

Part B - Elementos de Máquina I

2.1, 2.2

Todos do Cap. 7

Todos do 12

Programa:

- 1- Transmissão por correias
- 2- Transmissão por correntes
- 3- Fixação de tubos em eixos
 - 3-1 Por chavetas
 - 3-2 Por estrias (entalhes ou dentes)
- 4- Mancais



Transmissão por correias

Tipos de transmissão por correias:

- transmissão aberta
- transmissão cruzada
- transmissão semicruzada
- transmissão com correia trapezoidal

Perfil de correias trapezoidais:

- Super HC: 3V - 5V - 8V
- Hi-Power II: A - B - C - D - E

Seleção de Correias em V - Conforme fabricante Gates:

Dados necessários:

- 0) tipo de correia:
 - A) Hi-power ()
 - B) Super-HC ()
- 1) tipo de motor:
 - Alto Torque ()
 - Torque Normal ()
- 2) Potência do motor: $P_m = H_p = \dots \text{ hp}$
- 3) Rotação do motor: $n_m = n_1 = \dots \text{ rpm}$

- 4) tipo de máquina ou equipamento acionado: ...
- 5) Rotação da máquina ou equipamento acionado: $n_2 = n_{min} \dots rpm$
- 6) Distância entre centros $C = \dots [mm]$; (Se não for imposto, recomenda-se: $C = \frac{3d+D}{2}$)

- 7) Tipo ou tempo de trabalho diário:
 - serviço intermitente: ()
 - serviço Normal: ()
 - serviço Contínuo: ()

Roteiro de 9 passos feito pelo Gato

I- Determine a potência projetada (HPP)

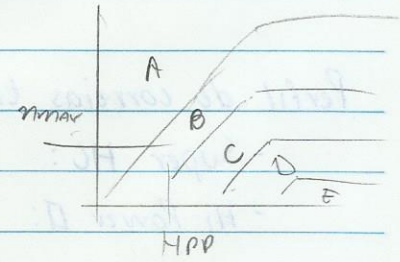
$HPP = HP \times F_s$

HP: Potência do Motor (HP)

F_s: Fator de serviço (Tabela nº 1) (12-3)

II- Determine o Perfil Apropriado: (12-4)

Perfil = f (Gráfico Nº 1 ou Nº 2; HPP e $n_{max} = 3$)



III- Determine os Diâmetros das Polias (12-5)

$i = \frac{D}{d} = \frac{n_{max}}{n_{min}}$

d: Diâmetro menor (normalizado)

$d'' = f(\text{tab } n: d \text{ ou } n: 3; HP = \frac{P_m}{12} \times \frac{n_{max}}{13})$

$d [mm] = d'' \times 25,4 [mm]$

$d_{normalizado} = f(\text{Cabeçalho da tabela nº 10 à } n: 17 \times d \geq d [mm]) = d$

2.05.10.11

1 1

IV - Determine o comprimento experimental da correia (L)

$$L = 2.C + 1,57(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4.C}$$

C: Distância entre Centros

D: Diâmetro maior

d: Diâmetro menor

Quando a distância entre centros não for fornecida; Determine experimentalmente

$$C = \frac{3.d + D}{2}$$

V - Escolha a correia adequada 12-6

$$L_c = f(\text{tab 4 ou 5})$$

VI - Recalcule a distância entre centros (D.C) (12-9)

$$A = L_c - 1,57(D+d)$$

L_c : Comprimento da Correia Escolhida

h : Fator de correção da Distância entre centros (Tabela 6)

$$D_c = \frac{A - h(D-d)}{2}$$

VII - Determine a potência transmitida por correia h_p

h_{p_b} : potência básica (tabelas 10 à 17)

h_{p_a} : potência adicional (tabelas 10 à 17)

F_c : fator de correção de comprimento (tabelas 7 e 8)

F_g : fator de correção de Arco de contato (Tabela 9)

$$h_p = (h_{p_b} + h_{p_a}) \cdot F_c \cdot F_g$$

VIII - Determine o número necessário de correias (N)

$$N \geq \frac{HPP}{h_p}$$

IX - Verifique a velocidade periférica da correia (V)

$$V = \frac{D \times \text{rpm menor}}{19100}$$

ou

$$V = \frac{d \times \text{rpm menor}}{19100}$$

Capítulo 7 - Fixação de Cubos em Eixos por adaptação de forma

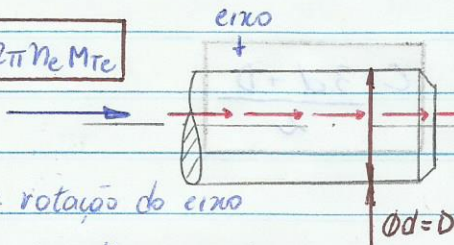
$P_s = P_{sac} = P_e \dots \left(\eta_{lmog} = \frac{P_s}{P_e} = 1 = 100\% \right)$ - Não há perdas

P_e : Potência que entra

P_s : Potência que sai

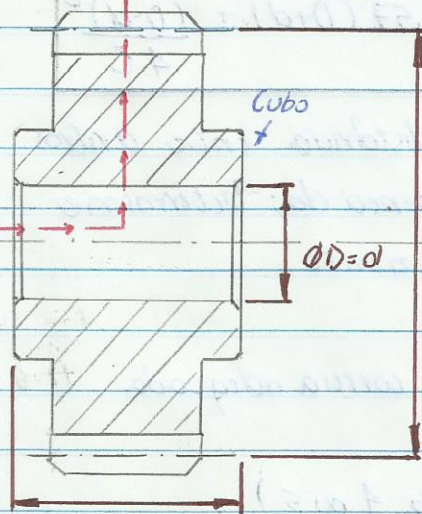
- Não há escorregamento relativo

$P_e = 2\pi n_e M_{Te}$



n_e : rotação do eixo

$M_{Te} = T_e$: Momento Torçor ou Torque no eixo



$L_{hubo} = L_{chaveta} = ?$

$M_{Te} = T_e = \frac{F_{axial} \cdot d}{2} = \frac{P_e}{2\pi n_e}$

(eixo < furo)

Ajuste = Montagem do eixo no hubo

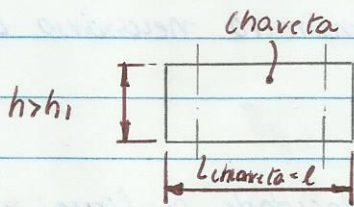
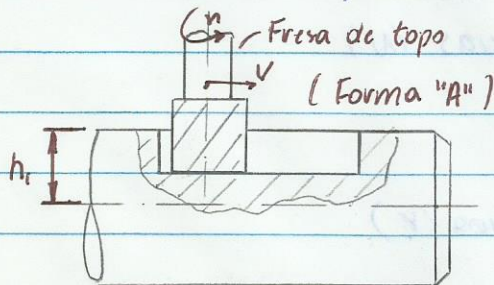
\Rightarrow

- 1º) Ajuste c/ Folga ou deslizamento (eixo > furo)
- 2º) Ajuste c/ Interferência ou Forçado
- 3º) Ajuste Inerte \Rightarrow - ora temos folga - ora temos interferência

\Downarrow

Sempre nos Ajustes as dimensões nominais ($d_j D$) são iguais $\therefore \varnothing d = D$

Eixo c/ Forma Adaptativa \Rightarrow Terá rasgo de chaveta, feita por Presamento



Chaveta Paralela Forma A

conf. DIN 6085

(Vide Tab. 7.5)

