

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino De Física



ABORDAGEM EXPERIMENTAL PARA AULAS DE CIRCUITOS DE CORRENTE
CONTÍNUA UTILIZANDO PLACA PROTOBOARD EM TURMAS DO ENSINO
MÉDIO

MANUAL DO PROFESSOR

JOSÉ ALISSON FREITAS DE SOUSA

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Angélica da
Silva Nunes – UFERSA

Mossoró
2018

APRESENTAÇÃO

Caros(as) professores(as),

A fim de contribuir com a diversificação das metodologias utilizadas em sala de aula, de modo a tornar as aulas de eletricidade mais atrativas para discentes e docentes, seguimos os passos para a “construção” de um kit que possibilite trazer para o ambiente da sala de aula formal atividades experimentais. Elaboramos também um guia de como alguns assuntos de eletricidade podem ser abordados com a utilização do kit proposto.

Salientamos que este kit é uma sugestão, assim como os assuntos tratados no decorrer de todo o guia. Nossa intenção é que a proposta possa tanto ser utilizada em suas salas de aula como posta (ou com adaptações) como também possa ser motivadora para que vocês desenvolvam suas próprias “soluções” para uma melhor interação professor-aluno e melhoria no processo de ensino-aprendizagem.

A fim de subsidiar o trabalho do professor em sala de aula, elaboramos este guia que trará além de dois experimentos que podem ser realizados um manual descritivo do uso de placas protoboard e multímetros, dispositivos estes que serão muito utilizados na condução de aulas práticas de eletricidade.

Atenciosamente, o autor.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| GUIA PRÁTICO DE UTILIZAÇÃO – MULTÍMETRO..... | 4 |
| GUIA PRÁTICO DE UTILIZAÇÃO – PLACA PROTOBOARD | 9 |
| CAPACITORES – DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA | 12 |
| BRILHO DE LEDS E SUA RELAÇÃO COM RESISTORES NUM CIRCUITO..... | 17 |

GUIA PRÁTICO DE UTILIZAÇÃO – MULTÍMETRO

DESCRIÇÃO DO PRODUTO

O multímetro é um equipamento eletrônico que serve para medir grandezas elétricas. A grande vantagem dele é o fato de incorporar diversos instrumentos de medição, a citar voltímetro, amperímetro, ohmímetro, dentre outros.

Em nossas práticas foi utilizado um multímetro HIKARI HM – 1000 (**Figura 1**) e tal escolha tomaram por base o fato deste apresentar excelente custo-benefício para composição de um kit educacional de baixo custo.

Figura 1: Multímetro HIKARI HM - 1000



Fonte: <http://www.hikariferramentas.com.br/multimetro-digital/283/104/>

Os experimentos propostos em nosso produto educacional são circuitos de corrente contínua e iremos nos limitar a explicitar a utilização do multímetro nesta direção.

MEDIDAS DE TENSÃO

Medidas de tensão são realizadas através da ligação em paralelo do dispositivo ao qual está se querendo saber a tensão e o multímetro, isso significa que o multímetro deve ficar submetido à mesma tensão que deve ser medida.

Em multímetros digitais o valor da escala já indica o máximo valor a ser medido por ela, independente da grandeza. No HIKARI HM – 1000 a escala é selecionada manualmente, como estamos interessados em medir tensões devemos selecionar

umas das escalas do segundo quadrante do aparelho, como visto na **Figura 2**.

Figura 2: Escolha de escala para medida de tensão



Fonte: Própria (2017)

É importante escolher uma escala para a tensão compatível com o objeto que se quer medir a tensão, podemos exemplificar isto medido a tensão na fonte que utilizaremos em nossos experimentos, a citar: 4 (quatro) pilhas AA colocadas em um suporte que as associa em série, como vimos na **Figura 3**. Nesta medida, a escala escolhida foi de 20V, e podemos visualizar a tensão do conjunto como 6,17V , o que é um valor aceitável já que cada uma das pilhas tem tensão aproximada de 1,5V conforme fabricante.

Figura 3: Medição de tensão DDP da fonte (pilhas AA) de um circuito



Fonte: Própria (2017)

MEDIDAS DE CORRENTE

Medidas de corrente são realizadas através da ligação em série do dispositivo ao qual está se querendo saber a corrente e o multímetro. Como já mencionamos, a escala deve ser escolhida manualmente e como estamos interessados em medir correntes devemos selecionar uma das escalas do terceiro quadrante do aparelho, como visto na **Figura 4**.

