

Laboratório de Eletromagnetismo
4300373

2ª Aula (04/09/2020)

Nemitala Added

nemitala@if.usp.br

Prédio novo do Linac, sala 204, r. 6824

Experimento 2

Curvas características

Verificar que a lei de Ohm não se aplica a todos os dispositivos eletrônicos

Obter valores de tensão X corrente no dispositivo

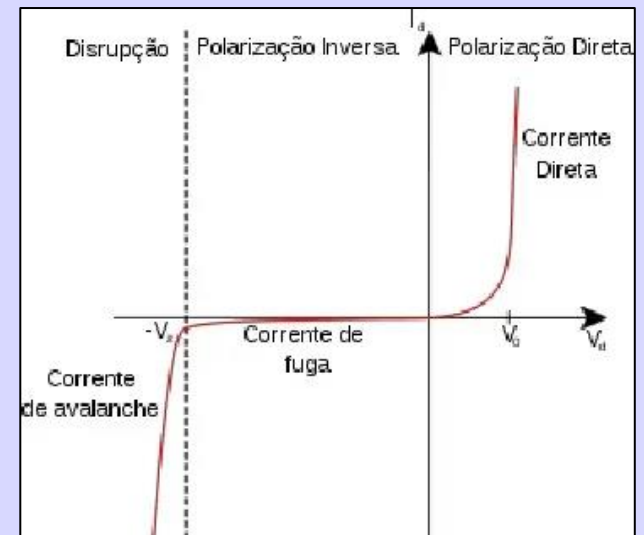
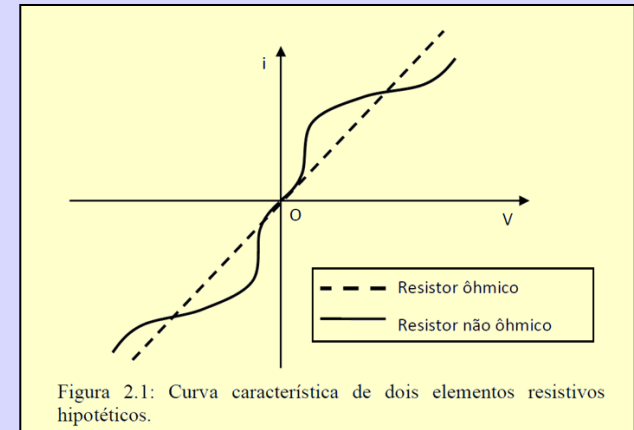
Fonte de tensão variável

Lâmpada de 30V

LED

Multímetros

Voltímetro, amperímetro, ohmímetro



Curva Característica

Para entender o funcionamento de dispositivos eletrônicos usamos sua curva característica

Gráfico da corrente (i) em função da tensão (V) no dispositivo

Medidas simultâneas

Voltímetro

Paralelo ao dispositivo

Amperímetro

Série ao dispositivo

Multímetro

Medida de tensão, corrente ou resistência

Detector sensível a intensidade de corrente

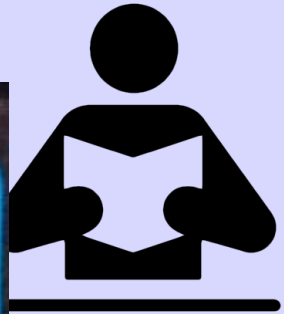
Origem um aparelho chamado galvanômetro

O multi

Visor de
medida



Entradas



Manual

Curva Característica

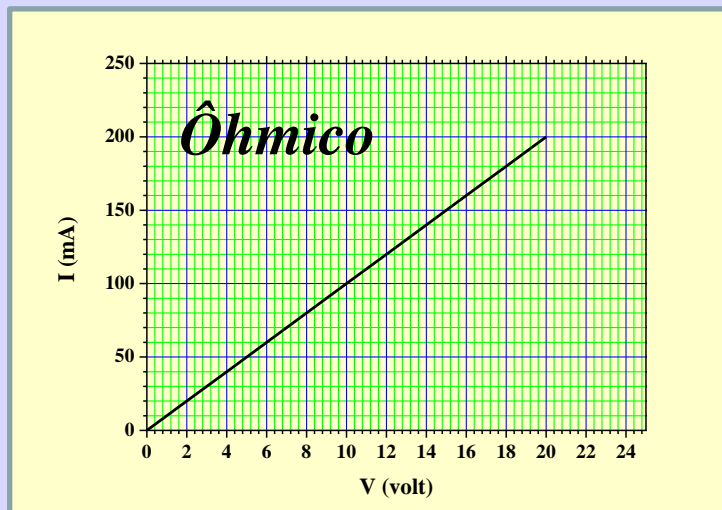
Para estudar elementos resistivos em um circuito levantamos sua curva característica

