

# **TUGAS AKHIR**

## **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PHOTO STUDIO BACKGROUND CHANGER MENGGUNAKAN METODE VHDL**



**Disusun Oleh :**

**HENDRA YOHANDA YOENoes**

**NIM : 97.17.004**

**KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-I  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2005**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PHOTO STUDIO  
BACKGROUND CHANGER MENGGUNAKAN  
METODE VHDL**

**SKRIPSI**

*Disusun dan Diajukan untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat Guna  
Mencapai Gelar Strata Satu (S-1) Sarjana Teknik*

Disusun oleh :

**NAMA : HENDRA YOHANDA YOENoes  
NIM : 97.17.004**

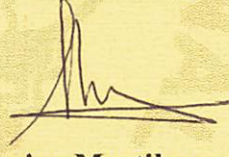
Telah diperiksa dan disetujui :

**Dosen Pembimbing I**




**( Ir. Poerwanto, MT )  
NIP. 131 574 847**

**Dosen Pembimbing II**



**( Ir. Mimien Mustikawati )  
NIP. P. 1030000352**

**Mengetahui  
Kajur Teknik Elektronika S1**



**( Ir. F. Yudi Limpraptono, MT )  
NIP. P. 1030500274**



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






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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

1. Nama Mahasiswa : Hendra Yohanda Yoenoes
2. NIM : 97.17.004
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Elektronika
5. Judul Skripsi : Perancangan dan pembuatan Photo Studio  
Background Changer Menggunakan Metode VHDL

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada:

Hari : Selasa  
Tanggal : 04 Oktober 2005  
Dengan Nilai : A  
81 ( delapan puluh satu ) 

**Panitia Ujian Skripsi**



**Ketua Majelis Penguji**

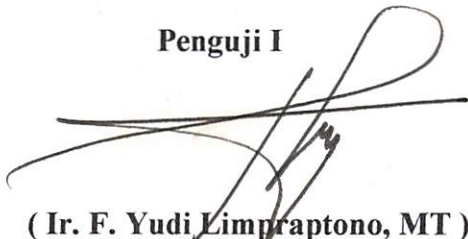
( Ir. Mochtar Asroni, MSME )  
NIP. P. 101 8100 036

**Sekretaris Majelis Penguji**

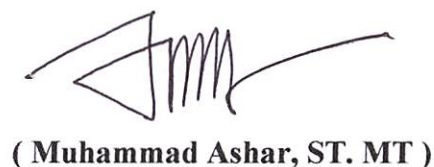
( Ir. F. Yudi Limpraptono, MT )  
NIP. P. 103 9500 274

**Anggota Penguji :**

**Penguji I**

  
( Ir. F. Yudi Limpraptono, MT )  
NIP. P. 103 9500 274

**Penguji II**

  
( Muhammad Ashar, ST. MT )



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

**FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : Hendra Yohanda Yoenoes  
NIM : 97.17.004  
Masa Bimbingan : 18 Juni 2005 – 19 Desember 2005  
Judul Skripsi : Perancangan dan pembuatan Photo Studio  
Background Changer Menggunakan Metode VHDL

NO	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	04 Maret 2005	Perbaikan data pengujian sensor (Photodiode)	

**Disetujui,**

**Penguji I**

**( Ir. F. Yudi Limpraptono, MT )  
NIP. P. 103 9500 274**

**Penguji II**

**(Muhammad Ashar, ST. MT)**

**Dosen Pembimbing I**

**( Ir. Poerwanto, MT )  
NIP. 131 574 847**

**Dosen Pembimbing II**

**( Ir. Mimien Mustikawati )  
NIP. P. 1030000352**





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

---

**LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

1. Nama Mahasiswa : Hendra Yohanda Yoenoos
2. NIM : 97.17.004
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Elektronika
5. Judul Skripsi : Perancangan dan pembuatan Photo Studio  
Background Changer Menggunakan  
Metode VHDL
6. Tanggal Pengajuan Skripsi : 18 Juni 2005
7. Selesai Pengajuan Skripsi : 19 Desember 2005
8. Pembimbing I : Ir. Poerwanto, MT
9. Pembimbing II : Ir. Mimien Mustikawati
10. Telah Dievaluasi dengan nilai : A  
81 ( delapan puluh satu ) *Sm*

**Telah diperiksa dan disetujui :**

**Dosen Pembimbing I**

**( Ir. Poerwanto, MT )  
NIP. 131 574 847**

**Dosen Pembimbing II**

**( Ir. Mimien Mustikawati )  
NIP. P. 1030000352**

**Mengetahui  
Kajur Teknik Elektronika S1**

**( Ir. F. Yudi Limpraptono, MT )  
NIP. P. 1039500274**

## LEMBAR PERSEMBAHAN



Segala puji bagi Allah, SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayahnya kepada hamba-Nya. Maha Besar Allah, SWT yang telah membimbing dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Begitu besar harapan hamba-Mu untuk selalu diberikan kebahagiaan di dunia dan akhirat.

Kupersembahkan juga karya ringan ini sebagai ungkapan rasa trimakasih kepada:

● **Mama 'n Bapa** yang telah memberi kesempatan dan kepercayaan bersekolah walau ternyata agak mengecewakanmu, ditambah telat dalam menyelesaikannya. Namanya juga mencari gelar ST (*Sarjana Telat*). Mama...makasih atas semua Pengorbanan, Dorongan, Kasih sayang, Doa, Omelan dan transferan Subsidi BBM (*Belajar Blanja Makan*) yang terus mengalir sampai saat ini.

● **My wife Sofya 'n calon Hendra junior**, kalian berdua lah yang memotivasiku menyelesaikan sekolah. Say...makasih ya atas semua kasih sayangmu, kecerewetanmu, kesabaran, ketulusan, kehangatanmu dan semuanya deh...*ILU bertubi-tubi muach.... muach.....*

● **My Brother 'n Sister, Edi....pendekar kapalo gadang....thank's** mau trima orderan Ngojek&jadi kuli angkat<sup>2</sup>. Imel si Tante cerewet yang slalu mengingatkan abangnya untuk bangun dari tidurnya. Dukungan dan Doa tulus kalian sangat kuhargai. *I Love U All.....*

● **Mertuaku** tersayang...trimaksh mau menerimaku jadi anakmu yang belum bisa berbuat banyak untuk membahagiakanmu. *Mas<sup>2</sup> dan mbak<sup>2</sup> serta keponakan<sup>2</sup>Q* yang imut-imut, adik<sup>2</sup>ku *Lutvi 'n Finis* yang kebelet nikah...trimakasih atas spirit dan bantuannya selama ini. *Thank's to All Family Sumberrejo*

● **Luqman...** yang Always On Time memberikan bantuan, ide, saran, lawakan, doa dan transferan ilmu pelet <upss.....ilmu elka gitcu luoohh>, tanpamu belum tentu aku bisa selesaikan skripsi. *Thank's to for mas Imam* sekeluarga....maap trus mengganggu waktu&istirahatnya ya.....?

● **249<sup>c</sup> Pangkalan Ojek.....Zaenal** biro konsultan, *Ance* kopinya man...naa...hidup Jomblo mania...!!<*WakeUpMan...don't SleepAlongTime*>, *Tatok TheBlackMan*, jgn lupa undangan marriednya. *Dakrim* guyonane mantap koyok pak mantep, *kayat <bang napi>, Somi, Fai 'n smua* yang tak bs kusebut satu persatu <*koyok sensus wae*>.

● **Aan, Tataq, Zaki, Yuni** dan smua teman<sup>2</sup> seperjuangan dlm seminar&kompre. Dukungan serta Bantuannya sangat kuhargai <*hidup sekolah....!!*>.



## KATA PENGANTAR

Maha Besar Allah s.w.t., Dzat Yang Kekal dan Penguasa segala sesuatu yang ada dilangit dan dibumi, hanya kepada-Nyalah penulis serahkan seluruh jiwa raga, hidup dan mati. Hanya Allah s.w.t.-lah yang berandil telah besar dalam proses penyelesaian skripsi ini. Batapapun usaha dan kerja keras yang telah dilakukan hanyalah faktor pendukung yang memang seharusnya dilakukan sebagai realisasi ikhtiar. Sholawat dan salam selalu penulis haturkan kepada junjungan kita, nabi besar 'Muhammad' s.a.w. yang telah memberikan 'uswatun hasanah', suri tauladan yang baik kepada seluruh umat manusia.

Alhamdulillah, puji syukur hanya kepada Allah s.w.t. yang telah membuka hati pihak-pihak berikut, sehingga ikhlas memberikan bantuan dalam penyelesaian skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program strata satu (S-1) pada jurusan Teknik Elektro, Konsentrasi Elektronika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayah dan Bunda di rumah, beliau berdua yang selalu mendukung dan mendoakan agar dapat menyelesaikan kuliah. Sofya dan Baby yang telah selalu setia membantu, mengomeli dan memotivasi dalam penulisan laporan skripsi serta adik-adikku, semua saudara dan kerabat, terima kasih atas dorongan serta dukungan moral dan material yang selama ini telah kalian berikan sehingga penulis dapat merampungkan kuliah ini.
2. Bapak Ir. Poerwanto, MS., selaku dosen pembimbing I. Terima kasih atas semuanya karena telah banyak membantu, memberikan saran dan melayani penulis dengan penuh kesabaran dan ketelatenan serta ketulusannya.
3. Ibu Ir. Mimien Mustikawati., selaku dosen pembimbing II. Terima kasih atas semuanya karena telah banyak membantu, memberikan

saran dan melayani penulis dengan penuh kesabaran dan ketelatenan serta ketulusannya.

4. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Luqman, thanks banget gitcu loh atas segala saran dan bantuanmu yang tidak akan kulupakan "*You're my best friend*".
7. Buat temen-temen satu kampus dan teman-teman kos, thanks banget atas segala dukungan dan sarannya. "*Hidup Sekolah!*".
8. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penyusun mengharapkan agar yang penyusun lakukan melalui karya ini dapat membantu dan dimanfaatkan oleh siapa saja yang memerlukan dan yang membutuhkannya. Namun adanya kritik dan saran yang membangun lebih diharapkan lagi sehingga karya ini lebih bermanfaat.

Malang, September 2005

*Penulis*



## ABSTRAKSI

*Hendra Yhanda* .Y. 2005. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PHOTO STUDIO BACKGROUND CHANGER MENGGUNAKAN METODE VHDL. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro, Konsentrasi Elektronika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

- Pembimbing I : *Ir. Poerwanto, MS.*,
- Pembimbing II : *Ir. Mimien Mustikawati.*

Kata kunci; *VHDL, Remote Control, Sensor, IRM, Seven-segment*

---

Skripsi ini bertujuan untuk merancang dan membuat suatu alat yang dapat melakukan penggantian gambar background photo studio, perancangan programnya menggunakan software Warp 5.2 dan hardwarenya terdiri dari remote control sebagai pemancar dan receiver sebagai penerima yang kemudian data biner dikirimkan ke IC GAL22V10 untuk mengatur dan mengolah data yang diterima dari sensor dan data dari remote control. Kemudian output dari IC GAL 22V10 meng-instruksikan driver relay mengkontak motor berputar dan seven-segment sebagai display nomor identitas gambar sesuai dengan instruksi dari IC GAL 22V10.

Skripsi ini memuat perancangan, pembuatan serta pengukuran dan pengujian pada bagian-bagian photo studio background changer ini. Hasil dari pengukuran dan pengujian membuktikan bahwa perangkat itu dapat melakukan penggantian media gambar background photo secara elektronik otomatis yang pemilihan gambarnya bias dilakukan oleh fotografer itu sendiri dengan menggunakan remote control sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja dari studio fotografi.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI ... ..	
KATA PENGANTAR ... ..	
ABSTRAKSI ... ..	
DAFTAR ISI .....	
DAFTAR GAMBAR ... ..	
DAFTAR TABEL .....	

### **BAB I . PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	1
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan .....	2
1.5. Metodologi .....	2
1.6. Sistematika Pembahasan .....	3

### **BAB II . LANDASAN TEORI**

2.1. Pengertian Dasar VHDL .....	5
2.2. Pemrograman Dengan Warp 5.2 .....	5
2.2.1. Entity Declaration .....	7
2.2.2. Architecture Body .....	8
2.2.3. Declaration Component .....	10
2.3. Concurrent Statement .....	11
2.4. Sequential Statement .....	11
2.5. Software WARP 2 release 5.2 .....	13
2.5.1. Compile, Debug, Synthesize dan Fitting .....	14



2.6. Dataflow Description .....	15
2.7. Behavioral Description .....	15
2.8. Program Aplikasi .....	16
2.9. FSM dengan menggunakan <i>Active-HDL FSM</i> .....	18
2.10. ALL-07 .....	18
2.10.1. Proses Aplikasi.....	18
2.11. GAL 22V10 .....	19
2.12. Pemrograman IC GAL22V10 .....	24
2.13. Implementasi VHDL Pada IC .....	24
2.14. Infra Merah.....	25
2.14.1. Pola Radiasi Cahaya Infra Merah.....	26
2.15. Pengirim Data <i>Remote Control (Transmitter)</i> .....	28
2.16. <i>Infrared Receiver Module (IRM)</i> .....	31
2.17. Photodioda.....	33
2.18. <i>Light Emitting Diode (LED) Infra Merah</i> .....	35
2.19. IC TC9148P.....	36
2.20. IC TC9149P.....	37
2.21. IC 555 .....	38
2.22. Relay.....	39
2.23. Transistor sebagai Saklar.....	40
2.24. Seven Segment .....	41
2.25. Keypad.....	42
2.26. Motor DC .....	42
2.26.1. Prinsip Kerja Motor DC .....	43
2.26.2. Konstruksi Motor DC.....	43

### **BAB III . PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

3.1. Perancangan Perangkat Keras .....	47
3.2. Blok Pemancar atau Pengirim Data.....	49
3.2.1. Keypad .....	49
3.2.2. Rangkaian Pemancar ( <i>Transmitter</i> ) .....	49

3.3. Blok Penerima Data dan Pengolah Data.....	51
3.3.1. Infrared Receiver Module (IRM) .....	51
3.3.2. Rangkaian Penerima ( <i>Receiver</i> ) .....	52
3.3.3. GAL22V10 sebagai Pengolah Data dan Pengendali Utama.....	52
3.3.4. Rancangan Rangkaian Astabil Sebagai Pembangkit Pulsa ( <i>Clock</i> )...	53
3.3.5. <i>Driver</i> Relay Motor DC .....	55
3.4. Sensor Batas Gambar.....	57
3.5. Sensor Identitas Gambar.....	59
3.6. Tampilan Seven Segment.....	60
3.7. Perancangan Perangkat Lunak.....	62

#### **BAB IV . PENGUJIAN ALAT**

4.1. Pendahuluan.....	64
4.2. Pengujian Pewaktu ( <i>clock</i> ) .....	65
4.3. Pengujian Pemancar dan Penerima.....	66
4.4. Pengujian Sensor Infra Merah (Photodiode).....	69
4.5. Pengujian Driver Relay Motor .....	72
4.6. Pengujian Display Seven-Segment.....	74
4.7. Pengujian Tegangan pada Kaki IC GAL22V10 .....	76
4.8. Simulasi File JEDEC.....	77
4.9. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan .....	81

#### **BAB V . PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	82
5.2 Saran-saran .....	83

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Hubungan Antar Desain <i>Entity</i> dan <i>Architecture Body</i> .....	6
Gambar 2-2	Macrocell .....	20
Gambar 2-3	Pin-pin GAL 22V10.....	21
Gambar 2-4	Arsitektur GAL 22V10 .....	22
Gambar 2-5	Konfigurasi IC 22V10.....	24
Gambar 2-6	Beberapa Bentuk Pola Radiasi.....	27
Gambar 2-7	Bentuk Pola Radiasi LED Infra Merah.....	27
Gambar 2-8	Pengiriman Kode dengan Tipe <i>Pulse-Coded Signal</i> .....	28
Gambar 2-9	Pengiriman Kode dengan Tipe <i>Space-Coded Signal</i> .....	29
Gambar 2-10	Pengiriman Kode dengan tipe <i>Shift-Coded Signal</i> .....	29
Gambar 2-11	Sinyal <i>Header</i> dan Kode <i>Remote Control</i> .....	30
Gambar 2-12	Blok Diagram IRM .....	33
Gambar 2-13	Simbol dan Bentuk Fisik Photodioda.....	33
Gambar 2-14	LED Infra Merah.....	35
Gambar 2-15	Konfigurasi Pin-pin IC TC9148P.....	36
Gambar 2-16	Konfigurasi Pin-pin IC TC9149P.....	37
Gambar 2-17	Konfigurasi dari Pin IC 555 .....	38
Gambar 2-18	Jenis-jenis Relay.....	40
Gambar 2-19	Rangkaian Sederhana Transistor sebagai Saklar.....	41
Gambar 2-20	Simbol Seven Segment .....	42
Gambar 2-21	Konfigurasi Keypad .....	42
Gambar 2-22	Rangkaian Motor Arus Searah.....	43
Gambar 2-23	Bagian-bagian dari Motor DC.....	46
Gambar 3-1	Blok Diagram Sistem .....	47
Gambar 3-2	Rangkaian <i>Driver</i> Infra Merah .....	50
Gambar 3-3	Rangkaian Pemancar IR ( <i>Transmitter</i> ) .....	51
Gambar 3-4	Rangkaian Aplikasi IRM .....	51
Gambar 3-5	Rangkaian Penerima Infra Merah .....	52

Gambar 3-6	Konfigurasi Pin IC 22V10 sebagai Pengontrol Utama .....	53
Gambar 3-7	Rangkaian Clock .....	54
Gambar 3-8	Rangkaian <i>Driver</i> Relay Motor.....	55
Gambar 3-9	Rangkaian Sensor Batas Gambar .....	57
Gambar 3-10	Rangkaian Sensor Identitas Gambar .....	60
Gambar 3.11	Tampilan Seven Segment .....	61
Gambar 3.12	Diagram Alir Program .....	63
Gambar 4-1	Pengujian Pewaktu 555 .....	66
Gambar 4-2	Metode Pengujian Jarak Tempuh Pemancar-Penerima .....	67
Gambar 4-3	Titik-titik Yang Diukur Pada Pemancar .....	68
Gambar 4-4	Titik-titik Yang Diukur Pada Penerima .....	68
Gambar 4-5	Pengujian Sensor Infra Merah (Photodiode) .....	69
Gambar 4-6	Pengujian Pada Bagian Driver Relay .....	72
Gambar 4-7	Pengujian Pada Seven-Segment .....	75
Gambar 4-8	Pengujian Tegangan Pada Kaki IC 22V10 .....	77
Gambar 4-9	Pengujian Hasil Simulasi .....	78

## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1	Konfigurasi <i>Macrocell</i> GAL22V10 .....	23
Tabel 2-2	Spektrum Gelombang Elektromagnetik .....	25
Tabel 2-3	Pengaruh Posisi Sumber Cahaya X Terhadap Jari-jari r .....	27
Tabel 2-4	Metode Pengiriman Kode <i>Remote Control</i> dari Berbagai Merk.....	30
Tabel 3-1	Data Identitas Gambar .....	59
Tabel 4-1	Hasil Pengujian Kemampuan Jarak Tempuh dan Sudut Dari Pemancar ke Penerima .....	67
Tabel 4-2	Hasil Pengukuran Tegangan Sensor Infra Merah ( <i>Photodiode</i> ) ..	70
Tabel 4-3	Hasil Nilai Error (%) .....	70
Tabel 4-4	Hasil Nilai Error Rata-rata (%) .....	71
Tabel 4-5	Hasil Pengukuran Pada Bagian Driver Relay .....	73
Tabel 4-6	Hasil Analisa Error Pada Driver Relay .....	73
Tabel 4-7	Hasil Pengujian <i>Driver Motor</i> DC ( <i>Driver Relay</i> ) .....	74
Tabel 4-8	Hasil Pengukuran Pada Bagian Display .....	75
Tabel 4-9	Hasil Pengujian Display <i>Seven Segment</i> .....	76
Tabel 4-10	Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan .....	81



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam perkembangan teknologi fotografi, penggunaan gambar untuk background pada suatu studio photo masih menggunakan media stand background yang penggantian gambarnya masih menggunakan cara manual. Media tersebut memerlukan tenaga manusia untuk mengganti gambar, sehingga terjadi pemborosan tenaga serta waktu dari suatu kegiatan pemotretan tersebut.

Atas dasar pemikiran tersebut, maka diperlukan suatu alat yang digunakan untuk penggantian media gambar background foto secara elektronik otomatis. Dengan pemakaian alat ini, diharapkan efisiensi dari suatu kegiatan pemotretan pada studio foto menjadi lebih ditekan lagi karena pemilihan gambar background bisa dilakukan oleh fotografer itu sendiri (dengan menekan tombol pilihan gambar pada remote control) sesuai dengan gambar pilihan konsumen.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan tersebut diatas, maka bagaimana cara membuat suatu alat yang dapat memberikan fasilitas penggantian media gambar background secara elektronik otomatis.

### **1.3 Batasan Masalah**

Untuk memberikan pembahasan yang jelas, maka ruang lingkup pembatasan masalah sebagai berikut :

- Perencanaan perangkat keras (hardware) yang meliputi sensor gambar background, remote control dengan infra red dan control dari VHDL.
- Perencanaan dan pembuatan perangkat lunak (software) untuk VHDL dengan menggunakan program WARP 5.2.
- Dalam rangkaian dianggap catu daya konstan dan tidak akan dibahas.

### **1.4 Tujuan**

- Tujuan dari perencanaan dan pembuatan Photo Studio Background Changer menggunakan metode VHDL ini adalah untuk meningkatkan efisiensi kerja dari studio fotografi.

### **1.5 Metodologi**

Guna menganalisa skripsi ini, penulis menggunakan beberapa metode yang diharapkan pada perancangan dan pembuatan background changer photo studio, yaitu :

- *Studi Literature*

Yaitu memperoleh data dengan cara membaca buku literatur yang ada hubungannya dengan penyusunan skripsi ini.

- Metode bimbingan

Yaitu dengan konsultasi yang terus menerus sehingga didapatkan pengembangan dari perencanaan pembuatan alat dan penulisan.

- Pengolahan data

Mendapatkan data yang aktual dengan cara menganalisa kerja dari alat dan mengambil kesimpulan yang didapat.

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, sistematika pembahasan yang digunakan adalah sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi dan sistematika pembahasan.

### BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas mengenai dasar-dasar teori sebagai teori penunjang pada alat yang akan dirancang. Disamping itu juga sebagai pelengkap pemahaman mengenai bagian-bagian atau keseluruhan sistem.

### BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab ini membahas mengenai perencanaan dan pembuatan alat yang terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

#### **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT**

Bab ini mengulas tentang hasil pengujian dan analisa alat yang telah dibuat.

#### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan akhir dari keseluruhan alat yang telah dibuat dan saran dari penyusun demi pengembangan selanjutnya dari alat yang telah dibuat.

## BAB II

### TEORI

#### 2.1. Pengertian Dasar VHDL

VHDL merupakan suatu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang di gunakan untuk memprogram suatu IC digital PLD (*Programmable Logic Device*). Dimana terdiri atas sejumlah gerbang-gerbang yang dapat di program dengan cara memutuskan *fuse* yang terdapat pada IC tersebut. Seperti bahasa pemrograman yang lain. VHDL memiliki aturan-aturan tersendiri seperti sistematika pemrograman sampai dengan syntax yang digunakan. Teknologi VHDL ini terbagi berdasarkan jumlah *gate* yang ada, yaitu :

< 500 gate	SPLD ( <i>Simple Programmable Logic Device</i> )
>500 dan > 5000 gate	CPLD ( <i>Complex Programmable Logic Device</i> )
>5000 dan > 10.000 gate	FPGA ( <i>Fast Programmable Gate Array</i> )
>10.000 sampai > 20.000	ASIC ( <i>Aplication Specific Intregrated Circuit</i> )

Sebagai bahasa pemrograman dalam hal ini digunakan *software* WARP 5.2 dari *Cypress* yang akan menghasilkan *file* dengan *extention* \*.jed yang nantinya akan digunakan dalam pemrograman IC PLD dengan menggunakan ALL-07

#### 2.2. Pemrograman Dengan Warp 5.2

Pemrograman dengan menggunakan WARP 5.2 harus memenuhi kaidah pemrograman yang telah ditetapkan oleh produsen yang bersangkutan, tetapi pada



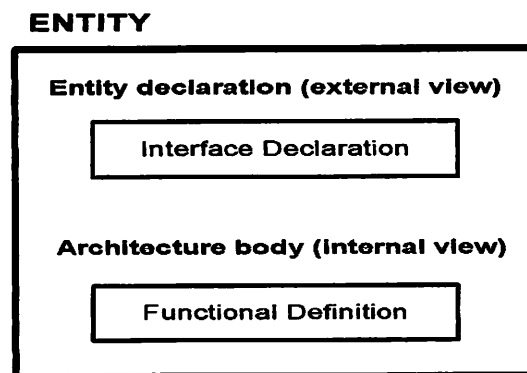
umumnya mengacu pada standart internasional IEEE. Walaupun berbeda produsen namun bahasa pemrograman relatif sama. Berikut ini gambaran umum mengenai teknik pemrograman VHDL.

Dalam pembuatan desain VHDL, bergantung pada alat bantu (*tools*) yang digunakan, antara perusahaan satu dengan yang lain berbeda-beda, ada alat bantu yang dapat menghasilkan kode VHDL dari skema rangkaian ada juga yang tidak. Tetapi pada dasarnya, kode VHDL merupakan kode berbasis teks, yang bisa dibuat dengan menggunakan berbagai macam program kata (*word processor*) seperti notepad, edit, ws, dan ms word.

Azas bangunan dari desain *entity* VHDL terdiri dari 2 unsur, yaitu :

1. *Entity declaration*
2. *Architecture body*

Desain *entity* merupakan abstraksi dari suatu desain yang menggambarkan suatu sistem secara lengkap. Berikut adalah gambar hubungan antar *Desain entity* dan *Architecture body*:



**Gambar 2-1. Hubungan Antar Desain *Entity* dan *Architecture Body* <sup>[1]</sup>**

### 2.2.1. *Entity Declaration*

*Entity declaration* menggambarkan I/O dari desain *entity*. *Entity declaration* analog dengan skematik simbol yang menjelaskan hubungan komponen dalam suatu desain. Signal I/O di *Entity declaration* didefinisikan sebagai *port* yang analog dengan pin dari skematik simbol.

Struktur penulisan *entity declaration* harus mengandung unsur *name* dan *port declaration*, sedangkan *port declaration* menjelaskan nama-nama pin I/O rangkaian digital dari suatu desain. *Direction (mode)* menjelaskan kondisi I/O dan *data type* menjelaskan tipe data yang digunakan ( sesuai dengan standar IEEE 1076/1164).

Ada 4 macam *direction (mode)*, yaitu ;

1. *IN* merupakan *Unidirection* data input (Aliran data berasal dari luar *entity* masuk kedalam *entity*).
2. *OUT* merupakan *Unidirection* data output (Aliran data berasal dari dalam *entity* keluar *entity* ).
3. *BUFFER* merupakan data output dengan *internal feedback*. ( Digunakan sebagai *port* dan *driver* dengan *architecture*, serupa dengan mode *OUT* tetapi juga berfungsi sebagai *internal feedback* bukan *Bidirection port* ).
4. *INOUT* merupakan *Bidirection signal*. ( Signal *driver* dapat berasal dari dalam atau luar *entity*, menggunakan mode *INOUT* ini untuk signal yang benar-benar *Bidirectional*, kalau tidak akan mengurangi kemampuan membaca kode sehingga sulit menentukan sumber sinyal ).

Ada 2 macam *Data type* yang digunakan berdasarkan standart IEEE, yaitu :

1. Berdasarkan standar IEEE 1076/93, yaitu : *Boolean*, *Bit*, *Bit\_vector* dan *Integer*.
2. Berdasarkan standar IEEE 1164, yaitu *Std Ulogic*, *std Logic* dan *std\_Logic Vector*.

### 2.2.2. Architecture Body

*Architecture Body* dalam sebuah *entity* berfungsi untuk menggambarkan apa yang akan dilakukan atau proses apa yang akan dikerjakan oleh perangkat keras yang didesain.

*Architecture Body* berhubungan erat dengan *Entity declaration* didalam desain *entity* VHDL. *Architecture body* menggambarkan fungsi dari *entity* yang sekaligus menjelaskan fungsi dari *entity*. Jika *entity declaration* ditampilkan sebagai kotak hitam yang mana input dan output itu diketahui sedangkan apa yang ada didalam kotak itu tidak diketahui, maka *architecture body* itu adalah isi dari kotak hitam tersebut.

Sedangkan didalam *architecture body* ada beberapa 3 jenis, antara lain:

1. *Structural description*

Perencanaan didasarkan pada pemakaian komponen (*logical gate*) pada *library* dan hubungan antar komponen-komponen tersebut (*a set of interconnected component*).

2. *Data flow description*

Perencanaan berdasarkan pada proses data *transfer* ( dari signal atau dari input ke output tanpa *statement sequential* ) yang merupakan

sekumpulan dari *concurrent assignment statement*. Perbedaan utama antara *data flow* dengan *behavioral* adalah yang satu menggunakan proses yang lain tidak. Penulisan persamaan pada *data flow* lebih ringkas dan mudah yaitu menggunakan *conditional signal assignment (when-else) statement*. *Data flow* menggunakan *concurrent assignment* lebih disukai dari pada proses dan *sequential statement*.

### 3. *Behavioral description*

Perencanaan didasarkan pada proses pengerjaan *statement* antar input dan output secara *sequential/berurutan/step by step* dengan menggunakan *statement sequential (a set of sequential statement)*. Keuntungan dari *behavioral description* yang merupakan *high level description* adalah kita tidak perlu memfokuskan pada *gate level* pada desain implementasi tetapi kita fokuskan pada usaha mengakuratkan model fungsi. Proses *statement* dimulai dengan sebuah label yang diikuti dengan tanda ':' kemudian kata 'proses' dan *sensitivity list* dan dibawahnya diikuti dengan *sequential statement*, setelah bagian *sequential statement* selesai diakhiri dengan 'end process' dan *label process*.

Yang termasuk *sequential statement*, antara lain :

- a. *Process statement*
- b. *If-then-else statement*
- c. *Case-when statement*
- d. *For-loop statement*

e. *While-loop statement*

### 2.2.3. *Declaration Component*

*Library* adalah suatu tempat *directory* yang dipanggil pada saat kita mengkompilasi yang format desain unit kita mungkin sebuah *vendor specific format*. Kita biasanya menggunakan 2 *library* dalam desain kita yaitu :

- *IEEE library*
- *Work library*

*IEEE Library* tempat menyimpan desain unit IEEE standar seperti *package std\_1164* dan *numeric\_std*. Dalam perintahnya kita menggunakan *library clause: library IEEE; Work library* tempat menyimpan desain unit yang kita rancang, setelah kita merancang desain unit dan desain tersebut ingin di gunakan kembali maka kita dapat menempatkannya dalam *library work*, untuk keperluan desain yang lebih besar lagi. **Packages** adalah desain unit yang dapat digunakan untuk membuat *type*, *component*, *function* dan deklarasi lain untuk desain unit lain. Sebuah *package* terdiri dari sebuah *package declaration* dan *option package body*. Penulisannya adalah: **Use library\_name. Package\_name.item;**

*Package declaration* digunakan untuk mendeklarasikan item-item seperti

**: *Signal, type dan component.***

*Signal* menyatakan *wire-wire* yang menghubungkan antar komponen, *type* mendefinisikan *state* pada *state machine* dan *component* digunakan untuk memanggil *library component*. *Entity declaration*, *Architecture body* dan *package declaration* semuanya desain unit yang digabung dalam satu *file*. Karena *Entity*



*declaration* dan *package declaration* merupakan desain unit utama maka dipisah dalam *library* dan *use*.

### 2.3. Concurrent Statement

*Concurrent statement* merupakan pernyataan yang selalu digunakan dalam *architecture data flow*, yang tidak mementingkan urutan pengerjaan. Semua penugasan dalam *architecture* ini dieksekusi secara bersamaan. Dibawah ini merupakan beberapa perintah jenis *concurrent*.

#### 1. Boolean Equation

**Deskripsi :**

relation { **and** relation }

| relation { **or** relation }

| relation { **xor** relation }

| relation { **nand** relation }

| relation { **nor** relation }

#### 2. When-else conditional signal statement

**Deskripsi :**

{ expression **when** condition **else** } expression;

### 2.4. Sequential Statement

Berbeda dengan perintah jenis *concurrent*, perintah jenis ini dikerjakan secara berurutan. Perintah ini selalu digunakan dalam *architecture behavioral* yang mempunyai pengerjaan yang sama dengan pengerjaan bahasa pemrograman

tingkat tinggi. Suatu ciri khas yang dimiliki deskripsi *behavioral* adalah ***process statement***, yang diikuti oleh ***sensitivity list***. *Sensitivity list* mendefinisikan sinyal mana yang akan menyebabkan proses dieksekusi. Dibawah ini merupakan beberapa perintah sequential. Kemiripan deskripsi behavioral dengan bahasa pemrograman tingkat tinggi menyebabkan deskripsi *behavioral* relatif jauh lebih mudah untuk dipahami.

### **1. Process Statement**

#### **Deskripsi:**

```
[process_label:]  
process (sensitivity_list)  
    {type_declaration  
    | constant_declaration  
    | variable_declaration  
    | alias_declaration}  
begin  
    {wait_statement  
    | signal_assignment_statement  
    | variable_assignment_statement  
    | if statement  
    | case_statement  
    | loop_statement  
end process [process_label];
```

## 2. *if-then-else Statement*

### **Deskripsi:**

```
If condition then sequence_of_statements
{elsif condition then sequence_of_statement}
[else sequence_of_statement]
end if;
```

## 3. *Case-when Statement*

### **Deskripsi :**

```
case expression is
    (when identifier | expression | discrete_range | others=>
        sequence_of_statement)
end case;
```

### 2.5. *Software WARP 2 release 5.2*

*Warp2 R5.2* keluaran dari *Cypress* yang ini adalah bentuk paket dari *Warp2* untuk platform Windows 95 dengan GUI (*Guide Users Interface*) berupa *Galaxy* yang telah mengalami beberapa pengembangan seperti bisa mendukung untuk bahasa pemrograman *Verilog* dan dapat digunakan untuk pengawatan perangkat IC PLD terbaru dari *Cypress Ultra 37000*. *Cypress* mempunyai komitmen untuk dapat memberikan layanan dengan lengkap dan paket *software* terbaik yang merupakan hasil kerjasama dengan *Aldec* dimana memperbolehkan kita untuk menggunakan *Active-HDL*, *Timing Simulator*, dan *Active-FSM Editor*,

juga *Finite State Machine Editor Graphic*. Pada *Warp2 R5.2* ini kita dapat menghasilkan kode HDL dari *Galaxy* atau dari *Editor FSM*. Kemudian kit akan mengkompile, menyintesis, dan merangkai rancangan dalam *Galaxy*. Berikutnya adalah simulasi secara *timing* dengan menggunakan *Active-HDL*.

### **2.5.1. Compile, Debug, Synthesize dan Fitting.**

*Galaxy* adalah *Graphical User Interface* (GUI) untuk digunakan *compilation, synthesis, dan fitting* didalam *Warp®*. *Warp* selain *file VHDL or Verilog* sebagai input juga menghasilkan *file* yang lain *file output JAM* atau JEDEC (JAM digunakan untuk *Ultra37000* dan JEDEC untuk device yang lain) yang dapat digunakan untuk pemrograman PLDs produksi *Cypress*. *Galaxy* memberikan GUI yang dapat menjalankan tugas sebagai berikut :

1. Pemilihan *file* dasar VHDL untuk kompilasi atau *synthesize* dengan pelacakan kesalahan yang ada.
2. Menghasilkan model simulasi *Post-fitting* dengan waktu untuk *device* PLD dan CPLD.
3. Pembubuhan keterangan kembali pin *post-synthesize* pin dan penempatan kode kedalam *file* kontrol.
4. Pengaturan *library* VHDL yang dapat di bagi dengan pengguna atau desain yang lainnya.
5. Pilihlah variasi pilihan sintesis, seperti tipe flip-flop yang digunakan, derajat kebaikan, dan lainnya.
6. Memberikan editor VHDL dengan penempatan susunan.

7. Memberikan fasilitas untuk melihat *report file*.

## 2.6. *Dataflow Description*

*Architecture dataflow* menghususkan bagaimana data dikirim dari sinyal ke sinyal dan dari input ke output tanpa menggunakan *sequential statement*. Perbedaan antara *dataflow* dengan *behavioral* adalah kalau *dataflow* tidak menggunakan proses sedangkan *behavioral* menggunakan proses. Penulisan persamaan dalam *dataflow* lebih ringkas dan mudah yaitu menggunakan *concurrent signal assignment (when...else) statement* atau *selected signal assignment (with-select-when) statement*.

Hasil  $\leq$  when (a=b) else '0'

*Dataflow* menggunakan *concurrent assignment* lebih disukai dari pada proses dan *sequential statement*.

## 2.7. *Behavioral Description*

Dalam *behavioral description*, kita hanya melihat dari kelakuan sebuah *function*. Kita tidak perlu memperhatikan kelakuan atau tanggapan dari input terhadap output.

Keuntungan lainnya dari *behavioral description* yang merupakan *high level description* adalah dalam perancangan tidak perlu memfokuskan pada *gate* desain implementasi kita, tapi difokuskan pada usaha mengakuratkan fungsi model. Untuk mengetahui bahwa penulisan/perancangn menggunakan *behavioral description* atau tidak adalah dengan mencermati kekhususan dalam penulisan



yaitu proses *statement* dan *sequential statement*. Proses *statement* dimulai dengan label yang diikuti dengan tanda *colon* (:), kemudian kata proses dan *sensitivity list* dalam hal ini sinyal a dan b.

```
Comp : Process (a,b);
```

Kemudian diikuti dengan *sequential statement*,

```
If a=b then
```

```
Equals<='1';
```

Setelah bagian *sequential* selesai diakhiri dengan *end process* dan label *process*

## 2.8. Program Aplikasi

Berikut ini merupakan program *behavioral description* untuk *decoder* :

```
library ieee;
```

```
use ieee.std_logic_1164.all;
```

```
entity encoder is
```

```
    port (invec: in std_logic_vector(7 downto 0);
```

```
          enc_out: out std_logic_vector(2 downto 0)
```

```
    );
```

```
end encoder;
```

```
architecture rtl of encoder is
```

```
begin
```

```
    encode: process (invec) begin
```

```

case invc is
  => when "0000001" =>
    enc_out <= "000";
  => when "0000010" =>
    enc_out <= "001";
  => when "0000100" =>
    enc_out <= "010";
  => when "00001000" =>
    enc_out <= "011";
  => when "00010000" =>
    enc_out <= "100";
  => when "00100000" =>
    enc_out <= "101";
  => when "01000000" =>
    enc_out <= "110";
  => when "10000000" =>
    enc_out <= "111";
  => when others =>
    enc_out <= "000";
end case;

end process;

end rtl;

```

## 2.9. FSM dengan menggunakan *Active-HDL FSM*

*Finite State Machine* merupakan suatu metode pembantu perancangan dalam VHDL. Ciri utama dari metode ini adalah terbagi atas *state-state*, dimana satu *state* dengan *state* yang lain memiliki hubungan yang tidak dapat dipisahkan. Dalam perancangan menggunakan *Software Warp2 R4.2* dibuat dengan menuliskan program dan disimulasikan dengan *NOVA*. Dengan adanya *Warp2 R5.2* keatas, kita dapat dengan mudah membuat suatu FSM dengan hanya menggambarkan *state* diagramnya dalam *Active-HDL FSM*. Kemudian dapat di-*generate* sehingga didapatkan *listing* program dengan format *\*.vhd* untuk kemudian di-*compile* dengan *Galaxy*.

## 2.10. ALL-07

ALL-07 merupakan bentuk peralatan produksi dari *HiLo Ltd*, yang mempunyai kemampuan untuk melakukan proses transfer ke dalam IC, beberapa *file* yang dikenali sebagai *file* transfer diantaranya :

1. *File \*.bin*
2. *File \*.jed*
3. *File \*.hex* .....dan lainnya

### 2.10.1. Proses Aplikasi

Dari proses sebelumnya didapat *file-file* hasil kompilasi antara lain pada aplikasi *multiplexer*, *encoder* dan *counter*. Langkah berikut adalah dilakukan untuk proses transfer *\*.jed file*.

1. ACCES
2. ALL-07
3. *Device select* (PALCE22v10)
4. *Blank check*
5. Program (\*.jed)
6. *Verify*
7. *Security Fuse Blow*

### 2.11. GAL 22V10

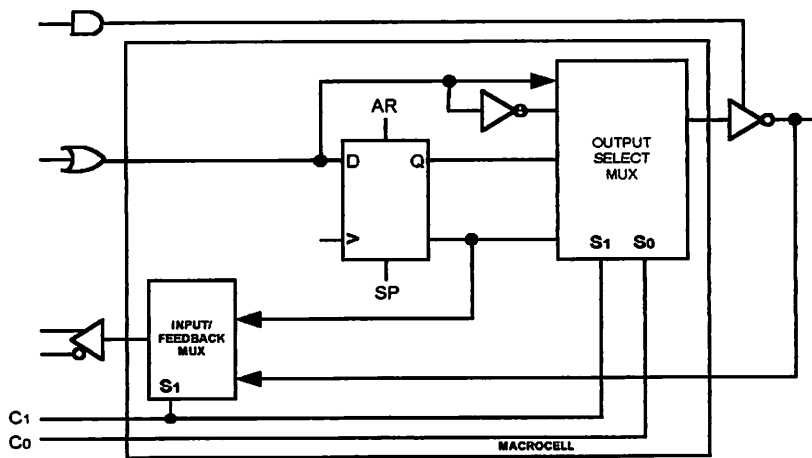
Seperti telah dibahas diatas tentang PLD, ada banyak jenis PLD yang dapat digunakan, salah satunya adalah jenis PALCE22V10. PALCE22V10 tergolong dalam tipe GAL (*Generic Array Logic*) yang merupakan gerbang logika yang dapat diprogram oleh pemakai. GAL juga termasuk dalam EEPLD (*Electrical Erasable PLD*), yaitu PLD yang dapat dihapus secara elektrik, penghapusan mampu dilakukan dalam skala waktu milisekon (ms) atau sekitar 50 milisekon.

Keuntungan menggunakan komponen GAL, diantaranya adalah:

- Konsumsi daya yang relatif rendah.
- Mempunyai *Output Logic Macro Cells* (OLMCs) sehingga perancang dapat merancang konfigurasi output sesuai dengan keinginan.
- GAL difabrikasikan dengan teknologi *Very High Speed E2CMOS* (*Electrically Erasable CMOS*), sehingga mempunyai kemampuan test dan keandalan yang tinggi.

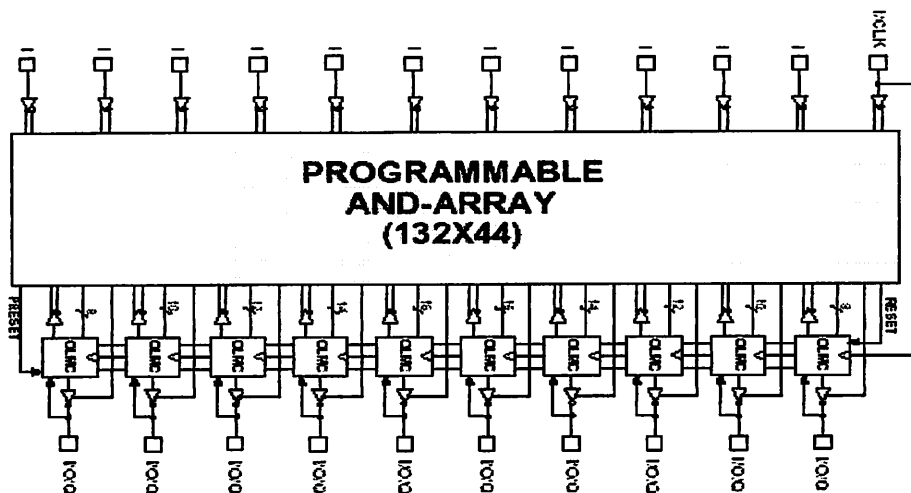
- GAL dalam sistem penghapusan jauh lebih cepat bila dibandingkan dengan ELPD yang menggunakan sinar ultra violet. ELPD dengan teknologi UVC MOS (*Ultra Violet CMOS*) membutuhkan waktu penghapusan lebih lama.

Perbedaan mendasar dari komponen-komponen GAL terletak pada jumlah pin yang tersedia (baik yang digunakan sebagai input ataupun I/O), banyaknya susunan gerbang AND serta jumlah *Macrocells* yang dimiliki.



Gambar 2-2 *Macrocell* [2]

Didalam GAL22V10 terdapat OLMCs yang dapat diprogram dan juga tersedia bermacam-macam distribusi produk *term*. Masing-masing *macrocell* secara tersendiri memprogram keadaan konfigurasi bit-bit. Polaritas dari output *macrocell* dapat dipilih dengan kontrol polaritas. *Macrocell* yang *programmable* juga mempunyai *feedback* yang dapat digunakan sebagai input, *feedback* ini dapat dilangsungkan dari register atau dari *buffer I/O*.

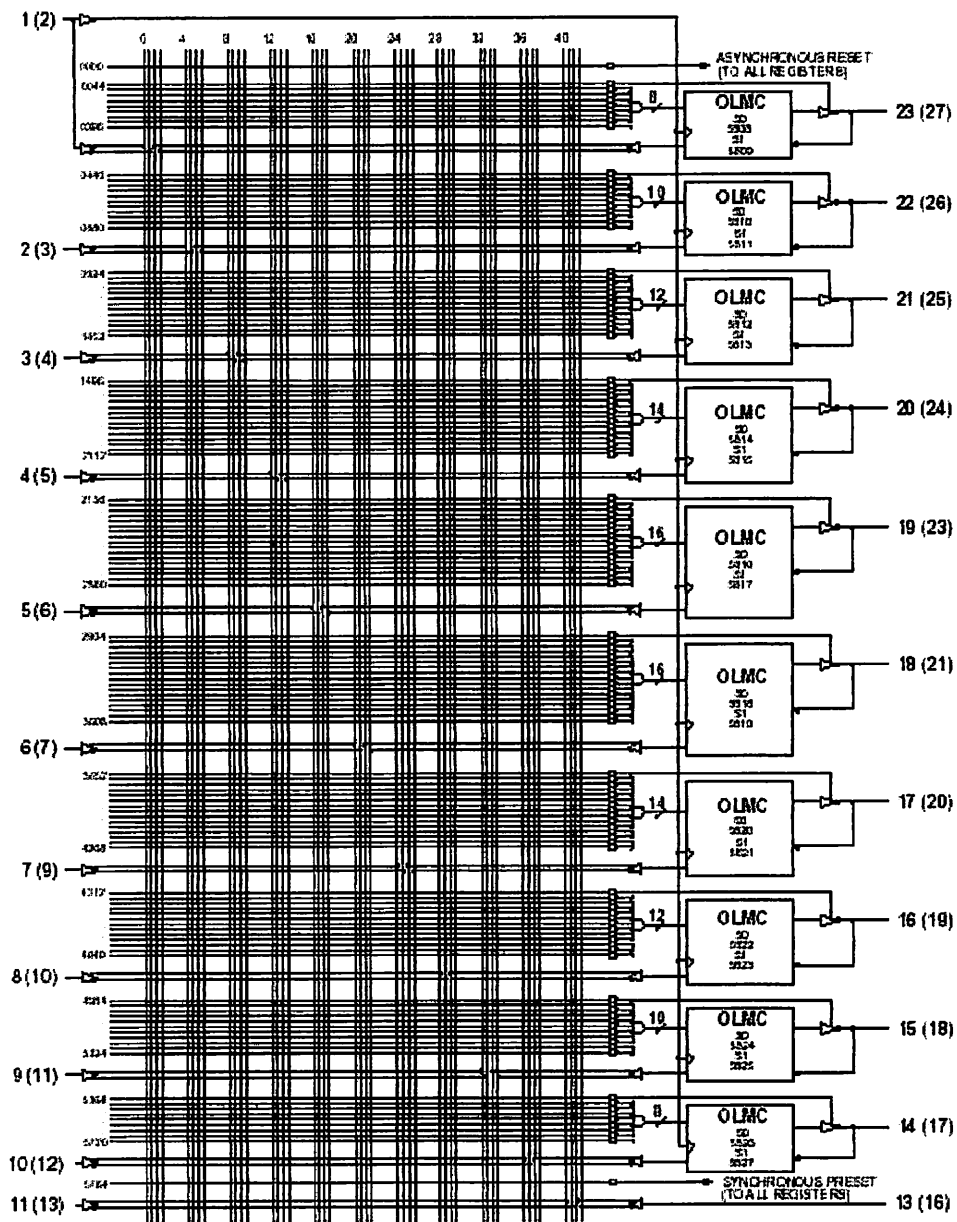


**Gambar 2-3 Pin-pin GAL 22V10 <sup>[2]</sup>**

IC GAL22V10 mempunyai 22 input dan 10 output termasuk clock serta terdapat *macrocell*, dimana masing-masing *macrocell* dilengkapi dengan *multiplexer*. Komponen ini memiliki spesifikasi khusus antara lain:

- Jumlah input yang memungkinkan sebanyak 22 buah
- Jumlah output sebanyak 10 buah.
- Memiliki masukan *Asynchrinous Reset* (AR)
- *Synchrinous Preset* (SP) pada setiap D flip-flop yang dapat diprogram.
- Jumlah *macrocell* sebanyak 10 buah.

IC GAL22V10 memiliki struktur AND dan OR. Polaritas output *macrocell* IC GAL22V10 dikontrol oleh 2 bit selektor S0 dan S1. Jika GAL22V10 digunakan sebagai register output maka pin 1 berfungsi sebagai *clock* (CLK) dengan keluaran *3-state buffer* yang sudah terkondisi *enable*.



Gambar 2-4 Arsitektur GAL22V10 [2]

Apabila masukan AR tidak digunakan maka keduanya harus dikondisikan *low* atau dihubungkan ke *ground*. Untuk bisa mengaktifkan SP harus menunggu picuan transisi *low to high* sinyal CLK, tetapi pada pengaktifan AR dapat segera tanpa harus menunggu sinyal CLK.

Komponen GAL22V10 yang banyak dijual dipasaran, baik itu jumlah *macrocell*-nya maupun jumlah pin-pin I/O yang disediakan. Inovasi lain dari GAL22V10 selain *macrocell*-nya adalah disediakan distribusi produk *term* yang bervariasi. GAL22V10 memberikan fasilitas 22 input dan 10 output, dan didalam GAL22V10 juga terdapat 10 *macrocell*, dimana masing-masing *macrocell* mempunyai atau dilengkapi dengan *multiplexer*. Pada umumnya waktu tunda propagansi (*propagancy delay time*), atau sejumlah waktu yang diperlukan agar output kombinasional menjadi *valid* setelah input diberikan ke pin-pin IC dari GAL22V10 adalah tidak lebih dari 4 nanosekon (ns) untuk versi standart.

Pada setiap *macrocell* GAL22V10 terdapat 2-bit selektor S0 dan SI yang digunakan untuk menentukan polaritas dan jenis masing-masing output-outputnya. Pada tabel berikut ini menjelaskan bahwa konfigurasi secara otomatis akan ditentukan oleh VHDL hingga terkompilasi sampai menjadi *file* dengan format JEDEC. Polaritas output *macrocell* yang dapat dihasilkan oleh GAL22V10 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

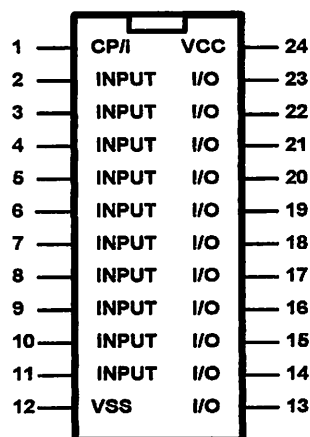
**Tabel 2-1 Konfigurasi *Macrocell* GAL22V10 <sup>[2]</sup>**

SO	SI	Polaritas Output
0	0	Register/ <i>Active Low</i>
0	1	Register/ <i>Active Low</i>
1	0	<i>Combinatorial/Active Low</i>
1	1	<i>Combinatorial/Active Low</i>



## 2.12. Pemrograman IC GAL22V10

Untuk mendesain program IC GAL22V10 dengan bahasa VHDL. Digunakan paket WARP Release 5.2 terdiri dari FSM, *Galaxy* untuk VHDL editor, Nova untuk simulasi *file jedec* yang kemudian *file* dengan ekstensi *jedec* diisikan ke IC GAL22V10.



Gambar 2-5 Konfigurasi IC GAL22V10 <sup>[3]</sup>

## 2.13. Implementasi VHDL Pada IC

Kode VHDL yang telah dibuat, diubah (*compile*) menjadi *file jedec*. *File* ini yang nantinya akan dituliskan pada IC yang akan di program. Maka *file JEDEC* ini diprogramkan pada IC jenis PAL, GAL, FPGA, CPLD, pASIC dan lain-lain.

Pada perancangan ini digunakan IC GAL22V10 dari *Cypress Semiconductor* yang merupakan salah satu jenis SPLDs.

## 2.14. Infra Merah

Spektrum infra merah merupakan bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik. Spektrum gelombang elektromagnetik dibagi menjadi beberapa bagian, sesuai dengan panjang gelombang dari masing-masing spektrum yang ada seperti pada tabel 2-2.

