



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMR 3501
Engenharia de Precisão

A20
Mancais não convencionais

2020.2



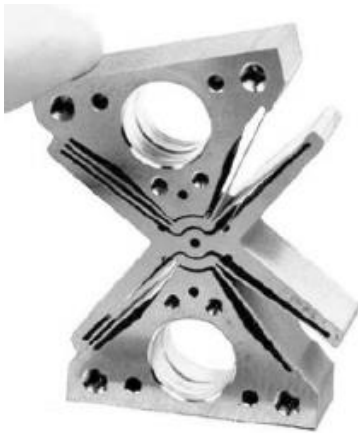
Planejamento

Dia	S	Aula	Tópico	Prof.
08.10	5ª	A17	Elementos de máquinas de precisão – mancais e guias hidrostáticos	RS
14.10	4ª	A18	Elementos de máquinas de precisão – mancais e guias aerostáticos	RS
15.10	5ª	A19	Elementos de máquinas de precisão – mancais e guias de elementos rolantes	RS
21.10	4ª	A20	Elementos de máquinas de precisão – mancais não convencionais	RS
22.10	5ª	A21	Elementos de máquinas de precisão – transmissores do movimento	RS
28.10	4ª		Feriado	RS
29.10	5ª	A22	Elementos de máquinas de precisão – conversores do movimento	RS
04.11	4ª	A23	Elementos de máquinas de precisão – atuadores	RS
05.11	5ª	A24	Elementos de máquinas de precisão – acoplamentos	RS
11.11	4ª	A25	Exercícios -4	RS
12.11	5ª	A26	Estruturas de sistemas de precisão: Requisitos, Materiais e Fabricação	RS
18.11	4ª	A27	Estruturas de sistemas de precisão: configurações estruturais e laço estrutural	RS
19.11	5ª	A28	Estruturas de sistemas de precisão: considerações estáticas, dinâmicas e térmicas. Erros, propagação de erros / compensação de erros	RS
25.11	4ª	A29	Materiais para componentes de precisão	RS
26.11	5ª	A30	Exercícios -5	RS
02.12	4ª	A29	Apresentação de Estudo de Caso/Seminário	RS
03.12	5ª	A30	Apresentação de Estudo de Caso/Seminário	RS
09.12	4ª	A31		
10.12	5ª			
14.12	3ª		Encerramento do semestre 2020-2	
06.12			Medidor tridimensional de coordenadas	

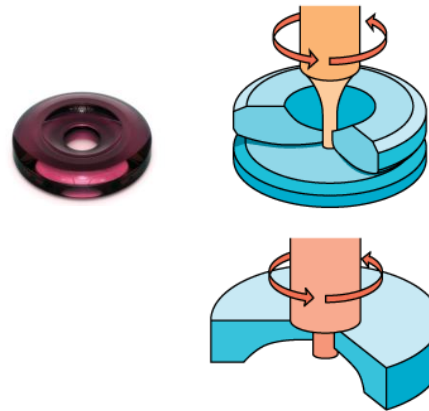


Mancais não convencionais

Flexíveis



Contato



Magnéticos



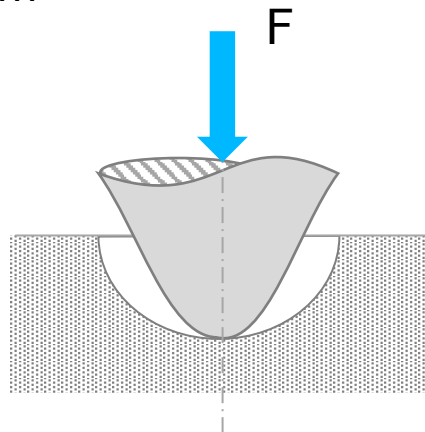


Mancais de contato

- Mancais de contato, também denominados de mancais de joalheria ou mancais pivotados exibem uma rara combinação de características únicas de projeto que os tornam atrativos para uma série de aplicações

Principais vantagens

- Baixo atrito
- Capacidade de operarem em ambientes agressivos
- Rígidos
- Precisos
- Miniaturizados
- Longa vida
- Movimentos oscilantes



Principais desvantagens

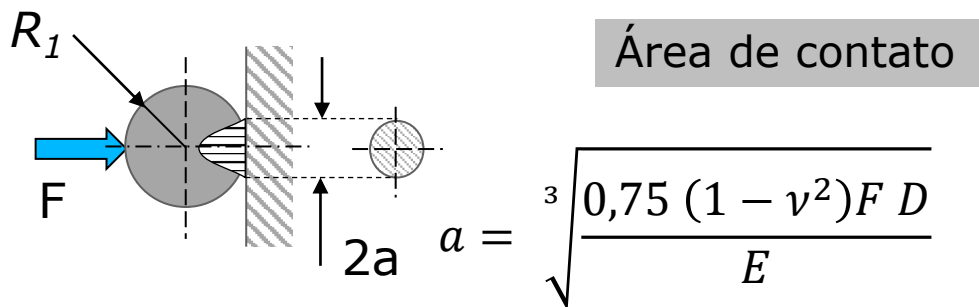
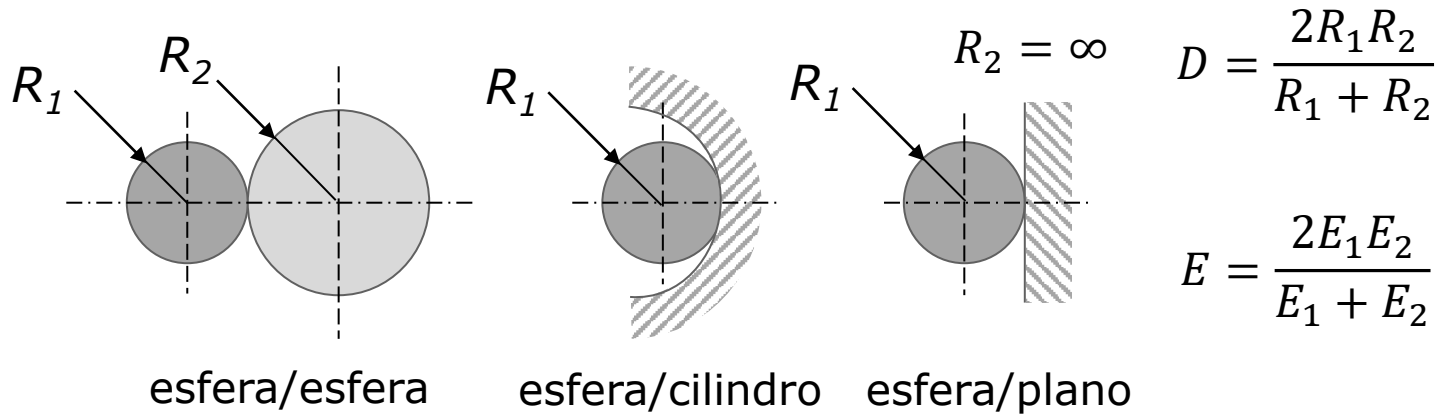
- Baixa capacidade de carga
- Baixo torque
- Baixas velocidades
- Sensibilidade a folga



Mancais de contato

Contatos de Hertz

Contatos Pontuais



Pressão de contato máxima

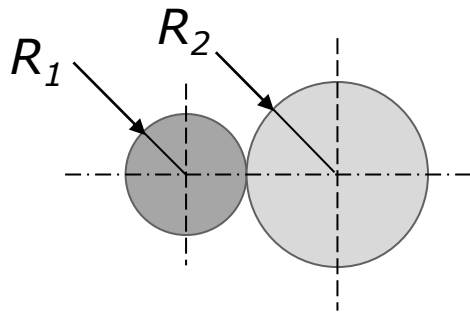
$$P_{max} = 1,5 \frac{F}{a^2 \pi}$$



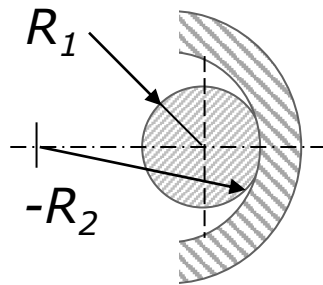
Mancais de contato

Contatos de Hertz

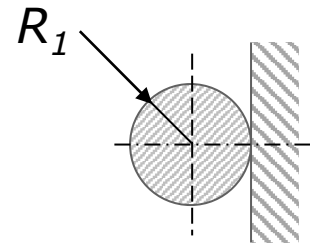
Contatos Lineares



cilindro/cilindro



cilindro/cilindro

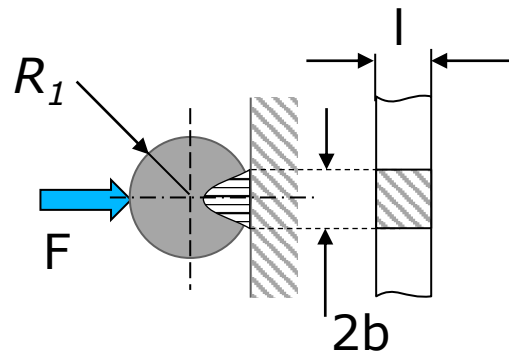


cilindro/plano

$R_2 = \infty$

$$E = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2}$$

$$D = \frac{2R_1R_2}{R_1 + R_2}$$



Área de contato

$$b = \sqrt[2]{\frac{4 F D (1 - \nu^2)}{\pi E l}}$$

Pressão de contato máxima

$$P_{max} = \frac{2F}{\pi b l}$$



Mancais de contato

anéis



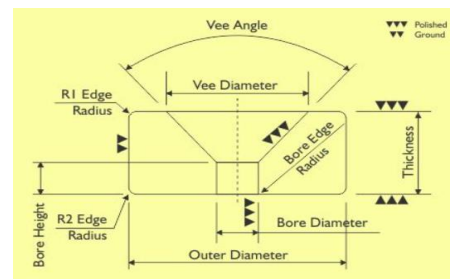
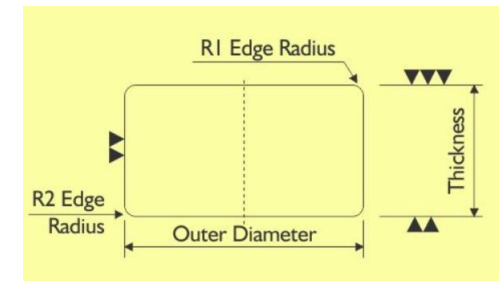
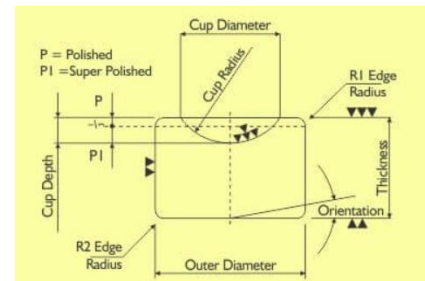
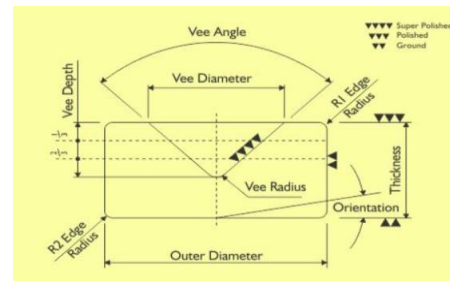
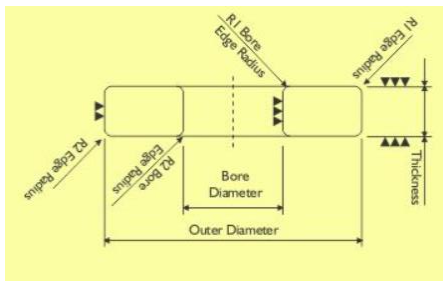
V ou cônicos



Semi esféricos



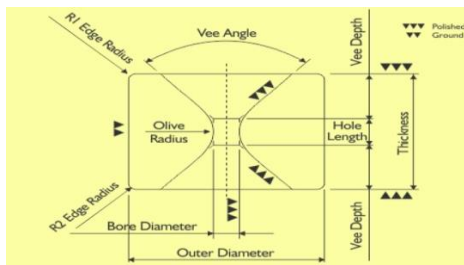
planos



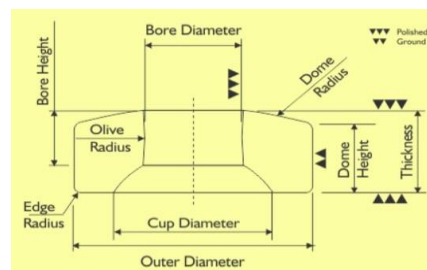


Mancais de contato

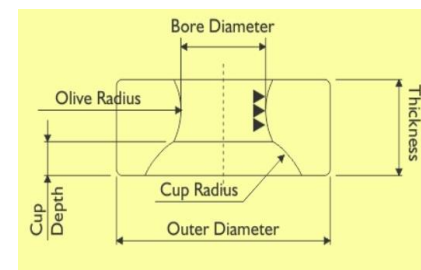
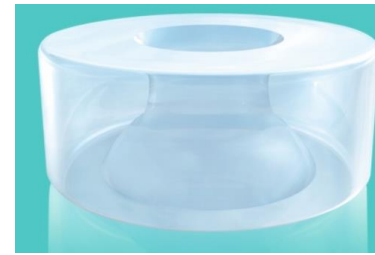
Duplo V



