

ADQUISICIÓN DE SEÑALES DIFERENCIALES

M. en C. David Arturo Gutiérrez Begovich
dgutierrezb@ipn.mx
M. en C. Janet Argüello García
jarguello@ipn.mx
M. en C. Miguel Ángel Rodríguez Fuentes
mrodriguezf@ipn.mx

Instituto Politécnico Nacional
UPIITA

Resumen

Este trabajo da continuidad al artículo titulado "La tensión Diferencial" (del boletín 91) y en él se describen los aspectos generales sobre los circuitos electrónicos encargados de adquirir este tipo de señales que pueden ser en corriente directa o en corriente alterna. Los circuitos que se tratan en este boletín están conformados por amplificadores operacionales y resistencias eléctricas. Se presentan los diagramas eléctricos y las ecuaciones que rigen a tres circuitos fundamentales (para este tema) titulados como: "El Amplificador Diferencial con Salida Diferencial", "El Amplificador Diferencial Básico" y "El Amplificador de Instrumentación". También, se mencionan las ventajas de cada uno de ellos y se desarrolla la simulación aplicada a algunos de los circuitos presentados en el boletín mencionado. Finalmente se concluye en base a los resultados sobre cuál de ellos y por qué es el más utilizado en el área de medición en elementos o sistemas con salida de baja amplitud y/o alta impedancia.

Abstract

This work is a continuation of the 91st bulletin entitled "The Differential Voltage". It describes general aspects of the electronic circuits responsible for acquiring these types of signals that can be in direct or alternating current. The circuits covered in this bulletin consist of op-amps and electrical resistors. The electrical diagrams and the equations that govern three fundamental circuits (for this topic) are entitled: "Differential Amplifier with Differential Output", "The Basic Differential Amplifier." and the Instrumentation Amplifier. are presented. Furthermore, the advantages of each one of them are mentioned and the simulation applied to some of the circuits illustrated in the predecessor bulletin is developed. Finally, it is concluded based on the results on which of them and why it is the most used around measurement in elements or systems with low amplitude and/or high impedance output.

1. Los Amplificadores de Diferencias

Aunque existe una variedad de circuitos que pueden resolver la adquisición de las señales diferenciales, en este apartado se abordan los circuitos elementales académicos que están diseñados con Amplificadores Operacionales y Resistencias Eléctricas. Estos circuitos se caracterizan por adquirir dos tensiones (típicamente diferentes de 0V) con respecto a la misma referencia y obtener el resultado de la resta de sus valores, idealmente sin importar que tan pequeñas sean sus amplitudes. Los tres circuitos que se abordarán en este boletín se titulan: El Amplificador Diferencial con Salida Diferencial", "El Amplificador Diferencial Básico" y "El Amplificador de Instrumentación".

2. El Amplificador Diferencial con Salida Diferencial

Para asegurar que el circuito tenga una alta impedancia de entrada, se utilizan seguidores de tensión en las entradas y un arreglo de resistencias en la salida que permiten ajustar, después de realizar la diferencia de tensiones, la ganancia asignada al resultado obtenido.

A pesar de que el circuito cumple con el objetivo de obtener el resultado de una resta de tensiones, resulta que tiene grandes desventajas: Salida diferencial (las cargas sólo se conectan de forma flotante) y no tiene ajuste para eliminar la Relación de Rechazo en Modo Común (Coughlin, 2006, p. 219).

La figura 1, muestra el diagrama eléctrico que corresponde a este circuito, mientras que la ecuación 1, determina el comportamiento de la salida con respecto a las entradas V_{i1} y V_{i2}

