

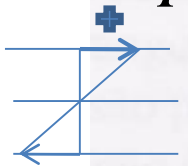
## 8

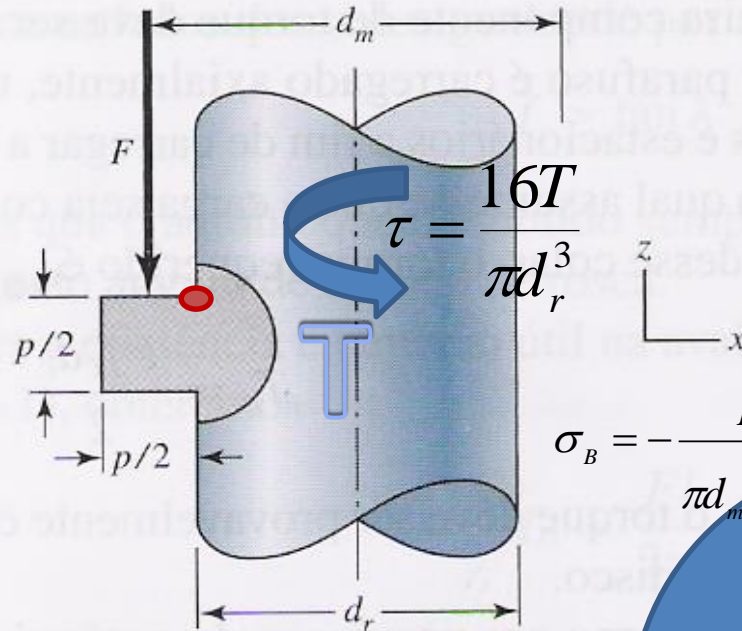
Parafusos, Fixadores  
e Projeto de Junções  
Não-Permanentes

<b>8-1</b>	Padrões de Rosca e Definições 386
<b>8-2</b>	Mecânica dos Parafusos de Potência 387
<b>8-3</b>	Fixadores Rosqueados 397
<b>8-4</b>	Junções – Rigidez de Fixadores 398
<b>8-5</b>	Junções – Rigidez de Membro 402
<b>8-6</b>	Resistência de Parafuso de Porca 405
<b>8-7</b>	Junções de Tração – Carga Externa 407
<b>8-8</b>	Relacionando o Torque à Tração de Parafuso de Porca 409
<b>8-9</b>	Junção de Tração Carregada Estaticamente com Pré-Carga 412
<b>8-10</b>	Junções de Gaxeta 415
<b>8-11</b>	Carregamento de Fadiga de Junções de Tração 415
<b>8-12</b>	Junções de Cisalhamento 421
<b>8-13</b>	Parafusos de Retenção 426
<b>8-14</b>	Chavetas e Pinos 427
<b>8-15</b>	Considerações Estocásticas 433

# Tensões

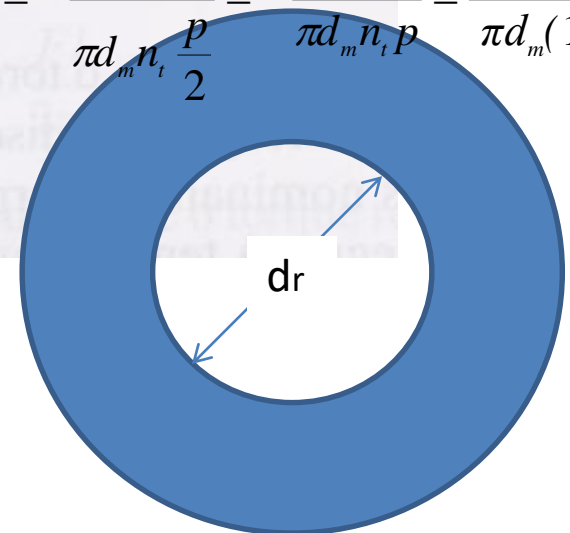
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi d_r^2}$$

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I}$$




$$\sigma_B = \frac{F}{\pi d_m n_t \frac{p}{2}} = \frac{2F}{\pi d_m n_t p} = \frac{2(0,38F)}{\pi d_m (1)p}$$

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} = \frac{6F}{\pi d_r n_t p} = \frac{6(0,38F)}{\pi d_r (1)p}$$

