

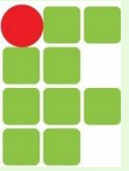


Eletrônica Básica

Professor: Neilor Colombo Dal Pont

Sistemas Embarcados

TÓPICOS DA AULA



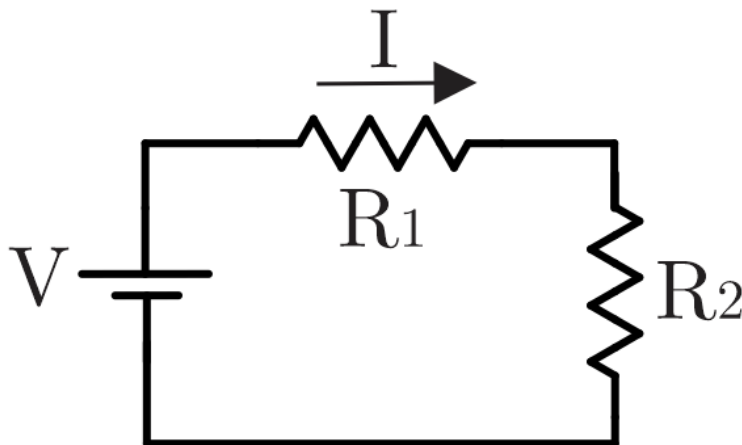
- Revisão
- Associação mista de resistores.

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

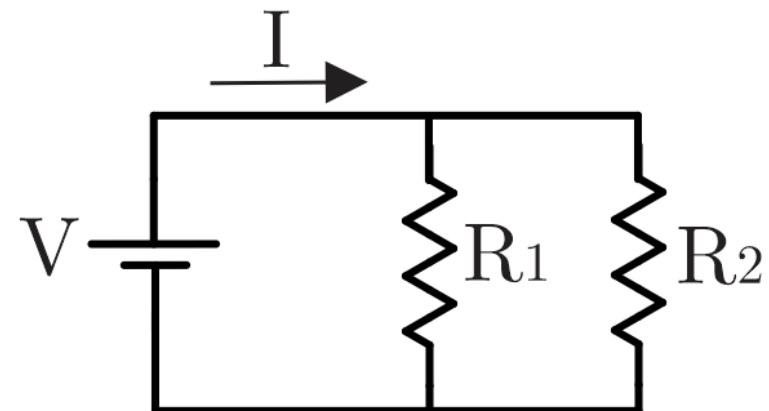


- Dificilmente um circuito elétrico possui apenas um resistor.
- Para calcular os parâmetros, deve-se encontrar a chamada **resistência equivalente** do circuito.
- Essa resistência representa todas as resistências do circuito em um único valor.

Associação Série



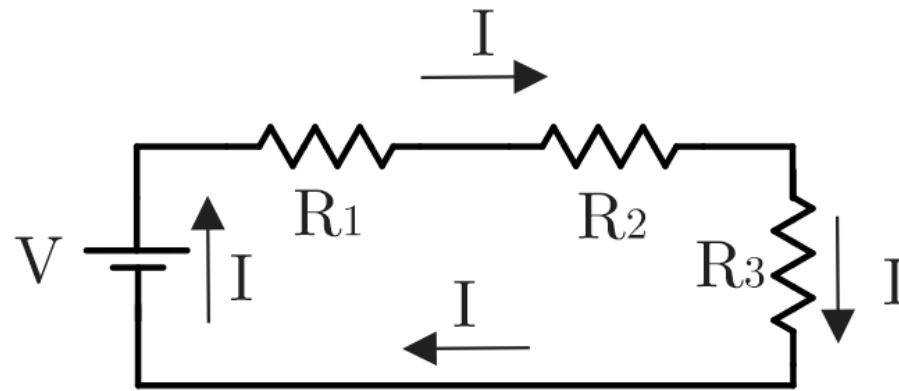
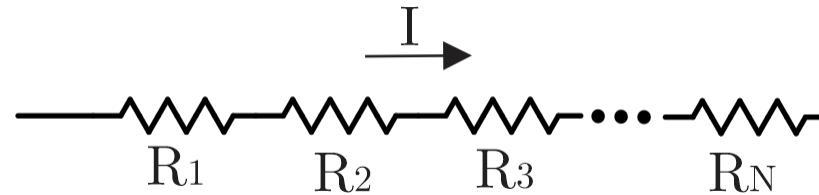
Associação Paralela



ASSOCIAÇÃO SÉRIE



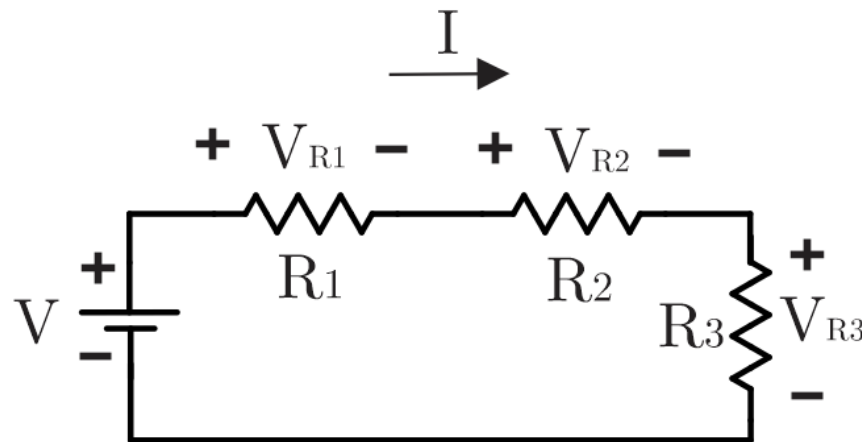
- O primeiro tipo de associação de resistores estudada será a associação **série**.
- Nela, a mesma **corrente** irá circular por todos os resistores do circuito.



ASSOCIAÇÃO SÉRIE



- Já a tensão da fonte, na associação série, irá se dividir entre os resistores do circuito.
- Assim, a soma das tensões nos resistores deve ser igual a tensão da fonte!



$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

ASSOCIAÇÃO SÉRIE



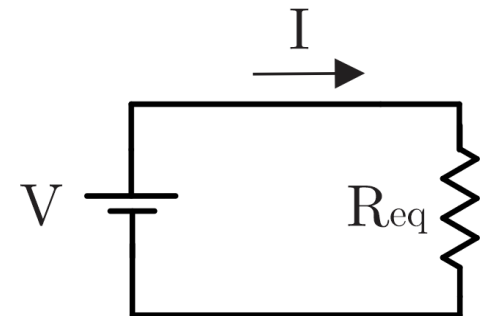
- A soma das resistências é a **resistência equivalente** na **associação série!**
- Assim, para calcular a corrente em um circuito série, pode-se somar o valor de todas as resistências e usar a lei de Ohm.

$$V = (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N) \cdot I$$

$$V = R \cdot I$$

$$\rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

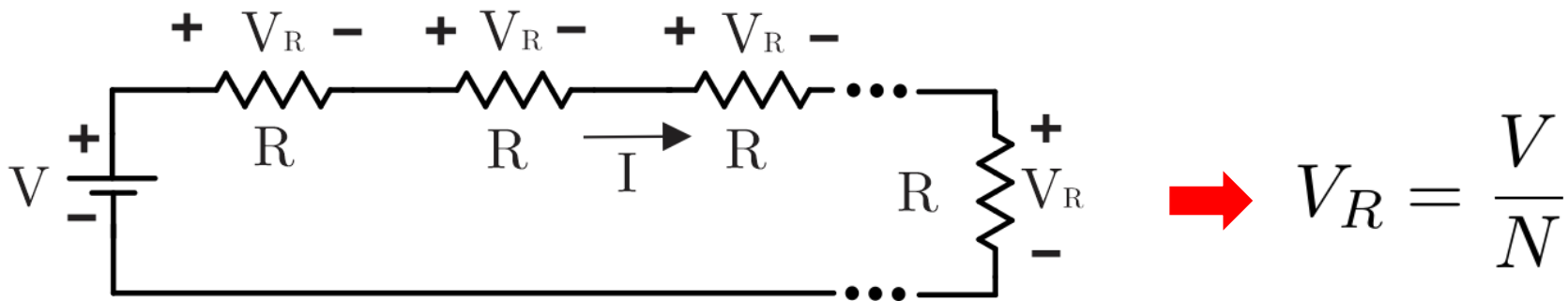
$$\rightarrow V = R_{eq} \cdot I$$



ASSOCIAÇÃO SÉRIE



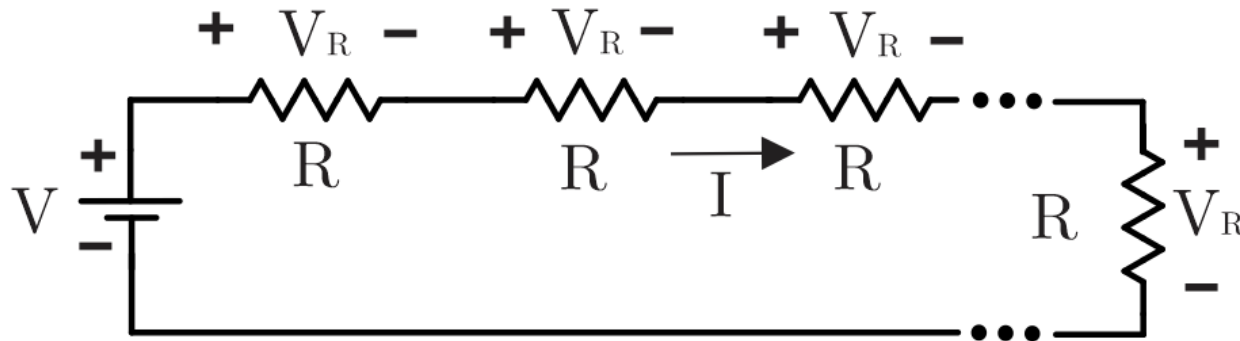
- **Resistores iguais na associação série:**
- Quando as resistências tem o mesmo valor, a tensão irá se dividir igualmente em cada resistor.
- Assim, a tensão em cada um deles será a tensão da fonte dividida pelo número de resistores.



