



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Engenharia de Precisão

PMR 3501 – A21

Mancais e guias não convencionais

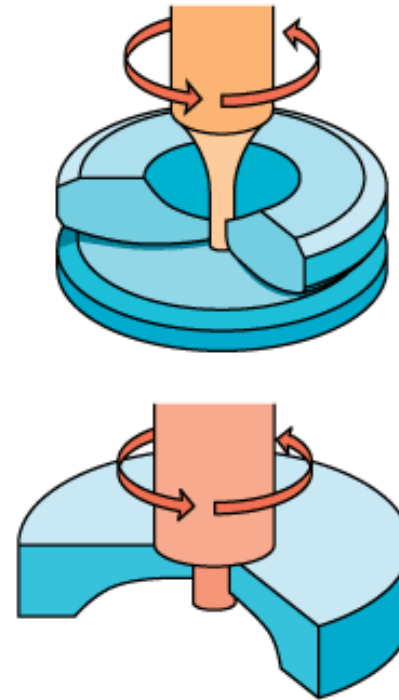
2023.2



Mancais e Guias não convencionais

Flexíveis

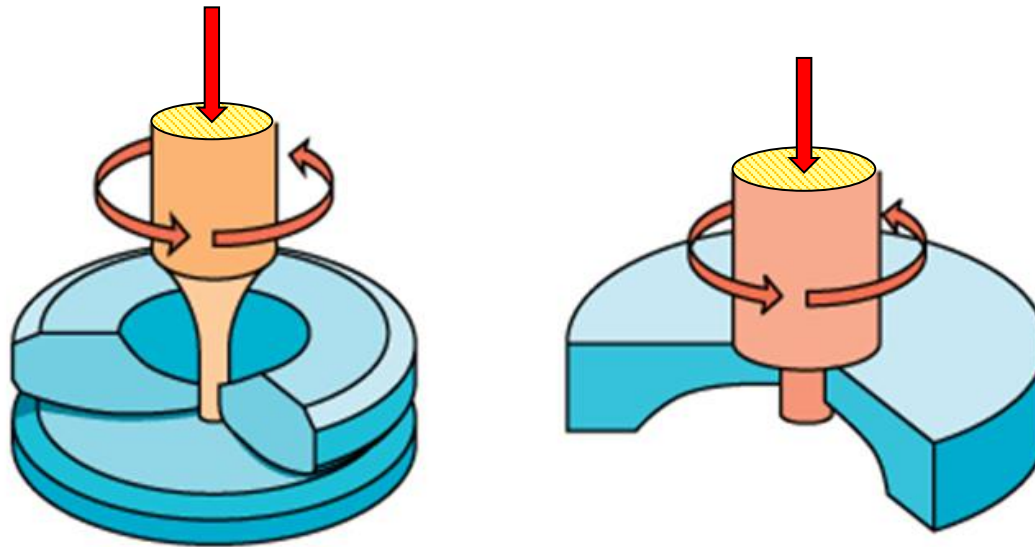
Contato





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





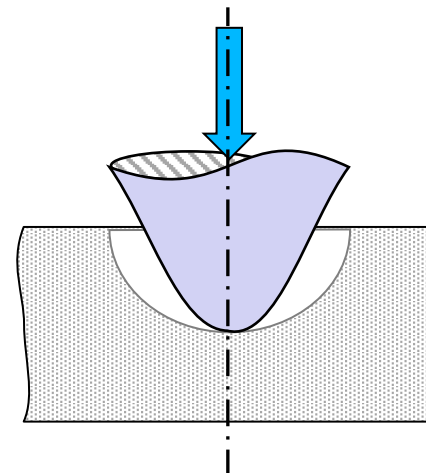
Mancais de contato

Principais vantagens

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

Principais desvantagens

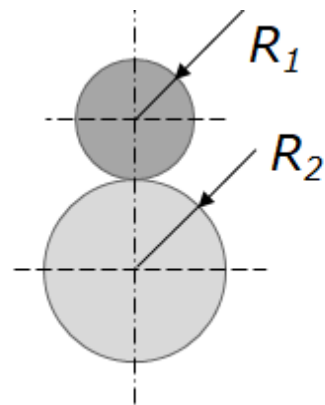
- Baixa capacidade de carga
- Baixo torque
- Baixas velocidades
- Sensibilidade a folga



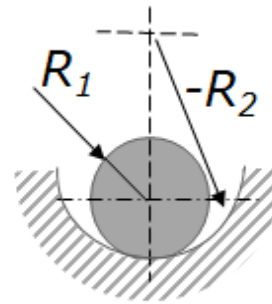


Mancais de contato

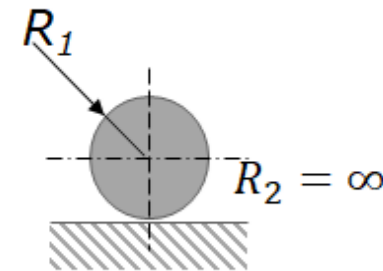
Relação de contato de Hertz para contatos pontuais



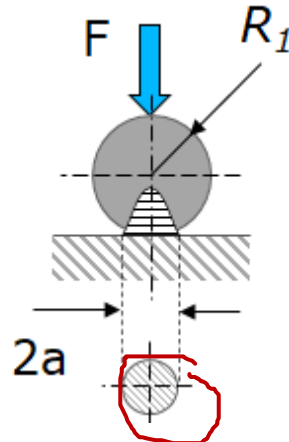
esfera/esfera



esfera/cilindro



esfera/plano



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

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

$$a = \sqrt[3]{\frac{0,75 (1 - \nu^2) F D}{E}}$$

Área de contato

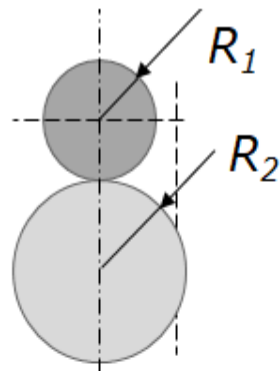
Pressão de contato
máxima

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

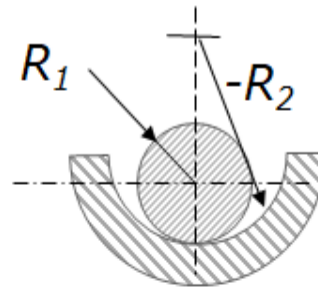


Mancais de contato

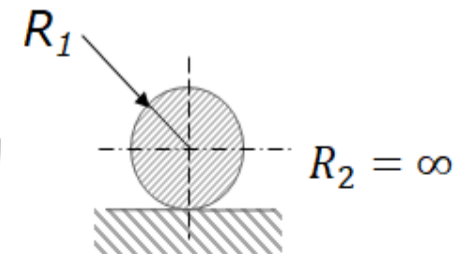
Relação de contato de Hertz para contatos lineares



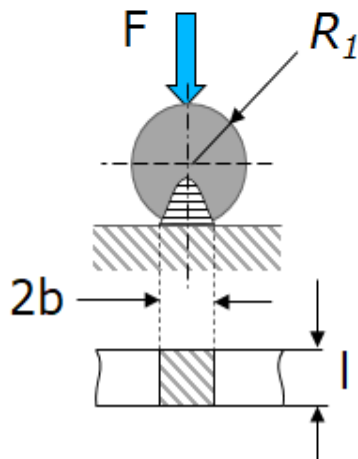
cilindro/cilindro



cilindro/cilindro



cilindro/plano



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

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

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



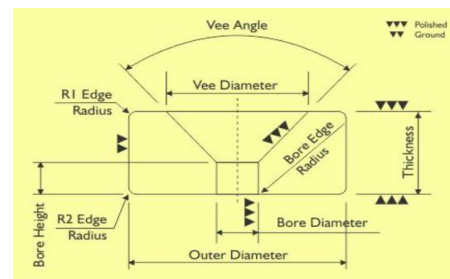
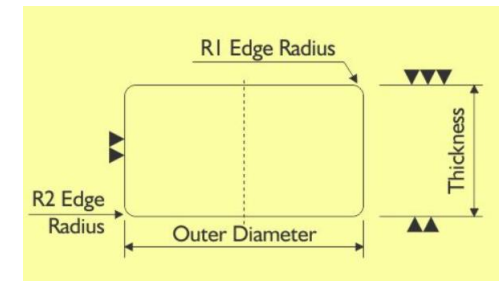
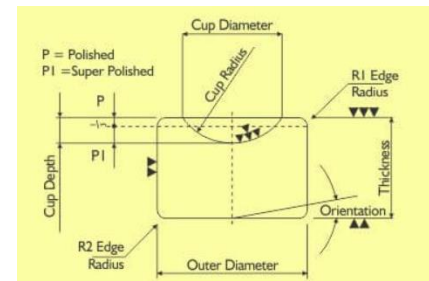
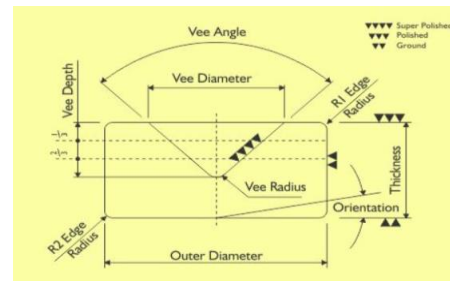
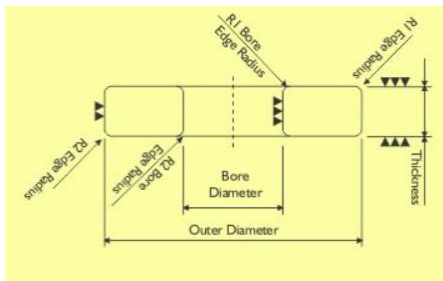
V ou cônicos



Semi esféricos



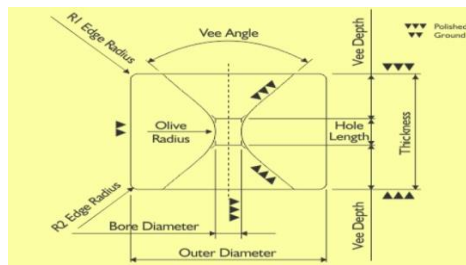
planos



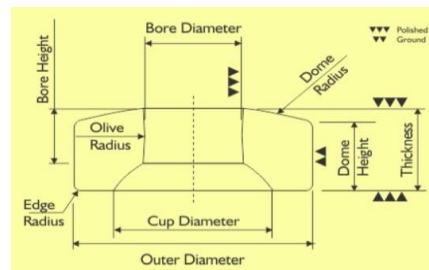


Mancais de contato

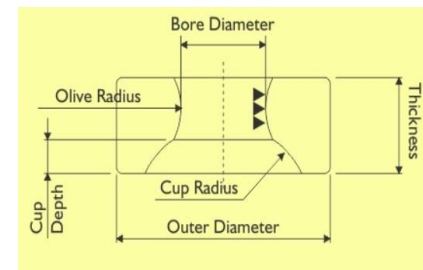
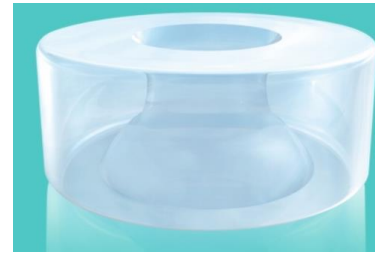
Duplo V



