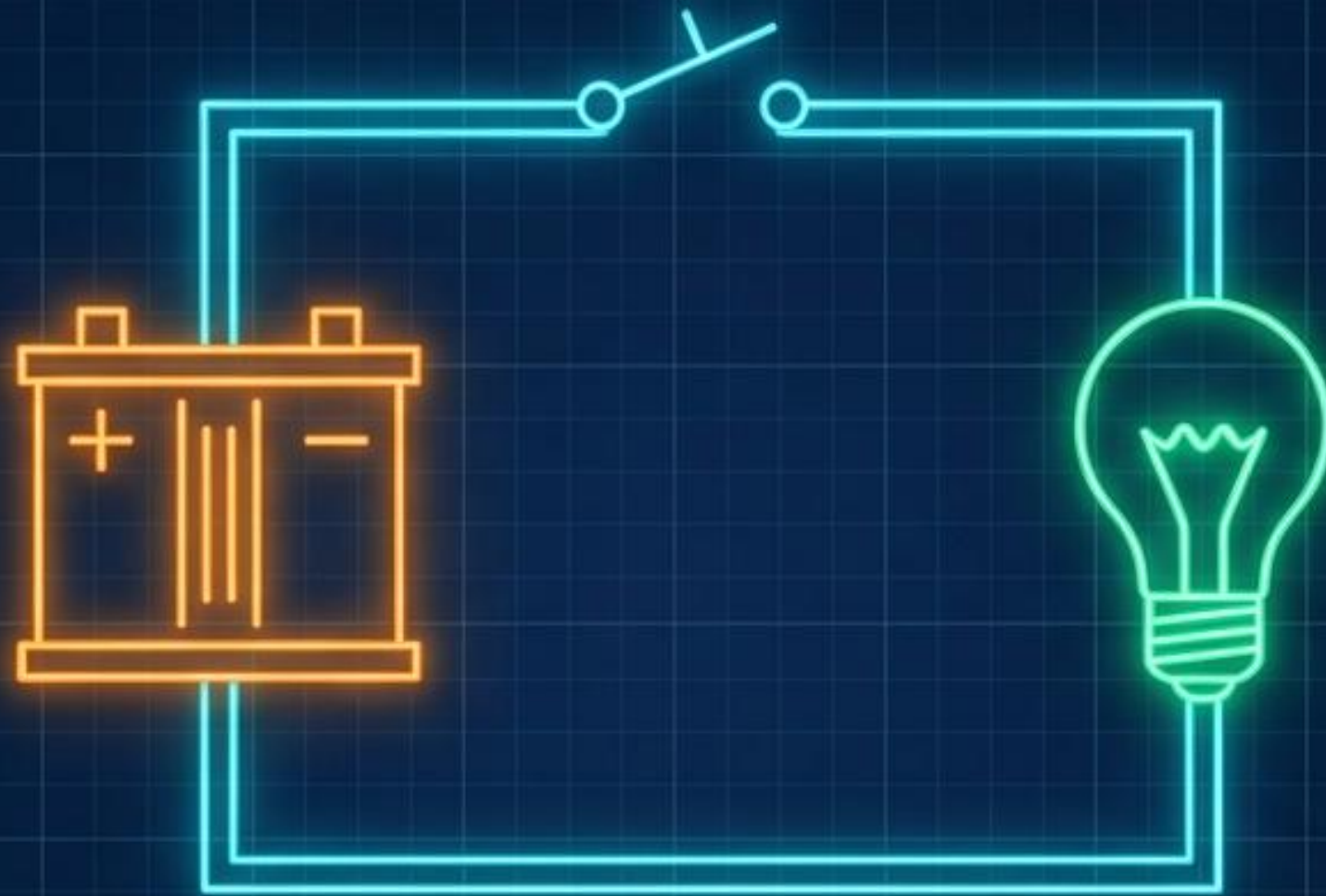




# Grandezas Eléctricas e Leis de Ohm

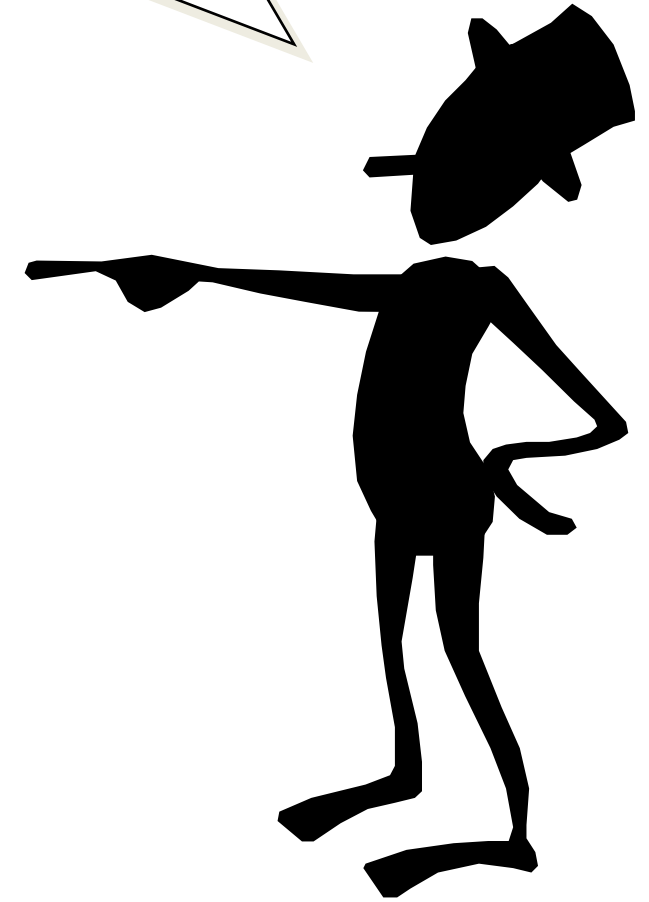
Os fundamentos e a matemática por trás da eletricidade

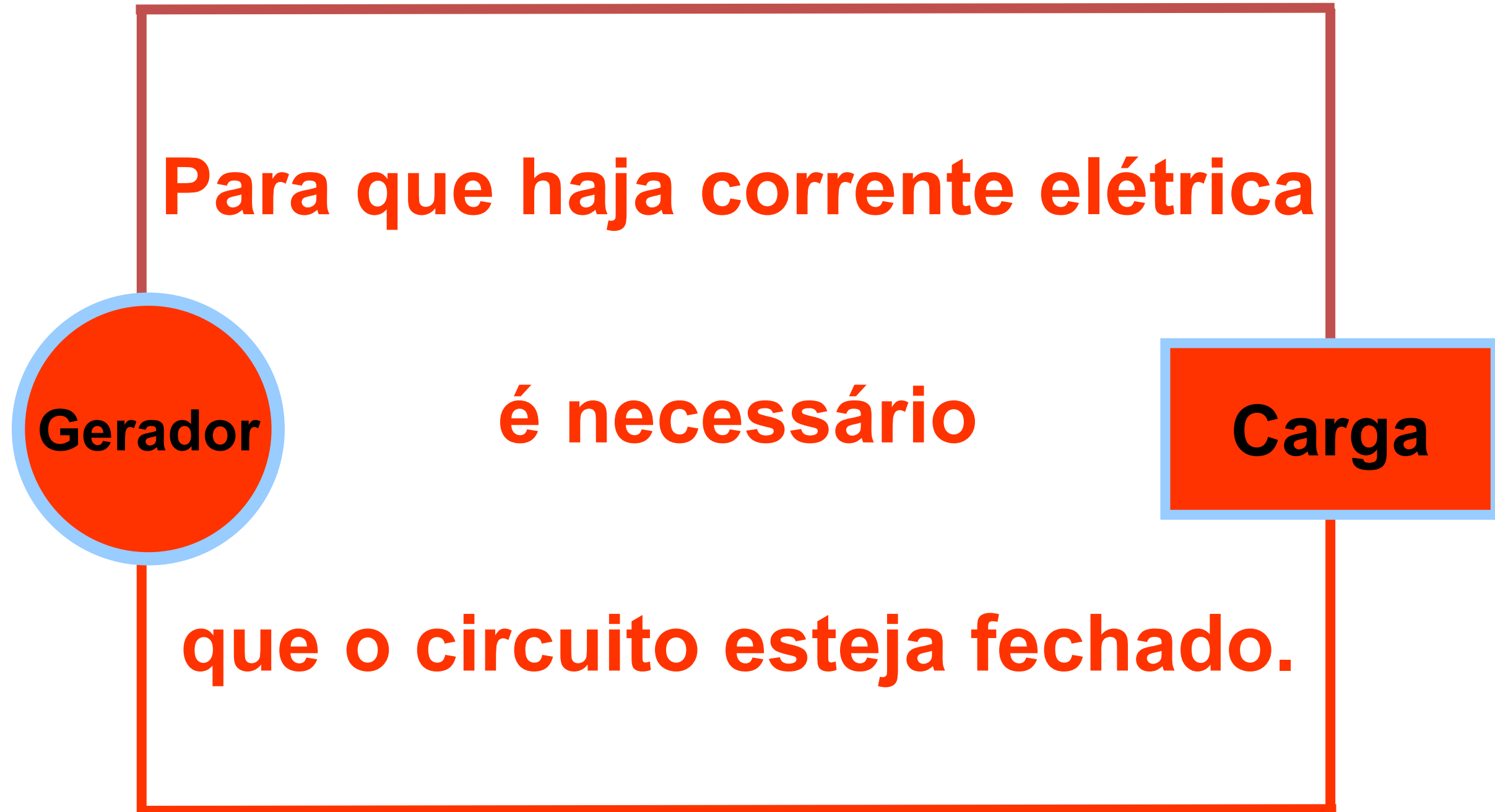
# CIRCUITO ELÉTRICO

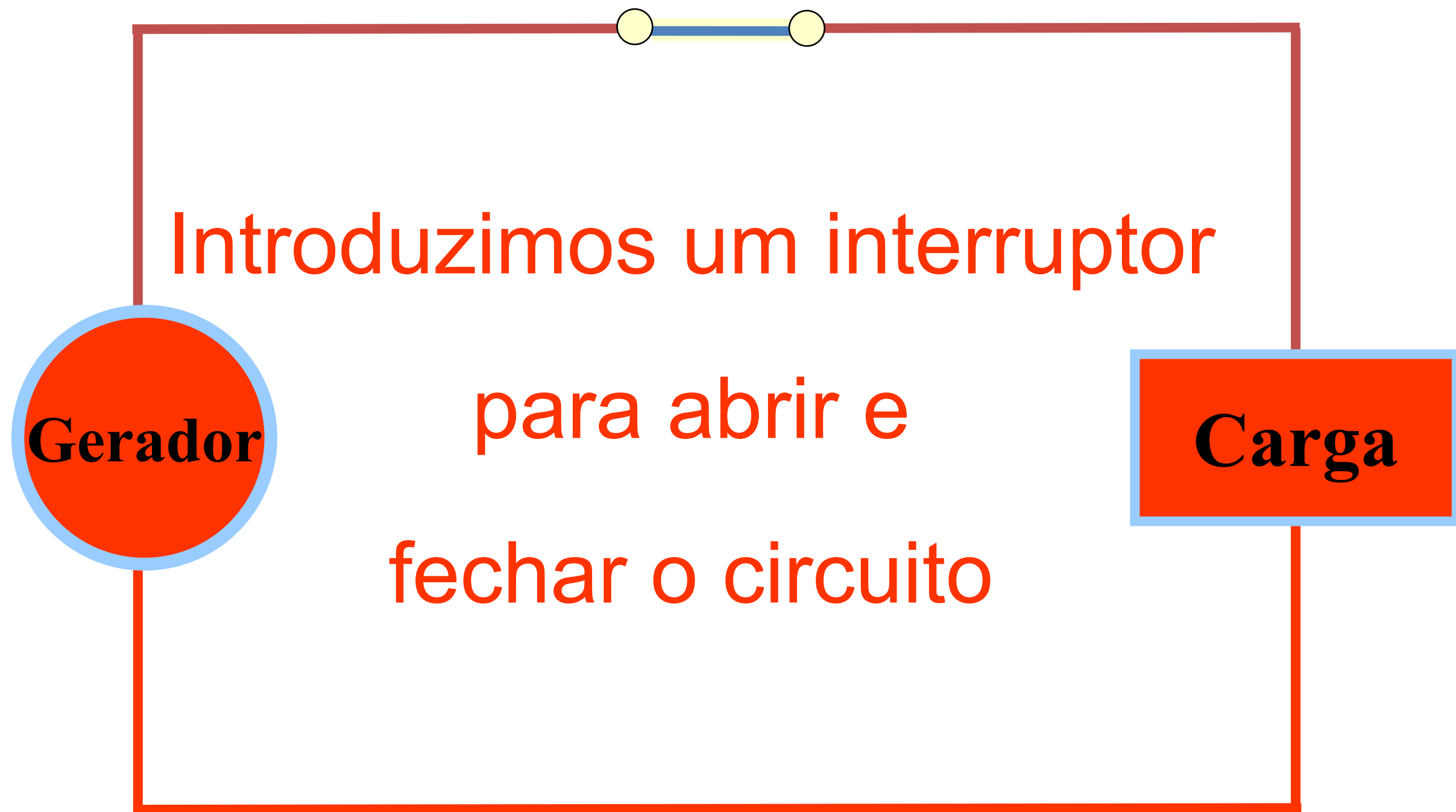
PARA OBTERMOS UM CIRCUITO  
ELÉTRICO, SÃO NECESSÁRIOS  
TRÊS ELEMENTOS:

SÃO  
ELES:

**GERADOR** (tomada ou pilha),  
**CONDUTOR** (fio),  
**CARGA** (lâmpada, ventilador, ...).

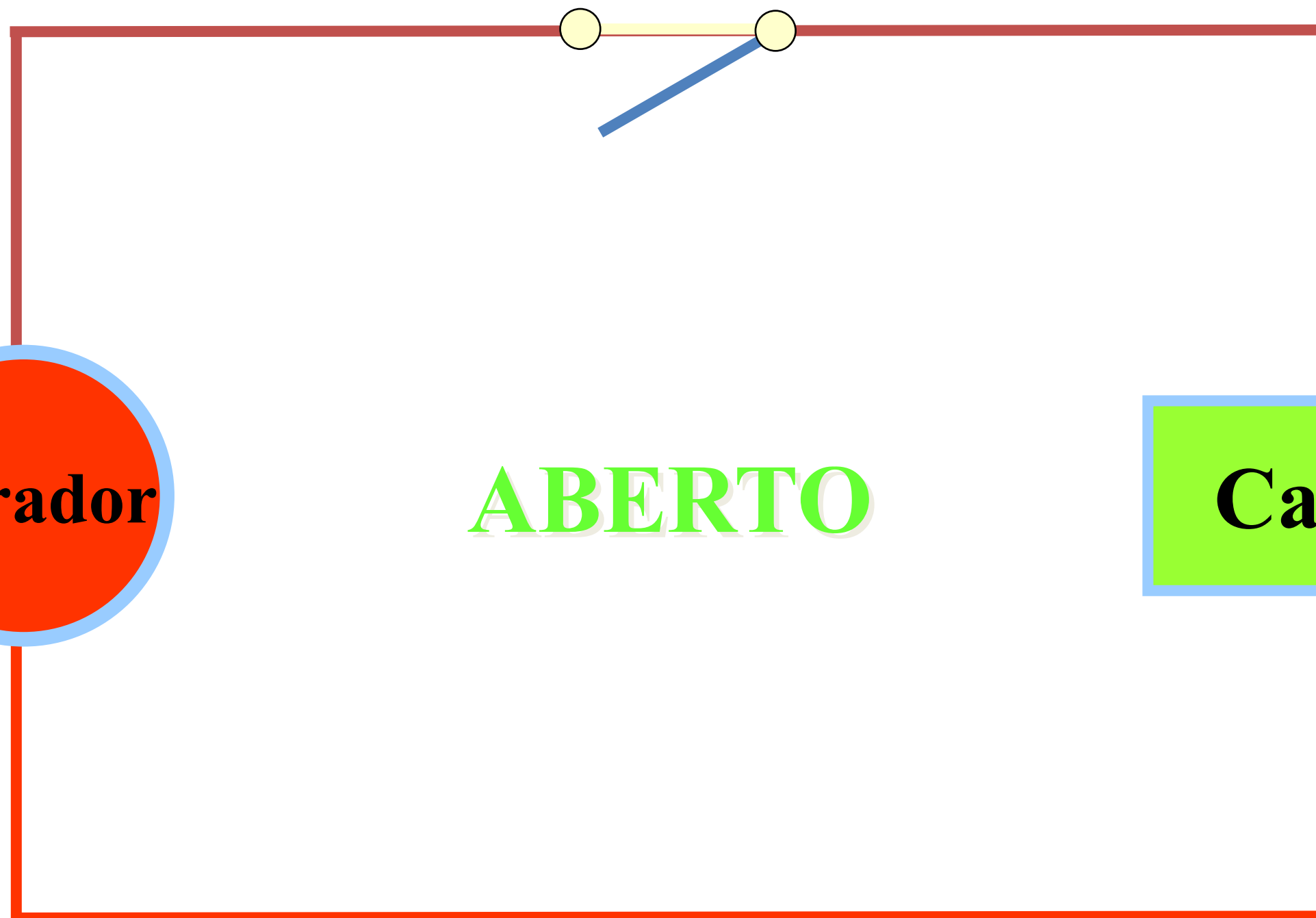








ABERTO



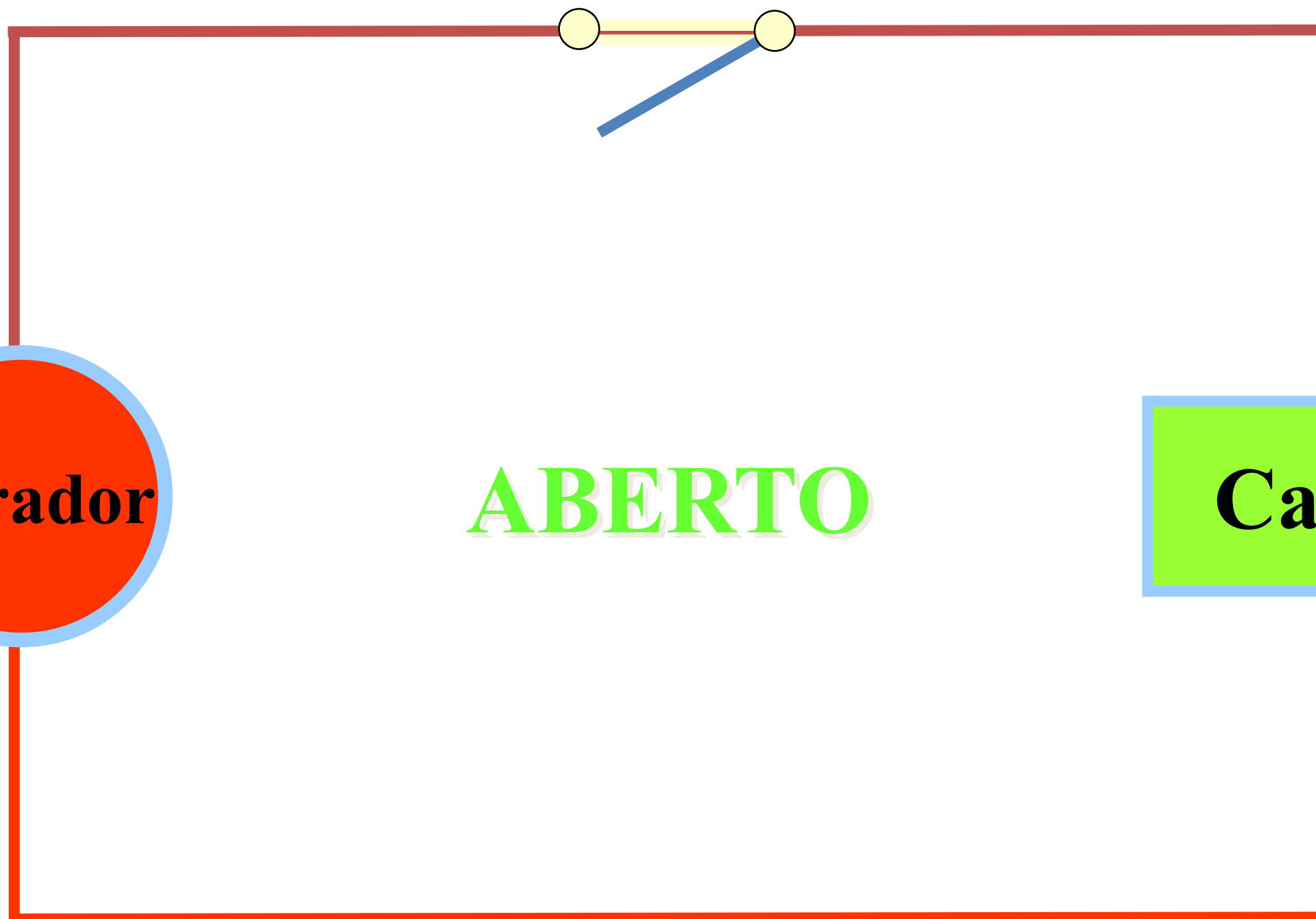


**FECHADO**





ABERTO





**FECHADO**



# O Circuito Base: A Anatomia Funcional

Para obtermos um circuito elétrico e gerar corrente, são necessários três elementos fundamentais e um caminho fechado:



## Gerador

Orienta o movimento dos elétrons (a força motriz).



## Condutor

Assegura a transmissão da corrente elétrica (a rodovia).



## Carga

Utiliza a corrente elétrica e a transforma em trabalho (luz, calor, movimento).



# Grandezas elétricas



**P**



Potência

**i**



Corrente

**R**



Resistência

**U**

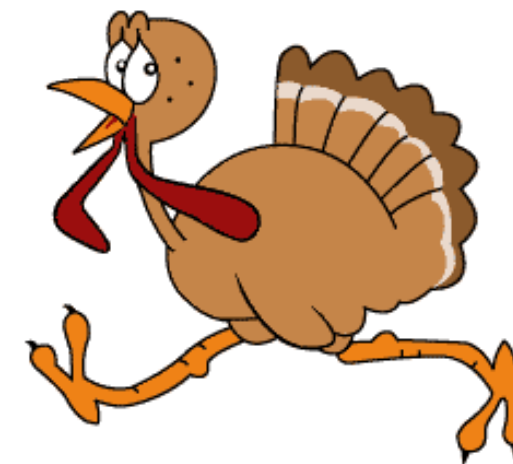


Tensão



Obs.: A corrente também costuma ser representada por **I** e a tensão por **V**.

# Grandezas elétricas e suas unidades de medida



**P**



**Potência**



watt



**W**

**i**



**Corrente**



ampere



**A**

**R**



**Resistência**



ohm



**$\Omega$**

**U**



**Tensão**



volt



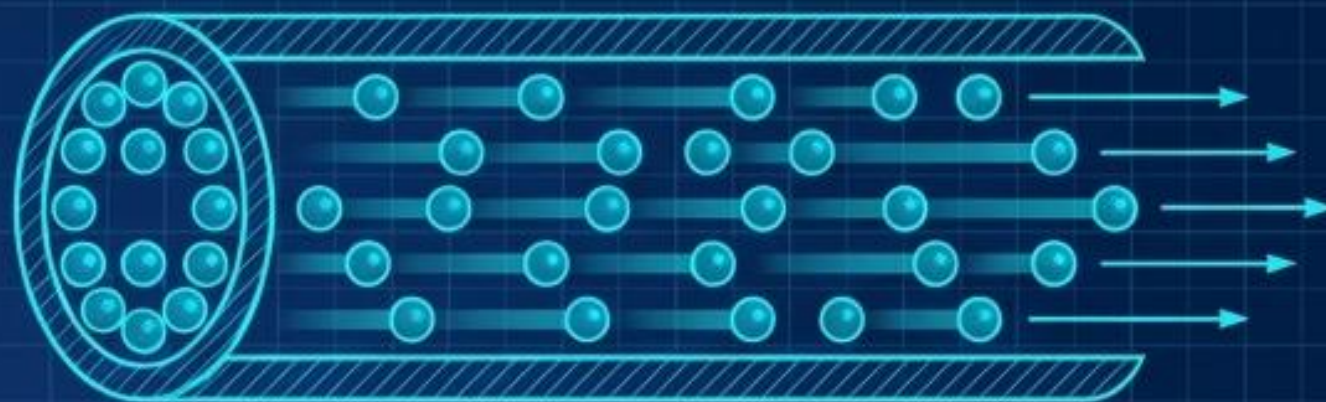
**V**

# Corrente Elétrica: O Fluxo

**Definição:** O movimento ordenado dos elétrons no interior de um condutor.

**Símbolo:**  $I$

**Unidade:** Ampere ( $A$ )



GA

MA

kA

**A**

mA

$\mu A$

nA

Para subir um degrau,  
caminhe com a vírgula  
3 casas à esquerda

Para descer um  
degrau, caminhe com  
a vírgula 3 casas à  
direita

## Exemplos de Conversão:

23 mA = 0,023 A

62,5 mA = 0,0625 A

0,2 kA = 200 A

6,6 kA = 6600 A

# Medindo a Corrente: O Amperímetro

O Amperímetro insere-se no caminho do fluxo. Nunca ligue em paralelo!