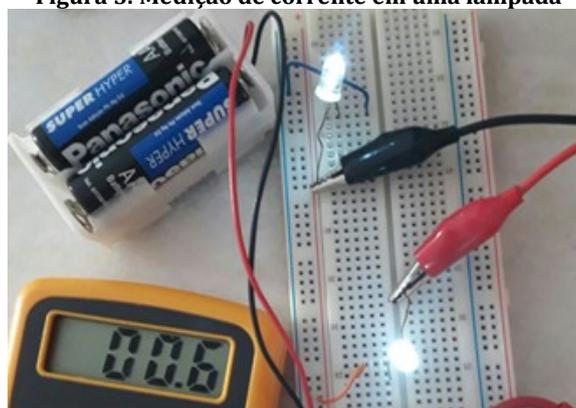
Figura 4: Escolha da escala para medida de correntes



Fonte: Própria (2017)

Assim, se quisermos medir a corrente que passa por uma lâmpada devemos desligar um lado da lâmpada e encostar uma ponta de prova, a outra deve ser encostada no fio que foi solto na lâmpada (**Figura 5**).

Figura 5: Medição de corrente em uma lâmpada



Fonte: Própria (2017)

MEDIDAS DE RESISTÊNCIA

Para medir a resistência de dispositivos é necessário que o mesmo esteja desligado de qualquer fonte. A escala deve ser escolhida manualmente e devemos selecionar uma das escalas do quarto quadrante do aparelho, como visto na **Figura 6**.

Figura 6: Escolha da escala para medida de resistências



Fonte: Própria (2017)

As pontas do multímetro devem ser encostadas em cada um dos lados do dispositivo. Por exemplo, para o caso de um resistor encostamos cada uma das pontas em uma extremidade do dispositivo, o que podemos ver na **Figura 7**.

Figura 7: Medição de corrente em um resistor



Fonte: Própria (2017)

CUIDADOS NO MANUSEIO DE UM MULTÍMETRO

A fim de que não ocorram acidentes com o uso do multímetro, seguem algumas regras de segurança para operação do aparelho:

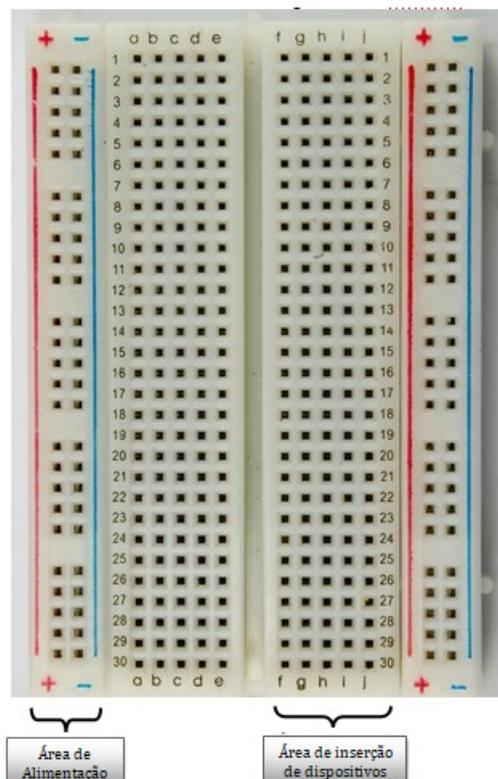
- Não utilize o instrumento se estiver danificado ou tiver com alguma parte interna exposta.
- Preste atenção no isolamento ao redor dos conectores.
- Em caso de verificar problemas com o isolamento das pontas, troque-as por modelos idênticos ou de mesma especificação antes de usar o instrumento.
- Não aplique tensão maior que a especificada e marcada no instrumento.
- A chave rotativa deve ser posicionada corretamente e nenhuma mudança de posição deve ser feita durante a medida para evitar danos ao instrumento.
- Não utilize ou armazene o instrumento em ambientes de alta temperatura, umidade, explosivo, inflamável ou com fortes campos magnéticos, sob pena de comprometimento de desempenho do instrumento.
- Retire a bateria quando o instrumento não for utilizado por muito tempo para evitar danos.

GUIA PRÁTICO DE UTILIZAÇÃO – PLACA PROTOBOARD

DESCRIÇÃO DO PRODUTO

A placa protoboard é bastante utilizada para experimentos diversos em circuitos elétricos, inclusive para fins didáticos. Ela é constituída por uma base plástica com orifícios destinados ao encaixe de componentes eletrônicos. É muito utilizada devido à facilidade de inserção de componentes, uma vez que isto pode ser realizado apenas com encaixes, dispensando soldagem, e possibilitando montagem de novos circuitos. Podemos visualizar na **Figura 8** uma placa protoboard similar a que propomos para o KIT.

