

Grupo Delta

Projeto integrador transversal:

Chave de retenção para cilindro

Prof. Cliente: Felix Strottmann

Prof. Orientador: Alexandre Zaramela

Nomes dos integrantes:

Christian Arilio Bezerra de Queiroz

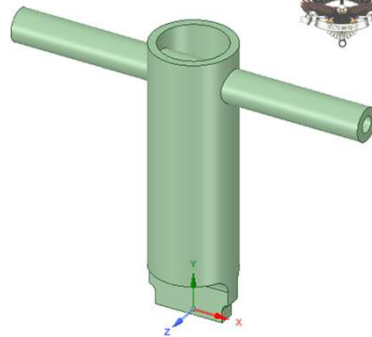
Lucas Sergio de Oliveira

Mayara Carolina Ferreira de Lima

Márcio Siqueira Pereira

Karen Roithmeier Rodrigues

Paulo Henrique Conceição Dias



Fatec
São José dos
Campos
prof. alexandre zaramela

CPS
Centro
Paulista Souza

GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO

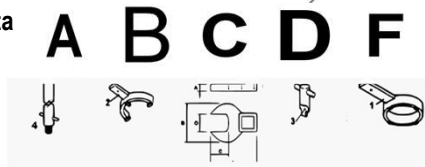
Sumário

1. Projeto Integrador Transversal
2. Ferramenta e sua necessidade
3. Desenho dimensional da ferramenta
4. Material escolhido para a Ferramenta
5. Desenvolvimento analítico
6. Evolução do projeto e Trade-Off
7. Resultado Final
8. Conclusão



1 - Projeto Integrador Universal

- * Objetivo do projeto
- * Grupos participantes
- * Ferramentas dos grupos
- * Ferramenta do grupo Delta

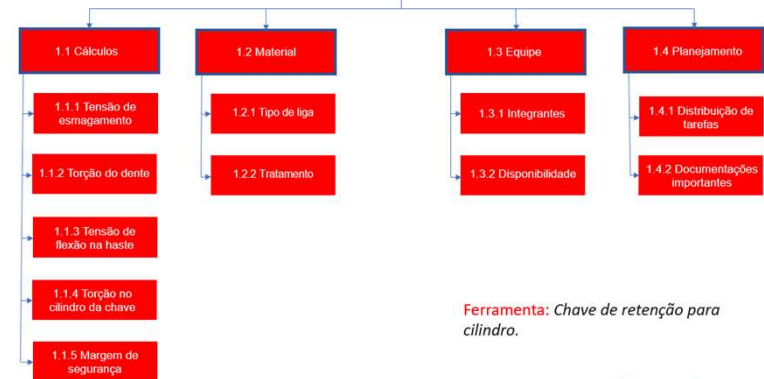


Chave de retenção para cilindro



3

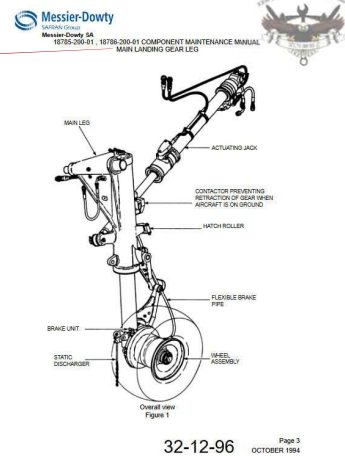
1. Projeto de uma ferramenta



Ferramenta: Chave de retenção para cilindro.

4

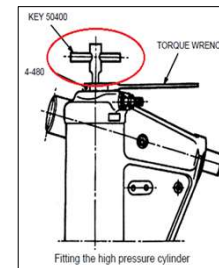
Perna do Trem de Pouso Principal



5

2 - Ferramenta e suas necessidades

Chave de retenção para cilindro (470)



Utilizando a chave de retenção do cilindro de alta pressão 50400 aperte a porca (4-480) (Torque de aperto: 20 N.m (14 lbf.ft)).



