

Introdução às Medidas em Física

4300152

9^a Aula

Experiência V

Curvas Características

Objetivos:

Medidas de grandezas elétricas:

Estudar curvas características de elementos resistivos

Utilização de um multímetro

Influência do aparelho medidor no resultado da medida

Análise de dados:

Análise Gráfica

Comparação com um modelo

Elemento Resistivo

Elemento resistivo é aquele para o qual existe uma relação direta (uma função) entre a tensão aplicada sobre o elemento e a corrente elétrica que passa por ele

A relação mais simples que podemos ter é a chamada *lei de Ohm* que é dada por:

$$V = R \cdot i$$

onde R é a uma constante e representa resistividade do elemento

Elemento Resistivo

Ao se movimentarem, os elétrons sofrem choques sucessivos com outros elétrons e os átomos do material

Essa dificuldade de trânsito dos elétrons é chamada de resistência elétrica do material (R)

Ela é definida como a razão entre a tensão (V) e a corrente (i) que passa pelo elemento:

$$R = \frac{V}{i}$$

Um elemento resistivo pode ser:

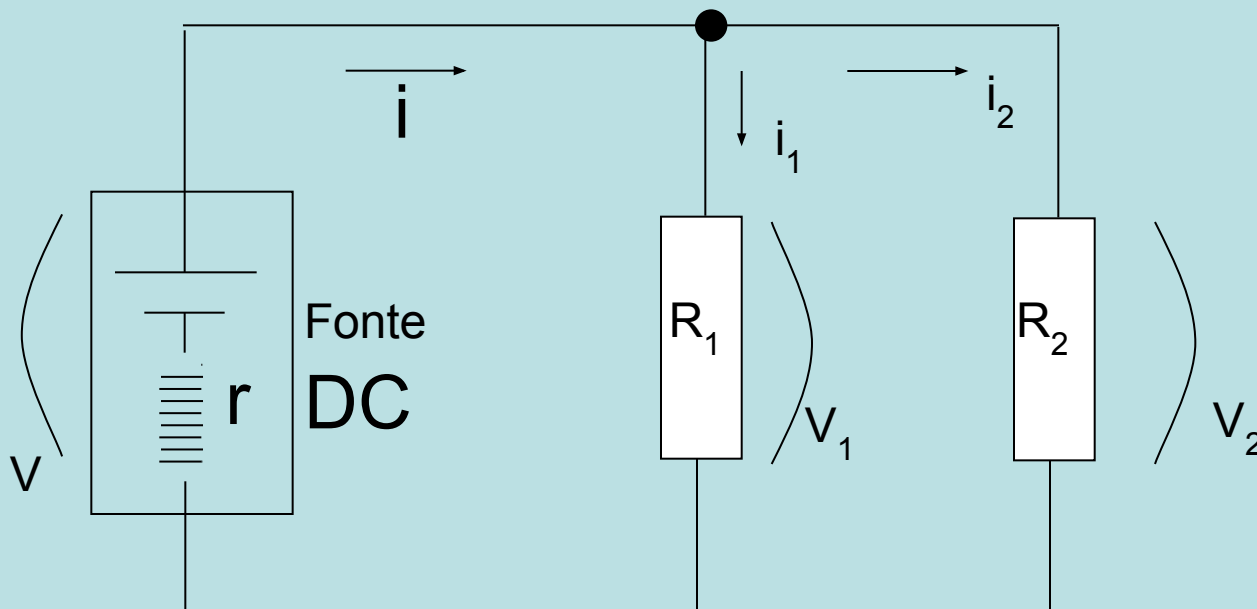
Ôhmico: quando a resistência é constante para todo par (V, i), ou seja, a corrente varia linearmente com a tensão

Não-ôhmico: quando a resistência não é constante para todo par (V, i), ou seja, a corrente varia não-linearmente com a tensão