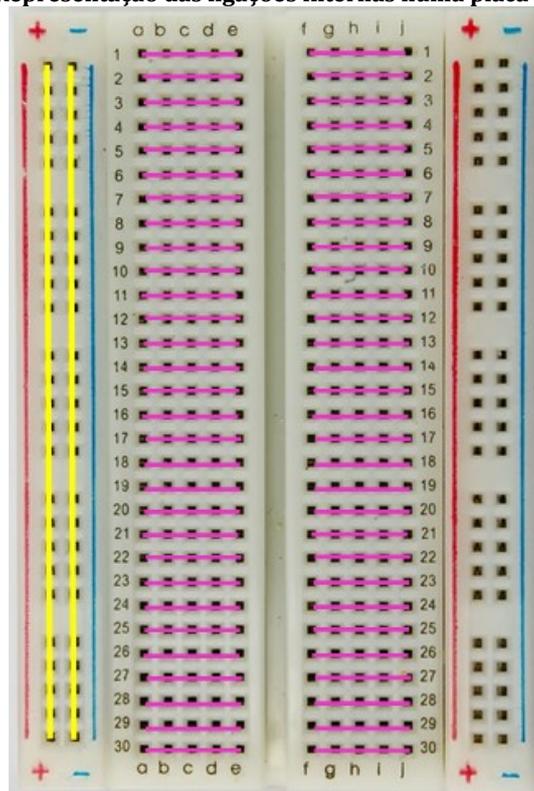
Figura 8: Placa Protoboard



Fonte: Adaptada de <http://www.eletronicadidatica.com.br/protoboard.html>

Na área de alimentação, todos os orifícios de uma mesma coluna estão internamente conectados. Contudo, os orifícios de uma coluna não possuem conexões internas com os orifícios de outras. Já na área de inserção de dispositivos existe conexão entre os orifícios de uma mesma linha mas elas são independentes entre si, o que pode ser entendido visualizando na Figura 9.

Figura 9: Representação das ligações internas numa placa protoboard



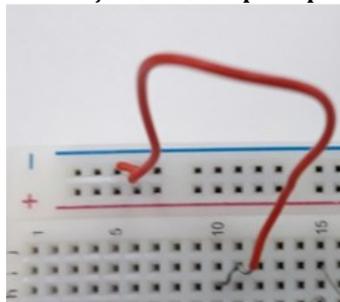
Fonte: Adaptada de <http://www.eletronicadidatica.com.br/protoboard.html>

EXEMPLO: ASSOCIAÇÃO SIMPLES – LED + RESISTOR

Material necessário: placa protoboard, LED, resistor, fonte e fios para conexão.

PRIMEIRO PASSO: Escolha outro ponto da coluna negativa e conecte uma extremidade de fio. A outra extremidade do fio deve ser conectada em uma das 65 linhas disponíveis para inserção de dispositivos. Podemos ver o arranjo parcial na Figura 10.

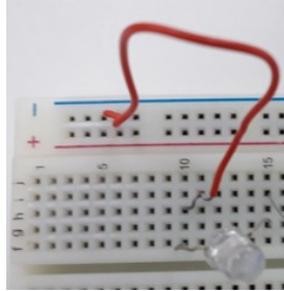
Figura 10: Inserção de fio em placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

SEGUNDO PASSO: Uma extremidade do LED deve ser conectada na mesma linha que o fio vermelho. A outra extremidade deve ser conectada em qualquer outra posição da área de inserção de dispositivos, exceto na linha já ocupada pela primeira extremidade (**Figura 11**).

Figura 11: Conectando um LED a uma placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

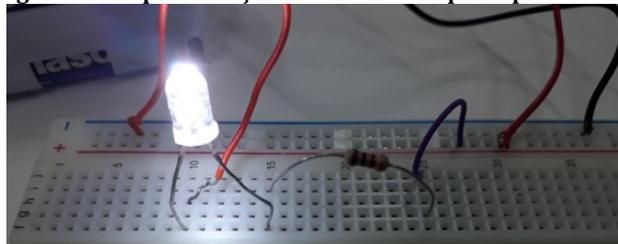
TERCEIRO PASSO: Uma extremidade do Resistor deve ser conectada na mesma linha que o fio (e conseqüentemente o LED). A outra extremidade deve ser conectada em qualquer outra posição da área de inserção de dispositivos, exceto na linha já ocupada pela primeira extremidade.

QUARTO PASSO: Pegar outro fio e conectar uma extremidade na mesma linha que o LED e a outra em qualquer ponto da coluna positiva.

QUINTO PASSO: Conectar a fonte com uma extremidade no pólo positivo e outra no negativo. Quando a fonte for acionada o LED acenderá.

