

LAPORAN LABORATORIUM SISTEM TELEKOMUNIKASI



PRAKTIK 01

PERCOBAAN AMPLITUDE MODULATION (AM)

ANGGOTA KELOMPOK:

1. FERRY NUR PRATAMA (2003332009)
2. MAYA MAULINDA (2003332077)
3. NURUL MAWADAH WAROHMAH (2003332035)
4. SUCI SEPTYANI SYAH PUTRI (2003332075)

KELAS / KELOMPOK: TT- 3D / 01

TANGGAL PELAKSANAAN PRAKTIKUM: 20 SEPTEMBER 2021

PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2021 / 2022

DAFTAR ISI

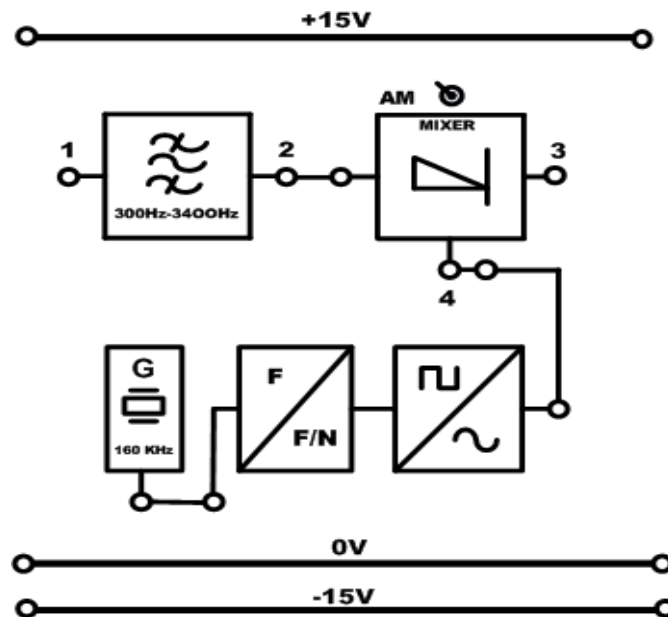
BAB I PENDAHULUAN.....	3
1.1 TUJUAN PERCOBAAN	3
1.2 DIAGRAM RANGKAIAN	3
1.3 ALAT DAN KOMPONEN	3
1.4 DASAR TEORI	4
BAB II PEMBAHASAN.....	10
2.1 DATA HASIL PERCOBAAN	10
Percobaan 1:.....	10
Percobaan 2:.....	11
Percobaan 3:.....	12
2.2 ANALISA DATA.....	13
BAB III PENUTUP.....	15
3.1 KESIMPULAN	15
3.2 REFERENSI.....	15
LAMPIRAN	16
Gambar Percobaan 1:.....	16
Gambar Percobaan 2:.....	18
Gambar Percobaan 3:.....	19

BAB I PENDAHULUAN

1.1 TUJUAN PERCOBAAN

1. Menampilkan bentuk sinyal AM
2. Menentukan Indeks Modulasi dengan pola trapezium
3. Menjelaskan apa yang disebut over modulasi dan distorsi modulasi dari sinyal AM

1.2 DIAGRAM RANGKAIAN



1.3 ALAT DAN KOMPONEN

No.	Alat	Jumlah
1.	DC Power Supply $\pm 1.5V$ SO3538-8D	1
2.	CF Transmitter, 16 KHz SO3537-8H	1
3.	Function Generator GW-INSTEK GFG-9210	1
4.	Oscilloscope GW-INSTEK GOS-653G	1
5.	Universal Counter HP-5314 A	1
6.	BNC To Banana Cable	4
7.	Jumper plug-in besar	15

MODULASI AMPLITUDO

Pengertian Modulasi

Modulasi merupakan proses mengubah-ubah parameter suatu sinyal (sinyal pembawa atau *carrier*) dengan menggunakan sinyal yang lain (yaitu sinyal pemodulasi yang berupa sinyal informasi). Sinyal informasi dapat berbentuk sinyal audio, sinyal video, atau sinyal yang lain.

1. Modulasi amplitudo (AM, *Amplitudo Modulation*)

Pada modulasi amplitudo, sinyal pemodulasi atau sinyal informasi mengubah-ubah amplitudo sinyal pembawa. Besarnya amplitudo sinyal pembawa akan berbanding lurus dengan amplitudo sinyal pemodulasi.

Jika sinyal pemodulasi dinyatakan sebagai $e_m = V_m \sin \omega_m t$ dan sinyal pembawanya dinyatakan sebagai $e_c = V_c \sin \omega_c t$, maka sinyal hasil modulasi disebut sinyal termodulasi atau e_{AM} . Berikut ini adalah analisis sinyal termodulasi AM.

$$\begin{aligned} e_{AM} &= V_c (1 + m \sin \omega_m t) \sin \omega_c t \\ &= V_c \cdot \sin \omega_c t + m \cdot V_c \cdot \sin \omega_c t \cdot \sin \omega_m t \\ &= V_c \cdot \sin \omega_c t + \frac{1}{2} m \cdot V_c \cdot \cos(\omega_c - \omega_m) t - \frac{1}{2} m \cdot V_c \cdot \cos(\omega_c + \omega_m) t \end{aligned}$$

