

MEDIDAS ELÉTRICAS

Larissa de Matos Guedes
Pedro Augusto do Nascimento
Thiago Moreira Brito

CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS

MEDIDAS ELÉTRICAS

Larissa de Matos Guedes
Pedro Augusto do Nascimento
Thiago Moreira Brito

CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS



Autores

Larissa de Matos Guedes

Possui curso técnico-profissionalizante em eletrotécnica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás (1997), graduada em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás (2004), graduada em Programa de Formação de Professores pela Universidade Católica de Brasília (2008), mestrado (2006) e doutorado (2013) em Engenharia Elétrica, ambos, pela Universidade de Brasília. Atualmente é professora da Secretaria de Educação do Distrito Federal. Tem experiência na área de engenharia elétrica, com ênfase em sistemas elétricos de potência.

Pedro Augusto do Nascimento

Licenciado em Física pela Universidade Católica de Brasília (2008), atuou como professor de Física em escolas de ensino médio e cursos pré vestibulares no Distrito Federal e em Minas Gerais até 2012, e, também, como professor de laboratório. Atualmente é professor no curso de Eletrotécnica na Escola Técnica de Brasília.

Thiago Moreira Brito

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás (2003). É especialista de Docência Superior pela Universidade Gama Filho. Atualmente é professor titular do Centro Universitário Euro Americana e professor formador na Rede e-Tec Brasil do MEC.

Design Instrucional

NT Editora

Projeto Gráfico

NT Editora

Revisão

NT Editora

Priscilla Maria Silva
dos Santos

Capa

NT Editora

Ilustração

Bruno Carneiro
Marcelo Moraes
Maycon Sadala

Editoração Eletrônica

Kaleo Amorim

NT Editora, uma empresa do Grupo NT

SCS Quadra 2 – Bl. C – 4º andar – Ed. Cedro II

CEP 70.302-914 – Brasília – DF

Fone: (61) 3421-9200

sac@grupont.com.br

www.nteditora.com.br e www.grupont.com.br

Guedes, Larissa de Matos; Nascimento, Pedro Augusto do. Brito, Thiago Moreira.

Medidas elétricas. / Larissa de Matos Guedes; Pedro Augusto do Nascimento; Thiago Moreira Brito. – 1. ed. reimpr. e rev.– Brasília: NT Editora, 2014.

164 p. il. ; 21,0 X 29,7 cm.

ISBN 978-85-68004-51-7

1. Medidas. 2. Eletricidade.

I. Título

Copyright © 2014 por NT Editora.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida por qualquer modo ou meio, seja eletrônico, fotográfico, mecânico ou outros, sem autorização prévia e escrita da NT Editora.

ÍCONES

Prezado(a) aluno(a),

Ao longo dos seus estudos, você encontrará alguns ícones na coluna lateral do material didático. A presença desses ícones o(a) ajudará a compreender melhor o conteúdo abordado e a fazer os exercícios propostos. Conheça os ícones logo abaixo:



Saiba mais

Esse ícone apontará para informações complementares sobre o assunto que você está estudando. Serão curiosidades, temas afins ou exemplos do cotidiano que o ajudarão a fixar o conteúdo estudado.



Importante

O conteúdo indicado com esse ícone tem bastante importância para seus estudos. Leia com atenção e, tendo dúvida, pergunte ao seu tutor.



Dicas

Esse ícone apresenta dicas de estudo.



Exercícios

Toda vez que você vir o ícone de exercícios, responda às questões propostas.



Exercícios

Ao final das lições, você deverá responder aos exercícios no seu livro.

Bons estudos!

Sumário

1 SISTEMAS DE MEDIDAS	9
1.1 Conversão de unidades.....	12
1.2 Algarismo significativo.....	13
1.3 Técnicas de arredondamento	14
1.4 Sistema Internacional de Unidades (SI).....	17
1.5 Unidade SI derivadas	17
2 INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA.....	25
2.1 Simbologia de instrumentação.....	26
2.2 Notação científica.....	29
2.3 Operações com potências de mesma base	32
2.4 Prefixos das unidades SI.....	33
2.5 Conversão entre Prefixos das unidades SI.....	35
3 TEORIA DOS ERROS	41
3.1 Erros e imprecisões das medidas.....	41
3.2 Erros de Acurácia	43
3.3 Erro aleatório.....	45
3.4 Erro Instrumental.....	45
3.5 Adição de erros	48
4 TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA.....	55
4.1 Leitura dos códigos de cores das resistências	57
4.2 Reostato.....	60
4.3 Medição de resistência utilizando o multímetro	63
5 MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	75
5.1 Voltímetro	75
5.2 Amperímetro	81
5.3 Wattímetro.....	86
5.4 Megôhmetro	87
5.5 Terrômetro	88
5.6 Simbologia nos instrumentos de medição	92
6 GENERALIDADES DOS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO	104
6.1 Segurança nas medidas elétricas	104
6.2 Leitura e interpretação em aparelhos de medida	110