ASSOCIAÇÃO SÉRIE



- Além disso, resistência equivalente será a resistência de um resistor multiplicada pelo número de resistores.

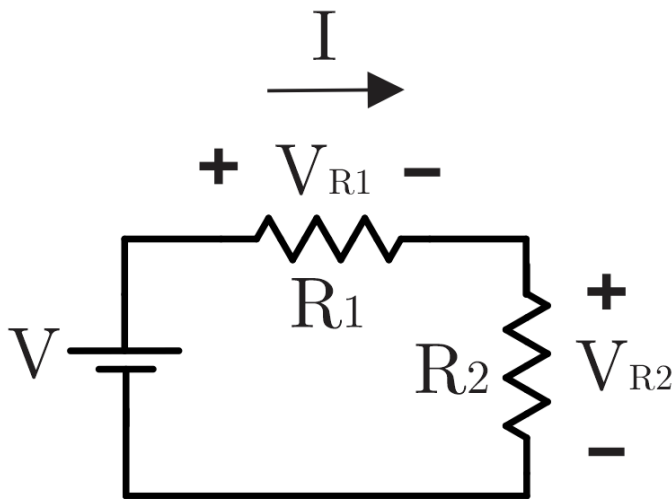


$$\rightarrow R_{eq} = N \cdot R \qquad V = R_{eq} \cdot I$$

ASSOCIAÇÃO SÉRIE



- No **divisor de tensão**, a tensão nos resistores será a tensão da fonte multiplicada pela resistência do próprio resistor e dividido pela soma dos dois.



$$V_{R_1} = I \cdot R_1$$



$$V_{R_1} = V \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_{R_2} = I \cdot R_2$$

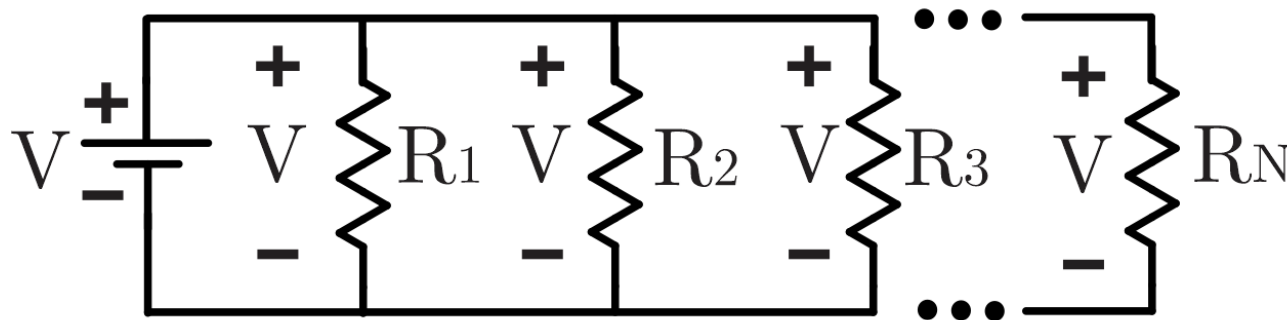


$$V_{R_2} = V \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

ASSOCIAÇÃO PARALELA



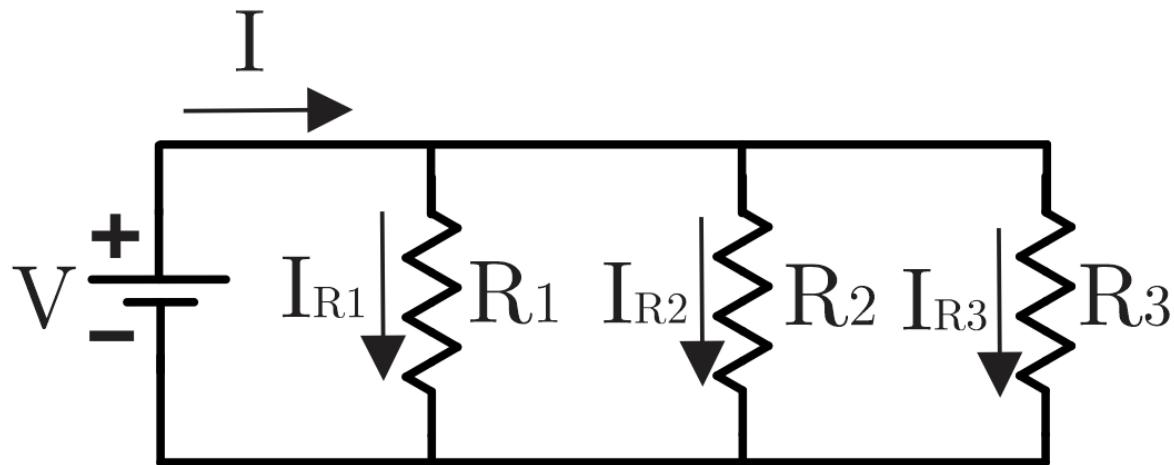
- O próximo tipo de associação de resistores estudada será a associação **paralela**.
- Nela, todos os resistores terão a mesma **tensão**.



ASSOCIAÇÃO PARALELA



- Já a corrente da fonte vai se dividir entre os resistores.
- Logo, a corrente da fonte é a soma da corrente em cada resistor!

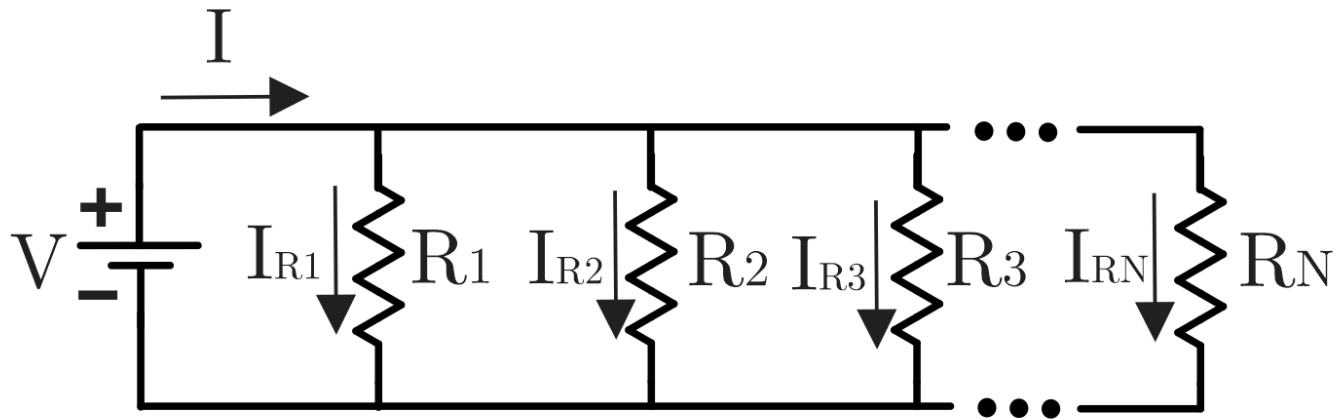


$$I = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3}$$

ASSOCIAÇÃO PARALELA



- Sabe-se, pela lei de Ohm, que a corrente no resistor pode ser descrita da seguinte forma:
- Lembrando que todos os resistores tem a mesma tensão.



$$I = \frac{V_R}{R} = \frac{V}{R}$$

ASSOCIAÇÃO PARALELA



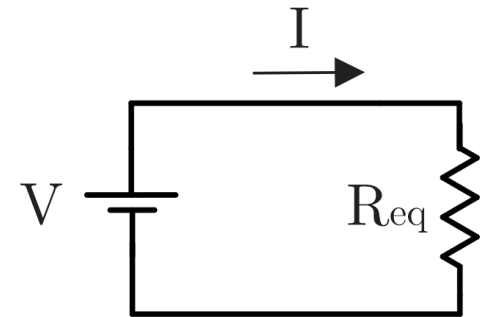
- Observa-se a semelhança com a lei de Ohm.
- Logo, na associação paralela **o inverso da resistência equivalente é a soma dos inversos das correntes**.
- Assim, para calcular a corrente em um circuito série, pode-se encontrar a resistência equivalente e usar a lei de Ohm.

$$I = V \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N} \right)$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$\rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}$$

