

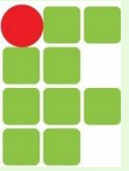


## Eletrônica Básica

**Professor: Neilor Colombo Dal Pont**

**Sistemas Embarcados**

# TÓPICOS DA AULA

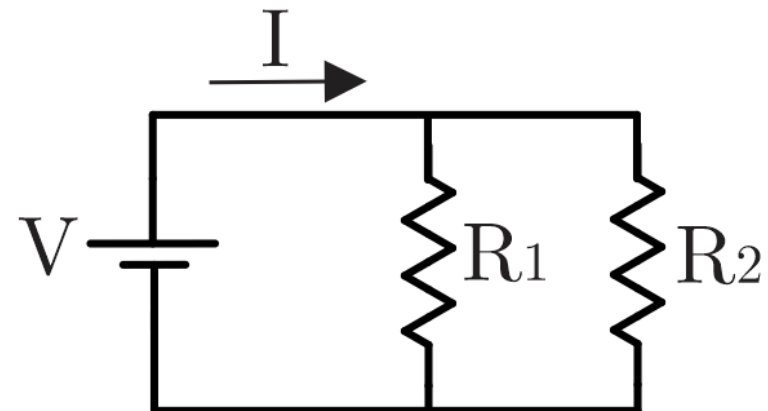
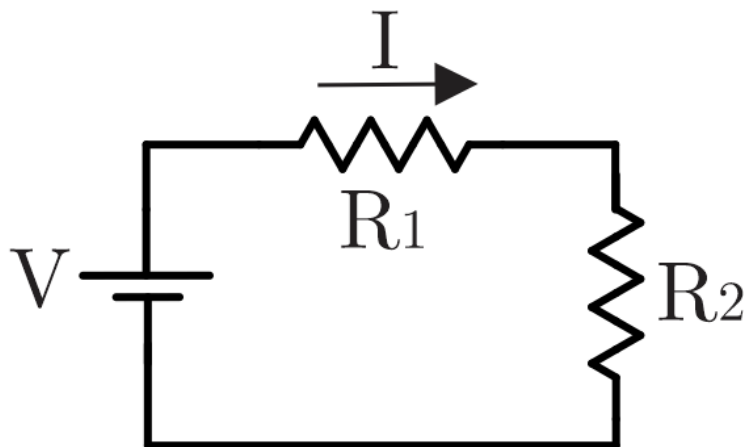


- Revisão
- Associação paralela de resistores.

# ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES



- Em um circuito elétrico, dificilmente se tem somente um resistor.
- Por exemplo, as perdas nos fios podem ser representadas por uma resistência, que estará em série com o resistor da carga.
- Além disso, é comum que uma mesma fonte de tensão alimente várias cargas, assim as resistências das cargas estariam em paralelo.

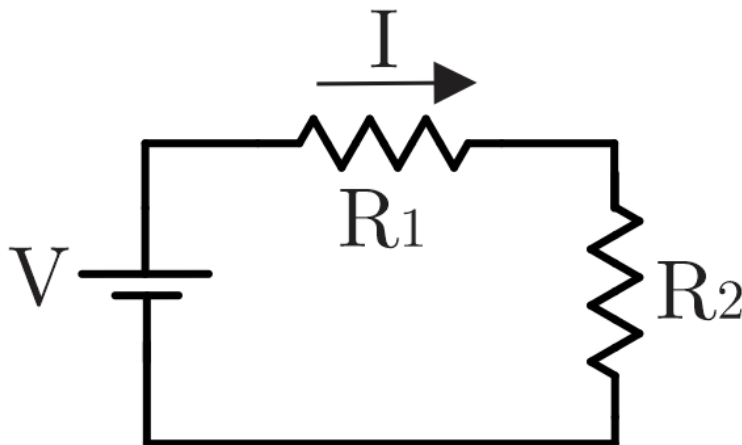


# ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

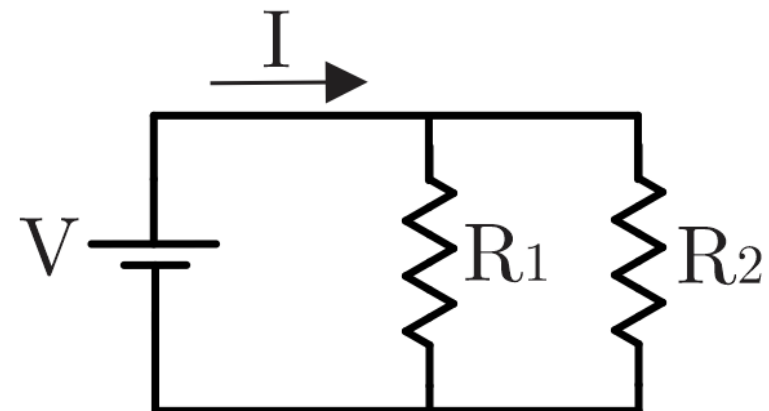


- Como podemos encontrar a corrente elétrica em cada uma dessas situações?
- Deve-se encontrar a chamada **resistência equivalente** do circuito.
- Essa resistência representa todas as resistências do circuito em um único valor.

Associação Série



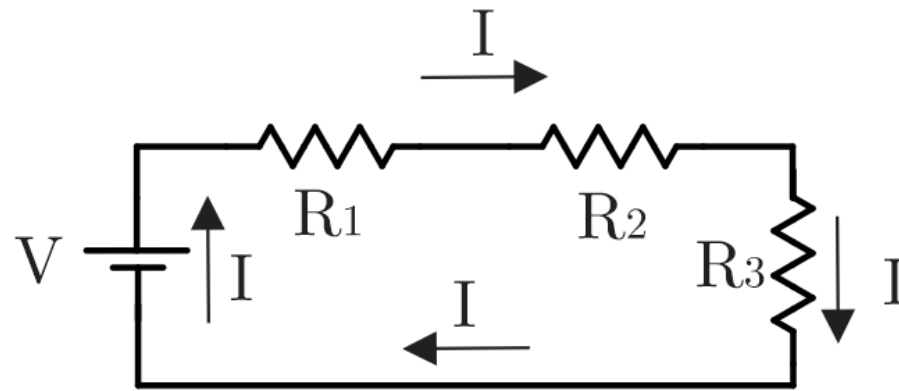
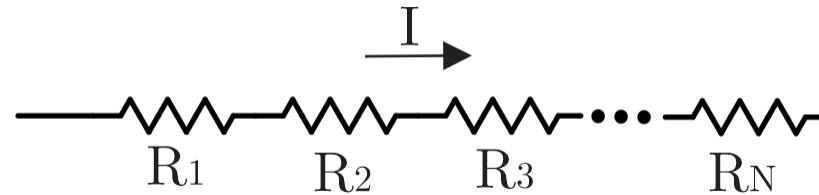
Associação Paralela



# ASSOCIAÇÃO SÉRIE



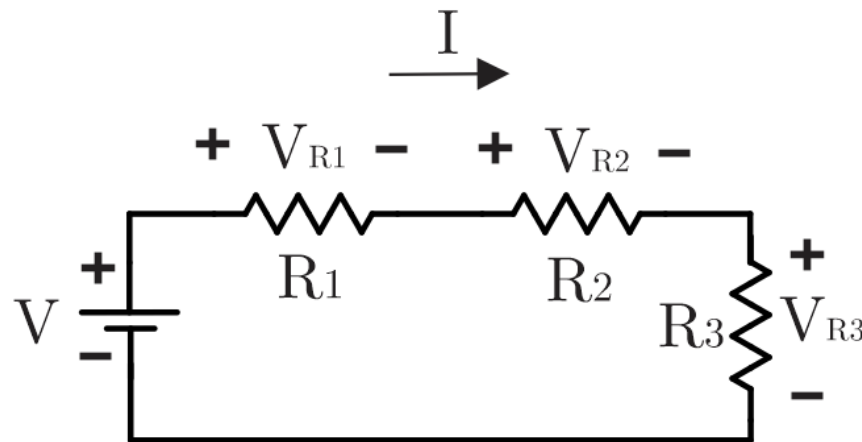
- O primeiro tipo de associação de resistores estudada será a associação **série**.
- Nela, a mesma **corrente** irá circular por todos os resistores do circuito.



