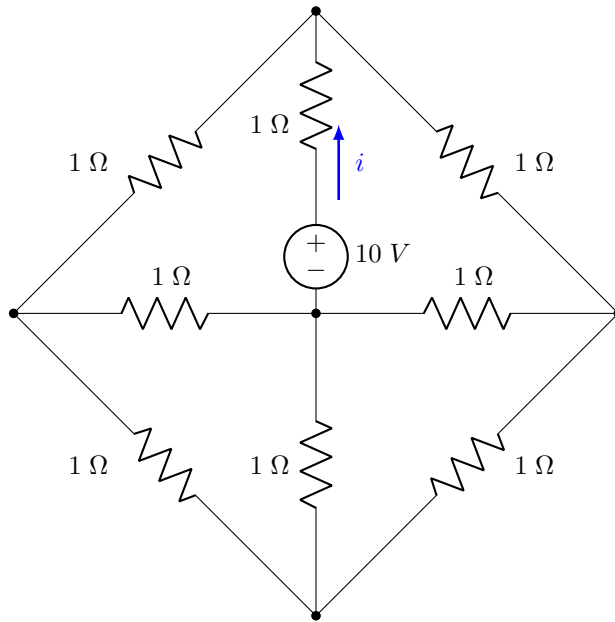


Circuito eléctrico simétrico

Víctor Manuel Sánchez Esquivel

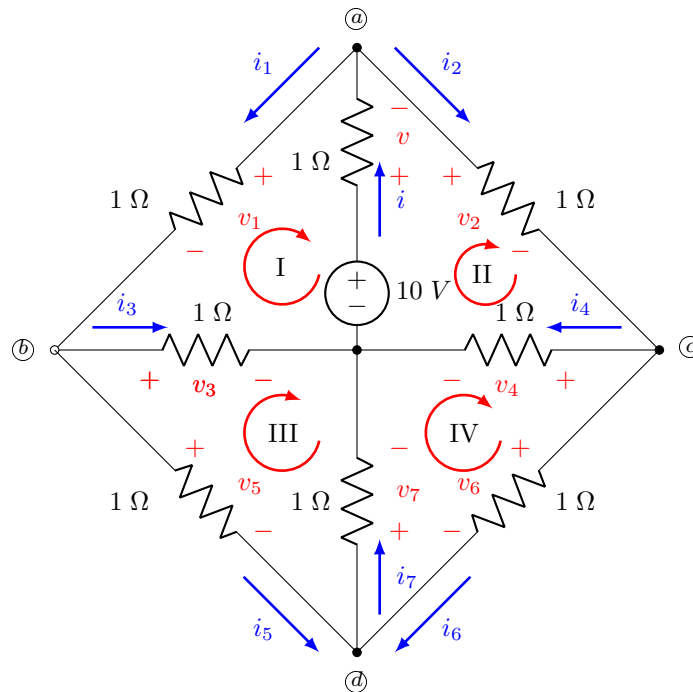
En el texto *Basic Circuit Theory* de Charles A. Desoer y Ernest S. Kuh de la Ed. McGraw-Hill, Ltd., en el ejercicio 14 de la página 106 se propone el siguiente ejercicio.

Determine la corriente i en el circuito mostrado.



Una forma asequible para encontrar la corriente eléctrica i , consiste en delinear las corrientes eléctricas en forma arbitraria y aplicar la ley de corrientes de Kirchhoff en los nodos (a) , (b) , (c) y (d) de la figura siguiente. Luego

$$\begin{aligned} \text{nodo } (a) \quad & -i + i_1 + i_2 = 0 \\ \text{nodo } (b) \quad & -i_1 + i_3 + i_5 = 0 \\ \text{nodo } (c) \quad & -i_2 + i_4 + i_6 = 0 \\ \text{nodo } (d) \quad & -i_5 - i_6 + i_7 = 0 \end{aligned}$$



