjadi data biner pada blok *Code Converter and Latch* didalam MT8870.

Pada lembaran data sheet *Tone Duration Accept (t_{REC})*, yaitu durasi *tone* agar bisa direkam kedalam MT8870 maksimal sebesar 40mS. Untuk memenuhi syarat ini ditetapkan t_{REC} sebesar 30mS dengan nilai $C_2 = 100nF$, maka dapat ditentukan nilai R_3 sebesar :

$$R_3 = \frac{t_{REC}}{C_2}$$

$$R_3 = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-9}}$$

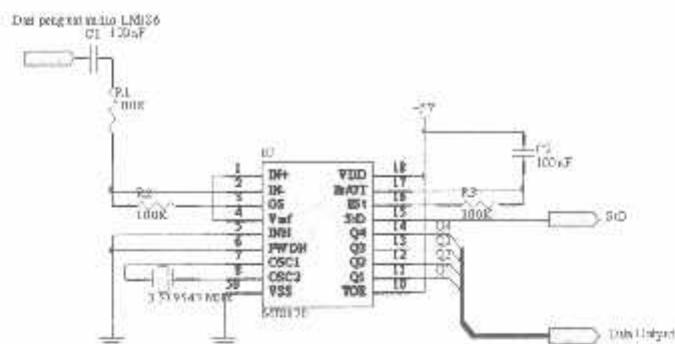
$$R_3 = 0,3 \cdot 10^6$$

$$R_3 = 300K\Omega$$

Std (Delayed Steering) pada pin 15 MT8870 merupakan output yang menandakan MT8870 mempunyai data DTMF baru yang bisa diambil. Saat tidak ada nada DTMF pin Std berlogika '0', jika sinyal yang masuk MT8870 mengandung nada DTMF dan nada itu lamanya melebihi konstanta waktu yang telah ditentukan oleh C2 dan R3, StD akan menjadi '1' memberitahu AT89C51 bahwa ada data di D0..D3 MT8870 yang bisa diambil. Sinyal StD dipantau lewat pin P2.1 AT89C51.

Pin TOE MT8870 dihubungkan langsung ke +5V agar selalu berlogika '1', hal ini dimaksudkan agar mikrokontroler bisa mengambil data di D0..D3 tanpa mengubah-ubah logika pin ini.

Diperlukan dua DTMF decoder juga, satu untuk sistem tetap dan yang lainnya untuk mobil pemindah barang. Rangkaianya seperti dibawah ini:

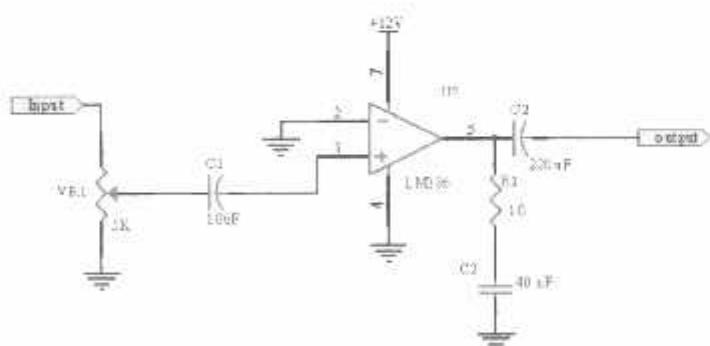


Gambar 3.5 DTMF Decoder

3.1.6 Penguat Audio LM386

Penguat audio yang dirancang menggunakan IC LM386. IC ini merupakan penguat daya audio yang dirancang untuk penguat tegangan rendah. Tegangan DC keluarannya adalah $\frac{1}{2}$ dari Vcc, dengan catu daya sebesar 4V sampai 18V.

Rangkaian penguat audio ini, direncanakan empat buah, dua buah untuk penguat DTMF encoder dan DTMF decoder pada blok sistem tetap, yang lainnya untuk penguat DTMF encoder dan DTMF decoder pada mobil pengangkut barang. Untuk nilai komponennya diambil langsung dari lembaran datasheet LM386. Rangkaian lengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3.6 Penguat Audio LM386

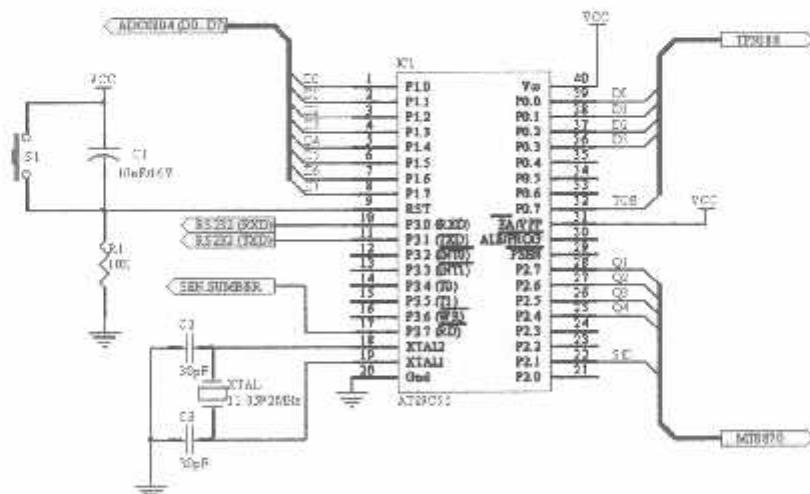
3.1.7 Minimum Sistem Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 digunakan sebagai pengolah data warna dari ADC, data DTMF decoder dan data dari atau ke PC. Mikrokontroler yang dirancang menggunakan memori internal dengan cara menghubungkan pin EA ke Vcc. Sebagai sumber *clock* digunakan kristal 11,0592 MHz dan dua buah kapasitor 30pF.

Port-port AT89C51 yang digunakan pada perencanaan ini adalah:

- P0.0 – P0.3 dihubungkan ke inputan D0..D3 dari DTMF encoder.
- P0.7 dihubungkan ke pin TOE DTMF encoder.
- P1 (P1.0 – P1.7) dihubungkan ke output ADC0804.
- P2.4 - P2.7 dihubungkan ke output Q1..Q4 dari DTMF decoder.
- P2.1 dihubungkan dengan pin StD MT8870.
- P3.0 dihubungkan dengan pin Rx dari MAX232.
- P3.1 dihubungkan dengan pin Tx dari MAX232.

Rangkaian selengkapnya seperti gambar dibawah ini:

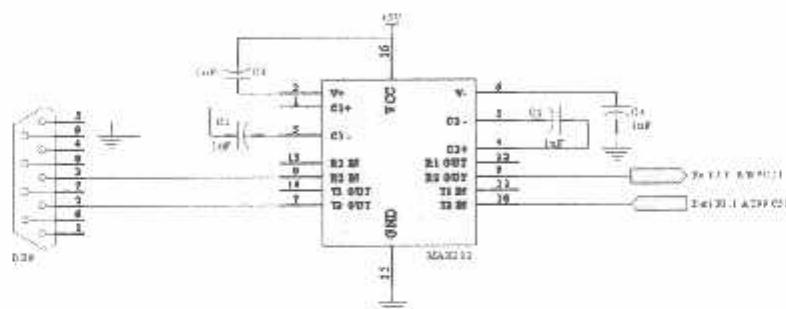


Gambar 3.7 Minimum Sistem AT89C51

3.1.8 Level Converter RS232

Untuk keperluan *interfacing* ke PC diperlukan rangkaian pengubah level tegangan TTL ke standar RS232 yaitu -3V sampai -10V untuk logika low dan +3V sampai +10V untuk logika high. Untuk itu digunakan IC MAX232 sebagai perantara antara port serial mikrokontroler dengan port serial PC.

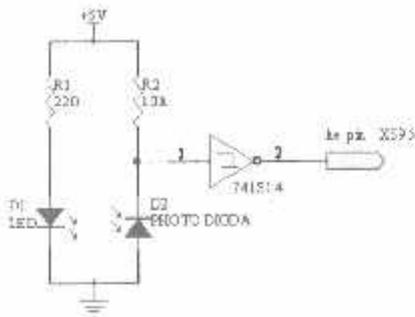
Perangkat level converter menggunakan IC MAX232 dapat dibangun dengan menambahkan lima komponen eksternalnya. Komponen tersebut berupa kapasitor C₁, C₂, C₃, C₄, C₅ yang nilainya telah ditentukan pada datasheet sebesar 1 μ F. Rangkaianya seperti terdapat pada gambar



Gambar 3.8 Level Converter RS232

3.1.9 Sensor Infra Merah (Sensor Trackline)

Sensor untuk membedakan warna gelap dan warna terang dari jalur (track) digunakan pasangan diode infra merah dan photodioda. Dioda infra merah akan memancarkan cahaya infra merah yang dapat dipantulkan oleh objek yang berwarna terang. Sinar pantulan ini akan diterima oleh photodioda. Untuk rangkaianya dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3.9 Sensor Inframerah

Agar dioda infra merah dapat memancarkan sinar infra merah diperlukan arus (I_{IR}) sebesar 20 mA dan tegangan (V_{IR}) sebesar 1,2 Volt. Sehingga dapat dihitung besarnya R_1 sebagai berikut :

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_{IR}}{I_{IR}}$$

$$R_1 = \frac{5 - 1,2}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_1 = \frac{3,8}{20 \times 10^{-3}}$$

$$R_1 = 190 \Omega$$

Karena dipasaran tidak ada maka diambil nilai terdekatnya yaitu 220Ω . Sedangkan untuk menentukan nilai resistor *pull up* pada photodioda adalah sebagai berikut :

Diketahui arus pada photodioda (I_{PD}) sebesar 0,5 mA

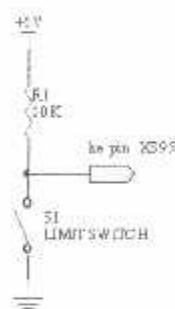
$$R_2 = \frac{V_{cc}}{I_{PD}}$$

$$R_2 = \frac{5}{0,5 \times 10^{-3}}$$

$$R_2 = 10 K\Omega$$

Pada rangkaian diatas memanfaatkan inverter schmitt trigger yang terdapat pada IC 74LS14. Gerbang ini merupakan fungsi not yang akan membalik kondisi logika input menjadi kebalikannya. Misalnya jika inputnya berlogika "0" maka outputnya akan berlogika "1" atau sebaliknya. Selain itu juga berfungsi untuk mengubah taraf tegangan masukan menjadi taraf tegangan TTL pada keluarannya. Rangkaian sensor infra merah ini dibuat 4 buah dengan nilai komponen yang sama.

3.1.10 Limit Switch



Gambar 3.10 Rangkaian limit switch

Pada saat limit switch dalam keadaan tertutup maka tegangan di keluaran (yang akan masuk ke XS95 Board), sebesar 0 V, tetapi pada saat limit switch dalam keadaan terbuka, diharapkan tegangan keluaran mendekati 5 Volt. Ini dapat dicapai dengan pertimbangan sebagai berikut :

Diketahui :

Tegangan supply (V_{CC}) = 5 Volt

Arus (I) = 0,01mA (ini adalah arus yang dibutuhkan oleh masukan XS95 Board)

Tegangan keluaran (V_{OUT}) \approx 5 Volt (Misalnya 4,9 Volt)

$$\begin{aligned}V_{CC} &= I \cdot R_l + V_{out} \\5 &= (0,01 \cdot 10^{-3} \cdot R_l) + 4,9 \\R_l &= \frac{0,1}{0,01 \cdot 10^{-3}} \\R_l &= 10000\Omega\end{aligned}$$

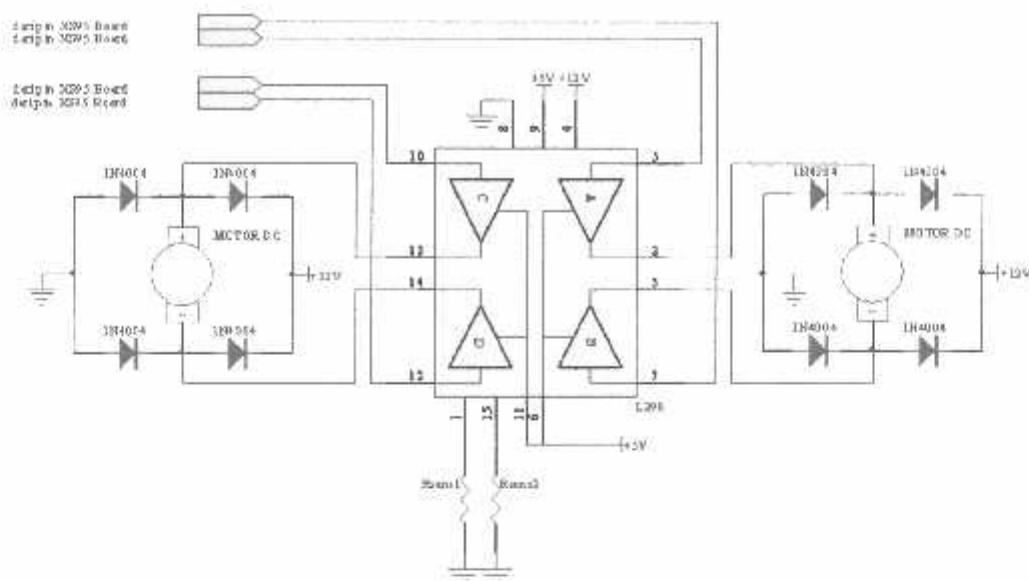
maka nilai $R_l = 10 \text{ K}\Omega$

Rangkaian limit switch ini dibuat 4 buah dengan nilai komponen yang sama.

3.1.11 Driver Motor DC

Komponen utama rangkaian penggerak motor dc ini adalah IC L298N yang merupakan IC yang dirancang khusus untuk keperluan pengendalian motor dc. IC L298N didalamnya terdapat empat penggerak push-pull yang dapat mengalirkan arus pada keluarannya sampai sebesar 4A tiap jalurnya. Masing-masing jalur dikendalikan oleh sebuah sebuah TTL yang kompatibel. Tegangan yang bisa dikendalikan untuk supply motor mencapai 46 V.

Berikut ini adalah gambar skema dari rangkaian penggerak motor dc :



Gambar 3.11 Driver Motor DC

Pada skema rangkaian terlihat ada 8 buah dioda 4A (IN4004) yang dipasang dengan konfigurasi jembatan dioda pada tiap motor dc. Maksud dari pemasangan jembatan dioda ini adalah menghilangkan gelombang osilasi yang timbul akibat adanya beban induktif yaitu kumparan motor. Selain itu ditambahkan juga *non inductive capacitor* yang besarnya bisaanya 100nF (nilai ini diambil langsung dari lembaran data sheet L298N).

Pada kaki 1 dan 15 adalah kaki *Sensing Voltage*. Kaki ini akan mengendalikan besarnya arus beban. Dalam keadaan tidak terhubung ke ground, tegangan sensing (V_{sens}) pada kaki ini sebesar 3 Volt. Agar motor dapat berputar, tegangan pada kaki 1 dan 15 harus sebesar -1 Volt sampai 2 Volt. Apabila diinginkan arus yang mengalir pada beban sebesar 3A (dari baterai 12V/3Ah), maka :

$$I = \frac{Vsens}{Rs}$$

$$3 = \frac{2}{Rs}$$

$$Rs = \frac{2}{3}$$

$$Rs = 0,67\Omega$$

Tabel 3.1 Tabel Kebenaran IC L298N

INPUT		FUNGSI MOTOR
VINH ₂ = H	A = H ; B = L	Motor 1 Berputar ke kanan
	A = L ; B = H	Motor 1 Berputar ke kiri
	A = B	Motor 1 Berhenti dengan cepat
VINH ₂ = L	A = X ; B = X	Motor 1 Berhenti tanpa ada penggereman
VINH ₁ = H	C = H ; D = L	Motor 2 Berputar ke kanan
	C = L ; D = H	Motor 2 Berputar ke kiri
	C = D	Motor 2 Berhenti dengan cepat
VINH ₁ = L	A = X ; B = X	Motor 1 Berhenti tanpa ada penggereman

Keterangan :

H = High

L = Low

X = Don't Care

3.1.12 Rangkaian Delay

Rangkaian delay yang dirancang menggunakan IC timer NE555 yang dikondisikan sebagai Multivibrator Monostabil. Rangkaian delay ini dimaksudkan untuk memberikan waktu tunda pada rangkaian DTMF encoder pada sisi mobil pengangkut barang.

Untuk waktu delay yang direncanakan adalah sebesar 500 ms. Nilai ini dipilih atas dasar waktu *Tone Duration Accept* (*t_{REC}*) pada DTMF decoder yang telah ditentukan yaitu sebesar 40 ms. Untuk nilai delay harus lebih besar dari nilai *t_{REC}* yang direncanakan agar DTMF encoder punya cukup waktu untuk

mendeteksi nada yang diterimanya sebelum data yang lain dikirimkan, maka dipilih sebesar 500 ms.

Pemilihan nilai komponen pendukung seperti R_1 dan C_1 ditentukan dengan rumus :

$$t = 1,1 \cdot R_1 \cdot C_1$$

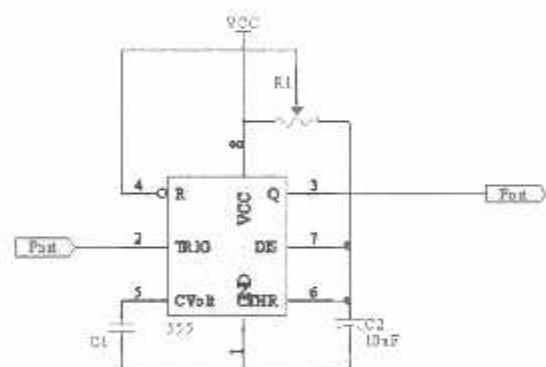
Jika dipilih nilai C_1 sebesar $3,3 \mu\text{F}$ maka dapat dicari nilai R_1 sebesar :

$$R_1 = \frac{t}{1,1 \times C_1}$$

$$R_1 = \frac{500 \cdot 10^{-3}}{1,1 \times 3,3 \cdot 10^{-6}}$$

$$R_1 = 137741.04 \Omega$$

Inputan trigger pada pin 2 pada NE555 didapatkan dari output XS95 Board, sedangkan output dari IC NE555 dihubungkan ke XS95 Board pin 20.



Gambar 3.12 Rangkaian Delay 555

3.2. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Untuk mendukung proses pertukaran data diperlukan kesepakatan dua pihak menyangkut urutan proses, format data dan sebagainya. Urutan proses dari tiap perangkat lunak direncanakan dengan pembuatan flowchart terlebih dahulu kemudian dikonversikan dengan bahasa pemrograman yang bersangkutan.

Format data yang diterima atau dikirim PC dari/ke mikrokontroler berupa karakter yang mempunyai arti yang berbeda-beda. Karakter-karakter ini harus disesuaikan dan disepakati penggunaanya agar tidak terjadi kesalahan pahaman dalam menerjemahkan karakter yang diterima. Karakter-karakter yang dipakai serta fungsinya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.2 Format Data Komunikasi PC dan Mikrokontroler beserta fungsinya

Karakter	Fungsi	Arah Data
@	sinyal counter dari mobil memberitahukan PC bahwa barang yang dibawa mobil terjatuh	dari uC ke PC
|	memberitahukan PC bahwa barang di titik sumber telah diambil mobil	dari uC ke PC
*	memberitahukan PC bahwa barang telah sampai tujuan	dari uC ke PC
\$	start karakter untuk data ADC	dari uC ke PC
&	stop karakter untuk data ADC	dari uC ke PC
o	mode online	dari PC ke uC
t	mode setup	dari PC ke uC
s	stop count	dari PC ke uC

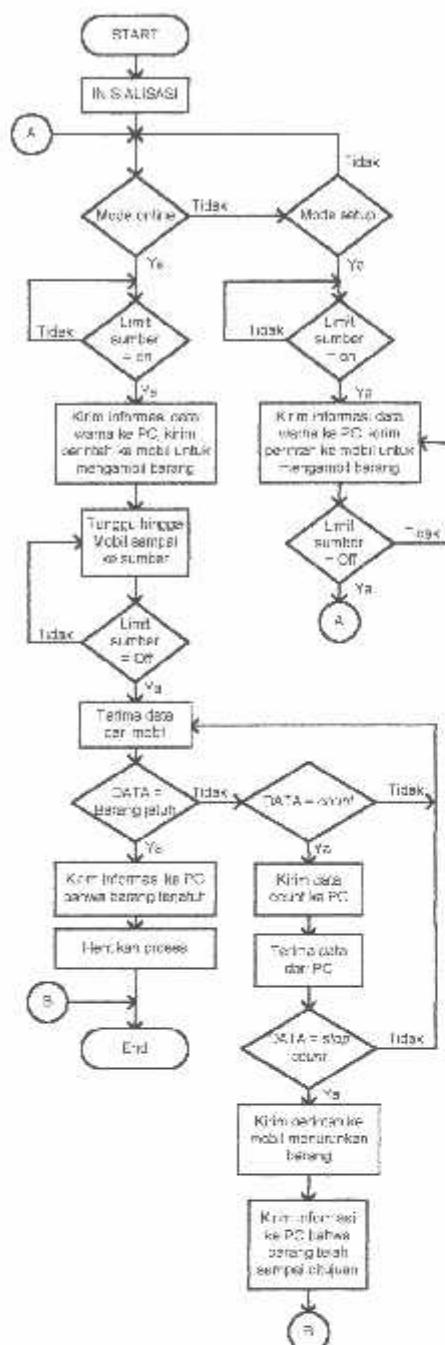
3.2.1. Perangkat Lunak pada Mikrokontroler

Mikrokontroler direncanakan untuk melakukan tugas-tugas seperti mendeteksi limit switch sensor keberadaan barang, mengambil data warna dan mengirimkannya ke PC, mengirim perintah ke mobil melalui DTMF encoder, dan menerima data biner 4 bit dari DTMF decoder dan mengirimkannya ke PC.

Sistem pada mikrokontroler dirancanakan bekerja pada dua mode, mode yang pertama adalah mode setup. Mode ini akan memberikan data warna ADC ke PC secara terus menerus agar PC dapat menyimpan data ini kedalam database.

Kemudian mode yang kedua adalah mode online. Pada mode ini mikrokontroler akan bekerja sesuai rencana awal yaitu mendeteksi adanya barang, memberi informasi ke mobil, dan lain sebagainya.

Untuk rancangan softwarenya dapat dilihat pada flowchart berikut:



Gambar 3.13 Diagram Alir Kerja Sistem Pada Mikrokontroler

3.2.1.1 Inisialisasi

Inisialisasi bisa dimaksudkan untuk pemberian nilai awal, pengaturan awal sistem dengan segala perangkat yang akan digunakan. Pada

sisi mikrokontroler proses inisialisasi dilakukan pada penggunaan port serial dalam hal ini adalah mengatur mode kerja port serial dan menentukan baudrate-nya.

Port serial mikrokontroler direncanakan akan bekerja pada mode 1 dan baudrate 9600 bps dengan pengaturan seperti potongan program berikut:

```
init_seri:
    mov tmod,#20h ;timer 1 mode 2 (8 bit reload)
    mov th1,#0fdh ;9600 Bps (xtal 11,0952 MHz)
    setb tr1
    mov scon,#50h ;Mode 1 serial,8 bit UART
```

Karena akan menggunakan komunikasi serial mode 1 penentuan baud rate didasarkan pada penggunaan Timer 1 sebagai generator baudrate, maka baud rate mode 1 ditentukan oleh laju limpahan Timer 1 dan nilai SMOD dengan persamaan:

$$\text{Baud rate} = \frac{K}{32} \times \frac{\text{Frekuensi kristal}}{12 \times [256 - (TH1)]}$$

$$\begin{aligned} TH1 &= 256 - \frac{K \times \text{Frekuensi kristal}}{384 \times \text{Baud rate}} \\ &= 256 - \frac{1 \times 11059200}{384 \times 9600} \\ &= 256 - 3 \\ &= 253_{10} = 0FD \text{ Hexa} \end{aligned}$$

Nilai ini kemudian dimasukkan ke TH1.

3.2.1.2 Pendekripsi logika limit switch

Untuk mendekripsi logika dari limit switch dapat dilakukan dengan perintah jb (*jump on bit set*) dan jnb (*jump on not bit set*). Potongan programnya dapat dilihat seperti berikut:

```
cek_sumber:
    jb    sumber,cek_sumber ; apakah sumber on? Kalo ngga,
    ; balik cek lagi
    ...
    jnb    sumber,lagi
    jmp    cek_sumber
```

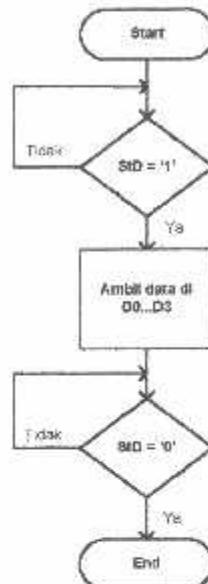
3.2.1.3 Mengirim dan menerima data dari/ke PC lewat port serial

Setelah proses inisialisasi selesai, barulah port serial mikrokontroler dapat digunakan untuk berkomunikasi. Untuk mengirimkan data melalui port serial dilakukan dengan mengisi register SBUF dengan data, sedangkan untuk menerima data yang terdapat di port serial dilakukan dengan mengambil data di register SBUF. Potongan programnya seperti berikut:

```
-----layanan interrupt serial/terima data
dari pc-
recvpc:
    clr    es
    jnb    ri,$
    clr    ri
    mov    p0,sbuf
    mov    r0,sbuf
    mov    r2,sbuf
    setb    es
    reti
;-----kirim data ke pc-
send2pc:
    clr    es
    mov    sbuf,a
    jnb    ti,$
    clr    ti
    setb    es
    ret
```

3.2.1.4 Mengirim dan Menerima Data Melalui DTMF

Langkah-langkah menerima data dari DTMF decoder secara umum dapat diterangkan seperti flowchart berikut:



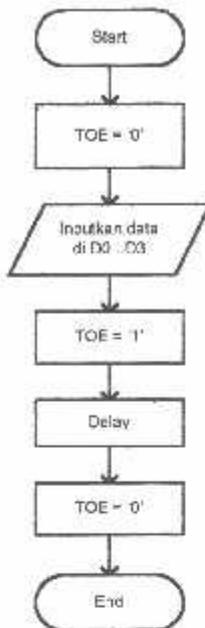
Gambar 3.14 Diagram Alir Menerima Data DTMF Secara Umum

Dari flowchart diatas dapat dibuat program assembler yang telah disesuaikan dengan rangkaian perangkat kerasnya seperti potongan program berikut:

```

;-----terima data dari
DTMF---
recvDTMF:
    mov    r1,#00h
    jnb    std,$
    mov    a,p2
    anl    a,#11110000b
    mov    r1,a
    jb    std,$
    ret
  
```

Sedangkan untuk mengirim data lewat DTMF encoder secara umum dapat dilakukan seperti flowchart berikut:



Gambar 3.15 Diagram Alir Mengirim Data DTMF Secara Umum

Potongan programnya adalah sebagai berikut:

```

-----kirim data ke dtmf---
send2dtmf:
    setb tx_on
    anl a,#10001111b
    mov p0,a
    setb toe
    call delay
    clr toe
    clr tx_on
    ret
  
```

3.2.2. Perangkat Lunak pada PC

Direncanakan PC melakukan tugas-tugas seperti mengolah data-data yang dikirimkan oleh mikrokontroler, seperti data warna, counter, mengolah database hingga menampilkan jumlah barang pada tiap gudang. Perangkat lunak pada PC ditulis dengan Borland Delphi 7.

Secara garis besar perangkat lunak pada PC mempunyai dua mode kerja utama, yaitu mode setup dan mode online. Pada mode setup PC akan menyimpan

nama barang termasuk kode dan data warna barang yang dikirim mikrokontroler kedalam database.

Kode Barang	Nama Barang	data_warna
01	tunjung	FD
03	baju	AA

Gudang Barang

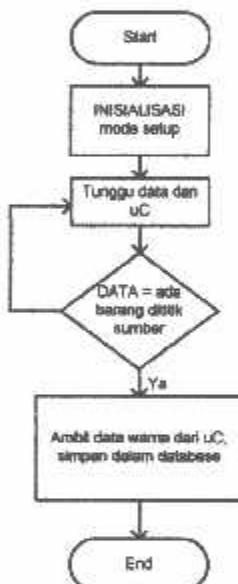
Kode Barang : 02

Nama Barang : Barang pecah pvc

Data Warna :

Save Done

Gambar 3.16 Form Setup Barang



Gambar 3.17 Diagram Alir Kerja Sistem Pada PC Mode Setup

Selain itu nantinya pada form ini juga akan mengijinkan kita untuk menyimpan nama titik tujuan yang selanjutnya disebut dengan gudang. Pada opsi

ini terdapat kode gudang (no.Gudang) yang digunakan untuk membandingkan sinyal *counter* dari mobil. Jika sinyal counter yang dikirim mobil sama dengan nomor gudang maka PC akan mengirimkan perintah ke mobil untuk menurunkan barang.

The screenshot shows a Windows application window titled "Setup". Inside the window, there is a table with three rows of data:

Kode Gudang	Nama Gudang	Kapasitas
1	gudang A	52
2	gudang B	100
3	gudang tambahan	23

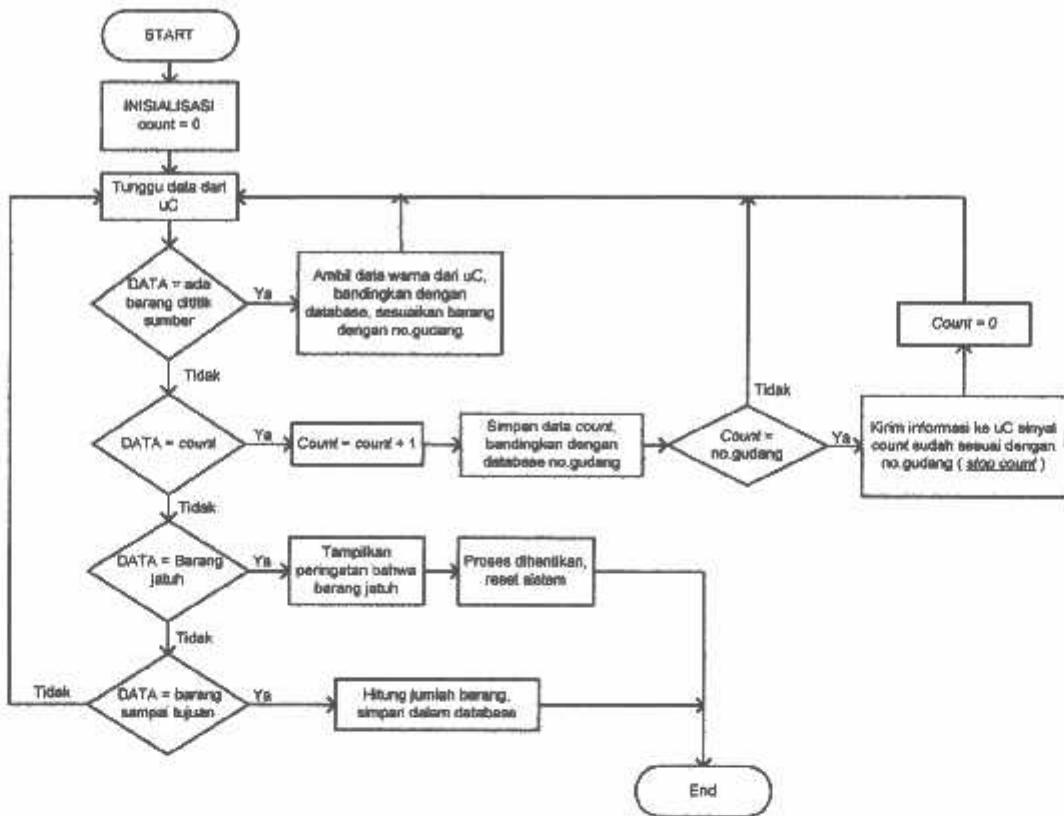
Below the table, there are two tabs: "Gudang" and "Barang". The "Gudang" tab is selected. Underneath the tabs, there are three input fields:

- Kode Gudang [no. urut]:
- Nama Gudang:
- Kapasitas:

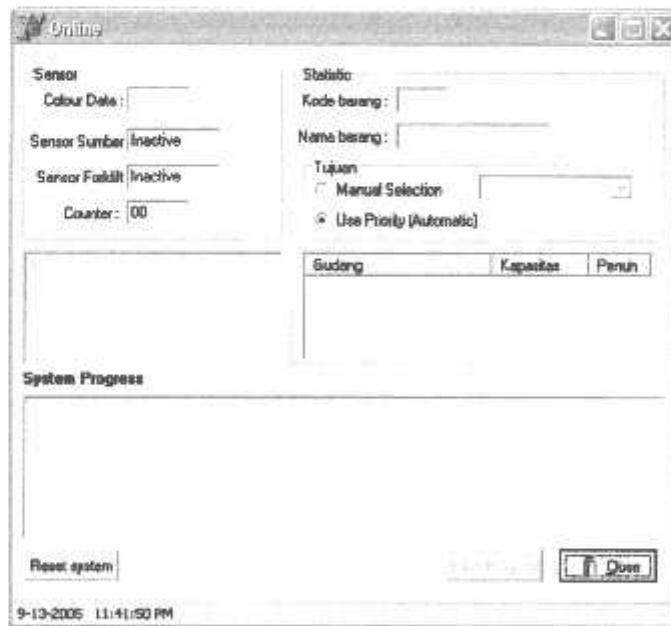
At the bottom of the window, there are three buttons: "Save", "Cancel", and "Close".

Gambar 3.18 Form Mode Setup Gudang

Sedangkan mode online adalah mode utama dari sistem, pada mode ini PC akan membandingkan barang yang ada di titik sumber dengan data yang ada di database, juga akan menangani sinyal counter yang dikirim mobil, dan lain sebagainya. Flowchart dari rencana software pada PC mode online adalah sebagai berikut:



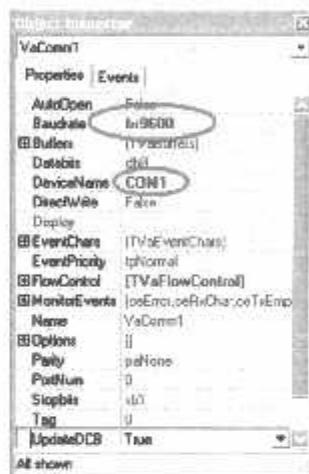
Gambar 3.19 Diagram Alir Kerja Sistem Pada PC Mode Online



Gambar 3.20 Form Mode Online

3.2.2.1 Inisialisasi

Inisialisasi dilakukan pada komponen VaComm dengan menentukan port serial yang digunakan dan baud rate-nya. Hal ini dilakukan dengan mengatur properties dari komponen ini. Pengaturan dilakukan pada properti *DeviceName* diisi dengan COM1,COM2 atau yang lain sesuai dengan nama port serial yang ada pada komputer. Kemudian pada *Baudrate* diisi dengan br9600 sesuai dengan baud rate yang digunakan pada mikrokontroler. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 3.21 Pengaturan Baudrate dan DeviceName VaComm

3.2.2.2 Menerima dan Mengirim Data Melalui Port Serial

Menerima dan mengirim data melalui port serial dilakukan dengan komponen VaComm. Komponen ini bisa digunakan setelah proses inisialisasi terhadap properties-nya.

Untuk menerima data dari port serial, rutin dari programnya ditempatkan pada EventOnRxChar seperti potongan program berikut:

```

procedure TDM.VaComm1RxChar(Sender: TObject; Count:
Integer);
var str,head,tail:String;
begin
  head := copy(str,1,1);
  tail := copy(str,3,1);
  if F_Online <> nil then
  begin
    F_Online.Mem1.Text := F_Online.Mem1.Text+' '+
(str);
  end;

  if (head = '$') and (tail = '&') then
  if warna = False then
  begin
    data:=copy(str,pos('$',str)+1,pos('&',str)-2);
    data:=IntToHex(ord(succ(StrToChar(data))),4);
    tampilan(color);
  end;
  if str = '@' then
  begin
    tampilan(counter);
  end;

  if str = '!' then
  begin
    tampilan(jatuh);
  end;

  if str = '*' then
  begin
    tampilan(ambil);
  end;

  if str = '=' then
  begin
    tampilan(finish);
  end;
end;

```

Karakter-karakter yang diterima VaComm disimpan pada variabel str untuk diproses lebih lanjut. Karakter ini kemudian diterjemahkan untuk melakukan tugas-tugas sesuai fungsinya seperti yang dijelaskan pada table sebelumnya.

Untuk mengirim data ke mikrokontroler melalui port serial dilakukan dengan perintah

VaComm1.WriteChar (karakter yang akan dikirim);

Karakter yang dikirim PC digunakan untuk menentukan mode kerja mikrokontroler apakah mode setup untuk mengambil data warna barang dan menyimpannya ke database ataukah mode online untuk kerja sistem yang sesungguhnya.

3.2.3. Perangkat Lunak pada XC95108 – 20 – PC84

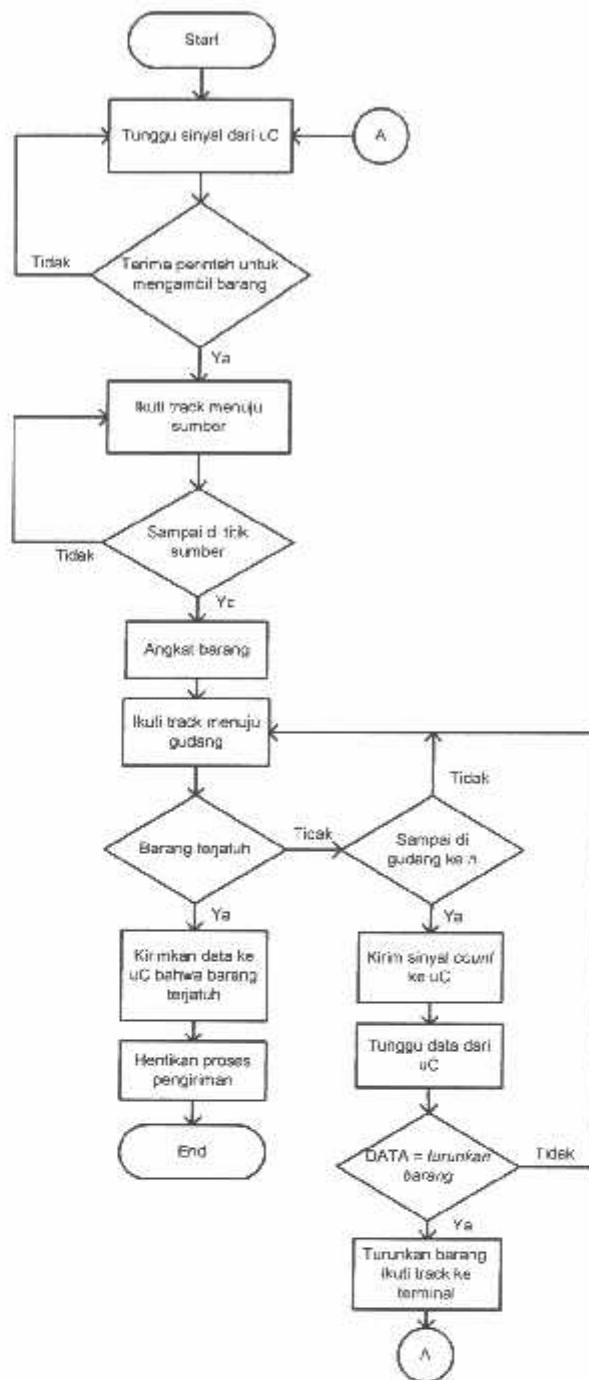
Untuk mengkonfigurasi IC CPLD XC95108-20-PC84 yang terdapat didalam XS95 Board V1.3, diperlukan sebuah file dengan ekstensi.svf. Untuk dapat menghasilkan file ini digunakan software Xilinx Foundation Series 2.1i. Perancangan software ini menggunakan tiga metode perancangan yaitu :

1. *Finite State Machine*
2. *Schematic*

Dalam perancangan software, sistem dipecah menjadi beberapa macro yang dibuat dengan metode Finite State Machine Kemudian macro-macro tersebut digabungkan menjadi satu sistem didalam skematik editor.

Kemudian desain tersebut akan disintesis, disimulasi dan kemudian akan dihasilkan file dengan ekstensi.svf. File ini akan diimplementasikan ke IC CPLD XC95108-20-PC84 yang ada di dalam XS95 Board V1.3 dengan menggunakan software GXSLOAD.

Board XS95 ini dirancang mempunyai tugas-tugas seperti menerima data biner 4 bit dari DTMF decoder, menggerakkan motor DC roda kanan dan kiri, motor DC Fork, serta mengirim data ke unit sistem tetap melalui DTMF encoder. Rancangannya dapat dilihat pada flowchart berikut:



Gambar 3.22 Diagram Alir Kerja Sistem Pada Mobil Pengangkut Barang

3.2.3.1 Rutin Menerima Data DTMF

Rutin menerima data DTMF yang dikirim mikrokontroler diawali dengan mendeteksi pin Std pada M18870. Jika pin ini berlogika ‘1’ maka ada data baru

yang bisa diambil di D0..D3. Data ini kemudian diterjemahkan untuk melakukan tugas sesuai fungsi yang telah direncanakan seperti pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Format Data DTMF Encoder dan Fungsinya

Data DTMF	Fungsi
0001	perintah untuk mengambil barang dititik sumber
1000	perintah untuk menurunkan barang dititik tujuan

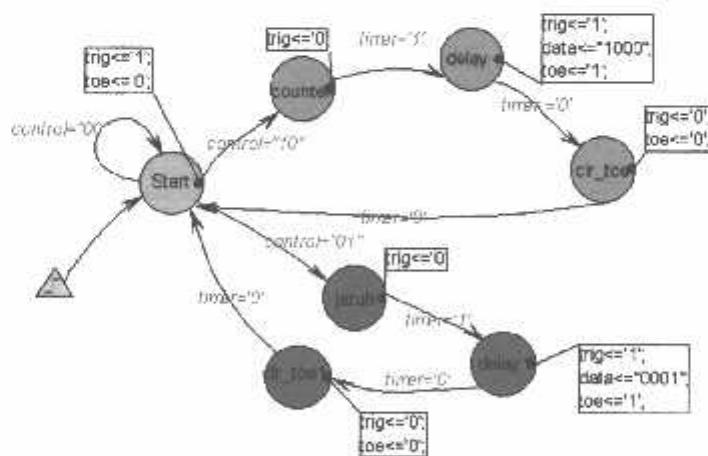
3.2.3.2 Rutin Mengirim Data Melalui DTMF

Data yang dikirim mobil pengangkut barang adalah sinyal counter dan sinyal yang memberitahukan bahwa barang terjatuh diperjalanan. Data-data tersebut direncanakan seperti pada tabel.

Tabel 3.4 Format Data DTMF Decoder dan Fungsinya

Data DTMF	Fungsi
1000	Sinyal counter
0001	Memberitahukan PC bahwa barang terjatuh

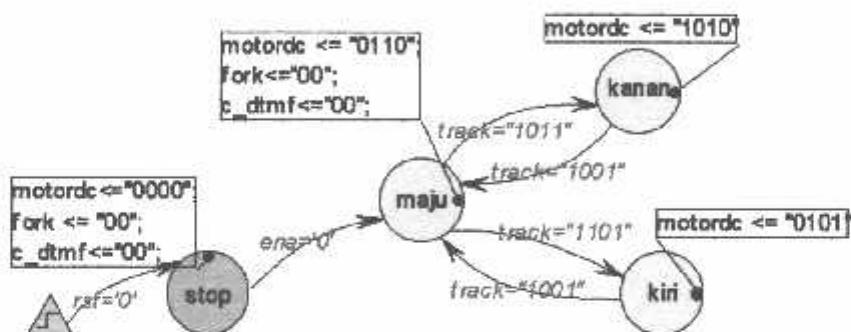
Rutin ditulis dengan Finite State Machine seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.23 Diagram Alir Mengirim DTMF

3.2.3.3 Rutin Untuk Penggerak Arah Motor DC

Direncanakan mobil dapat menelusuri track atau jalur yang telah ditentukan berupa garis hitam diatas permukaan lantai berwarna putih. Untuk itu diperlukan data yang menjadi penanda bahwa motor harus belok kekiri, kekanan atau bergerak mundur dan sebagainya. Data ini diambil dari sensor trackline, tiap kombinasi logika sensor ini mempunyai fungsi yang outputnya disesuaikan lagi dengan masukan driver motor DC sehingga akan menghasilkan gerak motor yang direncanakan.



Gambar 3.24 Diagram Alir Penggerak Motor DC

BAB IV

PENGUJIAN ALAT

Pada bab ini membahas cara pengujian dan analisa dari alat yang dirancang, sehingga dapat diketahui apakah alat tersebut dapat bekerja sesuai dengan rencana. Dalam rangka pengujian alat tersebut diuraikan percobaan yang dilakukan untuk mengetahui respon dari keseluruhan alat yang telah dirancang.

Secara garis besar pengujian alat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Pengujian perangkat keras
2. Pengujian perangkat lunak

4.1. Pengujian Perangkat Keras

Tujuan umum pengujian perangkat keras ini adalah sebagai berikut :

- Mengetahui unjuk kerja rangkaian sensor warna LDR.
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian ADC0804.
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian DTMF encoder.
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian DTMF decoder
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian penguat audio
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian *limit switch*.
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian sensor infra merah.
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian driver motor DC.
- Mengetahui unjuk kerja rangkaian RS232.

4.1.1 Pengujian Rangkaian Sensor Warna LDR

a. Tujuan

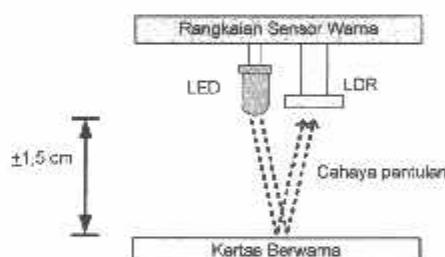
Pengujian Rangkaian sensor warna LDR bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian ini dapat memberikan nilai tegangan yang bervariasi pada keluarannya .

b. Peralatan yang Digunakan

- Power Supply 5V DC
- Multitester
- Kertas berwana
- Rangkaian sensor warna

c. Prosedur Pengujian

Metode pengujian dilakukan dengan memberikan cahaya pada kertas berwarna-warni, cahaya yang terpantul dan ditangkap oleh LDR, kemudian diukur tegangan yang ada di keluarannya.

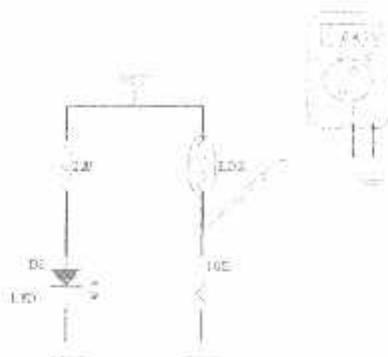


Gambar 4.1 Metode Pengujian Sensor Warna LDR

Pengujian dilakukan dengan cara menghadapkan sumber cahaya dan LDR ke kertas berwana. Cahaya yang dipantulkan oleh kertas berwana akan ditangkap oleh LDR, kemudian diukur tegangan yang ada pada pertemuan antara

R dan LDR. Hal yang sama dilakukan dengan kertas berwarna yang lainnya.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.2 Rangkaian Pengujian Sensor Warna LDR

d. Data Hasil Pengujian

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Warna LDR

Kertas warna	Tegangan LDR
Putih	3,32 V
Kuning	3,03 V
Hijau	2,69 V
Merah	2,24 V
Biru	2,20 V
Hitam	1,47 V

e. Analisa

Jika diperhatikan pada tabel hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa tegangan yang dihasilkan rangkaian bervariasi antara 1V sampai 3V . Tegangan ini masih sesuai dengan yang dibutuhkan oleh rangkaian ADC

4.1.2 Pengujian Rangkaian ADC 0804

a. Tujuan

Tujuan dari pengujian rangkaian ini adalah untuk mengetahui apakah ADC dapat mengkonversikan nilai tegangan analog yang masuk menjadi data digital dengan benar.

b. Peralatan Yang Digunakan

- Power Supply Variabel 0-5 Volt DC
- Power Supply 5 Volt DC
- Peraga Led 8 bit
- Rangkaian ADC0804
- Multimeter Digital

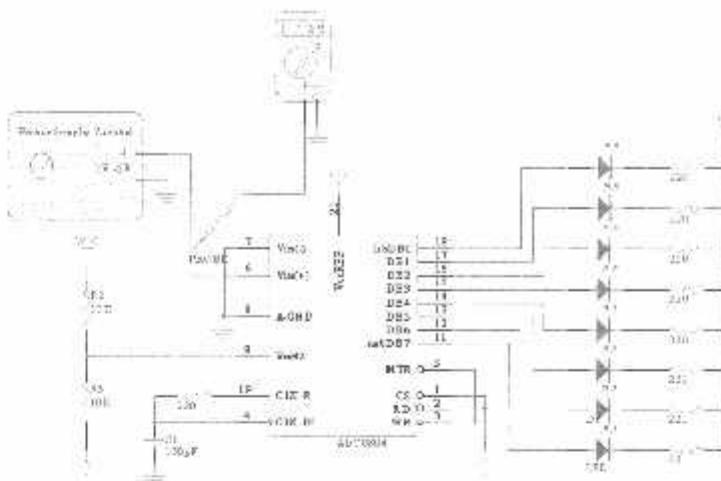
c. Prosedur Pengujian

Tugas utama ADC adalah mengubah tegangan analog menjadi data digital, untuk itu pengujinya dilakukan dengan memberikan masukan tegangan analog ke masukan ADC dan memberikan peraga led pada keluarannya.



Gambar 4.3 Metode Pengujian Rangkaian ADC

Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan analog variabel mulai dari 0V sampai dengan 5V DC. Kemudian mengamati keluaran data digital melalui led peraga seperti pada gambar dan memasukkan hasil pengamatan pada tabel.



Gambar 4.4 Rangkaian Pengujian Rangkaian ADC

d. Data Hasil Pengujian

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Rangkaian ADC

No	Tegangan Masukan	Output Digital							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	1	1	0	0	1	0
3	1.5	0	1	0	0	1	0	1	1
4	2	0	1	1	0	0	1	0	0
5	2.5	0	1	1	1	0	1	0	1
6	3	1	0	0	1	1	1	0	0
7	3.5	1	0	1	1	0	1	1	0
8	4	1	1	0	0	1	0	1	1
9	4.5	1	1	1	0	0	1	0	1
10	5	1	1	1	1	1	1	0	1

e. Analisa

Tegangan analog pada masukan ADC berkisar antara 0V sampai 5V. Dan keluaran ADC 8 bit, berarti terdapat $2^8 = 256$ kombinasi data digital pada keluarannya.

