

## PRÁCTICA LTC-21: MODULACIÓN EN AMPLITUD: SEÑAL CUADRADA

### 1.- Descripción de la práctica

Una señal cuadrada de 1 KHz y 1 voltio de amplitud modula en amplitud una portadora senoidal de 10 KHz y 5 voltios de amplitud. El índice de modulación es 1. Determinar:

- El espectro de la señal original.
- El espectro de la señal modulada.
- Repetir el apartado anterior para distintas amplitudes de la señal modulante.

### 2.- Equipos y materiales

- Generador de señales
- Osciloscopio

NOTA: El generador de señales utilizado modula en AM mediante la siguiente expresión

$$g(t) = \frac{1}{2} \left\{ A_p [1 + m \cdot f(t)] \cos(\omega_p t) \right\}$$

por lo que la amplitud seleccionada deberá ser de 10 voltios (el doble de la requerida para la portadora).

### 3.- Estudio teórico

El estudio teórico de la práctica se realiza en el problema PTC0004-29

#### 4.- Resultados

Describimos aquí los resultados experimentales obtenidos en laboratorio. La figura 1 representa una señal modulante cuadrada de 1V de amplitud y 1 KHz., así como la señal modulada en amplitud correspondiente.

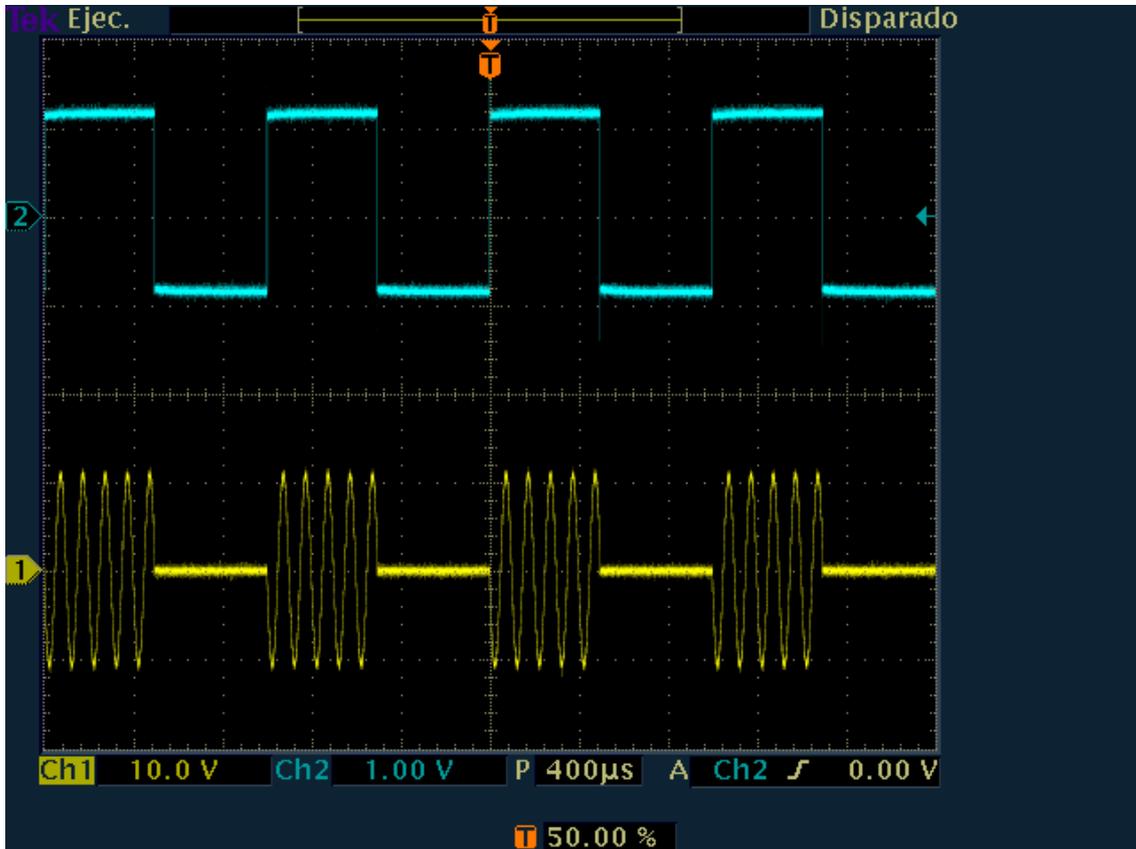


Figura 1. Señales modulante y modulada (AM)

