

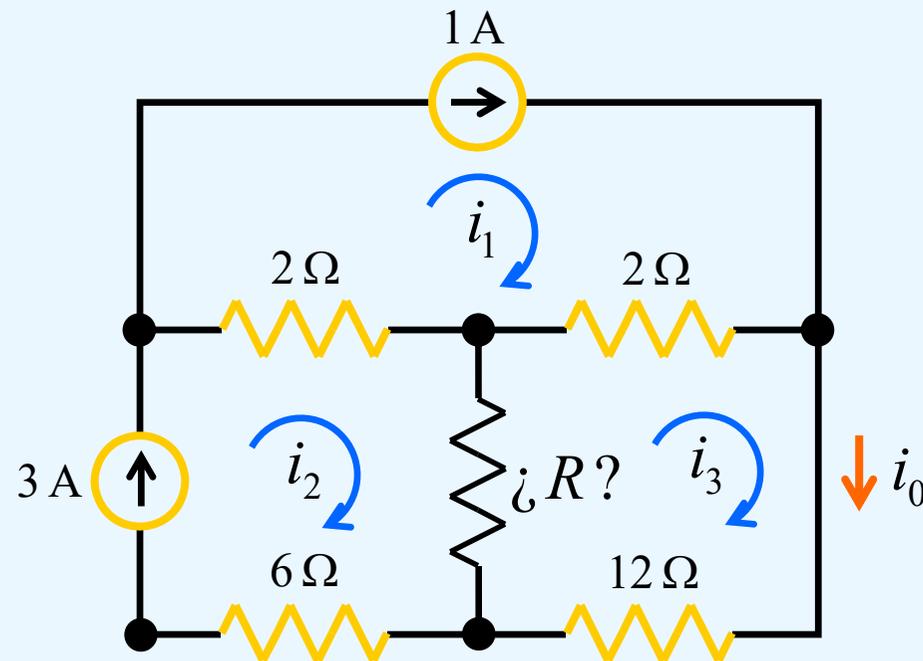
Tema 2. Métodos de Análisis de Circuitos

2.1 Introducción

2.2 Análisis de nudos

2.3 Análisis de mallas

2.4 Comparación entre el análisis de nudos y el de mallas



Bibliografía Básica para este Tema:

[1] C. K. Alexander, M. N. O. Sadiku, "Fundamentos de circuitos eléctricos", 3ª ed., McGraw-Hill, 2006.

[2] R. C. Dorf, J. A. Svoboda, "Introduction to electric circuits", 7th ed., John Wiley & Sons, 2006.

Sadiku → Tema 3

Dorf → Tema 4

- Esta presentación se encuentra, temporalmente, en:

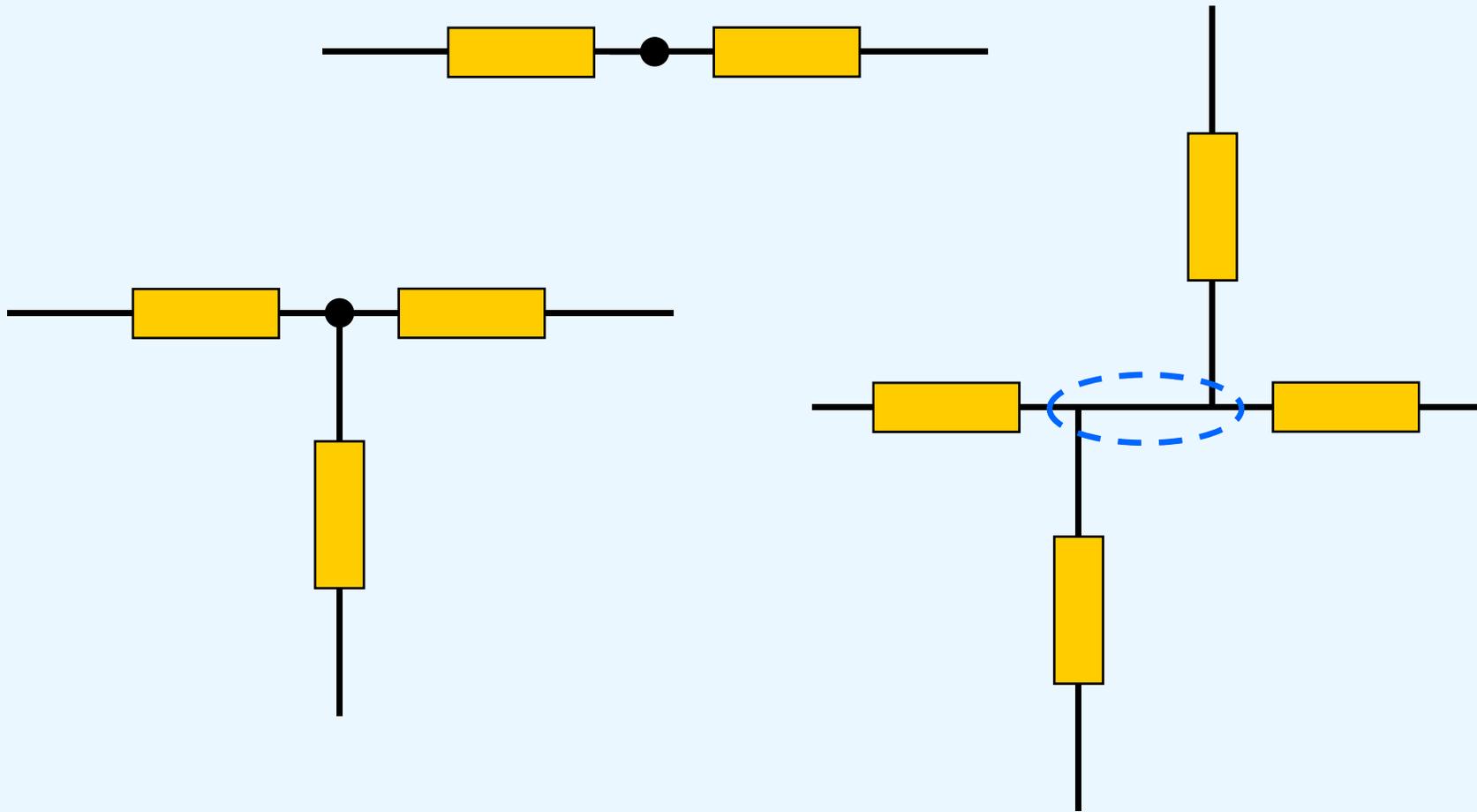
<http://personales.unican.es/peredaj/AC.htm>

2.1 Introducción

- En principio, para resolver un circuito es necesario formular un conjunto de ecuaciones simultáneas que se obtiene aplicando de forma combinada las leyes de Kirchhoff y las relaciones $i-v$ de los elementos del circuito
- Las relaciones $i-v$ gobiernan el comportamiento de cada elemento con independencia de en qué circuito este conectado
- Las leyes de Kirchhoff son condiciones impuestas a las conexiones, independientes de los elementos concretos presentes en el circuito
- Para un circuito de E elementos, este procedimiento conduce a un sistema lineal de $2E$ ecuaciones con $2E$ incógnitas.
- EN ESTE TEMA estudiaremos métodos de análisis más eficientes:
 - El método de tensiones de nudo
 - El método de corrientes de malla

2.2 Análisis de nudos

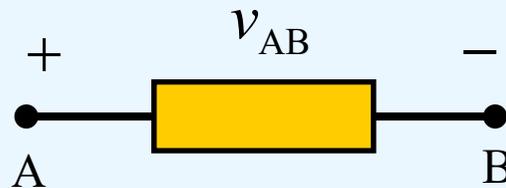
- Definición de Nudo: (ya vista en el tema 1)
- **Nudo**: punto de conexión entre 2 o más elementos de circuito



2.2 Análisis de nudos

- Definición de Tensión de Nudo:

- Hasta ahora nos hemos referido a la tensión (o potencial) en términos de "diferencia de potencial entre 2 nudos" que, generalmente, se corresponden con los terminales de un elemento



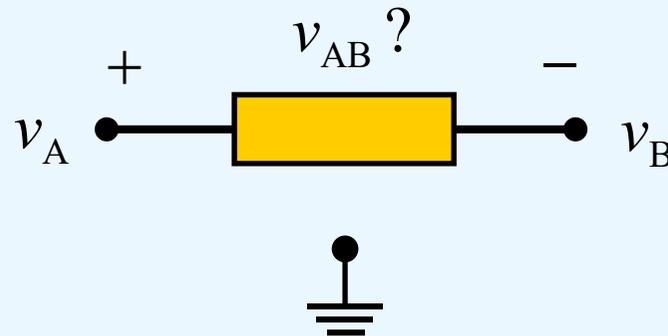
- Alternativamente, podemos elegir un nudo del circuito como nudo de referencia (nudo de tierra) y asignarle un valor de tensión conocido (típicamente 0 V)
- El nudo de tierra suele identificarse con alguno de los siguientes símbolos:



2.2 Análisis de nudos

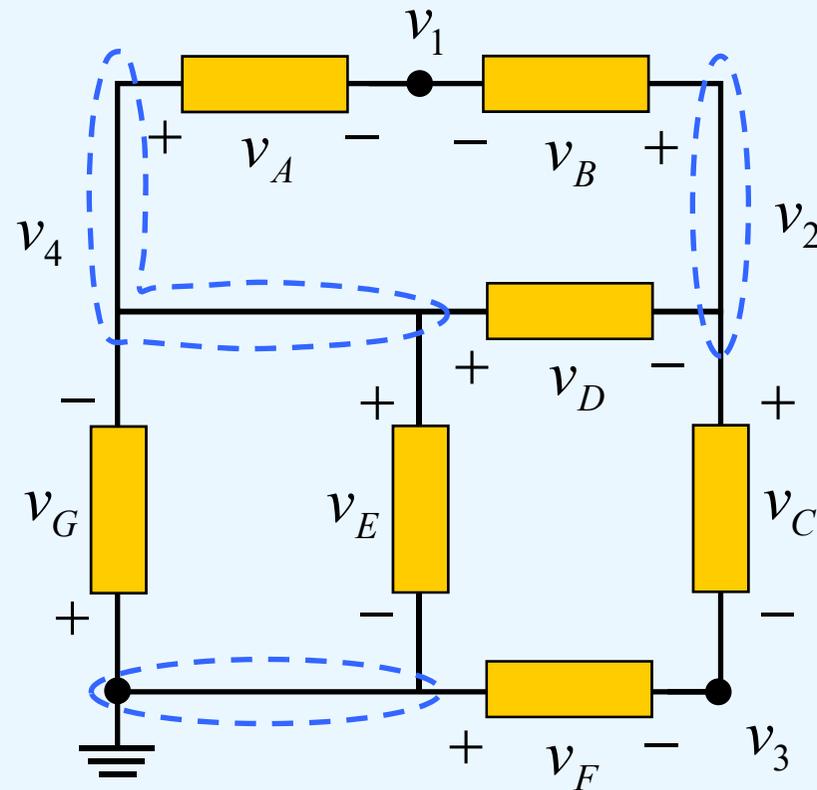
- Llamamos tensión de nudo al valor de la tensión en un nudo de un circuito. Dicho valor está referido a la tensión en el nudo de tierra

- Una vez conocidas las tensiones en todos los nudos de un circuito, resulta inmediato obtener las caídas/subidas de tensión en cada elemento del circuito.



$$v_{AB} = v_A - v_B$$

-Ejemplo 1: Calcular las subidas/caídas de tensión en cada elemento del circuito de la figura sabiendo que las tensiones de nudo valen $v_1 = 10V$, $v_2 = 2V$, $v_3 = -4V$ y $v_4 = 5V$



