



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

# **Introdução aos Elementos de Máquinas**

**PMR 3320 – A14**

**Acoplamentos**

**2020.2**



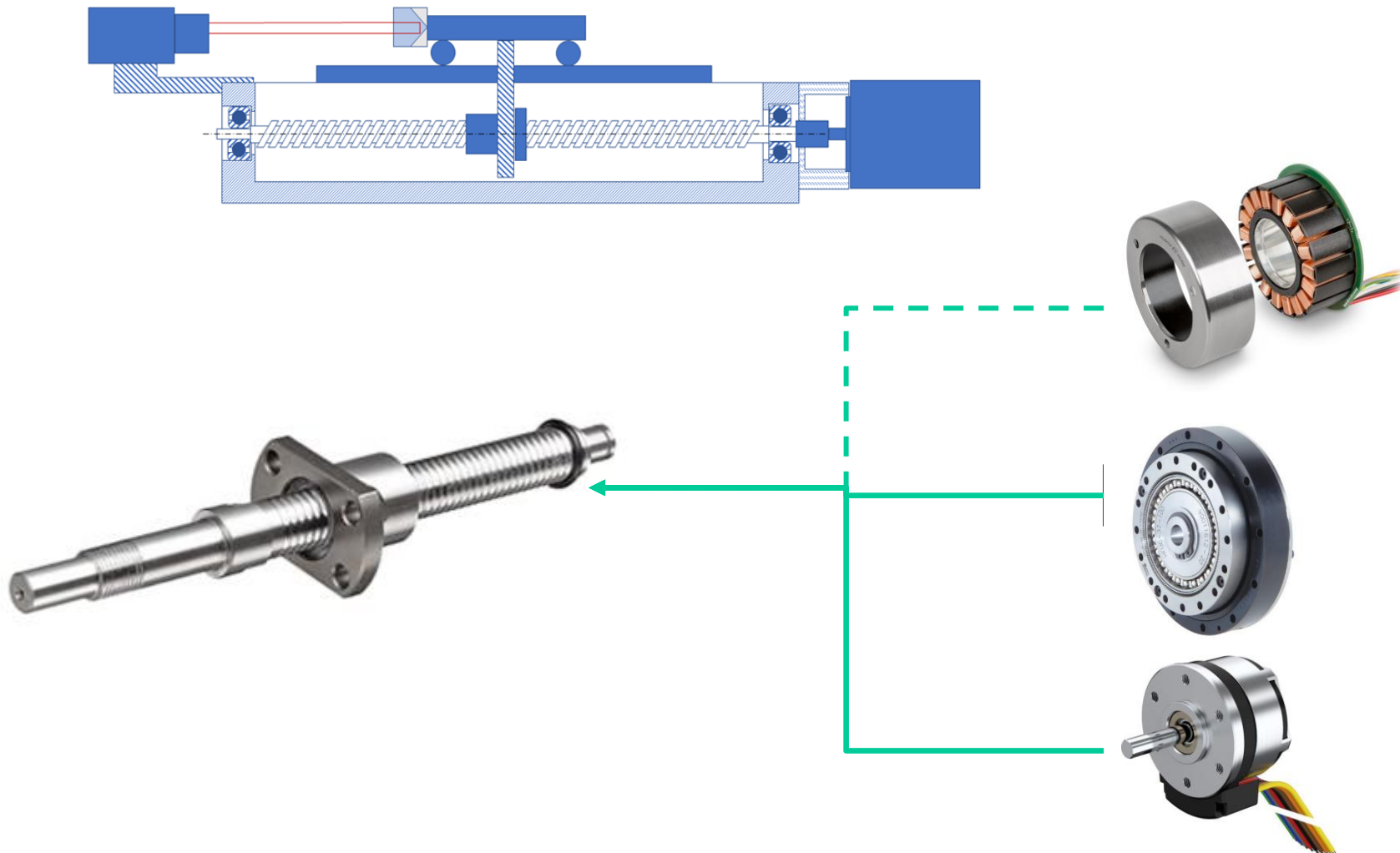
## Planejamento

Dia	S	Aula	Tópico	Prof.
17.08	2ª	A1	<b>Introdução a disciplina</b> Modelagem, carregamento e equilíbrio	RS
24.08	2ª	A2	Composição de tensões Estado plano de tensões – Círculo de <u>Mohr</u>	RS
31.08	2ª	A3	Composição de tensões Diagramas de esforços	RS
07.09	2ª	---	<b>Feriado – Independência do Brasil</b>	
14.09	2ª	A4	Teorias de Falha: 2) Falha por deformação permanente: von <u>Mises</u> , <u>Tresca</u> , <u>Coulomb-Mohr</u>	RS
21.09	2ª	A5	Teorias de Falha: 3) Falha por fadiga	RS
28.09	2ª	A6	Fixações cubo-eixo	NG
05.10	2ª	A7	Dimensionamento de Eixos	NG
12.10	2ª	---	<b>Feriado – Dia da Criança</b>	
19.10	2ª	A8	Especificação e dimensionamento de elementos de fixação: Rebites	NG
26.10	2ª	A9	Especificação e dimensionamento de elementos de fixação: Parafusos	NG
02.11	2ª	---	<b>Feriado – Finados</b>	
09.11	2ª	A10	Especificação e dimensionamento de elementos de transmissão: Fusos	RS
16.11	2ª	A11	Análise e dimensionamento de componentes mecânicos: Engrenagens	RS
23.11	2ª	A12	Análise e dimensionamento de componentes mecânicos: Mancais	RS
30.11	2ª	A13	Análise e dimensionamento de componentes mecânicos: Molas	NG
07.12	2ª	A14	Análise e dimensionamento de componentes mecânicos: Acoplamentos e embreagens	NG
14.12	2ª		<b>Encerramento do semestre 2020-2</b>	





Como acoplar acionamentos e transmissores do movimento?





