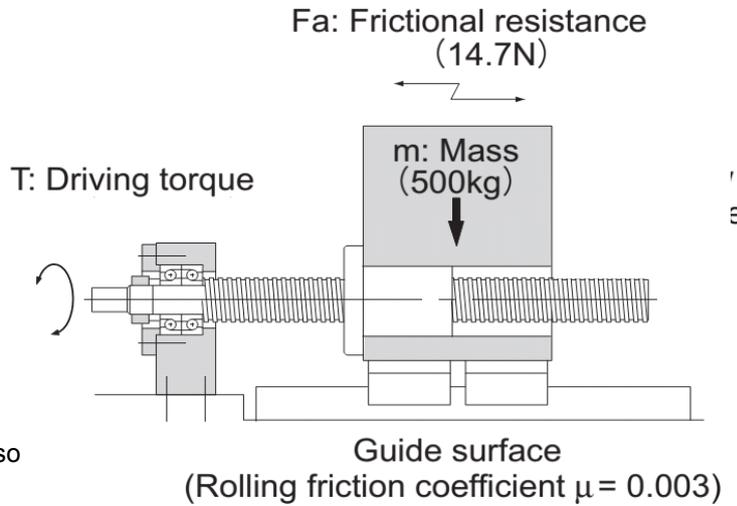


Exemplo comparativo entre fuso trapezoidal e fuso de esferas

$D_p := 33 \cdot \text{mm}$	Diâmetro primitivo
$Ph := 10 \cdot \text{mm}$	Paso do fuso
$M := 500 \cdot \text{kg}$	Massa transportada
$P := M \cdot g = 4.9 \cdot \text{kN}$	Peso
$\mu_g := 0.003$	Coefficiente de atrito da guia de rolamento
$F_a := P \cdot \mu_g = 14.71 \text{ N}$	Força axial
$\lambda := \text{atan}\left(\frac{Ph}{D_p \cdot \pi}\right) = 5.51 \cdot \text{deg}$	Ângulo de hélice
$\eta_{TR}^1 := 32\% = 0.32$	Eficiência direta do fuso
$R_t := \frac{Ph}{2 \cdot \pi} = 1.592 \cdot \frac{\text{mm}}{\text{rad}}$	Relação de transmissão
$T_{TR} := \frac{R_t \cdot F_a}{\eta_{TR}^1} = 73.2 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$	Torque de acionamento para fuso trapezoidal



Cálculo usando o fuso NSK W3211SA-5Z-C5Z10

Dados de entrada do catálogo

$D_n := 32 \cdot \text{mm}$	Diâmetro nominal
$D_e := 6.35 \cdot \text{mm}$	Diâmetro das esferas
$L_r := 1180 \cdot \text{mm}$	Comprimento da rosca do fuso escolhido
$L_p := 100 \cdot \text{mm}$	Comprimento da porca
$L_c := L_r - L_p = 1080 \cdot \text{mm}$	Curso útil do fuso
$L_b := 1200 \cdot \text{mm}$	comprimento entre mancais
$L_f := 1429 \cdot \text{mm}$	Comprimento total do fuso com acoplamento
$D_b := D_p - D_e = 26.65 \cdot \text{mm}$	Diâmetro da raiz do filete
$\rho_{aço} := 7840 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Densidade do material do fuso
$E_{aço} := 206 \cdot \text{GPa}$	Módulo de elasticidade do material
$\eta_{FE}^1 := 96\%$	Eficiência do fuso de esfera com $\mu=0,003$

Calculo das velocidades da cinemática da transmissão

$v := 100 \cdot \frac{\text{mm}}{\text{s}}$	Velocidade de processo
$\omega := \frac{v}{R_t} = 600 \cdot \text{rpm}$	Rotação do fuso

Verificação da máxima velocidade para o fuso

$$A := \frac{Db^2 \cdot \pi}{4} = 558 \cdot \text{mm}^2 \quad \text{Área da secção menor do fuso}$$

$$I := \frac{Db^4 \cdot \pi}{64} = 24.8 \times 10^3 \cdot \text{mm}^4 \quad \text{Momento de inércia do fuso}$$

$$\beta_1 := 1.875$$

Fixo – livre:	$\beta_1=1.875$
Suportado – suportado:	$\beta_1=3.142$
Fixo – suportado:	$\beta_1=3.927$
Fixo – Fixo:	$\beta_1=4.73$ (Dados do catálogo da THK)

$$\omega_{80\%c} := \frac{\beta_1^2}{L_b^2} \cdot \sqrt{\frac{E_{aço} \cdot I}{\rho_{aço} \cdot A}} \cdot 80\% = 637 \cdot \text{rpm} \quad \text{Máxima rotação para uso deste fuso}$$

Cálculo da dinâmica do processo

Cálculo do torque a regime permanente

$$T_{RP} := \frac{R_t \cdot F_a}{\eta_{1FE}} = 24.4 \cdot \text{N} \cdot \text{mm} \quad \text{Torque para acionar a carga}$$

Cálculo do torque de aceleração

$$d_a := 50 \cdot \text{mm} \quad \text{Distância para atingir a velocidade de processo}$$

$$d_a = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad \text{Distância de aceleração em função do tempo e da aceleração}$$

$$v = a \cdot t \quad \text{Velocidade em função do tempo e da aceleração}$$

$$a := \frac{v^2}{2 \cdot d_a} = 0.1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{Aceleração da massa}$$

$$t := \frac{v}{a} = 1 \times 10^3 \cdot \text{ms} \quad \text{Tempo de aceleração}$$

$$\alpha := \frac{a}{R_t} = 63 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \quad \text{Aceleração angular}$$

$$J_f := \frac{\pi \cdot \left[\frac{(Db + Dn)}{2} \right]^4 \cdot L_f \cdot \rho_{aço}}{32} = 813 \cdot \text{kg} \cdot \text{mm}^2 \quad \text{Momento de inércia do fuso}$$

$$J_{RF} := J_f + M \cdot R_t^2 = 2080 \cdot \text{kg} \cdot \text{mm}^2 \quad \text{Inércia refletida no fuso}$$

$$T_J := J_{RF} \cdot \alpha = 131 \cdot \text{N} \cdot \text{mm} \quad \text{Torque para acelerar a inércia}$$

$$T_P := T_{RP} + T_J = 155.1 \cdot \text{N} \cdot \text{mm} \quad \text{Torque de pico para o fuso}$$

Análise de flambagem no caso de carga compressiva

$$F_{sF} := 2 \quad \text{Fator de segurança para flambagem}$$

$$\kappa_1 := 0.25$$

Fixo – livre:	$\kappa_1=0.25$
Fixo – suportado:	$\kappa_1=2$
Fixo – fixo:	$\kappa_1=4$

Dados do catálogo da THK

$$F_{Fl} := \frac{\kappa_1 \cdot \pi^2 \cdot E_{aço} \cdot I}{L_b^2 \cdot F_{sF}} = 4.37 \cdot \text{kN} \quad \text{Carga máxima compressiva para flambagem}$$

$$\sigma_p := 147 \cdot \text{MPa} \quad \text{Tensão normal recomendada pelo fabricante THK}$$

$$F_p := \sigma_p \cdot A = 82 \cdot \text{kN} \quad \text{Limite de carga axial pela tensão recomendada}$$