

Prática1: INTRODUÇÃO AOS CIRCUITOS ELÉTRICOS

Objetivos

Nesta prática faremos alguns experimentos simples sobre circuitos elétricos, abordando os seguintes conteúdos: circuitos em série e em paralelo, resistência, corrente, curto circuito, diferença de potencial, Leis de Kirchhoff e resistência equivalente. Você irá aprender a montar circuitos simples (utilizando fios, pilha ou fonte de tensão, lâmpadas, resistores) e a medir as correntes, tensões e resistências.

Introdução

Trabalharemos com dois tipos de fonte de energia elétrica: as de origem eletroquímica (pilhas e baterias) e as de origem física (alternadores, dínamos, células solares e usinas termo ou hidroelétricas). Estas fontes de energia podem nos fornecer corrente e tensão elétrica de dois modos distintos: contínua ou alternada.

Para estabelecermos condições para o estudo de correntes elétricas, utilizaremos componentes elétricos tais como: resistências, capacitores, indutores. Serão realizadas diferentes associações (de resistores e capacitores), as quais serão abordadas no decorrer do curso. Para medirmos as grandezas "corrente elétrica" e "tensão elétrica", utilizaremos os seguintes instrumentos: amperímetro, voltímetro e osciloscópio. Nesta primeira prática usaremos apenas fontes de tensão contínua, resistores, amperímetro e voltímetro.

EXPERIMENTOS

I. Circuitos Simples

I.1 Experimento: Examinem a lâmpada incandescente (Fig.1.1). Dois fios ligam o filamento do bulbo à sua base. Onde, nesta base, os fios, que são ligados diretamente ao filamento, são conectados? Indiquem em um diagrama.

Figura 1.1 - Lâmpada



Fonte: Elaborada pelo compilador.

Previsão: registrem por escrito as suas previsões e/ou do grupo e justificativas.

I.2 Como vocês podem acender uma lâmpada com apenas: uma lâmpada, **um** pedaço de fio e uma pilha? (Elementos da Fig.1.2)

Figura 1.2-Materiais utilizados: uma pilha, uma lâmpada e um pedaço de fio.



Fonte: Elaborada pelo compilador.

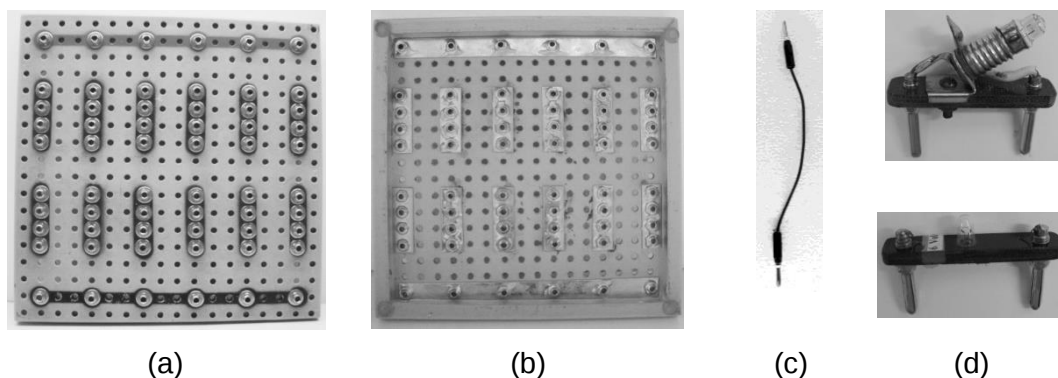
Sem fazer o experimento, esquematizem pelo menos 4 arranjos diferentes. (**Façam os desenhos**)

I.3 Experimento: Montem os esquemas propostos e verifiquem experimentalmente se suas previsões estavam corretas.

CUIDADO para não colocar a pilha em curto-circuito. Na dúvida, peça ajuda a um instrutor (professor, técnico ou monitor).

Vocês, agora, irão começar a montar circuitos elétricos, cada vez mais complexos, utilizando a placa de montagem mostrada na Figura 1.3. A placa contém linhas que indicam que estes furos estão conectados entre si por chapas metálicas (que se comportam como fios condutores de resistência praticamente nula). Estas chapas podem ser vista no verso (a parte de trás da placa) tal como ilustrado na Fig.1.3(b). A placa contém furos apropriados para o uso de conectores chamados de banana (Fig. 1.3(c)). A Fig.1.3(d) ilustra duas lâmpadas com conectores apropriados para a placa.

Figura 1.3 - (a) Frente da placa de montagem; (b) verso da placa de montagem; (c) fio condutor ligado a dois conectores banana; (d) conectores apropriados para a placa, com a possibilidade da montagem de duas lâmpadas neles.



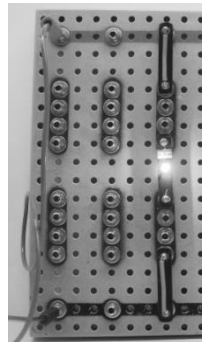
Fonte: Elaborada pelo Compilador

Tanto no topo quanto na base, há uma barra horizontal ligando seis furos em sequência. Posteriormente, vocês verão que a fonte deve ser ligada nas barras de acordo com uma convenção: terminal positivo (+) na barra vermelha e terminal negativo (-) na barra preta (vide Fig.1.4(a)).

Na Fig.1.4(b) temos a Fonte de Tensão a ser utilizada. Ela é um modelo “DC Power Supply HY3003D”, da Politerm. Contem dois mostradores digitais, de corrente (*Current*) e de tensão (*Voltage*). Do lado esquerdo (*Current*), possui dois cursores (um para ajuste fino e outro para ajuste grosso) que possibilita regular a corrente máxima que a fonte pode fornecer. Do lado direito (*Voltage*), possui outros dois cursores que

regulam a tensão que a fonte pode fornecer entre os terminais (+) e (-). O usual é utilizar cabo vermelho ao terminal (+) (marcado, na fonte, com a cor vermelha) e cabo preto ao terminal (-) (marcado com a cor preto).

