Instituto Tecnológico de Buenos Aires

Laboratorio de Electrónica

Trabajo Práctico 5

# Analizador de Espectros

*Grupo 2:*
Víctor Oh 56679
Valentina Lago 57249
Gonzalo Silva 56089
Santiago Bualó 57557
Agustina Ibarreche 53550

*Profesores:*
Pablo Cossutta
María Alejandra Weill
Matías Salvati

# Ejercicio 1

# Medicion de distorción armónica

## 1.1. Medición

Utilizando el analizador de espectros, se midió la distorsión armónica del generador de funciones Agilent(modelo) con una señal senoidal de 0,7MHz y 250mV$pp$.

Para calcular la distorsión armónica total (THD) medida con el analizador, se utilizaron las ecuaciones 1.1 y 1.2.

$$THD = \frac{\sum_{j=1}^{n} P_j}{\sum_{i=0}^{n} P_i} \tag{1.1}$$

$$P_k[\text{mW}] = 1\text{mW} * 10^{P_k[dBm]/10} \tag{1.2}$$

Entonces,

$$P_0 = 123mW; P_1 = 123mW; P_2 = 123mW$$

$$\Rightarrow THD = Ans \tag{1.3}$$

Con las mediciones y cácluclos anteriores y utilizando otros generadores de funciones, se obtuvo la siguiente tabla:

| Modelo | $P_0(mW)$ | $P_1(mW)$ | $P_2(mW)$ | $P_3(mW)$ | $P_4(mW)$ | $THD$ | $THD_{Fab}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agilent | | | | | | | |
| Picotest | | | | | | | |
| Instek | | | | | | | |

## 1.2. Comparación con la hoja de datos

## 1.3. Conclusiones

# Ejercicio 2

# Análisis de otras señales

Utilizando señales (i)cuadradas, (ii)triangulares(simetría 50 %) y (iii)un tren de pulsos con $DC = 33{,}3\,\%$

1. Se analizó analíticamente el espectro de la señal
2. Se simuló el espectro mediante MATLAB
3. Se midió la señal con el analizador de espectros
4. Se calculó el DC en función a la medición

## 2.1. Señal Cuadrada

### 2.1.1. Análisis matemático

Dado que el análisis es de la señal dada en la figura 2.1 se observa que para un análisis de Fourier se trata de una onda impar:

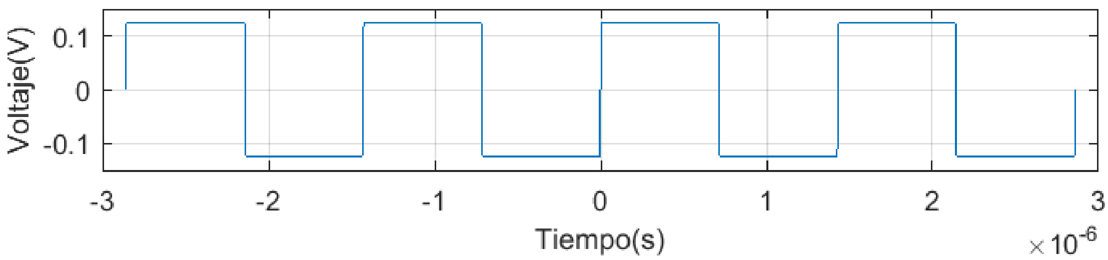


Figura 2.1: Señal cuadrada con las características dadas

Por lo tanto, la serie de Fourier estará dada por sólo senos:

$$S(t) = \sum_{k=1}^{\infty} B_{2k-1} sen(2\pi f(2k-1)t) \tag{2.1}$$

$$B_{2k-1} = \frac{1}{\pi(2k-1)} \tag{2.2}$$

Por lo tanto, las amplitudes observadas serán las de los armónicos impares de la fundamental, mientras que los armónicos pares se anulan.

## 2.2. Simulación del Espectro

Dado que se tienen las amplitudes de las diferentes frecuencias que conforman la señal cuadrada, se pueden calcular las potencias entregadas sobre la entrada del analizador, teniendo en cuenta que tiene una resistencia de $50\Omega$. Por lo tanto, el espectro observado en el analizador debería ser el visto en la figura 2.2. De esta se puede observar que las potencias de los armónicos de mayor orden son cada vez menores.