dengan

e_{AM} : sinyal termodulasi AM

e_m : sinyal pemodulasi

e_c : sinyal pembawa

V_c : amplitudo maksimum sinyal pembawa

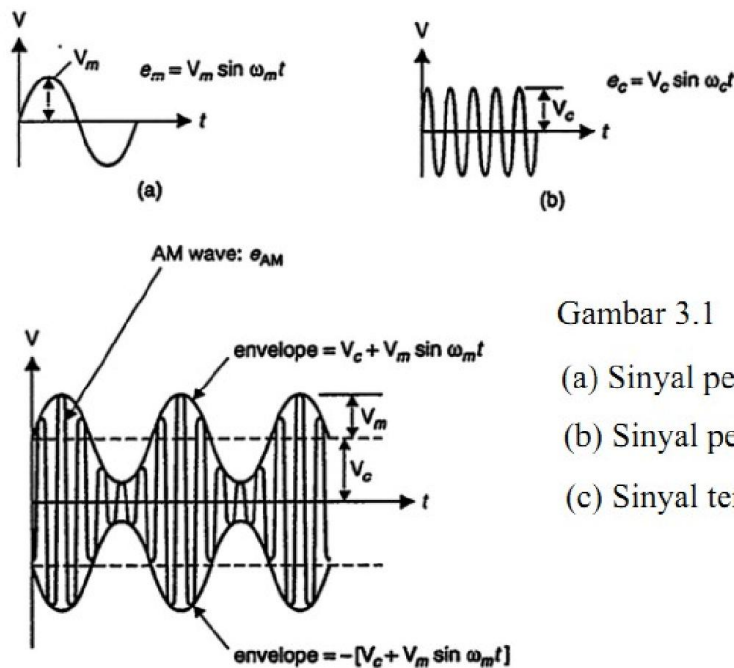
V_m : amplitudo maksimum sinyal pemodulasi

m : indeks modulasi AM

ω_c : frekuensi sudut sinyal pembawa (radian/detik)

ω_m : frekuensi sudut sinyal pemodulasi (radian/detik)

Hubungan antara frekuensi sinyal dalam hertz dengan frekuensi sudut dinyatakan sebagai: $\omega = 2 \pi f$



Gambar 3.1

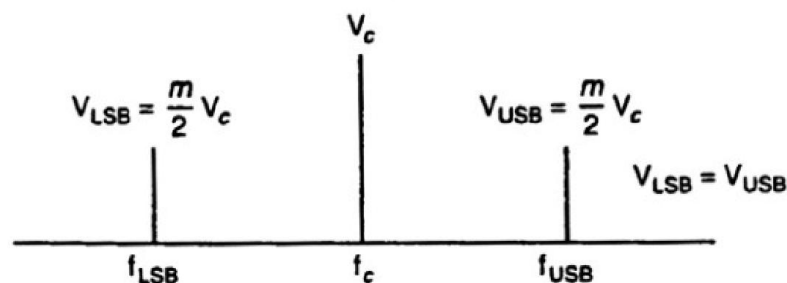
(a) Sinyal pemodulasi

(b) Sinyal pembawa

(c) Sinyal termodulasi AM

Gambar 3.1 memperlihatkan sinyal informasi (pemodulasi), sinyal pembawa, dan sinyal termodulasi AM.

Komponen pertama sinyal termodulasi AM ($V_c \sin \omega_c t$) disebut komponen pembawa, komponen kedua (yaitu $\frac{1}{2} m.V_c.\cos(\omega_c - \omega_m) t$) disebut komponen bidang sisi bawah atau (LSB: *Lower Side Band*), dan komponen ketiga (yaitu $\frac{1}{2} m.V_c.\cos(\omega_c + \omega_m) t$) disebut komponen bidang sisi atas atau (USB: *Upper Side Band*). Komponen pembawa mempunyai frekuensi sudut sebesar ω_c , komponen LSB mempunyai frekuensi sudut sebesar $\omega_c - \omega_m$, dan komponen USB mempunyai frekuensi sudut sebesar $\omega_c + \omega_m$.



Gambar 3.2 Spektrum frekuensi sinyal termodulasi AM

Pada gambar 3.2 diperlihatkan spektrum frekuensi gelombang termodulasi AM yang dihasilkan oleh spektrum analyzer. Harga amplitudo masing-masing bidang sisi dinyatakan dalam harga mutlaknya.

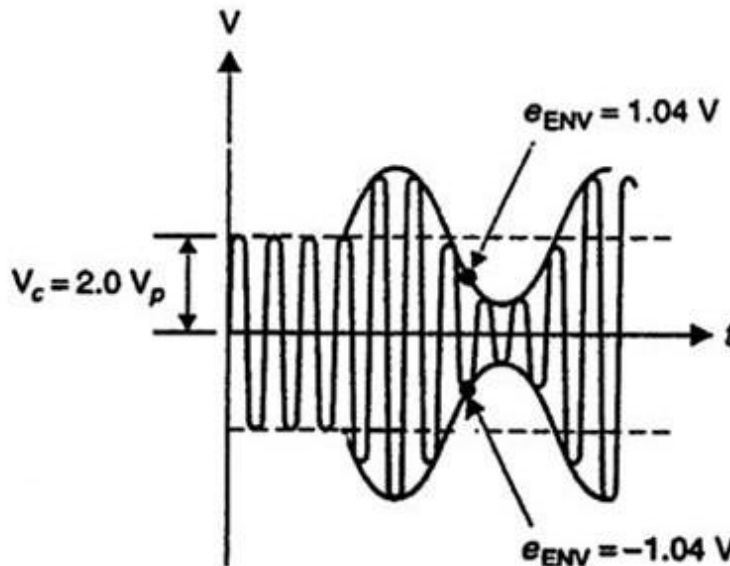
2. Sampul Gelombang Termodulasi AM

Pada sub bab ini akan dibahas tentang persamaan yang menyatakan amplitudo gelombang termodulasi AM. Ini juga dikenal sebagai sampul gelombang termodulasi AM. Sampul ini merupakan garis imajiner yang digambar antara nilai-nilai puncak pada setiap siklus, memberikan bentuk yang ekuivalen dengan bentuk tegangan pemodulasi.

$$\begin{aligned} e_{\text{sampul}} &= V_c + e_m \\ &= V_c + V_m \sin \omega_m t \end{aligned}$$

Oleh karena $V_m = m V_c$ maka persamaan tersebut dapat dinyatakan sebagai:

$$\begin{aligned} e_{\text{sampul}} &= V_c + m V_c \sin \omega_m t \\ &= V_c (1 + m \sin \omega_m t) \rightarrow \text{sampul positif} \\ &= - V_c (1 + m \sin \omega_m t) \rightarrow \text{sampul negatif} \end{aligned}$$



Gambar 3.3 Sampul gelombang termodulasi AM

Gambar 3.3 memperlihatkan contoh sampul positif dan negatif, jika $V_c = 2$ Volt, $V_m = 1,06$ Volt, $m = 0,53$.