## Acoplamentos

### Definição

- Acoplamentos são elementos que permitem a união entre componentes com movimento rotativos

### Função

- Compensar desalinhamentos lateral e angular, transmitir torque e absorver vibrações.

### Restrição

- Sobreposição ou posicionamento relativo defasado



## Acoplamentos

### Tipos

de potência

de união

são projetados para transmitir torque e atuam como amortecedores de vibrações para suavizar variações na carga.

são projetados para reagirem instantaneamente, sem provocarem erros de segmento, sem armazenarem qualquer tipo de energia ou provocarem *backlash* ou atrito.



## Acoplamentos

Quando usar?

Porque usar?

Que tipo usar?



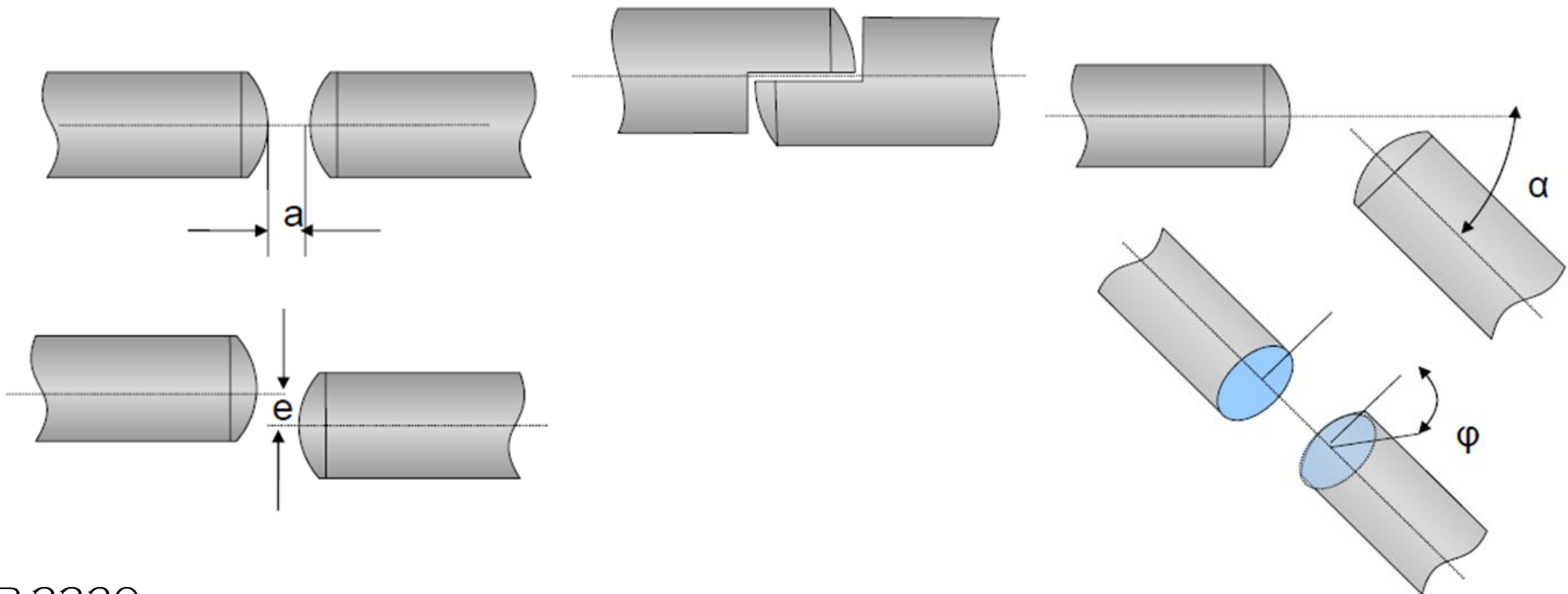
## Acoplamentos

### Desalinhamentos

linear

união

angular



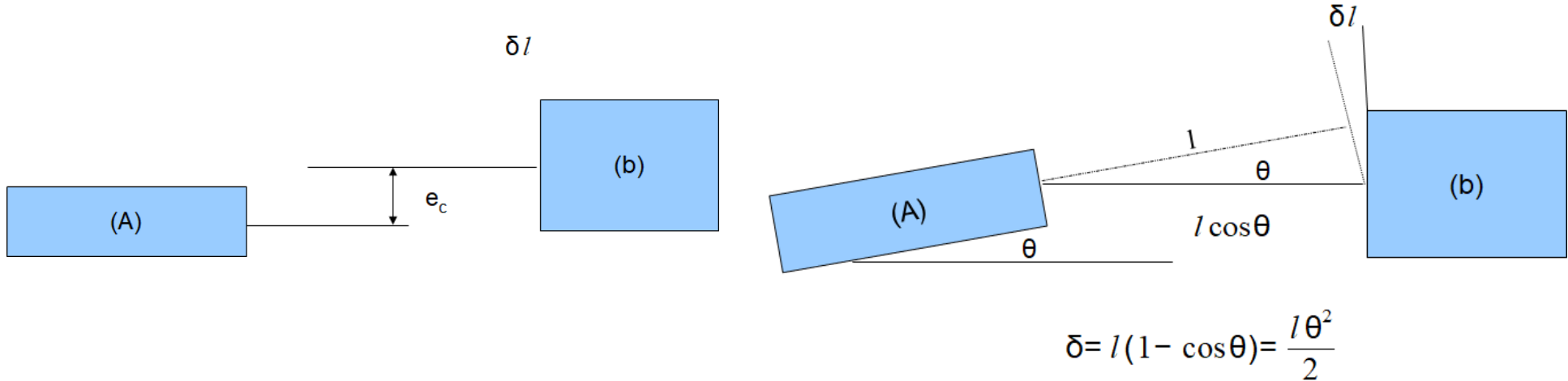


## Acoplamentos

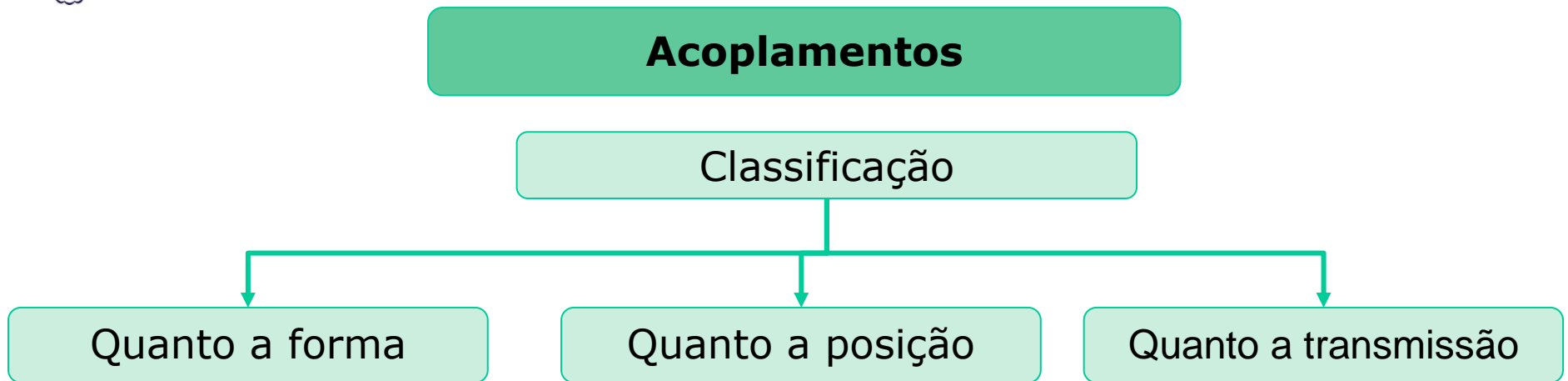
### Desalinhamentos

linear

angular









## Acoplamentos

Quanto a forma

Permanentes

Angulares





## Acoplamentos

Quanto a posição relativa

