

Eletricista de Sistemas de Energias Renováveis

Módulo I

Na aula anterior vimos:

Lei de Ohm



Cálculo da Tensão

$$V = I \times R$$

The equation is presented with three large circles containing the variables V, I, and R. Below each large circle is a smaller circle containing the unit for that variable: V (Volts) under the first V, A (Amperes) under the I, and Ω (Ohms) under the R.



Cálculo da Corrente:

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

The diagram illustrates the formula for calculating current (I) as the ratio of voltage (V) to resistance (R). The letter 'I' is contained within a large teal circle, with a smaller teal circle below it containing the letter 'A'. The letter 'V' is contained within a large olive-green circle, with a smaller olive-green circle to its right also containing the letter 'V'. The letter 'R' is contained within a large grey circle, with a smaller grey circle to its right containing the Greek letter Omega (Ω). A white horizontal line with a double equals sign (=) is positioned between the 'I' and 'V' circles, and another white horizontal line is positioned between the 'V' and 'R' circles, effectively forming the fraction V/R.



Cálculo da Resistência:

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

The equation is presented with large, semi-transparent circles for the variables: a grey circle for 'R', a large green circle for 'V', a smaller green circle for 'V', a large cyan circle for 'I', and a smaller cyan circle for 'A'. A white horizontal line is drawn under the denominator 'I'. Below the 'R' circle is a smaller grey circle containing the Greek letter Ω .

Lei de Ohm e Potência



Cálculo da Potência

$$P = V \times I$$

W V A



Cálculo da Corrente:

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

The equation is represented by large circles: a teal circle for 'I', a white circle for 'P', a teal circle for 'A', a white circle for 'W', a large white circle for 'P', a large teal circle for 'V', and a teal circle for 'V'. The letters 'A' and 'W' are in smaller circles below 'I' and 'P' respectively. The letters 'V' and 'V' are in smaller circles below the denominator 'V'.

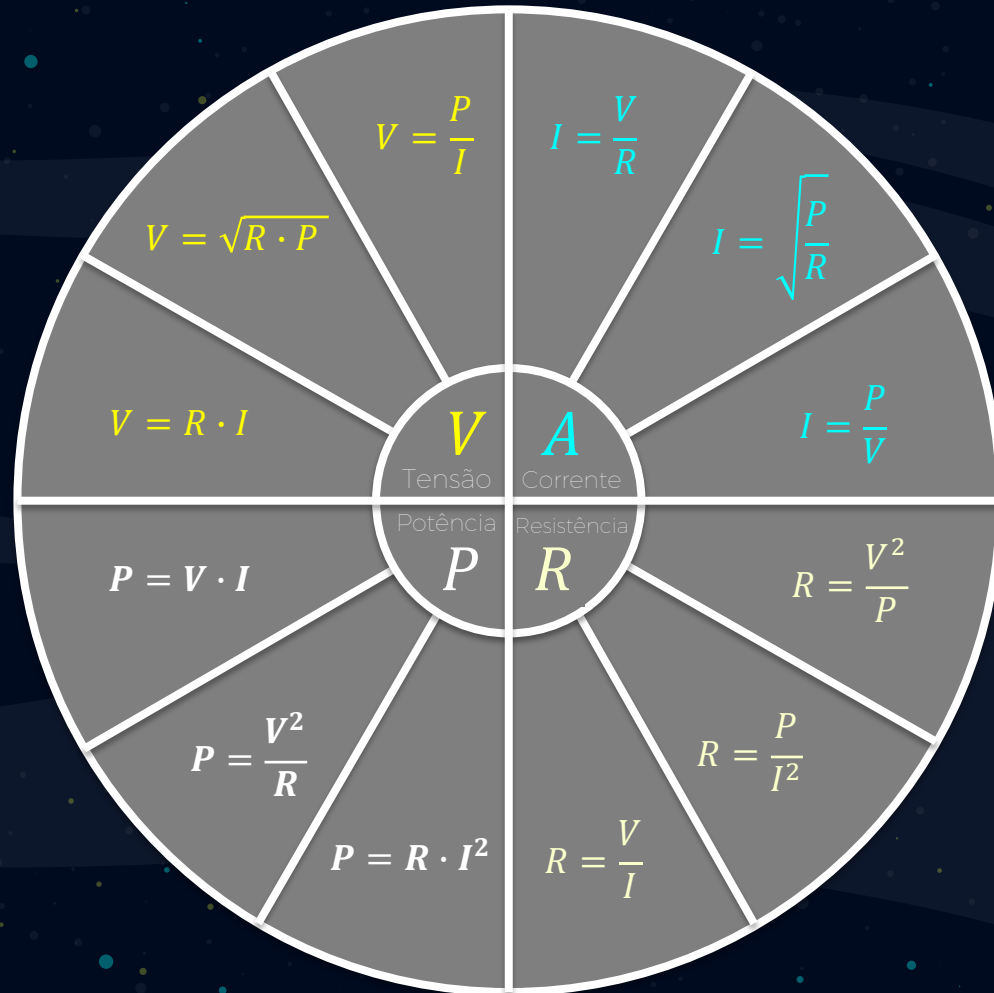


Cálculo da Tensão:

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

The diagram illustrates the calculation of voltage (V) using power (P) and current (I). The voltage (V) is represented by a large green circle on the left. The power (P) is represented by a large white circle on the right, with a smaller white circle containing 'W' (Watts) to its right. The current (I) is represented by a large teal circle on the right, with a smaller teal circle containing 'A' (Amperes) to its right. An equals sign (=) is placed between the voltage circle and a horizontal line. The power and current circles are positioned above and below this line, respectively, indicating the formula V = P / I.

Formulário



Na aula de hoje:

Aula 3

Circuitos Elétricos Simples

Circuito Série

Divisor de Tensão

Circuito Paralelo

Divisor de Corrente

Exemplos

Revisão

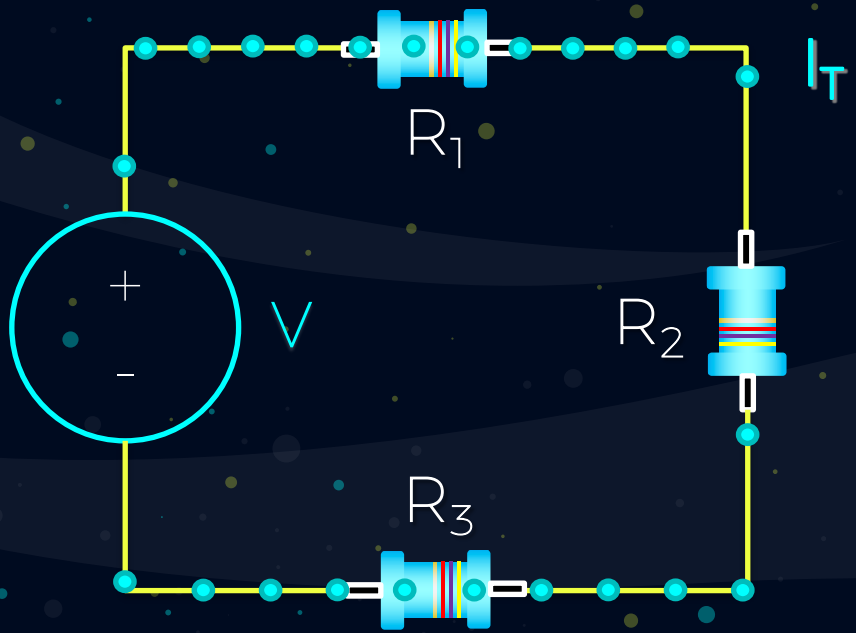
Quiz - Casa

Exercícios - Casa

Circuito Série



Circuito Série: Corrente

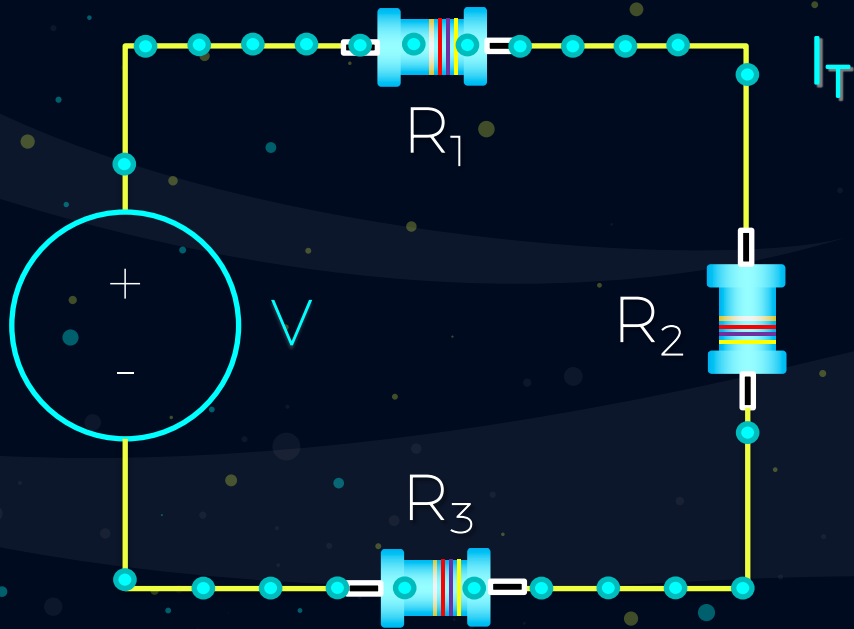


Existe um fluxo ÚNICO de corrente através de todos os resistores.

Portanto, podemos dizer que a Corrente que circula é a mesma em todos os resistores



Circuito Série: Corrente

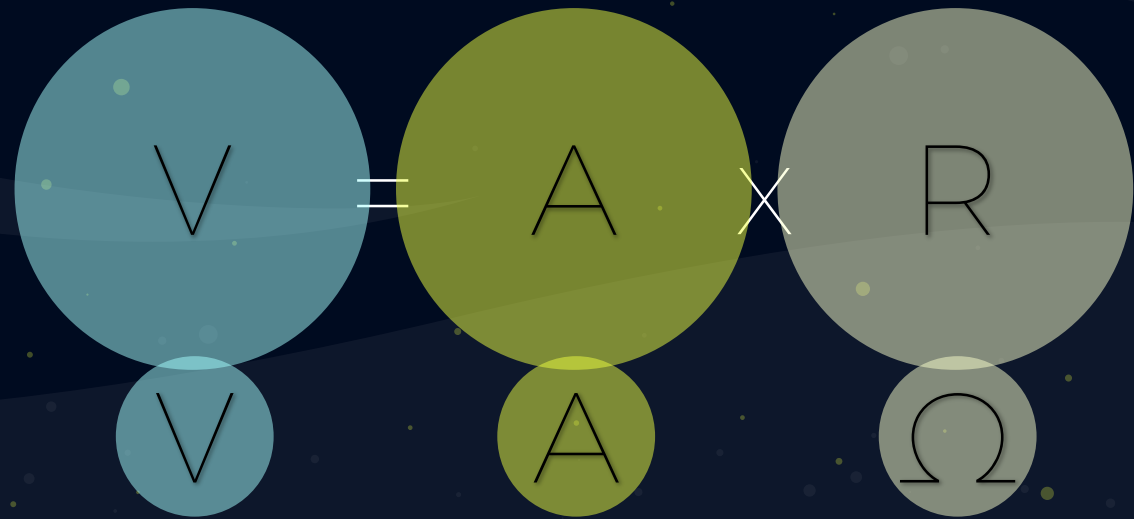


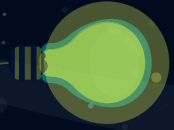
Assim:

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

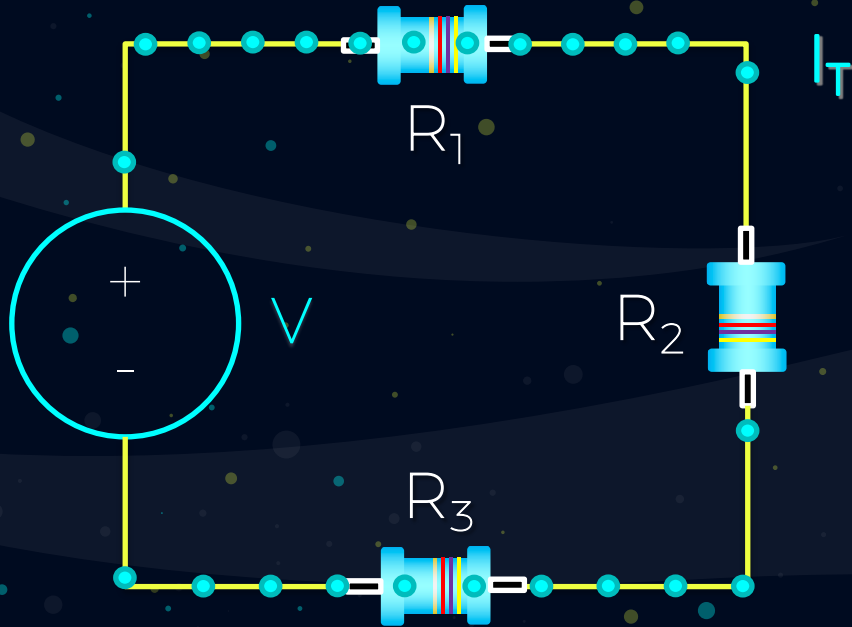


Da Lei de Ohm: lembramos!