Untuk masukan 0 V keluaran ADC menunjukkan data 00000000 pada saat ini ADC tidak melakukan konversi. Sedangkan untuk masukan sebesar 1 V

dapat dihitung data biner yang dihasilkan 00110010, dari sini dapat dicari nilai tegangan analog yang sebenarnya :

Diketahui : data biner = 00110010 dalam desimal bernilai 51

$$\text{Resolusi ADC} = 0,0196 \text{ V}$$

Maka besar tegangan analognya adalah

$$= \text{Nilai desimal data digital} \times \text{Resolusi}$$

$$= 51 \times 0,0196$$

$$= 0,9996 \text{ V}$$

Dan dapat dihitung prosentase kesalahannya:

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{\text{selisih pengukuran dan perhitungan}}{\text{nilai perhitungan}} \times 100\%$$

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{0,0004}{0,9996} \times 100\%$$

$$\% \text{ kesalahan} = 0,00040\%$$

Dengan cara yang sama dihitung untuk data yang lain, sehingga akan didapatkan tabel seperti berikut :

Tabel 4.3 Perbandingan Perhitungan dan Pengukuran Rangkaian ADC

No	Tegangan Analog		% kesalahan
	Pengukuran	Perhitungan	
1	0	0	0
2	1	0,9996	0,04
3	1,5	1,47	2,04
4	2	1,56	28,2
5	2,5	2,29	9,17
6	3	3,05	1,67
7	3,5	3,56	1,69
8	4	3,97	0,76
9	4,5	4,56	1,32
10	5	4,59	9,1

Dari tabel diatas dapat dihitung rata prosentase kesalahannya:

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata prosentase kesalahan} &= \frac{\sum \% \text{ kesalahan}}{\text{banyaknya data}} \\ &= \frac{53,99}{10} \\ &= 5,399 \%\end{aligned}$$

4.1.3 Pengujian Rangkaian DTMF Encoder

a. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian ini dapat menghasilkan nada DTMF yang sesuai dengan tabel kebenaran yang ada pada datasheet terhadap masukan data digital pada masukannya.

b. Peralatan yang Digunakan

- Power Supply 5 Volt DC
- Osiloskop digital
- DIP Switch 4 bit dan push button
- Rangkaian DTMF Encoder

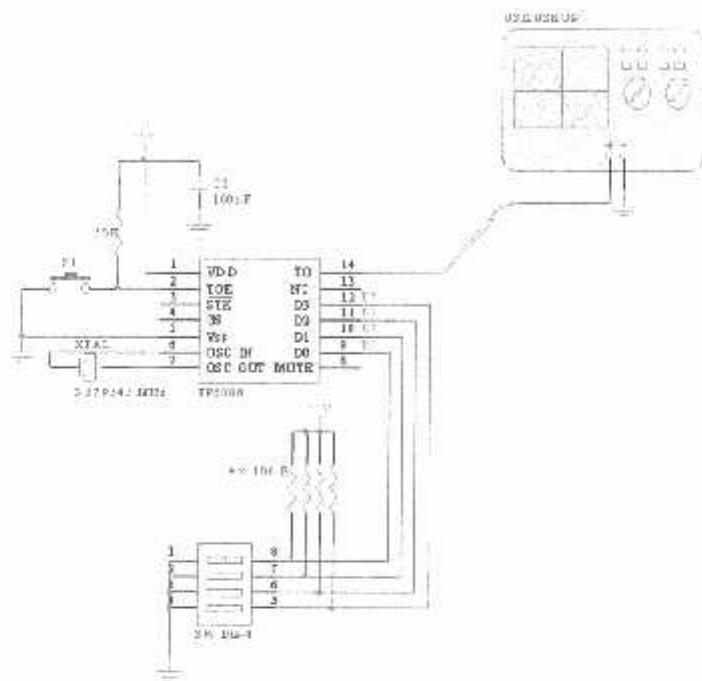
c. Prosedur Pengujian

Metode pengujian dilakukan dengan memberi masukan data biner 4 bit pada masukan rangkaian DTMF encoder kemudian melihat hasil keluarannya pada osiloskop. Push button digunakan untuk pemberian pulsa pada pin TOE. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.5 Metode Pengujian Rangkaian DTMF Encoder

Pengujian dilakukan dengan memberikan kombinasi data biner 4 bit pada masukan D0..D3, kemudian S1 ditekan sekali untuk pemberian pulsa TOE, lalu mengamati keluarannya pada osiloskop. Mencatat nilai frekuensinya pada tabel.

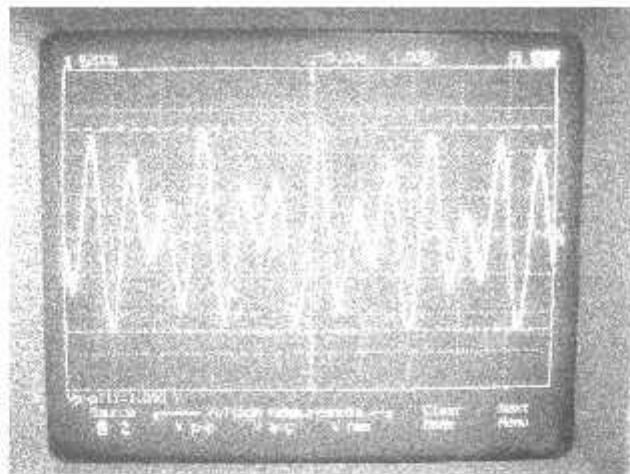


Gambar 4.6 Rangkaian Pengujian DTMF Encoder

d. Data Hasil Pengujian

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Rangkaian DTMF Encoder

No	Input Digital				Tone Out	
	D3	D2	D1	D0	F _L (Hz)	F _H (Hz)
1	0	0	0	0	941	1633
2	0	0	0	1	697	1209
3	0	0	1	0	697	1336
4	0	0	1	1	697	1477
5	0	1	0	0	770	1209
6	0	1	0	1	770	1336
7	0	1	1	0	770	1477
8	0	1	1	1	852	1209
9	1	0	0	0	852	1336
10	1	1	1	1	852	1633



e. Analisa

Jika dibandingkan hasil pengujian dengan tabel yang ada pada lembaran *datasheet*, tidak terjadi kesalahan konversi dari data digital ke bentuk tone.

4.1.4 Pengujian Rangkaian DTMF Decoder

a. Tujuan

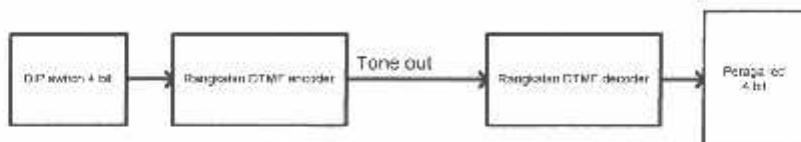
Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah DTMF decoder mampu mengkonversikan nada DTMF pada masukannya ke bentuk data digital yang sesuai.

b. Peralatan yang dipakai

- Power Supply 5 Volt DC
- Rangkaian Peraga Led 4 bit
- Rangkaian DIP Switch 4 bit dan push button
- Rangkaian DTMF encoder yang telah lulus uji
- Rangkaian DTMF Decoder

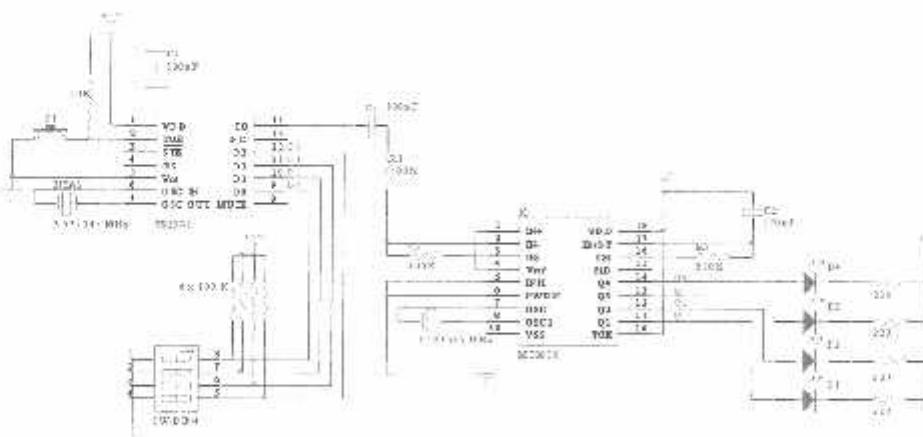
c. Prosedur pengujian

Pengujian rangkaian DTMF decoder bisa dilakukan setelah pengujian rangkaian DTMF encoder sukses dilakukan. Hal ini dikarenakan keluaran rangkaian DMTF encoder digunakan sebagai masukan ke DTMF decoder, sehingga nantinya rangkaian DTMF decoder mendapatkan nada yang benar pada masukannya dan bisa diamati apakah rangkaian ini dapat mengembalikan nada yang diterimanya menjadi data biner 4 bit.



Gambar 4.7 Metode Pengujian DTMF Decoder

Pengujian dilakukan dengan memberikan kombinasi logika pada DIP switch ke masukan rangkaian DTMF encoder sesuai tabel sehingga akan dihasilkan *tone* yang frekuensinya sesuai. *Tone* ini dimasukkan ke masukan DTMF decoder, kemudian S1 ditekan sekali dan diamati keluarannya pada led peraga kemudian memasukkan kombinasi nyala led ke tabel. Untuk rangkaian pengujinya dapat dilihat seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.8 Rangkaian Pengujian DTMF Decoder

Pengujian dilanjutkan untuk kombinasi yang lain dari DIP switch sesuai tabel, kemudian S1 ditekan sekali untuk pemberian pulsa pada TOE dan mencatat keluaran pada led peraga pada tabel.

d. Data Hasil Pengujian

Tabel 4.5 Hasil Pengujian DTMF Decoder

DIP Switch				LED Peraga			
D3	D2	D1	D0	Q4	Q3	Q2	Q1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1

e. Analisa

Jika dilihat dari tabel dapat diperhatikan bahwa kombinasi data keluaran DTMF decoder pada LED peraga selalu mengikuti kombinasi data pada DIP Switch sebagai masukan DTMF encoder. Hal ini berarti rangkaian DTMF decoder sudah dapat menerima nada DTMF encoder dan menerjemahkannya kembali menjadi data biner 4 bit dengan benar.

4.1.5 Pengujian Rangkaian Penguat Audio

a. Tujuan

Pengujian rangkaian penguat audio bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian ini mampu menguatkan sinyal pada masukannya .

b. Peralatan yang Digunakan

- Power Supply 12 V DC
- Signal Generator
- Osiloskop Digital
- Rangkaian Penguat Audio

c. Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan metode seperti pada gambar. Masukan penguat audio diberikan sinyal dari signal generator kemudian hasil keluarannya dapat dilihat pada osiloskop.



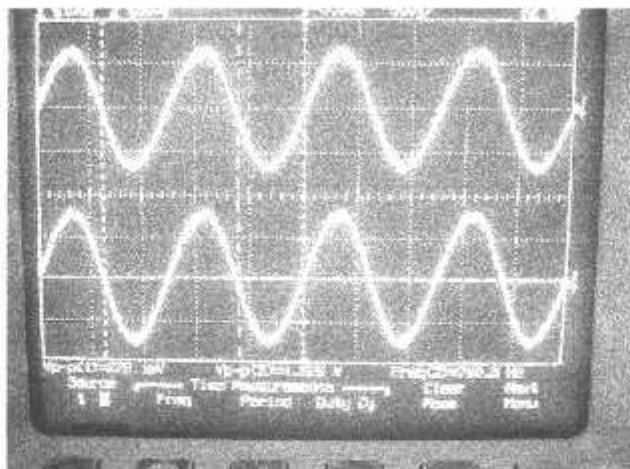
Gambar 4.9 Metode Pengujian Rangkaian Penguat Audio

Setelah semua alat terenkai, pengujian dimulai dengan memberikan masukan gelombang sinus dengan frekuensi dan amplitudo seperti pada tabel. Frekuensi ini dipilih sesuai dengan jangkah frekuensi-frekuensi yang dihasilkan oleh DTMF. Kemudian melihat keluarannya pada osiloskop serta mencatat nilai frekuensi dan amplitudo yang dihasilkan.

d. Data Hasil Percobaan

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Rangkaian Penguat Audio

Input		Output	
Frekuensi (Hz)	Amplitudo (V)	Frekuensi (Hz)	Amplitudo (V)
790.5	0.278	790.5	1,625



Gambar 4.10 Hasil Pengujian Rangkaian Penguat Audio

e. Analisa

Dapat dilihat pada tabel bahwa nilai frekuensi sebelum dan sesudah dikuatkan ternyata tidak berubah, ini berarti penguat tidak merubah frekuensi tetapi hanya menguatkan tegangan. Nilai penguatan tegangan dapat dihitung dengan rumus :

4.1.5 Pengujian Rangkaian Sensor Infra Merah

a. Tujuan

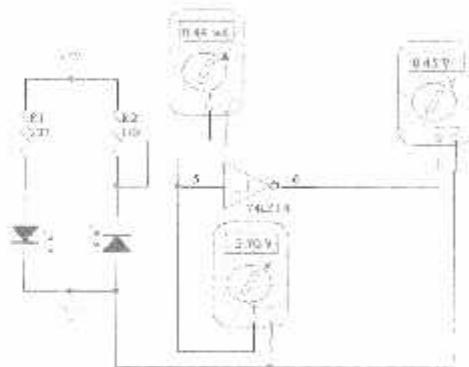
Tujuan dari pengujian rangkaian ini adalah melihat apakah rangkaian ini dapat bekerja sebagaimana rencana, yaitu dapat mengkondisikan keluarannya menjadi logika *high* dan *low*.

b. Peralatan yang Digunakan

- Power Supply 5V DC
- Multimeter digital
- Rangkaian sensor infra merah
- Garis lintasan hitam dan putih

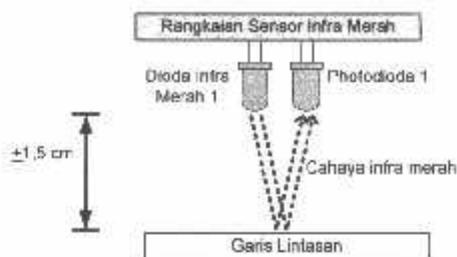
c. Prosedur pengujian

Pertama kali yang dilakukan adalah memasang rangkaian uji seperti pada gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.11 Rangkaian Pengujian Sensor Infra Merah

Pengujian dilakukan dengan menghadapkan dioda infra merah dan photodioda ke garis lintasan putih dahulu dengan jarak kira-kira 1,5 cm atau diatur lebih lanjut jaraknya sampai tegangan yang dihasilkan pada kaki katoda photodioda mendekati 4 Volt. Kemudian mencatat nilai tegangan dan arus pada masing-masing titik uji pada tabel. Pengujian dilakukan dengan cara yang sama pada garis lintasan berwarna hitam.



Gambar 4.12 Metode Pengujian Rangkaian Sensor Infra Merah

d. Data Hasil Pengujian

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Tegangan Pada Garis Lintasan Putih

No.	Tegangan								Unit	
	Photodioda 1		Photodioda 2		Photodioda 3		Photodioda 4			
	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter		
1.	0,53	5,15	0,55	5	0,5	4,96	0,53	4,89	Volt	

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Tegangan Pada Garis Lintasan Hitam

No.	Tegangan								Unit	
	Photodioda 1		Photodioda 2		Photodioda 3		Photodioda 4			
	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter		
1.	3,68	0,33	3,77	0,33	3,85	0,33	3,86	0,33	Volt	

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Arus Pada Garis Lintasan Putih

No.	Arus								Unit	
	Photodioda 1		Photodioda 2		Photodioda 3		Photodioda 4			
	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter		
1.	0,45	0,01	0,44	0,01	0,45	0,01	0,45	0,01	mA	

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Arus Pada Garis Lintasan Hitam

No.	Arus								Unit	
	Photodioda 1		Photodioda 2		Photodioda 3		Photodioda 4			
	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter		
1.	0,26	0,482	0,221	0,496	0,220	0,487	0,237	0,488	mA	

e. Analisa

Dari hasil pengukuran seperti pada gambar 4-1 dan gambar 4-2, dapat dianalisa besarnya tegangan keluaran pada photodioda 1 pada garis lintasan putih dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{CC} &= I_{PD} \cdot R + V_{OUT} \\
 5 &= (0,45 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^3) + V_{OUT} \\
 V_{OUT} &= 5 - 4,50 \\
 V_{OUT} &= 0,5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Untuk pengujian sensor infra merah pada garis lintasan hitam seperti pada gambar 4.12, tegangan keluaran dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 V_{CC} &= I_{PD} \cdot R + V_{OUT} \\
 5 &= (0,26 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^3) + V_{OUT} \\
 V_{OUT} &= 5 - 2,6 \\
 V_{OUT} &= 2,4 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Dari lembaran *datasheet* tegangan keluaran dari *inverter schmitt trigger* akan mengeluarkan tegangan sebesar 3,4 volt jika tegangan pada inputnya sebesar 0,6 volt sampai 1,1 volt. Dan akan mengeluarkan tegangan sebesar 0,25 volt jika tegangan pada inputnya sebesar 1,5 volt sampai 2 volt. Untuk perhitungan pada photodioda 2, photodioda 3 dan photodioda 4 dengan menggunakan persamaan yang sama akan didapatkan hasil perhitungan yang sama dengan hasil perhitungan pada photodioda 1.

Dari data diatas didapat kesalahan (*error*) relatif tiap-tiap data dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{\text{selisih pengukuran dan perhitungan}}{\text{nilai perhitungan}} \times 100\%$$

Berikut ini adalah tabel hasil perhitungan.

Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan Tegangan Pada Garis Lintasan Putih

Photodioda	Tegangan				% kesalahan	
	Pengujian		Perhitungan			
	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter
1	0,53	5,15	0,5	5	6	3
2	0,55	5	0,6	5	8,3	0
3	0,5	4,96	0,5	5	0	0,8
4	0,53	4,89	0,5	5	6	2,2

Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan Tegangan Pada Garis Lintasan Hitam

Photodioda	Tegangan				% kesalahan	
	Pengujian		Perhitungan			
	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter	Kaki Katoda	Output Inverter
1	2,30	0,24	2,4	0,23	4,1	4,3
2	2,65	0,23	2,79	0,24	5	4,3
3	2,50	0,23	2,8	0,23	10,7	0
4	2,43	0,24	2,63	0,22	7,6	9,1

4.1.6 Pengujian Rangkaian Limit Switch

a. Tujuan

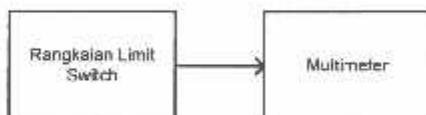
Untuk mengetahui apakah rangkaian *limit switch* dapat mengkondisikan penekanan pada *limit switch* menjadi kondisi *high* dan *low* pada keluarannya.

b. Peralatan yang digunakan

1. Multimeter digital SANWA CD800.
2. Rangkaian *limit switch*.
3. Catu daya 5 volt.

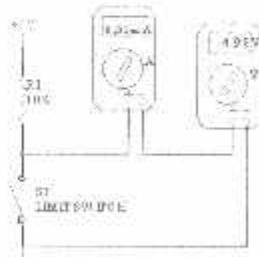
c. Prosedur pengujian

Prosedur pengujian dilakukan padasaat limit switch dalam keadaan tertutup dan terbuka. Metode pengujian rangkaian limit switch seperti pada gamabar berikut ini:



Gambar 4.13 Pengujian Rangkaian Limit Switch

Sedangkan untuk rangkaian pengujinya dapat dilihat pada gambar .Pengujian dilakukan dengan mengukur arus dan tegangan uang ada pada keluaran rangkaian ini dalam dua keadaan, yaitu pada saat ditekan dan tidak.



Gambar 4.14 Pengujian Rangkaian Limit Switch

d. Data Hasil Pengujian

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Rangkaian Limit Switch

KONDISI	LIMIT SWITCH	
	TEGANGAN	ARUS
Ada Penekanan	41,8 mV	0,00 mA
Tidak Ada Penekanan	4,98 V	0,01 mA

e. Analisa

Pada saat ada penekanan tegangan yang dihasilkan sebesar 41,8 mV, sedangkan tegangan yang diharapkan 0V. Tegangan maksimal yang dibutuhkan XS95 untuk logika ‘0’ sebesar 0,80 V, jadi tegangan yang yang dihasilkan limit switch masih dapat ditoleransi.

Sedangkan pada saat tidak ada penekanan tegangan yang dihasilkan sebesar 4,98 V, tegangan ini masih dalam taraf toleransi yang diperlukan oleh XS95 untuk logika ‘1’ yaitu minimal sebesar 2 V. Arus Yang dibutuhkan juga sudah sesuai dengan yang direncanakan.

4.1.7 Pengujian Rangkaian Driver Motor

a. Tujuan

Pengujian rangkaian driver motor ini bertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian ini dapat bekerja sebagaimana mestinya, yaitu dapat menggerakkan motor dengan arah yang bersesuaian dengan kombinasi masukannya.

b. Peralatan yang Digunakan

- Power Supply 5V DC
- Power Supply 12V DC
- Rangkaian saklar logika
- Rangkaian driver motor

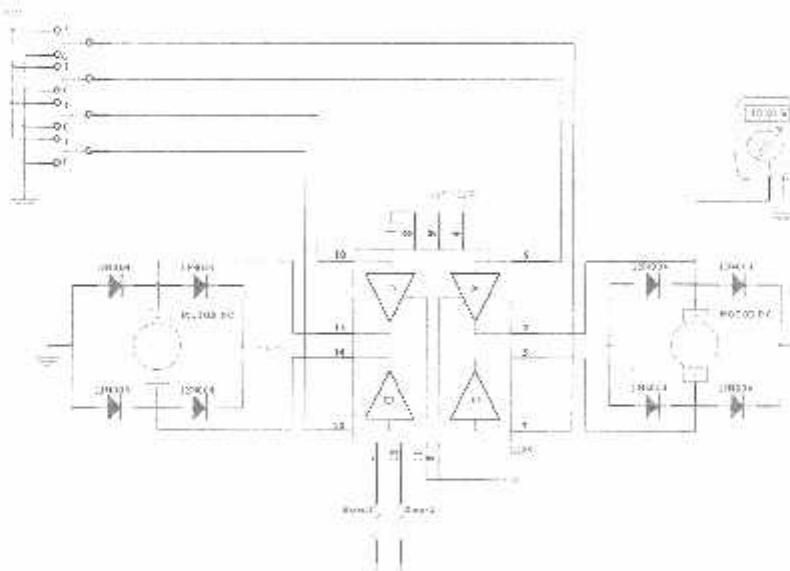
b. Prosedur Pengujian

Metode pengujian dilakukan seperti pada gambar. Pengujian dilakukan dengan memberi kombinasi logika pada inputan driver dan mengamati arah putaran motor DC pada keluarannya, serta mengukur tegangan pada keluaran driver.



Gambar 4.15 Metode Pengujian Rangkaian Driver Motor DC

Kombinasi logika diberikan pada masukan driver pada pin 5, 7, 10, 12. Pada masukan *Enable A* dan *Enable B* dihubungkan langsung ke +5V. Kemudian diukur tegangan keluaran pada pin 2, 3, 13, 14, dan diamati arah putaran dari motor DC, lalu memasukkan hasil pengamatan pada tabel.



Gambar 4.16 Rangkaian Pengujian Driver Motor

d. Data Hasil Pengujian

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Motor

No.	INPUT					OUTPUT				UNIT
	A	B	C	D	VINH1	VINH2	Out 1	Out 2	Out 3	
1.	0	0	0	0	1	0	0,76	0,78	-	-
2.	0	1	0	1	1	0	0,75	10,31	-	-
3.	1	0	1	0	1	0	10,31	0,78	-	-
4.	1	1	1	1	1	0	10,30	10,30	-	-
5.	0	0	0	0	0	1	-	-	0,78	0,77
6.	0	1	0	1	0	1	-	-	0,79	10,31
7.	1	0	1	0	0	1	-	-	10,31	0,78
8.	1	1	1	1	0	1	-	-	10,30	10,30

Keterangan :

0 = Low

1 = High

- = Tidak ada tegangan

e. Analisa

Dari hasil pengukuran tegangan diatas, terlihat bahwa pada kondisi input A = 0, B = 1 dan VINH1 = 1, didapatkan tegangan pada out1 = 0,75 V dan out2 = 10,31 V. Pada kondisi ini motor 1 akan berputar searah dengan jarum jam.

Pada kondisi input A = 1, B = 0 dan VINH1 = 1, didapatkan tegangan pada out1 = 10,31 V dan out2 = 0,78 V. Pada kondisi ini motor 1 akan berputar berlawanan arah dengan jarum jam.

Pada kondisi input A = 1, B = 1 dan VINH1 = 1, didapatkan tegangan pada out1 = 10,30 V dan out2 = 10,30 V. Pada kondisi ini motor 1 akan berhenti disertai pengereman.

Pada kondisi input A = 0, B = 0 dan VINH1 = 1, didapatkan tegangan pada out1 = 0,76 V dan out2 = 0,78 V. Pada kondisi ini motor 1 akan berhenti disertai pengereman.

Pada kondisi input $A = * (0 \text{ atau } 1)$, $B = * (0 \text{ atau } 1)$ dan $V_{INH1} = 0$, tidak terdapat tegangan pada $out1$ maupun $out2$. Pada kondisi ini motor 1 akan berhenti tanpa disertai pengereman. Kondisi-kondisi diatas berlaku juga pada motor 2 dan motor 3.

4.1.8 Pengujian Rangkaian Delay

a. Tujuan

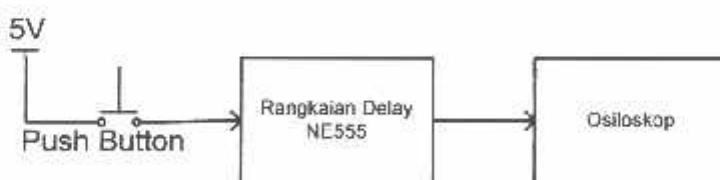
Tujuan dari pengujian rangkaian ini adalah untuk mengtahui apakah rangkaian dapat bekerja sebagai multivibrator monostabil, yaitu memberikan delay sesuai waktu yang direncanakan.

b. Peralatan yang Digunakan

- Power Supply 5 V
- Osiloskop
- Push button
- Rangkaian Delay NE555

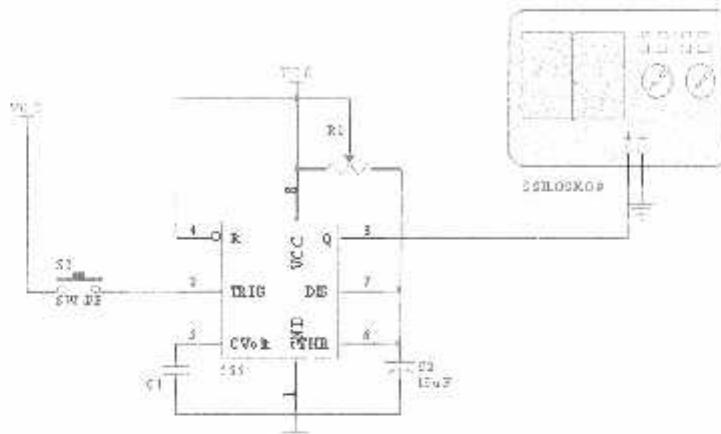
c. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan dengan memperhatikan keluaran rangkaian delay pada osiloskop pada saat inputan trigger pada NE555 diberi tegangan. Metode pengujiannya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.17 Metode Pengujian Rangkaian Delay

Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan pada masukan trigger kemudian memperhatikan keluarannya pada osiloskop, dan mencari nilai waktu delaynya.



Gambar 4.18 Pengujian Rangkaian Delay

d. Data Hasil Pengujian

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Rangkaian Delay

t_0	t_1
235,2 mS	745,6 mS

e. Analisa

Seperti yang terlihat pada table hasil pengujian rangkaian dapat dihitung besar tenggang waktu (Δt) sebesar

$$\begin{aligned}\Delta t &= t_1 - t_0 \\ &= 745,6 - 235,2 \\ &= 510,4 \text{ mS}\end{aligned}$$

Delay yang diharapkan sebesar 500 mS, prosentase kesalahannya dapat dihitung sebagai berikut:

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{\text{selisih pengukuran dan perhitungan}}{\text{nilai perhitungan}} \times 100\%$$

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{10,4}{510,4} \times 100\%$$

$$\% \text{ kesalahan} = 2,04\%$$

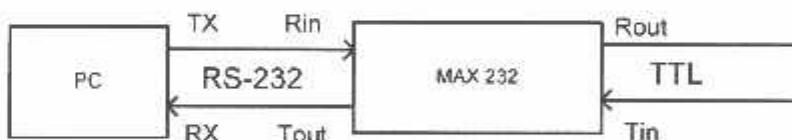
4.1.9 Pengujian Rangkaian Level Converter RS232

a. Tujuan

Pengujian ini dimaksudkan untuk melihat apakah rangkaian ini dapat digunakan untuk berkomunikasi.

b. Prosedur Pengujian

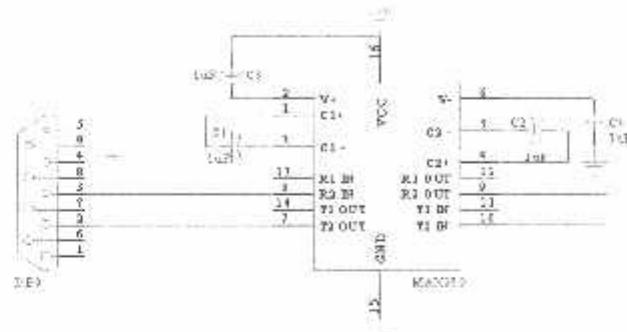
Pengujian rangkaian level converter dilakukan dengan mengumpulkan data yang dikirim melalui port RS-232. Data serial yang dikirimkan lewat port serial setelah melewati IC Maxim 232 akan dirubah menjadi data dengan level tegangan TTL, data dengan level tegangan TTL ini kemudian dikembalikan melewati IC Maxim 232 sehingga berubah kembali menjadi level tegangan RS232 untuk kemudian diterima oleh PC.



Gambar 4.19 Metode Pengujian Level Converter

Implementasi pengujian rangkaian level converter dilakukan dengan menghubungkan pin 3 (Tx) dari port RS-232 dengan pin 8 (R2in) IC Max232. Logika dengan level tegangan RS-232 yang masuk pada pin 8 (R2in) akan

berubah menjadi level TTL pada pin9 (T2out), kemudian logika TTL tersebut diumpanbalikkan pada pin 10 (T2in) IC Max232 akan berubah menjadi level tegangan RS-232 pada pin 7 (T2out) IC Max232 yang kemudian diterima kembali oleh PC melalui port RS-232 (Rx). Rangkaian lengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.20 Rangkaian Pengujian Level Converter

Untuk keperluan pengujian rangkaian ini diperlukan perangkat lunak sederhana yang dapat bertugas untuk mengirimkan data berupa teks dan menampilkan data yang diterima PC kedalam teks pula. Data dikirim dari salah satu port RS-232 PC dan diterima sendiri oleh port tersebut, setelah diumpanbalikkan oleh rangkaian level converter MAX232.

d. Data Hasil Pengujian



Gambar 4.21 Hasil Pengujian Level Converter

e. Analisa

Dapat diperhatikan pada perangkat lunak penguji level converter RS-232 bahwa teks yang diterima oleh PC sama persis dengan teks yang dikirimkan oleh penguji. Hal ini dapat disimpulkan bahwa rangkaian level converter dapat bekerja dengan baik, dalam artian rangkaian dapat mengubah level tegangan port serial PC ke level tegangan TTL demikian sebaliknya

4.2 Pengujian Perangkat Lunak

4.2.1 Pengujian Perangkat Lunak Pada XS95 Board

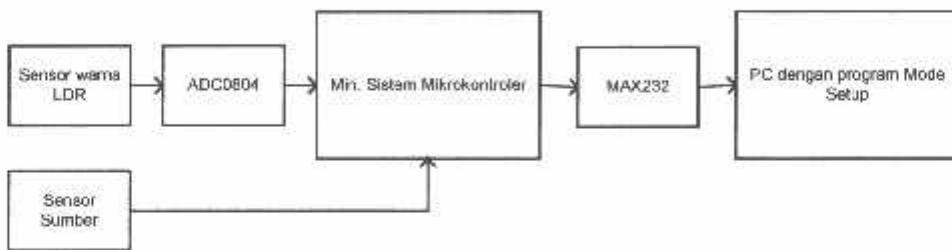
Perangkat lunak yang telah dibuat, dapat disimulasikan secara diagram waktu terlebih sebelum diimplementasikan ke perangkat keras. Dengan simulasi secara diagram waktu ini dapat dilihat apakah perangkat lunak yang dibuat sudah dapat merepresentasikan sistem atau belum. Pengujian dapat dilakukan dengan bantuan program *Logic Simulator* yang sudah tersedia pada Xilinx Foundation Series F2.1i .

4.2.2 Pengujian Perangkat lunak Pada PC dan Pada Mikrokontroler

Pengujian perangkat lunak pada PC dapat dilakukan bersamaan dengan perangkat lunak mikrokontroler, karena bagaimanapun perangkat lunak pada PC akan berjalan jika perangkat mikrokontroler juga berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan setelah pengujian terhadap seluruh perangkat keras telah selesai.

4.2.2.1 Pengujian Program Mode Setup

Pengujian ini dilakukan dengan merangkai alat seperti pada gambar



Gambar 4.22 Metode Pengujian Perangkat Lunak PC Mode Setup

Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan kotak yang sudah dilengkapi dengan kertas berwarna pada sensor warna, dengan menempatkan kotak ini di sensor warna berarti kotak juga akan mengaktifkan sensor keberadaan barang. Dengan begitu mikrokontroler akan mengirimkan kode bahwa ada barang di titik sumber yang siap diambil data warnanya.

Pengambilan data warna diaktifkan dengan menekan tombol *Pick Data*, PC akan mengambil data warna yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Untuk lebih jelasnya dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.23 Pengambilan Data Warna Pada Mode Setup

Dari gambar terlihat bahwa pada kolom data warna terdapat data angka heksadesimal yang merupakan data warna yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Hal ini dapat disimpulkan bahwa perangkat lunak pada PC mode setup dan pada mikrokontroler mode setup dapat bekerja dengan baik.

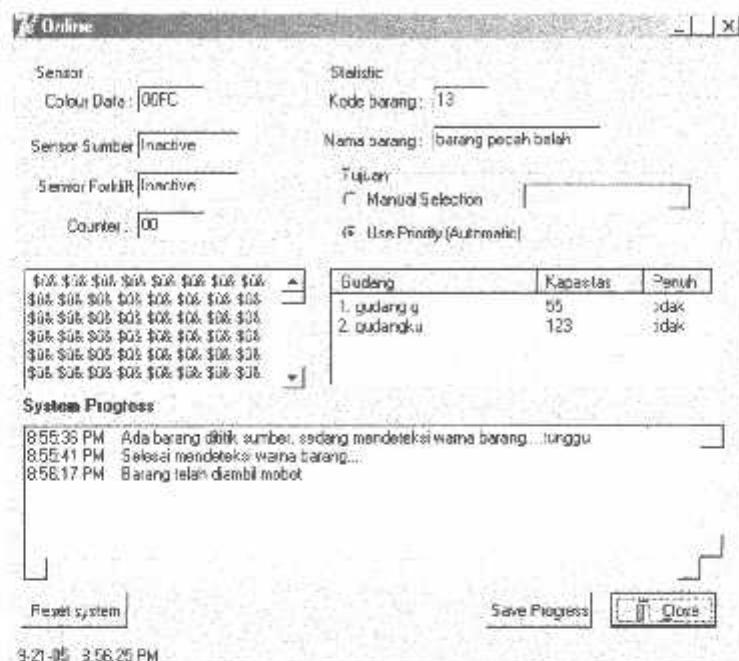
4.2.2.2 Pengujian Pada Mode Online

Pengujian pada mode online adalah pengujian sistem secara keseluruhan, jadi pengujian ini dilakukan setelah semua rangkaian telah diuji dan dirangkai bersama.

Pengujian diawali dengan meletakkan kotak yang sudah diberi dengan kertas berwarna di rangkaian sensor warna dan sensor sumber. Kemudian diperhatikan pada program online di PC, program akan mendeteksi warna barang dan akan muncul informasi pada kotak *System Progress* bahwa ada barang dititik sumber dan sedang mendeteksi warna barang.

Jika warna barang telah terdaftar didatabase maka program akan memberi informasi kode barang, nama barang dan tujuan barang yang telah terdeteksi

warnanya. Untuk hasil pengujian perangkat lunak pada mode online dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.24 Pendekripsi Warna Barang Pada Mode Online

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari perancangan dan pembuatan alat, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tegangan keluaran dari sensor infra merah sebesar 0 volt dan 3,75 volt sudah mampu memberikan kondisi *high* dan *low* pada IC CPLD XC95108 PC84.
2. Pada rangkaian limit switch, dengan adanya resistor *pull up* sebesar $10K\Omega$ akan didapatkan dua kondisi *high* dan *low* tanpa adanya kondisi mengambang diantara kedua kondisi tersebut, sedangkan pada sensor keberadaan barang tidak diperlukan resistor *pullup* karena port 3 mikrokontroler sudah terdapat *pullup* internal.
3. Pada rangkaian driver motor dc, apabila diberikan kondisi *high* pada input 1 dan kondisi *low* pada input 2 maka tegangan pada satu terminal motor sebesar 12 volt dan pada terminal motor yang lain sebesar 0 volt. Tetapi apabila pada input 1 dan input 2 memiliki kondisi yang sama, maka tegangan pada kedua terminal motor sebesar 0 volt.
4. IC L298 dapat bekerja dengan baik sebagai rangkaian driver motor dc tanpa membutuhkan rangkaian pendukung yang rumit.

5.2. Saran

Sistem yang dibangun menggunakan sistem pendekripsi warna dalam membedakan warna barang, hal bisa dinilai kurang efektif, untuk pengembangan lebih lanjut bisa digunakan sistem barcode untuk membedakan barang satu dengan yang lain. Kemudian bisa dikembangkan lagi misalnya dengan memperbanyak titik sumber , dan bisa dideteksi keadaan mobil mulai dari barang yang dibawanya, atau juga posisinya dengan PC.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhasker, J, *A VHDL Primer second edition*, Prentice Hall International, INC.
1998.
- Budiharto, Widodo, *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*, Elex Media
Komputindo, 2004.
- Cypress, *Cypress Data Book CD-ROM, Spring 2001*
- David Pellerin, Douglas Taylor, *Made Easy VHDL*, Prentice Hall
International, INC. 1997.
- Doulos, *The VHDL golden Reference Guide*. 1995.
- Kevin Skahill, *VHDL*, Prentice Hall International, INC. 1996.
- Malvino, *Prinsip-prinsip Elektronika*, Terjemahan Barmawi, Erlangga Jakarta.
1992.
- Nalwan, Paulus Andi, *Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler
AT89C51*, Elex Media Komputindo, 2003.
- Wakerly, John F, *Digital Design Principles & Practices*, Prentice Hall
International, INC. 2001.
- Yanuar, Yahya; Hakim, Lukmanul, *Pemrograman Delphi dengan Database
Microsoft SQL Server*, Elex Media Komputindo, 2004.
- _____, *XS95 Board V1.3 User Manual*, Cypress.
<http://alds.stts.edu>
<http://www.fairchildsemi.com>,
[http://www\(tpub.com](http://www(tpub.com)

Lampiran





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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : ANDIK YULIANTO
NIM : 0017153
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Judul Skripsi : **Perencanaan Dan Pembuatan Sistem Inventory
Barang yang Diinterfacekan Ke PC Berbasis CPLD
Menggunakan XS95 Board V1.3**

Dipertahankan Dihadapan Tim Pengaji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 5 Oktober 2005
Dengan-Nilai : 89,25 (A)

Panitia Ujian Skripsi



Ketua Majelis Pengaji
Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 1018100036

Sekretaris Majelis Pengaji

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 1039500274

Anggota Pengaji

Pengaji I

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP. Y. 1039500274

Pengaji II

(Cahyo Crysday, Msc)

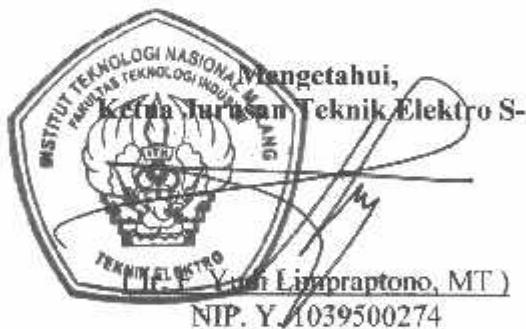


INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

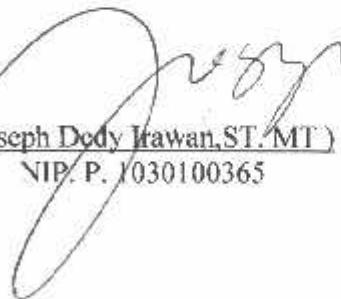
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

1. Nama Mahasiswa : ANDIK YULIANTO
2. NIM : 0017153
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Elektronika
5. Judul Skripsi : Perencanaan Dan Pembuatan Sistem Inventory Barang yang Diinterfacekan Ke PC Berbasis CPLD Menggunakan XS95 Board V1.3

6. Tanggal Pengajuan Skripsi : 31 Januari 2005
7. Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 26 September 2005
8. Dosen Pembimbing : Joseph Dedy Irawan, ST, MT
9. Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 90 (Sembilan Puluh)



Diperiksa dan Disetujui,
Dosen Pembimbing


(Joseph Dedy Irawan, ST, MT)
NIP. P. 1030100365



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi jenjang strata satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Elektronika yang diselenggarakan pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 5 Oktober 2005

Telah Dilaksanakan Perbaikan Skripsi Oleh :

1. Nama Mahasiswa : ANDIK YULIANTO
2. NIM : 0017153
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Elektronika
5. Judul Skripsi : Perencanaan Dan Pembuatan Sistem Inventory Barang yang Diinterfacekan Ke PC Berbasis CPLD Menggunakan XS95 Board V1.3

Perbaikan Meliputi :

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Tambahkan pengujian sensor-sensor	
2.	Add electronic/uC/PLD schema of forklift	

Anggota penguji

Penguji I

(Ir. F. Yudi Zampraptono, MT)

Penguji II

(Cahyo Crysdiyan, MSc)

Dosen Pembimbing

(Joseph Dedy Irawan, ST,MT)



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: ANDIK YULIANTO			Nim: 0017153
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: 31	Bulan: 01	Tahun: 2005
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**) a. Sistem Tenaga Elektrik e. Elektronika & Komponen b. Energi & Konversi Energi f. Elektronika Digital & Komputer c. Tegangan Tinggi & Pengukuran g. Elektronika Komunikasi d. Sistem Kendali Industri h. lainnya			
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen") Yoseph Dedy Irawan, ST, MT			Ketua Jurusan Ir. I Made Wartana, M.T NIP. 131 991 182
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	Perencanaan dan Pembuatan Sistem Inventory Banting yang Diinterfacekan ke PC berbasis CPLD Menggunakan XSG5 Board VI.3		
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu			
7.	Catalan: 	Disetujui 16 - 2 - 2004 Dosen 		
<p>Perhatian:</p> <ol style="list-style-type: none">Formulir perajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1Keterangan: *) Coret yang tidak perlu **) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian				

Form S-2



Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : **Yth. Joseph Dedy Irawan, ST, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional
M a l a n g

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andik Yulianto
Nim : 0017153
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping dari ~~1~~ ² orang pembimbing *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (Proposal terlampir) :

Perencanaan dan pembuatan sistem inventory barang yang diinterfacekan ke PC berbasis CPLD menggunakan XS95 Board VL3

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapan terima kasih.

Mengetahui
Ketua Jurusan T. Elektro S-1


Ir. I Made Wartana, MT
NIP 131 991 182

Malang, 31-Jan-2005
Hormat kami


Andik Yulianto
0017153

*) coret yang tidak perlu



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Andik Yulianto

Nim : 0017153

Semester : IX

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika

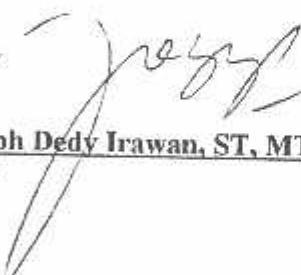
Dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia *) membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

Perencanaan dan pembuatan sistem inventory barang yang diinterfacekan ke PC berbasis CPLD menggunakan XS95 Board VI.3

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat digunakan seperlunya.

Malang, 31-Jan-2005

Hormat kami


Joseph Dedy Irawan, ST, MT

NIP. P

Catatan:

Setelah disetujui agar formulir ini

Dikerjakan mahasiswa/I yang bersangkutan

Kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut

*) Coret yang tidak perlu

Form S-3b



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: Andik Yulianto			Nim: 0017153										
2.	Keterangan Pelaksanaan	Tanggal	Waktu	Tempat										
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)													
a.	Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen												
b.	Energi & Konversi Energi	<input checked="" type="checkbox"/> Elektronika Digital & Komputer												
c.	Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi												
d.	Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> lainnya												
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	Perencanaan dan pembuatan sistem inventory barang yang diinterfasekan ke PC berbasis CPLD menggunakan X595 Board V1.3												
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian													
6.	Catatan:													
7.	<p style="text-align: center;">Persetujuan Judul Skripsi</p> <table border="1"><tr><td>Disetujui, Dosen Keahlian I Ir. Sidik Noertjahjono, MT</td><td>Disetujui, Dosen Keahlian II M. Ibrahim Aihari, ST</td></tr><tr><td colspan="2">Mengetahui, Ketua Jurusan. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT NIP. P. 1039500274</td><td colspan="2">Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td>Pembimbing I Joseph R. Dedy Irawati, ST, MT</td><td>Pembimbing II</td></tr></table>				Disetujui, Dosen Keahlian I Ir. Sidik Noertjahjono, MT	Disetujui, Dosen Keahlian II M. Ibrahim Aihari, ST	Mengetahui, Ketua Jurusan. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT NIP. P. 1039500274		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs				Pembimbing I Joseph R. Dedy Irawati, ST, MT	Pembimbing II
Disetujui, Dosen Keahlian I Ir. Sidik Noertjahjono, MT	Disetujui, Dosen Keahlian II M. Ibrahim Aihari, ST													
Mengetahui, Ketua Jurusan. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT NIP. P. 1039500274		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs												
		Pembimbing I Joseph R. Dedy Irawati, ST, MT	Pembimbing II											

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian

Form S-3c



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Malang 31-Jan-2005

Nomor : ITN-605/7/TA.GNP2005
Lampiran :
Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. Joseph Dedy Irawan, ST, MT
Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

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

Nama : Andik Yulianto
Nim : 0017153
Semester : X
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:

18-Jul-2005 s/d 18-Jan-2006

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana.
Demikian agar maklum, atas perhatian dan bantuanmu kami ucapkan
banyak terima kasih.

Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. P. 1039500274

Form S-4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Andik Yulianto
Nim : 0017153
Masa Bimbingan : 18-Jul-2005 s/d 18-Jan-2006
Judul Skripsi : Perencanaan dan pembuatan sistem inventory barang yang diinterfacekan ke PC berbasis CPLD menggunakan XS95 Board VI.3

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	23 Juli 2005	Konsultasi judul, pengumpulan Bab I	J.
2.	28 Juli 2005	Konsultasi Bab I, Kegagalan tambor di semperuan	J.
3.	3 Agustus 05	Konsultasi Bab II, Blok didalam sistem di lengkap	J.
4.	11 Agustus 05	Bab I teori komunikasi bagi sistem AC dan komputer	J.
5.	11 Agustus 05	Perbaikan sensor infra merah, flowchart secara sistem	J.
6.	27 Agustus 05	Rutin persiapan DTMF di setiapan	J.
7.	16 Sept 05	Konsultasi Bab IV, tambor metode pengujian tiap blok	J.
8.	16 Sept 05	Gabbar pengujian XS95, Siap kon seminar hasil	J.
9.	26-9-2005	Bcc Ujian Kompetensi	J.
10.			