Rígidos

Flexíveis





## Acoplamentos

Quanto a forma de transmissão de movimento

Interferência de forma

Por atrito





# Acoplamentos

## Dimensionamento

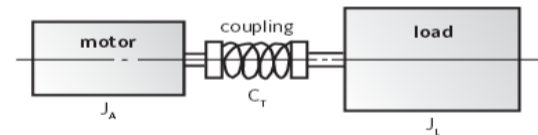
- $T_{KN}$  = Rated torque of the coupling (Nm)
- $T_{AS}$  = Peak torque of the drive system  
e.g. max. acceleration torque of drive (Nm)  
or max. braking torque of load (Nm)
- $J_L$  = Total load inertia  
(e.g. spindle + slide + workpiece + 1/2 of coupling) ( $\text{kgm}^2$ )
- $J_A$  = Total driving inertia  
(motor [including gear ratio] + 1/2 of coupling) ( $\text{kgm}^2$ )
- $C_T$  = Torsional stiffness of the coupling (Nm/rad)
- $f_e$  = Natural frequency of the two mass system (Hz)
- $f_{er}$  = Excitation frequency of the drive (Hz)
- $\varphi$  = Torsional deflection (degree)

$$T_{KN} \cong 1.5 \cdot T_{AS} \text{ (Nm)}$$

$$T_{KN} \cong T_{AS} \cdot S_A \cdot \frac{J_L}{J_A + J_L} \text{ (Nm)}$$

$$f_e = \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{C_T \cdot \frac{J_A + J_L}{J_A \cdot J_L}} \text{ (Hz)}$$

