

## Manual de Instruções e Guia de Experimentos

# BANCO ÓTICO ALFA

### OBSERVAÇÃO SOBRE OS DIREITOS AUTORAIS

Este manual é protegido pelas leis de direitos autorais e todos os direitos são reservados. Entretanto é permitida e garantida para instituições de ensino a reprodução de qualquer parte deste manual para ser fornecida e usada nos laboratórios e não para venda. A reprodução em qualquer outra circunstância, sem a permissão da AZEHEB é proibida.

### POLITICA DE DEVOLUÇÕES

Todas as devoluções de produtos requerem uma autorização de devolução de mercadoria (RMA). Para isto entre em contato conosco pelo nosso **formulário de contato**, ou pelo email [contato@azeheb.com.br](mailto:contato@azeheb.com.br) ou pelo telefone (41) 3079-6638.

Produtos devolvidos para troca ou crédito deverão estar em condição de novo e na sua embalagem original. O produto não será aceito para troca ou crédito, e será devolvido para o cliente se não estiver em condição de novo.

### GARANTIA

Nossos produtos possuem garantia contra defeitos de fabricação. Para maiores informações e detalhes, por favor, consulte nosso termo de garantia.

### ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Prestamos assistência técnica permanente para nossos produtos diretamente em nossa fábrica. Durante o período de garantia legal de 90 dias o custo de frete será por conta da AZEHEB, depois deste período os custos de frete serão por conta do cliente. Antes de enviar qualquer produto para conserto entre em contato com nossa empresa pelo nosso **formulário de contato**, ou pelo email [contato@azeheb.com.br](mailto:contato@azeheb.com.br) ou pelo telefone (41) 3079-6638 para solicitar a autorização de devolução de mercadoria (RMA). Não serão aceitos produtos para conserto que tenham sido enviados sem contato prévio com nossa empresa.



#### **ATENÇÃO**

*Este manual é exclusivamente para fins de sugestão de montagens de experimentos.*

***DEPENDENDO DA VERSÃO ADQUIRIDA, A COMPOSIÇÃO DO SEU KIT PODE SER DIFERENTE DA APRESENTADA NESTE MANUAL.***

***CASO SEJA NECESSÁRIO CONFERIR A COMPOSIÇÃO DO PRODUTO ADQUIRIDO:***

***VENDA PRIVADA: conferir a versão adquirida no orçamento aprovado. Se necessário contactar nossos vendedores.***

***VENDA PÚBLICA OU LICITAÇÃO: conferir com a PROPOSTA aceita pelo pregoeiro, e não com o edital (Cópia da proposta no CD de manuais que acompanha o pedido.)***

#### **Endereço:**

AZEHEB | Laboratórios de Física  
Rua Evaristo F.F. da Costa, 621  
Bairro Jardim das Américas  
Curitiba – PR  
CEP 81530-090  
Telefone: (41) 3079-6638  
E-mail: [azeheb@azeheb.com.br](mailto:azeheb@azeheb.com.br)

















































































































































































































































































































































































































































































## Manual de Instruções e Guia de Experimentos

# CONJUNTO DE DIAPASOES COM CAIXA DE RESSOÂNCIA

### OBSERVAÇÃO SOBRE OS DIREITOS AUTORAIS

Este manual é protegido pelas leis de direitos autorais e todos os direitos são reservados. Entretanto é permitida e garantida para instituições de ensino a reprodução de qualquer parte deste manual para ser fornecida e usada nos laboratórios e não para venda. A reprodução em qualquer outra circunstância, sem a permissão da AZEHEB é proibida.

### POLITICA DE DEVOLUÇÕES

Todas as devoluções de produtos requerem uma autorização de devolução de mercadoria (RMA). Para isto entre em contato conosco pelo nosso **formulário de contato**, ou pelo email [contato@azeheb.com.br](mailto:contato@azeheb.com.br) ou pelo telefone (41) 3079-6638.

Produtos devolvidos para troca ou crédito deverão estar em condição de novo e na sua embalagem original. O produto não será aceito para troca ou crédito, e será devolvido para o cliente se não estiver em condição de novo.

### GARANTIA

Nossos produtos possuem garantia contra defeitos de fabricação. Para maiores informações e detalhes, por favor, consulte nosso termo de garantia.

### ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Prestamos assistência técnica permanente para nossos produtos diretamente em nossa fábrica. Durante o período de garantia legal de 90 dias o custo de frete será por conta da AZEHEB, depois deste período os custos de frete serão por conta do cliente. Antes de enviar qualquer produto para conserto entre em contato com nossa empresa pelo nosso **formulário de contato**, ou pelo email [contato@azeheb.com.br](mailto:contato@azeheb.com.br) ou pelo telefone (41) 3079-6638 para solicitar a autorização de devolução de mercadoria (RMA). Não serão aceitos produtos para conserto que tenham sido enviados sem contato prévio com nossa empresa.



#### ATENÇÃO

Este manual é exclusivamente para fins de sugestão de montagens de experimentos.  
**DEPENDENDO DA VERSÃO ADQUIRIDA, A COMPOSIÇÃO DO SEU KIT PODE SER DIFERENTE DA APRESENTADA NESTE MANUAL.**

**CASO SEJA NECESSÁRIO CONFERIR A COMPOSIÇÃO DO PRODUTO ADQUIRIDO:**

**VENDA PRIVADA:** conferir a versão adquirida no orçamento aprovado. Se necessário contactar nossos vendedores.

**VENDA PÚBLICA OU LICITAÇÃO:** conferir com a **PROPOSTA** aceita pelo pregoeiro, e não com o edital (Cópia da proposta no CD de manuais que acompanha o pedido.)

#### Endereço:

AZEHEB | Laboratórios de Física  
Rua Evaristo F.F. da Costa, 621  
Bairro Jardim das Américas  
Curitiba – PR  
CEP 81530-090  
Telefone: (41) 3079-6638  
E-mail: [azeheb@azeheb.com.br](mailto:azeheb@azeheb.com.br)

































# Manual de Instruções e Guia de Experimentos

## CALORÍMETRO ELÉTRICO COM RESISTOR

### OBSERVAÇÃO SOBRE OS DIREITOS AUTORAIS

Este manual é protegido pelas leis de direitos autorais e todos os direitos são reservados. Entretanto é permitida e garantida para instituições de ensino a reprodução de qualquer parte deste manual para ser fornecida e usada nos laboratórios e não para venda. A reprodução em qualquer outra circunstância, sem a permissão da AZEHEB é proibida.

### POLITICA DE DEVOLUÇÕES

Todas as devoluções de produtos requerem uma autorização de devolução de mercadoria (RMA). Para isto entre em contato conosco pelo nosso **formulário de contato**, ou pelo email [contato@azeheb.com.br](mailto:contato@azeheb.com.br) ou pelo telefone (41) 3079-6638.

Produtos devolvidos para troca ou crédito deverão estar em condição de novo e na sua embalagem original. O produto não será aceito para troca ou crédito, e será devolvido para o cliente se não estiver em condição de novo.

### GARANTIA

Nossos produtos possuem garantia contra defeitos de fabricação. Para maiores informações e detalhes, por favor, consulte nosso termo de garantia.

### ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Prestamos assistência técnica permanente para nossos produtos diretamente em nossa fábrica. Durante o período de garantia legal de 90 dias o custo de frete será por conta da AZEHEB, depois deste período os custos de frete serão por conta do cliente. Antes de enviar qualquer produto para conserto entre em contato com nossa empresa pelo nosso **formulário de contato**, ou pelo email [contato@azeheb.com.br](mailto:contato@azeheb.com.br) ou pelo telefone (41) 3079-6638 para solicitar a autorização de devolução de mercadoria (RMA). Não serão aceitos produtos para conserto que tenham sido enviados sem contato prévio com nossa empresa.



#### ATENÇÃO

Este manual é exclusivamente para fins de sugestão de montagens de experimentos.

**DEPENDENDO DA VERSÃO ADQUIRIDA, A COMPOSIÇÃO DO SEU KIT PODE SER DIFERENTE DA APRESENTADA NESTE MANUAL.**

**CASO SEJA NECESSÁRIO CONFERIR A COMPOSIÇÃO DO PRODUTO ADQUIRIDO:**

**VENDA PRIVADA:** conferir a versão adquirida no orçamento aprovado. Se necessário contactar nossos vendedores.

**VENDA PÚBLICA OU LICITAÇÃO:** conferir com a **PROPOSTA** aceita pelo pregoeiro, e não com o edital (Cópia da proposta no CD de manuais que acompanha o pedido.)

#### Endereço:

AZEHEB | Laboratórios de Física  
Rua Evaristo F.F. da Costa, 621  
Bairro Jardim das Américas  
Curitiba – PR  
CEP 81530-090  
Telefone: (41) 3079-6638  
E-mail: [azeheb@azeheb.com.br](mailto:azeheb@azeheb.com.br)



# SUMÁRIO (MANUAL DO PROFESSOR)

|  |          |
|--|----------|
| <b>COMPOSIÇÃO .....</b>  | <b>1</b> |
| <b>ITENS RECOMENDADOS (VENDIDOS SEPARADAMENTE) .....</b>                     | <b>2</b> |
| <b>CONHECENDO O CALORÍMETRO ELÉTRICO .....</b>                               | <b>3</b> |
| <b>PARTE EXTERNA .....</b>   | <b>3</b> |
| <b>PARTE INTERNA.....</b>  | <b>3</b> |
| <b>EXPERIMENTOS .....</b>  | <b>4</b> |
| <b>EXPERIMENTO 01 – DETERMINAR A CAPACIDADE TÉRMICA DO CALORÍMETRO .....</b> | <b>4</b> |
| <b>EXPERIMENTO 02 - EQUIVALENTE ELÉTRICO DO CALOR .....</b>                  | <b>6</b> |



















# SUMÁRIO (MANUAL DO ALUNO)

|  |          |
|--|----------|
| <b>SUMÁRIO (MANUAL DO ALUNO)</b> .....                                       | <b>1</b> |
| <b>CONHECENDO O CALORÍMETRO ELÉTRICO</b> .....                               | <b>1</b> |
| <b>PARTE EXTERNA</b> .....   | <b>1</b> |
| <b>PARTE INTERNA</b> .....   | <b>1</b> |
| <b>EXPERIMENTOS</b> .....  | <b>2</b> |
| <b>EXPERIMENTO 01 – DETERMINAR A CAPACIDADE TÉRMICA DO CALORÍMETRO</b> ..... | <b>2</b> |
| <b>EXPERIMENTO 02 - EQUIVALENTE ELÉTRICO DO CALOR</b> .....                  | <b>4</b> |



















## Manual de Instruções e Guia de Experimentos

# LABORATÓRIO DIDÁTICO DE ELETRICIDADE

### OBSERVAÇÃO SOBRE OS DIREITOS AUTORAIS

Este manual é protegido pelas leis de direitos autorais e todos os direitos são reservados. Entretanto é permitida e garantida para instituições de ensino a reprodução de qualquer parte deste manual para ser fornecida e usada nos laboratórios e não para venda. A reprodução em qualquer outra circunstância, sem a permissão da AZEHEB é proibida.

### POLITICA DE DEVOLUÇÕES

Todas as devoluções de produtos requerem uma autorização de devolução de mercadoria (RMA). Para isto entre em contato conosco pelo nosso **formulário de contato**, ou pelo email [contato@azeheb.com.br](mailto:contato@azeheb.com.br) ou pelo telefone (41) 3079-6638.

Produtos devolvidos para troca ou crédito deverão estar em condição de novo e na sua embalagem original. O produto não será aceito para troca ou crédito, e será devolvido para o cliente se não estiver em condição de novo.

### GARANTIA

Nossos produtos possuem garantia contra defeitos de fabricação. Para maiores informações e detalhes, por favor, consulte nosso termo de garantia.

### ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Prestamos assistência técnica permanente para nossos produtos diretamente em nossa fábrica. Durante o período de garantia legal de 90 dias o custo de frete será por conta da AZEHEB, depois deste período os custos de frete serão por conta do cliente. Antes de enviar qualquer produto para conserto entre em contato com nossa empresa pelo nosso **formulário de contato**, ou pelo email [contato@azeheb.com.br](mailto:contato@azeheb.com.br) ou pelo telefone (41) 3079-6638 para solicitar a autorização de devolução de mercadoria (RMA). Não serão aceitos produtos para conserto que tenham sido enviados sem contato prévio com nossa empresa.



#### ATENÇÃO

Este manual é exclusivamente para fins de sugestão de montagens de experimentos.

**DEPENDENDO DA VERSÃO ADQUIRIDA, A COMPOSIÇÃO DO SEU KIT PODE SER DIFERENTE DA APRESENTADA NESTE MANUAL.**

**CASO SEJA NECESSÁRIO CONFERIR A COMPOSIÇÃO DO PRODUTO ADQUIRIDO:**

**VENDA PRIVADA:** conferir a versão adquirida no orçamento aprovado. Se necessário contactar nossos vendedores.

**VENDA PÚBLICA OU LICITAÇÃO:** conferir com a **PROPOSTA** aceita pelo pregoeiro, e não com o edital (Cópia da proposta no CD de manuais que acompanha o pedido.)

#### Endereço:

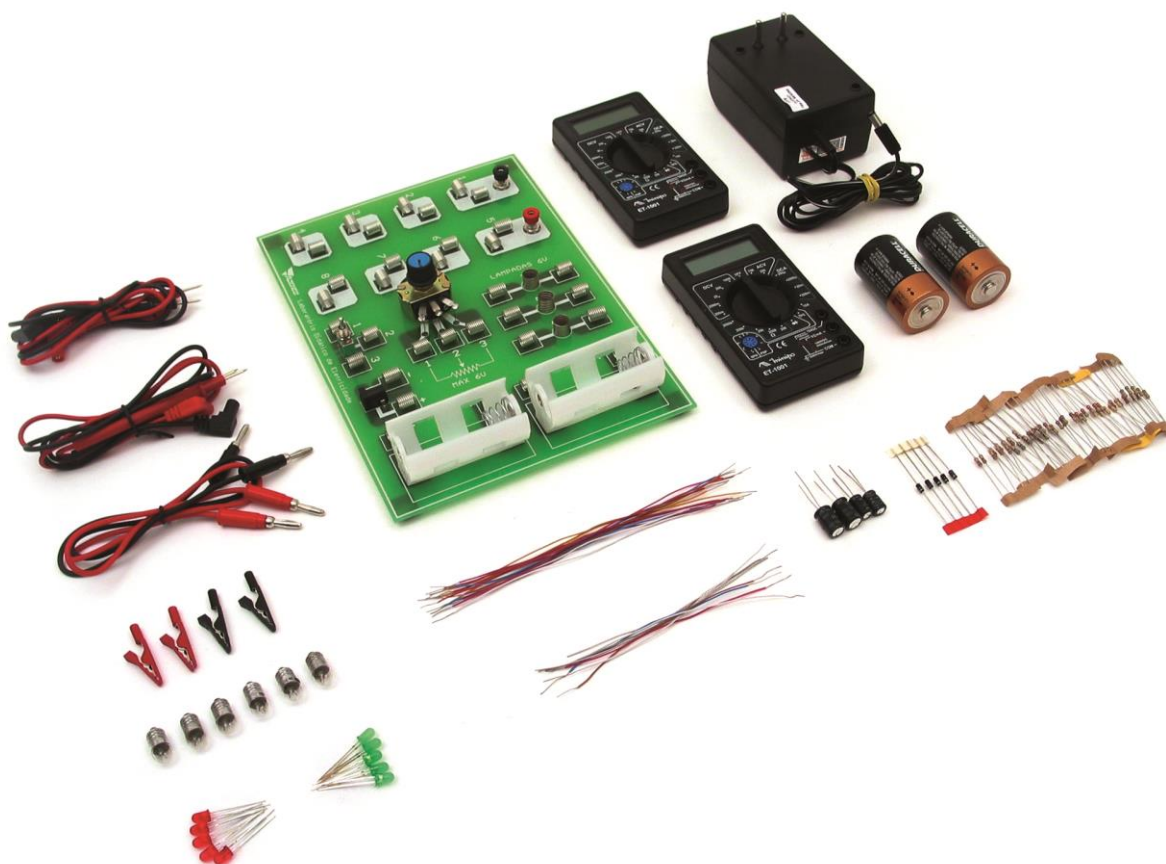
AZEHEB | Laboratórios de Física  
Rua Evaristo F.F. da Costa, 621  
Bairro Jardim das Américas  
Curitiba – PR  
CEP 81530-090  
Telefone: (41) 3079-6638  
E-mail: [azeheb@azeheb.com.br](mailto:azeheb@azeheb.com.br)



# INTRODUÇÃO

O Laboratório didático de eletricidade foi desenvolvido para a realização de uma grande variedade de experimentos em eletricidade. A placa para ensaios de circuitos elétricos pode ser utilizada para experimentos com circuitos simples até estudos mais complexos como Leis de Kirchhoff, diodos e carga e descarga de capacitores. A simbologia utilizada neste manual aparece detalhadamente no experimento 1.

## EQUIPAMENTO



# OBSERVAÇÕES GERAIS

## MULTÍMETROS DIGITAIS

O Multímetro digital é um instrumento com múltiplas escalas e múltiplas funções de medida, como resistência, tensão e correntes alternadas e contínuas. As medidas são apresentadas em um visor de cristal líquido. A seleção de função de medida é feita girando um botão central e alguns modelos ou através de botões em outros.

**Vantagens:** As medidas realizadas com multímetros digitais são de fácil leitura e de excelente precisão. Os estudantes aprendem mais rapidamente a utilizar estes multímetros do que os multímetros analógicos. Outra vantagem destes multímetros é seu baixo custo para a compra.

**Desvantagens:** A maioria dos multímetros funciona à bateria ou pilhas. O tempo de vida de uma bateria de um multímetro digital é relativamente pequeno o faz com que a troca tenha que ser efetuada várias vezes dependendo de sua utilização. Outra desvantagem é a escala de medidas, ela apresenta sempre o maior valor da escala, por exemplo, 2000V, mas o visor apresentará no máximo 1999V, isto pode causar confusão em alguns usuários.

