



Eixo Tecnológico
Controle e Processos Industriais

ELETRICIDADE BÁSICA

Professor Mario da Rosa João



ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE

Associação de resistores

Os resistores entram na constituição da maioria dos circuitos elétricos, formando associações de resistores. Por isso, é importante que você conheça os tipos e as características elétricas dessas associações, pois elas são a base de qualquer atividade ligada à eletroeletrônica.

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE

Na associação de resistores é preciso considerar duas coisas: os terminais e os nós.

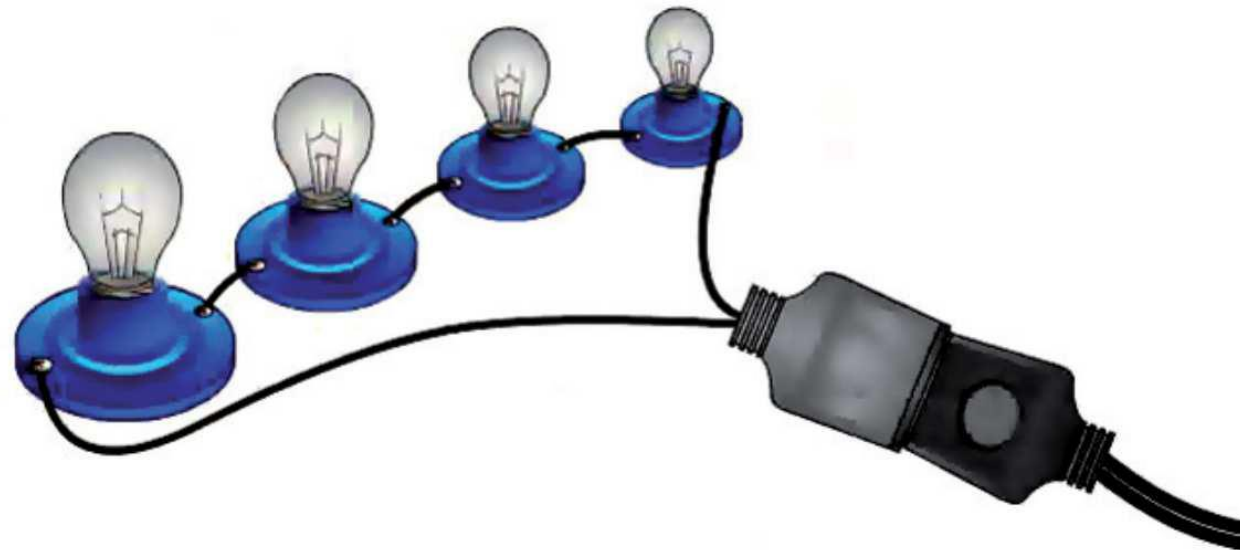
Os terminais são os pontos da associação conectados à fonte geradora.

Os nós são os pontos em que ocorre a interligação de dois ou mais resistores.

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM SÉRIE

Associação em série

Neste tipo de associação os resistores são interligados de forma que exista apenas um caminho para a circulação da elétrica entre os terminais.



Características da associação em série:

Resistência

Você pode calcular a resistência do resistor equivalente da associação, da seguinte forma:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_n \dots$$

Características da associação em série:

Exemplo 1 :

Determine a resistência equivalente do circuito, sabendo que as resistências tem os respectivos valores:

$$R1 = 100 \Omega$$

$$R2 = 120 \Omega$$

$$R3 = 80 \Omega$$



Características da associação em série:

Temos:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 100 + 120 + 80$$

$$R_T = 300 \Omega$$

Características da associação em série:

Exemplo 2:

Determine a resistência equivalente do circuito, sabendo que os resistores tem o mesmo valor, que é 20Ω .



Características da associação em série:

Temos:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

$$R_T = 20 + 20 + 20 + 20 + 20$$

$$R_T = 100 \Omega$$

Características da associação em série:

Corrente

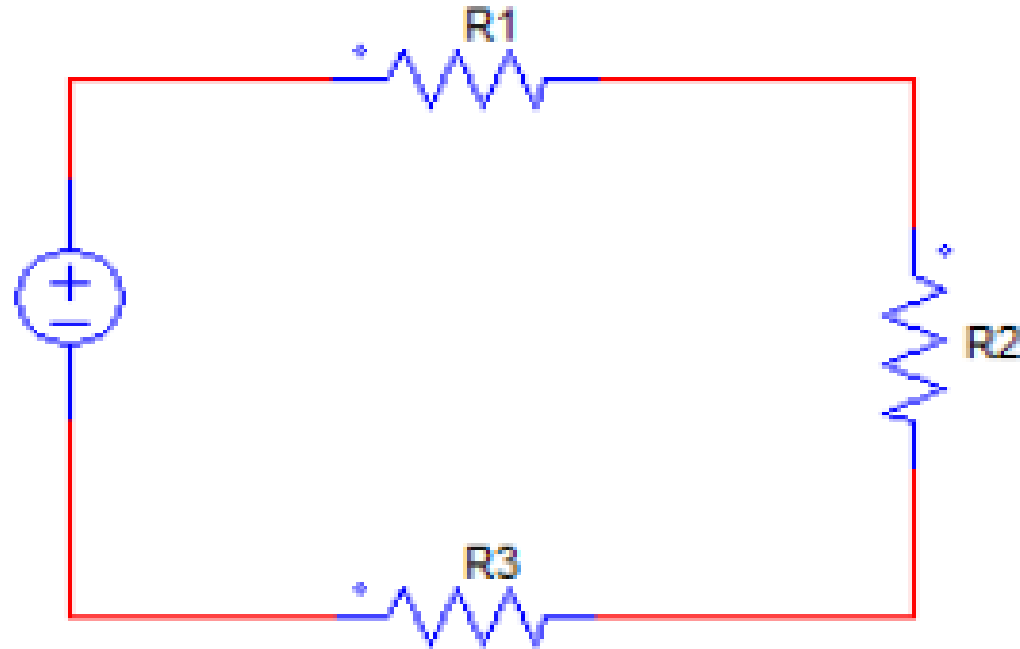
A intensidade da corrente i é a mesma em todos os resistores, pois eles estão ligados um após o outro;

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

Características da associação em série:

Exemplo:

Determine a corrente do resistor R1, R2 e R3, sabendo que Corrente Total tem o valor de 2A:



Características da associação em série:

Temos:

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

$$2 A = I_1 = I_2 = I_3$$

Características da associação em série:

Tensão

A tensão total na associação é igual à soma das tensões em cada resistor.

$$ET = E1 + E2 + E3 + En \dots$$

Características da associação em série:

Exemplo:

Determine a tensão nos resistores R1, R2 e R3.