Gelombang pembawa selalu berbentuk sinusoida, dan dapat dinyatakan dengan persamaan[3][5]:

$$x_c(t) = A_c \sin(\omega_c t + \theta) \quad \textbf{Persamaan (1)}$$

$x_c(t)$ = gelombang pembawa (carrier)

A_c = amplitudo gelombang carrier

ω_c = $2\pi f_c$

f_c = frekuensi gelombang carrier

Sinyal informasi secara matematis direpresentasikan sebagai[3][5]:

$$x_M(t) = A_M \sin \omega_M t \quad \textbf{Persamaan (2)}$$

A_M = sinyal informasi

$E_{M \text{ maks}}$ = amplitudo sinyal informasi

ω_M = $2\pi f_M$

f_M = frekuensi sinyal informasi

Bila suatu sinyal carrier dimodulasi amplitudo, maka amplitudo bentuk gelombang tegangan pembawadibuat berubah sebanding dengan tegangan sinyal informasi yang memodulasi, sehingga[3][5]:

$$X_c(t) = (A_c + X_M(t)) \sin \omega_c t \quad \textbf{Persamaan (3)}$$

Persamaan (3) adalah persamaan sinyal termodulasi dan dapat ditulis kembali sebagai [3][5]:

$$X_{AM}(t) = (A_c + X_M(t)) \sin \omega_c t$$

$X_{env}(t)$ pada persamaan (3), adalah persamaan sinyal sampul (*envelope*)[3][5]:

$$X_{env}(t) = A_c + X_M(t)$$

Selanjutnya,

$$X_{AM}(t) = (A_c + A_M \sin \omega_M t) \sin \omega_c t$$

$$X_{AM}(t) = A_c \left(1 + \frac{A_m}{A_c} \sin \omega_M t\right) \sin \omega_c t \quad \textbf{Persamaan (4)}$$

Jika Indeks Modulasi amplitude didefenisikan sebagai $m_A = \frac{A_m}{A_c}$

Persamaan (4) dapat ditulis kembali sebagai [3][5]:

$$X_{AM}(t) = A_c (1 + m_A \sin \omega_M t) \sin \omega_c t \quad \textbf{Persamaan (5)}$$

Persamaan (5) diberikan sketsanya dalam gambar 4 untuk berbagai nilai m_A yang berbeda [3][5]



Gambar 3.4 Bentuk sinyal keluaran gelombang termodulasi untuk indeks modulasi:

(atas kiri) $m_A = 0$; (atas kanan) $m_A = 0,25$; (tengah kiri) $m_A = 0,5$; (tengah kanan) $m_A = 1$; (bawah) $m_A > 1$

Untuk $m_A > 1$, sinyal carrier hilang sama sekali dan puncak-puncak dalam dari selubung terpotong. Keadaan ini harus dicegah, karena akan menimbulkan cacat pada sinyal modulasi. Batas-batas nilai m_A dengan mudah dapat dinyatakan sebagai : $0 \leq m_A \leq 1$ [3][5].

Dengan menggunakan identitas trigonometri : $\sin A \sin B = \frac{1}{2}[\cos(A-B) - \cos(A+B)]$, Persamaan (5) dapat dijabarkan [3][5]:

$$x_{AM}(t) = A_c (1 + m_A \sin \omega_M t) \sin \omega_c t$$

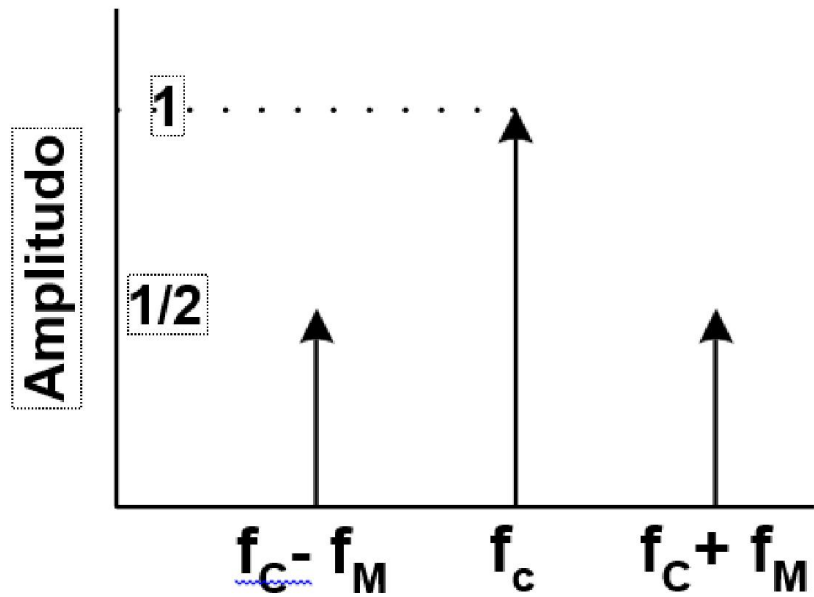
$$x_{AM}(t) = A_c (\sin \omega_c t + m_A \sin \omega_c t \sin \omega_M t)$$

$$x_{AM}(t) = A_c (\sin \omega_c t + m_A [\cos(\omega_c t - \sin \omega_M t) - \cos(\omega_c t + \sin \omega_M t)]) \quad \textbf{Persamaan (6)}$$

Persamaan (6) dinyatakan dalam tiga komponen frekuensi [3][5]:

1. $(\omega_c t - \omega_M t)$ dengan nilai frekuensi $(f_c - f_M)$ merupakan frekuensi sisi bawah (**Lower Side Band** atau **LSB**)
2. $\omega_c t$ dengan nilai frekuensi f_c merupakan frekuensi sinyal carrier
3. $(\omega_c t + \omega_M t)$ dengan nilai frekuensi $(f_c + f_M)$ merupakan frekuensi sisi atas (**Upper Side Band** atau **USB**)

