

UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER

FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS

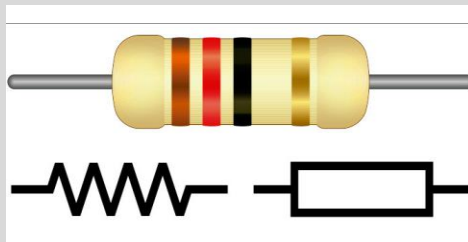
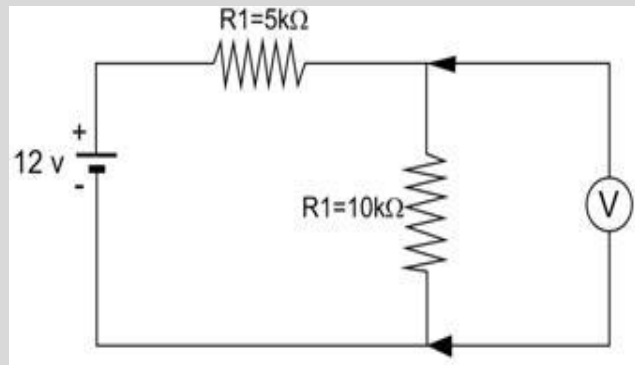
TECNOLOGIA EN OPERACION Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO

LABORATORIO MEDIDAS ELECTRICAS

DOCUMENTO 2

EFEECTO DE CARGA DE VOLTIMETRO Y AMPERIMETRO

MEDICION DE RESISTENCIAS ELECTRICAS



2020

MILTON REYES JIMENEZ

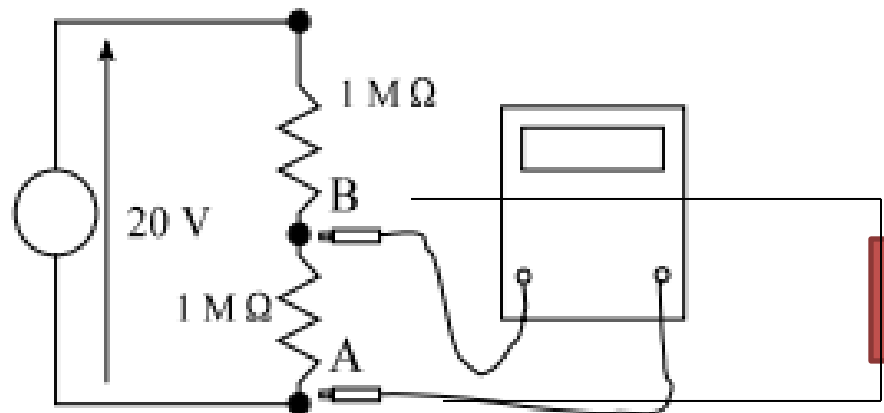
RICARDO PABON DULCEY

1.EFECTO DE CARGA DE UN INSTRUMENTO DE MEDIDA ELECTRICA

El efecto de carga, se refiere al el error en la medición de un determinado parámetro, cuando se emplea un instrumento que modifica el sistema a medir. **Es decir la afectación de la medida cuando en instrumento es conectado y consume energía del circuito.**

EFECTO DE CARGA DE VOLTIMETRO

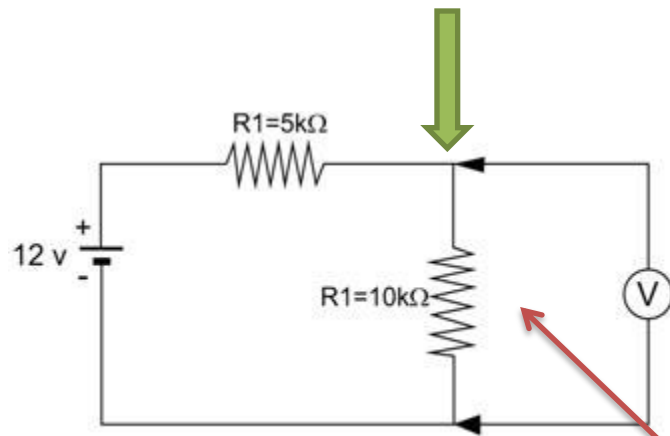
Los voltímetros poseen una resistencia interna definida por Ω / V , y significa la cantidad de ohmios por cada voltio que el instrumento agrega al circuito cuando es conectado en paralelo. Este valor de Ω / V , viene en la placa o escala del instrumento. Esta característica también se denomina sensibilidad de voltímetro.



EJEMPLO

Se tiene un circuito conformado por dos resistencias en serie conectadas a una fuente de 12 voltios.

Se requiere medir el voltaje en $R_1=10k\Omega$, utilizando dos voltímetros: Voltímetro 1 con una sensibilidad de $V_1= 20.000 \Omega / V$. Voltímetro 2 con una sensibilidad de $V_2 = 1.000 \Omega / V$. Cuál de los voltímetros es más recomendable para la medida?

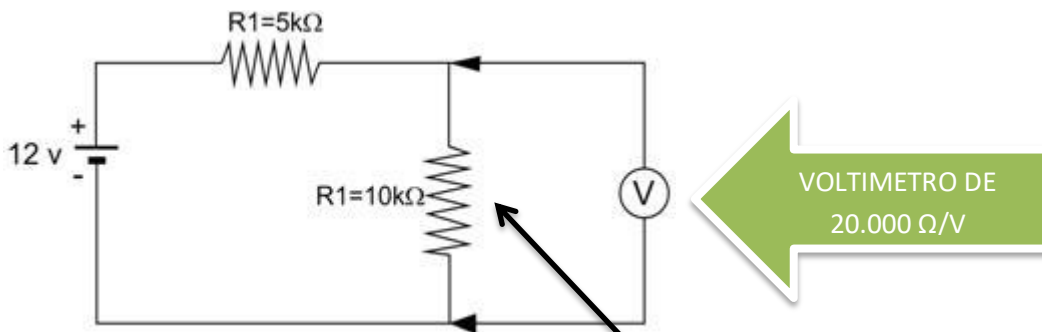


1. Con $V_1 = 20.000 \Omega / V$.

Iniciamos calculando el voltaje en R_1 sin tener en cuenta el instrumento.

$$VR_1 \text{ CALCULADO} = \frac{12 \text{ V} \cdot 10 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega + 5 \text{ k}\Omega} = 8 \text{ Voltios} = \text{valor verdadero}$$

VR_1 CALCULADO Teniendo en cuenta el **voltímetro 1**.



Calculamos la resistencia equivalente entre R_1 y la resistencia interna del voltímetro. La resistencia interna del voltímetro es 20.000Ω por cada voltio medido es decir $20.000 \Omega \times 8 \text{ v} = 160.000 \Omega$. Es decir queda un paralelo entre una resistencia de 10.000 y 160.000 . Su resistencia equivalente es de:

$$R. \text{ Equivalente} = \frac{10.000 \cdot 160.000}{10.000 + 160.000} = 9.411 \text{ K}\Omega.$$

Ahora calculamos la caída de tensión en la resistencia en la resistencia equivalente de 9.411Ω .

$$VR1 \text{ CALCULADO CON } V1 = \frac{12 \text{ V} \cdot 9.411 \text{ k}\Omega}{9.411 \text{ k}\Omega + 5 \text{ k}\Omega} = 7.83 \text{ v}$$

valor falso

Ahora calculamos el error % teniendo en cuenta el V1

$$\text{Utilizando la formula } ER = \frac{E_{abs}}{V_v} = \frac{V_f - V_v}{V_v}$$

$$\text{Calculamos el \% de error: } \frac{7.83 \text{ V} - 8 \text{ V}}{8 \text{ V}} \times 100 = 2.125\%$$

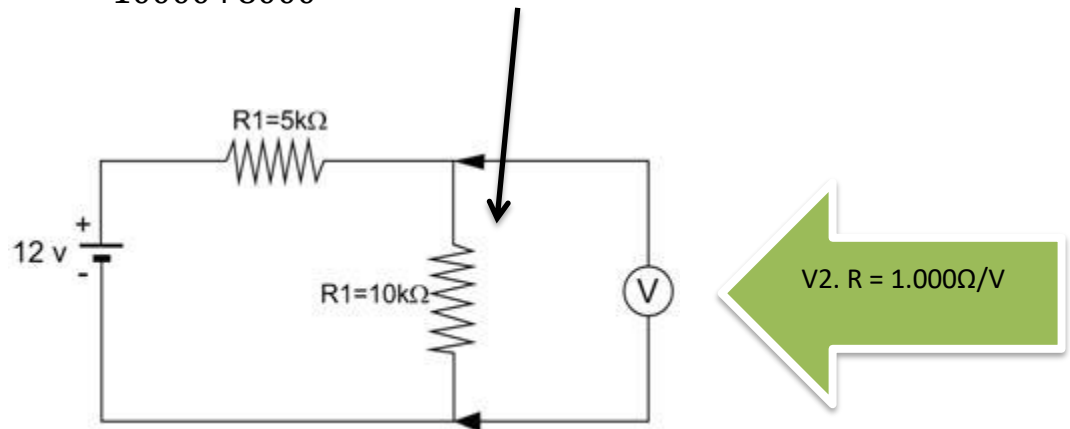
Al utilizar el voltímetro de 20.000 oh/ voltio hay un error de 2.125%

2. Con $V2 = 1.000 \Omega / V$.

VR1 CALCULADO Teniendo en cuenta el voltímetro 2.