Apartado a)

El espectro de amplitud de la modulante en escala lineal tiene la apariencia que refleja la figura 2. En ella se observa una única componente espectral a 1 KHz. y una pequeña componente de continua que atribuimos a las imperfecciones del generador de señal y del osciloscopio.

Igualmente, en la figura 3 se presenta también el mismo espectro de amplitud en escala logarítmica (dBV RMS). En ella la componente de continua aparece relativamente más importante por el efecto que introduce la escala logarítmica.

Los valores medidos para los distintos casos a los que se refiere el enunciado de la práctica se recogen en las siguientes tablas.

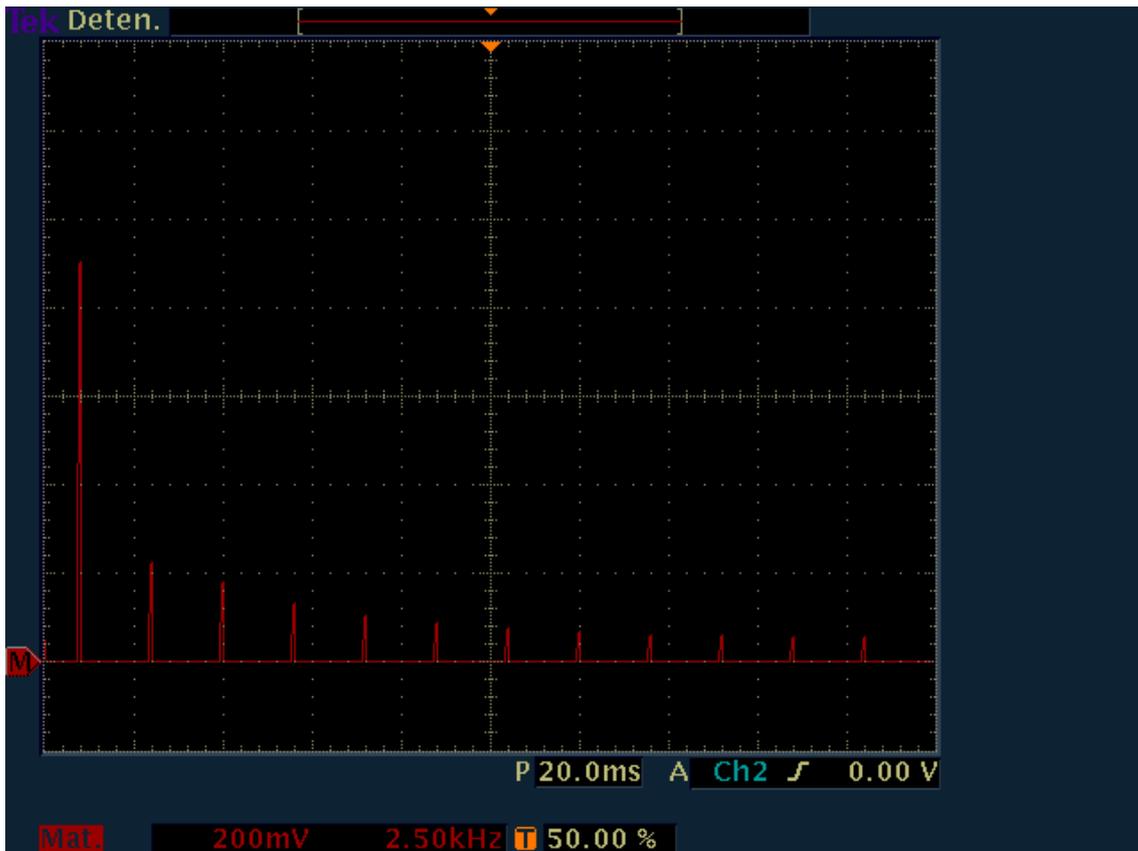


Figura 2. Espectro de amplitud de la señal modulante (escala lineal)

