

Aula nº 02

1 Comportamento da Tensão e da Corrente

1.1 Conceitualização

1.1.1 Em série

Com base em [1].

Vale ratificar que um circuito em série é aquele circuito que proporciona apenas um caminho para o fluxo da corrente.

Como a corrente elétrica é o movimento de cargas entre dois pontos e no circuito em série há apenas um caminho, então a corrente deve passar por todos os componentes postos no circuito em série, ou seja, a corrente num circuito em série é a mesma.

É importante entender que cada componente do circuito em série consome a quantidade de energia necessária, mas a quantidade de elétrons não diminui. Por isso que cada componente oferece uma queda de tensão própria (lê-se consumo de energia) e a garantia de que toda a energia fornecida seja consumida.

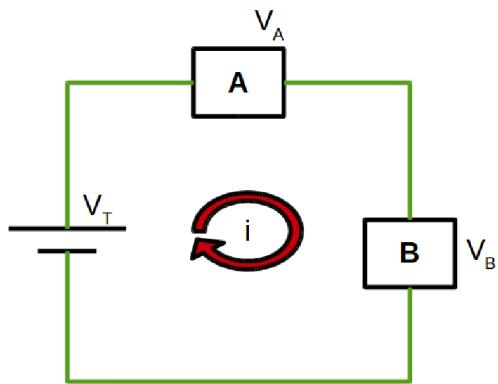


Figura 1: Circuito em série com 2 componentes quaisquer e 1 bateria.

Ao analisar a Figura 1 e considerando o que já foi dito, é possível perceber que a corrente que passa por todo o circuito é a mesma, mas a queda de tensão é própria de cada um. Mas, como toda a

energia é consumida e há consumos de energia, então:

$$V_T = V_A + V_B.$$

Em suma: num circuito em série a corrente é a mesma para todos os componentes e a tensão é a soma de todas as quedas de tensão.

1.1.2 Em paralelo

Um circuito em paralelo é formado por dois ou mais componentes são conectados nos terminais de uma fonte de tensão, demonstrado na Figura 2. Analisando a figura, é possível perceber que os resistores estão conectados em paralelo com a pilha e que os dois resistores tem a tensão da própria pilha como referência, sem subtração.

Esse comportamento descrito é a principal característica de um circuito em paralelo, ou seja, a mesma quantidade de energia é entregue a todos os "ramos" formados.

Mas sempre que tratarmos de circuitos é preciso observar duas coisas: energia e os componentes que a transporta, os elétrons. Dessa forma, ao contrário do circuito em série, o circuito paralelo oferece mais caminhos aos elétrons, então estes se dividem proporcionalmente entre cada caminho, mas voltando a se encontrar no final do circuito em paralelo.

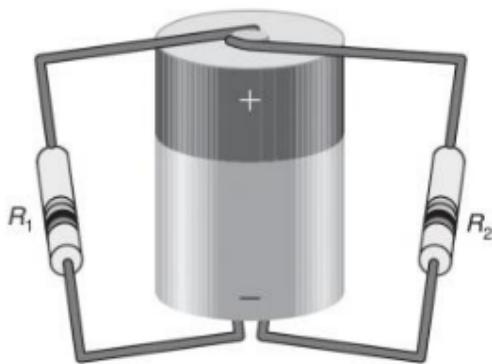


Figura 2: Circuito em paralelo com 2 resistores e 1 pilha. Fonte [1].

Em suma: num circuito em paralelo a tensão é a mesma para todos os componentes e a corrente é a soma de todas as correntes dos ramos.

2 Resistores

2.1 Conceitualização

Segundo [1], os resistores são usados em uma ampla variedade de aplicações em todos os tipos de circuito eletrônicos. Sua principal função, em qualquer circuito, é limitar a intensidade de corrente ou produzir uma queda de tensão desejada.

As duas principais características de um resistor são: **a)** sua resistência, R - em ohms, e **b)** sua especificação de potência, W - em watts.

