

# -17-

## CURVA CARÁCTERÍSTICA DE UNA LÁMPARA

### OBJETIVO

- Medir las resistencias de los filamentos metálicos y de carbón de sendas lámparas. Representar su curva característica.

### MATERIAL

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

(Ver nota 1 al final del guión).

### FUNDAMENTO TEÓRICO.

La ley de Ohm establece que si en los extremos de un conductor de resistencia  $R$  se establece 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.

Como ya se dijo en la Práctica 15, para un conductor  $R = \rho L/S$ , donde  $L$  y  $S$  son la longitud y la sección del conductor y  $\rho$  es la resistividad. La dependencia de  $\rho$  con la temperatura es del tipo:

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

siendo  $\rho_0$  la resistividad a  $0^\circ\text{C}$ ,  $T$  la temperatura en  $^\circ\text{C}$ , y  $\alpha$  y  $\beta$  constantes características del material (en las tablas se suelen dar estos valores referidos a  $20^\circ\text{C}$ ). En primera aproximación, la ecuación anterior se puede escribir como  $\rho = \rho_0(1 + \alpha T)$  y, por lo tanto, para la misma longitud y sección del conductor la variación de la resistencia con la temperatura es de la forma:

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

Por otra parte es sabido 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  $\tau$  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  $I$ :

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

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 se curva. 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. Realizar 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:

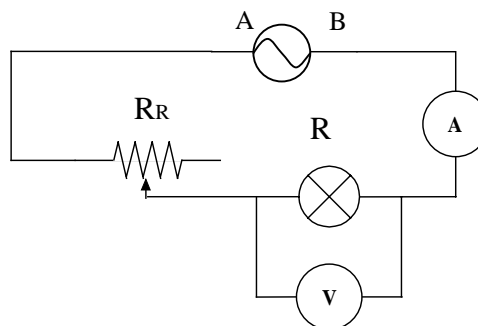


Figura 1

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

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.

2. Medir  $V = (V_A - V_C)$  e  $I$  variando la posición del cursor en el reóstato. Estas medidas se realizan en sentido creciente, empezando por el valor más pequeño de  $I$ . Con cada par de valores se halla el de la resistencia de filamento mediante la expresión  $R = V / I$ . Determinando primero el margen en el que se realiza el experimento, dividirlo de forma que se realicen quince medidas en todo él.
3. Repetir los apartados anteriores con la segunda lámpara.

(\*) 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.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

1. **Antes de abandonar el laboratorio realice las representaciones gráficas de V frente a I y R frente a I para el caso en que se utiliza una sola bombilla. Para ello solicite papel milimetrado al personal del laboratorio. Entregue las gráficas al tutor de la práctica y no olvide poner su nombre y grupo**
2. Expresar en tablas los valores de V, I y R para cada lámpara. Calcular 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 (si sólo se realiza una medida para cada V e I, la incertidumbre de estas dos magnitudes se estima a partir de la precisión de los aparatos). Presentar los valores de las tablas correctamente expresados y/o redondeados
3. Construir la curva característica de cada lámpara (I frente a V). Dentro del margen en el que se ha trabajado ¿Se puede considerar lineal?
4. Construir para cada lámpara la gráfica de R en función de I y decir si es creciente o decreciente. Deducir de ello si la constante  $\alpha$  es positiva o negativa. Teniendo en cuenta que la constante  $\alpha$  es positiva para los buenos conductores (metales) y negativa para peores conductores (carbono), decir de qué material es el filamento de cada una de las lámparas.
5. En la Figura 1 no se han representado las resistencias internas de los aparatos de medida. Teniéndolas en cuenta se ve que, tanto con este montaje (Figura 1 bis) como con el otro posible (Figura 2), las medidas de V y de I realizadas no corresponden exactamente a la diferencia de potencial e intensidad de la lámpara. En efecto, para el primer montaje (Fig. 1 bis de la siguiente página) se tiene:

$$I = I_R + I_V = \frac{V}{R} \left( 1 + \frac{R}{R_V} \right) \quad (6)$$

mientras que para el segundo (Fig.2 de la siguiente página):

$$V = I(R + R_A) = IR \left( 1 + \frac{R_A}{R} \right) \quad (7)$$

donde  $R_V$  y  $R_A$  son los valores de la resistencia interna del voltímetro y el amperímetro utilizados. Discutir las condiciones que deben cumplir la resistencia del voltímetro y del amperímetro para justificar la utilización de la relación (4) en el desarrollo de la práctica y conclusiones de los apartados anteriores.

Teniendo en cuenta los valores de las resistencias internas de los aparatos utilizados ( $R_V \approx 2 \text{ M}\Omega$ ;  $R_A \approx 1.5 \Omega$ ), ¿cuál sería la diferencia entre ambos montajes para el valor máximo y mínimo de la resistencia de la lámpara de carbono? Compárese con el valor de sus incertidumbres.