Seperti yang ditunjukkan oleh tabel 2-2 spektrum gelombang elektromagnetik ini dibagi dalam beberapa daerah, yaitu: Gelombang radio, gelombang mikro, sinar infra merah, cahaya tampak, sinar ultra violet, sinar X dan sinar gamma.

Spektrum infra merah sendiri dibagi dalam tiga daerah, yaitu:

- Daerah infra merah dekat ( $0,72 \mu\text{m} - 1,5 \mu\text{m}$ )
- Daerah infra merah sedang ( $1,5 \mu\text{m} - 20 \mu\text{m}$ )
- Daerah infra merah jauh ( $20 \mu\text{m} - 1000 \mu\text{m}$ )

**Tabel 2-2 Spektrum Gelombang Elektromagnetik <sup>[4]</sup>**

Panjang Gelombang (m)	Frekuensi (Hz)	Jenis Gelombang
$10^{-13} - 10^{-15}$	$10^{21} - 10^{23}$	Sinar Gamma
$10^{-9} - 10^{-12}$	$10^{17} - 10^{20}$	Sinar X
$10^{-7} - 10^{-9}$	$10^{15} - 10^{17}$	Ultra Violet
$10^{-6} - 10^{-7}$	$10^{14} - 10^{15}$	Cahaya Tampak
$10^{-3} - 10^{-6}$	$10^{11} - 10^{14}$	Infra Merah
$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^7 - 10^{11}$	Gelombang TV (UHF, VHF, SHF)
$10^2 - 10^1$	$10^6 - 10^7$	Frekuensi Tinggi (HF)
$10^4 - 10^2$	$10^4 - 10^6$	Frekuensi Radio (VLF, LF, MF)
$10^6 - 10^4$	$10^0 - 10^4$	Gelombang Listrik sangat panjang

Sifat-sifat dari spektrum infra merah tidak jauh dengan cahaya tampak, diantara yaitu: dapat memancarkan sinar yang merupakan satu garis lurus dan dapat menembus benda-benda bening atau transparan, serta dapat pula dipantulkan oleh benda yang memantulkan cahaya, misalnya : cermin, kecepatan sinar infra merah yang melewati zat perantara selain udara, misalnya: kaca, air dan zat perantara lainnya. Jadi *kecepatan* sinar infra merah tergantung dari indeks bias zat perantaranya.

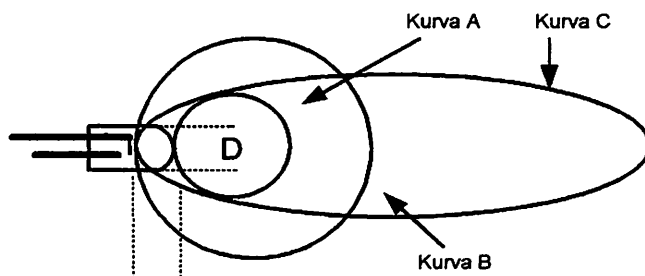
Spektrum infra merah banyak digunakan untuk keperluan-keperluan elektronik, terutama untuk alat-alat yang menggunakan pengaturan dari jarak jauh atau sistem yang menggunakan *remote control*. Beberapa alasan dan keuntungan penggunaan spektrum infra merah adalah:

1. Pemancar infra merah menggunakan tegangan kecil.
2. Mempunyai jangkauan cukup jauh.
3. Infra merah dapat menembus kabut atau atmosfer.
4. Tidak mengganggu pemakaian udara untuk kepentingan umum, sehingga tidak memerlukan ijin khusus.
5. Spektrum infra merah merupakan cahaya yang tidak tampak, sehingga dapat digunakan untuk keperluan rahasia.

#### **2.14.1. Pola Radiasi Cahaya Infra Merah**

Pola radiasi menggambarkan intensitas yang dipancarkan LED infra merah dari segala arah. Kebanyakan sumber cahaya mempunyai bentuk radiasi yang simetri disekitar pusat sumbu. Terdapat beberapa macam pola radiasi LED

infra merah seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2-6. Sedangkan bentuk pola radiasi LED infra merah yang biasa terdapat dipasaran dapat ditunjukkan dalam Gambar 2-7 [data sheet book].



**Gambar 2-6 Beberapa Bentuk Pola Radiasi [5]**



**Gambar 2-7 Bentuk Pola Radiasi LED Infra Merah [5]**

Bentuk pola radiasi dipengaruhi oleh posisi sumber cahaya terhadap pusat kelengkungan pembungkus (*package*) gelas atau plastik LED infra merah. Hubungan antara pola radiasi LED infra merah dengan posisi sumber cahaya dapat dilihat pada Tabel 2-3.

**Tabel 2-3 Pengaruh Posisi Sumber Cahaya X Terhadap Jari-jari r [5]**

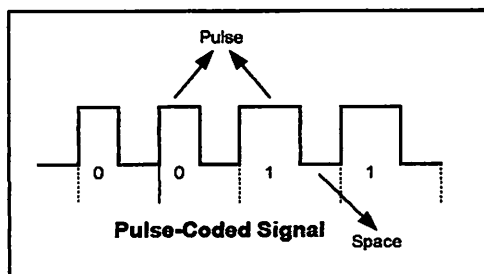
Kurva	Jarak X	Pola Radiasi
A	.	Bulat
B	$D/2 \approx r$	Bulat
C	$>D/2$	Lonjong

### 2.15. Pengirim Data *Remote Control* (Transmitter)

*Remote control* infra merah menggunakan cahaya infra merah sebagai media dalam mengirimkan data ke penerima. Data yang dikirimkan berupa pulsa-pulsa cahaya dengan modulasi frekuensi 38 Khz. Sinyal yang dikirimkan merupakan data-data biner. Untuk membentuk data-data biner tersebut, ada tiga metode yang digunakan yaitu perubahan lebar pulsa, lebar jeda (*space*) dan gabungan keduanya.

- ***Pulse – Coded Signals***

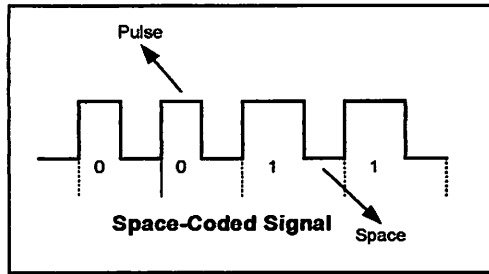
Dalam mengirimkan kode, lebar jeda tetap yaitu  $t$  sedangkan lebar pulsa adalah  $2t$ . Jika lebar pulsa dan lebar jeda adalah sama yaitu  $t$ , berarti yang dikirim adalah bit 0, jika lebar pulsa adalah  $2t$  dan lebar jeda adalah  $t$ , berarti yang dikirim adalah 1.



Gambar 2-8 Pengiriman Kode dengan Tipe *Pulse-Coded Signal* <sup>[6]</sup>

- ***Space – Coded Signal***

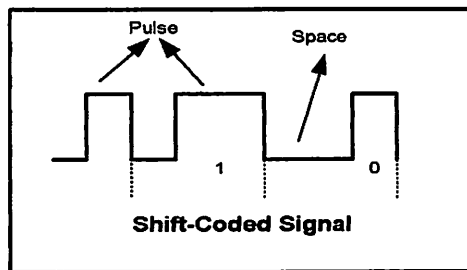
Dalam mengirimkan kode *remote control* dilakukan dengan cara mengubah lebar jeda, sedangkan lebar pulsa tetap. Jika lebar jeda dan lebar pulsa adalah sama yaitu  $t$ , berarti yang dikirim adalah 0. jika lebar jeda adalah  $2t$ , berarti data yang dikirim adalah 1.



Gambar 2-9 Pengiriman Kode dengan Tipe *Space-Coded Signal* <sup>[6]</sup>

- ***Shift – Coded Signal***

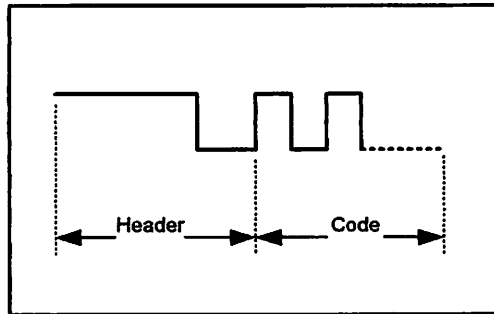
Tipe ini merupakan gabungan dari tipe *pulse* dan *space*, yaitu dalam mengirimkan kode *remote control*, dengan cara mengubah lebar pulsa dan lebar jeda. Jika lebar jeda adalah  $t$  dan lebar pulsa adalah  $2t$ , maka ini diartikan sebagai data 1. Jika lebar jeda adalah  $2t$  dan lebar pulsa adalah  $t$ , maka ini diartikan sebagai data 0 (*low*).



Gambar 2-10 Pengiriman Kode dengan tipe *Shift-Coded Signal* <sup>[6]</sup>

Sebelum kode dikirim, terlebih dahulu mengirimkan sinyal awal yang disebut sebagai *header*. *Header* adalah sinyal yang dikirimkan sebelum kode sebenarnya, dan juga merupakan sinyal untuk mengaktifkan penerima. *Header* selalu dikirimkan dengan lebar pulsa yang jauh lebih panjang dari pada kode. Setelah *header* dikirimkan, baru kemudian kode *remote control*. Kode remote

kontrol dibagi menjadi dua fungsi, yaitu fungsi pertama digunakan sebagai penunjuk alamat peralatan yang akan diaktifkan, fungsi kedua adalah sebagai *command* atau perintah untuk melaksanakan instruksi dari *remote control*.



**Gambar 2-11 Sinyal Header dan Kode Remote Control <sup>[6]</sup>**

Antara jenis *remote control* yang satu dengan yang lainnya memiliki panjang *header* berbeda, begitu pula lebar pulsa dan jeda (*space*). Berikut ini dijelaskan tentang jenis *remote control* dari berbagai merk perusahaan pada tabel berikut ini.

**Tabel 2-4 Metode Pengiriman Kode Remote Control dari Berbagai Merk <sup>[6]</sup>**

Merk Remote	Panjang Data	Tipe	Header Pulse	Header Space	1 Pulse	1 Space	0 Pulse	0 Space
Aksi	32 bit	Space	8800	2200	550	1650	550	550
Canon	32 bit	Space	8800	4400	550	1650	550	550
Denon	15 bit	Space	0	0	275	1900	275	275
Finlux	10/16 bit	Shift	500	5200	500	530	500	530
Funai	24 bit	Space	3200	3200	800	2400	800	800
Goldstar	32 bit	Space	8800	2200	550	1650	550	550
Grundig	10 bit	Shift	500	2600	500	550	500	550
Hitachi	32 bit	Space	8800	2200	550	1650	550	550

<b>JVC</b>	16 bit	Space	2080	4160	520	1560	520	520
<b>Kenwood</b>	32 bit	Space	8800	2200	550	1650	550	550
<b>Mitsubishi</b>	16 bit	Space	---	---	300	1950	300	880
<b>Nec</b>	32 bit	Space	8800	2200	550	1650	550	550
<b>Onkyo</b>	32 bit	Space	8800	2200	550	1650	550	550
<b>Orion</b>	33 bit	Space	9000	4450	550	1650	550	550
<b>Panasonic</b>	48 bit	Space	4000	1600	400	1200	400	400
<b>Philips</b>	14 bit	Shift	---	---	889	889	889	889
<b>Pioneer</b>	32 bit	Space	8000	4000	500	1500	500	500
<b>Salora</b>	12 bit	Space	50	550	0	375	0	190
<b>Sanyo</b>	32 bit	Space	7850	4200	525	1575	525	525
<b>Schneider</b>	12 bit	Space	---	---	1250	450	450	1250
<b>Sharp</b>	17 bit	Space	---	---	275	1900	275	775
<b>Sony</b>	15 bit	Pulse	2200	550	1100	550	550	550

*Catatan : Semua angka dalam satuan mikrosekond*

Dari tabel 2-4 diatas, tipe pengiriman data yang paling banyak digunakan adalah tipe *space*. Sedangkan panjang data yang sering dipakai adalah 12 bit.

### 2.16. *Infrared Receiver Module (IRM)*

Adalah *photodiode* yang digabungkan dengan IC dan akhirnya menjadi satu sistem penerima infra merah. Dalam komponen IRM ini sudah terdapat penguat awal (*preamplifier*). Sinyal kekurangannya dapat langsung dimasukkan ke mikroprosesor untuk di dekode-kan. IRM digunakan dengan IC yang akan menerjemahkan apa yang telah di inputkan dari pemancar.

Karakteristik kemasan IRM sebagai berikut:

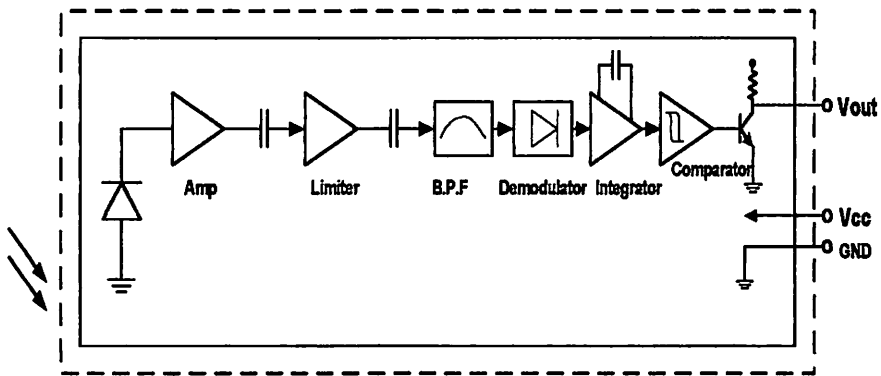
- Catu daya 5 volt.
- Komsumsi arus sebesar 5 mA.



- Dalam kemasan terdapat penguat, *band-pass filter*, *demulator*, dan pembanding.
- *Band-pass filter* sebesar 38 KHz.
- *Band width* sebesar 3 dB dari frekuensi 38 KHz.
- Keluaran dalam tingkat TTL.
- Terdapat rangkaian *low-pass filter* membantu mengurangi gangguan (*noise*) dari rangkaian catu daya.

IRM merupakan penerima *infra merah* yang didesain khusus sebagai detektor remote kontrol televisi, VCR, CD, MD, AC, dan lain-lain yang tersusun atas rangkaian penguat, *band-pass filter*, *demulator*, dan pembanding. Blok diagram IRM dapat dilihat pada gambar 2-12.

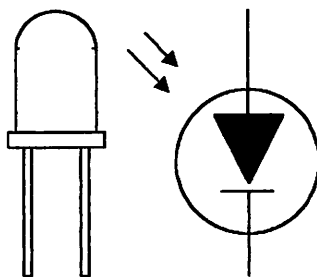
Dalam kemasan IRM terdapat *photodiode* yang digunakan sebagai detektor *infra merah*, kemudian penguat digunakan untuk menguatkan sinyal dari *photodiode*. Keluaran penguat ini dihubungkan dengan *band-pass filter*. *Band-pass filter* ini dikhususkan untuk meloloskan frekuensi sinyal 38 KHz dari pemancar *infra merah*. Rangkaian *demulator* digunakan untuk membuang sinyal pembawa 38 KHz dan meloloskan sinyal data dari pemancar *infra merah*. Rangkaian *integrator* diikuti oleh rangkaian pembanding digunakan untuk membentuk keluaran tingkat TTL.



**Gambar 2-12 Blok Diagram IRM <sup>[7]</sup>**

### 2.17. Photo Dioda

Photodiode merupakan suatu dioda yang peka terhadap tenaga cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spektrum infra merah. Karena spektrum infra merah mempunyai efek panas yang lebih besar dari cahaya tampak, maka photo dioda lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar infra merah. Simbol dan bentuk fisik dari photo dioda seperti ditunjukkan pada gambar 2-13 berikut ini.



**Gambar 2-13 Simbol dan Bentuk Fisik Photodiode <sup>[8]</sup>**

Pada photodiode ini terdapat suatu jendela kecil yang memungkinkan cahaya luar dapat masuk dan mengenai P-N *junction*. Pada keadaan normal photo

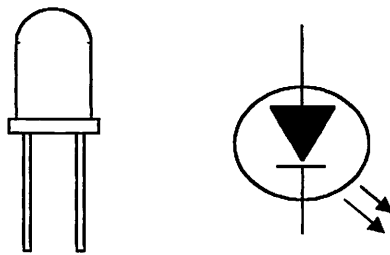
dioda berlaku sebagai dioda biasa yang dapat menghantarkan arus listrik dari anoda ke katoda, namun mempunyai tahanan yang besar. Bila cahaya luar mengenai *junction* photo dioda, maka tahanan balik akan mengecil dan menimbulkan arus balik, sehingga photo dioda berlaku sebagai dioda yang dibalik atau dibias *reverse*.

Semakin besar intensitas cahaya yang diterima, maka makin besar pula arus balik yang ditimbulkannya. Bila energi *photon* diserap dalam suatu semikonduktor, maka akan menghasilkan pasangan elektron-elektron dan *hole-hole* yang telah dibangkitkan oleh *photon* saling memisahkan diri karena pengaruh medan listrik. Dimana elektron-elektron akan menuju sisi N dan *hole-hole* menuju sisi P, sehingga dihasilkan arus dari katoda menuju ke anoda. Arus balik yang dihasilkan sebanding dengan sinar yang diserap. Karena pengaruh *junction* yang lebih tinggi menciptakan lebih banyak pasangan elektron-*hole*, sehingga mengakibatkan aliran arus balik yang melewati *junction* bertambah.

Sebuah photo dioda, biasanya mempunyai karakteristik yang lebih baik dari pada photo transistor dalam responnya terhadap cahaya infra merah. Biasanya photo dioda mempunyai respon 100 kali lebih cepat dari pada photo transistor. Oleh sebab itulah para *designer* cenderung menggunakan photo dioda dari pada menggunakan photo transistor. Tetapi sebuah photo transistor tetap mempunyai keunggulan yaitu mempunyai kemampuan untuk menguatkan arus bocor menjadi ratusan kali jika dibandingkan dengan photo dioda.

### 2.18. *Light Emitting Diode (LED) Infra Merah*

LED infra merah ini digunakan untuk menghasilkan radiasi infra merah. Prinsip kerjanya adalah, pada waktu LED infra merah dibias maju (*forward*), elektron dari pita konduksi melewati *junction* dan jatuh kedalam *hole* pita valensi, sehingga elektron-elektron tersebut memancarkan energi. Pada dioda penyearah biasa, energi ini dikeluarkan sebagai energi panas, tetapi pada LED energi ini dipancarkan sebagai cahaya. Simbol LED infra merah yang sering digunakan ditunjukkan dalam gambar 2-14.



**Gambar 2-14 LED Infra Merah <sup>[8]</sup>**

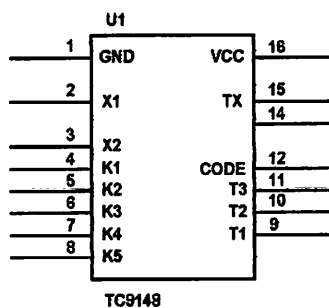
Efisiensi pancaran cahaya akan berkurang dengan berkurangnya arus input dan kenaikan suhu. Infra merah mempunyai panjang gelombang  $10^{-3}$  sampai  $10^{-6}$  m dengan frekuensi sebesar  $10^{11}$  sampai  $10^{14}$  Hz sehingga pancaran gelombang tersebut tidak tertangkap oleh mata manusia. Kekuatan yang dihasilkan tergantung pada arus listrik yang masuk karena semakin dipenuhi kebutuhan akan arus max maka semakin terang cahaya yang dihasilkan.

LED memiliki berbagai keuntungan dibanding sumber cahaya lain yang dapat dihidupkan dan dimatikan dengan cepat, berukuran kecil, membutuhkan

daya yang kecil dan memiliki ketahanan hidup yang lama karena LED adalah piranti *solid state* yang tahan terhadap guncangan.

### 2.19. IC TC9148P

IC TC9148P merupakan IC yang khusus dirancang untuk dipergunakan sebagai pemancar dari suatu rangkaian *remote control*. IC TC9148P mempunyai beberapa kelebihan didalam penggunaannya seperti mempunyai jangkauan tegangan yang luas saat operasi, sehingga apabila terjadi suatu perubahan tegangan pada saat operasi maka *remote control* ini masih dapat bekerja dengan baik. Jangkauan tegangannya 2,2 Volt sampai 5 Volt. Didalam pembuatan *remote control* dengan menggunakan IC TC9148P ini tidak terlalu banyak memerlukan komponen pendukung, karena IC ini telah dirancang khusus untuk *remote control*. Sehingga dapat dibuat *remote control* dengan ukuran yang relatif kecil.



Gambar 2-15 Konfigurasi Pin-pin IC TC9148P <sup>[9]</sup>

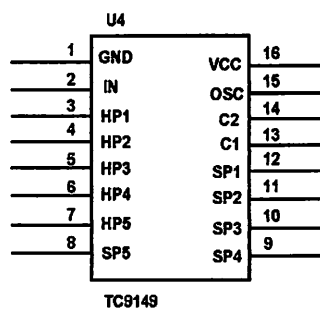
Keterangan pin-pin dari IC TC9148P:

Pin 1 : Ground

- Pin 2 : Tempat pengisian X- TAL sebagai pembangkit frekuensi
- Pin 4 – 9 : Pin-pin input
- Pin 10 – 12 : Pin-pin *timing*
- Pin 13 : Kode
- Pin 14 : Test
- Pin 15 : Output
- Pin 16 : Vdd

### 2.20. IC TC9149P

Seperti yang telah dijelaskan pada IC *remote control*, IC TC9149P berfungsi memproses sinyal yang dikirim oleh *remote control* dalam bentuk serial, kode biner kemudian diolah untuk mengaktifkan salah satu kaki output dari IC ini.



**Gambar 2-16 Konfigurasi Pin-pin IC TC9149P <sup>[10]</sup>**

Keterangan pin-pin dari IC TC9149P:

- Pin 1 : Ground
- Pin 2 : Input

Pin 3 – 7 : Keluaran berupa pulsa panjang

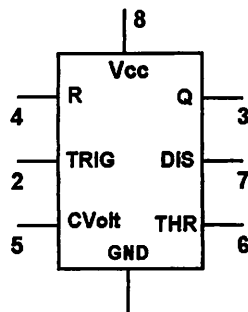
Pin 8 – 14 : Kode

Pin 15 : Oscilator

Pin 16 : Vdd

## 2.21. IC 555

IC 555 adalah salah satu pewaktu rangkaian terpadu yang sangat populer yang diperkenalkan oleh *Sigmetic Corporation* yang serupa dengan *op-amp*. Pewaktu IC 555 sangat bisa diandalkan serta mudah digunakan dan harganya murah.



Gambar 2-17 Konfigurasi dari Pin IC 555 <sup>[11]</sup>

IC 555 bisa beroperasi dari tegangan *supply* sebesar +5V ~ +18V. Pewaktu IC 555 merupakan fungsional yang berisi 2 pembanding, 2 transistor dan 3 tahanan yang sama. Sebuah flip-flop dan 3 buah tingkat keluaran seperti pada gambar diatas.

Pewaktu IC 555 mempunyai 2 cara kerja, baik sebagai *multivibrator astabil* atau sebagai *multivibrator monostabil*. Pada operasi *astabil* rangkaian ini

bekerja pada frekuensi yang ditentukan oleh  $R_a$ ,  $R_b$ ,  $C$  sedangkan frekuensi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f = \frac{I}{T}$$
$$= \frac{1,44}{(R_a + R_b).C}$$

Pemilihan frekuensi berdasarkan pertimbangan kecepatan pengiriman data agar tidak terjadi kesalahan eksekusi pengiriman data karena pada saat data pertama belum selesai dieksekusi data kedua tidak ditangani.

## 2.22. Relay

Relay adalah suatu perangkat saklar (*switch*) yang dioperasikan oleh gaya elektromagnetik yang dihasilkan oleh kumparan yang berada didalamnya.

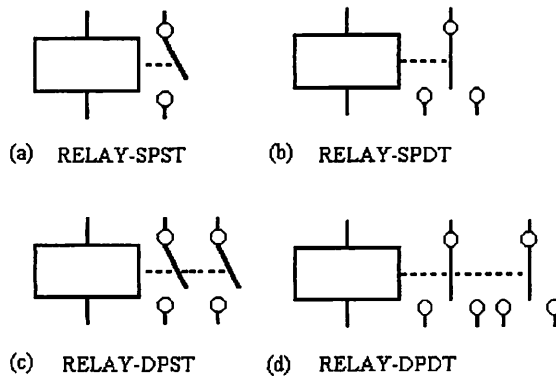
Relay ini pada umumnya digunakan untuk menyambung dan memutuskan hubungan antara suatu bagian dengan bagian lainnya dalam suatu rangkaian elektronik, selain itu juga dimaksudkan untuk megisolasi *switching* antara tegangan catu tinggi dengan catu rendah. Kerugian yang ditemui pada relay yaitu adanya waktu tanggapan (*respons time*) saat on maupun saat *off*. yang relatif lambat dan serta adanya efek induksi balik sesaat setelah relay *off*. Oleh sebab itu maka antara rangkaian pengendali dan relay perlu di-isolasi dengan rangkaian peng-isolasi.

Relay terdiri dari 4 jenis relay, yaitu:

- DPDT (*Double Pole, Double Throw*)
- SPDT (*Single Pole, Double Throw*)



- DPST (*Double Pole, Single Throw*)
- SPST (*Single Pole, Single Throw*)



**Gambar 2-18 Jenis-jenis Relay** <sup>[12]</sup>

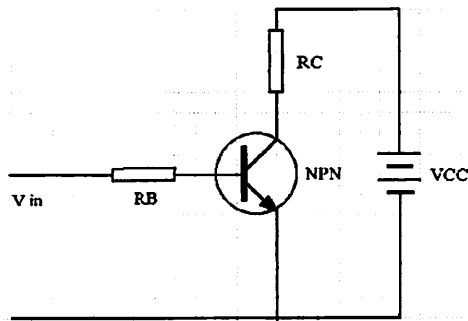
### 2.23. Transistor sebagai Saklar

Cara penggunaan transistor sebagai saklar adalah dengan mengoperasikan transistor tersebut pada salah satu dari titik sumbat atau *saturasi*, dimana titik sumbat adalah titik dimana garis-garis beban memotong kurva  $I_B = I_{B(sat)}$ . Keadaan ini seperti sebuah saklar (*switch*) yang tertentu.

Dalam gambar 2-19 berikut ini diperlihatkan rangkaian transistor yang paling sederhana, adalah rangkaian transistor sebagai saklar sebuah tegangan  $V_{BB}$  membias maju dioda emitor menuju pembatas arus  $R_B$ . Maka arus yang mengalir pada  $R_B$  adalah :

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

Nilai  $V_{BE}$  pada transistor dengan bahan silikon (Si) adalah 0,7 V, sedangkan transistor yang berbahan germanium (Ge) bernilai 0,3 V



**Gambar 2-19 Rangkaian Sederhana Transistor sebagai Saklar <sup>[13]</sup>**

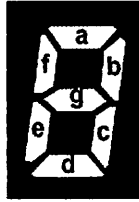
Pada gambar diatas jika arus kolektor yang mengalir terlalu banyak transistor akan menuju ke kondisi jenuh (saturasi) secara ideal terjadi suatu hubungan singkat antara terminal kolektor dan emitor dengan arus jenuh sebesar

$$I_{C(SAT)} \cong \frac{V_{CC}}{R_C}$$

Begitu pun sebaliknya jika transistor beroperasi dalam daerah titik sumbat atau *cut-off* maka tidak akan ada arus kolektor yang mengalir dan semua tegangan catu muncul pada terminal kolektor.

## 2.24. Seven Segment

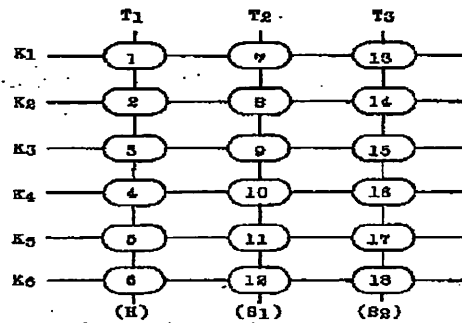
Kebanyakan tampilan angka menggunakan konfigurasi sebuah seven segment untuk membentuk karakter desimal dari 0 sampai 9 dan terkadang karakter heksadesimal A sampai F. Setiap segment terbuat dari bahan yang mengeluarkan cahaya ketika dilewati arus listrik. Bahan tersebut banyak dipakai termasuk LED dan serabut cahaya.



**Gambar 2-20 Simbol Seven Segment <sup>[14]</sup>**

### 2.25. Keypad

Berfungsi untuk mengkombinasikan tombol yang diharapkan pada keluaran menjadi suatu perintah untuk menjalankan sistem. Keypad dibuat dengan menyilangkan kaki T dan K yang ada pada IC TC9148P. Tombol data dari keypad diberikan kepada GAL22V10 untuk melakukan proses lebih lanjut melalui perangkat lunak.

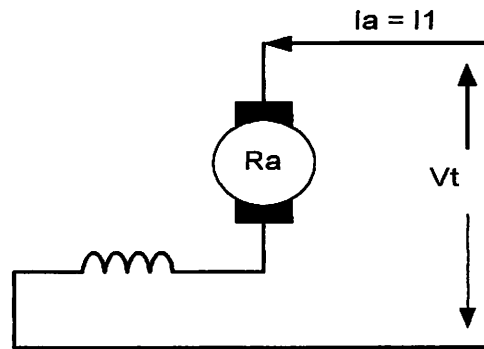


**Gambar 2-21 Konfigurasi Keypad <sup>[9]</sup>**

### 2.26. MOTOR DC

Motor DC adalah suatu alat yang berfungsi untuk merubah tenaga listrik searah menjadi tenaga gerak atau mekanik berupa putaran motor. Motor DC terdiri dari bagian yang diam yaitu stator dan bagian yang bergerak atau berputar yang disebut dengan rotor. Motor-motor DC sudah banyak digunakan dalam industri modern. Alasan mengapa industri modern lebih tertarik pada penggunaan

motor DC adalah karena kecepatan motor DC dapat diatur, selain itu arah putaran dari motor DC ini juga dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan. Untuk dapat menggerakkan *background changer* maka diperlukan peralatan pendukung lainnya seperti *belt* (sabuk).



**Gambar 2-22 Rangkaian Motor Arus Searah** <sup>[15]</sup>

### 2.26.1. Prinsip Kerja Motor DC

Motor DC termasuk dalam jenis motor arus searah, dimana prinsip kerja motor arus searah berdasarkan pada penghantar yang membawa arus ditempatkan dalam suatu medan magnet, maka penghantar tersebut akan mengalami gaya. Gaya tersebut menimbulkan torsi yang akan menghasilkan rotasi mekanik, sehingga motor akan berputar. Motor arus searah yang berputar harus membutuhkan syarat-syarat sebagai berikut:

1. Adanya garis gaya magnet (*fluks*), antara kutub yang ada di stator.
2. Penghantar yang dialiri arus ditempatkan pada jangkar yang berada dalam medan magnet tadi.
3. Pada penghantar timbul gaya yang menghasilkan torsi.

Arah dari garis-garis gaya (*fluks*) medan magnet yang dihasilkan oleh kutub, arah arus yang mengalir pada penghantar dan arah dari gaya, saling tegak lurus serta menurut hukum tangan kiri *fleming*. Adapun rumus besar gaya pada konduktor adalah:

$$\mathbf{F} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{I} \cdot \mathbf{L}$$

Dimana: B = Kerapatan fluks dalam garis-garis gaya magnet (weber)

I = Arus yang mengalir pada gambar penghantar (ampere)

L = Panjang penghantar (meter)

Gaya yang dihasilkan oleh arus yang mengalir pada penghantar yang ditempatkan dalam suatu medan tergantung dari kekuatan medan magnet, harga dari arus melalui penghantar dan panjang kawat yang membawa arus.

$$I_{\text{relay}} = \frac{V_{CC}}{R_{\text{relay}}}$$

$$I_B = \frac{I_{\text{relay}}}{h_{FE}}$$

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

Persamaan yang menyatakan hubungan antara tegangan, arus, daya resistansi adalah sebagai berikut:

Untuk motor arus searah berlaku hubungan:

$$V_t = E_a + I_a * R_a$$

$$E_a = C_n \Phi$$

$$n = \frac{V_t - I_a * R_a}{C \Phi}$$

Dimana:

$V_t$  = EMF (GGL) tegangan jepit dalam volt

$E_a$  = GGL lawan dalam volt

$I_a$  = Arus jangkar dalam Ampere

$R_a$  = Resistansi kumparan dalam Ohm

$C$  = Konstanta

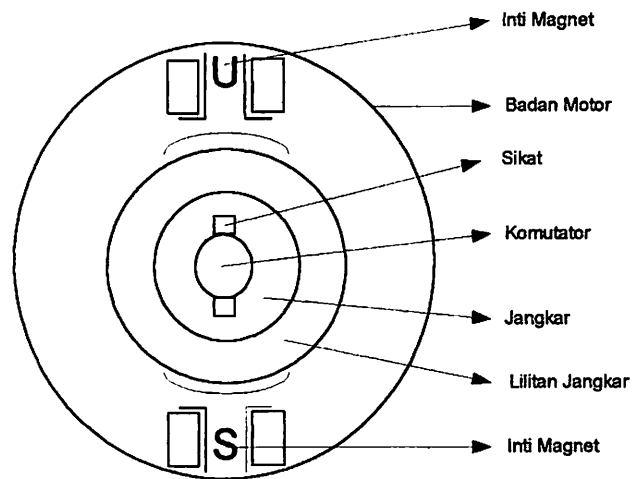
$n$  = Kecepatan putaran

$\Phi$  = Fluks dalam webber

Dari persamaan terakhir diatas dapat dilihat, bahwa pada motor ini bertambahnya kopel (artinya arus jangkar bertambah besar) mengakibatkan kecepatan ( $n$ ) menurun.

### 2.26.2. Konstruksi Motor DC

Motor arus searah mempunyai bagian yang diam (stator) dan bagian yang berputar (rotor). Bagian stator terdiri dari badan motor (*body*) yang memiliki lempengan-lempengan magnet yang melekat, untuk motor kecil umumnya lempengan-lempengan tersebut berupa magnet permanen, sedangkan pada motor DC yang besar berupa kumparan elektromagnetik adalah kumparan yang dililitkan pada lempengan yang disebut kumparan medan. Sedangkan rotor terdiri dari jangkar sebagai intinya yang terbuat dari lempengan yang dapat ditarik oleh magnet.



**Gambar 2-23 Bagian-bagian dari Motor DC <sup>[15]</sup>**

Bila kumparan medan diberi tegangan maka akan terbentuk kutub-kutub magnet utara (U) dan selatan (S) pada lempengan-lempengan magnet. Pada kumparan jangkar juga diberi tegangan melalui komutator dan sikat-sikat hal ini menyebabkan terbentuknya medan magnet di sekeliling masing-masing konduktor sehingga menghasilkan torsi.

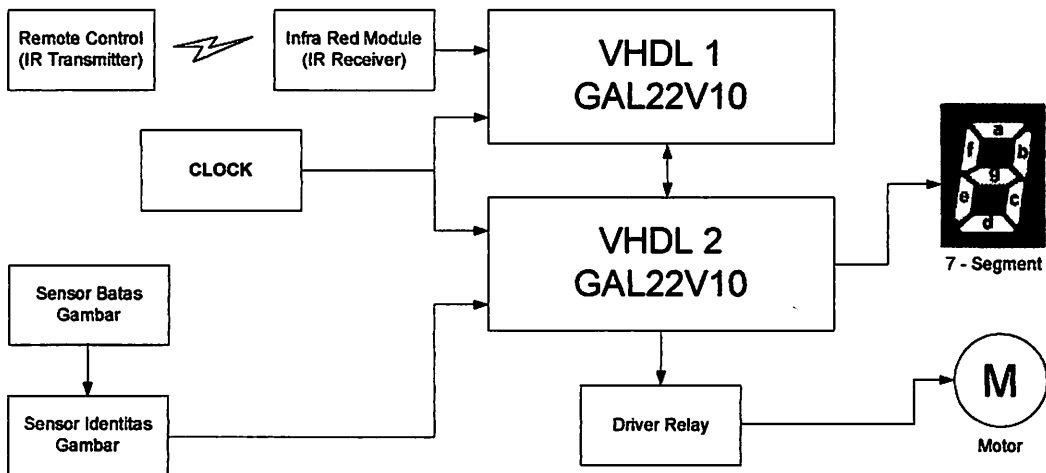
# BAB III

## PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Dalam perancangan dan pembuatan alat terdiri dari dua tahap yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

### 3.1. Perancangan Perangkat Keras

Sebelum dilakukan pembuatan perangkat keras terlebih dahulu direncanakan diagram blok dari alat yang akan dibuat, dan selanjutnya akan dibahas perancangan dari alat sesuai dengan diagram blok. Blok diagram dari alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:



**Gambar 3-1 Blok Diagram Sistem**



Prinsip kerja dari blok diagram tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

#### **Blok Pengirim Data**

- a. *Keypad* berfungsi sebagai input yang akan diproses oleh IC VHDL.
- b. Rangkaian pemancar adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengolah data dari keypad yang akan dikirimkan melalui LED infra merah.
- c. LED infra merah berfungsi sebagai media pemancar cahaya data infra merah yang akan dikirimkan ke penerima.

#### **Blok Penerima dan Pengolah Data**

- a. *Infrared Receiver Module (IRM)* berfungsi untuk mendeteksi sinyal infra merah.
- b. Rangkaian penerima berfungsi untuk menerjemahkan data infra merah yang telah diterima dari rangkaian pemancar.
- c. IC GAL22V10 berfungsi untuk mengatur serta mengolah data yang diterima untuk kemudian dijalankan sesuai dengan apa yang diprogramkan.
- d. *Clock* merupakan pembangkit pulsa yang akan menggerakkan IC GAL22V10 dengan frekuensi 10 KHz.
- e. *Driver* berfungsi untuk mengendalikan saklar (*relay*).
- f. *Relay* berfungsi sebagai saklar penghubung motor dan catu daya.
- g. Motor berfungsi sebagai penggerak background photo.
- h. Unit catu daya digunakan untuk mensuplai tegangan ke sistem rangkaian pemancar, penerima dan pengolah data.

## 3.2. BLOK PEMANCAR ATAU PENGIRIM DATA

### 3.2.1. Keypad

Keypad Berfungsi untuk mengkombinasikan tombol 1 sampai dengan 3 yang ada pada kaki IC TC9148P menjadi 12 *bit*, yang diharapkan pada keluaran TC9149P menjadi kombinasi ini merupakan suatu perintah untuk menjalankan sistem. *Keypad* dibuat dengan menyilangkan kaki T dan K yang ada pada pin-pin IC TC9148P.

### 3.2.2. Rangkaian Pemancar (*Transmitter*)

Kaki-kaki T dan K pada IC TC9148P berfungsi menerima input kombinasi *keypad*. Hubungan antara T dan K pada kaki-kaki IC akan menghasilkan serial kode biner yang dikeluarkan dari *TX out*. Arus dari *Tx out* akan memicu *transistor switch* untuk rangkaian infra merah sehingga LED infra merah akan mengirimkan data. Untuk menentukan besarnya tahanan yang akan digunakan *transistor switch* infra merah dapat dicari dengan cara berikut:

Besarnya arus yang melewati LED infra merah adalah:

$$I_{LED} = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{R_L}$$

dari karakteristik *data book*,  $I_{LED} = 20 \text{ mA}$  dengan  $V_{LED} = 1,5 \text{ Volt}$

sedangkan  $V_{CC} = 3 \text{ Volt}$ , maka besarnya  $R_L$  dapat diperoleh dengan persamaan diatas yaitu:

$$\begin{aligned} R_L &= \frac{V_{CC} - V_{LED}}{I_{LED}} \\ &= 75 \Omega \end{aligned}$$

Maka digunakan resistor yang mendekati yang ada dipasaran yaitu sebesar  $82 \Omega$ . Sedangkan untuk mencari  $R_B$  dapat dicari dengan persamaan:

$$R_B = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{I_B}$$

Dari data book transistor diketahui  $H_{fe} = 100$ ,  $V_{BE} = 0,7$  Volt, maka  $R_B$  dapat diketahui:

$$I_B = \frac{I_{Led}}{h_{fe}} =$$

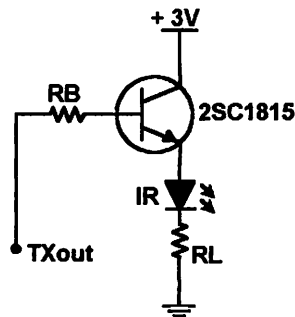
$$= 0,2 \text{ mA}$$

maka nilai  $R_B$  adalah

$$R_B = \frac{3V - 0,7V}{0,2mA}$$

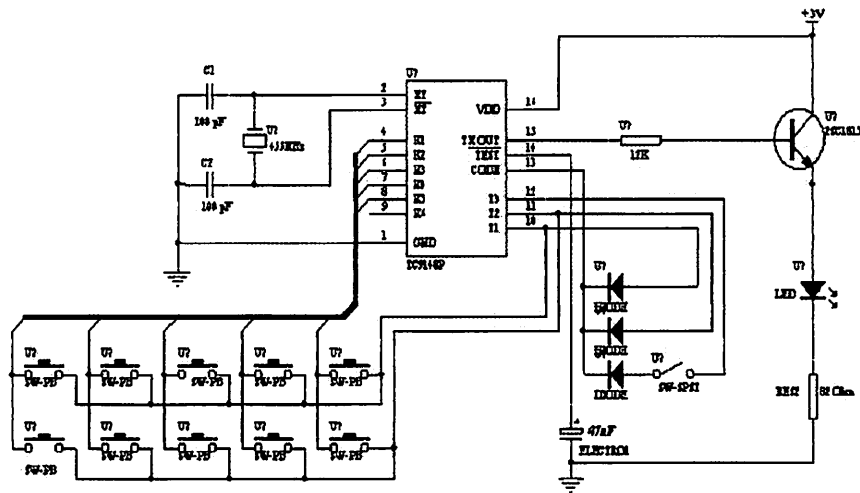
$$= 11500 \Omega$$

Maka digunakan nilai resistor yang mendekati yang ada dipasaran yaitu sebesar  $12 \text{ K}\Omega$ .



**Gambar 3-2 Rangkaian *Driver* Infra Merah**

Untuk osilator digunakan kristal  $455 \text{ Khz}$  yang dihubungkan dengan kapasitor keramik.

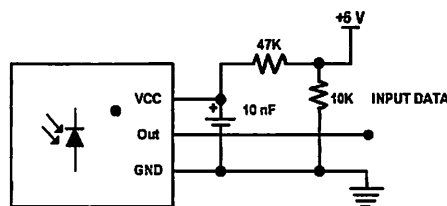


**Gambar 3-3 Rangkaian Pemancar IR (Transmitter)**

### 3.3. Blok Penerima Data dan Pengolah Data

#### 3.3.1. Infrared Receiver Module (IRM)

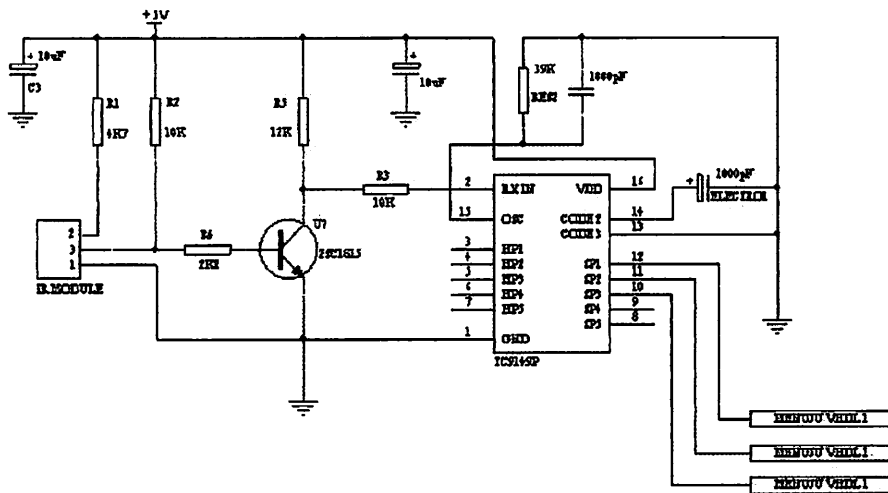
Adalah *photodiode* yang digabungkan dengan IC dan akhirnya menjadi satu sistem penerima infra merah. Dalam komponen IRM (*Infrared Receiver Module*) ini sudah terdapat penguat awal (*preamplifier*). Sinyal kekurangannya dapat langsung dimasukkan ke *mikroprosesor* untuk di dekode-kan. Dalam perancangan alat, IRM digunakan untuk IC TC9149P yang akan menerjemahkan apa yang telah di inputkan dari pemancar. Berikut adalah rangkaian aplikasi yang disarankan oleh *Everlight Electronics CO, LTD*:



**Gambar 3-4 Rangkaian Aplikasi IRM**

### 3.3.2. Rangkaian Penerima (*Receiver*)

Sinyal data serial *kode biner* yang dipancarkan oleh *remote* diterima oleh sensor infra merah dalam hal ini adalah modul penerima infra merah dari perusahaan *Everlight* dengan tipe IRM-8602S yang dapat mendeteksi frekuensi pembawa (*carrier*), komponen tersebut merupakan *chip* tunggal dengan sensor *photodiode*. Rangkaian penerima berfungsi untuk memisahkan antara sinyal pembawa (*carrier*) dengan data utama dengan format data 12-bit, sehingga sinyal output dari rangkaian berstandart tegangan TTL.

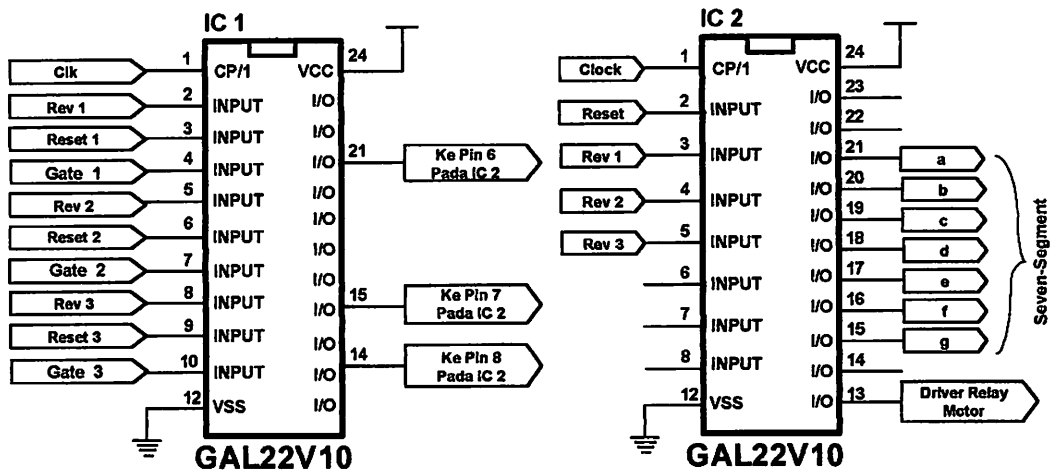


**Gambar 3-5 Rangkaian Penerima Infra Merah (*Receiver*)**

### 3.3.3. GAL22V10 sebagai Pengolah Data dan Pengendali Utama.

IC ini digunakan sebagai pengolah data untuk kemudian menjalankan perintah sesuai dengan apa yang telah diprogramkan. IC ini dapat diprogram dan dihapus kembali untuk keperluan lain. Pada perancangan alat menggunakan 2 buah IC GAL22V10, IC GAL22V10 (1) *port* I/O yang digunakan adalah 11 pin, 1

pin digunakan untuk *clock*. Pada IC GAL22V10 (2) *port I/O* yang digunakan 8 pin termasuk *clock*. Penjelasan dari pin-pin yang digunakan dapat dilihat dari hasil *compile* program yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 3-6 Konfigurasi Pin IC GAL22V10 sebagai Pengontrol Utama

### 3.3.4. Rancangan Rangkaian Astabil Sebagai Pembangkit Pulsa (*Clock*)

Untuk menggerakkan IC GAL22V10 maka digunakan rangkaian pembangkit *pulsa astabil*. Rancangan pembangkit pulsa untuk sistem ini digunakan jenis IC 555 dengan maksud membangkitkan sinyal *clock* dengan cara terminal *trigger* dan terminal *threshold* dihubungkan sehingga menjadi pemuncian sendiri. Frekuensi dari *clock* didapatkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R1 + 2R2)C}$$

Frekuensi *clock* yang digunakan untuk IC ini adalah 10 KHz, nilai komponen yang didapat dari lembar data IC 555 adalah:

$$R1 = 1000 \Omega$$

$$C1 = 10 \text{ nf}$$

$$F = 10 \text{ KHz}$$

Maka R2 dapat dicari dengan menggunakan rumus:

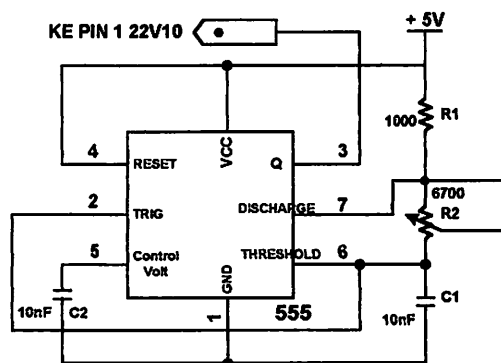
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R1 + 2R2)C}$$

$$R2 = \frac{\left( \frac{1,44}{f \times C1} - R1 \right)}{2}$$

$$R2 = \frac{\left( \frac{1,44}{10 \cdot 10^3 \times 10 \cdot 10^{-9}} - 1000 \right)}{2}$$

$$R2 = 6700 \Omega$$

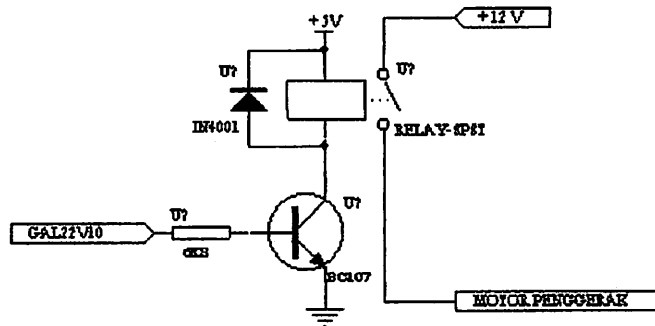
Nilai R2 tersebut didapatkan dengan memasang resistor variable dengan nilai maximum 20 Kohm. Berikut adalah gambar rangkaian clock:



**Gambar 3-7 Rangkaian Clock**

### 3.3.5. Driver Relay Motor DC

*Driver* motor DC adalah suatu alat yang berfungsi untuk merubah tenaga listrik searah menjadi tenaga gerak atau mekanik berupa putaran motor. Penggunaan motor dalam perancangan ini digunakan sebagai penggerak *background changer* pada studio foto. Maka *driver* relay sangat dibutuhkan untuk mengatur kerja motor. Berikut adalah gambar rangkaian dasar *driver* relay untuk motor DC:



**Gambar 3-8 Rangkaian *Driver* Relay Motor**

Pada dasarnya kerja motor diatur oleh relay yang dapat dikatakan sebagai kuda beban mengontrol kerja motor. Apabila kontak relay adalah *Normally Open* (NO), maka arus terbuka bila relay tidak dialiri arus. Sebaliknya pada titik kontak relay dialiri arus. Pada kedua kondisi tersebut kontak-kontak dari relay akan berubah keadaannya apabila relay dialiri arus listrik. Selain itu *relay* dapat menentukan arah putaran dari motor DC ini juga dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan. Seperti pada perancangan *photo background changer* ini relay digunakan mengkontak motor untuk berputar.



Driver relay merupakan rangkaian transistor yang difungsikan sebagai saklar yaitu untuk memberikan arus pada *relay*. *Relay* akan menyambung jika ada arus yang melalui kumparan, arus ini diatur oleh transistor, sedangkan transistor akan aktif bila mendapat *bias* dari *basis*. Jika ada arus bias dari basis, maka arus akan mengalir dari kolektor ke emitor. Sedangkan arus kolektor tersebut diperoleh dari sumber sebesar 5 V.

Relay yang digunakan adalah relay mekanik dengan tegangan 5 V. Sinyal penggerak relay ini adalah keluaran dari IC GAL22V10. Sinyal ini dilewatkan oleh resistor (*Rb*) yang digunakan untuk membatasi arus basis pada transistor yang berfungsi menggerakkan relay.

