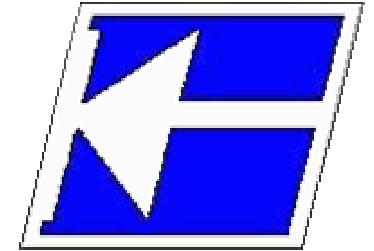


**Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina**

**Departamento de Eletrônica**

**Eletrônica Básica e Projetos Eletrônicos**



**Grandezas elétricas**  
**e**  
**Sistema de Unidades**

**Clóvis Antônio Petry, professor.**

**Florianópolis, fevereiro de 2007.**

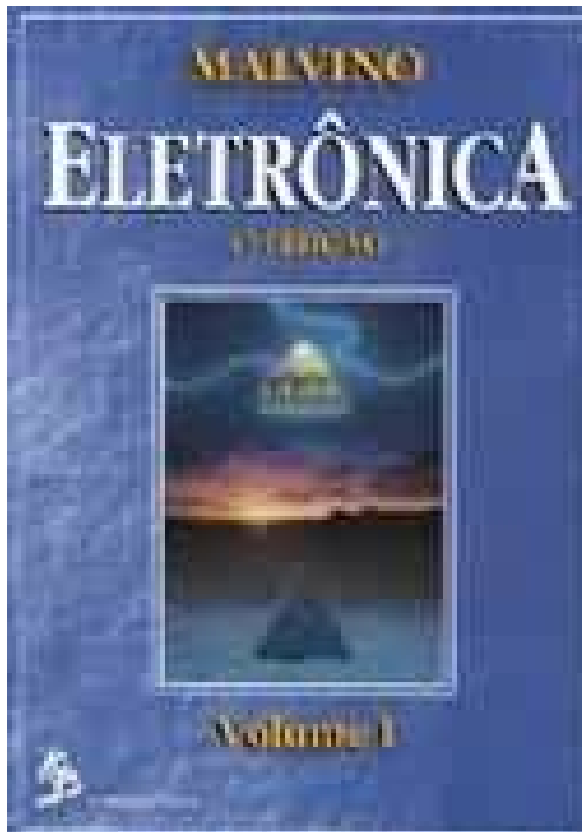
# Nesta aula

---

## **Seqüência de conteúdos:**

1. Principais grandezas elétricas;
2. Lei de Ohm;
3. Fontes de tensão ideal e real;
4. Sistema internacional de unidades;
5. Padrões elétricos e convenções;
6. Exercícios.

# Bibliografia



| S  | A  | K                 |  |
|----|----|-------------------|--|
| cd |    | kg/m <sup>3</sup> |  |
| Pa | kg | A/m <sup>2</sup>  |  |
| m  |    | mol               |  |

**Unidades Legais:  
é muito fácil escrever!**



# Principais grandezas elétricas

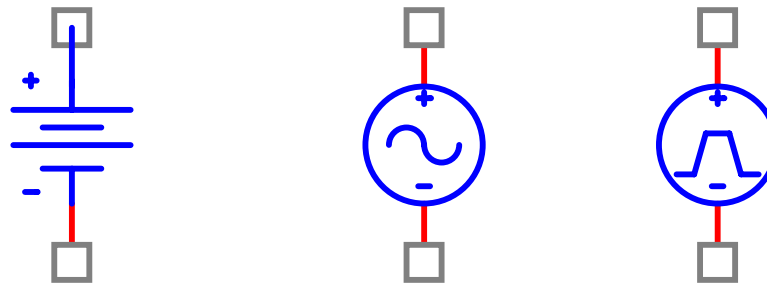
## Corrente elétrica:

- A corrente elétrica é originada a partir do movimento das cargas elétricas. É, portanto, o fluxo de cargas por unidade de tempo.
- Representa-se a corrente elétrica pelas letras  $I$ ,  $i$  ou  $i(t)$ . A letra maiúscula denota variáveis contínuas, que não variam no tempo.
- Variáveis dependentes do tempo são denotadas por letras minúsculas ou por funções de  $t$ . Usa-se o formato itálico para diferenciar variáveis do texto normal.
- A unidade de medida de corrente elétrica é o ampère (A). Normalmente se utilizam também múltiplos e submúltiplos da unidade base, que são: -
  - microampères ( $\mu\text{A}$ ), miliampères
  - (mA), kiloampères (kA), entre outras.

# Principais grandezas elétricas

## Tensão elétrica:

- A tensão elétrica está relacionada com a energia necessária para o deslocamento de cargas elétricas. Também conhecida por voltagem ou diferença de potencial.
- É representada pelas letras  $V$ ,  $v$  ou  $v(t)$ .
- A unidade de medida de tensão elétrica é o Volt (V) e também podem ser usados múltiplos e submúltiplos como: kilovolt(kV), milivolt(mV), entre outros.