## O Circuito em Série



O Amperímetro deve ser ligado em **SÉRIE** com a carga. (1 único fio)

## Alicate Amperímetro

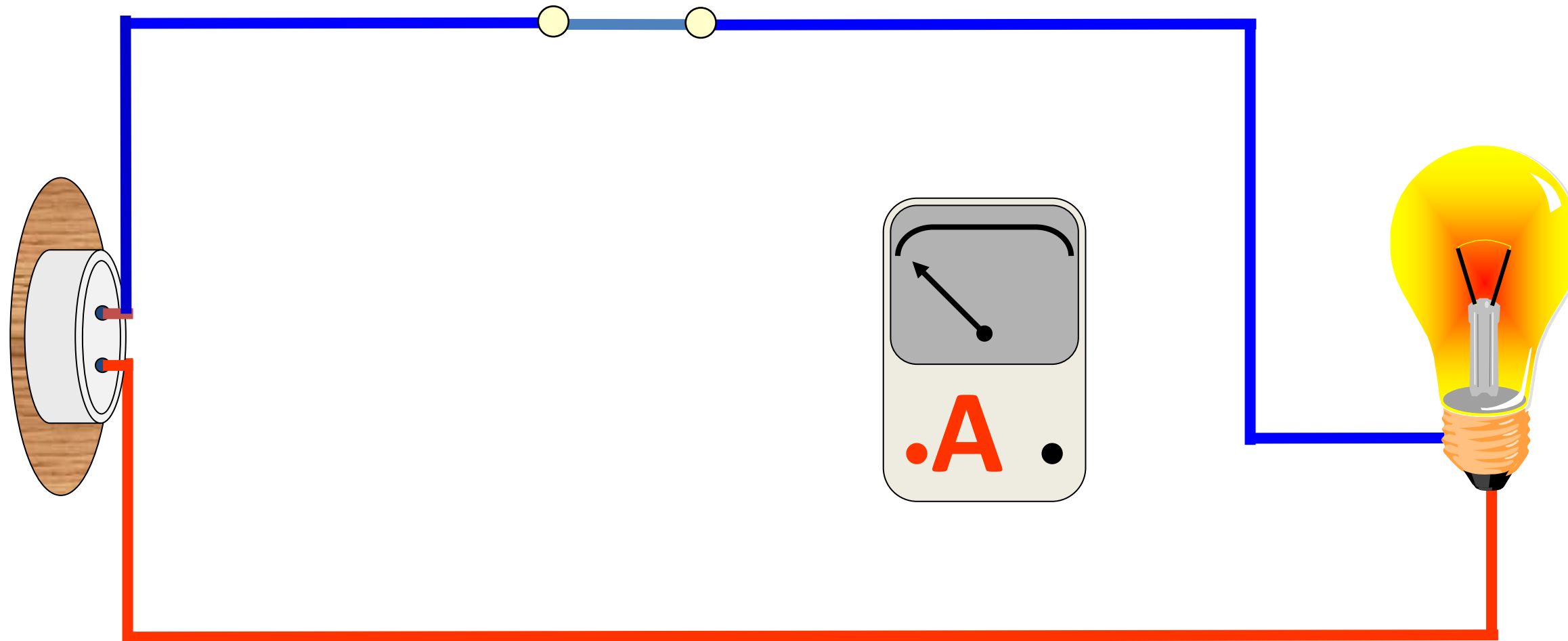


Alicate Amperímetro:  
Evita a necessidade de cortar o fio para medir a corrente.

### **CUIDADOS NA UTILIZAÇÃO:**

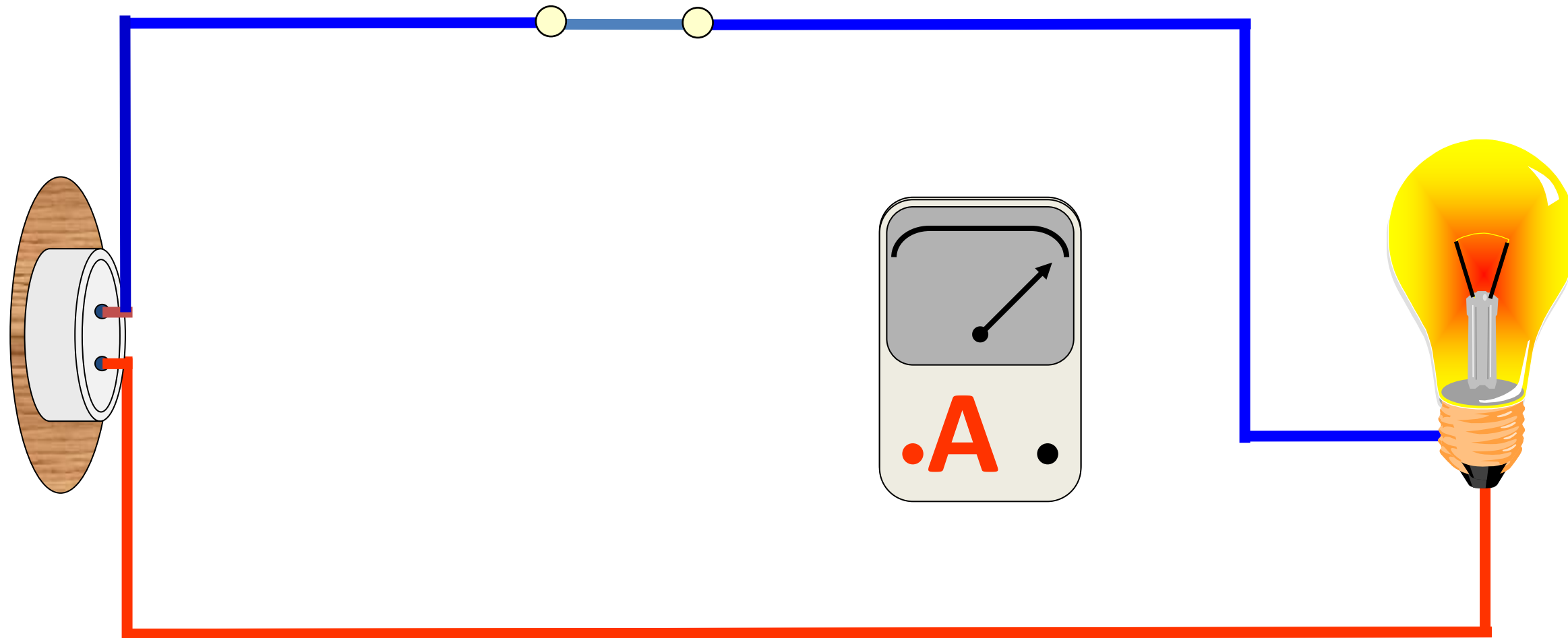
- Ajustar o ZERO sempre na ausência de corrente.
- A graduação máxima da escala deve ser **MAIOR** que a corrente medida.
- Não mudar a posição de utilização do aparelho.

# AMPERÍMETRO



O AMPERÍMETRO DEVE SER LIGADO  
EM **SÉRIE** COM A CARGA.

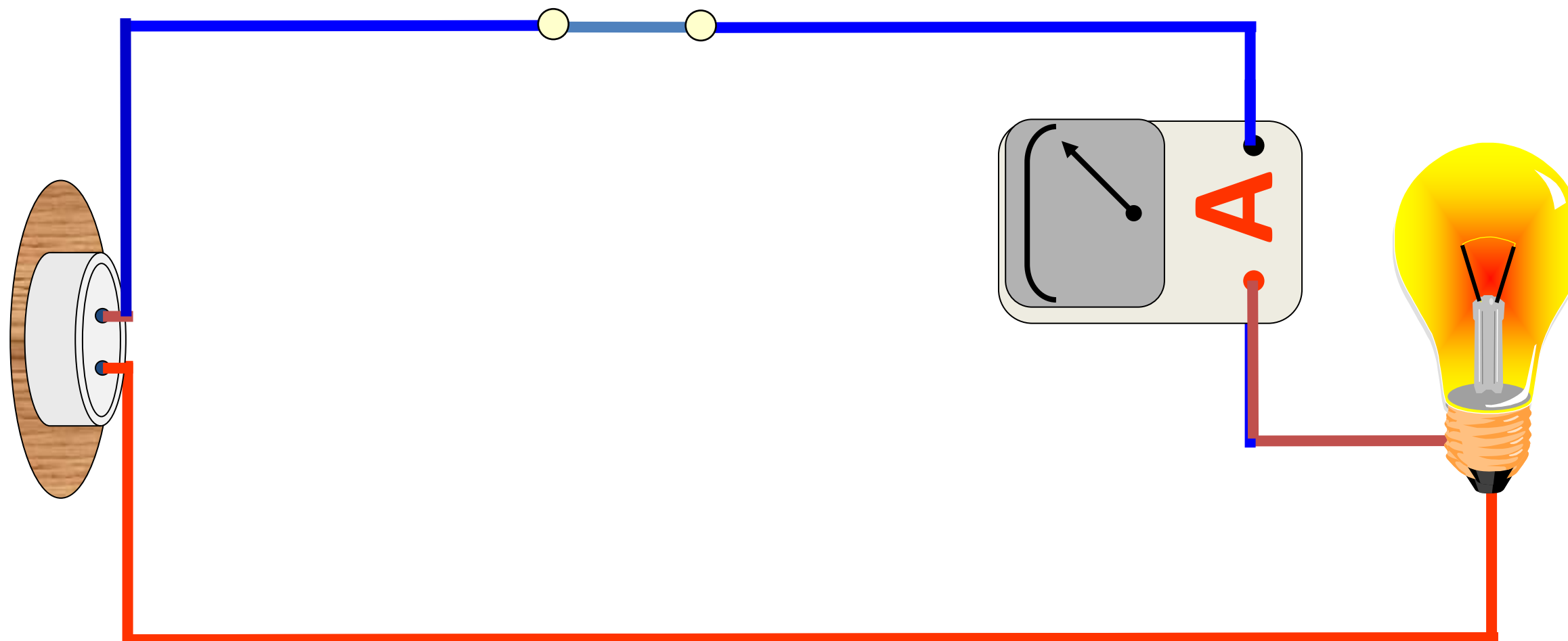
# AMPERÍMETRO



**O AMPERÍMETRO DEVE SER LIGADO  
EM SÉRIE COM A CARGA.**

**(1 único fio)**

# AMPERÍMETRO

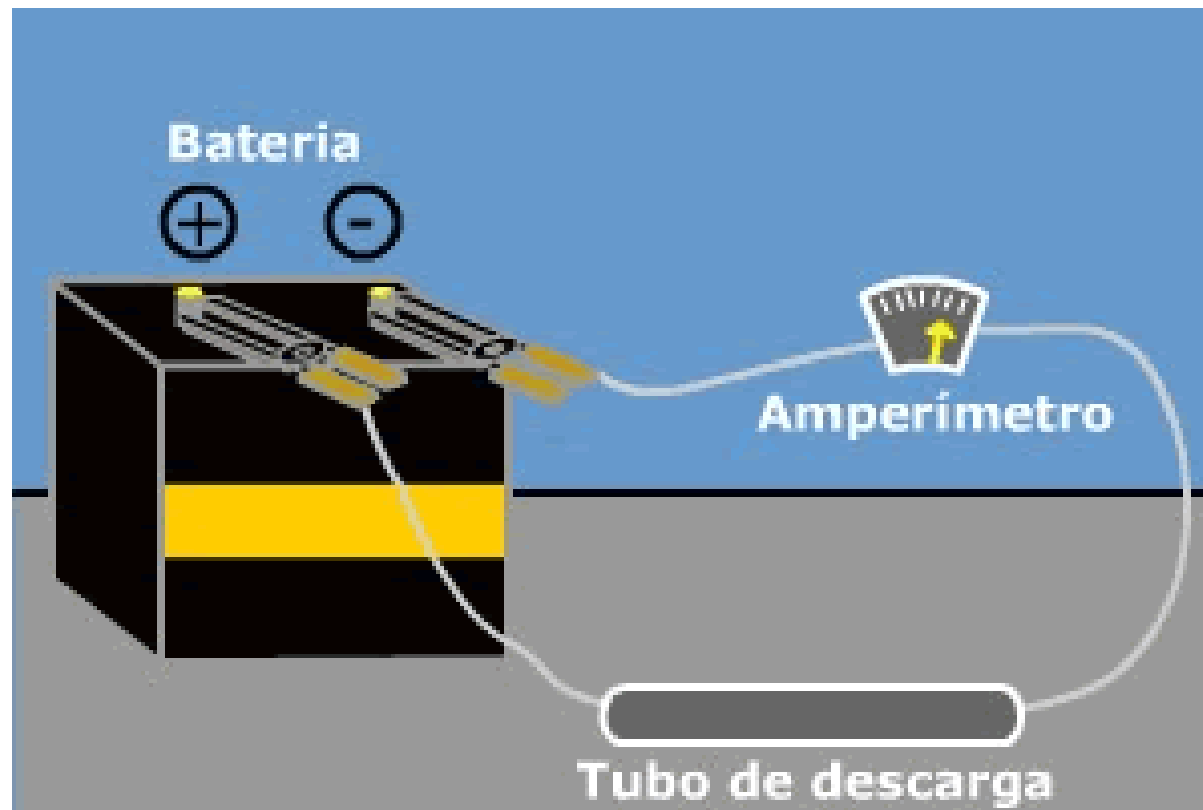


O AMPERÍMETRO DEVE SER LIGADO  
EM SÉRIE COM A CARGA.

