



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMR 3501
Engenharia de Precisão

A19
Mancais e guias elementos rolantes

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 magnéticos	RS
21.10	4ª	A20	Elementos de máquinas de precisão - guias de molas	RS
22.10	5ª	A21	Elementos de máquinas de precisão - transmissores do movimento	RS
28.10	4ª			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			Mecedor tridimensional de coordenadas	



Introdução

Mancais e Guias

Mancais

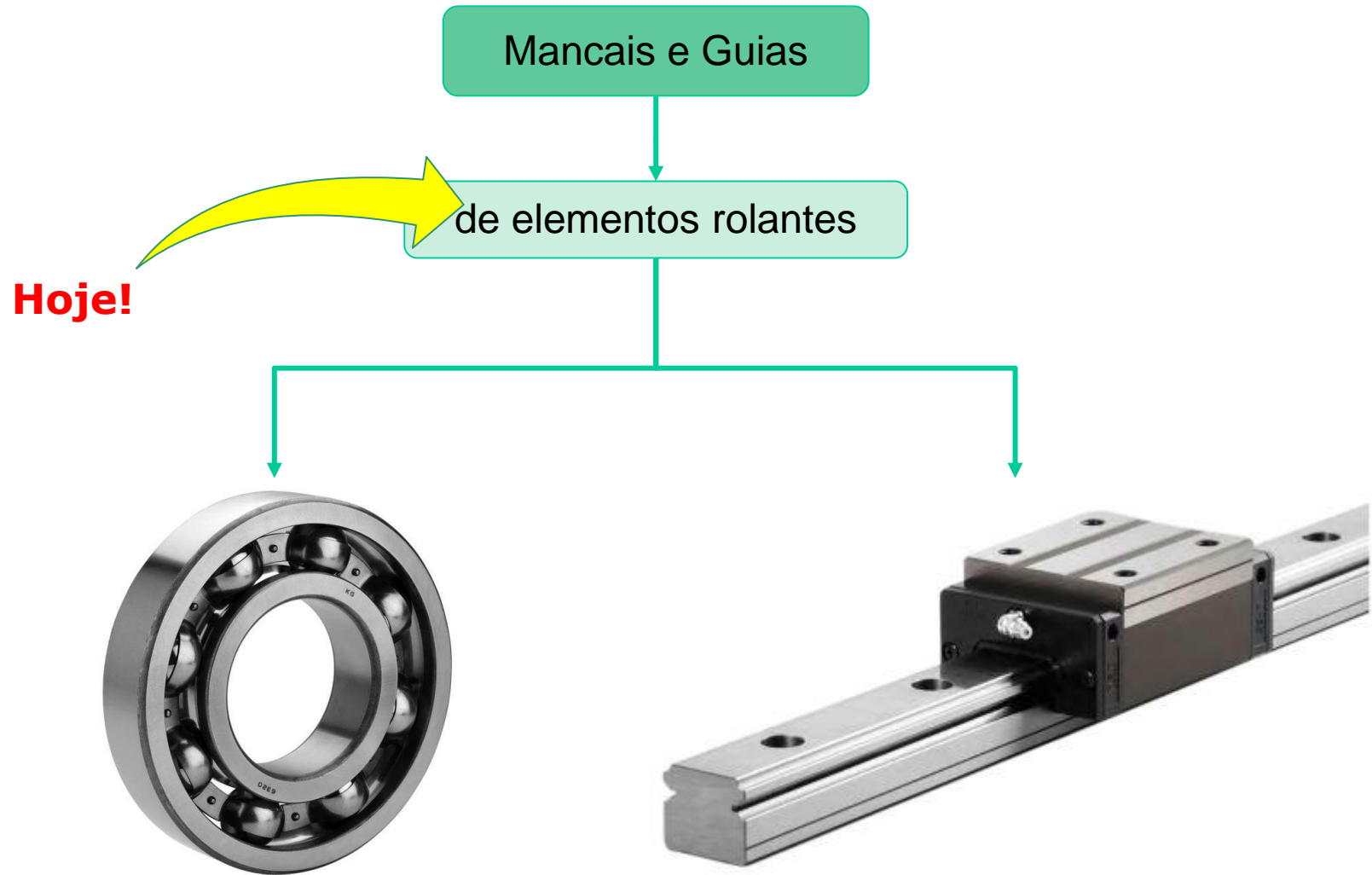


- **Mancais** são elementos de máquinas que tem por função básica absorver carregamentos, e onde o movimento de **translação** em qualquer direção deve ser minimizado, deixando **livre** somente a **rotação** em torno de um eixo.

Guias



- **Guias** são elementos de máquinas que tem por função básica absorver carregamentos, e onde o movimento de **rotação** em qualquer direção deve ser minimizado, deixando **livre** somente a **translação** ao longo de um eixo.





Guias de elementos rolantes

Características

- maior precisão de posicionamento
- Atrito de rolamento $1/6$ do atrito de escorregamento
- maior velocidade de avanço, permitindo um aumento de produtividade de 20 a 30%
- exatidão pode ser mantida por longos períodos
- Movimento sem *stick-slip*
- fácil instalação e manutenção
- suavidade de movimento
- Alta modularidade



Guias de elementos rolantes

Classes de precisão

Preloaded Assembly (Non-interchangeable)					Interchangeable
Ultra precision	Super precision	High precision	Precision	Normal	Normal
P3	P4	P5	P6	PN	PC

Grade	NSK		THK	IKO		HIWIN		STAR
	Preloaded assembly	Interchangeable type		Non-interchangeable type	Interchangeable type	Non-interchangeable type	Interchangeable type	
Normal	PN	PC	No code	No code	(No code)	C	C	N
Precision	P6	-	H	H	H	H	H	H
High precision	P5	-	P	P	P	P	P	P
Super precision	P4	-	SP	SP	-	SP	-	SP
Ultra precision	P3	-	UP	UP	-	UP	-	UP

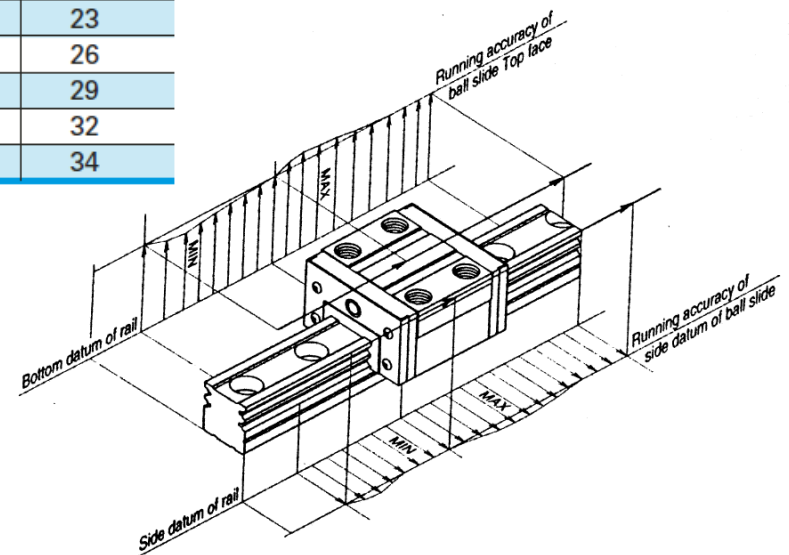


Erro de paralelismo - NSK

Table 4.2 Running parallelism of slide

Unit: μm

Accuracy grade		Preloaded assembly (not random matching)					Random-matching type	
		Ultra precision P3	Super precision P4	High precision P5	Precision grade P6	Normal grade PN	Precision grade PH	Normal grade PC
Rail length (mm)	over							
	or less							
-	50	2	2	2	4.5	6	2	6
50	80	2	2	3	5	6	3	6
80	125	2	2	3.5	5.5	6.5	3.5	6.5
125	200	2	2	4	6	7	4	7
200	250	2	2.5	5	7	8	5	8
250	315	2	2.5	5	8	9	5	9
315	400	2	3	6	9	11	6	11
400	500	2	3	6	10	12	6	12
500	630	2	3.5	7	12	14	7	14
630	800	2	4.5 (4)	8	14	16	8	16
800	1 000	2.5	5 (4.5)	9	16	18	9	18
1 000	1 250	3	6 (5)	10	17	20	10	20
1 250	1 600	4	7 (6)	11	19	23	11	23
1 600	2 000	4.5	8 (7)	13	21	26	13	26
2 000	2 500	5	10 (8)	15	22	29	15	29
2 500	3 150	6	11 (9.5)	17	25	32	17	32
3 150	4 000	9	16	23	30	34	23	34