Leis de Kirchhoff

A soma das tensões em todos os elementos do circuito fechado são iguais a zero;

A soma das correntes em um nó do circuito é igual a zero;

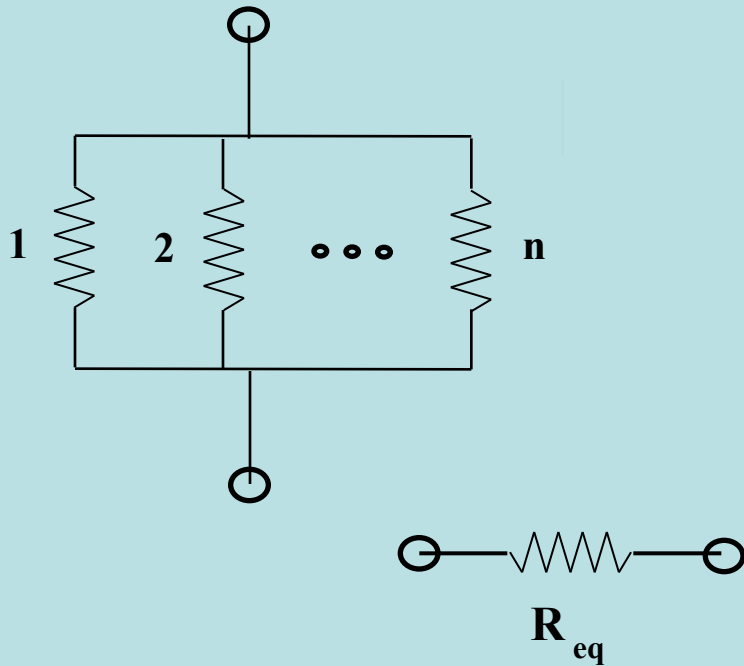


$$V = V_1 + V_2$$

$$i = i_1 + i_2$$

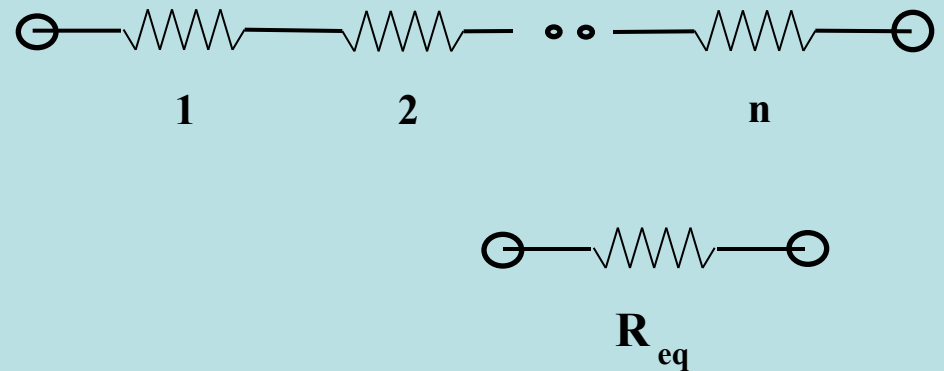
Resistância Equivalente

Resistores em paralelo



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

Resistores em série



$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \square + R_n$$

Curva Característica

Para estudar elementos resistivos em um circuito levantamos sua curva característica

Ela corresponde ao gráfico da corrente (i) em função da tensão (V)

Esse gráfico nos permite caracterizar o comportamento do elemento resistivo e, portanto, do circuito

Como é possível medir grandezas elétricas, como corrente, tensão e resistência?