La ley de voltajes de Kirchhoff, en las mallas I, II, III y IV nos permite obtener las ecuaciones restantes necesarias para encontrar i , por tanto

$$\begin{array}{ll} \text{malla I} & v + v_1 + v_3 = 10 \\ \text{malla II} & -v - v_2 - v_4 = -10 \\ \text{malla III} & -v_3 + v_5 + v_7 = 0 \\ \text{malla IV} & v_4 - v_6 - v_7 = 0 \end{array}$$

teniendo presente la ley de Ohm, las ecuaciones anteriores se pueden escribir de la siguiente manera

$$\begin{array}{ll} \text{malla I} & Ri + Ri_1 + Ri_3 = 10 \\ \text{malla II} & -Ri - Ri_2 - Ri_4 = -10 \\ \text{malla III} & -Ri_3 + Ri_5 + Ri_7 = 0 \\ \text{malla IV} & Ri_4 - Ri_6 - Ri_7 = 0 \end{array}$$

El conjunto de ecuaciones anterior, se puede expresar como

$$[M]ii = E \quad \text{de donde} \quad ii = [M]^{-1}E$$

por consiguiente, los valores de las corrientes eléctricas de rama, se determinan con el código de MATLAB que se proporciona a continuación.

```

1 % Charles A. Desoer y Ernest S. Kuh
2 % Basic Circuit Theory
3 % McGraw-Hill Kogasha, Ltd.
4 % Capítulo 3, Ejercicio 14, página 106
5
6 home; clc
7 format short eng
8 format compact
9
10 ('Valor de la resistencia R')
11 R = 1;
12
13 M = [-1 1 1 0 0 0 0 0;0 -1 0 1 0 1 0 0;0 0 -1 0 1 0 1 0;0 0 0 0 0 -1 -1 1;
    ...
14 R R 0 R 0 0 0 0;-R 0 -R 0 -R 0 0 0;0 0 0 -R 0 R 0 R;0 0 0 0 -R 0 R R];
15
16 ('Vector de voltajes de la fuente independiente')
17 E = [0 0 0 0 10 -10 0 0]';
18
19 ('Vector de corrientes eléctricas de rama')
20 ii = inv(M)*E

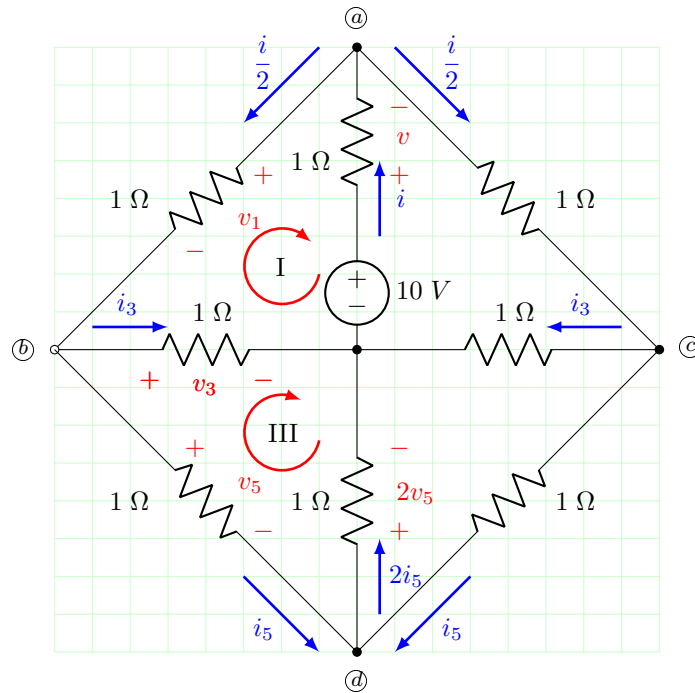
```

Así

$$\begin{aligned} i &= \frac{16}{3} \text{ [A]} \\ i_1 = i_2 &= \frac{8}{3} \text{ [A]} \\ i_3 = i_4 &= 2 \text{ [A]} \\ i_5 = i_6 &= \frac{2}{3} \text{ [A]} \\ i_7 &= \frac{4}{3} \text{ [A]} \end{aligned}$$

Ejecute el código de MATLAB y verifique los resultados.