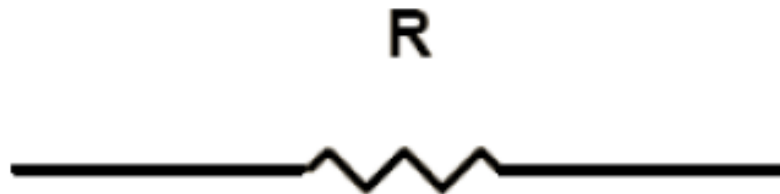


Símbolos de fontes de tensão

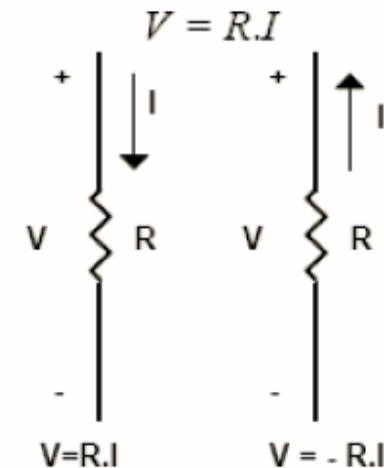
# Principais grandezas elétricas

## Resistência elétrica:

- Resistência elétrica é a oposição dos materiais à passagem da corrente elétrica, ou mais precisamente, ao movimento de cargas elétricas. O elemento ideal usado como modelo para este comportamento é o resistor.
- Representa-se a resistência pela letra  $R$ .
- A unidade de medida de resistência é o Ohm ( $\Omega$ ), mas é muito freqüente o uso de múltiplos como o kilohm ( $k\Omega$ ) e o megaohm ( $M\Omega$ ) e submúltiplos como o miliohm ( $m\Omega$ ) e microhm ( $\mu\Omega$ ).



Símbolo do resistor



# Principais grandezas elétricas

## Potência elétrica:

- Potência é a energia por unidade de tempo, fornecida ou recebida por um elemento e é igual ao produto da tensão entre os terminais do elemento pela corrente que o atravessa.
- Representa-se a potência pela letra  $P$  e sua unidade de medida é o Watt (W).
- Normalmente se usam como múltiplos do Watt o kilowatt (kW) e o megawatt (MW) e como submúltiplos o miliwatt (mW) e o microwatt ( $\mu$ W).
- A potência em um elemento de circuito pode ser determinada por:

$$P = V \cdot I$$

# Lei de Ohm

## Lei de Ohm:

A expressão que relaciona as grandezas tensão, corrente e resistência nos elementos de circuitos elétricos é denominada de Lei de Ohm e está mostrada abaixo. Note que as expressões estão sendo mostradas para variáveis contínuas.

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

Exemplo:

Se um resistor de  $10 \Omega$  é percorrido por uma corrente de  $2 \text{ A}$ , a tensão ou diferença de potencial entre seus terminais é de  $20 \text{ V}$ .

$$V = R \cdot I = 10 \cdot 2 = 20 \text{ V}$$

$$P = V \cdot I = 20 \cdot 2 = 40 \text{ W}$$

# Lei de Ohm

## Exercício:

Demonstrar as expressões a seguir.

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow R = \frac{V}{I} \rightarrow V = R \cdot I$$
$$P = V \cdot I \rightarrow P = \frac{V^2}{R} \rightarrow P = R \cdot I^2$$

# Fontes de eletricidade

## As principais fontes são:

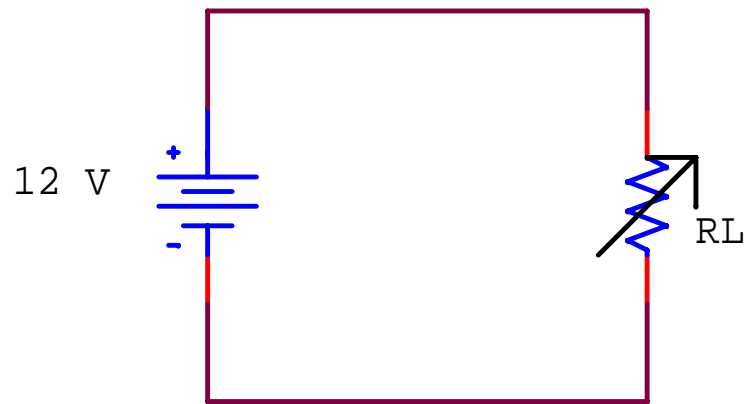
1. Baterias químicas e pilhas;
2. Geradores;
3. Energia térmica, eólica e hidráulica;
4. Energia nuclear;
5. Células de hidrogênio;
6. Fotocélulas;
7. Efeito piezoelétrico;
8. Termopares.