Pag. 7.11

$(b \cdot h) = f(d \text{ eixo})$

Exemplo: Se $d = 55 \text{ mm} \Rightarrow$

$b = 16 \text{ mm}$
 $h = 10 \text{ mm}$

$b = 10$

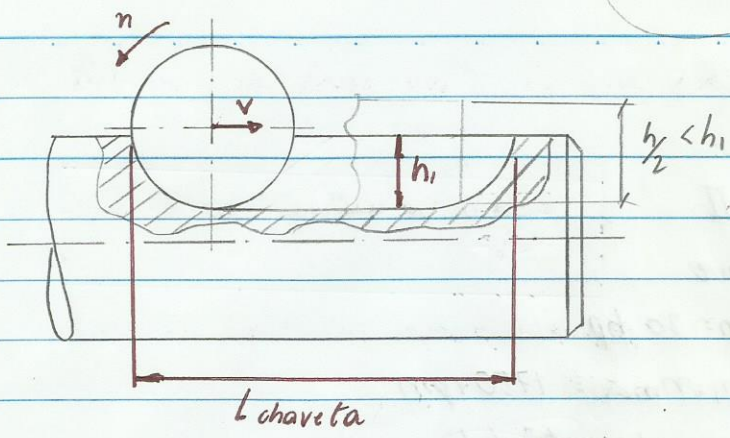
$n = 10$

$h_1 = 6$

$h_2 = 4,5$

$45 \leq l \leq 180 \Rightarrow$ Normal para $\Rightarrow 110 \text{ mm}$

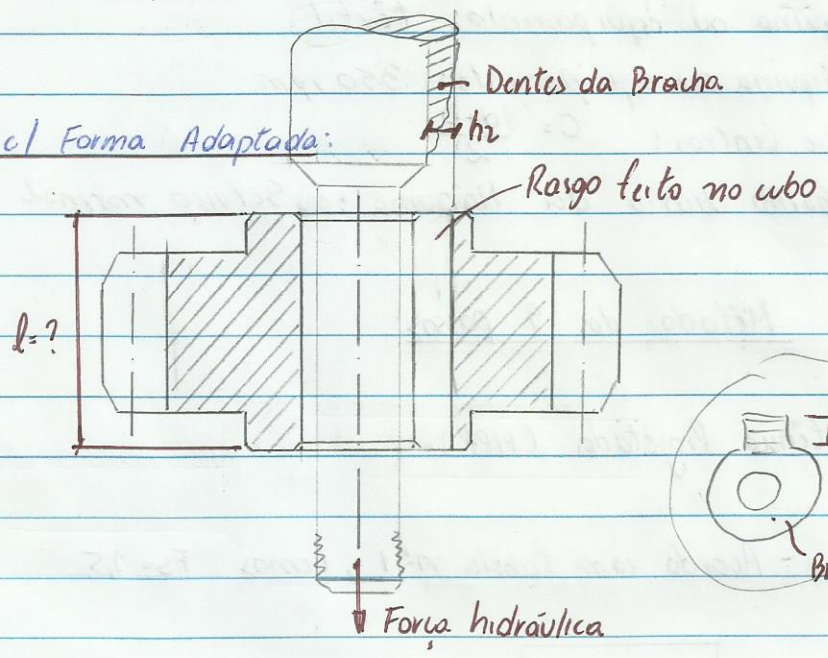
faixa recomendada \Rightarrow $rod = f_e$



$\frac{h}{2}$: profundidade realmente engastada

Tab. da 5.12

Cubo c/ Forma Adaptada:



Dimensionamento da chaveta com cubo (Pág 7.4 à 7.9)

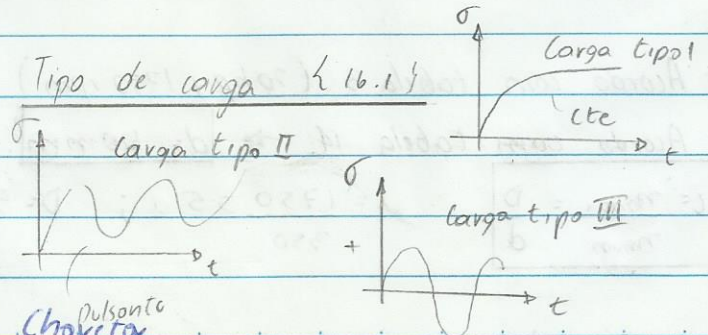
1ª Verificação: Esmagamento do cubo

Vide Tab 7.1 pg. 7.5

$$P_{esmag} = \frac{F_{esmag}}{A_{esmag}} = \frac{F_c}{\frac{h \cdot l}{2}} = \frac{2 F_c}{h \cdot l} \leq p_{adm}$$

$$\therefore l \geq \frac{2 F_c}{h p_{adm}}$$

$$F_c = \frac{T}{\frac{d}{2} - h_1 + \frac{3}{4} h}$$



2ª Verificação: Cisalhamento da Chaveta

$$\tau = \frac{Q}{A_{csc}} = \frac{Q}{h \cdot l} \leq \tau_{adm}$$

Vide Tab. 7.2 pg. 7.6

$$l \geq \frac{Q}{h \tau_{adm}} \quad T = \frac{Q \cdot d}{2} \Rightarrow Q = \frac{2 \cdot T}{d}$$

Exercício 12.1) (Apostila)

Dados necessário:

- 0- Tipo de correia: Hi-Power II
- 1- Tipo do motor: Alto-torque
- 2- Potência do motor: $HP = P_m = 20 \text{ hp}$
- 3- Rotação do motor: $n_m = n_1 = n_{m\max} = 1750 \text{ rpm}$
- 4- Tipo de máquina ou equipamento: têxtil
- 5- Rotação da máquina ou equipamento: 350 rpm
- 6- Distância entre Centros: $C = \frac{3d + D}{2}$
- 7- Tempo de trabalho diário da Máquina: Serviço normal

Método dos 9 passos

I- Determinar Potência Projetada (HPP)

$$HPP = HP \times F_s \quad \text{- Acordo com tabela n:1, temos } F_s = 1,5$$

$$\therefore HPP = 20 \times 1,5 \quad \therefore HPP = 30 \text{ hp}$$

II- Determine o perfil apropriado

+ Acordo com Gráfico 2 (30hp, 1750 rpm): Correias Hi-Power II Pu 11 B

III- Determine os Diâmetros das Polias

+ Acordo com tabela 3: (20hp, 1750 rpm) temos $d = 4,6'' = 116,84 \text{ mm}$

+ Acordo com tabela 14 $\rightarrow d = 120 \text{ mm}$

$$i = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{D}{d} \quad \therefore i = \frac{1750}{350} = 5 \quad ; \quad D = 5d \quad \therefore D = 600 \text{ mm}$$

IV- Determine o comprimento Experimental da Corrieta (L) (Exercício 1.5)

$$C = \frac{3d + D}{2} \quad (\text{Pois não temos a distância entre centros}) \quad C = \frac{3 \cdot 120 + 600}{2} \quad \therefore \quad C = 480 \text{ mm}$$

$$L = \frac{2 \cdot C + 1,57(D+d) + (D-d)^2}{4C} \quad L = \frac{2 \cdot 480 + 1,57(600+120) + (600-120)^2}{4 \cdot 480} \quad \therefore \quad L = 2210,4 \text{ mm}$$

V- Escolha a corrieta adequada

+ Acordo com tabela 5 (2210,4 mm; Perfil B) $\therefore L_c = 2205 \text{ mm} ; \text{ Perfil B-85}$

VI- Recalcule a distância entre centros (Dc)

$$D_c = \frac{A - h(D-d)}{2} \quad ; \quad A = L_c - 1,57(D+d) \quad ; \quad h = \text{tab 6} \left(\frac{D-d}{A} \right)$$

$$A = 2205 - 1,57(600+120) \quad \therefore \quad A = 1074,6 \text{ mm}$$

$$h = \text{tab 6} \left(\frac{600-120}{1074,6} \right) = \text{tab 6} (0,447) \quad \therefore \quad h = 0,25$$

$$D_c = \frac{1074,6 - 0,25(600-120)}{2} \quad \therefore \quad D_c = 477,3 \text{ mm}$$

VII- Determine a potência transmitida por hp

$$hp = (hp_b + hp_a) \cdot F_c \cdot F_g \quad hp_b = \text{tab 14} (120 \text{ mm} ; 1750 \text{ rpm} ; B) = 4,04 \text{ hp}$$

$$hp_a = \text{tab 14} (1750 \text{ rpm} ; 5) = 0,78 \text{ hp}$$

$$hp = (4,04 + 0,78) \cdot 0,99 \cdot 0,82$$

$$F_c = \text{tab 8} (B-85 ; B) = 0,99$$

$$\therefore \quad hp = 3,913 \text{ hp}$$

$$F_g = \text{tab 9} \left(\frac{600-120}{477,3} \right) = 0,82$$

1 1

Exercício 12.2) (Apostila)

Dados necessários:

- 0- Tipo de correia: Super HC $\mu = 0,3$
- 1- Tipo do motor: Torque normal
- 2- Potência do motor: $HP = P_m = 2 \text{ hp}$
- 3- Rotação do motor: $n_m = n_i = n_{\max} = 1160 \text{ rpm}$
- 4- Tipo de máquina: Têxtil
- 5- Rotação da máquina: $n_2 = n_{\min} = ?$
- 6- Distância entre centros: $C = \frac{3d + D}{2}$, $\{ D = 210 \text{ mm}; d = 90 \text{ mm} \}$
- 7- Tempo de trabalho: Serviço normal

Aplicando 9 passos (bates)

(I) $HP = 2 \text{ hp}$; $F_s = f(\text{Torque normal, Máquina têxtil, Serviço Normal})$
 $F_s = 1,3$

$\therefore HPP = 2 \times 1,3 \therefore HPP = 2,6 \text{ hp}$

(II) $\phi(2,6 \text{ hp}; 1160 \text{ rpm}; \text{Super HC}) = ?$

Perfil de correias Super HC - 3V

(III) Fornecido - valores $D = 210 \text{ mm}$ e $d = 90 \text{ mm}$

(IV)

$$C = \frac{3d + D}{2} = \frac{3 \cdot 90 + 210}{2} \therefore C = 240 \text{ mm}$$