Dado que el circuito eléctrico que se proporciona en el ejercicio es *simétrico*, los resultados que se encuentran son *congruentes*. De hecho, el análisis anterior se simplifica si se tiene en cuenta la simetría del circuito eléctrico. La reducción se aprecia en la siguiente figura.



nodo \textcircled{b} $-\frac{i}{2} + i_3 + i_5 = 0$

mallá I $v + v_1 + v_3 = 10$ ecuación que se puede escribir como $i + \frac{i}{2} + i_3 = 10$

mallá III $-v_3 + 2v_5 + v_5 = 0$ ecuación que se puede escribir como $-i_3 + 2i_5 + i_5 = 0$

Elabore un programa de MATLAB y verifique los resultados

$$i = \frac{16}{3} \text{ [A]}$$

$$i_3 = 2 \text{ [A]}$$

$$i_5 = \frac{2}{3} \text{ [A]}$$

¿Qué puede usted concluir?

Efectúe la simulación que se muestra en la figura siguiente con el software de Multisim y verifique los cálculos teóricos obtenidos.

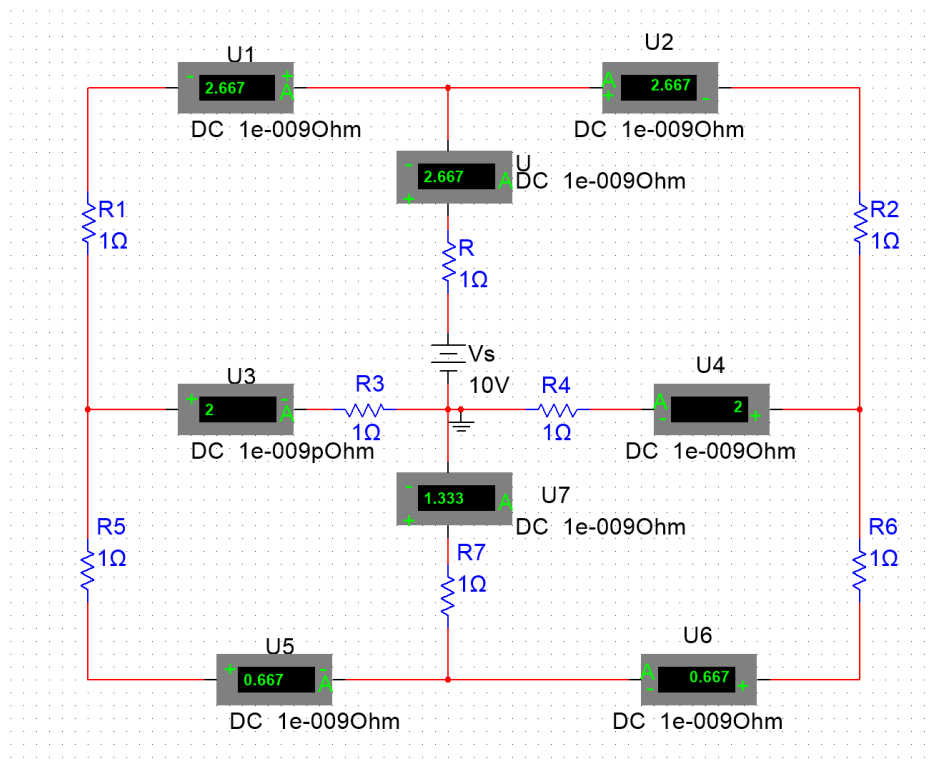


Figura 1. Circuito eléctrico *simétrico*.

Bibliografía

- D. E. Johnson, J. L. Hilburn, J. R. Johnson y P. D. Scott, *Basic Electric Circuit Analysis*, Prentice-Hall, 1995.
- V. Gerez Greiser y M. A. Murray Lasso, *Teoría de sistemas y circuitos*, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A., 1972.
- C. A. Desoer y E. S. Kuh, *Basic Circuit Theory*, McGraw-Hill, 1969.