

## MEDICIONES ELECTRONICAS

### Objetivos

- Familiarizar al estudiante con los conceptos fundamentales sobre mediciones en circuitos electrónicos (ganancia de voltaje, impedancia de entrada, voltaje de "offset", relación de rechazo en modo común: CMRR, mediciones diferenciales) y realizar las mediciones correspondientes utilizando el osciloscopio como herramienta fundamental.
- Familiarizar al estudiante con los principios de operación del Puente de Wheatstone y su aplicación en sistemas de medición que incluyen dispositivos electrónicos.

### Preparación

1.- En la práctica N° 1 se analizó el principio básico de operación del tubo de rayos catódicos del osciloscopio y el funcionamiento de sus controles. En esta preparación, haga un diagrama de bloques del osciloscopio y describa brevemente cada uno de los bloques integrantes del mismo, relacionando su operación con los controles externos ya estudiados.

2.- Explique cómo funciona un osciloscopio de dos canales e indique que controles están asociados a la presentación simultánea de las dos imágenes en la pantalla del osciloscopio. Especifique cómo deben usarse estos controles en función de la frecuencia de las señales bajo observación.

3.- Para un amplificador operacional:

- a) Defina voltaje de "offset" e indique como medirlo.
- b) Defina relación de rechazo en modo común (CMRR) e indique como medirla.

4.- Indique como realizar mediciones de la impedancia de entrada de un circuito amplificador diseñado con un amplificador operacional.

5.- Busque las especificaciones del amplificador operacional con el que va a trabajar en el Laboratorio y fotocopie los puntos más importantes para tenerlos disponibles durante la realización de la práctica, o averigüe si dichas especificaciones están disponibles en línea a través del laboratorio para que Ud. las pueda observar en la pantalla de su computador.

6.- Para el circuito mostrado en la Figura 3.1 (Amplificador diferencial básico):

a) Determine analíticamente la expresión de la ganancia de voltaje  $v_0$  vs.  $(v_1 - v_2)$  en función de las resistencias del circuito. Indique cuál es la función principal de este circuito.

b) Calcule su impedancia de entrada en DC para cada una de las entradas, considerando que la otra entrada se encuentra conectada a tierra y que el amplificador operacional presenta características muy próximas al ideal.

c) Con el programa apropiado, haga el diagrama circuital completo.

d) Haga el diagrama de cableado del circuito que va a montar en el laboratorio.

e) Basándose en el diagrama de cableado indique la forma como va a conectar los instrumentos para medir experimentalmente el voltaje de "offset", la relación de rechazo en modo común, la ganancia de voltaje para diferentes voltajes DC en ambas entradas y las mediciones de la impedancia de entrada en DC para cada una de las entradas.

f) Utilizando la hoja de cálculo, prepare las tablas para anotar las mediciones del voltaje de "offset", la relación de rechazo en modo común, la ganancia de voltaje para diferentes voltajes DC en ambas entradas y las mediciones de la impedancia de entrada en DC para cada una de las entradas.

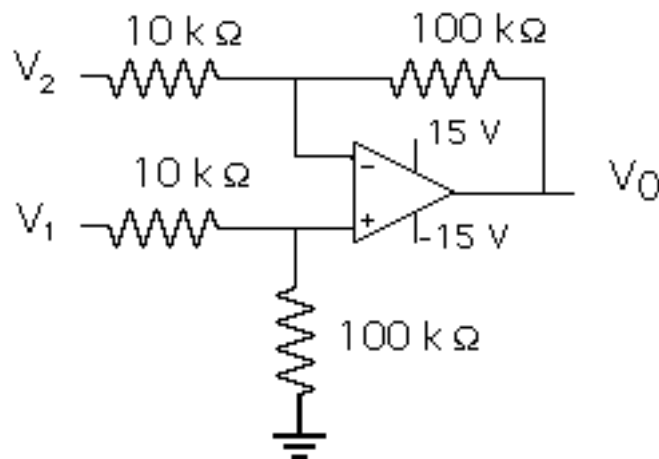


Figura 3.1.- Amplificador diferencial básico

7.- Para el circuito mostrado en la Figura 3.2 (Amplificador diferencial de instrumentación):

a) Explique la razón para conectar los amplificadores seguidores a cada una de las entradas del circuito anterior.

b) Con el programa apropiado, haga el diagrama circuital completo.

c) Haga el diagrama de cableado del circuito que va a montar en el laboratorio.

d) Basándose en el diagrama de cableado, indique la forma como va a conectar los instrumentos para medir experimentalmente el voltaje de "offset", la relación de rechazo en modo común y la ganancia de voltaje para diferentes voltajes DC en ambas entradas.

e) Utilizando la hoja de cálculo, prepare las tablas para anotar las mediciones definidas en el punto anterior.