Capítulo 1 de: →

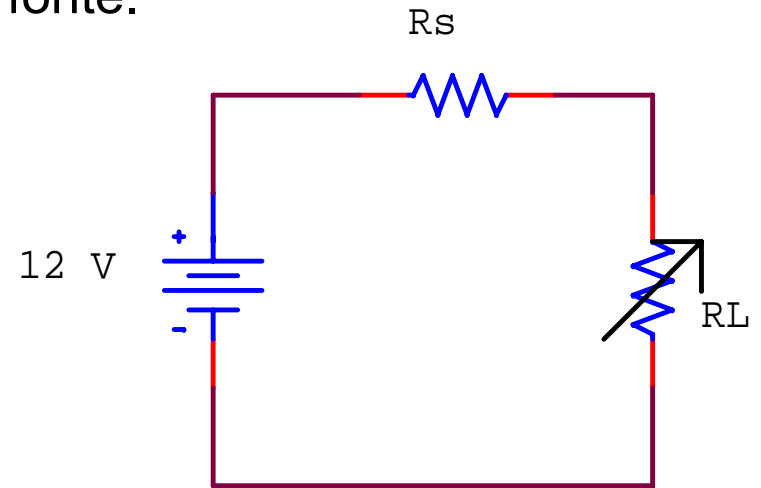


# Fontes de tensão real e ideal

Uma fonte de tensão ideal fornece na sua saída uma tensão que independe da carga, ou seja, da corrente solicitada da fonte.

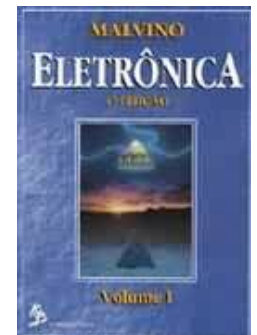


Fonte de tensão ideal



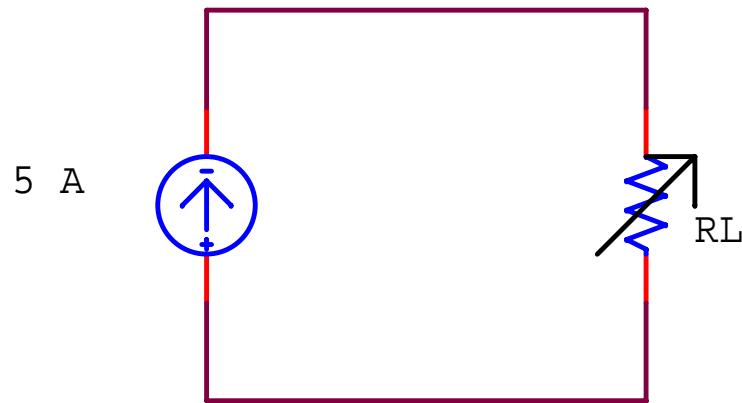
Fonte de tensão real

Capítulo 1 de: →

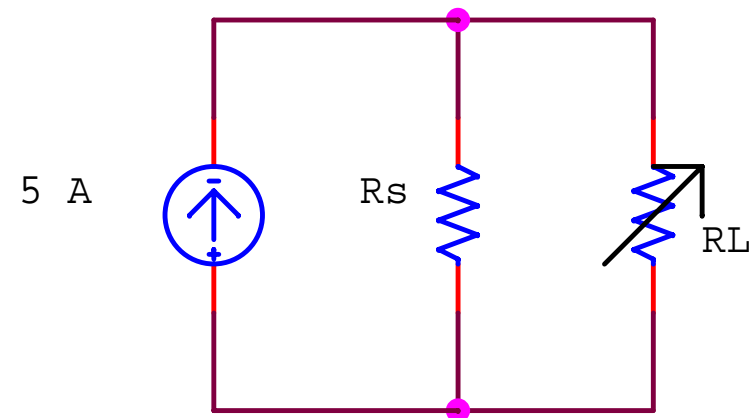


# Fontes de corrente real e ideal

Uma fonte de corrente ideal fornece na sua saída uma corrente que independe da tensão nos seus terminais e da carga na saída da mesma.

