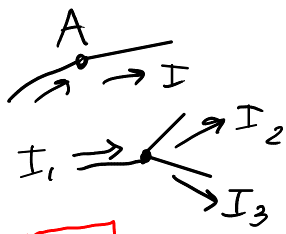
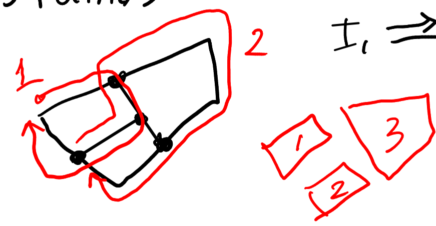
CIRCUITOS DE CORRENTE CONTÍNUA
Leis Kirchhoff

nó = ponto comum a 3 ou mais ramos



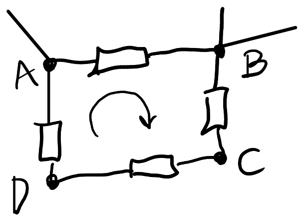
malha = percurso fechado



① Lei das malhas (voltagens).

em qualquer malha, a soma algébrica das voltagens é nula.

Exemplo:



$V_A = V_A \qquad V_A - V_A = 0$

$(V_A - V_B) + (V_B - V_A) = 0$

$\Delta V_{BA} + \Delta V_{AB} = 0$

$$\Delta V_{AB} + \Delta V_{BC} + \Delta V_{CD} + \Delta V_{DA} = 0$$

$\Delta V_{PQ} \leftarrow$ voltagem passando de P para Q $\longrightarrow$ $\Delta V_{PQ} = V_Q - V_P$

$$\Delta V_{PQ} = \begin{cases} >0, & V_P < V_Q \\ <0, & V_P > V_Q \\ =0, & V_P = V_Q \end{cases}$$

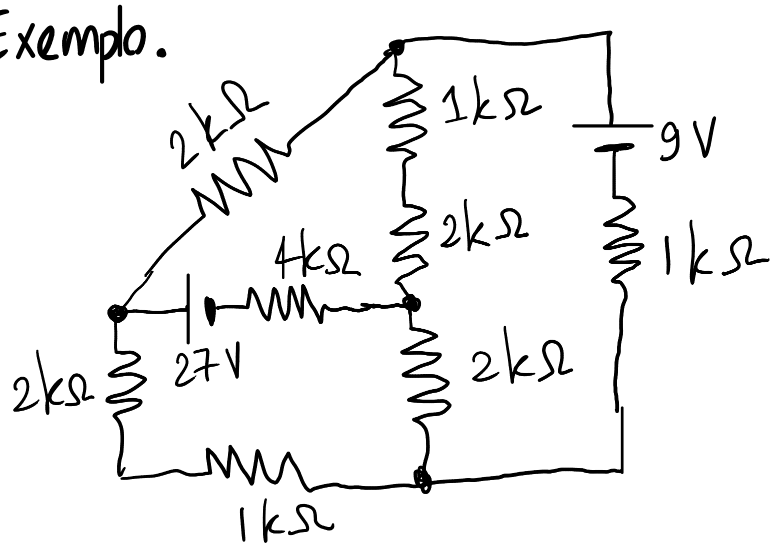
② Lei dos nós (correntes)

Em qualquer nó, a soma algébrica das correntes é nula

$\begin{cases} I_j > 0 & \text{se entrar corrente no nó pelo ramo } j \\ I_j < 0 & \text{se sair corrente do nó " " "} \end{cases}$

(ou ao contrário)

Exemplo.



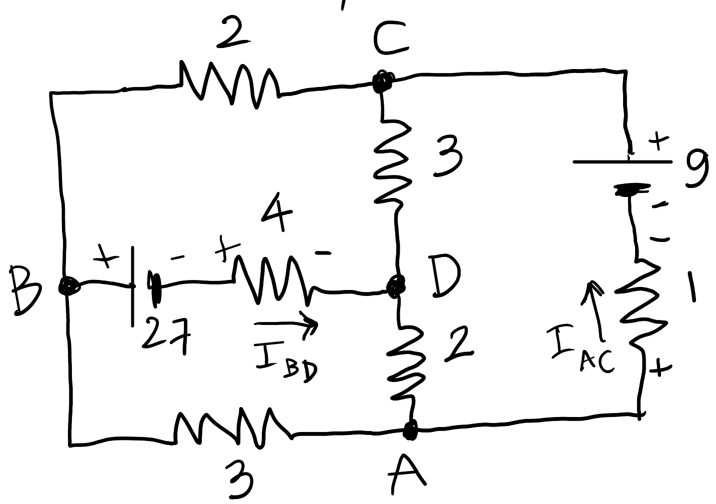
Unidades:

$\Delta V \to V$

$R \to k\Omega$

$I \to mA$

circuito equivalente:



3 nós independentes

3 malhas independentes

6 ramos (12 equações)
(eq. de Ohm)

12 variáveis

6 correntes nos ramos

+ 6 voltagens nas 6 resistências

Método dos nós.

arbitrar um dos potenciais 0

exemplo: $V_D = 0$

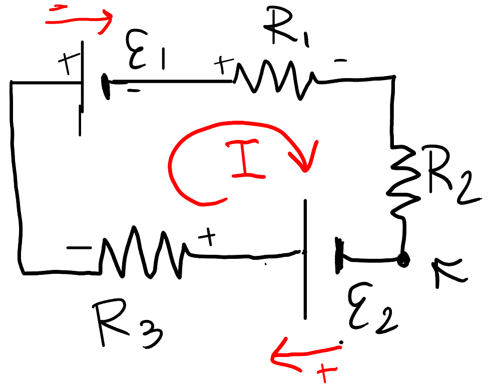
lei de Ohm
$$\begin{cases} V_A - V_B = 3 I_{AB} \\ V_B - V_C = 2 I_{BC} \\ V_A - \cancel{V_D} = 2 I_{AD} \\ V_C - \cancel{V_D} = 3 I_{CD} \\ V_A - V_C = I_{AC} - 9 \\ V_B - \cancel{V_D} = 4 I_{BD} + 27 \end{cases}$$

lei dos nós
$$\begin{array}{rl} A & I_{AB} + I_{AD} + I_{AC} = 0 \\ B & -I_{AB} + I_{BC} + I_{BD} = 0 \\ C & -I_{AC} - I_{BC} + I_{CD} = 0 \end{array}$$

$$\underbrace{}_{V_A,\ V_B,\ V_C,\ I_{AB},\ I_{BC},\ I_{AD},\ I_{CD},\ I_{AC},\ I_{BD}}$$

Método das malhas

1 malha



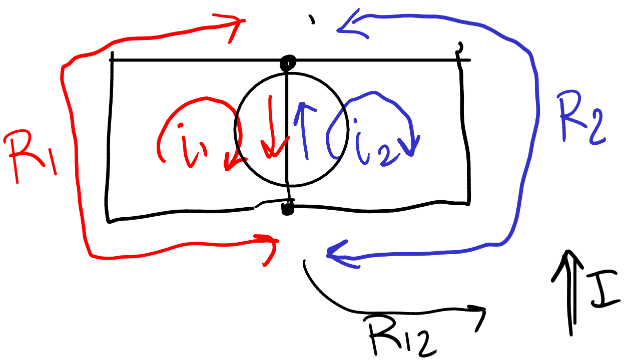
eq. da malha:

$$\mathcal{E}_2 - R_3 I - \mathcal{E}_1 - R_1 I - R_2 I = 0$$

$$\underbrace{(R_1 + R_2 + R_3)}_{\text{série}} I = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1$$

▮ para| |para ▮

duas malhas



i_1 e i_2 = correntes das malhas (no mesmo sentido)

$\uparrow I = i_2 - i_1$ $\downarrow I = i_1 - i_2$

2 eq. de malhas:

fonte total nas malha 1 e 2

$$\begin{cases} R_1 i_1 + R_{12}(i_1 - i_2) = \mathcal{E}_1 \\ R_2 i_2 + R_{12}(i_2 - i_1) = \mathcal{E}_2 \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} R_{11} & -R_{12} \\ -R_{12} & R_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathcal{E}_1 \\ \mathcal{E}_2 \end{bmatrix}$$

$R_{11} = R_1 + R_{12}$
= resist. total da malha 1

$R_{22} = R_2 + R_{12} = R_{malha2}$

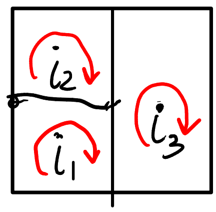
$$\mathbb{R}\, \mathbb{i} = \mathcal{E}$$

$$\Rightarrow \boxed{\mathbb{i} = \mathbb{R}^{-1} \mathcal{E}}$$

n malhas

$\mathbb{R}_{n \times n}$ $\mathbb{i}_{n \times 1}$ $\mathcal{E}_{n \times 1}$

No exemplo acima,



$$\mathbb{R} = \begin{bmatrix} 9 & -4 & -2 \\ -4 & 9 & -3 \\ -2 & -3 & 6 \end{bmatrix} \qquad \mathcal{E} = \begin{bmatrix} -27 \\ 27 \\ -9 \end{bmatrix}$$

$$i = \mathbb{R}^{-1}\,\mathcal{E}$$

```
i: invert(matrix([9,-4,-2],[-4,9,-3],[-2,-3,6])).[-27,27,-9];
```

$$\hookrightarrow \begin{bmatrix} -3 \\ 1 \\ -2 \end{bmatrix} \qquad i_1 = -3, \quad i_2 = 1, \quad i_3 = -2$$