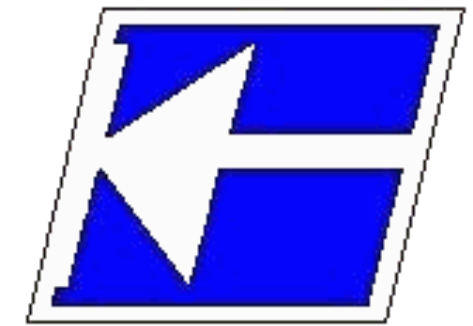




Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina  
Departamento Acadêmico de Eletrônica  
Circuitos Elétricos I



# Circuito Série-Paralelo

Prof. Clovis Antonio Petry.

Florianópolis, setembro 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:

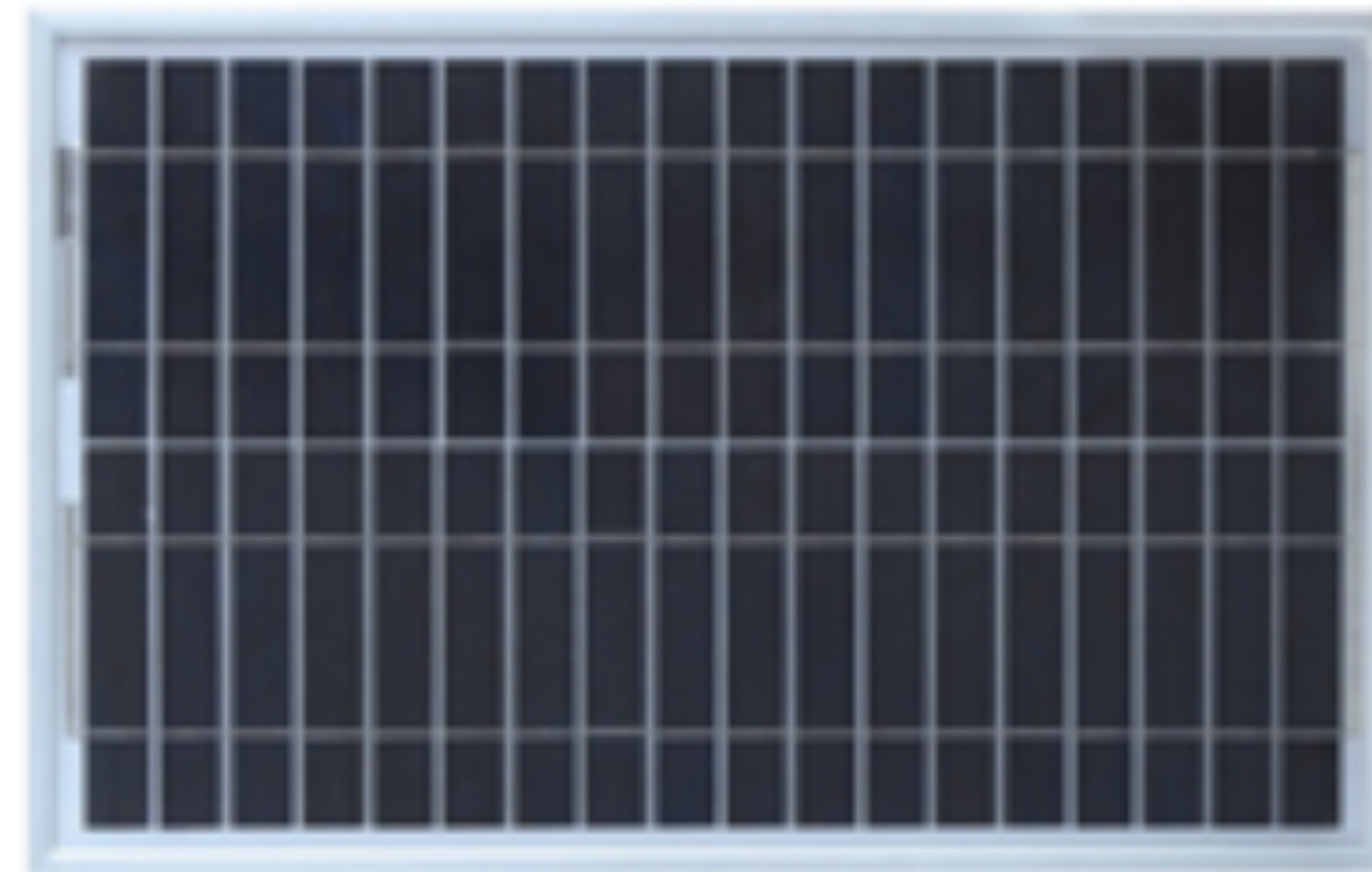
1. Circuito série-paralelo:

- características;
- cálculo da resistência total;
- análise de circuitos mistos;
- exemplos.



## Motivação

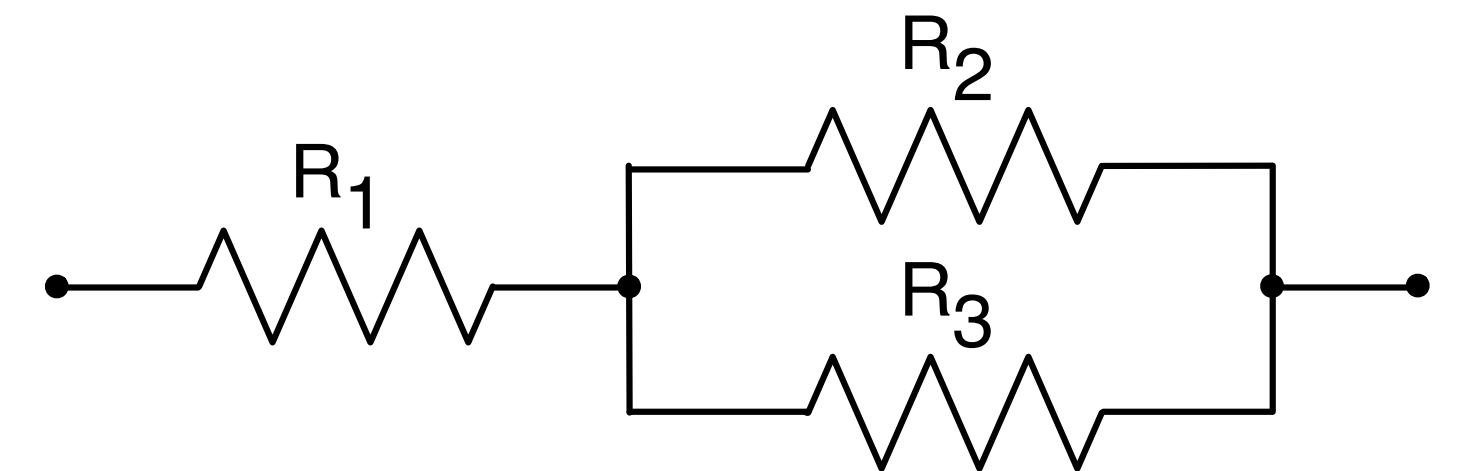
A associação série-paralela (mista) de elementos de circuitos é muito frequente para se obter maiores correntes ou tensões.



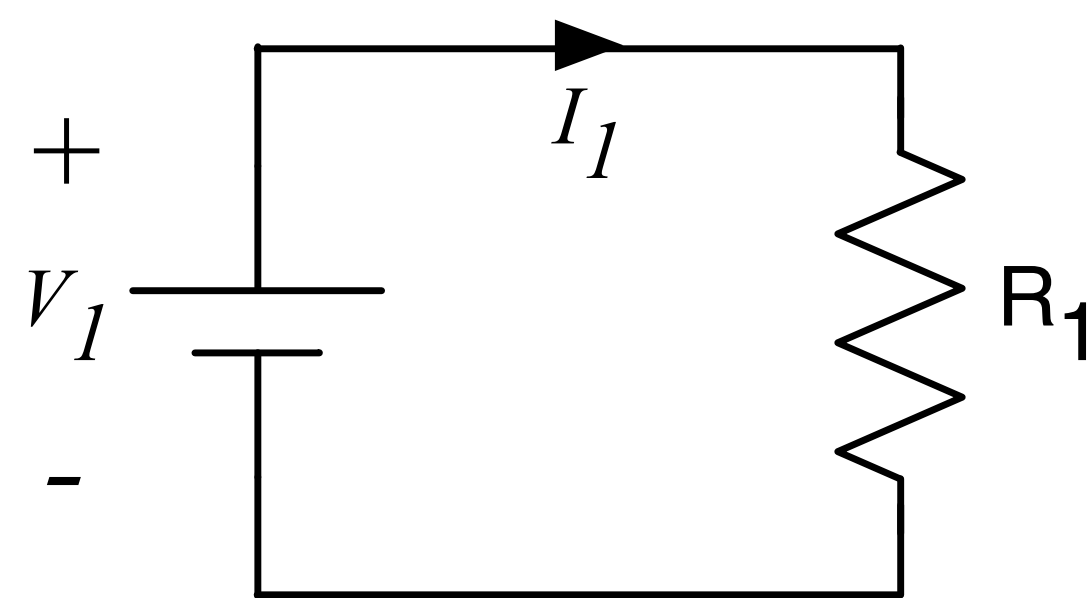
# Circuito série-paralelo

**Definição e características da associação em série-paralelo de elementos de circuitos:**

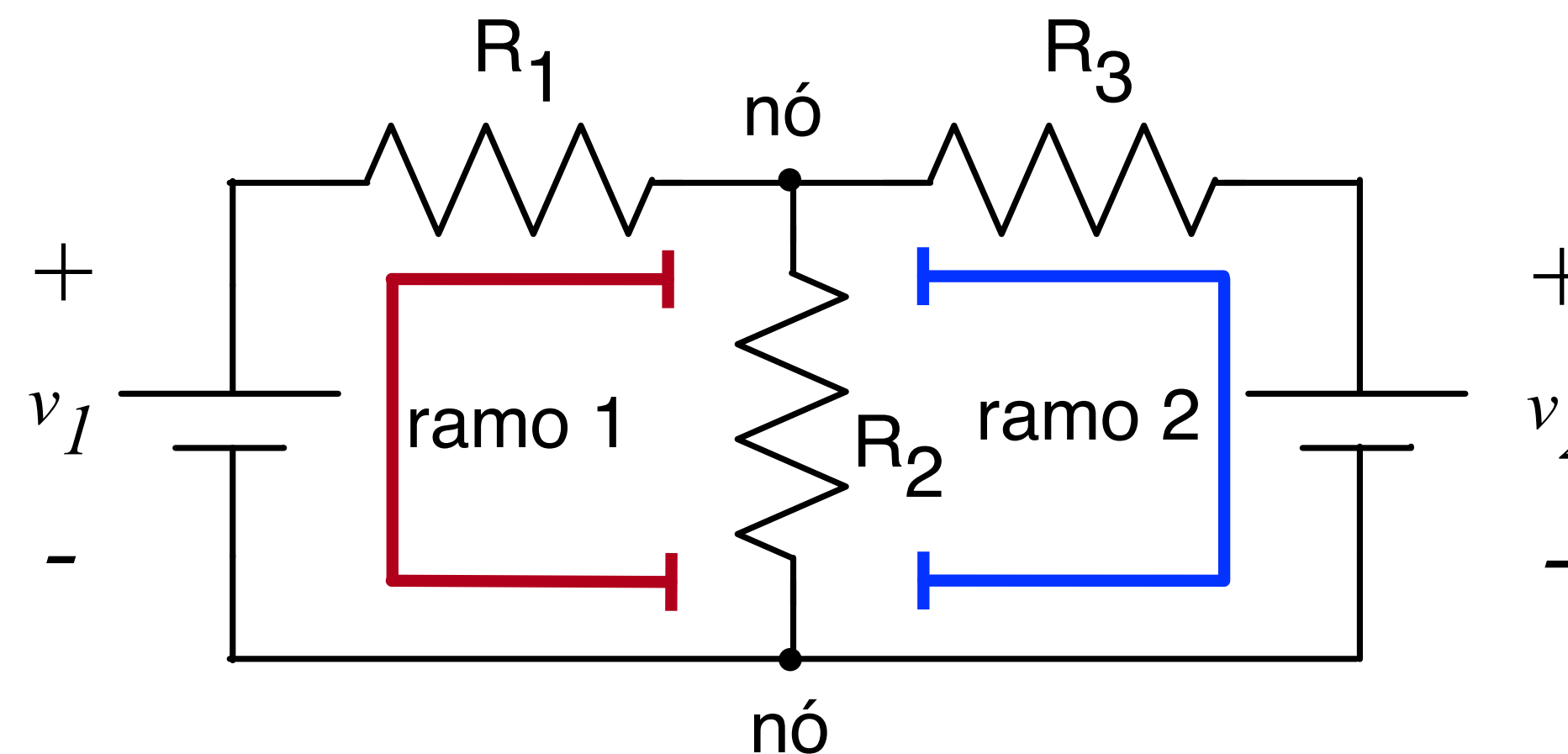
- Um circuito com resistores em série-paralelo tem as características tanto da associação em série como da associação em paralelo;
- A associação série-paralelo pode ser de fontes de tensão, fontes de corrente, resistores, indutores, capacitores ou outros elementos de circuitos;
- As principais características do circuito série-paralelo são:
  - O circuito será formado por três ou mais elementos;
  - A tensão em todos os elementos que estão em paralelo será igual;
  - A corrente em todos os elementos que estão em série será igual.



