

Puente Weastone y otros afines.

(Práctica da ESO – curso 2018 – 2019).

Objetivos:

1.- Asimilar el concepto de partidador de tensión, y su aplicación mediante un “potenciómetro”; así podremos hallar el valor de una tensión desconocida, conociendo una de referencia. También - para mas tarde - entender la realización de un sistema para la realización de curvas características de una resistencia (ley de Ohm), la de un diodo y las de un transistor.

2.- Formación del circuito simétrico mas simple, que es el puente Weastone, y su aplicación mas típica que es la determinación de una resistencia desconocida.

3.- Obtener destreza en la manipulación de los circuitos y también en la medida algunas de sus magnitudes características.

Introducción.- Vamos a realizar 3 prácticas realizadas - en lo posible- con materiales reciclados y la determinación del valor de magnitudes **sin** la utilización del polímetro, utilizándose este para la comprobación de estos valores y así determinar el error absoluto y relativo .

Vamos a realizar esta práctica en dos partes:

A).- Partidor de tensión.

A₁.- Valor de la tensión de despegue de un diodo.

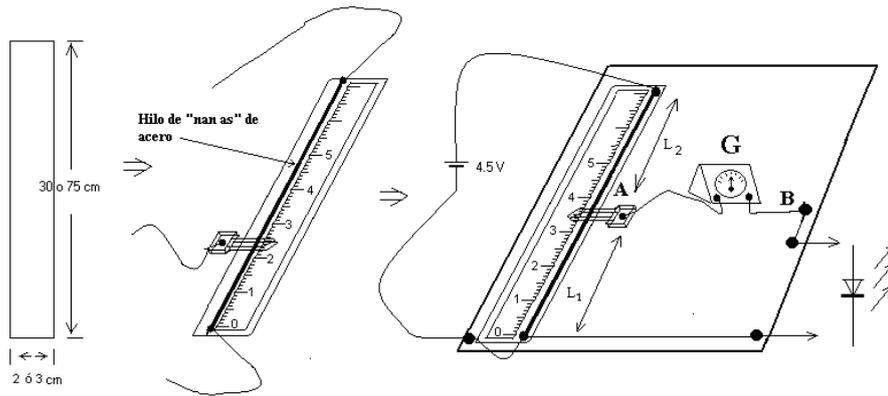
A₂ .- Valor de la tensión de una pila desconocida (en nuestro caso mediremos la tensión de la “pila de Bagdad” que se supone que podría ser una pila fabricada en la antigüedad).

B).- Puente Weastone: medida de una resistencia desconocida.

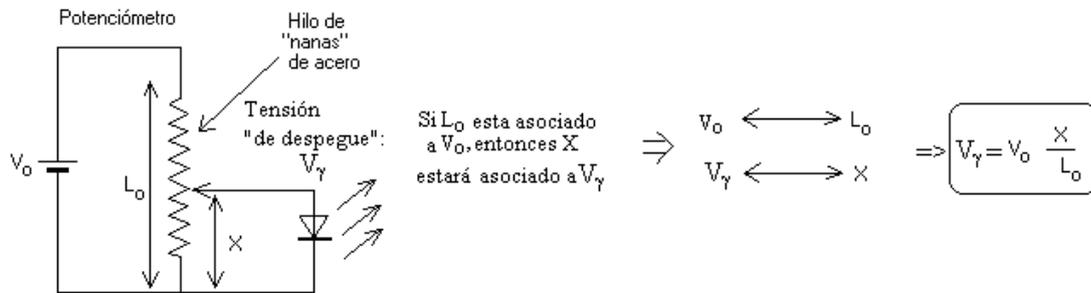
Materiales.- Hilo de “nanas de acero”, regla de cartón graduada en cm; pinza metálica: las que se utilizan para sujetar el pelo, galvanómetro, bombilla de linterna, diodos LED de colores, y una resistencia de 100 ohmios, y el material auxiliar de siempre: alambre de grosor medio, pegamento, tijeras, alicates. . . .