Para experimentos de eletricidade básica nós indicamos:

Multímetro Digital ET-1001 (Código: 14040003)

## LÂMPADAS

O laboratório didático de eletricidade acompanha 3 lâmpadas miniaturas de 6V com potências diferentes (3W, 2W e 1,5W) e mais uma lâmpada sobressalente de cada potência. Isto torna os experimentos mais versáteis e realistas, pois podemos associar lâmpadas de diferentes potências.

## PLACA DE ENSAIOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

As molas estão soldadas na placa e servem como conveniente método para conectar os mais diversos componentes como resistores, capacitores, diodos, fios e etc. Algumas molas estão ligadas diretamente aos componentes da placa como o potenciômetro, os soquetes para as pilhas, a chave, as lâmpadas e a entrada para alimentação da fonte de 6V. Na placa existem 8 ilhas de conexão numeradas onde as molas são ligadas em pares orientadas perpendicularmente entre elas. Isto facilita a montagem dos mais diversos circuitos.

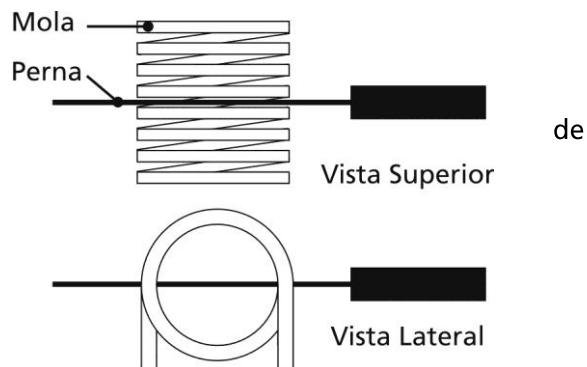
As molas são produzidas em metal temperado de alta resistência, por isto não deformam permanentemente. Isto aumenta a vida útil da placa, pois evita que as molas quebrem ao longo do tempo.

Os resistores, os fios e os outros componentes devem ser armazenados com cuidado após os experimentos a fim de evitar que os componentes se percam com facilidade.

Ao colocar as pilhas nos soquetes, verificar a polaridade (+/-), não é problema se inverter a polaridade das pilhas, mas em alguns circuitos é necessário que a polaridade esteja correta.

A placa de ensaios possui uma entrada para uma fonte alimentação de 6V/2A. Esta fonte de alimentação possui proteção contra curto circuito.

As conexões dos componentes na placa de circuitos são simples, basta pressionar as pernas dos componentes entre os elos das molas de conexão. Para uma conexão perfeita é necessário que as pernas dos componentes atravessem os elos das molas de conexão. Observe o desenho.



# EXPERIMENTOS

Os experimentos deste manual foram desenvolvidos para o aprendizado de eletricidade básica. O estudo começa com experimentos básicos utilizando a placa para ensaios de circuitos elétricos para que o usuário se familiarize ao seu funcionamento. Após esta fase inicial iniciam-se os experimentos mais complexos como associação série e paralelo de resistores, Leis de Ohm e Kirchhoff. Para finalizar estudamos o funcionamento dos capacitores, suas associações e a carga e a descarga em circuitos RC. Além destes experimentos, a placa para ensaios de circuitos elétricos permite que sejam criados novos experimentos, ou ainda, que experimentos sejam adaptados.

**Experimento 01** – Conhecendo a Placa para Ensaios de Circuitos Elétricos – 1,2 e 3

**Experimento 02** – Código de Cores - 8

**Experimento 03** – Medindo Tensões - 4

**Experimento 04** – Medindo Correntes - 5

**Experimento 05** – Lei de Ohm – 9 e 10

**Experimento 06** – Associação de Resistores 11-12

**Experimento 07** – Associação de Lâmpadas

**Experimento 08** – Lei de Kirchhoff 13-14-15

**Experimento 09** – Estudo de Capacitores 16 -17-18 -19

**Experimento 10** – Estudo de Diodos – 6-7

**Experimento 11** - Carga e Descarga de um Capacitor | Circuito Rc

**Experimento 12** - Descarga de Capacitores | Cálculo Experimental da Resistência Interna do Voltímetro | Circuito Rc

**Experimento 13** - Descarga de Capacitores | Associação Série de Capacitores | Circuito Rc

**Experimento 14** - Descarga de Capacitores | Associação Paralela de Capacitores | Circuito Rc

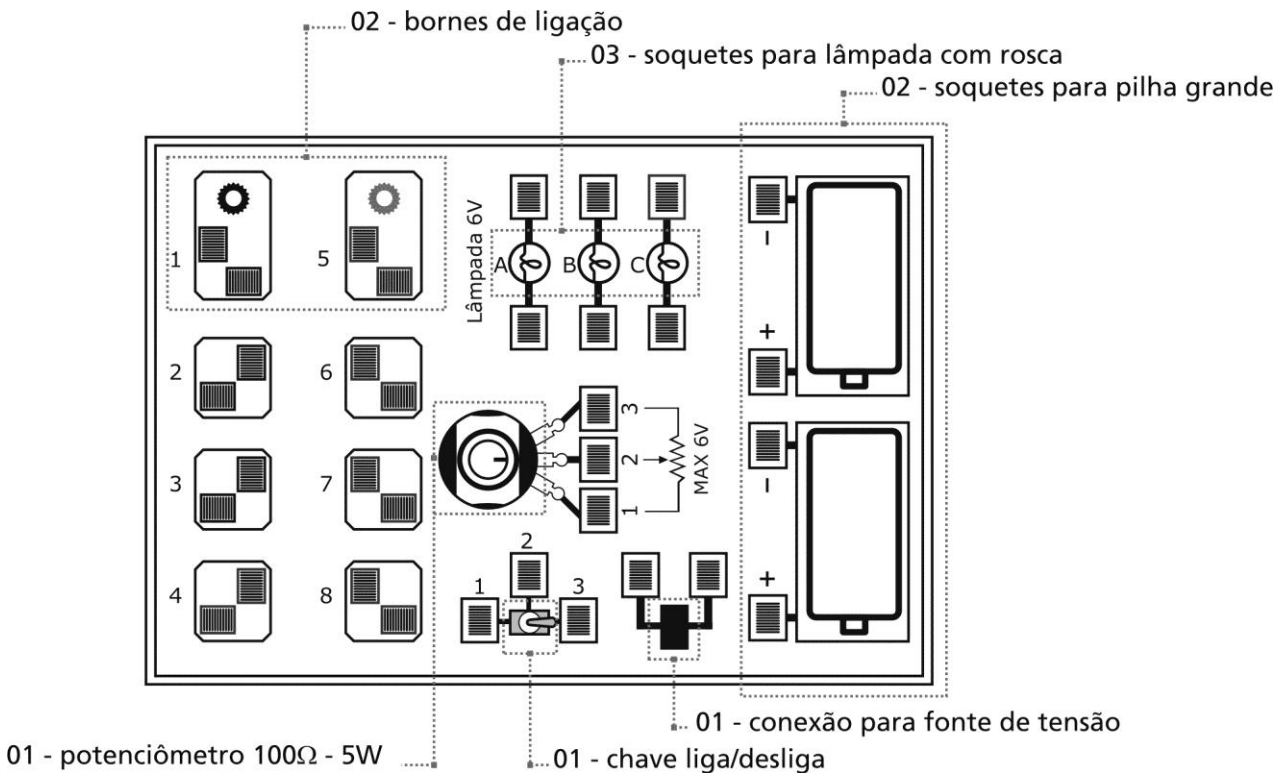


# EXPERIMENTO 1 - CONHECENDO A PLACA PARA ENSAIOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

## Proposta

Este primeiro experimento é dividido em 3 partes. A proposta deste experimento é ajudar na familiarização com a placa para ensaios de circuitos elétricos antes de executar experimentos com circuitos mais complexos e apresentar a simbologia que é utilizada na representação de circuitos elétricos.

## A Placa de Ensaio de Circuitos Elétricos



## Simbologia

|             |            |           |                      |                    |
|-------------|------------|-----------|----------------------|--------------------|
|             |            |           |                      |                    |
| Amperímetro | Voltímetro | Capacitor | Fonte de Alimentação | Chave Liga/Desliga |
|             |            |           |                      |                    |
| Diodo       | LED        | Lâmpada   | Potenciômetro        | Resistor           |

---

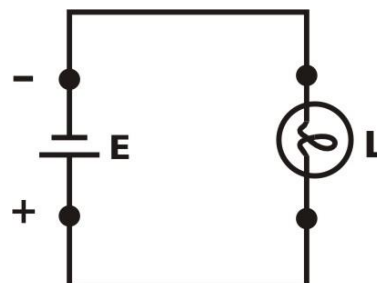
## PARTE 1 -LIGAR UMA LÂMPADA EM UMA FONTE DE 6V

### Material Necessário

- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 2 fios para conexão
- 1 lâmpada de 6V/2W

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Ligar o pólo positivo da fonte de tensão (6V) a um dos lados da lâmpada C.
3. Ligar o outro lado da lâmpada C ao pólo negativo da fonte de tensão (6V).



---

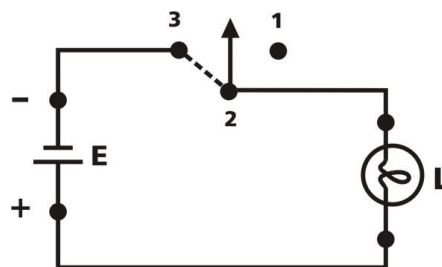
## PARTE 2 -LIGAR UMA LÂMPADA EM SÉRIE COM UMA CHAVE E UMA FONTE DE 6V

### Material Necessário

- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 1 lâmpada de 6V/2W

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Ligar o pólo negativo da fonte de tensão (6V) ao ponto 3 da chave.
3. Ligar o ponto 2 da chave a um dos lados da lâmpada C.
4. Ligar o outro lado da lâmpada C ao pólo positivo da fonte de tensão (6V).
5. Mudar a posição da alavanca na chave e observar a lâmpada.



## PARTE 3 -UTILIZAR O POTENCIÔMETRO COMO DIVISOR DE TENSÃO (0V À 6V) E A CHAVE EM SÉRIE COM A LÂMPADA.

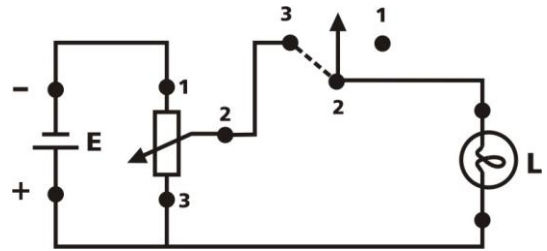
**Potenciômetro** – resistor que permite variação de sua resistência elétrica.

### Material Necessário

- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 5 fios para conexão
- 1 lâmpada de 6V/2W

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Ligar o pólo positivo da fonte de tensão (6V) ao ponto 3 do potenciômetro.
3. Ligar o pólo negativo da fonte de tensão (6V) ao ponto 1 do potenciômetro.
4. Ligar o ponto 2 do potenciômetro ao ponto 3 da chave.
5. Ligar o ponto 2 da chave ao um dos lados da lâmpada C
6. Ligar o outro lado da lâmpada C ao ponto 3 do potenciômetro.
7. Ligar a chave e girar o dial do potenciômetro. Observar o brilho da lâmpada.



# EXPERIMENTO 2 - CÓDIGO DE CORES

## Proposta

Aprender como identificar o valor da resistência de um resistor pelo código de cores e comparar o seu valor com o ohmímetro.

## Material Necessário

- 10 resistores com resistências elétricas diferentes.
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos

Resistência elétrica é uma grandeza física que representa uma constante de proporcionalidade entre a tensão e a intensidade de corrente elétrica. O valor da resistência elétrica de um resistor depende do material de que é feito e de sua geometria. A unidade de resistência elétrica é o ohm cujo símbolo é a letra grega Omega ( $\Omega$ ). Exemplo: a resistência de um fio de ferro é 10ohms ou  $10\Omega$ . O instrumento utilizado para medir a resistência elétrica de um resistor é chamado de ohmímetro.

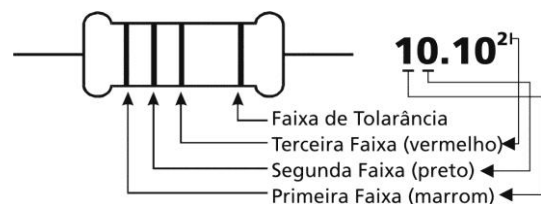
Os resistores mais comuns são de carvão ou fio fabricados com diversos tamanhos e valores.

O valor da resistência elétrica de um resistor vem codificado no corpo do resistor com anéis coloridos que são associados um número para cada cor.

## Código de Cores

| cor      | Valor | Tolerância |
|----------|-------|------------|
| prata    | -2    | 10%        |
| ouro     | -1    | 5%         |
| preto    | 0     |            |
| marrom   | 1     | 1%         |
| vermelho | 2     | 2%         |
| laranja  | 3     |            |
| amarelo  | 4     |            |
| verde    | 5     |            |
| azul     | 6     |            |
| violeta  | 7     |            |
| cinza    | 8     |            |
| branco   | 9     |            |

Exemplo de como se utiliza o código de cores:



**Resistor 1**, seja um resistor com o código de cores, marrom, preto e laranja (desconsiderar a tolerância).

|               | Cor     | Valor |
|---------------|---------|-------|
| Primeira Cor: | Marrom  | 1     |
| Segunda Cor:  | Preto   | 0     |
| Terceira Cor: | Laranja | 3     |
| Quarta Cor:   | Ouro    | 5%    |

Valor da resistência elétrica:

$$R = 10 \cdot 1000 \quad R = 10000 \text{ ohm} \quad R = 10000\Omega$$

Colocar o resistor entre as ilhas de conexão 1 e 2 e escolher uma escala adequada no ohmímetro para medir o valor da resistência elétrica do resistor.

Valor medido  $R =$  \_\_\_\_\_

**Resistor 2**, seja um resistor com o código de cores, marrom, vermelho e vermelho (desconsiderar a tolerância).

|               | Cor      | Valor |
|---------------|----------|-------|
| Primeira Cor: | Marrom   | 1     |
| Segunda Cor:  | Vermelho | 2     |
| Terceira Cor: | Vermelho | 2     |
| Quarta Cor:   | Ouro     | 5%    |

Valor da resistência elétrica:

$$R = 12 \cdot 100 \quad R = 1200 \text{ ohm} \quad R = 1200\Omega$$

Colocar o resistor entre as ilhas de conexão 1 e 2 e escolher uma escala adequada no ohmímetro para medir o valor da resistência elétrica do resistor.

Valor medido  $R =$  \_\_\_\_\_

### Procedimentos

- Escolher outro resistor e colocar entre as ilhas de conexão 1 e 2.
- Identificar as cores do resistor.  
 Faixa 1 cor \_\_\_\_\_  
 Faixa 2 cor \_\_\_\_\_  
 Faixa 3 cor \_\_\_\_\_  
 Faixa 4 cor \_\_\_\_\_
- Verifique o seu valor usando o código de cores.  
 $R =$  \_\_\_\_\_ ohm (valor nominal).
- Escolha uma escala adequada no multímetro para medir o valor da resistência do resistor.
- Medir o valor da resistência e completar a tabela.  
 $R =$  \_\_\_\_\_ ohm
- O valor da resistência encontrado pelo ohmímetro é próximo do valor nominal?  
 \_\_\_\_\_
- Repetir os procedimentos anteriores para os outros resistores e completar a tabela abaixo.

| Resistor | 1ª faixa |    | 2ª faixa |    | 3ª faixa |    | $R(\Omega)$        | Medido $R(\Omega)$ | Erro % | Tolerância % |
|----------|----------|----|----------|----|----------|----|--------------------|--------------------|--------|--------------|
|          | COR      | Nº | COR      | Nº | COR      | Nº |                    |                    |        |              |
| $R_1$    | marrom   | 1  | preto    | 0  | laranja  | 3  | 10000 ( $\Omega$ ) | 9970 ( $\Omega$ )  | 0,3%   | 5%           |
| $R_2$    | marrom   | 1  | vermelho | 2  | vermelho | 2  | 1200 ( $\Omega$ )  | 1220 ( $\Omega$ )  | 1,67%  | 5%           |
| $R_3$    |          |    |          |    |          |    |                    |                    |        |              |
| $R_4$    |          |    |          |    |          |    |                    |                    |        |              |
| $R_5$    |          |    |          |    |          |    |                    |                    |        |              |
| $R_6$    |          |    |          |    |          |    |                    |                    |        |              |
| $R_7$    |          |    |          |    |          |    |                    |                    |        |              |
| $R_8$    |          |    |          |    |          |    |                    |                    |        |              |
| $R_9$    |          |    |          |    |          |    |                    |                    |        |              |
| $R_{10}$ |          |    |          |    |          |    |                    |                    |        |              |

Tabela 1

# EXPERIMENTO 3 - ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

## Proposta

Aprender como funcionam as associações de resistores em série, paralelo e misto.

## PARTE 1 -ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES COM RESISTÊNCIAS IGUAIS.

### Material Necessário

- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 4 fios para conexão
- 3 Resistores iguais
- 1 multímetro digital com pontas de prova

### Procedimentos

Preparar o multímetro para medir resistência. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM do multímetro e o cabo vermelho no borne de entrada  $V\Omega mA$ . Fixar bem para estabelecer um bom contato. ( $V\Omega mA$ , esta representação quer informar que nesta posição pode medir tensão, resistência elétrica e intensidade de corrente em mA). Ler o manual de instruções do multímetro digital ET1001.