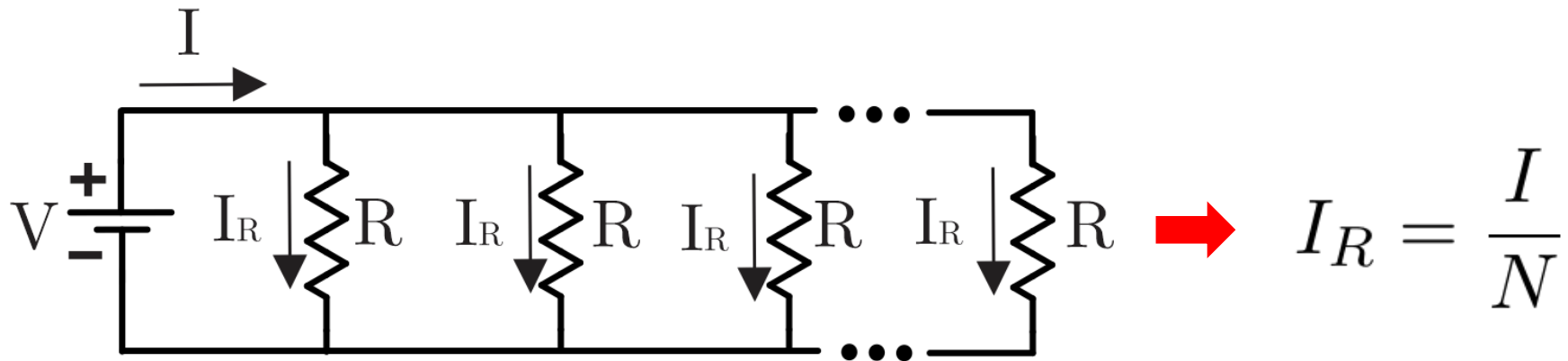
$$\rightarrow I = \frac{V}{R_{eq}}$$



ASSOCIAÇÃO PARALELA



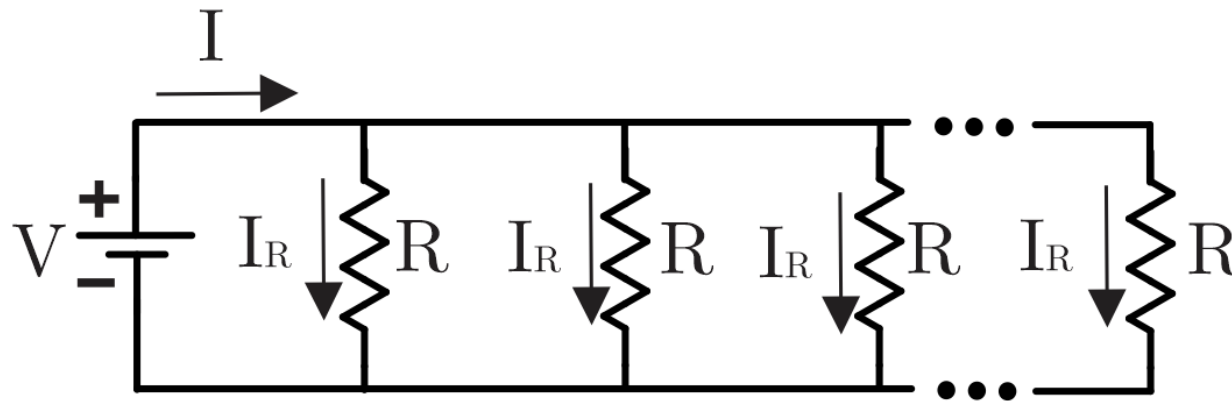
- **Resistores iguais na associação paralela:**
- Quando as resistências tem o mesmo valor, a corrente irá se dividir igualmente em cada resistor.
- Assim, a corrente em cada um deles será a corrente da fonte dividida pelo número de resistores.



ASSOCIAÇÃO PARALELA



- Além disso, resistência equivalente será a resistência de um resistor dividida pelo número de resistores (N).



$$\rightarrow R_{eq} = \frac{R}{N} \quad V = R_{eq} \cdot I$$

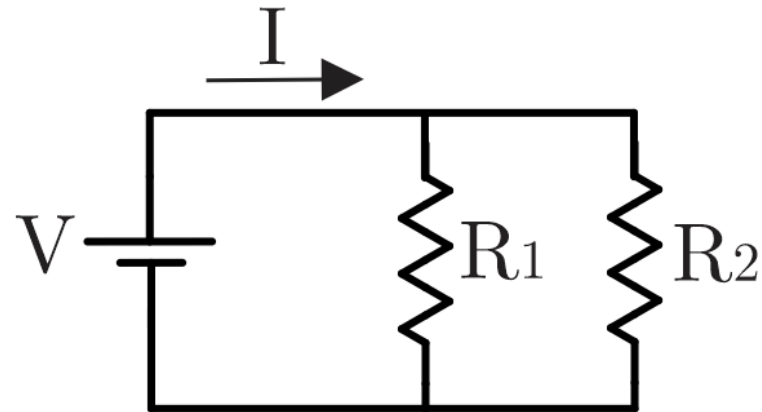
ASSOCIAÇÃO PARALELA



- Associação paralela com dois resistores:
- Quando se tem dois resistores em paralelo, pode-se encontrar a resistência equivalente como a **multiplicação** dos dois resistores **dividido pela soma** deles:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

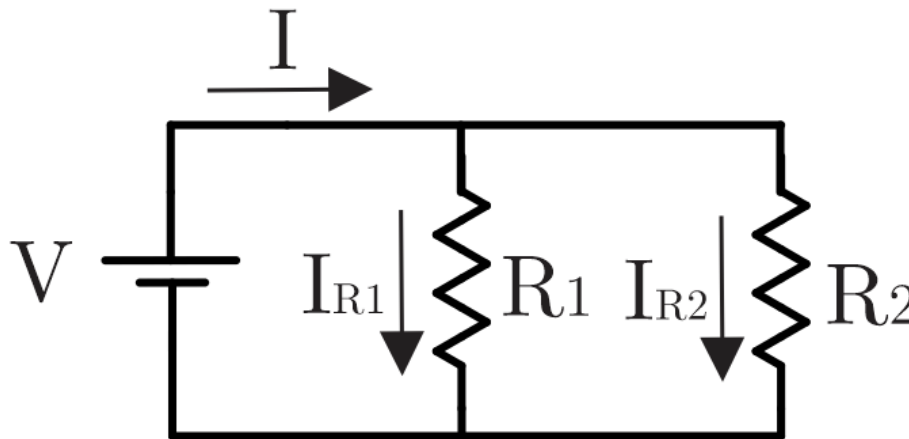
$$V = R_{eq} \cdot I$$



ASSOCIAÇÃO PARALELA



- **Divisor de corrente:**
- Na associação paralela, todos os resistores estão sob a mesma tensão.
- Já a corrente da fonte irá se dividir entre eles.
- Numa situação com dois resistores, pode se encontrar a corrente em cada um deles usando o chamado **divisor de corrente**.



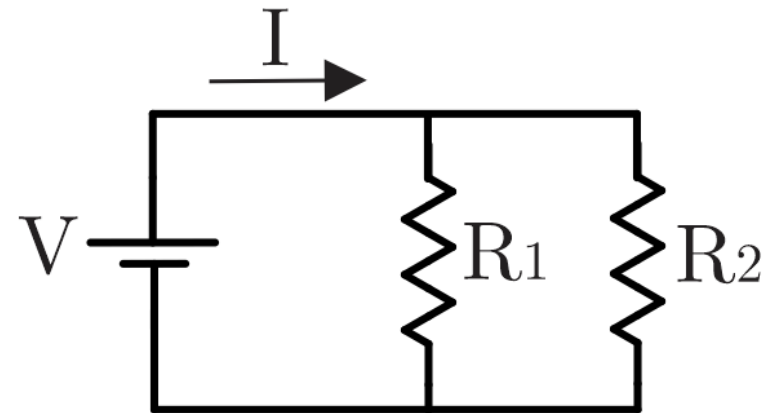
ASSOCIAÇÃO PARALELA



- No **divisor de corrente**, a corrente do resistor será a corrente da fonte multiplicada pela resistência do **outro** resistor e dividido pela soma dos dois.

$$I_{R_1} = \frac{V}{R_1} \quad I_{R_1} = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_{R_2} = \frac{V}{R_2} \quad I_{R_2} = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

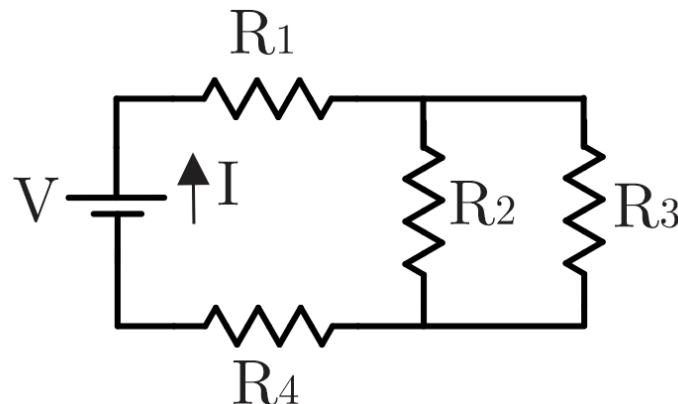
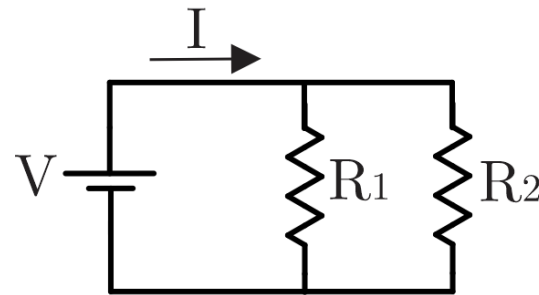
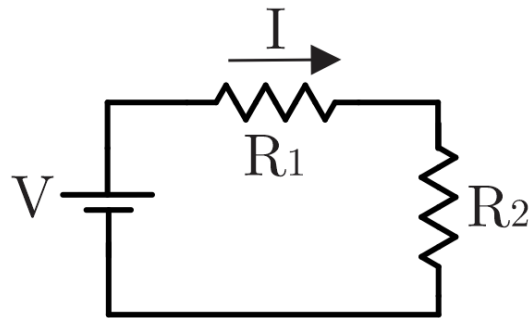


