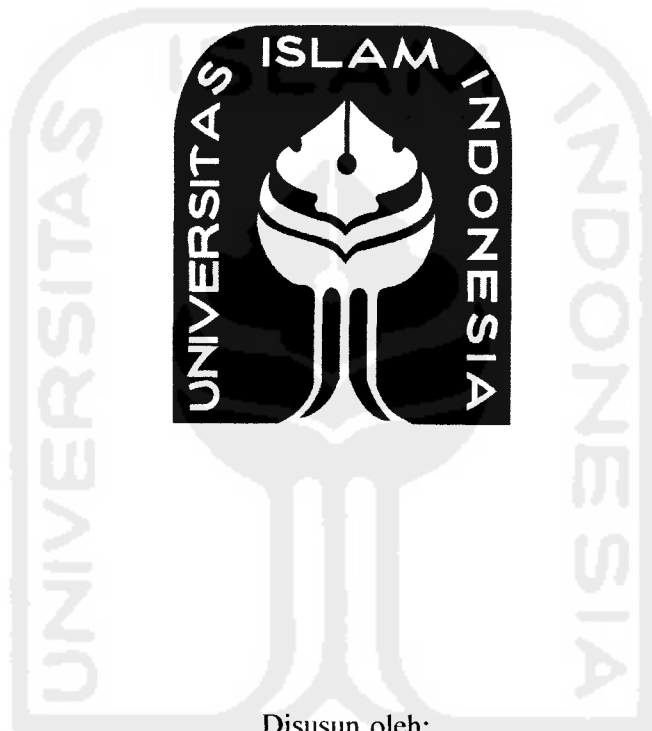


**RANCANG BANGUN PEMANCAR TELEVISI BERWARNA  
10 WATT ( SISTEM AUDIO )**

**TUGAS AKHIR**

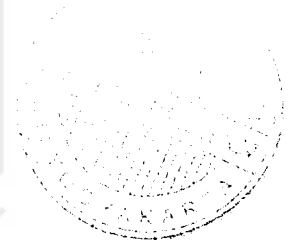
Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Disusun oleh:

**Nama : M Hazmi Yuniartha Hafana**

**No. Mhs: 01 5240 31**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2007**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**RANCANG BANGUN PEMANCAR TELEVISI BERWARNA  
10 WATT ( SISTEM AUDIO )**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun oleh :**

**Nama Mahasiswa : M Hazmi Yuniartha Hafana**

**NIM : 01 524 031**

Yogyakarta, Januari 2007

Pembimbing I



**Drs. Abdul Halim**

Pembimbing II



**Tito Yuwono, ST. MSc**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI  
TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN PEMANCAR TELEVISI BERWARNA  
10 WATT ( SISTEM AUDIO )**

**Disusun Oleh :**

**Nama : M Hazmi Yuniartha Hafana**

**No. Mahasiswa : 01524031**

**Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji, Sebagai Salah Satu  
Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro,  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia**

<b>Tim Penguji</b>	<b>Tanda tangan</b>
1. <b>Drs. Abdul Halim</b>	 _____
2. <b>Tito Yuwono, ST. MSc</b>	 _____
3. <b>Wahyudi Budi Pramono, ST</b>	 _____

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**



**Tito Yuwono, ST. MSc)**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Kutujukan Tugas Akhir Ini Untuk;*

*Allah SWT Serta Nabi Muhammad SAW dan Para Pengikutnya.*

*Ayahanda Suharno dan Ibunda Faizah Atas Do'a Kasih Sayang Serta*

*Kepercayaannya Yang Telah Diberikan Kepadaku. Serta kakakku Arif*

*Dharmawan Hafana, M Rifki Arifian Hafana serta adikku Nuramita R,*

*Tidak lupa teman-teman yang telah mendukung saya dalam pembuatan*

*tugas akhir, Rachman Fauzi, Ibenk, M Harjanto, Dodo, Oji, Firman,*

*Asep, Yogi, Abdul, serta yang tersayang ika wijayanti terima kasih atas*

*kesabaran dan pengertian kalian selama ini, semoga kalian berkenan*

*memaafkan segala tingkah laku dan perkataan yang kurang pantas*

*kulakukan pada kalian semua.*

## MOTTO

*“ Jadikanlah Sabar dan Sholat Sebagai Penolongmu. Dan Sesungguhnya Yang Demikian Itu  
Sungguh Berat, Kecuali Bagi Orang-Orang Yang Khusyu”*

*(QS. AL Baqarah :45)*

*“Sungguh Bersama Kesulitan Itu Pasti Ada Kemudahan. Dan Bersama Kesulitan Pasti Ada  
Kemudahan”.*

*(QS Asy Syarh)*

*“Cukuplah Allah Menjadi Penolong Kami dan Allah Terbaik-baik Pelindung”.*

*(QS Ali Imran : 173)*

*“Dia Adalah Terbaik-baik Pelindung dan Terbaik-baik Penolong”.*

*(QS Al Anfal : 40)*



5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga selesainya penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Kepada semua yang penulis sebutkan di atas, semoga Allah SWT berkenan memberikan balasan yang sepadan atas bantuan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu saran dan kritik dari para pembaca untuk perbaikan dan perkembangan selanjutnya.

Akhirnya, harapan penulis semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk perkembangan kampus UII pada umumnya dan untuk program strata-1 Teknik Elektro.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb*

Yogyakarta, Februari 2007



M Hazmi Yuniartha Hafana

## ABSTRAKSI

Sebagai pengembangan pada bidang telekomunikasi informasi jurusan teknik elektro, dibuatlah sebuah pemancar televisi berdaya rendah sesuai dengan kebutuhan. Pemancar televisi adalah sebuah alat elektronik yang mengirimkan informasi data berupa gambar dan suara, dimana informasi gambar dan suara dapat dihasilkan dari media elektronik seperti VCD, komputer, dan kamera. Media ini memberikan informasi gambar dan suara untuk dikirimkan kepada pesawat televisi penerima. Sebagai informasi berita, hiburan dll. Pemancar televisi ini sangat penting dibidang teknologi informasi karena memberikan informasi sangat cepat kepada masyarakat luas, informasi yang diberikan dapat dilihat dan didengar pada pesawat televisi penerima. Informasi yang diberikan cukup beraneka ragam seperti hiburan, kejadian – kejadian penting yang ada di dalam dan luar negeri dapat dilihat dengan enak dan nyaman di rumah. Untuk membuat sebuah pemancar maka dibutuhkan beberapa rangkaian seperti osilator dengan jenis osilator collpits, modulator dengan sistem modulasi frekuensi (FM), input berupa VCD, komputer dan kamera. Pemancar yang dibuat menghasilkan daya rendah sebesar 2,5 watt.



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Yang Dicapai.....	3
1.5. Manfaat Yang Dicapai.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1. Pemancar TV Warna.....	5
2.2. Modulator.....	5
2.3. Dioda Varaktor.....	7



2.4. Penguat Operasional ( <i>Operational Amplifier</i> ).....	8
2.5. Osilator.....	16
<b>BAB III PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>19</b>
3.1. Gambaran Umum Sistem.....	19
3.2. Mikrofon.....	21
3.3. Pre Amp Audio.....	21
3.4. Rangkaian Pengatur Nada ( <i>Tone Control</i> ).....	23
3.4.1. Pengatur Nada Rendah ( <i>Bass</i> ).....	24
3.4.2. Pengatur Nada Tinggi ( <i>Treble</i> ).....	25
3.5. Modulasi FM.....	26
3.6. Osilator.....	29
3.7. Penguat RF.....	31
3.8. Antena.....	31
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1. Analisa Pada Mikrofon.....	36
4.2. Analisa Tone Control.....	36
4.2.1. Pengaturan Nada Rendah ( <i>Bass</i> ).....	37
4.2.2. Pengaturan Nada Tinggi ( <i>Treble</i> ).....	37
4.3. Osilator.....	42
4.3.1. Pengujian Sistem Pendorong.....	35
4.3.2. Pengujian Sistem Penekan.....	36
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>50</b>
5.1. Kesimpulan.....	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Klasifikasi Osilator Berdasarkan Daerah Frekuensi.....	30
Tabel 4.1	Sinyal Output Pada AFG.....	37
Tabel 4.2	Pengujian Tone Control Untuk Posisi Maksimal.....	38
Tabel 4.3	Pengujian Tone Control Untuk Posisi Minimum.....	40



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rangkaian Modulasi Frekuensi Dengan Metode Langsung...	6
Gambar 2.2	Lambang Dioda.....	8
Gambar 2.3	Simbol Penguat Operasional.....	8
Gambar 2.4	Rangkaian Ekuivalen.....	9
Gambar 2.5	Rangkaian Penguat Linier Pembalik.....	10
Gambar 2.6	Rangkaian Ekuivalen Penguat Linier Pembalik.....	11
Gambar 2.7	Rangkaian Ekuivalen Untuk Menghitung $r_o$ .....	13
Gambar 2.8	Gambar Dua Resistansi Paralel.....	13
Gambar 2.9	Penguat Linier Tak Pembalik.....	14
Gambar 2.10	Rangkaian Ekuivalen.....	15
Gambar 2.11	Rangkaian Dasar Osilator Colpits.....	17
Gambar 3.1	Diagram Blok Pemancar TV Warna 10 Watt Pada Audio.....	19
Gambar 3.2	Blok Diagram IC LM 1889.....	20
Gambar 3.3	Lambang Dasar IC Op-Amp.....	22
Gambar 3.4	Rangkaian Penguat Bass.....	24
Gambar 3.5	Rangkaian Penguat Treble.....	25
Gambar 3.6	Bentuk Sinyal Modulasi FM.....	27
Gambar 3.7	Bentuk Sinyal Termulasi FM.....	27
Gambar 3.8	Osilator Colpits.....	30
Gambar 3.9	Rangkaian Penguat RF.....	31

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi yang berkembang dengan pesat dan selaras dengan perkembangan masyarakat modern yang memiliki mobilitas tinggi sehingga membutuhkan sarana yang serba mudah dan memuaskan serta mengedepankan prinsip efisiensi di segala aspek.

Pada perkembangan teknologi telekomunikasi seperti telekomunikasi informasi, telekomunikasi data, digunakan teknologi-teknologi yang canggih. Seperti pada stasiun-stasiun pemancar televisi yang ada di Indonesia, mereka belomba-lomba untuk memberikan pelayanan penyiaran yang lebih baik, dengan menggunakan teknologi terbaru.

Universitas Islam Indonesia khususnya jurusan teknik elektro ingin mengembangkan teknologi khususnya dibidang teknologi telekomunikasi informasi berupa pemancar televisi. Karena pada jurusan teknik elektro di Universitas Islam Indonesia belum memiliki pemancar televisi, sebagai pengembangannya akan dibuat pemancar televisi berwarna berdaya rendah dengan sistem multi input.

Pemancar ini dibuat sesuai dengan kebutuhan jurusan teknik elektro. Sebagai pengembangan teknologi telekomunikasi informasi dan dapat difungsikan sebagai stasiun pemancar televisi kampus. Pemancar ini dapat memberikan informasi secara langsung maupun tidak langsung. Untuk mendapat informasi langsung, dapat

digunakan kamera sebagai sarana pengambilan data ditempat kejadian, dan informasi tidak langsung seperti dari VCD dan komputer. Informasi dikirimkan oleh pemancar televisi kepada pesawat penerima disekitar lingkungan kampus. Pemancar ini dibuat sebagai pengembangan dari jurusan teknik elektro dibidang telekomunikasi informasi.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Ditinjau dari latar belakang masalah yang ada, sebagai pengembangan telekomunikasi informasi. Bagaimana merancang pemancar televisi berwarna berdaya rendah 2-10 watt dengan menggunakan sistem PAL.

### **1.3 Batasan Masalah**

Melihat dari luasnya permasalahan dalam hal ini dipandang perlu untuk membatasi masalah dalam penulisan yaitu :

1. Merancang bangun pemancar TV warna sistem PAL.
2. Merancang pemancar TV dengan sistem multi input.
3. Merancang bangun modulator audio dengan sistem FM.
4. Merancang osilator colpitts yang beroperasi pada frekuensi saluran VHF.
5. Merancang sebuah modul pemancar TV warna berdaya rendah 2-10 watt.

#### **1.4 Tujuan Yang Dicapai**

Tujuan yang dicapai pada tugas akhir ini adalah :

1. Melengkapi syarat dalam menyelesaikan tahap pendidikan sarjana S-1 di jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
2. Mengetahui sifat-sifat modulator audio.
3. Mengetahui kerja rangkaian osilator.

#### **1.5 Manfaat Yang Dicapai**

1. Bagi penulis, untuk mencapai tahapan pembuktian ilmu yang telah diperoleh selama kuliah ke dalam karya ilmiah.
2. Bagi almamater, sebagai tolak ukur daya serap mahasiswa yang bersangkutan selama menempuh kuliah.
3. Bagi mahasiswa lain, sebagai acuan untuk pengembangan lebih lanjut.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam sistematika penulisan tugas akhir ini diberikan uraian bab demi bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya. Pokok-pokok permasalahan dalam penulisan ini dibagi menjadi lima bab.

### **BAB I Pendahuluan**

Bab ini merupakan pengantar permasalahan yang dibahas seperti latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penulisan dan sistematika penulisan.

## **BAB II Landasan Teori**

Merupakan penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk pemecahan masalah. Memberikan garis besar metode yang digunakan oleh peneliti sebagai kerangka pemecahan masalah.

## **BAB III Perancangan Sistem**

Bagian ini menjelaskan metode-metode perancangan yang digunakan, cara mengimplementasikan rancangan dan pengujian sistem yang telah dibuat serta batasan dan hambatan yang ditemui selama proses perancangan dan implementasi sistem.

## **BAB IV Analisis dan Pembahasan**

Bab ini membahas hasil sistem yang dibuat dibandingkan dengan dasar teori sistem dan hasil pengujian akhir di level perangkat keras. Selain itu juga akan dibahas batasan dan hambatan yang ditemui selama proses perancangan dan implementasi sistem.

## **BAB V Kesimpulan dan Saran**

Membahas kesimpulan dan saran-saran yang diperoleh dari hasil perancangan, implementasi sistem, juga keterbatasan-keterbatasan yang ditemukan dan asumsi-asumsi yang dibuat selama melakukan tugas akhir.



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pemancar TV Warna**

Pemancar digunakan untuk mengirimkan sinyal informasi yang telah diproses oleh rangkaian pengolahan sinyal informasi, dalam hal ini adalah sinyal informasi gambar dan suara, sehingga sinyal informasi tersebut dapat dipancarkan ketitik tujuan.

Pemancar TV warna yang dirancang adalah pemancar berdaya rendah sesuai dengan tujuan untuk kelengkapan unit praktikum. Pemancar TV warna ini dimana untuk modulasi sinyal gambarnya diproses dengan sistem modulasi AM. Sedangkan untuk sinyal suaranya diproses dengan sistem modulasi FM.

#### **2.2 Modulator**

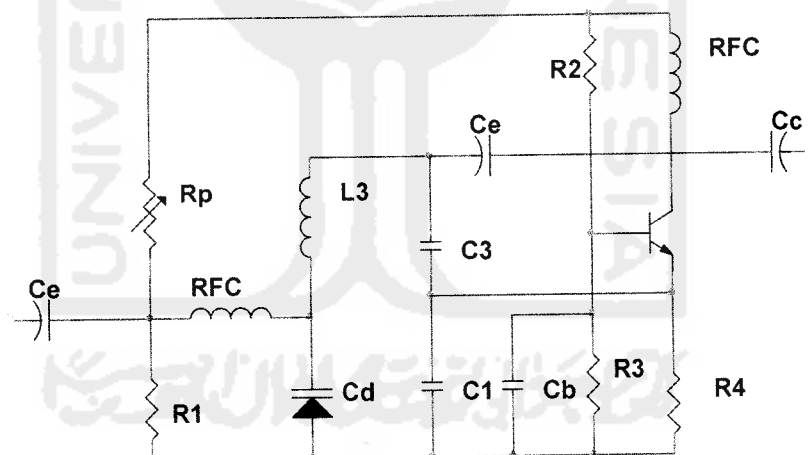
Modulator berperan sebagai pencampur dua sinyal yaitu sinyal informasi dengan sinyal pembawa. Untuk memperoleh hasil yang baik diharapkan dari proses pemodulasi dikenal ada dua cara yaitu, pemodulasi taraf rendah dan pemodulasi taraf tinggi.

Proses pemodulasi taraf rendah dilakukan pada tingkat sebuah penguat akhir penguat frekuensi radio. Agar diperoleh hasil modulasi yang baik, maka penguat

frekuensi radio harus bekerja pada kelas A. Penguat kelas A mempunyai efisiensi yang rendah akan tetapi linieritasnya sangat baik.

Sedangkan pemodulasi taraf tinggi dilakukan pada penguat akhir penguat frekuensi radio. Untuk penguat frekuensi ini dapat bekerja pada penguat kelas C. Pemancar yang dirancang dalam hal ini memanfaatkan suatu sistem modulasi untuk sinyal audio, menggunakan modulasi langsung (*direct modulation*). Pada prinsipnya modulator dengan metode modulasi langsung kebanyakan menggunakan komponen dioda varaktor sebagai pengubah sudut fasa dari admintasi rangkaian tala, dan karenanya sudut fasa dari tegangan osilator yang ditimbulkan.

Pada gambar 2.1 merupakan sebuah gambar modulator metode langsung ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Rangkaian Modulasi Frekuensi dengan metode langsung

Sebagaimana pada gambar 2.1 sinyal input dari sumber informasi suara dikopel oleh kapasitor  $C_e$  kemudian bias tegangan DC melalui  $R_1$  dan  $R_p$  sebagai

pembagi resistif, digunakan untuk memberikan tegangan pada dioda varaktor dan sinyal audio diteruskan oleh RFC ke bagian dioda varaktor untuk mengubah nilai kapasitansi dalam dioda varaktor tersebut, sehingga memungkinkan terjadinya modulasi langsung. Osilator ini menggunakan sebuah transistor penguat basis bersama, guna memperoleh hasil yang diperlukan C1 dan C3 menyediakan transformasi impedansi antara kolektor dan emitor sedang penalaan diperoleh dari L3 yang terhubung seri dengan dioda varaktor yang menggantikan C, tegangan bias tetap diberikan oleh pembagi resistif. Tegangan modulasi berjumlah dengan tegangan sinyal input penyetelan pembagi tegangan memungkinkan pengaturan frekuensi osilator pada frekuensi pembawa yang diinginkan.