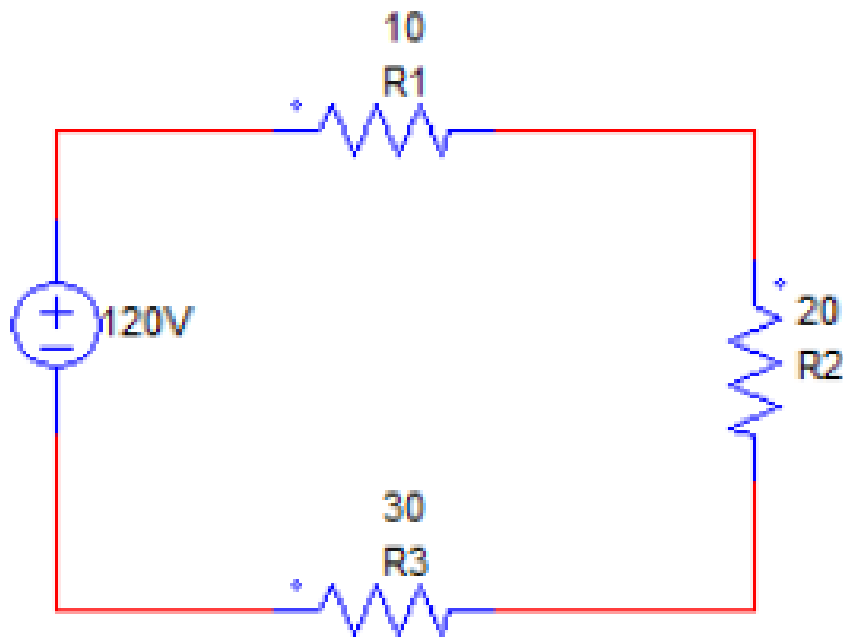
Dados:

$$E_T = 120 \text{ V}$$

$$R_1 = 10 \ \Omega$$

$$R_2 = 20 \ \Omega$$

$$R_3 = 30 \ \Omega$$



Características da associação em série:

Passos:

1° - Determinar a Resistência Total = R_T

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 10 + 20 + 30$$

$$R_T = 60 \Omega$$

Características da associação em série:

Passos:

2° - Determinar a Corrente Total = I_T

Sabemos que pela Lei de Ohm temos:

$$E_T = R_T \times I_T$$

Efetuando a troca das posições das grandezas na fórmula:

$$I_T = E_T / R_T$$

Substituindo os valores:

$$I_T = 120 / 60$$

$$I_T = 2A$$

Características da associação em série:

Passos:

3º - Determinar as quedas de tensão nos resistores.

Sabemos que pela Lei de Ohm temos:

$$E_T = R_T \times I_T$$

Assim, para determinar a queda de tensão sobre cada um dos resistores, temos:

Características da associação em série:

Para R1

$$E1 = R1 \times I1$$

$$E1 = 10 \times 2$$

$$E1 = 20 \text{ V}$$

Para R2

$$E2 = R2 \times I2$$

$$E2 = 20 \times 2$$

$$E2 = 40 \text{ V}$$

Características da associação em série:

Para R3

$$E3 = 30 \times 2$$

$$E3 = 30 \times 2$$

$$E3 = 60 \text{ V}$$

$$\mathbf{ET = E1 + E2 + E3}$$

Substituindo os valores:

$$ET = 20 + 40 + 60$$

$$ET = 120 \text{ V}$$

Características da associação em série:

Potência

A Potência Total na associação é dada pela equação:

$$PT = ET \times IT$$

Características da associação em série:

Potência

A soma das potências nos resistores é igual ao valor da Potência Total.

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_n \dots$$

Características da associação em série:

$$E_T = 120 \text{ V}$$

$$E_1 = 20 \text{ V}$$

$$E_2 = 40 \text{ V}$$

$$E_3 = 60 \text{ V}$$

$$I_T = 2 \text{ A}$$

$$I_1 = 2 \text{ A}$$

$$I_2 = 2 \text{ A}$$

$$I_3 = 2 \text{ A}$$

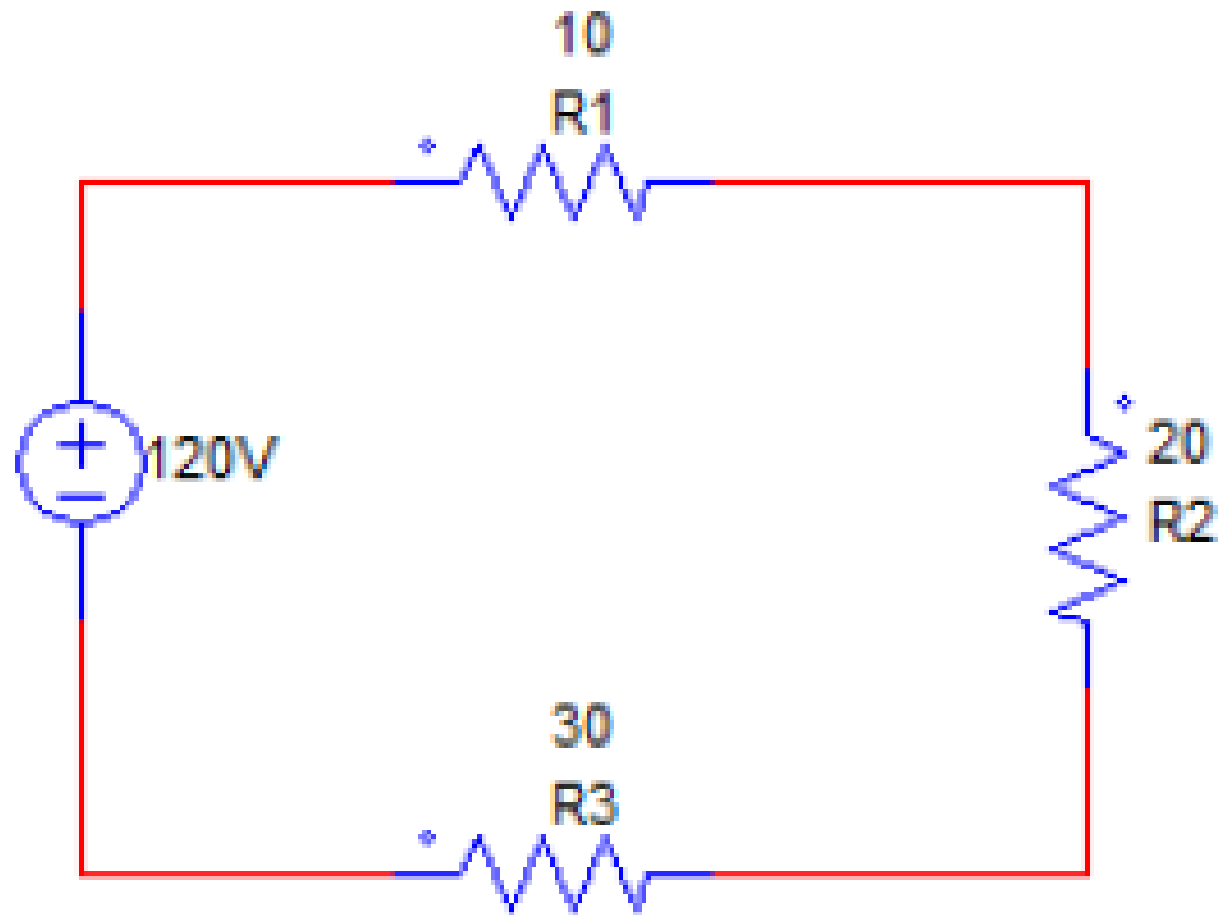
$$R_T = 60 \ \Omega$$

$$R_1 = 10 \ \Omega$$

$$R_2 = 20 \ \Omega$$

$$R_3 = 30 \ \Omega$$

Características da associação em série:



Características da associação em série:

Para Potência Total temos:

$$PT = ET \times IT$$

Substituindo os valores:

$$PT = 120 \times 2$$

$$PT = 240 \text{ W}$$

Características da associação em série:

Para determinar a potência em cada resistor, temos:

Para P1

$$P1 = E1 \times I1$$

Substituindo os valores:

$$P1 = 20 \times 2$$

$$P1 = 40 \text{ W}$$

Assim temos, que a Potência de R1 de é 40W.