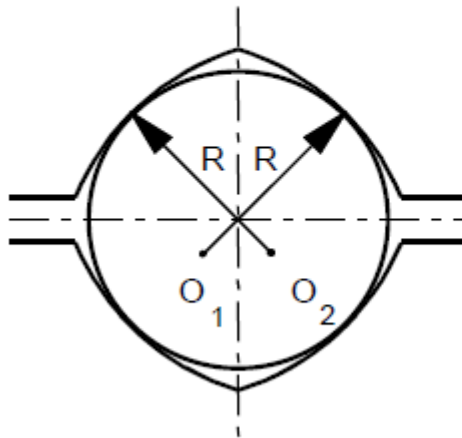


Guias de elementos rolantes

Tipo de perfiz das ranhuras

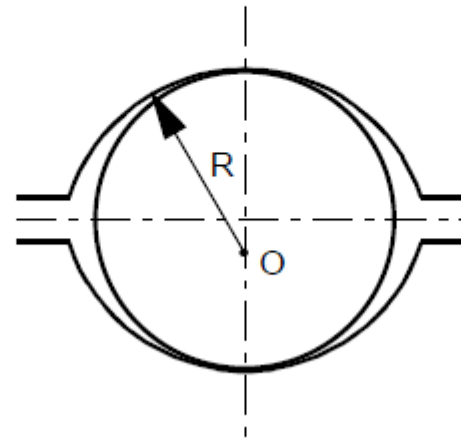
Gothic arch groove

(Consists of two arcs centered at O_1 and O_2 .)



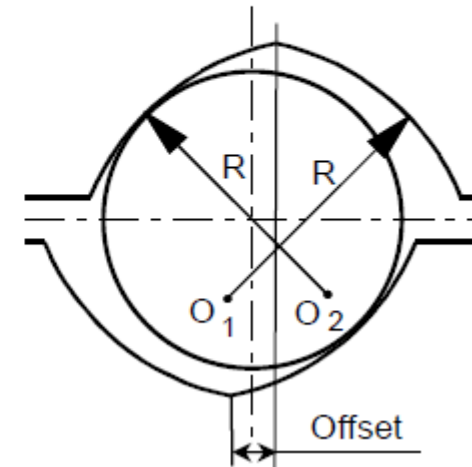
Circular arc groove

(Consists of one arc.)



Offset gothic arch groove

(Gothic arch groove of a rail is offset with that of a ball slides.)





Guias de elementos rolantes

Classificação quanto ao padrão do movimento

Linear

Circular





Guias de elementos rolantes

Classificação quanto as direções do movimento

Simplex



Cruzadas





Guias de elementos rolantes

As guias de elementos rolantes normalmente denominadas de guias lineares, são amplamente utilizadas em sistema de precisão.

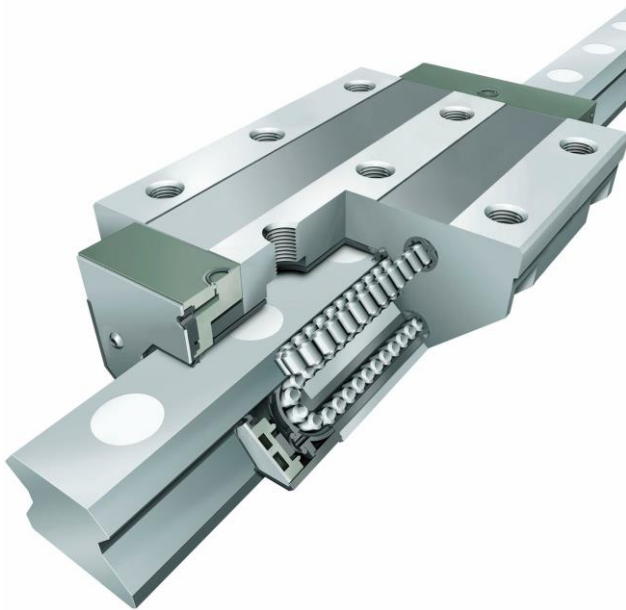
- Podem ser de projeto específico ou comerciais





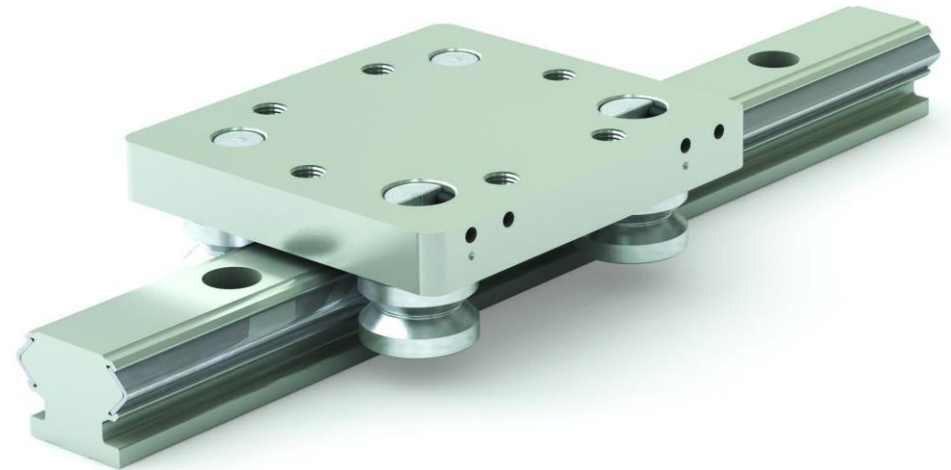
Classificação quanto a posição dos elementos