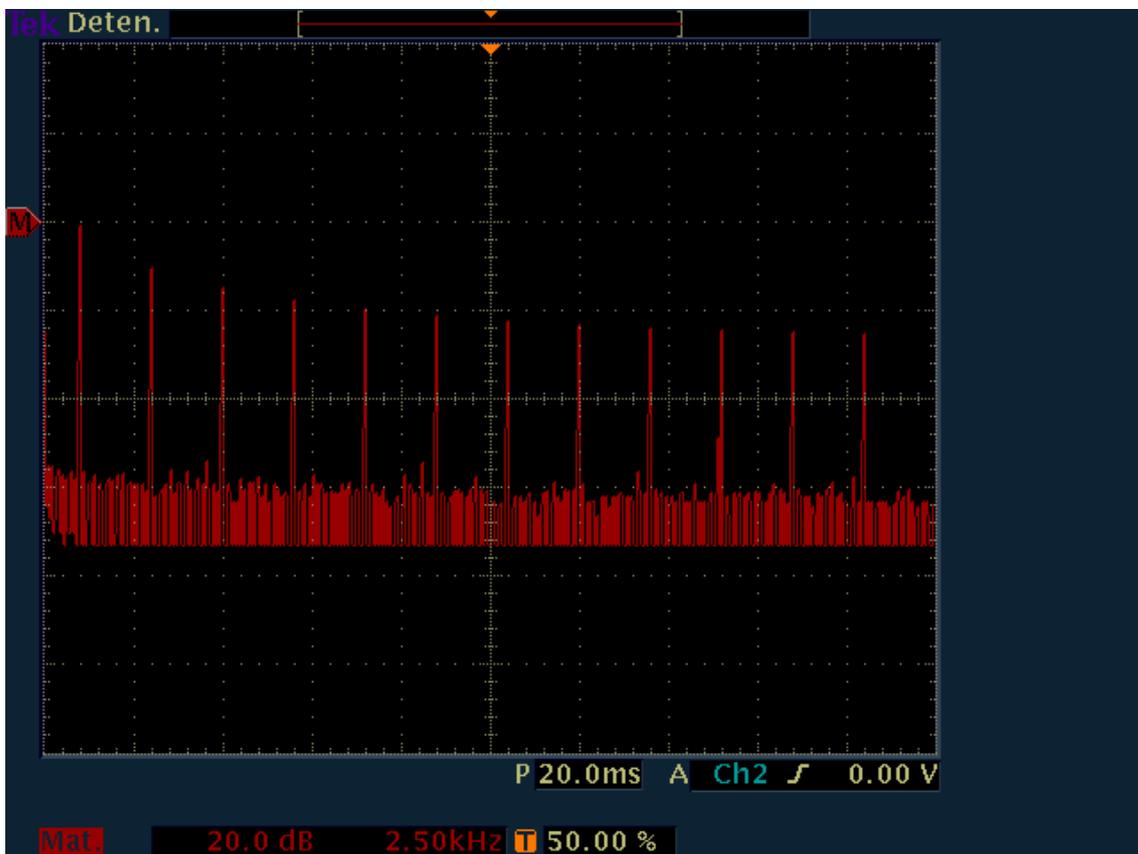


Figura 3. Espectro de amplitud de la señal modulante (escala en dBV RMS)

Frecuencia (en Khz.)	Armónicos(dBV) Amplitud=1	
	Teor.	Práct.
0	$-\infty$	-40.4
1	-0.91	-1.0
2	$-\infty$	-44.2
3	-10.45	-10.4
4	$-\infty$	-44.2
5	-14.89	-14.4
6	$-\infty$	-44.6
7	-17.81	-17.6
8	$-\infty$	-44.2
9	-20.00	-19.6
10	$-\infty$	-44.2

Apartado b)

El espectro de amplitud de la señal modulada (AM) en escala lineal tiene la apariencia que refleja la figura 4 (en rojo). En ella se observa una componente espectral de 10 Khz. correspondiente a la portadora, y dos bandas laterales (superior e inferior) con el espectro de la señal modulante a cada lado. En dicha figura hemos superpuesto el valor teórico (en amarillo). Como podemos ver ambas representaciones coinciden sensiblemente.

