



Eletrônica Básica

Professor: Neilor Colombo Dal Pont

Sistemas Embarcados

TÓPICOS DA AULA



- Revisão
- Medidas Elétricas
- Exercícios e Práticas

MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS



- Potências de 10 representam números onde o número base é o 10.
- As potências de base 10 são formadas pelo algarismo 1 seguido de zeros da quantidade do número do expoente quando este é positivo.
- Da mesma forma, quando o expoente é negativo ele tem o número de zeros com uma vírgula na frente.
- São atribuídos símbolos a potências de 10 para auxiliar nas unidades de medida.

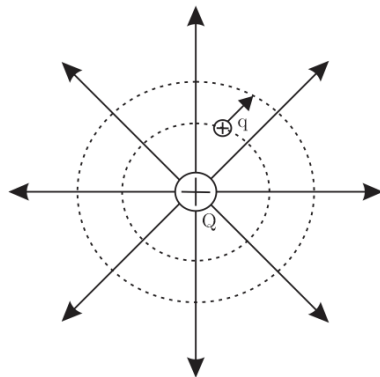
tera	T	1000^4	10^{12}	Trilhão	Bilhão
giga	G	1000^3	10^9	Bilhão	Milhar de milhão
mega	M	1000^2	10^6	Milhão	Milhão
quilo	k	1000^1	10^3	Mil	Milhar
hecto	h	$1000^{2/3}$	10^2	Cem	Centena
deca	da	$1000^{1/3}$	10^1	Dez	Dezena
nenhum		1000^0	10^0	Unidade	Unidade
deci	d	$1000^{-1/3}$	10^{-1}	Décimo	Décimo
centi	c	$1000^{-2/3}$	10^{-2}	Centésimo	Centésimo
mili	m	1000^{-1}	10^{-3}	Milésimo	Milésimo
micro	μ	1000^{-2}	10^{-6}	Milionésimo	Milionésimo
nano	n	1000^{-3}	10^{-9}	Bilionésimo	Milésimo de milionésimo
pico	p	1000^{-4}	10^{-12}	Trilionésimo	Bilionésimo

- Quando multiplicados os números, se somam os expoentes.
- Quando divididos os números, se diminuem os expoentes.

TENSÃO ELÉTRICA



- A **diferença de potencial (d.d.p)**, ou **tensão elétrica**, é definida como o trabalho necessário para que uma carga se desloque de um ponto A para um ponto B, quando imersa em um campo elétrico.
- Ou então, é a energia necessária para movimentar as cargas elétricas.
- Sua unidade no SI é o Volt [V], ou [J/C].

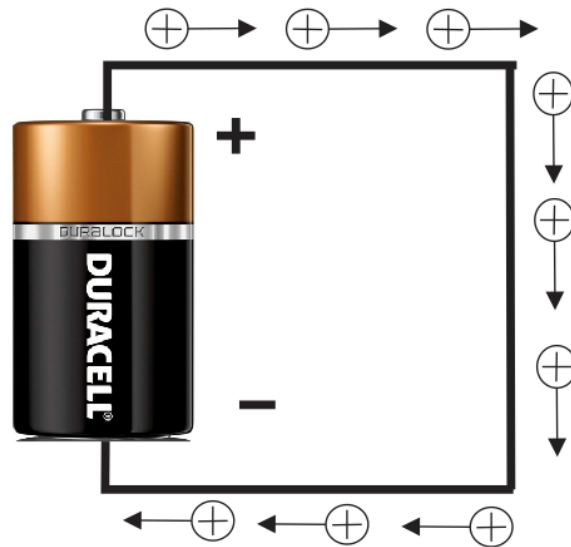


$$V = \frac{K \cdot Q}{d}$$

CORRENTE ELÉTRICA



- Já a movimentação de cargas em um condutor causada pela tensão é chamada de **corrente elétrica**.
- A corrente elétrica é a quantidade de cargas se movimentando em função do tempo.
- Sua unidade é o Coulomb por segundo [C/s], ou Ampére [A].

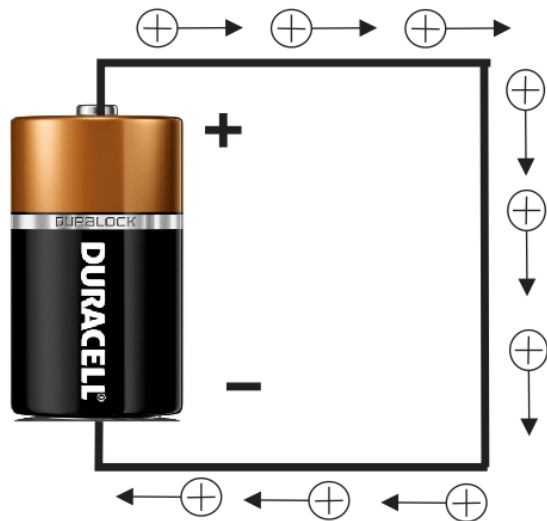


CORRENTE ELÉTRICA

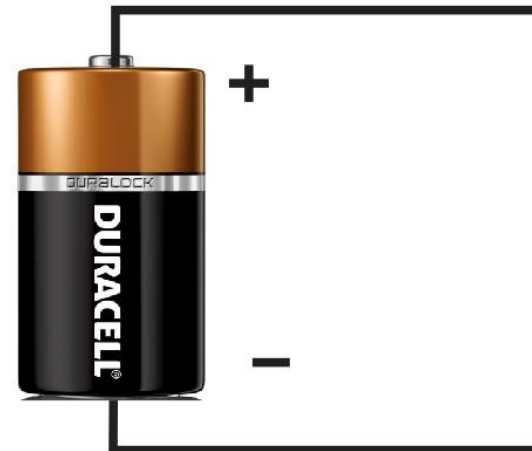


- Para que as cargas possam circular pelo material este material deve ter elétrons livres, ou seja, deve ser um material condutor.
- Quando aplicada uma tensão em um material isolante, as cargas não conseguem circular, ou seja, não há corrente elétrica.