Circuito série-paralelo de três resistores



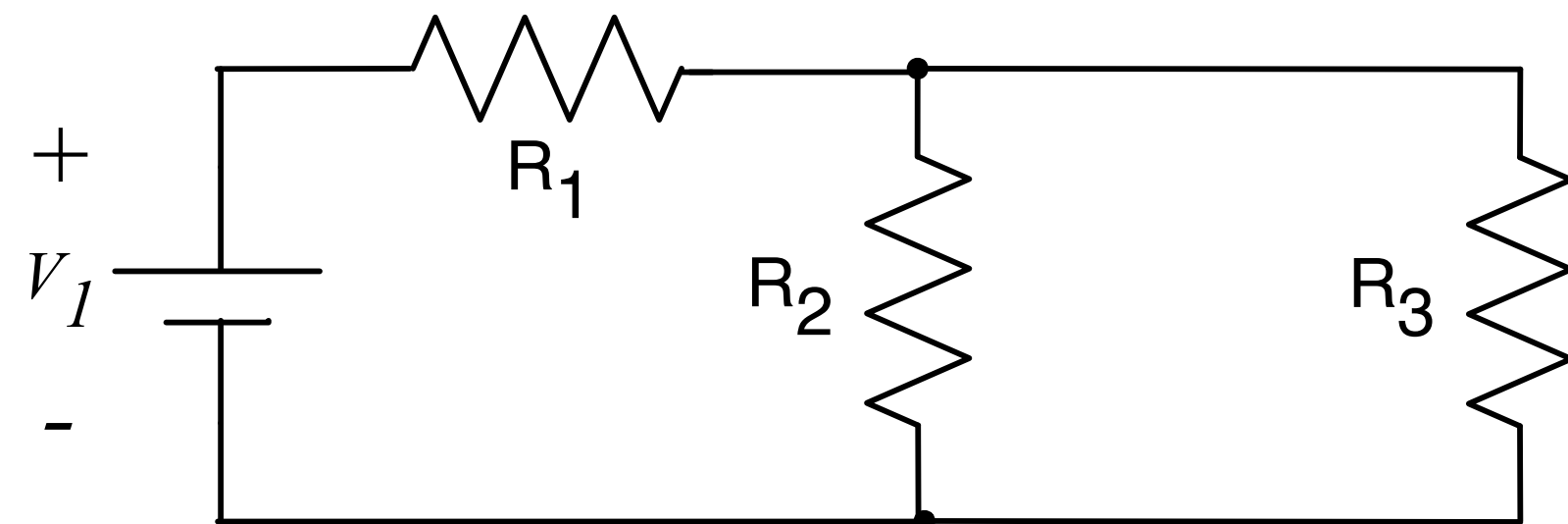
Circuito elétrico básico



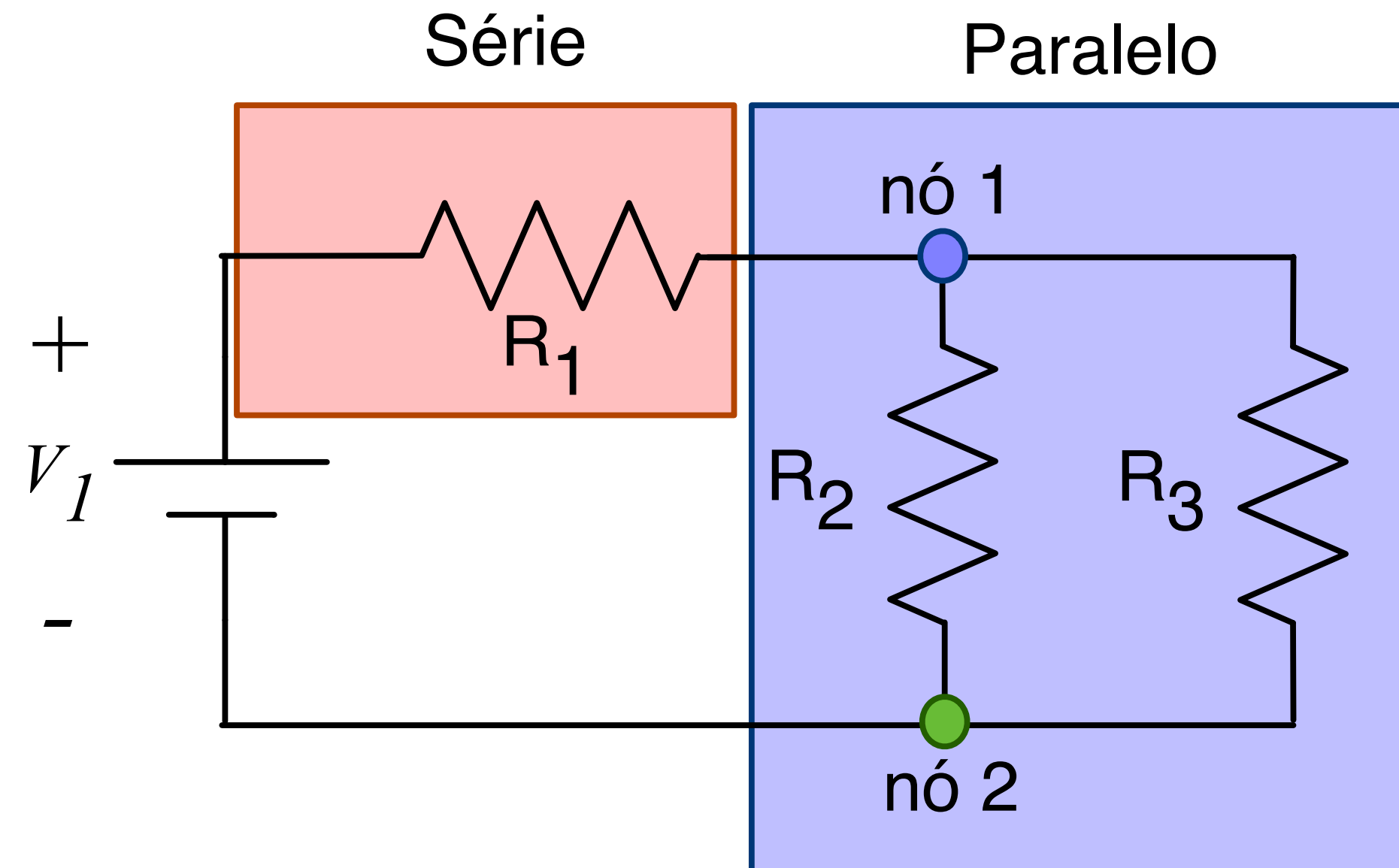
Circuito misto (série-paralelo)

# Circuito série-paralelo

Circuito série-paralelo com três resistores:



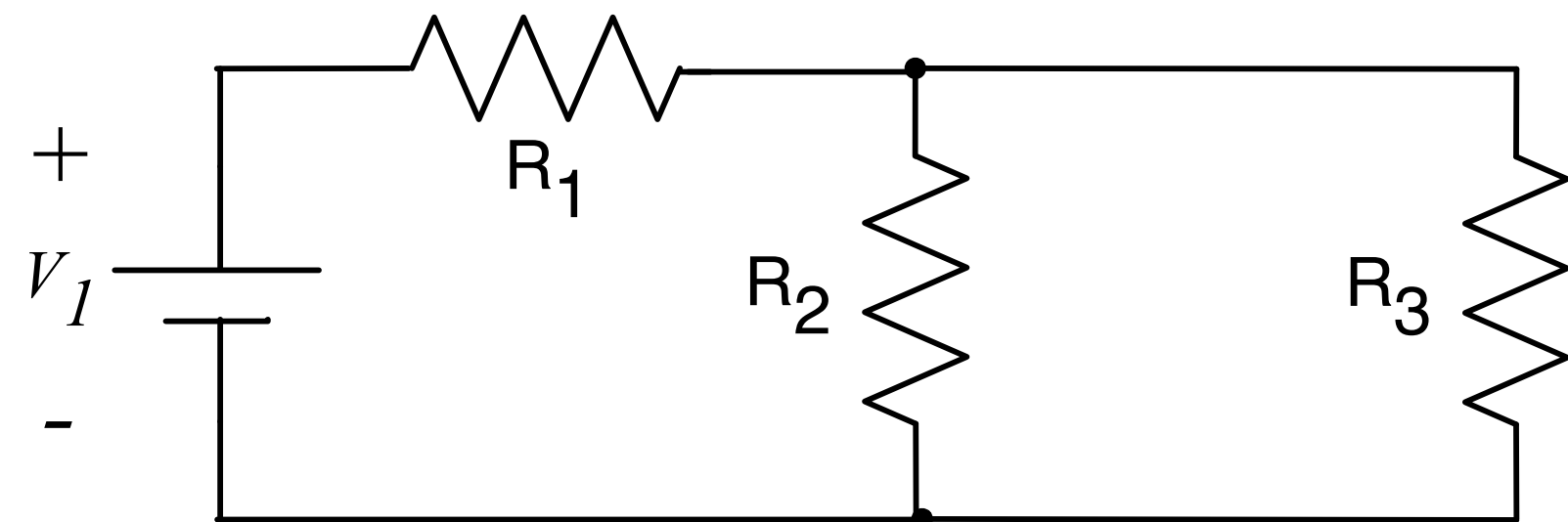
Circuito a ser analisado



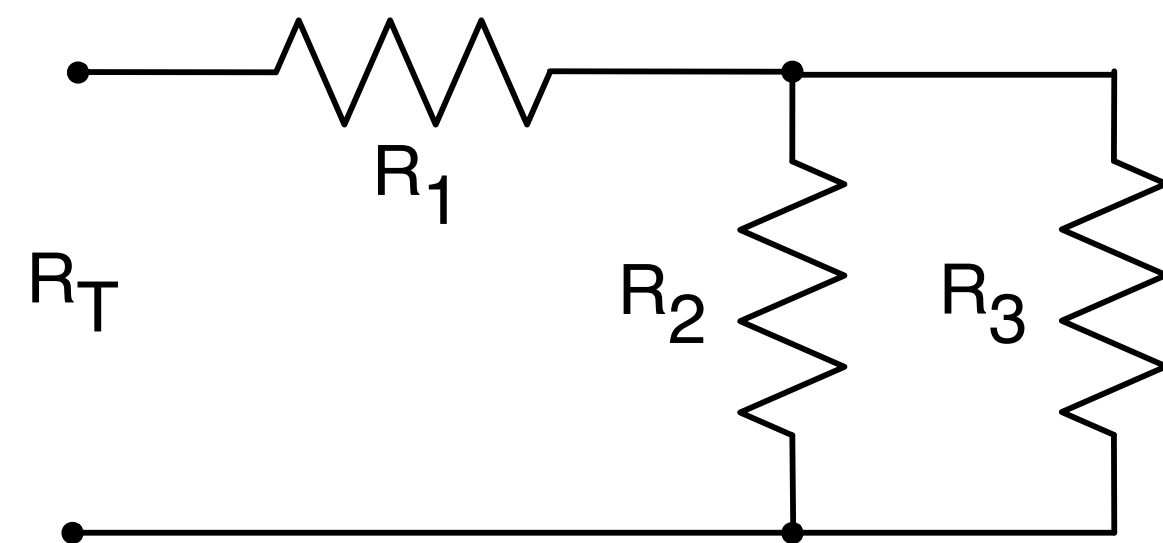
Identificação dos elementos em série e em paralelo

# Circuito série-paralelo

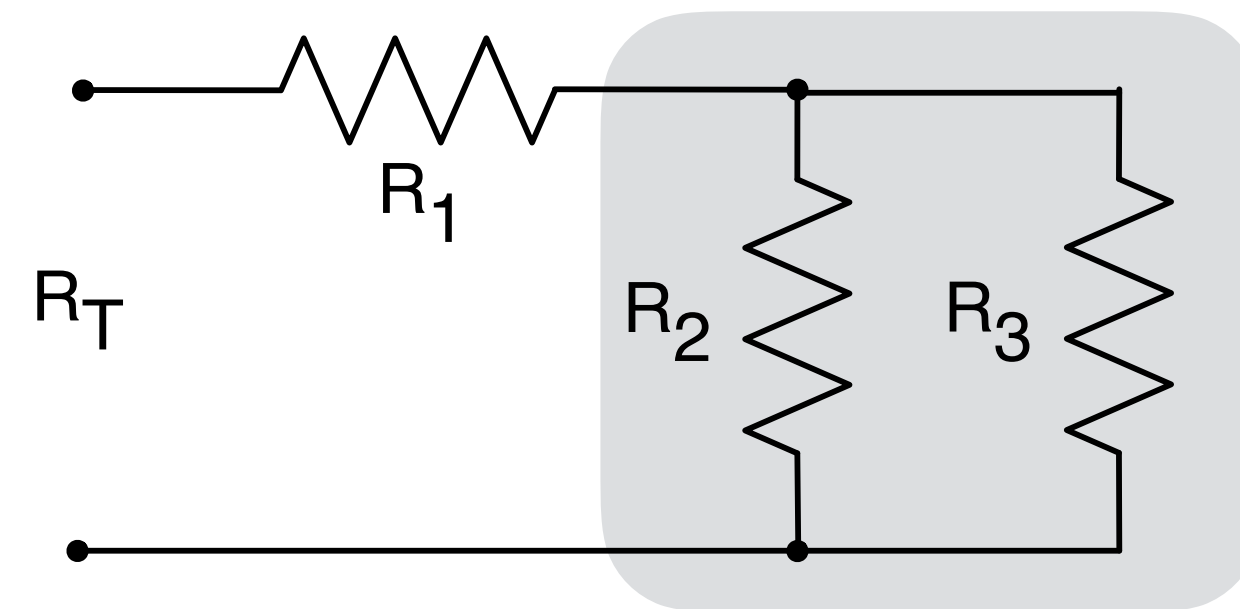
Circuito série-paralelo com três resistores:



Circuito a ser analisado



Cálculo da resistência total



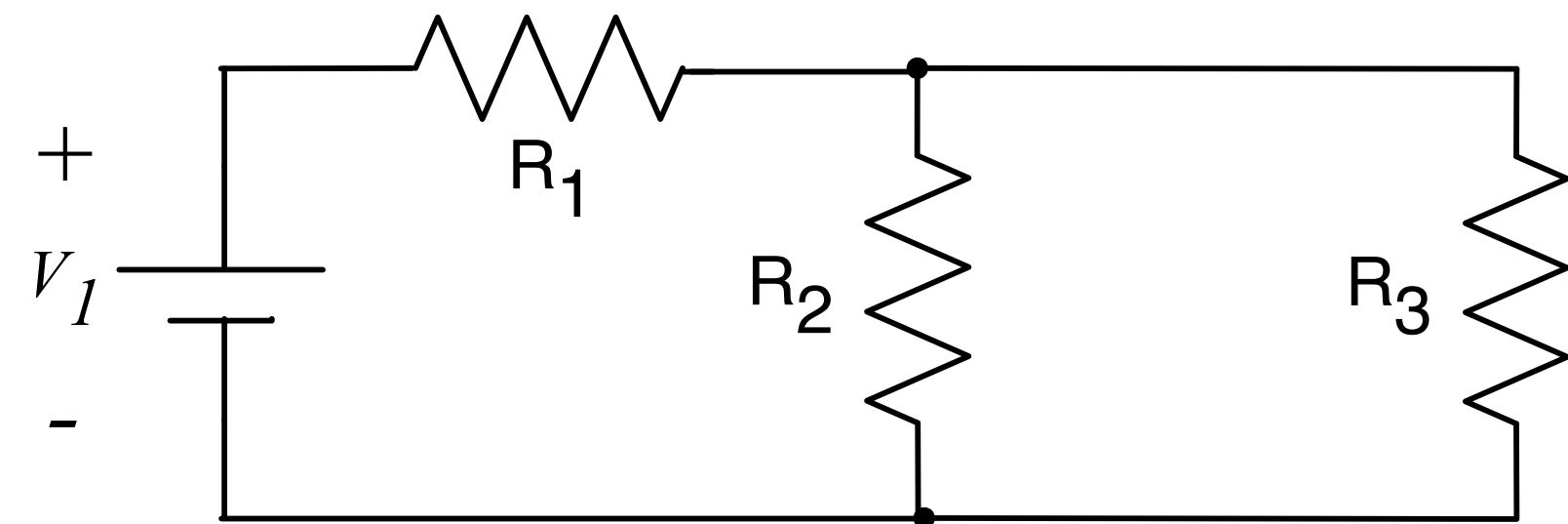
Cálculo da resistência equivalente de  $R_2 // R_3$

$$R_{T1} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

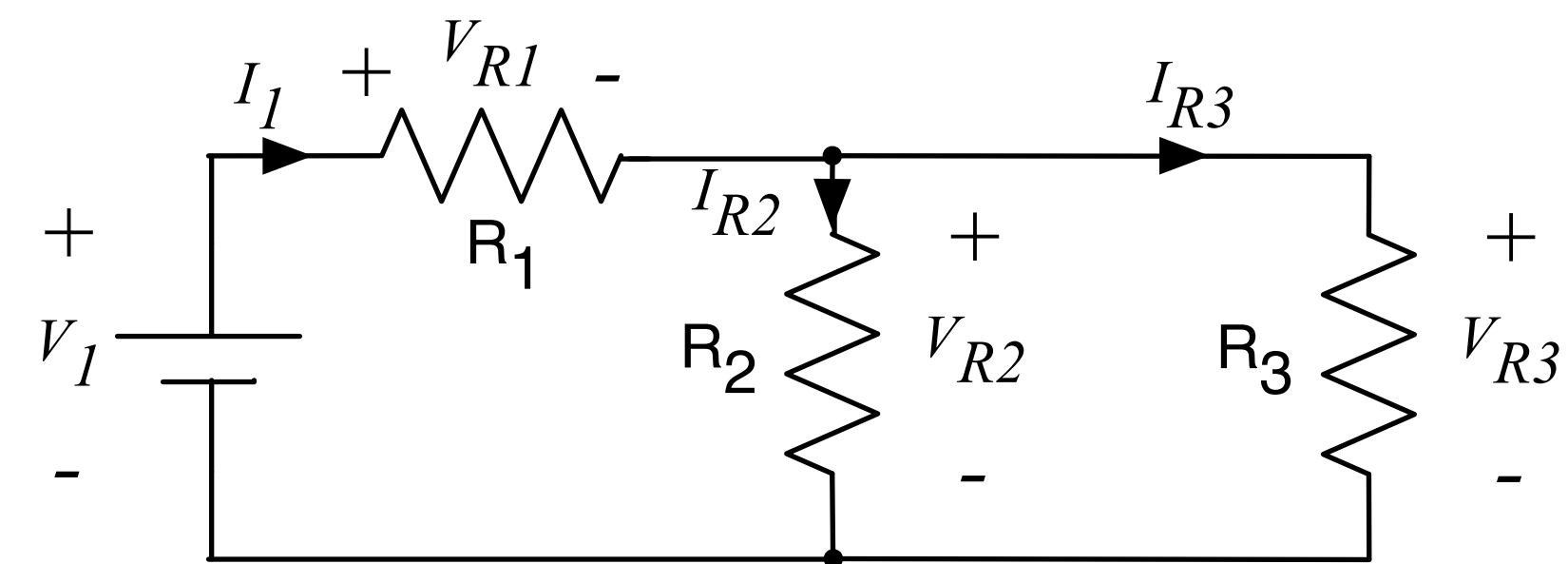
$$R_T = R_1 + R_{T1} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

# Circuito série-paralelo

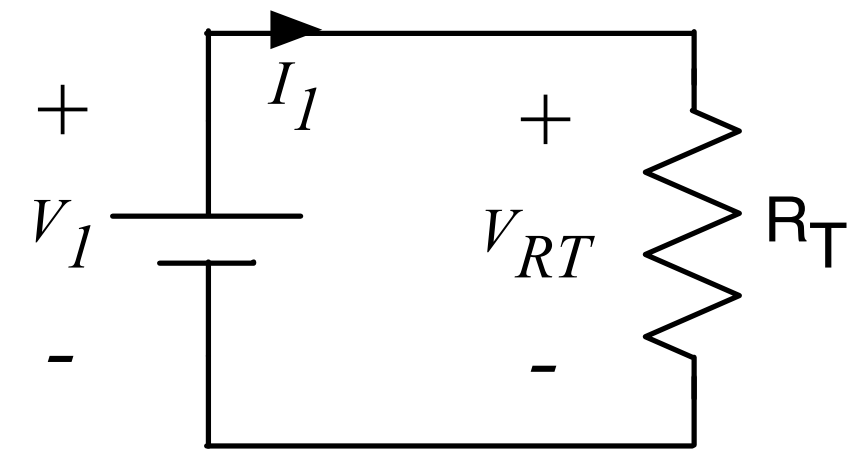
Circuito série-paralelo com três resistores:



Circuito a ser analisado

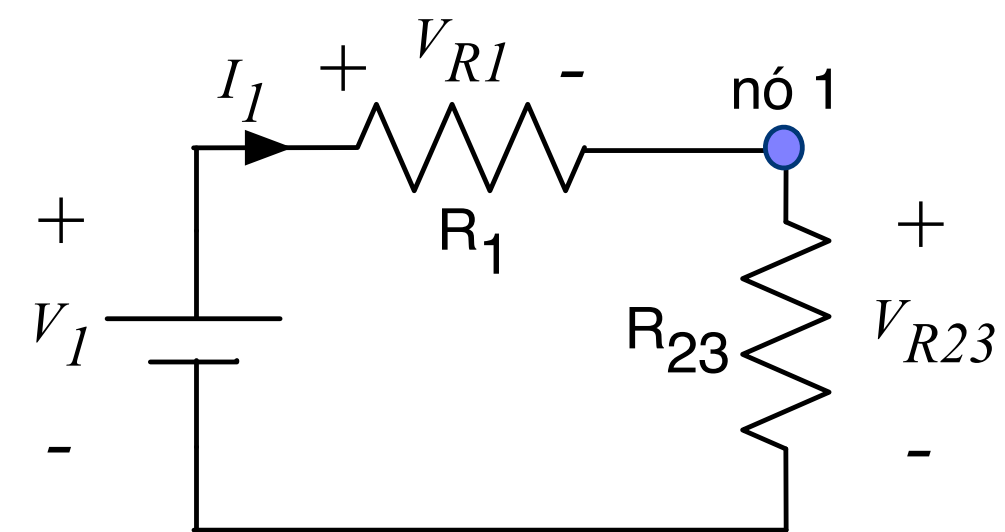


Identificação das tensões e correntes



Circuito resumido a um resistor

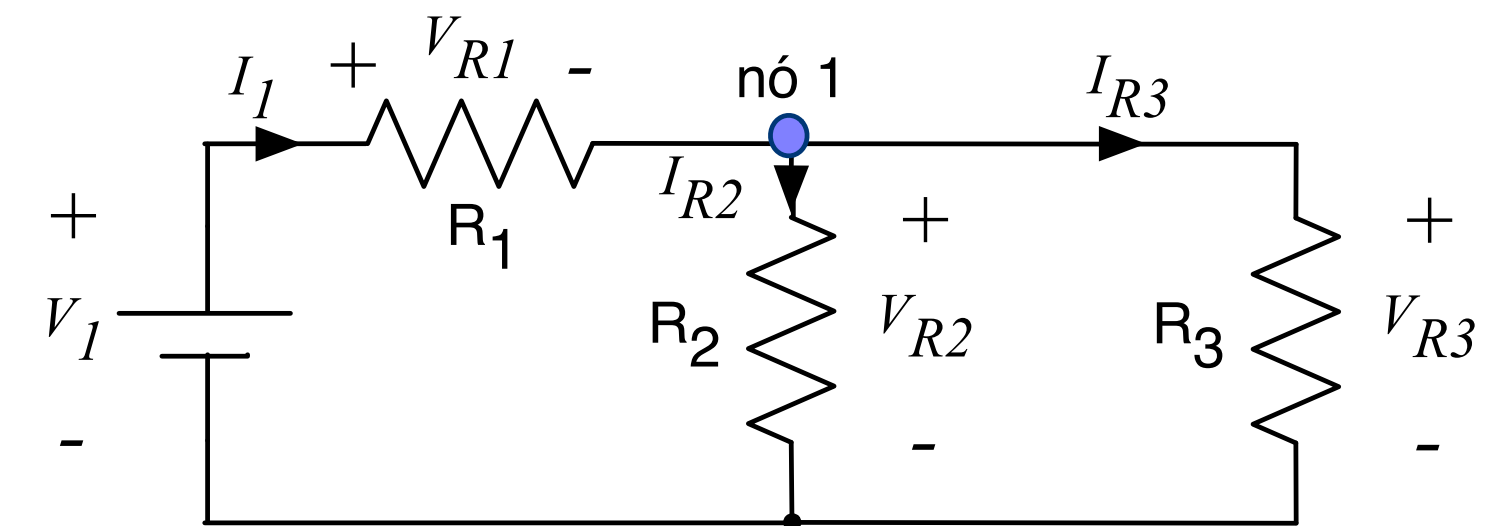
$$I_1 = \frac{V_1}{R_T}$$



Circuito resumido a dois resistores

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

$$+V_{R23} - V_1 + V_{R1} = 0 \rightarrow V_{R23} = V_1 - V_{R1}$$



$$V_{R2} = V_{R3} = V_{R23} = V_1 - V_{R1}$$

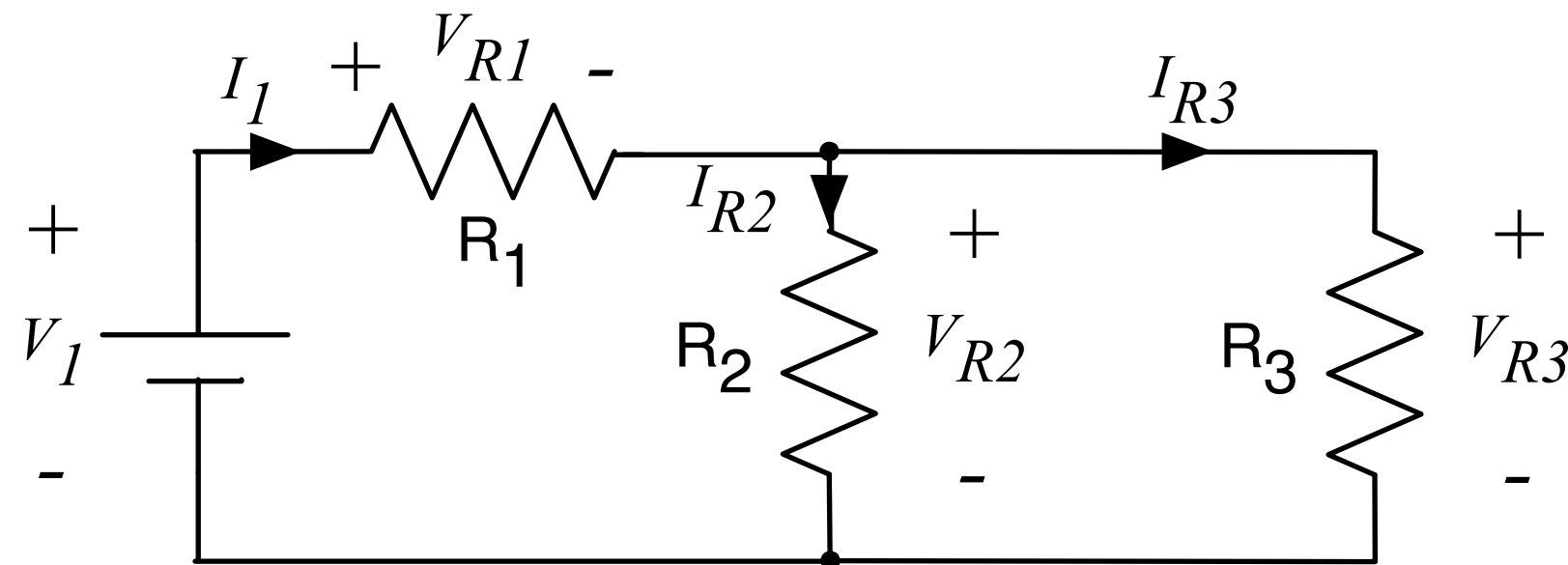
$$I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{V_1 - V_{R1}}{R_2}$$

$$I_{R3} = \frac{V_{R3}}{R_3} = \frac{V_1 - V_{R1}}{R_3}$$



## Circuito série-paralelo

Circuito série-paralelo com três resistores:



### Exemplo 1:

- Seja um circuito série-paralelo com três resistores, interligados conforme a figura acima, conectados em uma fonte de alimentação de 15 V. As resistências dos resistores são:  $R_1 = 100 \Omega$ ,  $R_2 = 220 \Omega$  e  $R_3 = 330 \Omega$ . Determine a resistência total do circuito e as tensões e correntes em todos os elementos.

$$R_T = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 100 + \frac{220 \cdot 330}{220 + 330} = 232 \Omega$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_T} = \frac{15}{232} = 64,7 \text{ mA}$$

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1 = 100 \cdot 64,7 \text{ m} = 6,47 \text{ V}$$

$$V_{R2} = V_{R3} = V_{R23} = V_1 - V_{R1} = 15 - 6,47 = 8,53 \text{ V}$$

$$I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{8,53}{220} = 38,8 \text{ mA}$$

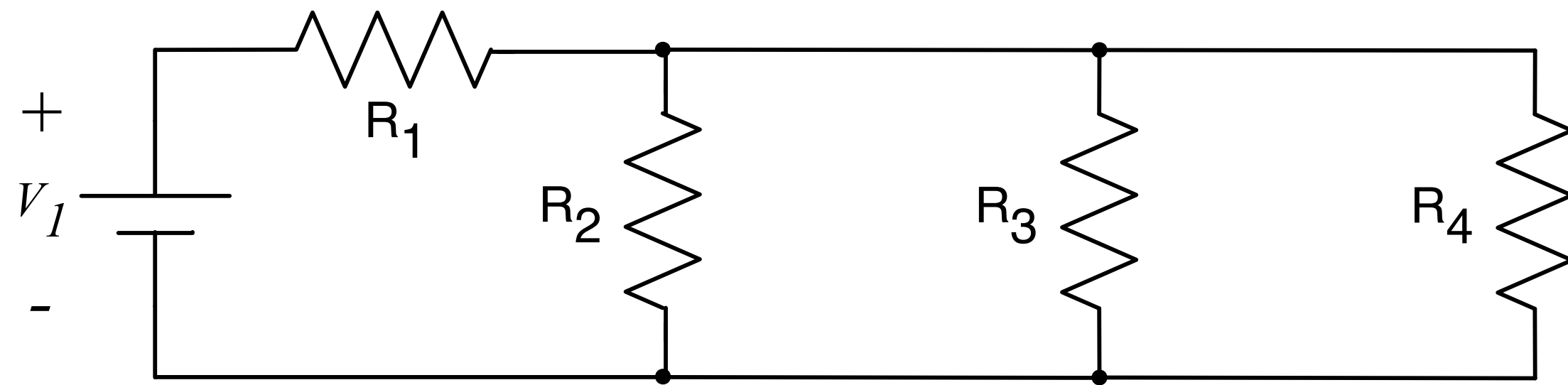
$$I_{R3} = \frac{V_{R3}}{R_3} = \frac{8,53}{330} = 25,8 \text{ mA}$$

$$+I_1 - I_{R2} - I_{R3} = 0 \rightarrow I_{R2} + I_{R3} = I_1$$

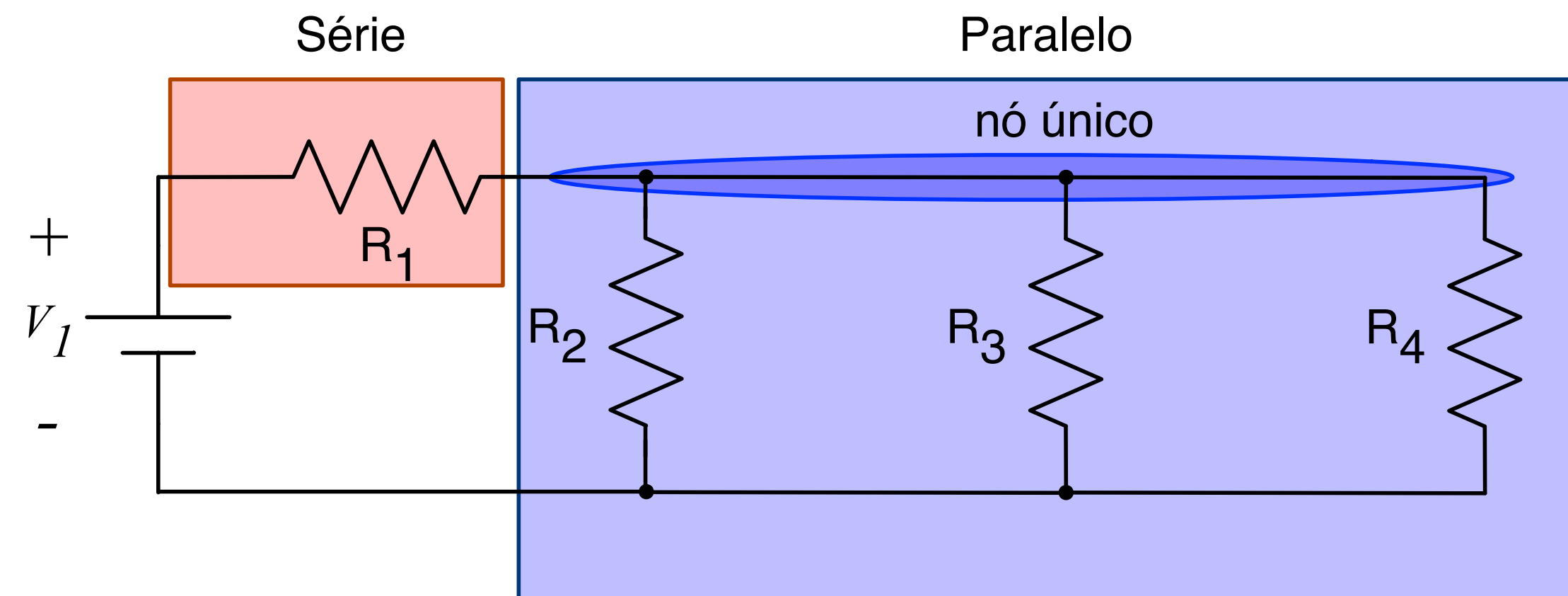
$$38,8 \text{ mA} + 25,8 \text{ mA} = 64,6 \text{ mA} \rightarrow 64,6 \text{ mA} \cong 64,7 \text{ mA}$$

# Circuito série-paralelo

Circuito série-paralelo com quatro resistores (tipo 1):



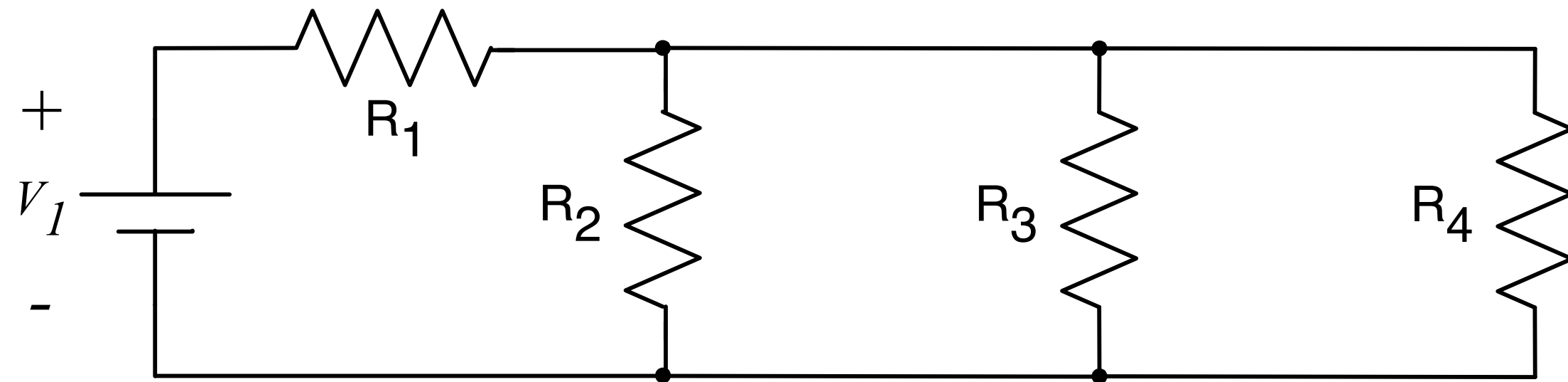
Circuito a ser analisado



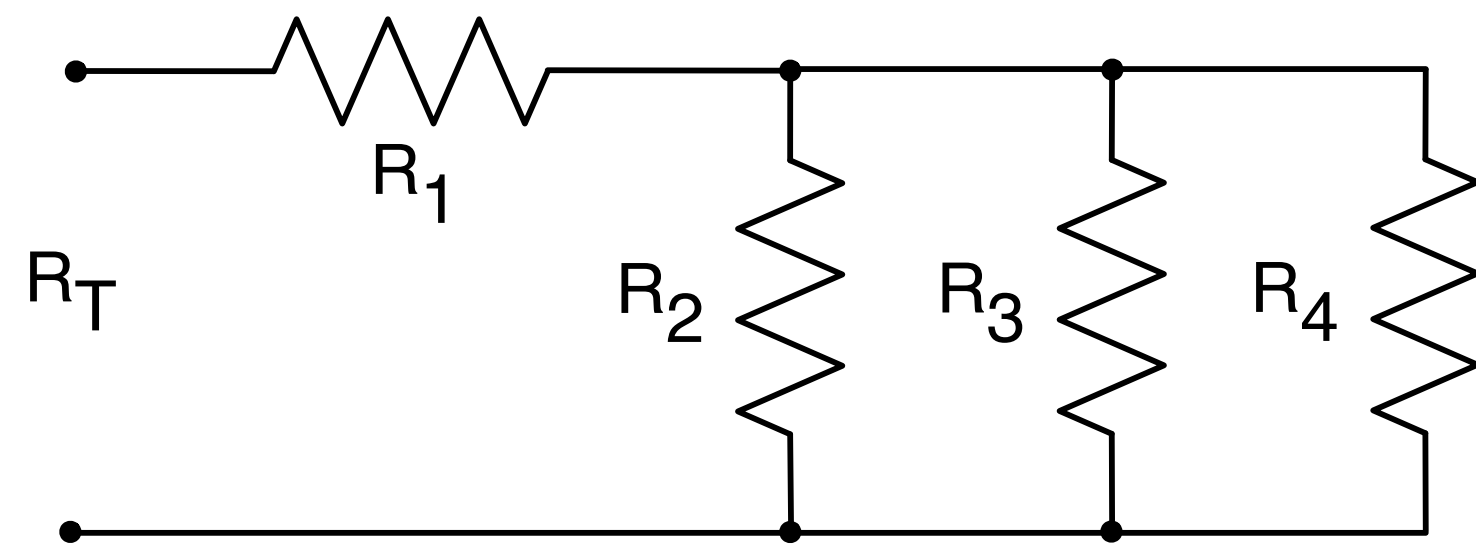
Identificação dos elementos em série e em paralelo