Two Mass System



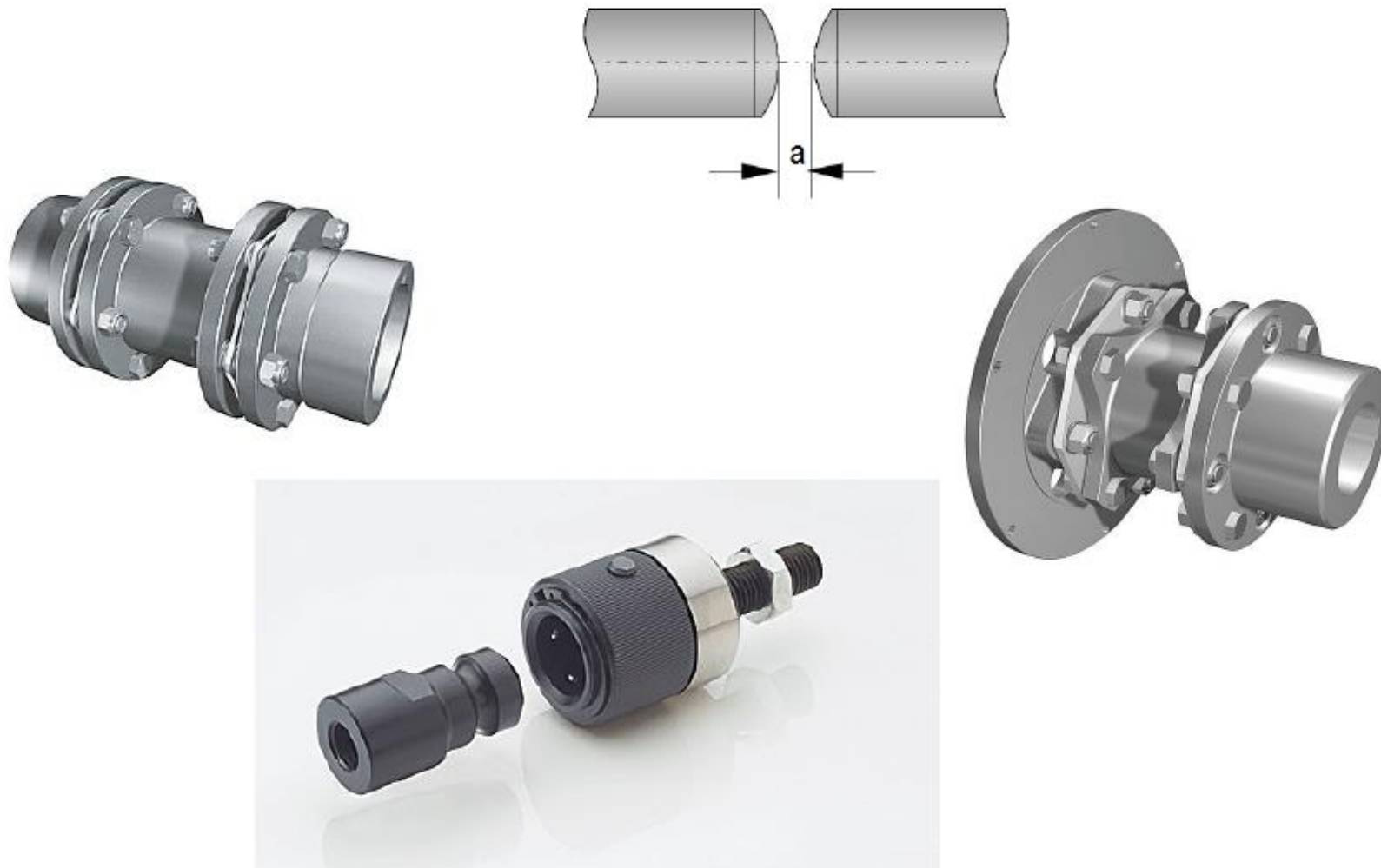
$$\varphi = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{T_{AS}}{C_T} \text{ (degree)}$$

Shock or Load Factor $S_A$		
uniform load	non-uniform load	highly dynamic load
1	2	3-4
Common factor for servo drives in machine tools: $S_A = 2-3$		



## Acoplamentos rígidos

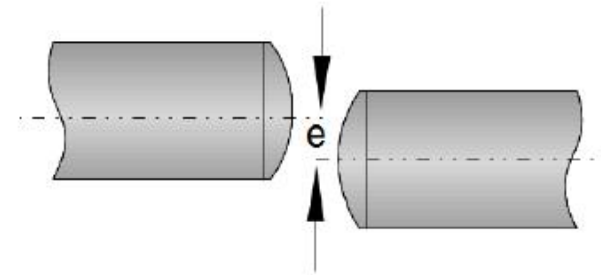
### Compensação da folga axial





## Acoplamentos rígidos

Compensação da folga radial

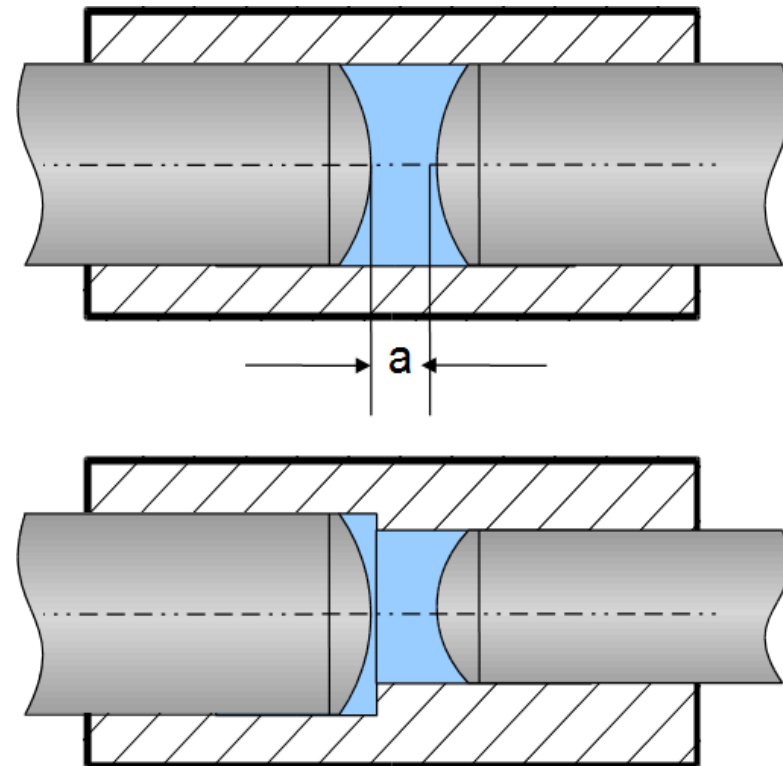




## Acoplamentos rígidos

### União por luvas

- União de eixos com diâmetro diferentes
- Segura
- Rígida
- Baixo custo
- Desmontável



