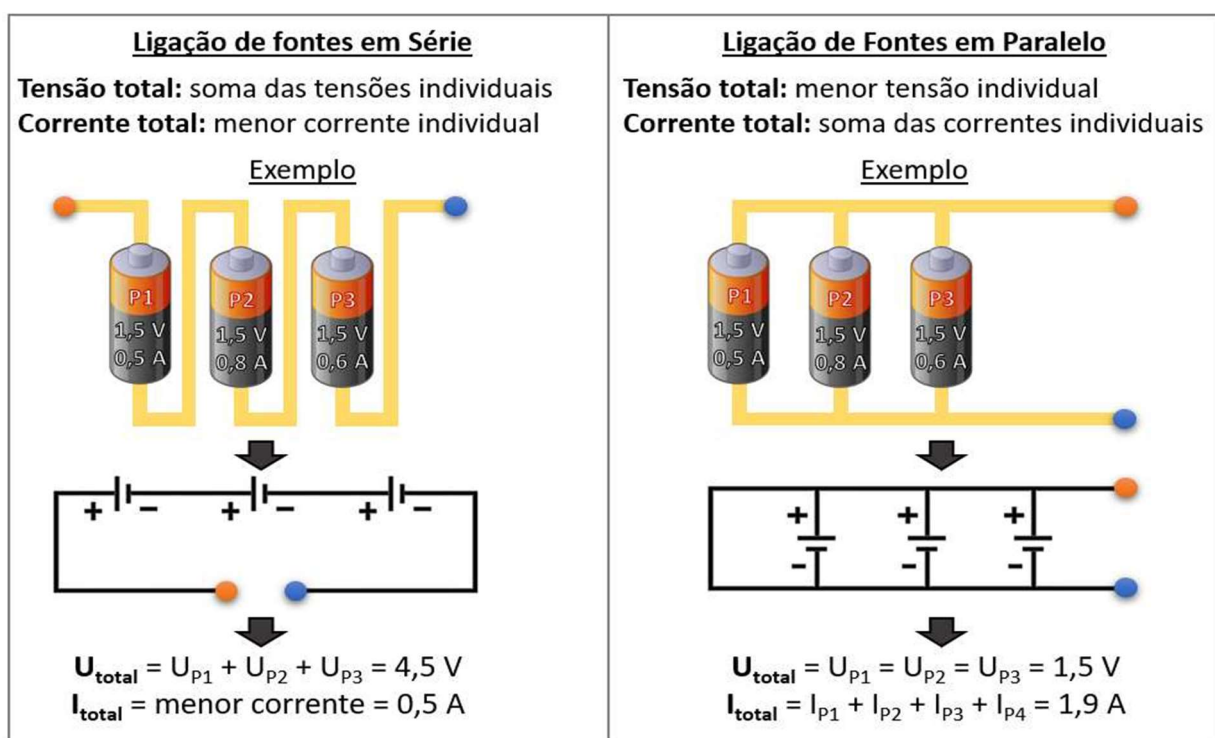


Associação de fontes de energia

Quando falamos em “fontes de energia”, falamos em qualquer componente que possa nos fornecer uma diferença de potencial que leve à uma corrente elétrica. Essas fontes podem ser uma pilha, uma bateria, a tomada, etc. E a associação de múltiplas fontes é relativamente comum e muito útil em algumas situações. Um exemplo muito simples e corriqueiro diz respeito ao uso de pilhas. Muitos dispositivos eletrônicos (controle remoto, rádio, lanterna, brinquedos) necessitam de tensões superiores à 1,5 V (tensão típica de uma pilha) e para isso, várias pilhas são associadas (como na figura do controle do Xbox One acima). Essa associação pode acontecer com as baterias em série (positivo de um ligado ao negativo da outra) ou em paralelo (positivos ligados entre si e negativos ligados entre si). Cada uma destas associações traz características próprias, como podemos ver no esquema abaixo:



Observação importante: a ligação de baterias em paralelo, além de pouco convencional, é NÃO RECOMENDADA. Caso as fontes tenham tensões diferentes (ou as tensões se tornem diferentes ao longo do uso por desgaste ou flutuações), aparecerão no circuito fluxos reversos (um cátodo mais saturado de elétrons alimentando um cátodo com maior deficiência de elétrons). Além do maior (e desnecessário) consumo, isso pode levar a altas correntes capazes de danificar as fontes e até provocar um curto-circuito no sistema.

