

Licenciatura en Ingeniería Biológica

Teoría de Circuitos

Laboratorio 3

2^{do} semestre 2022

Parte 1. Introducción

En este laboratorio se pretende que el estudiante ponga en práctica los conocimientos teóricos referidos al comportamiento de circuitos en régimen sinusoidal. Se debe tener en cuenta que luego de realizada la práctica se deberá realizar un informe reportando la experiencia. Por lo que se sugiere registrar la mayor cantidad de información posible, anotar las observaciones y respuestas a las preguntas que aparecen en la letra.

Objetivo

Objetivo general: Introducir al estudiante al manejo del instrumental de un laboratorio de electrónica, con el fin de realizar en la práctica el proceso de diseño, armado y prueba de circuitos sencillos vistos en el curso.

Objetivos específicos:

- Dominar y reconocer las configuraciones básicas de circuitos con amplificadores operacionales.
- Diseñar filtros pasa-banda y representarlos gráficamente a partir de un diagrama de Bode
- Realizar el diseño y la implementación de un amplificador diferencial con filtrado

Materiales y métodos

- Multímetro digital.
- Analog Discovery 2
- Protoboard.
- Resistencias varias.
- Capacitores electrolíticos.
- Potenciómetros y presets.
- Amplificadores LM741.
- Software auxiliar:
 - WaveForms
 - Google Colab (python notebook)

Parte 2. Procedimiento

a. Diseño de un filtro pasa-bajo de primer orden

En la figura 2.1 se muestra el circuito de un filtro pasa-bajo de primer orden.

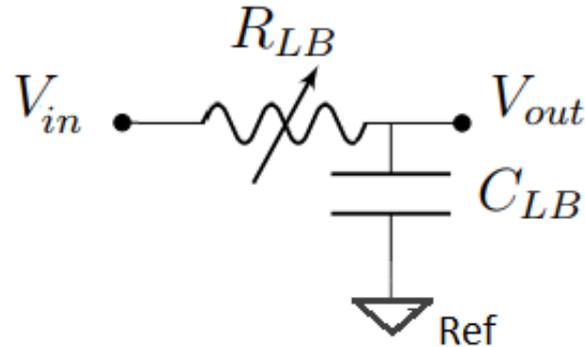


Figura 2.1: Filtro pasa-bajo de primer orden.

Para esta parte se pide:

Parte teórica

1. Halle la expresión teórica de la función de transferencia $H(j\omega)$ del circuito.
2. Realice el diagrama asintótico y real de Bode de $H(j\omega)$.
3. Determinar el valor de los componentes para cumplir con los siguientes requerimientos
 - a) Frecuencia de corte: $f_C = 15Hz$.
 - b) $C_{LB} \in \{1.0\mu f, 4.7\mu f, 22\mu f\}$

Parte práctica

Simulación: Armado del circuito y relevamiento en frecuencias:

Un relevamiento en frecuencia consiste en determinar la función de transferencia del circuito comparando la diferencia de amplitud y fase entre la entrada sinusoidal y la salida del circuito como se muestra en la figura 2.2. Para determinar la diferencia de fase entre dos sinusoides a partir del osciloscopio, se proponen dos métodos:

- Método 1: A partir de sus amplitudes: $\Delta\phi = \arcsin\left(\frac{x_0}{A}\right)$.
- Método 2: A partir de la diferencia temporal: $\Delta\phi = 2\pi\frac{t_0}{T} = 2\pi ft_0$.

En esta parte se pide implementar el circuito y realizar el relevamiento en frecuencias utilizando el Analog Discovery 2 (AD2).

4. Armar el circuito en la protoboard.
5. Complete la tabla 1 a inyectando una senoide de la forma $v_{in}(t) = V_i \sin(2\pi ft)$.
6. Realice el diagrama de Bode experimental de la función de transferencia.

