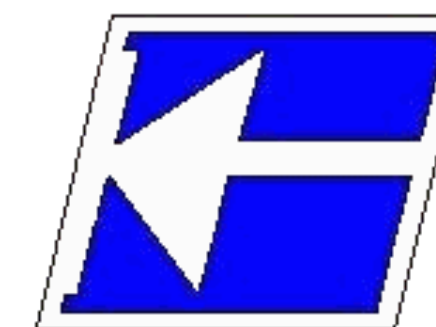




Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina  
Departamento Acadêmico de Eletrônica  
Circuitos Elétricos I



# Lei de Kirchhoff das Tensões

Prof. Clovis Antonio Petry.

Florianópolis, agosto de 2020.

# Curso Básico de Circuitos Elétricos I

O material do curso está disponível em:

1. Moodle para os alunos matriculados na disciplina.
2. Página do professor.
3. Canal no youtube do professor.



<https://moodle.ifsc.edu.br>



[www.ProfessorPetry.com.br](http://www.ProfessorPetry.com.br)



<https://www.youtube.com>

# Agenda

Esta aula está organizada em:

1. Lei de Kirchhoff das Tensões:
  - definição;
  - aplicação da LKT;
  - exemplos.



## Motivação

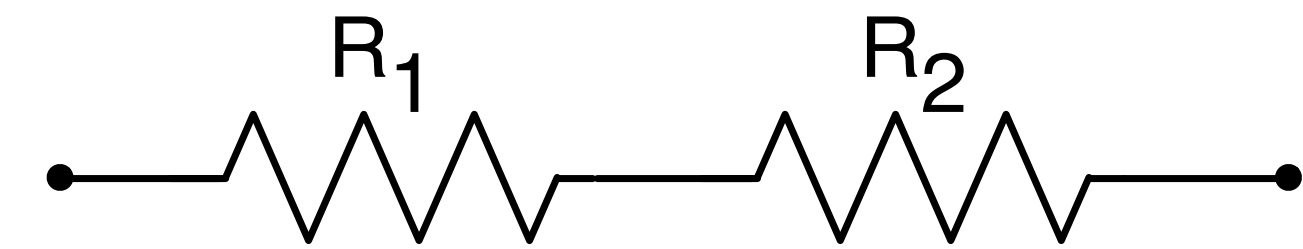
A associação em série ou em paralelo de elementos (baterias, por exemplo) de circuitos é muito comum para se obter maiores tensões ou correntes.



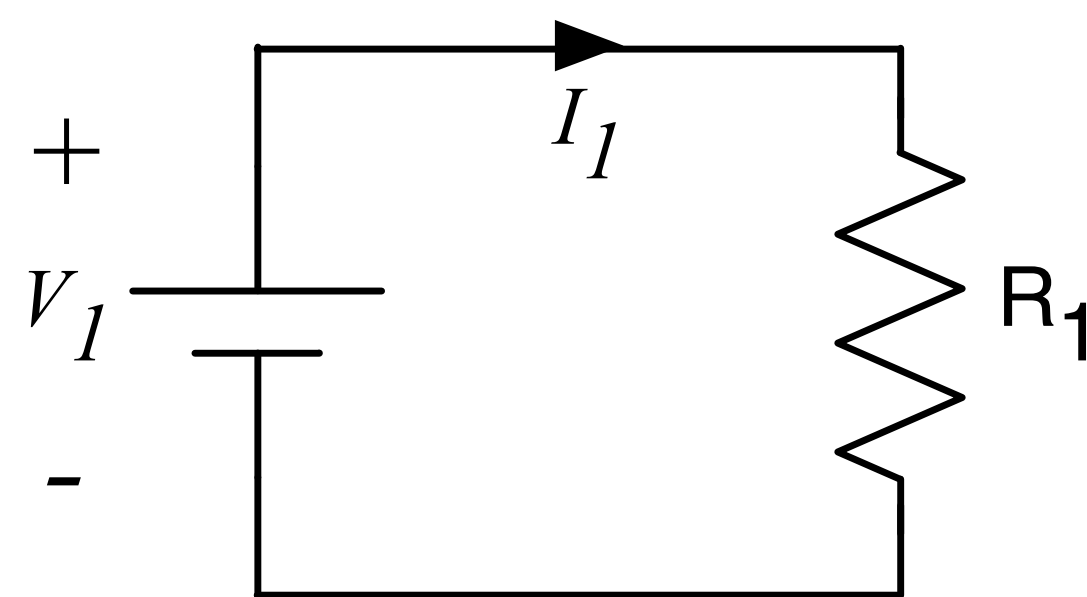
# Circuito série

## Definição e características da associação em série de elementos de circuitos:

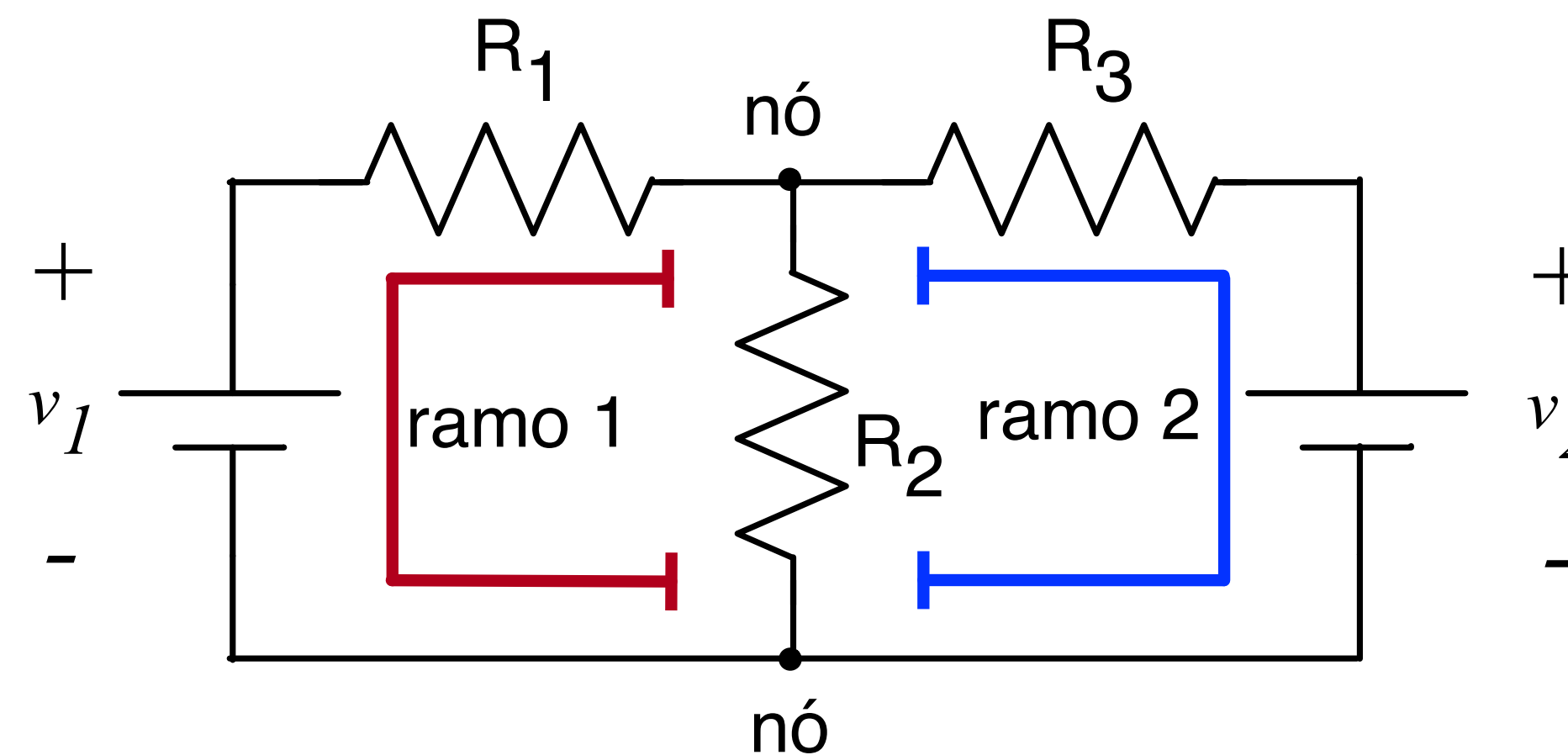
- Um circuito com resistores em série tem a característica de que a saída de um elemento está conectada na entrada de outro elemento, unicamente;
- A associação série pode ser de fontes de tensão, resistores, indutores, capacitores ou outros elementos de circuitos;
- O terminal de um componente está conectado a apenas um terminal de outro componente, ou seja, não se tem a presença de nós;
- A corrente em todos os elementos é igual.



