modul 4

DEMODULATOR AM

4.1 Tujuan 4-1

4.2 Dasar Teori 4-1

4.3 Peralatan Praktikum 4-6

4.4 Percobaan dan pengamatan 4-6

Percobaan 4-1 Detektor Dioda

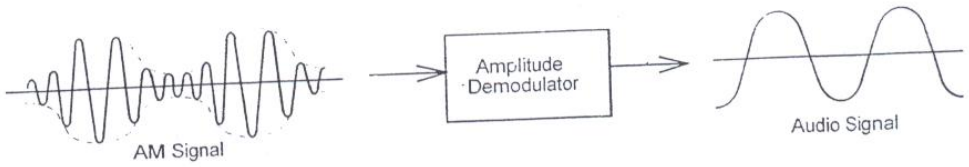
Percobaan 4-2 Product Detector

4.1. TUJUAN

1. Memahami prinsip demodulasi amplitudo
2. Mengimplementasikan sebuah demodulator amplitudo menggunakan dioda
3. Mengimplementasikan sebuah demodulator amplitudo menggunakan product detector

4.2. DASAR TEORI

Sebuah proses demodulasi merupakan kebalikan dari proses modulasi. Sebagaiamana yang ditunjukkan pada Modul 3, sebuah sinyal AM merupakan sebuah sinyal termodulasi dimana amplitudo gelombang carrier berfrekuensi tinggi divariasikan dengan amplitudo gelombang audio berfrekuensi rendah untuk keperluan transmisi. Untuk mengembalikan sinyal audio di penerima (receiver), kita harus "mengekstrak" sinyal audio tersebut dari sebuah sinyal aM. Proses mengekstrak sinyal pemodulasi dari sebuah sinyal termodulasi disebut proses demodulasi atau deteksi. Hal ini tergambar pada Gambar 4-1. Secara umum, detektor dikategorikan menjadi 2 tipe : detektor sinkron dan asinkronus. Kita akan membahas kedua tipe detektor AM pada bagian selanjutnya.

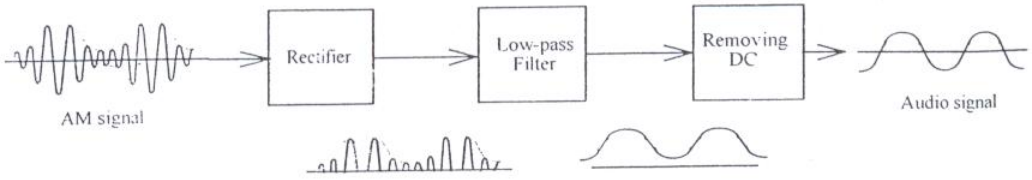


Gambar 4-1 Ilustrasi proses demodulasi amplitudo

Detektor Dioda

Karena sebuah sinyal termodulasi AM adalah sinyal dimana amplitudo gelombang carrier bervariasi dengan amplitudo gelombang modulasi,

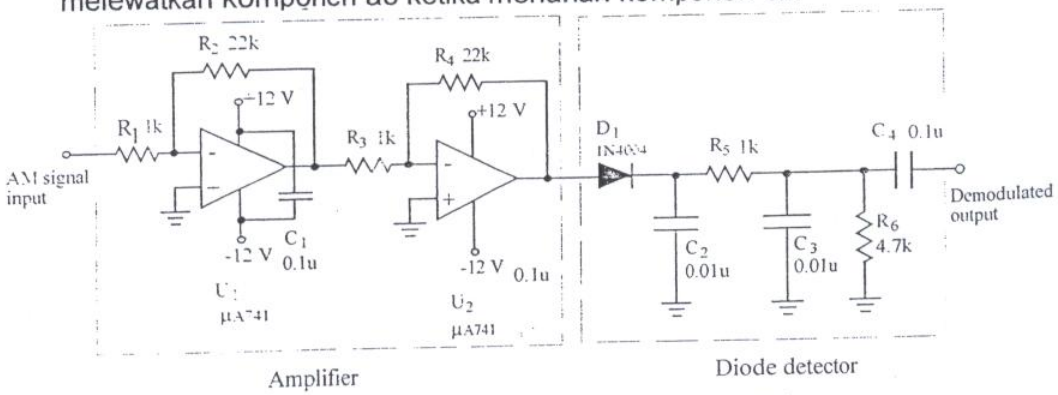
maka demodulator digunakan untuk memperoleh sinyal audio mula – mula dari sinyal AM.