Jika asumsi amplitud $A_c = 1$ dan $A_M = 1$ sehingga $m_A = 1$ maka sinyal dimodulasi penuh dan spectrum frekuensi ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.5 Spektrum gelombang yang dimodulasi 100% (penuh)

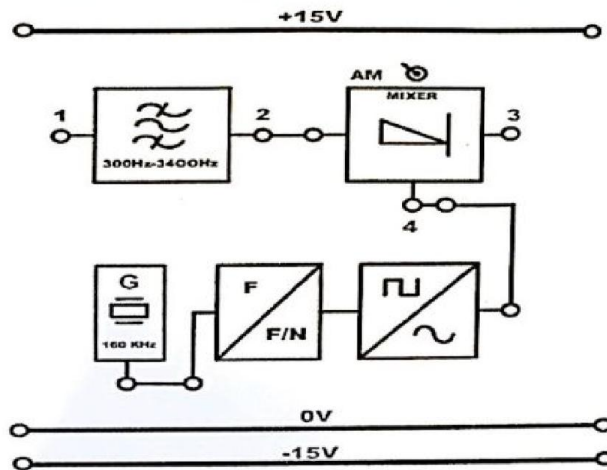
Bentuk spektrum gelombang seperti yang diperlihatkan pada gambar 5 inilah yang dimaksud dengan **AM Double Side Band (AM-DSB)** atau sinyal pita ganda dimana pada batasan frekuensi $f_c \leq f \leq f_c + f_M$ disebut sebagai USB dan batasan frekuensi $f_c - f_M \leq f \leq f_c$ disebut sebagai LSB. Masing-masing *side band* telah berisi informasi lengkap dari sinyal informasi. Oleh sebab itu dimungkinkan untuk mentransmisikan salah satu dari *side*[3][5].

BAB II PEMBAHASAN

2.1 DATA HASIL PERCOBAAN

Percobaan 1:

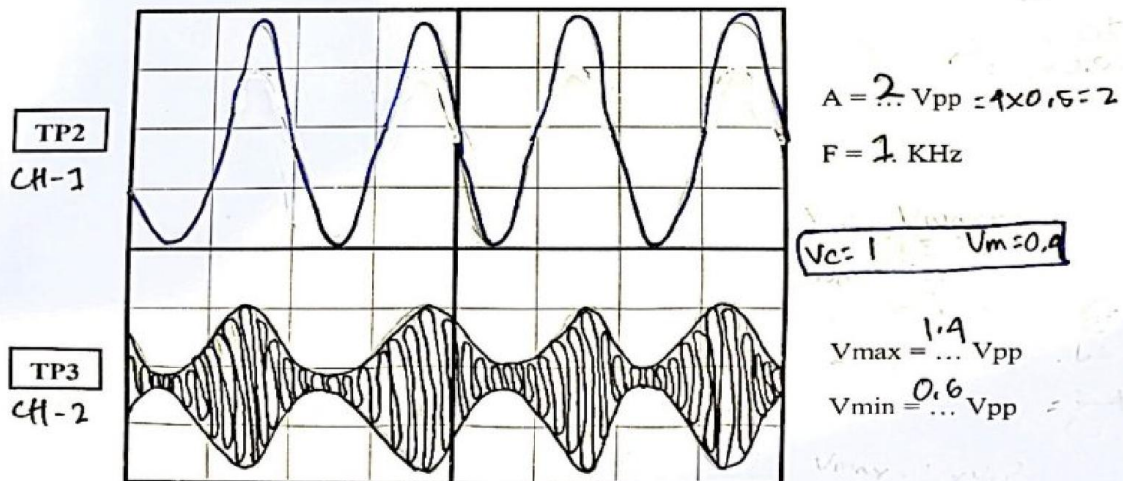
IV.1. Buat rangkaian seperti pada gambar dibawah ini (saklar switch ke AM) :



Dari Function Generator masukkan ke input mixer (2)

- Gelombang-sinus = 1 KHz
- $V_{LF} = 2 V_{pp}$ (Voltage Low Frequency)

Gambar hasilnya pada input mixer (2) dan output mixer (3)



Gambar TP3 diatas adalah gambar sinyal termodulasi AM

Percobaan 2:

Gerakkan sinyal LF (Low Frequency) pada TP2 ke upper envelope, Jelaskan :
 Sinyal termulasi dan sinyal pembawa tidak sesuai, sehingga membutuhkan filter agar sinyal termulasi dan sinyal pembawanya sama, maka filter yang digunakan adalah Band Pass filter.

Apa yang terlihat jika LF berubah, Jelaskan :
 Saat LF berubah maka sinyal termulasi akan mengikuti perubahan pada low frequency.