Circuito Série: Tensão

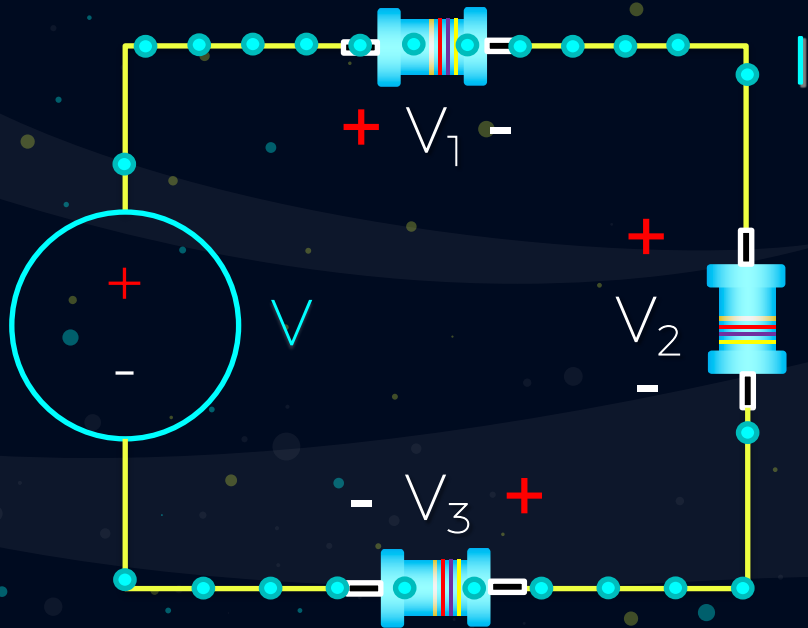


Isto é, se temos resistência e corrente, temos uma diferença de potencial naquele ponto!

Assim, uma corrente vezes uma resistência, provoca a uma tensão sobre o resistor!



Circuito Série: Tensão

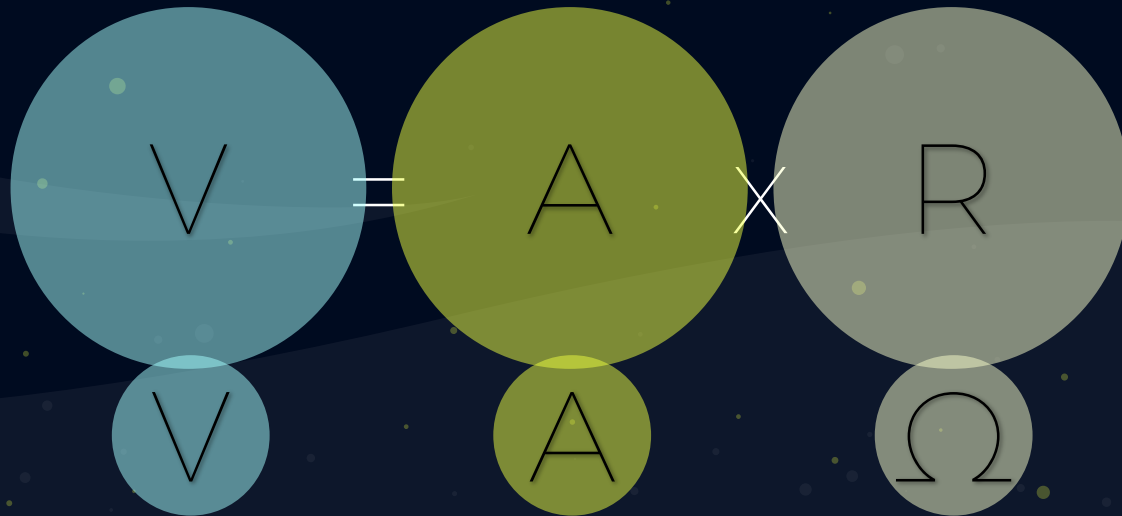


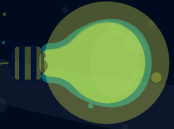
Assim:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

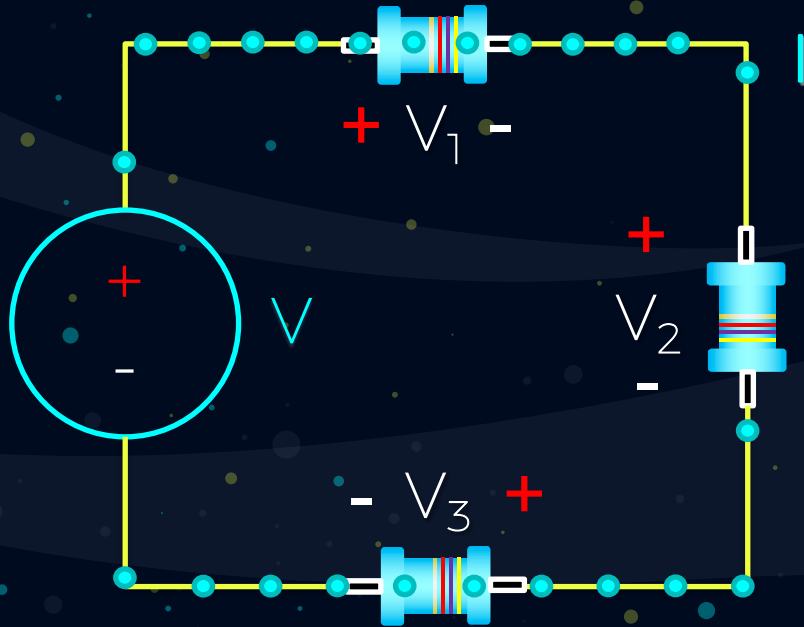


Lembrando de novo!





Circuito Série: Resistência



$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

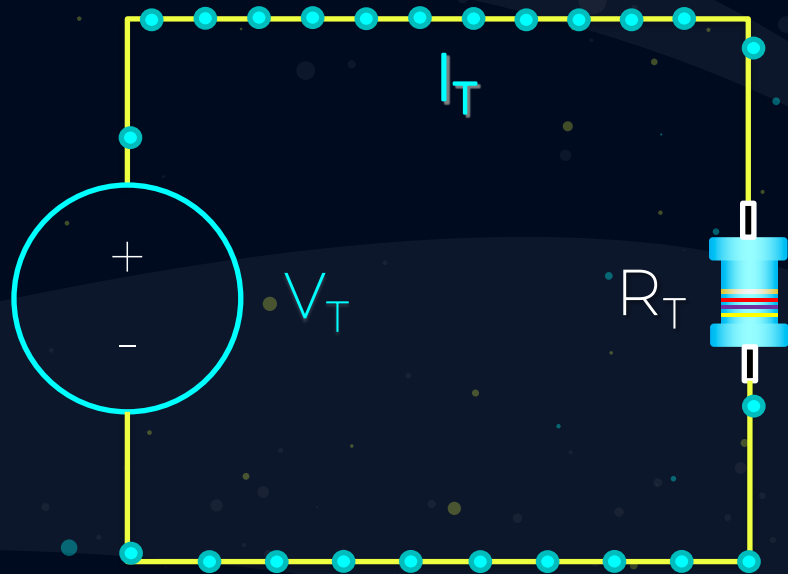
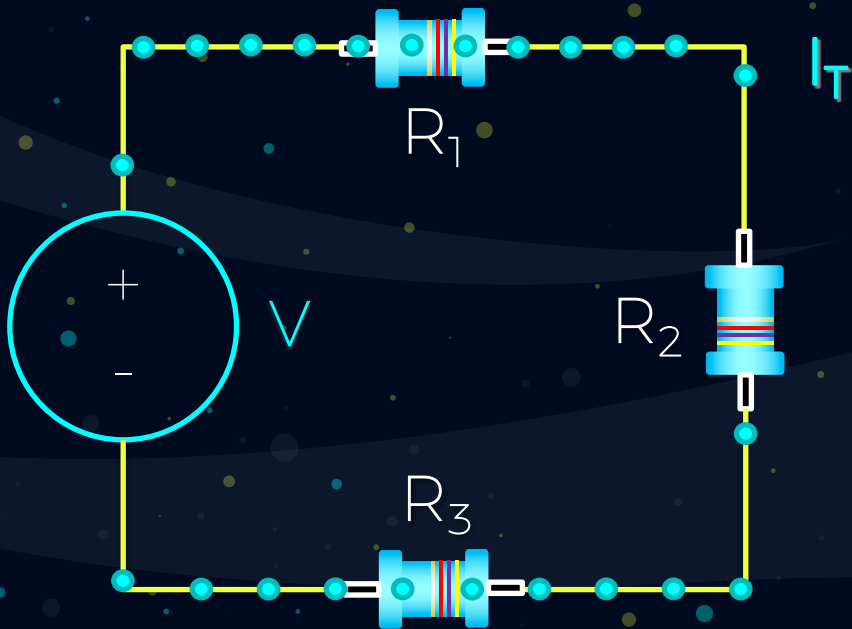
$$V = R_1 \times I_T + R_2 \times I_T + R_3 \times I_T$$

$$V = I_T \times (R_1 + R_2 + R_3)$$

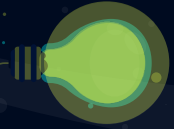
$$V = V_T = I_T \times (R_T)$$



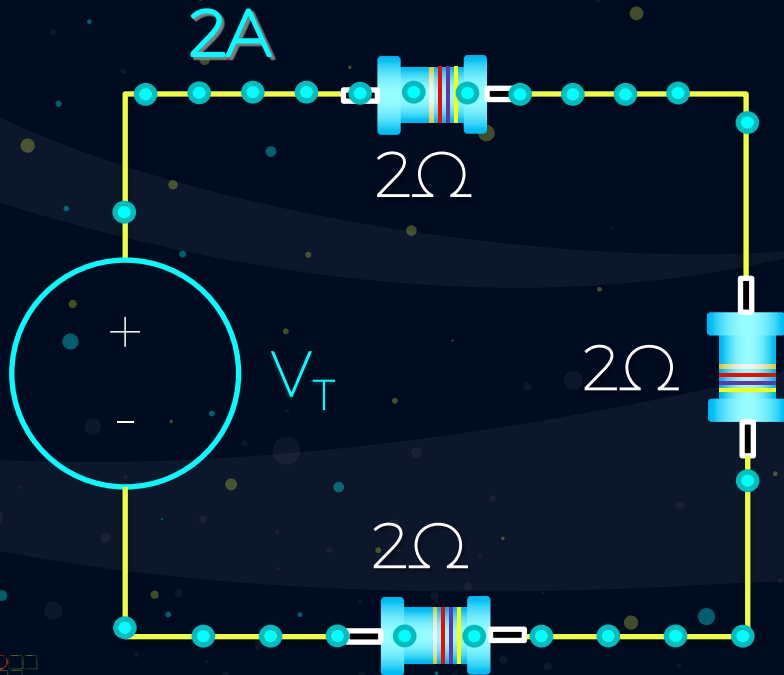
Na prática isso significa...



Exemplos

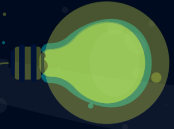


Exemplo 1:

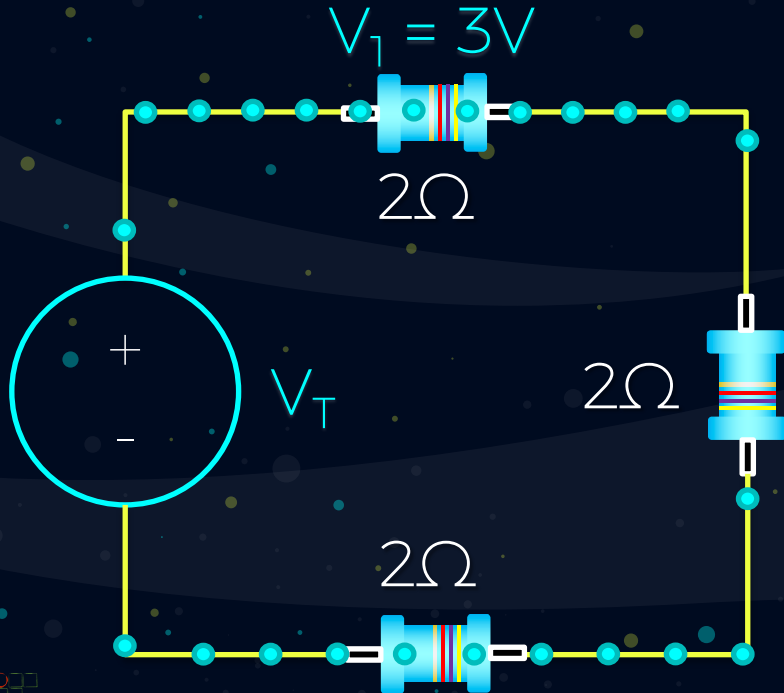


$$V_1 = I_T \times R_1$$
$$V_1 = 2A \times 2\Omega$$
$$V_1 = 4V$$

$$V_1 = V_2 = V_3$$
$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$
$$V_T = 4V + 4V + 4V$$
$$V_T = 12V$$



Exemplo 2:



$$V_1 = 3V \text{ e } R_1 = 2\Omega$$

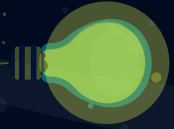
$$V_1 = V_2 = V_3$$

Porque todos os resistores tem o mesmo valor!