$$V = R_{eq} \cdot I$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



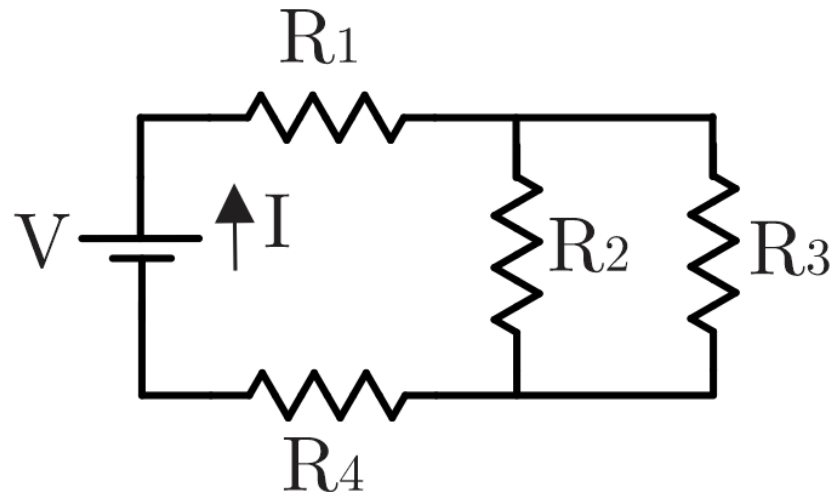
- Em muitas situações, os circuitos terão diversos resistores em associação série e/ou paralela.
- Como encontrar a resistência equivalente quando mais de um tipo de associação está presente?



ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



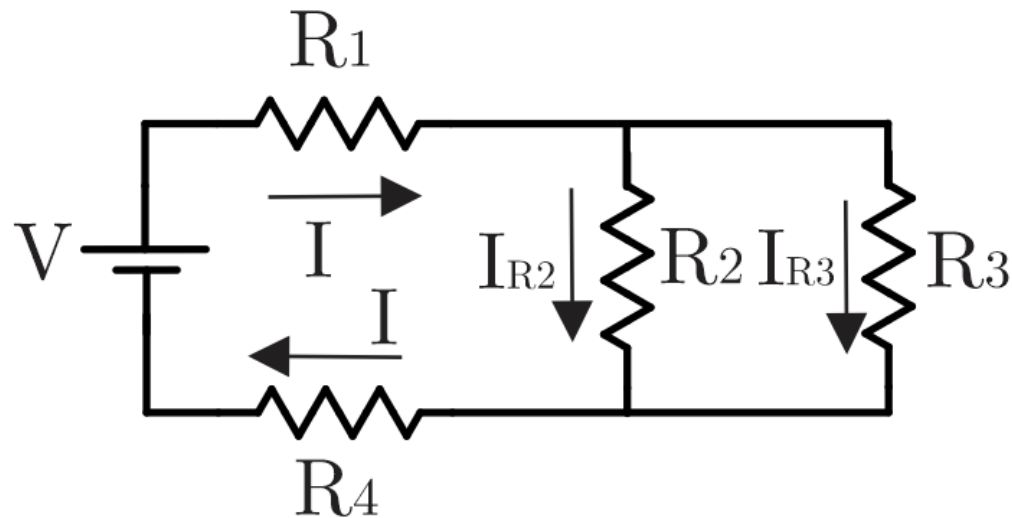
- Para isso, deve-se resolver o circuito por partes.
- Vamos usar o seguinte circuito como exemplo.
- Quantas tensões e quantas correntes se tem no circuito abaixo?



ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



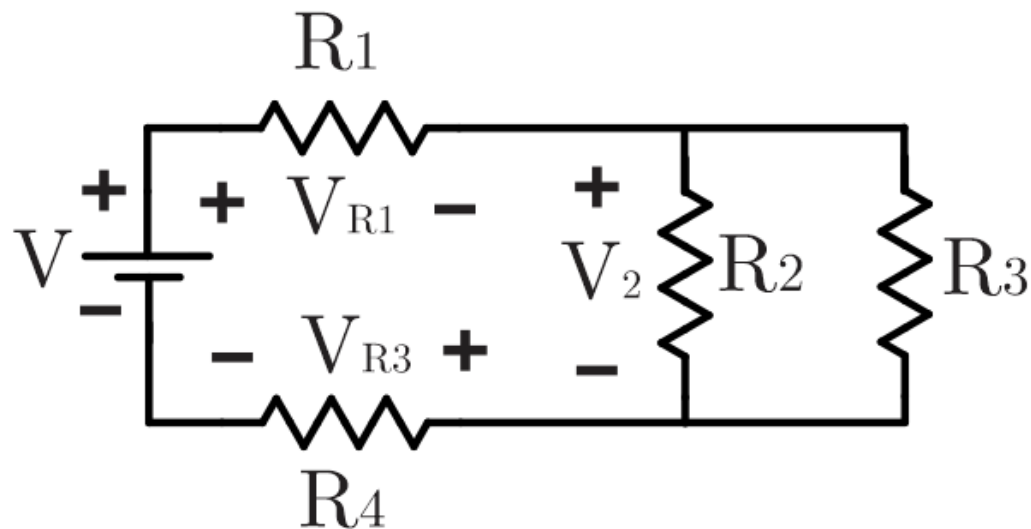
- Quantas tensões e quantas corrente se tem no circuito abaixo?
- 3 Correntes: I , I_{R2} , I_{R3} .



ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



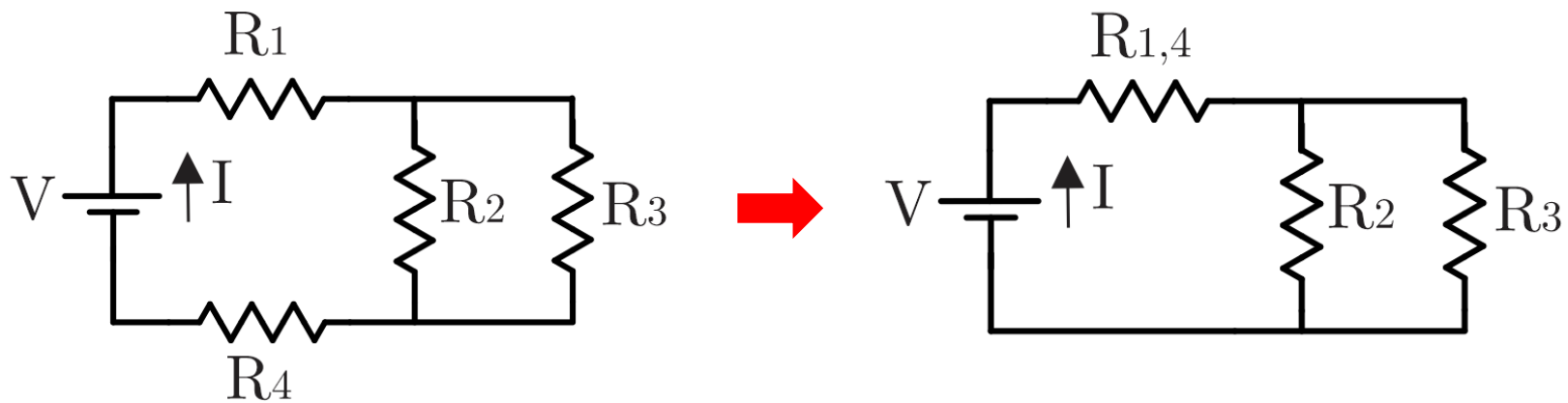
- Quantas tensões e quantas corrente se tem no circuito abaixo?
- 4 Tensões: V , V_{R1} , V_2 , V_{R3} .



ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- Agora, para obter a resistência equivalente:
- 1) Resistores que estão sob a mesma corrente estarão conectados em série.
- No exemplo, R_1 e R_4 estão sob a mesma corrente (a corrente da fonte).

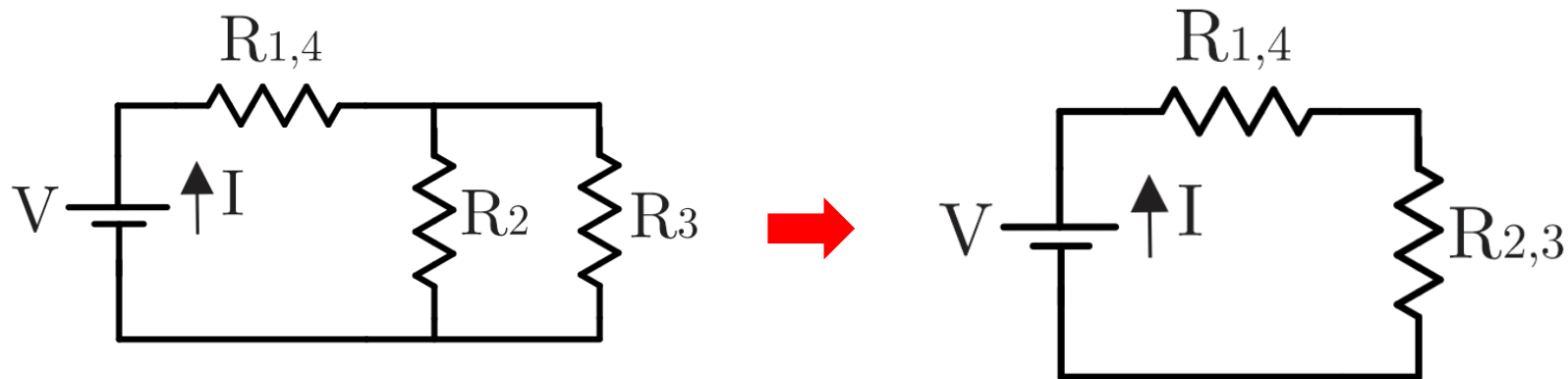


$$R_{1,4} = R_1 + R_4$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- **2)** Resistores que estão sob a mesma tensão estarão conectados em paralelo.
- No exemplo, R_2 e R_3 estão sob a mesma tensão.

