



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE RECEPTORES

Práctica 2: Demodulador AM

Aranda Mayoral Hersay
Trujillo López Denisse Alejandra

25 de Febrero del 2016

Semestre 2016-II

1 Objetivo

El alumno estudiará la demodulación asíncrona o no coherente y la demodulación síncrona o coherente y experimentará como se llevan a cabo ambas demodulaciones. Diseñar un detector asíncrono para la demodulación.

2 Introducción: Demodulación síncrona

La demodulación lineal consiste principalmente en una traslación de frecuencia del espectro del mensaje en banda base. Por tanto, la demodulación o detección será el proceso inverso realizado en el receptor, por medio del cual se recupera el mensaje original. La demodulación consistirá en una nueva traslación de frecuencias pero, a diferencia de la modulación, el objetivo será desplazar a frecuencias más bajas la señal de entrada.

Si los espectros se desplazan hacia abajo en frecuencias f_c Hz, se produce el espectro del mensaje original más una posible componente continua correspondiente a la portadora trasladada. La conversión de frecuencia se puede conseguir mediante la multiplicación de la señal de entrada por una señal senoidal. Por ejemplo, en una señal DSB $x(t)\cos\omega_1 t$, si multiplicamos por $\cos\omega_2 t$ se obtiene:

$$x(t)\cos\omega_1 t\cos\omega_2 t = \frac{1}{2}x(t)(\cos\omega_1 + \omega_2)t + \frac{1}{2}x(t)(\cos\omega_1 - \omega_2)t$$

El resultado está compuesto por las frecuencias suma y diferencia, f_1+f_2 y el módulo de f_1-f_2 , cada una modulada por $x(t)$. suponiendo que f_2 es distinto de f_1 , la multiplicación ha trasladado el espectro de la señal a dos nuevas frecuencias portadoras. Con un filtrado apropiado, puede escogerse si se desea aumentar o reducir la frecuencia a la cual está centrada la señal. Los dispositivos que realizan esta operación se denominan convertidores de frecuencia o mezcladores. El multiplicador se construye, por lo general, empleando dispositivos no lineales de conmutación, similares a los usados en los moduladores.

Todos los tipos de modulación lineal se pueden detectar por medio del demodulador de producto mostrado en la figura anterior, si $f_2=f_c$ y el ancho de banda del filtro es igual al ancho de banda en banda base del mensaje, en este esquema es necesario que la fase de la portadora local generada en el emisor sea de la misma frecuencia y esté en fase con la del emisor. Para ello la emisora suele enviar una pequeña cantidad de la portadora usada en el modulador, denominada piloto de la portadora, que permite recuperar su fase. Mediante un filtrado de paso de banda, de banda estrecha, se extrae el piloto, se amplifica y se utiliza como frecuencia del oscilador local. Este tipo de demodulación suele denominarse detección o demodulación síncrona.

Por otro lado, existe otro tipo de demodulación para la modulación AM. Se trata de la detección de envolvente. Este tipo de demodulador es mucho más sencillo, por lo que los moduladores síncronos no suelen utilizarse nunca para demodular una señal AM.

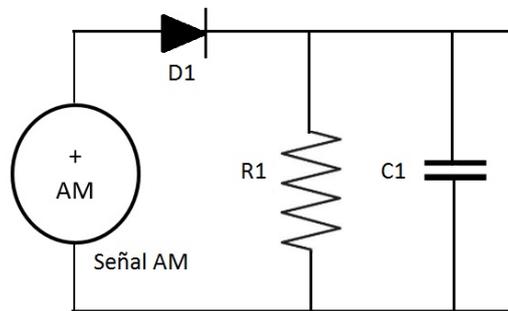


Figure 1: Detector de envolvente utilizando un diodo

3 Material

- Potenciómetros
- Capacitores y resistencias de varios valores
- Un diodo 1N4148 o similar

4 Equipo

- Generador de funciones
- Osciloscopio
- Cables de conexión
- Fuente de alimentación
- Analizador de espectros

