

LABORATORIO DE TEORÍA DE COMUNICACIONES 1 – PARTE PRÁCTICA
TEMA: ANÁLISIS DE SEÑALES

2024



HOJA DE LABORATORIO 3

¹ ANÁLISIS DE SEÑALES

Integrantes

NOMBRES Y APELLIDOS	CÓDIGO	GRUPO
Christopher Orlando Terrones Peña	20182048	1
Luis Salvador Yábar Reaño	20200408	1

ACTIVIDADES		PUNTAJE
Experiencia 1	Análisis de señales en el tiempo y frecuencia	3 puntos
Experiencia 2	Análisis de señales de audio	2 puntos
Experiencia 3	Síntesis de una señal cuadrada	3 puntos

CORREGIDO POR	NOTA
<i>Nombre del JP</i>	0.0/8.0

7/8



El contenido de esta guía es de carácter estrictamente personal y aplicable solo para el curso de Teoría de Comunicaciones 1 (TEL133). Cualquier tipo de plagio será sancionado de acuerdo con el reglamento disciplinario de la PUCP.

¹ NOTA IMPORTANTE: CONSULTE A LOS JEFES DE PRÁCTICA ANTE CUALQUIER DUDA SOBRE EL MANEJO DE LOS EQUIPOS Y LAS CONEXIONES.

EXPERIENCIA 1: Análisis de señales en el tiempo y frecuencia (3.0 puntos)



Objetivo de aprendizaje: Describir mediante un generador de señales y el osciloscopio digital un tren de pulsos periódicos en los dominios del tiempo y la frecuencia.

Indicaciones:

1. Realice las conexiones de la figura 1 entre el generador de funciones y el osciloscopio usando un cable coaxial.

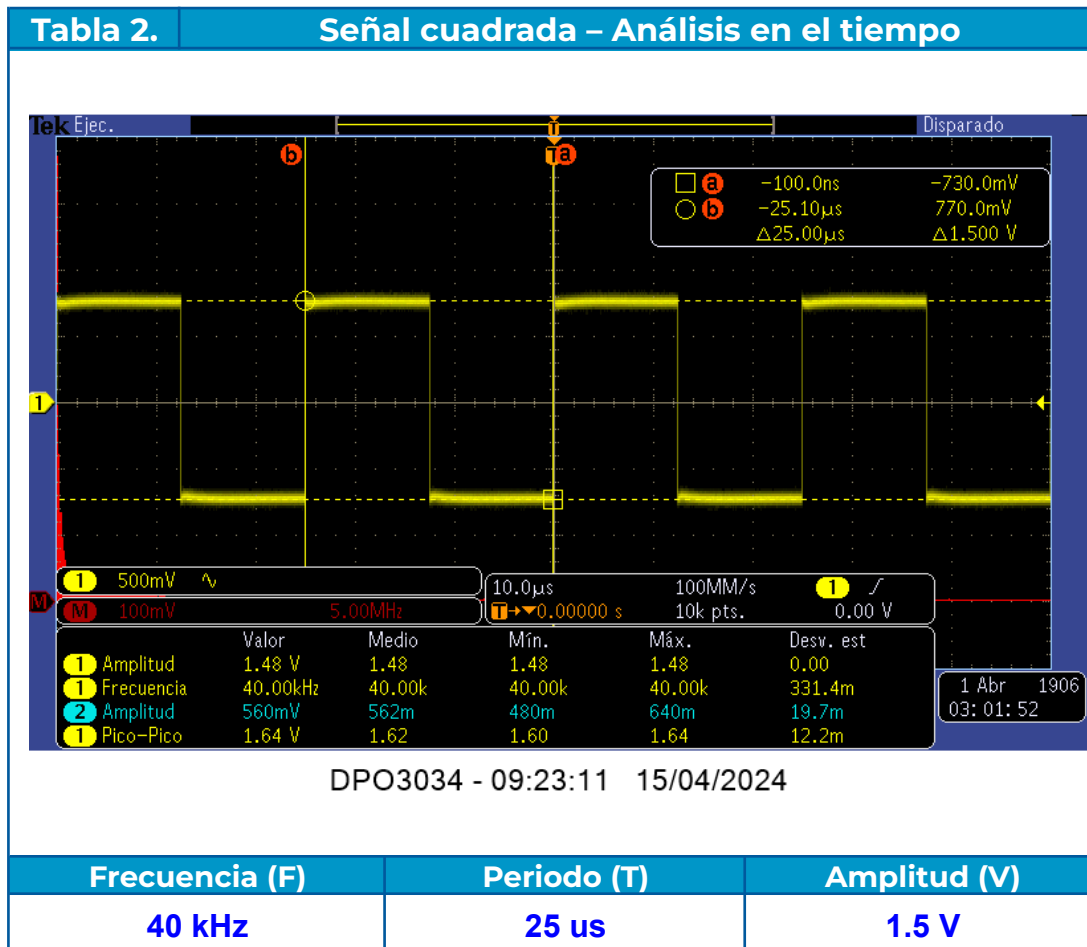


Figura 1. Conexiones entre Generador de funciones y osciloscopio.

2. En el generador de señales, configure una onda cuadrada según los parámetros dados en la Tabla 1.

Tabla 1.	Parámetros de configuración de señal	
N° de grupo	Amplitud	Frecuencia
1	1.5 Vpp	40 KHz
2	2.5 Vpp	20 KHz
3	2.0 Vpp	30 KHz
4	1.0 Vpp	50 KHz

3. Representar en la pantalla del osciloscopio la señal generada. Usando los cursores, medir la amplitud y el periodo de la señal capturada.
4. Con ayuda del programa (*OpenChoice Desktop*) de la PC, inserte la captura de pantalla y los parámetros medidos en la Tabla 2. **(0.5 puntos)**

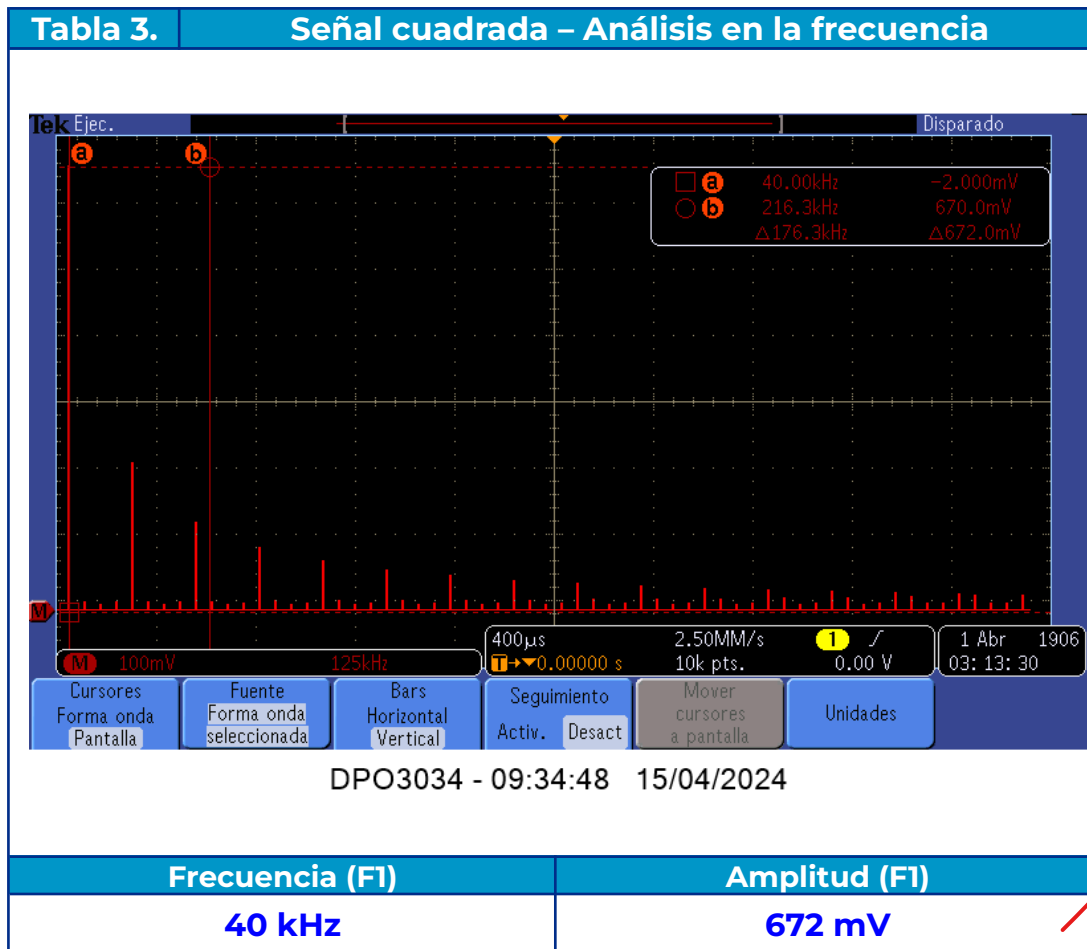


5. Utilizando el osciloscopio calcular el espectro (transformada de Fourier) de la **señal cuadrada**. Usar el botón **M (Math)** y la opción **FFT. (0.5 puntos)**

