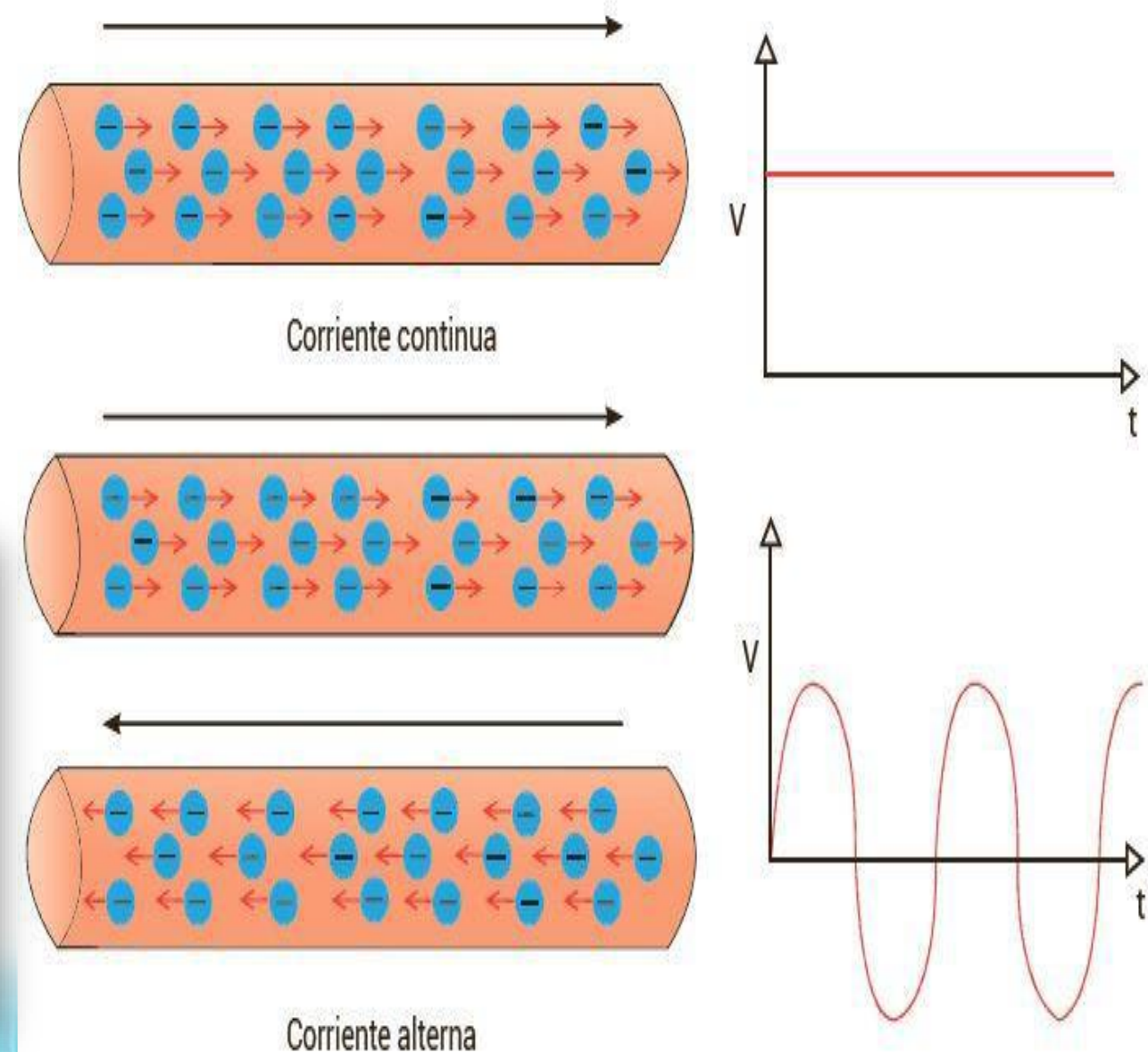


CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

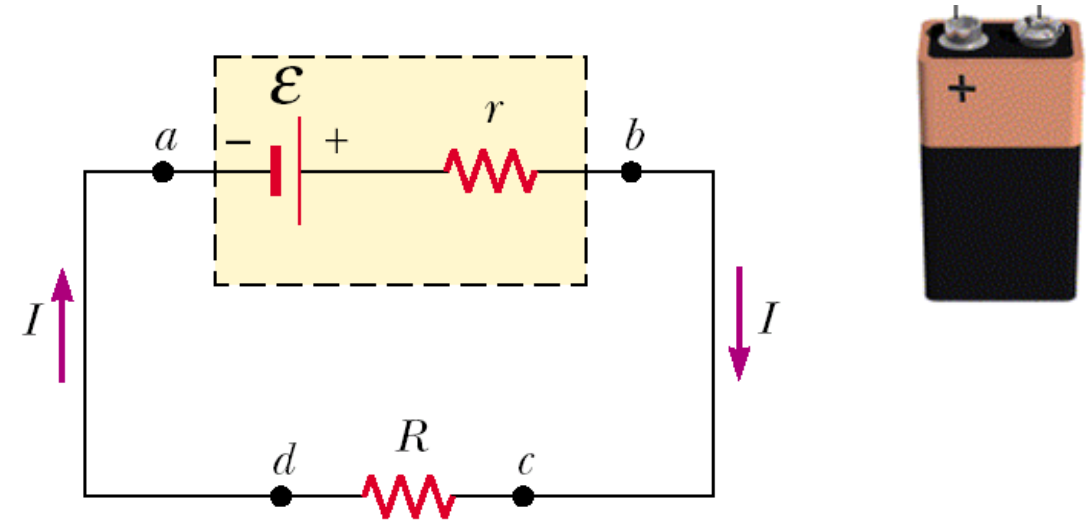
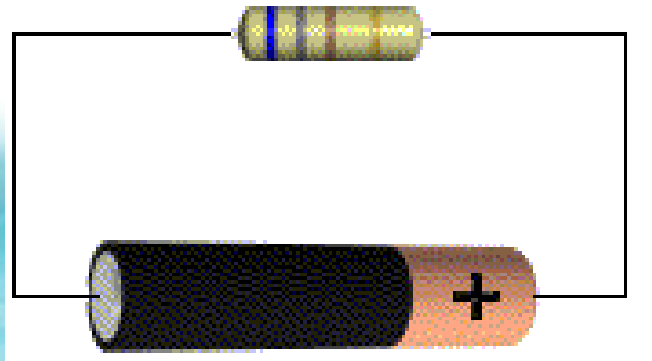
- **¿QUE ES UN CIRCUITO?**

Interconexión de elementos eléctricos y electrónicos conectados a través de conductores y alimentados por fuentes, de corriente continua DC o corriente Alterna AC que generan una diferencia de potencial V responsable del movimiento de las cargas eléctricas (corriente).



CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DC

- Después de estudiar el comportamiento de los condensadores y resistencias, ahora éstos dos elementos eléctricos se verán involucrados en un circuito eléctrico.
- Es cuando en un circuito en particular, la diferencia de potencial en los terminales de la batería es constante en magnitud y dirección.
- Para su análisis, es necesario emplear las reglas de Kirchhoff, basadas en la conservación de la carga y de la energía.
- Fuerza Electromotriz FEM, se utiliza para mantener una corriente en un circuito cerrado y su uso es imprescindible



En el circuito de corriente continua DC:

- Los portadores de carga aumentan su energía al pasar por la batería.
- Disminuyen ésta energía al pasar por la resistencia Interna de la misma.
- Aplicando la regla de Kirchhoff de tensiones se obtiene que La corriente del circuito es:

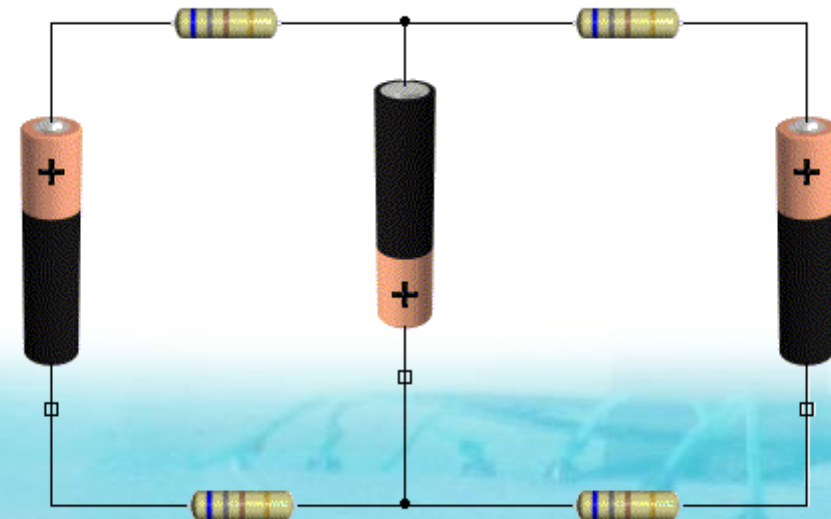
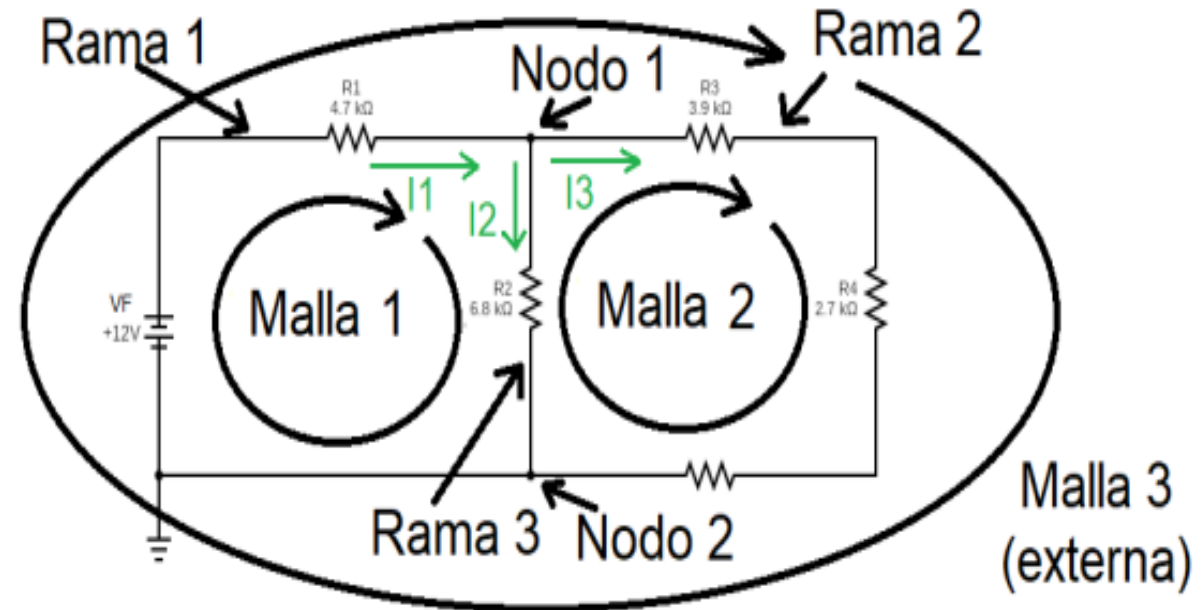
$$\sum V = 0 \quad \varepsilon - I \cdot r - I \cdot R = 0$$
$$\varepsilon - I(r + R) = 0 \quad I = \frac{\varepsilon}{(r + R)}$$

REGLAS DE KIRCHHOFF

• ANALISIS DE CIRCUITOS

Antes de aplicar las reglas de Kirchhoff para el análisis de circuitos, en éste caso de corriente continua DC, es necesario conocer los elementos que lo conforman, como son:

1. **Nodo:** se llama nodo a todo punto donde convergen o se unen tres o mas conductores
2. **Rama:** constituyen una rama eléctrica todos los elementos (condensadores, resistencias, bobinas, fuentes, etc.) comprendidos entre dos nodos adyacentes. Porción de circuito entre dos nodos.
3. **Malla:** Se entiende por malla de red eléctrica como cualquier trayectoria o camino cerrado que pueda ser recorrido volviendo al punto de partida sin pasar dos veces por el mismo elemento, circuito cerrado formado por varias ramas.