Malang, 26 - 9 - 2005
Dosen Pembimbing

Joseph Dedy Irawan, ST, MT

Form. S-4a



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

NAMA : Andi R.
N I M : 097153
Perbaikan meliputi :

① Tabel dan pengujian sesuai

Malang,

200

(_____)



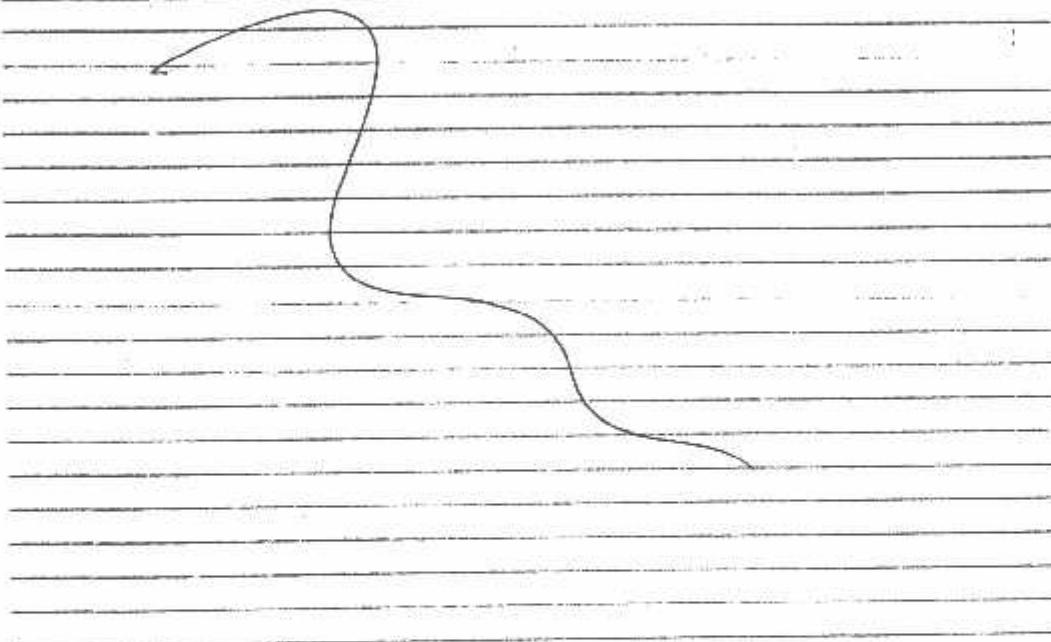
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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

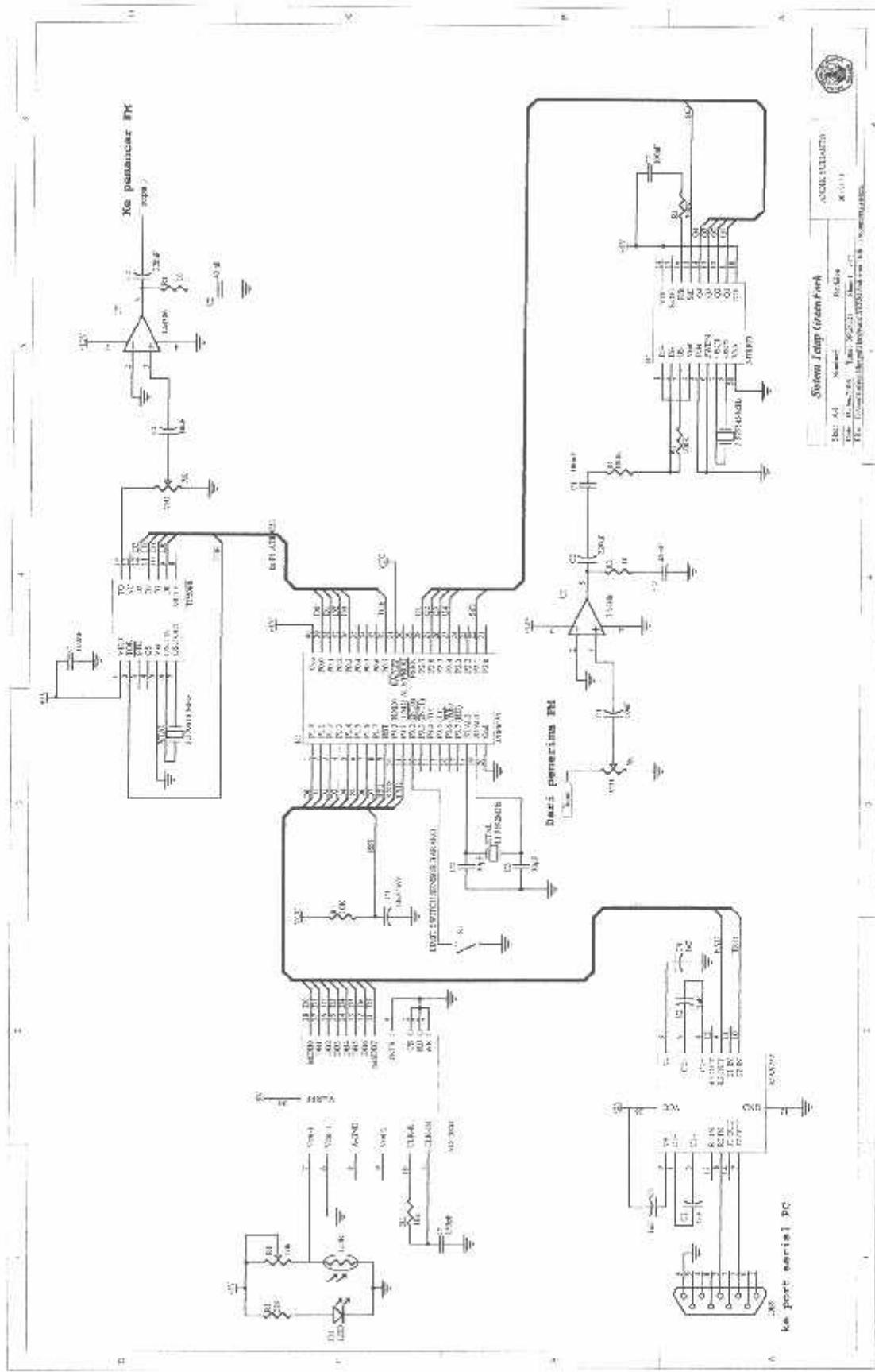
NAMA : Andik Yulianto
NIM : 0017153
Perbaikan meliputi :

(i) Add schema of project
electronic/mech



Malang, 5 Oct 2005

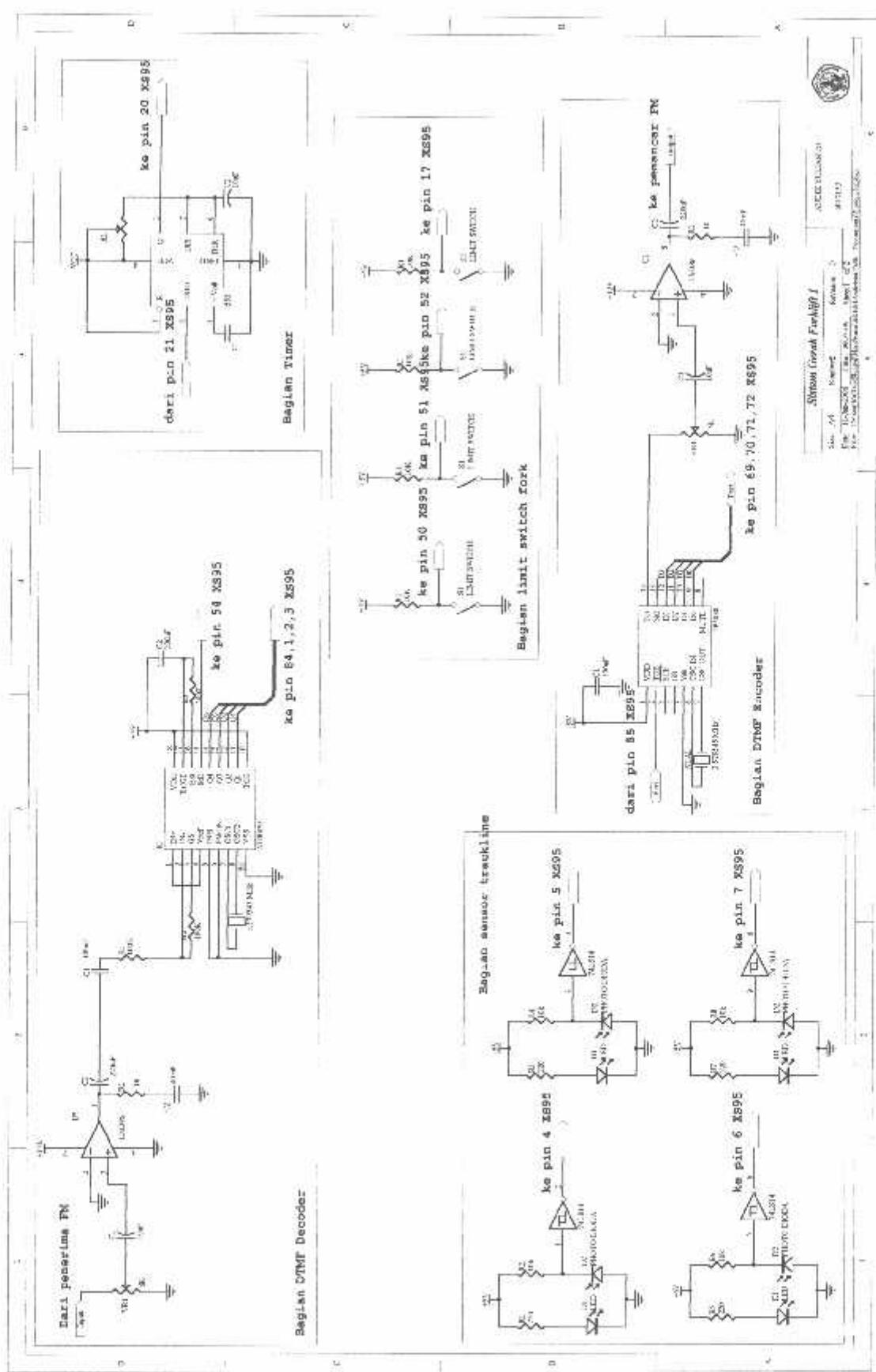

Calmyo Crysdiawati



System Lampu Gedung PLI



SKD/PLI/1114/2011
M.11.1
Tgl. 12/01/2011
Perbaikan dan Pengembangan PLI
Pada Gedung Kantor Dinas PUPR Kabupaten Bima





System Gerak Forklift 2 (DRIVER MOTOR FORK)

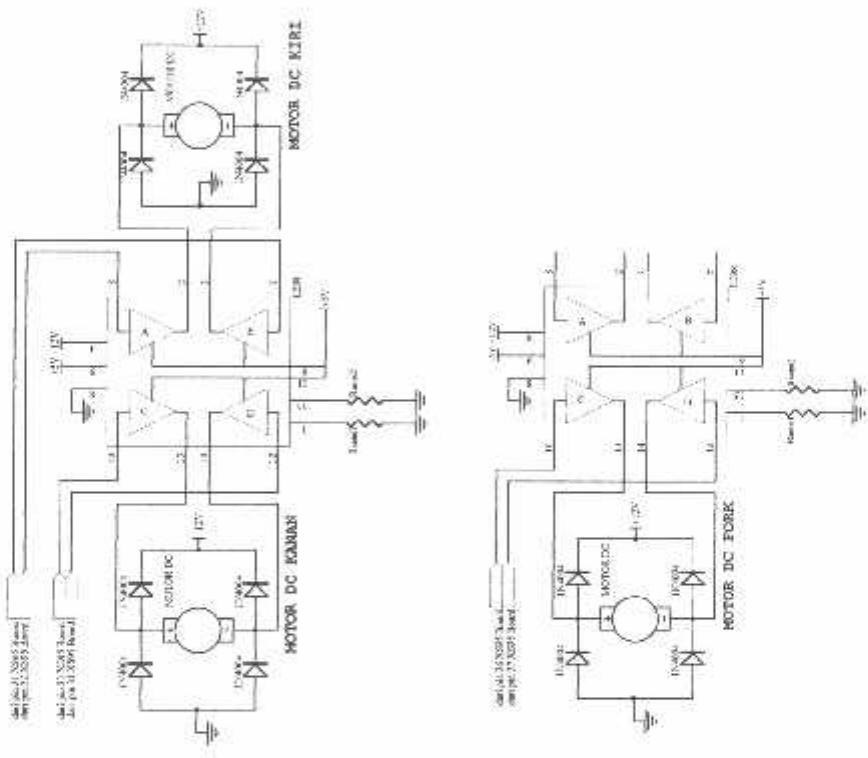
Sheet 1 of 1

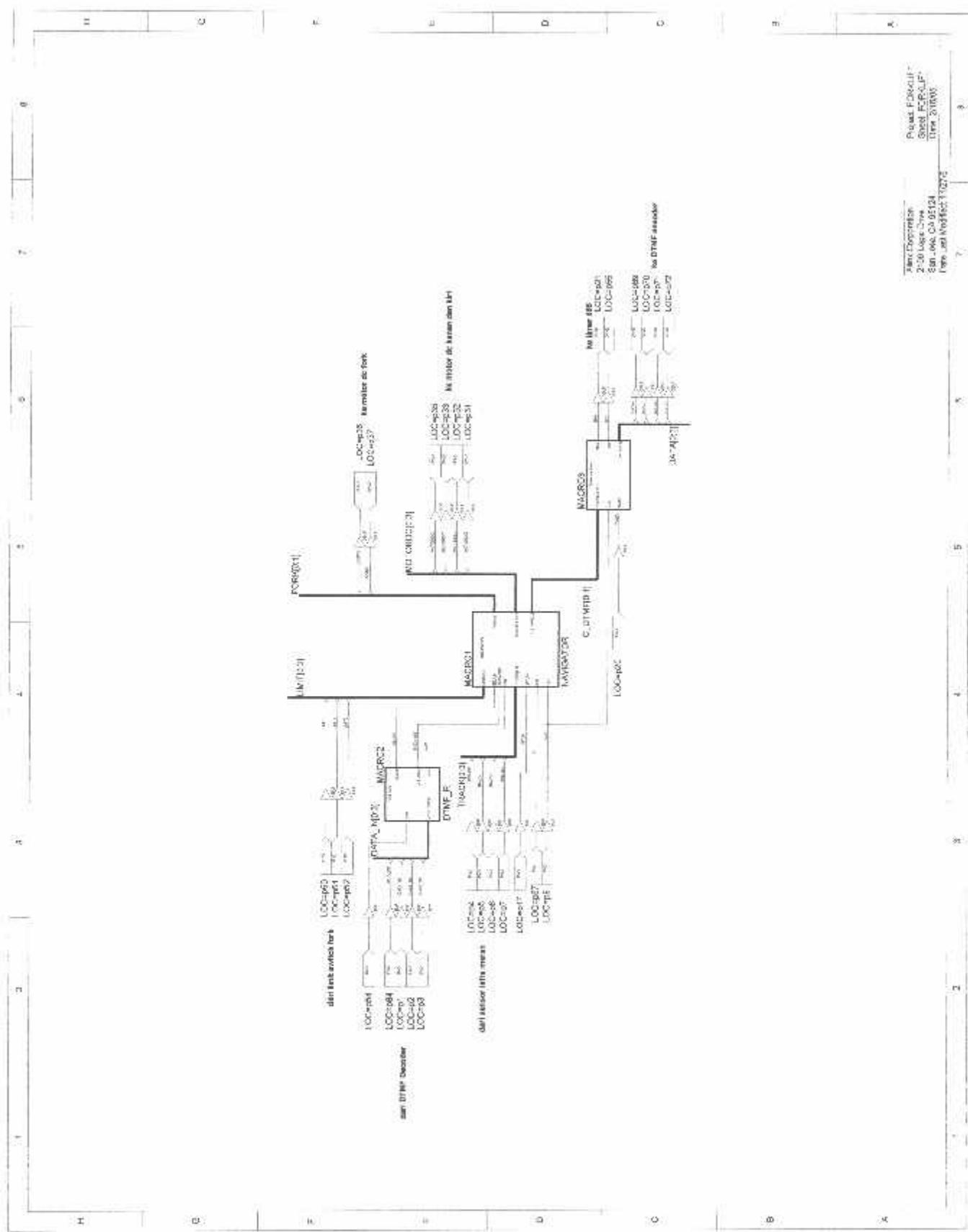
Author: [Signature]

Date: 10/10/2025

Rev: 1.0

Comments: [Signature]





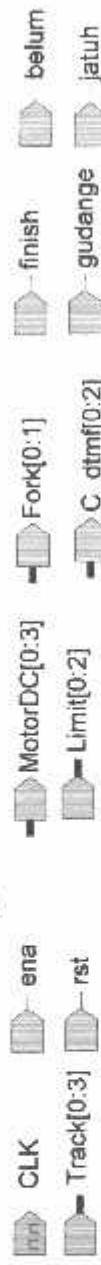
Printed Electronics
Panel F28001-
Sheet F2801-
San 060, Cu 0114
Page 2 of 1088
Rev 3/2025

```
--Dtmf r
--design by andik yulianto
-----

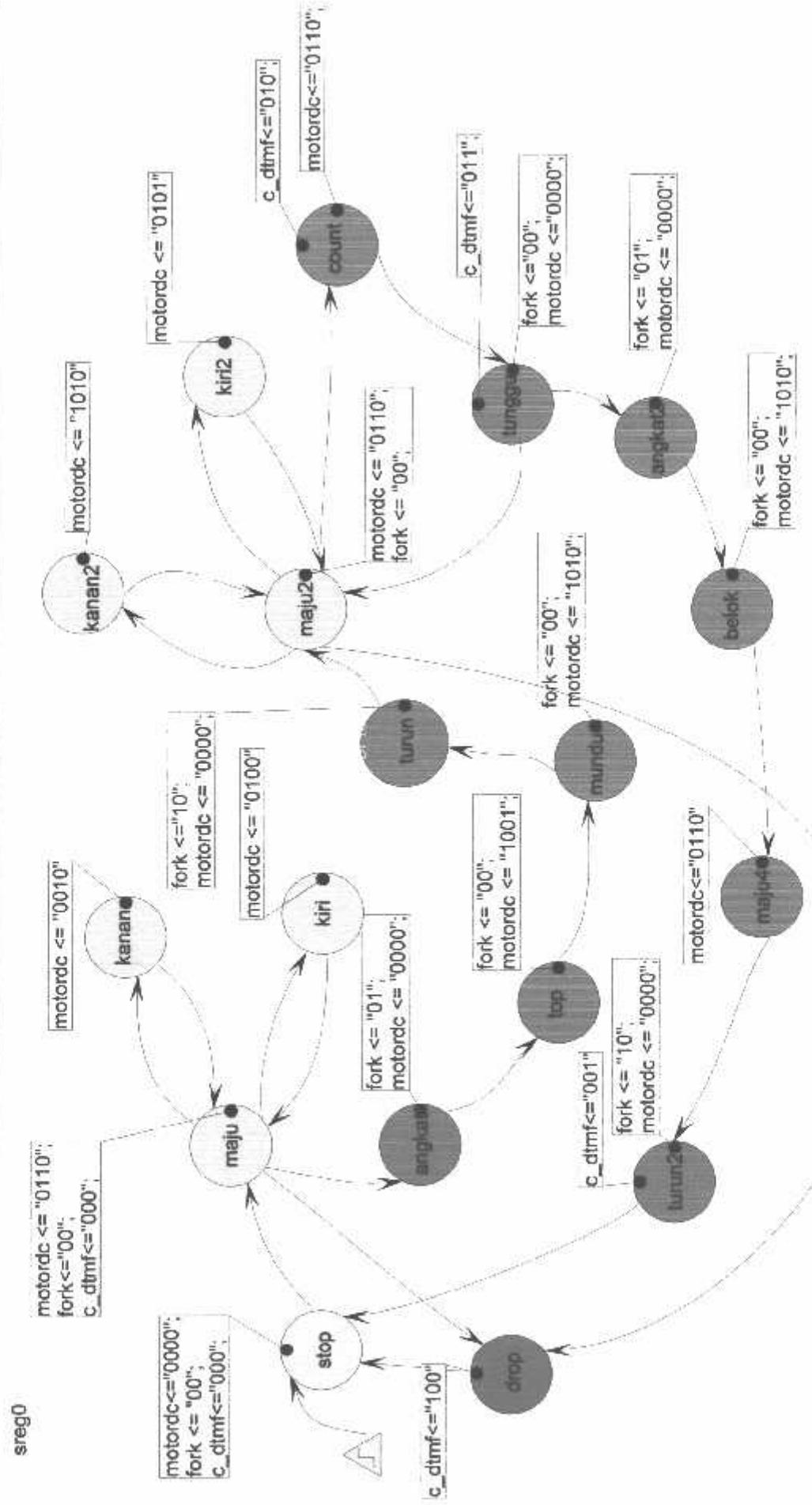
library IEEE;
use IEEE.std_logic_1164.all;
entity DTMF_R is
  port (
    data_in: in STD_LOGIC_VECTOR (0 to 3);
    std : in STD_LOGIC ;
    navi: out STD_LOGIC;
    gudange: out STD_LOGIC;
    belum: out STD_LOGIC
  );
end DTMF_R;

architecture DTMF_R arch of DTMF_R is
begin
  process (data_in,std)
  begin
    if std = '1' then
      case data_in is
        when "0001" => navi <= '1';
        when "0100" => gudange <= '1';
        when "0010" => belum <= '1';
        when others => null ;
      end case;
    else
      if std = '0' then
        navi <='0';
        gudange <='0';
        belum <='0';
      end if;
    end if;
  end process;
end DTMF_R arch;
```

Navigator

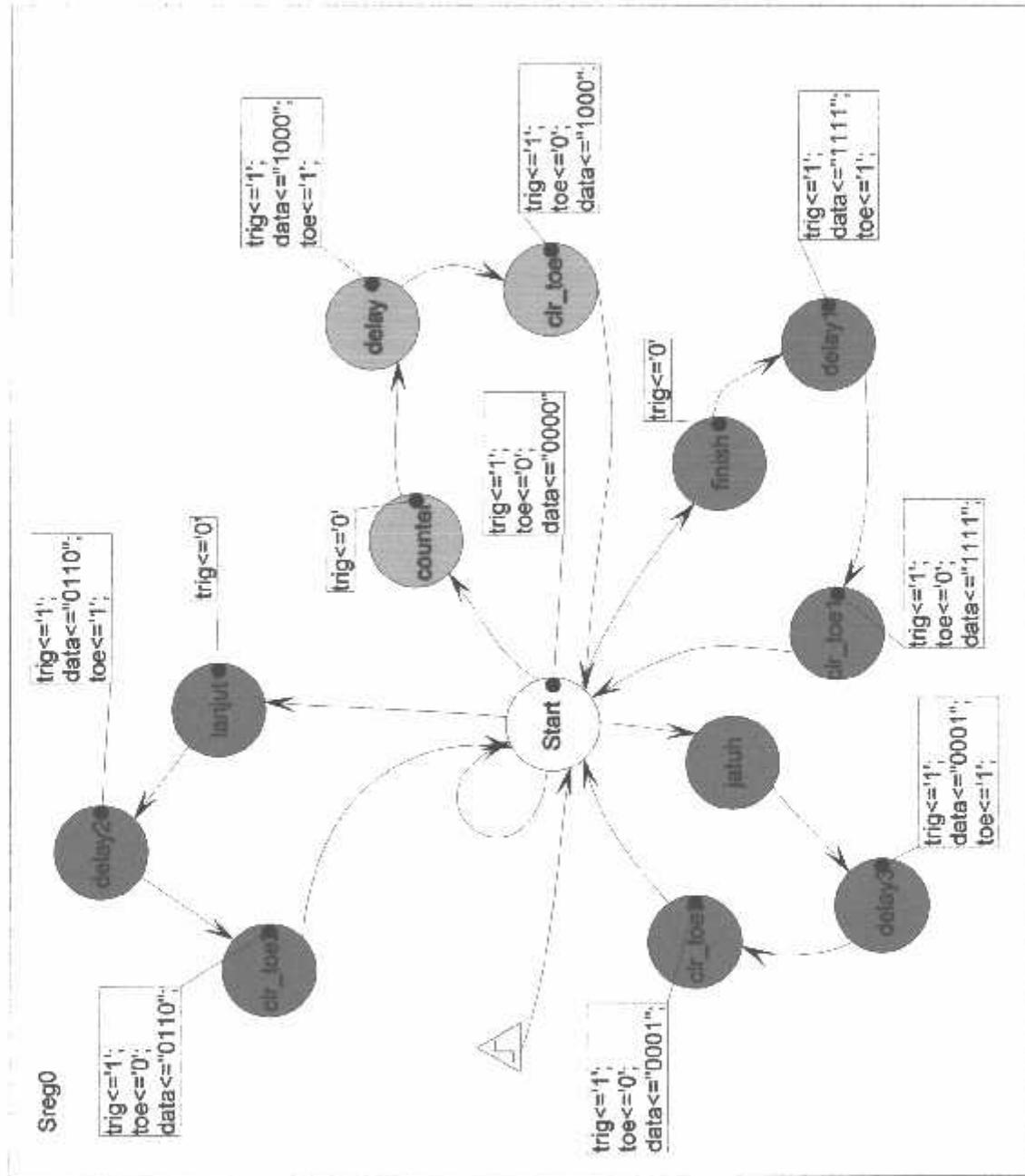


/diagram ACTIONS



dtmf_1

//diagram ACTIONS



```

$mc651
;***** project title: at99c61 control sistem source for greenfork
; by : Andik Yulianto / 0017159
;***** 

sumber bit p3.2
std bit p2.1
count bit p1.2
tue bit p0.7

org 00h
jmp init_seri
org 23h
jmp recvpc
;***** main program start here
;***** 

; init seri:
    mov tmmod,#20h
    mov Lbl1,#0Idh
    setb Lz1
    mov scmr,#50h
    setb ca
    setb cs

cek_sumber:
    jb sumber,cek_sumber ; apakah sumber on? Kalo ngga, balik cek lagi
awal: call kirimADC

    cjne r0,#'t',no_set ; apakah mode setup?
lagi: call kirimADC
    jnb sumber,lagi
    mov r0,#00h
    jmp cek_sumber

no_set:
    cjne r2,+0',cek_sumber ; bukan setup, apakah mode online?
    mcv a,#00000001b ; ya, perintahin momot bust ngambil barang
    scall send2dtmf
    jnb sumber,awal ; barang udah diambil? Kalo belon kirim waarna
aqi:
    mov a,#00h
    call send2dtmf
    mov d,'*'
    call send2pc ; kirim informasi ke pc kalo barang udah diambil
;-----

cek_DTMF:
    call recvDTMF
    cjne rl,#10000000b,finish ; barang jatuh?
    mov a,##11110000b ; ya, kirim pesan ke pc kalo barang jatuh
    call send2pc
    mov rl,#0Ch
    jmp warning ; hentikan proses

finish:
    cjne rl,#11110000b,cek_count
    mov a,##1-
    call send2pc
    mov r0,#00h
    mov rl,#00h
    jmp cek_sumber ; ulangi dari awal

```

```

cek_count:
    cjne r1,#0J010000b,cek_DTMF ; sinyal count?
    mov a,#'@' ; ya, kirim sinyal count ke pc
    acall send2pc
    mov r1,#00h
    call delay
    call delay
    call delay

sek_yo: call recvdtmf
    cjne r1,#01100000b,sek_yn

tunggu: cjne r0,#'g',terus ; pas gudangnya?
    call delay
    mov a,#0J000130b
    call send2dtmf
    mov r0,#'0'
    jmp cek_DTMF

terus: cjne r0,#'b',tunggu ; terus, soale belum nyampe gudang
    call delay
    mov a,#30003010b
    call send2dtmf
    mov r0,#'0'
    jmp cek_DTMF

;***** all subroutine are here *****
;-----mengirim data ADC ke PC-----
kirimADC:
    mov a,#'$'
    call send2pc
    mov a,p1
    call send2pc
    mov a,'#&'
    call send2pc
    call delay
    ret

;-----layanan interrupt serial/terima data
dari_pc-
recvpc:
    clr es
    jnb ri,$
    clr ri
    mov p0,sbuf
    mov r0,sbuf
    mov r2,sbuf
    setb es
    reti

;-----kirim data ke pc-----
send2pc:
    clr es
    mov sout,a
    jnb ci,$
    clr ci
    setb es
    ret

;-----kirim data ke dtmf-----
send2dtmf:
    setb tx_on

```

```
    ani    a,#10001111b
    mov    p0,a
    setb   toe
    call   delay
    clr    toe
    clr    tx_on
    ret
;-----terima data dari DTMF-----
recvDTMF:
    mov    r1,$00h
    jnb   std,$
    mov    a,p2
    ani    a,#11110000b
    mov    r1,a
    jb    std,$
    ret
;-----delay-----
delay: mov    r6,$255
loop: mov    r7,$250
    djnz   r7,$
    djnz   r6,loop
    ret
;-----warning-----
warning:
    mov    r6,$00h
    jmp    cek_sumber
end
```

```

unit UnitDM;

interface

uses
  SysJutils, Classes, DB, ADODB, VaClasses, VaComm, ExtCtrls, RpDefire,
  RpCon, RpConDS, IniFiles, Windows, Messages, Forms;

type
  TDM = class(TDataModule)
    ADOConnection1: TADOConnection;
    ADOQuery1: TADOQuery;
    DataSourse1: TDataSource;
    ADOQuery2: TADOQuery;
    VaComm1: TVaComm;
    ADOStoredProc1: TADOStoredProc;
    RVDataSetConnectionLapor: TRvDataSetConnection;
    procedure VaComm1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
    procedure DataModuleCreate(Sender: TObject);

  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
    logInStatus: Boolean;
    function TAdoconectionOpen : Boolean;
  end;

var
  DM: TDM;
  Data:String;
  warna:Boolean = False;
  conn_str:String;
const
  color = 'warna';
  counter = 'itung';
  ambil = 'jupuk';
  jaruh = 'ceblick';
  finish = 'wis';
implementation

uses UnitSetGudang, UnitOnline, Variants, UnitUtama, UnitUser, UnitDBase,
  UnitEncryption, UnitLocDBase;

{$R *.dcm}

procedure tampilan(jenis:String);
var s:String;
begin
  if jenis = 'warna' then
  begin
    if warna = False then
      if F_Online <> nil then
        begin
          F_Online.EditSerNumber.Text:='Active';
          F_Online.EditDataWarna.Text:=data;
          F_Online.Timer1.Enabled:=True;
        end;
    if FSetup <> nil then
      if warna = false then
        FSetup.EditDataWarna.Text:=data;
  end;
end;

```

```

if jenis = 'itung' then
begin
  if F_Online <> nil then
    F_Online.EditCounter.Text:=intToStr(StrToInt(F_Online.EditCounter.Text)+1); ;
end;

if jenis = 'cetick' then
begin
  if F_Online <> nil then
    F_Online.MemoProgress.Lines.Add(waktu+' Barang terjatuh, sistem '+
                                      'dihentikan,.....');
end;

if jenis = 'upuk' then
begin
  if F_Online <> nil then
    F_Online.EditSenSumber.Text:='inactive';
end;

if jenis = 'wis' then
begin
  if F_Online <> nil then
  begin
    F_Online.MemoProgress.Lines.Add('Barang telah diantar sampai tujuan');
    F_Online.EditCounter.Text:='0';
    warna:=False;
    with F_Online do
    begin
      EditKodeBarang.Clear;
      EditDataWarna.Clear;
      EditNamaWarna.Clear;
      ListView1.Clear;
      ComboBcx1.Clear;
      EditCounter.Text:='0';
      GroupBox3.Enabled:=True;
    end;
  end;
end;
end;

function StrToChar(Str: string): Char;
var
  A: Integer;
begin
  if Length(Str) > 0 then
  begin
    if (Str[1] = '#') and (Length(Str) > 1) then
    begin
      try
        A := StrToInt(Copy(Str, 2, Length(Str) - 1));
      except
        A := 0;
      end;
      Result := Chr(Byte(A));
    end
    else
      Result := Str[1];
  end
  else
    Result := #0;
end;

```

```

procedure TDM.VaCommIRxChar(Sender: TObject; Count: Integer);

```

```

var str,head,tail:String;
begin
  str:=VaComm1.ReadText;
  head := copy(str,1,1);
  tail := copy(str,3,1);
  if F_Online <> nil then
  begin
    F_Online.Memol.Text:=F_Online.Memol.Text+' '+ (str);
  end;

  if (head = '$') and (tail = '&') then
  if warna = False then
  begin
    data:=copy(str,pos('$',str)+1,pcr('&',str)-2);
    data:=IntToHex(Ord(Succ(StrToChar(data))),2);
    Tampilan(color);
  end;
  if str = '@' then
  begin
    Tampilan(counter);
  end;

  if str = '!' then
  begin
    Tampilan(jatuh);
  end;

  if str = '**' then
  begin
    Tampilan(ambil);
  end;

  if str = '-' then
  begin
    Tampilan(finish);
  end;
end;

procedure TDM.DataModuleCreate(Sender: TObject);
begin
  TAdoconnectionOpen;
  VaComm1.Open;
end;

Function TDM.TAdoconnectionOpen : Boolean;
var
  FileIni : TInifile;
  UsrName, Password : String;
begin
  Result := False;
  loginstatus := true;
  FileIni := TInifile.Create(ExtractFilePath(Application.Exename)
    + 'GreenFork.ini');
  ADOConnection1.Connected := false;
  conn_str := FileIni.ReadString('Connection', 'CN', conn_str);
  UsrName := TSimpIEncryption.Decrypt
    (FileIni.ReadString('Connection', 'NamaUser', 'sa'));
  Password := TSimpIEncryption.Decrypt
    (FileIni.ReadString('Connection', 'Password', '''));
  ADOConnection1.ConnectionString := conn_str;
  try
    ADOConnection1.Open(UsrName, Password);
    loginstatus := true;
  Result:=True;
end;

```

```
except
  Result := False;
end;
fileini.Free;
end;

end.
```

006200620000600002300002300220000200002000030000000300000003000000000000000000000000000000

```
unit UnitUtama;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils, variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, Menus, StdCtrls, ExtCtrls, Buttons, ImgList, ComCtrls, jpeg,
  ActionList;
type
  TF_Utama = class(TForm)
    L_online: TLabel;
    Image_online: TImage;
    ImageUser: TImage;
    L_user: TLabel;
    ImageSelGudang: TImage;
    ImageDatabase: TImage;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Memo1: TMemo;
    L_header: TLabel;
    MainMenuItem: TMenuItem;
    File1: TMenuItem;
    Exit1: TMenuItem;
    System1: TMenuItem;
    Online1: TMenuItem;
    L_setup: TLabel;
    L_database: TLabel;
    Timer1: TTimer;
    Label11: TLabel;
    Image5: TImage;
    Database1: TMenuItem;
    Show1: TMenuItem;
    Setup1: TMenuItem;
    Database2: TMenuItem;
    Show2: TMenuItem;
    Preferensi1: TMenuItem;
    Help1: TMenuItem;
    About1: TMenuItem;
    ActionList1: TActionList;
    ACTOnline: TAction;
    ACTtujuan: TAction;
    ACTShow: TAction;
    ACTSetup: TAction;
    ACTPref: TAction;
    ACTUser: TAction;
    User1: TMenuItem;
    SpeedButton1: TSpeedButton;
    SpeedButton2: TSpeedButton;
    SpeedButton3: TSpeedButton;
    SpeedButton4: TSpeedButton;
    Login1: TMenuItem;
```

```

  COM51: TMenuItem;
  COM1: TMenuItem;
  COM21: TMenuItem;
  COM31: TMenuItem;
  COM41: TMenuItem;
procedure L_onlineMouseEnter(Sender: TObject);
procedure L_onlineMouseLeave(Sender: TObject);
procedure L_userMouseEnter(Sender: TObject);
procedure L_userMouseLeave(Sender: TObject);
procedure L_setupMouseEnter(Sender: TObject);
procedure L_setupMouseLeave(Sender: TObject);
procedure L_databaseMouseEnter(Sender: TObject);
procedure L_databaseMouseLeave(Sender: TObject);
procedure ExitClick(Sender: TObject);
procedure ACTOnlineExecute(Sender: TObject);
procedure ACTSetupExecute(Sender: TObject);
procedure ACTShowExecute(Sender: TObject);
procedure ACTujuanExecute(Sender: TObject);
procedure ACTPrcIExecute(Sender: TObject);
procedure ACTUserExecute(Sender: TObject);
procedure L_userClick(Sender: TObject);
procedure L_onlineClick(Sender: TObject);
procedure L_setupClick(Sender: TObject);
procedure L_databaseClick(Sender: TObject);
procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
procedure LoginClick(Sender: TObject);
procedure FormActivate(Sender: TObject);
procedure AboutClick(Sender: TObject);
procedure COM1Click(Sender: TObject);
procedure COM2Click(Sender: TObject);
procedure COM3Click(Sender: TObject);
procedure COM4Click(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  F_Utama: TF_Utama;
  gbr_online,gbr_database:String;
  t_online,t_database,t_setup,t_help:String;

const
  hi_online = ' Pada form ini anda akan ditunjukkan beberapa pointview'+
    ' berkaitan dengan sistem yang sedang berjalan. Form ini '+
    ' juga memungkinkan anda untuk menyimpan progres sistem '+
    ' kedalam bentuk file untuk selanjutnya bisa anda cetak. ';
  hi_dbase = ' Menampilkan statistik dari tempat penyimpanan barang, seperti'+
    ' jumlah barang tiap gudang, tanggal dan jam tiba, dan lain-lain...';
  hi_userset = ' Form ini digunakan untuk meregistrasi user '+
    ' baru serta pemberian otorisasi akses program';
  hi_barang = ' Pendataan barang dan setting awal gudang';

implementation

uses UnitOnline, UnitDM, UnitShowDatabase, UnitSetGudang, UnitGabung,
  UnitLocDatabase, UnitUser, UnitPass, UnitSplash, Math, UnitAbout;

{$R *.dfm}

procedure show_hint(header,memo:String);
begin

```

```

with F_Utama do
begin
  L_header.Caption:=header;
  Memo1.Text:=memo;
end;
end;

procedure hide_hint;
begin
  with F_Utama do
  begin
    L_header.Caption:='';
    Memo1.Clear;
  end;
end;

procedure TF_Utama.L_onlineMouseEnter(Sender: TObject);
begin
  show_hint('Online',hi_online);
  Image_Online.Picture.LoadFromFile(ExtractFileDir(Application.ExeName) +
    '\images\online_1.jpg');
end;

procedure TF_Utama.L_onlineMouseLeave(Sender: TObject);
begin
  hide_hint;
  Image_Online.Picture.LoadFromFile(ExtractFileDir(Application.ExeName) +
    '\images\online_2.jpg');
end;

procedure TF_Utama.L_userMouseEnter(Sender: TObject);
begin
  show_hint('User Setting',hi_userset);
  ImageUser.Picture.LoadFromFile(ExtractFileDir(Application.ExeName) +
    '\images\user_1.jpg');
end;

procedure TF_Utama.L_userMouseLeave(Sender: TObject);
begin
  ImageUser.Picture.LoadFromFile(ExtractFileDir(Application.ExeName) +
    '\images\user_2.jpg');
  hide_hint;
end;

procedure TF_Utama.L_setupMouseEnter(Sender: TObject);
begin
  ImageSetGudang.Picture.LoadFromFile(ExtractFileDir(Application.ExeName) +
    '\images\setup_1.jpg');
  show_hint('Setup Barang',hi_barang);
end;

procedure TF_Utama.L_setupMouseLeave(Sender: TObject);
begin
  ImageSetGudang.Picture.LoadFromFile(ExtractFileDir(Application.ExeName) +
    '\images\setup_2.jpg');
  hide hint;
end;

procedure TF_Utama.L_databaseMouseEnter(Sender: TObject);
begin
  show_hint('Database',hi_dbase);
  ImageDbase.Picture.LoadFromFile(ExtractFileDir(Application.ExeName) +
    '\images\dbase_1.bmp');

```

```
end;

procedure TF_Utama.I_databaseMouseLeave(Sender: TObject);
begin
  hide_hint;
  ImageDbase.Picture.LoadFromFile(ExtractFileDir(Application.ExeName) + 
    '\images\database_2.bmp');
end;

procedure TF_Utama.ExitClick(Sender: TObject);
begin
  Application.Terminate;
end;

procedure TF_Utama.ACTOnlineExecute(Sender: TObject);
begin
  if F_Online = nil then
  begin
    Application.CreateForm(TF_Online,F_Online);
    F_Online.ShowModal;
  end
  else
    F_Online.ShowModal;
end;

procedure TF_Utama.ACTSetupExecute(Sender: TObject);
begin
  if FSetup= nil then
  begin
    Application.CreateForm(TFSetup,FSetup);
    FSetup.ShowModal;
  end
  else
    FSetup.ShowModal;
end;

procedure TF_Utama.ACTShowExecute(Sender: TObject);
begin
  if FDBaseShow = nil then
  begin
    Application.CreateForm(TFDbaseShow,FDBaseShow);
    FDBaseShow.ShowModal;
  end
  else
    FDBaseShow.ShowModal;
end;

procedure TF_Utama.ACTtujuanExecute(Sender: TObject);
begin
  if FGabung = nil then
  begin
    Application.CreateForm(TF_Gabung,F_Gabung);
    F_Gabung.ShowModal;
  end
  else
    F_Gabung.ShowModal;
end;

procedure TF_Utama.ACTPreExecute(Sender: TObject);
begin
  if FSetLocDbase = nil then
  begin
    Application.CreateForm(TFSetLocDbase,FSetLocDbase);
    FSetLocDbase.ShowModal;
  end
end;
```

```
    end;
    else
      FSetLocDbase.ShowModal;
  end;

procedure TF_Utama.ACTUserExecute(Sender: TObject);
begin
  if FUser = nil then
  begin
    Application.CreateForm(TFUser, FUser);
    FUser.ShowModal;
  end
  else
    FUser.ShowModal;
end;

procedure TF_Utama.L_userClick(Sender: TObject);
begin
  SpeedButton4.Click;
end;

procedure TF_Utama.L_onlineClick(Sender: TObject);
begin
  SpeedButton1.Click;
end;

procedure TF_Utama.L_setupClick(Sender: TObject);
begin
  SpeedButton2.Click;
end;

procedure TF_Utama.L_databaseClick(Sender: TObject);
begin
  SpeedButton3.Click;
end;

procedure TF_Utama.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
  F_Utama := nil;
  Action := caFree;
  Application.Terminate;
end;

procedure TF_Utama.Login1Click(Sender: TObject);
begin
  if FLogin = nil then
    Application.CreateForm(TFLogin, FLogin);
  FLogin.ShowModal;
end;

procedure TF_Utama.FormActivate(Sender: TObject);
begin
  if DM.loginstatus = False then
    exit;

  if FLogin = nil then
    Application.CreateForm(TFLogin, FLogin);
  if DM.TAddconnectionOpen = False then
  begin
    if FSetLocDbase = nil then
      Application.CreateForm(TFSetLocDbase, FSetLocDbase);
    FSetLocDbase.ShowModal;
    FLogin.ShowModal;
  end
end;
```

```

else
  FLogin.ShowModal;
end;

procedure TF_Utama.About1Click(Sender: TObject);
begin
  if F_About = nil then
    Application.CreateForm(TF_About,F_About);
  F_About.ShowModal;
end;

procedure TF_Utama.COM1Click(Sender: TObject);
begin
try
  DM.VaComm1.Close;
  DM.VaComm1.DeviceName:='COM1';
  DM.VaComm1.Open;
except
  MessageDlg('port tidak ditemukan',mtError,[mbOK],0);
end;
end;

procedure TF_Utama.COM2Click(Sender: TObject);
begin
try
  DM.VaComm1.Close;
  DM.VaComm1.DeviceName:='COM2';
  DM.VaComm1.Open;
except
  MessageDlg('port tidak ditemukan',mtError,[mbOK],0);
end;
end;

procedure TF_Utama.COM3Click(Sender: TObject);
begin
try
  DM.VaComm1.Close;
  DM.VaComm1.DeviceName:='COM3';
  DM.VaComm1.Open;
except
  MessageDlg('port tidak ditemukan',mtError,[mbOK],0);
end;
end;

procedure TF_Utama.COM4Click(Sender: TObject);
begin
try
  DM.VaComm1.Close;
  DM.VaComm1.DeviceName:='COM4';
  DM.VaComm1.Open;
except
  MessageDlg('port tidak ditemukan',mtError,[mbOK],0);
end;
end;

```

```

unit UnitGabung;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, Checklist, Buttons, Grids, ComCtrls, DBGrids;

type
  TF_Gabung = class(TForm)
    SpeedApply: TSpeedButton;
    ListBox1: TListBox;
    BitBtl: TBitBtn;
    Label11: TLabel;
    Label12: TLabel;
    ListView1: TListView;
    ButtonOK: TBitBtn;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure ListBox1Click(Sender: TObject);
    procedure SpeedApplyClick(Sender: TObject);
    procedure ListView1Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtlClick(Sender: TObject);
    procedure ButtonOKClick(Sender: TObject);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  F_Gabung: TF_Gabung;
  a_awal,a_akhir:Integer;

implementation

uses UnitDM, Types, DB, UnitDBase;

{SR *.dfm}

function pilih_barang(barang:String):String;
begin
  with DM.ADOQuery1 do
  begin
    Close;
    SQL.Clear;
    SQL.Text:= 'SELECT barang'+
      ' FROM TS_barang'+
      ' WHERE (nama_barang = '+QuotedStr(barang)+ ')';
    Active:=True;
  end;
  Result:=DM.ADOQuery1.FieldByName('barang').AsString;
end;

function pilih_gudang(gudang:String):Integer;
begin
  with DM.ADOQuery1 do
  begin
    Close;
    SQL.Clear;
    SQL.Text:= 'SELECT gudang'+
      ' FROM TS_gudang'+
      ' WHERE (nama_gudang = '+QuotedStr(gudang)+ ')';
    Active:=True;
  end;

```

```

    end;
  Result:=DM.ADOQuery1.FieldByName('gudang').AsInteger;
end;

procedure refresh_tampilan;
var i,gudang:Integer;
begin
  with DM.ADOQuery1 do
  begin
    Close;
    SQL.Clear;
    SQL.Text:='SELECT T_Gabung.gudang, TS_gudang.nama_gudang, '-
      +' TS_barang.nama_barang, TS_gudang.kapasitas, TS_gudang.penuh'-
      +' FROM T_Gabung INNER JOIN'-
      +' TS_barang ON T_Gabung.barang = TS_barang.barang INNER JOIN'-
      +' TS_gudang ON T_Gabung.gudang = TS_gudang.gudang'-
      +' WHERE TS_barang.nama_barang = '''+QuotedStr(F_Cabung.ListBox1.Items[F_Gabung.ListBox1.ItemIndex])+ ')';
    Active:=True;
  end;

  if DM.ADOQuery1.RecordCount > 0 then
  for i:=0 to DM.ADOQuery1.RecordCount-1 do
  begin
    gudang:=DM.ADOQuery1.FieldByName('gudang').AsInteger;
    F_Gabung.ListView1.Items[gudang-1].Checked:=True;
    DM.ADOQuery1.Next;
  end;
end;

procedure tampil_gudang;
var i: Integer;
  gudang,penuh,kap:String;
begin
  with DM.ADOQuery1 do
  begin
    Close;
    SQL.Clear;
    SQL.Text:='SELECT * '+
      +' FROM TS_gudang '+
      +' ORDER BY gudang';
    Active:=True;
  end;
  F_Gabung.ListView1.Items.Clear;
  if DM.ADOQuery1.RecordCount > 0 then
  for i := 0 to DM.ADOQuery1.RecordCount - 1 do
  begin
    gudang:=DM.ADOQuery1.FieldByName('nama_gudang').AsString;
    penuh:= DM.ADOQuery1.FieldByName('penuh').AsString;
    if penuh = 'y' then penuh:='ya' else penuh := 'tidak';
    kap:= DM.ADOQuery1.FieldByName('kapasitas').AsString;
    F_Gabung.ListView1.Items.Add.Caption:=gudang;
    F_Gabung.ListView1.Items[i].SubItems.Add(kap);
    F_Gabung.ListView1.Items[i].SubItems.Add(penuh);
    DM.ADOQuery1.Next;
  end
  else
    MessageBox(HWND_TOP,'Nama Gudang belum di set','Peringatan',TC_NORMAL);
  end;

procedure tampil_barang;
var i : Integer;
begin

```

```

with DM.ADOQuery1 do
begin
  Close;
  SQL.Clear;
  SQL.Text:='SELECT * '+
    'FROM TS_barang '+
    'ORDER BY barang';
  Active:=True;
end;
if DM.ADOQuery1.RecordCount > 0 then
for i := 0 to DM.ADOQuery1.RecordCount - 1 do
begin

  F_Gabung.ListBox1.AddItem(DM.ADOQuery1.FieldByName('Nama_barang').AsString,F_Gabung);
  DM.ADOQuery1.Next;
end
else
  MessageBox(HWND_TOP,'Nama Barang belum di set','Peringatan',TC_NORMAL);
  F_Gabung.ListBox1.ItemIndex:=0;
end;

procedure TF_Gabung.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  tampil_gudang;
  tampil_barang;
  refresh_tampilan;
end;

procedure TF_Gabung.ListBox1Click(Sender: TObject);
begin
  SpeedApply.Enabled:=False;
  tampil_gudang;
  refresh_tampilan;
end;

procedure TF_Gabung.SpeedApplyClick(Sender: TObject);
var i:integer;
  gudang:Integer;
  barang:String;
begin
  SpeedApply.Enabled:=False;
  barang:=pilih_barang(F_Gabung.ListBox1.Items[F_Gabung.ListBox1.ItemIndex]);
  Gabung.Delete(barang);
  for i:=1 to ListView1.Items.Count do
begin
  if ListView1.Items[i-1].Checked then
    gudang:=pilih_gudang(ListView1.Items[i-1].Caption);
  if not ListView1.Items[i-1].Checked then
    gudang:=0;
  Gabung.Save(IntToStr(gudang),barang);
end;
end;

procedure TF_Gabung.ListView1Click(Sender: TObject);
begin
  SpeedApply.Enabled:=True;
end;

procedure TF_Gabung.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;

procedure TF_Gabung.ButtonOKClick(Sender: TObject);

```

```

begin
  SpeedApply.Click;
  Close;
end;

procedure TF_Gabung.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
  F_Gabung := nil;
  Action := caFree;
end;

end.

unit UnitShowBase;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, Grids, Buttons, ComCtrls, DBGrids, RpDefine,
  RpKave, RpRenderHTML, RpRenderText, RpRenderRTF, RpRenderPDF, RpRender,
  RpRenderCanvas, RpRenderPrinter;

type
  TFBaseShow = class(TForm)
    BitBtn1: TBitBtn;
    GroupBox1: TGroupBox;
    Label1: TLabel;
    DateTimePicker1: TDateTimePicker;
    GroupBoxFilter: TGroupBox;
    CheckBoxFilter: TCheckBox;
    Label2: TLabel;
    PageControl1: TPageControl;
    StringGrid1: TStringGrid;
    TabSheet1: TTabSheet;
    Memo1: TMemo;
    Button1: TButton;
    DateTimePicker2: TDateTimePicker;
    BitBtn2: TBitBtn;
    RvProject2: TRvProject;
    RpRenderPrinter1: TRvRenderPrinter;
    RpRenderPDF1: TRvRenderPDF;
    RpRenderRTF1: TRvRenderRTF;
    RpRenderText1: TRvRenderText;
    RpRenderHTML1: TRvRenderHTML;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure CheckBoxFilterClick(Sender: TObject);
    procedure StringGrid1DrawCell(Sender: TObject; ACol, ARow: Integer;
      Rect: TRect; State: TGridDrawState);
    procedure DBGrid1DrawColumnCell(Sender: TObject; const Rect: TRect;
      DataCol: Integer; Column: TColumn; State: TGridDrawState);
    procedure StringGrid1SelectCell(Sender: TObject; ACol, ARow: Integer;
      var CanSelect: Boolean);
    procedure StringGrid1DblClick(Sender: TObject);
    procedure PageControl1Change(Sender: TObject);
    procedure DateTimePicker1Change(Sender: TObject);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
  private

```

```

{ Private declarations }

PUBLIC
  { Public declarations }
end;

var
  FDbaseShow: TFDbaseShow;
  sudahtauhi :Boolean;
  a_scol:Integer;

implementation

uses UnitDM, DB, ADODB, UnitDBase, UnitSetGudang, Math, UnitCbase_info;
(SCR *.dfm)

procedure gridresize;
var i:integer;
begin
  if DM.ADOQuery1.RecordCount > 0 then
  begin
    for i := -1 to DM.ADOQuery1.FieldCount -2 do
      with FDbaseShow.StringGrid1 do
        begin
          ColWidths[i+1]:=DM.ADOQuery1.RecordSize ;
        end;
    FDbaseShow.StringGrid1.ColWidths[DM.ADOQuery1.FieldCount]:=200;
  end
  else
    Exit;
  FDbaseShow.StringGrid1.ColWidths[0]:=50;
end;

procedure gridrename;
var i : Integer;
begin
  FDbaseShow.StringGrid1.Cells[0,0]:='No';
  for i := 0 to DM.ADOQuery1.RecordCount - 1 do
    FDbaseShow.StringGrid1.Cells[0,i+1]:=IntToStr(i+1);
  for i := 0 to DM.ADOQuery1.FieldCount -1 do
    FDbaseShow.StringGrid1.Cells[i+1,0]:=UpperCase(DM.ADOQuery1.Fields[i].DisplayLabel);
end;

procedure tampil_gudang;
var i : Integer;
  gudang:String;
begin
  with DM.ADOQuery1 do
  begin
    Close;
    SQL.Clear;
    SQL.Text:= 'SELECT * '+
      'FROM  TS_gudang '+
      'ORDER BY gudang';
    Active:=True;
  end;
  if DM.ADOQuery1.RecordCount > 0 then
    for i := 0 to DM.ADOQuery1.RecordCount - 1 do
      begin
        gudang:=DM.ADOQuery1.Fieldbyname('Nama_gudang').AsString;
        with TTabSheet.Create(FPhageShow.PageControl1)do
          begin

```

```

PageControl := FDBaseShow.PageControl;
Name:= 'tabSheet'+IntToStr(i);
Caption := gudang;

      end : DM.ADOQuery1.Next;
    end;
  else
    MessageBox(HWND_TOP,'Nama Gudang belum di set','Peringatan',TC_NORMAL);
  end;

procedure templi_stock(gudange,tanggal,jam:String);
var baris, kolom:integer;
  query_nya:String;
begin
  query_nya:='SELECT T_Stock.kode_stock,T_stock.Tanggal_tiba, T_stock.Jam_tiba,'+
  'T_Stock,keterangan '+
  'FROM T_Stock INNER JOIN '+
  'TS_barang ON T_Stock.barang = TS_barang.barang INNER JOIN '+
  'TS_gudang ON T_Stock.gudang = TS_gudang.gudang';

  if tanggal <> '' then
  begin
    if gudange <> QuotedStr('Semua') then
      query_nya:=query_nya +'WHERE (TS_gudang.nama_gudang = '+ gudange +
      ' and Tanggal_tiba = CONVERT(DATETIME,'+QuotedStr(tanggal)+',
      102) and T_stock.Jam_tiba = '+QuotedStr('10:29:35
      AM'))'
    else
      query_nya:=query_nya+'WHERE (Tanggal_tiba =
      CONVERT(DATETIME,' QuotedStr(tanggal)+',
      102))';
  end
  else
    if tanggal = '' then
      if gudange <>QuotedStr('Semua') then
        begin
          query_nya:=query_nya +'WHERE (TS_gudang.nama_gudang = '+ gudange +')'
        end
      else
        query_nya:=query_nya;

  FDBaseShow.Memo1.Text:=query_nya;
  with DM.ADOQuery1 do
  begin
    Close;
    SQL.Clear;
    SQL.Text:= query_nya ;
    ExecSQL;
    Active:=True;
  end;
  if DM.ADOQuery1.RecordCount > 0 then
  begin
    FDBaseShow.StringGrid1.ColCount := DM.ADOQuery1.FieldCount + 1;
    FDBaseShow.StringGrid1.RowCount := DM.ADOQuery1.RecordCount + 1;
    for baris := 0 to DM.ADOQuery1.RecordCount -1 do
    begin
      for kolom := 0 to DM.ADOQuery1.FieldCount - 1 do
      with FDBaseShow.StringGrid1 do
      begin
        Cells[kolom+1,baris+1]:= DM.ADOQuery1.Fields[kolom].AsString;
      end;
    end;
  end;
end;

```

```

        DM.ADOQuery1.Next;
    end;
end
else
begin
  for kolumn := 0 to DM.ADOQuery1.FieldCount do
  begin
    FDBaseShow.StringGrid1.Cols[kolumn].Clear;;
  end;
  if sudahtahu = False then
  begin
    Beep;
    if MessageDlg('Stock masih kosong...', mtInformation, [mbOK], 0)=mrOk then
      sudahtahu := True
    else
      exit;
  end;
end;
FDBaseShow.Label1.Caption:=FloatToStr(DM.ADOQuery1.RecordCount);
gridresize;
gridrename;
end;

procedure TFDbaseShow.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  tampil_gndang;
  tampil_stock(QuotedStr(PageControl1.ActivePage.Caption), '', '');
  sudahtahu := False;
end;

procedure TFDbaseShow.Button1Click(Sender: TObject);
begin
  Stock.Save('0945','01','01',DateToStr(Now),
             TimeToStr(Now),'ge tambai dari button euy','1');
  ShowMessage(TimeToStr(Now));
end;

procedure TFDbaseShow.CheckBoxFilterClick(Sender: TObject);
begin
  DateTimePicker1.Enabled:=CheckBoxFilter.Checked;
  DateTimePicker2.Enabled:=CheckBoxFilter.Checked;

  if CheckBoxFilter.Checked then
  begin
    tampil_stock(QuotedStr(PageControl1.ActivePage.Caption),
                  DateToStr(DateTimePicker1.Date), '');
  end
  else
    tampil_stock(QuotedStr(PageControl1.ActivePage.Caption), '', '');
end;

procedure TFDbaseShow.StringGrid1DrawCell(Sender: TObject; ACol, ARow: Integer;
  Rect: TRect; State: TGridDrawState);
begin
  if (ACol <> 0) and (ARow <> 0) then
  if (Odd(ARow)) then
  begin
    with (Sender as TStringGrid) do
    begin
      Canvas.Brush.Color := $00C0FFFF;
      Canvas.Font.Color := clBlue;
    end;
  end;
end;

```

```

    Canvas.FillRect(rect);
    Canvas.TextOut(rect.Left + 2, Rect.Top + 2,
                  Cells[acol, arow]);
  end;
end else
begin
  with (Sender as TStringGrid) do
  begin
    Canvas.Brush.Color := $00FFFFFF;
    Canvas.Font.Color := clBlue;
    Canvas.FillRect(Rect);
    Canvas.TextOut(Rect.Left + 2, Rect.Top + 2,
                  Cells[acol, arow]);
  end;
end;
end;

procedure TFDbaseShow.DBGrid1DrawColumnCell(Sender: TObject; const Rect: TRect;
  DataCol: Integer; Column: TColumn; State: TGridDrawState);
begin
  if (Odd(DataCol)) then
  begin
    with (Sender as Tdbgrid) do
    begin
      Canvas.Brush.Color := $00CCCCFF;
      Canvas.Font.Color := clBlue;
      Canvas.FillRect(Rect);
    end
  end else
  begin
    with (Sender as TdbGrid) do
    begin
      Canvas.Brush.Color := $00FFFFFF;
      Canvas.Font.Color := clBlue;
      Canvas.FillRect(Rect);
    end;
  end;
end;

procedure TFDbaseShow.StringGrid1SelectCell(Sender: TObject; ACol,
  ARow: Integer; var CanSelect: Boolean);
begin
  a_acol:=ACol;
  Label2.Captior:=IntToStr(ACol)+' '+IntToStr(ARow);
  if acol <> 1 then
    EXIT
  else
  begin
    if FDBaseInfo = nil then
      Application.CreateForm(TFDBaseInfo, FDBaseInfo);
    FDBaseInfo.EditKodeStock.Text:=StringGrid1.Cells[acol, arow];
  end;
end;

procedure TFDbaseShow.StringGrid1DblClick(Sender: TObject);
begin
  if a_acol <>1 then
  begin
    EXIT
  end
  else
    FDBaseInfo.Show;
end;

```

```

procedure TFDbaseShow.PageControl1Change(Sender: TObject);
begin
  if CheckBoxFilter.Checked then
    begin
      tampil_stock(QuotedStr(PageControl1.ActivePage.Caption),
                    DateToStr(DateTimePicker1.Date), '');
    end
  else
    begin
      tampil_stock(QuotedStr(PageControl1.ActivePage.Caption), '', '');
    end;
end;

procedure TFDbaseShow.DateTimePicker1Change(Sender: TObject);
begin
  tampil_stock(QuotedStr(PageControl1.ActivePage.Caption),
                DateToStr(DateTimePicker1.Date), '');
end;

procedure TFDbaseShow.FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
begin
  FDbaseShow := nil;
  Action := caFree;
end;

procedure TFDbaseShow.B1Bln2Click(Sender: TObject);
var gudangnya:String;
begin
  gudangnya:=PageControl1.ActivePage.Caption;
  with DM.ADOQuery2 do
  begin
    Close;
    Active := False;
    SQL.Clear;
    SQL.Text:='SELECT T_Stock.Kode_stock, TS_gudang.nama_gudang, '+
              'TS_barang.nama_barang '+
              'FROM T_Stock INNER JOIN '+
              'TS_barang ON T_Stock.Barang = TS_barang.barang INNER JOIN '+
              'TS_gudang ON T_Stock.Gidang = TS_gudang.gudang '+
              'GROUP BY TS_gudang.nama_gudang, '+
              'T_Stock.Kode_stock, TS_barang.nama_barang ';
    if gudangnya <> 'Semua' then
      SQL.Add( 'HAVING (TS_gudang.nama_gudang = '+
                  QuotedStr(gudangnya)+')'+
                  'ORDER BY TS_gudang.nama_gudang';
    else
      SQL.Add('ORDER BY TS_gudang.nama_gudang');

    Active:=True;
  end;
  DM.RvDataSetConnectionLapor.DataSet:=DM.ADOQuery2;
  RvProject2.ProjectFile := 'c:\laporanku.rav';
  RvProject2.StoreRAV:=True;
  RvProject2.Open;
  RvProject2.ExecuteReport('report1');
end;

```

© 2007 by Pearson Education, Inc., or its affiliates. All Rights Reserved.