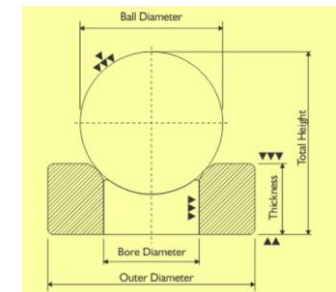
Forma de copo 1



Forma de copo 2



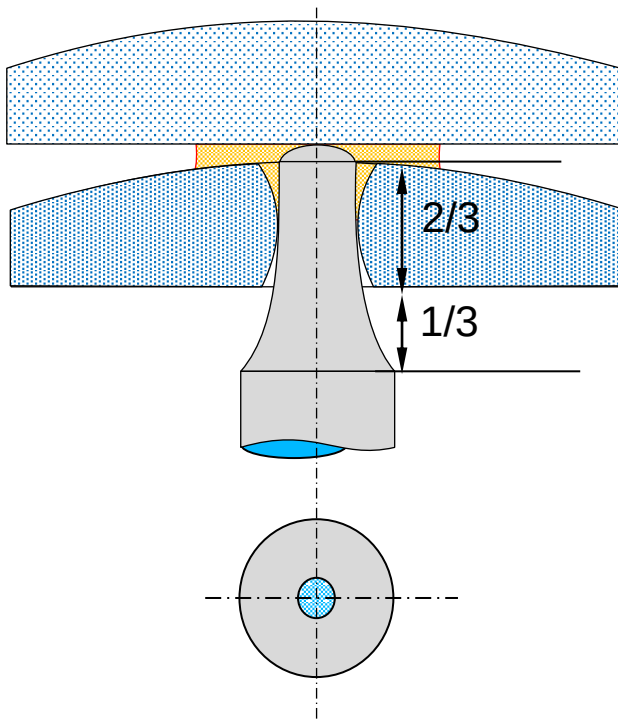
Esferas



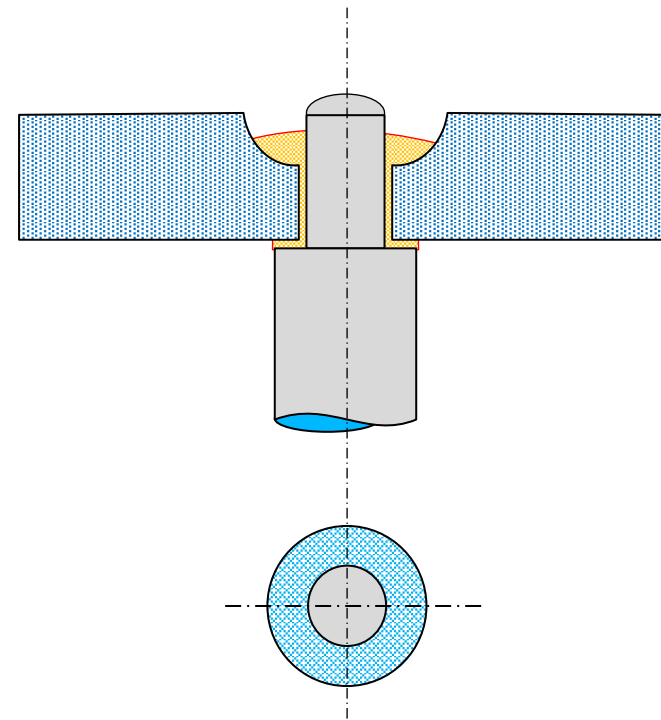


Mancais de contato

Pivôs cônicos **vs** pivôs rebaixados



Pivôs cônicos

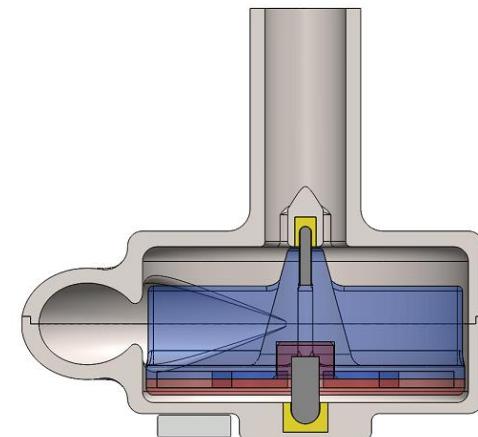
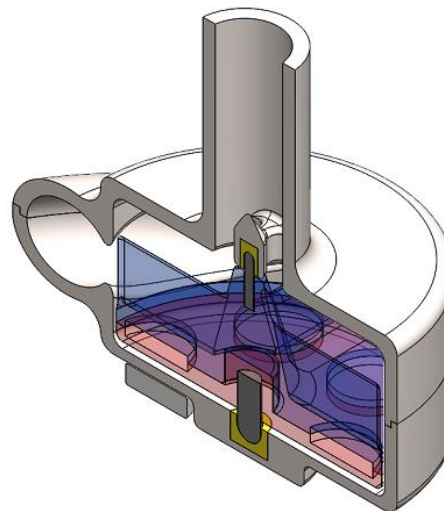
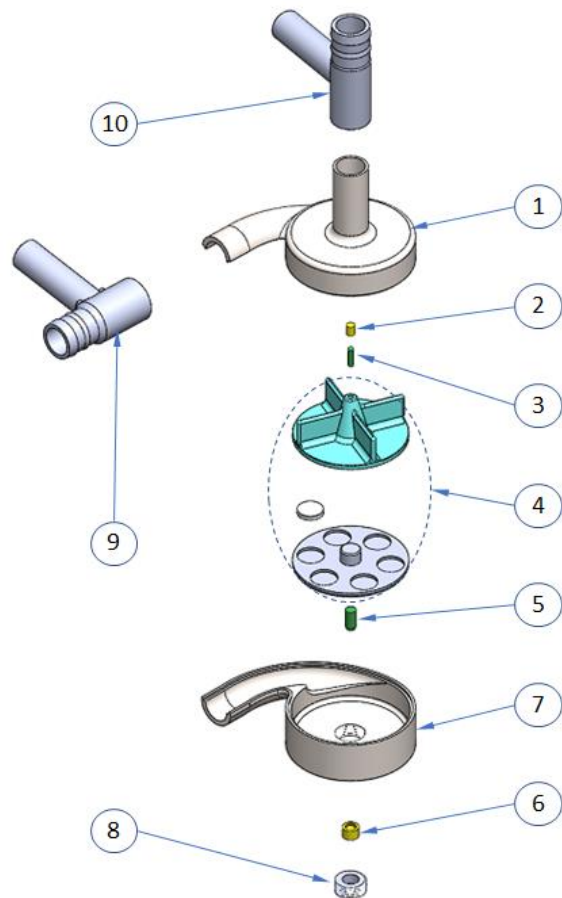


Pivôs rebaixados



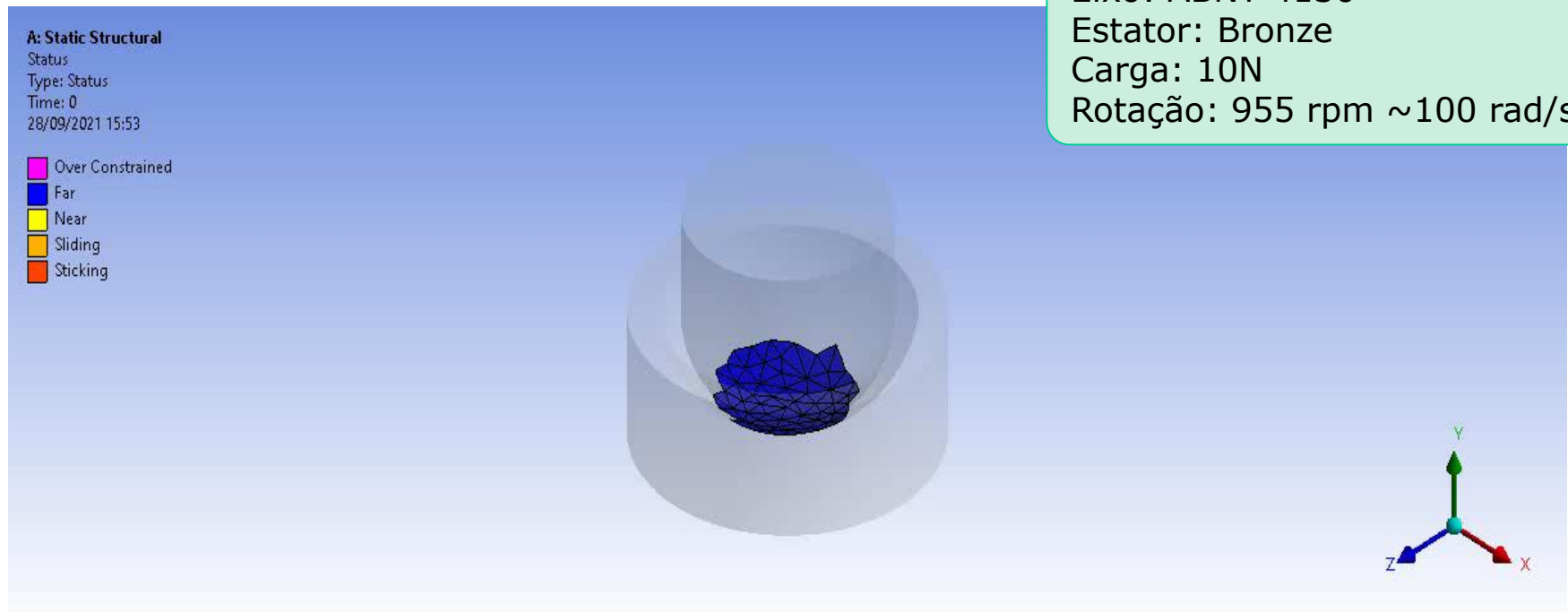
Mancais de contato

Exemplos





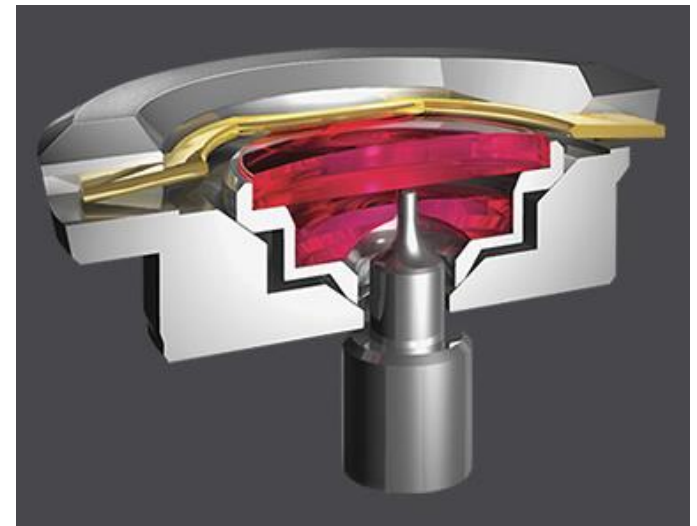
Mancais de contato





Mancais de contato

Exemplos





Mancais de contato

Exemplos

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



Mancais / Guias 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 / Guias flexíveis

Características

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



Mancais / Guias 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 / Guias flexíveis