Solución:

$$v_A = v_4 - v_1 = 5 - 10 = -5 \text{ V}$$

$$v_B = v_2 - v_1 = 2 - 10 = -8 \text{ V}$$

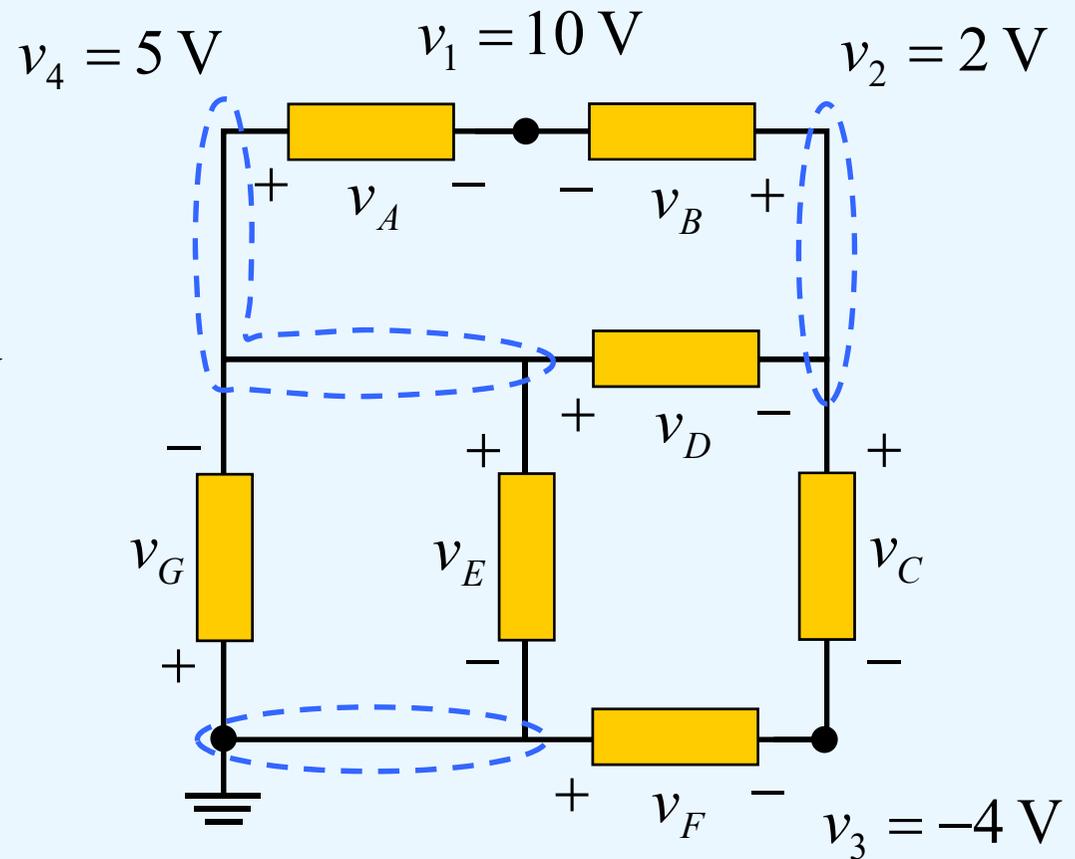
$$v_C = v_2 - v_3 = 2 + 4 = 6 \text{ V}$$

$$v_D = v_4 - v_2 = 5 - 2 = 3 \text{ V}$$

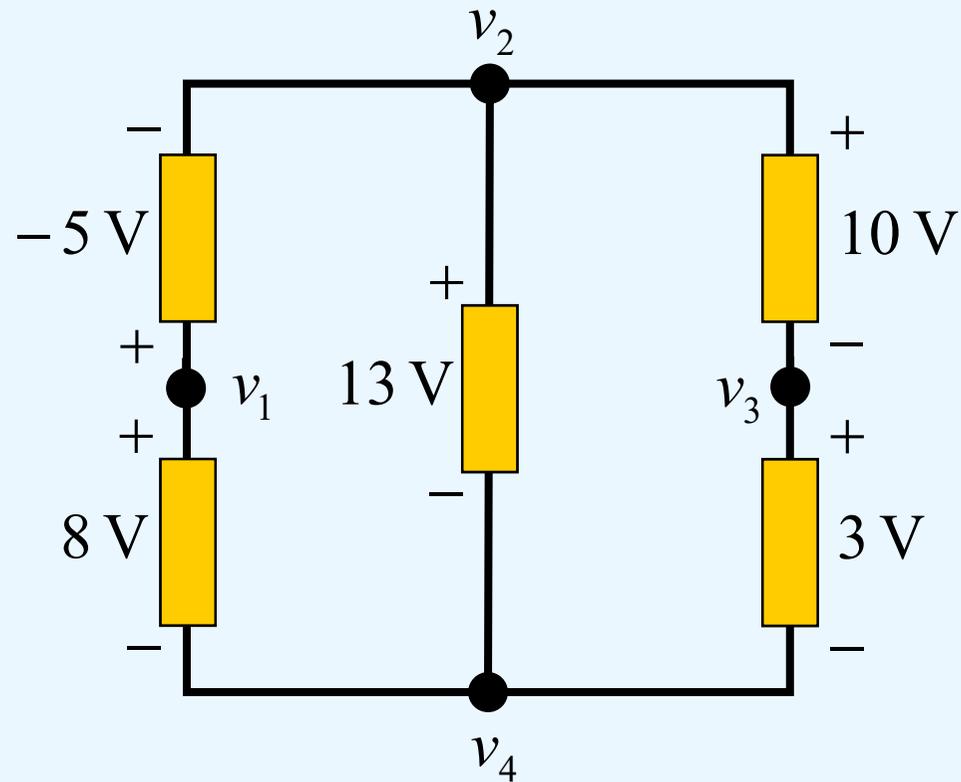
$$v_E = v_4 - 0 = 5 \text{ V}$$

$$v_F = 0 - v_3 = 4 \text{ V}$$

$$v_G = 0 - v_4 = -5 \text{ V}$$



-Ejemplo 2: Calcular las tensiones de nudo en el circuito de la figura en los casos siguientes: a) $v_3 = 0$; b) $v_4 = 0$



Solución:

a) $v_3 = 0$

$$v_3 = 0$$

$$v_2 - v_3 = 10$$

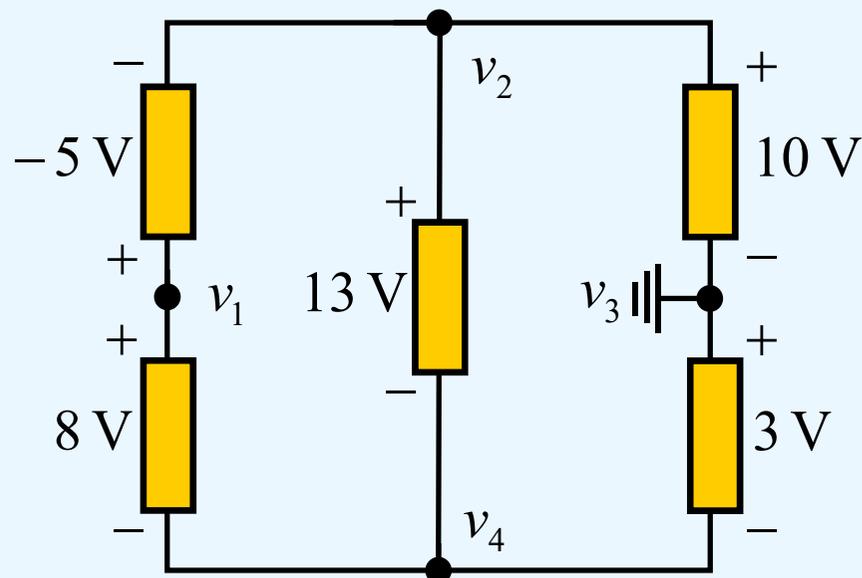
$$v_2 = 10 \text{ V}$$

$$v_1 - v_2 = -5$$

$$v_1 = 5 \text{ V}$$

$$v_1 - v_4 = 8$$

$$v_4 = -3 \text{ V}$$



b) $v_4 = 0$

$$v_4 = 0$$

$$v_1 - v_4 = 8$$

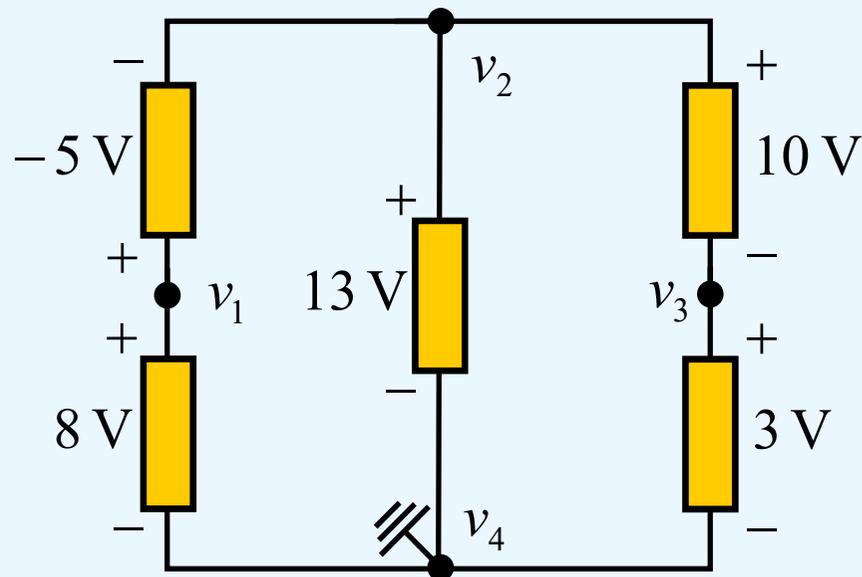
$$v_1 = 8 \text{ V}$$

$$v_1 - v_2 = -5$$

$$v_2 = 13 \text{ V}$$

$$v_2 - v_3 = 10$$

$$v_3 = 3 \text{ V}$$



- El valor de las tensiones de nudo no es único!!

2.2 Análisis de nudos

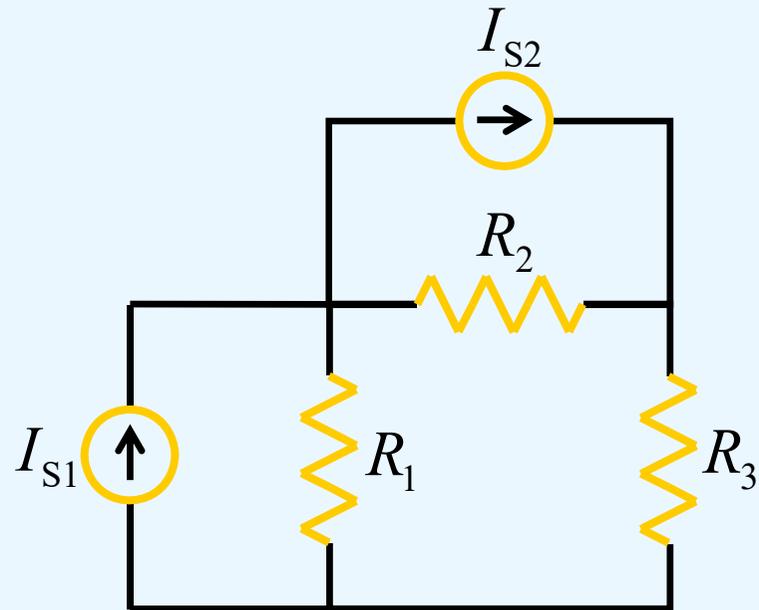
- El análisis de nudos (ó método de las tensiones de nudo) es un método general y sistemático para el análisis de circuitos
- Este método usa tensiones de nudo (en vez de tensiones de elemento) como variables de circuito
- Esta elección de variables reduce el número de ecuaciones a resolver
- En resumen, el objetivo del método de las tensiones de nudo es calcular la tensión en todos y cada uno de los nudos del circuito problema, supuesta conocida la tensión en el nudo de referencia.
- El método se basa en la aplicación combinada de:
 - La ley de las corrientes de Kirchhoff (KCL)
 - La ley de Ohm

2.2.1 Análisis de nudos para circuitos sin fuentes de tensión

- Dado un circuito de N nudos sin fuentes de tensión, el análisis de nudos consta de los siguientes pasos:

1. a) Elegir un nudo de referencia y asignar las tensiones de nudo v_1, v_2, \dots, v_{N-1} a los restantes N-1 nudos
b) Asignar corrientes de rama a cada resistencia
2. Aplicar la KCL a cada nudo, salvo al de referencia. Se obtendrán N-1 ecuaciones
3. Utilizar la relación i-v de cada resistencia para escribir las corrientes de rama en función de las tensiones de nudo
4. Sustituir las corrientes de rama, obtenidas en (3), en las ecs. de nudo obtenidas en (2)
5. Calcular las N-1 tensiones de nudo resolviendo las N-1 ecuaciones obtenidas

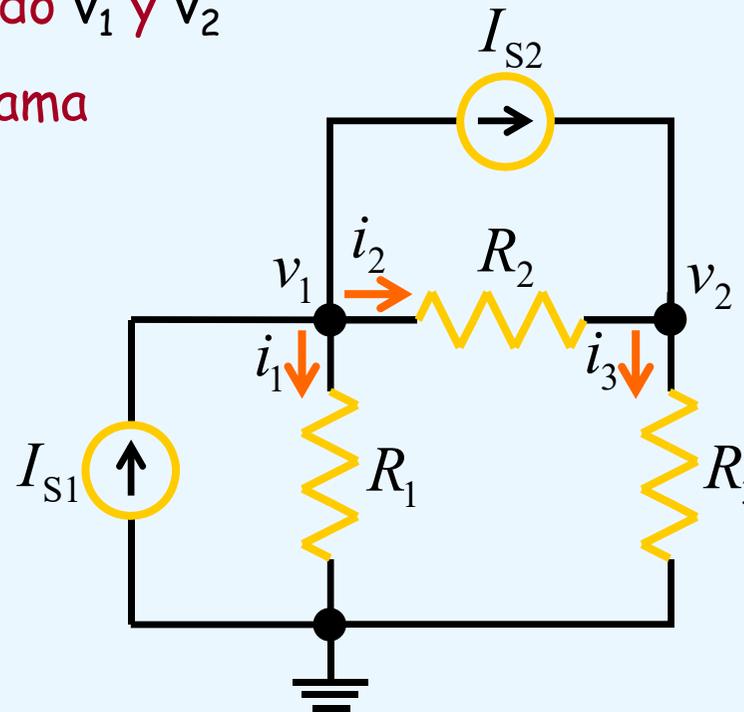
- Ejemplo 3: Calcular las tensiones de nudo en el circuito de la figura



