



Eje nervado

THK Catálogo General

Eje nervado

THK Catálogo General

A Descripciones de productos

Clasificación de los ejes nervados A3-4

Punto de selección A3-6

Diagrama de flujo para seleccionar un eje nervado .. A3-6

- Pasos para elegir un eje nervado A3-6
- Selección del tipo de eje nervado A3-8
- Análisis de la resistencia del eje estriado .. A3-12
- Predicción de la vida útil A3-21

Selección de una carga previa A3-30

- Juego en la dirección de rotación A3-30
- Precarga y rigidez A3-30
- Pautas y condiciones para seleccionar una precarga .. A3-31

Determinación de la precisión A3-34

- Niveles de precisión A3-34
- Estándares de precisión A3-34

Eje nervado con jaula para par de torsión alto

Modelos SLS, SLS-L y SLF A3-36

- Estructura y características A3-37
- Tipos y características A3-40
- Tolerancia de diámetro interior del alojamiento... A3-41

Diagrama de dimensiones, tabla de dimensiones

Modelo SLS A3-42

Modelo SLF A3-44

- Eje nervado A3-46
- Accesorios A3-48

Eje nervado para par de torsión alto

Modelos LBS, LBST, LBF, LBR y LBH .. A3-50

- Estructura y características A3-51
- Aplicaciones A3-52
- Tipos y características A3-53
- Tolerancia de diámetro interior de la caja .. A3-55

Diagrama de dimensiones, tabla de dimensiones

Modelo LBS (tipo de carga media) A3-56

Modelo LBST (tipo de carga pesada) A3-60

Modelo LBF (tipo de carga media) A3-62

Modelo LBR A3-64

Modelo LBH A3-66

Modelo LBS con forma del extremo del eje recomendada .. A3-68

- Eje estriado A3-69
- Accesorios A3-72

Eje nervado para par de torsión medio

Modelos LT, LF, LT-X y LF-X A3-74

- Estructura y características A3-75
- Tipos y características A3-76
- Tolerancia de diámetro interior del alojamiento.. A3-77

Diagrama de dimensiones, tabla de dimensiones

Modelo LT A3-78

Modelo LF A3-80

Modelo LT-X A3-82

Modelo LF-X A3-84

Modelo LT con forma del extremo del eje recomendada... A3-86

- Eje estriado A3-87
- Accesorios A3-91

Eje nervado rotatorio

Tipo con engranajes Modelos LBG y LBGT .. A3-92

- Estructura y características A3-93
- Tipos y características A3-94
- Tolerancia de diámetro interior del alojamiento .. A3-95

Diagrama de dimensiones, tabla de dimensiones

Modelo LBG A3-96

Modelo LBGT A3-98

- Eje estriado A3-100

Eje nervado rotativo

Tipo de cojinete con soporte Modelos LTR y LTR-A .. A3-104

- Estructura y características A3-105
- Tipos y características A3-106
- Tolerancia de diámetro interior del alojamiento .. A3-107

Diagrama de dimensiones, tabla de dimensiones

Modelo LTR-A, tipo compacto A3-108

Modelo LTR A3-110

- Eje nervado A3-112
- Velocidad de rotación admisible para ejes nervados rotativos .. A3-114

Longitud máxima de fabricación por precisión .. A3-115

Punto de diseño A3-117

Lista de verificación para la forma del extremo del eje estriado .. A3-117

Tolerancia de diámetro interior del alojamiento .. A3-118

Posiciones de la ranura de chaveta de la tuerca estriada
y de los orificios de montaje A3-118

Opciones A3-120

Lubricación A3-120

Tratamiento de la superficie y material .. A3-120

Protección contra la contaminación A3-120

- Especificaciones de los fuelles A3-121

Descripción del modelo A3-122

- Código de modelo A3-122

Precauciones de uso A3-123

B Libro de soporte (separado)

Tipos y características	B3-4
Características del eje nervado	B3-4
• Estructura y características	B3-4
Clasificación de los ejes nervados	B3-6
Punto de selección	B3-8
Diagrama de flujo para seleccionar un eje nervado ..	B3-8
• Pasos para elegir un eje nervado	B3-8
• Selección del tipo de eje nervado	B3-10
• Análisis de la resistencia del eje nervado ..	B3-14
• Predicción de la vida útil	B3-19
• Ejemplo de cálculo de la vida útil.....	B3-24
Procedimiento de montaje y mantenimiento ..	B3-30
Ensamblaje del eje nervado	B3-30
• Montaje del eje	B3-30
• Instalación de la tuerca nervada.....	B3-32
• Instalación del eje nervado.....	B3-32
Lubricación	B3-33
Opciones	B3-34
Tratamiento de la superficie y material ..	B3-34
Protección contra la contaminación.....	B3-34
Descripción del modelo	B3-35
• Código de modelo.....	B3-35
Precauciones de uso	B3-36

Clasificación de los ejes nervados

Eje nervado

Tipo con jaula de bolas

Tipo de par de torsión alto

Tipo cilíndrico
(tipo de carga media)
Modelo SLS

Tipo cilíndrico
(tipo de carga pesada)
Modelo SLS-L

Tipo con brida
Modelo SLF

Tipo estándar

Tipo cilíndrico
Modelo LBS

Tipo con brida
Modelo LBF

Tipo de tuerca cuadrada
Modelo LBH

Tipo largo

Tipo cilíndrico
Modelo LBST

Tipo con
brida intermedia
Modelo LBR

Tipo con bola completa

Tipo de par de torsión medio

Tipo cilíndrico
Modelo LT

Tipo con brida
Modelo LF

Tipo compacto
Modelo LT-X

Tipo compacto
Modelo LF-X

Tipo rotatorio

Tipo con engranajes

Tipo estándar
Modelo LBG

**Con un tipo de ranura
de empuje**
Modelo LBGT

Tipo de cojinete con soporte

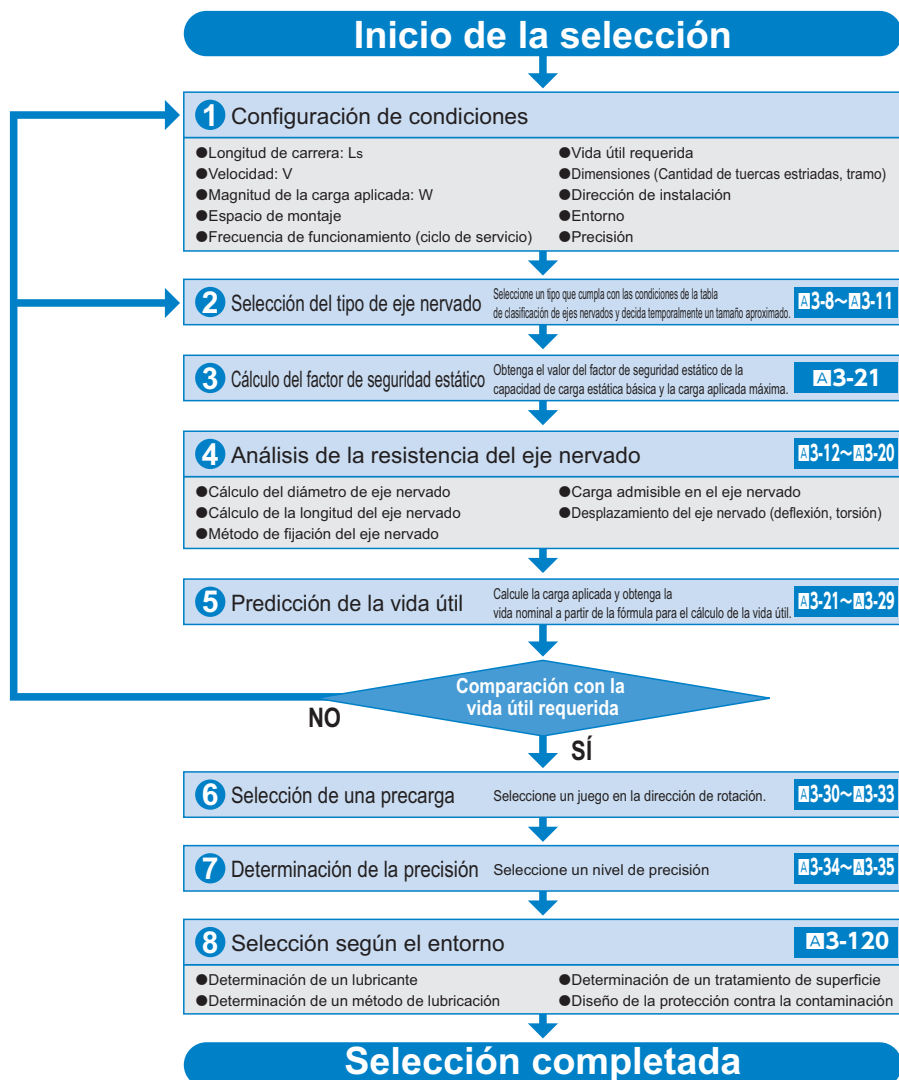
Tipo estándar
Modelo LTR

Tipo compacto
Modelo LTR-A

Diagrama de flujo para seleccionar un eje nervado

Pasos para elegir un eje nervado

El siguiente es un diagrama de flujo al que puede referirse al seleccionar un eje nervado.



Punto de selección

Diagrama de flujo para seleccionar un eje nervado

Eje nervado

Selección del tipo de eje nervado

Existen tres tipos de ejes nervados: el tipo de par de torsión alto, el tipo de par de torsión medio y el tipo rotatorio. Usted puede seleccionar un tipo de acuerdo con el uso previsto. Además, se encuentra disponible una amplia variedad de formas para las tuercas estriadas según cada tipo, lo que le permite al usuario elegir la medida deseada de acuerdo con los requerimientos de montaje o de uso.

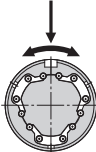
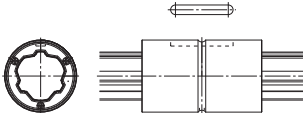
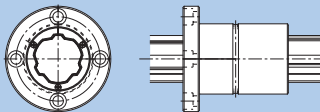
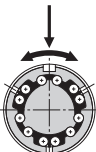
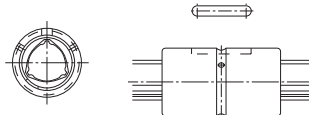
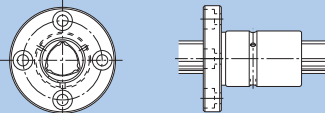
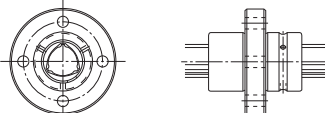
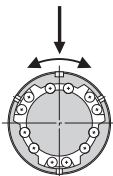
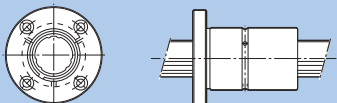
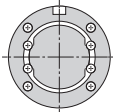
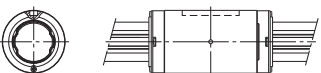
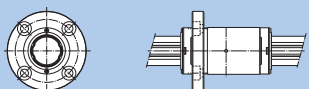
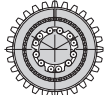
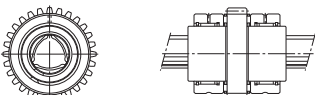
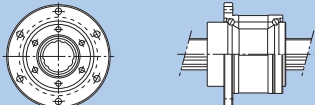
Clasificación		Tipo	Forma	Diámetro de eje
Tipo con jaula de bolas para par de torsión alto		Tipo SLS Tipo SLS-L		Diámetro del eje nominal 25 a 100 mm
		Tipo SLF		Diámetro del eje nominal 25 a 100 mm
Tipo de par de torsión alto		Tipo LBS Tipo LBST		Diámetro de eje nominal 6 a 150 mm
		Tipo LBF		Diámetro de eje nominal 15 a 100 mm
		Tipo LBR		Diámetro de eje nominal 15 a 100 mm
		Tipo LBH		Diámetro de eje nominal 15 a 50 mm

Tabla de especificación	Estructura y características	Principales aplicaciones
A3-42	- Rediseñar la forma del Eje nervado de tipo para par de torsión alto convencional para que sea más circular mejora significativamente su torsión y rigidez a la flexión. - Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas para permitir que se mantenga el movimiento de circulación de bolas separadas uniformemente y que se logre una respuesta de alta velocidad, lo que permite que se pueda mejorar el tiempo de ciclo de la máquina. - Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas, eliminan la colisión y fricción mutua entre las bolas, además de producir poco ruido, un agradable sonido de funcionamiento y una baja generación de partículas. - Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas para aumentar considerablemente la retención de grasa, logrando así una operación duradera que no necesita mantenimiento. - Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas y un nuevo método de circulación, logrando así un movimiento estable y suave con poca fluctuación de rodadura.	- Columna y brazo de robot industrial - Sistema de carga automático - Máquina de transferencia - Sistema de transporte automático - Máquina de molde de neumáticos - Husillo de soldadora por puntos - Eje guía de máquina de tratamientos de superficies automática de alta velocidad - Máquina remachadora - Enrollador de alambre - Cabeza de trabajo de máquina de electroerosión - Eje motor de husillo de máquina rectificado-ra - Engranajes de velocidad - Máquina de indexación de precisión
A3-44		
A3-56	- El eje estriado posee tres crestas formadas equidistantes en ángulos de 120°. A ambos lados de cada cresta, se colocan dos hileras (seis hileras en total) de bolas para sostener la cresta de ambos lados. El diseño de contacto angular de la bola permite aplicar una carga previa apropiada de manera uniforme. - Debido a que las bolas circulan dentro de la tuerca estriada, las dimensiones exteriores de dicha tuerca presentan un diseño compacto. - Incluso bajo una carga previa elevada, se logra un movimiento recto uniforme. - Debido a que el ángulo de contacto es elevado (45°) y el desplazamiento es mínimo, se logra gran rigidez. - No se genera un retroceso angular. - Puede transmitir un par de torsión elevado.	
A3-62		
A3-64		
A3-66		

