

Relatório 02: Condutividade de Dispositivos

Ana Letícia Pereira - RA 119065

Milena Lumi Hangai - RA 184654

Rafael Picasso Tóth - RA 223706

Tomás Conti Loesch - RA 224991

1. AFIRMAÇÃO DE HONESTIDADE

A equipe declara que este relatório que está sendo entregue foi escrito por ela e que os resultados apresentados foram medidos por ela durante as aulas de F 329 no 2S/2020. Declara ainda que o relatório contém um texto original que não foi submetido anteriormente em nenhuma disciplina dentro ou fora da Unicamp.

2. INTRODUÇÃO

O objetivo deste experimento foi estudar a condutividade de dispositivos através de suas curvas características. Foram observados, através dos vídeos-experimentos e do TinkerCad, o comportamento de um circuito com resistor (dispositivo ôhmico) e outro com um diodo (dispositivo não ôhmico) através de curvas características, sendo possível então, classificá-los experimentalmente como dispositivos ôhmicos e não-ôhmicos.

Para um dispositivo ser considerado ôhmico, é necessário que o valor de sua resistência seja constante, ou seja, sem variar conforme a tensão muda. Logo, a partir da Lei de Ohm ($R = \frac{V}{I}$), sabemos que se um dispositivo é ôhmico, um gráfico de $V \times I$ deve se assemelhar a uma função linear de 1º grau do tipo $y = ax + b$.

Quando um dispositivo é não-ôhmico, espera-se que o valor da resistência varie conforme a tensão muda. Assim, em um gráfico $V \times I$, os pontos não devem apresentar um padrão linear.

A primeira hipótese a ser testada é se os dispositivos testados seguem ou não a Lei de Ohm, ou seja, se ele é um dispositivo ôhmico ou um dispositivo não-ôhmico. A previsão para o resistor é que seja um dispositivo ôhmico. Já a previsão para o diodo, é que este seja um elemento não-ôhmico.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do vídeo-experimento, foi utilizado uma protoboard, dois multímetros (um na função amperímetro e outro na função voltímetro), uma fonte de energia, uma resistência de proteção, um resistor de $(100 \pm 5) \Omega$ e um diodo. Já para o estudo deste e montagem do presente relatório, foi necessário o uso do programa TinkerCad para um melhor entendimento do funcionamento de circuitos e também o uso do programa SciDavis para plotagem de gráficos.

Para fazer este experimento, o grupo começou organizando um banco de dados a partir dos vídeos-experimentos disponibilizados. A princípio, o banco de dados forneceria somente os valores obtidos através dos vídeos, entretanto, através da Lei de Ohm ($R = \frac{V}{I}$), foi possível obter os valores das resistências para posteriormente plotarmos nos gráficos. Então, selecionamos os dados que achamos mais coerentes diante das hipóteses sendo testadas e utilizamos o programa SciDavis para a plotagem de gráficos da curva característica tanto do diodo como do resistor. Com o auxílio do manual do multímetro, o grupo calculou as incertezas presentes no experimento e foi feita uma tabela (Tabela 1 e Tabela 2) para representá-las de maneira adequada. Assim, com o banco de dados que coletamos, as incertezas do experimento e os gráficos plotados, o grupo pôde tirar uma conclusão a respeito das hipóteses sendo testadas.

4. O DISPOSITIVO RESISTOR

O primeiro dispositivo analisado pelo grupo foi o resistor. Na figura 5 está primeiro circuito montado no vídeo experimento, nele o amperímetro está ligado antes do voltímetro, o que causa uma diferença na medição da tensão quando comparado com o circuito 2 (Figura 6), onde o voltímetro está ligado antes do amperímetro. Note que a corrente em ambos os casos é a mesma, porém a tensão é diferente. Essa diferença ocorre pois os equipamentos de medição não ideais, no caso do amperímetro há resistência interna e no do voltímetro a resistência não tende ao infinito. Foram usados os valores de 6Ω para o amperímetro e $11 M\Omega$ para o voltímetro. Dessa forma, os dois circuitos foram testados tanto para tensão positiva, quanto para a tensão negativa.