En el informe se debe incluir:

- Cálculos de la función de transferencia y del valor de los componentes necesarios

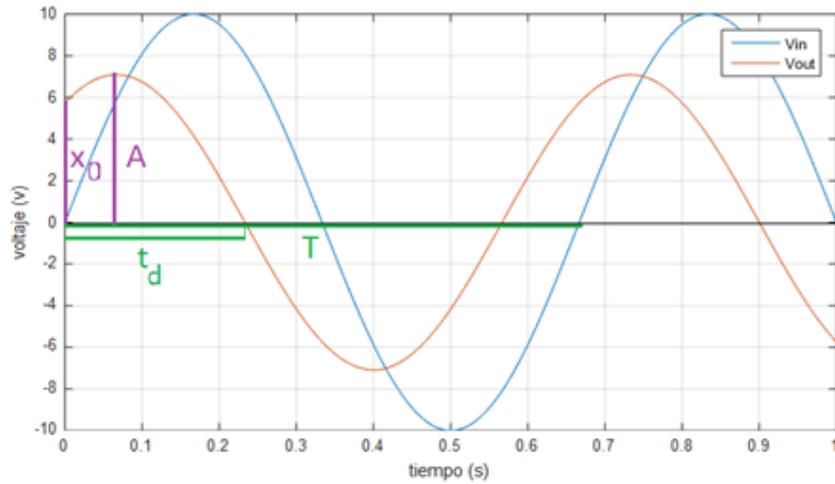


Figura 2.2: Magnitudes para determinar la fase entre las señales de entrada y salida.

| Frec (Hz) | Amp entrada (mV) | Amp salida (mV) | x_0 | t_0 | $ H(j\omega) $ | $\angle H_{M1}(j\omega)$ | $\angle H_{M1}(j\omega)$ |
|-----------|------------------|-----------------|-------|-------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| 0.15 | | | | | | | |
| 0.5 | | | | | | | |
| 1.5 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 150 | | | | | | | |

Tabla 1: Relevamiento en frecuencia - pasa-bajo.

- Imágenes del circuito implementado
- Imágenes representativas de entrada y salida de algunas de las señales obtenidas para el cálculo
- Discusión de los resultados obtenidos, concluir acerca de cuál de los dos métodos para calcular la fase considera más adecuado.

b. Diseño de un amplificador diferencial con filtrado

En la figura 2.3 se muestra una configuración de amplificador diferencial donde incluyen dos capacitores que le otorgan el atributo del filtrado.

Para esta parte se pide:

Parte Teórica

1. Hallar la expresión teórica de la función de transferencia $H(j\omega)$ del circuito..
2. Realizar el diagrama de bode de $H(j\omega)$. ¿Qué tipo de filtro implementa este circuito?
3. Demostrar que la ganancia en banda pasante, se expresa como:

$$G_{BP} = \frac{R_2}{R_1}$$

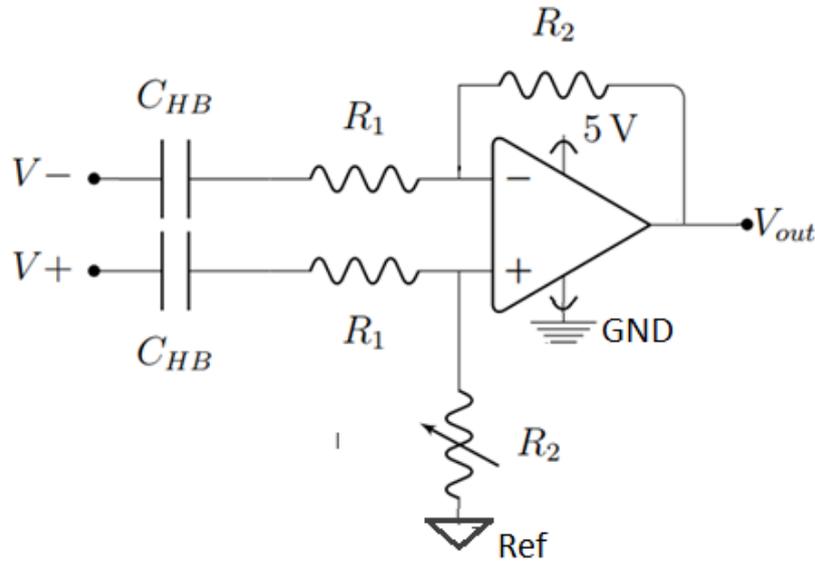


Figura 2.3: Amplificador diferencial con filtrado.

4. Determinar el valor de los componentes para cumplir con los siguientes requerimientos:

Frecuencia de corte: $f_C = 5Hz$.