Circuito série de dois resistores



Circuito elétrico básico



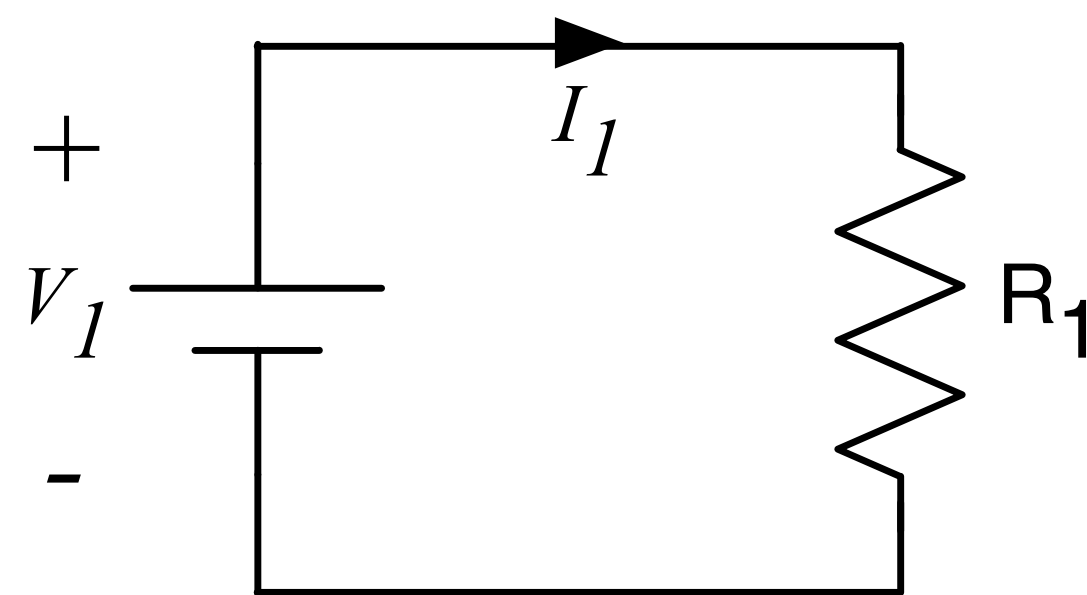
Circuito misto (série-paralelo)

# Lei de Kirchhoff das Tensões

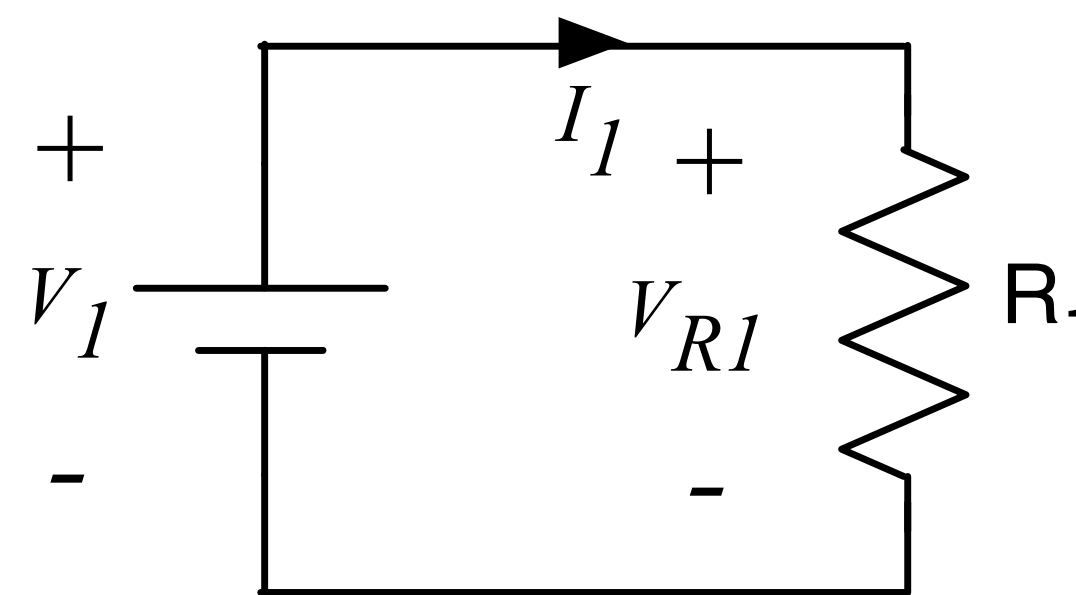
## Definição da Lei de Kirchhoff das Tensões (LKT):

- A soma algébrica das elevações e quedas de potencial em torno de um caminho fechado (ou malha fechada) é zero.
- Em resumo, a Lei de Kirchhoff das Tensões (LKT) determina que a soma das tensões ao longo de um caminho fechado deve ser zero. Assim, a soma das quedas de tensão nos elementos do circuito deve corresponder a soma das tensões das fontes de tensão deste circuito.