Obtemos então o gráfico $V \times I$ (Figura 1), ou seja, a curva característica para o dispositivo sendo testado. Fazendo a linearização deste gráfico através do software SciDavis, obtemos os coeficientes $b = -0,001 \pm 0,003$ e

$a = 9,548 \pm 0,002$. Onde $Y = aX + b$ e temos que Y = corrente em mA (I) e X = tensão em V (V).

Temos também o gráfico $V \times R$ (Figura 2) para o resistor. Nele, podemos perceber que há uma constância dos pontos no eixo Y (resistência) conforme o X (tensão) varia.

5. O DISPOSITIVO DIODO

O segundo dispositivo estudado neste experimento foi o diodo. No circuito 1 (figura 7), o amperímetro está conectado antes do diodo. Já no circuito 2 (figura 8), o amperímetro está conectado após o diodo. Como sua resistência interna não é 0, o que seria um amperímetro ideal, mas sim $6\ \Omega$, há uma diferença na tensão mostrada pelo voltímetro nos dois casos. Assim, ambos os circuitos foram testados para tensão positiva e tensão negativa (invertendo a polarização).

Diante dos dados coletados, percebe-se que quando há a inversão de polarização no circuito com o diodo, o amperímetro passa a medir corrente nula, mostrando que este dispositivo permite a passagem de corrente somente se o lado do ânodo estiver ligado ao potencial elétrico mais baixo e, consequentemente, o cátodo ligado ao potencial elétrico mais alto.

De maneira análoga a situação com o resistor, foi feito um gráfico $V \times I$ (Figura 3), baseado nos dados coletados com o auxílio do software SciDavis, obtendo assim, a curva característica do diodo. Podemos observar que os pontos formam uma exponencial positiva, comprovando que este dispositivo não é ôhmico.

Já no gráfico $V \times R$ (Figura 4) do diodo, temos uma exponencial negativa, mostrando que o valor da resistência diminui conforme aumentamos a tensão aplicada.

6. INCERTEZAS

Neste experimento, temos as incertezas de calibração dos aparelhos (voltímetro e amperímetro), as incertezas de leitura dos aparelhos e as incertezas combinadas das duas últimas colocadas aqui (ver Tabela 1 e Tabela 2). Os valores utilizados para o cálculo destas incertezas estão no manual do multímetro, disponibilizado através da plataforma da disciplina.

Para a resistência, é necessário a propagação desta incerteza pois seus valores foram obtidos através dos dados coletados para tensão e corrente do vídeo experimento (ver equação 2).

7. CONCLUSÕES

Diante dos dados apresentados, o grupo pôde concluir experimentalmente que o resistor se trata de um dispositivo ôhmico, tanto para tensões positivas quanto para tensões negativas. O principal ponto que nos leva a esta conclusão, é a curva característica obtida na Figura x, que mostra claramente uma função linear.

Também foi possível concluir experimentalmente que o dispositivo diodo de silício se trata de um dispositivo não ôhmico. A curva característica obtida através dos dados coletados nos permite perceber que não se trata de uma função linear, mas sim, exponencial. Logo, não descartamos a possibilidade de ser um dispositivo ôhmico.

Então, está provado experimentalmente que as hipóteses apresentadas no tópico I. INTRODUÇÃO deste relatório estão corretas.

