

**Problema 1.1.1**

Dado el circuito indicado en la Figura 1.1.1, calcular la corriente que circula por la rama AB. ¿Qué batería(s) suministra(n) o recibe(n) energía?

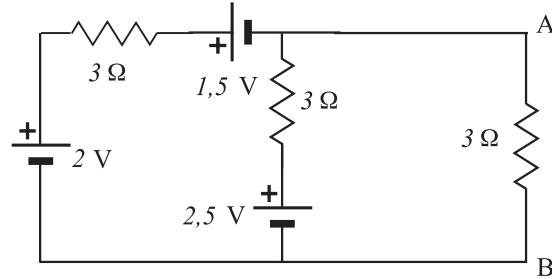


Figura 1.1.1

**Solución**

Suponemos intensidades  $I_1$  e  $I_2$  en las mallas 1 y 2 respectivamente y en el sentido de las agujas del reloj. El sistema correspondiente al circuito es

$$\begin{aligned} 2 - 1,5 - 2,5 &= (3 + 3) I_1 - 3 I_2 \\ 2,5 &= -3 I_1 + (3 + 3) I_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -2 &= 6 I_1 - 3 I_2 \\ 2,5 &= -3 I_1 + 6 I_2 \end{aligned}$$

Cuyas soluciones son

$$I_2 = \frac{1}{3} \text{ A}$$

$$I_1 = -\frac{1}{6} \text{ A}$$

Por tanto el sentido real de la corriente de la malla 1 es el contrario al supuesto. En función de estos resultados, podemos concluir que:

- La batería de 2V recibe energía
- La batería de 1,5 V suministra energía
- La batería de 2,5 V suministra energía

**Problema 1.1.2**

Por un hilo indefinido circula una corriente  $I$ . A una cierta distancia del hilo se sitúan, alternativamente, una espira cuadrada de lado  $L$  y un cubo también de lado  $L$ . Discutir cómo es el flujo magnético que atraviesa ambos objetos y su posible relación con la orientación de éstos respecto al hilo. Si aumentamos la intensidad al doble, ¿cómo cambian estos flujos magnéticos?

### Solución

El flujo que atraviesa el cubo es nulo independientemente de la posición con respecto al hilo de corriente. El cubo es una superficie cerrada por lo que entran tantas líneas de campo como salen, y el flujo neto será siempre nulo. El flujo seguirá siendo nulo cuando doblemos la corriente.

El flujo a través de la espira cuadrada depende de la orientación de la misma con respecto al hilo de corriente. Si el vector director de la superficie es perpendicular a la dirección del hilo de corriente, el flujo será máximo ya que las líneas de corriente atravesarán la superficie de la espira perpendicularmente. Si el vector director de la superficie es paralelo a la dirección del hilo de corriente, el flujo será nulo ya que ninguna línea de corriente atravesará la espira. En cualquier posición intermedia, el flujo variará entre estos dos valores. En el caso en que aumentemos la intensidad al doble, el flujo también se doblará, ya que este es proporcional a la corriente que circula por el hilo.

### Problema 1.1.3

En el circuito de la Figura 1.1.3, el diodo de germanio, que puede disipar hasta 120 mW, tiene una tensión umbral de 0,7 V y una resistencia equivalente de  $10\ \Omega$ . Determinar el valor mínimo de la resistencia limitadora  $R$  para que el diodo no se dañe cuando se alimenta con una pila de 10V.

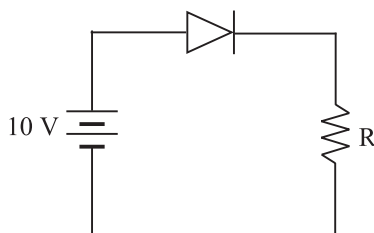


Figura 1.1.3

### Solución

Teniendo en cuenta que el circuito equivalente del diodo es una pila de 0,7 V y una resistencia de  $10\ \Omega$ , la ecuación de la malla será

$$10 - 0,7 = I(10 + R)$$

Por otro lado, sabemos que la máxima potencia que puede disipar el diodo es 120 mW, y esta potencia es igual a

$$120 \times 10^{-3} = r_d I^2 + 0,7I$$

Resolvemos la ecuación de segundo grado:

$$I^2 + 0,7I - 0,12 = 0$$

Cuyas soluciones son:

$$\begin{aligned} I_1 &= 0,08\text{ A} \\ I_2 &= -0,15\text{ A} \end{aligned}$$

Tomamos el valor positivo de la corriente, y a partir de dicho valor determinamos el valor de la resistencia de carga

$$R = 106,25 \, \Omega$$

### Problema 1.2.1

A las bornas de una batería acoplamos una resistencia de  $1 \, \Omega$  y medimos que la intensidad que circula es  $4 \, \text{A}$ . Ahora ponemos una resistencia de  $3 \, \Omega$  y la intensidad es  $1,5 \, \text{A}$ . Calcular la f.e.m. y la resistencia interna de la batería.