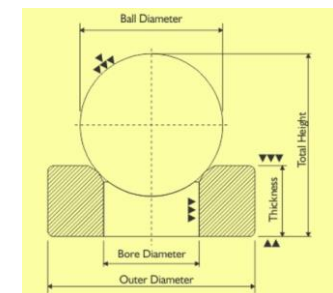
Forma de copo 1



Forma de copo 2



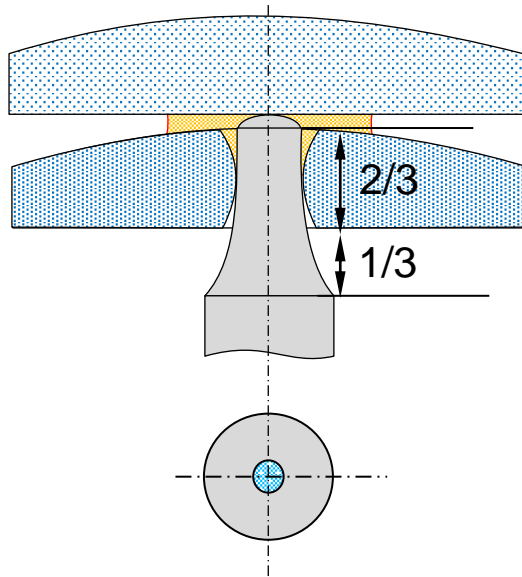
Esferas



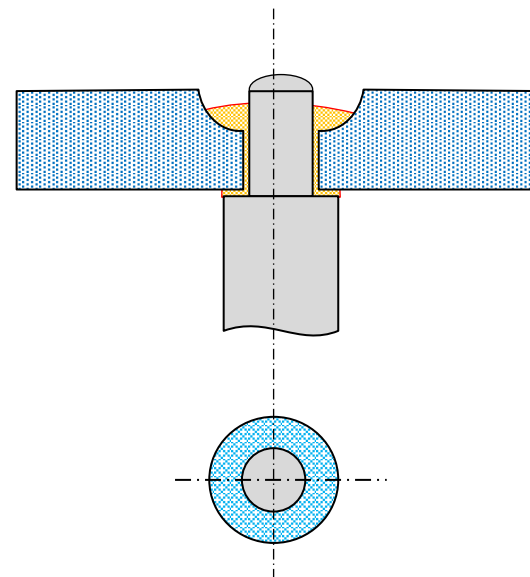


Mancais de contato

Pivôs cônicos vs pivôs rebaixados



Pivôs cônicos

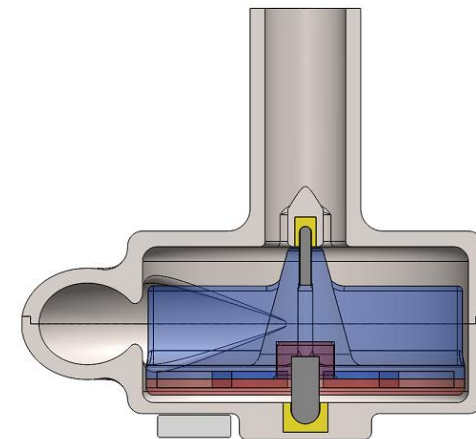
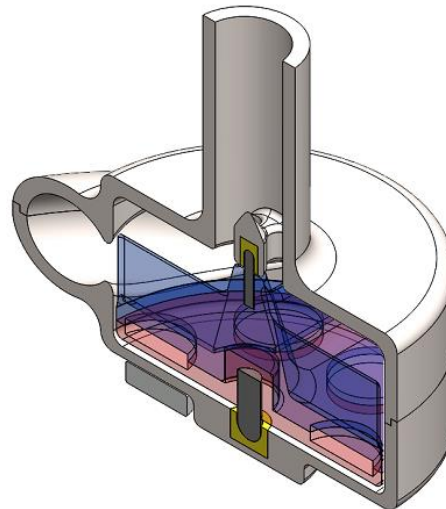
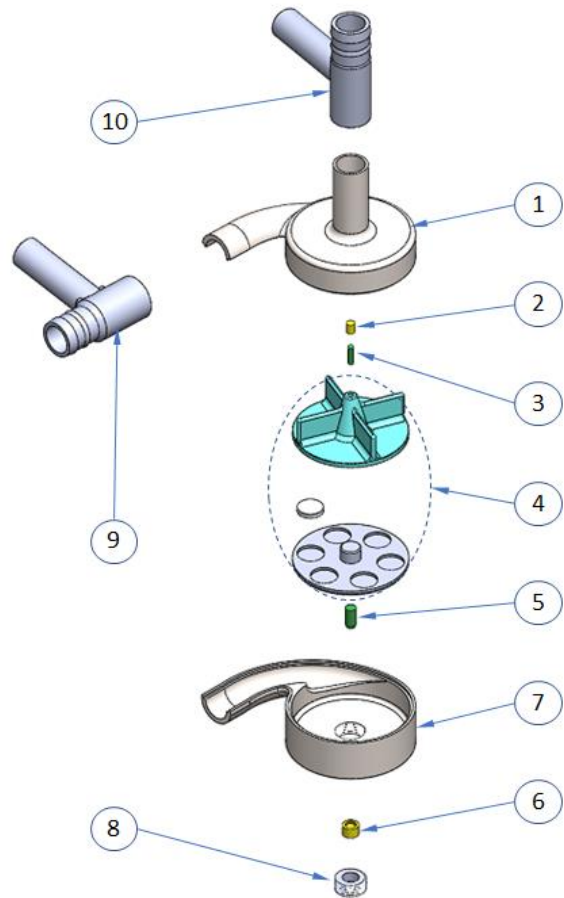


Pivôs rebaixados



Mancais de contato

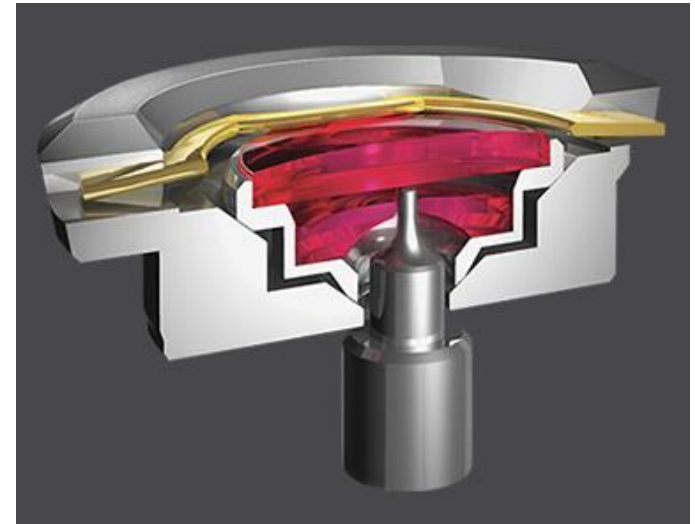
Exemplos





Mancais de contato

Exemplos





<https://www.youtube.com/watch?v=FakIAZxcDII>



Mancais magnéticos





Mancais magnéticos

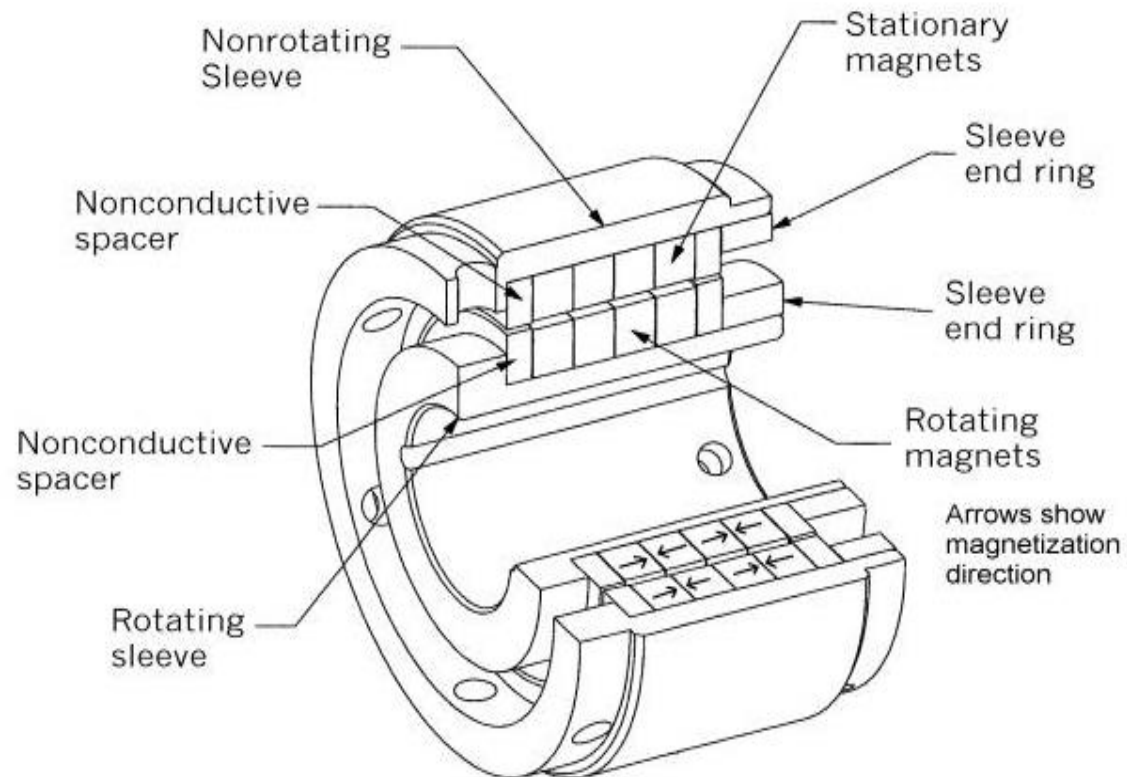
Características

- Mancais magnéticos não tem contato mecânico
- Não tem limites de velocidade – segurança é o limite
- Podem ser lineares, rotativos ou combinados
- *Back up* mecânicos devem ser introduzidos prevendo falhas de energia
- Rigidez infinita, controlada eletronicamente
- Controle sofisticado
- Elevada capacidade de carga e rigidez