# 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!

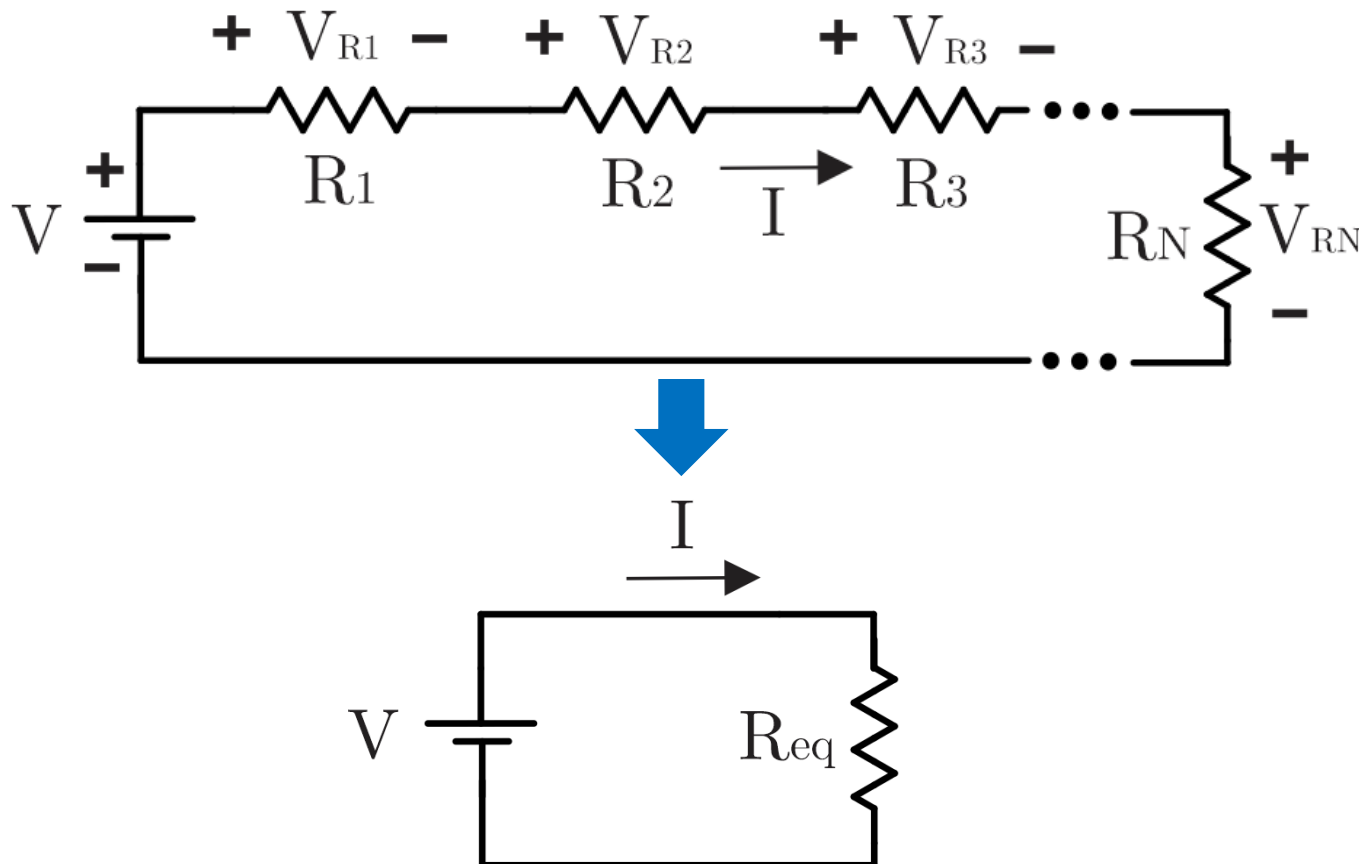


$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

# ASSOCIAÇÃO SÉRIE



- Mas, como calcular a corrente neste circuito?
- Primeiro deve-se encontrar uma única resistência que represente todos os resistores, que é a **resistência equivalente**!



# ASSOCIAÇÃO SÉRIE



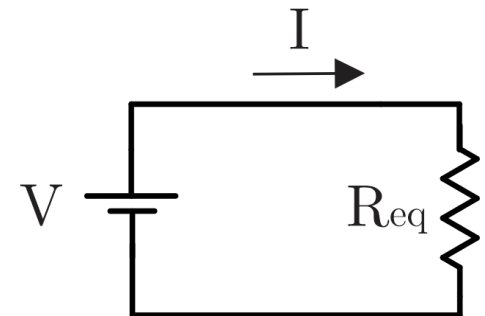
- A soma das resistências é a **resistência equivalente** na **associação série!**
- Assim, para calcular a corrente em um circuito série, pode-se somar o valor de todas as resistências e usar a lei de Ohm.

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

$$V = R \cdot I$$

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

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

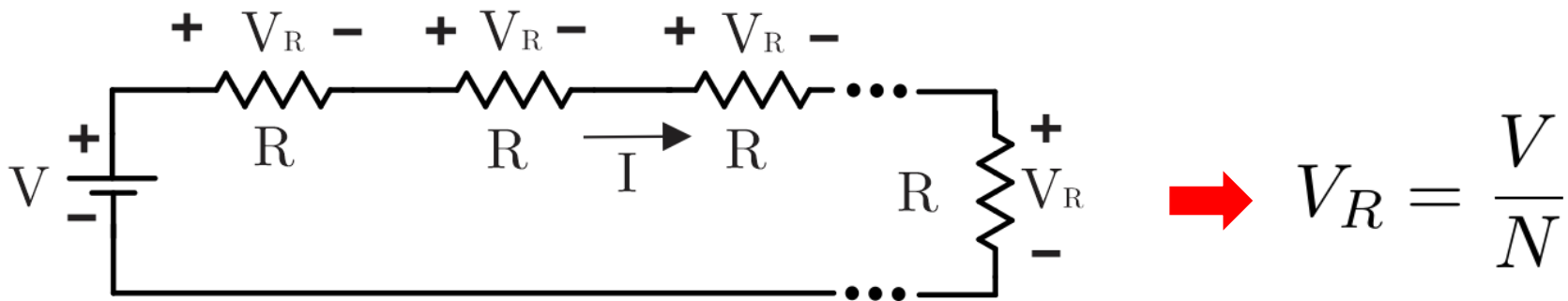




# ASSOCIAÇÃO SÉRIE



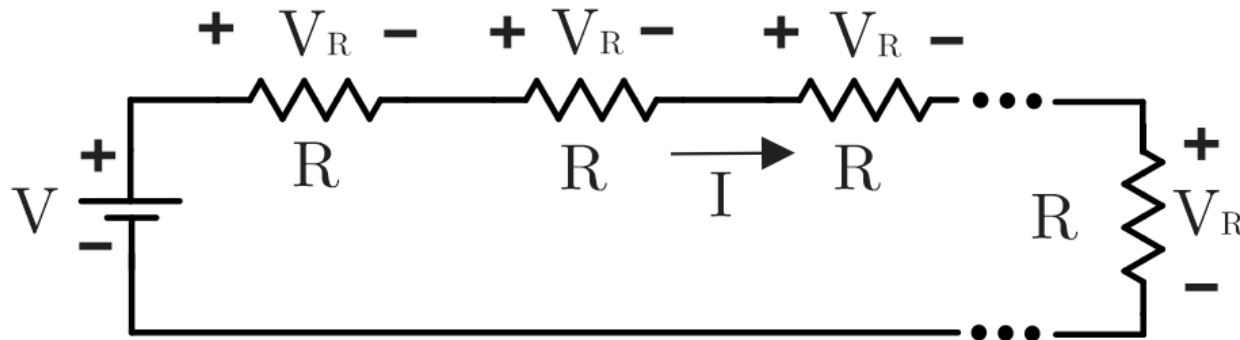
- **Resistores iguais na associação série:**
- Quando as resistências tem o mesmo valor, a tensão irá se dividir igualmente em cada resistor.
- Assim, a tensão em cada um deles será a tensão da fonte dividida pelo número de resistores.