Multímetro

Instrumento para medida de tensão, corrente e resistência

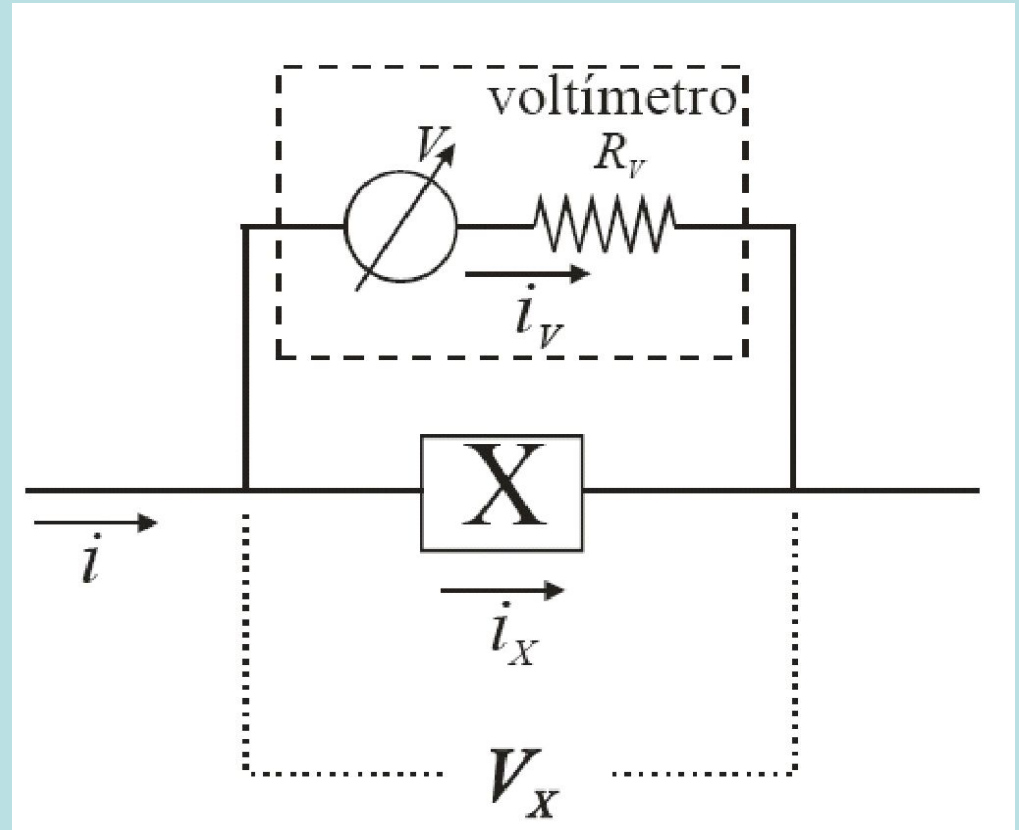
Na realidade é um detector sensível a intensidade de corrente