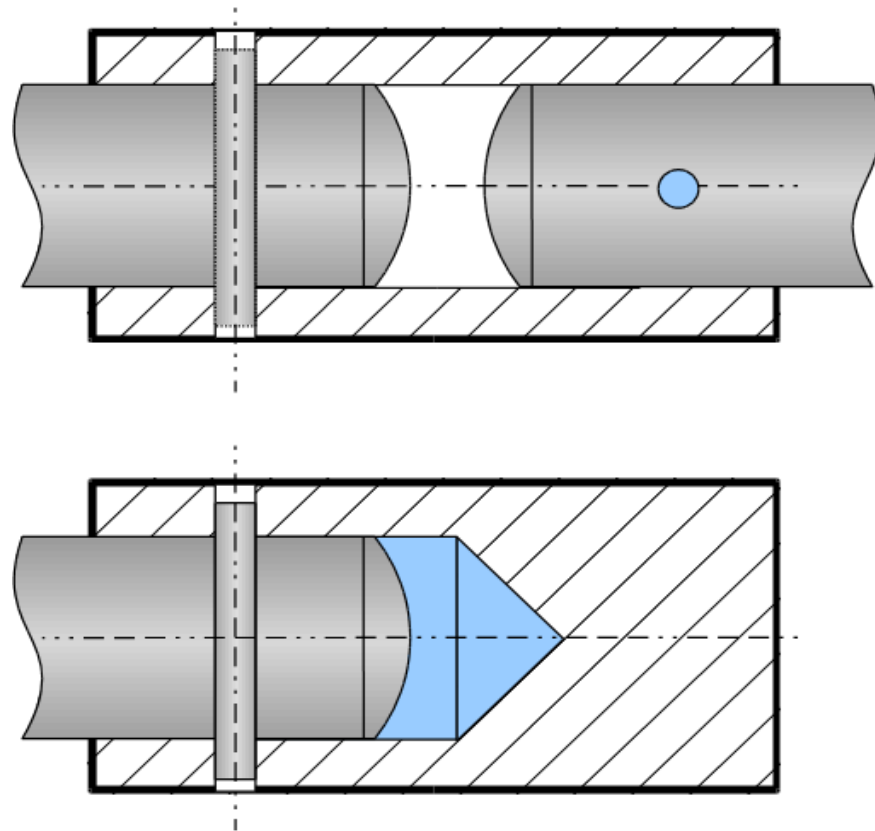




## Acoplamentos rígidos

### União por luvas

- União de eixos com diâmetro diferentes
- Segura
- Rígida
- Baixo custo
- Desmontável

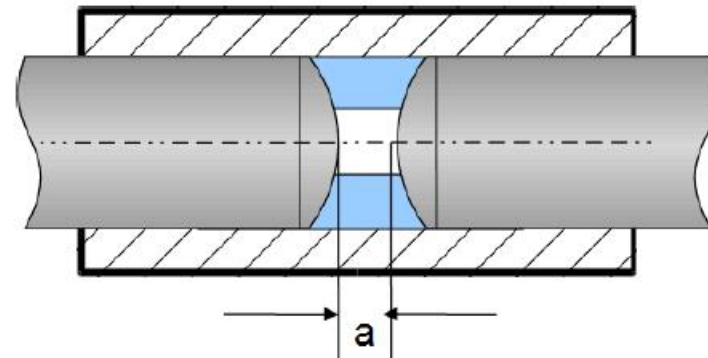




## Acoplamentos rígidos

### União por abraçadeiras

- União de eixos com diâmetro diferentes
- Segura
- Rígida
- Baixo custo
- Baixas velocidades
- Desmontável

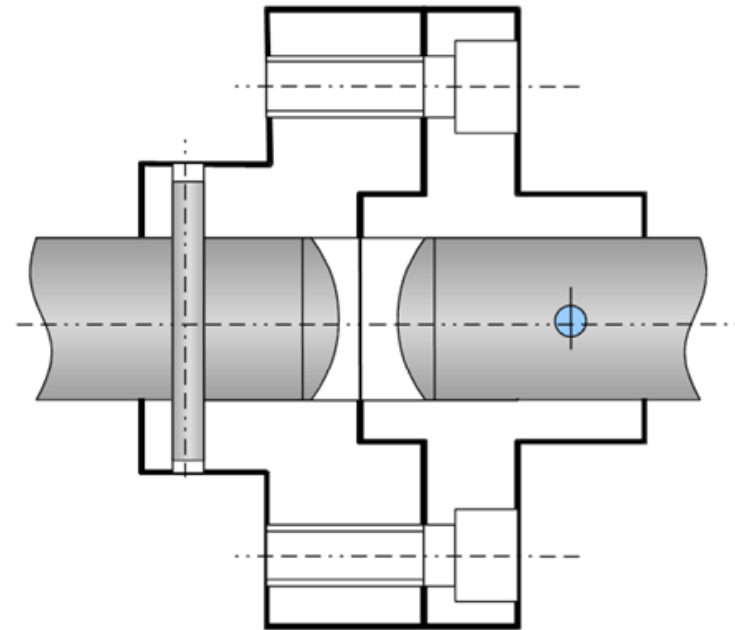




## Acoplamentos rígidos

### União por flanges

- União de eixos com diâmetro diferentes
- Segura
- Rígida
- Baixo custo
- Médias velocidades
- Desmontável
- Custo variável