Mancais magnéticos

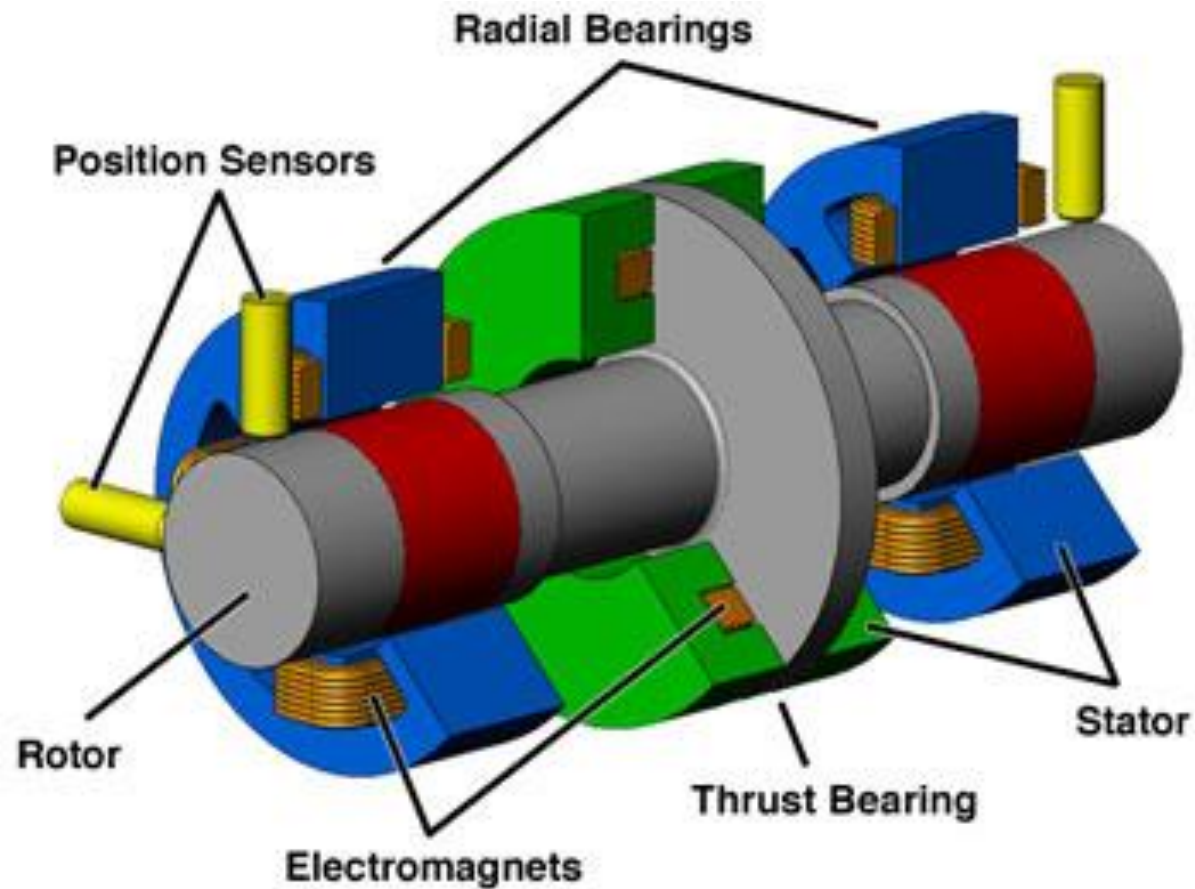
Constituintes





Mancais magnéticos

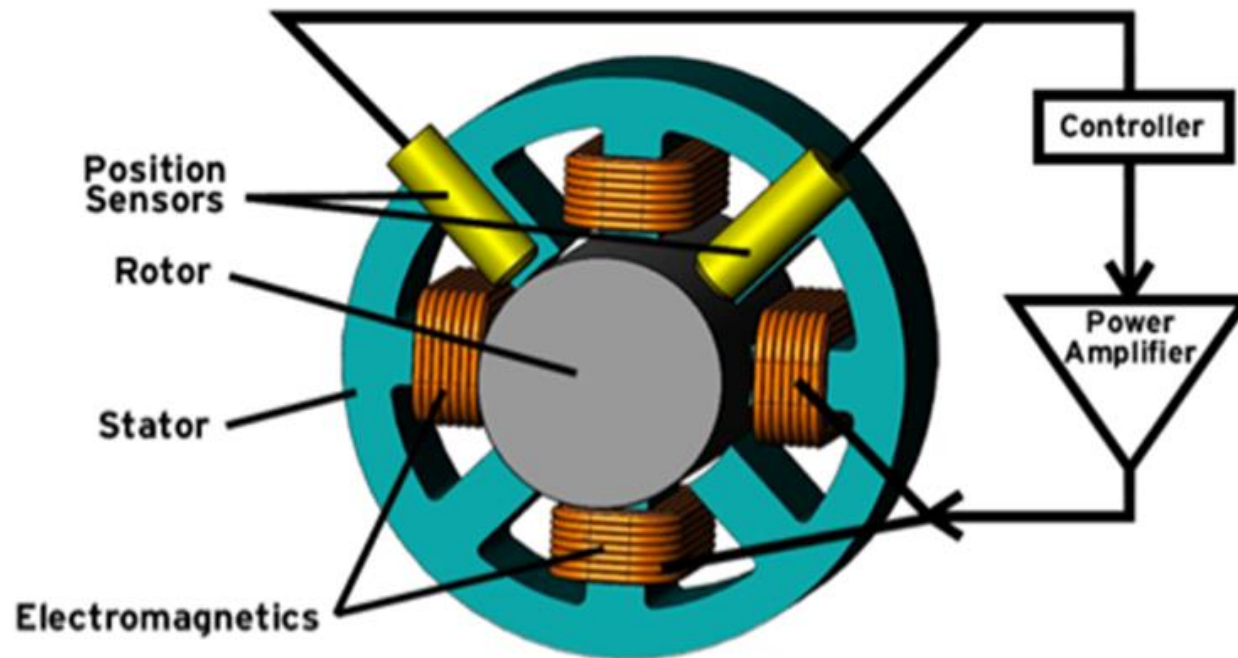
Constituintes





Mancais magnéticos

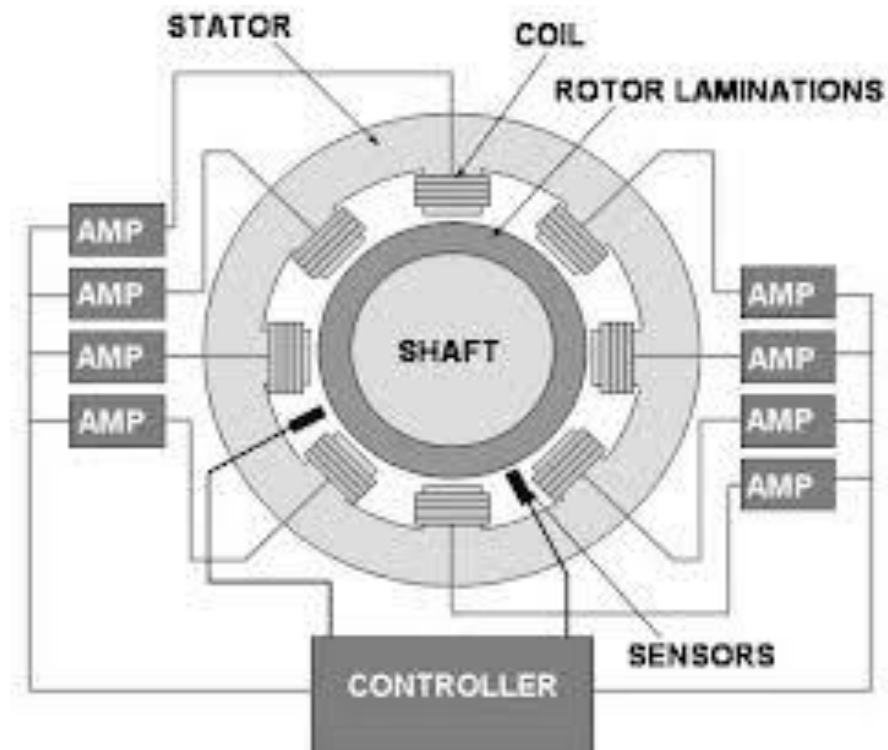
Funcionamento





Mancais magnéticos

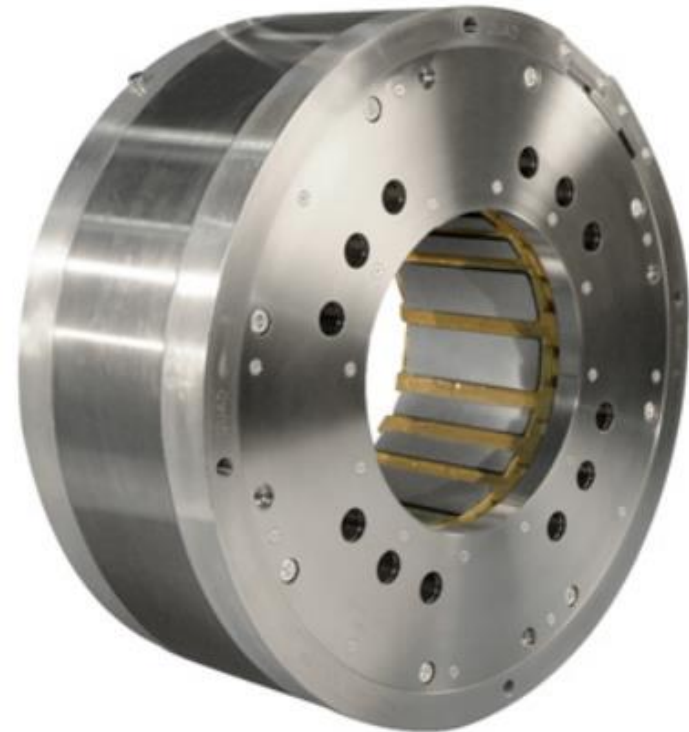
Funcionamento





Mancais magnéticos

Exemplo

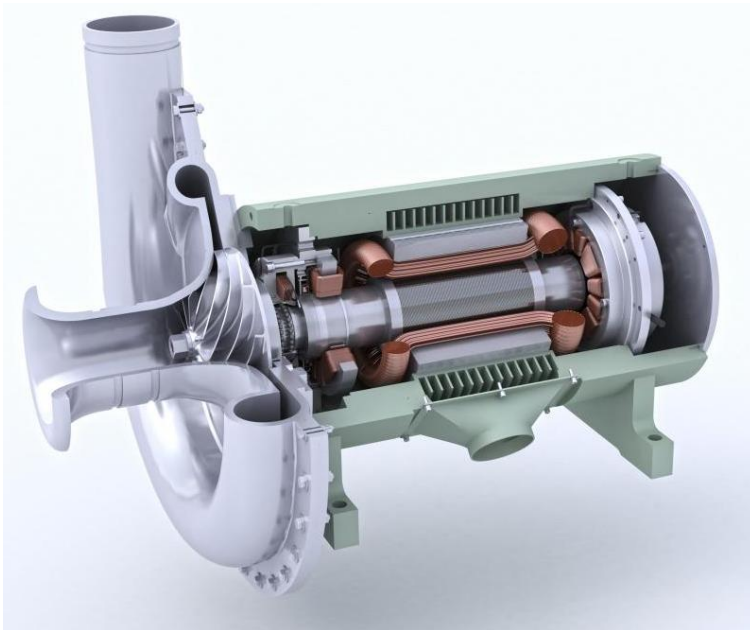




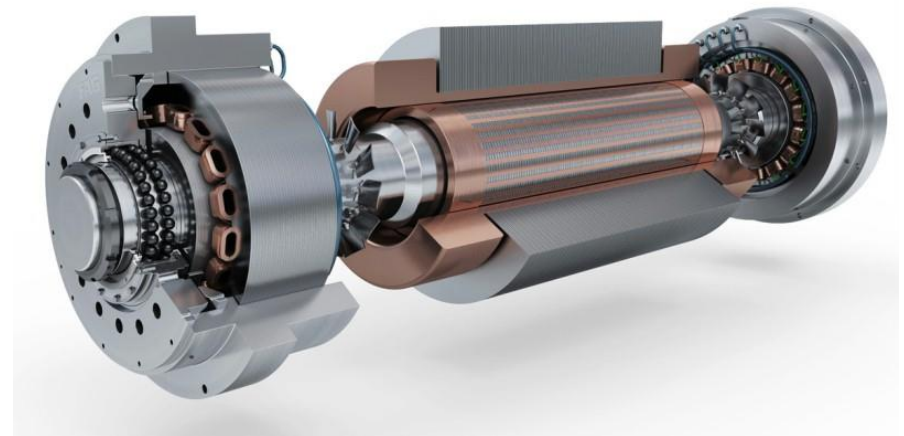
Mancais magnéticos

Aplicação

Bombas de alto desempenho



Árvore de máquinas-ferramentas



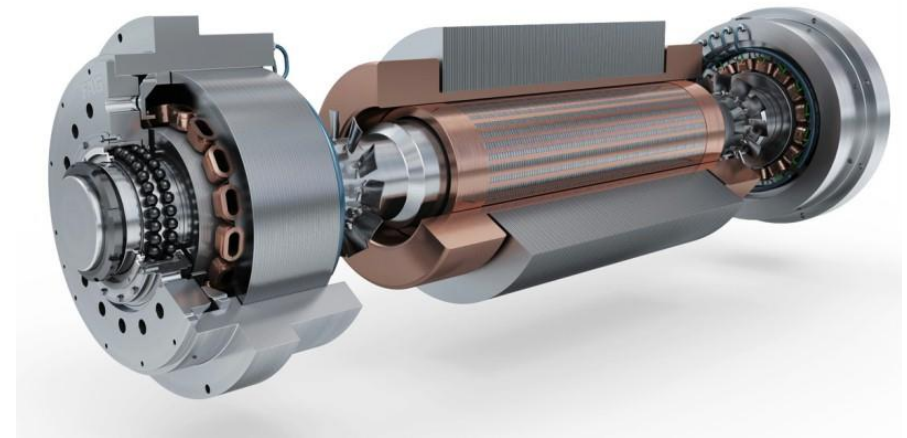
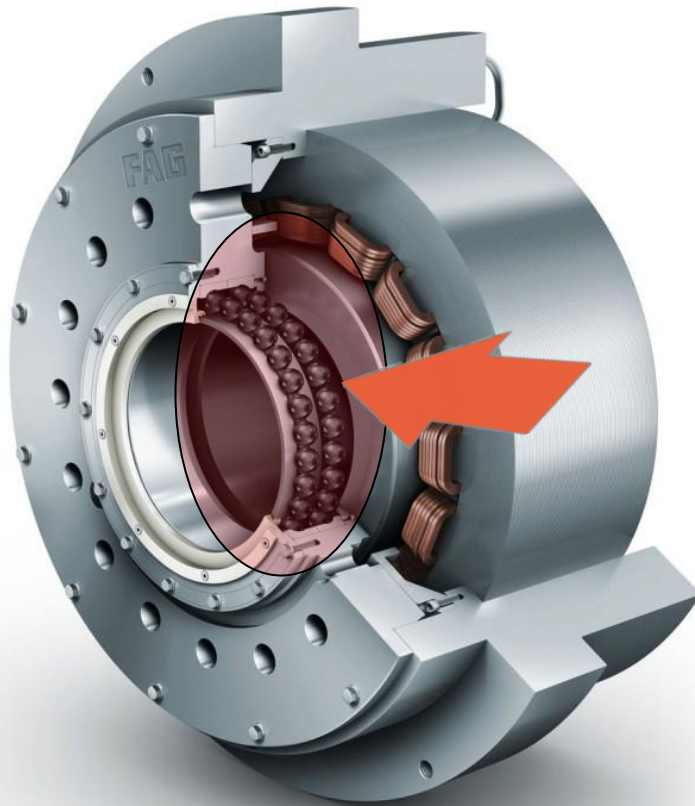
<http://www.airbestpractices.com/technology/blowers/magnetic-bearings-attractive-force-energy-efficiency>

http://m.schaeffler.de/content.mobile/en/press/pressdetail/press_detail.jsp?id=16452736



Mancais magnéticos

Back up mecânico





https://www.youtube.com/watch?v=LzzFXH3__5M

<https://www.youtube.com/watch?v=ELRTVTfOjis>

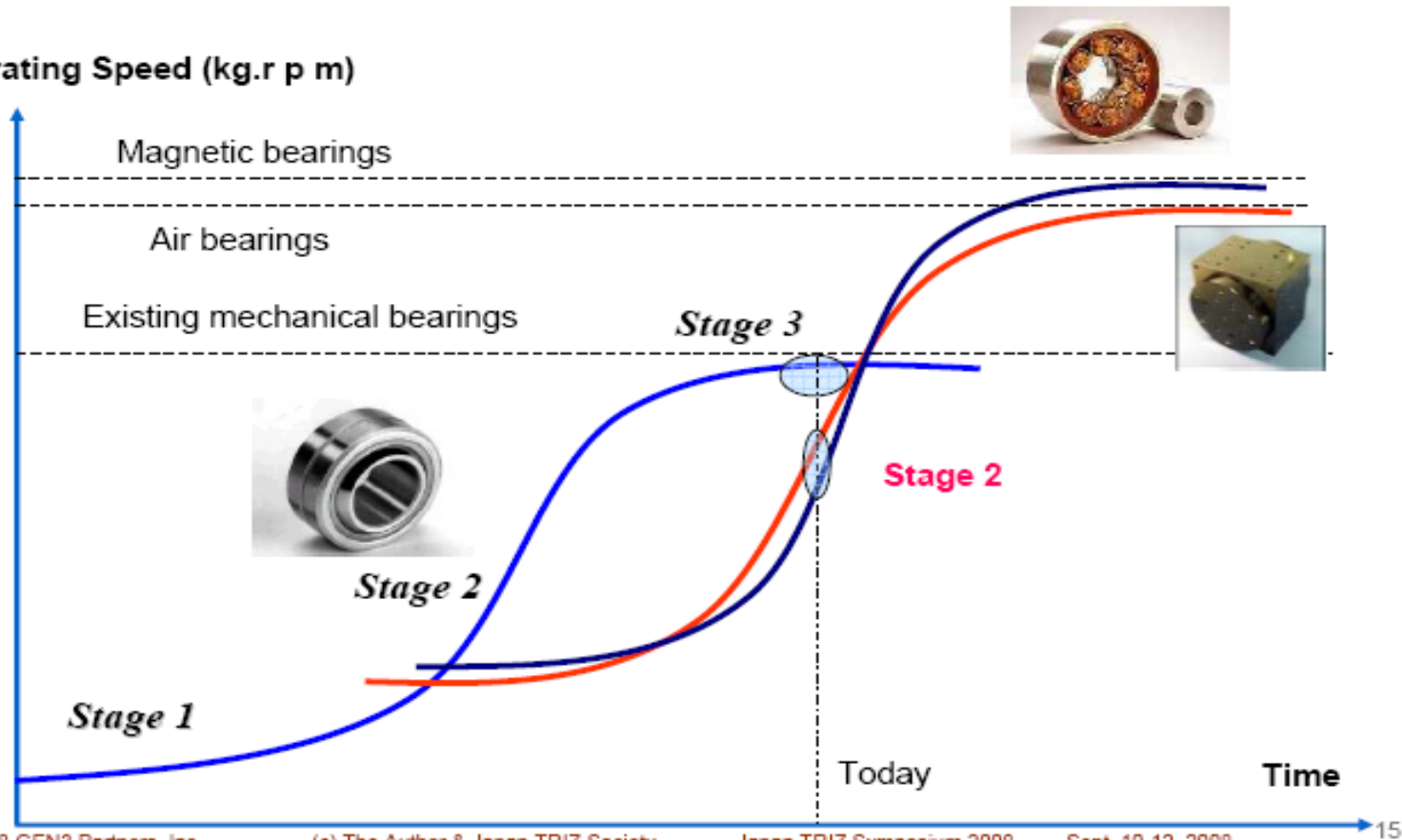


Mancais magnéticos

Comparação



Operating Speed (kg.r p m)



© 2008 GEN3 Partners, Inc.