Diketahui R dalam relay ( $R_{Relay}$ ) 140 ohm dan tegangan sumber untuk relay adalah 5 V. Maka besarnya arus yang dibutuhkan:

$$I_{Relay} = \frac{V_{cc}}{R_{Relay}}$$

$$I_{Relay} = \frac{5V_{olt}}{140\Omega}$$

$$= 35,71 \text{ mA}$$

Dengan *hfe* yang maksimum dan dengan arus basis yang kecil, dapat mengaktifkan relay. Maka *hfe* yang digunakan dalam rangkaian ini 65 (dipilih transistor dengan type BC107).

$$I_b = \frac{I_{relay}}{hfe}$$

$$= \frac{35,71}{65}$$

$$= 0,549 \text{ mA}$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B}$$

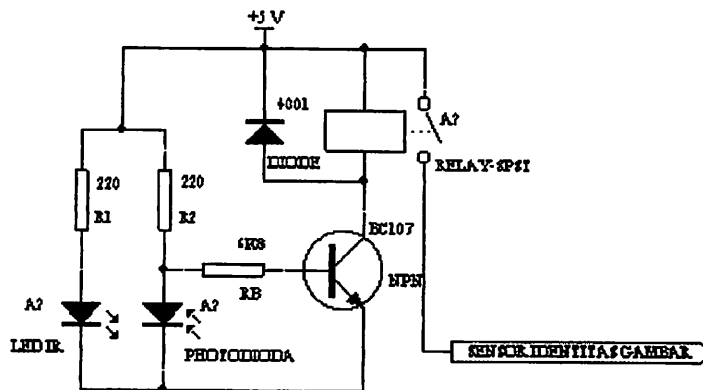
$$= \frac{3,9 - 0,7}{0,549mA}$$

$$= 7,8 K\Omega$$

$$\approx 6K8$$

### 3.4. Sensor Batas Gambar

Sensor batas gambar disini menggunakan LED infra merah dan photodiode yang diletakkan pada kanan tepi kerangka penyangga yang akan mengenali batas antara gambar pertama sampai gambar ketiga. Cara kerja sensor ini yaitu, sensor akan mendeteksi lubang-lubang tunggal yang ada pada tiap-tiap batas antar gambar. Apabila sinyal infra merah yang dipancarkan oleh infra merah melewati lubang dan diterima photodiode maka sinyal output dari photodiode akan diteruskan ke transistor driver BC107 untuk dijadikan sebagai perintah penggerak relay..



Gambar 3-9 Rangkaian Sensor Batas Gambar

Dalam mencari nilai resistor beban yang diperlukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Dari data sheet diketahui:

Arus infra merah: 20 mA

Tegangan pada infra merah: 1,2 Volt

Untuk menentukan nilai resistor yang membatasi pada infra merah dapat digunakan persamaan:

$$R1 = \frac{V_{cc} - V_{led}}{I_{led}}$$

$V_{cc}$  = Tegangan Input

$V_{led}$  = Tegangan Input Pada Led

$I_{led}$  = Arus Led

Tahanan yang dibutuhkan agar sensor infra merah menyala adalah sebagai berikut:

$$R1 = \frac{V_{cc} - V_{led}}{I_{led}}$$

$$R1 = \frac{5 - 1.2}{20 \cdot 10^{-3}}$$

$$R1 = \frac{3.8}{20 \cdot 10^{-3}}$$

$$R1 = 190 \Omega \text{ Ohm.}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai resistor pada infra merah sebesar 190  $\Omega$ . Karena dipasaran tidak ada maka diambil nilai terdekatnya yaitu sebesar 220  $\Omega$ . Dengan menggunakan rumus seperti diatas maka nilai tahanan pada R2 juga sebesar 220  $\Omega$ .

### 3.5. Sensor Identitas Gambar

Sensor identitas gambar disini menggunakan 3 buah LED infra merah dan photodiode yang diletakkan pada tepi kiri kerangka penyangga yang akan mendeteksi gambar keberapa (posisi gambar). Adapun cara kerja sensor ini yaitu, 3 buah sensor diletakkan berjajar agar dapat mengenali lubang-lubang yang ada ditepi kiri gambar. 3 buah sensor disini disesuaikan dengan jumlah maksimal gambar yang disimpan, yaitu dapat menyimpan hingga 8 gambar ( $2^3 = 8$ ). Adapun identitas gambar yang dapat dikenali oleh sensor yaitu.

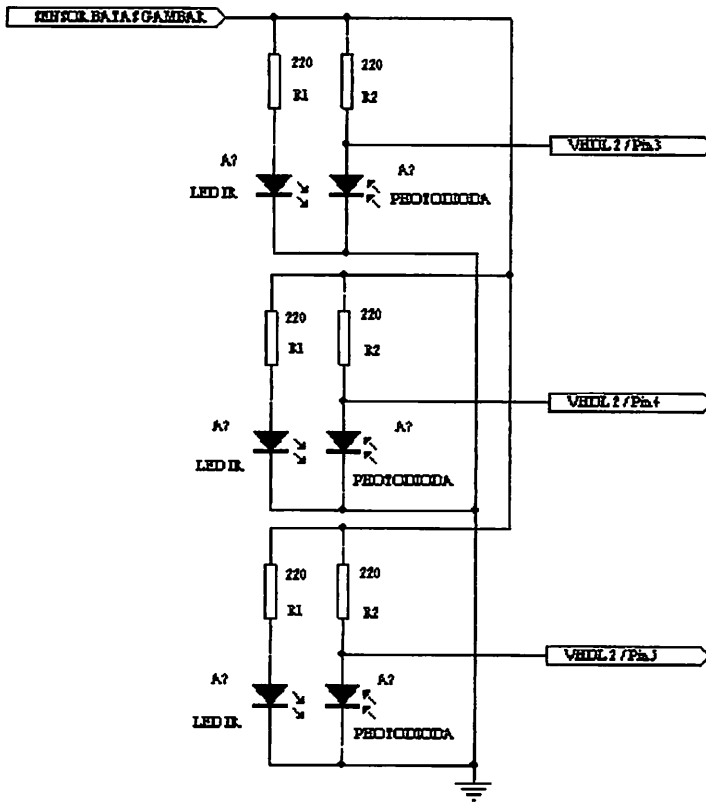
**Tabel 3-1 Data Identitas Gambar**

<b>Lubang Gambar</b>	<b>Identitas Gambar</b>
100	Gambar ke 1A dan 1B
010	Gambar ke 2A dan 2B
001	Gambar ke 3A dan 3B

*Keterangan : 0 = Tidak lubang, 1 = Lubang*

Besarnya nilai tahanan pada sensor identitas gambar dalam perhitungannya adalah sama dengan nilai pada sensor batas gambar. Sehingga tidak perlu untuk dituliskan pada perancangan sensor identitas gambar

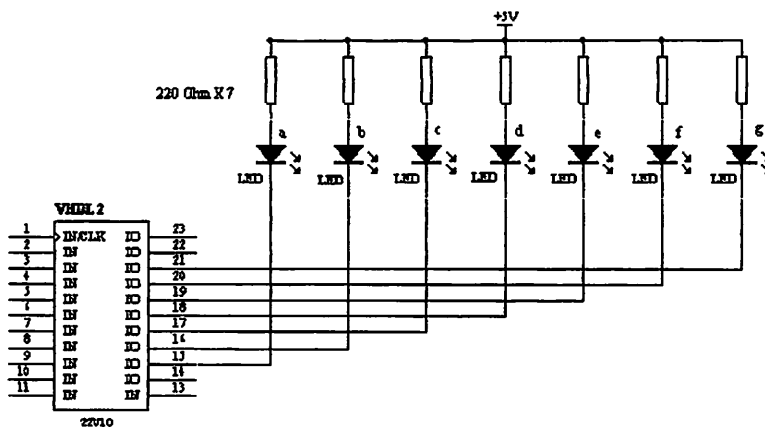
Jumlah gambar dapat ditambah dengan menambahkan beberapa sensor lagi, sesuai dengan kebutuhan banyaknya gambar. Berikut ini adalah gambar rangkaian sensor identitas gambar:



**Gambar 3-10 Rangkaian Sensor Identitas Gambar**

### 3.6. Tampilan Seven Segment

Display atau penampil adalah alat peraga yang dapat menampilkan bilangan desimal atau diterjemahkan. Pada seven-segment digunakan tujuh ruas yang berasal dari LED yang disusun sedemikian rupa membentuk angka-angka berupa garis-garis lurus. Dengan demikian ruas-ruas tersebut akan menyala secara simultan dengan menunjukkan angka-angka tertentu dari angka 0 sampai angka 9.



**Gambar 3-11 Tampilan seven segment**

Ada dua jenis penyambungan kaki-kaki dioda yang membentuk seven-segment, yaitu common anoda dan common katoda. Dalam perancangan ini dipergunakan seven-segment jenis common anoda.

Sebelum menuju ke segment-segment biasanya diberi tahanan dengan nilai tertentu yang bertujuan agar segment-segment pada seven-segment tidak mudah rusak. Tahanan tersebut ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{V - V_{dioda}}{I}$$

Arus yang mengalir melalui LED direncanakan sebesar 15  $\mu$ A sehingga LED menyala pada status aman, tegangan LED ( $V_{dioda}$ ) adalah 1,5 V dan tegangan sumber VCC adalah 5 V.

$$R = \frac{5V - 1,5V}{15\mu A} = 233,33\Omega$$

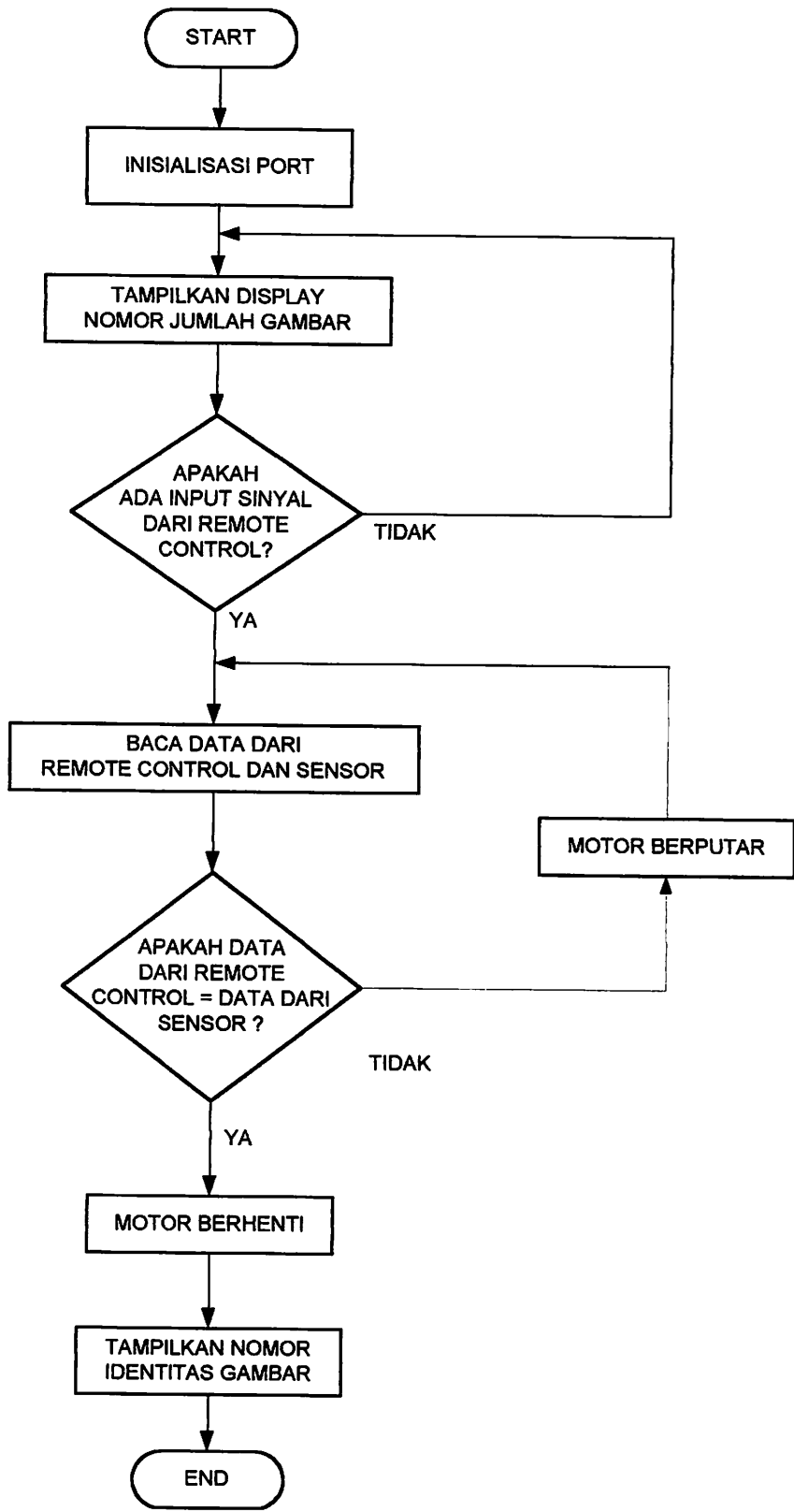
Sehingga resistor pengamannya adalah 220 $\Omega$ .

### 3.7. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak mutlak diperlukan untuk menjalankan suatu sistem agar sesuai dengan yang kita harapkan. Pada bagian ini perencanaan perangkat lunak menggunakan *software Warp2 Release5.2* dari *Cypress Semikonduktor*. Program yang dibuat menggunakan metode FSM (*Finite State Machine*).

FSM merupakan suatu metode pembantu perancangan dalam VHDL. Ciri utama dari metode ini adalah terbagi atas *state-state*, dimana satu *state* dengan *state* yang lain saling berkaitan. Dengan adanya *Warp5.2* kita dapat dengan mudah membuat suatu FSM, dengan hanya menggambarkan *state diagram* dalam *active-HDL FSM*. Kemudian dapat di *generate* sehingga didapatkan listing program dengan format *\*.vhd* untuk kemudian di *compile* dengan *Galaxy*. Program yang telah dibuat dapat di-simulasikan pada *Active HDL-Sim*, yaitu program yang digunakan untuk men-simulasikan program yang ada, apakah program tersebut berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan oleh si pembuat.

Pada perancangan perangkat lunak ini diterangkan secara umum dengan menggunakan *flowchart* pada gambar berikut:



**Gambar 3-12 Diagram Alir Program**



## **BAB IV**

### **PENGUJIAN ALAT**

#### **4.1 Pendahuluan**

Untuk mengetahui apakah alat yang telah dirancang dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan, maka perlu melakukan pengujian sistem alat. Dalam rangka pengujian tersebut, pada bab ini diuraikan percobaan yang dilakukan untuk mengetahui respon dan kerja dari keseluruhan alat yang telah dirancang tersebut.

Untuk mengetahui kemampuan alat dan sistem kerja alat sesuai dengan program yang telah dibuat, maka dilakukan pengujian alat sesuai dengan program yang telah dibuat. Macam-macam pengujian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Pengujian pada pewaktu (*clock*).
- b. Pengujian pada pemancar dan penerima
- c. Pengujian pada sensor infra merah (*photodiode*)
- d. Pengujian pada driver relay motor
- e. Pengujian pada display seven-segment
- f. Pengujian Tegangan pada Kaki IC GAL22V10
- g. Pengujian simulasi file JEDEC
- h. Pengujian sistem secara keseluruhan.

Setelah dilakukan pengujian, maka dilakukan pengujian pada keseluruhan sistem pada alat berikut perangkat lunak (*software*) pendukungnya.

## 4.2 Pengujian Pewaktu (*clock*)

Pengujian pewaktu dilakukan untuk melihat sinyal yang dihasilkan oleh pewaktu, yang direncanakan menghasilkan 10 KHz. Pada output oscilloscope ditunjukkan sinyal yang keluar adalah 10,78 KHz. Berikut ini metode yang dilakukan pada saat pengujian:

### a. Tujuan

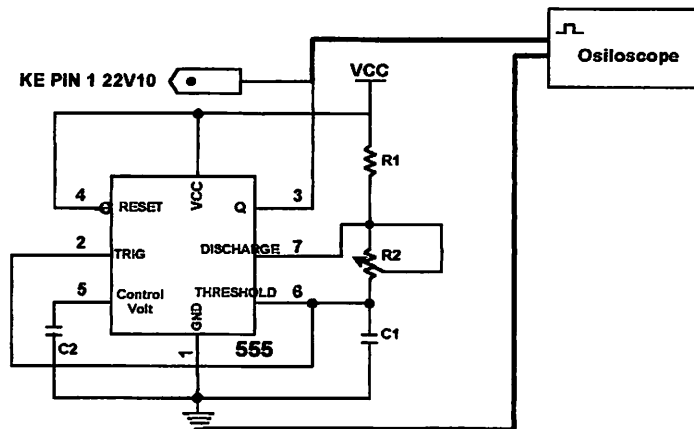
Untuk mengetahui besarnya frekuensi output dirangkaian clock yang telah dirancang dan membandingkan hasil perhitungan dan pengukuran sehingga diperoleh presentase simpangan/kesalahan.

### b. Peralatan yang digunakan

- Osiloscope
- Rangkaian clock
- Catu daya 5V

### c. Langkah-langkah pengujian

- Menghubungkan rangkaian clock dengan catu daya.
- Menghubungkan tiap-tiap output clock dengan osiloscope.
- Memberi konfigurasi inputan dengan tegangan sama seperti tegangan output IC 22V10  $\pm$  3,9 V.
- Mengamati perubahan dari frekuensi yang diinginkan yaitu sebesar 10 KHz dan bentuk sinyal pada setiap konfigurasi input.



**Gambar 4-1 Pengujian Pewaktu 555**

**d. Hasil pengujian**

Hasil dari pengukuran rangkaian pewaktu (clock) dengan menggunakan Osiloscope adalah 10,78 KHz.

Error yang terjadi pada rangkaian pewaktu (*clock*) adalah :

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Simpangan (Error)} &= \frac{\text{selisih perhitungan dan pengukuran}}{\text{nilai perhitungan}} \times 100 \% \\
 &= \frac{10,78 - 10}{10} \times 100 \% \\
 &= 0,078 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa bagian rangkaian pewaktu (clock) ini dianggap telah sesuai dengan rencana yang diinginkan.

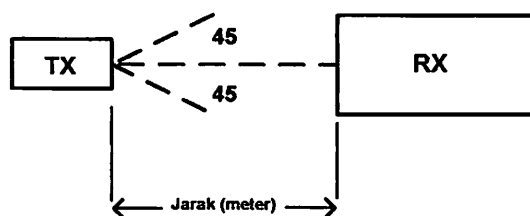
**4.3. Pengujian Pemancar dan Penerima**

Pengujian ini dilakukan agar diketahui berapa jarak dan sudut maksimal yang dapat dicapai dari TX/RX ini guna penyampaian informasi. Hasil pengujian dapat ditunjukkan tabel berikut:

**Tabel 4-1 Hasil Pengujian Kemampuan Jarak Tempuh dan Sudut dari Pemancar ke Penerima**

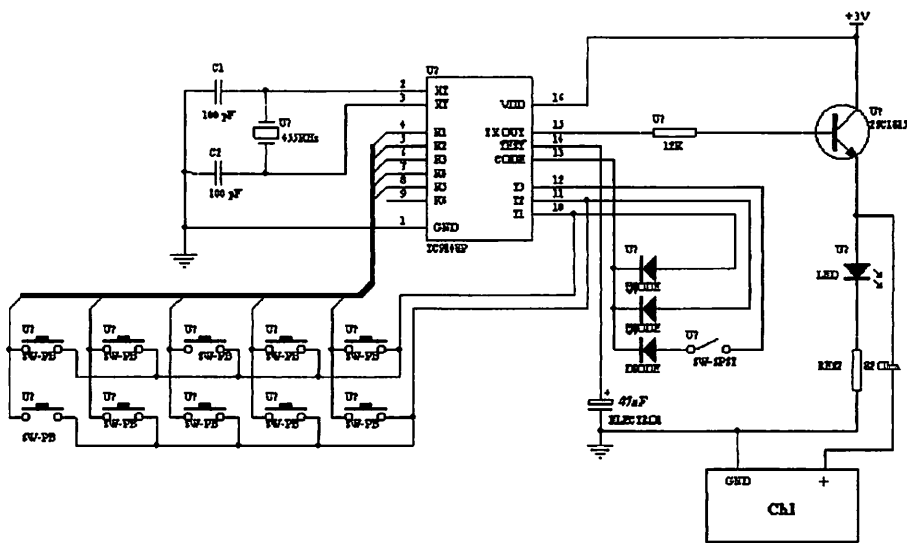
Jarak (meter)	Sudut ( $^{\circ}$ , derajat)	Motor
2	0	1
2	45	1
2	50	0
3	0	1
3	45	1
3	50	0
4	0	1
4	45	1
4	50	0
5	0	1
5	45	1
5	50	0
6	0	0
6	45	0
6	50	0

Dari pengujian didapat bahwa pada sudut diatas  $45^{\circ}$  keatas dan jarak 6 meter, sensor dari penerima tidak dapat menangkap sinyal yang dipancarkan dari pemancar data. Pengujian yang dilakukan ditunjukkan seperti pada gambar berikut:

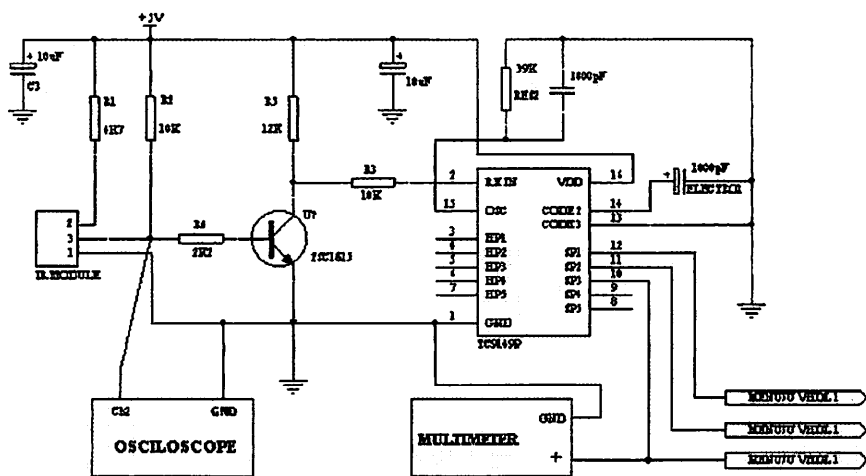


**Gambar 4-2 Metode Pengujian Jarak Tempuh Pemancar-Penerima**

Dilakukan juga pengukuran dengan menggunakan oscilloscope untuk mengetahui bentuk gelombang yang dipancarkan dan yang diterima. Berikut gambar pengujian alat dengan menggunakan oscilloscope, dimana diperlihatkan titik pengukurannya. Untuk pemancar menggunakan chanel 1 pada oscilloscope sedangkan untuk penerima menggunakan chanel 2:



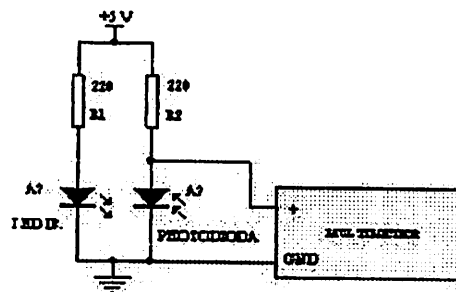
**Gambar 4-3 Titik-Titik Yang Diukur Pada Pemancar**



**Gambar 4-4 Titik-Titik Yang Diukur Pada Penerima**

#### 4.4 Pengujian Sensor Infra Merah (Photodioda)

Tujuan dari pengujian pada sensor infra merah ini adalah untuk mengetahui apakah rangkaian yang dibuat telah sesuai dengan apa yang diharapkan dan mampu mendeteksi lubang pada gambar photo studio background changer yang dilewatkan. Dari pengujian sensor ini akan diperoleh suatu nilai tegangan yang mewakili kondisi “high” dan “low” yang akan digunakan sebagai inputan. Cara pengujian rangkaian sensor infra merah adalah dengan menghubungkan catu daya 5V, kemudian menghubungkan multimeter pada rangkaian yaitu probe positif ditempatkan pada kaki katoda receiver sedangkan probe negatif ke ground. Setelah itu mengamati tegangan output dengan memberikan kondisi ke pemancar terhalang atau tidak terhalang. Pengujian yang dilakukan dapat dilihat seperti pada gambar berikut ini:



**Gambar 4-5 Pengujian Sensor Infra Merah (Photodioda)**

Dari langkah-langkah pengujian pengukuran besarnya tegangan, maka didapat hasil pengukuran seperti pada tabel sebagai berikut :

**Tabel 4-2 Hasil Pengukuran Tegangan Sensor Infra Merah (Photodiode)**

Hasil Pengukuran (Volt)				
Photodiode	Kondisi	Vout	Logika	keterangan
Photodiode 1	Terhalang	4,55	High	Photodiode Aktif Low
	Tidak Terhalang	0,15	Low	
Photodiode 2	Terhalang	4,79	High	Photodiode Aktif Low
	Tidak Terhalang	0,24	Low	
Photodiode 3	Terhalang	4,78	High	Photodiode Aktif Low
	Tidak Terhalang	0,16	Low	
Photodiode 4	Terhalang	4,78	High	Photodiode Aktif Low
	Tidak Terhalang	0,20	Low	

Dengan hasil pengujian diatas, akan didapatkan hasil perhitungan nilai simpangan error sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Simpangan (Error)} &= \frac{\text{selisih perhitungan dan pengukuran}}{\text{nilai perhitungan}} \times 100 \% \\
 &= \frac{5 - 4,55}{4,55} \times 100 \% \\
 &= 0,09 \%
 \end{aligned}$$

Dengan menggambarkan persamaan yang sama akan didapatkan hasil perhitungan yang sama. Berikut ini adalah total hasil perhitungan nilai error:

**Tabel 4-3 Hasil Nilai Error (%)**

Photodiode	Hasil Simpangan ( % )	
	Kondisi	( % )
Photodiode 1	Terhalang	0,09

	Tidak Terhalang	0,03
Photodioda 2	Terhalang	0,04
	Tidak Terhalang	0,05
Photodioda 3	Terhalang	0,04
	Tidak Terhalang	0,03
Photodioda 4	Terhalang	0,04
	Tidak Terhalang	0,04

Dari hasil nilai-nilai error diatas kita dapat mengetahui error rata-rata dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 (\%) \text{ rata-rata (error)} &= \frac{\Sigma \text{ simpangan (error)}}{\Sigma \text{ percobaan}} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,09 + 0,04 + 0,04 + 0,04}{4} \\
 &= 0,05 \%
 \end{aligned}$$

Dengan menggambarkan persamaan yang sama akan didapatkan hasil perhitungan yang sama. Berikut ini adalah total hasil perhitungan nilai error rata-rata (%) :

**Tabel 4-4 Hasil Nilai Error Rata-rata (%)**

Kondisi	Error Rata-rata( % )
Terhalang	0,05
Tidak Terhalang	0,03

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa bagian sensor infra merah (Photodioda) ini dianggap telah sesuai dengan rencana yang diinginkan.



## 4.5 Pengujian Driver Relay Motor

### a. Tujuan

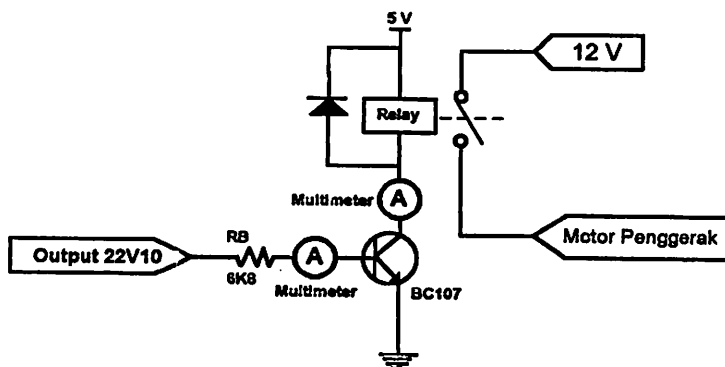
Untuk mengetahui apakah bagian driver relay ini sudah sesuai dengan apa yang direncanakan apa tidak

### b. Peralatan yang digunakan

- Power Supply 5 V
- Multimeter
- Rangkaian driver relay

### c. Langkah-langkah pengujian

- Menghubungkan bagian driver relay dengan catu daya 5 V
- Mengukur arus basis pada transistor dan mengukur arus output hasil pengendalian relay antara kaki emitor dan kolektor pada transistor pada kondisi ada beban (relay aktif) dan pada kondisi tidak ada beban (relay tidak aktif).
- Mengamati dan mencatat hasil pengujian.



Gambar 4-6 Pengujian pada Bagian Driver Relay

d. Hasil Pengujian

**Tabel 4-5 Hasil Pengukuran pada Bagian Driver Relay**

Kondisi	V <sub>CC</sub> (V)	R <sub>B</sub> (kΩ)	I <sub>C</sub> (mA)	I <sub>B</sub> (mA)
Relay tidak aktif	5	6,8	0	0
Relay aktif			27	0,5

Pengukuran I<sub>C</sub> rangkaian driver relay disini mengukur berapa arus yang melewati kolektor transistor. Transistor pada rangkaian driver dibebani oleh sebuah relay. Disini arus I<sub>B</sub> dipengaruhi oleh nilai resistor R<sub>B</sub> dimana R<sub>B</sub> = 6K8 KΩ, nilai resistor tersebut didapat dari perhitungan dalam perencanaan sebelumnya. Hasil pengukuran I<sub>B</sub> dan I<sub>C</sub> pada pengujian driver relay dapat dilihat pada tabel dibawah. Pada tabel tersebut dijelaskan bahwa hasil yang didapat dari pengukuran tidak sama dengan hasil perhitungan (terjadi error).

$$\% \text{ Simpangan (Error)} = \frac{\text{selisih perhitungan dan pengukuran}}{\text{nilai perhitungan}} \times 100 \%$$

**Tabel 4-6 Hasil Analisa Error pada Driver Relay**

Hasil dari	R <sub>B</sub> (kΩ)	I <sub>C</sub> (mA)	I <sub>B</sub> (mA)
Perhitungan	6,8	30	0,7
Pengukuran	6,5	27	0,5
% Error	0,04	0,1	0,2

Dari pengujian diatas dapat diketahui bahwa transistor BC107 akan menjadi saklar bagi tegangan supply relay yang dikendalikan oleh tegangan keluaran dari IC 22V10 yang kecil sehingga relay dapat bekerja sebagai saklar

penghubung motor. Dan bagian ini dianggap telah sesuai dengan apa yang sudah direncanakan dalam perancangan.. Adapun pengujian pada polaritas output driver motor dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 4-7 Hasil Pengujian Driver Motor DC (*driver relay*)**

<b>Input Driver Relay</b>	<b>Output</b>
1	Berputar
0	Berhenti

#### **4.6 Pengujian Display Seven-Segment**

##### **a. Tujuan**

Untuk mengetahui apakah cara kerja bagian display seven-segment ini sudah sesuai seperti apa yang telah kita rencanakan atau tidak.

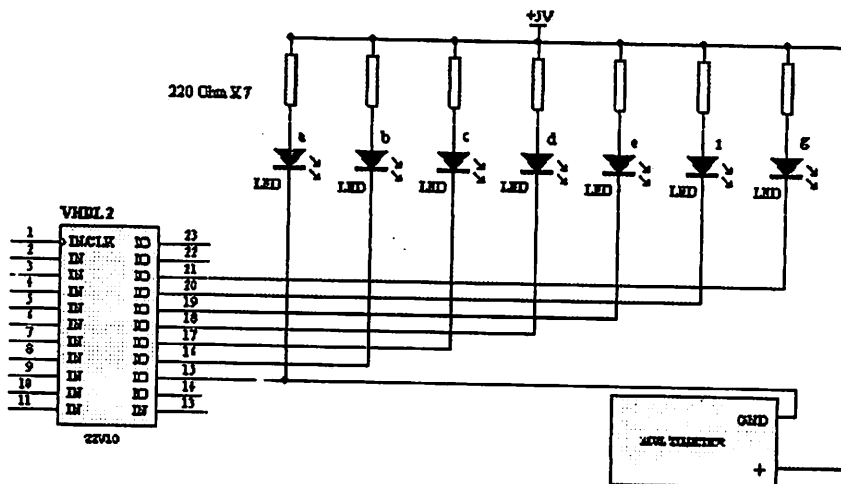
##### **b. Peralatan yang digunakan**

- Multimeter
- Seven-segment
- Rangkaian display
- Catu daya 5 Volt

##### **c. Langkah-langkah pengujian**

- Menghubungkan rangkaian display dengan catu daya.
- Menghubungkan tiap-tiap output display dengan seven-segment
- Memberi konfigurasi inputan dengan tegangan sama seperti tegangan output IC 22V10  $\pm$  3,9 V

- Mengamati perubahan nyala seven-segment indikator pada sctiap konfigurasi input.



Gambar 4-7 Pengujian Pada Seven-Segment

d. Hasil pengujian

Tabel 4-8 Hasil Pengukuran pada Bagian Display

Input	Output
4,2 V	3,9 V

Error yang terjadi pada output display adalah :

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

$$= \frac{0,3}{4,2} \times 100 \%$$

$$= 0,07 \%$$

Untuk mengetahui hasil dari pengujian pada display seven-segment dapat dilihat pada tabel berikut ini :

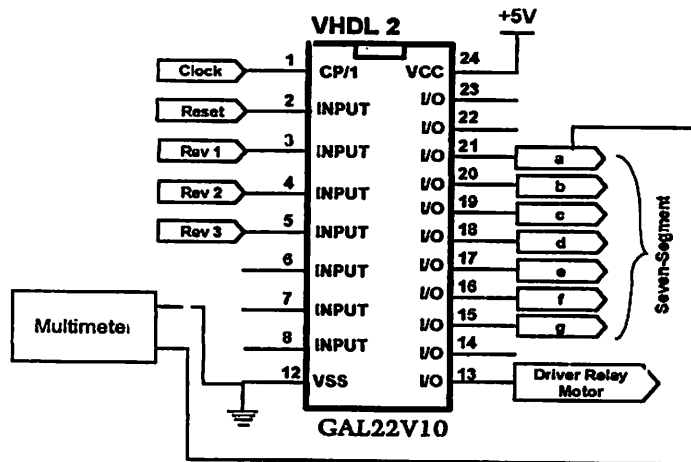
**Tabel 4-9 Hasil Pengujian Display Seven-Segment**

INPUT TOMBOL	OUTPUT							DISPLAY
	a	b	c	d	e	f	g	
1	1	0	0	1	1	1	1	1
2	0	0	1	0	0	1	0	2
3	0	0	0	0	1	1	0	3

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa bagian display ini dianggap telah sesuai dengan rencana yang diinginkan.

#### 4.7 Pengujian Tegangan pada Kaki IC 22V10

Pengujian ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa pada kaki IC 22V10 tersebut terdapat tegangan yang cukup (Level high = 3-5 V, Level low = 0 V) untuk menjalankan perintah. Hasil yang didapat setelah pengukuran adalah 4,2 V yang diinputkan dari kaki output penerima, sedangkan pada kaki output IC 22V10 didapatkan tegangan 3,9 V. Gambar berikut adalah pengujian tegangan pada kaki IC 22V10.



**Gambar 4-8 Pengujian Tegangan Pada Kaki IC 22V10**

Error yang terjadi pada output IC 22V10 adalah :

$$\begin{aligned} \% \text{ error} &= \frac{\text{selisih perhitungan dan pengukuran}}{\text{nilai perhitungan}} \times 100 \% \\ &= \frac{5 - 3,9}{5} \times 100 \% \\ &= 0,22 \% \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa output tegangan pada IC 22V10 ini dianggap telah sesuai dengan rencana yang diinginkan.

#### 4.8 Simulasi File JEDEC

Untuk menguji file Jedec hasil kompilasi dari program yang dibuat, digunakan program simulasi Active-HDL SIM. Hasil simulasi yang berupa timing diagram (fungsional) yang merupakan kelakuan dari pengendali yang didesain. Berikut adalah hasil pengujian simulasi Active-HDL SIM dapat dilihat pada gambar berikut:

DIN1	1	Num 1	
DIN2	0	Num 2	
DIN3	0	Num 3	
DOUT1	1		
DOUT2	0		
DOUT3	0		
GATE1	1	Num 7	
GATE2	1	Num 8	
GATE3	1	Num 9	
RESET1	0	1	
RESET2	1	2	
RESET3	1	3	

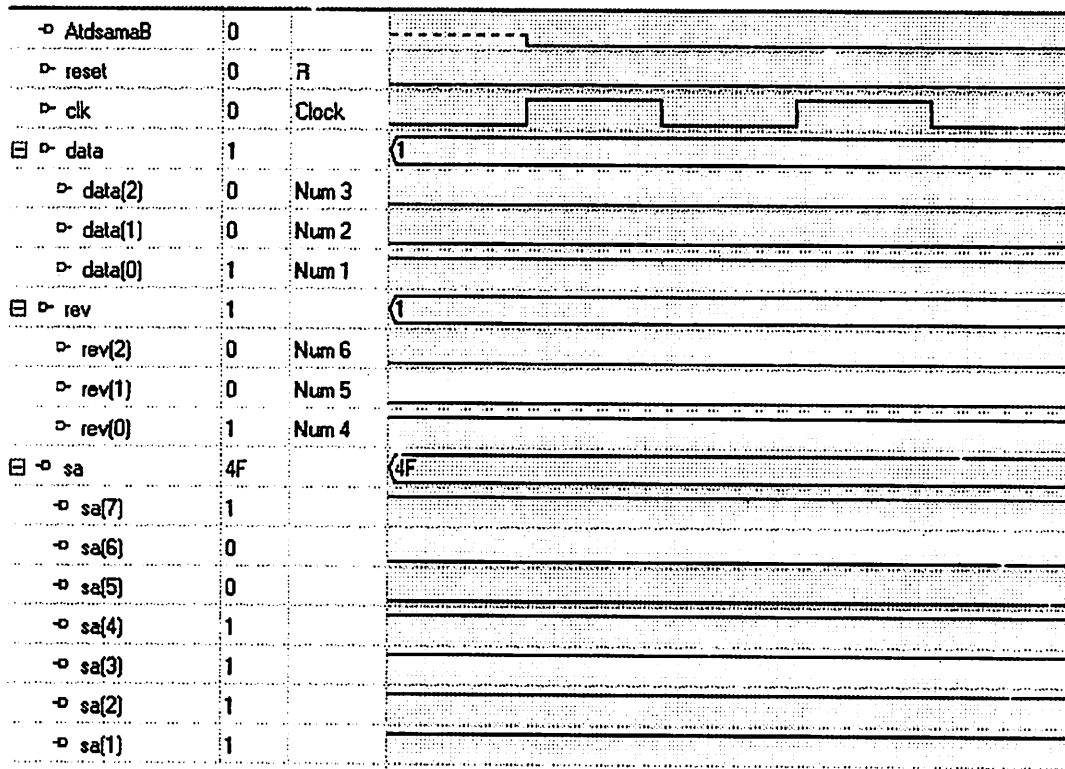
**Gambar 4-9 Hasil Simulasi Pada IC VHDL 1**

DIN1	0	Num 1	
DIN2	1	Num 2	
DIN3	0	Num 3	
DOUT1	0		
DOUT2	1		
DOUT3	0		
GATE1	1	Num 7	
GATE2	1	Num 8	
GATE3	1	Num 9	
RESET1	1	1	
RESET2	0	2	
RESET3	1	3	

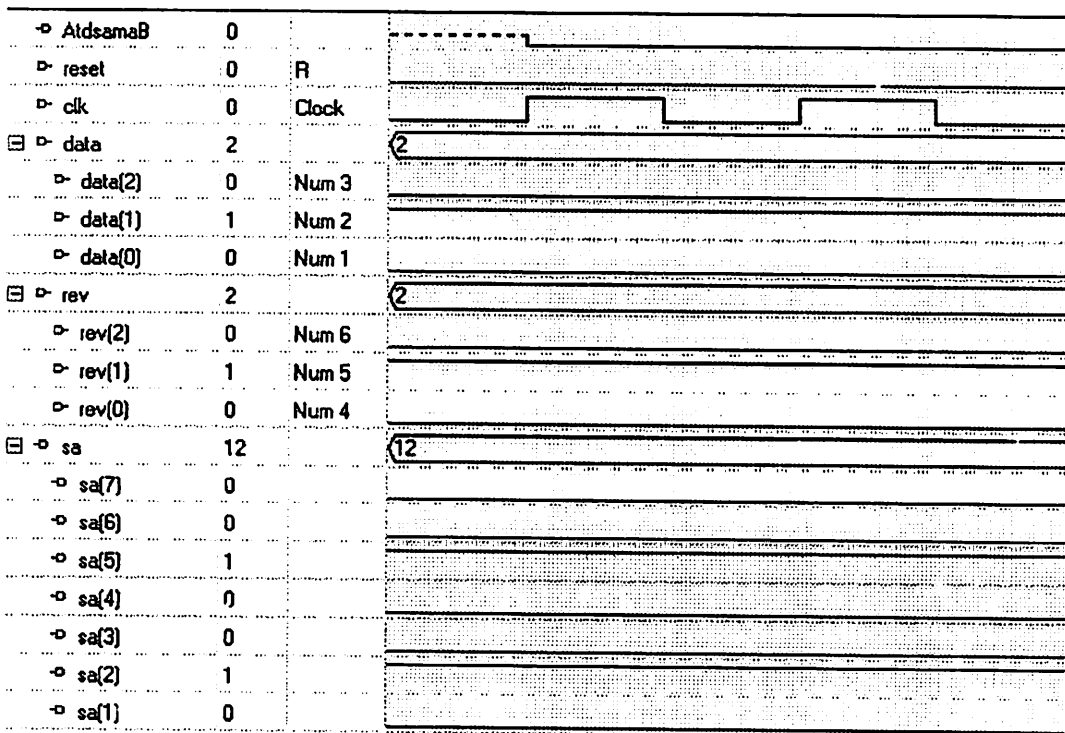
**Gambar 4-10 Hasil Simulasi Pada IC VHDL 1**

DIN1	0	Num 1	
DIN2	0	Num 2	
DIN3	1	Num 3	
DOUT1	0		
DOUT2	0		
DOUT3	1		
GATE1	1	Num 7	
GATE2	1	Num 8	
GATE3	1	Num 9	
RESET1	1	1	
RESET2	1	2	
RESET3	0	3	

**Gambar 4-11 Hasil Simulasi Pada IC VHDL 1**

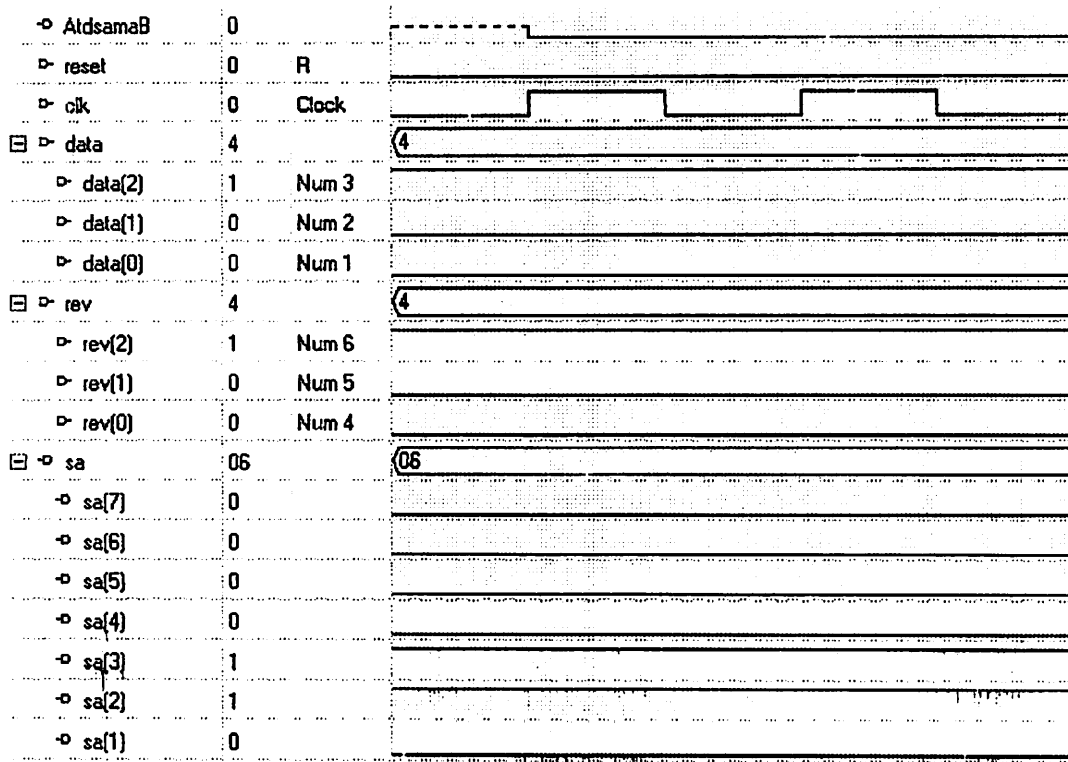


**Gambar 4-12 Hasil Simulasi Pada IC VHDL 2**



**Gambar 4-13 Hasil Simulasi Pada IC VHDL 2**





**Gambar 4-14 Hasil Simulasi Pada IC VHDL 2**

#### 4.9 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan alat yang digunakan untuk mengetahui kemampuan dari alat. Dengan pengujian ini didapatkan untuk kerja alat berupa ketepatan pengontrolan kerja alat dari remote kontrol dengan motor (penggerak background photo studio) sesuai keinginan penggunanya. Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem baik secara mekanik maupun secara elektronik yang digabungkan. Adapun hasil dari pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

**Tabel 4-10 Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan**

Gambar Posisi Awal	Input				Output	
	Remote Kontrol	Photodiode			Driver Relay	Respon Pada Motor
		2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>		
1	1	1	0	0	0	Diam
	2				1	Maju 1 Gambar
	3				1	Maju 2 Gambar
2	1	0	1	0	1	Maju 2 Gambar
	2				0	Diam
	3				1	Maju 1 Gambar
3	1	0	0	1	1	Maju 1 Gambar
	2				1	Maju 2 Gambar
	3				0	Diam

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari perancangan dan pembuatan alat tersebut diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada output pewaktu (*clock*) terdapat error sebesar 0,078 %. Error tersebut terjadi karena adanya toleransi nilai resistansi didalam IC 555.
2. Pada sudut diatas 45 derajat kerja alat ini tidak maksimal, disebabkan toleransi dari komponen IRM, bahkan sinyal tidak dapat diterima.
3. Jarak maksimal yang dapat dicapai oleh alat ini adalah pada jarak 6 meter tegak lurus (  $0^{\circ}$  ). Sedangkan pada sudut  $45^{\circ}$  jarak maksimal yang dapat ditangkap adalah pada jarak 4 meter didepan sensor infra merah.
4. Pada output sensor infra merah (photodiode) terdapat error rata-rata pada saat :
  - Kondisi : - Posisi terhalang sebesar 0,05 %  
                  - Posisi tidak terhalang sebesar 0,03 %
5. Pada output driver relay terdapat error sebesar 0,04 %. Error tersebut terjadi karena adanya toleransi nilai resistansi didalam relay.
6. Pada output display seven-segment terdapat error sebesar 0,07 %. Error tersebut terjadi karena adanya toleransi nilai resistansi didalam IC GAL22V10.

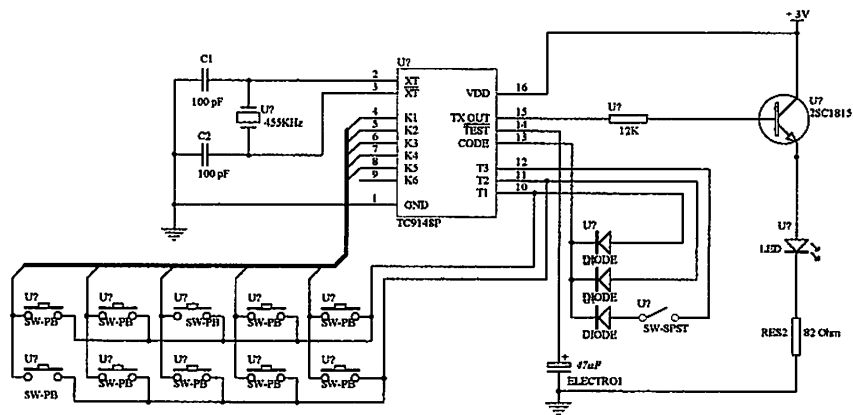
7. Pada tegangan output IC GAL22V10 terdapat error sebesar 0,22 %. Error tersebut terjadi karena adanya toleransi nilai resistansi didalam IC GAL22V10.
8. Driver relay motor hanya digunakan untuk menghubungkan kapasitor dengan menggerakkan motor pada *background photo* sesuai dengan perintah atau input dari *keypad*.

## 5.2. Saran-saran

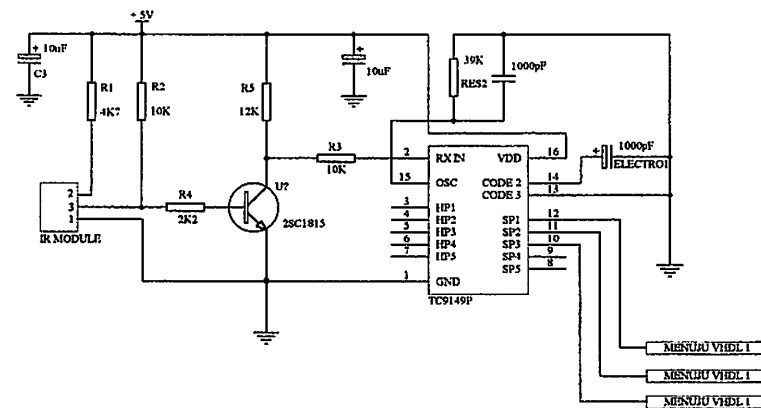
1. Demi kelancaran kerja sang fotografer diusahakan kerja alat tidak terbatas hanya pada sudut 45°, sehingga perlu diusahakan lebih besar lagi sudut fleksibel dari pemancar ke penerima sehingga tidak selalu harus tegak lurus.
2. Jika ingin membuat mekanik dengan bentuk gambar skala besar sebaiknya menggunakan klaker pada setiap bagian As (besi penyangga dan penggulung gambar) untuk meringankan kerja motor penggerak.
3. Apabila ingin merancang dan membuat photo studio background changer dengan menggunakan gambar background yang lebih banyak lagi, sebaiknya menggunakan IC program yang mempunyai pin I/O yang lebih banyak sebagai inputan dari receiver.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Modul Tutorial Praktikum Perancangan Sistem Elektronika, ITN Malang.
- [2] PALCE22V10 Data Sheet Archives
- [3] GAL22V10 Data Sheet Archives
- [4] *Gordon J. Deboo and Clifford N. Burrous, Second Edition.*
- [5] TLN105 Data Sheet Archives.
- [6] *Dave Negro*, Delta Electronics Group, 1999.
- [7] *Ben Wirz*, electronic components and modules to both hobbyists and OEMs, 2004.
- [8] *Frans Djiwatampu*, ETI, Elektronika Masa Kini 5, PT. Dwi Eti Utama, Jakarta, 1982.
- [9] TC9148P Data Sheet Archives.
- [10] TC9149P Data Sheet Archives.
- [11] LM555 Data Sheet Archives.
- [12] [www.digi-ware.com](http://www.digi-ware.com)
- [13] *Albert Paul Malvino, Ph. D.*, Electronic Principles, McGraw Hill, 1979.
- [14] *John F. Wakerly*, Digital Design Prinsiples & Practices, Prentice Hall, 2001
- [15] *Zuhal*, Dasar Tenaga Listrik, ITB Bandung, 1991.