A origem do multímetro é um aparelho chamado galvanômetro

Voltímetro

Quando o multímetro está operando para medir tensão

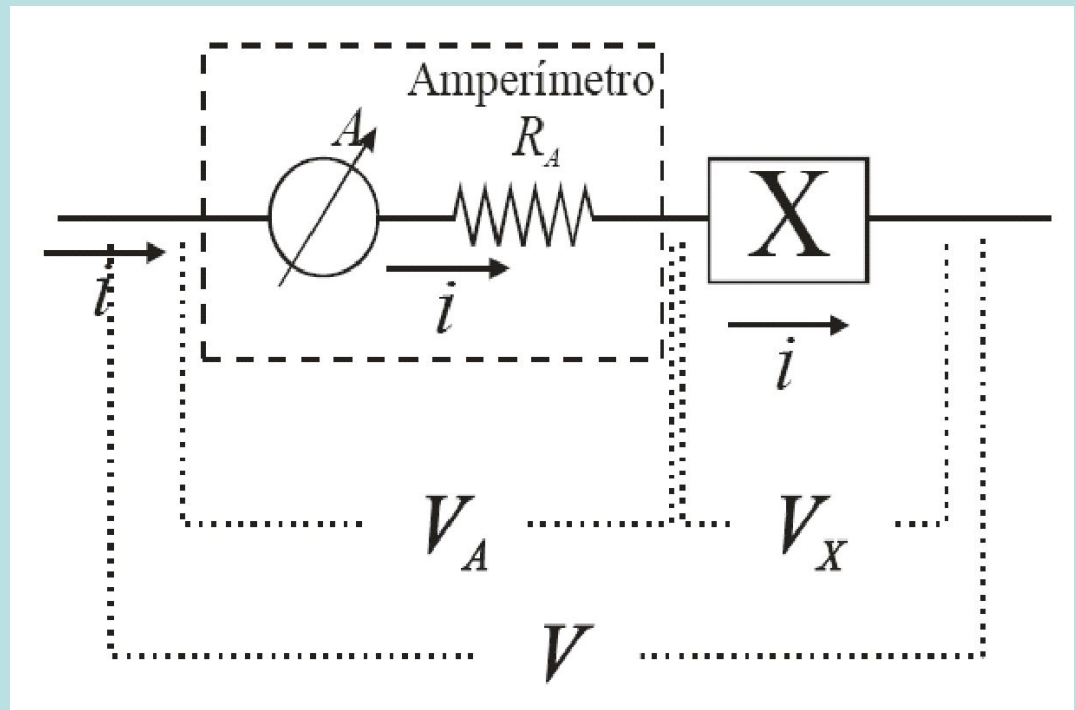
Ele sempre é montado em paralelo ao elemento do qual se quer medir a tensão



Amperímetro

Quando o multímetro está operando para medir corrente

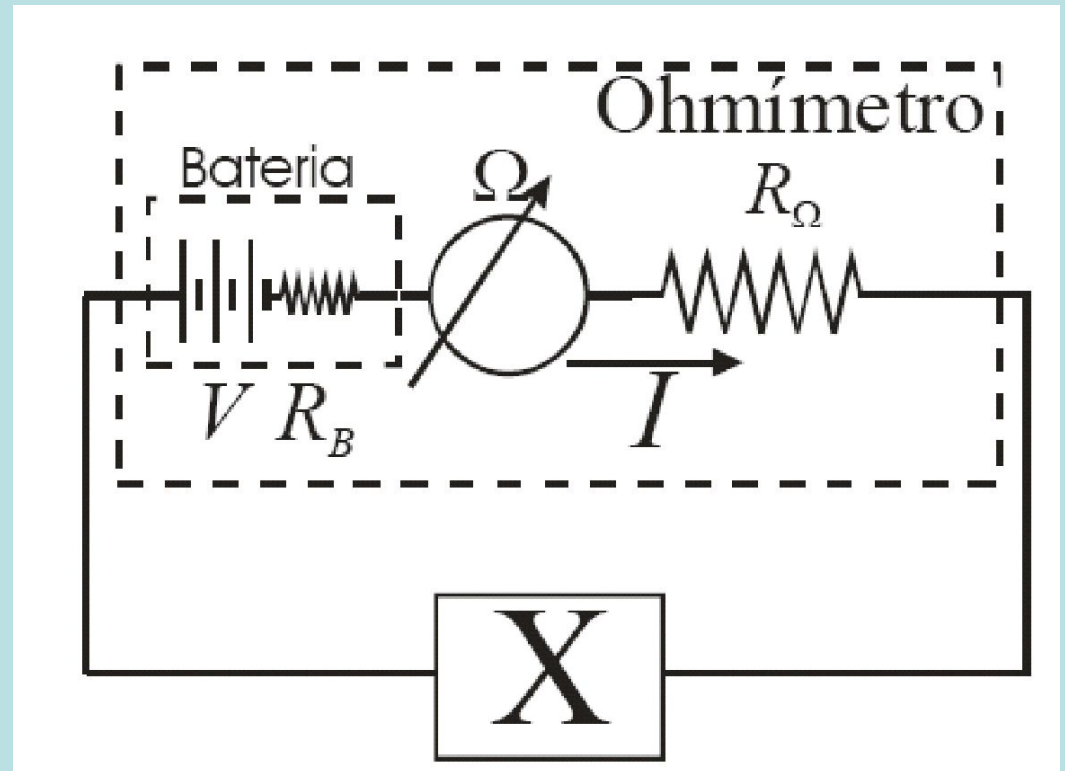
Ele sempre é montado em série ao elemento do qual se quer medir a corrente