Igualmente, en la figura 5 se presenta también el mismo espectro de amplitud en escala logarítmica (dBV RMS).

Los valores medidos para los distintos casos a los que se refiere el enunciado de la práctica se recogen en las siguientes tablas.

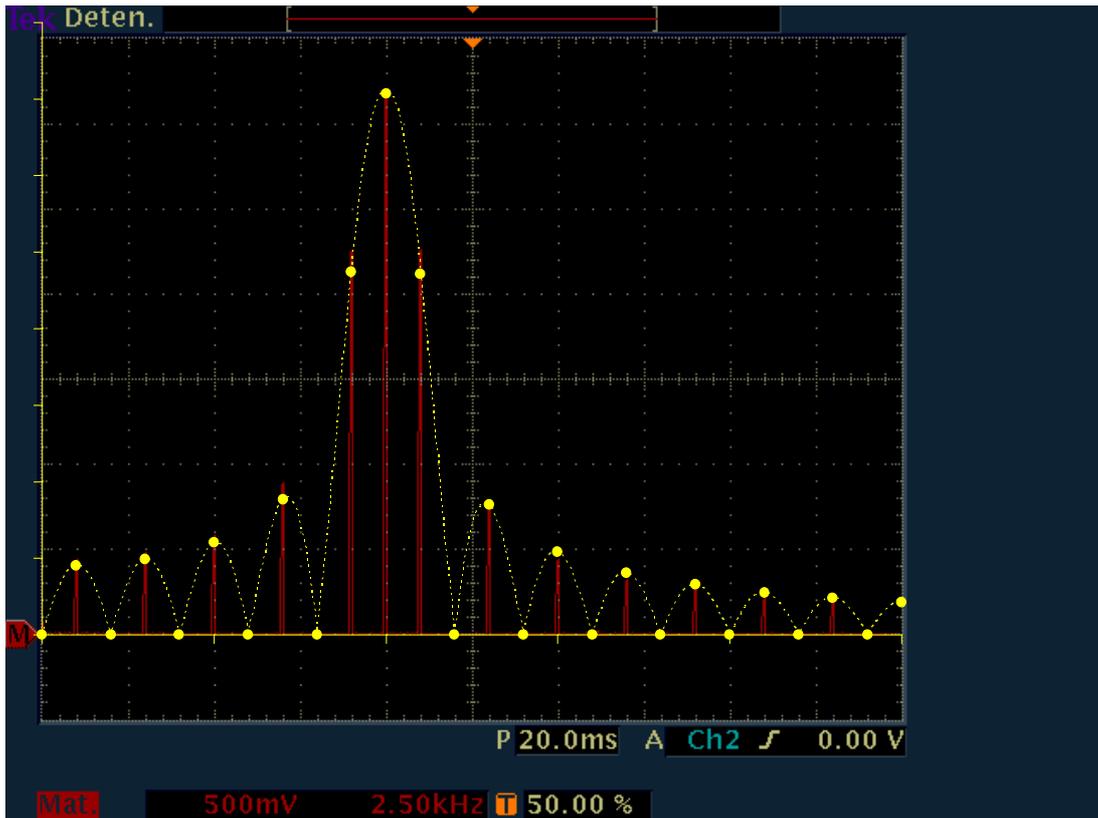


Figura 4. Espectro de amplitud de la señal modulada (escala lineal)