Classificação quanto ao movimento

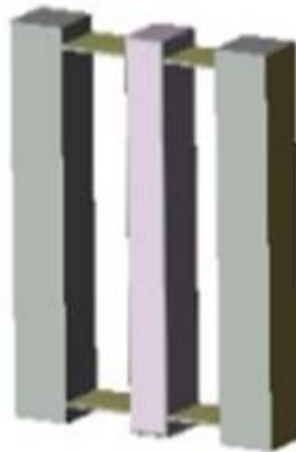
Linear

Paralelas

Guia central

acionamento
central

Membrana
/Prato





Mancais / Guias flexíveis

Classificação Quanto ao movimento

Circular

Cruciforme



Haste em balanço



Dupla viga em balanço

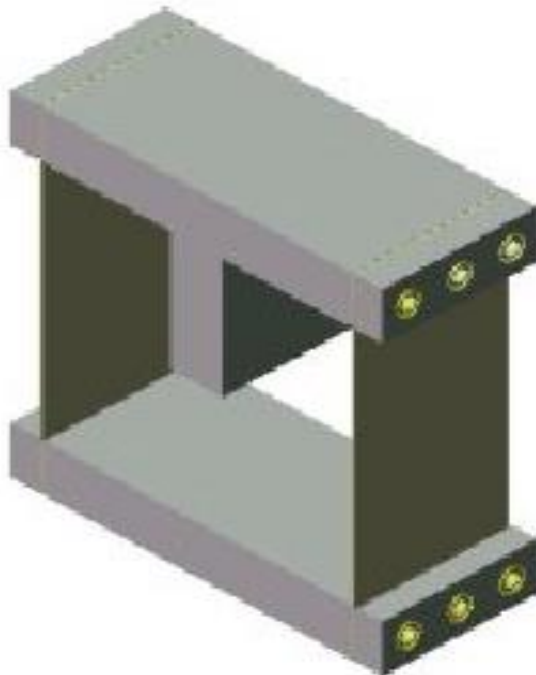




Mancais / Guias flexíveis

Classificação Quanto a forma construtiva

Montadas



Monolíticas ou integrais

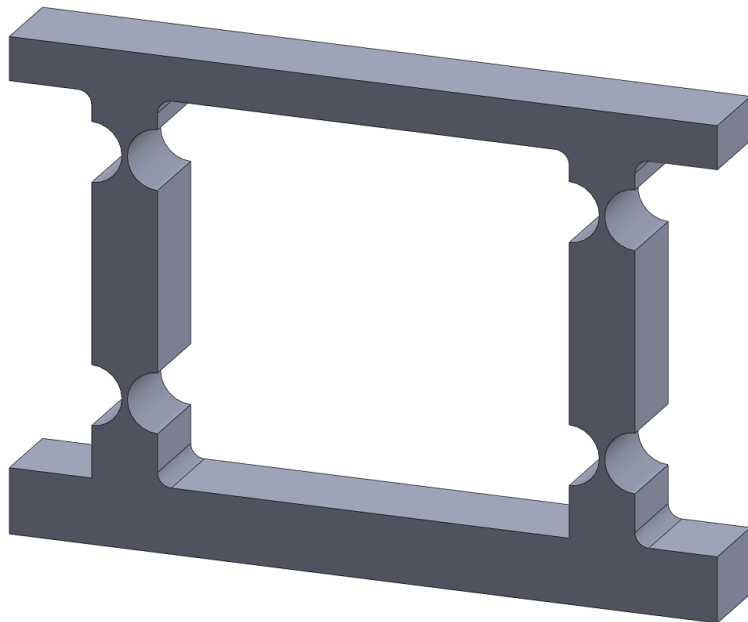




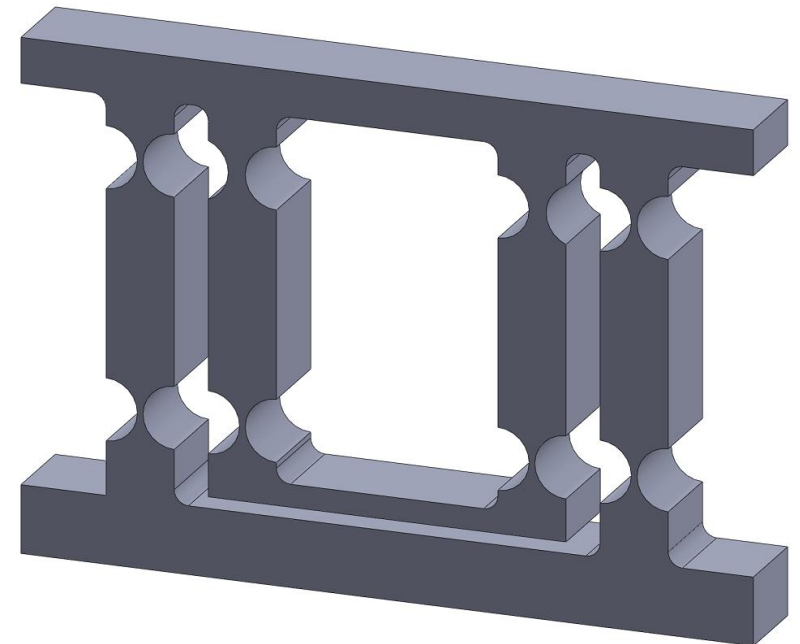
Mancais / Guias flexíveis

Classificação quanto ao tipo

Simples



Compostas





Mancais / Guias flexíveis

Formas construtivas dos nós flexíveis



Laminas



Elíptico



Semicircular



Circular

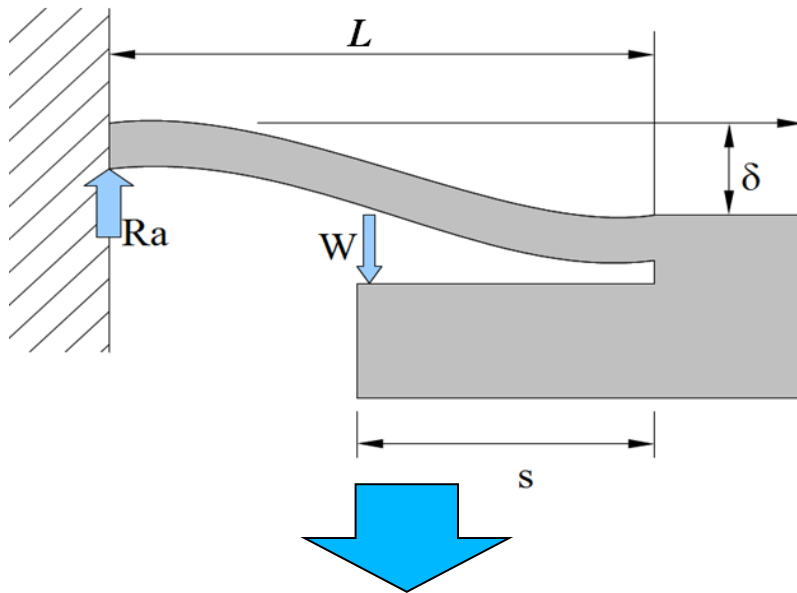


Cantos arredondados

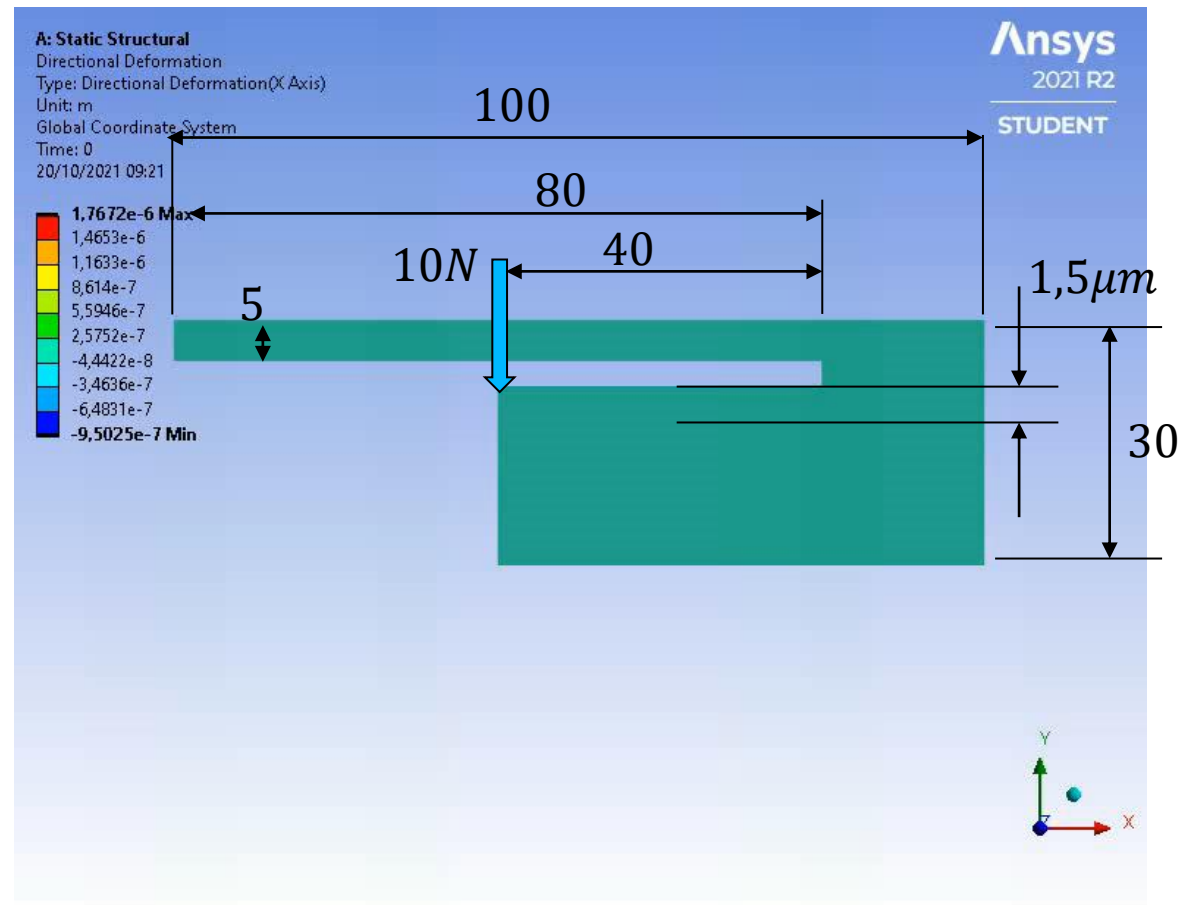


Mancais / Guias flexíveis

Fundamentos



$$\delta = \frac{WL^3}{12EI}$$



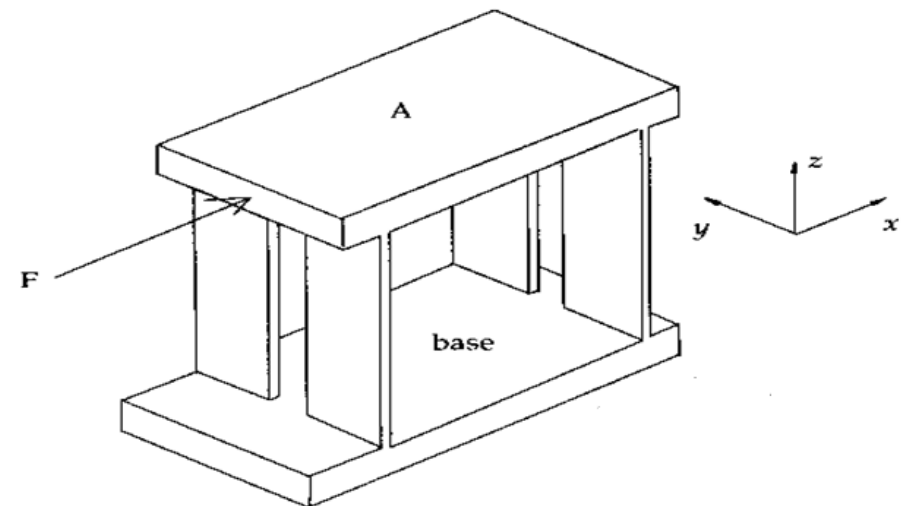


Mancais / Guias flexíveis

Fundamentos

