

PRACTICA No 5

MULTIMETRO ANALOGICO DE CD

INTRODUCCION

El multímetro analógico de cd es un instrumento para la medición de voltajes, corrientes y resistencias. El elemento principal del multímetro es el galvanómetro del cual es necesario conocer su corriente máxima así como la resistencia interna.

VOLTMETRO

La construcción de un voltmetro analógico de una sola escala se realiza conectando una resistencia en serie con el galvanómetro como se muestra en el circuito de la figura 1. El voltaje a través de las terminales a y b será el producto de la corriente por la resistencia total del circuito, esto es:

$$V = I_g (R_1 + R_g)$$

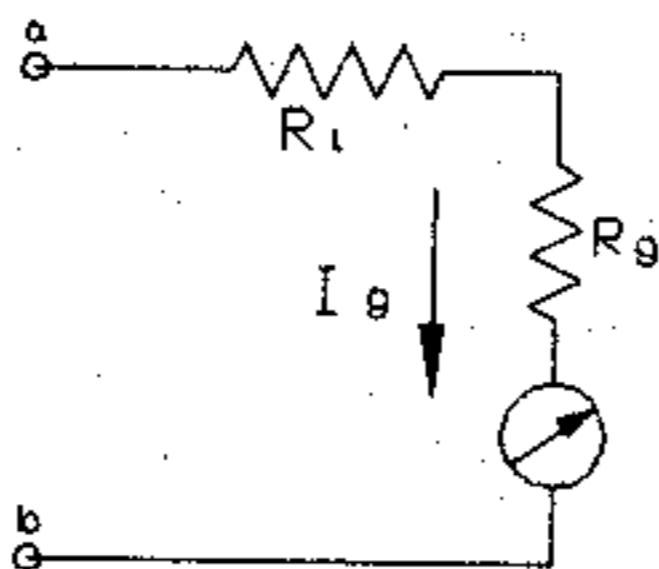


Figura 1

Resolviendo para el valor de R_1 se tiene:

$$R_1 = \frac{V}{I_g} - R_g \quad (1)$$

Por otro lado, la constante del voltmetro es la relación de las variaciones de entrada con respecto a las variaciones de salida, para este caso está dada por:

$$K_v = \frac{\text{Voltaje máximo de la escala}}{\text{No Divisiones}} \quad (2)$$

y la sensibilidad es el recíproco de la constante, esto es:

$$S_v = \frac{\text{No Divisiones}}{\text{Voltaje máximo de la escala}} \quad (3)$$

Otro término importante es la eficiencia de un voltmetro la cual se expresa en *ohms por volt*. Esta cantidad es la relación de la resistencia interna del voltmetro y la lectura de voltaje a plena escala, esto es,

$$\text{Ohms por volt} = \frac{R_v}{V_{\max}} \quad (4)$$

Esta cantidad es una indicación de la calidad del instrumento.

AMPERMETRO

El galvanómetro es un medidor de corriente, sin embargo, generalmente mide muy pequeñas corrientes. Para medir corrientes mayores a I_g , parte de la corriente a medir es derivada a través de una resistencia, como se muestra en la figura 2.

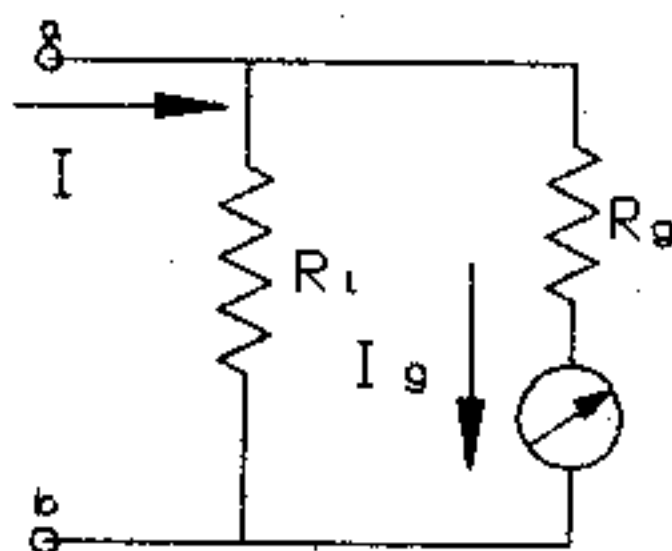


Figura 2

en donde

- I = corriente de carga a ser medida
- I_g = corriente máxima del galvanómetro
- I_1 = corriente en la rama de derivación
- R_g = resistencia del galvanómetro
- R_1 = resistencia de derivación

