



Instrumentação Industrial

Aula 1/1: Introdução à Instrumentação



Josué Moraes, Dr.
Univers. Federal de Uberlândia – UFU
josue@ufu.br

Unidades Base do Sistema Internacional



Tabela 1 – SI Unidades de base

Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento (Geometria)	metro	m
Massa (Dinâmica)	quilograma	kg
Tempo (Cinemática)	segundo	s
Corrente elétrica (Eletrodinâmica)	ampère	A
Temperatura (Termodinâmica)	kelvin	K
Quantidade de matéria (Química– Física Nuclear) Nuclear)	mol	mol
Intensidade luminosa (Fotometria)	candela	cd

Unidades Base do Sistema Internacional

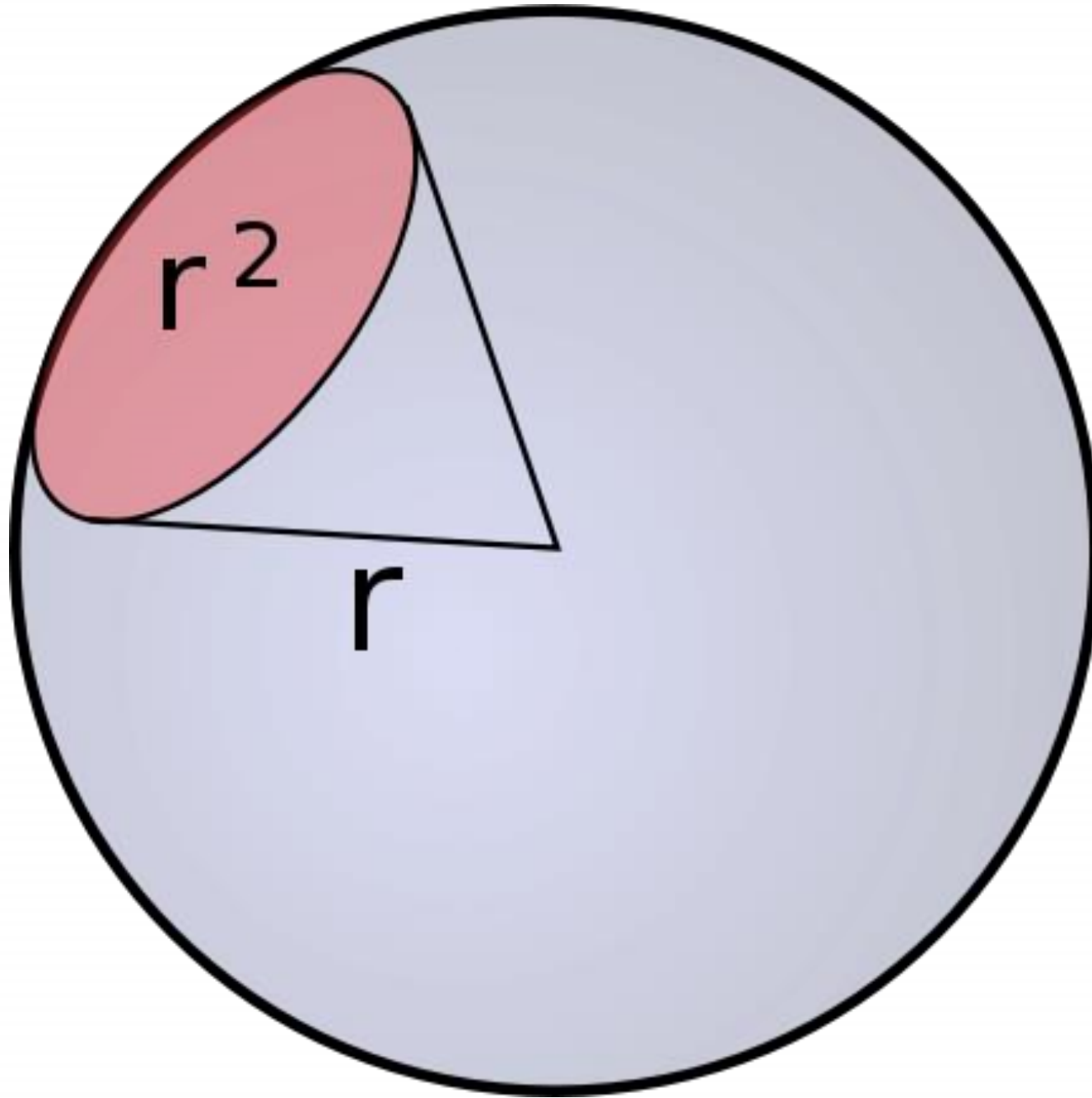


IV - unidades de base e/ou unidades derivadas, com nomes genéricos.

Tabela 2 SI – Algumas unidades derivadas

Grandeza	Nome	Símbolo	Derivação
<i>Ângulo plano</i>	radiano	rad	$1 \text{ rad} = 1 \text{ m/m} = 1$
Ângulo sólido	esterradiano	sr	$1 \text{ sr} = 1 \text{ m}^2/\text{m}^2 = 1$
Frequência	hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
Força	newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$
Pressão, tensão mecânica	pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
<i>Energia, trabalho, quantidade de energia térmica (calor)</i>	joule	J	$1 \text{ J} = \text{N.m}$

Esterradiano (símbolo: sr),



$$1 \text{ sr} = \text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} = 1$$

Unidades Base do Sistema Internacional



<i>Potência</i>	watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
<i>Carga elétrica, quantidade de eletricidade</i>	coulomb	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A.s}$
<i>Potencial elétrico, força eletromotriz</i>	volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A}$
<i>Capacitância elétrica</i>	farad	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ A.s/V}$
<i>Resistência elétrica</i>	ohm	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$