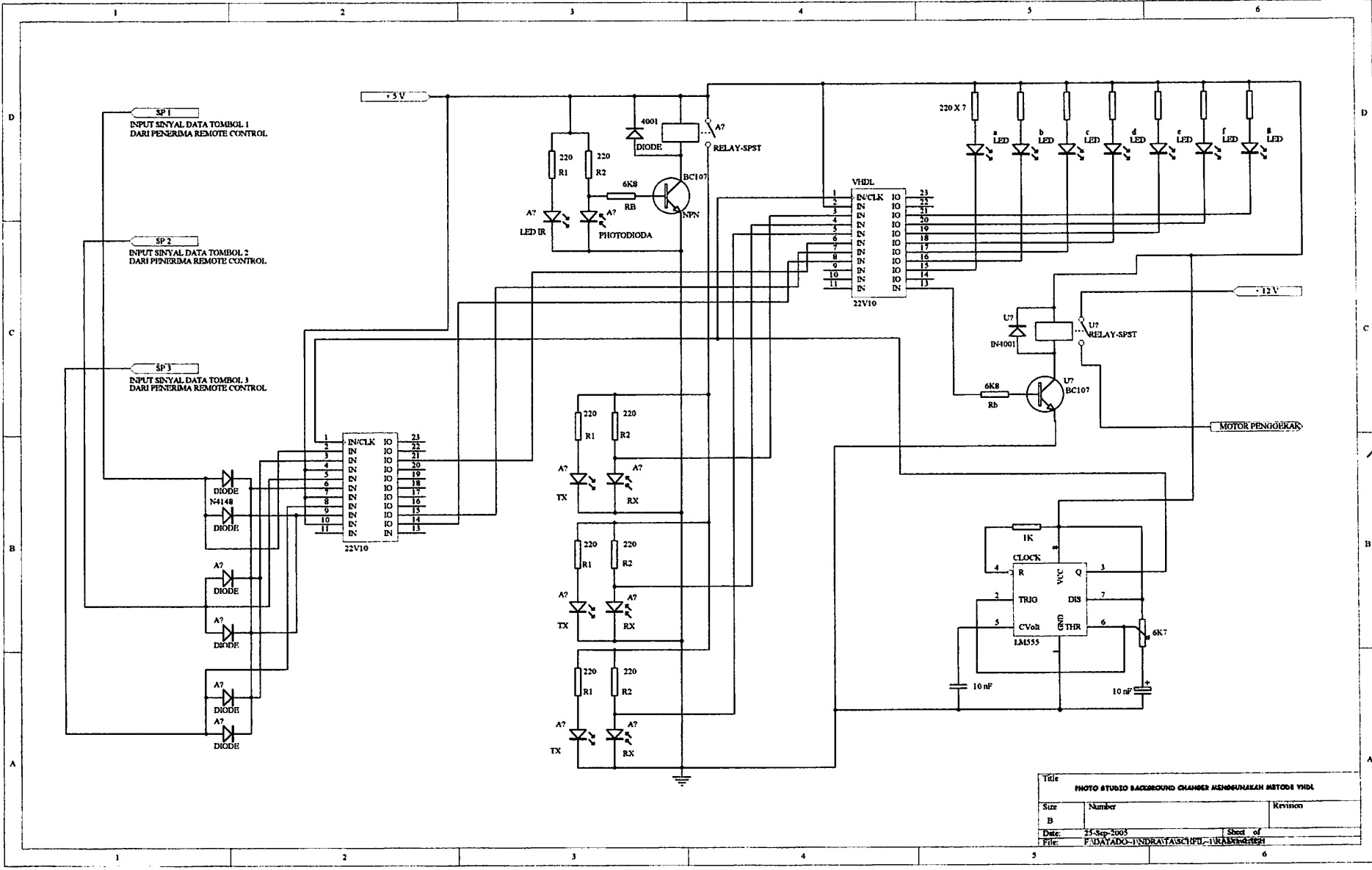


PEMANCAR (TRANSMITTER)



PENERIMA (RECEIVER)

Title		
<b>REMOTE CONTROL</b>		
Size	Number	Revision
B	2	
Date:	15-Sep-2005	Sheet of
File:	PAUSA FAKO - (INDOKAWASCHPEL-1)CADR040805	



Title		
PHOTO STUDIO BACKGROUND CHANGER MENGGUNAKAN METODE VHDL		
Size	Number	Revision
B		
Date:	25-Sep-2003	Sheet of
File:	F:\UJATADO-TINDRATAS\CHPU-UKABENGGI\B2H	

```

library IEEE;
use IEEE.std_logic_1164.all;

entity FLIP is
  port (
    DIN1: in STD_LOGIC;
    DIN2: in STD_LOGIC;
    DIN3: in STD_LOGIC;
    RESET1: in STD_LOGIC;
    RESET2: in STD_LOGIC;
    RESET3: in STD_LOGIC;
    GATE1: in STD_LOGIC;
    GATE2: in STD_LOGIC;
    GATE3: in STD_LOGIC;
    DOUT1: out STD_LOGIC;
    DOUT2: out STD_LOGIC;
    DOUT3: out STD_LOGIC
  );
end FLIP;

architecture FLIP_arch of FLIP is
begin

-- D Latch with Reset
--   GATE: in STD_LOGIC;
--   RESET: in STD_LOGIC;
--   DIN: in STD_LOGIC;
--   DOUT: out STD_LOGIC;

process (GATE1, DIN1, RESET1)
begin

```



```
if RESET1='1' then      --RESET active High
    DOUT1 <= '0';
elseif GATE1='1' then --GATE active High
    DOUT1 <= DIN1;
end if;
end process;
```

```
process (GATE2, DIN2, RESET2)
begin
    if RESET2='1' then      --RESET active High
        DOUT2 <= '0';
    elseif GATE2='1' then --GATE active High
        DOUT2 <= DIN2;
    end if;
end process;
```

```
process (GATE3, DIN3, RESET3)
begin
    if RESET3='1' then      --RESET active High
        DOUT3 <= '0';
    elseif GATE3='1' then --GATE active High
        DOUT3 <= DIN3;
    end if;
end process;
```

```
-- <<enter your statements here>>
```

```
end FLIP_arch;
```

```

library IEEE;
use IEEE.std_logic_1164.all;

entity hendra is
  port (
    data: in STD_LOGIC_VECTOR (3 downto 1);
    rev: in STD_LOGIC_VECTOR (3 downto 1);
    ssa: out STD_LOGIC_VECTOR (7 downto 1);
    clk: in STD_LOGIC;
    reset: in STD_LOGIC;
    AlbB: out STD_LOGIC;
    AlkB: out STD_LOGIC;
    AsamaB: out STD_LOGIC;
    AtdsamaB: out STD_LOGIC;
    AlksB: out STD_LOGIC;
    AlbsB: out STD_LOGIC
  );
end hendra;

architecture hendra_arch of hendra is
--Signal SSA: STD_LOGIC_VECTOR (7 downto 1) ;
begin

process(CLK,reset)
begin
  if (RESET = '1') then
    ALkB <= '0';
    AlbB <= '0';
    ALksB <= '0';
    AlbsB <= '0';
    AsamaB <= '0';
  end if;
end process;

```

```

        AtdsamaB <= '0';
ELSIF (CLK'event and CLK='1') then
    if ( rev < data ) then ALkB <= '1';
    else ALkB <= '0';
    end if;

    if ( rev > data ) then AlbB <= '1';
    else AlbB <= '0';
    end if;

    if ( rev <= data ) then ALbsB <= '1';
    else ALbsB <= '0';
    end if;

    if ( rev >= data ) then AlbsB <= '1';
    else AlbsB <= '0';
    end if;

    if ( rev = data ) then AsamaB <= '1';
    else AsamaB <= '0';
    end if;

    if ( rev /= data ) then AtdsamaB <= '1';
    else AtdsamaB <= '0';
    end if;

end if;
end process;
tampilan: Process (data) --Konversi ke tampilan 7 segment (satu display)
begin
    Case data is

```

```
-- when "001"=>
--   SSA <= "1111110";
  when "001"=>
    SSA <= "0110000";
  when "010"=>
    SSA <= "1101101";
  when "100"=>
    SSA <= "1111001";
--   when "100"=>
--     SSA <= "0110011";
--   when "101"=>
--     SSA <= "1011011";
--   when "110"=>
--     SSA <= "1011111";
  when "111"=>
    SSA <= "1110000";
  when others =>
    SSA <= "1001111";
  end case;--abcdefg
end Process;
```

```
-- <<enter your statements here>>
end hendra_arch;
```

//diagram ACTIONS

rev[0:3]

reset[0:3]

clk

Signal1

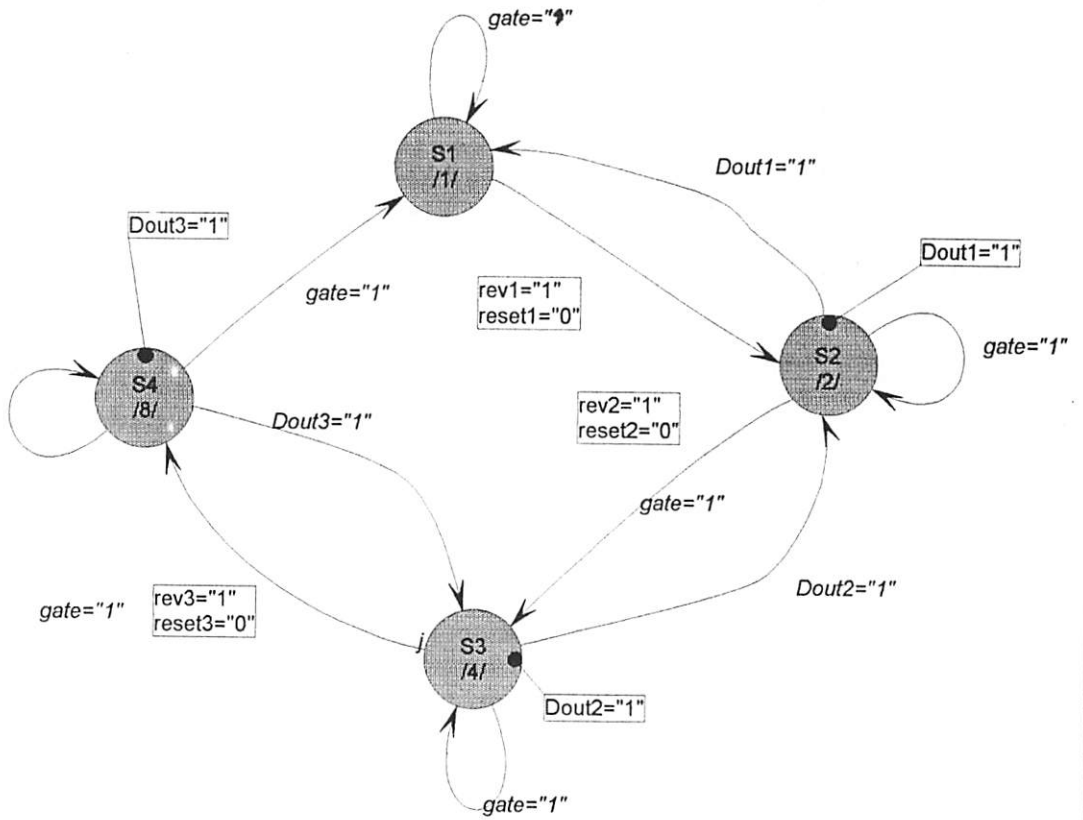
Signal2

Signal3

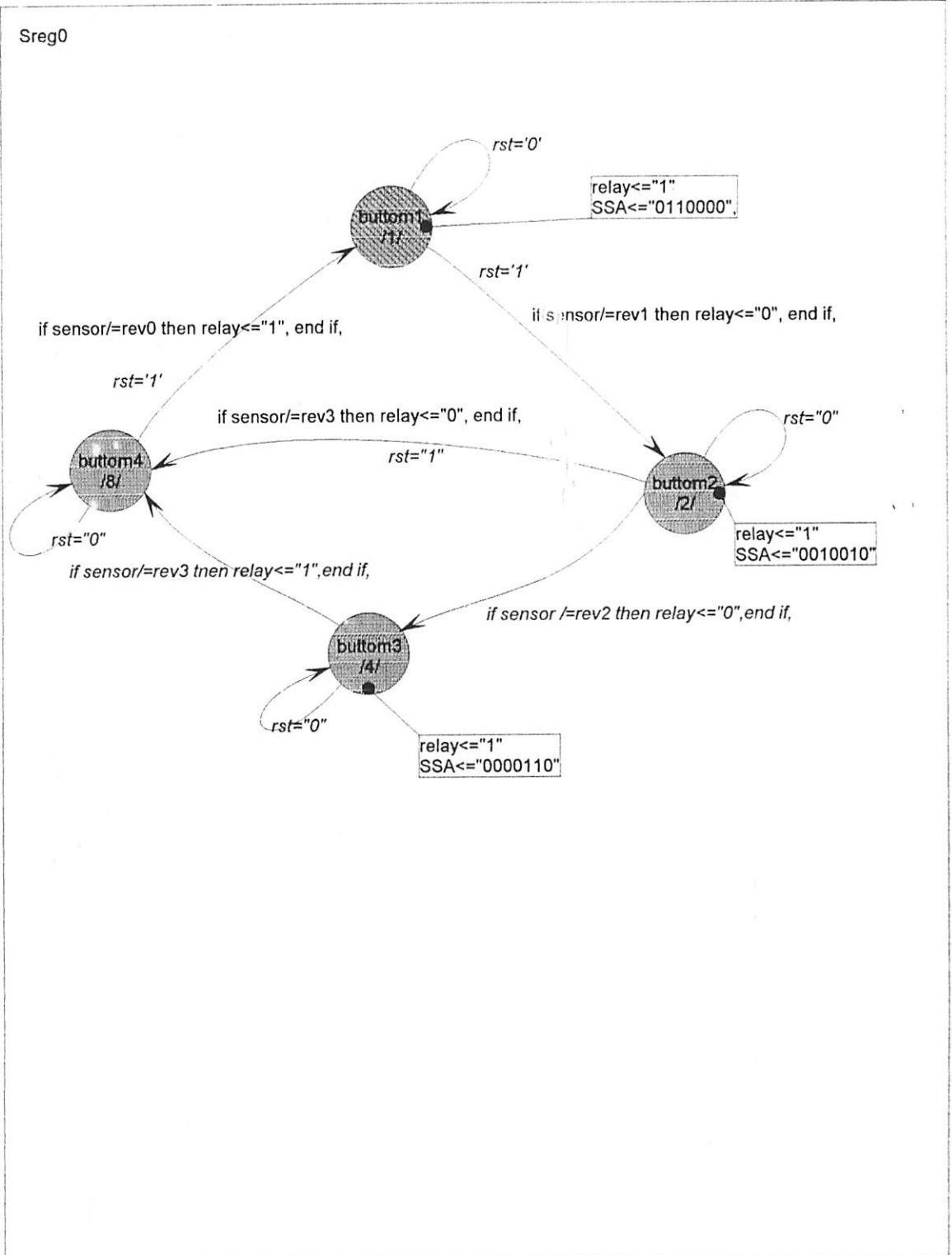
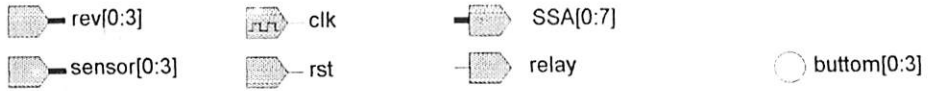
gate[0:3]

Dout[0:3]

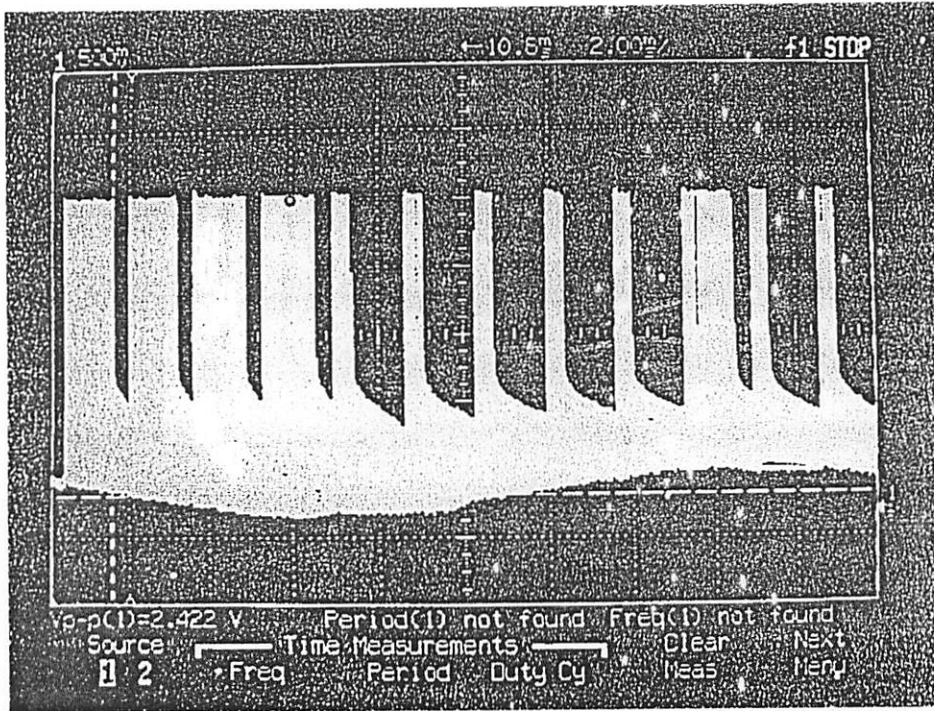
sreg0



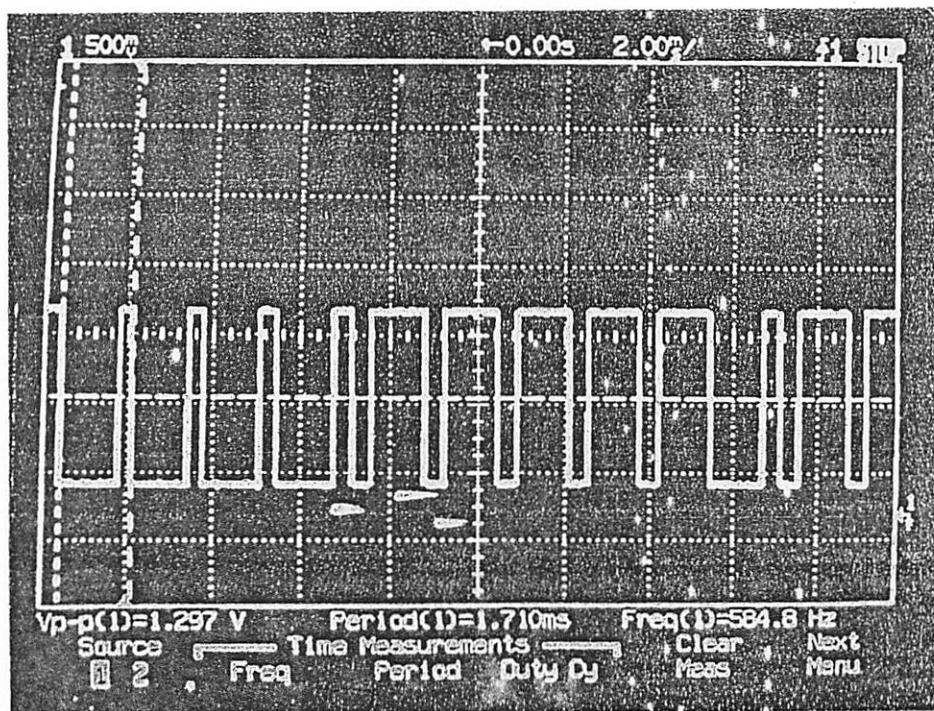
//diagram ACTIONS



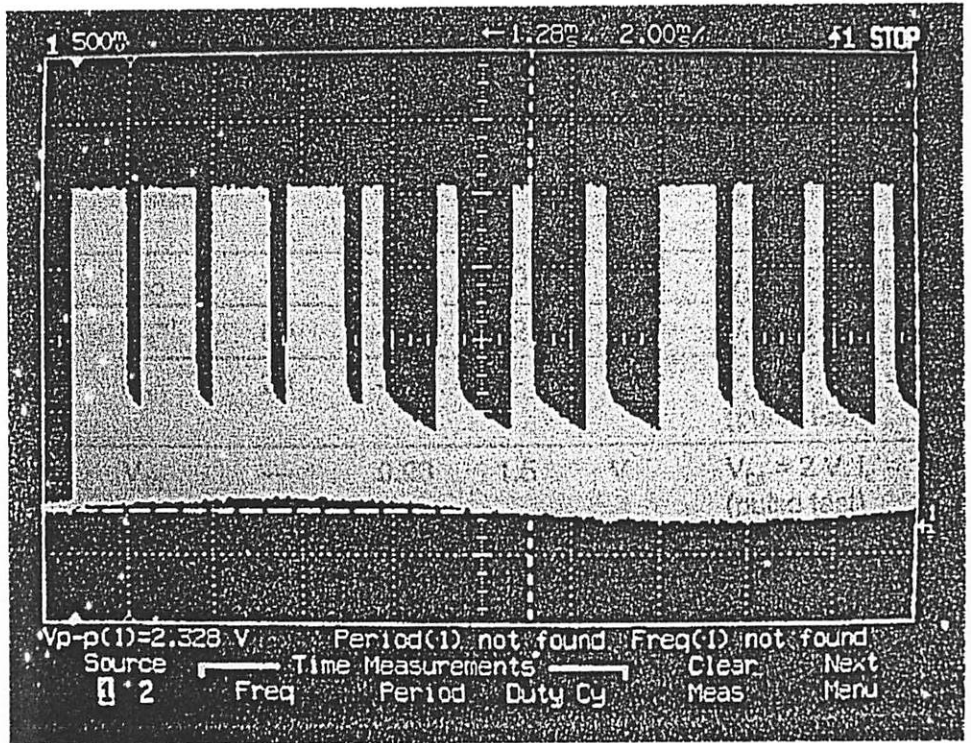
Format Sinyal Pengiriman Data  
Penekanan #1 (100)



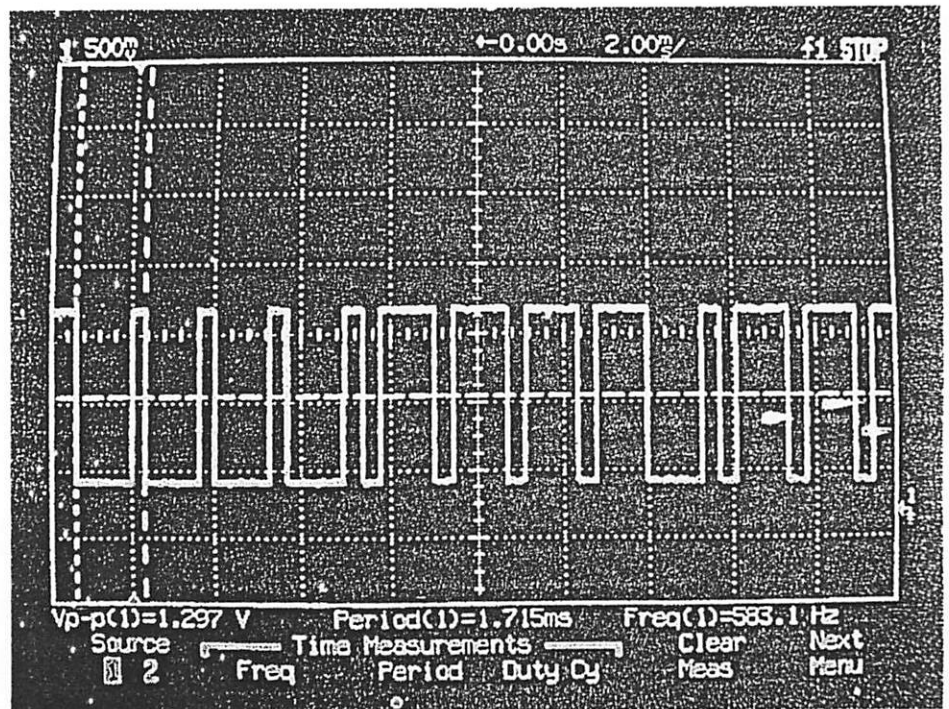
Format Sinyal Penerimaan Data  
Penekanan #1 (100)



**Format Sinyal Pengiriman Data  
Penekanan #2 (010)**

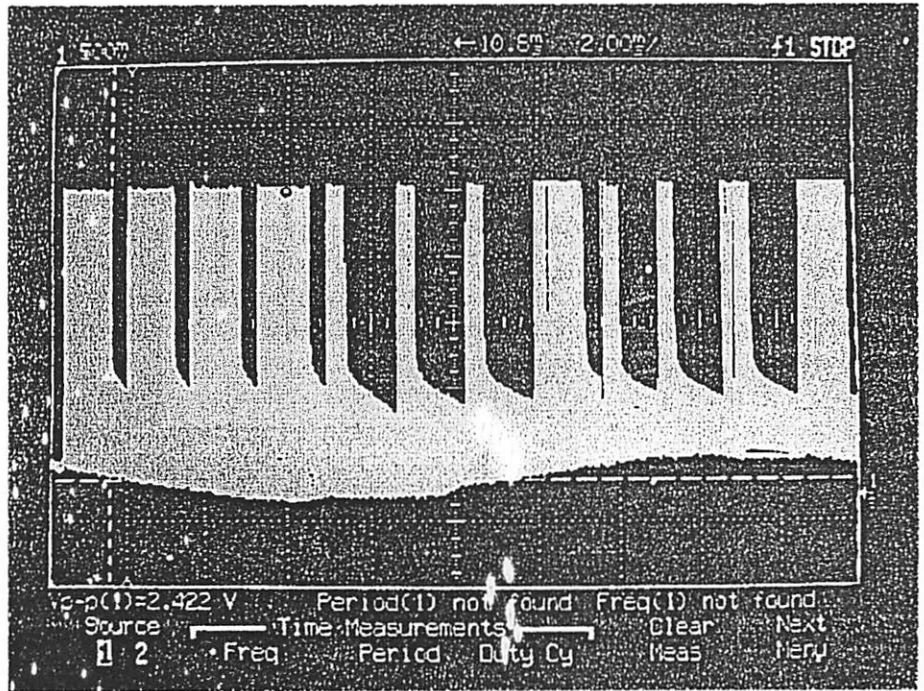


**Format Sinyal Penerimaan Data  
Penekanan #2 (010)**

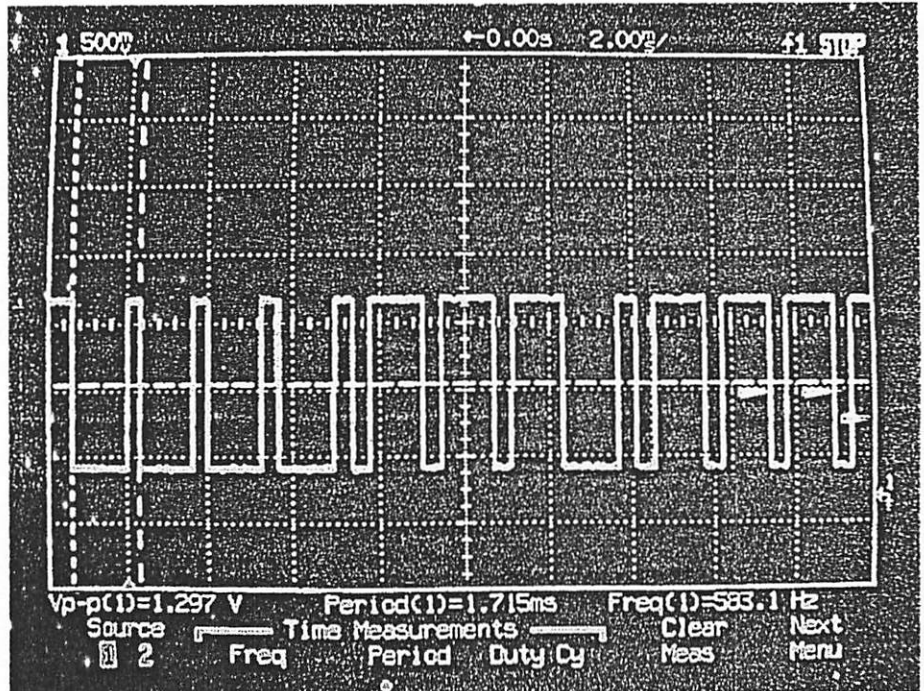




**Format Sinyal Pengiriman Data  
Penekanan #3 (001)**



**Format Sinyal Penerimaan Data  
Penekanan #3 (001)**





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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

Malang 27-Jan-2005

Nomor : ITN-559/7/TA.GNP/2005  
Lampiran :  
Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. **Ir. Poerwanto, MS**  
Dosen Pembimbing I  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
di  
Malang

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

Nama : Hendra Yohanda Y.  
Nim : 9717004  
Semester : XVI  
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-Jun-2005 s/d 19-Dec-2005

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



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

Form S-4a



## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Hendra Yohanda Y.  
 Nim : 9717004  
 Masa Bimbingan : 18-Jun-2005 s/d 19-Dec-2005  
 Judul Skripsi : Perancangan dan pembuatan photo studio background changer menggunakan metode VHDL

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	08-08-05	BAB I	
2.		Tupisan . diperbaiki.	
3.		Bab II	
4.		Referensi dicambahkan.	
5.		See Bab III	
6.		layanan bab IV 98	
7.	26-08-05	penyempitan susunan.	
8.		diteliti Grafik.	
9.		error di awal ?	
10.		diteliti melalui gambar hasil	

29-08-05 - See Seminar book .. Malang, 29-08-2005

Dosen Pembimbing  
  
 Ir. Poerwanto, MS



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

Malang 27-Jan-2005

Nomor : ITN-560/7/TA.GNP/2005  
Lampiran :  
Perihal : Bimbingan Skripsi

Kepada : Yth. Sdr. **Ir. Mimien Mustikawati**  
Dosen Pembimbing II  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
di  
Malang

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

Nama : Hendra Yohanda Y.  
Nim : 9717004  
Semester : XVI  
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-Jun-2005 s/d 19-Dec-2005

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



**Ir. F. Yudi Limpraptono, MT**  
NIP. P. 1029500274

Form S-4a



## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Hendra Yohanda Y.  
Nim : 9717004  
Masa Bimbingan : 18-Jun-2005 s/d 19-Dec-2005  
Judul Skripsi : Perancangan dan pembuatan photo studio background changer menggunakan metode VHDL

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.		Daftar Pustaka dikasih NO	
2.		Sumber pustaka pakai [ ]	
3.		22Vio dihubungkan ke Vcc	
4.		Relevansi BWR Diagram vs Ebr rangkaian lengkap	
5.		ketik Tabel 3 - 1 + perbaiki	
6.		satukan Teori VHDL-nya	
7.		Buat Bab IV + V	
8.		Buat F S M.	
9.		Seminar hasil	
10.		Kompre	

Malang, 2005  
Dosen Pembimbing

Ir. Mimien Mustikawati



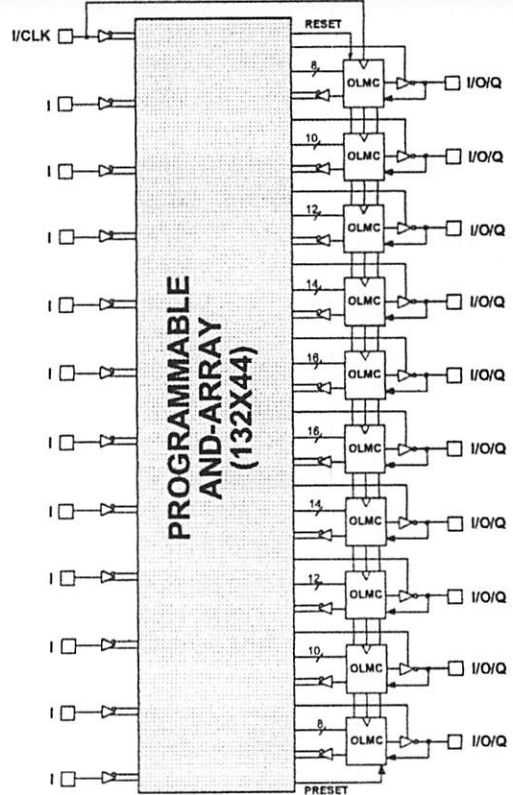
# GAL22V10

High Performance E<sup>2</sup>CMOS PLD  
Generic Array Logic™

## Features

- HIGH PERFORMANCE E<sup>2</sup>CMOS® TECHNOLOGY
  - 4 ns Maximum Propagation Delay
  - F<sub>max</sub> = 250 MHz
  - 3.5 ns Maximum from Clock Input to Data Output
  - UltraMOS® Advanced CMOS Technology
- ACTIVE PULL-UPS ON ALL PINS
- COMPATIBLE WITH STANDARD 22V10 DEVICES
  - Fully Function/Fuse-Map/Parametric Compatible with Bipolar and UVCMS 22V10 Devices
- 50% to 75% REDUCTION IN POWER VERSUS BIPOLAR
  - 90mA Typical I<sub>cc</sub> on Low Power Device
  - 45mA Typical I<sub>cc</sub> on Quarter Power Device
- E<sup>2</sup> CELL TECHNOLOGY
  - Reconfigurable Logic
  - Reprogrammable Cells
  - 100% Tested/100% Yields
  - High Speed Electrical Erasure (<100ms)
  - 20 Year Data Retention
- TEN OUTPUT LOGIC MACROCELLS
  - Maximum Flexibility for Complex Logic Designs
- PRELOAD AND POWER-ON RESET OF REGISTERS
  - 100% Functional Testability
- APPLICATIONS INCLUDE:
  - DMA Control
  - State Machine Control
  - High Speed Graphics Processing
  - Standard Logic Speed Upgrade
- ELECTRONIC SIGNATURE FOR IDENTIFICATION
- LEAD-FREE PACKAGE OPTIONS

## Functional Block Diagram



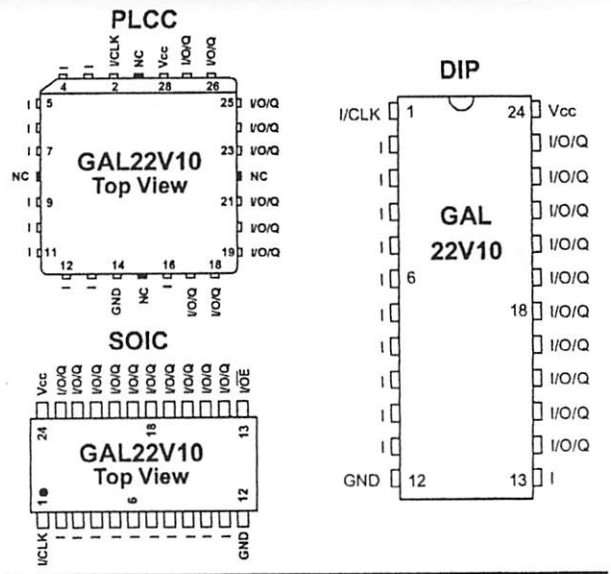
## Description

The GAL22V10, at 4ns maximum propagation delay time, combines a high performance CMOS process with Electrically Erasable (E<sup>2</sup>) floating gate technology to provide the highest performance available of any 22V10 device on the market. CMOS circuitry allows the GAL22V10 to consume much less power when compared to bipolar 22V10 devices. E<sup>2</sup> technology offers high speed (<100ms) erase times, providing the ability to reprogram or reconfigure the device quickly and efficiently.

The generic architecture provides maximum design flexibility by allowing the Output Logic Macrocell (OLMC) to be configured by the user. The GAL22V10 is fully function/fuse map/parametric compatible with standard bipolar and CMOS 22V10 devices.

Unique test circuitry and reprogrammable cells allow complete AC, DC, and functional testing during manufacture. As a result, Lattice Semiconductor delivers 100% field programmability and functionality of all GAL products. In addition, 100 erase/write cycles and data retention in excess of 20 years are specified.

## Pin Configuration



Copyright © 2004 Lattice Semiconductor Corp. All brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The specifications and information herein are subject to change without notice.

**GAL22V10 Ordering Information**

**Conventional Packaging  
Commercial Grade Specifications**

Tpd (ns)	Tsu (ns)	Tco (ns)	Icc (mA)	Ordering #	Package
4	2.5	3.5	140	GAL22V10D-4LJ	28-Lead PLCC
5	3	4	140	GAL22V10D-5LJ	28-Lead PLCC
7.5	4.5	4.5	140	GAL22V10D-7LP	24-Pin Plastic DIP
	4.5	4.5	140	GAL22V10D-7LJ	28-Lead PLCC
10	7	7	55	GAL22V10D-10QP	24-Pin Plastic DIP
			55	GAL22V10D-10QJ	28-Lead PLCC
			130	GAL22V10D-10LP	24-Pin Plastic DIP
			130	GAL22V10D-10LJ	28-Lead PLCC
			130	GAL22V10D-10LS	24-Pin SOIC
15	10	8	55	GAL22V10D-15QP	24-Pin Plastic DIP
			55	GAL22V10D-15QJ	28-Lead PLCC
			130	GAL22V10D-15LP	24-Pin Plastic DIP
			130	GAL22V10D-15LJ	28-Lead PLCC
			130	GAL22V10D-15LS	24-Pin SOIC
25	15	15	55	GAL22V10D-25QP	24-Pin Plastic DIP
			55	GAL22V10D-25QJ	28-Lead PLCC
			90	GAL22V10D-25LP	24-Pin Plastic Dip
			90	GAL22V10D-25LJ	28-Lead PLCC
			90	GAL22V10D-25LS	24-Pin SOIC

**Industrial Grade Specifications**

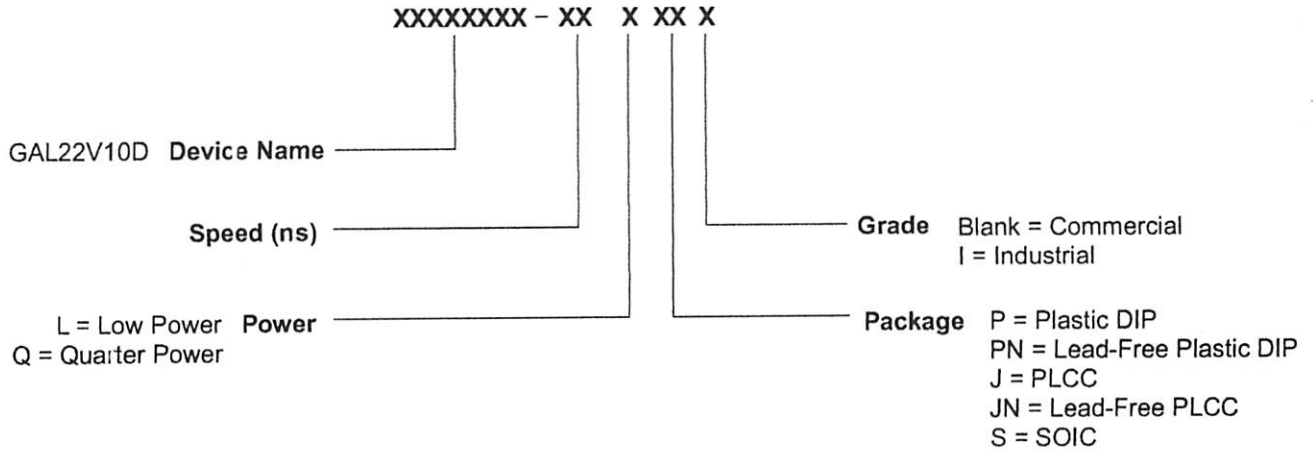
Tpd (ns)	Tsu (ns)	Tco (ns)	Icc (mA)	Ordering #	Package
7.5	5	4.5	160	GAL22V10D-7LPI	24-Pin Plastic DIP
	4.5	4.5	160	GAL22V10D-7LJI	28-Lead PLCC
10	7	7	160	GAL22V10D-10LPI	24-Pin Plastic DIP
			160	GAL22V10D-10LJI	28-Lead PLCC
15	10	8	150	GAL22V10D-15LPI	24-Pin Plastic DIP
			150	GAL22V10D-15LJI	28-Lead PLCC
20	14	10	150	GAL22V10D-20LPI	24-Pin Plastic DIP
			150	GAL22V10D-20LJI	28-Lead PLCC
25	15	15	150	GAL22V10D-25LPI	24-Pin Plastic DIP
			150	GAL22V10D-25LJI	28-Lead PLCC



## Lead-Free Packaging Commercial Grade Specifications

Tpd (ns)	Tsu (ns)	Tco (ns)	Icc (mA)	Ordering #	Package
4	2.5	3.5	140	GAL22V10D-4LJN	Lead-Free 28-Lead PLCC
5	3	4	140	GAL22V10D-5LJN	Lead-Free 28-Lead PLCC
7.5	4.5	4.5	140	GAL22V10D-7LPN	Lead-Free 24-Pin Plastic DIP
	4.5	4.5	140	GAL22V10D-7LJN	Lead-Free 28-Lead PLCC
10	7	7	55	GAL22V10D-10QPN	Lead-Free 24-Pin Plastic DIP
			55	GAL22V10D-10QJN	Lead-Free 28-Lead PLCC
			130	GAL22V10D-10LPN	Lead-Free 24-Pin Plastic DIP
			130	GAL22V10D-10LJN	Lead-Free 28-Lead PLCC
15	10	8	55	GAL22V10D-15QPN	Lead-Free 24-Pin Plastic DIP
			55	GAL22V10D-15QJN	Lead-Free 28-Lead PLCC
			130	GAL22V10D-15LPN	Lead-Free 24-Pin Plastic DIP
			130	GAL22V10D-15LJN	Lead-Free 28-Lead PLCC
25	15	15	55	GAL22V10D-25QPN	Lead-Free 24-Pin Plastic DIP
			55	GAL22V10D-25QJN	Lead-Free 28-Lead PLCC
			90	GAL22V10D-25LPN	Lead-Free 24-Pin Plastic Dip
			90	GAL22V10D-25LJN	Lead-Free 28-Lead PLCC

### Part Number Description





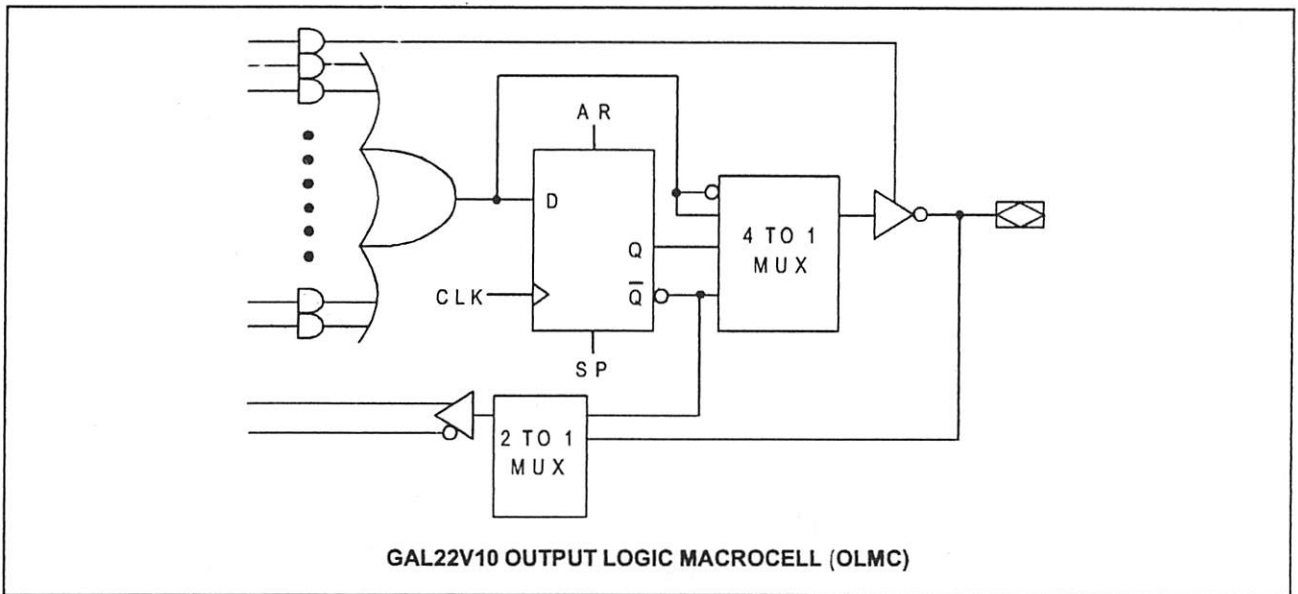
**Output Logic Macrocell (OLMC)**

The GAL22V10 has a variable number of product terms per OLMC. Of the ten available OLMCs, two OLMCs have access to eight product terms (pins 14 and 23, DIP pinout), two have ten product terms (pins 15 and 22), two have twelve product terms (pins 16 and 21), two have fourteen product terms (pins 17 and 20), and two OLMCs have sixteen product terms (pins 18 and 19). In addition to the product terms available for logic, each OLMC has an additional product-term dedicated to output enable control.

The output polarity of each OLMC can be individually programmed to be true or inverting, in either combinatorial or registered mode. This allows each output to be individually configured as either active high or active low.

The GAL22V10 has a product term for Asynchronous Reset (AR) and a product term for Synchronous Preset (SP). These two product terms are common to all registered OLMCs. The Asynchronous Reset sets all registers to zero any time this dedicated product term is asserted. The Synchronous Preset sets all registers to a logic one on the rising edge of the next clock pulse after this product term is asserted.

NOTE: The AR and SP product terms will force the Q output of the flip-flop into the same state regardless of the polarity of the output. Therefore, a reset operation, which sets the register output to a zero, may result in either a high or low at the output pin, depending on the pin polarity chosen.



**Output Logic Macrocell Configurations**

Each of the Macrocells of the GAL22V10 has two primary functional modes: registered, and combinatorial I/O. The modes and the output polarity are set by two bits (S0 and S1), which are normally controlled by the logic compiler. Each of these two primary modes, and the bit settings required to enable them, are described below and on the following page.

**REGISTERED**

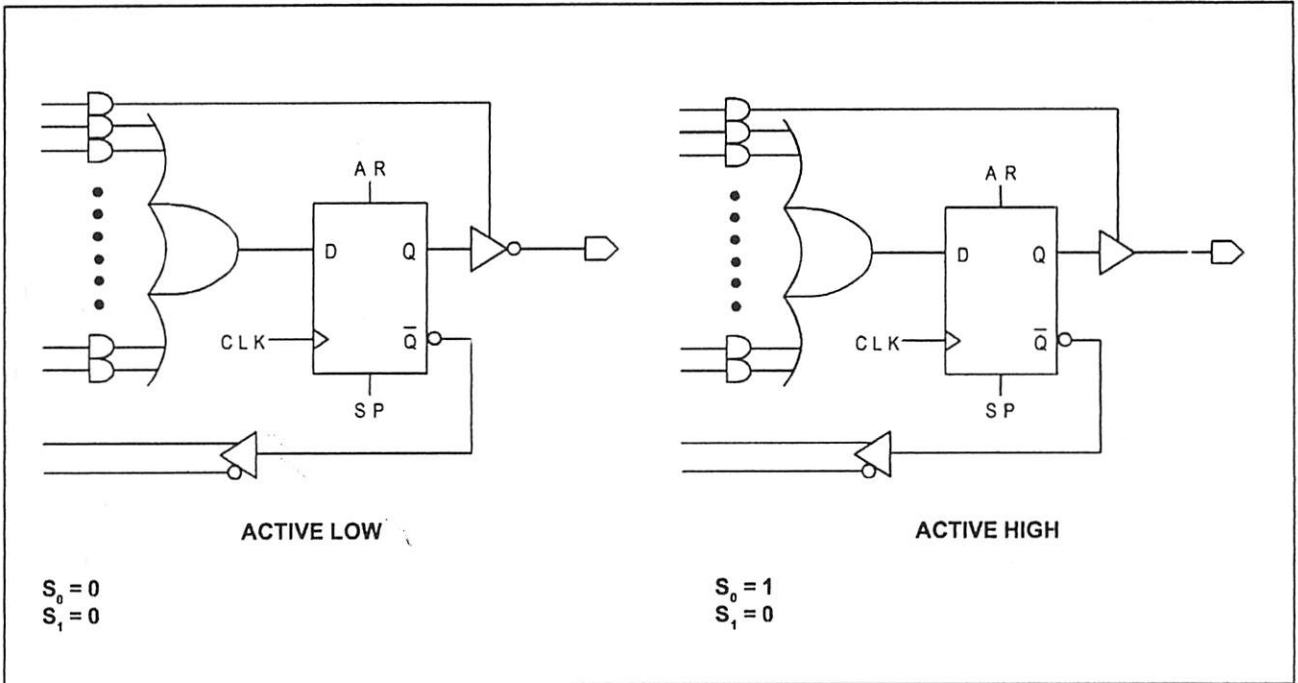
In registered mode the output pin associated with an individual OLMC is driven by the Q output of that OLMC's D-type flip-flop. Logic polarity of the output signal at the pin may be selected by specifying that the output buffer drive either true (active high) or inverted (active low). Output tri-state control is available as an individual product-term for each OLMC, and can therefore be defined by a logic equation. The D flip-flop's /Q output is fed back into the AND array, with both the true and complement of the feedback available as inputs to the AND array.

NOTE: In registered mode, the feedback is from the /Q output of the register, and not from the pin; therefore, a pin defined as registered is an output only, and cannot be used for dynamic I/O, as can the combinatorial pins.

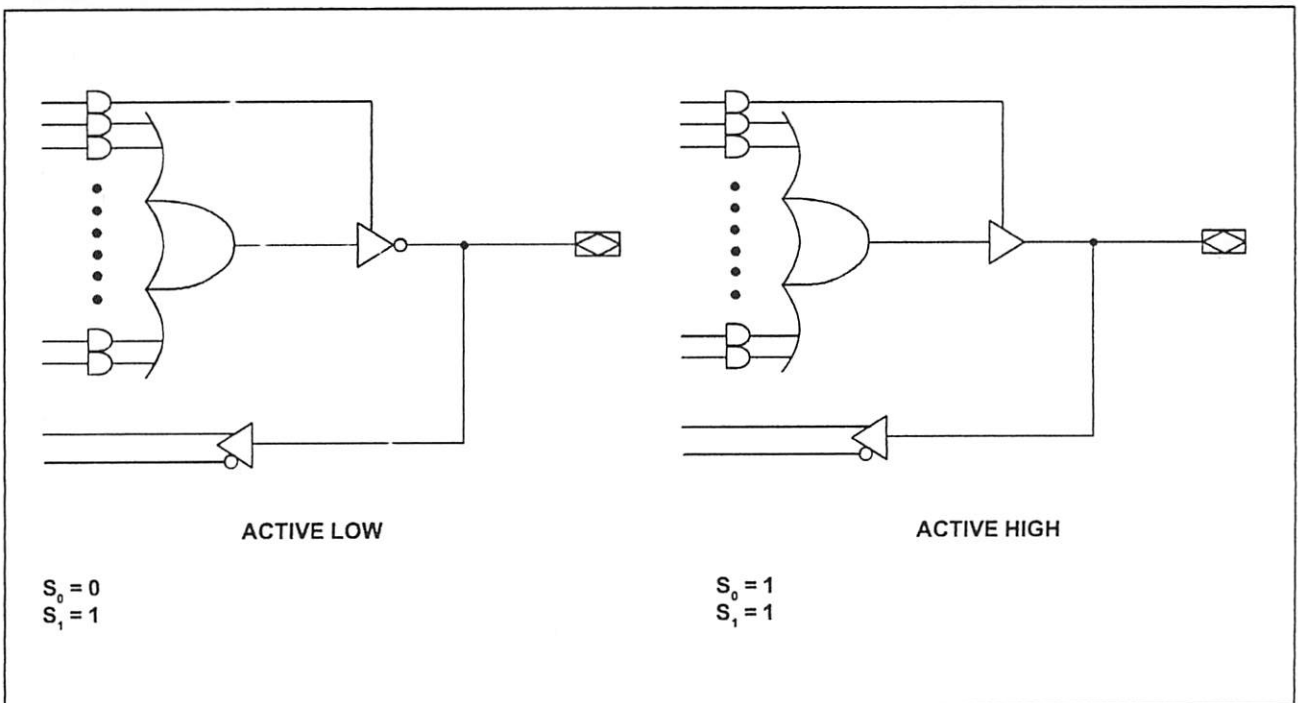
**COMBINATORIAL I/O**

In combinatorial mode the pin associated with an individual OLMC is driven by the output of the sum term gate. Logic polarity of the output signal at the pin may be selected by specifying that the output buffer drive either true (active high) or inverted (active low). Output tri-state control is available as an individual product-term for each output, and may be individually set by the compiler as either "on" (dedicated output), "off" (dedicated input), or "product-term driven" (dynamic I/O). Feedback into the AND array is from the pin side of the output enable buffer. Both polarities (true and inverted) of the pin are fed back into the AND array.

**Registered Mode**

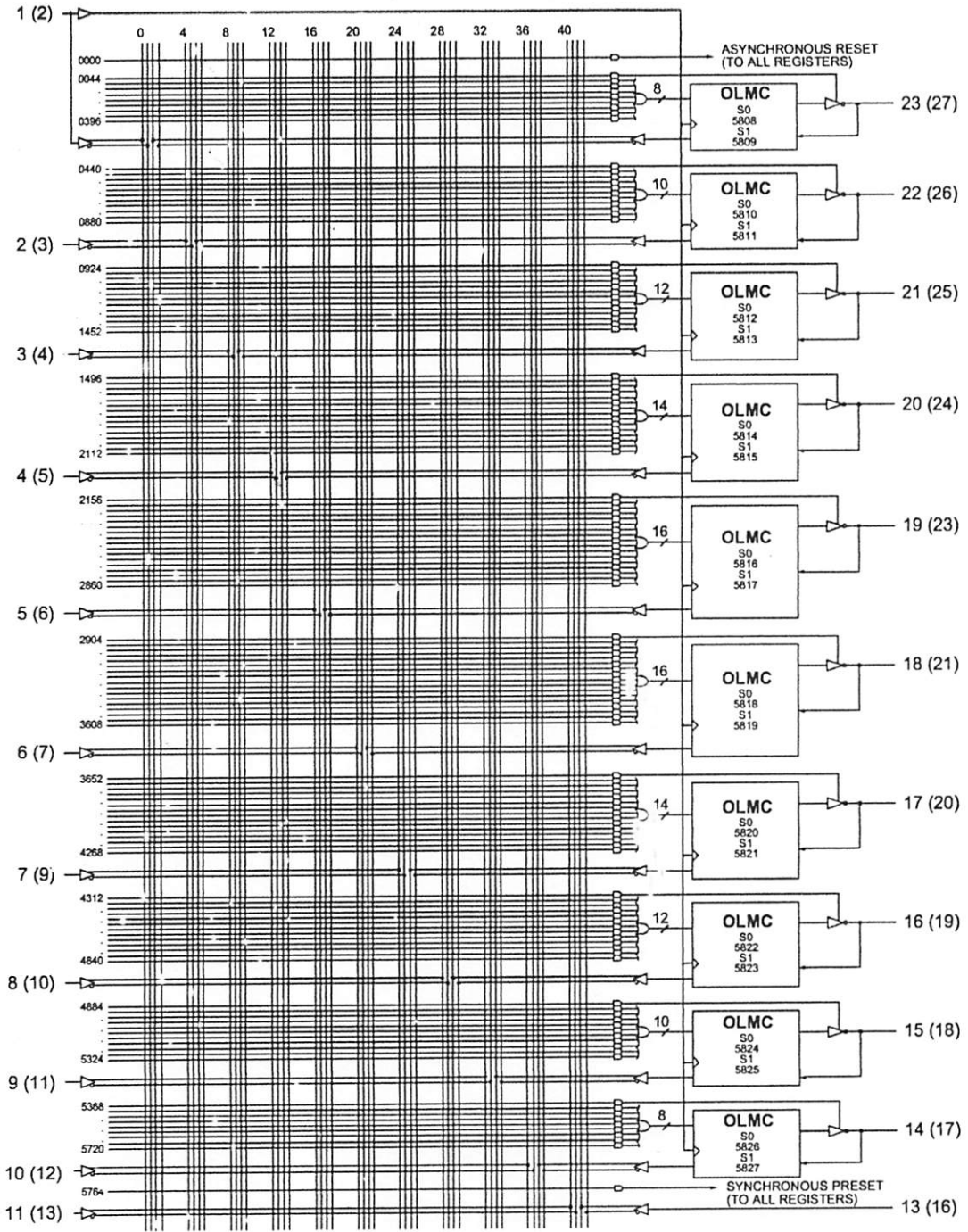


**Combinatorial Mode**



**GAL22V10 Logic Diagram / JEDEC Fuse Map**

**DIP (PLCC) Package Pinouts**



5828, 5829 ...	Electronic Signature	... 5890, 5891
Byte 7	Byte 6	Byte 5
Byte 4	Byte 3	Byte 2
Byte 1	Byte 0	

## Absolute Maximum Ratings<sup>1</sup>

Supply voltage  $V_{CC}$  ..... -0.5 to +7V  
 Input voltage applied ..... -2.5 to  $V_{CC} + 1.0V$   
 Off-state output voltage applied ..... -2.5 to  $V_{CC} + 1.0V$   
 Storage Temperature ..... -65 to 150°C  
 Ambient Temperature with  
 Power Applied ..... -55 to 125°C

1. Stresses above those listed under the "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress only ratings and functional operation of the device at these or at any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied (while programming, follow the programming specifications).