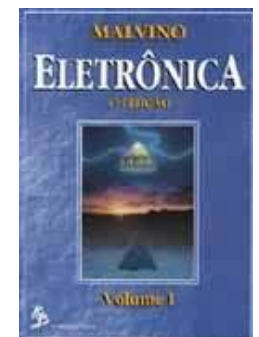


Fonte de corrente ideal



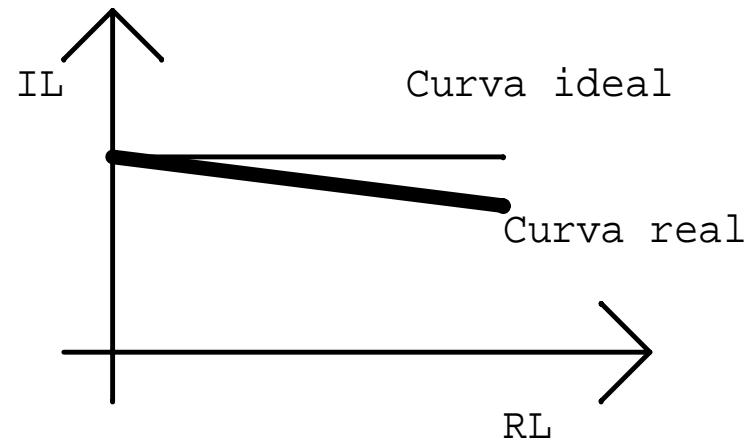
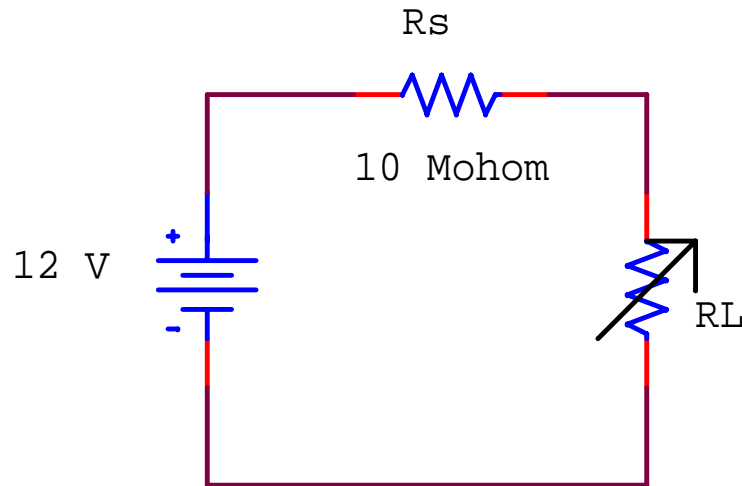
Fonte de corrente real


Capítulo 1 de: →

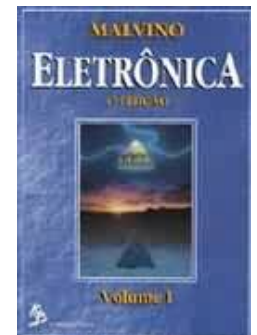


# Fontes de corrente real e ideal

Um exemplo de como obter uma fonte de corrente:

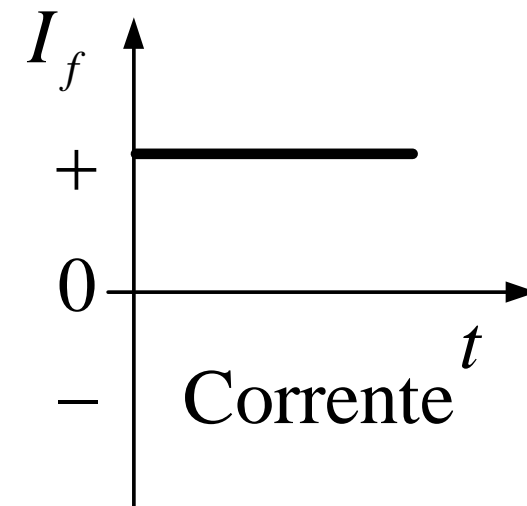
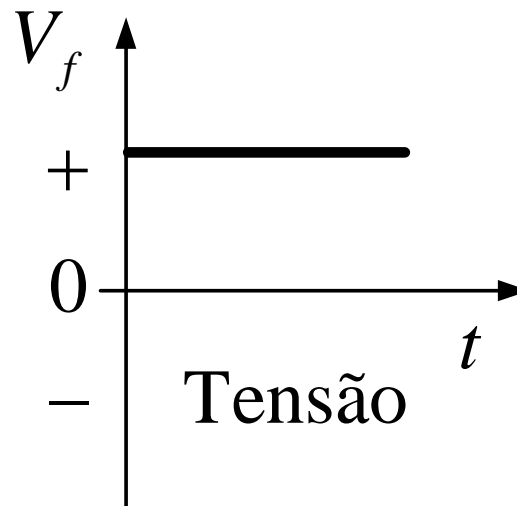
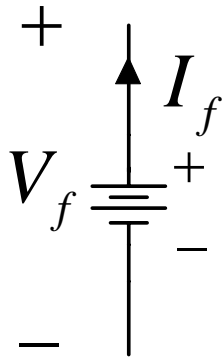



Capítulo 1 de: 



# Correntes e tensões contínua e alternada

Tensões e correntes contínuas:

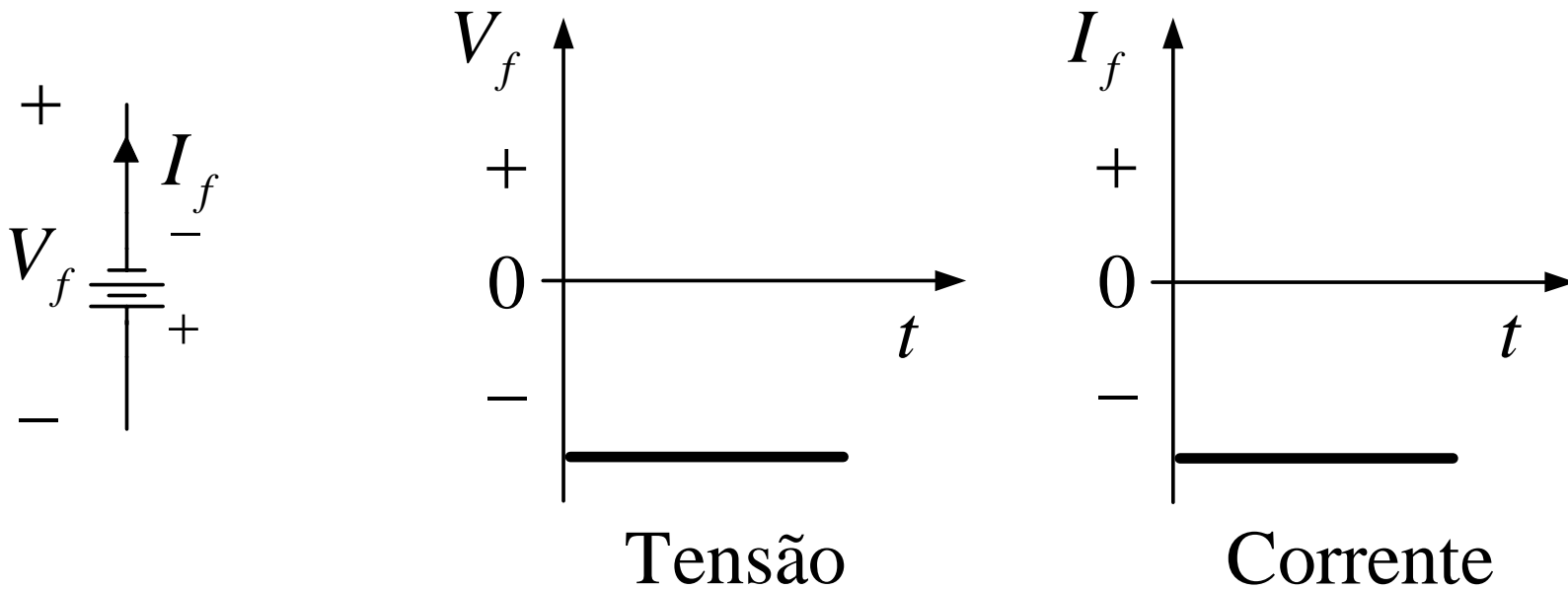


Capítulo 1 de: 



# Correntes e tensões contínua e alternada

Tensões e correntes contínuas (invertendo a fonte):

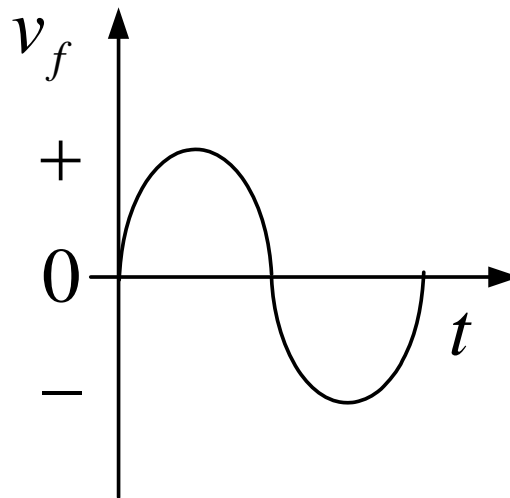
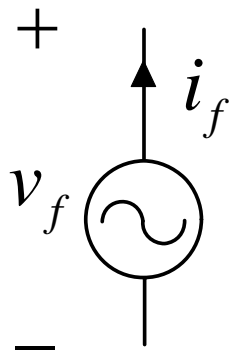


Capítulo 1 de: →

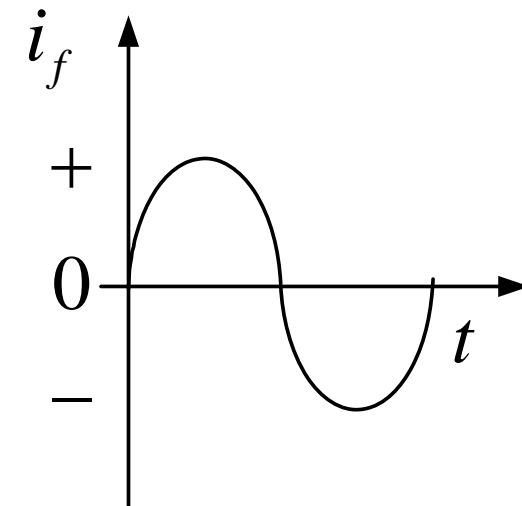


# Correntes e tensões contínua e alternada

Tensões e correntes alternadas:



Tensão



Corrente

Capítulo 1 de: →



# Sistema internacional de unidades



**Inmetro – Instituto Nacional de Metrologia,  
Normalização e Qualidade Industrial.**

[www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br)

|   |    |                   |
|---|----|-------------------|
| S   | A  | K                 |
| cd  |    | kg/m <sup>3</sup> |
| Pa  | kg | A/m <sup>2</sup>  |
| m   |    | mol               |
| <i>Unidades Legais:<br/>é muito fácil escrever!</i>                                 |    |                   |
|  |    |                   |

## Sistema Internacional de Unidades (SI)

### Unidades de Base

| Símbolo | Unidade    | Grandeza                  |
|---------|------------|---------------------------|
| m       | metro      | comprimento               |
| kg      | quilograma | massa                     |
| s       | segundo    | tempo                     |
| A       | ampere     | corrente elétrica         |
| K       | kelvin     | temperatura termodinâmica |
| mol     | mol        | quantidade de substância  |
| cd      | candela    | intensidade luminosa      |

# Sistema internacional de unidades

## Algumas unidades que não são de base mas são aceitas

| Grandeza | Unidade  | Símbolo | Valor em unidades   |
|----------|----------|---------|---------------------|
| volume   | litro    | l ou L  | 0,001m <sup>3</sup> |
| massa    | tonelada | t       | 1000kg              |
| tempo    | minuto   | min     | 60s                 |
|          | hora     | h       | 3600s               |
|          | dia      | d       | 86 400s             |

**ATENÇÃO**  
**SÍMBOLOS NÃO MUDAM NO PLURAL**  
**EXEMPLOS: 100m      5kg      80km**  
**9h 10min 30s**

# Sistema internacional de unidades

valor numérico      prefixo da unidade  
**250,8**      **cm**  
espaço de até um caractere      unidade (comprimento)

**Notação científica completa:**

$$X = (x \pm \Delta x) u$$

$$V_1 = (10,5 \pm 0,1) V$$

# Sistema internacional de unidades

## Grafia dos Números

Para separar a parte inteira da parte decimal, é empregada sempre uma vírgula.

Ex.: 1,85

3,37

7,22

Quando o valor absoluto do número for menor que 1, o 0 (zero) deverá ser colocado à esquerda da vírgula.

Ex.: 0,8

0,31

0,450

# Sistema internacional de unidades

## Grafia dos Nomes

Quando escritos por extenso, os nomes das unidades começam por letra minúscula, mesmo quando se referem a nomes de cientistas . A única exceção é o grau Celsius.

Ex.: ampere,  
kelvin,  
newton

### **Nome**

pronúncia correta

O acento tônico recai sobre a unidade e não sobre o prefixo.

exemplos:

micrometro, hectolitro, milisegundo, centigrama

exceções:

quilômetro, hectômetro, decâmetro, decímetro, centímetro e milímetro

# Sistema internacional de unidades

## Grafia dos Símbolos das Unidades

Os símbolos são invariáveis, não sendo admitido acrescentar a eles ponto de abreviatura, a letra "s" ou quaisquer sinais, letras ou índices.

|            | <b>Certo</b> | <b>Errado</b> |
|------------|--------------|---------------|
| segundo    | s            | s. ; seg.     |
| metro      | m            | m. ; mtr.     |
| quilograma | kg           | kg. ; kgr.    |
| hora       | h            | h. ; hr.      |

|                  | <b>Certo</b> | <b>Errado</b> |
|------------------|--------------|---------------|
| cinco metros     | 5m           | 5ms           |
| dois quilogramas | 2kg          | 2kgs          |
| oito horas       | 8h           | 8hs           |

# Sistema internacional de unidades

## Símbolo

não é expoente

O símbolo não é escrito na forma de expoente.

| <b>Certo</b> | <b>Errado</b>          |
|--------------|------------------------|
| 250m         | <b>250<sup>m</sup></b> |
| 10g          | <b>10<sup>g</sup></b>  |
| 2mg          | <b>2<sup>mg</sup></b>  |

# Sistema internacional de unidades

## Unidade Composta

Ao escrever uma unidade composta, não misture nome com símbolo.

| <b>Certo</b>                | <b>Errado</b>           |
|-----------------------------|-------------------------|
| quilômetro por hora<br>km/h | quilômetro/h<br>km/hora |
| metro por segundo<br>m/s    | metro/s<br>m/segundo    |

# Sistema internacional de unidades

## O Grama

O grama pertence ao gênero masculino. Por isso, ao escrever e pronunciar essa unidade, seus múltiplos e submúltiplos, faça a concordância corretamente.

exemplos:

dois quilogramas

quinhentos miligramas

duzentos e dez gramas

oitocentos e um gramas

# Sistema internacional de unidades

## O Prefixo Quilo

O prefixo quilo (símbolo k) indica que a unidade está multiplicada por mil.