8. FIGURAS E TABELAS

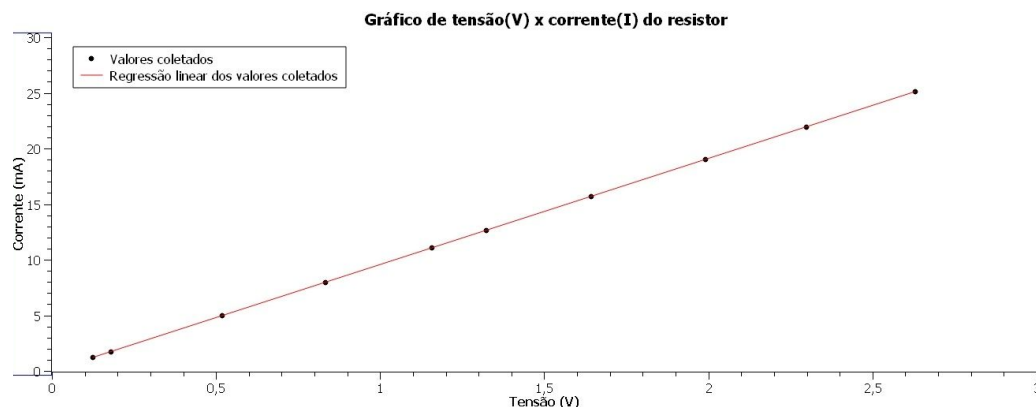


Figura 1: Gráfico de tensão(V) x corrente (mA) do resistor

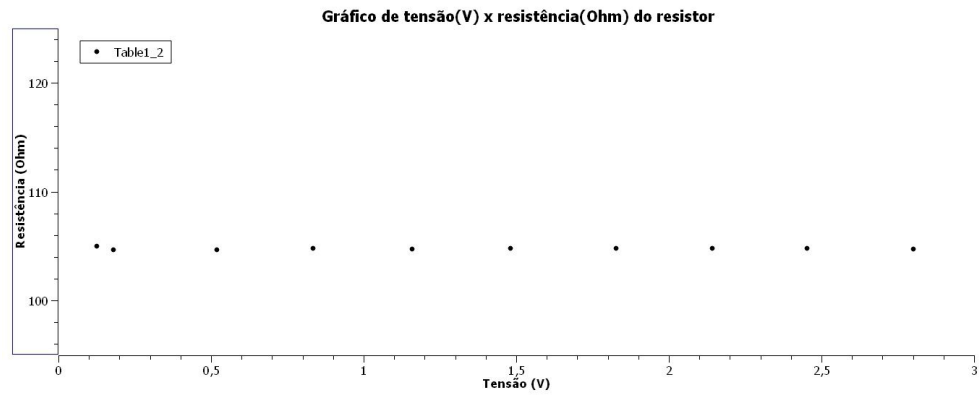


Figura 2: Gráfico de tensão(V) x resistência(Ω) do resistor

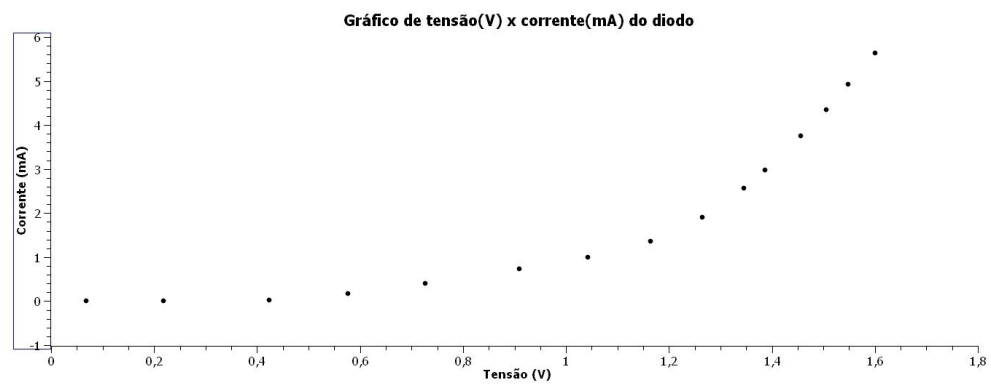


Figura 3: Gráfico de tensão(V) x corrente (mA) do diodo

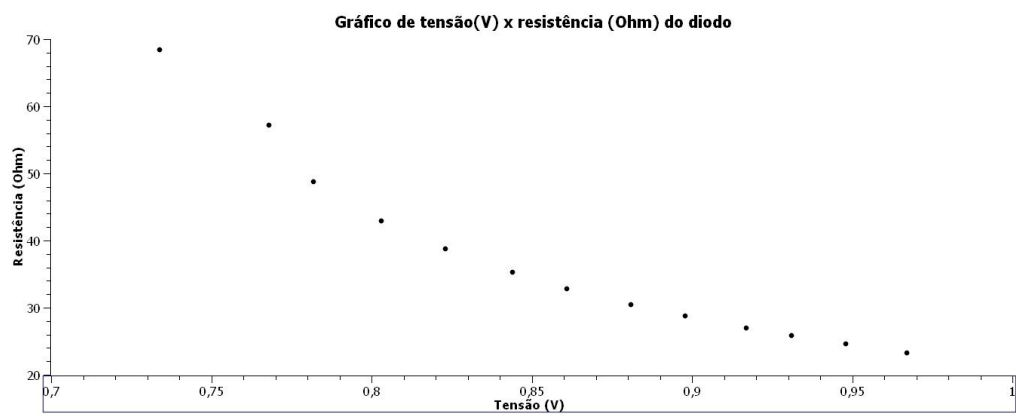