Calculamos la resistencia equivalente entre R1 y la resistencia interna del voltímetro 2. La resistencia interna del voltímetro 2 es 1.000 Ω por cada voltio medido es decir 1.000 $\Omega / V \times 8 \text{ V} = 8.000 \Omega$. Es decir queda un paralelo entre una resistencia de 10.000 y 8.000. Su resistencia equivalente

$$R. \text{ Equivalente} = \frac{10000 \cdot 8000}{10000 + 8000} = 4.44 \text{ K}\Omega$$



Calculamos la resistencia equivalente entre R1 y la resistencia interna del voltímetro. La resistencia interna del voltímetro es 1.000 Ω por cada voltio medido es decir 1.000 $\Omega \times 8 \text{ v} = 8000 \Omega$. Es decir queda un paralelo entre una resistencia de 10.000 y 4.444 Ω . Su resistencia equivalente es de:

Ahora calculamos la caída de tensión en la resistencia en la resistencia equivalente de 4,444KΩ.

$$VR1 \text{ CALCULADO CON } V2 = \frac{12 \text{ V} \times 4,444 \text{ k}\Omega}{4,444\text{k}\Omega + 5\text{k}\Omega} = 5.64 \text{ v}$$

valor falso

Ahora calculamos el error % teniendo en cuenta el V2

$$\text{Utilizando la formula } ER = \frac{E_{abs}}{V_v} = \frac{V_f - V_v}{V_v}$$

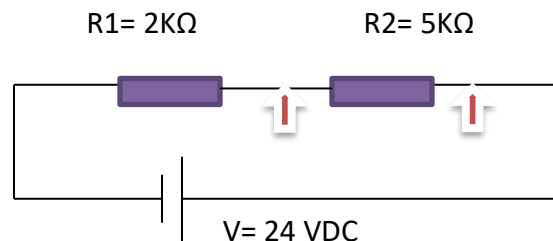
$$\text{Calculamos el \% de error: } \frac{5,64 \text{ V} - 8 \text{ V}}{8 \text{ V}} \times 100 = 29.5\%$$

Conclusión: A mayor Resistencia interna de un Voltímetro su efecto de carga es menor. LA RESISTENCIA INTERNA DE UN VOLTIMETRO DEBE LO MAS ALTA POSIBLE.

EJERCICIO PARA CLASE

Se tiene dos resistencias R1y R2 conectadas en serie a una fuente de 24 V.D.C. Determine el porcentaje de error por efecto de carga de un voltímetro que e conecta en paralelo con R2. Dibuje el circuito.

R1 = 2 k Ω, R2 = 5kΩ, Sensibilidad del voltímetro 50 KΩ / V

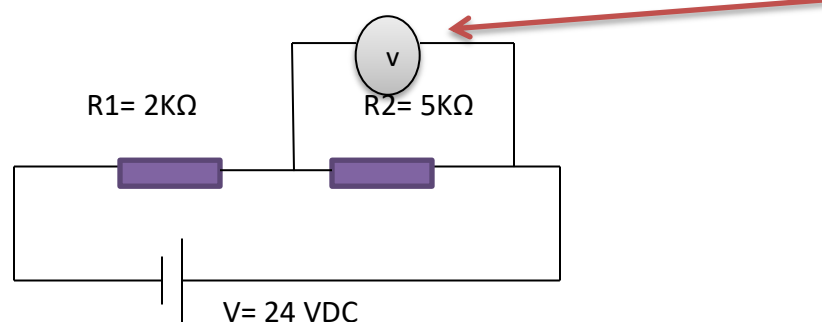


$$\text{Calculamos la caída de tensión en } R2 \quad VR2 = 24\text{V.} \times 5\text{K}\Omega / 2\text{K}\Omega + 5\text{K}\Omega$$

= 17.14 V valor verdadero

Ahora conectamos el voltímetro

El voltímetro agrega una resistencia de 50kΩ por 17.14 v es decir 857 kΩ



Calculamos la resistencia equivalente entre 5kΩ y 857kΩ

$$= 5\text{k}\Omega \times 857\text{k}\Omega / 5\text{k}\Omega + 857\text{k}\Omega = \mathbf{4.97\text{ K}\Omega}$$

Ahora calculamos la caída de tensión en la nueva resistencia

$$VR2 \text{ (Voltímetro incluido)} = 24\text{v} \times 4,97\text{k}\Omega / 2\text{ k}\Omega + 4.97\text{ k}\Omega = \mathbf{17.11\text{ v valor falso}}$$

$$\text{ERROR}\% = (17,11 - 17.14 / 17.14) \times 100 = \mathbf{0.17\%}$$

EFECTO DE CARGA DE AMPERIMETRO.

También llamada sensibilidad de corriente, y equivale al inverso de la sensibilidad como voltímetro.

1/ Ω/V. Por consiguiente si la sensibilidad como voltímetro es de 20.000 Ω/ V, la sensibilidad como amperímetro es de 1 / 20.000 = 0.00005 amperios

Si la sensibilidad como voltímetro es de 1000Ω/V, la sensibilidad como amperímetro es de 1 / 1000 = 0.001amperios.

EJEMPLO.

Se tiene un siguiente circuito compuesto por una fuente de 10 v. y una resistencia de 1kΩ.

Se desea medir la corriente utilizando dos amperímetros: Amperímetro 1 con una resistencia interna de 120 ohmios y Amperímetro 2 con una resistencia interna de 200 ohmios. Determinar con cual instrumento se produce menos efecto de carga.

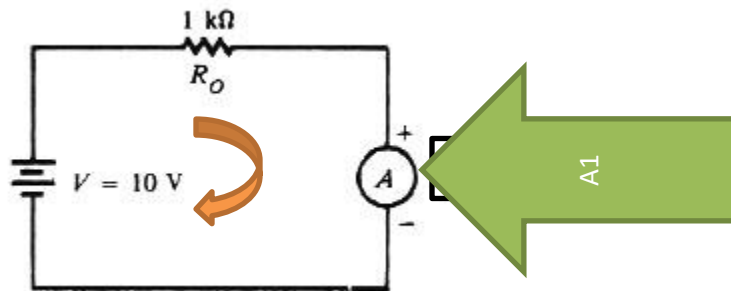
Calculamos la corriente sin tener en cuenta el instrumento.

$$I = 10V / 1.000 \Omega. = 0.01 \text{ AMP. Valor verdadero}$$

Calculamos la corriente teniendo en cuenta el instrumento 1.

$$I = 10V / 1.000\Omega + 120 \Omega. = 0.0089 \text{ AMP. Valor falso}$$

Utilizando la formula $ER = \frac{E_{abs}}{V_v} = \frac{V_f - V_v}{V_v} = \frac{0.0089 - 0.01}{0.01} \times 100 = 11\%$

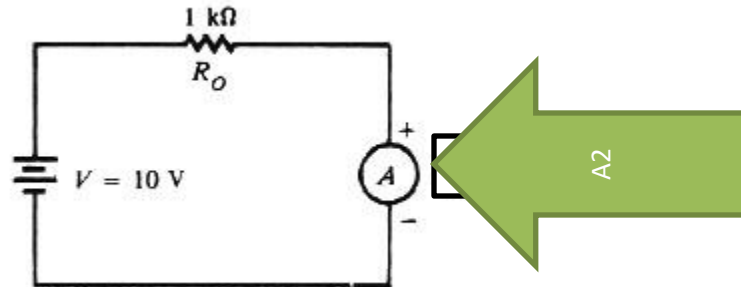


Ahora calculamos la corriente teniendo en cuenta el instrumento amperímetro 2.

$$I = 10V / 1.000\Omega + 200\Omega. = 0.0083 \text{ AMP. Valor falso}$$

Utilizando la formula $ER = \frac{E_{abs}}{V_v} = \frac{V_f - V_v}{V_v} = (0.0083 - 0.01 / 0.01) \times 100$

$$= 17\%$$



Conclusión. A menor Resistencia interna de un AMPERIMETRO su efecto de carga es menor. LA RESISTENCIA DE UN AMPERIMETRO DEBE SER LO MAS BAJA POSIBLE

EJERCICIO PARA CLASE

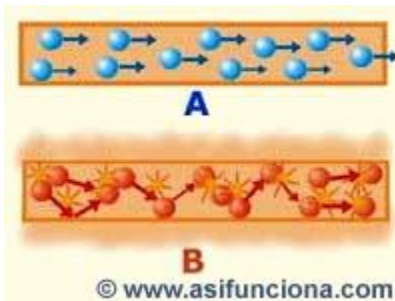
Se tiene dos resistencias R_1 y R_2 conectadas en serie a una fuente de 18 V.D.C. Determine el porcentaje de error por efecto de carga de un amperímetro que conecta en serie con las dos resistencias.