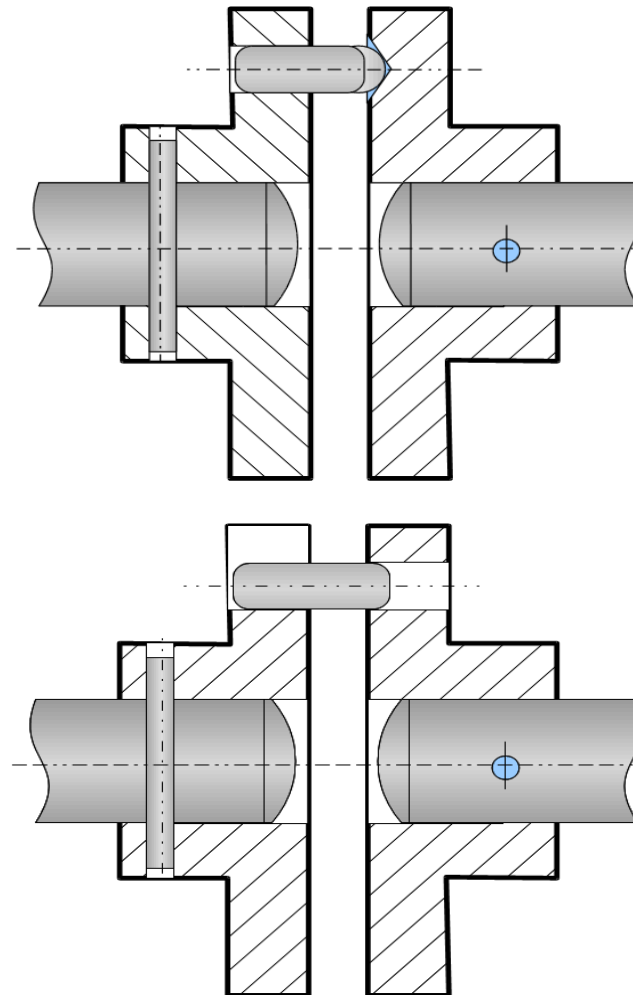




## Acoplamentos rígidos

### Compensação da folga axial

- Médias velocidades
- Desmontável
- Segura
- Rígida
- Custo variável
- Uso de *slot* permite a eliminação do deslocamento axial

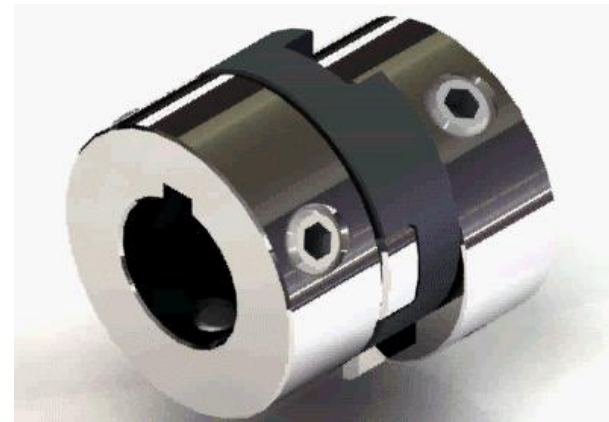




## Acoplamentos rígidos

### Oldham

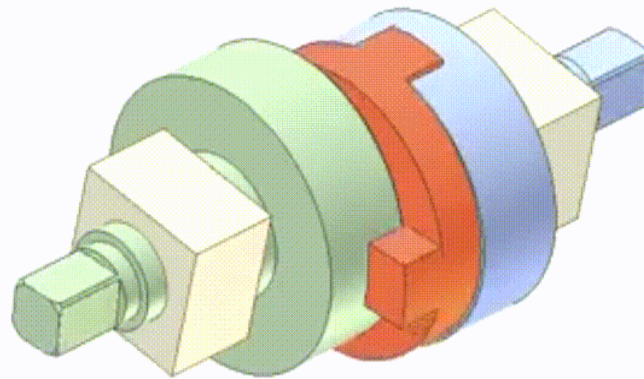
- Disco central com trilhos
- Grandes desalinhamentos
- Custo médio
- Desmontável
- Precisão depende da construção