### 2.3 Dioda Varaktor

Dioda adalah piranti elektronis yang mempunyai dua elektroda. Elektroda adalah ujung-ujung piranti elektronik yang mempunyai tugas dalam pengaturan arus listrik yang melewati piranti tersebut. Elektroda dari dioda ini yaitu anoda dan katoda. Dioda dikatakan bertegangan maju atau positif apabila tegangan anodanya lebih tinggi dibandingkan tegangan katodanya. Dalam pembuatan alat ini dioda yang digunakan adalah dioda varaktor.

Dioda Varaktor adalah sebuah dioda sambungan ( *junction diode* ) pn, yang kapasitansi pengosongannya ( *depletion capacitance* ) berubah-ubah sesuai dengan bias terbalik. Untuk lambang dioda ditunjukkan dalam gambar 2.2.



Gambar 2.2 Lambang dioda

Nama varaktor berasal dari *variabel reactor*. Untuk penerapan-penerapan pada penalaan, dioda ini dapat dipresentasikan dengan rangkaian ekivalen yang mendekati dan terdiri dari kapasitansi pengosongan

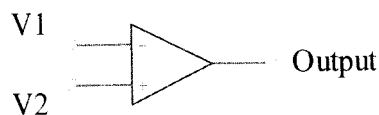
#### 2.4 Penguat Operasional ( *Operational Amplifier* )

Penguat operasional adalah suatu penguat yang stabil, digunakan sebagai implentasi penguat operasi linier dan tidak linier melalui perubahan dari beberapa unsur eksternal seperti resistor, kapasitor, dioda dan sebagainya.

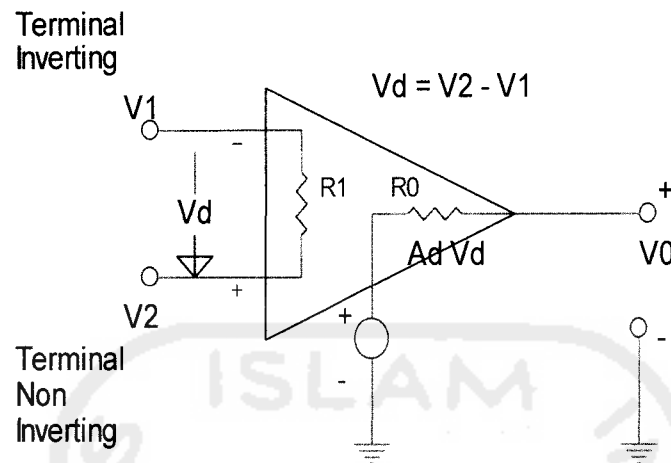
Penguat Operasional pada dasarnya terdiri atas tiga tahapan :

- a. Penguat diferensial berimpedansi masukan tinggi.
- b. Penguat tegangan dengan penggeser level dapat berarus positif atau negatif.
- c. Penguat berimpedansi output rendah.

Simbol Penguat Operasional terlihat pada gambar 2.3 sebagai berikut :



Gambar 2.3 Simbol Penguat Operasional



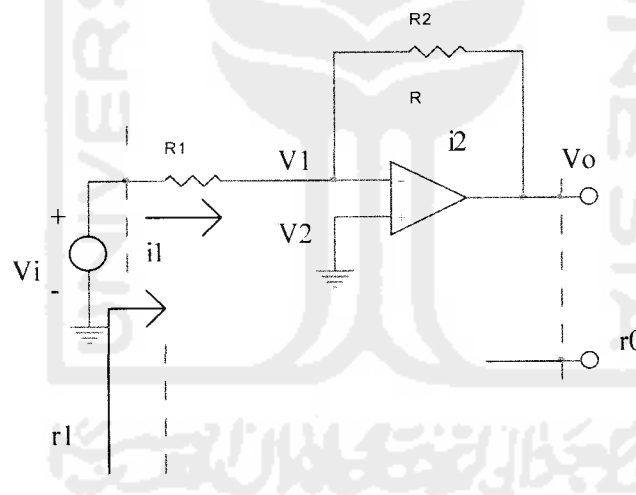
Gambar 2.4 Rangkaian Ekivalen

Simbol rangkaian penguat operasional dilukiskan sebagai lambang segitiga yang sangat sederhana sekali. Model rangkaian ekivalen terdiri dari sebuah impedansi masukan  $R_1$  terhubung antara dua terminal input  $V_1$  dan  $V_2$ . Rangkaian keluaran terdiri sumber tegangan terkendali  $A_d V_d$  seri dengan resistansi keluaran  $R_o$  terhubung antara terminal keluaran dan ground.

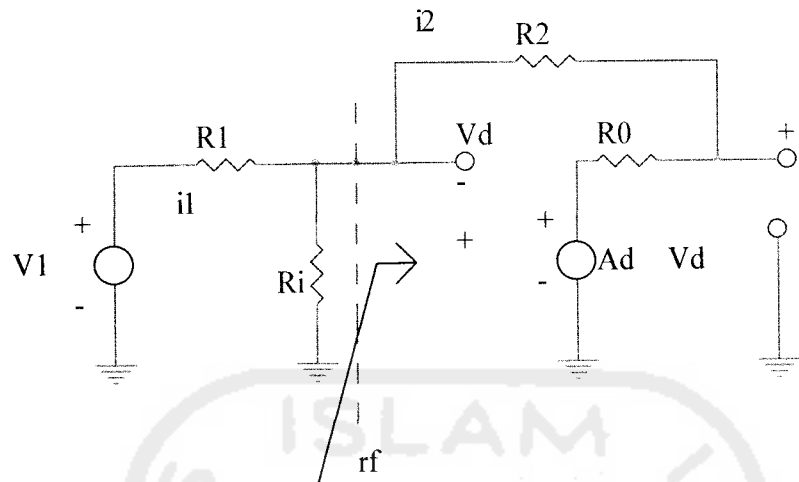
Penguatan tegangan  $A_d$  dari penguat operasional biasanya sangat besar ( tipikal 100000 ) dibandingkan dengan penguatan keseluruhan yang dipekerjakan pada faktanya, biasanya penguatan tidak terbatas. Impedansi masukan  $R_i \geq 100 \text{ k}$ , daripada resistansi eksternal dalam sistem dan juga sering dianggap tidak terbatas. Impedansi keluaran  $R_o$  tipikal  $100\Omega$  dan untuk kebanyakan pemakaian dapat diabaikan karenanya bila hal demikian dikatakan ideal.

Sangat penting observasi penguat operasi dapat dibuat kira-kira ideal, tegangan masukan differensial  $V_d = V_2 - V_1 \approx 0$ . Untuk keadaan ini  $V_d = V_o/A_d$ , dan jika  $V_o$  terbatas dan  $A_d$  tidak terbatas,  $V_d$  harus sama dengan nol. Dalam prakteknya tegangan keluaran dari suatu penguat tipikal kurang dari pada 10 Volt. Jika dianggap  $V_d = 100000$ , tegangan masukan differensial yang menghasilkan 10 Volt pada keluaran  $100\mu\text{V}$ , jadi biasanya dapat diabaikan. Jadi sering  $V_d \approx 0$  sehingga keadaan ini masukannya dianggap hubung singkat  $V_1 \approx V_2$  sehingga  $R_i$ , tak terhingga antara  $V_1$  dan  $V_2$ . Arus yang mengalir dalam  $R_i$  biasanya diabaikan karena  $V_o/R_i$  ( $100\mu\text{V}/100\text{ k}\Omega$ ) =  $1\text{ nA}$ .

a. Penguatan linier pembalik (*Inverting Amplifier*)



Gambar 2.5 Rangkaian Penguat Linier pembalik



Gambar 2.6 Rangkaian ekivalen penguat linier pembalik

b. Penguatan tegangan

Jika penguat operasi ideal,  $i_d = 0$  penguatan keseluruhan  $A_v = V_o / V_i$  dari inverter diperoleh dengan catatan  $i_1 = i_2$

$$i_1 = \frac{V1 + Vd}{R_1} = i_2 = \frac{-Vd - V_o}{R_2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Karena  $V_d = V_o / A_d$ , dan penguat operasi ideal  $V_d = 0$  karenanya rumus 2.1 dapat diturunkan sebagai

$$\frac{V1}{R_1} = -\frac{V_o}{R_2} \dots\dots\dots (2.2a)$$

Penyelesaian untuk  $A_v$ , diperoleh

$$V_c = \frac{R_1}{R_2 + R_1} V_{cc} \dots\dots\dots (2.2b)$$

## c. Impedansi masukan

$$r_i = \frac{V_i}{i_1} \dots\dots\dots (2.3)$$

Melalui hukum Kirchoff tegangan

$$V_i = R_1 i_1 - V_d \dots\dots\dots (2.4)$$

Dalam penguat operasi ideal  $V_d = 0$

$$r_i \approx R_1 \dots\dots\dots (2.5)$$

Lihat gambar ekivalen diatas gambar 2.5 impedansi masukan  $r_i$ .

$$r_i = R_1 + (R_i \parallel r_f) \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana  $r_f = -\frac{V_d}{i_2}$  ;  $R_2$  termasuk dalam loop dengan memakai hukum Kirchoff

tegangan

$$-V_d = R_2 i_2 + R_0 i_2 + A_d V_d \dots\dots\dots (2.7)$$

dan ini ditentukan

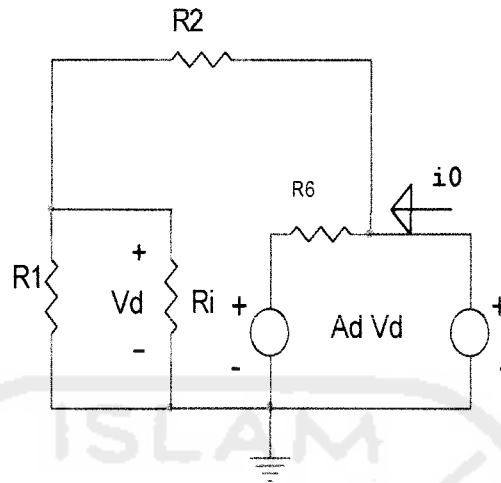
$$r_f = -\frac{V_d}{i_2} = \frac{R_2 + R_0}{1 + A_d} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dalam prakteknya  $r_f \ll R_i$  dan  $r_f \ll R_1$  jadi  $r_i \approx R_1$

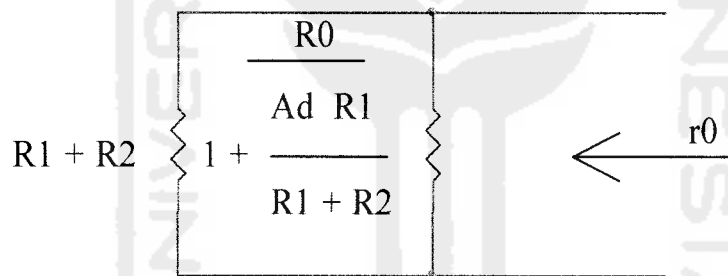
## d. Impedansi Keluaran

Impedansi keluaran dari penguat inverteng ( penguat pembalik ) seperti pada gambar 2.7.





Gambar 2.7 Rangkaian ekivalen untuk menghitung ro



Gambar 2.8 Dua resistansi paralel

Impedansi keluaran dari penguat adalah  $r_o = \frac{V_o}{i_o}$

$$i_o = \frac{V_o - AdV_d}{R_0} + \frac{V_o}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots(2.9a)$$

dianggap  $R_i \gg R_1$  dengan asumsi

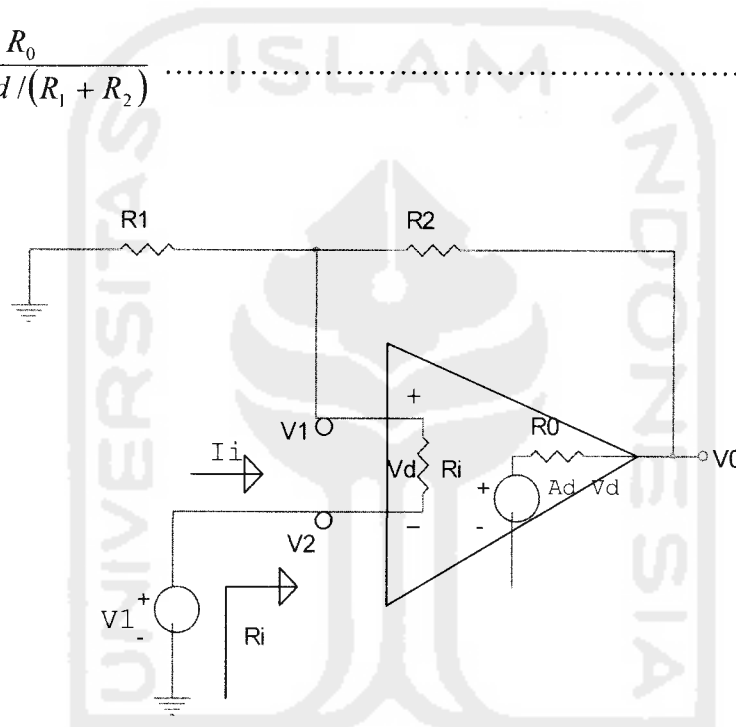
$$-V_d = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_0 \dots\dots\dots (2.9b)$$

Substitusi dari persamaan 2.9b kedalam 2.9a dan pembagiannya melalui  $V_0$

$$\frac{1}{r_0} = \frac{i_0}{V_0} = \frac{1 + R_1 A_d / (R_1 + R_2)}{R_0} + \frac{1}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots (2.10)$$

dari gambar 2.6 terlihat  $R_1 + R_2 \gg R_0 / [1 + A_d R_1 / (R_1 + R_2)]$  jadi

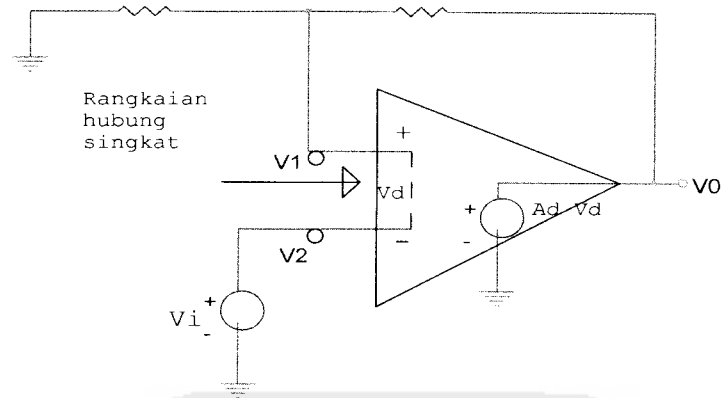
$$r_0 \approx \frac{R_0}{1 + R_1 A_d / (R_1 + R_2)} \dots\dots\dots (2.11)$$



Gambar 2.9 Penguat Linier tak pembalik

e. Penguatan

Secara keseluruhan penguat tak pembalik sangat mudah ditetapkan bila penguat dianggap ideal. Maka  $R_1=0$ .  $R_i$  tidak terbatas, dan  $A_d$  tidak terbatas, jadi  $V_d = 0$ . Maka dihasilkan gambar ekivalen seperti pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Rangkaian ekivalen

Dari gambar 2.10 diperoleh

$$V_1 = V_2 = V_i \dots\dots\dots (2.12a)$$

$$\text{dan } V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_0 \dots\dots\dots (2.12b)$$

$$\text{sehingga } A_v = \frac{V_0}{V_i} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \dots\dots\dots (2.13)$$

Jadi penguatan keseluruhan tak membalik selalu lebih besar dari pada atau sama dengan ketentuan ( unity ).

f. Impedansi Masukan

Penguat tak pembalik impedansi masukan adalah  $r_i = \frac{V_i}{i_i}$  karena  $i_i = \frac{V_d}{R_i}$

$$i_i = \frac{V_d}{R_i} \dots\dots\dots (2.14)$$

Karena  $V_d = \frac{V_0}{A_d}$  jadi

$$i_i = \frac{V_0}{A_d R_i} \dots\dots\dots (2.15)$$

Catatan bahwa

$$V_0 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_i \dots\dots\dots (2.16)$$

Diperoleh  $i_i = \frac{1 + R_2 / R_1}{A_d R_i} V_i \dots\dots\dots (2.17)$

Sehingga impedansi keluaran adalah

$$r_i = \frac{V_i}{i_i} = \frac{A_d R_i}{1 + R_2 / R_1} \dots\dots\dots (2.18)$$

#### g. Impedansi Keluaran

Untuk memperoleh impedansi keluaran  $r_0$ , harus diganti sumber tegangan masukan  $V_i$  dengan menghubungkan singkat rangkaian, beri suatu sumber tegangan pengetesan pada keluaran, dan ukur arusnya melalui sumber pengetesan. Rangkaian ekuivalen adalah identik terhadap rangkaian penghitung  $r_0$  untuk penguat membalik.

Sehingga  $r_0$  dapat diperoleh dari

$$\frac{1}{r_0} = \frac{1 + R_1 A_d / (R_1 + R_2)}{R_0} + \frac{1}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots (2.19)$$

## 2.5 Osilator

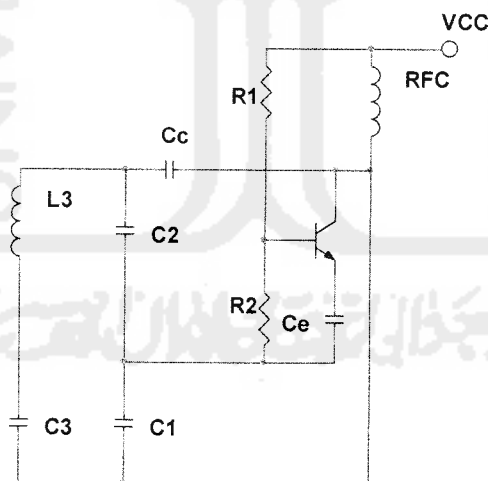
Untuk membawa sinyal informasi diperlukan sinyal pembawa (*carrier signal*), yang dalam hal ini diperoleh dari pembangkitan sinyal, oleh sebuah

rangkaian elektronik yang menghasilkan getaran-getaran listrik melalui sumber daya atau tegangan yang diberikan kepada rangkaian.