A **Figura 12** nos mostra como fica o aparato depois de realizados os quatro passos citados.

Figura 12: Representação de circuito em placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

EXPERIMENTO 1

CAPACITORES – DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Mostrar o armazenamento de carga em um capacitor através da manutenção de um LED aceso mesmo depois que a fonte foi desligada do circuito elétrico.

OBJETIVOS

- Compreender o funcionamento dos capacitores;
- Conceituar capacitância;
- Compreender a associação de capacitores em série e paralelo e como obter a capacitância equivalente;
- Analisar os circuitos de carga e descarga do capacitor.

CONCEITOS BÁSICOS

DEFINIÇÃO DE CAPACITORES

São dispositivos que podem armazenar energia potencial elétrica e carga elétrica. Eles são formados por duas placas que armazenam cargas de sinais opostos e não entram em equilíbrio por conta de um dielétrico que existe entre eles.

CARREGANDO/DESCARREGANDO UM CAPACITOR

Podemos carregar um capacitor conectando suas placas aos terminais opostos de uma bateria. Quando as cargas $+Q$ e $-Q$ são estabelecidas sobre os condutores os fios são desconectados da bateria, o que fornece uma diferença de potencial fixa entre as placas do capacitor. A relação entre a carga armazenada e essa diferença de potencial é denominada Capacitância, $C = Q/V_{ab}$, que é nada mais nada menos que a capacidade do capacitor em armazenar energia.

Já a descarga de um capacitor será realizada quando colocamos um resistor no circuito elétrico. Como já mencionamos os resistores são dispositivos que dissipam energia no circuito e como o mesmo não estará alimentado por uma fonte externa o capacitor irá perder a energia antes armazenada.

ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES

Uma das características fundamentais destes dispositivos é a possibilidade de associação. Esta se faz necessária pelo fato de os capacitores que encontramos no mercado possuírem valores padronizados para as capacitâncias e para as voltagens de operação. As combinações mais comuns são as ligações em série e em paralelo.

- **Associação em série:**
 - i. A d.d.p total se divide para cada componente do circuito, dependendo da sua capacitância.
 - ii. A carga armazenada é a mesma em todos os capacitores envolvidos.
- **Associação em paralelo:**
 - i. A d.d.p é a mesma para todos os caminhos.
 - ii. A carga elétrica é dividida para cada capacitor dependendo da sua capacitância.

MATERIAL UTILIZADO

- Suporte para 4 pilhas AA
- 4 pilhas AA
- Placa *protoboard*
- 1 LED de 3V e 6mm
- Capacitores (mínimo 2 para possibilitar associações)
- 1 resistor de 100Ω
- 1 conector chave (ou um fio que sirva como chave)
- 1 cronômetro

PROCEDIMENTO DETALHADO

IMPORTANTE: É fundamental esquematizar os circuitos montados no quadro ou solicitar aos discentes que realize esta ação durante o experimento. Tal medida ajudará os discentes quando necessitarem das representações teóricas relacionadas aos conteúdos.

PASSO 1: Medir a diferença de potencial produzida pelas pilhas ao colocá-las no suporte. Para isso vamos utilizar o multímetro, como mostrado na **Figura 13**.

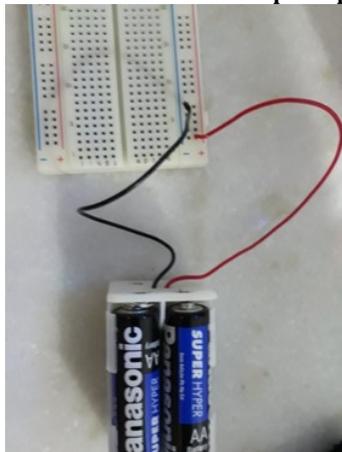
Figura 13: Como medir a DDP da fonte (pilhas AA) de um circuito



Fonte: Própria (2017)

PASSO 2:Conectar a fonte pólos positivo e negativo da placa *protoboard*, como mostrado na **Figura 14** .

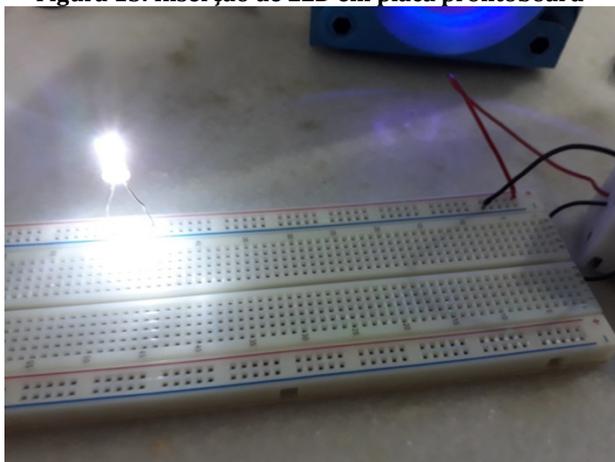
Figura 14: Conexão de fonte a uma placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 3:Conectar um LED e verificar para qual lado o mesmo acende, ver **Figura 15**. É importante que se explicite o que é um LED para os discentes para o caso dele não acender (o que ocorre caso ele seja conectado de maneira incorreta).