Características da associação em série:

Para P2

$$P2 = E2 \times I2$$

Substituindo os valores:

$$P2 = 40 \times 2$$

$$P2 = 80 \text{ W}$$

Assim temos, que a Potência de R2 de é 80W.

Características da associação em série:

Para P3

$$P3 = E3 \times I3$$

Substituindo os valores:

$$P3 = 60 \times 2$$

$$P3 = 120 \text{ W}$$

Características da associação em série:

Com isso, temos que a soma das potências nos resistores, é igual ao valor da Potência Total do Circuito.

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

Substituindo os valores:

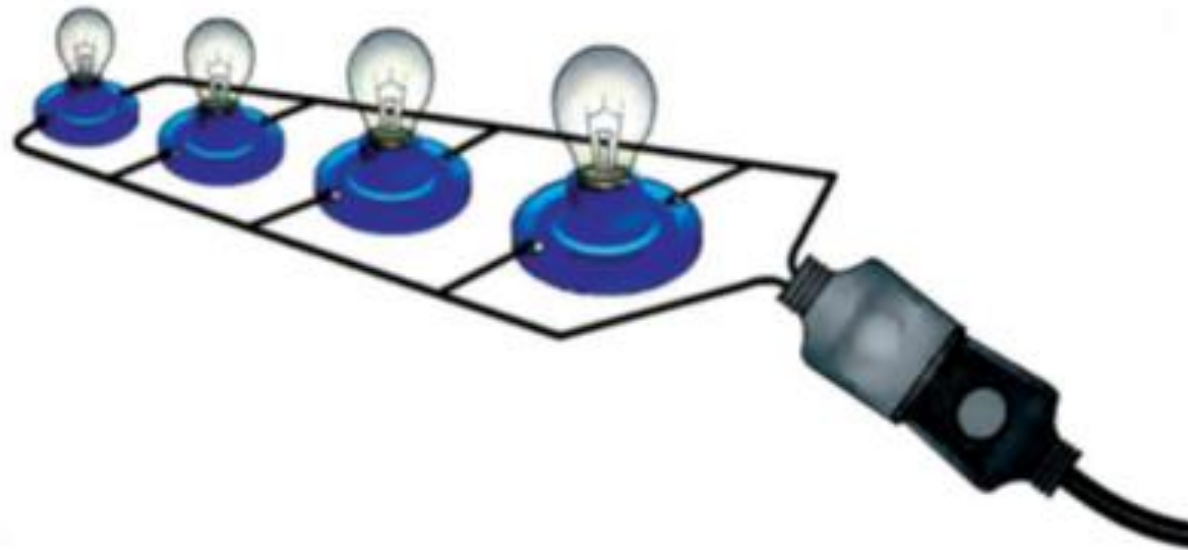
$$P_T = 40 + 80 + 120$$

$$P_T = 240 \text{ W}$$

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM PARALELO

Associação em paralelo

Uma associação de resistores é denominada de **paralela** quando os resistores que a compõem estão interligados de forma que exista mais de um caminho para a circulação da corrente elétrica entre seus terminais.



Características da associação em paralelo:

Resistência

Você pode calcular a resistência do resistor equivalente da associação, da seguinte forma:

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

Características da associação em paralelo:

Ou ainda:

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

Analisando a equação podemos definir que a resistência total do circuito, será sempre menor que a menor resistência. Lembrando que sua unidade é o OHM - Ω

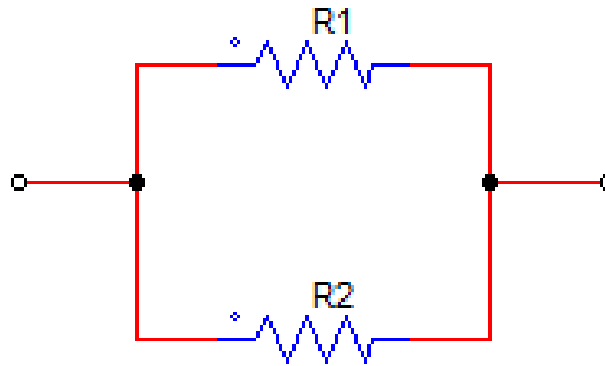
Sempre que tivermos dois resistores associados em série de valor igual, a R_T será a metade do valor do resistor.

Exemplos:

1 - Determine a resistência equivalente do circuito, sabendo que as resistências tem os respectivos valores:

$$R1 = 10 \, \Omega$$

$$R2 = 20 \, \Omega$$



Exemplos:

Exemplo com dois resistores de valores diferentes.

Temos:

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

Exemplos:

Substituindo os valores:

$$R_T = \frac{10 \times 20}{10 + 20}$$

$$R_T = \frac{200}{30}$$

$$R_T = 6,666 \Omega$$

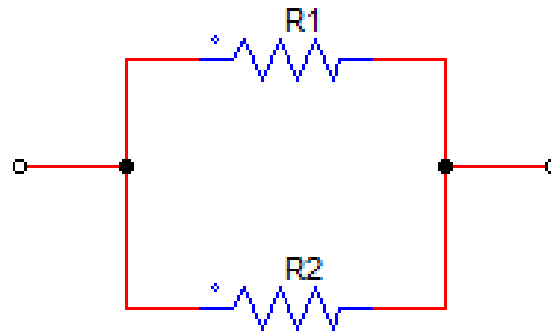
Assim, temos que, a associação destes resistores em paralelo resultou em uma Resistência Total ou Equivalente de 6,666 Ω .

Exemplos:

2 - Determine a resistência equivalente do circuito, sabendo que as resistências tem os res|

$$R1 = 50 \Omega$$

$$R2 = 50 \Omega$$



Exemplos:

Exemplo com dois resistores de valores iguais.

Temos:

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

Exemplos:

Substituindo os valores:

$$RT = \frac{50 \times 50}{50 + 50}$$

$$RT = \frac{2500}{100}$$

$$RT = 25 \Omega$$

Assim, temos que, a associação destes resistores em paralelo resultou em uma Resistência Total ou Equivalente de 25 Ω .

