BOLETÍN 4. CORRIENTE ELÉCTRICA. CIRCUITOS C.C.

1. Un cable conductor de cobre de sección transversal cuadrada de 1 mm de lado transporta una corriente constante de 20 A. La densidad de portadores (electrones) es de 8×10^{28} e$^-$/m^3. Determínese: a) densidad de corriente; b) velocidad de arrastre de los portadores.

   Solución: a) $J = 20 \times 10^6$ A/m^2; b) $v_a = 1,6$ mm/s.

2. En el problema anterior, calcúlese el campo eléctrico en el interior del conductor y la diferencia de potencial entre los extremos del cable, si su longitud es $L = 100$ m, sabiendo que su resistividad es $\rho = 1,72 \times 10^{-8}$ Ω·m. Determínese el valor de la resistencia que ofrece el hilo al paso de corriente.

   Solución: $E = 0,344$ V/m, $V = 34,4$ V, $R = 1,72$ Ω.

3. La dependencia de la resistencia de un conductor con la temperatura es aproximadamente lineal y viene dada por $R = R_0(1 + \alpha T)$ donde T es la temperatura (expresada en grados Celsius), α es una constante (característica del material) y R_0 representa la resistencia a $T = 0$°C. Sabiendo que para cierto conductor $\alpha = 3,6 \times 10^{-3}$ (°C)$^{-1}$ y que $R = 12,40$ Ω para $T = 20$°C, determinar el valor de R_0 y la resistencia a $T = 100$°C.

   Solución: $R_0 = 11,57$ Ω; $R = 15{,}73$ Ω.

4. Se mide la resistencia de un conductor a dos temperaturas, obteniéndose los valores $R_1 = 10,0$ Ω y $R_2 = 14,0$ Ω para $T_1 = 10$°C y $T_2 = 95$°C, respectivamente. Determinar el valor de la constante α de este conductor.

   Solución: $\alpha = 4,94 \times 10^{-3}$ (°C)$^{-1}$.

5. Una bombilla de 60 W y 125 V se conecta por error a una red eléctrica de 220 V. La bombilla brilla intensamente durante un instante y se funde. Determinar: a) la potencia consumida por la bombilla mientras estuvo encendida; b) el valor de la resistencia que habría que conectar en serie con la bombilla para que no se funda; c) la energía total consumida en el caso (b), expresada en kW·h, si el sistema resistencia-bombilla funciona durante 12 horas.

   Solución: a) 185,9 W; b) 197,9 Ω; c) 1,27 kW·h.

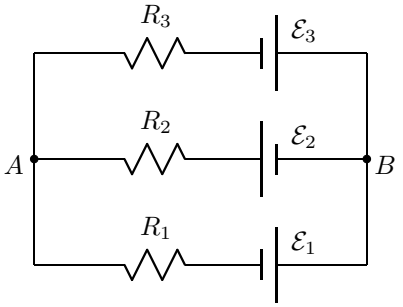
6. Tres bombillas de potencias respectivas 20, 40 y 60 W e igual tensión nominal de 220 V se conectan en serie entre dos puntos cuya diferencia de potencial es de 440 V. a) ¿Funcionarían las tres bombillas de forma correcta?; b) discutir qué ocurriría si se conectan las tres bombillas en paralelo. c) En este último caso, determinar la potencia consumida por el sistema si: (i) se conectan a una fuente de 220 V; (ii) se conectan a una fuente de 125 V.

   Solución: a) Se funde la bombilla de 20 W; b) se funden las tres; c) (i) $P = 120$ W, (ii) $P = 38,74$ W.

7. Una bombilla de 120 V y 60 W se monta en paralelo con una resistencia de 80 Ω. Si se conecta con una fuente de alimentación de 220 V: a) determinar el valor de la resistencia que debe colocarse en serie con el conjunto anterior para que la bombilla no se funda; b) si dicha resistencia es de 160 Ω, determinar la potencia disipada por la bombilla.

   Solución: a) $R \geq 50\Omega$; b) $P = 15$ W.

8. Obtener la intensidad que circula por cada resistencia, la diferencia de potencial $V_A - V_B$ y la potencia consumida en el circuito, comprobando que dicho valor coincide con la potencia suministrada. Datos: $R_1 = 70, R_2 = 20, R_3 = 40$ (en Ω); $\mathcal{E}_1 = 10, \mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_3 = 5$ (en V).