Component Maintenance Manual

ITEM NUMBER	PART NUMBER	DESIGNATION	QTY	NECESSARY FOR OPERATION	DISASSEMBLY	ASSEMBLY
1	50011	Spatula	1	X		X
2	50011	Spatula	1	X		X
3	50388	Extractor for pins (700)	1	X		X
4	50389	Pressurizing key for pins (30)	1	X		X
5	50400	Retaining key for cylinder (470)	1	X		X
6	50401	Guide rod for cylinder (470)	1	X		X
7	50402	Tool for disassembling piston tube (470)	1	X		
8	0547038	Special tool for supporting diaphragm (500)	1	X		
9	50404	Clamp for cylinder (470)	1	X		X
10	50405	Plug for segment (500)	1			X
11	50407	Spanner for nut (30)		X		X
12	50381	Extractor for pins (300) and (350)	1	X		
-	50392	Lifting arm for the LP cylinder	1			Testing

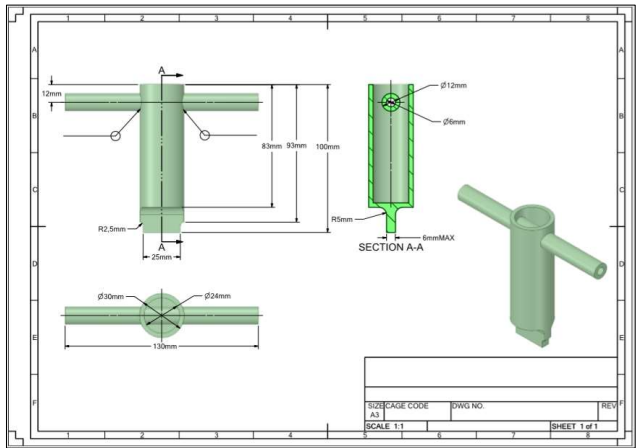
32-12-96-01 - 10786-200-01 COMPONENT MAINTENANCE MANUAL
MAIN LANDING GEAR LEG

- Screw the rod 50401 to the end of the high pressure cylinder (4-470).
- Insert the assembly of the rod and the high pressure cylinder into the barrel.
- Fit the locking washer (4-490) to the end of the high pressure cylinder.
- Smear MOLYKOTE DK on the nut (4-480) and tighten lightly.
- On the lower bearing (4-90), smear MOLYKOTE DK on the surfaces that are in contact with the barrel.
- Smear MOLYKOTE DK on the 8 screws (4-110).
- Fit the 8 washers (4-20) and the 8 screws (4-110) on the bearing (4-90).
- Tighten the 8 screws (4-110) (tightening torque: 10 N.m (7.8 lbf.ft)). Lock the 8 screws using stainless steel wire.
- Smear PKE on the heads of the 8 screws and on the plane of the seal between the barrel and the bearing.
- Using the high pressure cylinder retaining key 50400, tighten the nut (4-480) (tightening torque: 20 N.m (14.8 lbf.ft)) (see diagram below).

NOTE: During the operation, avoid rotating the high pressure cylinder in the recess at the end of the barrel.

6

3 – Desenho dimensional da ferramenta



7

4 – Material escolhido para a ferramenta

Aço Cromo – Vanádio SAE 6150

- * Observação de ferramentas em ambiente de trabalho;
- * Pesquisa de materiais de ferramentas de aperto existentes no mercado;
- * Cromo oferece dureza e proteção contra oxidação;
- * Vanádio proporciona resistência ao desgaste.

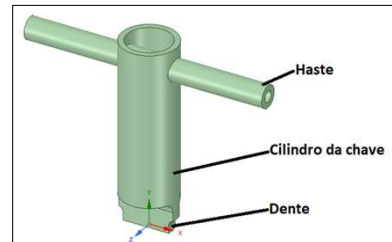


Properties	Metric	Imperial
Density	7.85 g/cm ³	0.284 lb/in ³
Properties	Metric	Imperial
Tensile strength, ultimate	670 MPa	97200 psi
Tensile strength, yield	415 MPa	60200 psi
Izod impact	27 J	19.9 ft-lb
Modulus of elasticity	190-210 GPa	27557-30458 ksi
Shear modulus (typical for steel)	80 GPa	11600 ksi

8

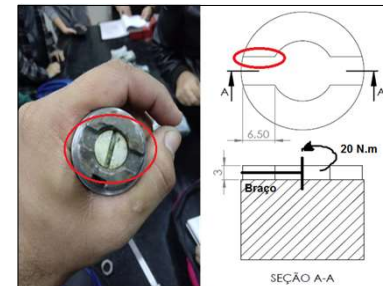
5 – Desenvolvimento analítico

- Cálculo de tensão de esmagamento na superfície de contato entre a ferramenta e o cilindro;
- Cálculo de torção em barras de seção transversal não circular (torção no dente);
- Cálculo de flexão em barras de seção circular (tensão na haste);
- Cálculo de torção em barras de seção circular (torção no cilindro da chave);
- Cálculo de margem de segurança.



