

Capítulo 12

Modulación-Demodulación y cambio de frecuencia por medio de un multiplicador

Los multiplicadores analógicos son configuraciones formadas por amplificadores operacionales y otros elementos de circuitos disponibles en forma de circuito integrado.

Multiplicador de Voltaje de CD

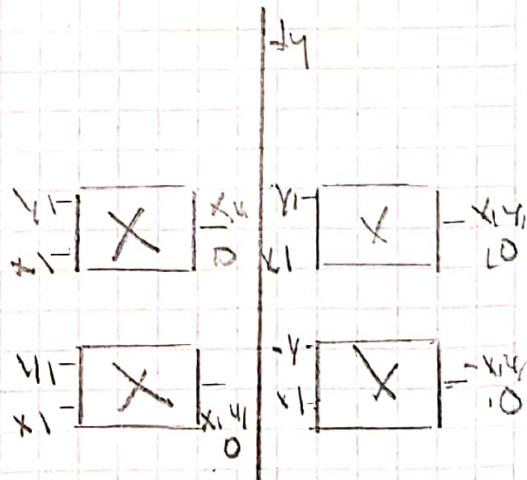
Factor de escala del multiplicador

V_o es el voltaje de salida medido con respecto a la tierra en la terminal w . $|w|/o$ es el factor de escala y una característica de los multiplicadores.

$$V_o = \frac{(X_1 X_2)}{10} (Y_1 Y_2) + 2$$

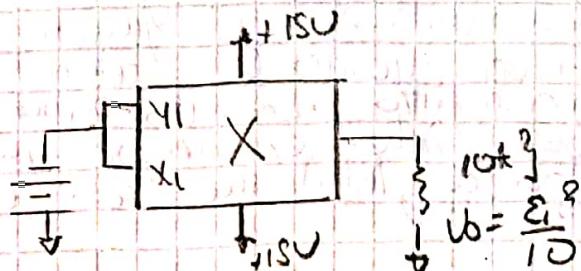
Los cuadrantes del multiplicador

Los voltajes de entrada tienen 4 posibles combinaciones de polaridad.



Elevación al cuadrado de un número de voltaje de CD

Mediente un multiplicador se puede elevar cd cuadrado un número tanto positivo como negativo. Se conoce como el circuito de elevación al cuadrado.



"El deseo de escribir aumenta a medida que se escribe"

Hannah

Duplicación de la frecuencia

Principio del multiplicador de frecuencia

Voltaje de salida de una frecuencia es el doble de la frecuencia de voltaje de entrada

$$\rightarrow \sin(2\pi ft) = \frac{1}{2} \text{ corriente}$$

Elevación al cuadrado de un voltaje de onda senoidal

Se aplica un voltaje de onda senoidal en las entradas del multiplicador X_1, Y_1

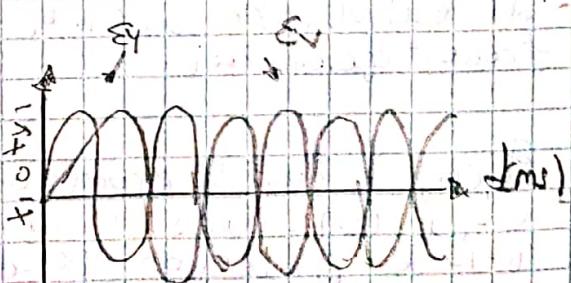
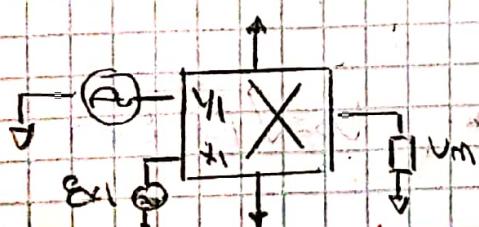
S. dejará eliminar el voltaje de cd. basta con instalar un capacitor de acoplamiento de 1 μF

Detección del Ángulo de Fase

Fundamento Técnicos

Si se aplican 2 ondas senoidales de la misma frecuencia a las entradas del multiplicador el voltaje de salida dará un componente de voltaje de cd y un componente de ca.