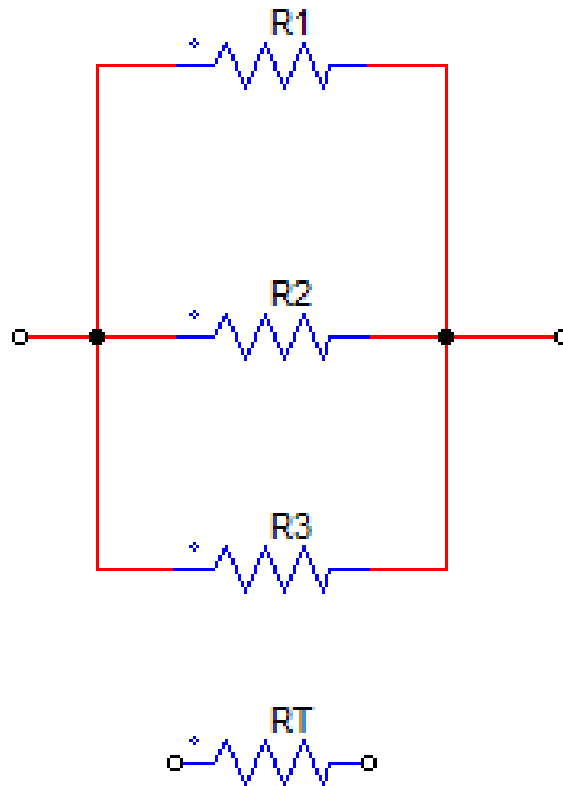
Exemplos:

3 - Determine a resistência equivalente do circuito, sabendo que as resistências tem os respectivos valores:

$$R1 = 10 \, \Omega$$

$$R2 = 20 \, \Omega$$

$$R3 = 30 \, \Omega$$



Exemplos:

Temos:

$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{RT} = 0,1 + 0,05 + 0,033$$

Exemplos:

$$\frac{1}{RT} = 0,183$$

$$1 = RT \times 0,183$$

$$\frac{1}{0,183} = RT$$

$$RT = 5,46 \Omega$$

Assim, temos que, a associação destes resistores em paralelo resultou em uma Resistência Total ou Equivalente de 5,46 Ω .

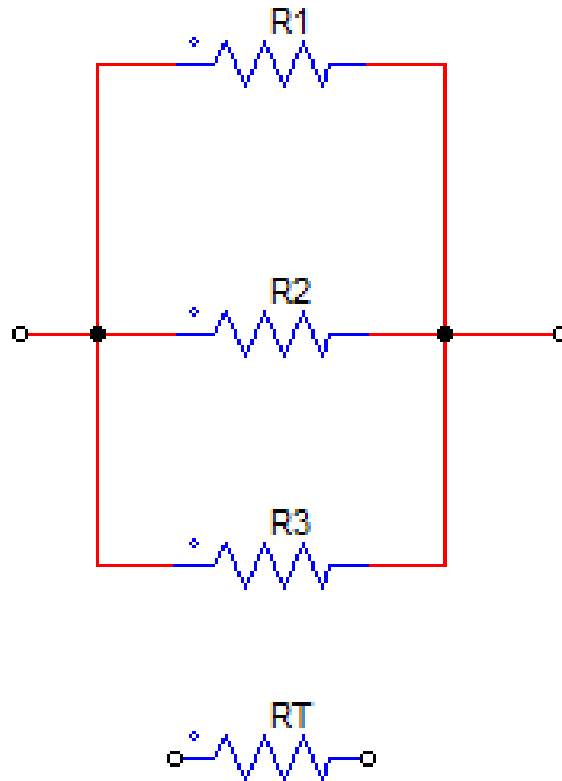
Exemplos:

4 - Determine a resistência equivalente do circuito, sabendo que as resistências tem os respectivos valores:

$$R1 = 10 \Omega$$

$$R2 = 20 \Omega$$

$$R3 = 30 \Omega$$

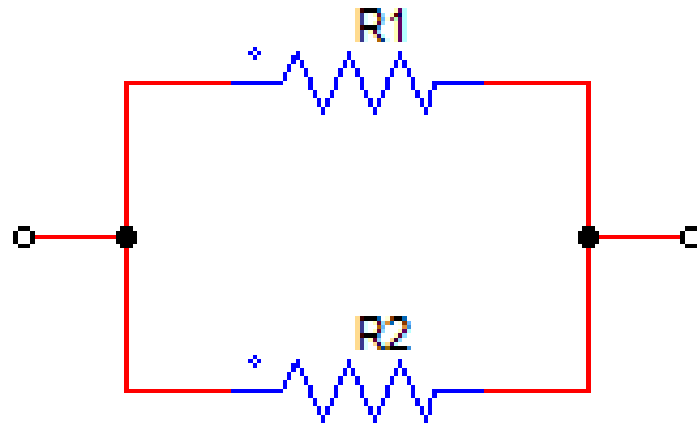


Exemplos:

Utilizando a outra fórmula:

Temos:

1° - Associar R1 e R2, formando um novo resistor, RA.



Exemplos:

$$RA = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

Substituindo os valores:

$$RA = \frac{10 \times 20}{10 + 20}$$

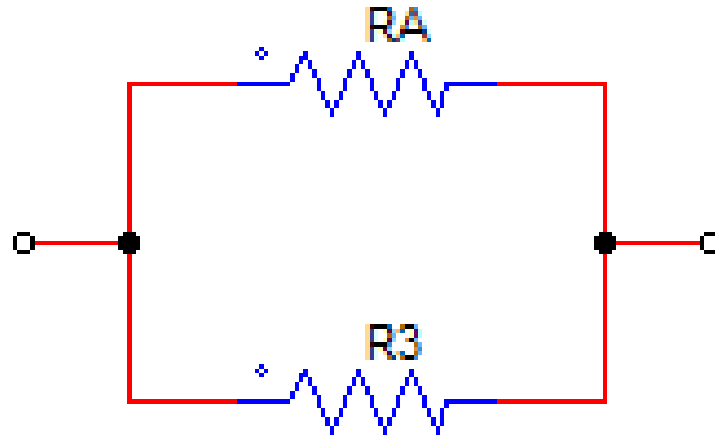
$$RA = \frac{200}{30}$$

$$RA = 6,666 \Omega$$

Assim, temos que, a associação destes resistores em paralelo resultou em uma Resistência RA de 6,666 Ω .

Exemplos:

2° - Agora com esse novo resistor RA, faremos sua associação com R3.



Exemplos:

Temos:

$$RT = \frac{RA \times R3}{RA + R3}$$

Substituindo os valores:

$$RT = \frac{6,666 \times 30}{6,666 + 30}$$

$$RT = \frac{199,999}{36,666}$$

$$RT = 5,46 \Omega$$

Exemplos:

Assim, temos que, a associação destes resistores em paralelo resultou em uma Resistência Total ou Equivalente de $5,46 \Omega$.

Tensão

A tensão V é a mesma em todos os resistores, pois estão ligados aos mesmos terminais.

$$E_T = E_1 = E_2 = E_3 = E_n \dots$$

Exemplo:

Determine a tensão nos resistores R1, R2 e R3.

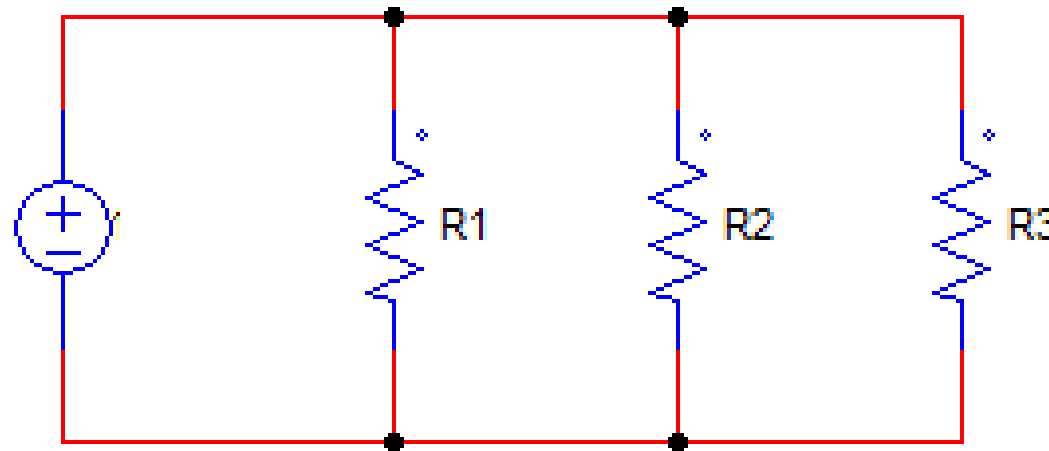
Dados:

$$E_T = 120 \text{ V}$$

$$R_1 = 10 \ \Omega$$

$$R_2 = 20 \ \Omega$$

$$R_3 = 30 \ \Omega$$



Exemplo:

Temos:

$$**E_T = E_1 = E_2 = E_3**$$

Substituindo

$$**120 = E_1 = E_2 = E_3**$$

Assim:

$$**E_1 = 120V**$$

$$**E_2 = 120V**$$

$$**E_3 = 120V**$$

Assim, temos que o valor da tensão em todos os resistores é de 120V.