- Configurar el eje X del osciloscopio en escala lineal.
- Usando las escalas horizontal y vertical, escalar adecuadamente la gráfica para que muestre entre 12 a 18 armónicos de la señal cuadrada.
- Con los cursores configurados en **FFT** medir:
 - a) La frecuencia fundamental o 1er armónico (**F1**).
 - b) La amplitud del 1er armónico o fundamental (**A**).
- Comente si la frecuencia fundamental o 1er armónico coincide con la frecuencia de la señal cuadrada en el tiempo. Justifique.

La frecuencia del primer armónico coincide con la frecuencia de la señal cuadrada (40 kHz). Esto concuerda con la teoría, ya que la frecuencia fundamental es la inversa del período de la onda observada, el cual es de 25 us.

- Capturar la pantalla del osciloscopio y completar la tabla 3.



6. Mediante el uso de los cursores, mida la frecuencia y amplitud de los 4 primeros armónicos de la **señal cuadrada** incluyendo el armónico fundamental. Registre los valores en la tabla siguiente. **(0.5 puntos)**

Tabla 4.	Parámetros de la señal cuadrada	
Armónico	Frecuencia	Amplitud
F1	40 kHz	672 mV
F2	120 kHz	222 mV
F3	200 kHz	134 mV
F4	280 kHz	96 mV

- Comente por qué no hay valores en los múltiplos pares de la fundamental F2 y F4. Justifique.

La función se puede expresar como la serie exponencial de Fourier. De esta forma, queda expresada como una constante multiplicada por la función sampling. En el caso de un Duty Cycle de 50%, el argumento de la función Sampling es $n \cdot \pi/2$, por lo cual, este valor es cero para valores pares de n .

7. Mida el ancho de banda de la señal cuadrada usando el criterio de media potencia y el criterio del ancho de banda limitado a 35dB. Consigne los valores en la tabla siguiente. **(0.5 puntos)**

Tabla 5.	Mediciones de Ancho de Banda
BW (media potencia 3 dB)	BW (limitado a 35 dB)
40 kHz	3.56 MHz

8. Responder las siguientes preguntas. **(1 punto)**

- ¿Es suficiente la fundamental y pocos armónicos para describir la señal cuadrada? Explique en base a la Serie de Fourier..

No es suficiente, ya que con pocos armónicos la señal no se aproxima correctamente. La Serie de Fourier plantea una sumatoria de infinitos armónicos, y emplear pocos resulta en una aproximación poco precisa de la señal original.

- ¿Es más simple analizar una señal en el tiempo o la frecuencia? Explique en base a la teoría del curso..

La dificultad del análisis depende de la señal a analizar. Por ejemplo, el seno en el dominio de la frecuencia es mucho más simple que en el dominio del tiempo, ya que solo presenta un impulso en su frecuencia fundamental y no tiene armónicos. En el tiempo es más sencillo obtener la amplitud de la señal, mientras que en el dominio de la frecuencia se puede analizar el ancho de banda de la señal y la potencia de cada frecuencia.

EXPERIENCIA 2: Análisis de señales de audio. (2.0 puntos)



Objetivo de aprendizaje: Analizar la suma de dos tonos de audio en el tiempo y la frecuencia.

Indicaciones:

1. Realice la conexión de la figura 2 para realizar el análisis de las señales de audio con el cable mini plug y la punta de prueba del osciloscopio.



