

 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba Departamento Electrónica	Electrónica Aplicada III	Curso
	Gaido – Pesce – Socci	5R2

Trabajo Práctico de Laboratorio N°4

Modulación

Materia: Electrónica Aplicada III

Profesor: Ing. Oros

Integrantes:

Gaido Román 48014

Pesce Nicolás 48781

Socci Nahuel 48012

 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba Departamento Electrónica	Electrónica Aplicada III	Curso
	Gaido – Pesce – Socci	5R2

Enunciado

1. Diseñar e implementar **2 moduladores**.- La selección del tipo de modulador, y la banda de trabajo queda a selección del alumno. El modulador de doble banda lateral con portadora suprimida y AM con el MC1496 (modulador balanceado/demodulador) no se permite utilizar, si se ha utilizado en la cátedra de Comunicaciones.

Especificaciones:

Modulador 1	Modulador 2
A. tipo de modulación	A. tipo de modulación
B. f_c	B. f_c
C. ΔW	C. ΔW
D. V_{cc}	D. V_{cc}
E. R_L	E. R_L
F. P_L	F. P_L

2. Efectuar las siguientes mediciones:

A. Medir y graficar la tensión de salida en función del tiempo. Graficar la variación de la portadora en función de la tensión (si es un VCO, por ejemplo) y la variación de la portadora en función de la señal modulante. Medir el índice de modulación o dibujar las formas de onda para distintos índices de modulación. No todos los métodos de modulación requerirán las mismas mediciones, por lo que se deberá utilizar el criterio de mostrar todas las posibilidades aplicables

B. Potencia máxima aplicada a la carga, o potencia en función de las variaciones de la carga.

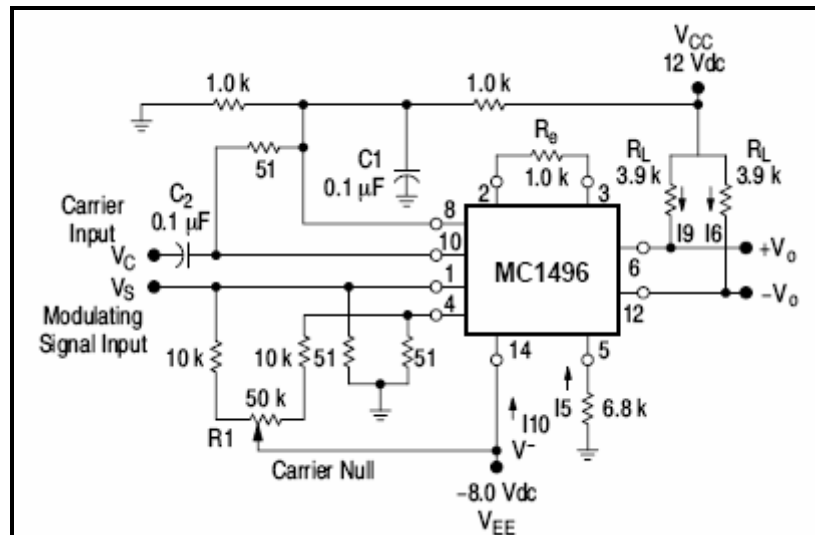
Nota: Deberá implementarse en plaqueta impresa de fibra de vidrio. En lo posible, tratar de registrar el número del grupo. Si se implementa un modulador de FM en VHF, deberá utilizarse, además, un blindaje para evitar interferencias, y los capacitores fijos deberán ser de mica-plate. Se requerirá el informe con todas las hojas de datos.



Modulador AM

Para el diseño del modulador de AM, se utilizó el CI MC1496. Este integrado es un modulador/demodulador balanceado.

El circuito utilizado para la implementación de dicho modulador se obtuvo de las hojas de datos del CI.



<i>Modulador 1</i>	
Tipo de modulación	AM
f_C	500 kHz
ΔW	10 kHz
V_{cc}	+12V/-8V
R_L	50 Ω
P_L	0,32 mW

La modulación de AM fue realizada con una señal portadora de 400mVpp @ 500 kHz y una señal modulante de 300 mVpp @ 10,00 kHz.

Se obtuvieron las distintas señales modificando la posición del potenciómetro del circuito dado, produciendo su correspondiente efecto sobre el índice de modulación dado que este actúa sobre la amplitud de la señal portadora.