Condutor



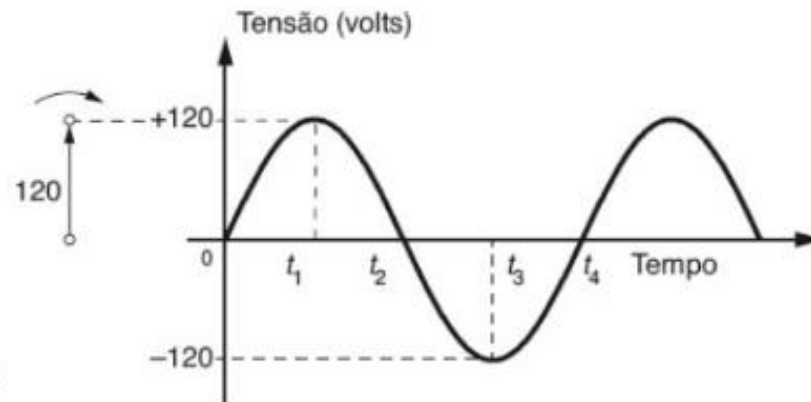
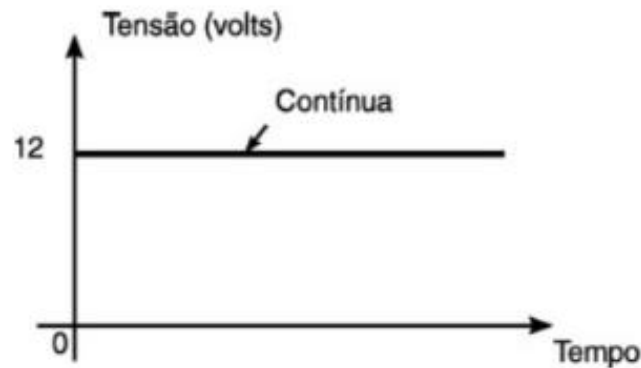
Isolante



CORRENTE ELÉTRICA



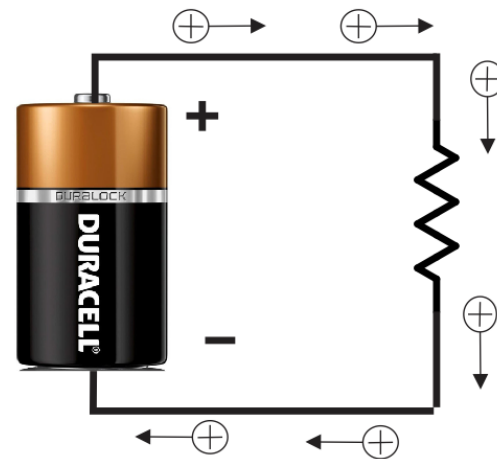
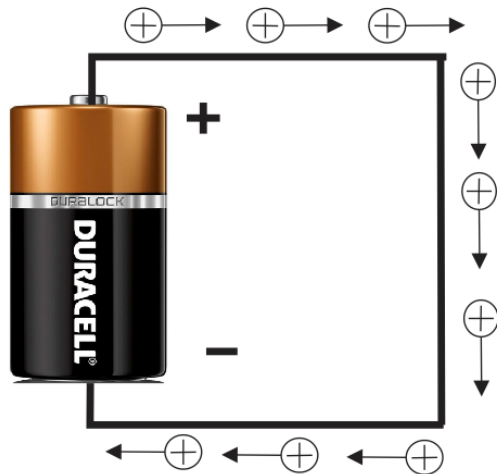
- A tensão e a corrente elétrica podem ser contínua ou alternada.
- A corrente contínua tem o mesmo valor em qualquer instante de tempo.
- Já a corrente alternada varia em função do tempo com uma certa frequência.



RESISTÊNCIA ELÉTRICA



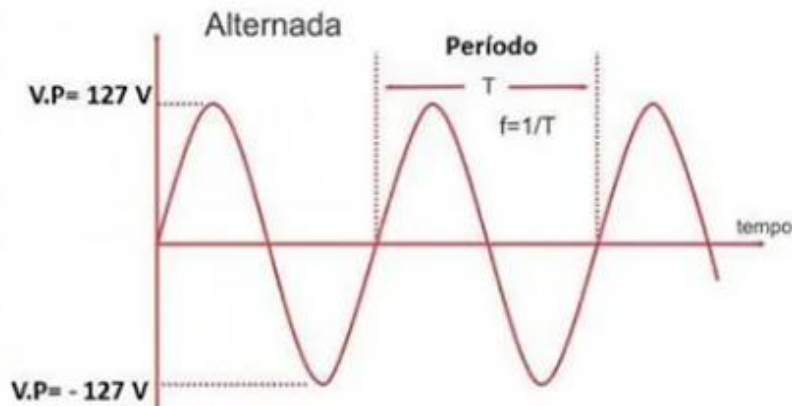
- Alguns materiais conduzem as cargas melhor do que outros.
- Ou seja, em alguns materiais, as cargas circulam com grande facilidade, enquanto em outros elas conseguem circular, mas com alguma dificuldade.
- Essa característica é chamada de **resistência elétrica**, e sua unidade no SI é o Ohm [Ω].



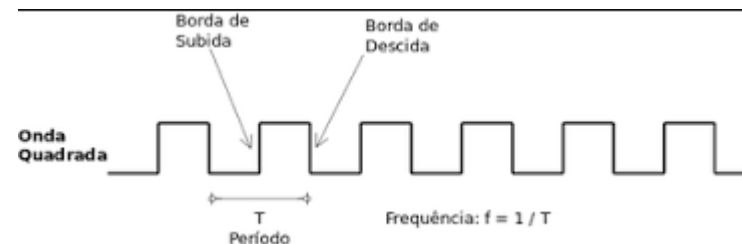
FREQUÊNCIA ELÉTRICA



- A **frequência** é a quantidade de oscilações que ocorrem em um sistema periódico por segundo.
- No caso da eletricidade, é a quantidade de oscilações completas de uma tensão, corrente ou sinal elétrico.
- Ela é dada pelo inverso do período em segundos, e sua unidade é o Hertz [Hz]



$$f = \frac{1}{T}$$



LEIS DE OHM



- A **primeira lei de Ohm** é a equação mais usada da área de eletricidade.
- Ela diz que a tensão elétrica é o resultado da multiplicação da corrente elétrica pela resistência elétrica.
- Ela é válida para circuitos de corrente contínua em regime permanente, e para circuitos em corrente alternada que contenham apenas resistores.
- Também é válida para circuitos em corrente alternada com indutores e capacitores, porém deve ser usada a impedância, que é assunto do próximo semestre.