interna



<http://www.ina.de>

externa



<http://www.pbclinear.com/Blog/Easy-Access-Preload-Adjustment-Feature-Patented>

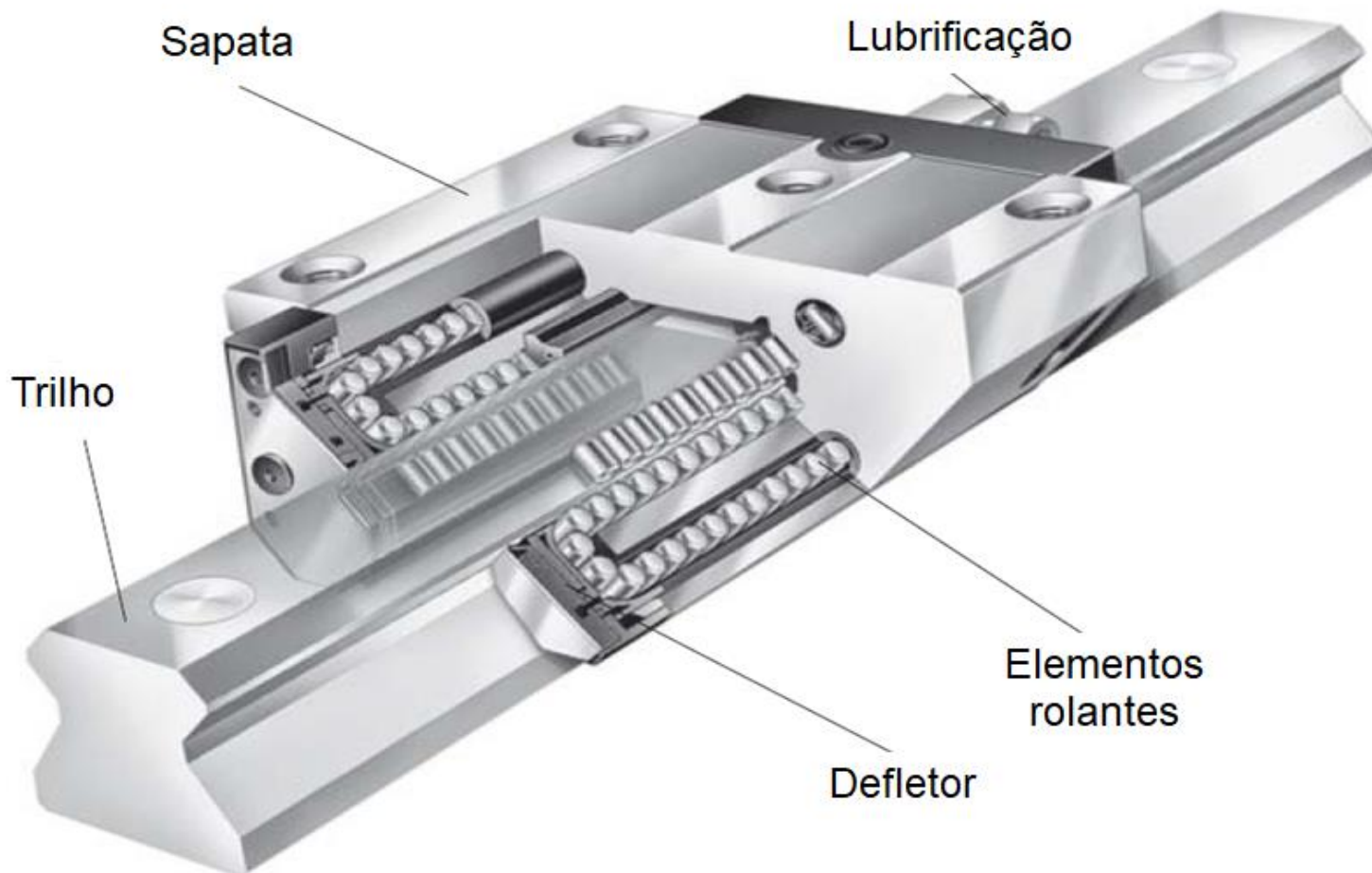


Guias de elementos rolantes



Guias de elementos rolantes

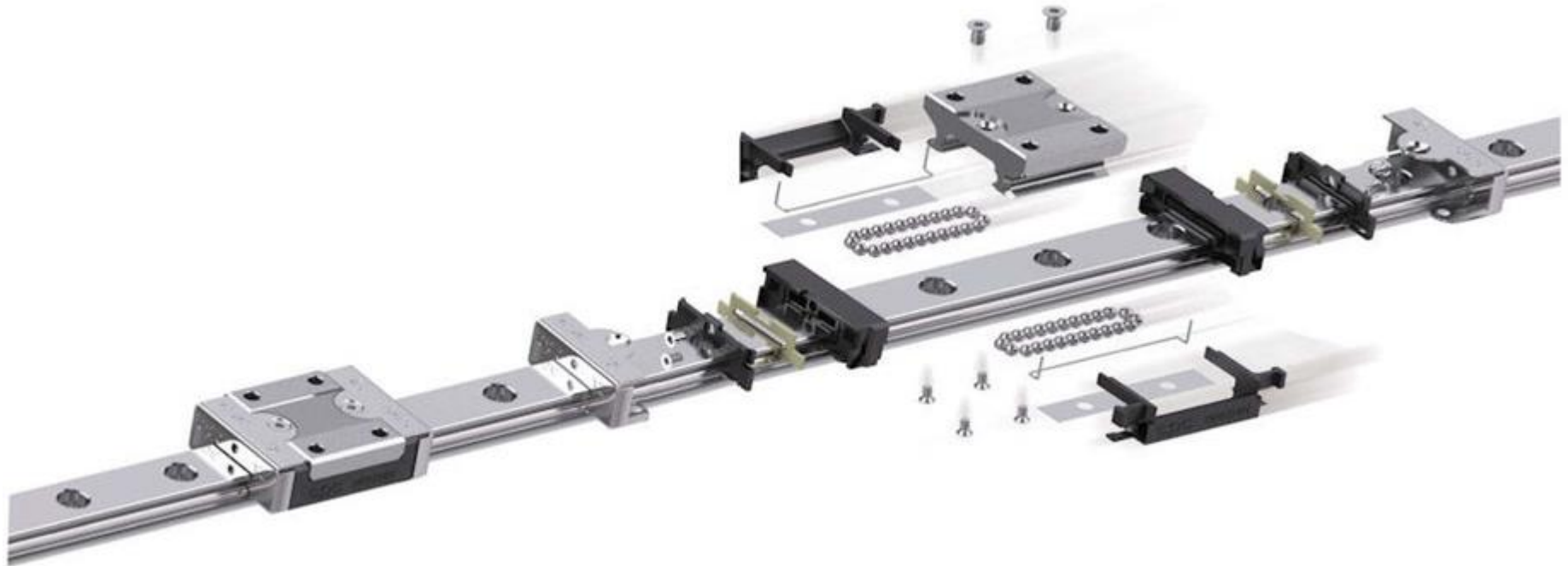
Constituintes





Guias de elementos rolantes

Constituintes





Guias de elementos rolantes

Formas construtivas

cilíndricas

prismáticas





Guias de elementos rolantes

Formas construtivas

Elementos internos

Elementos externos





Guias de elementos rolantes

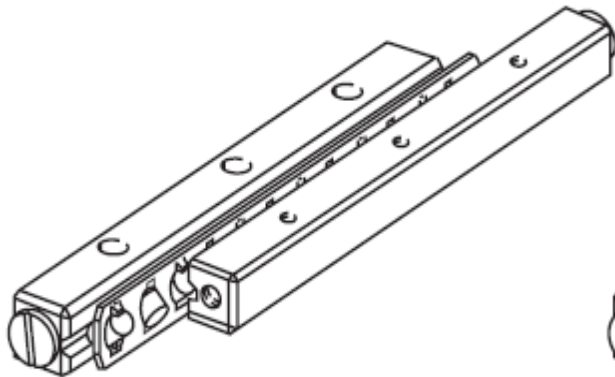
Vídeo – Frank Dynamic

Franke Dynamic
Double rail with cassette

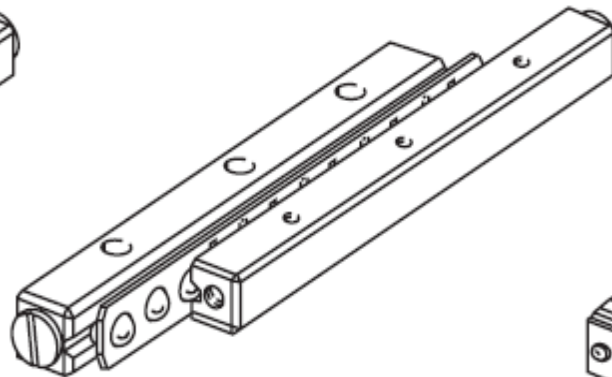


Guias de elementos rolantes

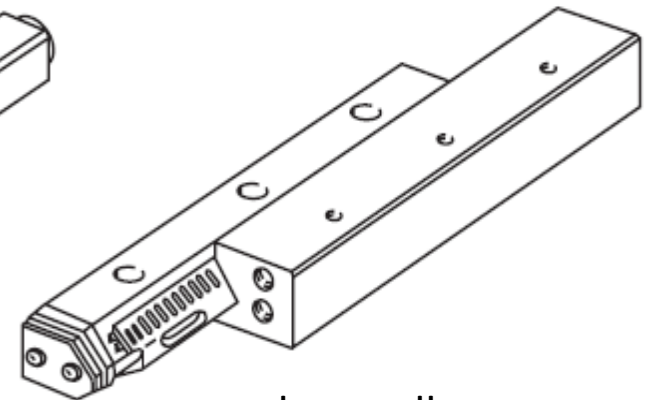
Formas construtivas



