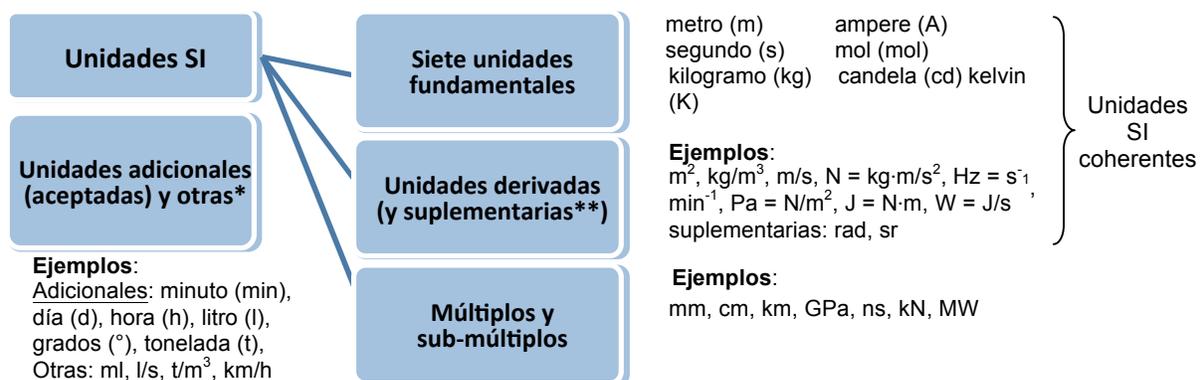


APÉNDICE 1

Manejo de unidades

Este apéndice se enfoca en las unidades más utilizadas en este texto. Se usa principalmente el **Sistema Internacional de Unidades (SI)**, que es el sistema legal de unidades en Colombia. Sin embargo, se considera necesario que el estudiante se familiarice con otros sistemas que tienen una gran influencia en nuestro medio. Se presentan los prefijos del SI y algunas equivalencias entre unidades del SI, inglesas y métricas (del Sistema Técnico Métrico (ST), del mks o del cgs). La nomenclatura, definiciones y símbolos de las unidades del SI y las recomendaciones para el uso de los prefijos son recogidas por la Norma Técnica Colombiana Oficial Obligatoria 1000 (Resolución No. 005 de 95-04-03 del Consejo Nacional de Normas y Calidades). Información adicional sobre unidades puede encontrarse en esta norma, en “ICONTEC (2002) Guía SI - Sistema Internacional de Unidades, Bogotá” y en libros de diseño de máquinas.

La figura A-1.1 muestra la clasificación de unidades del SI. Este sistema se fundamenta en siete unidades de base (unidades fundamentales), las cuales se consideran independientes unas de otras. Las unidades SI derivadas son unidades obtenidas al combinar las fundamentales. Por razones prácticas, 21 unidades derivadas han recibido nombres especiales (por ejemplo, el newton (N)). Las unidades fundamentales y las derivadas forman el conjunto de unidades denominadas unidades SI coherentes; éstas se denominan así, ya que no aparecen factores numéricos en las unidades derivadas y, por lo tanto, no se requieren factores de conversión. Las unidades que contienen un prefijo se denominan múltiplos o sub-múltiplos, los cuales no pertenecen a las unidades coherentes. Los prefijos se usan para evitar valores numéricos grandes o pequeños. En general, el prefijo se escoge de tal manera que el valor numérico esté entre 0,1 y 1000, aunque esto no siempre es deseable o posible. Finalmente, se ha aceptado un cierto número de unidades que no pertenecen al SI, para usarse junto con las unidades SI; éstas pueden llamarse unidades adicionales.



* Otras se refiere a múltiplos, sub-múltiplos y derivadas de las unidades adicionales y a combinaciones entre las unidades SI fundamentales, SI derivadas, adicionales o múltiplos o sub-múltiplos de todas éstas.

