



**PETUNJUK PRAKTIKUM
DASAR TELEKOMUNIKASI**
Edisi Genap 2008/2009

Laboratorium Digital Jurusan Teknik Elektro

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TARUMANAGARA

PETUNJUK PRAKTIKUM DASAR TELEKOMUNIKASI

Edisi Genap 2008/2009

Tim Penyusun:

**Joni Fat, ST.
Wendy Agustian, ST.**

**LABORATORIUM DIGITAL
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TARUMANAGARA**

PERCOBAAN 1

ANALISIS SINYAL

A. Tujuan Instruksional

- Mengamati bentuk sinyal sinus, segitiga, persegi dan sinyal modulasi dalam domain waktu dan domain frekuensi.

B. Peralatan

1. *Signal Source*, ACS2956A
2. *Power Supply*, DCS297M
3. *Double Balanced Modulator*, DCS297C
4. Resistor 620Ω , ACS2956P.
5. *Function Generator*
6. *Spectrum Analyzer*.
7. *Frequency Counter*
8. Osiloskop.

C. Teori percobaan

Sinyal dapat diamati dalam dua fungsi, yaitu fungsi waktu dan fungsi frekuensi. Pengamatan sinyal sebagai fungsi waktu, digunakan osiloskop. Ini dilakukan untuk menghitung periode, frekuensi, tegangan puncak-ke-puncak, dan mengetahui bentuk distorsi yang terjadi pada sinyal. Pengamatan dalam fungsi frekuensi, digunakan *Spectrum Analyzer*. Pengamatan dalam fungsi frekuensi ini dilakukan karena tidak semua karakteristik sinyal dapat ditentukan dengan jelas dalam fungsi waktu, seperti karakteristik osilator, amplifier, modulator mixer, dan filter. Karakteristik-karakteristik tersebut pada umumnya lebih baik ditinjau dalam bentuk respon frekuensinya.

Persamaan sinyal dari fungsi waktu ke fungsi frekuensi dapat diubah dengan menggunakan transformasi Fourier, sedangkan untuk sebaliknya dengan menggunakan *inverse* transformasi Fourier. Transformasi Fourier juga menghasilkan persamaan yang memperlihatkan komponen fasa frekuensi gelombang. Sebagai contoh, sebuah sinyal yang memiliki persamaan $f(t) = \cos 2\pi ft$ dan sinyal lain $f(t) = \sin 2\pi ft$, memiliki bentuk yang sama dan frekuensi komponen yang sama. Pada dasarnya kedua sinyal ini tidak

sama tepat karena gelombang kosinus memiliki fasa relatif 0° , sedangkan gelombang sinus memiliki fasa 90° . Spektrum frekuensi yang dihasilkan dari persamaan Fourier akan menunjukkan hal ini. Sinyal dengan komponen spektrum $\cos 2\pi ft$ akan berbeda dengan sinyal yang memiliki komponen sama (gelombang sinus), tetapi fasanya berbeda. Perbedaan ini akan sebesar fasa ϕ , sehingga $\cos (2\pi ft + \Phi)$

Melalui pengamatan gelombang pada osiloskop diketahui periode gelombang T ; melalui persamaan $f = 1/T$ dapat dihitung frekuensi gelombang tersebut. Frekuensi sudut gelombang dapat dihitung dengan persamaan $\omega = 2\pi f$.

D. Jalan Percobaan

D.1. Percobaan Mengamati Bentuk Gelombang dan Spektrum Sinyal Sinus.

1. Merangkai rangkaian seperti pada LAMPIRAN 1.
2. Memastikan tombol *power* dinyalakan setelah memperoleh instruksi dari asisten praktikum.
3. Menekan tombol gelombang sinus pada *Function Generator*.
4. Mengatur frekuensi pada *Function Generator* hingga 100 KHz.
5. Mengatur Osiloskop hingga mendapatkan bentuk gelombang yang diharapkan.
6. Mengatur *Spectrum Analyzer* hingga mendapatkan spektrum yang diharapkan
7. Catatlah tegangan puncak-ke-puncak dan periode gelombang.
8. Hitung frekuensi gelombang, bandingkan dengan frekuensi pada *Frequency Counter*.
9. Gambarlah spektrum gelombang yang tampak pada *Spectrum Analyzer*.
10. Catatlah frekuensi puncak dari spektrum yang diamati.
11. Catatlah atenuasi spektrum tersebut.

D.2. Percobaan Mengamati Bentuk Gelombang dan Spektrum Sinyal Persegi

Ulangi seluruh percobaan D.1. untuk gelombang persegi.

D.3. Percobaan Mengamati Bentuk Gelombang dan Spektrum Sinyal Segitiga

Ulangi seluruh percobaan D.1. dengan menggunakan rangkaian pada gambar 2a, LAMPIRAN 2 (sinyal segitiga pada *Function Generator*).

D.4. Percobaan Mengamati Bentuk Gelombang dan Spektrum Snus dan Segitiga yang Dijumlahkan

- Ulangi seluruh percobaan D.1. dengan menggunakan rangkaian pada gambar 2b, LAMPIRAN 2 (rangkaiannya sama dengan rangkaian pada LAMPIRAN 2a, hanya berbeda pada hubungan antara *Signal Source* dengan *Function Generator*).

D.5. Percobaan Mengamati Bentuk Gelombang dan Spektrum Sinyal Sinus dan Segitiga yang Dikalikan

- Ulangi seluruh percobaan D.1. dengan menggunakan rangkaian pada gambar LAMPIRAN 3.

E. Tugas Laporan

1. Jelaskan langkah-langkah pemakaian Spectrum Analyzer pada percobaan D.1.1.
2. Jelaskan kenapa timbul perbedaan dalam pengamatan antara gelombang sinus, segitiga dan persegi pada *Spectrum Analyzer*.
3. Apabila diketahui persamaan gelombang:
$$y_1 = A_1 \sin(\omega_1 t + \Phi_1)$$
$$y_2 = A_s \sin(\omega_2 t + \Phi_2)$$

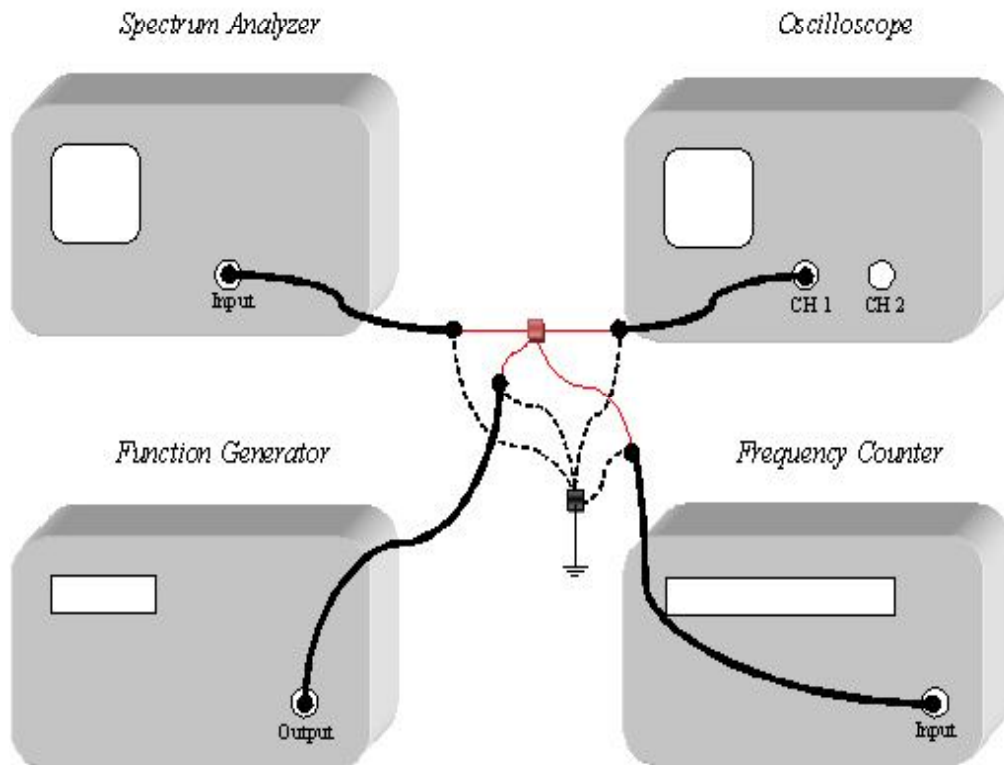
Tuliskan bentuk persamaan apabila kedua gelombang tersebut: (a) dijumlahkan, (b) dikalikan! Sebutkan besar amplitudo dan frekuensi maksimum.

4. Berikan kesimpulan Saudara berdasarkan hasil percobaan ini?

F. Daftar Acuan

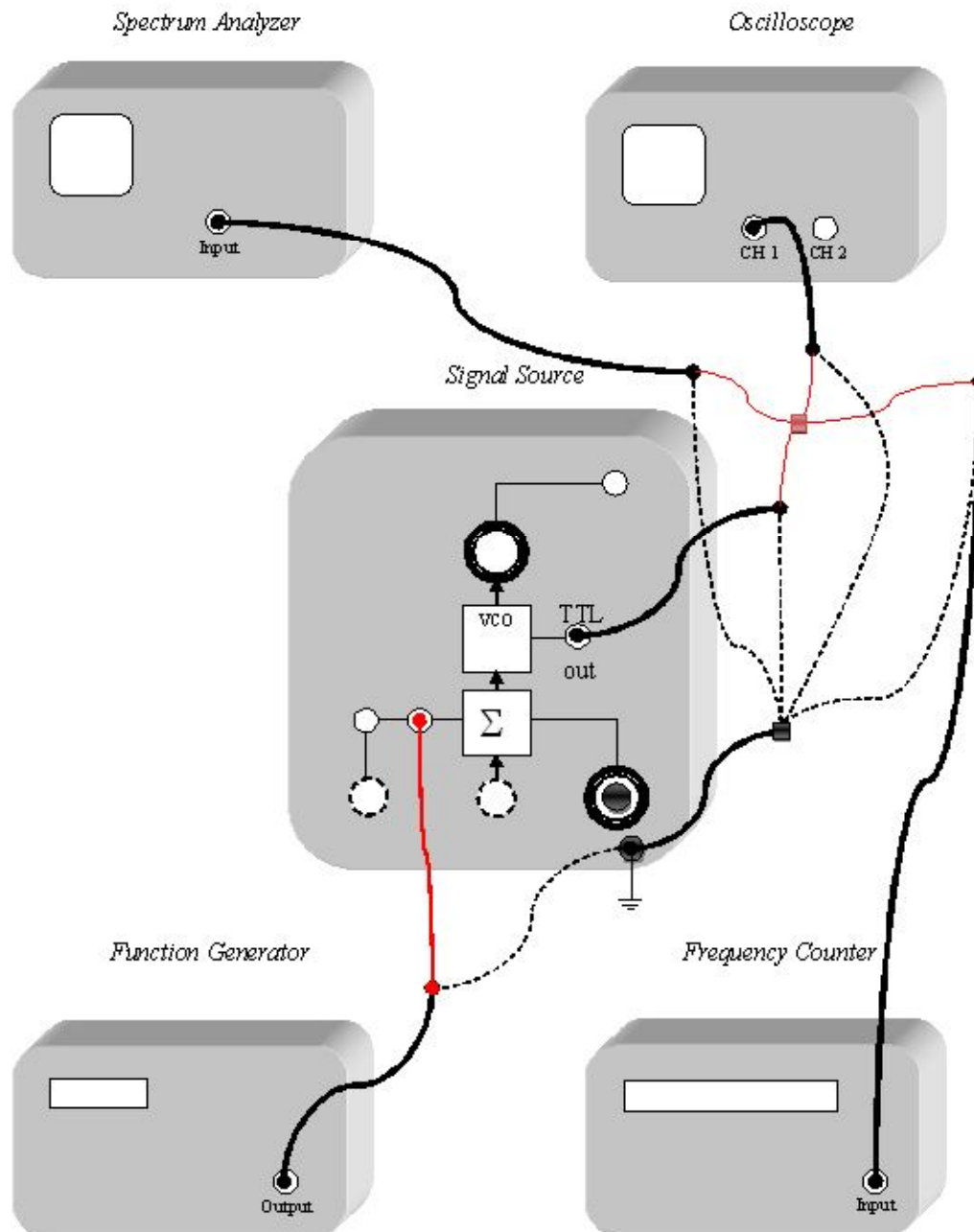
1. B.A., Carlson, *Communication System*, 4th Edition. NY: McGrawHill, 1996.
2. W. Hioki, *Relecommunication*, 3rd Edition. Ohio: Prentice Hall, 1998.
3. J.E. Pearson, *Basic Communication Theory*. Britain: Prentice Hall, 1992.
4. Feedback, *Basic Analogue Communication System ACS2956-1*. Crowboroug, England: FL Ltd.