Corrente

A corrente i na associação é igual à soma das correntes em cada resistor.

$$***IT = I1 + I2 + I3 + In ...***$$

Analisando a equação, temos que a somatória de todas as correntes resulta na corrente total do circuito e sua unidade é o Amper – **A**.

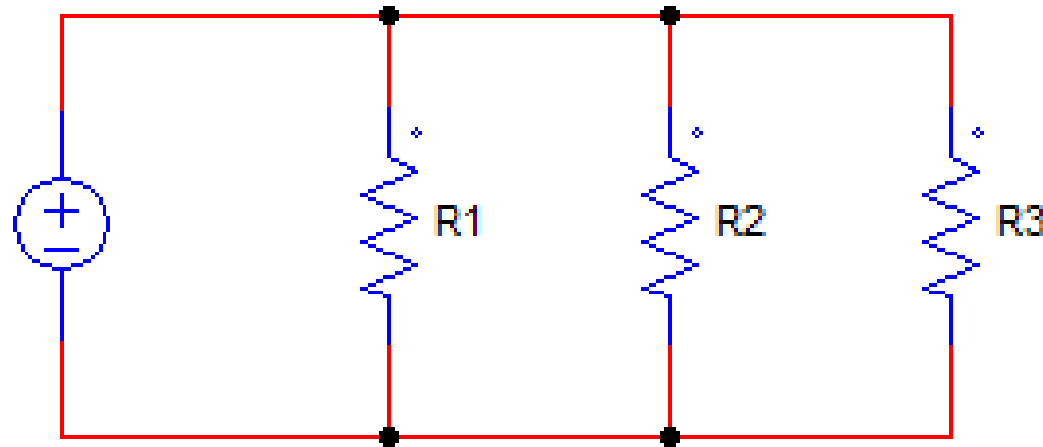
Exemplos:

1 - Determine a corrente total do circuito, sabendo que cada resistor tem uma resistência com valor de corrente.

$$I_1 = 1A$$

$$I_2 = 2A$$

$$I_3 = 3A$$



Exemplos:

Temos:

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

Substituindo os valores:

$$I_T = 1 + 2 + 3$$

$$I_T = 6A$$

Exemplos:

Assim, temos que, o circuito tem o valor de corrente total igual a 6A.

Este circuito é chamado de divisor de corrente, pois em cada um dos resistores temos um valor de corrente proporcional ao valor da resistência. Lembrando que sua unidade é o Amper – A.

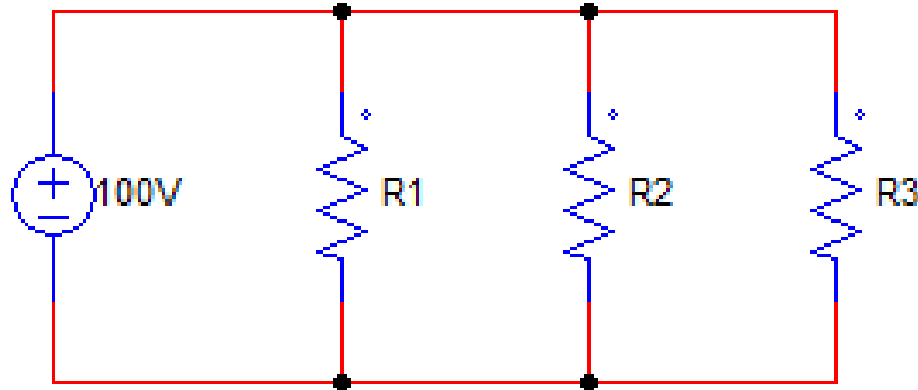
Exemplos:

2 - Determinar a Corrente Total e em cada resistor:

$$R1 = 10 \Omega$$

$$R2 = 20 \Omega$$

$$R3 = 30 \Omega$$



Exemplos:

Sabemos que pela Lei de Ohm temos:

$$E = R \times I$$

Efetuada a troca das posições das grandezas na fórmula:

$$IT = \frac{ET}{RT}$$

Substituindo os valores:

Substituindo os valores:

$$IT = \frac{100}{5,466}$$

$$IT = 18,333A$$

Assim, temos que a Corrente Total do circuito é de 18,333A.

Substituindo os valores:

Para determinar a corrente em cada resistor, utilizamos a Lei de OHM.

Para I_1 temos:

$$I_1 = \frac{E_1}{R_1}$$

Substituindo os valores:

$$I_1 = \frac{100}{10}$$

$$I_1 = 10A$$

Substituindo os valores:

Para determinar a corrente em cada resistor, utilizamos a Lei de OHM.

Para I_1 temos:

$$I_1 = \frac{E_1}{R_1}$$

Substituindo os valores:

$$I_1 = \frac{100}{10}$$

$$I_1 = 10A$$

Para I_2 temos:

$$I_2 = \frac{E_2}{R_2}$$

Substituindo os valores:

$$I_2 = \frac{100}{20}$$

$$I_2 = 5A$$

Para I_3 temos:

$$I_3 = \frac{E_3}{R_3}$$

Substituindo os valores:

$$I_3 = \frac{100}{30}$$

$$I_3 = 3,333A$$

Sendo assim, a soma das correntes tem o mesmo valor que a corrente total.

$$***IT = I1 + I2 + I3***$$

Substituindo os valores:

$$***IT = 10 + 5 + 3,333***$$

$$***IT = 18,333A***$$

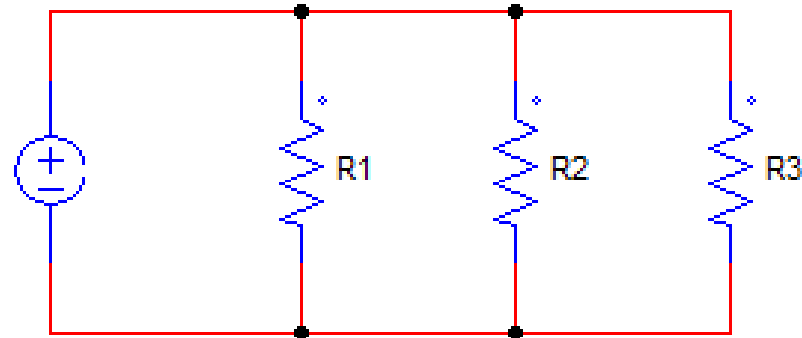
3 - Determinar a Corrente total do circuito e a corrente em cada um dos resistores:

$$E_T = 120V$$

$$R_1 = 10 \Omega$$

$$R_2 = 20 \Omega$$

$$R_3 = 30 \Omega$$



3 - Determinar a Corrente total do circuito e a corrente em cada um dos resistores:

$$E = R \times I$$

Sabemos que pela Lei de Ohm temos:

$$I_T = \frac{E_T}{R_T}$$

Efetuada a troca das posições das grandezas na fórmula:

Substituindo os valores:

$$IT = \frac{120}{5,46}$$

$$IT = 22A$$

Assim, temos que a Corrente Total do circuito é de 22A.