Ohmímetro

Quando o multímetro está operando para medir resistência

Ele sempre é montado em paralelo ao elemento do qual se quer medir a resistência e sem fonte de tensão ligada ao mesmo.



Aula anterior

Voltímetros, amperímetros e ohmímetros possuem resistência

MODIFICAM as tensões e correntes em um circuito. Eles alteram as medidas...

Medida de resistência elétrica

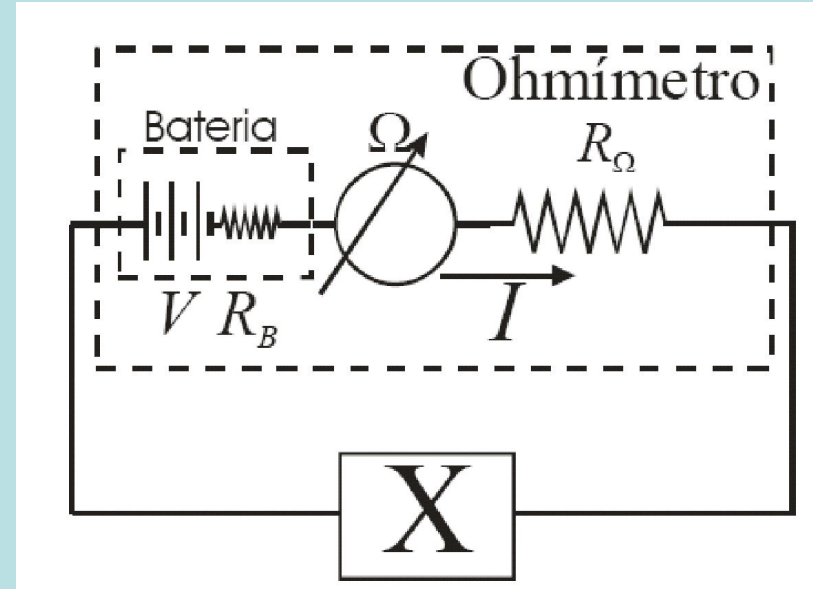
Três procedimentos distintos para avaliar a resistência interna dos aparelhos nas respectivas funções e sua influência nas medidas

Procedimento 1

A bateria do ohmímetro possui uma resistência interna (R_B):

Essa resistência não é levada em consideração pois varia com o uso do aparelho:

$$i = \frac{V}{R_R + R_B + R_\Omega}$$
$$R_R = \frac{V}{i} - R_B - R_\Omega$$



Se $R_R \gg R_B + R_\Omega$ essa resistência pode ser desprezada e a resistência medida é aproximadamente igual a R_R

Procedimento 2

O Voltímetro possui resistência interna:

A resistência, por construção, é muito grande;