rolos cruzados



esferas



rolos agulhas



Guias de elementos rolantes

Vídeo – SKF

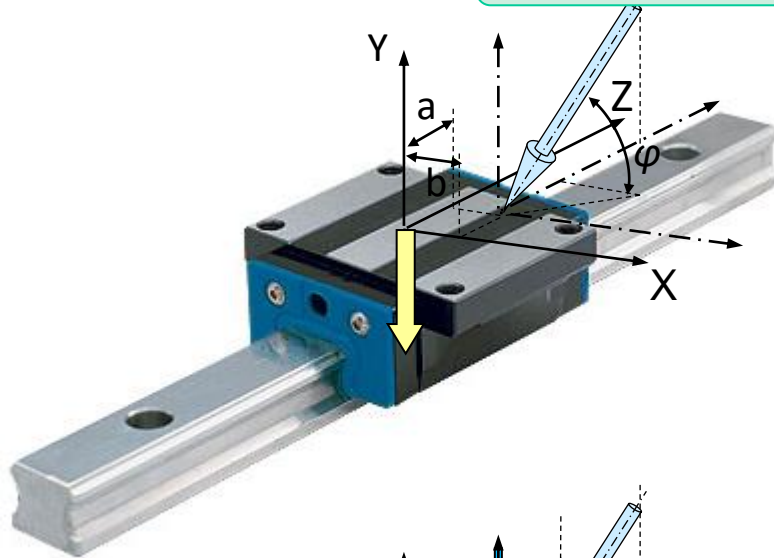


SKF Precision rail guides, LW range
introduction and benefits

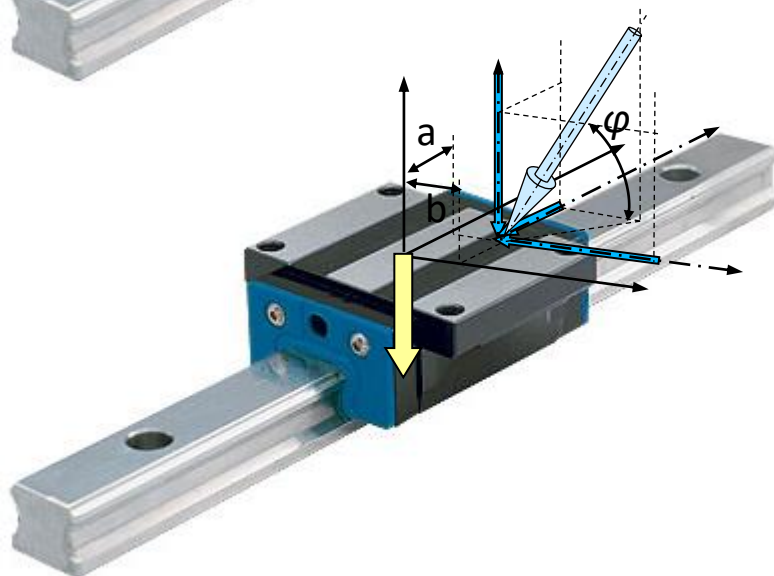


Guias de elementos rolantes

Dimensionamento



- Identifique a resultante das forças atuantes e sua direção

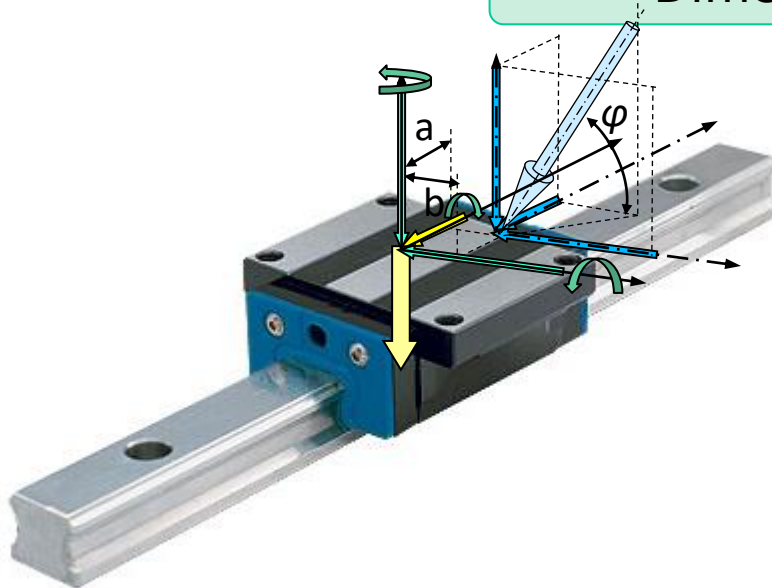


- Decomponha ortogonalmente a resultante das forças atuantes

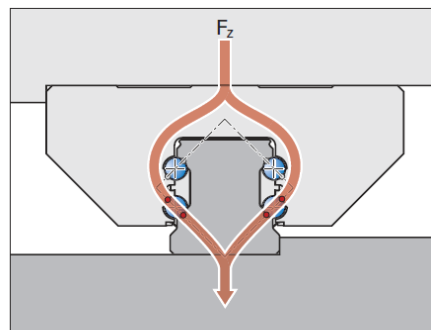


Guias de elementos rolantes

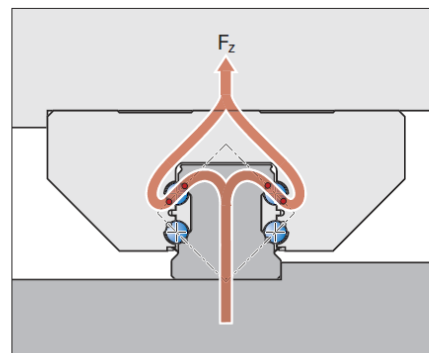
Dimensionamento



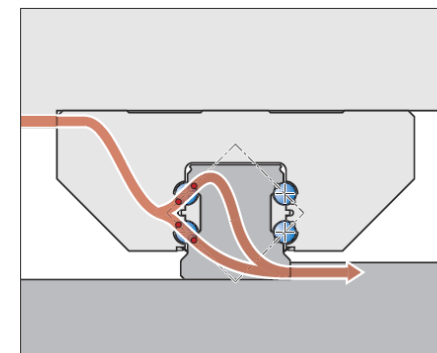
- Ao contrário das guias de escorregamento, guias de elementos rolantes dependem fortemente da configuração dos elementos rolante e da direção das forças