Solución:

1. a) Elegir un nudo de referencia y asignar las tensiones de nudo v_1, v_2, \dots, v_{N-1} a los restantes $N-1$ nudos
b) Asignar corrientes de rama a cada resistencia

- Para este circuito $N = 3$
- Indicamos el nudo de referencia con el símbolo de la tierra
- Asignamos tensiones de nudo v_1 y v_2
- Asignamos corrientes de rama

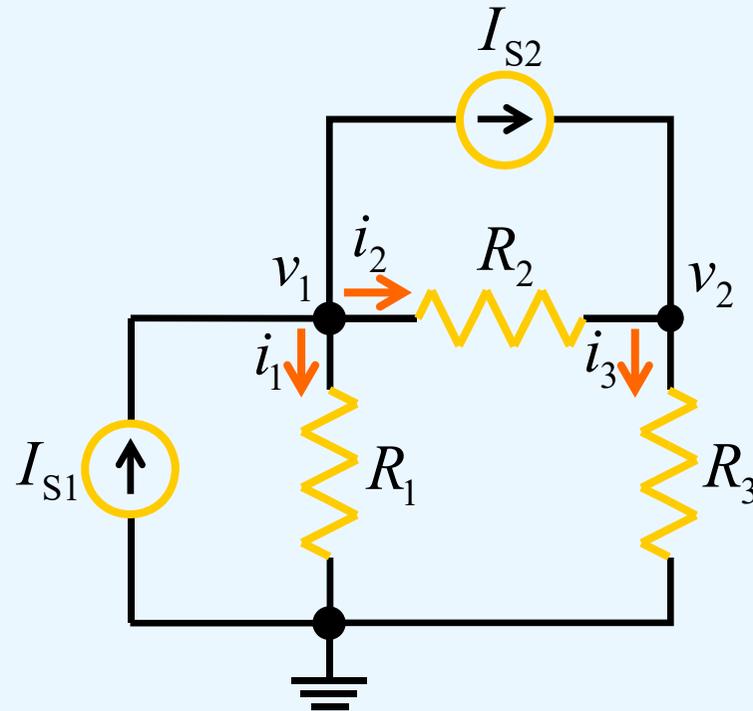


2. Aplicar la KCL a cada nudo, salvo al de referencia. Se obtendrán N-1 ecuaciones

$$\text{KCL} \rightarrow \sum i_{\text{entrantes}} = \sum i_{\text{salientes}}$$

- Nudo 1: $I_{S1} = I_{S2} + i_1 + i_2$

- Nudo 2: $I_{S2} + i_2 = i_3$



3. Utilizar la relación i-v de cada resistencia para escribir las corrientes de rama en función de las tensiones de nudo

- Aparte de las fuentes de corriente independientes solo hay resistencias, por tanto la relación i-v a considerar es la ley de Ohm
- Aplicamos la ley de Ohm en la forma:

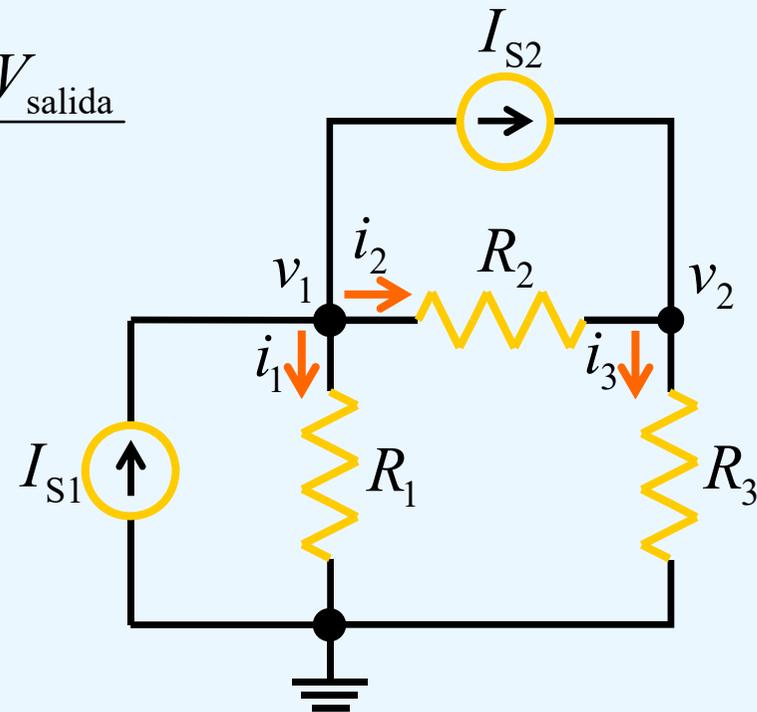
$$I = \frac{V_{\text{entrada}} - V_{\text{salida}}}{R}$$

- En este caso:

- Para R_1 : $i_1 = \frac{v_1 - 0}{R_1}$

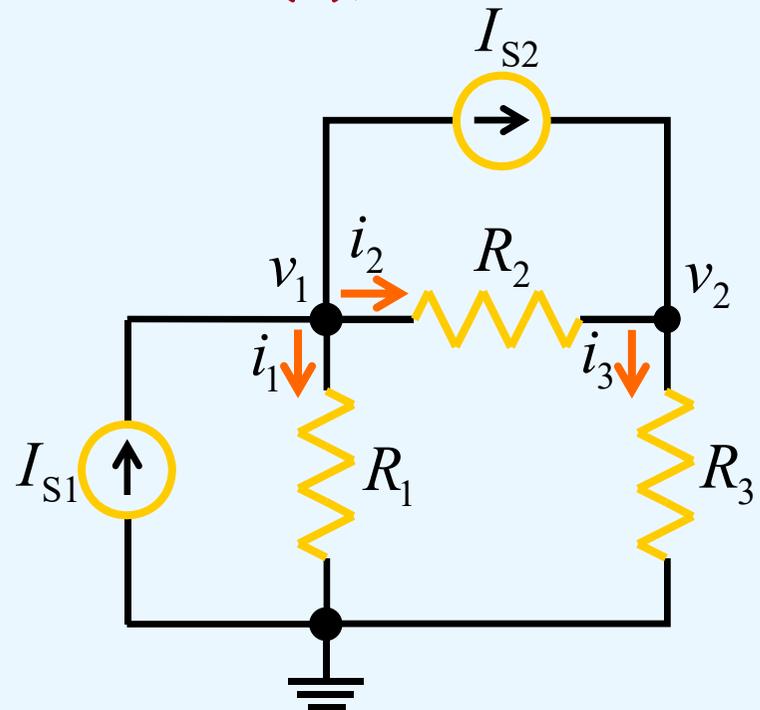
- Para R_2 : $i_2 = \frac{v_1 - v_2}{R_2}$

- Para R_3 : $i_3 = \frac{v_2 - 0}{R_3}$



4. Sustituir las corrientes de rama, obtenidas en (3), en las ecs. de nudo obtenidas en (2)

$$\left. \begin{aligned} i_1 &= \frac{v_1}{R_1} \\ i_2 &= \frac{v_1 - v_2}{R_2} \\ i_3 &= \frac{v_2}{R_3} \end{aligned} \right\}$$



- Nudo 1: $I_{S1} = I_{S2} + i_1 + i_2$

- Nudo 2: $I_{S2} + i_2 = i_3$

$$\left. \begin{aligned} I_{S1} &= I_{S2} + \frac{v_1}{R_1} + \frac{v_1 - v_2}{R_2} \\ I_{S2} + \frac{v_1 - v_2}{R_2} &= \frac{v_2}{R_3} \end{aligned} \right\}$$

5. Calcular las N-1 tensiones de nudo resolviendo las N-1 ecuaciones obtenidas

$$I_{S1} = I_{S2} + \frac{v_1}{R_1} + \frac{v_1 - v_2}{R_2}$$

$$I_{S2} + \frac{v_1 - v_2}{R_2} = \frac{v_2}{R_3}$$

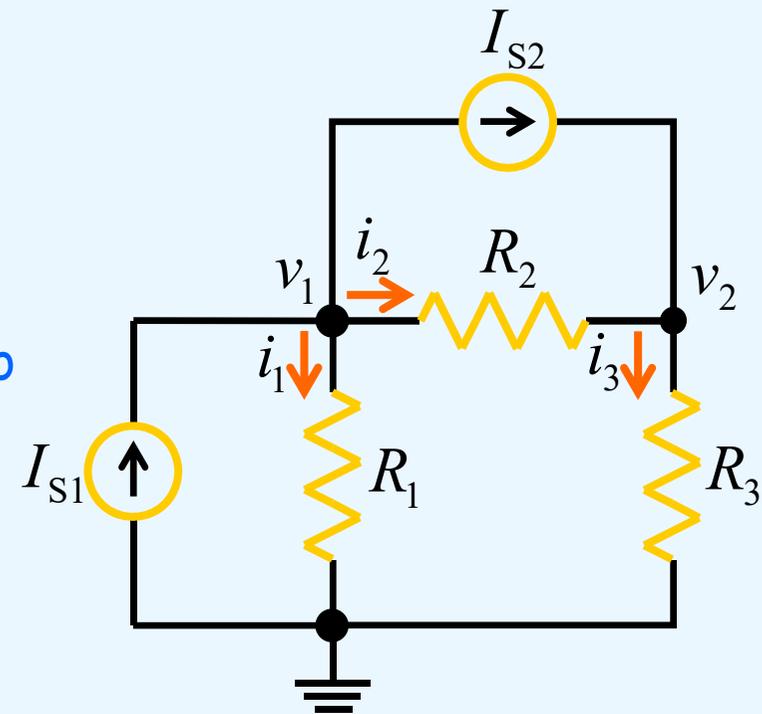
- Conviene expresar las ecs. utilizando conductancias

$$(G_1 + G_2)v_1 - G_2v_2 = I_{S1} - I_{S2}$$

$$-G_2v_1 + (G_2 + G_3)v_2 = I_{S2}$$

- En forma matricial:

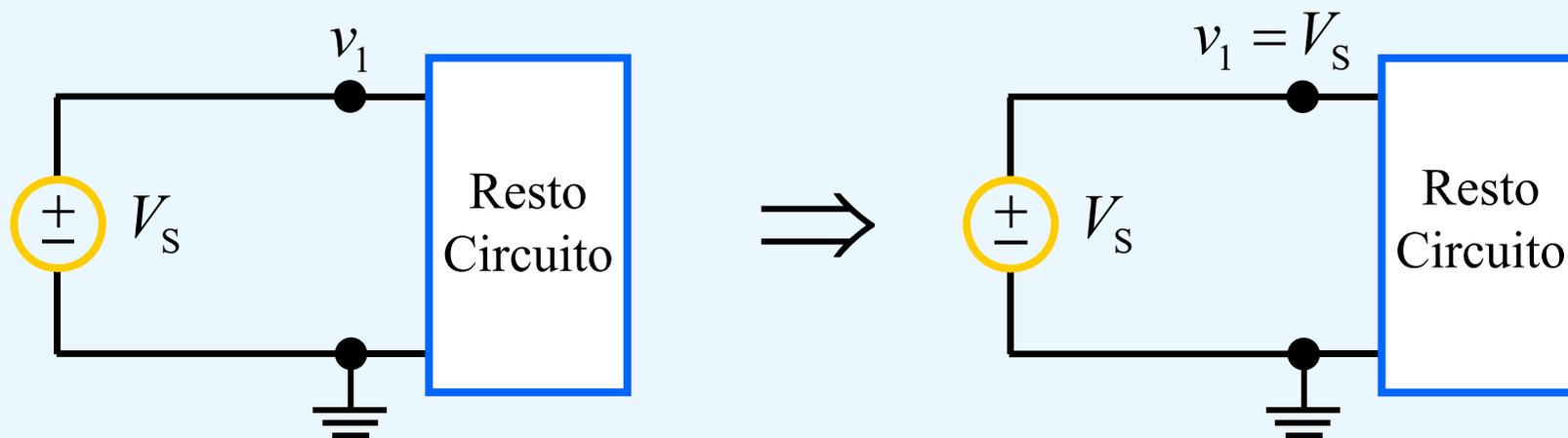
$$\begin{bmatrix} G_1 + G_2 & -G_2 \\ -G_2 & G_2 + G_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{S1} - I_{S2} \\ I_{S2} \end{bmatrix}$$