Antes de iniciar os experimentos escolher três resistores iguais e preencher a tabela abaixo:

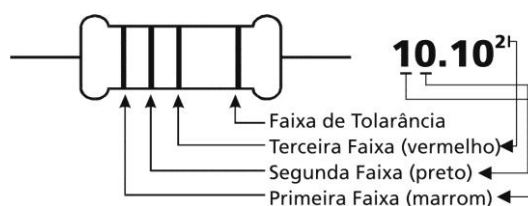
|                | Cores das Faixas |                |                |                | Valor Indicado( $\Omega$ ) | Valor Medido ( $\Omega$ ) | % Erro | % Tolerância |
|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|---------------------------|--------|--------------|
|                | 1 <sup>a</sup>   | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> |                            |                           |        |              |
| R <sub>1</sub> |                  |                |                |                |                            |                           |        |              |
| R <sub>2</sub> |                  |                |                |                |                            |                           |        |              |
| R <sub>3</sub> |                  |                |                |                |                            |                           |        |              |

Tabela 2

### Código de cores

| cor      | Valor | Tolerância |
|----------|-------|------------|
| prata    | -2    | 10%        |
| ouro     | -1    | 5%         |
| preto    | 0     |            |
| marrom   | 1     | 1%         |
| vermelho | 2     | 2%         |
| laranja  | 3     |            |
| amarelo  | 4     |            |
| verde    | 5     |            |
| azul     | 6     |            |
| violeta  | 7     |            |
| cinza    | 8     |            |
| branco   | 9     |            |

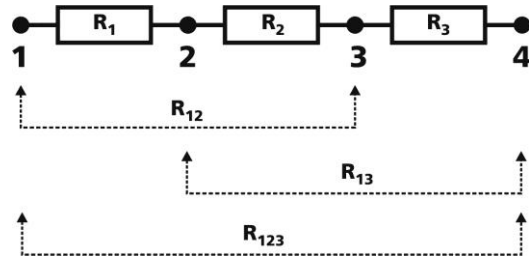
Exemplo de como se utiliza o código de cores:



## Associação de Resistores em Série.

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.

- Colocar o resistor  $R_1$  entre as ilhas de conexão 1 e 2
- Colocar o resistor  $R_2$  entre as ilhas de conexão 2 e 3
- Colocar o resistor  $R_3$  entre as ilhas de conexão 3 e 4



2. Com o multímetro, medir as resistências indicadas e preencher a tabela.

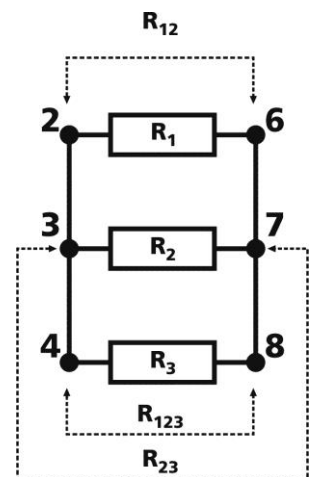
|           | Valor Medido ( $\Omega$ ) |
|-----------|---------------------------|
| $R_{12}$  |                           |
| $R_{23}$  |                           |
| $R_{123}$ |                           |

Tabela 3

## Associação de Resistores em Paralelo.

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.

- Colocar o resistor  $R_1$  entre as ilhas de conexão 2 e 6
- Colocar o resistor  $R_2$  entre as ilhas de conexão 3 e 7
- Colocar o resistor  $R_3$  entre as ilhas de conexão 4 e 8
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 2 e 3
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 3 e 4
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 6 e 7
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 7 e 8



2. Com o multímetro, medir as resistências indicadas e preencher a tabela.

|           | Valor Medido ( $\Omega$ ) | Valor Medido sem $R_3$ ( $\Omega$ ) |
|-----------|---------------------------|-------------------------------------|
| $R_{12}$  |                           |                                     |
| $R_{23}$  |                           |                                     |
| $R_{123}$ |                           |                                     |

Tabela 4

3. Depois de realizar as medidas acima, retirar o resistor  $R_3$ , refazer as medidas e preencher a tabela acima.

4. O que ocorreu com o valor da resistência?

## Associação de Resistores Mista (Série e Paralelo)

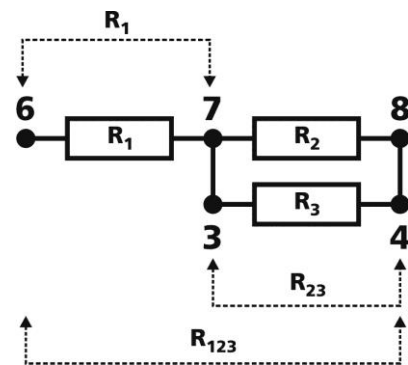
1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.

- Colocar o resistor  $R_1$  entre as ilhas de conexão 6 e 7
- Colocar o resistor  $R_2$  entre as ilhas de conexão 7 e 8
- Colocar o resistor  $R_3$  entre as ilhas de conexão 3 e 4
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 3 e 7
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 4 e 8

2. Com o multímetro, medir as resistências indicadas e preencher a tabela.

|           | Valor Medido ( $\Omega$ ) |
|-----------|---------------------------|
| $R_{12}$  |                           |
| $R_{23}$  |                           |
| $R_{123}$ |                           |

Tabela 5





## PARTE 2 - ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES COM RESISTÊNCIAS DIFERENTES

### Material Necessário

- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 4 fios para conexão
- 3 Resistores diferentes
- 1 multímetro digital com pontas de prova.

### Procedimentos

Preparar o multímetro para medir resistência. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM do multímetro e o cabo vermelho no borne de entrada  $V\Omega mA$ . Fixar bem para estabelecer um bom contato. ( $V\Omega mA$ , esta representação quer informar que nesta posição pode medir tensão, resistência elétrica e intensidade de corrente em mA). Ler o manual de instruções do multímetro digital ET1001.

Antes de iniciar os experimentos escolher três resistores iguais e preencher a tabela abaixo.

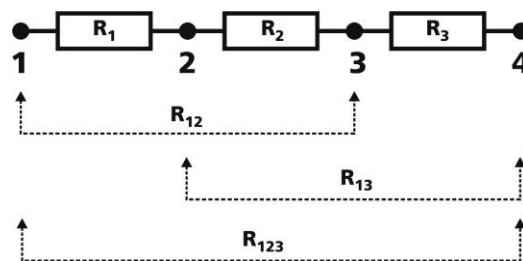
|                | Cores das Faixas |    |    |    | Valor Indicado( $\Omega$ ) | Valor Medido ( $\Omega$ ) | % Erro | % Tolerância |
|----------------|------------------|----|----|----|----------------------------|---------------------------|--------|--------------|
|                | 1ª               | 2ª | 3ª | 4ª |                            |                           |        |              |
| R <sub>1</sub> |                  |    |    |    |                            |                           |        |              |
| R <sub>2</sub> |                  |    |    |    |                            |                           |        |              |
| R <sub>3</sub> |                  |    |    |    |                            |                           |        |              |

Tabela 6

### Associação de Resistores em Série.

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.

- Colocar o resistor R<sub>1</sub> entre as ilhas de conexão 1 e 2
- Colocar o resistor R<sub>2</sub> entre as ilhas de conexão 2 e 3
- Colocar o resistor R<sub>3</sub> entre as ilhas de conexão 3 e 4



2. Com o multímetro, medir as resistências indicadas e preencher a tabela.

|                  | Valor Medido ( $\Omega$ ) |
|------------------|---------------------------|
| R <sub>12</sub>  |                           |
| R <sub>23</sub>  |                           |
| R <sub>123</sub> |                           |

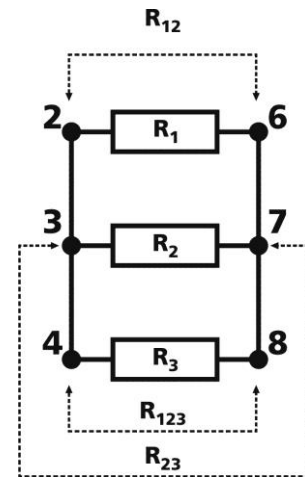
Tabela 7

## Associação de Resistores em Paralelo.

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.

- Colocar o resistor  $R_1$  entre as ilhas de conexão 2 e 6
- Colocar o resistor  $R_2$  entre as ilhas de conexão 3 e 7
- Colocar o resistor  $R_3$  entre as ilhas de conexão 4 e 8
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 2 e 3
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 3 e 4
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 6 e 7
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 7 e 8

2. Com o multímetro, medir as resistências indicadas e preencher a tabela.



|           | Valor Medido ( $\Omega$ ) | Valor Medido sem $R_C$ ( $\Omega$ ) |
|-----------|---------------------------|-------------------------------------|
| $R_{12}$  |                           |                                     |
| $R_{23}$  |                           |                                     |
| $R_{123}$ |                           |                                     |

Tabela 8

3. Depois de realizar as medidas acima, retirar o resistor  $R_C$ , refazer as medidas e preencher a tabela acima.

4. O que ocorreu com o valor da resistência?

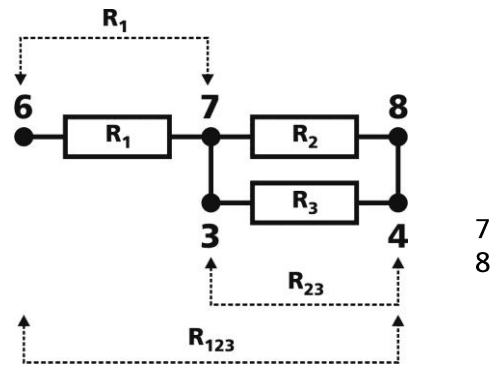
---

## Associação de Resistores Mista (Série e Paralelo).

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.

- Colocar o resistor  $R_1$  entre as ilhas de conexão 6 e 7
- Colocar o resistor  $R_2$  entre as ilhas de conexão 7 e 8
- Colocar o resistor  $R_3$  entre as ilhas de conexão 3 e 4
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 3 e 7
- Ligar com um fio de conexão as ilhas de conexão 4 e 8

2. Com o multímetro, medir as resistências indicadas e preencher a tabela:



|           | Valor Medido ( $\Omega$ ) |
|-----------|---------------------------|
| $R_{12}$  |                           |
| $R_{23}$  |                           |
| $R_{123}$ |                           |

Tabela 9

### Conclusões

1. Qual foi o erro (%) comparado com a tolerância indicada nos resistores?

---

2. Observando os valores encontrados nos experimentos, qual é a regra para associação de resistores iguais ou diferentes em série? E em paralelo? Justifique sua resposta com base nos dados coletados nos experimentos.

---



---



---



---

### Extra

Utilizando os mesmos resistores dos experimentos já realizados e mais alguns fios, monte e meça as resistências em novos circuitos com mais de três resistores. Monte circuitos com quatro ou mais resistores testando os conceitos aprendidos nos experimentos anteriores.

# EXPERIMENTO 4 - MEDINDO TENSÕES

## Proposta

Aprender como é realizada a medida de tensões utilizando o multímetro digital e verificar o comportamento da tensão em relação à resistência nos mais diversos circuitos.

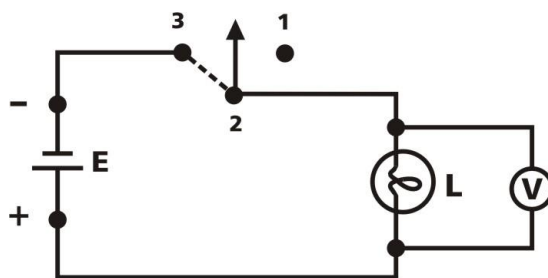
## PARTE 1 - COMO MEDIR TENSÕES UTILIZANDO O MULTÍMETRO

### Material Necessário

- 1 multímetro digital com pontas de prova
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 1 lâmpada de 6V/2W

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Com três condutores ligar a lâmpada a uma fonte de 6V em série com a chave:
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão (6V) ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave a um dos lados da lâmpada C.
  - Ligar o outro lado da lâmpada C ao pólo positivo da fonte de tensão (6V).
3. Estudar o mecanismo de liga/desliga da chave, para observar a maneira pela qual a chave se encontra ligada ou desligada. Para fazer este estudo observar a alavanca da chave quando ligada e quando desligada. Procure entender bem o funcionamento da chave para que nos próximos experimentos ela fique na posição desligada.
4. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medida de tensão (DCV) em 20. O voltímetro é um instrumento utilizado para medidas de tensão.
5. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM do multímetro e o cabo vermelho no borne de entrada  $V\Omega mA$ . Fixar bem para estabelecer um bom contato. ( $V\Omega mA$ , esta representação quer informar que nesta posição pode medir tensão, resistência elétrica e intensidade de corrente em mA). Ler o manual de instruções do multímetro digital ET1001.
6. Para medir a tensão, devemos ligar o voltímetro em paralelo com o componente elétrico (lâmpada).
7. Para medir a tensão à que a lâmpada submetida, devemos colocar as duas pontas de prova do voltímetro digital nos bornes de pressão da lâmpada C.
8. Anotar o valor registrado no visor do voltímetro digital. Prestar atenção com a polaridade, se estiver com a polaridade invertida vai aparecer um sinal de menos no visor do voltímetro digital. Para corrigir a polaridade no voltímetro basta inverter as pontas de prova.  
 $V = \underline{\hspace{2cm}} V$
9. A tensão indicada no voltímetro pode ficar oscilando um pouco na ordem de um ou dois centésimos, sempre utilizar neste caso o valor médio.
10. Medir a tensão da fonte de alimentação, colocando as duas pontas de prova do voltímetro digital nos pólos positivo e negativo da fonte.
11. Anotar o valor registrado no visor do voltímetro digital (o valor encontrado é igual ao do item 9, se o resultado for diferente justifique essa diferença).  $V = \underline{\hspace{2cm}} V$



## PARTE 2 -MEDINDO TENSÕES EM CIRCUITOS COM RESISTORES IGUAIS

### Medindo tensões em um circuito série.

#### Material Necessário

- 1 multímetro digital com pontas de prova
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 3 resistores iguais

#### Procedimentos:

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Escolher três resistores iguais e preencher a tabela abaixo com os valores dos resistores:

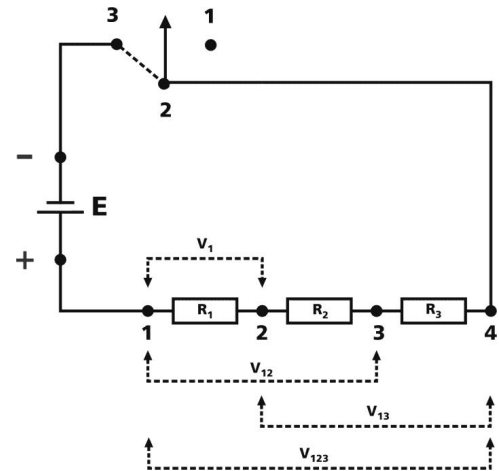
| Resistor | Valor ( $\Omega$ ) |
|----------|--------------------|
| R1       |                    |
| R2       |                    |
| R3       |                    |

Tabela 10

3. Com três condutores ligar três resistores iguais em série com uma fonte de 6V e a chave liga/desliga.
  - Colocar o resistor de  $R_1$  entre as ilhas de conexão 1 e 2
  - Colocar o resistor de  $R_2$  ohm entre as ilhas de conexão 2 e 3.
  - Colocar o resistor de  $R_3$  ohm entre as ilhas de conexão 3 e 4.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave ilha de conexão 4.
  - Colocar a alavanca da chave na posição desligada.
  - Ligar a ilha de conexão 1 ao pólo positivo da fonte de tensão (6V)
4. Passar a alavanca da chave para a posição ligada.
5. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.
6. Medir as tensões e completar a tabela abaixo.

| Resistência ( $\Omega$ ) | Tensão (V) |
|--------------------------|------------|
| $R_1$                    | $V_1$      |
| $R_2$                    | $V_2$      |
| $R_3$                    | $V_3$      |
| $R_{12}$                 | $V_{12}$   |
| $R_{23}$                 | $V_{23}$   |
| $R_{123}$                | $V_{123}$  |

Tabela 11



## Medindo tensões em um circuito paralelo.

### Material Utilizado

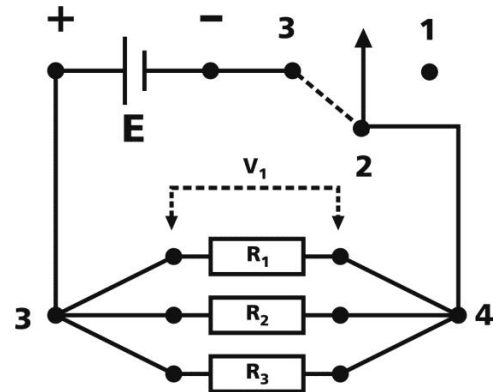
- 1 multímetro digital com pontas de prova
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 3 resistores iguais

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos
2. Escolher três resistores iguais e preencher a tabela abaixo com os valores dos resistores:

| Resistor | Valor ( $\Omega$ ) |
|----------|--------------------|
| $R_1$    |                    |
| $R_2$    |                    |
| $R_3$    |                    |

Tabela 12



3. Com três condutores ligar três resistores iguais em paralelo com uma fonte de 6V e a chave liga/desliga
  - Colocar os três resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  entre as ilhas de conexão 3 e 4
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 4.
  - Colocar a alavanca da chave na posição desligada.
  - Ligar a ilha de conexão 3 ao pólo positivo da fonte de tensão (6V)
4. Passar a alavanca da chave para a posição ligada.
5. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.
6. Medir as tensões e completar a tabela abaixo:

| Resistência ( $\Omega$ ) |  | Tensão (V) |  |
|--------------------------|--|------------|--|
| $R_1$                    |  | $V_1$      |  |
| $R_2$                    |  | $V_2$      |  |
| $R_3$                    |  | $V_3$      |  |
| $R_{123}$                |  | $V_{123}$  |  |