Clasificación		Tipo	Forma		Diámetro de eje
Tipo de par de torsión medio		Tipo LT		Diámetro de eje nominal 4 a 100 mm	
		Tipo LF		Diámetro de eje nominal 6 a 50 mm	
		Tipo LT-X		Diámetro de eje nominal 4 a 30 mm	
		Tipo LF-X		Diámetro del eje nominal 4 a 30 mm	
Tipo rotatorio	Rotación 	Tipo LBG Tipo LBGT		Diámetro de eje nominal 20 a 85 mm	
	Rotación 	Tipo LTR-A Tipo LTR		Diámetro de eje nominal 8 a 60 mm	

Punto de selección

Selección del tipo de eje nervado

Tabla de especificación	Estructura y características	Principales aplicaciones	
A3-78	El eje estriado posee dos o tres crestas. A ambos lados de cada cresta, se colocan dos hileras (cuatro a seis hileras en total) de bolas para sostener la cresta de ambos lados. Este diseño permite que se aplique una carga previa apropiada de manera uniforme.	- Eje de fijación por matriz y aplicaciones similares que requieran movimiento recto bajo una carga pesada - Sistema de carga y aplicaciones similares que requieren una rotación en un ángulo dado en una posición fija - Husillo de máquina automática de soldadura por llama de gas y aplicaciones similares que requieren una parada de giro en un eje	- Columna y brazo de robot industrial - Soldadora por puntos - Máquina remachadora - Máquina de encuadernación - Rellenadora automática - Grabadores XY - Centrifugadora automática - Instrumento de medición óptica
A3-80	El ángulo de contacto de 20° y un nivel de carga previa apropiado eliminan el retroceso angular, lo que proporciona una rigidez de momento de alto par de torsión.		
A3-82	La longitud y el diámetro externo del cilindro exterior del eje nervado LT-X son los mismos que los del buje lineal de la serie LM, por lo que el usuario puede reemplazar un buje lineal por el LT-X.		
A3-84	La longitud y el diámetro externo de la tuerca del eje estriado de LF-X son las mismas que las del casquillo lineal del modelo LMF, lo que significa que la tuerca se puede reemplazar con un casquillo lineal.		
A3-96	Un tipo de unidad que tiene la misma estructura de contacto que el modelo LBS. La circunferencia de la brida en la tuerca estriada está mecanizada para incluir dientes de engranaje y se combinan cojinetes de agujas radiales y de empuje de manera compacta en la circunferencia de la tuerca estriada.	Engranajes de velocidad para transmisión de par de torsión elevado	
A3-108	Un tipo ligero y compacto basado en el modelo LT, pero cuya circunferencia de tuerca estriada se mecaniza para incluir canales de bola de contacto angular en donde se alojan los cojinetes con soporte.	- Eje Z de robot escalar - Enrollador de alambre	

Eje nervado

Análisis de la resistencia del eje estriado

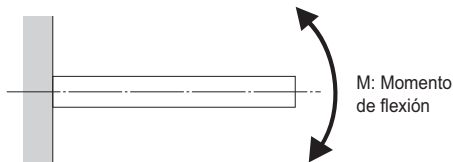
El eje estriado del eje nervado es un elemento compuesto que puede recibir una carga radial y un par de torsión. Cuando la carga y el par de torsión son elevados, la resistencia del eje estriado debe ser tenida en cuenta.

[Eje estriado que recibe una carga de flexión]

Cuando se aplica una carga de flexión al eje estriado de un eje nervado, obtenga el diámetro de eje estriado utilizando la ecuación (1) detallada a continuación.

$$M = \sigma \cdot Z \quad \text{y} \quad Z = \frac{M}{\sigma} \quad \dots\dots\dots(1)$$

- M : Momento de flexión máximo que actúa en el eje estriado (N-mm)
 σ : Esfuerzo de flexión admisible del eje estriado (98 N/mm²)
 Z : Factor de sección de módulo del eje nervado (mm³)
 (consulte la Tabla3 en **A3-17**, Tabla4 en **A3-18**, Tabla5 en **A3-19** y Tabla6 en **A3-20**)



[Referencia] Módulo de sección (círculo continuo)

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

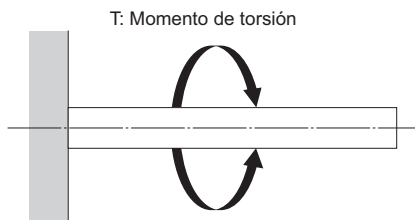
- Z : Módulo de sección (mm³)
 d : Diámetro exterior del eje (mm)

[Eje estriado que recibe una carga de torsión]

Si se aplica una carga de torsión en el eje estriado de un eje nervado, obtenga el diámetro de eje estriado utilizando la ecuación (2) detallada a continuación.

$$T = \tau_a \cdot Z_P \quad \text{y} \quad Z_P = \frac{T}{\tau_a} \quad \dots\dots\dots(2)$$

- T : Momento de torsión máximo (N-mm)
 τ_a : Esfuerzo de torsión admisible del eje estriado (49 N/mm²)
 Z_P : Módulo polar de la sección de la tuerca estriada (mm³)
 (consulte la Tabla3 en **A3-17**, Tabla4 en **A3-18**, Tabla5 en **A3-19** y Tabla6 en **A3-20**)



[Referencia] Módulo de sección (círculo continuo)

$$Z_P = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

- Z_P : Módulo de sección (mm³)
 d : Diámetro exterior del eje (mm)

Punto de selección

Análisis de la resistencia del eje estriado

[Cuando el eje estriado recibe simultáneamente una carga de flexión y una carga de torsión]

Si el eje estriado del eje nervado recibe una carga de flexión y una carga de torsión simultáneamente, calcule dos diámetros de eje estriado diferentes: uno para el momento de flexión equivalente (M_e) y otro para el momento de torsión equivalente (T_e). Luego, utilice el mayor de los valores como diámetro de eje estriado.

Momento de flexión equivalente

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

$$M_e = \sigma \cdot Z$$

Momento de torsión equivalente

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M}\right)^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$T_e = \tau_a \cdot Z_p$$

[Rigidez del eje estriado]

La rigidez del eje estriado se expresa como un ángulo de torsión por metro de longitud del eje. Ese valor debe limitarse dentro de $1^\circ/4$.

$$\theta = 57,3 \times \frac{T \cdot L}{G \cdot I_p} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Rigidez del eje} = \frac{\text{Ángulo de torsión}}{\text{Longitud de la unidad}} = \frac{\theta \cdot \ell}{L} < \frac{1^\circ}{4}$$

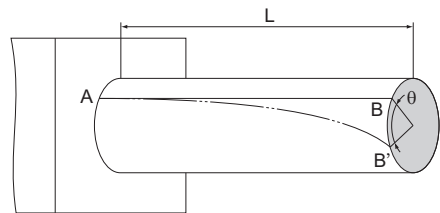
θ : Ángulo de torsión ($^\circ$)

L : Longitud del eje estriado (mm)

G : Módulo elástico transversal
($7,9 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$)

ℓ : Longitud de la unidad (1000 mm)

I_p : Momento polar de inercia (mm⁴)
(consulte la Tabla3 en **A3-17**, la Tabla4 en **A3-18**,
la Tabla5 en **A3-19** y la Tabla6 en **A3-20**)



[Deflexión y ángulo de deflexión del eje estriado]

La deflexión y el ángulo de deflexión del eje que se incluye en el eje nervado deben calcularse utilizando las ecuaciones que cumplan con las condiciones relevantes. Tabla1 y Tabla2 representen estas condiciones, y las ecuaciones correspondientes.

Tabla3 En **A3-17**, la Tabla4 en **A3-18**, la Tabla5 en **A3-19** y la Tabla6 en **A3-20** muestran el módulo de la sección del eje estriado (Z) y el segundo momento de área (I). Con los valores Z e I de las tablas, se pueden obtener la fuerza y el desplazamiento (deflexión) de un eje estriado típico dentro de cada tipo de modelo.

Tabla1 Ecuaciones de deflexión y ángulo de deflexión

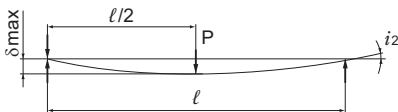
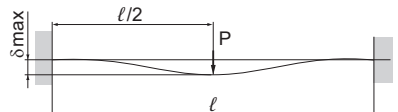
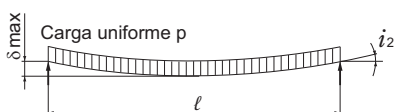
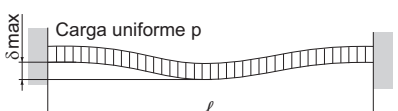
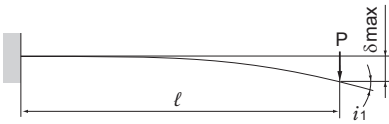
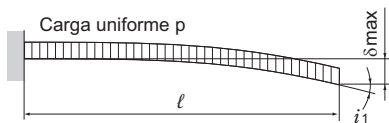
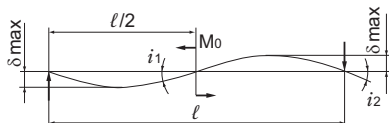
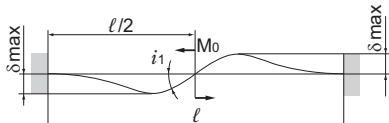
Método de soporte	Condición	Ecuación de deflexión	Ecuación de ángulo de deflexión
Ambos extremos libres		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{48EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = \frac{P\ell^2}{16EI}$
Ambos extremos ajustados		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{192EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = 0$
Ambos extremos libres		$\delta_{\max} = \frac{5p\ell^4}{384EI}$	$i_2 = \frac{p\ell^3}{24EI}$
Ambos extremos ajustados		$\delta_{\max} = \frac{p\ell^4}{384EI}$	$i_2 = 0$

Tabla2 Ecuaciones de deflexión y ángulo de deflexión

Método de soporte	Condición	Ecuación de deflexión	Ecuación de ángulo de deflexión
Un extremo ajustado		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{3EI}$	$i_1 = \frac{P\ell^2}{2EI}$ $i_2 = 0$
Un extremo ajustado		$\delta_{\max} = \frac{p\ell^4}{8EI}$	$i_1 = \frac{p\ell^3}{6EI}$ $i_2 = 0$
Ambos extremos libres		$\delta_{\max} = \frac{\sqrt{3}M_0\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0\ell}{12EI}$ $i_2 = \frac{M_0\ell}{24EI}$
Ambos extremos ajustados		$\delta_{\max} = \frac{M_0\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_0\ell}{16EI}$ $i_2 = 0$

$\delta_{\max}$: Deflexión máxima (mm)

M_0 : Momento (N-mm)

ℓ : Tramo (mm)

I : Momento geométrico de inercia (mm⁴)

i_1 : Ángulo de deflexión en el punto de carga

i_2 : Ángulo de deflexión en el punto de soporte

P : Carga concentrada (N)

p : Carga uniforme (N/mm)

E : Módulo de la elasticidad longitudinal $2,06 \times 10^5$ (N/mm²)

[Velocidad peligrosa del eje nervado]

Cuando un eje estriado se utiliza para transmitir potencia mientras se encuentra en rotación, a medida que la velocidad de rotación del eje aumenta, el ciclo de rotación se acerca a la frecuencia natural del eje estriado. Esto puede causar resonancia y, eventualmente, derivar en una incapacidad para moverse. Por lo tanto, la velocidad de rotación máxima del eje se debe limitar a un nivel inferior a la velocidad peligrosa que no cause resonancia.

La velocidad peligrosa del eje estriado se obtiene mediante la ecuación (6).

(Se multiplica por 0.8 como factor de seguridad)

Si el ciclo de rotación del eje excede el punto de resonancia, o se acerca a este, durante el funcionamiento, es necesario reconsiderar el diámetro de eje estriado.