(c) The Author & Japan TRIZ Society

Japan TRIZ Symposium 2008

Sept. 10-12, 2008

15

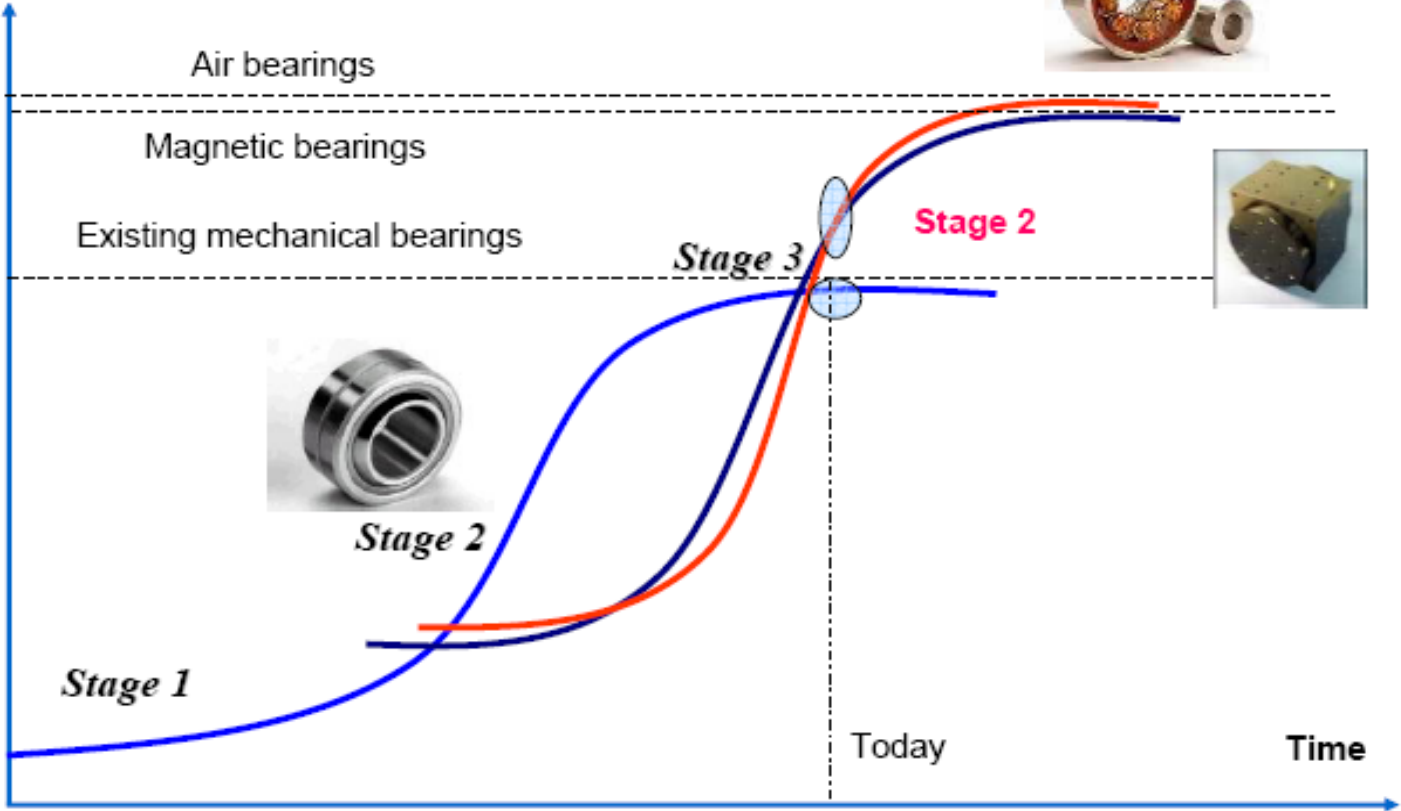


Mancais magnéticos

Comparação



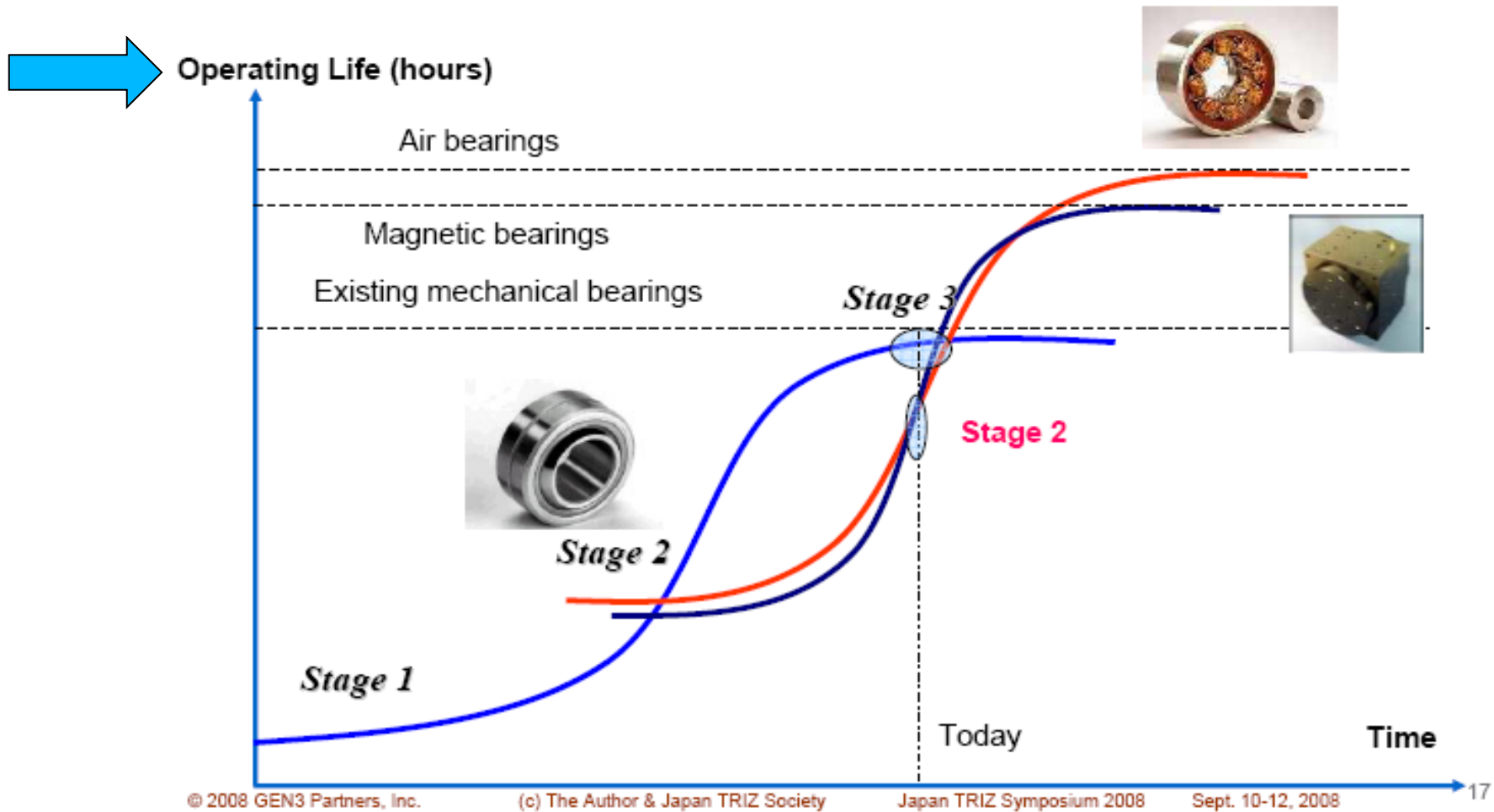
1/Damping (m/N.s)





Mancais magnéticos

Comparação





Mancais flexíveis

Introdução

As guias de mola ou guias flexíveis, trabalham dentro do limite elástico do material, são livre de folgas e *stick-slip*, e podem assumir dezenas de configurações.

Por essas características são muito utilizadas para micro posicionamento, no entanto, somente para deslocamento muito pequenos.



Mancais flexíveis

Características

- Rígidas
- Alto custo
- Baixa capacidade de carga
- Projeto complexo
- Alta repetitividade de deslocamento
- Suavidade de movimento
- Alta precisão do posicionamento



Mancais flexíveis

Vantagens e Desvantagens

Vantagens

- Rígidas
- Compactas
- Precisas
- Não desgastam

Desvantagens

- Sensíveis aos erros de fabricação
- Sensíveis aos erros de montagem
- Difíceis de projetar



Mancais flexíveis

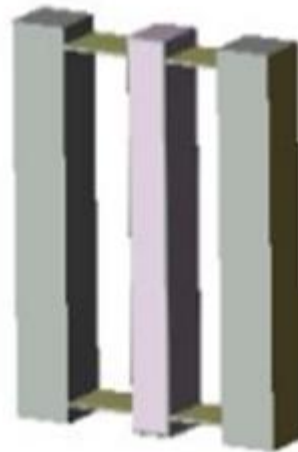
Classificação Quanto ao movimento

Linear

Paralelas



Guia central



acionamento central



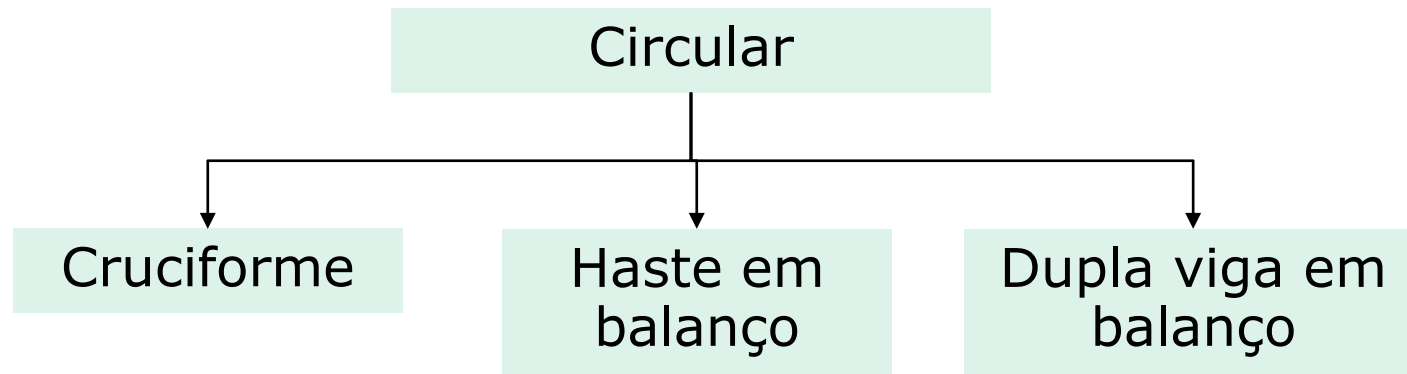
Membrana /Prato





Mancais flexíveis

Classificação Quanto ao movimento

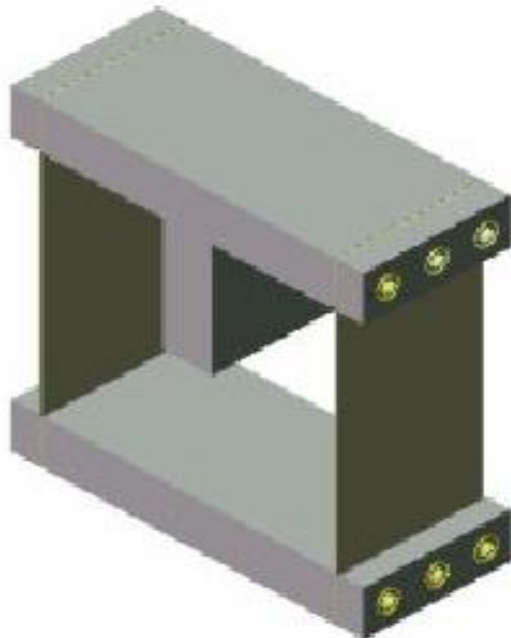




Mancais flexíveis

Classificação Quanto a forma construtiva

Montadas

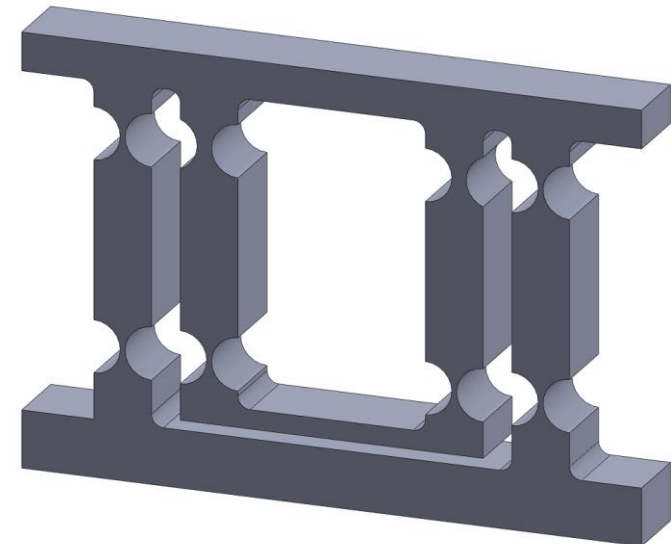
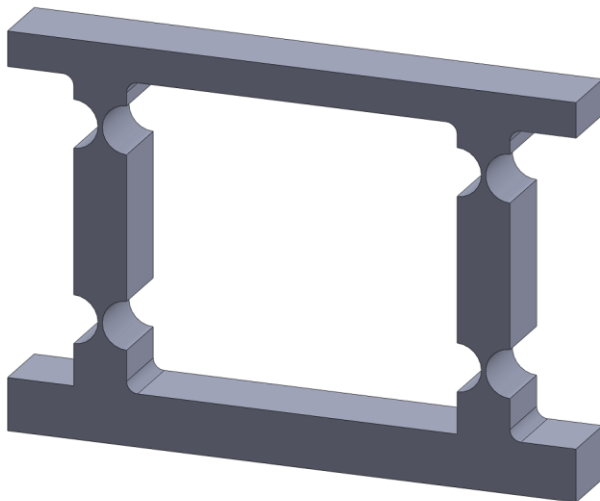
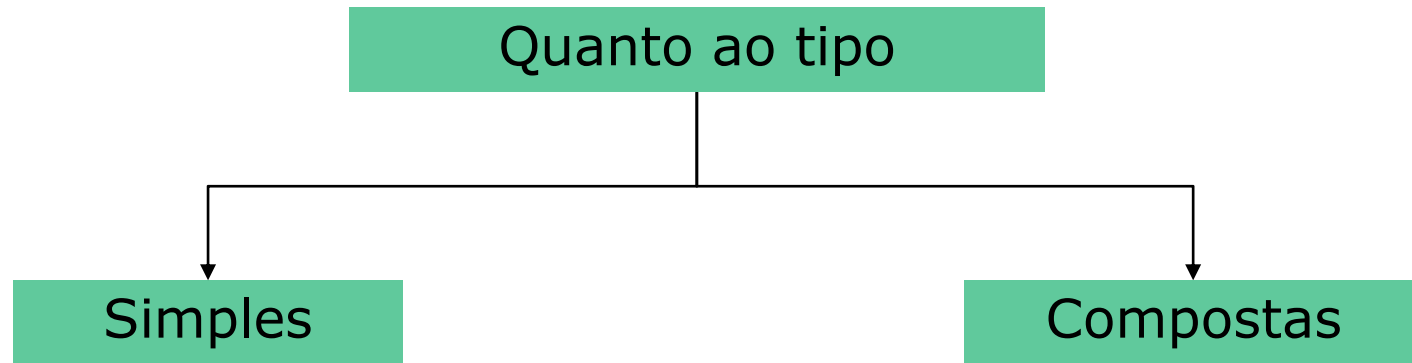