# Circuito série-paralelo

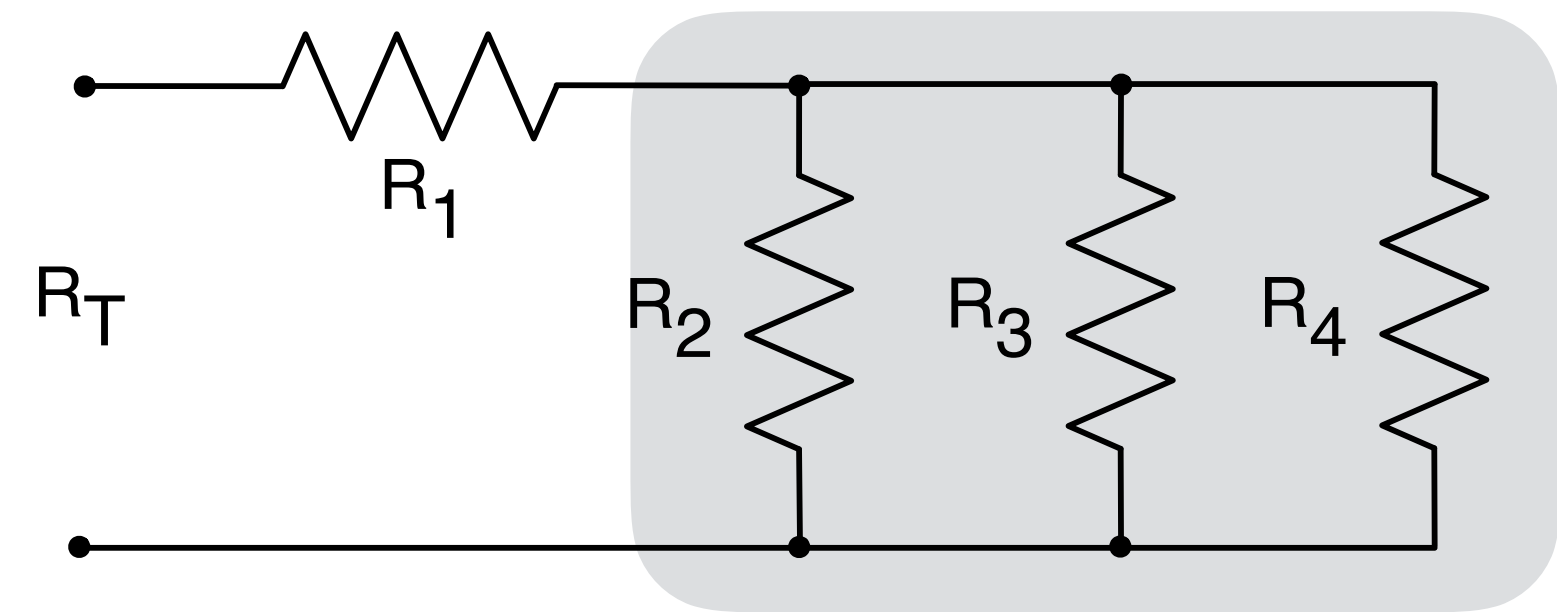
Circuito série-paralelo com quatro resistores (tipo 1):



Circuito a ser analisado



Cálculo da resistência total



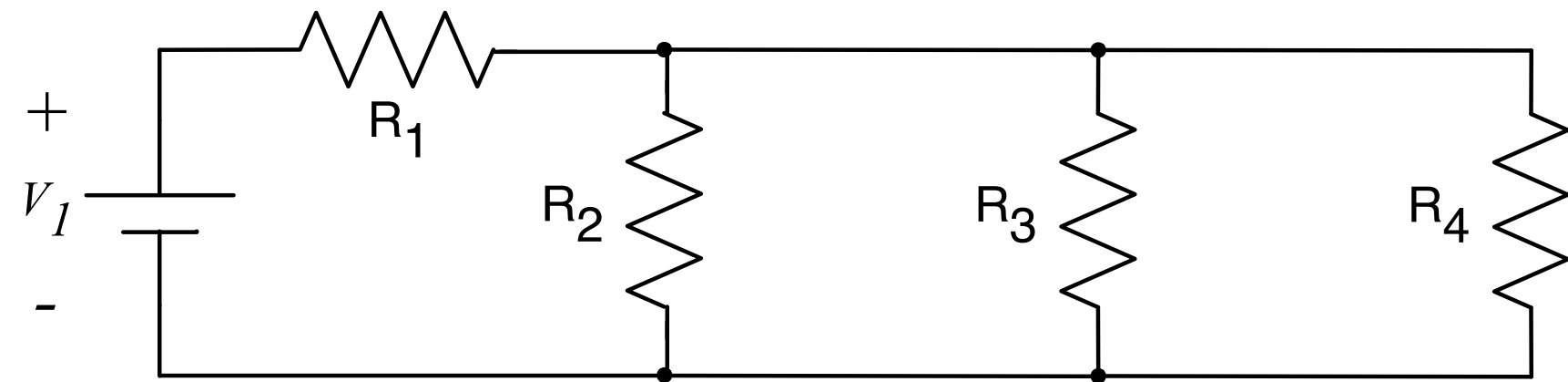
Cálculo da resistência equivalente de  $R_2 // R_3 // R_4$

$$R_{T1} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

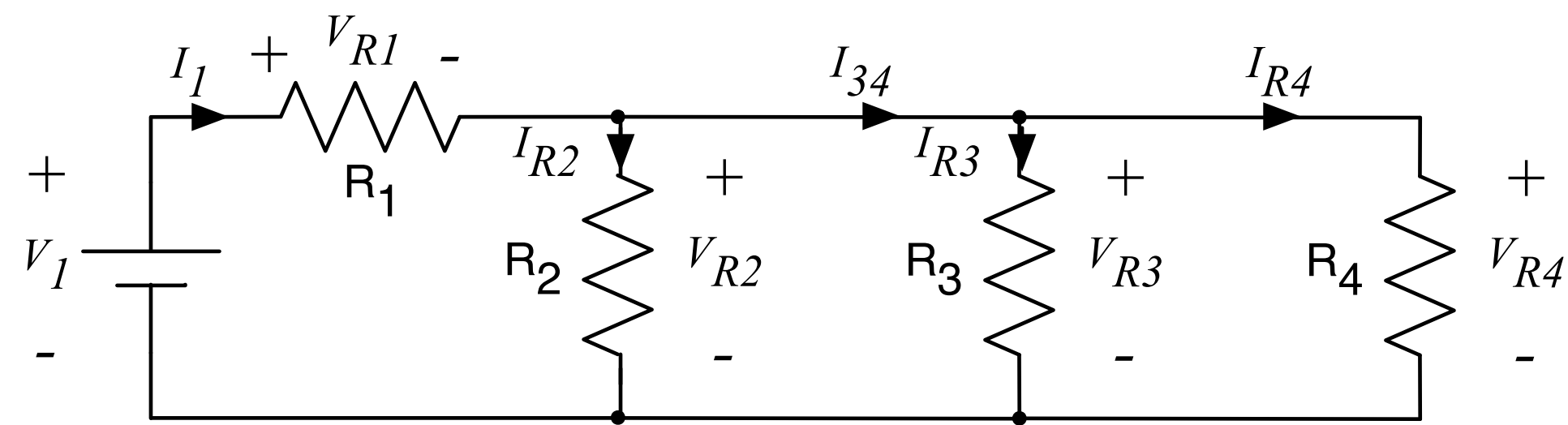
$$R_T = R_1 + R_{T1} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

# Circuito série-paralelo

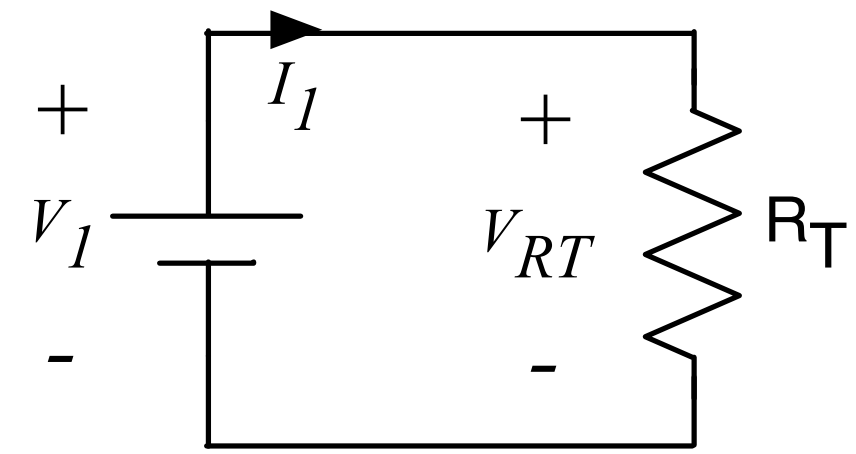
Circuito série-paralelo com quatro resistores (tipo 1):



Circuito a ser analisado

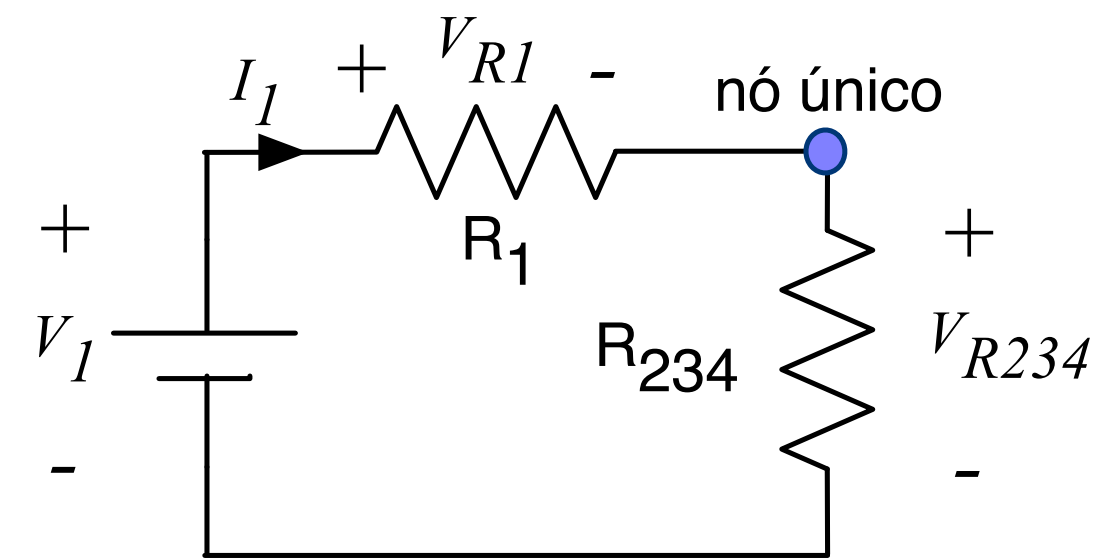


Identificação das tensões e correntes



Circuito resumido a um resistor

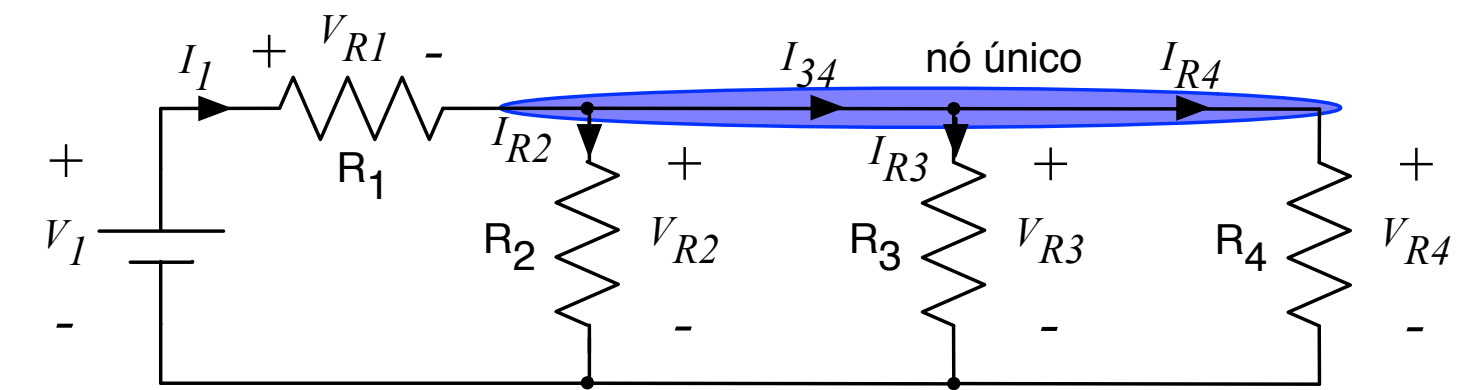
$$I_1 = \frac{V_1}{R_T}$$



Circuito resumido a dois resistores

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

$$+V_{R234} - V_1 + V_{R1} = 0 \rightarrow V_{R234} = V_1 - V_{R1}$$



$$V_{R2} = V_{R3} = V_{R4} = V_{R234} = V_1 - V_{R1}$$

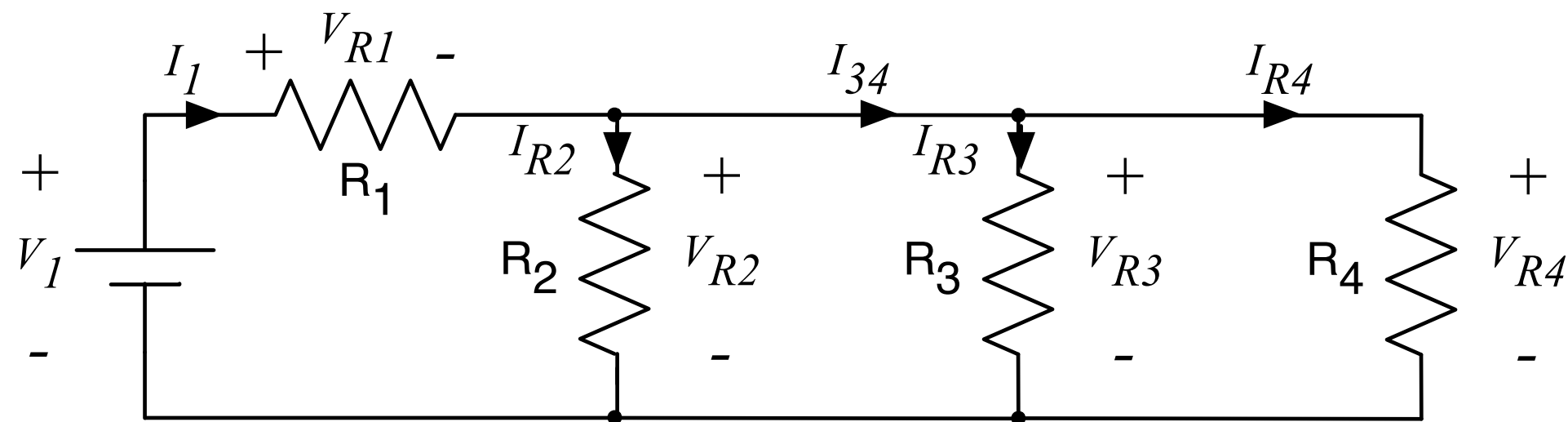
$$I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{V_1 - V_{R1}}{R_2}$$

$$I_{R3} = \frac{V_{R3}}{R_3} = \frac{V_1 - V_{R1}}{R_3}$$

$$I_{R4} = \frac{V_{R4}}{R_4} = \frac{V_1 - V_{R1}}{R_4}$$

## Circuito série-paralelo

Circuito série-paralelo com quatro resistores (tipo 1):



