

# Um Sistema Simples para a Verificação da Lei de Ohm

Adenilson J. Chiquito,  
Reginaldo da Silva, Kleber Bettini e  
Rodrigo P. Macedo  
Laboratório de Semicondutores,  
Departamento de Física, Universidade  
Federal de São Carlos, São Carlos

## Introdução

Via de regra, os estudantes do Ensino Médio somente conseguem verificar experimentalmente algumas leis físicas básicas quando ingressam na universidade ou se fazem parte de um colégio/curso técnico. Por exemplo, é familiar à maioria dos estudantes das últimas séries do Ensino Médio a expressão  $U = RI$ , a famosa Lei de Ohm. Mas quantos deles já verificaram a existência desta proporcionalidade entre corrente e voltagem para sistemas ditos ôhmicos ou lineares?

Existem conjuntos experimentais que se prestam a tais procedimentos, mas na maioria das vezes estão fora do alcance das verbas destinadas ao material didático. Exatamente por isso uma saída é recorrer à imaginação, usando-se materiais do dia-a-dia para construir sistemas de baixo custo mas com resultados comparáveis aos kits comerciais. Além disso, os sistemas construídos

**É familiar à maioria dos estudantes do Ensino Médio a expressão  $U = RI$ . Mas quantos deles já verificaram a existência desta proporcionalidade entre corrente e voltagem para sistemas ditos ôhmicos ou lineares?**

apresentam uma flexibilidade enorme e propiciam uma outra atividade, fundamental para os estudantes, que é a participação na construção e desenvolvimento dos sistemas. Sugerimos que o sistema aqui proposto seja desenvolvido como uma atividade em classe, a qual pode mesclar conceitos teóricos relacionados aos componentes usados e sua função no circuito a ser mon-

tado.

## O sistema: componentes e montagem

### Componentes

Para a construção do sistema, alguns itens devem ser adquiridos em lojas especializadas, ou, dependendo do caso, podem ser obtidos em sucatas de materiais e aparelhos eletrônicos. Basicamente, para a verificação experimental da Lei de Ohm precisamos de um voltímetro (para medida da voltagem), um amperímetro (para medida da corrente), uma fonte de voltagem (para alimentar o circuito) e o “elemento” a ser caracterizado, o qual pode ou não seguir a Lei de Ohm.

Vamos agora descrever cada componente e como usá-lo. O voltímetro e amperímetro podem ser adquiridos em lojas especializadas em material eletro-eletrônico ou até mesmo em lojas populares de “1,99”. Pode-se dizer que estas devem ser as preferidas pelo custo final do sistema. Normalmente, nestas lojas são vendidos multímetros muito

simples mas que incorporam as funções de amperímetro, voltímetro e ohmímetro, com custo variando entre R\$ 5,00 e R\$ 20,00. A utilização de um multímetro pode ser vantajosa, pois permite a utilização da função ohmímetro para confirmação dos dados obtidos pelas medidas de corrente e voltagem.

A fonte de voltagem é bastante simples e é composta de uma bateria

Este trabalho apresenta de maneira simples a construção de um sistema para medidas experimentais de corrente e voltagem para a comprovação e verificação da Lei de Ohm.

de 9 V e um potenciômetro (ou resistor variável) que também podem ser adquiridos em lojas de material eletrônico. Na verdade, o potenciômetro pode ser retirado de equipamentos eletrônicos antigos ou fora de uso: normalmente, estes resistores variáveis são usados em controles de volume ou de graves e agudos em equipamentos de som, por exemplo. Potenciômetros com valores entre  $1000\ \Omega$  a  $10.000\ \Omega$  podem ser usados. Não são recomendados potenciômetros com valores menores de resistência, pois eles podem descarregar a bateria muito rapidamente.

Finalmente, precisamos dos “elementos resistivos” a serem testados: podem ser usados resistores comerciais encontrados em lojas especializadas ou em equipamentos antigos, pedaços de madeira, de plástico ou uma solução salina (água + sal de cozinha), dentre muito outros.

### Montagem e experimentos

Na Fig. 1 pode-se ver o diagrama esquemático do nosso circuito com os dois multímetros (A e V), a fonte e um resistor de teste ( $R_x$ ). A fonte variável de voltagem é constituída de uma bateria de 9 V em série com o potenciômetro, como mostra a região destacada na Fig. 1.

Com a fonte, o voltímetro e o amperímetro prontos, falta apenas construir um suporte para a fixação dos elementos a serem testados. Para isso, dois percevejos e dois cliques serão suficientes, como pode ser visto na Fig. 2: qualquer componente a ser testado pode ser facilmente preso aos

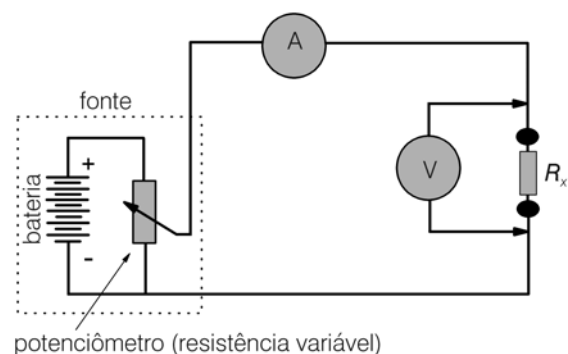


Figura 1. Diagrama esquemático do circuito com os dois multímetros (A, amperímetro e V, voltímetro), a fonte (bateria + potenciômetro) e um resistor de teste ( $R_x$ ).

clipes como se fosse uma folha de papel.

A critério dos professores, todo o conjunto pode ser deixado à vista para que os estudantes tenham a oportunidade de “ver” como o circuito funciona, ou acondicionar o sistema em uma caixa (de sapatos, por exemplo), deixando somente os mostradores dos multímetros, os cliques e o botão do potenciômetro à mostra. No primeiro caso, aconselhamos que cada componente seja ilustrado com um pequeno desenho como visto na Fig. 3, para que haja a imediata associação entre o dispositivo em si e sua representação em um esquema que descreve o circuito.

### Experimentos

Com o circuito montado, devemos colocar um “elemento” a ser testado entre os cliques de papel e verificar o que acontece com a voltagem e a corrente medidas sobre ele quando o potenciômetro é variado, alterando a voltagem aplicada. Aqui sugere-se ao professor usar resistores diferentes, por exemplo de  $1000\ \Omega$  e  $470\ \Omega$  e as associações entre eles, série e paralelo, um pedaço de plástico como um canudinho de refrigerante e um diodo (sistema não-ôhmico). Deve-se pedir aos estudantes que variem a voltagem para

cada um destes elementos, anotando a voltagem e a corrente em uma tabela. A partir desta tabela pode-se verificar a proporcionalidade entre  $I$  e  $U$  (que é a própria resistência  $R = U/I$ ) ponto a ponto, ou a não-linearidade no caso do plástico e do diodo. Melhor ainda é colocar os dados em uma folha de papel milimetrado com eixos de corrente e voltagem e verificar que  $U = RI$  é uma função linear ou de primeiro grau [1].

Fazendo um gráfico como o sugerido acima, pode-se extrair o valor da resistência da inclinação das curvas, as quais devem ser linhas retas. Ainda mais, se colocados em um mesmo gráfico as medidas experimentais para várias resistências, pode-se observar diretamente a relação entre a inclinação das curvas e o valor das

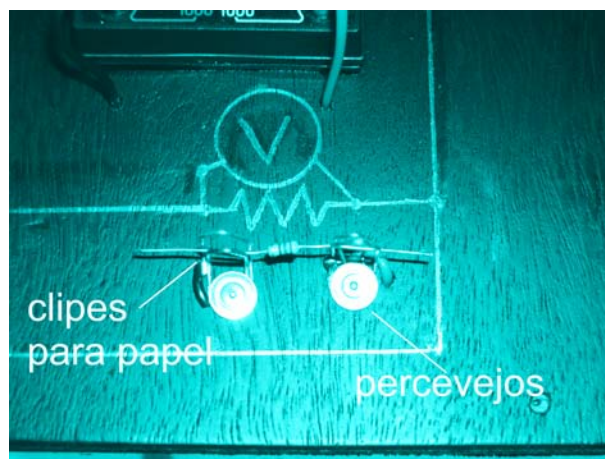


Figura 2. Fixação dos elementos a serem testados: dois percevejos e dois cliques.



Figura 3. Conjunto completo com desenhos ilustrativos de cada componente para que haja a imediata associação entre o dispositivo em si e sua representação em um esquema que descreve o circuito. Nosso protótipo foi montado em uma base de madeira de  $30 \times 15$  cm, mas nada impede que seja usado outro tipo de material.

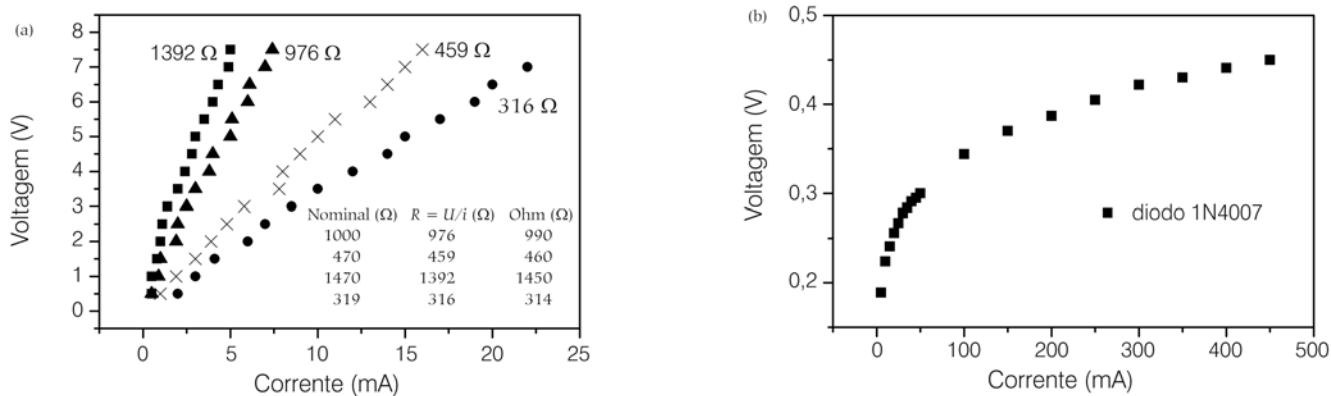


Figura 4. Curvas obtidas para resistores de 1000 Ω e 470 Ω e para associações em paralelo e em série entre estes resistores são mostradas no painel (a). Na tabela está uma comparação entre os valores nominais, medidos através das curvas e medidos pelo ohmímetro. Em (b) temos a curva obtida para um diodo do tipo 1N4007.

resistências. Como os multímetros usados têm possibilidade de medir a resistência diretamente através de sua função ohmímetro pode-se comparar os resultados das medidas de corrente e voltagem com a medida direta da resistência dos elementos usados. Na Fig. 4 estão as curvas correspondentes aos resistores de 1000 Ω e 470 Ω e às associações em paralelo e em série entre eles. Usando-se mais resistores,

**Como muitos multímetros de baixo custo são também de baixa qualidade, a abordagem da influência dos equipamentos de medida nos resultados obtidos pode consistir em um bom argumento para estudos mais avançados sobre o tema**

podemos ter várias combinações possíveis com associações em paralelo e/ou série, alterando a resistência final. Todos os experimentos devem ser acompanhados de exercícios nos quais são calculadas as resistências finais de cada associação usada.

Um experimento interessante e que pode animar os estudantes a procurar a solução do efeito por conta própria consiste na utilização de um diodo como elemento a ser testado. A dependência da corrente que circula no diodo em função da voltagem aplicada não é linear, apresentando uma dependência proporcional a um logaritmo natural [ $V = V_0 \ln(I)$ ]. Esta pode ser uma porta para introduzir aos estudantes a idéia de que a resistência/resistividade é uma propriedade que depende do material usado e, no caso do diodo, pode até mesmo ser controlada<sup>1</sup>.

A diferença entre os valores no-

minais e os obtidos para os valores das resistências reflete a qualidade dos multímetros (isso é facilmente verificado quando usamos o próprio multímetro na função ohmímetro, como na Fig. 4) e o fato de não usarmos uma fonte de voltagem de boa qualidade na qual seria possível o controle da corrente independentemente da voltagem. Um fator importante que deve ser conside-

rado é a escolha de valores de resistores que não sejam muito menores que o valor nominal do potenciômetro.

É importante destacar que devido à grande variedade de multímetros de baixo custo mas infelizmente de baixa qualidade que pode ser encontrada no mercado, certos cuidados devem ser tomados com o intuito de evitar um outro problema: normalmente, sem um elemento a ser testado entre os cliques de papel, a corrente deve permanecer nula quando a voltagem da bateria é variada. Entretanto, alguns multímetros não têm a necessária resistência de entrada muito alta (idealmente deveria ser infinita) para evitar que o próprio circuito interno do voltímetro influencie os resultados [1]. Na maioria das vezes pode-se corrigir este problema escolhendo-se uma escala de correntes que

seja maior que a de 5 mA. A abordagem da influência dos equipamentos de medida nos resultados obtidos pode consistir em um bom argumento para estudos mais avançados sobre o tema.

## Conclusão

Através de um sistema simples e de baixo custo, mostramos como montar um circuito para medidas experimentais de corrente e voltagem e através delas mostrar a validade da Lei de Ohm para elementos lineares. Através do circuito, podem ser explorados os conceitos de isolantes, condutores, condutores não-lineares e de associações de resistências. Ainda, pode-se usar os dados colhidos pelos estudantes para exercitar a representação de grandezas físicas em gráficos e analisá-los em busca de informações relevantes sobre o sistema estudado.

## Nota

<sup>1</sup>Um diodo é um dispositivo largamente usado em equipamentos eletrônicos para muitas funções, sendo a mais conhecida e simples a retificação de corrente alternada. O diodo tem a propriedade de conduzir corrente em um sentido e bloqueá-la no sentido inverso.

## Bibliografia

- [1] F. Ramalho Jr., N.G. Ferraro e P.A.T. Soares, *Os Fundamentos da Física - Eletricidade* (Editora Moderna, São Paulo, 1994).