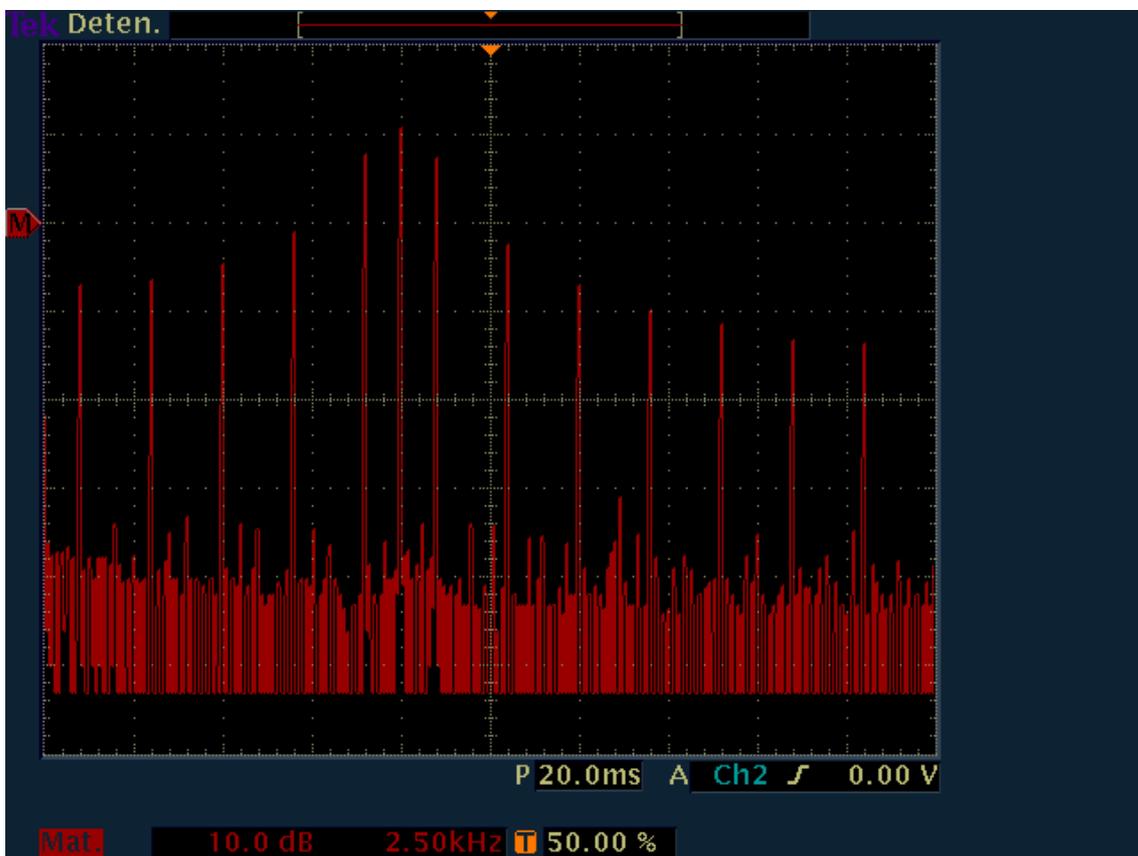


Figura 5. Espectro de amplitud de la señal modulada (escala en dBV RMS)

