

F.F.I. Boletín Tema 2**Intensidad. Resistencia. Baterías.**

1. Al circular una corriente de 500 mA por un cable de cobre de diámetro 1,291 mm se mide una caída de potencial de 6,38 mV por cada metro de dicho cable. Teniendo en cuenta que el cobre posee una concentración de portadores $n = 8,47 \times 10^{28}$ electrones/m³, determinar la resistencia de un metro de dicho cable, la resistividad del cobre y la velocidad de deriva de los portadores en el cable cuando lo circula una intensidad de 500 mA.

Sol.: 12,76 mΩ, $\rho = 1,67 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ y $v_d = 0,028$ mm/s.

2. Un conductor de cobre de 40 m y de diámetro 1 mm se une por su extremo con otro de hierro de 25 m e igual diámetro. El conjunto es circulado por una intensidad de 500 mA. Sabiendo que las resistividades de dichos metales son $\rho_{\text{Cu}} = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ y $\rho_{\text{Fe}} = 10 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, determinar: **(a)** el campo eléctrico y la diferencia de potencial entre los extremos de cada conductor; **(b)** la resistencia de cada conductor.

Sol.: (a) $E_{\text{Cu}} = 10,8$ mV/m, $E_{\text{Fe}} = 63,7$ mV/m; $V_{\text{Cu}} = 432$ mV, $V_{\text{Fe}} = 1,59$ V. (b) $R_{\text{Cu}} = 864$ mΩ y $R_{\text{Fe}} = 3,18$ Ω.

3. Comparar el valor de la resistencia de un metro del cable de cobre del problema 1 con la resistencia de una bombilla de 100W-220V (la resistencia de la bombilla puede obtenerse sabiendo que consume 100 W para una tensión de 220 V entre sus extremos). A la vista del resultado, concluya si puede despreciarse la resistencia del cable frente a la de la bombilla.

Sol.: $R_{\text{Bombilla}} = 484 \Omega$, como 12,76 mΩ es mucho menor que 484 Ω podemos despreciar la resistencia del cable frente a la de la bombilla.

4. Entre los bornes de una pila se mide una tensión de 1,3 V al ser circulada por una intensidad de 400 mA y una tensión de 1,4 V al ser circulada por una intensidad de 200 mA. Determinar el valor nominal de la fuerza electromotriz de la pila y su resistencia interna.

Sol.: $\varepsilon = 1,5$ V y $r = 0,5 \Omega$.

5. Se dispone de batería de 12 V y de carga total 2 A·h. **(a)** ¿Cuál es el valor de la energía total que puede suministrar la batería? **(b)** ¿Cuánto tiempo puede funcionar conectada a una resistencia de 100 Ω antes de que sea necesario recargarla (suponga despreciable la resistencia interna de la batería)? **(c)** Si la batería se conecta a un circuito de forma que por la misma circula una intensidad de 250 mA, ¿qué potencia suministrará?, ¿cuánto tiempo puede estar funcionando antes de descargarse?

Sol.: (a) 86400 J. (b) 16 horas y 40 minutos, (c) 3 W, 8 horas.

6. Cierta coche eléctrico funciona con 10 baterías de 12 V. Si a 80 km/hora el rozamiento es de aproximadamente 1.2 kN., **(a)** ¿qué potencia debe suministrar el motor a dicha velocidad? **(b)** Si cada batería suministra una carga total de 160 A·h antes de descargarse, determinar la energía total suministrada por las baterías antes de descargarse y expresar el resultado en kW·h. **(c)** ¿Qué distancia recorrerá el coche a 80 km/hora antes de que sea necesario recargar las baterías?

Sol.: (a) 26,67 kW. (b) 69,12 MJ = 19,2 kW·h. (c) 57,6 km.

Análisis de circuitos y reglas de Kirchhoff

7. En las ramas del esquema, determinar la intensidad por la resistencia de $6\ \Omega$ y las caídas de potencial V_{ab} y V_{bc} .

Sol.: $I = 2\text{ A}$, $V_{ab} = -2\text{ V}$, $V_{bc} = 84\text{ V}$.

8. Obtener las corrientes por las ramas del circuito de la figura así como la potencia total suministrada y consumida, verificando el balance.

Sol.: 100 mA, 40 mA y 60 mA; Potencia suministrada por la pila 1W y potencia consumida en las resistencias $0,4 + 0,24 + 0,36 = 1\text{ W}$, igual a la suministrada como era de esperar.

9. En el circuito de la figura calcular: **(a)** las intensidades por cada una de las ramas; **(b)** la caída de tensión V_{AB} por tres caminos diferentes; **(c)** la potencia suministrada y consumida, verificando su balance.

Sol.: (a) 0,3 A, 0,3 A y 0,6 A; (b) $V_{AB} = 36\text{ V}$, independiente del camino; (c) Suministro: $P_{(72V)} = 21,6\text{ W}$, $P_{(48V)} = 14,4\text{ W}$, Consumo: $P_{(120\Omega)} = 10,8\text{ W}$, $P_{(40\Omega)} = 3,6\text{ W}$, y $P_{(6\Omega)} = 21,6\text{ W}$, Balance $(21,6 + 14,4)\text{ W} = (10,8 + 3,6 + 21,6)\text{ W} = 36\text{ W}$.

10. En el circuito de la figura determinar las intensidades que atraviesan las baterías así como las caídas de potencial V_{AB} , V_{AC} y V_{BD} .