Associação de Resistências

A associação de resistências dentro de um circuito (seja pelas características dos materiais que o compõe, seja pela inclusão proposital de resistores), dá ao circuito características bem importantes e úteis que permitem o melhor ajuste das tensões e correntes em múltiplos pontos ao longo de si.

Associação de resistências em série

Quando associamos resistências em série em um circuito (ou subcircuito dentro dele), a corrente permanece a mesma, mas a tensão se divide, criando diferenças de potenciais elétricos distintas em pontos diferentes dele. Por isso mesmo, esse tipo de associação recebe o nome especial de “Divisor de Tensão”. Um divisor de tensão é muito útil quando possuímos no circuito componentes que trabalham com diferentes tensões e precisamos alimentá-los com a mesma fonte. Para formalizar e calcular as características da associação em série das resistências, podemos utilizar as seguintes convenções:

- 1) A corrente que circulará pelo circuito é a mesma em todos os pontos, independentemente da quantidade e dos valores das resistências. Para calculá-la, precisamos descobrir a resistência equivalente do circuito (explicada abaixo) para multiplicarmos pela tensão, usando a fórmula da Primeira Lei de Ohm:

$$I = U / R_{eq}$$

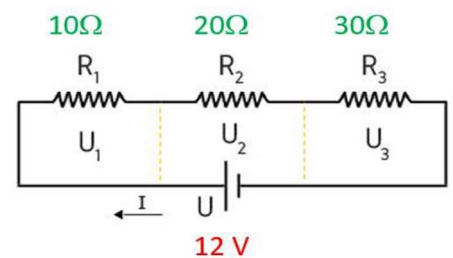
- 2) A resistência equivalente do circuito é a resistência total que causará oposição à passagem da corrente. Quando as resistências estão em série, um elétron passa por todas elas para se mover do ânodo até o cátodo. Deste modo, a resistência total pela qual todos os elétrons serão submetidos é a soma das resistências em série do circuito:

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

- 3) Para calcular a tensão (diferença de potencial elétrico) entre as extremidades de qualquer uma das resistências do circuito, basta utilizarmos a fórmula da Primeira Lei de Ohm, pois se já sabemos a corrente e a mesma não se altera ao longo desse circuito, tendo a resistência, chegamos na tensão:

$$U_{Rn} = I \cdot R_n$$

Exemplo: temos um circuito eletrônico alimentado com uma fonte de tensão de 12 V e neste circuito existem 3 resistências em série: 10 Ω 20 Ω 30 Ω . Calcule a resistência equivalente, a corrente do circuito e as tensões em cada uma das 3 resistências.



Passo 1) Primeiramente, devemos calcular a resistência equivalente para, com ela, podermos calcular a corrente do circuito:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = 10 + 20 + 30 = \underline{60 \Omega}$$

Passo 2) Tendo a resistência e a tensão do circuito (12 V) podemos com a Primeira Lei de Ohm descobrir a corrente:

$$I = U / R_{eq} = 12 / 60 = \underline{0,2 A}$$

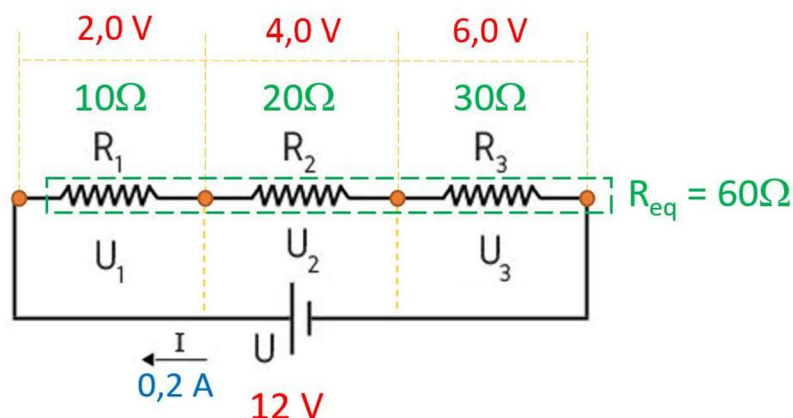
Passo 3) Agora sabemos a corrente e como na associação em série de resistências a corrente não se altera ao longo do circuito, podemos também com a Primeira Lei de Ohm descobrir a tensão de cada um dos resistores usando a mesma corrente:

$$U_{R1} = I \cdot R_1 = 0,2 \cdot 10 = \underline{2,0 V}$$

$$U_{R2} = I \cdot R_2 = 0,2 \cdot 20 = \underline{4,0 V}$$

$$U_{R3} = I \cdot R_3 = 0,2 \cdot 30 = \underline{6,0 V}$$

Concluindo: Assim, teremos as seguintes características no circuito:



2.4.2 Associação de resistências em paralelo

Quando associamos resistências em paralelo em um circuito (ou subcircuito dentro dele), ocorre o oposto à associação em série: a tensão permanece a mesma (pois todas as resistências estarão sujeitas à mesma diferença de potencial elétrico), mas a corrente se divide, pois os elétrons agora possuem mais de um caminho entre o ânodo e o cátodo (sendo que mais elétrons escolherão o caminho com menor resistência, passando por ali a maior corrente). Por isso mesmo, esse tipo de associação recebe o nome especial de “Divisor de Corrente”. Um divisor de corrente é muito útil quando possuímos no circuito componentes que suportam diferentes correntes máximas. Para formalizar e calcular as características da associação em paralelo das resistências, podemos utilizar as seguintes convenções:

- 1) A corrente se distribuirá proporcionalmente às resistências através dos múltiplos caminhos formados pela associação em paralelo, sendo mais intensa (passando mais elétrons) naquele caminho com menos resistência e sendo menos intensa (passando menos elétrons) naquele caminho com mais resistência. Como a tensão será a mesma em qualquer ponto do circuito (pois um lado de todas as resistências é paralelo ao mesmo ânodo e o outro é paralelo ao mesmo cátodo), obtemos a corrente em cada resistência:

$$I_n = U / R_n$$

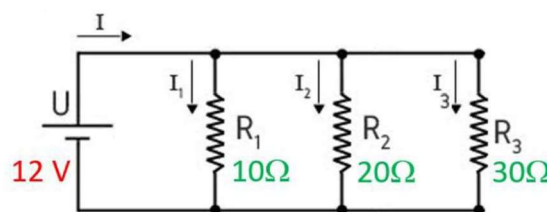
- 2) Mesmo que os elétrons se dividam, a corrente total do circuito não se altera, sendo, portanto, a soma das correntes individuais. Outra forma de calcular a corrente total do circuito é encontrando a resistência equivalente (explicada abaixo) e utilizando a Primeira Lei de Ohm, caso se saiba a tensão do circuito:

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \quad \text{OU} \quad I_{\text{total}} = U / R_{\text{eq}}$$

- 3) A resistência equivalente do circuito acaba sendo sempre menor do que qualquer uma das resistências individuais em paralelo pois agora a corrente se dividirá e a oposição individual desvia elétrons para outros caminhos possíveis. Observou-se que, na prática, o inverso da resistência equivalente é igual a soma do inverso de cada uma das resistências individuais:

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

Exemplo: temos um circuito eletrônico alimentado com uma fonte de tensão de 12 V e neste circuito existem 3 resistências em paralelo: 10Ω , 20Ω e 30Ω . Calcule a resistência equivalente, as correntes em cada resistência e a corrente total do circuito.



Passo 1) Primeiramente, podemos calcular as correntes individuais de cada resistência através da Primeira Lei de Ohm, pois a tensão é exatamente a mesma para todas elas:

$$I_1 = U / R_1 = 12 / 10 = \underline{1,2 \text{ A}}$$

$$I_2 = U / R_2 = 12 / 20 = \underline{0,6 \text{ A}}$$

$$I_3 = U / R_3 = 12 / 30 = \underline{0,4 \text{ A}}$$

Passo 2) Tendo as correntes individuais, podemos calcular a corrente total do circuito através da soma:

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 = 1,2 + 0,6 + 0,4 = \underline{2,2 \text{ A}}$$

Passo 3) Outra forma de chegar à corrente total é descobrir a resistência equivalente e após aplicar a Primeira Lei de Ohm:

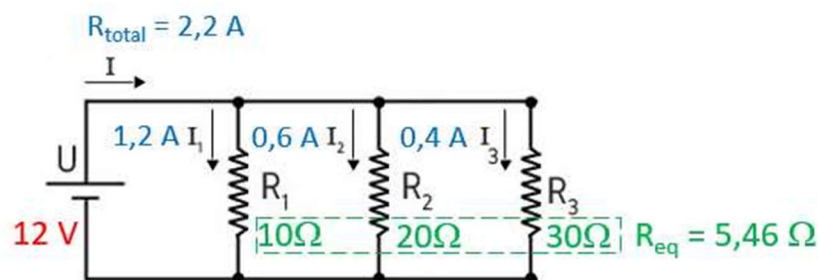
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = 0,1 + 0,05 + 0,033 = 0,183$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = 0,183 \quad 1 = 0,183 \cdot R_{eq} \quad R_{eq} = \frac{1}{0,183} = 5,46 \Omega$$

Aplicando a Primeira Lei de Ohm, temos:

$$I_{\text{total}} = U / R_{eq} = 12 / 5,46 = \underline{2,2 \text{ A}}$$

Concluindo: Assim, teremos as seguintes características no circuito:



2.5 Potência elétrica

Sendo a principal e mais útil relação entre as duas grandezas da eletrônica, a potência elétrica é a quantidade de energia consumida por um circuito em um determinado intervalo de tempo. Essa quantidade de energia fluindo pelo circuito para alimentá-lo e fazê-lo funcionar (chamado formalmente de trabalho) tem relação direta com a tensão (força que movimenta os elétrons) e a corrente (fluxo ordenado de elétrons movimentado por influência da tensão e dependente da resistência do circuito). O aumento da tensão ou o aumento da corrente provocam um aumento proporcional da potência. Podemos dizer, então, que quanto maior a potência elétrica, maior a força que faz o circuito funcionar. Esta potência é medida em Watts (W). Formalmente, temos:

$$P = I \cdot U \quad \text{e reordenando, temos também} \quad I = P / U \quad \text{e} \quad U = P / I$$

Se você reparar, todos os seus equipamentos eletroeletrônicos possuem a indicação de sua potência de funcionamento. Aqueles com potência maior realizam um trabalho que necessita de mais força. Aqueles com potência menor realizam um trabalho que necessita de menos força. E aqui é importante observar que como a potência tem a ver com a corrente deslocada pela diferença de potencial em uma unidade de tempo, quanto maior a potência, maior é o gasto energético.

Exemplo 1: Um determinado motor utilizado em uma bomba d'água foi projetado para trabalhar com tensão de 110 V, para operar de forma otimizada com uma corrente máxima de 25 A. Qual é a sua potência, considerando estas informações?



Aqui queremos descobrir diretamente a potência, logo: $P = I \cdot U = 25 \cdot 110 = \underline{2750 \text{ W}}$

Exemplo 2: Um casal deseja comprar uma máquina de lavar roupas para a sua casa. A ideia é poder instalá-la na área de serviço, que possui apenas uma tomada de 10 A (com tensão 220 V). Para evitar sobrecarga, qual deverá ser a potência máxima da máquina de lavar escolhida pelo casal?



Aqui também queremos descobrir a potência, logo: $P = I \cdot U = 220 \cdot 10 = \underline{2200 \text{ W}}$

Exemplo 3: Um cliente viu o anúncio de dois chuveiros elétricos similares, ambos de tensão 220 V, mas o primeiro com potência de 4800 W e o segundo com potência de 5600 W. Qual a corrente de funcionamento de ambos?



Aqui queremos descobrir a corrente, sendo que temos a potência e a tensão, logo:

Chuveiro 1: $I = P / U = 4800 / 220 = \underline{21,8 \text{ A}}$

Chuveiro 2: $I = P / U = 5600 / 220 = \underline{25,5 \text{ A}}$

Exemplo 4: Um mecânico encontrou em um ferro velho uma trava elétrica com sua etiqueta parcialmente ilegível, inviabilizando a leitura da tensão de funcionamento. Porém, foi possível identificar a indicação de uma potência 180 W e corrente máxima de 15 A. Com base nessas informações, qual a tensão de funcionamento da bomba?



Aqui queremos descobrir a tensão, tendo a corrente e tendo a potência, logo: $U = P / I = 180 / 15 = \underline{12 \text{ V}}$