



Projeto integrador transversal: Chave para porca.

Nomes dos integrantes:

Anderson de Araujo Barroso
 Carolina de Oliveira Rodrigues
 Cleiton Matias dos Santos
 Guilherme A. Dias de Andrade
 Ivo de Assis Batista
 João Victor Barbosa da Silva

Professor Cliente: Felix Strottmann
Professor Orientador: Alexandre Zaramela

1

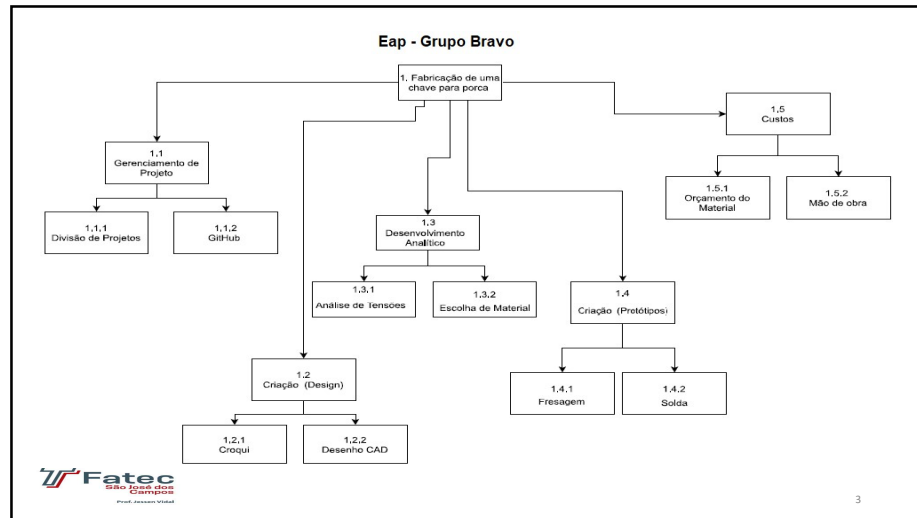
Sumário

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 resultado Final
7. Conclusão
8. Referencias



2

2



3

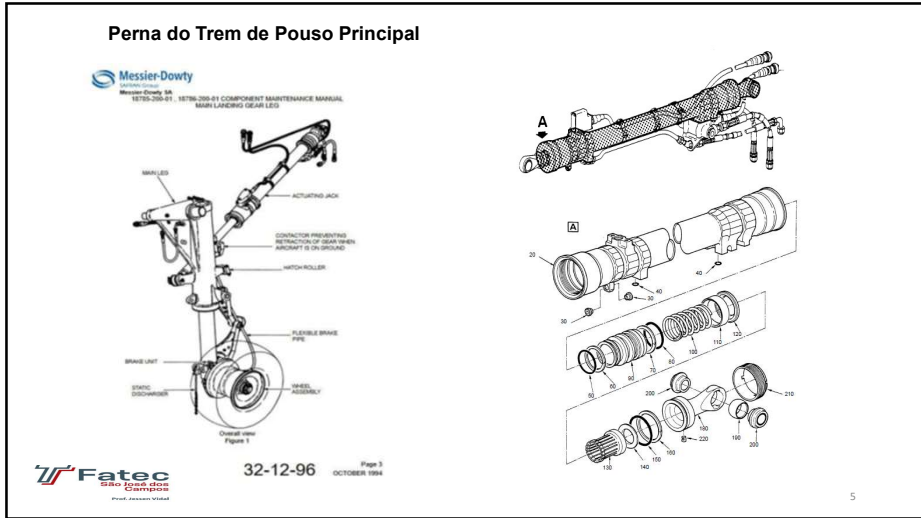
1-Projeto Integrador transversal

Chave para porca (1-210)
PN – OU50636 Wrench for nut (1-210)

Objetivo do projeto
Ferramenta do grupo Bravo

Fatec São José dos Campos

4



2 -Ferramenta e suas necessidades

Chave para porca (1-210)

Utilizar Torque 110 Nm para porca (1-210)

SPECIAL TOOLS, FIXTURES AND EQUIPMENT

1. General

A. These special tools are necessary and are available from Messier Services. Inquire at the address that follows for the current price and delivery time.