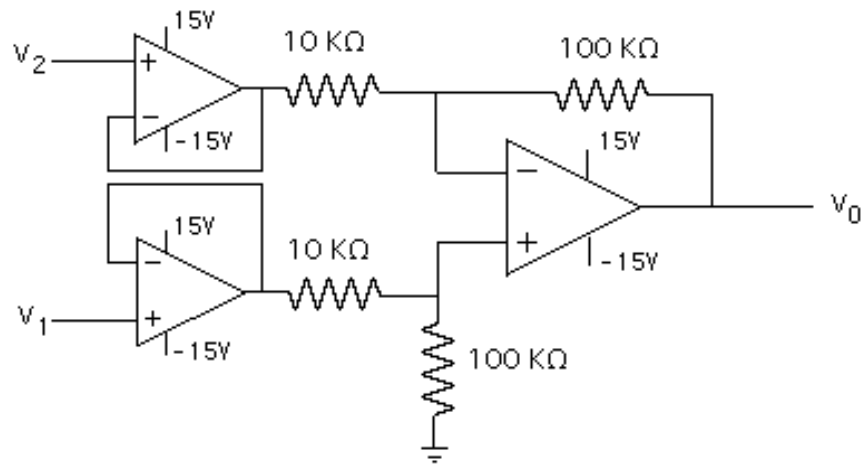


Figura 3.2.- Amplificador diferencial de instrumentación

8.- Para el circuito mostrado en la Figura 3.3.a, el Punte de Wheatstone, explique su principio de funcionamiento, y deduzca la relación entre  $R_x$  y las otras resistencias del circuito cuando el puente está balanceado.

9.- Para el circuito mostrado en la Figura 3.3.b:

a) Considerando que  $R_x = 10 \text{ k}\Omega + DR$ , deduzca la relación de  $R_x$  en función de  $E_0/V$ . Simplifique la expresión tomando en cuenta que  $DR \ll 10\text{k}\Omega$ .

b) Indique cómo se conecta el amplificador de instrumentación del punto anterior a la salida del circuito de la Figura 3.3.b para obtener un medidor diferencial y diga cuál es la utilidad de esta conexión.

c) Haga el diagrama de cableado del circuito que va a montar en el laboratorio.

d) Utilizando la hoja de cálculo, prepare las tablas para anotar las mediciones realizadas con este circuito sobre las resistencias que se le indiquen en el pre-laboratorio.

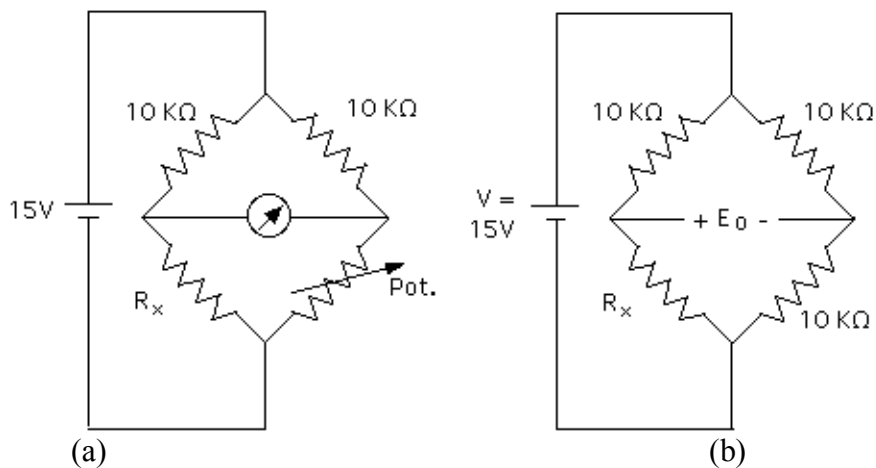


Figura 3.3.- Punte de Wheatstone

## Laboratorio

1.- Recuerde firmar la hoja de asistencia en la posición correspondiente al mesón que ocupa.

2.- Nada más llegar al laboratorio, debe encender el mesón y el osciloscopio. Este es un hábito que debe practicar siempre que trabaje con equipos basados en tubos de rayos catódicos. Si al iniciar la práctica encuentra faltas ó fallas en el equipo o en partes del mesón de trabajo que le corresponde (equipos de medición, cables, computador, monitor, ratón, Variac, portafusibles, fusibles, puntas del osciloscopio, interruptores, tomacorrientes, fuente de poder DC, generador de funciones, etc.), notifíquelo inmediatamente al profesor.