Force flow under a down load F_z



Force flow under a lift-off load F_z

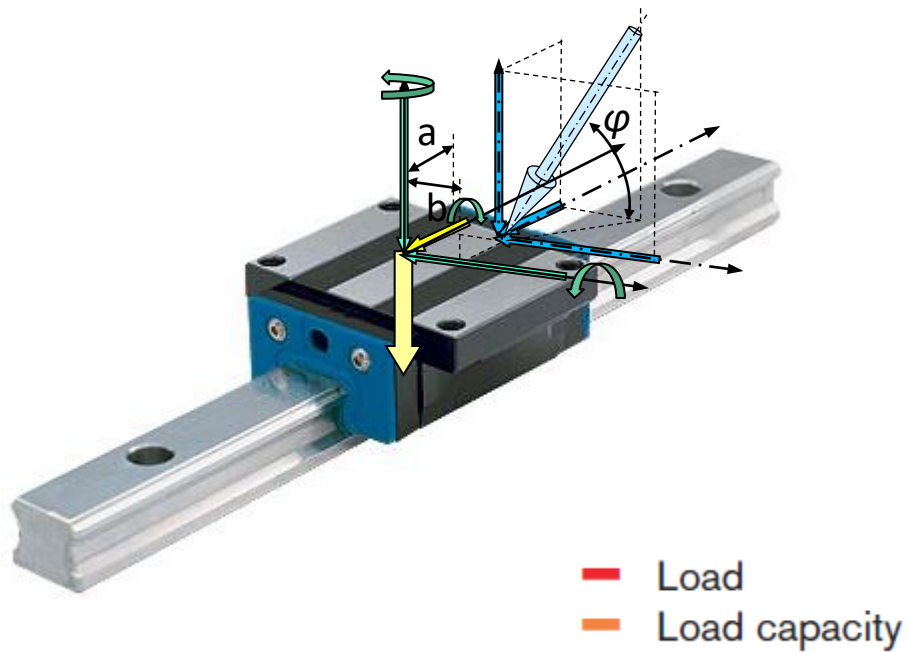


Force flow under a side load F_y

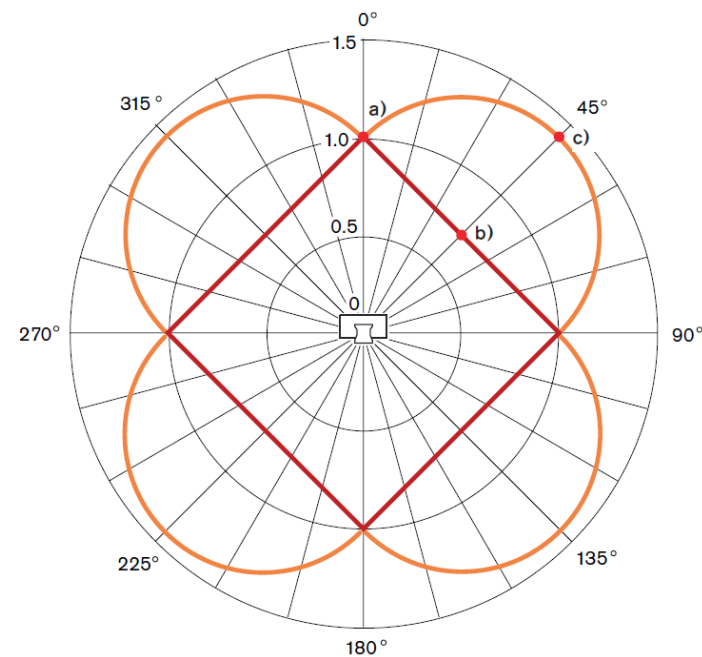


Guias de elementos rolantes

Dimensionamento



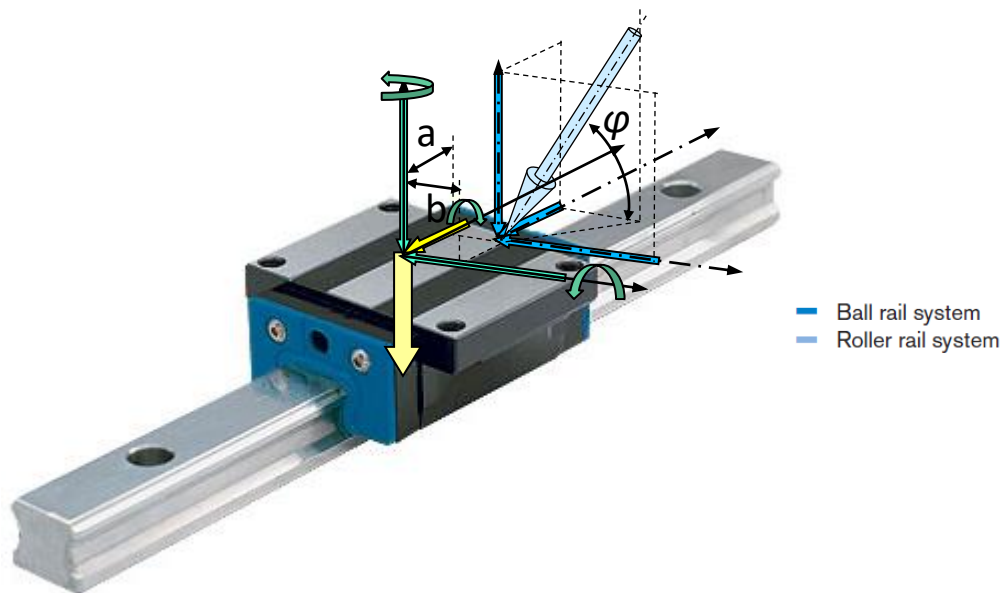
- Carregamento e capacidade de carga para mesma vida, sob diferentes direções de carregamentos



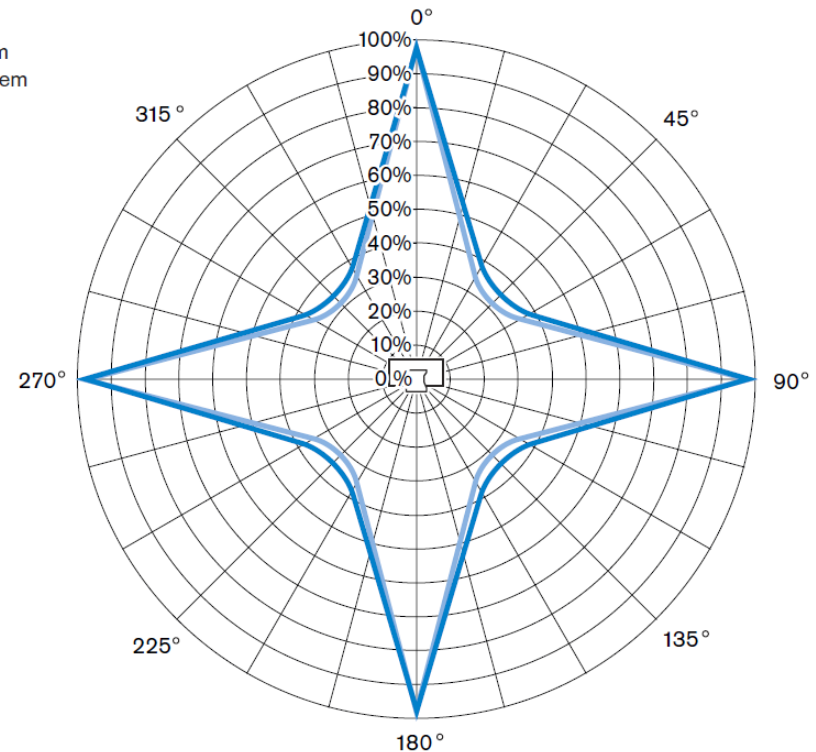


Guias de elementos rolantes

Dimensionamento



- Efeito da direções de carregamento sobre a vida

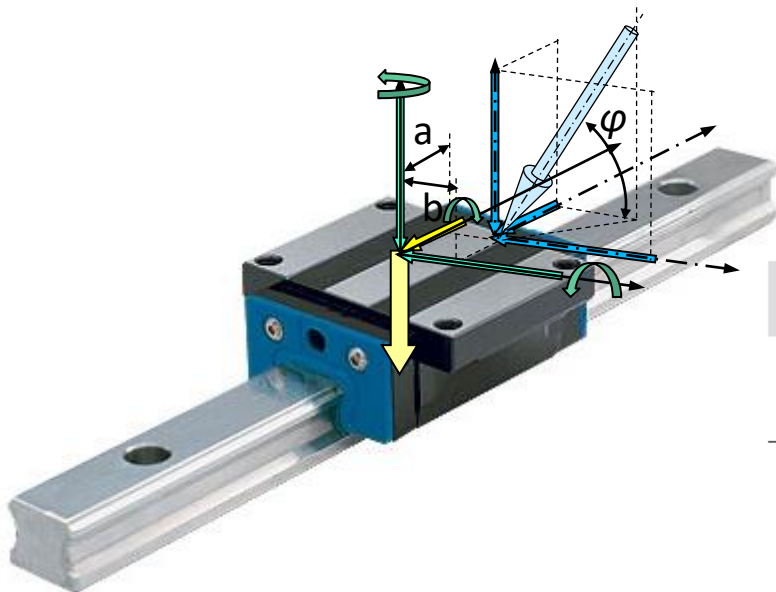




Guias de elementos rolantes

Dimensionamento

➤ Classes de pré carregamento

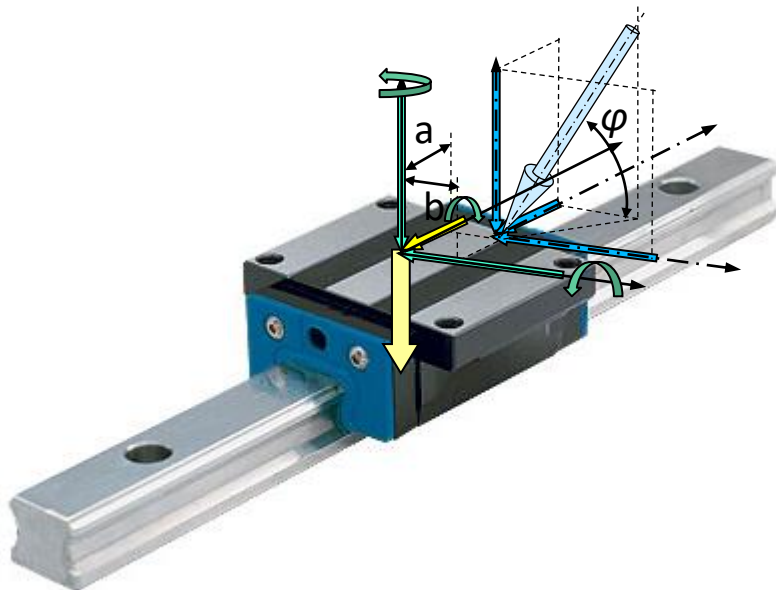


Preload class Code	Version	Preload class factor X_{pr} (-)	Application area
C0	Without preload (with clearance)	0	For particularly smooth-running guide systems with the lowest possible friction and a minimum of external influences.
C1	Slight preload 0.02 C (2% of C) For roller rail systems (RRS): 0.03 C (3% of C)	0.02 0.03 (RRS)	For zero-clearance guide systems with low external loads and low requirements on overall rigidity.
C2	Medium preload 0.08 C (8% of C)	0.08	For precise guide systems with both high external loading and high demands on overall rigidity; also recommended for single-rail systems. Above-average moment loads can be absorbed without significant elastic deflection.
C3	High preload 0.13 C (13% of C)	0.13	For highly rigid guide systems such as required in precision machine tools or forming/molding machines. Above-average loads and moments can be absorbed with the least possible elastic deflection.