**Certo**  
quilograma; kg

**Errado**  
quilo; k

Use o prefixo quilo da maneira correta.

**Certo**  
quilômetro  
quilograma  
quilolitro

**Errado**  
quilômetro  
quilograma  
quilolitro

# Sistema internacional de unidades

Principais Unidades SI

| Grandeza                                 | Nome                          | Plural                         | Símbolo           |
|--|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| comprimento                              | metro                         | metros                         | m                 |
| área                                     | metro quadrado                | metros quadrados               | m <sup>2</sup>    |
| volume                                   | metro cúbico                  | metros cúbicos                 | m <sup>3</sup>    |
| ângulo plano                             | radiano                       | radianos                       | rad               |
| tempo                                    | segundo                       | segundos                       | s                 |
| freqüência                               | hertz                         | hertz                          | Hz                |
| velocidade                               | metro por segundo             | metros por segundo             | m/s               |
| aceleração                               | metro por segundo por segundo | metros por segundo por segundo | m/s <sup>2</sup>  |
| massa                                    | quilograma                    | quilogramas                    | kg                |
| massa específica                         | quilograma por metro cúbico   | quilogramas por metro cúbico   | kg/m <sup>3</sup> |
| vazão                                    | metro cúbico por segundo      | metros cúbicos por segundo     | m <sup>3</sup> /s |
| quantidade de matéria                    | mol                           | mols                           | mol               |
| força                                    | newton                        | newtons                        | N                 |
| pressão                                  | pascal                        | pascals                        | Pa                |
| trabalho, energia<br>quantidade de calor | joule                         | joules                         | J                 |
| potência, fluxo de energia               | watt                          | watts                          | W                 |
| corrente elétrica                        | ampère                        | ampères                        | A                 |
| carga elétrica                           | coulomb                       | coulombs                       | C                 |
| tensão elétrica                          | volt                          | volts                          | V                 |
| resistência elétrica                     | ohm                           | ohms                           | $\Omega$          |
| condutância                              | siemens                       | siemens                        | S                 |
| capacitância                             | farad                         | farads                         | F                 |
| temperatura Celsius                      | grau Celsius                  | graus Celsius                  | °C                |
| temp. termodinâmica                      | kelvin                        | kelvins                        | K                 |
| intensidade luminosa                     | candela                       | candelas                       | cd                |
| fluxo luminoso                           | lúmen                         | lúmens                         | lm                |
| iluminamento                             | lux                           | lux                            | lx                |

# Sistema internacional de unidades

| Formação dos múltiplos e submúltiplos das unidades |         |   |
|--|---------|---|
| Nome   | Símbolo | Fator pela qual a Unidade é Multiplicada              |
| yotta  | Y       | $10^{24} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$ |
| zetta  | Z       | $10^{21} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$ |
| exa  | E       | $10^{18} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$      |
| peta   | P       | $10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$           |
| tera   | T       | $10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000$                     |
| giga   | G       | $10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$                             |
| mega   | M       | $10^6 = 1\ 000\ 000$                                  |
| quilo  | k       | $10^3 = 1\ 000$                                       |
| hecto  | h       | $10^2 = 100$  |
| deca   | da      | $10 = 10$   |
| deci   | d       | $10^{-1} = 0,1$                                       |
| centi  | c       | $10^{-2} = 0,01$                                      |
| mili   | m       | $10^{-3} = 0,001$                                     |
| micro  | $\mu$   | $10^{-6} = 0,000\ 001$                                |
| nano   | n       | $10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$                           |
| pico   | p       | $10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$                     |
| femto  | f       | $10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001$                |
| atto   | a       | $10^{-18} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$           |
| zepto  | z       | $10^{-21} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$      |
| yocto  | y       | $10^{-24} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$ |

# Padrões elétricos e convenções

## Padrões elétricos e convenções:

1. Unidades;
2. Prefixos métricos;
3. Potências de 10:

| Número    | Potência de 10 | Leitura usual     |
|-----------|----------------|-------------------|
| 0,000 001 | $10^{-6}$      | 10 a menos seis   |
| 0,000 01  | $10^{-5}$      | 10 a menos cinco  |
| 0,000 1   | $10^{-4}$      | 10 a menos quatro |
| 0,001     | $10^{-3}$      | 10 a menos 3      |
| 0,01      | $10^{-2}$      | 10 a menos 2      |
| 0,1       | $10^{-1}$      | 10 a menos um     |
| 1         | $10^0$         | 10 a zero         |
| 10        | $10^1$         | 10 a um           |
| 100       | $10^2$         | 10 a dois         |
| 1.000     | $10^3$         | 10 a três         |
| 10.000    | $10^4$         | 10 à quarta       |
| 100.000   | $10^5$         | 10 à quinta       |
| 1.000.000 | $10^6$         | 10 à sexta        |