Monolíticas ou integrais





Guias flexíveis - classificação





Mancais flexíveis

Formas construtivas dos nós flexíveis



Laminas



Elíptico



Semicircular



Circular



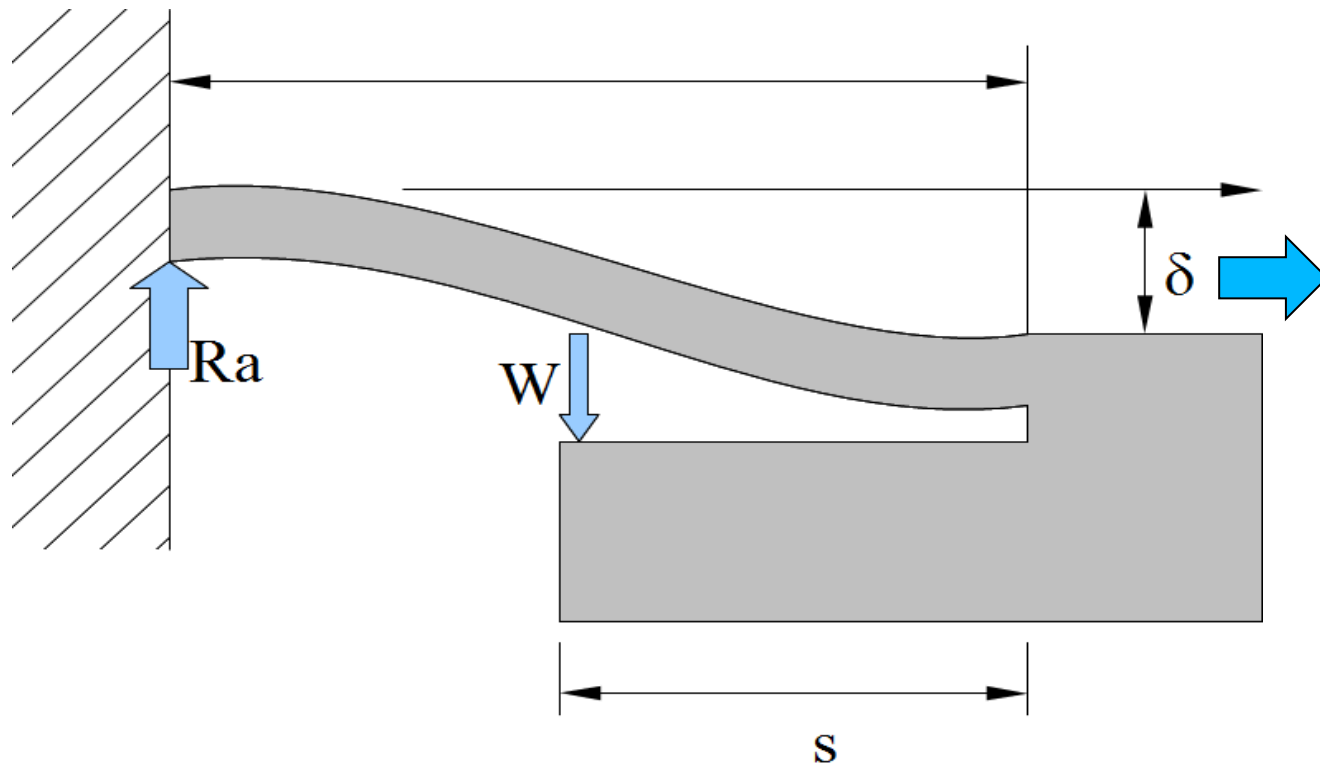
Cantos arredondados



Mancais flexíveis

Fundamentos

- ▶ quando $s = L/2$



$$\delta = \frac{WL^2}{12EI}$$

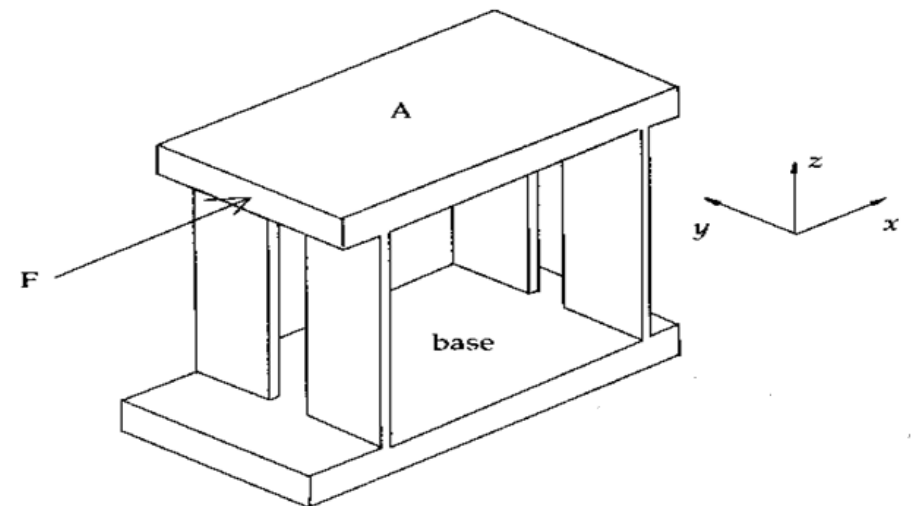


Mancais flexíveis

Fundamentos

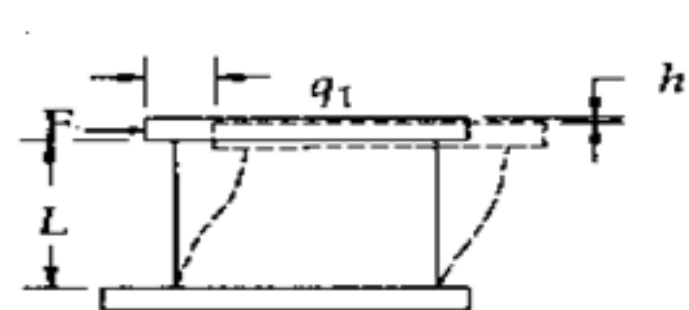
- deslocamento vertical

$$h = \frac{q_1^2}{2L}$$



- máximo deslocamento horizontal admissível

$$q_{\max} = \frac{\sigma_{\max} L^2}{3Et}$$

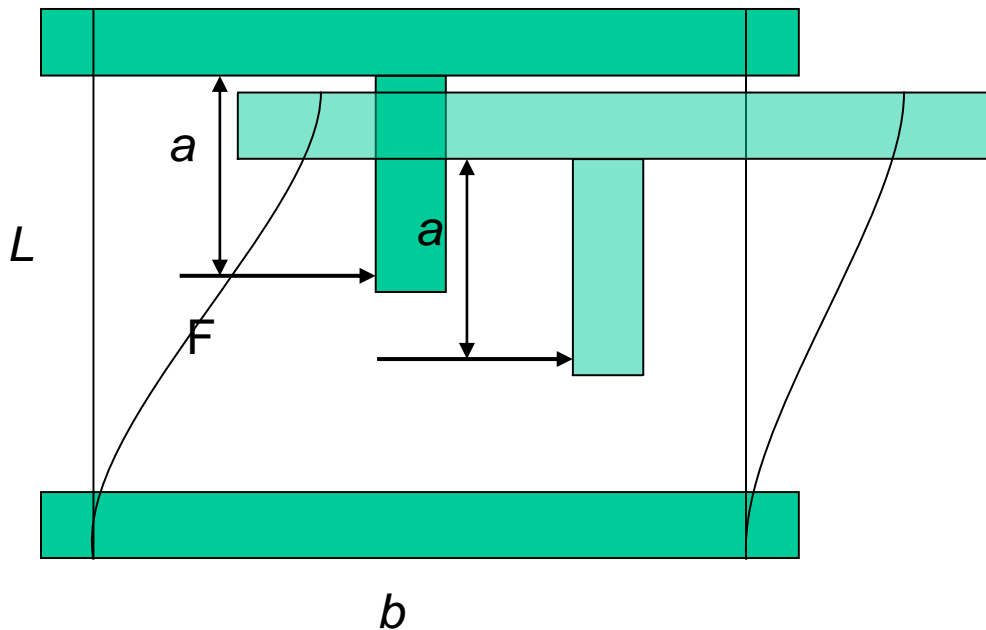




Mancais flexíveis

Fundamentos

- Erro angular



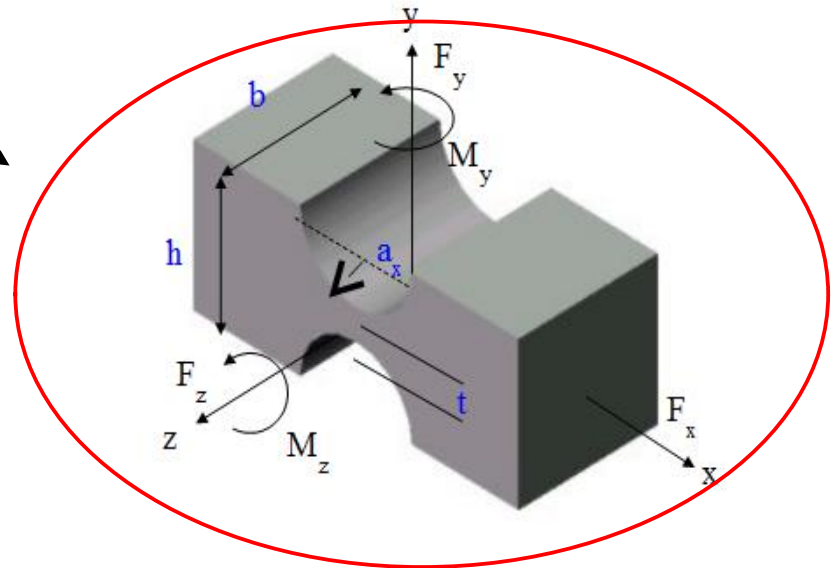
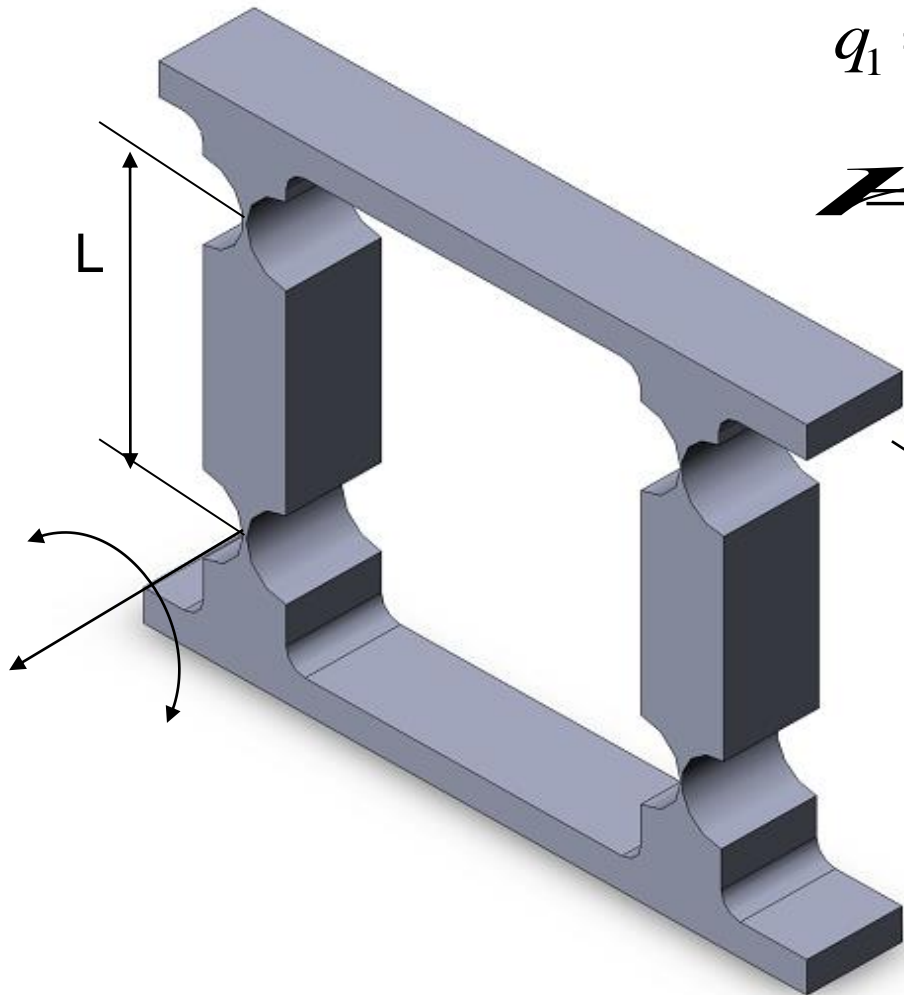
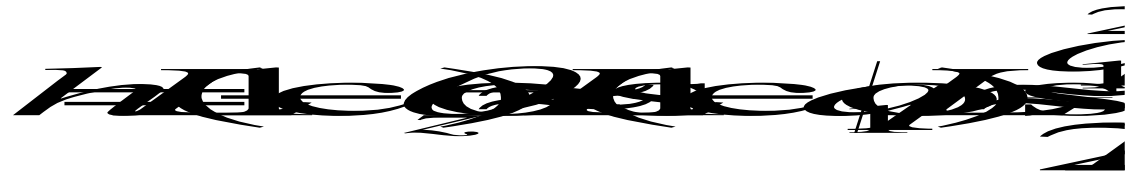
$$\theta = 0 \text{ quando } a = L/2$$