$R_1 = 3\text{ k}\Omega$, $R_2 = 6\text{ k}\Omega$, Resistencia interna del amperímetro = 50Ω

2. MEDICION DE RESISTENCIAS ELECTRICAS

DEFINICION DE RESISTENCIA ELECTRICA

Resistencia eléctrica es la oposición al paso la corriente eléctrica por un circuito el cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica.



A.- Electrones fluyendo por un buen conductor eléctrico, que ofrece baja resistencia.

B.- Electrones fluyendo por un mal conductor eléctrico, que ofrece alta resistencia a su paso. En ese caso los electrones chocan unos contra otros al no poder circular libremente y, como consecuencia, generan calor.

UNIDAD OHMIOS SIMBOLO Ω

TIPOS DE RESISTENCIAS ELECTRICAS.

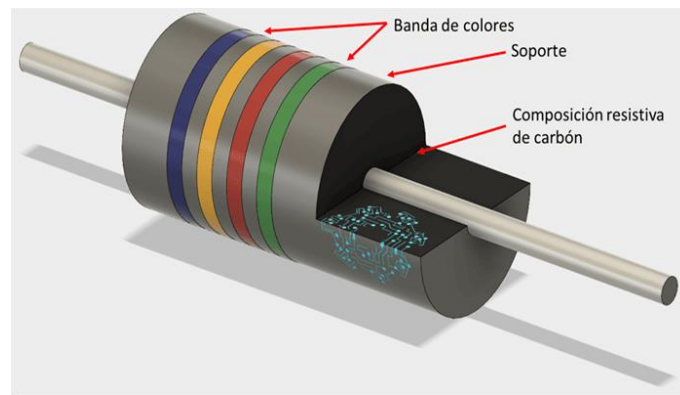
RESISTENCIAS DE CARBON

Construidas de polvo de carbón o grafito, se fabrican para valores de baja potencia.

CARACTERISTICAS: Durabilidad, propiedades de aislamiento superiores, alta inmunidad a influencias externas, bajo nivel de ruido y alta estabilidad debido a su estrecho coeficiente de temperatura. Debido a la tecnología empleada en su

construcción, es posible obtener valores en un rango bastante amplio de resistencia de 1 ohmio hasta más de 10 mega ohmios y tolerancias del valor nominal de $\pm 5\%$ y hasta $\pm 2\%$ en selecciones específicas.

APLICACIONES En una gran variedad de circuitos electrónicos desde audífonos hasta computadoras, desde equipo de telecomunicaciones a radios portátiles.
MONTAJE Deben ser montadas libres de esfuerzo; para permitir expansión térmica en el amplio rango de la temperatura permisible, este tipo de resistor no presenta cambios apreciables en su resistencia por efecto del calor producido al soldarlas en los circuitos



Métodos de Medición de Resistencias.

En este apartado encontramos principalmente cuatro métodos de medición de resistencia los cuales un serán las más conocidas en el ámbito de medidas.

1. Método del voltímetro y Amperímetro. (Indirecto)
2. Método del código de colores. (Directo)
3. Método de Óhmetro (Digital y Análogo). (Directo)
4. Método del puente de Wheatstone. (Directo)

1. Método Voltímetro – Amperímetro.

El **método voltímetro amperímetro** es una técnica para medir resistencias cuando solo se dispone de voltímetros y amperímetros y es satisfactoria una exactitud del 1 ó 2 %. Una corriente se pasa a través de una resistencia y se mide por medio de un amperímetro.

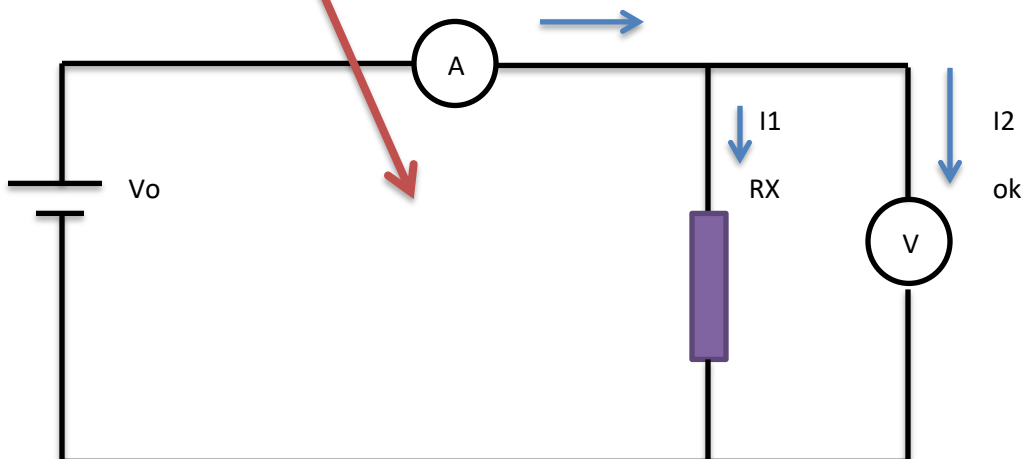
Este método tiene dos consideraciones importantes: Como se conectan los instrumentos de medida en caso de medir resistencias altas, y como se conectan en caso de medir resistencias bajas.

Recordemos que la resistencia interna de un **amperímetro R_a es baja** y entre más baja el efecto de carga es mínimo; caso contrario con el voltímetro cuya **resistencia interna R_v es alta y entre más alta su efecto de carga es mínimo**

Por consiguiente la conexión que debemos aplicar debe buscar el menor error por efecto de carga de cada instrumento.

METODO RESISTENCIAS BAJAS

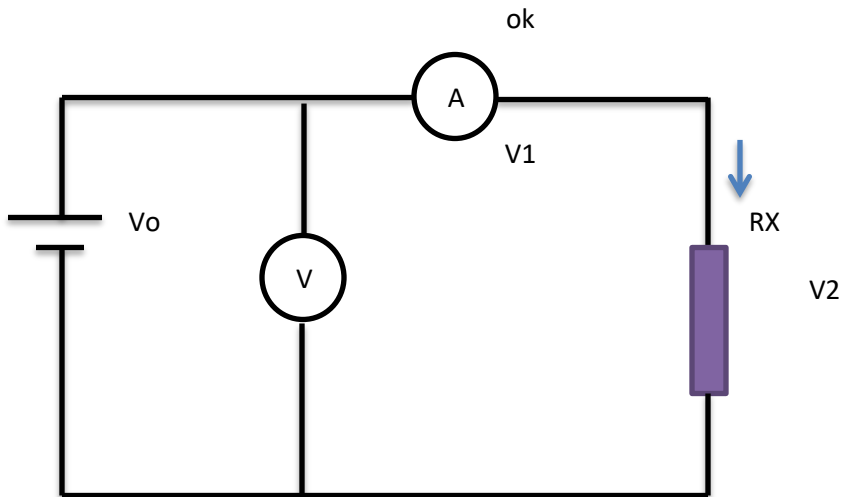
Observemos en el siguiente circuito que el voltímetro mide exactamente el voltaje en la resistencia R_X ; mientras que el amperímetro suma las corrientes I_1 , I_2 . Si la resistencia R_X es **BAJA** la gran mayoría de corriente toma el recorrido de I_1 , ya que la resistencia interna del voltímetro es alta y hace oposición al paso de corriente, por consiguiente el error por medida de corriente se minimiza.