3.- Monte el circuito de la Figura 3.1 y realice las mediciones indicadas. Anote los resultados obtenidos en las tablas elaboradas en la Preparación. Incluya cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

a) El voltaje de "offset".

b) La relación de rechazo en modo común.

c) La ganancia de voltaje  $v_0$  vs.  $(v_1 - v_2)$  para diferentes voltajes DC en ambas entradas. Procure tomar medidas tanto en la zona lineal como en la zona de saturación, para voltajes positivos y negativos.

d) La impedancia de entrada en DC para cada una de las entradas cuando la otra entrada está conectada a tierra. Tome varias mediciones de corriente y voltaje en la zona lineal a fin de poder realizar un gráfico de corriente vs. voltaje.

4.- Monte el circuito de la Figura 3.2 y realice las mediciones indicadas. Anote los resultados obtenidos en las tablas elaboradas en la Preparación. Incluya cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

a) El voltaje de "offset".

b) La relación de rechazo en modo común.

c) La ganancia de voltaje  $v_0$  vs.  $(v_1 - v_2)$  para diferentes voltajes DC en ambas entradas. Procure tomar medidas tanto en la zona lineal como en la zona de saturación, para voltajes positivos y negativos.

5.- Monte el circuito de la Figura 3.3.a y mida el valor real de las resistencias indicadas en el pre-laboratorio utilizando el método de detección de cero. Si emplea un potenciómetro como resistencia de ajuste, use el óhmetro para medir el valor de dicho potenciómetro, o utilice como resistencia variable una de las décadas de resistencias calibradas, en caso de que estén disponibles en el laboratorio.

6.- Realice las mismas mediciones de resistencias con un Puente de Wheatstone comercial se está disponible en el laboratorio.

7.- Monte el circuito de la Figura 3.3.b y conecte a su salida el amplificador de instrumentación. Mida la diferencia con respecto a 10k de las resistencias indicadas en el pre-laboratorio. Anote los resultados obtenidos en las tablas elaboradas en la Preparación. Incluya cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

8.- Al finalizar todas las mediciones, muéstreselas a su profesor.

9.- Recuerde dejar el mesón ordenado al terminar la práctica y coloque los taburetes en su sitio.

## Informe

**NOTA: Todo Informe debe atenerse a las normas generales establecidas.**

I.- En el Marco Teórico, haga un resumen de una página sobre las características más resaltantes del amplificador diferencial, el amplificador de instrumentación y el circuito desarrollado para medir variaciones de resistencia, utilizando un Puente de Wheatstone.

II.- En la Metodología, describa muy brevemente los procedimientos y circuitos utilizados, indicando los valores nominales de los componentes empleados.

III. En los Resultados:

1.- Coloque los datos obtenidos en el laboratorio. Complete todas las tablas con los cálculos pertinentes, incluyendo los errores porcentuales.

2.- Haga un gráfico del voltaje de salida  $v_O$  vs.  $(v_1-v_2)$  para el amplificador diferencial básico y el amplificador de instrumentación. En ambos gráficos, identifique la región de operación lineal y la región de saturación.

3.- Haga un gráfico de la corriente de entrada  $i_i$  vs. el voltaje de entrada  $v_i$  para los diferentes voltajes DC aplicados a cada una de las entradas del amplificador diferencial manteniendo la otra en cero, y calcule las correspondientes resistencias de entrada.

IV. En el Análisis de Resultados:

1.- Comente y justifique los resultados obtenidos durante las mediciones realizadas sobre el amplificador diferencial básico y de instrumentación.

2.- Comente, compare y justifique los resultados obtenidos durante las mediciones realizadas con el Puente de Wheatstone diseñado por Ud. y el Puente de Wheatstone comercial.

3.- Comente y justifique los resultados obtenidos durante las mediciones diferenciales de los valores de las resistencias indicadas.

V. En las Conclusiones: Escriba sus conclusiones finales sobre la práctica realizada, los procedimientos de medición utilizados y los resultados obtenidos. Haga un breve comentario sobre la aplicabilidad de dichos procedimientos de medición .

VI. En los Comentarios finales: Describa las dificultades que se le presentaron en las etapas de montaje y medición de los circuitos en el laboratorio, analice las causas de los problemas, indique cómo los resolvió y haga un comentario sobre los procesos que debe seguir para tratar de prevenir o evitar dichas dificultades. Evalúe el grado en que Ud. considera que ha alcanzado los objetivos de la práctica.

VII. Recuerde anexar la Preparación.

## Referencias

1.- Laboratorios de Circuitos Electrónicos, Guía Teórica, 2ª versión o versión electrónica, en la página <http://www.labc.usb.ve/mgimenez/Ec1181ele/index.html>. Prof. María Isabel Giménez de Guzmán. USB.

2.- Hojas de especificaciones de los componentes seleccionados.