Igualando las caídas de voltaje en el galvanómetro y en la resistencia derivadora, se tiene:

$$I_g R_g = (I - I_g) R_1$$

resolviendo para R_1

$$R_1 = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \quad (5)$$

Por otro lado, la constante del ampermetro es la relación de las variaciones de entrada (corriente) con respecto a las variaciones de salida (deflexión angular), para este caso está dada por:

$$K_I = \frac{\text{Corriente máxima de la escala}}{\text{No Divisiones}} \quad (6)$$

y la sensibilidad será el recíproco de la constante, esto es:

$$S_I = \frac{\text{No Divisiones}}{\text{Corriente máxima de la escala}} \quad (7)$$

OHMETRO

El circuito básico de un óhmetro tipo serie para un rango es el que se muestra en la figura 3.

El óhmetro es un instrumento medidor de resistencia que utiliza en este caso un método de deflexión y mide resistencia en función de la corriente que circula por la misma.

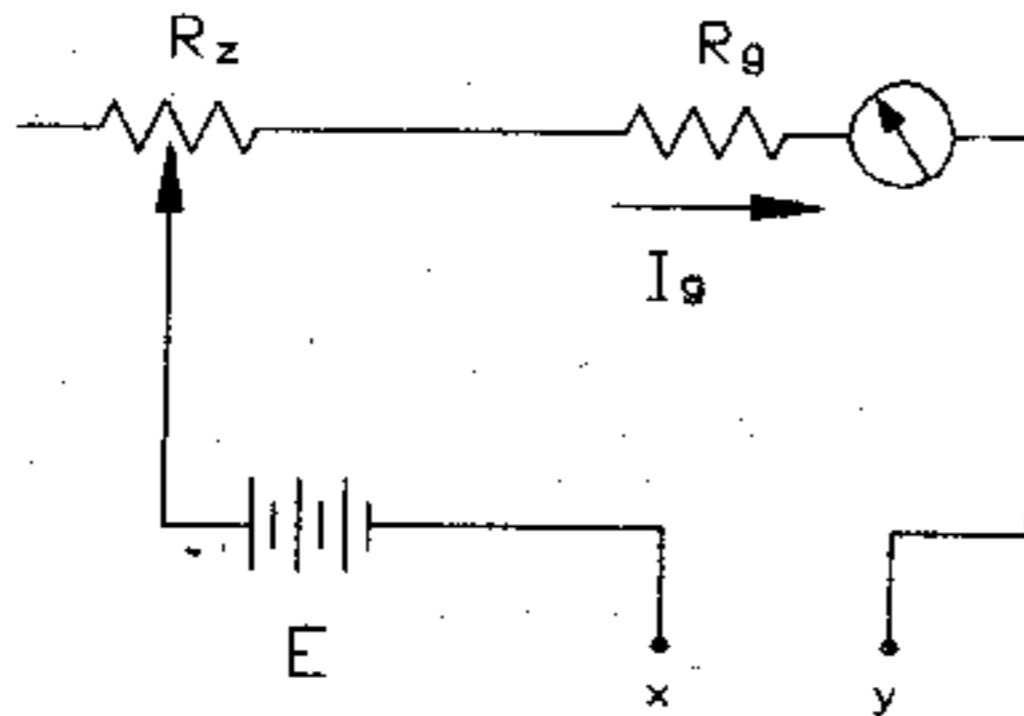


Figura 3

El conectar las terminales x y y es equivalente a cortocircuitar las puntas de prueba. Si la parte variable de R_z se ajusta para obtener la máxima deflexión, entonces el óhmetro marcará exactamente cero resistencia. Contrariamente, si los puntos x y y quedan abiertos, no circulará corriente por el circuito y el indicador del óhmetro estará en la posición de resistencia infinita.