METODO RESISTENCIAS ALTAS

Observemos en el siguiente circuito que el amperímetro mide exactamente la corriente en la resistencia R_X ; mientras que el voltímetro mide la suma de las

caídas de voltajes V_1 , V_2 . Es decir habría un error por tensión. Si la resistencia R_X es **ALTA** la caída de tensión V_1 es mínima ya que la resistencia interna del amperímetro es baja, y el error por tensión en el amperímetro se minimiza



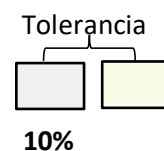
EJERCICIO COMPLETAR LA SIGUIENTE TABLA

Fuente V_0	Lectura del Voltímetro	Lectura del Amperímetro	$R_X ?$
3 V	1.2 V	0.15 amp	
5V	4.0 V	0.80 amp	
8 V	6.0 V	1.2 amp	
10 V	9.0 V	1.6 amp	
15 V	12 V	2.0 amp	
20 V	10 V	2.2 amp	
30 V	18 V	3.2 amp	

2. Método Código de Colores.

Esta se basa en una tabla la cual tiene los colores y el valor que cada color corresponde, seguidamente de una tolerancia o margen en el cual se debe encontrar dicho valor dado por los colores que contenga el resistor, podemos encontrar resistencias con diferentes franjas, como son de 4, 5 y 6 franjas las cuales serán expuesta seguidamente.

Código de colores que aparecerán en las franjas del Resistor.



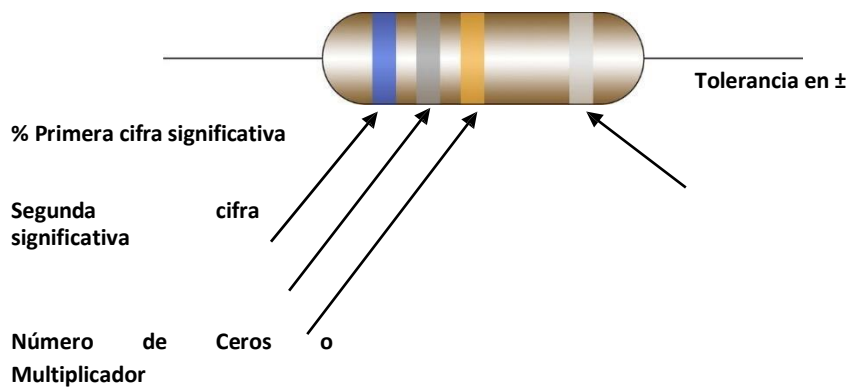
Negro Marrón Rojo Naranja Amarillo Verde Azul Violeta Gris Blanco Plata
Dorado

Nota: Se puede visualizar en la figura que la tolerancia siempre es la franja que está siempre más lejos que las demás (Lado derecho), así es más fácil identificar la tolerancia, hay que tener en cuenta que cuando en esta posición no hay franja se debe tomar el valor del 20% en tolerancia del resistor.

Ejemplo

s:

a. Para resistor de 4 franjas



Sus colores serían: **Azul** (6) – **Gris** (8) – **Naranja** (3) – **Plateado** (10%) de tolerancia.

Para resistor de 5 Franjas (de precisión).

Se mantiene la asignación anterior, es decir las tres primeras franjas son las cifras significativas, la cuarta el número de ceros o factor multiplicando y la quinta que es la que se encuentra más lejos de las cuatro anteriores la tolerancia, **pero esta tolerancia solo podrá tomar valores del 1% cuando es Marrón y 2% cuando es Rojo.**

Con respecto al valor plata y dorado en la última franja del factor multiplicando se mantiene la regla.

Método Código de Colores para valorar las resistencias de carbón:

CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS CON 4 BANDAS

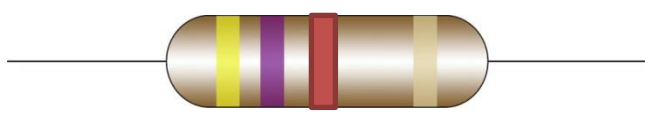
COLOR	BANDA 1	BANDA 2	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	x 1 Ω	
MARRÓN	1	1	x 10 Ω	+ / - 1%
ROJO	2	2	x 100 Ω	+ / - 2%
NARANJA	3	3	x 1000 Ω	
AMARILLO	4	4	x 10,000 Ω	
VERDE	5	5	x 100,000 Ω	
AZUL	6	6	x 1,000,000 Ω	
VIOLETA	7	7	x 10,000,000 Ω	
GRIS	8	8	x 100,000,000 Ω	
BLANCO	9	9	x 1,000,000,000 Ω	
DORADO			x 0,1 Ω	+ / - 5%
PLATEADO			x 0,01 Ω	+ / - 10%
SIN BANDA \longrightarrow				+ / - 20%

Ejemplos:

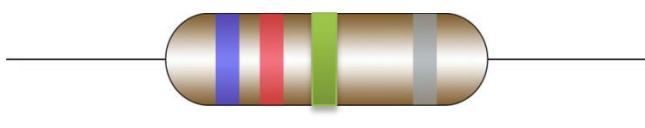
Resistencia N° 1







Azul	68x1.000+-10%
Gris	
Naranja	
Plateado	

Resistencia N° 2

	
Amarillo	
Violeta	
Rojo	
Dorado	

Resistencia N° 3

	
Azul	
Rojo	
Verde	
Plateado	

- 1)  100 Ohm.
- 2)  220 Ohm.
- 3)  330 Ohm.
- 4)  1k Ohm.
- 5)  4.7k Ohm.
- 6)  10k Ohm.

EJERCICIO PARA CLASE: COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA

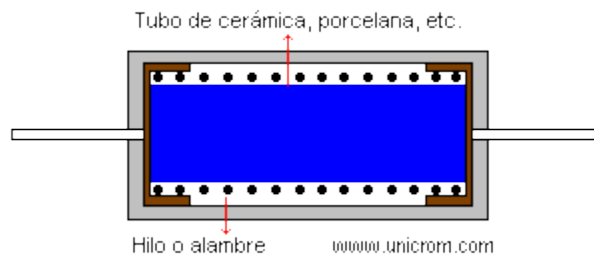
1 FRANJA	2 FRANJA	3 FRANJA	4 FRANJA	Valor R.	Valor R.
				1 Ω	+ - 5%
				33 Ω	+ - 5%
				100 Ω	+ - 5%
				47 Ω	+ - 5%
				56 Ω	+ - 10%
				120 Ω	+ - 10%
				330 Ω	+ - 5%
				470 Ω	+ - 10%
				1K Ω	+ - 5%
				680 Ω	+ - 5%
				1.2 K Ω	+ - 10%
				4.7 K Ω	+ - 5%
				6.8 K Ω	+ - 5%
				10 M Ω	+ - 10%
				2.2 M Ω	+ - 5%
				470 M Ω	+ - 5%
				56M Ω	+ - 10%

VALORES COMERCIALES RESISTENCIAS DE CARBON.

x 1	x 10	x 100	x 1.000 (K)	x 10.000 (10K)	x 100.000 (100K)	x 1.000.000 (M)
1 Ω	10 Ω	100 Ω	1 K Ω	10 K Ω	100 K Ω	1 M Ω
1,2 Ω	12 Ω	120 Ω	1K2 Ω	12 K Ω	120 K Ω	1M2 Ω
1,5 Ω	15 Ω	150 Ω	1K5 Ω	15 K Ω	150 K Ω	1M5 Ω
1,8 Ω	18 Ω	180 Ω	1K8 Ω	18 K Ω	180 K Ω	1M8 Ω
2,2 Ω	22 Ω	220 Ω	2K2 Ω	22 K Ω	220 K Ω	2M2 Ω
2,7 Ω	27 Ω	270 Ω	2K7 Ω	27 K Ω	270 K Ω	2M7 Ω
3,3 Ω	33 Ω	330 Ω	3K3 Ω	33 K Ω	330 K Ω	3M3 Ω
3,9 Ω	39 Ω	390 Ω	3K9 Ω	39 K Ω	390 K Ω	3M9 Ω
4,7 Ω	47 Ω	470 Ω	4K7 Ω	47 K Ω	470 K Ω	4M7 Ω
5,1 Ω	51 Ω	510 Ω	5K1 Ω	51 K Ω	510 K Ω	5M1 Ω
5,6 Ω	56 Ω	560 Ω	5K6 Ω	56 K Ω	560 K Ω	5M6 Ω
6,8 Ω	68 Ω	680 Ω	6K8 Ω	68 K Ω	680 K Ω	6M8 Ω
8,2 Ω	82 Ω	820 Ω	8K2 Ω	82 K Ω	820 K Ω	8M2 Ω
						10M Ω

RESISTENCIAS DE ALAMBRE DEVANADO

Resistencias bobinadas: se fabrican con hilos resistivos que son esmaltados, cementados, vitrificados o son recubiertos de un material cerámico. Estos **resistores** por lo general pueden disipar potencias que van desde los 5 watts (vatios) hasta los 100 watts o más.