6.3 Medidas indiretas	118
7 MEDIÇÃO DE POTÊNCIA EM CORRENTE ALTERNADA.....	123
7.1 Potência	125
7.2 Medida de consumo elétrico residencial.....	129
7.3 Eficiência de operação ou rendimento	132
7.4 Potência em circuitos de Corrente Alternada	134
7.5 Medição de Potência Ativa	141
7.6 Medição de Potência Reativa	144
7.7 Medição de Potência Aparente	144
8 OSCILOSCÓPIO.....	149
8.1 Elementos de Uma Onda.....	150
8.2 Aplicações.....	155
8.3 Comandos.....	156
BIBLIOGRAFIA	163

Olá! Seja bem-vindo(a) ao curso **de Medidas Elétricas!**

Neste curso, você irá conhecer a atuação do eletrotécnico, estudante que fez o curso técnico em eletrotécnica. Ele é o profissional capacitado para a elaboração, execução ou manutenção de instalações elétricas (residenciais, comerciais ou industriais) e equipamentos elétricos em geral. Trata-se de uma atividade muito dinâmica, em sua rotina de trabalho o técnico realiza diversas medidas com os mais variados equipamentos. Essa disciplina tem como objetivo capacitar o aluno a manusear os equipamentos essenciais para sua profissão, além de ensiná-lo a expressar essas medidas conforme as regras internacionais. Pretende-se que o estudante tenha segurança ao executar medidas em campo e conhecimento de como se capacitar para manipular novos equipamentos.

Bons estudos!

1 SISTEMAS DE MEDIDAS

Objetivos

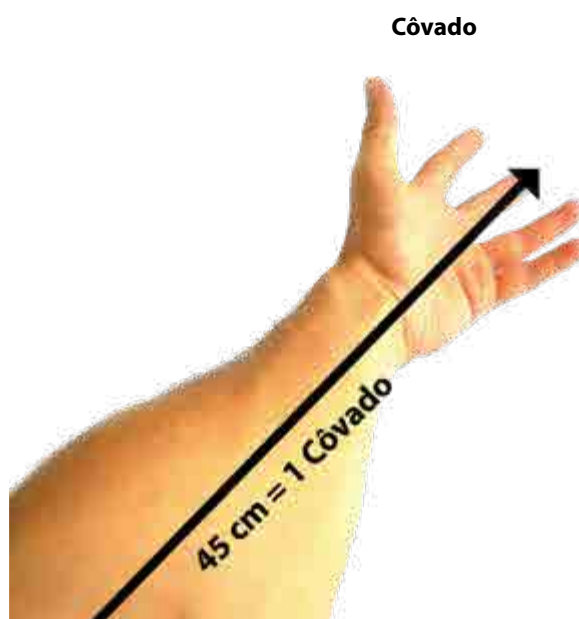
Ao finalizar esta lição, você deverá ser capaz de:

- compreender as origens e a utilidade do nosso sistema de medidas;
- saber o que são Algarismos Significativos;
- conhecer a Técnica de Arredondamento adequada às medidas do trabalho de um eletrotécnico;
- identificar o Sistema Internacional de Unidades (SI);
- entender as Unidades derivadas SI.

Introdução

Medir é determinar ou avaliar a grandeza, extensão ou quantidade. Quando medimos algo, na realidade, estamos comparando as grandezas do objeto medido com um padrão pré-fixado.

Desde o início das civilizações, o homem precisou fazer medidas. Por muitos anos, cada país, cada região usava seu próprio sistema de medidas. Prática comum era usar partes do corpo para medir o tamanho dos objetos, como: pé, polegada, palmo, braça, **côvado**, mas essas medidas eram extremamente imprecisas.



Côvado: distância do cotovelo à ponta do dedo médio.



Saiba mais

Côvado vem do latim *cubitum*, que significa cotovelo. Essa medida representava a distância do cotovelo à ponta do dedo médio. Encontramos referências a essa unidade de medida em documentos muito antigos, como o Livro Gêneses da Bíblia que, apesar de não existir uma data exata, acredita-se ter sido escrito há aproximadamente 3.300 anos.

O comércio entre regiões forçou os indivíduos a definirem padrões mais precisos para as unidades de medidas. As primeiras trocas comerciais aconteceram devido a cada pessoa, família ou grupo ter algum tipo de habilidade específica de trabalho. O que não era utilizado pelo produtor poderia ser trocado por algo diferente. Para equilibrar essas trocas se levava em conta características como: o tamanho, a relevância ou raridade do objeto.