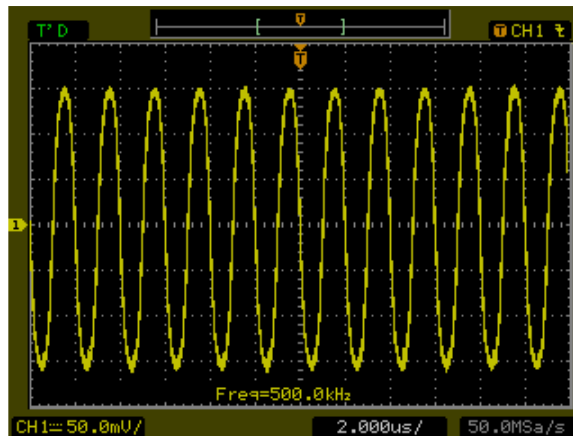
Luego, dejando el potenciómetro fijo, se varió la señal de entrada de la modulante, para graficar así las distintas moduladas, con las cuales se calcularon los distintos índices de modulación.

Para calcular el índice de modulación utilizamos la siguiente expresión:

$$m = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} + E_{\min}}$$

 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba Departamento Electrónica	Electrónica Aplicada III	Curso
	Gaio – Pesce – Socci	5R2

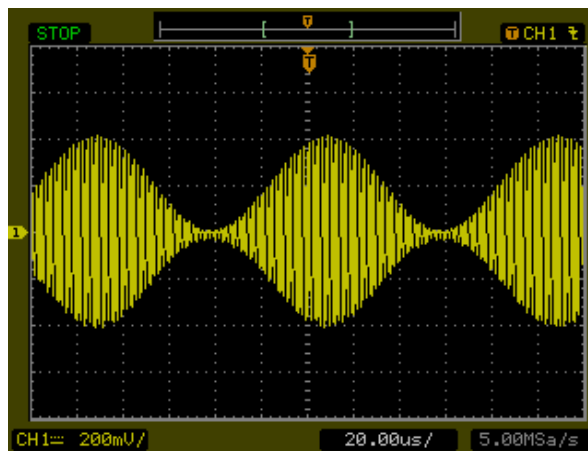
Medición de la salida sin aplicar una señal modulante



$$E_C = \frac{E_{\max} + E_{\min}}{2} = 156mV \quad P_C = \frac{E_C^2}{2.Z_L} = \frac{0,024}{2.50} = 0,243mW$$

Mediciones de las señales moduladas variando el potenciómetro

- $V_{\max} = 416mV$; $V_{\min} = 16mV$



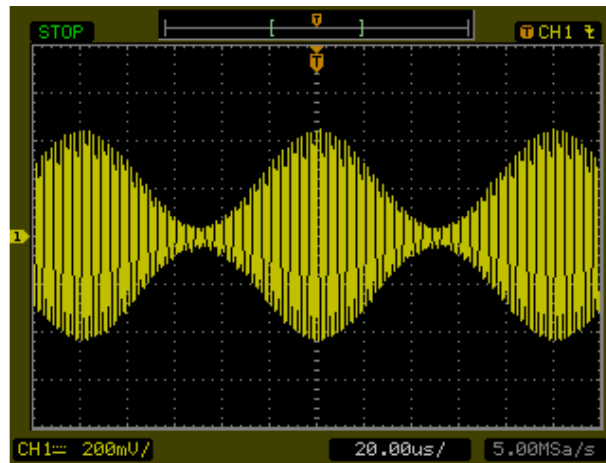
$$m = \frac{416-16}{416+16} = 0,925 \Rightarrow 92,5\%$$

$$E_C = \frac{E_{\max} + E_{\min}}{2} = 216mV \quad P_C = \frac{E_C^2}{2.Z_L} = \frac{0,046}{2.50} = 0,466mW$$

$$P_T = P_C \cdot \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) = 0,66mW$$

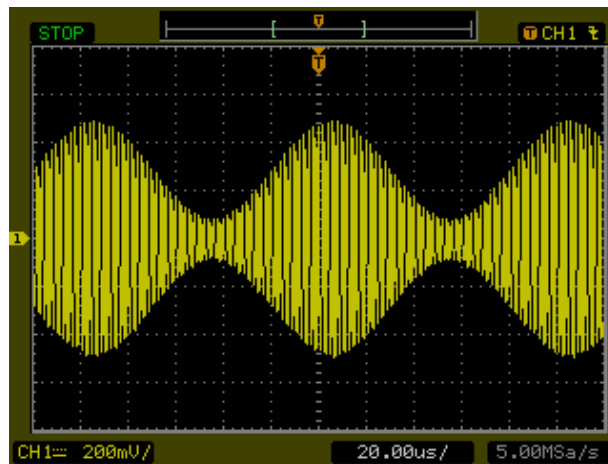
	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba Departamento Electrónica	Electrónica Aplicada III	Curso
		Gaído – Pesce – Socci	5R2