(1 único fio)

# AMPERÍMETRO

Como o amperímetro é ligado num único fio, existe um aparelho chamado alicate amperímetro, para evitar cortar o fio.

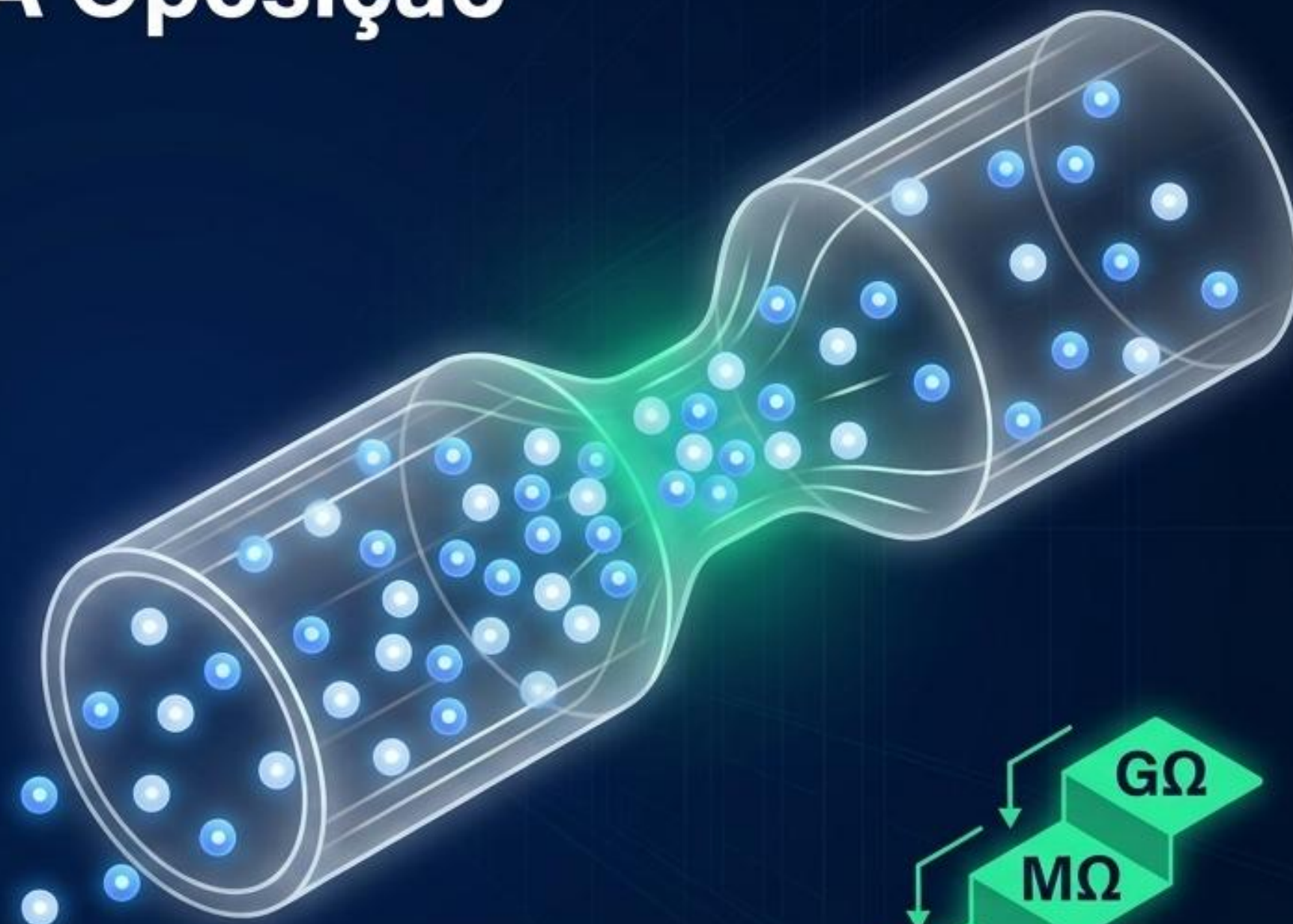


# Resistência Elétrica: A Oposição

**Definição:** A oposição oferecida à passagem da corrente elétrica. Todas as cargas possuem resistência inerente.

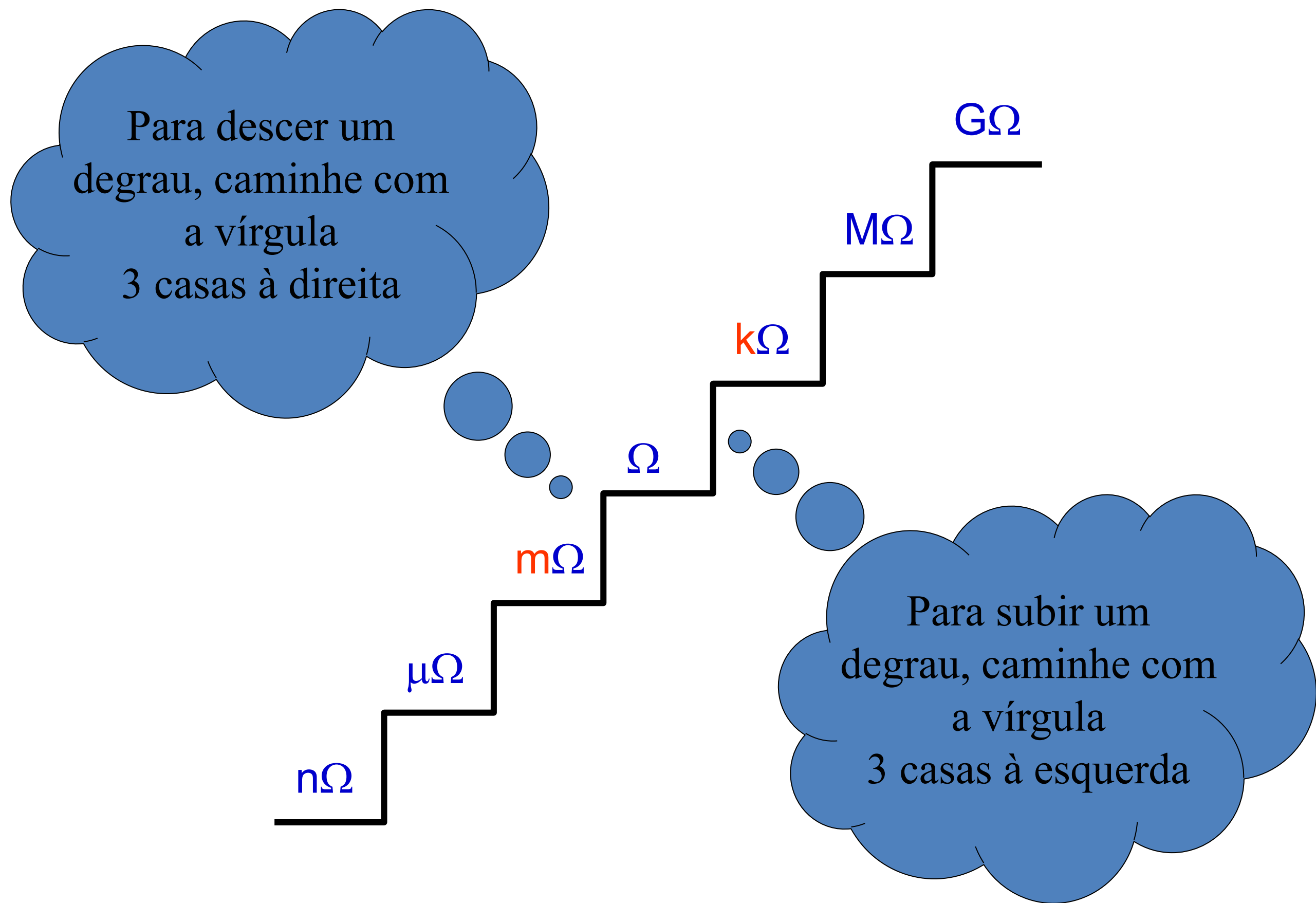
**Símbolo:**  $R$

**Unidade:** Ohm ( $\Omega$ )



Todas as cargas possuem uma resistência.





# Medindo a Resistência: O Ohmímetro

O Ohmímetro testa a continuidade de fios e a saúde dos componentes, operando de forma isolada.

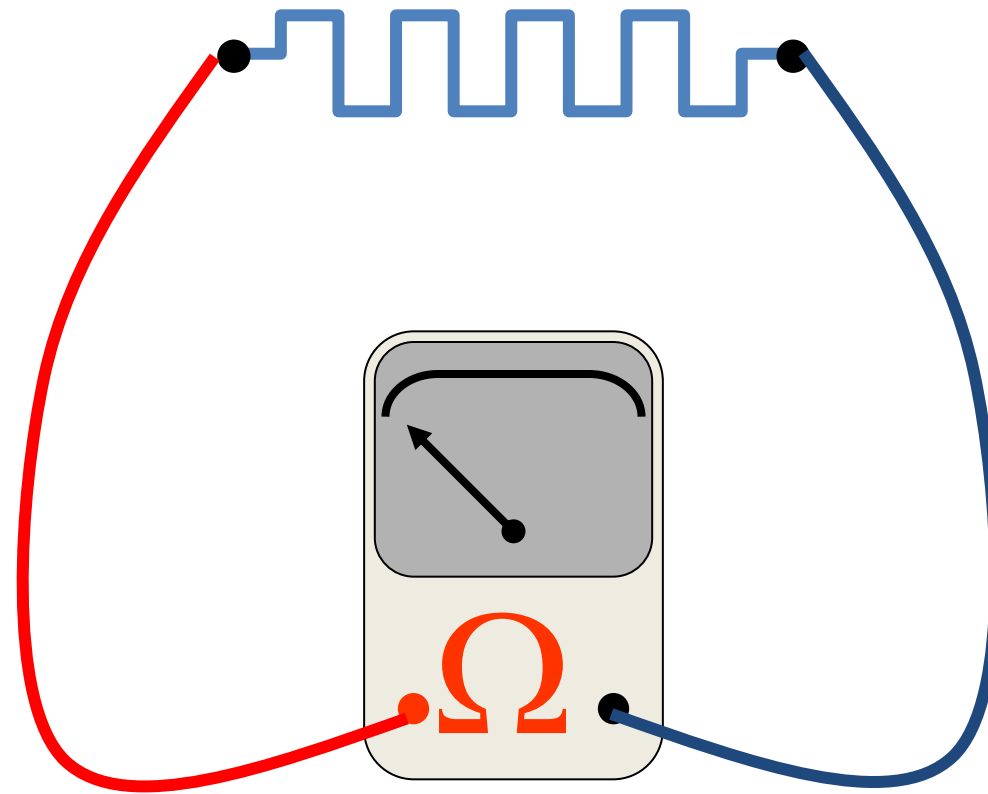


**LIGADO AOS TERMINAIS  
DA RESISTÊNCIA**

## REGRAS DE SEGURANÇA:

- ✓ A resistência deve ser medida sempre com **ausência de corrente** e o componente **DESCONECTADO** do circuito.
- ✓ O aparelho também **testa continuidade** (verifica se um fio está rompido ou o componente queimado).
- ⚠ **Ajuste do Zero:** Curto-circuitar os terminais do aparelho sempre antes de realizar uma medição.