Ganancia en banda pasante: $G = 2000V/V$

$C_{HB} \in \{1.0\mu f, 4.7\mu f, 22\mu f\}$

Parte práctica

Armado del circuito:

- 5. Armar el circuito en la protoboard.
- 6. Realice el relevamiento en frecuencias completando la tabla 2 a inyectando una senoide de la forma $v_{in}(t) = V_i \sin(2\pi ft)$.

| Frec (Hz) | Amp entrada (mV) | Amp salida (mV) | x_0 | t_0 | $ H(j\omega) $ | $\angle H_{M1}(j\omega)$ | $\angle H_{M1}(j\omega)$ |
|-----------|------------------|-----------------|-------|-------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| 0.05 | | | | | | | |
| 0.15 | | | | | | | |
| 0.5 | | | | | | | |
| 1.5 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 150 | | | | | | | |
| 500 | | | | | | | |

Tabla 2: Relevamiento en frecuencia - amplificador diferencial con filtrado.

8. Realice el diagrama de Bode experimental de la función de transferencia.

En el informe se debe incluir:

- Cálculos de la función de transferencia y del valor de los componentes necesarios.
- Imágenes del circuito, etiquetando claramente cada componente.
- Discusión de los resultados obtenidos.

c. Integración del circuito

A partir de las partes anteriores, se pide estudiar el circuito de la figura 2.4.

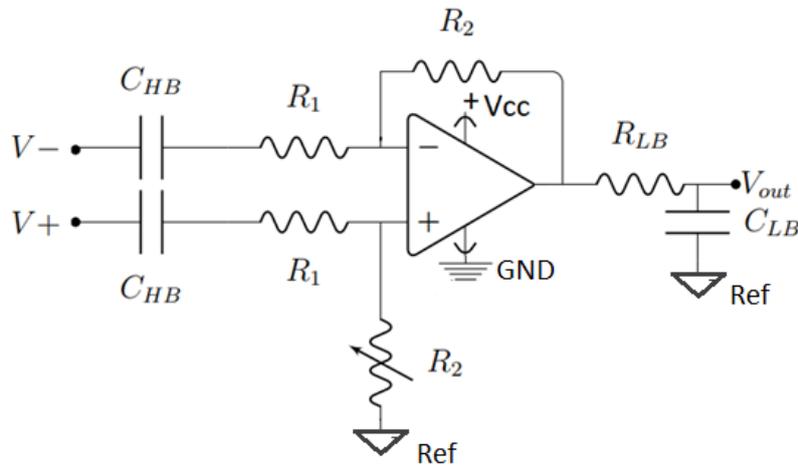


Figura 2.4: Integración del circuito.

Para esta parte se pide:

Parte Teórica

1. Hallar la expresión teórica de la función de transferencia $H(j\omega)$ del circuito..
2. Realizar el diagrama de bode de $H(j\omega)$. ¿Qué tipo de filtro implementa este circuito?
3. Demostrar que la ganancia en banda pasante, se expresa también como:

$$G_{BP} = \frac{R_2}{R_1}$$

¿Cuánto es la ganancia en banda pasante del pasa-bajo?

Parte práctica

Armado del circuito:

6. Armar el circuito integrado en la protoboard, a partir del ensamblaje de los circuitos de las partes anteriores.
7. Realice el relevamiento en frecuencias completando la tabla 3 a inyectando una senoide de la forma $v_{in}(t) = V_i \sin(2\pi ft)$.
8. Realice el diagrama de Bode experimental de la función de transferencia.
9. Mida experimentalmente la ganancia en banda pasante ¿Qué diferencias observa con respecto a la ganancia esperada?

| Frec (Hz) | Amp entrada (mV) | Amp salida (mV) | x_0 | t_0 | $ H(j\omega) $ | $\angle H_{M1}(j\omega)$ | $\angle H_{M1}(j\omega)$ |
|-----------|------------------|-----------------|-------|-------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| 0.05 | | | | | | | |
| 0.15 | | | | | | | |
| 0.5 | | | | | | | |
| 1.5 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | |
| 150 | | | | | | | |
| 500 | | | | | | | |

Tabla 3: Relevamiento en frecuencia - circuito integrado.

En el informe se debe incluir:

- Cálculos de la función de transferencia y del valor de los componentes necesarios.
- Imágenes del circuito, etiquetando claramente cada componente.
- Comparación de la ganancia en banda pasante asintótica y experimental.
- Discusión de los resultados obtenidos.

Parte 3. Entrega

Deberá entregarse un informe en formato PDF por la plataforma EVA **antes del viernes 11 de Junio a las 23:59 Hs** con la siguiente estructura:

- Carátula.
- Resumen.
- Introducción.
- Materiales.
- Procedimiento.
- Resultados.
- Conclusiones.
- Bibliografía.