Figura 1.4 - (a) Lâmpada conectada através da placa a uma Fonte de tensão; (b) Fonte de tensão Politerm



(a)



(b)

Fonte: Elaborada pelo Compilador

Importante:

1) ao montarem qualquer circuito, examinem com atenção todas as ligações antes de conectá-lo à fonte de alimentação. Por exemplo, NUNCA conectem o terminal positivo da fonte ao terminal negativo da mesma, sem que haja um dispositivo entre eles.

2) ao utilizarem a fonte de alimentação, certifiquem-se de seguir os seguintes passos:

Com a mesma desligada:

(a) zerar todos os cursores (girar todos os botões no sentido anti-horário);

(b) conectar os cabos (fios vermelho e preto) nas saídas da fonte (terminais (+) e (-), respectivamente).

ANTES de ligar a fonte (botão POWER):

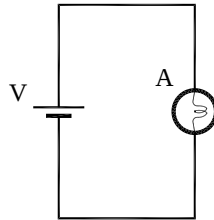
Certifique-se que os cabos NÃO estão em CURTO-CIRCUITO.

Brevemente vocês estarão aptos a montarem diversos circuitos. Vamos começar com um circuito muito simples.

Experimento: Montem o circuito da Fig.1.5, utilizando uma lâmpada incandescente (**A**), uma fonte de tensão variável (Fig.1.4(b)) ajustada para **~6V** e uma placa de montagem (Fig. 1.3(a)).

Obs.: Volt (**V**) é a unidade usada no sistema MKS para a diferença de potencial ou tensão elétrica.

Figura 1.5 - Circuito com uma lâmpada



Fonte: Elaborada pelo Compilador

CUIDADO: como esta é sua primeira montagem, antes de ligar a fonte, peçam para um instrutor (professor, técnico ou monitor) conferir o circuito e ligar a fonte.

I.4 Observem o que ocorre com o brilho da lâmpada se qualquer um dos contatos elétricos do circuito for interrompido.

Investigando diferentes materiais

Tanto no experimento **I.3** quanto no **I.4** acendemos a lâmpada, conectando-a a uma fonte de tensão (pilha ou fonte) através de materiais metálicos, fios ou as chapas no verso da placa. Os materiais metálicos são bons condutores de corrente elétrica. Grosseiramente podemos classificar os materiais em dois grupos: condutores e isolantes.

I.5 Previsões: “Como você pode fazer para descobrir se um material é condutor ou isolante utilizando apenas o circuito da Fig.1.5?”

I.6 Experimento: A Fig.1.6 ilustra um suporte com dois conectores “jacaré” usados para inserir um pedaço de grafite no circuito.

Figura 1.6 - Suporte com conectores jacaré



Fonte: Elaborada pelo Compilador

Façam o teste usando um pedaço de papel, papel alumínio, prego (ferro), parafuso (latão), plástico, um clipe, uma moeda, vidro, grafite, etc. Classifiquem os materiais como condutores ou isolantes:

Condutores	Isolantes

MODELO

(Leiam antes de prosseguir)

Baseando-se em nossas observações faremos as seguintes pressuposições (hipóteses):

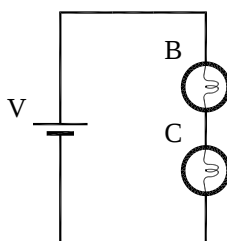
1. Num circuito completo, existe um **fluxo** de um terminal da bateria (ou fonte), percorrendo todo o resto do circuito, retornando ao outro terminal da bateria e através dela (um circuito fechado). A partir de agora, chamaremos este fluxo de **corrente elétrica**.
2. No caso de lâmpadas idênticas, o **brilho** das lâmpadas pode ser usado como um indicador da magnitude (valor) da **corrente** que atravessa a lâmpada: quanto maior o brilho da lâmpada, maior é a corrente.

Com estes pressupostos desenvolveremos um modelo que utilizaremos para explicar o comportamento de circuitos simples. A construção de um modelo científico é um processo passo a passo no qual se deve especificar apenas o número mínimo de atributos necessários para explicar os fenômenos a serem considerados.

II. Circuitos em Série

Experimento: Montem um circuito com duas lâmpadas idênticas (**6V**), colocadas uma após a outra, como mostrado na Fig.1.7. Usem **V~6V**. As lâmpadas conectadas desta maneira são ditas estarem em série.

Figura 1.7 - Esquema do circuito com duas lâmpadas em série



Fonte: Elaborada pelo Compilador

II.1 Comparem o brilho das duas lâmpadas **B** e **C**, ou seja, o brilho de **B** é maior, menor ou aproximadamente igual ao brilho de **C**?

Obs.: Considerem apenas grandes diferenças de brilho, pois, eventualmente pequenas diferenças de brilho podem ser notadas devido ao fato das duas lâmpadas "idênticas" não serem, na realidade, exatamente iguais. Para se certificar disto, vocês podem inverter a posição das lâmpadas. Na dúvida, perguntem a um instrutor.

Usando os pressupostos feitos no **Modelo** para a corrente elétrica, respondam:

II.2 A corrente é "gasta" na primeira lâmpada, ou a corrente através das lâmpadas é a mesma? Justifiquem a resposta.

II.3 Com base apenas em suas observações, é possível dizer a direção do fluxo através do circuito? Justifiquem a resposta.

II.4 Comparar (maior, menor ou aproximadamente igual) o brilho de cada uma das lâmpadas do circuito em série (Fig.1.7), com o brilho da lâmpada do circuito da Fig.1.5.

II.5 Como a corrente através da lâmpada **A** (Fig.1.5) se compara à corrente na lâmpada **B** (Fig.1.7)? Expliquem.

II.6 Baseado em sua resposta à questão **II.2**, como se comparam as correntes da fonte (que sai da fonte de tensão) nos dois casos (Fig.1.5 e Fig.1.7). Expliquem.

Obs.: *É importante sempre lembrar que a corrente elétrica é um fluxo e por isso escrevemos corrente através da lâmpada (ou da fonte, etc.). Na linguagem coloquial também se usa “corrente na lâmpada” ou “corrente da lâmpada”.*

II.7 Como a corrente da fonte irá variar (aumentar, diminuir ou permanecer a mesma) se o número de lâmpadas conectadas em série aumentar?