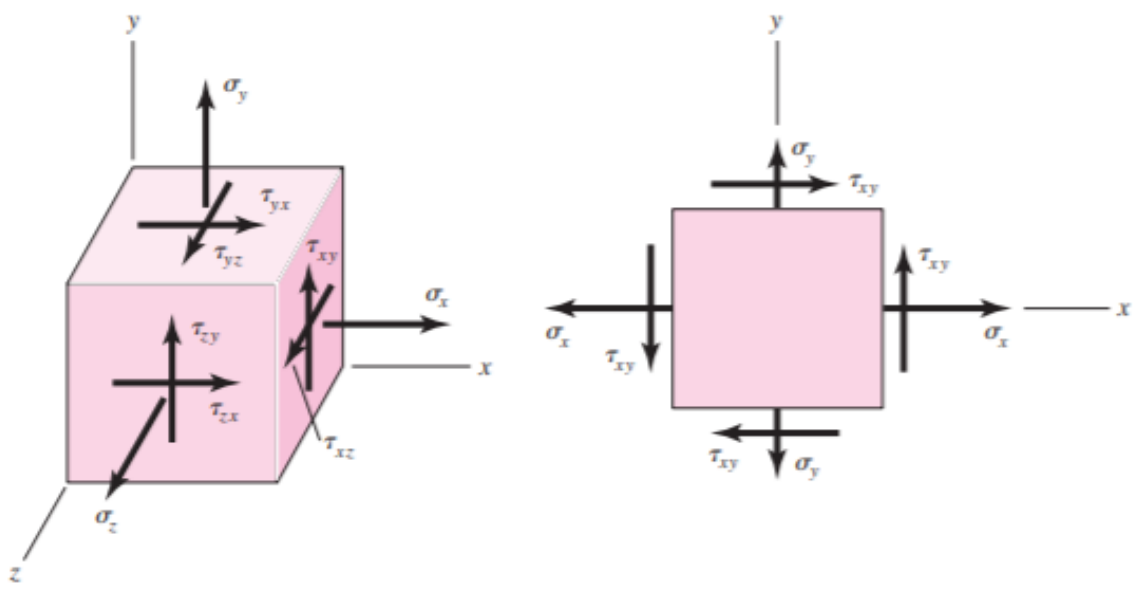
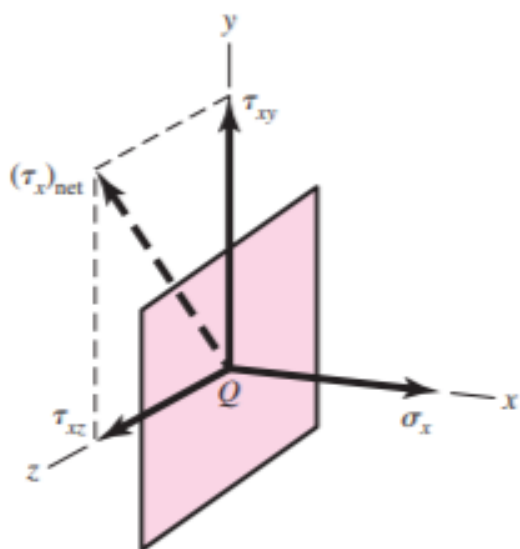


$$\tau = \frac{16T}{\pi d_r^3}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi d_r^2}$$

$$\sigma_B = \frac{F}{\pi d_m n_t \frac{p}{2}} = \frac{2F}{\pi d_m n_t p} = \frac{2(0,38F)}{\pi d_m (1)p}$$

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} = \frac{6F}{\pi d_r n_t p} = \frac{6(0,38F)}{\pi d_r (1)p}$$



$$\sigma_x = \frac{6F}{\pi d_r n_t p} \quad \tau_{xy} = 0$$

$$\sigma_y = 0 \quad \tau_{yz} = \frac{16T}{\pi d_r^3}$$

$$\sigma_z = -\frac{4F}{\pi d_r^2} \quad \tau_{zx} = 0$$

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[ (\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) \right]^{1/2}$$

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

$$\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\tau_1, \tau_2 = \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

**Table 8-4**

Screw Bearing

Pressure  $p_b$ 

Source: H. A. Rothbart,  
*Mechanical Design and  
 Systems Handbook*, 2nd ed.,  
 McGraw-Hill, New York,  
 1985.