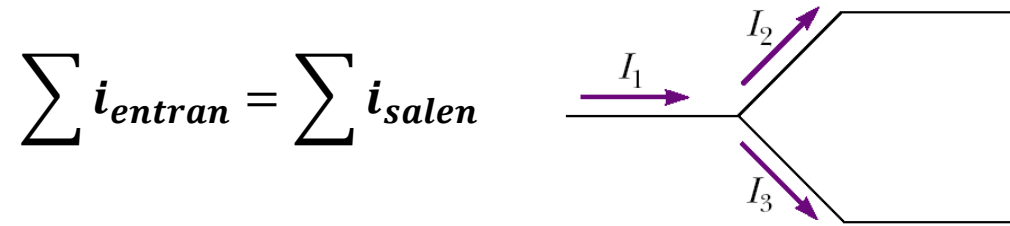


REGLAS DE KIRCHHOFF

- 1RA REGLA DE KIRCHHOFF:

LEY DE NODOS O LEY DE CORRIENTES

La sumatoria de las corrientes entrantes a un determinado nodo es equivalente a la sumatoria de las corrientes salientes del mismo



Esta regla se considera como enunciado de la **continuidad de la corriente** y a la vez como consecuencia del **principio de conservación de la carga**.

- 2DA REGLA DE KIRCHHOFF

LEY DE LA ESPIRA O LEY DE TENSIONES

La sumatoria algebraica de las diferencias de potencial en cada uno de los elementos del circuito a lo largo de la malla de red eléctrica (circuito cerrado) es igual a cero

$$\sum v = 0$$

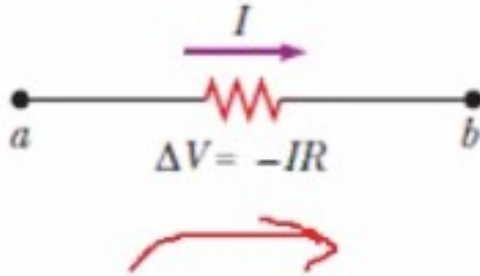
Esta regla es una consecuencia del **principio de la conservación de la energía**.

Cualquier carga que se mueva en torno a cualquier circuito cerrado debe ganar energía como la que pierde

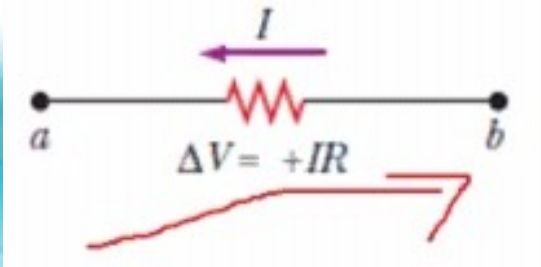
REGLAS DE KIRCHHOFF – CONSIDERACIONES PARA LA APLICACIÓN DE LA 2DA REGLA DE KIRCHHOFF

CONSIDERACIONES PARA LAS RESISTENCIAS:

- Si atravesamos o recorremos la resistencia en la misma dirección de la corriente, la diferencia de potencial V a través del resistor es $-I \cdot R$

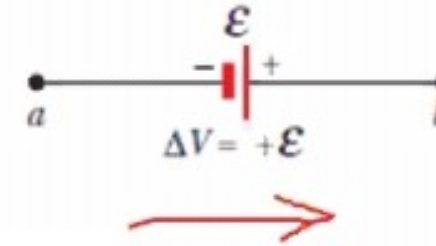


- Si atravesamos o recorremos la resistencia en dirección opuesta a la corriente, la diferencia de potencial V a través del resistor es $+I \cdot R$

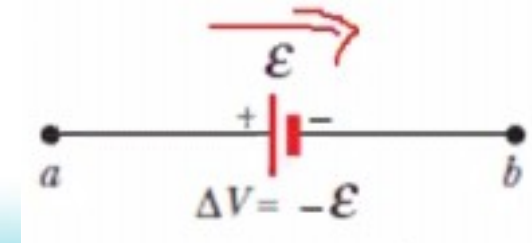


CONSIDERACIONES PARA LAS BATERIAS (F.E.M.):

- Si en una fuente de F.E.M. se recorre en la dirección del terminal negativo $-$ al terminal positivo $+$, la diferencia de potencial V es $V = +\varepsilon$



- Si en una fuente de F.E.M. se recorre en la dirección del terminal positivo $+$ al terminal negativo $-$, la diferencia de potencial V es $V = -\varepsilon$



CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DC – APLICACIÓN DE LAS REGLAS DE KIRCHHOFF

EJERCICIO: Para el circuito eléctrico mostrado en la figura, Encuentre el valor de las intensidades de corriente I_1, I_2, I_3 del circuito de la figura

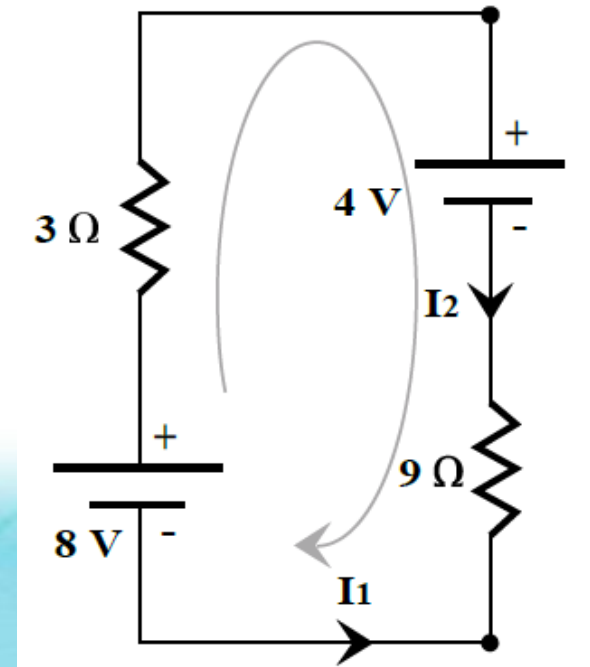
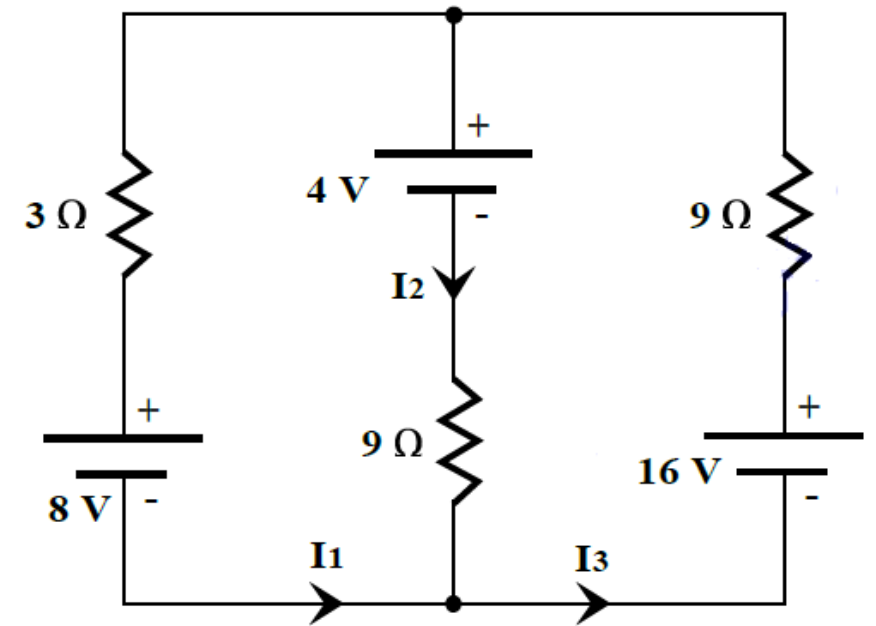
Solución: Para la resolución de éste circuito utilizaremos las Reglas de Kirchhoff:

1ra Regla de Kirchhoff (Ley de corrientes); en uno de los Nodos tenemos:

$$\sum i_{entran} = \sum i_{salen}$$
$$I_1 + I_2 = I_3 \quad \text{Ec. 1}$$

Luego para las mallas (malla lado izquierdo) aplicamos la 2da Regla de Kirchhoff (Ley de voltajes), donde tenemos:

$$\sum V = 0$$
$$8 + 3 \cdot I_1 - 4 - 9 \cdot I_2 = 0$$



CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DC – APLICACIÓN DE LAS REGLAS DE KIRCHHOFF

Luego para las mallas (malla lado izquierdo) aplicamos la 2da Regla de Kirchhoff (Ley de voltajes), donde tenemos:

$$\sum V = 0$$

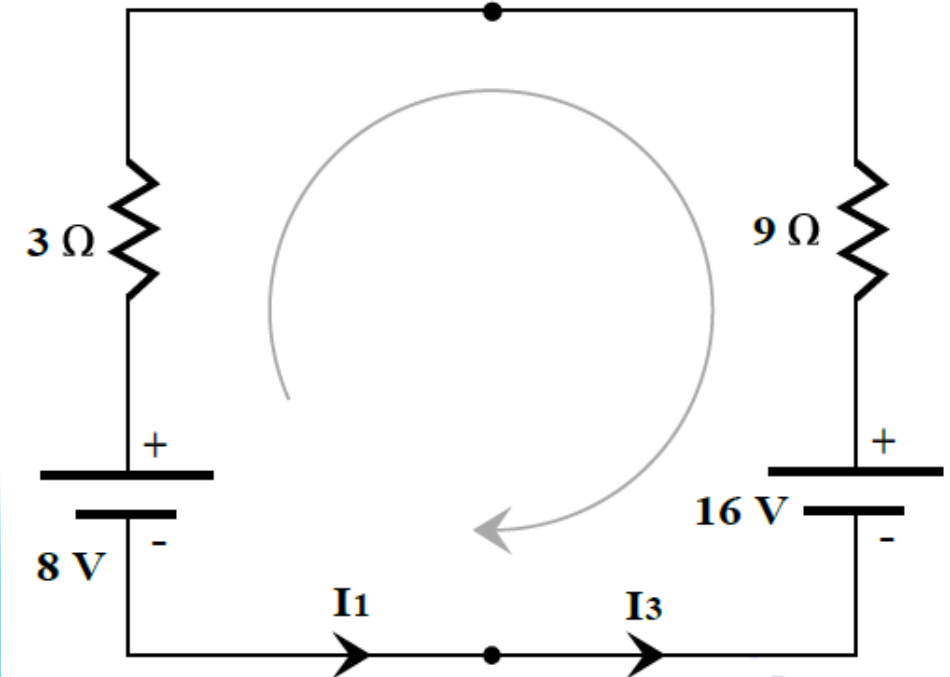
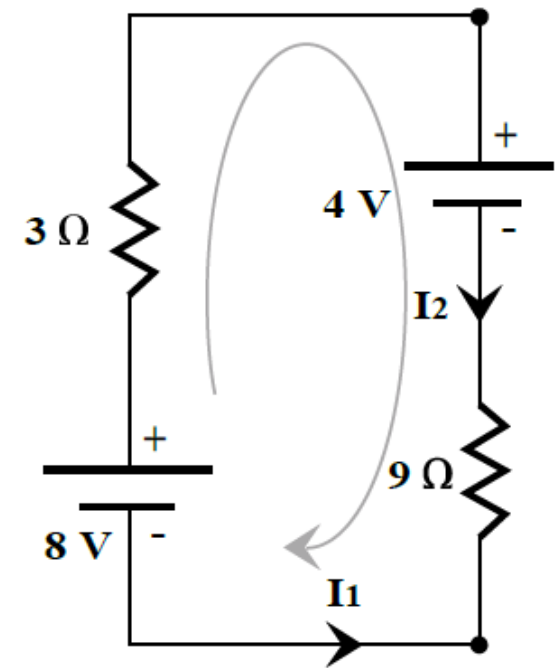
$$\begin{aligned} 8 + 3 \cdot I_1 - 4 - 9 \cdot I_2 &= 0 \\ 3 \cdot I_1 - 9 \cdot I_2 + 4 &= 0 \quad \text{Ec. 2} \end{aligned}$$

Aplicamos nuevamente la 2da regla de Kirchhoff a la malla de red completa, obtenemos:

$$\begin{aligned} 8 + 3 \cdot I_1 + 9 \cdot I_3 - 16 &= 0 \\ 3 \cdot I_1 + 9 \cdot I_3 - 8 &= 0 \quad \text{Ec. 3} \end{aligned}$$

Tenemos el sistema de ecuaciones, conformado de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} I_1 + I_2 &= I_3 \\ 3 \cdot I_1 - 9 \cdot I_2 + 4 &= 0 \\ 3 \cdot I_1 + 9 \cdot I_3 - 8 &= 0 \end{aligned}$$



CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DC – APLICACIÓN DE LAS REGLAS DE KIRCHHOFF

Tenemos el sistema de ecuaciones, conformado de la siguiente manera:

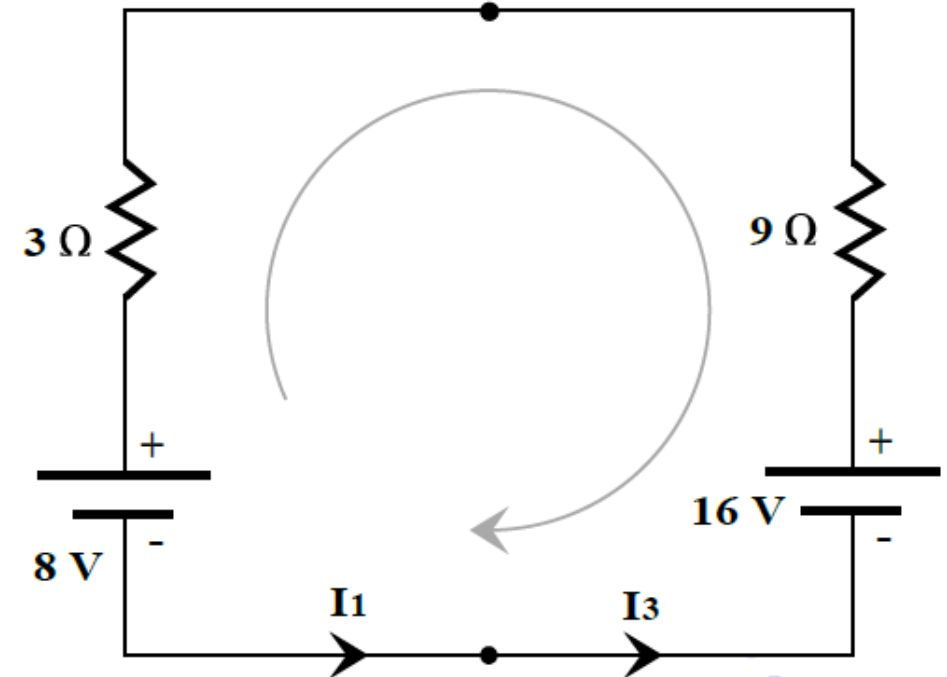
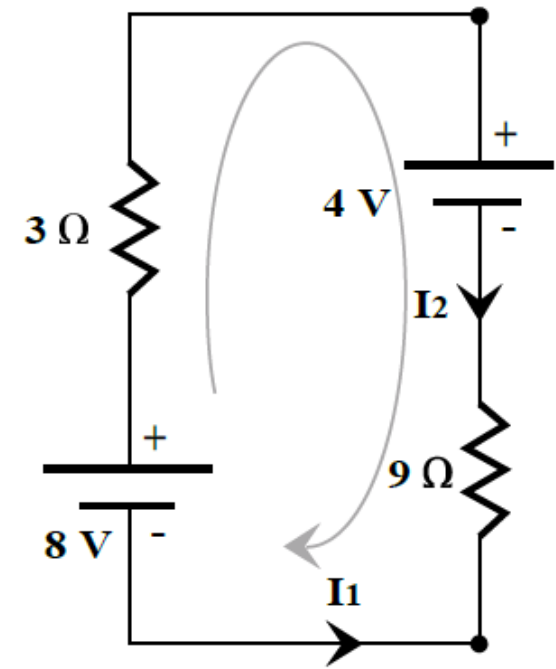
$$\begin{aligned}I_1 + I_2 &= I_3 \\3 \cdot I_1 - 9 \cdot I_2 + 4 &= 0 \\3 \cdot I_1 + 9 \cdot I_3 - 8 &= 0\end{aligned}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones obtenemos los valores de las corrientes I_1, I_2, I_3 que son respectivamente:

$$I_1 = \frac{4}{15} A = 0,267 A \quad I_2 = \frac{8}{15} A = 0,533 A$$

$$I_3 = \frac{12}{15} A = 0,800 A$$

Se observa que todos los resultados de las corrientes I_1, I_2, I_3 son positivos, lo que significa que el sentido asumido para las intensidades de corriente al principio son correctos.



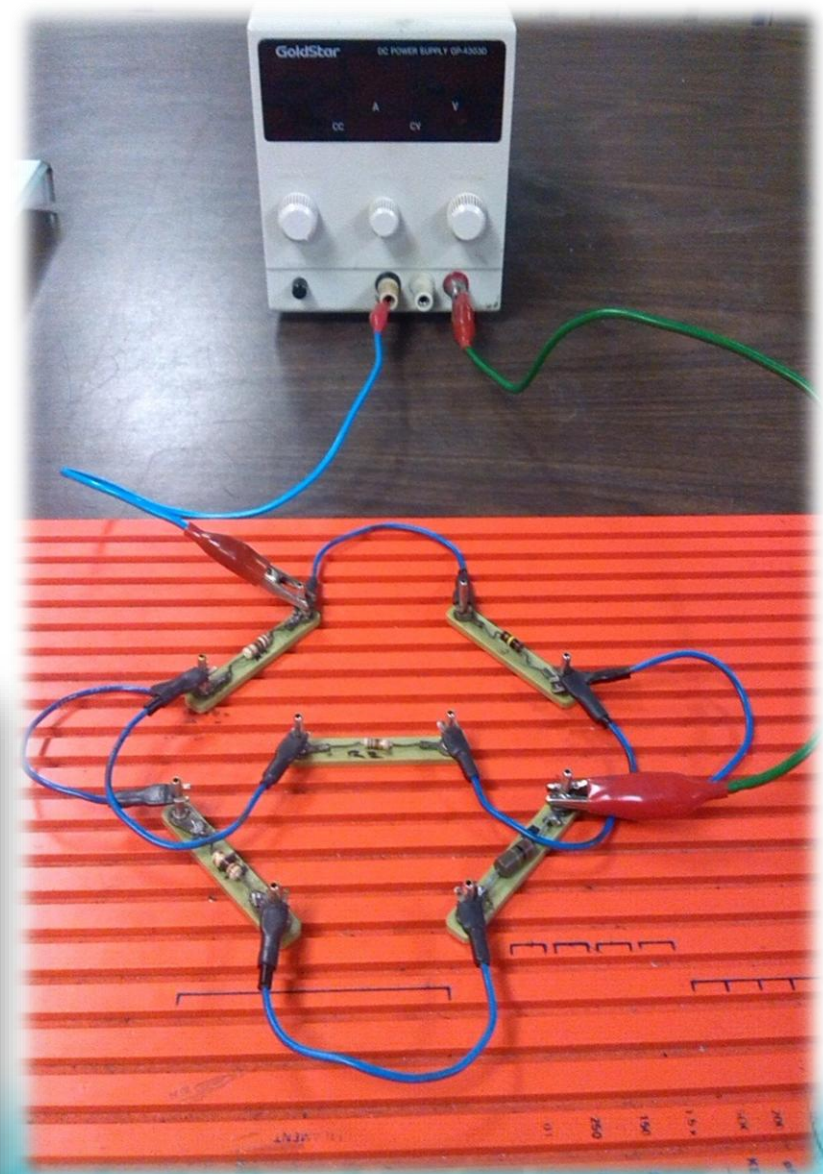
CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DC METODO DE LAS CORRIENTES CIRCULANTES DE MAXWELL