Messier Services
12, rue Paul Dauterle
78147 VILLEJUI CEDEX
FRANCE

TELEPHONE: 33 (0) 1 30 67 45 28
FAX: 33 (0) 1 30 67 45 95
www.messierservices.com
SITA, PARIS-MICE
CAGE: FAJX6

Attn: Turnkey Services

- Type U21900100 Hydraulic power supply
- Type U219002100 Hydraulic test press
- Type U219003100 Control panel
- GA47307-106, GA47307-108 Unions
- OU50637 1 Wrench for nut (2-340)
- OU50638 2 Wrench for rod support (2-10)
- OU50706 3 Compression tool
- OU50636 3 Wrench for nut (1-210)
- OU50011 4 Spatula for removal/installation of seals
- OU50071 5 Spatula for removal/installation of seals
- OU50298 6 Crimping tool for ball (2-420)
- A97001 6 Pin wrench for nut (2-400)

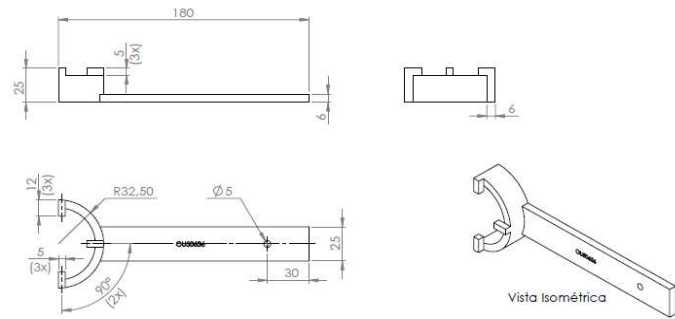
TABLE OF TORQUE VALUES

IPL Figure and Item No	Name	TORQUE	
		N.m	(lbf.ft or lbf.in)
1-210A	Nut	110 Nm	(81.125 lbf.ft)
2-150A	Nut	100 Nm	(73.75 lbf.ft)
2-340A	Nut	110 Nm	(81.125 lbf.ft)
2-400A	Nut	80 to 100 Nm	(59 to 73.75 lbf.ft)
3-10A	Plug	15 Nm	(11.062 lbf.ft)
3-190A	Screw	1.5 Nm	(1.106 lbf.ft)
3-220A	Screw	3 Nm	(2.212 lbf.ft)
3-270A	Screw	3 Nm	(2.212 lbf.ft)
3-350A	Nut	10 Nm	(7.375 lbf.ft)
3-380A	Screw	3 Nm	(2.212 lbf.ft)
3-500A	Screw	3 Nm	(2.212 lbf.ft)
4-110A	Straight coupling	8 Nm	(5.9 lbf.ft)
4-180A	Straight coupling	8 Nm	(5.9 lbf.ft)

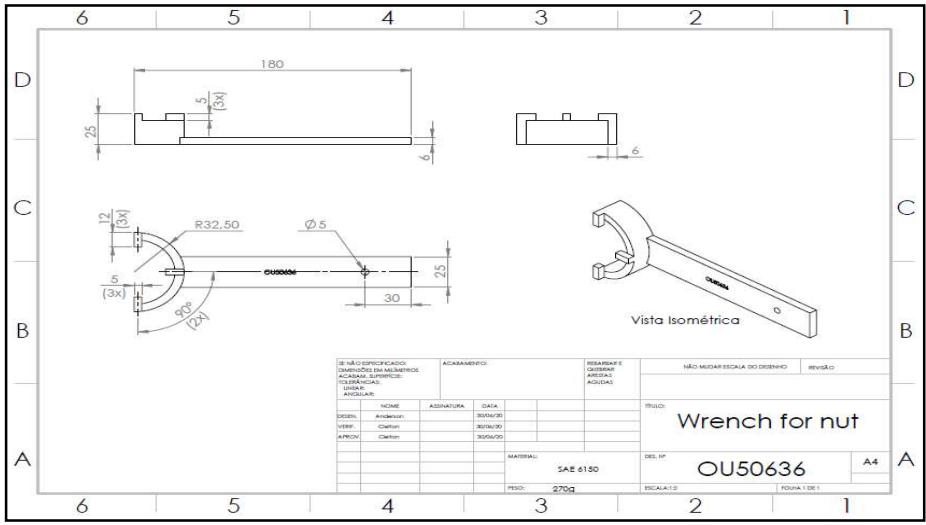
Fatec
BROUZE ROUS
Champion
PROF. DOMINIQUE VIGAUD