#### Solución

Sabemos que una batería real siempre presenta una resistencia interna. El circuito equivalente a una batería real es el de una f.e.m. ideal en serie con una resistencia interna que denominamos  $r$ . La 2ª Ley de Kirchhoff para la malla elemental que resulta de conectar una resistencia  $R$  a una batería real es:

$$\mathcal{E} = I(r + R)$$

En nuestro caso, con los datos que nos proporcionan obtenemos

$$\mathcal{E} = I_1(r + 1)$$

$$\mathcal{E} = I_2(r + 3)$$

con  $I_1 = 4 \, \text{A}$  e  $I_2 = 1,5 \, \text{A}$ . Sustituyendo estos valores e igualando las expresiones, se obtiene

$$4(r + 1) = \frac{3}{2}(r + 3)$$

Operando, resulta

$$r = 0,2 \, \Omega$$

y

$$\mathcal{E} = 4,8 \, \text{V}$$

### Problema 1.2.2

En la zona del espacio correspondiente a  $y > 0$ , existe un campo magnético uniforme  $\mathbf{B} = B_o \mathbf{u}_x$ . Para  $y < 0$  no existe campo magnético. Una partícula de carga  $q$  y masa  $m$  incide en el origen de coordenadas  $O$  con una velocidad  $\mathbf{v} = v_o \mathbf{u}_y$ . Ver la Figura 1.2.2. Calcular la distancia ( $y > 0$ ) hasta donde penetra la partícula. Encontrar las coordenadas del punto por donde sale la partícula.

$$m = 6,4 \cdot 10^{-27} \, \text{Kg}; \quad v_o = 10^6 \, \text{m/s}; \quad B_o = 1 \, \text{T}; \quad q = 6,4 \times 10^{-19} \, \text{C}.$$

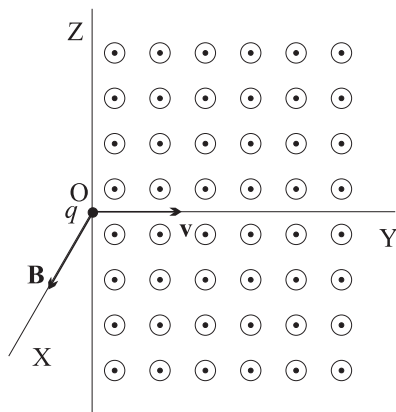


Figura 1.2.2

### Solución

La fuerza que el campo magnético ejerce sobre la partícula cargada es siempre perpendicular a la trayectoria de la partícula, por lo que el movimiento de la misma será circular. El módulo de la fuerza será igual a la fuerza centrípeta

$$qvB = m \frac{v^2}{R}$$

siendo  $R$  el radio de la trayectoria. Sustituyendo los datos

$$R = \frac{mv}{qB} = 10^{-2} \text{ m}$$

Por tanto, la distancia hasta donde penetra la partícula será

$$y = 10^{-2} \text{ m}$$

La dirección de la partícula se obtiene aplicando la regla de la mano derecha al producto  $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ , de donde se deduce que la partícula describirá un semicírculo en el sentido de las agujas del reloj, y que saldrá por el punto de coordenadas  $P(0, 0, -2R)$ .

### Problema 1.2.3

Dado el circuito indicado en la Figura 1.2.3, calcular el circuito equivalente Thévenin visto desde los bornes AB. Obtener el valor de la resistencia  $R$  que debemos aplicar a los bornes AB para que la potencia transferida a dicha resistencia sea máxima.

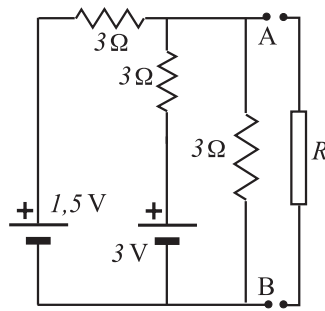


Figura 1.2.3

### Solución

Suponemos intensidades  $I_1$  e  $I_2$  en las mallas 1 y 2 respectivamente y en el sentido de las agujas del reloj. El sistema correspondiente al circuito es

$$\begin{aligned} -1,5 &= 6I_1 - 3I_2 \\ 3 &= -3I_1 + 6I_2 \end{aligned}$$

Cuyas soluciones son

$$I_2 = 0,5 \text{ A}$$

$$I_1 = 0 \text{ A}$$

La diferencia de potencial entre los puntos A y B es

$$V_{AB} = RI_2 = 1,5 \text{ V}$$

que es la tensión Thèvenin. Para calcular la resistencia equivalente Thèvenin cortocircuitamos todas las baterías y determinamos la resistencia que se ve desde los bornes A-B. Se puede observar que se trata de tres resistencias conectadas en paralelo, por lo que la resistencia equivalente es

$$\frac{1}{R_{TH}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 1$$

Luego

$$R_{TH} = 1 \Omega$$

Y el circuito equivalente Thèvenin será

$$V_{TH} = 1,5 \text{ V}$$

$$R_{TH} = 1 \Omega$$