Gambar 4-2. Diagram blok sebuah rectified demodulator

Blok diagram detektor dioda yang ditunjukkan pada Gambar 4-2 adalah detektor bertipe asinkronus. Sinyal termodulasi AM termasuk kedua *envelope wave* sisi positif dan negatif dimasukkan ke input penyearah (rectifier). Sinyal output dari rectifier adalah *positive-half envelope* dengan level dc dan dimasukkan ke LPF yang outputnya merupakan sinyal pemodulasi asli dengan level dc. Kemudian sinyal pemodulasi akan kembali utuh sebagai sinyal audio dengan menghilangkan tegangan dc.

Gambar 4-3 menunjukkan sebuah rangkaian sederhana detektor dioda. Komponen R1, R2, R3, R4, U1, dan U2 terdiri atas dua inverting amplifier yang terhubung cascade untuk menghasilkan penguatan yang cukup pada sinyal AM. Sinyal AM yang telah mengalami penguatan disearahkan oleh dioda D1 dan kemudian masuk ke input LPF yang terdiri atas komponen C2, C3, dan D5. Dinyal output dari LPF adalah sinyal *positive-envelope* dengan level dc. Kapasitor C4 digunakan untuk melewatkan komponen ac ketika menahan komponen dc.



Gambar 4-3 Rangkaian detektor dioda

Product Detector

Demodulasi untuk sinyal AM juga bisa dilakukan dengan menggunakan *balanced modulator* yang sudah didiskusikan sebelumnya. Gambar 4-4 menujukkan rangkaian internal dari *balanced modulator* MC1496. Lihat pembahasan pada Modul Modulator AM untuk lebih detailnya. Jika $x_{AM}(t)$ merepresentasikan sinyal AM dan $x_C(t)$ gelombang carrier dengan ekspresi sebagai berikut :

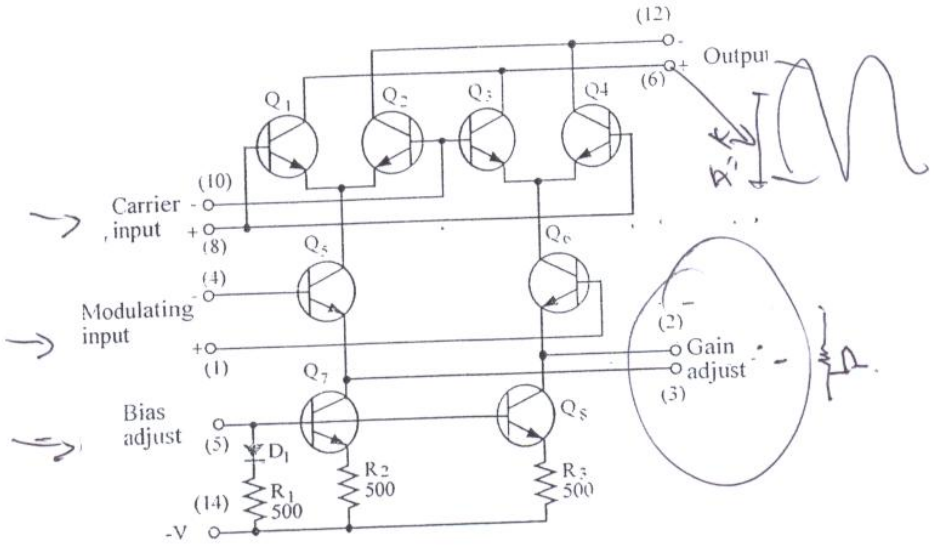
$$x_{AM}(t) = V_{DC}\left[1 + m\cos(2\pi f_m t)\right]\left[V_c \cos(2\pi f_c t)\right] \quad (4\text{-}1)$$

$$x_c(t) = V_c \cos(2\pi f_c t) \quad (4\text{-}2)$$

Jika kedua sinyal ini dihubungkan ke input balanced modulator maka outputnya akan menjadi :

$$\begin{aligned} x_{out}(t) &= k x_c(t) \times x_{AM}(t) \\ &= kV_{DC}V_c^2\left[1 + m\cos(2\pi f_m t)\right]\cos^2(2\pi f_c t) \\ &= \frac{kV_{DC}V_c^2}{2} + \frac{kV_{DC}V_c^2}{2} m\cos(2\pi f_m t) \\ &\quad + \frac{kV_{DC}V_c^2}{2}\left[1 + m\cos(2\pi f_m t)\right]\cos\left[2(2\pi f_c t)\right] \end{aligned} \quad (4\text{-}3)$$