Del circuito de la figura 3, la corriente que circula cuando se conecta una resistencia X está dada por:

$$I_x = \frac{E_o}{R_1 + R_g + R_z + X} \quad (8)$$

y debe cumplirse que $I_x = I_{gmax}$ cuando $X = 0$.
Para que se cumpla es necesario que R_z sea igual a:

$$R_z = \frac{E_o}{I_{gmax}} - (R_1 + R_g) \quad (9)$$

Haciendo la siguiente igualdad:

$$R = R_1 + R_z + R_g \quad (10)$$

y sustituyendo (10) en (8)

$$I_x = \frac{E_o}{R + X}$$

o bien

$$I_x = \frac{E_o / R}{1 + X / R} \quad (11)$$

y cuando $X = 0$

$$I_x = I_{gmax} = \frac{E_o}{R} \quad (12)$$

sustituyendo (12) en (11)

$$I_x = \frac{I_{gmax}}{1 + X / R} \quad (13)$$

De tal forma que:

$$\frac{e_x}{e_{gmax}} = \frac{I_x}{I_{gmax}} = \frac{1}{1 + X / R} \quad (14)$$

ya que $I \approx K e$

De la ecuación (14), se hace notar que:

$$X = 0 \quad \theta_x = \theta_{\max}$$

$$X \longrightarrow \infty \quad \theta_x \longrightarrow 0$$

Si se hacen las siguientes igualdades

$$P = \frac{I_x}{I_{g\max}} \quad \text{y} \quad \rho = \frac{X}{R}$$

Entonces la ecuación (14) queda:

$$P = \frac{1}{1 + \rho} \quad (15)$$

Donde las cantidades P , ρ son adimensionales y son de gran utilidad para hacer la escala del óhmetro.

Cuando $\rho = 1$, $I = I_g/2$, es decir, la deflexión es la mitad de la escala y $X = R$, donde R es la resistencia interna del óhmetro.

OBJETIVOS

- Dar las bases para el diseño y construcción de un multímetro analógico de corriente directa.

EQUIPO Y MATERIAL

- Galvanómetro
- Fuente de alimentación
- Multímetro
- 1 Potenciómetro lineal de $1 \text{ K}\Omega$
- 1 Potenciómetro lineal de 100Ω
- 10 Resistencias de $1 \text{ K}\Omega$
- 10 Resistencias menores a 20Ω

DESARROLLO

EXPERIMENTO I : DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN VOLTMETRO

- Calcule los valores de R_1 , R_2 y R_3 con la expresión (1) para los rangos de medición de $E_1 = 3 \text{ V}$, $E_2 = 5 \text{ V}$ y $E_3 = 10 \text{ V}^1$.
- Con los valores calculados, arme el circuito de la figura 4.

¹ Para poder calcular las resistencias, es necesario conocer la corriente y resistencia interna del galvanómetro.

- b) A partir de cero, incremente poco a poco el valor de la fuente hasta que el voltmetro patrón indique el valor de E_1 ; en ese momento el voltmetro bajo prueba indicará plena escala. De no ser así, calibrelo haciendo pequeñas variaciones en R_1 de tal forma que la aguja marque máxima escala. Registre el valor de R_1 .
- c) Determine la constante K_v y la sensibilidad S_v del voltmetro con las expresiones (2) y (3) respectivamente.
- d) Verifique la operación del voltmetro diseñado para distintos valores medidos, como se indica en la tabla 1.