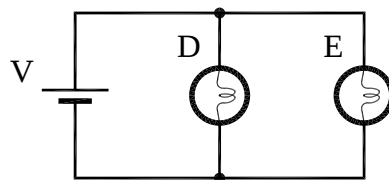
Vocês podem pensar na lâmpada como um obstáculo ou **resistência** ao fluxo da corrente no circuito.

II.8 Usando este raciocínio, se forem adicionadas mais lâmpadas em série no circuito a resistência total iria aumentar, diminuir ou permanecer a mesma que antes?

III. Circuitos em Paralelo

Experimento: Montem o circuito da Fig.1.8 com duas lâmpadas idênticas (**6V**), com seus terminais conectados conjuntamente, tal como mostrado. Usem **V ~ 6V**. Lâmpadas ligadas desta maneira são ditas estarem *em paralelo*.

Figura 1.8 - Esquema do circuito com duas lâmpadas em paralelo



Fonte: Elaborada pelo Compilador

III.1 Comparem o brilho (maior, menor ou aproximadamente igual) das duas lâmpadas do circuito e registrem.

III.2 A partir de suas observações, como se comparam as correntes através das lâmpadas **D** e **E** (Fig. 1.8)?

III.3 Descrevam o comportamento das correntes em todo o circuito da Fig.1.8. Como a corrente da fonte se divide e recombina na junção dos dois ramos das duas lâmpadas em paralelo (**D** e **E**)?

III.4 O brilho das lâmpadas **D** e **E** (Fig.1.8) é maior, igual ou menor do que o brilho de **A** (Fig.1.5)?

III.5 Comparem a corrente da fonte conectada a uma única lâmpada (Fig.1.5) com a corrente da fonte na Fig.1.8 (duas lâmpadas em paralelo). Expliquem, baseando-se em suas observações.

III.6 Como a corrente da fonte irá variar (aumentar, diminuir ou permanecer a mesma) se o número de lâmpadas conectadas em paralelo aumentarem? E se diminuírem?

III.7 O que vocês podem inferir¹ a respeito do comportamento da resistência total do circuito com o aumento do número de lâmpadas em paralelo?

III.8 Concluindo: a corrente da fonte depende do número de lâmpadas do circuito e do modo no qual elas estão conectadas?

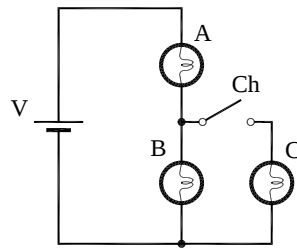
Uma **fonte ideal** mantém sempre a mesma tensão entre seus terminais independentemente do que está conectado a ela, por exemplo, uma, duas ou três lâmpadas conectadas em série ou paralelo. Uma característica de uma **fonte ideal** é que todos os ramos conectados em paralelo através dela são independentes uns dos outros (a corrente em cada ramo é independente da dos outros).

IV. Corrente e Resistência

O circuito da Fig.1.9 contém três lâmpadas idênticas, uma fonte ideal e uma chave de resistência desprezível.

¹ Inferir = deduzir por meio de raciocínio, tirar uma conclusão a partir de fatos, observações, etc.

Figura 1.9 - Esquema do circuito com três lâmpadas



Fonte: Elaborada pelo Compilador

Previsões: registrem por escrito as suas previsões e/ou do grupo e justificativas, a respeito das questões abaixo:

IV.1 Classifique o brilho das lâmpadas **A**, **B** e **C** com a chave aberta.

IV.2 Classifique o brilho das lâmpadas **A**, **B** e **C** com a chave fechada.

IV.3 Quando se fecha a chave, indique se o brilho de cada lâmpada (**A**, **B** e **C**) aumenta, diminui ou não se altera.

IV.4 Experimento: Montem o circuito da Fig.1.9 (com **V ~ 6V**) e verifiquem experimentalmente se suas previsões estavam corretas. Para cada situação no

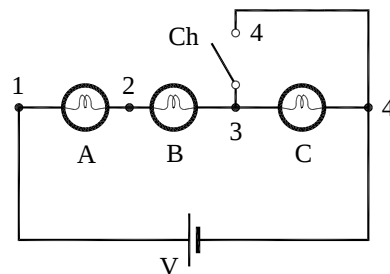
circuito acima (chave aberta ou fechada) comparem a corrente nas lâmpadas (**A**, **B** e **C**).

Obs.: *Notem que a chave na Fig.1.9 pode ser simplesmente um cabo banana-banana*

V. Curto-circuito

O circuito da Fig.1.10 possui três lâmpadas idênticas (**6V**) associadas em série, uma fonte ideal de resistência desprezível e uma chave.

Figura 1.10 - Esquema do circuito com três lâmpadas em série



Fonte: Elaborada pelo Compilador

V.1 Previsões: registrem por escrito as suas previsões e/ou do grupo e justificativas. O que ocorre com o brilho das lâmpadas **A**, **B** e **C** quando a chave (Ch) é fechada?

V.2 Experimento: Agora montem o circuito (com **V ~ 6V**). Suas previsões estavam corretas? Justifiquem.

Em funcionamento normal uma resistência (ou lâmpada), como na Fig.1.10, recebe uma corrente que passa pelo circuito **1-2-3-4**. Se fecharmos a chave, de modo que haja contato elétrico entre os pontos **3** e **4**, uma nova corrente será estabelecida, passando apenas pelo circuito **1-2-4** (praticamente nenhuma corrente passará pela lâmpada **C**).

Quando isso ocorre, dizemos que está havendo um curto-circuito nos pontos **3** e **4**. Por extensão, toda vez que dois pontos de um circuito qualquer são ligados por um fio de resistência praticamente nula, dizemos que estamos estabelecendo um curto-circuito entre esses pontos. Assim, no experimento colocamos a lâmpada **C** em curto-circuito quando a chave é fechada.

VI. Medida de Correntes Elétricas

Até o momento, supusemos que o brilho aumenta quando a corrente elétrica através da lâmpada aumenta, ou seja, utilizamos o brilho de uma lâmpada como um indicador qualitativo da corrente. Note que nossa suposição não menciona que o brilho seja proporcional à corrente (ou nenhuma relação matemática específica). A seguir começaremos um estudo quantitativo dos circuitos elétricos.