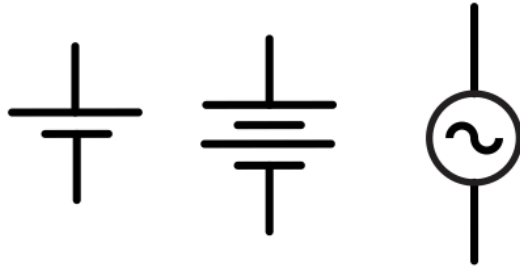
$$V = R \cdot I \quad R = \frac{V}{I} \quad I = \frac{V}{R}$$

LEIS DE OHM

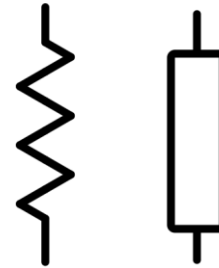


- Para representar os circuitos elétricos, são usados símbolos.
- Simbologia de circuitos elétricos:

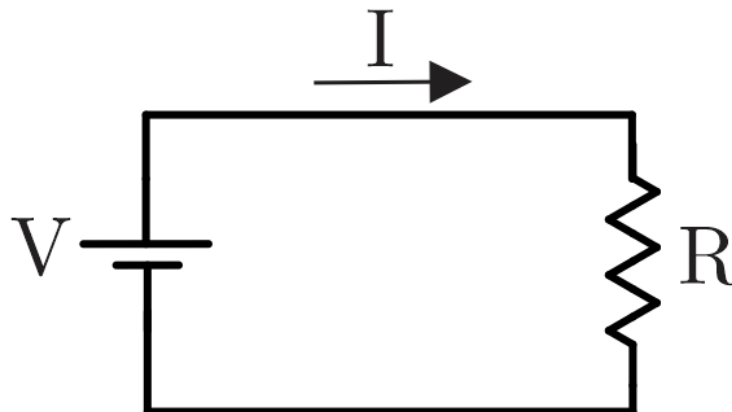
Fontes de tensão



Resistores



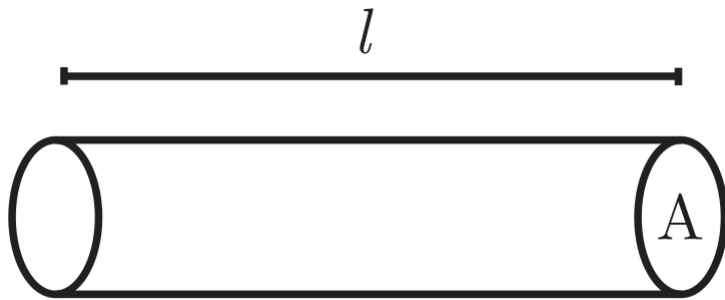
Circuito elétrico



LEIS DE OHM

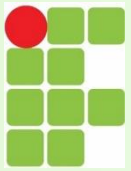


- Já a **segunda lei de Ohm** está relacionada com a resistência dos materiais.
- Ela é dada pela seguinte equação:
- ρ é a resistividade do material, cuja unidade é $[\Omega \cdot \text{m}]$.
- l é o comprimento do material, dado em $[\text{m}]$.
- A é a área da seção transversal (bitola), dada em $[\text{m}^2]$.



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

LEIS DE OHM



➤ Abaixo está uma tabela com a resistividade de alguns materiais:

Classificação	Material	Resistividade $\rho(\Omega.m)$
Metais	Prata	$1,6 \times 10^{-8}$
	Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$
	Alumínio	$2,8 \times 10^{-8}$
	Tungstênio	$5,0 \times 10^{-8}$
	Platina	$10,8 \times 10^{-8}$
	Ferro	12×10^{-8}
Ligas	Latão	$8,0 \times 10^{-8}$
	Constantã	50×10^{-8}
	Níquel-Cromo	110×10^{-8}
	Grafite	$4.000 \text{ a } 8.0000 \times 10^{-8}$
Isolantes	Água Pura	$2,5 \times 10^3$
	Vidro	$10^{10} \text{ a } 10^{13}$
	Porcelana	$3,0 \times 10^{12}$
	Mica	$10^{13} \text{ a } 10^{15}$
	Baquelite	$2,0 \times 10^{14}$
	Borracha	$10^{15} \text{ a } 10^{16}$
	Âmbar	$10^{16} \text{ a } 10^{17}$

POTÊNCIA ELÉTRICA



- A potência representa o trabalho, ou “gasto de energia”, pelo tempo.
- Sua unidade do SI é o Joule por segundo, ou Watt [W].

$$P = V \cdot I$$

POTÊNCIA ELÉTRICA



- Usando a primeira lei de Ohm, pode-se encontrar relações entre a potência, a tensão e a resistência:

$$P = V \cdot I$$

$$V = R \cdot I$$

$$P = R \cdot I^2$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

ENERGIA ELÉTRICA



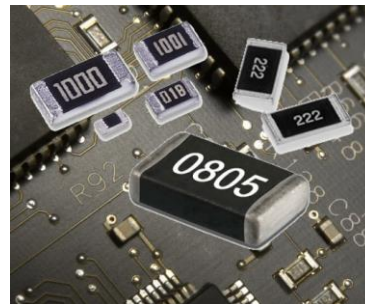
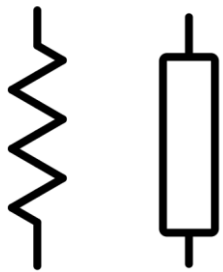
- A unidade de medida mais usada para a energia em eletricidade é o quilowatt vezes hora [kW.h].
- Lembrando que $1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$ ou 1000 W .
- Assim, para encontrar a energia gasta por um circuito, basta multiplicar a potência em **kW** pelo número de **horas** que o circuito fica ligado.

$$E = P \cdot t$$

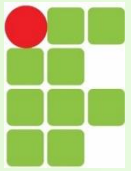
RESISTORES



- **Resistor** é um componente elétrico/eletrônico que oferece oposição a passagem de corrente elétrica.
- Ou seja, ele limita o fluxo de cargas em um circuito.
- Além disso, devido ao efeito joule, este componente aquece ao ser percorrido por uma corrente elétrica.

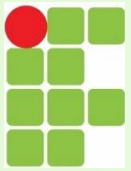


RESISTORES



- **Resistores comerciais:**
- Resistências de $\text{m}\Omega$, Ω , $\text{k}\Omega$ e $\text{M}\Omega$.
- **Tolerância:** é a faixa de variação, para mais ou para menos, que a resistência de um resistor pode ter em relação ao seu valor;
- Para resistores comuns: 20%, 10%, 5%.
- Para resistores de precisão: 2%, 1% e menores.
- Ex: Ao comprar um resistor de $1\text{k}\Omega$ com 10% de tolerância, sua resistência terá um valor entre $0,9\text{k}\Omega$ e $1,1\text{k}\Omega$.