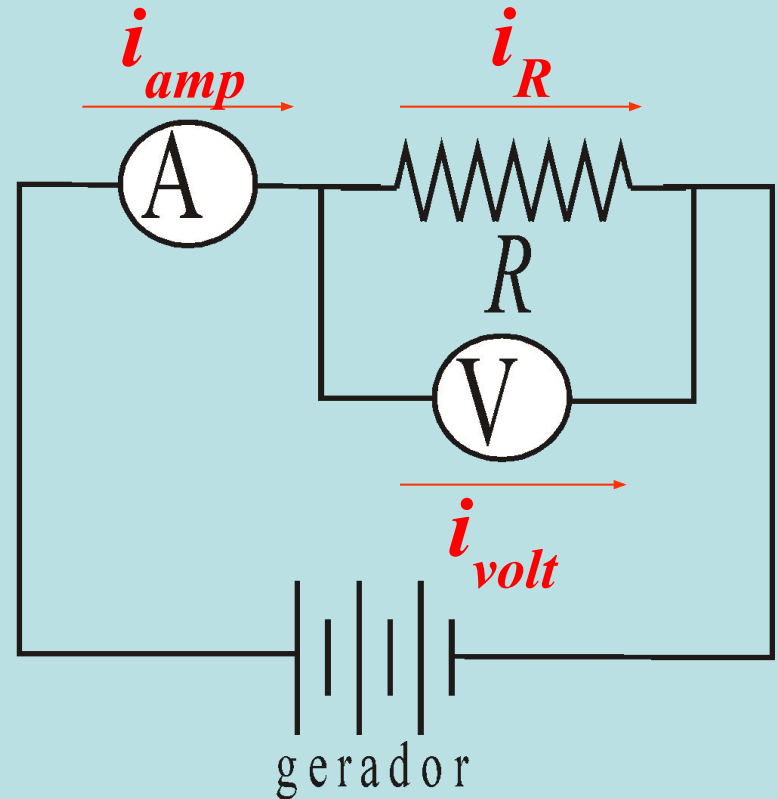
Provoca “desvio” de corrente:

$$V_{\text{volt}} = V_R \quad ; \quad i_{\text{amp}} = i_{\text{volt}} + i_R$$

$$R_{\text{volt}} i_{\text{volt}} = R_R i_R$$

$$R_{\text{medido}} = \frac{V_{\text{volt}}}{i_{\text{amp}}} = \frac{V_R}{i_{\text{volt}} + i_R}$$

$$R_{\text{medido}} = \frac{V_R}{i_R \left(1 + \frac{R_R}{R_{\text{volt}}}\right)} = \frac{R_R R_{\text{volt}}}{(R_R + R_{\text{volt}})}$$



Se $R_{\text{volt}} \gg R_R$ implica em $i_R \gg i_{\text{volt}}$ e A resistência medida é aproximadamente igual a R_R

Procedimento 3

O Amperímetro possui resistência interna:

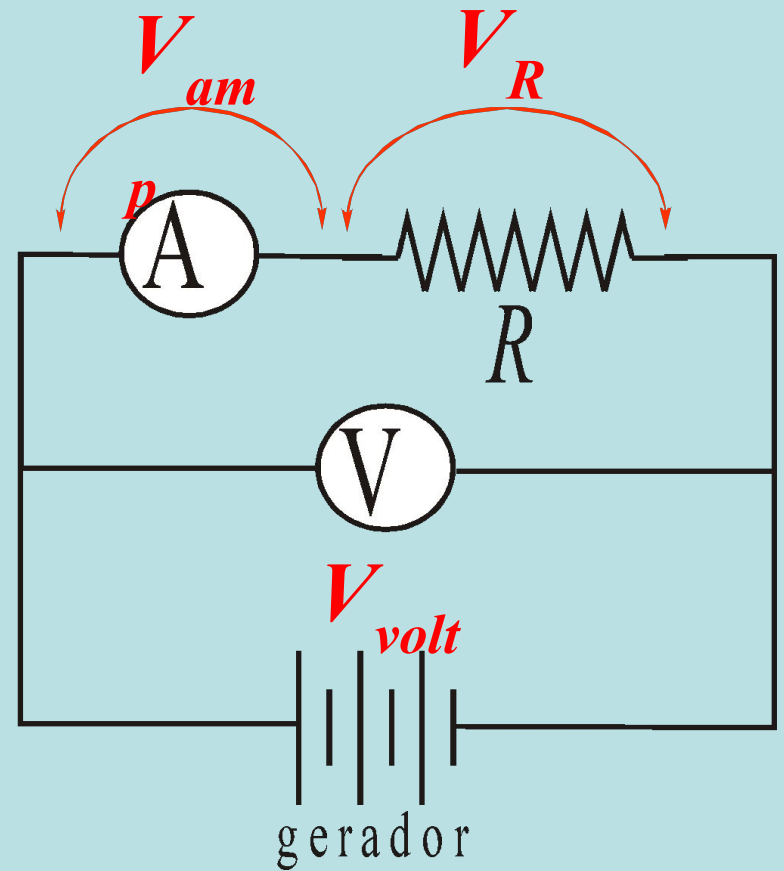
Resistência, por construção, muito pequena