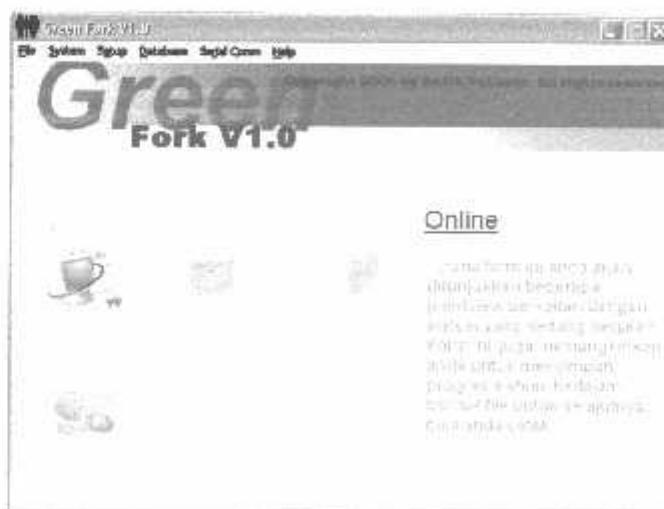
For complete resource please contact me andyq_81@yahoo.com



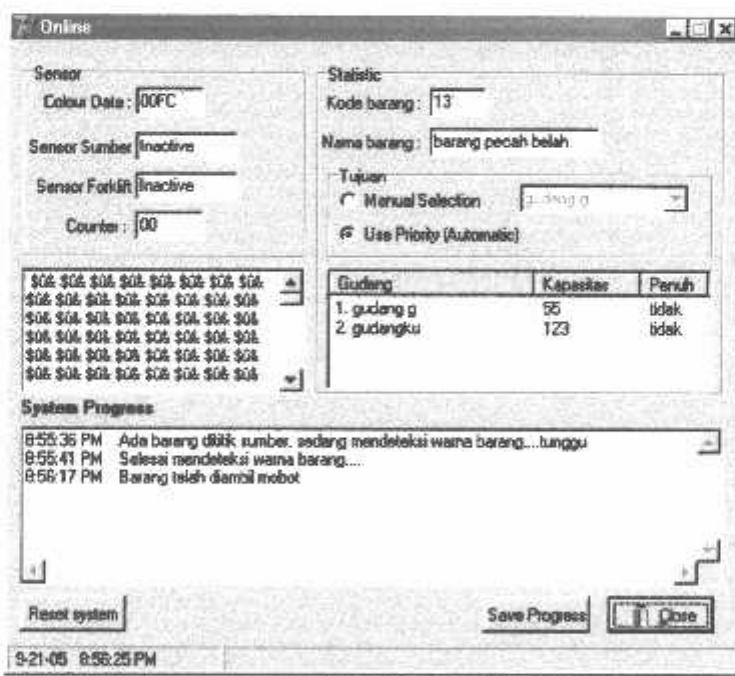
[Splash Screen]



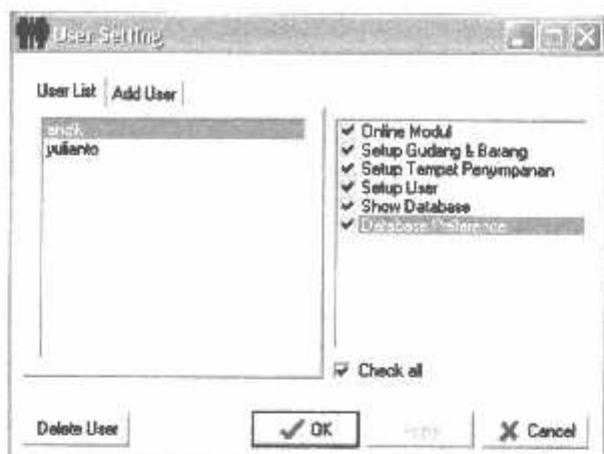
[Login]



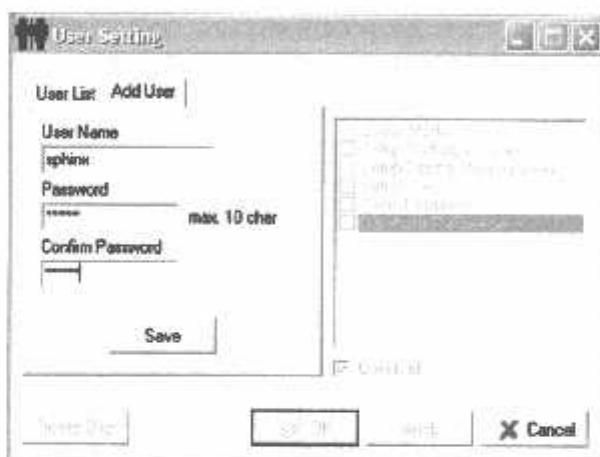
[Main Form]



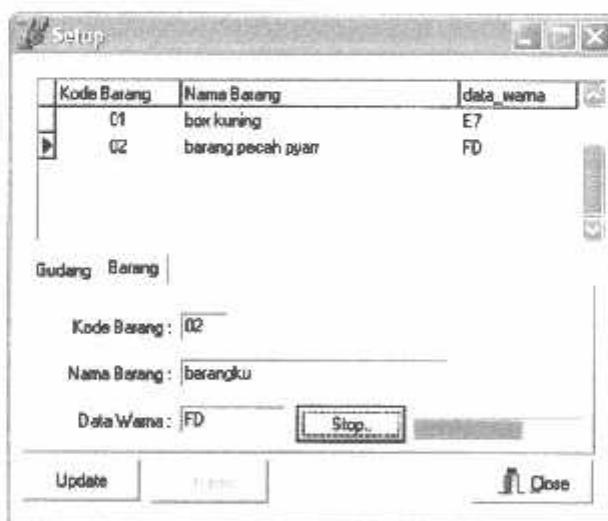
[Greenfork in action...]



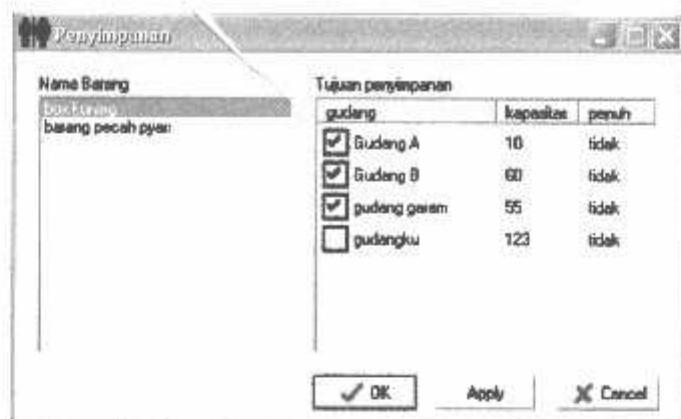
[Register ur name, and select ur authority]



[are u new user ?]



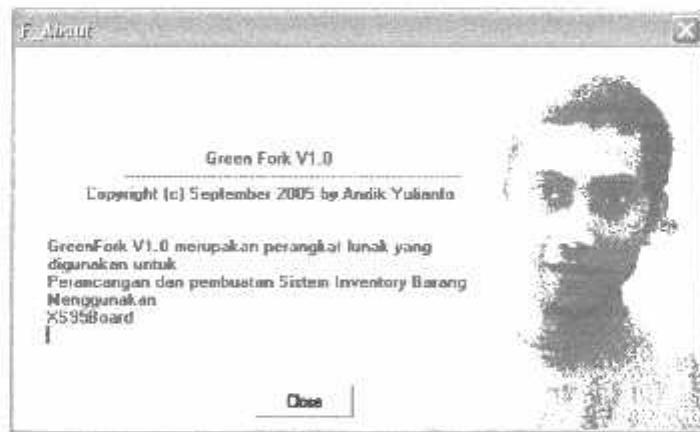
[registering and picking colour data of goods]



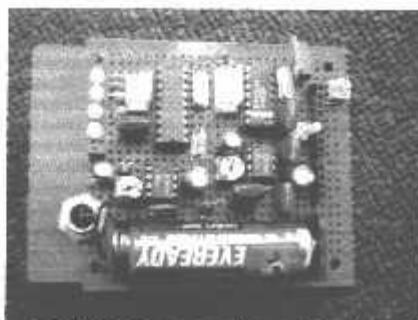
[Where's our goods laid away]



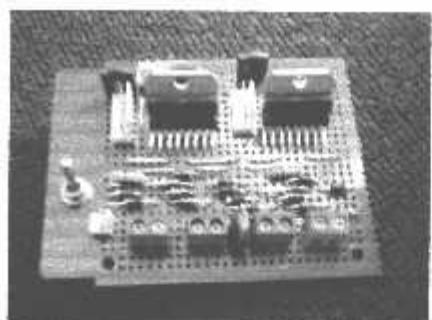
[Database Preferences]



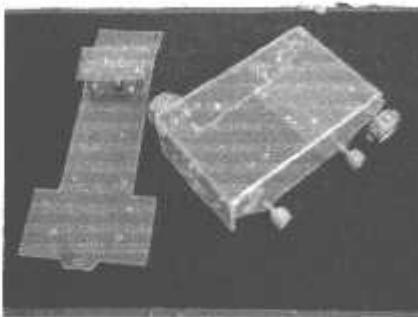
[About...?]



[DTMF Transceiver Module]



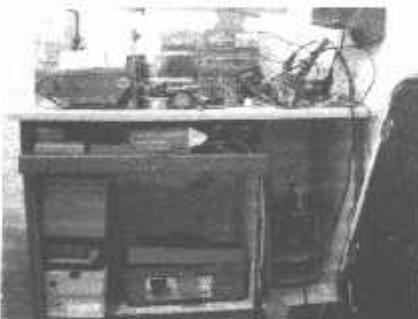
[L298 DC Motor Driver]



[Kerangka Mobil]



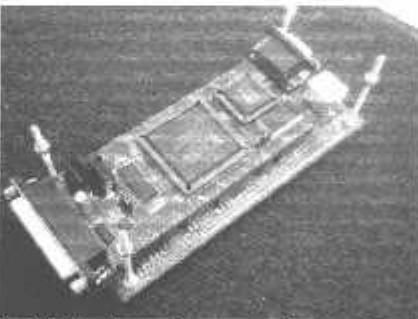
[Pengujian Sensor Warna]



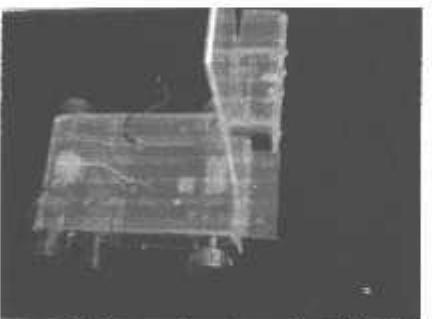
[Workbench]



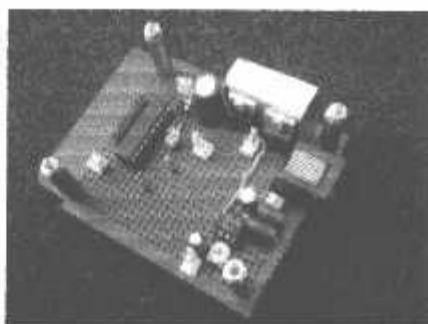
[Trackline Sensor Module]



[XS95 Board on my Xstend board]



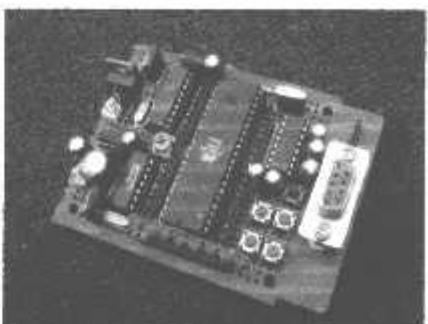
[Kerangka + motor]



[ADC + PS + Audio]



[Downloading...Please Wait]



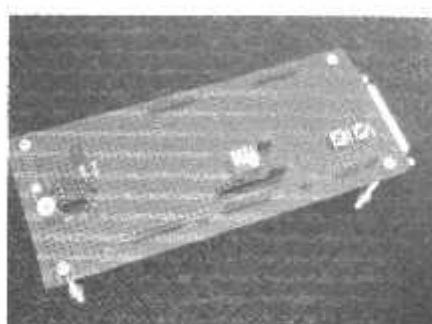
[AT89C51 Multi Min. System]



[trackline sensor connection]



[My Forklift]



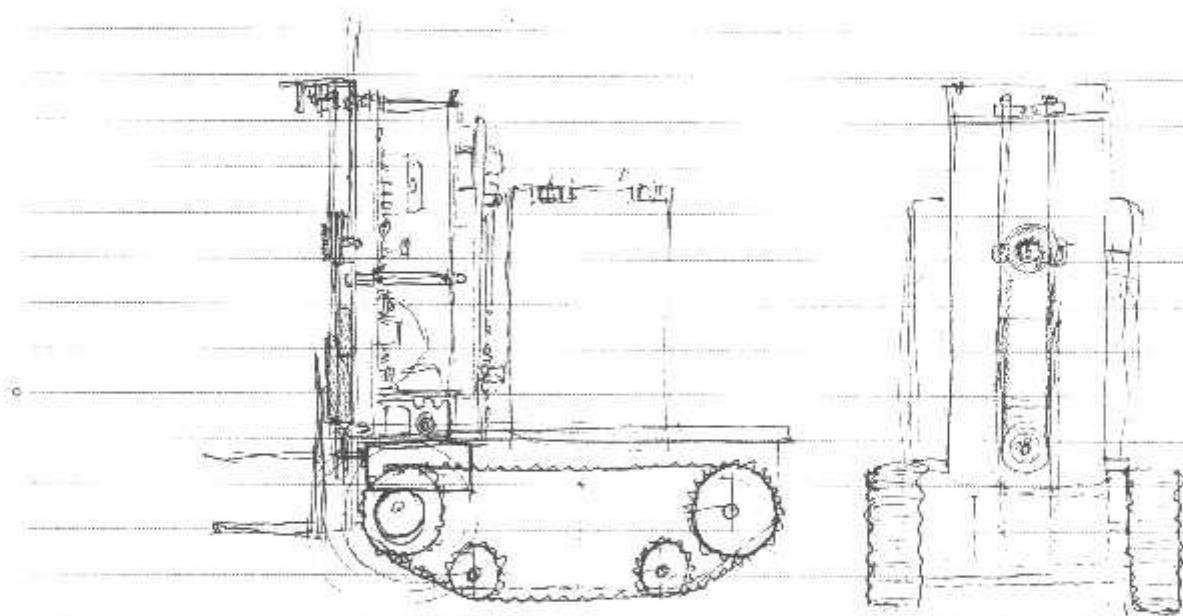
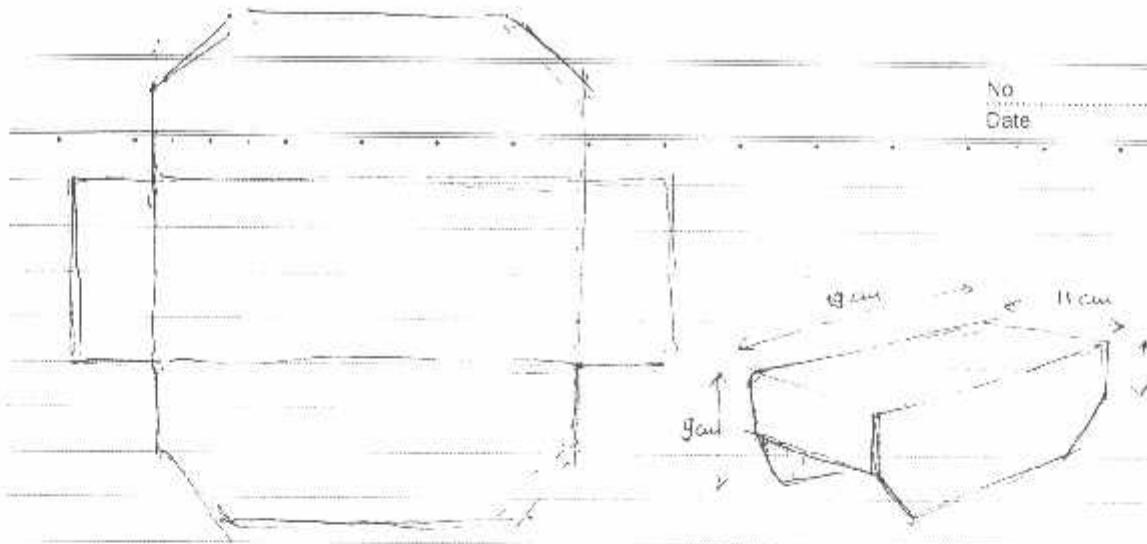
[My Xstend Board]



[S 3019 AG]



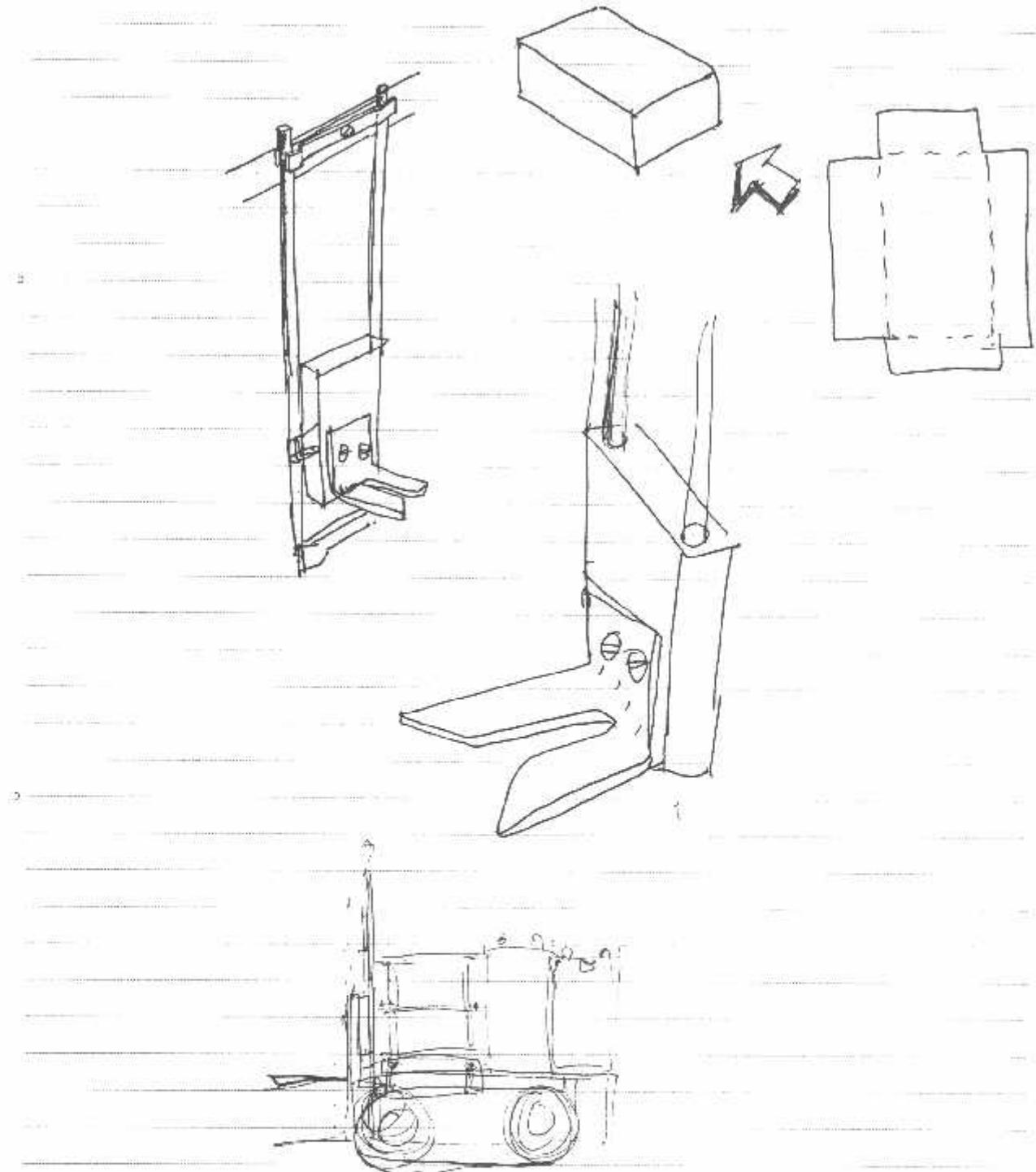
[After "War"]



Side View

Front View

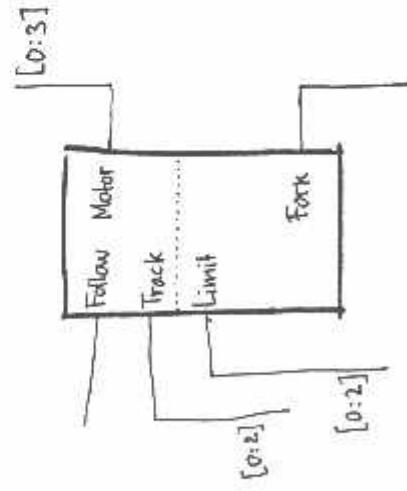
No.....
Date.....



"NAVI + FORK" Design Entity

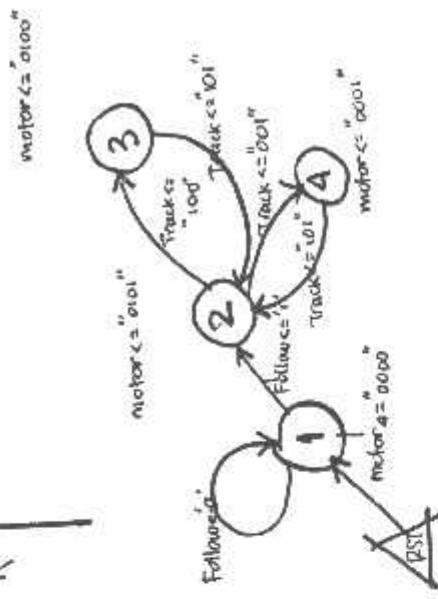
Track's truth table

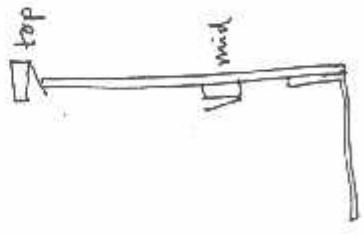
INPUT				Direction
C	B	A		
0	0	0	-	Forward RF ↑ LF ↓
-	0	0	-	
-	0	0	-	
-	0	0	-	



Motor's logical truth table

INPUT				OUT PUT	Direction
D	C	B	A	Left	Right
0	0	0	0	Stop	Stop
0	1	0	1	F	Forward ↑↑
1	0	1	0	B	Backward ↓↓
0	0	0	1	RFF LF	RF ↑ LF ↓
0	1	0	0	F	Stop



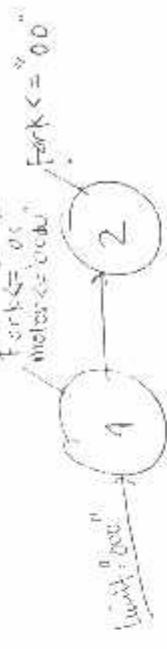


act	mid	top	fork	action	pick	drop	done
0	0	0	0	turn			
0	0	0	0	stop			
1	0	0	1	weak			
1	1	0	0	stop			

"top"



if width = 0 then
case



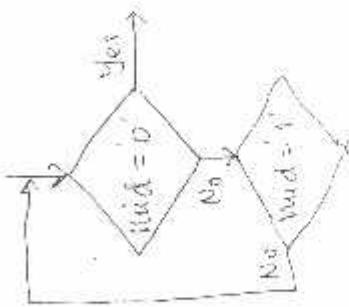
Top: 1
mid: 1
bottom: 0
left: 1
right: 1
motor: stop

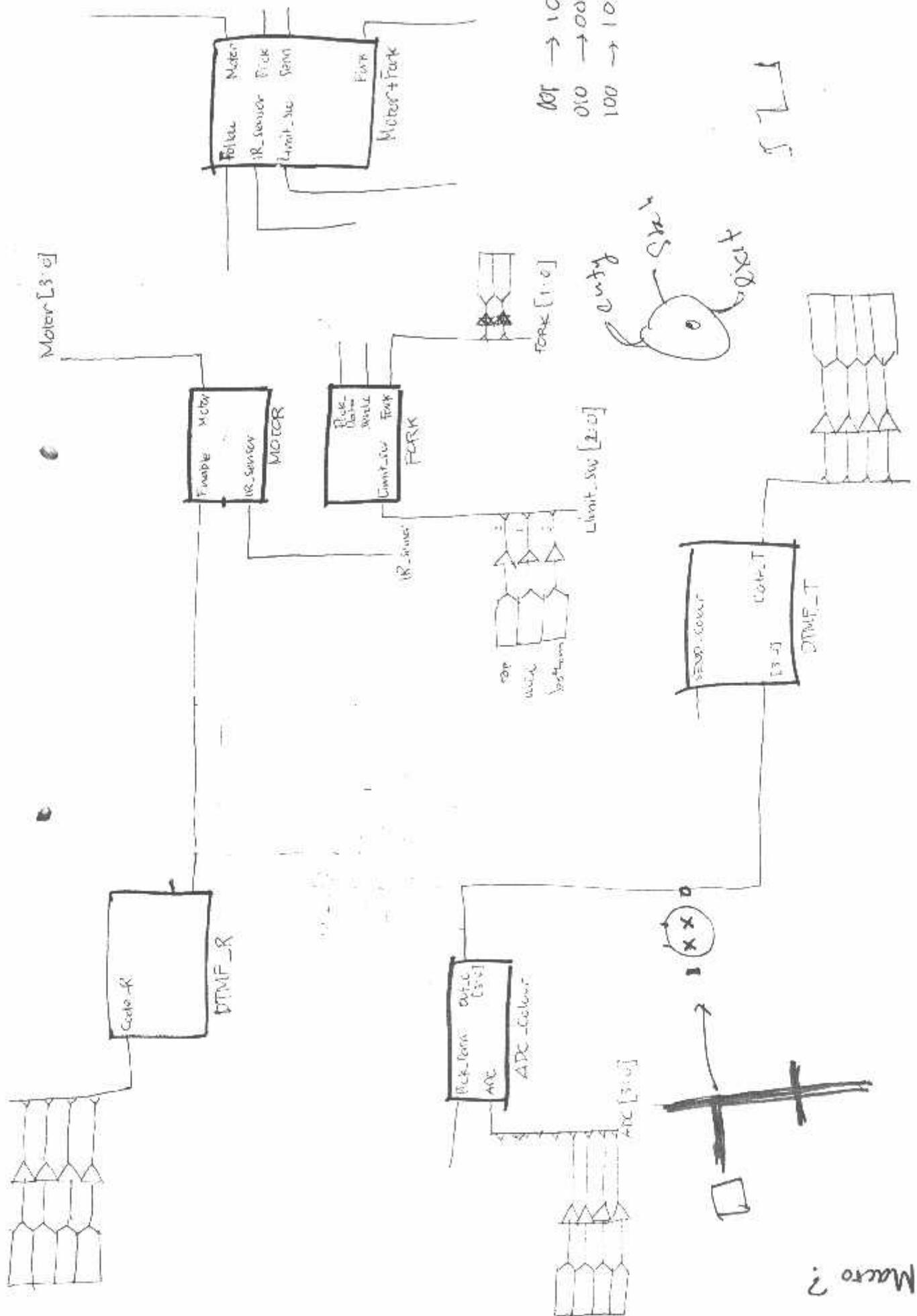
Top: 1
mid: 0
bottom: 0
left: 0
right: 1
motor: stop

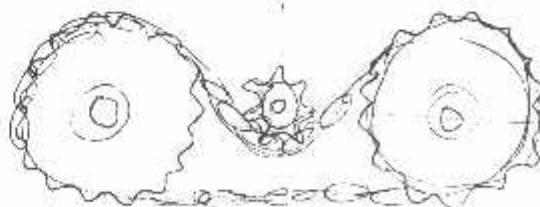
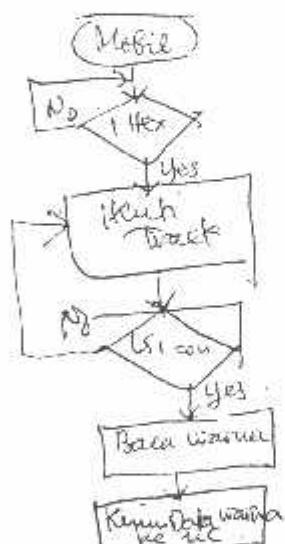
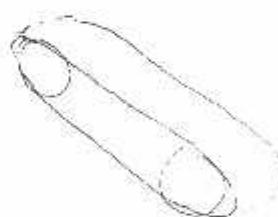
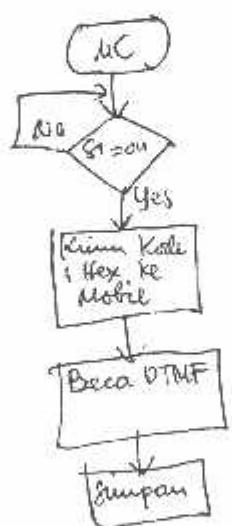
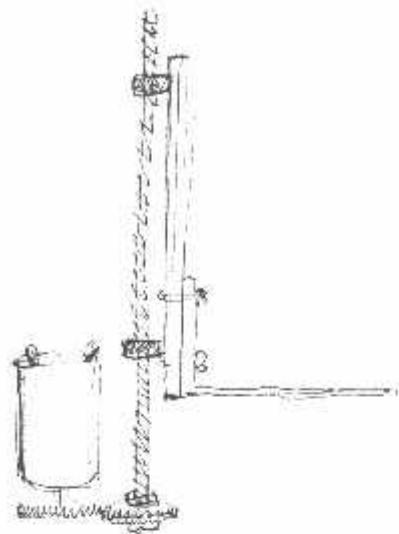
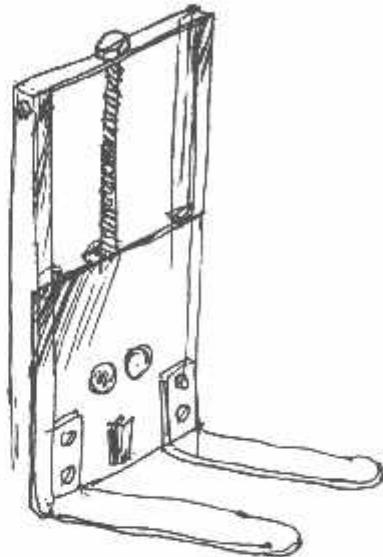
Top: 0
mid: 1
bottom: 1
left: 0
right: 0
motor: stop

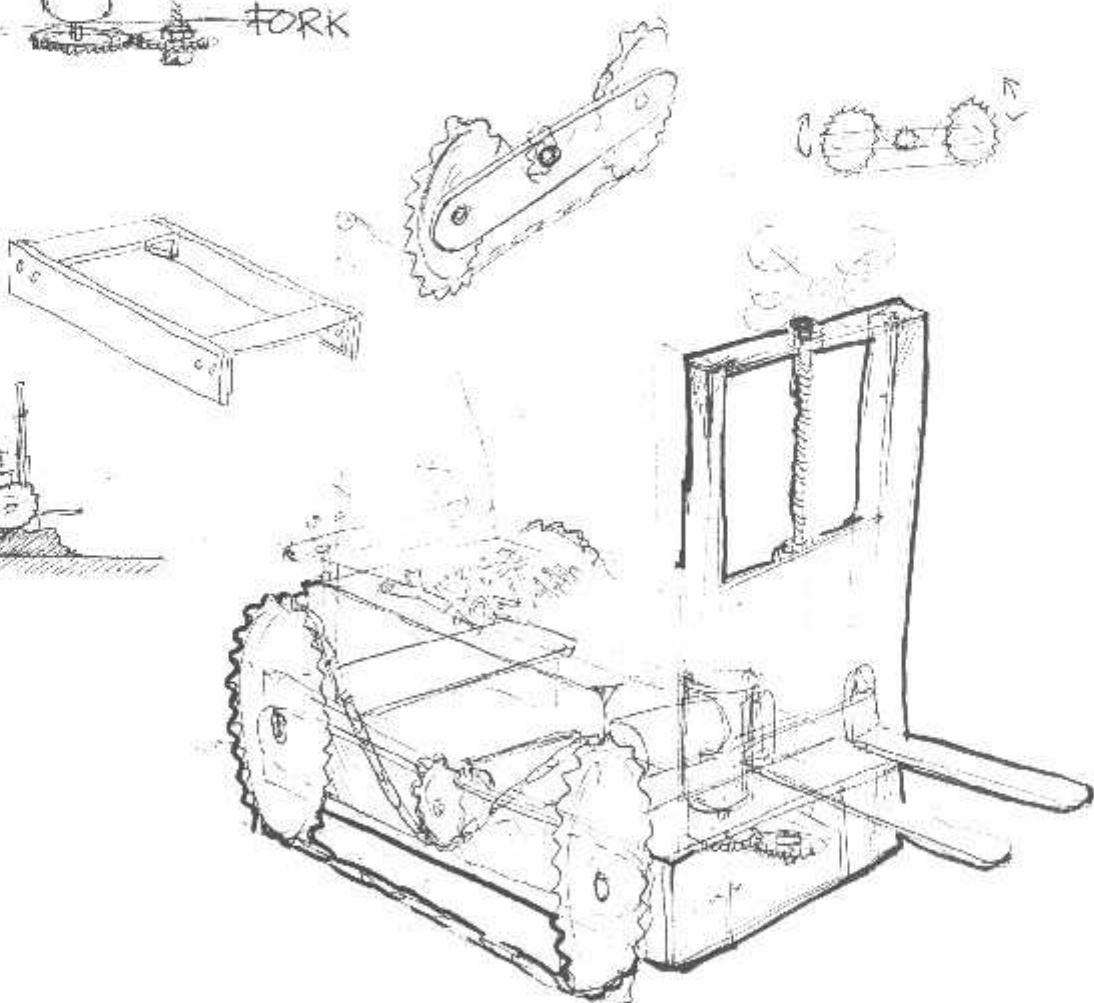
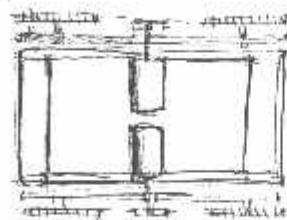
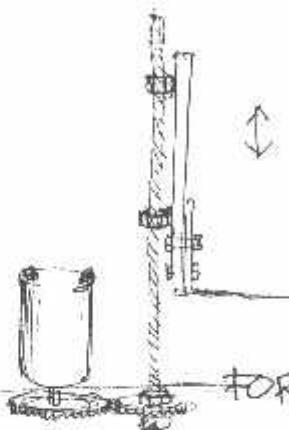
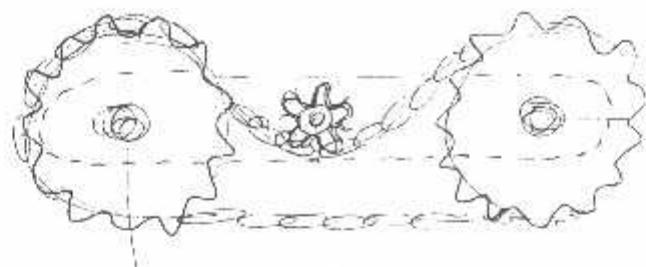
Top: 0
mid: 0
bottom: 1
left: 1
right: 1
motor: stop

Top: 0
mid: 1
bottom: 0
left: 1
right: 0
motor: stop

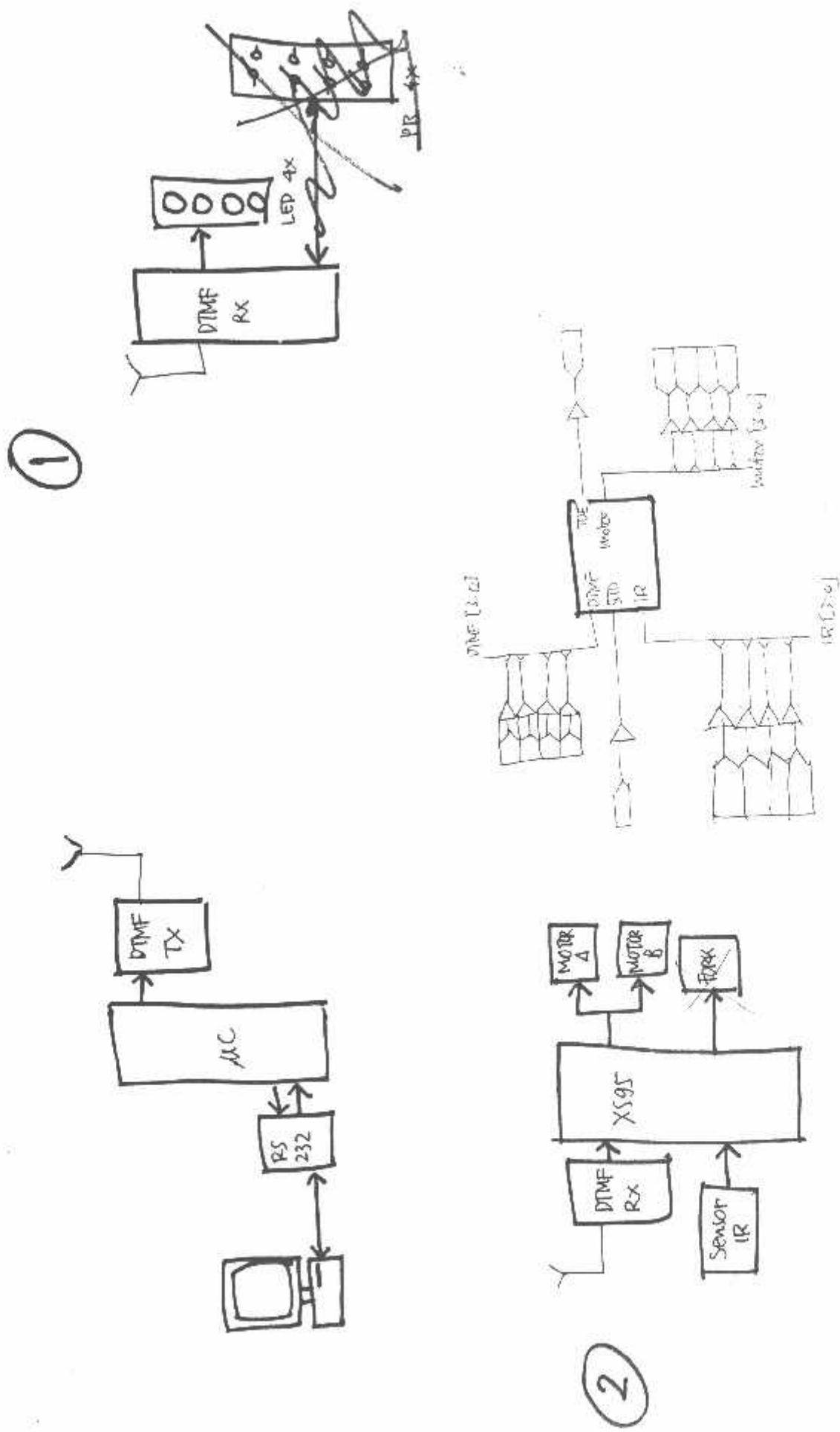


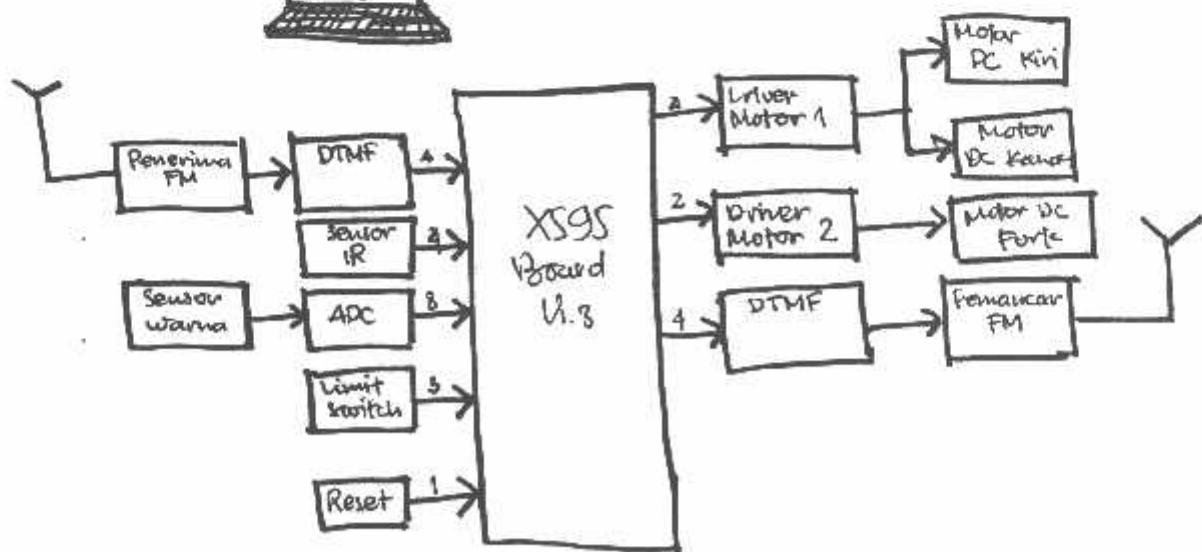
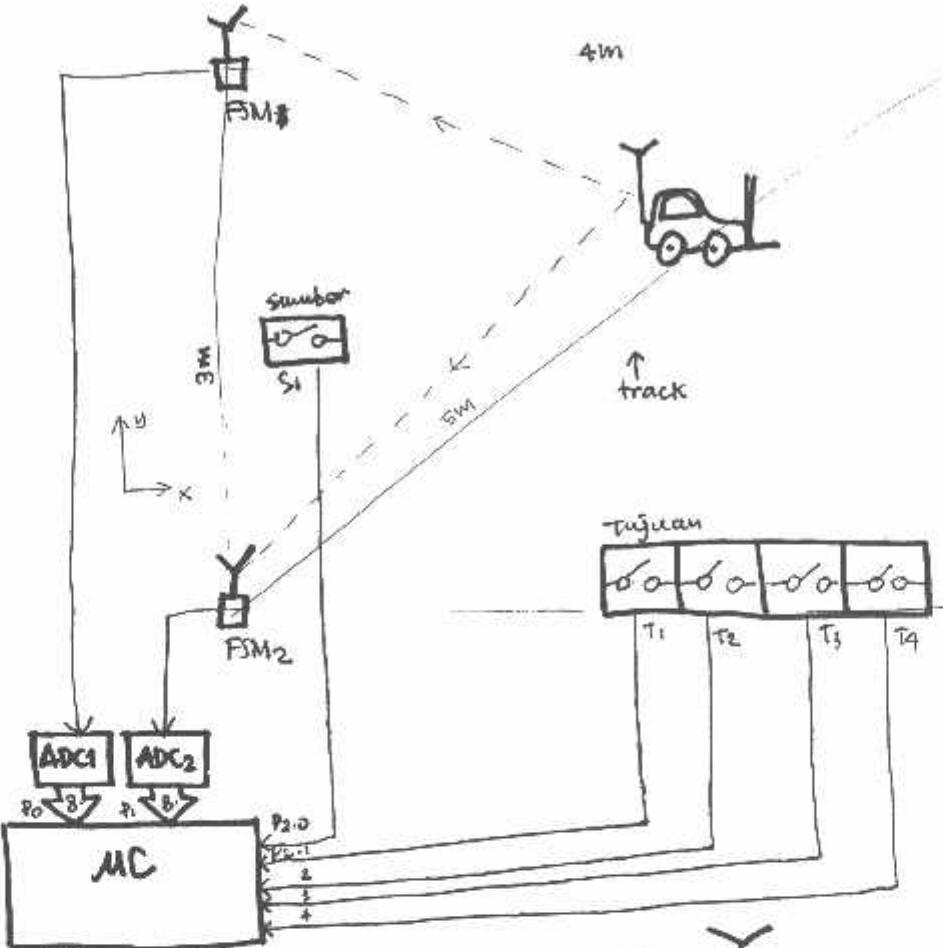


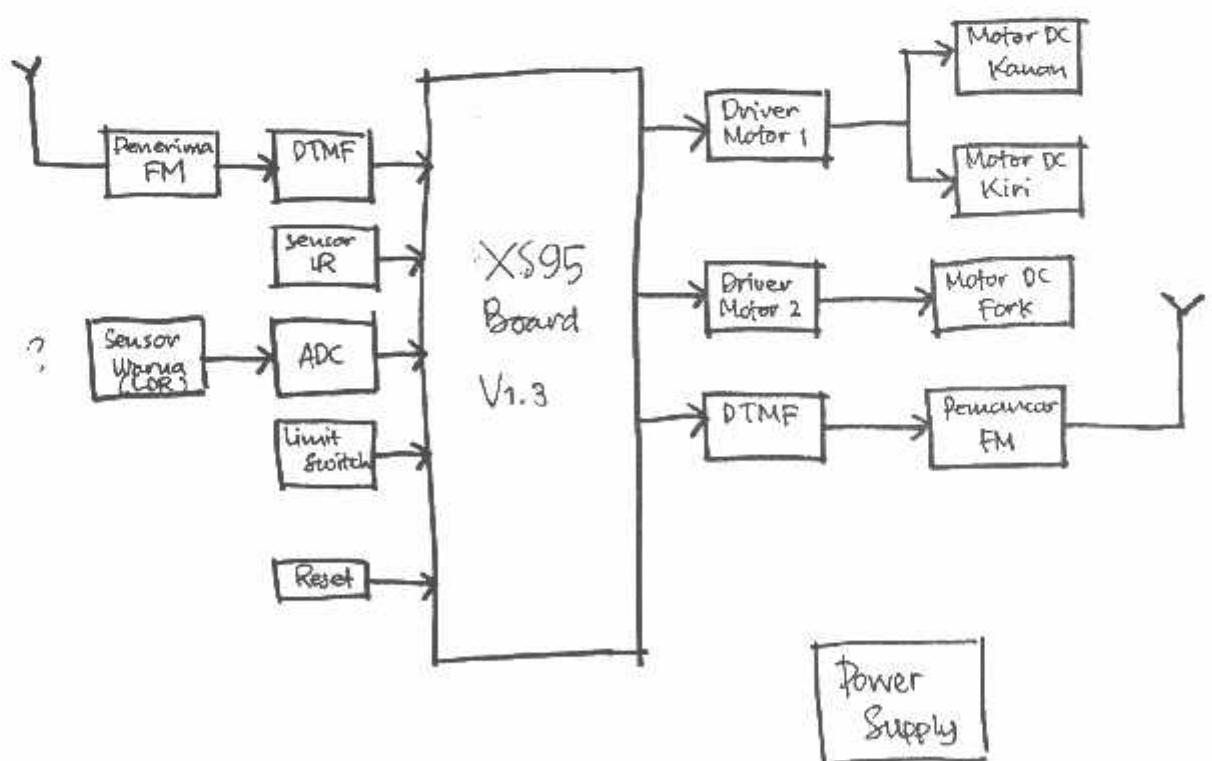
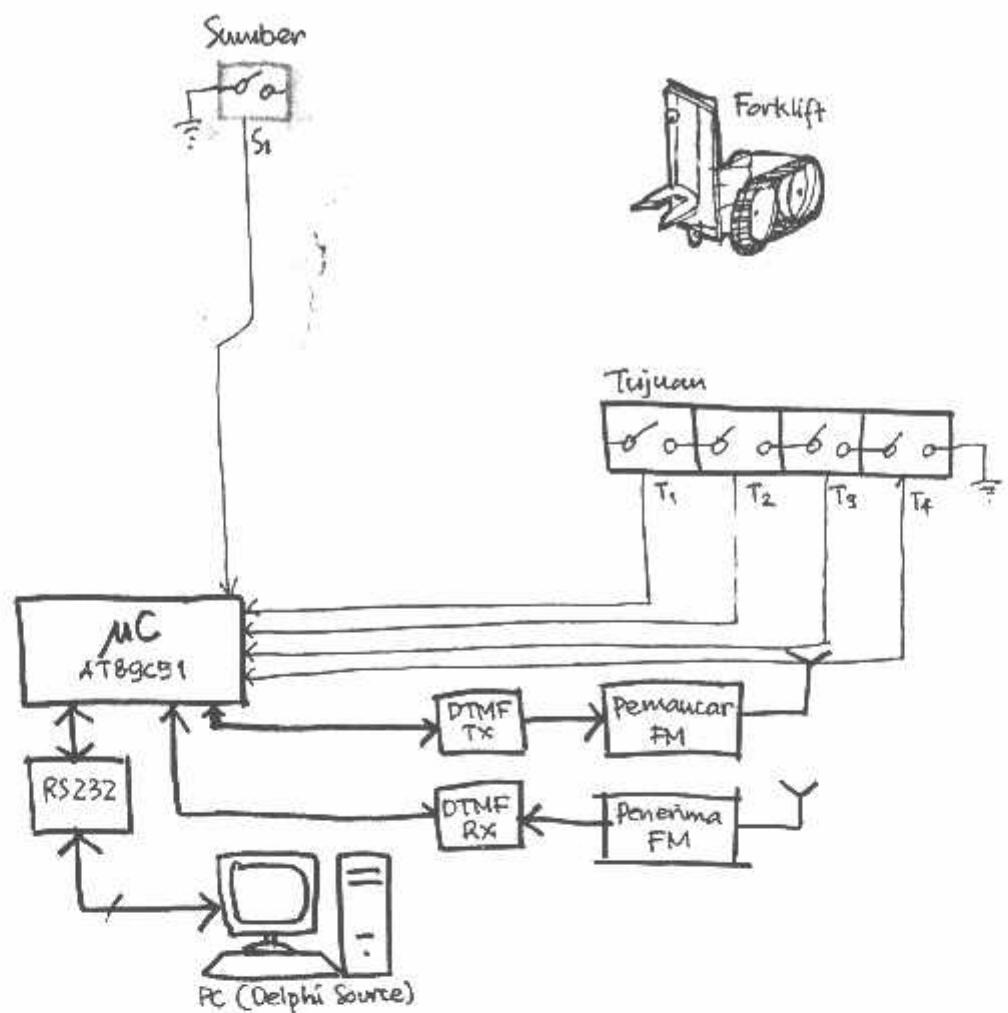


