

Tipos de circuito simples: Associação de resistências.

Os circuitos são classificados em:

- 1) Circuito série
- 2) Circuito Paralelo
- 3) Circuito Misto

A seguir veremos detalhadamente cada um deles.

Associação em série de resistências.

A Figura 01 a seguir apresenta um circuito série. As três resistências R_1 , R_2 e R_3 estão ligadas em série e estão ligadas a uma fonte de tensão $V(V)$. Podemos observar que elas estão ligadas de tal forma que existe um único caminho para a corrente.

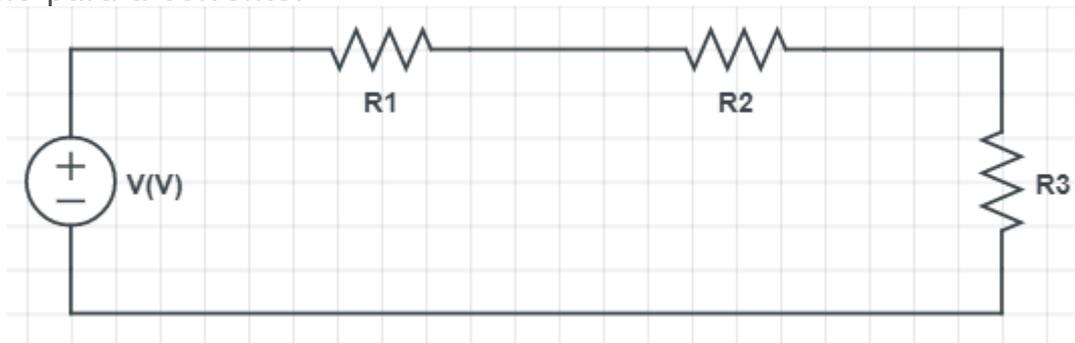


Figura 01: Circuito série.

Podemos utilizar um voltímetro para medir a queda de tensão em cima de cada uma das três resistências. Esta configuração com três voltímetros V_1 , V_2 e V_3 é apresentada na Figura 02. Na Figura 02 também estão indicadas as correntes I_1 , I_2 e I_3 em cada uma das três resistências R_1 , R_2 e R_3 .

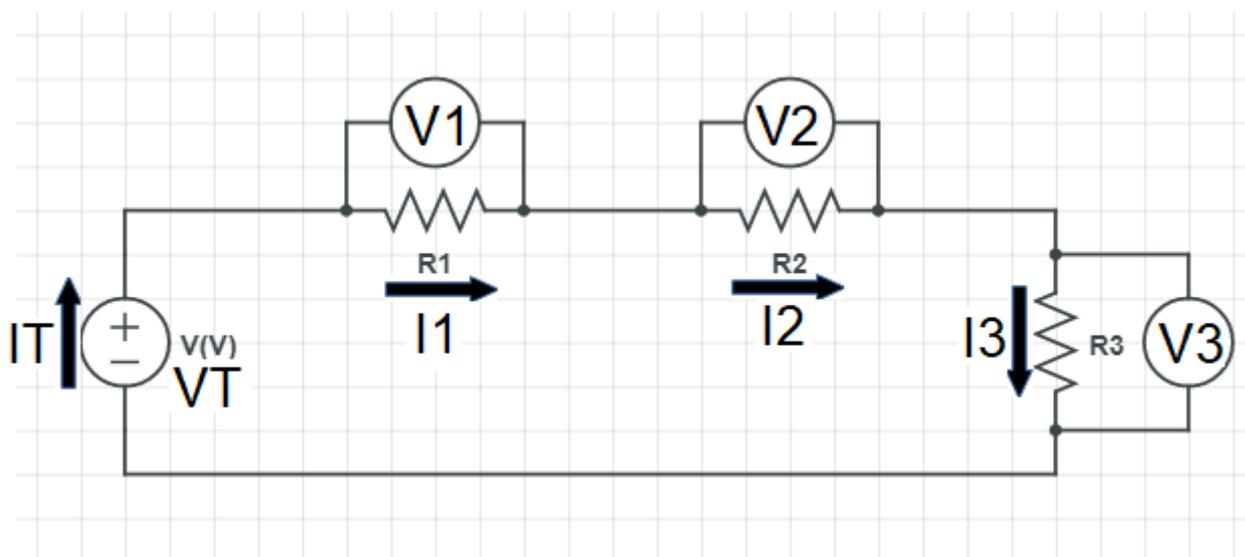


Figura 02: Circuito Série indicando as tensões e as correntes.

