

PRACTICA - 7

MULTIPLICADORES DE VOLTÍMETRO

I - Finalidades

- 1.- Convertir un dispositivo fundamental de medición (galvanómetro) en un voltímetro, mediante la disposición en serie de un "multiplicador" (resistencia).
- 2.- Calcular el valor del "multiplicador" preciso para convertir el dispositivo fundamental de medición en un voltímetro con un margen determinado.
- 3.- Comprobar el efecto de "carga" de un voltímetro.
- 4.- Determinar el valor V/V nominal de un voltímetro.

II - Material necesario

1	Panel universal de conexión P-110	Nº _____
1	Fuente de alimentación: Tensión continua variable de 0 a 100 V.	
1	Multímetro electrónico digital	Nº _____
1	Multímetro electrónico analógico	Nº _____
1	Miliamperímetro de 0-10 mA	Nº _____
1	Resistencia carbón 4'7 K Ω , 1/2 W	
1	Resistencia carbón 5'6 K Ω , 1 W	
2	Resistencia carbón 10 K Ω , 1 W	
1	Resistencia carbón 15 K Ω , 1/2 W	
1	Interruptor de bola	
6	Puentes P-442	
3	Cable, 600 mm, color rojo	
3	Cable, 600 mm, color negro	

III - Generalidades

Los instrumentos de medida utilizados en electrónica están formados por dispositivos fundamentales de medición (galvanómetros), conectados con una disposición adecuada al uso que se haga de ellos.

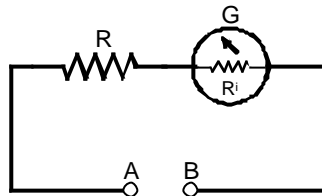
El galvanómetro está formado por un arrollamiento de un conductor muy fino que se halla dentro del campo de un imán permanente. Cuando la bobina es atravesada por la corriente, produce un campo magnético cuya polaridad es tal que provoca una fuerza de repulsión respecto a la polaridad del imán permanente que tiene cerca. Debido a esto la bobina gira y junto a ella la aguja que describe un arco a lo largo de una escala calibrada de forma adecuada a las unidades de medida utilizadas (voltios, amperios, ohmios, etc.).

Los dispositivos magnéticos de los instrumentos de medida, tienen dos características fundamentales: la sensibilidad y la resistencia interna.

Se define como **sensibilidad** de un galvanómetro, a la corriente necesaria para que la aguja indicadora se desvíe hasta el extremo de la escala. Así, un miliamperímetro de 0-3 mA precisa de una corriente de 3 mA para obtener la desviación a plena escala de la aguja.

La **resistencia interna** propiamente dicha es la que posee el devanado del dispositivo magnético, no obstante, normalmente se entiende por resistencia interna a la resistencia total que ofrece el instrumento en su aplicación específica (voltímetro, amperímetro, etc.); y que es debida además, a la resistencia (o resistencias) que pueden conectarse en paralelo o en serie con el galvanómetro.

Supongamos que se desea construir un voltímetro con una escala de 0 V a 100 V, utilizando para ello un galvanómetro de 0.2 mA, cuya resistencia interna es de 100 Ω . En la siguiente figura se representa la disposición del circuito fundamental para dicho voltímetro. La tensión a medir se aplica a los terminales A y B.



El dispositivo de medida posee una $R_i = 100\Omega$, conectada en serie con una resistencia R comúnmente denominada "multiplicador". La finalidad de R es limitar la corriente en el circuito a 2 mA cuando se le aplican 100 V. Ello produce una desviación de la aguja indicadora hasta el extremo de la escala. En el punto así obtenido, debe marcarse la división correspondiente a los 100 V. Si no aplicamos tensión alguna la aguja indicará los 0 V. Aplicando una tensión de 50 V, circulará una corriente de 1 mA y la aguja se desviará hasta la mitad de la escala. Siguiendo este procedimiento podemos calibrarla para 100 V y como se observará, es una escala lineal, puesto que responde a una ecuación lineal (Ley de Ohm).

El valor del multiplicador R se determina aplicando la Ley de Ohm:

$$E = I \cdot (R + R_i)$$

sustituyendo los valores de $E=100$ V e $I=2$ mA, tenemos:

$$R = \frac{E}{I} - R_i = \frac{100}{2 \cdot 10^{-3}} - 100 = 50000 - 100 = 49900 \approx 49.9 \text{ K}\Omega$$

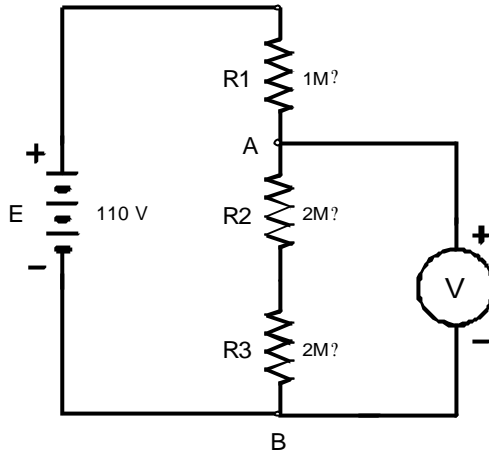
En este margen el valor total de la resistencia del voltímetro es pues de

$$49900 + 100 = 50000 \Omega$$

Si deseamos convertir el galvanómetro en un voltímetro con un margen de medida de 10 V, el valor de la resistencia a conectar en serie será de 4.9 K Ω y la resistencia total de 5 K Ω .