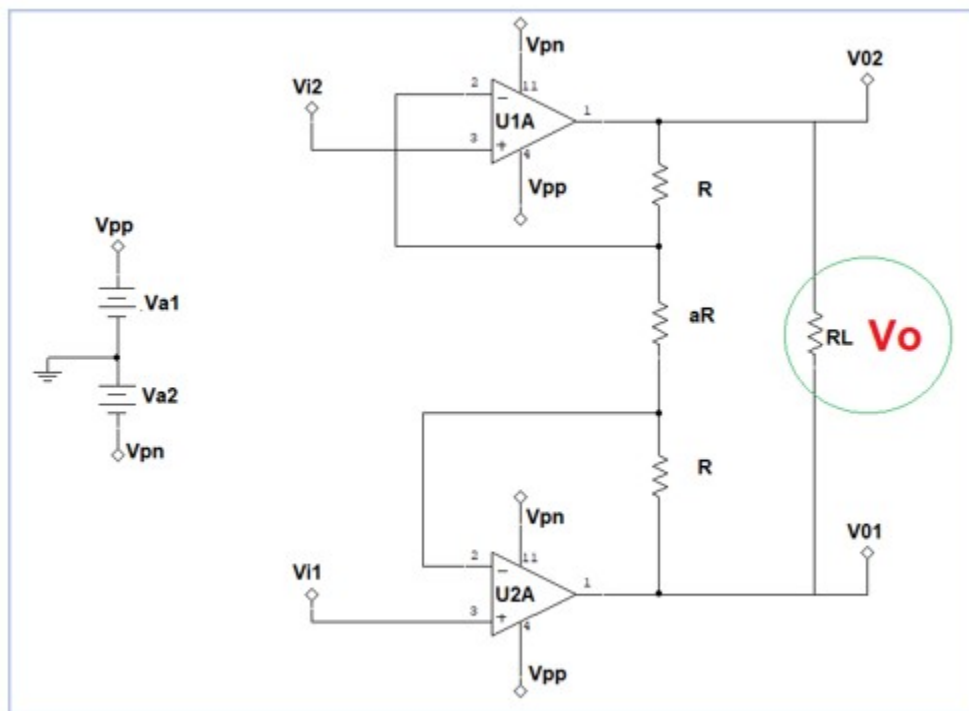


Figura 1. Diagrama eléctrico del Amplificador diferencial con salida diferencial.

$$V_o = \left(1 + \frac{2}{a}\right) * (V_{i1} - V_{i2}) \dots \text{Ecuación (1)}$$

3. El Amplificador Diferencial Básico

Al igual que el anterior, este circuito cumple con la tarea de obtener la diferencia de tensión con las ventajas de que, además cuenta con ajuste de ganancia, ajuste de la Relación de Rechazo en Modo Común (RRMC) y la salida se encuentra referenciada por un sólo punto. Sus inconvenientes radican en que, para ajustar la ganancia, se requiere del cambio de valor de dos resistencias y sumado a ello, el circuito cuenta con baja impedancia de entrada (Pertence, 1991, p. 51).

El diagrama eléctrico de este circuito se muestra en la figura 2 y la ecuación que rige la relación entre las entradas y la salida será la ecuación 2.