$$U_{o,dc} = \frac{E_x E_y P}{2Q} \cos \theta$$



Medición del ángulo de fase

A medición del ángulo de fase no nota si el un ángulo de fase de adelanto o de retraso

Ángulos de fase iguales a 90°

El coseno de los ángulos de fase mayor de $+90^\circ$ - -90° es un valor negativo

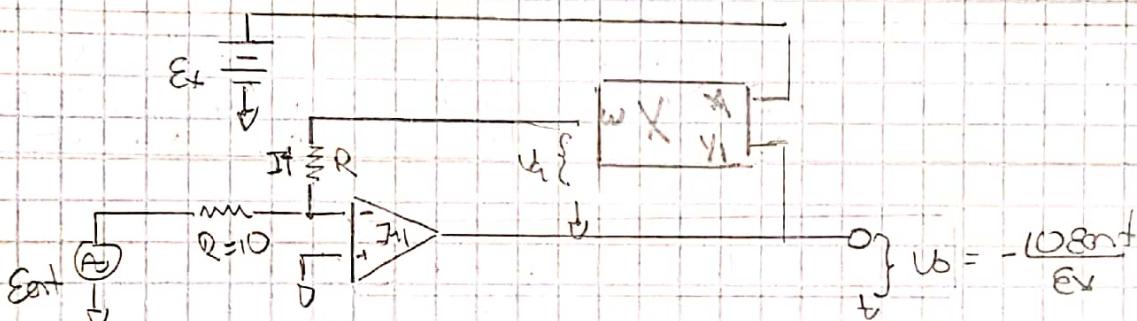
Divisor Analógico

Se obtiene el cociente de 2 señales y también de controla la ganancia

$$E_{\text{out}} = -U_m$$

El amplificador operacional con sume una cantidad mínima de corriente (corriente de fondo) en las 2 resistencias iguales

$$U_{\text{out}} = \frac{U_b - E_x}{10}$$



Cálculo de Raíces Cuadradas

Para calcular raíces cuadradas permuto de un divisor, se conectan ambas entradas del multiplicador con salida de un amplificador operacional

$$E_{\text{out}} = U_m = \frac{U_b}{10}$$

El rango de E_{out} se encuentra entre $-1/\sqrt{10}$ y $1/\sqrt{10}$. Con valores más cercanos a $\pm 1/\sqrt{10}$ se producen inexactitudes

$$U_b = \sqrt{10} E_{\text{out}}$$

Introducción a la modulación en Amplitud

Por qué sirve la modulación en amplitud

Si se modifica la amplitud de la señal portadora en proporción a la señal de audio, a este procedimiento se le conoce como modulación en amplitud o modulación FM.

Modulación
cambiar

Tiempo de escribir el nombre de la medida que se escribió:

Definición de modulación en amplitud

Para obtener una señal modulada en amplitud (V_o), se suman la señal de una señal portadora de alta frecuencia (E_c) mediante una señal de fondo.

El multiplicador como modulador

Puede considerarse como un dispositivo de ganancia controlada por voltaje, el cual que el multiplicador de amplitud.

Matemática de un modulador (bucle abierto)

Se alimenta en una de las entradas de un multiplicador una señal portadora senoidal de alta frecuencia.