● Velocidad peligrosa

$$N_c = \frac{60\lambda^2}{2\pi \cdot \ell_b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \times 10^3 \cdot I}{\gamma \cdot A}} \times 0,8 \quad \dots (6)$$

N_c : Velocidad peligrosa (min⁻¹)

ℓ_b : Distancia entre dos superficies de montaje (mm)

E : Módulo de Young (2,06 × 10⁵ N/mm²)

I : Momento geométrico mínimo de inercia del eje (mm⁴)

$$I = \frac{\pi}{64} d^4 \quad d: \text{Diámetro menor (mm)}$$

(consulte Tabla10, Tabla11, Tabla12 y Tabla13 en **A3-24**)

γ : Densidad (gravedad específica)
(7,85 × 10⁻⁶ kg/mm³)

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad d: \text{Diámetro menor (mm)}$$

(consulte Tabla10, Tabla11, Tabla12 y Tabla13 en **A3-24**)

A : Área transversal del eje nervado (mm²)

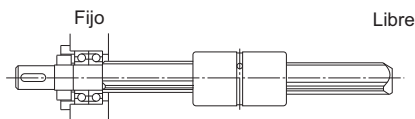
λ : Factor de acuerdo con el método de montaje

(1) Fijo - libre $\lambda=1,875$

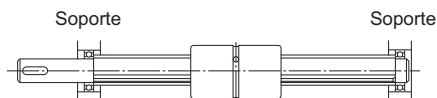
(2) Con soporte - con soporte $\lambda=3,142$

(3) Fijo - con soporte $\lambda=3,927$

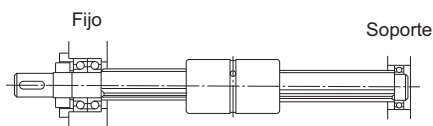
(4) Fijo - fijo $\lambda=4,73$



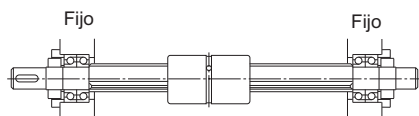
Fijo - libre



Con soporte - con soporte



Fijo - con soporte



Fijo - fijo

[Características transversales del eje estriado]

● Características transversales del Eje nervado para los modelos de eje nervado SLS, SLS-L y SLF

Tabla3 Características transversales del Eje nervado para los modelos SLS, SLS-L y SLF

Diámetro de eje nominal		I: Momento geométrico de inercia mm ⁴	Z: Módulo de sección mm ³	I _p : Momento polar de inercia mm ⁴	Z _p : Módulo de sección mm ³
25	Eje macizo	1,61 × 10 ⁴	1,29 × 10 ³	3,22 × 10 ⁴	2,57 × 10 ³
	Eje hueco	1,51 × 10 ⁴	1,20 × 10 ³	3,01 × 10 ⁴	2,41 × 10 ³
30	Eje macizo	3,33 × 10 ⁴	2,22 × 10 ³	6,65 × 10 ⁴	4,43 × 10 ³
	Eje hueco	3,00 × 10 ⁴	2,00 × 10 ³	6,01 × 10 ⁴	4,00 × 10 ³
40	Eje macizo	1,09 × 10 ⁵	5,47 × 10 ³	2,19 × 10 ⁵	1,09 × 10 ⁴
	Eje hueco	9,79 × 10 ⁴	4,90 × 10 ³	1,96 × 10 ⁵	9,79 × 10 ³
50	Eje macizo	2,71 × 10 ⁵	1,08 × 10 ⁴	5,41 × 10 ⁵	2,17 × 10 ⁴
	Eje hueco	2,51 × 10 ⁵	1,01 × 10 ⁴	5,03 × 10 ⁵	2,01 × 10 ⁴
60	Eje macizo	5,83 × 10 ⁵	1,94 × 10 ⁴	1,17 × 10 ⁶	3,89 × 10 ⁴
	Eje hueco	5,32 × 10 ⁵	1,77 × 10 ⁴	1,06 × 10 ⁶	3,54 × 10 ⁴
70	Eje macizo	1,06 × 10 ⁶	3,02 × 10 ⁴	2,11 × 10 ⁶	6,04 × 10 ⁴
80	Eje macizo	1,82 × 10 ⁶	4,55 × 10 ⁴	3,64 × 10 ⁶	9,10 × 10 ⁴
	Eje hueco	1,45 × 10 ⁶	3,62 × 10 ⁴	2,90 × 10 ⁶	7,24 × 10 ⁴
100	Eje macizo	4,50 × 10 ⁶	9,00 × 10 ⁴	9,00 × 10 ⁶	1,80 × 10 ⁵
	Eje hueco	3,48 × 10 ⁶	6,96 × 10 ⁴	6,96 × 10 ⁶	1,36 × 10 ⁵

Nota) Para obtener información sobre las formas huecas del eje estriado hueco, consulte **A3-46**.

Eje nervado

● **Características transversales del eje estriado para los modelos de ejes nervados LBS, LBST, LBF, LBR, LBH, LBG y LBGT**

Tabla4 Características transversales del eje estriado para los modelos LBS, LBST, LBF, LBR, LBH, LBG y LBGT

Diámetro de eje nominal		I: Momento geométrico de inercia mm ⁴	Z: Módulo de sección mm ³	I _p : Momento polar de inercia mm ⁴	Z _p : Módulo de sección mm ³
6	Eje macizo	50,6	17,8	$1,03 \times 10^2$	36,2
8	Eje macizo	$1,64 \times 10^2$	42,9	$3,35 \times 10^2$	87,8
10	Eje macizo	$3,32 \times 10^2$	73,0	$6,80 \times 10^2$	$1,50 \times 10^2$
15	Eje macizo	$1,27 \times 10^3$	$2,00 \times 10^2$	$2,55 \times 10^3$	$4,03 \times 10^2$
20	Eje macizo	$3,82 \times 10^3$	$4,58 \times 10^2$	$7,72 \times 10^3$	$9,26 \times 10^2$
	Eje hueco	$3,79 \times 10^3$	$4,56 \times 10^2$	$7,59 \times 10^3$	$9,11 \times 10^2$
25	Eje macizo	$9,62 \times 10^3$	$9,14 \times 10^2$	$1,94 \times 10^4$	$1,85 \times 10^3$
	Eje hueco	$9,50 \times 10^3$	$9,05 \times 10^2$	$1,90 \times 10^4$	$1,81 \times 10^3$
30	Eje macizo	$1,87 \times 10^4$	$1,50 \times 10^3$	$3,77 \times 10^4$	$3,04 \times 10^3$
	Eje hueco	$1,78 \times 10^4$	$1,44 \times 10^3$	$3,57 \times 10^4$	$2,88 \times 10^3$
40	Eje macizo	$6,17 \times 10^4$	$3,69 \times 10^3$	$1,25 \times 10^5$	$7,46 \times 10^3$
	Eje hueco	$5,71 \times 10^4$	$3,42 \times 10^3$	$1,14 \times 10^5$	$6,84 \times 10^3$
50	Eje macizo	$1,49 \times 10^5$	$7,15 \times 10^3$	$3,01 \times 10^5$	$1,45 \times 10^4$
	Eje hueco	$1,34 \times 10^5$	$6,46 \times 10^3$	$2,69 \times 10^5$	$1,29 \times 10^4$
60	Eje macizo	$3,17 \times 10^5$	$1,26 \times 10^4$	$6,33 \times 10^5$	$2,53 \times 10^4$
	Eje hueco	$2,77 \times 10^5$	$1,11 \times 10^4$	$5,54 \times 10^5$	$2,21 \times 10^4$
70	Eje macizo	$5,77 \times 10^5$	$1,97 \times 10^4$	$1,16 \times 10^6$	$3,99 \times 10^4$
	Eje hueco	$5,07 \times 10^5$	$1,74 \times 10^4$	$1,01 \times 10^6$	$3,49 \times 10^4$
85	Eje macizo	$1,33 \times 10^6$	$3,69 \times 10^4$	$2,62 \times 10^6$	$7,32 \times 10^4$
	Eje hueco	$1,11 \times 10^6$	$3,10 \times 10^4$	$2,22 \times 10^6$	$6,20 \times 10^4$
100	Eje macizo	$2,69 \times 10^6$	$6,25 \times 10^4$	$5,33 \times 10^6$	$1,25 \times 10^5$
	Eje hueco	$2,18 \times 10^6$	$5,10 \times 10^4$	$4,37 \times 10^6$	$1,02 \times 10^5$
120	Eje macizo	$5,95 \times 10^6$	$1,13 \times 10^5$	$1,18 \times 10^7$	$2,26 \times 10^5$
	Eje hueco	$5,28 \times 10^6$	$1,01 \times 10^5$	$1,06 \times 10^7$	$2,02 \times 10^5$
150	Eje macizo	$1,61 \times 10^7$	$2,40 \times 10^5$	$3,20 \times 10^7$	$4,76 \times 10^5$
	Eje hueco	$1,40 \times 10^7$	$2,08 \times 10^5$	$2,79 \times 10^7$	$4,16 \times 10^5$

Nota) Para obtener información sobre las formas huecas del eje estriado hueco, consulte **A3-69** y **A3-100**.

● Características transversales del eje estriado para los modelos de eje nervado LT, LF, LTR y LTR-A

Tabla5 Características transversales del eje estriado para los modelos LT, LF, LTR y LTR-A

Diámetro de eje nominal		I: Momento geométrico de inercia mm ⁴	Z: Módulo de sección mm ³	I _p : Momento polar de inercia mm ⁴	Z _p : Módulo de sección mm ³
4	Eje macizo	11,39	5,84	22,78	11,68
5	Eje macizo	27,88	11,43	55,76	22,85
6	Eje macizo	57,80	19,7	1,19 × 10 ²	40,50
	Eje hueco Tipo K	55,87	18,9	1,16 × 10 ²	39,20
8	Eje macizo	1,86 × 10 ²	47,4	3,81 × 10 ²	96,60
	Eje hueco Tipo K	1,81 × 10 ²	46,0	3,74 × 10 ²	94,60
10	Eje macizo	4,54 × 10 ²	92,6	9,32 × 10 ²	1,89 × 10 ²
	Eje hueco Tipo K	4,41 × 10 ²	89,5	9,09 × 10 ²	1,84 × 10 ²
13	Eje macizo	1,32 × 10 ³	2,09 × 10 ²	2,70 × 10 ³	4,19 × 10 ²
	Eje hueco Tipo K	1,29 × 10 ³	2,00 × 10 ²	2,63 × 10 ³	4,09 × 10 ²
16	Eje macizo	3,09 × 10 ³	3,90 × 10 ²	6,18 × 10 ³	7,80 × 10 ²
	Eje hueco	Tipo K	2,97 × 10 ³	5,95 × 10 ³	7,51 × 10 ²
		Tipo N	2,37 × 10 ³	4,74 × 10 ³	5,99 × 10 ²
20	Eje macizo	7,61 × 10 ³	7,67 × 10 ²	1,52 × 10 ⁴	1,53 × 10 ³
	Eje hueco	Tipo K	7,12 × 10 ³	1,42 × 10 ⁴	1,43 × 10 ³
		Tipo N	5,72 × 10 ³	1,14 × 10 ⁴	1,15 × 10 ³
25	Eje macizo	1,86 × 10 ⁴	1,50 × 10 ³	3,71 × 10 ⁴	2,99 × 10 ³
	Eje hueco	Tipo K	1,75 × 10 ⁴	3,51 × 10 ⁴	2,83 × 10 ³
		Tipo N	1,34 × 10 ⁴	2,68 × 10 ⁴	2,16 × 10 ³
30	Eje macizo	3,86 × 10 ⁴	2,59 × 10 ³	7,71 × 10 ⁴	5,18 × 10 ³
	Eje hueco	Tipo K	3,53 × 10 ⁴	7,07 × 10 ⁴	4,74 × 10 ³
		Tipo N	2,90 × 10 ⁴	5,80 × 10 ⁴	3,89 × 10 ³
32	Eje macizo	5,01 × 10 ⁴	3,15 × 10 ³	9,90 × 10 ⁴	6,27 × 10 ³
	Eje hueco	Tipo K	4,50 × 10 ⁴	8,87 × 10 ⁴	5,61 × 10 ³
		Tipo N	3,64 × 10 ⁴	7,15 × 10 ⁴	4,53 × 10 ³
40	Eje macizo	1,22 × 10 ⁵	6,14 × 10 ³	2,40 × 10 ⁵	1,21 × 10 ⁴
	Eje hueco	Tipo K	1,10 × 10 ⁵	2,17 × 10 ⁵	1,10 × 10 ⁴
		Tipo N	8,70 × 10 ⁴	1,71 × 10 ⁵	8,64 × 10 ³
50	Eje macizo	2,97 × 10 ⁵	1,20 × 10 ⁴	5,94 × 10 ⁵	2,40 × 10 ⁴
	Eje hueco	Tipo K	2,78 × 10 ⁵	5,56 × 10 ⁵	2,24 × 10 ⁴
		Tipo N	2,14 × 10 ⁵	4,29 × 10 ⁵	1,73 × 10 ⁴
60	Eje macizo	6,16 × 10 ⁵	2,07 × 10 ⁴	1,23 × 10 ⁶	4,14 × 10 ⁴
	Eje hueco Tipo K	5,56 × 10 ⁵	1,90 × 10 ⁴	1,13 × 10 ⁶	3,79 × 10 ⁴
80	Eje macizo	1,95 × 10 ⁶	4,91 × 10 ⁴	3,90 × 10 ⁶	9,82 × 10 ⁴
	Eje hueco Tipo K	1,58 × 10 ⁶	3,97 × 10 ⁴	3,15 × 10 ⁶	7,95 × 10 ⁴
100	Eje macizo	4,78 × 10 ⁶	9,62 × 10 ⁴	9,56 × 10 ⁶	1,92 × 10 ⁵
	Eje hueco Tipo K	3,76 × 10 ⁶	7,57 × 10 ⁴	7,52 × 10 ⁶	1,51 × 10 ⁵

Nota) Para obtener información sobre la forma hueca del eje estriado hueco.

Para obtener información sobre el tipo K: consulte **A3-88** y **A3-112**.

Para obtener información sobre el tipo N: consulte **A3-88** y **A3-112**.

