

La ley de Ohm. Teoría y experimento.

SOLUCIONARIO

1) Se escogen cinco resistencias de diferentes valores nominales y con el óhmetro se miden sus respectivas resistencias.

Valores nominales

$$R_1 = 100 \Omega \quad ; \quad R_2 = 220 \Omega \quad ; \quad R_3 = 270 \Omega \quad ; \quad R_4 = 330 \Omega \quad ; \quad R_5 = 570 \Omega$$

Valores medidos con uno de los multímetros utilizado como óhmetro

$$R_1 = 110 \Omega \quad ; \quad R_2 = 218 \Omega \quad ; \quad R_3 = 279 \Omega \quad ; \quad R_4 = 329 \Omega \quad ; \quad R_5 = 562 \Omega$$

Los valores de estas resistencias no son críticos, pueden elegirse otros, sin embargo, conviene escogerlos para que todos se puedan medir en la misma escala del aparato.

2) Se monta el circuito de la figura 1. y se mide la caída de tensión en la pila (fotografías 1 y 2)

$$V_{\text{pila}} = 19,45 \text{ V}$$

Puede utilizarse una pila de menor voltaje, por ejemplo, asociando dos o tres pilas de 4,5 V

3) Se determina la resistencia equivalente al circuito de la figura 1 y con ese valor y el obtenido en el apartado anterior se determina la intensidad de la corriente que pasa por la pila.

$$\text{Resistencia equivalente a } R_5 + R_2 \text{ en serie: } R_e = 562 + 218 = 780 \Omega$$

$$\text{Resistencia equivalente a } R_4 + R_3 \text{ en serie: } R_{ee} = 329 + 279 = 608 \Omega$$

Resistencia equivalente entre R_{ee} y R_1 que están en paralelo

$$R_p = \frac{608 \cdot 110}{608 + 110} = 93 \Omega$$

$$\text{La resistencia total es la suma de } R_e + R_p \quad R_T = 780 + 93 = 873 \Omega$$

$$\text{La intensidad que pasa por la pila y por } R_2 \text{ es: } I = \frac{19,45}{873} \text{ A}$$

4) Aplicando la ley de Ohm determine las diferencias de potencial entre los puntos del circuito

$$V_{AB} \quad ; \quad V_{EA} \quad ; \quad V_{BC} \quad ; \quad V_{BD} \quad ; \quad V_{DC} \quad ; \quad V_{CA}$$

$$V_{AB} = \frac{19,45}{873} \cdot 218 = 4,86 \text{ V} \quad ; \quad V_{EA} = \frac{19,45}{873} \cdot 562 = 12,5 \text{ V} \quad , \quad V_{BC} = \frac{19,45}{873} \cdot 93 = 2,07 \text{ V}$$

$$\text{La intensidad de la corriente por el ramal BDC: } I' = \frac{2,07}{R_3 + R_4} = \frac{2,07}{608} \text{ A}$$

$$V_{BD} = \frac{2,07}{608} \cdot 329 = 1,12 \text{ V} \quad ; \quad V_{BD} = \frac{2,07}{608} \cdot 279 = 0,95 \text{ V} \quad V_{CA} = -19,45 + 12,5 = -6,95 \text{ V}$$

5) Mida con el voltímetro las diferencias de potencial anteriores. La fotografía 3 indica la medida obtenida por nosotros para la diferencia de potencial V_{BC}

$$V_{AB} = 4,72 \text{ V} \quad ; \quad V_{EA} = 12,16 \text{ V} \quad ; \quad V_{BC} = 2,04 \text{ V} \quad ; \quad V_{BD} = 1,11 \text{ V} \quad ; \quad V_{DC} = 0,94 \text{ V} \quad ; \quad V_{CA} = -6,76 \text{ V}$$

6) Calcule en tantos por ciento la diferencia entre los valores experimentales y los teóricos

$$d(AB) = \frac{4,86 - 4,72}{4,86} \cdot 100 = 2,9\% \quad ; \quad d(EA) = \frac{12,52 - 12,16}{12,52} \cdot 100 = 2,9\%$$

$$d(BC) = \frac{2,07 - 2,04}{2,07} \cdot 100 = 1,4\% \quad ; \quad d(BD) = \frac{1,12 - 1,11}{1,12} \cdot 100 = 0,9\%$$

$$d(DC) = \frac{0,95 - 0,94}{0,95} \cdot 100 = 1,1\% \quad ; \quad d(CA) = \left| \frac{6,95 - 6,76}{6,95} \right| \cdot 100 = 2,7\%$$