La resistencia total del instrumento, en cualquiera de los márgenes de medida, constituye una característica importantísima del voltímetro. Es el valor V/I , y depende de la sensibilidad del

dispositivo de medición (galvanómetro). Según lo calculado, la resistencia total del instrumento en el margen de 100 V es de 50000 Ω . Efectuando el cociente de estos valores se obtiene el valor Ω/V del voltímetro, es decir, $50000/100 = 500 \Omega/V$. Este valor es el mismo para cualquier margen de un voltímetro con las características expresadas ($R_i = 100 \Omega$ y 2 mA de sensibilidad). Así, en el margen de 10 V se tiene: $5000/10 = 500 \Omega/V$.



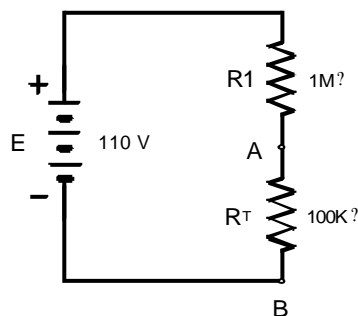
El valor Ω/V es de gran importancia, ya que indica hasta qué punto el voltímetro "cargaría" el circuito. Veamos un ejemplo. Deseamos medir la tensión existente entre los puntos A y B del circuito de la figura anterior utilizando el margen de 0-100 V de un instrumento de 1000 Ω/V .

En estas condiciones, el instrumento pone una resistencia de 100000 Ω en paralelo con los 4 M Ω del divisor y la resistencia total reducida R_T del circuito paralelo, desde A hasta B, es ahora ligeramente menor de 100 K Ω .

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{4M\Omega} + \frac{1}{100K\Omega} \qquad R_T = 97'6K\Omega$$

No obstante, supongamos que el valor resultante sea 100 K Ω .

El circuito equivalente de la siguiente figura muestra lo que sucede cuando se conecta el instrumento en paralelo con el circuito.



La tensión entre los extremos de R_T , es decir, entre los terminales del voltímetro es:

$$E_{AB} = \frac{R_T}{R_1 + R_T} E = \frac{100K}{1100K} \cdot 10 = 10V$$

y el instrumento dará esta lectura. Sin embargo, este valor de tensión es completamente erróneo e inadmisibles, ya que el cálculo demuestra que antes de conectar el voltímetro la tensión real existente entre los puntos A y B es:

$$E_{AB} = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} E = \frac{4M}{5M} \cdot 10 = 88V$$

Este error es debido a que la resistencia del voltímetro ha "cargado" el circuito.

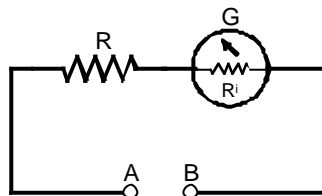
IV - Procedimiento

- 1.- Calcular el valor necesario de la resistencia R para convertir el dispositivo fundamental de medición (galvanómetro) en un voltímetro para 50 V.

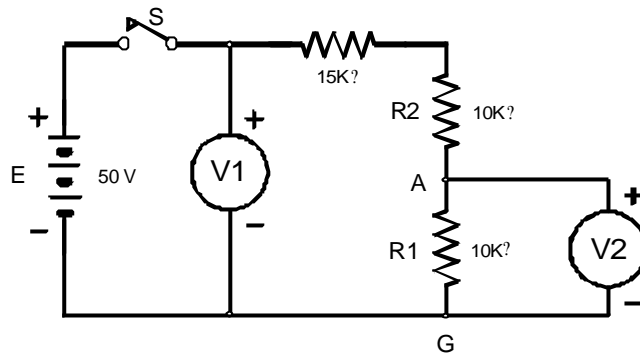
Como galvanómetro utilizaremos el polímetro transistorizado PROMAX VT-150, conmutado para medir corriente continua en el margen de 10 mA, en el cual, se produce una caída de tensión de 100 mV. La resistencia interna de este galvanómetro será:

$$R_i = \frac{V}{I} = \frac{100mV}{10mA} = 10\Omega$$

- 2.- Utilizando el valor calculado de R (todo lo aproximado posible), como resistencia multiplicadora y el galvanómetro citado, construir el voltímetro para 50 V, según el circuito de la figura. A este voltímetro nos referiremos como voltímetro experimental V2 para el resto de la práctica.



- 3.- Conectar el voltímetro electrónico V1 y el voltímetro experimental V2 en paralelo con la fuente de alimentación E. Ajustar la tensión a 50 V.
- 4.- Observar la desviación de la aguja en V2 (voltímetro experimental) y anotar el número de divisiones recorridas por la aguja para la tensión de 50 V. Calcular la relación V/división (constante de escala) y V2 podrá utilizarse para medir directamente tensiones.
- 5.- Conectar el circuito de la figura (lámina 7.1). El voltímetro electrónico V1 se utiliza para medir la tensión E de la fuente. El voltímetro experimental V2 (miliamperímetro) se utiliza para medir la tensión entre los terminales de R1.