Gráfico da corrente (i) em função da tensão (V) no resistor

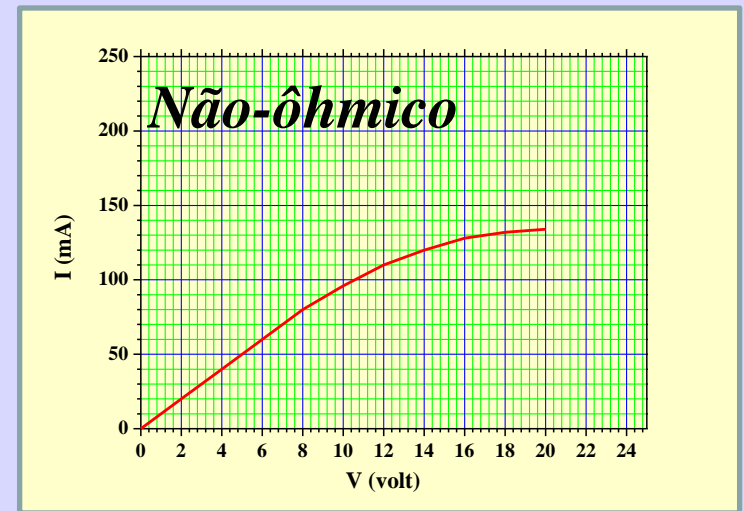
Caracterizar o comportamento do elemento resistivo

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



$$R = \frac{V_{res}}{I_{res}}$$



Curva Característica

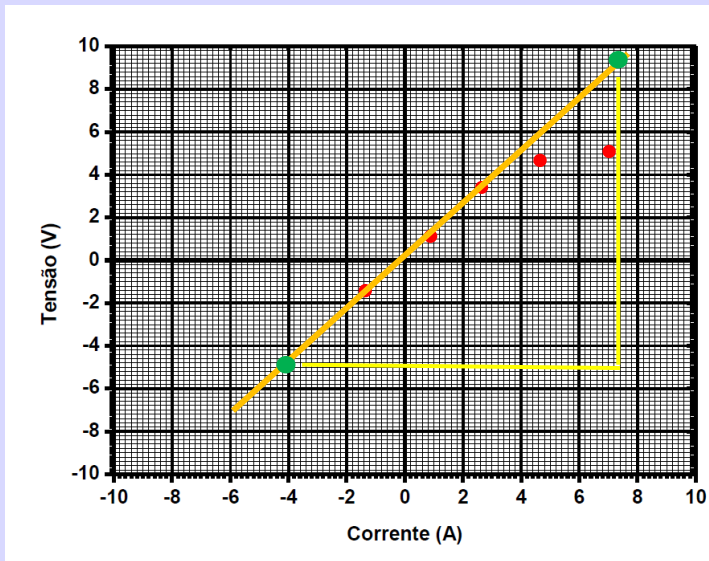
Elementos resistivos

Gráfico da corrente (i) x tensão (V)

Definir uma região para qual é ôhmico

Ôhmico: resistência é constante para todo par (V, i)

Não-ôhmico: resistência não é constante para todo par (V, i)