Ecuaciones de Tensiones de Nudo

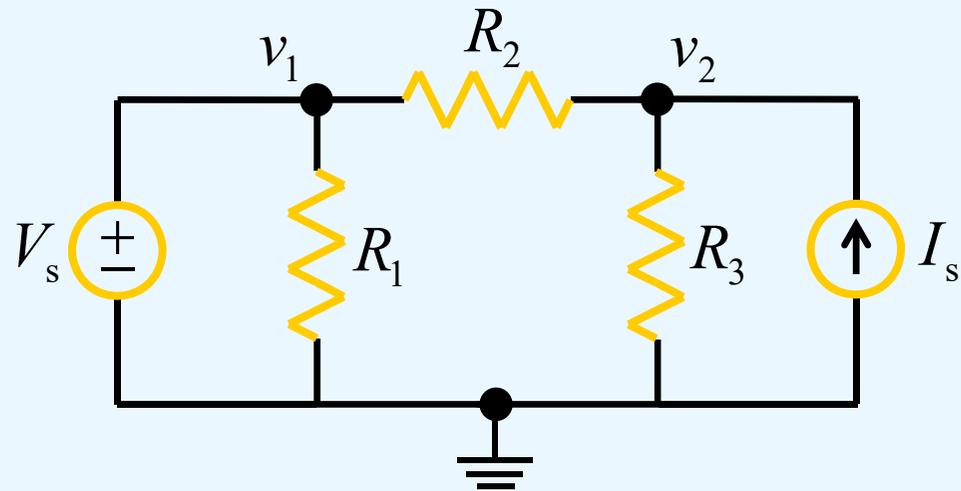
2.2.2 Análisis de nudos para circuitos CON fuentes de tensión

- **CASO 1:** Si la fuente de tensión está conectada entre el nudo de referencia y otro nudo cualquiera, se fija la tensión de este último igual a la tensión de la fuente.



- La tensión de nudo v_1 deja de ser una incógnita

- Ejemplo 4: Calcular las tensiones de nudo en el circuito de la figura



Solución:

- Nudo 1:

$$v_1 = V_s$$

- Nudo 2:

- Aplicando la KCL:

$$I_s + i_2 = i_3$$

- Utilizando la ley de Ohm:

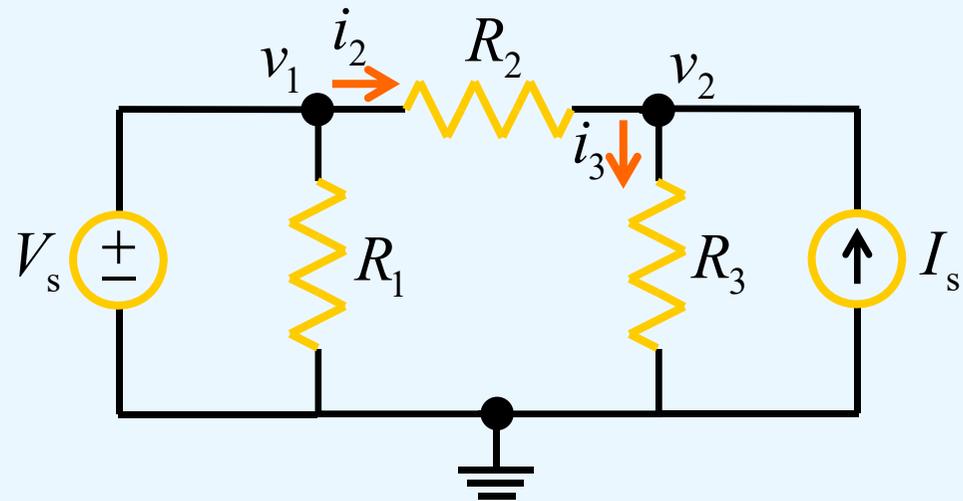
$$I_s + \frac{V_s - v_2}{R_2} = \frac{v_2}{R_3}$$

$$i_2 = \frac{V_s - v_2}{R_2}$$

$$i_3 = \frac{v_2}{R_3}$$

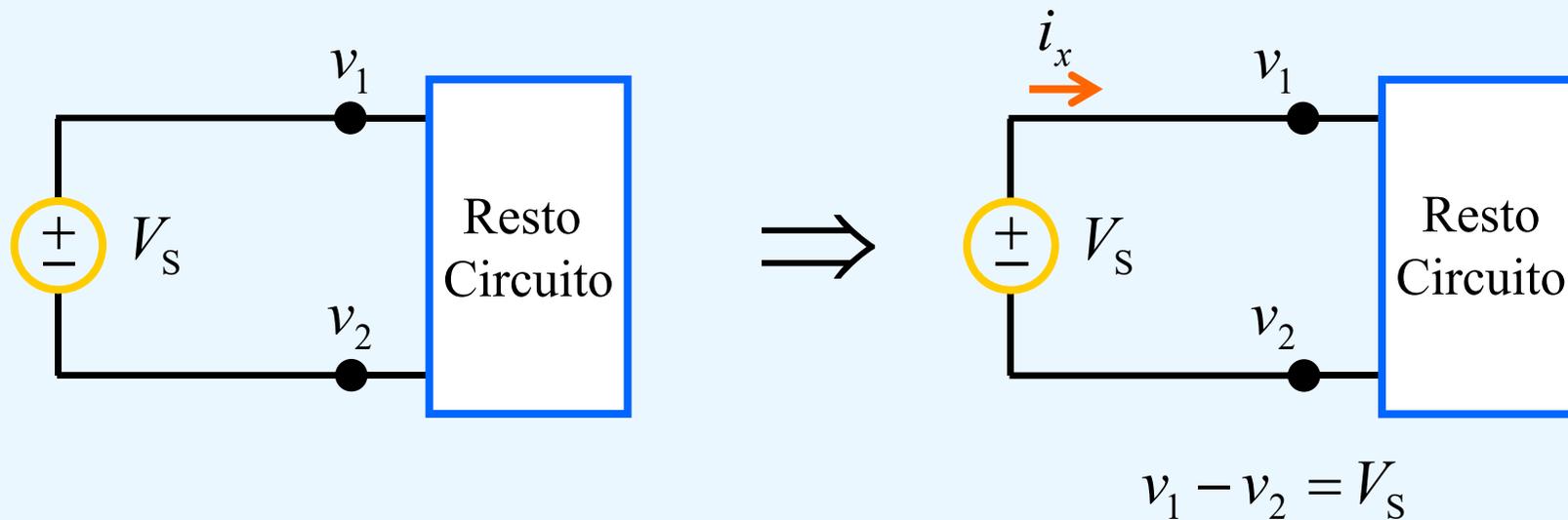
- Resolviendo para v_2 :

$$v_2 = \frac{R_2 R_3 I_s + R_3 V_s}{R_2 + R_3}$$

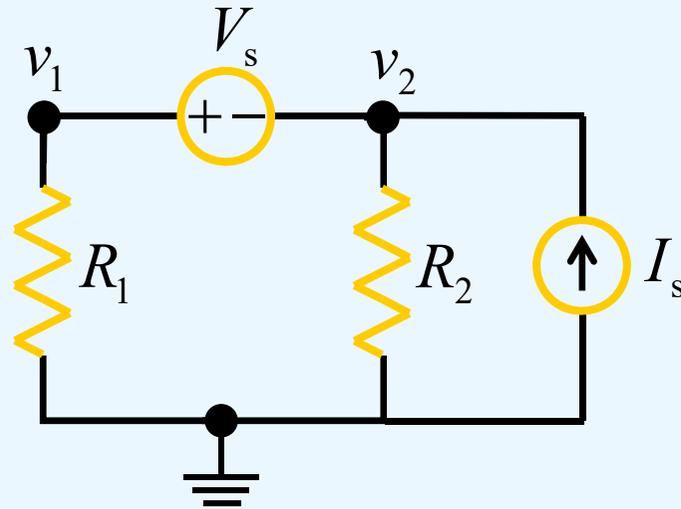


2.2.2 Análisis de nudos para circuitos CON fuentes de tensión

- **CASO 2:** Si la fuente de tensión está conectada entre dos nudos, no siendo ninguno de ellos de referencia, entonces:
 - Se introduce la corriente que atraviesa la fuente (i_x) como variable adicional.
 - Se añade una ecuación que relaciona la tensión de la fuente con las dos tensiones nodales ($v_1 - v_2 = V_S$)



- Ejemplo 5: Calcular las tensiones de nudo en el circuito de la figura



Solución:

- Nudo 1: $i_x = i_1$ (KCL-1)

- Nudo 2: $I_s = i_x + i_2$ (KCL-2)

- Fuente de tensión:

$$V_s = v_1 - v_2$$

- Sumamos (KCL-1) y (KCL-2):

$$I_s = i_1 + i_2$$

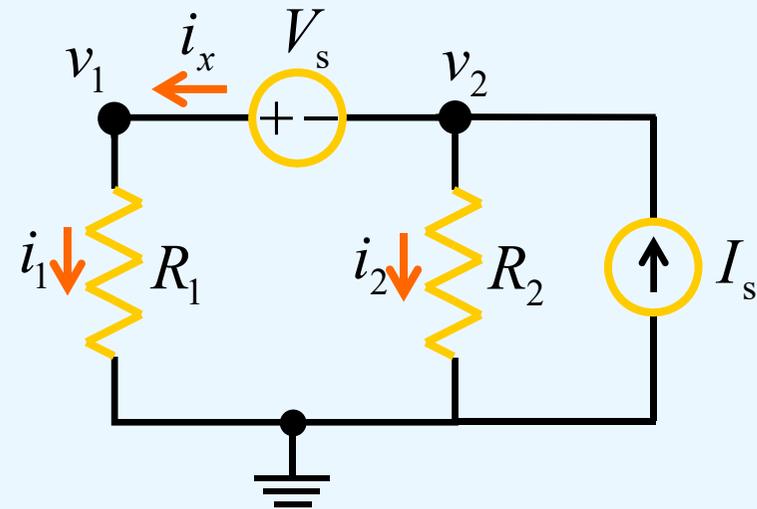
- Aplicamos la ley de Ohm:

$$i_1 = \frac{v_1}{R_1} \quad i_2 = \frac{v_2}{R_2}$$

- Sustituyendo:

$$I_s = G_1 v_1 + G_2 v_2$$

- donde $G=1/R$



- Quedan las ecs.:

$$\begin{cases} I_s = G_1 v_1 + G_2 v_2 & \text{(KCL 1+2)} \\ V_s = v_1 - v_2 & \text{(Fuente)} \end{cases}$$

- Resolviendo:

$$v_1 = \frac{I_s + G_2 V_s}{G_1 + G_2}$$

$$v_2 = \frac{I_s - G_1 V_s}{G_1 + G_2}$$

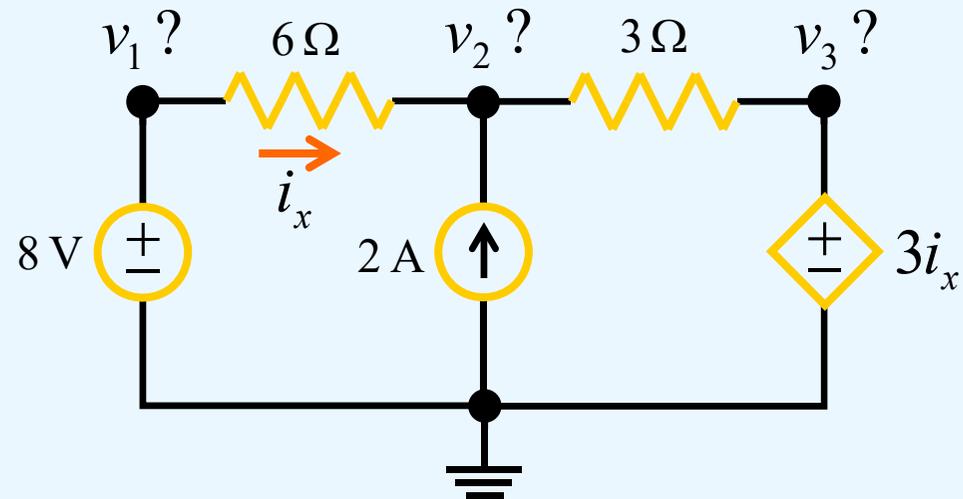
2.2.3 Análisis de nudos para circuitos CON fuentes controladas

- Cuando en un circuito hay fuentes controladas el método de análisis de nudos se aplica igual que si no hubiera fuentes controladas y se añade un paso adicional:

Las variables de control (tensiones y/o corrientes) se expresan en función de las tensiones de nudo (que son las verdaderas incógnitas del método de nudos).