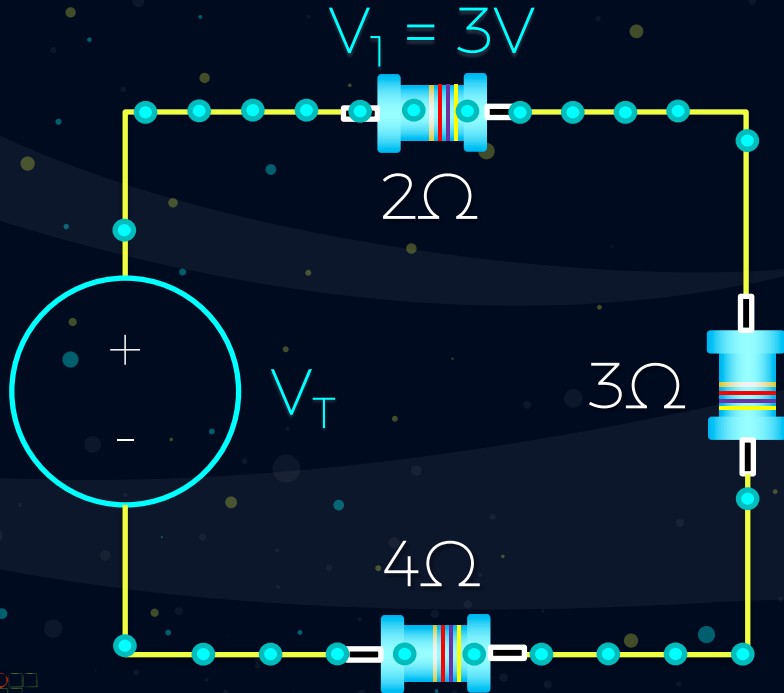
Portanto:

$$V_T = 3 \times (3V)$$

$$V_T = 9V$$



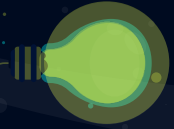
Exemplo 3:



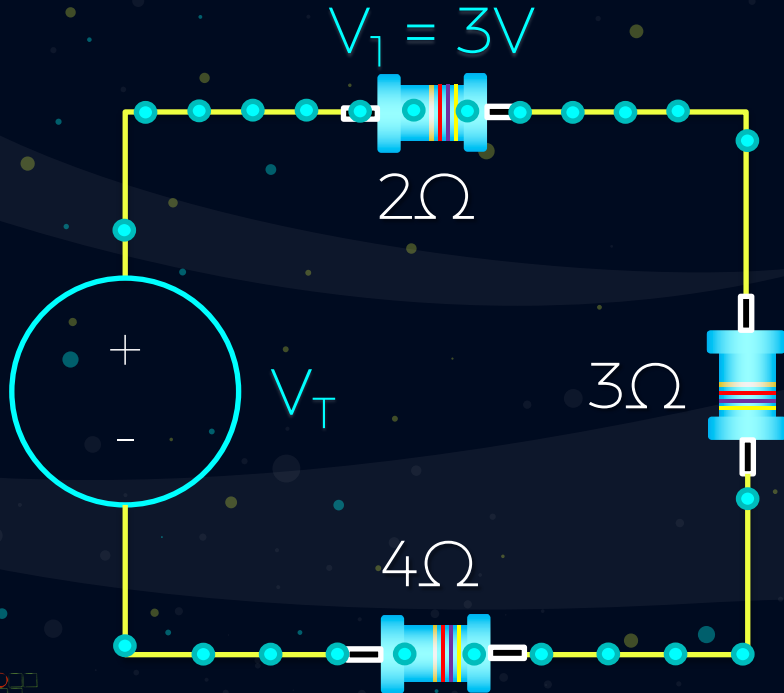
$$V_1 = 3V \text{ e } R_1 = 2\Omega$$

$$I_T = V_1 / R_1 = 3V / 2\Omega$$
$$I_T = 1,5A$$

$$V_T = I_T \times (R_T)$$
$$V_T = 1,5A \times (2\Omega + 3\Omega + 4\Omega)$$
$$V_T = 1,5A \times (9\Omega)$$
$$V_T = 13,5V$$



Exemplo 3:



$$V_1 = 3V \text{ e } R_1 = 2\Omega$$

$$I_T = V_1/R_1 = 3V/2\Omega$$

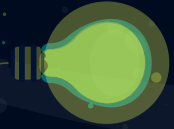
$$I_T = 1,5A$$

$$V_2 = 1,5A \times 3\Omega$$

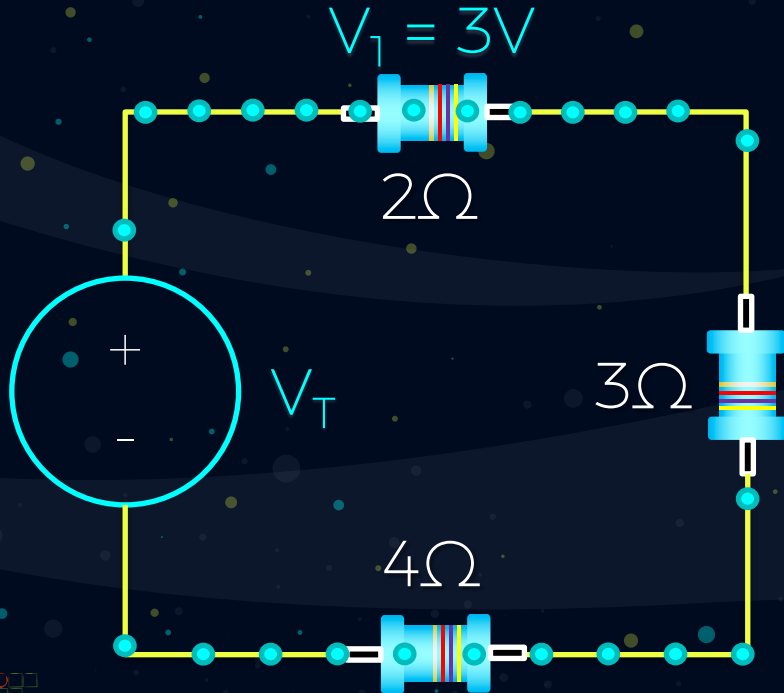
$$V_2 = 4,5V$$

$$V_3 = 1,5A \times 4\Omega$$

$$V_3 = 6V$$



Exemplo 3:

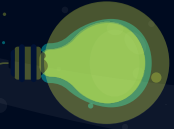


$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

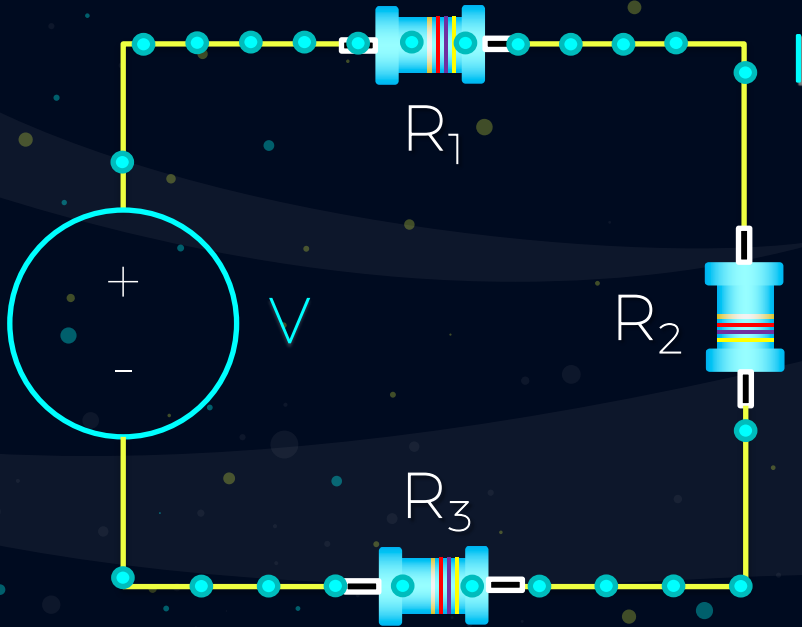
$$V_T = 3V + 4,5V + 6V$$

$$V_T = 13,5V$$

Resumindo...



Em um circuito Série

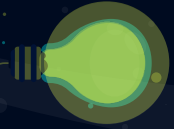


A corrente que circula é a mesma que passa em todos os resistores (Não se divide nunca!)

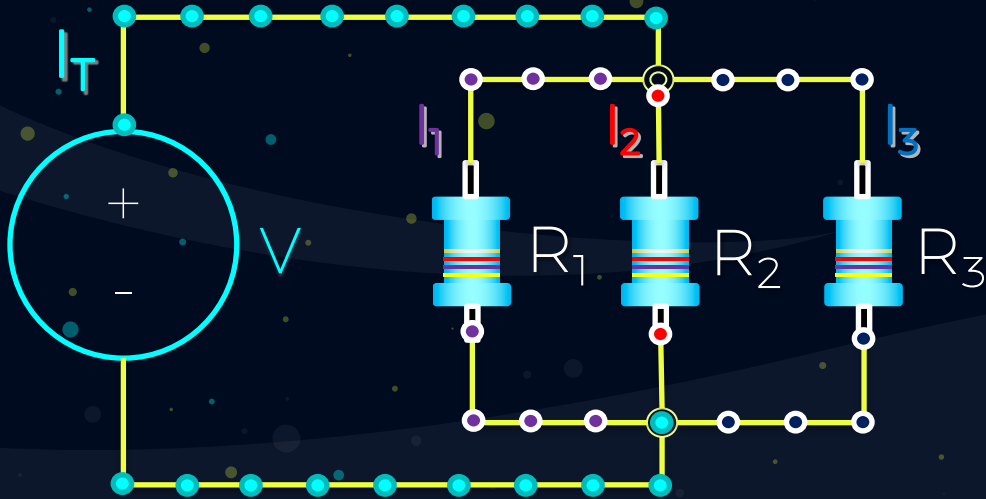
A tensão da fonte divide-se proporcionalmente ao valor da resistência (Conservação de Energia)

A Resistência total vista pela fonte, é a soma de todos os valores de resistência do circuito (Soma direta)

Circuito Paralelo

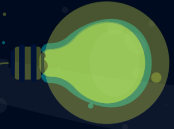


Circuito Paralelo: Corrente

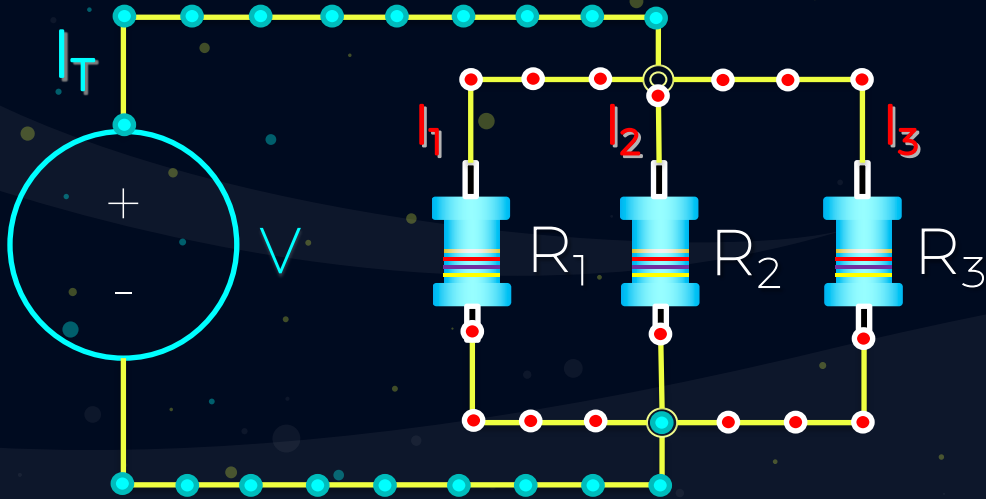


Não existe mais um único caminho de circulação no circuito.

Portanto, a corrente total do circuito se divide inversamente proporcional ao valor da Resistência



Circuito Paralelo: Corrente

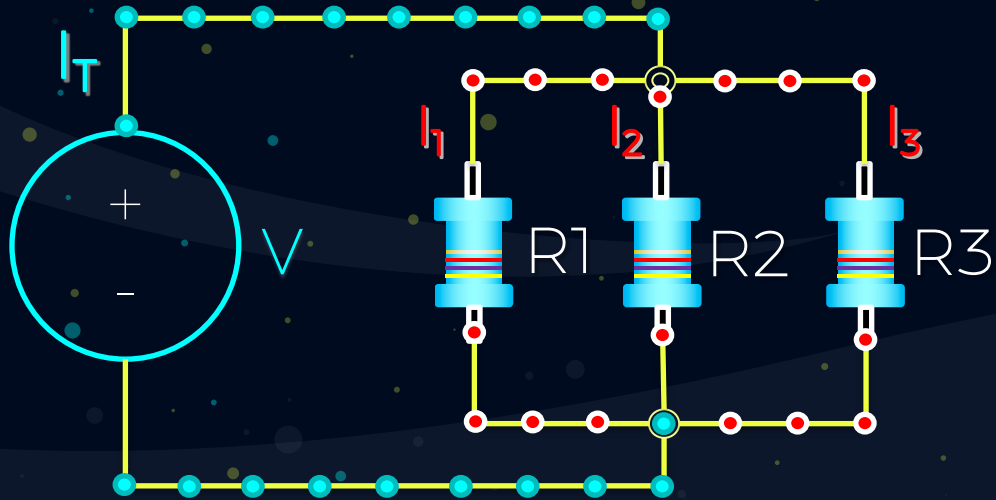


No caso particular de $R_1 = R_2 = R_3$, as três correntes terão o mesmo valor ao se dividirem.