7) Calcule la potencia suministrada al circuito por la pila.

$$P_{\text{pila}} = VI = 19,45 \cdot \frac{19,45}{873} = 0,433 \text{ W}$$

8) Calcule la potencia consumida en cada resistencia

$$P(R_1) = \frac{2,04^2}{110} = 0,0378 \text{ W} \quad ; \quad P(R_2) = \frac{4,72^2}{218} = 0,102 \text{ W} \quad ; \quad P(R_3) = \frac{0,94^2}{279} = 3,167 \cdot 10^{-3} \text{ W}$$

$$P(R_4) = \frac{1,11^2}{329} = 3,745 \cdot 10^{-3} \text{ W} \quad ; \quad P(R_5) = \frac{12,16^2}{562} = 0,263 \text{ W}$$

$$P_{\text{total}} = 0,0378 + 0,102 + 3,167 \cdot 10^{-3} + 3,745 \cdot 10^{-3} + 0,263 = 0,410 \text{ W}$$

9) Calcule la diferencia entre la potencia suministrada por la pila y la suma de las potencias consumidas por las resistencias.

$$d = \frac{0,433 - 0,410}{0,433} \cdot 100 = 5,3\%$$

Los resultados anteriores están ligados a los multímetros que aparecen en las fotografías, que son los más baratos del mercado y en principio los que son menos precisos. Trabajando con las mismas resistencias y el mismo circuito pero utilizando un multímetro de mayor calidad los resultados son los siguientes.

$$R_1 = 108 \ \Omega \quad ; \quad R_2 = 214 \ \Omega \quad ; \quad R_3 = 276 \ \Omega \quad ; \quad R_4 = 326 \ \Omega \quad ; \quad R_5 = 557 \ \Omega$$

$$V_{\text{pila}} = 19,13 \text{ V}$$

Voltajes experimentales

$V_{AB} = 4,78V$; $V_{EA} = 12,32V$; $V_{BC} = 2,04V$; $V_{BD} = 1,11V$; $V_{DC} = 0,94V$; $V_{CA} = -6,83V$
Voltajes obtenidos con el nuevo valor de la fuente (19,13 V) y los nuevos valores de las resistencias.

$$V_{AB} = 4,75V ; V_{EA} = 12,35V ; V_{BC} = 2,03V ; V_{BD} = 1,10V ; V_{DC} = 0,93V ; V_{CA} = -6,83V$$

$$d(AB) = \left| \frac{4,75 - 4,78}{4,75} \cdot 100 \right| = 0,63 \% ; \quad d(EA) = \frac{12,35 - 12,32}{12,35} \cdot 100 = 0,24 \%$$

$$d(BC) = \left| \frac{2,03 - 2,04}{2,03} \cdot 100 \right| = 0,49 \% ; \quad d(BD) = \left| \frac{1,10 - 1,11}{1,10} \cdot 100 \right| = 0,91\%$$

$$d(DC) = \left| \frac{0,93 - 0,94}{0,93} \cdot 100 \right| = 1,1\% ; \quad d(CA) = \frac{6,83 - 6,83}{6,83} \cdot 100 = 0,0 \%$$

Potencia suministrada por la fuente de alimentación: $P_{pila} = VI = 19,13 \cdot \frac{19,13}{862,6} = 0,424W$

Potencia consumida por las resistencias

$$P(R_1) = \frac{2,03^2}{108} = 0,0382W ; P(R_2) = \frac{4,75^2}{214} = 0,105W ; P(R_3) = \frac{0,94^2}{276} = 3,201 \cdot 10^{-3} W$$

$$P(R_4) = \frac{1,11^2}{326} = 3,779 \cdot 10^{-3} W ; P(R_5) = \frac{12,32^2}{557} = 0,272W$$

$$P_{total} = 0,0382 + 0,105 + 3,201 \cdot 10^{-3} + 3,779 \cdot 10^{-3} + 0,272 = 0,422W$$

$$d = \frac{0,424 - 0,422}{0,424} \cdot 100 = 0,47 \%$$

Los resultados son mejores al utilizar un multímetro de mayor calidad comparado con los de las fotografías.3