Frecuencia (en Khz.)	Armónicos(dBV) Amplitud=1		Armónicos(dBV) Amplitud=0.5		Armónicos(dBV) Amplitud=0.1	
	Teor.	Práct.	Teor.	Práct.	Teor.	Práct.
0	-∞	-14.4	-∞	-16.8	-∞	-23.0
1	-6.85	-6.0	-12.87	-12.8	-26.85	-27.6
2	-∞	-41.8	-∞	-32.8	-∞	-50.0
3	-6.11	-5.2	-12.13	-12.2	-26.11	-26.8
4	-∞	-43.0	-∞	-32.0	-∞	-38.4
5	-4.43	-3.6	-10.45	-10.2	-24.43	-23.2
6	-∞	-46.0	-∞	-30.6	-∞	-44.0
7	-1.08	-0.4	-7.10	-6.6	-21.08	-21.0
8	-∞	-46.0	-∞	-33.0	-∞	-47.0
9	7.49	8.2	1.47	2.0	-12.51	-11.8
10	10.97	10.8	10.97	10.8	10.97	10.8
11	7.45	7.2	1.43	1.4	-12.55	-12.4
12	-∞	-46.0	-∞	-34.8	-∞	-50.0
13	-1.43	-3.4	-7.45	-8.8	-21.43	-21.6
14	-∞	-43.0	-∞	-32.8	-∞	-53.0
15	-5.35	-8.8	-11.37	-13.6	-25.35	-27.4
16	-∞	-46.0	-∞	-41.8	-∞	-43.0
17	-7.85	-12.8	-13.87	-16.8	-27.85	-29.8
18	-∞	-41.8	-∞	-36.0	-∞	-53.0
19	-9.69	-16.0	-15.71	-19.2	-29.69	-31.8
20	-∞	-44.0	-∞	-29.4	-∞	-36.8

Apartado c)

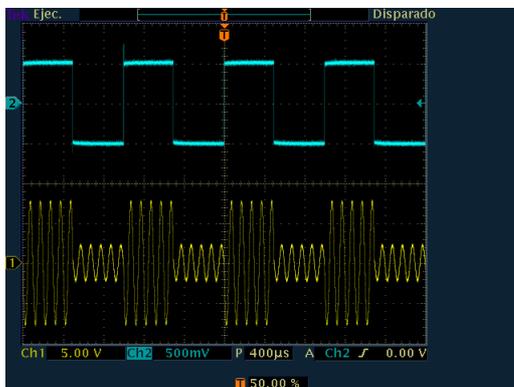


Figura 6. Señales (A=0.5V)

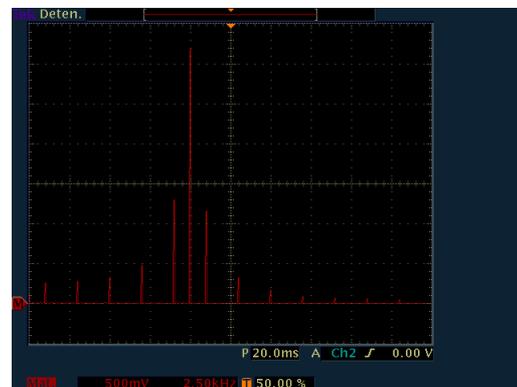


Figura 7. Espectro señal modulada (A=0.5V)

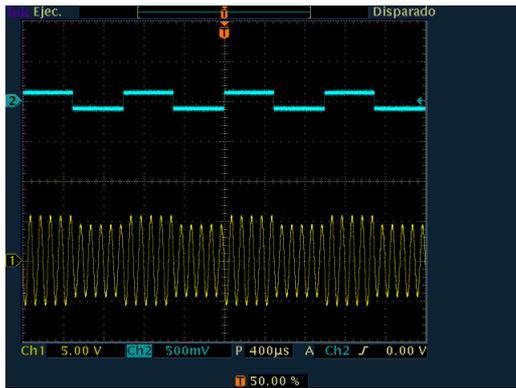


Figura 8. Señales ( $A=0.1V$ )

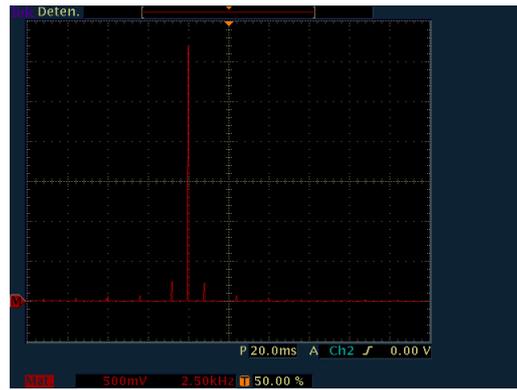


Figura 9. Espectro señal modulada ( $A=0.1V$ )