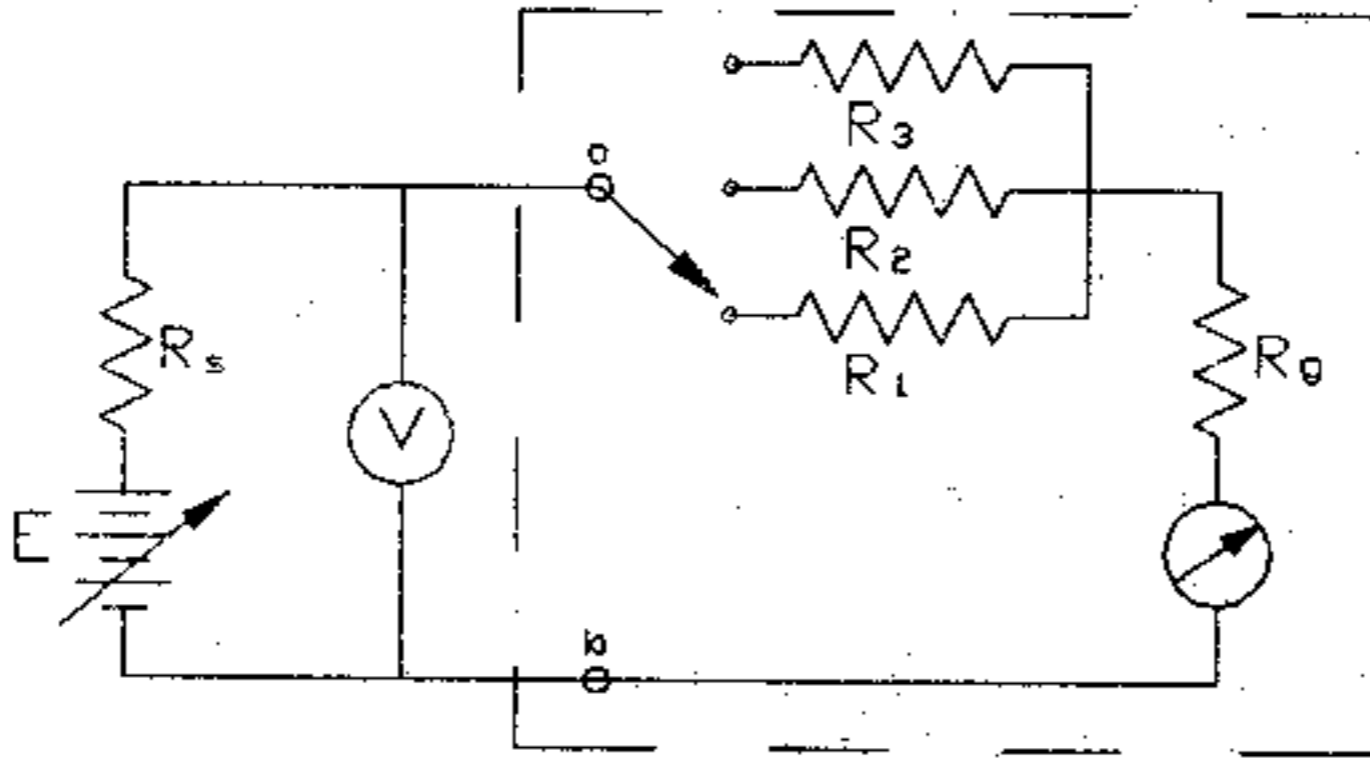


Figura 4

TABLA 1

LECTURA	No DIVISIONES	VOLTAJE PATRON
1		
2		
3		
4		
5		

- e) Repita desde el inciso c) para las escalas E_2 y E_3 .

EXPERIMENTO II : DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN AMPERMETRO

- a) Calcule los valores de R_1 , R_2 y R_3 con la expresión (5) para los rangos de medición de $I_1 = 20$ mA, $I_2 = 50$ mA y $I_3 = 100$ mA.
- Con los valores calculados, arme el circuito de la figura 5.
- b) A partir de cero, incremente poco a poco el valor de la fuente hasta que el ampermetro patrón indique el valor de I_1 ; en ese momento el ampermetro bajo prueba indicará plena escala. De no ser así, calibrelo haciendo pequeñas variaciones en R_1 de tal forma que la aguja marque máxima

escala. Registre el valor de calibración.