Medir o tamanho de uma mercadoria comparando a parte do corpo era um processo comum. Mas imagine um comerciante, relativamente pequeno, vendendo um tecido para um homem muito alto. Se esse comerciante utilizar o palmo para medir o tecido, qual será o palmo adotado? O do comerciante, pequeno, ou o do homenzarrão?

Foi apenas em 22 de junho de 1799 que um grupo de cientistas da Academia Francesa de Ciências, a pedido do Governo Francês, sugeriu uma solução para esses impasses comerciais de diferenças de tamanhos. Eles criaram um novo padrão de medida: o metro e o quilograma. Confeccionaram uma pequena haste de platina que representava o metro e um contrapeso representando o quilograma.

Esse padrão de medida, o metro, é a décima milionésima parte da distância do Polo Norte ao Equador. A primeira grande medida feita em metros foi a distância entre as cidades de Barcelona, na Espanha, e Dunquerque, no Norte da França, passando por Paris, são mais de 1300 km. Imagine realizar essa medida em 1792, quando o meio de transporte mais rápido que existia era a carroça. Você toparia uma empreitada assim?

Mapa do Sul Europeu



Fonte: Google maps.

O metro foi uma das primeiras medidas padronizadas internacionalmente. Em 1875, dezessete países assinaram um tratado conhecido por: Convention du Mètre (Convenção do Metro), criando o Escritório Internacional de Pesos e Medidas (Bureau International des Poids et Mesures – BIPM), que fica na França. Nesse escritório se encontram, até hoje, os primeiros modelos de metro e quilograma sugeridos pelos cientistas da Academia Francesa.

Logo BIPM



Ainda nos dias atuais, cada país utiliza as unidades de medida que acredita ser conveniente. A seguir estão exemplos de grandezas e algumas das unidades que podemos utilizar para descrevê-las, bem como a proporção entre essas unidades:

- Comprimento: metro (m), polegada (in ou ‐), pés (ft), jardas (yd).

$$1,00\text{m} = 1,09\text{yd} = 3,28\text{ ft} = 39,4\text{in}$$

- Tempo: hora (h), minuto (min), segundo (s).

$$1\text{h} = 60\text{m} = 3600\text{s}$$

- Massa: onça (oz), grama (g).

$$1,00\text{oz} = 28,4\text{g}$$

1.1 Conversão de unidades

Converter uma unidade em outra é uma tarefa simples. Mas preste atenção, pois apenas unidades da mesma grandeza podem ser convertidas entre elas. Isto é, não faz sentido tentar converter comprimento em massa.

Analise o seguinte exemplo:

Quantos metros (m) tem uma jarda (yd)?

(a)

(b)

(c)

(d)

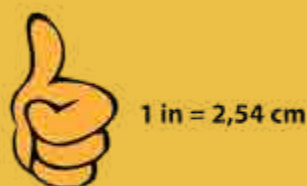
(a) Com a regra de proporção (regra de três) montada, vamos realizar uma multiplicação cruzada. (b) Como o objetivo é encontrar o valor da variável X, vamos isolar essa variável. (c) Pelo princípio de conservação das unidades podemos simplificar nossa expressão e efetuar a multiplicação e divisão necessárias. (d) Resultado.

Se 1 m é igual a 1,09yd. Então com uma regra de três podemos encontrar o valor de 1yd equivalente em metros, 0,917m.



Exercitando o conhecimento

1. A polegada é uma unidade de medida utilizada, normalmente, em países de língua inglesa; e adotada no Brasil para mensurar o tamanho da tela de aparelhos televisores. Sabemos que uma polegada (1") equivale à falange do dedo polegar. Mas você já tentou medir sua TV e conferir o número de polegadas que ela tem?



Com uma régua ou trena, faça a medida de quantas polegadas tem seu televisor e discuta com seus colegas.

2. Observe o exemplo:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ min} \rightarrow 60 \text{ s} \\ 60 \text{ min} \rightarrow x \end{array} \quad x = \frac{60 \text{ min} \cdot 60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \quad x = 3600 \text{ s}$$

Baseado no exemplo, quantos segundos tem um dia?

3. Na introdução desta lição apresentamos apenas algumas das incontáveis unidades que existem em nosso sistema de medidas. Discuta com seus colegas e tente descobrir outras unidades para comprimento, tempo e massa.