Portanto, $I_1 = I_2 = I_3$, e assim, a soma das correntes em cada resistor deverá ser igual à I_T



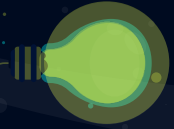
Circuito Paralelo: Corrente



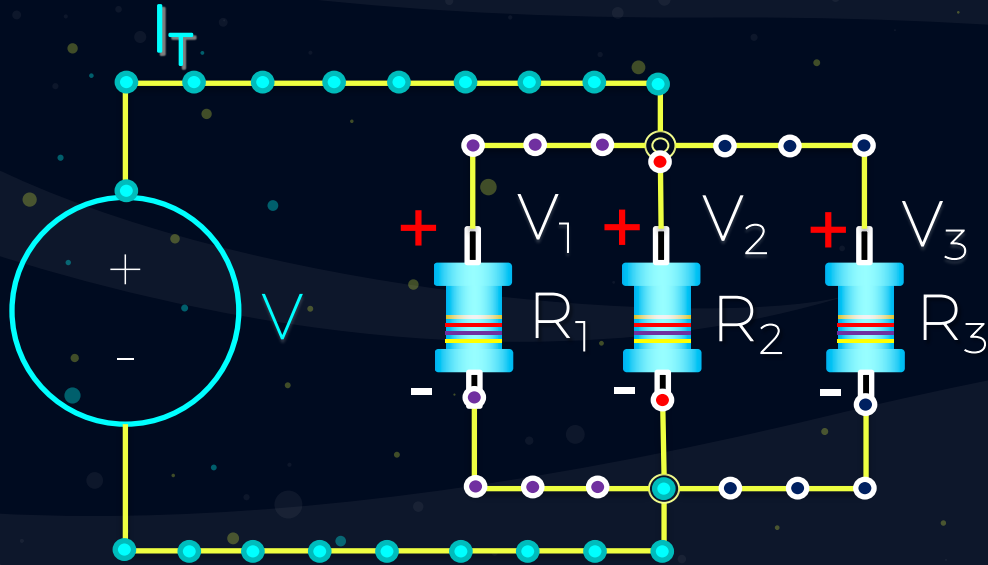
$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

ou

$$I_T = 3 \times I_1$$



Circuito Paralelo: Tensão

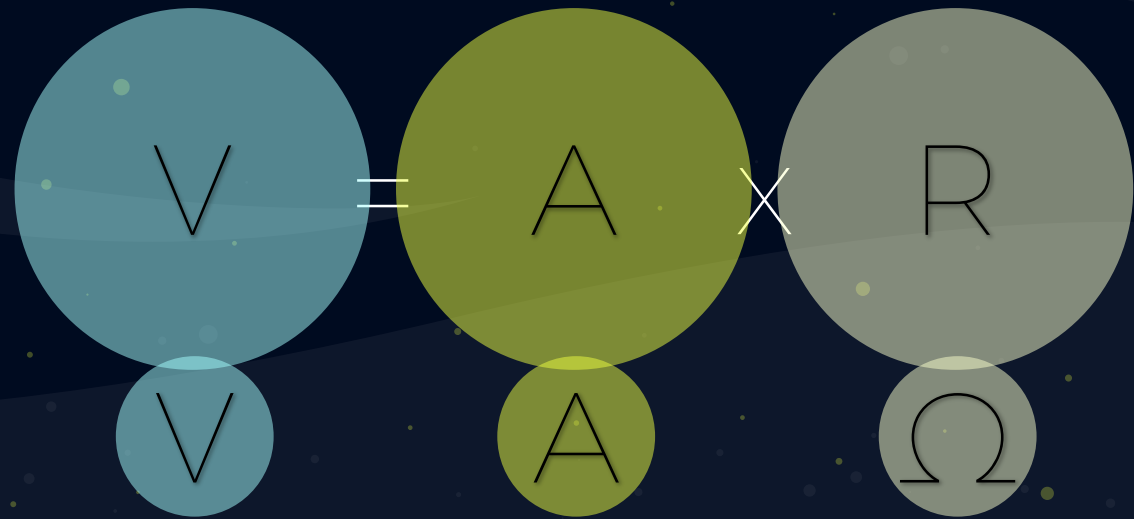


Como no caso do Circuito Série, havendo passagem de corrente através de um resistor, haverá uma d.d.p sobre o mesmo (Lei de Ohm)

Desta forma, neste circuito, V_1 , V_2 e V_3 . Lembrando que a polarização da d.d.p. é definida pela circulação da corrente no circuito.

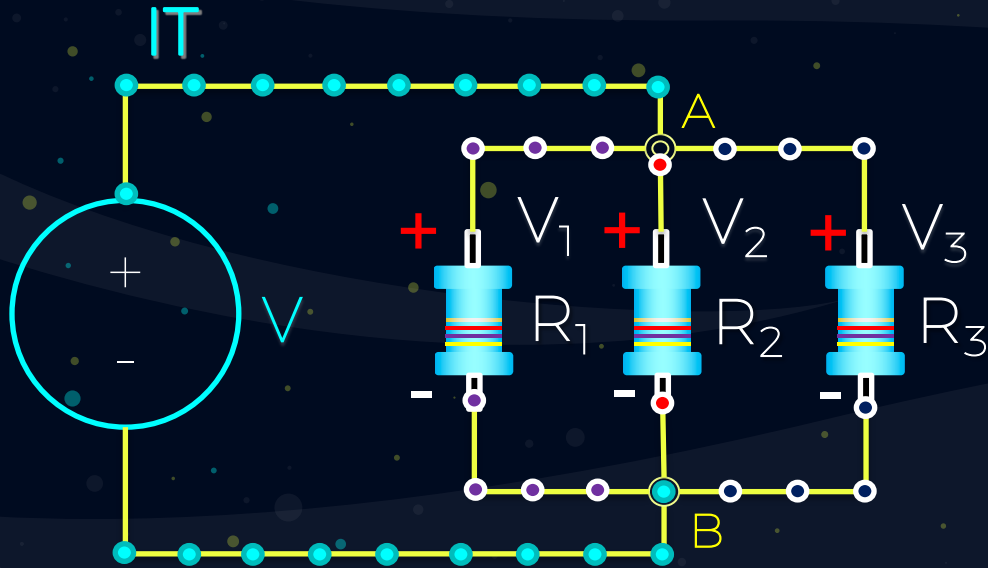


Da Lei de Ohm:





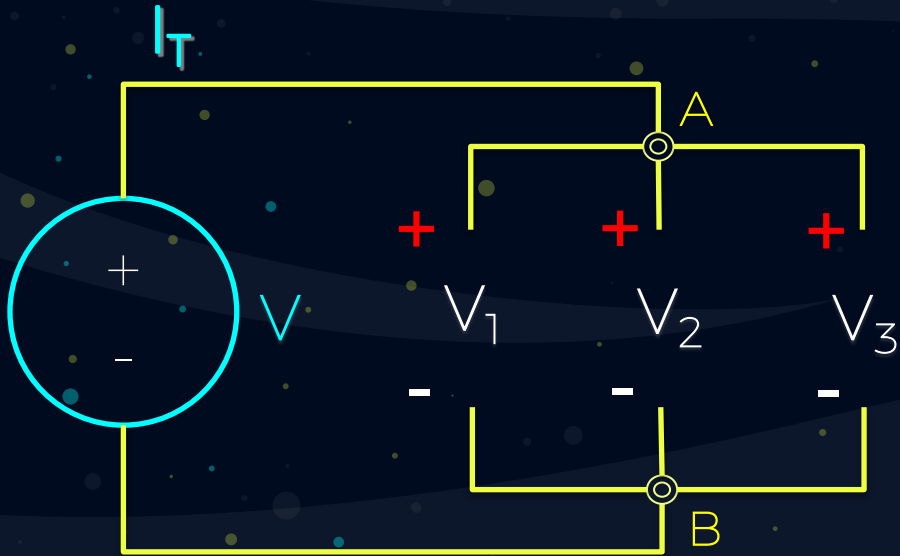
Circuito Paralelo: Tensão



Observa-se que os 3 Resistores possuem dois pontos de ligação em comum, os pontos A e B.



Circuito Paralelo: Tensão

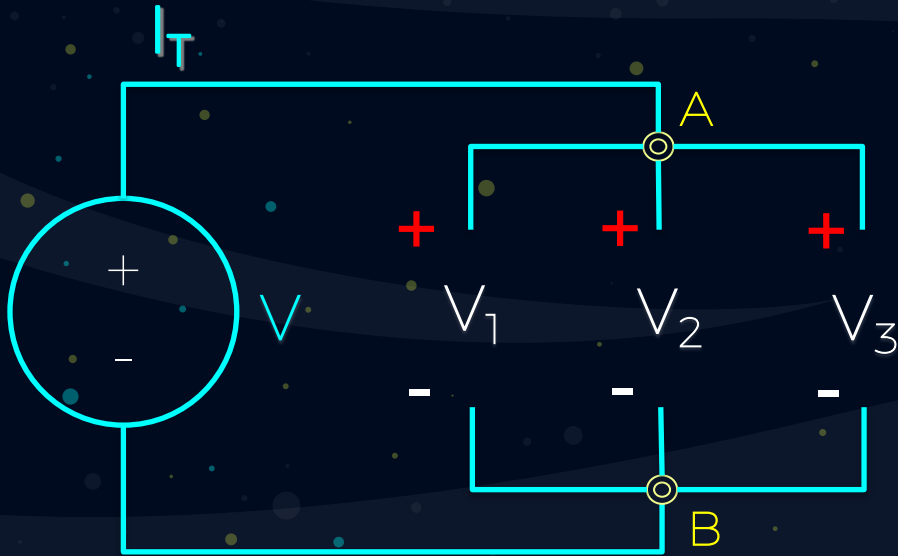


Imagine-se que os resistores estão danificados, e portanto, nestes pontos o circuito está interrompido.

Portanto, não se tem circulação de corrente no circuito, isto é $I_T = 0A$

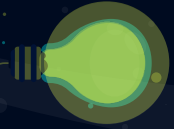


Circuito Paralelo: Tensão

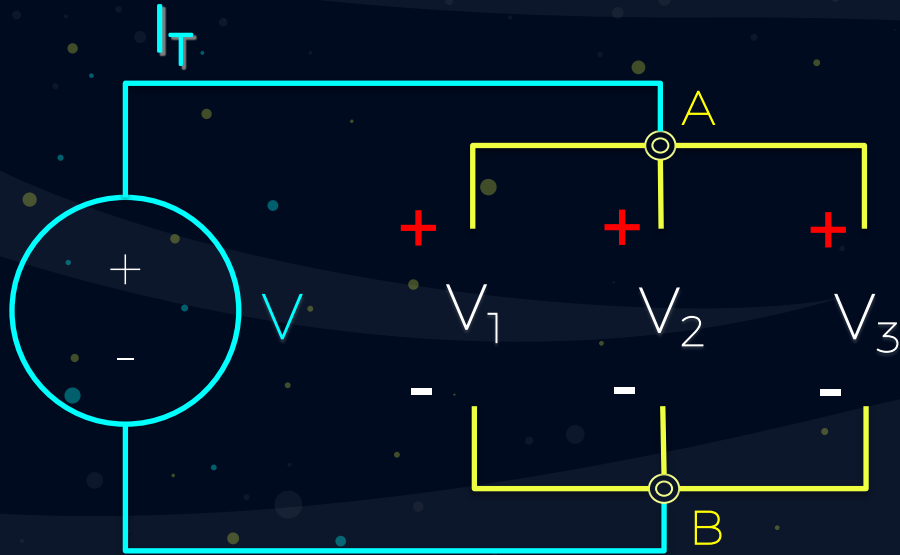


Observando com atenção, verifica-se que o ponto A está ligado no terminal positivo da fonte.

Do mesmo modo, o ponto B está ligado no terminal negativo da fonte.



Circuito Paralelo: Tensão

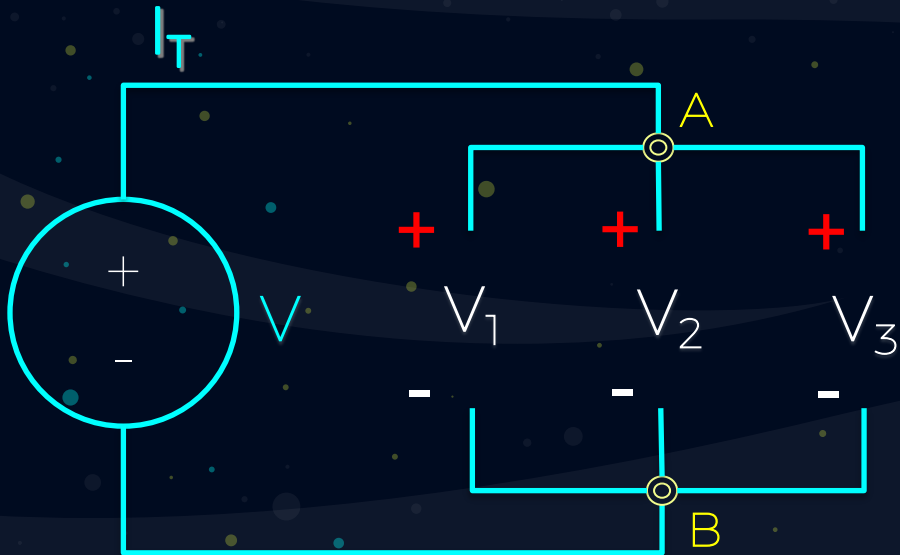


Se fosse medida a tensão no ponto A com relação ao Ponto B (V_{AB}), o valor da Tensão seria igual ao próprio valor da Fonte.:

Isto quer dizer que o ponto A e o ponto B são extensões dos terminais da fonte de alimentação.