## Acoplamentos rígidos

Oldham



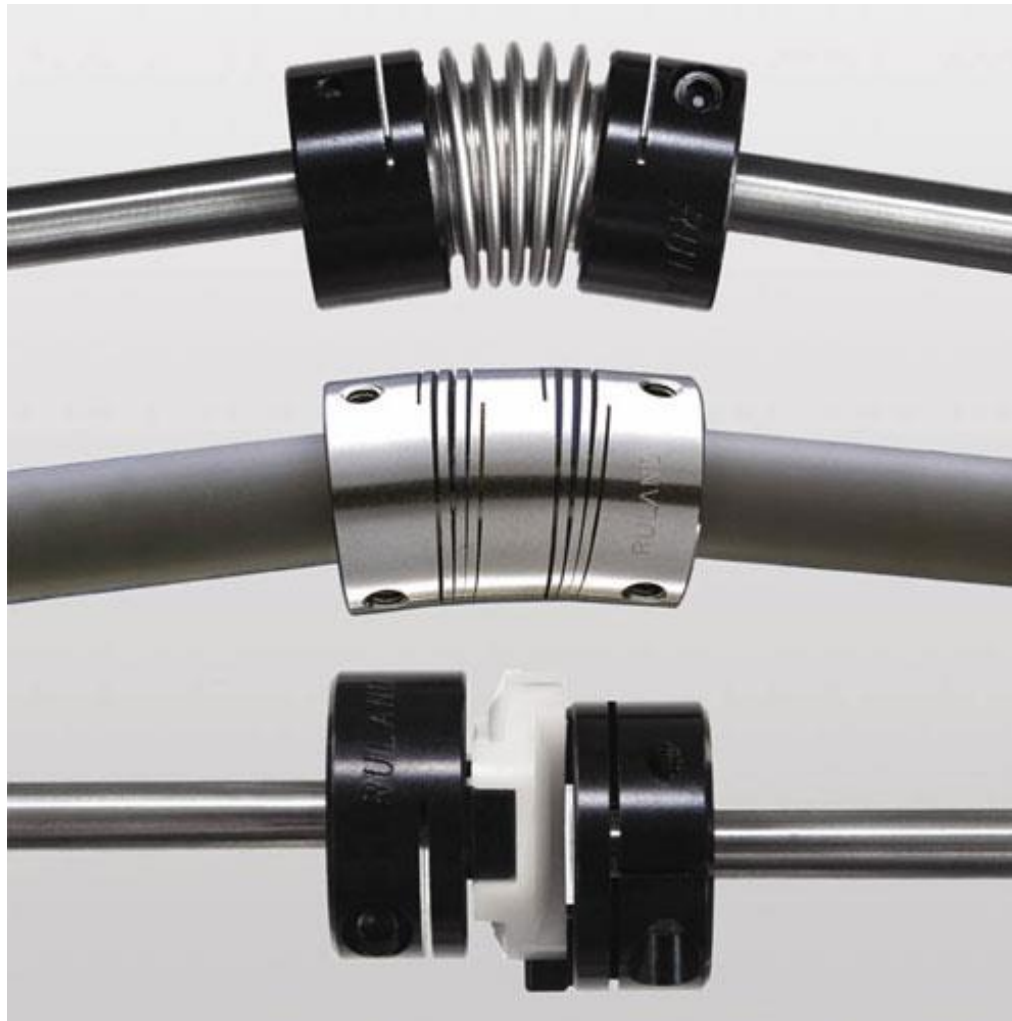
3D, Animation here: [library3dengineer.blogspot.com](http://library3dengineer.blogspot.com)





## Acoplamentos rígidos

Oldham





## Acoplamentos rígidos

### Acoplamento **Schmidt**

- Grandes desalinhamentos radiais
- Custo médio
- Desmontável
- Precisão depende da construção



<https://www.youtube.com/watch?v=G2DU1s2ukHQ>

[http://www.schmidt-kupplung.com/sk/1610\\_SK%20Standard.html.en](http://www.schmidt-kupplung.com/sk/1610_SK%20Standard.html.en)

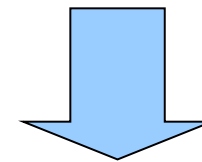




## Acoplamentos rígidos

### Acoplamento **por cruzetas**

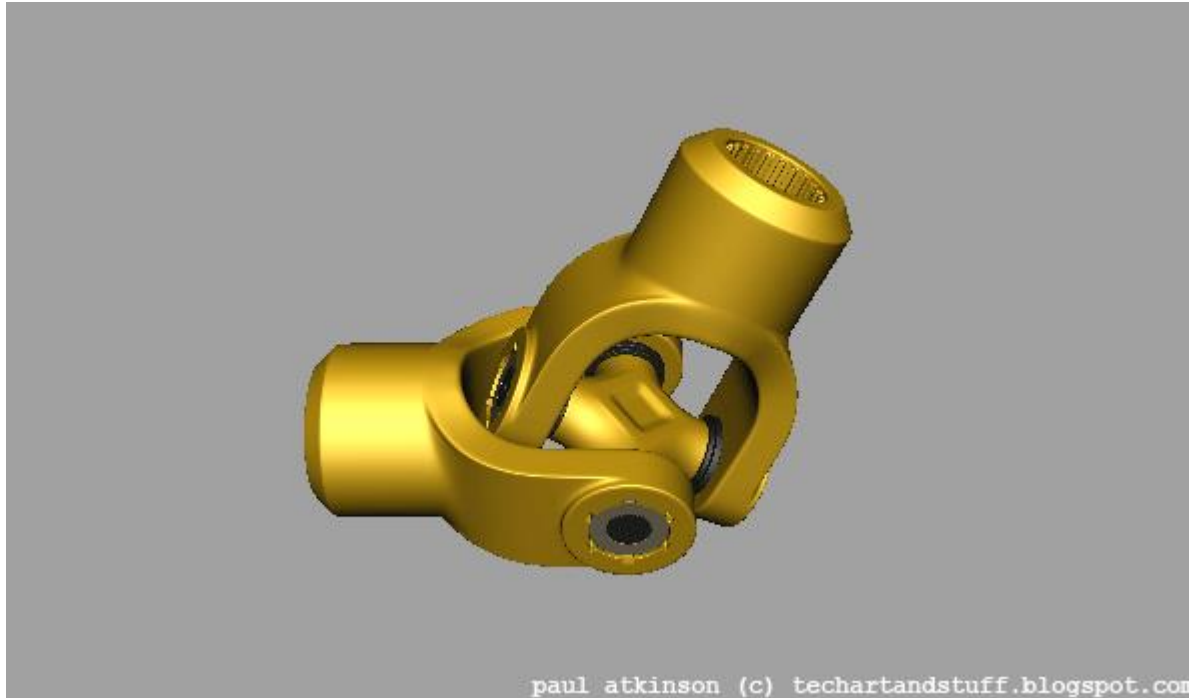
- Grandes desalinhamentos angulares
- Custo médio
- Desmontável
- Precisão depende da construção
- médio torques
- direcionamento do movimento