Região Ohmica

R cte em uma determinada região

Ajuste de reta

Passa pela origem

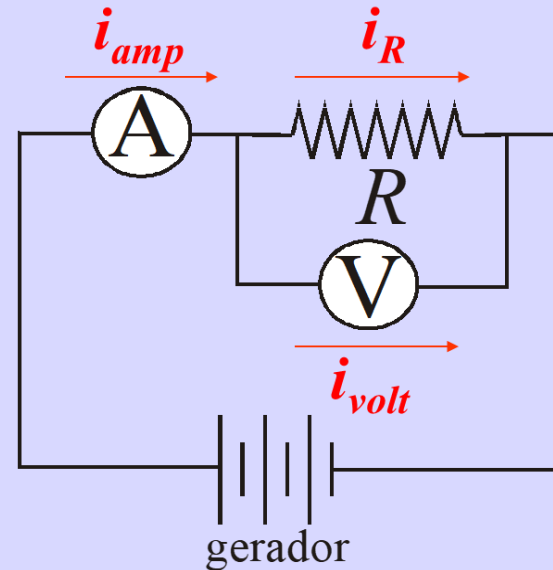
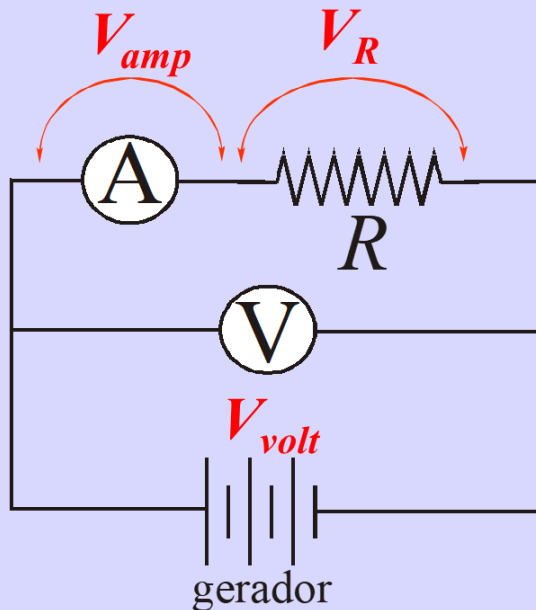
$I = 0$ para $V = 0$

Curvas características

Medidas simultâneas de $V \times I$

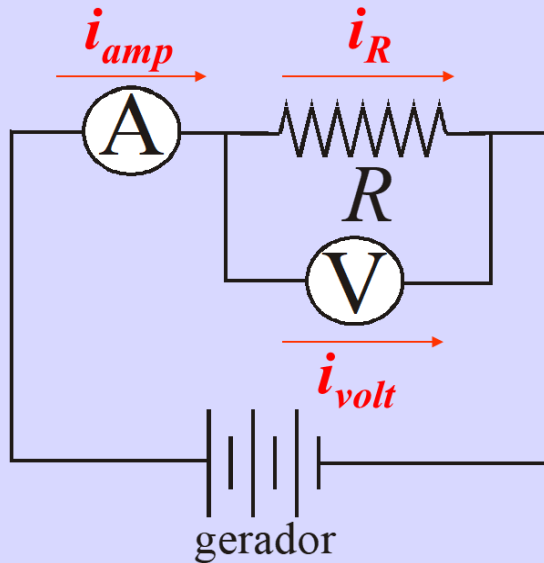
Voltímetro em paralelo e amperímetro em série

Duas possibilidades



Qual configuração influencia menos os valores medidos?

Influência da posição relativa



Comparação entre medido e real

Medido

Tensão no voltímetro

Corrente no amperímetro

Real

Tensão volt = Tensão resistor

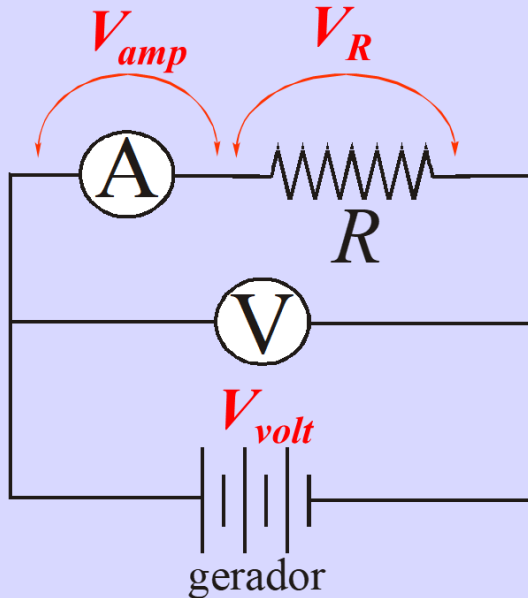
Corrente amp = corrente resistor +
corrente volt

$$R_{resistor} = \frac{V_{resistor}}{I_{resistor}} \approx \frac{V_{voltim}}{I_{amperim}}$$

R medido menor

Significativamente menor?

