

Proyecto de laboratorio: Sistema discreto que simule un Filtro de Sonido Mecánico*

Christian David Pocol Franco, 201807325,¹ Maria Jose Monterrosa Mérida, 201800657,¹ and Héctor Fernando Carrera Soto, 201700923¹

¹*Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica Eléctrica,
Universidad de San Carlos, Edificio T1, Ciudad Universitaria,
Zona 12, Guatemala. Laboratorio de Comunicaciones 4.*

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se requiere la construcción de un sistema en tiempo discreto el cual determine la función de transferencia $H(z)$ de un filtro mecánico de sonido utilizando las señales de sonido de entrada y salida analógicas a dicho espacio cerrado por medio de un altavoz y un micrófono. Con la función de transferencia $H(z)$ se debe diseñar un sistema en tiempo discreto que simule el efecto que produce el filtro mecánico en las mismas señales de entrada y salida analógicas. Por último, el grupo deberá comprobar la calidad de la simulación utilizando la función correlación cruzada de las señales de salida del filtro mecánico y el diseñado para establecer la calidad de la simulación del sistema discreto.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

- Aplicar los conocimientos adquiridos en anteriores cursos de la carrera de Ingeniería Electrónica y del curso de Comunicaciones 4.

B. Objetivos específicos

Diseñar e implementar un sistema que:

- Determinar la función de transferencia de un filtro de sonido mecánico utilizando las señales de sonido analógicas de entrada y salida en un espacio cerrado propuesto por el estudiante.
- Simular con un sistema en tiempo discreto diseñado por el grupo el efecto que produce el filtro mecánico al pase de una onda sonora en el espacio cerrado.
- Determinar la calidad de la simulación del sistema diseñado utilizando la función correlación cruzada entre las señales de salida del sistema mecánico y la salida del sistema diseñado por el grupo.

III. LIBERTADES Y RESTRICCIONES

- Queda a discreción del grupo los materiales a utilizar en la construcción del filtro mecánico de sonido.
- Deben cumplirse los parámetros del diseño proporcionado en la descripción.
- Puede utilizarse cualquier altavoz y micrófonos siempre que cumplan con el funcionamiento propuesto.
- Puede utilizarse cualquier microcontrolador.
- Se permite cualquier lenguaje de programación.
- No es permitido utilizar algoritmos o instrucciones dedicadas para ejecutar el procesamiento de los datos obtenidos por los micrófonos.
- El sistema debe ser autónomo en relación a la energía que utilizará en su funcionamiento, es decir, no debe estar físicamente conectado a la red de distribución.

IV. PROPUESTAS

A. Propuesta 1:

Para construir un sistema en tiempo discreto que determine la función de transferencia $H(z)$ de un filtro mecánico de sonido, se necesitarán los siguientes pasos:

1. Adquisición de señales de entrada y salida analógicas: Se debe medir la señal de entrada y salida del sistema mecánico de sonido utilizando un micrófono y un altavoz respectivamente, colocados en un espacio cerrado donde se encuentra el filtro mecánico.
2. Conversión analógico-digital: Las señales analógicas obtenidas en el paso anterior deben convertirse en señales digitales mediante un convertidor analógico-digital (ADC) para poder procesarlas en el dominio digital.
3. Cálculo de la función de transferencia $H(z)$: Se debe procesar la señal de entrada y salida digital utilizando un algoritmo de procesamiento de señales para calcular la función de transferencia $H(z)$ del

* Laboratorios de Electrotecnia

filtro mecánico. Para esto, se puede utilizar técnicas de análisis de frecuencia como la transformada de Fourier discreta (DFT) o la transformada Z.

4. Diseño del sistema de simulación: Una vez que se haya calculado la función de transferencia $H(z)$, se puede diseñar un sistema en tiempo discreto que simule el efecto del filtro mecánico en las señales de entrada y salida analógicas. Para esto, se puede utilizar técnicas de filtrado digital, como filtros FIR o IIR.
5. Conversión digital-analógica: Finalmente, las señales digitales procesadas deben convertirse en señales analógicas utilizando un convertidor digital-analógico (DAC) para poder reproducirlas a través de un altavoz y medir el efecto del filtro mecánico.

En resumen, se puede construir un sistema en tiempo discreto que determine la función de transferencia $H(z)$ de un filtro mecánico de sonido y diseñe un sistema de simulación utilizando técnicas de procesamiento de señales y filtrado digital. El proceso implica adquirir señales analógicas, convertirlas en señales digitales, procesarlas para calcular la función de transferencia $H(z)$, diseñar un sistema de simulación y, finalmente, convertir las señales digitales procesadas en señales analógicas para su reproducción.

B. Propuesta 2:

1. Se implementará python en la simulación de filtros y convertidores analógicos y digitales.
2. Convertidor del microcontrolador RP2040 de la Raspberry Pi Pico ya que posee un convertidor de analógico a digital (ADC).

C. Propuesta 3:

Otra alternativa para determinar la función de transferencia $H(z)$ de un filtro mecánico de sonido y simular su efecto en señales de entrada y salida analógicas es utilizar un analizador de espectro y un generador de señales en lugar de un micrófono y un altavoz.

1. Conectar el generador de señales a la entrada del filtro mecánico y el analizador de espectro a la salida del filtro mecánico.
2. Configurar el generador de señales para generar una señal de entrada conocida en una frecuencia específica.
3. Utilizar el analizador de espectro para medir la respuesta en frecuencia del filtro mecánico a partir de la señal de salida correspondiente.

4. Utilizar la respuesta en frecuencia obtenida para calcular la función de transferencia $H(z)$ del filtro mecánico.
5. Utilizar la función de transferencia $H(z)$ para diseñar un filtro digital que simule el efecto del filtro mecánico en las señales de entrada y salida, tal como se describió en la opción anterior.
6. Implementar el filtro digital en un sistema en tiempo discreto, tal como se describió en la opción anterior.

V. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Marzo			Abril				Mayo			
	Distribución Semanal										
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Descripción del proyecto			X								
Entrega Primera Fase			X								
Primera fase de simulación				X							
Simulación del filtro mecánico					X						
Pruebas con el procesamiento de la señal						X					
Pruebas de correlación							X				
Etapas de Mejoras								X			
Pruebas Finales								X			
Entrega Final									X		

Figura 1: Cronograma

VI. MATERIALES

1. Un microcontrolador capaz de procesar señales analógicas y digitales. (Raspberry pi)
2. Un micrófono y un altavoz para medir las señales de entrada y salida analógicas del sistema mecánico de sonido.
3. Convertidores analógico-digital y digital-analógico para convertir las señales analógicas en señales digitales y viceversa
4. Un algoritmo de procesamiento de señales para calcular la función de transferencia $H(z)$ del filtro mecánico. (Utilizando python)
5. Un filtro digital que simule el efecto del filtro mecánico en las señales de entrada y salida. Este filtro puede ser diseñado utilizando un software de procesamiento de señales en Python.
6. Componentes adicionales, como resistencias, condensadores, diodos, etc., pueden ser necesarios para construir el filtro digital o para conectar los componentes anteriores.