- $V_{\max} = 448 \text{ mV}$; $V_{\min} = 40 \text{ mV}$



$$m = \frac{448 - 40}{448 + 40} = 0,836 \Rightarrow 83,60\%$$

- $V_{\max} = 488 \text{ mV}$; $V_{\min} = 88 \text{ mV}$



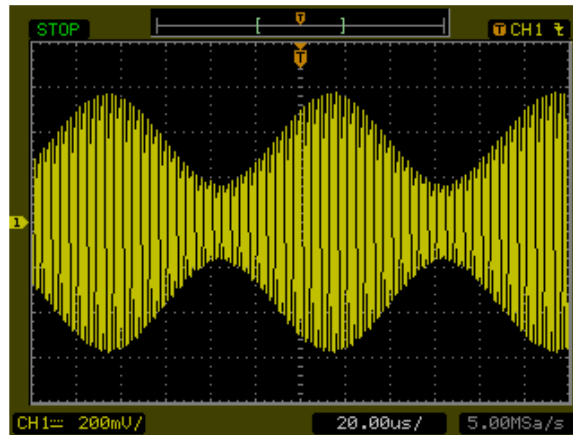
$$m = \frac{488 - 88}{488 + 88} = 0,694 \Rightarrow 69,4\%$$

$$E_C = \frac{E_{\max} + E_{\min}}{2} = 288 \text{ mV} \quad P_C = \frac{E_C^2}{2 \cdot Z_L} = \frac{0,0829}{2,50} = 0,0332 \text{ mW}$$

$$P_T = P_C \cdot \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) = 1,02 \text{ mW}$$

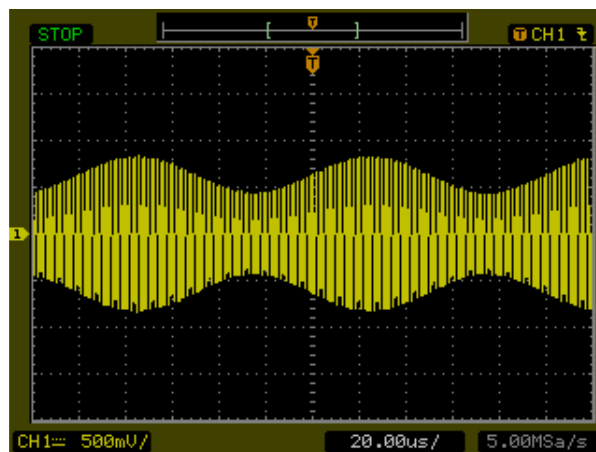
 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba Departamento Electrónica	Electrónica Aplicada III	Curso
	Gaio – Pesce – Socci	5R2

- $V_{\max} = 576 \text{ mV}$; $V_{\min} = 160 \text{ mV}$



$$m = \frac{576 - 160}{576 + 160} = 0,565 \Rightarrow 56,5\%$$

- $V_{\max} = 840 \text{ mV}$; $V_{\min} = 440 \text{ mV}$



$$m = \frac{840 - 440}{840 + 440} = 0,312 \Rightarrow 31,2\%$$

$$E_C = \frac{E_{\max} + E_{\min}}{2} = 640 \text{ mV} \quad P_C = \frac{E_C^2}{2 \cdot Z_L} = \frac{0,4096}{2,50} = 4,1 \text{ mW}$$

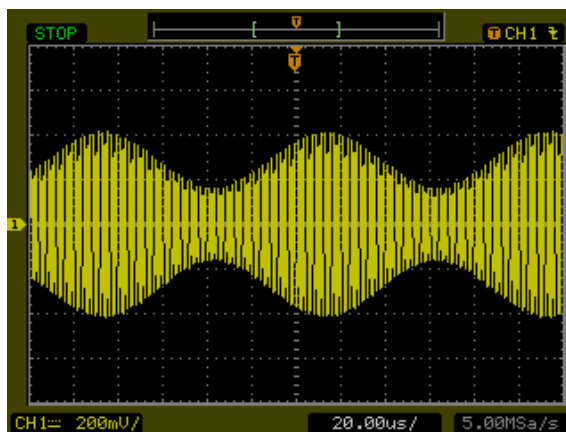
$$P_T = P_C \cdot \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) = 4,29 \text{ mW}$$

 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba Departamento Electrónica	Electrónica Aplicada III	Curso
	Gaio – Pesce – Socci	5R2

Mediciones variando la amplitud de la modulante

Para poder observar como varía la señal resultante en función de la amplitud de la señal modulante se tomaron medidas comparativas sin variar el potenciómetro.

$$V_c = 400 \text{ mVpp}; V_m = 60 \text{ mVpp}; V_{\max} = 416 \text{ mV}; V_{\min} = 160 \text{ mV}$$