R é o valor da resistência necessário para produzir a corrente ou tensão desejada. W é o valor da potência máxima que o resistor dissipava sem aquecimento excessivo. Dissipação significa que a potência é consumida, visto que o aquecimento resultante não é usado. **Um aquecimento muito grande pode danificar o resistor.**

Os resistores não são dispositivos sensíveis à polaridade, ou seja, não importa a forma com que os terminais de um resistor são conectados em um circuito.



(a) De carbono.



(b) De fio enrolado.

| | | | |
|-----|---|------|---|
| 223 | $223 = 22 \times 10^3$ = 22,000 Ohm = 22K Ohm | 8202 | $8202 = 820 \times 10^3$ = 82,000 Ohm = 82K Ohm |
| 4R7 | $4R7 = 4.7 \text{ Ohm}$ | 0R22 | $0R22 = 0.22 \text{ Ohm}$ |
| 0 | $0 = 0 \text{ Ohm}$ | 000 | $000 = 0 \text{ Ohm}$ |

(c) SMDs.

Figura 3: Exemplos de resistores. Fonte [2, 3, 4].

Os resistores podem ser construídos de três formas, todas demonstradas na Figura 3, sendo elas: **a)** de filme ou composição de carbono; **b)** de fio enrolado; e **c)** de montagem em superfície. Onde o primeiro é caracterizado por ter grafite misturado ao material isolante ou por camadas de filmes de carbono intercaladas com um material isolante, sendo cortado no formato característico. Já o segundo por ser simplesmente um fio enrolado várias vezes. Enquanto que o último, também denominado de

resistor *SMD* (tendo como tradução "dispositivo de montagem em superfície"), é construído por meio de deposição de um filme de carbono por uma base de cerâmica.

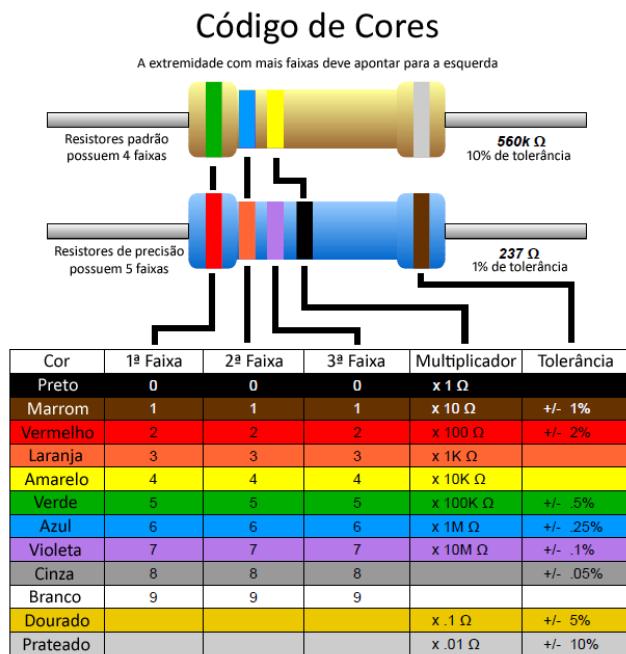


Figura 4: Tabela de cores dos resistores de carbono. Fonte [5].

Um aspecto interessante sobre os resistores de carbono é o fato de serem pequenos, mas esta característica traz complicações no momento de escrever o valor da resistência; por isso foi estabelecido um código de cores, padronizado pela Aliança das Indústrias Eletrônicas (*EIA*, do inglês, *Electronic Industries Alliance*), demonstrado na Figura 4.

Vale ressaltar a conversão de energia elétrica em energia térmica por parte dos resistores, tal conversão é denominada *Efeito Joule*; por isso são utilizados nos chuveiros elétricos.

2.2 Entendimento

A analogia exposta na apresentação remete à tentativa de sair todos do mesmo ambiente. Primeiramente, com uma porta padrão, de 70 – 80cm. Deve ser bastante difícil e deve demorar bastante, pois são várias pessoas que devem sair. Mas, ao aumentar o tamanho da porta: o que mudaria?