## Recommended Operating Conditions

### Commercial Devices:

Ambient Temperature ( $T_A$ ) ..... 0 to +75°C  
 Supply voltage ( $V_{CC}$ )  
 with Respect to Ground ..... +4.75 to +5.25V

### Industrial Devices:

Ambient Temperature ( $T_A$ ) ..... -40 to 85°C  
 Supply voltage ( $V_{CC}$ )  
 with Respect to Ground ..... +4.50 to +5.50V

## DC Electrical Characteristics

Over Recommended Operating Conditions (Unless Otherwise Specified)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITION	MIN.	TYP. <sup>3</sup>	MAX.	UNITS
$V_{IL}$	Input Low Voltage		$V_{SS} - 0.5$	—	0.8	V
$V_{IH}$	Input High Voltage		2.0	—	$V_{CC} + 1$	V
$I_{IL}^1$	Input or I/O Low Leakage Current	$0V \leq V_{IN} \leq V_{IL} (MAX.)$	—	—	-100	$\mu A$
$I_{IH}$	Input or I/O High Leakage Current	$3.5V \leq V_{IN} \leq V_{CC}$	—	—	10	$\mu A$
$V_{OL}$	Output Low Voltage	$I_{OL} = MAX. V_{IN} = V_{IL} \text{ or } V_{IH}$	—	—	0.4	V
$V_{OH}$	Output High Voltage	$I_{OH} = MAX. V_{IN} = V_{IL} \text{ or } V_{IH}$	2.4	—	—	V
$I_{OL}$	Low Level Output Current		—	—	16	mA
$I_{OH}$	High Level Output Current		—	—	-3.2	mA
$I_{OS}^2$	Output Short Circuit Current	$V_{CC} = 5V \quad V_{OUT} = 0.5V \quad T_A = 25^\circ C$	-30	—	-130	mA

### COMMERCIAL

ICC	Operating Power Supply Current	$V_{IL} = 0.5V \quad V_{IH} = 3.0V$ $f_{toggle} = 15MHz \quad \text{Outputs Open}$	L-4/-5/-7	—	90	140	mA
			L-10	—	90	130	mA
			L-15/-25	—	75	90	mA
			Q-10/-15/-25	—	45	55	mA

### INDUSTRIAL

ICC	Operating Power Supply Current	$V_{IL} = 0.5V \quad V_{IH} = 3.0V$ $f_{toggle} = 15MHz \quad \text{Outputs Open}$	L-7/-10	—	90	160	mA
			L-15/-20/-25	—	75	130	mA

1) The leakage current is due to the internal pull-up on all pins. See **Input Buffer** section for more information.

2) One output at a time for a maximum duration of one second.  $V_{out} = 0.5V$  was selected to avoid test problems caused by tester ground degradation. Characterized but not 100% tested.

3) Typical values are at  $V_{CC} = 5V$  and  $T_A = 25^\circ C$

## AC Switching Characteristics

Over Recommended Operating Conditions

PARAM	TEST COND. <sup>1</sup>	DESCRIPTION	COM		COM		COM/IND		UNITS
			-4		-5		-7		
			MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
$t_{pd}$	A	Input or I/O to Combinatorial Output	1	4	1	5	1	7.5	ns
$t_{co}$	A	Clock to Output Delay	1	3.5	1	4	1	4.5	ns
$t_{cf}^2$	—	Clock to Feedback Delay	—	2.5	—	3	—	3	ns
$t_{su}$	—	Setup Time, Input or Fdbk before Clk $\uparrow$	2.5	—	3	—	4.5	—	ns
$t_h$	—	Hold Time, Input or Fdbk after Clk $\uparrow$	0	—	0	—	0	—	ns
$f_{max}^3$	A	Maximum Clock Frequency with External Feedback, $1/(t_{su} + t_{co})$	167	—	142.8	—	111	—	MHz
	A	Maximum Clock Frequency with Internal Feedback, $1/(t_{su} + t_{cf})$	200	—	166	—	133	—	MHz
	A	Maximum Clock Frequency with No Feedback	250	—	200	—	166	—	MHz
$t_{wh}$	—	Clock Pulse Duration, High	2	—	2.5	—	3	—	ns
$t_{wl}$	—	Clock Pulse Duration, Low	2	—	2.5	—	3	—	ns
$t_{en}$	B	Input or I/O to Output Enabled	1	5	1	6	1	7.5	ns
$t_{dis}$	C	Input or I/O to Output Disabled	1	5	1	5.5	1	7.5	ns
$t_{ar}$	A	Input or I/O to Asynch. Reset of Reg.	1	4.5	1	5.5	1	9	ns
$t_{arw}$	—	Asynch. Reset Pulse Duration	4.5	—	4.5	—	7	—	ns
$t_{arr}$	—	Asynch. Reset to Clk $\uparrow$ Recovery Time	3	—	4	—	5	—	ns
$t_{spr}$	—	Synch. Preset to Clk $\uparrow$ Recovery Time	3	—	4	—	5	—	ns

1) Refer to **Switching Test Conditions** section.

2) Calculated from  $f_{max}$  with internal feedback. Refer to  **$f_{max}$  Description** section.

3) Refer to  **$f_{max}$  Description** section. Characterized initially and after any design or process changes that may affect these parameters.

## Capacitance ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $f = 1.0\text{ MHz}$ )

SYMBOL	PARAMETER	MAXIMUM*	UNITS	TEST CONDITIONS
$C_i$	Input Capacitance	8	pF	$V_{cc} = 5.0V$ , $V_i = 2.0V$
$C_{i/o}$	I/O Capacitance	8	pF	$V_{cc} = 5.0V$ , $V_{i/o} = 2.0V$

\*Characterized but not 100% tested.

## AC Switching Characteristics

Over Recommended Operating Conditions

PARAM.	TEST COND. <sup>1</sup>	DESCRIPTION	COM / IND		COM / IND		IND		COM / IND		UNITS
			-10		-15		-20		-25		
			MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
$t_{pd}$	A	Input or I/O to Comb. Output	1	10	3	15	3	20	3	25	ns
$t_{co}$	A	Clock to Output Delay	1	7	2	8	2	10	2	15	ns
$t_{cf}^2$	—	Clock to Feedback Delay	—	2.5	—	2.5	—	8	—	13	ns
$t_{su}$	—	Setup Time, Input or Fdbk before Clk $\uparrow$	6	—	10	—	12	—	15	—	ns
$t_h$	—	Hold Time, Input or Fdbk after Clk $\uparrow$	0	—	0	—	0	—	0	—	ns
$f_{max}^3$	A	Maximum Clock Frequency with External Feedback, $1/(t_{su} + t_{co})$	83.3	—	55.5	—	41.6	—	33.3	—	MHz
	A	Maximum Clock Frequency with Internal Feedback, $1/(t_{su} + t_{cf})$	110	—	80	—	45.4	—	35.7	—	MHz
	A	Maximum Clock Frequency with No Feedback	125	—	83.3	—	50	—	38.5	—	MHz
$t_{wh}$	—	Clock Pulse Duration, High	4	—	6	—	10	—	13	—	ns
$t_{wl}$	—	Clock Pulse Duration, Low	4	—	6	—	10	—	13	—	ns
$t_{en}$	B	Input or I/O to Output Enabled	1	10	3	15	3	20	3	25	ns
$t_{dis}$	C	Input or I/O to Output Disabled	1	9	3	15	3	20	3	25	ns
$t_{ar}$	A	Input or I/O to Asynch. Reset of Reg.	1	13	3	20	3	25	3	25	ns
$t_{arw}$	—	Asynch. Reset Pulse Duration	8	—	15	—	20	—	25	—	ns
$t_{arr}$	—	Asynch. Reset to Clk $\uparrow$ Recovery Time	8	—	10	—	20	—	25	—	ns
$t_{spr}$	—	Synch. Preset to Clk $\uparrow$ Recovery Time	8	—	10	—	14	—	15	—	ns

- 1) Refer to **Switching Test Conditions** section.
- 2) Calculated from  $f_{max}$  with internal feedback. Refer to  **$f_{max}$  Description** section.
- 3) Refer to  **$f_{max}$  Description** section.

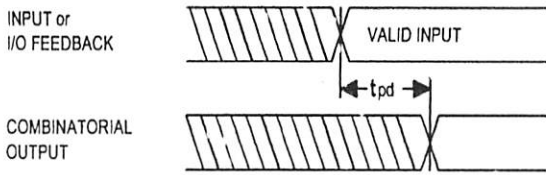
## Capacitance ( $T_A = 25^\circ C$ ; $f = 1.0$ MHz)

SYMBOL	PARAMETER	MAXIMUM*	UNITS	TEST CONDITIONS
$C_i$	Input Capacitance	8	pF	$V_{CC} = 5.0V, V_I = 2.0V$
$C_{i/o}$	I/O Capacitance	8	pF	$V_{CC} = 5.0V, V_{i/o} = 2.0V$

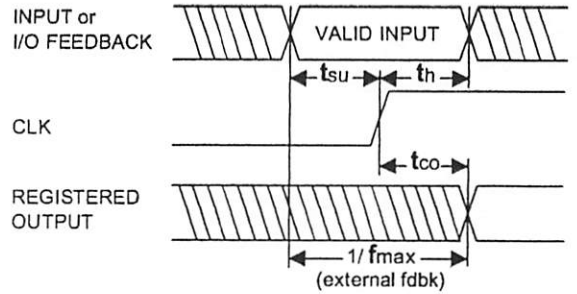
\*Characterized but not 100% tested.



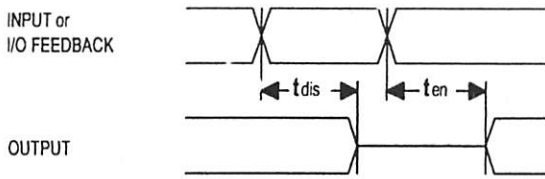
**Switching Waveforms**



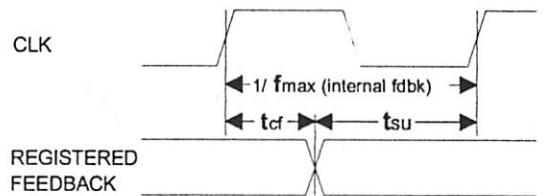
**Combinatorial Output**



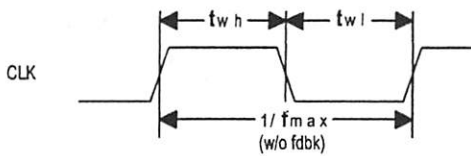
**Registered Output**



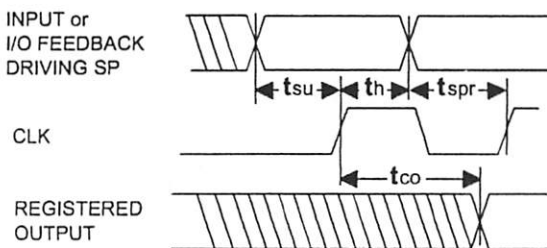
**Input or I/O to Output Enable/Disable**



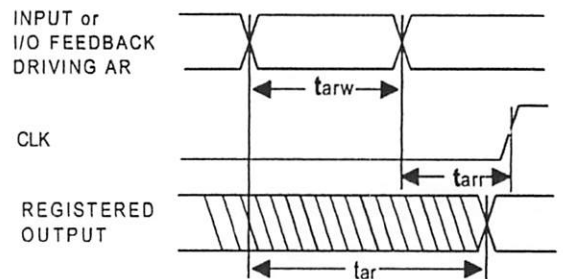
**fmax with Feedback**



**Clock Width**

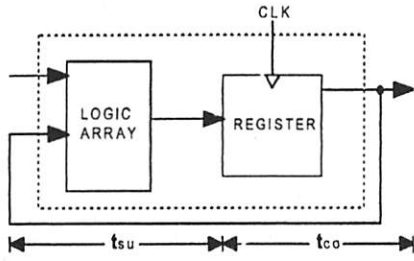


**Synchronous Preset**



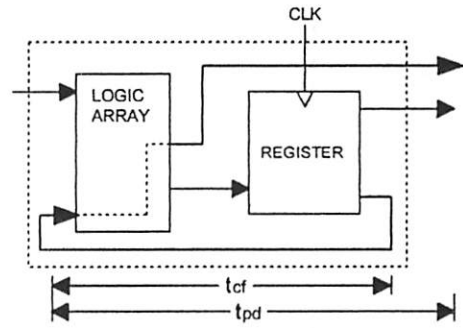
**Asynchronous Reset**

**fmax Descriptions**



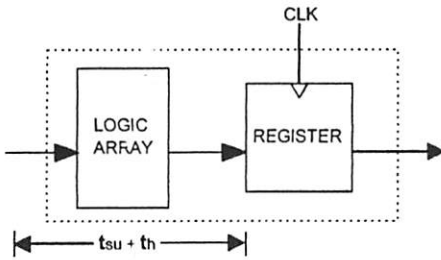
**fmax with External Feedback**  $1/(t_{su}+t_{co})$

**Note:** fmax with external feedback is calculated from measured tsu and tco.



**fmax with Internal Feedback**  $1/(t_{su}+t_{cf})$

**Note:** tcf is a calculated value, derived by subtracting tsu from the period of fmax w/internal feedback ( $t_{cf} = 1/f_{max} - t_{su}$ ). The value of tcf is used primarily when calculating the delay from clocking a register to a combinatorial output (through registered feedback), as shown above. For example, the timing from clock to a combinatorial output is equal to  $t_{cf} + t_{pd}$ .



**fmax with No Feedback**

**Note:** fmax with no feedback may be less than  $1/(t_{wh} + t_{wl})$ . This is to allow for a clock duty cycle of other than 50%.



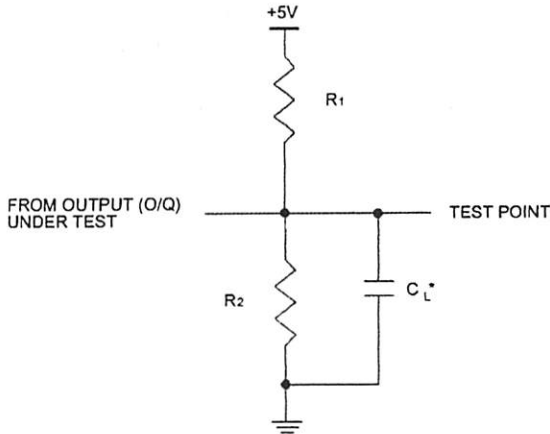
**Switching Test Conditions**

Input Pulse Levels	GND to 3.0V	
Input Rise and Fall Times	D-4/-5/-7	1.5ns 10% – 90%
	D-10/-15/-20/-25	2.0ns 10% – 90%
Input Timing Reference Levels	1.5V	
Output Timing Reference Levels	1.5V	
Output Load	See Figure	

3-state levels are measured 0.5V from steady-state active level.

**Output Load Conditions (except D-4) (see figure below)**

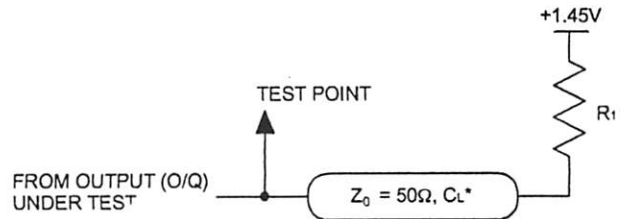
Test Condition	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	C <sub>L</sub>
A	300Ω	390Ω	50pF
B	Active High	∞	390Ω
	Active Low	300Ω	390Ω
C	Active High	∞	5pF
	Active Low	300Ω	390Ω



\*C<sub>L</sub> INCLUDES TEST FIXTURE AND PROBE CAPACITANCE

**GAL22V10D-4 Output Load Conditions (see figure below)**

Test Condition	R <sub>1</sub>	C <sub>L</sub>
A	50Ω	50pF
B	Z to Active High at 1.9V	50Ω
	Z to Active Low at 1.0V	50Ω
C	Active High to Z at 1.9V	50Ω
	Active Low to Z at 1.0V	50Ω



### Electronic Signature

An electronic signature (ES) is provided in every GAL22V10 device. It contains 64 bits of reprogrammable memory that can contain user-defined data. Some uses include user ID codes, revision numbers, or inventory control. The signature data is always available to the user independent of the state of the security cell.

The electronic signature is an additional feature not present in other manufacturers' 22V10 devices. To use the extra feature of the user-programmable electronic signature it is necessary to choose a Lattice Semiconductor 22V10 device type when compiling a set of logic equations. In addition, many device programmers have two separate selections for the device, typically a GAL22V10 and a GAL22V10-UES (UES = User Electronic Signature) or GAL22V10-ES. This allows users to maintain compatibility with existing 22V10 designs, while still having the option to use the GAL device's extra feature.

The JEDEC map for the GAL22V10 contains the 64 extra fuses for the electronic signature, for a total of 5892 fuses. However, the GAL22V10 device can still be programmed with a standard 22V10 JEDEC map (5828 fuses) with any qualified device programmer.

### Security Cell

A security cell is provided in every GAL22V10 device to prevent unauthorized copying of the array patterns. Once programmed, this cell prevents further read access to the functional bits in the device. This cell can only be erased by re-programming the device, so the original configuration can never be examined once this cell is programmed. The Electronic Signature is always available to the user, regardless of the state of this control cell.

### Latch-Up Protection

GAL22V10 devices are designed with an on-board charge pump to negatively bias the substrate. The negative bias is of sufficient magnitude to prevent input undershoots from causing the circuitry to latch. Additionally, outputs are designed with n-channel pullups instead of the traditional p-channel pullups to eliminate any possibility of SCR induced latching.

### Device Programming

GAL devices are programmed using a Lattice Semiconductor-approved Logic Programmer, available from a number of manufacturers (see the GAL Development Tools section). Complete programming of the device takes only a few seconds. Erasing of the device is transparent to the user, and is done automatically as part of the programming cycle.

### Output Register Preload

When testing state machine designs, all possible states and state transitions must be verified in the design, not just those required in the normal machine operations. This is because certain events may occur during system operation that throw the logic into an illegal state (power-up, line voltage glitches, brown-outs, etc.). To test a design for proper treatment of these conditions, a way must be provided to break the feedback paths, and force any desired (i.e., illegal) state into the registers. Then the machine can be sequenced and the outputs tested for correct next state conditions.

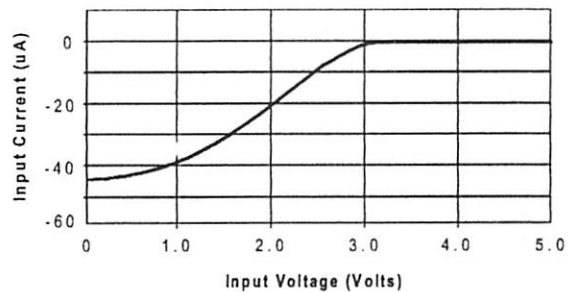
The GAL22V10 device includes circuitry that allows each registered output to be synchronously set either high or low. Thus, any present state condition can be forced for test sequencing. If necessary, approved GAL programmers capable of executing test vectors perform output register preload automatically.

### Input Buffers

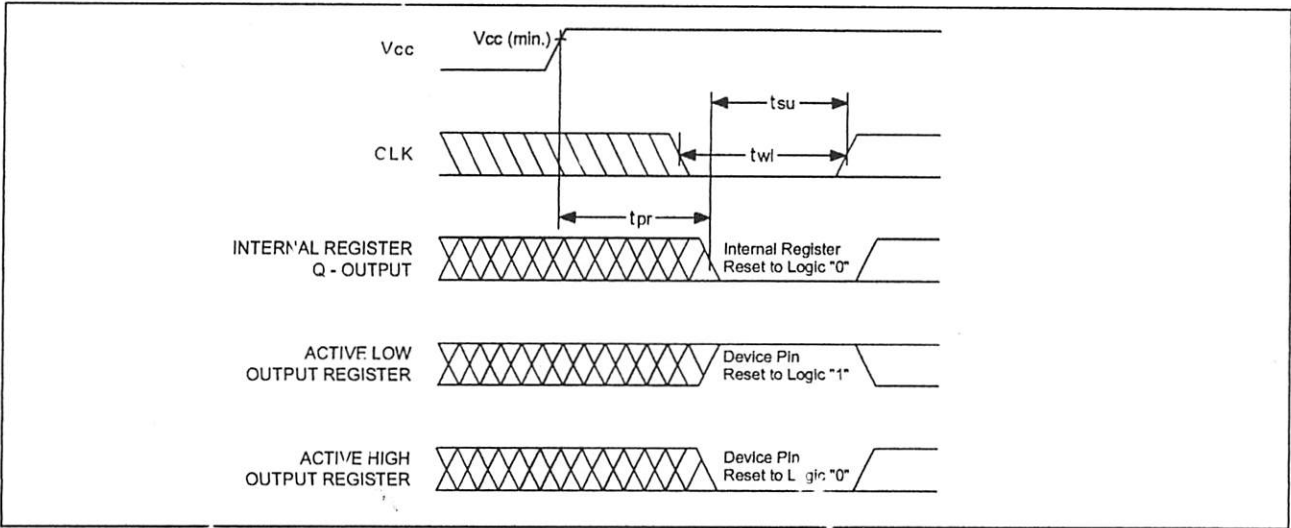
GAL22V10 devices are designed with TTL level compatible input buffers. These buffers have a characteristically high impedance, and present a much lighter load to the driving logic than bipolar TTL devices.

The input and I/O pins also have built-in active pull-ups. As a result, floating inputs will float to a TTL high (logic 1). However, Lattice Semiconductor recommends that all unused inputs and tri-stated I/O pins be connected to an adjacent active input, Vcc, or ground. Doing so will tend to improve noise immunity and reduce Icc for the device. (See equivalent input and I/O schematics on the following page.)

Typical Input Current



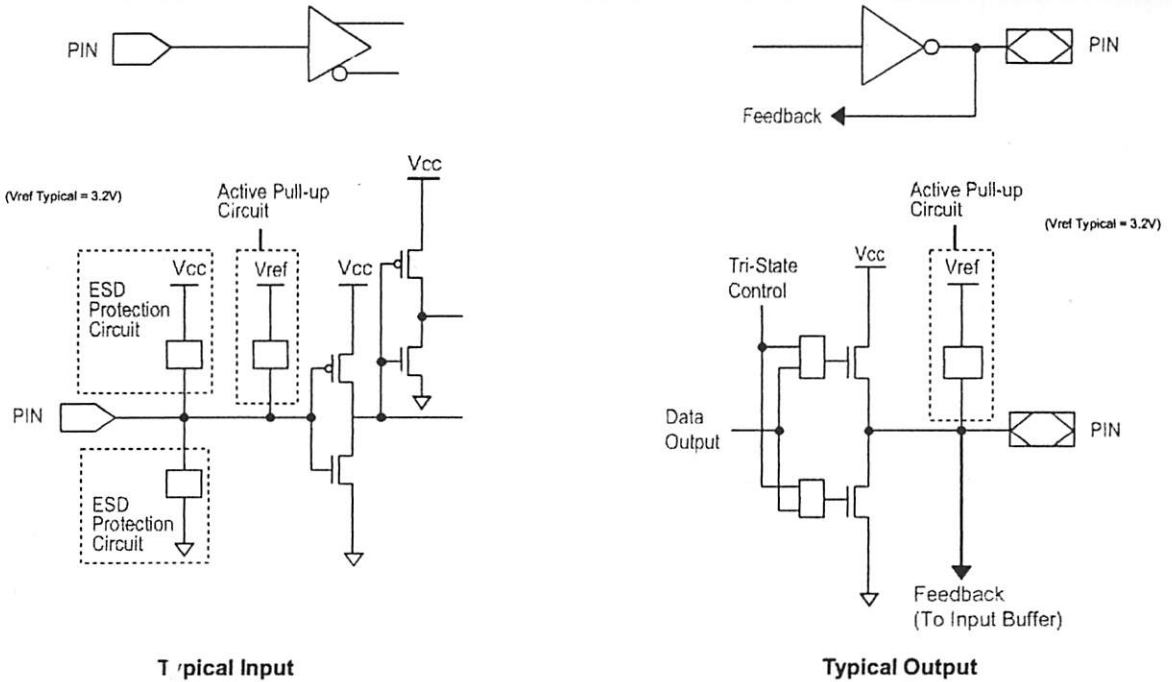
**Power-Up Reset**



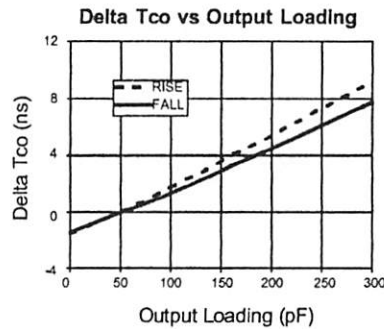
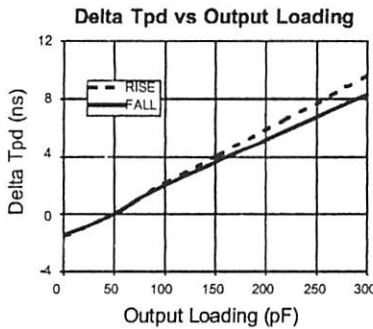
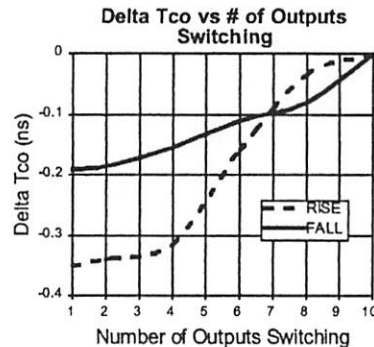
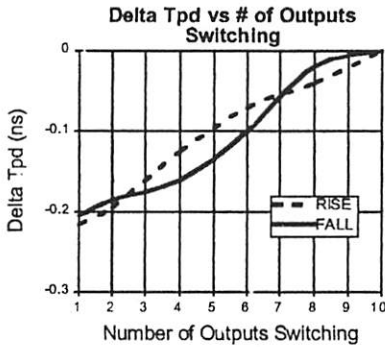
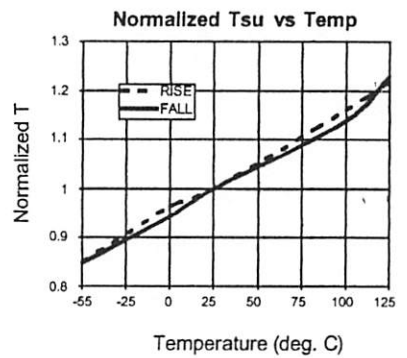
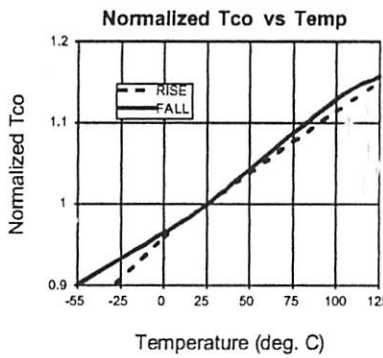
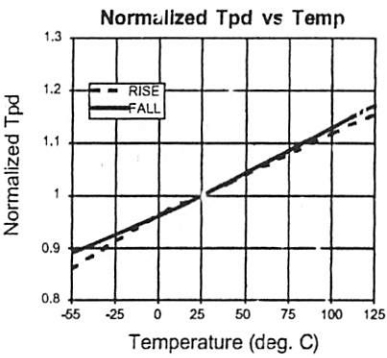
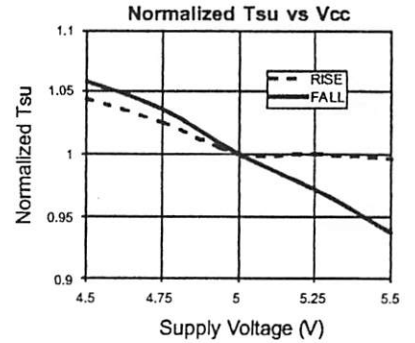
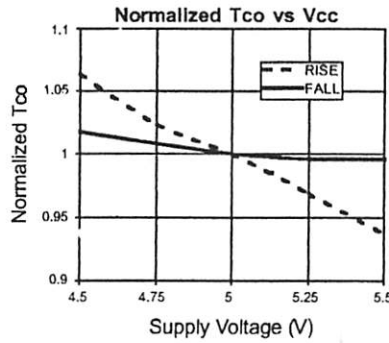
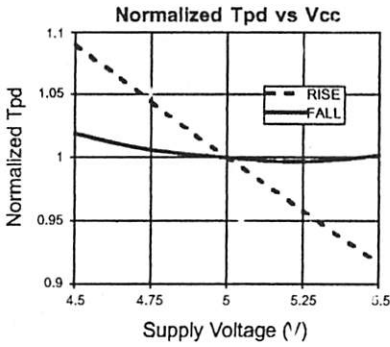
Circuitry within the GAL22V10 provides a reset signal to all registers during power-up. All internal registers will have their Q outputs set low after a specified time ( $t_{pr}$ , 1 $\mu$ s MAX). As a result, the state on the registered output pins (if they are enabled) will be either high or low on power-up, depending on the programmed polarity of the output pins. This feature can greatly simplify state machine design by providing a known state on power-up. The timing diagram for power-up is shown below. Because of the asyn-

chronous nature of system power-up, some conditions must be met to guarantee a valid power-up reset of the GAL22V10. First, the  $V_{CC}$  rise must be monotonic. Second, the clock input must be at static TTL level as shown in the diagram during power up. The registers will reset within a maximum of  $t_{pr}$  time. As in normal system operation, avoid clocking the device until all input and feedback path setup times have been met. The clock must also meet the minimum pulse width requirements.

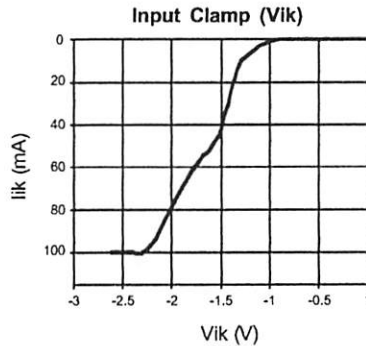
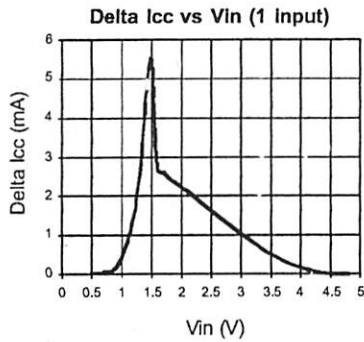
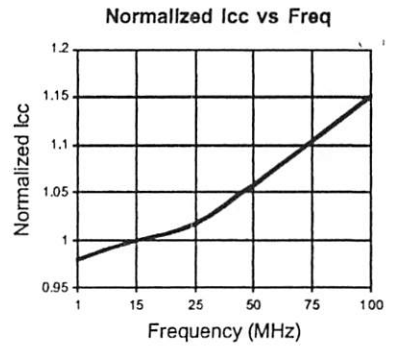
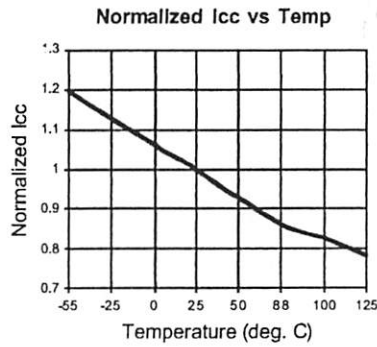
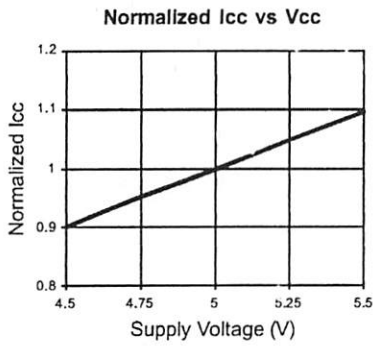
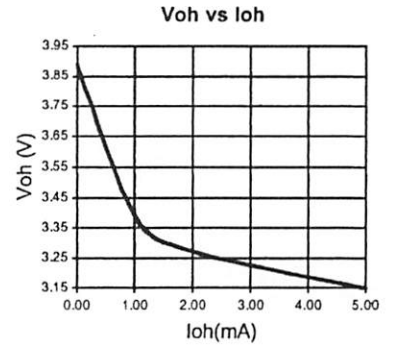
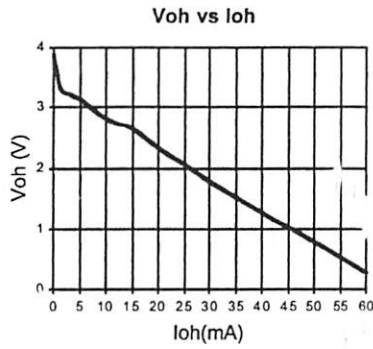
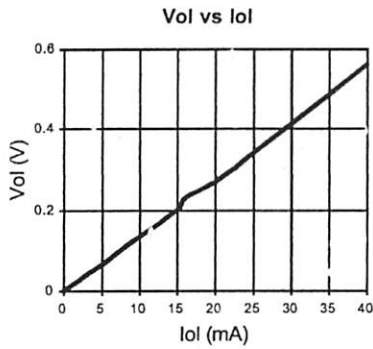
**Input/Output Equivalent Schematics**



**GAL22V10D;4/-5/-7/-10L (PLCC): Typical AC and DC Characteristic Diagrams**

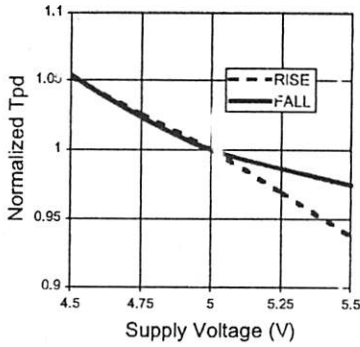


**GAL22V10D-4/-5/-7/-10L (PLCC): Typical AC and DC Characteristic Diagrams**

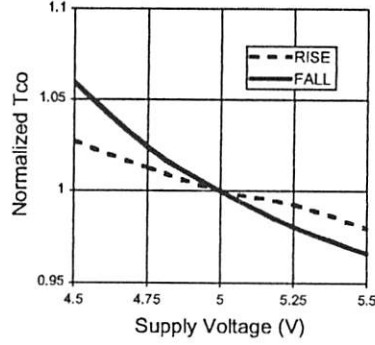


**GAL22V10D-7/10L (PDIP): Typical AC and DC Characteristic Diagrams**

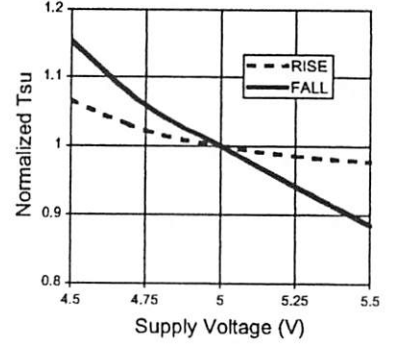
**Normalized Tpd vs Vcc**



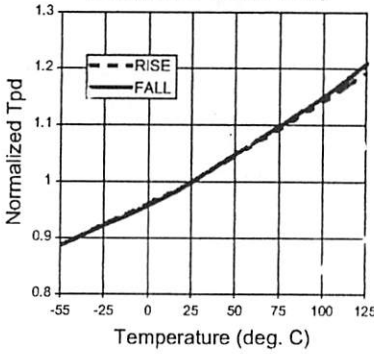
**Normalized Tco vs Vcc**



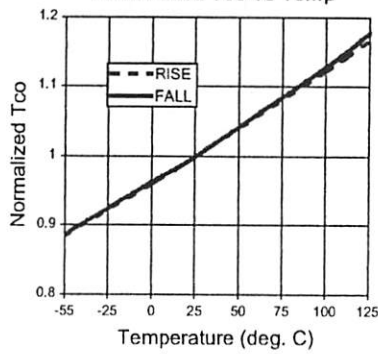
**Normalized Tsu vs Vcc**



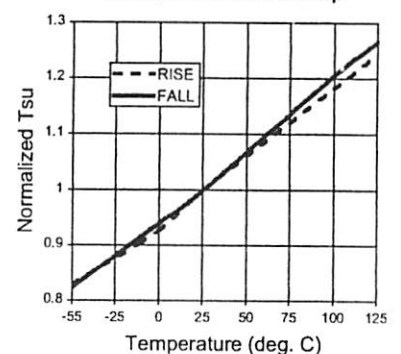
**Normalized Tpd vs Temp**



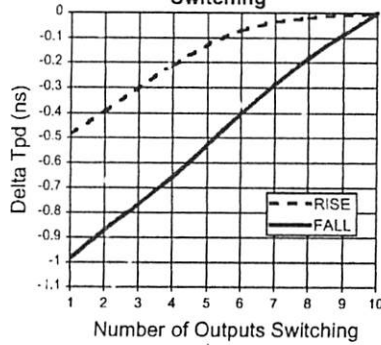
**Normalized Tco vs Temp**



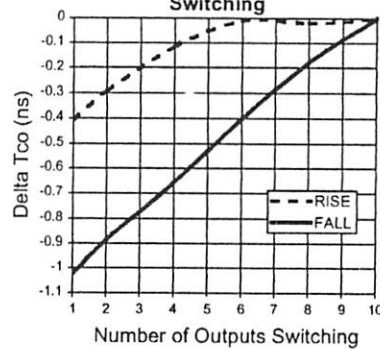
**Normalized Tsu vs Temp**



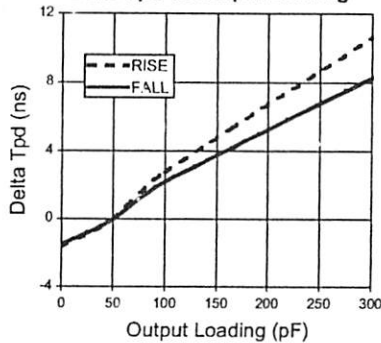
**Delta Tpd vs # of Outputs Switching**



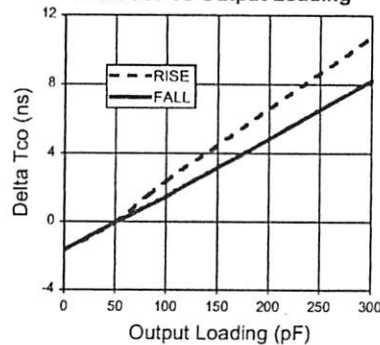
**Delta Tco vs # of Outputs Switching**



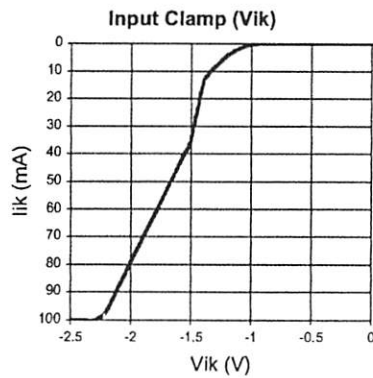
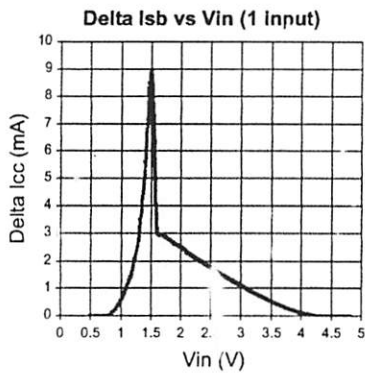
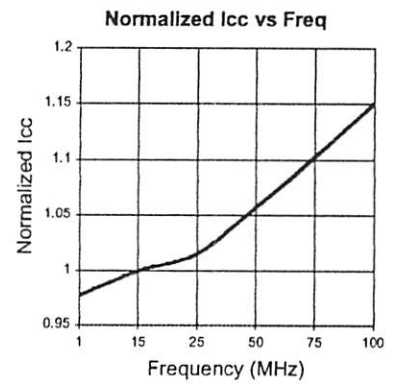
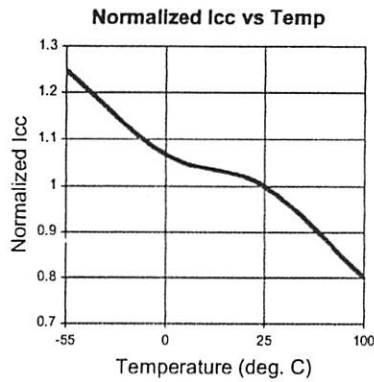
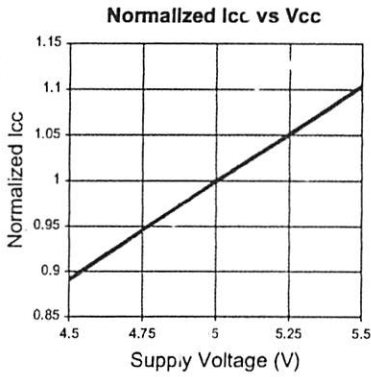
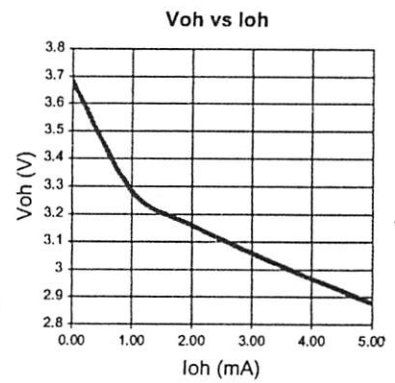
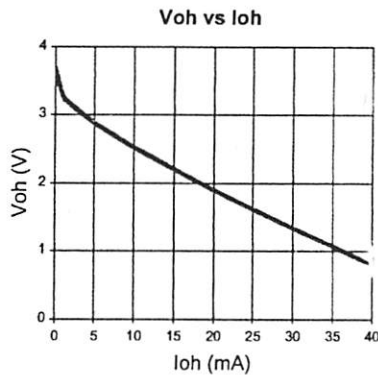
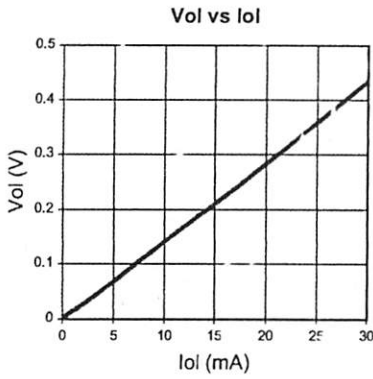
**Delta Tpd vs Output Loading**



**Delta Tco vs Output Loading**

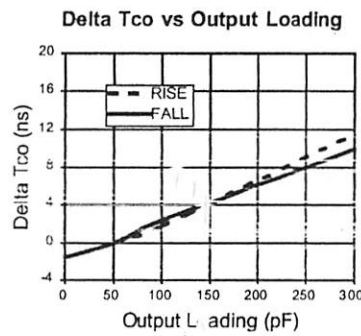
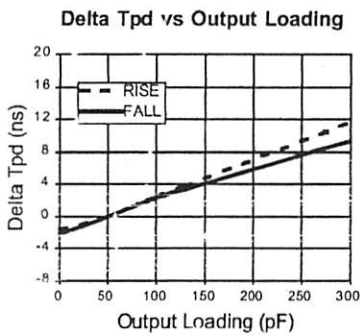
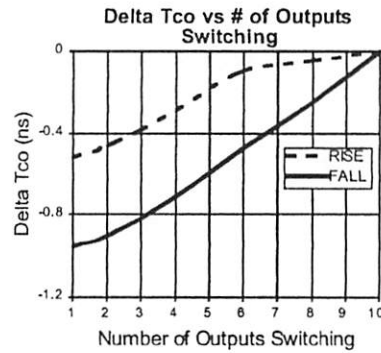
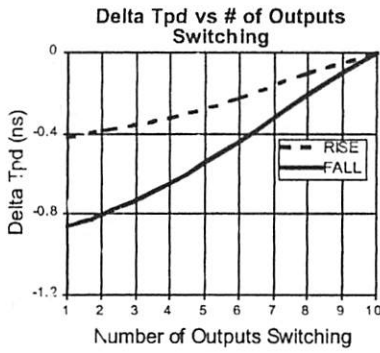
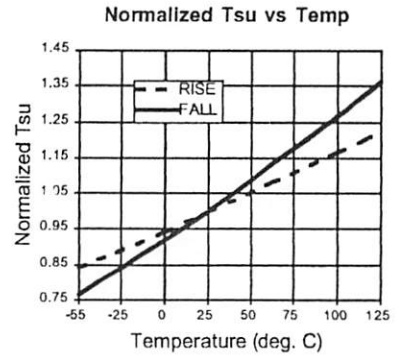
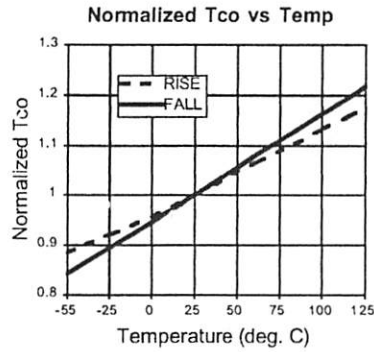
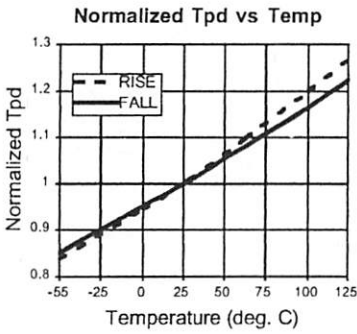
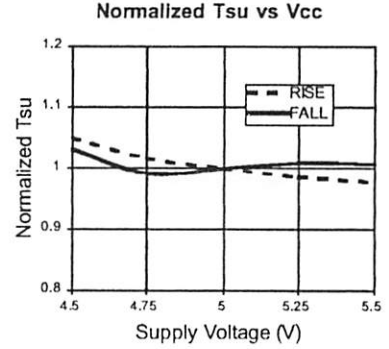
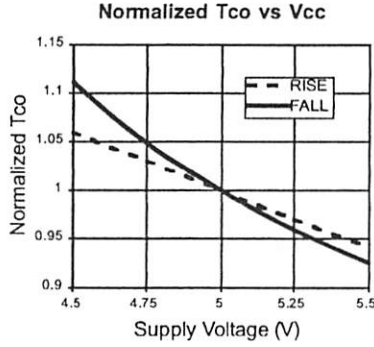
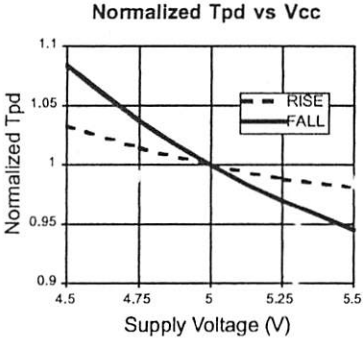


**GAL22V10D-7/10L (PDIP): Typical AC and DC Characteristic Diagrams**

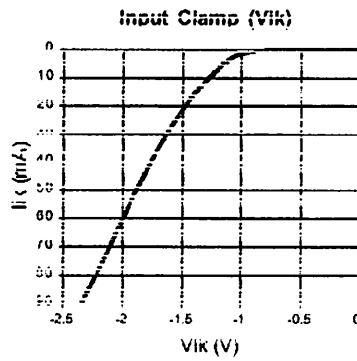
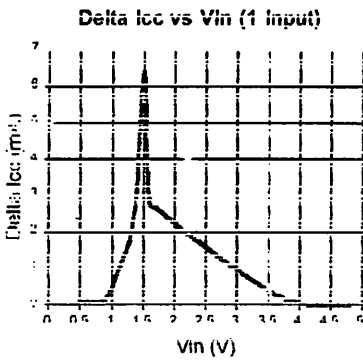
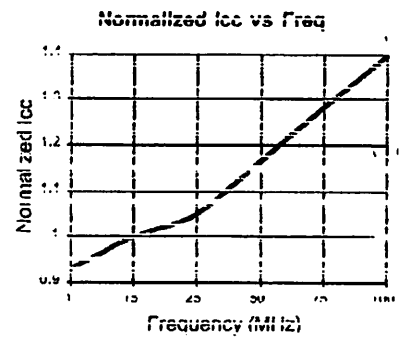
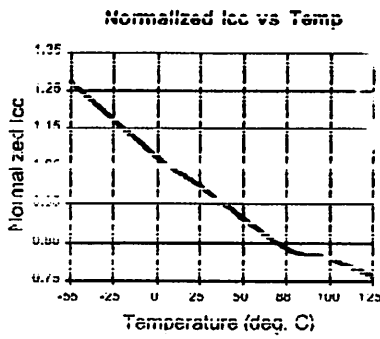
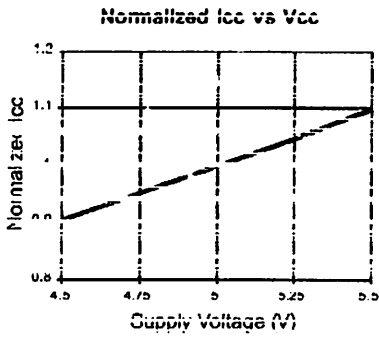
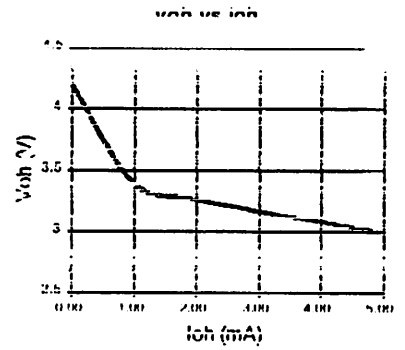
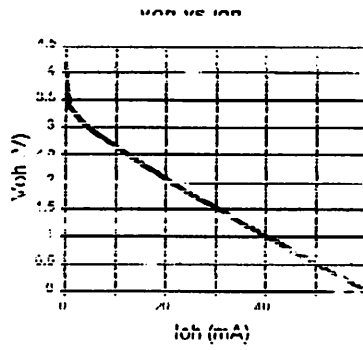
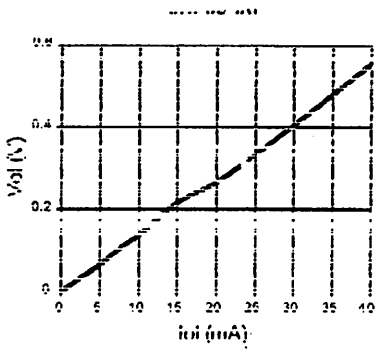




**GAL22V10D-10Q and Slower (L & Q): Typical AC and DC Characteristic Diagrams**







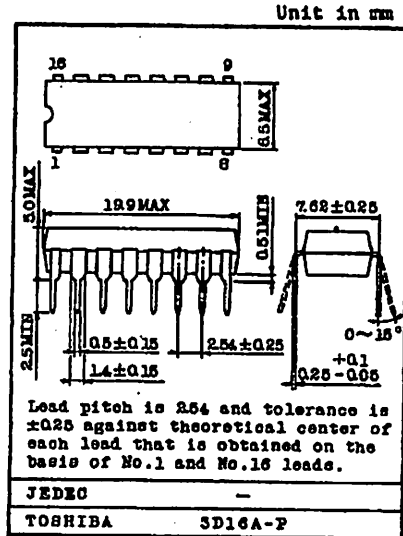
# TC9148P

FOR INFRARED REMOTE CONTROL TRANSMITTER.

The TC9148P is C-MOS LSI developed for use on the infrared remote control transmitter.

This LSI has 18 functions, and total 75 commands can be transmitted : 63 commands by the continuous keys of multiple keying is possible and 12 commands by the single shot keys.

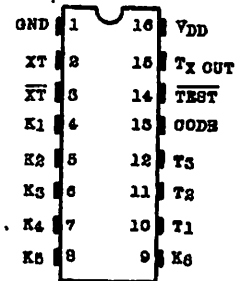
- Wide Range of Operating Supply Voltage Allows Low Voltage Operation ( $V_{DD}=2.2\sim 5.0V$ )
- C-MOS Structure Assures Extremely Low Power Dissipation.
- Multiple Keying is Possible (Max. Sextet).
- Less External Parts
- Adaptable to other Models as Code Bits are Available
- An Oscillator can be Constructed only by Connecting an LC or Ceramic Resonator as the Oscillation Circuit is Housed.