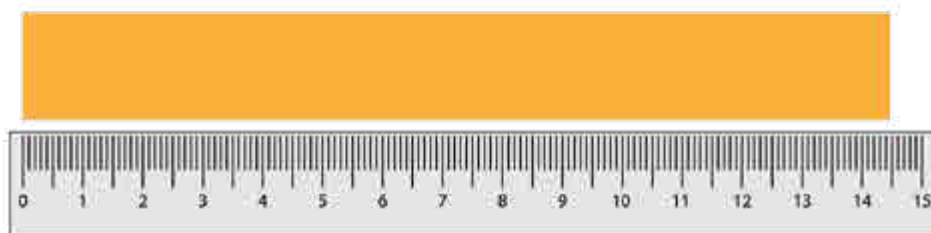
Comentário: como vimos, os televisores são medidos na diagonal; um dia possui 86.400 s; e, exemplos de outras unidades são: comprimento – milhas, os vários múltiplos de metro (centímetro, milímetro, quilômetro); tempo – dia, mês, ano; e, massa – arroba, tonelada.

1.2 Algarismo significativo

Algarismos significativos ou confiáveis são os números que obtemos ao realizar uma medida. Os algarismos significativos são a informação mais relevante de uma medida, contendo os valores lidos no instrumento de medida mais um algarismo de incerteza (uma estimativa ou chute consciente). Toda medida tem um determinado grau de precisão, vamos discutir essa questão da precisão detalhadamente na lição 5.

Veja um exemplo: com uma régua escolar, que tem sua escala em milímetros, realizamos uma medida como está representado na figura abaixo.

Leitura de algarismo significativo



Algarismo significativo

Algarismos de fatos medidos 145,7 mm Estimativa

Escrever a medida sendo 14,573cm não está correto, a régua não tem essa precisão. A escrita correta dessa medida seria 145,7mm ou 14,57cm. Observe que 0,7mm é duvidoso, pois se trata de uma estimativa ou chute do medidor. Tanto que a mesma medida feita por outra pessoa poderia ser representada no intervalo de 145,0 até 145,9, isso por que nossa régua tem precisão apenas até a escala de milímetros. Contudo, apesar desse último algarismo ser uma estimativa (ou chute), é obrigatório conter essa informação na sua medição.

Entretanto, o número 0,000456 tem apenas três algarismos significativos, pois os quatro primeiros zeros apenas localizam a vírgula decimal.



Exercitando o conhecimento

1. Nos instrumentos a seguir, quantos algarismos significativos têm suas medidas? Qual dos dois multímetros tem maior precisão?



Fonte: <http://www.pares.com.br/loja/23599-1267-thickbox/multimetro-industrial-flk-87-5.jpg>; <http://www.mundomax.com.br/blog/wp-content/uploads/2010/07/Mult%C3%ADmetro-Digital.jpg>

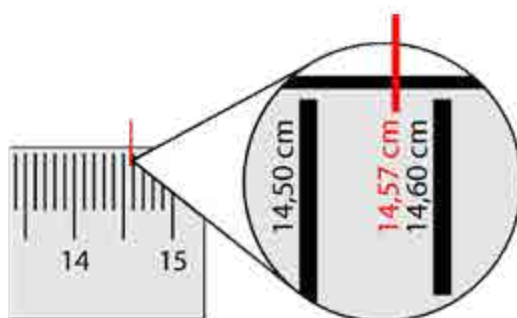
Comentário: como estudamos, o multímetro amarelo tem cinco casas decimais enquanto o azul apenas quatro. Podemos afirmar que o amarelo tem uma precisão que pode chegar a dez vezes maior que o azul. Para cada casa decimal a precisão se multiplica por dez.

1.3 Técnicas de arredondamento

Arredondar uma medida é simplificar. Contudo, em todo arredondamento se perde um pouco da precisão da medida. Existem algumas técnicas de arredondamento, nós vamos utilizar a mais simples.

Imagine que durante uma atividade em sala de aula você realizou a medida que mostramos na figura anterior e obteve o valor de 14,57cm. Já aprendemos que essa medida tem quatro algarismos significativos, sendo o último uma estimativa (ou um chute consciente). Nessa atividade o professor definiu que as medidas deveriam se expressar com apenas três algarismos significativos, e a nossa está com quatro. Temos que adaptar a medida descartando o último algarismo significativo (7), o que você estimou. Antes de fazer o descarte, responda a pergunta:

Arredondamento



Localizando na régua a medida de 14,57, podemos afirmar que ela está mais próxima de 14,5 ou 14,6?