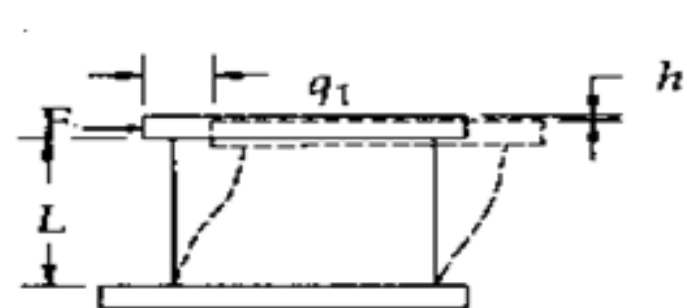
- deslocamento vertical

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



- máximo deslocamento horizontal admissível

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



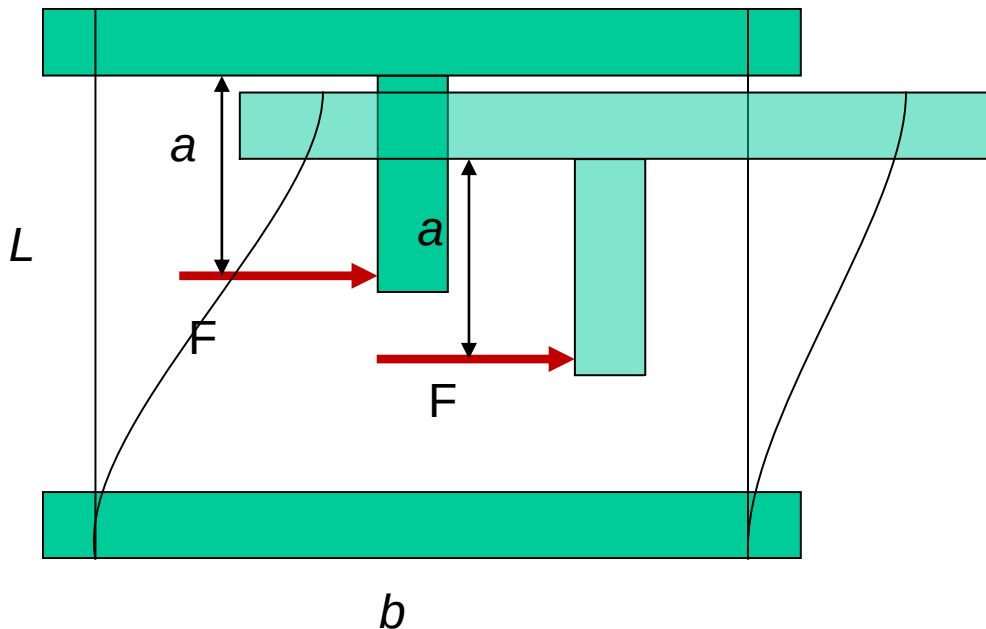


Mancais / Guias flexíveis

Fundamentos

- Erro angular

$$\theta = \frac{FL^2}{16EI} \left[\frac{4a^2 - L^2}{L^3} \right]$$



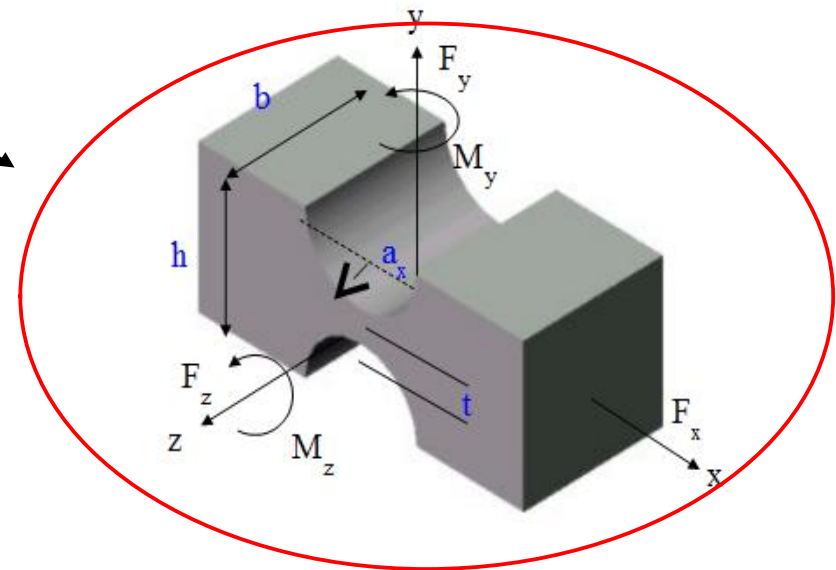
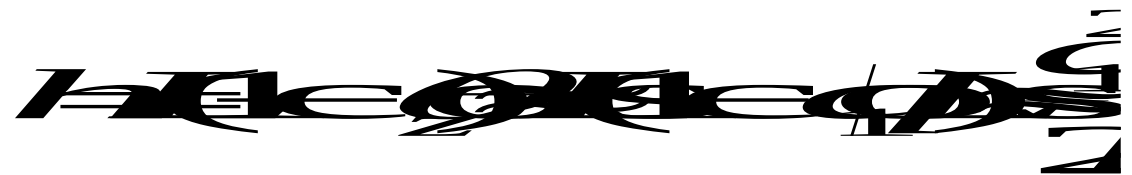
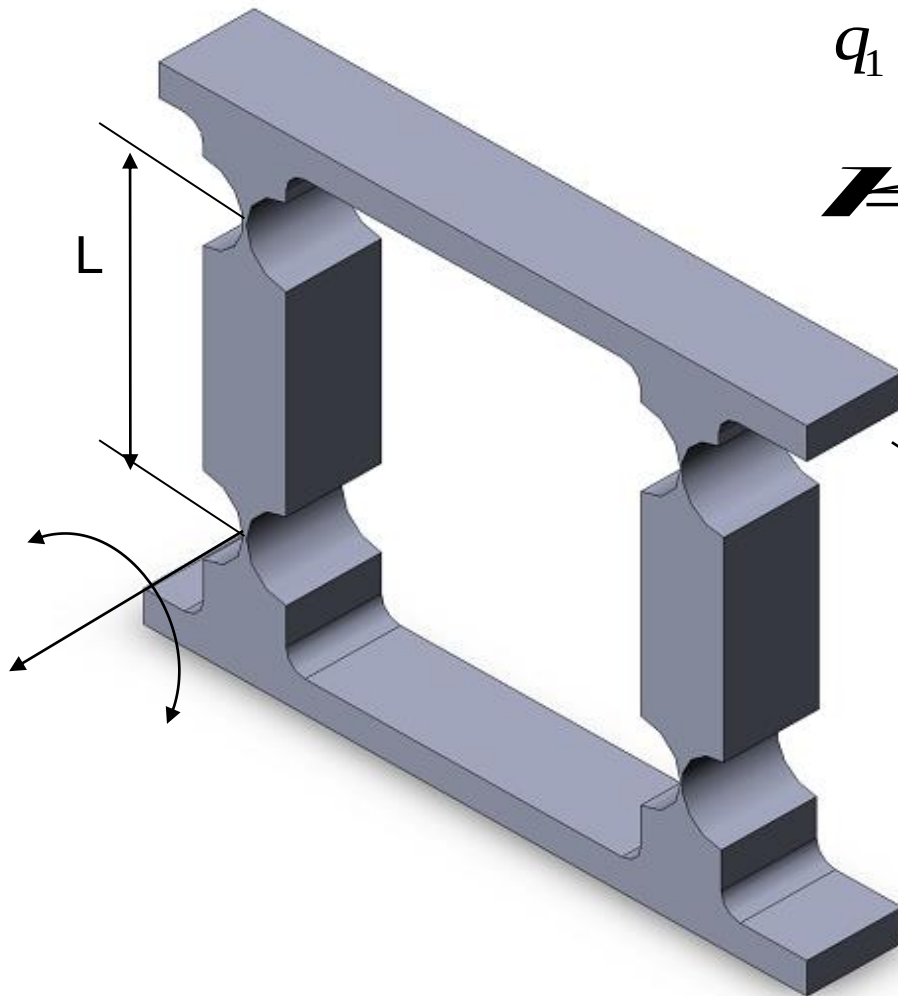
$$\theta = 0 \text{ quando } a = L/2$$



Mancais / Guias flexíveis

Nó flexível

$$q_1 = L\theta_z$$

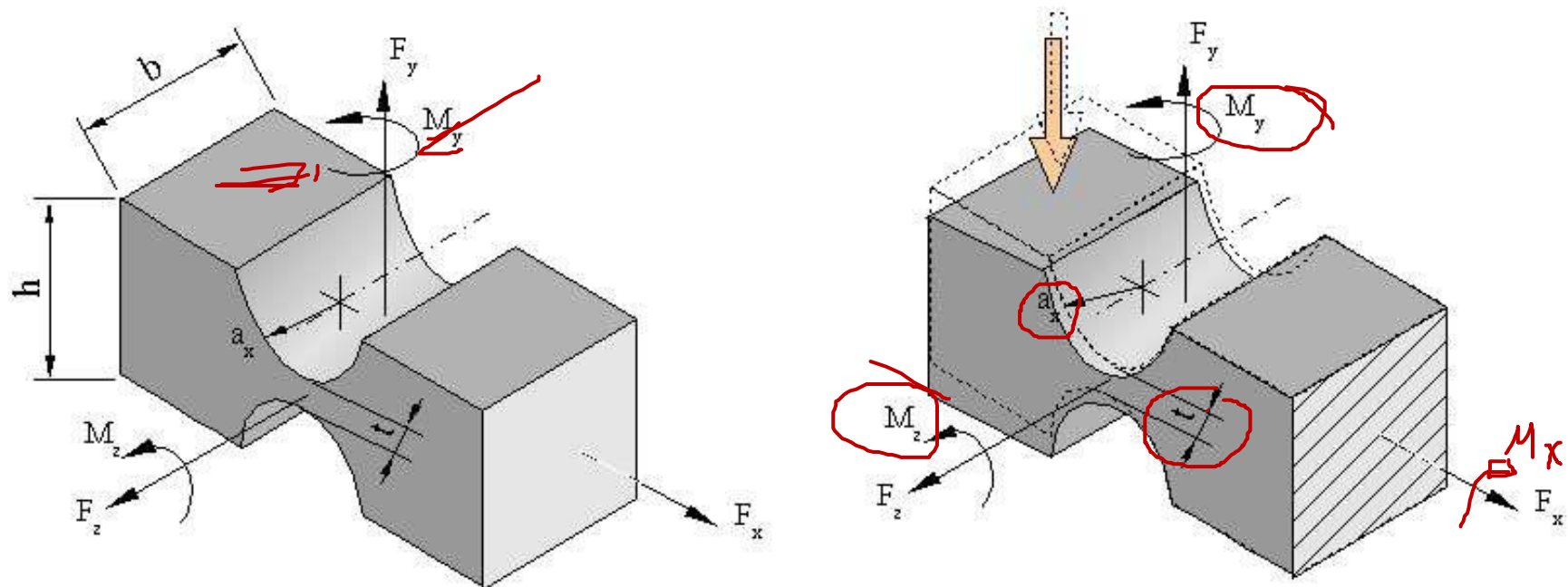




Mancais / Guias flexíveis

Nó flexível

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

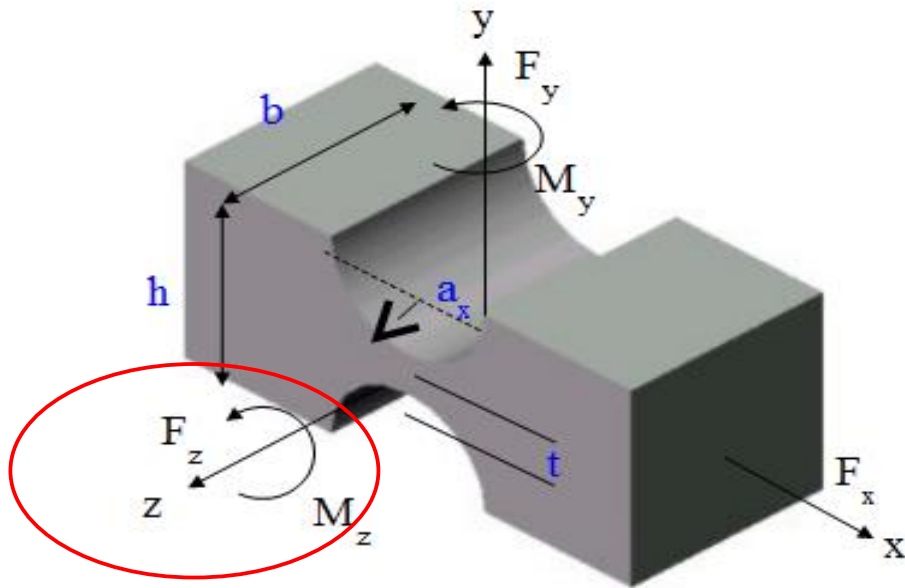




Mancais / Guias flexíveis

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*)

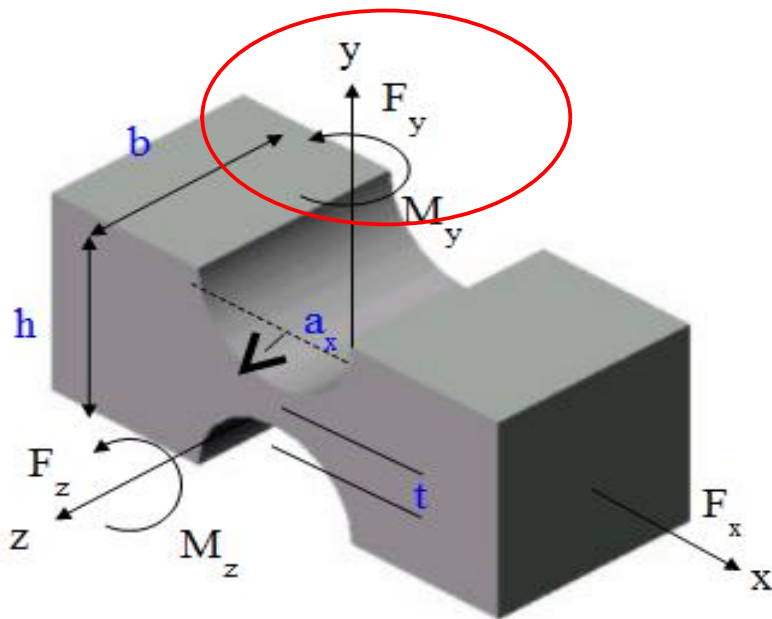
→ O mesmo acontece ao se aplicar uma força na extremidade livre da viga - α_z/F_y .