Procedimiento.-

A 1).- Para un diodo LED.- Se realiza un sistema según la figura:



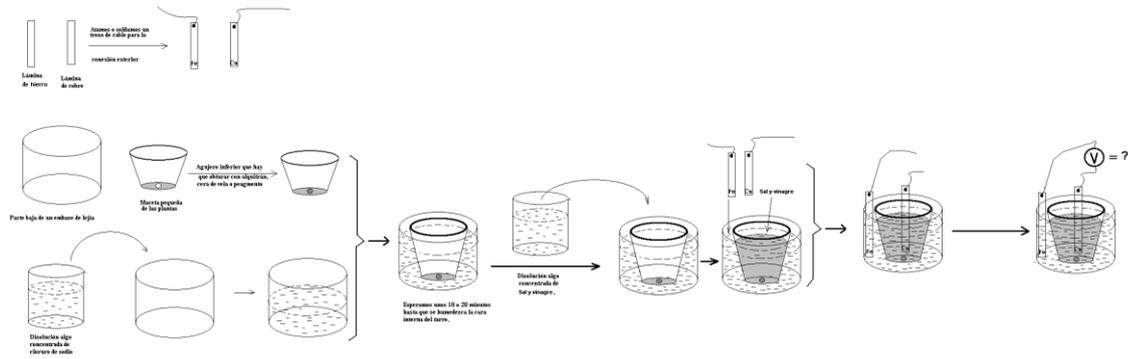
Como la corriente que absorbe un diodo LED es muy pequeña, se puede medir la tensión de despegue del diodo, ya que este se presenta como autoindicador, todo ello según la figura:



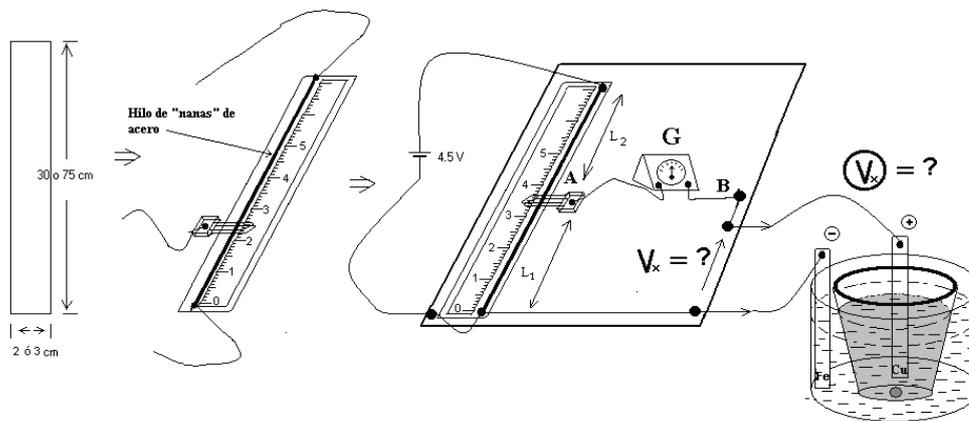
Observación.- Se pueden medir las tensiones de despegue de los diodos LED rojo, amarillo, verde y azul, y extraer las conclusiones pertinentes.

A₂).- Para una pila, (la haremos de manera análoga a la “pila de Bagdad”, que se supone que fue utilizada en la antigüedad):

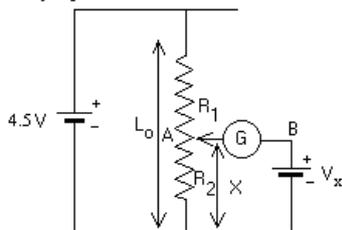
La pila de f.em, o tensión “desconocida”, se construye según el sistema de la figura:



Entonces, se tiene:



Por ejemplo:

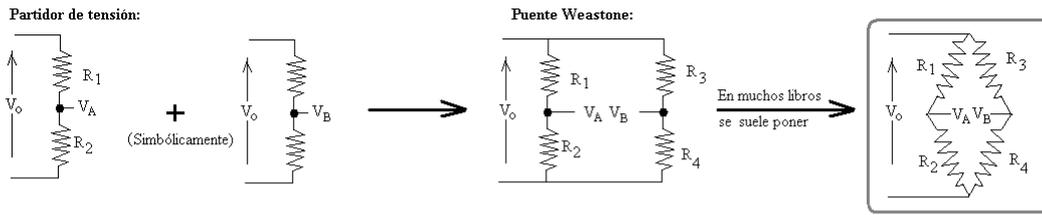


Cuando $G = 0, I = 0 \Rightarrow V_A = V_B$, entonces:

$$V_A = V_0 \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} \Rightarrow V_A = V_0 \frac{X}{L_0}$$

$$\left. \begin{array}{l} \\ \text{Por otro lado } V_B = V_x \\ L_0 = 54 \text{ cm ; } X = 6 \text{ cm} \end{array} \right\} \Rightarrow V_x = V_B = 4.5 \frac{6 \text{ cm}}{54} \Rightarrow V_x = 0.5 \text{ V}$$