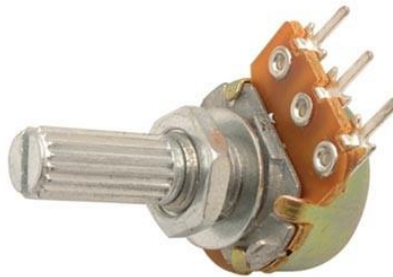
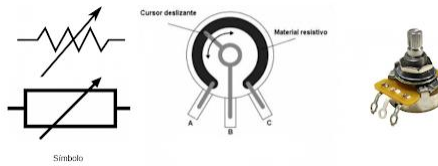
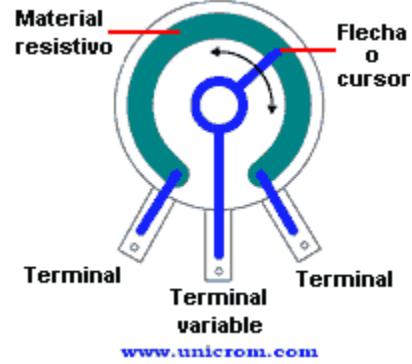
Resistencias de valores variables (resistencias variables)

Tienen un valor que se varía intencionalmente (son ajustables)

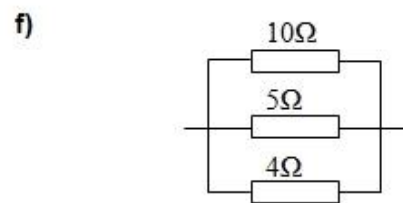
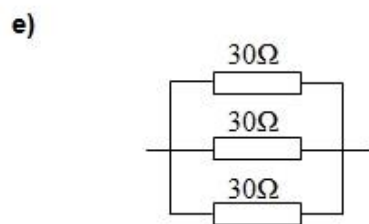
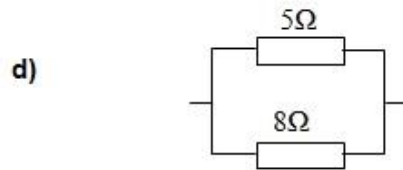
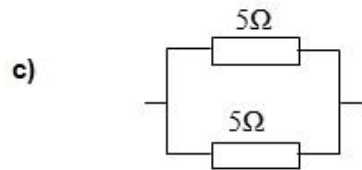
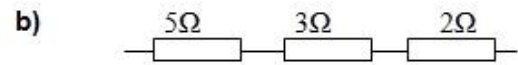
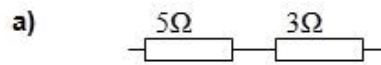
– Potenciómetro de ajuste

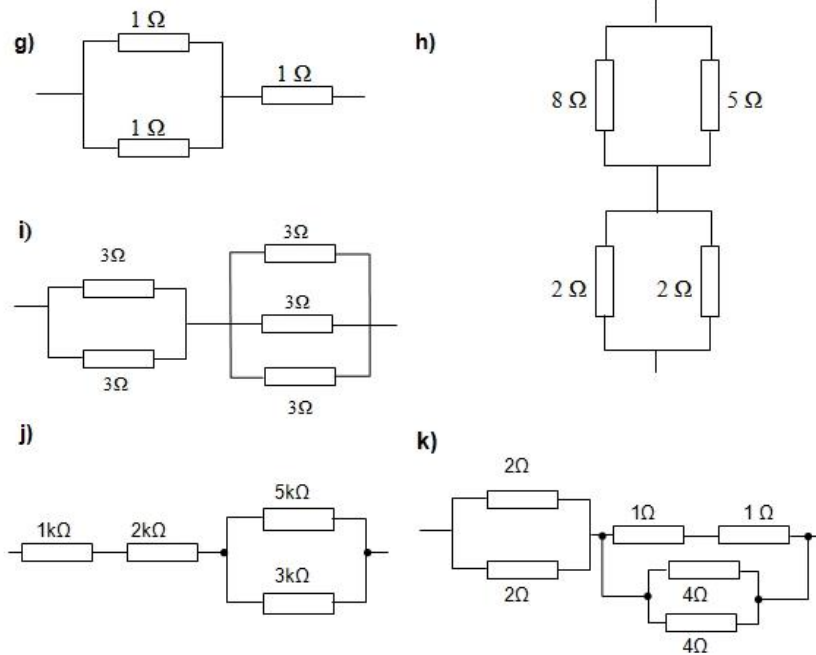
– Reóstatos

– Trimer



EJERCICIO: EN CADA UNO DE LOS EJERCICIOS CALCULAR LA RESISTENCIA EQUIVALENTE:

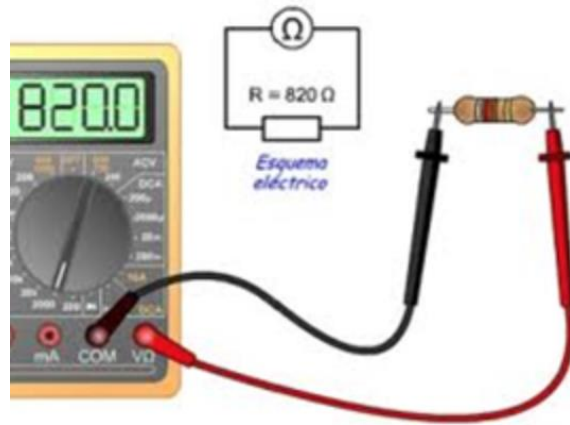




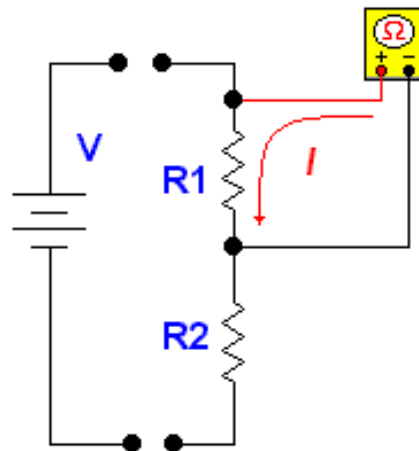
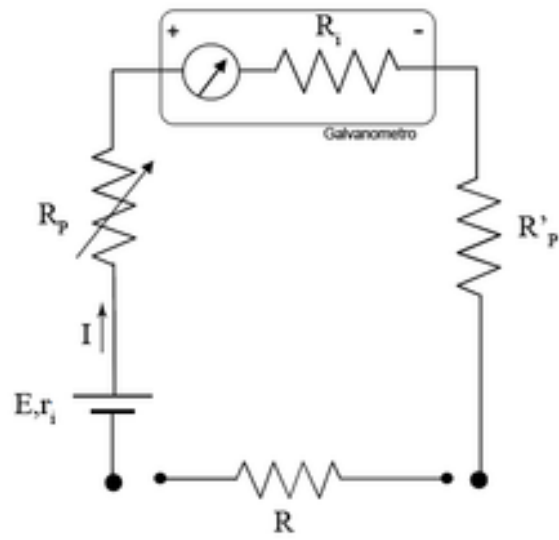
MÉTODO DEL OHMIMETRO PARA MEDIR RESISTENCIAS

Para medir directamente una resistencia través de un ohmímetro se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones.