Influência da posição relativa



$$R_{resistor} = \frac{V_{resistor}}{I_{resistor}} \approx \frac{V_{voltim}}{I_{amperim}}$$

Comparação entre medido e real

Medido

Tensão no voltímetro

Corrente no amperímetro

Real

Tensão volt = Tensão resistor +
Tensão amp

Corrente amp = corrente resistor

R medido maior

Significativamente maior?

Possibilidade 1

O Voltímetro possui resistência interna:

A resistência, por construção, é muito grande;

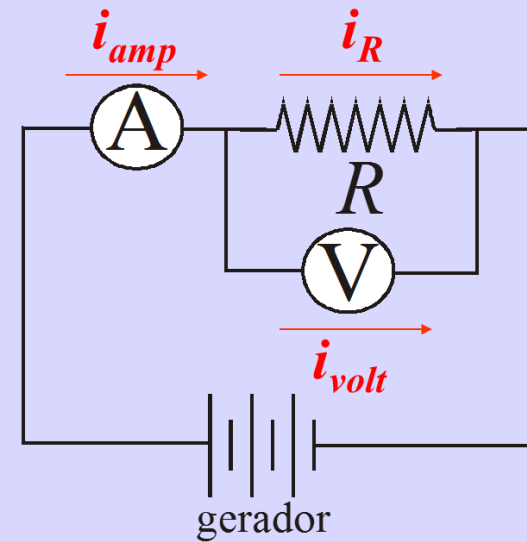
Provoca “desvio” de corrente:

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

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

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

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



Significativamente menor?

Variação com resistências?

Valores baixos

$$R_R \ll R_{volt} \quad R_{med} \sim R_R$$

Valores intermediários

$$R_R < R_{volt} \quad R_{med} \sim R_R$$

Valores altos

$$R_R \sim R_{volt} \quad R_{med} < R_R$$

Possibilidade2

O Amperímetro possui resistência interna:

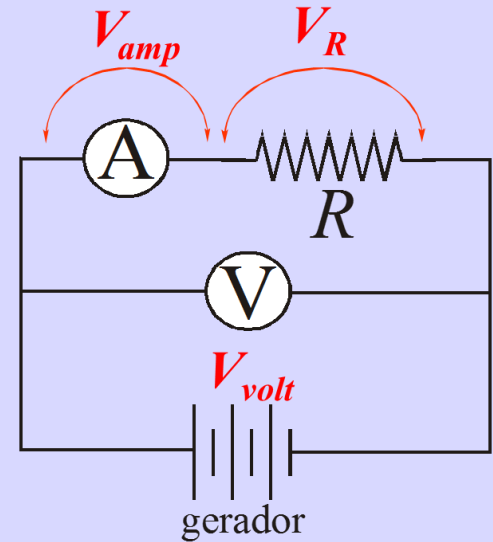
Resistência, por construção, muito pequena

Provoca queda de tensão

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

$$i_{amp} = i_R$$

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



Significativamente maior?

Variação com resistências?

Valores baixos

$$R_R < R_{amp} \quad R_{med} \gg R_R$$

Valores intermediários

$$R_R > R_{amp} \quad R_{med} > R_R$$

Valores altos

$$R_R \gg R_{amp} \quad R_{med} \sim R_R$$

Multímetro como ohmímetro

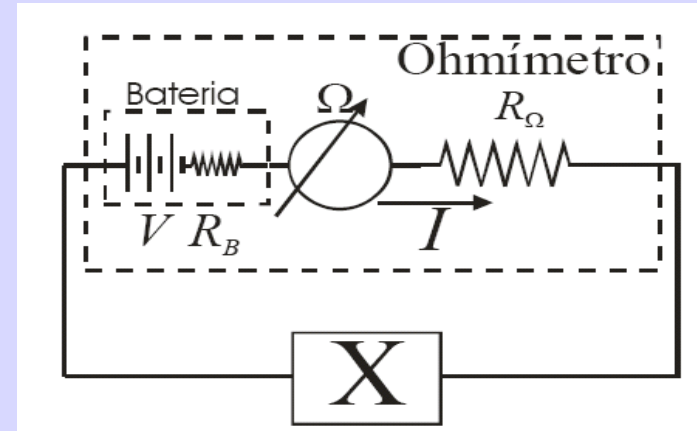
Ohmímetro

Resistor não está ligado ao circuito

Para realizar medida usa bateria interna (pilha)