B).- El puente Weastone es el circuito simétrico mas simple; se puede decir que este se puede considerar como dos partidores de tensión en paralelo, según la figura:



Ley de Ohm: $I = \frac{V_0}{R_1 + R_2}$

$I = \frac{V}{R} \Rightarrow V = I \cdot R \Rightarrow V_A = I \cdot R_2 \Rightarrow V_A = \left(\frac{V_0}{R_1 + R_2}\right) \cdot R_2 \Rightarrow V_A = V_0 \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)$

Y lo mismo para V_B :

$$V_A = V_0 \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) \Rightarrow V_B = V_0 \cdot \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4}\right) \Rightarrow V_0 \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) = V_0 \cdot \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4}\right) \Rightarrow \cancel{V_0} \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) = \cancel{V_0} \cdot \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4}\right)$$

El puente estará equilibrado cuando: $V_A = V_B$

$$\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) = \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4}\right) \Rightarrow R_2 \cdot (R_3 + R_4) = R_4 \cdot (R_1 + R_2) \Rightarrow R_2 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_4 = R_4 \cdot R_1 + R_4 \cdot R_2 \Rightarrow R_2 \cdot R_3 = R_1 \cdot R_4$$

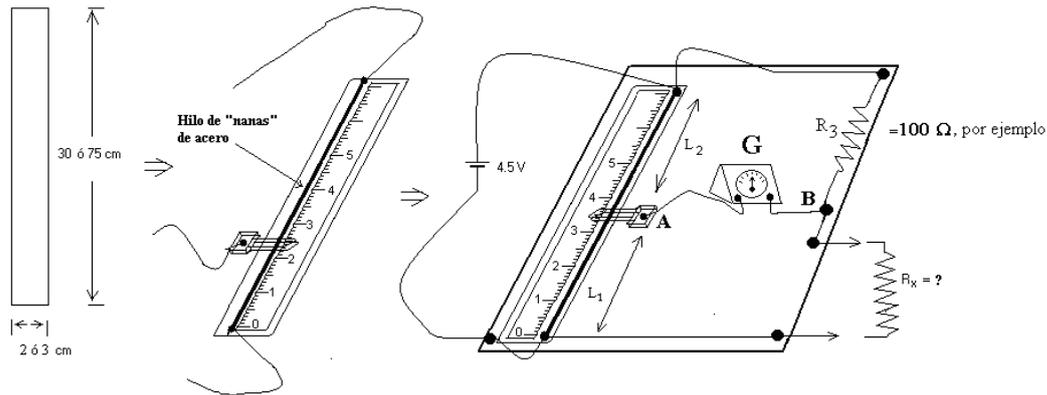
Relación del puente Weastone

Observaciones:

- 1.- Las resistencias pueden materializarse en reostatos o potenciómetros que son resistencias variables o ajustables.
- 2.- Un caso particular de las anteriores muy importante es cuando se tiene un hilo metálico de alta resistividad, por ejemplo el hilo de “nanas de acero” que suele venderse en los supermercados.

Procedimiento.

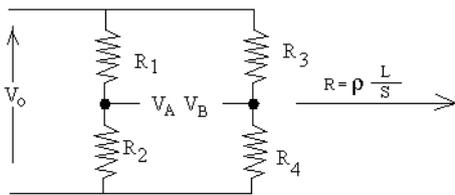
1.- Realizamos el sistema según la figura :



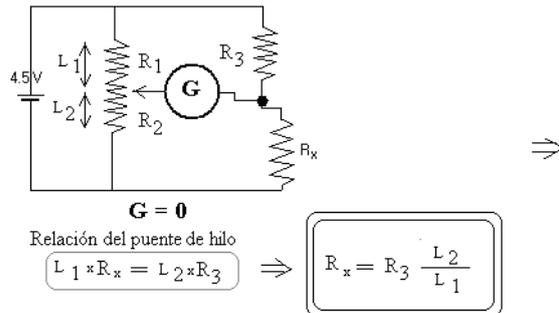
2.- Según la figura anterior, conectaremos el valor de una resistencia, por ejemplo una bombilla de “vela”, y tanteamos la pinza – hacia delante y hacia atrás – de manera que en el galvanómetro no pase corriente ; cuando se tiene esto es que:

$$V_A = V_B$$

Puente Weastone:



Puente de hilo



Cuando se alcanza la situación anterior, se aplica la relación del puente de hilo – derivada de la de del puente Weastone – y se halla el valor de esa resistencia desconocida.