Osilator sederhana terdiri dari beberapa bagian yaitu sebuah rangkaian penguat tegangan dan rangkaian umpan balik. Dalam penerapan sebagai osilator umpan balik yang digunakan adalah umpan balik positif, karena umpan balik negatif akan cenderung untuk penstabil kerja penguat, sehingga pada keluaran penguat tidak akan terdapat tegangan osilasi.

Rangkaian osilator ini beragam jenisnya dan diberi nama sesuai pembuatnya misalnya osilator Amstrong, osilator Hartley, osilator Colpitts, osilator Clapps dan sebagainya.

Rangkaian osilator yang digunakan dalam pemancar yang dirancang ini dipilih osilator jenis Colpitts seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 rangkaian dasar osilator colpitts

Gambar 2.11 menunjukkan sebuah osilator colpitts  $Z_1$ ,  $Z_2$  adalah kapasitor – kapasitor, sedangkan  $Z_3$  adalah induktor. Kumparan RFC memberikan jalur DC resistansi rendah untuk arus kolektor, sedangkan sinyal akan di blok atau ditahan olehnya agar tidak teradiasi keluaran. Kapasitor  $C_c$  dan  $R_1$ ,  $R_2$  bekerja untuk memberikan bias pada transistor, sehingga transistor bekerja dalam kelas C segera setelah osilasi dimulai.

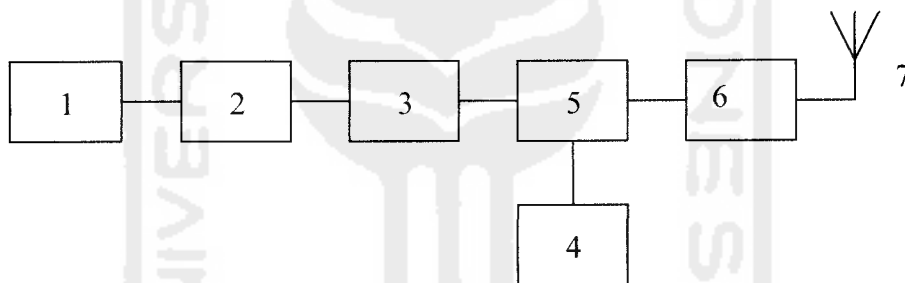


### BAB III

## PERANCANGAN SISTEM

### 3.1 Gambaran Umum Sistem

Alat yang dibuat merupakan pemancar televisi berwarna dengan menggunakan system PAL ( *Phase Alternating Line* ), pemancar televisi digunakan untuk mengirimkan sinyal-sinyal suara dan sinyal-sinyal gambar yang terlebih dahulu diubah menjadi gelombang elektromagnetik, sehingga dapat ditangkap oleh televisi penerima dengan jarak yang cukup jauh.



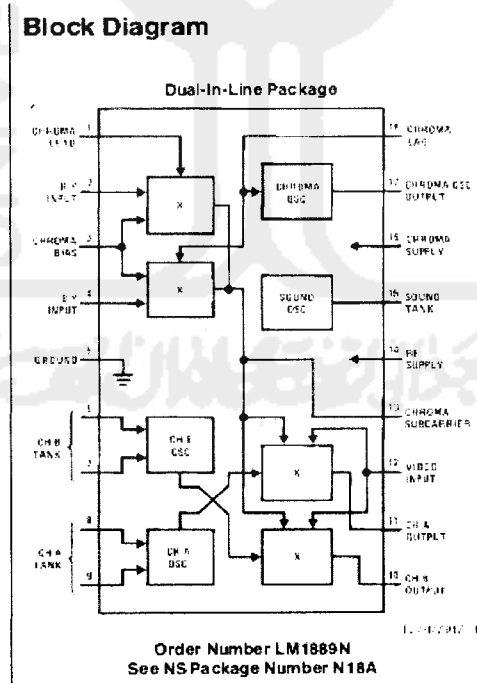
Gambar 3.1 Diagram Blok Pemancar TV Warna 10 Watt pada audio

Keterangan gambar =

1. mikrofon
2. Tone Control
3. Power Amplifier
4. Osilator

5. modulator
6. RF Amplifier
7. Antena.

Dalam perancangan pemancar televisi ini menggunakan IC LM 1889 yang secara umum berfungsi sebagai interface audio, perbandingan warna, pembacaan sinyal warna dan gambar untuk dikirimkan ke terminal antena pada televisi penerima. IC LM 1889 terdiri dari osilator pembawa suara, osilator pembawa warna, osilator RF dan terdiri dari dua channel modulator Low VHF. Berikut ini gambar blok diagram IC LM 1889



Gambar 3.2 Blok diagram IC LM 1889



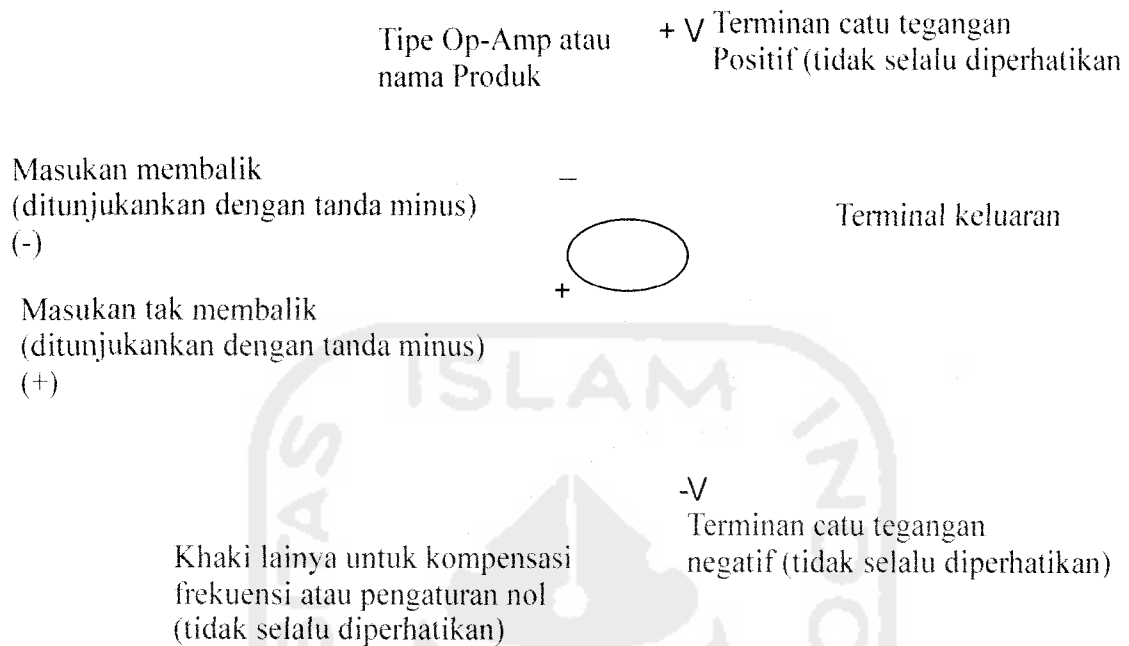
### 3.2 Mikrofon

Mikrofon mengubah suara menjadi perubahan tegangan. Jadi fungsi mikrofon adalah kebalikan dari *loudspeaker*. Dalam mikrofon, getaran udara dijadikan getaran mekanis. Hal ini berarti bahwa suatu kumparan atau suatu lempengan akan mulai bergetar apabila udara sekelilingnya bergetar. Berdasarkan prinsip kerjanya, macam-macam mikrofon yang kita kenal sekarang dapat dikelompokkan ke dalam lima jenis yaitu resistansi variable, reluktansi variabel, induksi kumparan bergerak, kapasitansi variabel, piezoelektris.

Untuk melukiskan kualitas sebuah mikrofon digunakan parameter yaitu tingkat keluaran ( output level ), yang dapat dinyatakan baik sebagai sebagai suatu tingkat keluaran absolute dalam watt, bila suatu sinyal tekanan suara pada 1000 Hz pada suatu tingkat pedoman ( referensi ) dikenakan pada mikrofon itu, atau dalam decibel yang dihitung terhadap suatu tingkat keluaran daya standar, dengan kondisi-kondisi masukan yang sama. Tingkat keluaran daya yang diukur dengan cara ini memberikan suatu ukuran tentang kepekaan dari mikrofon tersebut.

### 3.3 Pre Amp Audio

Kompanen utama pada Pre Amp Audio adalah IC TBA 820 yang berfungsi sebagai penguat input audio sebelum masuk pada pemancar. Agar sinyal audio yang masuk pada pemancar lebih kuat dari sebelumnya. Pada gambar 3.3 merupakan gambar dasar IC TBA 820.



Gambar 3.3 lambang dasar IC Op-Amp

Sinyal yang terdapat dari suatu pengukuran atau penerimaan dari antena pada radio atau sinyal asli yang lain tidak cukup kuat untuk dipakai secara langsung sehingga perlu dikuatkan untuk diperlihatkan pada suatu display atau untuk menggerakkan suatu alat sebagai reaksi atas sinyal pada input. Beberapa contohnya adalah :

1. Sinyal yang dibaca oleh *reading head* pada *tape* merupakan suatu sinyal yang kecil. Untuk menggerakkan speaker dari *tape* diperlukan sinyal yang kuat, maka diperlukan suatu penguatan untuk menguatkan sinyal asli.

2. Sinyal yang diterima oleh antena radio adalah kecil sehingga perlu dikuatkan supaya bisa menggerakkan speaker.

### **3.4 Rangkaian Pengatur Nada ( *Tone Control* )**

Rangkaian pengatur nada adalah salah satu bagian dalam rangkaian penguat suara yang tak kalah penting karena setiap penikmat audio pasti akan menghendaki suatu tingkat nada yang di inginkan untuk dapat di tonjolkan dari frekuensi tertentu dalam lebar pita, tingkat nada tersebut yaitu :

- Nada Rendah ( *Bass* )
- Nada Tengah ( *Midle* )
- Nada Tinggi ( *Treble* )

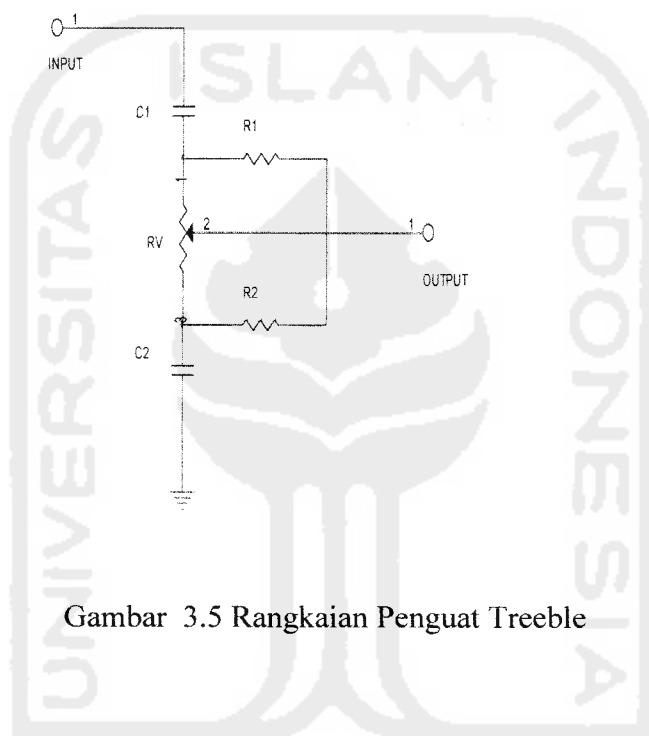
Rangkaian pengatur nada pada prinsipnya dapat dibagi dalam bentuk

- a. Pengatur nada pasif
- b. Pengatur nada aktif

Rangkaian pengatur nada pasif yang terdiri atas komponen resistor dan kapasitor yang bersifat peredaman / pelemahan sinyal yang masuk kerangkaian pengatur nada, untuk pengaturan nada yang paling umum adalah pengaturan nada bass dan trible sedang pengatur nada tengah tidak selalu diperhatikan karena nada ini levelnya sudah maksimal antara nada rendah dan nada tinggi .

### 3.4.2 Pengatur nada tinggi ( Treble )

Gambar 3.5 merupakan rangkaian penguat nada tinggi dimana rangkaian pengatur nada tinggi analog terhadap pengatur nada rendah, yaitu kebalikan dari resistor dan kapasitor perbandingan reaktansi  $C_3/C_4$  diatur sama pada pengatur *boost* dan *cut* titik pengaturan frekuensi tinggi.



Gambar 3.5 Rangkaian Penguat Treble

Keterangan :

$$R1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$C1 = 0.015 \text{ }\mu\text{F}$$

$$C2 = 0.15 \text{ }\mu\text{F}$$

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

### 3.5 Modulasi FM

Modulasi frekuensi merupakan satu proses modulasi yang menjaga amplitudo sinyal pembawa tetap konstan, tetapi frekuensinya berubah menurut sinyal pemodulasinya ( informasi ). Misal bentuk matematis umum sinyal pembawa dirumuskan seperti berikut :

$$V_c = V_c \sin ( W_c t + \Phi_c ) \dots\dots\dots ( 3.1 )$$

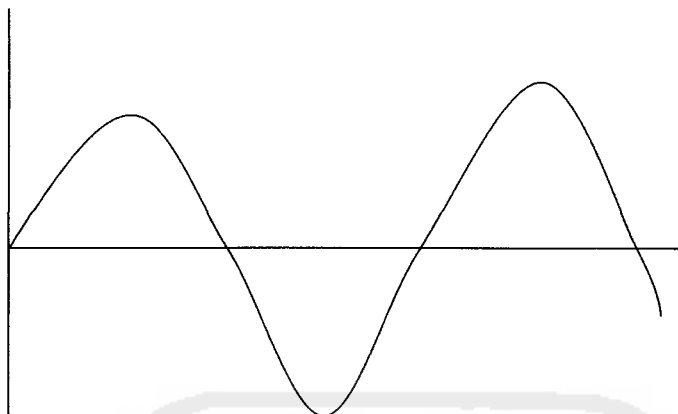
Dengan  $V_c$  = harga sesaat ( tegangan atau arus )

$V_c$  = Amplitudo maksimum

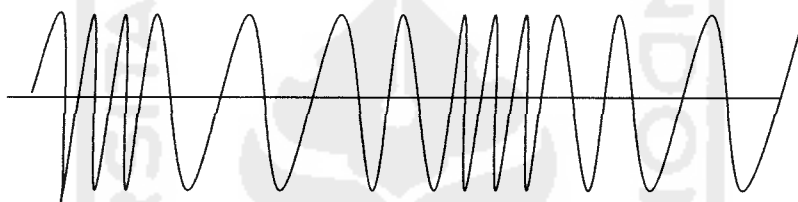
$W_c$  = kecepatan sudut, radian per detik

$\Phi_c$  = sudut fasa, radian

Siaran FM yang terjadi pada jalur VHF dari 88 sampai 108 MHz, dapat digunakan jalur dasar ( *baseband* ) yang jauh lebih lebar. Lebar jalur dasar utama yang sekarang banyak digunakan ialah 50 Hz sampai 15 kHz, dengan deviasi maksimum yang diizinkan sebesar  $\pm 75$  kHz. Jarak antara saluran adalah 200 kHz dan keluaran-keluaran daya yang dipakai dapat mencapai hingga 100 kW. Sesuai definisi modulasi frekuensi, sejumlah perubahan frekuensi pada sinyal pembawa dari frekuensi sebelum termodulasi disebut deviasi yang besarnya sebanding dengan harga sesaat sinyal pemodulasi. Bentuk sinyal termodulasi FM dapat ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.6 Bentuk sinyal modulasi FM



Gambar 3.7 Bentuk sinyal termodulasi FM

Frekuensi sesaat  $f$  dalam gambar 3.7 dari sinyal termodulasi FM dapat dirumuskan sebagai berikut

$$f = f_c(1 + kV_m \cos Wmt) \dots\dots\dots (3.2)$$

Dengan =

$f_c$  = frekuensi sinyal pembawa sebelum termodulasi

$k$  = konstanta kesebandingan

$V_m \cos Wmt$  = sinyal pemodulasi sesaat

Deviasi maksimum akan tercapai jika harga cosinusnya maksimum yaitu  $\pm 1$ .