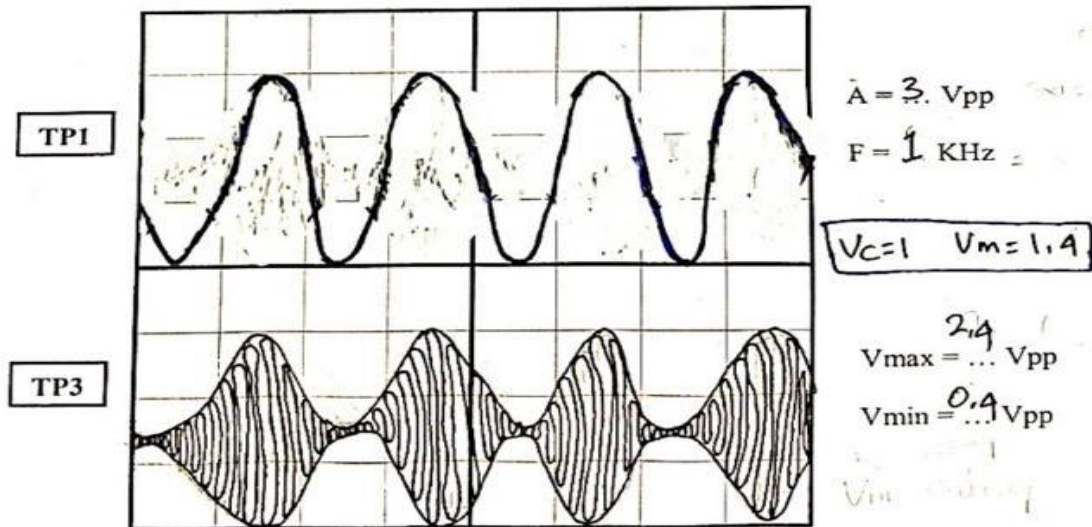
Lihat Gambar TP3

Dengan mengukur maksimum dan minimum sinyal AM, hitung indek modulasi

$$m = \frac{U_{pp \max} - U_{pp \min}}{U_{pp \max} + U_{pp \min}} \times 100 = 40\% \rightarrow \frac{1.4 - 0.6}{1.4 + 0.6} = \frac{0.8}{2} = 0.4 \times 100\%$$

IV.2. Pindahkan output function generator dari input mixer (2) ke input filter (1)

gambar hasilnya:



Berikan penjelasan tentang kedua gambar diatas :

Bentuk sinyal termulasi yang dihasilkan berada pada kondisi indeks modulasi 40% ini menunjukkan pada kondisi ini mencapai titik ideal. Saat kedua sinyal tersebut digabungkan perlu adanya filter agar sinyal keduanya bisa sama.

Percobaan 3:

IV.3. MODULASI TRAPESIUM

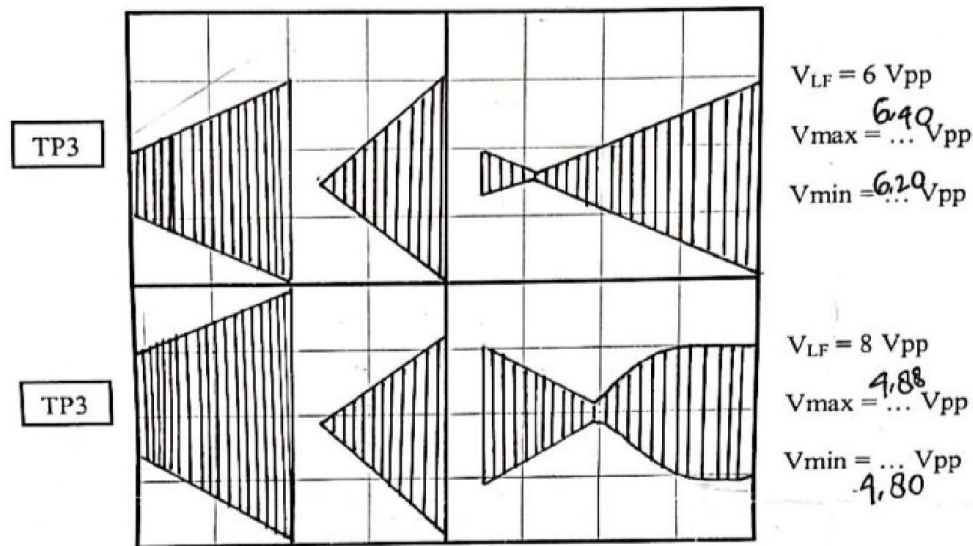
input mixer (2) ke kanal 1 osiloskop

output mixer (3) ke kanal 2 osiloskop

Osiloskop mode X-Y

Ubah Amplitudo Function Generator dari 2 Vpp ke 6 Vpp kemudian ke 8 Vpp

Gambar hasilnya :



Amati sisi samping trapezium,

Jelaskan : Saat $M < 100\%$ berbentuk Trapezium ; $M > 100\%$ terjadi overmodulasi
 Saat $M = 100\%$ berbentuk Segitiga

Bagaimana bila $V_{LF} = 8 \text{ Vpp}$,

Jelaskan : Terjadi overmodulasi Karena Amplitudo semesta
 besar

2.2 ANALISA DATA

SUCI SEPTYANI SYAH PUTRI:

- Berdasarkan percobaan pertama, gambar yang dihasilkan pada channel 1 adalah sinyal pembawa dengan mengatur $f=1\text{KHz}$ pada function generator, Amplitudo yang dihasilkan adalah 2 Vpp dengan cara $\text{Div} \times \text{Volt} = 4 \times 0,5 = 2$ dilihat dari osiloskop dimana Div berupa banyak kotak. Nilai V_c (amplitudo maksimum sinyal pembawa) yang terukur dari osiloskop sebesar 1 dan V_m (amplitudo maksimum sinyal pemodulasi) sebesar 0,4. Pada channel 2 adalah sinyal termodulasi AM dimana V_{\max} didapatkan dengan cara $V_{\max} = V_c + V_m = 1 + 0,4 = 1,4 \text{ Vpp}$ dan $V_{\min} = V_c - V_m = 1 - 0,4 = 0,6 \text{ Vpp}$. Pada percobaan kedua gelombang yang dihasilkan pada sinyal termodulasi sudah mencapai kondisi ideal dapat dilihat dari gelombang yang dihasilkan pada osiloskop. Pada percobaan ketiga saat modulasi trapezium menggunakan osiloskop mode X-Y sinyal yang dihasilkan berbeda-beda bentuknya karena ada pengaruh V_{LF} , dan Indeks modulasi. Jika $M=100\%$ berbentuk segitiga, $M<100\%$ berbentuk trapezium, dan $M>100\%$ terjadi overmodulasi.