En este método, se debe completar la siguiente matriz:

$$\begin{aligned} R_{11}I_1 \pm R_{12}I_2 \pm R_{13}I_3 \pm \cdots R_{1n}I_n &= E_1 \\ \pm R_{21}I_1 + R_{22}I_2 \pm R_{23}I_3 \pm \cdots R_{2n}I_n &= E_2 \end{aligned}$$

$$\pm R_{n1}I_1 \pm R_{n2}I_2 \pm R_{n3}I_3 \pm \cdots + R_{nn}I_n = E_n$$

Para determinar las corrientes de malla I_1, I_2, I_3 y las corrientes de rama $i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6$



CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DC

METODO DE LAS CORRIENTES CIRCULANTES DE MAXWELL

En este método, se debe completar la siguiente matriz:

$$\begin{aligned} R_{11}I_1 \pm R_{12}I_2 \pm R_{13}I_3 \pm \cdots R_{1n}I_n &= E_1 \\ \pm R_{21}I_1 + R_{22}I_2 \pm R_{23}I_3 \pm \cdots R_{2n}I_n &= E_2 \end{aligned}$$

$$\pm R_{n1}I_1 \pm R_{n2}I_2 \pm R_{n3}I_3 \pm \cdots + R_{nn}I_n = E_n$$

Donde:

Resistencias Propias (R_{ii}): Resistencias de la diagonal de la matriz, con subíndices $i = j$. Es la suma de todas las resistencias que conforman la malla. (Siempre son positivas).

Co-Resistencias ($R_{ij} = R_{ji}$): Es la suma de las resistencias que comparten entre mallas. Cuando las corrientes circulantes de malla se encuentran las co-resistencias son negativas, caso contrario son positivas.

Términos independientes FUENTES (E_i)

- Es la suma algebraica de las fuentes que conforman la malla.
- Se calcula comparando los sentidos de las corrientes circulantes de los portadores de carga.
- Es positiva si los portadores de carga en las fuentes van en la misma dirección de la corriente circulante.
- Es negativa si los portadores de carga en las fuentes van en dirección contraria a las corrientes circulantes.

Relación de corrientes de malla (I) con corrientes de rama (i).

- Si la corriente de rama va en el mismo sentido de la corriente de malla, entonces la corriente de rama es positiva.
- Si la corriente de rama va en sentido opuesto a la corriente de malla, entonces la corriente de rama es negativa.

CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DC METODO DE LAS CORRIENTES CIRCULANTES DE MAXWELL

Ejemplo: Dado el siguiente circuito de resistencias (puente de Wheasthone) determinar las corrientes de malla I_1, I_2, I_3 y las corrientes de rama $i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6$

Como se tiene 3 mallas en el circuito se obtiene 3 ecuaciones cuyas incógnitas son las corrientes de malla (I_1, I_2, I_3)

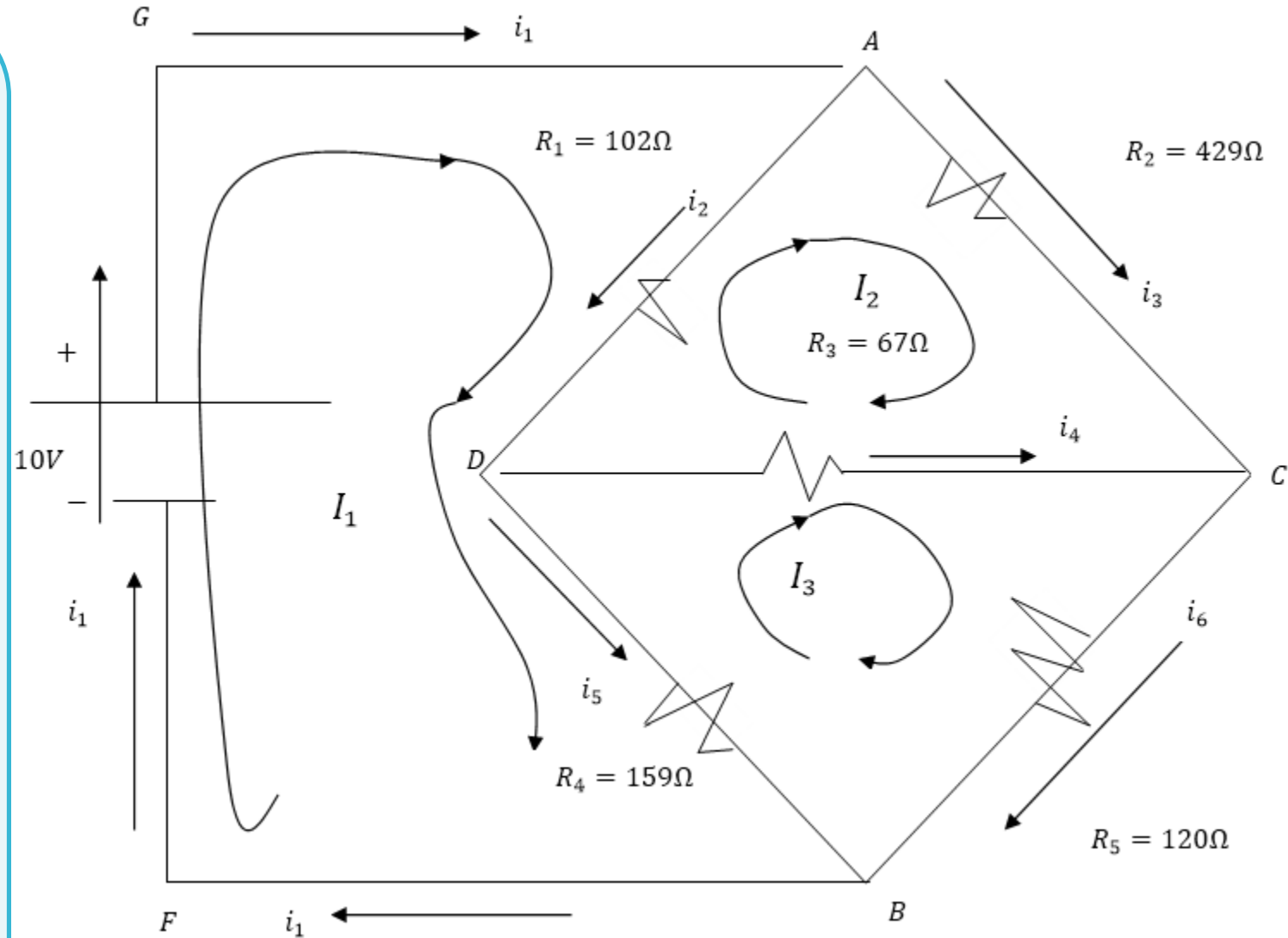
Entonces, debemos completar la siguiente matriz:

$$\begin{aligned} R_{11}I_1 \pm R_{12}I_2 \pm R_{13}I_3 \pm \dots R_{1n}I_n &= E_1 \\ \pm R_{21}I_1 + R_{22}I_2 \pm R_{23}I_3 \pm \dots R_{2n}I_n &= E_2 \end{aligned}$$

$$\pm R_{n1}I_1 \pm R_{n2}I_2 \pm R_{n3}I_3 \pm \dots + R_{nn}I_n = E_n$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} R_{11}I_1 \pm R_{12}I_2 \pm R_{13}I_3 &= E_1 \\ \pm R_{21}I_1 + R_{22}I_2 \pm R_{23}I_3 &= E_2 \\ \pm R_{31}I_1 + R_{32}I_2 \pm R_{33}I_3 &= E_3 \end{aligned}$$



CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DC METODO DE LAS CORRIENTES CIRCULANTES DE MAXWELL

Entonces: Matriz de Maxwell:

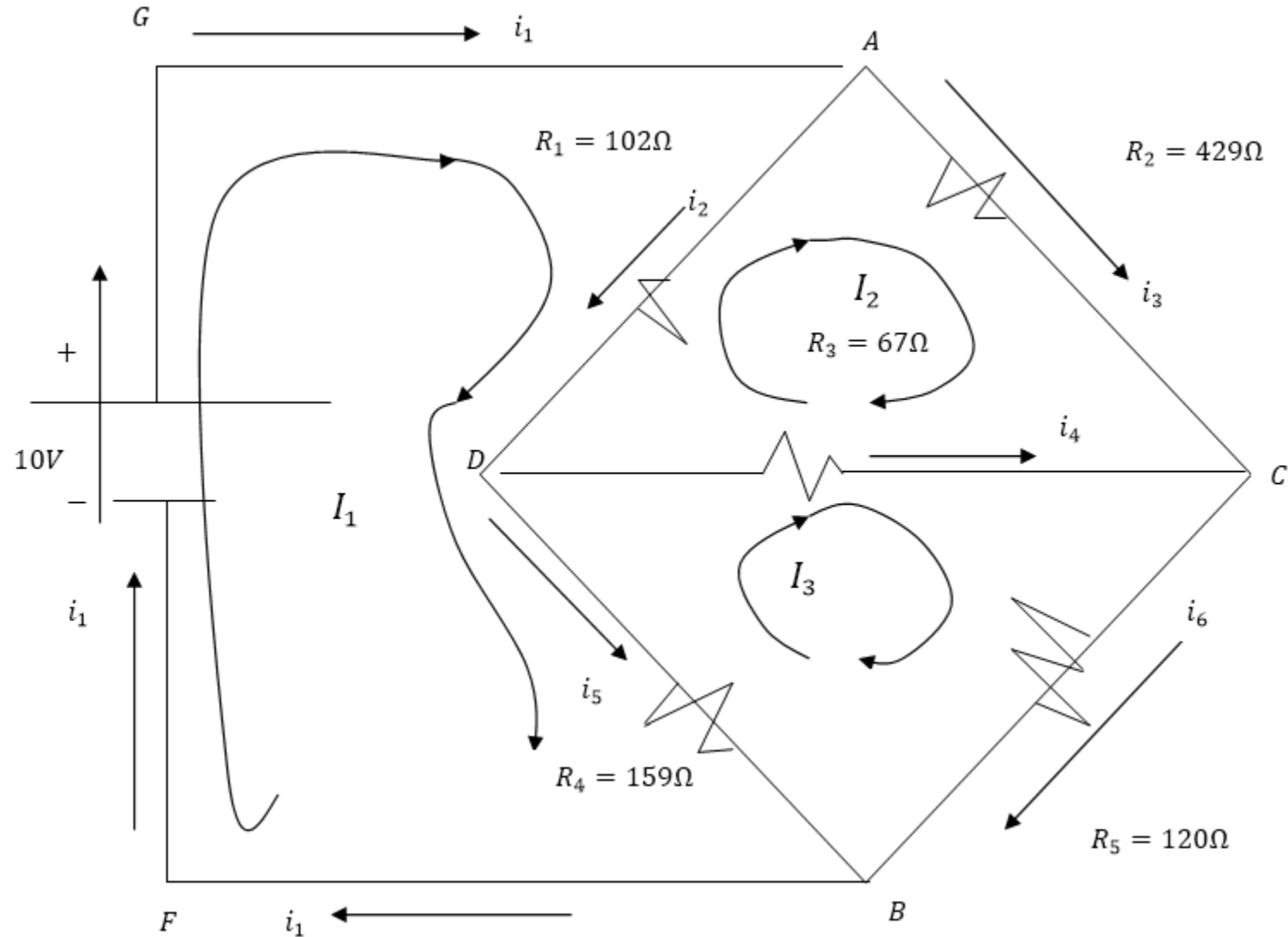
$$\begin{aligned} R_{11}I_1 \pm R_{12}I_2 \pm R_{13}I_3 &= E_1 \\ \pm R_{21}I_1 + R_{22}I_2 \pm R_{23}I_3 &= E_2 \\ \pm R_{31}I_1 + R_{32}I_2 \pm R_{33}I_3 &= E_3 \end{aligned}$$