Se você observar com calma, verá que a medida está mais próxima de 14,6cm. Baseado nessa linha de raciocínio de proximidade, vamos estabelecer o seguinte padrão:

Regra para arredondamento:

I. lendo a medida da esquerda para direita, se o primeiro algarismo a ser descartado é menor que 5, isto é, está entre 0 e 4, mantemos a medida e apenas descartamos os algarismos necessários;

II. e o primeiro algarismo a ser descartado é maior ou igual a 5, isto é, está entre 5 e 9, somamos uma unidade ao último algarismo significativo que irá sobrar e descartamos os algarismos necessários.

Ou seja, de acordo com o padrão que estabelecemos, como o primeiro algarismo a ser descartado na medida 14,57cm é o 7 (5) a nossa medida será arredondada para 14,6 cm. Observe os exemplos a seguir em que as medidas são arredondadas para três algarismos significativos:

$$\begin{array}{l}
 \text{Primeiro Algarismo significativo} \\
 \text{ao ser descartado} \\
 \downarrow \\
 \text{a) } \overset{1^{\circ}2^{\circ}3^{\circ}4^{\circ}5^{\circ}6^{\circ}7^{\circ}8^{\circ}9^{\circ}}{\underset{\text{Parte Descartada}}{\text{34,2075992}}} \text{ cm} = \text{34,2075992} \text{ cm} = \text{34,2 cm}
 \end{array}$$

Como o primeiro algarismo significativo a ser descartado é o 0 (<5) apenas descartamos a parte necessária e reescrevemos a medida com os três algarismos significativos, assim como foi solicitado no enunciado.

Primeiro Algarismo significativo
ao ser descartado

$$\begin{array}{ccc} \overset{1^\circ 2^\circ 3^\circ 4^\circ 5^\circ 6^\circ 7^\circ}{\text{b) } 43,44973 \text{ m} =} & \downarrow & \text{43,44}973 \text{ m} = \text{ (43,4 m)} \\ \text{Parte Descartada} & & \end{array}$$

O exemplo da letra (b) segue a mesma regra da letra (a).

Primeiro Algarismo significativo
ao ser descartado

$$\begin{array}{ccc} \overset{1^\circ 2^\circ 3^\circ 4^\circ}{\text{c) } 37,15 \text{ m} =} & \downarrow & \text{37,15 m} = \text{ (37,2 m)} \\ & & \begin{array}{r} +1 \\ \hline 2 \end{array} \end{array}$$

Para esse exemplo aplicamos a segunda regra, pois o primeiro número descartado é o 5, então somamos uma unidade ao último algarismo que permaneceu na medida, o número 1.

Nesse exemplo procedemos de maneira igual à letra (c).

Primeiro Algarismo significativo
ao ser descartado

$$\begin{array}{ccc} \overset{1^\circ 2^\circ 3^\circ 4^\circ 5^\circ}{\text{d) } 93,980 \text{ m} =} & \downarrow & \text{93,980 m} = \text{ (94,0 m)} \\ & & \begin{array}{r} +1 \\ \hline 10 \end{array} \end{array}$$



Exercitando o conhecimento

1. Seguindo os exemplos anteriores arredonde as medidas a seguir, todas para três algarismos significativos:

- a) 328,005 s = _____
- b) 4,72493 kg = _____
- c) 5,088 kg = _____
- d) 7,999 in = _____

Comentário: como estudamos, o arredondamento seria – a) 328s; b)4,72kg; c)5,09kg; e, d)8,00in.

1.4 Sistema Internacional de Unidades (SI)

Visando facilitar as atividades comerciais mundiais, em 1960, foi realizada a 11ª conferência geral de pesos e medidas. Nessa ocasião foram adotadas sete unidades de base para o sistema de medidas.

As unidades de base do Sistema Internacional estão listadas na Tabela 1.1, que se refere à Grandeza ao Nome da unidade e o Símbolo unidade para cada uma das sete unidades de base.

Grandeza, nome e símbolo das unidades básicas do SI

Grandeza	Unidade	
	Nome	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampere	A
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de substância	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

No Brasil o SI foi adotado em 1962, e ratificado pela Resolução nº 12 (de 1988) do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), tornando-se de uso obrigatório em todo o Território Nacional. Importante instituição que cuida dos interesses de empresas públicas e privadas relacionadas às medidas no Brasil é o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

No próprio site do INMETRO, ele descreve sua missão como: “prover confiança à sociedade brasileira nas medições e nos produtos, através da metrologia e da avaliação da conformidade, promovendo a harmonização das relações de consumo, a inovação e a competitividade do País.” Ou seja, o site do INMETRO (www.inmetro.gov.br) é uma confiável ferramenta para qualquer profissional que tenha alguma dúvida sobre normas, legislação ou até mesmo curiosidades sobre o sistema de medidas.