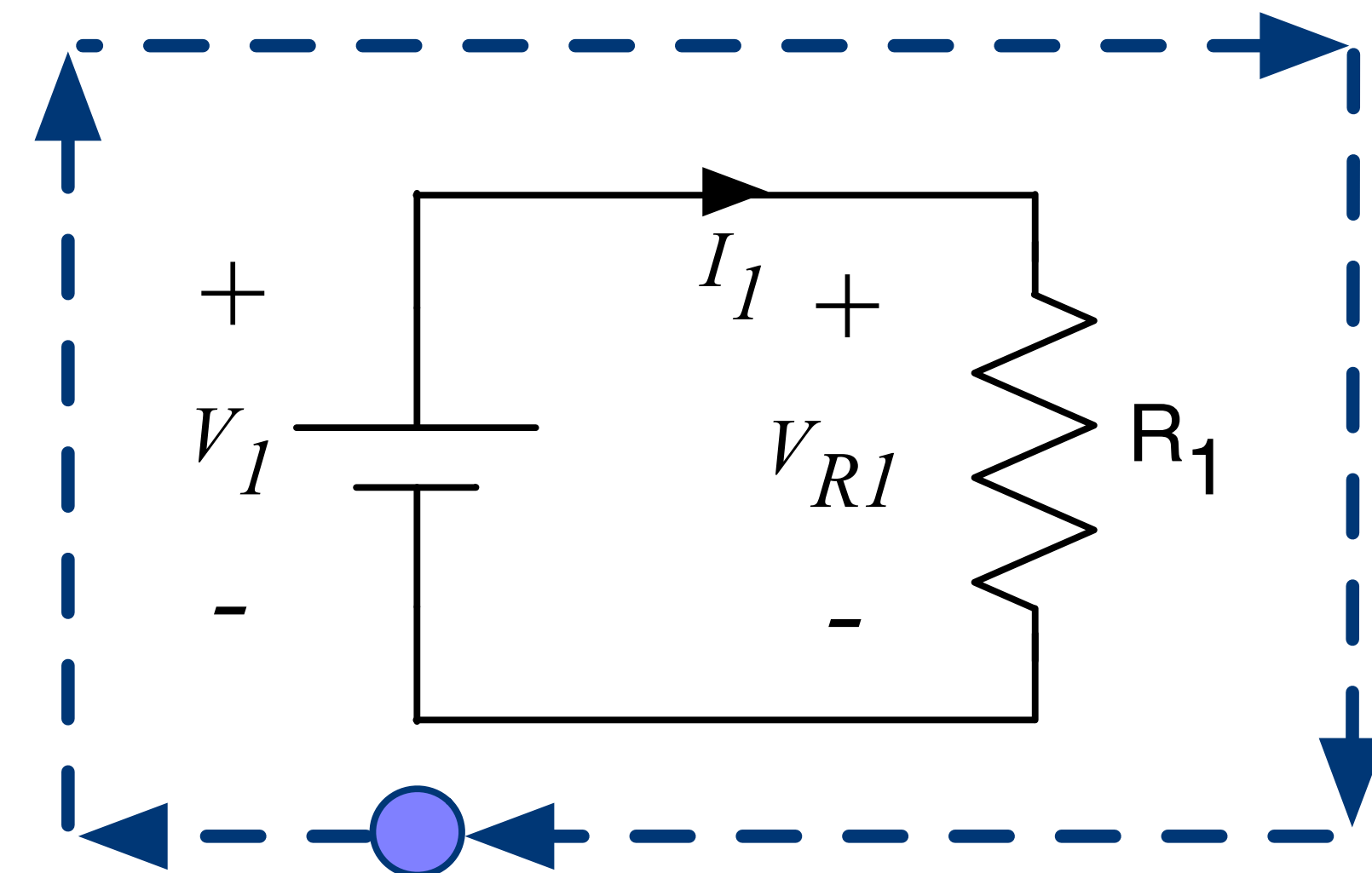
$$\sum_{\leftrightarrow} V = 0$$



Circuito elétrico básico



Identificar correntes e tensões  
1º passo



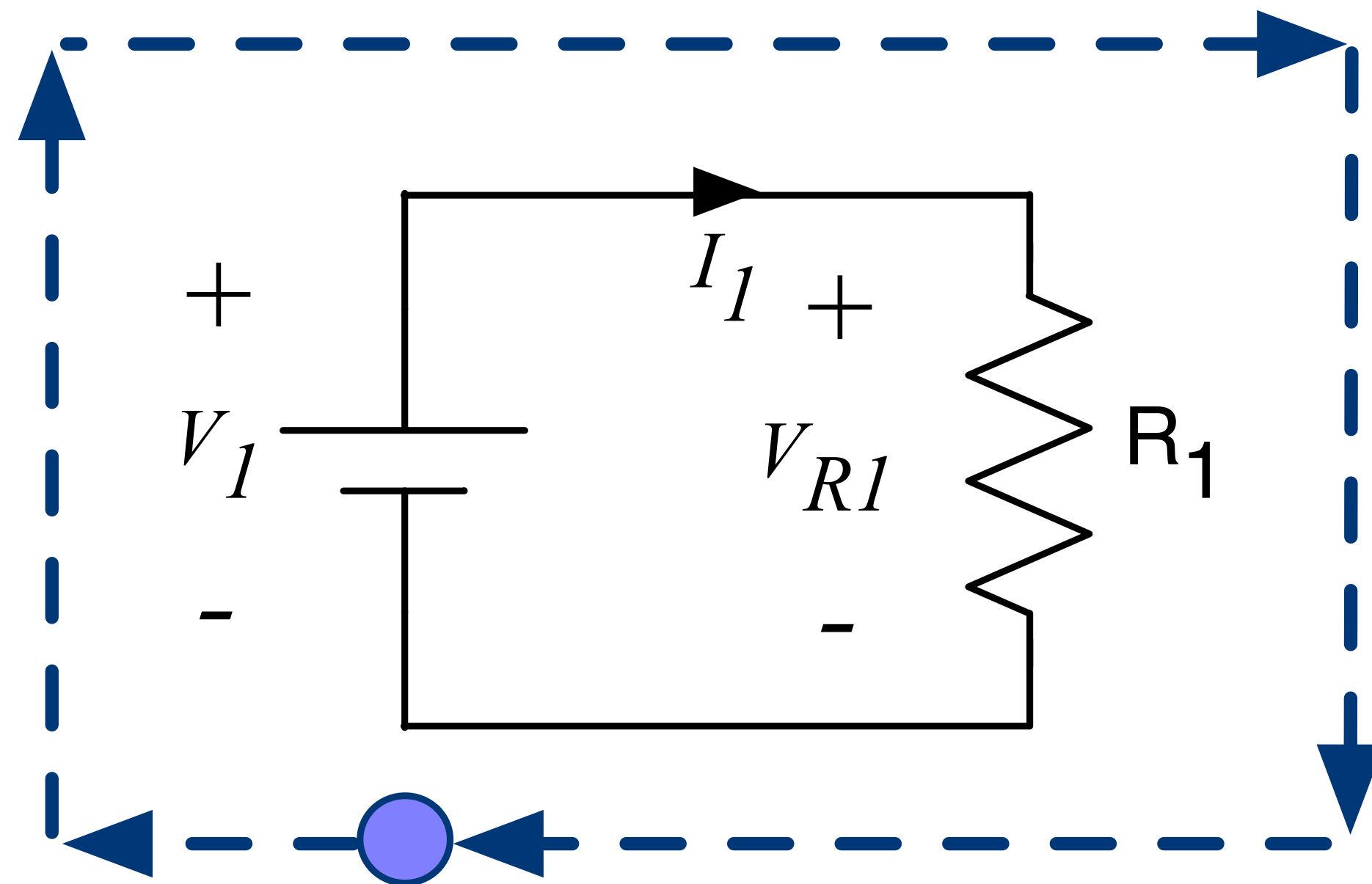