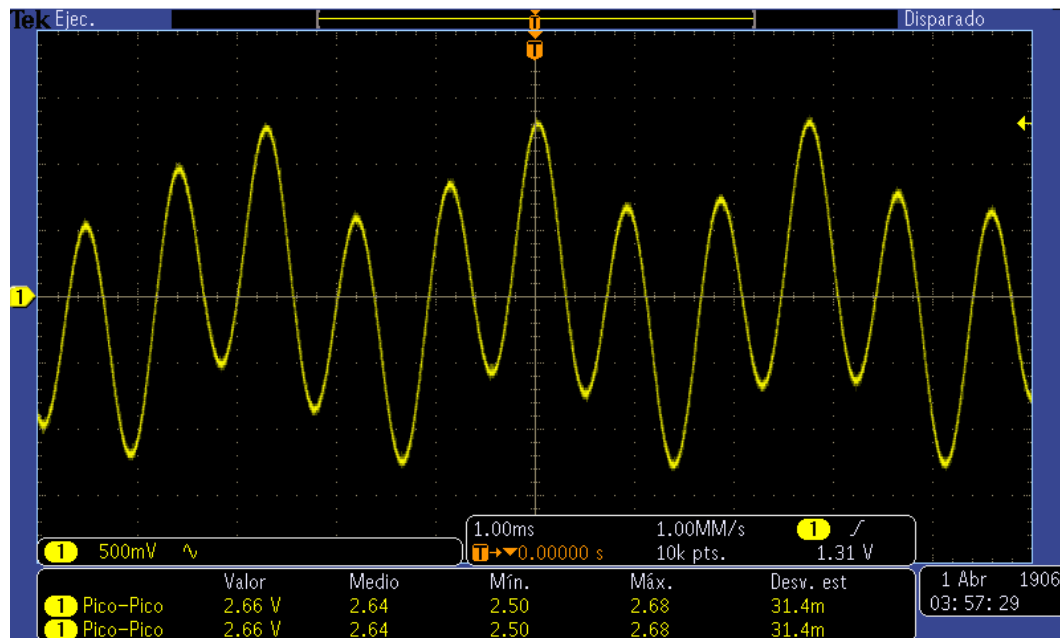
Figura 2. Conexión del altavoz para medir señales de audio.

2. Cargar la página <https://onlinetonegenerator.com/> y seleccionar la opción “Multiple Tone Generator”. Allí, configurar 2 señales senoidales con los parámetros indicados en la siguiente tabla:.

Tabla 6.	Configuración de tonos de audio	
Tono senoidal 1	Frecuencia	350 Hz
	Amplitud	1 Vpp
Tono senoidal 2	Frecuencia	1100 Hz
	Amplitud	2 Vpp

3. Para ajustar la amplitud de las señales encienda ambas ondas y ajuste el volumen correspondiente hasta medir en el osciloscopio las amplitudes indicadas. Luego, insertar una captura de la señal compuesta en la siguiente tabla: **(0.5 puntos)**

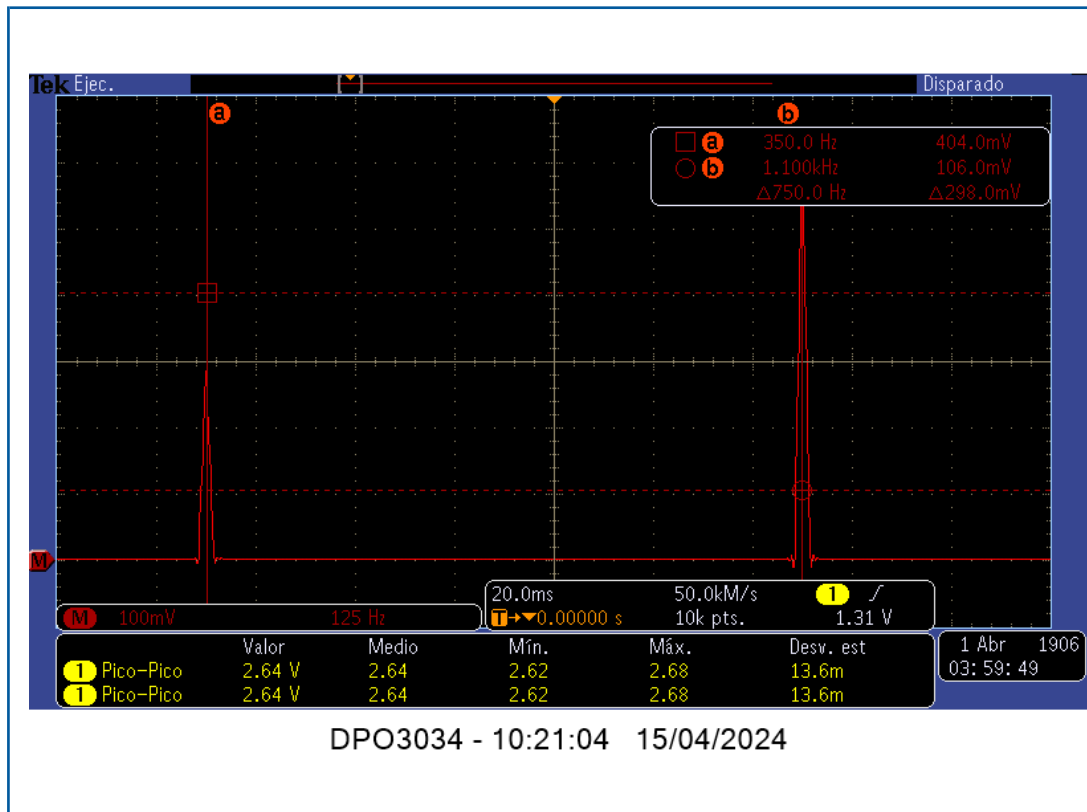
Tabla 7. Suma de señales – Análisis en el tiempo