LAMPIRAN 1



Gambar 1. Rangkaian Percobaan Pengamatan Gelombang Sinus

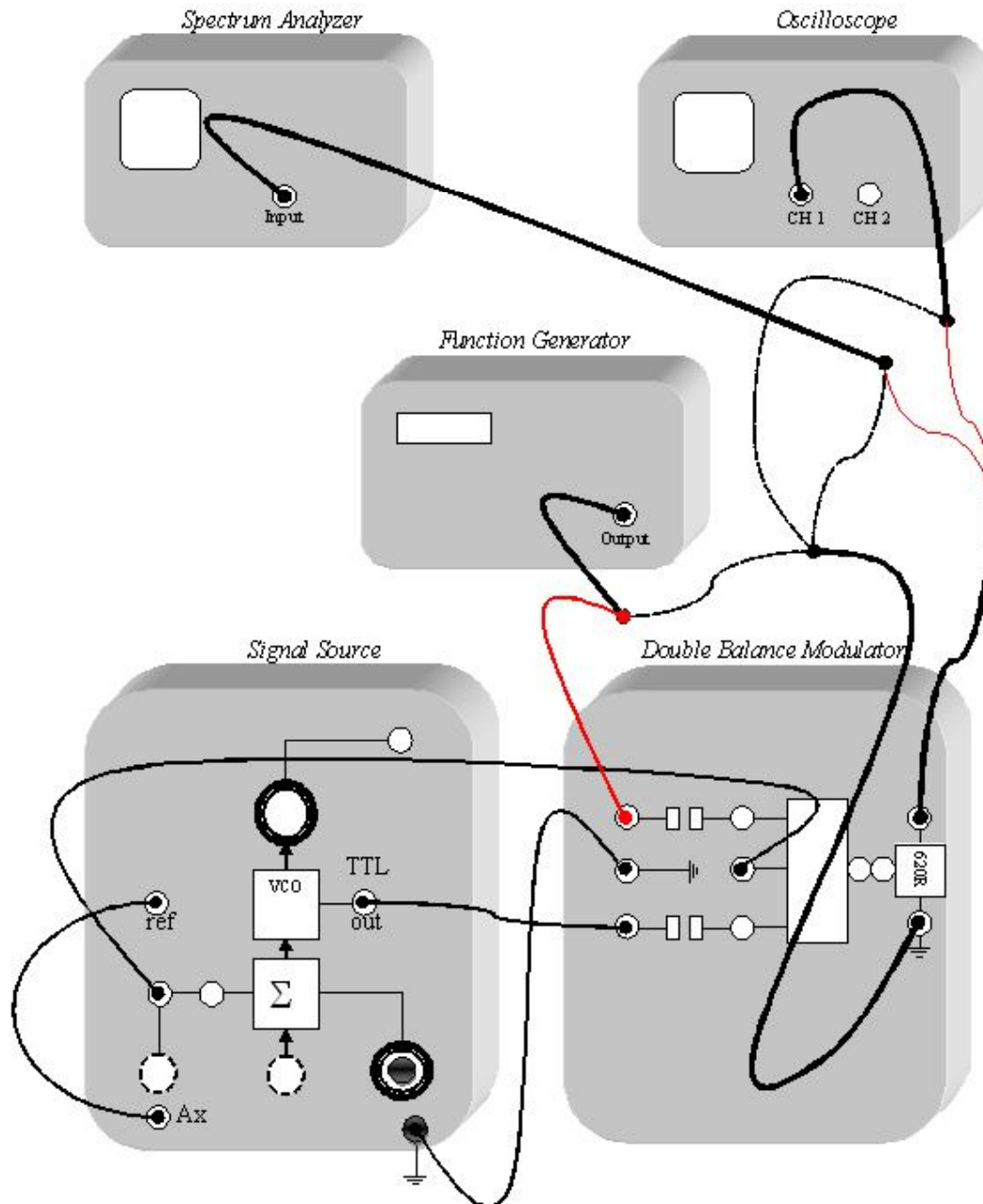
LAMPIRAN 2



Gambar 2. Rangkaian Pengamatan Gelombang Segitiga (Tanpa Kabel Tanda *).

Gambar 2b. Rangkaian Pengamatan Penjumlahan Gelombang (Dengan Kabel Tanda *).

LAMPIRAN 3



Gambar 3. Rangkaian Pengamatan Gelombang Modulasi

PERCOBAAN 2
MODULASI/DEMODULASI AMPLITUDO, dan
SINGLE SIDEBAND

A. Tujuan Instruksional

- Mempelajari teknik modulasi dan demodulasi Amplitudo.
- Mengamati pengaruh *index* modulasi terhadap hasil modulasi.
- Mempelajari efek konstanta waktu terhadap hasil demodulasi.
- Mempelajari teknik modulasi dan demodulasi Amplitudo (AM) *Single Side Band* (SSB)

B. Peralatan

1. Trainer AM dan SSB (*ACS2956A, ACS2956B, ACS2956C, ACS2956D, ACS2956G, DCS297C, DCS297M, DCS297J, DCS297K*)
2. Resistor 620 Ω
3. *Oscilloscope*
4. *Function Generator*
5. *Frequency Counter*
6. Multimeter

C. Teori Percobaan

C.1. Sistem Modulasi AM

Untuk memungkinkan sesuatu sinyal informasi dipancarkan untuk jarak yang jauh, maka sinyal informasi tersebut ditumpangkan pada suatu gelombang elektromagnetik berfrekuensi tinggi sebagai sinyal *carrier* (pembawa). Proses penumpangkan sinyal informasi pada sinyal *carrier* disebut dengan proses modulasi.

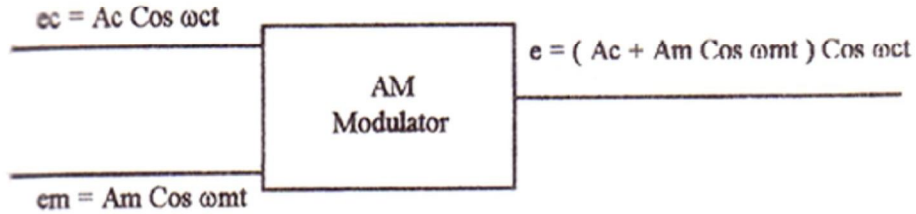
Pada praktikum ini akan dipelajari tentang “Modulasi Amplitudo” (AM), yaitu suatu proses di mana amplitudo sinyal pembawa berubah sesuai dengan amplitudo sinyal informasi. Sinyal pembawa $e_c = A_c \cos \omega_c t$ dan Sinyal pemodulasi $e_m = A_m \cos \omega_m t$ akan menghasilkan sinyal termodulasi dengan persamaan:

$$e = (A_c + A_m \cos \omega_m t)$$

$$= A_c \cos \omega_c t + \frac{1}{2} m A_c \cos (\omega_c + \omega_m)t + \frac{1}{2} m A_c \cos (\omega_c - \omega_m)t.$$

dimana: $m =$ indeks modulasi ($0 \leq m \leq 1$)

$$m = \frac{A_m}{A_c}$$

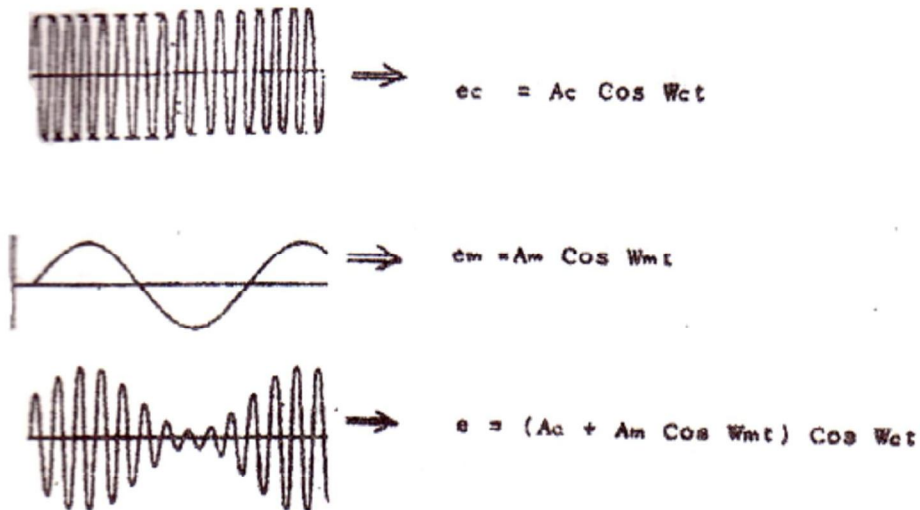


Gambar 1. Blok Diagram Modulasi Amplitudo.

Dari persamaan sinyal termodulasi di atas dapat dilihat bagian-bagian sebagai berikut:

1. Komponen sinyal pembawa : $A_c \cos \omega_c t$
2. Komponen sinyal *Upper Side Band* (USB): $\frac{1}{2} m A_c \cos (\omega_c + \omega_m)t$
3. Komponen sinyal *Lower Side Band* (LSB): $\frac{1}{2} m A_c \cos (\omega_c - \omega_m)t$

Pada Gambar 2, terlihat bentuk gelombang pembawa ($\omega_c t$), gelombang informasi ($\omega_m t$), serta bentuk gelombang setelah terjadi modulasi. Seluruh bentuk gelombang tersebut digambarkan menurut dimensi waktu.

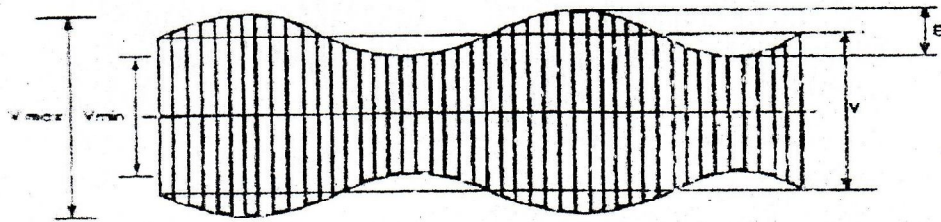


Gambar 2. Gelombang Informasi, *Carrier* dan Gelombang Hasil Modulasi.