Aplicar a LKT  
2º passo

# Lei de Kirchhoff das Tensões

Sentido horário ou anti-horário para aplicar a LKT:

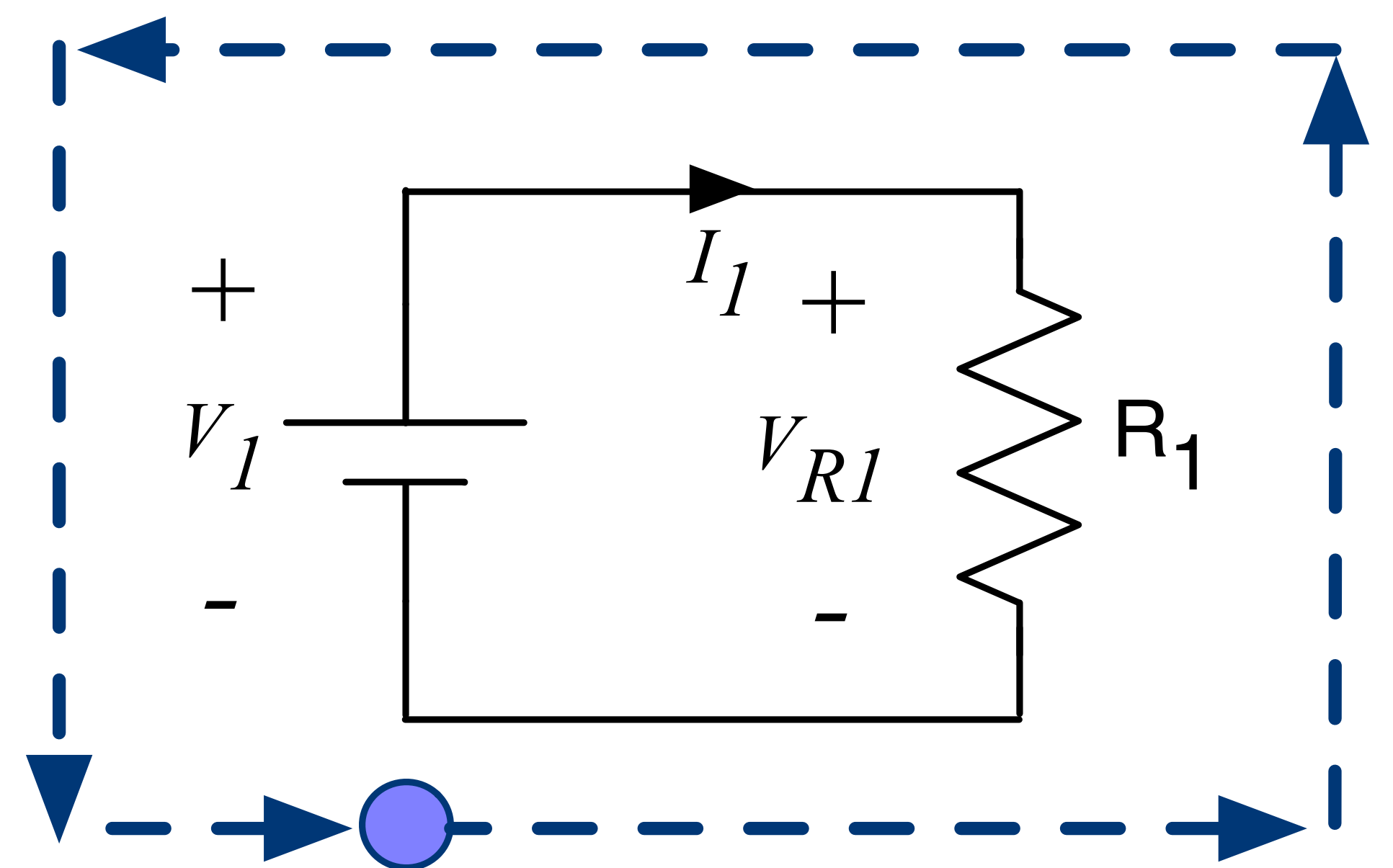
- O resultado final independe do sentido adotado.