5 Desarrollo

1. Arme el circuito de la Figura 1, teniendo en cuenta que para ajustarlo, podrá usar potenciómetros en vez de resistencias comunes. Tomando en cuenta los valores óptimos de un detector de AM para una portadora de 10 KHz y una moduladora de 1 KHz. El circuito armado puede verse en la Figura 2
2. Genere una señal de AM, con portadora senoidal de 10KHz y moduladora senoidal de 1KHz, con magnitud de portadora de 5 Vpp e índice de modulación del 80 por ciento, observe el oscilograma y el espectro de la señal de AM y dibújelos. El oscilograma resultante puede observarse en la Figura 3, y el espectro en la Figura 4



Figure 2: Primer circuito armado

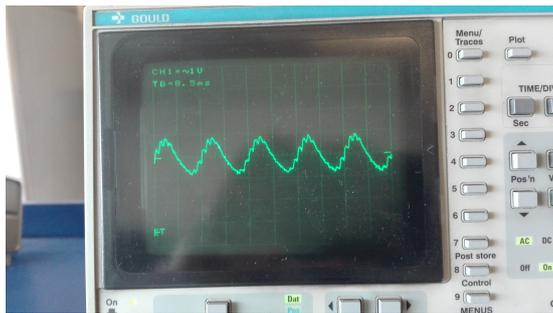


Figure 3: Oscilograma resultante

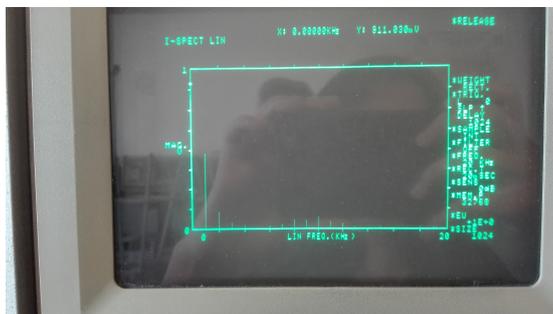


Figure 4: Espectro de la señal antes del filtro

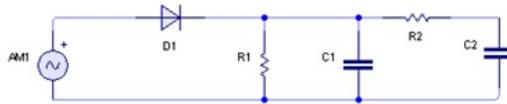


Figure 5:

3. Conecte el generador de funciones, como se indica en la Figura 1, y en la salida del osciloscopio. Observe que la señal que se muestra en el osciloscopio es proporcional a la moduladora. Dibuje y proporcione las características dicha señal. También observe el voltaje en R1-C1 y dibuje y proporcione las características de dicha señal.
4. Ahora sustituya el osciloscopio por el analizador de espectros y observe que el espectro de la señal de salida únicamente está compuesto de una espiga, a la frecuencia de la moduladora. Dibuje y proporcione las características de dicho espectro.

En el analizador además de ver la espiga de la frecuencia moduladora (mensaje) a 1KHz vemos más componentes espectrales, para eliminarlas se diseñó un filtro paso-bajas con una frecuencia de corte de 1.5 KHz

$$F_C = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$1.5\text{KHz} = \frac{1}{2\pi RC}$$

Propusimos un capacitor de 220 nF y calculamos la resistencia (R2) $482.28\Omega = \frac{1}{2\pi(1.5K)(220 \times 10^{-9})}$ Y se obtuvo el circuito de la Figura 5

R1: 1100 Ω

C1: 100nF

R2: $482.28 = 500 \Omega$

C2: 220 nF

Diodo 1N4148

C2: 220 Nf

Diodo 1N4148

Donde se obtuvo el espectro mostrado en la Figura 6

5. Pruebe con los valores calculados del previo del punto 7 y repita el punto anterior para cada caso

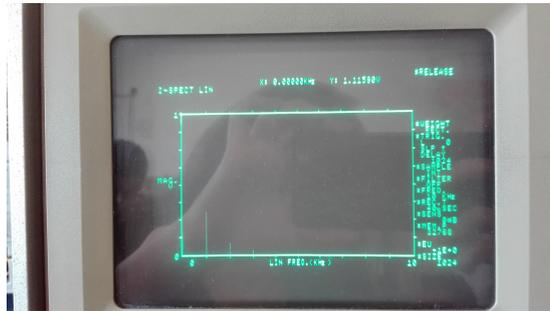


Figure 6:

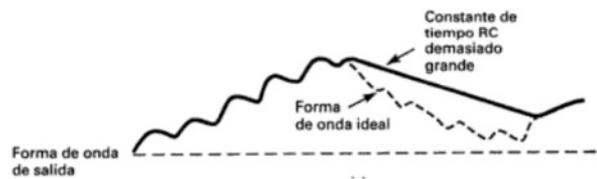


Figure 7:

Caso donde RC es mucho mayor

$$RC \gg \frac{\sqrt{1-m^2}}{m^2 \pi f}$$

Ocupamos una resistencia de 56 K Ω y un capacitor de 100 nF, como se muestra en la Figura 9 y como resultado el oscilograma queda como se muestra en la Figura 8, que bien se representa como en la Figura 7

El capacitor comienza a descargarse por la resistencia de 56 k Ω , al ser demasiado grande, la pendiente de la forma de onda salida no puede seguir la pendiente de la envolvente y se presenta la distorsión negativa diagonal.

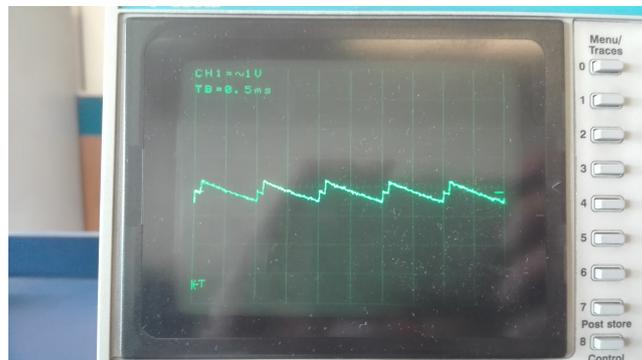


Figure 8: Oscilograma cuando RC es mayor

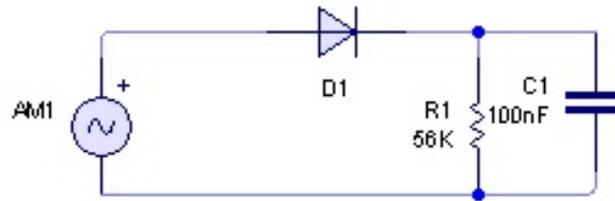


Figure 9:

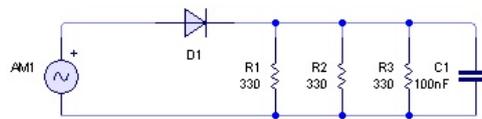


Figure 10:

Caso donde RC es mucho menor

$$RC \ll \frac{\sqrt{1-m^2}}{m^2 \pi f}$$

En este caso ocupamos un arreglo de resistencias en paralelo para poder obtener un RC pequeño, como se muestra a continuación en la Figura 10

En este caso la constante RC es demasiado pequeña, la forma de onda que vemos a la salida se parece a una señal rectificadora de media onda, como se muestra en la Figura 11 y en el osciloscopio se observa como en la Figura 12

En un detector de picos lo que buscamos es que la forma de onda a la salida se asemeje a la envolvente de entrada, hay casos por ejemplo cuando los picos son sucesivos necesitamos una constante de tiempo RC grande, por otro lado cuando la amplitud de los picos disminuye necesitamos una constante de RC pequeña, por eso la importancia de tener un balance entre la constante de tiempo grande y pequeña.

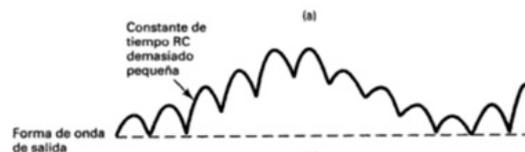


Figure 11:

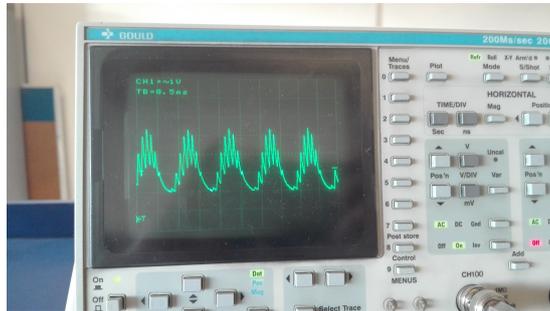


Figure 12: Ocsilograma cuando RC es menor



Figure 13: RC es igual

Y para el caso que RC es igual se muestra en la Figura 13

6 Cuestionario

1. Identifique los diferentes bloques del circuito y explique qué función tiene cada uno.

Primero tenemos un diodo, funciona como rectificador de onda, permite solo el paso de la señal ya sea del semiciclo positivo o semiciclo negativo. Después sigue un capacitor y una resistencia en paralelo, un circuitos RC pueden usarse para filtrar una señal, al bloquear ciertas frecuencias y dejar pasar otras.