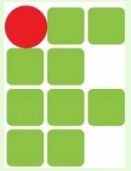
RESISTORES



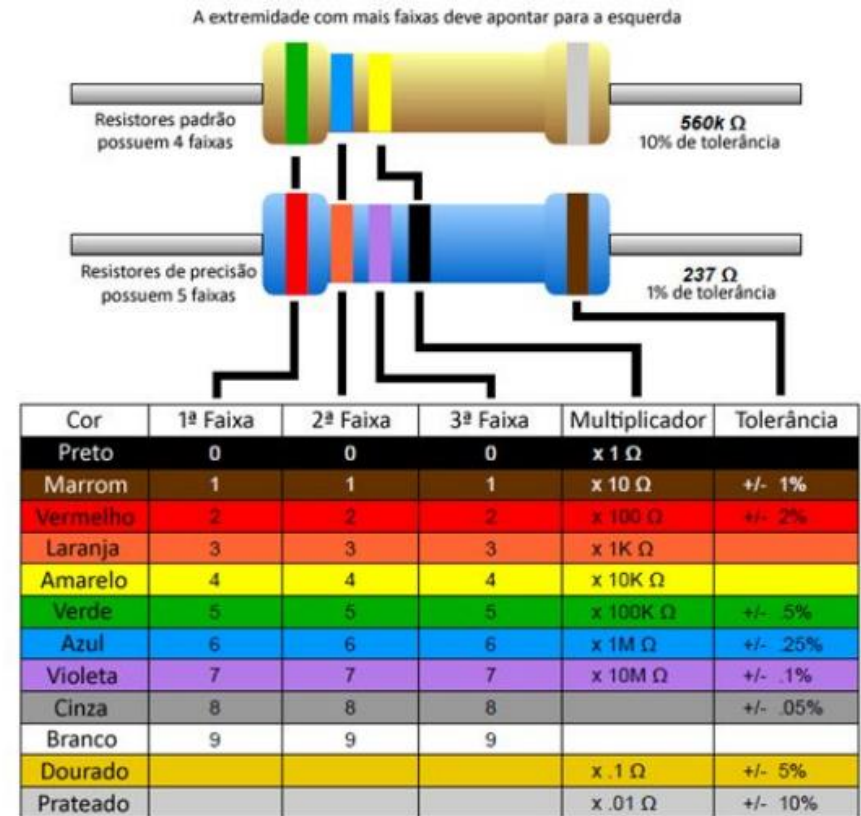
- **Potência:**
- A máxima potência suportada por um resistor depende do material que ele é construído.
- Alguns exemplos:
- Resistores de carvão: $1/8$ W, $1/4$ W, $1/2$ W, 1 W, 2 W...
- Resistores de fio: 5 W, 7 W, 10 W, 50 W...

- **Montagem:** é a forma como o resistor é inserido na placa de circuito impresso
- PTH (Pin Through Hole, ou “pino pelo buraco”): São resistores que atravessam a placa para serem soldados.
- SMD (Surface Mounted Device, ou “componente montado em superfície”): São soldados na superfície da placa, e na maioria dos casos são muito menores que os PTH.

RESISTORES



- **Código de Cores:**
- É um código usado para identificar os resistores do tipo PTH.
- Nos resistores mais comuns, se têm 4 faixas.
- As duas primeiras faixas indicam os primeiros algarismos da resistência.
- A terceira faixa indica o fator multiplicador.
- A quarta faixa indica a tolerância.



RESISTORES



- **Código Usando Números:**
- É um código usado para identificar os resistores do tipo SMD.
- Funciona de forma semelhante ao código de cores.
- Os dois primeiros números indicam os dois números iniciais da resistência.
- O terceiro número representa o fator multiplicador na base 10.

223
223
= 22×10^3
= 22,000 Ohm
= 22K Ohm

8202
8202
= 820×10^2 Ohm
= 82,000 Ohm
= 82 KOhm

4R7
4R7
= 4.7 Ohm

0R22
0R22
= 0.22 Ohm

0
0
= 0 Ohm

000
000
= 0 Ohm

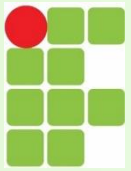
EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO



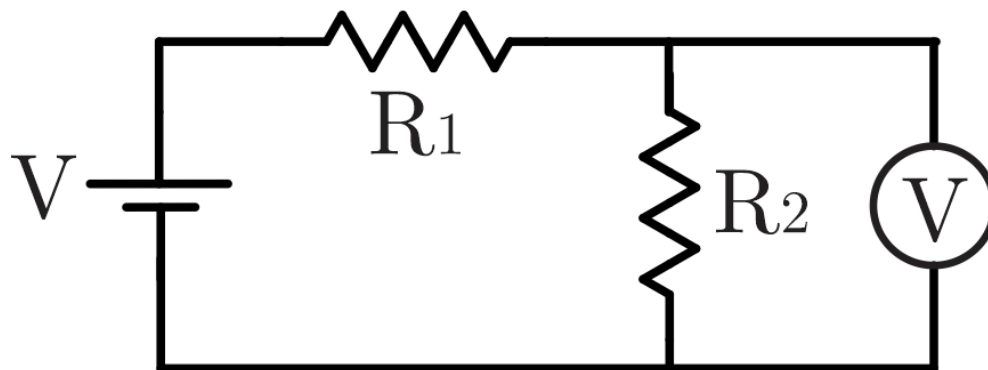
- Os equipamentos de medição são usados para obter as medidas das mais diversas grandezas elétricas.
- Nesta aula veremos como usar os principais deles corretamente.



VOLTÍMETRO



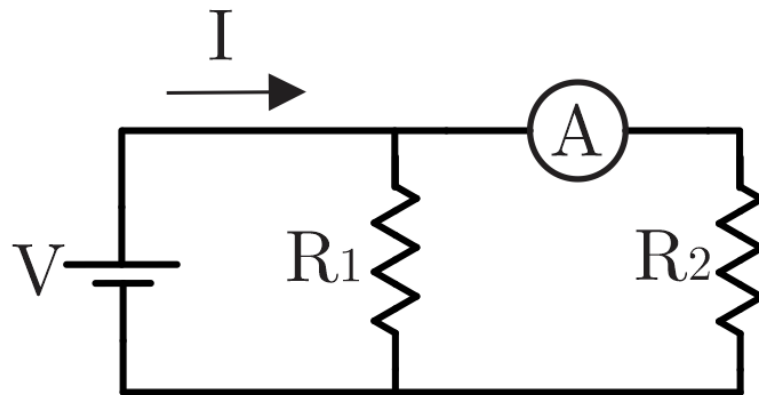
- O **Voltímetro** é o equipamento usado para medir **tensão** elétrica.
- Ele deve ser posicionado em **paralelo** com a tensão a ser medida.
- Ele pode ler tensão contínua e alternada.
- No caso da tensão alternada, ele fornece a leitura da tensão eficaz.