● Características transversales del eje estriado para los modelos LT-X y LF-X de eje estriado

Tabla6 Forma transversal del eje estriado para los modelos de LT-X y LF-X

Diámetro del eje nominal		I: Momento geométrico de inercia mm ⁴	Z: Módulo de sección mm ³	I _p : Momento polar de inercia mm ⁴	Z _p : Módulo de sección mm ³
4	Eje macizo	11,2	5,7	23,2	11,8
5	Eje macizo	27,7	11,3	57,2	23,3
6	Eje macizo	57,7	19,6	119,1	40,4
8	Eje macizo	175,6	45	366,2	93,9
10	Eje macizo	422,3	86,5	896,9	183,8
	Tipo K	409,7	84	871,7	178,6
13	Eje macizo	1215,3	191,3	2574,6	405,3
	Tipo K	1184,6	186,5	2513,2	395,6
16	Eje macizo	2734,3	350,8	5844,5	749,7
	Tipo K	2616,4	335,6	5608,8	719,5
	Tipo N	2015,6	258,6	4407,2	565,4
20	Eje macizo	7043,9	716,5	14731,7	1498,5
	Tipo K	6553	666,6	13749,9	1398,7
	Tipo N	5158,1	524,7	10960,2	1114,9
25	Eje macizo	17268,2	1404,2	36067,4	2932,9
	Tipo K	16250,3	1321,4	34031,6	2767,4
	Tipo N	12115,2	985,2	25761,4	2094,8
30	Eje macizo	36115,8	2444,1	75160	5086,3
	Tipo K	32898,8	2226,4	68726,1	4650,9
	Tipo N	26569,7	1798	56067,4	3794,2

Predicción de la vida útil

[Factor de seguridad estático]

Para calcular una carga aplicada al eje estriado, primero debe conocer la carga promedio usada para calcular la vida útil y la carga máxima usada para calcular el factor de seguridad estático.

En particular, si el sistema arranca y se detiene frecuentemente o si se aplican las cargas de impacto, se puede aplicar una carga de momento grande o un par de torsión causado por las cargas en saliente al sistema. Al seleccionar el modelo, asegúrese de que el modelo deseado sea capaz de soportar la carga máxima requerida (ya sea que se encuentre en movimiento o no). Los valores de referencia para el factor de seguridad estático se muestran en la tabla de más abajo.

$$f_s = \frac{f_T \cdot f_c \cdot C_0}{P_{\max}}$$

f_s : Factor de seguridad estático

C_0 : Capacidad de carga estática básica* (N)

$P_{\max}$: Carga máxima aplicada (N)

f_T : factor de temperatura (consulte la Fig.1 en **A3-23**)

f_c : factor de contacto (consulte la Tabla8 en **A3-23**)

*La capacidad de carga estática básica es una carga estática de dirección y tamaño definidos, en la que la suma de la deformación permanente de la bola y de la muesca de rodadura en el área de contacto bajo el esfuerzo máximo es 0,0001 veces el diámetro de la bola.

Tabla7 Valores de referencia del factor de seguridad estático (f_s)

Máquina que usa el eje nervado	Condiciones de carga	Valores de referencia mínimos
Maquinaria industrial general	Sin vibración ni impacto	3,0 a 6,0
	Sin vibración ni impacto	4,0 a 7,0
	Con vibración o impacto bajo cargas combinadas	5,0 a 8,0

*Los valores de referencia para el factor de seguridad estático pueden variar según las condiciones de la carga, así como el entorno, el estado de lubricación, la precisión de la superficie montada o la rigidez.

[Vida nominal]

La vida útil de un eje nervado varía de acuerdo con la unidad, incluso si están construidas con el mismo proceso y si se utilizan en las mismas condiciones de funcionamiento. Por lo tanto, la vida nominal definida a continuación, suele utilizarse como referencia para obtener la vida útil de un eje nervado.

La vida nominal es la distancia de recorrido total que el 90% de un grupo de ejes nervados idénticos, que funcionan independientemente y bajo las mismas condiciones, puede lograr sin descascarillarse (partes con forma escama en la superficie de metal).

[Cálculo de la vida nominal]

La vida nominal de un eje nervado varía de acuerdo con el tipo de carga aplicada durante el funcionamiento: carga de par de torsión, carga radial y carga de momento. Los valores de vida nominal correspondientes se obtienen utilizando las ecuaciones (7) a (10) detalladas a continuación. (Las capacidades de carga básica en estas direcciones de carga se indican en la tabla de especificación para el código de modelo que corresponda).

● Cuando se aplica una carga de par de torsión

$$L = \left(\frac{f_T \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C_T}{T_c} \right)^3 \times 50 \quad \dots\dots\dots (7)$$

● Cuando se aplica una carga radial

$$L = \left(\frac{f_T \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C}{P_c} \right)^3 \times 50 \quad \dots\dots\dots (8)$$

L : Vida nominal (km)

C_T : Capacidad de par de torsión dinámica básica (N-m)

T_c : Cálculo del par de torsión aplicado (N-m)

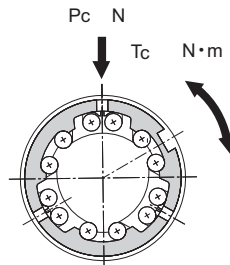
C : Capacidad de carga dinámica básica (N)

P_c : Cálculo de carga radial (N)

f_T : Factor de temperatura (consulte Fig.1 en **A3-23**)

f_c : Factor de contacto (consulte Tabla8 en **A3-23**)

f_w : Factor de carga (consulte Tabla9 en **A3-23**)



● **Cuando se aplican una carga de par de torsión y una carga radial simultáneamente**

Cuando se aplican una carga de par de torsión y una carga radial simultáneamente, calcule la vida nominal obteniendo la carga radial equivalente utilizando la ecuación (9) detallada a continuación.

$$P_E = P_c + \frac{4 \cdot T_c \times 10^3}{i \cdot dp \cdot \cos \alpha} \quad \dots\dots\dots(9)$$

P_E : Carga radial equivalente (N)

$\cos \alpha$: Ángulo de contacto i =Cantidad de hileras de bolas bajo una carga

$$\left(\begin{array}{ll} \text{Tipo LBS} \alpha = 45^\circ & i=2 \text{ (LBS10 o menor)} \\ & i=3 \text{ (LBS15 o mayor)} \\ \text{Tipo LT} \alpha = 70^\circ & i=2 \text{ (LT13 o menor)} \\ & i=3 \text{ (LT16 o mayor)} \end{array} \right) \quad \begin{array}{ll} \text{Tipo SLS} \alpha = 40^\circ & i=3 \\ \text{Tipo LT-X} \alpha = 65^\circ & i=2 \end{array}$$

dp : Diámetro de la bola centro a centro (mm)

(consulte la Tabla10, la Tabla11, la Tabla12 y la Tabla13 en **A3-24**)

● **Cuando se aplica una carga de momento a una o dos tuercas en contacto entre sí**

Obtenga la carga radial equivalente utilizando la ecuación (10) detallada a continuación.

$$P_u = K \cdot M \quad \dots\dots\dots(10)$$

P_u : Carga radial equivalente (N)

(con un momento aplicado)

K : Factores equivalentes

(consulte Tabla14 en **A3-27**, Tabla15 en **A3-28**, Tabla16 y Tabla17 en **A3-29**)

M : Momento aplicado (N-mm)

Sin embargo, M debe ubicarse dentro del rango del momento estático admisible.

● **Cuando se aplican una carga de momento y una carga radial simultáneamente**

Calcule la vida nominal de la suma de la carga radial y la carga radial equivalente.

● **Cálculo del tiempo de vida útil**

Cuando se haya obtenido la vida nominal (L) en la ecuación detallada más arriba, si la longitud de carrera y la cantidad de repeticiones por minuto son constantes, el tiempo de vida útil se obtendrá utilizando la ecuación (11) detallada a continuación.

$$L_h = \frac{L \times 10^3}{2 \times \ell_s \times n_1 \times 60} \quad \dots\dots\dots(11)$$

L_h : Tiempo de vida útil (h)

ℓ_s : Longitud de carrera (m)

n_1 : Cantidad de vaivenes por minuto (min^{-1})

■**f_t**: Factor de temperatura

Si la temperatura del entorno que rodea al eje nervado en funcionamiento excede los 100°C, tenga en cuenta el efecto adverso de las altas temperaturas y multiplique las capacidades de carga básica por el factor de temperatura indicado en Fig. 1.

Además, debe seleccionar un tipo de eje nervado para alta temperatura.

Nota) Si la temperatura del entorno excede los 80°C, se requerirán tipos de retén para alta temperatura. Comuníquese con THK para obtener más detalles.

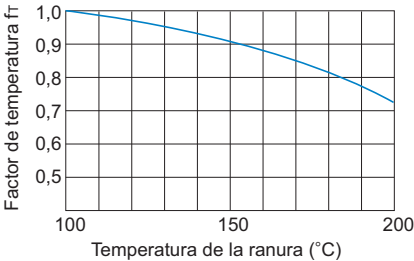


Fig. 1 Factor de temperatura (f_t)

■**f_c**: Factor de contacto

Cuando se utilizan múltiples tuercas estriadas en contacto entre sí, el movimiento lineal recibe la incidencia de momentos y de la precisión de montaje, lo que hace difícil lograr una distribución de carga uniforme. En dichas aplicaciones, multiplique la capacidad de carga básica (C) y (C₀) por el factor de contacto correspondiente en Tabla8.

Nota) Si se calcula una distribución irregular en una máquina de gran tamaño, tenga en cuenta el factor de contacto respectivo indicado en Tabla8.

Tabla8 Factor de contacto (f_c)

Cantidad de tuercas estriadas en contacto entre sí	Factor de contacto f _c
2	0,81
3	0,72
4	0,66
5	0,61
Uso normal	1

■**f_w**: Factor de carga

En general, las máquinas de repeticiones tienden a mostrar vibraciones o impacto durante el funcionamiento. Es muy difícil determinar con precisión las vibraciones que se generan durante el funcionamiento a alta velocidad y el impacto durante las puestas en marcha y las paradas frecuentes. Cuando las cargas aplicadas al eje nervado no puedan medirse, o cuando la velocidad y el impacto tengan una influencia significativa, divida la capacidad de carga básica (C o C₀) por el factor de carga correspondiente de la tabla de datos obtenidos empíricamente en Tabla9.

Tabla9 Factor de carga (f_w)

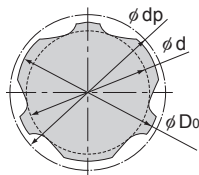
Vibraciones/ impacto	Velocidad (V)	f _w
Leve	Muy baja V ≤ 0,25 m/s	1 a 1,2
Débiles	Lenta 0,25 < V ≤ 1 m/s	1,2 a 1,5
Media	Media 1 < V ≤ 2 m/s	1,5 a 2
Fuertes	Alta V > 2 m/s	2 a 3,5

[Forma de sección del eje nervado]

● Eje nervado de los modelos SLS, SLS-L y SLF

Tabla10 Forma de sección

Unidad: mm



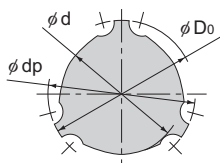
Diámetro del eje nominal	25	30	40	50	60	70	80	100
Diámetro menor ϕd	21,6	25,8	35,2	44,4	54,0	62,8	71,3	90,0
Diámetro mayor ϕDo h7	25	30	40	50	60	70	80	100
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	25,2	30,2	40,6	50,6	61,0	71,0	80,8	101,2

* El diámetro menor ϕd debe ser un valor mediante el cual no quede ninguna muesca luego del mecanizado.

● Eje nervado de los modelos LBS, LBST, LBF, LBR, LBH, LBG y LBGT

Tabla11 Forma de sección

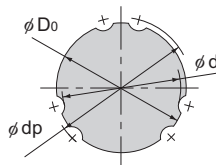
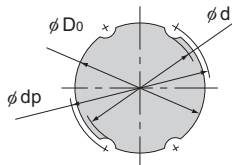
Unidad: mm



Diámetro del eje nominal	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
Diámetro menor ϕd	11,7	15,3	19,5	22,5	31	39	46,5	54,5	67	81	101	130
Diámetro mayor ϕDo	14,5	19,7	24,5	29,6	39,8	49,5	60	70	84	99	117	147
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150

* El diámetro menor ϕd debe ser un valor mediante el cual no quede ninguna muesca luego del mecanizado.

● Eje nervado de los modelos LT, LF, LTR y LTR-A



Diámetro de eje nominal: 13 mm o menor

Diámetro de eje nominal: 16 mm o mayor

Tabla12 Forma de sección

Unidad: mm

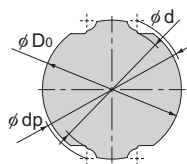
Diámetro del eje nominal	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	32	40	50	60	80	100
Diámetro menor ϕd	3,5	4,5	5	7	8,5	11,5	14,5	18,5	23	28	30	37,5	46,5	56,5	75,5	95
Diámetro mayor ϕDo h7	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	32	40	50	60	80	100
Tolerancia de diámetro exterior	0 -0,012		0 -0,015		0 -0,018		0 -0,021		0 -0,025		0 -0,03		0 -0,035			
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	4,6	5,7	7	9,3	11,5	14,8	17,8	22,1	27,6	33,2	35,2	44,2	55,2	66,3	87,9	109,5

* El diámetro menor ϕd debe ser un valor mediante el cual no quede ninguna muesca luego del mecanizado.