Figura 4: Gráfico de tensão(V) x resistência(Ω)

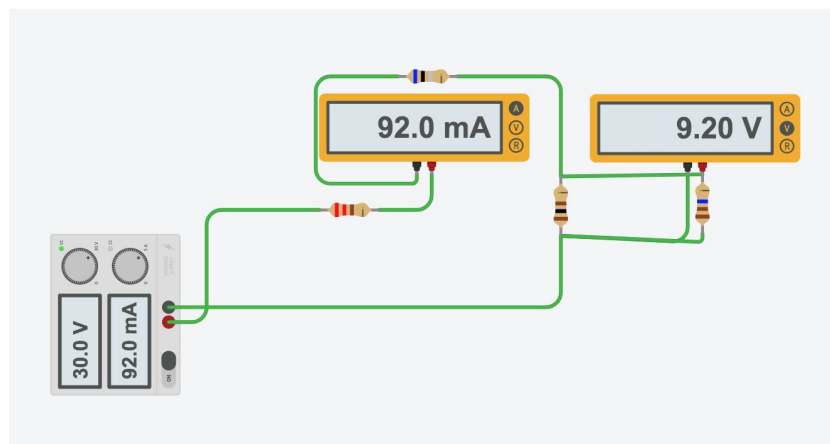


Figura 5: circuito do resistor, com amperímetro em série após o Rp.

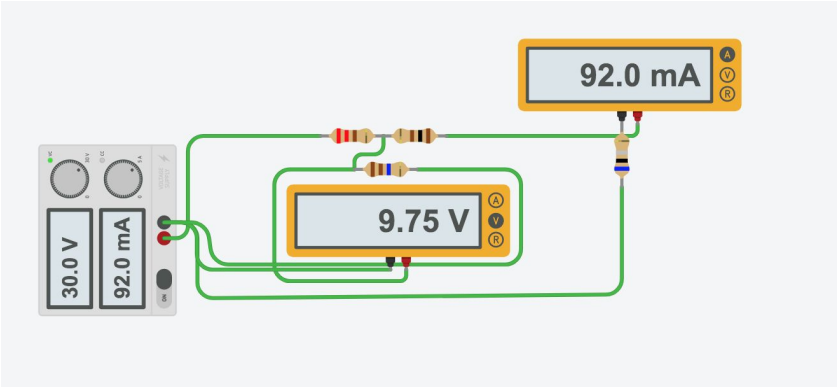


Figura 6: circuito do resistor, com voltmímetro em paralelo após o Rp.

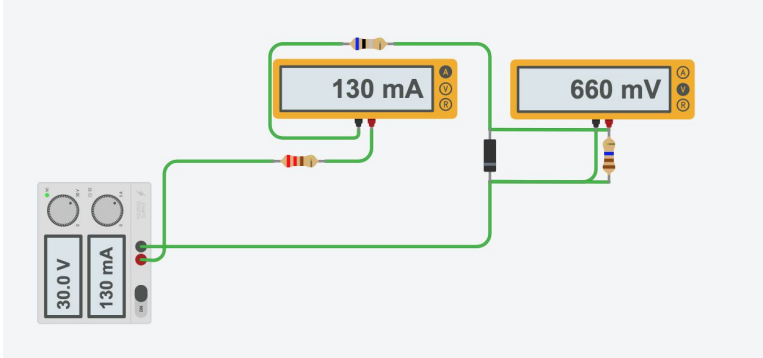


Figura 7: circuito do diodo, com o amperímetro logo após o Rp.