Mancais flexíveis

Nó flexível

$$q_1 = L\theta_z$$

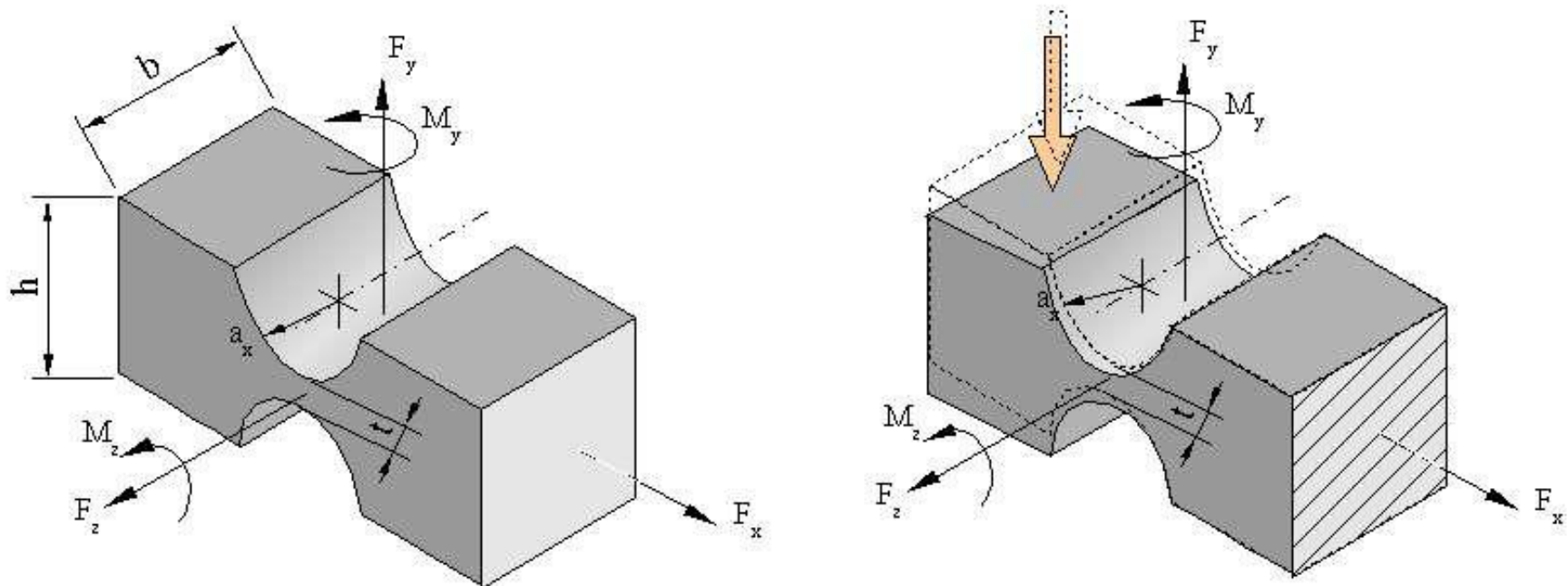




Mancais flexíveis

Nó flexível

Forças e momentos que agem sobre a viga e que são usadas para o cálculo da flexibilidade linear e angular

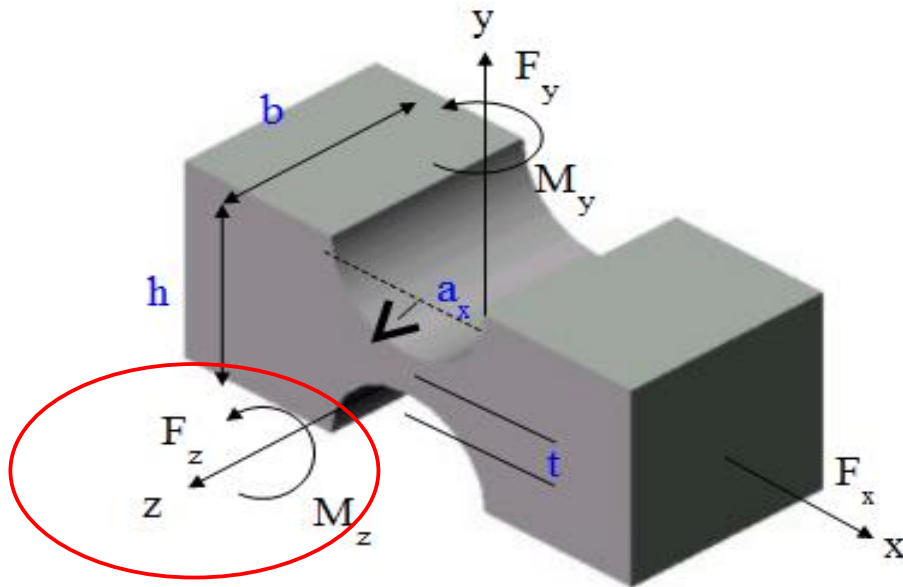




Mancais flexíveis

Nó flexível

Deflexão sobre o Eixo Z



→ Ao se aplicar um momento M_z , a guia rotaciona (flexiona) um ângulo α_z . A relação α_z/M_z é chamada coeficiente de flexão da guia ou flexibilidade (*compliance*)

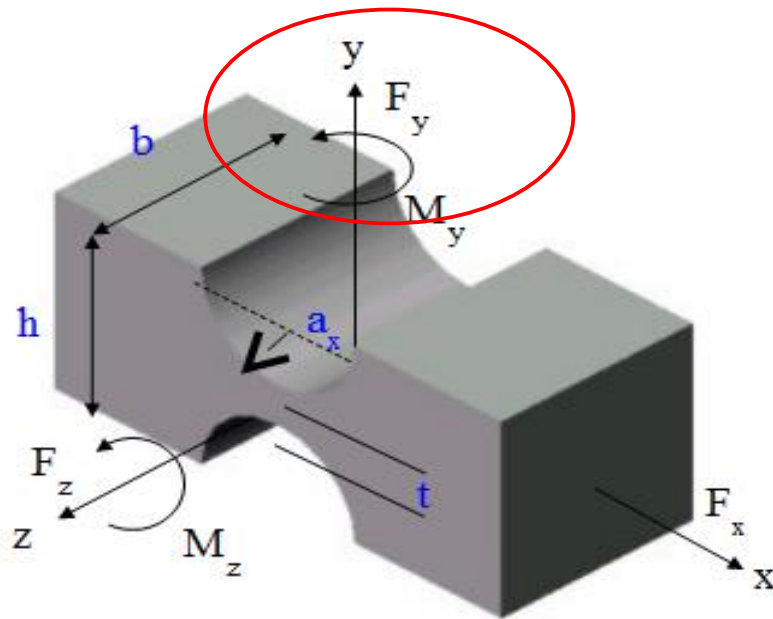
→ O mesmo acontece ao se aplicar uma força na extremidade livre da viga - α_z/F_y .



Mancais flexíveis

Nó flexível

Deflexão sobre o Eixo Y



→ **Y** é o eixo cuja resistência ao movimento é maior, possuindo coeficiente de flexibilidade α_y/M_y , quando sob a ação de um momento, e α_y/F_z , quando sob ação de uma força transversal F_z aplicada na extremidade da viga.

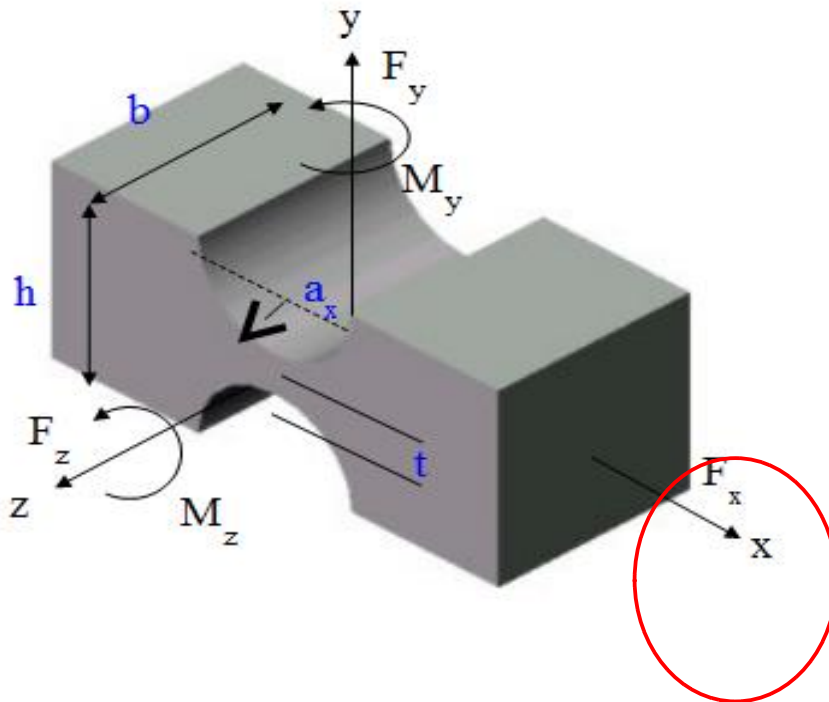


Mancais flexíveis

Nó flexível

Deflexão sobre o Eixo X

→ A deflexão nesse caso é causada por uma força F_x . O eixo longitudinal X deve ser rígido o suficiente. A flexibilidade nessa direção é dada pela relação $\delta x/F_x$.



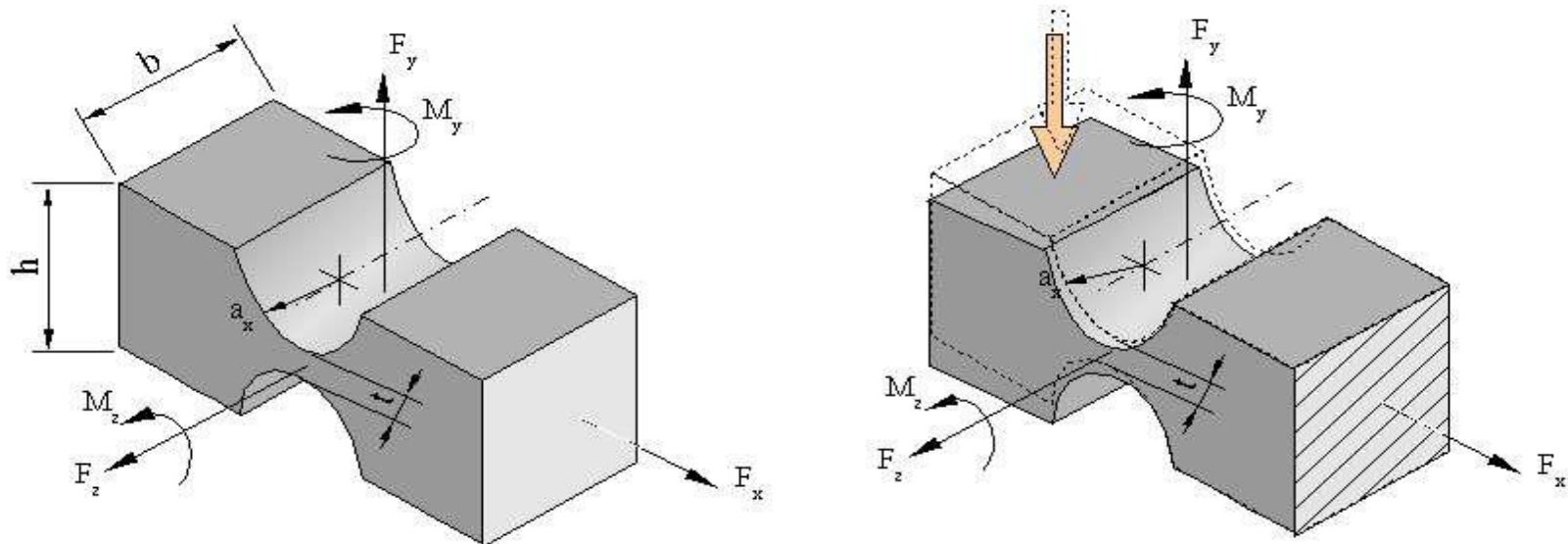


Mancais flexíveis

Nó flexível

Flexão por força de cisalhamento (*shear compliance*)

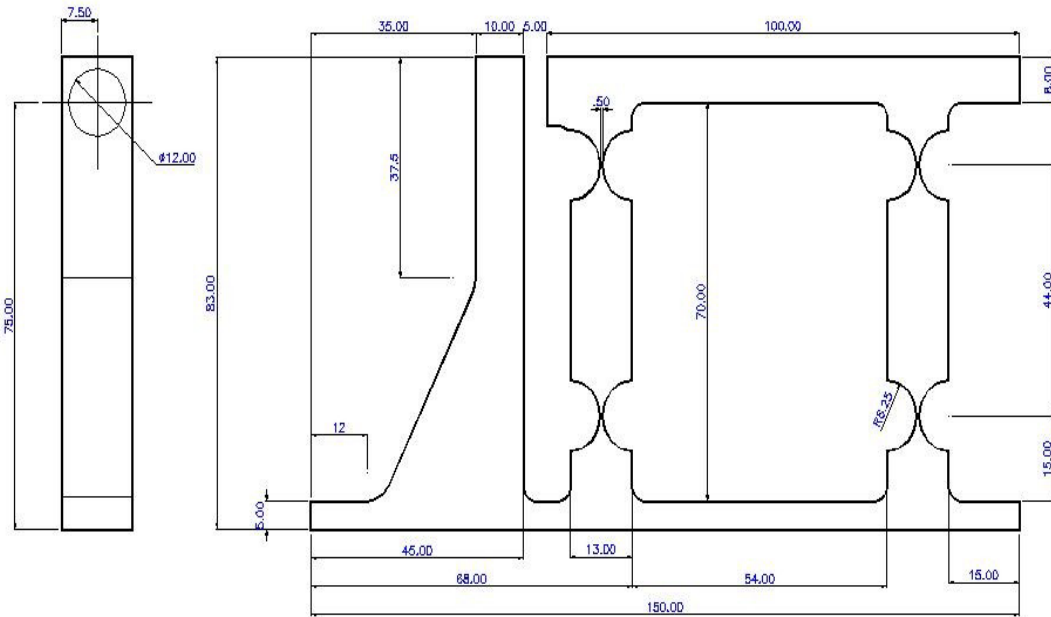
→ Causada por uma força de cisalhamento aplicada no final da parte livre da viga. É dada pela relação $\delta Y/F_y$, que é igual à relação $\delta z/F_z$.