$$E_c = E_{c0} \sin 2\pi f_c t \quad E_{c0} = \text{amplitude}$$

$$V_o = \frac{E_m}{10} E_c$$

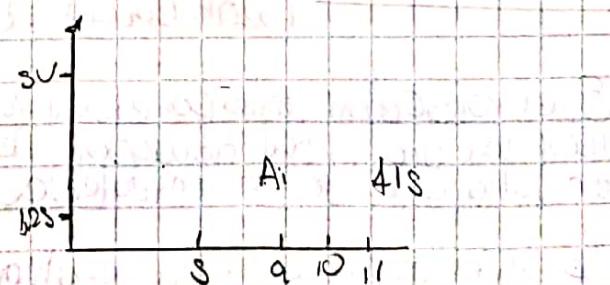
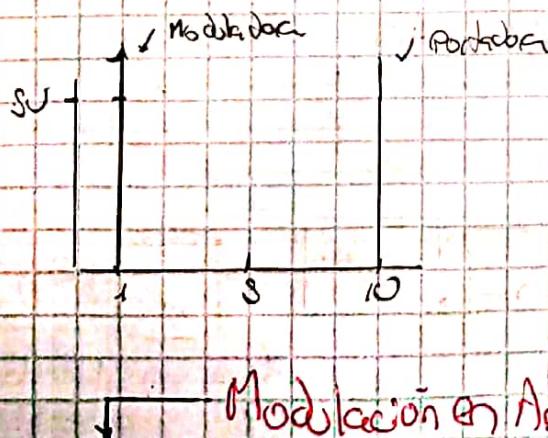
Frecuencia sumatoria y diferencia

Un ciclo formado por 2 ondas con velocidades de propagación diferentes tienen una diferencia de fase.

$$\begin{aligned} V_o &= E_m \sin \frac{2\pi f_c t}{10} \\ f_{\text{sum}} &= f_c + f_m \end{aligned}$$

Frecuencia y Bandas laterales

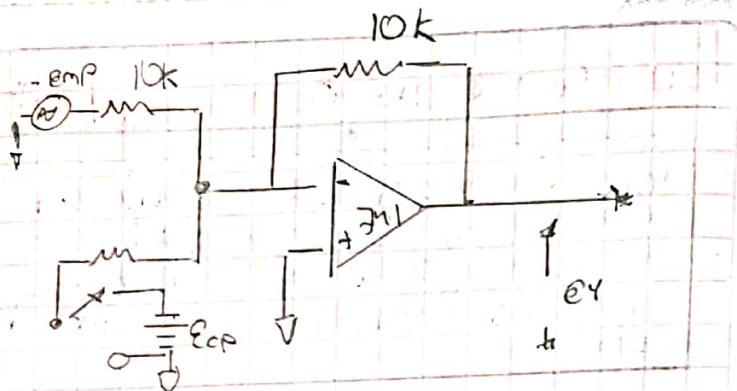
A las frecuencias de la suma y la diferencia de V_o se denominan frecuencias laterales superior e inferior ya que el cuadro se encuentra por encima o por debajo de la portadora.



Modulación en Amplitud Estándar

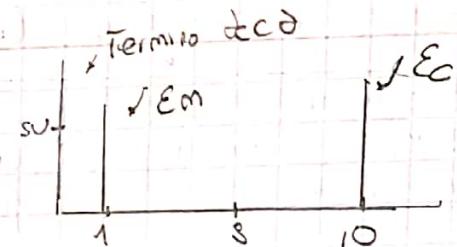
Circuito modulador de amplitud

El modulador clásico suministra el término de la portadora a la salida. La señal moduladora se alimenta a una de las entradas de un suministrador.



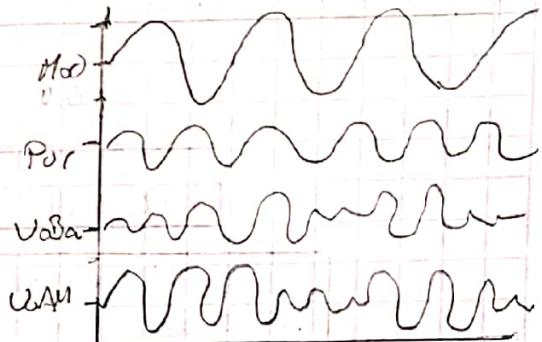
Especio de frecuencia de un modulador AM estendido

$$\begin{aligned} \text{Término de la portadora} &= 2.5U_{\text{pico}}/10H_2 \\ \text{Frecuencia lateral inferior} &= 1.25U_{\text{pico}}/9.9H_2 \\ \text{Frecuencia lateral superior} &= 1.25U_{\text{pico}} \end{aligned}$$



Comparación entre moduladores AM estendido y moduladores balanceados

- Uo contiene sólo el término del producto y sólo 2 frecuencias, fo+fm y fo-fm
- La señal porteña Uo es idéntica a Em
- Uo no contiene a fo, a este tipo de modulación se le conoce como modulación balanceada



Demodulación de Voltaje de AM

Es el procedimiento por el cual se recupera una señal moduladora de un voltaje de salida modulador.

