

# Licenciatura en Ingeniería Biológica

## Teoría de Circuitos

Laboratorio 2

2<sup>do</sup> semestre 2022

### Parte 1. Introducción

En este laboratorio se pretende que el estudiante ponga en práctica los conocimientos teóricos referidos a amplificadores operacionales. 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.
- Ganar intuición en las limitaciones prácticas de un amplificador operacional.
- Realizar el diseño y la implementación de un amplificador instrumental.
- Realizar el diseño de un Schmitt Trigger y utilizarlo para determinar la frecuencia de una señal cuasi-periódica.

#### Materiales

- Multímetro digital.
- Analog Discovery 2.
- Protoboard.
- Resistencias varias.
- Capacitor de  $22nF$
- Potenciómetros y presets.
- Software Tinkercad.
- Amplificadores LM741.

## Parte 2. Procedimiento

### a. Implementación de un amplificador de instrumentación

En la figura 2.1 se muestra la configuración de un amplificador de instrumentación:

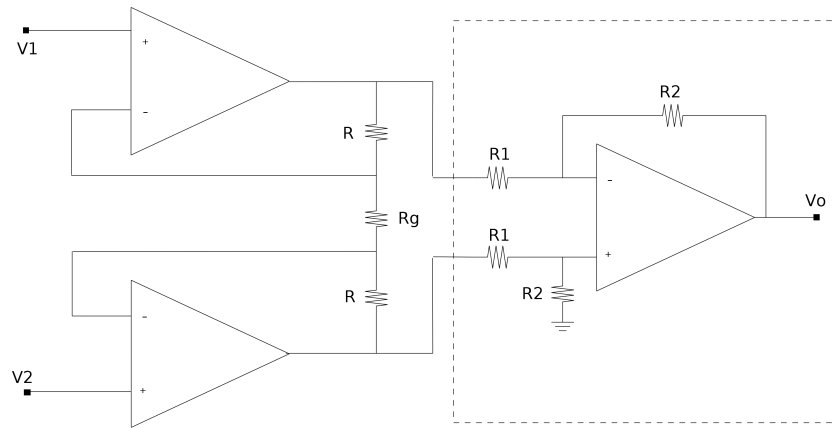


Figura 2.1: Amplificador de instrumentación.

Para esta parte se pide:

#### Parte teórica

1. Determinar la ganancia teórica en función de los parámetros del problema.
2. Determinar los componentes para cumplir con los siguientes requerimientos:
  - a) Ganancia total =  $200V/V$
  - b) Ganancia etapa diferencial =  $4V/V$

#### Parte práctica

3. Implementar el circuito recortado de la figura 1 teniendo en cuenta los siguientes ítems:
  - a) Alimentar los LM741 con una fuente de  $VCC = \pm 5V$ .
  - b)  $R_g$  es un potenciómetro. Para calibrarlo se sugiere:
    - i. Utilizar como señal de entrada una onda rectangular de  $50mV$
    - ii. En la vista del osciloscopio mover la perilla del potenciómetro hasta obtener la ganancia deseada.
    - iii. Medir con un tester el valor final de  $R_g$  y reportarlo.
4. Armar el circuito completo
5. Completar la tabla 1 a partir de una señal sinusoidal a la entrada de frecuencia 10Hz y amplitud variable.

En el informe se debe incluir:

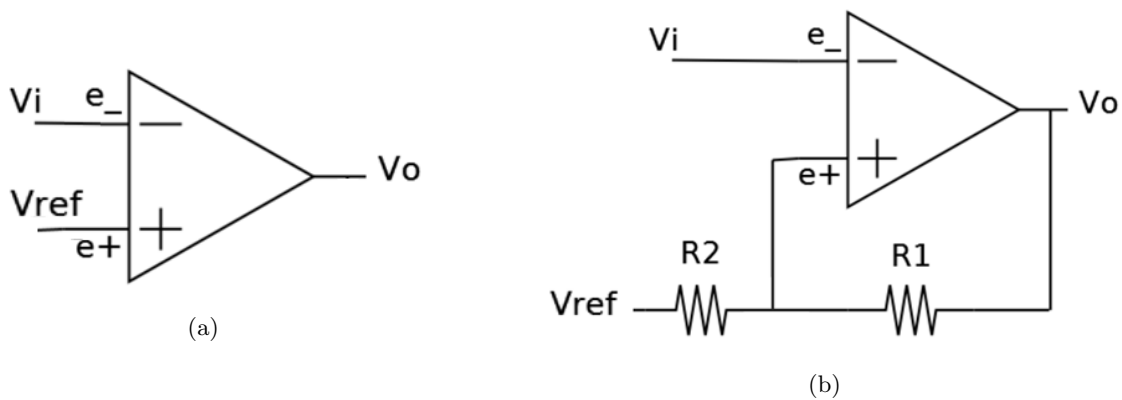
- Cálculos de la ganancia y del valor de los componentes necesarios, las suposiciones realizadas deben de estar debidamente justificadas.
- Imágenes del circuito implementado (pueden usar *Tinkercad*).
- Discusión de los resultados obtenidos

Amplitud de entrada (mV)	Amplitud de salida (mV)	Ganancia (v/v)
5		
10		
50		
100		
150		
200		
500		

Tabla 1: Relevamiento de ganancia para una senoide de frecuencia 10 Hz

### b. Detectores de cruces por $V_{ref}$

En esta parte se estudiará el desempeño de los distintos circuitos para detectar los cruces por un determinado  $V_{ref}$  de señales sinusoidales. En la figura 2.2 se muestran dos de los diseños vistos en clase.

Figura 2.2: Detectores de cruces por  $V_{ref}$ 

Para esta parte se pide:

#### Parte Teórica

- Identificar cada uno de los circuitos de la figura 2.2.
- Detallar claramente los modos de funcionamiento de cada circuito. Para el detector 2 se pide:
  - Valores de la zona de histéresis.
  - Observar como quedan esos valores si se aplica  $R_2 \ll R_1$ .
  - Hallar una expresión para el error relativo de aproximación<sup>1</sup> en función de los valores de las resistencias.
- Observar que el detector 2 es más robusto al ruido que el detector 1 (justificar).

---

<sup>1</sup> $e_{rel}(\%) = 100\% \frac{V_{aprox} - V_{real}}{V_{real}}$

### Parte práctica

En esta parte se debe armar ambos detectores en la protoboard y comparar su desempeño en la práctica. Siguiendo con los pasos propuestos:

4. Implementar el circuito en la protoboard.
5. Armar ambos detectores a partir de los integrados LM741, tener en cuenta de colocar un preset en  $R_2$  para variar la ventana de histéresis.
6. Para el detector 2:
  - a) Elegir adecuadamente el valor de  $V_{ref}$ ,  $R_1$  y  $R_2$  para mejorar el desempeño del detector 2 con respecto al 1.
  - b) Calcular el error relativo de aproximación para los valores hallados.
  - c) Discutir los resultados obtenidos de ambos detectores.

En el informe se debe incluir:

- Comparación del desempeño con el de un comparador.
- Principio de funcionamiento del detector 2 mostrando la zona de histéresis para el detector de cruces por  $V_{ref}$ .
- Valor final de los componentes para lograr el comportamiento deseado en el detector de cruces por  $V_{ref}$ .
- Discusión de la validez de la aproximación  $R_2 \ll R_1$  en función del valor del error relativo de aproximación.
- Valor de  $V_{ref}$  adecuado para detectar los cruces de la señal inyectada.
- Imágenes del circuito, etiquetando claramente cada componente.
- Imágenes de los resultados obtenidos en casos normales y patológicos.
- Imágenes que muestren la robustez y defectos de la detección de cruces en ambos comparadores.

### Parte 3. Entrega

Deberá entregarse un informe en formato PDF por la plataforma EVA **antes del viernes 04 de noviembre a las 23:59 Hs** con la siguiente estructura:

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