Mancais / Guias 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.

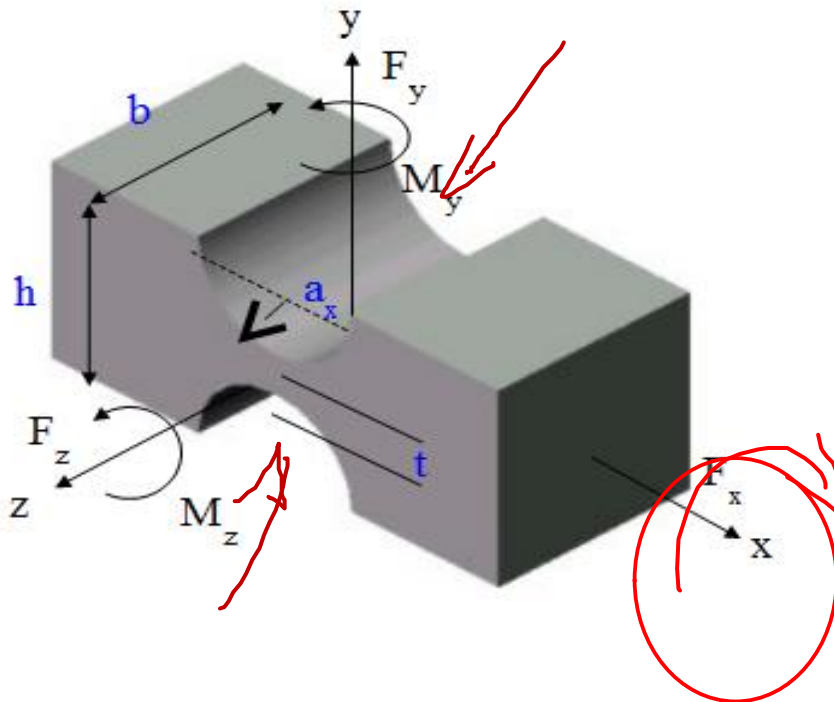


Mancais / Guias flexíveis

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 $\delta x/F_x$.



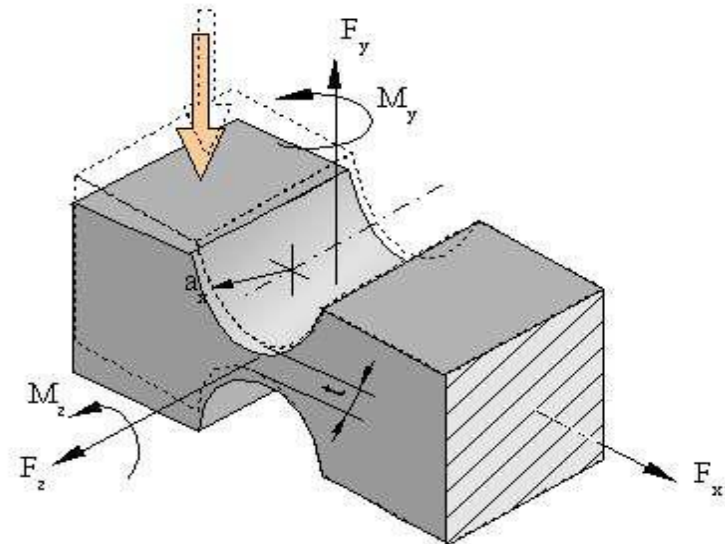
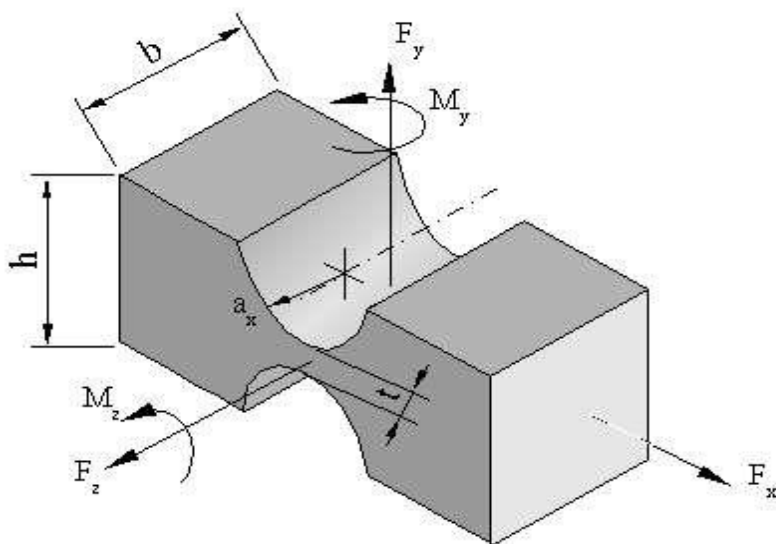


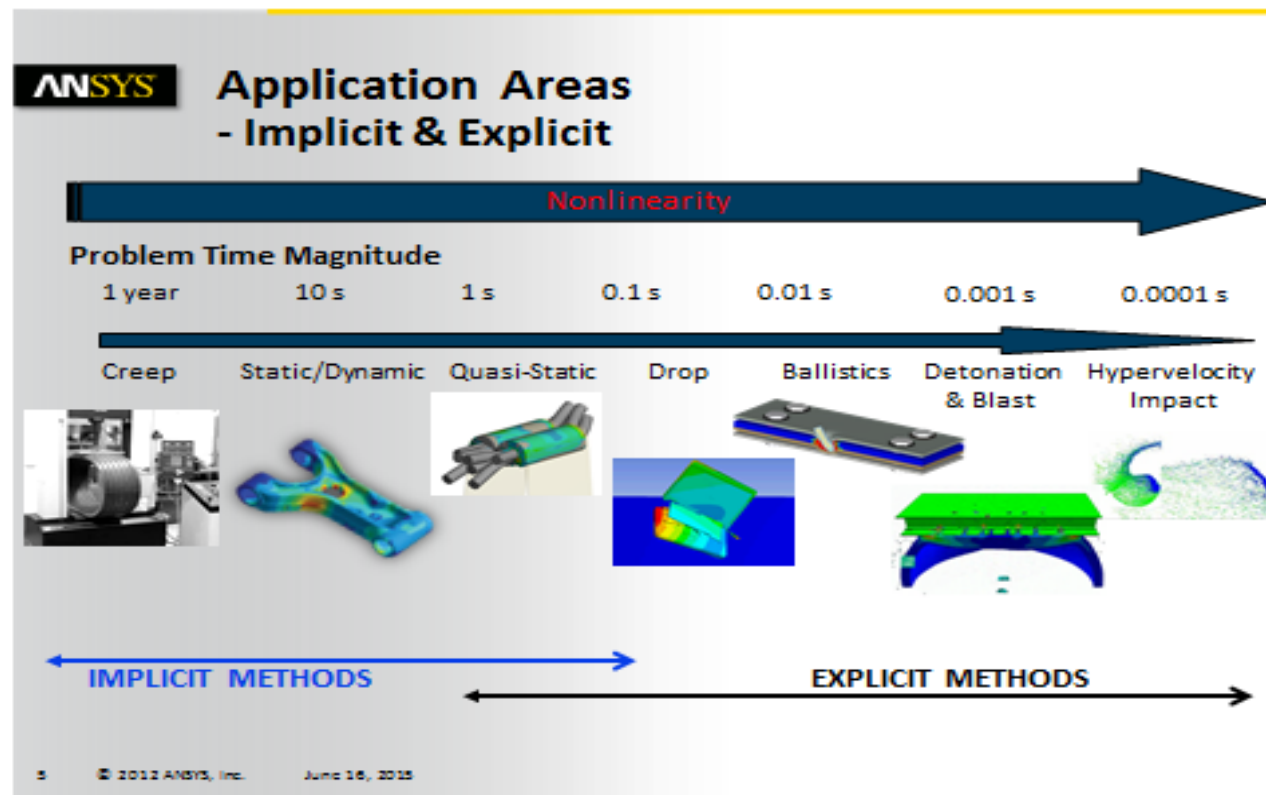
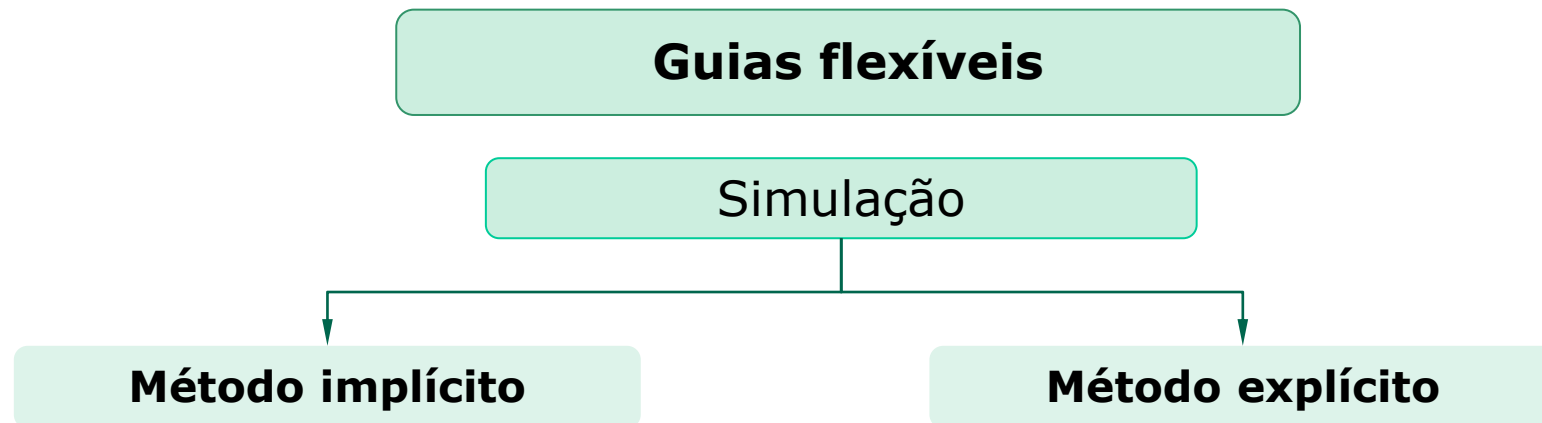
Mancais / Guias flexíveis