### Exemplo 2:

- Seja um circuito série-paralelo com quatro resistores, interligados conforme a figura acima, conectados em uma fonte de alimentação de 10 V. As resistências dos resistores são:  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 3,3 \text{ k}\Omega$  e  $R_4 = 2,2 \text{ k}\Omega$ . Determine a resistência total do circuito e as tensões e correntes em todos os elementos.

$$R_T = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = 1k + \frac{1}{\frac{1}{2,2k} + \frac{1}{3,3k} + \frac{1}{2,2k}} = 1,825k\Omega$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_T} = \frac{10}{1,825k} = 5,48mA$$

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1 = 1k \cdot 5,48m = 5,48V$$

$$V_{R2} = V_{R3} = V_{R4} = V_{R234} = 10 - 5,48 = 4,52V$$

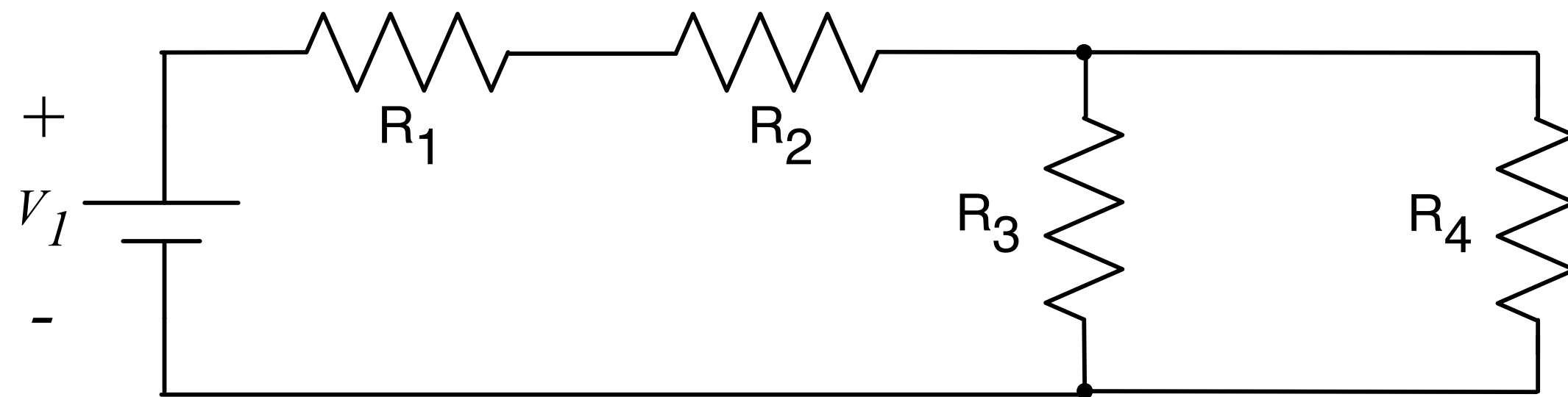
$$I_{R2} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{4,52}{2,2k} = 2,05mA \quad I_{R3} = \frac{V_{R3}}{R_3} = \frac{4,52}{3,3k} = 1,37mA$$

$$I_{R4} = \frac{V_{R4}}{R_4} = \frac{4,52}{2,2k} = 2,05mA \quad +I_1 - I_{R2} - I_{R3} - I_{R4} = 0 \rightarrow I_{R2} + I_{R3} + I_{R4} = I_1$$

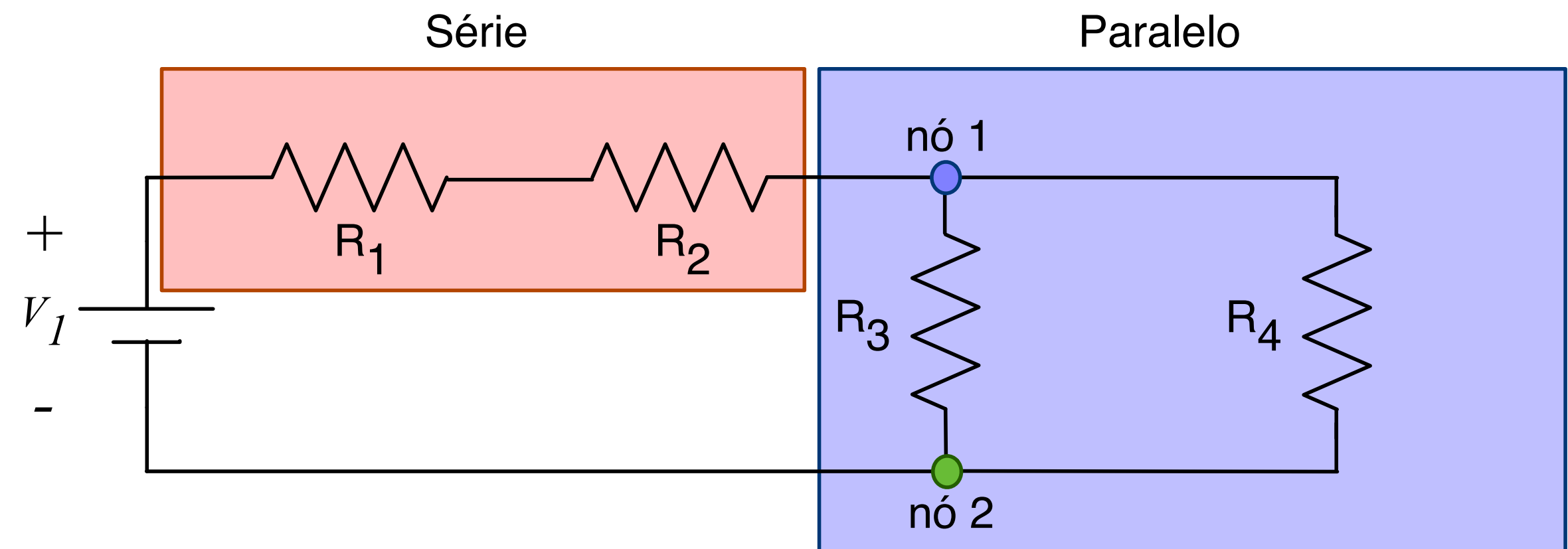
$$2,05mA + 1,37mA + 2,05mA = 5,47mA \rightarrow 5,47mA \cong 5,48mA$$

# Circuito série-paralelo

Circuito série-paralelo com quatro resistores (tipo 2):



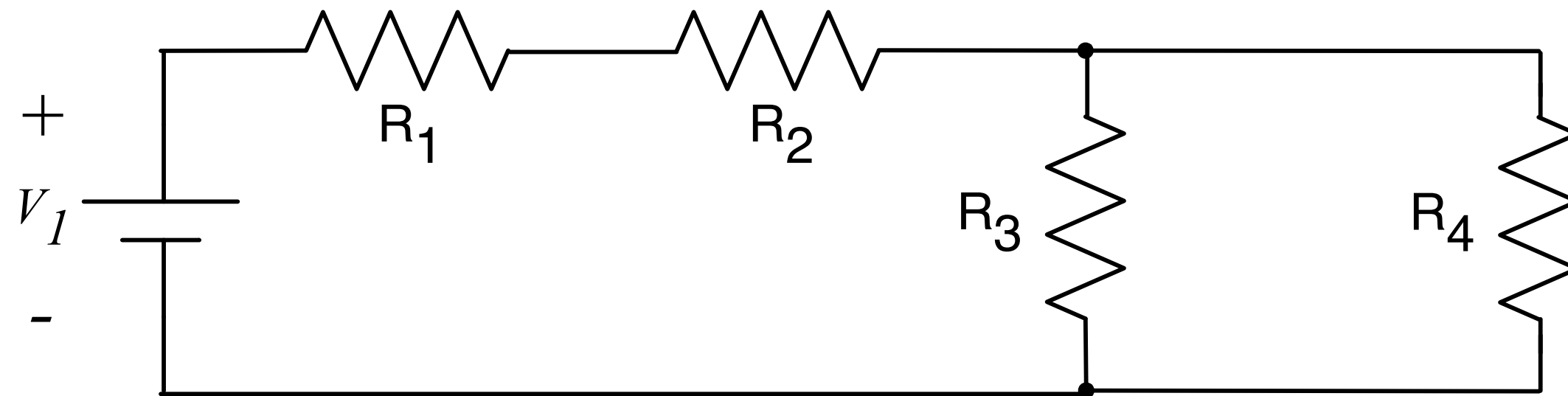
Circuito a ser analisado



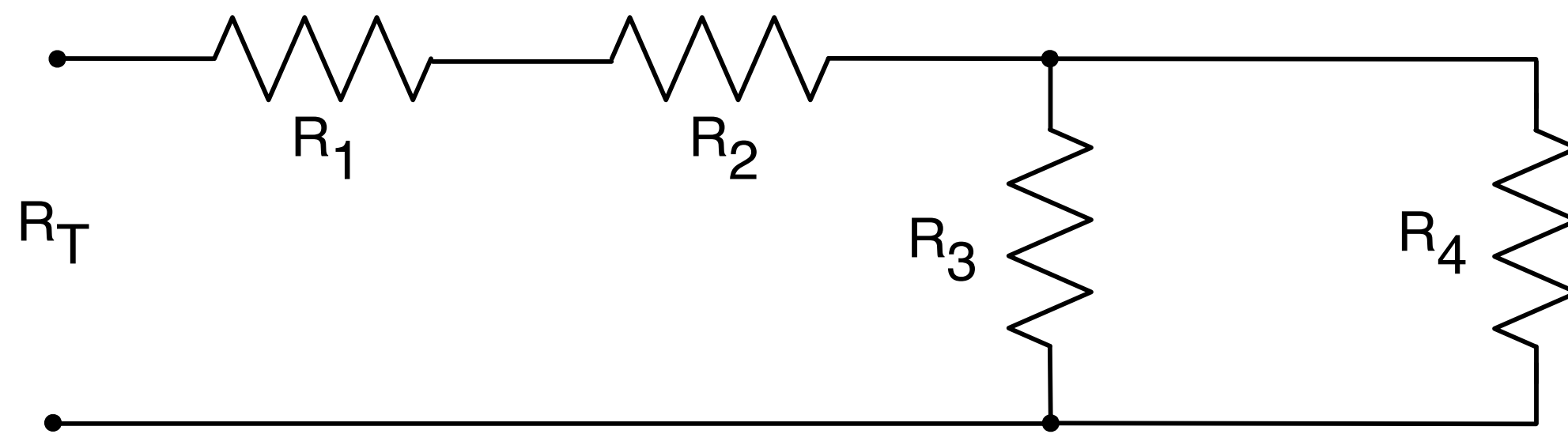
Identificação dos elementos em série e em paralelo