MAXIMUM RATINGS ( $T_a=25^\circ C$ )

CHARACTERISTIC	SYMBOL	RATING	UNIT
Supply Voltage	$V_{DD}$	6.0	V
Input/Output Voltage	$V_{IN}$	$V_{SS}-0.3\sim V_{DD}+0.3$	V
Power Dissipation	$P_D$	200	mW
Operating Temperature	$T_{opr}$	$-20\sim 75$	$^\circ C$
Storage Temperature	$T_{stg}$	$-55\sim 125$	$^\circ C$
$T_{XOUT}$ Output Current	$I_{OUT}$	-5	mA

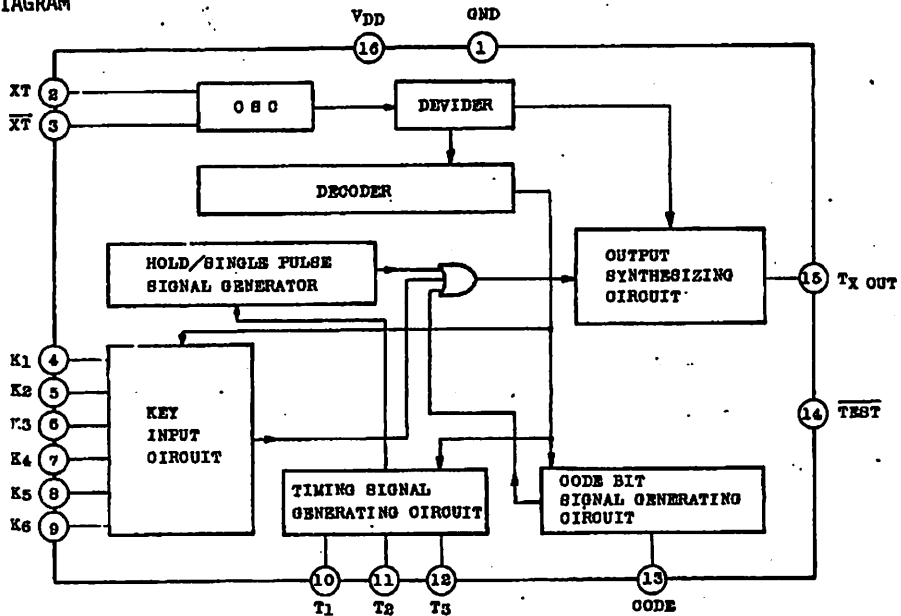
PIN CONNECTION



# TC9148P

T-77-11

## BLOCK DIAGRAM



## DESCRIPTION OF TERMINALS

PIN No.	SYMBOL	TERMINAL	FUNCTION / OPERATION
1, 16	GND, VDD	GND/Power	Supply Voltage Terminal
2, 3	XT, $\overline{XT}$	Terminal for OSC	Terminal for OSC, and used for connecting a 455kHz ceramic resonator etc. (with a built-in feedback resistor)
4~9	K1~K6	Key Input Terminal	Key input terminal for Key matrix. 18 keys can be connected at T <sub>1</sub> ~T <sub>3</sub> × K <sub>1</sub> ~K <sub>6</sub> (with a built-in pull-down resistor)
10~12	T <sub>1</sub> ~T <sub>3</sub>	Timing Signal Output Terminal	Digit timing output terminal for Key matrix.
13	CODE	Code bit Input Terminal	Terminal for matching code between transmitting and receiving.
14	$\overline{TEST}$	Test Terminal	Keep this terminal open.
15	TXOUT	Transmitting Output Terminal	Transmitting signal output. Modulation is made by 12 bits 1 cycle and 38kHz carrier wave.

AUDIO DIGITAL IC

# TC9148P

T-77-11

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Unless otherwise specified,  $V_{DD}=3.0V$ ,  $T_a=25^{\circ}C$ ).

CHARACTERISTIC			SYMBOL	TEST CIR-CUIT	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
Operating Supply Voltage			$V_{DD}$	-	All Function Operation	2.2	-	5.0	V	
Operating Supply Current			$I_{DD}$	-	Key ON, Without Load	-	-	1.0	mA	
Quiescent Current Consumption			$I_{DS}$	-	All Key OFF, Stop of OSC	-	-	10	$\mu A$	
Input Terminal	$K_1 \sim K_6$ CODE	Input Voltage	"H" Level	$V_{IH}$	-	-	2.0	-	3.0	V
			"L" Level	$V_{IL}$	-	-	0	-	0.5	V
	$K_1 \sim K_6$ TEST	Input Current	"H" Level	$I_{IH}$	-	$V_{IH}=3.0V$	20	30	60	$\mu A$
			"L" Level	$I_{IL}$	-	$V_{IL}=0V$	-1.0	-	1.0	$\mu A$
	CODE	Input Current	"H" Level	$I_{IH}$	-	$V_{IH}=3.0V$	-1.0	-	1.0	$\mu A$
			"L" Level	$I_{IL}$	-	$V_{IL}=0V$	20	30	60	$\mu A$
Output Terminal	$T_1 \sim T_3$	Output Current	"H" Level	$I_{OH}$	-	$V_{OH}=2.0V$	-500	-	-	$\mu A$
			"L" Level	$I_{OL}$	-	$V_{OL}=3.0V$	50	-	-	$\mu A$
	$T_X$	Output Current	"H" Level	$I_{OH}$	-	$V_{OH}=2.0V$	-0.1	-	-	mA
			"L" Level	$I_{OL}$	-	$V_{OL}=2.0V$	1.0	-	-	mA
OSC Feedback Resistor			$R_f$	-	-	-	500	-	k $\Omega$	
Oscillation Frequency			$f_{OSC}$	-	-	400	455	600	kHz	

**TOSHIBA**

Эта информация собрана на основе данных производителя

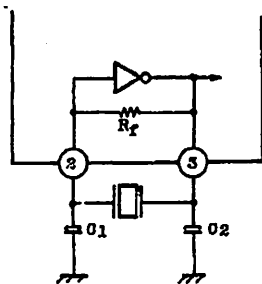
## TC9148P

T-77-11

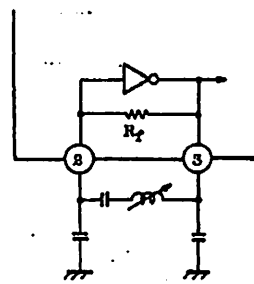
## FUNCTIONAL DESCRIPTION

## 1. OSCILLATION CIRCUIT

As the self-bias type amplifier by means of C-MOS inverter has been housed, the oscillation circuit can be constructed when an LC or ceramic resonator is connected.



CERAMIC RESONATOR  
KBR-455B  
KYOCERA Co., Ltd  
OR EQUIVALENT  
 $C_1, C_2 = 50 \sim 150 \text{ pF}$



When oscillation frequency is set at 455kHz, carrier wave of transmitting signal is set at 38kHz, oscillation of the oscillation circuit is kept stopped unless the keys are operated, thus reducing power consumption.

## 2. KEY INPUT

18 keys can be connected by Key input  $K_1 \sim K_6$  and  $6 \times 3$  matrix by means of timing signal  $T_1 \sim T_3$ .

Multiple keying is possible for the keys connected to  $T_1$  line up to sextet, and all key inputs are output. (Output becomes continuous pulses.)

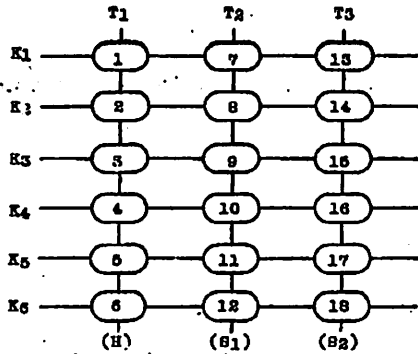
Between the timing signal lines, priority has been decided in order of  $T_1$ ,  $T_2$  and  $T_3$ . The keys connected to  $T_2$  and  $T_3$  lines have priority and input is made through more than 2 keys, single signal is preferentially output in order of  $K_1 \sim K_6$ .

Further, the keys connected to  $T_2$  and  $T_3$  lines are for single signals and no second signal is transmitted unless input is made again after the key is released once.

AUDIO DIGITAL IC

# TC9148P

T-77-11



### KEY MATRIX

. Key No.1~6

Continuous key output with it pressed, and multiple keying is possible.

. Key No.7~18

These keys are the single-shot keys and when input is made, signal is output only one time.

### 3. TRANSMISSION COMMAND

Transmission command is in one word 12-bits configuration.

C1~C3 are code bits adaptable to many models, H, S1 and S2 are continuous signal and single-shot signal codes, and D1~D6 are Key Input data codes in 6-bits.

C1	C2	C3	H	S1	S2	D1	D2	D3	D4	D5	D6
----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----

CODE BIT

CONTINUOUS/  
SINGLE-SHOT  
CODE

KEY INPUT CODE

TC9148P

T-77-11

## 4. DATA CODE

KEY No.	DATA						OUTPUT FORM	KEY No.	DATA						OUTPUT FORM							
	H	S1	S2	D1	D2	D3			D4	D5	D6	H	S1	S2		D1	D2	D3	D4	D5	D6	
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	CONTINUOUS	10	0	1	0	0	0	0	1	0	0	SINGLE-SHOT
2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	"	11	0	1	0	0	0	0	0	1	0	"
3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	"	12	0	1	0	0	0	0	0	0	1	"
4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	"	13	0	0	1	1	0	0	0	0	0	"
5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	"	14	0	0	1	0	1	0	0	0	0	"
6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	"	15	0	0	1	0	0	1	0	0	0	"
7	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	SINGLE-SHOT	16	0	0	1	0	0	0	1	0	0	"
8	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	"	17	0	0	1	0	0	0	0	1	0	"
9	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	"	18	0	0	1	0	0	0	0	0	1	"

As the multiple keying is possible, Key No. 1~6 are capable of output 63 commands through a combination of D1~D6 data.

Key No. 7~18 are the single-shot keys for output 12 commands, and 75 commands can be output through a combination of continuous key (multiple keying is possible) and Single-Shot key.

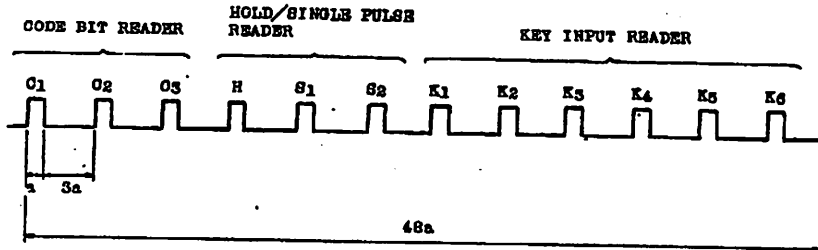
AUDIO DIGITAL IC

# TC9148P

T-77-11

## 6. TRANSMITTING WAVEFORM

### 6.1 BASIC TRANSMITTING WAVEFORM ( at $f_{OSC}=455kHz$ )

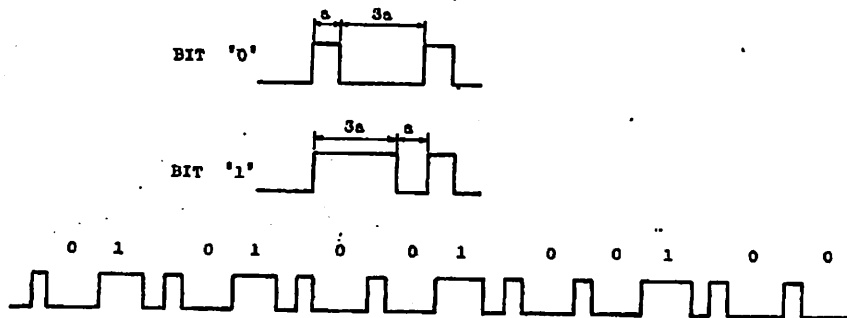


Basic transmitting waveform is 12-bits serial data in configuration as shown above.

The time of each bit "a" is decided as shown below by oscillation frequency  $f_{osc}$  by means of  $X_T$  and  $\bar{X}_T$ .

$$a = (1/f_{OSC}) \times 192 \text{ (sec)}$$

### 6.2 DISTINCTION OF BIT "0" AND "1"



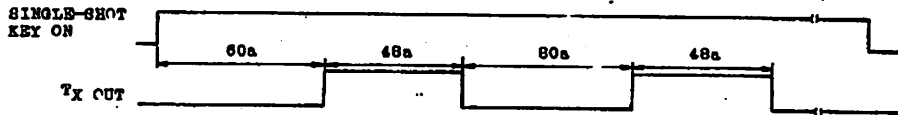
One word of the above transmission command is in the configuration of (010100100100).



# TC9148P

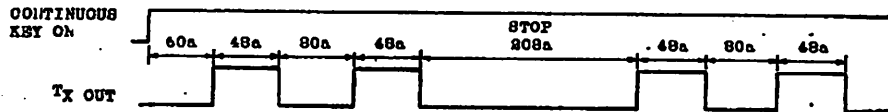
T-77-11

### 6.3 SINGLE-SHOT SIGNAL



When any one of the single-shot keys is depressed, the above single-shot signal is transmitted in 2 cycles, and the transmitting output ends.

### 6.4 CONTINUOUS SIGNAL



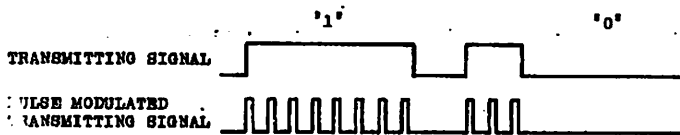
When any one of the continuous keys is depressed, the above continuous signal is 2 cycles output, repeatedly output 208a pause and 2 cycles output is 2 pause of 208a.

### 6.5 CARRIER WAVE

About 50~100mA current is normally applied through an infrared LED in order to extend an infrared ray reaching distance. Therefore, if a time when LED is ON is shortened as could as possible, it leads to reduction in power consumption. On this IC, when single-shot or continuous signal is transmitting, each bit is switching by a carrier of duty 1/3, output after the pulse modulated.

Carrier ( $f_c$ ) is decided by oscillation frequency  $f_{osc}$  by means of  $X_T$  and  $\bar{X}_T$ .

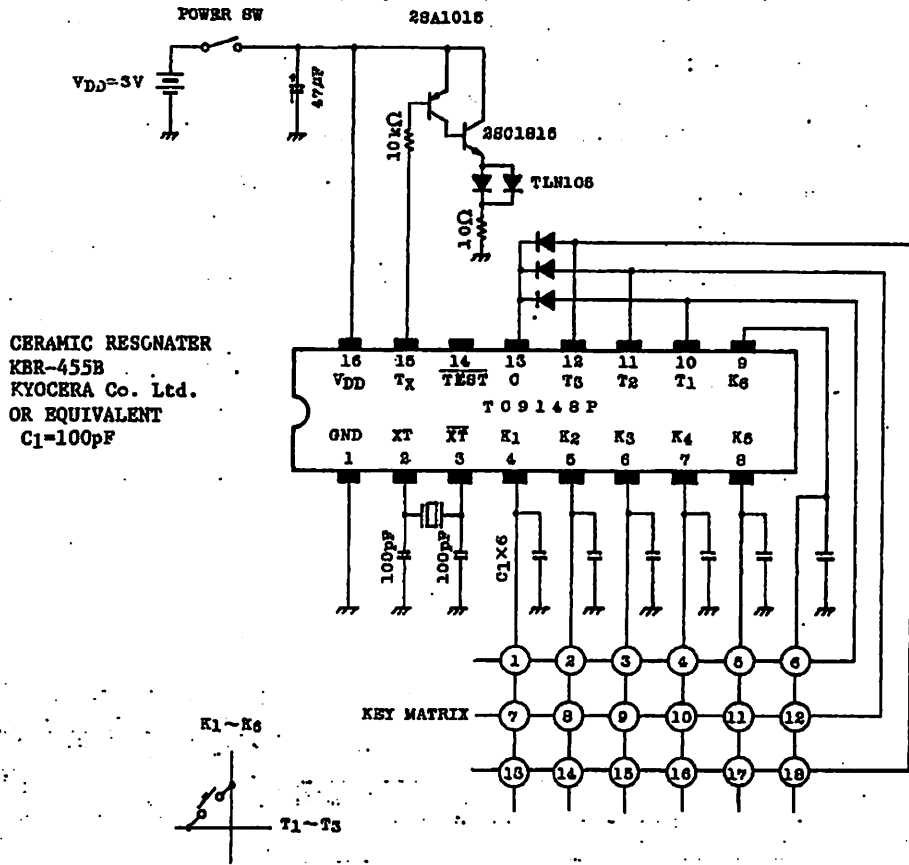
$$f_c = \frac{f_{osc}}{12} \text{ (Hz)} \quad f_c \approx 38\text{kHz} \quad \text{at } f_{osc} = 455\text{kHz}$$



# TC9148P

T-77-11

## APPLICATION CIRCUIT



AUDIO DIGITAL IC

# TC9149P, TC9150P

## FOR INFRARED RAY REMOTE CONTROL RECEIVER

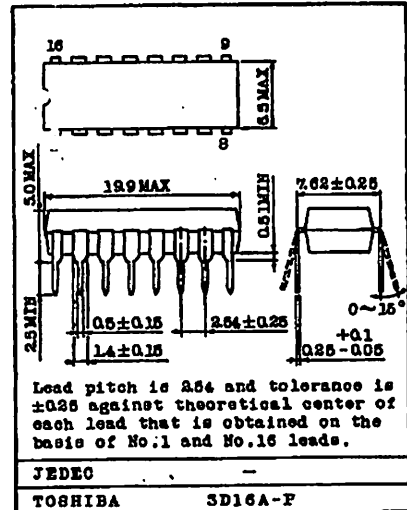
The TC9149P/TC9150P is LSI designed for use on the infrared ray remote control receiver, and when this LSI is used in combination with LSI TC9148P for transmitter, the remote control system can be constructed. The TC9149P is DIP 16 PIN type and is capable of controlling 10 functions, while the TC9150P is DIP 24 PIN type and is capable of controlling 18 functions.

- Able to output parallelly multiple keying signals sent from the transmitter.  
(The TC9149P is able to output parallelly up to 5 functions, while the TC9150P is able to output parallelly up to 6 functions.)
- Output for single pulse, hold pulse and cyclic pulse are provided.  
(Cyclic pulse is available only for TC9150P.)
- A single terminal type oscillator by means of CR is provided.
- Code detection circuit provided for code check with the transmitter prevents interferences from various types of machines and apparatus.

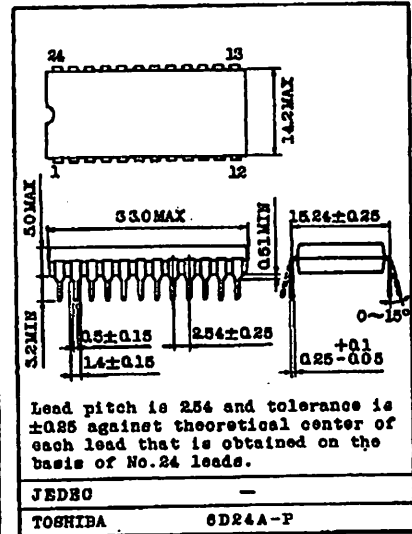
### MAXIMUM RATINGS (Ta=25°C)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	RATING	UNIT
Supply Voltage	VDD	0 ~ 6	V
Input/Output Voltage	VIN, VOUT	VSS-0.3 ~ VDD+0.3	V
Power Dissipation	PD	200	mW
Operating Temperature	Topr	-20 ~ 75	°C
Storage Temperature	Tstg	-55 ~ 125	°C

Unit in mm



Unit in mm



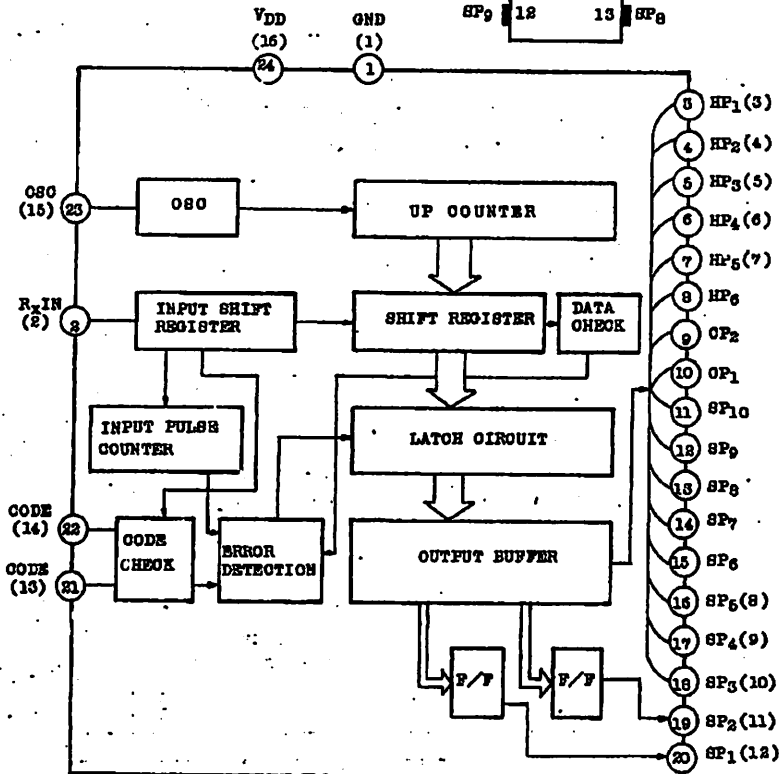
# TC9149P, TC9150P

T-77-11

### PIN CONNECTIONS

DIP 16 PIN				DIP 24 PIN			
GND	1	16	VDD	GND	1	24	VDD
R <sub>X</sub> IN	2	15	OSO	R <sub>X</sub> IN	2	23	OSO
HP <sub>1</sub>	3	14	CODE 2	HP <sub>1</sub>	3	22	CODE 1
HP <sub>2</sub>	4	13	CODE 3	HP <sub>2</sub>	4	21	CODE 2
HP <sub>3</sub>	5	12	SP <sub>1</sub>	HP <sub>3</sub>	5	20	SP <sub>1</sub>
HP <sub>4</sub>	6	11	SP <sub>2</sub>	HP <sub>4</sub>	6	19	SP <sub>2</sub>
HP <sub>5</sub>	7	10	SP <sub>3</sub>	HP <sub>5</sub>	7	18	SP <sub>3</sub>
SP <sub>5</sub>	8	9	SP <sub>4</sub>	HP <sub>6</sub>	8	17	SP <sub>4</sub>
				OP <sub>2</sub>	9	16	SP <sub>5</sub>
				OP <sub>1</sub>	10	15	SP <sub>6</sub>
				HP <sub>10</sub>	11	14	SP <sub>7</sub>
				SP <sub>9</sub>	12	13	SP <sub>8</sub>

### BLOCK DIAGRAM



PIN NO. OF TC9149P  
IS GIVEN IN  
PARENTHESES.

AUDIO DIGITAL IC

# TC9149P, TC9150P

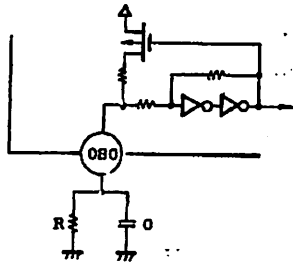
T-77-11

## FUNCTIONAL DESCRIPTION

### 1. OSCILLATION CIRCUIT

Timing with transmitter signal and internal operating clock are all decided by this oscillator.

The oscillator has been so far constructed through a combination of a linear amplifier by means of CMOS inverter in IC and 455 kHz ceramic resonator; however, when TC9149P/TC9150P is used, a stable oscillator can be constructed by parallelly connecting C and R between the oscillator and GND by a single terminal oscillator.

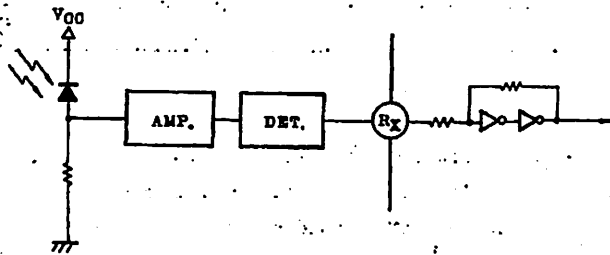


R : 39kΩ ±5%  
C : 1000pF ±5%  
(POLYPROPYLENE FILM CAPACITOR SHOULD BE USED.)

Oscillation frequency is about 38 kHz ± 5 kHz at R=39kΩ and C=1000pF.  
(Refer to Graph 1 Oscillation Frequency Characteristic)

### 2. RECEIVING SIGNAL INPUT CIRCUIT

Signal received by the light receiving element is sent through the amplifier to the detector where 38 kHz carrier wave is eliminated and is input into the receiving signal input circuit. The receiving signal input circuit (Rx IN) has a built-in Schmitt circuit for shaping receiving signal waveform to eliminate rounding.



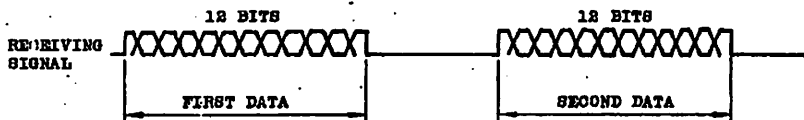
**AUDIO DIGITAL IC**

# TC9149P, TC9150P

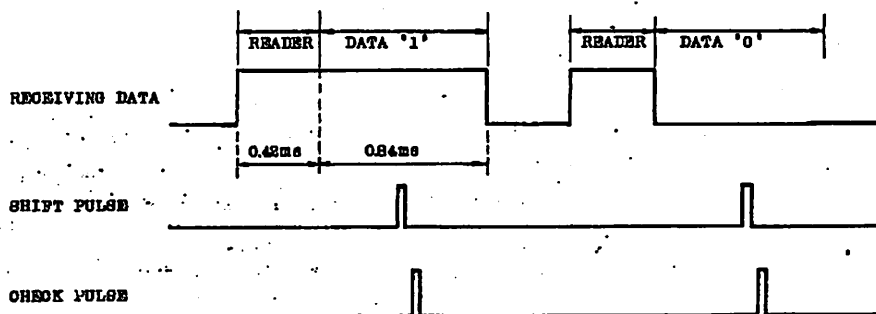
T-77-11

### 3. RECEIVING SIGNAL CHECK

The receiving signal check is to check 2 cycle transmitting signal sent from the transmitter to determine if it is normal signal.



First, the first data is stored in the 12-bits shift register. Then, when the second data is put into the shift register, data is forced out of the shift register by one bit, where the first data has been stored. Now, pushed out data and incoming data are checked to see if they are same. If an error is caused in the receiving data 12-bits check, the system is reset at that point of time. Conversely, when all receiving data are OK, output is raised from "L" level to "H" level.



The status of receiving data, shift pulse and check pulse is shown above. Shift pulse is provided in the data center by taking frequency margins of the transmitter and the receiver into consideration.

# TC9149P, TC9150P

T-77-11

### Code Comparison

To prevent interference with other models, C1, C2 and C3 code bits are provided for checking whether the transmitter and receiver codes agree each other.

Only when both codes agreed, internal latch strobe pulse is generated to latch receiving data and output is raised from "L" level to "H" level. If both codes do not agree, no latch strobe pulse is generated and output remains at "L" level.

Code bits used differ depending upon receiver as shown below:

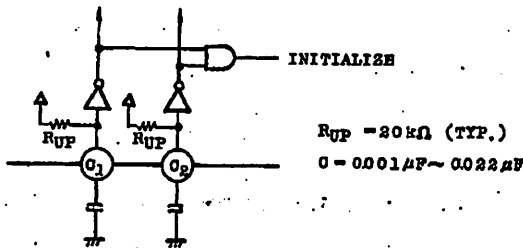
CODE BIT	
C <sub>1</sub>	C <sub>3</sub>
C <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>
1	0
0	1
1	1

TC9149P .... C2, C3 CODE BIT  
 TC9150P .... C1, C2 CODE BIT  
 \* CODE BIT '0', '0' CANNOT BE USED.

### 4. INITIALIZATION AT TIME OF POWER ON

In order to initialize the internal status at time of power ON, it is necessary to perform the initialization.

The initialization is carried out when a capacitor is connected to the code bit terminal.



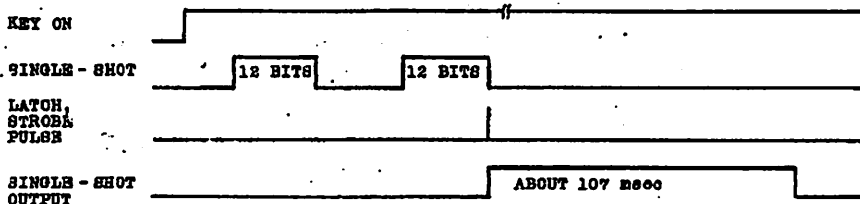
- \* In case of TC9149P, connect a capacitor to C2 and C3.
- \* A capacitor for initialization is unnecessary for the terminal for which Code Bit "0" is selected. However, Code Bit "0", "0" cannot be used. Either one terminal must be set at "H".

# TC9149P, TC9150P

T-77-11

## 5. EXPLANATION OF OUTPUT PULSE SP, HP, CP

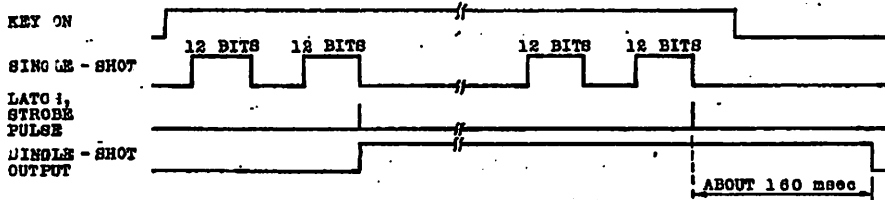
### 5-1. SP1 - SP10 (Single pulse)



After checking 12-bits receiving data, if data agree and OK, single pulse is output.

Output is raised from "L" level to "H" level and returned again to "L" level after about 107 msec.

### 5-2. HP1 - HP6 (Hold pulse)



Hold pulse is output by the first latch strobe pulse after key ON.

Output is kept at "H" level as long as Continuous Signal is input.

When the key is released and continuous signal is stopped, about 160 msec later, output is reversed to "L" level by the last latch strobe pulse.

Further, HP1 - HP6 are able to parallelly and simultaneously max sextet outputs at "H" level by continuous signal sent from the transmitter.

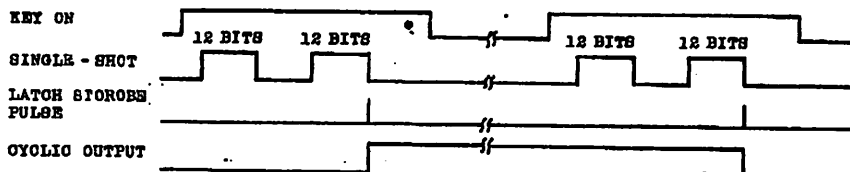
These outputs are optimum as outputs of REC-PALY, REC-PAUSE, and CUE/REVIEW of a tape deck.



# TC9149P, TC9150P

T-77-11

### 5-3. CP1, CP2 (Cyclic pulse)



When single-shot signal is received, cyclic pulse output is reversed.  
This cyclic pulse is used for power ON/OFF, MUTE, etc.

### 6. CODE ALLOCATION (KEY No. is of TC9148P)

KEY #	DATA BIT										FUNCTION OF INSTRUCTION	
	H	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>			
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	CONTINUOUS SIGNAL	HP <sub>1</sub>
2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	"	HP <sub>2</sub>
3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	"	HP <sub>3</sub>
4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	"	HP <sub>4</sub>
5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	"	HP <sub>5</sub>
6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	"	HP <sub>6</sub>
7	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	SINGLESHOT SIGNAL	SP <sub>1</sub>
8	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	"	SP <sub>2</sub>
9	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	"	SP <sub>3</sub>
10	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	"	SP <sub>4</sub>
11	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	"	SP <sub>5</sub>
12	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	"	SP <sub>6</sub>
13	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	"	SP <sub>7</sub>
14	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	"	SP <sub>8</sub>
15	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	"	SP <sub>9</sub>
16	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	"	SP <sub>10</sub>
17	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	CYCLIC SIGNAL	CP <sub>1</sub>
18	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	"	CP <sub>2</sub>

Cl - C3 code bits are available in addition to the above data bits for optional code selection.

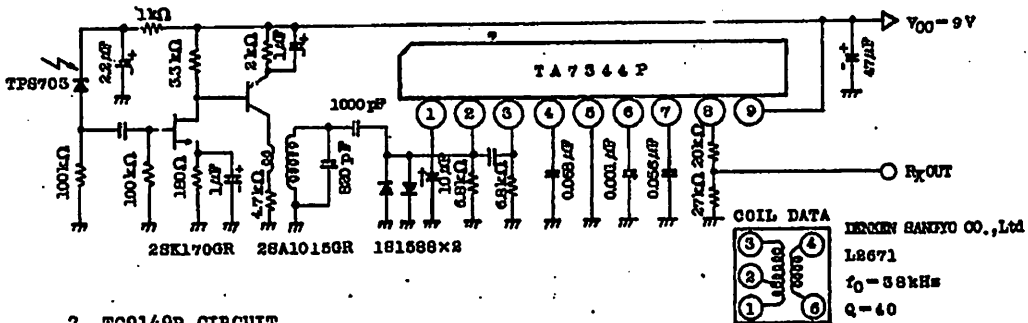
TC9150P can use all keys, but TC9149P is able to use KEY<sub>1</sub>~5 and KEY<sub>7</sub>~11 only for 10 commands.

TOSHIBA, ELECTRONIC DE 9097247 0018053 4  
**TC9149P,**  
**TC9150P**

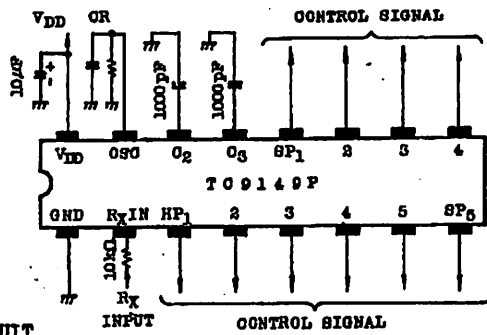
T-77-11

7. APPLICATION CIRCUITS

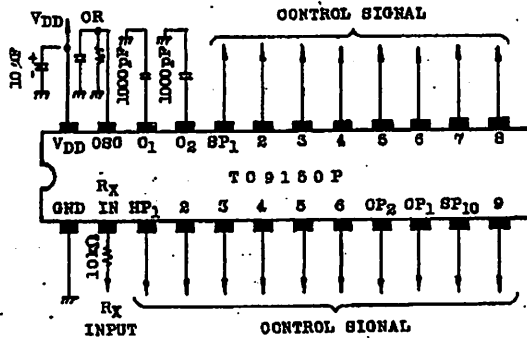
1. RECEIVING SECTION



2. TC9149P CIRCUIT



3. TC9150P CIRCUIT



\* R should be 38kΩ ± 5%.

\* C should be polypropylene film capacitor having good temperature characteristics 1000 pF ± 5%.

**TOSHIBA**

# TC9149P, TC9150P

T-77-11

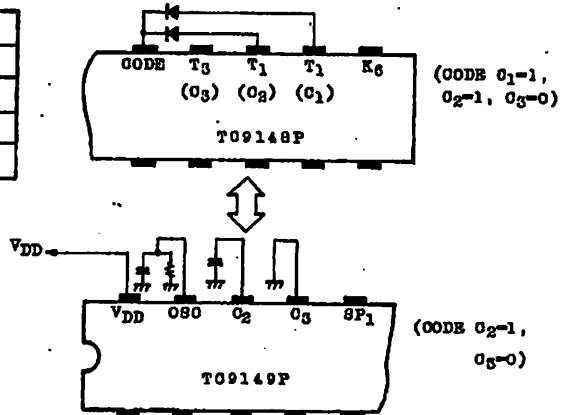
## NOTE FOR APPLICATION CIRCUIT

### 1. COMBINATION OF TC9148P/TC9149P CODE BITS.

(TABLE 1)

TC9148P			TC9149P	
C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
1	1	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	1	1	1

(EXAMPLE 1) IN CASE CODE C<sub>2</sub>=1 AND C<sub>3</sub>=0



The combination of code bits of TC9148P and TC9149P is shown in Table 1

To make Code Bit to "1" on TC9148P, connect diodes to CODE terminal from T<sub>1</sub>~T<sub>3</sub> Terminals. To set Code Bit at "0", open the circuit.

TC9149P has C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub> code terminals. Code bit of C<sub>1</sub> has been pulled up in IC and C<sub>1</sub> is always kept at "1" status.

Therefore, on Transmitter TC9148P it is necessary to keep C<sub>1</sub> code bit at "1".

Example 1 is the external circuit diagram when Code Bit C<sub>2</sub>=1, and C<sub>3</sub>=0.

### 2. COMBINATION OF TC9148P/50P CODE BITS

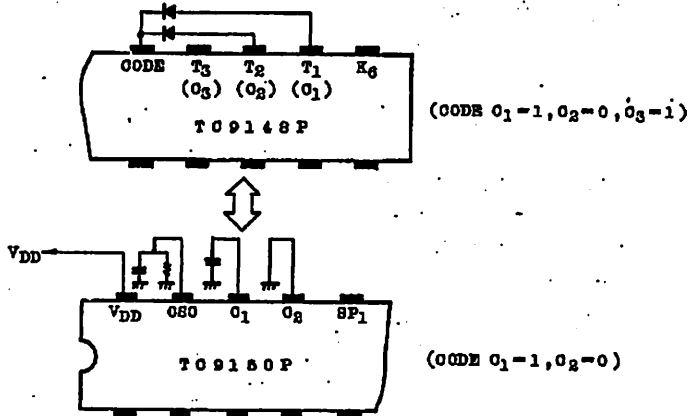
(TABLE 2)

TC9148P			TC9150P	
C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
1	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	1	1	1	1

# TC9149P, TC9150P

T-77-11

(EXAMPLE 2) IN CASE CODE  $C_1=1$  and  $C_2=0$

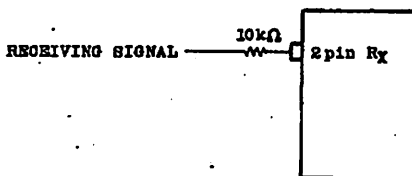


The combination of Code Bits of TC9148P and TC9150P is shown in Table 2

On TC9150P, C3 code has been pulled up in IC and always kept at "1" status. Therefore, it is necessary to keep Code Bit C3 of Transmitter TC9148P at "1". To keep Code Bit C3 at "1", connect a diode to CODE Terminal from T3 Terminal.

Example 2 is an example of the circuit when Code Bit C1=1 and C2=0.

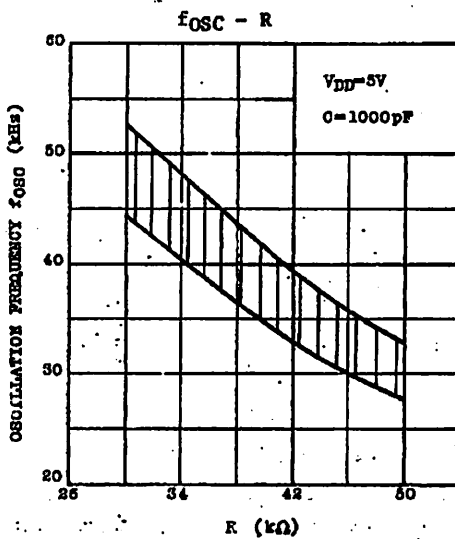
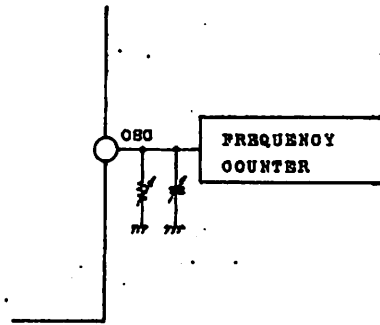
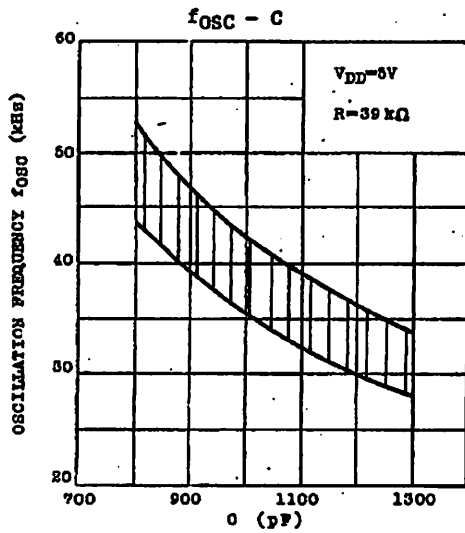
3. If input voltage above  $V_{DD} + 0.3V$  may possibly be applied to Rx Input Terminal (2 PIN), connect resistors of about  $10k\Omega$  in series to Rx Input Terminal. (This is to prevent latch-up.)



# TC9149P, TC9150P

T-77-11

## OSCILLATION FREQUENCY CHARACTERISTICS



AUDIO DIGITAL IC



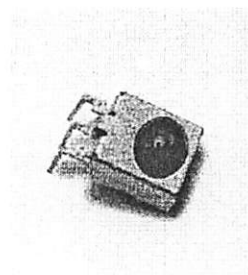
## Technical Data Sheet

# Infrared Remote-control Receiver Module

**IRM-8602S**

### Features

- High protection ability against EMI .
- Oval lens to improve the receive angles.
- Line-up for various center carrier frequencies.
- Low voltage and low power consumption.
- High immunity against ambient light.
- Photodiode with integrated circuit.
- TTL and CMOS compatibility.
- Long reception distance.
- High sensitivity.



### Descriptions

The device is a miniature type infrared remote control system receiver which has been developed and designed by utilizing the most updated IC technology. The PIN diode and preamplifier are assembled on lead frame, the epoxy package is designed as an IR filter. The demodulated output signal can directly be decoded by a microprocessor.

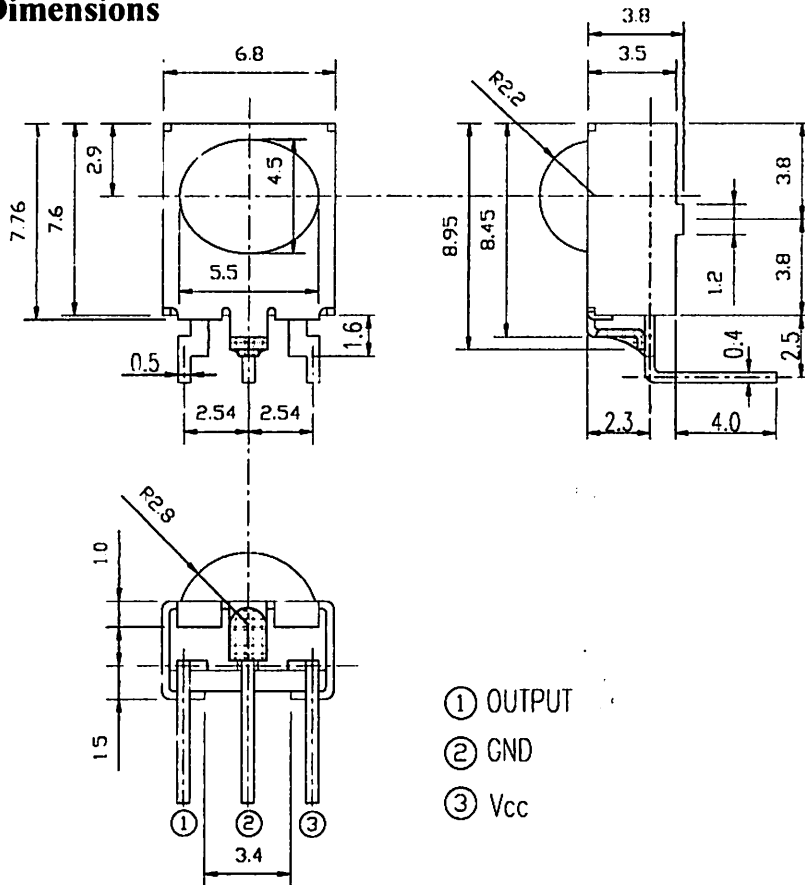
### Applications

1. Optical switch
2. Light detecting portion of remote control
  - AV instruments such as Audio, TV, VCR, CD, MD, etc.
  - Home appliances such as Air-conditioner, Fan , etc.
  - The other equipments with wireless remote control.
  - CATV set top boxes
  - Multi-media Equipment

### Device Selection Guide

PART	MATERIAL	COLOR
Chip	Silicon	-----
Metal can	Tinplate	Silver-white
Package	Epoxy	Black

**Package Dimensions**



- Notes: 1.All dimensions are in millimeters.  
2.Tolerances unless dimensions  $\pm 0.3\text{mm}$ .

**Absolute Maximum Ratings (Ta=25°C)**

Parameter	Symbol	Rating	Unit	Notice
Supply Voltage	Vcc	0~6	V	
Operating Temperature	Topr	-25 ~ +85	°C	
Storage Temperature	Tstg	-40 ~ +85	°C	
Soldering Temperature	Tsol	260	°C	4mm from mold body less than 10 seconds

**Recommended Operating Condition**

Supply Voltage Rating: Vcc 4.5V to 5.5V

**Electro-Optical Characteristics (Ta=25°C, and Vcc=5 V)**

Parameter	Symbol	MIN.	TYP.	MAX.	Unit	Condition
Consumption Current	I <sub>cc</sub>	---	---	3	mA	No signal input
B.P.F Center Frequency	F <sub>0</sub>	---	38	---	KHz	
Peak Wavelength	$\lambda_p$	---	940	---	nm	
Reception Distance	L <sub>0</sub>	8	---	---	m	At the ray axis *1
	L <sub>45</sub>	4	---	---		
Half Angle(Horizontal)	$\Theta_h$	---	45	---	deg	
Half Angle(Vertical)	$\Theta_v$	---	45	---	deg	
High Level Pulse Width	T <sub>H</sub>	400	---	800	$\mu s$	At the ray axis *2
Low Level Pulse Width	T <sub>L</sub>	400	---	800	$\mu s$	
High Level Output Voltage	V <sub>H</sub>	4.5	---	---	V	
Low Level Output Voltage	V <sub>L</sub>	---	0.2	0.5	V	

**Notes:**\*1:The ray receiving surface at a vertex and relation to the ray axis in the range of  $\theta=0^\circ$  and  $\theta=45^\circ$ .

\*2:A range from 30cm to the arrival distance. Average value of 50 pulses.



**Test Method :**

The specified electro-optical characteristics is satisfied under the following Conditions at the controllable distance.

## ① Measurement place

A place that is nothing of extreme light reflected in the room.

## ② External light

Project the light of ordinary white fluorescent lamps which are not high Frequency lamps and must be less then 10 Lux at the module surface.

( $E_e \leq 10\text{Lux}$ )

## ③ Standard transmitter

A transmitter whose output is so adjusted as to  $V_o=400\text{mVp-p}$  and the output Wave form shown in Fig.-1. According to the measurement method shown in Fig.-2 the standard transmitter is specified.

However , the infrared photodiode to be used for the transmitter should be

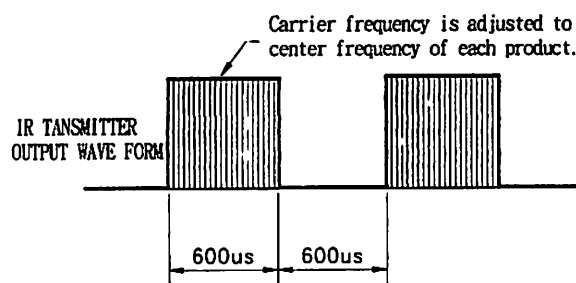
$\lambda_p=940\text{nm}, \Delta\lambda=50\text{nm}$ . Also, photodiode is used of PD438B( $V_r=5\text{V}$ ).

(Standard light / Light source temperature  $2856^\circ\text{K}$ ).

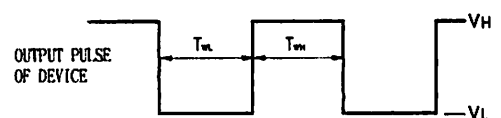
## ④ Measuring system

According to the measuring system shown in Fig.-3

Fig.-1 Transmitter Wave Form

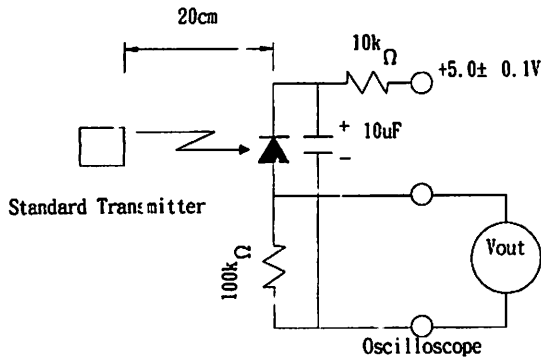


D.U.T output Pulse

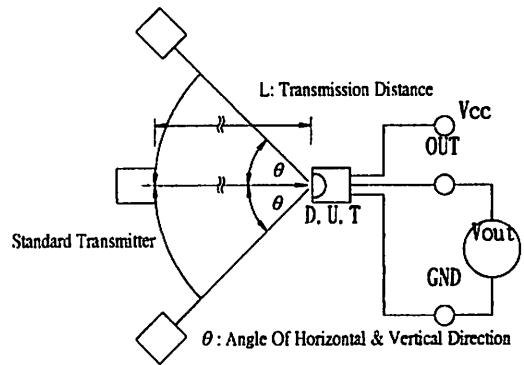


Duty=0.5

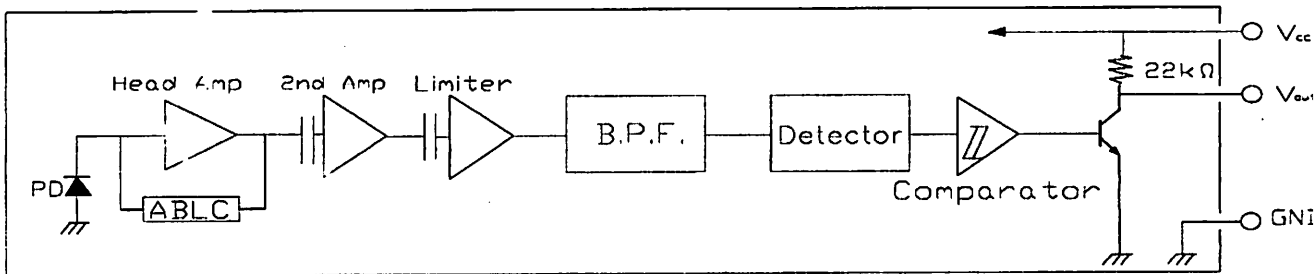
**Fig.-2 Measuring Method**



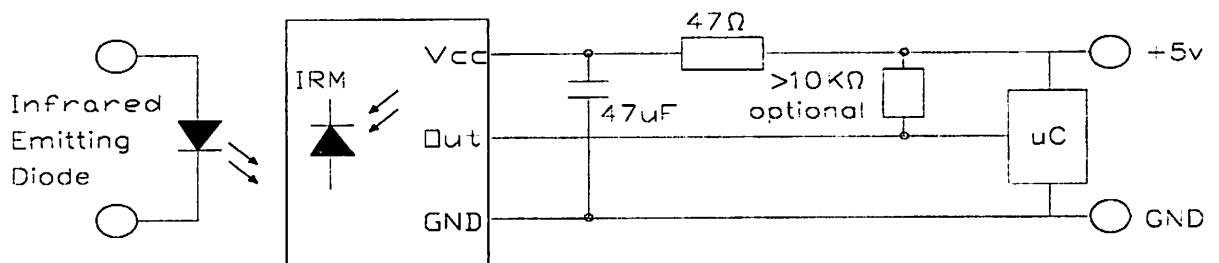
**Fig.-3 Measuring System**



**Block Diagram :**



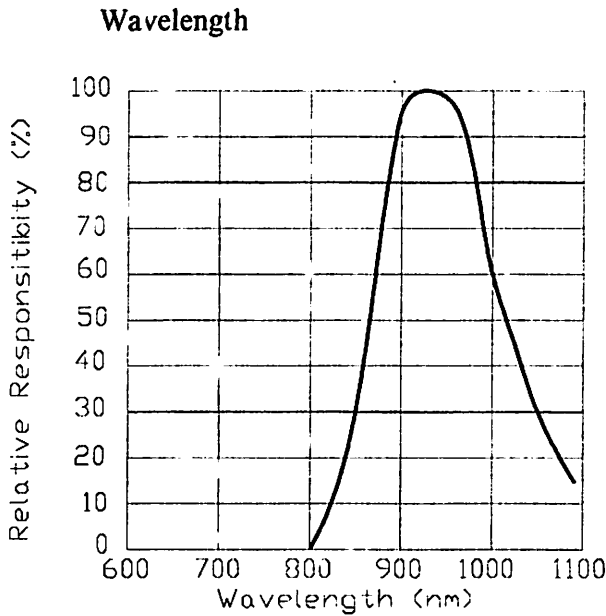
**Application Circuit :**



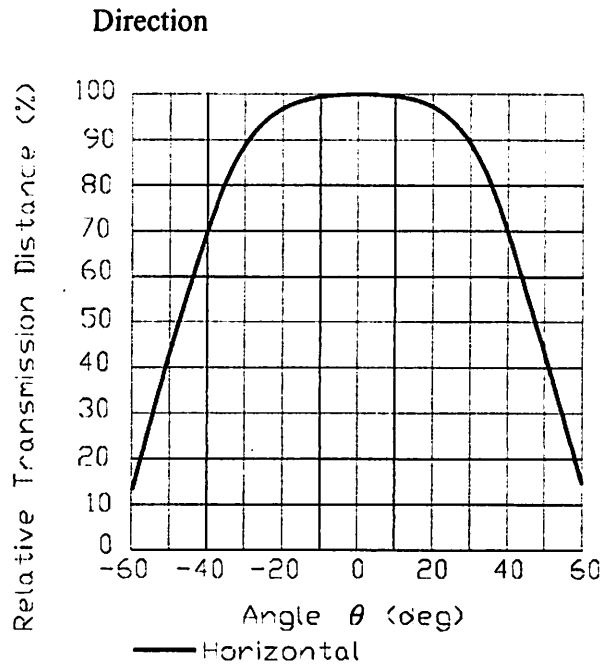
RC Filter should be connected closely between Vcc pin and GND pin.