Pilha tem resistência interna (R_B)

Eletrônica corrige para gerar valor correto



Variar tipo de bateria

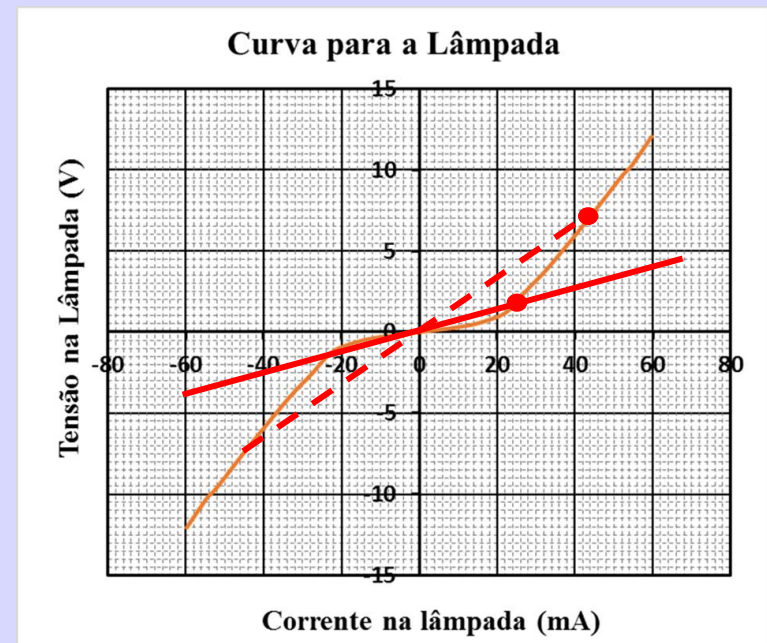
Varia tensão aplicada no resistor

Valor resistência aparente muda

Resistência aparente

Ajuste de reta passando pela origem

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

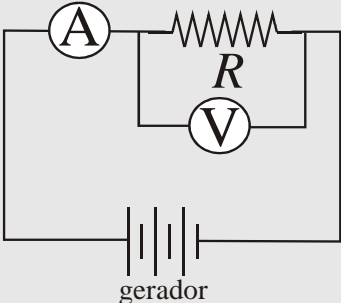
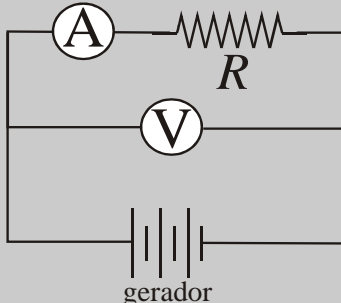


Valores nominais

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

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

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

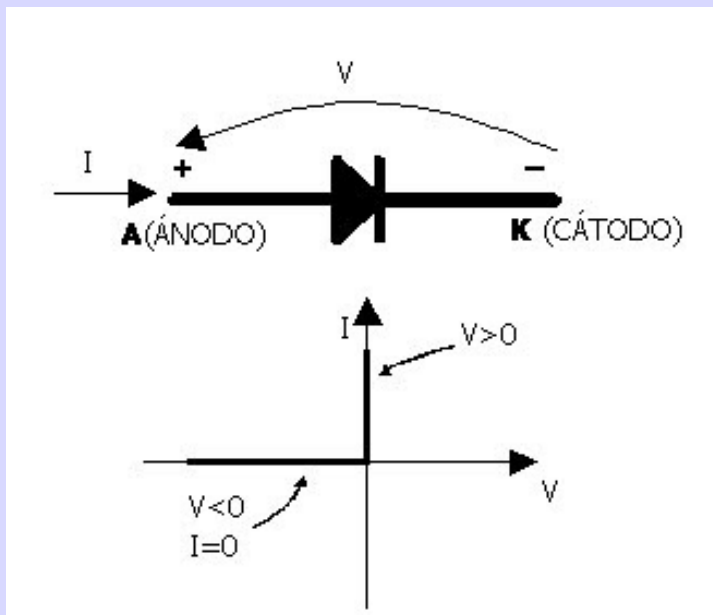
	1 Ω	100 Ω	6,8 M Ω
$R_{\text{medido}} = R_{\text{ohm}} + R_R$	2	101	6.800.001
 $R_{\text{medido}} = \frac{R_{\text{volt}} R_R}{(R_{\text{volt}} + R_R)}$	1	100	4.047.519
 $R_{\text{medido}} = R_{\text{amp}} + R_R$	3	102	6.800.002