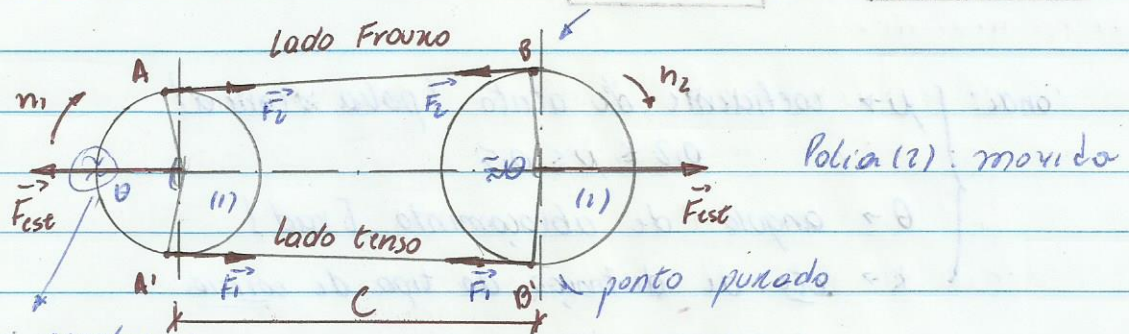
$$L = 2C + 1,57 \frac{(D+d)}{4C} + \frac{(D-d)^2}{4 \cdot 240} = 2 \times 240 + 1,57 \frac{(210+90)}{4 \cdot 240} + \frac{(210-90)^2}{4 \cdot 240}$$

$L = 966 \text{ mm}$

(Continua depois da proxima page)

Polia (1): motora

Ponto empurrado



Aqui acontece o

efeito creep

(efeito santona)

(A e A'): pontos de deslocamento na polia menor

(B e B'): pontos de deslocamento na polia maior

C: distância entre centros → é ajustável

θ : ângulo de abraçamento → é medido sempre na polia menor

ψ : semi-suplemento de θ → $\theta + \psi + \psi = 180^\circ$

$$\psi = \frac{180 - \theta}{2}$$

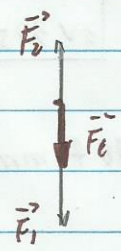
\vec{F}_{este} : força de esticamento, colocada nas correias pelo ajuste de C

Forças Tensoras nas correias:

F_1 : força do lado tenso

$$F_1 > F_2$$

F_2 : força do lado frouxo



$$\vec{F}_t = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

\Leftrightarrow

$$F_t = F_1 - F_2$$

soma vetorial

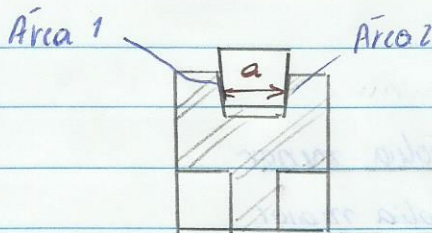
$$F_t = F_1 - F_2 = \frac{2 M_T}{d_1} = \frac{P_1}{v_1} = \frac{P_1}{\pi d_1 n_1} \quad (1)$$

→ Lei de Euler:

$$F_1 = F_2 e^{\frac{\mu \theta}{K}} \quad (2)$$

onde: μ → coeficiente de atrito (polia x correia)
 $0,2 \leq \mu \leq 0,5$
 θ → ângulo de abraçamento [rad]
 K → cte de distinção do tipo de correia:

- correias planas: $K=1$
- correias trapezoidais:



a : ângulo de ranhura (tab 19 ou 20) pg 12-28

$$K = \frac{1}{\sin\left(\frac{a}{2}\right)}$$

$$F_1 = F_2 e^{\frac{\mu \theta / \sin(a/2)}{1}}$$

θ_c : ângulo de abraçamento corrigido p/ correias em $v = \frac{\theta}{\sin(a/2)}$

$$F_1 = \frac{2T}{d(1 - e^{-\mu \theta_c})}$$

$$F_2 = \frac{2T}{d(e^{\mu \theta_c} - 1)}$$

$$F_2 = F_1 e^{-\mu \theta_c}$$

— 11 —

Continuação do exercício 12.2:

(V) $L_c = f(\text{Correias Super HC, 3V, 966mm}) = 955 \text{ mm}$

$$3V \ 375$$

(VI) $A = L_c - 1,57(D+d) = 955 - 1,57(210+90) = 484 \text{ mm}$

$$h = f\left(\frac{D-d}{a}\right) = f\left(\frac{210-90}{484}\right) = f(0,25) \quad h = 0,13$$

$$D_c = \frac{A - h(D-d)}{2} = \frac{484 - 0,13(210-90)}{2}$$

$$D_c = 234,2 \text{ mm}$$

(VII) $hp = (hp_b + hp_a) \cdot F_c \cdot F_g$

Exercício 12.3 (Apostila)

$i = \frac{D}{d} = \frac{210}{90} = 2,33$

$hp_b = f(90 \text{ mm}; 1160 \text{ rpm}) = 2,25 \text{ hp}$

$hp_a = f(1160 \text{ rpm}; 2,33) = 0,24 \text{ hp}$

$F_c = f(34,375) = 0,9$

$F_g = f\left(\frac{210-90}{234,2}\right) = f(0,51) = 0,93$

$hp = (2,25 + 0,24) \cdot 0,9 \cdot 0,93 \dots hp = 2,08 \text{ hp}$

(VIII) $N \geq \frac{2,6}{2,08} \quad N \geq 1,25 \quad \therefore N = 2 \text{ correias}$

(IX) $V = d \times \frac{\text{rpm maior}}{19100} = \frac{90 \times 1160}{19100} \therefore V = 5,47 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Esforço nas correias: $F_1; F_2; \theta; R_H; e R_V = ?$

Exercício 12.3) (Apostila)

(I) $HPP = HP \times F_s$

+ Acordo com tabela 1 (Motor AC; Torque Normal; Compressor de Pistões; Serviço Contínuo) $\therefore F_s = 1,4$

$HPP = 100 \times 1,4 \therefore HPP = 140 \text{ hp}$

(II) G (1750 rpm; 140 hp; Hi-Power II) \Rightarrow Hi-Power II - Perfil C

(III) + Acordo com tabela 3 (HP, n_{\max})

$d'' = f(100 \text{ hp}; 1750 \text{ rpm}) \therefore d = 10'' \therefore d = 254 \text{ mm}$

d normalizado: $d = 260 \text{ mm}$ $i = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{1750}{726} = 2,41$

$D = d_i = 260 \times 2,41 \therefore D = 627,72 \text{ mm}$

(IV) $L = 2.C + 1,57(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4.C}$

$L = 2 \times 1350 + 1,57(627,72 + 260) + \frac{(627,72 - 260)^2}{4 \times 1350} \therefore L = 4117,06 \text{ mm}$

(V) + Acordo com a tabela 5 (Perfil C; L) \therefore C-158 $L_c = 4085 \text{ mm}$

(VI) $A = L_c - 1,57(D+d) = 4085 - 1,57(627,72 + 260) \therefore A = 2692,85 \text{ mm}$

$h = f\left(\frac{D-d}{A}\right) = f\left(\frac{627,72 - 260}{2692,85}\right) = f(0,14) = 0,07$

$D_c = \frac{A - h(D-d)}{2} = \frac{2692,85 - 0,07(627,72 - 260)}{2}$

$D_c = 1333,59 \text{ mm}$

(VII) $hp = (hp_o + hp_a) \cdot F_c \cdot F_g$

$hp_o = 20,1 \text{ hp}$; $hp_a = 1,95$; $F_c = 1,02$; $F_g = 0,96$

$hp = (20,1 + 1,95) \cdot 1,02 \cdot 0,96 \therefore hp = 21,59$

(VIII) $N \geq \frac{140}{21,59} \therefore N \geq 6,48 \therefore \boxed{N \geq 7}$

(IX) $V = \frac{260 \times 1750}{19100} = 23,82 \text{ m} < 30 \text{ m}$ OK

Resposta final: 7 correias C-158 ; D=627,72mm ; d=260mm , D_c=1333,99mm

Exercício 12,4) (Apostila)

(1) $HPP = HP \times F_s$

$F_s = f(\text{Motor AC ; Torque Normal ; Compressor de Pistão ; Serviço contínuo})$

$\therefore F_s = 1,4$

$HPP = 100 \times 1,4 \therefore \boxed{HPP = 140 \text{ HP}}$

(2) Perfil Adequado \Rightarrow G (Super HC ; 1750 rpm , 140 hp)

\therefore Perfil Adequado = Super HC - 5V

(3) $d = f(HP, n_{m\acute{a}x}) = f(100 \text{ hp} ; 1750) \therefore d = 8,6'' = 218,44 \text{ mm}$