Conforme já foi comentado e observando a Figura 02, podemos notar que existe um único caminho para a corrente. Assim, a corrente I_1 na resistência R_1 tem que ser igual a corrente I_2 na Resistência R_2 . E ainda tem que ser

igual a corrente I_3 na resistência R_3 . E também tem que ser igual a corrente total I_T na fonte de tensão $V(V)$.

Assim, a equação para relacionar as correntes no circuito série é dada por:

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

E pode ser generalizada para n resistências da seguinte forma:

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$$

Em cima de cada resistência R_1 , R_2 e R_3 da Figura 02 existe uma queda de tensão V_1 , V_2 e V_3 . Estas quedas de tensão, V_1 , V_2 e V_3 podem apresentar valores diferentes entre si. Mas a soma de todas as quedas de tensão em cima de todas as resistências na associação série tem que ser igual a tensão total da fonte. Assim, a soma de V_1 , V_2 e V_3 tem que ser igual a tensão total na fonte V_T :

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

E pode ser generalizada para n resistências da seguinte forma:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

O circuito série da Figura 02 possui três resistências associadas em série. Essas três resistências associadas em série podem ser removidas e podem ser substituídas por uma única resistência equivalente R_{EQ} . A resistência equivalente R_{EQ} é uma única resistência utilizada para substituir todas as resistências de um circuito. A resistência equivalente tem um valor tal que, se for submetida a mesma tensão, permitirá circular o mesmo valor de corrente. Para calcular a resistência equivalente de circuito série basta somar os valores de todas as resistências associadas em série. Assim, para o circuito série da Figura 02:

$$R_{EQ} = R_1 + R_2 + R_3$$

E pode ser generalizada para n resistências da seguinte forma:

$$R_{EQ} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Exemplo de cálculo de resistência equivalente para circuito série:



Figura 03: Circuito Série Exemplo para cálculo da Resistência Equivalente.

$$R_{EQ} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{EQ} = 8 + 10 + 12$$

$$R_{EQ} = 30 \Omega$$

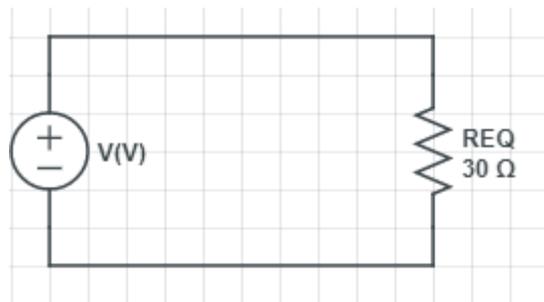


Figura 04: Resistência Equivalente do circuito série.

Associação em Paralelo de Resistências.

A Figura 05 a seguir apresenta três resistências R1, R2 e R3 associadas em Paralelo. Ao contrário do circuito série, podemos observar que existe mais de um caminho possível para a corrente.

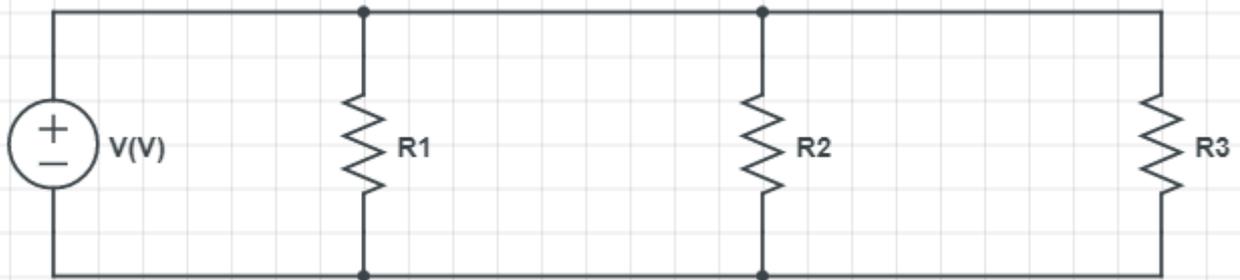


Figura 05: Circuito Paralelo.

Da mesma forma que foi feito para o circuito série, podemos usar um voltímetro V1, V2 e V3 para medir a tensão em cada resistência R1, R2 e R3 do circuito paralelo. Esta configuração é apresentada na Figura 06 a seguir. São apresentados também os sentidos das correntes I1, I2 e I3, respectivamente, nos resistores R1, R2 e R3, e também a corrente total na fonte IT.