Capítulo 2 de: →



# Padrões elétricos e convenções

## Notação científica:

- O coeficiente da potência de 10 é sempre expresso com uma casa decimal seguido da potência de 10 adequada.

$$300.000 = 3 \cdot 10^5$$

$$871 = 8,71 \cdot 10^2$$

$$7.425 = 7,425 \cdot 10^3$$

$$0,001 = 1 \cdot 10^{-3}$$

$$0,015 = 1,5 \cdot 10^{-2}$$

# Padrões elétricos e convenções

## Arredondamento de números:

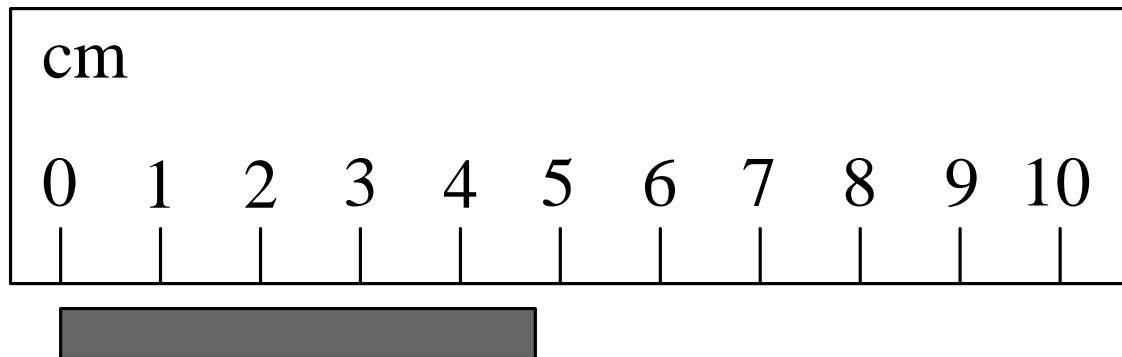
- Quantidade após o algarismo duvidoso maior que 5, 500, etc. → arredonda-se o algarismo duvidoso para mais;
- Quantidade após o algarismo duvidoso menor que 5, 500, etc. → arredonda-se o algarismo duvidoso para menos;
- Quantidade após o algarismo duvidoso igual a 5, 500, etc. → torna-se o algarismo duvidoso par.

Algarismo duvidoso →

$$5,6\overline{4}28 = 5,64$$
$$49,\overline{6}7 = 49,7$$
$$30\overline{5},42 = 305$$
$$12,\overline{3}5 = 12,4$$
$$12,\overline{6}5 = 12,6$$

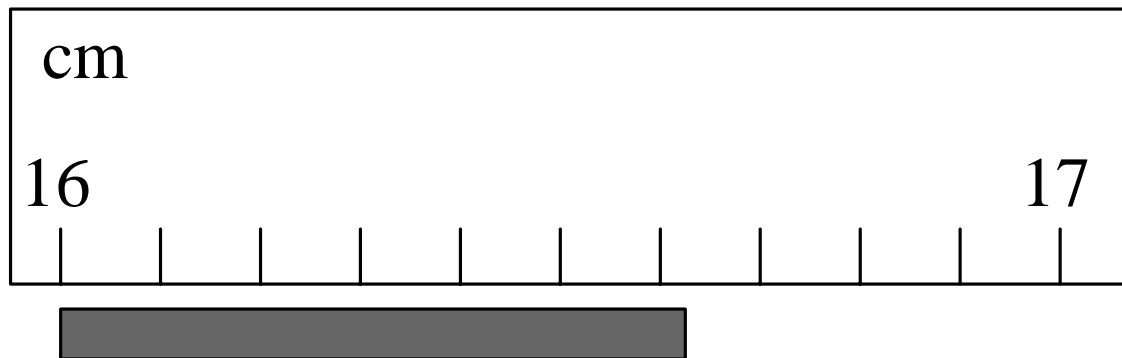
# Padrões elétricos e convenções

## Algarismos significativos:



Errado:  
 $4,73\text{ cm}$

Correto:  
 $4,\bar{7}\text{ cm}$   
↑  
Algarismo  
duvidoso



Errado:  
 $16,6\text{ cm}$

Correto:  
 $16,6\bar{2}\text{ cm}$   
↑  
Algarismo  
duvidoso

# Exercícios

- Capítulo 1 - Problemas resolvidos e problemas propostos (Pág. 13 até 18);
- Capítulo 2 - Problemas resolvidos e problemas propostos (Pág. 28 até 34).



- Capítulo 1 - Problemas básicos para Fontes de tensão e Fontes de Corrente (Pág. 13 até 19), (Exercícios 1.1 até 1.11).



# Próxima aula

---

## **Seqüência de conteúdos:**

1. Introdução à eletrônica;
2. Sistemas eletrônicos;
3. Projeto integrador (PI);
4. Metodologia de projeto;
5. Entre outros ...