Tabela 13

## Medindo tensões em um circuito misto (série/paralelo)

### Material Utilizado

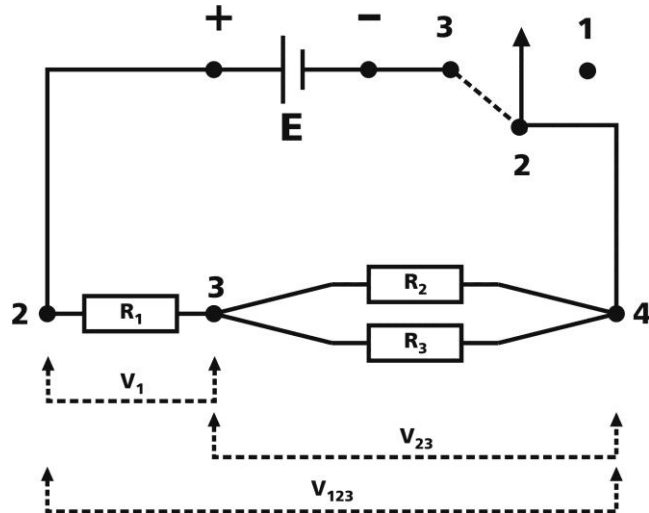
- 1 multímetro digital com pontas de prova
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 3 resistores iguais

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos
2. Escolher três resistores iguais e preencher a tabela abaixo com os valores dos resistores:

| Resistor | Valor ( $\Omega$ ) |
|----------|--------------------|
| R1       |                    |
| R2       |                    |
| R3       |                    |

Tabela 14



3. Com três condutores, ligar três resistores iguais, conforme circuito, com uma fonte de 6V e a chave liga/desliga:
  - Colocar os resistores  $R_2$  e  $R_3$  entre as ilhas de conexão 3 e 4
  - Colocar o resistor de  $R_1$  entre as ilhas de conexão 2 e 3.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 4.
  - Colocar a alavanca da chave na posição desligada.
  - Ligar a ilha de conexão 2 ao pólo positivo da fonte de tensão (6V)
4. Passar a alavanca da chave para a posição ligada.
5. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.
6. Medir as tensões e completar a tabela abaixo:

| Resistência ( $\Omega$ ) | Tensão (V) |
|--------------------------|------------|
| $R_1$                    | $V_1$      |
| $R_{23}$                 | $V_{23}$   |
| $R_{123}$                | $V_{123}$  |

Tabela 15

## PARTE 3 - MEDINDO TENSÕES EM CIRCUITOS COM RESISTORES DIFERENTES

### Medindo tensões em um circuito série

#### Material Utilizado

- 1 multímetro digital com pontas de prova
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 3 resistores diferentes

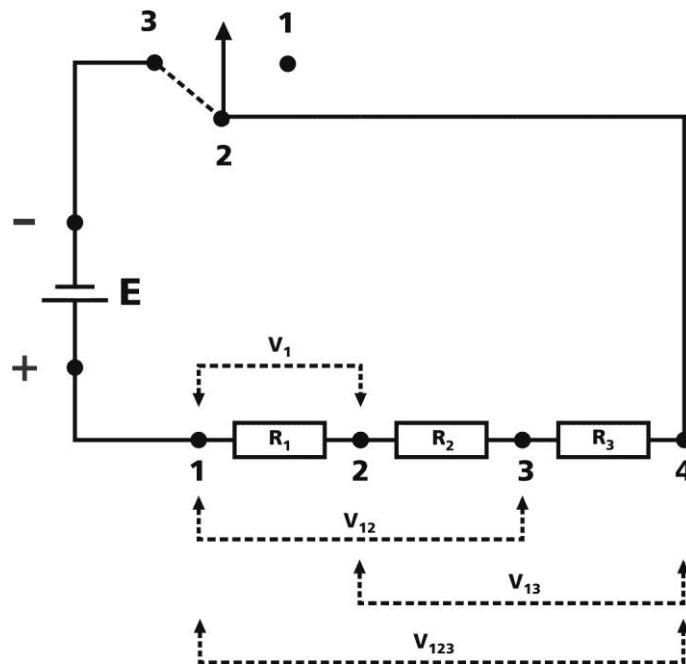
#### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. -Escolher três resistores diferentes e preencher a tabela abaixo com os valores dos resistores:

| Resistor | Valor ( $\Omega$ ) |
|----------|--------------------|
| $R_1$    |                    |
| $R_2$    |                    |
| $R_3$    |                    |

Tabela 16

3. Com três condutores ligar três resistores diferentes em série com uma fonte de 6V e a chave liga/desliga:
  - Colocar o resistor  $R_1$  entre as ilhas de conexão 1 e 2.
  - Colocar o resistor  $R_2$  entre as ilhas de conexão 2 e 3.
  - Colocar o resistor  $R_3$  entre as ilhas de conexão 3 e 4.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave ilha de conexão 4.
  - Colocar a alavanca da chave na posição desligada.
  - Ligar a ilha de conexão 1 ao pólo positivo da fonte de tensão (6V)



4. Passar a alavanca da chave para a posição ligada.
5. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.
6. Medir as tensões e completar a tabela abaixo:

| Resistência ( $\Omega$ ) | Tensão (V) |
|--------------------------|------------|
| $R_1$                    | $V_1$      |
| $R_2$                    | $V_2$      |
| $R_3$                    | $V_3$      |
| $R_{12}$                 | $V_{12}$   |
| $R_{23}$                 | $V_{23}$   |
| $R_{123}$                | $V_{123}$  |

Tabela 17



# Medindo tensões em um circuito paralelo

## Material Utilizado

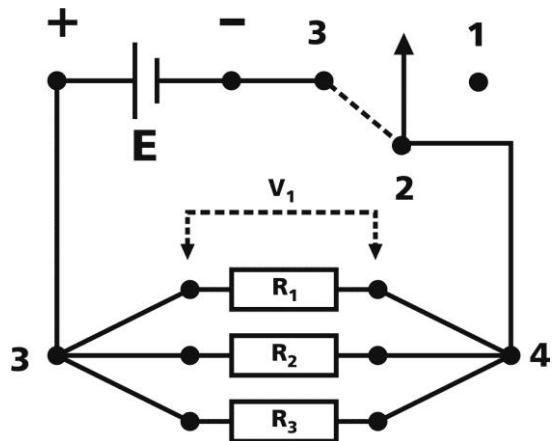
- 1 multímetro digital com pontas de prova
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 3 resistores diferentes

## Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos
2. Escolher três resistores diferentes e preencher tabela abaixo com os valores dos resistores:

| Resistor | Valor ( $\Omega$ ) |
|----------|--------------------|
| $R_1$    |                    |
| $R_2$    |                    |
| $R_3$    |                    |

Tabela 18



a

3. Com três condutores ligar três resistores em paralelo com uma fonte de 6V e a chave liga/desliga
  - Colocar os três resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  entre as ilhas de conexão 3 e 4
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 4.
  - Colocar a alavanca da chave na posição desligada.
  - Ligar a ilha de conexão 3 ao pólo positivo da fonte de tensão (6V)
4. Passar a alavanca da chave para a posição ligada.
5. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.
6. Medir as tensões e completar a tabela abaixo:

| Resistência ( $\Omega$ ) | Tensão (V) |
|--------------------------|------------|
| $R_1$                    | $V_1$      |
| $R_2$                    | $V_2$      |
| $R_3$                    | $V_3$      |
| $R_{123}$                | $V_{123}$  |

Tabela 19

## Medindo tensões em um circuito misto (série/paralelo)

### Material Utilizado

- 1 multímetro digital com pontas de prova
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 3 resistores diferentes

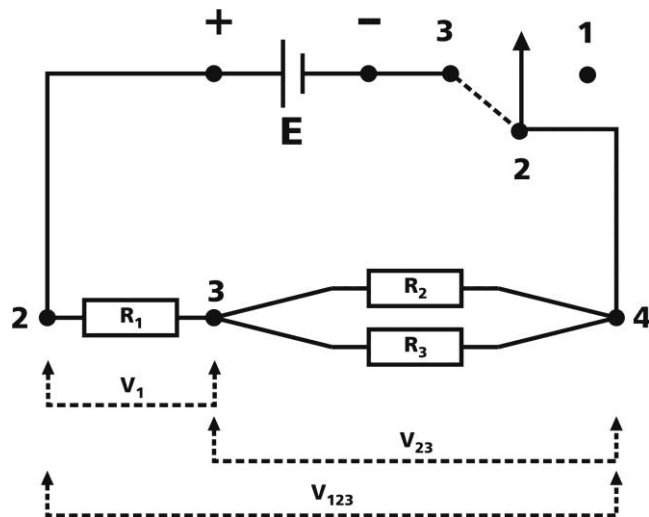
### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Escolher três resistores diferentes e preencher a tabela abaixo com os valores dos resistores:

| Resistor | Valor ( $\Omega$ ) |
|----------|--------------------|
| R1       |                    |
| R2       |                    |
| R3       |                    |

Tabela 20

3. Com três condutores ligar três resistores diferentes conforme circuito acima com uma fonte de 6V e a chave liga/desliga
  - Colocar o resistores  $R_2$  e  $R_3$  entre as ilhas de conexão 3 e 4
  - Colocar o resistor  $R_1$  entre as ilhas de conexão 2 e 3.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 4.
  - Colocar a alavanca da chave na posição desligada.
  - Ligar a ilha de conexão 2 ao pólo positivo da fonte de tensão (6V)
4. Passar a alavanca da chave para a posição ligada.
5. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.
6. Medir as tensões e completar a tabela abaixo:



| Resistência ( $\Omega$ ) |  | Tensão (V) |  |
|--------------------------|--|------------|--|
| $R_1$                    |  | $V_1$      |  |
| $R_{23}$                 |  | $V_{23}$   |  |
| $R_{123}$                |  | $V_{123}$  |  |

Tabela 21

# EXPERIMENTO 5 - MEDINDO CORRENTES

## Proposta

Aprender como é realizada a medida de correntes utilizando o multímetro digital e verificar o comportamento da corrente em relação à resistência nos mais diversos circuitos.

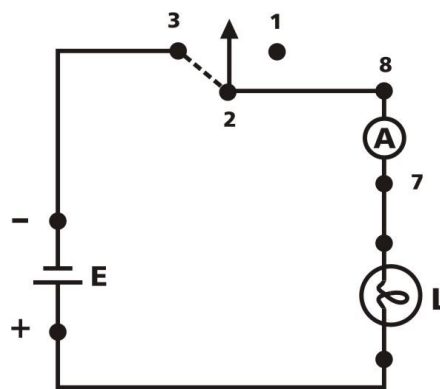
## PARTE 1 - COMO MEDIR CORRENTES ELÉTRICAS UTILIZANDO O MULTÍMETRO DIGITAL

### Material Utilizado

- 1 multímetro digital com pontas de prova
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 5 fios para conexão
- 1 lâmpada 6V/2W

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Com quatro condutores ligar a lâmpada a uma fonte de 6V em série com a chave e um amperímetro digital.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 8.
  - Ligar a ilha de conexão 8 a ilha de conexão 7.
  - Ligar a ilha de conexão 7 a um dos lados da lâmpada C.
  - Ligar o outro lado da lâmpada C ao pólo positivo da fonte de tensão 6V.
  - Ligar a chave. A lâmpada acendeu?
3. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medida de intensidade de corrente 10A.
4. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM do multímetro e o cabo vermelho no borne de entrada 10ADC. Fixar bem para estabelecer um bom contato. (10ADC, esta representação quer informar que nesta posição pode intensidade de corrente até 10A). Ler o manual de instruções do multímetro digital ET1001.
5. O amperímetro é um instrumento utilizado para medir intensidade de corrente elétrica.
6. Para medir a intensidade de corrente elétrica que a lâmpada está submetida, devemos ligar o amperímetro em série com os componentes elétricos (lâmpada / chave / fonte).
7. Para medir a intensidade de corrente elétrica à que a lâmpada está submetida, devemos desfazer a ligação, ou seja, abrir o circuito entre as ilhas de conexão 7 e 8 e colocar as pontas de prova do amperímetro digital nas ilhas de conexão 7 e 8.
8. Observar que o amperímetro está ligado em série com o circuito.
9. Anotar o valor registrado no visor do amperímetro digital (prestar atenção com a polaridade, se estiver com a polaridade invertida vai aparecer um menos no visor do amperímetro digital. Para corrigir a polaridade no amperímetro basta inverter as pontas de prova).  
 $I = \text{_____} A$
10. A intensidade de corrente elétrica indicada no amperímetro pode ficar oscilando um pouco na ordem de um ou dois centésimos, sempre utilizar neste caso a valor médio.



**11.** Identifique a polaridade no amperímetro, o cabo preto na posição COM é o cabo \_\_\_\_\_  
(positivo / negativo).

**12.** Com a chave na posição ligada e lâmpada acesa, retirar o amperímetro digital das ilhas de conexão 7 e 8.

**13.** O que ocorreu com a lâmpada?

---

**14.** O amperímetro está ligado em série ou em paralelo com a lâmpada? Justifique sua resposta.

---

---

---

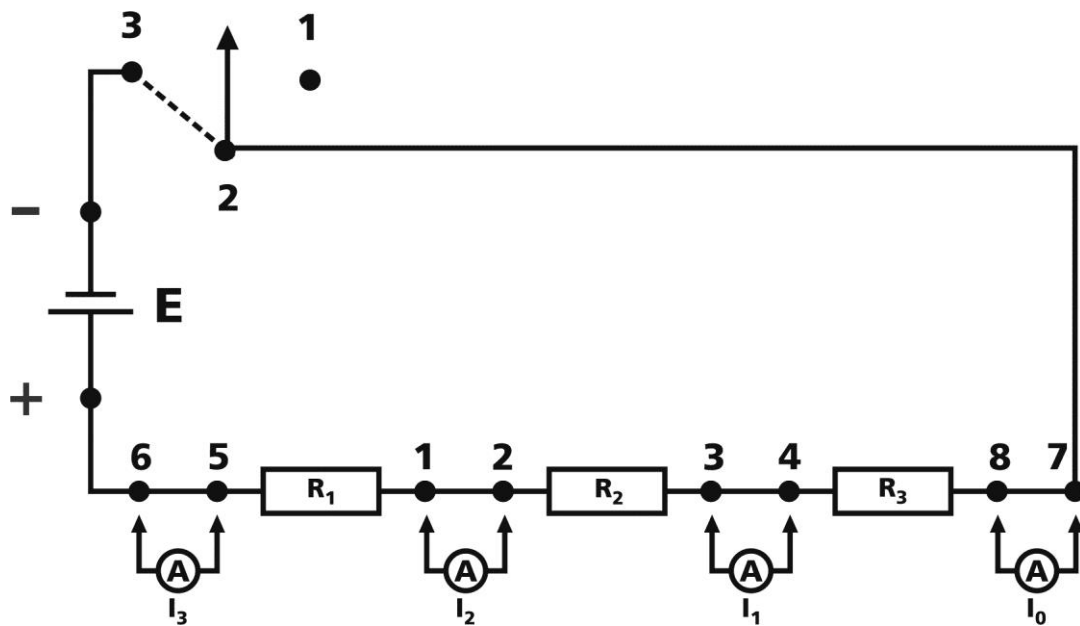
---

## PARTE 2 - MEDINDO CORRENTES ELÉTRICAS EM UM CIRCUITO SÉRIE

### Material Utilizado

- 1 multímetro digital com pontas de prova
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 7 fios para conexão
- 1 resistor  $47\Omega$ .
- 1 resistor  $100\Omega$ .
- 1 resistor  $220\Omega$ .

### Procedimentos



1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Com sete condutores ligar três resistores em série com uma fonte de 6V e a chave liga/desliga
  - Colocar o resistor de  $47\Omega$  entre as ilhas de conexão 1 e 5
  - Colocar o resistor de  $100\Omega$  entre as ilhas de conexão 2 e 3.
  - Colocar o resistor de  $220\Omega$  ohm entre as ilhas de conexão 4 e 8.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave ilha de conexão 7.
  - Ligar a ilha de conexão 7 a ilha de conexão 8.
  - Ligar a ilha de conexão 4 a ilha de conexão 3.
  - Ligar a ilha de conexão 2 a ilha de conexão 1.
  - Ligar a ilha de conexão 5 a ilha de conexão 6.
  - Colocar a alavanca da chave na posição desligada.
  - Ligar a ilha de conexão 6 ao pólo positivo da fonte de tensão (6V)
3. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM dos multímetros e o cabo vermelho no borne de entrada  $V\Omega mA$ . Fixar bem para estabelecer um bom contato. ( $V\Omega mA$  esta representação quer informar que nesta posição o amperímetro pode medir de acordo com a grandeza escolhida medir tensão, resistência e correntes até 0,200A). Ler o manual de instruções do multímetro digital ET1001.
4. Em um dos multímetros selecionar a escala de 20 DCV este será o voltímetro. No outro multímetro selecionar a escala de 20m DCA este será o amperímetro.

5. Para realizar as medidas das correntes  $I_0$  devemos abrir o circuito entre as ilhas de conexão 8 e 7 e colocar o amperímetro e fazer a leitura. Finalizada a leitura refazer a ligação anterior Para as outras correntes realizar o mesmo procedimento abrindo o circuito entre as ilhas 3 e 4, 1 e 2, 5 e 6 respectivamente e medindo a corrente, não esquecer de refazer a ligação após realizar a medida.

6. Preencher a tabela abaixo com os valores medidos:

| Resistência ( $\Omega$ ) | Corrente (A) | Tensão (V) |
|--------------------------|--------------|------------|
| $R_1$                    | $I_0$        | $V_1$      |
| $R_2$                    | $I_1$        | $V_2$      |
| $R_3$                    | $I_2$        | $V_3$      |
| $R_{12}$                 | $I_3$        | $V_{12}$   |
| $R_{23}$                 |              | $V_{23}$   |
| $R_{123}$                |              | $V_{123}$  |

Tabela 22

7. Os valores de tensão são iguais ou diferentes? Justifique sua resposta.

---

---

---

---

8. 8 – Os valores de corrente são iguais ou diferentes? Justifique sua resposta.