1.5 Unidade SI derivadas

No nosso dia a dia utilizamos diversas outras unidades que não estão listadas na tabela 1.1, contudo são todas unidades derivadas delas. Obtidas a partir de manipulações matemáticas com essas sete unidades básicas. Algumas unidades derivam diretamente das unidades básicas do SI, observe a tabela a seguir:

Exemplos de unidades derivadas de unidades básicas do SI.

Grandeza derivada		Unidade derivada coerente do SI	
Nome	Símbolo	Nome	Símbolo
área	A	metro quadrado	m ²
volume	V	metro cúbico	m ³

velocidade	V	metro por segundo	m/s
aceleração	a	metro por segundo ao quadrado	m/s ²
densidade, massa específica	ρ	quilograma por metro cúbico	kg/m ³
densidade de corrente	j	ampere por metro quadrado	A/m ³
campo magnético	H	ampere por metro	A/m
luminância	Lv	Candela por metro quadrado	cd/m ²

As unidades derivadas podem ficar muito complexas, difíceis de escrever e ler. Um exemplo disso é a unidade de energia, o joule. Um joule é a energia necessária para fazer um objeto de 1kg acelerar 1m/s² em um espaço de 1m. Ou seja:

$$1\text{J} = 1\text{kg} \times 1\text{m} \times \frac{1\text{m}}{1\text{s}^2}, \text{ simplificando temos: } 1\text{J} = 1\text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Para facilitar a escrita e a fala dessa unidade passamos a chamar essa unidade apenas de joule, em homenagem ao físico britânico James Prescott Joule (1818 - 1889). Por uma questão de coerência algumas unidades derivadas recebem nomes e símbolos próprios, na tabela 2.2 a seguir colocamos alguns exemplos dessas unidades especiais.



Saiba mais

James Joule, filho de Benjamin e Alice, veio ao mundo na véspera de Natal, em 1818, em uma casa ao lado da cervejaria de seu pai em Nova Bailey Street, Salford, Inglaterra. O avô de James fundou a cervejaria, que ficava na sombra da Prisão Nova Bailey. Joule assumiu a cervejaria de seu pai ainda muito jovem, e foram seus rendimentos, como administrador de empresa, que custearam seus estudos científicos. Devemos a ele muito do que sabemos sobre a transformação da energia que entra em uma máquina como calor e se converte em trabalho mecânico, ele também contribuiu na criação de uma escala absoluta de temperatura, a escala kelvin, sem falar nos seus estudos sobre a corrente elétrica versus a resistência dos condutores, tanto que o aquecimento de condutores elétricos devido a corrente elétrica leva o nome de efeito Joule, também em homenagem a ele.

Unidades SI derivadas coerentes – nomes e símbolos especiais.

Grandeza derivada	Unidade SI derivada coerente			
	Nome	Símbolo	Expressão utilizando outras unidades do SI	Expressão em unidades de base do SI
ângulo plano	radiano	rad		m/m
ângulo sólido	esferorradiano	sr		m ² /m ²
frequência	hertz	Hz		s ⁻¹
Força	newton	N		m kg s ⁻²

Pressão	pascal	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
Energia, trabalho, quantidade de calor	joule	J	N m	m ² kg s ⁻²
Potência	watt	W	J/s	m ² kg s ⁻³
carga elétrica, quantidade de eletricidade	coulomb	C		s A
diferença de potencial, força eletromotriz, tensão elétrica	volt	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
capacitância	farad	F	C/V	m ² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
resistência elétrica	ohm		V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
condutância elétrica	siemens	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
fluxo magnético	weber	Wb	V s	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
indutância	henry	H	Wb/ A	kg s ⁻² A ⁻¹
temperatura Celsius	graus Celsius	°C		K
fluxo luminoso	lúmen	lm	cd sr	cd
iluminância	lux	lx	lm/m ²	m ⁻² cd

Com o avanço da ciência, o homem percebia mais grandezas a sua volta, e necessitava de expressá-las. Surgiram expressões que mesclam unidades especiais derivadas com as unidades básicas. Veja alguns exemplos:

Exemplos de Unidades SI derivadas cujos nomes e símbolos incluem unidades especiais derivadas com as unidades básicas.

Grandeza derivada	Unidade SI derivada		
	Nome	Símbolo	Expressão em unidades de base do SI
Torque	newton metro	N m	m ² kg s ⁻²
velocidade angular	radiano por segundo	rad/s	s ⁻¹
densidade de energia	Joule por metro cúbico	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
campo elétrico	volt por metro	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
densidade de carga elétrica	coulomb por metro cúbico	C/m ³	m ⁻³ s A
permissividade	farad por metro	F/m	m ⁻³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
permeabilidade	henry por metro	H/m	m kg s ² A ²

O mesmo nome e símbolo da unidade SI pode expressar diferentes grandezas. Como no caso de torque e trabalho mecânico, a unidade de ambos é escrita “N m” mas significam coisas completamente diferentes. Tanto que para o torque utilizamos “N m” e para trabalho, apenas, “J”. Por esse motivo o INMETRO recomenda que “não se deve usar apenas o nome da unidade para especificar a grandeza. Essa regra se aplica não somente aos textos científicos e técnicos, como também, por exemplo, aos instrumentos de medição (isto é, eles deveriam indicar não somente a unidade, mas também a grandeza medida).”