- Veamos un ejemplo.

- Ejemplo 6: Calcular las tensiones de nudo en el circuito de la figura



Solución:

- Ecs. de nudo:

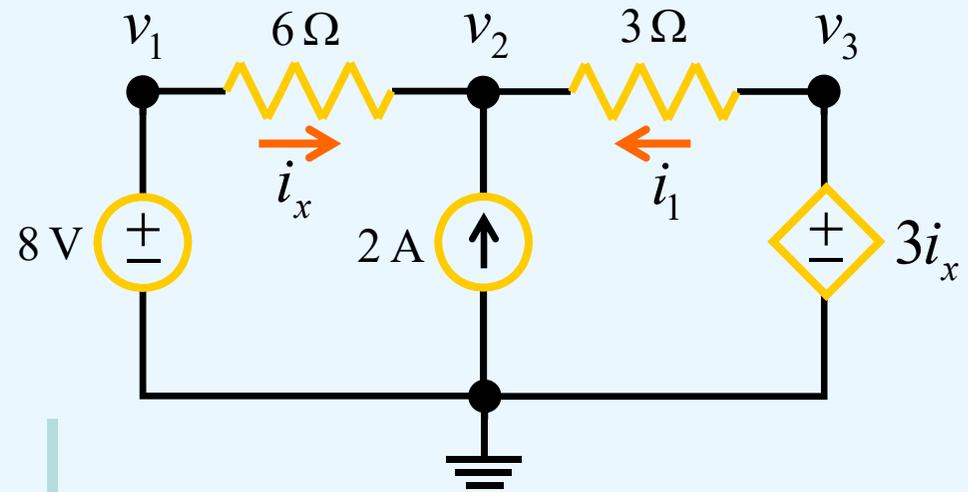
- Nudo 1: $v_1 = 8 \text{ V}$

- Nudo 2: $i_x + i_1 + 2 = 0$

- Nudo 3: $v_3 = 3i_x$

- Expresamos las corrientes de rama y las variables de control en función de las tensiones de nudo:

$$i_x = \frac{8 - v_2}{6}$$
$$i_1 = \frac{3i_x - v_2}{3} = \frac{4}{3} - \frac{1}{2}v_2$$



- Sustituimos en las ecs. de nudo:

- Nudo 2: $v_2 = 7 \text{ V}$

- Nudo 3:

$$v_3 = 3i_x = 3 \times \frac{8 - v_2}{6} = 4 - \frac{v_2}{2}$$

- Sust. v_2 :

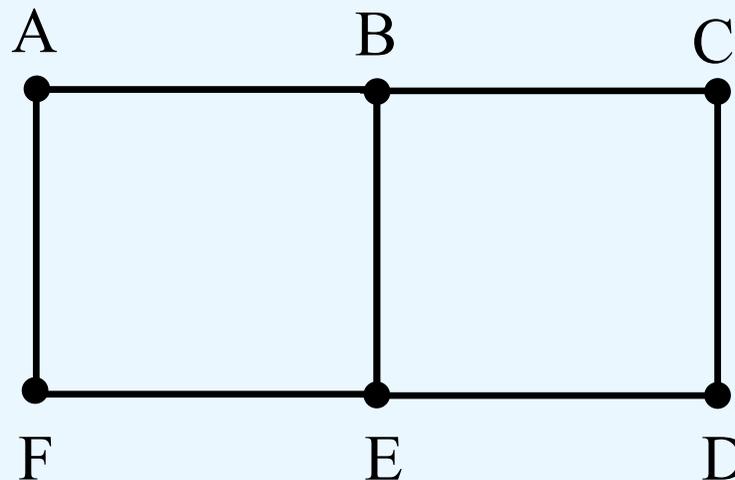
$$v_3 = \frac{1}{2} \text{ V}$$

2.3 Análisis de mallas

- Definición de Malla:

- **Lazo:** Camino cerrado, es decir, camino que empieza y termina en el mismo nudo sin pasar más de una vez por cada uno de los nudos intermedios
- **Malla:** Lazo que no contiene ningún elemento en su interior

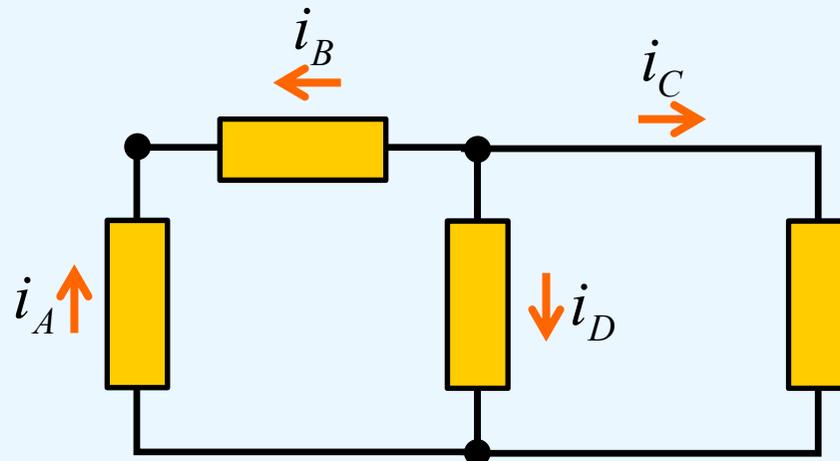
Ej.: El camino ABCDEFA no es una malla



2.3 Análisis de mallas

- Definición de Corriente de Malla:

- Hasta ahora hemos trabajado solamente con corrientes de rama, es decir, con corrientes que fluyen entre dos nudos y que, normalmente, se asocian con un elemento concreto

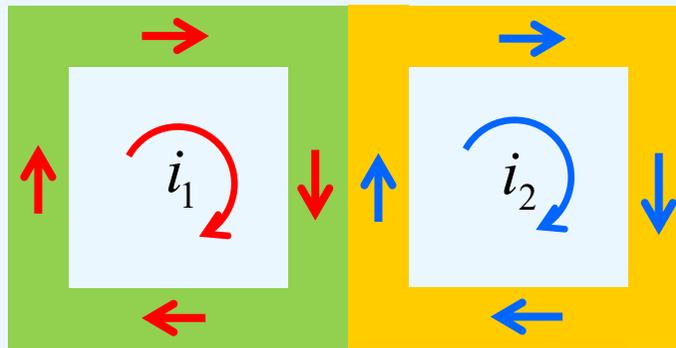


2.3 Análisis de mallas

- Definición de Corriente de Malla:

- Alternativamente, podemos introducir el concepto de corriente de malla

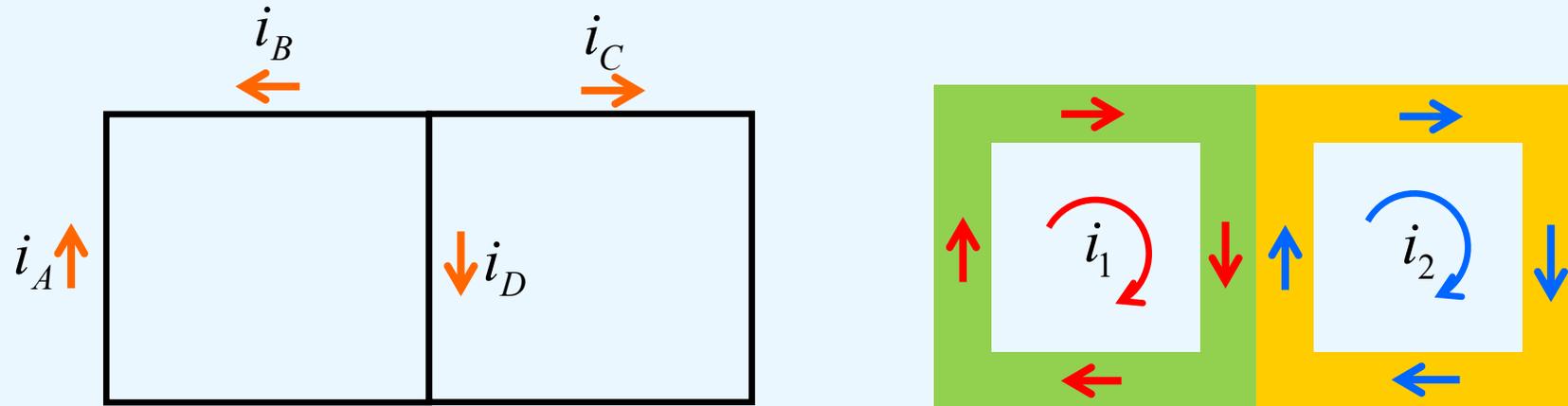
- **Corriente de Malla:** es la corriente que recorre una determinada malla. Por tanto, es una corriente cerrada



- La asignación de sentido de giro a las corrientes de malla es arbitrario

2.3 Análisis de mallas

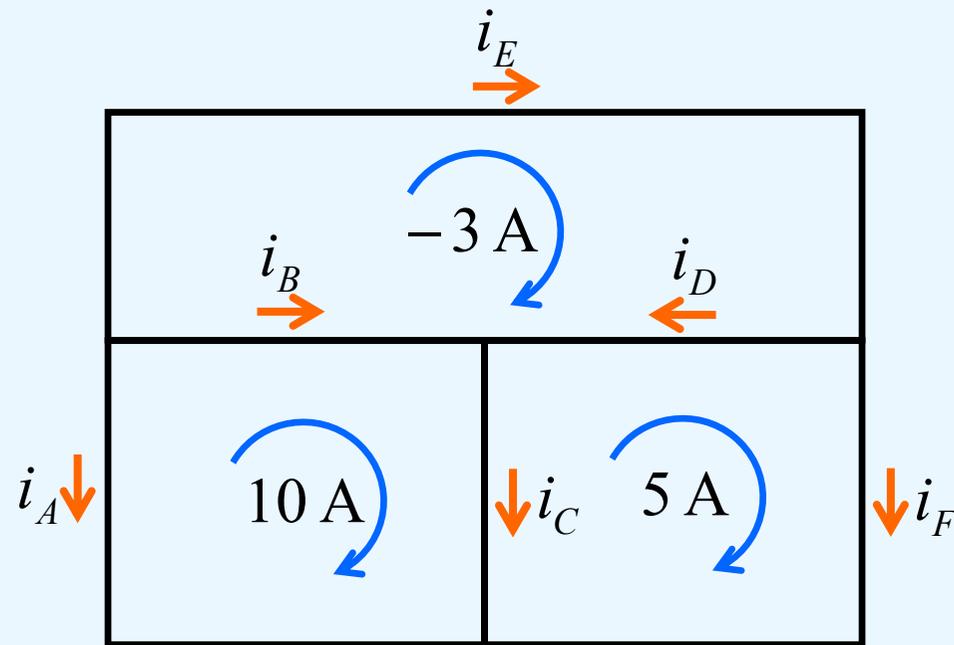
- Para un circuito dado, la relación entre las corrientes de rama y las corrientes de malla puede determinarse por simple inspección



- Para el ejemplo de la figura, las corrientes de rama valen:

$$i_A = i_1 \quad i_B = -i_1 \quad i_C = i_2 \quad i_D = i_1 - i_2$$

-Ejemplo 7: En el circuito de la figura, calcular las corrientes de rama indicadas.