**Typical Electro-Optical Characteristics Curves**

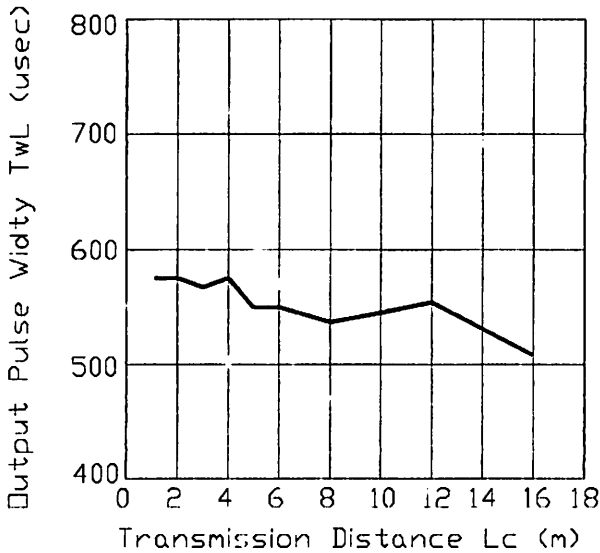
**Fig.-4 Relative Spectral Sensitivity vs.**



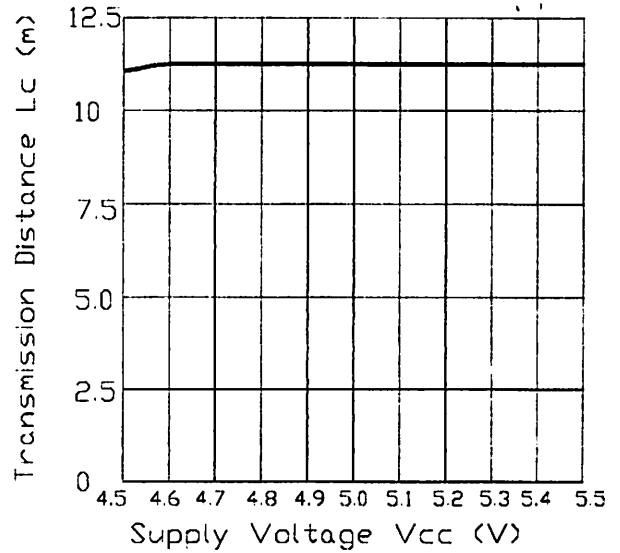
**Fig.-5 Relative Transmission Distance vs.**

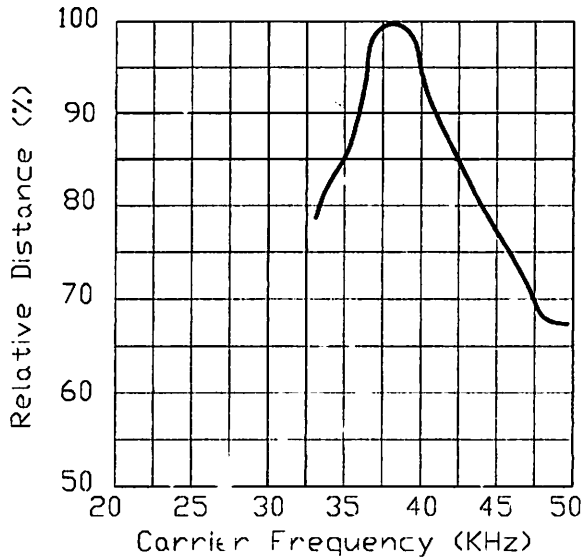
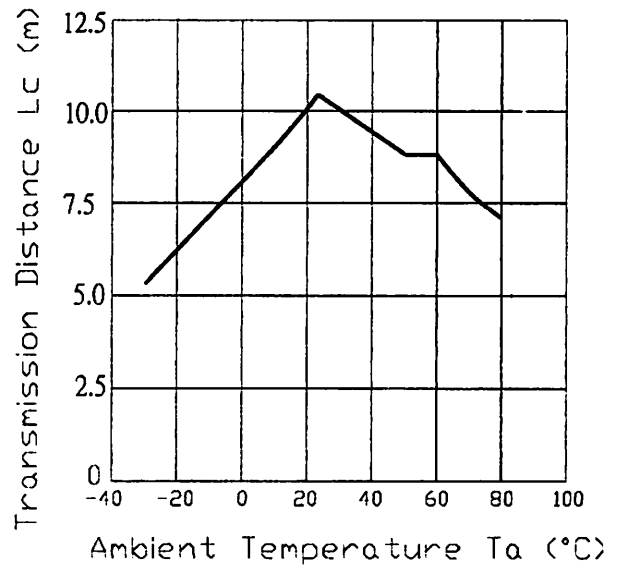


**Fig.-6 Output Pulse Length vs. Arrival Distance**



**Fig.-7 Arrival Distance vs. Supply Voltage**



**Typical Electro-Optical Characteristics Curves****Fig.-8 Relative Transmission Distance vs. Center Carrier Frequency****Fig.-9 Arrival Distance vs. Ambient Temperature**

**Reliability Test Item And Condition**

The reliability of products shall be satisfied with items listed below.

Confidence level : 90%



LTPD : 10%

Test Items	Test Conditions	Failure Judgement Criteria	Samples(n) Defective(c)
Temperature cycle	1 cycle $-25^{\circ}\text{C} \longleftrightarrow +85^{\circ}\text{C}$ (30min)(5min)(30min) 300 cycle test	$L_0 \leq L \times 0.8$ $L_{45} \leq L \times 0.8$  L: Lower specification limit	n=22,c=0
High temperature test	Temp: +85°C Vcc:5V 1000hrs		n=22,c=0
Low temperature storage	Temp: -40°C 1000hrs		n=22,c=0
High temperature High humidity	Ta: 85°C,RH:85% 1000hrs		n=22,c=0
Solder heat	Temp: 260±5°C 10sec 4mm From the bottom of the package.		n=22,c=0

**Packing Quantity Specification**

1. 1000 PCS/1Box
2. 10 Boxes/1Carton

**Label Form Specification**

<b>EVERLIGHT</b>	
CPN:	
P/N:	
	
IRM-8602S	
QTY:	CAT:
	HUE:
LOT NO:EL	REF:

CPN: Customer's Production Number  
P/N : Production Number  
QTY: Packing Quantity  
CAT: Ranks  
HUE: Peak Wavelength  
REF: Reference  
LOT No: Lot Number

**Notes**

1. Above specification may be changed without notice. EVERLIGHT will reserve authority on material change for above specification.
2. When using this product, please observe the absolute maximum ratings and the instructions for using outlined in these specification sheets. EVERLIGHT assumes no responsibility for any damage resulting from use of the product which does not comply with the absolute maximum ratings and the instructions included in these specification sheets.
3. These specification sheets include materials protected under copyright of EVERLIGHT corporation. Please don't reproduce or cause anyone to reproduce them without EVERLIGHT's consent.

**EVERLIGHT ELECTRONICS CO., LTD.**  
Office: No 25, Lane 76, Sec 3, Chung Yang Rd,  
Tucheng, Taipei 236, Taiwan, R.O.C

Tel: 886-2-2267-2000, 2267-9936  
Fax: 886-2267-6244, 2267-6189, 2267-6306  
<http://www.everlight.com>

## LM555 Timer

### General Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For astable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200mA or drive TTL circuits.

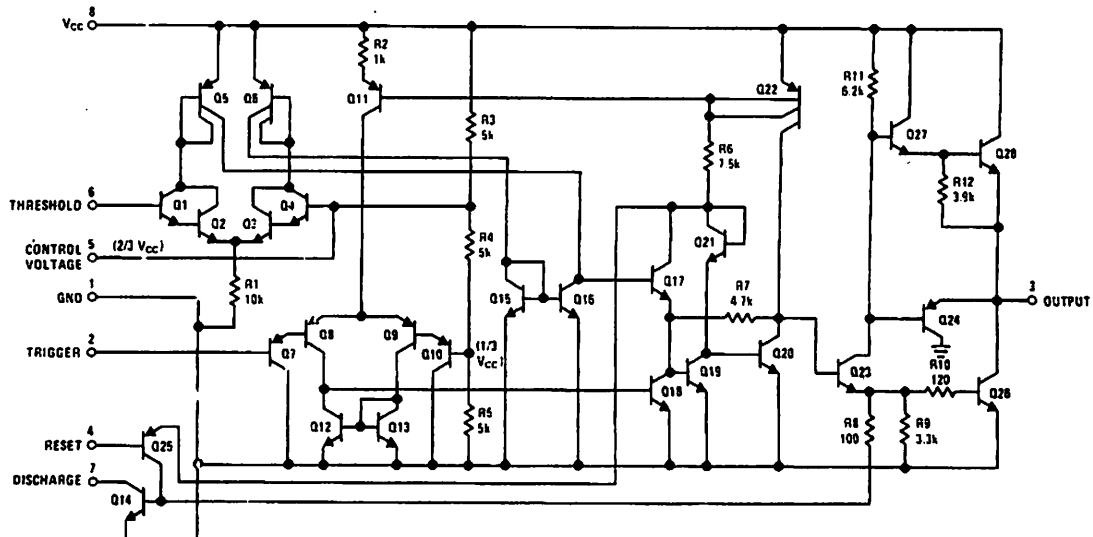
### Features

- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes
- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output
- Available in 8-pin MSOP package

### Applications

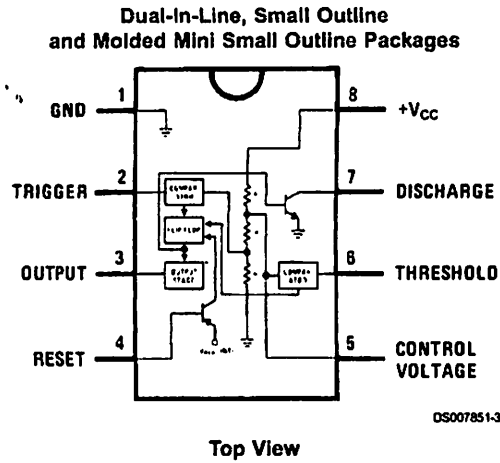
- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

### Schematic Diagram



DS007851-1

## Connection Diagram



## Ordering Information

Package	Part Number	Package Marking	Media Transport	NSC Drawing
8-Pin SOIC	LM555CM	LM555CM	Rails	M08A
	LM555CMX	LM555CM	2.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MSOP	LM555CMM	Z55	1k Units Tape and Reel	MUA08A
	LM555CMMX	Z55	3.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MDIP	LM555CN	LM555CN	Rails	N08E



**Absolute Maximum Ratings** (Note 2)

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

Supply Voltage	+18V
Power Dissipation (Note 3)	
LM555CM, LM555CN	1180 mW
LM555CMM	613 mW
Operating Temperature Ranges	
LM555C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

## Soldering Information

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 Seconds)	260°C
Small Outline Packages	
(SOIC and MSOP)	
Vapor Phase (60 Seconds)	215°C
Infrared (15 Seconds)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

**Electrical Characteristics** (Notes 1, 2)

( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = +5\text{V}$  to  $+15\text{V}$ , unless otherwise specified)

Parameter	Conditions	Limits			Units
		LM555C			
		Min	Typ	Max	
Supply Voltage		4.5		16	V
Supply Current	$V_{CC} = 5\text{V}$ , $R_L = \infty$ $V_{CC} = 15\text{V}$ , $R_L = \infty$ (Low State) (Note 4)		3 10	6 15	mA
Timing Error, Monostable					
Initial Accuracy			1		%
Drift with Temperature	$R_A = 1\text{k}$ to $100\text{k}\Omega$ , $C = 0.1\mu\text{F}$ , (Note 5)		50		ppm/°C
Accuracy over Temperature			1.5		%
Drift with Supply			0.1		%/V
Timing Error, Astable					
Initial Accuracy			2.25		%
Drift with Temperature	$R_A, R_B = 1\text{k}$ to $100\text{k}\Omega$ , $C = 0.1\mu\text{F}$ , (Note 5)		150		ppm/°C
Accuracy over Temperature			3.0		%
Drift with Supply			0.30		%/V
Threshold Voltage			0.667		$\times V_{CC}$
Trigger Voltage	$V_{CC} = 15\text{V}$ $V_{CC} = 5\text{V}$		5 1.67		V V
Trigger Current			0.5	0.9	$\mu\text{A}$
Reset Voltage		0.4	0.5	1	V
Reset Current			0.1	0.4	mA
Threshold Current	(Note 6)		0.1	0.25	$\mu\text{A}$
Control Voltage Level	$V_{CC} = 15\text{V}$ $V_{CC} = 5\text{V}$	9 2.6	10 3.33	11 4	V
Pin 7 Leakage Output High			1	100	nA
Pin 7 Sat (Note 7)					
Output Low	$V_{CC} = 15\text{V}$ , $I_7 = 15\text{mA}$		180		mV
Output Low	$V_{CC} = 4.5\text{V}$ , $I_7 = 4.5\text{mA}$		80	200	mV

**Electrical Characteristics** (Notes 1, 2) (Continued)(T<sub>A</sub> = 25°C, V<sub>CC</sub> = +5V to +15V, unless otherwise specified)

Parameter	Conditions	Limits			Units
		LM555C			
		Min	Typ	Max	
Output Voltage Drop (Low)	V <sub>CC</sub> = 15V				
	I <sub>SINK</sub> = 10mA		0.1	0.25	V
	I <sub>SINK</sub> = 50mA		0.4	0.75	V
	I <sub>SINK</sub> = 100mA		2	2.5	V
	I <sub>SINK</sub> = 200mA		2.5		V
	V <sub>CC</sub> = 5V				
Output Voltage Drop (High)	I <sub>SOURCE</sub> = 200mA, V <sub>CC</sub> = 15V		12.5		V
	I <sub>SOURCE</sub> = 100mA, V <sub>CC</sub> = 15V	12.75	13.3		V
	V <sub>CC</sub> = 5V	2.75	3.3		V
Rise Time of Output			100		ns
Fall Time of Output			100		ns

**Note 1:** All voltages are measured with respect to the ground pin, unless otherwise specified.

**Note 2:** Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

**Note 3:** For operating at elevated temperatures the device must be derated above 25°C based on a +150°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 106°C/W (DIP), 170°C/W (SO-8), and 204°C/W (MSOP) junction to ambient.

**Note 4:** Supply current when output high typically 1 mA less at V<sub>CC</sub> = 5V.

**Note 5:** Tested at V<sub>CC</sub> = 5V and I<sub>CC</sub> = 15V.

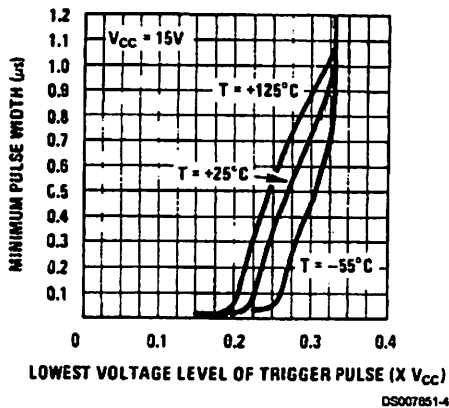
**Note 6:** This will determine the maximum value of R<sub>A</sub> + R<sub>B</sub> for 15V operation. The maximum total (R<sub>A</sub> + R<sub>B</sub>) is 20MΩ.

**Note 7:** No protection against excessive pin 7 current is necessary providing the package dissipation rating will not be exceeded.

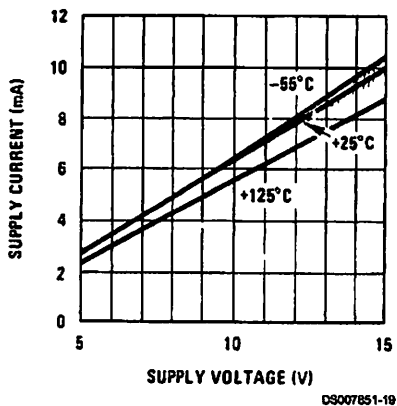
**Note 8:** Refer to RETS: 55X drawing of military LM555H and LM555J versions for specifications.

# Typical Performance Characteristics

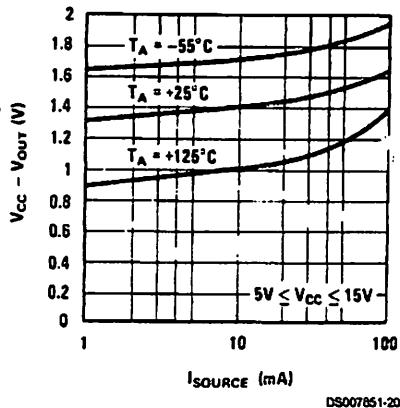
Minimum Pulse Width Required for Triggering



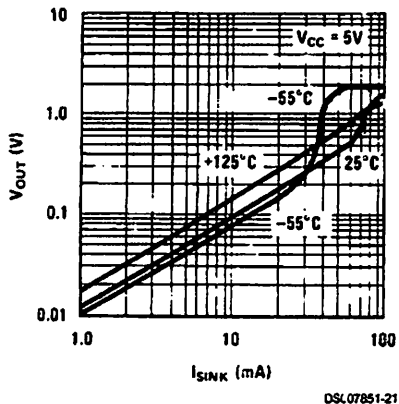
Supply Current vs. Supply Voltage



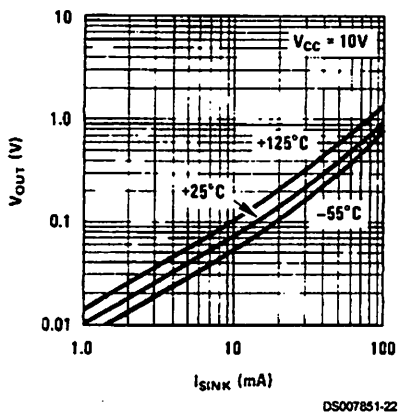
High Output Voltage vs. Output Source Current



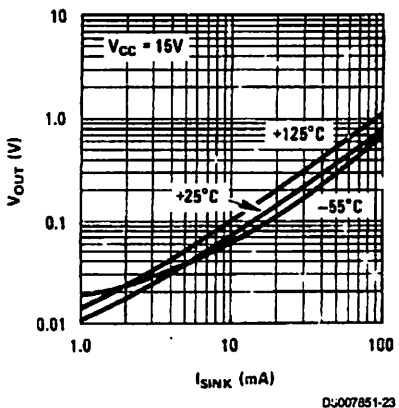
Low Output Voltage vs. Output Sink Current



Low Output Voltage vs. Output Sink Current

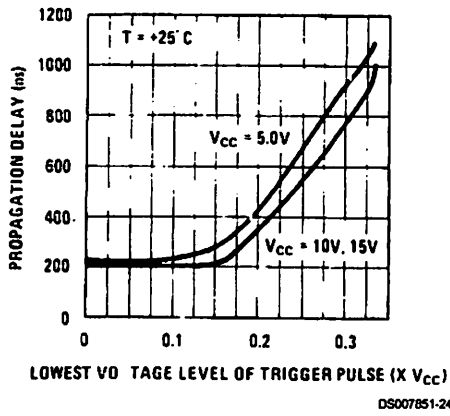


Low Output Voltage vs. Output Sink Current

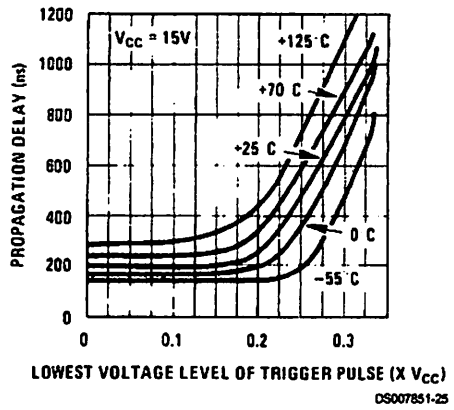


## Typical Performance Characteristics (Continued)

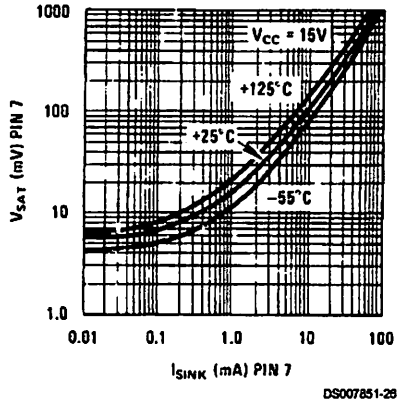
**Output Propagation Delay vs. Voltage Level of Trigger Pulse**



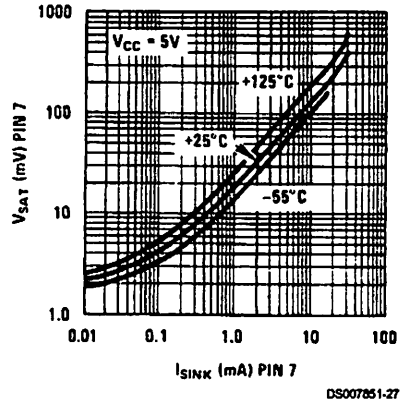
**Output Propagation Delay vs. Voltage Level of Trigger Pulse**



**Discharge Transistor (Pin 7) Voltage vs. Sink Current**



**Discharge Transistor (Pin 7) Voltage vs. Sink Current**



# Applications Information

## MONOSTABLE OPERATION

In this mode of operation, the timer functions as a one-shot (Figure 1). The external capacitor is initially held discharged by a transistor inside the timer. Upon application of a negative trigger pulse of less than  $1/3 V_{CC}$  to pin 2, the flip-flop is set which both releases the short circuit voltage across the capacitor and drives the output high.

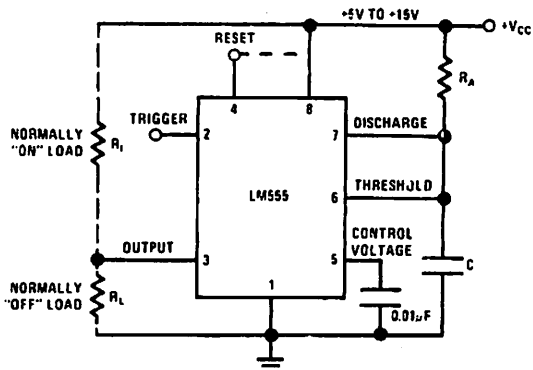
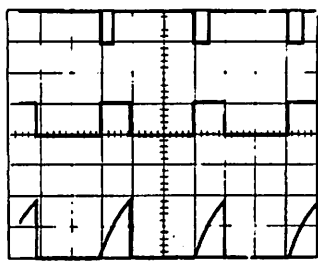


FIGURE 1. Monostable

The voltage across the capacitor then increases exponentially for a period of  $t = 1.1 R_A C$ , at the end of which time the voltage equals  $2/3 V_{CC}$ . The comparator then resets the flip-flop which in turn discharges the capacitor and drives the output to its low state. Figure 2 shows the waveforms generated in this mode of operation. Since the charge and the threshold level of the comparator are both directly proportional to supply voltage, the timing interval is independent of supply.



$V_{CC} = 5V$   
 TIME = 0.1 ms/DIV.  
 $R_A = 9.1k\Omega$   
 $C = 0.01\mu F$

Top Trace: Input 5V/Div.  
 Middle Trace: Output 5V/Div.  
 Bottom Trace: Capacitor Voltage 2V/Div.

FIGURE 2. Monostable Waveforms

During the timing cycle when the output is high, the further application of a trigger pulse will not effect the circuit so long as the trigger input is returned high at least  $10\mu s$  before the end of the timing interval. However the circuit can be reset during this time by the application of a negative pulse to the reset terminal (pin 4). The output will then remain in the low state until a trigger pulse is again applied.

When the reset function is not in use, it is recommended that it be connected to  $V_{CC}$  to avoid any possibility of false triggering.

Figure 3 is a nomograph for easy determination of R, C values for various time delays.

NOTE: In monostable operation, the trigger should be driven high before the end of timing cycle.

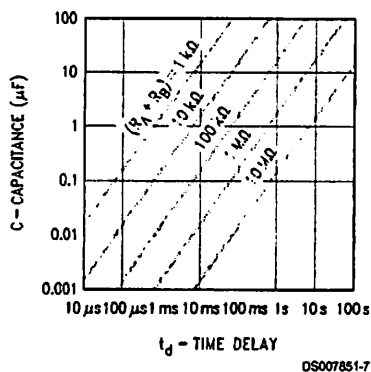


FIGURE 3. Time Delay

## ASTABLE OPERATION

If the circuit is connected as shown in Figure 4 (pins 2 and 6 connected) it will trigger itself and free run as a multivibrator. The external capacitor charges through  $R_A + R_B$  and discharges through  $R_B$ . Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors.

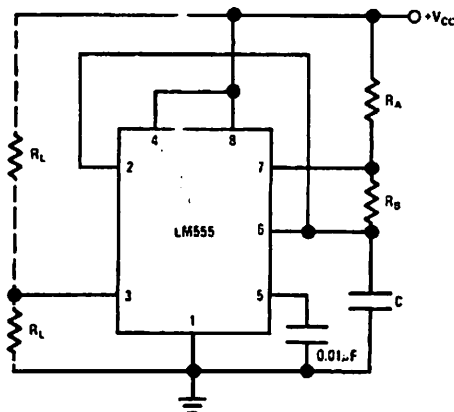
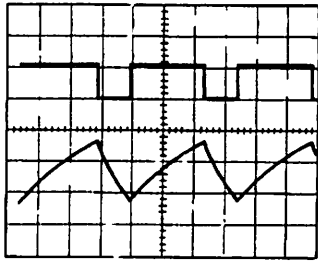


FIGURE 4. Astable

In this mode of operation, the capacitor charges and discharges between  $1/3 V_{CC}$  and  $2/3 V_{CC}$ . As in the triggered mode, the charge and discharge times, and therefore the frequency are independent of the supply voltage.

## Applications Information (Continued)

Figure 5 shows the waveforms generated in this mode of operation.



DS007851-9

$V_{CC} = 5V$   
 TIME = 20 $\mu$ s/DIV.  
 $R_A = 3.9k\Omega$   
 $R_B = 3k\Omega$   
 $C = 0.01\mu F$

Top Trace: Output 5V/Div.  
 Bottom Trace: Capacitor Voltage 1V/Div.

FIGURE 5. Astable Waveforms

The charge time (output high) is given by:

$$t_1 = 0.693 (R_A + R_B) C$$

And the discharge time (output low) by:

$$t_2 = 0.693 (R_B) C$$

Thus the total period is:

$$T = t_1 + t_2 = 0.693 (R_A + 2R_B) C$$

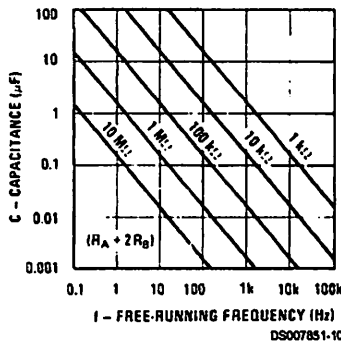
The frequency of oscillation is:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C}$$

Figure 6 may be used for quick determination of these RC values.

The duty cycle is:

$$D = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

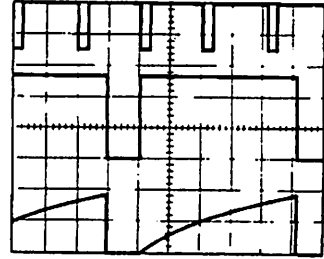


DS007851-10

FIGURE 6. Free Running Frequency

### FREQUENCY DIVIDER

The monostable circuit of Figure 1 can be used as a frequency divider by adjusting the length of the timing cycle. Figure 7 shows the waveforms generated in a divide by three circuit.



DS007851-11

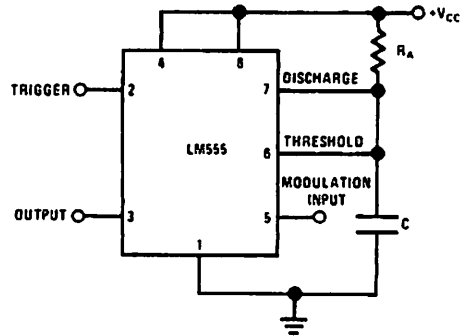
$V_{CC} = 5V$   
 TIME = 20 $\mu$ s/DIV.  
 $R_A = 9.1k\Omega$   
 $C = 0.01\mu F$

Top Trace: Input 4V/Div.  
 Middle Trace: Output 2V/Div.  
 Bottom Trace: Capacitor 2V/Div.

FIGURE 7. Frequency Divider

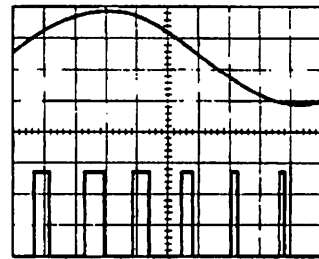
### PULSE WIDTH MODULATOR

When the timer is connected in the monostable mode and triggered with a continuous pulse train, the output pulse width can be modulated by a signal applied to pin 5. Figure 8 shows the circuit, and in Figure 9 are some waveform examples.



DS007851-12

FIGURE 8. Pulse Width Modulator



DS007851-13

$V_{CC} = 5V$   
 TIME = 0.2 ms/DIV.  
 $R_A = 9.1k\Omega$   
 $C = 0.01\mu F$

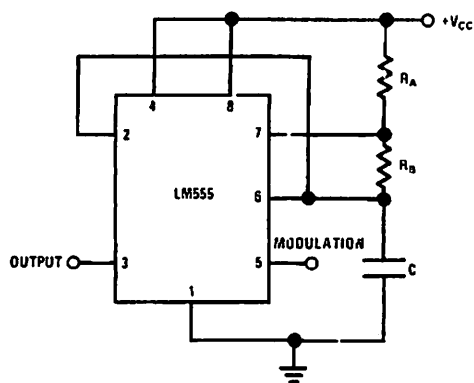
Top Trace: Modulation 1V/Div.  
 Bottom Trace: Output Voltage 2V/Div.

FIGURE 9. Pulse Width Modulator

## Applications Information (Continued)

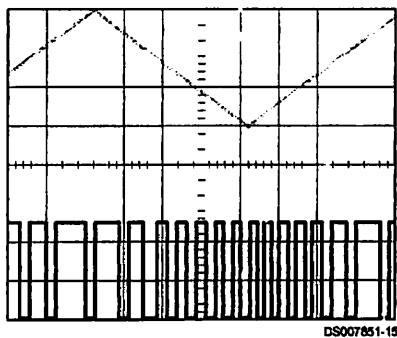
### PULSE POSITION MODULATOR

This application uses the timer connected for astable operation, as in *Figure 10*, with a modulating signal again applied to the control voltage terminal. The pulse position varies with the modulating signal, since the threshold voltage and hence the time delay is varied. *Figure 11* shows the waveforms generated for a triangle wave modulation signal.



DS007851-14

FIGURE 10. Pulse Position Modulator



DS007851-15

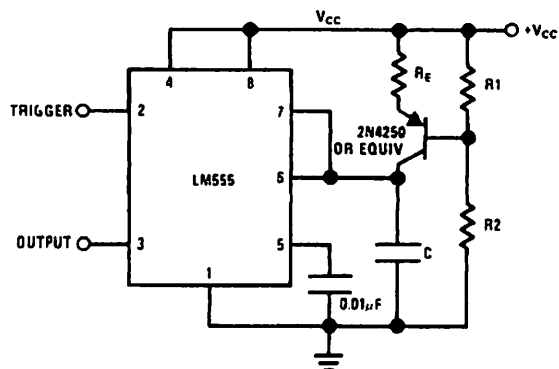
$V_{CC} = 5V$   
 $TIME = 0.1 \text{ ms/DIV.}$   
 $R_A = 3.9k\Omega$   
 $R_B = 3k\Omega$   
 $C = 0.01\mu F$

Top Trace: Modulation Input 1V/Div.  
 Bottom Trace: Output 2V/Div.

FIGURE 11. Pulse Position Modulator

### LINEAR RAMP

When the pullup resistor,  $R_A$ , in the monostable circuit is replaced by a constant current source, a linear ramp is generated. *Figure 12* shows a circuit configuration that will perform this function.



DS007851-16

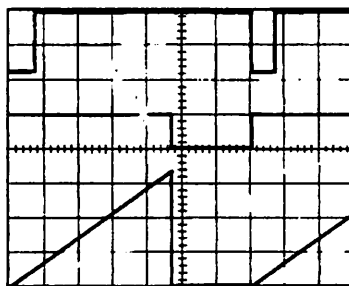
FIGURE 12.

*Figure 13* shows waveforms generated by the linear ramp. The time interval is given by:

$$T = \frac{2/3 V_{CC} R_E (R_1 + R_2) C}{R \cdot V_{CC} - V_{BE} (R_1 + R_2)}$$

$$V_{BE} \approx 0.6V$$

$$V_{BE} \approx 0.6V$$



DS007851-17

$V_{CC} = 5V$   
 $TIME = 20\mu s/DIV.$   
 $R_1 = 47k\Omega$   
 $R_2 = 100k\Omega$   
 $R_E = 2.7k\Omega$   
 $C = 0.01\mu F$

Top Trace: Input 3V/Div.  
 Middle Trace: Output 5V/Div.  
 Bottom Trace: Capacitor Voltage 1V/Div.

FIGURE 13. Linear Ramp

## Applications Information (Continued)

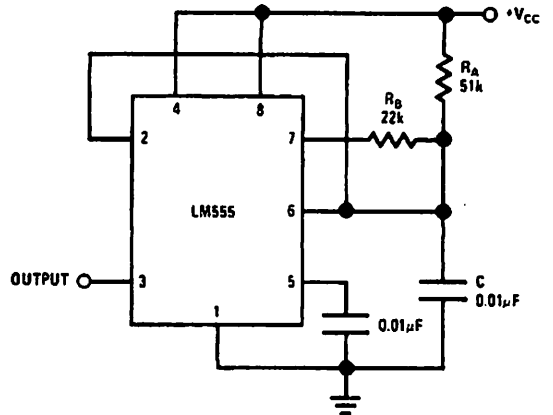
### 50% DUTY CYCLE OSCILLATOR

For a 50% duty cycle, the resistors  $R_A$  and  $R_B$  may be connected as in *Figure 14*. The time period for the output high is the same as previous,  $t_1 = 0.693 R_A C$ . For the output low it is  $t_2 =$

$$\left[ (R_A R_B) / (R_A + R_B) \right] C \ln \left[ \frac{R_B - 2R_A}{2R_B - R_A} \right]$$

Thus the frequency of oscillation is

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2}$$



DS907851-1B

FIGURE 14. 50% Duty Cycle Oscillator

Note that this circuit will not oscillate if  $R_B$  is greater than  $1/2 R_A$  because the junction of  $R_A$  and  $R_B$  cannot bring pin 2 down to  $1/3 V_{CC}$  and trigger the lower comparator.

### ADDITIONAL INFORMATION

Adequate power supply bypassing is necessary to protect associated circuitry. Minimum recommended is  $0.1\mu\text{F}$  in parallel with  $1\mu\text{F}$  electrolytic.

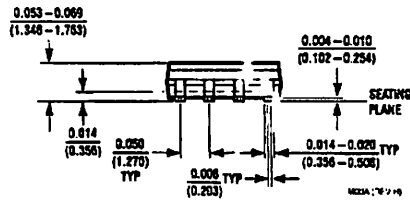
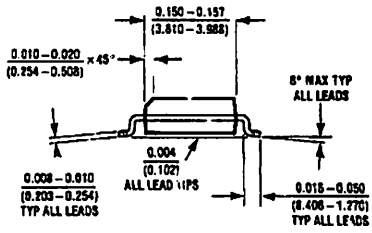
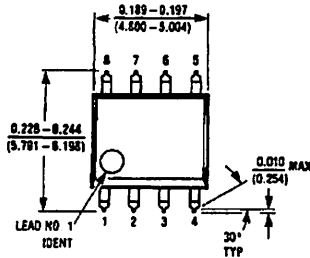
Lower comparator storage time can be as long as  $10\mu\text{s}$  when pin 2 is driven fully to ground for triggering. This limits the monostable pulse width to  $10\mu\text{s}$  minimum.

Delay time reset to output is  $0.47\mu\text{s}$  typical. Minimum reset pulse width must be  $0.3\mu\text{s}$ , typical.

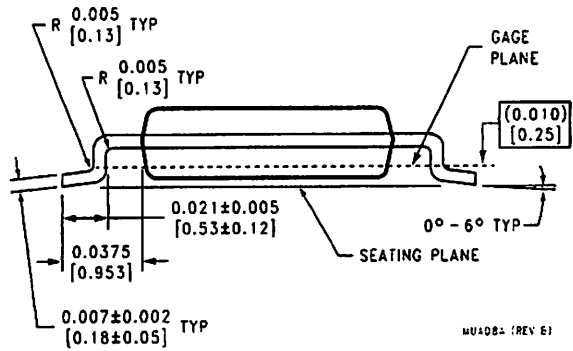
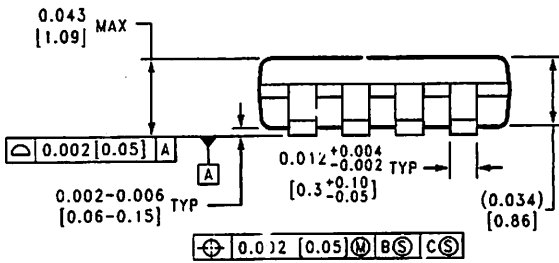
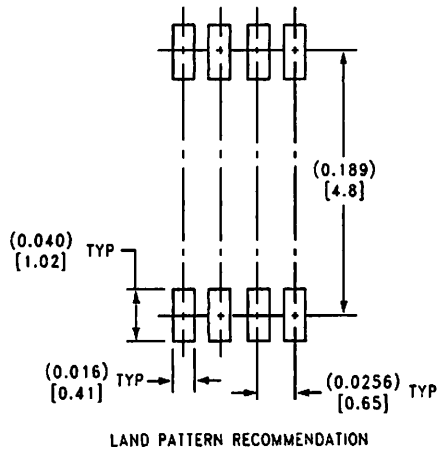
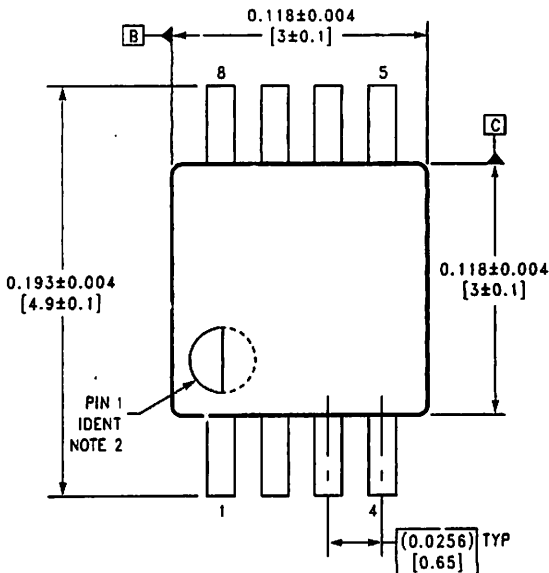
Pin 7 current switches within 30ns of the output (pin 3) voltage.



**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted

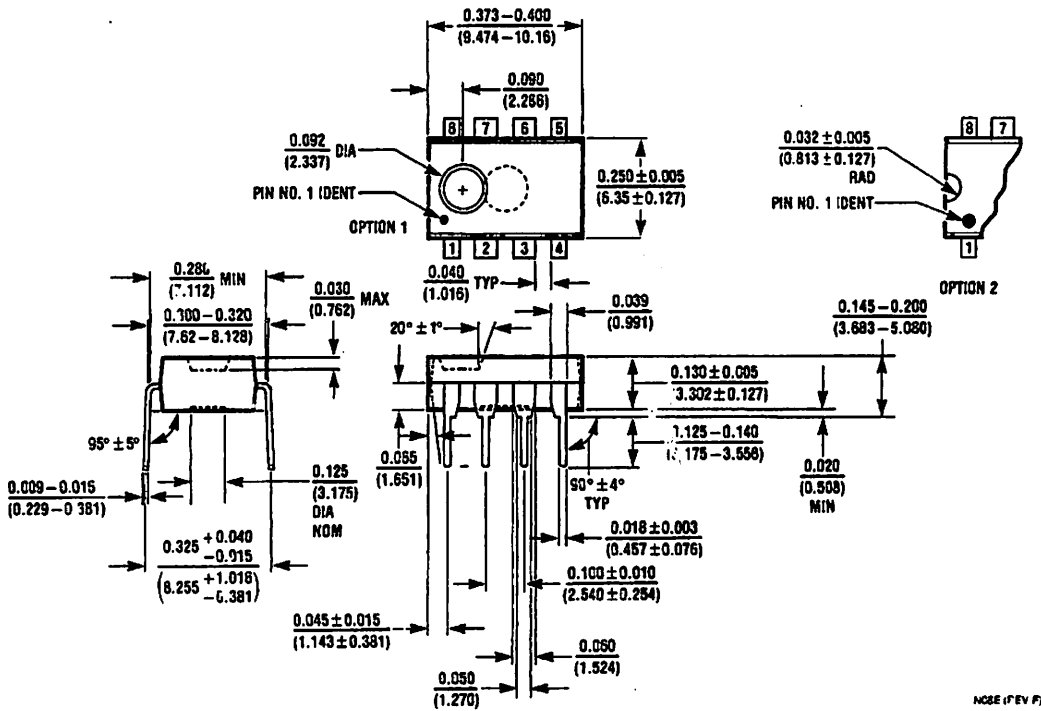


**Small Outline Package (M)  
NS Package Number M08A**



**8-Lead (0.118" Wide) Molded Mini Small Outline Package  
NS Package Number MUA08A**

**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



**Molded Dual-In-Line Package (N)  
NS Package Number N08E**

NSC (REV F)

**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 AND GENERAL COUNSEL 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 Americas**  
Tel: 1-800-272-9959  
Fax: 1-800-737-7018  
Email: support@nsc.com  
www.national.com

**National Semiconductor Europe**  
Fax: +49 (0) 180-530 85 88  
Email: europe.support@nsc.com  
Deutsch Tel: +49 (0) 89 9508 6208  
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171  
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8780

**National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group**  
Tel: 65-2544468  
Fax: 65-2504468  
Email: ap.support@nsc.com

**National Semiconductor Japan Ltd.**  
Tel: 81-3-5639-7560  
Fax: 81-3-5639-7507

# 14.2 mm (0.56 inch) Seven Segment Displays

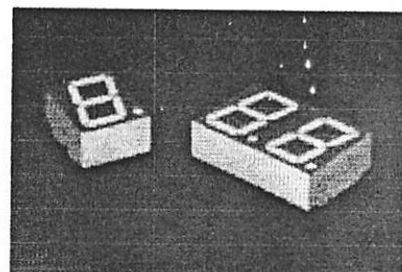
## Technical Data

**HDSP-530X Series**  
**HDSP-532X Series**  
**HDSP-550X Series**  
**HDSP-552X Series**  
**HDSP-560X Series**  
**HDSP-562X Series**  
**HDSP-570X Series**  
**HDSP-572X Series**  
**HDSP-H15X Series**

### Features

- **Industry Standard Size**
- **Industry Standard Pinout**  
15.24 mm (0.6 in.) DIP Leads  
on 2.54 mm (0.1 in.) Centers
- **Choice of Colors**  
Red, AlGaAs Red, High  
Efficiency Red, Yellow, Green
- **Excellent Appearance**  
Evenly Lighted Segments  
Mitered Corners on Segments  
Gray Package Gives Optimum  
Contrast  
± 50° Viewing Angle
- **Design Flexibility**  
Common Anode or Common  
Cathode  
Single and Dual Digits  
Right Hand Decimal Point  
± 1. Overflow Character

- **Categorized for Luminous Intensity**  
Yellow and Green Categorized  
for Color  
Use of Like Categories Yields a  
Uniform Display
- **High Light Output**
- **High Peak Current**
- **Excellent for Long Digit String Multiplexing**
- **Intensity and Color Selection Option**  
See Intensity and Color  
Selected Displays Data Sheet
- **Sunlight Viewable AlGaAs**



### Description

The 14.2 mm (0.56 inch) LED seven segment displays are designed for viewing distances up

to 7 metres (23 feet). These devices use an industry standard size package and pinout. Both the numeric and ± 1 overflow devices feature a right hand decimal point. All devices are available as either common anode or common cathode.

### Devices

Red HDSP-	AlGaAs Red HDSP-[1]	HER HDSP-[1]	Yellow HDSP-	Green HDSP-	Description	Package Drawing
5301	H151	5501	5701	5601	Common Anode Right Hand Decimal	A
5303	H153	5503	5703	5603	Common Cathode Right Hand Decimal	B
5307	H157	5507	5707	5607	Common Anode ± 1. Overflow	C
5308	H158	5508	5708	5608	Common Cathode ± 1. Overflow	D
5321		5521	5721	5621	Two Digit Common Anode Right Hand Decimal	E
5323		5523	5723	5623	Two Digit Common Cathode Right Hand Decimal	F

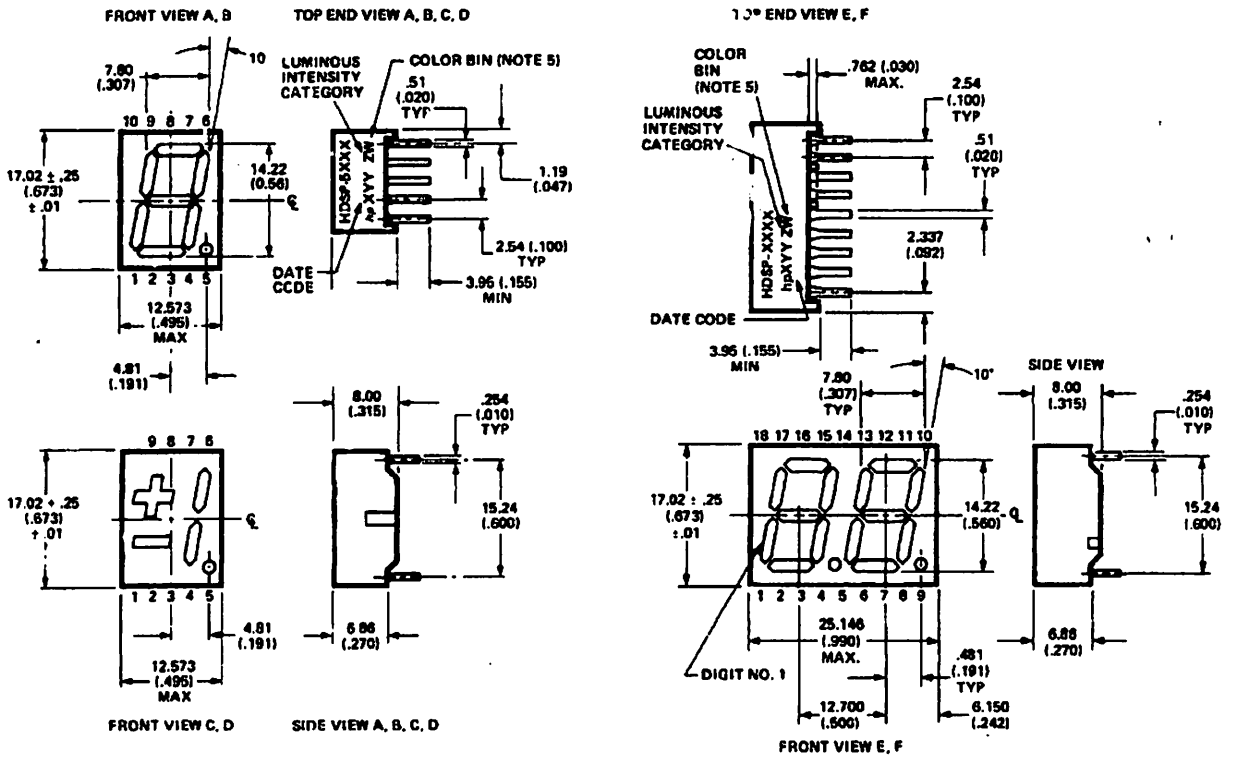
#### Note:

1. These displays are recommended for high ambient light operation. Please refer to the HDSP-H10X/K12X AlGaAs and HDSP-555X HER data sheet for low current operation.

These displays are ideal for most applications. Pin for pin equivalent displays are also available in a low current design. The low current displays are ideal

for portable applications. For additional information see the Low Current Seven Segment Displays data sheet.

### Package Dimensions



PIN	FUNCTION					
	A	B	C	D	E	F
1	CATHODE a	ANODE a	CATHODE c	ANODE c	E CATHODE NO. 1	E ANODE NO. 1
2	CATHODE d	ANODE d	ANODE c, d	CATHODE c, d	D CATHODE NO. 1	D ANODE NO. 1
3	ANODE <sup>(1)</sup>	CATHODE <sup>(2)</sup>	CATHODE b	ANODE b	C CATHODE NO. 1	C ANODE NO. 1
4	CATHODE c	ANODE c	ANODE a, b, DP	CATHODE a, b, DP	DP CATHODE NO. 1	DP ANODE NO. 1
5	CATHODE DP	ANODE DP	CATHODE DP	ANODE DE	E CATHODE NO. 1	E ANODE NO. 2
6	CATHODE b	ANODE b	CATHODE a	ANODE a	D CATHODE NO. 2	D ANODE NO. 2
7	CATHODE a	ANODE a	ANODE a, b, DP	CATHODE a, b, DP	G CATHODE NO. 2	G ANODE NO. 2
8	ANODE <sup>(1)</sup>	CATHODE <sup>(2)</sup>	ANODE c, d	CATHODE c, d	C CATHODE NO. 2	C ANODE NO. 2
9	CATHODE f	ANODE f	CATHODE d	ANODE d	DP CATHODE NO. 2	DP ANODE NO. 2
10	CATHODE g	ANODE g	NO PIN	NO PIN	B CATHODE NO. 2	B ANODE NO. 2
11					A CATHODE NO. 2	A ANODE NO. 2
12					F CATHODE NO. 2	F ANODE NO. 2
13					DIGIT NO. 2 ANODE	DIGIT NO. 2 CATHODE
14					DIGIT NO. 1 ANODE	DIGIT NO. 1 CATHODE
15					B CATHODE NO. 1	B ANODE NO. 1
16					A CATHODE NO. 1	A ANODE NO. 1
17					G CATHODE NO. 1	G ANODE NO. 1
18					F CATHODE NO. 1	F ANODE NO. 1

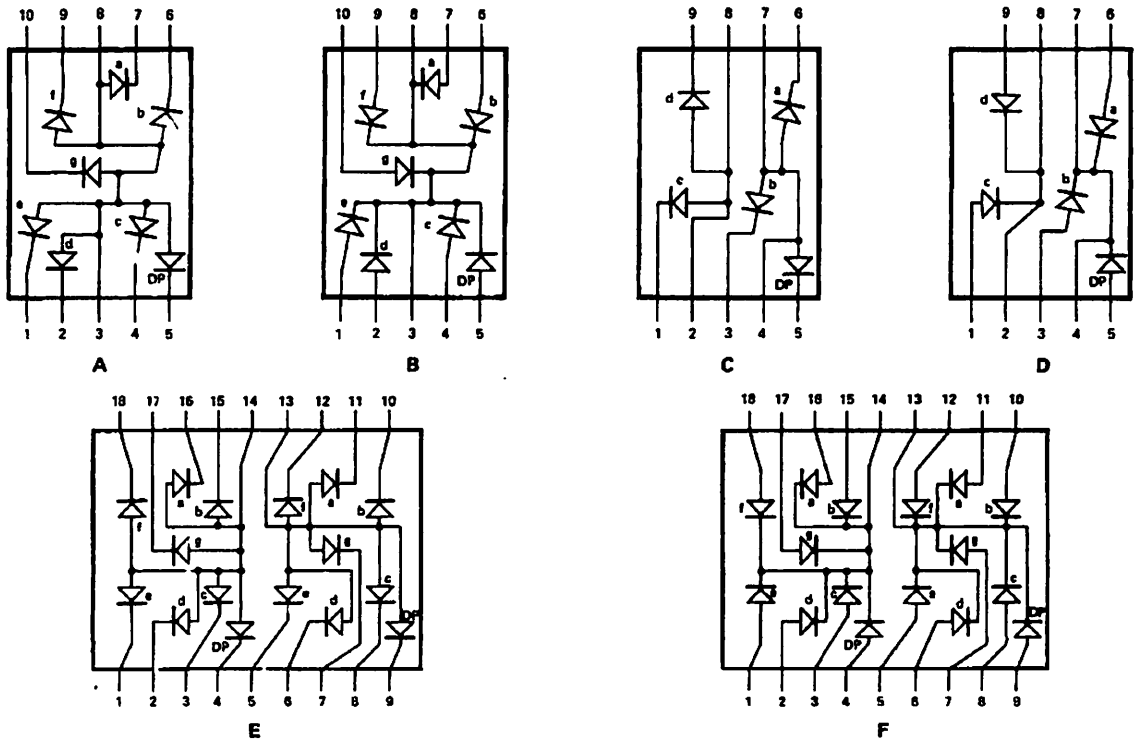
**NOTES:**

1. ALL DIMENSIONS IN MILLIMETRES (INCHES).
2. ALL UNTOLERANCED DIMENSIONS ARE FOR REFERENCE ONLY.

**3. REDUNDANT ANODES.**

4. REDUNDANT CATHODES.
5. FOR HDSP-5600/5700 SERIES PRODUCT ONLY.

## Internal Circuit Diagram



## Absolute Maximum Ratings

Descriptor	Red HDSP-530J Series	AlGaAs Red HDSP-H150 Series	HER HDSP-5500 Series	Yellow HDSP-5700 Series	Green HDSP-5600 Series	Units
Average Power per Segment or DP	82	96	105	80	105	mW
Peak Forward Current per Segment or DP	150 <sup>[1]</sup>	160 <sup>[3]</sup>	90 <sup>[5]</sup>	60 <sup>[7]</sup>	90 <sup>[9]</sup>	mA
DC Forward Current per Segment or DP	25 <sup>[2]</sup>	40 <sup>[4]</sup>	30 <sup>[6]</sup>	20 <sup>[8]</sup>	30 <sup>[10]</sup>	mA
Operating Temperature Range	-40 to +100	-20 to +100 <sup>[11]</sup>	-40 to +100			°C
Storage Temperature Range	-55 to +100					°C
Reverse Voltage per Segment or DP	3.0					V
Lead Solder Temperature for 3 Seconds (1.60 mm [0.063 in.] below seating plane)	260					°C

### Notes:

1. See Figure 1 to establish pulsed conditions.
2. Derate above 80°C at 0.63 mA/°C.
3. See Figure 2 to establish pulsed conditions.
4. Derate above 46°C at 0.54 mA/°C.
5. See Figure 7 to establish pulsed conditions.
6. Derate above 53°C at 0.45 mA/°C.