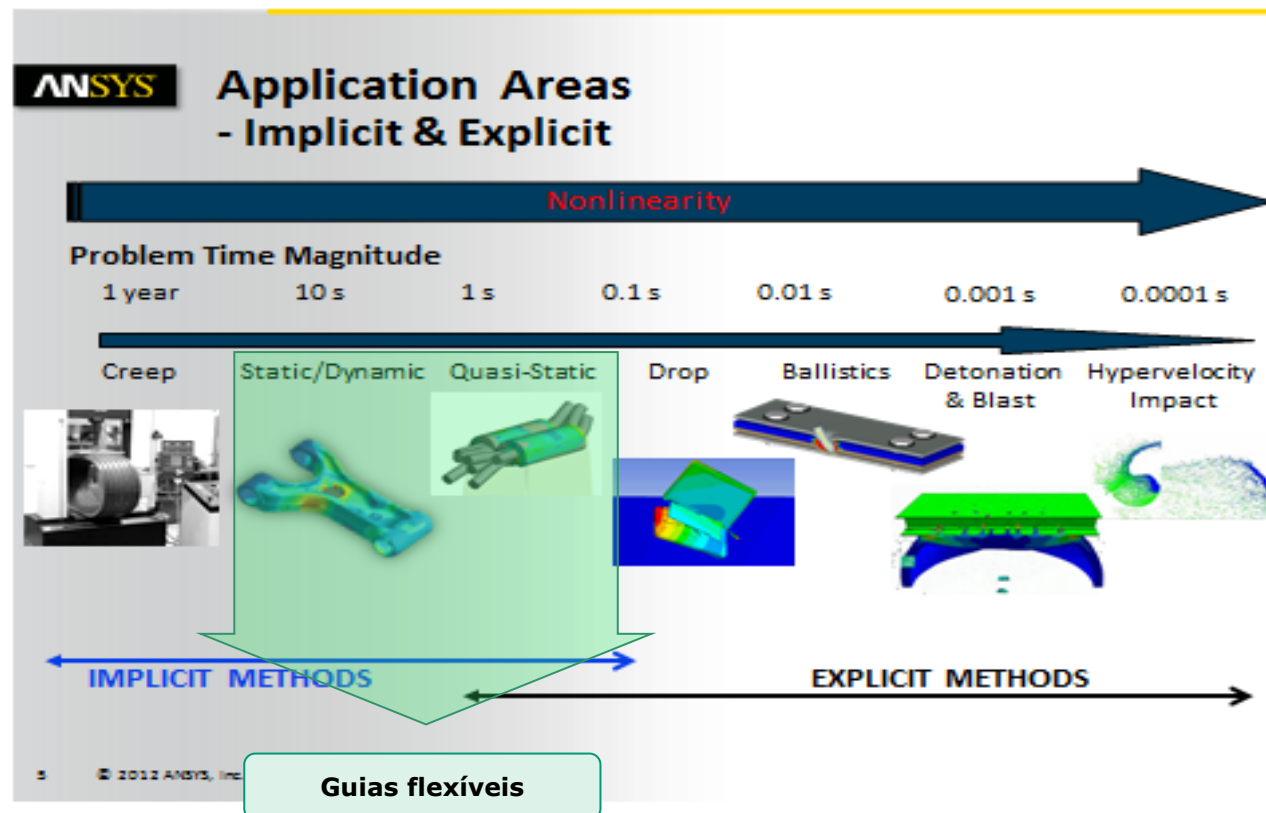
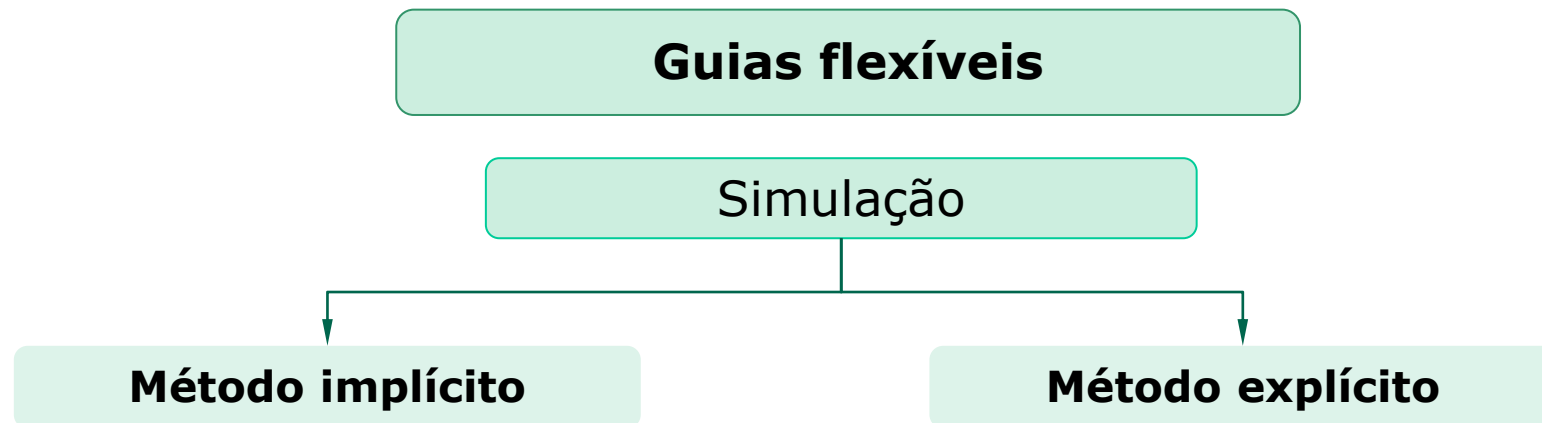
Nó flexível

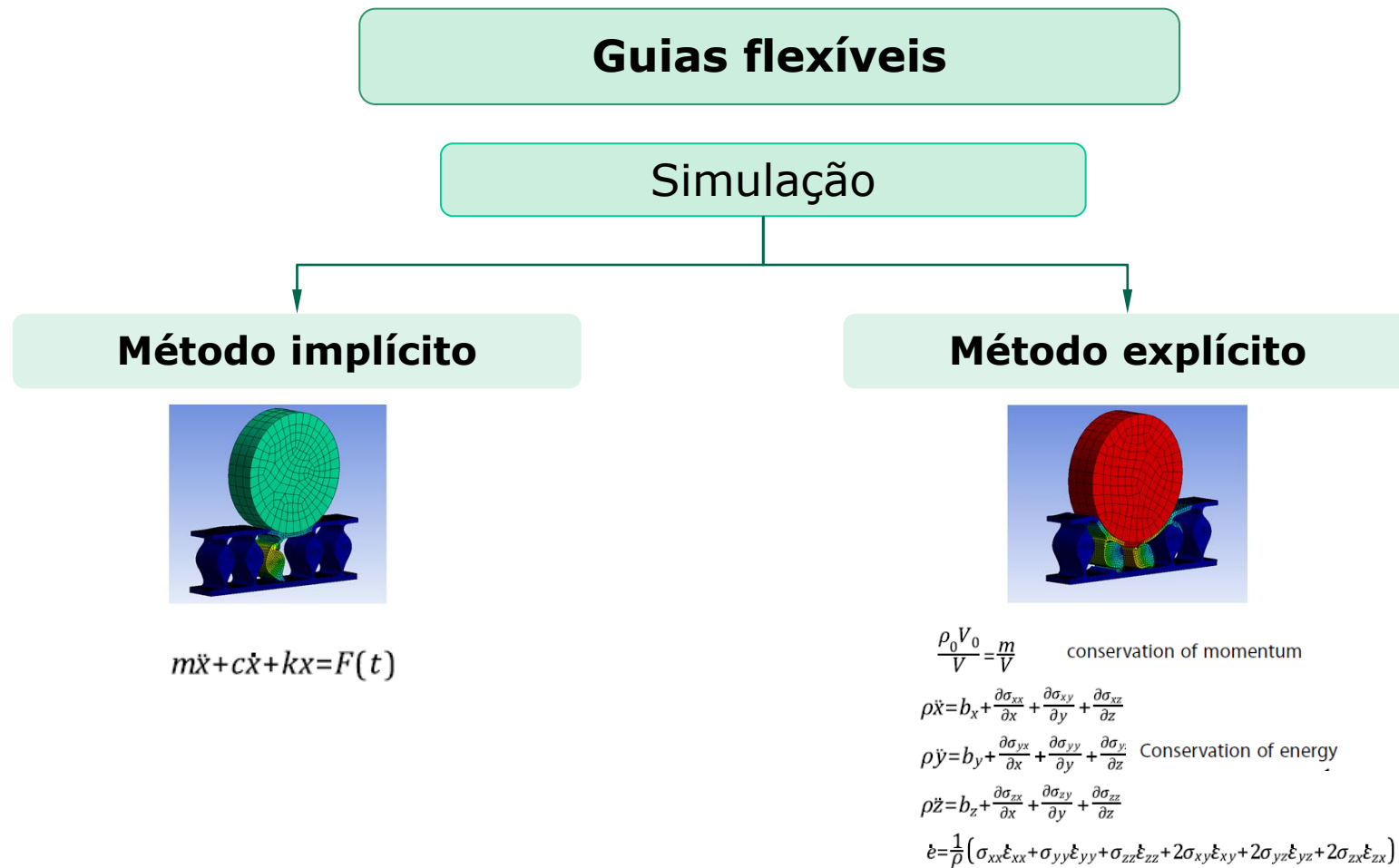
Flexão por força de cisalhamento (*shear compliance*)

→ 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 $\delta z/F_z$.









O método *Explicit Dynamics* é mais adequado para eventos que ocorrem em curtos períodos de tempo, alguns milissegundos ou menos.

Eventos que duram mais de 1 segundo podem ser modelados, no entanto, tempos de processamento serão longos.



Mancais / Guias flexíveis

Método explícito

O sistema *Explicit Dynamics* é projetado para permitir simulações em mecânica estrutural não linear.

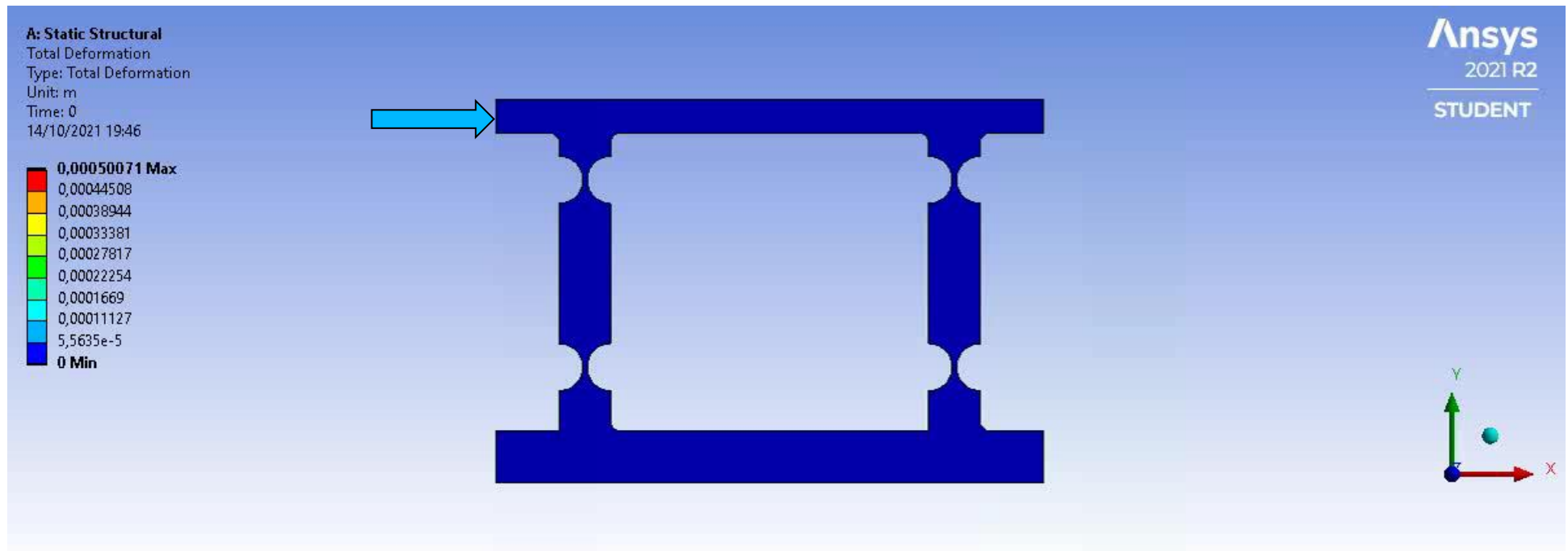
É recomendado quando envolvendo uma ou mais das seguintes situações:

- Impacto de baixa [1m / s] a muito alta velocidade [5000m / s]
 - Propagação da onda de estresse
 - Resposta dinâmica de alta frequência
 - Grandes deformações e não linearidades geométricas
 - Condições de contato complexas
 - Comportamento de material complexo, incluindo danos materiais e falhas
 - Resposta estrutural não linear, incluindo flambagem.
 - Falha de ligações / soldas / fixadores
 - Propagação de ondas de choque através de sólidos e líquidos
- Corpos rígidos e flexíveis



Mancais / Guias flexíveis

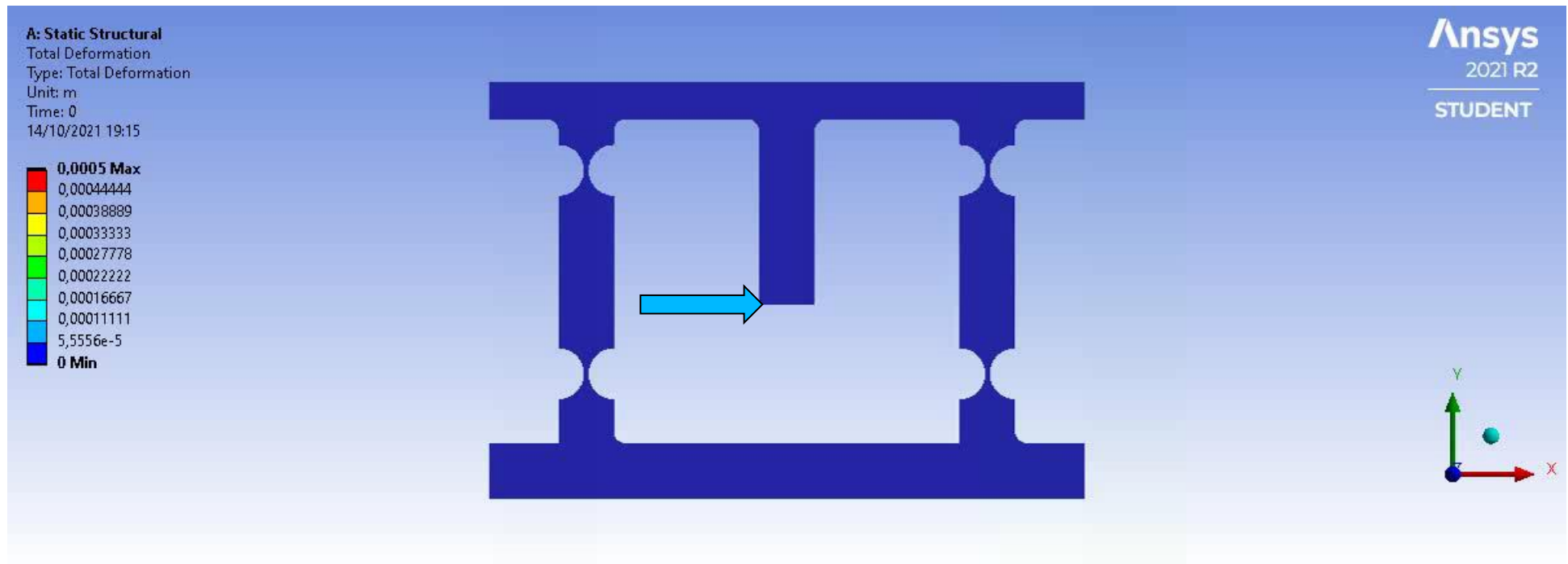
Exemplo





Mancais / Guias flexíveis

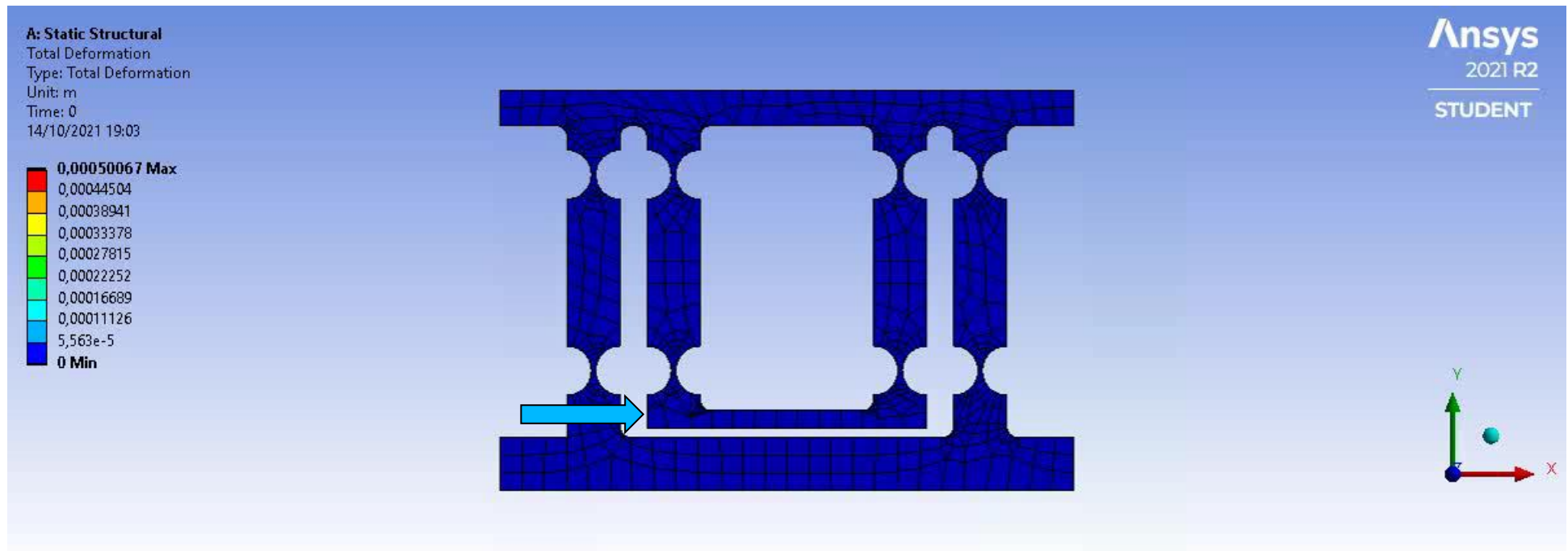
Exemplo





Mancais / Guias flexíveis

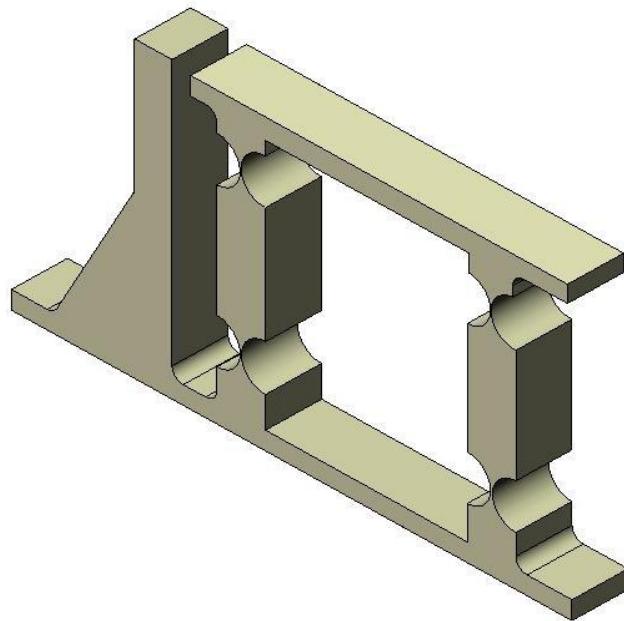
Exemplo



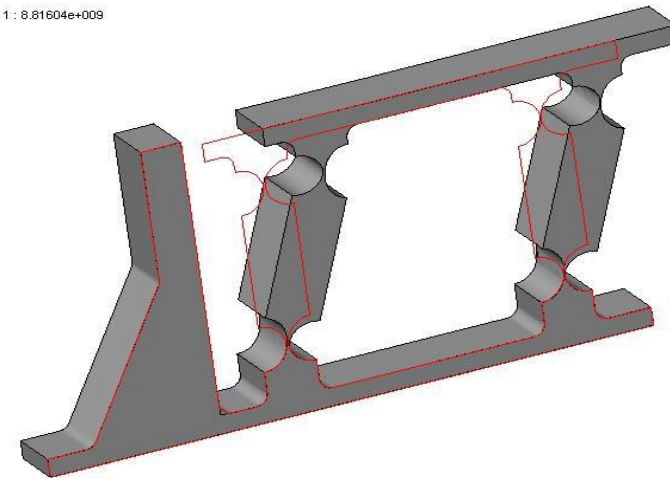


Mancais / Guias flexíveis

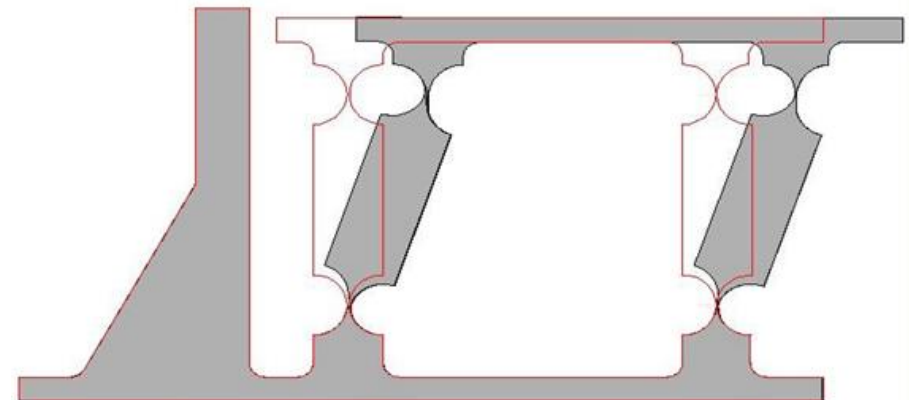
Exemplo