Com isso, os alunos devem entender que ao aumentar o tamanho da porta será mais fácil sair,

além de demorar menos. Pois a porta seria o resistor que limita a passagem de corrente, que seria a passagem dos alunos.

Qualquer outra sugestão sobre controle de fluxo, de qualquer ambiente, pode ser utilizado.

2.3 Experimentos

2.3.1 Objetivo

Este experimento visa demonstrar a influência de um resistor num circuito.

Com a substituição dos resistores, deve haver uma variação no brilho da lâmpada; onde para o resistor de menor valor, terá o maior brilho, enquanto que para o de maior valor, terá o menor brilho. O aspecto final do experimento é demonstrado na Figura 10.

2.3.2 Materiais

- Resistores variados;
- 1 Conectores de 4 posição;
- 1 Conectores de 2 posições;
- 1 Conectores de 1 posições;
- 1 Lâmpada L1;
- 1 Bateria B1.

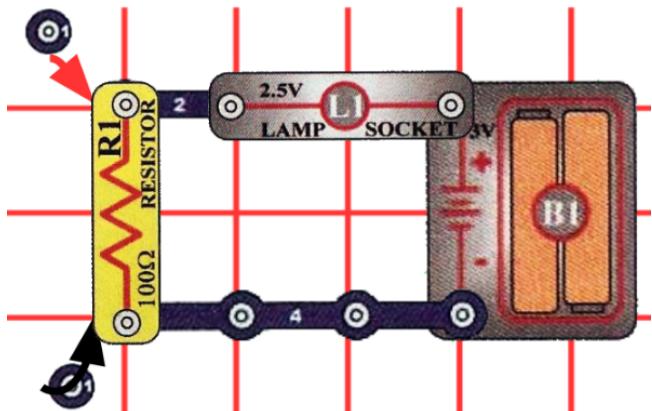


Figura 5: Aspecto final da montagem do experimento.

3 Lei de Ohm

3.1 Conceitualização

Com base em [1].

A relação matemática entre tensão, corrente e resistência foi descoberta por Georg Simon Ohm. A relação conhecida como lei de Ohm é o fundamento básico para todas as análises de circuito em eletrônica.

Ratificando que para corrente é utilizado o i ou I , para a tensão é o U ou V e para a resistência é o R .

3.1.1 Analisando a Corrente

É aconselhado a utilização da maleta, para que os alunos possam construir seu entendimento. Esta montagem está descrita na Seção 3.2.

Considerando uma resistência com o valor constante, mas há variação no valor da tensão; a corrente irá variar. Considere uma tensão variante de 0 – 12, de 2 em 2, e uma lâmpada, conforme demonstrado na Figura 6. Dessa forma, a luz será a mais forte para o maior valor de tensão fornecida. Conforme a tensão vai diminuindo, a luz da lâmpada também vai diminuindo, até chegar o valor de 0 volts e não haverá mais luz. Com isso, podemos entender: **corrente é diretamente proporcional a tensão**.

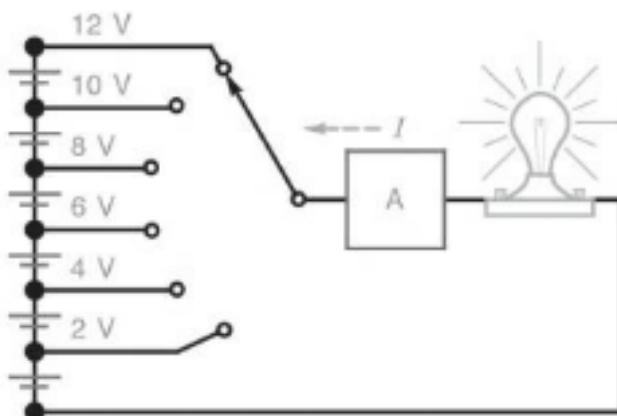


Figura 6: Considerando resistência constante e tensão variante. Fonte [1].