---

---

---

---

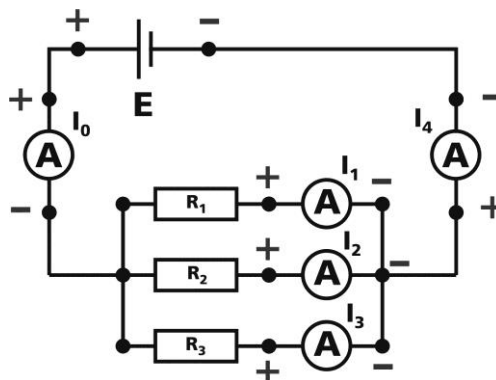
## PARTE 3 - MEDINDO CORRENTES ELÉTRICAS EM UM CIRCUITO PARALELO

### Material Utilizado

- 1 multímetro digital com pontas de prova
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 9 fios para conexão
- 1 resistor 47Ω.
- 1 resistor 100Ω.
- 1 resistor 220Ω.

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Com nove condutores ligar três resistores em paralelo com uma fonte de 6V e a chave liga/desliga.
  - Colocar o resistor de 47Ω entre as ilhas de conexão 2 e 6.
  - Colocar o resistor de 100Ω entre as ilhas de conexão 3 e 7.
  - Colocar o resistor de 220Ω ohm entre as ilhas de conexão 4 e 8.
  - Ligar a ilha de conexão 2 a ilha de conexão 1.
  - Ligar a ilha de conexão 3 a ilha de conexão 1.
  - Ligar a ilha de conexão 4 a ilha de conexão 1.
  - Ligar a ilha de conexão 6 a ilha de conexão 5.
  - Ligar a ilha de conexão 7 a ilha de conexão 5.
  - Ligar a ilha de conexão 8 a ilha de conexão 5.
  - Ligar a ilha de conexão 5 ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 2 da chave.
  - Colocar a alavanca da chave na posição desligada.
  - Ligar a ilha de conexão 1 ao pólo positivo da fonte de tensão (6V).
3. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM dos multímetros e o cabo vermelho no borne de entrada VΩmA. Fixar bem para estabelecer um bom contato. (VΩmA esta representação quer informar que nesta posição o amperímetro pode medir de acordo com a grandeza escolhida medir tensão, resistência e correntes até 0,200A). Ler o manual de instruções do multímetro digital ET1001.
4. Em um dos multímetros selecionar a escala de 20 DCV: este será o voltímetro. No outro multímetro selecionar a escala de 20m DCA: este será o amperímetro.
5. Para realizar a medida da corrente  $I_0$  devemos abrir o circuito entre a ilha de conexão 1 e o pólo positivo da fonte, colocar o amperímetro e fazer a leitura. Finalizada a leitura refazer a ligação anterior. Para medir  $I_4$ , devemos abrir a conexão entre o ponto 3 da chave e a ilha de conexão 5, inserindo o amperímetro. Para as correntes  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ , realizar o mesmo procedimento abrindo o circuito entre as ilhas 5 e 6, 5 e 7, 5 e 8, respectivamente, medindo cada corrente. Não esquecer de refazer a ligação após realizar a medida.
6. Preencher a tabela abaixo com os valores medidos:



| Resistência (Ω) | Corrente (A)   | Tensão (V)       |
|-----------------|----------------|------------------|
| R <sub>1</sub>  | I <sub>0</sub> | V <sub>1</sub>   |
| R <sub>2</sub>  | I <sub>1</sub> | V <sub>2</sub>   |
| R <sub>3</sub>  | I <sub>2</sub> | V <sub>3</sub>   |
| R <sub>12</sub> | I <sub>3</sub> | V <sub>123</sub> |

|           |  |       |  |  |  |
|-----------|--|-------|--|--|--|
| $R_{23}$  |  | $I_4$ |  |  |  |
| $R_{123}$ |  |       |  |  |  |

Tabela 23

7. Os valores de tensão são iguais ou diferentes? Justifique sua resposta.

---



---

8. Os valores de corrente são iguais ou diferentes? Justifique sua resposta.

---



---



# EXPERIMENTO 6 - LEI DE OHM

## Proposta

Aprender como se relacionam as variáveis que estão envolvidas na Lei de Ohm (Resistência, Intensidade de Corrente Elétrica, Diferença de Potencial)

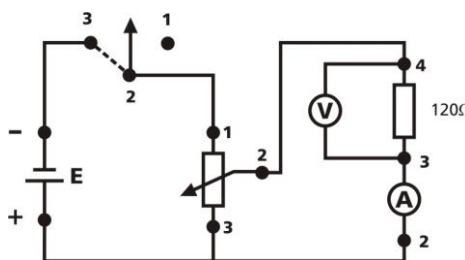
## PARTE 1 | USANDO UM RESISTOR | RELAÇÃO ENTRE TENSÃO E INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA

### Material Utilizado

- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 5 fios para conexão
- 1 resistor de 120ohm (marrom, vermelho, marrom)
- 2 multímetros digitais com pontas de prova.

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Com cinco condutores montar um divisor de tensão e controlado pela chave.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave ao ponto 1 do potenciômetro.
  - Ligar o ponto 3 do potenciômetro ao pólo positivo da fonte de tensão 6V.
  - Ligar o ponto 2 do potenciômetro ilha de conexão 4.
  - Colocar o resistor de 220Ω entre as ilhas de conexão 3 e 4.
  - Ligar ilha de conexão 2 ao ponto 3 do potenciômetro.
3. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir corrente, girar a escala até 200m DCA.
4. Colocar as pontas de provas do amperímetro entre as ilhas de conexão 2 e 3.
5. Observar que o amperímetro está ligado em série com o circuito.
6. O amperímetro é um instrumento utilizado para medir \_\_\_\_\_ e deve ser ligado em \_\_\_\_\_ com o circuito.
7. A resistência interna do amperímetro é um valor \_\_\_\_\_ (grande / pequeno).
8. Ajustar o seletor de escala do outro multímetro para medir tensão, girar a escala até 200 DCV.
9. Colocar as pontas de prova do voltímetro entre as ilhas de conexão 3 e 4.
10. Observar que o voltímetro está ligado em paralelo com o resistor.
11. O voltímetro é um instrumento utilizado para medir \_\_\_\_\_ e deve ser ligado em \_\_\_\_\_ com o circuito.
12. A resistência interna do voltímetro é um valor \_\_\_\_\_ (grande / pequeno).
13. Ligar a chave e girar o dial do potenciômetro. Observar as variações de corrente e tensão.
14. Inicialmente aplicar uma tensão de 1V DC ao resistor.



**OBS.:** A tensão indicada no voltímetro pode ficar oscilando um pouco na ordem de um ou dois centésimos, sempre utilizar neste caso o valor médio.

15. Observar o valor da intensidade da corrente elétrica.

$I = \text{_____ A}$

**OBS.:** A intensidade de corrente elétrica indicada no amperímetro pode ficar oscilando um pouco na ordem de um ou dois centésimos, sempre utilizar neste caso a valor médio.

16. Calcular a razão entre a tensão e a intensidade de corrente elétrica.

$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \text{_____ ohm}$

17. Colocar estes dados na tabela abaixo e completá-la para as tensões indicadas.

| Tensão<br>V (V) | Corrente<br>I(A) | Resistência<br>R (ohm) | Potência<br>$V \cdot I =$<br>P(W) |
|-----------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 1,0             |                  |                        |                                   |
| 2,0             |                  |                        |                                   |
| 3,0             |                  |                        |                                   |
| 4,0             |                  |                        |                                   |
| 5,0             |                  |                        |                                   |

Tabela 24

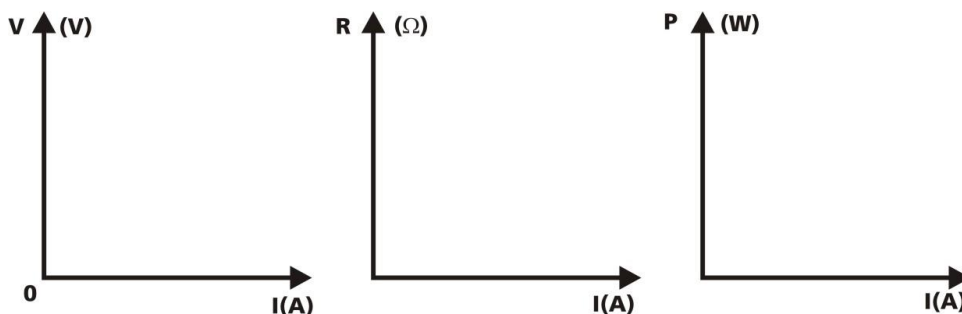
18. Na última linha da tabela, completar com o máximo valor de tensão encontrado.

19. A razão  $\frac{V}{I}$  é denominada de \_\_\_\_\_ e é expressa em \_\_\_\_\_.

20. O produto  $(V \cdot I)$ , nos fornece a \_\_\_\_\_ e é medida em \_\_\_\_\_.

21. Aumentando a tensão, a intensidade de corrente \_\_\_\_\_ enquanto que a resistência elétrica é \_\_\_\_\_.

22. Ao esboçar os diagramas envolvendo tais grandezas, ter-se-á para um mesmo resistor:



23. O primeiro diagrama nos leva a conclusão de que a diferença de potencial (tensão) é \_\_\_\_\_ (diretamente proporcional / inversamente proporcional) à intensidade de corrente elétrica.

24. Enuncie a primeira lei de Ohm.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

25. O segundo diagrama nos leva a conclusão de que a resistência elétrica é \_\_\_\_\_. (constante / variável)

**26.** O terceiro diagrama nos leva a conclusão de que a potência elétrica dissipada e a intensidade de corrente elétrica se relacionam de forma \_\_\_\_\_. (linear / quadrática)

**27.** Enuncie a Lei de Joule.

---

---

---

---

---

## PARTE 2 | USANDO UM RESISTOR | RELAÇÃO ENTRE RESISTÊNCIA E INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA.

### Proposta

Aprender como se relacionam as variáveis que estão envolvidas na Lei de Ohm (Resistência, Intensidade de Corrente Elétrica, Diferença de Potencial)

### Material Utilizado

- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 5 fios para conexão
- 7 resistores diferentes
- 1 multímetro digital com pontas de prova.

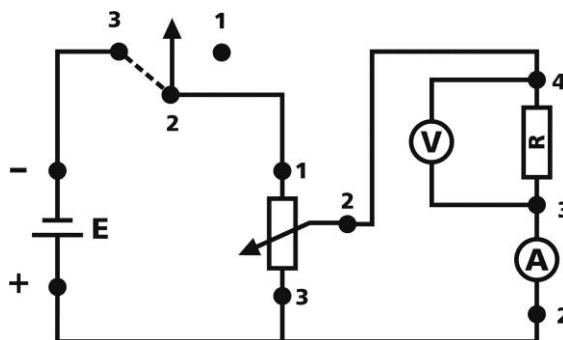
### Procedimentos

1. Escolher pelo menos sete resistores diferentes para serem utilizados no circuito.

2. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.

3. Com cinco condutores montar um divisor de tensão e controlado pela chave.

- Ligar o pólo negativo de uma das pilhas ao ponto 3 da chave.
- Ligar o ponto 2 da chave ao ponto 1 do potenciômetro.
- Ligar o ponto 3 do potenciômetro ao pólo positivo da pilha escolhida.
- Ligar o ponto 2 do potenciômetro ilha de conexão 4.
- Colocar um dos resistores escolhidos entre as ilhas de conexão 3 e 4.
- Ligar ilha de conexão 2 ao ponto 3 do potenciômetro.



7. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir corrente, girar a escala até 200m DCA.

8. Ajustar o seletor de escala do outro multímetro para medir tensão, girar a escala até 200 DCV.

9. Verificar o valor indicado no voltímetro e no amperímetro em seguida colocar o valor na tabela

10. Retirar o resistor anterior e colocar outro no lugar. Repetir o procedimento para os outros resistores escolhidos e preencher a tabela.

|   | Resistência ( $\Omega$ ) | Tensão (V) | Corrente (A) | Tensão / Corrente (V/A) |
|---|--------------------------|------------|--------------|-------------------------|
| 1 |                          |            |              |                         |
| 2 |                          |            |              |                         |
| 3 |                          |            |              |                         |
| 4 |                          |            |              |                         |
| 5 |                          |            |              |                         |
| 6 |                          |            |              |                         |
| 7 |                          |            |              |                         |

Tabela 25

11. Construir o gráfico da corrente em função da resistência.

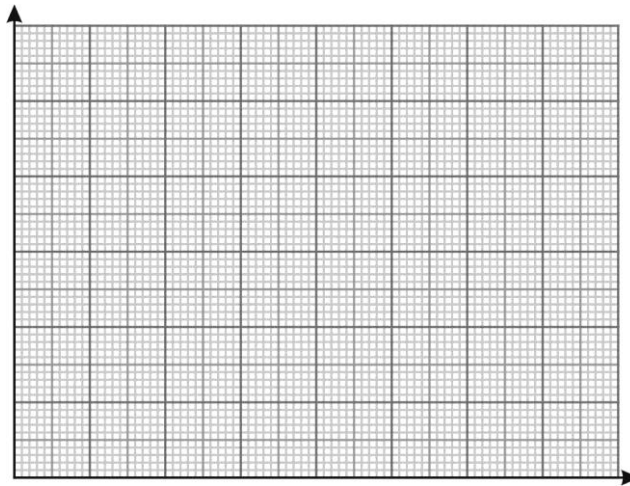


Gráfico 1

**12.** Observando o gráfico, qual é a relação entre a corrente elétrica e a resistência?

---

---

---

**13.** A Lei de Ohm diz que a corrente elétrica é a relação entre tensão e resistência. Analisando seu gráfico, ele confirma esta afirmação?

---

---

---

## PARTE 3 | USANDO UMA LÂMPADA | RELAÇÃO ENTRE TENSÃO E INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA

### Material Utilizado

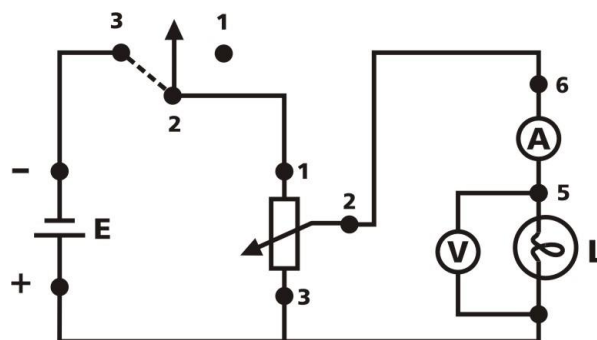
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 6 fios para conexão
- 1 lâmpada de 6V/2W
- 2 multímetros digitais com pontas de prova.

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.

2. Com cinco condutores montar um divisor de tensão controlado pela chave.

- Ligar o pólo negativo da fonte de tensão ao ponto 3 da chave.
- Ligar o ponto 2 da chave ao ponto 1 do potenciômetro.
- Ligar o ponto 3 do potenciômetro ao pólo positivo da fonte de tensão 6V.
- Ligar o ponto 2 do potenciômetro a ilha de conexão 6.
- Ligar a ilha de conexão 5 a um dos lados da lâmpada.
- Ligar o outro lado da lâmpada ao ponto 3 do potenciômetro.



3. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir corrente, girar a escala até 10A

4. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM do multímetro e o cabo vermelho no borne de entrada 10ADC. Fixar bem para estabelecer um bom contato. (10ADC, esta representação quer informar que nesta posição pode intensidade de corrente até 10A). Ler o manual de instruções do multímetro digital.

5. Colocar as pontas de provas do amperímetro entre as ilhas de conexão 5 e 6.

6. Observar que o amperímetro está ligado em **série** com o circuito.

7. O amperímetro é um instrumento utilizado para medir \_\_\_\_\_ e deve ser ligado em \_\_\_\_\_ com o circuito.

8. Ligar a chave. A lâmpada deve aumentar o brilho ao girar o dial do potenciômetro.

9. Ajustar o seletor de escala do outro multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.

10. Colocar as pontas de prova do voltímetro nos dois lados da lâmpada.

11. Observar que o voltímetro está ligado em paralelo com a lâmpada.

12. O voltímetro é um instrumento utilizado para medir \_\_\_\_\_ e deve ser ligado em \_\_\_\_\_ com o circuito.

13. Girar o dial do potenciômetro e observar as variações de corrente e tensão.

14. Inicialmente aplicar uma tensão de 1V DC nos extremos da lâmpada.

**OBS.:** A tensão indicada no voltímetro pode ficar oscilando um pouco na ordem de um ou dois centésimos, sempre utilizar neste caso a valor médio.

15. Medir o valor da intensidade da corrente elétrica.

$$I = \text{_____} \text{ A}$$

**OBS.:** A intensidade de corrente elétrica indicada no amperímetro pode ficar oscilando um pouco na ordem de um ou dois centésimos, sempre utilizar neste caso a valor médio.

16. Calcular a razão entre a tensão e a intensidade de corrente elétrica.

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \text{_____} \text{ ohm}$$

17. Colocar estes dados na tabela abaixo e completar a mesma para as tensões indicadas.

| Tensão<br>V (V) | Corrente<br>I(A) | Resistência<br>R (ohm) |
|-----------------|------------------|------------------------|
| 1,0             |                  |                        |
| 2,0             |                  |                        |
| 3,0             |                  |                        |
| 4,0             |                  |                        |
| 5,0             |                  |                        |
|                 |                  |                        |

Tabela 26

18. Na última linha da tabela, completar com o máximo valor de tensão encontrado.

19. A resistência elétrica do filamento da lâmpada é um valor constante?

\_\_\_\_\_

20. Comparando a tabela acima com a tabela do experimento anterior podemos concluir que o filamento da lâmpada como resistor \_\_\_\_\_.  
(obedece a Lei de Ohm / não obedece a Lei de Ohm).

# EXPERIMENTO 7 – ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS

## Proposta

Aprender como se relacionam as variáveis corrente elétrica, tensão e resistência em associações de lâmpadas em série e paralelo.