# Circuito série-paralelo

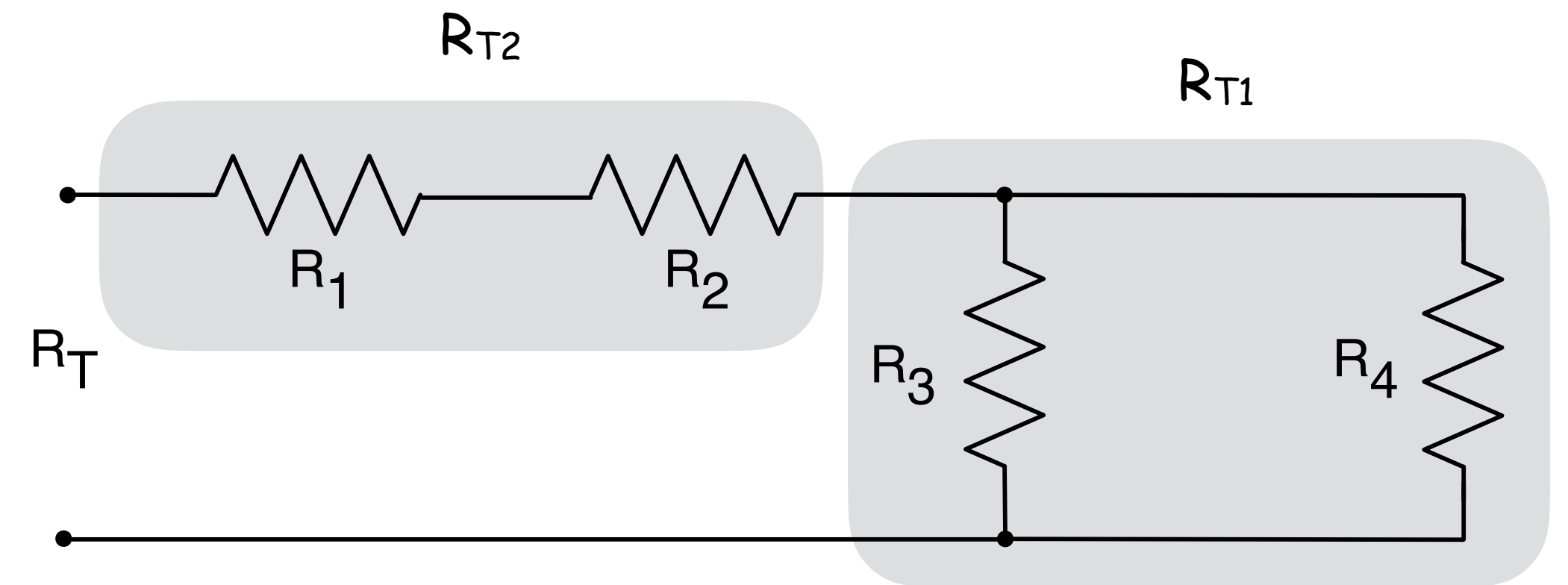
Circuito série-paralelo com quatro resistores (tipo 2):



Circuito a ser analisado



Cálculo da resistência total



Cálculo da resistência equivalente de  $R_1+R_2$  e  $R_3//R_4$

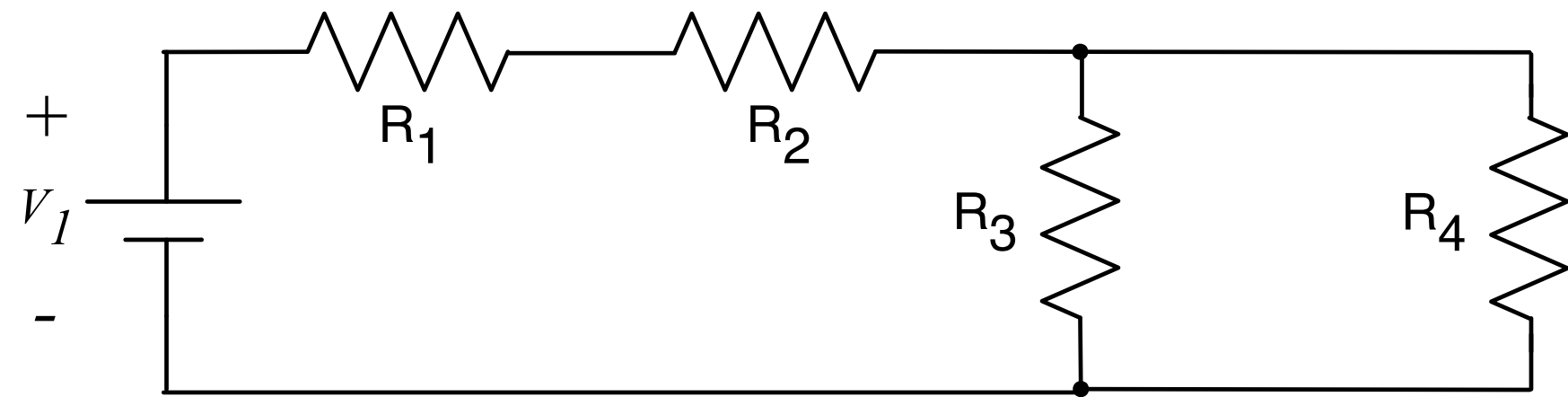
$$R_{T2} = R_1 + R_2$$

$$R_{T1} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}$$

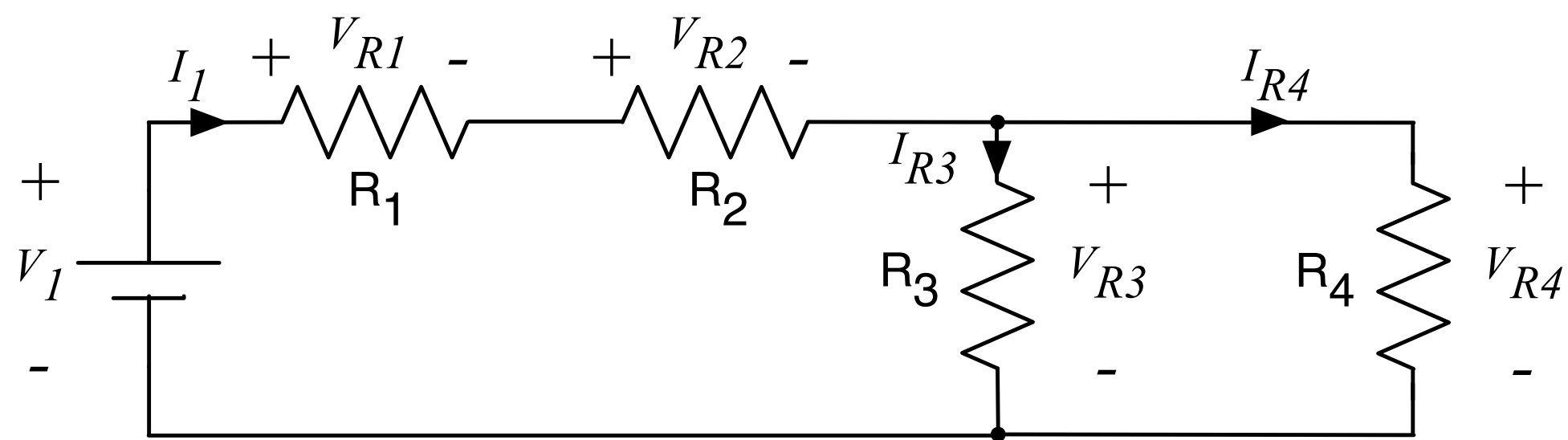
$$R_T = R_{T1} + R_{T2} = R_1 + R_2 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}$$

# Circuito série-paralelo

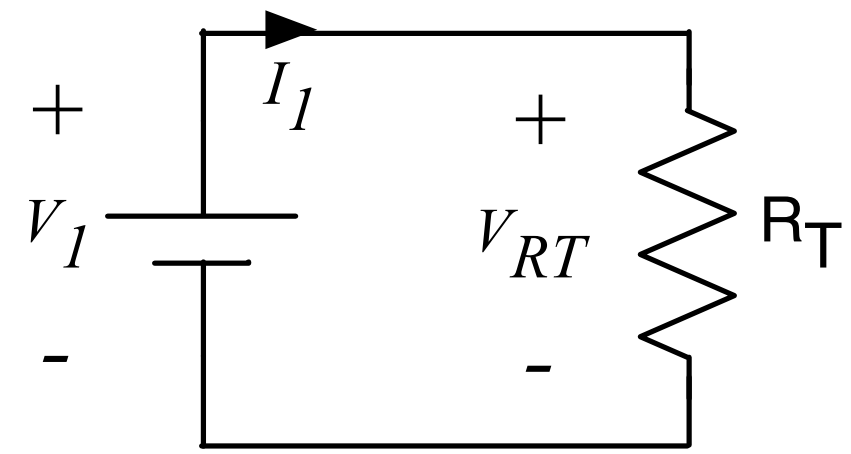
Circuito série-paralelo com quatro resistores (tipo 2):



Circuito a ser analisado

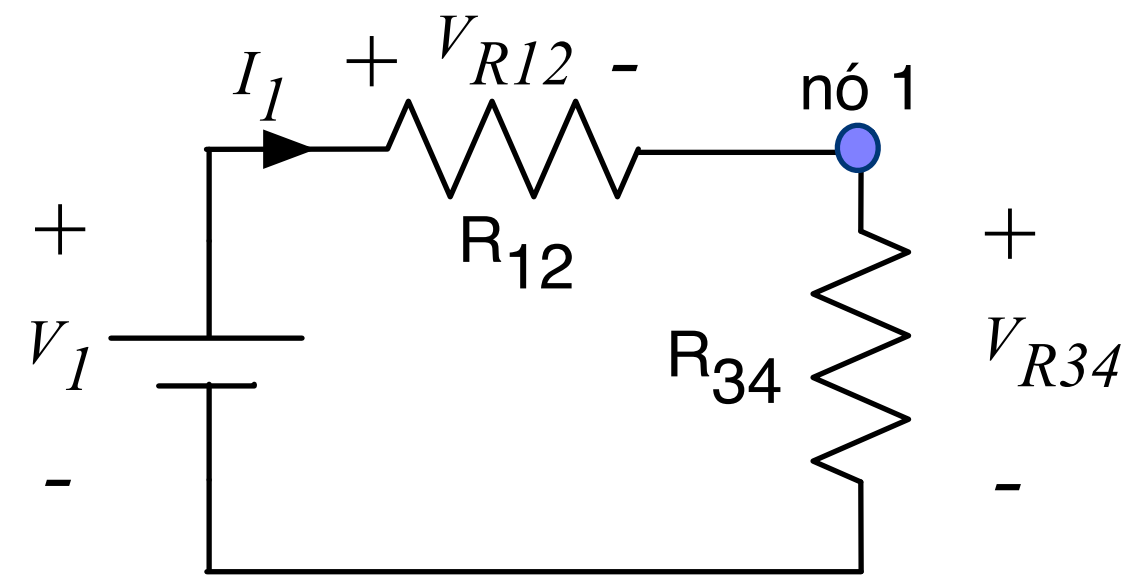


Identificação das tensões e correntes



Circuito resumido a um resistor

$$I_1 = \frac{V_1}{R_T}$$

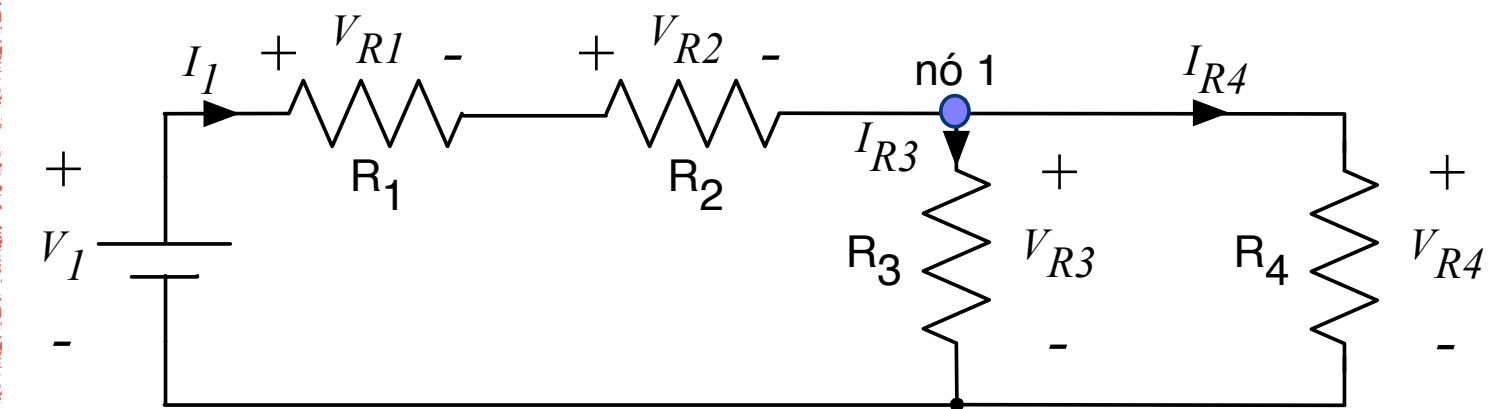


Circuito resumido a dois resistores

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

$$V_{R12} = V_{R1} + V_{R2}$$

$$+V_{R34} - V_1 + V_{R12} = 0 \rightarrow V_{R34} = V_1 - V_{R12}$$



$$V_{R3} = V_{R4} = V_{R34} = V_1 - V_{R12} = V_1 - V_{R1} - V_{R2}$$

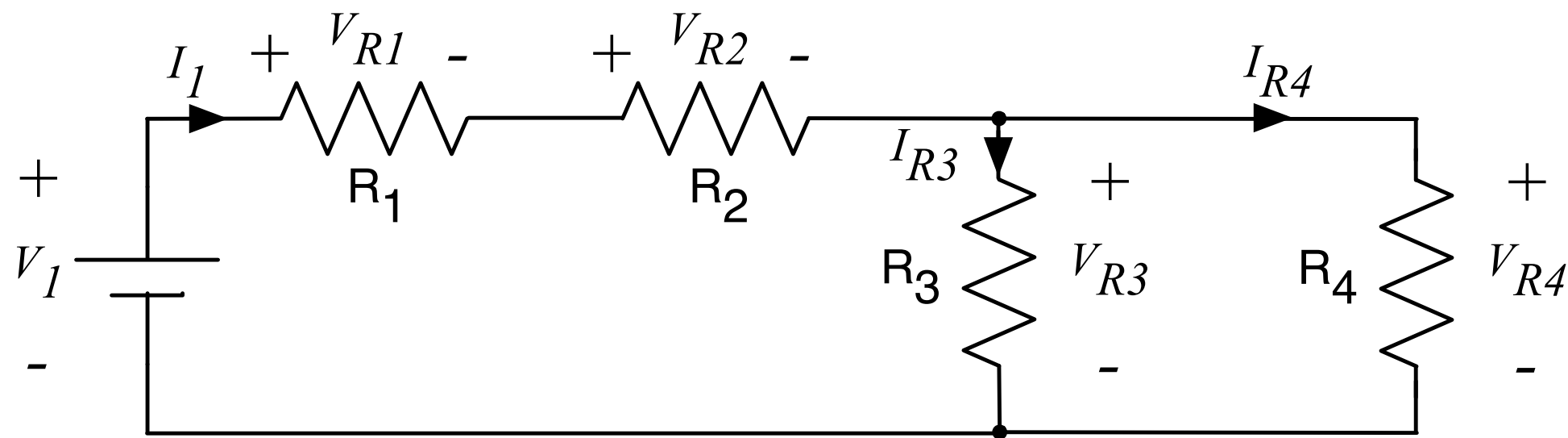
$$I_{R3} = \frac{V_{R3}}{R_3} = \frac{V_1 - V_{R1} - V_{R2}}{R_3}$$

$$I_{R4} = \frac{V_{R4}}{R_4} = \frac{V_1 - V_{R1} - V_{R2}}{R_4}$$



## Circuito série-paralelo

Circuito série-paralelo com quatro resistores (tipo 2):