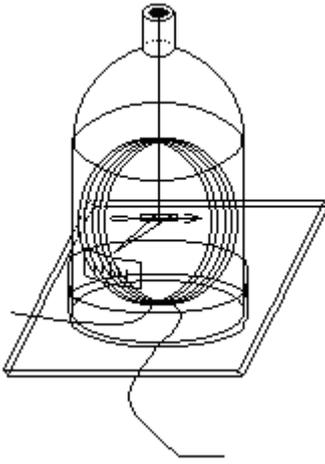
Observaciones:

1.- Cuanto mas sensible sea el galvanómetro mayor será la exactitud de las medidas.

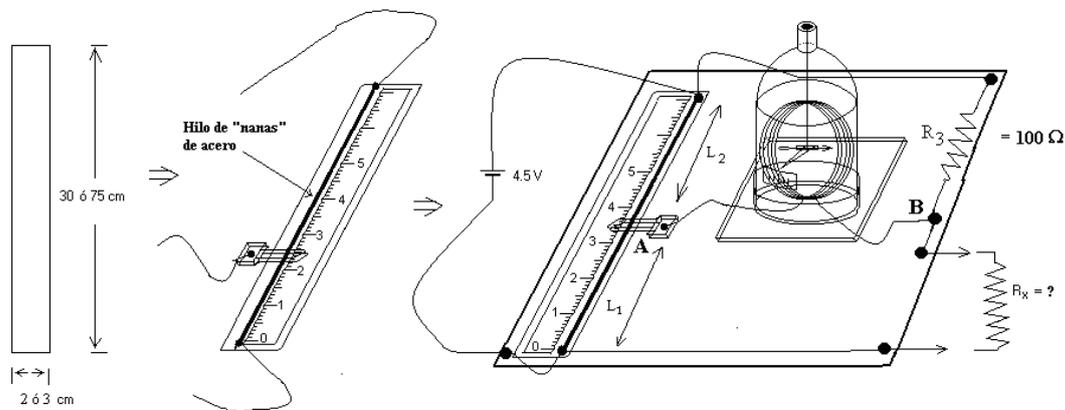
2.- Aunque teóricamente la resistencia a medir puede tener cualquier valor, en la práctica R_x no deberá ser superior a 100 veces a las R_1+R_2 , ni 100 veces inferior a R_1+R_2 . (Esto dependerá de la sensibilidad del galvanómetro)

3.- Hemos puesto en el esquema una pila de 4.5 V; si esto no fuera así, por ejemplo si esta está algo gastada, hay que sustituir el valor de 4.5 por lo que marque el voltímetro (o polímetro) estando conectada la pila al circuito.

4.- Se puede construir un galvanómetro – bastante sensible – realizando el sistema según la figura:

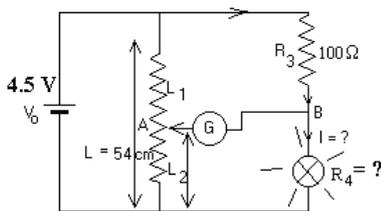


5.- Insertando el sistema anterior en el puente Weastone, se tiene:



6.- Para medir intensidades y potencias, se puede considerar:

A).- El sistema, según la figura:



Cuando $G = 0, I = 0 \Rightarrow V_A = V_B$, entonces:

$$R_1 R_4 = R_2 R_3 \Rightarrow R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1}; \text{ En términos de longitudes se debe tener: } \left. \begin{array}{l} R_4 = 100 \Omega \\ \end{array} \right\} \Rightarrow R_4 = 100 \frac{L_2}{L_1} (\Omega)$$

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} V_A = V_B = V_0 \frac{L}{L_1 + L_2} \\ \end{array} \right\} \Rightarrow I = \frac{V_B}{R_4} \Rightarrow I = \frac{V_0 \frac{L_1}{100 \frac{L_2}{L_1}}}{100 \frac{L_2}{L_1}} \Rightarrow I = \frac{V_0}{100} \frac{L_1}{(L_1 + L_2)} (\text{Amp})$$

Para la potencia, sobre R , se tiene: $W = I * V$

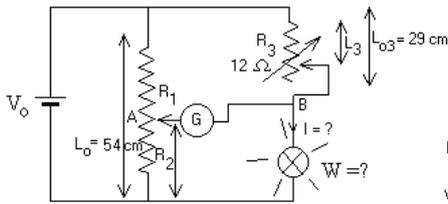
$$\left. \begin{array}{l} I = \frac{V_0}{100} \frac{L_1}{(L_1 + L_2)} (\text{Amp}) \\ V = V_B = V_0 \frac{L_2}{(L_1 + L_2)} (\text{Volt}) \end{array} \right\} \Rightarrow W = \frac{V_0}{100} \frac{L_1}{(L_1 + L_2)} * V_0 \frac{L_2}{(L_1 + L_2)} \Rightarrow W = \frac{V_0^2}{100} * \frac{L_1 L_2}{(L_1 + L_2)^2}$$