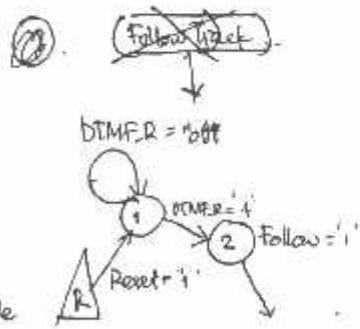
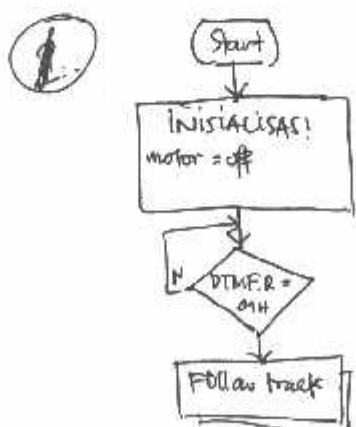
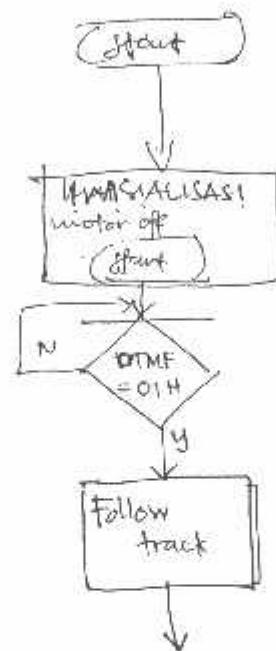
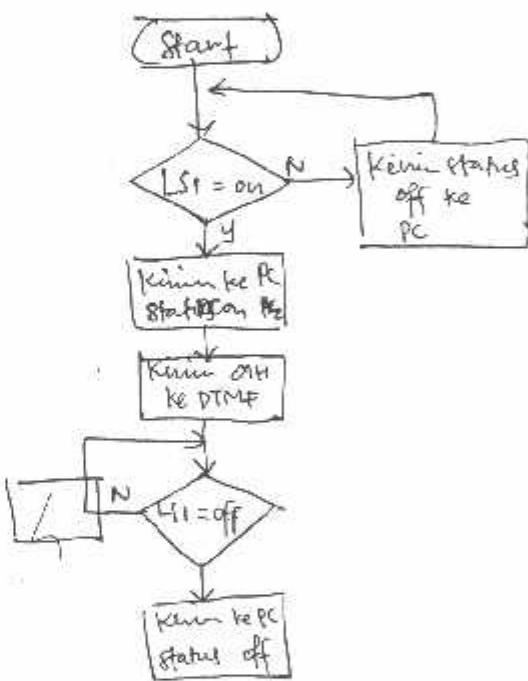
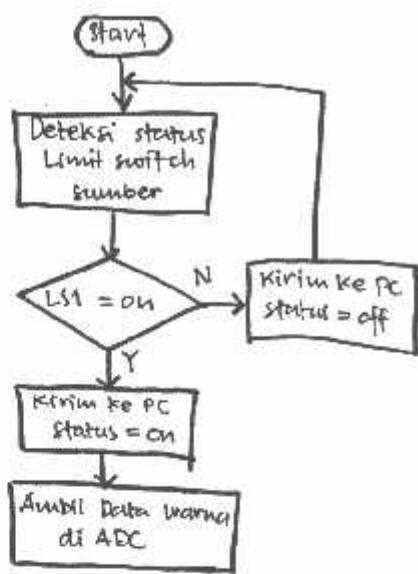


Design by AndyQ
2014







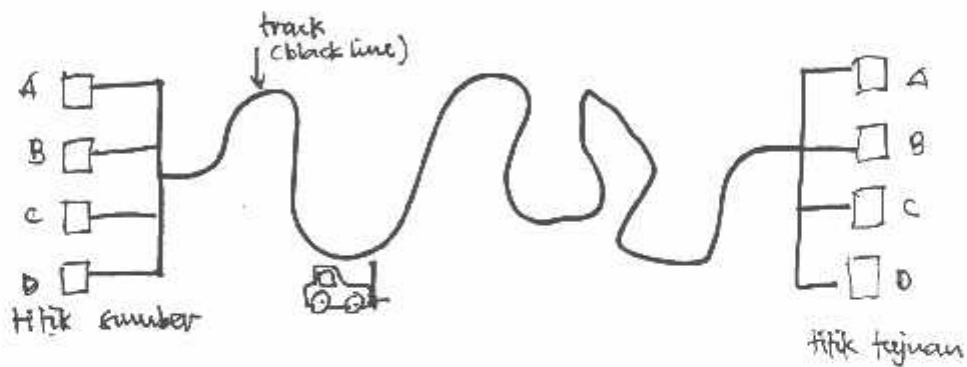


PROPOSAL 1

Judul : Simulasi Inventory Barang Menggunakan Teknologi VHDL

Deskripsi : Simulasi ini dimaksudkan untuk inventory barang dari beberapa titik sumber ke beberapa titik tujuan. Dimana titik sumber dan titik tujuan sudah ditentukan sebelumnya sesuai dengan barang yang akan dipindah. Pemindah barang digunakan sebanyak minima tuk truck forklift yang bekerja sesuai perintah yang diberikan ke padamanya. Untuk alur jalannya forklift digunakan track. tentar yang disusun oleh titik tujuan dan sumber. Track ini berupa garis hitam (black line) diatas lantai putih.

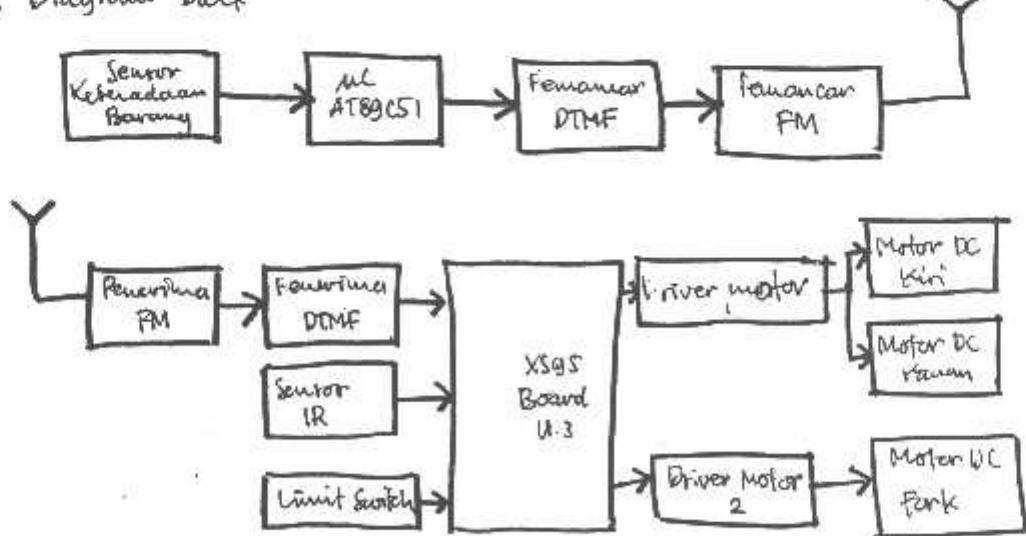
Pada proposal ini digunakan q titik sumber barang dan 4 titik tujuan barang yg masing-masing saling berhubungan. Barang yang telah masuk ke titik sumber dapat diketahui jumlahnya.

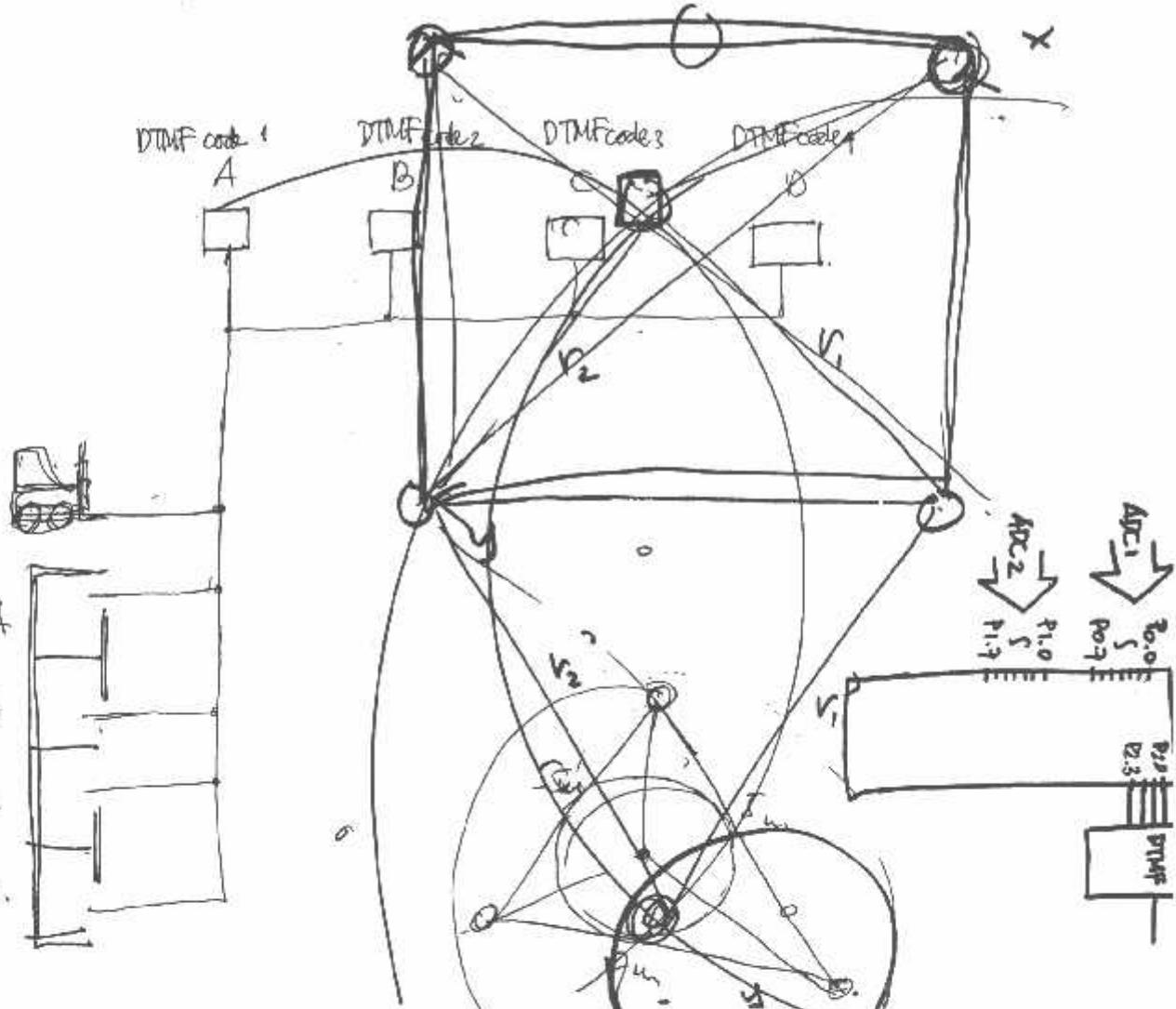


Rancangan : Dilengkapi menjadi dua bagian yaitu perancangan perangkat keras dan perencanaan perangkat lunak.

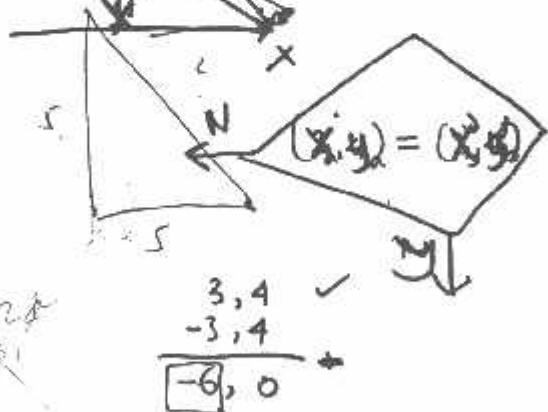
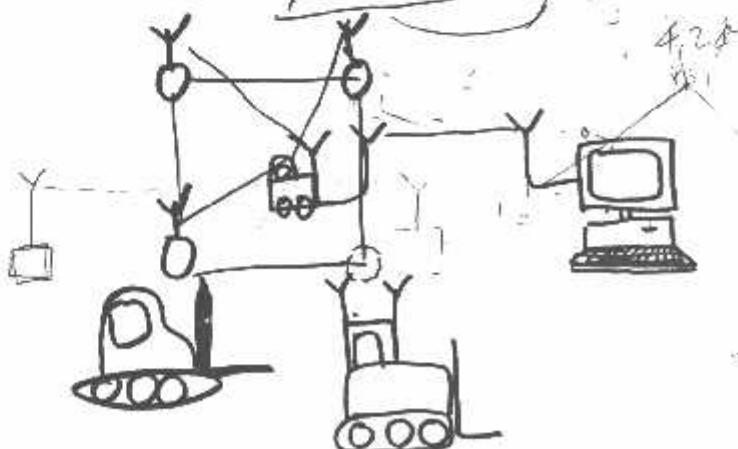
1. Perangkat Keras.

i.1. Diagramme block





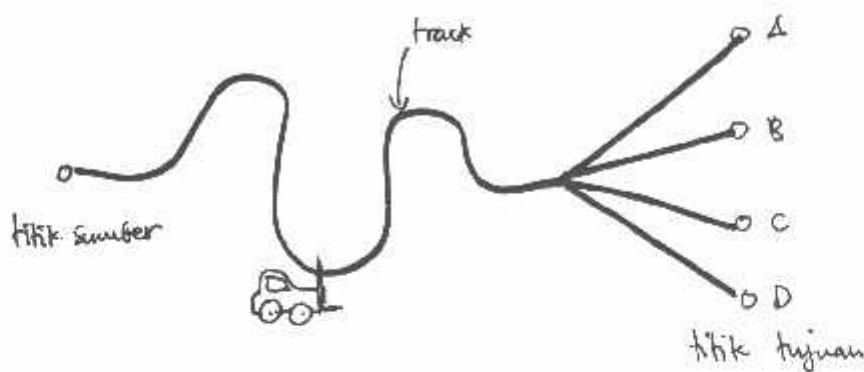
- Gambaran spektrum pancaran gelombang radio (FM).
- Cara penghitungan kuat pemancar menjadi jarak.
- Detector Warna pake fungsi (kalo bisa)
belakarnya
bitwise
digital
-



PROPOSAL 2

Judul : Simulasi Inventory Barang Menggunakan Teknologi VHDL

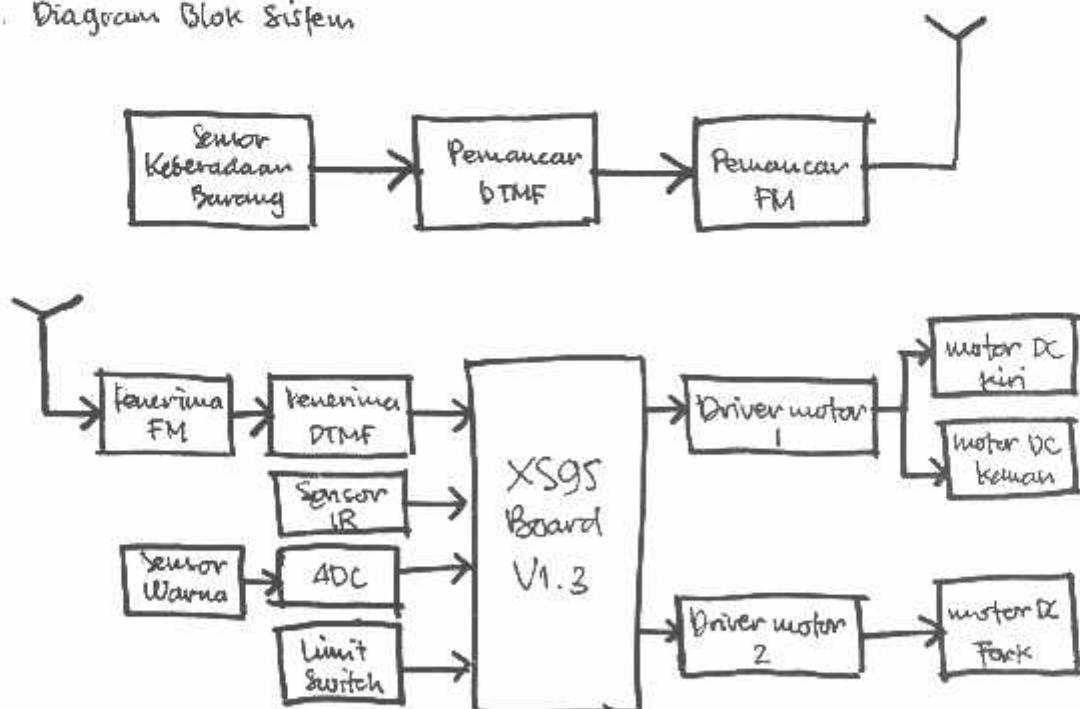
Deskripsi : Simulasi ini dimaksudkan untuk inventori barang beberapa jenis Barang ke beberapa titik tujuan dari satu titik sumber. Jenis barang diidentifikasi dari warnanya. Pemindah barang digunakan menggunakan alat lift truck forklift yg berjalan sesuai garis (track) yang berupa black line.



Perancangan :

1. Perangkat keras

1.1. Diagram Blok Sistem



File

No	Nama	Tgl_masuk	Jam_masuk
1			
2			

No. Nama Tgl masuk jam masuk

No. Nama Tgl-knn Jam-Tiket

- 1 Kuning 11-12-04 11:25
2 Pijau 11-12-04 11:17:04

No. Name Date/Time Duration Missed

1 Kuning 11-12-04 11:25

Tgl-masuk Jam-masuk Durasi Keterangan

11-12-04 12:04:06 ~~00:00:00~~

hari
jam
00:00:00

idake

Yang dikirim PC ke mobot:

- Data untuk kontrol aktifasi mobot

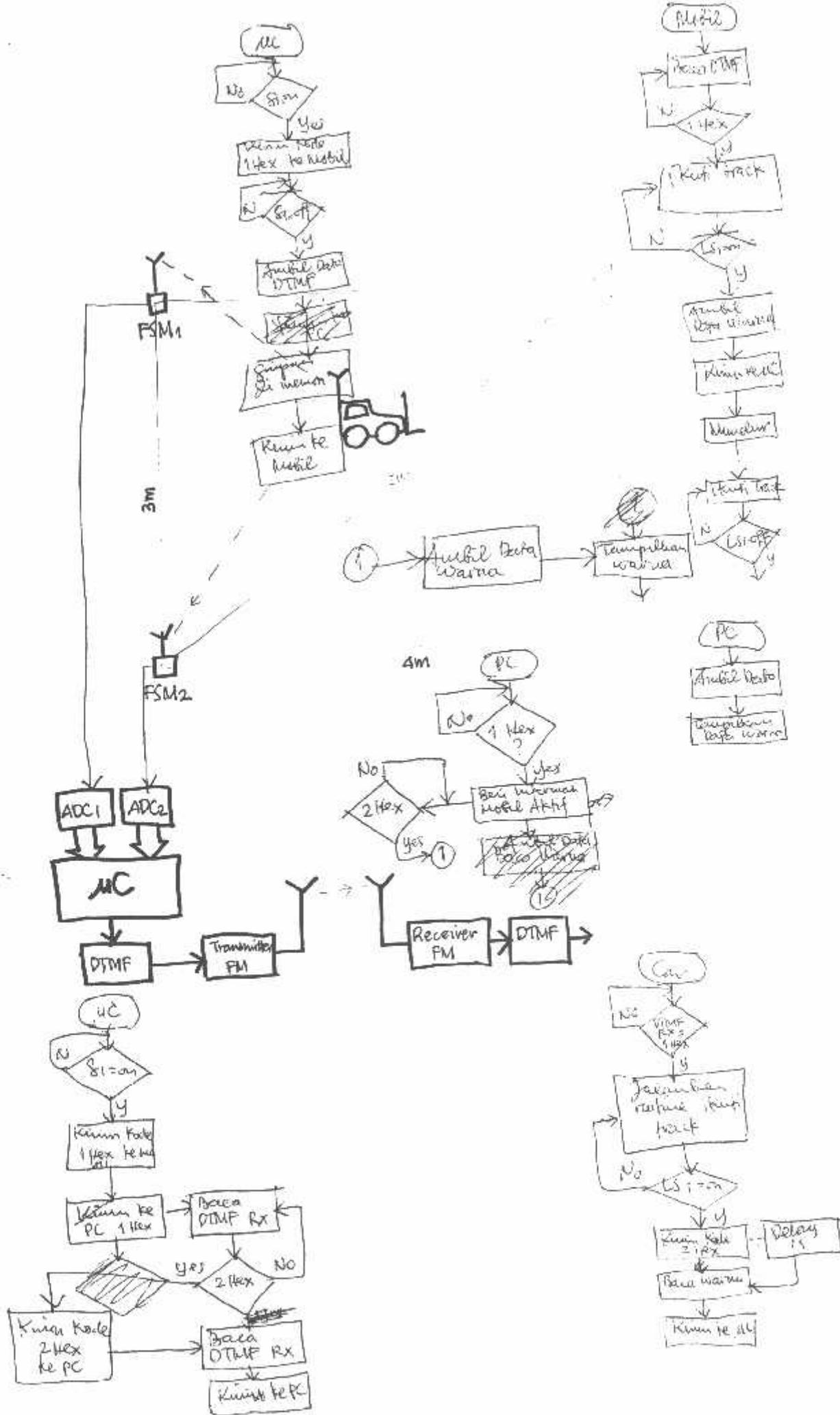
Yang diterima PC ~~notifikasi~~:

* Dari DMF:

- Data warana
- Status barang di park

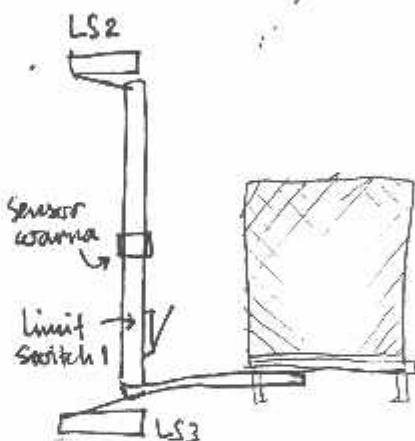
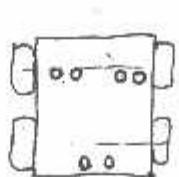
* Dari sensor keteradaan barang

- Sensor tipe1/smarter
- Sensor berasam



Bin	Hex	Action
0001	1	deteksi mobil
0010	2	

00 00
00 00



limit switch 1

off

- turunkan fork sampai LS3 on
- maju menghampiri box sampai LS1 on

LS3

on

- Hentikan motor
- naikkan fork
- cek warna
- naikkan fork sampai LS2 on
- mundur
- putar 180°
- ikuti track

LS1

Project Schedules

FM Transmitter

a. ~~Requirements~~ Specifications

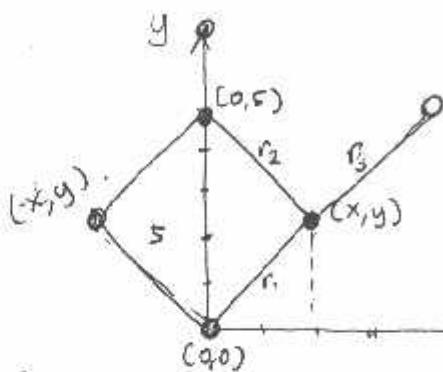
- Min. 5 meters range transmission.
- Small dimension.
- Using 12 V power supply or lower.
- Strong and stable signal to transmit.
- Adjustable frequency (80 - 108 MHz).

b. Related Theory

- Basic schematic of oscillators
- LC tank and frequency relation formulas
- How to make an inductor
- Contour Diagram of transmitter diagram
- FM Basic techniques
- Power and distance measurement

$$x^2 = r_2^2 - y^2 + 10y - 25$$

$$\begin{aligned} y_1 &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\ &= \frac{5 \pm \sqrt{25 - 20}}{2a} \\ &= \frac{5 \pm \sqrt{5}}{2a} \\ &= 3,6 \quad 1,38 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} r_3 &= \sqrt{(x-x_3)^2 + (y-y_3)^2} \\ r_2^2 &= (x-5)^2 + (y-5)^2 \end{aligned}$$

$$r_2 = \sqrt{(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2}$$

$$\begin{aligned} r_2^2 &= (x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 \\ &= (x-0)^2 + (y-5)^2 \end{aligned}$$

$$r_2^2 = (x-0)^2 + (y-5)^2$$

$$\begin{aligned} r_2^2 &= x^2 + y^2 - 10y + 25 \\ r_2^2 &= x^2 + y^2 - 10y + 25 \times \cancel{x^2 + y^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_2^2 &= y^2 - 2y(5) + 25 \\ r_2^2 &= y^2 - 10y + 25 \end{aligned}$$

$$r_2^2 = x^2 + r_1^2 - x^2 + 10(\sqrt{r_1^2 - x^2}) + 25$$

$$r_2^2 = x^2 + r_1^2 + 10\sqrt{r_1^2 - x^2} + 25$$

$$25 = 25 + 10\sqrt{r_1^2 - x^2} + 25$$

$$0 = 50 + 10\sqrt{r_1^2 - x^2} \quad r_2^2 = r_1^2 + 10\sqrt{r_1^2 - x^2} +$$

$$0 = 50 + 10\sqrt{25 - x^2}$$

$$-50 = -10\sqrt{25 - x^2}$$

$$\sqrt{25 - x^2} = +4 \cdot \cancel{x^2}$$

$$25 - x^2 = +16$$

$$-x^2 = +16 - 25$$

$$x^2 = 25 - 16$$

$$x^2 = 9$$

$$x = \pm 3$$

$$X = 3$$

$$x^2 = 25 + 16$$

$$x^2 = 41$$

$$x = \pm \sqrt{41}$$

$$x = \pm 6,4$$

$$r_1^2 = x^2 + y^2$$

$$r_2^2 = x^2 + (y-5)^2$$

$$r_1^2 - r_2^2 = y^2 + (y-5)^2$$

$$25 - 10 = y^2 + (y-5)^2$$

$$15 = y^2 + y^2 - 10y + 25$$

$$-10 = 2y^2 - 10y$$

$$2y^2 - 10y + 10 = 0$$

$$y^2 - 5y + 5 = 0$$

$$\begin{aligned} r_1 &= \sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2} \\ &= \sqrt{(3-0)^2 + (4-0)^2} \\ &= \sqrt{3^2 + 4^2} \\ &= \sqrt{9+16} \\ &= \sqrt{25} \\ &= 5 \\ r_1 &= \sqrt{x^2 + y^2} \\ r_1^2 &= x^2 + y^2 \end{aligned}$$

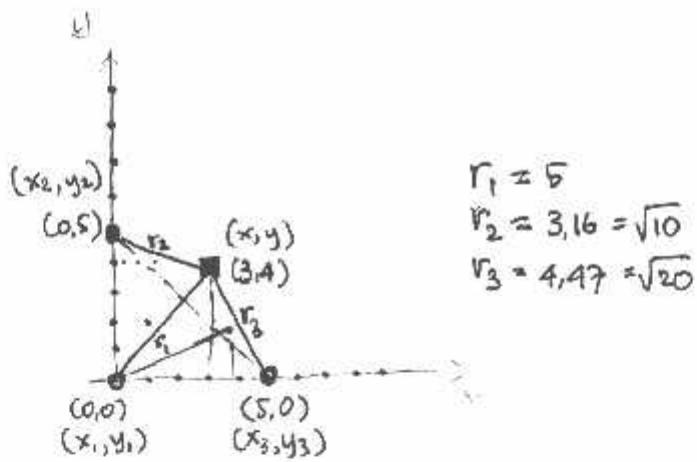
$$\begin{aligned} r_2 &= \sqrt{(2-0)^2 + (4-5)^2} \\ &= \sqrt{3^2 + (-1)^2} \\ &= \sqrt{9+1} \\ &= \sqrt{10} \\ &= 3,16 \end{aligned}$$

$$r_2^2 = x^2 + y^2 - 10y - 25$$

$$50y = x^2 + y^2 - 25 - r_2^2$$

$$y = \frac{x^2 + y^2 - 25 - r_2^2}{50}$$

$$\begin{aligned} r_1^2 &= x^2 + y^2 \\ r_2^2 &= x^2 + (y-5)^2 \\ r_1^2 - r_2^2 &= y^2 + (y-5)^2 \\ 25 - 10 &= y^2 + (y-5)^2 \\ 15 &= y^2 + y^2 - 10y + 25 \\ -10 &= 2y^2 - 10y \\ 2y^2 - 10y + 10 &= 0 \\ y^2 - 5y + 5 &= 0 \end{aligned}$$



$$r_1 = 5$$

$$r_2 = 3.16 = \sqrt{10}$$

$$r_3 = 4.47 = \sqrt{20}$$

$$r_1 = \sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2}$$

$$= \sqrt{(x-0)^2 + (y-0)^2}$$

$$= \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$r_2 = x^2 + y^2$$

$$r_3 = \sqrt{r_1^2 - x^2}$$

$$r_2 = \sqrt{(x-0)^2 + (y-5)^2}$$

$$= \sqrt{x^2 + (y-5)^2}$$

$$= \sqrt{x^2 + y^2 - 10y + 25}$$

$$r_2^2 = x^2 + y^2 - 10y + 25$$

$$= x^2 + r_1^2 - x^2 - 10\sqrt{r_1^2 - x^2} + 25$$

$$r_2^2 = r_1^2 - 10\sqrt{r_1^2 - x^2} + 25$$

$$10\sqrt{r_1^2 - x^2} = r_1^2 - r_2^2 + 25$$

$$r_1^2 - x^2 = \left[\frac{r_1^2 - r_2^2 + 25}{10} \right]^2$$

$$x^2 = r_1^2 - \left[\frac{r_1^2 - r_2^2 + 25}{10} \right]^2$$

$$x = \sqrt{r_1^2 - \left[\frac{r_1^2 - r_2^2 + 25}{10} \right]^2}$$

$$x = \sqrt{r_1^2 - \left[\frac{r_1^2 - r_2^2 + 25}{2y_2} \right]^2}$$

$$r_3 = \sqrt{(x-5)^2 + (y-0)^2}$$

$$= \sqrt{(x-5)^2 + y^2}$$

$$= \sqrt{x^2 - 10x + 25 + y^2}$$

inclusions:

each transmitter must have min. 7.07 m range of transmission.

there's need only two transmitters at fixed coordinate, they are (0,0) and (0,5).

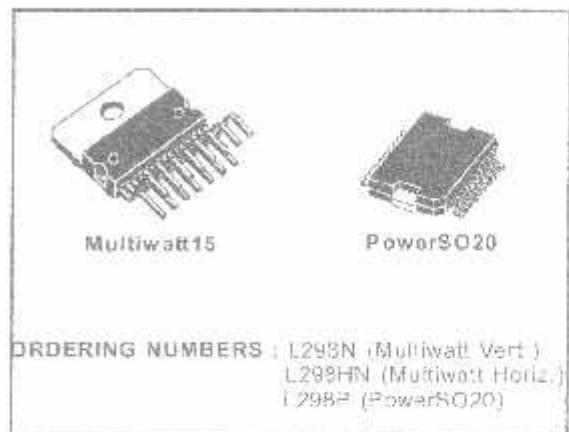
no negative coordinate

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)

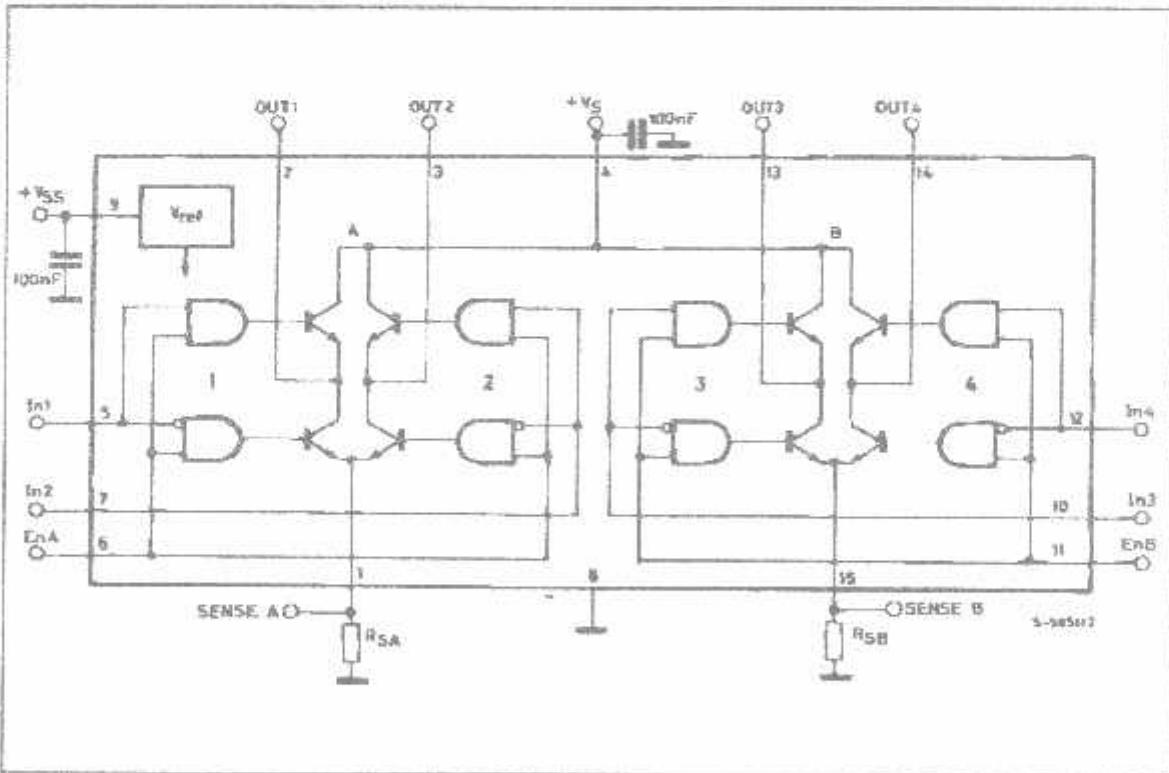
DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the connection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.



ORDERING NUMBERS : L298N (Multiwatt Vert.)
L298HN (Multiwatt Horiz.)
L298P (PowerSO20)

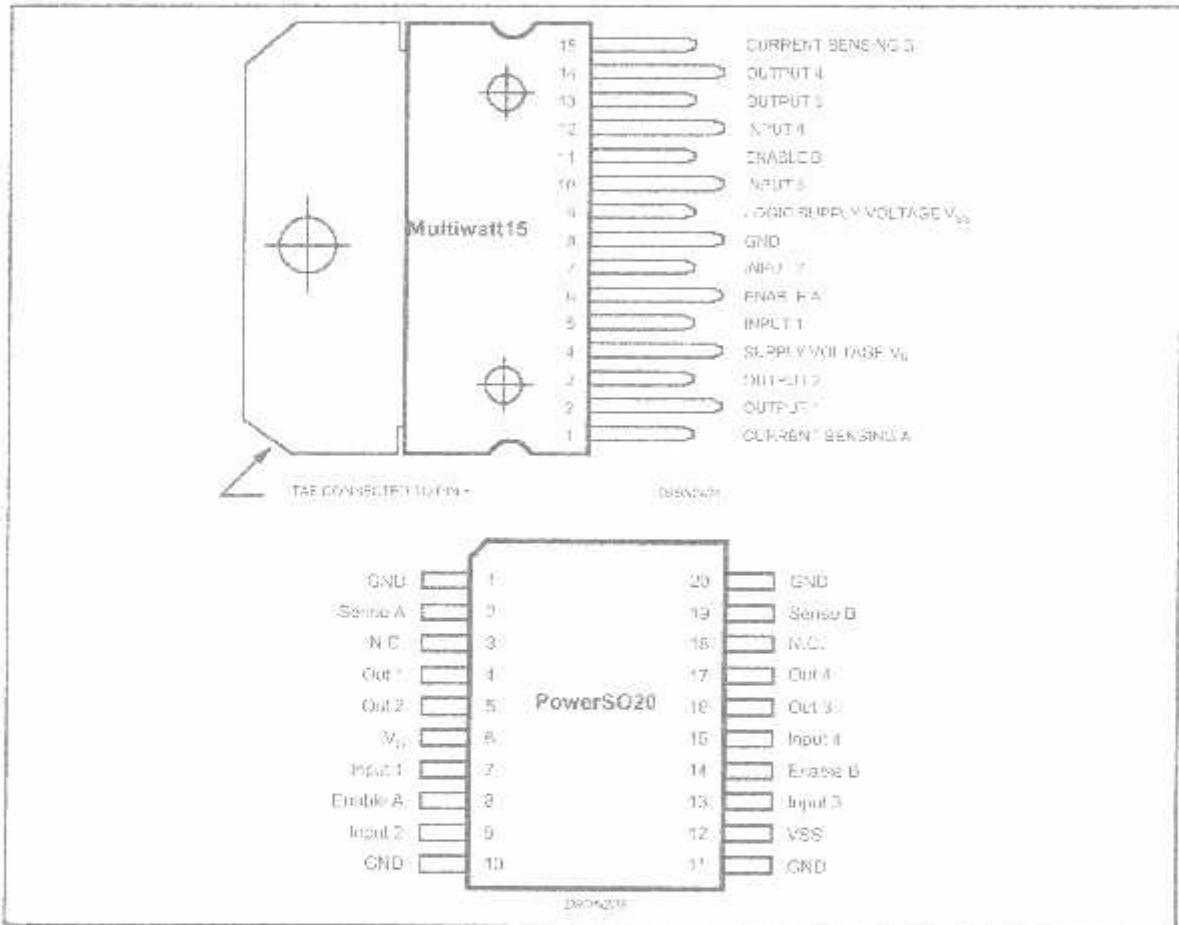
BLOCK DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_B	Power Supply	50	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	7	V
V, V_{RE}	Input and Enable Voltage	-0.3 to 7	V
I_O	Peak Output Current (each Channel)		
	- Non Repetitive ($t = 10\mu s$)	3	A
	-Repetitive (80% on -20% off, $t_{on} = 10ms$)	2.5	A
	-DC Operation	2	A
V_{SEN}	Sensing Voltage	-1 to 2.3	V
P_{DQ}	Total Power Dissipation ($T_{case} = 75^\circ C$)	95	W
T_{op}	Junction Operating Temperature	-25 to 130	°C
T_{STJ}, T_{SJA}	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	°C

PIN CONNECTIONS (top view)



THERMAL DATA

Symbol	Parameter	PowerSO20	Multiwatt15	Unit
$R_{th(jo)}^{(1)}$	Thermal Resistance Junction-case	Max. =	3	°C/W
$R_{th(ja)}^{(1)}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max. 13 (*)	35	°C/W

(*) Mounted on aluminum substrate.

PIN FUNCTIONS (refer to the block diagram)

MW.15	PowerSO	Name	Function
1:15	2:19	Sense A; Sense B	Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
2:3	4:5	Out 1; Out 2	Outputs of the Bridge A; the current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 1.
4	6	V _S	Supply Voltage for the Power Output Stages. A non-inductive 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
5:7	7:9	Input 1; Input 2	TTL Compatible Inputs of the Bridge A.
6:11	8:14	Enable A; Enable B	TTL Compatible Enable Input: the L state disables the bridge A (enable A) and/or the bridge B (enable B).
8	1,10,11,20	GND	Ground
9	12	V _{SS}	Supply Voltage for the Logic Blocks. A 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
10, 12	13:15	Input 3; Input 4	TTL Compatible Inputs of the Bridge B.
13:14	16:17	Out 3; Out 4	Outputs of the Bridge B. The current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 15.
-	3:16	N.C.	Not Connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_S = 42V, V_{SS} = 5V, T_J = 25°C, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V _S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition	V _S = 2.5		46	V
V _{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)		4.5	5	7	V
I _S	Quiescent Supply Current (pin 4)	V _{SS} = H; I _L = 0 V _S = L V _S = H	13 50	22 70	mA mA	
		V _{SS} = L V _S = X		4		mA
I _{SS}	Quiescent Current from V _{SS} (pin 9)	V _{SS} = H; I _L = 0 V _S = L V _S = H	26 7	38 12	mA mA	
		V _{SS} = L V _S = X		6		mA
V _L	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		0.3		1.5	V
V _H	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		V _{SS}	V
I _L	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V _L = L			10	μA
I _H	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V _H = H < V _{SS} - 0.6V		30	100	μA
V _{EL} = L	Enable Low Voltage (pins 6, 11)		-0.3		1.5	V
V _{EH} = H	Enable High Voltage (pins 6, 11)		2.3		V _{SS}	V
I _{EL} = I	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V _{EL} = L			-10	μA
I _{EH} = H	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V _{EH} = H < V _{SS} - 0.6V		30	100	μA
V _{CEsat(L)}	Source Saturation Voltage	I _L = 1A I _L = 2A	0.85 2	1.35 2.7	1.7	V
V _{CEsat(H)}	Sink Saturation Voltage	I _H = 1A (5) I _H = 2A (5)	0.85	1.2 1.7	1.6 2.3	V
V _{CESat}	Total Drop	I _L = 1A (5) I _L = 2A (5)	1.80		3.2 4.9	V
V _{sens}	Sensing Voltage (pins 1, 15)		-1 (1)		2	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$T_1(V_i)$	Source Current Turn-off Delay	0.5V to 0.9I _L (2);(4)		1.5		μs
$T_2(V_i)$	Source Current Fall Time	0.9I _L to 0.1I _L (2);(4)		0.2		μs
$T_3(V_i)$	Source Current Turn-on Delay	0.5V to 0.1I _L (2);(4)		2		μs
$T_4(V_i)$	Source Current Rise Time	0.1I _L to 0.9I _L (2);(4)		0.7		μs
$T_5(V_i)$	Sink Current Turn-off Delay	0.5V to 0.9I _L (3);(4)		0.7		μs
$T_6(V_i)$	Sink Current Fall Time	0.9I _L to 0.1I _L (3);(4)		0.25		μs
$T_7(V_i)$	Sink Current Turn-on Delay	0.5V to 0.9I _L (3);(4)		1.6		μs
$T_8(V_i)$	Sink Current Rise Time	0.1I _L to 0.9I _L (3);(4)		0.2		μs
$f_c(V_i)$	Commutation Frequency	I _L = 2A		25	40	KHz
$T_1(V_{on})$	Source Current Turn-off Delay	0.5V _{on} to 0.9I _L (2);(4)		3		μs
$T_2(V_{on})$	Source Current Fall Time	0.9I _L to 0.1I _L (2);(4)		1		μs
$T_3(V_{on})$	Source Current Turn-on Delay	0.5V _{on} to 0.1I _L (2);(4)		0.3		μs
$T_4(V_{on})$	Source Current Rise Time	0.1I _L to 0.9I _L (2);(4)		0.4		μs
$T_5(V_{on})$	Sink Current Turn-off Delay	0.5V _{on} to 0.9I _L (3);(4)		2.2		μs
$T_6(V_{on})$	Sink Current Fall Time	0.9I _L to 0.1I _L (3);(4)		0.35		μs
$T_7(V_{on})$	Sink Current Turn-on Delay	0.5V _{on} to 0.9I _L (3);(4)		0.25		μs
$T_8(V_{on})$	Sink Current Rise Time	0.1I _L to 0.9I _L (3);(4)		0.1		μs

1) Sourcing voltage can be +5V for t < 50 μsec in steady state V_{DD} min. = 0.5V

2) See fig 7

3) See fig 4

4) The load must be a pure resistor.

Figure 1 : Typical Saturation Voltage vs. Output Current

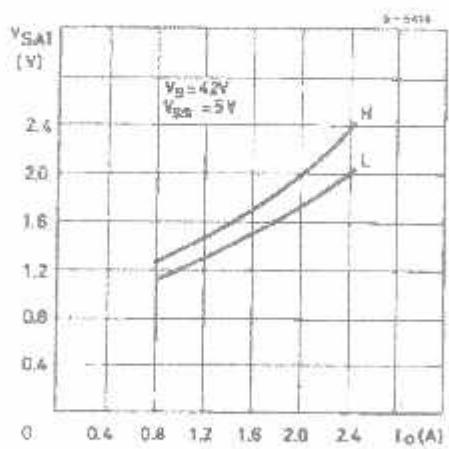
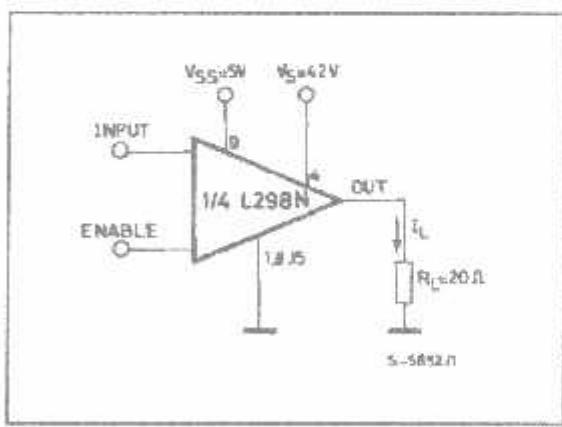


Figure 2 : Switching Times Test Circuits



Note : For INP/JT Switching, set IN = HI
For EN/ALE Switching, set IN = HI

Figure 3 : Source Current Delay Times vs. Input or Enable Switching.

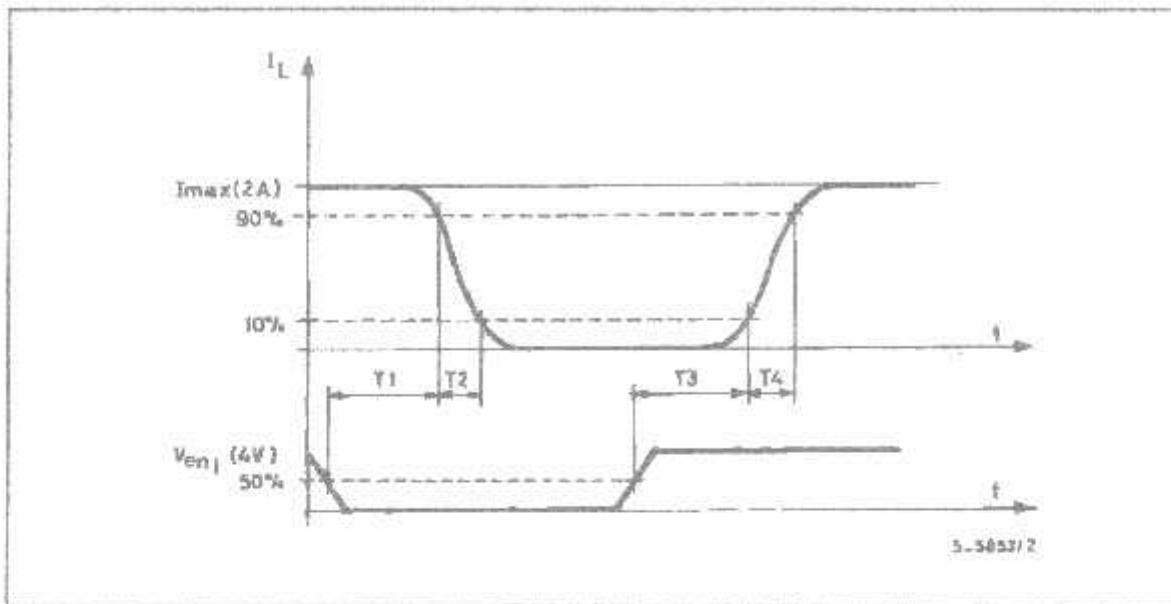
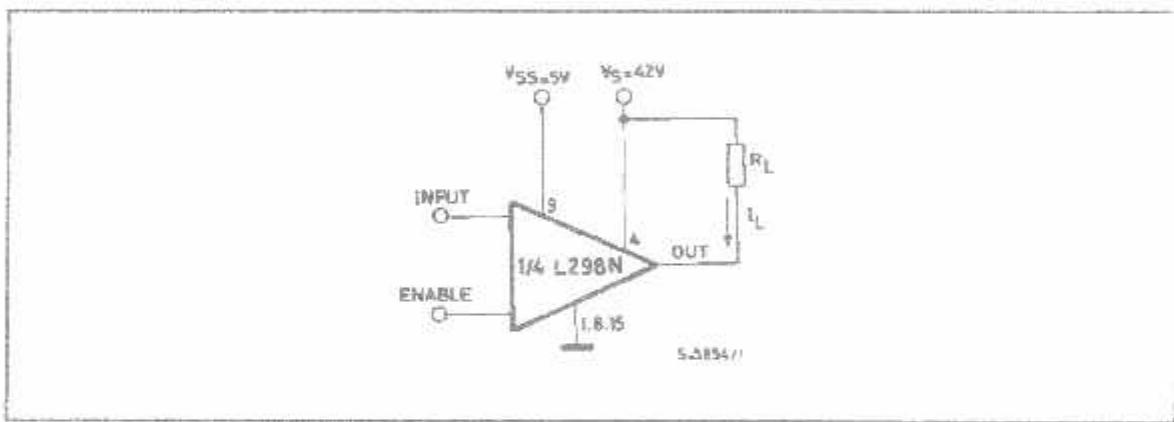


Figure 4 : Switching Times Test Circuits.