# ASSOCIAÇÃO SÉRIE



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

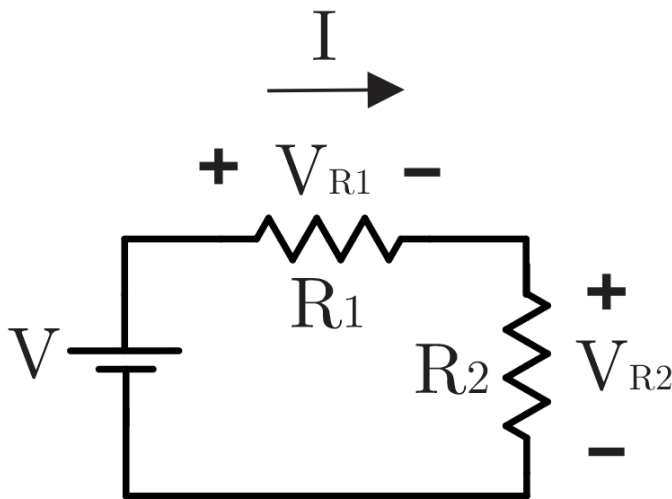


$$\rightarrow R_{eq} = N \cdot R \qquad V = R_{eq} \cdot I$$

# 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.



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



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

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

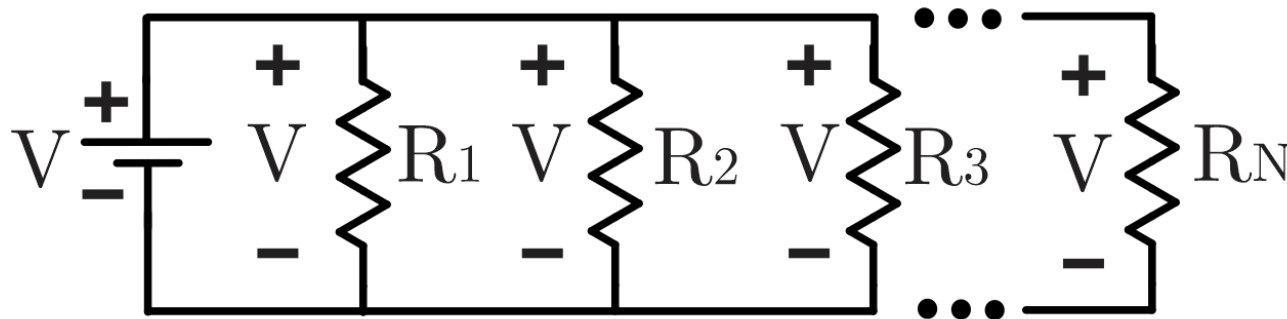


$$V_{R_2} = V \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

# ASSOCIAÇÃO PARALELA



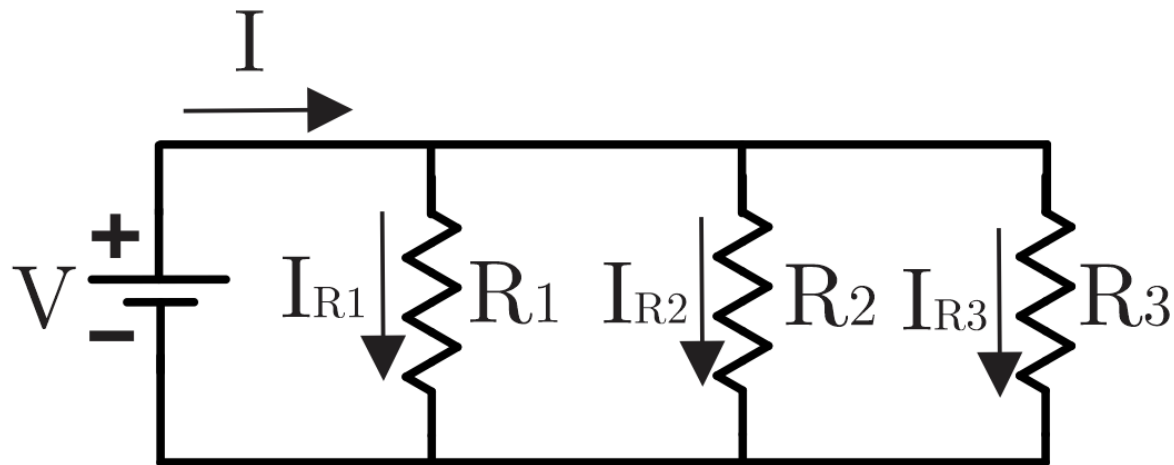
- O próximo tipo de associação de resistores estudada será a associação **paralela**.
- Nela, todos os resistores terão a mesma **tensão**.



# 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!

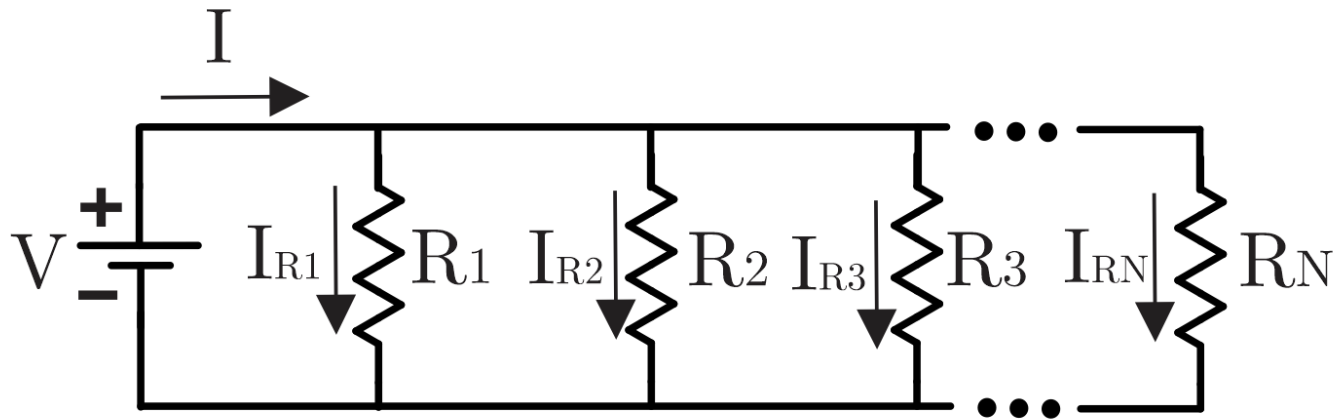


$$I = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3}$$

# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- Para encontrar a resistência equivalente no circuito série, pode-se começar pela equação das correntes:

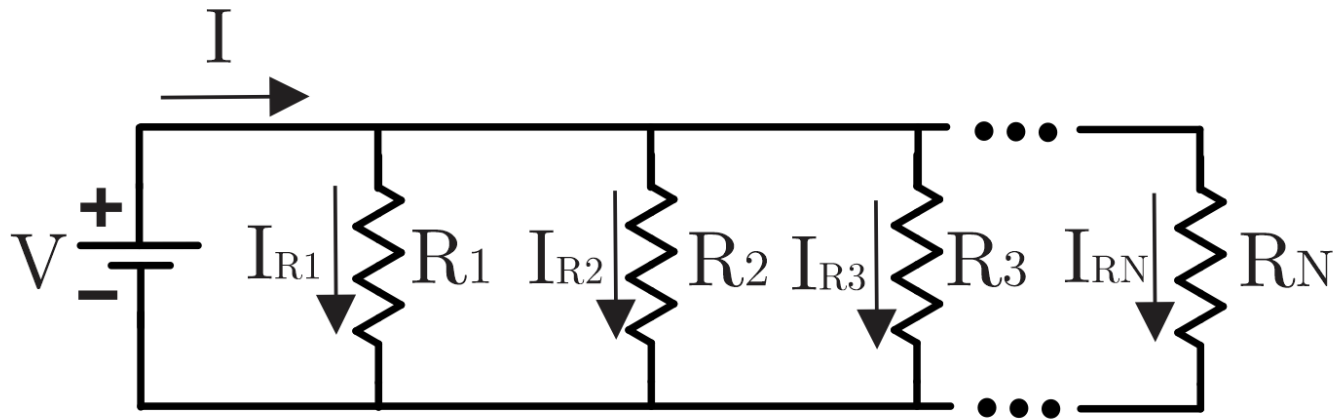


$$I = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} + \dots + I_{RN}$$

# ASSOCIAÇÃO PARALELA

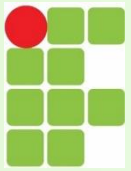


- Sabe-se, pela lei de Ohm, que a corrente no resistor pode ser descrita da seguinte forma:
- Lembrando que todos os resistores tem a mesma tensão.



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

# ASSOCIAÇÃO PARALELA



➤ Substituindo a equação 2 na equação 1, pode-se obter a relação 3, entre a tensão da fonte, as resistências e a corrente.

➤ 1) 
$$I = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} + \cdots + I_{RN}$$

➤ 2) 
$$I = \frac{V_R}{R} = \frac{V}{R}$$

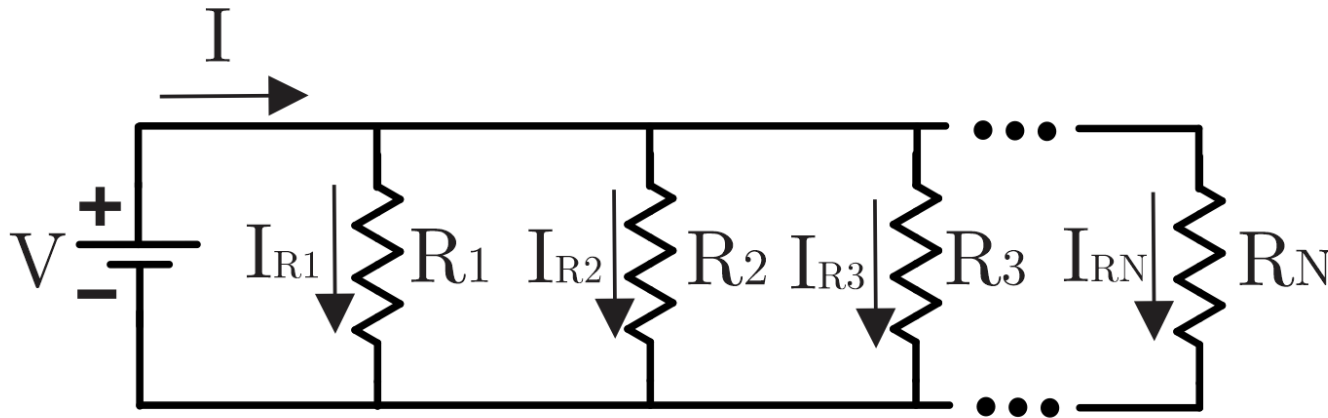
➤ 3) 
$$I = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} + \cdots + \frac{V}{R_N}$$



# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- Como a tensão nos resistores é a mesma, ela pode ser isolada na equação, chegando-se a equação destacada.



$$I = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} + \dots + \frac{V}{R_N}$$

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

# ASSOCIAÇÃO PARALELA



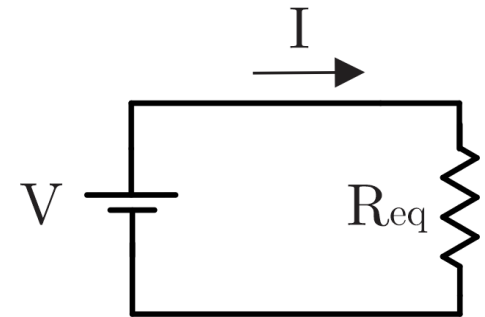
- Observa-se a semelhança com a lei de Ohm.
- Logo, na associação paralela **o inverso da resistência equivalente é a soma dos inversos das correntes.**
- Assim, para calcular a corrente em um circuito série, pode-se encontrar a resistência equivalente e usar a lei de Ohm.

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

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

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

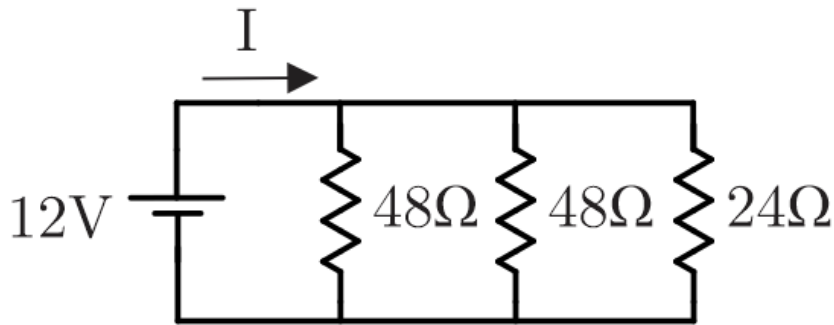
$$\rightarrow I = \frac{V}{R_{eq}}$$



# ASSOCIAÇÃO PARALELA

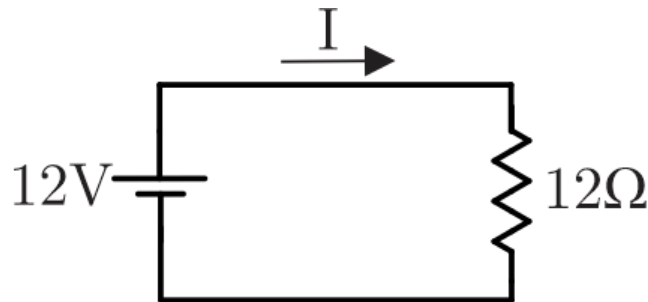


- **Exemplo:** Determine a resistência equivalente e a corrente na fonte do circuito a seguir:



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{48} + \frac{1}{48} + \frac{1}{24}$$