En general, como watímetro, se tiene:

$$W_{(R_4)} = \left(\frac{V_0}{L_1 + L_2} \right)^2 \frac{L_1 * L_2}{R_3}$$

En este sistema se puede resaltar que el valor de la resistencia aumenta al aumentar la temperatura (en los metales; para los no metales y semiconductores ocurriría lo contrario).

Si la resistencia R_4 es una bombilla de incandescencia, habría que poder variar la intensidad, es decir: hay que sustituir R_3 por un reostato, que también puede ser de hilo, esto es según la figura:



Cuando $G = 0, I = 0 \Rightarrow V_A = V_B$, entonces:

$$R_1 R_4 = R_2 R_3 \Rightarrow R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1}; \text{ En t\u00e9rminos de longitudes se debe tener: } R_4 = \frac{L_2}{L_1} R_3$$

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \left. \begin{aligned} V_A = V_B = V_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2} \\ V_B = V_0 \frac{R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3} \end{aligned} \right\} \Rightarrow I = \frac{V_B}{R_4} \Rightarrow I = \frac{V_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2}}{\frac{R_2 R_3}{R_1}} \Rightarrow I = V_0 \frac{R_2 R_1}{R_2 R_3 (R_1 + R_2)}$$

$$W = I * V_B$$

R_3 es sustituida por un reostato, y mediante \u00e9 se puede hacer variar la corriente sobre la bombilla

El valor de R_3 se puede deducir de la posici\u00f3n del cursor, teniendo en cuenta el valor total, y con una regla de tres, se puede hallar el valor de R_3

$$\left. \begin{aligned} I &= V_0 \frac{R_2 R_1}{R_2 R_3 (R_1 + R_2)} \\ V_A = V_B = V_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow W = I * V \Rightarrow W = V_0 \frac{R_2 R_1}{R_2 R_3 (R_1 + R_2)} V_0 \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow W = \frac{V_0^2}{R_3} \frac{R_2 R_1}{(R_1 + R_2)^2}$$

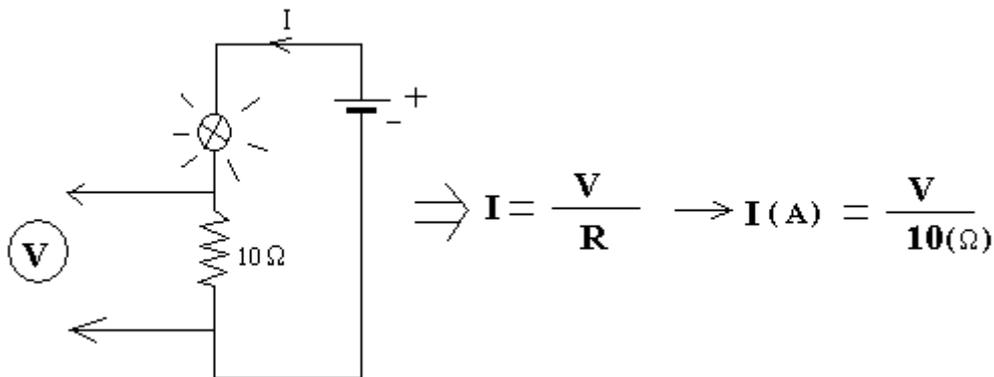
De la figura: $12 \Omega \leftarrow \rightarrow 29 \text{ cm} \Rightarrow 12 \Omega \leftarrow \rightarrow 29 \text{ cm} \Rightarrow R_3 = \frac{12 \Omega \cdot L_3}{29 \text{ cm}}$