Note : For INPUT Switching, set EN = H
For ENABLE Switching, set IN = L

Figure 5 : Sink Current Delay Times vs. Input D V Enable Switching.

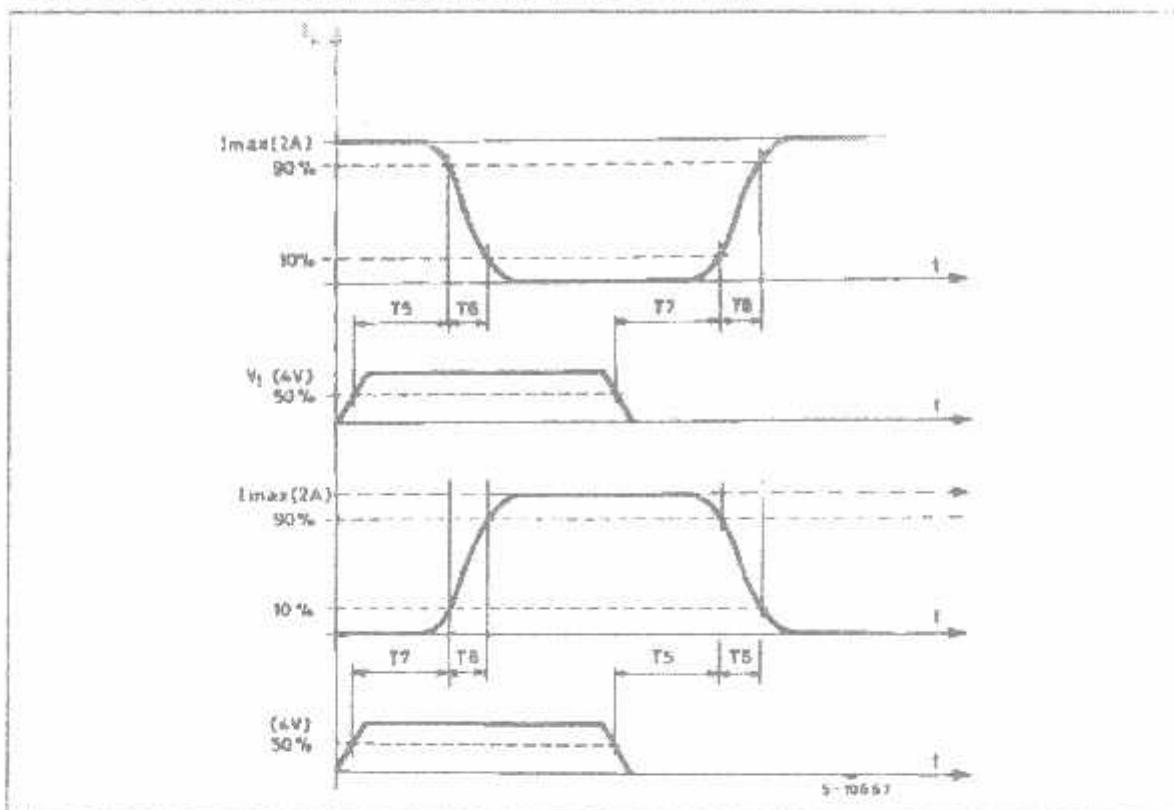


Figure 6 : Bidirectional DC Motor Control.

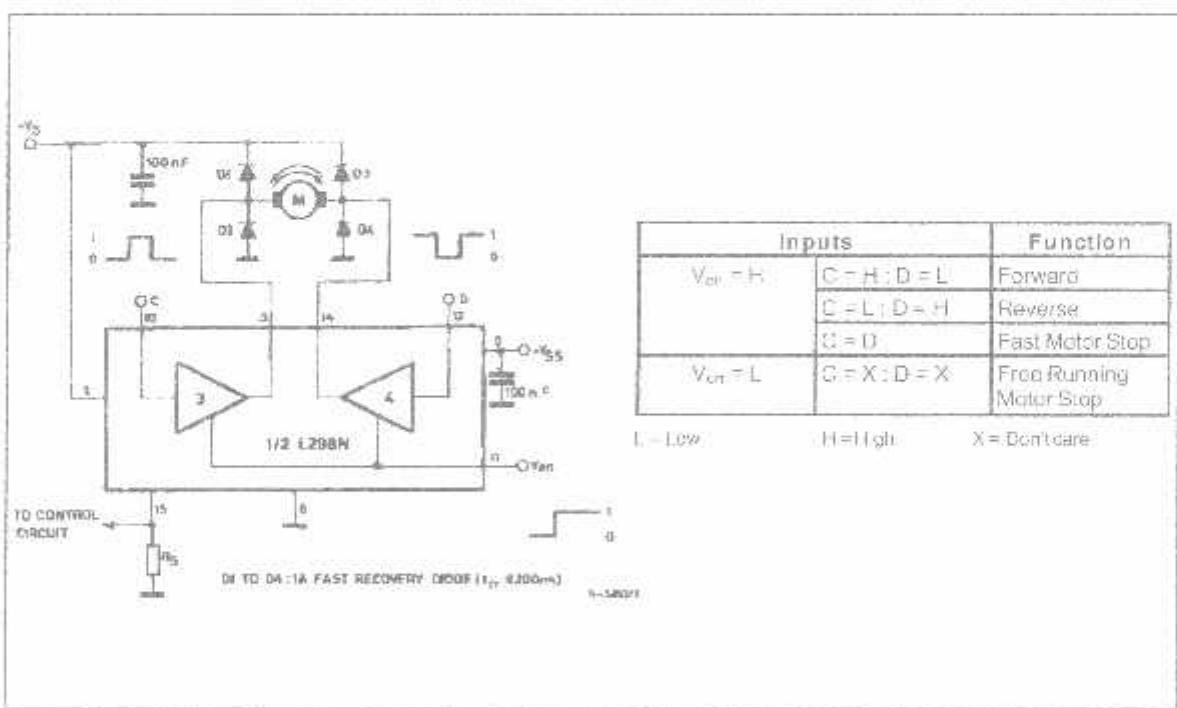
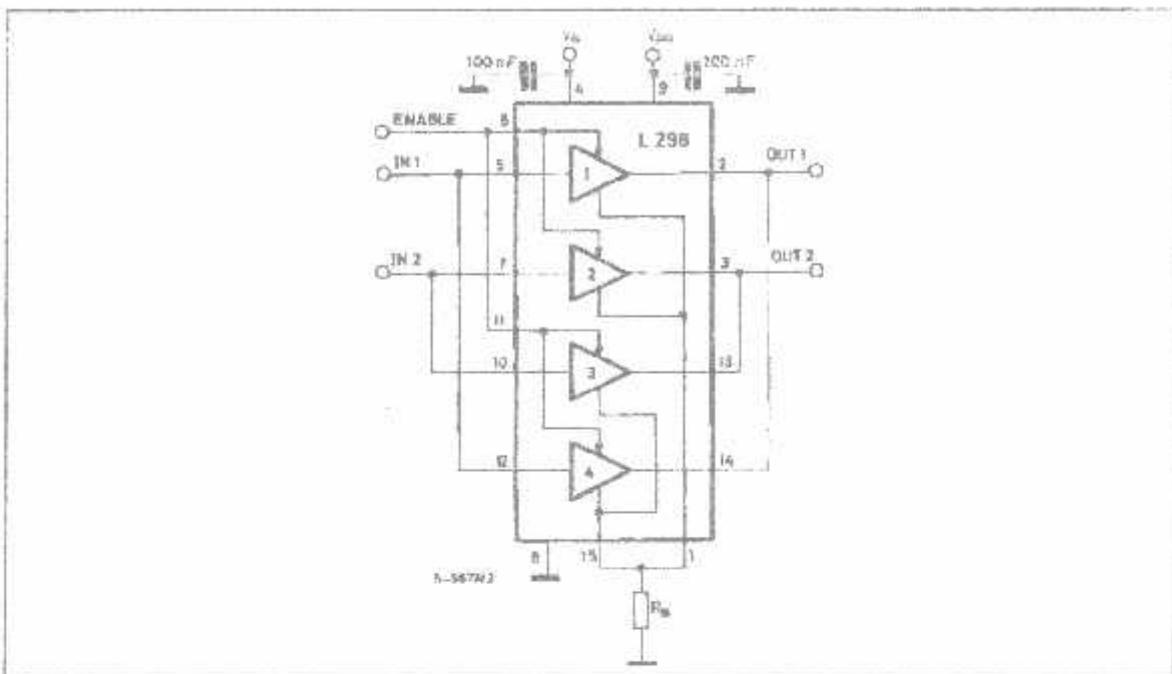


Figure 7 : For higher currents, outputs can be paralleled. Take care to parallel channel 1 with channel 4 and channel 2 with channel 3.



APPLICATION INFORMATION (Refer to the block diagram)

1.1. POWER OUTPUT STAGE

The L298 integrates two power output stages (A ; B). The power output stage is a bridge configuration and its outputs can drive an inductive load in common or differential mode, depending on the state of the inputs. The current that flows through the load comes out from the bridge at the sense output; an external resistor (R_{SA} ; R_{SB}) allows to detect the intensity of this current.

1.2. INPUT STAGE

Each bridge is driven by means of four gates the input of which are In1 ; In2 ; EnA and In3 ; In4 ; EnB. The In inputs set the bridge state when the En input is high; a low state of the En input inhibits the bridge. All the inputs are TTL compatible.

2. SUGGESTIONS

A non inductive capacitor, usually of 100 nF, must be foreseen between both V_S and V_{SS} , to ground, as near as possible to GND pin. When the large capacitor of the power supply is too far from the IC, a second smaller one must be foreseen near the L298.

The sense resistor, not of a wire wound type, must be grounded near the negative pole of V_S that must be near the GND pin of the I.C.

Each input must be connected to the source of the driving signals by means of a very short path.

Turn-On and Turn-Off: Before to Turn-ON the Supply Voltage and before to Turn it OFF, the Enable input must be driven to the Low state.

3. APPLICATIONS

Fig 6 shows a bidirectional DC motor control Schematic Diagram for which only one bridge is needed. The external bridge of diodes D1 to D4 is made by four fast recovery elements ($t_{rr} \leq 200$ nsec) that must be chosen of a VF as low as possible at the worst case of the load current.

The sense output voltage can be used to control the current amplitude by chopping the inputs, or to provide overcurrent protection by switching low the enable input.

The brake function (Fast motor stop) requires that the Absolute Maximum Rating of 2 Amps must never be overcome.

When the repetitive peak current needed from the load is higher than 2 Amps, a paralleled configuration can be chosen (See Fig.7).

An external bridge of diodes are required when inductive loads are driven and when the inputs of the IC are chopped; Shottky diodes would be preferred.

This solution can drive until 3 Amps in DC operation and until 3.5 Amps of a repetitive peak current.

On Fig 8 it is shown the driving of a two phase bipolar stepper motor; the needed signals to drive the inputs of the L298 are generated, in this example, from the IC L297.

Fig 9 shows an example of P.C.B. designed for the application of Fig 8.

Figure 8 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Circuit

This circuit drives bipolar stepper motors with winding currents up to 2 A. The diodes are fast 2 A types.

Figure 8 is a detailed circuit diagram for a two-phase bipolar stepper motor driver. It features an L298N integrated circuit (chip) at the heart of the driver stage. The L298N is connected to a L297 integrated circuit, which provides control signals. The driver stage consists of four power transistors (Q1-Q4) and their anti-parallel diodes (D1-D8). The power supply section includes a 10V zener diode (ZD1) and a 100nF capacitor (C1). Various control signals like CW/CCW, CLOCK, HALF/FULL, and HOME are connected to the L297 chip. Resistors R1 and R2 are used for biasing. The circuit is designed to drive bipolar stepper motors with winding currents up to 2 A.

$$R_{S1} = R_{S2} = 0.5 \Omega$$

$$D1 \text{ to } D8 = 2 \text{ A Fast diodes} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_{SD} \leq 1.2 \text{ V} @ I = 2 \text{ A} \\ t_{rf} < 200 \text{ ns} \end{array} \right.$$

Fig 10 shows a second two phase bipolar stepper motor control circuit where the current is controlled by the I.C. L6500.

ST

8/13

Figure 9 : Suggested Printed Circuit Board Layout for the Circuit of fig. 8 (1:1 scale).

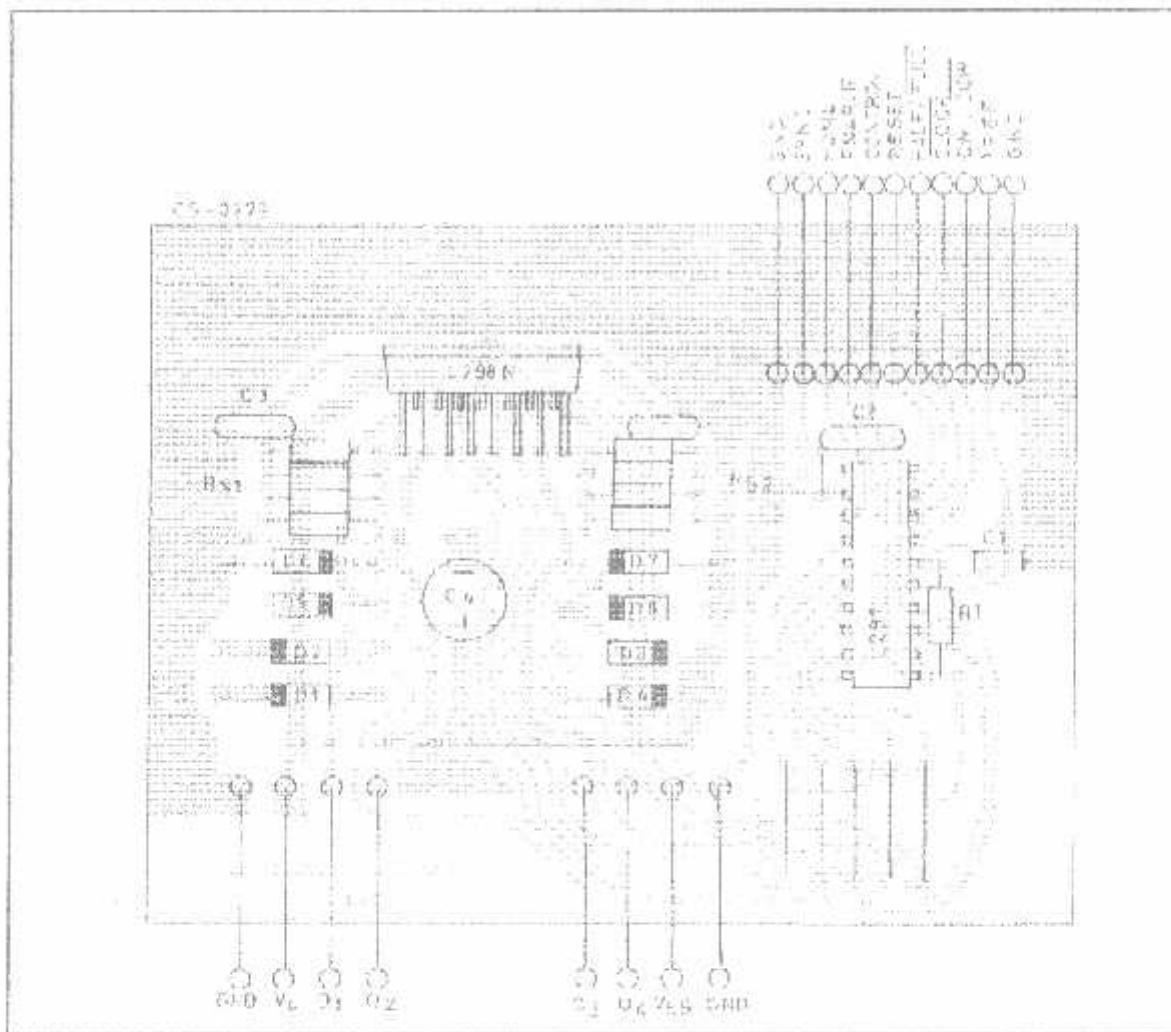
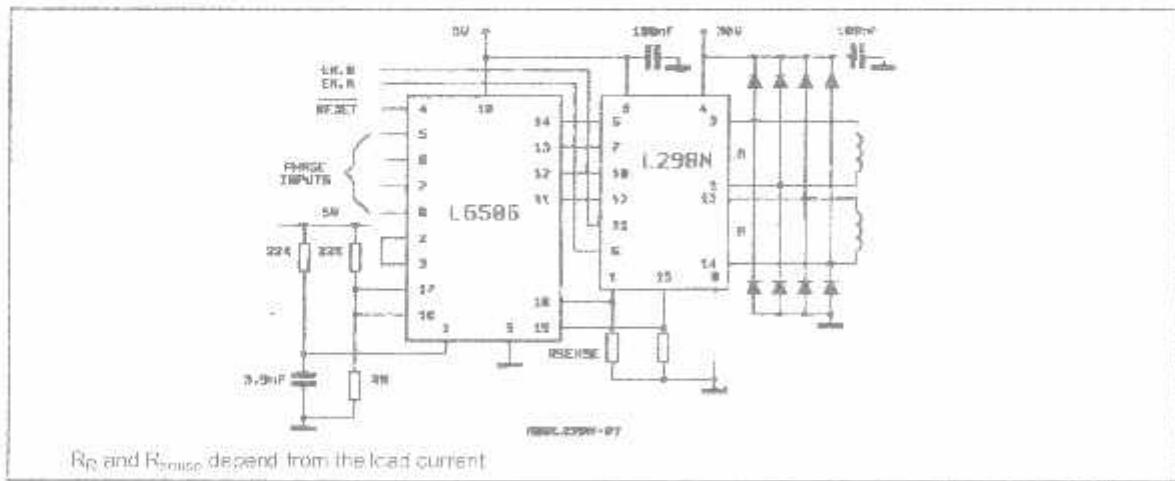
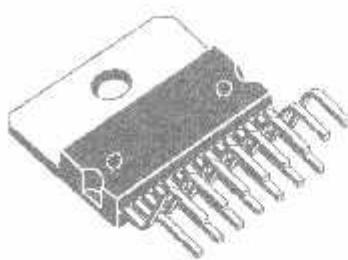


Figure 10 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Control Circuit by Using the Current Controller L6506

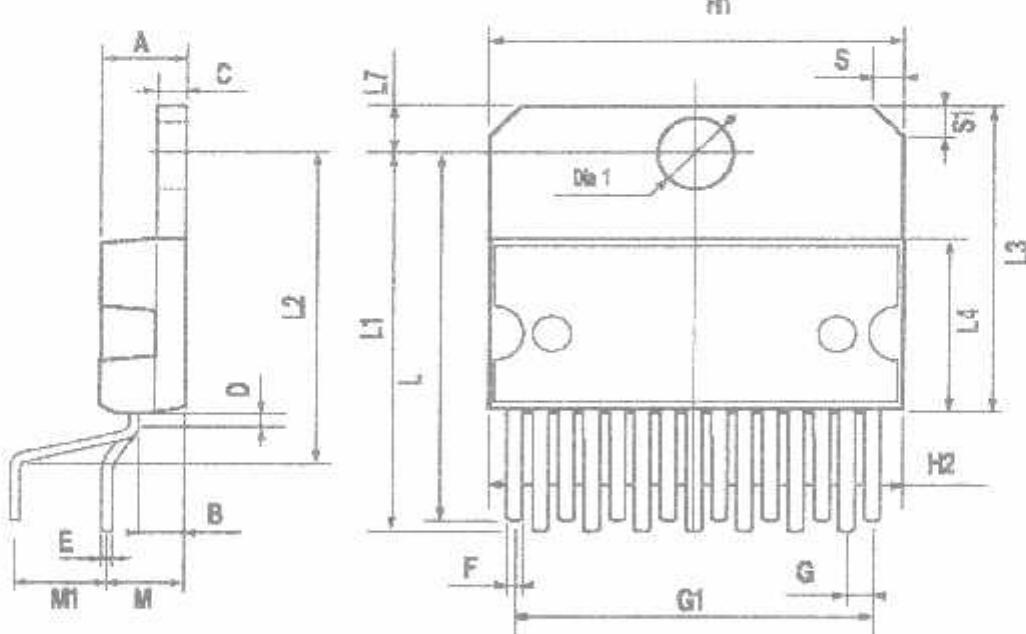


DIM.	mm			inches		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			5			0.197
B			2.65			0.104
C			1.6			0.063
D		1			0.039	
E	0.49		0.55	0.019		0.022
F	0.60		0.75	0.026		0.030
G	1.02	1.27	1.52	0.040	0.050	0.060
G1	17.53	17.78	18.03	0.690	0.700	0.710
H1	19.8			0.772		
H2			20.2			0.795
L	21.8	22.2	22.5	0.862	0.874	0.886
L1	21.7	22.1	22.5	0.854	0.870	0.886
L2	17.65		18.1	0.695		0.713
L3	17.25	17.5	17.75	0.679	0.689	0.699
L4	10.3	10.7	10.9	0.406	0.421	0.429
L7	2.65		2.9	0.104		0.114
M	4.25	4.58	4.86	0.167	0.179	0.191
M1	4.63	5.08	5.53	0.182	0.200	0.218
S	1.0		2.6	0.075		0.102
S1	1.0		2.6	0.075		0.102
Dia†	3.65		3.85	0.144		0.152

OUTLINE AND MECHANICAL DATA

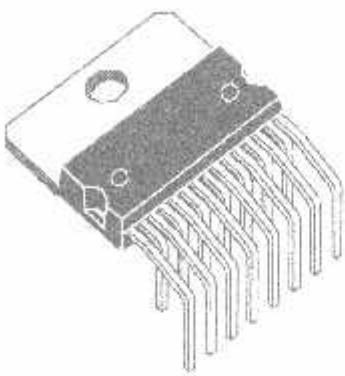


Multiwatt15 V

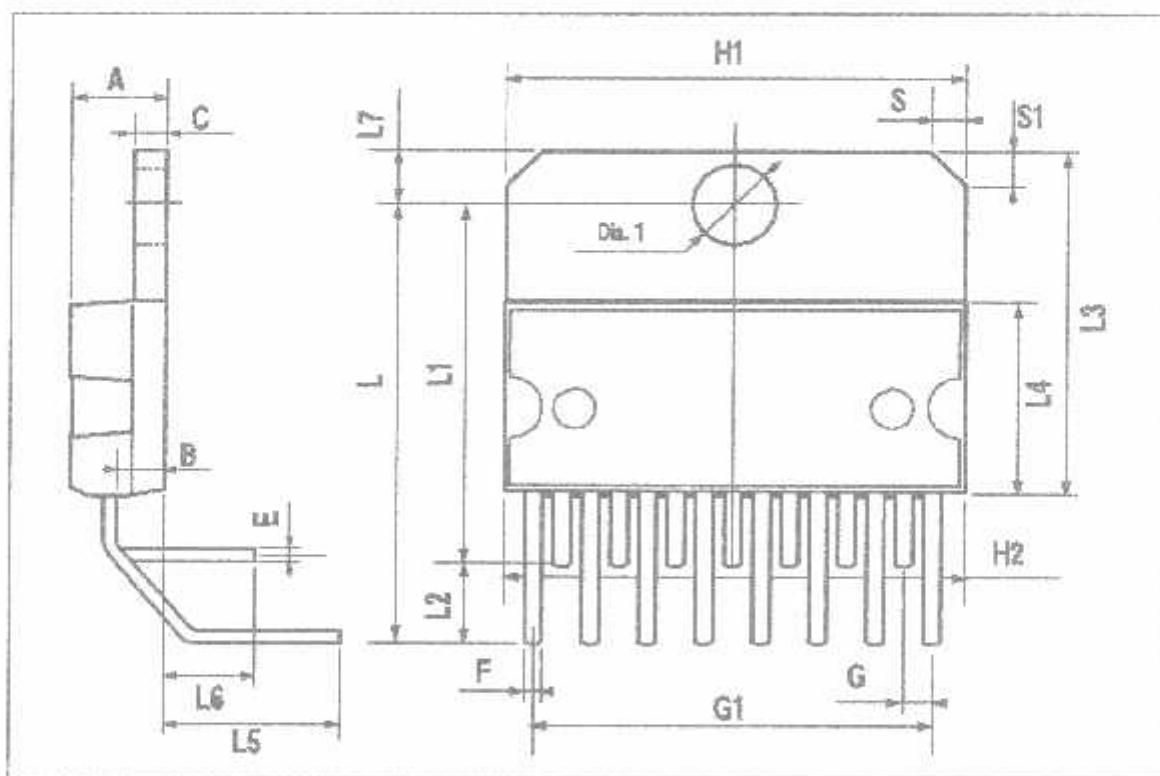


DIM.	mm			inch		
	MIN.	Typ.	MAX.	MIN.	Typ.	MAX.
A			5			0.197
B			2.85			0.104
C			1.6			0.063
E	0.40		0.55	0.019		0.022
F	0.60		0.75	0.026		0.030
G	1.14	1.27	1.4	0.045	0.050	0.055
G1	17.57	17.78	17.01	0.692	0.700	0.705
H1	19.8			0.772		
H2			23.2			0.795
L	20.57				0.810	
L1	18.03				0.710	
L2	2.54				0.100	
L3	17.25	17.5	17.75	0.679	0.689	0.699
L4	10.3	10.7	10.9	0.406	0.421	0.429
L5	5.28				0.208	
L6	2.38				0.094	
L7	2.65		2.9	0.104		0.114
S	1.9		2.6	0.075		0.102
S1	1.9		2.6	0.075		0.102
Dia1	3.65		3.35	0.144		0.152

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



Multiwatt15 H



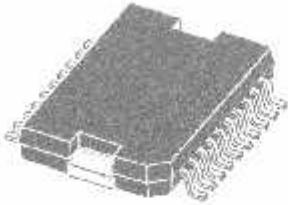
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			3.6			0.142
a1	0.1		0.3	0.004		0.012
a2			3.3			0.130
a3	0		0.1	0.000		0.004
b	0.4		0.53	0.016		0.021
c	0.23		0.32	0.009		0.013
D (1)	15.8		16	0.622		0.630
D1	9.4		9.8	0.370		0.386
E	13.9		14.5	0.547		0.570
e		1.27			0.050	
e3		11.43			0.450	
E1 (1)	10.9		11.1	0.429		0.437
E2			2.9			0.114
E3	5.8		6.2	0.228		0.244
G	0		0.1	0.000		0.004
H	15.5		15.9	0.610		0.626
h			1.1			0.043
L	0.8		1.1	0.031		0.043
N			10° (max.)			
S			8° (max.)			
T		10			0.394	

(1) "D" and "E" do not include mold flash or protrusions.

- Mold Flash or protrusions shall not exceed 0.15 mm (0.006")

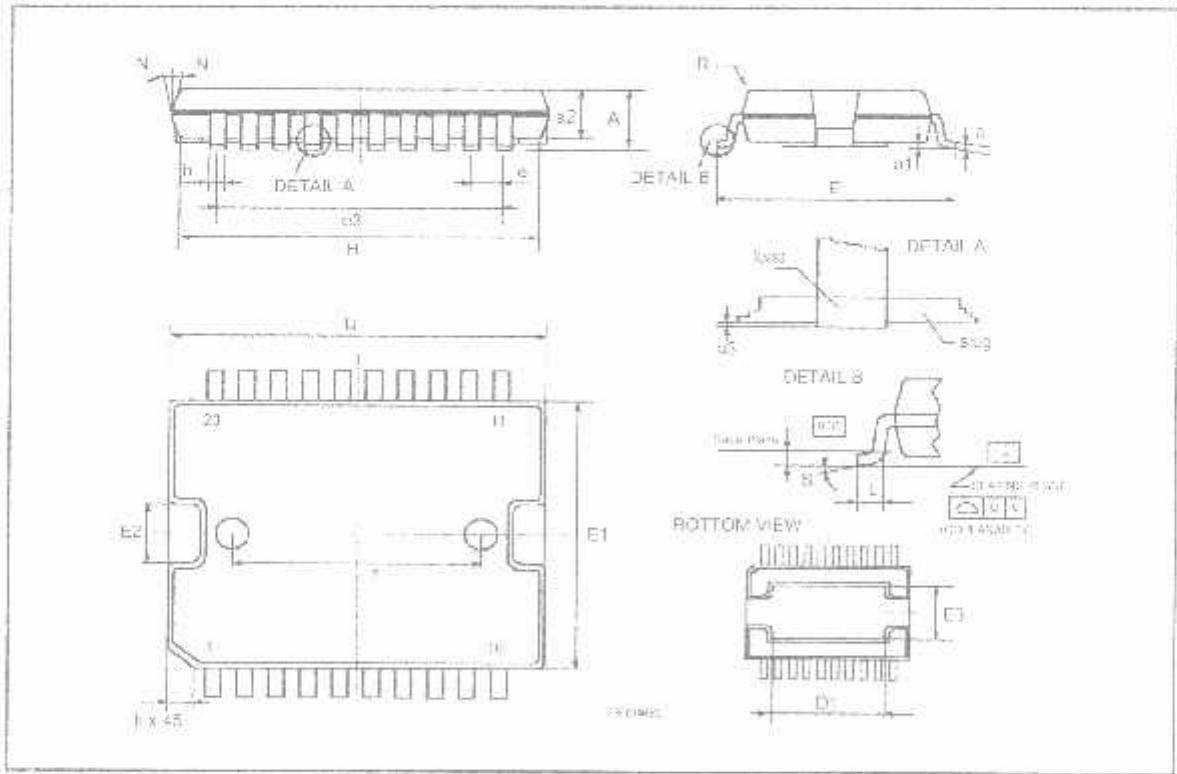
- Critical dimensions: "E", "G" and "a3".

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



JEDEC MO-166

PowerSO20



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics.

© 2000 STMicroelectronics - Printed in Italy - All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco -
Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - U.S.A.

<http://www.st.com>



National Semiconductor

October 1991

TP5088 DTMF Generator for Binary Data

TP5088 DTMF Generator for Binary Data

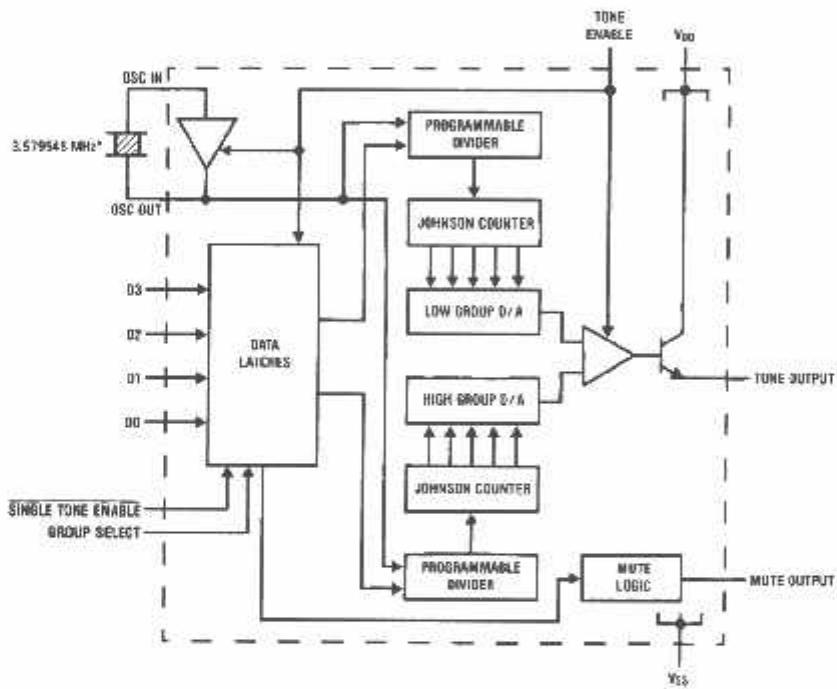
General Description

This CMOS device provides low cost tone-dialing capability in microprocessor-controlled telephone applications. 4-bit binary data is decoded directly, without the need for conversion to simulated keypad inputs required by standard DTMF generators. With the TONE ENABLE input low, the oscillator is inhibited and the device is in a low power idle mode. On the low-to-high transition of TONE ENABLE, data is latched into the device and the selected tone pair from the standard DTMF frequencies is generated. An open-drain N-channel transistor provides a MUTE output during tone generation.

Features

- Direct microprocessor interface
- Binary data inputs with latches
- Generates 16 standard tone pairs
- On-chip 3.579545 MHz crystal-controlled oscillator
- Better than 0.64% frequency accuracy
- High group pre-emphasis
- Low harmonic distortion
- MUTE output interfaces to speech network
- Low power idle mode
- 3.5V-8V operation

Block Diagram



*Crystal Specification: Parallel Resonant 3.579545 MHz; $R_g < 150\Omega$; $L = 100 \text{ mH}$; $C_0 = 5 \text{ pF}$; $C_s = 0.02 \text{ pF}$.

TL/H/500H-T

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage ($V_{DD} - V_{SS}$) 12V
MUTE Voltage 12V

Maximum Voltage at Any Other Pin $V_{DD} + 0.3V \text{ to } V_{SS} - 0.3V$

Operating Temperature, T_A -30°C to $+70^\circ\text{C}$
Storage Temperature -55°C to $+150^\circ\text{C}$

Maximum Power Dissipation 500 mW

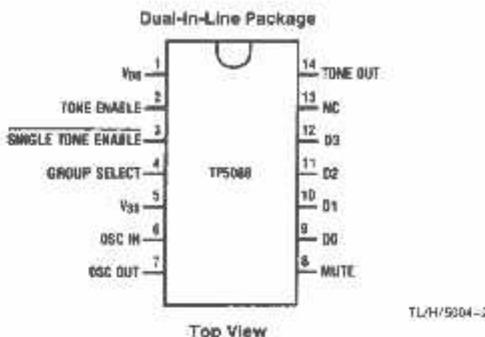
Electrical Characteristics

Unless otherwise noted, limits printed in **BOLD** characters are guaranteed for $V_{DD} = 3.5V$ to 8V, $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+70^\circ\text{C}$ by correlation with 100% electrical testing at $T_A = 25^\circ\text{C}$. All other limits are assured by correlation with other production tests and/or product design and characterization.

Parameter	Conditions	Min	Typ.	Max	Units
Minimum Supply Voltage, V_{DD} (min)	Generating Tones	3.5			V
Minimum Supply Voltage for Data Input, TONE ENABLE and MUTE Logic Functions		2			V
Operating Current Idle	$R_L = \infty$, D0-D3 Open $V_{DD} = 3.5V$, Mute Open	55	350	2.5	μA mA
Input Pull-Up Resistance D0-D3 TONE ENABLE			100	50	k Ω k Ω
Input Low Level TONE ENABLE, D0-D3				0.2 V_{DD}	V
Input High Level TONE ENABLE, D0-D3		0.8 V_{DD}			V
MUTE OUT Sink Current (TONE ENABLE LOW)	$V_{DD} = 3.5V$ $V_0 = 0.5V$	0.4			mA
MUTE OUT Leakage Current (TONE ENABLE HIGH)	$V_{DD} = 3.5V$ $V_0 = V_{DD}$		1		μA
Output Amplitudes Low Group High Group	$R_L = 240\Omega$ $V_{DD} = 3.5V$ $T_A = 25^\circ\text{C}$	130 180	170 230	220 310	mVRms mVRms
Mean Output DC Offset	$V_{DD} = 3.5V$ $V_{DD} = 8V$		1.2 3.6		V V
High Group Pre-Emphasis		2.2	2.7	3.2	dB
Dual Tone/Total Harmonic Distortion Ratio	1 MHz Bandwidth, $V_{DD} = 5V$ $R_L = 240\Omega$	20			dB
Start-Up Time (to 80% Amplitude), t_{CS0}			4		ms
Data Set Up Time, t_S (Figure 2)	$V_{DD} = 5V$	100			ns
Data Hold Time, t_H	$V_{DD} = 5V$	280			ns
Data Duration t_W	$V_{DD} = 5V$	600			ns

Note 1: R_L is the external load resistor connected from TONE OUT to V_{SS} .

Connection Diagram



Order Number TP5088WM or TP5088N
See NS Package M14B or N14A.

Functional Description

With the TONE ENABLE pin pulled low, the device is in a low power idle mode, with the oscillator inhibited and the output transistor turned off. Data on inputs D0-D3 is ignored until a rising transition on TONE ENABLE. Data meeting the timing specifications is latched in; the oscillator and output stage are enabled, and tone generation begins. The decoded data sets the high group and low group programmable counters to the appropriate divide ratios. These counters sequence two ratioed-capacitor D/A converters through a series of 28 equal duration steps per sine wave cycle. On-chip regulators ensure good stability of tone amplitudes with variations in supply voltage and temperature. The two tones are summed by a mixer amplifier, with preemphasis applied to the high group tone. The output is an NPN emitter-follower requiring the addition of an external load resistor to V_{SS}.

Table I shows the accuracies of the tone output frequencies and Table II is the Functional Truth Table.

TABLE I. Output Frequency Accuracy

Tone Group	Standard DTMF (Hz)	Tone Output Frequency	% Deviation from Standard
Low Group f _L	697	694.8	-0.32
	770	770.1	+0.02
	852	852.4	+0.03
	941	940.0	-0.11
High Group f _H	1209	1206.0	-0.24
	1336	1331.7	-0.32
	1477	1486.5	+0.64
	1633	1639.0	+0.37

Pin Descriptions

V_{DD} (Pin 1): This is the positive supply to the device, referenced to V_{SS}. The collector of the TONE OUT transistor is also connected to this pin.

V_{SS} (Pin 5): This is the negative voltage supply. All voltages are referenced to this pin.

OSC IN, OSC OUT (Pins 6 and 7): All tone generation timing is derived from the on-chip oscillator circuit. A low-cost

3.579545 MHz A-cut crystal (NTSC TV color-burst) is needed between pins 6 and 7. Load capacitors and a feedback resistor are included on-chip for good start-up and stability. The oscillator is stopped when the TONE ENABLE input is pulled to logic low.

TONE ENABLE Input (Pin 2): This input has an internal pull-up resistor. When TONE ENABLE is pulled to logic low, the oscillator is inhibited and the tone generators and output transistor are turned off. A low to high transition on TONE ENABLE latches in data from D0-D3. The oscillator starts, and tone generation continues until TONE ENABLE is pulled low again.

MUTE (Pin 8): This output is an open-drain N-channel device that sinks current to V_{SS} when TONE ENABLE is low and no tones are being generated. The device turns off when TONE ENABLE is high.

D0, D1, D2, D3 (Pins 9, 10, 11, 12): These are the inputs for binary-coded data, which is latched in on the rising edge of TONE ENABLE. Data must meet the timing specifications of Figure 2. At all other times these inputs are ignored and may be multiplexed with other system functions.

TONE OUT (Pin 14): This output is the open emitter of an NPN transistor, the collector of which is connected internally to V_{DD}. When an external load resistor is connected from TONE OUT to V_{SS}, the output voltage on this pin is the sum of the high and low group tones superimposed on a DC offset. When not generating tones, this output transistor is turned off to minimize the device idle current.

SINGLE TONE ENABLE (Pin 3): This input has an internal pull-up resistor. When pulled to V_{SS}, the device is in single tone mode and only a single tone will be generated at pin 14 (for testing purposes). For normal operation, leave this pin open-circuit or pull to V_{DD}.

GROUP SELECT (Pin 4): This pin is used to select the high group or low group frequency when the device is in single tone mode. It has an internal pull-up resistor. Leaving this pin open-circuit or pulling it to V_{DD} will generate the high group, while pulling to V_{SS} will generate the low group frequency at the TONE OUT pin.

TABLE II. Functional Truth Table

Keyboard Equivalent	Data Inputs				TONE ENABLE	TONES OUT		MUTE
	D3	D2	D1	D0		f _L (Hz)	f _H (Hz)	
X	X	X	X	X	0	0V	0V	0V
1	0	0	0	1	✓	697	1209	O/C
2	0	0	1	0	✓	697	1336	O/C
3	0	0	1	1	✓	697	1477	O/C
4	0	1	0	0	✓	770	1209	O/C
5	0	1	0	1	✓	770	1336	O/C
6	0	1	1	0	✓	770	1477	O/C
7	0	1	1	1	✓	852	1209	O/C
8	1	0	0	0	✓	852	1336	O/C
9	1	0	0	1	✓	852	1477	O/C
*	1	0	1	0	✓	941	1336	O/C
#	1	0	1	1	✓	941	1477	O/C
A	1	1	0	1	✓	697	1633	O/C
B	1	1	1	0	✓	770	1633	O/C
C	1	1	1	1	✓	852	1633	O/C
D	0	0	0	0	✓	941	1633	O/C

Timing Diagram

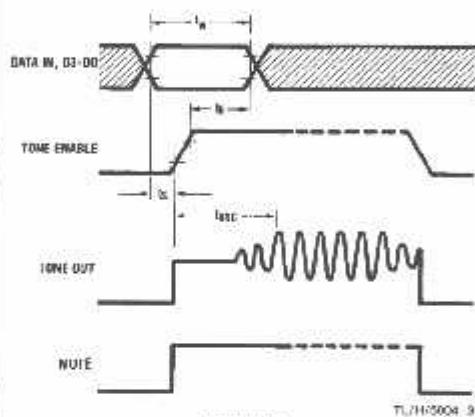


FIGURE 2

Typical Application

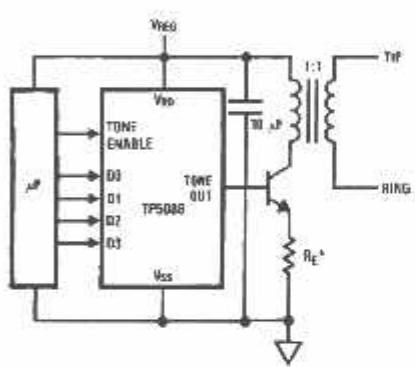
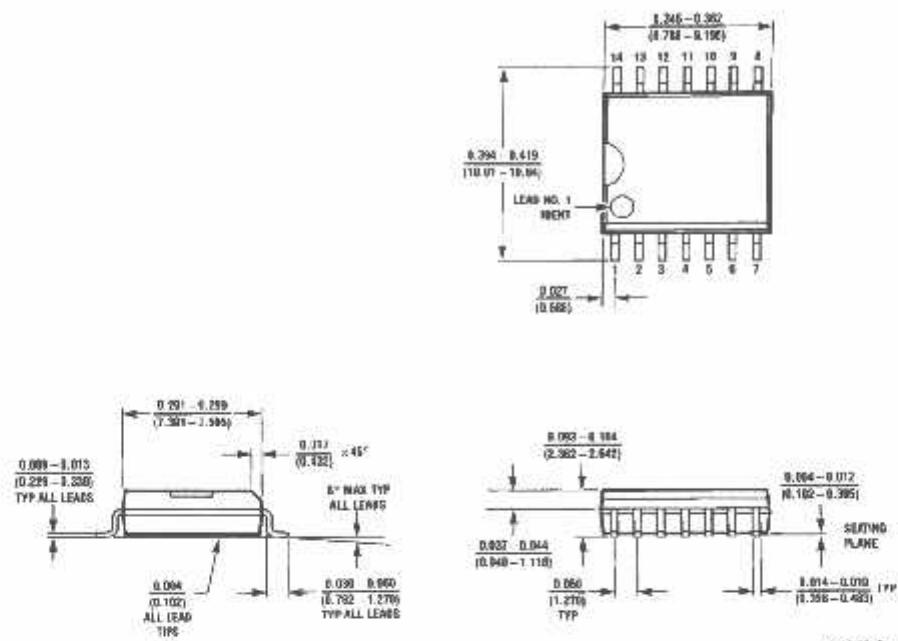
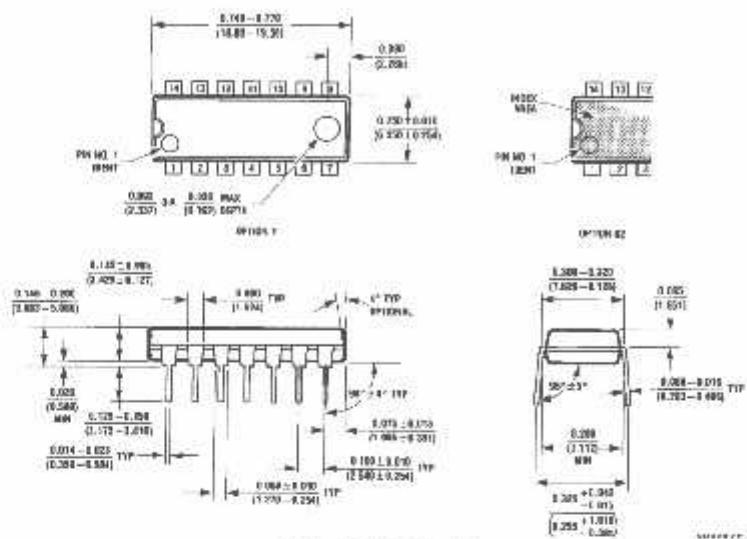
*Adjust R_E for desired tone amplitude.

FIGURE 3

Physical Dimensions inches (millimeters)



Order Number TP5088WM
NS Package Number M14B

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)

Molded Dual-In-Line (N)
Order Number TP5088N
NS Package Number N14A

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

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



National Semiconductor
Corporation
1111 West Bralow Road
Arlington, TX 76017
Tel: (800) 727-9669
Fax: (800) 727-7018

National Semiconductor
Europe
Fax: (+49) 0-180-590-85-80
Email: europe@nsemi.ziggo.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-590-85-85
English Tel: (+49) 0-180-592-78-82
French Tel: (+49) 0-180-592-05-88
Italian Tel: (+49) 0-180-594-16-80

National Semiconductor
Hong Kong Ltd.
15th Floor, Straight Road,
Ocean Centre, 5 Center Rd.
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1630
Fax: (852) 2735-8560

National Semiconductor
Japan Ltd.
Tel: 81-049-299-2900
Fax: 81-049-299-2400

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLE6542G - FEBRUARY 1990 - REVISED AUGUST 1996

- Operates With Single 5-V Power Supply
- LinBiCMOS™ Process Technology
- Two Drivers and Two Receivers
- ±30-V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- Applications

TIA/EIA-232-F
Battery-Powered Systems
Terminals
Modems
Computers

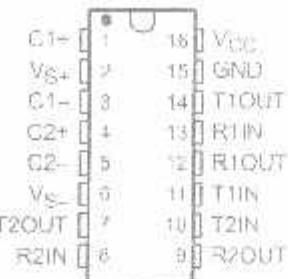
- ESD Protection Exceeds 2000 V Per MIL-STD-883, Method 3015
- Package Options Include Plastic Small-Outline (D, DW) Packages and Standard Plastic (N) DIPs

description

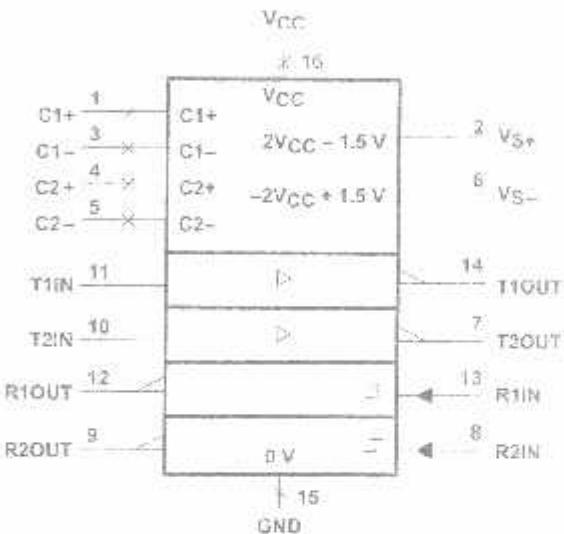
The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3V and a typical hysteresis of 0.5V, and can accept ±30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

The MAX232 is characterized for operation from 0°C to 70°C. The MAX232I is characterized for operation from -40°C to 85°C.

D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



logic symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE-SID 101-1984 and IEC Publication 6017-12.

AVAILABLE OPTIONS

TA	PACKAGED DEVICES		
	SMALL OUTLINE (D)	SMALL OUTLINE (DW)	PLASTIC DIP (N)
0°C to 70°C	MAX232D4	MAX232DW4	MAX232N
-40°C to 85°C	MAX232ID4	MAX232IDW4	MAX232IN

* This device is available lead-free and marked by adding an R to the part number (i.e., MAX232DR).



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC and LinBiCMOS are trademarks of Texas Instruments Incorporated.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1990 Texas Instruments Incorporated

TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655323 • DALLAS, TEXAS 75265

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS07G - EDITION 1909 - REVISED AUGUST 1998

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	.....	-0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_S^+$	.....	V_{CC} - 0.3 \text{ V to } 15 \text{ V}$
Negative output supply voltage range, V_S^-	.....	-0.3 V to -15 V
Input voltage range, V_I : Driver	.....	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3 \text{ V}$
Receiver	.....	+30 V
Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT	.....	$V_S^- - 0.3 \text{ V to } V_S^+ + 0.3 \text{ V}$
R1OUT, R2OUT	.....	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3 \text{ V}$
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	.....	Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package	.....	113°C/W
DW package	.....	105°C/W
N package	.....	78°C/W
Storage temperature range, T_{STG}	.....	-65°C to 150°C
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	.....	260°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51, except for through-hole packages, which use a trace length of zero.

recommended operating conditions

	MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}	4.5	6	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH} (T1IN, T2IN)	.....	2	.....	V
Low-level input voltage, V_{IL} (T1IN, T2IN)	.....	0.8	.....	V
Receiver input voltage, R1IN, R2IN	.....	-30	.....	V
Operating free-air temperature, T_A	MAX232	0	70	°C
	MAX232I	-40	85	°C



POST OFFICE BOX 655000 • DALLAS, TEXAS 75265

**MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER**

3L3047G - FEBRUARY 1981 - REVISED AUGUST 1988

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT	
V _{OH}	T1OUT, T2OUT	R _L = 3 kΩ to GND	5	7		V	
	R1OUT, R2OUT	I _{OH} = +1 mA	3.5				
V _{OL}	T1OUT, T2OUT	R _L = 3 kΩ to GND	-7	-5		V	
	R1OUT, R2OUT	I _{OL} = 3.2 mA		0.4			
V _{IT}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C	1.7	2.4	V	
V _{IT-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C	0.6	1.2	V	
V _{HYS}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V	0.2	0.5	V	
r _i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN	V _{S+} = V _{S-} = 0	3	5	7	kΩ
r _o	Output resistance	T1OUT, T2OUT	V _{S+} = V _{S-} = 0, V _O = ±2 V	300			Ω
I _{OS} ⁹	Short circuit output current	T1OUT, T2OUT	V _{CC} = 5.5 V, V _O = 0	110			mA
I _{IS}	Short circuit input current	I _{MIN} , I _{2IN}	V _I = 0		200		μA
I _{CC}	Supply current		V _{CC} = 5.5 V, T _A = 25°C	8	10		mA

⁷All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

⁸The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

⁹Not more than one output should be shorted at a time.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
I _{PLH(R)}	Receiver propagation delay time, low-to-high-level output	See Figure 1		500		ps
I _{PHL(R)}	Receiver propagation delay time, high-to-low-level output	See Figure 2		500		ps
SR	Driver slew rate	R _L = 3 kΩ to 7 kΩ, See Figure 2		80		V/μs
SR(tr)	Driver transition region slew rate	See Figure 3		0		V/μs

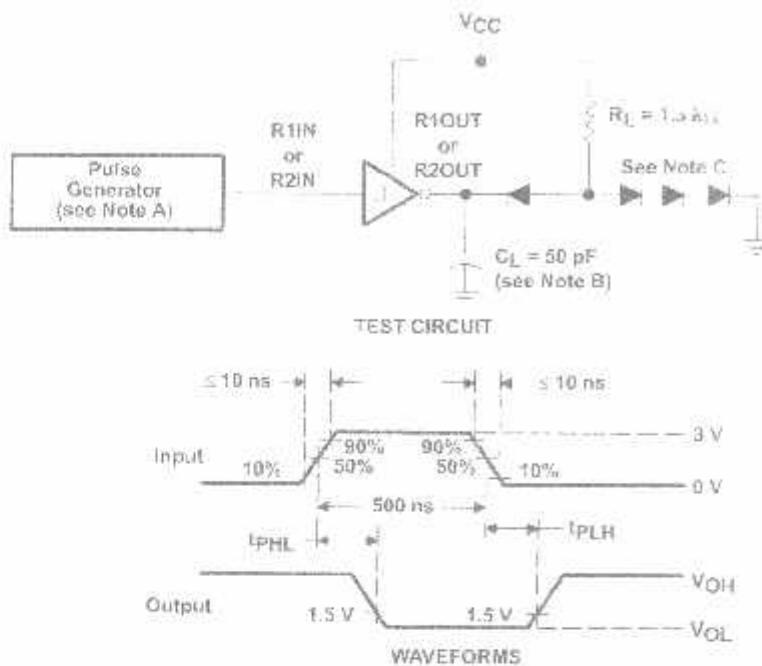


POST OFFICE BOX 65663 • DALLAS, TEXAS 75265

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

DS0017Q - FEBRUARY 1988 - REVISED NOVEMBER 1992

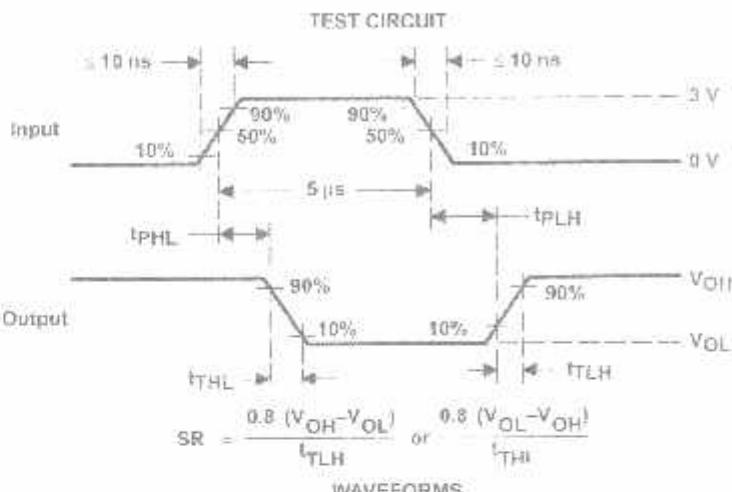
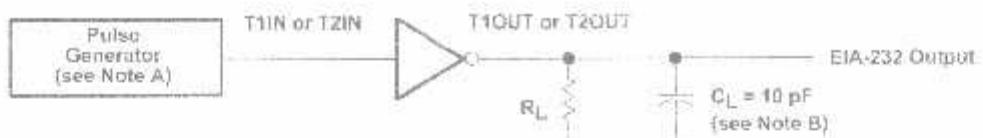
PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



- NOTES:
A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle = 50%
B. C_L includes probe and jig capacitance.
C. All diodes are 1N3064 or equivalent.