Persen modulasi diperoleh dengan membagi selisih dan jumlah amplitudo max-min dikalikan 100% (lihat Gambar 3).

$$\text{Modulation Index} = m = \frac{B}{V} = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max} + V_{\min}}$$

$$\text{Persen Modulasi} = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max} + V_{\min}} \times 100\%$$

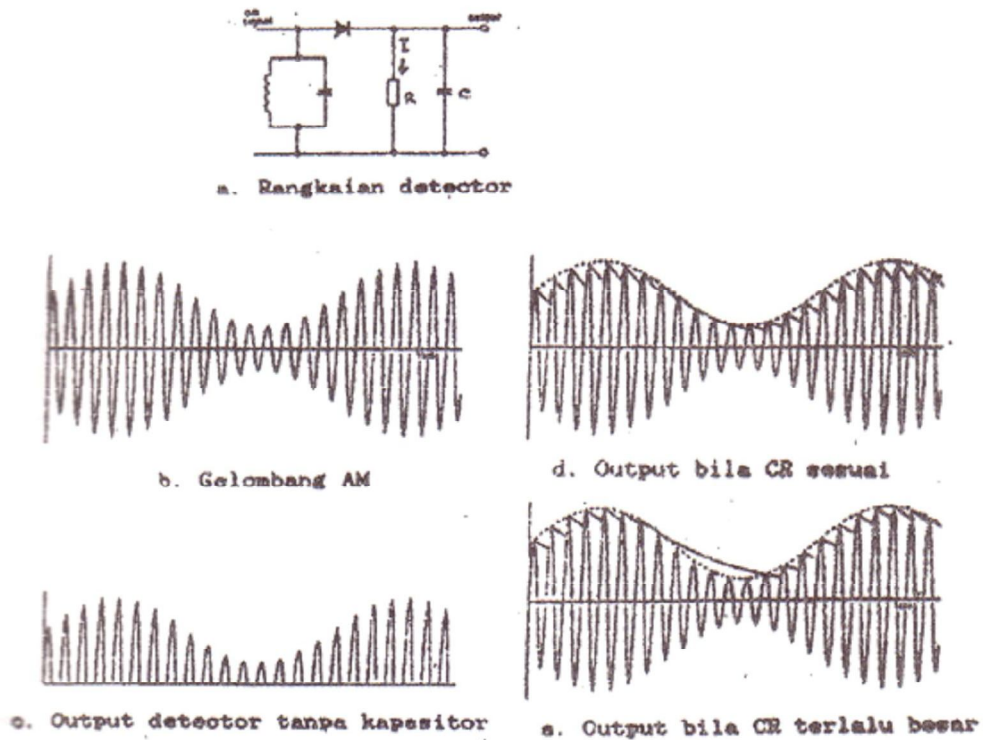


Gambar 3. Gelombang Amplitudo Modulasi.

C.2. Sistem Demodulasi AM

Untuk memperoleh kembali sinyal-sinyal informasi pada sinyal yang telah dimodulasi dilakukan suatu proses yang disebut demodulasi atau deteksi. *Envelope* dari suatu gelombang modulasi amplitudo (AM) merupakan bentuk asli dari sinyal informasi. Sehingga bila didapat cara untuk mengikuti perubahan bentuk envelope tersebut, maka didapat kembali sinyal informasi semula. proses demodulasi AM dilakukan sebagai berikut: mula-mula sinyal AM disearahkan dengan dioda (rectified) kemudian komponen frekuensi pembawa dibuang melalui kapasitor ke bumi (by Passed), komponen DC yang ada dipegrunakan untuk tegangan pengontrol penguatan (AGC = Automatic Gain Control).

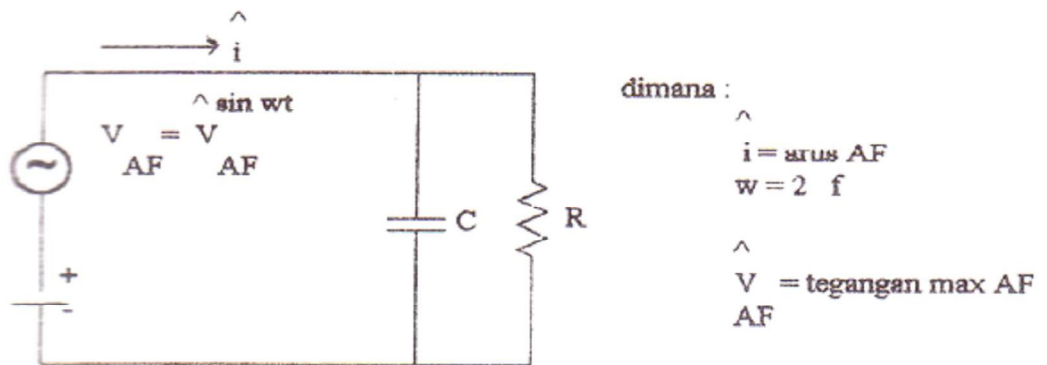
Rangkaian demodulasi dengan mempergunakan dioda, bentuk gelombang *input*, bentuk gelombang *output* tanpa kapasitor dan bentuk *output* bila CR sesuai dan tidak sesuai dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Gelombang Demodulasi Amplitudo

Gambar 5 dibawah ini memperlihatkan rangkaian ekuivalen, di mana output yang dihasilkan oleh dioda digantikan oleh suatu sumber tegangan AF dan suatu sumber tegangan DC.

Distorsi terjadi bila konstanta waktu (CR) terlalu kecil atau terlalu besar. Untuk mencari CR yang sesuai maka dilakukan pembahasan sebagai berikut:



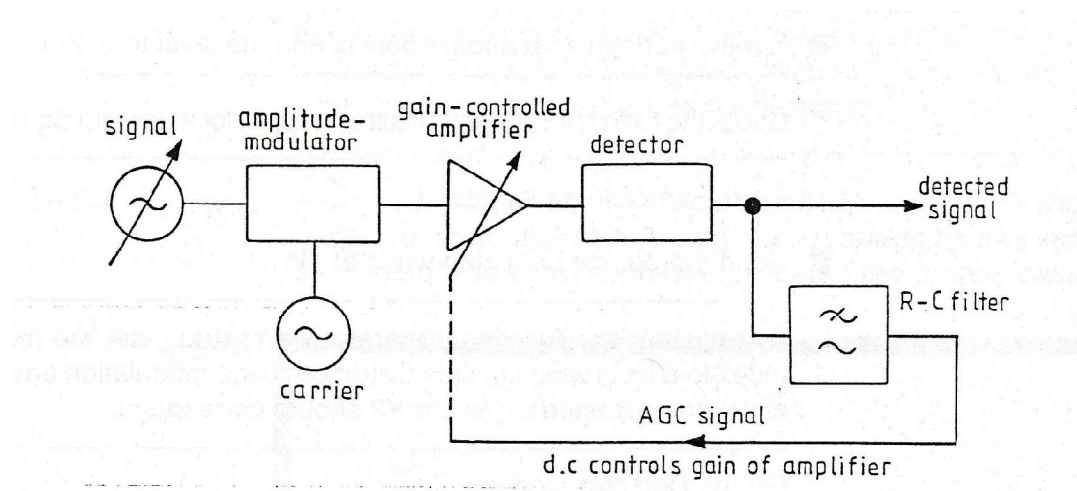
Gambar 5. Rangkaian Detektor Ekuivalen

Bila $i = \frac{V_{RF}}{R}$ (arus total yang mengalir pada R, lihat Gambar rangkaian

detektor), maka $i < 1$, dengan indeks modulasi (m) = $\frac{V_{AF}}{V_{RF}}$, diperoleh harga absolut WCR

$$< \frac{1 - m}{m}$$

Kemudian tegangan DC yang didapat dari proses demodulasi dipergunakan untuk mengatur penguatan seemikian rupa, sehingga tegangan *output* dari rangkaian demodulator dibuat tetap. Pada Gambar 6, diperlihatkan blok diagram rangkaian pengatur penguatan A(GC) tersebut.



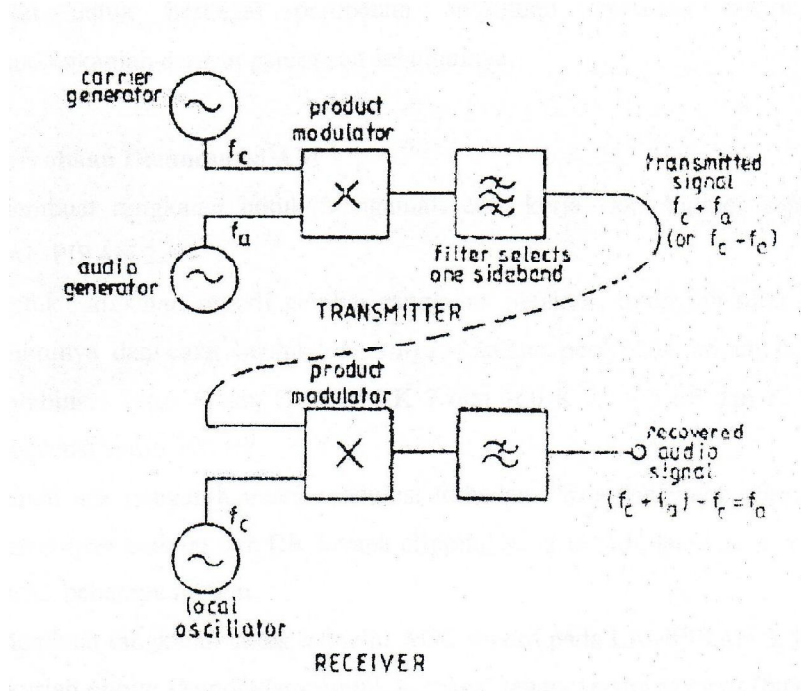
Gambar 6. Blok Diagram AGC.

C.3. Transmisi *Single Side Band* (SSB)

Suatu sinyal AM terdiri dari sinyal gelombang pembawa (*carrier*) dan dua jalur samping (*side band*) yang disebut *Lower Side Band* dan *Upper Side Band*. Jadi, pada dasarnya sinyal AM merupakan sinyal *Double Side Band*. Berdasarkan persamaan yang telah ditunjukkan sebelumnya terlihat bahwa masing-masing jalur sisi dari gelombang AM tersebut informasi yaitu m . Dengan teknik tertentu, salah satu *side band* tersebut kemudian dipancarkan, sehingga dengan hanya mengirimkan SSB saja berarti telah pula dikirim sinyal informasi. Cara pengiriman sinyal dengan hanya satu jalur sisi saja

disebut dengan *Single Side Band*. Dengan mengirimkan hanya satu jalur saja maka akan didapat penghematan-penghematan baik dalam daya maupun dalam bidang atau jalur frekuensi yang digunakan.