Pada kondisi ini frekuensi sesaatnya adalah menjadi

$$f = f_c(1 \pm kV_m) \dots\dots\dots (3.3)$$

Sehingga deviasi frekuensi dapat dirumuskan seperti

$$\delta = kV_m f_c \dots\dots\dots (3.4)$$

Harga sesaat amplitudo sinyal termodulasi FM dapat dirumuskan seperti

$$V_c = V_c \sin[F(W_c.W_m)] = V_c \sin \theta \dots\dots\dots (3.5)$$

Dengan

$$\theta = W_c t + \frac{\delta}{f_m} \sin W_m t \dots\dots\dots (3.6)$$

Jadi

$$V_c = V_c \sin W_c t + \frac{\delta}{f_m} \sin W_m t \dots\dots\dots (3.7)$$

Indeks modulasi FM didefinisikan seperti

$$mf = \frac{\text{deviasi frekuensi (maksimum)}}{\text{frekuensi sin yalpe modulasi}} = \frac{\delta}{f_m} \dots\dots\dots (3.8)$$

Akibatnya dapat diperoleh persamaan amplitude sinyal termodulasi FM dalam fungsi indeks modulasi seperti

$$V_c = V_c \sin W_c t + mf \sin W_m t \dots\dots\dots (3.9)$$

Perhitungan Daya Sinyal FM

Menganggap bahwa amplitudo  $V_c$  dan  $V_n$  merupakan harga rms suatu sinusoidal, maka daya yang terkandung pada setiap komponen dapat dirumuskan seperti

$$P_n = \frac{V^2 n}{R} \dots\dots\dots (3.10)$$

Jadi total daya yang terkandung dalam sinyal termodulasi menjadi

$$P_t = P_0 + 2P_1 + 2P_2 + \dots$$

$$= \frac{V_0^2}{R} + \frac{2V_1^2}{R} + \frac{2V_2^2}{R} + \dots \dots\dots (3.11)$$

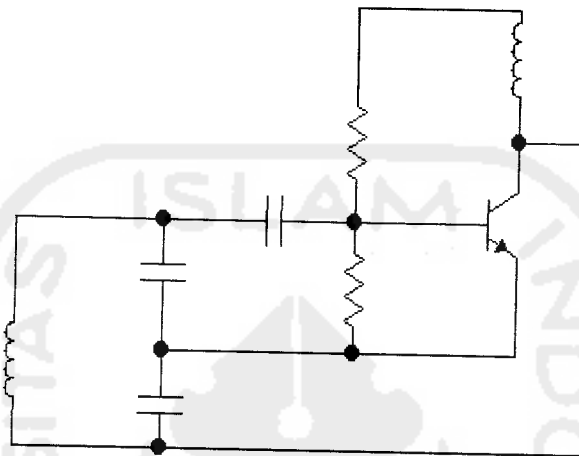
### 3.6 Osilator

Osilator ini terdiri dari komponen aktif dan pasif untuk menghasilkan sinusoidal atau bentuk gelombang periodik. Suatu osilator memberikan tegangan keluaran dari suatu bentuk gelombang yang diketahui tanpa penggunaan sinyal masuk dari luar osilator mengubah daya arus searah ( DC ) dari catu daya ke daya arus bolak balik ( AC ) dalam beban. Dengan demikian fungsi osilator berlawanan dengan penyearah yang mengubah daya searah menjadi daya bolak balik.

Suatu osilator dapat membangkitkan bentuk gelombang pada suatu frekuensi dalam batas beberapa siklus tiap jam sampai beberapa siklus tiap detik. Osilator dapat menghasilkan gelombang sinusoidal dengan frekuensi tetap, ataupun gelombang yang hanya dengan harmonik. Osilator umumnya digunakan dalam pemancar dan



penerima radio dan televisi, dimana pada alat yang dibuat adalah pemancar televisi dengan menggunakan osilator colpitts.



Gambar 3.8 Osilator Colpitts

Fungsi dari osilator yaitu sebagai pembawa sinyal informasi gambar dan suara yang telah di campurkan oleh modulator.

Tabel 3.1 merupakan klasifikasi osilator berdasar pada daerah frekuensi yang dihasilkan

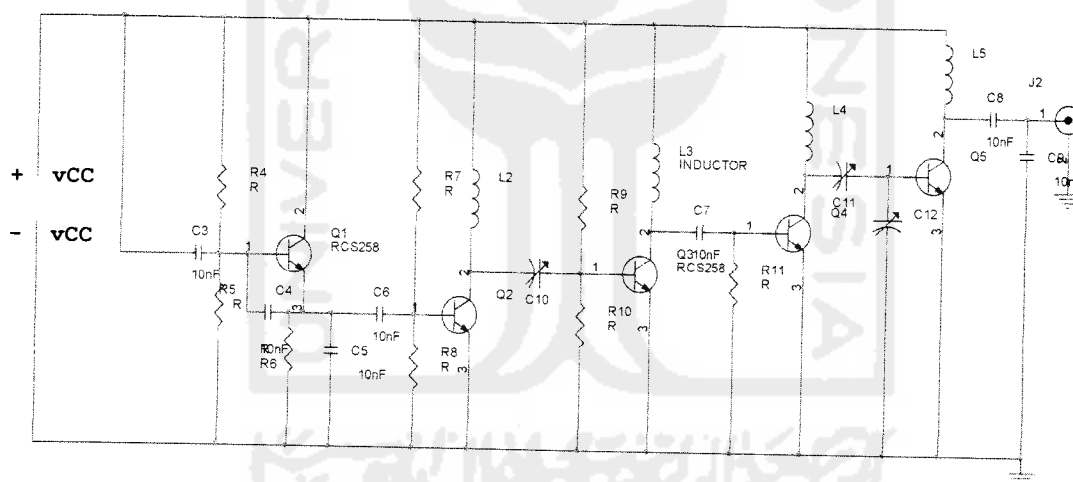
Tabel 3.1 Klasifikasi Osilator Berdasarkan daerah frekuensi

Kelas Osilator	Daerah Frekuensi
Osilator Frekuensi Audio ( AF )	Beberapa Hz – 20 Khz
Osilator Frekuensi Radio ( RF )	20 Khz – 30 MHz

Osilator Frekuensi Sangat Tinggi ( VHF )	30 MHz – 300 MHz
Osilator Frekuensi Ultra Tinggi ( UHF )	300 MHz – 3 GHz
Osilator Gelombang Mikro	3 GHz – beberapa Hz

### 3.7 Penguat RF

Rangkaian penguat akhir untuk dapat dikemudikan, maka getaran frekuensi tinggi yang bermodulasi harus diperkuat terlebih dahulu, agar penguatan daya dapat tercapai sesuai keperluan maka rangkaian penguat yang digunakan adalah penguat kelas A. Oleh karena penguat kelas A dapat menghasilkan penguatan yang linier.



Gambar 3.9 Rangkaian Penguat Rf

### 3.8 Antena

Antena adalah bagian yang tidak kalah penting pada sebuah pemancar, karena untuk memancarkan sebuah frekuensi diperlukan antena. Antena dapat memancarkan

frekuensi dengan jarak tertentu. dimana kita dapat lihat dari lengkung bumi yang mempunyai efek yang lebih penting, yaitu bahwa air memberikan suatu horizon ( kaki langit ) yang membatasi jangkauan transmisi. Jangkauan ini adalah lebih besar daripada jangkauan optis, karena atmosfer bumi mempunyai pengaruh sedemikian sehingga menyebabkan pembelokan dari gelombang radio, sehingga membawanya melewati batas horizon optis.

$$a' = \frac{3}{4}a \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana :

$a$  = Jari – jari bumi yang sebenarnya

$a'$  = Jari – jari aktif pembiasan ( refraction )

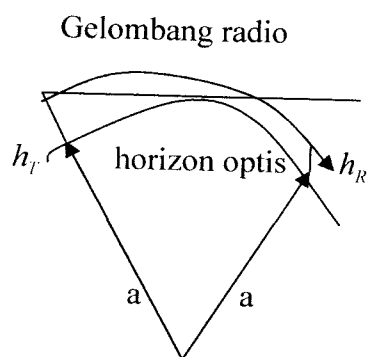
$$(a')^2 + d_i^2 = (a' + h_r)^2 \dots\dots\dots (3.13)$$

Dimana :

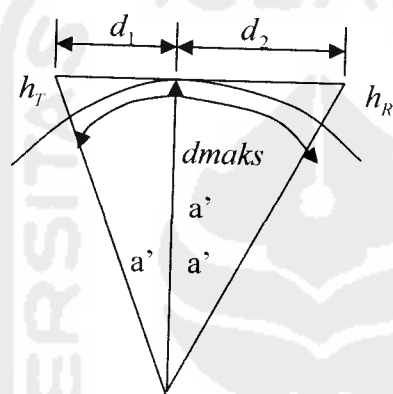
$d$  = jarak pancar

$h_r$  = Tinggi antenna pemancar

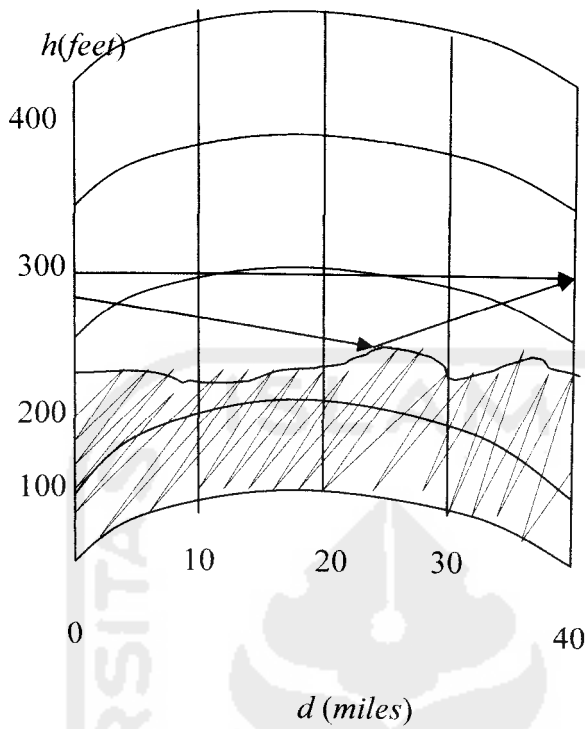
$h_R$  = Tinggi antenna penerima



Gambar 3.10 lengkung jalur sinar yang ditimbulkan dari perubahan indeks bias udara



Gambar 3.11 sinar garis lurus ekuivalen untuk jari – jari bumi aktif



Gambar 3.12. Peta Kountur ( tinggi rendah ) untuk perencanaan jalur

karena itu ,

$$d_1^2 = 2a'h_r + h_r^2 \dots\dots\dots ( 3.14 )$$

Tetapi karena  $a \gg h_r$

$$d_1^2 = 2a'h_r \dots\dots\dots ( 3.15 )$$

Demikian pula,

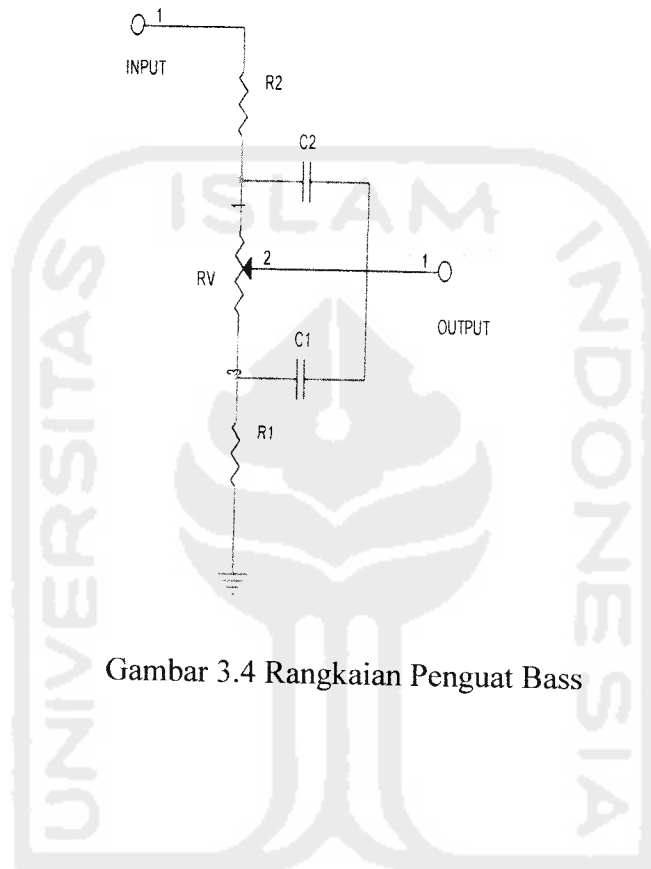
$$d_2^2 = 2a'h_R \dots\dots\dots ( 3.16 )$$

Jangkauan pemancar maksimum  $d_{maks}$  adalah

$$d_{maks} \approx d_1 + d_2$$

### 3.4.1 Rangkaian Pengatur Nada Rendah ( BASS )

Gambar 3.4 merupakan rangkaian penguat bass dimana pengaturan bass dalam hal ini adalah perbandingan  $R1 / R2$  dan  $R1 / RV$ .



Gambar 3.4 Rangkaian Penguat Bass

Keterangan :

$$R1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$C2 = 0.033 \text{ }\mu\text{F}$$

$$C1 = 0.33 \text{ }\mu\text{F}$$

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

$$= \sqrt{2a'h_T} + \sqrt{2a'h_R} \dots\dots\dots (3.17)$$

Dengan memasukan nilai – nilai angka,  $a' = \frac{4}{3} \times 3960$  mil dan dengan menyatakan  $h_T$  dan  $h_R$  dalam feet, diperoleh rumus yang sangat berguna.

$$d_{maks} = \sqrt{2h_T(\text{feet})} + \sqrt{2h_R(\text{feet})} \dots\dots\dots (3.18)$$

Atau dalam satuan metris

$$d_{maks}(km) = \sqrt{17h_T(m)} + \sqrt{17h_R(m)} \dots\dots\dots (3.19)$$



## BAB IV

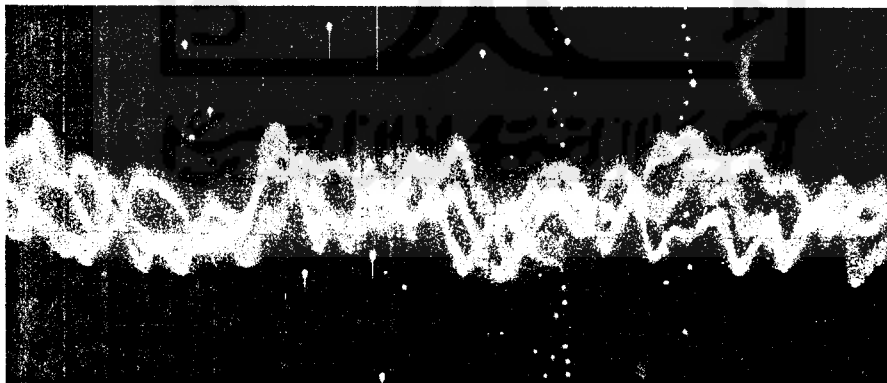
### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisa Pada Mikrofon

Mikrofon ini merupakan suatu alat elektromekanis yang mengubah perubahan-perubahan dalam tekanan udara menjadi yang sesuai dalam sinyal listrik. Untuk mikrofon yang ideal mempunyai respon frekuensi yang rata untuk keseluruhan daerah audio dari 16 Hz hingga 20 kHz, sedangkan diluar daerah ini tidak ada sama sekali.

#### 4.2 Analisa Tone Control

Rangkaian pengatur nada (*Tone Control*) terdapat dua pengaturan nada yaitu pengaturan nada rendah (*bass*) dan pengaturan nada tinggi (*treble*). Dibawah ini merupakan gambar sinyal output pada *tone control* dengan menggunakan input VCD



Gambar 4.1 Sinyal keluaran Tone Control



#### 4.2.1 Pengaturan Nada Rendah ( *Bass* )

Sebuah rangkaian pengaturan nada bass pada prinsipnya bila RV digerakkan menuju R2 ( bass diperkuat ), kapasitor C2 terhubung singkat, sehingga makin banyak resistansi dari Vout ke *ground* yang berarti semakin besar amplitudo yang diperoleh. Sebaliknya bila RV diputar menuju R1 ( bass terpotong), semakin sedikit resistansi diantara Vout dan *ground*, frekuensi-frekuensi rendah akan dilewatkan melalui C1 dan C2 menuju R1 jadi amplitudo akan berkurang.

#### 4.2.2 Pengaturan Nada Tinggi ( *Treble* )

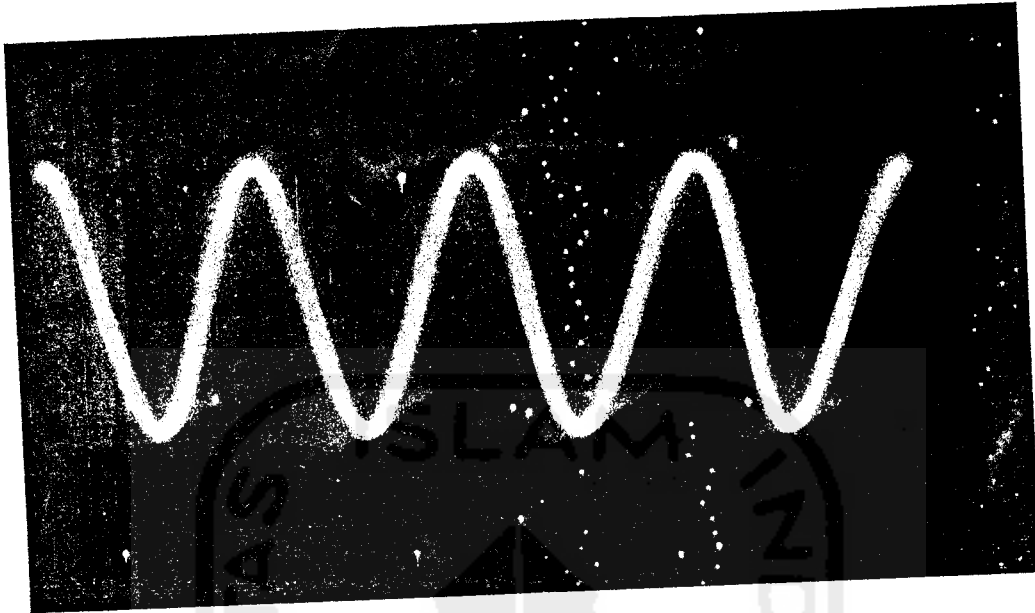
Sebuah rangkaian pengatur nada treble dimana pada prinsipnya bila RV diputar menuju C1 ( treble diperkuat ), semakin besar impedansi menuju *ground* dan semakin banyak Vout yang dihasilkan. Sebaliknya bila RV digerakkan menuju C2 (treble terpotong ), semakin sedikit resistansi dan sinyal akan diputus ke *ground*.