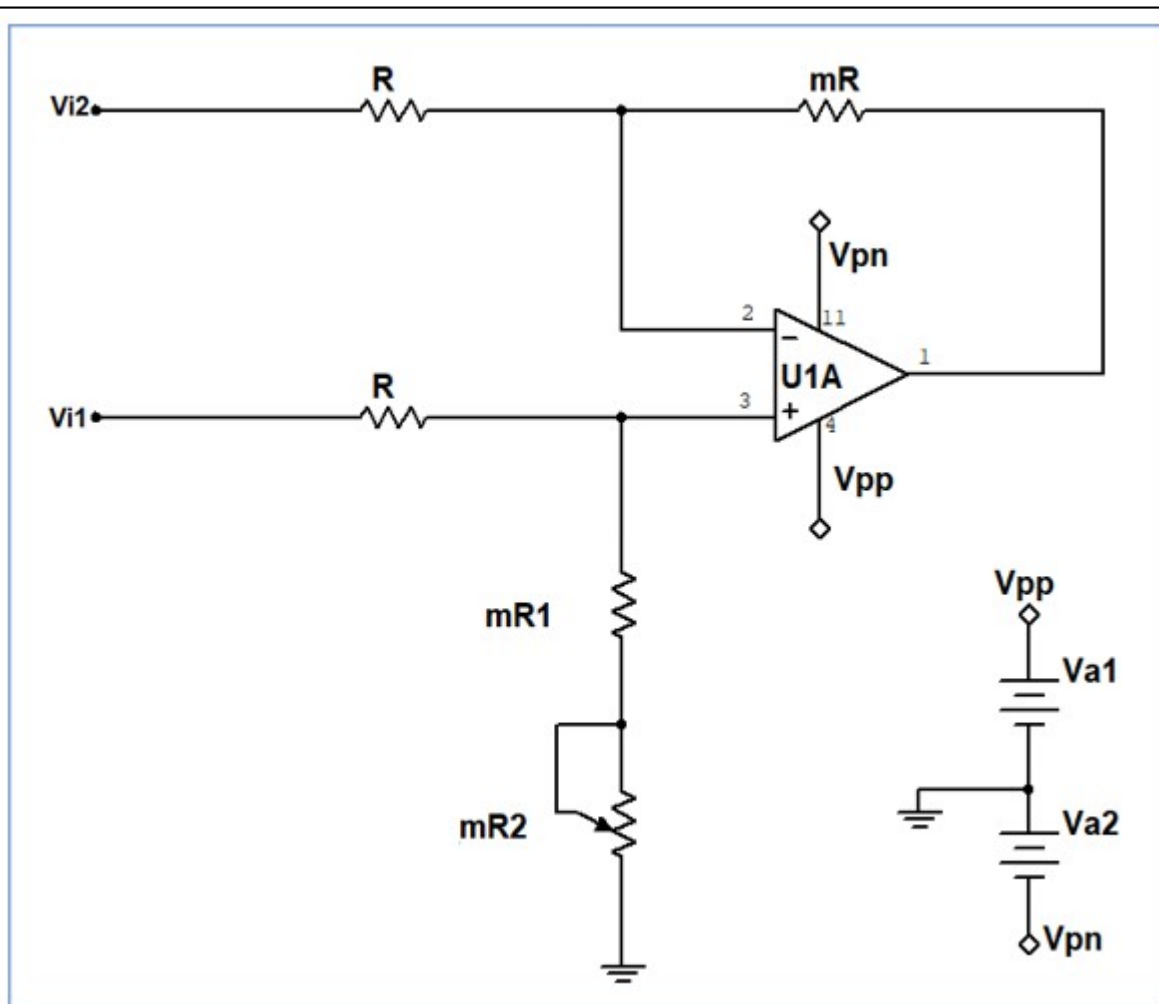


Figura 2. Diagrama eléctrico del Amplificador diferencial básico.

$$V_o = m(V_{i_1} - V_{i_2}) \dots \text{Ecuación (2)}$$

Se debe aclarar que la suma de mR1 más mR2 debe dar como resultado el valor de mR, pero se deben poner separadas y ajustable con un potenciómetro debida a que mR2 es la resistencia variable que permite el ajuste de la RRMC.

4. El Amplificador de Instrumentación

En los casos anteriores se apreció que cada uno de los circuitos presenta ventajas y desventajas, sin embargo, el Amplificador de Instrumentación reúne sólo las ventajas de los dos circuitos anteriores

y no conserva ninguna de sus desventajas (Franco, 2005, p. 90). En resumen, el amplificador de instrumentación:

Párrafo

- Obtiene la Diferencia de Potencial entre dos terminales.
- Tiene Control de Ganancia con una sola resistencia.
- Tiene Alta Impedancia de Entrada.
- Tiene ajuste de la RRMC.
- Tiene salida única.

En la siguiente figura se aprecia su diagrama eléctrico y la ecuación 1 es la misma que rige la ganancia del Amplificador de Instrumentación.