La onda modulada de AM se alimenta en la entrada de un multiplicador.



Demodulación de Voltaje de un Modulador Balanceado

"El deseo de escribir aumenta a medida que se escribe"

Hoy es:

- En la entrada del modulador no hay frecuencia de portadora de 10 kHz
- La frecuencia audible de 10 kHz también elimina tanto el término dc como el de $2\pi f_L$.
- En demodulación se usa un filtro ya que sólo se utiliza un filtro.

Modulación y Demodulación de Bande Lateral Unica

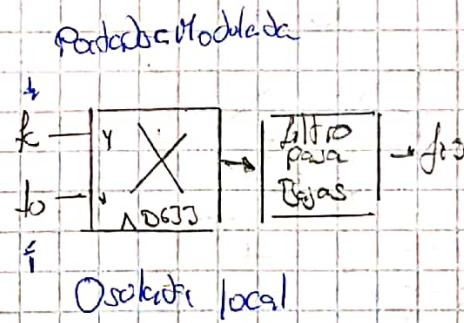
Mediante este filtro se eliminan todas las frecuencias laterales inferiores, la salida sea un BLU.

Mediante un filtro para bajas se recupera la señal moduladora, f_m , y se elimina la señal de alta frecuencia.

Desplazamiento de Frecuencia

Las señales moduladas de la portadora se alinean en la entrada y.

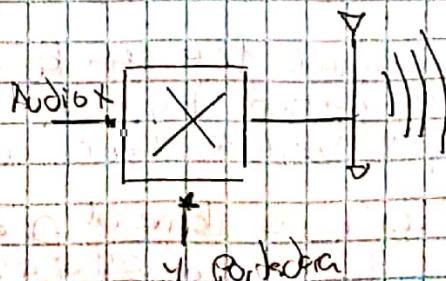
Se ajusta un oscilador local a una frecuencia f_o que es igual a la mitad de la frecuencia de la portadora.



Receptor de modulación en amplitud única.

Sintonizado y Mezclador

El sintonizador del receptor de sintoniza porque selecciona la banda de f_1, f_2 o f_3 que es de 10 kHz de entre toda la banda de radiodifusión.



Más se estudian lo que con más trabajo se gana

NOTA

Antecedentes

Amplificador de Frecuencia Interna

La portadora de cualquier estación de televisión por el sintonizador se desplaza en el oscilador local y se desplaza en el multiplicador mezclador.

Accesos interparcial de la señal

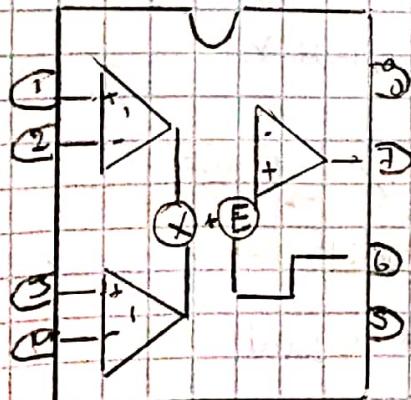
El detector de audio explora las frecuencias de la portadora de radiofrecuencia y las frecuencias laterales superior e inferior.

Receptor Universal de AM

El receptor de recuperar información de audio tanto de una modulación AM estandar como de una balanceada.