6

3 –Desenho dimensional da ferramenta



7



8

4 –Material escolhido para a ferramenta

Aço Cromo –Vanádio SAE 6150

Observação de ferramentas em ambiente de trabalho;

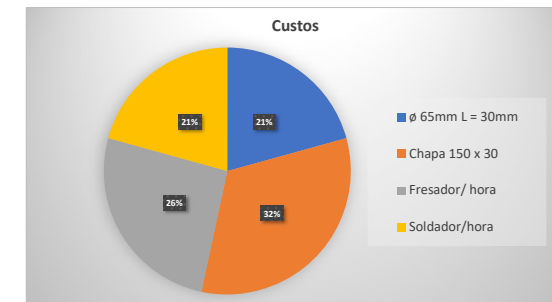
Pesquisa de materiais de ferramentas de aperto existentes no mercado;

Cromo oferece dureza e proteção contra oxidação;

*Vanádio proporciona resistência ao desgaste.



Properties	Metric	Imperial
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
Bulk modulus (typical for steel)	140 GPa	20300 ksi



	Ø 65mm L = 30mm	Chapa 150 x 30	Fresador/ hora	Soldador/hora	Total R\$
Custos	20	31,5	25	20	96,5

5 –Desenvolvimento analítico

Cálculo de força no começo da haste;

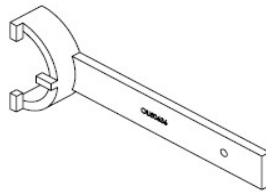
Cálculo de momento no final da haste;

Cálculo de flexão no final da haste;

Cálculo de tensão de cisalhamento nos dentes;

Cálculo de margem de segurança para cisalhamento;

Cálculo de margem de segurança para ruptura.



Cálculo de força no começo da haste.

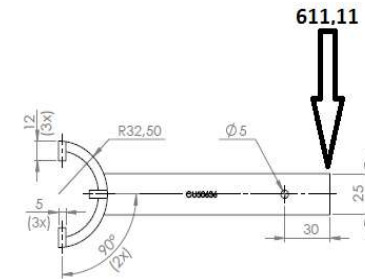
$$M = F \cdot d \quad F = \frac{110 \text{ N.m}}{0,18 \text{ m}} = 611.11 \text{ N}$$

$$M = 110 \text{ N.m}$$

$$d = 180 \text{ mm} = 0,18 \text{ m}$$

$$F = 611.11 \text{ N}$$

M= Torque ou momento.
F= Força.
d= Diâmetro da ferramenta.



Cálculo de momento no final da haste

$$M = F \cdot d$$

$$F = 611,11 \text{ N}$$

$$d = 180 - 32,5 = 147,5 \text{ mm}$$

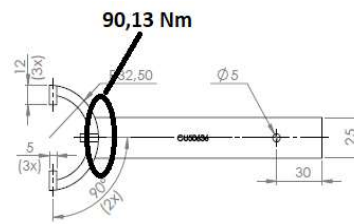
$$M = 611,11 \cdot 0,1475 = 90,13 \text{ Nm}$$

$$F2 = 611,11 \cdot 2 = 1222,22 \text{ N}$$

$$M2 = 1222,22 \cdot 0,1475 = 180,28 \text{ Nm}$$

F2 = Força com fator de segurança = 2

M2 = Momento com fator de segurança = 2



Cálculo de flexão no final da haste.