● Eje estriado para modelos LT-X y LF-X

Tabla13 Forma de sección

Unidad: mm



Diámetro del eje nominal	4X	5X	6X	8X	10X	13X	16X	20X	25X	30X
Diámetro menor ϕd	3,6	4,5	5,4	7	8,6	11,3	13,9	17,9	22,4	27
Diámetro mayor ϕDo	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	4,4	5,5	6,6	8,6	10,7	13,8	17,1	21,1	26,4	31,6

[Cálculo de la carga media]

Cuando la carga aplicada al eje estriado fluctúa de acuerdo con condiciones variables, como el brazo de un robot industrial que se desplaza hacia adelante mientras sostiene una pieza y se desplaza hacia atrás sin peso, y una máquina-herramienta que maneja varias piezas, esta condición de carga variable debe tenerse en cuenta al calcular la vida útil.

La carga media (P_m) es una carga constante bajo la cual la vida útil de un eje nervado, cuya tuerca estriada recibe una carga fluctuante en condiciones variables, es equivalente a la vida útil bajo esta condición variable.

La siguiente es la ecuación básica.

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} \cdot \sum_{n=1}^n (P_n^3 \cdot L_n)}$$

P_m : Carga media (N)

P_n : Carga variable (N)

L : Distancia de recorrido total (mm)

L_n : Distancia de recorrido bajo P_n (mm)

● Cuando la carga fluctúa escalonadamente

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} (P_1^3 \cdot L_1 + P_2^3 \cdot L_2 + \dots + P_n^3 \cdot L_n)} \dots\dots\dots (12)$$

P_m : Carga media (N)

P_n : Carga variable (N)

L : Distancia de recorrido total (m)

L_n : Distancia de recorrido bajo carga P_n (m)

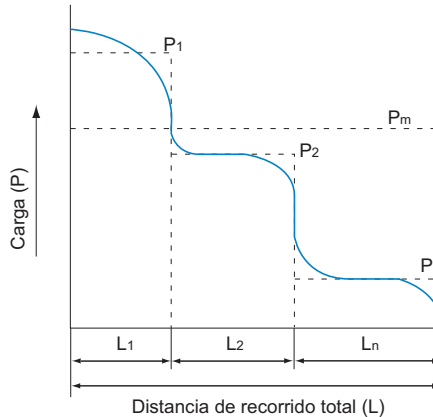


Fig.2

● Cuando la carga fluctúa monótonamente

$$P_m \doteq \frac{1}{3} (P_{\min} + 2 \cdot P_{\max}) \dots\dots\dots (13)$$

$P_{\min}$: Carga mínima (N)

$P_{\max}$: Carga máxima (N)

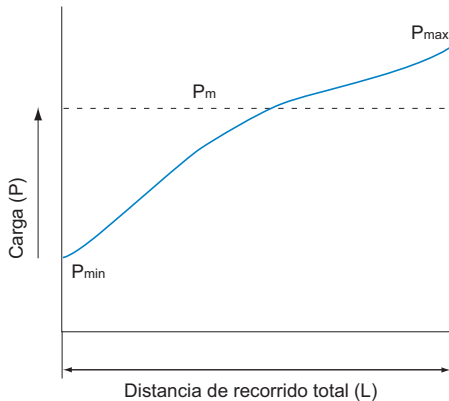


Fig.3

● Cuando la carga fluctúa de manera sinusoidal

(a) $P_m \doteq 0,65P_{\max} \dots\dots\dots (14)$

(b) $P_m \doteq 0,75P_{\max} \dots\dots\dots (15)$

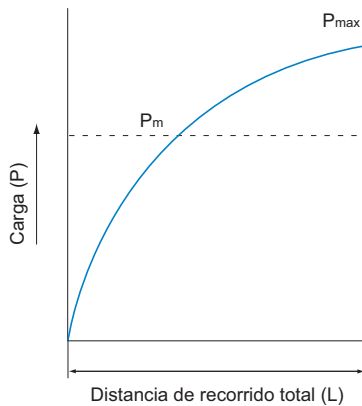
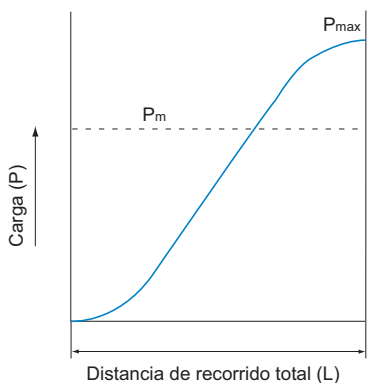


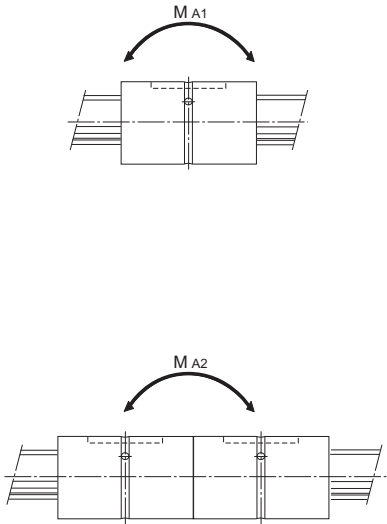
Fig.4

[Factor equivalente]

Tabla14 en **A3-27**, Tabla15 en **A3-28**, Tabla16 y Tabla17 en **A3-29** muestra los factores de carga radial equivalente calculados bajo una carga de momento.

● Tabla de factores equivalentes para los modelos de eje nervado SLS/SLF

Tabla14

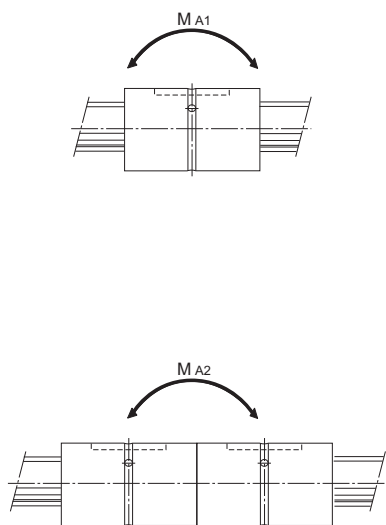


Descripción del modelo	Factor equivalente: K	
	Una sola tuerca estriada	Dos tuercas estriadas en contacto entre sí
SLS/SLF 25	0,187	0,030
SLS 25L	0,148	0,027
SLS/SLF 30	0,153	0,027
SLS 30L	0,129	0,024
SLS/SLF 40	0,114	0,021
SLS 40L	0,102	0,019
SLS/SLF 50	0,109	0,018
SLS 50L	0,091	0,017
SLS/SLF 60	0,080	0,015
SLS 60L	0,072	0,014
SLS/SLF 70	0,101	0,016
SLS 70L	0,076	0,014
SLS/SLF 80	0,083	0,013
SLS 80L	0,072	0,012
SLS/SLF 100	0,068	0,011
SLS 100L	0,056	0,010

Eje nervado

● Tabla de factores equivalentes para el modelo LBS de eje nervado

Tabla15



Descripción del modelo	Factor equivalente: K	
	Una sola tuerca estriada	Dos tuercas estriadas en contacto entre sí
LBS 6	0,61	0,074
LBS 8	0,46	0,060
LBS 10	0,54	0,049
LBS 15	0,22	0,039
LBS 20	0,24	0,03
LBST 20	0,17	0,027
LBS 25	0,19	0,026
LBST 25	0,14	0,023
LBS 30	0,16	0,022
LBST 30	0,12	0,02
LBS 40	0,12	0,017
LBST 40	0,1	0,016
LBS 50	0,11	0,015
LBST 50	0,09	0,014
LBST 60	0,08	0,013
LBS 70	0,1	0,013
LBST 70	0,08	0,012
LBS 85	0,08	0,011
LBST 85	0,07	0,01
LBS 100	0,08	0,009
LBST 100	0,06	0,009
LBST 120	0,05	0,008
LBST 150	0,045	0,006

Nota1) Los valores del factor equivalente K para el modelo LBF son los mismos que los del modelo LBS.

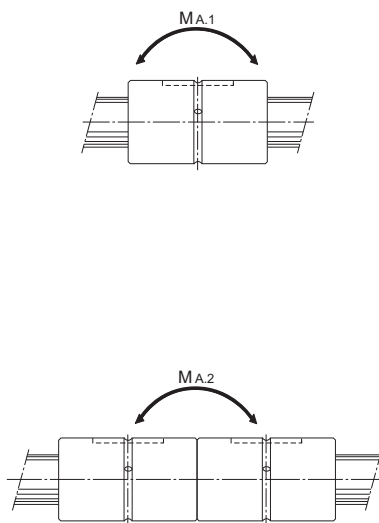
Nota2) Los valores del factor equivalente K para los modelos LBR, LBG, LBGT y LBH son los mismos que los del modelo LBST.

Sin embargo, los valores del modelo LBF60 son los mismos que los del modelo LBST60.

Los valores del modelo LBH15 son los mismos que los del modelo LBS15.

● Tabla de factores equivalentes para el modelo LT de eje nervado

Tabla16

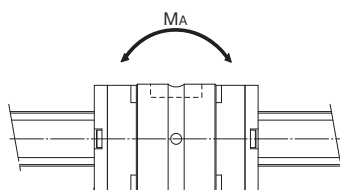


Descripción del modelo	Factor equivalente: K	
	Una sola tuerca estriada	Dos tuerca estriadas en contacto entre sí
LT 4	0,65	0,096
LT 5	0,55	0,076
LT 6	0,47	0,06
LT 8	0,47	0,058
LT 10	0,31	0,045
LT 13	0,3	0,042
LT 16	0,19	0,032
LT 20	0,16	0,026
LT 25	0,13	0,023
LT 30	0,12	0,02
LT 40	0,088	0,016
LT 50	0,071	0,013
LT 60	0,07	0,011
LT 80	0,062	0,009
LT100	0,057	0,008

Nota) Los valores del factor equivalente K para los modelos LF, LTR y LTR-A son los mismos que los del modelo LT. Sin embargo, el factor equivalente para el modelo LTR32 es el mismo que el del modelo LT30.

● Tabla de factores equivalentes para el modelo LT-X de eje nervado

Tabla17



Descripción del modelo	Factor equivalente: K	
	Una sola tuerca estriada	Dos tuerca estriadas en contacto entre sí
LT 4X	0,995	0,135
LT 5X	0,980	0,125
LT 5XL	0,430	0,0740
LT 6X	0,660	0,0993
LT 6XL	0,360	0,0633
LT 8X	0,420	0,0626
LT 8XL	0,210	0,0409
LT 10X	0,251	0,0470
LT 13X	0,241	0,0420
LT 16X	0,173	0,0320
LT 20X	0,129	0,0250
LT 25X	0,114	0,0220
LT 30X	0,101	0,0200

Nota) Los valores que se muestran son para los modelos equipados con retenes. Los valores del factor equivalente K para el modelo LF-X son los mismos que los del modelo LT-X.

Selección de una carga previa

Una carga previa en el eje nervado afecta significativamente la precisión, la resistencia a la carga y la rigidez. Por lo tanto, es necesario seleccionar el juego más adecuada de acuerdo con el uso previsto.

Los valores de juego específicos están estandarizados para cada modelo, lo que permite seleccionar una juego que cumpla con las condiciones.

Juego en la dirección de rotación

En el eje nervado, la suma de los juegos en la dirección de circunferencia está estandarizada como el juego en la dirección de rotación. Para los modelos LBS y LT, los cuales presentan una adaptabilidad especial para la transmisión de un par de torsión de rotación, se definen los juegos en las direcciones de rotación.

Juego en la dirección de rotación (BCD)

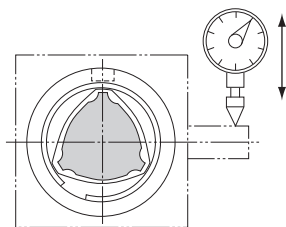


Fig.5 Medición de la juego en la dirección de rotación

Precarga y rigidez

La precarga se define como la carga aplicada previamente a la bola con el fin de eliminar el retroceso angular (juego en la dirección de rotación) y aumentar la rigidez. Dada una precarga, el eje nervado puede aumentar su rigidez eliminando el retroceso angular de acuerdo con la magnitud de dicha precarga. Fig.6 muestra el desplazamiento en la dirección de rotación cuando se aplica un par de torsión de rotación.

Por lo tanto, puede obtenerse el efecto de una precarga, cuya magnitud es hasta 2,8 veces superior respecto de la precarga aplicada. Dado el mismo par de torsión de rotación, el desplazamiento, cuando se aplica una precarga, es 0,5 o menos respecto del que se obtiene sin una precarga. La rigidez con una precarga es por lo menos dos veces mayor respecto de la que obtenemos sin una precarga.

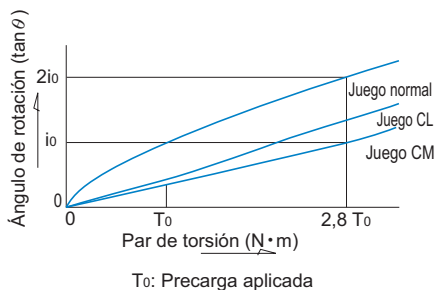


Fig.6

Pautas y condiciones para seleccionar una precarga

Tabla18 proporciona pautas para seleccionar una juego en la dirección de rotación con las condiciones dadas del eje nervado.