Problemas

1 En la figura 19.1 Calcule V_o para la siguiente combinación de entradas a) $x_1 = +5V \quad y = 5V$; b) $x_1 = -5V \quad y = 5V$; c) $x_1 = 5V \quad y = -5V$; d) $x_1 = -5V, y = 5V$



$$a) V_o = \frac{(5V)(5V)}{10} = 2.5V$$

$$b) V_o = \frac{(5V)(-5V)}{10} = -2.5V$$

$$c) V_o = \frac{(-5V)(5V)}{10} = -2.5V$$

$$d) V_o = \frac{(-5V)(-5V)}{10} = 2.5V$$

2 Diga cuál es el cuadrante del punto de operación de cada una de las combinaciones de las entradas del problema anterior?

El cuadrante 1 es para la combinación y_1, x_1 , el cuadrante 2 es para la combinación $-y_1, -x_1$, el cuadrante 3 es para combinación $-y_1, x_1$ y el cuadrante 4 para la combinación de y_1, x_1 .

3 ¿Cómo se llama el procedimiento que se sigue para hacer que $V_o > 0$ cuando las entradas y_1 y x_1 valen 0?

El deseo de escribir aumenta a medida que se escribe.

El procedimiento utilizando el factor de escala del multiplicador que utiliza un factor de $1/10$ y al ser sus entradas $0,9$, entonces al calcular U_0 sera $0,9$

4 En la figura 12-3 calcule U_0 ; $E_i = -3V$

$$F_i = -3V \quad U_0 = \frac{E_i^2}{10} = \frac{-3^2}{10} = 0,9$$

5. El valor pico de E_i en la figura 12-4 es de $8V$ y su frecuencia es de $400Hz$. Encuele los siguientes términos de la salida a) los términos secos; b) el término alterno

$$E_i = 8V \quad a) \text{cos} \quad U_0 = \frac{E_i^2}{10} = \frac{8^2}{10} = 6,4$$

$$b) \text{ca} \quad U_0 = \frac{E_i^2}{20} = \frac{8^2}{20} = 3,2$$

6. En la figura 12-3 $E_{xp} = 10V$, $E_{yp} = 10V$ y $\theta = 30^\circ$ Calcule U_0

$$\begin{aligned} E_{xp} &= 10V \\ E_{yp} &= 10V \\ \theta &= 30^\circ \end{aligned} \quad U_0(\text{dc}) &= \frac{E_{xp} - E_{yp}}{20} \cdot \cos \theta \\ &= \frac{10 - 10}{20} \cos(30^\circ) = 4,33V$$

7. Repita el problema anterior para esta $\theta = -30^\circ$

$$U_0(\text{dc}) = \frac{10 - 10}{20} \cos(-30) = 4,33V$$

8. En la figura 12-6, $E_x = 10V$ y $E_{int} = -1$. Calcule U_0

$$U_0 = \frac{-10 - E_{int}}{10}$$

$$U_0 = -10 \cdot (-1) = 10V$$

9. En el modulador balanceado de la figura 12-9, existe una señal de senoidal de 3 kHz con valor pico de 5 V y hay otra de 3 kHz con valor pico de 2 V . Calcule el voltaje pico de cada frecuencia a la salida.

$$U_0 = \frac{E_x E_y}{20} = \frac{5k \cdot 3k}{20} = 7500$$

$$\begin{aligned} V_0 &= 7.5 \text{V} (\sin 2\pi(5000) t + \sin 2\pi(7000) t) \\ w &= 525V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_1 + f_2 &= 5t + 3k = 8k \\ f_1 - f_2 &= 3t - 3k = 2k \end{aligned}$$

$V_0 = 378(C_{\text{Q}} \cdot 27) - 378C_{\text{Q}} \cdot 27$ (8000)

$$V_0 = \$78.16$$

10. En la figura 12.9, la frecuencia de la portadora es de 1.87 kHz. Las frecuencias de modulación se presentan entre 1 y 2 kHz. Calcule las bandas laterales superior e inferior.

$$\begin{cases} C = 18k + 12 \\ m = 142k + 12 \end{cases}$$

$$2SB = (13tH_2 - 2tH_2) \propto 13tH_2$$

$$QB = 1S + H_2a (1S + H_2 + 2K + H_2)$$

11 En la figura 12.11 el inversor opera en la posición AM, con una frecuencia moduladora de 10 kHz , con un pico de 50% de f_{m} . La frecuencia portadora es de 100 kHz , con un pico de 50% de f_{p} . Dentro de la figura se indica el color máximo de la señal y cada una de las frecuencias que controlan la salida.