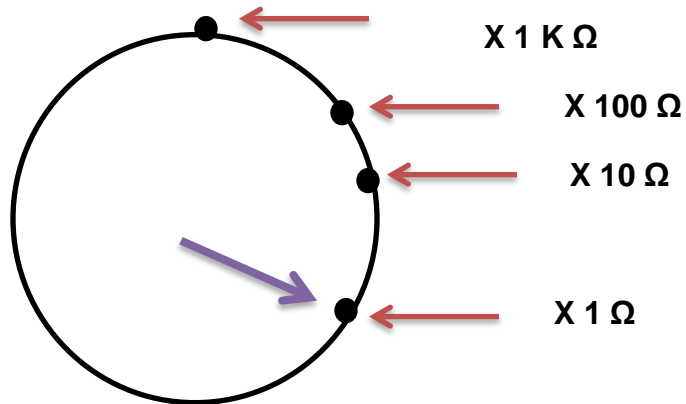
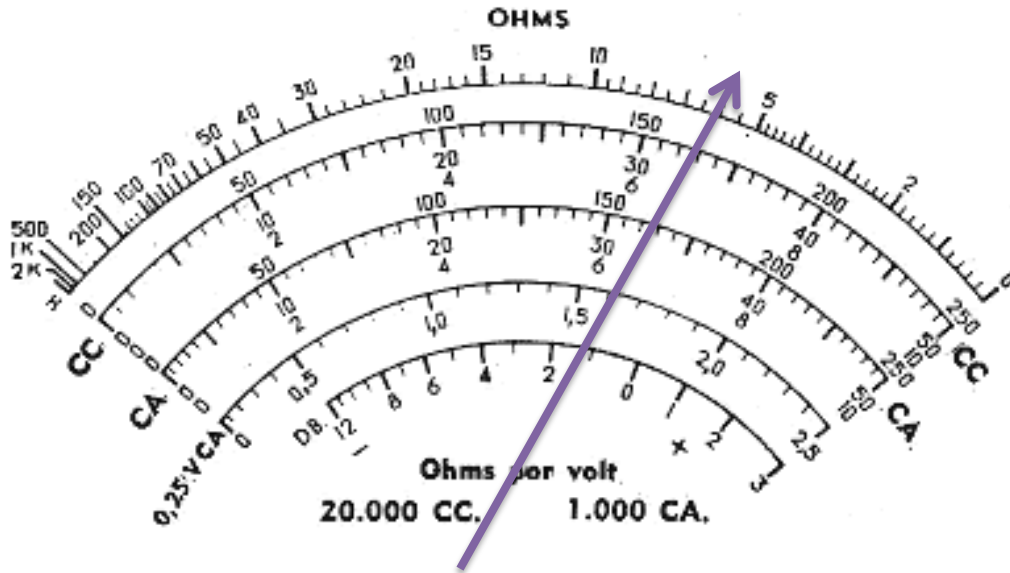
1. El ohmímetro se debe conectar en paralelo con la resistencia a medir.
2. La resistencia debe estar libre o aislada de cualquier otro dispositivo.
3. La resistencia **No** debe estar montada en un circuito con energía.
4. Si el instrumento de medida es análogo se debe calibrar el cero eléctrico del instrumento.
5. Calibrado el instrumento se procede a medir a la resistencia



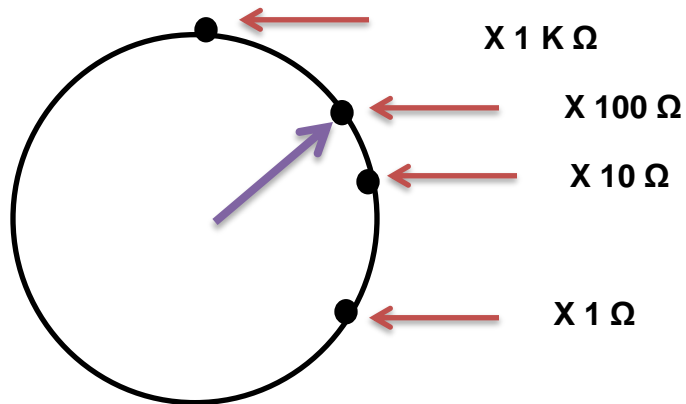
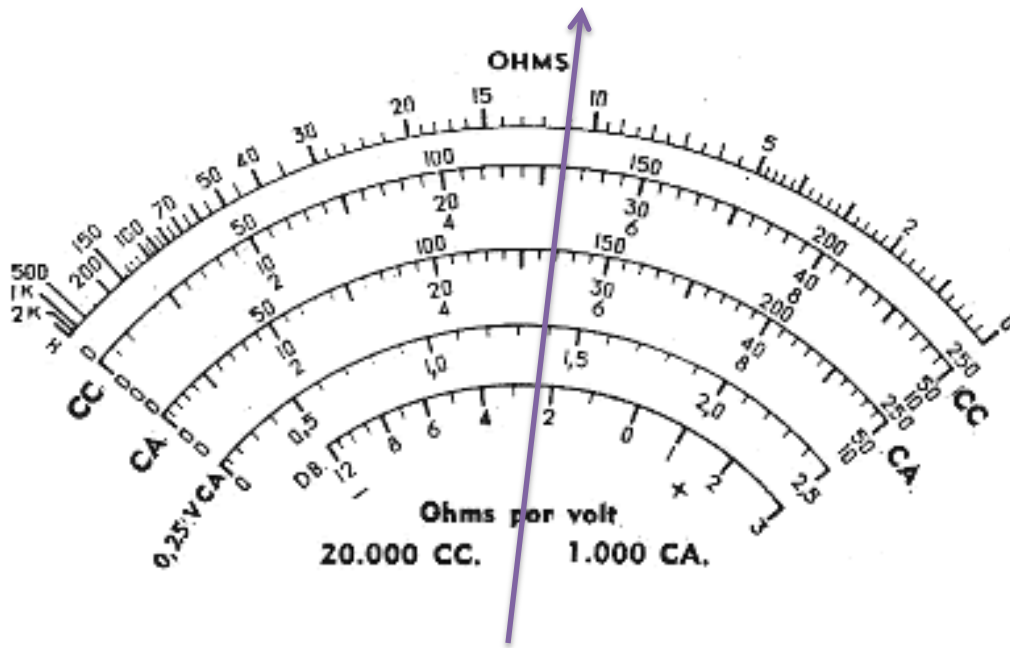
Composición interna de un ohmímetro



MEDIDA 1 DEFINIR LA SIGUIENTE MEDIDA



MEDIDA 2 DEFINIR LA SIGUIENTE MEDIDA



EJERCICIO LECTURAS DE RESISTENCIAS:

Según cada imagen, la aguja del óhmetro análogo indica el valor de la resistencia que se está midiendo

IMAGEN 1

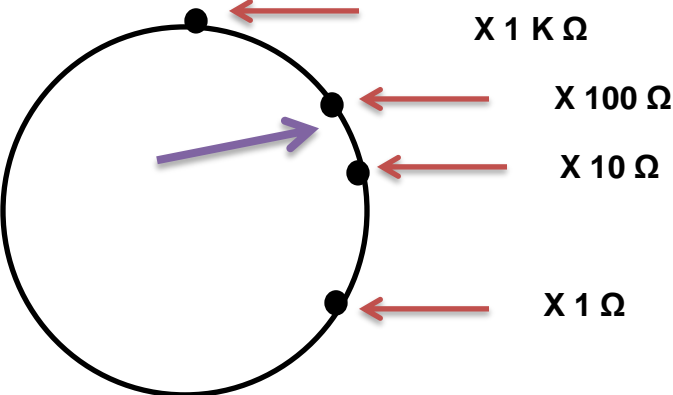
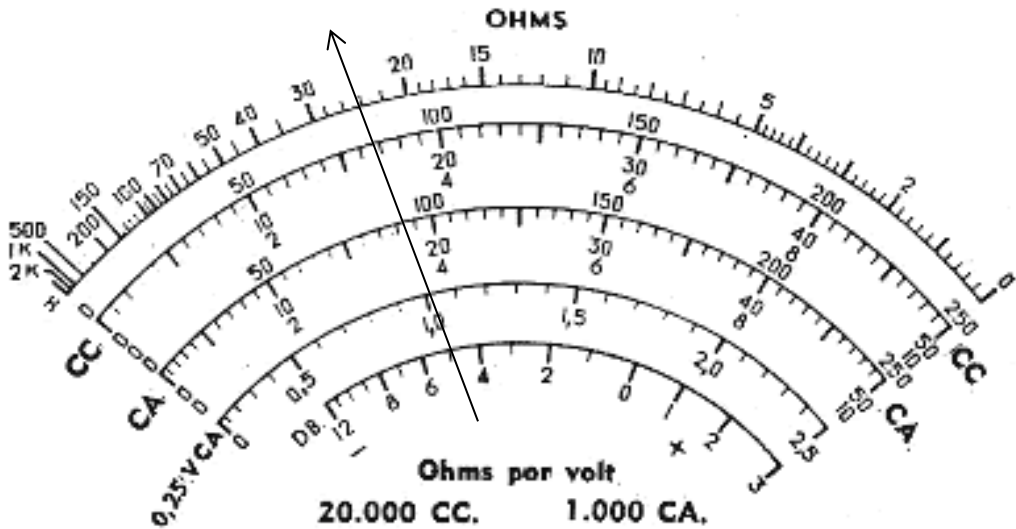