$$-V_1 + V_{R1} = 0 \rightarrow V_{R1} = V_1$$



Sentido horário

$$-V_{R1} + V_1 = 0 \rightarrow V_{R1} = V_1$$

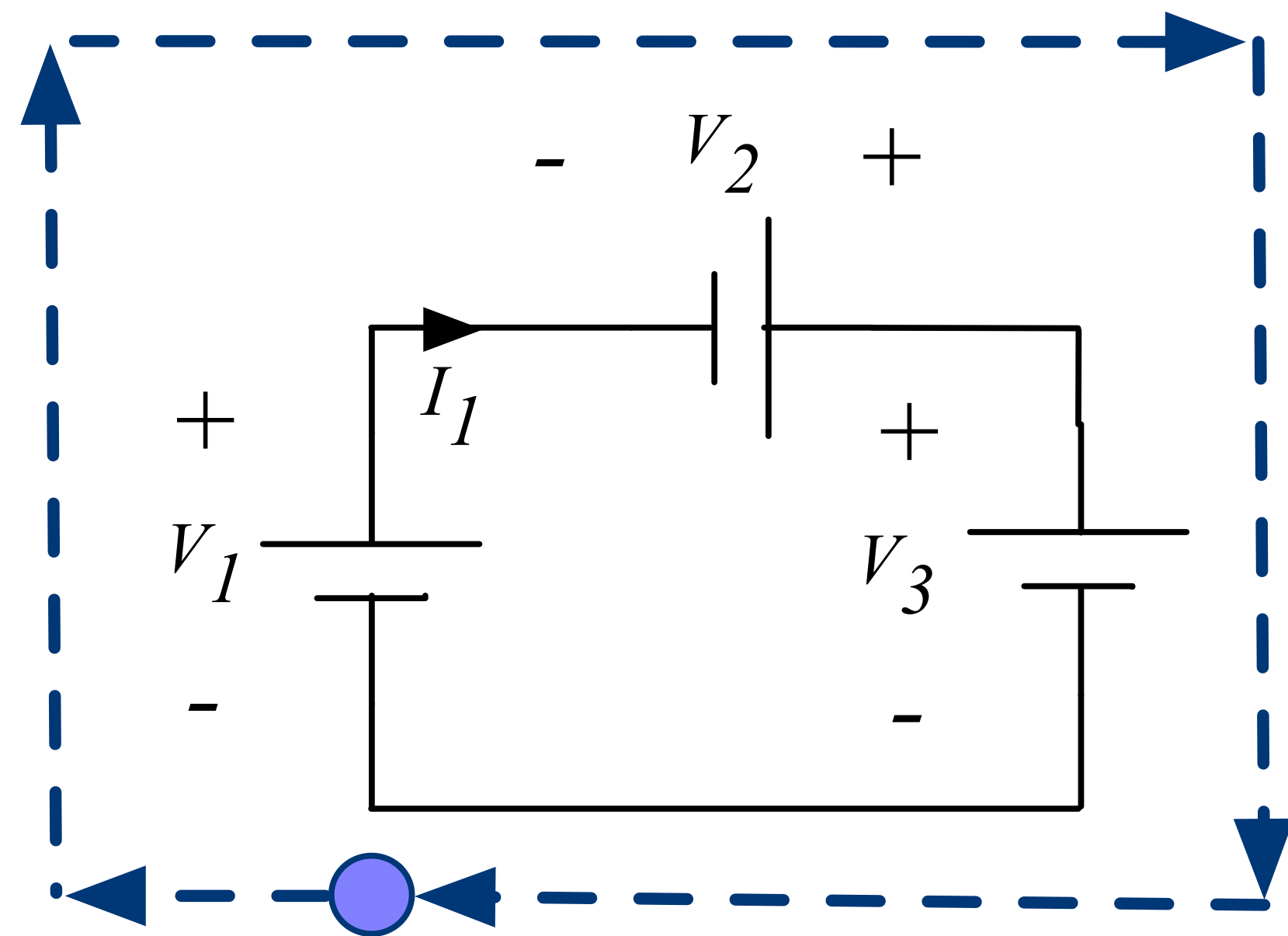


Sentido anti-horário

# Lei de Kirchhoff das Tensões

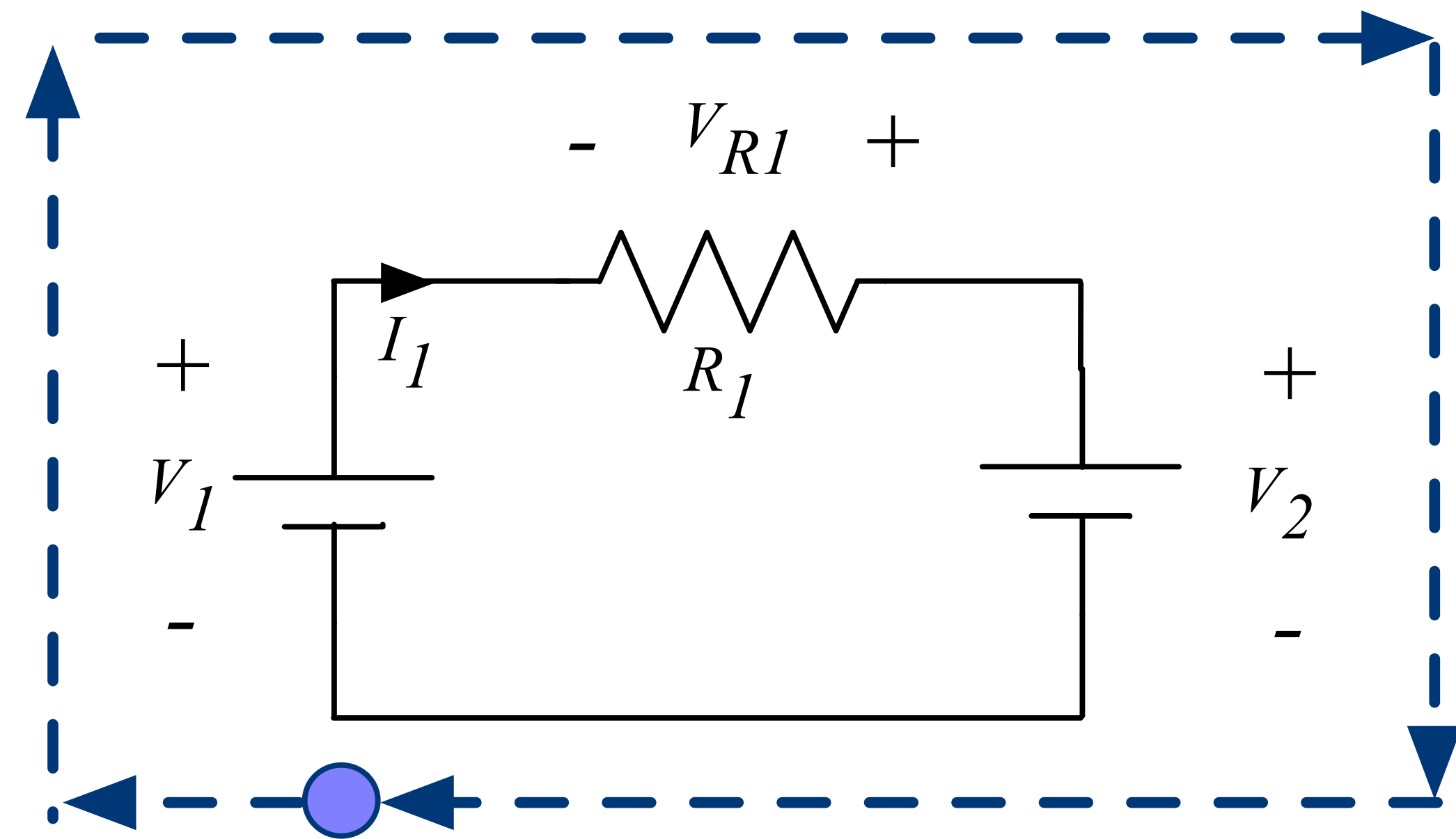
Circuitos com fontes de tensão:

$$-V_1 - V_2 + V_3 = 0 \rightarrow V_3 = V_1 + V_2$$



Circuito com fontes de tensão

$$-V_1 - V_{R1} + V_2 = 0 \rightarrow V_{R1} = V_2 - V_1$$

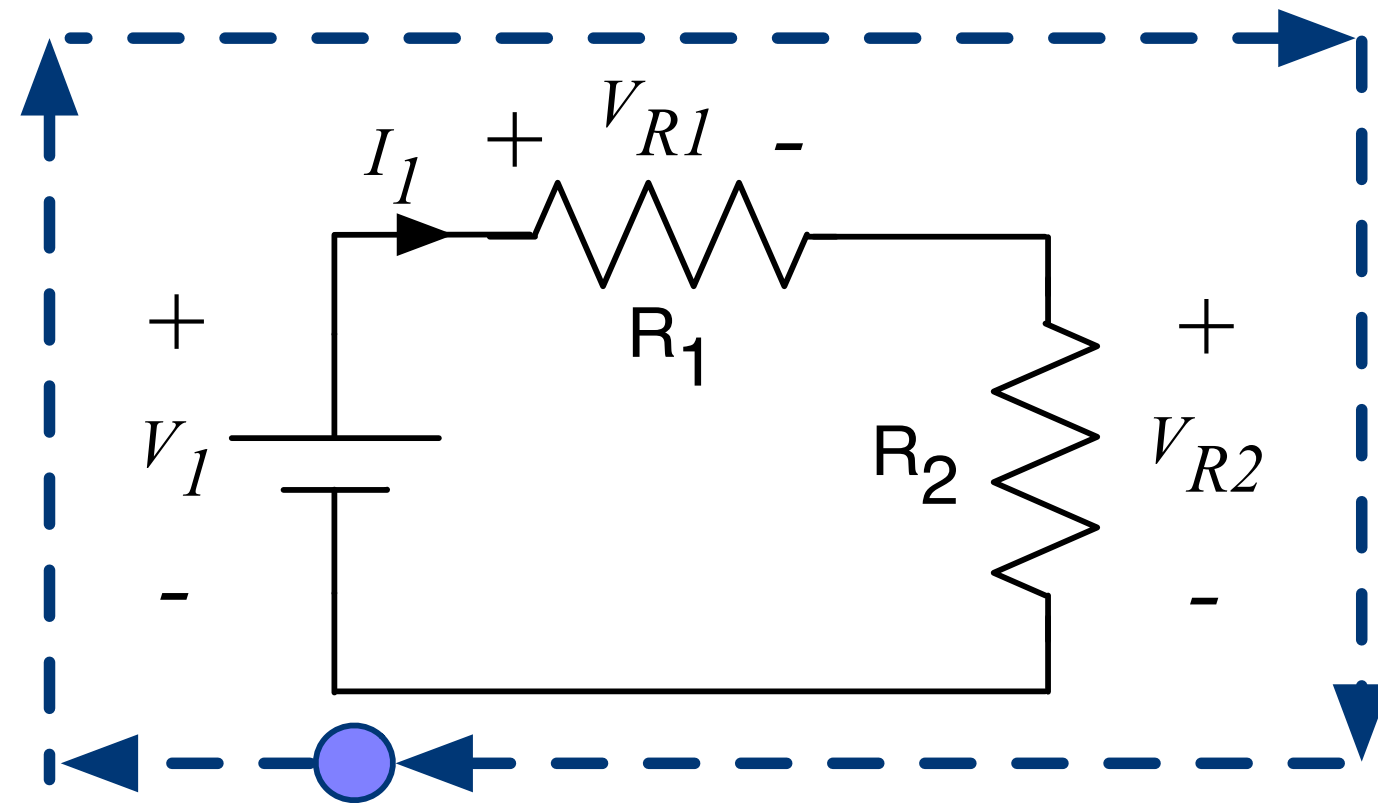


Circuito com fontes de tensão e resistor



# Lei de Kirchhoff das Tensões

Circuito com dois resistores em série e fonte de alimentação:



$$-V_1 + V_{R1} + V_{R2} = 0 \rightarrow V_{R1} + V_{R2} = V_1$$

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1$$

$$V_{R2} = R_2 \cdot I_1$$

$$V_{R1} + V_{R2} = V_1 \rightarrow R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_1 = V_1$$

$$(R_1 + R_2) \cdot I_1 = V_1$$

$$R_T = R_1 + R_2 \quad I_1 = \frac{V_1}{R_1 + R_2}$$

Exemplo 1:

- Determine a corrente e as tensões sobre os elementos de um circuito série com um resistor de  $100 \Omega$  e outro resistor de  $220 \Omega$  conectados em uma fonte de alimentação de  $12 \text{ V}$ .

$$I_1 = \frac{V_1}{R_T} = \frac{V_1}{R_1 + R_2} = \frac{12}{100 + 220} = 37,5 \text{ mA}$$

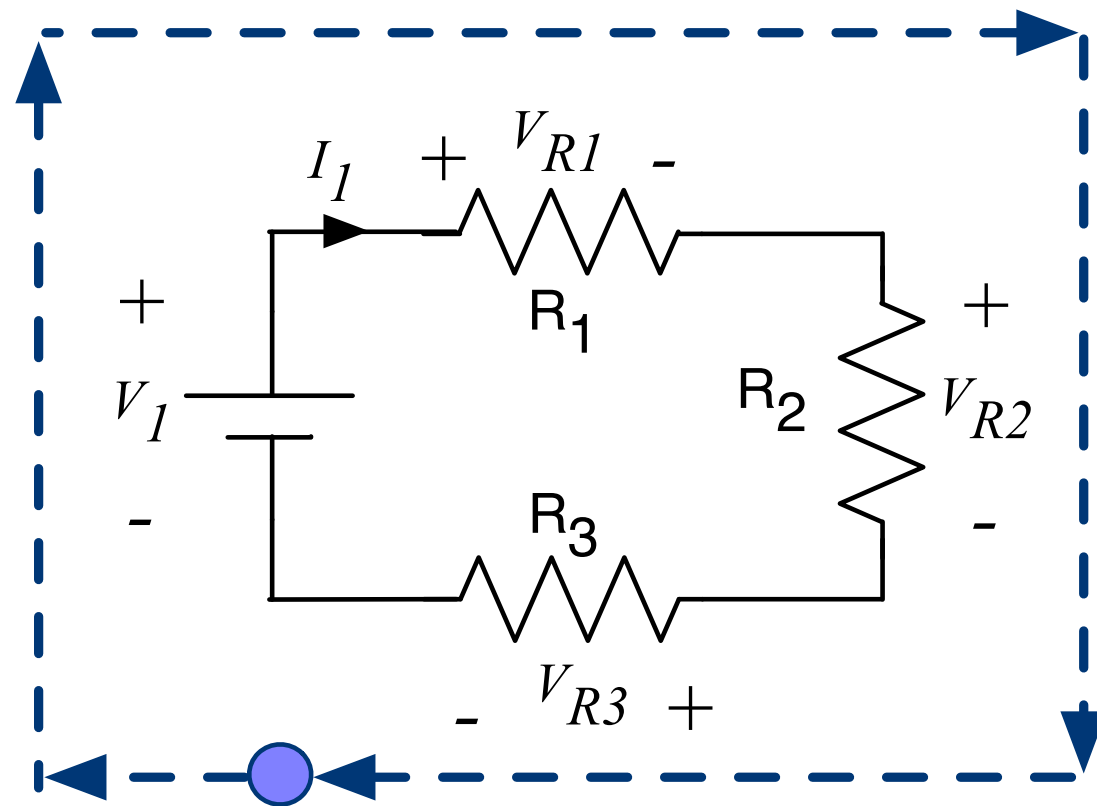
$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1 \rightarrow V_{R1} = 100 \cdot 37,5 \text{ m} = 3,75 \text{ V}$$

$$V_{R2} = R_2 \cdot I_1 \rightarrow V_{R2} = 220 \cdot 37,5 \text{ m} = 8,25 \text{ V}$$

$$V_{R1} + V_{R2} = V_1 \rightarrow 3,75 \text{ V} + 8,25 \text{ V} = 12 \text{ V}$$