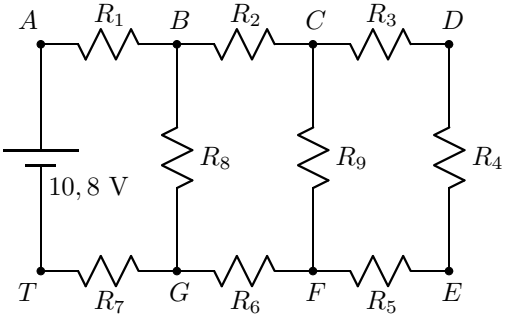


Solución: $I_1 = 0,14; I_2 = 0,26; I_3 = 0,12$ (en A) $V_A - V_B = -0,2$ V; $(P)_{\text{sum}} = (P)_{\text{cons}} = 3,3$ W.

9. Obtener lo mismo que se pide en el problema anterior pero considerando que se invierte la polaridad del generador de la rama superior.

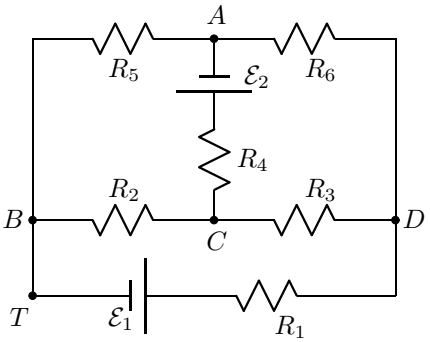
   Solución: $I_1 = 0,18; I_2 = 0,12; I_3 = 0,06$ (en A) $V_A - V_B = 2,6$ V; $(P)_{\text{sum}} = (P)_{\text{cons}} = 2,7$ W.

10. En el circuito de la siguiente figura obtener la intensidad que circula por cada resistencia, la tensión en los puntos A, B, C, D, E, F y G, sabiendo que T está conectado a tierra. Determinar la potencia disipada en cada resistencia. Datos: $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = 20\ \Omega$, $R_8 = R_9 = 30\ \Omega$.



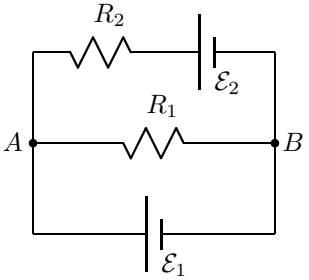
   Solución: $I_1 = I_7 = 0,18$; $I_2 = I_6 = 0,06$; $I_3 = I_4 = I_5 = 0,02$; $I_8 = 0,12$; $I_9 = 0,04$ (en A); $V_A = 10,8$; $V_B = 7,2$; $V_C = 6$; $V_D = 5,6$; $V_E = 5,2$; $V_F = 4,8$; $V_G = 3,6$ (en V).

11. Determinar la intensidad que circula por cada resistencia, la tensión en cada nudo y la potencia consumida. Datos: T conectado a tierra, $\mathcal{E}_1 = 24$ V, $\mathcal{E}_2 = 2$ V, $R_1 = R_4 = R_5 = 20\ \Omega$, $R_2 = 40\ \Omega$, $R_3 = 60\ \Omega$, $R_6 = 150\ \Omega$,



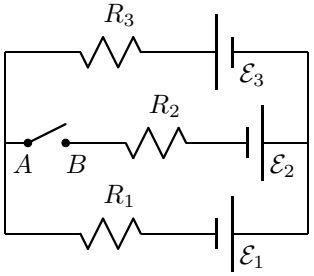
   Solución: $I_1 = 0,30; I_2 = I_5 = 0,15; I_3 = 0,20; I_6 = 0,10; I_4 = 0,05$ (en A); $V_A = 3; V_B = 0; V_C = 6; V_D = 18$ (en V); $P = 7,1$ W.

12. Sabiendo que $R_2 = 5\ \Omega$, determinar el valor de R_1 para que por la rama central circule una intensidad de 0,4 A en el sentido $A \to B$. Determinar la potencia consumida y comprobar que coincide con la suministrada, sabiendo que $\mathcal{E}_1 = 20$ V y $\mathcal{E}_2 = 5$ V.



   Solución: $R_1 = 50\ \Omega$; $P = 53$ W.

13. En el circuito de la figura, $R_1 = 60, R_2 = 10, R_3 = 40$ (en Ω), $\mathcal{E}_1 = 4$, $\mathcal{E}_2 = 5$, $\mathcal{E}_3 = 6$ (en V). Determinar la intensidad que circula por cada resistencia, el valor de $V_A - V_B$ y la potencia disipada por las resistencias: a) cuando el interruptor está abierto; b) cuando el interruptor está cerrado.