AMPERÍMETRO



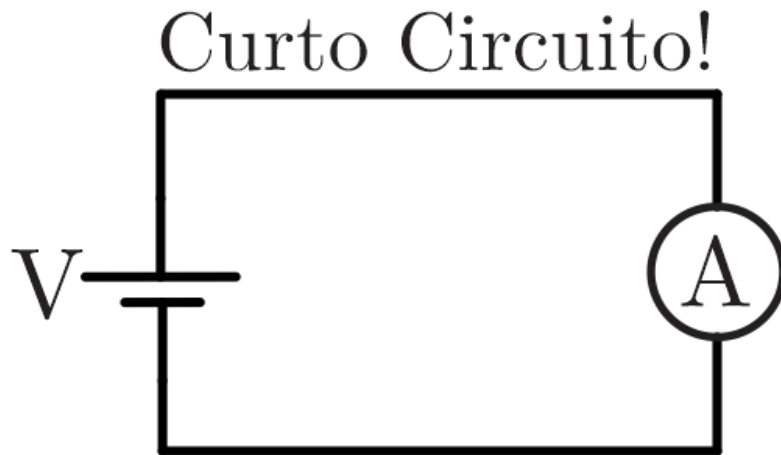
- O **Amperímetro** é o equipamento usado para medir **corrente** elétrica.
- Ele deve ser posicionado em **série** com a corrente a ser medida.
- Ele pode ler corrente contínua e alternada.
- No caso da corrente alternada, ele fornece a leitura da tensão eficaz.



AMPERÍMETRO



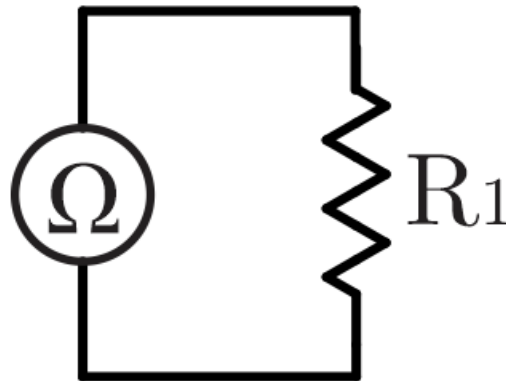
- **Atenção!** Nunca use um amperímetro em paralelo com uma fonte de tensão!
- Por ter resistência zero, ele irá causar um curto circuito, e danificar o aparelho!



OHMÍMETRO



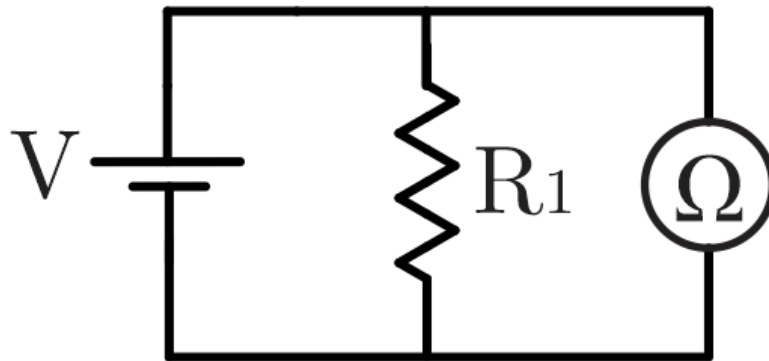
- O **Ohmímetro** é o equipamento usado para medir **resistência** elétrica.
- Ele é inserido em **paralelo** com a resistência a ser medida.



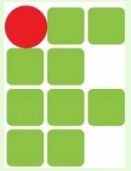
OHMÍMETRO



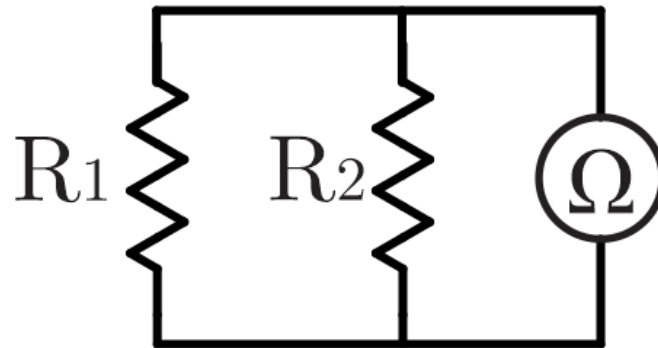
- **Observação 1:** Nunca uso o ohmímetro com a fonte ligada.



OHMÍMETRO



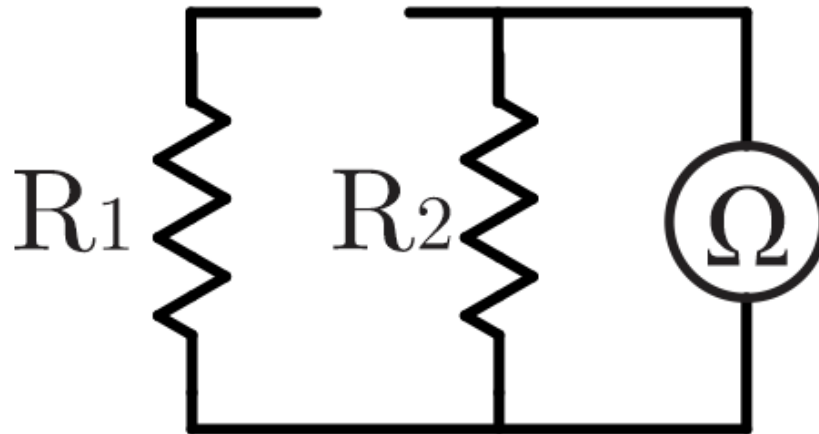
- **Observação 2:** Cuidado ao medir um circuito com vários resistores, pois o valor fornecido será o da resistência equivalente.
- Caso se deseje medir um único resistor, neste caso, deve-se retirar ele do circuito, ou abrir o circuito.



OHMÍMETRO



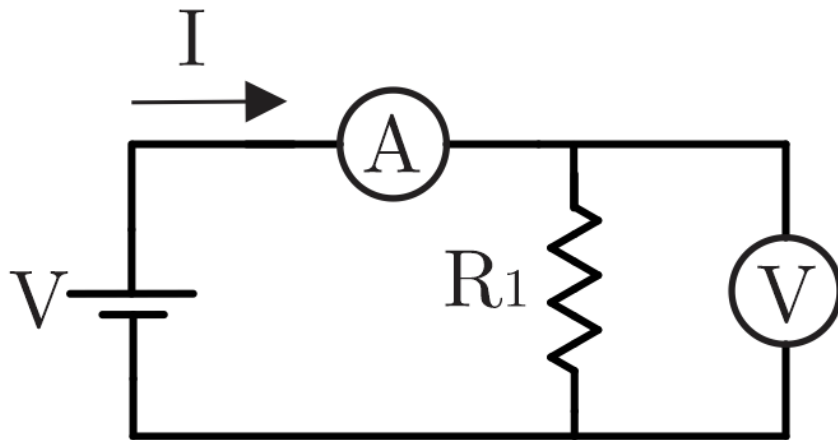
- Para medir somente a resistência de R_2 , deve-se abrir o circuito.
- Uma prática comum para realizar medidas de resistência em resistores PTH é retirar a solda e levantar um dos pinos do resistor, e assim realizar a medida.