Gambar 7 memperlihatkan teknik mendapatkan *SSB* dengan mempergunakan *Filter Band Pass* (BPF). Pada percobaan ini sinyal pembawa (f_c) dan sinyal gelombang informasi (f_a) yang berupa sinyal audio dimasukkan ke suatu rangkaian yang disebut *product modulator*, di mana terjadi suatu proses perkalian sinyal pembawa dengan sinyal informasi. Hasil kali ini akan menghasilkan frekuensi jumlah ($f_c + f_a$) dan frekuensi selisii ($f_c - f_a$). Kemudian sebelum dipancarkan hasil perkalian kedua sinyal tersebut dilakukan pada *filter* (BPF) untuk melewatkan salah satu sinyal saja yaitu frekuensi jumlah atau selisihnya.



Gambar 7. SSB dengan BPF

Teknik mendeteksi sinyal jalur sisi tunggal tersebut hampir sama dengan teknik pembangkitannya. Sinyal yang diterima dimasukkan ke dalam rangkaian *product modulator* di mana sinyal tersebut dikalikan dengan frekuensi, f_c lagi yang kemudian hasilnya dilakukan ke suatu filter sehingga diperoleh hasil f_a kembali.

D. Petunjuk Percobaan

PERHATIAN !!!
Rangkaian Jangan diubungkan ke Power Supply Sebelum disetujui oleh Asisten

D.1. Percobaan Modulasi AM

1. Membuat rangkaian percobaan yang akan diamati seperti pada LAMPIRAN 1.
2. Memberikan *input* frekuensi *carrir* dari RF Generator dan frekuensi informasi dari AF Generator (*Function Generator*).
3. Mengubah Amplitudo AF Generator.
4. Catatlah perubahan dengan *Oscilloscope* untuk berbagai besaran Amplitudo (besaran *index* modulasi: 25%, 50%, 100% dan 125%).
5. Buatlah rangkaian sehingga gambar pada *Oscilloscope* berbentuk Trapezoid, catat untuk berbagai perubahan amplitudo frekuensi informasi dan bandingkanlah dengan percobaan sebelumnya.

D.2. Percobaan Demodulasi AM

1. Membuat rangkaian untuk mengamati cara kerja Demodulator seperti pada LAMPIRAN 2.
2. Untuk rangkaian seperti gambar rangkaian detektor, hitunglah nilai konstanta waktunya dan catat bentuk *outputnya*, lakukan percobaan ini untuk berbagai kombinasi harga R dan C (R = 4 K 7 dan 100 K, C = 5 uF dan 22 uF) pada frekuensi audio 300 Hz.
3. Amati apa pengaruh *index* modulasi terhadap “*diagonal peak clipping*”, beri keterangan pada m dan CR berapa clipping yang terjadi, lakukan percobaan ini untuk beberapa nilai m.
4. Membuat rangkaian untuk meneliti AGC seperti pada LAMPIRAN 3. Kemudian ukurlah *output* Demodulator untuk berbagai tegangan sinyal *input* (buat atenuasi dari 0 dB hingga -24 dB) dengan dan tanpa AGC.

D.3. Percobaan Pemancar SSB

1. Membuat rangkaian percobaan pemancar SSB seperti pada LAMPIRAN 4.
2. Mengatur frekuensi *output* dari sumber (ACS 2956°) dengan tepat hingga 450 KHz.
3. Kemudian atur frekuensi sinyal/*Function Generator* hingga 2 KHz. Dengan tegangan 0,5 Vp-p berbentuk sinus.
4. Amati tegangan dan frekuensi *output* dari transmitter sebelum dan setelah filter.
5. Dengan mengubah-ubah sumber sinyal *Generator*, amatilah karakteristik dair *filter* yang dipergunakan.

D.4. Percobaan Penerima SSB

1. Sebelum membuat rangkaian penerima SSB, terlebih dahulu harus dibuat rangkaian *Local Oscillator* seperti pada LAMPIRAN 5.
2. Amati bahwa rangkaian tersebut beresilasi pada 450 KHz dengan tepat.
3. Perhatikan bahwa *Set-Up* rangkaian tersebut tidak berubah.
4. Kemudian buatlah keseluruhan SSB ini seperti terlampir (lihat LAMPIRAN 6) dan gabungkanlah rangkaian local oscillator pada rangkaian tersebut.
5. Atur *Cut-Off* frekuensi *Low Pass Filter* (LPF) pada 2,8 KHz, amati bentuk-bentuk sinyal pada setiap tingkatan hingga didapat kembali sinyal informasi; perhatian frekuensi sumber sinyal harus tetap 450 KHz.
6. Amati bentuk sinyal informasi (pada *output* sinyal *Generator*) dan bentuk *output* dari *receiver*, kemudian atur posisi *switch oscilloscope* pada operasi x-y untuk mengamati bentuk gambar Lissajous dari kedua sinyal tersebut.
7. Atur frekuensi sinyal *Generator* mulai dari 0 hingga 3 KHz dengan step 2 KHz), amati bentuk *output* dan gambar Lissajous.
8. Amati apa yang terjadi bila frekuensi *carrier* pada transmitter sedikit berbeda dengan frekuensi *local oscillator*.

E. Tugas Laporan

E.1. Percobaan Modulasi AM

1. Gambarkanlah hasil pengamatan saudara pada kertas blok milimeter dan berilah keterangan batas-batas maksimum persen modulasi yang masih baik.
2. Berilah uraian mengenai hubungan antara amplitudo sinyal informasi lebih besar dari amplitudo sinyal pembawa.
3. Hitung juga besarnya power *carrier*, *power side band* dan *total power* untuk masing-masing persen modulasi yang dilakukan pada percobaan Saudara.

E.2. Percobaan Demodulasi AM

1. Berilah uraian apa yang dimaksud dengan *Critical Modulation Ratio!*
2. Gambarlah hasil pengamatan Saudara pada bagian B nomor 4 pada kertas Blok milimeter, dengan *output* tegangan puncak ke puncak (*voltage peak-to-peak*) sebagai fungsi sinyal *input* (dalam dB)!
3. Buktikan bahwa syarat untuk konstanta waktu yang sesuai adalah

$$CR < \frac{1 - m}{W_m}, \text{ beri kesimpulan Saudara !}$$

E.3. Percobaan Pemancar dan Penerima SSB

1. Pada percobaan pembangkit sinyal SSB nomor 4, berilah penjelasan mengenai hasil dari frekuensi yang diukur serta bentuknya, jelaskan mengapa demikian!
2. Buktikan secara sistematis bahwa hasil *output product* modulator merupakan jumlah dan selisih sinyal *input* !
3. Uraikan apa yang terjadi pada penerimaan sinyal SSB bila frekuensi *Carrier* dari transmitter dan frekuensi local oscillator sedikit berbeda.
4. Uraikan bentuk gambar Lissajous yang didapat pada percobaan nomor 6 dan 7, berilah pendapat Saudara.