El juego de rotación del eje nervado afecta significativamente la precisión y la rigidez de la tuerca estriada. Por lo tanto, es esencial seleccionar un juego correcto de acuerdo con el uso previsto. Generalmente, se provee el eje nervado con una precarga. Cuando se utiliza en un movimiento circular repetido o en un movimiento recto de repeticiones, el eje nervado está sujeto a un gran impacto por vibración y; por lo tanto, su vida útil y precisión aumentan significativamente con una precarga.

Tabla18 Pautas para seleccionar un juego en la dirección de rotación para el eje nervado

Juego en la dirección de rotación	Condición	Ejemplos de aplicaciones
Nivel normal (sin símbolo)	- Se desea un movimiento uniforme con una fuerza leve. - Siempre se aplica un par de torsión en la misma dirección.	- Instrumentos de medición - Técnigrafo automático - Equipo de medición geométrica - Dinamómetro - Enrollador de alambre - Soldadora automática - Eje principal de máquina de bruñir - Embaladora automática
Precarga ligera (CL)	- Se encuentran presentes una carga descentrada o de momento. - Se requiere alta repetibilidad de posicionamiento. - Se aplica carga alternada.	- Brazo de robot industrial - Sistemas de cargas automáticos - Eje guía de máquina de tratamientos de superficies automática - Eje principal de máquina de electroerosión - Eje guía de fijación por matriz mediante prensa - Eje principal de máquina de perforar
Precarga media (CM)	- Se requiere gran rigidez y se aplican vibraciones e impacto. - Recibe una carga de momento con una sola tuerca estriada.	- Eje de dirección de vehículo de construcción - Eje de soldadora por puntos - Eje de indexación de soporte de herramientas de torno automático

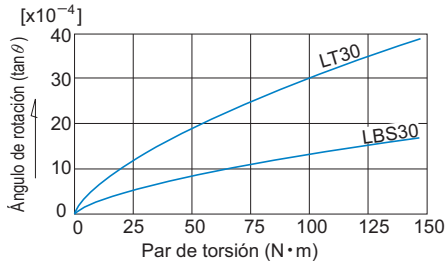


Fig.7 Comparación entre LBS y LT para juego cero

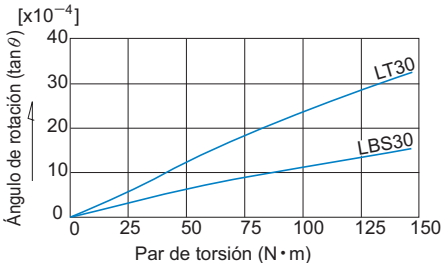


Fig.8 Comparación entre LBS y LT para juego CL

Tabla19 Holgura en la dirección de rotación para los modelos SLS, SLS-L y SLF

Unidad: μm

Símbolo	Normal	Precarga ligera	Precarga media
Diámetro de eje nominal	Sin símbolo	CL	CM
25 30 40	+1 a -2	-2 a -6	-6 a -10
50 60	+2 a -4	-4 a -8	-8 a -12
70 80 100	+4 a -8	-8 a -12	-12 a -20

Tabla20 Juego en la dirección de rotación para los modelos LBS, LBF, LBST, LBR y LBH

Unidad: μm

Símbolo	Normal	Precarga ligera	Precarga media
Diámetro de eje nominal	Sin símbolo	CL	CM
6 8	-2 a +1	-6 a -2	—
10 15	-3 a +2	-9 a -3	-15 a -9
20 25 30	-4 a +2	-12 a -4	-20 a -12
40 50 60	-6 a +3	-18 a -6	-30 a -18
70 85	-8 a +4	-24 a -8	-40 a -24
100 120	-10 a +5	-30 a -10	-50 a -30
150	-15 a +7	-40 a -15	-70 a -40

Tabla21 Juego en la dirección de rotación para los modelos LT y LF

Unidad: μm

Símbolo	Normal	Precarga ligera	Precarga media
Diámetro de eje nominal	Sin símbolo	CL	CM
4 5 6 8 10 13	-2 a +1	-6 a -2	—
16 20	-2 a +1	-6 a -2	-9 a -5
25 30	-3 a +2	-10 a -4	-14 a -8
40 50	-4 a +2	-16 a -8	-22 a -14
60 80	-5 a +2	-22 a -12	-30 a -20
100	-6 a +3	-26 a -14	-36 a -24

Tabla22 Juego en la dirección de rotación para los modelos LT-X y LF-X

Unidad: μm

Símbolo	Normal	Precarga ligera	Precarga media
Diámetro de eje nominal	Sin símbolo	CL	CM
4 5 6 8	-2 a +1	-6 a -2	—
10 13	-2 a +1	-4 a -2	—
16 20	-2 a +1	-5 a -2	-8 a -5
25 35	-3 a +1	-7 a -3	-11 a -7

Punto de selección

Selección de una carga previa

Tabla23 Juego en la dirección de rotación para los modelos LBG y LBGT

Unidad: μm

Símbolo	Normal	Precarga ligera	Precarga media
Diámetro de eje nominal	Sin símbolo	CL	CM
20 25 30	-4 a +2	-12 a -4	-20 a -12
40 50 60	-6 a +3	-18 a -6	-30 a -18
70 85	-8 a +4	-24 a -8	-40 a -24

Tabla24 Juego en la dirección de rotación para le modelo LTR

Unidad: μm

Símbolo	Normal	Precarga ligera	Precarga media
Diámetro de eje nominal	Sin símbolo	CL	CM
8 10	-2 a +1	-6 a -2	—
16 20	-2 a +1	-6 a -2	-9 a -5
25 32	-3 a +2	-10 a -4	-14 a -8
40 50	-4 a +2	-16 a -8	-22 a -14
60	-5 a +2	-22 a -12	-30 a -20

Eje nervado

Determinación de la precisión

Niveles de precisión

La precisión del eje nervado se clasifica en tres niveles: nivel normal (sin símbolo), nivel de precisión (H) y nivel de precisión (P), de acuerdo con el recorrido de la circunferencia de la tuerca estriada en relación con el soporte del eje estriado. Fig.9 muestra los artículos de medición.

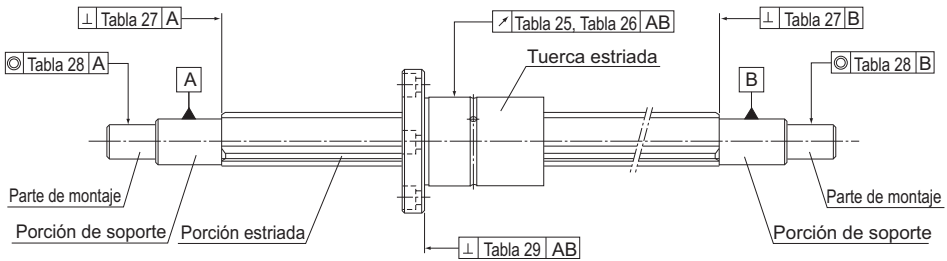


Fig.9 Artículos de medición de precisión del eje nervado

Estándares de precisión

Tabla25 a Tabla29 muestran los artículos de medición del eje nervado.

Tabla25 Recorrido de la circunferencia de la tuerca estriada en relación con el soporte del eje estriado Unidad: μm

Precisión		Recorrido (máx.)																							
Diámetro del eje nominal		4 a 8 Nota			10			13 a 20			25 a 32			40, 50			60 a 80			85 a 120			150		
Longitud total del eje estriado (mm)		Normal	Alta	Precisión	Normal	Alta	Precisión	Normal	Alta	Precisión	Normal	Alta	Precisión	Normal	Alta	Precisión	Normal	Alta	Precisión	Normal	Alta	Precisión	Normal	Alta	Precisión
Por encima	O menor																								
—	200	72	46	26	59	36	20	56	34	18	53	32	18	53	32	16	51	30	16	51	30	16	—	—	—
200	315	133	(89)	—	83	54	32	71	45	25	58	39	21	58	36	19	55	34	17	53	32	17	—	—	—
315	400	—	—	—	103	68	—	83	53	31	70	44	25	63	39	21	58	36	19	55	34	17	—	—	—
400	500	—	—	—	123	—	—	95	62	38	78	50	29	68	43	24	61	38	21	57	35	19	46	36	19
500	630	—	—	—	—	—	—	112	—	—	88	57	34	74	47	27	65	41	23	60	37	20	49	39	21
630	800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	103	68	42	84	54	32	71	45	26	64	40	22	53	43	24
800	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	124	83	—	97	63	38	79	51	30	69	43	24	58	48	27
1000	1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	114	76	47	90	59	35	76	48	28	63	55	32
1250	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	139	93	—	106	70	43	86	55	33	80	65	40
1600	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	128	86	54	99	65	40	100	80	50
2000	2500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	156	—	—	117	78	49	125	100	68
2500	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	143	96	61	150	129	84

Nota) Las dimensiones entre paréntesis no aplican al diámetro de eje nominal de 4.
Nota) Corresponde a los modelos SLS, SLF, LBS, LBST, LBF, LBR, LT y LF.

Punto de selección

Determinación de la precisión

Tabla26 Desviación del diámetro exterior de la tuerca estriada en relación con las secciones de soporte para los ejes estriados de los modelos LT-X y LF-X
Unidad:μm

Precisión		Recorrido (máx.)														
Diámetro del eje nominal		4, 5			6, 8			10			13, 16, 20			25, 30		
Longitud total del eje estriado (mm)		Normal	Alta	Precisión	Normal	Alta	Precisión	Normal	Alta	Precisión	Normal	Alta	Precisión	Normal	Alta	Precisión
Por encima	O menor															
—	200	72	46	26	72	46	26	59	36	20	56	34	18	53	32	18
200	315	133 ^{*1}	—	—	133	89 ^{*2}	57 ^{*3}	83	54	32	71	45	25	58	39	21
315	400	—	—	—	171	114	—	103	68	41	83	53	31	70	44	25
400	500	—	—	—	214	—	—	123	82	51	95	62	38	78	50	29
500	630	—	—	—	—	—	—	151	102	—	112	75	46	88	57	34
630	800	—	—	—	—	—	—	190	—	—	137	92	58	103	68	42
800	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	170	115	75	124	83	52
1000	1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	151	102	65
1250	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190	130	85

*1 Excepto #4. El valor es aplicable al #5 hasta 250 mm. *2 El valor es aplicable al #6 hasta 250 mm. *3 Excepto el #6.

Tabla27 Perpendicularidad de la cara del extremo del eje estriado en relación con el soporte del eje estriado

Unidad: μm

Precisión	Perpendicularidad (máx.)		
Diámetro de eje nominal	Nivel normal (sin símbolo)	Nivel de precisión (H)	Nivel de precisión (P)
4 5 6 8 10	22	9	6
13 15 16 20	27	11	8
25 30 32	33	13	9
40 50	39	16	11
60 70 80	46	19	13
85 100 120	54	22	15
150	63	25	18

Tabla28 Concentricidad del montaje de partes en relación con el soporte del eje estriado

Unidad: μm

Precisión	Concentricidad (máx.)		
Diámetro de eje nominal	Nivel normal (sin símbolo)	Nivel de precisión (H)	Nivel de precisión (P)
4 5 6 8	33	14	8
10	41	17	10
13 15 16 20	46	19	12
25 30 32	53	22	13
40 50	62	25	15
60 70 80	73	29	17
85 100 120	86	34	20
150	100	40	23

Tabla29 Rectitud de la superficie de montaje de bridas de la tuerca estriada en relación con el soporte del eje estriado

Unidad: μm

Precisión	Perpendicularidad (máx.)		
Diámetro de eje nominal	Nivel normal (sin símbolo)	Nivel de precisión (H)	Nivel de precisión (P)
4 5 6 8	27	11	8
10 13	33	13	9
15 16 20 25 30	39	16	11
40 50	46	19	13
60 70 80 85	54	22	15
100	63	25	18

Nota) Esta tabla no aplica a los modelos LBG, LBGT, LTR y LTR-A.

Eje nervado con jaula para par de torsión alto



Modelos SLS, SLS-L y SLF

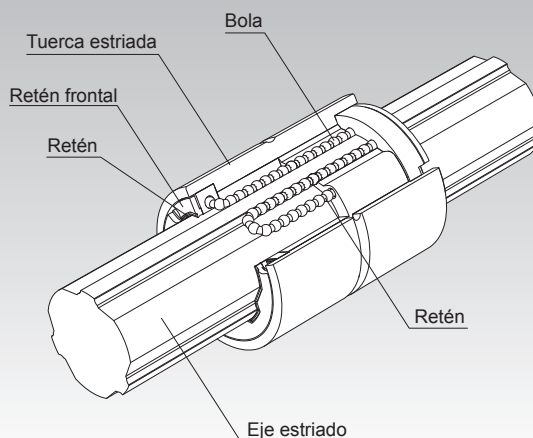


Fig.1 Estructura del eje nervado con jaula para par de torsión alto

Punto de selección **A3-6**

Punto de diseño **A3-117**

Opciones **A3-120**

Descripción del modelo **A3-122**

Precauciones de uso **A3-123**

Accesorios para la lubricación **A24-1**

Procedimiento de montaje y mantenimiento **B3-30**

Características transversales del eje estriado **A3-17**

Factor equivalente **A3-27**

Juego en la dirección de rotación **A3-30**

Estándares de precisión **A3-34**

Longitud máxima de fabricación por precisión **A3-115**

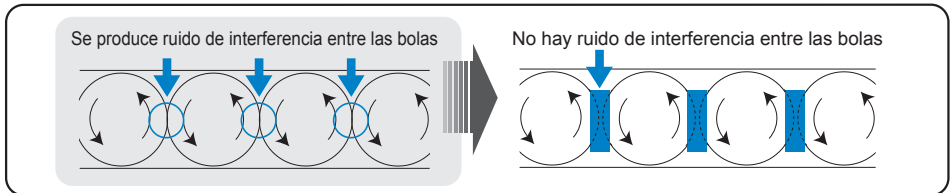
Estructura y características

La tecnología de jaula de bolas, desarrollada al reunir las tecnologías de THK y la experiencia, está actualmente integrada al nuevo eje nervado.