# OHMÍMETRO

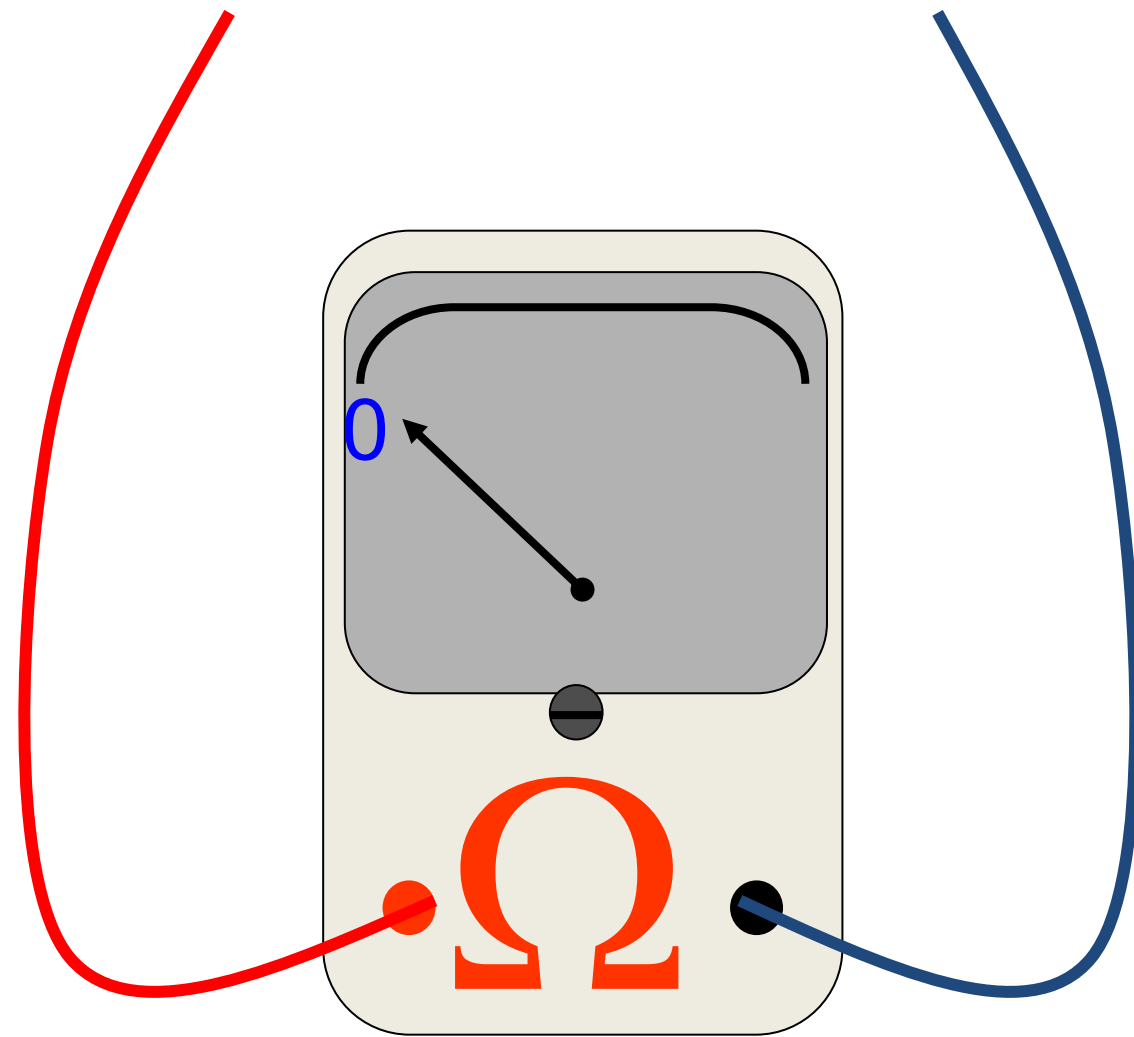


## LIGADO AOS TERMINAIS DA RESISTÊNCIA

Este aparelho também é usado para testes de continuidade, os quais verificam se um fio está rompido, ou se algum componente está “queimado”.

# OHMÍMETRO

AJUSTE DO ZERO  
(CURTO-CIRCUITAR OS  
TERMINAIS) SEMPRE  
ANTES DE REALIZAR UMA  
MEDIÇÃO.



A resistência deve ser  
medida sempre com  
ausência de corrente e  
desconectada do circuito.

# Tensão Elétrica: A Força Motriz (ddp)

**Definição:** A diferença de potencial (ddp) que impulsiona os elétrons através do circuito.

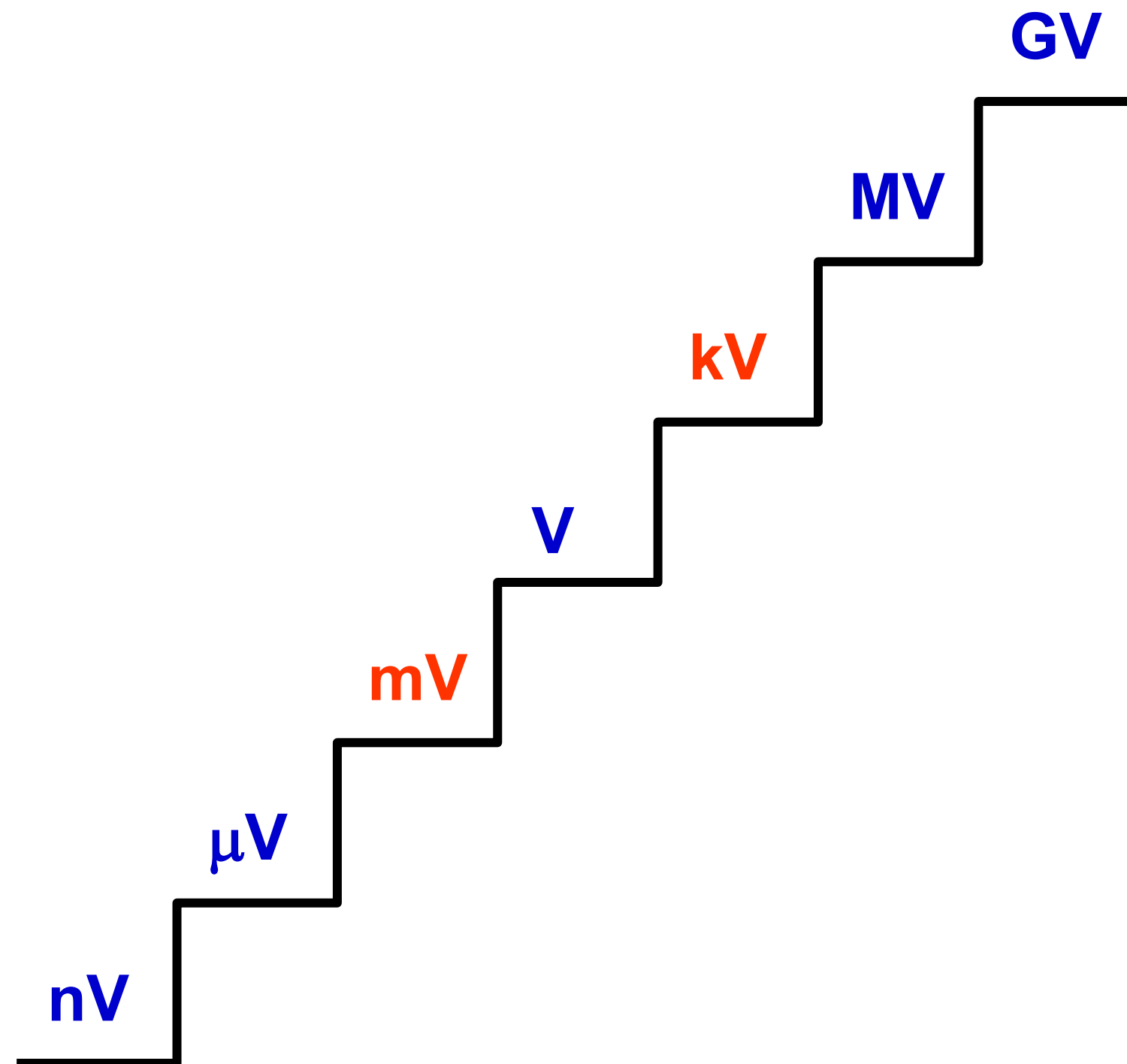
**Símbolo:** **U** ou **V**

**Unidade:** Volts (**V**)

**Regra de Nomenclatura:** Os símbolos das unidades de medidas são escritos com letras minúsculas (metro = m). Entretanto, se o nome da unidade deriva de um NOME PRÓPRIO, a primeira letra do símbolo é maiúscula: **V** (volt), **Hz** (hertz), **W** (watt), **Pa** (pascal).



# **MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS**



**PARA VALORES**  
**ELEVADOS, UTILIZAMOS OS**  
**MÚLTIPLOS**  
**E PARA VALORES MUITO BAIXOS, OS**  
**SUBMÚLTIPLOS**

$$13,8 \text{ kV} = \underline{13.800 \text{ V}}$$

$$34,5 \text{ kV} = \underline{34.500 \text{ V}}$$

$$220 \text{ V} = \underline{0,22 \text{ kV}}$$

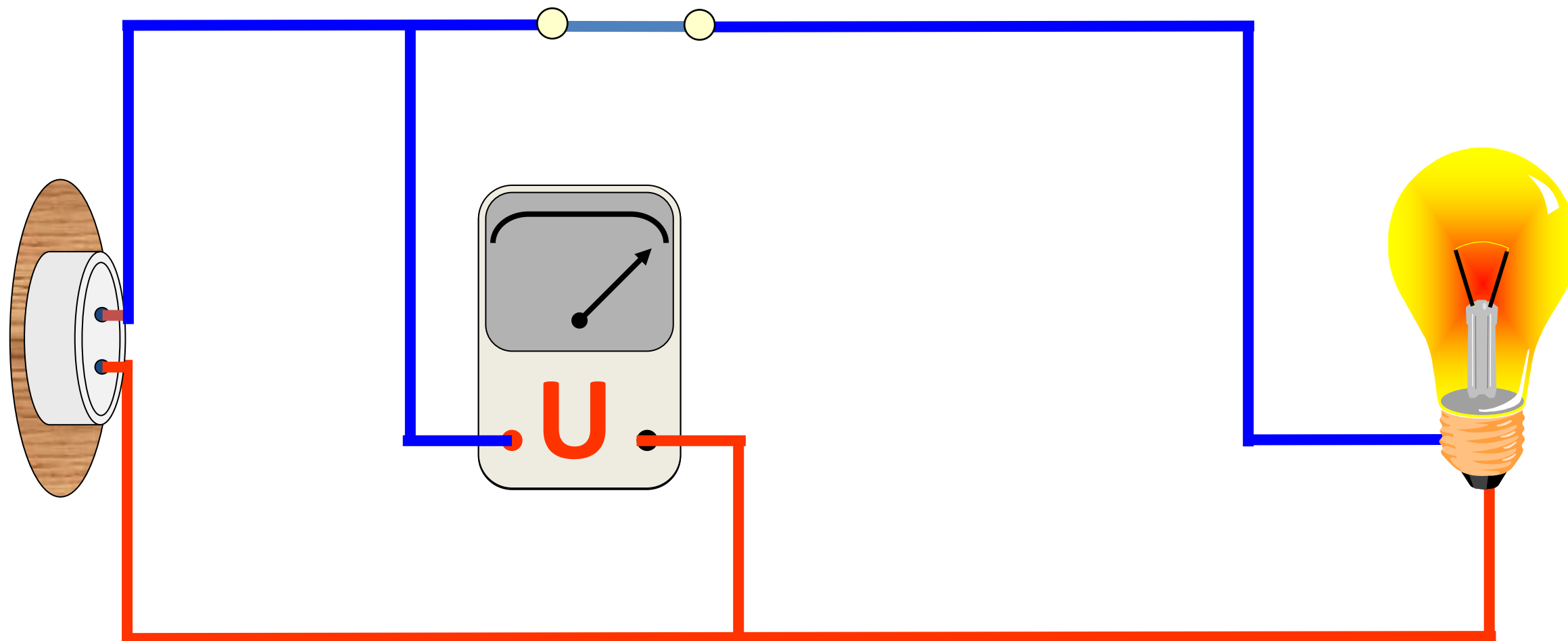
$$127 \text{ V} = \underline{0,127 \text{ kV}}$$