Circuito Paralelo: Tensão

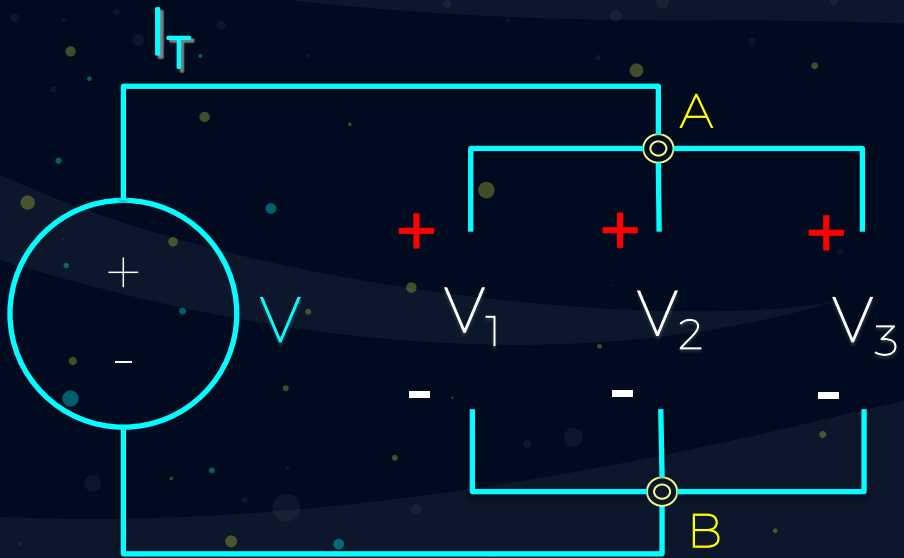


Como cada resistor está ligado no ponto A e no ponto B, é como se cada resistor estivesse diretamente conectado à fonte de alimentação.

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_{AB}$$

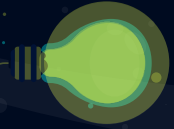


Circuito Paralelo: Tensão

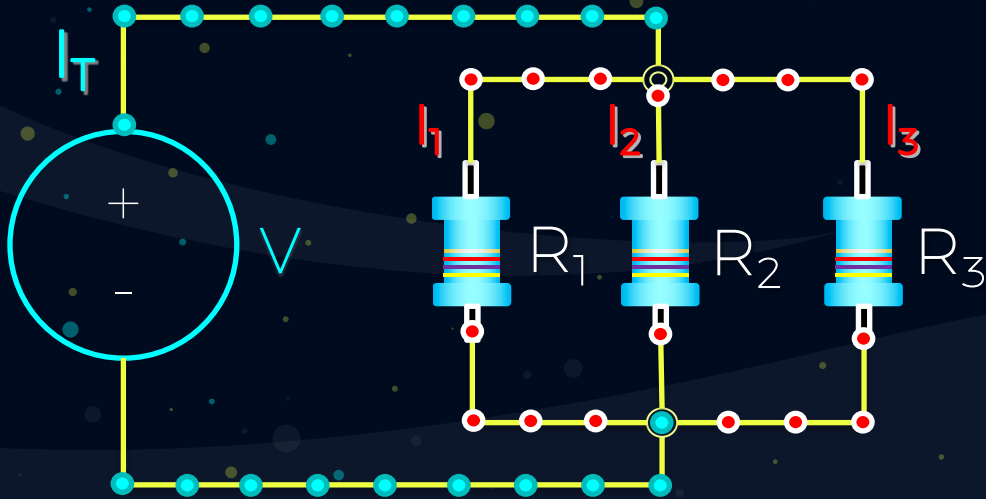


Portanto, em Circuitos Paralelos, a tensão medida sobre cada resistor, é a própria tensão da Fonte.

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_{AB} = V$$

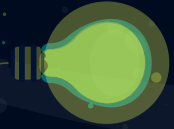


Circuito Paralelo: Resistência

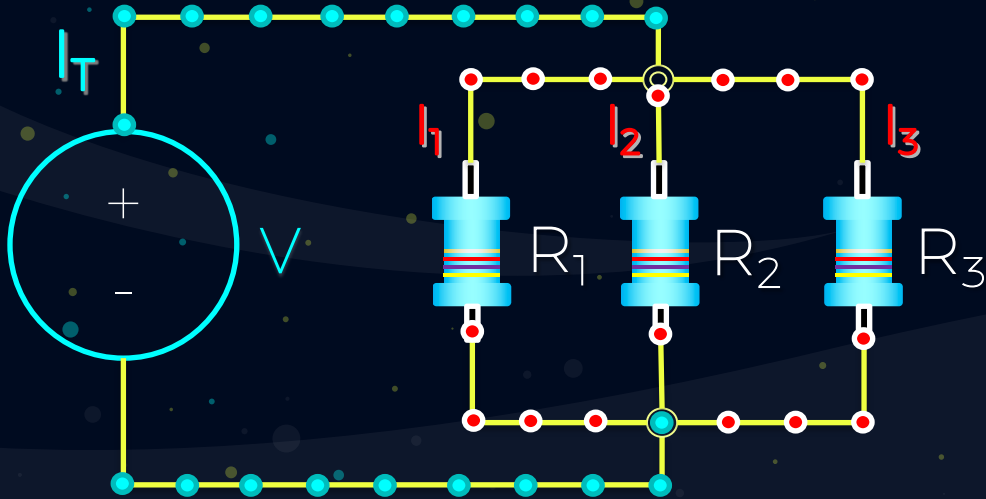


Da mesma forma que no Circuito Série, no Circuito Paralelo, a fonte não sabe quantos resistores estão ligados no circuito.

Para a Fonte, todos os resistores ligados podem ser representados por um único resistor equivalente a todos (R_T)



Circuito Paralelo: Resistência

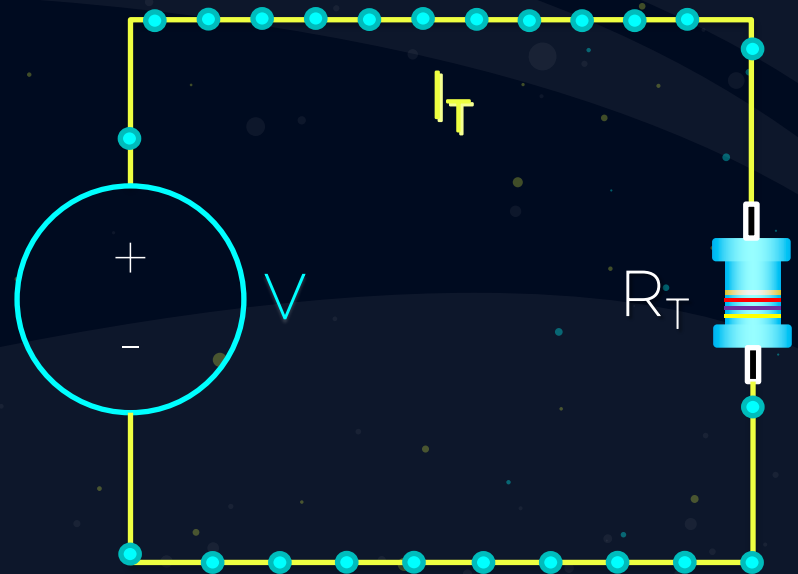
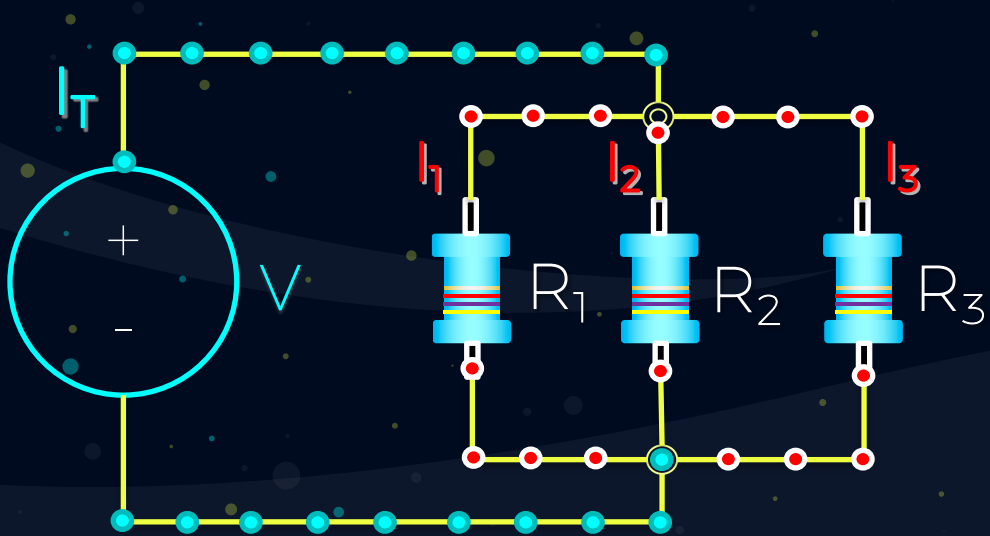


No Circuito Paralelo, não pode ser obtido a R_T da mesma forma que no Circuito Série, visto que um circuito é inverso do outro.

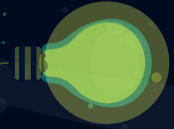
Para tanto existem 4 métodos distintos para calcular a R_T em Circuitos Paralelos de acordo com algumas situações.



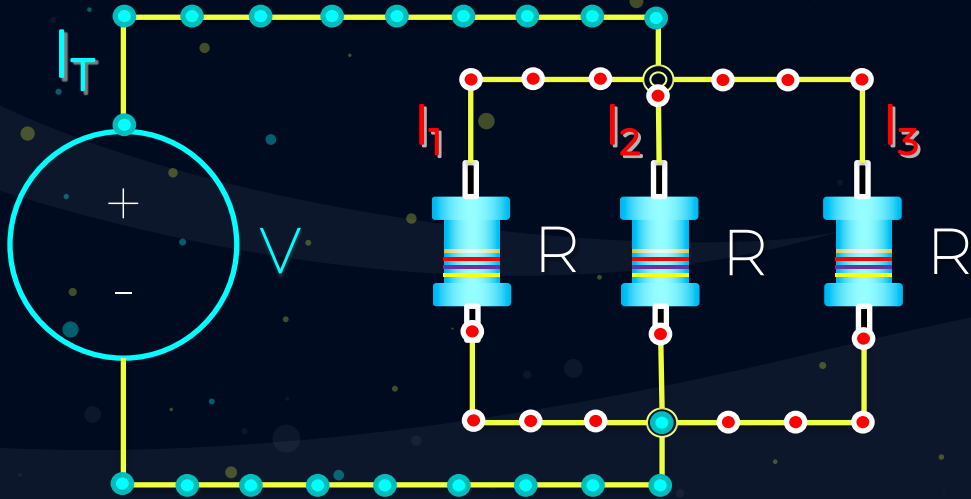
Na prática, isto significa...



Métodos de Cálculo de R_T



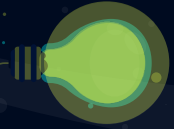
Circuito Paralelo: Resistência #1



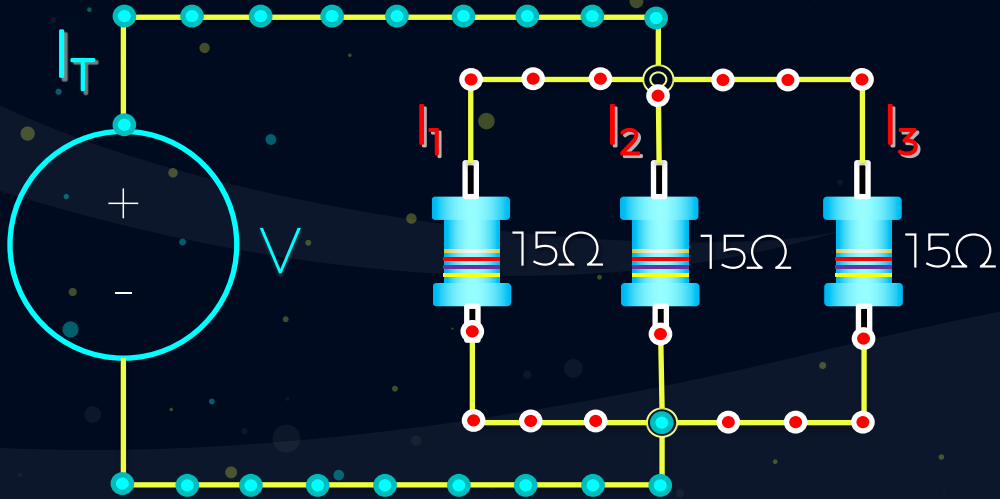
Método 1: Quando todos os resistores ligados em paralelo possuem o mesmo valor.

$$R_T = \frac{R}{n}$$

Onde R é o valor de um dos resistores e n é a quantidade deles no circuito.