Debe notarse que este espectro se vería en una mitad del analizador, dado que las frecuencias multiplicadoras al oscilador local son sumadas y restadas respecto a este.

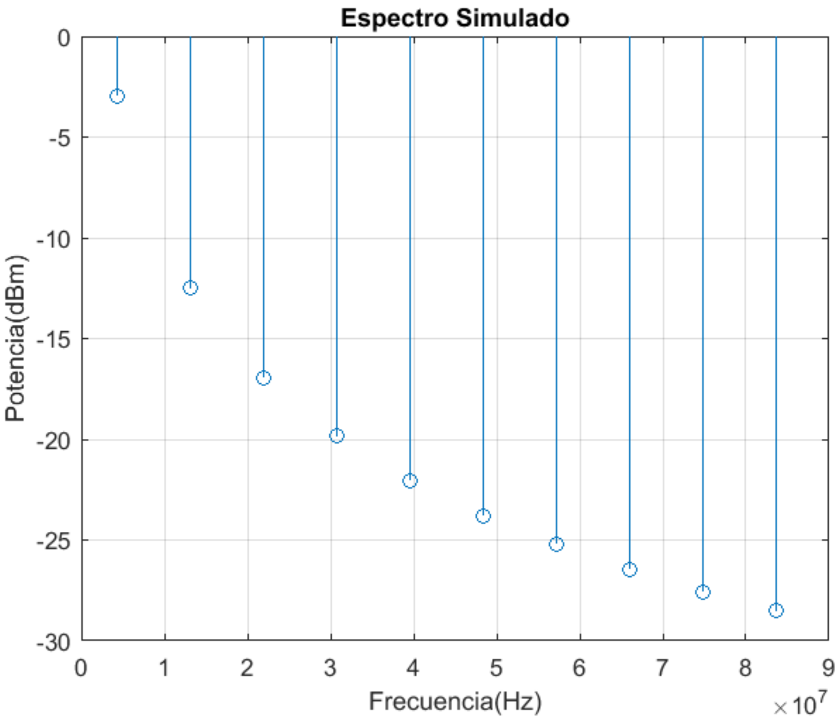


Figura 2.2: Simulación de las potencias a ser observadas

### 2.2.1. Medición en el Analizador de Espectros

Figura 2.3: Pantalla del Analizador de la señal cuadrada

### 2.2.2. Cálculo del DC

Observando la salida del analizador de espectros, se pueden contar la cantidad de armónicos con potencia 0 (p) y comparar esa cantidad a la cantidad total de armónicos que deberían verse en pantalla(q). Con estos datos, se puede utilizar la expresión 2.3 para calcular el Duty Cycle.

$$DC = \frac{p}{q} \tag{2.3}$$

Dado que en la salida del analizador observada en la figura 2.3 se puede observar que uno de cada dos armónicos están anulados, entonces el Duty Cycle es de 50 %.

## 2.3. Señal Triangular

### 2.3.1. Análisis matemático

Dado que el análisis es de la señal dada en la figura 2.1 se observa que para un análisis de Fourier se trata de una onda impar:

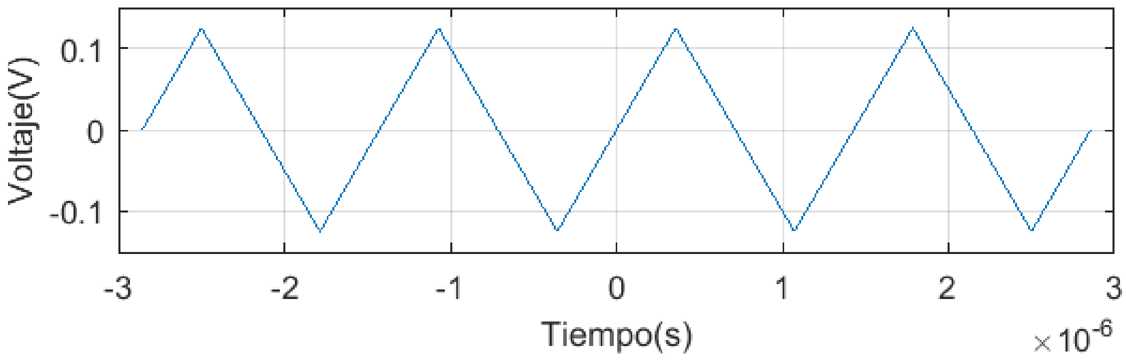


Figura 2.4: Señal cuadrada con las características dadas

Por lo tanto, la serie de Fourier estará dada por sólo senos:

$$S(t) = \sum_{k=1}^{\infty} B_{2k-1} sen(2\pi f(2k-1)t) \tag{2.4}$$

$$B_{2k-1} = \frac{2}{\pi^2(2k-1)^2} \tag{2.5}$$

Por lo tanto, las amplitudes observadas serán las de los armónicos impares de la fundamental, mientras que los armónicos pares se anulan.

## 2.4. Simulación del Espectro

Bajo el mismo método que en la señal cuadrada, se simuló el espectro de la señal triangular como se ve en la figura 2.4. Se puede observar que, a diferencia de la señal cuadrada, la atenuación de cada armónico de mayor orden es doblemente mayor.

### 2.4.1. Medición en el Analizador de Espectros

## 2.5. Tren de Pulsos

## 2.6. Conclusiones

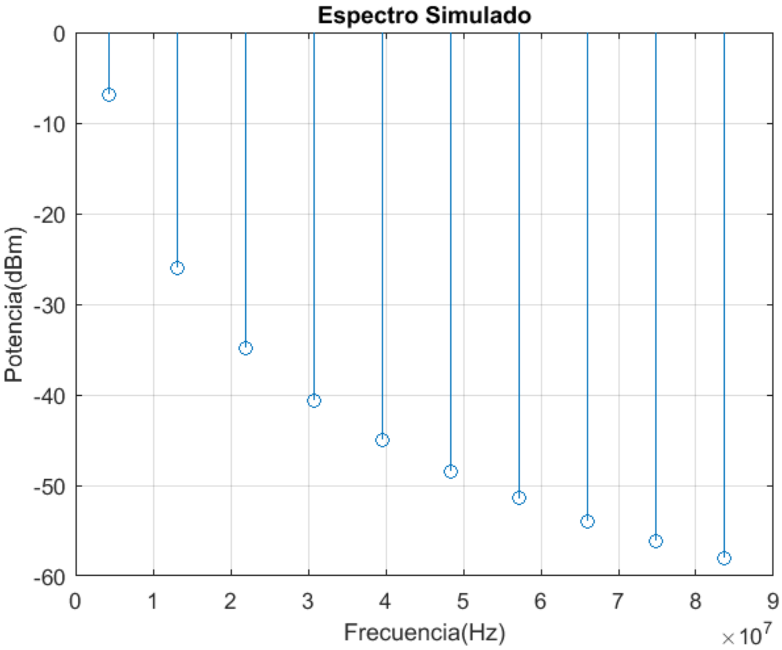


Figura 2.5: Simulación de las potencias a ser observadas

Figura 2.6: Pantalla del Analizador de la señal triangular

# Ejercicio 3

# Análisis de una senal AM

Utilizando dos generadores de señales, se creó una señal modulada en AM de 200mV$pp$ donde:

Frecuencia de la portadora: 900kHz.

Frecuencia de la moduladora: 100kHz.

Luego, con el analizador de espectros, y simulando el espectro de la señal en MATLAB, se verificaron las señales medidas. Además, se utilizó un osciloscopio en paralelo para verificar las amplitudes de las señales.

1. Moduladora Senoidal; $m = 0{,}5$
2. Moduladora Senoidal; $m = 1$
3. Moduladora Triangular; $m = 1$
4. Moduladora Senoidal; $m = 1$; frecuencia igual a la portadora

# Ejercicio 4

# Análisis de una señal FM

Se repitió el ejercicio 3 con una señal FM.

# Ejercicio 5

# Distribucion de Radiofrecuencias en Argentina

as;dlfjasdfklaj.

# Ejercicio 6

# Análisis del espectro EM en la banda de FM

asdfjalkdsfj.

# Ejercicio 7

# Señal de Televisión

# Ejercicio 8

# Otras Señales

Se conectaron al analizador de espectros las siguientes señales con amplitud 250mV$pp$ y a frecuencia 125kHz y máxima.

1. $\sin(x)/x$
2. Tren de deltas (Tren de Pulsos con DC mínimo)