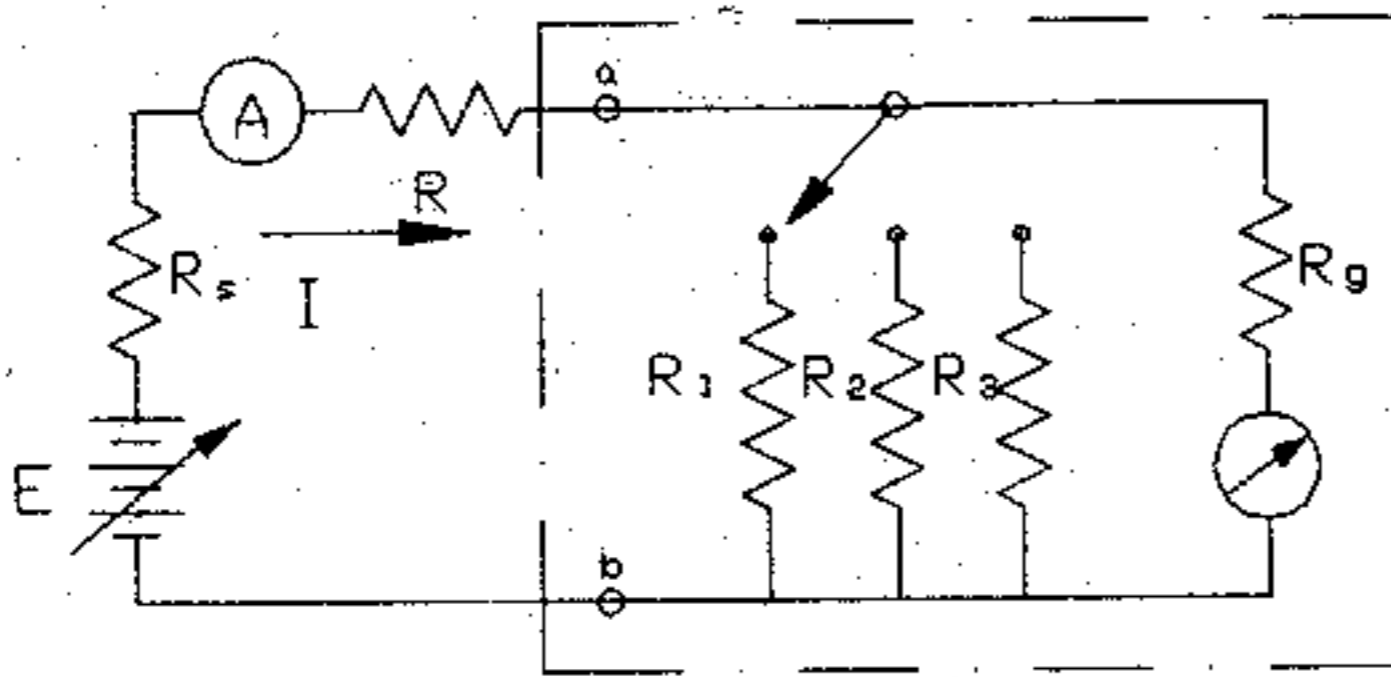


Figura 5

- c) Determine la constante K_I y la sensibilidad S_I del ampermetro con las expresiones (6) y (7) respectivamente.
- d) Verifique la operación del ampermetro diseñado para distintos valores medidos, como se indica en la tabla 2.

TABLA 2

LECTURA	No DIVISIONES	CORRIENTE PATRON
1		
2		
3		
4		
5		

- e) Repita desde el inciso c) para las escalas I_2 e I_3

EXPERIMENTO III : DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN OHMETRO

- a) Arme el circuito de la figura 6.

- b) Ponga en corto las terminales x y y .
Ajuste y anote el valor de R_z para que el óhmetro marque exactamente el 100 % de la escala, esto es, máxima deflexión ².

- c) Conecte un potenciómetro de $1\text{ K}\Omega$ en las terminales $x - y$, y fíjelo en la

² La configuración de este óhmetro es similar a la del voltmetro, por lo que debe tomar el valor de R_z y E igual al de una de las escalas, por ejemplo R_1 y E_1 respectivamente.