WATTÍMETRO

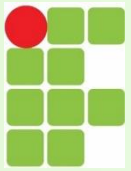


- O **Wattímetro** é o equipamento usado para medir **potência** elétrica.
- Ele é composto de um voltímetro para medir a tensão, e um amperímetro para ler a corrente.
- O valor da potência pode ser obtido pela própria equação da potência.



$$P = V \cdot I$$

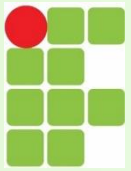
MULTÍMETRO



- O **Multímetro** é um equipamento que consegue realizar medições de diversas grandezas elétricas.
- As principais medidas realizadas são de tensão, corrente e resistência elétrica.
- Além disso ele tem outras funções, como teste de continuidade, teste de diodos e transistores, capacitímetro, frequencímetro, entre outras.



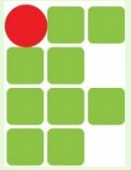
ESCALAS



- A escala de um instrumento de medida é o máximo valor que ele consegue medir.
- A escala mais apropriada para uma leitura é a que se aproxima da escala escolhida, mas não a ultrapasse.
- Deve-se então, sempre que for realizar uma medição, se ter uma ideia do valor a ser lido.



ESCALAS



- Por exemplo, para medir uma tensão de 100 Vcc com o multímetro da figura abaixo, a escala mais apropriada será a de 200 Vcc.
- Já para medir uma tensão de 10 Vcc, a escala de 200 Vcc pode ser usada, mas não é a mais apropriada por apresentar um maior erro.
- Para uma tensão de 10 Vcc, deve-se então usar a escala de 20 Vcc.



ESCALAS

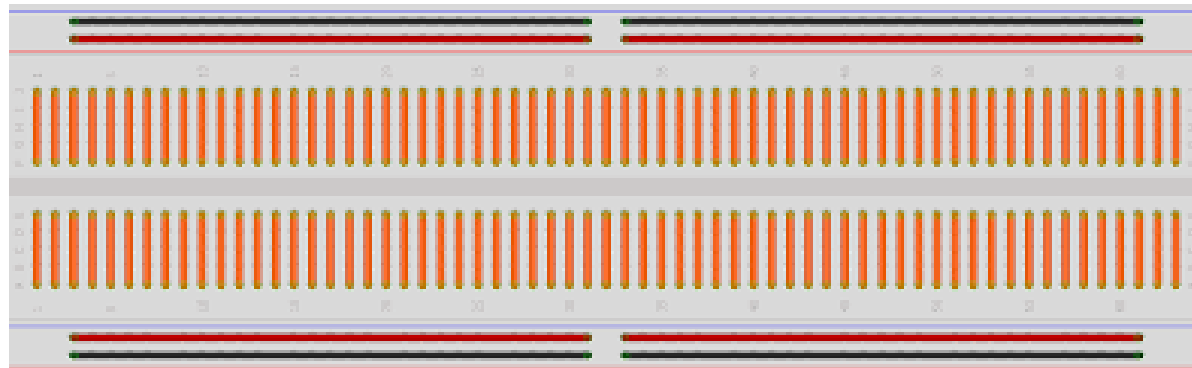
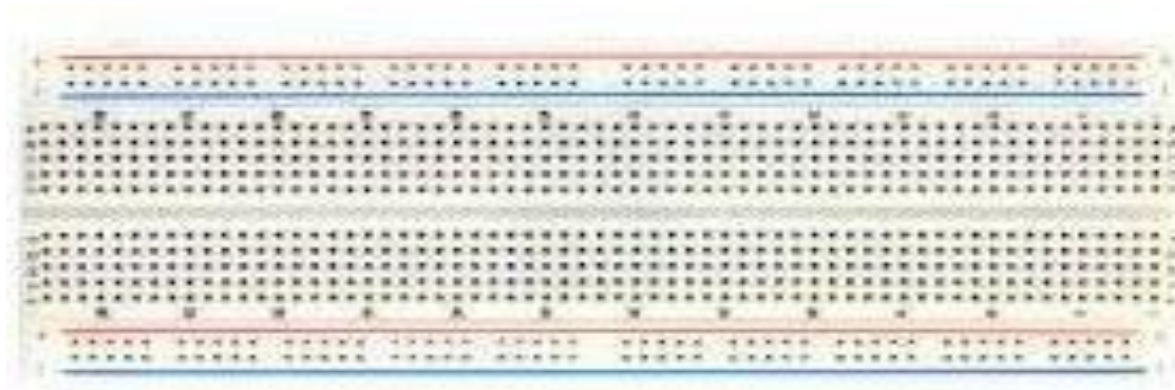
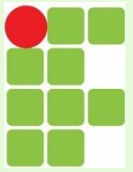


➤ Exercício: Qual escala deve ser usada para medir as seguintes grandezas com o multímetro abaixo?