Screw Material	Nut Material	Safe $p_b$ , psi	Notes
Steel	Bronze	2500–3500	Low speed
Steel	Bronze	1600–2500	10 fpm
	Cast iron	1800–2500	8 fpm
Steel	Bronze	800–1400	20–40 fpm
	Cast iron	600–1000	20–40 fpm
Steel	Bronze	150–240	50 fpm

**Table 8-5**Coefficients of Friction  $f$   
for Threaded Pairs

Source: H. A. Rothbart,  
*Mechanical Design and  
 Systems Handbook*, 2nd ed.,  
 McGraw-Hill, New York,  
 1985.

Screw Material	Nut Material			
	Steel	Bronze	Brass	Cast Iron
Steel, dry	0.15–0.25	0.15–0.23	0.15–0.19	0.15–0.25
Steel, machine oil	0.11–0.17	0.10–0.16	0.10–0.15	0.11–0.17
Bronze	0.08–0.12	0.04–0.06	—	0.06–0.09

**Table 8-6**

Thrust-Collar Friction

Coefficients

Source: H. A. Rothbart,  
*Mechanical Design and  
 Systems Handbook*, 2nd ed.,  
 McGraw-Hill, New York,  
 1985.

Combination	Running	Starting
Soft steel on cast iron	0.12	0.17
Hard steel on cast iron	0.09	0.15
Soft steel on bronze	0.08	0.10
Hard steel on bronze	0.06	0.08



Exemplos

## EXEMPLO 8-1

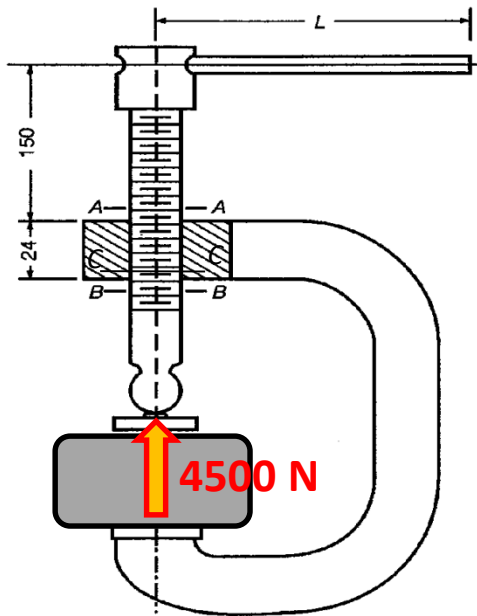
Um parafuso de potência de rosca quadrada tem um diâmetro maior de 32 mm e um passo de 4 mm com roscas duplas, devendo ser usado em uma aplicação similar à da Figura 8-4. Os dados fornecidos incluem  $f = f_c = 0,08$ ,  $d_c = 40$  mm e  $F = 6,4$  kN por parafuso.

- (a) Encontre a profundidade de rosca, a largura de rosca, o diâmetro de passo, o diâmetro menor e o avanço.
- (b) Encontre o torque requerido para elevar e baixar a carga.
- (c) Encontre a eficiência durante a elevação da carga.
- (d) Encontre as tensões de corpo, torcional e compressiva.
- (e) Encontre a tensão de mancal.
- (f) Encontre as tensões de rosca fletindo na raiz, o cisalhamento na raiz, bem como a tensão de von Mises e a tensão máxima de cisalhamento no mesmo local.

**Este exemplo foi feito em classe, refazê-lo usando um parafuso ACME mais próximo**

# Exercícios

- 1- Determine o comprimento  $L$  para que o grampo seja acionado por uma força de 90 N
- 2- Determine as tensões nas seções AA e BB
- 3- Determine as tensões na seção correspondente ao primeiro filete engajado, logo acima de BB, incluindo a pressão no flanco (seção CC).



Considere um fator de concentração de tensão de 1,5 devido à rosca.

Rosca  $\frac{1}{2}$ " – 13 UNC, 1 Entrada  
Coeficiente de atrito nos filetes  $f = 0,12$   
Coeficiente de atrito no pivô  $f_c = 0,25$   
Raio médio do pivô  $r_c = 6,5$  mm