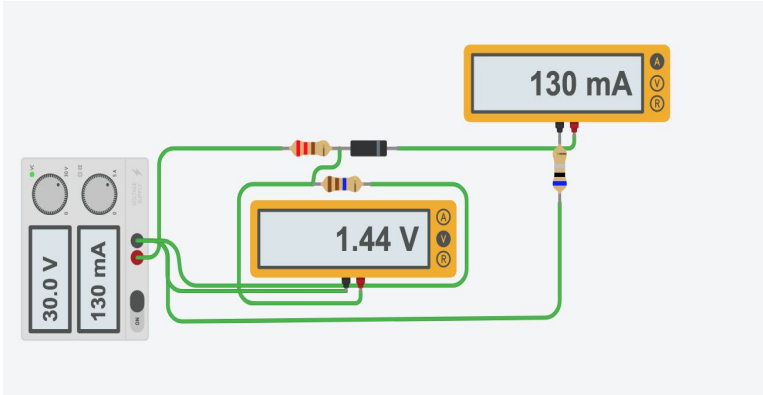


Figura 8: circuito do diodo, com amperímetro ligado após o diodo.

Para o amperímetro:

Incerteza da calibração ($u_{c.a.}$)	Incerteza da leitura ($u_{l.a.}$)	Incerteza combinada ($u_{comb.a.}$)
$u_{c.a.} = \frac{(0,005 \cdot I + 0,003)}{\sqrt{3}}$	$u_{l.a.} = \frac{0,01}{2\sqrt{3}}$	$u_{comb.a.} = \sqrt{u_{c.a.}^2 + u_l^2}$

* I é o valor da corrente medida

Tabela 1: fórmulas utilizadas para o cálculo das incertezas relacionadas ao amperímetro.

Para o voltmímetro:

Incerteza da calibração ($u_{c.v.}$)	Incerteza da leitura (u_l)	Incerteza combinada ($u_{comb.v.}$)
$u_{c.v.} = \frac{(0,003 \cdot V + 0,002)}{\sqrt{3}}$	$u_{l.v.} = \frac{0,001}{2\sqrt{3}}$	$u_{comb.v.} = \sqrt{u_{c.v.}^2 + u_{l.v.}^2}$

* V é o valor da tensão medida

Tabela 2: fórmulas utilizadas para o cálculo das incertezas relacionadas ao voltmímetro.

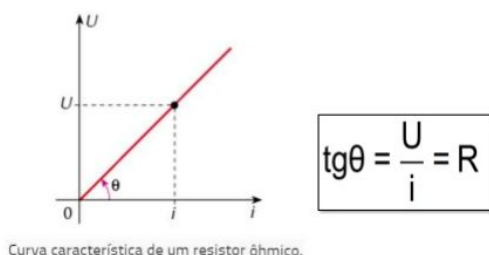
9. EQUAÇÕES UTILIZADAS

- Equação de Ohm - Equação 1

$$R = \frac{U}{i} \Rightarrow U = Ri$$

[V] (volts) ; I em [A] (ampere); logo, R em [Ω] (volts/ampere = ohm)

Graficamente podemos obter a resistência por sua tangente, uma vez que a relação entre a tensão e a intensidade de corrente elétrica é uma função de primeiro grau diretamente proporcional, a curva obtida será uma reta crescente passando pela origem.



- Propagação de erros - Equação 2

Para obtermos a incerteza da resistência realizamos a propagação de erros usando a imprecisão dos valores de corrente e tensão com a seguinte equação:

$$u_r^2 = \left(\frac{1}{I}\right)^2 \cdot u_{comb.a.}^2 + \left(\frac{V}{I^2}\right)^2 \cdot u_{comb.v.}^2$$

onde u_r é a incerteza da resistência, $u_{comb.a.}$ é a incerteza combinada da corrente (Tabela 1) e $u_{comb.v.}$ é a incerteza combinada da tensão (Tabela 2).

10. REFERÊNCIAS

HELERBROCK, Rafael. "Lei de Ohm"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-lei-ohm.htm>. Acesso em 09 de outubro de 2020.