

## 9 - ROTAÇÃO MÁXIMA PERMISSÍVEL

Quando a velocidade da rotação do motor coincide com a frequência do sistema, as vibrações podem causar ressonâncias. Essa velocidade de rotação é determinada como velocidade crítica. Isso acarreta danos no equipamento. Por isso, é muito importante prevenir a ressonância da vibração. Dependendo da aplicação, é necessário utilizar mancais extras entre as extremidades, para aumentarmos a frequência dos fuso de esferas. Cálculo para rotação máxima permissível:

$$n = f \times (dr/L^2) \times 10^7 \times 0,8 \text{ rpm}$$

onde: n = rotação máxima permissível  
 dr = diâmetro interno do fuso ( mm )  
 L = distância entre mancais de apoio ( mm )  
 f = coeficiente dependendo do tipo de montagem

apoiado - apoiado	f = 9,7
fixo - apoiado	f = 15,1
fixo - fixo	f = 21,9
fixo - livre	f = 3,4

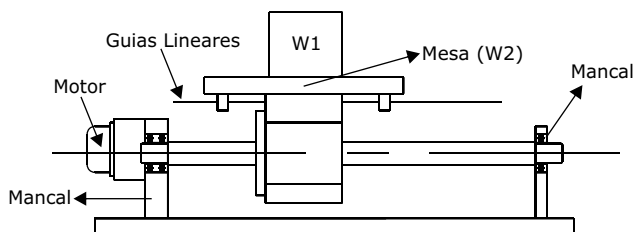
Para a rotação máxima também pode ser considerado o seguinte limite:

Para fuso retificado =  $dr \times n \leq 70.000 \text{ rpm}$  ( para classe C3 e C5 )

Para fuso laminado =  $dr \times n \leq 50.000 \text{ rpm}$  ( para classe C7 )

A fórmula  $dr \times n$  é apenas uma referência. Para um cálculo mais preciso é necessário levar em consideração os métodos de fixação e as distâncias entre os mancais.

## 10 - EXEMPLOS DE CÁLCULOS - Condição Horizontal



W1+W2 (Massa Total)	m = 800 Kgf
Curso máximo	S = 1 300 mm
Velocidade Máx. do Sistema	V = 14 000 mm/min
Fator de operação	Fw = 1,2 (Peq.Vibrações )
Vida útil	Lh = 25 000 horas
Coefficiente de fricção	= 0,1
Rotação do sistema	N = 2 000 rpm
Mancalização	f = 21,9 (fixo/fixo)

### 10.1 - Força de Arraste

$$Fa = m \times$$

$$Fa = 800 \times 0,1 = 80 \text{ kgf}$$

### 10.2 - Passo

Passo = Velocidade Máxima do Sistema ( mm/min ) / rotação do sistema

$$\text{Passo} = 14000 / 2.000 \text{ rpm} \quad \text{Passo} = 7\text{mm}$$

Obs: Como dispomos de passo 5 e 10mm, utilizaremos fuso com passo de 10mm.

### 10.3 - Rotação de Trabalho ( N )

$$N = \text{Velocidade Máxima no Sistema} / \text{Passo}$$

$$N = 14000 / 10 \quad N = 1400 \text{ rpm (de trabalho)}$$

### 10.4 - Carga Dinâmica ( Ca )

$$Ca = ( 60 \times N \times Lh )^{1/3} \times Fa \times Fw \times 10^{-2}$$

$$Ca = ( 60 \times 1400 \times 25000 )^{1/3} \times 80 \times 1,2 \times 10^{-2}$$

$$Ca = \sim 1229 \text{ Kgf.}$$

A porca 9RFSW2510 - 2.5P atende a aplicação, uma vez que a sua carga dinâmica ( Ca ) é de 1720 Kgf contra a carga dinâmica de 1229 Kgf apresentado nos cálculos.

N = R.P.M no sistema
Lh = Vida útil média (vide tabela 7.1)
Fa = Força axial
Fw = Fator de operação

### 10.5 - Diâmetro do Fuso

$$Df = ( ( N \times L^2 ) / f ) \times 10^{-7}$$

$$Df = ( ( 1400 \times 1300^2 ) / 21,9 ) \times 10^{-7}$$

$$Df = \sim 10,8 \text{ mm}$$

N = R.P.M no sistema
L = Comprimento entre mancais
F = Coeficiente dependendo do tipo de montagem

### 10.6 - RPM Crítico

$$N = f \times (dr / L^2 \times 10^7) \times 0,8$$

$$N = 21,9 \times ( 19,70 / 1300^2 ) \times 10^7 \times 0,8$$

Logo: 2042 > 1.400 rpm desejado.