DPO3034 - 10:18:45 15/04/2024

4. Usando la función Math>>FFT del osciloscopio, observar y capturar la transformada de Fourier de la forma de onda anterior. Considere la escala lineal (o escala logarítmica en caso de no tener escala lineal). **(0.5 puntos)**

Tabla 7. Suma de señales – Análisis en la frecuencia



5. Responder las siguientes preguntas. (1 punto)

0.5

- Analizar si las señales de audio de la tabla 7 se pueden escuchar y cuál es el rango de frecuencias audibles que podemos escuchar en los altavoces. ¿Coincide ese rango de frecuencias con la respuesta en frecuencia de nuestro oído?

Sí se pueden escuchar las señales de audio. Los altavoces permiten un rango de frecuencias cercano al del oído humano, el cual se encuentra entre 20 Hz y 20 kHz.

Indicar las frecuencias bajo análisis y compararlas con el rango indicado.

- Explique qué relación existe entre la frecuencia obtenida de la composición de las señales y las frecuencias independientes en cada señal.

La frecuencia de la composición es más cercana a la de 1100 Hz, ya que esta tiene mayor potencia en el dominio de la frecuencia, por lo que su contribución es mayor.

Es igual a la superposición de los espectros de las señales independientes.

EXPERIENCIA 3: Síntesis de una señal cuadrada. (3.0 puntos)


Objetivo de aprendizaje: Aproximar una onda cuadrada a partir de la suma de ondas senoidales.

Indicaciones:

1. Aproximar una onda cuadrada a partir de 3 funciones senoidales con ayuda de **“Multiple Tone Generator”**.
2. La onda cuadrada aproximada debe tener 3 Vpp y una frecuencia de 100 Hz. Para ello debe añadirse 3 tonos senoidales en la aplicación online
3. Calcule y registre en la tabla 9 las amplitudes y frecuencias de los tres primeros armónicos de la onda cuadrada, sabiendo que el 1er armónico o fundamental es de 3 Vpp y 100 Hz. Los armónicos equivalen a cada una de las funciones seno de la serie de Fourier de la señal cuadrada. (Ver ejemplo de la guía teórica) **(0.5 puntos)**

Tabla 9.	Parámetros de armónicos	
Armónico	Frecuencia	Amplitud
F1	100 Hz	3 Vpp
F2	300 Hz	1 Vpp
F3	500 Hz	0.6 Vpp

4. Configurar las amplitudes de las ondas por separado (On/Off) con la opción volumen y el osciloscopio. Solo encienda la onda que está configurando.
5. Una vez configuradas las 3 ondas, encender todos los tonos y verificar la aproximación de la onda cuadrada.
6. Para lograr una aproximación coherente apague y encienda los tonos F1 y F2 varias veces hasta lograr una forma parecida a la función cuadrada.
7. Insertar una captura de la aproximación en el dominio del tiempo y la frecuencia. **(0.5 puntos)**