IMAGEN 2

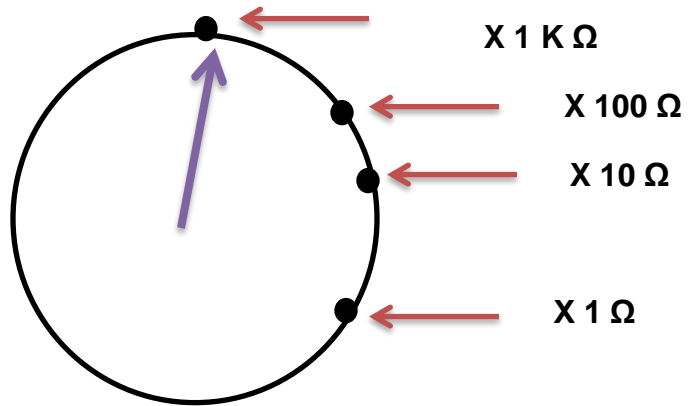
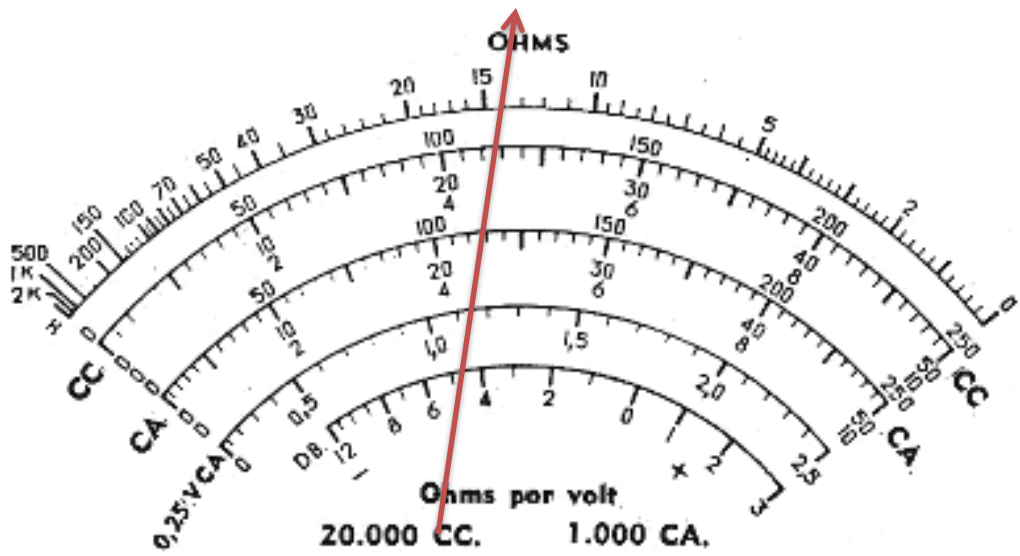


IMAGEN 3



Seleccionamos la escala de X1K,

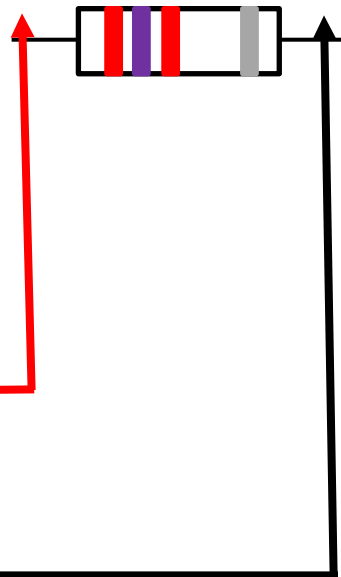


IMAGEN 4



Seleccionamos la escala de X1

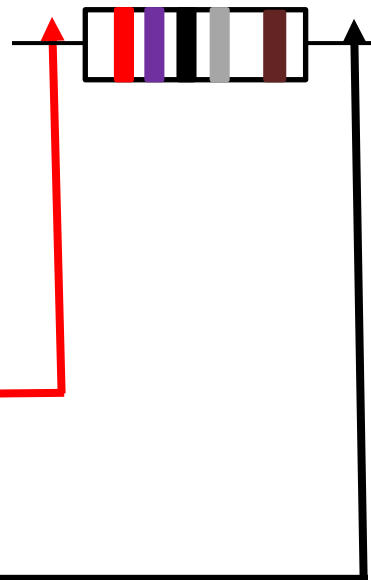
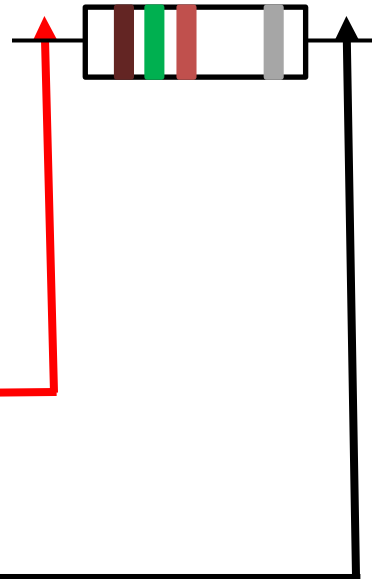