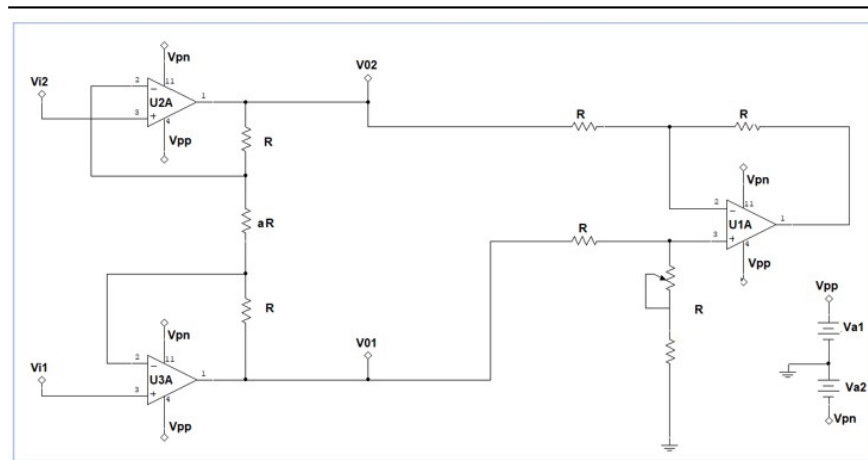


Figura 3. Diagrama eléctrico del Amplificador de Instrumentación.

Una ventaja extra que tiene el Amplificador de Instrumentación es que existen muchos fabricantes que en un sólo encapsulado proporcionan el circuito completo y con características superiores a las que se pueden lograr al implementarlo de forma discreta.

5. Simulación del Amplificador de Instrumentación

En el artículo "La tensión diferencial" se mostró el circuito en el que la impedancia de los instrumentos de medición puede ser un elemento que altere las características del nodo que se desea medir, se notó que la tensión medida tenía un error muy cercano al 50 %, la magnitud se encontró muy lejana del valor verdadero, como se aprecia en la figura 4.

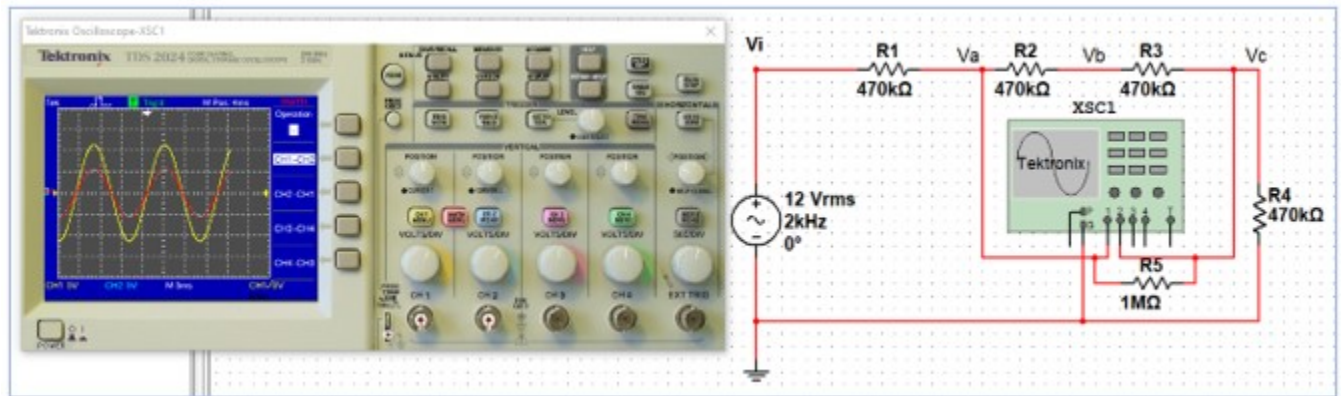
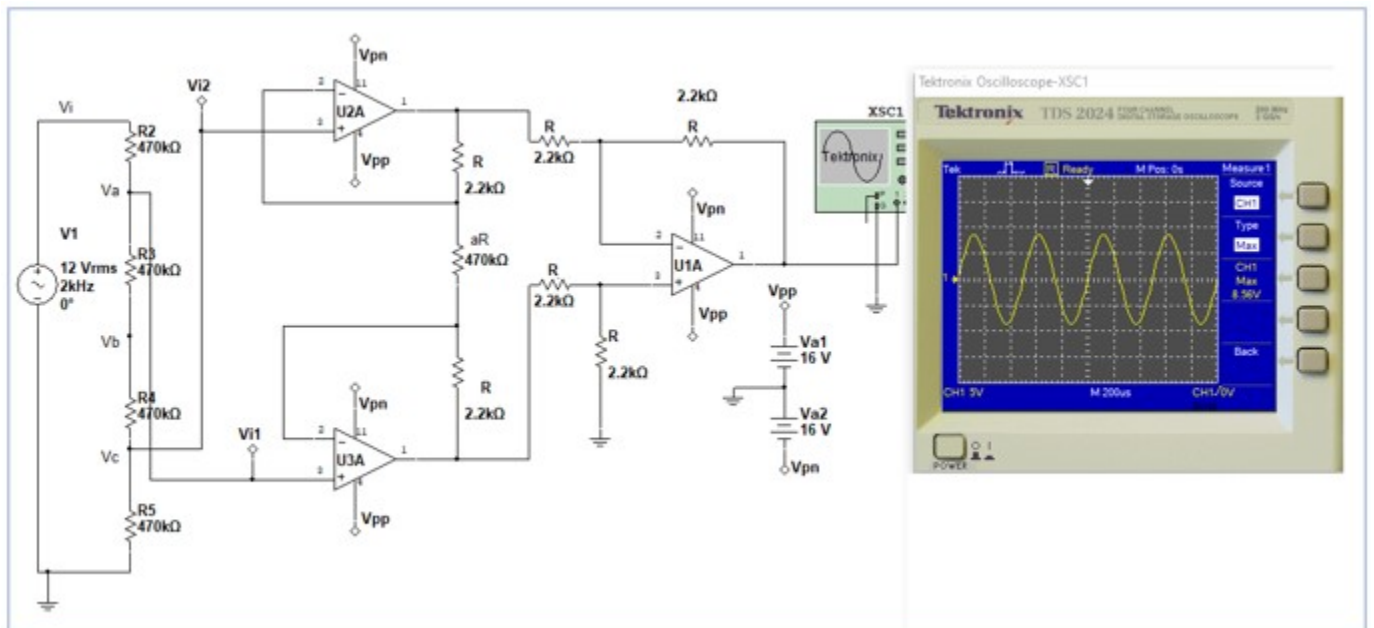