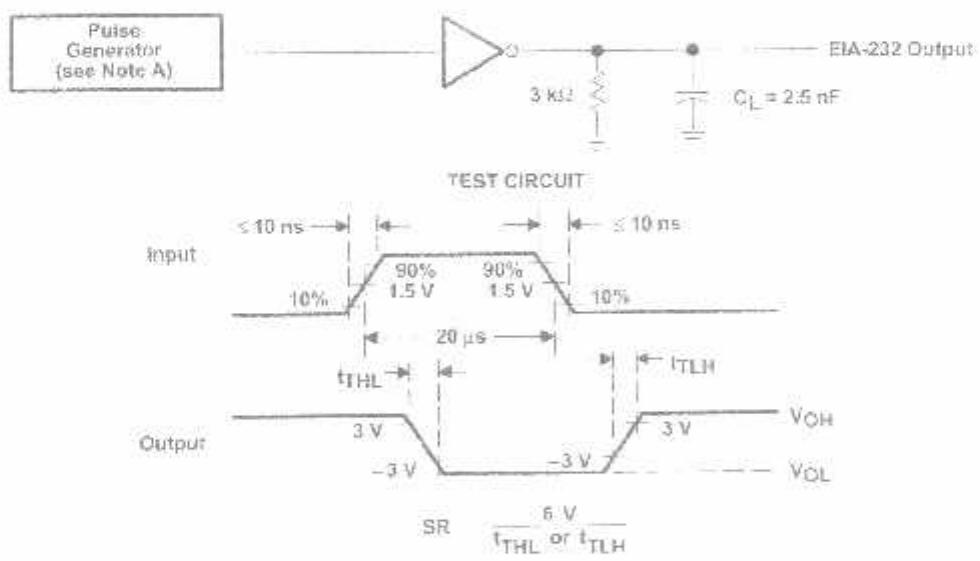
Figure 1. Receiver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTES: A: The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50\Omega$; duty cycle $\leq 50\%$.
B: C_L includes probe and jig capacitance.

Figure 2. Driver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements (5-μs input)



NOTE A: The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50\Omega$; duty cycle $\leq 50\%$.

Figure 3. Test Circuit and Waveforms for t_{THL} and t_{TLH} Measurements (20-μs input)

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

DS00470 - FEBRUARY 1988 - REVISED AUGUST 1990

APPLICATION INFORMATION

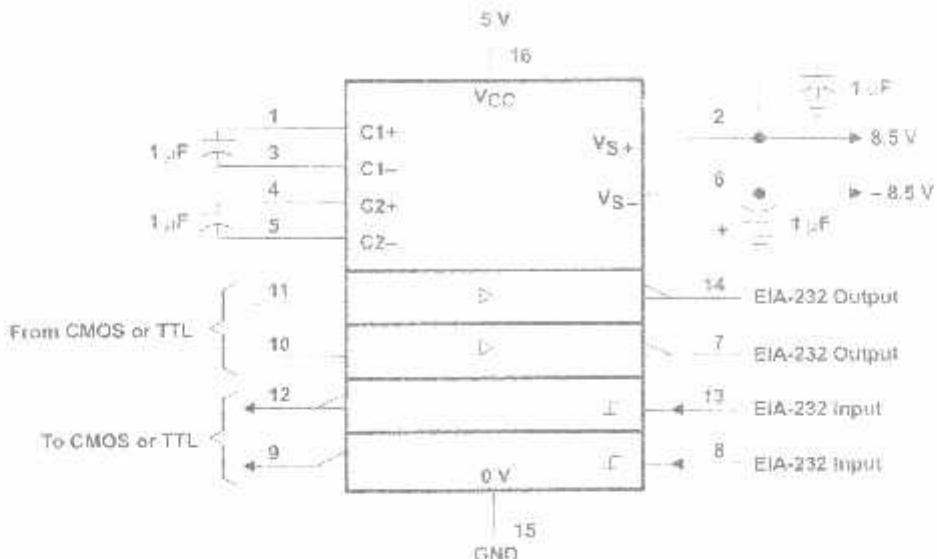


Figure 4. Typical Operating Circuit

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments and its subsidiaries (TI) reserve the right to make changes to their products or to discontinue any product or service without notice, and advise customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that information being relied on is current and complete. All products are sold subject to the terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgement, including those pertaining to warranty, patent infringement, and limitation of liability.

TI warrants performance of its semiconductor products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

CERTAIN APPLICATIONS USING SEMICONDUCTOR PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE ("CRITICAL APPLICATIONS"). TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. INCLUSION OF TI PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS IS UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER'S RISK.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards must be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used. TI's publication of information regarding any third party's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

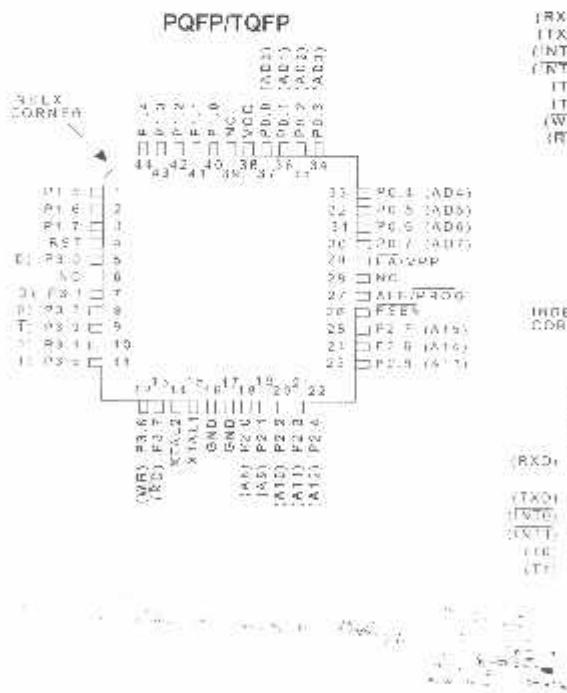
Features

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
128 x 8-Bit Internal RAM
32 Programmable I/O Lines
Two 16-Bit Timer/Counters
Six Interrupt Sources
Programmable Serial Channel
Low Power Idle and Power Down Modes

Description

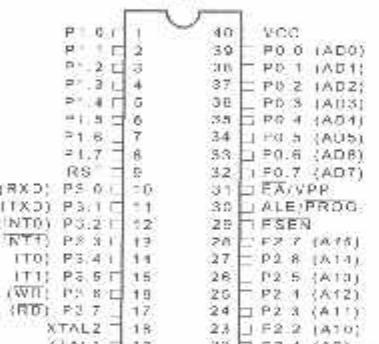
The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set and 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.

In Configurations



(continued)

PDIP



PLCC

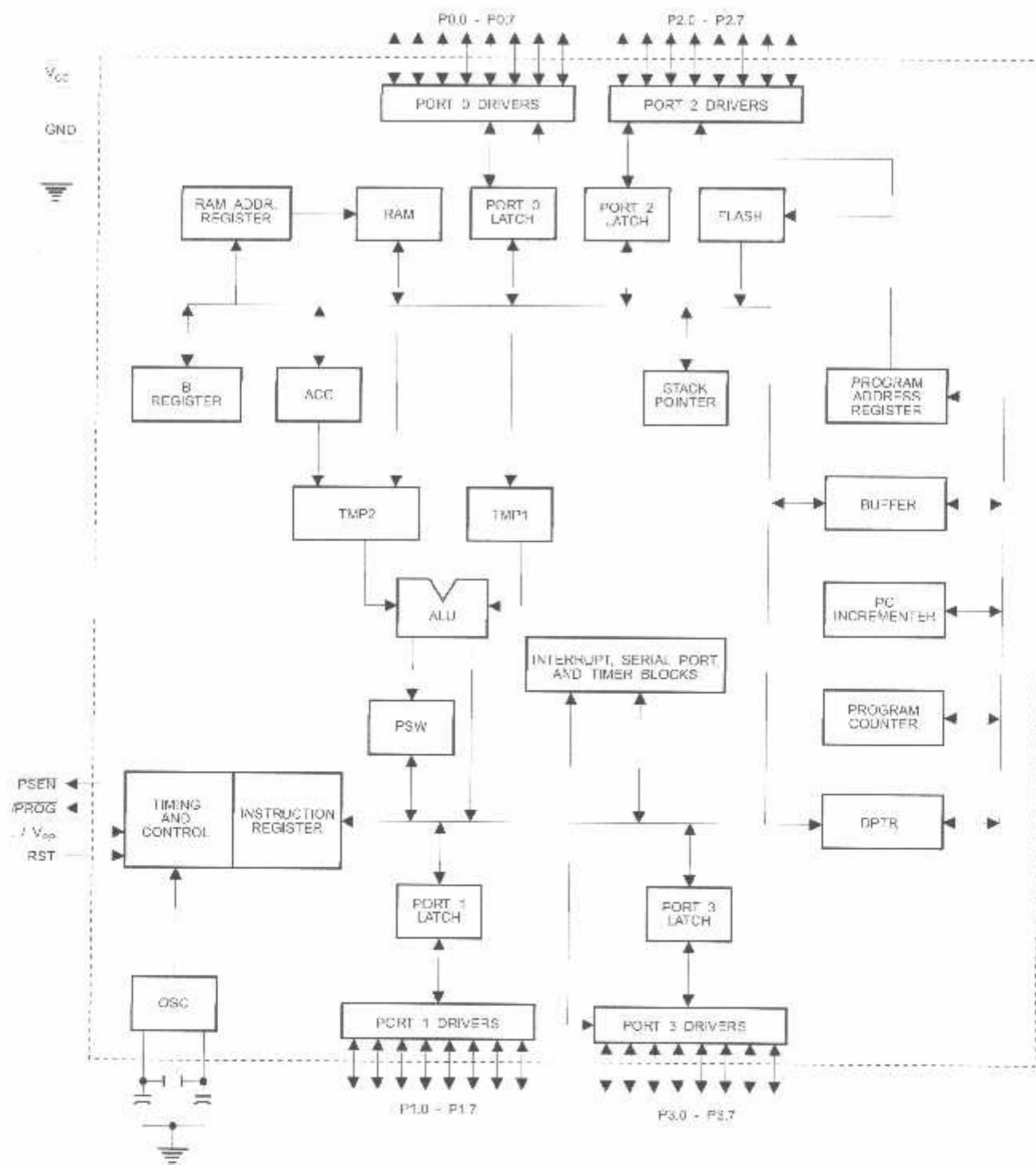


8-Bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

0285F-A-12/97

Block Diagram



AT89C51

The 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, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is designed with static logic or operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops 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 hardware reset.

Pin Description

V_{CC}
Supply voltage.

IND
Inbound.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional 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.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bidirectional 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, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bidirectional 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 @ R1). In this application it uses strong internal pullups

when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ R1), 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 bidirectional 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	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	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/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 (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 pulse is skipped during each access to external Data Memory.

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

PSEN

Program 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.

EA/V_{PP}

External Access Enable. 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, EA will be internally latched on reset.

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

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 2-volt V_{PP}.

TAL1

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

TAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

TAL1 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 through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

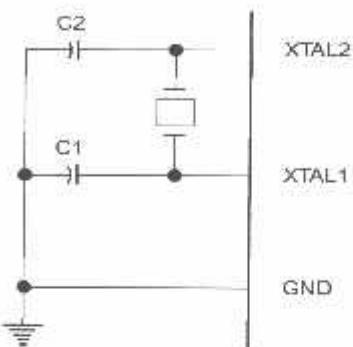
In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special function registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware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

Status of External Pins During Idle and Power Down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Normal	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Normal	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

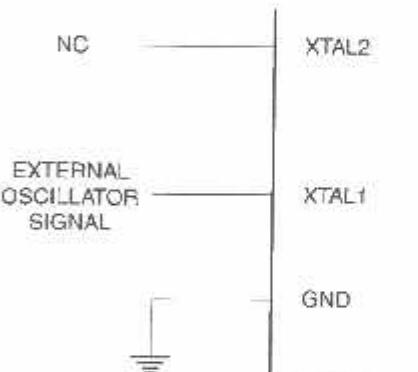
It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port 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 ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

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.

Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features.
2	P	U	U	MOV C instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory. 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 side marking and device signature codes are listed in the following table.

	V _{PP} = 12V	V _{PP} = 5V
p-Side Mark	AT89C51	AT89C51
	xxxx	xxxx-5
	yyww	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-lock byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.

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 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 EA be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

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 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_{PP} to 12V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse ALE/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 P0.7. 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/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,

31H, 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	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	Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H
	Bit - 2	H	L		H/12V	H	H	L
	Bit - 3	H	L		H/12V	H	L	H
Chip Erase	H	L		H/12V	H	L	L	L
Lead 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

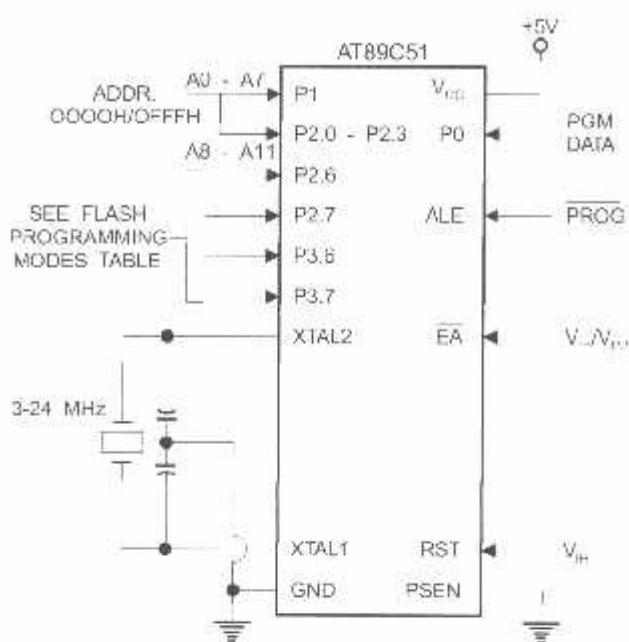
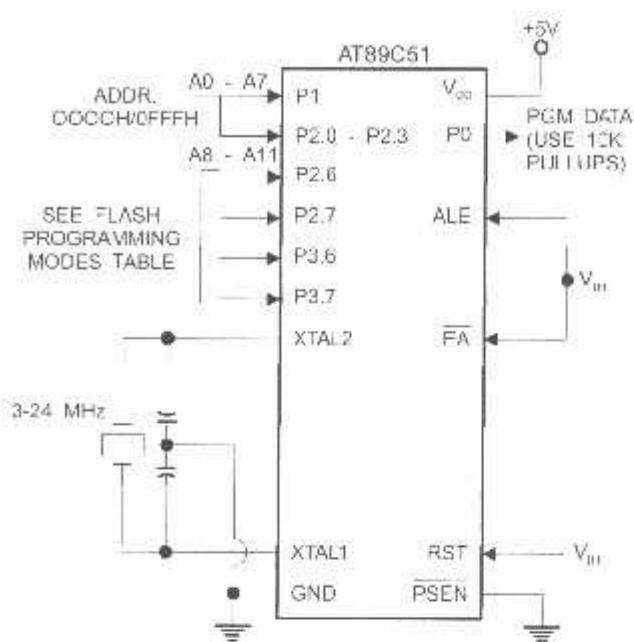


Figure 4. Verifying the Flash



Flash Programming and Verification Characteristics

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

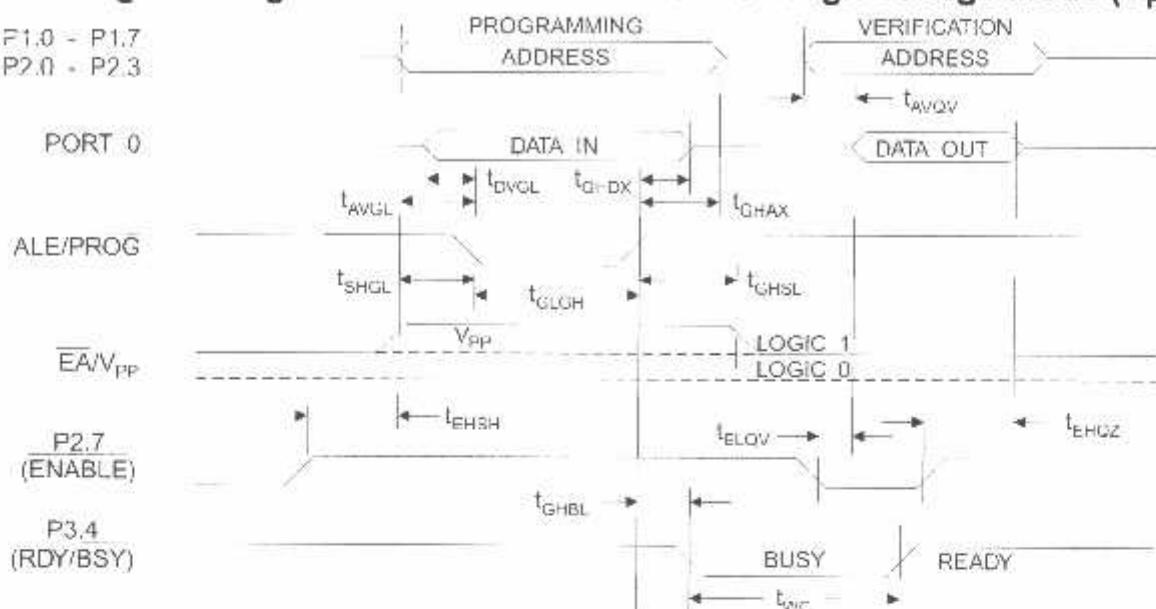
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
$V_{PP}^{(1)}$	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
$I_{PP}^{(1)}$	Programming Enable Current		1.0	mA
t_{CLCL}	Oscillator Frequency	3	24	MHz
t_{AVL}	Address Setup to PROG Low	$48t_{CLCL}$		
t_{HAX}	Address Hold After PROG	$48t_{CLCL}$		
t_{MGL}	Data Setup to PROG Low	$48t_{CLCL}$		
t_{HDX}	Data Hold After PROG	$48t_{CLCL}$		
t_{HSH}	P2.7 (ENABLE) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{HGL}	V_{PP} Setup to PROG Low	10		μs
$t_{-SL}^{(1)}$	V_{PP} Hold After PROG	10		μs
t_{GH}	PROG Width	1	110	μs
t_{QV}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{QV}	ENABLE Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{QZ}	Data Float After ENABLE	0	$48t_{CLCL}$	
t_{BL}	PROG High to BUSY Low		1.0	μs
t_b	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

(1) Only used in 12-volt programming mode.



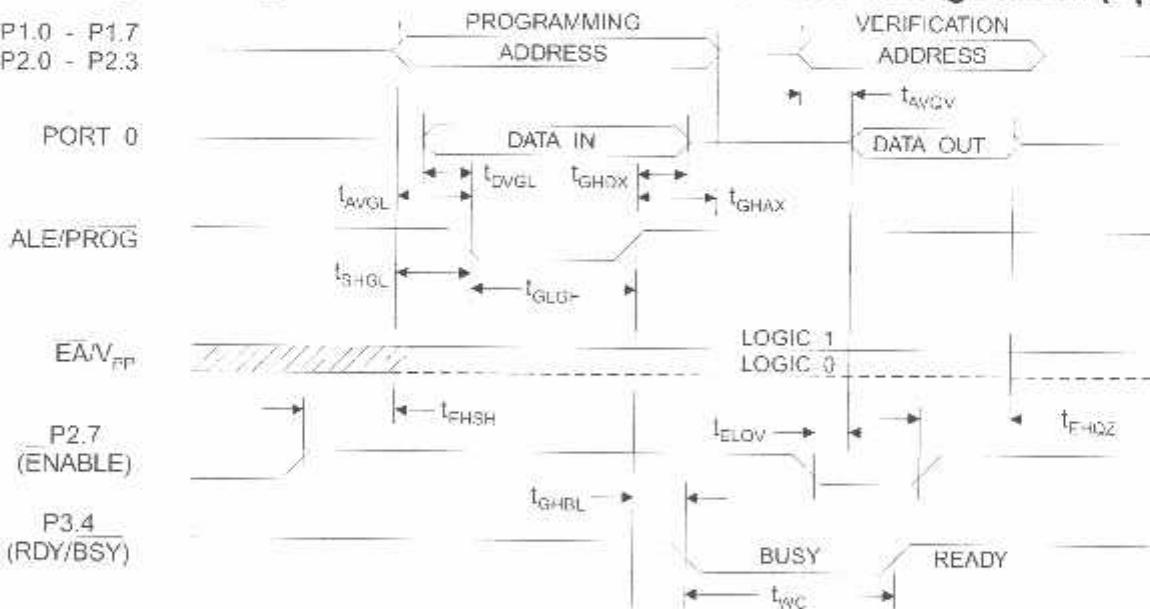
Flash Programming and Verification Waveforms - High Voltage Mode ($V_{PP} = 12V$)

P1.0 - P1.7
P2.0 - P2.3



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

P1.0 - P1.7
P2.0 - P2.3



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
DC 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.

DC Characteristics

A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 5.0V ± 20% (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V _{IL}	Input Low Voltage	(Except EA)	-0.5	0.2 V _{CC} - 0.1	V
V _{IL1}	Input Low Voltage (EA)		-0.5	0.2 V _{CC} - 0.3	V
V _{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V _{CC} + 0.9	V _{CC} + 0.5	V
V _{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V _{CC}	V _{CC} + 0.5	V
V _{OL}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	I _{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V _{OL+}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	I _{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V _{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	I _{OH} = -60 μA, V _{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I _{OH} = -25 μA	0.75 V _{CC}		V
		I _{OH} = -10 μA	0.9 V _{CC}		V
V _{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I _{OH} = -800 μA, V _{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I _{OH} = -300 μA	0.75 V _{CC}		V
		I _{OH} = -80 μA	0.9 V _{CC}		V
I _L	Logical 0 Input Current (Parts 1,2,3)	V _{IN} = 0.45V		-50	μA
I _L	Logical 1 to 0 Transition Current (Parts 1,2,3)	V _{IN} = 2V, V _{CC} = 5V ± 10%		-650	μA
I _{RST}	Input Leakage Current (Port 0, EA)	0.45 < V _{IN} < V _{CC}		110	μA
R _S	Reset Pulldown Resistor		50	300	kΩ
C ₁	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T _A = 25°C		10	pF
C ₂	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power Down Mode ⁽²⁾	V _{CC} = 6V		100	μA
		V _{CC} = 3V		40	μA

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.





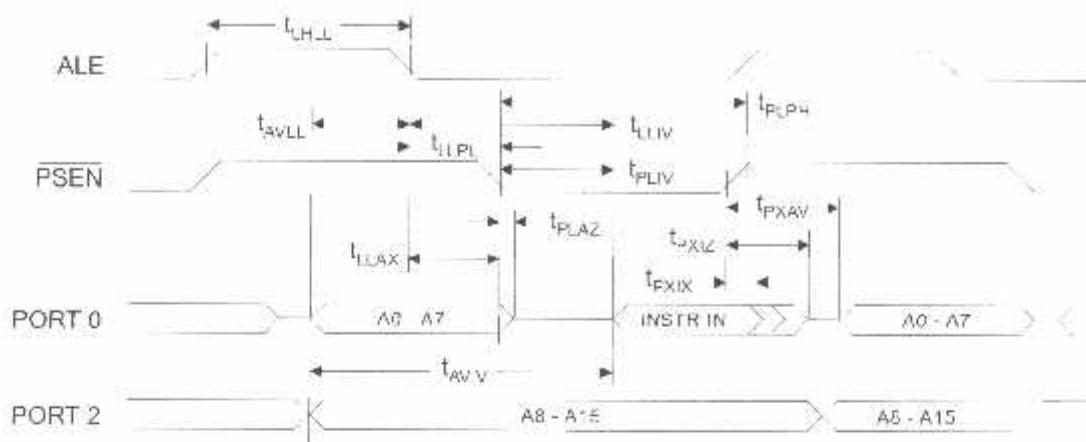
AC Characteristics

Under Operating Conditions; Load Capacitance for Port 0, ALE/PROG, and PSEN = 100 pF; Load Capacitance for all other outputs = 80 pF

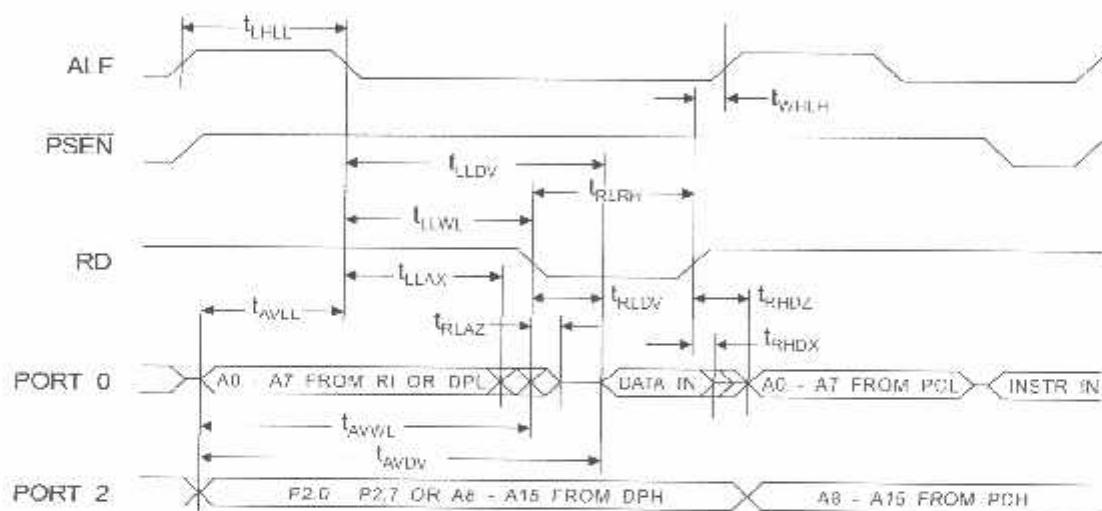
External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t _{CLCL}	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t _{HLL}	ALE Pulse Width	127		2t _{CLCL} -40		ns
t _{AVLL}	Address Valid to ALE Low	43		t _{CLCL} -13		ns
t _{LAX}	Address Hold After ALE Low	48		t _{CLCL} -20		ns
t _{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		4t _{CLCL} -65	ns
t _{LLPL}	ALE Low to PSEN Low	43		t _{CLCL} -13		ns
t _{PLPH}	PSEN Pulse Width	205		3t _{CLCL} -20		ns
t _{PLIV}	PSEN Low to Valid Instruction In		145		3t _{CLCL} -45	ns
t _{PXIX}	Input Instruction Hold After PSEN	0		0		ns
t _{PXIZ}	Input Instruction Float After PSEN		59		t _{CLCL} -10	ns
t _{PXAV}	PSEN to Address Valid	75		t _{CLCL} -8		ns
t _{AVI}	Address to Valid Instruction In		312		5t _{CLCL} -55	ns
t _{PLAZ}	PSEN Low to Address Float		10		10	ns
t _{RLRH}	RD Pulse Width	400		6t _{CLCL} -100		ns
t _{WLWH}	WR Pulse Width	400		6t _{CLCL} -100		ns
t _{RLDV}	RD Low to Valid Data In		252		5t _{CLCL} -90	ns
t _{RHDX}	Data Hold After RD	0		0		ns
t _{RHDZ}	Data Float After RD		97		2t _{CLCL} -28	ns
t _{LDV}	ALE Low to Valid Data In		517		8t _{CLCL} -150	ns
t _{WDV}	Address to Valid Data In		585		9t _{CLCL} -165	ns
t _{LWL}	ALE Low to RD or WR Low	200	300	3t _{CLCL} -50	3t _{CLCL} +50	ns
t _{VWL}	Address to RD or WR Low	203		4t _{CLCL} -75		ns
t _{VWX}	Data Valid to WR Transition	23		t _{CLCL} -20		ns
t _{VWH}	Data Valid to WR High	433		7t _{CLCL} -120		ns
t _{HQX}	Data Hold After WR	33		t _{CLCL} -20		ns
t _{AZ}	RD Low to Address Float		0		0	ns
t _{HLH}	RD or WR High to ALE High	43	123	t _{CLCL} -20	t _{CLCL} +25	ns

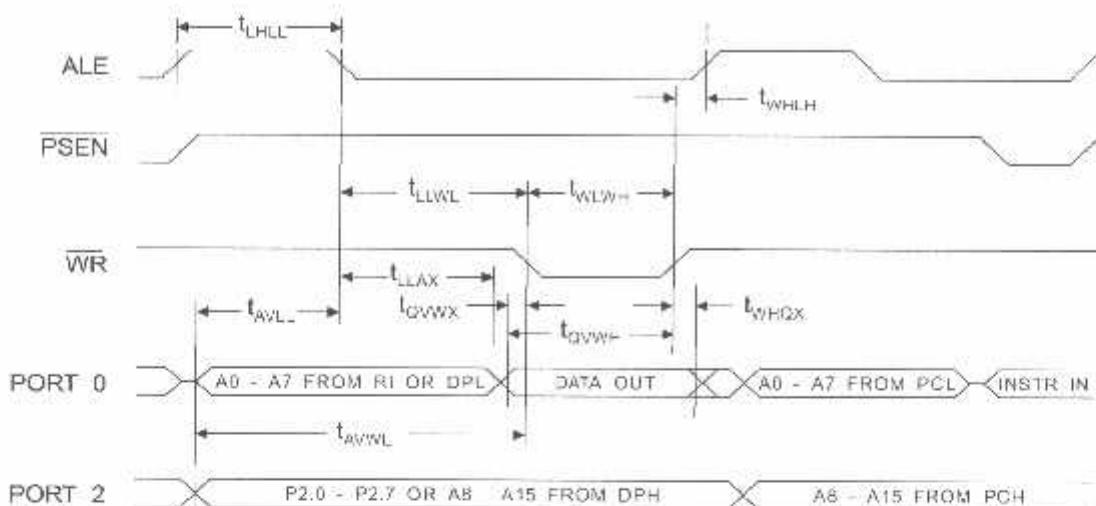
External Program Memory Read Cycle



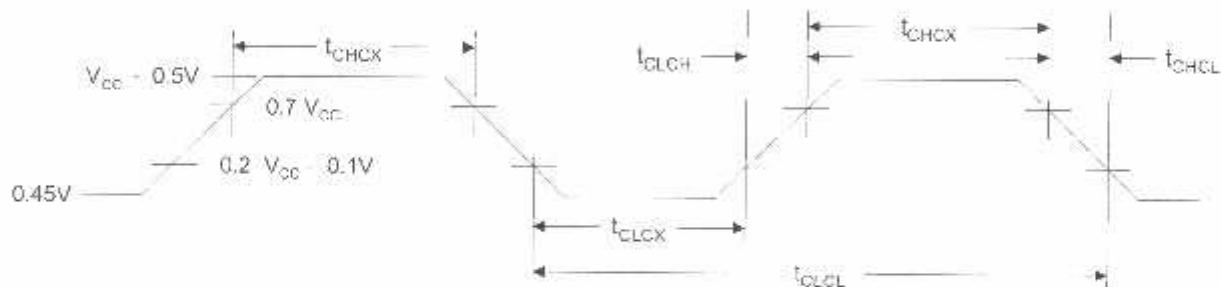
External Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

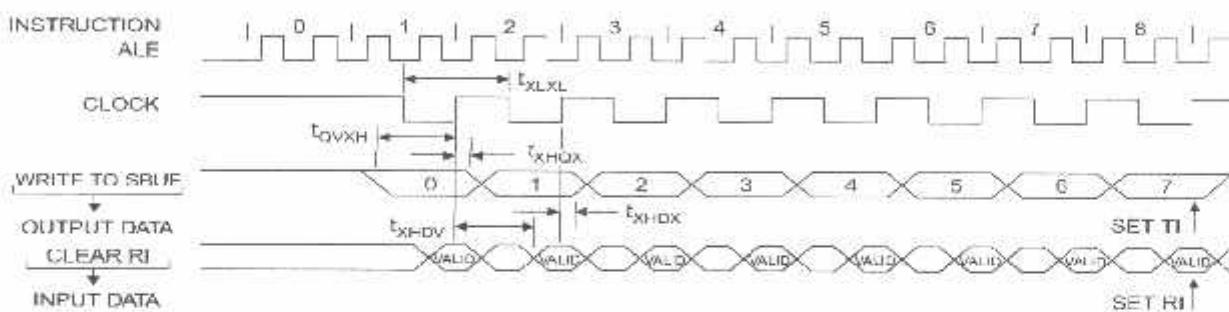
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
t_{CLCL}	Oscillator Frequency	0	24	MHz
t_{CLL}	Clock Period	41.6		ns
t_{HCX}	High Time	15		ns
t_{LCX}	Low Time	15		ns
t_{CH}	Rise Time		20	ns
t_{CL}	Fall Time		20	ns

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

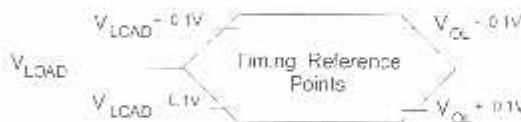
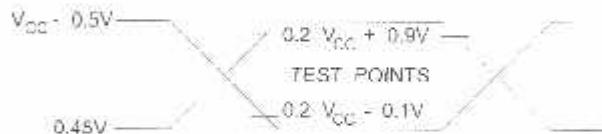
$V_{CC} = 5.0 \text{ V} \pm 20\%$; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		μs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}-133$		ns
t_{XHQX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}-117$		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}-133$	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms



AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾ Float Waveforms⁽¹⁾



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

- 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.



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	
		AT89C51-12AA	44A	Automotive (-40°C to 105°C)
		AT89C51-12JA	44J	
		AT89C51-12PA	40P6	
		AT89C51-12QA	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	
		AT89C51-16AA	44A	Automotive (-40°C to 105°C)
		AT89C51-16JA	44J	
		AT89C51-16PA	40P6	
		AT89C51-16QA	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	

Ordering Information

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

Package Type

A	44 Lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
J	44 Lead, Plastic J-Leaded Chip Carrier (PLCC)
P6	40 Lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
Q	44 Lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)





National Semiconductor

December 1994

LM386 Low Voltage Audio Power Amplifier

General Description

The LM386 is a power amplifier designed for use in low voltage consumer applications. The gain is internally set to 20 to keep external part count low, but the addition of an external resistor and capacitor between pins 1 and 8 will increase the gain to any value up to 200.

The inputs are ground referenced while the output is automatically biased to one half the supply voltage. The quiescent power drain is only 24 milliwatts when operating from a 6 volt supply, making the LM386 ideal for battery operation.

Features

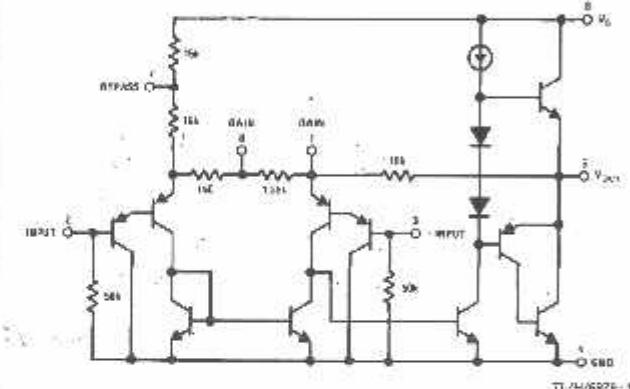
- Battery operation
- Minimum external parts
- Wide supply voltage range 4V-12V or 5V-18V
- Low quiescent current drain 4 mA

- Voltage gains from 20 to 200
- Ground referenced input
- Self-centering output quiescent voltage
- Low distortion
- Eight pin dual-in-line package

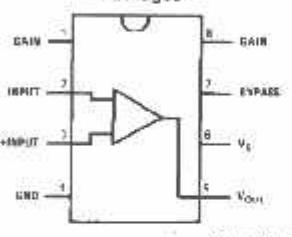
Applications

- AM-FM radio amplifiers
- Portable tape player amplifiers
- Intercoms
- TV sound systems
- Line drivers
- Ultrasonic drivers
- Small servo drivers
- Power converters

Equivalent Schematic and Connection Diagrams



Dual-In-Line and Small Outline Packages:

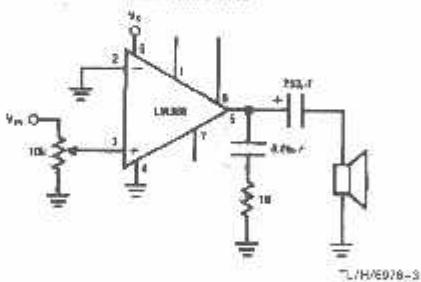


Top View

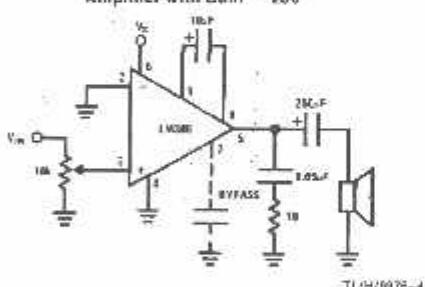
Order Number LM386M-1,
LM386N-1, LM386N-3 or LM386N-4
See NS Package Number
M08A or N08E

Typical Applications

Amplifier with Gain = 20
Minimum Parts



Amplifier with Gain = 200



Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (LM386N-1, -3, LM386M-1)	15V	Soldering Information	
Supply Voltage (LM386N-1)	22V	Dual-In-Line Package	-260°C
Package Dissipation (Note 1) (LM386N) (LM386M)	1.25W 0.73W	Sma | Outline Package	+215°C
Input Voltage	10.4V	Vapor Phase (60 sec)	+220°C
Storage Temperature	65°C to +150°C	Infrared (15 sec)	
Operating Temperature	0°C to +70°C		
Junction Temperature	-150°C	See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.	
		Thermal Resistance	
		θ_{JC} (DIP)	37°C/W
		θ_{JA} (DIP)	107°C/W
		θ_{JC} (SO Package)	35°C/W
		θ_{JA} (SO Package)	172°C/W

Electrical Characteristics $T_A = 25^\circ\text{C}$

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Operating Supply Voltage (V_S) LM386N-1, -3, LM386M-1 LM386N-4		4	12	18	V
		5	18	25	V
Quiescent Current (I_Q)	$V_S = 6V, V_{IN} = 0$		4	8	mA
Output Power (P_{OUT}) LM386N-1, LM386M-1 LM386N-3 LM386N-4	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, \text{THD} = 10\%$ $V_S = 9V, R_L = 8\Omega, \text{THD} = 10\%$ $V_S = 16V, R_L = 32\Omega, \text{THD} = 10\%$	250	325		mW
		500	700		mW
		700	1000		mW
Voltage Gain (A_V)	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz}$ 10 μF from Pin 1 to R		26		dB
			46		dB
Bandwidth (BW)	$V_S = 6V, \text{Pins 1 and 8 Open}$		200		kHz
Total Harmonic Distortion (THD)	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, P_{OUT} = 125\text{ mW}$ $f = 1\text{ kHz}, \text{Pins 1 and 8 Open}$		0.2		%
Power Supply Rejection Ratio (PSRR)	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz}, \text{C_BYPASS} = 10\text{ }\mu\text{F}$ Pins 1 and 8 Open, Referred to Output		50		dB
Input Resistance (R_{IN})			60		k Ω
Input Bias Current (I_{BIAS})	$V_S = 6V, \text{Pins 2 and 3 Open}$		250		nA

Note 1: For operation in ambient temperatures above 25°C, the device must be derated based on a 150°C maximum junction temperature and 1) a thermal resistance of 80°C/W junction to ambient for the dual-in-line package and 2) a thermal resistance of 170°C/W for the small outline package.

Application Hints

GAIN CONTROL

To make the LM386 a more versatile amplifier, two pins (1 and 8) are provided for gain control. With pins 1 and 8 open, the 1.35 k Ω resistor sets the gain at 20 (26 dB). If a capacitor is put from pin 1 to 8, bypassing the 1.35 k Ω resistor, the gain will go up to 200 (46 dB). If a resistor is placed in series with the capacitor, the gain can be set to any value from 20 to 200. Gain control can also be done by capacitively coupling a resistor (or FET) from pin 1 to ground.

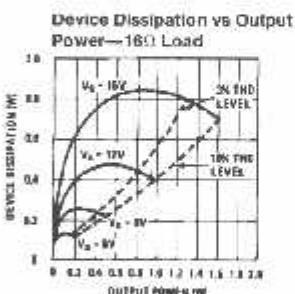
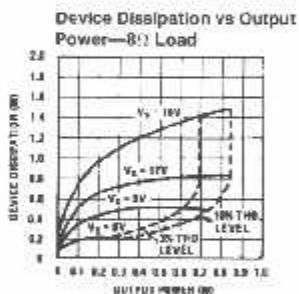
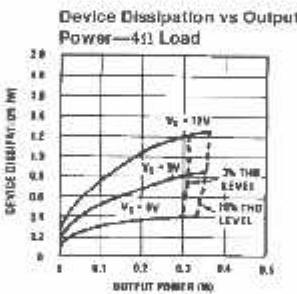
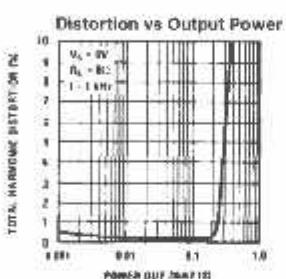
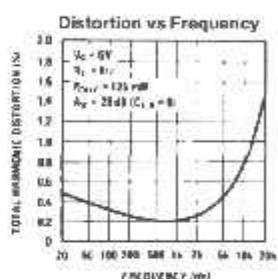
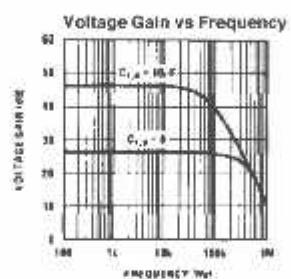
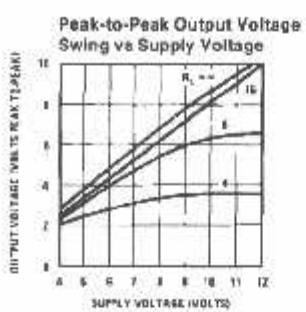
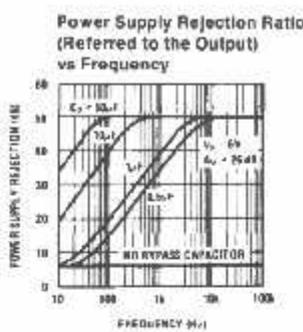
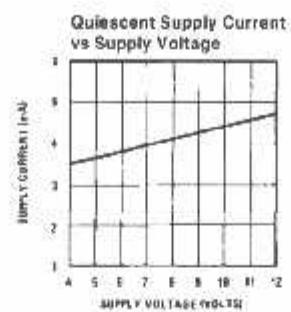
Additional external components can be placed in parallel with the internal feedback resistors to tailor the gain and frequency response for individual applications. For example, we can compensate poor speaker bass response by frequency shaping the feedback path. This is done with a series RC from pin 1 to 5 (paralleling the internal 15 k Ω resistor). For 6 dB effective bass boost, $R \approx 15\text{ k}\Omega$, the lowest value for good stable operation is $R = 10\text{ k}\Omega$; if pin 8 is open, if pins 1 and 8 are bypassed then R as low as 2 k Ω can be used. This restriction is because the amplifier is only compensated for closed-loop gains greater than 3.

INPUT BIASING

The schematic shows that both inputs are biased to ground with a 50 k Ω resistor. The base current of the input transistors is about 250 nA, so the inputs are at about 12.5 mV when left open. If the dc source resistance driving the LM386 is higher than 250 k Ω it will contribute very little additional offset (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). If the dc source resistance is less than 10 k Ω , then shorting the unused input to ground will keep the offset low (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). For dc source resistances between these values we can eliminate excess offset by putting a resistor from the unused input to ground, equal in value to the dc source resistance. Of course all offset problems are eliminated if the input is capacitively coupled.

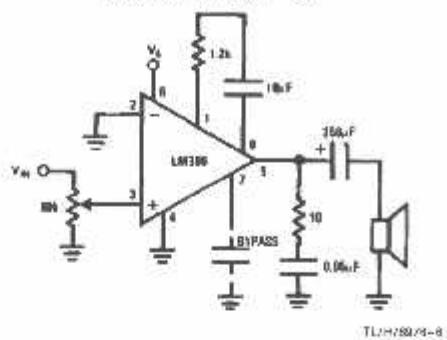
When using the LM386 with higher gains (bypassing the 1.35 k Ω resistor between pins 1 and 8) it is necessary to bypass the unused input, preventing degradation of gain and possible instabilities. This is done with a 0.1 μF capacitor or a short to ground depending on the dc source resistance on the driven input.

Typical Performance Characteristics

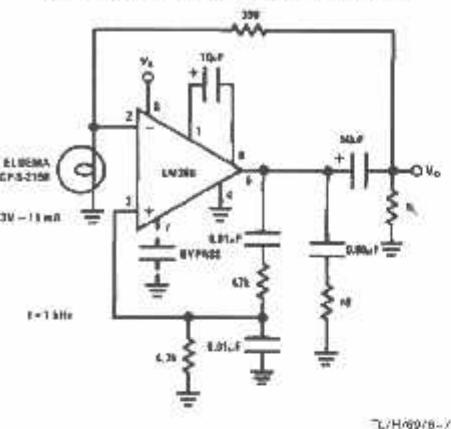


Typical Applications (Continued)

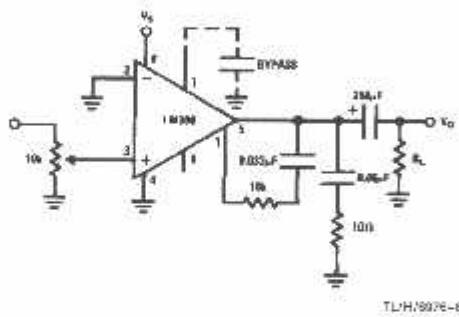
Amplifier with Gain = 50



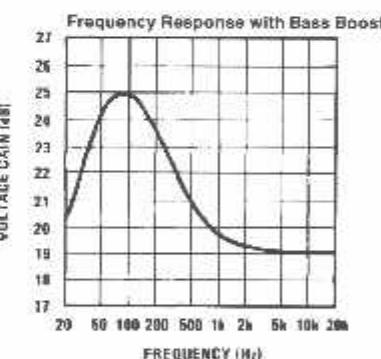
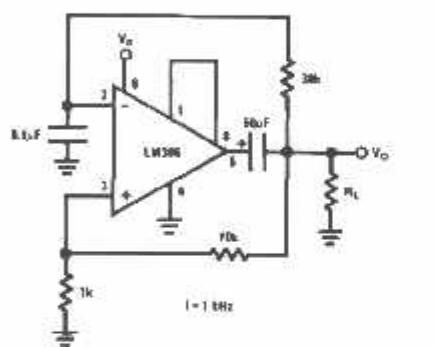
Low Distortion Power Wienbridge Oscillator



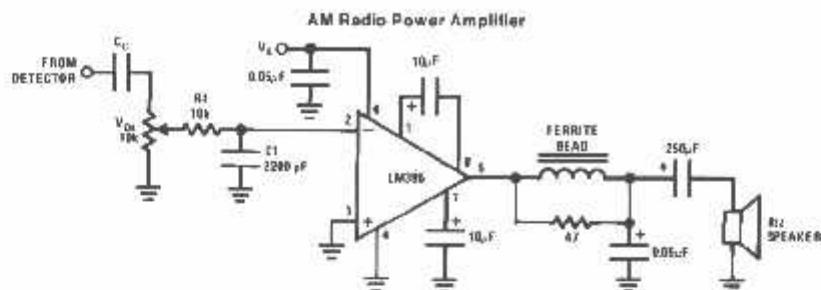
Amplifier with Bass Boost



Square Wave Oscillator



Typical Applications (Continued)



Note 1: Twist supply lead and supply ground very tightly.

Note 2: Twist speaker lead and ground very tightly.

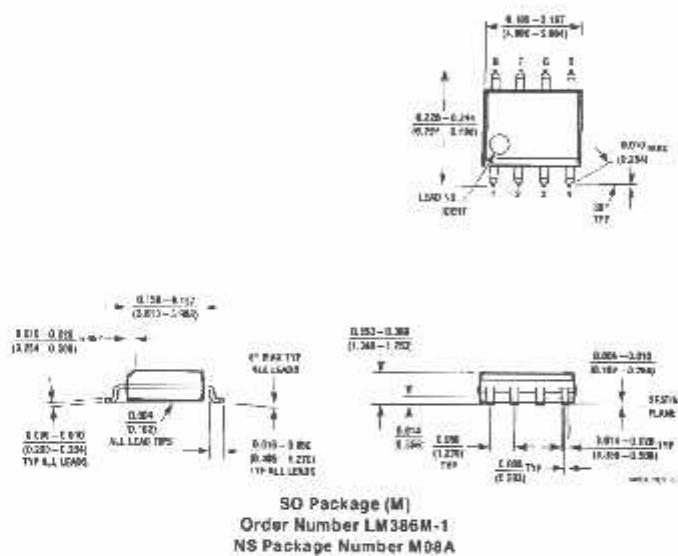
Note 3: Ferrite bead is Ferroxcube K5-001-001/8B with 8 turns of wire.