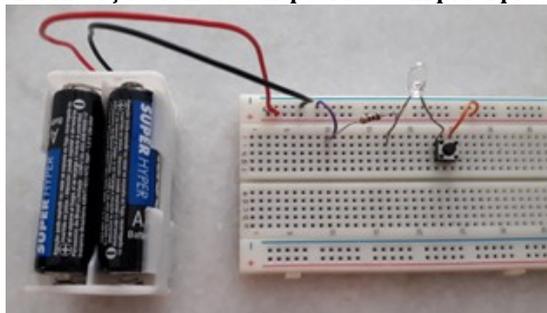
Figura 15: Inserção de LED em placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 4:Ligar o resistor e uma chave, ambos em série com o LED (**Figura 16**).

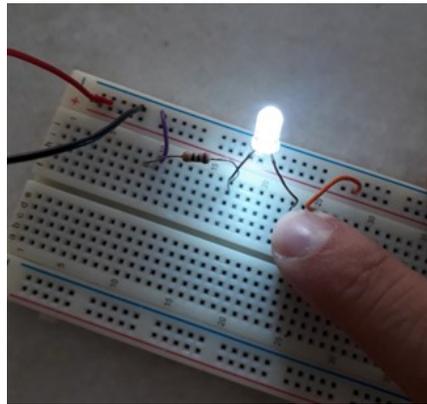
Figura 16: Inserção de novos dispositivos em placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 5: Pressionar a chave e verificar o que ocorre com o LED (**Figura 17**).

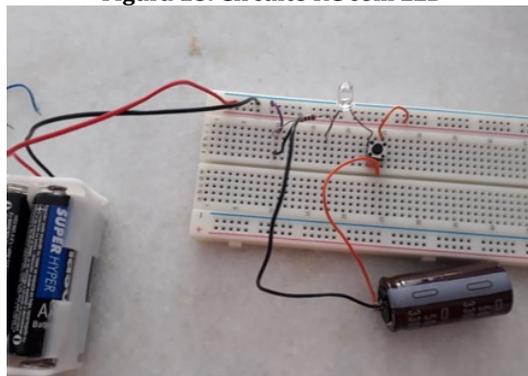
Figura 17: Representação de chave acionada em circuito elétrico em placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 6: Desligar a chave e colocar um capacitor em paralelo com o resistor e o LED (**Figura 18**). Ligar a chave, desligar em seguida e cronometrar o tempo em que o LED fica aceso.

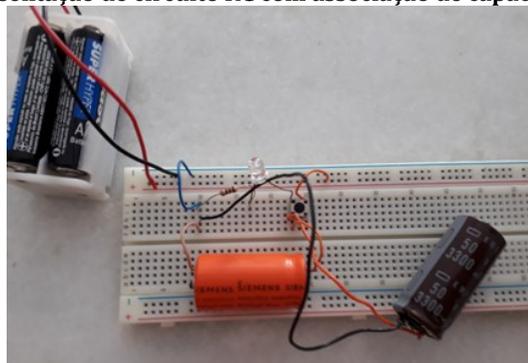
Figura 18: Circuito RC com LED



Fonte: Própria (2017)

PASSO 7: Desligar a chave e trocar o capacitor por uma associação em paralelo de capacitores, o qual os discentes deverão calcular o capacitor equivalente (**Figura 19**). Ligar a chave, desligar em seguida e cronometrar o tempo em que o LED fica aceso nesta nova composição do circuito.

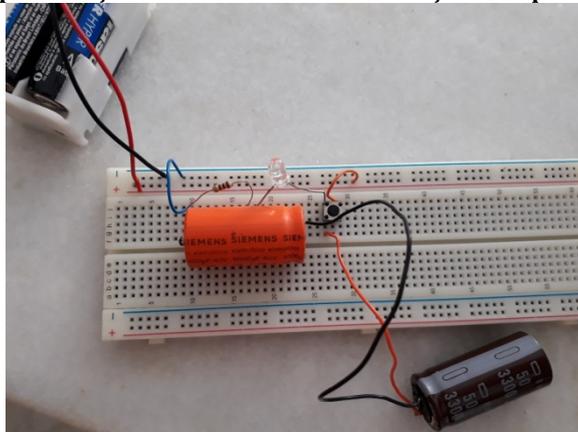
Figura 19: Representação de circuito RC com associação de capacitores em paralelo



Fonte: Própria (2017)

PASSO 8:Desligar a chave e trocar a associação em paralelo de capacitores por uma associação em série, a qual os discentes deverão calcular o capacitor equivalente(**Figura 20**). Ligar a chave, desligar em seguida e cronometrar o tempo em que o LED fica aceso nesta nova composição do circuito.