** La Guía SI Sistema Internacional de Unidades del ICONTEC no menciona las unidades suplementarias; éstas son incluidas en el grupo de unidades derivadas

Figura A-1.1 Clasificación de unidades del SI

La tabla A-1.1 introduce las unidades fundamentales y la tabla A-1.2 presenta algunas unidades comunes en el contexto de diseño de elementos de máquinas.

Tabla A-1.1 Unidades SI fundamentales o de base

Magnitud	Unidad SI	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Temperatura	kelvin	K
Corriente eléctrica	ampere	A
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

Tabla A-1.2 Algunas unidades SI fundamentales, SI suplementarias, SI derivadas que tienen nombres especiales y aceptadas que no pertenecen al SI

Magnitud	Unidad SI	Símbolo	Equivalencia	Unidad aceptada que no pertenece al SI	Símbolo
Longitud	metro*	m			
Masa	kilogramo*	kg		tonelada (métrica)	t
Tiempo	segundo*	s		minuto hora día	min h d
Temperatura	kelvin*	K		grado Celsius	°C
Ángulo plano	radián [^]	rad	1 rad = 1 m/m = 1	grado minuto segundo	° ' "
Ángulo sólido	estereoradián [^]	sr	1 rad = 1 m ² /m ² = 1		
Fuerza	newton [^]	N	1 N = 1 kg·m/s ²		
Esfuerzo/Presión	pascal [^]	Pa	1 Pa = 1 N/m ²		
Energía/Trabajo	joule [^]	J	1 J = 1 N·m = 1 kg·m ² /s ²		
Potencia	watt [^]	W	1 W = 1 J/s = 1 kg·m ² /s ³		
Frecuencia**	hertz [^]	Hz	1 Hz = 1 s ⁻¹		

* Unidad fundamental o de base.

[^] Unidad suplementaria. El ICONTEC (Guía SI Sistema Internacional de Unidades) clasifica las dos unidades suplementarias como unidades derivadas.

[^] Unidad SI derivada que tiene nombre especial.

** En la práctica, en el caso de la frecuencia rotacional, ésta suele expresarse en revoluciones por minuto (**r/min**) y revoluciones por segundo (**r/s**). Aunque no hay un consenso, muchos autores recomiendan estas formas de dichas unidades, es decir r/min y r/s, las cuales, según la Guía SI Sistema Internacional de Unidades del ICONTEC, son aceptadas por el SI en lugar de las unidades apropiadas min^{-1} y s^{-1} , respectivamente. Sin embargo, el símbolo r no es una unidad SI ni adicional.

La tabla A-1.3 presenta los prefijos del SI y la tabla A-1.4 presenta algunas unidades inglesas y métricas que son de uso común en diseño mecánico. Después se presentan algunas equivalencias entre unidades.

Tabla A-1.3 Prefijos SI. Se prefieren los prefijos de múltiplos y submúltiplos en pasos de 1000

Nombre	Símbolo	Factor	Nombre	Símbolo	Factor
yotta	Y	10^{24}	deci	d	10^{-1}
zetta	Z	10^{21}	centi	c	10^{-2}
exa	E	10^{18}	mili	m	10^{-3}
penta	P	10^{15}	micro	μ	10^{-6}
tera	T	10^{12}	nano	n	10^{-9}
giga	G	10^9	pico	p	10^{-12}
mega	M	10^6	femto	f	10^{-15}
kilo	k	10^3	atto	a	10^{-18}
hecto	h	10^2	zepto	z	10^{-21}
deca	da	10^1	yocto	y	10^{-24}

Tabla A-1.4 Algunas unidades inglesas y métricas

Magnitud	Unidad inglesa	Símbolo	Unidad métrica	Símbolo
Longitud	pie	ft	centímetro	cm
	pulgada	in		
	milla	mi		
Masa	libra masa	lbm	gramo	g
Fuerza	libra fuerza	lbf	kilogramo fuerza (o kilopond)	kgf (kp)
	kilolibra (kilo-pound)	kip		
Esfuerzo/Presión		lbf/in^2 (psi)		kgf/m^2
				kgf/cm^2
Potencia	caballo de fuerza imperial (horse power)	hp		
Temperatura	grados Fahrenheit	$^{\circ}\text{F}$		