La integración de la jaula de bolas permite lograr un movimiento de circulación de bolas separadas uniformemente y una respuesta de alta velocidad.

Elimina la colisión y la fricción mutua entre las bolas y produce poco ruido, un agradable sonido de funcionamiento y una baja generación de partículas. A medida que se aumenta la retención de grasa, también se logra una operación duradera que no necesita mantenimiento.

Este diseño de par de torsión alto proporciona una excelente rigidez de torsión para la tuerca. El Eje nervado también cuenta con mejor rigidez gracias a su diseño redondo.



[Respuesta de alta velocidad]

Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas para permitir que se mantenga el movimiento de circulación de bolas separadas uniformemente y que se logre una respuesta de alta velocidad, lo que permite que se pueda mejorar el tiempo de ciclo de la máquina.

[Condiciones]

Modelo probado	SLS50
Entorno de prueba	22 a 27,5°C
Carrera	1000mm
Velocidad máxima	200m/min
Aceleración/deceleración	5 G (49 m/s ²)
Carga aplicada	Precarga ligera (CL)
Lubricante	Grasa AFB-LF de THK

Apariencia de la máquina de prueba
(prueba de durabilidad de alta velocidad)



Apariencia del espécimen



[Resultados de la prueba]

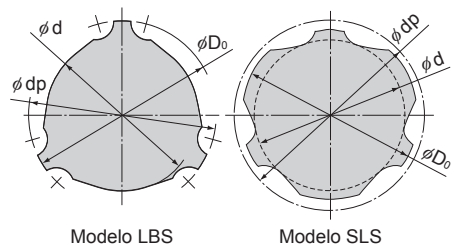
No hay anomalías después de viajar 10.000 km

[Mejora en la rigidez del Eje nervado]

Rediseñar la forma del Eje nervado de tipo para par de torsión alto convencional para que sea más circular mejora significativamente su torsión y rigidez a la flexión.

Unidad: mm

Diámetro del eje nominal 25	LBS	SLS
Diámetro menor ϕd	19,5	21,6
Diámetro mayor ϕD_0	24,5	25,0
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	25	25,2



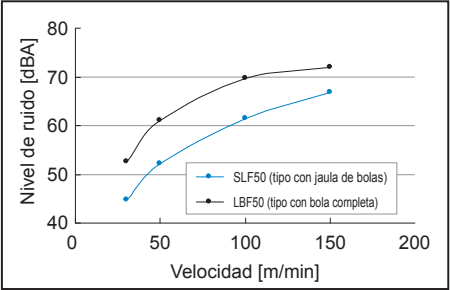
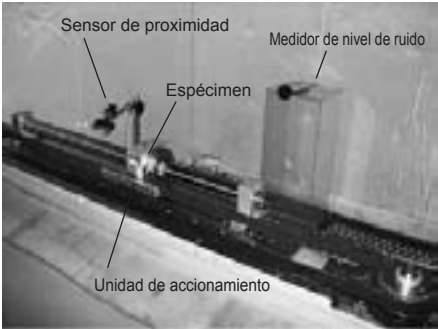
[Poco ruido, agradable sonido de funcionamiento y baja generación de partículas]

Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas, eliminan la colisión y la fricción mutua entre las bolas, y producen poco ruido, un agradable sonido de funcionamiento y una baja generación de partículas.

[Condiciones]

Modelo probado	SLF50/LBF50
Carrera	600mm
Velocidades	30,50,100,150 m/min
Instrumento de medición	Medidor de nivel de ruido

Descripción general de la máquina de prueba

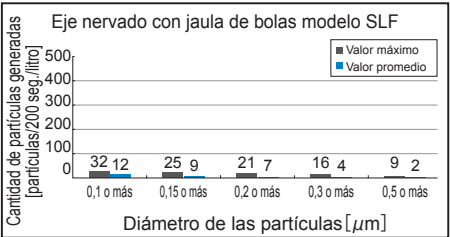
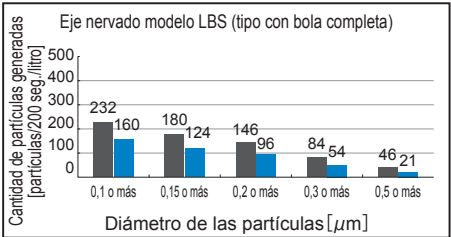
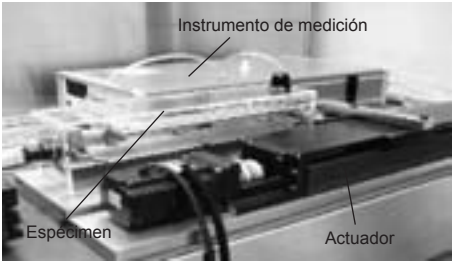


Comparación de nivel de ruido

[Condiciones]

Modelo probado	SLF50CL+350LP/ LBS50CL+350LP
Velocidad máxima	30m/min
Aceleración	2,84m/s²
Carrera	200mm
Cantidad de aire suministrado	1ℓ/200 seg.
Lubricante	Grasa AFE-CA de THK
Equipo que usa el producto	Medidor de partículas

Apariencia de la máquina de prueba



Datos sobre comparación de generación de polvo

Eje nervado con jaula para par de torsión alto

[Funcionamiento a largo plazo libre de mantenimiento]

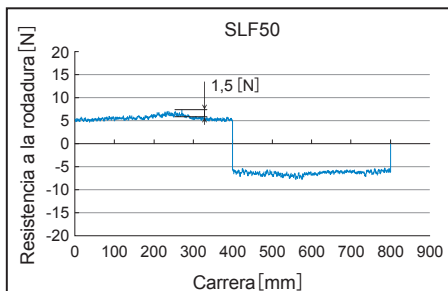
Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas para aumentar considerablemente la retención de grasa, logrando así una operación duradera que no necesita mantenimiento.

[Movimiento suave (poca fluctuación de rodadura)]

Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas y un nuevo método de circulación, logrando así un movimiento estable y suave con poca fluctuación de rodadura.

[Condiciones]

Modelo probado	SLF50
Velocidad	10 mm/seg.
Carga aplicada	Precarga media (CM)
Lubricante	Grasa AFB-LF de THK



Prueba de resistencia a la rodadura

Eje nervado

Tipos y características

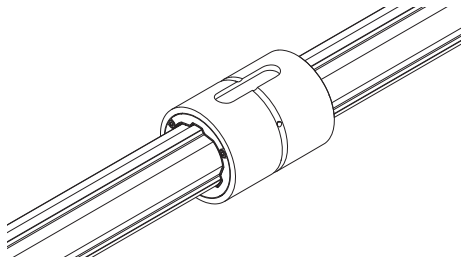
[Tipos de tuercas nervadas]

Eje nervado de tipo cilíndrico modelo SLS (tipo de carga media)

La circunferencia de la tuerca estriada tiene forma de cilindro recto.

Con una chaveta, este modelo se puede asegurar al alojamiento o transmitir un par de torsión.

Tabla de especificación⇒ **A3-42**

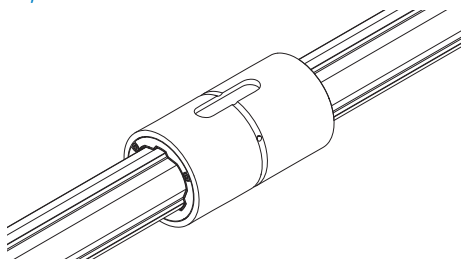


Eje nervado de tipo cilíndrico modelo SLS-L (tipo de carga pesada)

Un tipo de carga pesada con el mismo diámetro externo que el modelo SLS y una tuerca estriada más larga.

Es óptimo en casos donde se aplica un mayor par de torsión en un espacio pequeño y en casos donde se aplica una carga descentrada o un momento.

Tabla de especificación⇒ **A3-42**

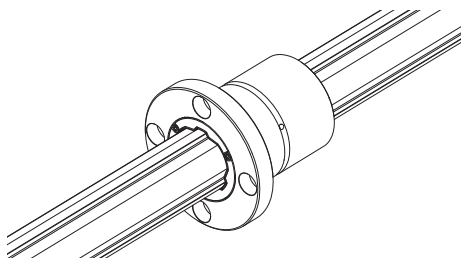


Eje nervado de tipo con brida modelo SLF

El alojamiento se puede asegurar con pernos en modelos equipados con una brida.

Este modelo se ensambla fácilmente y puede acomodar un alojamiento más corto en comparación con los modelos con alojamiento asegurado por chaveta.

Tabla de especificación⇒ **A3-44**



[Tipos de ejes estriados]

Eje estriado macizo de precisión (tipo estándar)

El Eje nervado se estira en frío y la ranura se rectifica con precisión. Se utiliza junto con una tuerca estriada.



Eje estriado especial

THK fabrica, a pedido, un eje estriado con extremos más gruesos o un área media más gruesa a través de un procesamiento especial.



Eje estriado hueco (tipo K)

Se encuentra disponible un eje estriado hueco estirado para ciertos requerimientos, como tubería, cableado, ventilación de aire y reducción de peso.



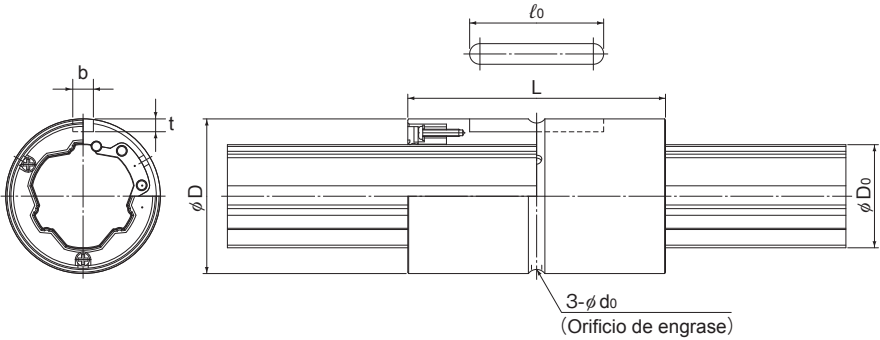
Tolerancia de diámetro interior del alojamiento

Al instalar la tuerca estriada en el alojamiento, se recomienda una conexión de transición. Si la precisión del eje nervado no necesita ser muy alta, también se acepta una conexión holgada.

Tabla1 Tolerancia de diámetro interior del alojamiento

Tolerancia de diámetro interior del alojamiento	Condiciones generales	H7
	Cuando la holgura debe ser reducida	J6

Modelo SLS



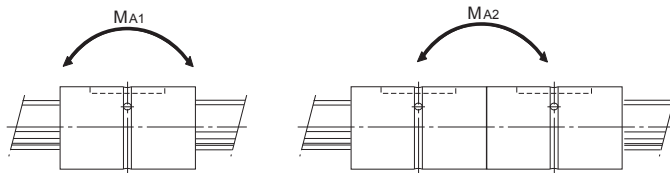
Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca nervada							
	Diámetro exterior		Longitud		Dimensiones de la ranura de claveta			Orificio de engrasado
	D	Tolerancia	L	Tolerancia	b H8	t +0,1 0	ℓ ₀	
SLS25	37	0 -0,016	60	0 -0,3	5	3	33	2
SLS25L			70					
SLS30	45		70		7	4	41	3
SLS30L			80					
SLS40	60	0 -0,019	90	0 -0,3	10	4,5	55	3
SLS40L			100					
SLS50	75		100		15	5	60	4
SLS50L			112					
SLS60	90		127	0 -0,4	18	6	68	4
SLS60L			140					
SLS70	100	0 -0,022	110		18	6	68	4
SLS70L			135					
SLS80	120		140	0 -0,4	20	7	80	5
SLS80L			155					
SLS100	140	0 -0,025	160		28	9	93	5
SLS100L			185					

Código del modelo

2	SLS50	UU	CL	+700L	P	K
Descripción del modelo		Símbolo de la precarga en la dirección de rotación (*2)		Símbolo para el eje estriado hueco estándar (*4)		
		Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1)		Símbolo de precisión (*3)		
				Longitud total del eje estriado(*5) (en mm)		
Cantidad de tuercas estriadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)						

(*1) Consulte **A3-120**. (*2) Consulte **A3-30**. (*3) Consulte **A3-34**. (*4) Consulte **A3-46**. (*5) Consulte **A3-115**.