$$\epsilon_m = \text{supico} \approx 10 \text{ KH}_2$$

$$\omega = 80 \text{ rad/s} \approx 100 \text{ kHz}$$

$$\begin{aligned}P_{\text{order}} &= 100 \text{ tH}_2 \\E_1 &= 100 - 10 = 9 \text{ tH}_2 \\E_S &= 100 + 10 = 110 \text{ tH}_2\end{aligned}$$

12) Si en el problema anterior al interponer se cierra un balancé
que cambia se produce una fallida?

El deseo de escribir aumenta a medida que se escribe.

Yo solo cogiendo el término del producto, solo las frecuencias f_1-f_m y f_2-m , la onda no es identificable.

B) La entrada de la figura 12.14 está formada por 3 ondas genéricas de SW a 20kHz , 20U , 91kHz . Se 20U a 191kHz . Las ondas y sus SW a 20K (cuáles son las componentes de frecuencia de la salida de salida).

$$x = \text{SW a } 20\text{kHz}$$

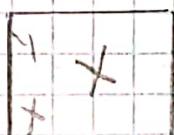
$$\text{SW a } 91\text{kHz}$$

$$\text{SW a } 191\text{kHz}$$

$$v = \text{SW a } 20\text{kHz}$$

$$\text{SW a } 20\text{kHz}$$

$$20\text{U}, 191\text{kHz}$$



$$+ 20\text{U}$$

$$0,31\text{V}$$

$$40\text{kHz}$$

$$0,31\text{V}$$

$$10\text{kHz}$$

$$41\text{kHz}$$

$$0,31\text{V}$$

$$11\text{kHz}$$

$$41\text{kHz}$$

$$0,31\text{V}$$

$$12\text{kHz}$$

$$42\text{kHz}$$

$$0,31\text{V}$$

$$13\text{kHz}$$

$$43\text{kHz}$$

$$0,31\text{V}$$

$$14\text{kHz}$$

$$44\text{kHz}$$

$$0,31\text{V}$$

$$15\text{kHz}$$

14) Si dejo resonar una señal de SW a 140kHz a una frecuencia intermedia de 145kHz , ¿Qué frecuencia tendrá que tener el oscilador local?