9

Cálculo de tensão de esmagamento na superfície de contato entre a ferramenta e o cilindro



$$T = \vec{F} \cdot b$$

$$\tau = \frac{\vec{F}}{A}$$

T = Torque [Nm]
 t = Tensão [N/mm²]
 F = Força [N]
 A = Área [m²]
 b = Braço [m]

Grandezas	
F [N]	1600
T [Nm]	20
b [m]	0,0125
A [m²]	0,0000195
t [N/mm²]	82,051282

Legenda	
	Entrada do dado
	Saída do resultado

10

Cálculo de torção em barras de seção transversal não circular (torção no dente)

$$\tau_{\max} = \frac{T}{c_p a b^2}$$

$$\phi = \frac{TL}{c_p a b^3 G}$$

Coefficientes para a torção de barras retangulares

a/b	c ₁	c ₂
1,0	0,208	0,141
1,2	0,219	0,166
1,5	0,231	0,196
2,0	0,246	0,229
2,5	0,258	0,249
3,0	0,267	0,263
4,0	0,282	0,281
5,0	0,291	0,291
10,0	0,312	0,312
∞	0,333	0,333

$$T = 20 Nm$$

$$G = 80 GPa$$

$$\frac{a}{b} = \frac{25}{6} = 4,16$$

T = Torque [Nm]

tmax = Tensão máxima de cisalhamento [N/mm²]

G = Módulo de elasticidade transversal [Pa]

φ = Ângulo de torção [°]

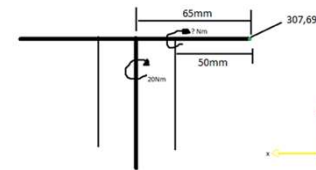
Grandezas	
T [Nm]	20
G [Gpa]	80
a [mm]	25
b [mm]	6
c1	0,282
c2	0,281
L [mm]	4,5
tmax [N/mm²]	78,80220646
φ [°]	0,042479077

Legenda	
	Entrada do dado
	Saída do resultado



11

Cálculo de flexão em barras de seção circular (tensão na haste)



$$T = \vec{F} \cdot b \quad \tau_A = \frac{M}{w} \quad w = \frac{I}{c}$$

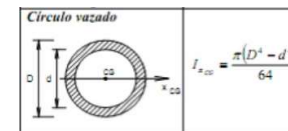
1 – Referência com o centro

Grandezas	
F1 [N]	307,6923077
T1 [Nm]	20
b1 [m]	0,065

Grandezas	
d2 [mm]	12
d1 [mm]	6
Fator de seg.	2
I [m⁴]	9,54259E-10
c [mm]	6
w [m³]	1,59043E-07
M [Nm]	30,76923077
tA [N/mm²]	193,4646982

2 – Referência com a haste

Grandezas	
F1 [N]	307,6923
T2 [Nm]	15,38462
b2 [m]	0,05



M = Momento [Nm]

tA = Tensão no ponto A [N/mm²]

I = Momento de inércia [m⁴]

w = Módulo resistente [m³]

C = Distância ponto A para linha neutra [mm]

d2 = Diâmetro maior [m]

d1 = Diâmetro menor [m]

Legenda	
	Entrada do dado
	Saída do resultado



12

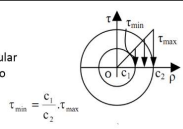
Cálculo de torção em barras de seção circular (torção no cilindro da chave)



Tensão máxima de torção

$$\tau_{\max} = \frac{T \cdot c}{J}$$

distribuição das tensões de cisalhamento para um eixo circular vazado, de raio interno c_1 , e raio externo c_2



momento de inércia polar de um eixo circular de seção vazada com raio interno c_1 e raio externo c_2 .

$$J = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot (c_2^4 - c_1^4)$$

T = Torque [Nm]
 τ_{\max} = Tensão máxima de torção [N/mm²]
 J = Momento de inércia polar [m⁴]
 c_1 = Raio do cilindro menor [mm]
 c_2 = Raio do cilindro maior [mm]

Grandezas	
d1 [mm]	24
d2 [mm]	30
c1 [mm]	12
c2 [mm]	15
T [Nm]	20
J [m ⁴]	4,69495E-08
tmax [N/mm ²]	6,389840132