Figura 20: Representação de circuito RC com associação de capacitores em série



Fonte: Própria (2017)

AVALIAÇÃO

Após a aplicação do experimento, é necessário se fazer uma avaliação tanto para verificação da aprendizagem como para se ter um *feedback* sobre a utilização do experimento em sala de aula. Como sugestão segue algumas questões:

1. O que é a capacitância do capacitor e porque ela é útil?
2. Por que esse circuito precisa de uma chave? Seria possível realizar sem uma? Justifique.
3. Por que os três tempos medidos são diferentes?
4. No experimento é perceptível o capacitor funcionar?
5. Na escola temos problemas de evasão e faltas, se aulas de Física sempre tivessem experimentos você acha que os alunos mudariam o seu comportamento em relação a isso?

EXPERIMENTO 2**BRILHO DE LEDS E SUA RELAÇÃO COM RESISTORES NUM CIRCUITO**

Mostrar os tipos de associação de resistores na prática, como a tensão no circuito é distribuída em uma associação de resistores, explicar o código de cores e comparar sua medida com a de um multímetro.

OBJETIVOS

- Analisar a associação em série de resistores e paralelo;
- Compreender o que é e como obter a resistência equivalente em uma associação de resistores;
- Analisar componentes onde ocorre efeito Joule nos dispositivos de um circuito;
- Apresentar as características de um curto circuito;
- Conhecer o funcionamento dos amperímetros e voltímetros;
- Conhecer o código de cores dos resistores.

CONCEITOS BÁSICOS**DEFINIÇÃO DE RESISTORES**

São dispositivos que transformam energia elétrica em energia térmica por meio do Efeito Joule. Eles se opõem a passagem de corrente elétrica limitando sua intensidade.

Os resistores dividem-se em lineares e não lineares. Os lineares são aqueles que obedecem à lei de Ohm, ou seja, existe uma proporcionalidade entre a tensão (V) e a corrente (i) que atravessa o resistor de resistência (R). Podemos expressar a Lei de Ohm pela equação $V = Ri$.

CÓDIGO DE CORES

Devido ao tamanho reduzido dos resistores é inviável imprimir o valor de sua resistência no seu corpo. Assim, optou-se pelo código de cores. Utilizamos em nosso KIT resistores de 4 (quatro) faixas e a leitura do valor da resistência através desse código é realizado da seguinte maneira.

Figura 21: Código de cores para resistores

| Cor | 1ª Faixa | 2ª Faixa | Nº de zeros/multiplicador | Tolerância |
|----------|----------|----------|---------------------------|------------|
| Preto | 0 | 0 | 0 | |
| Marrom | 1 | 1 | 1 | ± 1% |
| Vermelho | 2 | 2 | 2 | ± 2% |
| Laranja | 3 | 3 | 3 | |
| Amarelo | 4 | 4 | 4 | |
| Verde | 5 | 5 | 5 | ± 0,5% |
| Azul | 6 | 6 | 6 | ± 0,25% |
| Violeta | 7 | 7 | 7 | ± 0,1% |
| Cinza | 8 | 8 | 8 | ± 0,05% |
| Branco | 9 | 9 | 9 | |
| Dourado | | | x0,1 | ± 5% |
| Prata | | | x0,01 | ± 10% |



Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/codigo-de-cores-de-resistores/>

- **PRIMEIRA FAIXA:** é sempre a que estiver mais próxima de um dos terminais do resistor. Mostra o primeiro algarismo do valor da resistência.
- **SEGUNDA FAIXA:** Mostra o segundo algarismo do valor da resistência.
- **TERCEIRA FAIXA:** Apresenta quantos zeros devem ser adicionados.
- **QUARTA FAIXA:** Percentual de tolerância. Permite identificar os possíveis valores de resistência do resistor.