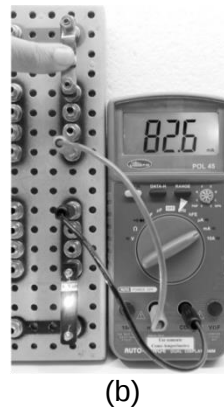
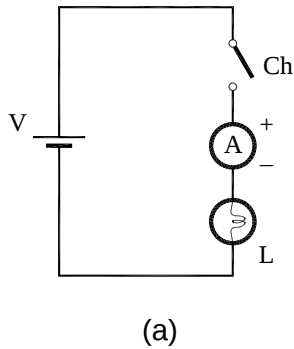
Para fazer medidas de corrente elétrica usaremos o Amperímetro² (Fig.1.11), um instrumento que permite a passagem de corrente através dele, sem alterar significativamente a resistência do circuito. Quando colocado (em série) no circuito, o amperímetro mede a corrente em unidade de Ampère. Muitas vezes é mais conveniente trabalharmos com unidades menores, como miliampère (mA) = 10^{-3} A, microampère (μ A) = 10^{-6} A, etc.

Atualmente, usamos um instrumento bastante versátil chamado de **Multímetro**. Este pode atuar tanto como amperímetro, voltímetro (para medir tensão), ohmímetro (para medir resistência elétrica), etc. Inicialmente iremos usar o multímetro como amperímetro e depois usaremos suas outras funções.

Figura 1.11 - Multímetro a ser usado como Amperímetro (Politerm POL-45)

² Homenagem ao cientista francês André-Marie Ampère (1775 – 1836)

Figura 1.12- (a) Esquema do circuito utilizando o Amperímetro;(b) Foto da montagem do circuito, onde o Amperímetro indica $I = 82,6\text{mA}$ com a chave fechada.



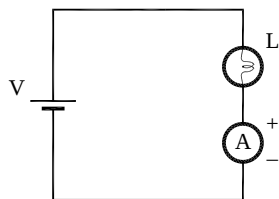
Fonte: Elaborada pelo Compilador

VI.1 Ajustem a tensão da fonte para $V \sim 6V$, fechem a chave e façam a medida da corrente, ou seja, registrem o valor indicado no amperímetro. Não se esqueçam de indicar a **unidade da medida** (A, mA, μA , etc.)

VI.2 Observem e registrem o que ocorre se os terminais da fonte forem trocados (invertidos).

Experimento: Montem o circuito da Fig.1.13 mantendo o mesmo valor da tensão da fonte usada na Fig.1.12.

Figura 1.13 – Circuito com Amperímetro em série com uma lâmpada



Fonte: Elaborada pelo Compilador

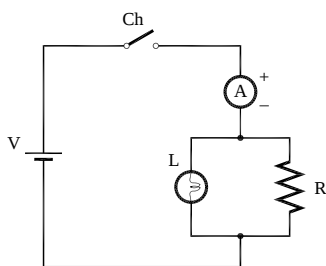
VI.3 Façam a medida da corrente e comparem com a corrente do circuito anterior (Fig.1.12).

Obs.: Lembrem-se da imprecisão devido à incerteza das medidas.

Experimento: Montem o circuito da Fig.1.14 com uma fonte ($V \sim 6V$), uma chave, um amperímetro e um resistor ($R = 220\Omega$) em paralelo a uma lâmpada.

Obs.: Usualmente representa-se um resistor (R) com o símbolo: 

Figura 1.14- Circuito com Amperímetro em série com uma lâmpada em paralelo a uma resistência



Fonte: Elaborada pelo Compilador

VI.4 Fechem a chave e anotem o valor da corrente indicada no amperímetro.

Notem que esta é a corrente de saída da fonte, i_F .

VI.5 Previsões: registrem por escrito as suas previsões e/ou do grupo e justificativas. No circuito da Fig.1.14, o amperímetro foi colocado de tal forma a determinar a corrente de saída da fonte. Suponham agora, que vocês desejam medir apenas a corrente no resistor R (i_R), como deve ser colocado o amperímetro? Façam um esboço do diagrama deste circuito no espaço abaixo.

VI.6 Experimento: Montem o circuito do diagrama proposto, e meçam i_R .

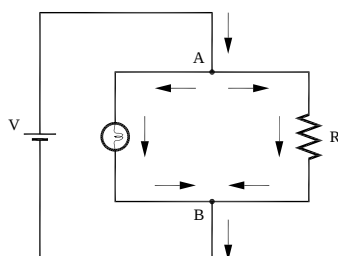
Obs: *em caso de dúvida, consulte um instrutor para não danificar os instrumentos.*

VI.7 Repitam os itens **VI.5** e **VI.6** para medir a corrente na lâmpada, i_L .

VI.8 Qual a relação esperada entre i_F , i_R e i_L ? Seus resultados experimentais confirmam isto?

O experimento anterior ilustra que a corrente pode mudar em pontos do circuito onde vários elementos estão conectados. Estes pontos, tais como os pontos **A** e **B** da Fig.1.15, são chamados de **nós**. A identificação dos nós é uma etapa importante no desenho de circuitos.

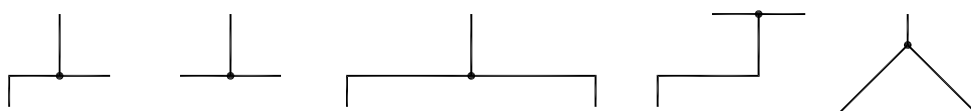
Figura 1.15- Circuito com distribuição de corrente



Fonte: Elaborada pelo Compilador.