**APARELHO DE MEDIDA**

**DA**

**TENSÃO ELÉTRICA**

# VOLTÍMETRO



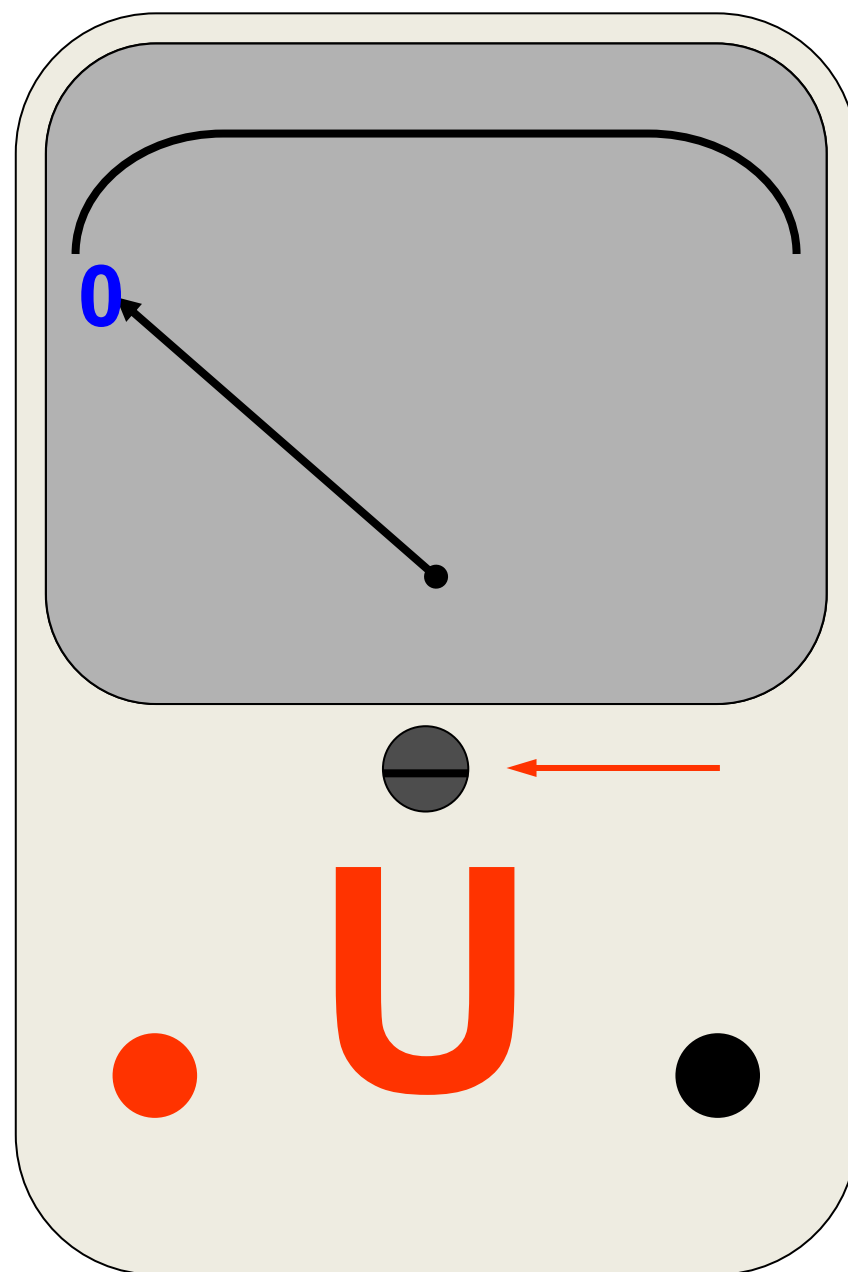
**DEVE SER LIGADO**

**EM PARALELO COM A CARGA.**

**(2 fios diferentes)**

# CUIDADOS NA UTILIZAÇÃO DO VOLTÍMETRO

# CUIDADOS NA UTILIZAÇÃO DO VOLTÍMETRO



**A GRADUAÇÃO DA ESCALA  
DEVE SER MAIOR QUE  
A TENSÃO MEDIDA  
(GERALMENTE **300 V**)**

**AJUSTAR O ZERO  
(SEMPRE NA AUSÊNCIA DE  
TENSÃO)**

**NÃO MUDAR A POSIÇÃO  
EM PARALELO DE  
UTILIZAÇÃO DO APARELHO**

# Síntese Diagnóstica: O Padrão de Medição

| Grandeza                                                                                        | Símbolo & Unidade | Instrumento | Tipo de Conexão                                                                                               | Status do Circuito & Regra            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|  Corrente      | $i$ (A)           | Amperímetro | Em Série (1 fio)<br>       | Energizado  <br>Alicate evita corte   |
|  Tensão      | $U$ (V)           | Voltímetro  | Em Paralelo (2 fios)<br> | Energizado  <br>Escala > medida       |
|  Resistência | $R$ ( $\Omega$ )  | Ohmímetro   | Terminais isolados<br>   | DESENERGIZADO  <br>Teste continuidade |

# A 1ª Lei de Ohm: O Comportamento do Circuito

A relação matemática fundamental entre Tensão, Resistência e Corrente.



## O Método Prático: Cobrir para Resolver

1



Cobriu U?

$$U = R \cdot i$$

2



Cobriu i?

$$i = U / R$$

3



Cobriu R?

$$R = U / i$$

# A 1ª Lei de Ohm: A Grande Síntese

O relacionamento definitivo entre Tensão (U), Resistência (R) e Corrente (I). Para obter um valor, basta cobri-lo.



$$U = R \cdot I$$



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



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

# Potência Elétrica: O Trabalho Realizado

**Definição:** A quantidade de energia transformada em trabalho ou calor por unidade de tempo.

**Símbolo:** **P**

**Unidade:** Watts (**W**)



Ambas submetidas à mesma tensão de 127 V.  
A potência determina o brilho e o calor gerado.

As Fórmulas  
da Potência:

$$P = U \cdot I$$

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

# Potência Elétrica (P): O Trabalho Realizado

## O Conceito

Indica a quantidade de trabalho elétrico efetivamente realizado (ex: o quão forte uma lâmpada brilha).

Símbolo: P | Unidade: watt (W)



$$P = U \cdot i$$

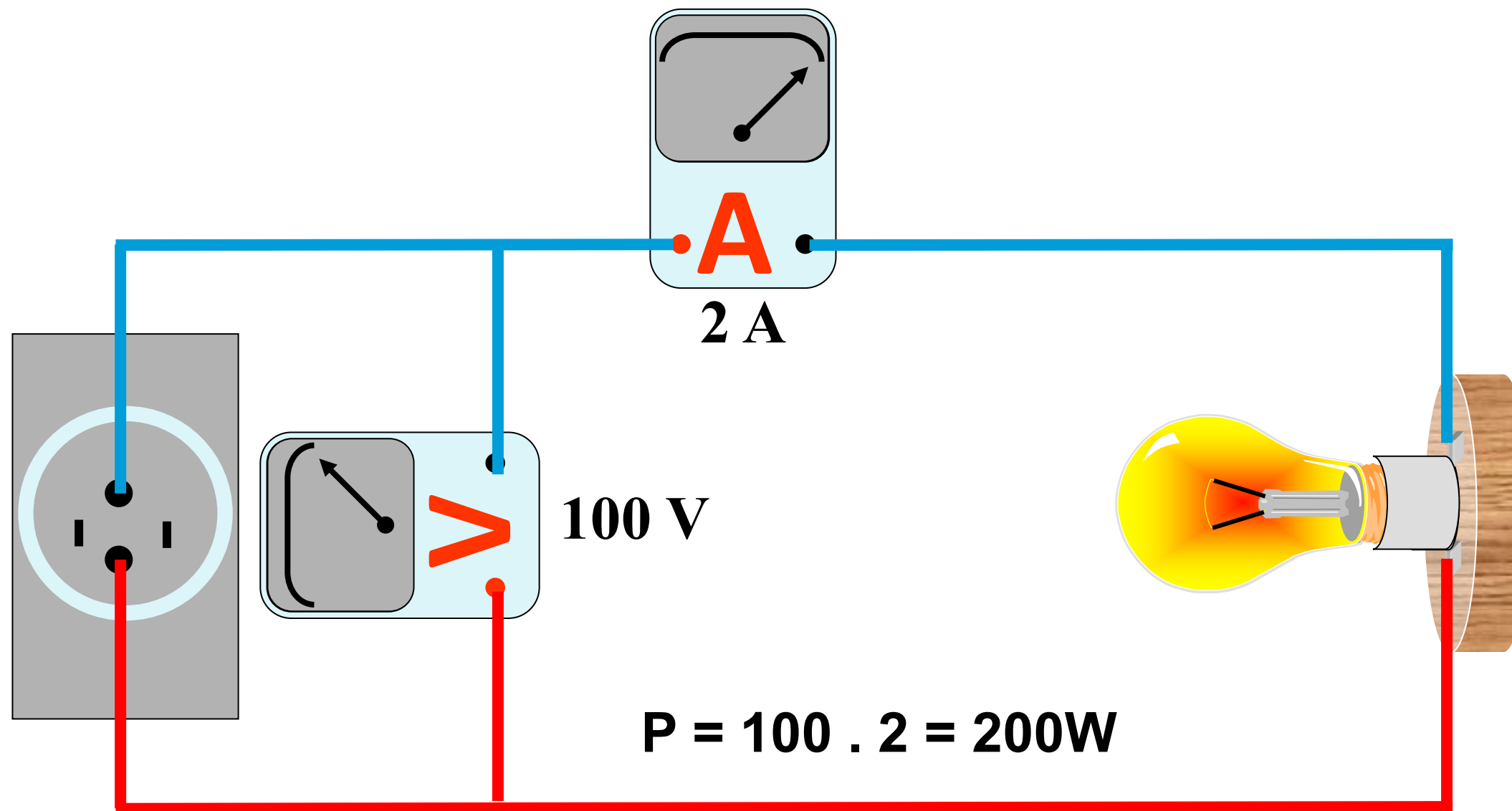
## O Instrumento: O Wattímetro



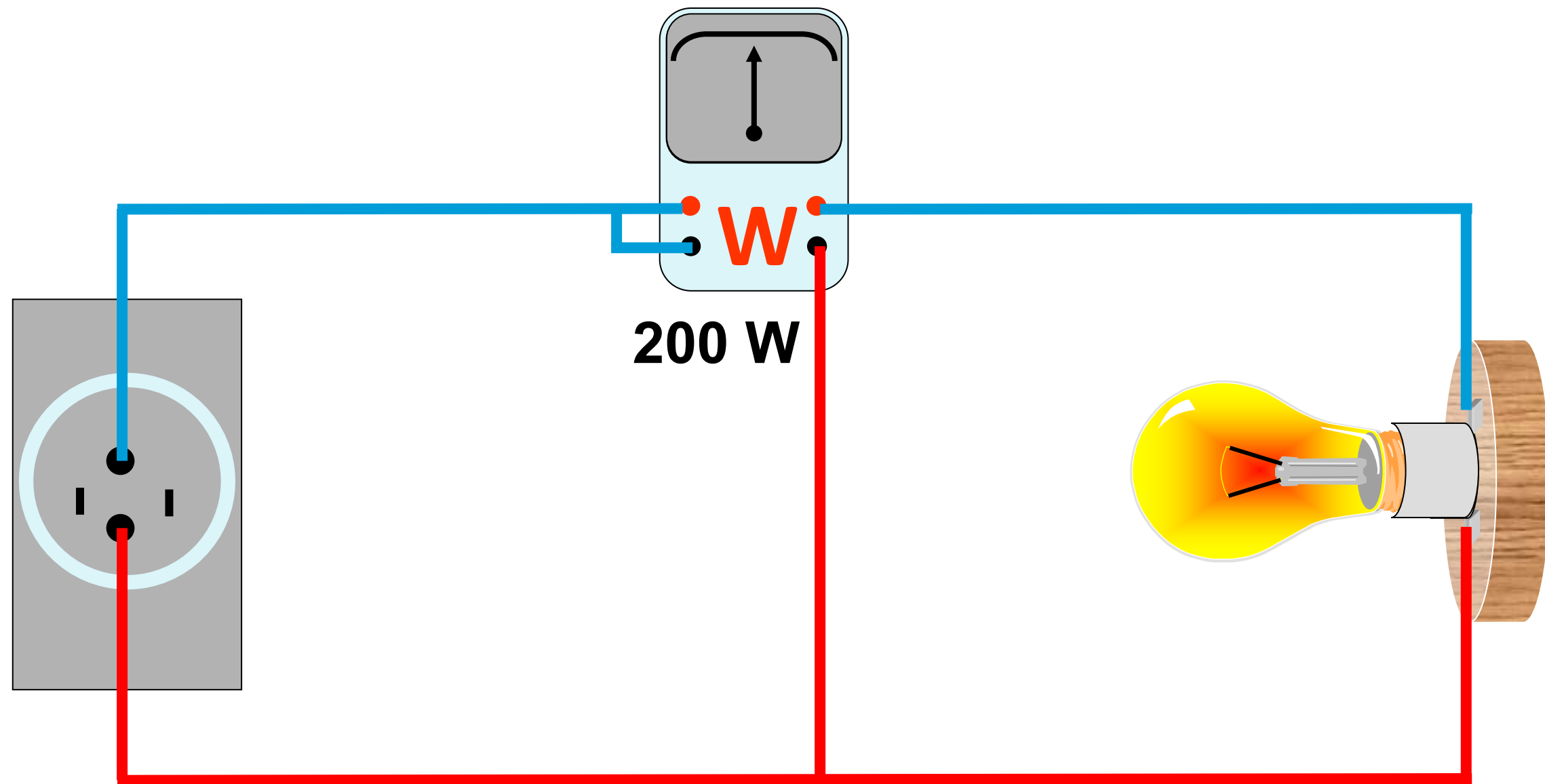
Porque a Potência é o produto da tensão pela corrente, o Wattímetro possui 4 fios.