Pengujian Pada Tone Control

Sinyal output dari AFG setelah gain diturunkan  $\frac{1}{2}$  amplitudo

Tabel 4.1 Sinyal output pada AFG

Volt/ dive	Time/ dive	Tinggi ( kotak )	Lebar ( kotak )
50 V	10 mS	3,1	3,8

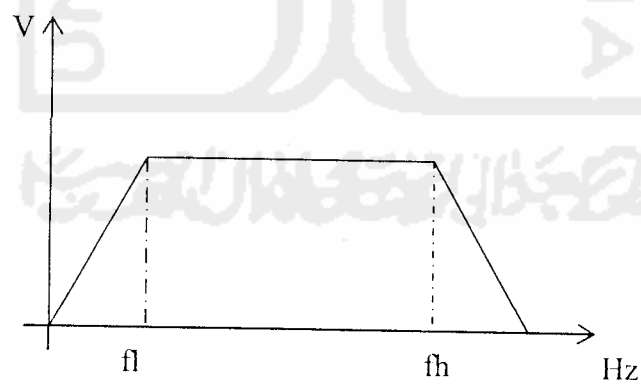


Gambar 4.2 Sinyal Output Pada AFG

Tabel 4.2 Pengujian Tone Control untuk posisi maksimal

No	Frekuensi	Volt/ dive	Time/ dive	Tinggi ( kotak )	Lebar ( kotak )
1	20 Hz	50 V	10 s	1,7	2
2	40 Hz	50 V	10 s	1,7	2,4
3	60 Hz	50 V	10 s	1,8	1,6
4	80 Hz	50 V	10 s	1,8	1,2
5	100 Hz	50 V	10 s	1,9	1,2
6	200 Hz	50 V	10 s	1,9	2
7	300 Hz	50 V	10 s	2	2,1
8	400 Hz	50 V	10 s	2,1	2
9	600 Hz	50 V	10 s	2,3	1,8
10	800 Hz	50 V	10 s	2,3	2,1
11	1 KHz	50 V	10 s	2,4	1

11	1 KHz	50 V	10 s	2,4	1
12	2 KHz	50 V	10 s	2,4	2,1
13	3 KHz	50 V	10 s	2,5	2,5
14	4 KHz	50 V	10 s	2,5	2,5
15	5 KHz	50 V	10 s	2,6	2
16	6 KHz	50 V	10 s	2,6	1,2
17	8 KHz	50 V	10 s	2,6	1,3
18	10 KHz	50 V	10 s	2,8	1,2
19	20 KHz	59 V	10 s	2,6	1
20	40 KHz	50 V	10 s	2,6	0,9
21	60 KHz	50 V	10 s	2,4	1
22	80 KHz	50 V	10 s	2,4	0,8
23	100 KHz	50 V	10 s	2,2	0,7
24	200 KHz	50 V	10 s	1,8	0,7
23	100 KHz	50 V	10 s	1,5	0,8
23	100 KHz	50 V	10 s	1,3	0,6



Gambar 4.3 Frekuensi Tone Control pada posisi maksimal

Frekuensi  $f_l = 300 \text{ Hz}$

Frekuensi  $f_h = 10 \text{ KHz}$

Bandwith =  $f_h - f_l$

$$= 10 \text{ KHz} - 300 \text{ Hz}$$

$$= 9,7 \text{ KHz}$$

Amplitudo = Volt/ dive x tinggi

$$= 50 \times 2$$

$$= 100 \text{ V}$$

Amplitudo = Volt/ dive x Tinggi

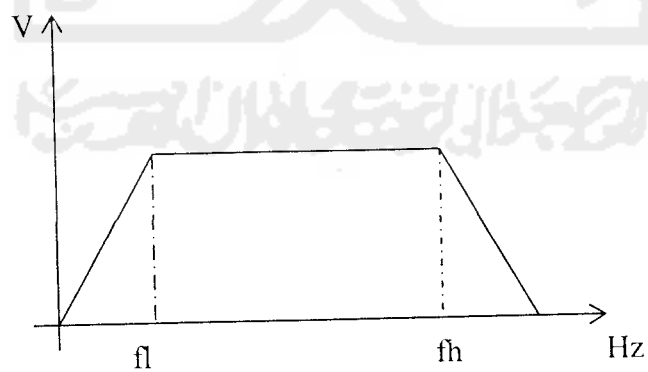
$$= 50 \times 2,8$$

$$= 140 \text{ V}$$

Tabel 4.3 Pengujian Tone Control untuk posisi minimum

No	Frekuensi	Volt/ dive	Time/ dive	Tinggi	Lebar
1	20 Hz	50 V	10 s	0,6	1,2
2	40 Hz	50 V	10 s	0,8	1
3	60 Hz	50 V	10 s	0,9	1
4	80 Hz	50 V	10 s	1	1,1
5	100 Hz	50 V	10 s	1,2	1
6	200 Hz	50 V	10 s	1,2	1,2
7	300 Hz	50 V	10 s	1,4	1,3
8	400 Hz	50 V	10 s	1,4	1,3
9	600 Hz	50 V	10 s	1,5	1,2

10	800 Hz	50 V	10 s	1,6	1
11	1 KHz	50 V	10 s	1,5	1
12	2 KHz	50 V	10 s	1,5	2
13	3 KHz	50 V	10 s	1,6	2
14	4 KHz	50 V	10 s	1,6	2,1
15	5 KHz	50 V	10 s	1,7	1,2
16	6 KHz	50 V	10 s	1,7	1,2
17	8 KHz	50 V	10 s	1,9	1,3
18	10 KHz	50 V	10 s	2	0,9
19	20 KHz	59 V	10 s	2,1	1
20	40 KHz	50 V	10 s	2	0,8
21	60 KHz	50 V	10 s	1,9	0,7
22	80 KHz	50 V	10 s	1,8	0,6
23	100 KHz	50 V	10 s	1,8	0,4
24	200 KHz	50 V	10 s	1,7	1
23	100 KHz	50 V	10 s	1,7	1
23	100 KHz	50 V	10 s	1,5	0,9



Gambar 4.4 frekuensi Tone Control pada posisi minimum

Frekuensi  $f_l = 80 \text{ Hz}$

Frekuensi  $f_h = 20 \text{ KHz}$

Bandwith =  $f_h - f_l$

$$= 20 \text{ KHz} - 80 \text{ Hz}$$

$$= 19,920 \text{ KHz}$$

Amplitudo = Volt/ dive x tinggi

$$= 50 \times 1,1$$

$$= 55 \text{ V}$$

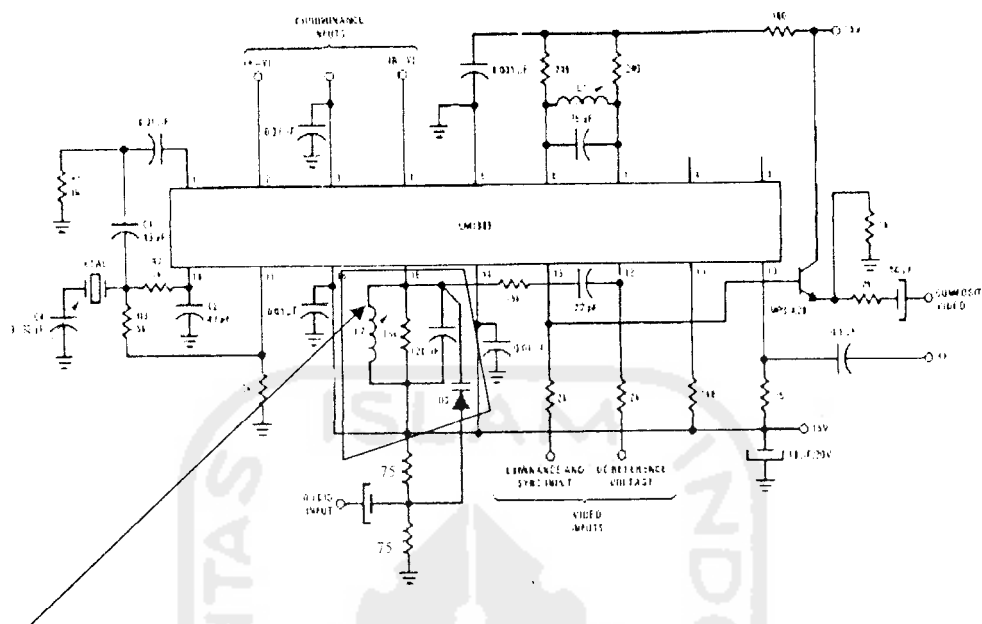
Amplitudo = Volt/ dive x Tinggi

$$= 50 \times 2,1$$

$$= 105 \text{ V}$$

### 4.3 Osilator

Pembuatan pemancar televisi ini menggunakan osilator colpitts yang terdiri dari komponen aktif dan pasif yang diantaranya adalah R, L dan C, dimana osilator ini berfungsi sebagai pembangkit sinyal. Osilator ini juga menggunakan komponen diode varaktor. Dalam rangkaian pemancar TV, osilator dapat dilihat.



Bagian Osilator

Gambar 4.5 Rangkaian Pemancar TV

Gambar 4.6 adalah osilator yang digunakan pada bagian audio :



Gambar 4.6 Rangkaian Osilator

Dari gambar dapat diketahui :

$$R = 15 \Omega$$

$$C1 = 120 \text{ pF}$$

$$C2 = 12 \text{ pF}$$

Dari komponen tersebut maka L dapat di cari nilainya :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = RxC$$

$$\begin{aligned} C_{tot} &= \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \\ &= \frac{120 \times 12}{120 + 12} \\ &= \frac{1440}{132} \\ &= 10.9 \text{ pF} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= RxC \\ &= 15 \times 10^{-3} \times 10.9 \times 10^{-12} \\ &= 1.635 \times 10^{-10} \text{ s} \end{aligned}$$

Untuk frekuensi =

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{T} \\ &= \frac{1}{1.635 \times 10^{-10}} \\ &= 61.16 \text{ Mhz} \end{aligned}$$

Untuk menghitung L adalah =





$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi L^2 C^2}$$

$$L = \frac{1}{2\pi C f}$$

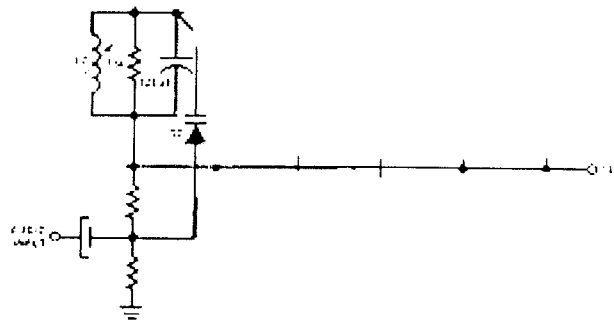
$$= \frac{1}{2 \times 3,14 \times 3 \cdot 10^{-9} \times 33,3}$$

$$= 15,9 \text{ mH}$$

Pengamatan yang dilakukan dengan frekuensi counter hasil yang diperoleh untuk frekuensi carrier pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hasil pengukuran frekuensi carrier dengan Frekuensi Counter untuk menghitung sinyal carrier



Gambr 4.8 Rangkaian Osilator

Dari gambar diketahui :

$$R_1 = 75 \Omega$$

$$R_2 = 75 \Omega$$

$$V_{cc} = 16 \text{ V}$$

Dari komponen tersebut dapat dicari  $V_c$

$$V_c = \frac{R_1}{R_2 + R_1} V_{cc}$$

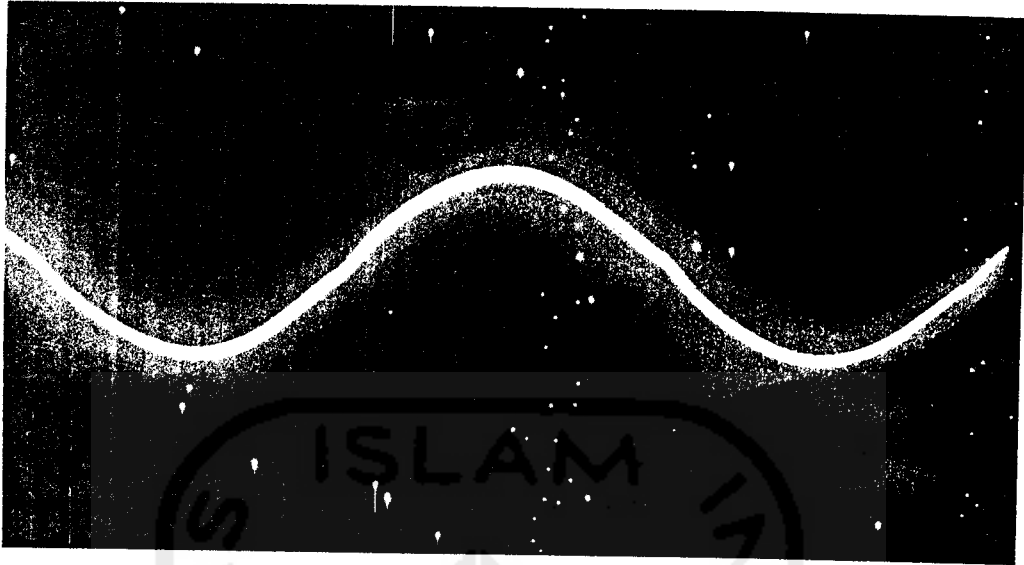
$$V_c = \frac{75}{75 + 75} \times 16$$

$$= \frac{75}{150} \times 16$$

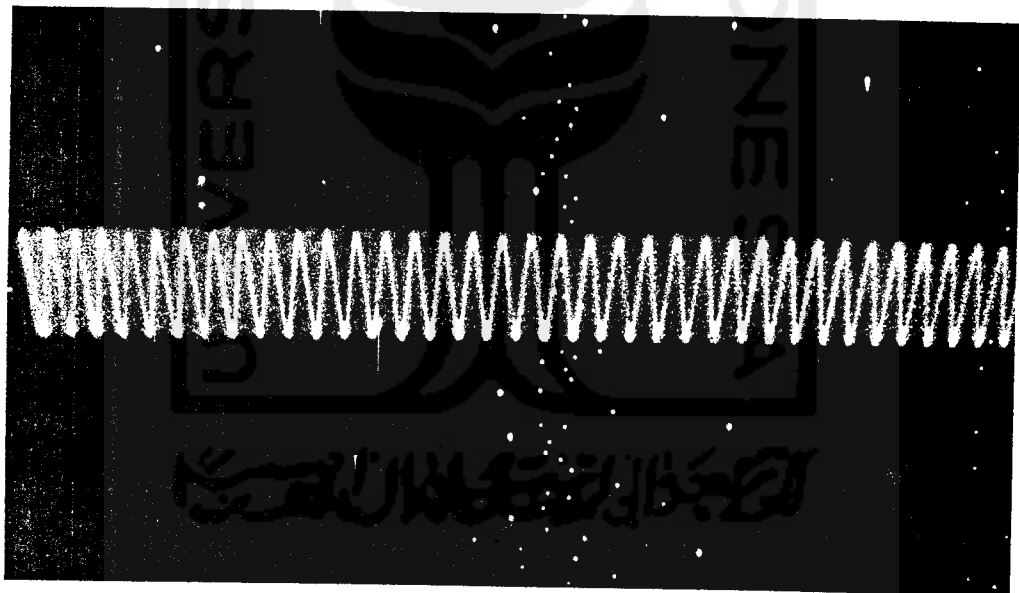
$$= \frac{1}{2} \times 16$$

$$= 6 \text{ V}$$

Gambar 4.9 adalah sinyal audio yang belum termodulasi dan pada gambar 4.10 merupakan sinyal audio termodulasi



Gambar 4.9 sinyal audio yang belum termodulasi



Gambar 4.10 sinyal audio termodulasi

Untuk daya yang dihasilkan dalam pemancar ini adalah 2,5 watt seperti yang terlihat dalam gambar 4.11.



Gambar 4.11 Hasil Pengukuran daya dengan SWR

Untuk menghitung indeks modulasi sinyal FM didefinisikan

$$mf = \frac{\text{deviasifrekuensi(maksimum)}}{\text{frekuensi modulasi}} = \frac{\delta}{f_m}$$

Dimana

$$fd = 75\text{kHz}$$

$$f_m = 25\text{kHz}$$

$$\delta = \frac{fd}{f_m}$$

$$= \frac{75\text{kHz}}{25\text{kHz}} = 3\text{kHz}$$

$$\text{Jadi } mf = \frac{3\text{kHz}}{25\text{kHz}} = 0,12 \times 100\% = 12\%$$

Pengujian pada antenna

Antenna pemancar = 5 m

Antena penerima = 2 m

Maka dapat dihitung dengan cara

$$d_{maks}(m) = \sqrt{17h_T(m)} + \sqrt{17h_R(m)}$$

$$d_{maks}(m) = \sqrt{17 \times 5(m)} + \sqrt{17 \times 2(m)}$$

$$= \sqrt{85} + \sqrt{34}$$

$$= 9.2 + 5.8$$

$$= 15 \text{ m}$$

Kenyataannya pemancar yang dibuat setelah diset antenna pemancarnya pada ketinggian 5 m dan antenna penerima 2 m dihasilkan jarak pancar sejauh 10 m, ini berbeda dengan perhitungan dikarenakan adanya pengaruh dari faktor luar seperti pohon, bangunan rumah dan antenna yang digunakan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan dan hasil analisa maka dalam pembuatan alat ini dapat disimpulkan beberapa hal yaitu :

1. Pemancar televisi digunakan untuk merubah dan memancarkan sinyal-sinyal gambar bersama-sama sinyal suara sehingga sinyal tersebut dapat ditangkap oleh televisi penerima.
2. Pemancar yang dibuat adalah pemancar dengan sistem PAL ( *Phase Alternative Line* ), dimana sistem ini adalah sistem penyiaran yang ada di Indonesia.
3. Pembuatan pemancar ini menggunakan jalur VHF karena jalur ini merupakan jalur pendidikan dan untuk frekuensi osilator 61,16 MHz.
4. Menggunakan osilator colpitts karena sifat-sifat kestabilannya dan juga sederhana struktur rangkaiannya.
5. Secara teori dalam perhitungan frekuensi carrier dengan kenyataan alat yang dibuat setelah diukur menggunakan frekuensi counter adanya perbedaan karena adanya faktor toleransi.
6. Daya yang dihasilkan dalam pembuatan pemancar televisi ini adalah 2,5 watt

## 5.2 Saran

1. Jarak pancar dapat diperluas jika pada penguat akhir dikuatkan lagi.
2. Menentukan frekuensi osilator harus berhati-hati bila pada osilator frekuensinya bergeser maka gambar dan suara tidak dapat diproduksi.
3. Sinyal televisi agar dapat ditangkap dengan baik maka antenna dipasang tinggi atau dengan menggunakan boster.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Halim, Drs 2002. **Sistem Telekomunikasi**. PT Elektronika UNY
- Albert Paul Malvino, 1987. **Prinsip – Prinsi Elektronika edisi Ketiga**, Alih bahasa M. Barmawi, Erlangga, Jakarta.
- Blocher Richard, 2003. **Dasar – Dasar Elektronika**. Andi Yogyakarta.
- Denis Robby dan John Coolen, 2001. **Komunikasi Elektronik Edisi Bahasa Indonesia Jilid Satu**. PT Prenhalindo, Jakarta.
- Denis Robby dan John Coolen, 1992. **Komunikasi Elektronik Edisi Ketiga Jilid Satu**. Ahli Bahasa Ir. Kamal Idris. Erlangga Jakarta.
- Denis Robby dan John Coolen, 1997. **Komunikasi Elektronik Edisi Ketiga Jilid Dua**. Ahli Bahasa Ir. Kamal Idris. Erlangga Jakarta.
- Ferrel G Stremmler, 1982. **Introduction To Telecommunication System**. Second Edition.
- Hughes Fredrick W, 1998. **Panduan OP – Amp**. PT Elek Media Komputindo Kelompok Gramedia Jakarta
- Henry Stark, Franz B, 1997. **Modern Elektrical Comunciations**. Tuctur Prentice / hall International Edition.
- Yoedy Moegiharto, Ir 1994. **Dasar Sistem Komunikasi**. Politeknik Elektronika Surabaya.