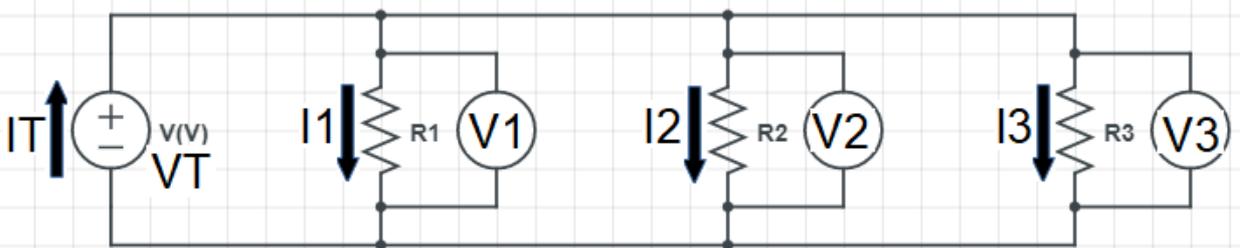


Figura 06: Circuito Paralelo indicando as tensões e as correntes.

Se observarmos os pontos onde são conectados os voltímetros V1, V2 e V3 da Figura 06, veremos que as tensões V1, V2 e V3 em cada um dos três resistores devem ser iguais. Além disso, devem ser iguais à tensão da fonte VT. Assim, a equação para as tensões na associação paralelo é:

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

E generalizando para n resistências:

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

Conforme já mencionamos, no circuito paralelo existe mais de um caminho para a corrente. A corrente total IT da fonte se subdivide em tantas

partes quantas forem as resistências associadas em paralelo. Assim, da Figura 06, a corrente total da fonte I_T é a soma das correntes I_1 , I_2 e I_3 :

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

E generalizando para n resistências:

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

Da mesma forma que foi feito para o circuito série, também é possível calcular a resistência equivalente para o circuito paralelo. Ou seja, substituir todas as resistências associadas em paralelo por uma única que causa o mesmo efeito. Para o circuito paralelo apresentado na Figura 06, a fórmula para calcular a resistência R_{EQ} é:

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

E generalizando para n resistências:

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Quando existem apenas 2 resistências associadas em paralelo, existe uma fórmula mais simples para este caso:

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

Exemplo de cálculo de resistência equivalente para circuito paralelo:

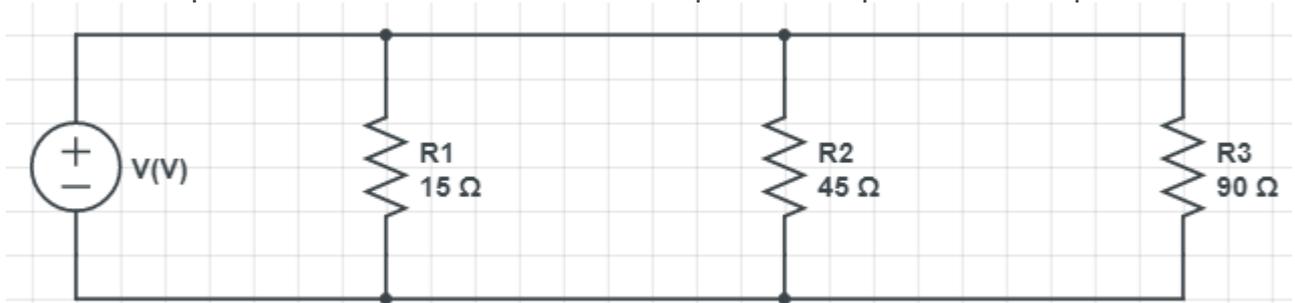


Figura 07: Circuito Paralelo Exemplo para cálculo da Resistência Equivalente.

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{45} + \frac{1}{90}$$

É necessário encontrar o mínimo múltiplo comum.

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{6+2+1}{90} = \frac{9}{90}$$

É necessário inverter a fórmula em ambos os lados:

$$\frac{R_{EQ}}{1} = \frac{90}{9}$$

$$R_{EQ} = 10 \Omega$$

A seguir é apresentada outra forma de resolver o mesmo problema usando a calculadora. Contituindo-se numa abordagem mais relacionada com a prática, onde os valores geralmente não são inteiros:

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{45} + \frac{1}{90}$$

$$\frac{1}{R_{EQ}} = 0,066666 + 0,022222 + 0,011111 = 0,1$$

É necessário inverter a fórmula em ambos os lados:

$$\frac{R_{EQ}}{1} = \frac{1}{0,1} = 10 \Omega$$

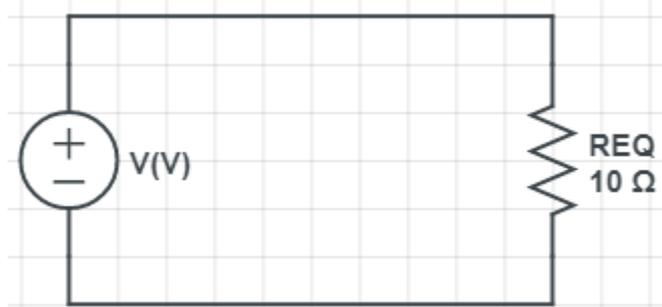


Figura 08: Resistência Equivalente do circuito paralelo.