Sol.: 10 mA, 20 mA y 10 mA; $V_{AB} = -80\text{ V}$, $V_{AC} = 20\text{ V}$ y $V_{BD} = 140\text{ V}$.

Asociaciones de resistencias

11. Utilizando las reglas para la asociación en serie y en paralelo de resistencias, determinar la resistencia equivalente desde los terminales de la pila en el circuito de la figura. Utilizar dicho resultado para obtener la potencia suministrada por la pila.

Sol.: $R_{eq.} = 20\ \Omega$ y $P = 112,5\text{ mW}$.

12. La asociación de resistencias de la figura se denomina puente de Wheastone. **(a)** Demostrar que si la intensidad que atraviesa la resistencia R es nula entonces se cumple la relación $R_1 R_4 = R_2 R_3$ (nota: si se verifica dicha relación, se dice que el puente está *balanceado* y la resistencia R podría quitarse o sustituirse por otra resistencia para calcular la resistencia equivalente). **(b)** Para los valores (en $k\Omega$) siguientes: $R_1 = 5$, $R_2 = 1$, $R_3 = 10$, $R_4 = 2$ y $R = 2$, compruebe si el puente está balanceado y calcule la resistencia equivalente. **(c)** sea ahora $R_2 = 4\text{ k}\Omega$, siendo las demás las mismas del apartado (b), calcule nuevamente la resistencia equivalente.

Sol.: (b) el puente está balanceado y $R_{eq.} = 2,5\text{ k}\Omega$; (c) no está balanceado y $R_{eq.} = 4\text{ k}\Omega$.

13. Demostrar: **(a)** Si dos resistencias R_1 y R_2 están en paralelo, entonces se verifica que $I_1 = IR_2/(R_1 + R_2)$ y análogamente $I_2 = IR_1/(R_1 + R_2)$, donde I es la intensidad total por el paralelo e I_1 e I_2 las intensidades por R_1 y R_2 respectivamente ¹.

(b) Si dos resistencias están en serie, entonces se verifica $V_1 = VR_1/(R_1 + R_2)$ y análogamente $V_2 = VR_2/(R_1 + R_2)$, donde V es la caída de tensión total entre los extremos de la asociación, siendo V_1 y V_2 las caídas de tensión en R_1 y R_2 respectivamente ².

¹Esta fórmula llamada del divisor de intensidad indica que pasa más intensidad por la resistencia menor, ya que “cuesta” menos y la intensidad busca caminos de menor resistencia.

²Esta fórmula llamada del divisor de tensión indica que la caída de tensión es proporcional a la resistencia, por tanto cae más tensión en la resistencia mayor, ya que es necesario más trabajo para que la unidad de carga atraviese la resistencia de mayor valor.

Circuitos con condensadores

14. Se dispone de un condensador de capacidad C asociado en serie a una resistencia R . **(a)** Determinar el tiempo necesario para que la carga alcance el 50 % de su valor final al conectar la serie R-C a una fuente de tensión continua. **(b)** Si una vez cargado con una carga final Q_0 se procede a su descarga sustituyendo la fuente por un cortocircuito, encontrar el valor de la energía cedida por el condensador en dicho proceso durante un tiempo t . ¿En qué se transforma dicha energía?.

Sol.: (a) $t = RC \ln 2$. (b) $\Delta U = Q_0^2(1 - e^{-2t/(RC)})/(2C)$, se transforma en calor disipado en R .

15. Considere el proceso de carga de un condensador en un circuito R-C serie que se conecta a una fuente de tensión continua de fem \mathcal{E} . Teniendo en cuenta que en este circuito tan sencillo toda la carga que atraviesa la fuente se destina a cargar el condensador, demostrar mediante un balance de energía que la energía disipada en la resistencia durante el proceso de carga tiene igual valor que la que se almacena en el condensador.

16. Teniendo en cuenta cómo se comporta un condensador en el instante inicial de un proceso de carga ($t = 0$) y una vez que alcanza su carga final, **(a)** determinar la intensidad que circula por la fuente de la figura en el instante inicial de conexión y una vez que el condensador ha alcanzado su carga final y obtener el valor de dicha carga. **(b)** Se repite el proceso de carga en el circuito pero utilizando una fuente de diferente valor de forma que la carga final en condensador es ahora de $9 \mu\text{C}$. Determinar la fuerza electromotriz de la nueva fuente, la intensidad que la circuló en el momento inicial del proceso de carga y la que la circula una vez alcanzada la carga final.

Sol.: (a) 50 mA, 30 mA, $3 \mu\text{C}$. (b) 4,5 V, 150 mA, 90 mA.

17. El circuito de la figura está en estado estacionario. Sabiendo que la carga del condensador de $6 \mu\text{F}$ es de $40 \mu\text{C}$ con la polaridad indicada, determinar: **(a)** el valor de la intensidad que atraviesa la batería así como su fuerza electromotriz; **(b)** la carga de cada uno de los condensadores.

Sol.: **a)** $I = 4 \text{ A}$, $\mathcal{E} = 44 \text{ V}$; **b)** $Q_{(1\mu\text{F})} = 4 \mu\text{C}$, $Q_{(6\mu\text{F})} = Q_{(3\mu\text{F})} = 40 \mu\text{C}$ y $Q_{(5\mu\text{F})} = 50 \mu\text{C}$.

Figuras Bol. Tema 2