Na Fig.1.15 é representado o caso de um nó conectado a três fios, ou três vias (vide pontos **A** e **B** no diagrama). Geralmente, os condutores (fios) são representados por linhas e os nós (junções das linhas) podem ser representados (Fig.1.16) de diversas formas:

Figura 1.16– Formas diversas de representação dos nós



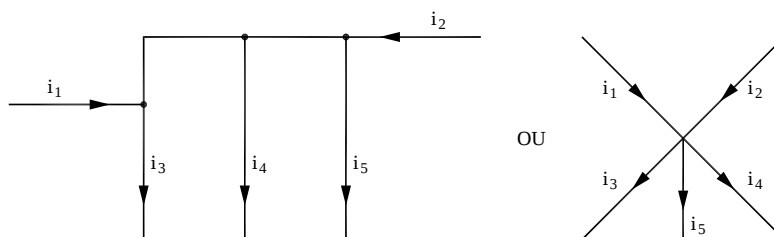
Fonte: Elaborada pelo Compilador

Num **circuito fechado** há uma trajetória contínua, ou seja, a corrente de um dos terminais da bateria percorre todo o circuito até o outro terminal. Baseado em suas observações, vocês perceberam que a corrente **não** é “gasta” no circuito. A **conservação da corrente** é um princípio fundamental válido para todos os circuitos fechados, conhecido como a **lei das correntes de Kirchhoff** ou **Lei dos Nós**.

Os diagramas da Fig.1.17, também ilustram a conservação da corrente. Deve-se considerar que i_1 e i_2 estão entrando no nó, enquanto as outras correntes saem do nó; logo:

$$i_1 + i_2 = i_3 + i_4 + i_5$$

Figura 1.17– Diagramas ilustrando a conservação da corrente



.Fonte: Elaborada pelo Compilador

A corrente total que sai do nó é igual à corrente total que entra no nó, ou seja:

A soma algébrica das correntes num determinado nó é zero!

Expressar a **lei das correntes de Kirchhoff**, tal como enunciado acima, equivale a atribuir o sinal positivo para a corrente entrando no nó e o sinal negativo para a corrente que sai do nó, ou vice-versa.

VII. Diferença de Potencial

O voltímetro é usado para medir a **diferença de potencial** (ddp) entre dois pontos, também denominada de **voltagem** ou **tensão**. Alguns autores denominam ΔV a ddp ou tensão para evidenciar que este valor representa uma diferença. Entretanto, na grande maioria das vezes (livros, manuais, etc.) a ddp é representada pela letra **V**.

Como **Voltímetro**³ (Fig.1.18), utilizaremos o multímetro Minipa ET-2082A.

Figura 1.18 – Ilustração do Voltímetro (Politem POL-45)



Fonte: Elaborada pelo Compilador

Importante – ao contrário do amperímetro, o voltímetro deve ser conectado em paralelo ao componente a ser medido (no caso a fonte). Se, por engano, vocês conectarem o amperímetro no lugar do voltímetro na configuração da Fig.1.19,

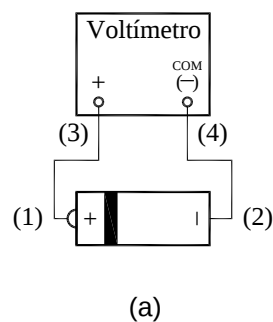
³ Homenagem ao cientista italiano Alessandro Volta (1745 – 1827)

possivelmente vão danificar o amperímetro e a fonte. Ou seja, é preciso ter sempre CUIDADO no uso do multímetro!!!

VII.1 Experimento: Usando um voltímetro, meçam a diferença de potencial entre os terminais de uma pilha, tal como indicado na Fig.1.19 (a).

Obs.: Usem o multímetro na escala **20 V** com os terminais **COM** e **V**.

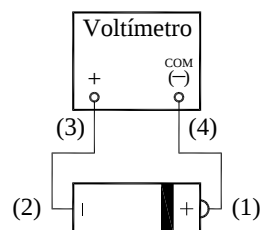
Figura 1.19 - (a) Circuito com uma pilha; (b) Foto da montagem do circuito, onde o Voltímetro indica **V = 1,56V**



Fonte: Elaborada pelo Compilador

Experimento: Considerem, agora, esta outra montagem da pilha como voltímetro, tal como na Fig.1.20. Notem que a pilha está invertida comparando com montagem da Fig.1.19.

Figura 1.20 - Circuito com uma pilha

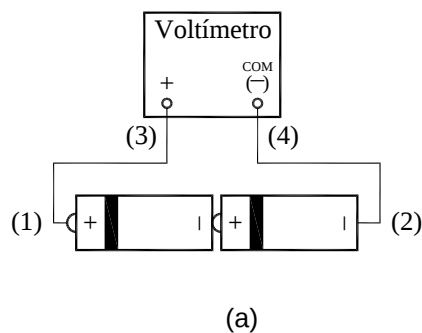


Fonte: Elaborada pelo Compilador

VII.2 Qual o valor exibido pelo voltímetro no circuito da Fig. 1.20?

VII.3 Previsões: Considerem duas pilhas em série ligadas a um voltímetro, tal como na Fig.1.21. Qual deve ser o valor medido pelo voltímetro?

Figura 1.21 – (a) Circuito com duas pilhas em série; (b) Foto da montagem

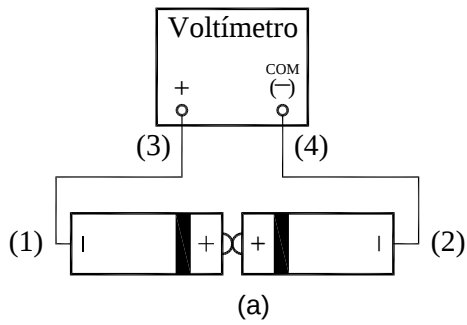


Fonte: Elaborada pelo Compilador

VII.4 Experimento: Inicialmente, meçam a tensão de cada uma das pilhas separadamente e registrem. Em seguida, montem o circuito da Fig.1.21 utilizando duas pilhas de **1,5V** e um voltímetro. Suas observações estão de acordo com as previsões feitas? .

VII.5 Previsão: Considerem agora, esta outra montagem de duas pilhas em série ligadas a um voltímetro, tal como na Fig.1.22. Observem a forma de ligação dessas pilhas (na pilha que foi invertida o voltímetro deve ser conectado diretamente no terminal negativo da mesma). Qual deve ser o valor exibido pelo voltímetro?

Figura 1.22 – (a) Circuito com duas pilhas; (b) Foto da montagem

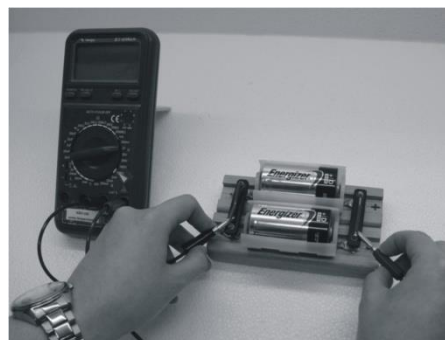
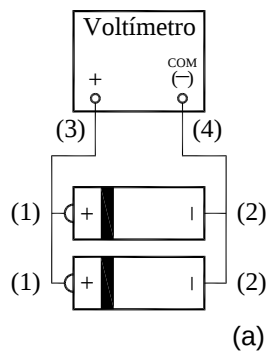


Fonte: Elaborada pelo Compilador

VII.6 Experimento: Montem o circuito da Fig.1.22 utilizando as duas pilhas de **1,5V** do experimento anterior e um voltímetro. Suas observações estão de acordo com as previsões feitas?

VII.7 Previsão: Considerem, agora, esta outra montagem da Fig.1.23, onde as duas pilhas estão ligadas em paralelo e ao voltímetro. Qual deve ser o valor exibido pelo voltímetro?

Figura 1.23 - Circuito com duas pilhas

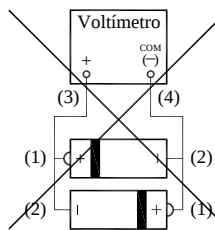


Fonte: Elaborada pelo Compilador

VII.8 Experimento: Montem o circuito da Fig.1.23 utilizando duas pilhas de **1,5V** e um voltímetro. Suas observações estão de acordo com as previsões feitas?

Importante – Cuidado para não inverterem a polaridade de uma das pilhas (Fig.1.24), pois vocês estariam colocando as pilhas em curto-circuito!

Figura 1.24 - Circuito com duas pilhas

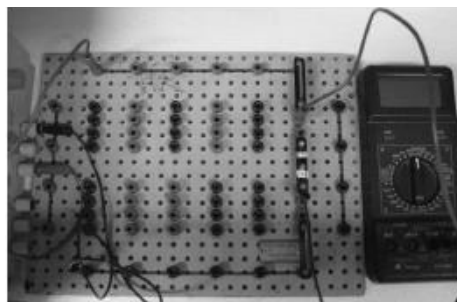
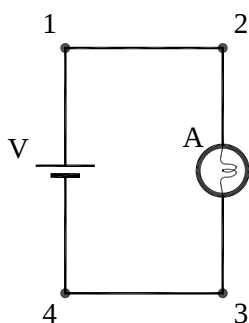


Fonte: Elaborada pelo Compilador

Experimento: Montem o circuito da Fig.1.25(a), utilizando uma lâmpada (**A**), uma fonte de tensão (**V ~ 6 V**), uma placa de montagem e um Voltímetro.

Obs.: Usem o multímetro na escala **20 V** com os terminais **COM** e **V**.

Figura 1.25 – (a) Circuito com uma lâmpada; (b) Foto da montagem do circuito



(a)

(b)

Fonte: Elaborada pelo Compilador

Medida da tensão da fonte (V): A tensão da fonte é a ddp entre os pontos (1) e (4), $V = V_{14} = V_1 - V_4$. Para medi-la deve-se conectar os pontos (1) e (4) aos terminais **V(+)** e **COM(-)**, respectivamente (Fig.1.25(a)).

Medida da tensão da Lâmpada (V_A): A tensão da lâmpada é a ddp entre os pontos (2) e (3), $V_A = V_{23} = V_2 - V_3$. Para se medir a ddp entre os pontos (2) e (3) deve-se conectá-los aos terminais **V(+)** e **COM(-)**, respectivamente na Fig.1.25(a).

VII.9 Meçam e registrem na tabela abaixo os valores obtidos das tensões V_{14} , V_{21} , V_{23} , V_{34} , no circuito da Fig. 1.25(a).

V_{14}	V_{41}	V_{21}	V_{23}	V_{34}

Obs.: notem que $V_{41} = - V_{14}$.

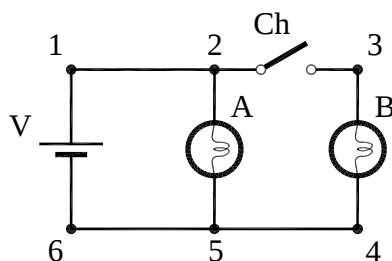
Notem que V_{21} e V_{43} correspondem a tensões em um condutor, por exemplo as barras condutoras da placa de montagem (Fig. 1.3).

No caso acima, segundo a linguagem coloquial, denomina-se V_{14} como a tensão da fonte (V). Analogamente falamos a tensão no resistor, etc. Nunca diga a tensão através do resistor, pois isto não tem sentido físico.

Muitas vezes usa-se um ponto do circuito como referência, ao qual se atribui a tensão zero. Normalmente este ponto é o terra do circuito. Por exemplo, no circuito da Fig.1.25(a) podemos definir o ponto (3) da lâmpada com $V_3 = 0$ e neste caso $V_1 = V_2 \cong 6V$ e $V_3 = V_4 = 0$.

Experimento: Montem o circuito da Fig.1.26, utilizando duas lâmpadas (A) e (B) em paralelo, uma fonte de tensão ($V \sim 6V$) e um Voltímetro .

Figura 1.26 – Circuito com duas lâmpadas em paralelo



Fonte: Elaborada pelo Compilador

VII.10 Com a chave (Ch) aberta, meçam e registrem na tabela abaixo os valores obtidos das tensões V_{16} , V_{25} e V_{34} no circuito da Fig. 1.26. Repitam a medida com a chave fechada.

	V_{16}	V_{25}	V_{34}
Chave aberta			
Chave fechada			

Baseando-se nas medidas e observações, respondam às seguintes perguntas:

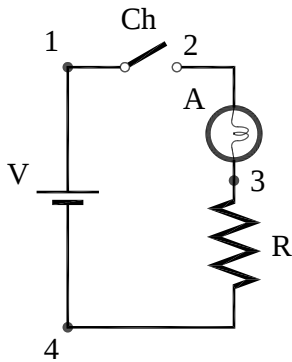
VII.11 Como se comparam as tensões na lâmpada do circuito da Fig. 1.25(a) e em cada lâmpada da Fig. 1.26?