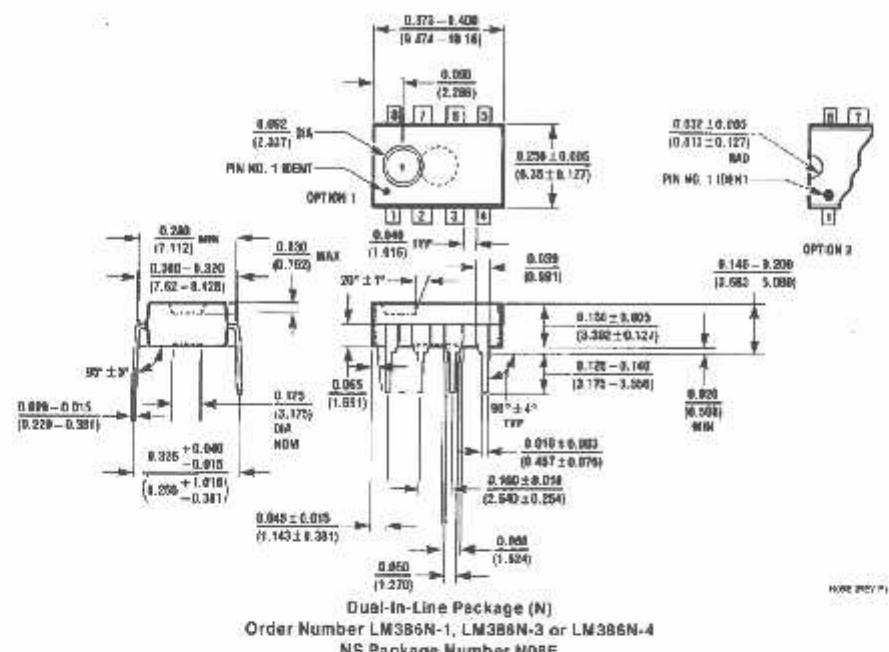
TLV/LM386-11

Note 4: R1C1 band limits input signals.

Note 5: All components must be spaced very close to IC.

Physical Dimensions inches (millimeters)



Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)

Dual-In-Line Package (N)
Order Number LM386N-1, LM386N-3 or LM386N-4
NS Package Number N08E

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

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



National Semiconductor
2200 North Shoreline Drive
P.O. Box 65600
Santa Clara, CA 95052-0500
Tel: (408) 723-5550
Fax: (408) 723-5504

National Semiconductor
Groningen
Lange Heijendaal 10
D-9000 Frankfurt
Germany
Tel: (011-41) 320-000
Fax: 327-0488

National Semiconductor
Japan Ltd.
Kanagawa-ken
Yokohama-shi
Kanagawa-ku
1-1, Nakao, Minami-ku
Chiba-City,
Casa Premium 611
Tel: (043) 940-0550
Fax: (043) 940-2500

National Semiconductor
Hong Kong Ltd.
18th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.,
Wanchai, Kowloon
Hong Kong
Tel: (011-317) 1500
Fax: (011-273) 0980

National Semiconductor
Dr. Reed Ltd.
Rue Copernic 1
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.,
Wanchai, Kowloon
Hong Kong
Tel: (011-317) 1500
Fax: (011-273) 0980

National Semiconductor
(Australia) Pty. Ltd.
Building 1B
Business Park Drive
Mount Buree Park
New South Wales
21500 Australia
Tel: (011-273) 0980
Fax: (011-273) 0980

National does not assume any responsibility for use of any circuitry disclosed, no circulation list is implied and National reserves the right to make changes without notice or obligation at any time.

Features

- Complete DTMF Receiver
- Low power consumption
- Internal gain setting amplifier
- Adjustable guard time
- Central office quality
- Power-down mode
- Inhibit mode
- Backward compatible with MT8870C/MT8870C-1

Applications

- Receiver system for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870D-1)
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Credit card systems
- Remote control
- Personal computers
- Telephone answering machine

ISSUE 6

March 1997

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
-40 °C to +85 °C	

Description

The MT8870D/MT8870D-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.

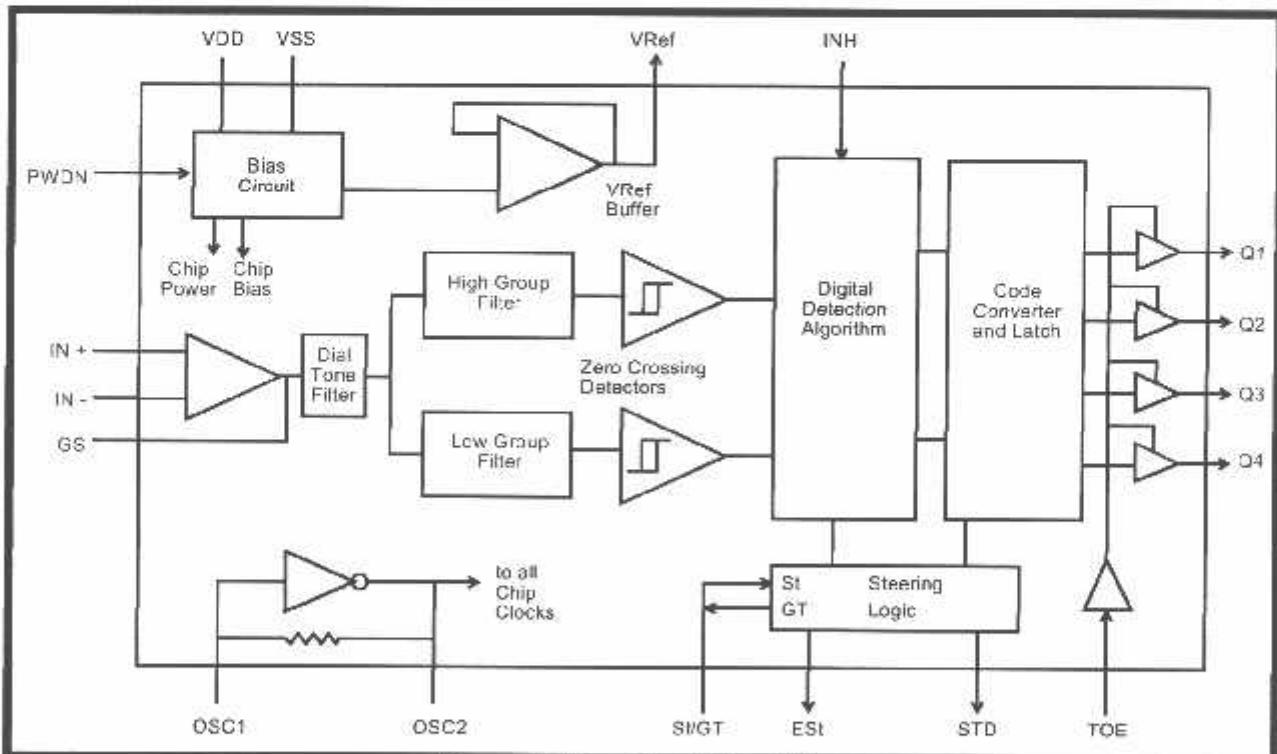


Figure 1 - Functional Block Diagram

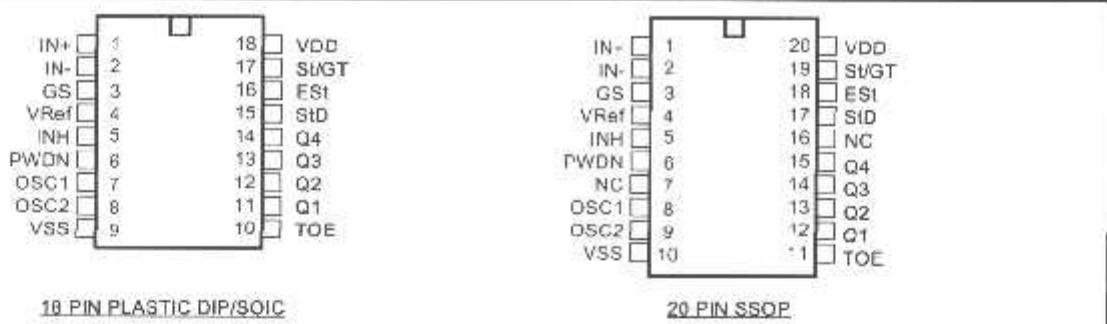


Figure 2 - Pin Connections

'in Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	2	IN-	Inverting Op-Amp (Input).
3	3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	V _{Ref}	Reference Voltage (Output). Nominally V _{DD} /2 is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	5	INH	Inhibit (Input). Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	6	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	8	OSC1	Clock (Input).
8	9	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	10	V _{SS}	Ground (Input). 0V typical.
0	11	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
1-4	12-15	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
5	17	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V _{TSt} .
6	18	ESt	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ESt to return to a logic low.
7	19	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V _{TSt} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V _{TSt} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ESt and the voltage on St.
8	20	V _{DD}	Positive power supply (Input). +5V typical.
7, 16	NC		No Connection.

Functional Description

The MT8870D/MT8870D-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

Filter Section

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 3). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while

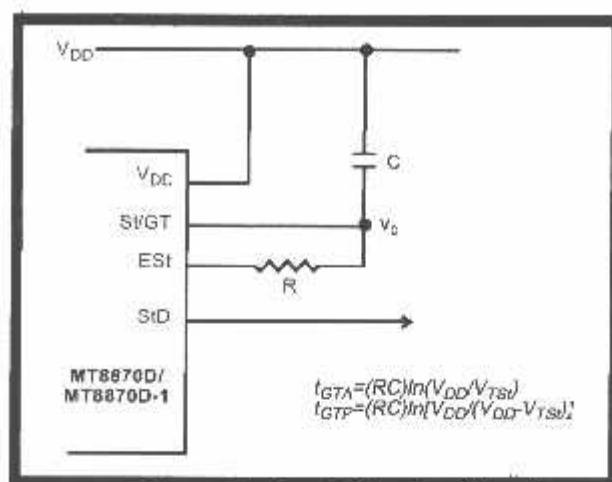


Figure 4 - Basic Steering Circuit

providing tolerance to small frequency deviations and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (EST) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause EST to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by EST. A logic high on EST causes V_c (see Figure 4) to rise as the capacitor discharges. Provided signal

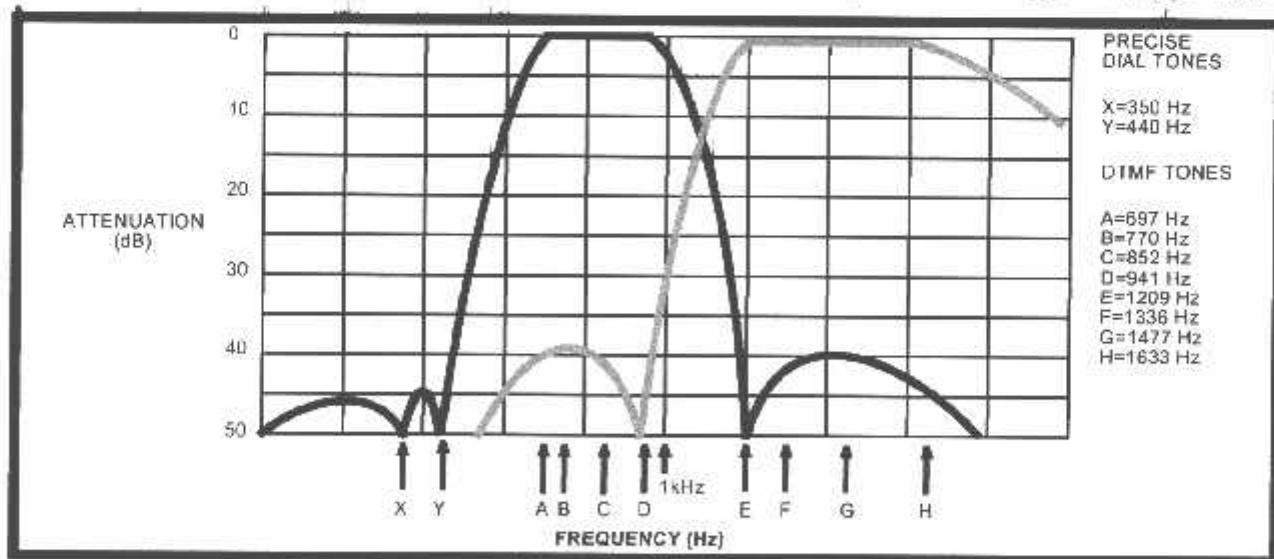


Figure 3 - Filter Response

ondition is maintained (EST remains high) for the validation period (t_{GTP}), V_C reaches the threshold (V_{TSI}) of the steering logic to register the tone pair, switching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives V_C to V_{DD} . GT continues to drive high as long as EST remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (StD) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) so short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

Guard Time Adjustment

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering circuit shown in Figure 4 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC} = t_{DP} + t_{GTP}$$

$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$

The value of t_{DP} is a device parameter (see Figure 1) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 μ F is

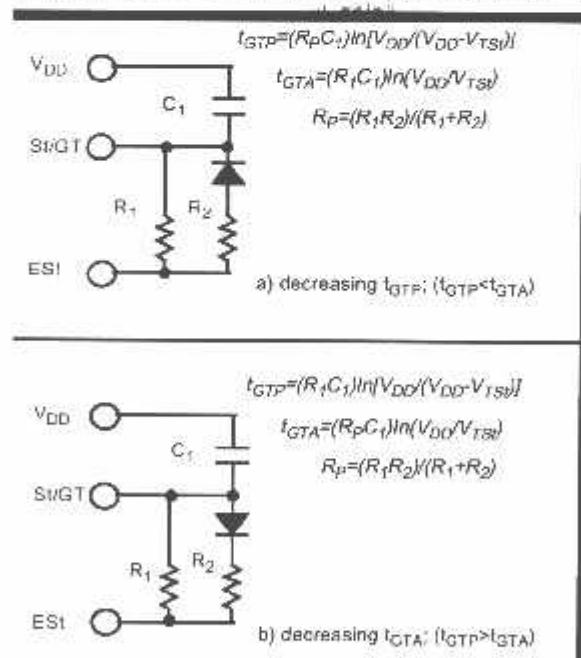


Figure 5 - Guard Time Adjustment

Digit	TOE	INH	EST	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L				
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

undetected, the output code will remain the same as the previous detected code

Table 1. Functional Decode Table

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X=DON'T CARE

recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present (t_{GTP}) and tone absent (t_{GTA}). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. Increasing t_{REC} improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short t_{REC} with a long t_{DD} would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 5.

Power-down and Inhibit Mode

A logic high applied to pin 6 (PWDN) will power down the device to minimize the power consumption in a standby mode. It stops the oscillator and the functions of the filters.

Inhibit mode is enabled by a logic high input to the pin 5 (INH). It inhibits the detection of tones representing characters A, B, C, and D. The output code will remain the same as the previous detected code (see Table 1).

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{Ref}) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 10 with the op-amp connected for unity gain and V_{Ref} biasing the input at $\frac{1}{2}V_{DD}$. Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5 .

Crystal Oscillator

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 10 (Single-Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870D/MT8870D-1 devices employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 7 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e., precision balancing capacitors are not required.

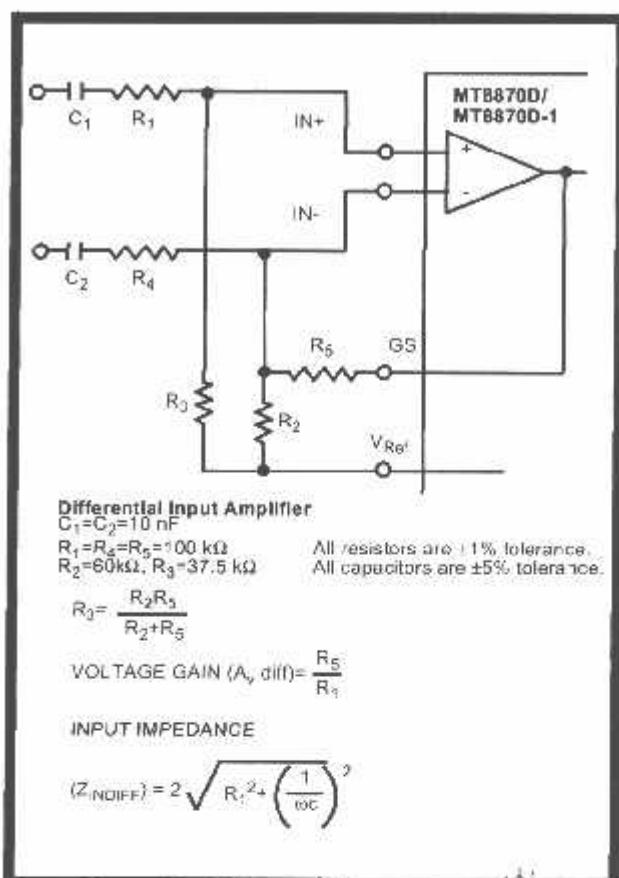


Figure 6 - Differential Input Configuration

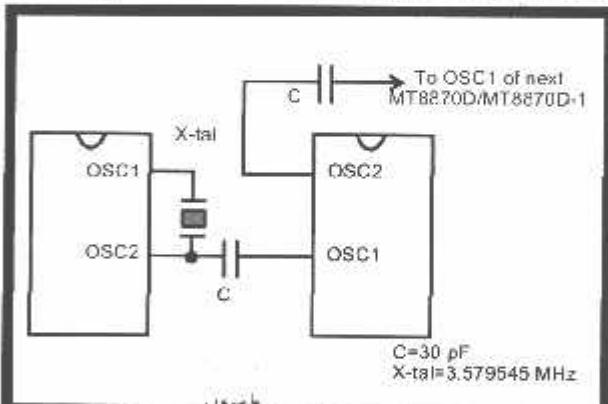


Figure 7 - Oscillator Connection

Parameter	Unit	Resonator
R1	Ohms	10.752
L1	mH	.432
C1	pF	4.984
C0	pF	37.915
Qm	-	896.37
Δf	%	$\pm 0.2\%$

Table 2. Recommended Resonator Specifications

Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., $1/2\pi(L/R + 1/C)$

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM CEPT POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing suitable values of R_1 and R_2 to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting in GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R_3 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is %. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

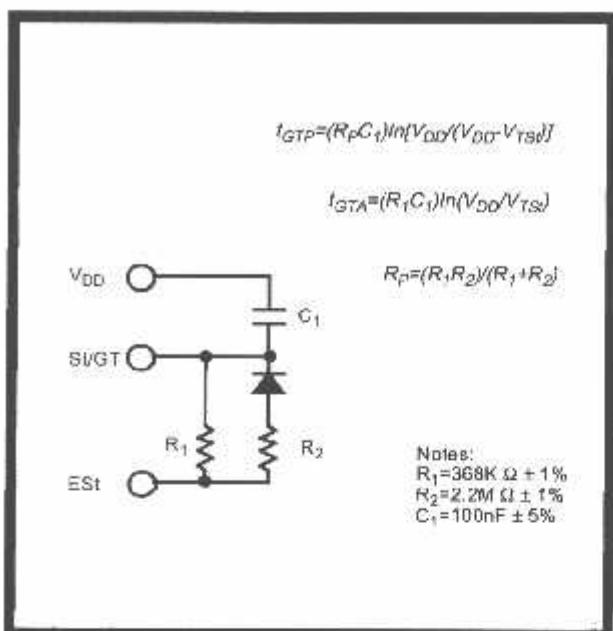


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

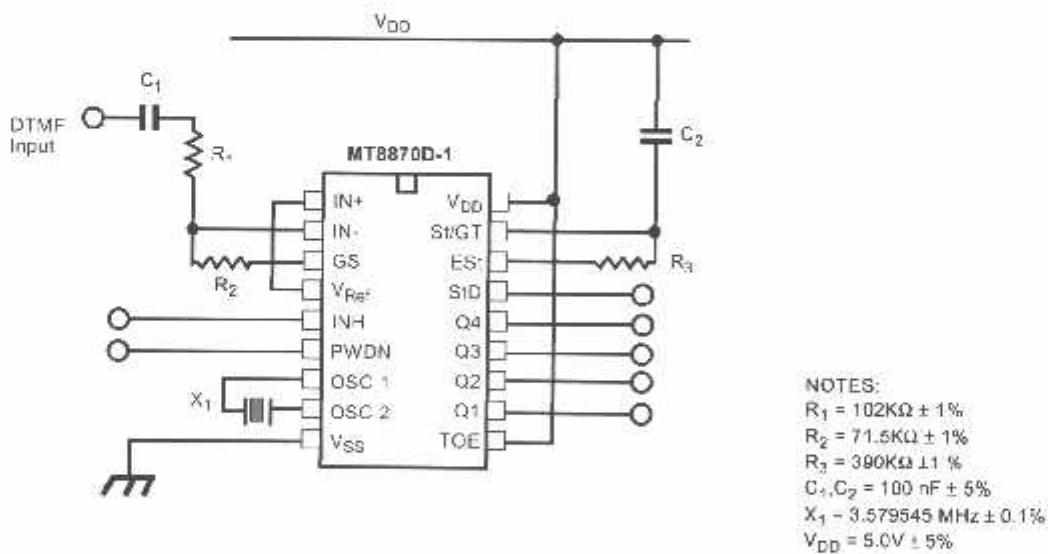


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

Absolute Maximum Ratings[†]

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V _{DD}		7	V
2	Voltage on any pin	V _I	V _{SS} -0.3	V _{DD} +0.3	V
3	Current at any pin (other than supply)	I _I		10	mA
4	Storage temperature	T _{STG}	-65	+150	°C
5	Package power dissipation	P _D		500	mW

[†] Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.
Derate above 75 °C at 16 mW / °C. All leads soldered to board.

Recommended Operating Conditions - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated

	Parameter	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supply Voltage	V _{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2	Operating Temperature	T _O	-40		+85	°C	
3	Crystal/Clock Frequency	f _C		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq.Tolerance	Δf _C		±0.1		%	

[‡] Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

DC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C < T_O ≤ +85°C, unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1 S U P P L Y	Standby supply current	I _{DDQ}		10	25	μA	PWDN=V _{DD}
2	Operating supply current	I _{DD}		3.0	9.0	mA	
3	Power consumption	P _O		15		mW	f _C =3.579545 MHz
4	High level input	V _{IH}	3.5			V	V _{DD} =5.0V
5	Low level input voltage	V _{IL}			1.5	V	V _{DD} =5.0V
6	Input leakage current	I _{IH} /I _{IL}		0.1		μA	V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}
7	Pull up (source) current	I _{SO}		7.5	20	μA	TOE (pin 10)=0, V _{DD} =5.0V
8 I N P U T S	Pull down (sink) current	I _{SI}		15	45	μA	INH=5.0V, PWDN=5.0V, V _{DD} =5.0V
9	Input impedance (IN+, IN-)	R _{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10	Steering threshold voltage	V _{TSI}	2.2	2.4	2.5	V	V _{DD} = 5.0V
11	Low level output voltage	V _{OL}			V _{SS} +0.03	V	No load
12 O U T P U T S	High level output voltage	V _{OH}	V _{DD} -0.03			V	No load
13	Output low (sink) current	I _{OL}	1.0	2.5		mA	V _{OUT} =0.4 V
14	Output high (source) current	I _{OH}	0.4	0.8		mA	V _{OUT} =4.6 V
15	V _{Ref} output voltage	V _{Ref}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V _{DD} = 5.0V
16	V _{Ref} output resistance	R _{DR}		1		kΩ	

[‡] Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

Operating Characteristics - $V_{DD}=5.0V \pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$, unless otherwise stated.
Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \leq V_{IN} \leq V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			MΩ	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	$0.75V \leq V_{IN} \leq 4.25V$ biased at $V_{Ref}=2.5V$
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}	32			dB	
7	Unity gain bandwidth	f_C	0.30			MHz	
8	Output voltage swing	V_O	4.0			V_{pp}	Load $\geq 100\text{ k}\Omega$ to V_{SS} @ GS
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Resistive load (GS)	R_L			50	kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{pp}	No Load

MT8870D AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V \pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_O \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29		+1	dBm	1,2,3,5,6,9
			27.5		869	mV _{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
3	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
4	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2\text{ Hz}$				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2,3,4,5,9,10
7	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
8	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

Typical figures are at $25^{\circ}C$ and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

OTES

- [‡]Bm= decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
- Digit sequence consists of all DTMF tones.
- Tone duration= 40 ms, tone pause= 40 ms.
- Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
- Both tones in composite signal have an equal amplitude.
- Tone pair is deviated by $\pm 1.5\% \pm 2\text{ Hz}$.
- Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
- The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) $\pm 2\%$.
- For an error rate of better than 1 in 10,000.
- Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
- Referenced to the minimum valid accept level.
- Guaranteed by design and characterization.

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V \pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_0 \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 1C.

	Characteristics	Sym	Min	Typ [‡]	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31		+1	dBm	Tested at $V_{DD}=5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			21.8		869	mV _{RMS}	
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	Tested at $V_{DD}=5.0V$ 1,2,3,5,6,9
			10.9			mV _{RMS}	
3	Negative twist accept				-8	dB	2,3,6,9,13
4	Positive twist accept				-8	dB	2,3,6,9,13
5	Frequency deviation accept		$\pm 1.5\% \pm 2$ Hz				2,3,5,9
6	Frequency deviation reject		$\pm 3.5\%$				2,3,5,9
7	Third zone tolerance			-18.5		dB	2,3,4,5,9,12
8	Noise tolerance			-12		dB	2,3,4,5,7,9,10
9	Dial tone tolerance			+22		dB	2,3,4,5,8,9,11

* Typical figures are at $25^{\circ}C$ and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

*NOTES

1. dBm= decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration= 40 ms., tone pause= 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by $\pm 1.5\% \pm 2$ Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) $\pm 2\%$.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. Referenced to Fig. 10 input DTMF tone level at -25dBm (-28dBm at GS Pin) interference frequency range between 480-3400Hz.
13. Guaranteed by design and characterization.

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

AC Electrical Characteristics - $V_{DD}=5.0V \pm 5\%$, $V_{SS}=0V$, $-40^{\circ}C \leq T_a \leq +85^{\circ}C$, using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ ^t	Max	Units	Conditions
1	Tone present detect time	t_{DP}	5	11	14	ms	Note 1
2	Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 1
3	Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	Note 2
4	Tone duration reject	t_{REJ}	20			ms	Note 2
5	Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	Note 2
6	Interdigit pause reject	t_{DOI}	20			ms	Note 2
7	Propagation delay (St to Q)	t_{PQ}		8	11	μs	$TOE=V_{DD}$
8	Propagation delay (St to StD)	t_{PSID}		12	16	μs	$TOE=V_{DD}$
9	Output data set up (Q to StD)	t_{QS10}		3.4		μs	$TOE=V_{DD}$
10	Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	t_{PTE}		50		ns	load of 10 k Ω , 50 pF
11	Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t_{PTD}		300		ns	load of 10 k Ω , 50 pF
12	Power-up time	t_{PU}		30		ms	Note 3
13	Power-down time	t_{PD}		20		ms	
14	Crystal/clock frequency	f_C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
15	Clock input rise time	t_{LHCL}			110	ns	Ext. clock
16	Clock input fall time	t_{HLCL}			110	ns	Ext. clock
17	Clock input duty cycle	DC_{CL}	40	50	60	%	Ext. clock
18	Capacitive load (OSC2)	C_{LO}			30	pF	

Typical figures are at $25^{\circ}C$ and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

OTES:

Used for guard-time calculation purposes only.

These, user adjustable parameters, are not device specifications. The adjustable settings of these minimums and maximums are recommendations based upon network requirements.

With valid tone present at input, t_{PU} equals time from PDWN going low until EST going high.

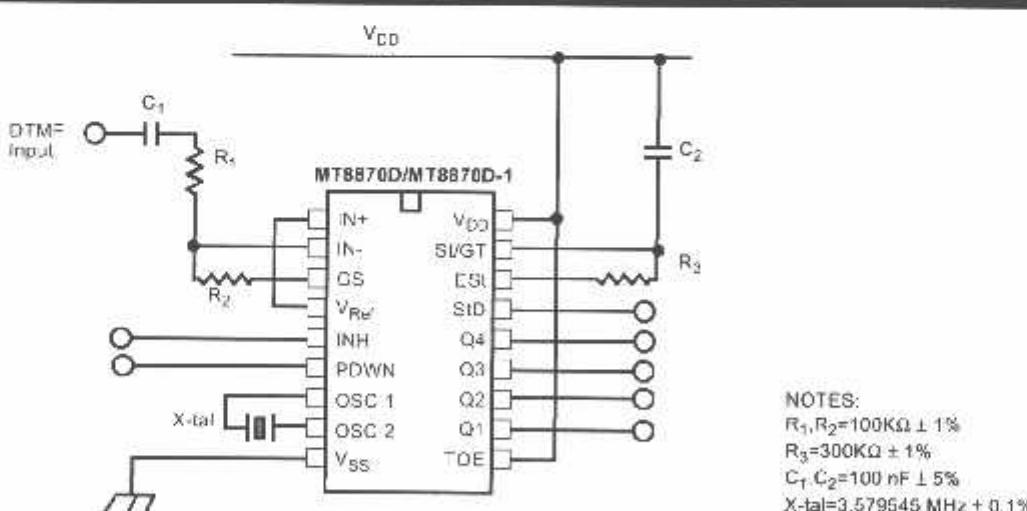


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

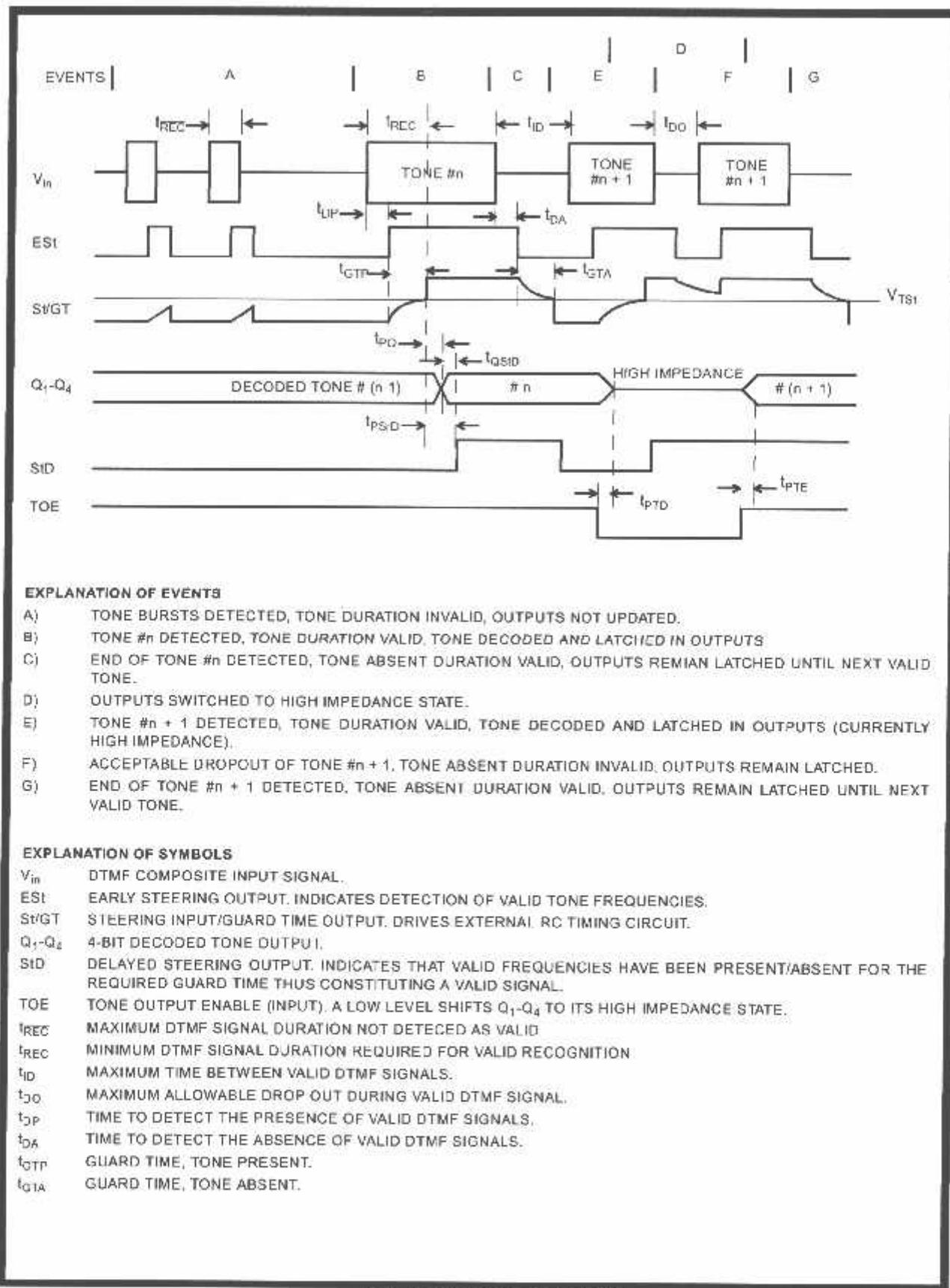


Figure 11 - Timing Diagram

Notes:

December 4, 1998 (Version 3.0)

Product Specification

Features

- 7.5 ns pin-to-pin logic delays on all pins
- f_{CNT} to 125 MHz
- 108 macrocells with 2400 usable gates
- Up to 108 user I/O pins
- 5 V in-system programmable (ISP)
 - Endurance of 10,000 program/erase cycles
 - Program/erase over full commercial voltage and temperature range
- Enhanced pin-locking architecture
- Flexible 36V18 Function Block
 - 90 product terms drive any or all of 18 macrocells within Function Block
 - Global and product term clocks, output enables, set and reset signals
- Extensive IEEE Std 1149.1 boundary-scan (JTAG) support
- Programmable power reduction mode in each macrocell
- Slew rate control on individual outputs
- User programmable ground pin capability
- Extended pattern security features for design protection
- High-drive 24 mA outputs
- 3.3 V or 5 V I/O capability
- Advanced CMOS 5V FastFLASH technology
- Supports parallel programming of more than one XC9500 concurrently
- Available in 84-pin PLCC, 100-pin PQFP, 100-pin TQFP and 160-pin PQFP packages

Description

The XC95108 is a high-performance CPLD providing advanced in-system programming and test capabilities for general purpose logic integration. It is comprised of six 36V18 Function Blocks, providing 2,400 usable gates with propagation delays of 7.5 ns. See Figure 2 for the architecture overview.

Power Management

Power dissipation can be reduced in the XC95108 by configuring macrocells to standard or low-power modes of operation. Unused macrocells are turned off to minimize power dissipation.

Operating current for each design can be approximated for specific operating conditions using the following equation:

$$I_{CC} \text{ (mA)} =$$

$$MC_{HP} (1.7) + MC_{LP} (0.9) + MC (0.006 \text{ mA/MHz}) f$$

Where:

MC_{HP} = Macrocells in high-performance mode

MC_{LP} = Macrocells in low-power mode

MC = Total number of macrocells used

f = Clock frequency (MHz)

Figure 1 shows a typical calculation for the XC95108 device.

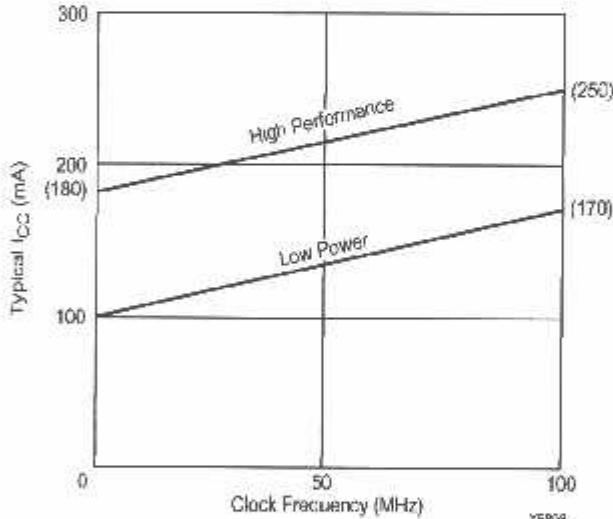


Figure 1: Typical I_{CC} vs. Frequency for XC95108

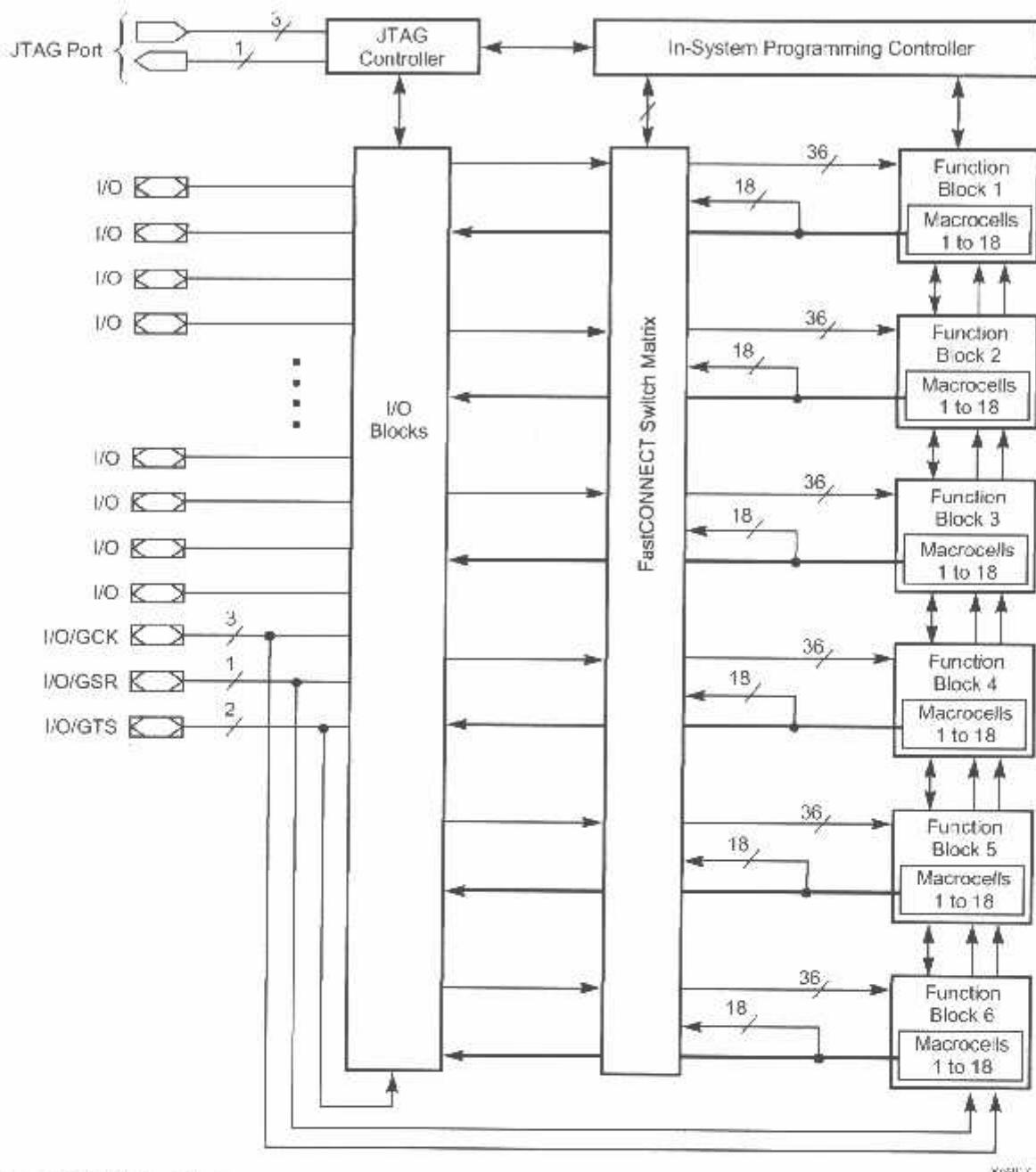


Figure 2: XC95108 Architecture

X95U7

Note: Function Block outputs (indicated by the bold line) drive the I/O Blocks directly

Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter	Value	Units
V _{CC}	Supply voltage relative to GND	-0.5 to 7.0	V
V _{IN}	DC input voltage relative to GND	-0.5 to V _{CC} + 0.5	V
V _{TS}	Voltage applied to 3-state output with respect to GND	-0.5 to V _{CC} + 0.5	V
T _{STG}	Storage temperature	-65 to +150	°C
T _{SOL}	Max soldering temperature (10 s @ 1/16 in = 1.5 mm)	+260	°C

Warning: Stresses beyond those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those listed under Recommended Operating Conditions is not implied. Exposure to Absolute Maximum Rating conditions for extended periods of time may affect device reliability.

Recommended Operation Conditions

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V _{CCINT}	Supply voltage for internal logic and input buffer	4.75 (4.5)	5.25 (5.5)	V
V _{CCIO}	Supply voltage for output drivers for 5 V operation	4.75 (4.5)	5.25 (5.5)	V
	Supply voltage for output drivers for 3.3 V operation	3.0	3.6	V
V _{IL}	Low-level input voltage	0	0.80	V
V _{IH}	High-level input voltage	2.0	V _{CCINT} + 0.5	V
V _O	Output voltage	0	V _{CCIO}	V

Note: 1. Numbers in parenthesis are for industrial-temperature range versions.

Endurance Characteristics

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
t _{DR}	Data Retention	20	-	Years
N _{PE}	Program/Erase Cycles	10,000	-	Cycles

DC Characteristics Over Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units
V_{OH}	Output high voltage for 5 V operation	$I_{OH} = -4.0 \text{ mA}$ $V_{CC} = \text{Min}$	2.4		V
	Output high voltage for 3.3 V operation	$I_{OH} = -3.2 \text{ mA}$ $V_{CC} = \text{Min}$	2.4		V
V_{OL}	Output low voltage for 5 V operation	$I_{OL} = 24 \text{ mA}$ $V_{CC} = \text{Min}$		0.5	V
	Output low voltage for 3.3 V operation	$I_{OL} = 10 \text{ mA}$ $V_{CC} = \text{Min}$		0.4	V
I_L	Input leakage current	$V_{CC} = \text{Max}$ $V_{IN} = \text{GND or } V_{CC}$		± 10.0	μA
I_{IH}	I/O high-Z leakage current	$V_{CC} = \text{Max}$ $V_{IN} = \text{GND or } V_{CC}$		± 10.0	μA
C_{IN}	I/O capacitance	$V_{IN} = \text{GND}$ $f = 1.0 \text{ MHz}$		10.0	pF
I_{CC}	Operating Supply Current (low power mode, active)	$V_I = \text{GND, No load}$ $f = 1.0 \text{ MHz}$		100 (Typ)	ma

AC Characteristics

Symbol	Parameter	XC95108-7		XC95108-10		XC95108-15		XC95108-20		Units
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
t_{PD}	I/O to output valid		7.5		10.0		15.0		20.0	ns
t_{SU}	I/O setup time before GCK	4.5		6.0		8.0		10.0		ns
t_H	I/O hold time after GCK	0.0		0.0		0.0		0.0		ns
t_{CO}	GCK to output valid		4.5		6.0		8.0		10.0	ns
f_{CNT}^1	16-bit counter frequency	125.0		111.1		95.2		83.3		MHz
f_{SYSTEM}^2	Multiple FB internal operating frequency	83.3		66.7		55.6		50.0		MHz
t_{PSU}	I/O setup time before p-term clock input	0.5		2.0		4.0		4.0		ns
t_{PH}	I/O hold time after p-term clock input	4.0		4.0		4.0		6.0		ns
t_{PCO}	P-term clock to output valid		8.5		10.0		12.0		16.0	ns
t_{OE}	GTS to output valid		5.5		6.0		11.0		16.0	ns
t_{OD}	GTS to output disable		5.5		6.0		11.0		16.0	ns
t_{POE}	Product term OE to output enabled		9.5		10.0		14.0		18.0	ns
t_{POD}	Product term OE to output disabled		9.5		10.0		14.0		18.0	ns
t_{WLH}	GCK pulse width (High or Low)	4.0		4.5		5.5		5.5		ns

Note: 1. f_{CNT} is the fastest 16-bit counter frequency available, using the local feedback when applicable.

f_{CNT} is also the Export Control Maximum flip-flop toggle rate, f_{TOG} .

2. f_{SYSTEM} is the Internal operating frequency for general purpose system designs spanning multiple FBs.

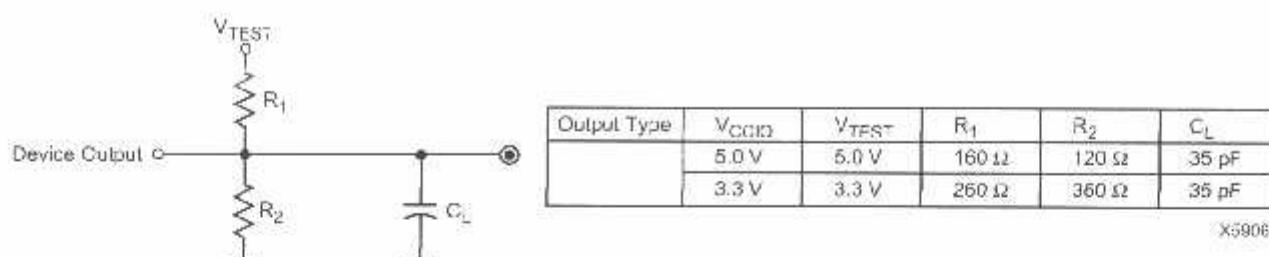


Figure 3: AC Load Circuit

Internal Timing Parameters

Symbol	Parameter	XC95108-7		XC95108-10		XC95108-15		XC95108-20		Units
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Buffer Delays										
t _{IN}	Input buffer delay			2.5		3.5		4.5		6.5 ns
t _{GCK}	GCK buffer delay			1.5		2.5		3.0		3.0 ns
t _{GSR}	GSR buffer delay			4.5		6.0		7.5		9.5 ns
t _{GTS}	GTS buffer delay			5.5		6.0		11.0		16.0 ns
t _{OUT}	Output buffer delay			2.5		3.0		4.5		6.5 ns
t _{EN}	Output buffer enable/disable delay			0.0		0.0		0.0		0.0 ns
Product Term Control Delays										
t _{PTCK}	Product term clock delay			3.0		3.0		2.5		2.5 ns
t _{PTSR}	Product term set/reset delay			2.0		2.5		3.0		3.0 ns
t _{PTTS}	Product term 3-state delay			4.5		3.5		5.0		5.0 ns
Internal Register and Combinatorial delays										
t _{PDI}	Combinatorial logic propagation delay			0.5		1.0		3.0		4.0 ns
t _{SUI}	Register setup time	1.5		2.5		3.5		3.5		ns
t _{HI}	Register hold time	3.0		3.5		4.5		6.5		ns
t _{COI}	Register clock to output valid time			0.5		0.5		0.5		0.5 ns
t _{AOI}	Register async. S/R to output delay			6.5		7.0		8.0		8.0 ns
t _{RAI}	Register async. S/R recovery before clock	7.5		10.0		10.0		10.0		ns
t _{LOGI}	Internal logic delay			2.0		2.5		3.0		3.0 ns
t _{LOGILP}	Internal low power logic delay			10.0		11.0		11.5		11.5 ns
Feedback Delays										
t _F	FastCONNECT matrix feedback delay			8.0		9.5		11.0		13.0 ns
t _{LF}	Function Block local feedback delay			4.0		3.5		3.5		5.0 ns
Time Adders										
t _{PTA} ³	Incremental Product Term Allocator delay			1.0		1.0		1.0		1.5 ns
t _{SLEW}	Slew-rate limited delay			4.0		4.5		5.0		5.5 ns

Note: 3. t_{PTA} is multiplied by the span of the function as defined in the family data sheet.

XC95108 In-System Programmable CPLD

XC95108 I/O Pins

Function Block	Macrocell	PC84	PQ100	TQ100	PQ160	BScan Order	Notes	Function Block	Macrocell	PC84	PQ100	TQ100	PQ160	BScan Order	Notes
1	1	-	-	-	25	321		3	1	-	-	-	45	213	
1	2	1	15	13	21	318		3	2	14	31	29	47	210	
1	3	2	16	14	22	315		3	3	15	32	30	49	207	
1	4	-	21	19	29	312		3	4	-	36	34	57	204	
1	5	3	17	15	23	309		3	5	17	34	32	54	201	
1	6	4	18	16	24	306		3	6	18	35	33	56	198	
1	7	-	-	-	27	303		3	7	-	-	-	50	195	
1	8	5	19	17	26	300		3	8	19	37	35	58	192	
1	9	6	20	18	28	297		3	9	20	38	36	59	189	
1	10	-	26	24	36	294		3	10	-	45	43	69	186	
1	11	7	22	20	30	291		3	11	21	39	37	60	183	
1	12	9	24	22	33	288	[1]	3	12	23	41	39	62	180	
1	13	-	-	-	34	285		3	13	-	-	-	52	177	
1	14	10	25	23	35	282	[1]	3	14	24	42	40	63	174	
1	15	11	27	25	37	279		3	15	25	43	41	64	171	
1	16	12	29	27	42	276	[1]	3	16	26	44	42	68	168	
1	17	13	30	28	44	273		3	17	31	51	49	77	165	
1	18	-	-	-	43	270		3	18	-	-	-	74	162	
2	1	-	-	-	158	267		4	1	-	-	-	123	159	
2	2	71	98	96	154	264		4	2	57	83	81	134	156	
2	3	72	99	97	156	261		4	3	58	84	82	135	153	
2	4	-	4	2	4	258		4	4	-	82	80	133	150	
2	5	74	1	99	159	255	[1]	4	5	61	87	85	138	147	
2	6	75	3	1	2	252		4	6	62	88	86	139	144	
2	7	-	-	-	9	249		4	7	-	-	-	128	141	
2	8	76	5	3	6	246	[1]	4	8	63	89	87	140	138	
2	9	77	6	4	8	243	[1]	4	9	65	91	89	142	135	
2	10	-	9	7	12	240		4	10	-	-	-	147	132	
2	11	79	8	6	11	237		4	11	66	92	90	143	129	
2	12	80	10	8	13	234		4	12	67	93	91	144	126	
2	13	-	-	-	14	231		4	13	-	-	-	153	123	
2	14	81	11	9	15	228		4	14	68	95	93	146	120	
2	15	82	12	10	17	225		4	15	69	96	94	148	117	
2	16	83	13	11	18	222		4	16	-	94	92	145	114	
2	17	84	14	12	19	219		4	17	70	97	95	152	111	
2	18	-	-	-	16	216		4	18	-	-	-	155	108	

Notes: [1] Global control pin

XC95108 I/O Pins (continued)

Function Block	Macrocell	PC84	PQ100	TQ100	PQ160	BScan Order	Notes	Function Block	Macrocell	PC84	PQ100	TQ100	PQ160	BScan Order	Notes
5	1	-	-	-	76	105		6	1	-	-	-	91	51	
5	2	32	52	50	79	102		6	2	45	67	65	103	48	
5	3	33	54	52	82	99		6	3	46	68	66	104	45	
5	4	-	48	46	72	96		6	4	-	75	73	116	42	
5	5	34	55	53	86	93		6	5	47	69	67	106	39	
5	6	35	56	54	88	90		6	6	48	70	68	108	36	
5	7	-	-	-	78	87		6	7	-	-	-	105	33	
5	8	36	57	55	90	84		6	8	50	72	70	111	30	
5	9	37	58	56	92	81		6	9	51	73	71	113	27	
5	10	-	-	-	84	78		6	10	-	-	-	107	24	
5	11	39	60	58	95	75		6	11	52	74	72	115	21	
5	12	40	62	60	97	72		6	12	53	76	74	117	18	
5	13	-	-	-	87	69		6	13	-	-	-	112	15	
5	14	41	63	61	98	66		6	14	54	78	76	122	12	
5	15	43	65	63	101	63		6	15	55	79	77	124	9	
5	16	-	61	59	96	60		6	16	-	81	79	129	6	
5	17	44	66	64	102	57		6	17	56	80	78	126	3	
5	18	-	-	-	89	54		6	18	-	-	-	114	0	

XC95108 Global, JTAG and Power Pins

Pin Type	PC84	PQ100	TQ100	PQ160
I/O/GCK1	9	24	22	33
I/O/GCK2	10	25	23	35
I/O/GCK3	12	29	27	42
I/O/GTS1	76	5	3	6
I/O/GTS2	77	6	4	8
I/O/GSR	74	1	99	159
TCK	30	50	48	75
TDI	28	47	45	71
TDO	59	85	83	136
TMS	29	49	47	73
V _{CCINT} 5 V	38,73,78	7,59,100	5,57,98	10,46,94,157
V _{CCIO} 3.3 V/5 V	22,64	28,40,53,90	26,38,51,88	1,41,61,61,121,141
GND	8,16,27,42,49,60	2,23,33,46,64,71,77,86	100,21,31,44,62,69,75,84	20,31,40,51,70,80,99
GND	-	-	-	100,110,120,127,137
GND	-	-	-	160
No connects	-	-	-	3,5,7,32,38,39,48,53,55,6 5,66,67,83,85,93,109, 118,119,125,130,131, 132,149,150,151