Agora, ao considerar a tensão como um valor constante e a resistência como variável, acontecerá o explicado na Seção 2. Ou seja, quanto maior a resistência menor a corrente ou luz na lâmpada. Com isso, podemos entender: **corrente é inversamente proporcional a resistência.**

Com base nos dois parágrafos anteriores, é possível estabelecer a relação matemática:

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

3.1.2 Por Imposição

Não há nenhum efeito físico que demonstrem a análise sobre a tensão ou sobre a resistência, mas é provado, matematicamente, que essas relações são estabelecidas. Dessa forma, para aplicar a Lei de Ohm sobre a tensão ou sobre a resistência, basta fazer uma manipulação algébrica sobre a fórmula já descrita anteriormente, ou seja, há a construção das relações:

$$V = i \times R$$

e

$$R = \frac{V}{i}.$$

3.1.3 Reforço

Tendo exposto as três apresentações da Lei de Ohm, é possível condensá-las na Figura 7. O triângulo é uma boa ferramenta, pois ao se desejar encontrar um elemento basta tampá-lo com o dedo e sua expressão será dada pela disposição do restante. Ou seja, ao se desejar encontrar a tensão (V) sobra I e R na mesma linha, logo é uma multiplicação entre eles.

Fórmula da Lei de Ohm



3.2 Experimentos

3.2.1 Objetivo

Este experimento possibilita compreender o conteúdo da Lei de Ohm pela demonstração. Visualização ao vivo da explicação da Seção 3.1.1.

Figura 7: Fórmula da Lei de Ohm condensada em triângulo. Fonte [6].

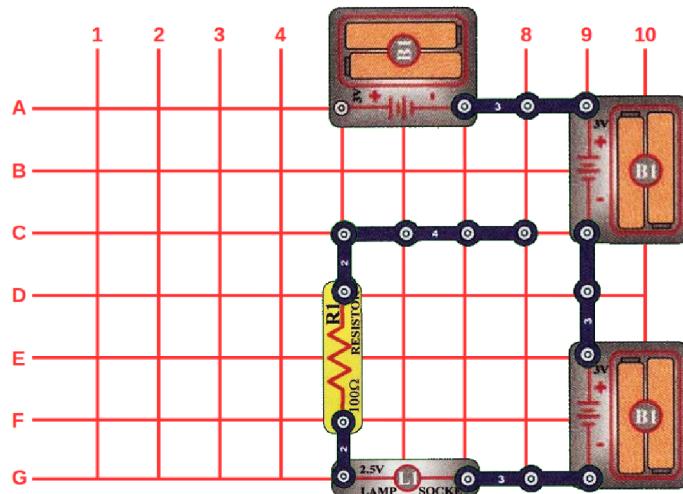


Figura 8: Aspecto final do circuito, restando a construção das opções.

3.2.2 Materiais

- 4 Conectores de 3 posições;
- 3 Conectores de 2 posições;
- 3 Baterias B1;
- 1 Conector de 4 posições;
- 1 Lâmpada L1;
- 1 Resistor.

4 Multímetro

4.1 Conceitualização

Com base em [7].

Um multímetro é um único instrumento que possui várias funções de teste, sendo elas: amperímetro (para corrente), voltímetro (para tensão) e ohmímetro (para resistência).

Há dois tipos: analógico e digital; mas o enfoque é o digital, pois os multímetros que temos à disposição são deste tipo.

Os digitais possuem um display de cristal líquido para exibição dos valores das leituras de teste; possui escalas para os tipos de testes disponíveis, como: resistência; tensão contínua e alternada; e corrente contínua.

Vale informar que os multímetros digitais possuem uma resistência interna fixa e ao se analisar a tensão alternada há uma faixa de trabalho com os parâmetros: 50 – 60 Hz em sinais senoidais, não aceitando excessões.

Os multímetros costumam ter/vir com dois cabos/ponteiras de cores diferentes: preto e vermelho, onde o preto é utilizado para o 0 V (também denominado de *ground*, *GND*) e o vermelho para a parte positiva do DDP. Para encaixar, "corretamente", as ponteiras é preciso saber que: a ponteira preta é encaixada no local de encaixe com os textos "COM" ou o símbolo "–", por exemplo; enquanto que o vermelho deve ser encaixado na parte que contém todas as medições possíveis, por texto ou letras da unidades de cada grandeza.