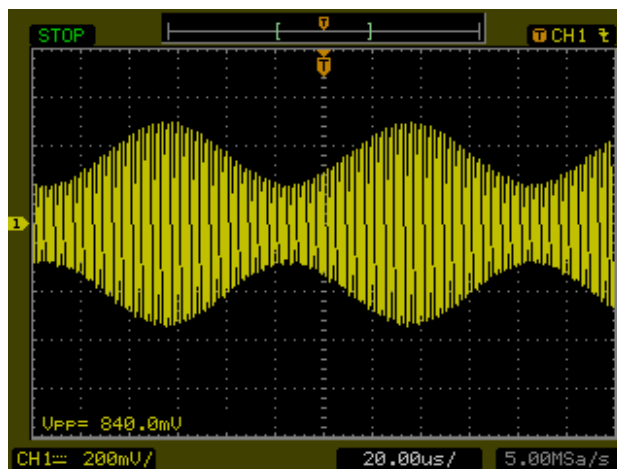


$$m = \frac{416 - 160}{416 + 160} = 0,444 \Rightarrow 44,4\%$$

$$E_C = \frac{E_{\max} + E_{\min}}{2} = 230 \text{ mV} \quad P_C = \frac{E_C^2}{2 \cdot Z_L} = \frac{0,053}{2,50} = 0,53 \text{ mW}$$

$$P_T = P_C \cdot \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) = 0,58 \text{ mW}$$

$$V_c = 400 \text{ mVpp}; V_m = 200 \text{ mVpp}; V_{\max} = 424 \text{ mV}; V_{\min} = 152 \text{ mV}$$



$$m = \frac{424 - 152}{424 + 152} = 0,472 \Rightarrow 47,2\%$$

 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba Departamento Electrónica	Electrónica Aplicada III	Curso
	Gaio – Pesce – Socci	5R2

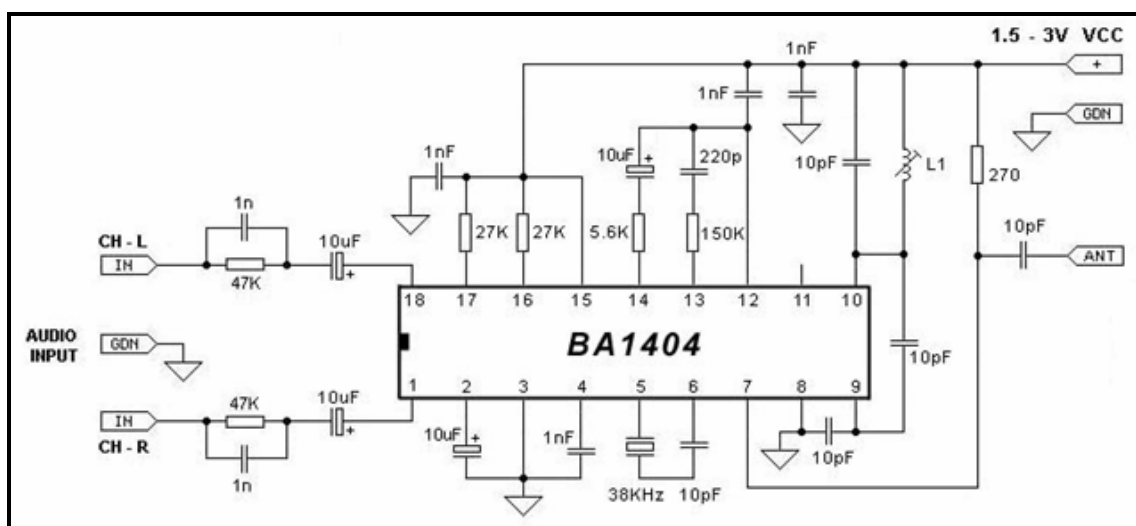
$$E_C = \frac{E_{\max} + E_{\min}}{2} = 288mV \quad P_C = \frac{E_C^2}{2.Z_L} = \frac{0,083}{2.50} = 0,83mW$$

$$P_T = P_C \cdot \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) = 0,92mW$$

Modulador FM

El segundo circuito es un modulador de FM basado en el integrado BA1404. Dado que no se pudo disponer de un cristal de 38 kHz como lo sugería la nota de aplicación, se decidió trabajar en mono.

A continuación se describe el circuito dado en la nota de aplicación al cual se le efectuaron las modificaciones anteriormente mencionadas:



La señal portadora varía aproximadamente entre 70 y 100 MHz, permitiéndonos entrar en el espectro de frecuencia de las radios comerciales para comprobar el funcionamiento del mismo. Esto se logró con un circuito tanque LC con una bobina de núcleo de ferrite variable.

El cálculo para el oscilador es el siguiente:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

siendo :

$$C = 10pF$$

$$L = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 C} = 0.25mHy$$

 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba Departamento Electrónica	Electrónica Aplicada III	Curso
	Gaio – Pesce – Socci	5R2

En la siguiente imagen se observa el espectro de frecuencia donde se alcanza a ver la portadora con sus dos bandas laterales