Deformation Scale 1 : 8.81604e+009



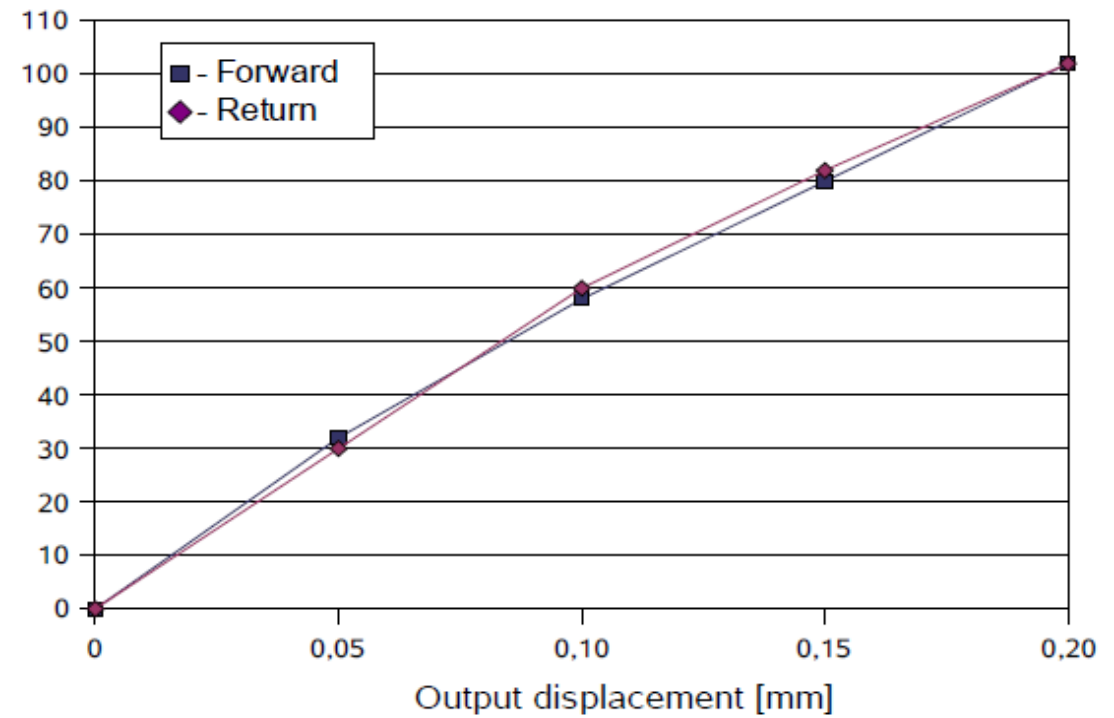
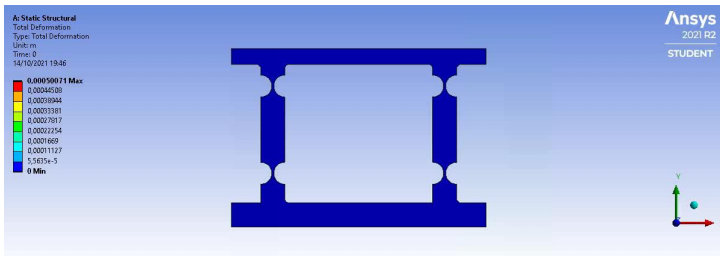
Model name: guia-2
Study name: COSMOSXpressStudy
Plot type: Static Deformation - Plot2
Deformation Scale 1 : 19.0773





Mancais / Guias flexíveis

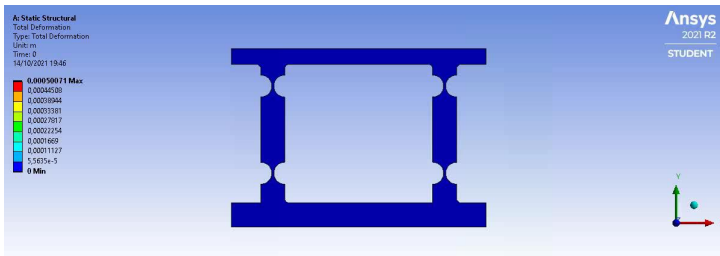
Exemplo



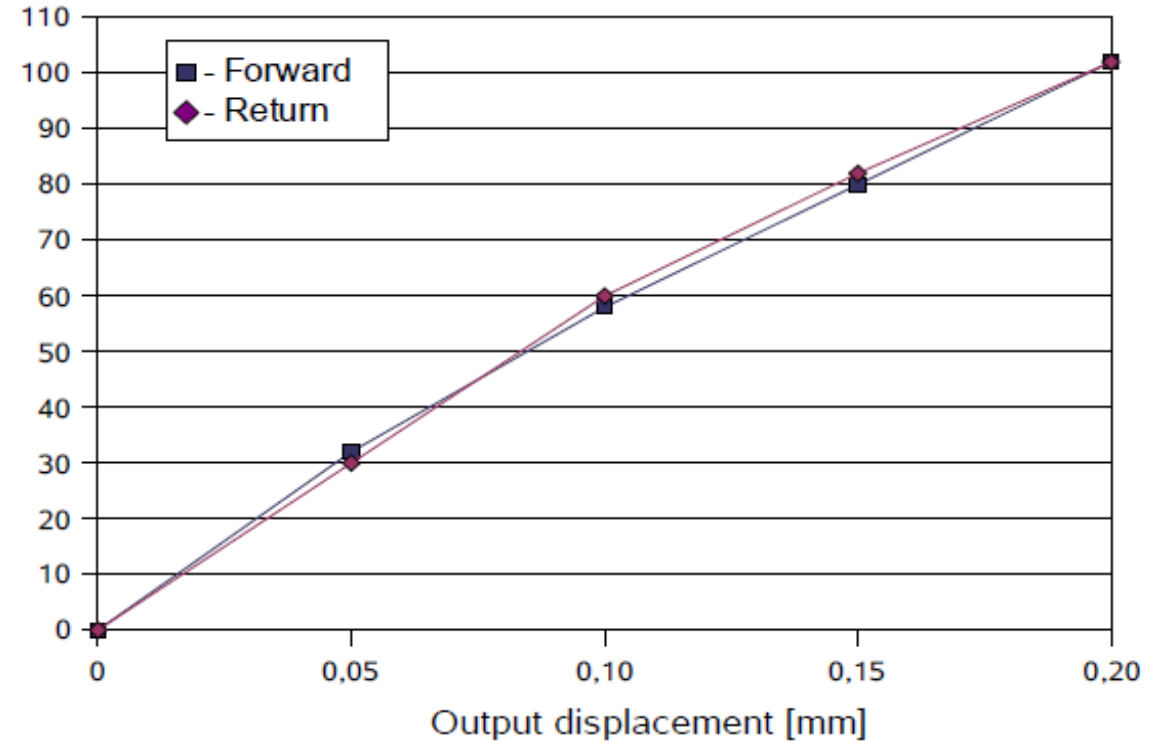


Mancais / Guias flexíveis

Exemplo



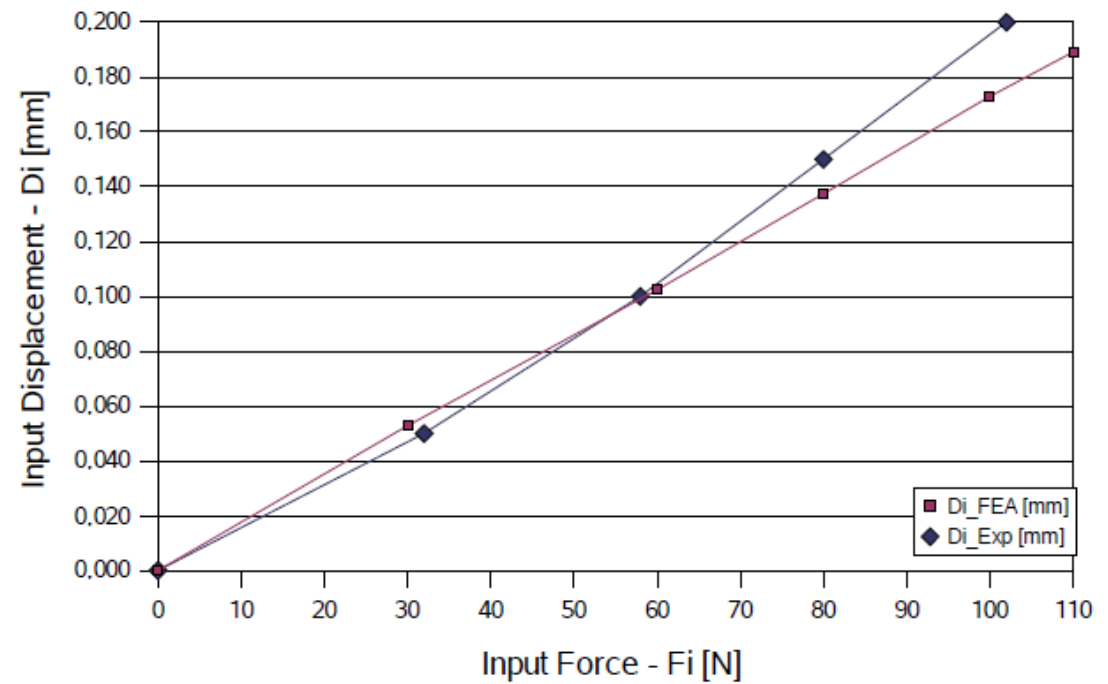
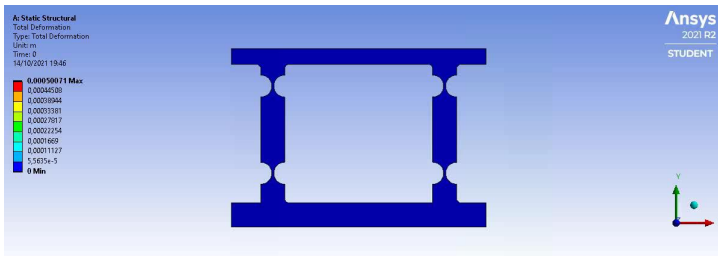
Force [N]





Mancais / Guias flexíveis

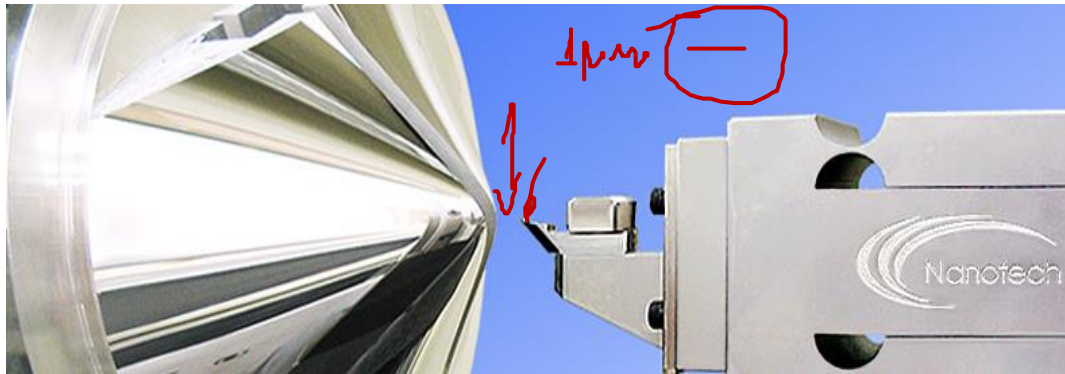
Exemplo





Mancais / Guias flexíveis

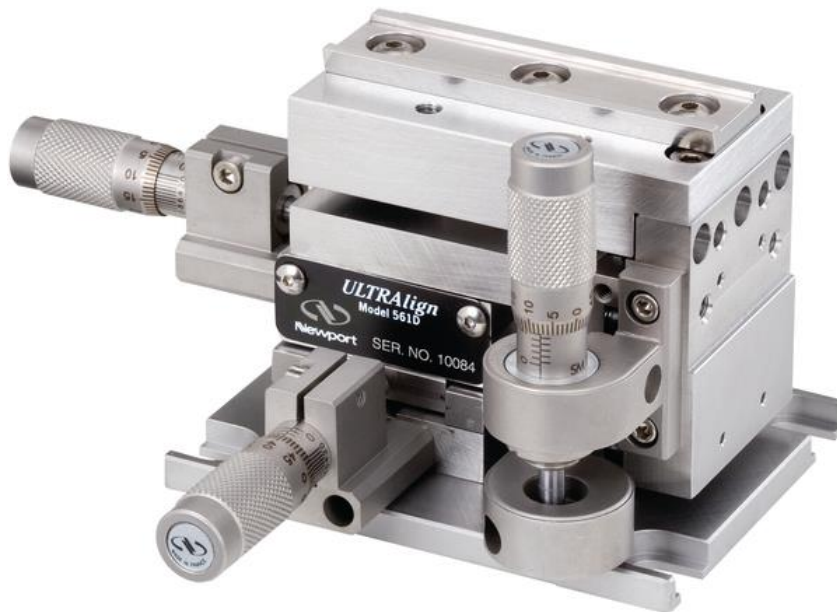
Exemplo de aplicação





Mancais / Guias flexíveis

Exemplos de aplicação





Mancais / Guias flexíveis

Exemplos de aplicação

https://www.youtube.com/watch?v=CcTQoy_tBp4

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