## LM1889 TV Video Modulator

### General Description

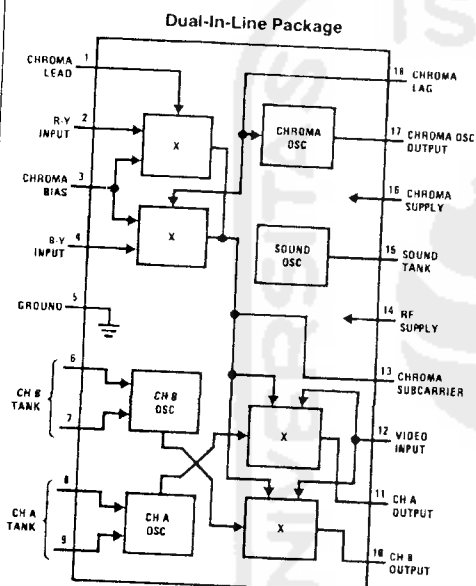
The LM1889 is designed to interface audio, color difference, and luminance signals to the antenna terminals of a TV receiver. It consists of a sound subcarrier oscillator, chroma subcarrier oscillator, quadrature chroma modulators, and RF oscillators and modulators for two low-VHF channels.

The LM1889 allows video information from VTR's, games, test equipment, or similar sources to be displayed on black and white or color TV receivers. When used with the MM57100 and MMS3104, a complete TV game is formed.

### Features

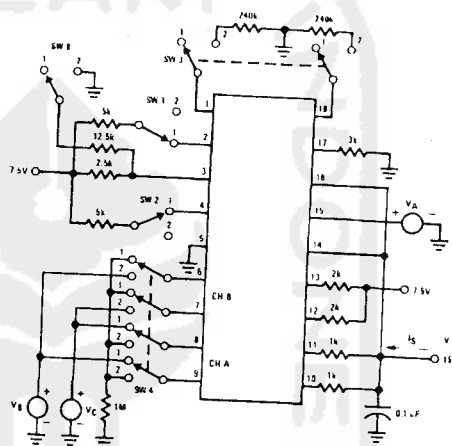
- dc channel switching
- 12V to 18V supply operation
- Excellent oscillator stability
- Low intermodulation products
- 5 Vp-p chroma reference signal
- May be used to encode composite video

### Block Diagram



Order Number **LM1889N**  
See NS Package Number **N18A**

### DC Test Circuit



### Absolute Maximum Ratings

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

Supply Voltage V14, V16 max 19 V<sub>DC</sub>  
 Power Dissipation Package (Note 1) 1800 mW  
 Operating Temperature Range 0°C to +70°C

Storage Temperature Range -55°C to +150°C  
 Chroma Osc Current I<sub>17</sub> max 10 mA<sub>DC</sub>  
 (V16-V15) max ±5 V<sub>DC</sub>  
 (V14-V10) max 7V  
 (V14-V11) max 7V  
 Lead Temperature (Soldering, 10 sec.) 260°C

### DC Electrical Characteristics (dc Test Circuit, All SW Normally Pos. 1, V<sub>A</sub> = 15V, V<sub>B</sub> = V<sub>C</sub> = 12V)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
I <sub>S</sub>	Supply Current		20	35	45	mA
ΔI <sub>15</sub>	Sound Oscillator, Current Change	Change V <sub>A</sub> from 12.5 to 17.5V	0.3	0.6	0.9	mA
V <sub>17</sub>	Chroma Oscillator Balance		9.5	11.0	12.5	V
V <sub>13</sub>	Chroma Modulator Balance		7.0	7.4	7.8	V
ΔV <sub>13</sub>	R-Y Modulator Output Level	SW 3, Pos. 2, Change SW 1 from Pos. 1 to Pos. 2	0.6	0.9	1.2	V
ΔV <sub>13</sub>	B-Y Modulator Output Level	SW 3, Pos. 2, Change SW 2 from Pos. 1 to Pos. 2	0.6	0.9	1.2	V
ΔV <sub>13</sub> /ΔV <sub>3</sub>	Chroma Modulator Conversion Ratio	SW 3, Pos. 2, Change SW 0 from Pos. 1 to Pos. 2 Divide ΔV <sub>13</sub> by ΔV <sub>3</sub>	0.45	0.70	0.95	V/V
V <sub>8, V9</sub>	Ch. A Oscillator "OFF" Voltage	SW 4, Pos. 2		1.0	3.0	V
I <sub>9</sub>	Ch. A Oscillator Current Level	V <sub>B</sub> = 12V, V <sub>C</sub> = 13V	3.0	4.0	5.5	mA
V <sub>6, V7</sub>	Ch. B Oscillator "OFF" Voltage			1.0	3.0	V
I <sub>6</sub>	Ch. B Oscillator Current Level	SW 4, Pos. 2, V <sub>B</sub> = 12V, V <sub>C</sub> = 13V	3.0	4.0	5.5	mA
ΔV <sub>11</sub> /(V <sub>13</sub> -V <sub>12</sub> )	Ch. A Modulator Conversion Ratio	SW 1, SW2, SW 3, Pos. 2, Measure ΔV <sub>11</sub> (V <sub>10</sub> ) by Changing from V <sub>B</sub> = 12.5V, V <sub>C</sub> = 11.5V to V <sub>B</sub> = 11.5V, V <sub>C</sub> = 12.5V and Divide by V <sub>13</sub> -V <sub>12</sub>	0.35	0.55	0.75	V/V
ΔV <sub>10</sub> /(V <sub>13</sub> -V <sub>12</sub> )	Ch. B Modulator Conversion Ratio	Divide as Above	0.35	0.55	0.75	V/V

### AC Electrical Characteristics (AC Test Circuit, V = 15V)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
V <sub>17</sub>	Chroma Oscillator Output Level	C <sub>LOAD</sub> ≤ 20 pF	4	5		Vp-p
V <sub>15</sub>	Sound Carrier Oscillator Level	Loaded by RC Coupling Network	2	3	4	Vp-p
V <sub>8, V9</sub>	Ch. 3 RF Oscillator Level	Ch. SW. Pos. 3, f = 61.25 MHz, Use FET Probe	200	350		mVp-p
V <sub>6, V7</sub>	Ch. 4 RF Oscillator Level	Ch. Sw. Pos. 4, f = 67.25 MHz, Use FET Probe	200	350		mVp-p

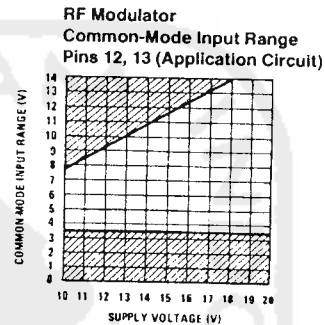
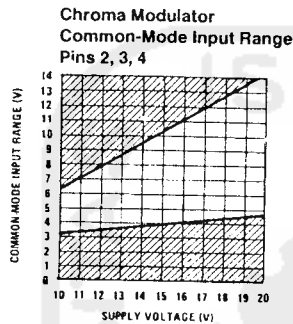
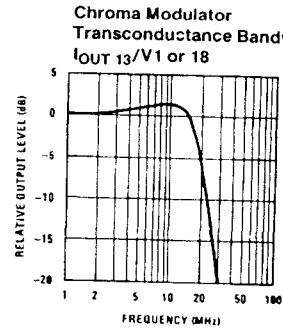
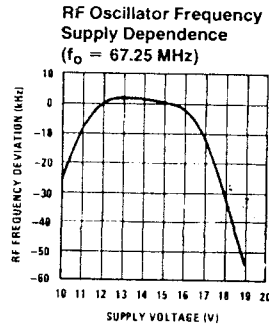
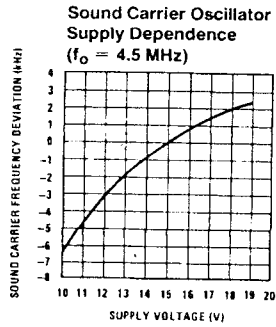
Note 1: For operation in ambient temperatures above 25°C, the device must be derated based on a 150° maximum junction temperature and a thermal resistance of 70°C C/W junction to ambient.

### Design Characteristics (AC Test Circuit, V = 15V)

Parameter	Typ	Units	Parameter	Typ	Units
Oscillator Supply Dependence	3	Hz/V	RF Modulator		
Chroma, $f_0 = 3.579545$ MHz	See Curves		Conversion Gain, $f = 61.25$ MHz,	10	mVrms/V
Sound Carrier, RF			$V_{OUT}/(V_{13}-V_{12})$	5	%
Oscillator Temperature Dependence (IC Only)			3.58 MHz Differential Gain	3	degrees
Chroma	0.05	ppm/°C	Differential Phase		
Sound Carrier	-15	ppm/°C	2.5 Vp-p Video, 87.5% mod.		
RF	-50	ppm/°C	Output Harmonics below Carrier		
Chroma Oscillator Output, Pin 17			2nd, 3rd	12	dB
$I_{RISE}$ , 10-90%	20	ns	4th and above	20	dB
$I_{FALL}$ , 90-10%	30	ns	Input Impedances		
Duty Cycle (+) Half Cycle	51	%	Chroma Modulator, Pins 2, 4	500k//2 pF	
(-) Half Cycle	49	%	RF Modulator, Pin 12	1M//2 pF	
RF Oscillator Maximum Operating Frequency	100	MHz	Pin 13	250k//3.5 pF	
(Temperature Stability Degraded)					
Chroma Modulator ( $f = 3.58$ MHz)	0.6	Vp-p/V			
B-Y Conversion Gain $V_{13}/(V_4-V_3)$	0.6	Vp-p/V			
R-Y Conversion Gain $V_{13}/(V_2-V_3)$	$\pm 0.5$	dB			
Gain Balance	See Curve				
Bandwidth					



## Typical Performance Characteristics



TL/H/7917-4

### Circuit Description (Refer to Circuit Diagram)

The sound carrier oscillator is formed by differential amplifier Q3, Q4 operated with positive feedback from the pin 15 tank to the base of Q4.

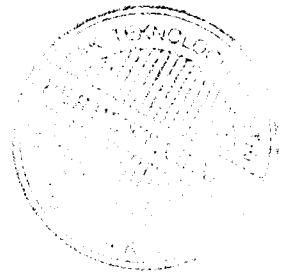
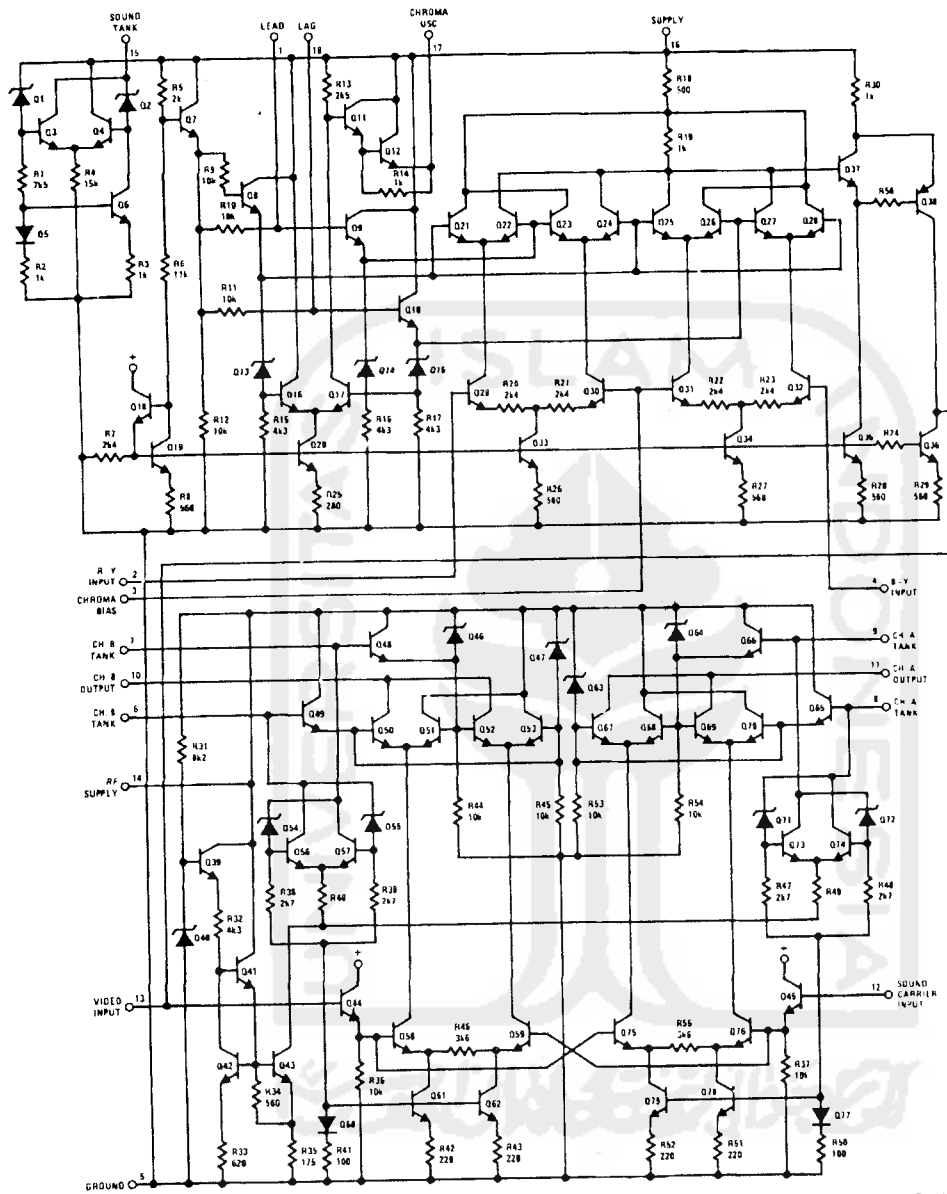
The chroma oscillator consists of the inverting amplifier Q16, Q17 and Darlington emitter follower Q11, Q12. An external RC and crystal network from pin 17 to pin 18 provides an additional 180 degrees phase lag back to the base of Q17 to produce oscillation at the crystal resonance frequency. (See AC test circuit).

The feedback signal from the crystal is split in a lead-lag network to pins 1 and 18, respectively, to generate the sub-carrier reference signals for the chroma modulators. The R-Y modulator consists of multiplier devices Q29, Q30 and Q21-Q24, while the B-Y modulator consists of Q31, Q32 and Q25-Q28. The multiplier outputs are coupled through a balanced summing amplifier Q37, Q38 to the input of the RF modulators at pin 13. With 0 offset at the lower pairs of the multipliers, no chroma output is produced. However, when either pin 2 or pin 4 is offset relative to pin 3 a subcarrier output current of the appropriate phase is produced at pin 13.

The channel B oscillator consists of devices Q56 and Q57 cross-coupled through level-shift zener diodes Q54 and Q55. A current regulator consisting of devices Q39-Q43 is used to achieve good RF frequency stability over supply and temperature. The channel B modulator consists of multiplier devices Q58, Q59 and Q50-Q53. The top quad is coupled to the channel B tank through isolating devices Q48 and Q49. A dc offset between pins 12 and 13 offsets the lower pair to produce an output RF carrier at pin 10. That carrier is then modulated by both the chroma signal at pin 13 and the video and sound carrier signals at pin 12. The channel A modulator shares pin 12 and 13 buffers Q45 and Q44 with channel B and operates in an identical manner.