$$\Rightarrow W = \left(\frac{V_0}{R_1 + R_2} \right)^2 \frac{R_2 R_1}{R_3}$$

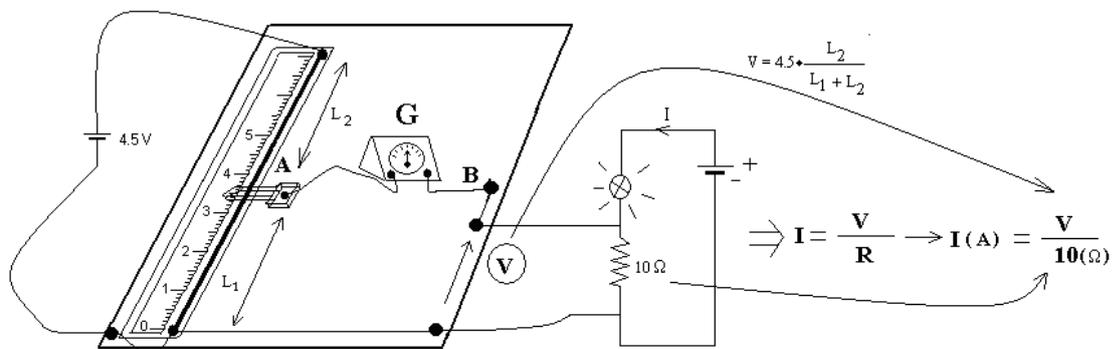
$$W = \left(\frac{V_0}{L_1 + L_2} \right)^2 \frac{L_2 L_1}{L_3} \frac{29 \text{ cm}}{12 \Omega} \Rightarrow \boxed{W = \left(\frac{V_0}{L_0} \right)^2 * \frac{L_2 L_1}{L_3} * \frac{L_{03}}{12 \Omega}}$$

Las constantes de nuestro circuito son: $V_0 (= 4.5 \text{ V}), L_0 (= 54 \text{ cm}), L_{03} (= 29 \text{ cm})$ y $R_3 (= 12 \Omega)$

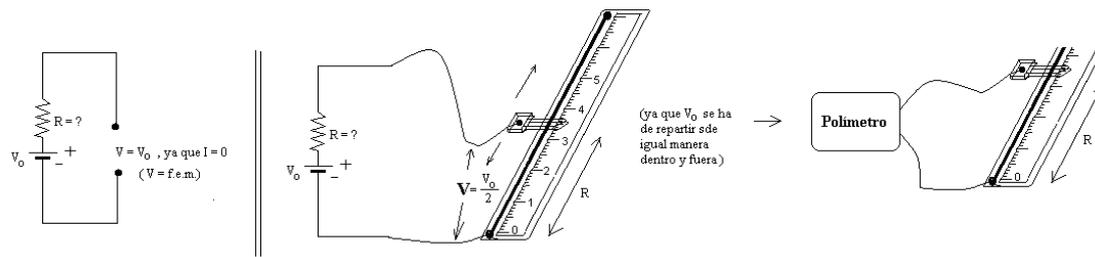
B).- Se puede hallar la intensidad, en general, seg\u00fan la figura:



A continuaci\u00f3n se podr\u00eda acoplar al circuito anterior, seg\u00fan la figura:



7.- Se podría hallar el valor de la resistencia interna de un generador, para ello el potenciómetro de hilo debe funcionar como reostato; esto es según la figura:



Si la resistencia interna del generador es mayor , entonces, o bien se coloca otro reostato de resistencia mayor, de lo contrario hay que establecer una regla de tres correspondiente.

Ahora V no es igual a V₀/2, sino que el valor que haya, es necesario establecer que:

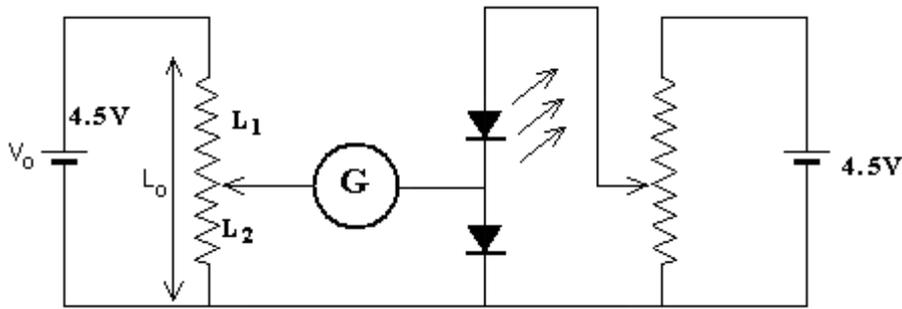
Si: $V_0 \leftarrow \text{-----} \rightarrow (R_{\text{int}} + R)$, entonces:

$V \leftarrow \text{-----} R$, y de aquí se puede hallar el valor de R_{int} .