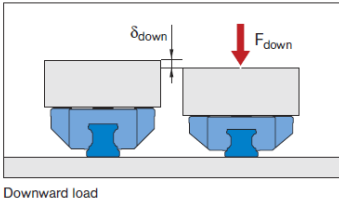
Guias de elementos rolantes

Dimensionamento



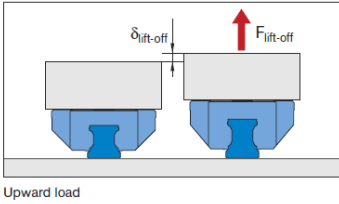
➤ Considerações sobre a deflexão

(3-5) $c_{down} = \frac{F_{down}}{\delta_{down}}$

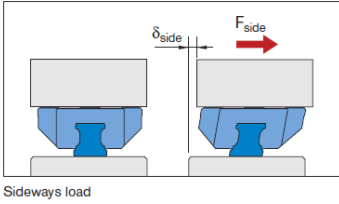


F = load resulting from a force (N)
δ = elastic deflection in the direction of loading (μm)
c = rigidity in the direction of loading (N/μm)

(3-6) $c_{lift-off} = \frac{F_{lift-off}}{\delta_{lift-off}}$



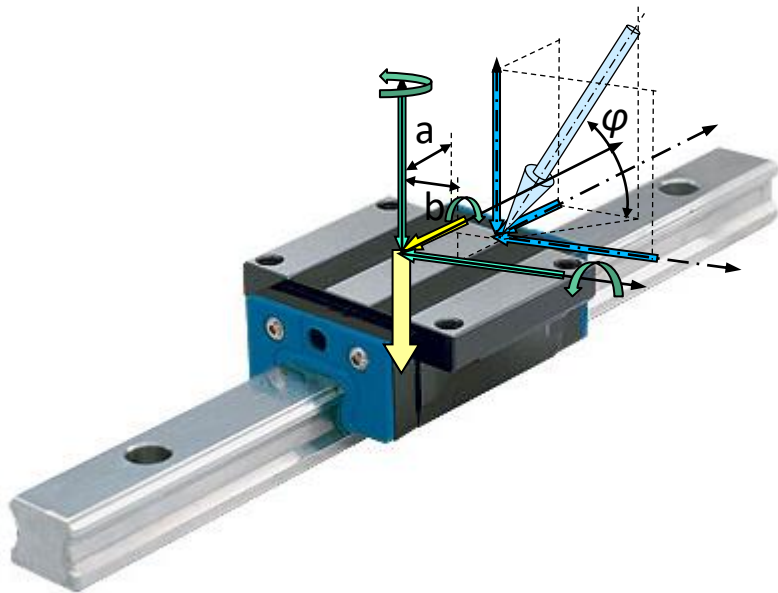
(3-7) $c_{side} = \frac{F_{side}}{\delta_{side}}$



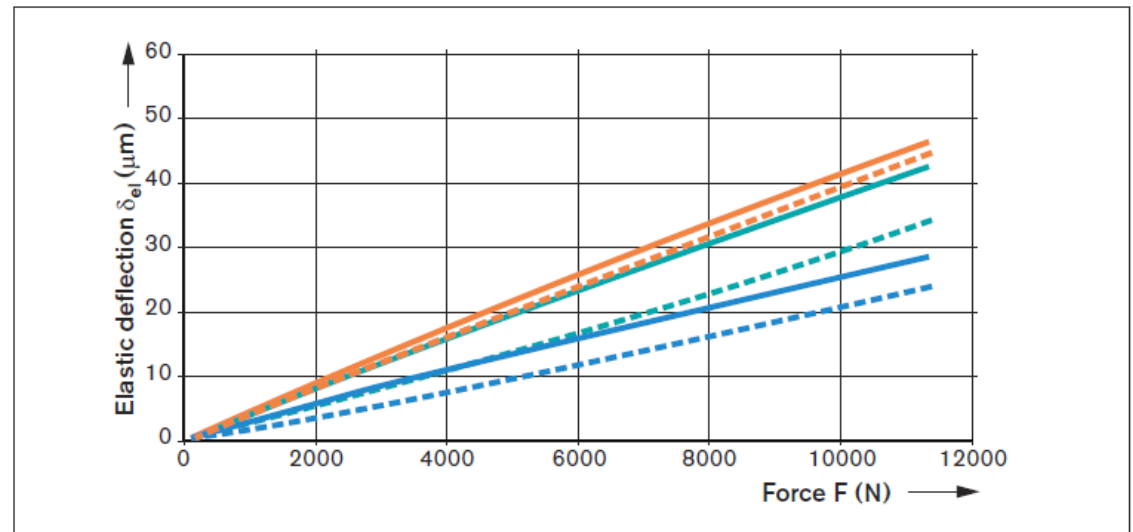


Guias de elementos rolantes

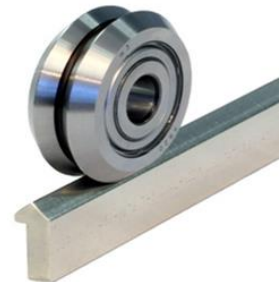
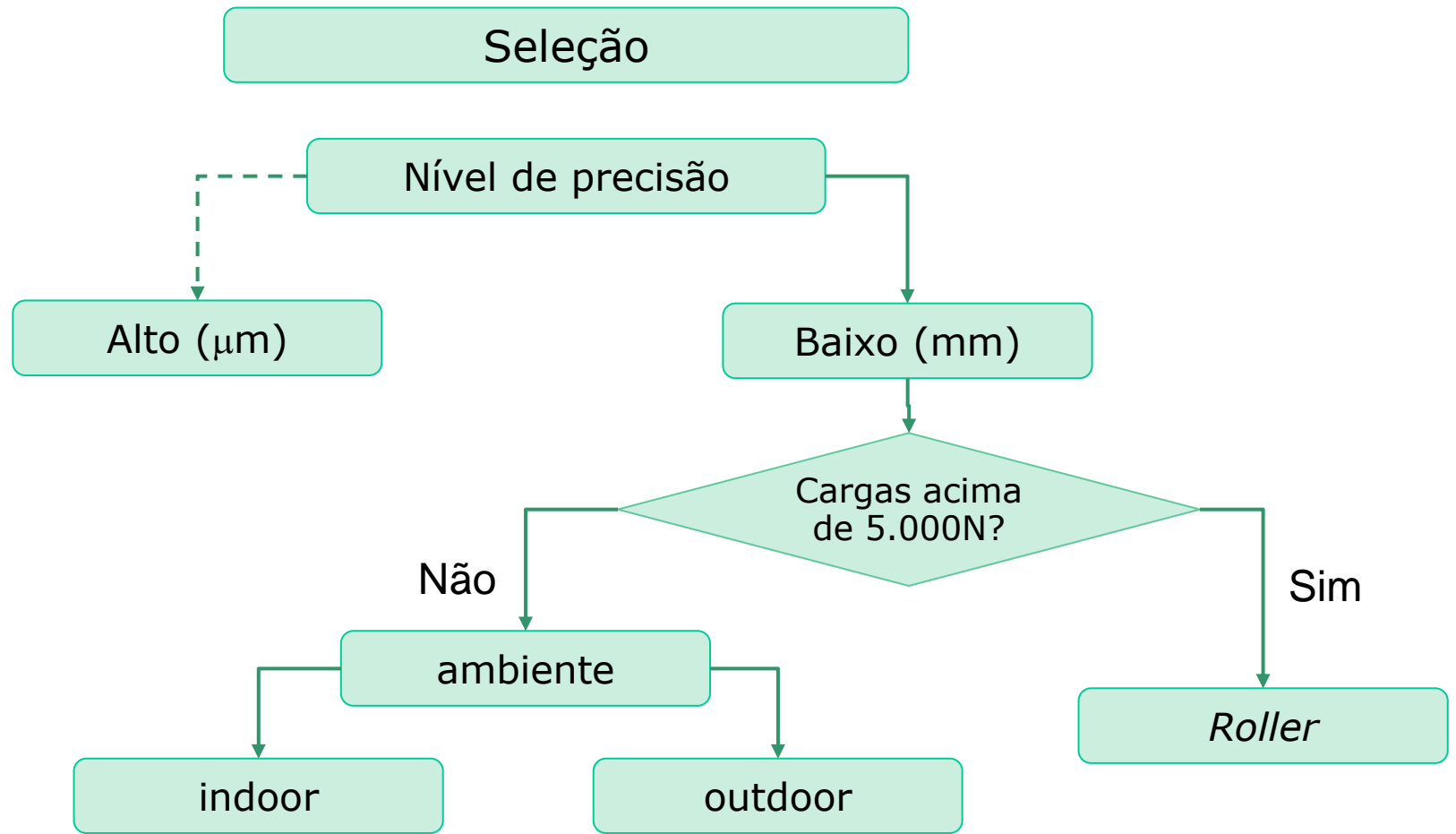
Dimensionamento