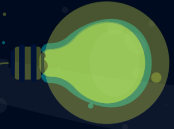
Circuito Paralelo: Resistência #1



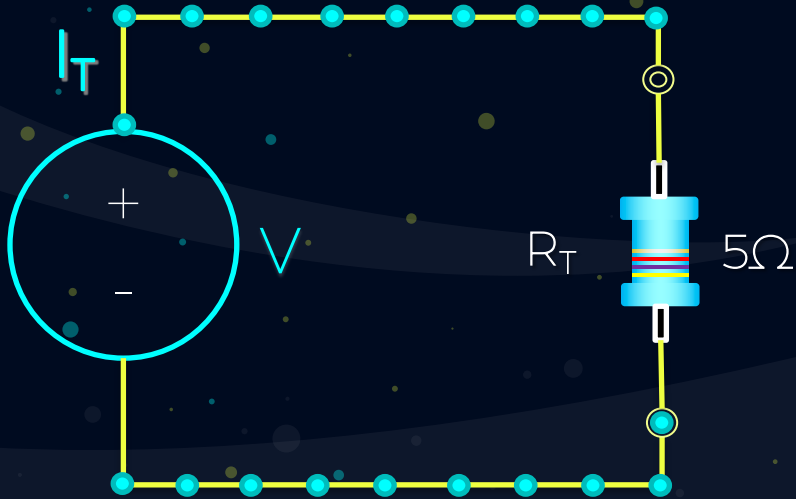
Método 1: Quando todos os resistores ligados em paralelo possuem o mesmo valor.

$$R_T = \frac{15\Omega}{3}$$

$$R_T = 5\Omega$$



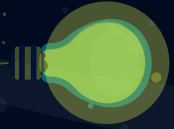
Circuito Paralelo: Resistência #1



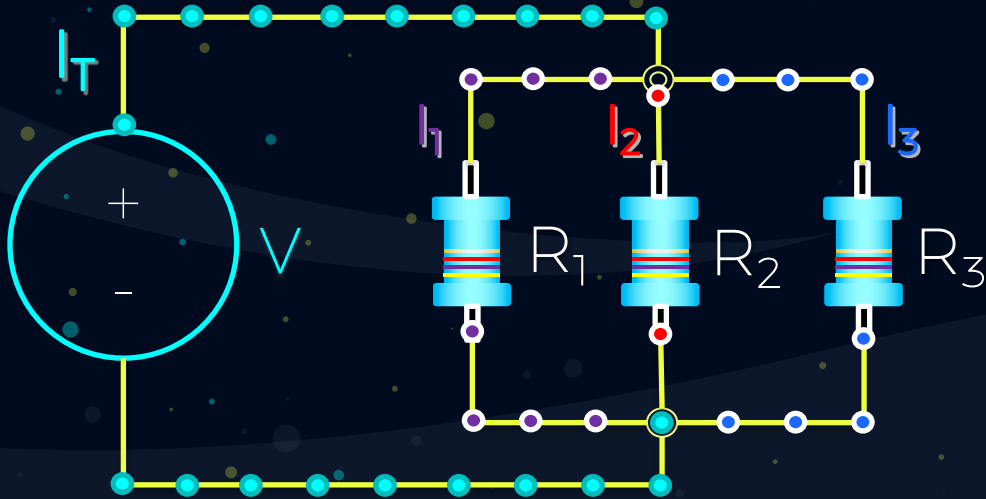
Método 1: Quando todos os resistores ligados em paralelo possuem o mesmo valor.

$$R_T = \frac{15\Omega}{3}$$

$$R_T = 5\Omega$$



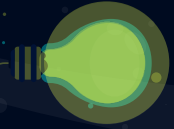
Circuito Paralelo: Resistência #1



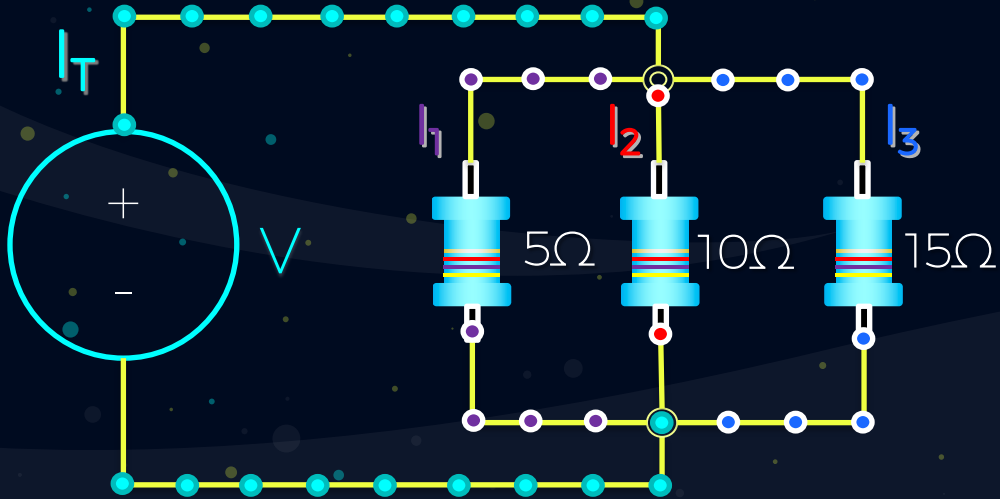
Método 2: Quando os resistores tem valores distintos

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Este método é válido para o cálculo em duplas de resistores.



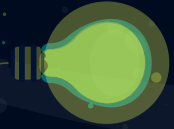
Circuito Paralelo: Resistência #2



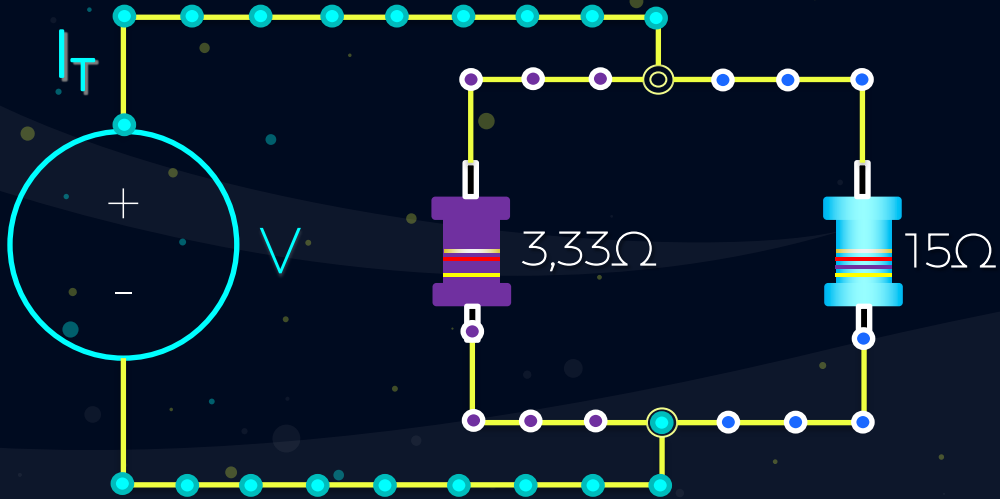
Vamos iniciar o processo de cálculo primeiramente para R_1 e R_2 .

$$R_{1,2} = \frac{5\Omega \cdot 10\Omega}{5\Omega + 10\Omega} = \frac{50\Omega^2}{15\Omega}$$

$$R_{1,2} = 3,33\Omega$$



Circuito Paralelo: Resistência #2



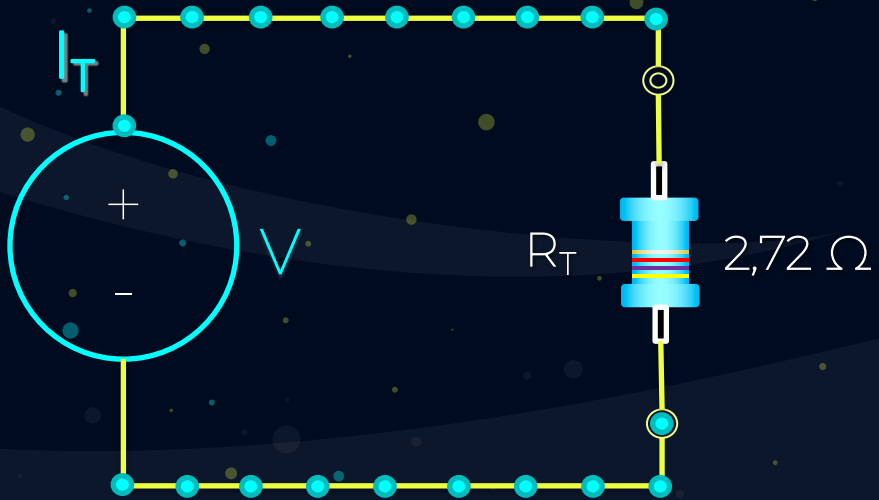
Vamos iniciar o processo de cálculo primeiramente para $R_{1,2}$ e R_3 .

$$R_T = \frac{3,33\Omega \cdot 15\Omega}{3,33\Omega + 15\Omega} = \frac{49,95\Omega^2}{18,33\Omega}$$

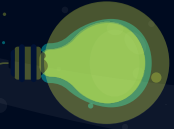
$$R_T = 2,72\Omega$$



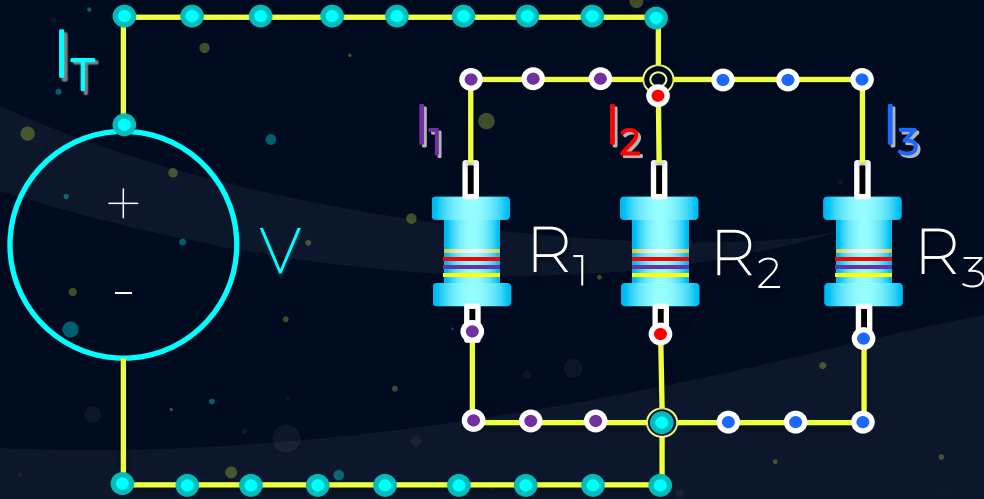
Circuito Paralelo: Resistência #3



$$R_T = 2,72\Omega$$



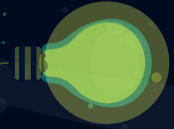
Circuito Paralelo: Resistência #3



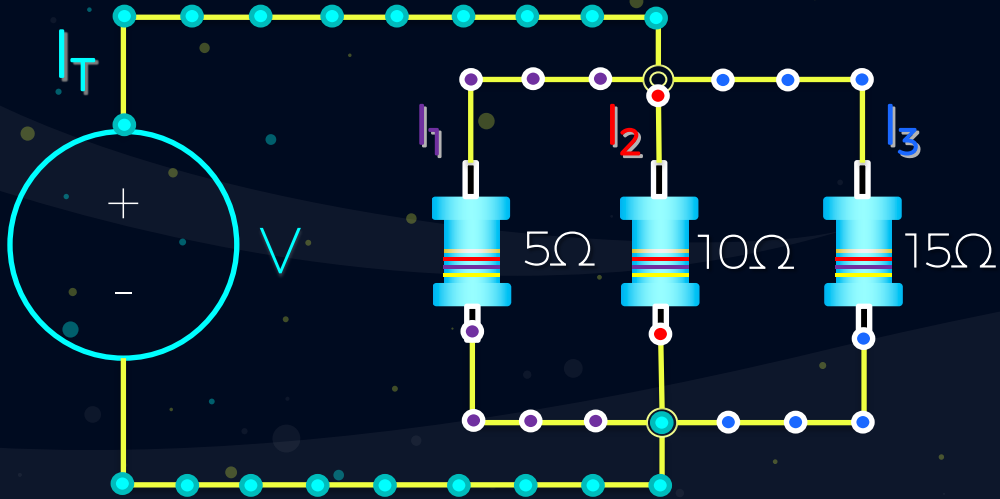
Método 3: Quando todos os resistores ligados em paralelo possuem valores distintos.

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

Este método utiliza o MCM, e consiste na soma de frações.