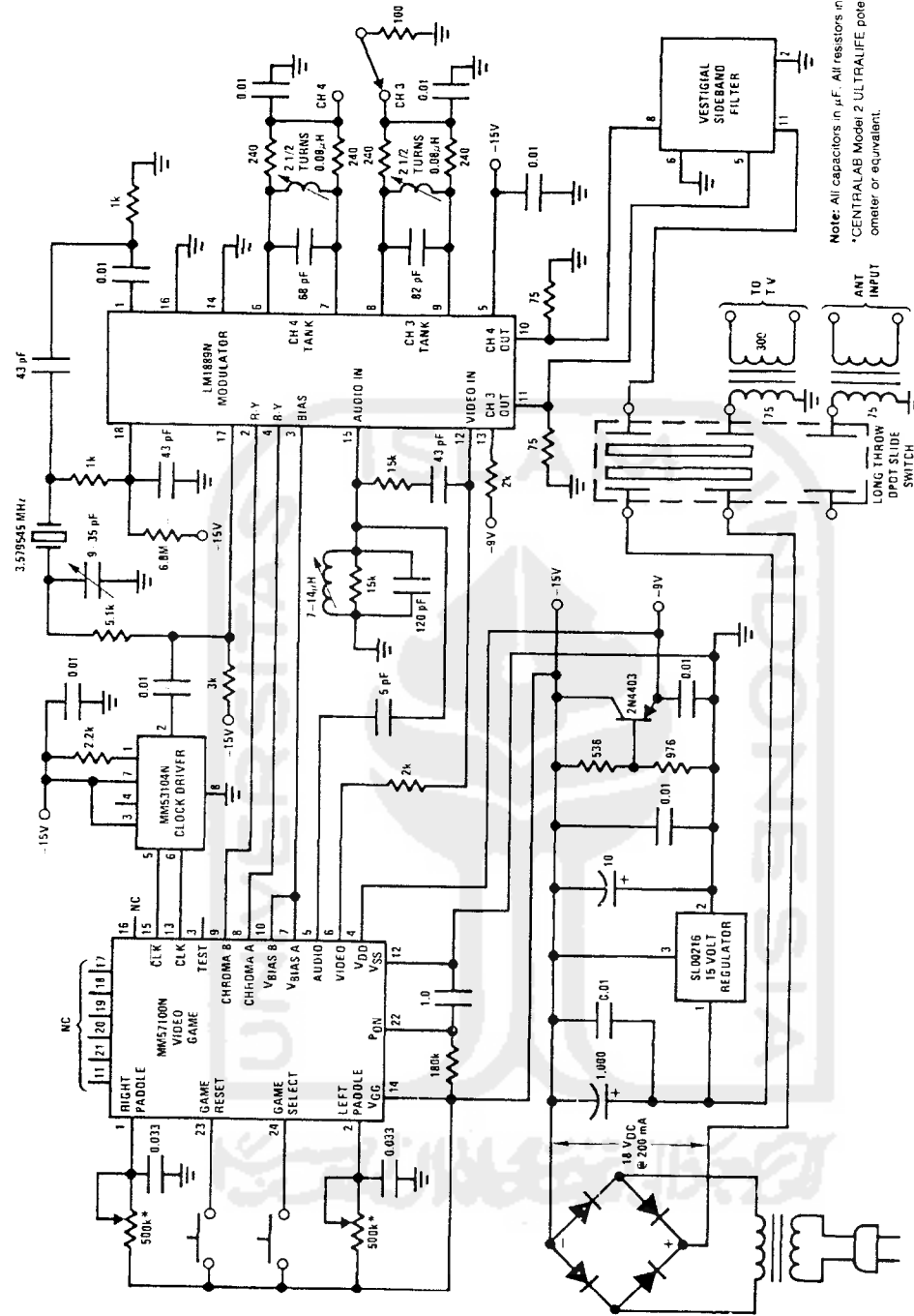
The current flowing through channel B oscillator diodes Q54, Q55 is turned around in Q60, Q61 and Q62 to source current for the channel B RF modulator. In the same manner, the channel A oscillator Q71-Q74 uses turn around Q77, Q78 and Q79 to source the channel A modulator. One oscillator at a time may be activated by connecting its tank to supply (see ac test circuit). The corresponding modulator is then activated by its current turn-around, and the other oscillator/modulator combination remains "OFF".

# Circuit Diagram



TL/H/7917-5

# TV Game Schematic



Note: All capacitors in µF. All resistors in Ω.  
 \*CENTRALAB Model 2 ULTRALIFE potentiometer or equivalent.

TL/H7917-6

## Applications Information

### Subcarrier Oscillator

The oscillator is a crystal-controlled design to ensure the accuracy and stability required of the subcarrier frequency for use with television receivers. Lag-lead networks (R2C2 and C1R1) define a quadrature phase relationship between pins 1 and 18 at the subcarrier frequency of 3.579545 MHz. Other frequencies can be used and where high stability is not a requirement, the crystal can be replaced with a parallel resonant L-C tank circuit—to provide a 2 MHz clock, for example. Note that since one of the chrominance modulators is internally connected to the feedback path of the oscillator, operation of the oscillator at other than the correct subcarrier frequency precludes chrominance modulation.

When an external subcarrier source is available or preferred, this can be used instead. For proper modulator operation, a subcarrier amplitude of 500 mVp-p is required at pins 1 and 18. If the quadrature phase shift networks shown in the application circuit are retained, about 1 Vp-p subcarrier injected at the junction of C1 and R2 is sufficient. The crystal, C4 and R3 are eliminated and pin 17 provides a 5 Vp-p signal shifted +125°C from the external reference.

### Chrominance Modulation

The simplest method of chroma encoding is to define the quadrature phases provided at pins 1 and 18 as the color difference axes R-Y and B-Y. A signal at pin 2 (R-Y) will give a chrominance subcarrier output from the modulator with a relative phase of 90°C compared to the subcarrier output produced by a signal at pin 4 (B-Y). The zero signal dc level of the R-Y and B-Y inputs will determine the bias level required at pin 3. For example, a pin 2 signal that is 1V positive with respect to pin 3 will give 0.6 Vp-p subcarrier at a relative phase of 90°C. If pin 2 is 1V negative with respect to pin 3, the output is again 0.6 Vp-p, but with a relative phase of 270°C. When a simultaneous signal exists at pin 4, the subcarrier output level and phase will be the vector sum of the quadrature components produced by pin 2 and 4 inputs. Clearly, with the modulation axes defined as above, a negative pulse on pin 4 during the burst gate period will produce the chrominance synchronizing "burst" with a phase of 180°. Both color difference signals must be dc coupled to the modulators and the zero signal dc level of both must be the same and within the common-mode range of the modulators.

The 0.6 Vp-p/V<sub>dc</sub> conversion gain of the chrominance modulators is obtained with a 2 kΩ resistor connected at pin 13. Larger resistor values can be used to increase the gain, but capacitance at pin 13 will reduce the bandwidth. Notice that equi-bandwidth encoding of the color difference signals is implied as both modulator outputs are internally connected and summed into the same load resistor.

### Sound Oscillator

Frequency modulation is achieved by using a 4.5 MHz tank circuit and deviating the center frequency via a capacitor or a varactor diode. Switching a 5 pF capacitor to ground at an audio frequency rate will cause a 50 kHz deviation from 4.5 MHz. A 1N5447 diode biased -4V from pin 16 will give ±20 kHz deviation with a 1 Vp-p audio signal. The coupling network to the video modulator input and the varactor diode bias must be included when the tank circuit is tuned to center frequency.

A good level for the RF sound carrier is between 2% and 20% of the picture carrier level. For example, if the peak video signal offset of pin 12 with respect to pin 13 is 3V, this corresponds to a 30 mVrms picture RF carrier. The source impedance at pin 12 is defined by the external 2 kΩ resistor and so a series network of 15 kΩ and 24 pF will give a sound carrier level at -32 dB to the picture carrier.

### RF Modulation

Two RF channels are available, with carrier frequencies up to 100 MHz being determined by L-C tank circuits at pins 6, 7, 8 and 9. The signal inputs (pins 12, 13) to both modulators are common, but removing the power supply from an RF oscillator tank circuit will also disable that modulator.

As with the chrominance modulators, it is the offset between the two signal input pins that determines the level of RF carrier output. Since one signal input (pin 13) is also internally connected to the chrominance modulators, the 2 kΩ load resistor at this point should be connected to a bias source within the common-mode input range of the video modulators. However, this bias source is independent of the chrominance modulator bias and where chrominance modulation is not used, the 2 kΩ resistor is eliminated and the bias source connected directly to pin 13.

To preserve the dc content of the video signal, amplitude modulation of the RF carrier is done in one direction only, with increasing video (toward peak white) decreasing the carrier level. This means the active composite video signal at pin 12 must be offset with respect to pin 13 and the sync pulse should produce the largest offset (i.e., the offset voltage of pin 12 with respect to pin 13 should have the same polarity as the sync pulses).

The largest video signal (peak white) should not be able to suppress the carrier completely, particularly if sound transmission is needed. For example, a signal with 1V sync amplitude and 2.5V peak white (3.5 Vp-p, negative polarity sync) and a black level at 5 V<sub>dc</sub> will require a dc bias of 8V on pin 13 for correct modulation. A simple way of obtaining the required offset is to bias pin 13 at 4 x (sync amplitude) from the sync tip level at pin 12.



## Applications Information (Continued)

### Split Power Supplies

The LM1889 is designed to operate over a wide range of supply voltages so that much of the time it can utilize the signal source power supplies. An example of this is shown in Figure 2 where the composite video signal from a character generator is modulated onto an RF carrier for display on a conventional home TV receiver. The LM1889 is biased between the -12V and +5V supplies and pin 13 is put at ground. A 9.1 k $\Omega$  resistor from pin 12 to -12V dc offsets the video input signal (which has sync tips at ground) to establish the proper modulation depth -  $R1/R2 = V_{IN}/12 \times 0.875$ . This design is for monochrome transmission and features an extremely low external parts count.

### DC Clamped Inputs

Utilizing a DC clamp will make matching the LM1889 to available signal generator outputs a simple process. Figure 3 shows the LM1889 configured to accept the composite video patterns available from a Tektronix Type 144 generator that has black level at ground and negative polarity syncs. In this application, the chroma oscillator amplifier is used to provide a gain of two. The 100k pot adjusts the overall DC level of the amplified signal which determines the modulation depth of the RF output. Clamping the input requires a minimum of DC correction to obtain the correct DC output level. This allows the adjustment to be a high impedance that will have minimum effect on the amplifier closed loop gain.

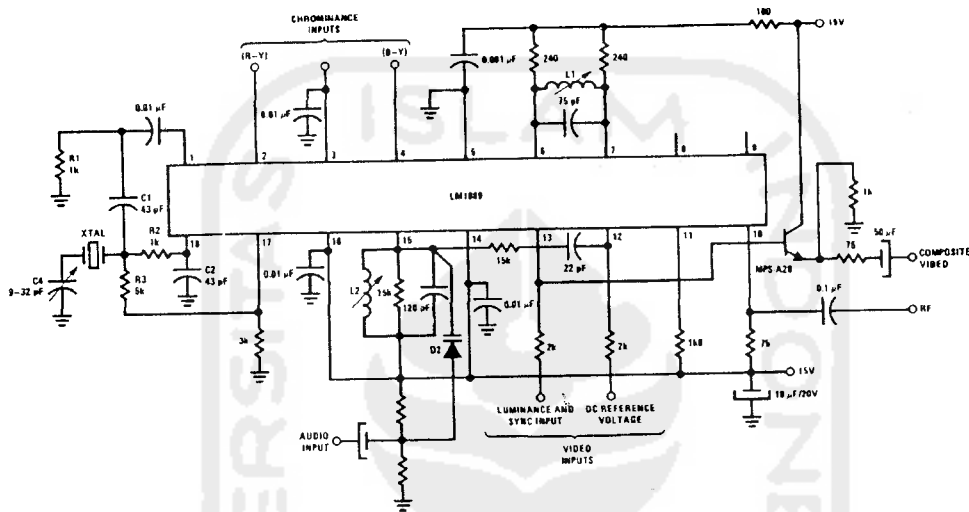


FIGURE 1. Luminance and Chrominance Encoding Composite Video or RF Output

TL/H/7917-7

Applications Information (Continued)

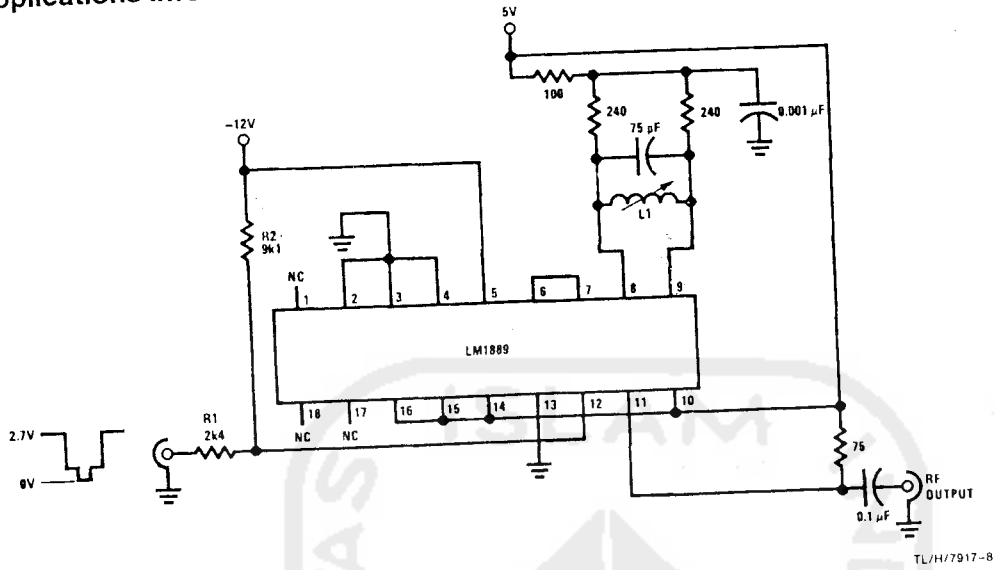


FIGURE 2. Low-Cost Monochrome Modulator for Character Generator Display

TL/H/7917-8

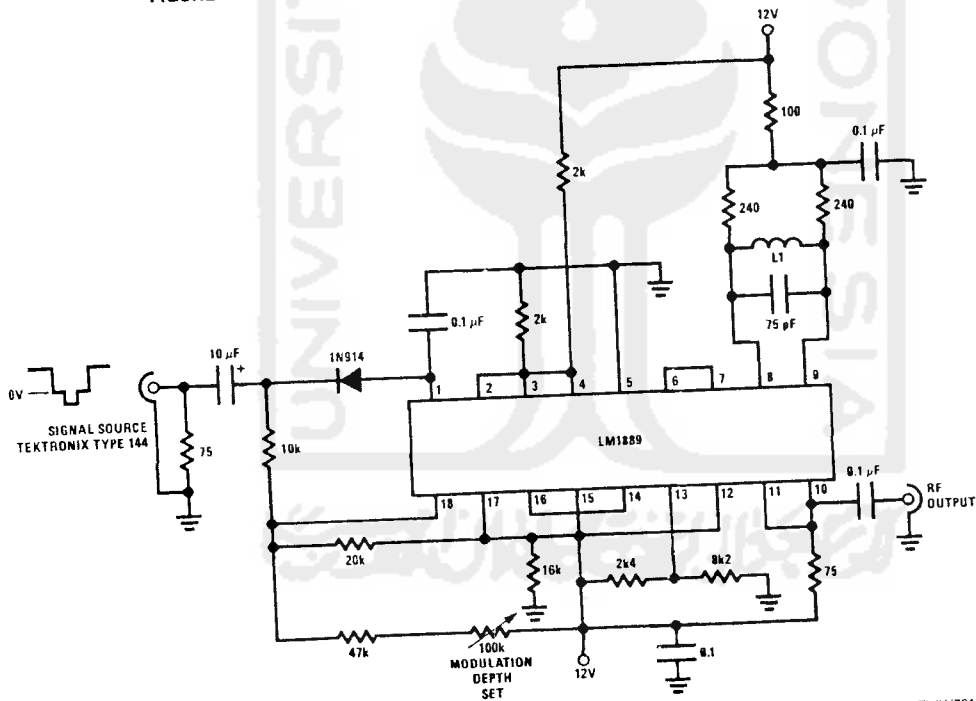
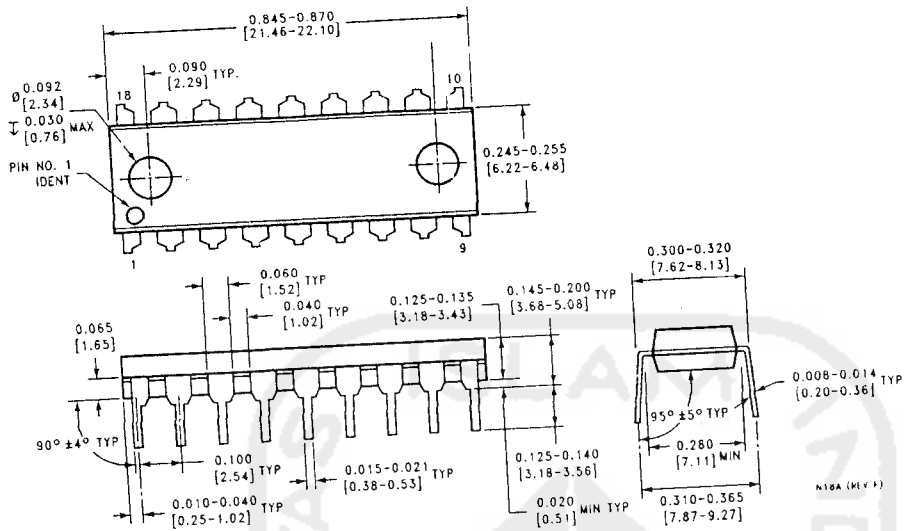


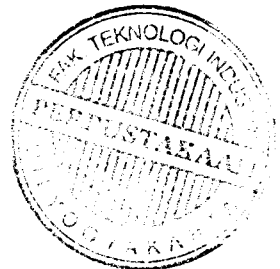
FIGURE 3. DC Clamped Modulator for NTSC Pattern Generators

TL/H/7917-9

Physical Dimensions in inches (millimeters)



Molded Dual-In-Line Package (N)  
 Order Number LM1889N  
 See NS Package Number N18A



LIFE SUPPORT POLICY

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

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

**National Semiconductor Corporation**  
 1111 West Bardin Road  
 Arlington, TX 76017  
 Tel: 1(800) 272-9959  
 Fax: 1(800) 737-7018

**National Semiconductor Europe**  
 Fax: (+49) 0-180-530 85 86  
 Email: crwgs@tovm2.nsc.com  
 Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85  
 English Tel: (+49) 0-180-532 78 32  
 Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58  
 Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

**National Semiconductor Hong Kong Ltd.**  
 13th Floor, Straight Block,  
 Ocean Centre, 5 Canton Rd.  
 Tsimshatsui, Kowloon  
 Hong Kong  
 Tel: (852) 2737-1600  
 Fax: (852) 2736-9960

**National Semiconductor Japan Ltd.**  
 Tel: 81-043-299-2309  
 Fax: 81-043-299-2408

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

## LM1889 TV Video Modulator

### General Description

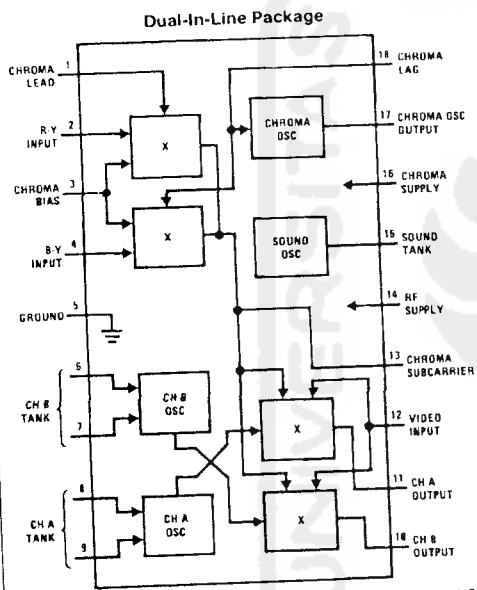
The LM1889 is designed to interface audio, color difference, and luminance signals to the antenna terminals of a TV receiver. It consists of a sound subcarrier oscillator, chroma subcarrier oscillator, quadrature chroma modulators, and RF oscillators and modulators for two low-VHF channels.