MAYA MAULINDA

- Berdasarkan percobaan kedua, Jika output function generator dari input mixer (2) ke input filter (1) dipindahkan maka sinyal termodulasi AM mencapai Indeks Modulasi $m=1$ atau kondisi stabil, semakin dekat nilai amplitudo sinyal informasi dan sinyal pembawa maka semakin baik sinyal. Amplitudo yang dihasilkan adalah $A=3 \text{ Vpp}$ dengan $f=1\text{KHz}$, $V_c=1$, $V_m=1,4$ sehingga $V_{\max} = V_c + V_m = 1 + 1,4 = 2,4 \text{ Vpp}$ dan $V_{\min} = V_c - V_m = 1 - 1,4 = 0,4 \text{ Vpp}$. Pada percobaan ketiga, bentuk sinyal yang dihasilkan adalah jika $M=100\%$ berbentuk segitiga, $M<100\%$ berbentuk trapezium, dan $M>100\%$ terjadi overmodulasi.

FERRY NUR PRATAMA

- Pada percobaan ini, digunakan Function Generator untuk menghasilkan sinyal / gelombang yang digunakan sebagai gelombang informasi atau Low Frequency (LF). Pada Function Generator diatur sehingga menghasilkan gelombang dengan frekuensi 1 kHz dengan tegangan 2 Vpp. Gelombang ini dimasukkan ke mixer dan dimodulasikan dengan gelombang pembawa (Carrier) atau High Frequency (HF). Dari Oscilloscope dapat dilihat gelombang output (termodulasi), bahwa Amplitudo dari gelombang pembawa dipengaruhi oleh Amplitudo gelombang informasi. Semakin tinggi / besar Amplitudo dari gelombang informasi (LF), maka semakin tinggi pula Amplitudo gelombang pembawa (HF)

NURUL MAWADAH WAROHMAH

- Pada percobaan 1 TP2 (CH1) yang merupakan sinyal pembawa yang berbentuk sinusoidal dan memiliki Amplitudo 2 Vpp dan Frekuensi 1kHz, sedangkan gambar TP3 (CH2) merupakan sinyal termodulasi AM dengan $V_{\max} 1.4 \text{ Vpp}$ dan $V_{\min} 0.6 \text{ Vpp}$.

Pada percobaan kedua, sinyal termodulasi berada pada titik ideal, sehingga tidak diperlukan filter karena sudah sesuai.

Pada percobaan 3 yaitu pada saat Osiloskop pada mode X-Y maka pada saat $M < 100\%$ berbentuk trapesium, $M = 100\%$ berbentuk segitiga dan $M > 100\%$ berbentuk dua segitiga yang bersilangan, hal ini disebut over modulasi.

BAB III PENUTUP

3.1 KESIMPULAN

FERRY NUR PRATAMA

- Pada Oscilloscope dengan X-Y, gelombang akan membentuk segitiga. Ketika Amplitudo gelombang informasi (LF) dinaikkan lagi, maka bentuk gelombang pada Oscilloscope akan menjadi cacat. Amplitudo atas (Envelope Upper) dan Amplitudo bawah (Envelope Lower) akan bersilangan. Nilai $V_{pp\ Min}$ akan menjadi negatif. Akibatnya, indeks modulasi menjadi lebih dari 100 % ($m > 100\%$). Kondisi ini disebut Over Modulation. Pada Oscilloscope dengan mode X-Y, gelombang akan membentuk dua segitiga yang bersilangan (berkebalikan).

SUCI SEPTYANI SYAH PUTRI

- Frekuensi sinyal pembawa harus lebih besar dari sinyal informasi tujuannya adalah untuk mengatasi dimensi antenna, jika sinyal pembawa lebih kecil dari sinyal informasi maka sinyal informasi yang dibawa oleh sinyal pembawa tidak akan sampai ketujuannya atau tidak terbentuk sinyal termodulasi AM. Cara mengubah modulasi trapezium yaitu dengan mengatur osiloskop mode X-Y.

NURUL MAWADAH WAROHMAH

- Jika Indeks Modulasi $M=100\%$ berbentuk segitiga, $M<100\%$ berbentuk trapezium, dan $M>100\%$ terjadi overmodulasi yang menyebabkan gelombang pembawa membalikkan fase ketika sinyal modulasi memiliki amplitudo yang berada di atas level tertentu.

MAYA MAULINDA

- Jika output function generator dari input mixer (2) ke input filter (1) dipindahkan maka sinyal termodulasi AM mencapai Indeks Modulasi $m=1$ atau kondisi stabil, semakin dekat nilai amplitude sinyal informasi dan sinyal pembawa maka semakin baik sinyal.

3.2 REFERENSI

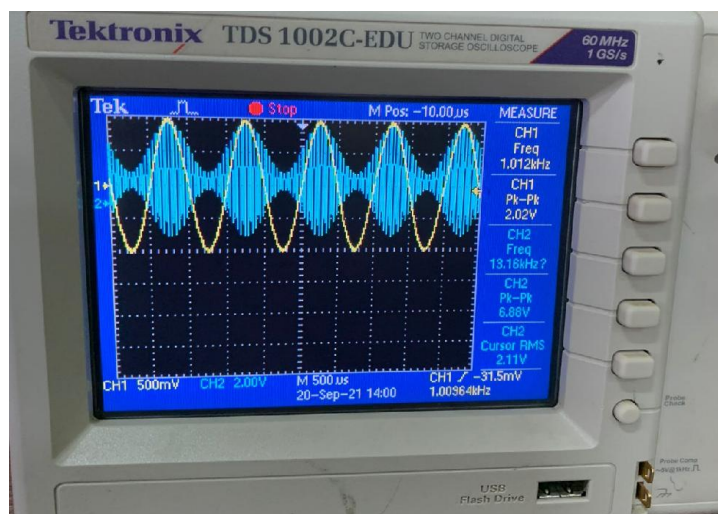
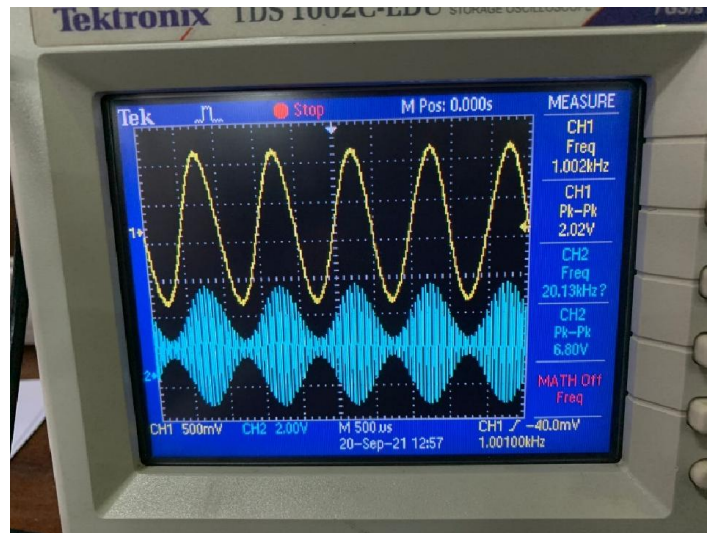
<http://eltikom.poliban.ac.id> diakses 25 September 2021