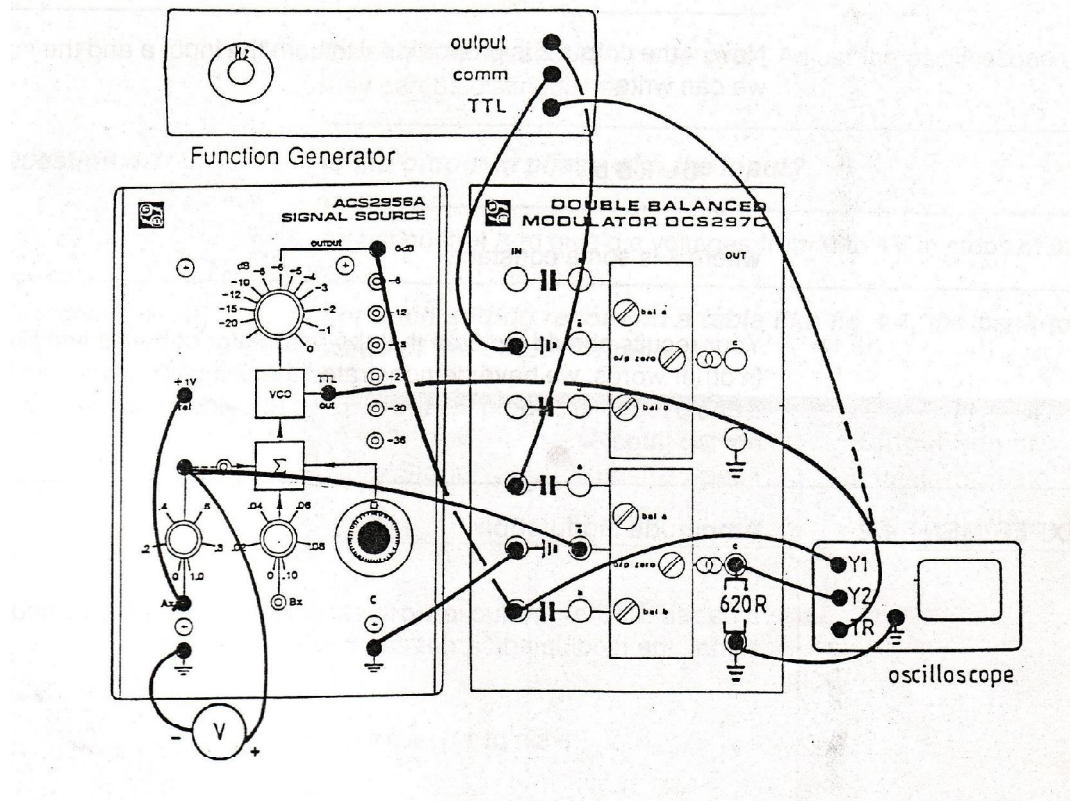
E.4. Percobaan Keseluruhan

1. Berikan kesimpulan percobaan Saudara.

F. Daftar Acuan

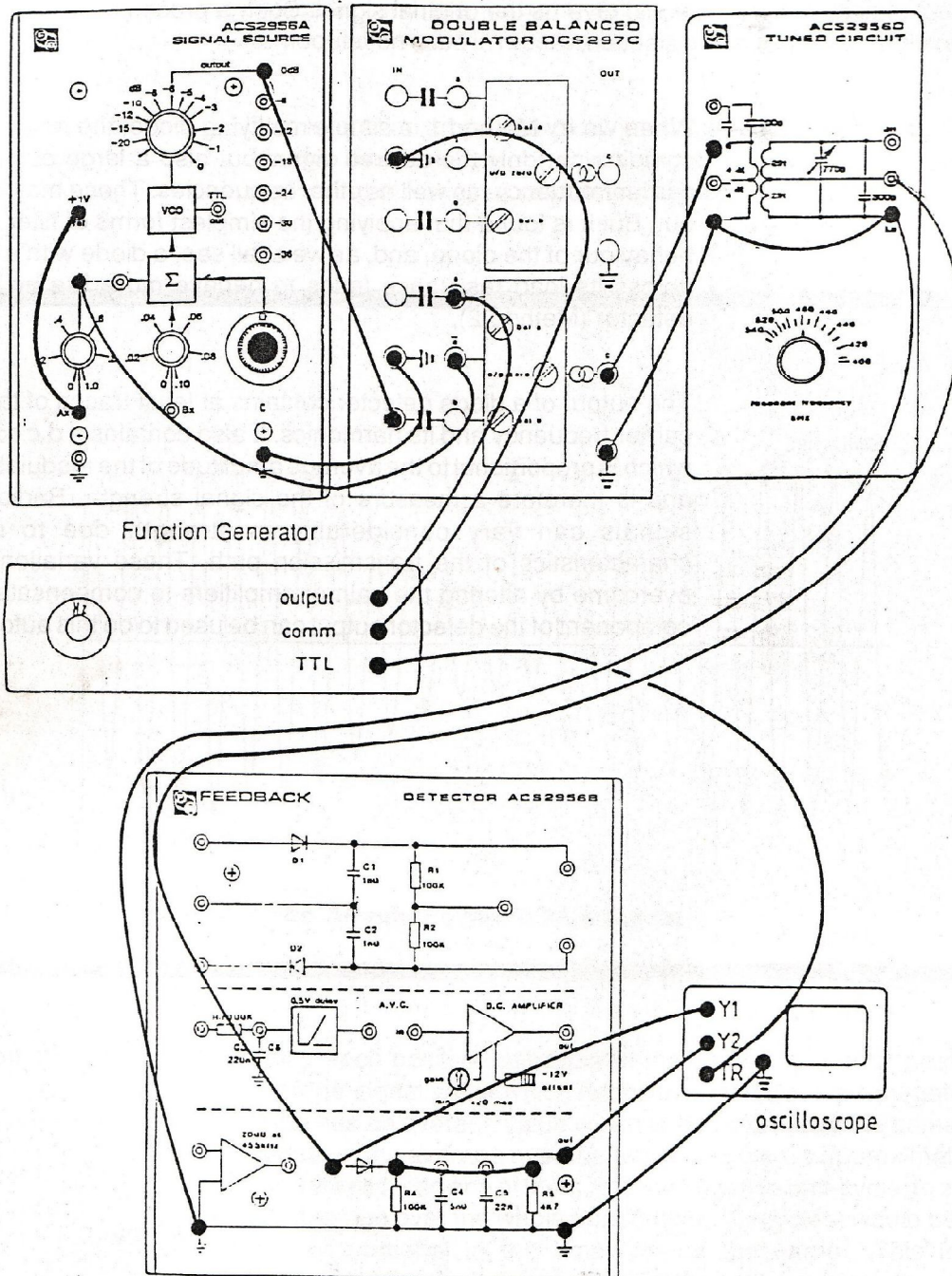
1. B.A., Carlson, *Communication System*, 4th Edition. NY: McGrawHill, 1996.
2. W. Hioki, *Relecommunication*, 3rd Edition. Ohio: Prentice Hall, 1998.
3. J.E. Pearson, *Basic Communication Theory*. Britain: Prentice Hall, 1992.
4. Feedback, *Basic Analoque Communication System ACS2956-1*. Crowboroug, England: FL Ltd.

LAMPIRAN 1



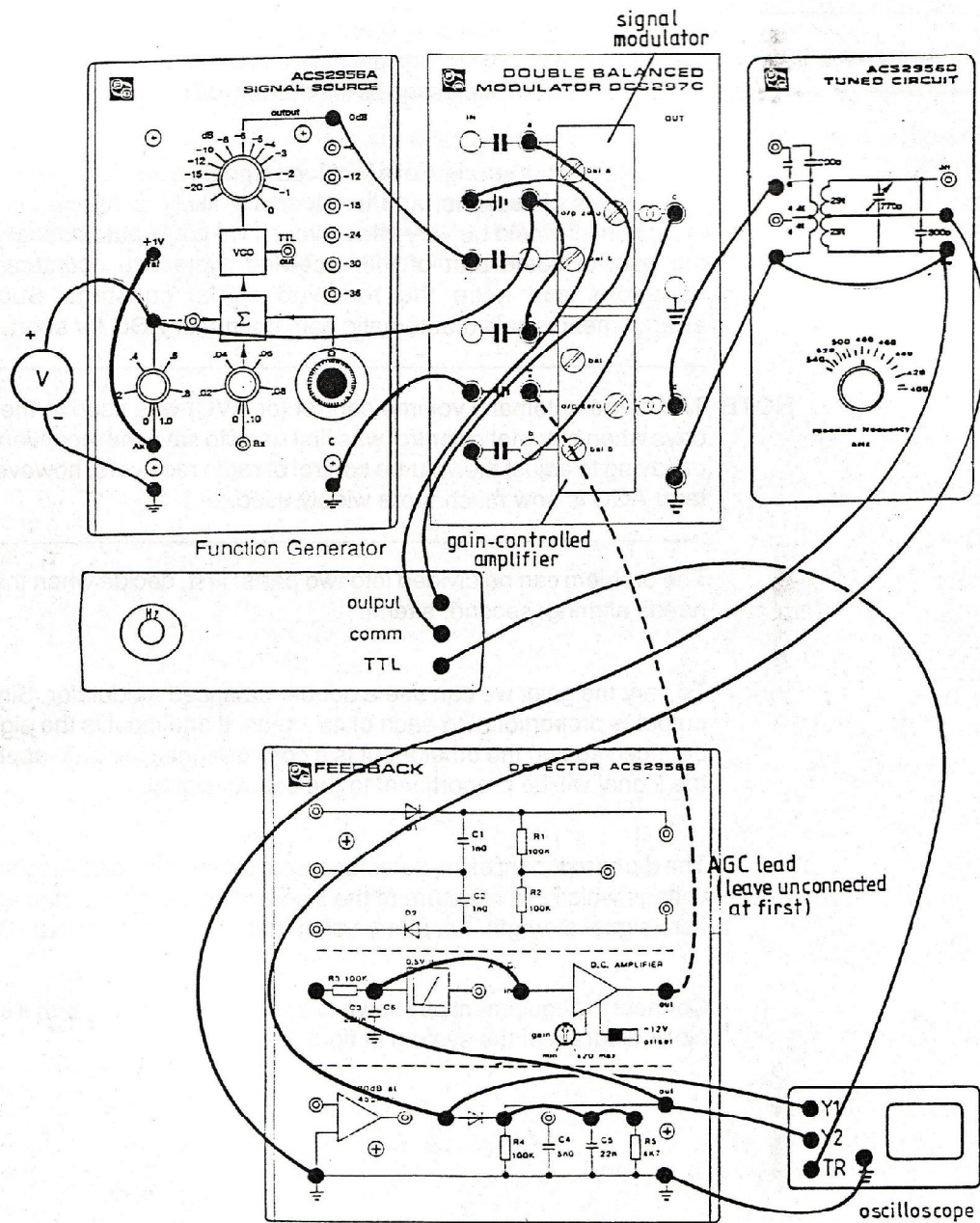
Gambar 8. Rangkaian Modulasi Amplitudo

LAMPIRAN 2



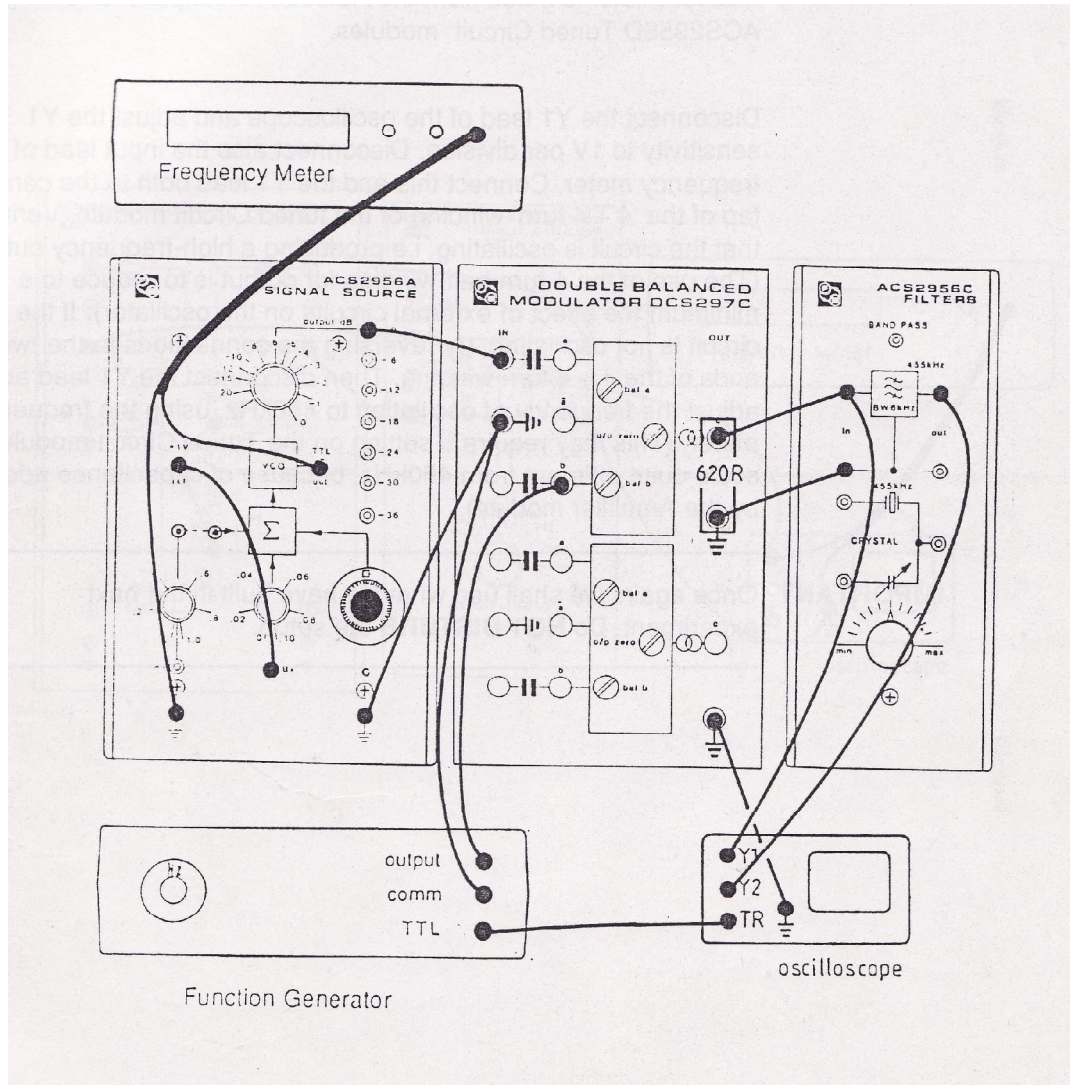
Gambar 9. Rangkaian Demodulasi Amplitudo

LAMPIRAN 3



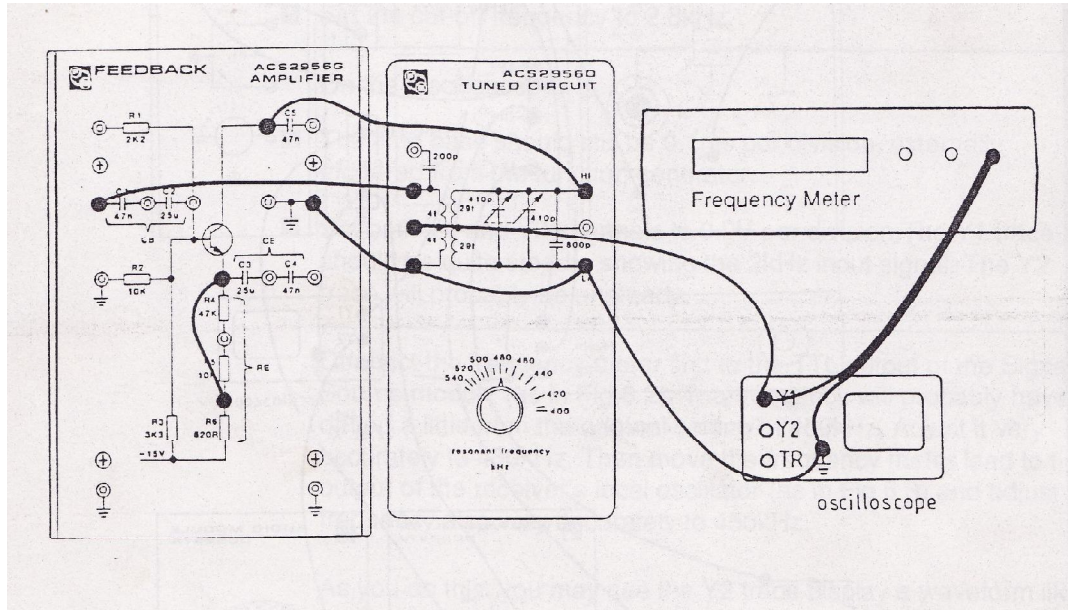
Gambar 10. Rangkaian Automatic Gain Control

LAMPIRAN 4



Gambar 11. Rangkaian Pemancar SSB

LAMPIRAN 5



Gambar 12. Rangkaian *Local Oscillator*.