Podemos exemplificar calculando a resistência do resistor exibido na **Figura 21**.

| | | |
|---|----------|------------------------|
| 1ª. FAIXA | VERMELHO | 2 |
| 2ª. FAIXA | VIOLETA | 7 |
| 3ª. FAIXA | MARROM | 0 |
| 4ª. FAIXA | DOURADO | ±5% |
| INTERVALO DE POSSÍVEIS VALORES PARA RESISTÊNCIA | | 256,5Ω a 283,5Ω |

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Uma das características fundamentais destes dispositivos é a possibilidade de associação. As combinações mais comuns são as ligações em série e em paralelo.

- **Associação em série:**
 - iii. A diferença de potencial (d.d.p) total se divide para cada componente do circuito, dependendo da sua resistência.
 - iv. A corrente é a mesma em todos os resistores envolvidos.

- **Associação em paralelo:**

- iii. A d.d.p é a mesma para todos os caminhos
- iv. A carga elétrica é dividida para cada resistor dependendo da sua resistência.

MATERIAL UTILIZADO

- Suporte para 4 pilhas AA
- 4 pilhas AA
- Placa *protoboard*
- 4 LEDs de 3V e 6mm
- Um multímetro.
- Um resistor de 100Ω e um de $1k\Omega$

PROCEDIMENTO DETALHADO

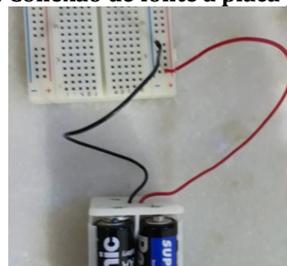
COMPARAÇÃO DE LUMINOSIDADE ENTRE LED'S EM SÉRIE E PARALELO

PASSO 1: Calcular a resistência dos resistores com o multímetro, método explicitado em medidas de resistência e comparar com o que está explicitado pelo código de cores.

IMPORTANTE: Pode-se também baixar algum aplicativo para celular que calcule o valor de medidas elétricas, o que poderia ainda prender mais a atenção dos discentes. Dentre os muitos disponíveis pode ser usado o ElectroDroid.

PASSO 2: Medir a d.d.p do suporte após as pilhas serem colocadas nele com o multímetro, como mostrado em medidas de tensão. Comparar o resultado calculando a tensão existente no conjunto sabendo que as pilhas quando no suporte ficam ligadas em série.

Figura 22: Conexão de fonte à placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 3: Conectar a fonte na placa protoboard (**Figura 22**).

PASSO 4: Conectar um LED e verificar se ele acendeu não (**Figura 23**).

Figura 23: Conexão de um LED à fonte em uma placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

IMPORTANTE: Explicar para os discentes que o LED só acende se for conectado corretamente aos pólos da fonte e que possui as seguintes propriedades:

- A luz produzida pelos LEDs comuns é monocromática, isto é, de apenas uma cor, o que os tornam bastante interessantes em sinalização.
- Quase toda a energia fornecida para o LED é transformada em luz e apenas uma pequena fração é perdida na forma calor, isto é, a eficiência do LED é muito grande. Na lâmpada incandescente ocorre o inverso, quase toda a energia é convertida em calor.
- Quando corretamente polarizados a vida útil dos LEDs é muito grande.
- Os LEDs funcionam com baixas tensões o que os tornam ideais para utilização em circuitos eletrônicos que também funcionam em baixa tensão, como os que estamos propondo no KIT.

PASSO 5: Desligar a fonte e conectar um outro LED em série com o que já estava na placa. Tirar uma fotografia sem flash do circuito aceso (**Figura 24**).

Figura 24: LED's em série em um circuito numa placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 6: Desligar a fonte, reassociar os resistores que estavam na placa para que a ligação entre eles fique em paralelo. Tirar uma fotografia sem flash do circuito

aceso (**Figura 25**).

Figura 25: LED's em paralelo em um circuito numa placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 7: Comparar as duas fotografias e identificar qual das duas associações brilha mais.

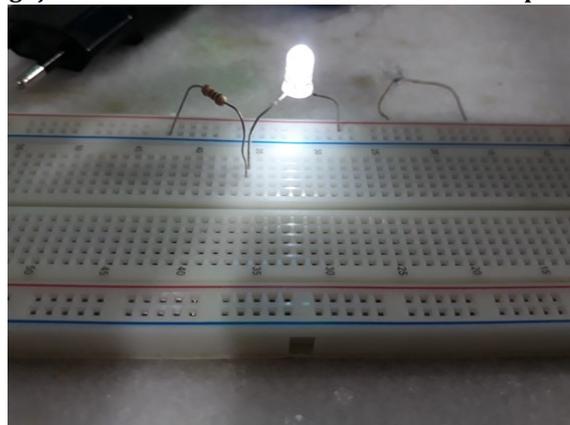
RESULTADO ESPERADO: Associação em paralelo possuir maior brilho.