Dimana k adalah penguatan balanced modulator. Baris pertama ruas kanan menunjukkan level dc, baris kedua merupakan sinyal modulasi, dan baris ketiga adalah sinyal harmoni orde kedua. Untuk mengembalikan sinyal pemodulasi, harus dihasilkan dari sinyal AM $x_{out}(t)$.



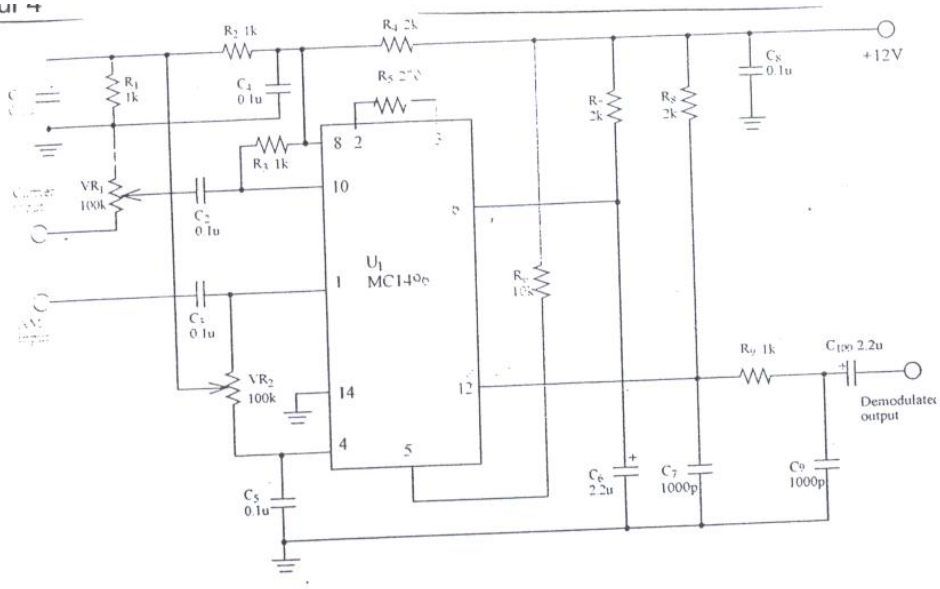
Gambar 4-4 Rangkaian Internal MC 1496

Gambar 4-5 menunjukkan rangkaian *product detector*. VR1 mengontrol level input dari sinyal carrier. Sinyal output dari MC1496 pin 12 direpresentasikan oleh persamaan 4-3. LPF yang terdiri atas c7, c9, dan R9 digunakan untuk menghilangkan baris ketiga pada persamaan yang merupakan sinyal harmoni orde kedua pada sinyal termodulasi AM. Baris pertama pada persamaan 4-3 merupakan level d yang bisa diblok oleh kapasitor C10. Sinyal output demodulasi amplitudo dapat direpresentasikan oleh persamaan :

$$x_{out}(t) = \frac{kV_{DC}.V_c^{\,2}}{2} m\cos(2\pi f_m t) \qquad (4\text{-}4)$$

Persamaan 4-4 merepresentasikan sinyal audio. Dengan kata lain, product detector telah mengekstraksi sinyal audio dari sinyal AM.

Dari pembahasan di atas, kita bisa menyimpulkan bahwa detektor dioda merupakan sebuah detektor asinkron yang rangkaiannya sederhana tapi kualitasnya buruk. Product detector merupakan sebuah detektor sinkron yang kualitasnya sangat baik tapi rangkaiannya jauh lebih kompleks dan sinyal carriernya harus persis sinkron dengan sinyal AM.