## PARTE 1 – ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS EM SÉRIE

### Material Utilizado

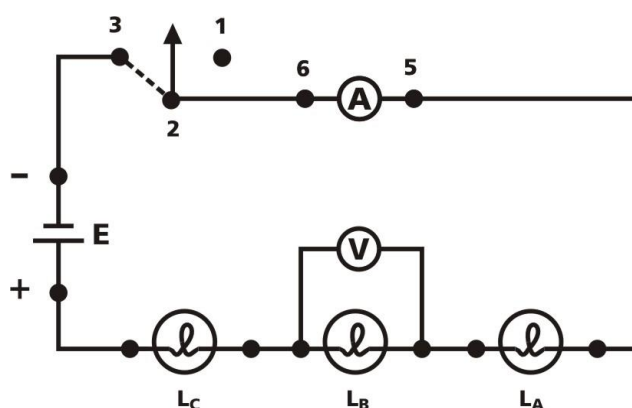
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 7 fios para conexão
- 2 lâmpadas de 6V/2W
- 1 lâmpada de 6V/250mA
- 2 multímetros digitais com pontas de prova

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.

2. Com sete condutores ligar as lâmpadas a uma fonte de 6V em série com a chave:

- Ligar o pólo negativo da fonte de tensão (6V) ao ponto 3 da chave.
- Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 6
- Ligar a ilha de conexão 5 no lado direito da lâmpada A (6V/250mA).
- Ligar o lado esquerdo da lâmpada A ao lado direito da lâmpada B (6V/2W).
- Ligar o lado esquerdo da segunda B ao lado direito da lâmpada C (6V/2W).
- Ligar o lado direito da lâmpada C pólo positivo da fonte de tensão 6V.



3. Observar que as lâmpadas estão associadas em série.

4. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir corrente, girar a escala até 10A.

5. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM do multímetro e o cabo vermelho no borne de entrada 10ADC. Fixar bem para estabelecer um bom contato. (10ADC, esta representação quer informar que nesta posição pode intensidade de corrente até 10A). Ler o manual de instruções do multímetro digital.

6. Colocar as pontas de provas do amperímetro entre as ilhas de conexão 5 e 6.

7. Medir a intensidade de corrente elétrica.

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

8. A intensidade de corrente elétrica que circula nas lâmpadas A, B e C são iguais ou diferentes?

9. Retirar o amperímetro que esta entre as ilhas de conexão 5 e 6 e refazer as ligações entre as ilhas utilizando um condutor no lugar do amperímetro.

10. Abrir o circuito entre as lâmpadas A e B e medir a corrente elétrica entre as lâmpadas A e B. Colocar uma ponta de prova no lado direito da lâmpada A e a outra ponta de prova no lado esquerdo da lâmpada B. Não esquecer de ligar os pontos anteriores.

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



**11.** Abrir o circuito entre as lâmpadas B e C e medir a corrente elétrica entre as lâmpadas B e C. Colocar uma ponta de prova no lado direito da lâmpada B e a outra ponta de prova no lado esquerdo da lâmpada C. Não esquecer de ligar os pontos anteriores.

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

**12.** A intensidade de corrente que circula nas lâmpadas são \_\_\_\_\_. (iguais / diferentes)

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

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

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

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

**13.** Ajustar o seletor de escala do outro multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.

**14.** Fixar o cabo preto no borne de entrada COM do multímetro e o cabo vermelho no borne de entrada  $V\Omega mA$ . Fixar bem para estabelecer um bom contato. ( $V\Omega mA$ , esta representação quer informar que nesta posição pode medir tensão, resistência elétrica e intensidade de corrente em mA). Ler o manual de instruções do multímetro digita.

**15.** Com as lâmpadas ligadas, medir a tensão aplicada em cada lâmpada.

$$V_A = \text{_____ V}$$

$$V_B = \text{_____ V}$$

$$V_C = \text{_____ V}$$

**16.** Somar as tensões acima.

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = \text{_____ V}$$

**17.** Medir a tensão aplicada entre a lâmpada A e a lâmpada C.

$$V = \text{_____ V}$$

**18.** Comparar o valor da tensão do tem 15 com a do item 14. São iguais ou diferentes?

\_\_\_\_\_

**19.** Com os valores de tensão e intensidade de corrente elétrica aplicada em cada lâmpada, calcular a resistência elétrica de cada lâmpada.

$$R_1 = \text{_____}$$

$$R_2 = \text{_____}$$

$$R_3 = \text{_____}$$

**20.** Calcular a resistência total da associação.

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = \text{_____}$$

**21.** Calcular a resistência total da associação.

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \text{_____}$$

**22.** Comparar o valor da resistência elétrica do item 18 com a do item 19. São iguais ou diferentes?

\_\_\_\_\_

**23.** Com as lâmpadas ligadas, soltar uma lâmpada do soquete, qual foi o comportamento das outras lâmpadas?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**24.** Escreva suas conclusões com relação às grandezas, corrente e tensão, na associação em série.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## PARTE 2 – ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS EM PARALELO

### Material Utilizado

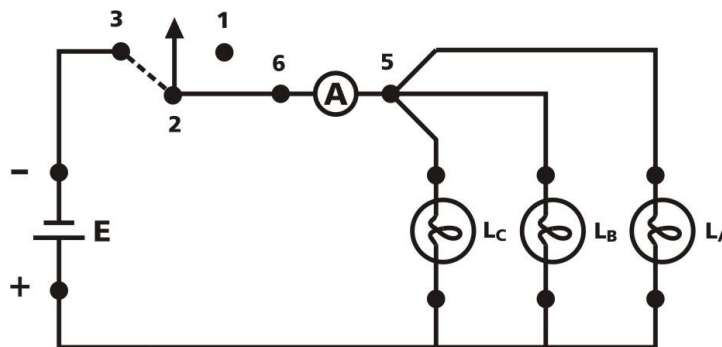
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 9 fios para conexão
- 2 lâmpadas de 6V/2W
- 1 lâmpada de 6V/250mA
- 2 multímetros digitais com pontas de prova.

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.

2. Com nove condutores, ligar as lâmpadas em paralelo a uma fonte de 6V em série com a chave:

- Ligar o pólo negativo da fonte de tensão (6V) ao ponto 3 da chave.
- Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 6
- Ligar a ilha de conexão 5 no lado direito da lâmpada A
- Ligar a ilha de conexão 5 no lado direito da lâmpada B
- Ligar a ilha de conexão 5 no lado direito da lâmpada C
- Ligar o lado esquerdo da lâmpada A ao lado esquerdo da lâmpada B.
- Ligar o lado esquerdo da lâmpada B ao lado esquerdo da lâmpada C.
- Ligar o lado esquerdo da lâmpada C ao pólo positivo da fonte de tensão 6V.



3. Observar que as lâmpadas estão associadas em paralelo.

4. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir corrente elétrica, girar a escala até 10A.

5. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM do multímetro e o cabo vermelho no borne de entrada 10ADC. Fixar bem para estabelecer um bom contato. (10ADC, esta representação quer informar que nesta posição pode intensidade de corrente até 10A). Ler o manual de instruções do multímetro digital.

6. Colocar as pontas de provas do amperímetro entre as ilhas de conexão 5 e 6.

7. Medir a intensidade de corrente elétrica.  $I = \underline{\hspace{2cm}}$  A. Podemos considerar esta corrente como sendo a corrente que está chegando nas lâmpadas?  $\underline{\hspace{2cm}}$

8. A intensidade de corrente elétrica que circula nas lâmpadas A, B e C são iguais ou diferentes?  
 $\underline{\hspace{2cm}}$

9. Retirar o amperímetro que está entre as ilhas de conexão 5 e 6 e refazer as ligações entre as ilhas de conexão 5 e 6.

10. Medir a corrente elétrica que circula na lâmpada A:  $I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$  A. Abrir o circuito entre a ilha de conexão 5 e a lâmpada A. Colocar as pontas de prova do amperímetro entre o ponto 5 e o lado direito da lâmpada A. Não esquecer de ligar os pontos anteriores.

11. Medir a corrente elétrica que circula na lâmpada B:  $I_2 = \underline{\hspace{2cm}}$  A. Abrir o circuito entre a ilha de conexão 5 e a lâmpada B. Colocar as pontas de prova do amperímetro entre o ponto 5 e o lado direito da lâmpada B. Não esquecer de ligar os pontos anteriores.

12. Medir a corrente elétrica que circula na lâmpada C:  $I_3 =$  \_\_\_\_\_ A. Abrir o circuito entre a ilha de conexão 5 e a lâmpada C. Colocar as pontas de prova do amperímetro entre o ponto 5 e o lado direito da lâmpada C. Não esquecer de ligar os pontos anteriores.

13. A intensidade de corrente que circula nas lâmpadas são \_\_\_\_\_. (iguais / diferentes)

14. Somar as correntes elétricas:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$
$$I = \underline{\hspace{2cm}}$$

15. O que é um nó?

---

---

16. O circuito estudado tem quantos nós?

---

17. O que é um ramo?

---

---

18. O circuito estudado tem quantos ramos?

---

19. O que é uma malha?

---

---

20. O circuito estudado tem quantas malhas?

---

21. Comparar o item 14 com o item 7. São iguais ou diferentes? \_\_\_\_\_

22. Ajustar o seletor de escala do outro multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.

23. Com as lâmpadas ligadas, medir a tensão aplicada em cada lâmpada. Colocar as pontas de prova do voltímetro nos extremos das lâmpadas.

24. As tensões são iguais ou diferentes? \_\_\_\_\_

$$V_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$
$$V_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$
$$V_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$
$$V = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$

25. Medir a tensão aplicada entre a lâmpada A e a lâmpada C.

$$V = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$

26. Com os valores de tensão e intensidade de corrente elétrica aplicada em cada lâmpada, calcular a resistência elétrica de cada lâmpada.

$$R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$
$$R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$
$$R_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

27. Calcular a resistência total da associação.

$$R = \frac{V}{I} \quad \Rightarrow \quad R = \underline{\hspace{2cm}}$$

28. Calcular a resistência total da associação.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \underline{\hspace{2cm}}$$

**29.** Comparar o valor da resistência elétrica do tem 26 com a do item 27. São iguais ou diferentes?

\_\_\_\_\_

**30.** Com as lâmpadas ligadas, soltar uma lâmpada do soquete. Qual foi o comportamento das outras lâmpadas?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**31.** Escreva suas conclusões com relação às grandezas corrente e tensão na associação em paralelo.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# EXPERIMENTO 08 – LEIS DE KIRCHHOFF

## PARTE 1 - LEI DOS NÓS

### Material Utilizado

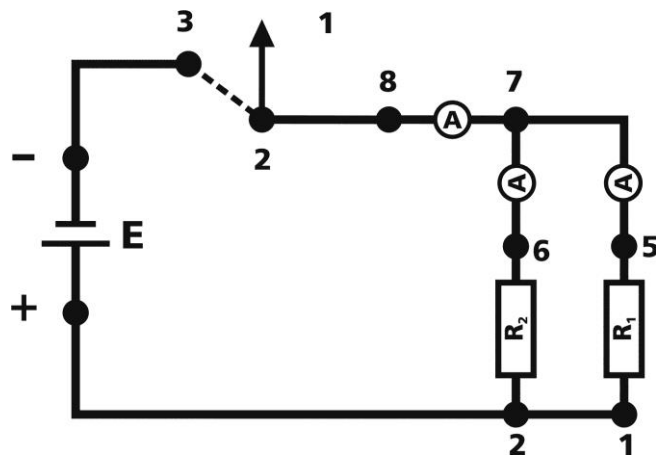
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 7 fios para conexão
- 2 multímetros digitais com pontas de prova.
- 1 resistor 120 (marrom / vermelho / marrom)
- 1 resistor 330 (laranja / laranja / marrom)

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Escolher dois resistores diferentes e preencher a tabela:

| Resistor | Valor ( $\Omega$ ) |
|----------|--------------------|
| $R_1$    |                    |
| $R_2$    |                    |

Tabela 27



3. Com cinco condutores ligar dois resistores em paralelo e em série com uma fonte de 6V e a chave liga/desliga.
  - Colocar o resistor de  $R_2$  ohm entre as ilhas de conexão 2 e 6.
  - Colocar o resistor de  $R_1$  ohm entre as ilhas de conexão 1 e 5.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 8.
  - Colocar a alavanca da chave na posição desligada.
  - Ligar a ilha de conexão 8 à ilha de conexão 7.
  - Ligar a ilha de conexão 7 à ilha de conexão 6.
  - Ligar a ilha de conexão 7 à ilha de conexão 5.
  - Ligar a ilha de conexão 1 à ilha de conexão 2.
  - Ligar a ilha de conexão 2 ao pólo positivo da fonte de tensão (6V).
4. Passar a alavanca da chave para a posição ligada.
5. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir corrente elétrica, girar a escala até 200m DCA.
6. Abrir o circuito entre as ilhas de conexão 7 e 8 e colocar as pontas de provas do amperímetro.
7. Medir a intensidade de corrente elétrica:  $I = \underline{\hspace{2cm}}$  A. Podemos considerar esta corrente como sendo a corrente que esta chegando nó (ponto 7)?  $\underline{\hspace{2cm}}$
8. A intensidade de corrente  $I$  se divide em 2 correntes  $I_1$  e  $I_2$ . Podemos considerar que as correntes  $I_1$  e  $I_2$  estão saindo do nó (ponto 7)?  $\underline{\hspace{2cm}}$
9. Retirar as pontas de prova do amperímetro entre as ilhas de conexão 7 e 8 e refazer a ligação utilizando um condutor elétrico.
10. Para medir a intensidade da corrente  $I_1$  vamos abrir o circuito entre as ilhas de conexão 6 e 7 e colocar as pontas de provas do amperímetro entre as ilhas de conexão 6 e 7.

- 11.** Medir a intensidade de corrente que circula no resistor de 120 ohm.  $I_1$  \_\_\_\_\_ A
- 12.** Refazer as ligações entre as ilhas de conexão 6 e 7 utilizando um condutor elétrico.
- 13.** Para medir a intensidade da corrente  $I_2$  vamos abrir o circuito entre as ilhas de conexão 5 e 7 e colocar as pontas de provas do amperímetro entre as ilhas de conexão 5 e 7.
- 14.** Medir a intensidade de corrente que circula no resistor de 330ohm.  $I_2 =$  \_\_\_\_\_ A
- 15.** Somar as correntes  $I_1$  e  $I_2$ .  
 $I = I_1 + I_2$   
 $I =$  \_\_\_\_\_ A
- 16.** O valor de  $I$  no item 14 com o valor de  $I$  no item 6 são \_\_\_\_\_. (iguais / diferentes)
- 17.** A soma das correntes que chegam em um nó é igual a \_\_\_\_\_ das correntes que saem do nó.
- 18.** Refazer a experiência para outros resistores.

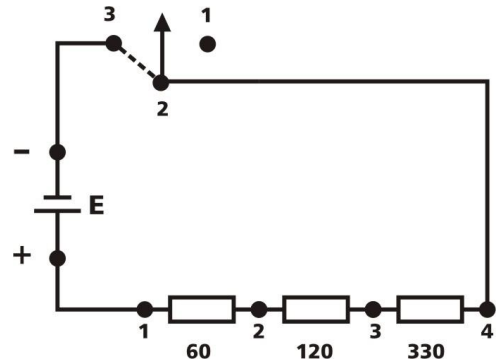
## PARTE 2 - LEI DAS MALHAS 1

### Material Utilizado

- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 1 multímetro digital com pontas de prova.
- 1 resistor  $56\Omega$  (verde / azul / preto)
- 1 resistor  $120\Omega$  (marrom / vermelho / marrom)
- 1 resistor  $330\Omega$  (laranja / laranja / marrom)

### Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Com três condutores ligar dois resistores em série com uma fonte de 6V e a chave liga/desliga.
  - Colocar o resistor de 56 ohm entre as ilhas de conexão 1 e 2
  - Colocar o resistor de 120 ohm entre as ilhas de conexão 2 e 3.
  - Colocar o resistor de 330 ohm entre as ilhas de conexão 3 e 4.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave ilha de conexão 4.
  - Colocar a alavanca da chave na posição desligada.
  - Ligar a ilha de conexão 1 ao pólo positivo da fonte de tensão (6V)
3. Passar a alavanca da chave para a posição ligada.
4. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.
5. Medir a queda de tensão no resistor 1.  
 $V_1 = \text{_____ V}$
6. Medir a queda de tensão no resistor 2.  
 $V_2 = \text{_____ V}$
7. Medir a queda de tensão no resistor 3.  
 $V_3 = \text{_____ V}$
8. Somar as quedas de tensões.  
 $V = V_1 + V_2 + V_3$   
 $V = \text{_____}$
9. Medir a tensão da fonte (E - fem) (fem – força eletromotriz).  
 $E = \text{_____}$
10. Comparar os itens 8 e 9. São iguais ou diferentes? \_\_\_\_\_
11. Completar a lei das malhas abaixo:  
A soma das fem é igual soma das \_\_\_\_\_ de tensões.
12. Como sugestão para um outro experimento, colocar nos soquetes, duas pilhas novas e realizar a mesma experiência tendo em série com os resistores três fontes de tensão (E1, E2 e E3)



## PARTE 3 - LEI DAS MALHAS 2

### Material Utilizado

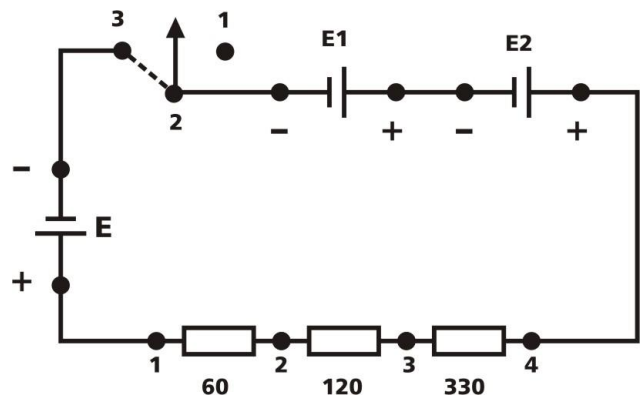
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 7 fios para conexão
- 1 multímetro digital com pontas de prova.
- 1 resistor 56Ω (verde / azul / preto)
- 1 resistor 120Ω (marrom / vermelho / marrom)
- 1 resistor 330Ω (laranja / laranja / marrom)
- 2 pilhas grandes

### Procedimentos

Montar o circuito a seguir na placa para ensaios de circuitos elétricos.