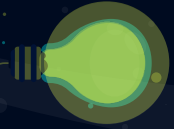
Circuito Paralelo: Resistência #3



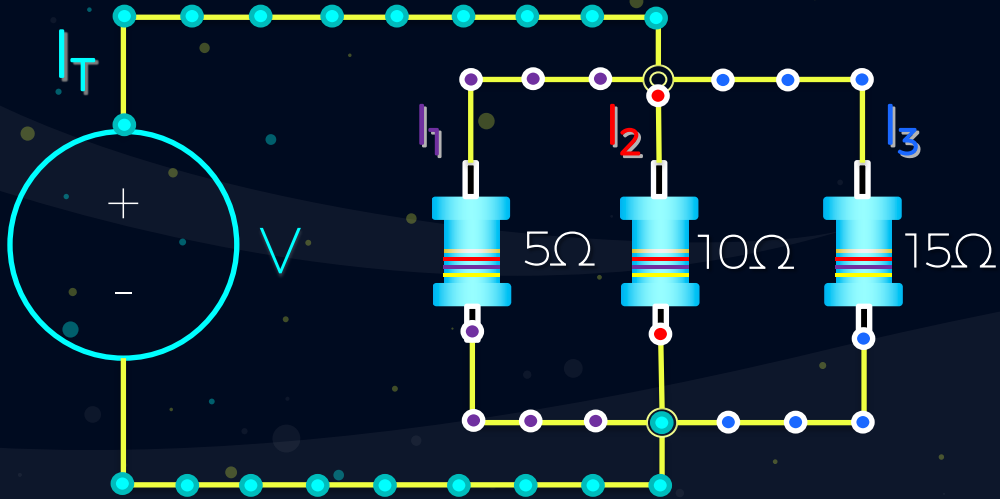
Utilizando os valores do exemplo anterior:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{5\Omega} + \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{15\Omega}$$

Calculando o MCM dos três valores (5-10-15), obtém-se o denominador: 30



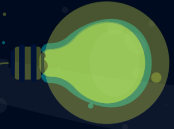
Circuito Paralelo: Resistência #3



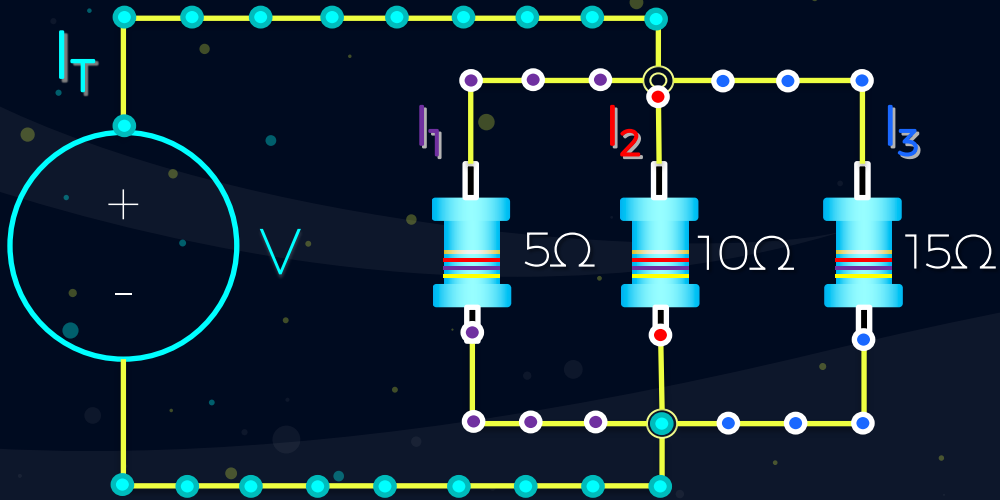
Realizando a soma de frações, obtém-se:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{6+3+2}{30}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{6+3+2}{30} = \frac{11}{30}$$



Circuito Paralelo: Resistência #3



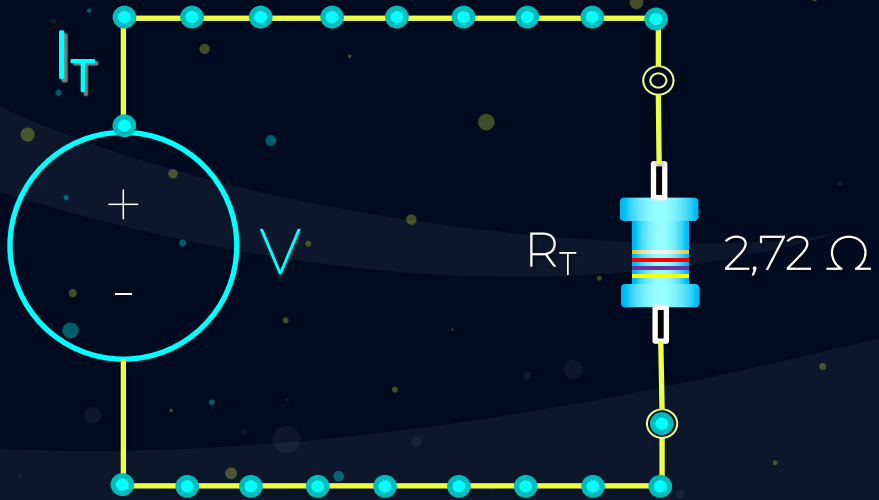
Lembrando que o valor calculado é o inverso de R_T e não R_T . Portanto, a fração deverá ser o inverso de $1/R_T$.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{11} \therefore R_T = \frac{30}{11}$$

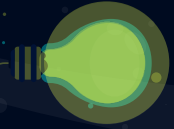
$$R_T = 2,72\Omega$$



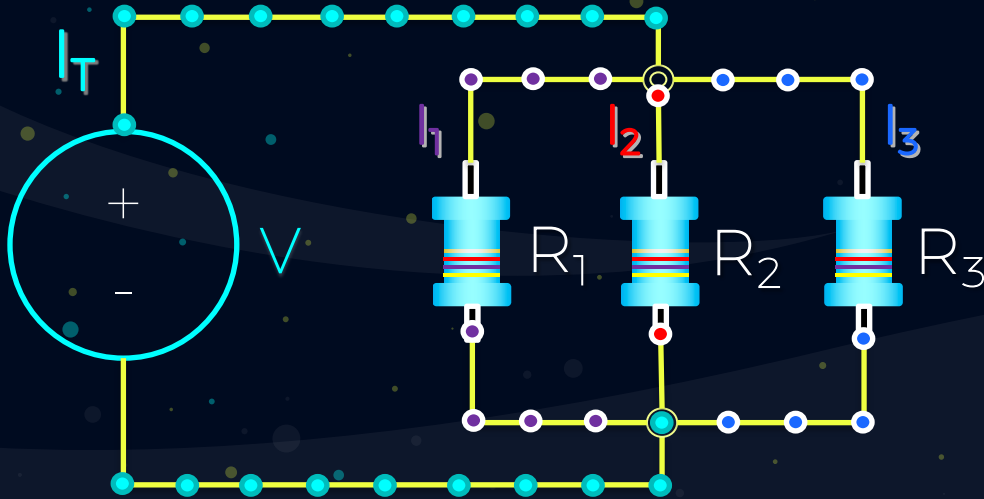
Circuito Paralelo: Resistência #3



$$R_T = 2,72\Omega$$



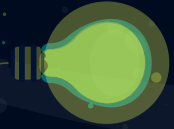
Circuito Paralelo: Resistência #4



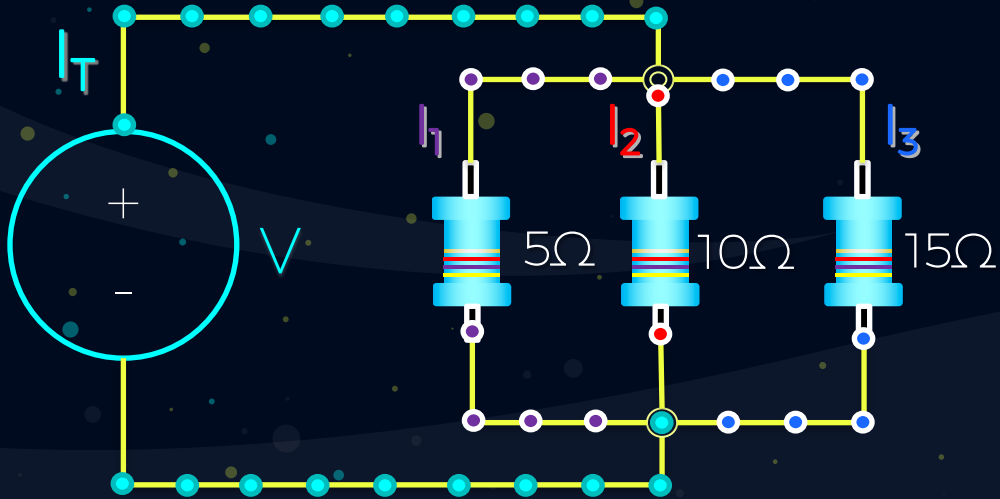
Método 4: Quando todos os resistores ligados em paralelo possuem valores distintos.

$$C_T = \frac{1}{R_T} \text{ (Siemens)}$$

Este método é chamado também de método da Condutância (Inverso da Resistência)



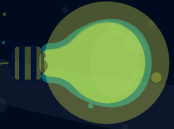
Circuito Paralelo: Resistência #4



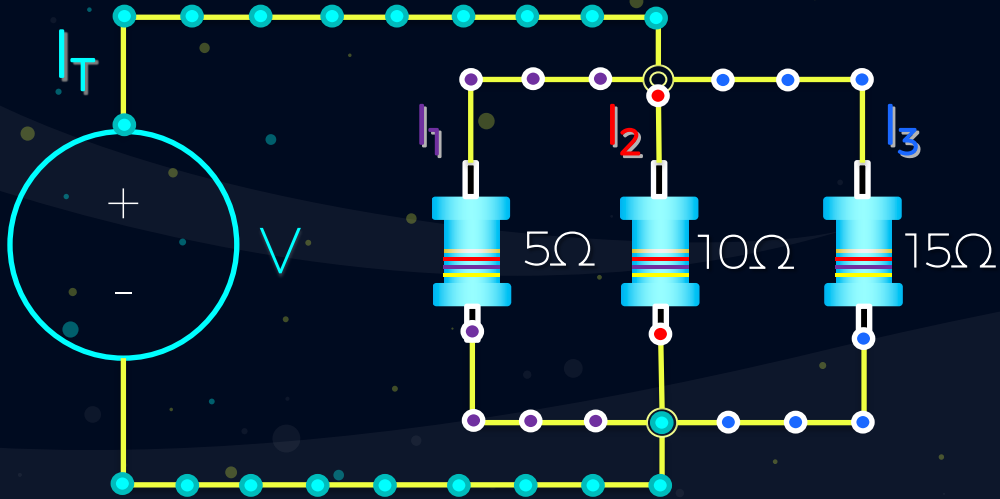
Utilizando os valores do exemplo anterior:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{5\Omega} + \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{15\Omega}$$

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$



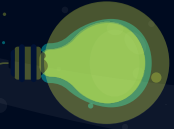
Circuito Paralelo: Resistência #4



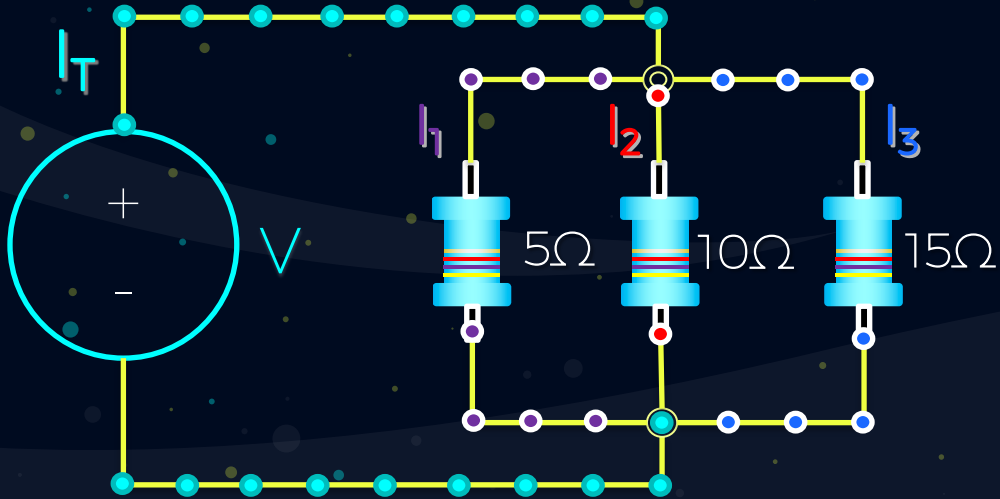
Calculando os valores de forma direta, obtém-se que:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{5\Omega} + \frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{15\Omega}$$

$$C_T = 0,2S + 0,1S + 0,067S$$



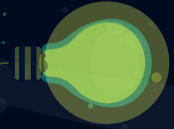
Circuito Paralelo: Resistência #4



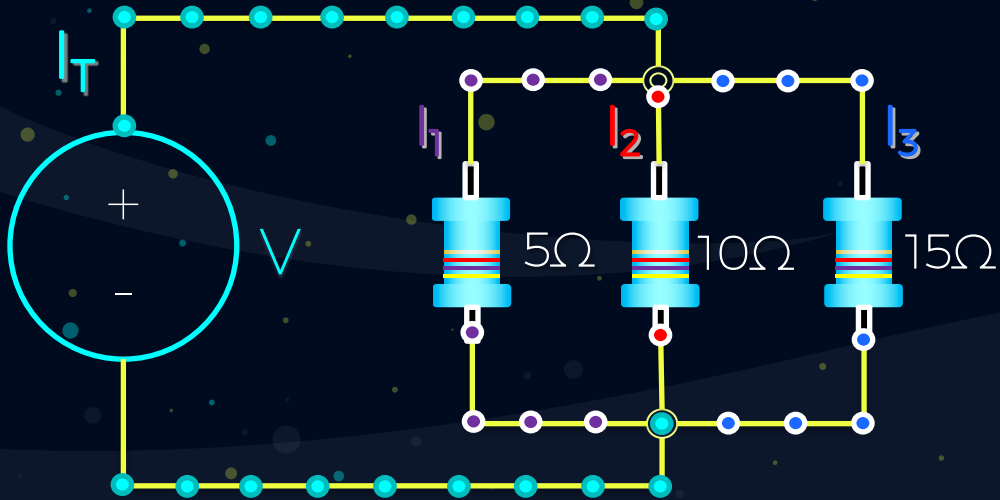
Somando os valores de condutância calculados, obtém-se a Condutância Total do Circuito

$$C_T = 0,367 S$$

Lembrando que a Condutância Total é o inverso da Resistência Total.