- 1) 50 V_{cc}
- 2) 300 V_{ca}
- 3) 150 Ω
- 4) 18 k Ω
- 5) 50 mA
- 6) 2 A



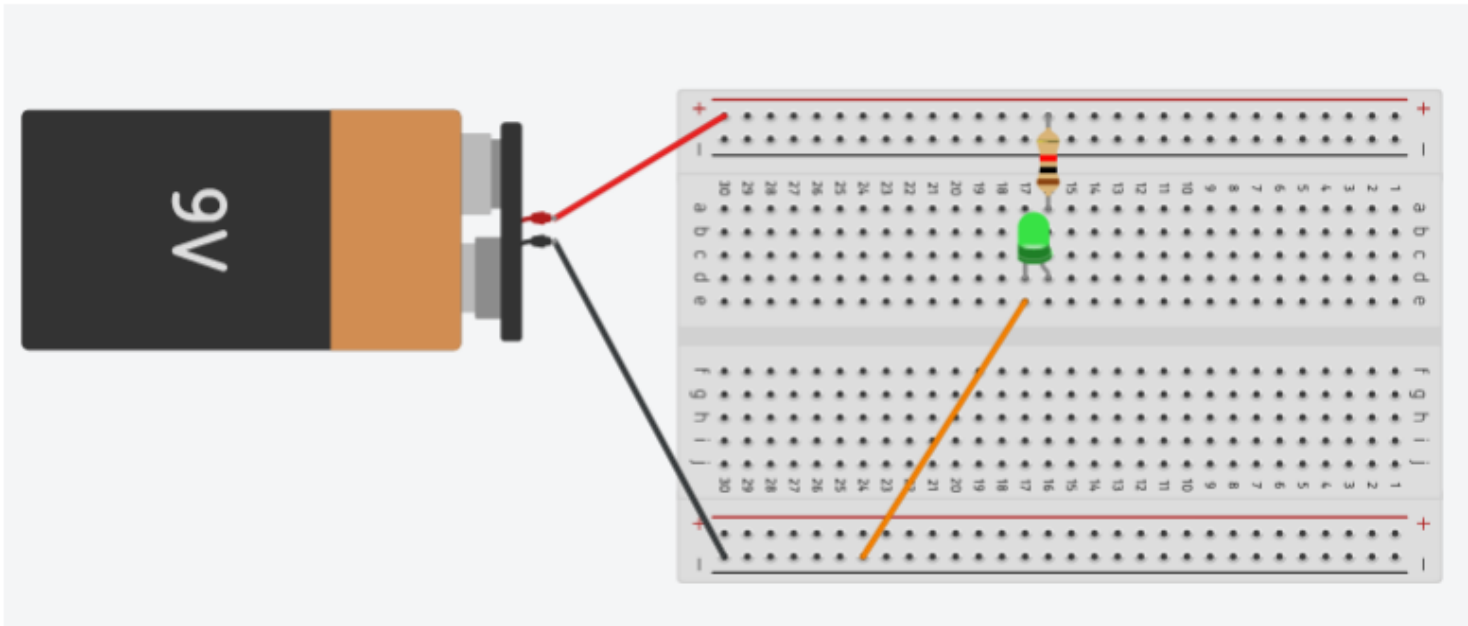
Protoboard



Protoboard



- Exemplo: Ligação de um LED.



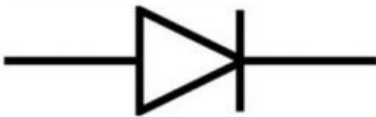
LED



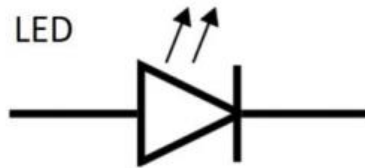
- O nome **led** vem do inglês “Light Emitting Diode”, que significa Diodo Emissor de Luz.
- Ele é um tipo de diodo que, quando conduzido por uma corrente elétrica, emite Luz de acordo com a cor que foi construído.

Símbolo

Diodo comum



LED

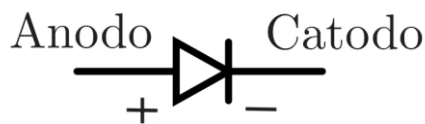


LED

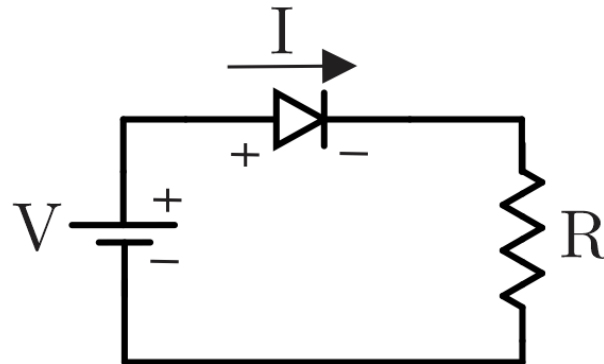


- **Diodos** são componentes eletrônicos semicondutores, que permitem a passagem de corrente apenas em um sentido.
- Quando há uma tensão positiva entre o anodo e o catodo, o diodo permite a passagem de corrente elétrica.
- No caso contrário, quando a tensão é negativa, ele bloqueia a corrente.
- Além disso, há uma queda de tensão entre o anodo e o catodo do diodo, que pode ser medido com o multímetro.

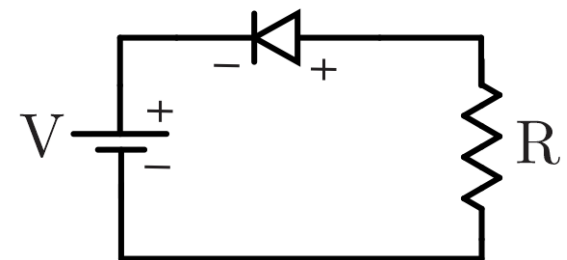
Símbolo



Há passagem de corrente



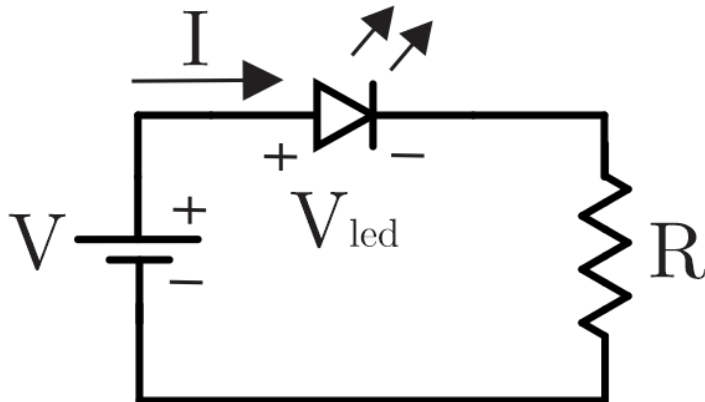
Não há passagem de corrente



LED



- A corrente máxima que um led suporta varia entre 6 e 20 mA, dependendo do modelo e do fabricante.
- Assim, um resistor deve ser calculado e colocado em série com o led para limitar sua corrente.
- A equação mais precisa para calcular esse resistor é apresentada abaixo.
- É comum considerar a queda de tensão nos diodos de 0,7 V.
- A queda de tensão do led é na faixa de 2 V

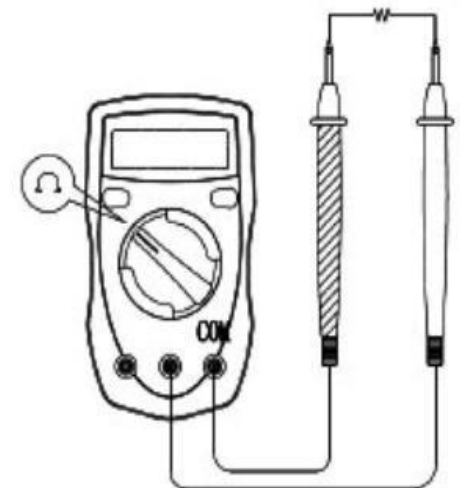
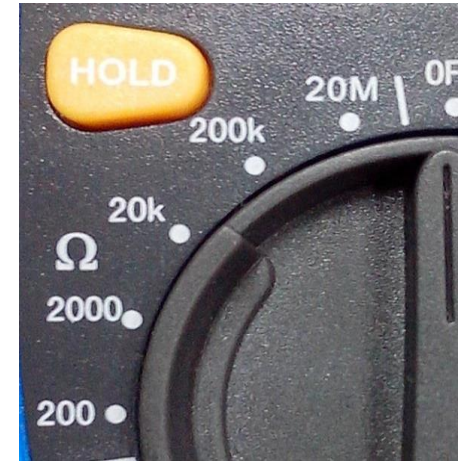