Los filtros RC más comunes son el filtro paso alto, filtro paso bajo, filtro paso banda, y el filtro elimina banda.

Entre las características de los circuitos RC está la propiedad de ser sistemas lineales e invariantes en el tiempo; reciben el nombre de filtros debido a que son capaces de filtrar señales eléctricas de acuerdo a su frecuencia y por ultimo tenemos un filtro paso-baja y permite la recuperación de la envolvente, y eliminar las frecuencias por encima de la de corte.

2. Obtenga los oscilogramas de cada bloque.
Los oscilogramas se pueden observar en la fotos anteriores, en su respectiva sección

3. ¿En qué momento hubo distorsión de la forma de onda del voltaje en el capacitor C1?
Es en el momento cuando se reduce al 50 por ciento, podemos guiarnos por el oscilograma de cada bloque
4. ¿A qué se debe la distorsión no lineal que se presenta?
Se debe al dispositivo no lineal que se presenta, es un diodo, ya que este detecta los máximos de la envolvente de entrada.
5. ¿Por qué C1 no debe ser del orden de la capacitancia del diodo?
Se debe a que necesitamos tener una constante de tiempo, un diodo se enciende en .3V y comienza a pasar corriente cargando así el capacitor, el voltaje del capacitor permanece en .3V abajo del voltaje de entrada hasta que V_{ent} llega a su valor máximo, después el capacitor comienza a descargarse ,hasta el siguiente ciclo, donde el diodo se vuelve a encender. También para que module la frecuencia deseada, ya que la capacitancia del diodo debe ser despreciable.
6. ¿Cuál es la función que realiza el circuito formado por R2-C2?
En nuestro caso funcionaba como un filtro pasó bajas.

7 Conclusiones

Aranda Mayoral Hersay

Podemos decir que un detector de pico ideal es aquel que produce una salida de voltaje igual al pico de la forma de onda de la entrada, en la práctica ocupamos un valor pico-pico de 5v, a la salida podemos ver un voltaje igual de 5Vpp, cuando la señal supera la barrera del diodo (.3) el diodo se activa y la corriente que pasa carga el capacitor, cuando el diodo se apaga el capacitor se descarga por medio de la resistencia , pero la constante de tiempo se debe hacer lo bastante larga para que no se descargue antes del siguiente ciclo para que la forma de onda de salida tenga un rizo igual al de la portadora.

En la práctica variamos la resistencia para poder observar los diferentes tipos de distorsión, también observamos su respectivo espectro y la componente de DC. Este tipo de modulación tiene una gran desventaja ya que los diferentes tipos de ruido (estática, frecuencias parecidas) se convierten en parte de la señal y se modulan durante todo el proceso y al final se presentan en forma de ruido o distorsión.

Trujillo López Denisse Alejandra

Gracias a esta práctica me quedo más claro cómo se demodula una señal, gracias a que fuimos variando nuestros valores de RC observé como iba cambiando la señal con respecto a los componentes con los que trabajamos, de igual manera observé el funcionamiento de este circuito, donde, se puede ver notablemente que el capacitor tarda en cargarse o no, dependiendo de eso es como se observa su comportamiento, si es rápida o lenta su descarga al igual que si no se tiene un voltaje adecuado, lo que hará nuestro diodo es que no funcione el circuito

adecuadamente, el voltaje para que funcione el circuito adecuadamente debe ser mayor a 0.3 V.

De igual manera pude ver los diferentes tipos de distorsión que puede haber con respecto a su espectro y que es por eso que se utiliza un filtro para que sea menor el ruido que visualizamos en la componente de DC.

En sí, la práctica fue de mucha utilidad, y fue sencillo su diseño al igual que armar el circuito, se tuvo un pequeño error por conexión pero llegamos al resultado deseado.

8 Bibliografía

Receptores para sistemas de radiocomunicación 2.

Oleg Golovin V

Hildeberto Jardón A.

Ed. Alfaomega