Solución:

$$i_A = -10 \text{ A}$$

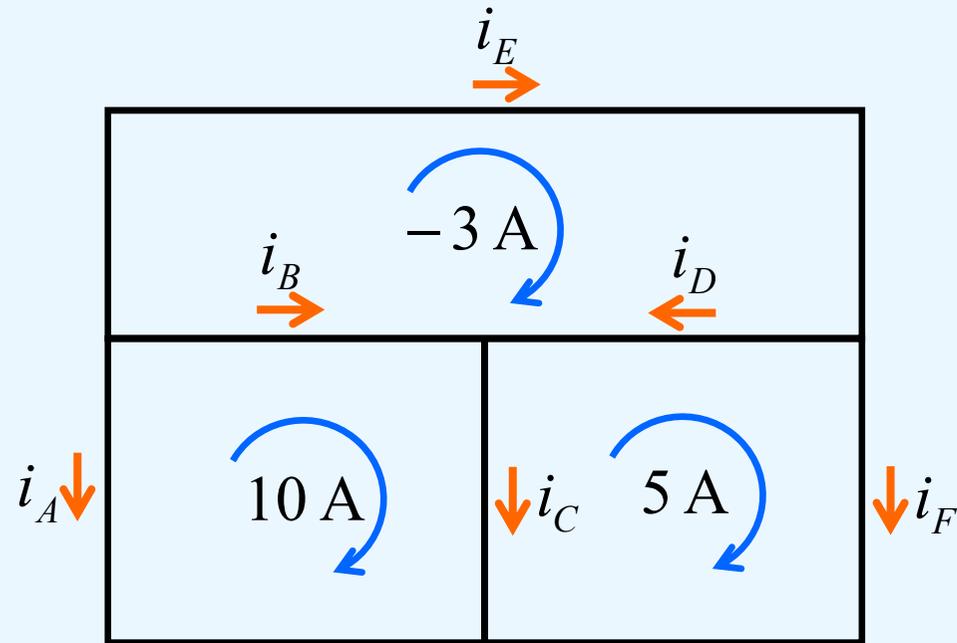
$$i_B = 10 - (-3) = 13 \text{ A}$$

$$i_C = 10 - 5 = 5 \text{ A}$$

$$i_D = -3 - 5 = -8 \text{ A}$$

$$i_E = -3 \text{ A}$$

$$i_F = 5 \text{ A}$$



2.3 Análisis de mallas

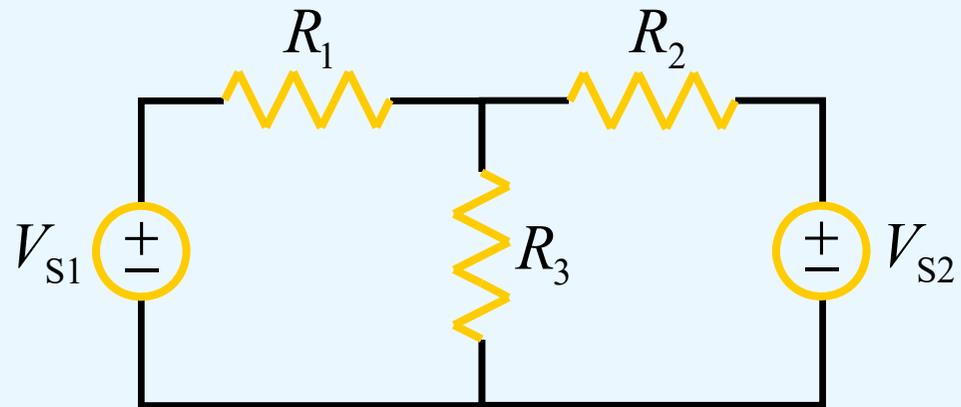
- El análisis de mallas es otro método general para el análisis de circuitos
- Este método usa corrientes de malla (en vez de corrientes de rama) como variables de circuito
- Esta elección de variables reduce el número de ecuaciones a resolver
- En resumen, el objetivo del método de las corrientes de malla es calcular la corriente de cada una de las mallas del circuito problema
- El método se basa en la aplicación combinada de:
 - La ley de las tensiones de Kirchhoff (KVL)
 - La ley de Ohm

2.3.1 Análisis de mallas para circuitos SIN fuentes de corriente

- Dado un circuito de N mallas sin fuentes de corriente, el análisis de mallas consta de los siguientes pasos:

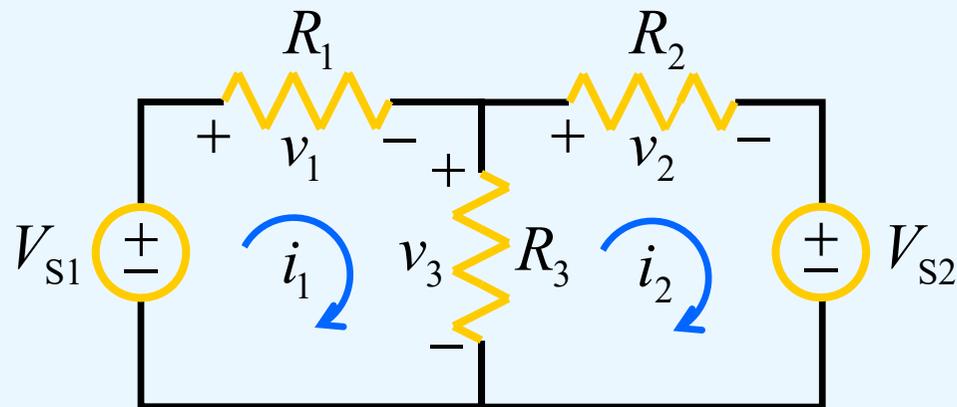
1. a) Asignar las corrientes de malla i_1, i_2, \dots, i_N a las N mallas
b) Asignar tensiones de elemento a cada resistencia
2. Aplicar la KVL en cada una de las mallas. Se obtendrán N ecuaciones
3. Utilizar la relación i-v de cada elemento para escribir las tensiones de elemento en función de las corrientes de malla
4. Sustituir las tensiones de elemento, obtenidas en (3), en las ecs. de malla obtenidas en (2)
5. Calcular las N corrientes de malla resolviendo las N ecuaciones obtenidas

- Ejemplo 8: Calcular las corrientes de malla en el circuito de la figura



Solución:

1. a) Asignar las corrientes de malla i_1, i_2, \dots, i_N a las N mallas
b) Asignar tensiones de elemento a cada resistencia
 - Para este circuito $N = 2$
 - Asignamos corrientes de malla $\rightarrow i_1$ e i_2
 - El sentido de giro elegido para cada corriente es arbitrario, pero es aconsejable asignar el sentido horario a todas ellas
 - Asignamos tensiones de elemento $\rightarrow v_1, v_2$ e v_3
 - La polaridad elegida para cada resistencia es arbitraria, pero conviene asignarlas siguiendo el sentido de giro de la corriente de malla (si es posible)



2. Aplicar la KVL en cada una de las mallas.

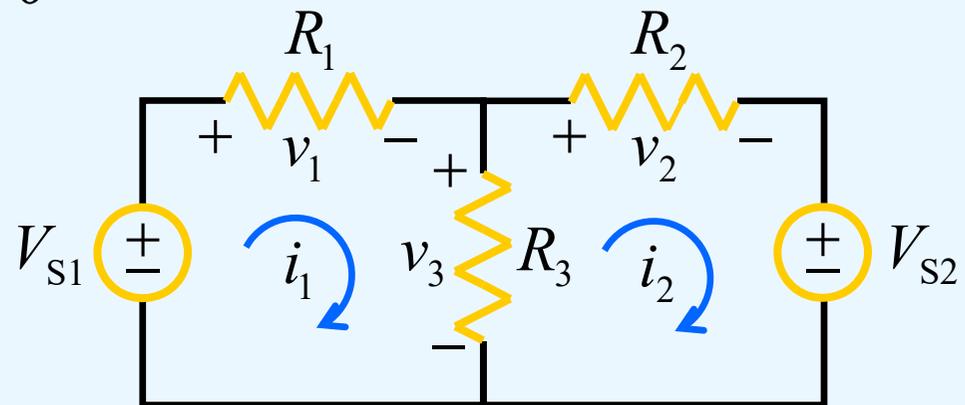
Se obtendrán N ecuaciones

$$\text{KVL} \rightarrow \sum V_{\text{elemento}} = 0$$

- Para ello recorreremos cada malla en el sentido de la corriente de malla

- Malla 1: $v_1 + v_3 - V_{S1} = 0$

- Malla 2: $v_2 + V_{S2} - v_3 = 0$



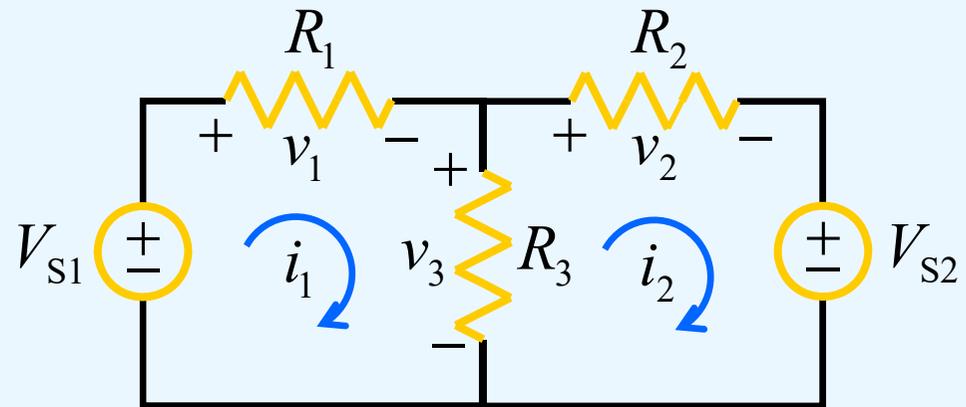
3. Utilizar la relación i - v de cada elemento para escribir las tensiones de elemento en función de las corrientes de malla

- Aparte de las fuentes de tensión independientes solo hay resistencias, por tanto la relación i - v a considerar es la ley de Ohm
- Aplicamos la ley de Ohm en la forma:

$V = R \times I$, siendo I la corriente de rama entrante por "+"

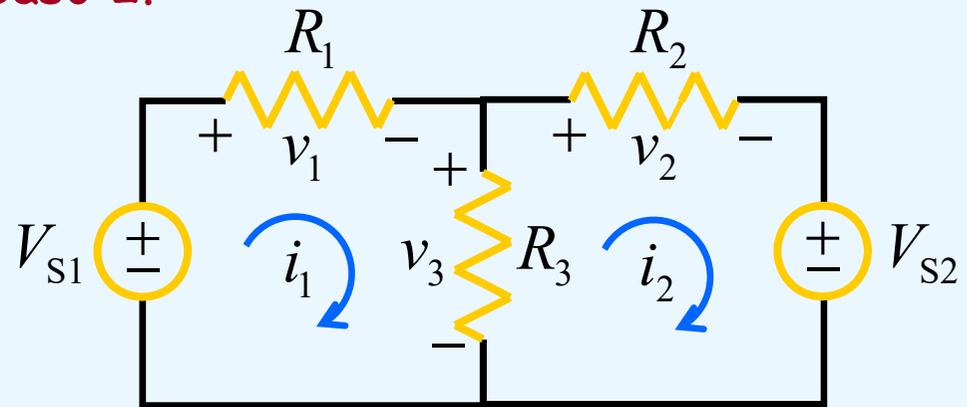
- En este caso:

- Para R_1 : $v_1 = R_1 i_1$
- Para R_2 : $v_2 = R_2 i_2$
- Para R_3 : $v_3 = R_3 (i_1 - i_2)$



4. Sustituir las tensiones de elemento, obtenidas en el paso 3, en las ecs. de malla obtenidas en el paso 2.

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= i_1 R_1 \\ v_2 &= i_2 R_2 \\ v_3 &= (i_1 - i_2) R_3 \end{aligned} \right\}$$



$$\left. \begin{aligned} - \text{Malla 1: } v_1 + v_3 - V_{S1} &= 0 \\ - \text{Malla 2: } v_2 + V_{S2} - v_3 &= 0 \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

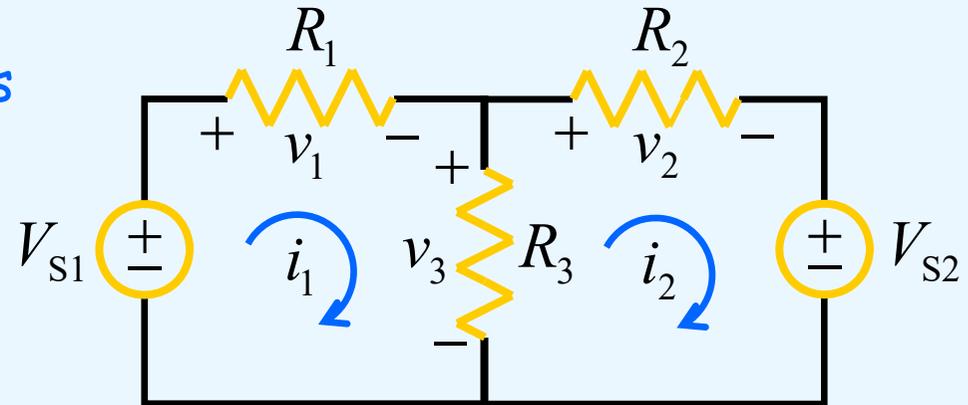
$$\left. \begin{aligned} i_1 R_1 + (i_1 - i_2) R_3 &= V_{S1} \\ i_2 R_2 - (i_1 - i_2) R_3 &= -V_{S2} \end{aligned} \right\}$$