$d_{\text{normalizado}} = 220 \text{ mm}$

$i = \frac{n_{m\acute{a}x}}{n_{min}} = \frac{1750}{726} \therefore i = 2,41$

$D = d_i = 220 \cdot 2,41 \therefore \boxed{D = 530,3 \text{ mm}}$

$$(IV) \quad L = 2C + 1,57(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4C}$$

$$L = 2 \times 1350 + 1,57 \times (530,3 + 220) + \frac{(530,3 - 220)^2}{4 \times 1350}$$

$$\therefore \boxed{L = 3895,81 \text{ mm}}$$

$$(V) \quad \text{Correia adequada} = f(5V; 3895,81 \text{ mm})$$

$$\therefore \boxed{5V1500} \quad \text{e} \quad \boxed{L_c = 3810 \text{ mm}}$$

$$(VI) \quad A = L_c - 1,57(D+d) = 3810 - 1,57(530,3 + 220) \quad \therefore A = 2632,03 \text{ mm}$$
$$h = f\left(\frac{D-d}{A}\right) = f\left(\frac{530,3 - 220}{2632,03}\right) = f(0,12) = 0,06$$

$$D_c = \frac{A - h(D-d)}{2} = \frac{2632,03 - 0,06(530,3 - 220)}{2} \quad \therefore \boxed{D_c = 1306,7 \text{ mm}}$$

$$(VII) \quad hp = (hp_b + hp_a) \cdot F_c \cdot F_g$$

$$hp_b = f(220 \text{ mm}; 1750 \text{ rpm}) = 22 \text{ hp}$$

$$hp_a = f(1750 \text{ rpm}; 2,41) = 1,92 \text{ hp}$$

$$F_c = f(5V1500) = 1,03$$

$$F_g = f\left(\frac{D-d}{D_c}\right) = f(0,24) = 0,97$$

$$hp = (22 + 1,92) \cdot 1,03 \cdot 0,97 \quad \therefore \boxed{hp = 23,90 \text{ hp}}$$

$$VIII \quad N \geq \frac{140}{2390} \quad \therefore \boxed{N \geq 6 \text{ corrias}}$$

$$IX \quad V = \frac{220 \times 1750}{19100} = 20,16 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 33 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{OK}$$

Problemas Capítulo 7 - Uniões Cubo-Eixo por adaptação

Exercício 7.5.1) (Chaveta Paralela - Apostila)

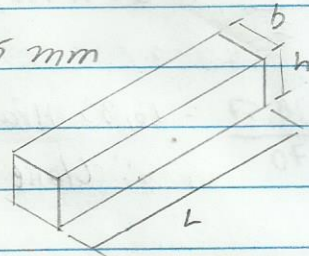
+ Chaveta Paralela para eixo com $\Phi 35$ mm

- De acordo com DIN 6885

$b = 10$ mm $h_1 = 5$ mm

$h = 8$ mm $h_2 = 3,3$ mm

$L = 22 \rightarrow 110$ mm



Dimensionamento pelo critério de esmagamento:

$$p = \frac{2F_c}{hL} \leq p_{adm}$$

$$T = F_c \left(\frac{d - h_1}{2} + \frac{3h}{4} \right)$$

$T_{max} = 200$ Nm $200 \cdot 10^3 = F_c \left(\frac{35 - 5}{2} + \frac{3 \cdot 8}{4} \right)$ $F_c = 10\,810,81$ N
 (Acordo com gráfica)

(Porque usar 10 MPa?) "Escolher a mais baixa"

+ Para carregamento para choques fortes, larga π temos $p_{adm} = 40$ MPa

$$\frac{2 \times 10\,810,81}{8 \times L} \leq 40 \text{ MPa} \quad \therefore \quad L \geq 67,57 \text{ mm}$$

+ Verificação

(a) $L_{min} \leq L \leq L_{max} \Rightarrow 22 \leq 67,57 \leq 110$ mm (Aprovado)

(b) $L \leq L_{cubo} \Rightarrow 67,57 \leq 75$ mm (Aprovado)

(c) Normalização $L = 70$ mm

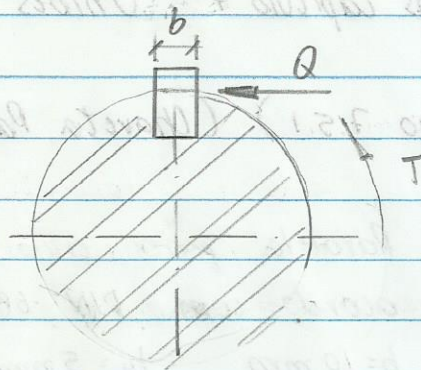
+ Escolha do material da chaveta pelo critério de cisalhamento; Admitindo $L = 70$ mm

$$\tau = \frac{Q d}{2}$$

$$\tau = \frac{Q}{bL} \leq \tau_{adm}$$

$$200 \cdot 10^3 = \frac{Q \cdot 35}{2} \quad \therefore Q = 11428,57 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{11428,57}{10 \cdot 70} = 16,33 \text{ MPa} \quad \therefore \text{Classe 4.6}$$



7.6.1 (Exercícios Propostos) (Apostila)

Aço classe 8.8 $\left\{ \begin{array}{l} \sigma_c = 88 \cdot 10 = 880 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_t = 8 \cdot 100 = 800 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right.$

a) Chaveta DIN 6885 classe 4.8 temperada.

$b = 16 \text{ mm}$ $h = 10 \text{ mm}$ $h_1 = 6 \text{ mm}$ $h_2 = 4,3 \text{ mm}$ $l_{min} = 45 \text{ mm}$ $l_{max} = 180 \text{ mm}$

+ Dimensionamento de chavetas retangulares

$$\tau = F_c \left(\frac{d}{2} - h_1 + \frac{3}{4} h \right)$$

$$p = \frac{2F_c}{hL} \leq p_{adm}$$

Ex: - Aço classe 8.8

- Corregimento alternado e choques

Leves \Rightarrow Classe III

- Cubo: Ferro fundido

$p_{adm} = 30 \text{ MPa}$ (já foi multiplicado)

$\tau_{adm} = 45 \text{ MPa}$ por 1,5

(Dimensionamento pelo critério de esmagamento)

$$T_{max} = 350 \cdot 280 + 500 \cdot 130$$

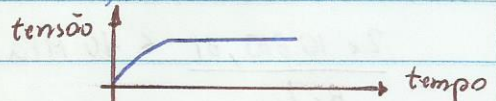
$$\therefore T_{max} = 163000 \text{ Nmm}$$

$$163000 = F_c \left(\frac{52}{2} - 6 + \frac{3}{4} \cdot 10 \right)$$

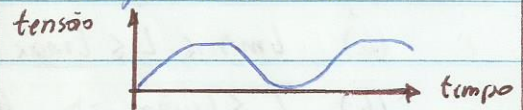
$$\therefore F_c = 5927,27 \text{ N}$$

Tipos de carregamento

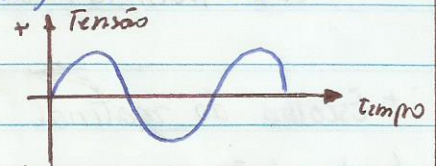
I- carga estática



II- carga constante



III- carga Alternada



Entregar todos
do cop 7 12.1, 2, 3, 4

$$\frac{2 \cdot 5927,27}{10 L} \leq 45 \quad L \geq 26,34 \text{ mm}$$

+ Verificações:

$$(a) \quad l_{\min} \leq L \leq l_{\max} \quad \left. \begin{array}{l} l_{\min} = 45 \text{ mm} \\ l_{\max} = 180 \text{ mm} \end{array} \right\} \quad L \geq 45 \text{ mm}$$

(Dimensionamento pelo critério de cisalhamento)

$$T = \frac{Qd}{2} \quad \tau = \frac{Q}{bL} \leq \tau_{adm}$$

$$163\,000 = \frac{Q \cdot 52}{2} \quad \therefore Q = 6269,23 \text{ N} \quad l_{calc} = \max[26,34; 19,76]$$
$$l_{calc} = 26,34 \text{ mm}$$

$$\frac{6269,23}{10 L} \leq 30 \quad L \geq 19,76$$

18-03-2015

$\sigma_r = \sigma_c$: Resistência de à tração

σ_c : Tensão limite de escoamento

$$C.R. = [1^2] \cdot [2^2] \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sigma_c = [1^2] \cdot [2^2] = 10 = \dots \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_T = [1^2] \cdot 100 = \dots \text{ N/mm}^2 \end{array} \right.$$

Classe de resistência

$$l_{calc} = \max(l_{esm}, l_{cis}) \quad ; \quad l_{calc} > l_{\max} \quad \therefore l' = \frac{2}{3} l_{calc}$$

$$(l_{esm} = 16,42 \text{ mm}) \quad \text{Norma para}$$

DIN 31 pg. 1.1

$$l_{\min} < l' < l_{\max}$$

Continuação exercício 7.6.1. (b) - União dentada DIN 5472

$$\rightarrow z = 6 \quad (\text{DIN 5472 } 6 \times 46 \times 52)$$

- De acordo com tabela DIN 5472 para eixo de 52 mm $\rightarrow d_1 = 46 \quad d_2 = 52 \quad b = 12$

Nome: Erivelton Gualter dos Santos 11.210.368-4

Lista de Exercícios - Capítulo 7

Exercício 1.