Figura 4. Error de medición por acoplamiento de impedancias.



En la figura 5, se muestra cómo a pesar de la impedancia que se consideró para la entrada del osciloscopio, la señal medida coincide con el valor esperado cuando se utiliza el Amplificador de Instrumentación como etapa de acondicionamiento de señal.

$$R=2.2 \text{ k}\Omega \text{ y } aR=470 \text{ k}\Omega$$

Figura 5. Demostración del efecto de No carga en un circuito al aplicar el Amplificador de Instrumentación.

La ganancia que se utilizó para el amplificador de instrumentación es de 1.009 (debido a que $R=2.2 \text{ k}\Omega$ y $aR=470 \text{ k}\Omega$). También se aprecia que por el valor de las resistencias del circuito del que se adquiere la tensión diferencial, existe una tensión entre los nodos Va y Vc de 6 Vrms, que equivalen a 8.48 Vp y el

resultado de la medición es de 8.56 Vp, teniendo esa ligera discrepancia por la ganancia de 1.009 que se propuso.

5. Conclusiones

A pesar de que existen diferentes técnicas para adquirir tensiones diferenciales, como el uso directo de instrumentos o algunos circuitos electrónicos como los mostrados en este artículo, el Amplificador de Instrumentación se coloca por encima de ellos debido a las bondades ya mencionadas, tal vez, faltaría mencionar que la Relación de Rechazo en Modo Común depende de la frecuencia con la que opera el circuito y también que el ancho de banda depende de la matrícula que se utiliza, lo que puede traducirse en una elevación del costo de los dispositivos con el aumento de la frecuencia.

Referencias

1. Coughlin, R., & Driscoll, F. (2006). *Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales (5th ed.)*. Falta país de impresión. México: Prentice Hall Hispanoamericana.
2. Franco, S (2005). *Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos (3th ed.)*. New York: McGraw-Hill Interamericana
3. Pertence, A. (1991). *Amplificadores operacionales y filtros activos: Teoría, proyectos y aplicaciones prácticas (1st ed.)*. Madrid: McGraw-Hill.

Cómo citar este artículo en APA

autor (año). Título de artículo *Boletín UPIITA*. (no. del boletín).
<https://www.poner la liga del articulo>

Regresar al índice