5. Calcular las N corrientes de malla resolviendo las N ecuaciones obtenidas

- Ordenando las ecs. obtenidas

$$(R_1 + R_3)i_1 - R_3i_2 = V_{S1}$$

$$-R_3i_1 + (R_2 + R_3)i_2 = -V_{S2}$$



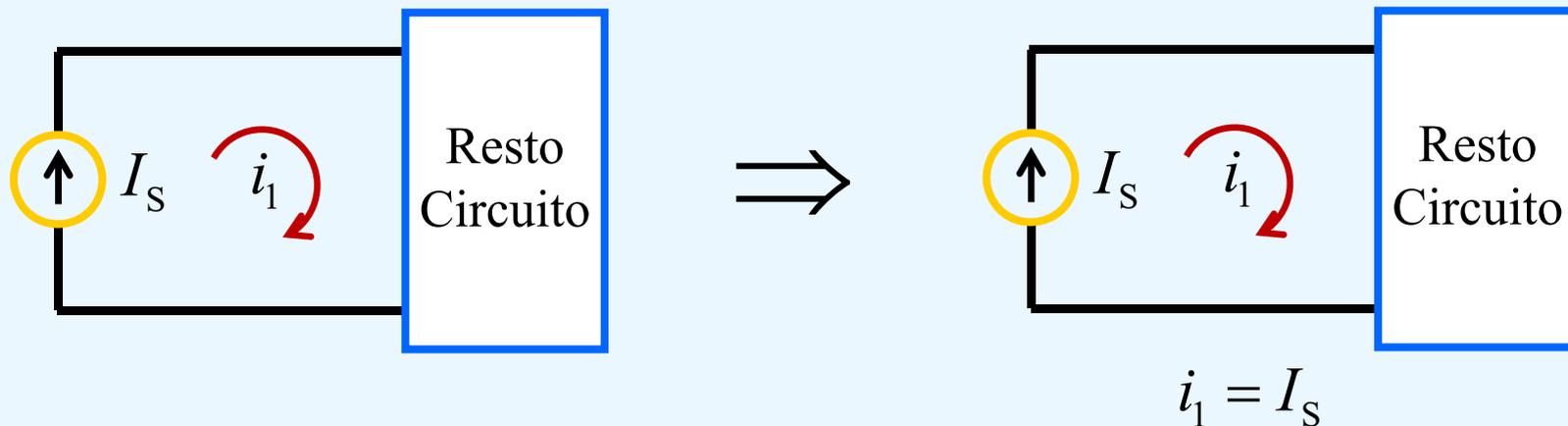
- En forma matricial

$$\begin{bmatrix} R_1 + R_3 & -R_3 \\ -R_3 & R_2 + R_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{S1} \\ -V_{S2} \end{bmatrix}$$

Ecuaciones de Corrientes de Malla

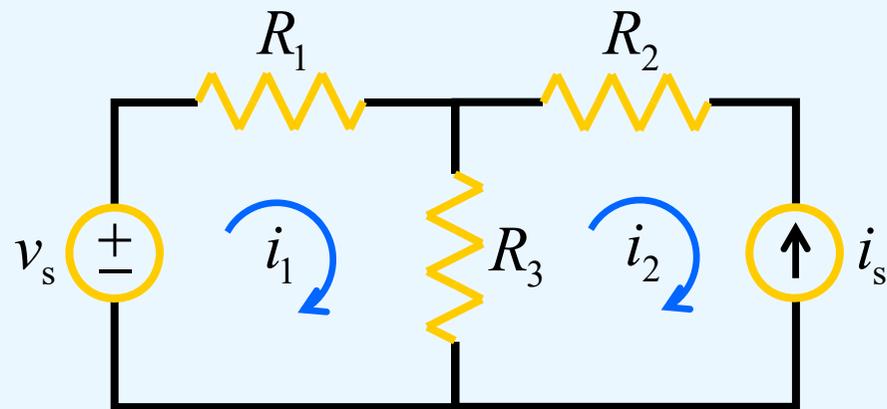
2.3.2 Análisis de mallas para circuitos CON fuentes de corriente

- **CASO 1:** Si la fuente de corriente está en una rama que pertenece a una única malla, se fija la corriente de dicha malla igual a la corriente de la fuente.



- La corriente de malla i_1 deja de ser una incógnita

- Ejemplo 9: Calcular las corrientes de malla en el circuito de la figura



Solución:

- Malla 1:

- Aplicando la KVL:

$$v_1 + v_3 - v_s = 0$$

- Malla 2:

$$i_2 = -i_s$$

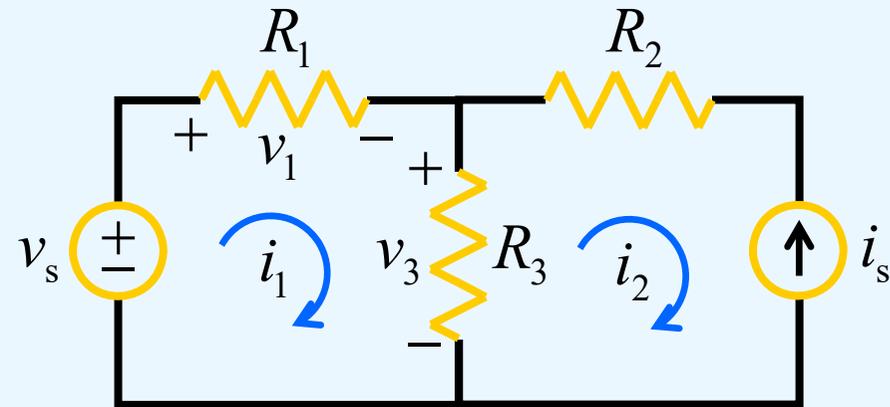
i No hace falta aplicar la KVL a la malla 2 !

- Utilizando la ley de Ohm:

$$i_1 R_1 + (i_1 - i_2) R_3 = v_s$$

- Resolviendo para i_1 :

$$i_1 = \frac{v_s + R_3 i_s}{R_1 + R_3}$$

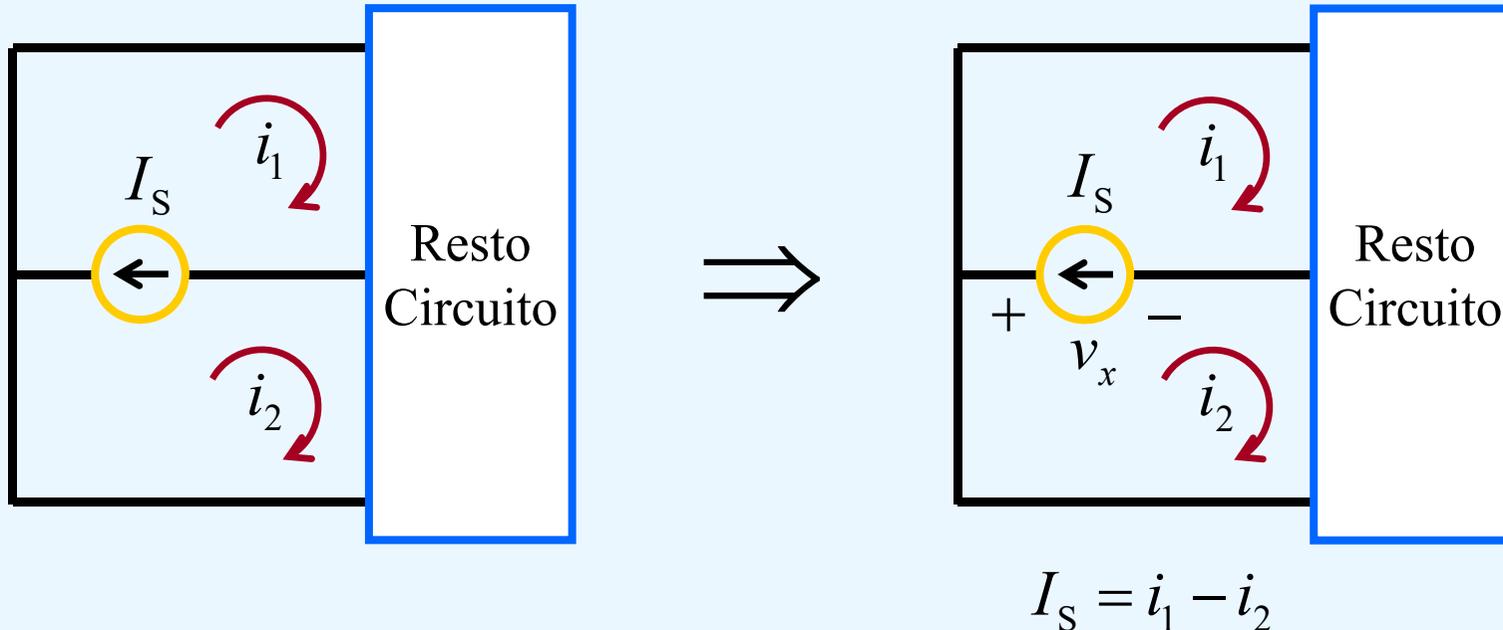


$$v_1 = R_1 i_1$$

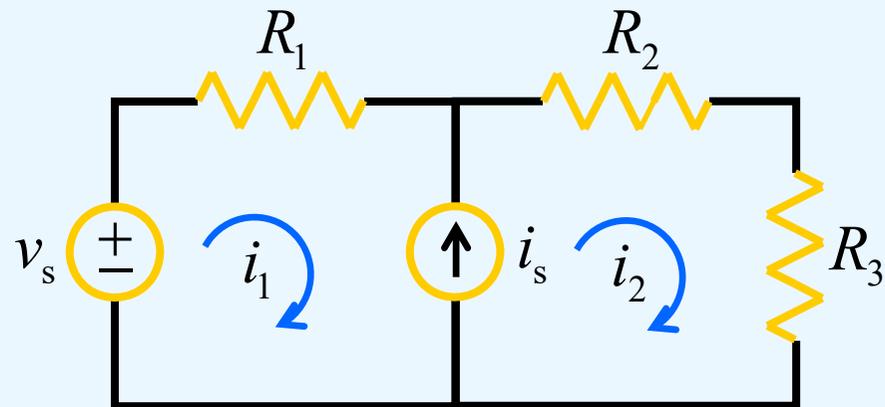
$$v_3 = R_3 (i_1 - i_2)$$

2.3.2 Análisis de mallas para circuitos CON fuentes de corriente

- **CASO 2:** Si la fuente de corriente está en una rama que pertenece a dos mallas, entonces:
 - se introduce la tensión a través de la fuente (v_x) como variable adicional.
 - se añade una ecuación que relaciona la corriente de la fuente con las dos corrientes de malla ($i_1 - i_2 = I_S$)



- Ejemplo 10: Calcular las corrientes de malla en el circuito de la figura



Solución:

- Malla 1: $v_1 + v_x - v_s = 0$ (KVL-1)

- Malla 2: $v_2 + v_3 - v_x = 0$ (KVL-2)

- Fuente de corriente: $i_s = i_2 - i_1$

- Eliminamos v_x sumando
(KVL-1) y (KVL-2):

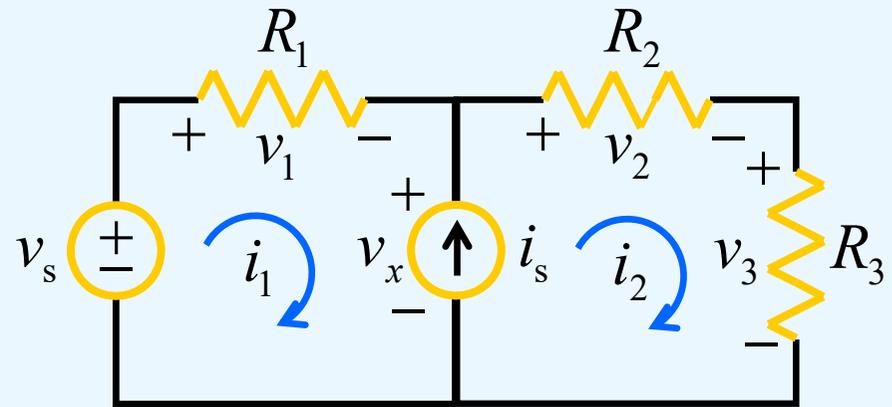
$$v_1 + v_2 + v_3 - v_s = 0 \quad (\text{KVL } 1+2)$$

- Aplicamos la ley de Ohm:

$$R_1 i_1 + R_2 i_2 + R_3 i_2 = v_s$$

- Quedan las ecs.:

$$\left\{ \begin{array}{l} -i_1 + i_2 = i_s \quad (\text{fuente}) \\ R_1 i_1 + (R_2 + R_3) i_2 = v_s \quad (\text{KVL } 1+2) \end{array} \right.$$



$$v_1 = R_1 i_1 \quad v_2 = R_2 i_2 \quad v_3 = R_3 i_2$$

- Resolviendo:

$$i_1 = \frac{v_s - (R_2 + R_3) i_s}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$i_2 = \frac{v_s + R_1 i_s}{R_1 + R_2 + R_3}$$

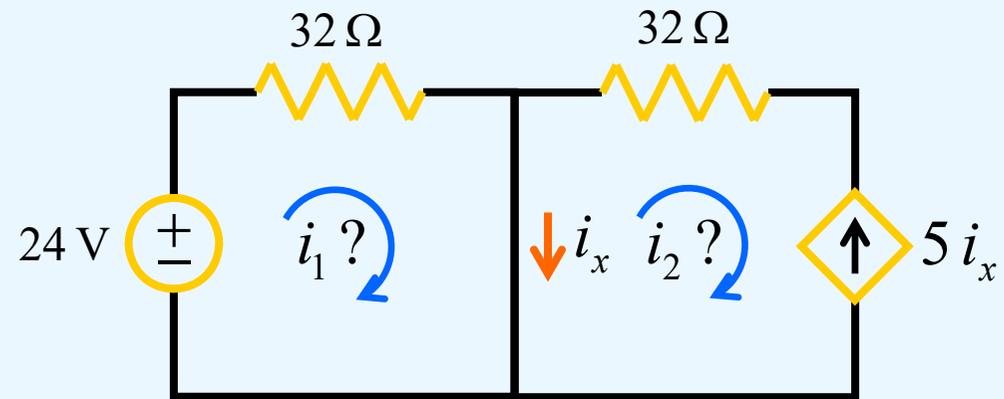
2.3.3 Análisis de mallas para circuitos con fuentes controladas

- Análogamente al caso del análisis de nudos, cuando en un circuito hay fuentes controladas, el método de mallas se aplica igual que si no hubiera fuentes controladas y se añade un paso adicional:

Las variables de control (tensiones y/o corrientes) se expresan en función de las corrientes de malla (que son las verdaderas incógnitas del método de mallas).