1. Com cinco condutores ligar dois resistores em série com uma fonte de 6V e a chave liga/desliga:

- Colocar o resistor de 56 ohm entre as ilhas de conexão 1 e 2
- Colocar o resistor de 120 ohm entre as ilhas de conexão 2 e 3.
- Colocar o resistor de 330 ohm entre as ilhas de conexão 3 e 4.
- Colocar a alavanca da chave na posição desligada.
- Ligar o pólo positivo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
- Ligar o ponto 2 da chave ao pólo negativo da primeira pilha.
- Ligar a primeira pilha em série com a segunda pilha, ligando o pólo positivo da primeira pilha no o negativo da segunda pilha.
- Ligar o pólo positivo da segunda pilha a ilha de conexão 4.
- Ligar a ilha de conexão 1 ao pólo positivo da fonte de tensão de 6V.



2. Passar a alavanca da chave para a posição ligada.

3. Ajustar o seletor de escala do outro multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.

4. Medir a queda de tensão no resistor 1.

$$V_1 = \text{_____ V}$$

5. Medir a queda de tensão no resistor 2.

$$V_2 = \text{_____ V}$$

6. Medir a queda de tensão no resistor 3

$$V_3 = \text{_____ V}$$

7. Somar as quedas de tensões.

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = \text{_____}$$

8. Medir a tensão da fonte (E1 pilha 1).

$$E1 = \text{_____}$$

9. Medir a tensão da fonte (E2 pilha 2).

$$E2 = \text{_____}$$



**10.** Medir a tensão da fonte (E3).

$$E3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

**11.** Somar as forças eletromotrizes.

$$E = E1 + E2 + E3$$

$$E = \underline{\hspace{2cm}}$$

**12.** Completar a lei das malhas abaixo.

A soma das fem é igual soma das  $\underline{\hspace{2cm}}$  de tensões.

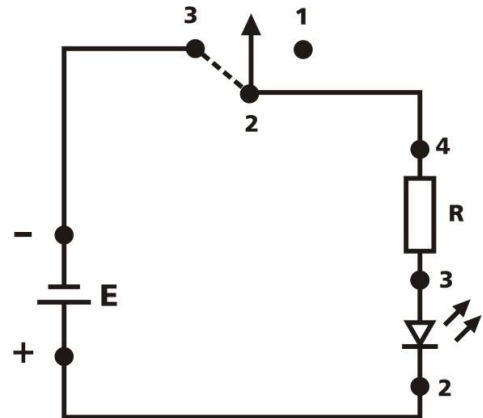
# EXPERIMENTO 09 - POLARIZAR CORRETAMENTE UM LED.

## Material Utilizado

- 1 fonte de tensão 6V
- 1 Placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 1 LED vermelho
- 1 resistor de  $120\Omega$  (marrom, vermelho, marrom)

## Procedimentos

1. Montar o circuito a seguir na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Com três condutores ligar o LED a uma fonte de 6V em série com um resistor e a chave.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 4.
  - Colocar o resistor de 120 ohms entre as ilhas de conexão 3 e 4.
  - Colocar o LED vermelho entre as ilhas de conexão 2 e 3.
  - Ligar a ilha de conexão 2 ao pólo positivo da fonte de tensão (6V).



3. Identifique a polaridade do ponto 3. \_\_\_\_\_ (positivo / negativo)
4. Observar o LED vermelho, ele tem duas hastes de aproximadamente 30mm, a polaridade do LED é definida pelo comprimento das hastes.
5. Identifique a polaridade do ponto 2. \_\_\_\_\_ (positivo / negativo)
6. Se ao ligar a chave o LED brilhar então a polaridade está correta.
7. Inverter a ligação do LED. O que ocorreu?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. Qual haste do LED é positiva?  
\_\_\_\_\_
9. Com o LED ligado, medir a tensão no resistor.  
 $V_R = \text{_____} V$
10. Com o LED ligado, medir a tensão no LED.  
 $V_L = \text{_____} V$
11. Com o LED polarizado invertido, medir a tensão no resistor.  
 $V_R = \text{_____} V$ .
12. Com o LED polarizado invertido, medir a tensão no LED.  
 $V_L = \text{_____} V$ .
13. O LED com a polaridade invertida permite a passagem de corrente elétrica? Justifique.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

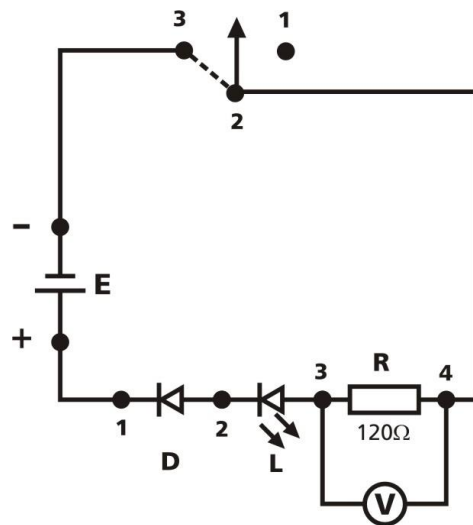
# EXPERIMENTO 10-POLARIZAR CORRETAMENTE UM DIODO

## Material Utilizado

- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 1 LED vermelho
- 1 diodo 4007
- 1 resistor de 120ohm (marrom, laranja, marrom)
- 1 multímetro digital com pontas de prova

## Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Com três condutores ligar o diodo em série com o LED a uma fonte de 6V e em série com um resistor e chave.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão 6V ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 4.
  - Colocar o resistor de 120Ω entre as ilhas de conexão 3 e 4.
  - Colocar entre as ilhas de conexão 2 e 3 o LED vermelho, prestar atenção com a polaridade do LED, a haste maior que é positivo na ilha de conexão 3.
  - Colocar o diodo entre as ilhas de conexão 1e 2
  - Ligar a ilha de conexão 1 ao pólo negativo da fonte de tensão (6V).



3. Identifique a polaridade da ilha de conexão 3. \_\_\_\_\_ (positivo / negativo)
4. Observar o diodo, ele possui um anel branco que indica sua polaridade.
5. Identifique a polaridade da ilha de conexão 1. \_\_\_\_\_ (positivo / negativo)
6. Se ao ligar a chave o LED brilhar então a polaridade do diodo está correta.
7. Inverter a ligação do diodo. O que ocorreu?  
\_\_\_\_\_
8. Com o LED aceso, medir a tensão no resistor.  
 $V_R = \text{_____} V$
9. Com o LED aceso, medir a tensão no LED.  
 $V_L = \text{_____} V$
10. Com o LED aceso, medir a tensão no diodo.  
 $V_d = \text{_____} V$
11. Com o diodo polarizado na posição invertido, o que ocorreu com o LED?  
\_\_\_\_\_
12. Com o diodo polarizado na posição invertido, medir a tensão no resistor.  
 $V_R = \text{_____} V$ .

**13.** Com o diodo polarizado na posição invertido, medir a tensão no LED.

$V_L = \underline{\hspace{2cm}}$  V.

**14.** Com o diodo polarizado na posição invertido, medir a tensão no diodo.

$V_D = \underline{\hspace{2cm}}$  V.

**15.** O diodo com a polaridade invertida permite a passagem de corrente elétrica? Justifique.

---

---

---

**16.** O LED tem características de um diodo? Por que?

---

---

# EXPERIMENTO 11 - CARGA E DESCARGA DE UM CAPACITOR | CIRCUITO RC

## Material Utilizado

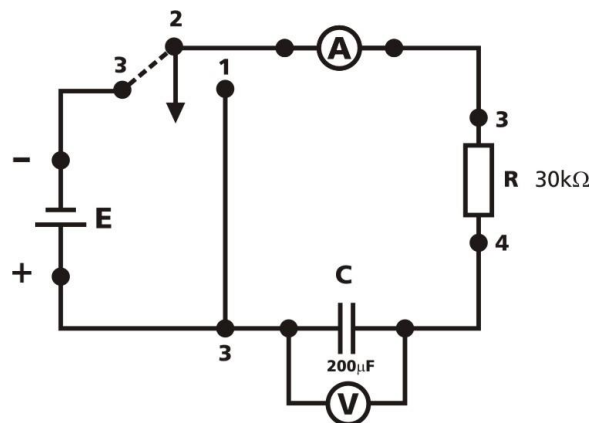
- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 2 multímetros digitais com pontas de prova.
- 1 capacitor 220 $\mu$ F
- 2 resistores 1M $\Omega$
- 1 cronômetro manual

## Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.

2. Com cinco condutores, ligar um capacitor eletrolítico C de 220 $\mu$ F em série com dois resistores de 1M $\Omega$  e uma fonte com aproximadamente 6V. Prestar atenção no capacitor, pois existe uma indicação de polaridade que deve ser considerada no momento de se fazer às ligações.

- Ligar o pólo negativo da fonte de tensão (6V) ao ponto 3 da chave.
- Ligar o ponto 2 da chave ilha de conexão 8
- Ligar a ilha de conexão 8 com a ilha de conexão 4
- Colocar o resistor R<sub>1</sub> entre as ilhas de conexão 3 e 4.
- Colocar o resistor R<sub>2</sub> entre as ilhas de conexão 2 e 3.
- Colocar o capacitor entre as ilhas de conexão 1 e 2 a haste maior do capacitor deve ficar no ponto positivo.
- Ligar a ilha de conexão 1 ao pólo positivo da fonte de tensão 6V.



3. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir tensão, girar a escala até 20 DCV.

4. Colocar as pontas de prova do voltímetro nos extremos do capacitor e anotar na tabela os valores de tensão nos tempos definidos.

5. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medir intensidade de corrente elétrica, girar a escala até 2000 $\mu$  DCA.

6. Abrir o circuito entre a ilha de conexão 8 e a ilha de conexão 4.

7. Colocar as pontas de prova do amperímetro entre as ilhas de conexão 8 e 4.

8. Inicialmente o capacitor de capacitância C = 220 $\mu$ F deve estar totalmente descarregado.

9. Quando a chave for fechada em 3, o capacitor C é carregado através dos resistores R<sub>1</sub> e R<sub>2</sub>, observar a intensidade de corrente e a tenção no capacitor.

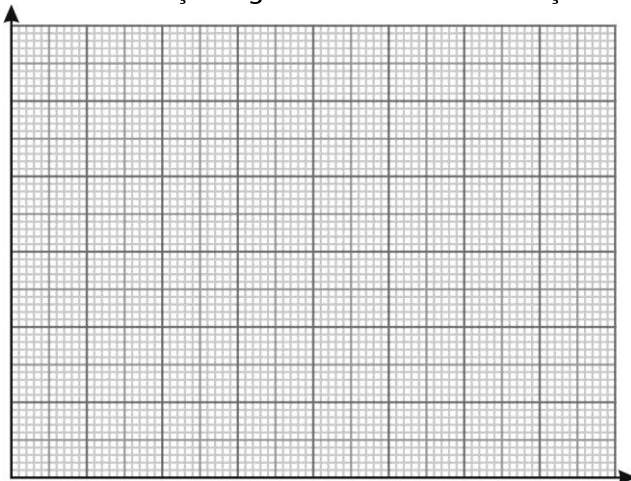
10. Ligar a chave e medir o tempo para carregar o capacitor.

- no instante t = 0
- intensidade de corrente elétrica inicial I = \_\_\_\_\_ A
- tensão no capacitor V = \_\_\_\_\_ V
- tempo para carregar capacitor até 5V t = \_\_\_\_\_ s

- 11.** Consideramos que um capacitor está plenamente carregado quando a tensão no capacitor torna-se igual à força eletromotriz da fonte. E a intensidade de corrente no circuito tende a zero.
- 12.** Como se comporta a intensidade de corrente? \_\_\_\_\_ (varia com o tempo / não varia com o tempo)
- 13.** Como se comporta a tensão no capacitor C?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 14.** Como se comporta a queda de tensão no resistor R.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 15.** Repetir os procedimentos anteriores para que se entenda bem o comportamento da tensão e intensidade de corrente elétrica na carga de um capacitor.
- 16.** Descarregar o capacitor para iniciar as medidas de tempo na carga do capacitor nos valores definidos.
- 17.** Ligar a chave para carregar o capacitor observando os valores definidos na tabela. Para cada valor de tensão definido, coletar as medidas de tempo com o cronômetro manual, completando a tabela abaixo. Iniciar a contagem no momento que ligar a chave.

| tempo | V (V) |
|-------|-------|
| 0,00  | 0,00  |
|       | 0,50  |
|       | 1,00  |
|       | 1,50  |
|       | 2,00  |
|       | 2,50  |
|       | 3,00  |
|       | 3,50  |
|       | 4,00  |
|       | 4,50  |
|       | 5,00  |

- 18.** Fazer um esboço do gráfico da tensão em função do tempo.



$E_H =$  \_\_\_\_\_

$E_V =$  \_\_\_\_\_

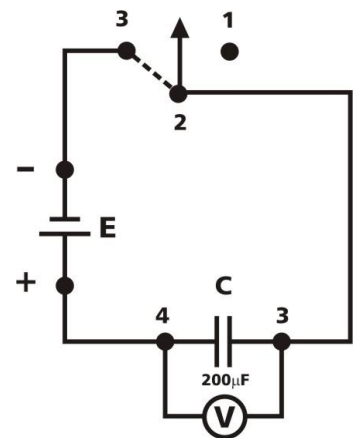
# EXPERIMENTO 12 - DESCARGA DE CAPACITORES | CÁLCULO EXPERIMENTAL DA RESISTÊNCIA INTERNA DO VOLTÍMETRO | CIRCUITO RC

## Material Utilizado

- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 1 multímetro digital com pontas de prova.
- 1 cronômetro digital.
- 1 capacitor 220 $\mu$ F

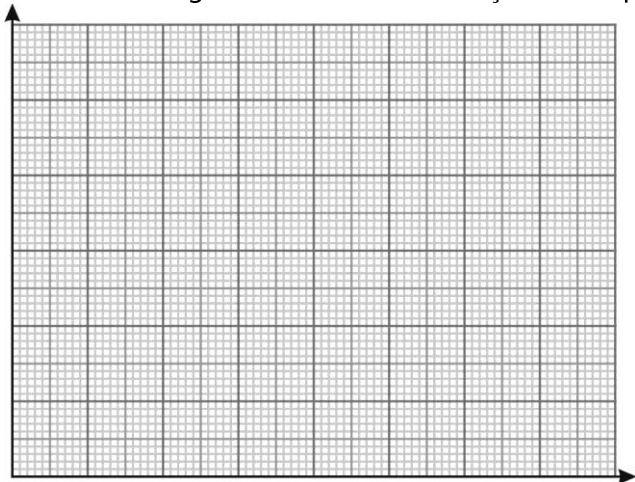
## Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Com três condutores, ligar um capacitor eletrolítico C de 220 $\mu$ F em série com uma fonte 6V. Prestar atenção no capacitor, pois existe uma indicação de polaridade que deve ser considerada no momento de se fazer às ligações.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão (6V) ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 4
  - Colocar o capacitor 220 $\mu$ F entre os pontos 3 e 4 a haste maior do capacitor deve ficar no ponto positivo.
  - Ligar a ilha de conexão 3 ao pólo positivo da fonte de tensão 6V.
3. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medida de tensão (DCV) em 20.
4. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM do multímetro e o cabo vermelho no borne de entrada V $\Omega$ mA. Fixar bem para estabelecer um bom contato. (V $\Omega$ mA, esta representação quer informar que nesta posição podemos medir tensão, resistência elétrica e intensidade de corrente em mA). Ler o manual de instruções do multímetro digital.
5. Para medir a tensão devemos ligar o voltímetro em paralelo com o com o capacitor .
6. Para medir a tensão a que está submetido o capacitor, devemos colocar as duas pontas de prova do voltímetro digital nos extremos do capacitor.
7. Ligar a chave para carregar o capacitor.
8. Anotar o valor registrado no visor do voltímetro digital  $V = \underline{\hspace{2cm}}$  V. Prestar atenção com a polaridade, se estiver com a polaridade invertida vai aparecer um menos no visor do voltímetro digital. Para corrigir a polaridade no voltímetro basta inverter as pontas de prova.
9. A tensão indicada no voltímetro pode ficar oscilando um pouco na ordem de um ou dois centésimos, sempre utilizar neste caso a valor médio.
10. Admitindo que o capacitor está plenamente carregado sob a tensão da fonte.
11. Desligar a chave, o capacitor vai descarregar no voltímetro.
12. Coletar as medidas de tempo para os valores de tensão indicados na tabela.



| tempo | V (V) |
|-------|-------|
| 0,00  | 6,00  |
|       | 5,50  |
|       | 5,00  |
|       | 4,50  |
|       | 4,00  |
|       | 3,50  |
|       | 3,00  |
|       | 2,50  |
|       | 2,00  |
|       | 1,50  |
|       | 1,00  |
|       | 0,50  |

13. Construir o gráfico da tensão em função do tempo.



$E_H = \underline{\hspace{2cm}}$        $E_V = \underline{\hspace{2cm}}$

14. No instante  $t = 0$ , o capacitor  $C$  passa a se descarregar através do voltímetro. A corrente de descarga no circuito de malha única, varia com o tempo.

15. Como não existe a força eletromotriz aplicamos a equação:

$$q = q_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \text{ (equação de descarga do capacitor)}$$

$RC$  é chamado de constante de tempo capacitiva.

16. No instante  $t = RC$  a carga do capacitor esta reduzida a 36,8% de sua carga inicial, ou seja, 36,8% de sua tensão inicial.