PERCOBAAN III

Penerima Superheterodyne

Tujuan Instruksional:

- Mempelajari cara kerja pesawat penerima Superheterodyne
- Mempelajari Sensitivity dan Selectivity

Peralatan:

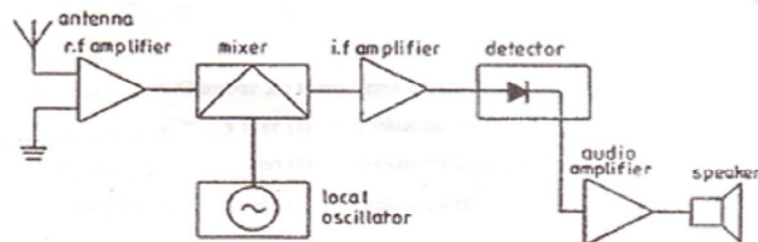
1. Trainer pesawat penerima Superheterodyne (ACS2956A, ACS2956B, ACS2956D, ACS2956F, ACS2956G, DCS297M, DCS297K)
2. Oscilloscope
3. Spectrum Analyzer
4. Function Generator
5. Frequency meter/Counter
6. Multimeter

Referensi:

1. Lathi B.P. "Modern Digital and Analog Communication System".
2. Carlson A.B. "Communication System".
3. Shanmugam K.S. "Digital and Analog Communication System".

Teori Percobaan:

Block Diagram ringkas dari suatu penerima AM Superheterodyne dapat dilihat pada Gambar 1.

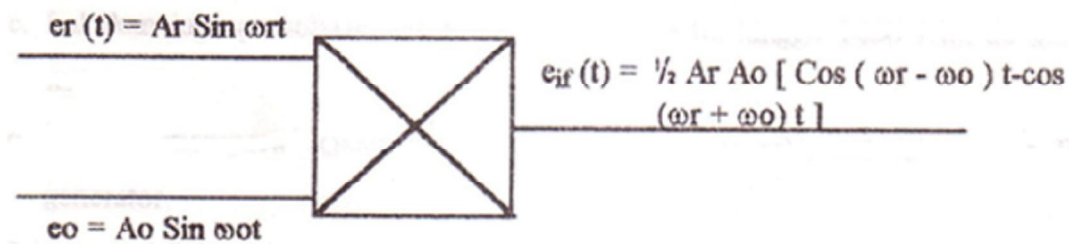


Gambar 1. Block Diagram penerima AM Superheterodyne

Cara kerja rangkaian penerima Superheterodyne adalah sebagai berikut:

Mula-mula rangkaian antena (RF) ditala sesuai dengan frekuensi yang dikehendaki. Kemudian rangkaian Mixer bersama-sama dengan rangkaian local oscillator mengubah frekuensi yang diterima menjadi frekuensi menengah (Intermediate Frequency=IF). Setelah diperkuat pada rangkaian IF signal-signal tersebut diteruskan ke bagian detektor, output detektor yang berupa signal-signal audio diteruskan ke penguat (amplifier) dan kemudian ke loudspeaker.

Bagian yang penting pada penerima AM Superheterodyne adalah frekuensi “Conversion”, dimana signal-signal yang diterima oleh antena dicampur (mixing) dengan signal dari local oscillator sehingga didapat frekuensi-frekuensi yang merupakan jumlah dan selisih dari frekuensi tersebut. Gambar 2 dibawah ini memperlihatkan bagaimana frekuensi yang diterima dicampurkan dengan local oscillator sehingga didapat frekuensi IF.



Gambar 2. Cara kerja Mixer

Dimana: $e_r(t)$ = frekuensi radio yang diterima

$e_o(t)$ = frekuensi local oscillator

$e_{if}(t)$ = frekuensi IF

Kemudian dengan suatu BPF (Band Pass Filter) salah satu dari side band yang terjadi diloloskan untuk menjadi IF. Salah satu karakteristik lain yang penting pada pesawat Superheterodyne adalah kemampuan dalam memilih frekuensi yang disebut “Selectivity”, selectivity, dan pembuatan dapat ditingkatkan pada bagian IF.

Petunjuk Percobaan:

PERHATIAN...!!!

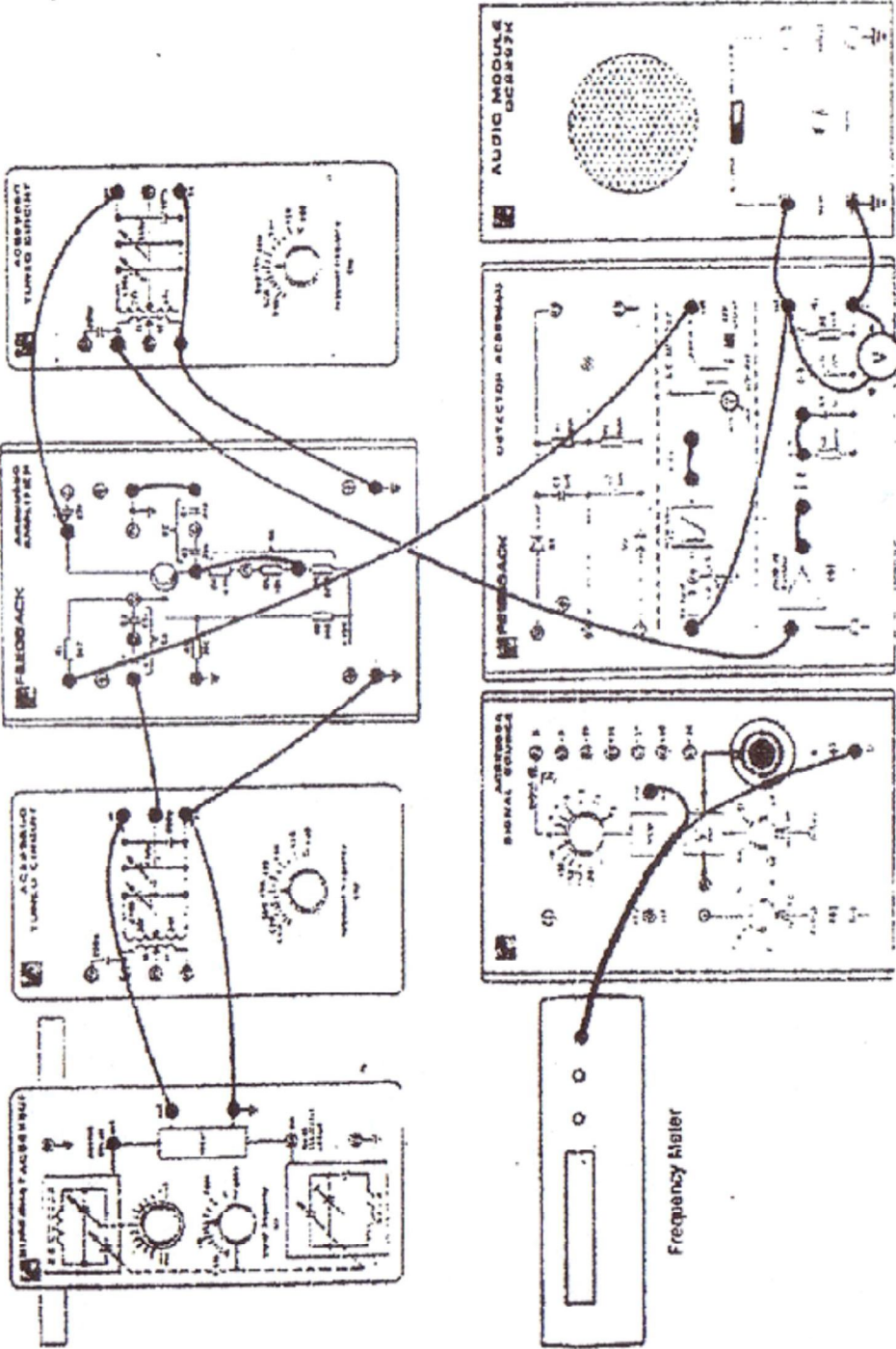
Rangkaian jangan dihubungkan ke Power Supply Sebelum disetujui oleh Asisten

1. Buatlah rangkain percobaan pesawat penerima radio Superheterodyne (lihat lampiran).
2. Mengamati Sensitivity
 - a. Aturlah frekuensi RF signal generator pada 600 KHz ($f_m = 100$ Hz dan $m = 30\%$),
 hubungkan rangkaian antena.
 - b. RF generator diatur sehingga didapat output pada AF amplifier = 50 mV.
 - c. Lakukan juga percobaan untuk frekuensi 800 KHz hingga 1400 KHz dengan langkah 200 KHz.
 - d. Dengan mempertahankan output AF amplifier 50 mV, catatlah output RF signal generator.
3. Mengamati Selectivity
 - a. Aturlah keadaan seperti percobaan no 2a, 2b diatas.
 - b. Lakukan percobaan untuk frekuensi RF generator (600 ± 2) KHz hingga (600 ± 10) KHz dengan langkah 2 KHz.
 - c. Lakukan pencatatan seperti no 2d.
4. Mengamati Fidelity
 - a. Lakukan step seperti percobaan no 2a, 2b, buatlah output AF amplifier sebesar 50 mV.
 - b. Ubahlah frekuensi pemodulasi dari 20 Hz hingga 10 KHz dengan langkah sebagai berikut: 20 Hz, 200 – 1000 Hz dengan langkah 200 Hz, 1000 Hz – 10 KHz dengan langkah 1000 Hz.
 - c. Untuk setiap perubahan frekuensi pemodulasi atur penerimaan sehingga output AF amplifier maximum: Catat tegangan output AF tersebut.
5. Kurva Bandpass dari IF

- a. Atur keadaan RF generator seperti percobaan 2a, 2b.
- b. Cari frekuensi dimana tidak ada gambar radio.
- c. Atur frekuensi RF generator dari 445 KHz hingga 465 KHz dengan langkah 2 KHz.
- d. Output AF amplifier dibuat tetap sebesar 25 mV.
- e. Catat output RF generator untuk setiap perubahan frekuensi.