Provoca queda de tensão

$$V_{\text{volt}} = V_{\text{amp}} + V_R$$

$$i_{\text{amp}} = i_R$$

$$R_{\text{medido}} = \frac{V_{\text{volt}}}{i_{\text{amp}}} = \frac{V_{\text{amp}} + V_R}{i_R} = R_{\text{amp}} + R_R$$



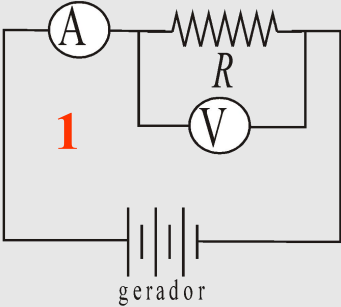
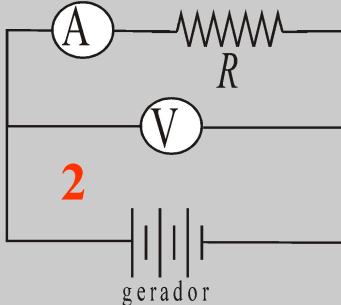
Se $R_{\text{amp}} \ll R_R$
A resistência medida é aproximadamente igual a R_R

Valores nominais

$$R_{\text{volt}} = 10 \text{ M}\Omega$$

$$R_{\text{amp}} = 2 \text{ }\Omega$$

$$R_{\text{ohm}} = 1 \text{ }\Omega$$

	1 Ω	100 Ω	6,8 M Ω
$R_{\text{medido}} = R_{\text{ohm}} + R_R$	2	101	6.800.001
 $R_{\text{medido}} = \frac{R_{\text{volt}} R_R}{(R_{\text{volt}} + R_R)}$	1	100	4.047.519
 $R_{\text{medido}} = R_{\text{amp}} + R_R$	3	102	6.800.002

Curva Característica

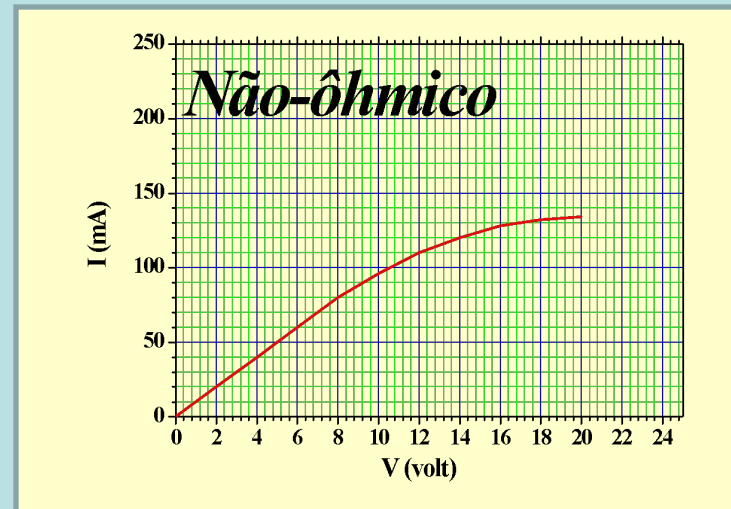
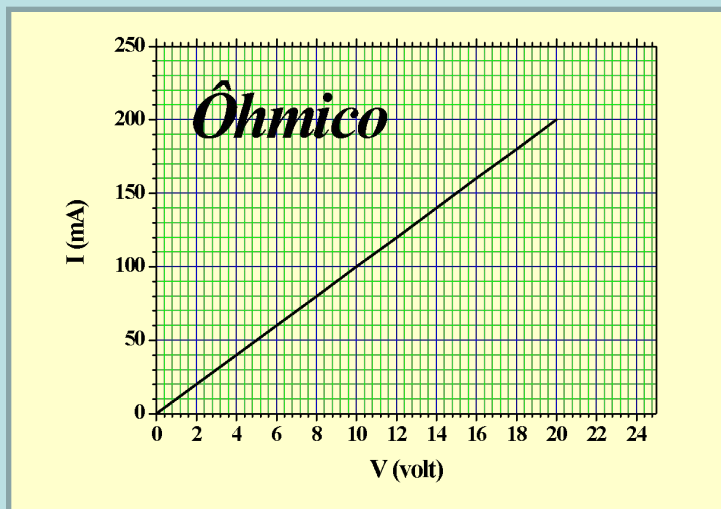
Para estudar elementos resistivos em um circuito levantamos sua curva característica