Gambar 4-5 Rangkaian Product Detector

4.3. PERALATAN PRAKTIKUM

1. Kit Modul KL-92001
2. Kit Modul KL-93002
3. Osiloskop
4. Generator RF

4.4. PERCOBAAN DAN PENGAMATAN

Percobaan 4-1 Detektor Dioda

☐ 1. Sumber sinyal AM pada percobaan ini berasal dari output modulator AM yang ada pada Modul 3 (rangkaian pada Gambar 3-4)

☐ 2. Set sinyal – sinyal input pada modulator AM untuk carrier gelombang sinus 250 mVpp, 200 kHz, dan untuk sinyal audio gelombang sinus 150 mVpp, 3 kHz.

☐ 3. Sesuaikan VR1 pada modulator AM untuk memperoleh amplitudo maksimum pada output sinyal Amnya.

☐ 4. Hubungkan sinyal output AM ke input (I/P) dari detektor dioda.

☐ 5. Ubah input vertikal scope ke kopling DC dan amati bentuk gelombang output dari amplifier dan detektor dioda, catat hasilnya pada Tabel 4-1.

☐ 6. Ubah frekuensi audio menjadi 2 kHz kemudian 1 kHz, ulangi langkah 5.

☐ 7. Ubah sinyal carriernya menjadi gelombang sinus 250 mVpp, 300 kHz dan audio menjadi gelombang sinus 250 mVpp, 3 kHz.

☐ 8. Sesuaikan VR1 pada modulator AM untuk memperoleh amplitudo maksimum pada output sinyal Amnya.

☐ 9. Ubah input vertikal scope ke kopling DC dan amati bentuk gelombang output dari amplifier dan detektor dioda, catat hasilnya pada Tabel 4-2.

☐ 10. Ubah frekuensi audio menjadi 2 kHz kemudian 1 kHz, ulangi langkah 9.

Percobaan 4-2 Product Detector

☐ 1. Sumber sinyal AM pada percobaan ini berasal dari output modulator AM yang ada pada Modul 3 (rangkaian pada Gambar 3-4)

☐ 2. Set sinyal – sinyal input pada modulator AM untuk carrier gelombang sinus 250 mVpp, 500 kHz, dan untuk sinyal audio gelombang sinus 150 mVpp, 3 kHz.

☐ 3. Sesuaikan VR1 pada modulator AM untuk memperoleh prosentase modulasi 50 %.

☐ 4. Hubungkan output modulator AM ke input sinyal AM (I/P2) pada product detector yang berada di bagian bawah kit modul KL-93002, dan hubungkan carrier yang sama ke input carrier (I/P1)

☐ 5. Ubah input vertikal scope ke kopling DC dan amati bentuk gelombang output dari product detector, catat hasilnya pada Tabel 4-3.

☐ 6. Ubah frekuensi audio menjadi 2 kHz kemudian 1 kHz, ulangi langkah 5.

☐ 7. Ubah sinyal carrier menjadi gelombang sinus 250 mVpp, 1 MHz dan sinyal audio menjadi gelombang sinus 150 mVpp, 2 kHz.

☐ 8. Sesuaikan VR1 pada modulator AM untuk memperoleh prosentase modulasi 50 %.

☐ 9. Ubah input vertikal scope ke kopling DC dan amati bentuk gelombang output dari product detector, catat hasilnya pada Tabel 4-4.

☐ 10. Ubah frekuensi carriernya menjadi 1.5 MHz kemudian 2 MHz, ulangi langkah 9.

Tabel 4-1

(Vc = 250 mVpp, Vm = 150 mVpp, fc = 200 kHz)

Frekuensi Audio	Bentuk Gelombang Input	Gelombang Output Detektor
3 kHz		
2 kHz		
1 kHz		

Tabel 4-2

(Vc = 250 mVpp, Vm = 250 mVpp, fc = 300 kHz)

Frekuensi Audio	Bentuk Gelombang Input	Gelombang Output Detektor
3 kHz		
2 kHz		
1 kHz		

Tabel 4-3

(Vc = 250 mVpp, Vm = 150 mVpp, fc = 500 kHz, m=50%)

Frekuensi Audio	Bentuk Gelombang Input	Gelombang Output Detektor
3 kHz		
2 kHz		
1 kHz		

Tabel 4-4

(Vc = 250 mVpp, Vm = 150 mVpp, fc = 2 kHz, m=50%)

Frekuensi Audio	Bentuk Gelombang Input	Gelombang Output Detektor
3 kHz		
2 kHz		
1 kHz		