$$R = \frac{V - V_{led}}{I}$$



Procedimento para medir RESISTÊNCIA ELÉTRICA

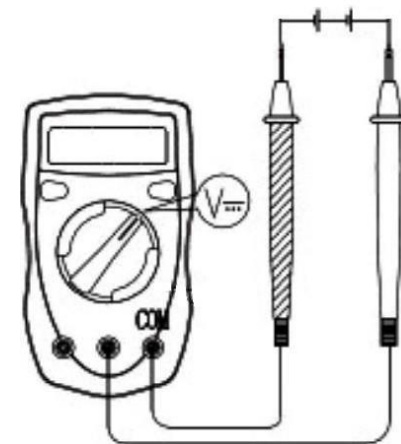
- 1) Desconecte a alimentação do circuito a ser medido!
- 2) Insira a ponta de prova **preta** no terminal COM e a ponta de prova **vermelha** no terminal V Ω mA $^{\circ}$ C $^{\circ}$ F;
- 3) Selecione a escala apropriada para a resistência a ser medida (Ω);
- 4) Conecte as pontas de prova no componente ou dispositivo em teste, certificando-se antes de que o mesmo está desenergizado.





Procedimento para medir TENSÃO ELÉTRICA CONTÍNUA

- 1) Insira a ponta de prova **preta** no terminal COM e a ponta de prova **vermelha** no terminal $V\Omega mA^{\circ}C^{\circ}F$;
- 2) Selecione a faixa de tensão apropriada (V);
- 3) Conecte as pontas de prova no componente ou dispositivo em teste, a ponteira **vermelha** deve ser conectada no lado positivo e a ponteira **preta** no lado negativo. O sinal de “menos” no lado esquerdo do LCD aparecerá se as pontas de prova forem conectadas ao contrário.



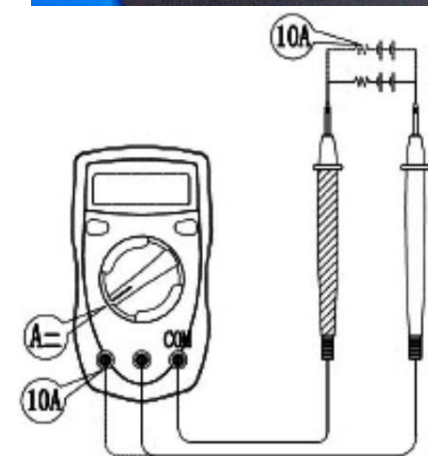
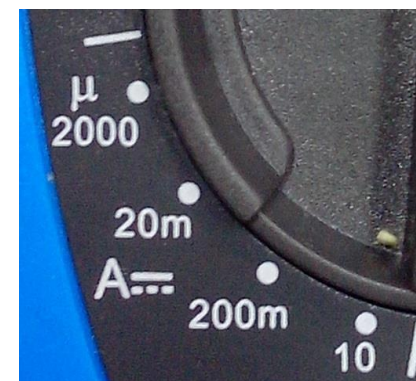
Medidas



Procedimento para medir INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA CONTÍNUA

- 1) Desligue a alimentação do circuito;
- 2) Insira a ponta de prova **preta** no terminal COM e a ponta de prova **vermelha** no terminal $V\Omega mA^\circ C^\circ F$ ou 10A;
- 3) Selecione a faixa de corrente apropriada (A);
- 4) Abra o circuito a ser testado.
- 5) Conecte a ponteira **vermelha** no lado mais positivo da abertura e a ponteira **preta** no lado mais negativo.

JAMAIS submeta as ponteiros a uma D.D.P. quando a escala estiver ajustada para medir corrente elétrica.

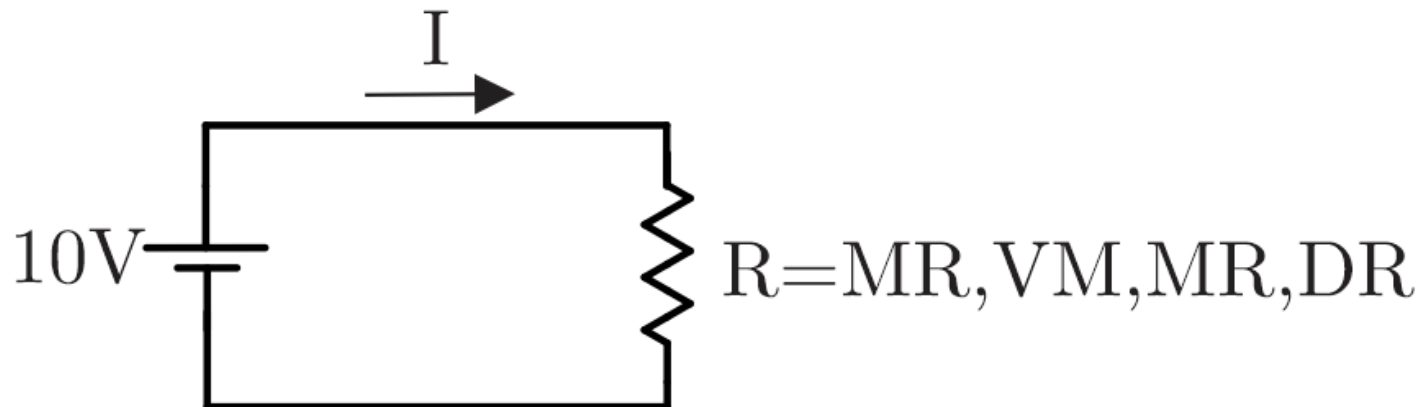


Experimento 1



➤ Procedimento

- 1) Determine a resistência do resistor.
- 2) Calcule a corrente elétrica.
- 3) Procure o resistor e meça sua resistência.
- 4) Monte o circuito no protoboard.
- 5) Meça a tensão e a corrente.
- 6) Monte o circuito no simulador e faça as medições.



Experimento 1



Procedimento:

- 1) Considerando a fonte de entrada como 12 V, e a tensão do led 2 V, calcule um resistor para que a corrente do led seja de 10 mA (calcule a potência do resistor também).
- 2) Pegue um resistor comercial próximo do valor calculado e um led na caixa de componentes.
- 3) Faça o teste de diodo no led e meça a resistência do resistor usando o multímetro.
- 4) Monte o circuito no protobord
- 5) Ligue a fonte de tensão e ajuste a tensão em 12 V.
- 6) Meça a tensão da fonte.
- 7) Desligue a fonte e conecte ela na placa.
- 8) Ligue a fonte e verifique se o led acendeu.
- 9) Meça a tensão no resistor e no led.
- 10) Desligue a fonte, conecte o amperímetro em série e meça a corrente.

$$R = \frac{V - V_{led}}{I}$$