Tugas Laporan:

1. Gambarkan kurva sensitivity terhadap frekuensi pada milimeter block dan berilah kesimpulan.
2. Uraikan bagaimana cara mempertinggi sensitivity.
3. Gambarkan kurva selectivity terhadap frekuensi resonansi pada milimeter block dan berilah kesimpulan.
4. Uraikan bagaimana cara mempertinggi selectivity.
5. Gambarkan kurva V_{out} dalam 0 dB untuk V_{out} pada $f_m = 400$ Hz pada milimeter block dan berilah kesimpulan.
6. Uraikan bagaimana cara meningkatkan fidelity.
7. Gambarkan kurva IF Bandpass, tentukan bandwidth (BW) dari kurva tersebut pada milimeter block.
8. Gambarlah block diagram lengkap pesawat penerima radio Superheterodyne, beri keterangan fungsi kerja dan gambar bentuk tegangan yang terjadi pada masing-masing blok.
9. Berikan kesimpulan percobaan saudara.



PERCOBAAN 4

FREKUENSI MODULASI

A. Tujuan Percobaan

- Menunjukkan bahwa *carrier* dapat dimodulasi dengan mengubah frekuensinya.
- Menunjukkan bahwa sinyal frekuensi termodulasi memiliki banyak *sideband*, tergantung kepada amplitudo, juga frekuensi sinyal.
- Menunjukkan bahwa frekuensi modulasi memiliki imunitas terhadap sinyal-sinyal interferensi.

B. Peralatan

1. *Signal Source* ACS2956A
2. *Filters* ACS2956C
3. *Tuned Circuit* ACS2956D (2 buah)
4. *Spectrum Analyzer*
5. *Power Supply* DCS297M
6. *Plug-in* 10 K Ω
7. Osiloskop
8. *Frequency Meter*
9. Voltmeter
10. *Function Generator*

C. Teori Dasar

Bila frekuensi digunakan untuk memodulasi *carrier*, informasi akan diletakkan pada *carrier* dengan mengubah frekuensinya dengan amplitudo yang tetap. Saat diteirma kembali, variasi pada amplitudo dihilangkan sebelum dilakukan demodulasi. Ini dilakukan tanpa mempengaruhi informasi yang terdapat pada variasi frekuensinya.

Misalkan persamaan gelombang *carrier* tanpa modulasi adalah $v_c = A \sin 2 \pi f_c t$, dan gelombang *audio* atau informasi adalah $v_a = B \sin 2 \pi f_a t$, maka frekuensi *carrier*

akan berubah sekitar nilai frekuensi f_c , $f = f_c + \Delta f \sin 2\pi f_a t$. Bila f ini disubstitusikan ke v_c , maka akan diperoleh persamaan gelombang modulasi:

$$v_c = A \sin [2\pi f_c t + \Delta f \sin 2\pi f_a t]$$

Δf merupakan perubahan frekuensi maksimum yang mungkin timbul dalam modulasi frekuensi ini, dan ini disebut dengan deviasi frekuensi. Total perubahan frekuensi dari yang terendah hingga yang tertinggi disebut juga *carrier swing*. Selanjutnya, persamaan gelombang modulasi dapat diubah menjadi:

$$v_c = A \sin [2\pi f_c t + (\Delta f/f_a) \cos 2\pi f_a t]$$

Nilai $\Delta f/f_a$ inilah yang dinamakan indeks modulasi, m_f .

Apabila dilakukan analisis frekuensi terhadap gelombang FM, akan dihasilkan frekuensi sisi dari f_a , yang tidak terhingga jumlahnya. Tetapi tidak semua frekuensi sisi ini penting, karena dayanya yang terlalu kecil. Dengan menggunakan analisis Fourier dapat ditentukan banyaknya frekuensi sisi yang penting, yang merupakan *bandwidth* efektif gelombang FM.

Untuk indeks modulasi yang paling buruk, di mana deviasi frekuensi maksimum dan frekuensi informasi maksimum digunakan, maka perbandingan indeks modulasinya dinamakan rasio deviasi ($\Delta f_{\max}/f_{\max}$)

D. Jalan Percobaan

D.1. Percobaan Mempersiapkan Gelombang yang akan Dimodulasi

1. Merangkai rangkaian seperti pada LAMPIRAN 1.
2. Mengatur *Function Generator* sehingga menghasilkan gelombang persegi dengan frekuensi 0,1 Hz dengan amplitudo 0.
3. Mengatur *Frequency Meter*.
4. Mengatur *Signal Source* pada atenuasi 0 dB, pengontrol sensitivitas Bx hingga maksimum, dan aturlah frekuensi kontrol C hingga menghasilkan nilai 455 kHz.
5. Mengatur osiloskop sehingga menampilkan gelombang yang diinginkan.
6. Mengatur kembali *Function Generator* sehingga menghasilkan keluaran dengan tegangan puncak-ke-puncak 6 V.
7. Gambarlah bentuk gelombang yang timbul di kertas milimeter blok.

8. Perhatikan dan catatlah frekuensi yang ditampilkan pada osiloskop dan hitung deviasinya.
9. Ubahlah nilai tegangan puncak-ke-puncak menjadi 4 V dan 2 V, ulangi langkah 7 dan 8.

D.2. Percobaan Menampilkan Frekuensi Sisi (*Side Band*)

1. Merangkai rangkaian seperti pada LAMPIRAN 2
2. Mengatur *Signal Source* (pastikan nilai Bx dan frekuensi tidak berubah), aturlah Ax menjadi 0,2, dan atur atenuasi hingga 0 dB.
3. Mengatur *Function Generator* hingga tegangan keluaran menjadi nol, gelombang keluaran sinus, dan frekuensi 20 kHz.
4. Mengatur osiloskop hingga menampilkan gelombang yang diinginkan.
5. Mengatur *Spectrum Analyzer*.
6. Aturlah keluaran Function Generator sehingga tegangan puncak-ke-puncak menjadi 2V. Catatlah apa yang timbul, apa yang terjadi pada nilai deviasi?
7. Ubahlah Ax, dan catatlah apa yang terjadi terhadap frekuensi gelombang?
8. Hitunglah nilai rasio deviasi, δ !
9. Gambarlah gelombang yang tampak di osiloskop. Hitunglah jumlah pasangan frekuensi sisi yang ada !
10. Isilah tabel di bawah ini.

Tabel 1. Ringkasan Hasil pengamatan percobaan E2.

Frekuensi Sinyal (kHz)	Tegangan Masukan (Vpp)	Frekuensi Deviasi, D (kHz)	Rasio Deviasi, d	Jumlah Pasangan Frekuensi Sisi	Perkiraan Bandwidth (kHz)
20	2				
20	4				
20	6				

D.2. Percobaan Deteksi Rasio pada Gelombang FM

1. Merangkai rangkaian seperti pada LAMPIRAN 3 (Perhatikan peletakan kedua modul *Tuned Circuit*, harus diletakkan sedemikian rupa seperti pada gambar LAMPIRAN, dengan jarak pisah kuang lebih 1 cm)
2. Mengatur *Function Generator* sehingga tegangan keluaran puncak-ke-puncak 5V, bentuk gelombang segitiga dengan frekuensi 10 Hz.
3. Mengatur *Signal Source*; atenuasi 0 dB, Bx maksimum, frekuensi 455 kHz.
4. Mengatur osiloskop sehingga menampilkan gelombang yang diinginkan. Gambarlah bentuk gelombang yang dihasilkan.
5. Mengatur *Tuned Circuit* sehingga diperoleh bentuk gelombang yang dimetis. Gambarlah bentuk gelombang yang dihasilkan.
6. Naikkanlah *coupling* dari *Tuned Circuit* (dengan membuatnya menjadi lebih rapat), efek apa yang timbul?

D.2. Percobaan Mempersiapkan Gelombang yang akan Dimodulasi

1. Merangkai rangkaian seperti LAMPIRAN 4 (perhatikan agar Bx tidak sampai berubah).
2. Mengatur keluaran *Function Generator* hingga menjadi nol.
3. Mengatur *Signal Source* pada keluaran 0 dB dan frekuensi 455 kHz.
4. Mengatur Osiloskop sehingga teramati gelombang yang diinginkan.
5. Mengatur *Tuned Circuit* hingga maksimum.
6. Mengatur Osiloskop untuk rampilan X-Y.
7. Menghubungkan *Function Generator* ke Bx.
8. Perhatikan bahwa frekuensi sinyal keluaran.
9. Mengatur *Function Generator* pada gelombang segitiga dengan tegangan puncak-ke-puncak sebesar 5V dan frekuensi 100 Hz.
10. Ubahlah keluaran *Function Generator* dan catatlah hasil yang timbul.
11. Amati dan catat perubahan yang terjadi pada osiloskop.

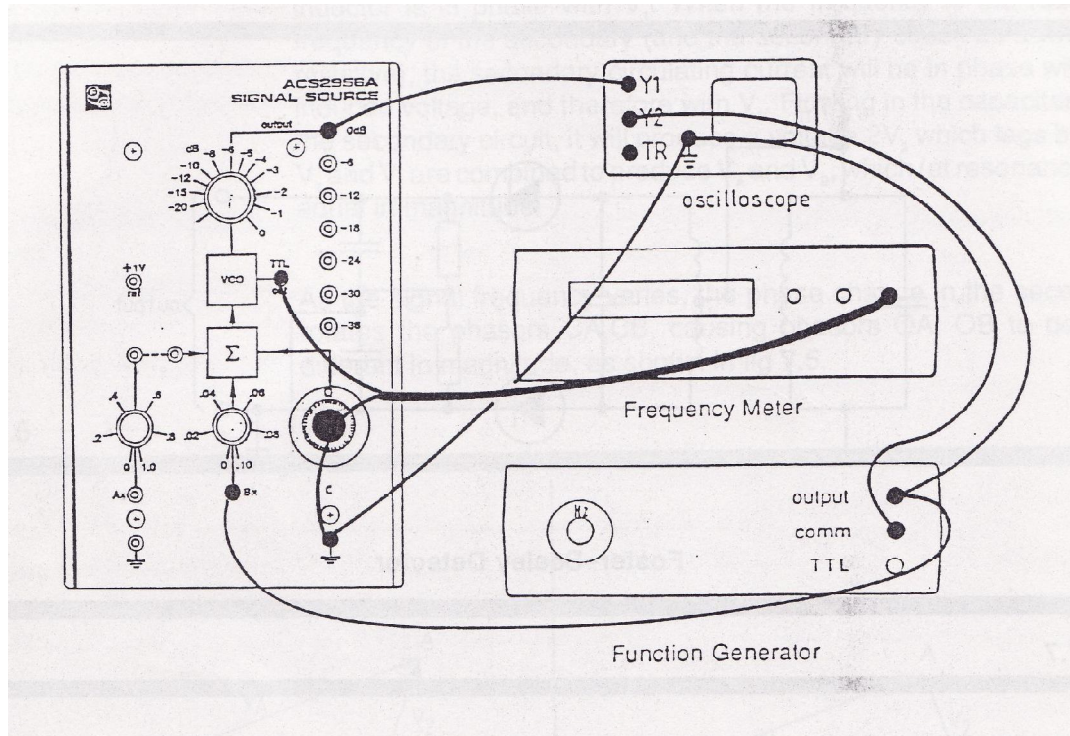
E. Tugas Laporan

1. Jelaskan keuntungan dan kelemahan modulasi frekuensi (FM) dibandingkan dengan modulasi amplitudo (AM) berdasarkan percobaan-percobaan yang telah Anda lakukan!
2. Apakah yang akan terjadi apabila percobaan deteksi rasio diterapkan dalam keadaan bergerak?
3. Berikan kesimpulan Saudara dalam kaitannya dengan percobaan ini.