<i>Condutância elétrica</i>	siemens	S	$1 \text{ S} = 1 \text{ A/V}$
<i>Fluxo magnético</i>	weber	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V.s}$
<i>Densidade de fluxo magnético indução magnética</i>	tesla	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ V.s/m}^2$
<i>Indutância</i>	henry	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ V.s/A}$
<i>Fluxo luminoso</i>	lumen	lm	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd.sr}$
<i>Iluminância</i>	lux	lx	$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$

Unidades Não-SI para uso com o SI: Unidades para uso geral



Volume	Litro	L	$1 \text{ L} = 0,001 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ mm}^3$	Veja Resolução nº6 da 16ªCGPM/1979.
Massa	tonelada métrica	t	$1 \text{ t} = 1 \text{ Mg} = 1000 \text{ kg}$	
Tempo	minuto dia hora (solar médio) ano (calendário)	min d a	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ $60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$ $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ $1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s}$ $1 \text{ a} = 365 \text{ d} = 31\,536\,000 \text{ s}$	- o dia - o mês lunar - o ano solar constituem a tripla divisão natural do tempo, devido aos movimentos da Terra.
Intervalo de Temperatura	grau Celsius	°C	$1^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$	A temperatura Celsius 0° corresponde a $273,15 \text{ K}$ exatamente $(t_{\text{C}} = T_{\text{K}} - 273,15)(2)$
Ângulo plano (1)	Grau (de arco) (de minuto de arco) segundo (de arco)	° , "	$1^\circ = 0,017\,453 \text{ rad}$ $1' = 17,453 \text{ mrad}$ $1'' = (1/60)'$	$1^\circ = (\pi / 180) \text{ rad}$ $1' = (\pi / 10\,800) \text{ rad}$ $1'' = (\pi / 648\,000) \text{ rad}$
Velocidade	quilômetro por hora	km/h	$1 \text{ km/h} = 0,278 \text{ m/s}$	A veloc. do ar pode ser indicada também em número MACH