Para as boas práticas no manuseio do multímetro, ou seja, garantir uma maior vida útil ao equipamento é recomendado que, caso não saiba o valor da grandeza a ser medida, posicione o ponteiro da escala no maior valor possível e vá diminuindo até obter a melhor leitura do valor da grandeza em questão.

Para efeitos de ilustração, será utilizado o multímetro *ET – 1002* - da Minipa. As possibilidades de medições estão demonstradas na Figura 9.



(a) Tensão contínua



(b) Tensão alternada



(c) Resistência



(d) Corrente contínua



(e) Condutividade

Figura 9: Possibilidades de aferições, básicas. Fonte [8].

5 Sentido da Corrente

5.1 Conceitualização

Segundo [1], assim como há uma orientação na fonte de tensão e está cria uma corrente elétrica, então a corrente deve ser uma orientação característica. O sentido da corrente depende de considerarmos o fluxo de elétrons negativos ou o movimento de cargas positivas no sentido oposto.

Ao considerar o fluxo de elétrons, o sentido de deslocamento é do lado negativo para o positivo. Devido à DDP na fonte, os elétrons vão para o terminal negativo e os prótons vão para o positivo; como a corrente elétrica é a movimentação ordenada de elétrons e como cargas iguais se repelem e diferentes se atraem: os elétrons livres vão ao encontro dos prótons do terminal positivo da bateria.

Enquanto que ao se basear em definições tradicionais na ciência da física: um potencial positivo é considerado acima de um potencial negativo; então, a corrente convencional corresponde ao movimento de cargas positivas "caindo ladeira abaixo", com base em um potencial positivo para outro negativo. Esse é o sentido usado para a análise de circuitos.

5.2 Entendimento

Já repararam que há setas no chão das ruas. O que elas indicam?

Os alunos devem perceber que as ruas representam o circuito elétrico e as setas o sentido convencional da corrente elétrica.

Qualquer outra indicação de orientação é válida.

5.3 Experimentos

5.3.1 Objetivo

Junção dos projetos #7 e #8 sugeridos na maleta [9]. A Figura 10 demonstra a primeira montagem, para a segunda basta inverter o LED.

Utilizam um LED (com tradução do inglês: diodo emissor de luz), que permite a passagem de corrente em apenas e ao permitir emitir luz. Ótimo para indicar se há fluxo de corrente.

Com a primeira montagem o LED deve acender, ao passo que na segunda montagem deva apagar.

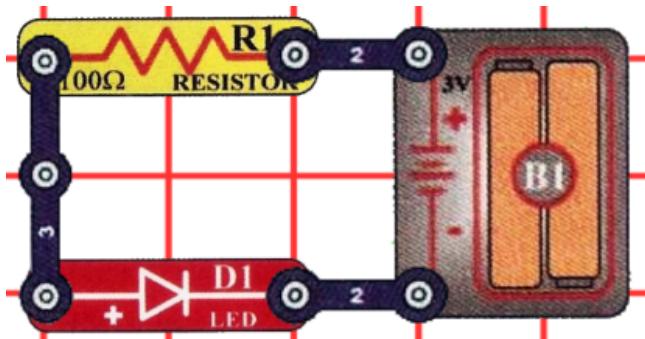


Figura 10: Aspecto final da primeira montagem do experimento.

5.3.2 Materiais

- 2 Conectores de 2 posições;
- 1 Conector de 3 posições;
- 1 LED D1;
- 1 Resistor R1;
- 1 Bateria B1.

6 Associações de Resistores

6.1 Conceitualização

6.1.1 Em série

Quando um circuito em série está conectado nos terminais de uma fonte de tensão os elétrons livres que formam a corrente devem passar em todas as resistências em série. Pois só há um caminho a ser percorrido pelos elétrons. Dessa forma, ao considerar duas ou mais resistências no circuito, a resistência que é efetivamente "vista" pela fonte é a oposição de todas.