$$f_{in}$$

$$\text{Pico(V)}$$

$$\text{Frecuencia kHz}$$

$$550$$

$$1450 + 550 = 2000\text{s}$$

$$502,5$$

$$1455 - 502,5 = 952$$

$$455$$

$$1455 + 455 = 1910$$

$$450$$

$$1455 - 450 = 1005$$

3. Biografia

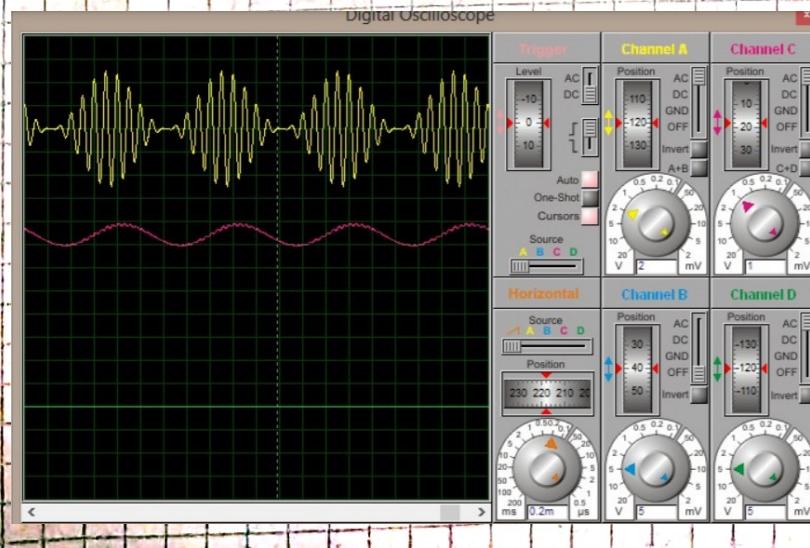
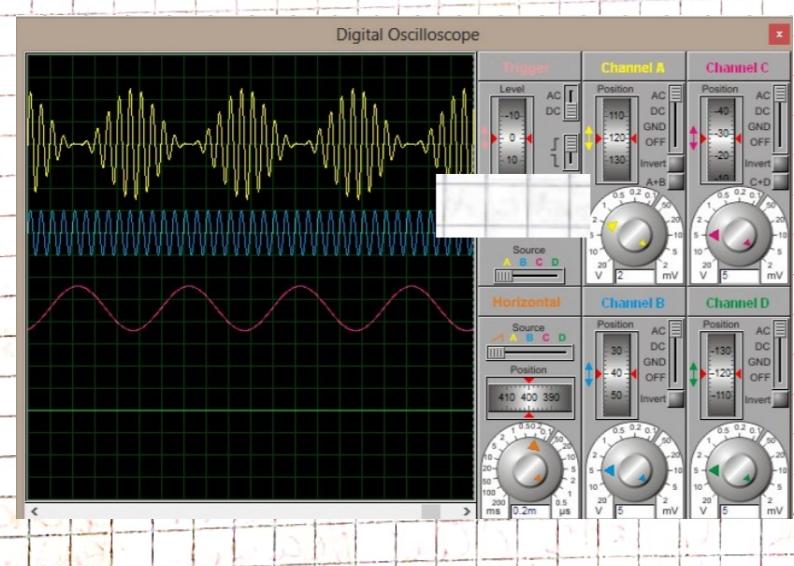
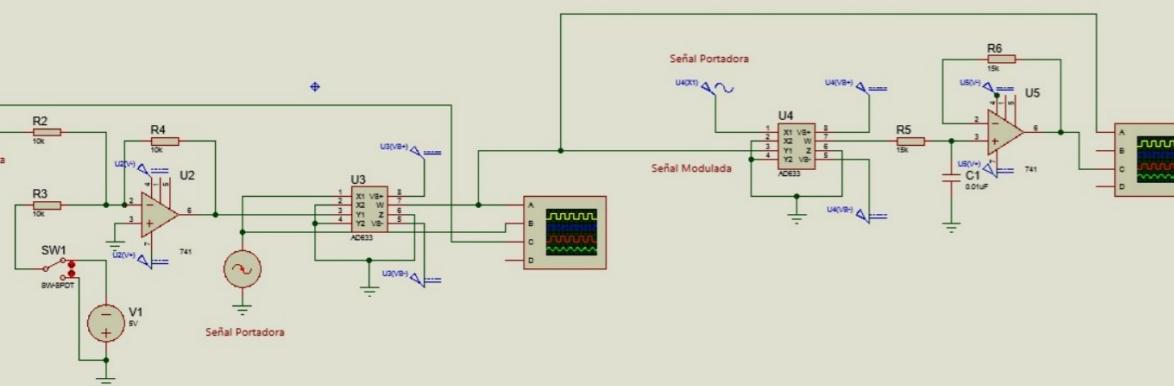
A. Coughlin y F. Dicoll, Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados
Mexico, Pitman & Hall, Hispano Americano SA, 1996

"Más se estima lo que one más tarde se gana"

Autómatas

Simulaciones

Uno de los multiplicadores analógicos de fácil manejo es el integrador de precisión AD633 calibrado correctamente en su interior. Para el duplicador se presenta la figura 18-4 consiguiendo realizar un buen experimento de laboratorio.