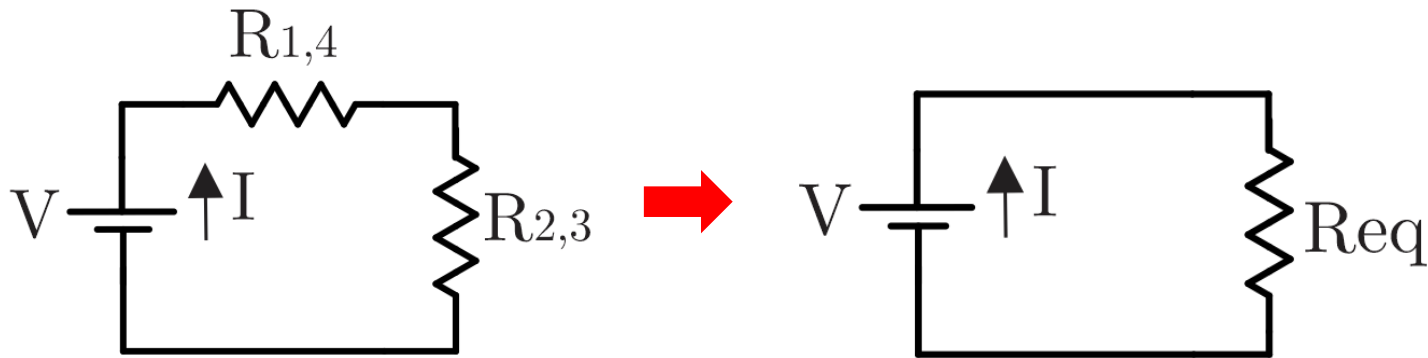


$$R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- Por fim, as resistências $R_{1,4}$ e $R_{2,3}$ estarão em série.
- O processo não precisa ser realizado nessa ordem, contanto que sejam respeitadas as condições de resistores sob a mesma corrente estarem em série, e resistores sob a mesma tensão estarem em paralelo.

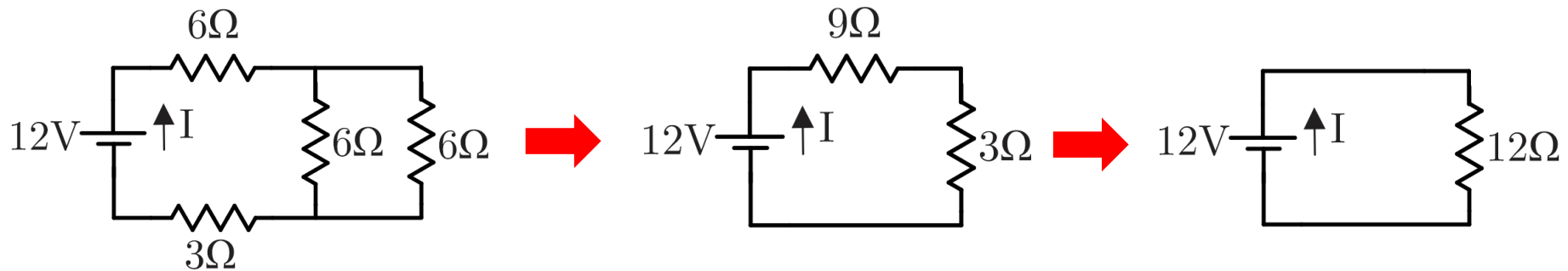


$$R_{eq} = R_{1,4} + R_{2,3} = R_1 + R_4 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- **Exemplo numérico:** Determine a resistência equivalente, e as tensões e correntes do circuito a seguir:



$$R_{1,4} = 3 + 6 = 9 \, \Omega$$

$$R_{eq} = 9 + 3 = 12 \, \Omega$$

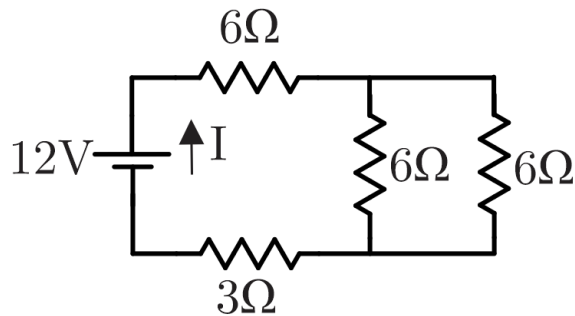
$$R_{2,3} = \frac{6}{2} = 3 \, \Omega$$

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{12} = 1 \, \text{A}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- **Exemplo numérico:** Determine a resistência equivalente, e as tensões e correntes do circuito a seguir:



$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{12} = 1 \text{ A}$$

$$V_{R1} = I \cdot R_1 = 1 \cdot 6 = 6 \text{ V}$$

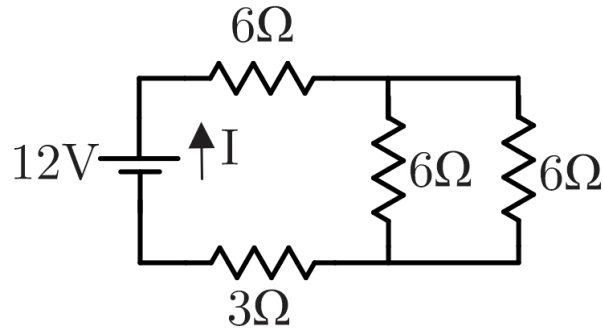
$$V_2 = V - V_{R1} - V_{R3} = 12 - 6 - 3 = 3 \text{ V}$$

$$V_{R3} = I \cdot R_3 = 1 \cdot 3 = 3 \text{ V}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- **Exemplo numérico:** Determine a resistência equivalente, e as tensões e correntes do circuito a seguir:



$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{12} = 1 \text{ A}$$

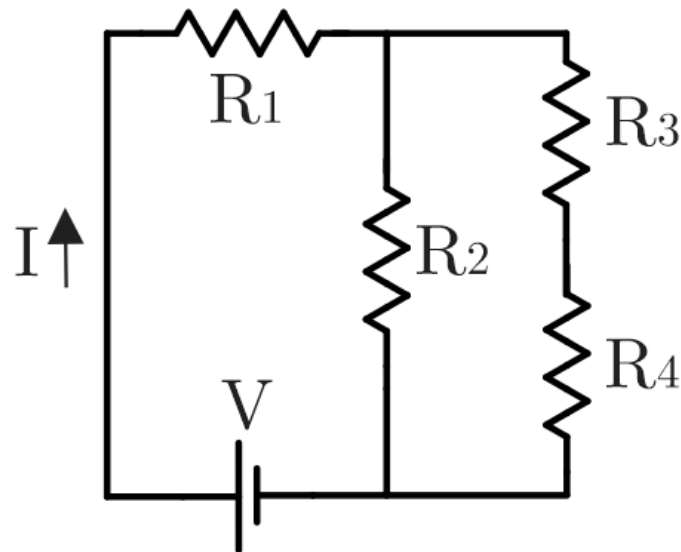
$$I_{R2} = I_{R3} = \frac{I}{2} = 0,5 \text{ A}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



➤ **Exemplo 2:**

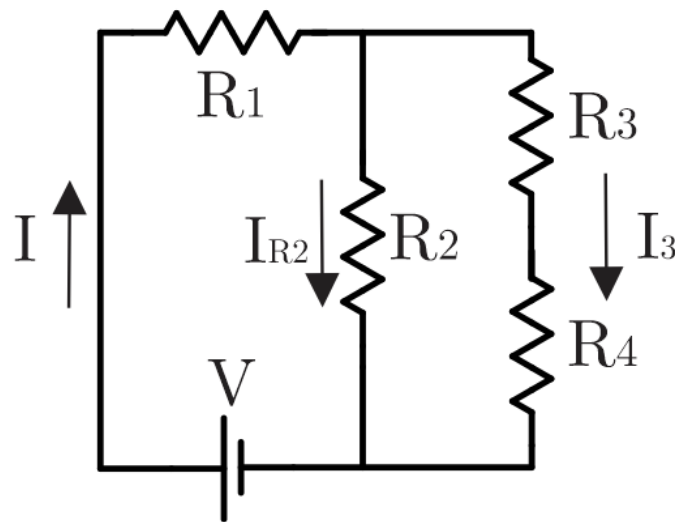
- No exemplo abaixo, se tem quantas tensões e quantas correntes?



ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- **Exemplo 2:**
- No exemplo abaixo, se tem quantas tensões e quantas correntes?
- 3 Correntes

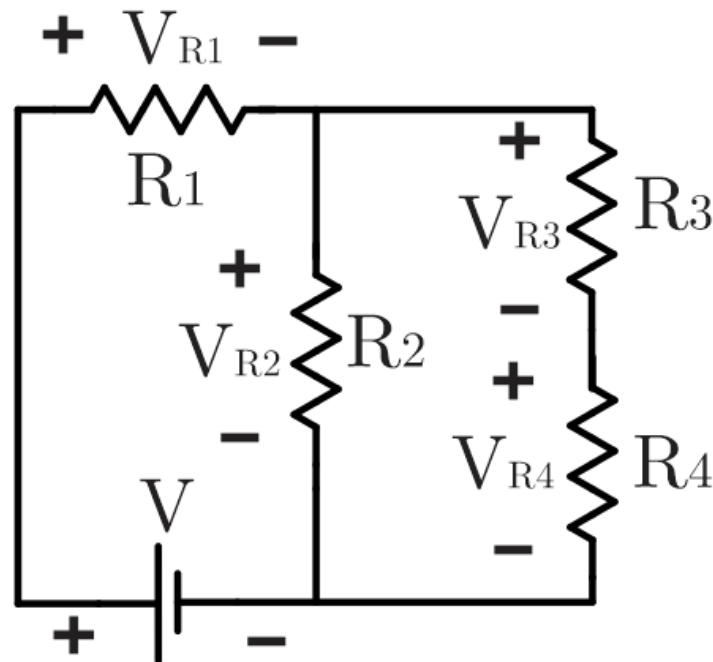


ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



➤ Exemplo 2:

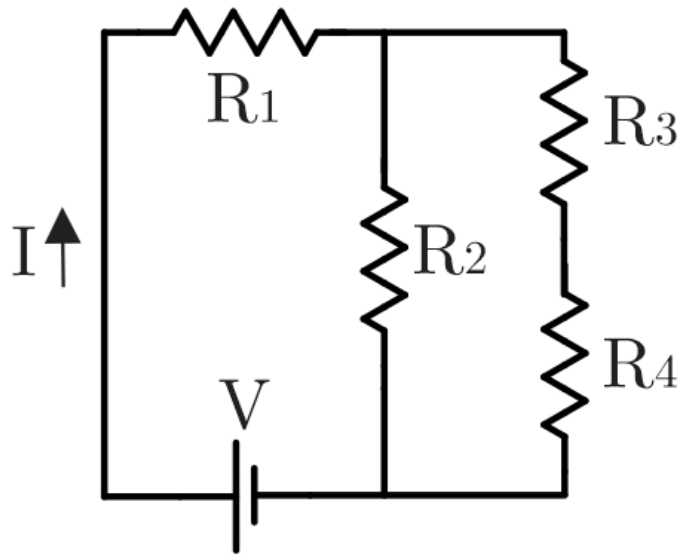
- No exemplo abaixo, se tem quantas tensões e quantas correntes?
- 5 Tensões



ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- Os resistores R_3 e R_4 estão sob a mesma corrente (série):

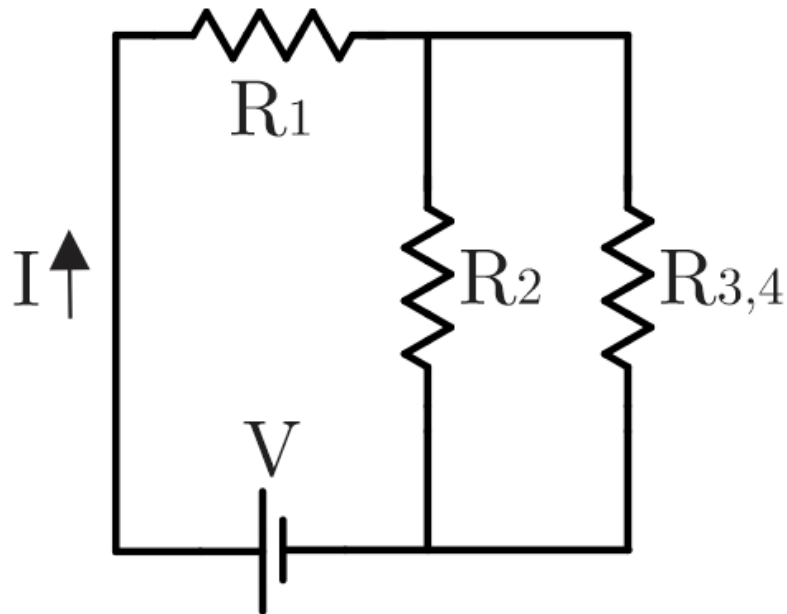


$$R_{3,4} = R_3 + R_4$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- Já a associação série de R_3 e R_4 ($R_{3,4}$) estará em paralelo com R_2 .

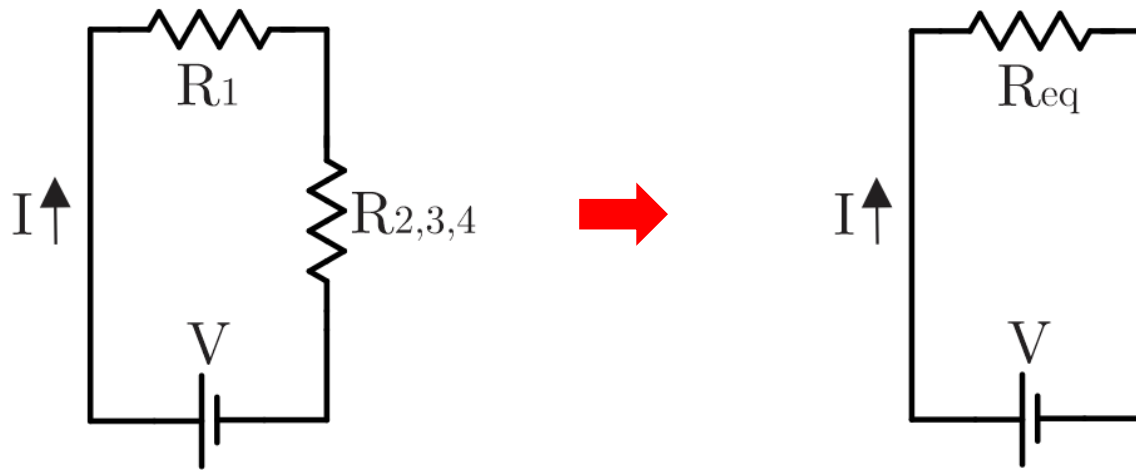


$$R_{2,3,4} = \frac{R_2 \cdot R_{3,4}}{R_2 + R_{3,4}}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- Por fim, a associação de R_2 , R_3 e R_4 estará em série com R_1 .

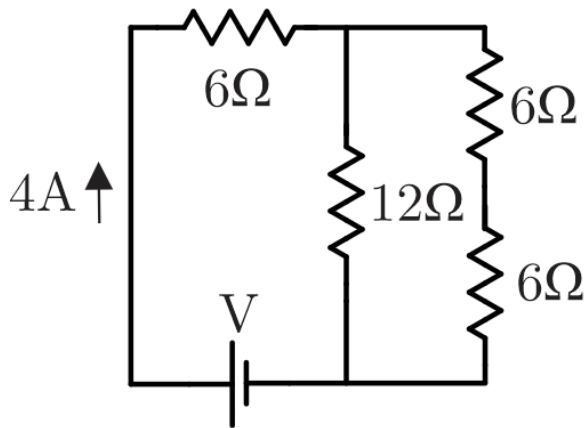


$$R_{eq} = R_1 + R_{2,3,4} \qquad R_{eq} = R_1 + \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

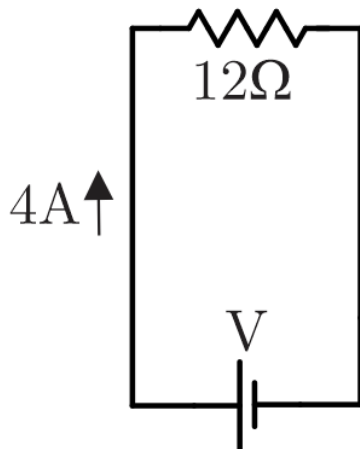


- **Exemplo numérico:** Determine a resistência equivalente, a tensão na fonte, as tensões e correntes do circuito abaixo:



$$R_{3,4} = 6 + 6 = 12 \, \Omega$$

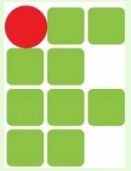
$$R_{2,3,4} = \frac{12}{2} = 6 \, \Omega$$



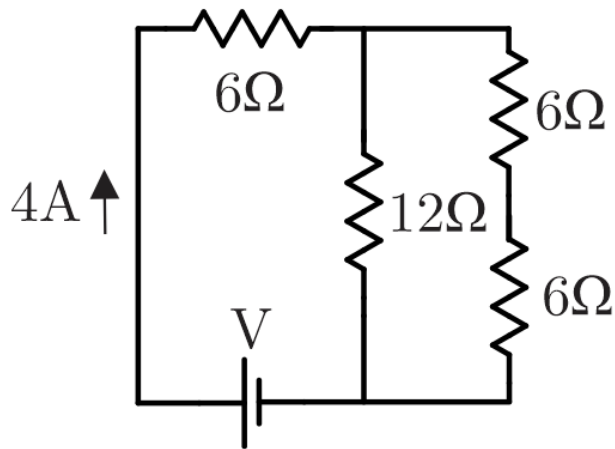
$$R_{eq} = 6 + 6 = 12 \, \Omega$$

$$V = R_{eq} \cdot I = 12 \cdot 4 = 48 \, \text{V}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- **Exemplo numérico:** Determine a resistência equivalente, a tensão na fonte, as tensões e correntes do circuito abaixo:



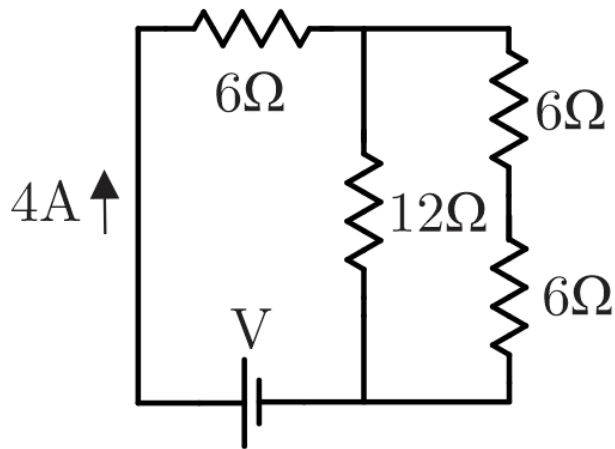
$$I_{R2} = I_3 = \frac{I}{2} = 2 \text{ A}$$

$$V = R_{eq} \cdot I = 12 \cdot 4 = 48 \text{ V}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- **Exemplo numérico:** Determine a resistência equivalente, a tensão na fonte, as tensões e correntes do circuito abaixo:



$$V_{R1} = I \cdot R_1 = 4 \cdot 6 = 24 \text{ V}$$

$$V_{R2} = V - V_{R1} = 48 - 24 = 24 \text{ V}$$

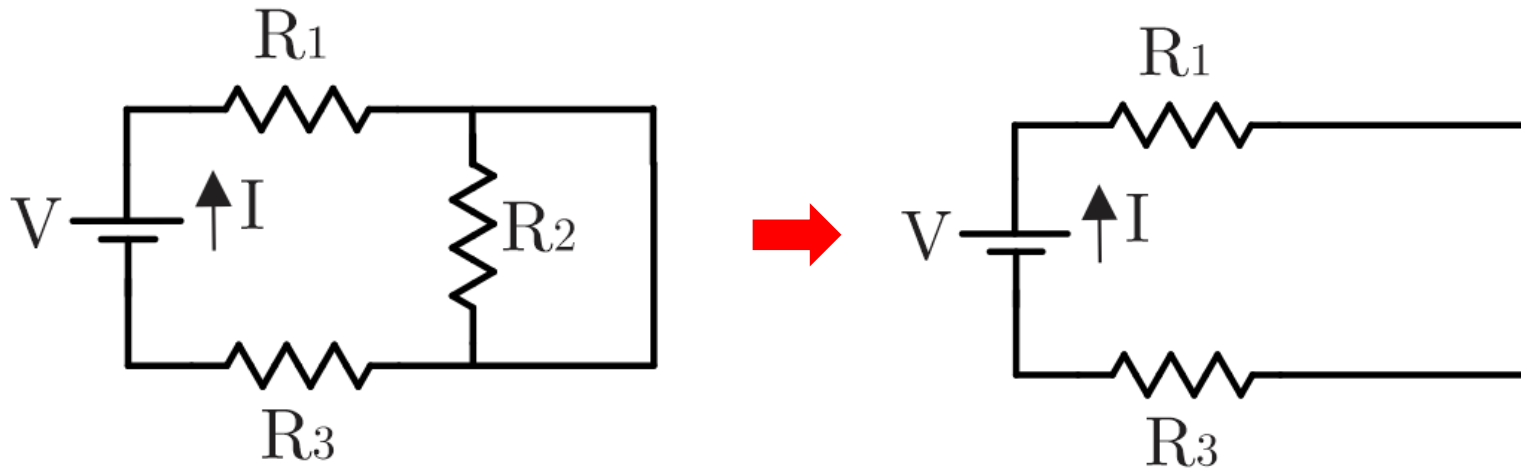
$$V_{R3} = V_{R4} = \frac{V_{R2}}{2} = \frac{24}{2} = 12 \text{ V}$$

$$V = R_{eq} \cdot I = 12 \cdot 4 = 48 \text{ V}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- **Obs. 1)** Resistores em paralelo com um curto circuito terão tensão zero, e podem ser retirados do circuito.

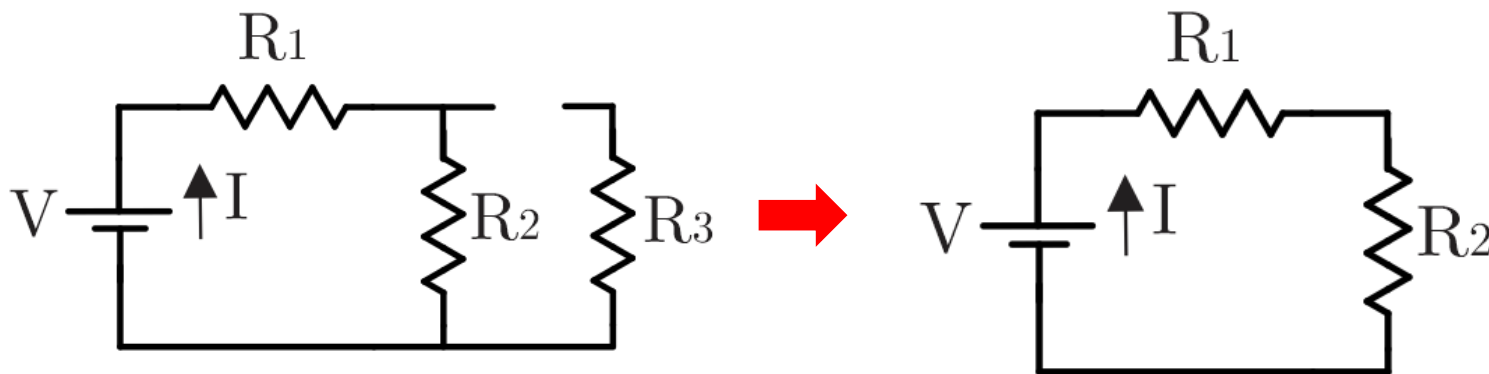


$$R_{eq} = R_1 + R_3$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- **Obs. 2)** Resistores em série com um circuito aberto terão corrente zero, e podem ser retirados do circuito.

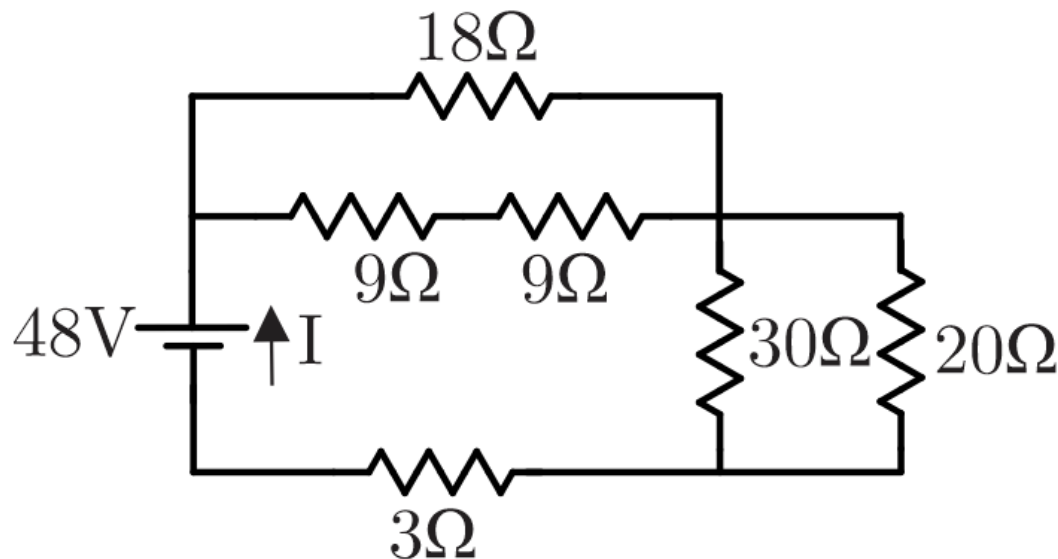


$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



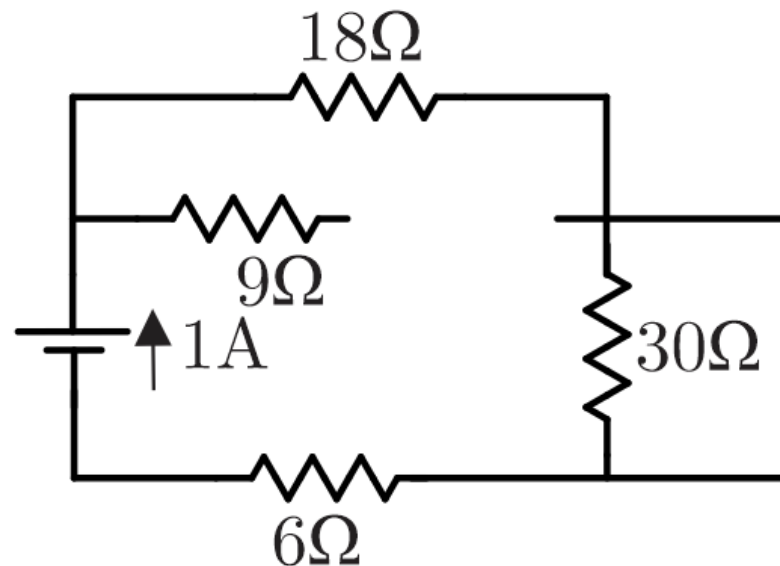
- **Exercício 1:** Determine a resistência equivalente, a corrente na fonte, as tensões e correntes dos resistores do seguinte circuito:



ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



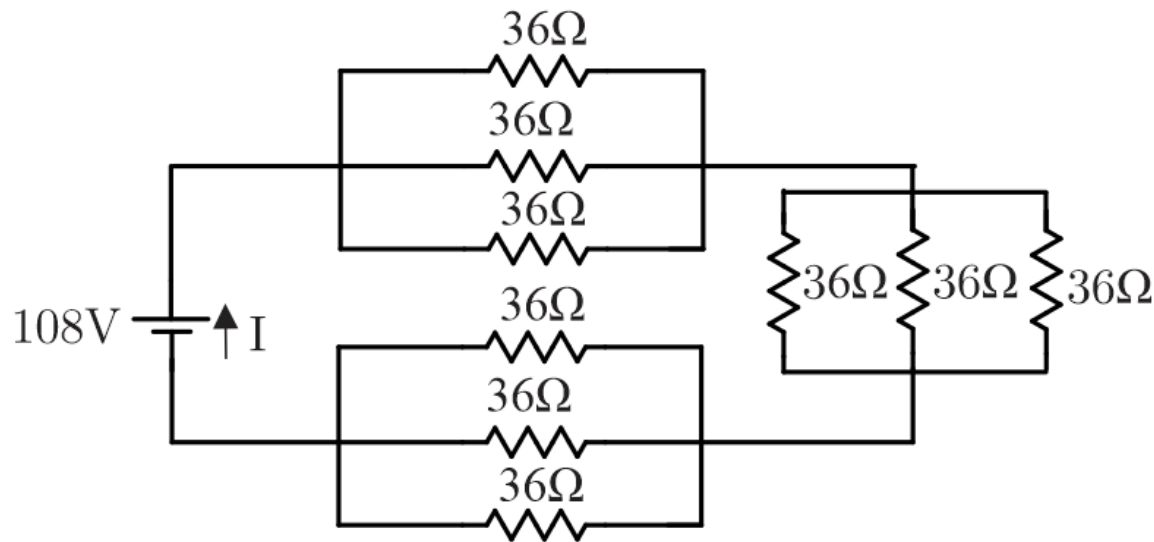
- **Exercício 2:** Determine a resistência equivalente e a tensão na fonte do seguinte circuito:



ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- **Exercício 3:** Dado o circuito abaixo, calcule:
- a) A resistência equivalente.
- b) A corrente na fonte.
- c) A tensão, corrente e potência em cada resistor.

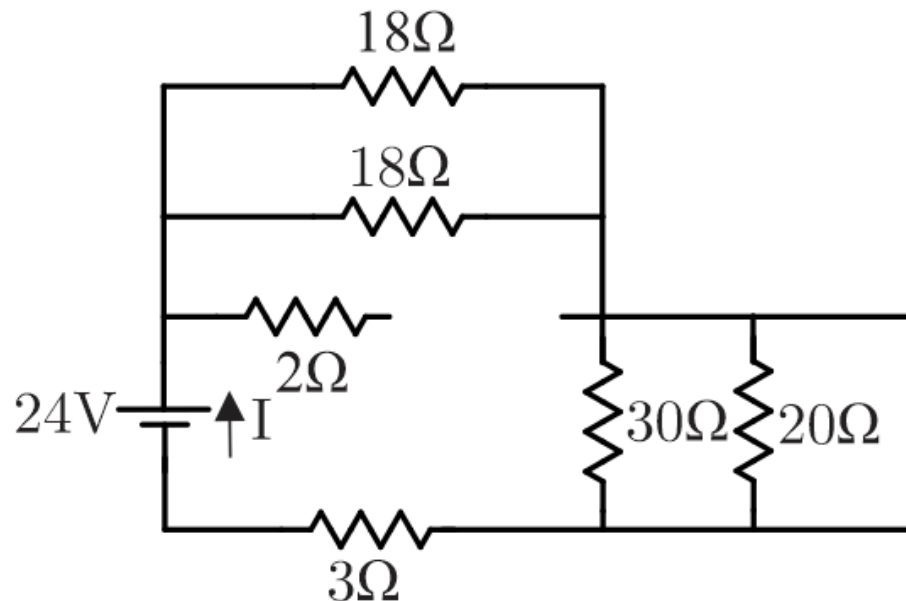


ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



➤ **Exercício 4:** Dado o circuito abaixo, calcule:

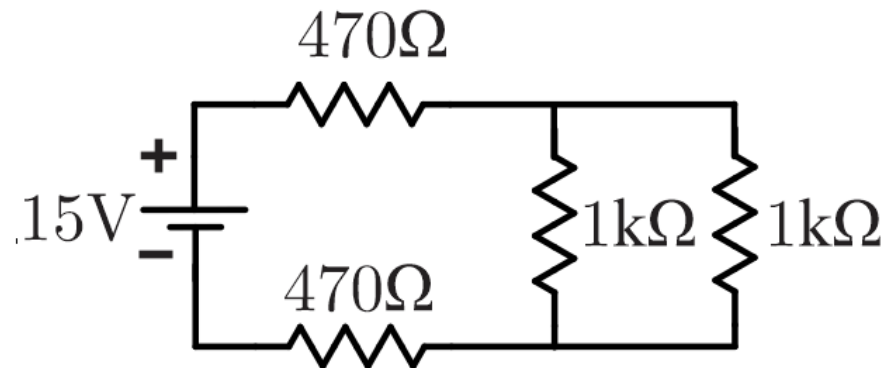
- (a) A resistência equivalente;
- (b) A corrente na fonte;
- (c) A potência nos resistores de $2\ \Omega$ e de $20\ \Omega$.



ASSOCIAÇÃO MISTA



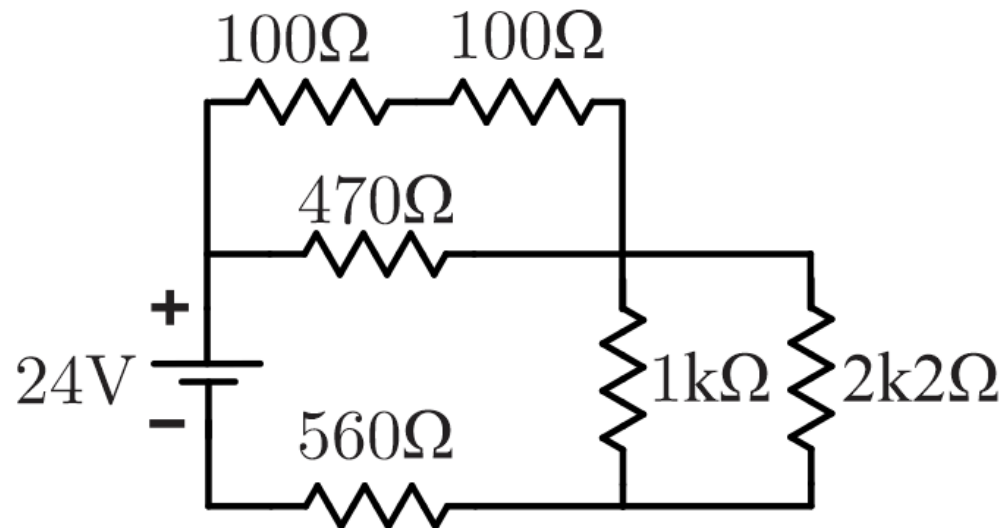
- **Prática 1:** Dado o circuito abaixo, resolva as seguintes questões
- a) Calcule a resistência equivalente.
- b) Calcule a corrente elétrica.
- c) Calcule a corrente e a tensão em cada resistor.
- d) Monte o circuito no protoboard e meça a resistência equivalente.
- e) Ligue a fonte ao circuito, e meça a tensão e a corrente em cada resistor e a corrente da fonte.
- f) Compare os resultados calculados e medidos.



ASSOCIAÇÃO MISTA



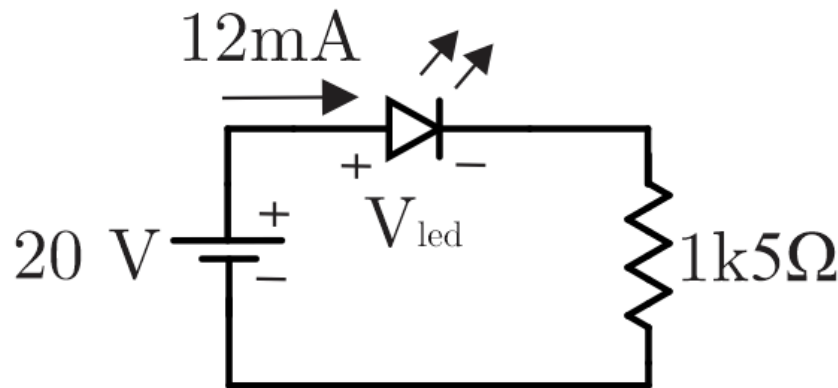
- **Prática 2:** Dado o circuito abaixo, resolva as seguintes questões
- a) Calcule a resistência equivalente.
- b) Calcule a corrente elétrica.
- c) Calcule a corrente e a tensão em cada resistor.
- d) Monte o circuito no protoboard e meça a resistência equivalente.
- e) Ligue a fonte ao circuito, e meça a tensão e a corrente em cada resistor e a corrente da fonte.
- f) Compare os resultados calculados e medidos.



ASSOCIAÇÃO PARALELA



- **Prática 3:** Para ligar o led no circuito abaixo com uma corrente de 12mA, necessita-se de um resistor de 1,5 k Ω , sendo a queda de tensão no led de 2 V. No entanto, o único resistor disponível é de 1 k Ω . Use a associação mista para se obter uma resistência equivalente de 1,5 k Ω . Monte o circuito no protoboard e compare os resultados.



$$R = \frac{V - V_{led}}{I}$$