Sabemos que pela Lei de Ohm temos:

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

Assim, para determinar a queda de tensão sobre cada um dos resistores, temos:

Para R1

$$I1 = \frac{E1}{R1}$$

$$I1 = \frac{120}{10}$$

$$I1 = 12A$$

Para R2

$$I2 = \frac{E2}{R2}$$

$$I2 = \frac{120}{20}$$

$$I2 = 6A$$

Para R3

$$I_3 = \frac{E_3}{R_3}$$

$$I_3 = \frac{120}{30}$$

$$I_3 = 4A$$

Com isso, temos que a soma das correntes nos resistores, é igual ao valor da Corrente Total da Fonte.

$$***I_T = I_1 + I_2 + I_3***$$

Substituindo os valores:

$$***I_T = 12 + 6 + 4***$$

$$***I_T = 22 A***$$

Assim, temos que a soma das correntes fecha o valor total do circuito que é de 22A.

Potência

A Potência Total na associação é dada pela equação:

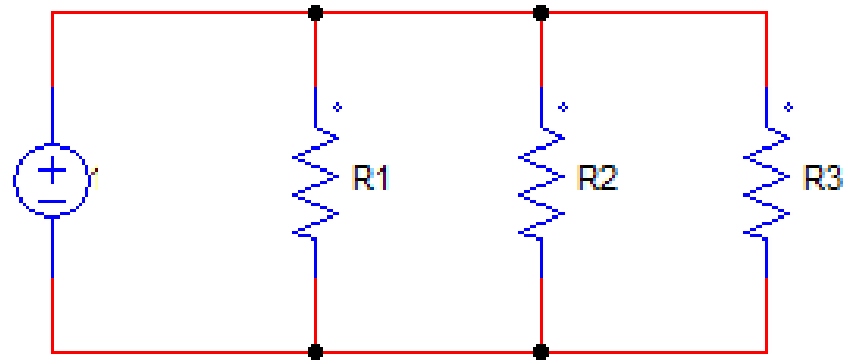
$$***PT = ET \times IT***$$

A soma das potências nos resistores é igual ao valor da Potência Total.

$$***PT = P1 + P2 + P3 + Pn ...***$$

Exemplo:

Determine a Potência Total e as potências nos resistores do circuito.



Dados:

$$E_T = 120 \text{ V}$$

$$E_1 = 120 \text{ V}$$

$$E_2 = 120 \text{ V}$$

$$E_3 = 120 \text{ V}$$

$$R_T = 5,46 \ \Omega$$

$$R_1 = 10 \ \Omega$$

$$R_2 = 20 \ \Omega$$

$$R_3 = 30 \ \Omega$$

$$I_T = 22 \text{ A}$$

$$I_1 = 12 \text{ A}$$

$$I_2 = 6 \text{ A}$$

$$I_3 = 4 \text{ A}$$

Para Potência Total temos:

$$***PT = ET \times IT***$$

Substituindo os valores:

$$***PT = 120 \times 22***$$

$$***PT = 2640 W***$$

Assim temos, que a Potência Total do Circuito é de 2640W.

Para determinar a potência em cada resistor, temos:

Para P1

$$***P1 = E1 \times I1***$$

Substituindo os valores:

$$***P1 = 120 \times 12***$$

$$***P1 = 1440 W***$$

Assim temos, que a Potência de R1 de é 1440W.

Para P2

$$**P2 = E2 \times I2**$$

Substituindo os valores:

$$**P2 = 120 \times 6**$$

$$**P2 = 720 W**$$

Assim temos, que a Potência de R2 de é 720W.

Para P3

$$P3 = E3 \times I3$$

Substituindo os valores:

$$P3 = 120 \times 4$$

$$P3 = 480 \text{ W}$$

Assim temos, que a Potência de R3 de é 480W.

Com isso, temos que a soma das potências nos resistores, é igual ao valor da Potência Total do Circuito.

$$***PT = P1 + P2 + P3***$$

Substituindo os valores:

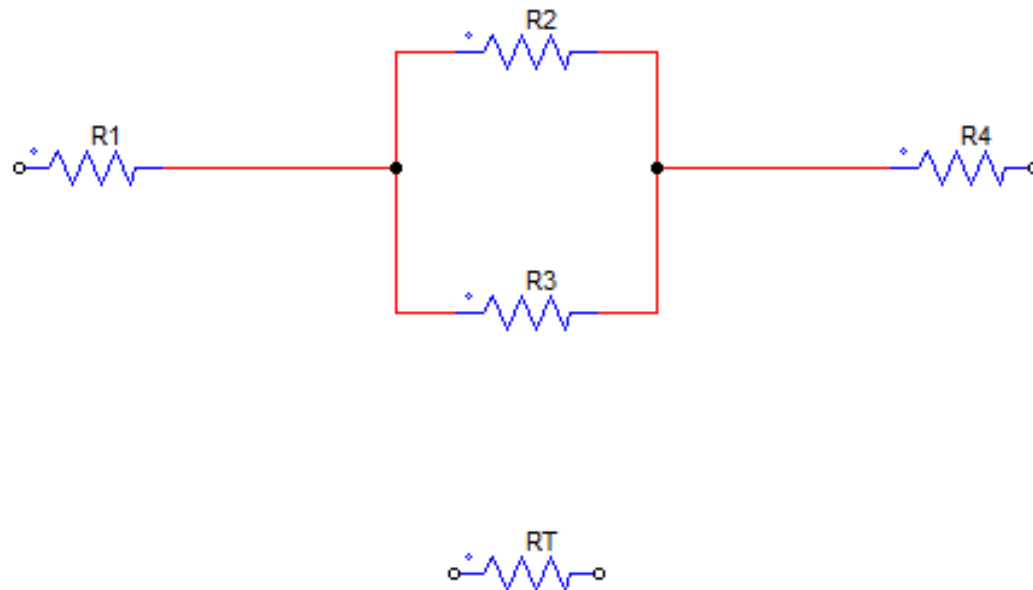
$$***PT = 2640 + 720 + 480***$$

$$***PT = 2640 W***$$

Assim, temos que a soma das potências fecha o valor total do circuito que é de 2640W.

Associação mista

É aquela na qual você encontra, ao mesmo tempo, resistores associados em série e em paralelo. A determinação do resistor equivalente final é feita a partir da substituição de cada uma das associações, em série ou em paralelo, que compõem o circuito pela sua respectiva resistência equivalente.



Características da associação mista:

Resistência / Corrente / Tensão / Potência - Para todas essas grandezas, você pode calcular de acordo com cada parte do circuito, ou seja, este tipo de circuito, em alguns momentos apresenta características de circuito série, em outros momentos apresenta características de circuito paralelo.