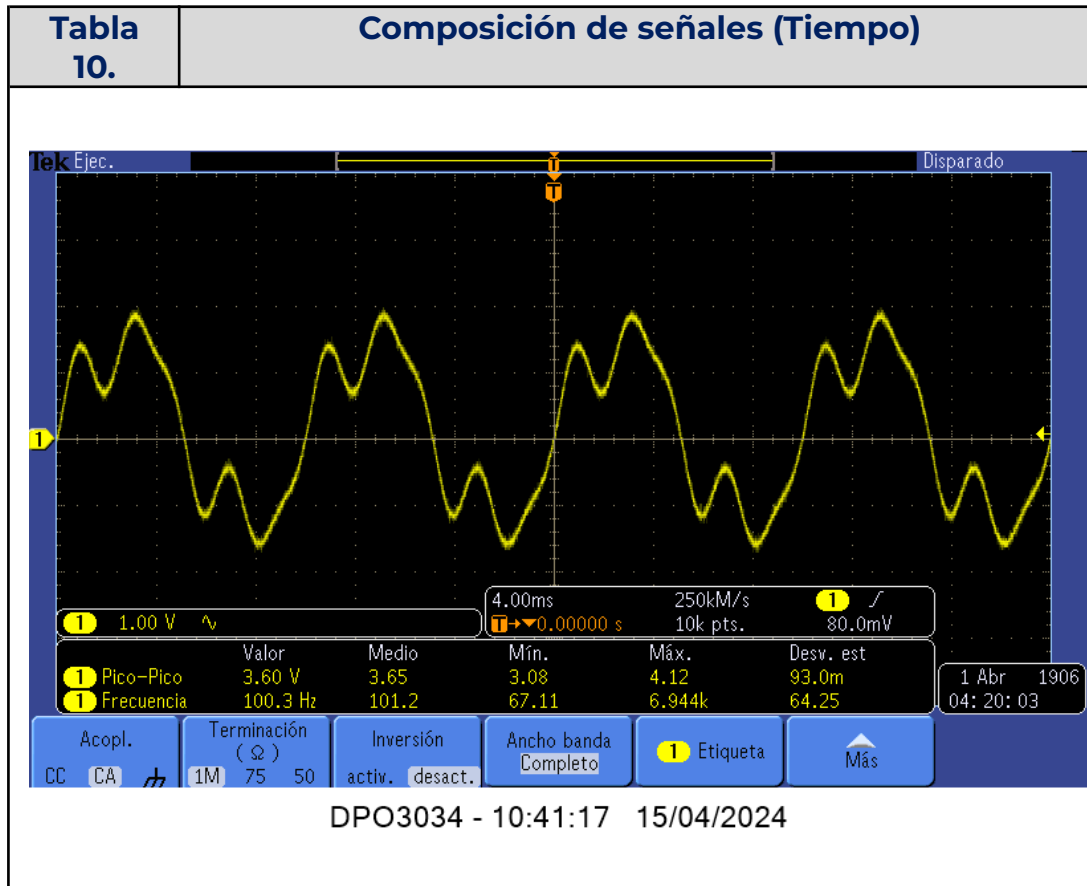
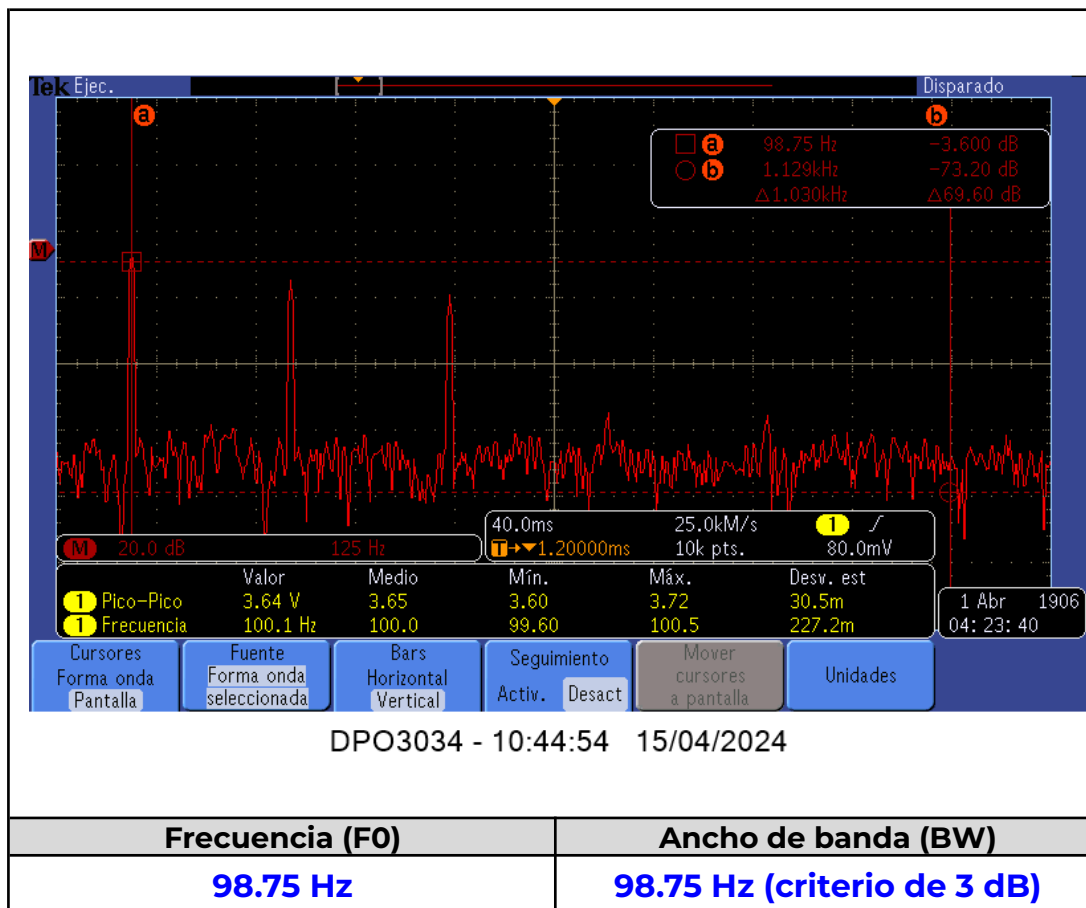