# Lei de Kirchhoff das Tensões

Circuito com três resistores em série e fonte de alimentação:



$$-V_1 + V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = 0 \rightarrow V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = V_1$$

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1$$

$$V_{R2} = R_2 \cdot I_1$$

$$V_{R3} = R_3 \cdot I_1$$

$$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = V_1 \rightarrow R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_1 + R_3 \cdot I_1 = V_1$$

$$(R_1 + R_2 + R_3) \cdot I_1 = V_1$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Exemplo 2:

- Determine a corrente e as tensões sobre os elementos de um circuito série com um resistor de  $1 \text{ k}\Omega$ , um segundo resistor de  $2,2 \text{ k}\Omega$  e um terceiro resistor  $3,3 \text{ k}\Omega$ , conectados em uma fonte de alimentação de  $15 \text{ V}$ .

$$I_1 = \frac{V_1}{R_T} = \frac{V_1}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{15}{1k + 2,2k + 3,3k} = 2,31 \text{ mA}$$

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1 \rightarrow V_{R1} = 1k \cdot 2,31m = 2,31V$$

$$V_{R2} = R_2 \cdot I_1 \rightarrow V_{R2} = 2,2k \cdot 2,31m = 5,08V$$

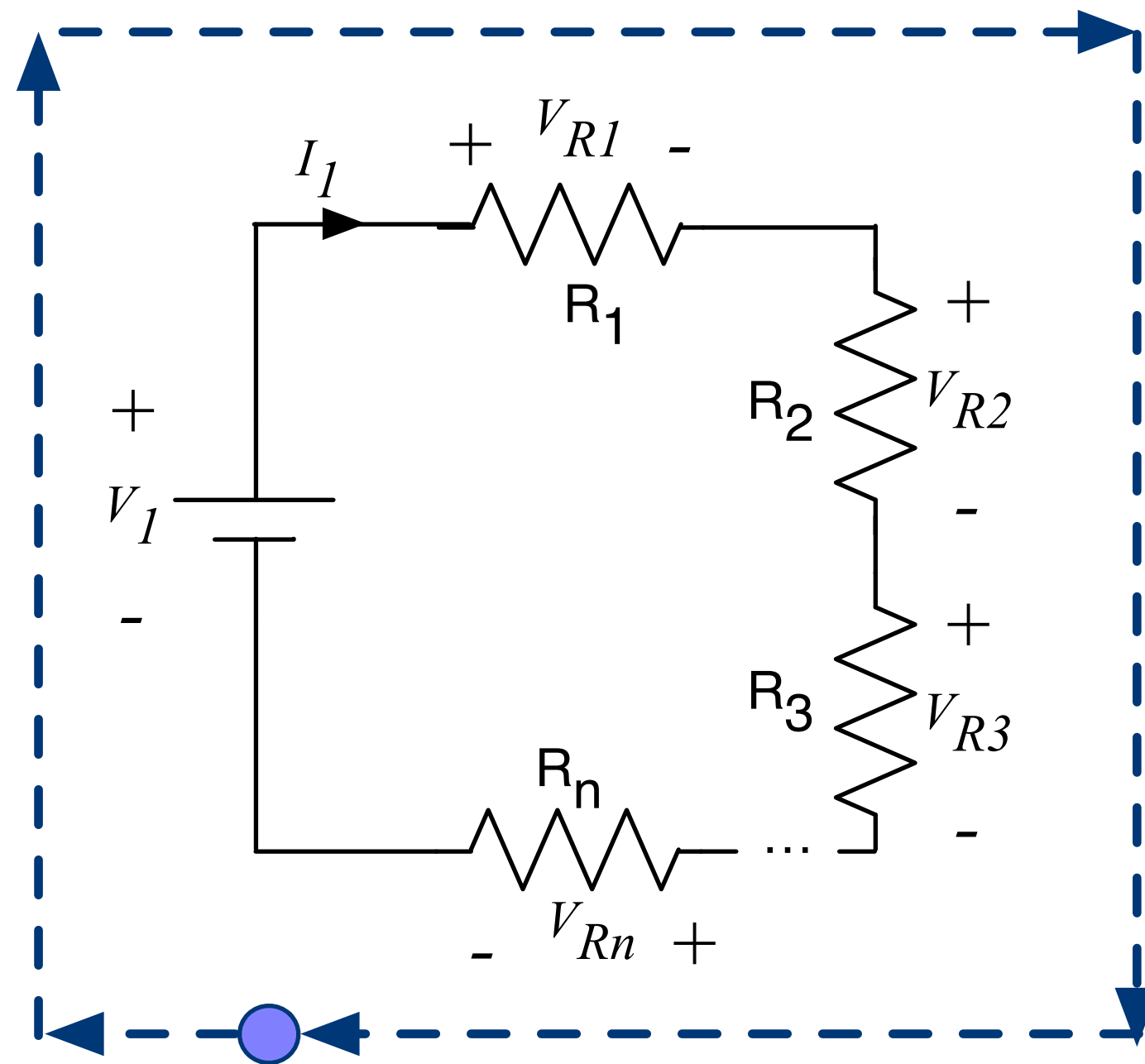
$$V_{R3} = R_3 \cdot I_1 \rightarrow V_{R3} = 3,3k \cdot 2,31m = 7,62V$$

$$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = V_1 \rightarrow 2,31V + 5,08V + 7,62V = 15,01V$$

$$15,01V \cong 15V$$

# Lei de Kirchhoff das Tensões

Circuito com n resistores em série e fonte de alimentação:



$$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + \dots + V_{RN} = V_1 \rightarrow R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_1 + R_3 \cdot I_1 + \dots + R_N \cdot I_1 = V$$

$$(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N) \cdot I_1 = V_1$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N}$$

$$-V_1 + V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + \dots + V_{RN} = 0$$