17. No gráfico encontrar a constante do capacitor  $C$ .

$$RC = \underline{\hspace{2cm}}$$

18. Calcular o valor da resistência do voltímetro  $R$ .

$$R = \frac{t}{C}$$



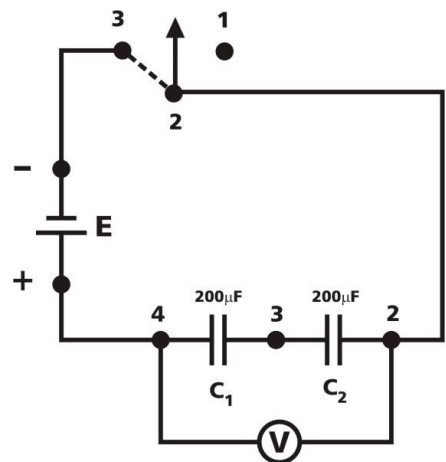
# EXPERIMENTO 13 - DESCARGA DE CAPACITORES | ASSOCIAÇÃO SÉRIE DE CAPACITORES | CIRCUITO RC

## Material Utilizado

- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 1 multímetro digital com pontas de prova.
- 2 capacitores 220 $\mu$ F
- 1 cronômetro digital.

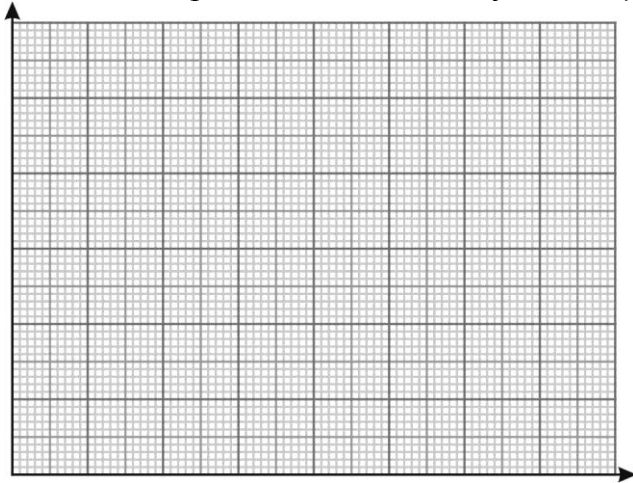
## Procedimentos

1. Montar o circuito a seguir na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Com três condutores, ligar dois capacitores eletrolíticos C de 220 $\mu$ F em série com uma fonte 6V. Prestar atenção no capacitor, pois existe uma indicação de polaridade que deve ser considerada no momento de se fazer às ligações.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão (6V) ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da ilha de conexão 4
  - Colocar o capacitor 220 $\mu$ F entre as ilhas de conexão 3 e 4 a haste maior do capacitor deve ficar no ponto positivo.
  - Colocar o outro capacitor 220 $\mu$ F entre as ilhas de conexão 2 e 3 a haste maior do capacitor deve ficar no ponto positivo.
  - Ligar a ilha de conexão 2 ao pólo positivo da fonte de tensão 6V.
3. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medida de tensão (DCV) em 20.
4. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM do multímetro e o cabo vermelho no borne de entrada V $\Omega$ mA. Fixar bem para estabelecer um bom contato. (V $\Omega$ mA, esta representação quer informar que nesta posição podemos medir tensão, resistência elétrica e intensidade de corrente em mA). Ler o manual de instruções do multímetro digital.
5. Para medir a tensão devemos ligar o voltímetro em paralelo com o com o capacitor.
6. Para medir a tensão a que estão submetidos os capacitores, devemos colocar as duas pontas de prova do voltímetro digital nos extremos do capacitor da associação em série de capacitores.
7. Ligar a chave para carregar o capacitor.
8. Anotar o valor registrado no visor do voltímetro digital  $V = \underline{\hspace{2cm}}$  V. Prestar atenção com a polaridade, se estiver com a polaridade invertida vai aparecer um menos no visor do voltímetro digital. Para corrigir a polaridade no voltímetro basta inverter as pontas de prova.
9. A tensão indicada no voltímetro pode ficar oscilando um pouco na ordem de um ou dois centésimos, sempre utilizar neste caso a valor médio.
10. Admitindo que o capacitor está plenamente carregado sob a tensão da fonte, desligar a chave, o capacitor vai descarregar no voltímetro.
11. Coletar as medidas de tempo para os valores de tensão indicados na tabela.



| tempo | V (V) |
|-------|-------|
| 0,00  | 6,00  |
|       | 5,50  |
|       | 5,00  |
|       | 4,50  |
|       | 4,00  |
|       | 3,50  |
|       | 3,00  |
|       | 2,50  |
|       | 2,00  |
|       | 1,50  |
|       | 1,00  |
|       | 0,50  |

12. Construir o gráfico da tensão em função do tempo.



$E_H = \underline{\hspace{2cm}}$        $E_V = \underline{\hspace{2cm}}$

13. No gráfico encontrar o valor da tensão que corresponde a 36,8% da tensão inicial.

$V = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$

14. No gráfico encontrar a constante da associação de capacitores em série.

$R.C = \underline{\hspace{2cm}}$

15. Encontrar o valor da capacitância da associação.

$$C = \frac{t}{R}$$

16. Calcular o valor da capacitância da associação.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$C = \underline{\hspace{2cm}}$

17. Admitindo um erro de 5%, comparar o item 15 como item 16. São iguais ou diferentes?

\_\_\_\_\_

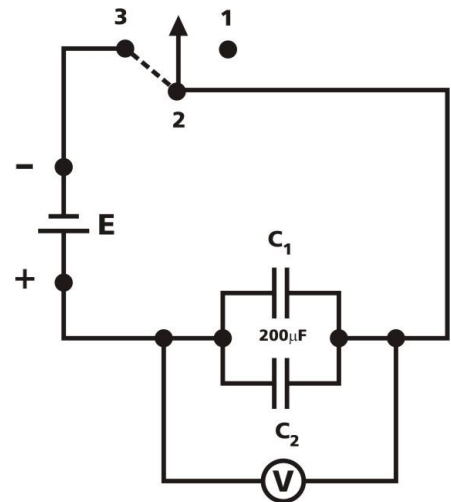
# EXPERIMENTO 14 - DESCARGA DE CAPACITORES | ASSOCIAÇÃO PARALELA DE CAPACITORES | CIRCUITO RC

## Material Utilizado

- 1 fonte de tensão 6V
- 1 placa para ensaios de circuitos elétricos
- 3 fios para conexão
- 1 multímetro digital com pontas de prova.
- 2 capacitores 220 $\mu$ F
- 1 cronômetro digital.

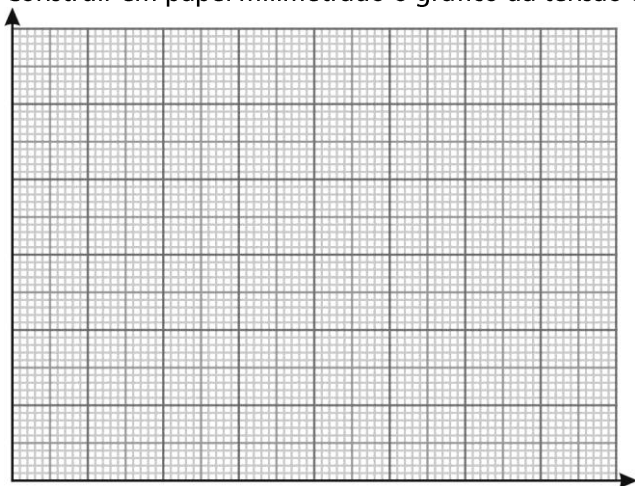
## Procedimentos

1. Montar o circuito na placa para ensaios de circuitos elétricos.
2. Com três condutores, ligar dois capacitores eletrolíticos C de 220 $\mu$ F em paralelo a uma fonte 6V. Prestar atenção no capacitor, pois existe uma indicação de polaridade que deve ser considerada no momento de se fazer às ligações.
  - Ligar o pólo negativo da fonte de tensão (6V) ao ponto 3 da chave.
  - Ligar o ponto 2 da chave a ilha de conexão 4
  - Colocar os capacitor es 220 $\mu$ F entre as ilhas de conexão 3 e 4 a haste maior do capacitor deve ficar no ponto positivo.
  - Ligar a ilha de conexão 3 ao pólo positivo da fonte de tensão 6V.
3. Ajustar o seletor de escala do multímetro para medida de tensão (DCV) em 20.
4. Fixar o cabo preto no borne de entrada COM do multímetro e o cabo vermelho no borne de entrada V $\Omega$ mA. Fixar bem para estabelecer um bom contato. (V $\Omega$ mA, esta representação quer informar que nesta posição podemos medir tensão, resistência elétrica e intensidade de corrente em mA). Ler o manual de instruções do multímetro digital.
5. Para medir a tensão devemos ligar o voltímetro em paralelo com o com o capacitor.
6. Para medir a tensão a que estão submetidos os capacitores, devemos colocar as duas pontas de prova do voltímetro digital nos extremos da associação em paralelo de capacitores.
7. Ligar a chave para carregar o capacitor.
8. Anotar o valor registrado no visor do voltímetro digital  $V = \underline{\hspace{2cm}}$  V. Prestar atenção com a polaridade, se estiver com a polaridade invertida vai aparecer um menos no visor do voltímetro digital. Para corrigir a polaridade no voltímetro basta inverter as pontas de prova. A tensão indicada no voltímetro pode ficar oscilando um pouco na ordem de um ou dois centésimos, sempre utilizar neste caso a valor médio.
9. Admitindo que o capacitor está plenamente carregado sob a tensão da fonte, desligar a chave, o capacitor vai descarregar no voltímetro.
10. Coletar as medidas de tempo para os valores de tensão indicados na tabela.



| tempo | V (V) |
|-------|-------|
| 0,00  | 6,00  |
|       | 5,50  |
|       | 5,00  |
|       | 4,50  |
|       | 4,00  |
|       | 3,50  |
|       | 3,00  |
|       | 2,50  |
|       | 2,00  |
|       | 1,50  |
|       | 1,00  |
|       | 0,50  |

11. Construir em papel milimetrado o gráfico da tensão em função do tempo.



$E_H =$  \_\_\_\_\_  $E_V =$  \_\_\_\_\_

12. No gráfico encontrar o valor da tensão que corresponde a 36,8% da tensão inicial.

$V =$  \_\_\_\_\_ V

13. No gráfico encontrar a constante do capacitor C .

$R.C =$  \_\_\_\_\_

14. Encontrar o valor da capacitância da associação.

$$C = \frac{t}{R}$$

$$C = \frac{477}{1,1 \cdot 10^{-6}}$$

15. Calcular o valor da capacitância da associação.

$$C = C_1 + C_2$$

$C =$  \_\_\_\_\_

16. Considerando uma tolerância de erro de 5%, compare item 14 como item 15. São iguais ou diferentes? \_\_\_\_\_



# Manual de Instruções e Guia de Experimentos

## GERADOR ELETRICO DE MESA COM BLECAUTE

### OBSERVAÇÃO SOBRE OS DIREITOS AUTORAIS

Este manual é protegido pelas leis de direitos autorais e todos os direitos são reservados. Entretanto é permitida e garantida para instituições de ensino a reprodução de qualquer parte deste manual para ser fornecida e usada nos laboratórios e não para venda. A reprodução em qualquer outra circunstância, sem a permissão da AZEHEB é proibida.

### POLITICA DE DEVOLUÇÕES

Todas as devoluções de produtos requerem uma autorização de devolução de mercadoria (RMA). Para isto entre em contato conosco pelo nosso **formulário de contato**, ou pelo email [contato@azeheb.com.br](mailto:contato@azeheb.com.br) ou pelo telefone (41) 3079-6638.

Produtos devolvidos para troca ou crédito deverão estar em condição de novo e na sua embalagem original. O produto não será aceito para troca ou crédito, e será devolvido para o cliente se não estiver em condição de novo.

### GARANTIA

Nossos produtos possuem garantia contra defeitos de fabricação. Para maiores informações e detalhes, por favor, consulte nosso termo de garantia.

### ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Prestamos assistência técnica permanente para nossos produtos diretamente em nossa fábrica. Durante o período de garantia legal de 90 dias o custo de frete será por conta da AZEHEB, depois deste período os custos de frete serão por conta do cliente. Antes de enviar qualquer produto para conserto entre em contato com nossa empresa pelo nosso **formulário de contato**, ou pelo email [contato@azeheb.com.br](mailto:contato@azeheb.com.br) ou pelo telefone (41) 3079-6638 para solicitar a autorização de devolução de mercadoria (RMA). Não serão aceitos produtos para conserto que tenham sido enviados sem contato prévio com nossa empresa.



#### ATENÇÃO

Este manual é exclusivamente para fins de sugestão de montagens de experimentos.

**DEPENDENDO DA VERSÃO ADQUIRIDA, A COMPOSIÇÃO DO SEU KIT PODE SER DIFERENTE DA APRESENTADA NESTE MANUAL.**

**CASO SEJA NECESSÁRIO CONFERIR A COMPOSIÇÃO DO PRODUTO ADQUIRIDO:**

**VENDA PRIVADA:** conferir a versão adquirida no orçamento aprovado. Se necessário contactar nossos vendedores.

**VENDA PÚBLICA OU LICITAÇÃO:** conferir com a **PROPOSTA** aceita pelo pregoeiro, e não com o edital (Cópia da proposta no CD de manuais que acompanha o pedido.)

#### Endereço:

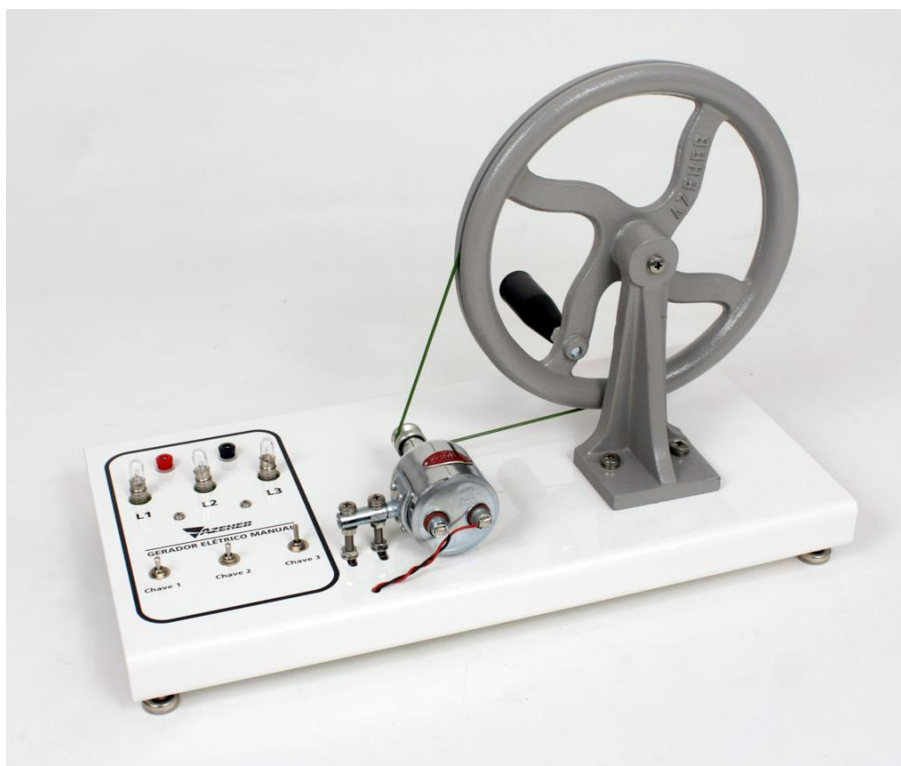
AZEHEB | Laboratórios de Física  
Rua Evaristo F.F. da Costa, 621  
Bairro Jardim das Américas  
Curitiba – PR  
CEP 81530-090  
Telefone: (41) 3079-6638  
E-mail: [azeheb@azeheb.com.br](mailto:azeheb@azeheb.com.br)



# SUMÁRIO (MANUAL DO PROFESSOR)

|   |          |
|---|----------|
| <b>SUMÁRIO (MANUAL DO PROFESSOR)</b> .....                | <b>1</b> |
| <b>COMPOSIÇÃO</b> .....                                   | <b>2</b> |
| <b>ACESSÓRIOS (VENDIDOS SEPARADAMENTE)</b> .....          | <b>3</b> |
| <b>EXPERIMENTOS</b> .....                                 | <b>4</b> |
| <b>EXPERIMENTO - GERADOR ELÉTRICO MANUAL</b> .....        | <b>4</b> |
| <b>Parte I: Gerador conectado ao voltímetro</b> .....     | <b>4</b> |
| <b>Parte II: - Gerador conectado às lâmpadas</b> .....    | <b>5</b> |
| <b>Parte III: Gerador conectado ao osciloscópio</b> ..... | <b>6</b> |


## COMPOSIÇÃO



| <b>Código</b> | <b>Quant.</b> | <b>Unid.</b> | <b>Descrição</b>                     |
|---------------|---------------|--------------|--------------------------------------|
| 67001020      | 01            | UN           | GERADOR ELETRICO MANUAL COM BLECAUTE |



# ACESSÓRIOS (VENDIDOS SEPARADAMENTE)

| <b>Código</b> | <b>Quant.</b> | <b>Unid.</b> | <b>Descrição</b>   | <b>Foto</b>   |
|---------------|---------------|--------------|--|---|
| G08004006     | 01            | UN           | MULTÍMETRO DIGITAL MODELO ET-2082C                                     |    |
| G08010006     | 01            | UN           | OSCILOSCÓPIO DIGITAL MODELO MVB-DSO 50MHZ                              |   |
| 55009033      | 01            | UN           | CABO DE LIGAÇÃO COM DERIVAÇÃO (PAR) 1,00M BANANA/BANANA PRETO/VERMELHO |  |







## SUMÁRIO (MANUAL DO ALUNO)

|   |          |
|---|----------|
| <b>SUMÁRIO (MANUAL DO ALUNO)</b> .....                    | <b>1</b> |
| <b>EXPERIMENTOS</b> .....                                 | <b>2</b> |
| <b>EXPERIMENTO - GERADOR ELÉTRICO MANUAL</b> .....        | <b>2</b> |
| <b>Parte I: Gerador conectado ao voltímetro</b> .....     | <b>2</b> |
| <b>Parte II: Gerador conectado às lâmpadas</b> .....      | <b>3</b> |
| <b>Parte III: Gerador conectado ao osciloscópio</b> ..... | <b>4</b> |