Mancais flexíveis

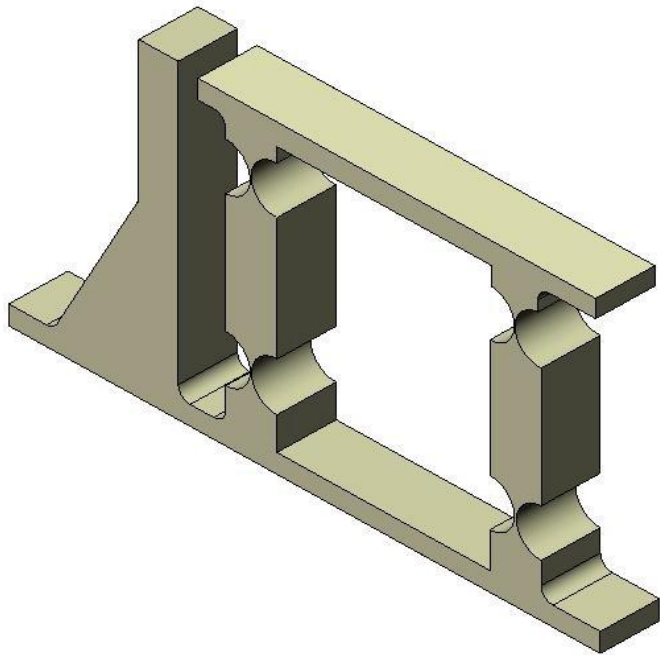
Exemplo



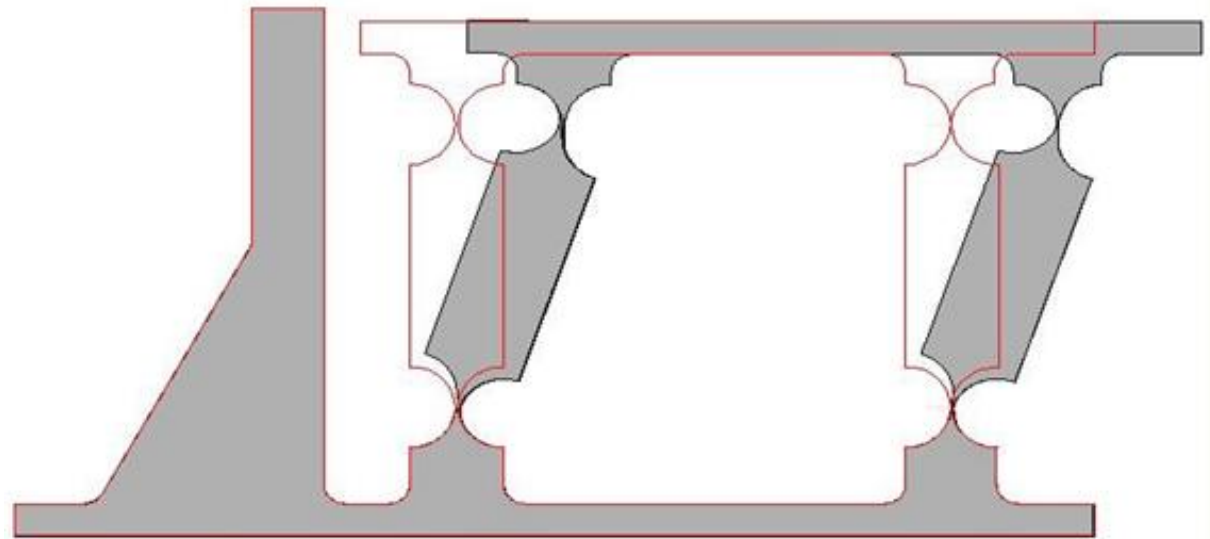


Mancais flexíveis

Exemplo



Model name: guia-2
Study name: COSMOSXpressStudy
Plot type : Static Deformation - Plot2
Deformation Scale 1 : 19.0773

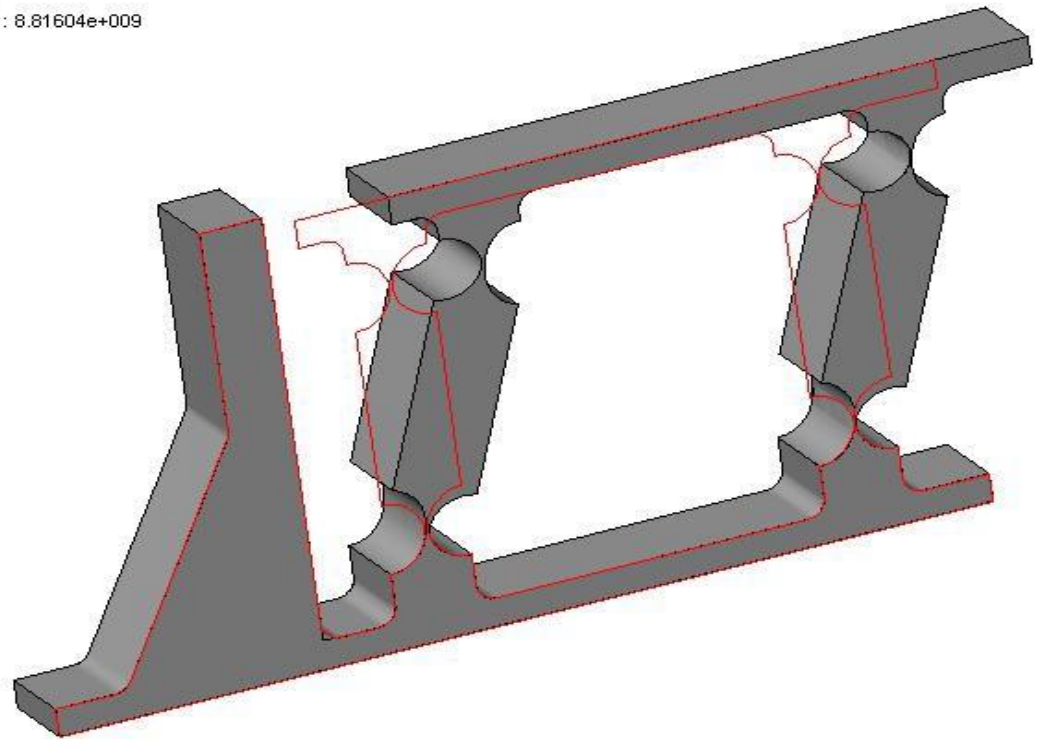
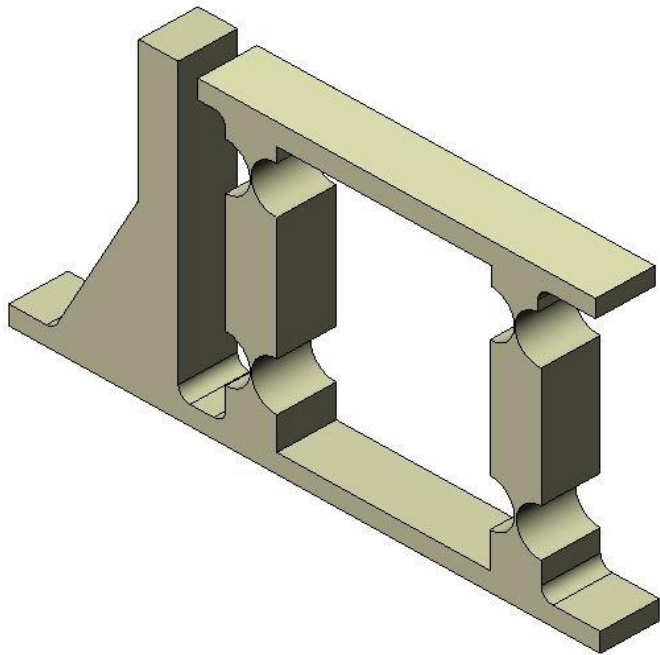




Mancais flexíveis

Exemplo

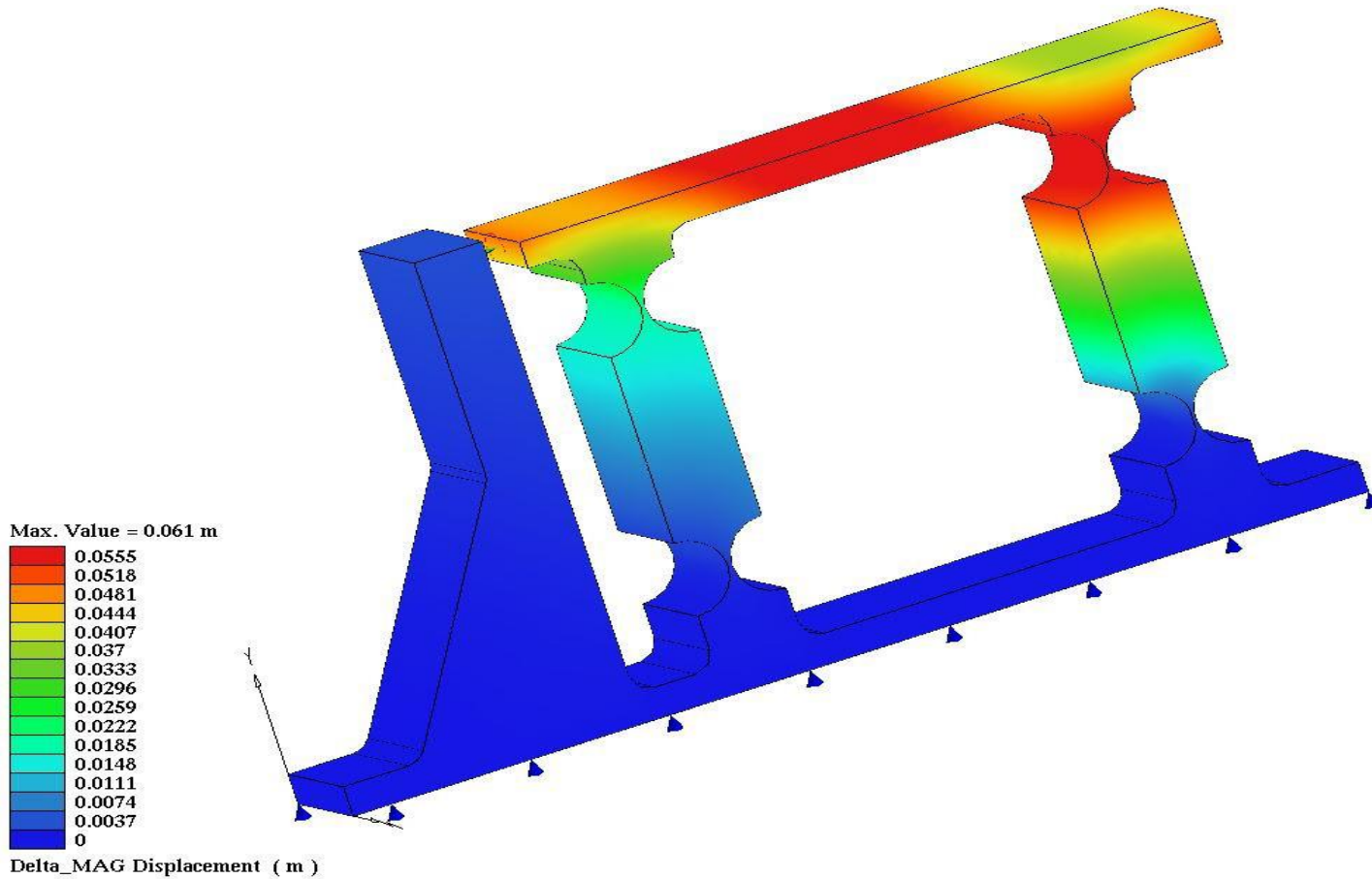
formation Scale 1 : 8.81604e+009





Mancais flexíveis

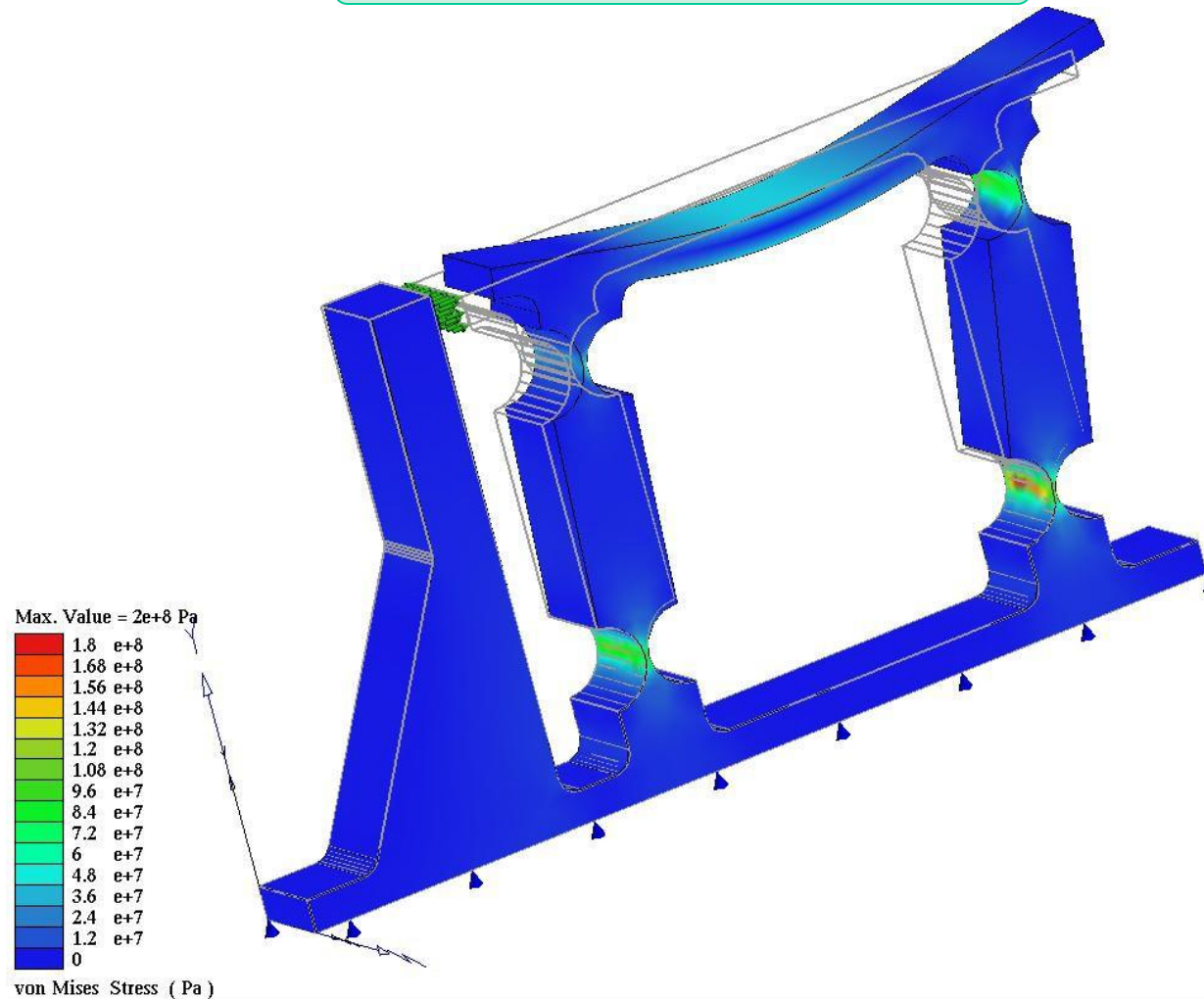
Exemplo





Mancais flexíveis

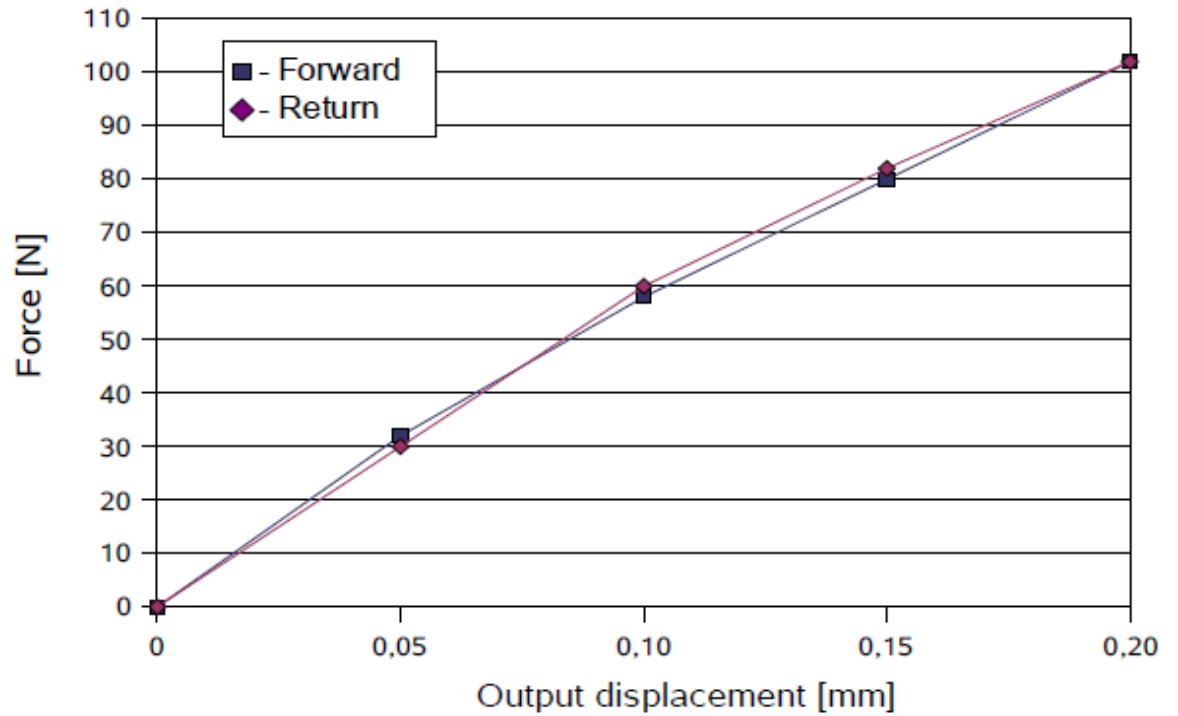
Exemplo





Mancais flexíveis

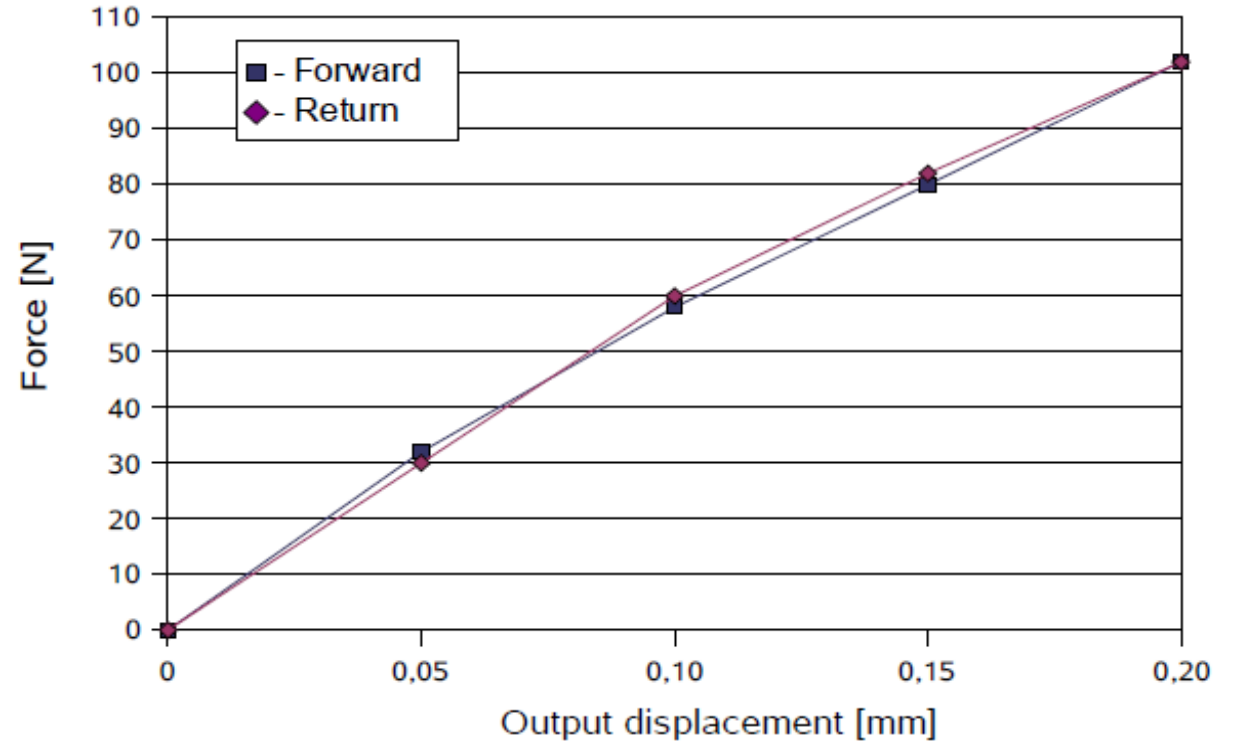
Exemplo





Mancais flexíveis

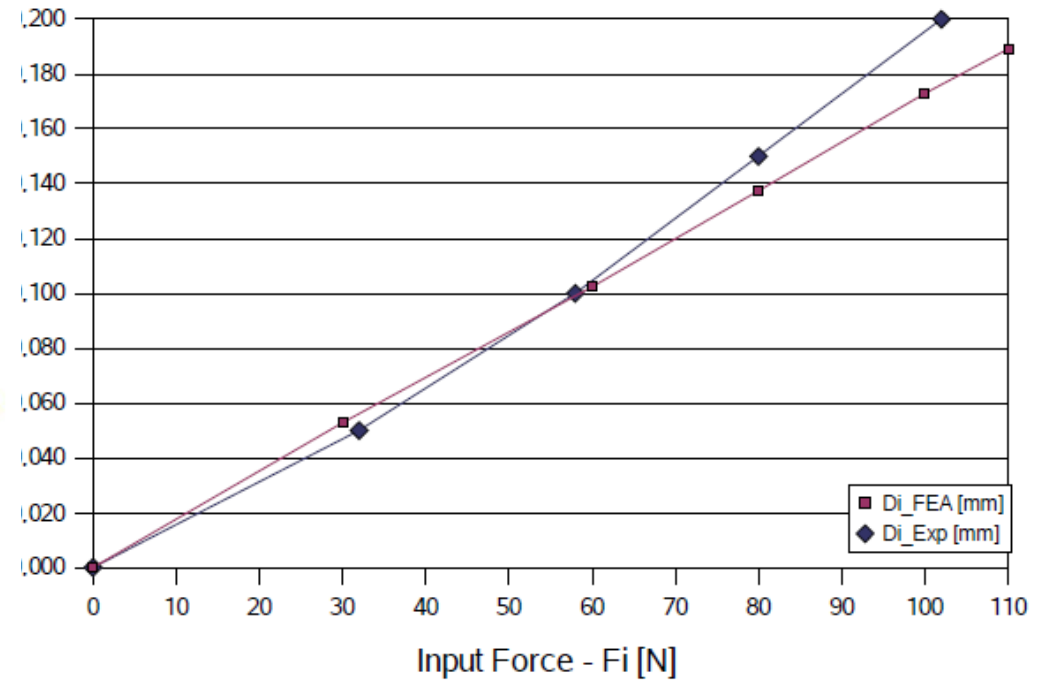
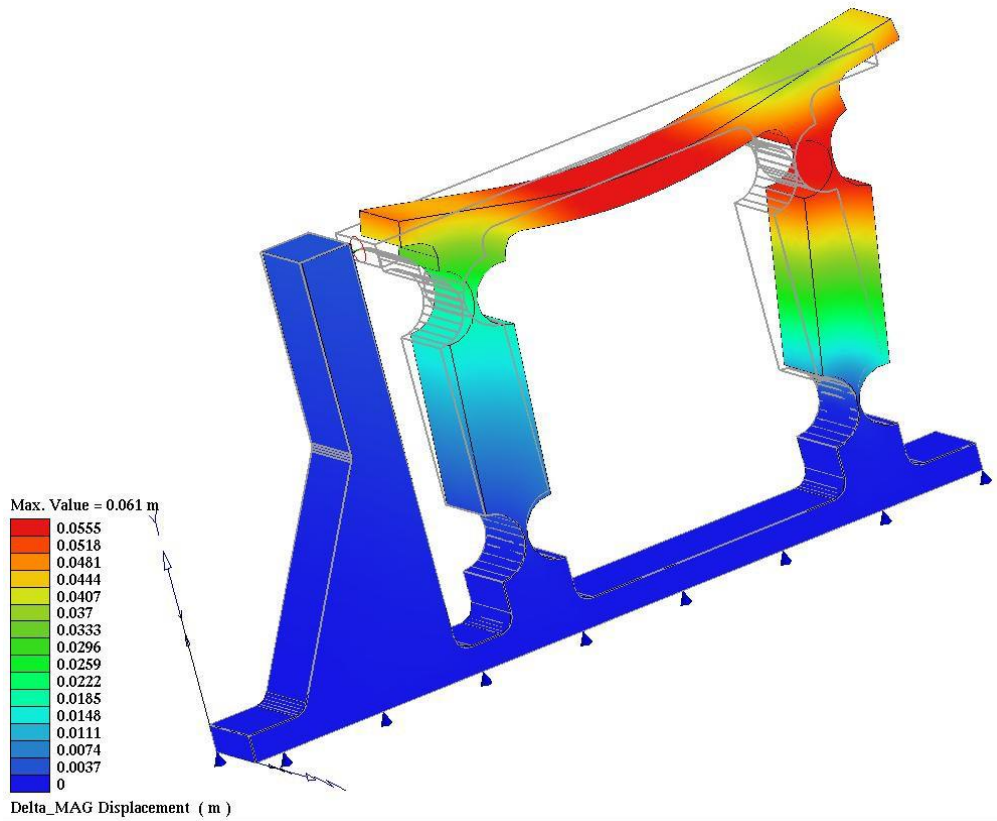
Exemplo





Mancais flexíveis

Exemplo





Mancais flexíveis

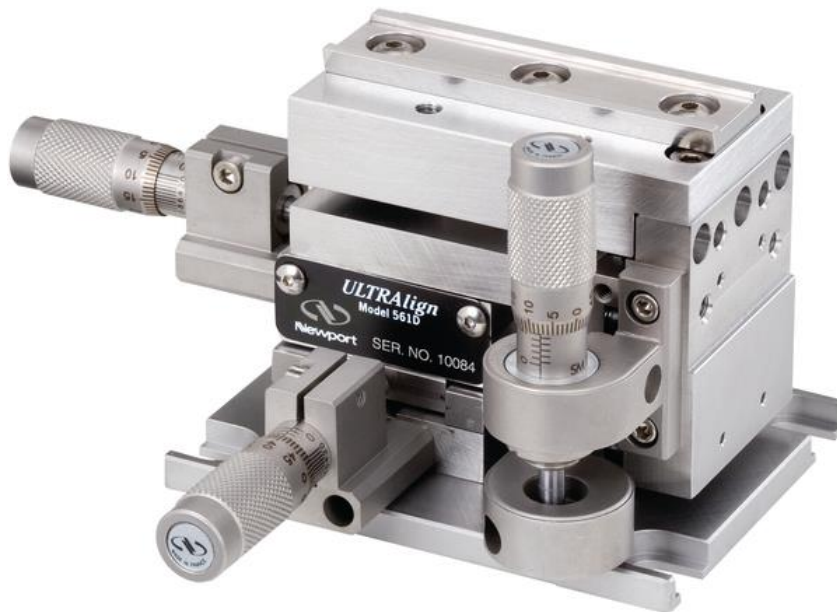
Exemplo de aplicação





Mancais flexíveis

Exemplo de aplicação





https://www.youtube.com/watch?v=_8UuLA4IOVY

<https://www.youtube.com/watch?v=6LsUN2KIfIk>

<https://www.youtube.com/watch?v=jEGKO9e7fbQ>



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FIM DA AULA