Um ponto importante de observar é que a resistência equivalente da associação paralelo tem que ser menor do que a menor resistência associada em paralelo. Neste caso a menor resistência associada em paralelo era 15 Ω e a resistência equivalente deu 10 Ω.

Circuito misto.

O circuito misto é um circuito onde podem ser encontradas resistências associadas em série e também podem ser encontradas outras resistências associadas em paralelo no mesmo circuito. Exemplo:

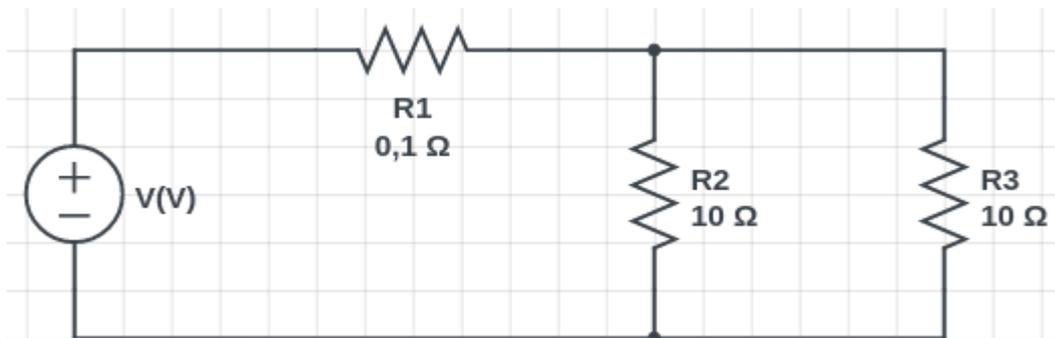


Figura 09: Circuito Misto Exemplo para cálculo da Resistência Equivalente.

Este exemplo poderia ser visualizado na prática como sendo duas torneiras elétricas de potência aproximada de 5000W, ligadas em paralelo e em série com o paralelo das duas torneiras estaria a resistência do cabo que liga o medidor ao quadro de distribuição.

Na Figura 09, R2 e R3 estão em paralelo:

$$R_{EQ1} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

$$R_{EQ1} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = \frac{100}{20}$$

$$R_{EQ1} = 5 \Omega$$

Assim, o circuito pode ser simplificado conforme o apresentado na Figura 10:

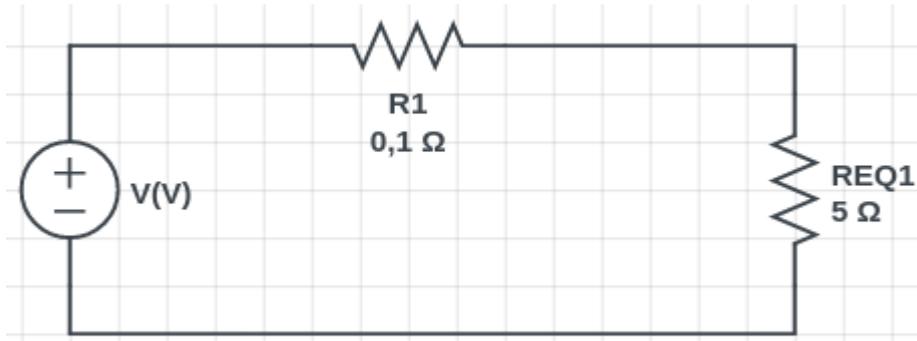


Figura 10: Circuito Misto após simplificação.

Agora temos $R1$ em série com $REQ1$. Resolvendo temos:

$$R_{EQ2} = R_1 + R_{EQ1}$$

$$R_{EQ2} = 0,1 + 5$$

$$R_{EQ2} = 5,1 \Omega$$

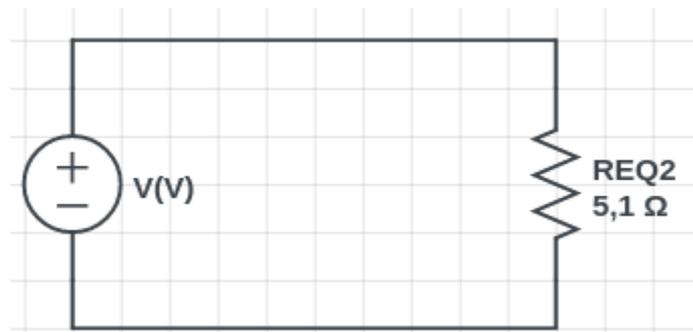


Figura 11: Resistência Equivalente do circuito misto.