Unidades Não-SI para uso com o SI: Apenas p/ aplicações limitadas



Área	hectare	ha	$1 \text{ ha} = 10\,000 \text{ m}^2$	apenas para uso em medições de terra
Energia	quilowatt hora	kWh	$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$	apenas para o uso em medições de consumo de energia elétrica.
Velocidade de rotação Velocidade angular	rotação por minuto	rpm	$1 \text{ rpm} = (1/60) \text{ r/s}$ $= 2\pi / 60 \text{ rad/s}$ $= \pi / 30 \text{ rad/s}$	apenas para uso em medição de velocidade rotacional em equipamentos de baixa rotação

GRAFIA DOS NOMES DE UNIDADES



■ **Extenso** → Letra minúscula → mesmo quando tem origem em nomes de pessoas. Exemplos volt, kelvin e newton.

GRAFIA DOS NOMES DE UNIDADES

- A única **exceção** é a unidade de temperatura grau **Celsius**.

DICIONÁtica
O dicionário da matemática
by Prof. Materialdo

Grau Celsius

Valor numérico | símbolo da unidade grau Celsius

25 °C

espaço de até um caractere

Unidade de medida de temperatura (símbolo: °C) criada pelo cientista sueco Anders Celsius. Também se diz grau centesimal

GRAFIA DOS NOMES DE UNIDADES

- **Válidos:** metros por segundo e m/s.
- **Inválidos:** m por segundo ou metros por s.

Plural dos nomes de unidades

- OS PREFIXOS NUNCA VÃO PARA O PLURAL.

~~Quilosgramas~~

~~milisnewtons;~~

Plural dos nomes de unidades: Quando recebe o “S”

- Ampères, candelas, newtons, etc;
- metros quadrados, milhas marítimas e milímetros cúbicos;
- ampères-horas, newtons-metros, pascals-segundos e watts-horas;

Plural dos nomes de unidades: Quando não recebe o “S”



- siemens, lux e hertz;
- quilômetros por hora, volts por metro, etc.

Símbolos invariantes:

Sempre escritos da mesma forma:

- Ex: cem metros é 100m. Estão erradas as formas 100 mts e 100 ms.



Grafia dos símbolos das unidades

- Símbolo não é abreviatura → O símbolo não deve ser seguido de ponto a menos que esteja no final de um período.

Grafia dos símbolos das unidades

- Não é permitido acrescentar quaisquer sinais, letras ou índices para indicar particularidades. Por exemplo, o símbolo do watt é sempre W, quais quer que seja o tipo de potência a que se refira: mecânica, elétrica, térmica ou acústica.

Grafia dos símbolos das unidades

- Símbolos de uma mesma unidade podem coexistir num símbolo composto por divisão. Por exemplo, mm/m, kWh/h;
- Símbolos são escritos no mesmo alinhamento do número a que se referem, e não como expoente ou índice → São exceções: os símbolos das unidades de ângulo plano os expoentes dos símbolos e o sinal do símbolo grau Celsius.

Grafia dos símbolos das unidades

■ Símbolos de unidades compostas por multiplicação podem ser formados pela justaposição dos símbolos componentes, desde que não causem ambiguidades. São exemplos: VA e kWh. Se houver ambiguidades, um ponto deve ser colocado entre os símbolos na base da linha ou a meia altura. Exemplos: N.m ou N·m

■ Símbolos compostos que contêm divisão em que mais de um símbolo aparece no denominador podem ser formados por qualquer uma das três maneiras exemplificadas a seguir:

$$W / (sr \cdot m^2)$$

$$W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$$

$$\frac{W}{sr \cdot m^2}$$

Grafia dos prefixos

Tabela 4 – Prefixos SI

Fator pelo qual a Unidade SI é multiplicada	Nome	Símbolo
$*10^{24}$	yotta	Y
$*10^{21}$	zetta	Z
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	quilo	k
10^2	hecto	h

10	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a
$*10^{-21}$	zepto	z
$*10^{-24}$	yocto	y

* 19ª CGPM, Resolução 4

Grafia dos prefixos

- Prefixos nunca são justapostos no mesmo símbolo. Está correta a grafia GWh, mas não é aceita nenhuma das formas kMWh, kkkWh ou Mk Wh.
- Prefixos podem coexistir num símbolo composto por multiplicação ou divisão. Exemplos válidos: kN.cm, kW.mA, KV/mm, ml/km, kV/ms, mW/cm².