- Ele combina internamente uma bobina de corrente (ligada em série) e uma bobina de tensão (ligada em paralelo).

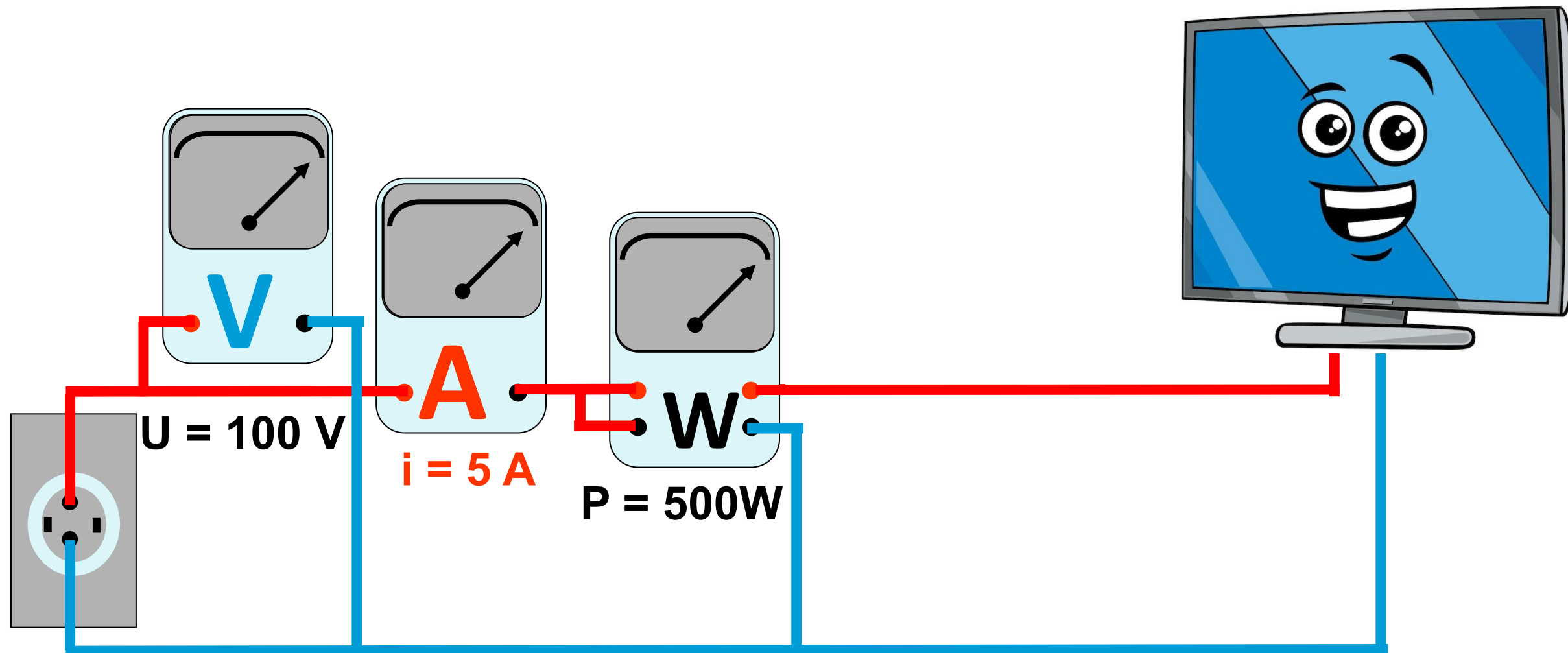
Circuito contendo AMPERÍMETRO (1 fio – ligação em série) e VOLTÍMETRO (2 fios - ligação em paralelo).



O WATTÍMETRO contempla o amperímetro (dois fios em série) e o voltímetro (2 fios em paralelo), portanto possui 4 fios.



Circuito contendo AMPERÍMETRO (ligação em série),  
VOLTÍMETRO (ligação em paralelo) e WATTÍMETRO.



# A Evolução da Medida: O Multímetro

O instrumento universal da prática profissional moderna.



O multímetro contempla todos os medidores anteriores em um único aparelho.  
A seleção da grandeza no dial central **NÃO** altera as regras absolutas de conexão no circuito.

# Consumo de Energia Elétrica (E): O Fator Tempo

A energia elétrica é simplesmente a **Potência** aplicada ao longo do **Tempo**.

$$E = P \cdot \Delta t$$

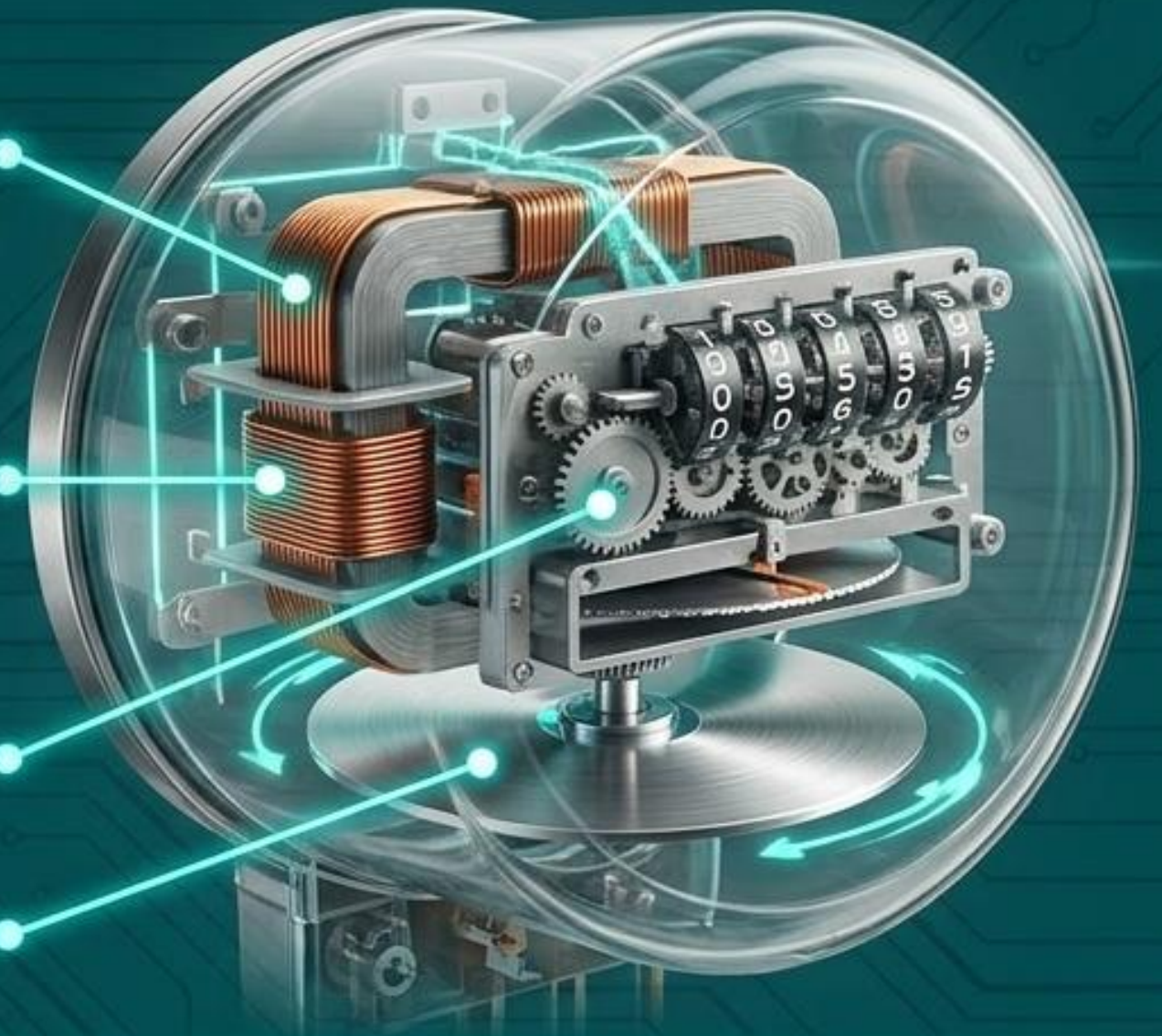
Onde: **E** = Energia  
**P** = Potência  
 **$\Delta t$**  = Variação de Tempo.

Bobina de  
corrente  
(Amperímetro)

Bobina de  
tensão  
(Voltímetro)

Relojoaria  
(cronômetro)

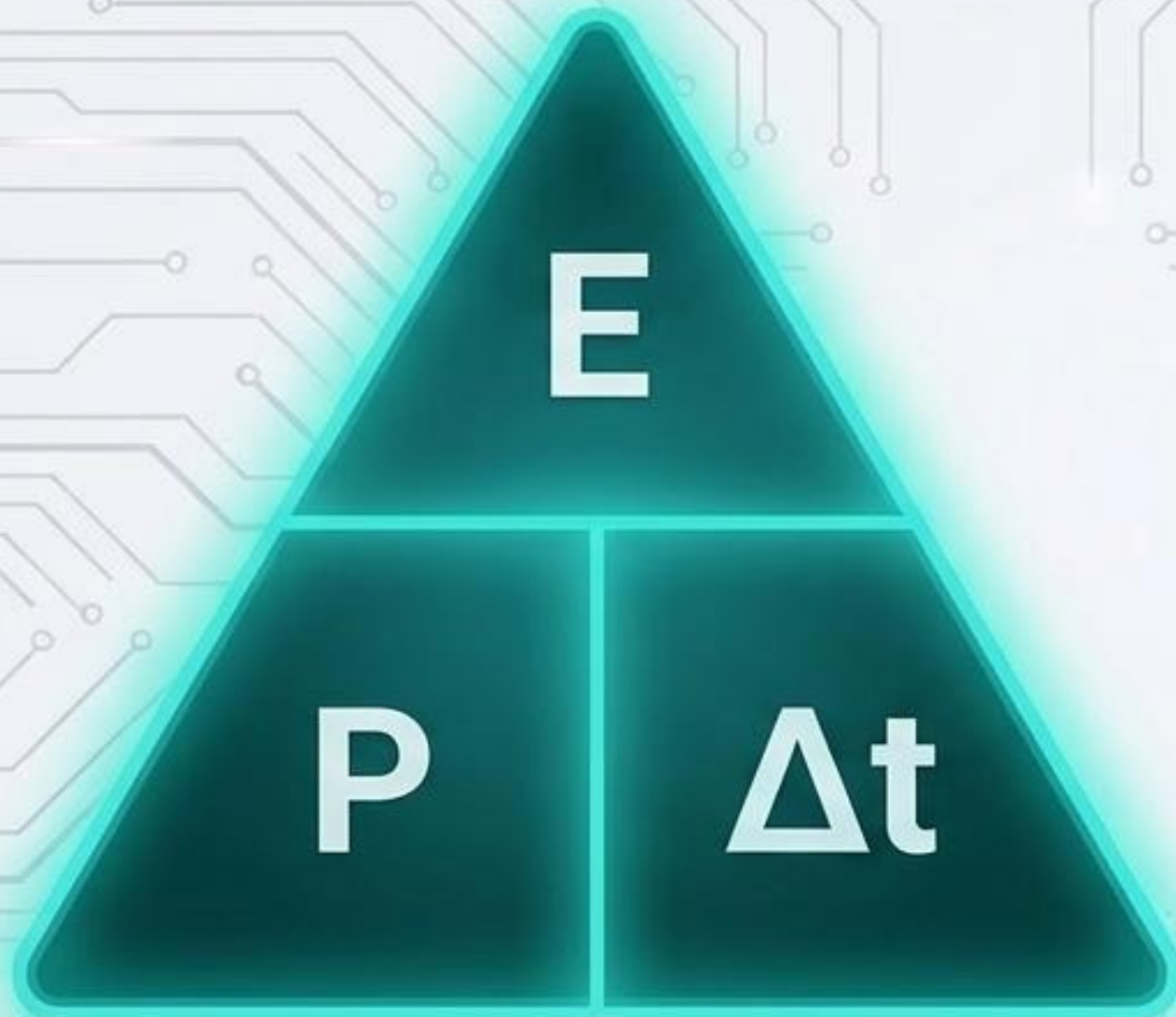
Disco



Os medidores de energia elétrica em nossas casas são conhecidos como medidores de kWh. Eles combinam um wattímetro (tensão + corrente) com um cronômetro mecânico ou digital para acumular o consumo.