Tabla 11.	Composición de señales (Frecuencia)
-----------	-------------------------------------



8. Responder las siguientes preguntas. (1 punto)

- De acuerdo con lo observado en las últimas gráficas, porque se producen distorsiones en la señal cuadrada aproximada en ciertos casos. Adicionalmente, ¿cómo se podrían evitar esas distorsiones?

Por la diferencia de fase. Para lograr una onda cuadrada más adecuada, todas las señales que la componen deben tener la misma fase. Para evitarlo, idealmente se debería iniciar todas las señales al mismo tiempo.

- De acuerdo con lo observado en las últimas gráficas, ¿cómo se puede lograr una mejor aproximación de la señal cuadrada usando el generador de tonos u otro método?

Se podría generar una mejor aproximación empleando un mayor número de frecuencias, y priorizar que estas estén en fase.

9. Comentarios y conclusiones de las 3 experiencias. (1 punto)

En la primera experiencia, pudimos observar la forma de la serie exponencial de Fourier, y comprobar que efectivamente la señal es 0 en los múltiplos pares de la frecuencia fundamental.

Faltan conclusiones

En la segunda experiencia, pudimos observar cómo la suma de dos señales genera una señal nueva, y cómo cada una influye en el resultado final. Esto se vio tanto en el dominio del tiempo, como en la frecuencia, donde la potencia de una frecuencia era mayor a la otra.

En la tercera experiencia, observamos la importancia de la fase en las síntesis de una señal, ya que no pudimos obtener un resultado tan adecuado de la onda cuadrada debido al desfase entre las 3 señales.

INSTRUCCIONES PARA LA ENTREGA

- La guía debe ser entregada con el formato **LABX_H69Y_GZ.PDF**, donde las letras de color rojo corresponden a los números de laboratorio, horario y grupo respectivamente.
- La entrega de la guía debe realizarse dentro del tiempo indicado en la actividad correspondiente en la plataforma PAIDEIA.
- Es responsabilidad de los integrantes del grupo verificar el documento enviado.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Puntaje
Registro de la señal cuadrada en tiempo y frecuencia.	1 punto
Evaluación de armónicos y BW de la señal cuadrada.	1 punto
Respuestas de la experiencia 1.	1 punto
Registro de la suma de ondas senoidales en tiempo y frecuencia.	1 punto
Respuestas de la experiencia 2.	1 punto
Evaluación y registro de 3 1ros armónicos de la onda cuadrada	1 punto
Respuestas de la experiencia 3.	1 punto
Observaciones y conclusiones	1 punto
Puntaje total	8 puntos