Equivalencias aproximadas

Longitud

1 ft = 0.3048 m
 1 ft = 12 in
 1 in = 0.0254 m
 1 mi = 5280 ft = 1.61 km

Tiempo

1 min = 60 s
 1 h = 3600 s
 1 d = 24 h = 86.4 ks

Masa

1 kg = 2.2046 lbm
 1 t = 1000 kg (tonelada aceptada por el SI)
 (1 tonelada corta = 907.2 kg = 2000 lbm)

Fuerza

1 lbf = 0.4536 kgf ó 1 kgf = 2.2046 lbf
 1 kgf = 1 kp = 9.80665 N
 1 kip = 1000 lbf

Momento

1 lbf·ft = 1.3558 N·m
 1 kgf·cm = 0.098066 N·m

Esfuerzo/presión

1 psi = 6.895 kPa
 1 kgf/cm² = 98.066 kPa
 1 ksi = 1000 psi

Potencia

1 hp = 550 ft·lbf/s = 745.7 W

Ángulo plano

1° = ($\pi / 180$) rad
 1 rad = $180^\circ / \pi = 57.2958^\circ$
 1' = 1°/60
 1" = 1'/60 = 1°/3600
 Una revolución es igual a 2π rad

Temperatura

°C = K – 273.15
 (nota: esta ecuación es válida cuando se aplica a valores de temperatura, mas no a diferencias de temperatura: $\Delta T_{emp} = T_{empi} - T_{empj}$)
 $T_{emp} [^\circ\text{C}] = (T_{emp} [^\circ\text{F}] - 32) \times 5/9$
 $T_{emp} [^\circ\text{F}] = (9/5) \times T_{emp} [^\circ\text{C}] + 32$

Notas sobre el uso de unidades del SI y reglas de impresión

- Los símbolos de cantidad (por ejemplo, variables) consisten en una letra (o excepcionalmente dos) del alfabeto latino o griego, a veces con subíndices u otros signos modificadores. Se imprimen en tipo **cursiva** (inclinada); sin embargo, las letras griegas mayúsculas comúnmente no se imprimen en cursiva. Ejemplos: S_u , F , t , ω , Ω y Δ .
- El signo decimal es una **coma**, aunque en muchos países grandes se usa el **punto** (el SI, así como la ISO, aceptan el punto y la coma como separador decimal; en los países de habla inglesa se tiende a usar el punto y en los de habla hispana e idiomas europeos la coma). **En Colombia, por ley, debe usarse la coma.**
- Los nombres de unidades se escriben en minúsculas (por ejemplo, pascal), excepto al comienzo de una oración y la unidad grado Celsius, la cual se escribe con C mayúscula.
- La multiplicación de unidades puede expresarse por el signo de multiplicación “·” (por ejemplo, N·m), por un pequeño espacio (N m) o, si no existe posibilidad de equivocación (con frecuencia la hay), puede omitirse el espacio (Nm).
- La división de unidades puede expresarse como en estos ejemplos: N/m, N·m⁻¹, $\frac{\text{N}}{\text{m}}$, W/(m²·K). Note que el paréntesis es necesario en la última expresión para evitar ambigüedades.

- Debe dejarse un **espacio** entre el valor numérico y la unidad, por ejemplo, 100 N, 23.5 kg, 270 °C, (20 ± 1) nm, excepto para las unidades grado, minuto y segundo y para las unidades de ángulo plano, por ejemplo, 100°, 25', 10.5".
- Las unidades **no** deben imprimirse en cursiva.
- Se recomienda no usar minutos (') ni segundos (").
- Para litro se prefiere “l” en lugar de “L”, aunque ambos son aceptados.