Exercitando o conhecimento

1. Quantas são as unidades básicas do SI e quais delas usamos cotidianamente no Brasil?

2. Embalagens de alimentos utilizam as unidades do SI?

Comentário: como aprendemos, a resposta da questão 1 sobre unidades básicas é “7”, e kelvin e candela não são usados no cotidiano do país, mol é utilizado no meio científico e técnico. Na questão 2, a nutrição em geral usa a caloria (cal), mas toda embalagem de alimento apresenta seu equivalente em joule, que é uma unidade derivada do SI.

Resumindo

Nesta lição, conhecemos o sistema de unidade e sua importância para o nosso mundo, aprendemos também a converter medidas entre diferentes unidades de uma mesma grandeza. Além disso, vimos os Algarismos Significativos e como manipulá-los. Agora, você está capacitado para arredondar medidas de forma consciente e correta; e, a utilizar o Sistema Internacional de Unidades (SI), com suas unidades básicas e derivadas, juntamente com a importância dessa padronização das unidades para a comunicação no mundo globalizados em que vivemos. Até a próxima lição!

Veja se você se sente apto a:

- demonstrar as origens e a utilidade do nosso sistema de medidas;
- explicar o que são Algarismos Significativos;
- conhecer a Técnica de Arredondamento adequada às medidas do trabalho de um eletrotécnico;
- descrever o Sistema Internacional de Unidades (SI);
- aplicar as Unidades derivadas SI.

Exercícios

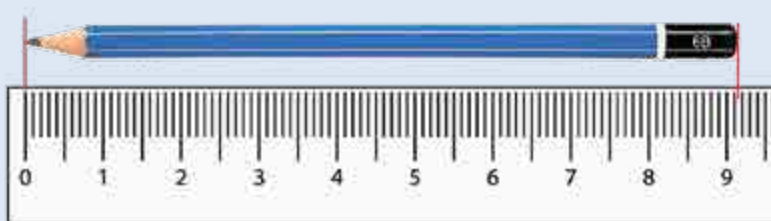
Questão 1 – Execute as conversões de unidades indicadas a seguir:

- a) 5 m em yd.
- b) 51 in em m.
- c) 500 g em oz.
- d) 25s em h.

Questão 2 – João, no seu primeiro dia de trabalho em uma grande loja de produtos importados, se deparou com algumas situações inusitadas. Com base nas situações descritas a seguir, assinale a alternativa que apresenta uma em que ele não executou corretamente a conversão de unidades.

- a) José Carlos pediu para João um taco de beisebol com, no máximo, 0,90m de comprimento e, no mínimo, 0,790g de peso. João, então, buscou um taco de 34in e peso de 30oz.
- b) D. Maria pretende comprar uma televisão nova para colocar na sua estante que tem o seguinte espaço vago: 0,8m de comprimento, 0,6m de altura e 1,0 m de diagonal. Como João aprendeu que televisores são medidos na diagonal, ele sugeriu à D. Maria que comprasse uma TV de, no máximo, 39in.
- c) Frederico buscava um capacete para andar de bicicleta com peso de até 200g. A sugestão de João foi um modelo cujo peso informado na embalagem era de apenas 8oz.
- d) Amanda estava procurando um saco de dormir para pessoas com até 2,0m de altura. João informou que na loja não tinha, pois o saco de dormir disponível tinha apenas 6,3 ft.

Questão 3 – De acordo com a figura a seguir, é correto afirmar que o tamanho do lápis é de:



Fonte <<http://www.gsdb.net/static/muitadica.com/imagens/2011/06/lapis-para-escrever.jpg>> (com adaptações)

- a) 9,15cm ou 3,60".
- b) 9,10cm ou 3,59".
- c) 9,20cm ou 3,62".
- d) 9,13cm ou 3,96".



Parabéns,
você finalizou esta
lição!

Agora responda às
questões
ao lado.

Questão 4 – Execute as conversões de unidades indicadas a seguir e expresse a resposta com apenas dois algarismos significativos.

- a) 7,848yd para m.
- b) 0,0838m para in.
- c) 0,176oz para g.
- d) 5,7g para oz.