COMPARAÇÃO DE LUMINOSIDADE ENTRE LED'S COM A PRESENÇA DE RESISTORES NO CIRCUITO

PASSO 1: Desligar a fonte e retirar todos os LED's que estão conectados.

PASSO 2: Conectar em série um resistor de $1k\Omega$ e um LED. Ligar a fonte e tirar uma fotografia sem flash do circuito aceso.

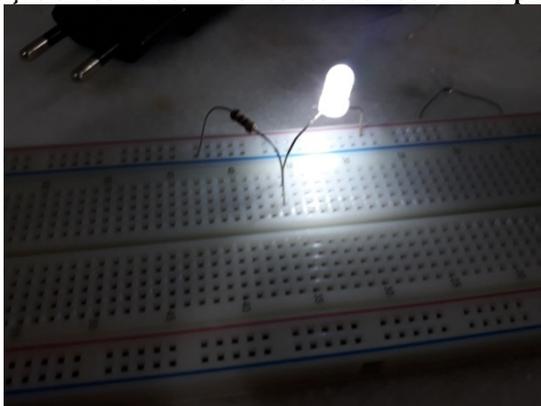
Figura 26: Ligação em série de LED e resistor de $1k\Omega$ numa placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 3: Desligar a fonte e substituir o resistor de $1k\Omega$ por um de 100Ω . Ligar a fonte e tirar uma fotografia sem flash do circuito aceso.

Figura 27: Ligação em série de LED e resistor de 100Ω numa placa protoboard



Fonte: Própria (2017)

PASSO 4: Comparar as duas fotografias e identificar qual das duas associações brilha mais.

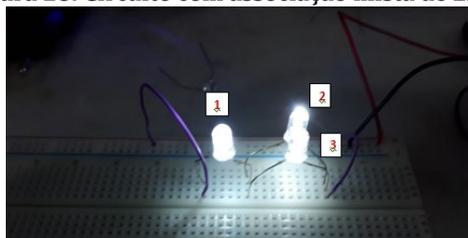
RESULTADO ESPERADO: Quanto maior a resistência, menor será o brilho do LED!

COMPARAÇÃO DE LUMINOSIDADE ENTRE LED'S EM ASSOCIAÇÃO CIRCUITO MISTO

PASSO 1: Desligar a fonte e retirar o LED e o resistor que estão conectados.

PASSO 2: Fazer uma associação mista com 3 (três) LED's. Ligar a fonte e tirar uma fotografia sem flash. Tivemos a liberdade de chamar cada LED por um número.

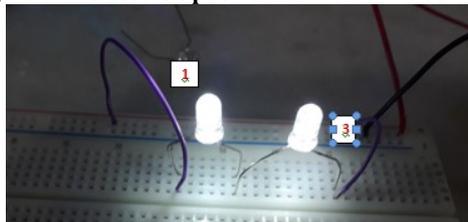
Figura 28: Circuito com associação mista de LED's



Fonte: Própria (2017)

PASSO 3: Desligar a fonte e retirar o LED 2 da associação. Ligar a fonte e tirar uma fotografia sem flash.

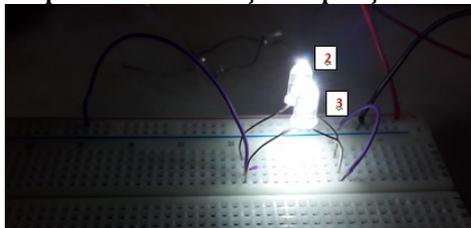
Figura 29: Circuito após retirada de um dos LED's



Fonte: Própria (2017)

PASSO 4: Desligar a fonte, retire o LED 1 e reposicionar o LED 2 na posição que ele se encontrava ao final do passo 1. Ligar a fonte e tirar uma fotografia sem flash.

Figura 30: Circuito após nova modificação na posição da associação de LED's



Fonte: Própria (2017)

PASSO 5: Comparar as duas fotografias e identificar qual das duas associações brilha mais.

RESULTADO ESPERADO: Diferença no brilho dos LEDs em cada associação.

AVALIAÇÃO

Após a aplicação do experimento, é necessário se fazer uma avaliação tanto para verificação da aprendizagem como para se ter um *feedback* sobre a utilização do experimento em sala de aula. Como sugestão segue algumas questões:

1. O que se nota de diferente nas associações em série e em paralelo?
2. Por que uma associação brilha mais do que a outra?
3. por que em uma associação se retirarmos uma lâmpada as outras apagam e no outro circuito não?
4. O que é uma associação mista?
5. Em uma associação mista, retirando qualquer componente (lâmpada ou resistor) o circuito continua funcionando? Justifique.
6. Como você vê essas aulas com experimentos?