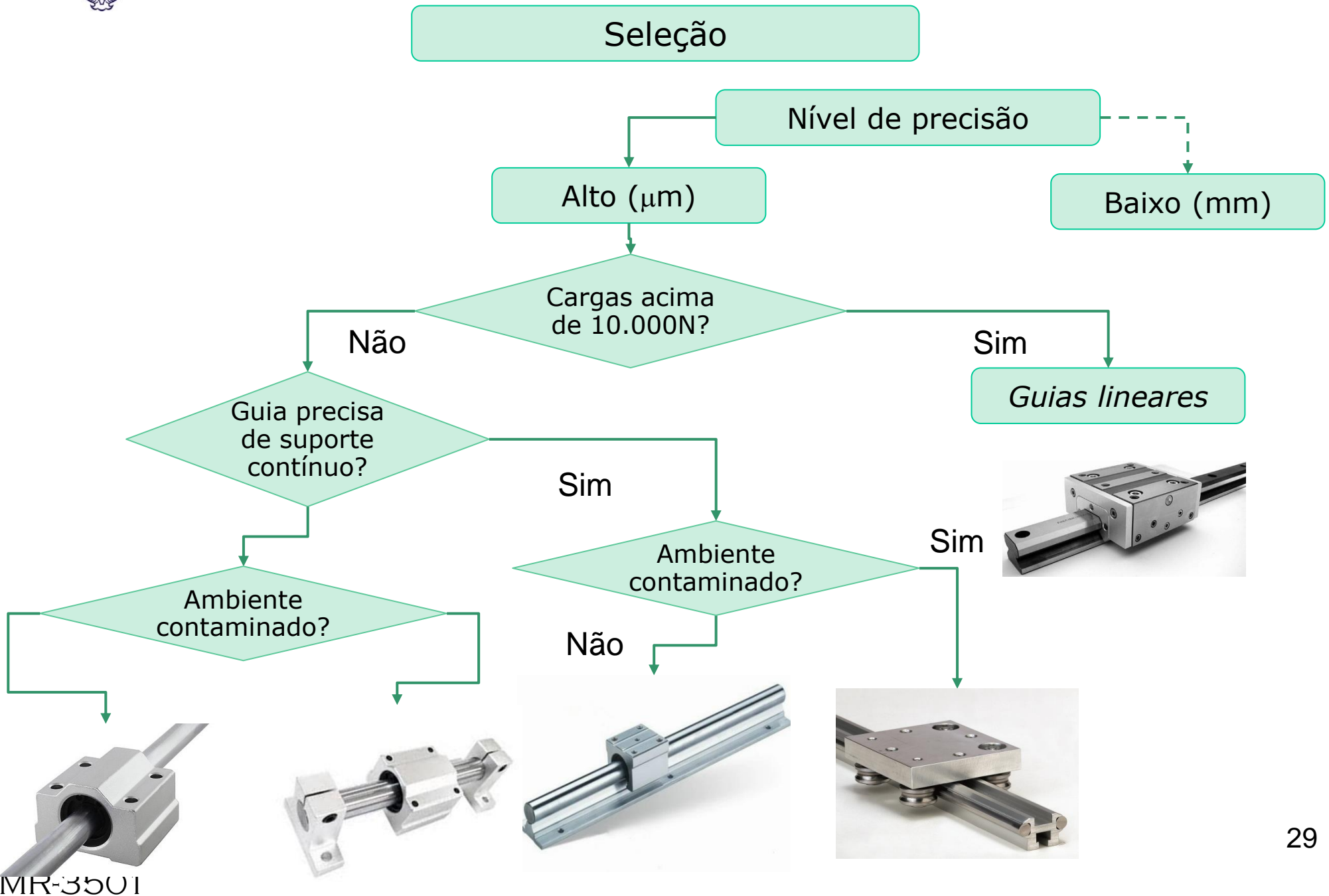


➤ Considerações sobre a deflexão



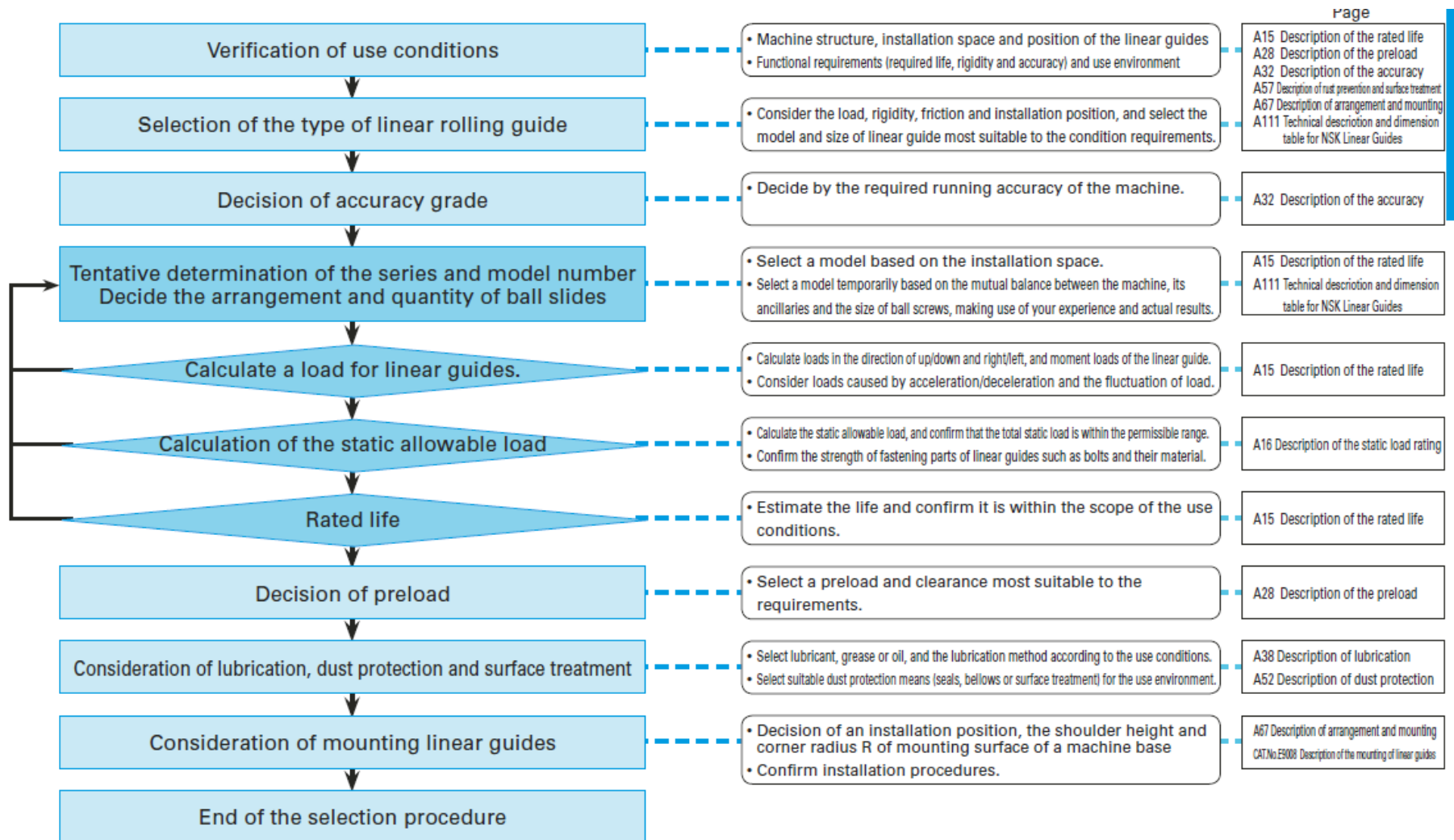
- C1, down load
- C1, lift-off load
- C1, side load
- C2, down load
- C2, lift-off load
- C2, side load