LED

Light Emitting Diode (LED)

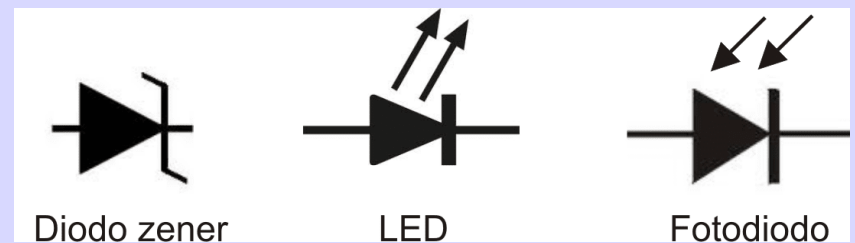
Diodo – tensão mínima, conduz em uma única direção

Chave para condução de corrente



Diodo Ideal

Símbolos específicos para diferentes tipos



LED

Características do diodo

Ideal

Entra em modo condução
para $V > 0$

Resistência interna 0

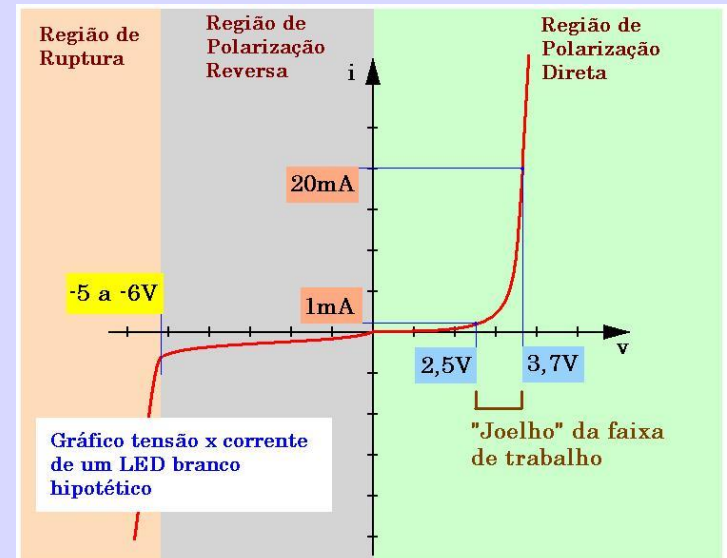
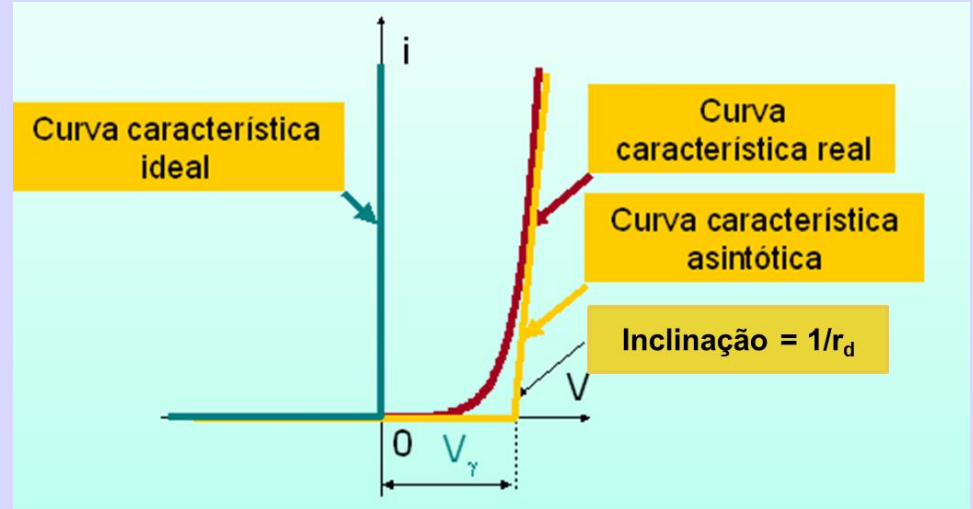
Real