- Veamos un ejemplo.

- Ejemplo 11: Calcular las corrientes de malla en el circuito de la figura



Solución:

- Ecs. de malla:

- Malla 1: $-24 + v_1 = 0$ (KVL) 24 V

- Malla 2: $i_2 = -5i_x$ (fuente)

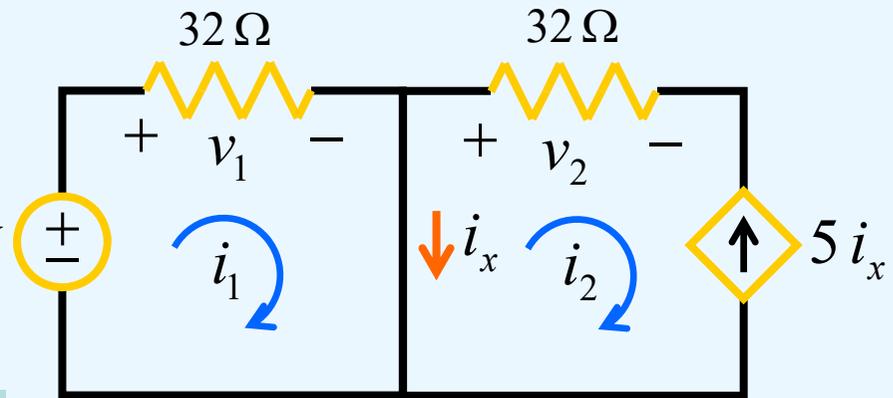
- Expresamos las tensiones de elemento y las variables de control en función de las corrientes de malla:

- Tensiones de elemento:

$$v_1 = 32i_1 \quad (\text{ley de Ohm})$$

- Variable de control:

$$i_x = i_1 - i_2 \quad (\text{v.c.})$$



- Sustituimos Ohm en la KVL:

- Malla 1:

$$-24 + 32i_1 = 0 \Rightarrow i_1 = \frac{3}{4} \text{ A}$$

- Además: (v.c.) + (fuente)

$$\left. \begin{array}{l} i_x = i_1 - i_2 \\ i_2 = -5i_x \end{array} \right\} i_2 = \frac{5}{4}i_1 \left. \begin{array}{l} i_2 = \frac{5}{4}i_1 \\ i_1 = \frac{3}{4} \text{ A} \end{array} \right\} i_2 = \frac{15}{16} \text{ A}$$

2.4 Comparación entre el análisis de nudos y el de mallas

- Dado un circuito, ¿qué método es mejor o más eficiente?

- La respuesta depende, esencialmente, de dos factores:

1. Naturaleza del circuito: la clave es elegir el método que lleve a un número menor de ecuaciones.

* Menos nudos que mallas \Rightarrow Análisis de Nudos

* Más nudos que mallas \Rightarrow Análisis de mallas

2. La información requerida: en general ...

* Si se requieren tensiones de nudo, puede ser ventajoso aplicar análisis nodal

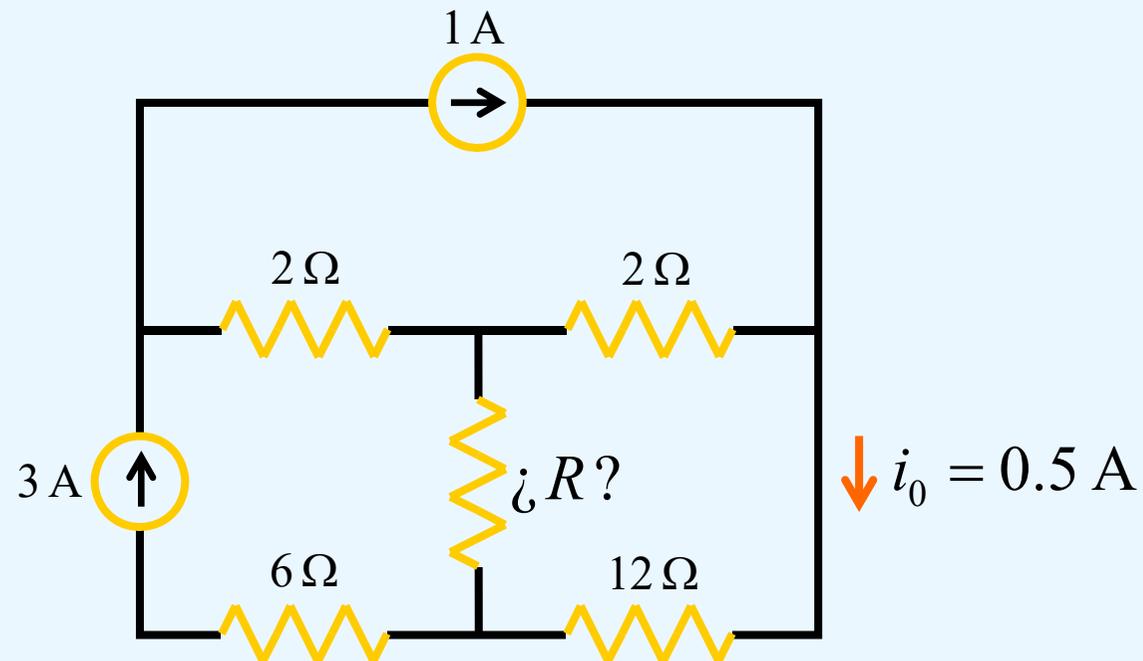
* Si se precisan corrientes de malla, análisis de mallas

- Además, ciertos circuitos sólo pueden analizarse por un método.

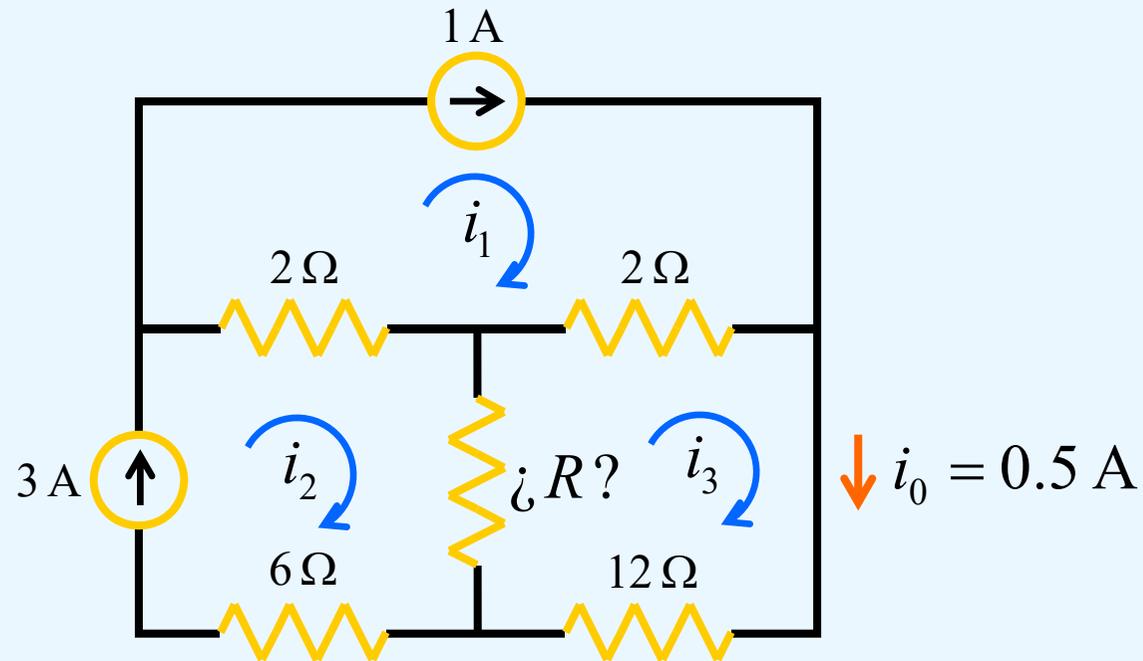
* Ej.: los circuitos no planos, no pueden resolverse por mallas

-Ejemplo 12: Encontrar el valor de la resistencia R en el circuito de la figura.

D&S 7ª Ex. 4-8.1



Solución:



- Análisis de nudos:

Hay 5 nudos \Rightarrow 4 ecs.

- Análisis de Mallas:

Hay 3 mallas \Rightarrow 3 ecs.

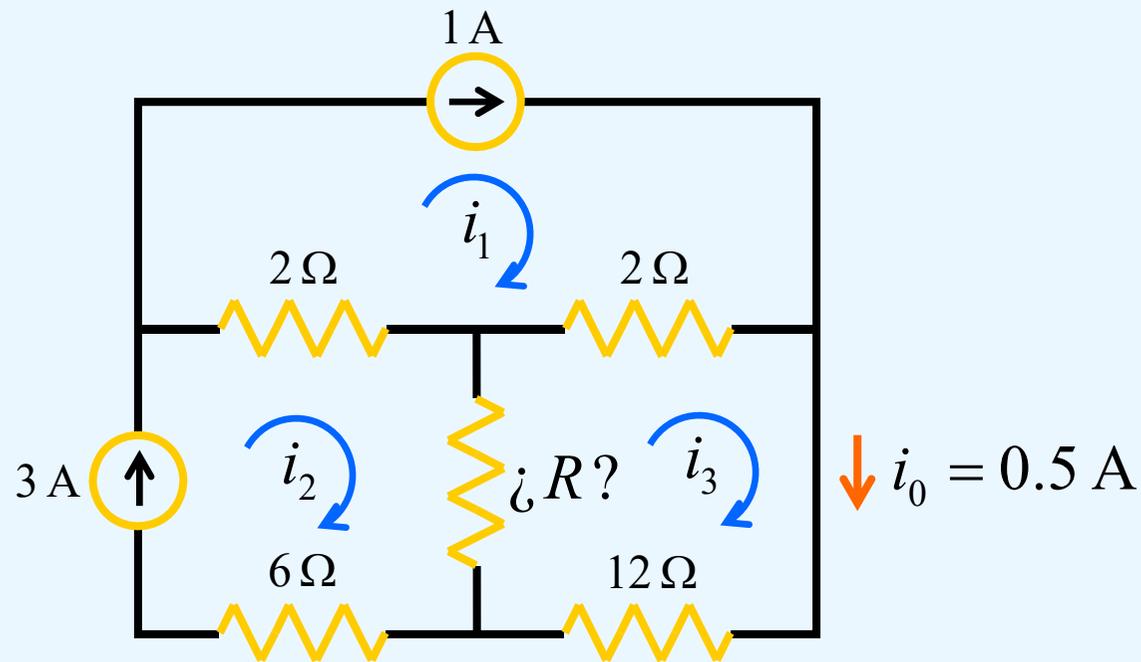
* Es más conveniente el Análisis de Mallas

* Además, las corrientes de malla se conocen de antemano:

$$i_1 = 1 \text{ A} \quad i_2 = 3 \text{ A} \quad i_3 = 0.5 \text{ A}$$

- Para calcular R basta aplicar la KVL a la malla 3:

$$R(i_3 - i_2) + 2(i_3 - i_1) + 12i_3 = 0$$



- Despejando:

$$R = \frac{-2(i_3 - i_1) - 12i_3}{i_3 - i_2} = \frac{-2 \times (0.5 - 1) - 12 \times 0.5}{0.5 - 3} = 2 \Omega$$