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

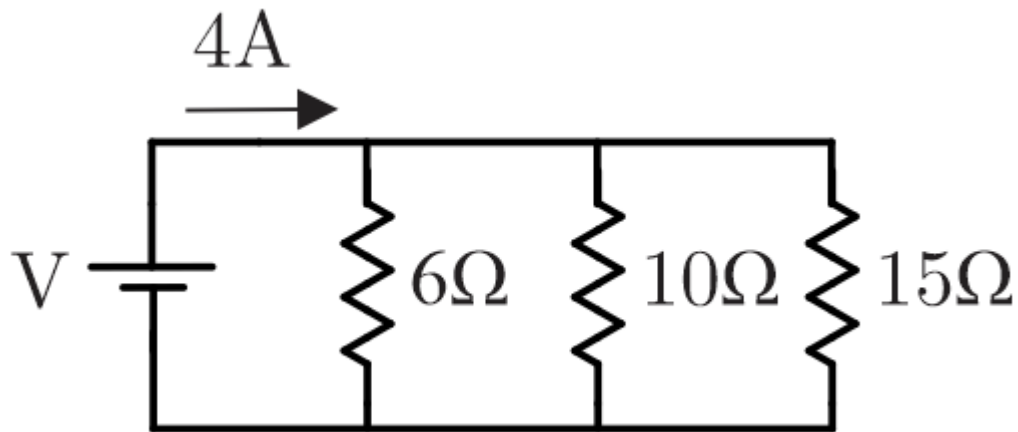


$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{12}{12} = 1 \, \text{A}$$

# ASSOCIAÇÃO PARALELA



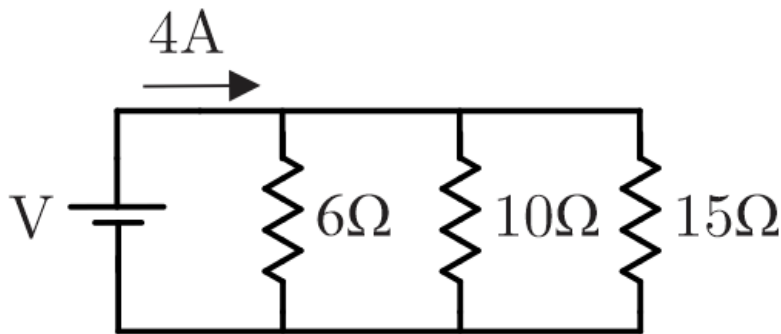
- **Exercício:** Determine a resistência equivalente, a tensão da fonte, e a potência no resistor de  $6\ \Omega$  do circuito a seguir:



# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- **Exercício:** Determine a resistência equivalente, a tensão da fonte, a e a potência no resistor de  $6\ \Omega$  do circuito a seguir:



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15}$$

$$R_{eq} = 3\ \Omega$$

$$V = R_{eq} \cdot I = 3 \cdot 4 = 12\ \text{V}$$

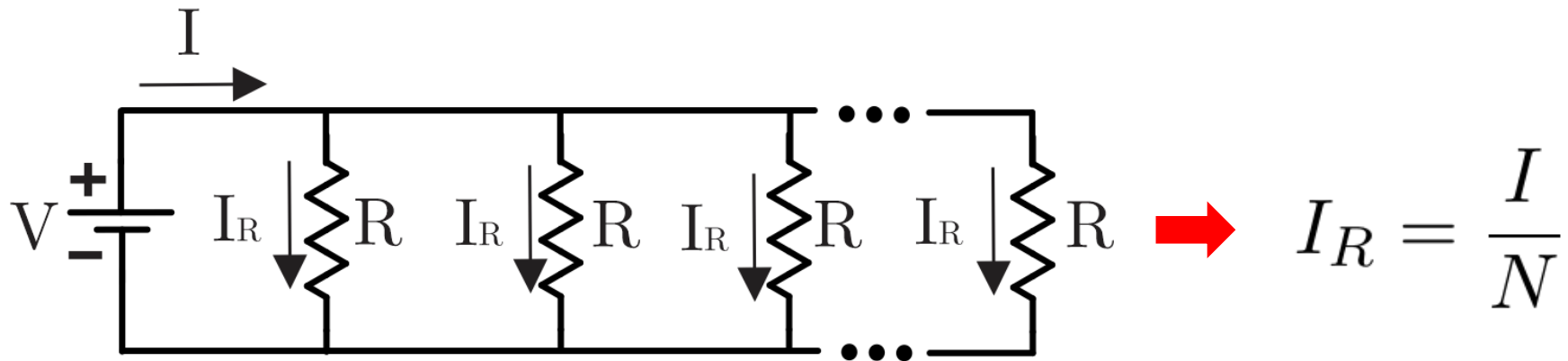
$$I_{R_1} = \frac{V}{R_1} = \frac{12}{6} = 2\ \text{A}$$

$$P_{R_1} = V \cdot I_{R_1} = 12 \cdot 2 = 24\ \text{W}$$

# ASSOCIAÇÃO PARALELA



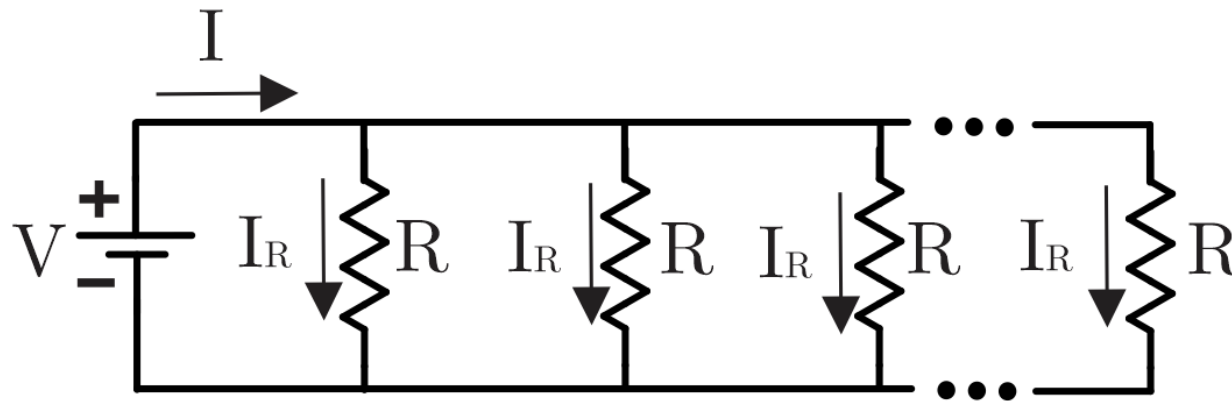
- **Resistores iguais na associação paralela:**
- Quando as resistências tem o mesmo valor, a corrente irá se dividir igualmente em cada resistor.
- Assim, a corrente em cada um deles será a corrente da fonte dividida pelo número de resistores.



# ASSOCIAÇÃO PARALELA



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

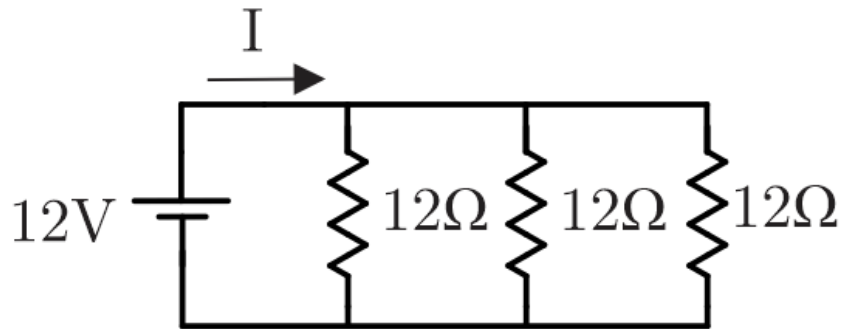


$$\rightarrow R_{eq} = \frac{R}{N} \quad V = R_{eq} \cdot I$$

# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- **Exemplo:** Determine a resistência equivalente e a corrente nos resistores do circuito a seguir:



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

$$I = \frac{12}{4} = 3 \, \text{A}$$

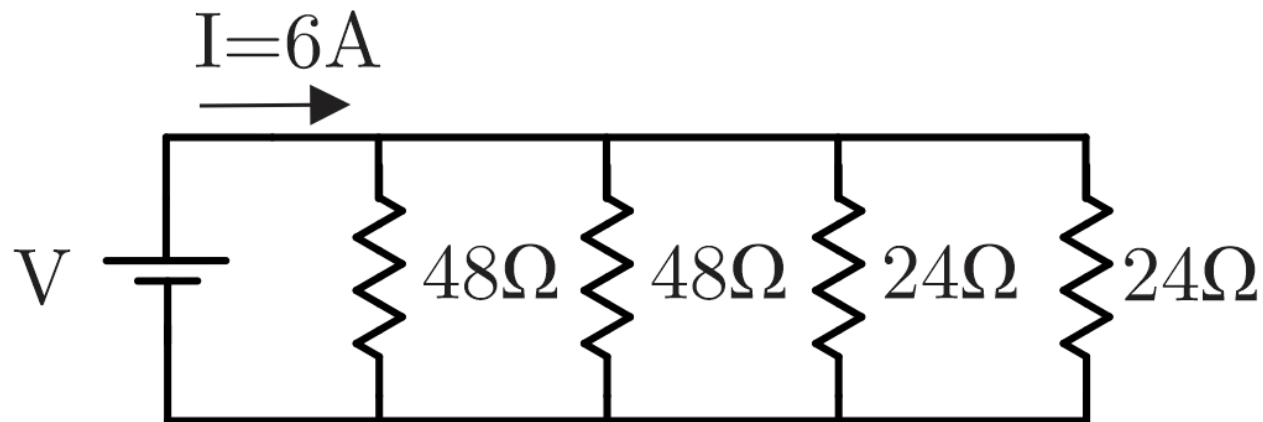
$$I_R = \frac{3}{3} = 1 \, \text{A}$$



# ASSOCIAÇÃO PARALELA



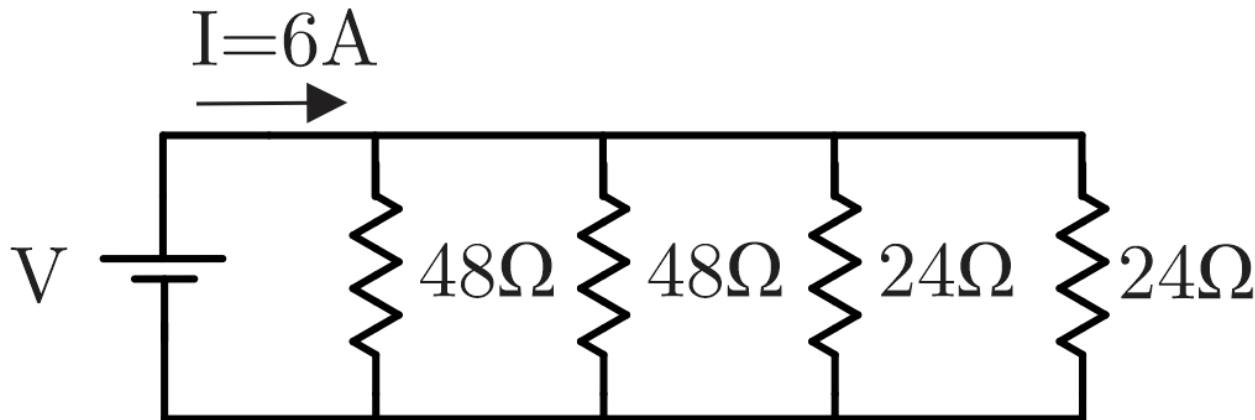
- **Exercício:** Determine a resistência equivalente, a tensão da fonte e a corrente em cada resistor no circuito abaixo:



# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- **Exercício:** Determine a resistência equivalente, a tensão da fonte e a corrente em cada resistor no circuito abaixo:

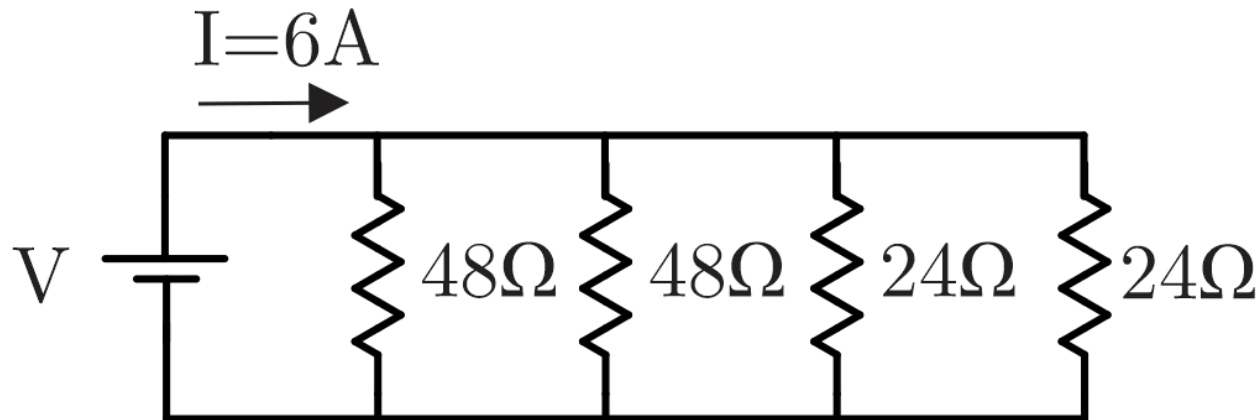


$$R_1 = \frac{48}{2} = 24 \Omega \quad R_{eq} = \frac{24}{3} = 8 \Omega \quad V = 6 \cdot 8 = 48 \text{ V}$$

# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- **Exercício:** Determine a resistência equivalente, a tensão da fonte e a corrente em cada resistor no circuito abaixo:



$$I_{24} = \frac{6}{3} = 2 \text{ A}$$

$$I_{48} = \frac{2}{2} = 1 \text{ A}$$

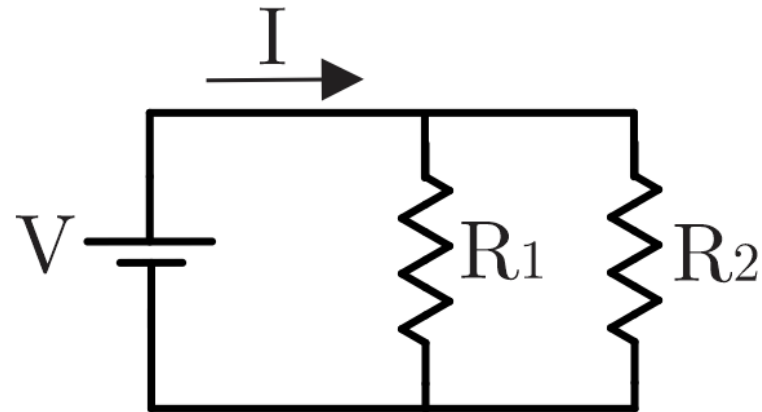
# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- 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:

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

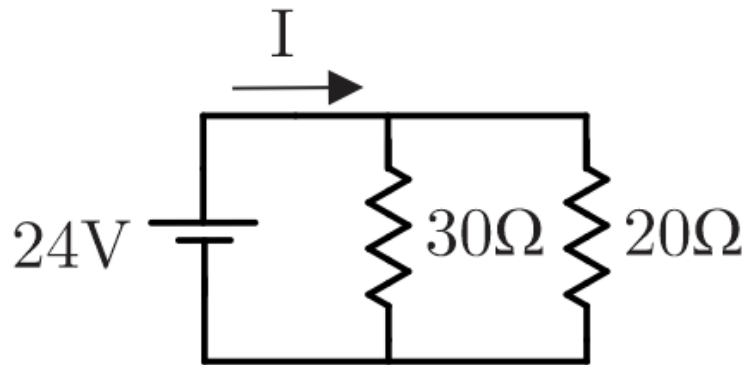
$$V = R_{eq} \cdot I$$



# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- **Exemplo:** Determine a resistência equivalente e a corrente no seguinte circuito.