Para Chaveta DIN 6885 classe 4.8 temperada

Carregamento alternado e choques leves: Tipo 3 (carregamento)

Chaveta: temperada; Cubo: Ferro fundido

$$\sigma_{adm} = 30 \times 1,5 = 45 \text{ MPa}$$

$$\tau_{adm} = 20 \times 1,5 = 30 \text{ MPa}$$

(a) Falha devido ao emogamento $T = F_c \left(\frac{d}{2} - h_1 + \frac{3}{4} h \right)$

$$T = 350 \times 280 + 500 \times 130 \quad \therefore T = 163000 \text{ Nmm}$$

$$\text{Diametro do eixo} = \varnothing 52 \text{ mm} \quad \therefore \begin{cases} b = 16 \text{ mm} & L_{max} = 45 \text{ mm} \\ h = 10 \text{ mm} & L_{min} = 180 \text{ mm} \\ h_1 = 6 \text{ mm} \\ h_2 = 4,3 \text{ mm} \end{cases}$$

$$F_c = \frac{T}{\frac{d}{2} - h_1 + \frac{3}{4} h}$$

$$F_c = \frac{163000}{\frac{52}{2} - 6 + \frac{3}{4} \cdot 10} \quad \therefore F_c = 5927,27 \text{ N}$$

$$p = \frac{2F_c}{hL} \leq \sigma_{adm} \quad \Rightarrow \quad L = \frac{2 \times 5927,27}{45 \cdot 10^6 \times 10} \geq 26,34 \text{ mm}$$

+ Verificação:

$$L_{min} < L < L_{max} \quad ; \quad \text{logo } L \geq 45 \text{ mm}$$

$$L \leq L_{cubo} \quad \therefore L_{normalizado} = 45 \text{ mm} \quad (\text{critério ao emogamento})$$

(b) Falha devido ao cisalhamento

$$T = \frac{Qd}{2} \quad \Rightarrow \quad Q = \frac{2T}{d} = \frac{2 \times 163000}{52} \quad \therefore Q = 6269,23 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{T}{bL} \leq \tau_{adm} \quad \frac{6269,23}{16 \times 30} \leq L \quad \therefore L \geq 13,06 \text{ mm}$$

$$L_{\text{normalizado}} : L \geq 45 \text{ mm}$$

Para união Dentada 5472 (DIN 5472 6x46x52)

Para eixo $\varnothing 52 \text{ mm}$: $d_1 = 46 \text{ mm}$ $d_2 = 52 \text{ mm}$ $b = 12 \text{ mm}$

→ Verificação apenas pelo esmagamento do cubo : $\tau_{adm} = 30 \text{ MPa}$

$$F_c = \frac{4}{3} \frac{T}{\pi r} ; r = \frac{d}{2} = \frac{d_1 + d_2}{4} \quad \therefore r = \frac{46 + 52}{4} = 24,5 \text{ mm}$$

$$F_c = \frac{4}{3} \cdot \frac{163000}{6 \times 24,5} \quad \therefore F_c = 1478,46 \text{ N}$$

$$p = \frac{F_c}{hL} \leq \tau_{adm} ; h = \frac{d_2 - d_1}{2} = \frac{52 - 46}{2} \quad \therefore h = 3 \text{ mm}$$

$$L \geq \frac{1478,46}{3 \times 30} \quad \therefore L \geq 16,43 \text{ mm} \quad \therefore L_{\text{normalizado}} \geq 17 \text{ mm}$$

Para união ranhurada DIN 5461

Para $\varnothing = 52 \rightarrow d_1 = 45$ $d_3 = 50$ $d_5 = 47,5$ $z = 39$ $\beta = 60^\circ$

→ Verificação apenas pelo esmagamento do cubo : $\tau_{adm} = 30 \text{ MPa}$

$$r = \frac{47,5}{2} = 23,75 \text{ mm} \quad h = 2,5 \text{ mm}$$

$$F_c = \frac{4}{3} \frac{163000}{39 \times 23,75} \quad \therefore F_c = 234,64 \text{ N}$$

$$\frac{234,64}{2,5 \times 30} \leq L \quad \therefore L \geq 3,13 \text{ mm} \quad L = 3,2 \text{ mm}$$

Exercício 2)

- Eixo de aço com $\varnothing 25 \text{ mm}$

- Choques Fortes

- Cubo de engrenagem de Ferro Fundido

- Carga 2

- Chaveta Parabólica

$$\text{Chaveta: } \begin{cases} b = 8 & l_{\text{mim}} = 18 \text{ mm} \\ h = 7 & l_{\text{max}} = 90 \text{ mm} \\ h_1 = 4 \\ h_2 = 3,3 \end{cases} \quad \begin{matrix} \rho_{\text{adm}} = 40 \text{ MPa} \\ \tau_{\text{adm}} = 20 \text{ MPa} \end{matrix}$$

(a) Devido ao esmagamento

$$F_c(T) = \frac{T}{\frac{d}{2} - h_1 + \frac{3}{4}h} \quad \therefore F_c(T) = \frac{T}{13,75}$$

$$L \geq \frac{2F_c}{b \rho_{\text{adm}}} \Rightarrow L(T) \geq \frac{2T}{7 \times 40} \quad \therefore L(T) \geq \frac{T}{140}$$

(b) Devido ao cisalhamento

$$Q = \frac{2T}{d} \quad Q(T) = 0,08T$$

$$L \geq \frac{Q}{b \tau_{\text{adm}}} \quad \therefore L \geq \frac{0,08T}{8 \times 20} \quad \therefore L(T) \geq \frac{T}{2000}$$

a) Para $T = 50 \text{ Nm} \rightarrow T = 50 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$

$$L_{\text{esm}} \geq 25,97 \text{ mm} \quad L_{\text{cis}} \geq 25 \text{ mm}$$

$$L = 28 \text{ mm}$$

b) Para $T = 30 \text{ Nm} \rightarrow T = 30 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$

$$18 \leq L \leq 90 \text{ mm}$$

$$L_{\text{esm}} \geq 15,58 \text{ mm} \quad L_{\text{cis}} \geq 15 \text{ mm}$$

$$L = 18 \text{ mm}$$

c) Para $T = 200 \text{ Nm} \rightarrow T = 200 \cdot 10^3 \text{ Nmm}$

$$L_{\text{esm}} \geq 103,9 \text{ mm} \quad L_{\text{cis}} \geq 100 \text{ mm}$$

$$L = 70 \text{ mm} \quad (12 \times 110^\circ)$$

$$l_{\text{max}} = 103,9 \quad \therefore l' = \frac{2}{3} \cdot 103,9 = 69,27$$

Exercício 3)

Chavante < lubo

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{adm} = 40 \text{ MPa} \\ \tau_{adm} = 20 \text{ MPa} \end{array} \right.$$

L = 45 mm

(a) Devido ao esmagamento

$$\frac{2F_c}{hl} \leq \sigma_{adm} \therefore F_c \leq \frac{40 \cdot 45 \cdot 7}{2} \therefore F_c \leq 6300 \text{ N}$$

$$T = 6300 \left(\frac{25 - 4 + 3 \cdot 7}{4} \right) \therefore T \leq 86,63 \text{ Nm}$$

(b) Devido ao cisalhamento

$$\frac{Q}{bl} \leq \tau_{adm} \therefore Q \leq 20 \therefore Q \leq 7200 \text{ N}$$

$$T = Q \cdot \frac{d}{2} \therefore T = 7200 \cdot \frac{25}{2} \therefore T \leq 90000 \text{ N}$$

$$T = 86,63 \text{ Nm}$$

Exercício 4)

Lubo: aço: Ø 70 mm L = 150 mm

Eixo aço

Chaveta paralela: choques leves, carga II

b = 20 mm

h = 12 mm L_{max} = 220

h₁ = 7,5 mm

h₂ = 4,9 mm

(a) Para T = 300 Nm

→ Falha devido ao esmagamento

$$300 \cdot 10^3 = F_c \left(\frac{70 - 7,5 + 3 \cdot 12}{4} \right) \therefore F_c = 8219,18 \text{ N}$$

$$\frac{2 \times 8219,18}{12L} \leq 100 \therefore L \geq 13,7 \text{ mm}$$

σ_{adm} = 100 MPa

τ_{adm} = 40 MPa

→ Falha devido ao cisalhamento

$$300 \cdot 10^3 = Q \cdot \frac{70}{2} \therefore Q = 8571,43 \text{ N} \quad 8571,43 \leq 40 \therefore L \geq 15,306 \text{ mm}$$

$$L_{normalizado} = 56 \text{ mm}$$

(b) $T_{max} = ?$

(1-) Devido ao esmagamento

$$\frac{2 F_c}{12,56} \leq 100 \therefore F_c \leq 33600 N$$

$$T = 33600 \cdot \left(\frac{70}{2} - 7,5 + \frac{3}{4} \cdot 12 \right) \therefore T \leq 1226400$$