# O Terceiro Triângulo: Energia

Aplicando a mesma regra prática de “cobrir para resolver”, a fórmula do consumo se torna visual.



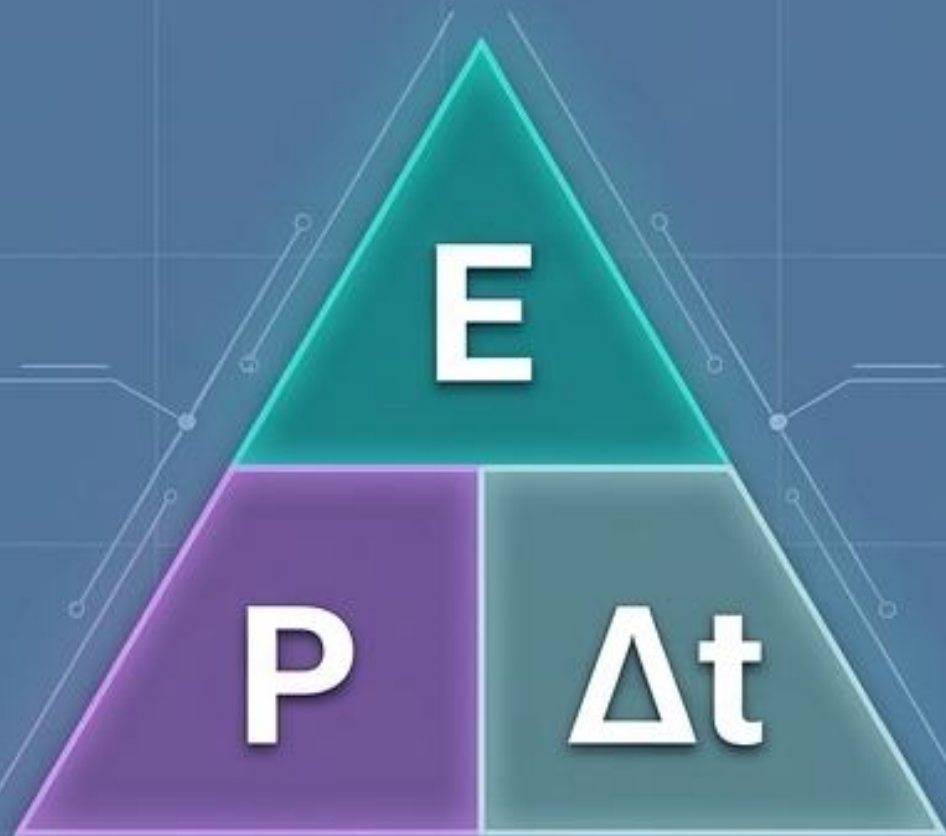
## Padronização Comercial

- Potência (P) medida em **Quilowatts (kW)**.
- Tempo ( $\Delta t$ ) medido em **Horas (h)**.
- Resultado (E) cobrado em **Quilowatt-hora (kWh)**.

# Consumo de Energia (**E**): O Fator Tempo

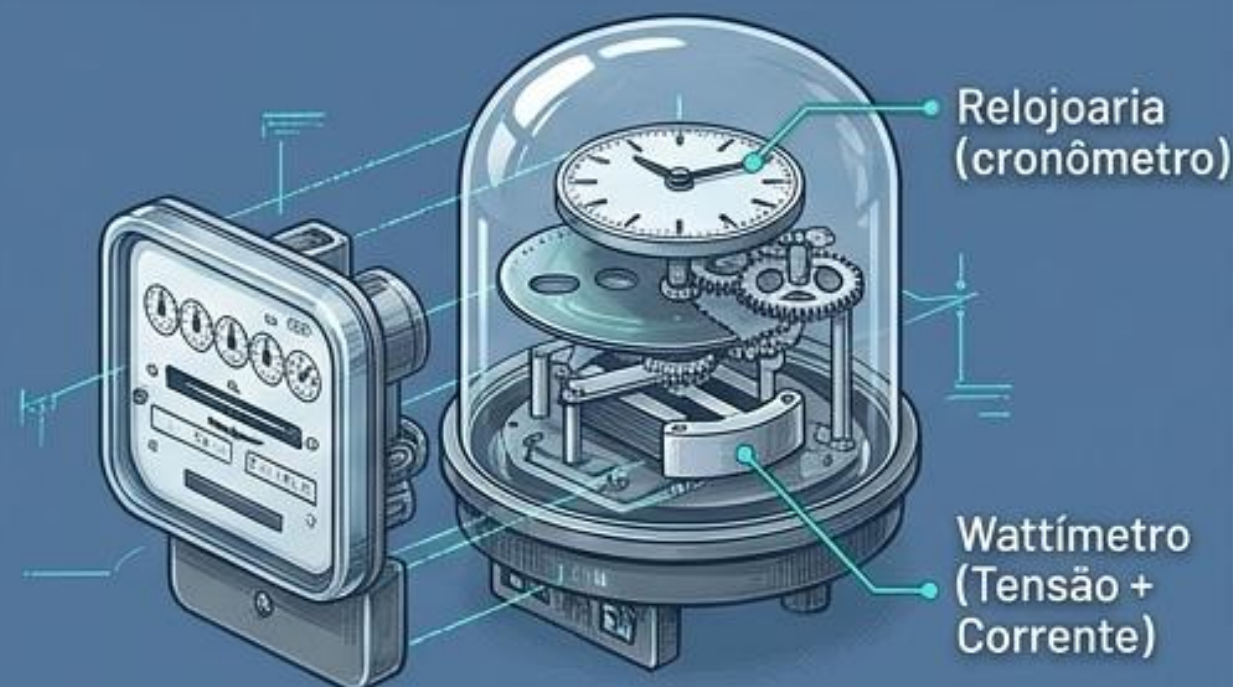
$$E = P \cdot \Delta t$$

(Onde **E** = Energia, **P** = Potência,  $\Delta t$  = Variação de Tempo)



## Padronização Comercial (A Conta de Luz)

- Potência medida em Quilowatts (kW).
- Tempo medido em horas (h).
- Resulta na unidade de faturamento: Quilowatt-hora (kWh).



Combinação de Wattímetro + Relógio (Cronômetro) para Medir Consumo

# Energia Elétrica: O Consumo no Tempo

A energia faturada comercialmente é simplesmente a Potência trabalhando através do tempo.

Fórmula:  $E = P \cdot t$



# A Chave Mestra: O Triplo Fundamento

Decorando estes 3 triângulos de fórmula, dá para resolver praticamente tudo.



$$U = R \cdot i$$

(Comportamento do Circuito)



$$P = U \cdot i$$

(Trabalho Realizado)



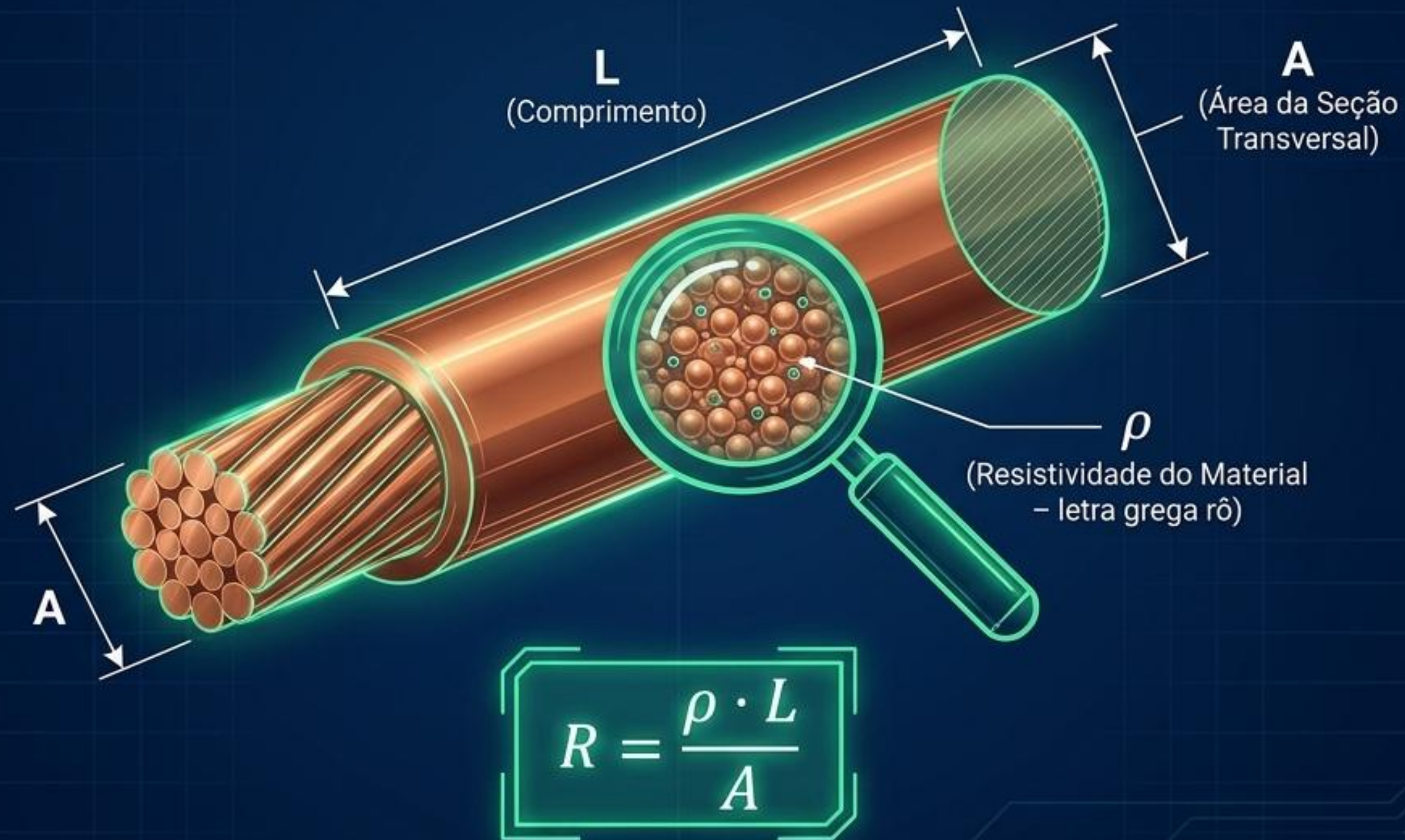
$$E = P \cdot \Delta t$$

(Consumo Acumulado)

Estas três relações matemáticas, combinadas com o entendimento de como medir cada grandeza na prática, formam a base absoluta de todo o estudo da eletricidade.

## A 2ª Lei de Ohm: Geometria e Material

O que define fisicamente o valor de uma resistência? Ela é diretamente proporcional ao comprimento e à resistividade, e inversamente proporcional à área.



# A 2ª Lei de Ohm: A Física do Material

O que fisicamente determina o valor da resistência **em um condutor**?



## Exemplo Prático: Fio de cobre

### Dados

$L = 4,0\text{m}$  |  $A = 4,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2$  |  $\rho = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$

### Solução

Cálculo:  $R = 1,7 \times 10^{-8} \cdot (4 / 4 \times 10^{-6}) = 1,7 \times 10^{-2} \Omega$

# Matriz Resumo das Grandezas Elétricas

O panorama completo das leis físicas da eletricidade.

| Grandeza              | Símbolo | Unidade          | Aparelho de Medida               | Fórmula Principal            | <b>1ª Lei de Ohm:</b><br><b><math>U = R \cdot I</math></b> |
|-----------------------|---------|------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Corrente Elétrica     | I       | Ampere (A)       | Amperímetro (Série)              | -                            |                                                            |
| Resistência Elétrica  | R       | Ohm ( $\Omega$ ) | Ohmímetro (Paralelo / Desligado) | $R = \frac{\rho \cdot L}{A}$ |                                                            |
| Tensão Elétrica (ddp) | U ou V  | Volts (V)        | Voltímetro (Paralelo)            | -                            |                                                            |
| Potência Elétrica     | P       | Watts (W)        | Wattímetro                       | $P = U \cdot I$              |                                                            |

- Ana Maria Ensina a Utilizar o Multímetro Digital:

<https://www.youtube.com/watch?v=wQy84z4cxMU>

- Alta Tensão 13800 volts:

<https://www.youtube.com/watch?v=zXHGUoq1bVE>