$$M = 90,13 \text{ Nm}$$

$$C = 12,5 \text{ mm} = 0,0125 \text{ m}$$

$$I = 1,92 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$\tau = \frac{M \cdot C}{I} \quad \tau = \frac{90,13 \cdot 0,0125}{1,92 \cdot 10^{-7}} \quad \tau = 5,866,088 \text{ Pa} = 5,87 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad I = \frac{0,1475 \cdot 0,025^3}{12} = I = 1,92 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$$

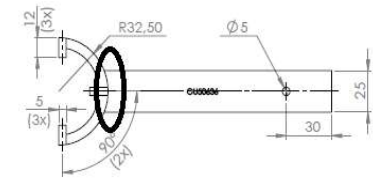
$$\tau 2 = 5,87 \cdot 2 = 11,74 \text{ MPa}$$

M = Momento

C = Distancia da linha neutra até a extremidade

I = Momento de inercia

$\tau 2$ = tensão de flexão com fator de segurança 2



Cálculo de tensão de cisalhamento nos dentes

$$M = F \cdot d \quad F = \frac{M}{d} = \frac{110}{0,0325} = 3384,62 \text{ N}$$

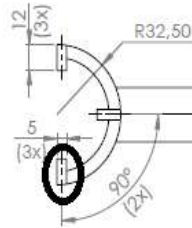
$$\tau = \frac{F}{A} \quad \tau = \frac{3384,62}{6 \cdot 10^{-5}} = 56.410.106 \text{ Pa} = 56,410 \text{ MPa}$$

τ = Tensão de Cisalhamento

$$A = \text{Area} = 5 \cdot 12 = 60 \text{ mm}^2 = 6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

Supondo que a Tensão se distribui, em apenas 2 dentes da chave:

$$\tau = \frac{56,470}{2} = 28,205 \text{ MPa}$$



Cálculo de margem de segurança para cisalhamento

$$\tau_s = 415 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{dente}} = 28,205 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{haste}} = 5,87 \text{ MPa}$$

$$M_{\text{sdente}} = 1 - \left(\frac{\tau}{\tau_s} \right) = 1 - \left(\frac{28,205}{415} \right) = 0,932 = 93,2\%$$

$$M_{\text{shaste}} = 1 - \left(\frac{\tau}{\tau_s} \right) = 1 - \left(\frac{5,87}{415} \right) = 0,986 = 98,6\%$$

τ_s = Tensão de escoamento

τ_{dente} = Tensão no dente

M_{sdente} = Margem de segurança no dente

M_{shaste} = Margem de segurança na haste

Calculo de margem de segurança para ruptura

$\tau_{Rup} = 670 \text{ MPa}$

$\tau_2 = 11,74 \text{ MPa}$

$$Ms = 1 - \left(\frac{\tau_2}{\tau_{rup}} \right) = 1 - \left(\frac{11,74}{670} \right) = 0,98 = 98,25\%$$

τ_{Rup} = Tensão de Ruptura

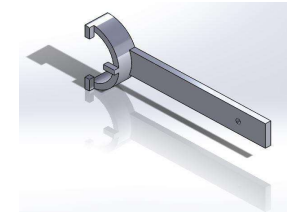
τ_2 = Tensão da haste com fator de segurança 2

Ms = Margem de segurança

6.Evolução do projeto e resultado final.

Modelagem de croquis

Acompanhamento em aula



7. Conclusão

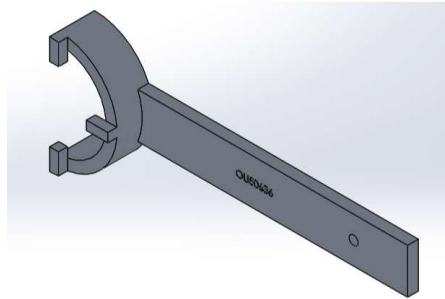
Desafio

Trabalho em equipe

Desenvolvimento interpessoal

Aprendizado na prática

Produto final



8. Referências

- <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6744>
- [CMM 32-12-96 - Main Landing Gear Leg.pdf](#)
- [CMM 32-39-98 - Brace Strut Actuator.pdf](#)