Resistencias propias

$$\begin{aligned} R_{11} &= R_1 + R_4 = 261\Omega \\ R_{22} &= R_1 + R_2 + R_3 = 598\Omega \\ R_{33} &= R_3 + R_4 + R_5 = 346\Omega \end{aligned}$$

Co-Resistencias (Resistencias compartidas)

$$\begin{aligned} R_{12} &= R_{21} = -102\Omega \\ R_{13} &= R_{31} = -159\Omega \\ R_{23} &= R_{32} = -67\Omega \end{aligned}$$



CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DC METODO DE LAS CORRIENTES CIRCULANTES DE MAXWELL

Términos Independientes (Fuentes)

$$E_1 = 10V$$

$$E_2 = 0V$$

$$E_3 = 0V$$

Por lo tanto, la matriz de maxwell queda expresada de la siguiente manera:

$$261I_1 - 102I_2 - 159I_3 = 10$$

$$-102I_1 + 598I_2 - 67I_3 = 0$$

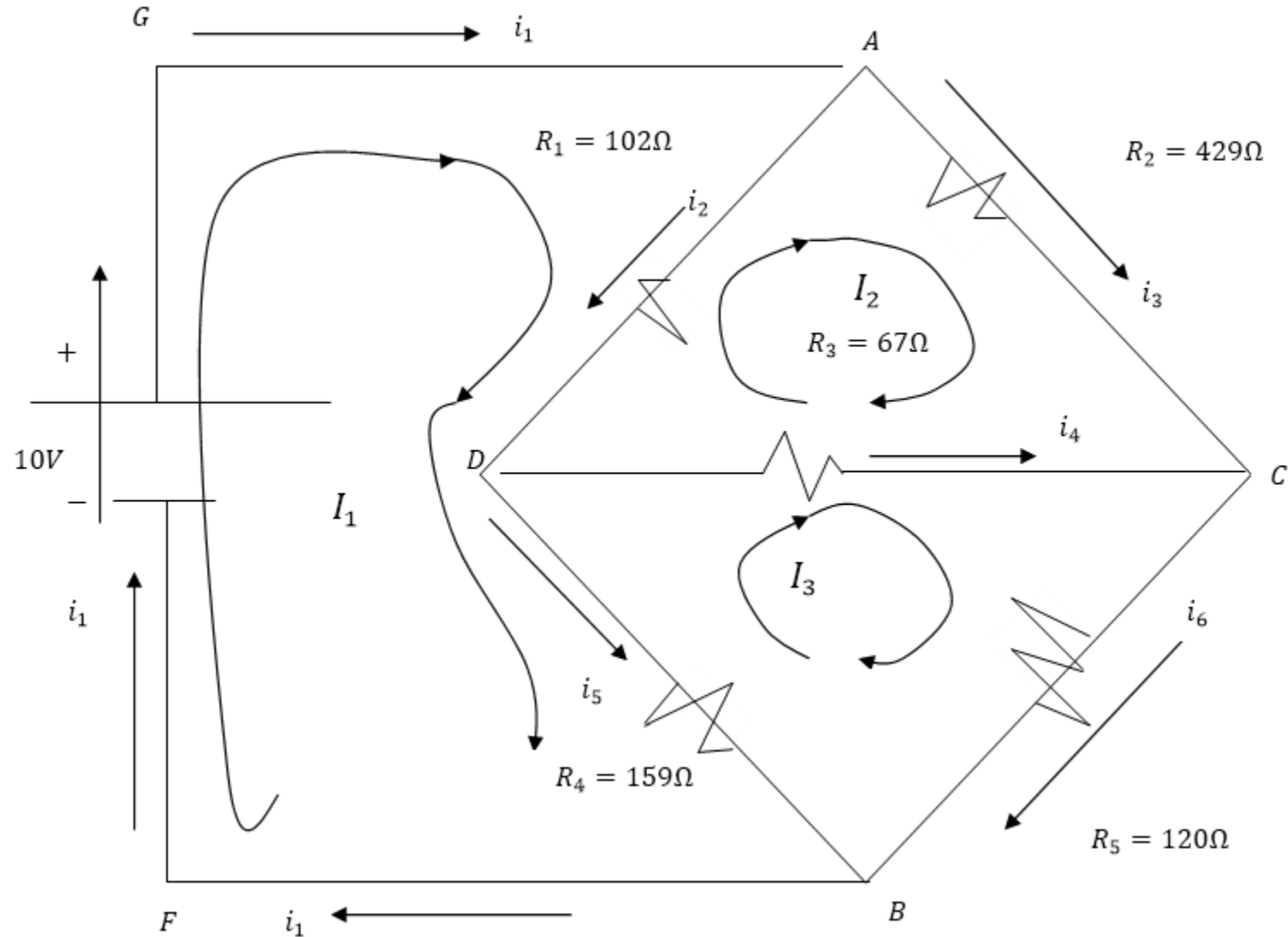
$$-159I_1 - 67I_2 + 346I_3 = 0$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones se obtiene: I_1, I_2, I_3

$$I_1 = 0,063A$$

$$I_2 = 0,014A$$

$$I_3 = 0,0319A$$



CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DC METODO DE LAS CORRIENTES CIRCULANTES DE MAXWELL

**Relación de corrientes de malla (I_1, I_2, I_3)
con corrientes de rama ($i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6$).**

$$i_1 = I_1 = 0,063 = 63mA$$

$$i_1 = 63mA$$

$$i_2 = I_1 - I_2$$

$$i_2 = 0,063A - 0,014A$$

$$i_2 = 49mA$$

$$i_3 = I_2 = 0,014A = 14mA$$

$$i_4 = I_3 - I_2 = 0,0319A - 0,014A$$

$$i_4 = 17,9mA$$

$$i_5 = I_1 - I_3 = 0,063A - 0,0319A$$

$$i_5 = 0,0311A$$

$$i_5 = 31,1mA$$

$$i_6 = I_3 = 0,0319A = 31,9mA$$