O también:

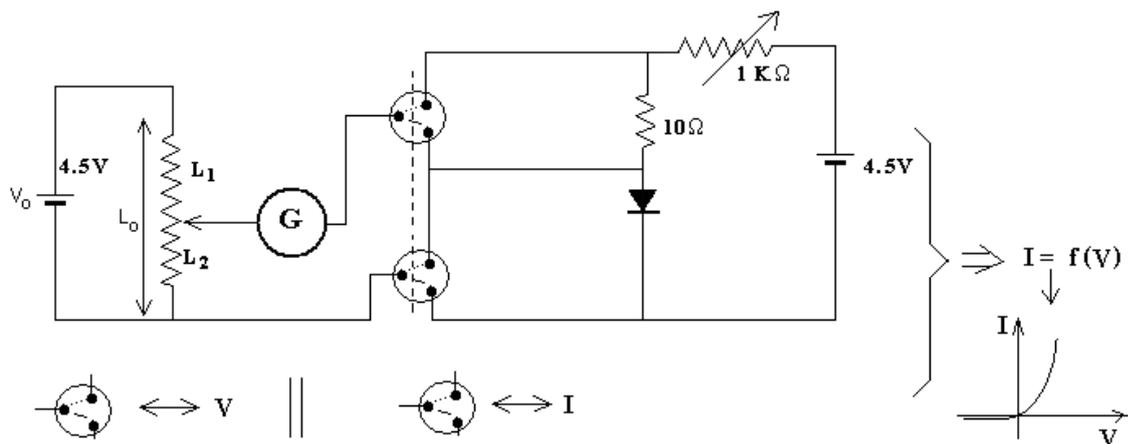
$$R_{\text{int}} = (V_0 - V) / R$$

8.- Para la tensión de despegue de un diodo que no sea LED, podría montarse el circuito, según la figura:



En el momento en que el diodo LED se empieza a encender, hallamos la tensión en el otro diodo, que será su tensión de despegue.

9.- Para realizar la curva característica de un diodo cualquiera, se monta el circuito según la figura:

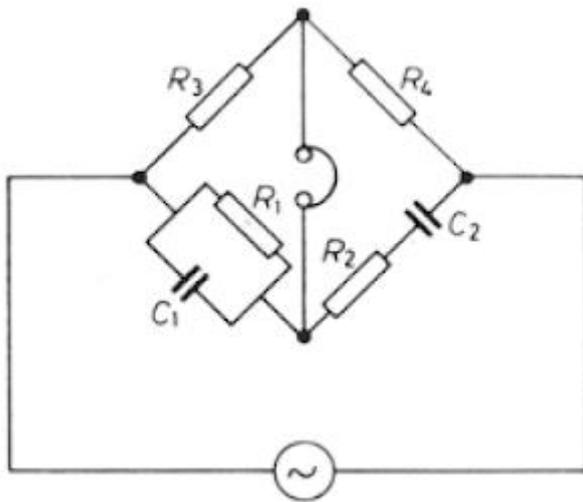


La posible importancia de este circuito es que para obtener la curva característica de un diodo u otro elemento de dos terminales, es que no necesitamos amperímetros ni voltímetros, pero eso sí a cambio de tener suficiente perseverancia.

10.- De manera análoga al caso anterior se podría hacer lo mismo para obtener las curvas características de un transistor, pero en este caso sería equivalente a duplicar todo el sistema: uno para la entrada y otro para la salida.

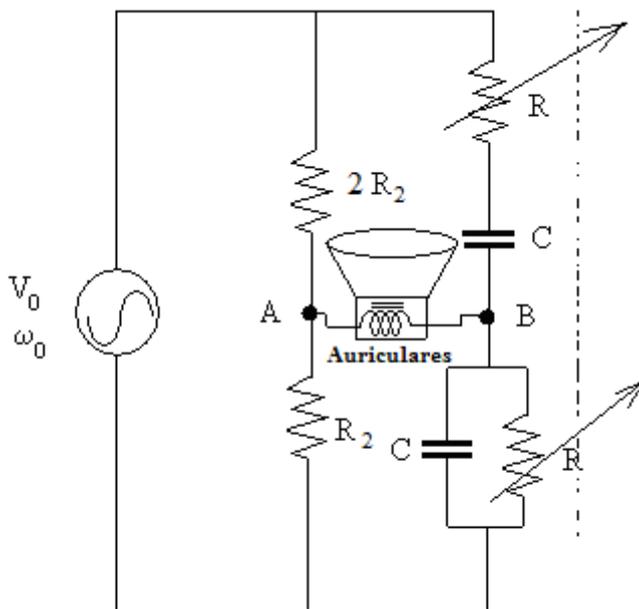
11.- Se puede sustituir la pila de 4.5 V por un generador de corriente alterna, pudiendo hallar los valores de capacidad, inductancia y frecuencia, cuando se sustituyen o añadan bobinas o condensadores en montajes apropiados. Por ejemplo:

A).- Puente de Wien.-



$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{R_4}{R_3} - \frac{R_2}{R_1} \quad C_1 C_2 = \frac{1}{\omega^2 R_1 R_2}$$

Como caso particular: $R_1 = 2 R_2$; $R_3 = R_4$; $C_3 = C_4$, se tiene:

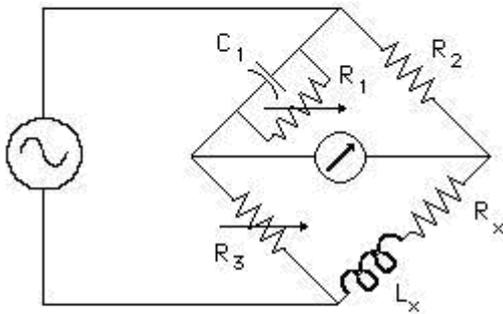


Las líneas de puntos representa que las resistencias están montadas sobre el mismo eje

Al mover el cursor de la R, el altavoz pasa por un mínimo, entonces la frecuencia de oscilación es $1/[2 \pi R C]$;

B).-

Puente Maxwell



$$R_x + j\omega L_x = R_2 R_3 \left(\frac{1}{R_1} + j\omega C_1 \right)$$

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1} \quad L_x = R_2 R_3 C_1$$

$$Z_1 Z_x = Z_2 Z_3$$

$$Z_1 Z_x = R_2 R_3$$

$$Z_x = R_2 R_3 Y_1$$

$$Y_1 = \frac{1}{R_1} + j\omega C_1$$

$$Z_x = R_2 R_3 \left(\frac{1}{R_1} + j\omega C_1 \right)$$

12.- Otros puentes de medida muy importantes son: Shering, Hay, Owen, Anderson, Thompson, Kelvin, , , , . . .

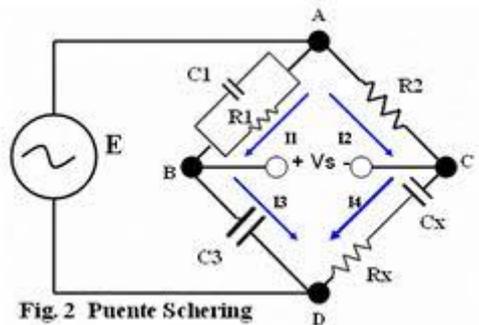
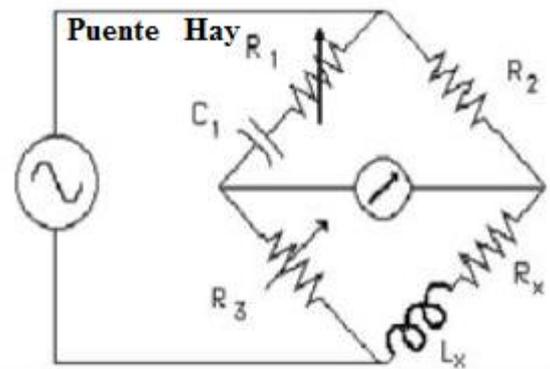
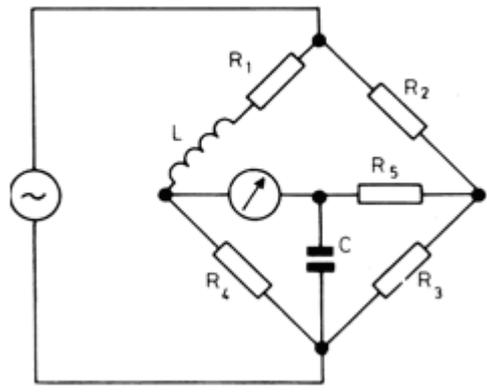
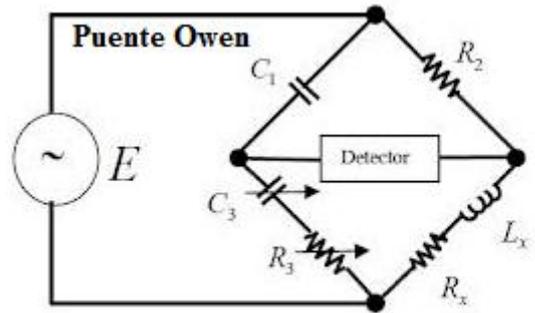


Fig. 2 Puente Schering



Puente Anderson



Las imágenes reales de la práctica son:

