



CIRCUITOS RESISTIVOS

Objetivo

Verificar experimentalmente a Lei de Ohm analisando a relação entre a corrente elétrica e a tensão aplicada em resistores ôhmicos e não ôhmicos.

Introdução

A **Lei de Ohm** é um dos princípios fundamentais da eletricidade, estabelecendo a relação entre a corrente elétrica que atravessa um condutor, a diferença de potencial aplicada sobre ele e sua resistência. Ela pode ser expressa pela equação:

$$V = R \cdot I$$

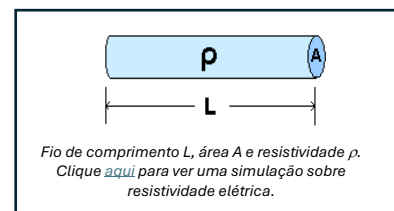
Onde **V** é a diferença de potencial (ou tensão) em volts (V), **R** é a resistência em ohms (Ω), **I** é a corrente elétrica em amperes (A).

A resistência elétrica é uma medida da dificuldade da passagem de corrente sobre um material e é definida pela equação:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Onde ρ é a resistividade ($\Omega \cdot m$), l é comprimento do resistor (m), **A** é a área da seção transversal (m^2).

A resistividade elétrica é uma propriedade do material do condutor, variando seu valor de acordo com a temperatura em que o condutor se encontra. Para os metais em geral, a variação da resistividade com a temperatura é linear numa faixa ampla de temperaturas



A Lei de Ohm é válida para materiais e dispositivos que exibem comportamento **ôhmico**, ou seja, materiais cujas resistências são constantes independentemente da tensão ou corrente. Esses são chamados de **resistores ôhmicos**. Para eles, o gráfico de tensão V versus corrente I resulta em uma linha reta, com a inclinação correspondente ao valor da resistência R.

Por outro lado, **resistores não ôhmicos**, são dispositivos cujas resistências variam com a tensão aplicada ou a corrente que circula. Exemplos de resistores não ôhmicos incluem lâmpadas incandescentes, diodos e termistores. Para esses dispositivos, a relação entre V e I não é linear, e o gráfico correspondente é uma curva.

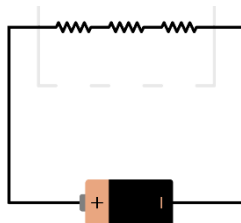


Figura 1: Circuito com uma fonte de tensão e resistor. Gráfico ilustrando a relação tensão(U) x Corrente (I) para um resistor ôhmico e resistores não ôhmicos. Clique na figura para ver a simulação

A diferença de potencial (ou tensão) é uma medida que descreve a quantidade de energia elétrica potencial disponível para mover uma carga elétrica entre dois pontos em um campo elétrico. Em termos práticos, a diferença de potencial indica a força que empurra os elétrons através de um condutor, sendo essencial para o funcionamento de dispositivos elétricos e eletrônicos. A intensidade da corrente é determinada pela quantidade de carga que atravessa um ponto em um dado intervalo de tempo.

Em muitos circuitos práticos, os resistores são combinados em série, paralelo ou uma mistura de ambos. Cada configuração tem efeitos distintos sobre a resistência total e o comportamento do circuito.

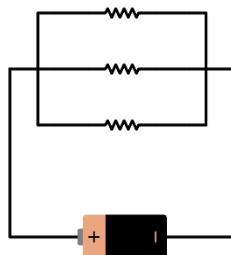
1. **Resistores em Série:** Quando resistores são conectados em série, a corrente elétrica que flui pelo circuito é a mesma em todos os resistores, mas a diferença de potencial total é a soma das tensões em cada resistor. A resistência equivalente para resistores em série é dada pela soma de suas resistências individuais:



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Figura 2: Circuito com resistores em série. Clique na imagem para ver a simulação

2. **Resistores em Paralelo:** Em uma configuração de resistores em paralelo, a diferença de potencial sobre cada resistor é a mesma, mas a corrente elétrica se divide entre os resistores. A resistência equivalente para resistores em paralelo é calculada da seguinte maneira:



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Figura 3: Circuito com resistores em paralelo. Clique na imagem para ver a simulação



Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia

Departamento de Física do Estado Sólido

FISD40 – Física Geral Experimental III

O potenciômetro é um resistor ajustável, que permite variar sua resistência conforme a posição do seu contato deslizante. Ele pode ser utilizado tanto como um divisor de tensão, ajustando a diferença de potencial em diferentes partes de um circuito, quanto para controlar a intensidade da corrente.

Uso do Multímetro

O multímetro é uma ferramenta essencial em circuitos elétricos para medir grandezas como corrente (amperagem), tensão (voltagem) e resistência. Neste experimento, utilizaremos o multímetro para medir resistência, corrente e tensão.

Medindo Resistência: Para medir a resistência de um componente, o multímetro deve ser ajustado na escala de **ohms** (Ω). É importante realizar essa medição com o circuito **desligado**, para evitar danos ao equipamento e obter leituras precisas.

Medindo Corrente: Para medir a corrente elétrica, o multímetro deve ser configurado na escala de amperes e conectado em **série** com o circuito, ou seja, o multímetro deve ser inserido no caminho que a corrente percorre. É importante garantir que o multímetro esteja corretamente ajustado para a escala apropriada de corrente, de acordo com o circuito que está sendo medido, para evitar sobrecarga.

Medindo Tensão: Para medir a tensão, o multímetro deve ser configurado na escala de volts e conectado em **paralelo** com o componente sobre o qual se deseja medir a diferença de potencial.

Essas três funções do multímetro permitirão monitorar as variáveis chave do circuito durante o experimento, fornecendo dados para a verificação da Lei de Ohm.



1. Procedimento Experimental: Lei de Ohm

Cuidados:

O amperímetro é um aparelho sensível. Sua colocação inadequada em um circuito pode danificar o instrumento. Toda atenção é necessária para não aplicar uma corrente superior ao fundo de escala. Antes de ligar o circuito, o aluno deve solicitar a presença do professor para uma última verificação.

1.1 Lista de Materiais

- 1 placa Arduino Mega
- 1 fonte de alimentação para placa Arduino
- 1 protoboard de 400 pontos
- 1 display LCD 16X2
- 4 cabinhos de ligação macho-fêmea
- 5 cabinhos de ligação macho-macho
- 1 resistor R1
- 1 resistor R2
- 1 resistor R3
- 1 resistor de R4
- 1 multímetro

Observações

A incerteza do instrumento corresponde à precisão com a qual a grandeza observada pode ser comparada com um padrão SI. Para determinar a incerteza nas medidas, utilizaremos a seguinte regra: se o instrumento possuir uma escala (uma régua, por exemplo), a incerteza é o valor da menor divisão da escala dividido por 2. Se o instrumento for digital (como o multímetro), a incerteza é o menor valor que pode ser lido no instrumento.

A resistência nominal é o valor da resistência informada pelo fabricante através do código de cores e sua incerteza, σ_{R_n} , é igual a 5% do valor da resistência nominal. Confira esses valores usando o multímetro e preencha a Tabela 1. 1.

TABELA 1. 1: VALOR DOS RESISTORES USADOS NO EXPERIMENTO OBTIDOS PELO CÓDIGO DE CORES E ATRAVÉS DO MULTÍMETRO

Resistência(Ω)	R1	R2	R3	R4
Nominal (R_{in})				
Multímetro (R_{IM})				

$R1 > R2 > R3 > R4$



1.2 Medidas da corrente versus resistência

Monte o circuito na protoboard, conforme mostrado na Figura1.1

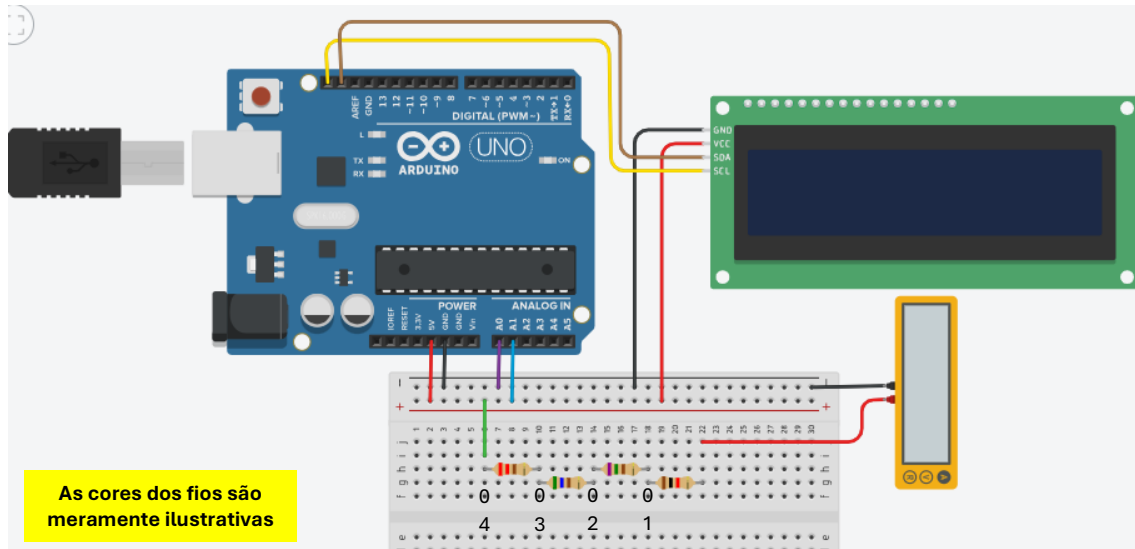


Figura1.1

A medida V indicada na primeira linha do display é a diferença de potencial medida pela porta A0 com relação ao ponto terra do circuito (GND do Arduino).

A tensão entre o barramento + e o barramento – da protoboard é dada pelas entradas analógicas A1 e A0 e indicada na segunda linha do display como ΔV . Idealmente esse valor seria de 5V.

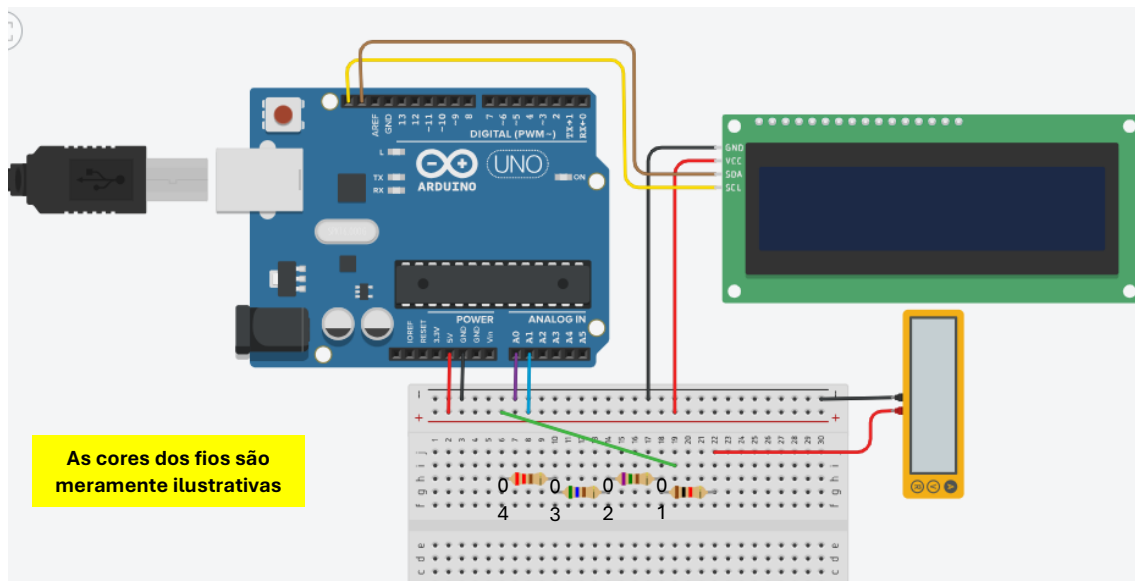


FIGURA1.2



O multímetro será utilizado para medir a corrente produzida por diferentes associações em série dos resistores.

Para fazer essas medições, conecte um fio ao barramento positivo (+) da protoboard e ao resistor R1, ou seja, ponto 1, indicado na Figura 1.2. Anote os dados coletados na Tabela 1.2.

Note que quando fizer esta ligação, nem todos os resistores na protoboard farão parte do circuito por onde a corrente circulará.

Agora, insira o resistor de R2 no circuito, isto é, remova a extremidade do fio do ponto 1 para o ponto 2.

Repita esse procedimento para os pontos 3 e 4 e anote as medidas da corrente para cada ponto na Tabela 1.2.

R_{neq} indica a resistência nominal equivalente da associação em série.

TABELA 1. 2: LEITURAS DA RESISTÊNCIA NOMINAL EQUIVALENTE E MEDIDAS DE CORRENTE PARA UM CIRCUITO ALIMENTADO POR UMA TENSÃO CONSTANTE

Ponto	$R_{neq} \pm \sigma_{R_{neq}} (k\Omega)$	$\Delta V \pm \sigma_{\Delta V} (V)$	$I \pm \sigma_I (mA)$
1	$\pm$	$\pm$	$\pm$
2	$\pm$	$\pm$	$\pm$
3	$\pm$	$\pm$	$\pm$
4	$\pm$	$\pm$	$\pm$

1.3 Medidas da tensão versus resistência

Monte o circuito da Figura 1.1

Agora, vamos medir a diferença de potencial (d.d.p) entre o barramento negativo, também conhecido como terra ou ainda GND da placa Arduino, e os resistores.

Para isso, conecte a entrada analógica A0 do arduíno ao resistor de R1 (ponto 1).

Anote os dados coletados na Tabela 1.3

Repita o procedimento experimental para os pontos 2, 3 e 4 e complete a Tabela 1.3 com os dados coletados.

R_{neq} indica a resistência equivalente do circuito em cada ponto



TABELA 1. 3: LEITURAS DE RESISTÊNCIA NOMINAL EQUIVALENTE E MEDIDAS DE D.D.P, PARA UM CIRCUITO COM CORRENTE CONSTANTE

Ponto	$R_{neq} \pm \sigma_{R_{neq}} (k\Omega)$	$V \pm \sigma_V (V)$	$I \pm \sigma_I (mA)$
1	$\pm$	$\pm$	$\pm$
2	$\pm$	$\pm$	$\pm$
3	$\pm$	$\pm$	$\pm$
4	$\pm$	$\pm$	$\pm$

1.4 Medida da d.d.p em cada um dos resistores do circuito

Monte o circuito da Figura1.1.

Meça a diferença de potencial sobre cada um dos resistores utilizando as entradas analógicas A0 e A1. Anote os valores coletados na Tabela 1. 4.

R_{in} indica o valor da resistência nominal de cada um dos resistores.

TABELA 1. 4: DIFERENÇA DE POTENCIAL EM CADA RESISTOR

Ponto	$R_{in} \pm \sigma_{R_{in}} (k\Omega)$	$\Delta V \pm \sigma_{\Delta V} (V)$	$I \pm \sigma_I (mA)$
1	$\pm$	$\pm$	$\pm$
2	$\pm$	$\pm$	$\pm$
3	$\pm$	$\pm$	$\pm$
4	$\pm$	$\pm$	$\pm$



2. Procedimento Experimental: Resistência não lineares

Cuidados:

O amperímetro é um aparelho sensível. Sua colocação inadequada em um circuito pode danificar o instrumento. Toda atenção é necessária para não aplicar uma corrente superior ao fundo de escala. Antes de ligar o circuito, o aluno deve solicitar a presença do professor para uma última verificação.

2.1 Lista de Materiais

- 1 placa Arduino Mega
- 1 fonte de alimentação para placa Arduino
- 1 protoboard de 400 pontos
- 1 display LCD 16X2
- 4 cabinhos de ligação macho-fêmea
- 4 cabinhos de ligação macho-macho
- 1 resistor de $1000\ \Omega$
- 1 termistor ntc de $1000\ \Omega$
- 1 potenciômetro de $10\ k\Omega$
- 1 multímetro

2.2 Medidas da tensão versus corrente de um resistor ôhmico

Monte o circuito na protoboard, conforme mostrado na Figura 2.1

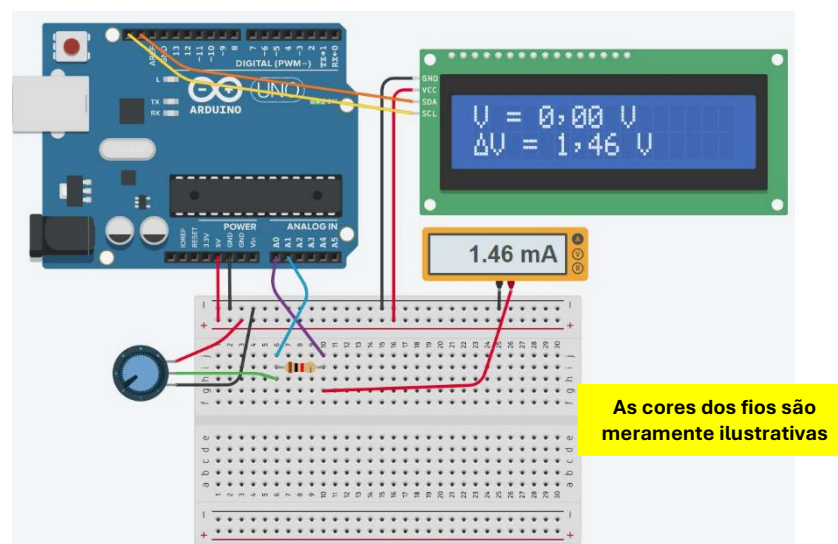


Figura 2.1



Observe que, nesse circuito, o resistor de 1 k Ω e o multímetro estão conectados em paralelo com o contato central do potenciômetro, que está ligado ao barramento negativo (-). O potenciômetro, atuando como um divisor de tensão, permite ajustar a diferença de potencial (d.d.p.) aplicada ao resistor e ao multímetro. À medida que a posição do contato deslizante do potenciômetro é alterada, a d.d.p. que alimenta essa parte do circuito também muda, ajustando a tensão aplicada ao resistor de maneira controlada.

Para investigar a relação entre a tensão e a corrente no resistor, ajuste a posição do contato central do potenciômetro de modo a obter uma corrente de 0,5mA no multímetro. Anote o respectivo valor da diferença de potencial (ΔV_R) indicada no display LCD na Tabela 2.1.

TABELA 2. 1: MEDIDA DE TENSÃO E CORRENTE SOBRE RESISTOR

Girando o dial do potenciômetro, varie os valores de corrente com incrementos de aproximadamente 0,5mA e registre na Tabela 2.1 os valores observados no display LCD e no multímetro.

Medida	$(\Delta V_R \pm \sigma_{\Delta V_R})$ V	$(I_R \pm \sigma_{I_R})$ mA
1	$\pm$	$\pm$
2	$\pm$	$\pm$
3	$\pm$	$\pm$
4	$\pm$	$\pm$
5	$\pm$	$\pm$
6	$\pm$	$\pm$
7	$\pm$	$\pm$
8	$\pm$	$\pm$
9	$\pm$	$\pm$

2.3 Medidas da tensão versus corrente de um termistor

TABELA 2. 2: MEDIDAS DA TENSÃO E CORRENTE SOBRE O TERMISTOR

No circuito ilustrado na Figura 2. 1, substitua o resistor de 1 k Ω por um termistor de 1 k Ω . Repita o procedimento experimental executado no item anterior e preencha a Tabela 2.2

Medida	$(\Delta V_T \pm \sigma_{\Delta V_T})$ V	$(I_R \pm \sigma_{I_R})$ mA
1	$\pm$	$\pm$
2	$\pm$	$\pm$
3	$\pm$	$\pm$
4	$\pm$	$\pm$
5	$\pm$	$\pm$
6	$\pm$	$\pm$
7	$\pm$	$\pm$
8	$\pm$	$\pm$
9	$\pm$	$\pm$