Então, é possível afirmar: **a resistência total/equivalente, R_T , de uma associação em série é igual a soma das resistências individuais.** Ou seja:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + etc.$$

Esta equação é aplicável a qualquer número de resistências, sejam iguais ou diferentes, desde que estejam na mesma sequência em série. Note, ainda, que R_T é a resistência a ser usada no cálculo da corrente na sequência em série. Dessa forma, temos a Lei de Ohm aplicada a um circuito com várias resistências:

$$i = \frac{V_T}{R_T}$$

, onde i é a corrente em todos os componentes da sequência, V_T é a tensão aplicada sobre a resistência total, R_T .

6.1.2 Em paralelo

A resistência equivalente combinada em toda a linha principal em um circuito em paralelo pode ser encontrada pela Lei de Ohm: *divida a tensão comum em toda as resistências paralelas pela corrente total de todos os ramos.*

Considerando a Figura 11, ao aplicar a Lei de Ohm, no que seria o circuito equivalente, com os valores para a tensão de 60V e uma para a corrente de 3A, então a resistência seria de 20Ω . Mas no circuito original há duas resistências, de 30Ω e de 60Ω , além disso sua equivalente deve dar os 20Ω , por terem a mesma tensão e a mesma corrente.

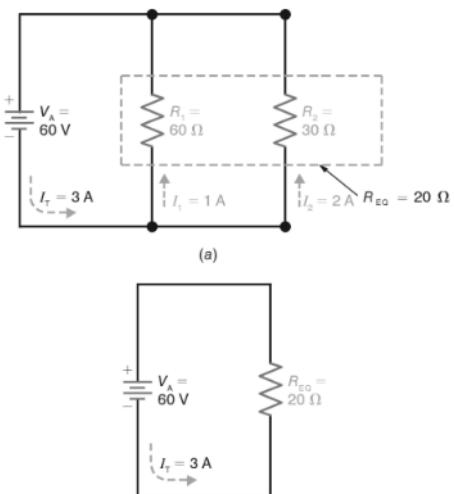


Figura 11: Associação de resistores em paralelo e seu equivalente. Fonte [1].

Para qualquer número de resistências em paralelo de qualquer valor utiliza-se a equação:

$$R_{EQ} = \frac{V_A}{i_T},$$

onde i_T é a soma de todas as correntes dos ramos; R_{EQ} é a resistência equivalente de todos os ramos em paralelo conectados na fonte de tensão aplicada V_A .

Considerando que num circuito em paralelo a corrente total é igual a soma de todas as correntes de cada ramo, ou seja: $i_T = i_1 + i_2 + \dots + etc.$ E que, pela Lei de Ohm, a corrente é diretamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à resistência, ou seja, $i_n = \frac{V}{R_n}$. Então, ao substituir, é obtido a fórmula:

$$\begin{aligned} i_T &= i_1 + i_2 + \dots + etc \\ &= \\ \frac{V}{R_{EQ}} &= \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \dots + etc. \end{aligned}$$

Como há V em todos os termos, a expressão pode ser simplificada para sua forma final:

$$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + etc.$$

6.2 Entendimento

6.2.1 Em série

Minha casa está sem água, preciso de 10l e só tenho um balde de 2l d'água. Quantos livros posso levar por vez? Quantas voltas precisarei dar para conseguir os 10l?

Mas, se agora eu tivesse dois baldes de 2l d'água. Quantos livros posso levar por vez? Quantas voltas precisarei dar para conseguir os 10l?

Com isso, espera-se que os alunos enxerguem os baldes com os resistores e água como sendo a resistência equivalente, por ser a soma das capacidades dos baldes.

Outro exemplo já pensado: recolher dinheiro. Ao fazer uma fila para uma "vaquinha", tendo 10 alunos e cada um oferece R\$0.10. Qual o valor total arrecadado?