### Exemplo 3:

- Seja um circuito série-paralelo com quatro resistores, interligados conforme a figura acima, conectados em uma fonte de alimentação de 12 V. As resistências dos resistores são:  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 3,3 \text{ k}\Omega$  e  $R_4 = 2,2 \text{ k}\Omega$ . Determine a resistência total do circuito e as tensões e correntes em todos os elementos.

$$R_T = R_1 + R_2 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = 1k + 2,2k + \frac{3,3k \cdot 2,2k}{3,3k + 2,2k} = 4,52k\Omega$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_T} = \frac{12}{4,52k} = 2,65mA$$

$$V_{R1} = R_1 \cdot I_1 = 1k \cdot 2,65m = 2,65V \quad V_{R2} = R_2 \cdot I_1 = 2,2k \cdot 2,65m = 5,83V$$

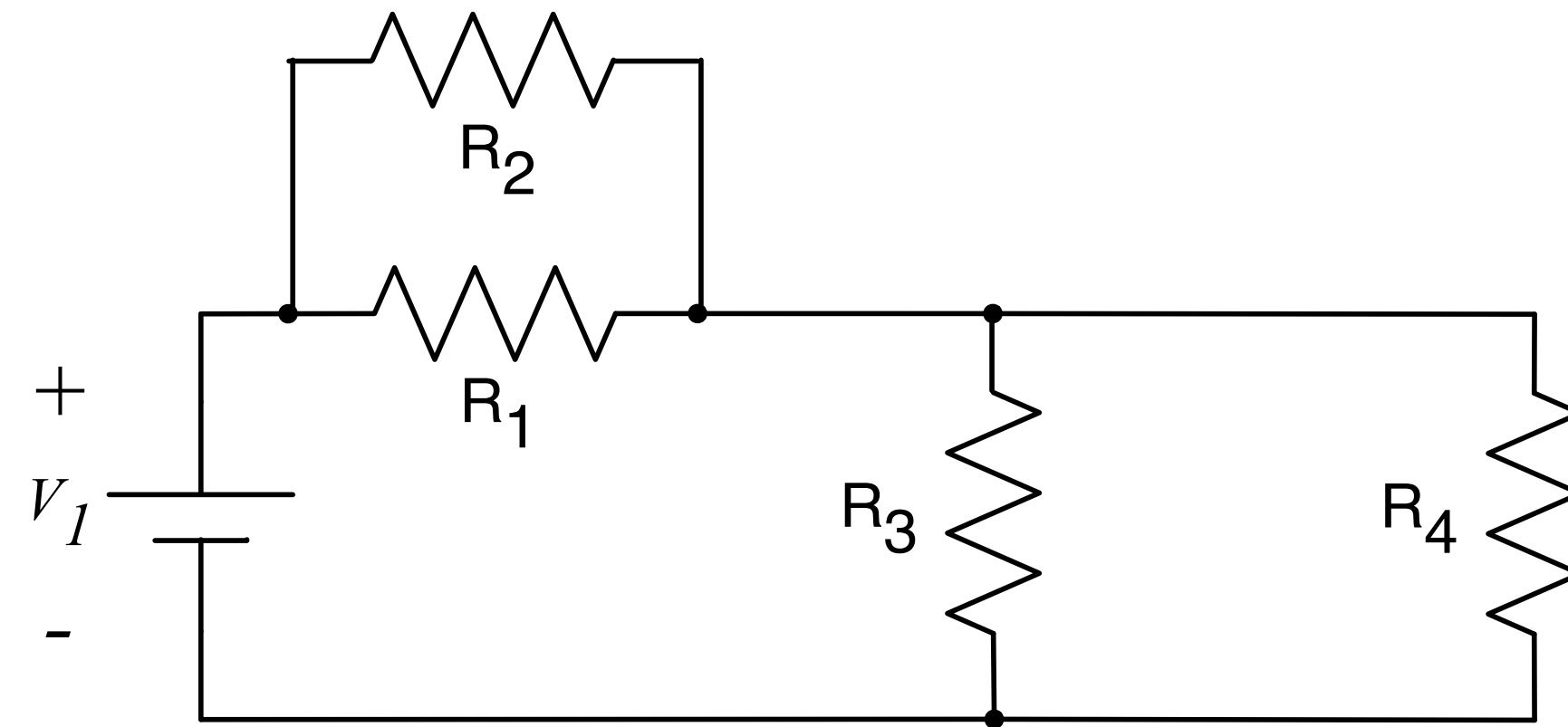
$$V_{R3} = V_{R4} = V_{R34} = V_1 - V_{R12} = V_1 - V_{R1} - V_{R2} = 12 - 2,65 - 5,83 = 3,52V$$

$$I_{R3} = \frac{V_{R3}}{R_3} = \frac{3,52}{3,3k} = 1,07mA \quad I_{R4} = \frac{V_{R4}}{R_4} = \frac{3,52}{2,2k} = 1,6mA$$

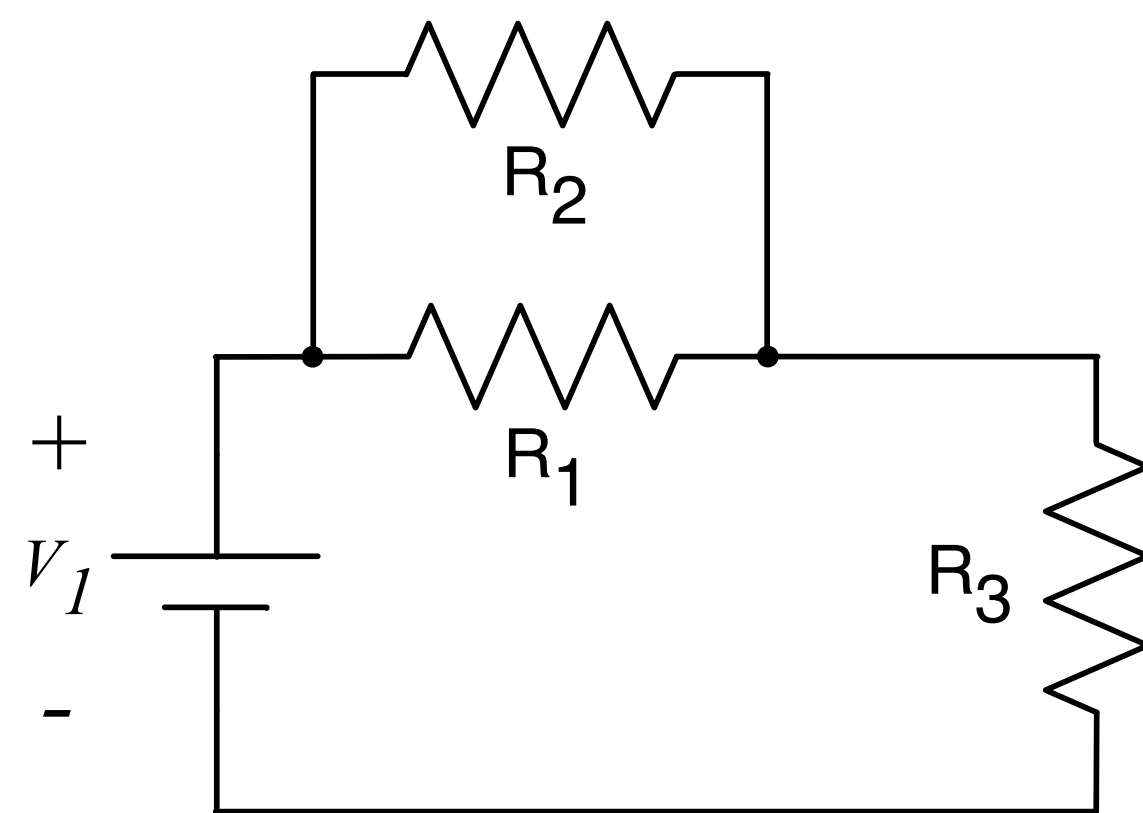
$$I_{R3} + I_{R4} = 1,07mA + 1,6mA = 2,67mA \cong I_1 = 2,65mA$$

# Circuito série-paralelo

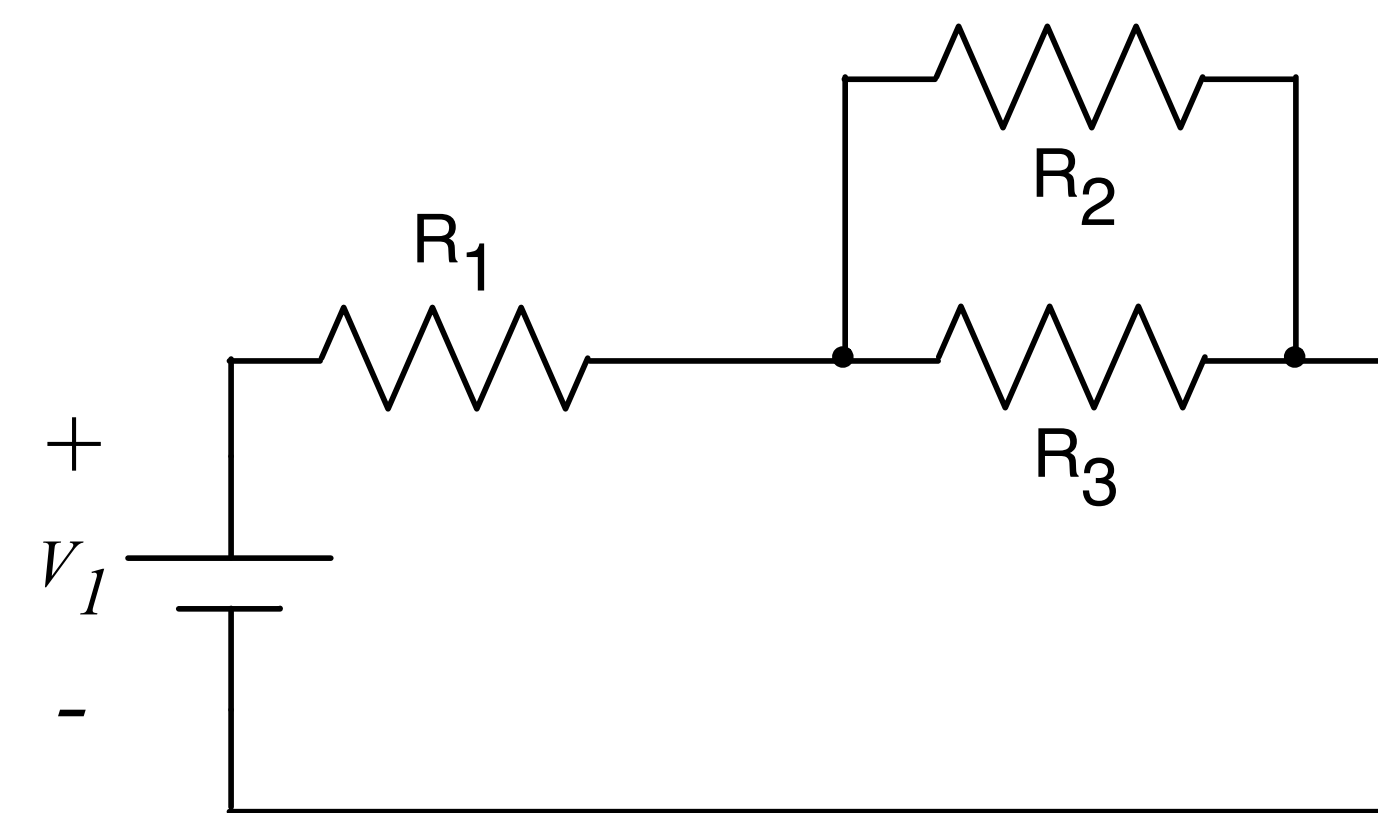
Circuitos série-paralelo, exemplos dos circuitos resolvidos e propostos:



Circuito 1



Circuito 2



Circuito 3

# Próxima Aula

## Transformação de fontes