**Tabela A-2** Fatores de conversão A para converter a entrada X à saída Y usando a fórmula  $Y = AX^*$ 

<b>Multiplique a entrada X</b>	<b>Pelo fator A</b>	<b>Para obter a saída Y</b>	<b>Multiplique a entrada X</b>	<b>Pelo fator A</b>	<b>Para obter a saída Y</b>
Unidade térmica britânica, Btu	1055	joule, J	Milha/hora, mi/h	1,61	quilômetro/hora, km/h
Btu/segundo, Btu/s	1,05	quilowatt, kW	Milha/hora, mi/h	0,447	metro/segundo, m/s
Caloria	4,19	joule, J	Momento de inércia, $\text{lbm} \cdot \text{ft}^2$	0,0421	quilograma-metro <sup>2</sup> , $\text{kg} \cdot \text{m}^2$
Centímetros de mercúrio (0°C)	1,333	quilopascal, kPa	Momento de inércia, $\text{lbm} \cdot \text{in}^2$	293	quilograma-milímetro <sup>2</sup> , $\text{kg} \cdot \text{mm}^2$
Centipoise, cP	0,001	pascal-segundo, $\text{Pa} \cdot \text{s}$	Momento da secção (segundo momento de área), $\text{in}^4$	41,6	centímetro <sup>4</sup> , $\text{cm}^4$
Grau (ângulo)	0,0174	radiano, rad	Onça-força, oz	0,278	Newton, N
Pé, ft	0,305	metro, m	Onça-massa	0,0311	quilograma, kg
Pé <sup>2</sup> , ft <sup>2</sup>	0,0929	metro <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	Libra, lbf <sup>†</sup>	4,45	Newton, N
Pé/minuto, ft/min	0,0051	metro/segundo, m/s	Libra-pé, lbf · ft	1,36	Newton-metro, N·m
Pé-libra, ft · lbf	1,35	joule, J	Libra/pé <sup>2</sup> , lbf/ft <sup>2</sup>	47,9	pascal, Pa
Pé-libra/segundo, ft · lbf/s	1,35	watt, W	Libra-polegada, lbf · in	0,113	joule, J
Pé/segundo, ft/s	0,305	metro/segundo, m/s	Libra-polegada, lbf · in	0,113	Newton-metro, N · m
Galão (EUA), gal	3,785	litro, l	Libra/polegada, lbf · in	175	Newton/metro, N/m
Cavalo de potência, hp	0,746	quilowatt, kW	Libra/polegada <sup>2</sup> , psi (lbf/in <sup>2</sup> )	6,89	quilopascal, kPa
Polegada, in	0,0254	metro, m	Libra-massa, lbm	0,454	quilograma, kg
Polegada, in	25,4	milímetro, mm	Libra-massa/Segundo, lbm/s	0,454	quilograma/segundo, Kg/s
Polegada <sup>2</sup> , in <sup>2</sup>	645	milímetro <sup>2</sup> , mm <sup>2</sup>	Quarto (líquido, EUA), qt	946	mililitro, mL
Polegada de mercúrio (32°F)	3,386	quilopascal, kPa	Módulo da secção, in <sup>3</sup>	16,4	centímetro <sup>3</sup> , cm <sup>3</sup>
Quilolibra, kip	4,45	quilonewton, kN	Slug*	14,6	quilograma, kg
Quilolibra/polegada <sup>2</sup> , kpsi(ksi)	6,89	megapascal, MPa (N/mm <sup>2</sup> )	Tonelada (curta 2.000 lbm)	907	quilograma, kg
Massa, lbf · s <sup>2</sup> /in	175	quilograma, kg	Jarda, yd	0,914	metro, m
Milha, mi	1,610	quilômetro, km			

\* Aproximado.

† A unidade do sistema habitual da libra-força nos Estados Unidos é frequentemente abreviada como lbf para distinguir de libra-massa, que é abreviada como lbm.

**Tabela A-20**

Resistências determinísticas da ASTM mínimas de tração e escoamento para aços laminados a quente (HR) e repuxados a frio (CD) [As resistências listadas são valores mínimos estimados da ASTM no intervalo de medida de 18 a 32 mm ( $\frac{3}{4}$  a  $1\frac{1}{4}$  in). Essas resistências são apropriadas para uso com o fator de projeto definido na Seção 1-10, provido que os materiais conformem aos requisitos da ASTM A6 ou A568 ou são requeridos em especificações de compra. Lembre-se de que um sistema de numeração não é uma especificação. Veja a Tabela A-1 para alguns aços da ASTM]

1	2	3	4	5	6	7	8
UNS nº	Nº SAE e/ou AISI	Proces-samento	Resistência à tração MPa (kpsi)	Resistência ao escoamento MPa (kpsi)	Alongamento em 2 in, %	Redução em área, %	Dureza Brinell
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27,5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37,5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39,5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49,5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61,5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248