F. Daftar Acuan

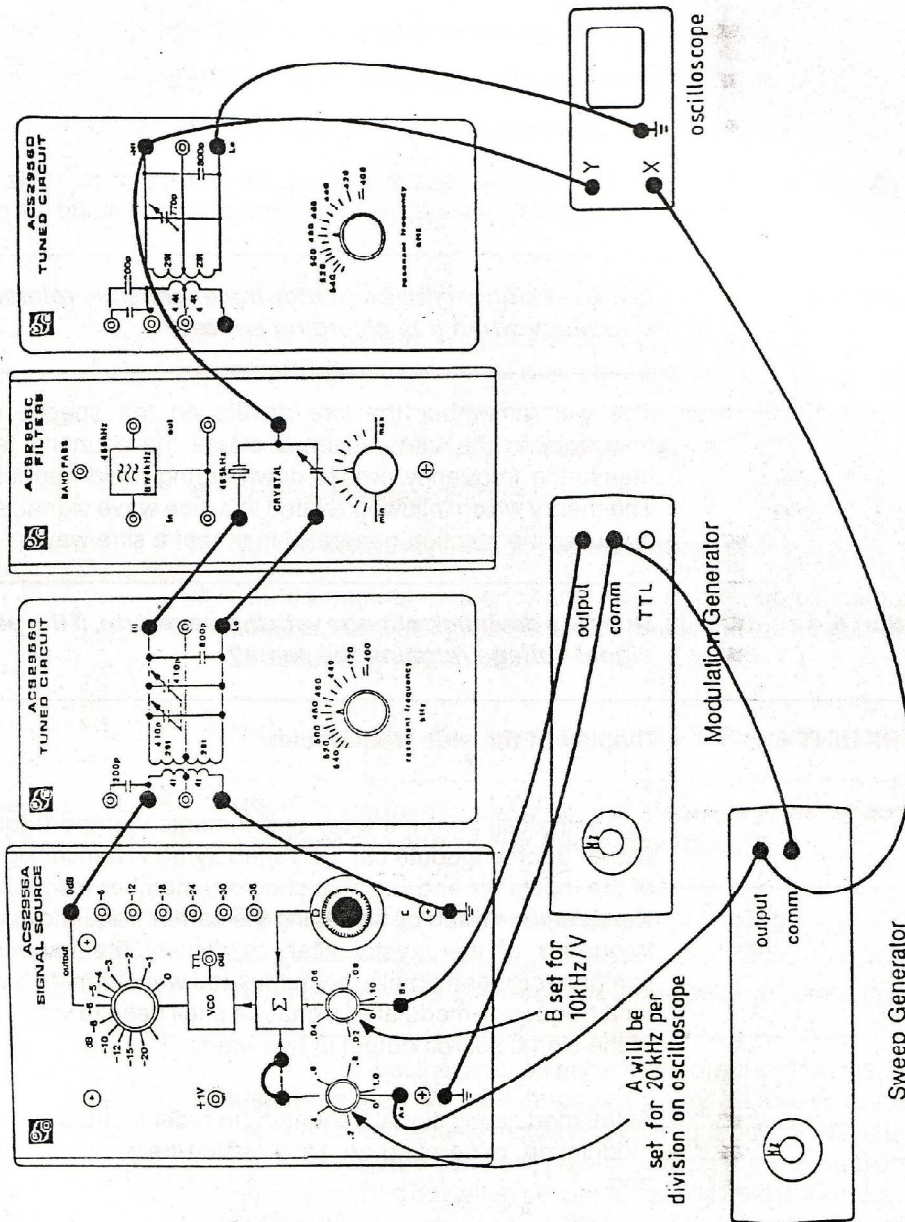
1. B.A., Carlson, *Communication System*, 4th Edition. NY: McGrawHill, 1996.
2. W. Hioki, *Relecommunication*, 3rd Edition. Ohio: Prentice Hall, 1998.
3. J.E. Pearson, *Basic Communication Theory*. Britain: Prentice Hall, 1992.
4. Feedback, *Basic Analogue Communication System ACS2956-1*. Crowboroug, England: FL Ltd.

LAMPIRAN 1



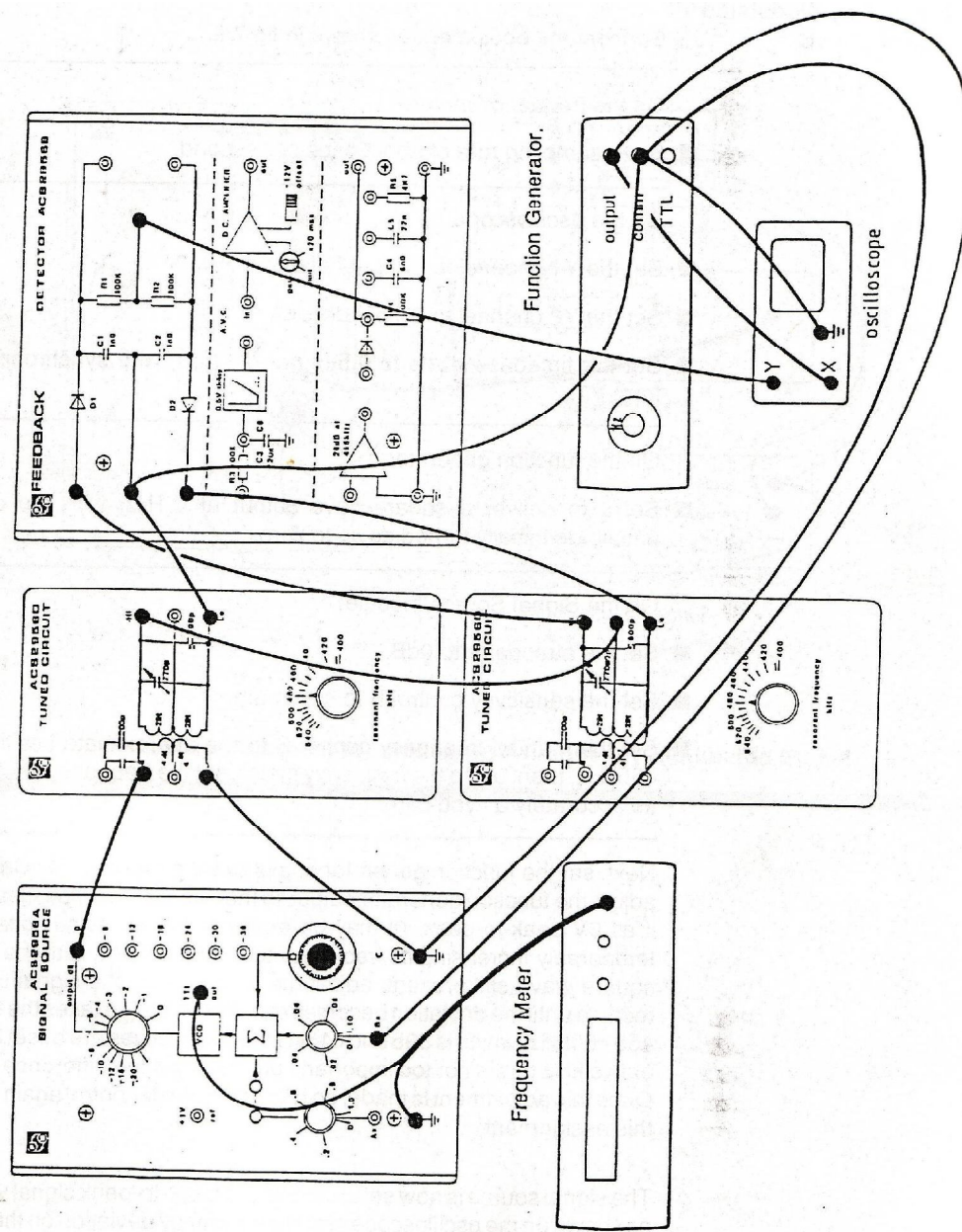
Gambar 1. Rangkaian Pebangkit Gelombang FM

LAMPIRAN 2



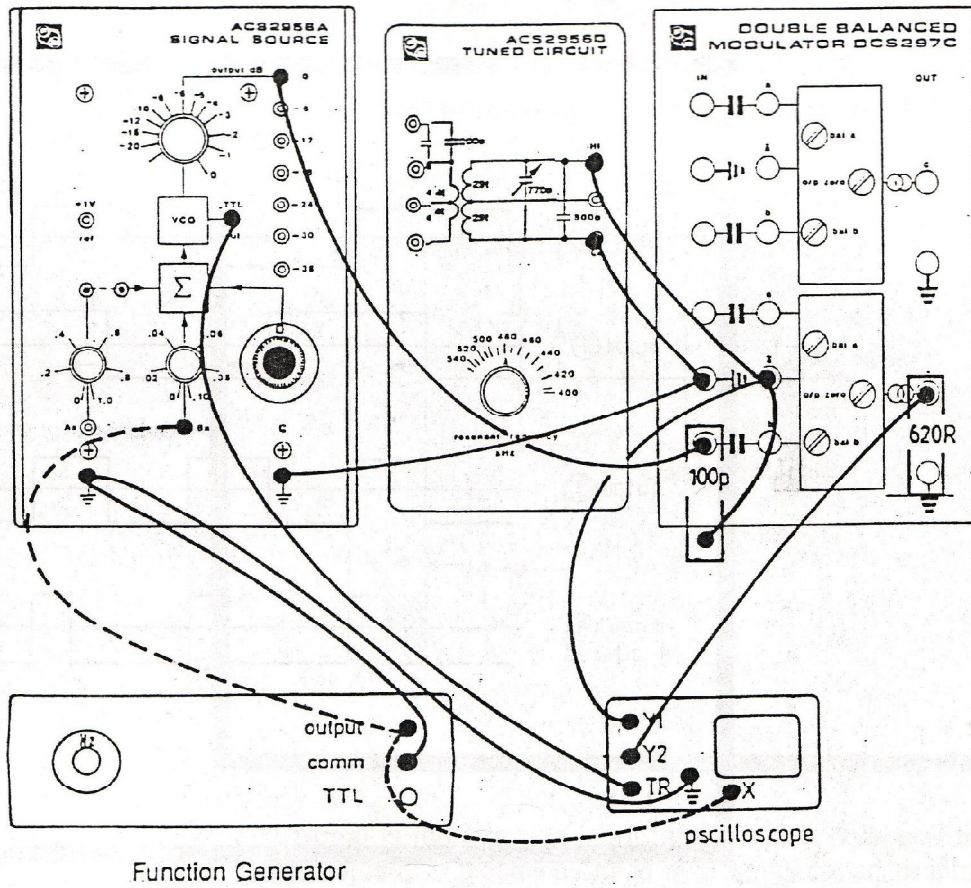
Gambar 2. Rangkaian Untuk Mengamati Sideband

LAMPIRAN 3



Gambar 3. Rangkaian Deteksi Rasio

LAMPIRAN 4



Gambar 4. Rangkaian Deteksi Pergeseran Fasa



**PETUNJUK PRAKTIKUM
DASAR TELEKOMUNIKASI**
Edisi Genap 2008/2009

Laboratorium Digital Jurusan Teknik Elektro

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TARUMANAGARA