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

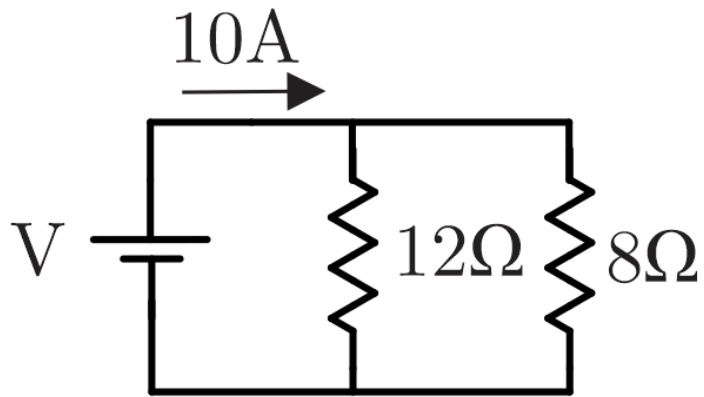
$$R_{eq} = \frac{30 \cdot 20}{30 + 20} = \frac{600}{50} = 12 \, \Omega$$

$$I = \frac{24}{12} = 2 \, \text{A}$$

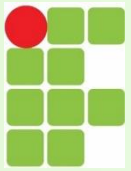
# ASSOCIAÇÃO PARALELA



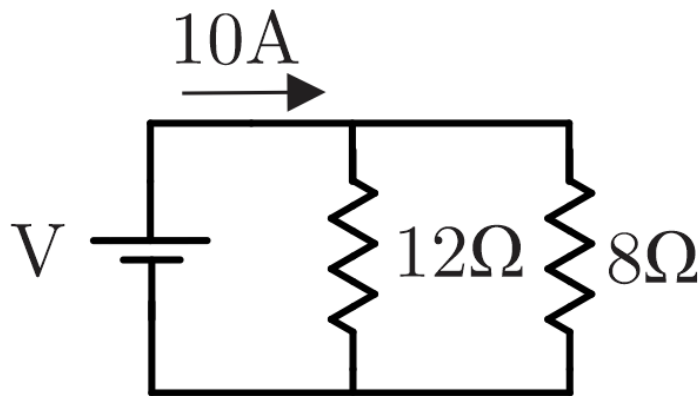
- **Exercício:** Determine a resistência equivalente, a tensão e a potência da fonte:



# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- **Exercício:** Determine a resistência equivalente, a tensão e a potência da fonte:



$$R_{eq} = \frac{12 \cdot 8}{12 + 8} = \frac{96}{16} = 6 \, \Omega$$

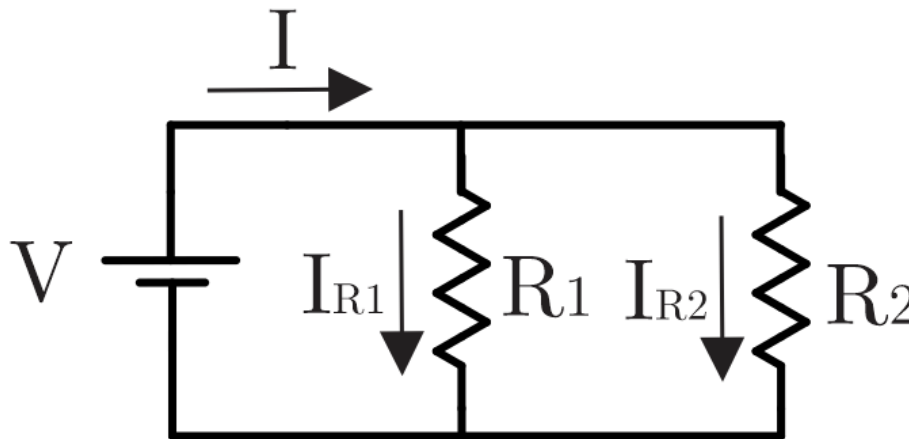
$$V = 10 \cdot 6 = 60 \, \text{V}$$

$$P = 10 \cdot 60 = 600 \, \text{W}$$

# 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**.





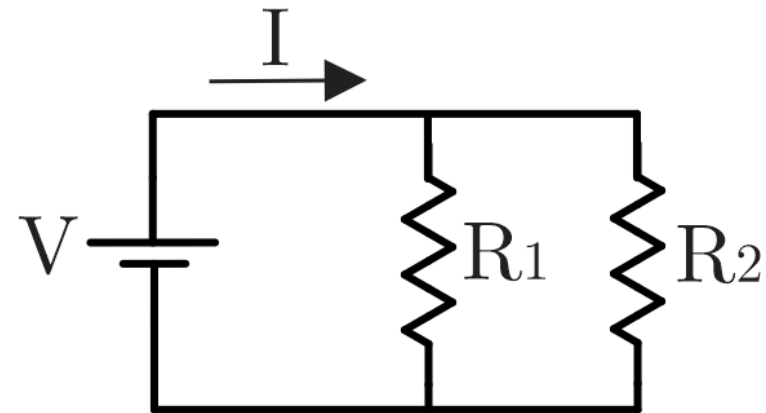
# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- 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.

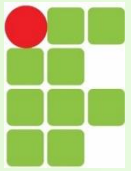
$$I_{R_1} = \frac{V}{R_1} \quad I_{R_1} = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

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

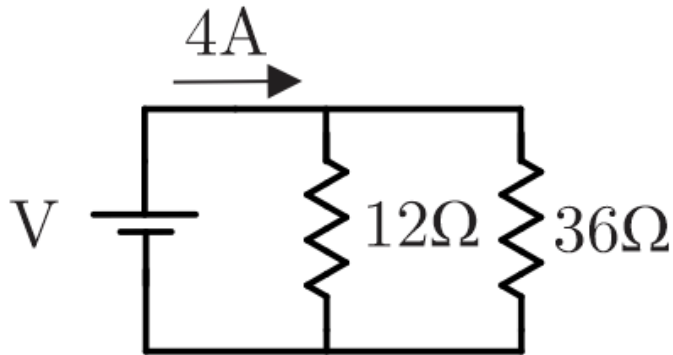


$$V = R_{eq} \cdot I$$

# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- **Exemplo:** Determine a corrente em cada um dos resistores do seguinte circuito.



$$I_{R_1} = 4 \cdot \frac{36}{12 + 36} = 4 \cdot \frac{36}{48} = 3 \text{ A}$$

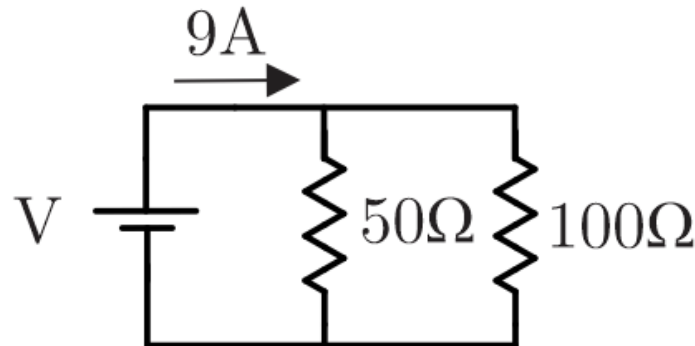
$$I_{R_2} = 4 \cdot \frac{12}{12 + 36} = 4 \cdot \frac{12}{48} = 1 \text{ A}$$

$$I_{R_2} = 4 - 3 = 1 \text{ A}$$

# ASSOCIAÇÃO PARALELA



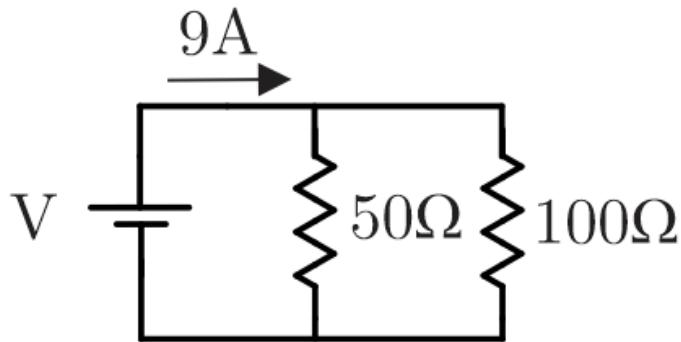
- **Exercício:** Determine a corrente em cada um dos resistores usando divisor de corrente, a resistência equivalente, a tensão e a potência na fonte do seguinte circuito:



# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- **Exercício:** Determine a corrente em cada um dos resistores, a resistência equivalente, a tensão e a potência na fonte do seguinte circuito:



$$I_{R_1} = 9 \cdot \frac{100}{150} = 6 \text{ A}$$

$$I_{R_2} = 9 - 6 = 3 \text{ A}$$

$$R_{eq} = \frac{100 \cdot 50}{50 + 100} = \frac{5000}{150} = 33,33 \text{ } \Omega$$

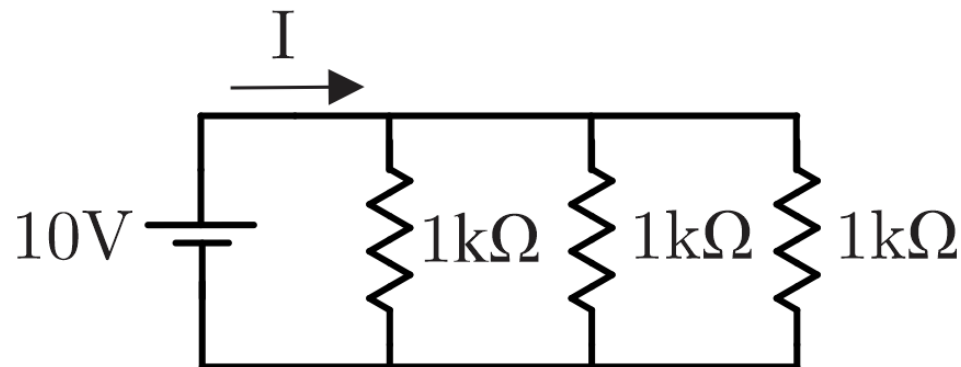
$$V = I \cdot R_{eq} = 33,33 \cdot 9 = 300 \text{ V}$$

$$P = V \cdot I = 300 \cdot 9 = 2700 \text{ W} = 2,7 \text{ kW}$$

# ASSOCIAÇÃO PARALELA



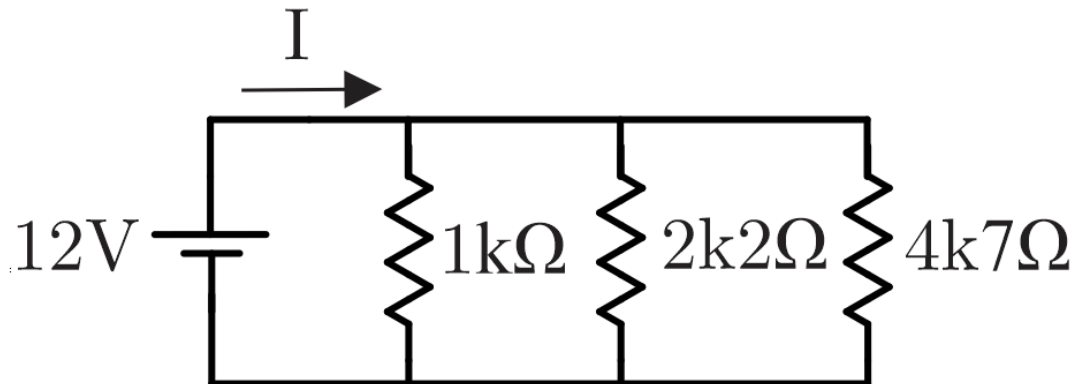
- **Prática 1:** Dado o circuito abaixo, resolva as seguintes questões
- a) Calcule a resistência equivalente.
- b) Calcule a corrente elétrica.
- c) Calcule a corrente em cada resistor.
- d) Monte o circuito no protoboard e meça a resistência equivalente.
- e) Ligue a fonte ao circuito, e meça a corrente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



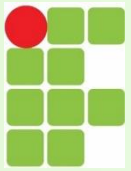
# ASSOCIAÇÃO PARALELA



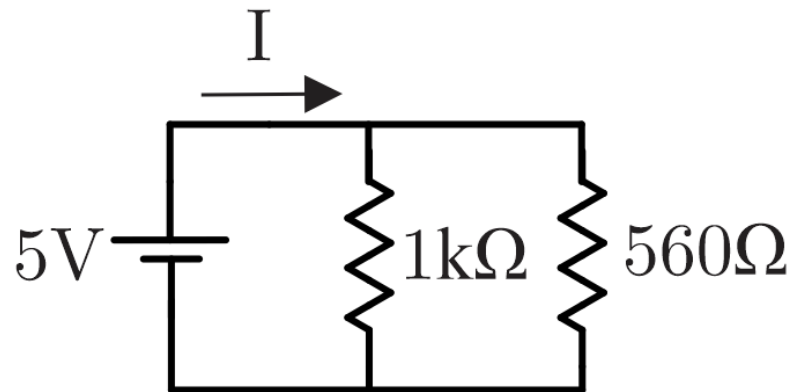
- **Prática 2:** Dado o circuito abaixo, resolva as seguintes questões
- a) Calcule a resistência equivalente.
- b) Calcule a corrente elétrica.
- c) Calcule a corrente em cada resistor.
- d) Monte o circuito no protoboard e meça a resistência equivalente.
- e) Ligue a fonte ao circuito, e meça a corrente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



# ASSOCIAÇÃO PARALELA



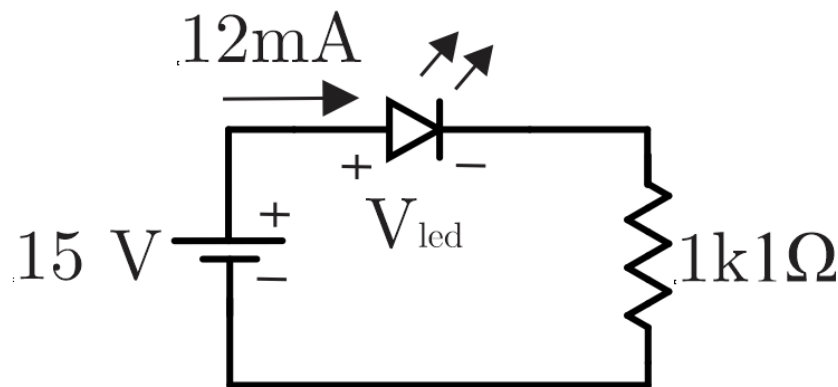
- **Prática 3:** Dado o circuito abaixo, resolva as seguintes questões
- a) Calcule a tensão em cada resistor usando divisor de corrente.
- b) Calcule e meça a resistência equivalente.
- c) Monte o circuito no protoboard, ligue a fonte e meça a corrente em cada resistor.
- d) Compare os resultados calculados e medidos.



# ASSOCIAÇÃO PARALELA



- **Prática 4:** Para ligar o led no circuito abaixo com uma corrente de 12mA, necessita-se de um resistor de 1,1 k $\Omega$ . No entanto esse resistor não está disponível no laboratório. Use a associação paralela para se obter uma resistência equivalente o mais próxima possível de 1,1 k $\Omega$ . Monte o circuito no protoboard e compare os resultados.



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