IMAGEN 4

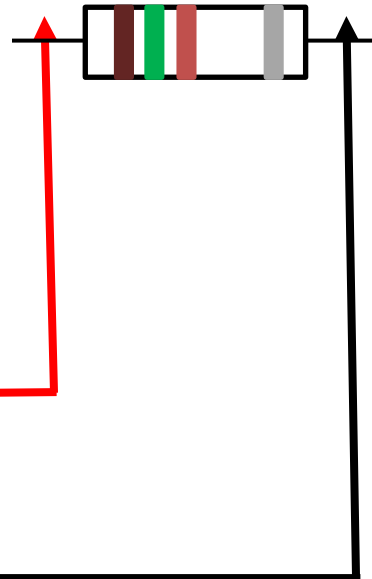


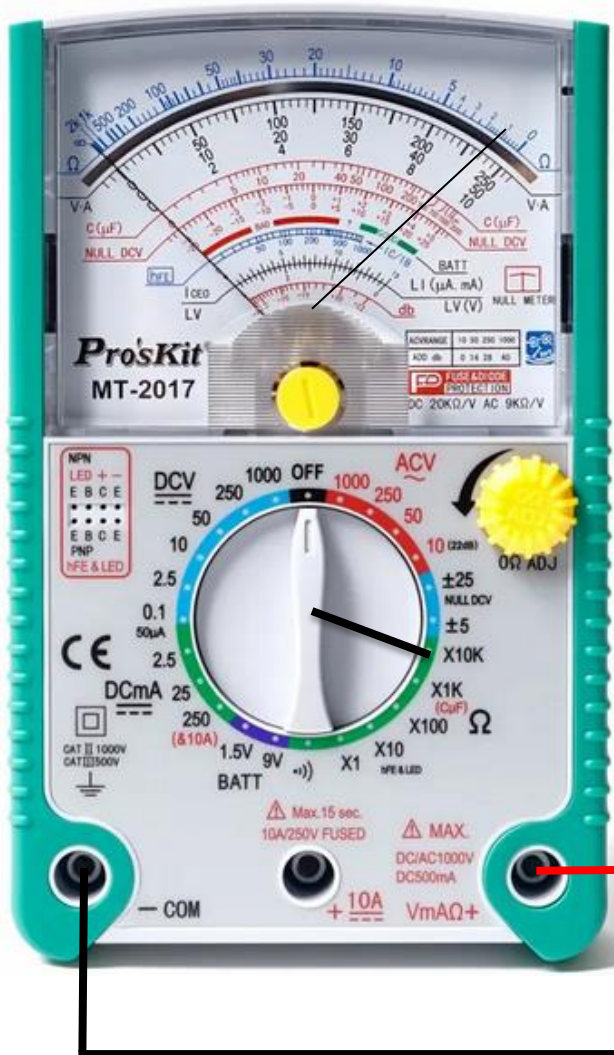
Seleccionamos la escala de X10K



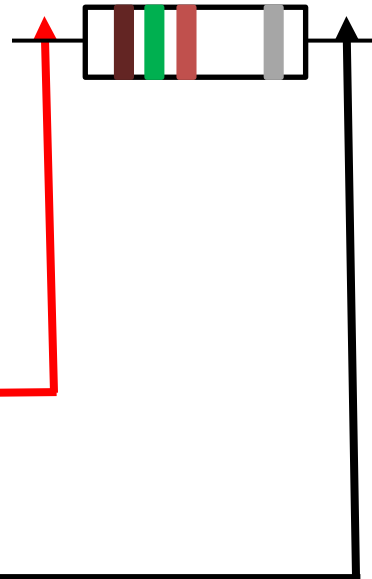


Seleccionamos la escala de X1K





Seleccionamos la escala de X10K



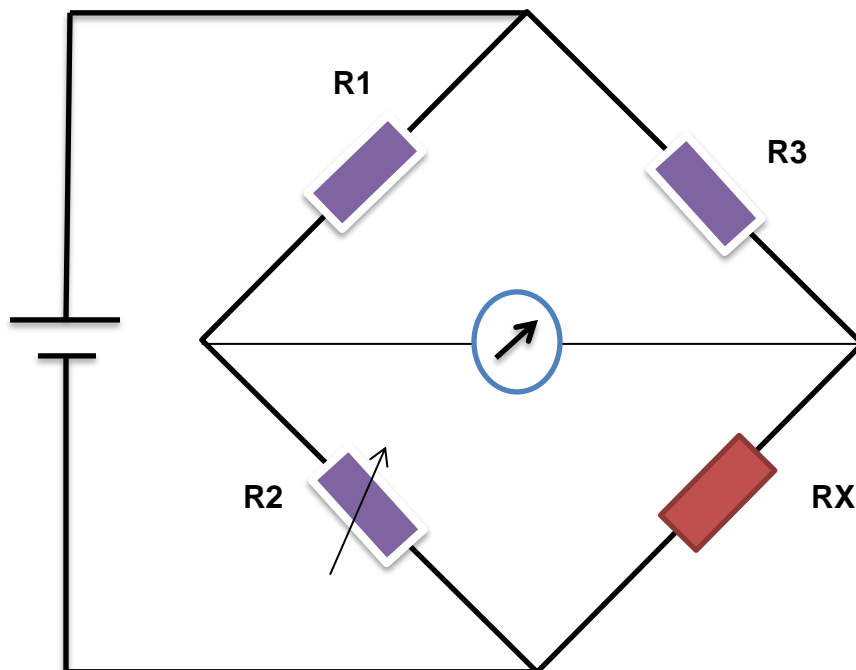
MEDICION DE RESISTENCIAS: MÉTODO PUENTE DE WHEASTONE

El puente de **Wheatstone** es un sistema de cuatro resistencias para determinar el valor de una resistencia desconocida. El arreglo es compatible con señales de DC y AC para su polarización de voltaje. La configuración del puente se realiza con las resistencias conectadas en dos conjuntos de dos resistencias.. Se toman dos nodos para polarizar el puente, y los otros dos nodos para medir la diferencia de tensión.

El puente de Wheatstone fue aplicado por primera vez en 1832, sin embargo, gracias a Charles Wheatstone en 1843 fue que se popularizo y se le dio el nombre que tiene actualmente.

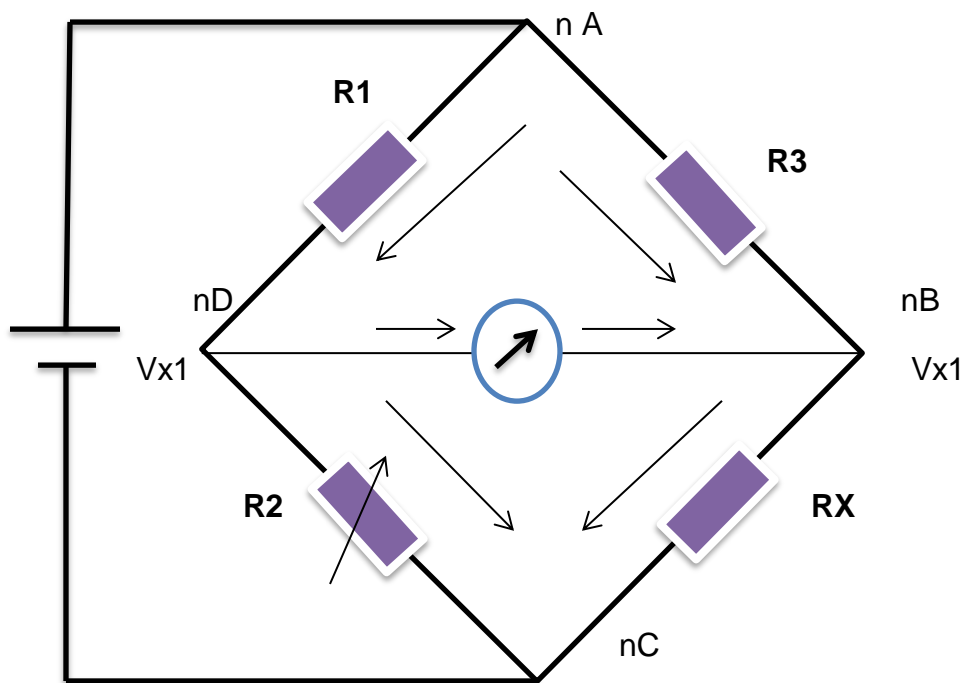
CONFIGURACIÓN DE RESISTENCIAS DE UN PUENTE DE WHEATSTONE

Primero que nada, tenemos que comprender la configuración del puente. Las resistencias que están conectadas en la terminal positiva a la fuente de polarización, son R1 y R3. Las resistencias que están conectadas a tierra son R2 y R4. La resistencia R4 la podemos considerar como Rx ya que es la posición del elemento a medir. R2 se puede considerar como variable, ya que de esta manera podemos modificar para encontrar el punto de equilibrio..



Nótese que R1 y R2 forman un divisor de voltaje o tensión, al igual que R3 y Rx. Suponga la condición inicial donde todas las resistencias son iguales, entonces el voltaje entre los nodos centrales de los dos divisores es igual a cero. Si no conoces el valor de una resistencia, puedes averiguarlo con el código de colores para resistencia se puede iniciar armando el puente con resistencias de valor similar a Rx. Una vez armado, polarizar con un Vs, puede ser el valor que sea. Si se va a usar con un ADC o Arduino a 5V puedes estimar una variación máxima de no más de 5V. Sin embargo, esto lo puedes ajustar con un amplificador operacional. La resistencia R2 es variable, de tal manera que se puede medir el voltaje de salida Vg en donde se busca igualarlo a cero. Considerando el sistema Rx sin evento de medición.

Una vez ajustado el sistema, los cambios en Rx harán que el sistema salga de la región de equilibrio. Los cambios de voltaje serán medidos por Vg.



Sistema en igualdad de resistencias, cuando el sistema está en equilibrio.

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_x}{R_3}$$

En este caso, para determinar un valor de salida correspondiente a la variación de R_x , consideramos el análisis del circuito. Considerando que el instrumento de medición tiene una resistencia suficientemente alta, la determinación del voltaje de la diferencia de potencial entre V_{x1} y V_{x2} es igual a:

$$V_G = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_X}{R_X + R_3} \right) V_S$$

EJEMPLOS DE CÁLCULOS PARA EL PUENTE

Un sistema que tiene R_1 y R_3 de 2KOhms y un sensor en estado estacionario R_x , tiene una resistencia de 5KOhms bajo condiciones normales. Se coloca una resistencia R_2 igualando los 5K, puede ser variable para ajustes finos. Determinar el voltaje de salida para un cambio de 100 Ohms por arriba de valor inicial. Y que pasa si, ¿baja 1000Ohms por debajo? Considere un voltaje de alimentación de 12V.

$$V_G = \left(\frac{5000\Omega}{2000\Omega + 5000\Omega} - \frac{5000\Omega}{5000\Omega + 2000\Omega} \right) V_S = 0V$$

Considerando un incremento de 100 Ω .

$$V_G = \left(\frac{5000\Omega}{2000\Omega + 5000\Omega} - \frac{5100\Omega}{5100\Omega + 2000\Omega} \right) V_S = -48.28mV$$

Considerando un decremento de 1000 Ω

$$V_G = \left(\frac{5000\Omega}{2000\Omega + 5000\Omega} - \frac{4900\Omega}{4900\Omega + 2000\Omega} \right) V_S = 571.428mV$$

La salida de voltaje, la puedes conectar a la entrada de un amplificador operacional. El voltaje de salida se amplifica al rango deseado y se puede monitorear mediante un ADC.