Grafia dos prefixos

■ De acordo com o Sistema Internacional, os números que antecedem os símbolos das unidades devem ser escritos seguindo algumas regras:

1. A virgula deve ser usada como separador decimal. Quando o valor absoluto de um número é menor que um, coloca-se o zero a esquerda da vírgula;

2.Os algarismos que representam a parte inteira ou decimal de um número podem ser agrupados em conjuntos de três algarismos a contar da virgula para a esquerda ou para direita. NÃO PODEM SER USADOS PONTOS PARA SEPARAR OS GRUPOS DE TRÊS ALGARISMOS; APENAS PEQUENOS ESPAÇOS SÃO PERMITIDOS.

3.É também admitido que os algarismos da parte inteira e os da parte decimal sejam escritos seguidamente, isto é, sem separação em grupos. Estão corretas as grafias: 25 482,2 km e 0,04216254 s. são também aceitas as grafias: 25482,2 km. Não são aceitas: 25.482,2 km e 0,042.162.54 s.

Espaçamento entre número e símbolo

- O espaçamento entre um número e o símbolo da unidade correspondente é opcional. Valem as seguintes observações:
 1. Normalmente o espaçamento de uma ou meia letra é dado entre o número e o símbolo da unidade;
 2. O espaçamento deve ser evitado se há possibilidade de fraude.

Pronúncia dos múltiplos e submúltiplos decimais das unidades



- Algumas regras regem a pronúncia dos nomes de múltiplos e submúltiplos das unidades:
 1. Os nomes dos múltiplos e submúltiplos devem ser pronunciados por extenso. Por exemplo, 20 ml deve ser pronunciado como *vinte mililitros*. **Está errada a pronúncia *vinte eme ele*.**

Pronúncia dos múltiplos e submúltiplos decimais das unidades

2. A sílaba tônica da unidade (assinalada em **negrito**) deve permanecer como sílaba tônica nos seus múltiplos e submúltiplos. Exemplos: **segundo** e milisseg**undo**, pas**cal** e megapas**cal**, **new**ton e quil**o****new**ton. Existem apenas quatro exceções, consagradas pelo uso, em que o acentoônico é deslocado para o prefixo: quil**ô**metro, dec**í**metro, cent**í**metro e mil**í**metro. Os demais múltiplos e submúltiplos do metro devem ser pronunciados segundo a regra descrita: nan**o**metro, microm**o**metro, megam**o**metro, etc.

Alguns enganos

Errado

Km, Kg

μ

a grama

2 hs

15 seg

80 KM/H

250°K

um Newton

Correto

km, kg

μm

o grama

2 h

15 s

80 km/h

250 K

um newton

Outros enganos



Barracão 101
Tem **Pamonha.**
á 1.200 mt.







Traslado a Madrid Shuttle to Madrid



24 hrs.

RESERVATIONS

Teléfono GRATUITO 900 713 583 Toll FREE number

Tel + 34 91 747 75 70 / Fax + 34 748 11 14

www.aerocity.com

**MANTENHA DISTÂNCIA
DA PAREDE
80 CENTS.**



EXERCICIO:



- a) 210 K = duzentos e dez graus Kelvin
- b) 10°C = dez graus Centígrados
- c) 5,0 kg = cinco quilos
- d) 2,0 N = dois Newton
- e) 220 Vts = duzentos e vinte volts
- f) 34,7 m/s = trinta e quatro vírgula sete metros por segundos.
- g) 180 mm/m
- h) 12,5 m/s/h
- i) 45,7 mm/km
- j) 12.312,4 m
- k) 0,000 0124 3 s
- l) 35 nm = trinta e cinco nanômetros
- m) 1615,4g