(2-) Devido ao cisalhamento

$$\frac{Q}{20,56} \leq 40 \therefore Q \leq 44800 N$$

$$T = 44800 \cdot \frac{70}{2} \therefore T \leq 1568000$$

Capítulo 12

Exercício 12.1 H1 - Power II

(I) $HPP = HP \times F_s$

$$HPP = 20 \times 1,5 \therefore HPP = 30 \text{ hp}$$

II - Perfi B

III - $d'' = 4,6'' = 116,84 \text{ mm} \therefore d = 120 \text{ mm}$

$$i = \frac{1750}{350} = 5 \quad D = 5 \times 120 \therefore D = 600 \text{ mm}$$

IV - $C = \frac{3 \times 120 + 600}{2} \therefore C = 480 \text{ mm}$

$$L = \frac{2 \cdot 480 + 1,57 \cdot (600 + 120) + (600 - 120)^2}{4 \cdot 480} \quad \therefore \quad L = 2210,4 \text{ mm}$$

V- $L_c = 2205 \text{ mm}$ Perf. B-85

VI- $A = 2205 - 1,57(600 + 120) \quad \therefore \quad A = 1074,6 \text{ mm}$
 $h = 0,25$

$$D_c = \frac{1074,6 - 0,25 \cdot (600 - 120)}{2} \quad \therefore \quad D_c = 477,3 \text{ mm}$$

VII- $hp = (4,04 + 0,178) \cdot 0,99 \cdot 0,82 \quad \therefore \quad hp = 3,91 \text{ hp}$

VIII- $N \geq \frac{30}{3,91} \quad \therefore \quad N \geq 7,67 \quad N = 8$

IX $V = \frac{1750 \times 120}{19100} \quad \therefore \quad V = 10,99 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$hp = 20 \text{ hp} = 14920 \text{ W} \quad , \quad 1 \text{ W} = \frac{\text{Nm}}{\text{s}}$

$$1750 \text{ rpm} = 183,26 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \text{rpm} = \frac{1 \text{ rev}}{\text{min}} = \frac{2\pi}{60}$$

$$T_1 = \frac{20 \cdot 746}{183,26} \quad \therefore \quad T_1 = 81,41 \cdot \text{Nm}$$

$$F_1 = F_2 \cdot e^{0,12 \cdot 2,1359 / \text{mm} (39/12)}$$

$$\alpha = 34^\circ$$

$$F_1 = 4,31 F_2$$

$$\alpha = \pi - \frac{(600 - 120)}{477,3} \quad \therefore \quad \alpha = 2,1359$$

$$81,41 = \frac{(4,31 F_2 - F_2) \cdot 120 \cdot 10^{-3}}{2} \quad \therefore \quad \begin{cases} F_2 = 409,83 \text{ N} \\ F_1 = 1766,7 \text{ N} \end{cases}$$

Exercício 12.2)

I-) $HPP = 2 \times 1,3 \therefore HPP = 2,6 \text{ hp}$

II-) Super HC - 3V

III-) $D = 210 \text{ mm}$ $d = 90 \text{ mm}$

IV-) $C = 240 \text{ mm}$ $L = 966 \text{ mm}$

V-) $L_c = 955 \text{ mm}$ 3V 375

VI-) $A = 484 \text{ mm}$ $h = 0,13$ $D_c = 234,2 \text{ mm}$

VII) $hp = (2,25 + 0,24) 0,9 \times 0,93 \therefore hp = 2,08 \text{ hp}$

VIII) $N = 2 \text{ correias}$

IX) $V = \frac{90 \cdot 1160}{19100} \therefore V = \frac{5,147 \text{ m}}{\text{s}} < 33 \text{ m/s}$

$T_1 = \frac{2 \cdot 746}{1160 \cdot \pi} \therefore T_1 = 12,28 \text{ Nm}$ $\alpha = \pi - \frac{(210 - 90)}{234,2} = 2,63$

$\alpha = 36^\circ$

$F_1 = F_2 \cdot e^{0,13 \cdot 2,63 / \sin(36/2)}$

$F_1 = F_2 \cdot 12,84$

$12,28 = (F_1 - F_2) \cdot 90 \cdot 10^{-3}$

$12,28 = (12,84 F_2 - F_2) \cdot 45 \cdot 10^{-3}$

$F_2 = 23,05 \text{ N} \therefore F_1 = 296 \text{ N}$

$\theta = \frac{180 - 2,63}{2} \therefore \theta = 88,69$

$R_v = 69,16 \text{ N}$
 $R_H = 308,64 \text{ N}$

08/04/15

Mancais de deslizamento

$$P = \frac{\text{Carga do manivela}}{\text{área projetada}} = \frac{W}{dL}$$

$$v = \pi d n$$

W: carga radial total

n: frequência de rotações

d: diâmetro do munhão, parte do eixo em contato com o manivela

relativa do munhão e do manivela

L: comprimento do manivela

$$0,15 \leq \frac{L}{d} \leq 2$$

Conceito:

$$P_{\text{máx}} = \frac{F_{\text{máx}}}{A_{\text{projetada}}} = \frac{\sqrt{V^2 + H^2}}{dL} \leq P_{\text{adm}} \therefore L \geq \frac{\sqrt{V^2 + H^2}}{d \cdot P_{\text{adm}}}$$

Exercício 1)

$$d = 40 \text{ mm}$$

* Quais os materiais mais adequados?

$$W = 1,5 \text{ kN}$$

$$n = 600 \text{ rpm}$$

$$P = \frac{W}{dL} \quad \text{e} \quad v = \pi d n$$

$$L = 40 \text{ mm}$$

$$v = \pi \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 600 \therefore v = 75,40 \text{ m/min}$$

$$p_v = 70,69 \frac{\text{MPa} \cdot \text{m}}{\text{min}}$$

$$p = \frac{1,5 \cdot 10^3}{40 \cdot 40} \therefore p = 0,94 \text{ MPa}$$

Bronze ao ferro poroso

21/10/80

D 15/4/15

Exercício 2)

Manual Náilon

$$L = 45 \text{ mm}$$

$$W = 20 \text{ kN}$$

$$n = 500 \text{ rpm}$$

$$p = \frac{W}{dL}$$

$$v = \pi d n$$

$$p_{\max} = 13,79 \text{ MPa}$$

$$v_{\max} = 182,88 \text{ m/min}$$

$$pv_{\max} = 6,30 \text{ MPa m/min}$$

$$p_{\max} (\text{Náilon}) = 13,79 \text{ MPa}$$

$$p = \frac{20 \cdot 10^3}{45d} < 13,79 \quad \therefore d > 32,23 \text{ mm}$$

$$\frac{L}{d} = \frac{45}{32,23} = 1,396 \quad \therefore 0,5 < 1,396 < 2$$

$$d_{\text{norm}} = 34 \text{ mm}$$

$$v = \frac{\pi \cdot 34 \cdot 500}{1000} = 53,41 \text{ m/min} < 182,88 \text{ m/min}$$

$$pv = 13,79 \times 53,41 = 736,52 \text{ MPa m/min}$$

Tem que ser o d normalizado

Portanto, deve mudar L ou d

Exercício 3)

x Qual o material adequado para este manual?

$$d = 160 \text{ mm}$$

$$n = 500 \text{ rpm}$$

$$W = 10 \text{ kN}$$

$$L = 320 \text{ mm}$$

$$p = \frac{W}{dL} \leq p_{\max} \quad \text{e} \quad v = \pi d n$$

$$p = \frac{10 \cdot 10^3}{160 \times 320} \quad \therefore \quad p = 0,195 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$v = \frac{\pi \cdot 160 \cdot 500}{10^6} \quad \therefore \quad v = 0,25 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$pv = 0,049 \text{ MPa} \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Material do Manual : Teflon

15/4/15

12/12

Exercício 4)

Mancal de náilon x Qual a máxima carga W ?

$$L = 1,5d$$

$$n = 100 \text{ rpm}$$

$$d = 50 \text{ mm}$$

$$p = \frac{W}{dL}$$

$$v = \pi d n$$

$$p = \frac{W}{1,5d^2} \quad v = \frac{100\pi d}{10^3} \quad ; \quad pv = \frac{100\pi \cdot 50 W}{1,5 \cdot 50^2 \cdot 10^3} \quad \therefore \quad pv = \frac{1,3\pi W}{10^3} \left[\frac{\text{MPa} \cdot \text{m}}{\text{min}} \right]$$

Náilon $\left\{ \begin{array}{l} p_{\text{max}} = 13,79 \text{ MPa} \\ v_{\text{max}} = 182,88 \text{ m/min} \\ pv = 6,30 \text{ MPa m/min} \end{array} \right.$

$$\frac{1,3\pi W}{10^3} < 6,30 \quad \therefore \quad \boxed{W < 1504,01 \text{ N}}$$

Exercício 5)

x Qual a máxima carga W ?