7. See Figure 8 to establish pulsed conditions.
8. Derate above 81°C at 0.52 mA/°C.
9. See Figure 9 to establish pulsed conditions.
10. Derate above 39°C at 0.37 mA/°C.
11. For operation below -20°C, contact your local HP components sales office or an authorized distributor.

## Electrical/Optical Characteristics at $T_A = 25^\circ\text{C}$

### Red

Device Series HDSP-	Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
53XX	Luminous Intensity/Segment <sup>[1,2]</sup> (Digit Average)	$I_V$	600	1300		$\mu\text{cd}$	$I_F = 20\text{ mA}$
				1400			$I_F = 100\text{ mA Peak: 1 of 5 df}$
	Forward Voltage/Segment or DP	$V_F$		1.6	2.0	V	$I_F = 20\text{ mA}$
	Peak Wavelength	$\lambda_{\text{PEAK}}$		555		nm	
	Dominant Wavelength <sup>[3]</sup>	$\lambda_d$		640		nm	
	Reverse Voltage/Segment or DP <sup>[4]</sup>	$V_R$	3.0	12		V	$I_R = 100\ \mu\text{A}$
	Temperature Coefficient of $V_F$ /Segment or DP	$\Delta V_F/^\circ\text{C}$		-2		mV/°C	
Thermal Resistance LED Junction-to-Pin	$R\theta_{J-Pin}$		345			°C/W/Seg	

### AlGaAs Red

Device Series HDSP-	Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
H15X	Luminous Intensity/Segment <sup>[1,2,5]</sup> (Digit Average)	$I_V$	9.1	16.0		mcd	$I_F = 20\text{ mA}$
	Forward Voltage/Segment or DP	$V_F$		1.8		V	$I_F = 20\text{ mA}$
				2.0	3.0		$I_F = 100\text{ mA}$
	Peak Wavelength	$\lambda_{\text{PEAK}}$		645		nm	
	Dominant Wavelength <sup>[3]</sup>	$\lambda_d$		637		nm	
	Reverse Voltage/Segment or DP <sup>[4]</sup>	$V_R$	3.0	15		V	$I_R = 100\ \mu\text{A}$
	Temperature Coefficient of $V_F$ /Segment or DP	$\Delta V_F/^\circ\text{C}$		-2		mV/°C	
Thermal Resistance LED Junction-to-Pin	$R\theta_{J-Pin}$		400			°C/W/Seg	

### High Efficiency Red

Device Series HDSP-	Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
55XX	Luminous Intensity/Segment <sup>1,2,6</sup> (Digit Average)	$I_V$	900	2800		$\mu\text{cd}$	$I_F = 10 \text{ mA}$
				3700			$I_F = 60 \text{ mA Peak: 1 of 6 df}$
	Forward Voltage/Segment or DP	$V_F$		2.1	2.5	V	$I_F = 20 \text{ mA}$
	Peak Wavelength	$\lambda_{\text{PEAK}}$		635		nm	
	Dominant Wavelength <sup>3</sup>	$\lambda_d$		626		nm	
	Reverse Voltage/Segment or DP <sup>4</sup>	$V_R$	3.0	30		V	$I_R = 100 \mu\text{A}$
	Temperature Coefficient of $V_F$ /Segment or DP	$\Delta V_F/^\circ\text{C}$		-2		mV/°C	
Thermal Resistance LED Junction-to-Pin	$R\theta_{J-Pin}$		345		°C/W/Seg		

### Yellow

Device Series HDSP-	Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
57XX	Luminous Intensity/Segment <sup>1,2</sup> (Digit Average)	$I_V$	600	1800		$\mu\text{cd}$	$I_F = 10 \text{ mA}$
				2750			$I_F = 60 \text{ mA Peak: 1 of 6 df}$
	Forward Voltage/Segment or DP	$V_F$		2.1	2.5	V	$I_F = 20 \text{ mA}$
	Peak Wavelength	$\lambda_{\text{PEAK}}$		583		nm	
	Dominant Wavelength <sup>3,7</sup>	$\lambda_d$	581.5	586	592.5	nm	
	Reverse Voltage/Segment or DP <sup>4</sup>	$V_R$	3.0	40		V	$I_R = 100 \mu\text{A}$
	Temperature Coefficient of $V_F$ /Segment or DP	$\Delta V_F/^\circ\text{C}$		-2		mV/°C	
Thermal Resistance LED Junction-to-Pin	$R\theta_{J-Pin}$		345		°C/W/Seg		

## High Performance Green

Device Series HDSP-	Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
56XX	Luminous Intensity/Segment <sup>[1,2]</sup> (Digit Average)	$I_V$	900	2500		$\mu\text{cd}$	$I_F = 10 \text{ mA}$
				3100			$I_F = 60 \text{ mA Peak: 1 of 6 df}$
	Forward Voltage/Segment or DP	$V_F$		2.1	2.5	V	$I_F = 10 \text{ mA}$
	Peak Wavelength	$\lambda_{\text{PEAK}}$		566		nm	
	Dominant Wavelength <sup>[3,7]</sup>	$\lambda_d$		571	577	nm	
	Reverse Voltage/Segment or DP <sup>[4]</sup>	$V_R$	3.0	50		V	$I_R = 100 \mu\text{A}$
	Temperature Coefficient of $V_F$ /Segment or DP	$\Delta V_F/^\circ\text{C}$		-2		$\text{mV}/^\circ\text{C}$	
Thermal Resistance LED Junction-to-Pin	$R\theta_{\text{J-pin}}$		345		$^\circ\text{C}/\text{W}/\text{Seg}$		

### Notes:

1. Device case temperature is 25°C prior to the intensity measurement.
2. The digits are categorized for luminous intensity. The intensity category is designated by a letter on the side of the package.
3. The dominant wavelength,  $\lambda_d$ , is derived from the CIE chromaticity diagram and is that single wavelength which defines the color of the device.
4. Typical specification for reference only. Do not exceed absolute maximum ratings.
5. For low current operation, the AlGaAs HDSP-H10X series displays are recommended. They are tested at 1 mA dc/segment and are pin for pin compatible with the HDSP-H15X series.
6. For low current operation, the HER HDSP-555X series displays are recommended. They are tested at 2 mA dc/segment and are pin for pin compatible with the HDSP-550X series.
7. The Yellow (HDSP-5700) and Green (HDSP-5600) displays are categorized for dominant wavelength. The category is designated by a number adjacent to the luminous intensity category letter.

## Red, AlGaAs Red

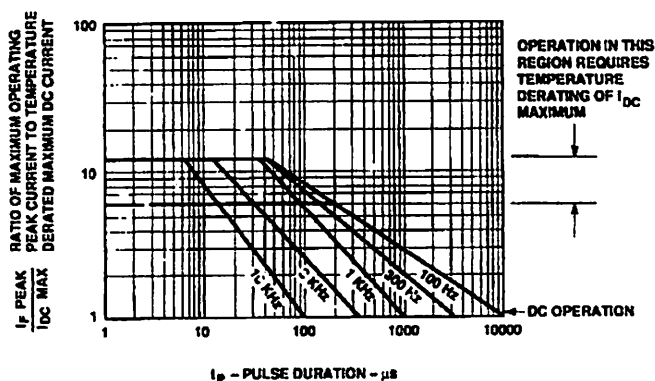


Figure 1. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration - Red.

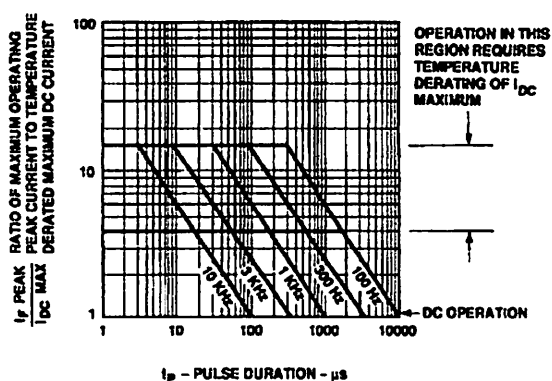


Figure 2. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration - AlGaAs Red.



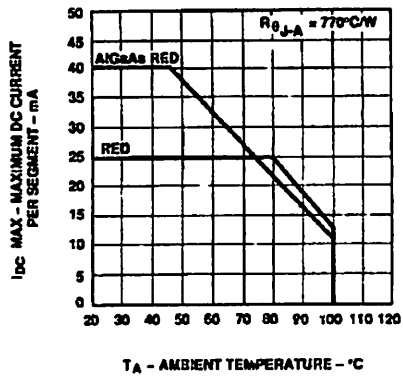


Figure 3. Maximum Allowable DC Current vs. Ambient Temperature.

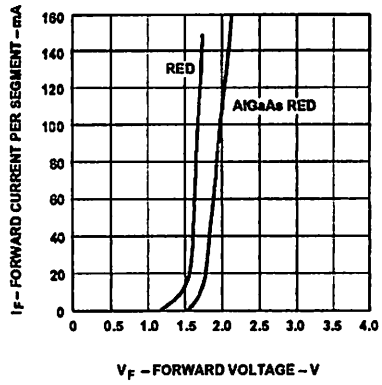


Figure 4. Forward Current vs. Forward Voltage.

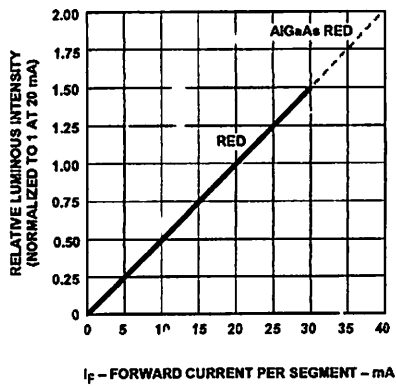


Figure 5. Relative Luminous Intensity vs. DC Forward Current.

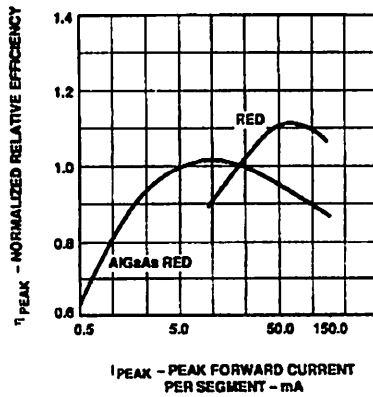


Figure 6. Relative Efficiency (Luminous Intensity per Unit Current) vs. Peak Current.

## HER, Yellow, Green

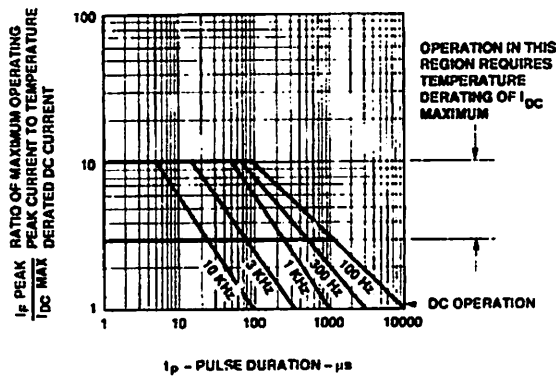


Figure 7. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration - iER.

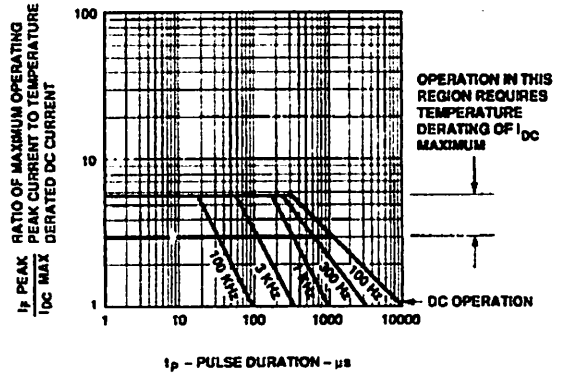


Figure 8. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration - Yellow.

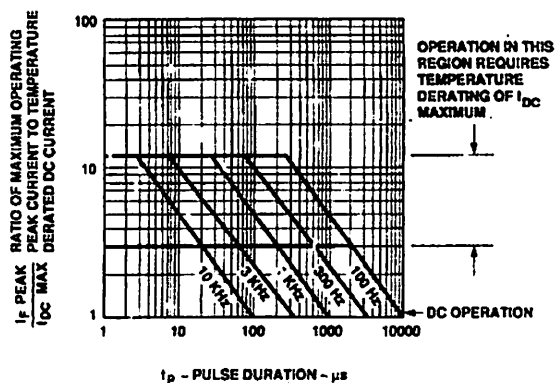


Figure 9. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration - Green.

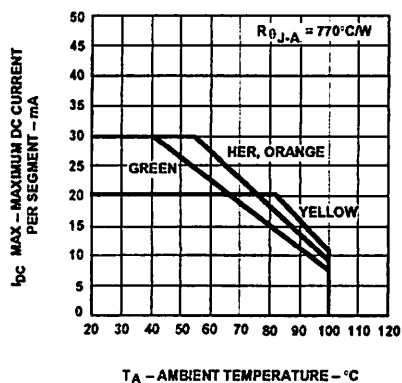


Figure 10. Maximum Allowable DC Current vs. Ambient Temperature.

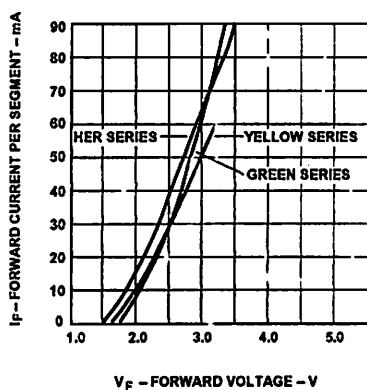


Figure 11. Forward Current vs. Forward Voltage.

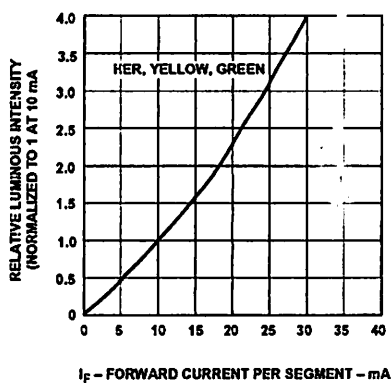


Figure 12. Relative Luminous Intensity vs. DC Forward Current.

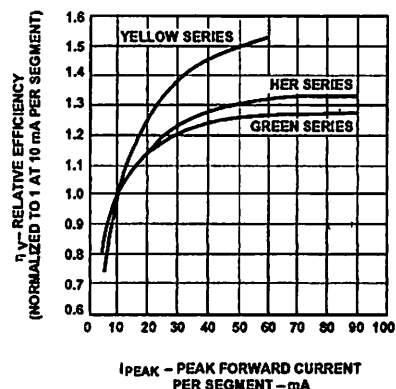


Figure 13. Relative Efficiency (Luminous Intensity per Unit Current) vs. Peak Current.

### Electrical/Optical

For more information on electrical/optical characteristics, please see Application Note 1005.

### Contrast Enhancement

For information on contrast enhancement please see Application Note 1015.

### Soldering/Cleaning

Cleaning agents from the ketone family (acetone, methyl ethyl ketone, etc.) and from the chlorinated hydrocarbon family

(methylene chloride, trichloroethylene, carbon tetrachloride, etc.) are not recommended for cleaning LED parts. All of these various solvents attack or dissolve the encapsulating epoxies used to form the package of plastic LED parts.

For information on soldering LEDs please refer to Application Note 1027.

TOSHIBA Transistor Silicon NPN Epitaxial Type (PCT process)

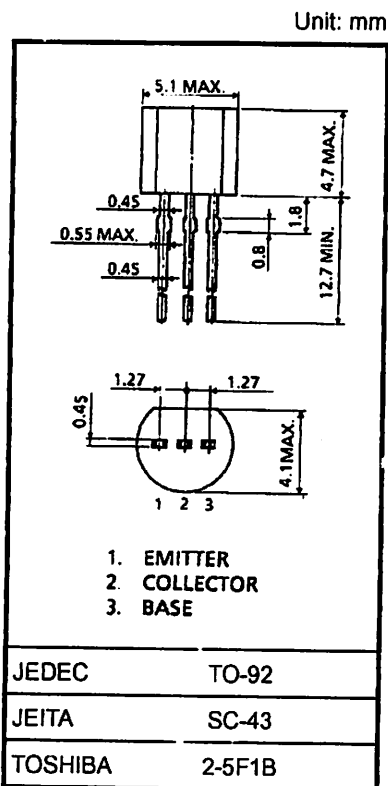
# 2SC1815

Audio Frequency General Purpose Amplifier Applications  
Driver Stage Amplifier Applications

- High voltage and high current:  $V_{CE0} = 50\text{ V (min)}$ ,  
 $I_C = 150\text{ mA (max)}$
- Excellent  $h_{FE}$  linearity:  $h_{FE} (2) = 100\text{ (typ.)}$   
at  $V_{CE} = 6\text{ V}$ ,  $I_C = 150\text{ mA}$   
:  $h_{FE} (I_C = 0.1\text{ mA})/h_{FE} (I_C = 2\text{ mA})$   
 $= 0.95\text{ (typ.)}$
- Low noise:  $NF = 1\text{ dB (typ.)}$  at  $f = 1\text{ kHz}$
- Complementary to 2SA1015 (O, Y, GR class)

### Maximum Ratings ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

Characteristics	Symbol	Rating	Unit
Collector-base voltage	$V_{CB0}$	60	V
Collector-emitter voltage	$V_{CE0}$	50	V
Emitter-base voltage	$V_{EB0}$	5	V
Collector current	$I_C$	150	mA
Base current	$I_B$	50	mA
Collector power dissipation	$P_C$	400	mW
Junction temperature	$T_J$	125	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range	$T_{stg}$	-55~125	$^\circ\text{C}$

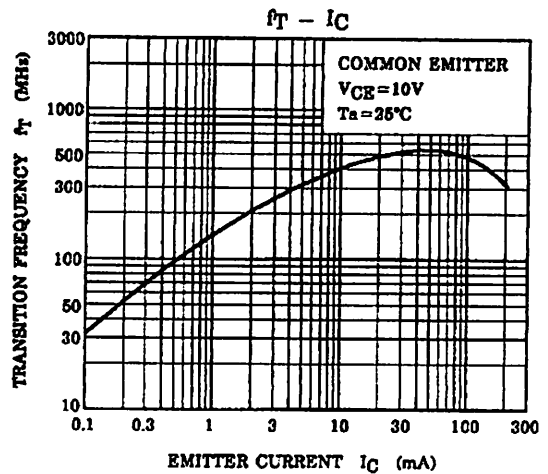
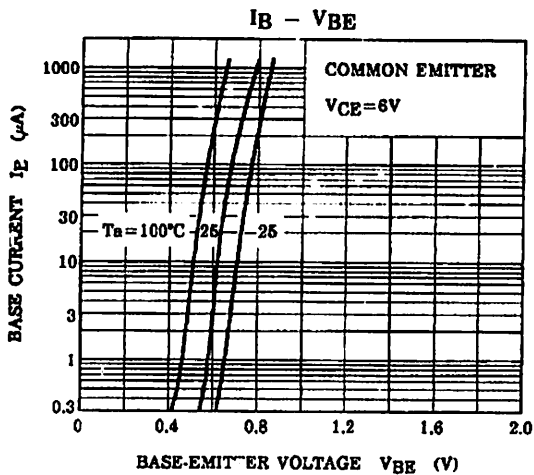
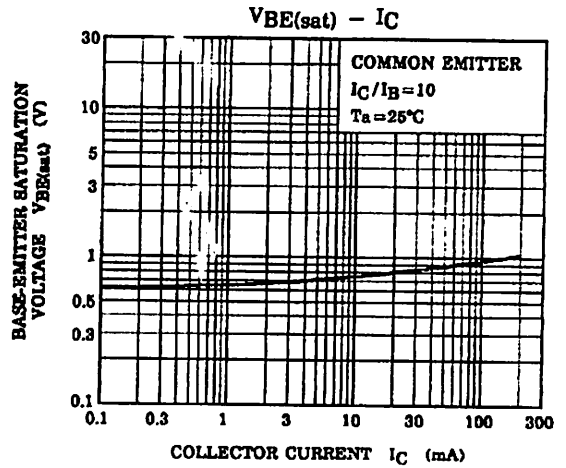
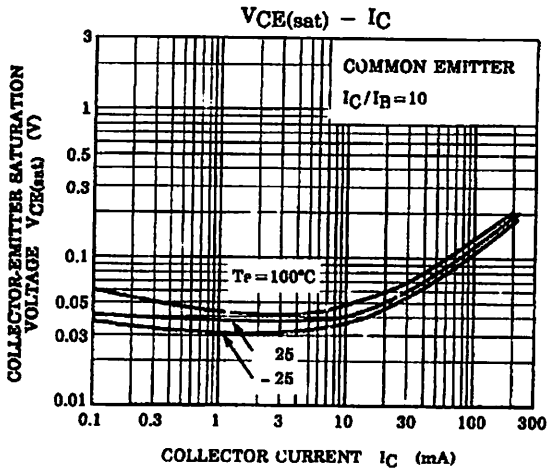
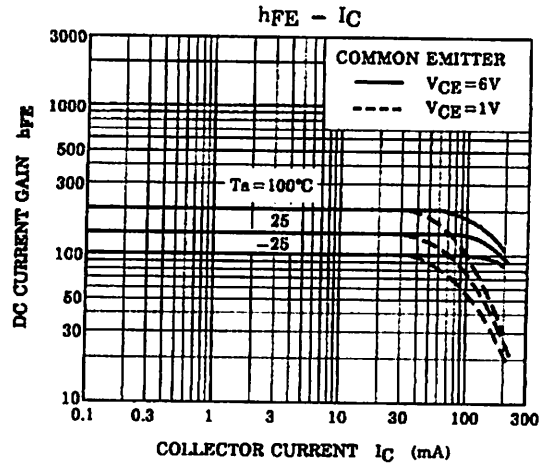
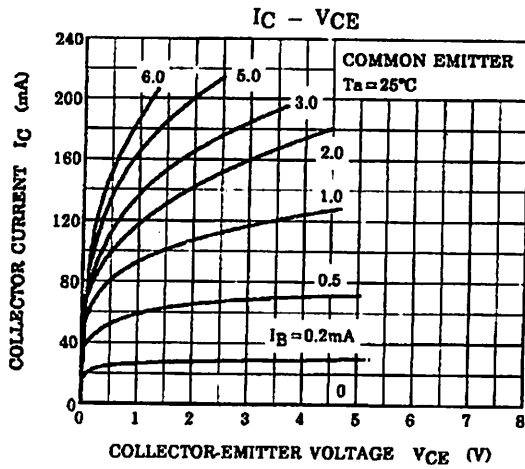


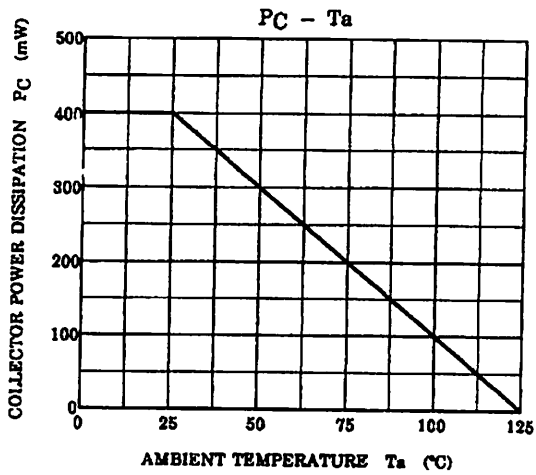
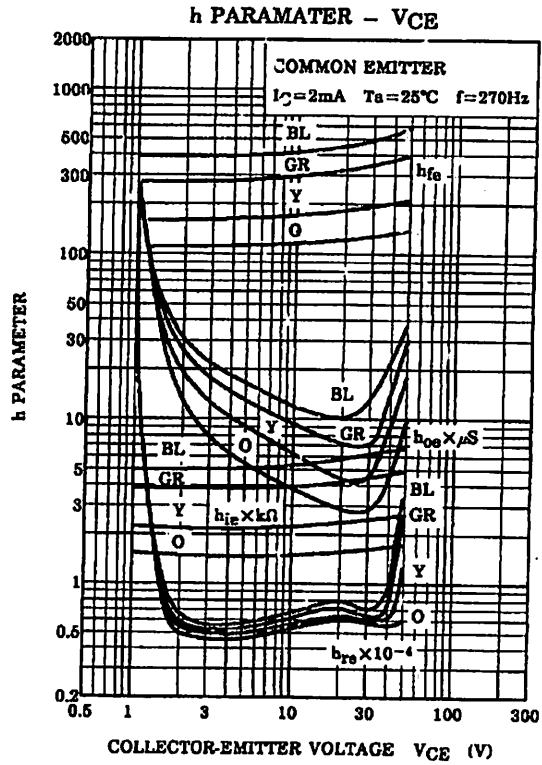
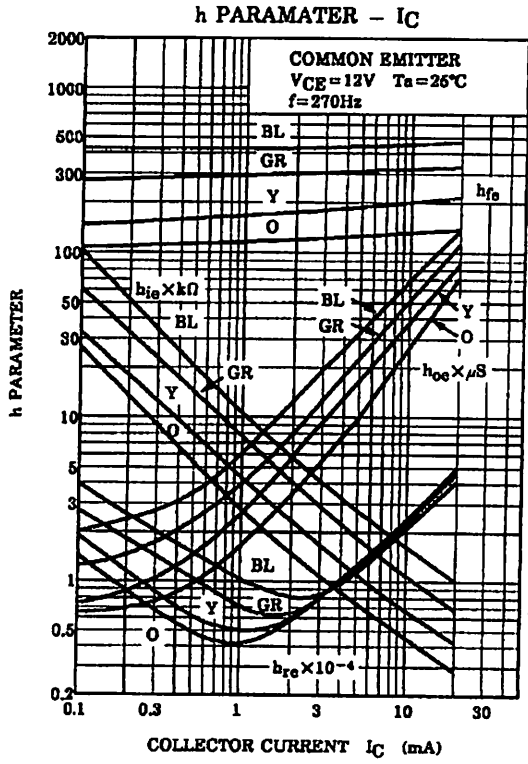
Weight: 0.21 g (typ.)

### Electrical Characteristics ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

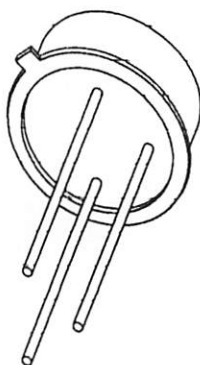
Characteristics	Symbol	Test Condition	Min	Typ.	Max	Unit
Collector cut-off current	$I_{CB0}$	$V_{CB} = 60\text{ V}$ , $I_E = 0$	—	—	0.1	$\mu\text{A}$
Emitter cut-off current	$I_{EB0}$	$V_{EB} = 5\text{ V}$ , $I_C = 0$	—	—	0.1	$\mu\text{A}$
DC current gain	$h_{FE} (1)$ (Note)	$V_{CE} = 6\text{ V}$ , $I_C = 2\text{ mA}$	70	—	700	
	$h_{FE} (2)$	$V_{CE} = 6\text{ V}$ , $I_C = 150\text{ mA}$	25	100	—	
Collector-emitter saturation voltage	$V_{CE (sat)}$	$I_C = 100\text{ mA}$ , $I_B = 10\text{ mA}$	—	0.1	0.25	V
Base-emitter saturation voltage	$V_{BE (sat)}$	$I_C = 100\text{ mA}$ , $I_B = 10\text{ mA}$	—	—	1.0	V
Transition frequency	$f_T$	$V_{CE} = 10\text{ V}$ , $I_C = 1\text{ mA}$	80	—	—	MHz
Collector output capacitance	$C_{ob}$	$V_{CB} = 10\text{ V}$ , $I_E = 0$ , $f = 1\text{ MHz}$	—	2.0	3.5	pF
Base intrinsic resistance	$r_{bb'}$	$V_{CE} = 10\text{ V}$ , $I_E = -1\text{ mA}$ $f = 30\text{ MHz}$	—	50	—	$\Omega$
Noise figure	NF	$V_{CE} = 6\text{ V}$ , $I_C = 0.1\text{ mA}$ $f = 1\text{ kHz}$ , $R_G = 10\text{ k}\Omega$	—	1.0	10	dB

Note:  $h_{FE}$  classification O: 70~140, Y: 120~240, GR: 200~400, BL: 350~700





# DATA SHEET



## **BC107; BC108; BC109** NPN general purpose transistors

Product specification  
Supersedes data of 1997 Jun 03  
File under Discrete Semiconductors, SC04

1997 Sep 03

# NPN general purpose transistors

# BC107; BC108; BC109

### FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 45 V).

### APPLICATIONS

- General purpose switching and amplification.

### DESCRIPTION

NPN transistor in a TO-18; SOT18 metal package.  
PNP complement: BC177.

### PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector, connected to the case

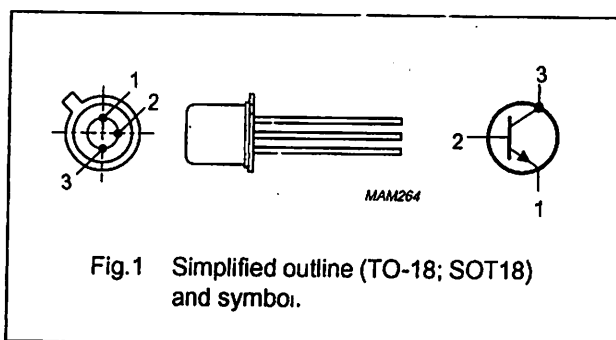


Fig. 1 Simplified outline (TO-18; SOT18) and symbol.

### QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
$V_{CB0}$	collector-base voltage	open emitter	-	50	V
	BC107			30	V
$V_{CE0}$	collector-emitter voltage	open base	-	45	V
	BC108; BC109			20	V
$I_{CM}$	peak collector current		-	200	mA
$P_{tot}$	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	300	mW
$h_{FE}$	DC current gain	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$	110	450	
	BC107			800	
	BC108			800	
$f_T$	transition frequency	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	-	MHz

## NPN general purpose transistors

## BC107; BC108; BC109

## LIMITING VALUES

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V <sub>CBO</sub>	collector-base voltage	open emitter			
	BC107		-	50	V
	BC108; BC109		-	30	V
V <sub>CEO</sub>	collector-emitter voltage	open base			
	BC107		-	45	V
	BC108; BC109		-	20	V
V <sub>EBO</sub>	emitter-base voltage	open collector			
	BC107		-	6	V
	BC108; BC109		-	5	V
I <sub>C</sub>	collector current (DC)		-	100	mA
I <sub>CM</sub>	peak collector current		-	200	mA
I <sub>BM</sub>	peak base current		-	200	mA
P <sub>tot</sub>	total power dissipation	T <sub>amb</sub> ≤ 25 °C	-	300	mW
T <sub>stg</sub>	storage temperature		-65	+150	°C
T <sub>j</sub>	junction temperature		-	175	°C
T <sub>amb</sub>	operating ambient temperature		-65	+150	°C

## THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
R <sub>th j-a</sub>	thermal resistance from junction to ambient	note 1	0.5	K/mW
R <sub>th j-c</sub>	thermal resistance from junction to case		0.2	K/mW

## Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.



## NPN general purpose transistors

## BC107; BC108; BC109

## CHARACTERISTICS

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$I_{CBO}$	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = 20\text{ V}$	–	–	15	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = 20\text{ V}; T_j = 150\text{ °C}$	–	–	15	$\mu\text{A}$
$I_{EBO}$	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = 5\text{ V}$	–	–	50	nA
$h_{FE}$	DC current gain BC107A; BC108A BC107B; BC108B; BC109B BC108C; BC109C	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}$	–	90	–	
			40	150	–	
			100	270	–	
$h_{FE}$	DC current gain BC107A; BC108A BC107B; BC108B; BC109B BC108C; BC109C	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$	110	180	220	
			200	290	450	
			420	520	800	
$V_{CEsat}$	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA}$	–	90	250	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}$	–	200	600	mV
$V_{BEsat}$	base-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA}; \text{note 1}$	–	700	–	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}; \text{note 1}$	–	900	–	mV
$V_{BE}$	base-emitter voltage	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; \text{note 2}$	550	620	700	mV
		$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; \text{note 2}$	–	–	770	mV
$C_c$	collector capacitance	$I_E = I_B = 0; V_{CB} = 10\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	2.5	6	pF
$C_e$	emitter capacitance	$I_C = I_C = 0; V_{EB} = 0.5\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	9	–	pF
$f_T$	transition frequency	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CB} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	–	–	MHz
F	noise figure BC109B; BC109C	$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}; R_S = 2\text{ k}\Omega;$ $f = 30\text{ Hz to }15.7\text{ kHz}$	–	–	4	dB
F	noise figure BC107A; BC108A BC107B; BC108B; BC108C BC109B; BC109C	$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}; R_S = 2\text{ k}\Omega;$ $f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$	–	–	10	dB
			–	–	4	dB

## Notes

- $V_{BEsat}$  decreases by about 1.7 mV/K with increasing temperature.
- $V_{BE}$  decreases by about 2 mV/K with increasing temperature.

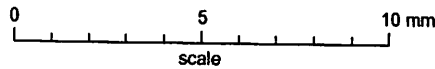
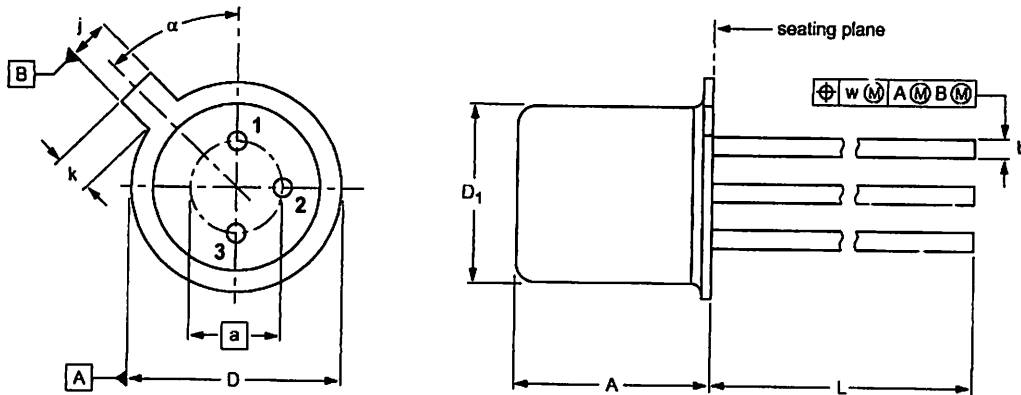
NPN general purpose transistors

BC107; BC108; BC109

PACKAGE OUTLINE

Metal-can cylindrical single-ended package; 3 leads

SOT18/13



DIMENSIONS (millimetre dimensions are derived from the original inch dimensions)

UNIT	A	a	b	D	D <sub>1</sub>	j	k	L	w	$\alpha$
mm	5.31 4.74	2.54	0.47 0.41	5.45 5.30	4.70 4.55	1.03 0.94	1.1 0.9	15.0 12.7	0.40	45°

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT18/13	B11/C7 type 3	TO-18				97-04-18

## NPN general purpose transistors

BC107; BC108; BC109

**DEFINITIONS**

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

**LIFE SUPPORT APPLICATIONS**

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

TOSHIBA INFRARED LED GaAs INFRARED EMITTER

# TLN115A

INFRARED LED FOR REMOTE-CONTROL SYSTEMS

Unit : mm

## REMOTE-CONTROL SYSTEMS

- High radiant intensity :  $I_E = 26\text{mW/sr}$  (typ.)
- Wide half-angle value :  $\theta_{\frac{1}{2}} = \pm 21^\circ$  (typ.)
- Excellent radiant-intensity linearity. Modulation by pulse operation and high frequency is possible.
- TPS703 PIN photodiode with resin to screen out visible light available as detector for remote control

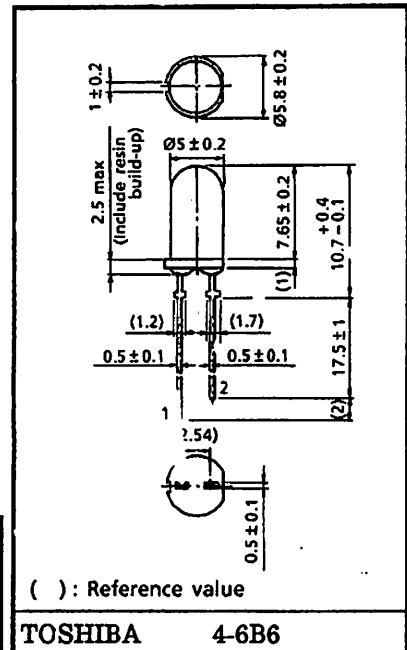
## MAXIMUM RATINGS (Ta = 25°C)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	RATING	UNIT
Forward Current	$I_F$	100	mA
Forward Current Derating (Ta > 25°C)	$\Delta I_F / ^\circ\text{C}$	-1.33	mA/°C
Pulse Forward Current (Note)	$I_{FP}$	1	A
Reverse Voltage	$V_R$	5	V
Power Dissipation	$P_D$	150	mW
Operation Temperature Range	$T_{opr}$	-20~75	°C
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-30~85	°C

(Note) : Pulse width  $\leq 100 \mu\text{s}$ , repetitive frequency = 100 Hz

## OPTICAL AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta = 25°C)

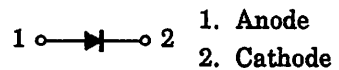
CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITION	Min	Typ.	Max	UNIT	
Forward Voltage	$V_F$	$I_F = 100 \text{ mA}$	—	1.35	1.5	V	
Reverse Current	$I_R$	$V_R = 5 \text{ V}$	—	—	10	$\mu\text{A}$	
Radiant Intensity	$I_E$	$I_F = 50 \text{ mA}$	TLN115	15	26	—	mW/sr
			TLN115 (A)	19	—	—	
Radiant Power	$P_O$	$I_F = 50 \text{ mA}$	—	13	—	mW	
Capacitance	$C_T$	$V_R = 0, f = 1 \text{ MHz}$	—	20	—	pF	
Peak Emission Wavelength	$\lambda_p$	$I_F = 50 \text{ mA}$	—	950	—	nm	
Spectral Line Half Width	$\Delta\lambda$	$I_F = 50 \text{ mA}$	—	50	—	nm	
Half Value Angle	$\theta_{\frac{1}{2}}$	$I_F = 50 \text{ mA}$	—	$\pm 21$	—	°	



TOSHIBA 4-6B6

Weight : 0.3 g (typ.)

## PIN CONNECTION

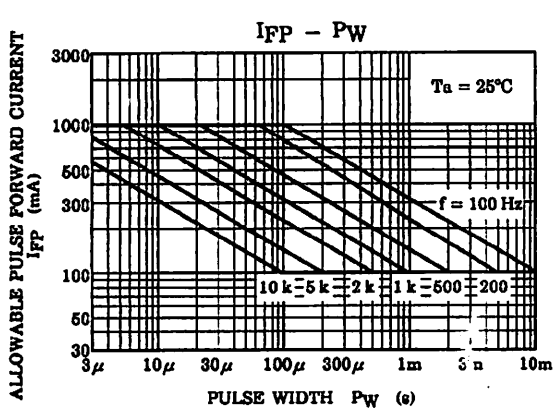
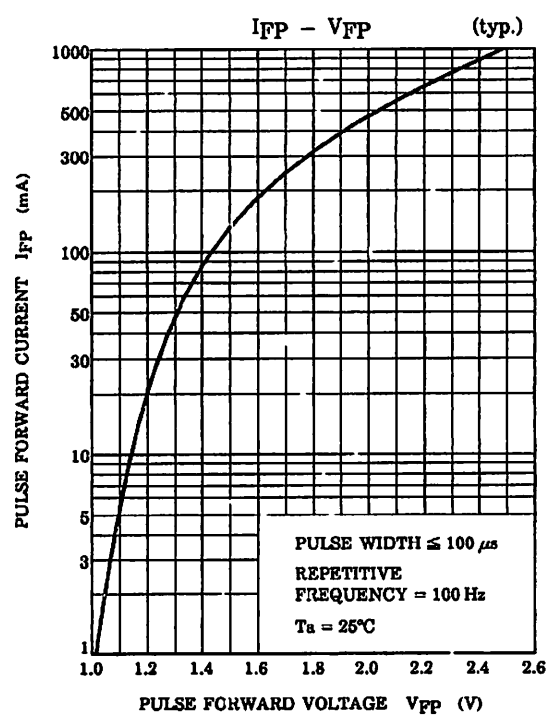
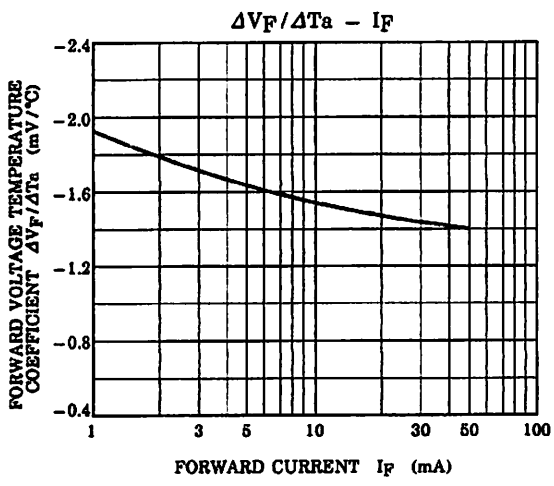
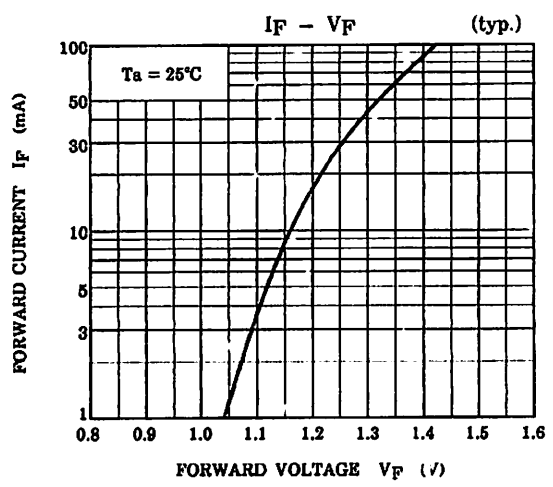
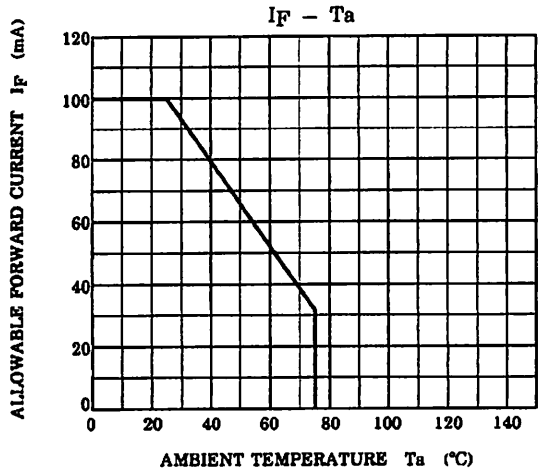


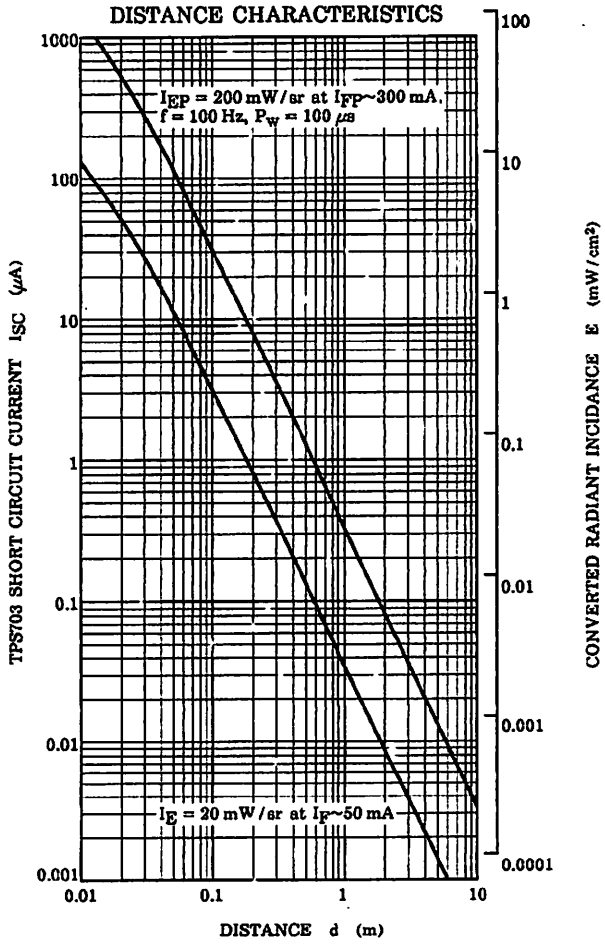
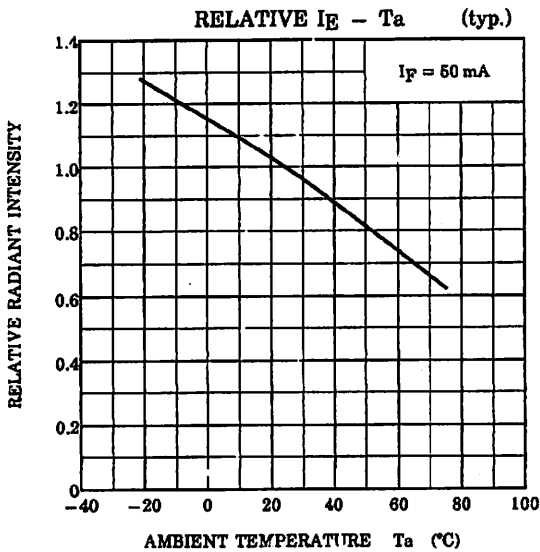
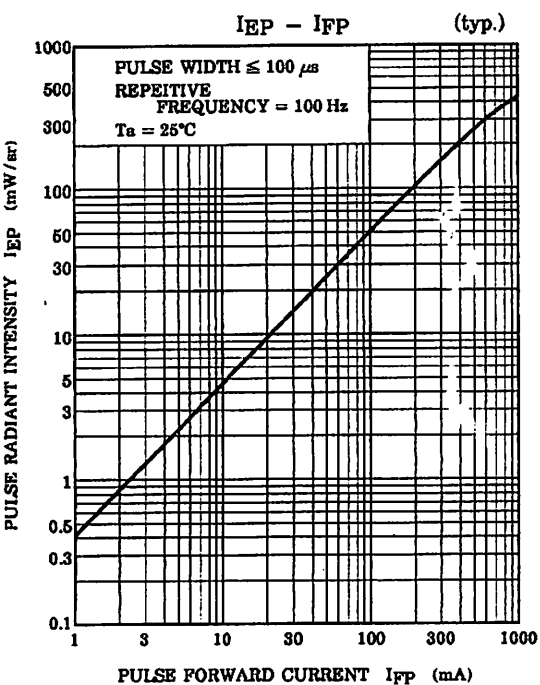
**PRECAUTIONS**

Please be careful of the followings.

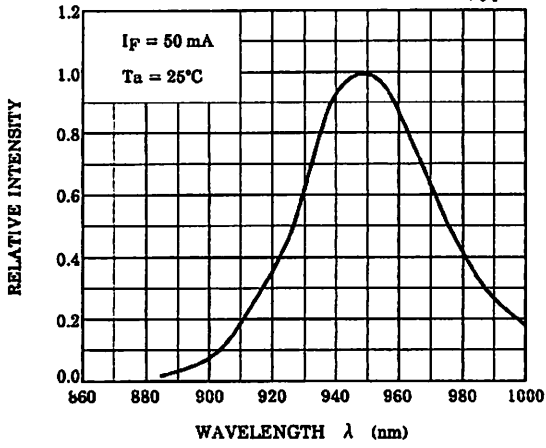
1. Soldering must be performed under the stopper.
2. Soldering temperature : 260°C max  
Soldering time : 5 s max
3. When forming the leads, bend each lead under the 2 mm from the body of the device.  
Soldering must be performed after the leads have been formed.
4. Radiant intensity falls over time due to the current which flows in the infrared LED.  
When designing a circuit, take into account this change in radiant power over time.  
The ratio of fluctuation in radiation intensity to fluctuation in optical output is 1 : 1.

$$\frac{I_E(t)}{I_E(0)} = \frac{P_O(t)}{P_O(0)}$$

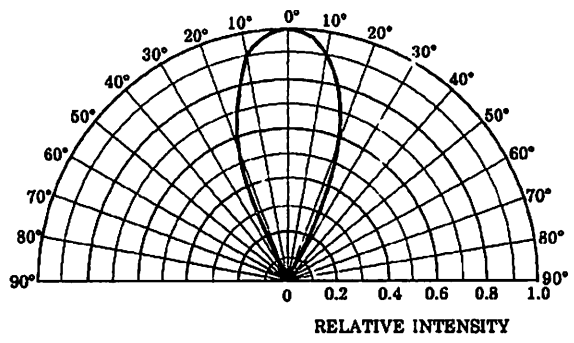




WAVELENGTH CHARACTERISTIC (typ.)

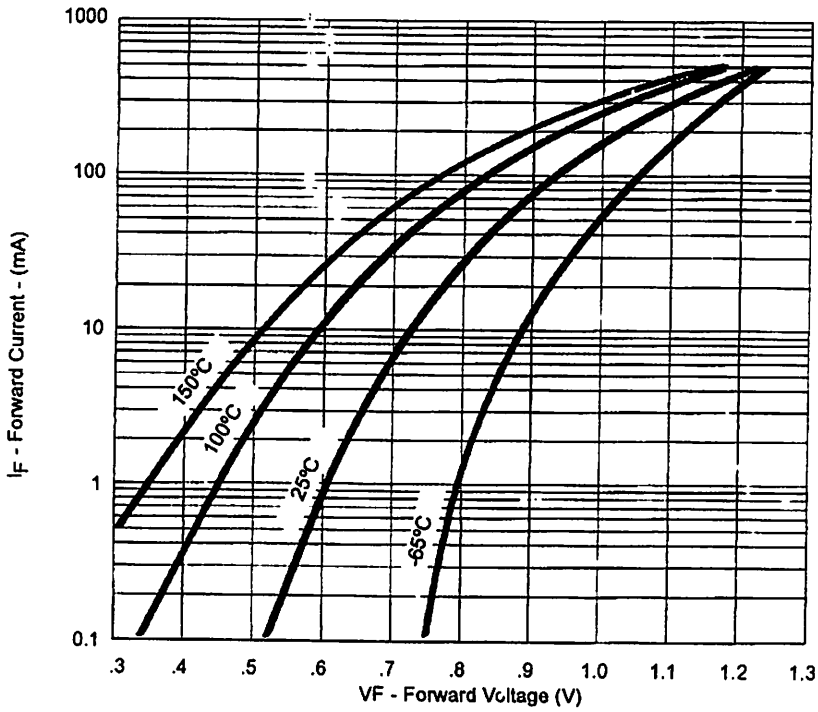


RADIATION PATTERN (typ.)  
( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

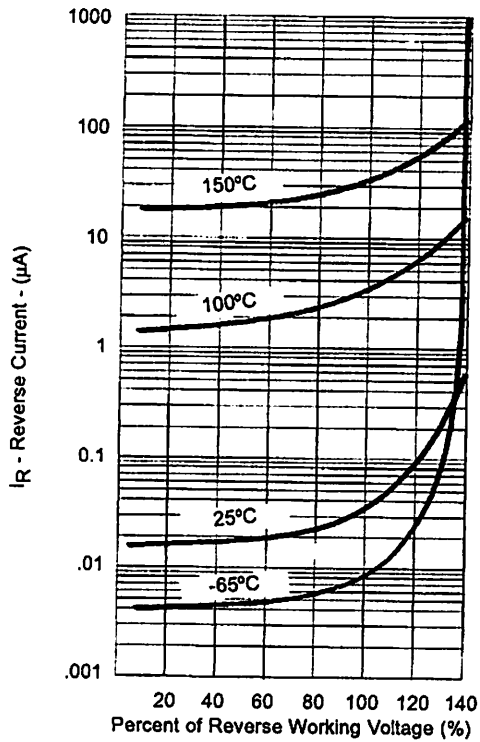




# IN4148-1



**FIGURE 2**  
Typical Forward Current  
vs Forward Voltage



**FIGURE 3**  
Typical Reverse Current  
vs Reverse Voltage

**NOTE :** All temperatures shown on graphs are junction temperatures