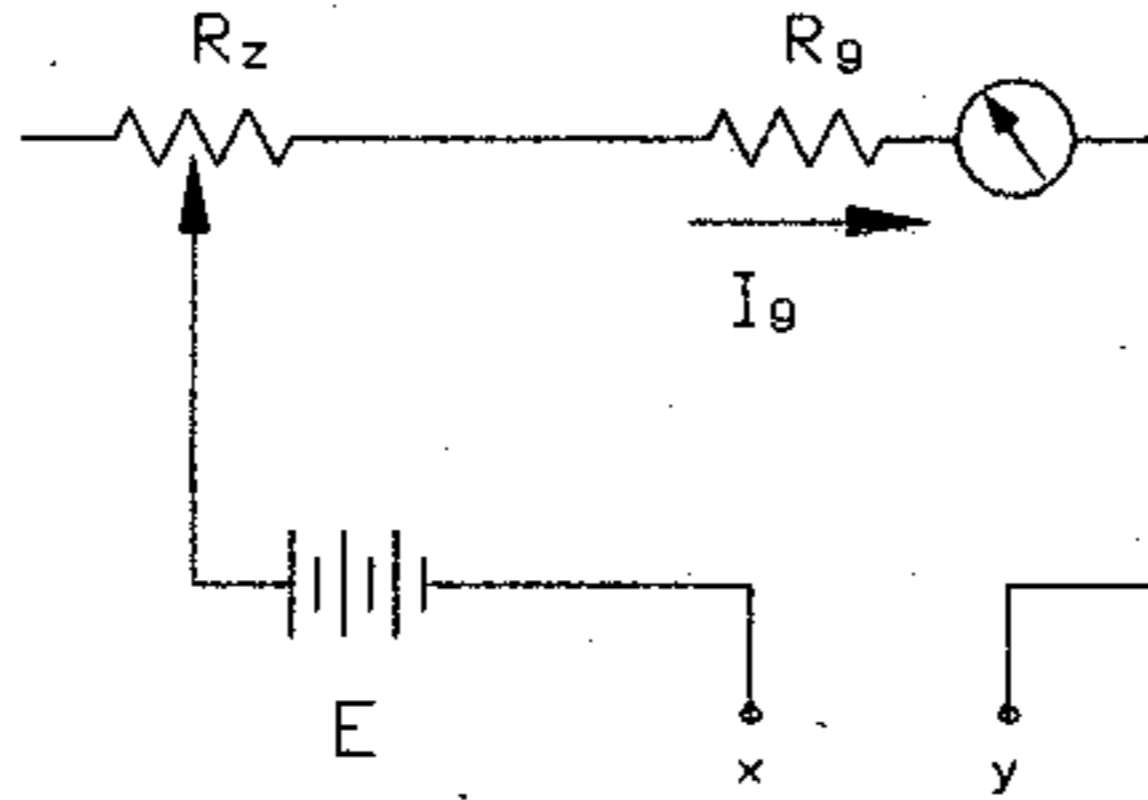


Figura 6

- posición de máximo valor. Lentamente disminuya la resistencia hasta que el medidor detecte movimiento.
- Mida y registre el valor de la resistencia del potenciómetro. Este valor será la máxima resistencia que se podrá medir.
 - d) Determine la resistencia interna del óhmetro, conectando el potenciómetro entre los puntos x y y , varíe el valor hasta que la corriente sea del 50 % . Mida y registre el valor de la resistencia.
 - e) Determine la escala del óhmetro con las ecuaciones (14) ó (15) de acuerdo a la tabla 3. Tome como referencia los valores de resistencia máxima e interna medidas en los puntos c) y d) respectivamente.

TABLA 3

X Ω	R Ω	P * 100 % de Corriente
0		100
R		50
R_{max}		≈ 0

- f) Verifique la exactitud del óhmetro para diferentes valores de resistencias y registrelas en la tabla 4.

TABLA 4

R medida Ω	R real Ω

ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS

- 1.- Con base a los datos de la tabla 1 complete la tabla 5 para cada uno de los rangos.

TABLA 5

LECTURA	VOLTAJE MEDIDO $K_v \cdot \text{No Div}$	VOLTAJE PATRON	ERROR %
1			
2			
3			
4			
5			

- 2.- Determine la clase exactitud del voltmetro.
- 3.- ¿Qué utilidad tiene la constante K_v ?
- 4.- ¿Qué utilidad tiene la sensibilidad S_v ?
- 5.- Determine la relación ohms por volt para cada uno de los rangos.
- 6.- ¿Cual es la impedancia del voltmetro ?
- 7.- Con base a las respuestas anteriores, dé algunos comentarios acerca de la calidad de su voltmetro.
- 8.- ¿De que depende la exactitud de las mediciones del voltmetro ?
- 9.- Repita los puntos anteriores para el ampermetro, excepto el No 5.
- 10.- Con base al análisis y diseño del voltmetro y ampermetro, ¿Como se caracteriza un galvanómetro de calidad ?

- 11.-Al variar el valor de R_1 en el voltmetro y el ampermetro para calibrarlos (correspondiente a los experimentos I b) y II b), determine el porcentaje el error de R_1 y diga a que se puede deber.
- 12.-¿Cual es el rango de valores de resistencia que mide el óhmetro?
- 13.-¿Como se podrían implementar otras escalas de resistencia ?
- 14.-Explique y dibuje el circuito.
- 15.-¿Qué importancia tiene la resistencia interna del óhmetro ?
- 16.-Con base a los datos de la tabla 4 complete la tabla 6.
- 17.-Haga un dibujo de la carátula del óhmetro.
- 18.-Grafique la ecuación (15) y haga comentarios.
- 19.-Dibuje el circuito completo de multímetro analógico.

TABLA 6

R medida Ω	R real Ω	Error %