Entra em modo condução
para $V > V_0$

Depende da composição química

Resistência interna pequena

Tensão máxima de trabalho

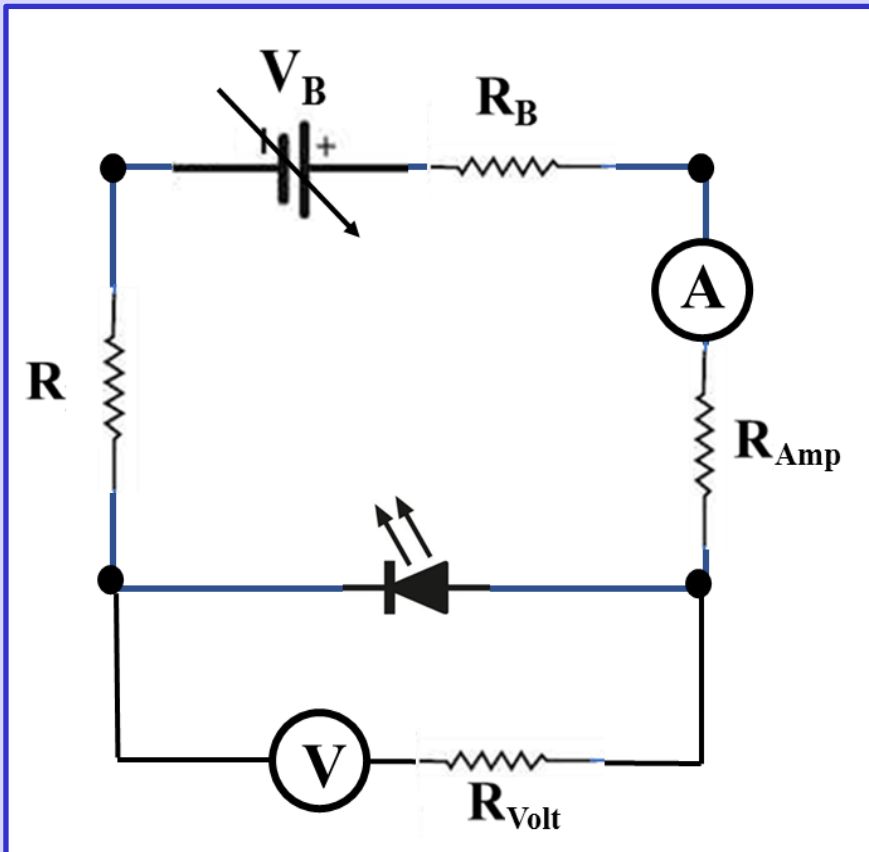


LED

Curva característica para LED

Medidas simultâneas de V_{led} e I_{led}

Voltímetro em paralelo e amperímetro em série



Circuito para medir curva

Resistência baixa

Circuito com amperímetro fora da malha do voltímetro

É possível usar o circuito ao lado?

Valor da corrente?