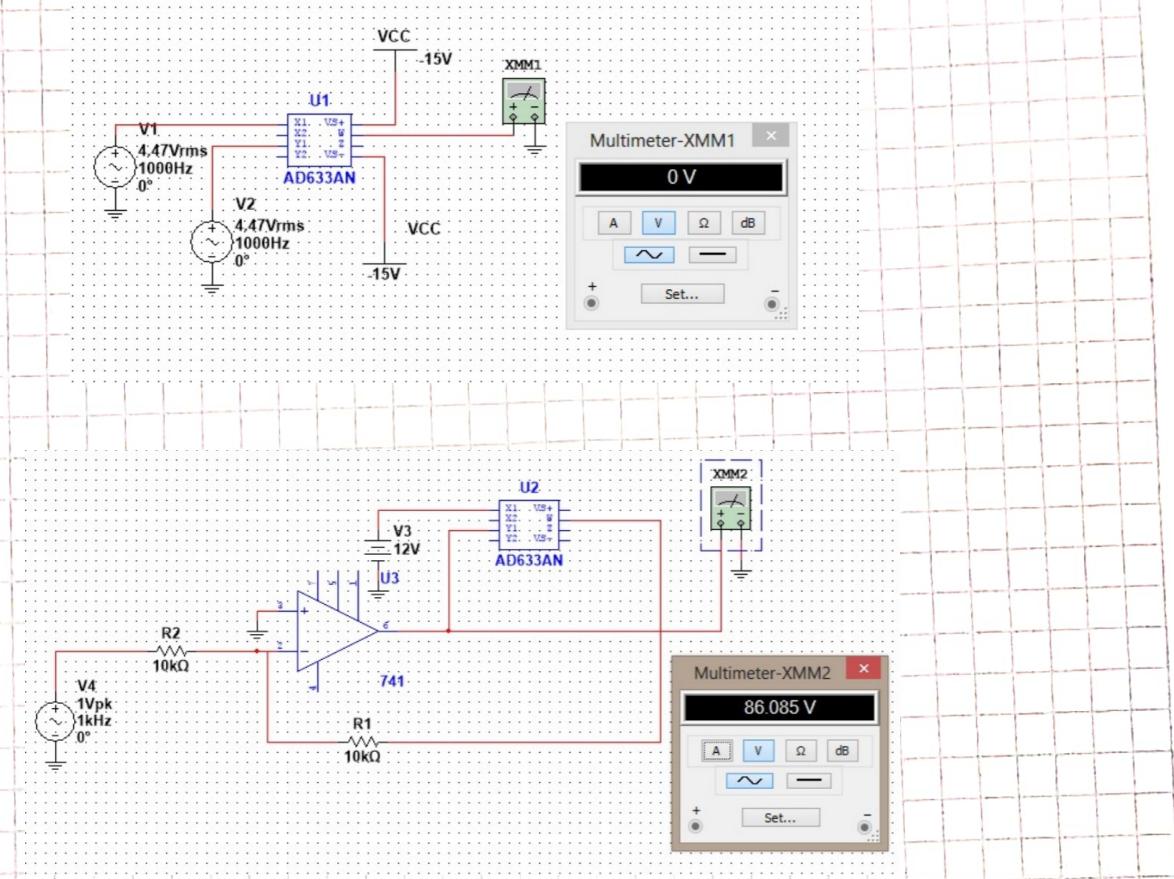


Tú puedes ir escribiendo aumentando medida que se escribe*

Análisis

En este circuito se muestra un circuito multiplicador analógico como modulador y después un circuito multiplicador analógico como demodulador. Para ello se necesita la entrada de señales de los pines 2 y 3 para que sirvan como moduladores. A continuación se indica que de esta manera se mantiene siempre en la entrada de oscilación para así sincronizar la portadora de 10kHz con la señal de 1kHz.

2. Simule el comportamiento del circuito figura 12-5 q1, b) y figura 12-6. Utilice el multiplicador AD633AN. Definir $X_2 = V_2 / V_1 = 0$



Análisis

En los circuitos simulados el voltaje de salida (U3) tiene una escala de 0 a 1V donde su frecuencia es doble de la frecuencia de portadora dado esto el voltaje de salida es proporcional a la diferencia del angulo fase entre E_{x1} y E_{x2} .