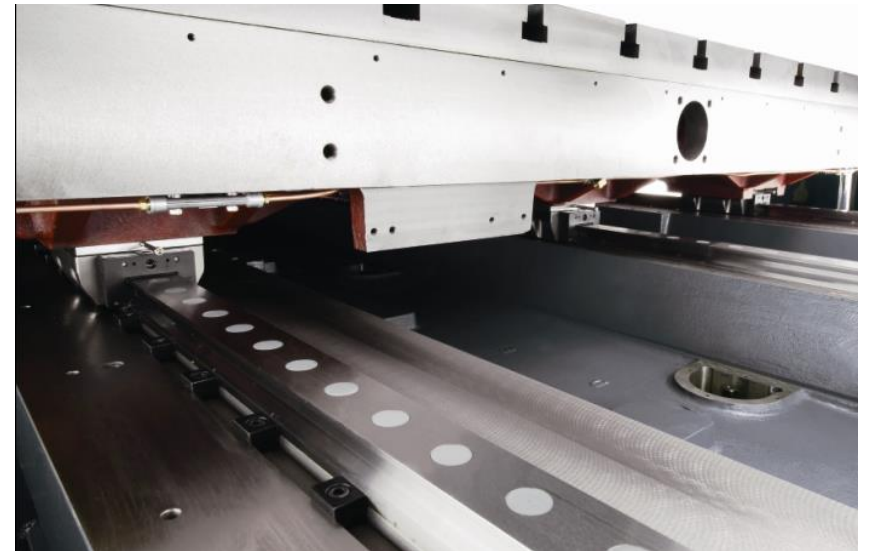
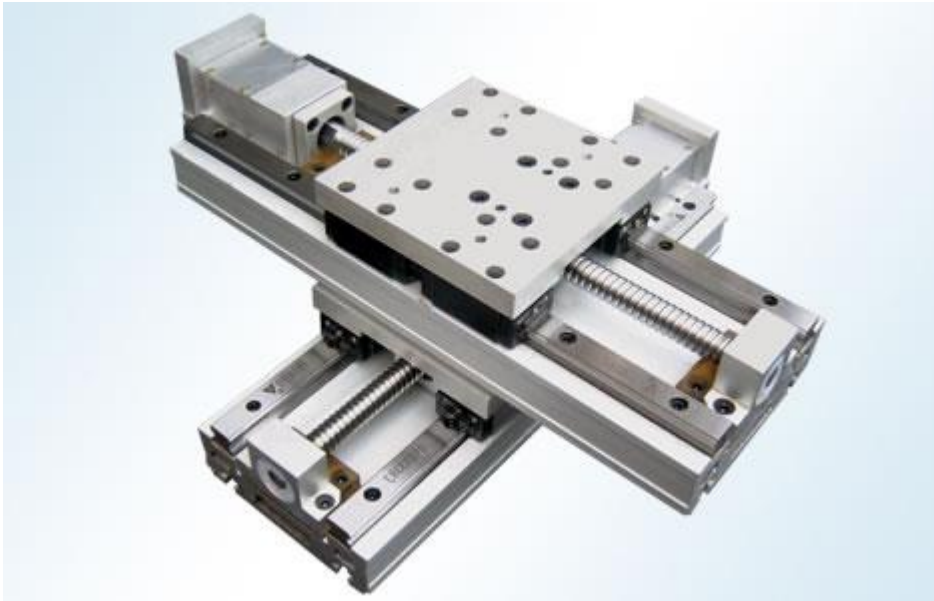






Seleção - NSK







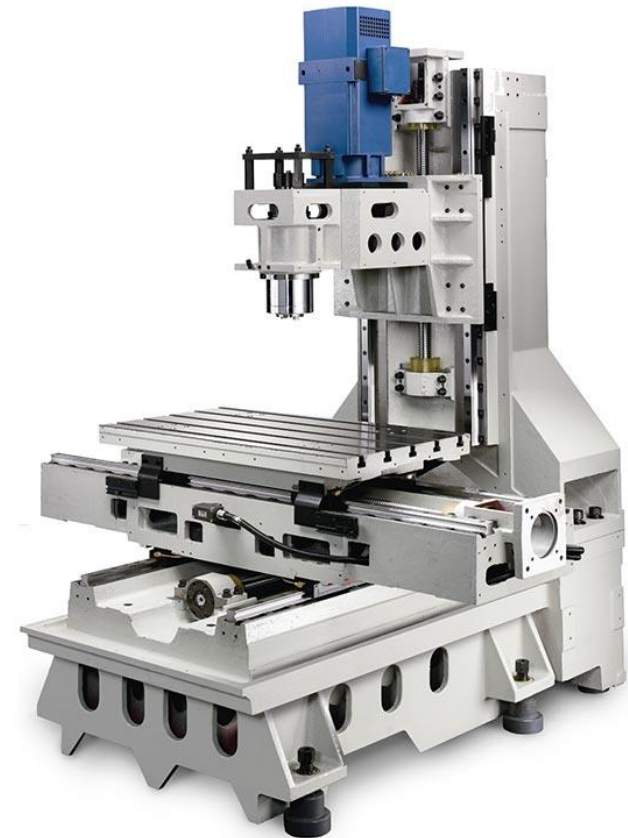
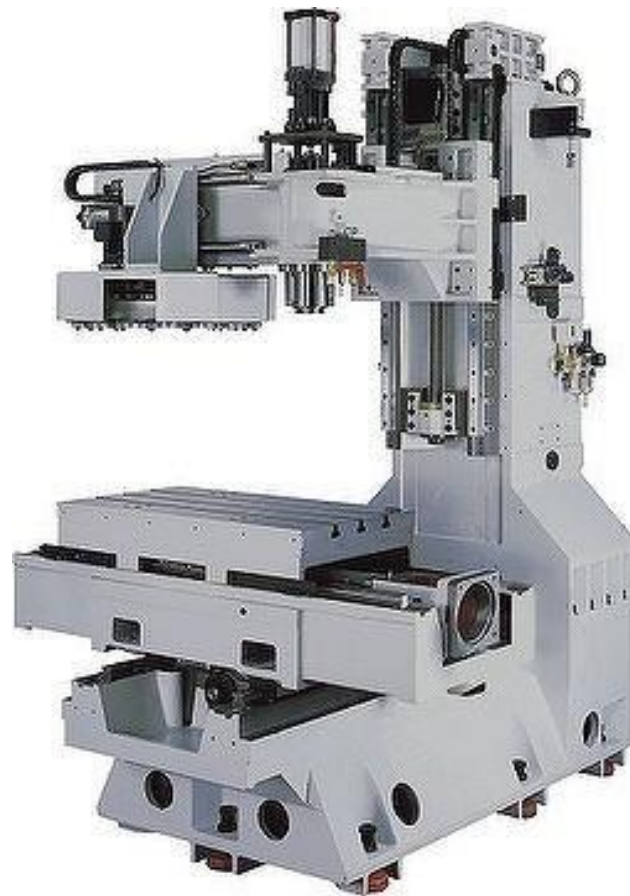
Classification	Application	Accuracy grade					Preload				
		Ultra precision P3	Super precision P4	High precision P5	Precision P6	Normal PN, PC	Heavy preload Z4	Medium preload Z3	Light preload Z2	Slight preload Z1, Z2	Fine clearance Z0, ZT
Machine tools	Machining center		✓	✓	✓		✓	✓			
	Grinding machine	✓	✓	✓			✓	✓	✓		
	Lathe		✓	✓	✓		✓	✓			
	Milling machine		✓	✓	✓		✓	✓			
	Drilling machine			✓	✓		✓	✓			
	Boring machine		✓	✓	✓		✓	✓			
	Gear cutting machine		✓	✓	✓		✓	✓	✓		
	Die sinking machine		✓	✓	✓			✓	✓	✓	
	Laser beam machine		✓	✓	✓			✓	✓	✓	
	Electric discharge machine	✓	✓	✓			✓	✓			
Semiconductor processing	Wafer prober	✓						✓		✓	
	Wire bonding machine		✓	✓				✓	✓	✓	
	PCB drilling machine			✓	✓			✓	✓	✓	
	Wafer slicing machine	✓	✓						✓		
	Wafer dicing machine	✓	✓						✓		
	Chip mounter			✓	✓			✓	✓	✓	
	IC handler			✓	✓					✓	
	Scanning machine			✓	✓					✓	
	Lithographic machine	✓	✓					✓	✓	✓	
Others	Measuring/inspection apparatus	✓	✓	✓	✓					✓	
	3D measuring equipment	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	
	Medical apparatus		✓	✓	✓					✓	✓
	OA equipment				✓	✓				✓	✓
	Railway cars					✓				✓	✓
	Stage systems					✓					✓
	Pneumatic equipment				✓	✓				✓	✓



Guias de elementos rolantes

Vídeo instalação - NSK

MOTION & CONTROL™
NSK





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FIM DA AULA