

-17-

CURVA CARÁCTERÍSTICA DE UNA LÁMPARA

OBJETIVO

- Medir las resistencias de los filamentos metálicos y de carbón de sus correspondientes lámparas. Obtener su curva característica.

MATERIAL

- Resistencia variable (reóstato).
- Aparatos de medida: amperímetro y voltímetro.
- Lámpara de filamento de carbono.
- Lámpara de filamento metálico.
- Polímetro.

FUNDAMENTO TEÓRICO.

La ley de Ohm establece que, si en los extremos de un conductor de resistencia R se aplica una diferencia de potencial V , por éste circula una corriente I tal que $I = V/R$. Esta expresión suministra una forma sencilla y directa de medir la resistencia del conductor. Sin embargo, esta magnitud en muchos casos no es constante ya que varía con la temperatura.

La resistencia de un conductor R , depende de su resistividad ρ , de modo que si L es la longitud del conductor y S su sección la relación entre ambas se puede escribir como:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1)$$

La dependencia de la resistividad con la temperatura es del tipo:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha T + \beta T^2 + \dots) \quad (2a)$$

siendo ρ_0 la resistividad a 0°C , T la temperatura en $^\circ\text{C}$, y α y β constantes características del material (en las tablas se suelen dar estos valores referidos a 20°C , lo que se conoce como condiciones normales). En primera aproximación, la ecuación anterior se puede escribir como $\rho = \rho_0(1 + \alpha T)$, de modo que la dependencia con la temperatura de la resistencia se puede aproximar como:

$$R = R_0(1 + \alpha T) \quad (2b)$$

Por otra parte se sabe que, al pasar una determinada intensidad I por un material, éste se calienta por efecto Joule según la ley:

$$Q = 0,24 I^2 R \tau \text{ (Calorías)} \quad (3)$$

estando I en amperios y R en ohmios, y siendo τ el tiempo de circulación de la corriente, medido en segundos. Por lo tanto, la temperatura del conductor aumentará al aumentar la intensidad que circula por él. Por ello, en general $T = f(I)$ y, a no ser que la temperatura del conductor la mantuviéramos constante (por ejemplo, enfriándolo de alguna manera), se tiene que R es una función de I , dado que, según la ecuación 2b, R es función de T . Por ello :

$$I = \frac{V}{R(I)} \quad (4)$$

La curva que presenta I en función de V se llama *curva característica del material* y es de gran importancia práctica. Tratándose de conductores sólidos y líquidos es una recta si la temperatura se mantiene constante, pero si el conductor se calienta por la acción de la corriente, dicha línea se aparta de la ley de Ohm y deja de ser una recta.

Dado que la temperatura depende de la intensidad, si representamos los valores de R en función de I , obtendremos una representación cualitativa de la variación de R con la temperatura.

MODO DE OPERAR

1. Previo a la realización de ningún montaje eléctrico, se debe medir con el polímetro la resistencia de la lámpara que consta de una única bombilla.
2. Realice el montaje eléctrico de la Figura 1 para medir la diferencia de potencial y la intensidad de corriente que circula por una de las lámparas (*).

Obsérvese la forma correcta de conectar los aparatos de medida: el voltímetro se conecta en paralelo con el elemento del circuito cuya diferencia de potencial entre sus extremos se quiere medir (en este caso, el filamento de la lámpara), mientras que el amperímetro se conecta en serie. En el circuito, y en serie con el filamento, se conecta una resistencia variable (reóstato). Variando el valor de esta resistencia con el cursor que tiene incorporada se varía la intensidad que circula por el circuito puesto que:

$$I = \frac{(V_A - V_B)}{(R + R_R)} \quad (5)$$

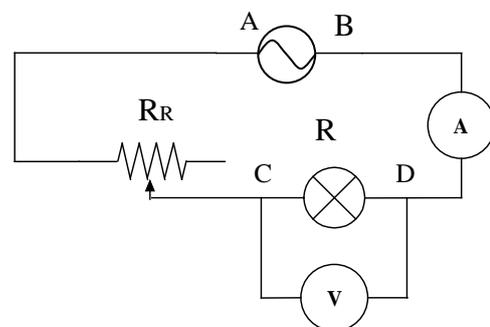


Figura 1

(*). Una de las lámparas consta, en realidad, de dos bombillas iguales de resistencia R' conectadas en paralelo para aumentar en un factor 2 el margen de medida. Es equivalente a colocar una sola de resistencia $R = R' / 2$, que es la que supondremos intercalada en el circuito.

El circuito se cierra pulsando un interruptor situado en la mesa.

No pulsarlo sin que el circuito haya sido revisado por el tutor o el técnico de laboratorio.

3. Para tomar las medidas, se va variando la posición del cursor en el reóstato y se anota, en una tabla, las lecturas del voltímetro ($V=V_C-V_D$) y el amperímetro (I). Estas medidas se realizan en sentido creciente, empezando por el valor más pequeño de I. No olvide anotar la precisión de los instrumentos. Con cada par de valores se calcula la resistencia de filamento mediante la expresión $R = V / I$.

Conviene determinar primero el margen en el que se realiza el experimento, para dividirlo de forma que se realicen al menos quince medidas en todo él.

4. Repita los apartados anteriores (2,3) con la segunda lámpara.

TRABAJO PREVIO

En el montaje no se han representado las resistencias internas de los aparatos de medida. Si se tiene en cuenta que el voltímetro tiene una resistencia interna, se ve que las medidas de V no corresponden exactamente a la diferencia de potencial de la lámpara.

1. Encuentre la expresión de la resistencia total de la asociación voltímetro+lámpara suponiendo que la resistencia interna del voltímetro es R_v .
2. ¿Qué resistencia debe tener el voltímetro para que se pueda despreciar su efecto?
3. Obtenga la expresión de la resistencia de la lámpara y su incertidumbre si se tuviese en cuenta la resistencia interna del voltímetro, en función de R_v , I y V.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

1. Calcule la longitud L del filamento de la lámpara de una sola bombilla a partir de la medida de su resistencia R “*en frío*” (sin que pase corriente por el circuito), sabiendo que su resistividad vale $\rho = 5.65 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, su diámetro es $d = 60 \mu\text{m}$ y aplicando la expresión (1). Calcular la incertidumbre en L utilizando únicamente la incertidumbre en R .
2. Exprese en tablas los valores de V , I y R para cada lámpara. Calcule la incertidumbre para cada valor de R teniendo en cuenta que es una medida indirecta que depende de las incertidumbres de V y de I . Presente los valores de las tablas correctamente expresados y/o redondeados. Para la lámpara de una sola bombilla, compare el valor de R correspondiente al menor valor de I con la medida de la resistencia “*en frío*” y discuta la posible diferencia en los valores.
3. Construya la curva característica de cada lámpara (I en función de V). Dentro del margen en el que se ha trabajado ¿Se puede considerar lineal?
4. Construya para cada lámpara la gráfica de R en función de I y discuta si es creciente o decreciente. Deduzca de ello si la constante α es positiva o negativa. Teniendo en cuenta que la constante α es positiva para los buenos conductores (metales) y negativa para malos conductores (carbono), deduzca de qué material es el filamento de cada una de las lámparas.
5. Numéricamente, tomando $R_V \approx 2,5 \text{ M}\Omega$, y con los datos de la tabla correspondientes a los valores medidos extremos (máximo y mínimos) de la resistencia, para la lámpara de carbono, calcule la resistencia de la lámpara según la expresión obtenida en el apartado 3 del "TRABAJO PREVIO" y discuta la validez de los resultados obtenidos con (4).