https://id.wikipedia.org/wiki/Modulasi_amplitudo diakses 25 September 2021

LAMPIRAN

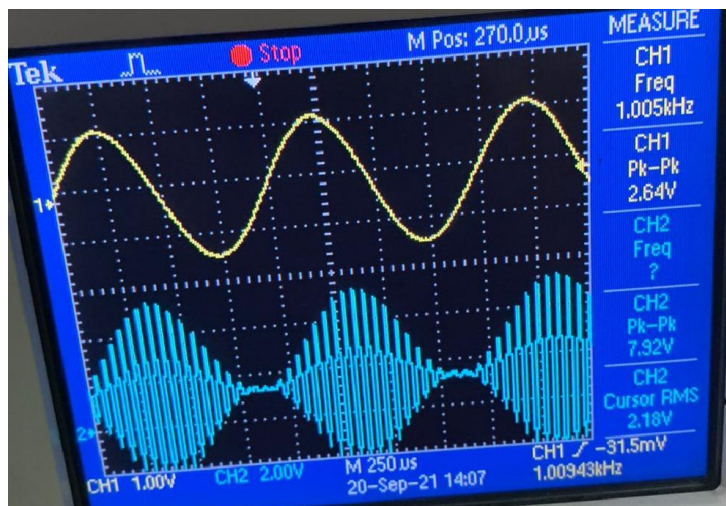
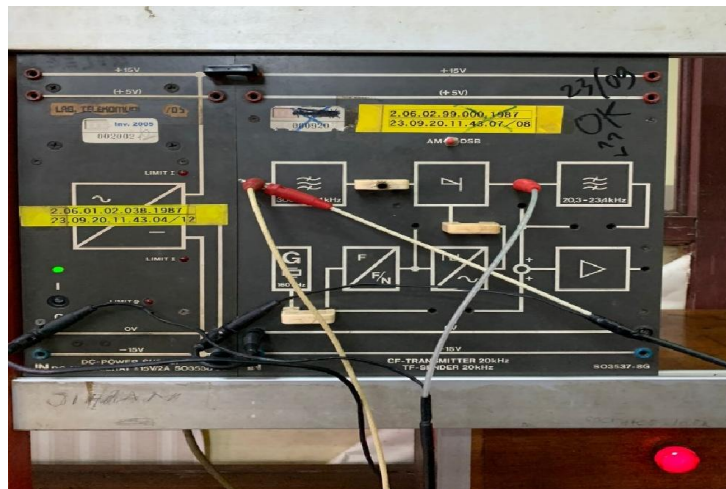
Gambar Percobaan 1:



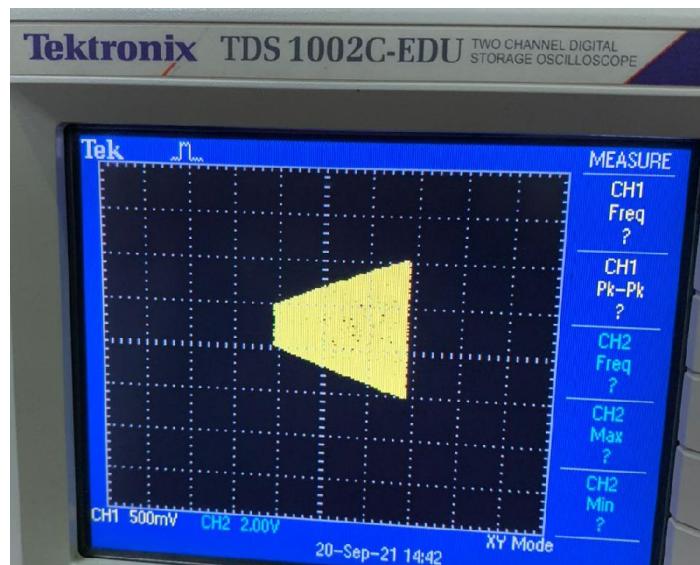


Gambar sinyal LF (Low Frequency) pada TP2 ke upper envelope

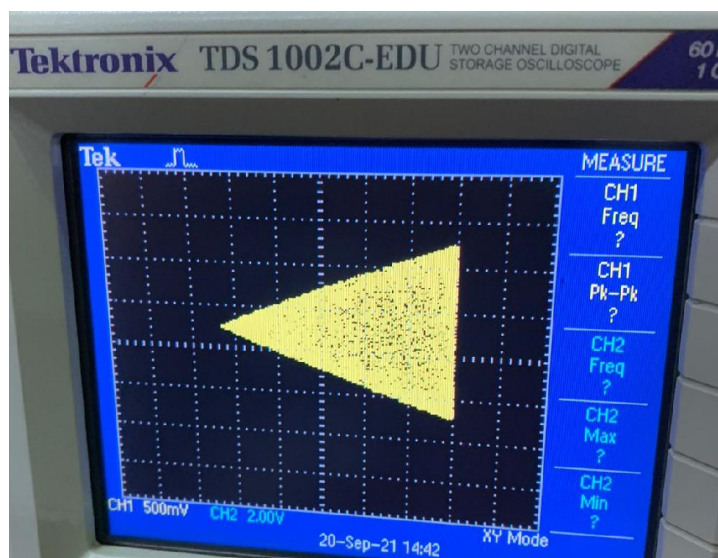
Gambar Percobaan 2:



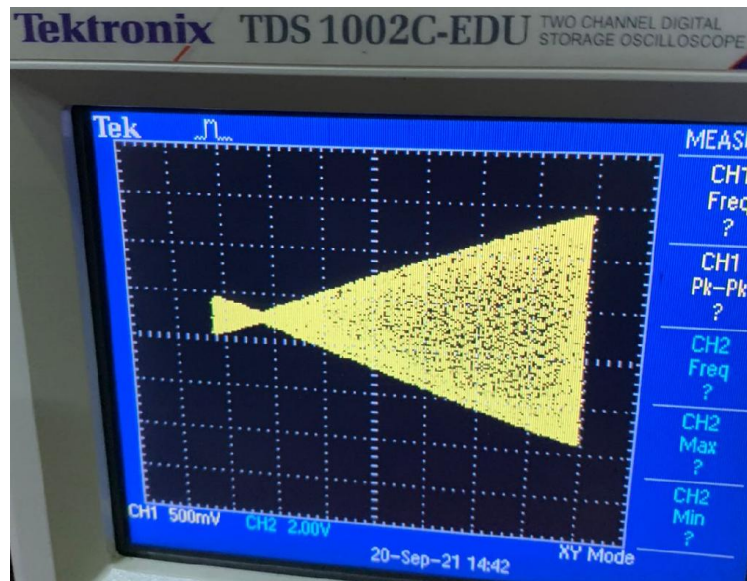
Gambar Percobaan 3:
Modulasi Trapesium saat $V_{LF} = 6 \text{ Vpp}$



Saat $M < 100\%$ Berbentuk Trapesium

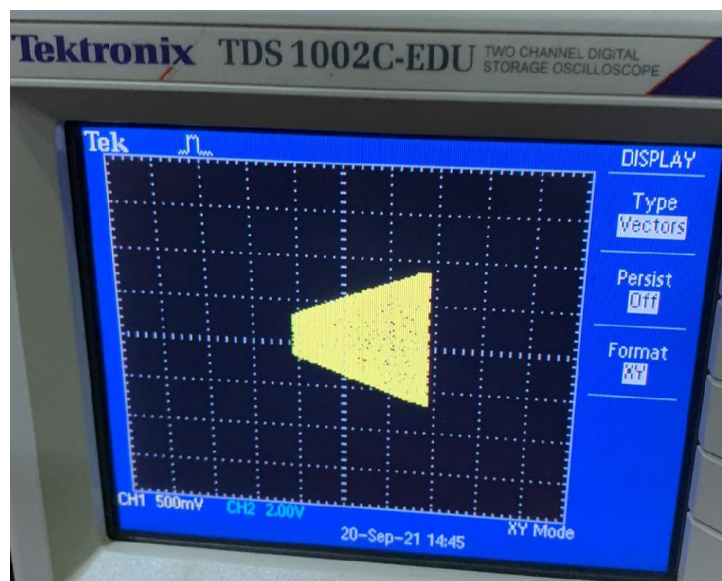


Saat $M = 100\%$ Berbentuk Segitiga

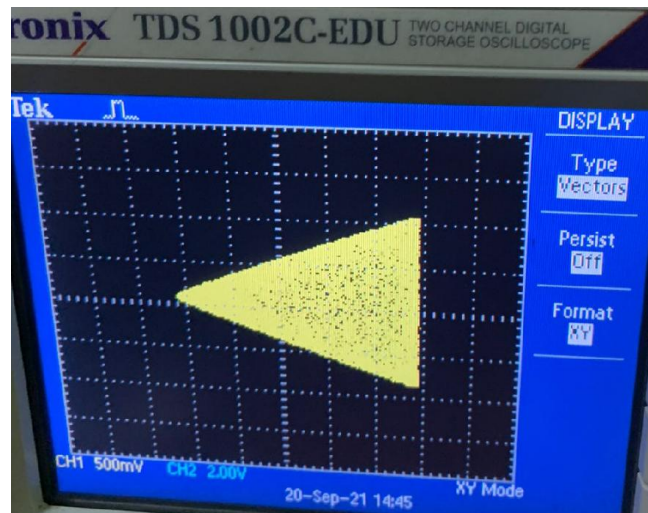


Saat $M > 100\%$ Terjadi Overmodulasi

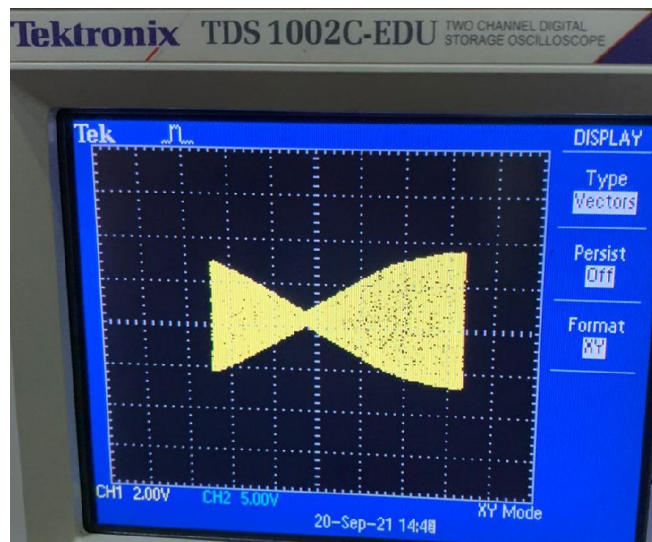
Modulasi Trapesium saat $V_{LF} = 8 V_{pp}$



Saat $M < 100\%$ Berbentuk Trapesium



Saat $M=100\%$ Berbentuk Segitiga



Saat $M>100\%$ Terjadi Overmodulasi