The LM1889 allows video information from VTR's, games, test equipment, or similar sources to be displayed on black and white or color TV receivers. When used with the MM57100 and MM53104, a complete TV game is formed.

### Features

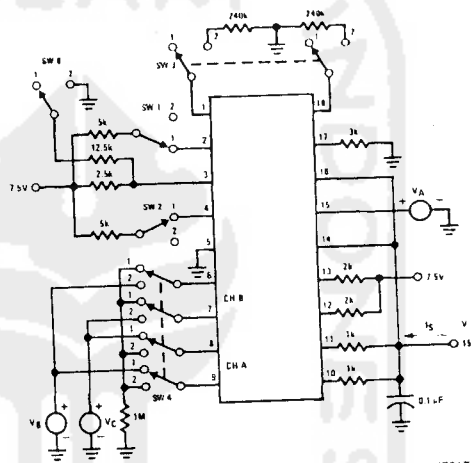
- dc channel switching
- 12V to 18V supply operation
- Excellent oscillator stability
- Low intermodulation products
- 5 Vp-p chroma reference signal
- May be used to encode composite video

### Block Diagram



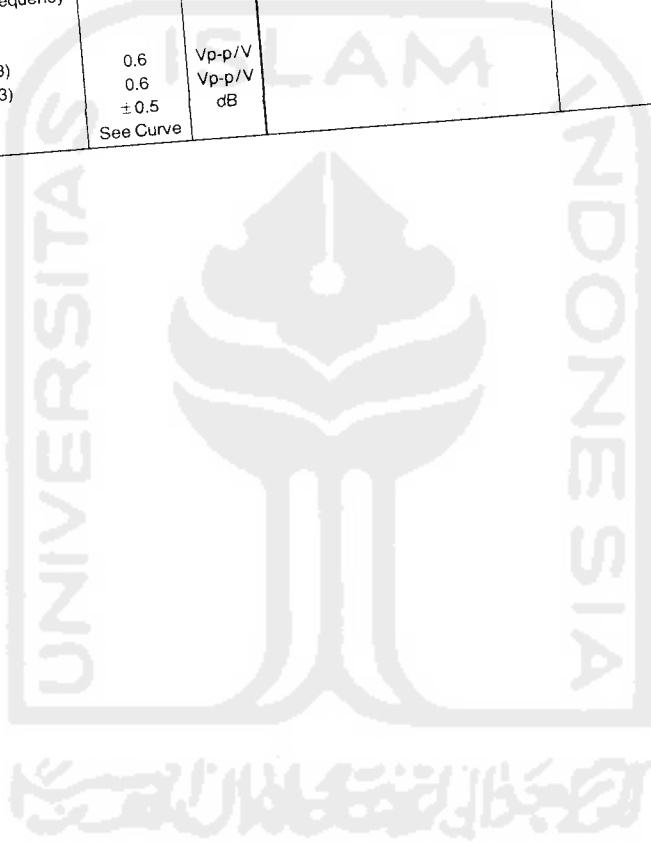
Order Number LM1889N  
See NS Package Number N18A

### DC Test Circuit

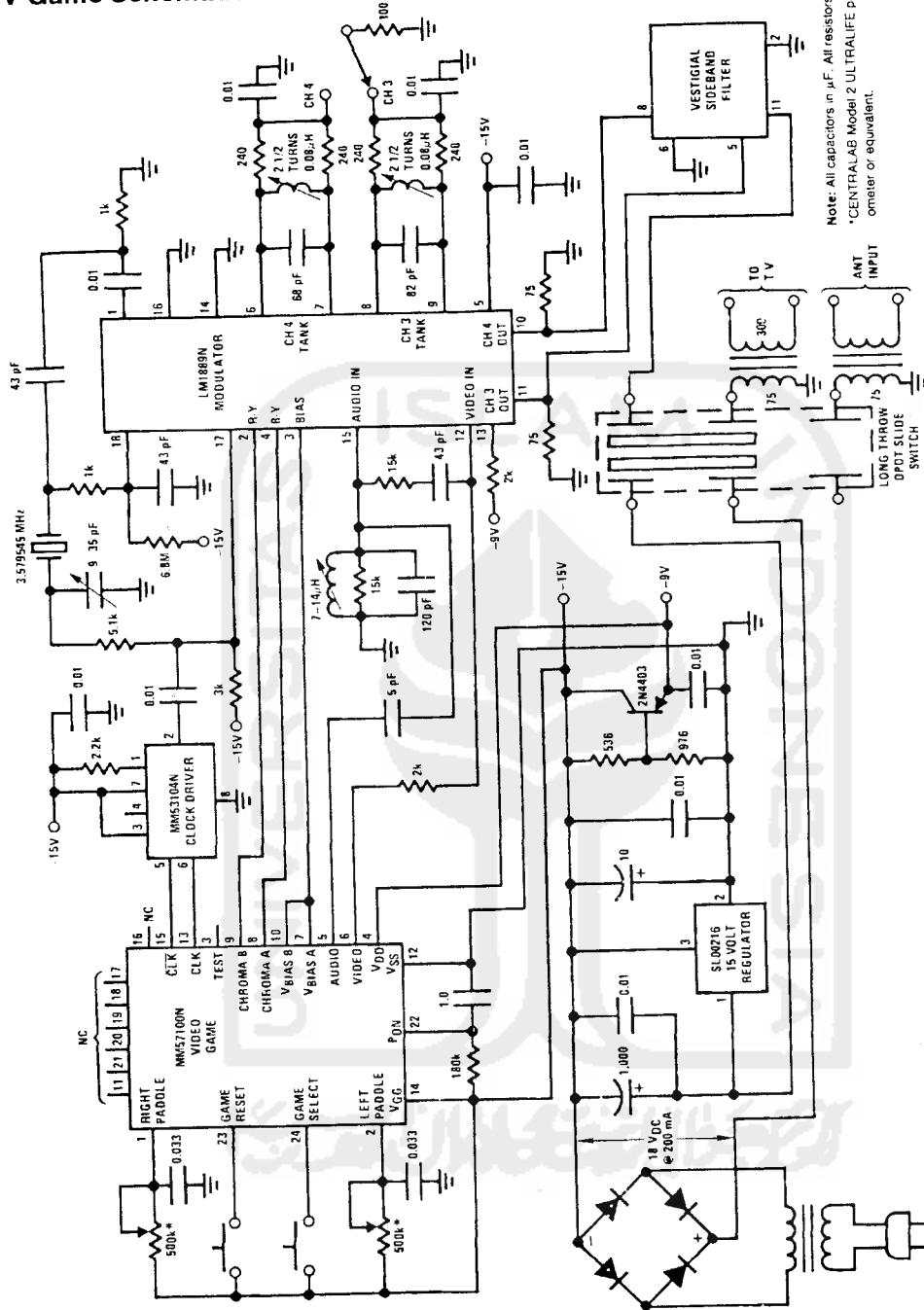


### Design Characteristics (AC Test Circuit, V = 15V)

Parameter	Typ	Units	Parameter	Typ	Units
Oscillator Supply Dependence	3	Hz/V	RF Modulator		
Chroma, $f_o = 3.579545$ MHz	See Curves		Conversion Gain, $f = 61.25$ MHz,	10	mVrms/V
Sound Carrier, RF			$V_{OUT}/(V_{13}-V_{12})$	5	%
Oscillator Temperature Dependence (IC Only)	0.05	ppm/°C	3.58 MHz Differential Gain	3	degrees
Chroma	-15	ppm/°C	Differential Phase		
Sound Carrier	-50	ppm/°C	2.5 Vp-p Video, 87.5% mod.		
RF			Output Harmonics below Carrier	12	dB
Chroma Oscillator Output, Pin 17	20	ns	2nd, 3rd	20	dB
$t_{RISE}$ , 10-90%	30	ns	4th and above		
$t_{FALL}$ , 90-10%	51	%	Input Impedances		
Duty Cycle (+) Half Cycle	49	%	Chroma Modulator, Pins 2, 4	500k//2 pF	
(-) Half Cycle	100	MHz	RF Modulator, Pins 12	1M//2 pF	
RF Oscillator Maximum Operating Frequency			Pin 13	250k//3.5 pF	
(Temperature Stability Degraded)					
Chroma Modulator ( $f = 3.58$ MHz)	0.6	Vp-p/V			
B-Y Conversion Gain $V_{13}/(V_4-V_3)$	0.6	Vp-p/V			
R-Y Conversion Gain $V_{13}/(V_2-V_3)$	$\pm 0.5$	dB			
Gain Balance	See Curve				
Bandwidth					



# TV Game Schematic



Note: All capacitors in µF. All resistors in Ω.  
 \*CENTRALAB Model 2 ULTRALIFE potentiometer or equivalent.

TL/H/7917-6

## Applications Information

### Subcarrier Oscillator

The oscillator is a crystal-controlled design to ensure the accuracy and stability required of the subcarrier frequency for use with television receivers. Lag-lead networks (R2C2 and C1R1) define a quadrature phase relationship between pins 1 and 18 at the subcarrier frequency of 3.579545 MHz. Other frequencies can be used and where high stability is not a requirement, the crystal can be replaced with a parallel resonant L-C tank circuit—to provide a 2 MHz clock, for example. Note that since one of the chrominance modulators is internally connected to the feedback path of the oscillator, operation of the oscillator at other than the correct subcarrier frequency precludes chrominance modulation.

When an external subcarrier source is available or preferred, this can be used instead. For proper modulator operation, a subcarrier amplitude of 500 mVp-p is required at pins 1 and 18. If the quadrature phase shift networks shown in the application circuit are retained, about 1 Vp-p subcarrier injected at the junction of C1 and R2 is sufficient. The crystal, C4 and R3 are eliminated and pin 17 provides a 5 Vp-p signal shifted +125°C from the external reference.

### Chrominance Modulation

The simplest method of chroma encoding is to define the quadrature phases provided at pins 1 and 18 as the color difference axes R-Y and B-Y. A signal at pin 2 (R-Y) will give a chrominance subcarrier output from the modulator with a relative phase of 90°C compared to the subcarrier output produced by a signal at pin 4 (B-Y). The zero signal dc level of the R-Y and B-Y inputs will determine the bias level required at pin 3. For example, a pin 2 signal that is 1V positive with respect to pin 3 will give 0.6 Vp-p subcarrier at a relative phase of 90°C. If pin 2 is 1V negative with respect to pin 3, the output is again 0.6 Vp-p, but with a relative phase of 270°C. When a simultaneous signal exists at pin 4, the subcarrier output level and phase will be the vector sum of the quadrature components produced by pin 2 and 4 inputs. Clearly, with the modulation axes defined as above, a negative pulse on pin 4 during the burst gate period will produce the chrominance synchronizing "burst" with a phase of 180°. Both color difference signals must be dc coupled to the modulators and the zero signal dc level of both must be the same and within the common-mode range of the modulators.

The 0.6 Vp-p/V<sub>dc</sub> conversion gain of the chrominance modulators is obtained with a 2 kΩ resistor connected at pin 13. Larger resistor values can be used to increase the gain, but capacitance at pin 13 will reduce the bandwidth. Notice that equi-bandwidth encoding of the color difference signals is implied as both modulator outputs are internally connected and summed into the same load resistor.

### Sound Oscillator

Frequency modulation is achieved by using a 4.5 MHz tank circuit and deviating the center frequency via a capacitor or a varactor diode. Switching a 5 pF capacitor to ground at an audio frequency rate will cause a 50 kHz deviation from 4.5 MHz. A 1N5447 diode biased -4V from pin 16 will give ±20 kHz deviation with a 1 Vp-p audio signal. The coupling network to the video modulator input and the varactor diode bias must be included when the tank circuit is tuned to center frequency.

A good level for the RF sound carrier is between 2% and 20% of the picture carrier level. For example, if the peak video signal offset of pin 12 with respect to pin 13 is 3V, this corresponds to a 30 mVrms picture RF carrier. The source impedance at pin 12 is defined by the external 2 kΩ resistor and so a series network of 15 kΩ and 24 pF will give a sound carrier level at -32 dB to the picture carrier.

### RF Modulation

Two RF channels are available, with carrier frequencies up to 100 MHz being determined by L-C tank circuits at pins 6, 7, 8 and 9. The signal inputs (pins 12, 13) to both modulators are common, but removing the power supply from an RF oscillator tank circuit will also disable that modulator.

As with the chrominance modulators, it is the offset between the two signal input pins that determines the level of RF carrier output. Since one signal input (pin 13) is also internally connected to the chrominance modulators, the 2 kΩ load resistor at this point should be connected to a bias source within the common-mode input range of the video modulators. However, this bias source is independent of the chrominance modulator bias and where chrominance modulation is not used, the 2 kΩ resistor is eliminated and the bias source connected directly to pin 13.

To preserve the dc content of the video signal, amplitude modulation of the RF carrier is done in one direction only, with increasing video (toward peak white) decreasing the carrier level. This means the active composite video signal at pin 12 must be offset with respect to pin 13 and the sync pulse should produce the largest offset (i.e., the offset voltage of pin 12 with respect to pin 13 should have the same polarity as the sync pulses).

The largest video signal (peak white) should not be able to suppress the carrier completely, particularly if sound transmission is needed. For example, a signal with 1V sync amplitude and 2.5V peak white (3.5 Vp-p, negative polarity sync) and a black level at 5 V<sub>dc</sub> will require a dc bias of 8V on pin 13 for correct modulation. A simple way of obtaining the required offset is to bias pin 13 at 4 x (sync amplitude) from the sync tip level at pin 12.

## Applications Information (Continued)

### Split Power Supplies

The LM1889 is designed to operate over a wide range of supply voltages so that much of the time it can utilize the signal source power supplies. An example of this is shown in Figure 2 where the composite video signal from a character generator is modulated onto an RF carrier for display on a conventional home TV receiver. The LM1889 is biased between the  $-12\text{V}$  and  $+5\text{V}$  supplies and pin 13 is put at ground. A  $9.1\text{ k}\Omega$  resistor from pin 12 to  $-12\text{V}$  dc offsets to the video input signal (which has sync tips at ground) to establish the proper modulation depth -  $R1/R2 = V_{IN}/12 \times 0.875$ . This design is for monochrome transmission and features an extremely low external parts count.

### DC Clamped Inputs

Utilizing a DC clamp will make matching the LM1889 to available signal generator outputs a simple process. Figure 3 shows the LM1889 configured to accept the composite video patterns available from a Tektronix Type 144 generator that has black level at ground and negative polarity syncs. In this application, the chroma oscillator amplifier is used to provide a gain of two. The  $100\text{ k}\Omega$  pot adjusts the overall DC level of the amplified signal which determines the remodulation depth of the RF output. Clamping the input requires a minimum of DC correction to obtain the correct DC output level. This allows the adjustment to be a high impedance that will have minimum effect on the amplifier closed loop gain.

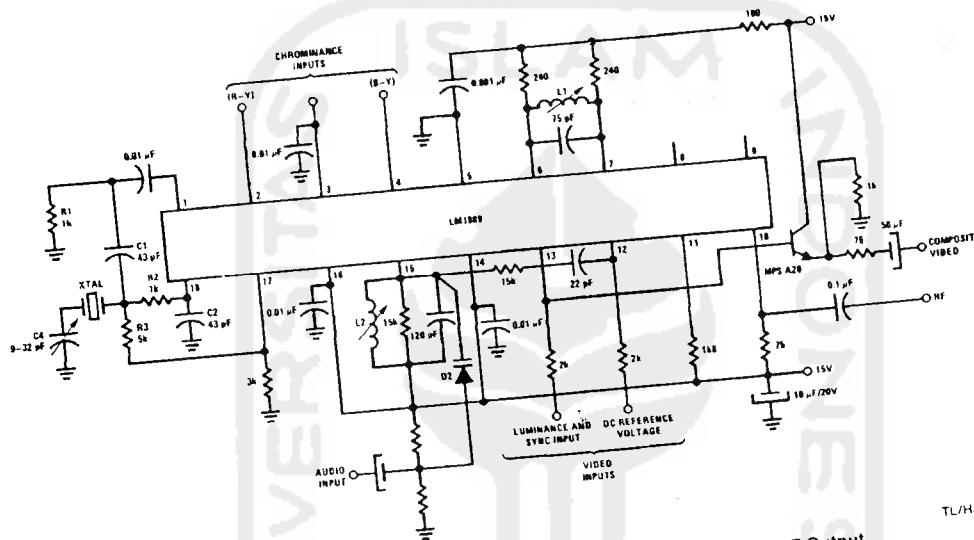


FIGURE 1. Luminance and Chrominance Encoding Composite Video or RF Output

TL/H/7917-7