Obs: O diâmetro interno (dr) do fuso 25 x 10 passo é igual a 19,70mm.

n = Rotação máxima permissível
dr = Diâmetro interno do fuso (mm)
L = Distância entre mancais de apoio (mm)
f = Coeficiente dependendo do tipo de montagem



## 10.7 - Vida Útil (Lh)

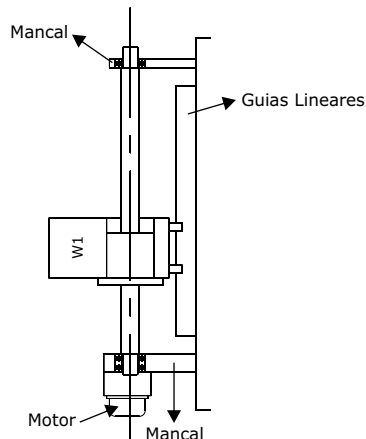
$$Lh = (Ca / (Fa \times Fw))^3 \times 10^6 \times 1 / (60 \times N)$$

$$Lh = (1720 / (80 \times 1,2))^3 \times 10^6 \times (1 / (60 \times 1400))$$

$$Lh = \sim 68\,464 \text{ horas, } \text{logo } 68\,464 > 25\,000 \text{ (horas)}$$

Lh = Vida útil em horas Lh = L / 60.N  
 Ls = Vida útil em Km  
 Ca = Capacidade da carga dinâmica  
 Fa = Força axial  
 N = Velocidade em RPM  
 Fw = Fator de operação

## 11 - EXEMPLOS DE CÁLCULOS - CONDIÇÃO VERTICAL



W1 (Massa Total)	m = 357 Kgf
Curso máximo	S = 1 500 mm
Velocidade Máx. do Sistema	V = 4 000 mm/min
Fator de operação	Fw = 1,2 (Peq.Vibrações)
Vida útil	Lh = 20 000 horas
Coefficiente de atrito	= 0,1
Rotação do sistema	N = 500 rpm
Mancalizaçãõ	f = 15,1 (fixo/apoiado)

### 11.1 - Força Axial

$$Fa = (m \times g) + (f \times m \times g)$$

$$Fa = (357 \times 9,8) + (0,1 \times 357 \times 9,8) = 3848N$$

$$Fa = \sim 385 \text{ Kgf}$$

### 11.2 - Passo

Passo = Velocidade Máxima do Sistema ( mm/min ) / rotação do sistema.  
 Passo = 4 000 / 500 rpm      Passo = 8mm  
 Obs.: Como dispomos de passo 5 e 10mm, utilizaremos fuso com passo de 10mm.

### 11.3 - Rotação de Trabalho ( N )

N = Velocidade Máxima no Sistema / Passo  
 N = 4 000 / 10      N = 400 rpm (de trabalho)

### 11.4 - Carga Dinâmica ( Ca )

$$Ca = (60 \times N \times Lh)^{1/3} \times Fa \times Fw \times 10^{-2}$$

$$Ca = (60 \times 400 \times 20\,000)^{1/3} \times 385 \times 1,2 \times 10^{-2}$$

Logo: Ca = ~3617 Kgf.

A porca 9RFSW4010-4.OP atende a aplicação, uma vez que a sua Carga Dinâmica ( Ca ) é de 3 930 Kgf contra a Carga Dinâmica de 3 617 Kgf apresentado nos cálculos.

### 11.5 - Diâmetro do Fuso

$$Df = ((N \times L^2) / f) \times 10^{-7}$$

$$Df = ((400 \times 1\,500^2) / 15,1) \times 10^{-7}$$

Logo: Df = ~6 mm

### 11.6 - Rpm Crítico

$$N = f \times (dr / L^2) 10^7 \times 0,8$$

$$N = 15,1 \times (34,90 / 1\,500^2) \times 10^7 \times 0,8$$

$$N = 1873$$

Logo 1 873 > 400 rpm desejado.  
 Obs.: O diâmetro interno ( dr ) do fuso 40 x 10 passo é igual a 34,90mm

### 11.7 - Vida Útil (Lh)

$$Lh = (Ca / (Fa \times Fw))^3 \times 10^6 \times 1 / (60 \times N)$$

$$Lh = (3\,930 / (385 \times 1,2))^3 \times 10^6 \times (1 / (60 \times 400))$$

$$Lh = \sim 25\,647 \text{ horas}$$

Logo: 25 647 > 20 000 ( horas)