Questão 5 – De acordo com o IBGE, a expectativa de vida do brasileiro em 2013 é de, aproximadamente, 73 anos. Supondo que uma pessoa, todos os dias, acorde às 6h e durma às 23 horas, é correto afirmar que o tempo que ela passou dormindo durante toda a sua vida foi:

- a) 190.515h.
- b) 21 anos, 3 meses e 15 dias.
- c) 36 anos, 6 meses e 15 dias
- d) 152.376h.

Questão 6 – Um técnico em eletrotécnica foi contratado por uma multinacional para fazer uma pequena reforma na parte elétrica em sua sede no Brasil. A empresa solicitou ao técnico que, antes de iniciar as atividades, elaborasse um formulário contendo algumas características técnicas específicas. Para isso, deveria realizar medidas de comprimento, massa, temperatura, corrente elétrica e intensidade luminosa. Diante do exposto, assinale a alternativa que apresenta o grupo de unidades mais adequado para esse trabalho.

- a) Metro (m); grama (g); célsius (°C); ampere (A); e, candela (cd).
- b) Polegadas (in); quilograma (kg); kelvin (k); ampere (A); e, Luminância (Lv).
- c) Metro (m); quilograma (kg); kelvin (k); ampere (A); e, candela (cd).
- d) Centímetro (cm); quilograma (kg); célsius (°C); volt (v); e, candela (cd).

Questão 7 – O multímetro analógico é um aparelho que utiliza uma escala impressa para representar diversas possíveis medidas. O aparelho representado na imagem abaixo está medindo a corrente elétrica em uma determinada situação. Com base na parte ampliada, e sabendo que a medida está sendo feita em mA (miliampère), é correto afirmar que a medida realizada pelo aparelho é de:

- a) 5mA.
- b) 20mA.
- c) 25mA.
- d) 35mA.

Questão 8 – Um técnico em eletrotécnica, utilizando um equipamento de precisão, conseguiu medir a tensão elétrica em uma bateria com uma precisão de oito casas decimais: 8,0917243v. Transcreva esse valor, de acordo com a norma de arredondamento, com o número de algarismos significativos solicitados abaixo.



- a) (5 algarismos significativos) = _____
- b) (4 algarismos significativos) = _____
- c) (3 algarismos significativos) = _____
- d) (2 algarismos significativos) = _____

Questão 9 – Com base no multímetro da imagem abaixo, é correto afirmar que estão representadas, ao menos, três grandezas com suas respectivas unidades, que são:



Fonte: <<http://4.bp.blogspot.com/-5zqFDYJELTA/UFSrz0AfQBI/AAAAAAAAADoQ/olgiUTwr-QhQ/s1600/Salemall.jpg>>

- a) Tensão elétrica – v (volt); Capacitância (farad); Corrente elétrica – A (ampere).
- b) Potência – V/mA (watt) ; resistência elétrica – Ω (ohm); Corrente elétrica – A (ampere).
- c) Tensão elétrica – v (volt); resistência elétrica – Ω (ohm); metragem – mA (metro).
- d) Tensão elétrica – v (volt); resistência elétrica – Ω (ohm); Corrente elétrica – A (ampere).

Questão 10 – (Cespe – UnB 2006) Com base nas informações do texto abaixo, é correto afirmar que uma milha náutica seria equivalente a:



Fonte: <http://4.bp.blogspot.com/-5zqFDYJELTA/UFSrz0AfQBI/AAAAAAAAADoQ/olgiUTwr-QhQ/s1600/Salemall.jpg>

A barquinha, invenção portuguesa do final do séc. XV, é um dos mais antigos aparelhos conhecidos para medir a velocidade de um barco. Para essa determinação, o batel — uma boia em formato triangular presa a um cabo no qual eram feitos nós a cada 14,46 m — era atirado à água. Enquanto o barco se afastava do batel, deixava-se o cabo desenrolar do carretel. Assim que uma marca vermelha no cabo passava pelo oficial que fazia a operação, este gritava, “Vira!”, ao moço que segurava uma ampulheta, iniciando-se, então, a contagem do tempo, que durava 30 segundos. Ao término desse tempo, o moço gritava, “Topo!”, e contava-se a quantidade de nós que haviam saído do carretel. O número obtido correspondia ao número de milhas náuticas por hora. Isso explica a denominação da unidade de velocidade de embarcações na água: “nó”.

Fonte: <www.multicascos.com.br> (com adaptações)

Com base nas informações do texto, é correto concluir que uma milha náutica seria equivalente a:

- a) 1.632,5m.
- b) 1.735,2m.
- c) 3.890,4m.
- d) 6.540,2m.