## Acoplamentos rígidos

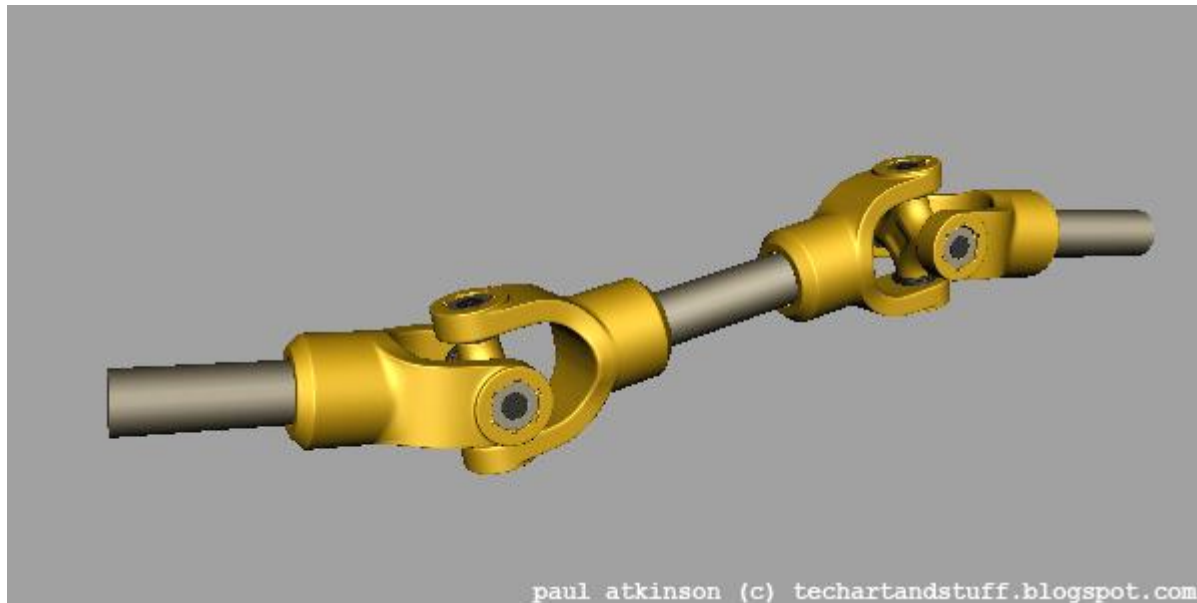
### Acoplamento **por cruzetas**





## Acoplamentos rígidos

### Acoplamento **por cruzetas**





## Acoplamentos rígidos

### Acoplamento **por cruzetas**





## Acoplamentos flexíveis

Compensação da folga axial e radial

- Alta precisão
- Custo depende do tamanho
- Desmontável
- Pequenos desalinhamentos
- Sem erro de segmento
- Alto torque
- Desalinhamento lineares e angulares





## Acoplamentos flexíveis

Compensação da folga axial e radial



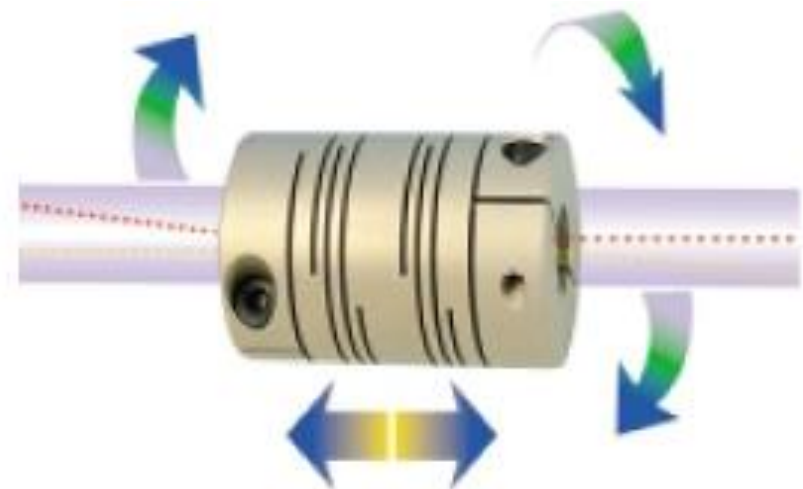
> more details



## Acoplamentos flexíveis

### Tipo mola

- Alta precisão
- Custo depende do tamanho
- Desmontável
- Pequenos desalinhamentos
- Erro de segmento muito baixo
- Torque médio
- Dissipadores de energia





## Acoplamentos flexíveis

Tipo mola







## Acoplamentos flexíveis

Tipo mola





## Acoplamentos flexíveis

### Seleção

- Dimensões para instalação
- Dimensões dos eixos
- Torque
- Velocidade
- Agressividade do meio (seleção do material)
- Tipo e grau de desalinhamento
- Vibrações
- Exatidão de posicionamento



**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

---

**FIM DA AULA**