6.2.2 Em paralelo

Durante uma partida de futebol há uma pausa para beber água, mas a fonte de água é limitada. Então todos se juntam para poder aproveitar a água, ou seja, cada um bebe o necessário de forma a garantir que todos tenham acesso a mesma garrafa.

Quanto a fórmula da resistência equivalente, é possível utilizar o conceito de dar cambalhota, pois é praticamente a mesma fórmula só que de "cabeça para baixo".

6.3 Experimentos

6.3.1 Objetivo

Visa demonstrar as fórmulas determinadas a cima, tanto para a associação em série quanto para em paralelo. Deve-se utilizar o multímetro para conferir as resistências equivalentes.

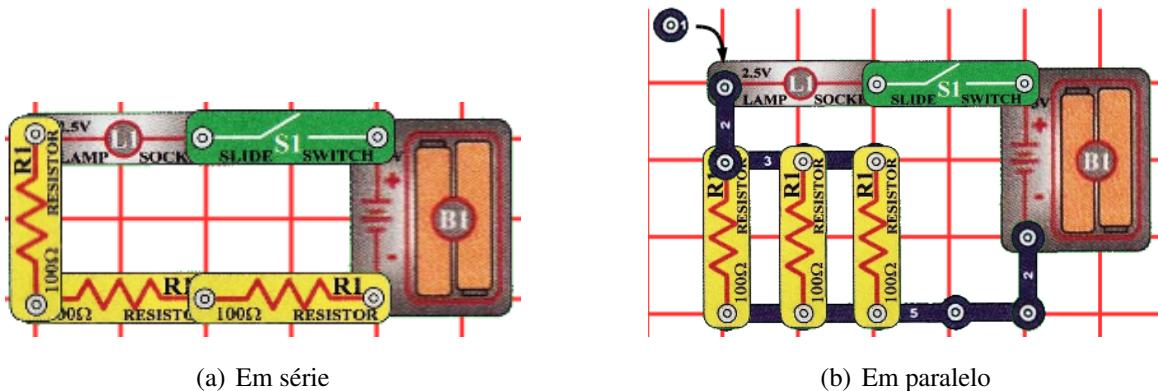


Figura 12: Aspecto final dos experimentos..

6.3.2 Materiais

- 3 Resistores variados;
- 2 Conectores de 2 posições;
- 1 Conector de 5 posições;

- 1 Conector de 3 posições;
- 1 Chave S1;
- 1 Lâmpada L1;
- 1 Bateria B1.

Referências

- [1] Louis E. Frenzel Jr., *Eletrônica Moderna*. Bookman, 1º ed., 2016.
- [2] Robotizando, “Tipos de resistores e suas aplicações,” http://www.robotizando.com.br/curso_eletronica_basica, Acessado em 2016.
- [3] L. Merlin, “Resistência para chuveiro suprema 5500w 127v (110v) cardal,” http://www.leroymerlin.com.br/resistencia-para-chuveiro-suprema-5500w-127v-110v-cardal_87432723, Acessado em 2016.
- [4] Eletrônica, “Resistências smd,” <http://www.electronica-pt.com/resistencias-smd>, Acessado em 2016.
- [5] Arduino e Cia, “Código de cores de resistores,” <http://www.arduinoecia.com.br/2013/08/codigo-de-cores-de-resistores.html>, Acessado em 2016.
- [6] Dream e Inc., “Lei de ohm,” http://www.dreaminc.com.br/sala_de_aula/lei-de-ohm/, Acessado em 2016.
- [7] Almir Wirth, *Eletricidade e Eletrônica Básica*. Alta Books, 4º revisada ed., 2013.
- [8] Minipa, “Et - 1002,” <http://www.minipa.com.br/1/5/5-Minipa-Multimetros-Digitais-ET-1002>, Acessado em 2016.
- [9] Snap Circuits, “Electronic snap circuits - experiments 1-101,” <https://drive.google.com/file/d/0B15tNuqii6LrRk5yUUo0bUZaZIk/>, Acessado em 2016.