

F.F.I. — Grado en Ingeniería de la Salud. Curso 2021-2022. — Ejercicios del tema 2**Análisis de circuitos y reglas de Kirchhoff**

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.

(a) 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, $\rho = 1,67 \times 10^{-8}$ Ω·m y $v_d = 0,028$ mm/s..

(b) Comparar el valor de la resistencia de un metro del cable 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.: $R_{\text{Bombilla}} = 484$ Ω, como 12,76 mΩ es mucho menor que 484 Ω podemos despreciar la resistencia del cable frente a la de la bombilla.

2. 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 $r = 0,5$ Ω.

3. En las ramas del esquema, determinar la intensidad por la resistencia de 6 Ω y las caídas de potencial V_{ab} y V_{bc} .

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

4. 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 $0,4 + 0,24 + 0,36 = 1$ W, igual a la suministrada como era de esperar.

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

6. 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; $V_{AB} = -80$ V, $V_{AC} = 20$ V y $V_{BD} = 140$ V. Nota: este circuito tiene tres mallas y puede resultar conveniente usar el método de Kramer o un software para resolver el sistema de ecuaciones.

Asociaciones de resistencias

7. 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 $P = 112,5 \text{ mW}$.

8. 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 $R_2 = 4 k\Omega$, compruebe que el puente no está balanceado. siendo las demás las mismas del apartado (b),

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

9. 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.

Circuitos con condensadores

10. Cuando un circuito con resistencias, condensadores y baterías de CC se conecta, la carga de cada condensador aumenta hasta su valor final Q de acuerdo con la ley: $q(t) = Q(1 - e^{-t/\tau})$, donde τ se denomina *la constante de tiempo* y depende de las capacidades y resistencias de los elementos del circuito. Después de un tiempo $t = \tau$ la carga es el 63 % de la carga final. **(a)** Usando la expresión anterior para $q(t)$, determinar las expresiones matemáticas para la intensidad $I(t) = dq(t)/dt$ y la diferencia de voltaje $V(t) = q(t)/C$ a través del condensador y representarlas gráficamente. **(b)** Verificar que para $t = 4\tau$ la carga $q(t)$ es 98 % de la carga final y el condensador está, por lo tanto, casi cargado. **(c)** Comprobar que para $t = 0$ la diferencia de potencial entre las placas del condensador es cero y, por lo tanto, es equivalente a un *cortocircuito* (a menudo abreviado como *corto*), y comprobar también que si el condensador está completamente cargado la intensidad a través de él es cero, por lo que es equivalente a un em circuito abierto.

11. Usando (c) del ejercicio previo, determinar: **(a)** las intensidades a través de los generadores de la figura justo en el momento en que el circuito se conecta en ($t = 0$); **(b)** las corrientes a través de los generadores cuando el condensador se ha cargado completamente **(c)** la diferencia de potencial en el condensador calculada a lo largo de dos caminos diferentes; **(d)** la carga final del condensador y la energía que almacena.

Sol.: (a) 0,25 A y 0,7 A; (b) 0,2 A y 0,1 A; (c) $V_c = 12 \text{ V}$, por cualquier camino; (d) $24 \mu\text{C}$, con la placa superior cargada positivamente y $U_E = 144 \mu\text{J}$.

12. 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 el generador así como su fuerza electromotriz; **(b)** la carga de cada uno de los condensadores.

Sol.: **(a)** $I = 4 \text{ A}$, $\varepsilon = 44 \text{ V}$; **(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 $Q_{(5\mu\text{F})} = 50 \mu\text{C}$.

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.

Problema de examen

13. (a) Obtener las expresiones para las resistencias equivalentes en serie y en paralelo de dos resistencias de valor R_1 and R_2 . (b) Aplicar el resultado anterior para calcular la resistencia equivalente en la figura vista de los terminales de la batería. (c) Obtener la corriente a través de la batería.

Figuras. Boletín del tema 2