Gráfico da corrente (i) em função da tensão (V)

Caracterizar o comportamento do elemento resistivo

Ôhmico: resistência é constante para todo par (V, i), ou seja, a corrente varia linearmente com a tensão

Não-ôhmico: resistência não é constante para todo par (V, i), ou seja, a corrente varia não-linearmente com a tensão



Procedimento Experimental

Obter a curva característica de dois elementos resistivos:

Um resistor comercial

Uma lâmpada

isto é, medir a corrente no circuito em função da tensão aplicada

Qual das duas montagens de circuitos estudadas anteriormente é mais adequada para esta medida?

Colete 16 pontos variando a tensão até aprox 20 V

Medir para valores positivos e negativos

Análise de Dados

Construa os gráficos de V_x em função de i sem esquecer de considerar a incerteza de cada ponto

O resistor comercial é um elemento ôhmico? E a lâmpada?
Como você concluiu isso?

Se o elemento é ôhmico, calcule o valor de sua resistência a partir do gráfico

Caso contrário, o que ocorre com a resistência do elemento quando aumentamos a tensão elétrica aplicada? Que fatores podem contribuir para alterar a resistência elétrica medida?

Se houver uma região na qual o elemento possa ser considerado ôhmico, obtenha esse valor

Qual é a incerteza do voltímetro e do amperímetro?

Como avaliar incerteza para uma medida de tensão = 1,840 V (escala de 2 V) ?

Procurar no manual do instrumento a tabela relativa à função e escala utilizadas

Cada escala possui uma incerteza distinta

Em geral, é fornecida a incerteza estatística (em porcentagem) e a sistemática (em dígitos)

Ex: para tensão elétrica contínua

Incerteza = 0,2% + 3D

O que isso significa?

0,2% + 3D - O que é isso?

0,2%

Incerteza estatística

Porcentagem do valor medido

Ex: valor medido: 1,840 V

Incerteza: $0,2 / 100 * 1,840 = 0,004 \text{ V}$

3D

Três algarismos na última casa decimal da medida

Ex: valor medido: 1,840 V

Incerteza: 0,003 V

Incerteza total da medida

Soma linear (superestimando) = 0,007 V

Relatórios

Organização na apresentação

Resumo

Propostas + métodos + resultados

Introdução

Justificativa (Proposta), Objetivos, Parte teórica

Procedimento/Arranjo experimental - descrição simplificada

Resultados e análise de dados – completa (diretos/indiretos)

Tabelas, gráficos, incertezas com justificativas

Discussão dos dados

Comparações entre métodos ou valores teóricos,

Críticas: método, resultados, incertezas

(Conclusão)

(Resposta a proposta apresentada)