Mancal de náilon

$$L = 2d$$

$$n = 100 \text{ rpm}$$

$$d = 50 \text{ mm}$$

$$p = \frac{W}{2 \cdot 50 \cdot 50} = \frac{W}{5000}$$

$$v = \pi d n = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 100}{10^3} = 5\pi$$

$$pv = \frac{W}{5000} \cdot 5\pi \quad \therefore \quad pv = \frac{\pi W}{1000}$$

p_v (náilon) = 6,30 MPa m/min

$$\frac{\pi W}{1000} < 6,30 \quad \therefore \quad \boxed{W < 2005,35 \text{ N}}$$

OK!

Exercício 6)

Mancal de Alumínio Poroso Qual a máxima frequência de rotação?

$W = 24 \text{ kN}$

Vão OK

$d = 40 \text{ mm}$

$p = \frac{24 \cdot 10^3}{40^2} = 15 \text{ MPa}$

$v = \frac{\pi \cdot 40 \cdot n}{10^3}$

$L = 40 \text{ mm}$

-11-

$p \cdot v = \frac{6 \cdot \pi \cdot n}{10} < 105,08$

$n \leq 55,75 \text{ rpm}$

PI $p = 13,79 \text{ MPa} \rightarrow L = 43,71$

$L_{norm} = 44 \text{ mm} \rightarrow p_n = 13,64$

$p \cdot v = \frac{13,64 \cdot \pi \cdot 40}{10^3} n < 105,08$

$n \leq 61,3 \text{ rpm}$

Exercício 7)

$W = 2 \text{ kN}$

$p = \frac{2 \cdot 10^3}{40 \cdot 80} = 0,625 \text{ MPa}$

$v = \frac{\pi \cdot 40 \cdot 380}{10^3} = 15,2 \pi = 47,75 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

$d = 40 \text{ mm}$

$n = 380 \text{ rpm}$

$p \cdot v = 9,5 \pi = 29,85 \text{ MPa ml/min}$

$L = 80 \text{ mm}$

Grafite

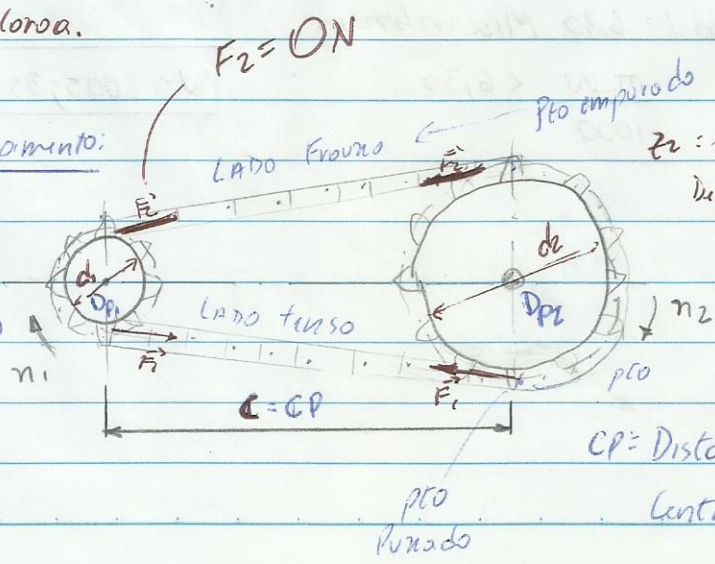
Transmissão por Correntes - Cap 20

Correntes são E.C.M Flexíveis utilizadas para fazer transmissão de potência sincronizadas entre dois eixos, nos quais são montados duas rodas dentes (uma em cada eixo) que formam uma engrenagem (Par de rodas dentadas desjuntas). A menor roda dentada é denominada pinhão e a maior coroa.

- Princípio de funcionamento:

Z_1 : número de dentes do pinhão $- N_1$

Z_2 : número de dentes da coroa $- N_2$



$CP = \text{Distância entre Centros [mm]}$

Comprimento da Corrente Esticada (Linearizada) = l

$$l_p = \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{2CP}{P} + \left(\frac{N_1 - N_2}{2\pi} \right)^2 \frac{P}{CP}$$

$$l = l_p \times P$$

$$Dp_1 = d_1 = \frac{P}{\sin\left(\frac{180}{N_1}\right)} \quad [\text{mm}]$$

$$Dp_2 = d_2 = \frac{P}{\sin\left(\frac{180}{N_2}\right)} \quad [\text{mm}]$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{Dp_2}{Dp_1} \quad (\text{Relação de Transmissão})$$

$$v_i = P \cdot N_i \cdot n_i \quad (\text{Velocidades Periféricas})$$
$$V = v_1 = v_2$$

Forças: $F_1 =$ Força do lado Terno

$F_2 =$ Força do lado Frouxo

$$F_T = F_1 - F_2 ; F_2 = 0 \quad \therefore \quad F_T = F_1 = F = \frac{\text{Potência}}{\text{Velocidade}} = \frac{P}{V}$$

Peso por Metro = $W \rightarrow$ Vide Tabela Dado

Exercício 20.1) Selecionar a corrente de um rolo para:

- máquina operatriz
- motor elétrico
- $n_1 = 300 \text{ rpm}; n_2 = 100 \text{ rpm}$

$$P_c = P \cdot (GI) \quad D_{p1} = \frac{P}{\pi n \left(\frac{180}{N_2}\right)} \quad D_{p2} = \frac{P}{\pi n \left(\frac{180}{N_1}\right)}$$

CP = 1000 mm
P = 9 kW

$$LP = \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{2 \cdot CP}{P} + \left(\frac{N_1 - N_2}{2\pi}\right)^2 \cdot \frac{P}{CP}$$

- corrente simples

$$K = \frac{F_{rupt}}{F + F_c} \quad F_c = \frac{W \cdot v^2}{g} \quad v = P \cdot N \cdot n$$

I - Determinar a potência corrigida (P_c)

$P_c = P \cdot (GI); GI \text{ (Máq. Operatriz, Motor elétrico)} = 1,3$
 $P_c = 9 \cdot 1,3 \therefore P_c = 11,7 \text{ kW}$

II - Obtenção de DID e Z_i (P_c, n_i)

DID 80 e $N_1 = 17$ dentes

$\therefore n_1 = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{300}{100} = \frac{N_2}{17} \therefore N_2 = 51 \text{ dentes}$

III - Obtenção das principais dimensões da corrente

Peso: 2,55 Kg/m ; carga de ruptura: 5670 Kgf

Para DID 80: Passo (P) = 25,4 mm = 1"

Numero de Elos

Comprimento da corrente: $LP \cdot P = L$

$$LP = \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{2 \cdot CP}{P} + \left(\frac{N_1 - N_2}{2\pi}\right)^2 \cdot \frac{P}{CP}$$

$LP = \frac{17 + 51}{2} + \frac{2 \times 1000}{25,4} + \left(\frac{17 - 51}{2\pi}\right)^2 \cdot \frac{25,4}{1000} \therefore LP = 114 \text{ elos}$

Comprimento da corrente: $114 \times 25,4 = 2895,6 \text{ mm}$

IV. Dimensão das rodas dentadas

$$D_{p1} = \frac{P}{\sin\left(\frac{180}{N_1}\right)} = \frac{25,4}{\sin\left(\frac{180}{17}\right)} \quad D_{p1} = 138,23 \text{ mm}$$

$$D_{p2} = \frac{P}{\sin\left(\frac{180}{N_2}\right)} = \frac{25,4}{\sin\left(\frac{180}{51}\right)} \quad D_{p2} = 412,60 \text{ mm}$$

V. Forças $F = \frac{P_{ot}}{v} \rightarrow [\text{mm}] [\text{rpm}] \cdot \frac{10^{-3}}{60} = \left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$

$$v = P \cdot N \cdot \pi = \frac{25,4 \cdot 17 \cdot 300 \cdot 10^{-3}}{60} \quad v = 2,159 \text{ m/s}$$

$$F = \frac{11,7 \cdot 10^3}{2,159} \therefore P_{ot} = 5419,176 \text{ N}$$

Análise Dimensional

$$W = \frac{[J]}{[s]} = \frac{[Nm]}{[s]} \cdot \frac{[kg \cdot m \cdot m]}{[s^2]} = \frac{[kg \cdot m^2]}{[s^3]}$$

$$P_{ot} = \frac{[kg \cdot m^2]}{[s^3]} \cdot \frac{[m]}{[s]} = \frac{[kg \cdot m]}{[s^2]} = [N]$$

$$F_c = \frac{W \cdot v^2}{g} = \frac{2,55 \cdot (2,159)^2}{10}$$

$$F_c = 1,188 \text{ N}$$

$$K = \frac{F_{rupt}}{F + F_c} = \frac{5670 \times 10}{5419,176 + 1,188} \quad K = 10,46$$