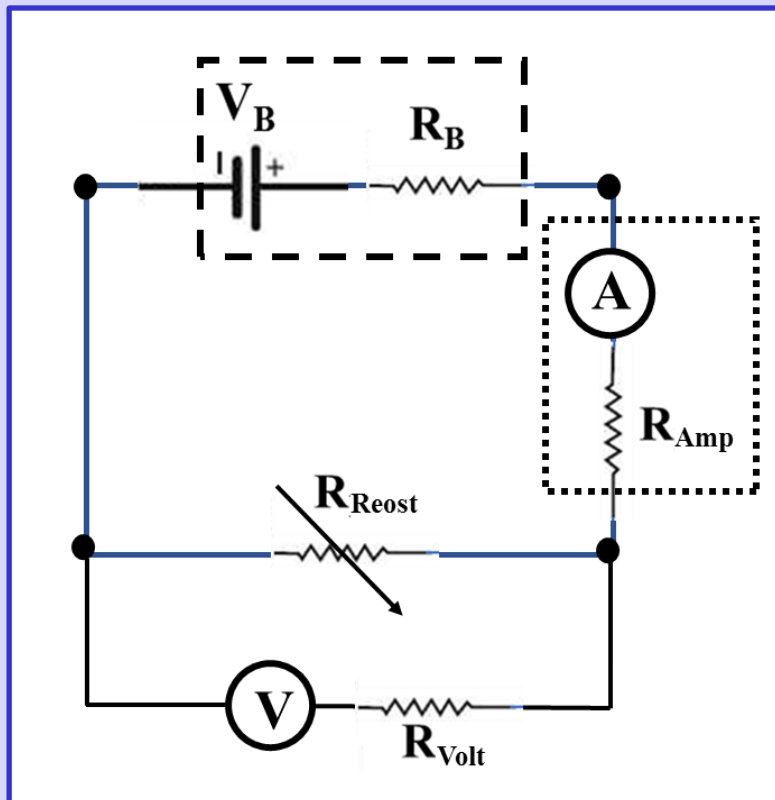
Limitar corrente para evitar danos

Resistor limitador

Resistência interna de uma pilha

Circuito com reostato

Medidas simultâneas de V_{reost} e I_{amp} para diferentes valores de R_{reost}



$$V_{pilha} = V_{amp} + V_{reost}$$

$$V_B = R_B I_{amp} + V_{amp} + V_{reost}$$

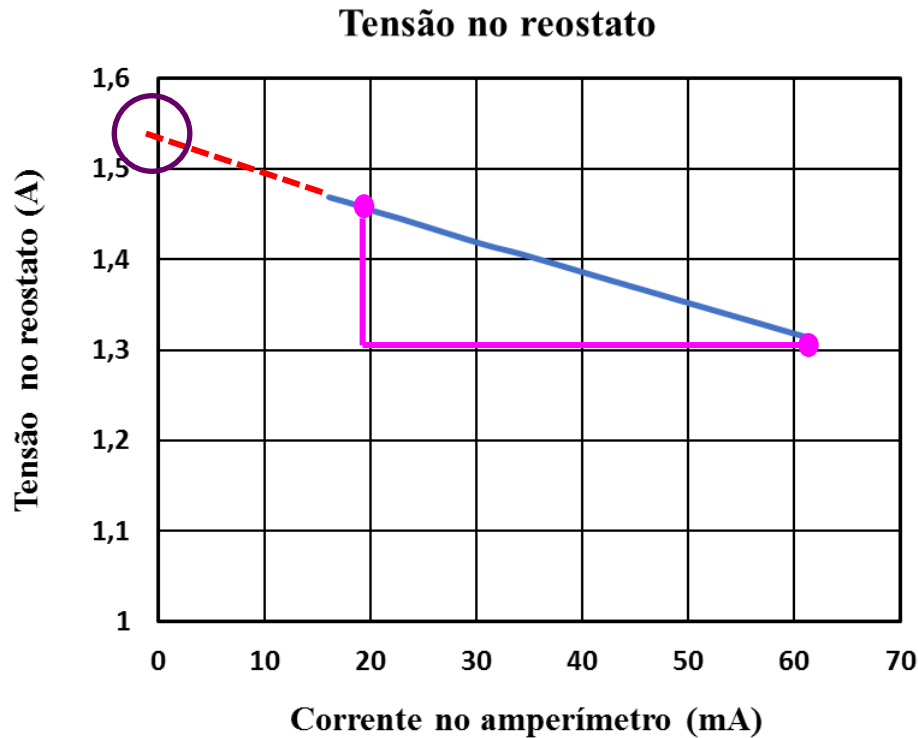
$$V_{amp} = R_{amp} I_{amp}$$

$$V_{reost} = V_B - (R_B + R_{amp}) I_{amp}$$

Equação de reta

V_B , R_B e R_{amp} constantes

Gráfico V_{reost} x I_{amp}



Definição dos parâmetros

Coefficiente linear

Posição onde reta cruza eixo tensão para $I = 0$

Tensão da bateria (V_B)

Coefficiente angular

Derivada da curva

Constante que multiplica I
($R_B + R_{amp}$)

$$V_{reost} = V_B - (R_B + R_{amp})I_{amp}$$

Atividades

Guia de simulação

Preencher tabela 1 com valores medidos de R

Configurações relativas diferentes entre amperímetro e voltímetro

Lâmpada

Calcular R para diversos pontos no gráfico (indicados no STOA)

Preencher tabela 2

Gráfico da curva R x V

Medidas de tensão x corrente para LED

Gráfico da curva $(V_{led} + V_{res}) \times I$

Preencher tabela 3

Medidas para resistência interna de uma pilha (1,5V)

Determinar V_{bat} e R_{bat} a partir de gráfico da curva $V_{reost} \times I$