Sendo assim, é muito importante que tenhamos muito cuidado na análise de cada parte, isso deve ser feito com atenção para que possamos interpretar e calcular o circuito corretamente.

Exemplos:

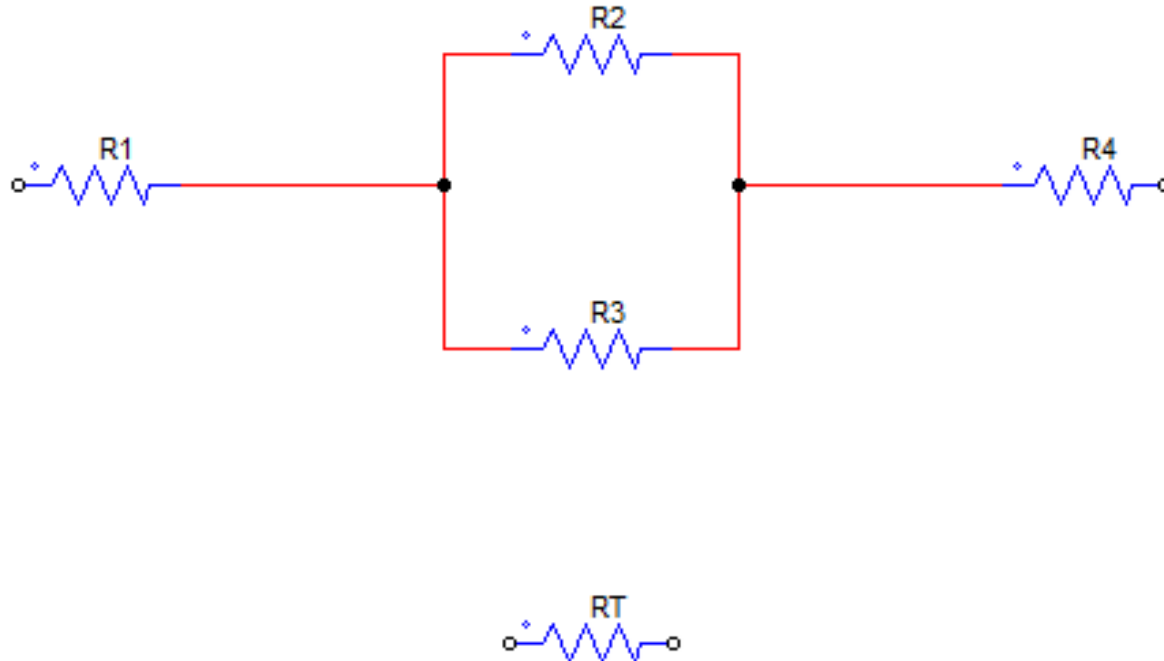
1 - Determine a resistência equivalente do circuito, sabendo que as resistências tem os respectivos valores:

$$R1 = 10 \Omega$$

$$R2 = 20 \Omega$$

$$R3 = 30 \Omega$$

$$R4 = 40 \Omega$$



Passos:

1- Associar os resistores R2 e R3 que estão em paralelo, formando um novo resistor RA.

Temos:

$$R_A = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3}$$

Substituindo os valores:

$$R_A = \frac{20 \times 30}{20 + 30}$$

$$R_T = \frac{600}{50}$$

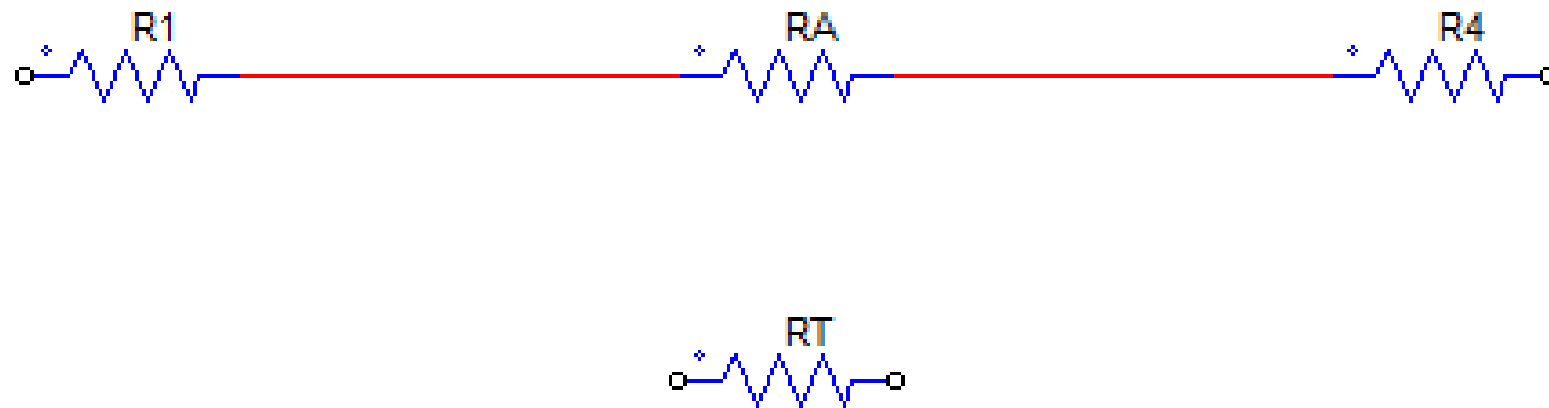
$$R_T = 12 \Omega$$

2 - Agora temos com a nova resistência uma série com 3 resistores com os respectivos valores:

$$R1 = 10 \Omega$$

$$RA = 12 \Omega$$

$$R4 = 40 \Omega$$



Analizando a nova associação podemos fazer o cálculo com a fórmula da associação série.

Temos:

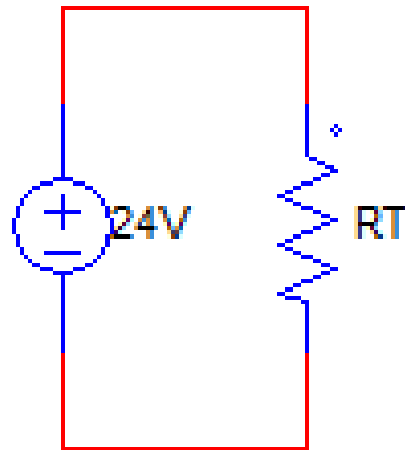
$$**RT = R1 + RA + R4**$$

Substituindo os valores:

$$**RT = 10 + 12 + 40**$$

$$**RT = 62 \Omega**$$

3 - Agora com os valor da R_T podemos calcular a I_T do circuito:



Temos:

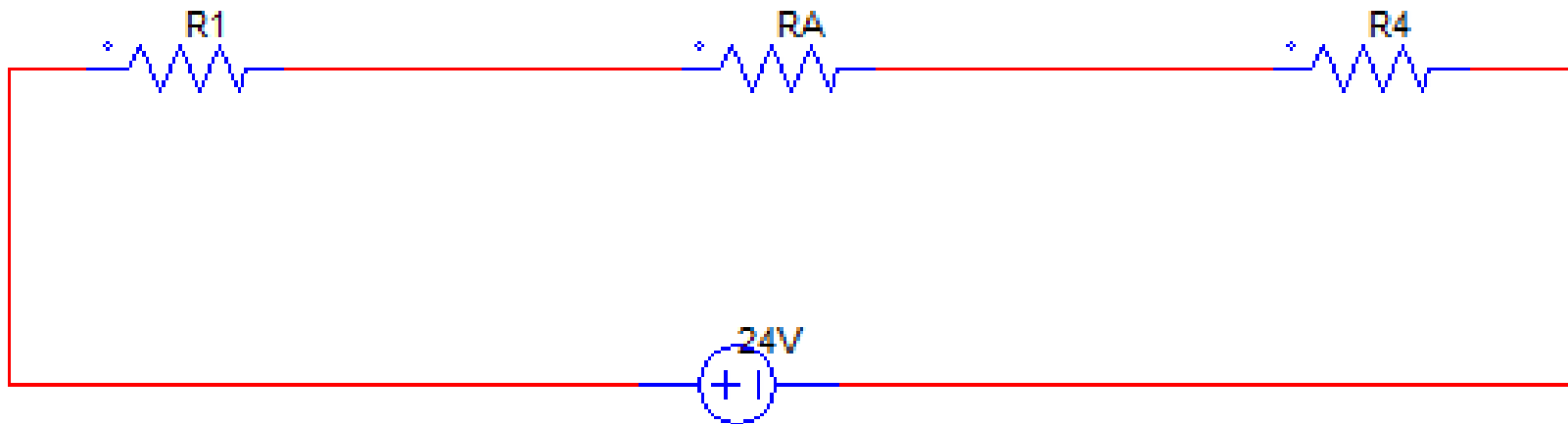
$$IT = \frac{ET}{RT}$$

Substituindo os valores:

$$IT = \frac{24}{62}$$

$$IT = 0,387 \text{ A} = 387 \text{ mA}$$

4 - Agora como já calculamos a Corrente Total podemos voltar a análise do circuito:



Como temos três resistores em série agora, podemos afirmar que a corrente total é igual as correntes dos resistores.

$$I_T = I_1 = I_A = I_4$$

Sendo assim:

$$I_T = I_1 = I_A = I_4 = 0,387 \text{ A}$$

5 - Com o valor da Corrente em cada um dos resistores, podemos calcular as quedas de tensão em cada resistor:

Sabemos que pela Lei de Ohm temos:

$$E = R \times I$$

Para R1

$$***E1 = R1 \times I1***$$

Substituindo os valores

$$***E1 = 10 \times 0,3879***$$

$$***E1 = 3,88 V***$$

Para RA

$$***EA = RA \times IA***$$

Substituindo os valores

$$***EA = 12 \times 0,3879***$$

$$***EA = 4,644 V***$$

Para R4

$$***E4 = R4 \times I4***$$

Substituindo os valores

$$***E4 = 40 \times 0,387***$$

$$***E4 = 15,48 V***$$

Confirmando que no circuito série a soma das quedas de tensão é igual ao valor da Tensão Total

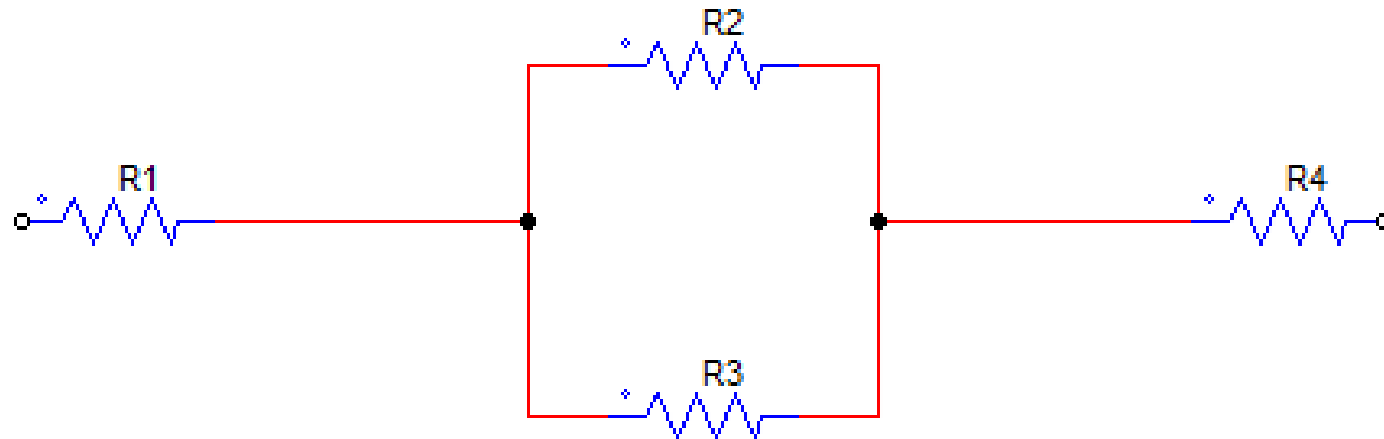
$$***ET = E1 + EA + E4***$$

Substituindo os valores

$$***ET = 3,88 + 4,644 + 15,48***$$

$$***ET = 24 V***$$

6 - Como nos circuitos paralelos a tensão nos resistores é a mesma, sabemos que a tensão em R2 e R3 são iguais, e tem o mesmo valor de RA.




$$***EA = E2 = E3***$$

Substituindo os valores:

$$***EA = E2 = E3 = 15,48 V***$$

Assim E2 e E3 valem 15,48V.





7- Sabendo os valores de tensão de R2 e R3 podemos calcular seus valores de corrente.

$$I_2 = \frac{E_2}{R_2}$$

Substituindo os valores:

$$I_2 = \frac{4,644}{20}$$

$$I_2 = 0,232 \text{ A} = 232 \text{ mA}$$


$$I_3 = \frac{E_3}{R_3}$$

Substituindo os valores:

$$I_3 = \frac{4,644}{30}$$

$$I_3 = 0,154 \text{ A} = 154 \text{ mA}$$


8 - Com todos os valores de Tensão e Corrente podemos calcular a Potência Total e as potências nos resistores.

$$***PT = ET \times IT***$$

Substituindo os valores:

$$***PT = 24 \times 0,387***$$

$$***PT = 9,288 W***$$

Conhecendo os valores de tensão em corrente
em cada resistor:

$$E1 = 3,88 \text{ V}$$

$$E2 = 4,66 \text{ V}$$

$$E3 = 4,66 \text{ V}$$

$$E4 = 15,48 \text{ V}$$

$$I1 = 0,387 \text{ A}$$

$$I2 = 0,232 \text{ A}$$

$$I3 = 0,154 \text{ A}$$

$$I4 = 0,387 \text{ A}$$

Para determinar as potencia em R1 e R2, temos:

$$P1 = E1 \times I1$$

$$P2 = E2 \times I2$$

$$P1 = 3,88 \times 0,387$$

$$P2 = 4,66 \times 0,232$$

$$P1 = 1,501 \text{ W}$$

$$P2 = 1,08 \text{ W}$$

Para determinar as potencia em R3 e R4, temos:

$$P3 = E3 \times I3$$



$$P4 = E4 \times I4$$

$$P3 = 4,66 \times 0,154$$

$$P4 = 15,48 \times 0,387$$

$$P3 = 0,717 \text{ W}$$

$$P4 = 6 \text{ W}$$



Como já vimos em outros exemplos, a soma das potências em todos os resistores, é sempre igual ao valor da potência total do circuito.