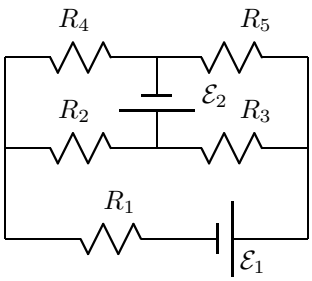


   Solución: a) abierto: $I_1 = I_3 = 0,1$ A; $I_2 = 0$ A; $V_A - V_B = 7$ V, $P = 1$ W; b) cerrado: $I_1 = 0,018$ A; $I_2 = 0,206$ A; $I_3 = 0,224$ A; $V_A - V_B = 0$ V, $P = 2,44$ W.

14. Se dispone de un galvanómetro, de resistencia interna 200 Ω cuya escala está calculada para una intensidad máxima de 2×10^{-4} A. Determinar: a) el *shunt* (resistencia en derivación o paralelo) que debemos colocar para utilizarlo como un amperímetro que mida hasta 1 A; b) la resistencia que hemos de colocar en serie para utilizarlo como voltímetro que mida hasta 100 V.

   Solución: a) $R = 0,04\ \Omega$; b) $R = 5 \times 10^5\ \Omega$.

15. Determinar el valor de $\mathcal{E}_1$ para que la intensidad que circule por el generador de $\mathcal{E}_2 = 2$ V sea nula. Datos: $R_1 = 1, R_2 = 4, R_3 = 3, R_4 = 2, R_5 = 3$ (en Ω).



Solución: $\mathcal{E}_1 = 47/3$ V.

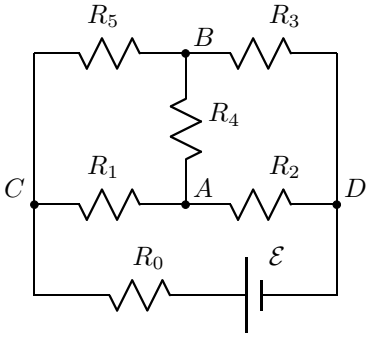
16. Se quiere medir la resistencia (R_b) de una bombilla. Para ello se conecta a un circuito, de resistencia $R = 10\ \Omega$, y que contiene un generador de f.e.m. $\mathcal{E}$. Colocamos un voltímetro (en paralelo con la bombilla y un amperímetro (en serie con la bombilla), observándose una lectura de 110 V y 1,4 A, respectivamente. A continuación retiramos el voltímetro y se observa que la lectura del amperímetro es de 1,2 A. Suponiendo que la resistencia del amperímetro es despreciable y que el voltímetro tiene una resistencia interna R_v, determinar: a) el valor de $\mathcal{E}$; b) el valor de R_b y de R_v.

Solución: a) $\mathcal{E} = 124$ V; b) $R_b = 93,33\ \Omega$, $R_v = 496,77\ \Omega$.

17. Se quiere calentar una habitación con calentadores eléctricos de 800 W diseñados para 200 V. Los calentadores deben conectarse en paralelo y, a su vez, el conjunto se conecta a una fuente de 220 V a través de un limitador de corriente que desconecta el sistema cuando la corriente excede de 15 A. ¿Cuántos calentadores pueden conectarse al mismo tiempo sin que salte el limitador?

Solución: 3 calentadores.

18. El circuito de la figura recibe el nombre de *puente de Wheatstone*. Determinar la relación que debe existir entre las resistencias para que no circule corriente entre los puntos A y B (comprobar que el resultado es independiente de R_0 y de $\mathcal{E}$)

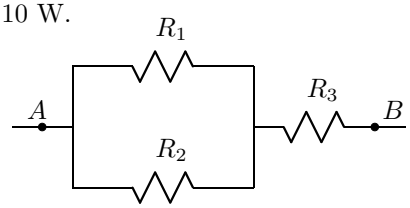


Solución: $R_2 R_5 = R_1 R_3$

19. En el circuito anterior, se tiene que $R_0 = 10, R_1 = 20, R_2 = 30, R_3 = 50, R_4 = 100$ (en Ω) y $\mathcal{E} = 20$ V. Determinar: a) el valor de R_5 para que no circule corriente por la resistencia R_4; b) la intensidad que circula por cada resistencia y la potencia total consumida en dicho caso.

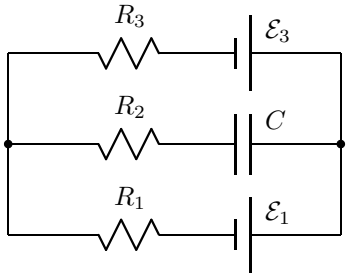
Solución: $I_0 = 0,485; I_1 = I_2 = 0,303; I_3 = I_5 = 0,182; I_4 = 0$ (en A); $P = 9,7$ W.