- 6.- Ajustar la fuente de alimentación hasta obtener en V1 una lectura de 50 V. Medir y anotar la tensión en bornes de R1.
- 7.- Intercambiar los instrumentos V1 y V2. Ajustar de nuevo E con el fin de obtener una lectura de 50 V en V2. Medir y anotar la tensión entre los extremos de R1 leída en V1. Compararlo con el valor obtenido anteriormente con V2.
- 8.- Conectar en serie con V2 una resistencia de 5'6 K Ω (instrumento construido en el apartado nº 2). Determinar el nuevo margen de tensión de este instrumento y su constante de escala.
- 9.- Conectar de nuevo el circuito utilizado en el apartado nº 5, con el margen obtenido en la operación anterior para V2. Medir de nuevo la tensión en bornes de R1. Anotar el resultado y comprobarlo con el de la operación nº 6.

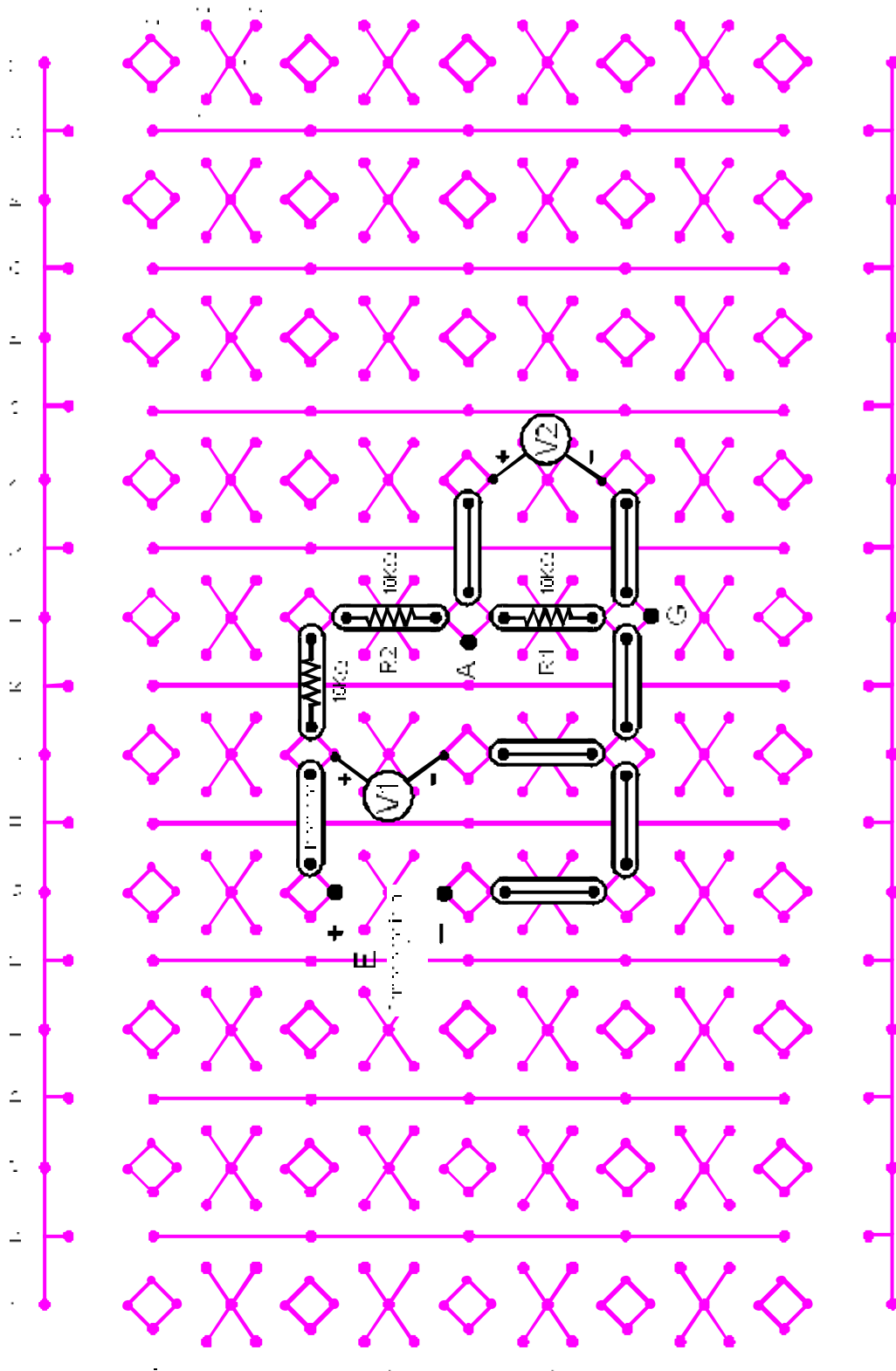


Lámina 7.1