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1$$

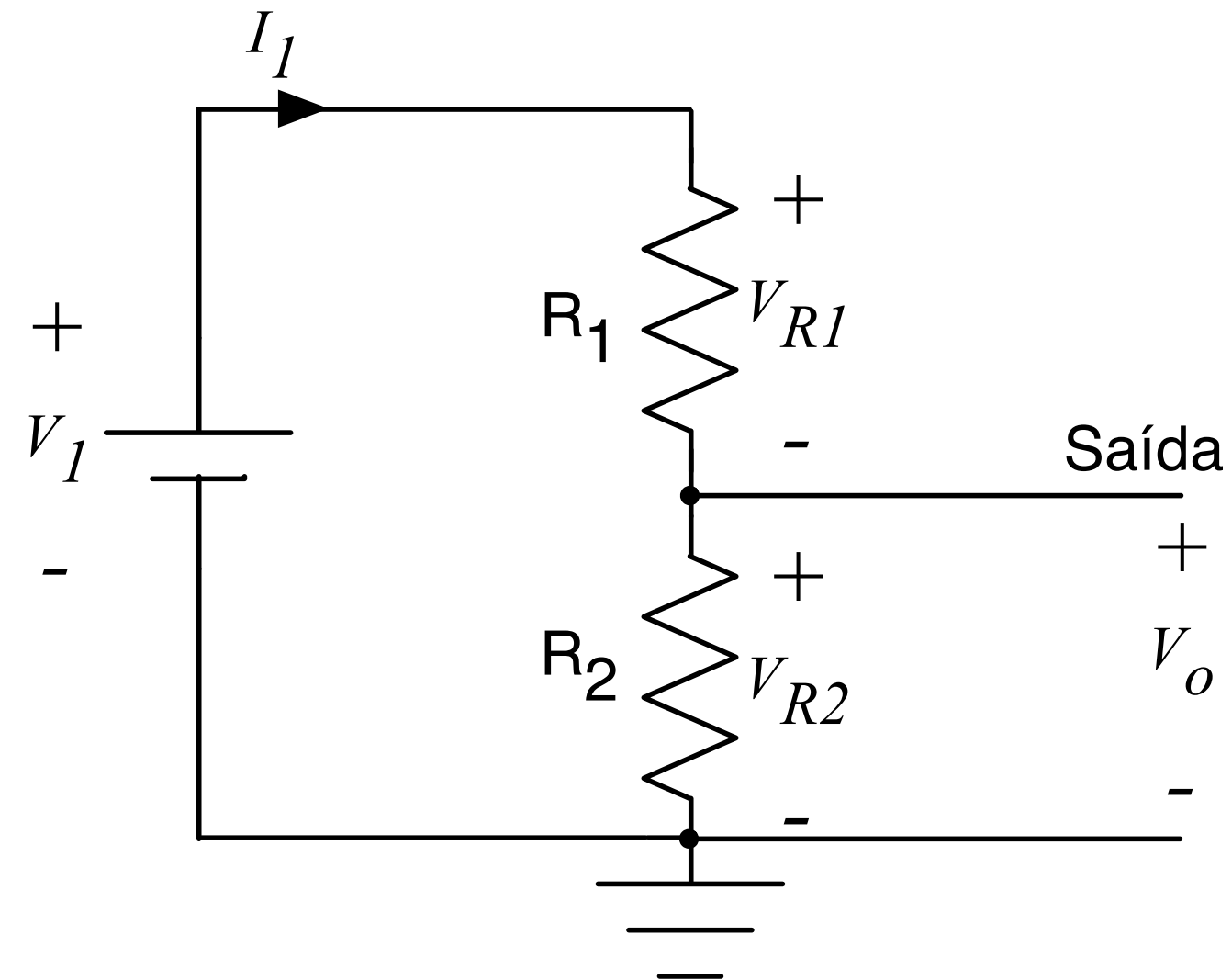
$$V_{R2} = R_2 \cdot I_1$$

$$V_{R3} = R_3 \cdot I_1$$

$$V_{RN} = R_N \cdot I_1$$

# Lei de Kirchhoff das Tensões

Circuito divisor de tensão resistivo:



**Exemplo 3:**

- Determine a tensão de saída para um divisor de tensão formado por resistores de 10 kΩ, e 1 kΩ, conectados em uma fonte de alimentação de 15 V e tomando-se a saída como sendo o resistor de 1 kΩ.

$$V_{1k} = V_1 \cdot \frac{R_{1k}}{R_{1k} + R_{10k}} = 15 \cdot \frac{1k}{1k + 10k} = 1,36V$$

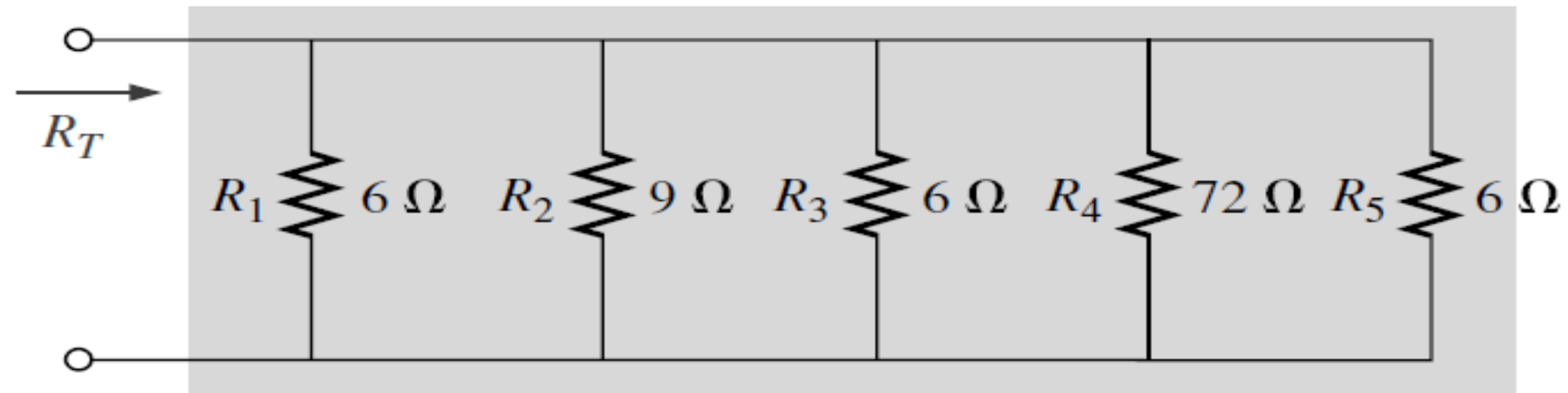
$$R_T = R_1 + R_2$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_T} = \frac{V_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1 = V_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad V_{R2} = R_2 \cdot I_1 = V_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

## Próxima Aula

### Circuito paralelo de resistores



Fonte: Capítulo 6- Circuitos em paralelo do livro Análise de Circuitos de Robert L. Boylestad, Pearson, 2012.