VII.12 A diferença de potencial da fonte depende do circuito ao qual ela está conectada? Expliquem.

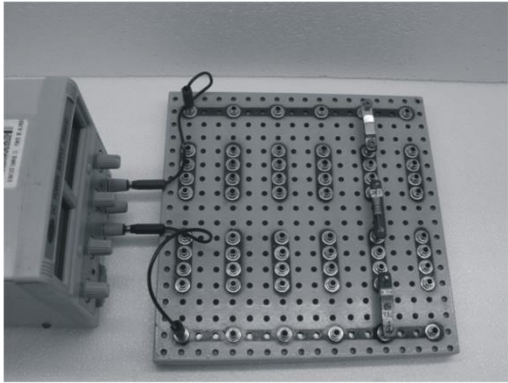
VII.13 Montem o circuito da Fig.1.27, com $R = 100\Omega$ e ajustem a tensão da fonte para **6V**. Com a chave aberta, meçam as tensões V_{23} , V_{34} e V_{41} e preencham a tabela abaixo. Repitam o procedimento com a chave fechada.

Obs.: Lembrem-se que $V = V_{41}$, $V_A = V_{23}$ e $V_R = V_{34}$

Figura 1.27 – (a) Circuito com uma lâmpada em série com um resistor; (b) Montagem do circuito



(a)



(b)

Fonte: Elaborada pelo Compilador

	V_{14}	V_{24}	V_{23}	V_{34}	$V_{23} + V_{34}$	V_{12}
Chave Aberta						
Chave Fechada						

Vocês devem ter observado que $V = V_A + V_R$, ou seja:

A tensão de uma fonte de uma malha (circuito) fechado é igual a soma das tensões nos outros elementos.

Este é um exemplo da Lei das Malhas de Kirchhoff, que também pode ser enunciada da seguinte maneira:

Ao percorrer uma malha fechada em um circuito, a soma algébrica das variações de potencial deve ser igual a zero.

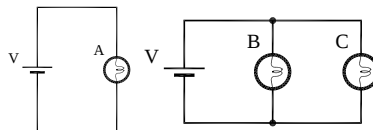
Por exemplo, podemos mostrar que para a Fig.1.27 (com a chave fechada) temos: $V_{14} + V_{21} + V_{32} + V_{43} = 0$, logo $V_{14} = -V_{21} - V_{32} - V_{43} = +V_{12} + V_{23} + V_{34}$. Ou seja: $V_F = V_A + V_R$, tal como observado experimentalmente.

Lista de materiais (prática 01)

- 1 pedaço de fio
- 3 lâmpadas incandescentes (6V)
- 2 lâmpadas de lanterna
- Resistor de 220Ω
- 2 pilhas 1,5V
- Fonte de tensão variável (0 - 15V, 1A)
- 2 multímetros digitais
- 1 chave
- Placa de circuitos, cabos banana – banana, etc.

Exercícios

1) Neste exercício, três estudantes fizeram os seguintes prognósticos com as respectivas explicações das luminosidades relativas das lâmpadas **A**, **B** e **C**.



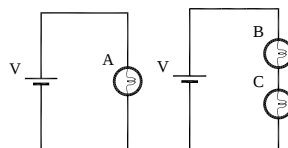
Identifique qual estudante, se algum deles, fez o raciocínio incorretamente, e determine o que está errado em seu raciocínio.

Estudante 1 “**B** e **C** brilharão menos que **A**. A lâmpada **A** fica com toda a corrente da bateria, mas as lâmpadas **B** e **C** a dividem.”

Estudante 2 “**A**, **B** e **C** brilharão todas igualmente. Todas têm a mesma voltagem através delas”

Estudante 3 “**A**, **B** e **C** brilharão igualmente. Cada uma tem a mesma resistência, e cada uma está conectada diretamente através da bateria, assim cada lâmpada tem a mesma quantidade de corrente através dela. Então elas são igualmente brilhantes.”

2) Neste exercício, três estudantes fizeram previsões (ou prognósticos) com explicações sobre luminosidades relativas das lâmpadas **A**, **B** e **C**.



Identifique qual estudante, se algum deles, está raciocinando incorretamente, e determine o que está errado em seu raciocínio.

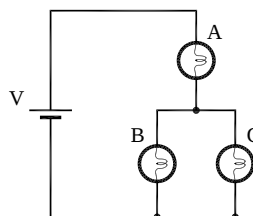
Estudante 1 “**B** e **C** brilharão menos que **A**. **B** e **C** têm a corrente dividida enquanto **A** tem toda ela.”

Estudante 2 “**B** e **C** brilharão igualmente, mas menos que **A**. **B** e **C** dividem a voltagem da bateria enquanto **A** tem toda ela.”

Estudante 3 “**A** é mais brilhante que **B** e **B** é mais brilhante que **C**. **B** gasta um pouco da corrente, assim menos corrente passará para **C** e **A** fica com toda a corrente, assim brilhará mais.”

3) a. Faça um prognóstico sobre a luminosidade relativa das lâmpadas no circuito ao lado. Justifique.

b. O que acontecerá com o brilho das lâmpadas **A** e **B** se a lâmpada **C** for desrosqueada (desconectada do circuito). Explique seu raciocínio.



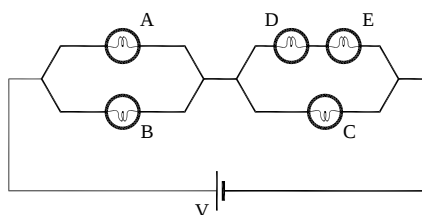
c. Considere as seguintes argumentações de dois estudantes:

Estudante 1 “Desrosqueando a lâmpada **C**, se remove um trajetória (caminho) para a corrente. Assim a resistência do circuito aumenta e a corrente através da bateria e das lâmpadas que ficaram diminui. Assim as lâmpadas **A** e **B** brilharão menos.”

Estudante 2 “Eu concordo que a lâmpada **A** brilhará menos, mas eu discordo sobre a lâmpada **B**. Antes de você desrosquear a lâmpada **C**, somente parte da corrente através da lâmpada **A** fluía para a lâmpada **B**. Posteriormente, toda a corrente através da lâmpada **A** flui através da lâmpada **B**. Assim a lâmpada **B** será mais brilhante.”

Você pode dizer que os estudantes deram a resposta completa? Justifique.

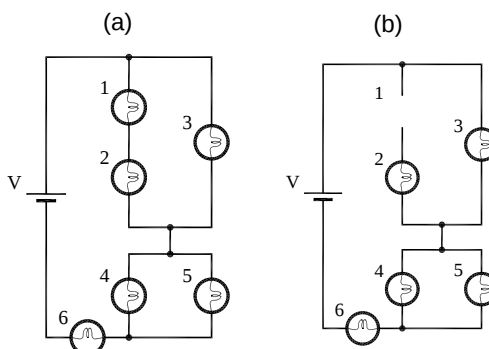
4) No circuito ao lado **A, B, C, D, e E** representam lâmpadas idênticas. Classifique as lâmpadas em ordem crescente de luminosidade.



5) Nos circuitos ao lado considere que a bateria é ideal, todas as lâmpadas são iguais e se comportam aproximadamente como resistores.

i) classifique as lâmpadas (1 – 6) no circuito a) em ordem crescente de brilho. Justifique sua resposta.

ii) idem para a tensão nas lâmpadas

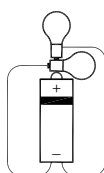


Suponha agora que a lâmpada 1 é removida do circuito (Fig.b).

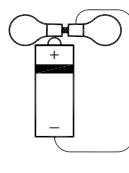
iii) o brilho da lâmpada 2 aumenta, diminui ou permanece o mesmo? Justifique sua resposta

iv) idem para as lâmpadas 6 e 3.

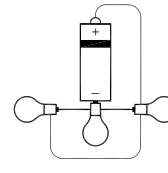
6) Faça o diagrama correspondente a cada um dos circuitos ao lado.



(1)

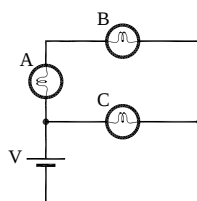


(2)

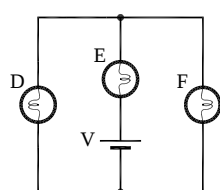


(3)

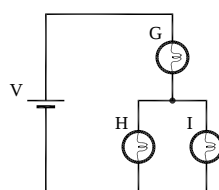
7) a. Quais dos diagramas de circuitos abaixo podem ser utilizados para representar o mesmo circuito físico; isto é, quais circuitos têm as mesmas conexões elétricas? Para dar esta decisão você pode achar útil redesenhar alguns dos circuitos.



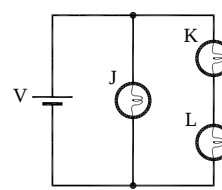
(1)



(2)



(3)

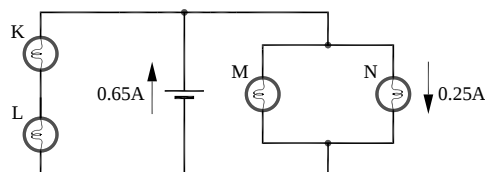


(4)

b. Quantos circuitos diferentes estão representados pelos diagramas acima? Em cada caso identifique as ligações em série e paralelo das lâmpadas e circuitos de lâmpadas.

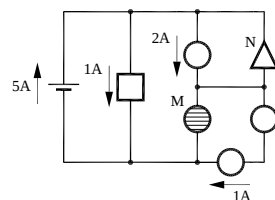
8) O circuito ao lado consiste de uma bateria e quatro lâmpadas idênticas. As setas indicam a direção assumida pela corrente através de certos elementos.

Encontre a corrente através de cada lâmpada.



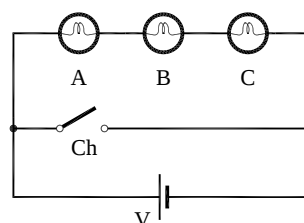
9) O circuito ao lado contém diversos elementos elétricos diferentes. (As diferentes formas representam tipos diferentes de elementos)

Encontre a corrente através dos elementos **M** e **N**.



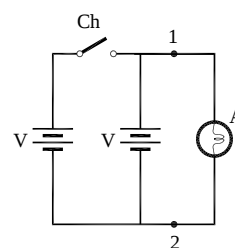
10) O circuito ao lado possui três lâmpadas idênticas associadas em série e uma chave de resistência desprezível.

Preveja o que ocorre com o brilho das lâmpadas **A**, **B** e **C** quando a chave é fechada.



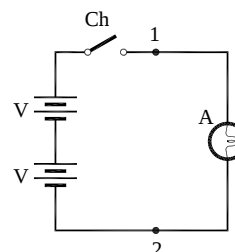
Respondam as questões a seguir e justifiquem suas respostas.

11) O circuito da figura ao lado representa duas baterias e uma lâmpada, ligadas em paralelo. Como se compara o brilho da lâmpada **A** com a chave fechada e com a chave aberta? Comparem o valor de V_{12} com a chave (**Ch**) aberta e fechada. Considere que a bateria é ideal.



Obs.: Note que o circuito com a chave aberta representa um circuito simples, em que há apenas uma lâmpada e uma bateria, ligadas em série.

12) O circuito da figura ao lado representa duas baterias em série e uma lâmpada. Supondo que as baterias e as lâmpadas são iguais a da questão 11), compare o brilho destas lâmpadas.



13) Em circuitos elétricos, geralmente supomos que a resistência dos fios seja nula. Calcule a resistência de um fio de cobre de diâmetro $\phi=1\text{mm}$ e comprimento $L=1\text{m}$. A partir deste cálculo discuta a validade da aproximação mencionada acima (de que a resistência dos fios seja nula). Dado: $\rho_{\text{Cu}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ e $R = \rho \frac{L}{A}$ (ρ = Resistividade, L = Comprimento do fio, A = Área da seção transversal do fio)