Circuito Paralelo: Resistência #4



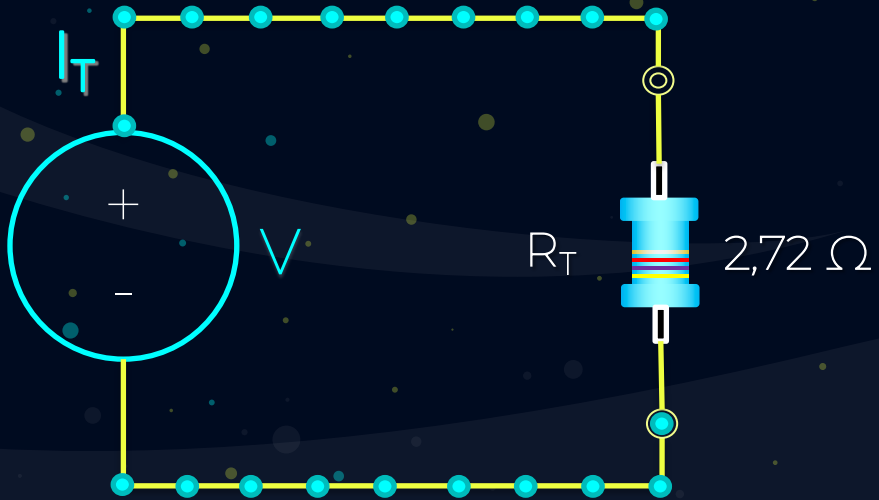
Portanto, invertendo o valor da Condutância Total, obtém-se o Valor da R_T

$$R_T = \frac{1}{C_T} = \frac{1}{0,367 S}$$

$$R_T = 2,72\Omega$$



Circuito Paralelo: Resistência #4



$$R_T = 2,72\Omega$$

Resumindo:

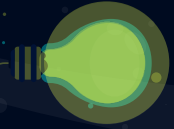
#método 1: Somente se todos os valores de resistores forem iguais.

#método 2: Para valores diferentes. Uso em pares! Pode ser utilizado para mais de 2 resistores, porém terá mais interações.

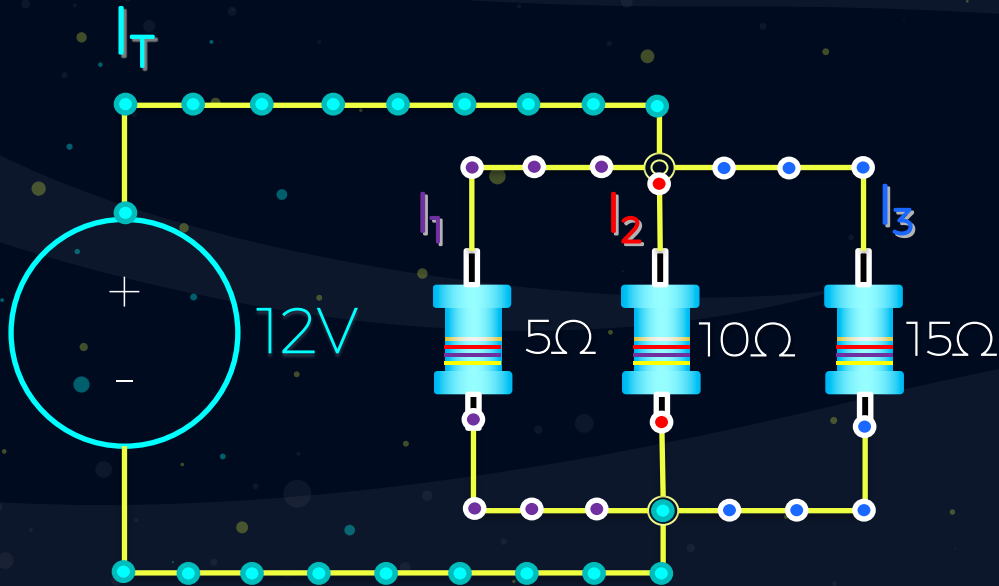
#método 3: Para valores diferentes e qualquer número de resistores. Requer MCM e inversão do resultado final.

#método 4: Para valores diferentes e qualquer número de resistores. Recomendado pela simplicidade e rapidez de cálculo.

Exemplos



Exemplo 1:



$$V_1 = V_2 = V_3 = V = 12V$$

$$I_1 = 12V/5\Omega = 2,4A$$

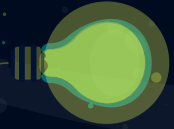
$$I_2 = 12V/10\Omega = 1,2A$$

$$I_3 = 12V/15\Omega = 0,8A$$

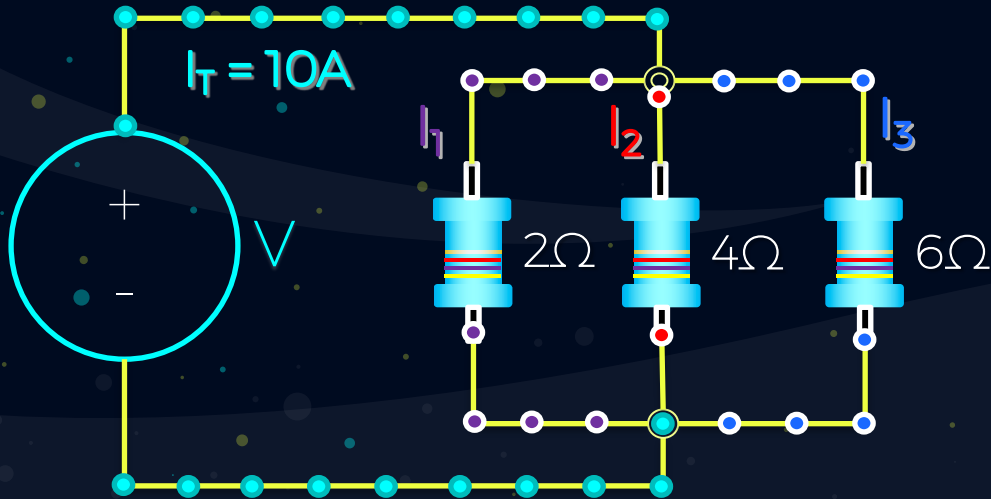
$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_T = 2,4A + 1,2A + 0,8A$$

$$I_T = 4,4A$$



Exemplo 2:



$$I_T = 10A$$

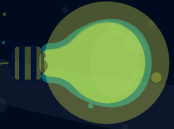
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_T = 0,5S + 0,25S + 0,167S$$

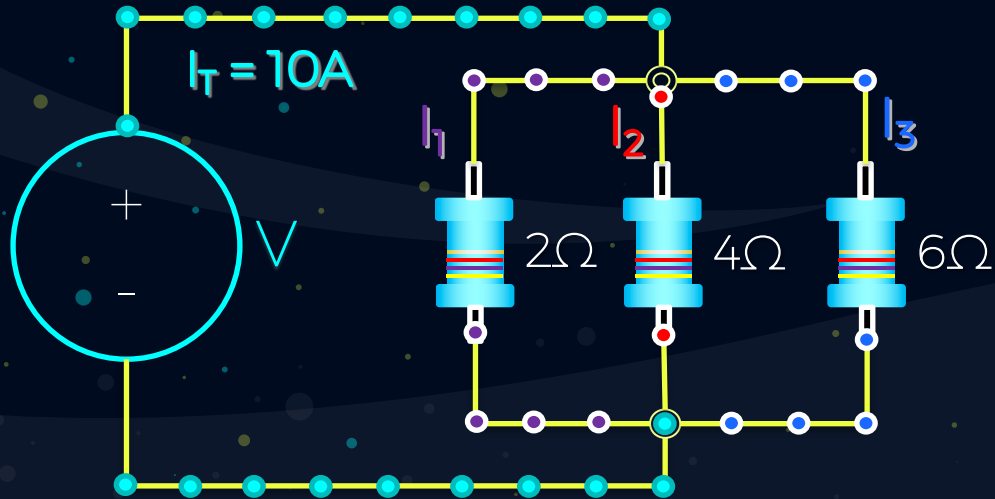
$$C_T = 0,917S$$

$$R_T = 1 / C_T = 1 / 0,917S$$

$$R_T = 1,09\Omega$$



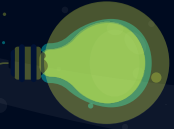
Exemplo 2:



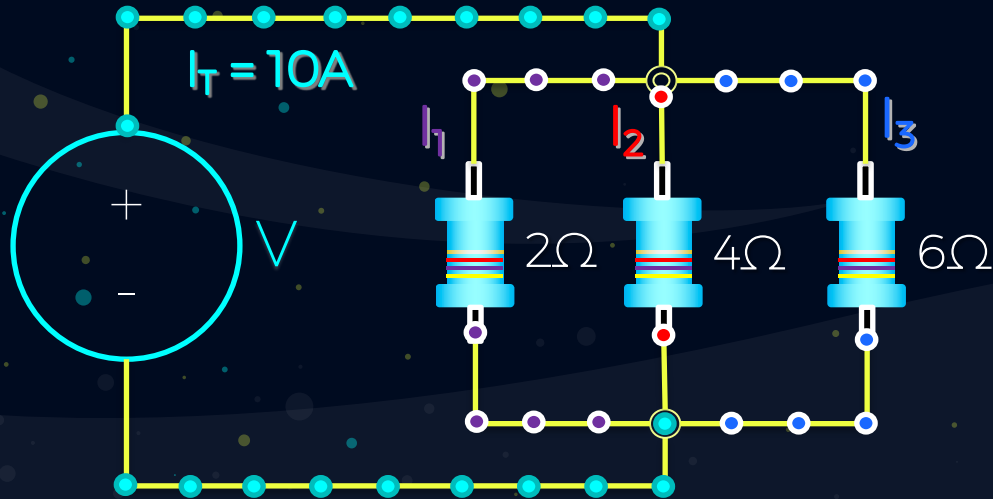
$$V_T = I_T \times R_T$$

$$V_T = 10A \times 1,09\Omega$$

$$V_T = 10,9V$$



Exemplo 2:



$$V_T = 10,9 \text{ V}$$

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I_1 = 10,9\text{V}/2\Omega = 5,45\text{A}$$

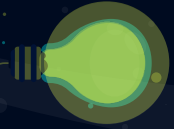
$$I_2 = 10,9\text{V}/4\Omega = 2,725\text{A}$$

$$I_3 = 10,9\text{V}/6\Omega = 1,817\text{A}$$

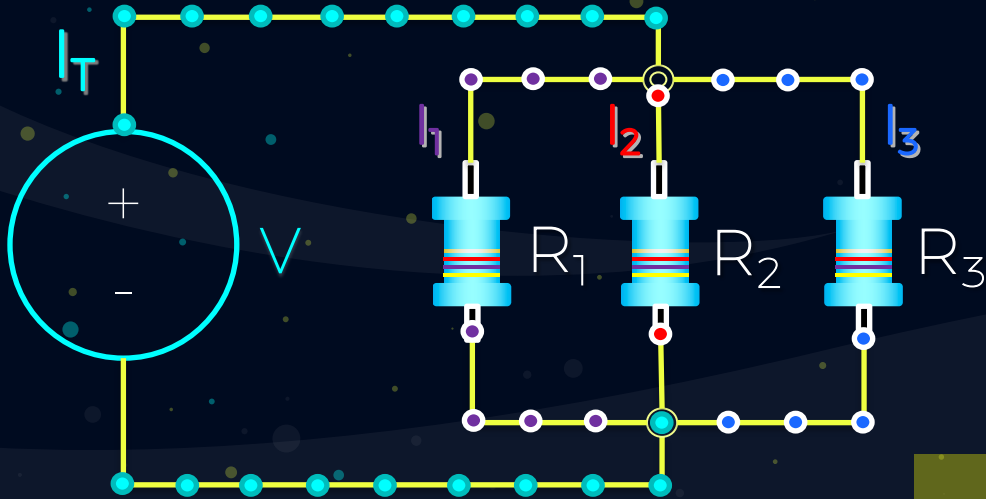
$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_T = 9,992 \text{ A} = 10 \text{ A}$$

Resumindo...



Em um Circuito Paralelo



A corrente total se divide inversamente proporcional ao valor do Resistor

A tensão sobre qualquer resistor é o mesmo em todos os resistores em paralelo.

A Resistência Total não pode ser calculada diretamente como no Circuito Série, existem 4 métodos de cálculo.

Dúvidas?

raul.sales@passofundo.ifsul.edu.br