Legenda	
	Entrada do dado
	Saída do resultado

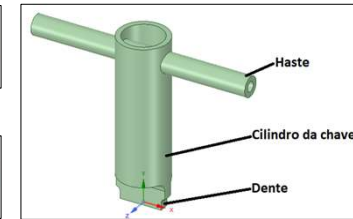
13

Cálculo de margem de segurança



$$M_s = 1 - \left(\frac{\tau}{\tau_s} \right) * 100$$

$$M_s = 1 - \left(\frac{\tau_f}{\tau_{rup}} \right) * 100$$



M_s = Margem de segurança
 τ = Tensão da peça [N/mm²]
 τ_f = Tensão da peça com fator de seg. [N/mm²]
 τ_s = Tensão de escoamento do material [N/mm²]
 τ_{rup} = Tensão de ruptura do material [N/mm²]
 f = Fator de segurança

Cisalhamento	
Grandezas	
ts [N/mm ²]	415
Ms Cilindro	98,46%
Ms Haste	76,69%
Ms Dente	81,01%

Ruptura	
Grandezas	
trup [N/mm ²]	670
Ms Haste	71,12%

Legenda	
	Entrada do dado
	Saída do resultado

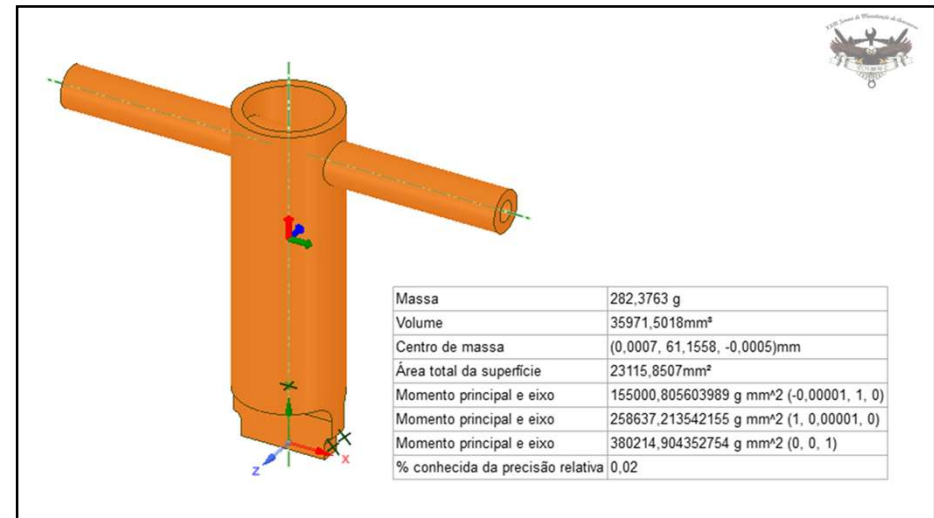
14

6 – Evolução do projeto e Trade-Off

- * Observando CMM
- * Modelando croquis
- * Acompanhamento em aula
- * 1° Protótipo
- * Otimização ergométrica
- * Alívio de massa

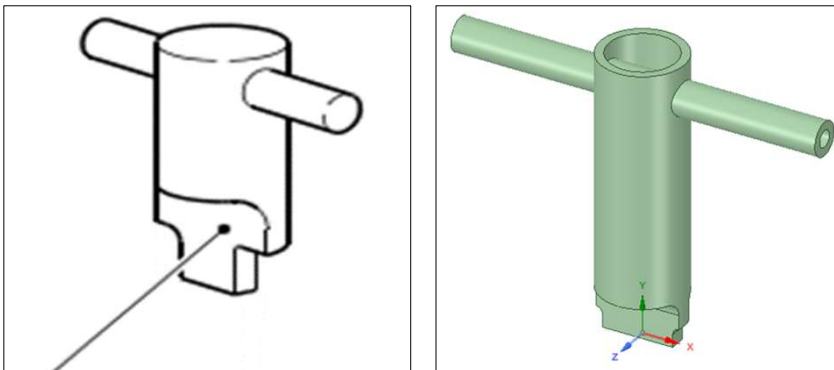


15



16

7 – Resultado Final



17

8 - Conclusão

- * Desafio
- * Trabalho em equipe
- * Desenvolvimento interpessoal
- * Aprendizado na prática
- * Produto final

Fatec
São José dos
Campos
Prof. Jessen Vidal

CPS
Centro
Paula Souza

GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO

18

Referências



Link do GitHub
<https://github.com>

Torção em barras de seção transversal não circular
<http://www.cartografica.ufpr.br>

Flexão em seção circular
<https://www.youtube.com>

Propriedades do aço 6150
<https://www.azom.com>

Módulo resistente
<https://www.ecivilnet.com>