Exercício 20.2)

I- Determinar a potência corrigida

$$P_c = P \cdot (6.I) \quad ; \quad 6.I = 1,3$$

$$P_c = 20 \cdot 1,3 \quad \therefore \quad P_c = 26 \text{ kW}$$

$$n_1 = 200 \text{ rpm}$$

$$n_2 = 50 \text{ rpm}$$

Corrente dupla

II- Obter DID e Z_1

$$DID = 100$$

$$Z_1 = 17 \text{ dentes}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad \therefore \quad Z_2 = 17 \times \frac{200}{50} \quad \therefore \quad Z_2 = 68 \text{ dentes}$$

III- Principais dimensões da corrente

$$\text{Passo: } 31,75 \text{ mm}$$

$$\text{Carga de ruptura: } 17682 \text{ Kgf}$$

$$(W) \text{ Peso: } 7,53 \text{ Kg/m}$$

IV- Dimensionar as rodas dentadas

$$LP = \frac{17+68}{2} + \frac{2 \times 1000}{31,75} + \left(\frac{17-68}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{31,75}{1000} \quad \boxed{LP = 108 \text{ elos}}$$

$$\text{Comprimento da corrente: } LP \cdot p = 108 \times 31,75 = \boxed{3429 \text{ mm}}$$

Diametro das rodas:

$$D_{p1} = \frac{31,75}{\pi n \left(\frac{180}{17} \right)} \quad ; \quad D_{p2} = \frac{31,75}{\pi n \left(\frac{180}{68} \right)} \quad \therefore \quad \boxed{D_{p1} = 172,790 \text{ mm}}$$

$$\boxed{D_{p2} = 687,476 \text{ mm}}$$

$$\text{Forças: } v = P \cdot N \cdot n = \frac{31,75 \cdot 17 \cdot 200 \cdot 10^3}{60} \quad \therefore \quad \boxed{v = 1,80 \text{ m/s}}$$

$$F = \frac{26 \cdot 10^3}{1,8} \quad \therefore \quad \boxed{F = 14451,13 \text{ N}}$$

$$K = \frac{17682 \cdot 10}{14451,13 \cdot 2,44} \quad \therefore \quad \boxed{K = 12,23}$$

$$F_c = \frac{7,53 \cdot 1,80^2}{10} \quad \therefore \quad \boxed{F_c = 2,44 \text{ N}}$$

Exercício 20.3) Selecionar corrente de um rolo para uma máquina operatriz

P = 5KW n₁ = 700 rpm CP = 1m motor elétrica

n₂ = 700 rpm Corrente simples

I- Determinar Potência Corrigida (P_c) P_c = P × GI

GI = 1,3 ∴ P_c = 5 × 1,3 ∴ P_c = 6,5 KW

II- Obter DID e Z₁ DID = 50

Z₁ = 17 dentes

i = $\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{N_2}{N_1}$ ∴ $Z_2 = \frac{700}{700} Z_1$ ∴ Z₂ = 17 dentes

III- Principais dimensões

P = 15,875 mm

Peso: 1,06 Kg/m

Frupt = 2223 Kgf

IV- Dimensão das rodas dentadas

LP = $\frac{17+17}{2} + \frac{2 \times 10^3}{15,875} + \left(\frac{17-17}{2\pi}\right)^2 \times \frac{15,875}{10^3}$ ∴ LP = 142,9843 = LP = 143elos

Comprimento da corrente LP × P = 143 × 15,875 = 2270,125 mm

D_{p1} = $\frac{15,875}{\pi \left(\frac{180}{17}\right)} = D_{p2}$ ∴ D_{p1} = D_{p2} = 86,395 mm

v = $\frac{15,875 \times 17 \times 700}{60} \cdot 10^{-3}$ ∴ v = 3,149 m/s

F = $\frac{6500}{3,149} = 2069,014$ N

K = $\frac{2223 \cdot 10}{2069,014 + 1105} = 10,74$

F_c = $\frac{1,06 \times 3,149^2}{10} = 1,05$ N

Exercício 20.4)

$$P_c = P \cdot GI$$

$$P_c = 15 \text{ kW} \times 1,3 \quad \therefore \quad P_c = 19,5 \text{ kW}$$

$$DID = 50$$

$$Z_1 = N_1 = 21$$

$$\hookrightarrow N_2 = 21 \text{ pois } i=1$$

$$p = 15,875 \text{ mm}$$

$$W = 3,06 \text{ Kg/m}$$

$$Kgf = 6669 \text{ Kgf}$$

$$LP = \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{2 \cdot CP}{p} + \left(\frac{N_1 - N_2}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{p}{CP}$$

$$LP = \frac{21+21}{2} + \frac{2 \cdot 10^3}{15,875} \quad LP = 147 \text{ elos}$$

$$\text{Comprimento da corrente} = 147 \times 15,875 = 2333,625 \text{ mm}$$

$$D_{p1} = D_{p2} = \frac{15,875}{\sin\left(\frac{180}{21}\right)} \quad \therefore \quad D_{p1} = D_{p2} = 106,51 \text{ mm}$$

$$v = p \cdot N \cdot \pi = 15,875 \times 21 \cdot \frac{2\pi}{60} \quad v = 3,89 \text{ m/s}$$

$$F_c = \frac{3,06 \times 3,89^2}{10} = 4,63 \text{ N}$$

$$F = \frac{19,5 \cdot 10^3}{3,89} = 5012,85 \text{ N}$$

$$K = \frac{6669 \cdot 10}{5012,85 + 4,63} \quad \therefore \quad K = 13,29$$

1 / 1

Exercício 20.5

I - Potência Corrigida

$$P_c = P \cdot (GJ) = 4,1 \text{ kW} \times 1,4 = 5,74 \text{ kW}$$

II - Seleção

$$DID = 60 \quad Z_1 = 21 \text{ dentes}$$

$$i = \frac{300}{75} = 4 \quad \therefore Z_2 = 4Z_1 = 84 \text{ dentes}$$

III - Principais dimensões

$$p = 19,05 \text{ mm}$$

$$F_{rup} = 3172 \text{ Kgf}$$

$$W = 1,44 \text{ Kg/m}$$

IV -

$$LP = \frac{21+84}{2} + \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 10^3}{19,05} + \left(\frac{21-84}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{19,05}{1,5 \cdot 10^3} \quad \therefore LP = 212 \text{ elos}$$

$$D_{p1} = \frac{19,05}{\sin\left(\frac{180}{21}\right)} \quad \therefore D_{p1} = 127,82 \text{ mm}$$

$$v = v \cdot N \cdot \eta = \frac{19,05 \times 21 \times 300 \cdot 10^3}{60} \quad \therefore v = 2 \text{ m/s}$$

$$F = \frac{5,74 \cdot 10^3}{2} = 2870 \text{ N}$$

$$F_c = \frac{1,44 \cdot 2^2}{10} = 0,576 \text{ N}$$

$$K = \frac{3172 \cdot 10}{2870 + 0,576} \quad \therefore K = 11,05$$

Mancais de deslizamento

Exemplo

$$p = \frac{W}{dL}, \quad 0,5 \leq \frac{L}{d} \leq 2$$

Bronze poroso

$$p_{\max} = 13,79 \text{ MPa}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$v_{\max} = 365,76 \text{ m/min}$$

$$p_v = 105,08 \text{ MPa m/min}$$

200 rpm



$$200 \frac{\text{rot}}{\text{min}} \Rightarrow v = \pi d n = \pi \cdot 25 \cdot 200 \cdot 10^{-3}$$

$$\therefore v = 15,71 \text{ m/min} < v_{\max} \quad \text{OK}$$

$$p_v = 105,08$$

$$p = \frac{105,08}{15,71} \Rightarrow p = 6,69 \text{ MPa} < p_{\max}$$

$$\frac{15 \cdot 10^3}{25 \cdot L} < 6,69 \quad \therefore L > 89,69 \text{ mm}$$

$$\frac{L}{d} = \frac{89,69}{25} = 3,6 \quad \begin{array}{l} \text{não} \\ \text{OK} \end{array}$$

Alterando $d = 25$ para o L calculado (tomo)

$$d = \frac{89,69}{2} = 44,84 \text{ mm} \quad \therefore d = 45 \text{ mm}$$

$$v = \pi \cdot 45 \cdot 10^{-3} \cdot 200 = 28,27 \text{ m/min} \quad \text{OK}$$

$$p = \frac{105,08}{28,27} = 3,72 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

$$\frac{15 \cdot 10^3}{45 \cdot L} = 3,72 \quad \therefore L = 89,7 \text{ mm}$$

$$\frac{L}{d} = \frac{89,7}{45} = 1,99 \quad \text{OK}$$