20. Las tres resistencias de la figura tienen una resistencia igual de valor R y pueden disipar, como máximo, una potencia P_m sin que se destruyan. Determinar: a) la potencia máxima que puede disipar el circuito; b) la corriente que pasa por cada resistencia; c) el voltaje máximo que puede aplicarse entre los extremos del circuito. Particularizar los resultados para el caso $R = 4\ \Omega$, $P_m = 10$ W.



Solución: a) $P = 15$ W; b) $I_1 = I_2 = 0,79$ A, $I_3 = 1,58$ A; c) $(V_A - V_B)_{\max} = 9,5$ V.

21. En el circuito de la figura, $R_1 = 70, R_2 = 20, R_3 = 30$ (en Ω), $\mathcal{E}_1 = 10$ V, $\mathcal{E}_3 = 5$ V, y el condensador situado en la rama central tiene capacidad $C = 4\ \mu$F. Determinar la intensidad que circula por cada resistencia y la carga que adquiere el condensador en situación estacionaria.

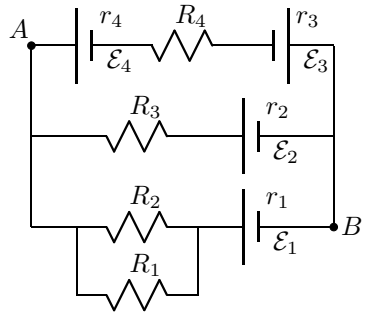


Solución: $I_1 = I_3 = 0,05$ A; $I_2 = 0$; $Q = 26\ \mu$C.

22. En el circuito del problema anterior queremos que el condensador adquiera una carga 4 veces mayor ($Q = 104\ \mu$C) para lo que sustituimos el generador $\mathcal{E}_1$ por un nuevo generador. Determinar la f.e.m. de dicho generador y las intensidades que circulan por cada resistencia.

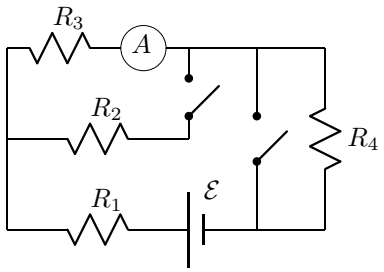
Solución: $\mathcal{E} = 75$ V; $I_1 = I_3 = 0,7$ A; $I_2 = 0$.

23. Determinar la intensidad que circula por cada resistencia, el valor de $V_A - V_B$, y la potencia consumida por las resistencias externas. Datos: $R_1 = 6, R_2 = 2, R_3 = R_4 = 4$ (en Ω); $\mathcal{E}_1 = 10, \mathcal{E}_2 = 4, \mathcal{E}_3 = 2, \mathcal{E}_4 = 5$ (en V); $r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = 1\ \Omega$.



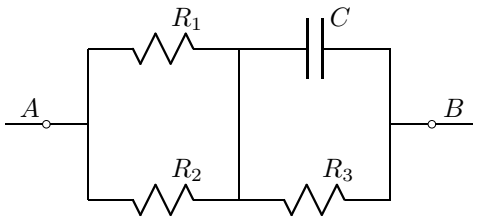
Solución: $I_1 = 0,309; I_2 = 0,926; I_3 = 0,583; I_4 = 0,652$ (en A); $V_A - V_B = 6,9$ V $P = 5,35$ W.

24. Determinar el valor de la resistencia R_2 para que el valor de la intensidad que indique el amperímetro sea la misma tanto si los dos interruptores están abiertos a la vez como si ambos están cerrados. La f.e.m. del generador es $\mathcal{E} = 1,5$ V. $R_1 = 300, R_3 = 100, R_4 = 50$ (en Ω).



Solución: $R_2 = 600\ \Omega$.

25. La diferencia de potencial entre dos puntos A y B de un circuito es $V_A - V_B = 20$ V. Entre dichos puntos se tienen tres resistencias de valores $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 12\ \Omega$, $R_3 = 5\ \Omega$, y un condensador de capacidad $C = 10\ \mu$F conectados según se muestra en la figura. Determínese: a) la intensidad que circula por cada resistencia; b) la tensión entre los terminales del condensador; c) la carga que adquiere el condensador.



Solución: a) $I_1 = 1,875$ A, $I_2 = 0,675$ A, $I_3 = 2,5$ A; b) $V = 12{,}5$ V; c) $Q = 125\ \mu$C.