Eje nervado con jaula para par de torsión alto

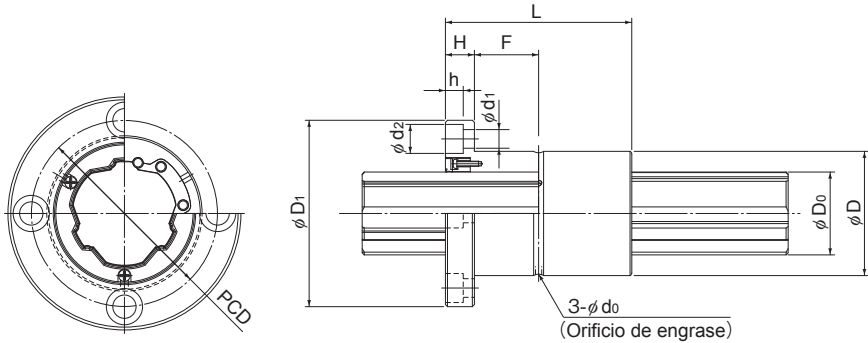


Unidad: mm

	Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica		Momento estático admisible		Masa	
	C _T N-m	C _{0T} N-m	C kN	C ₀ kN	M _{A1} N-m	M _{A2} N-m	Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
	219,9	306,8	18,2	22,5	136	851	0,15	3,51
	261,9	394,5	21,7	29,0	220	1203	0,18	
	366,5	513,3	25,4	31,5	233	1341	0,30	5,05
	416,4	616,0	28,9	37,8	330	1803	0,34	
	818,9	1135,4	42,8	52,5	520	2801	0,69	9,18
	890,0	1277,3	46,5	59,1	652	3529	0,79	
	1373,4	1783,1	57,6	66,2	687	4156	1,30	14,45
	1571,2	2165,2	65,9	80,4	996	5349	1,47	
	2506,7	3321,0	87,8	103,0	1452	7733	2,25	21,23
	2723,2	3736,2	95,3	115,8	1820	9570	2,50	
	2986,3	3474,7	89,7	92,5	1038	6392	2,13	28,57
	3708,4	4738,2	111,4	126,1	1867	10135	2,71	
	4664,6	5477,4	122,8	127,7	1739	11482	4,22	37,49
	5195,3	6390,4	136,8	148,9	2327	14491	4,77	
	8922,3	10211,6	188,2	190,7	3155	19118	5,20	58,97
	10424,4	12764,6	219,8	238,4	4816	26463	6,22	

Eje nervado

Modelo SLF



Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca nervada									
	Diámetro exterior		Longitud		Diámetro de la brida		H	F	Orificio de engrasado d _o	PCD
	D	Tolerancia	L	Tolerancia	D ₁	Tolerancia				
SLF25	37	0 -0,016	60	0 -0,3	60	0 -0,2	9	21	2	47
SLF30	45		70		70		10	25	3	54
SLF40	60		90		90		14	31	3	72
SLF50	75	0 -0,019	100		113	0 -0,3	16	34	4	91
SLF60	90		127		129		18	45,5	4	107
SLF70	100	0 -0,022	110	0 -0,4	142		20	35	4	117
SLF80	120		140		168		22	48	5	138
SLF100	140	0 -0,025	160		195	0 -0,4	25	55	5	162

Código del modelo

2 SLF50 UU CL +700L P K

Descripción del modelo

Símbolo de holgura en la dirección de rotación (*2)

Símbolo de eje nervado hueco estándar(*4)
Símbolo de precisión(*3)

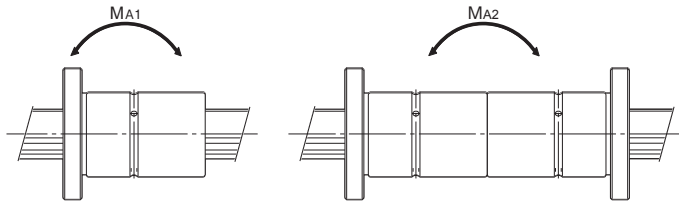
Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1)

Longitud total del eje estriado(*5)
(en mm)

Cantidad de tuercas estriadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)

(*1) Consulte **A3-120**. (*2) Consulte **A3-30**. (*3) Consulte **A3-34**. (*4) Consulte **A3-46**. (*5) Consulte **A3-115**.

Eje nervado con jaula para par de torsión alto



Unidad: mm

	Orificio de montaje $d_1 \times d_2 \times h$	Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica		Momento estático admisible		Masa	
		C_T N-m	C_{0T} N-m	C kN	C_0 kN	M_{A1} N-m	M_{A2} N-m	Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
	5,5×9,5×5,4	219,9	306,8	18,2	22,5	136	851	0,26	3,51
	6,6×11×6,5	366,5	513,3	25,4	31,5	233	1341	0,45	5,05
	9×14×8,6	818,9	1135,4	42,8	52,5	520	2801	1,06	9,18
	11×17,5×11	1373,4	1783,1	57,6	66,2	687	4156	1,90	14,45
	11×17,5×11	2506,7	3321,0	87,8	103,0	1452	7733	3,08	21,23
	14×20×13	2986,3	3474,7	89,7	92,5	1038	6392	3,25	28,57
	16×23×15,2	4664,6	5477,4	122,8	127,7	1739	11482	5,82	37,49
	18×26×17,5	8922,3	10211,6	188,2	190,7	3155	19118	7,66	58,97

Eje nervado

Eje nervado

Los ejes estriados se dividen por su forma en eje estriado macizo de precisión, eje estriado especial y eje estriado hueco (tipo K), como se describe en **A3-41**. Debido a que la producción de un eje nervado con una forma específica se realiza a pedido, proporcione un dibujo de la forma deseada cuando solicite un presupuesto o realice un pedido.

[Forma de sección del eje nervado]

Tabla2 muestra la forma de sección de un Eje nervado. Si los extremos del Eje nervado deben ser cilíndricos, no debe excederse el valor del diámetro menor (ϕd) si es posible.

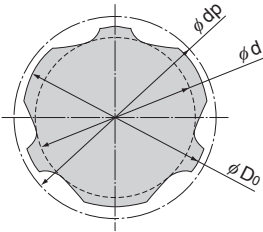


Tabla2 Forma de sección del eje estriado Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	25	30	40	50	60	70	80	100
Diámetro menor ϕd	21,6	25,8	35,2	44,4	54,0	62,8	71,3	90,0
Diámetro mayor ϕD_0 h7	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	60,0	80,0	100,0
Diámetro de bola centro a centro ϕd_p	25,2	30,2	40,6	50,6	61,0	71,0	80,8	101,2
Masa (kg/m)	3,51	5,05	9,18	14,45	21,23	28,57	37,49	58,97

*El diámetro menor ϕd debe ser un valor mediante el cual no quede ninguna muesca luego del mecanizado.

[Forma del orificio del eje nervado hueco estándar]

Tabla3 muestra la forma del orificio del eje nervado hueco estándar. Utilice esta tabla cuando deba cubrir ciertos requerimientos, como tubería, cableado, ventilación de aire o reducción de peso.

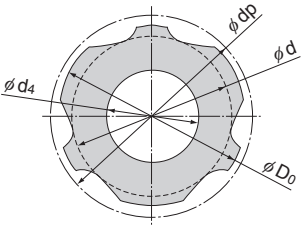


Tabla3 Forma de sección del eje nervado hueco estándar Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	25	30	40	50	60	70	80	100
Diámetro menor ϕd	21,6	25,8	35,2	44,4	54,0	62,8	71,3	90,0
Diámetro mayor ϕD_0 h7	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	60,0	80,0	100,0
Diámetro de bola centro a centro ϕd_p	25,2	30,2	40,6	50,6	61,0	71,0	80,8	101,2
Diámetro del orificio (ϕd_4)	12	16	22	25	32	—	52,5	67,5
Masa (kg/m)	2,62	3,47	6,19	10,59	14,90	—	20,48	30,85

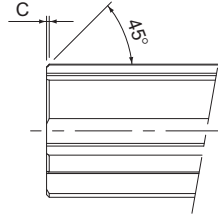
*El diámetro menor ϕd debe ser un valor mediante el cual no quede ninguna muesca luego del mecanizado.

Eje nervado con jaula para par de torsión alto

[Inclinación de los extremos del eje nervado]

Para facilitar la inserción del eje estriado en la tuerca estriada, los extremos del eje suelen biselarse con las dimensiones que se indican a continuación, salvo que se especifique lo contrario.

Los extremos están biselados ya sea si están usados, como ocurre con los extremos escalonados, roscados o perforados, o no usados, como ocurre con los soportes voladizos.



Modelos SLS25 a 100

Tabla4 Dimensiones del inglete de los extremos del eje estriado

Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	25	30	40	50	60	70	80	100
Biselado C	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0

[Longitud del área imperfecta de un eje nervado especial]

Si alguna parte del eje estriado es más gruesa que el diámetro menor (ϕd), se requiere un área con estrías incompletas para asegurar una depresión para la rectificación. La relación entre el diámetro de la brida (ϕdf) y la longitud de las estrías incompletas (S) se muestran en Tabla5.

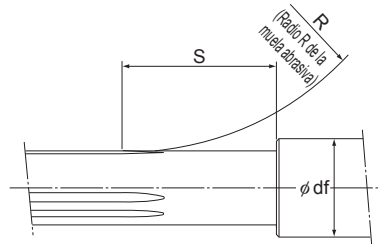


Tabla5 Longitud del área de estrías incompletas: S

Unidad: mm

Diámetro de la brida ϕdf	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140	160
Diámetro del eje nominal	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140	160
25	29	54	63	72	—	—	—	—	—	—	—
30	—	34	56	65	80	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	36	66	81	104	—	—	—	—
50	—	—	—	—	35	59	83	100	—	—	—
60	—	—	—	—	—	37	73	92	108	—	—
70	—	—	—	—	—	—	62	84	101	115	—
80	—	—	—	—	—	—	45	76	95	109	—
100	—	—	—	—	—	—	—	48	77	96	110

Accesorios

Los modelos de eje nervado SLS y SLS-L cuentan con una chaveta estándar, como se indica en Tabla6.

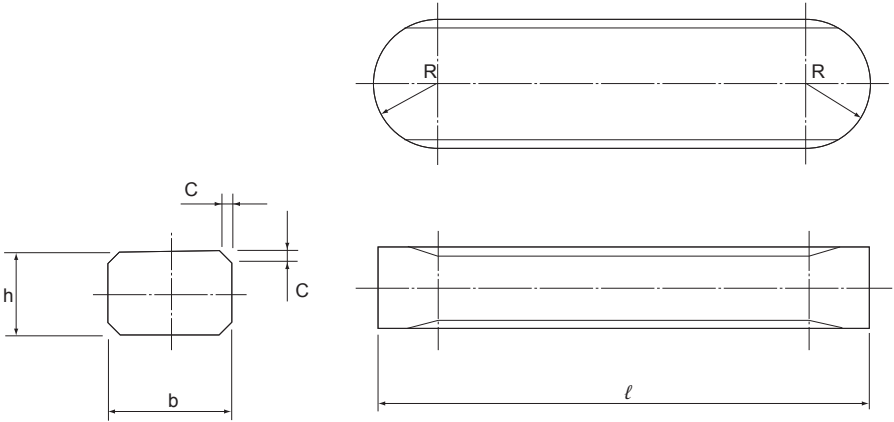


Tabla6 Chavetas estándar para los modelos SLS y SLS-L

Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	Ancho b		Altura h		Longitud ℓ		R	C
		Tolerancia (p7)		Tolerancia (h9)		Tolerancia (h12)		
SLS 25	5	+0,024	5	0 -0,030	33	0 -0,250	2,5	0,5
SLS 25L		+0,012					3,5	
SLS 30	7	+0,030 +0,015	7	0 -0,036	41			0,8
SLS 30L			8		55		5	
SLS 40	10							
SLS 40L								
SLS 50	15		10		60	0 -0,300	7,5	1,2
SLS 50L								
SLS 60	18	+0,036 +0,018	12	0 -0,043	68		9	
SLS 60L								
SLS 70								
SLS 70L								
SLS 80	20	+0,043 +0,022	13		80	0 -0,350	14	
SLS 80L								
SLS 100	28		18		93	0 -0,400		
SLS 100L								

Eje nervado con jaula para par de torsión alto

Eje nervado

Eje nervado para par de torsión alto

Modelos LBS, LBST, LBF, LBR y LBH

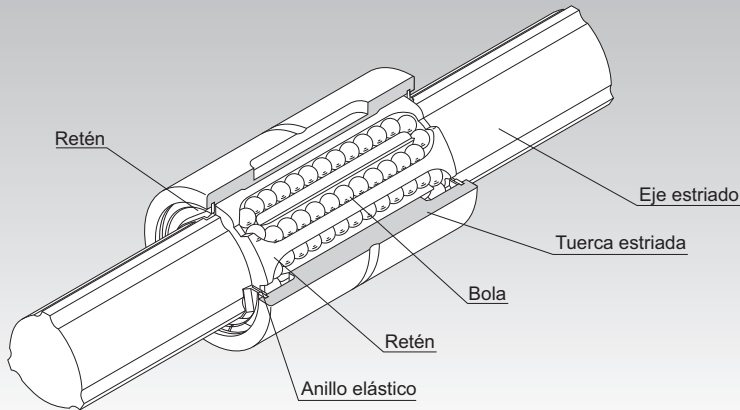


Fig.1 Estructura del modelo LBS de eje nervado para par de torsión alto

Punto de selección	A3-6
Punto de diseño	A3-117
Opciones	A3-120
Descripción del modelo	A3-122
Precauciones de uso	A3-123
Accesorios para la lubricación	A24-1
Procedimiento de montaje y mantenimiento	B3-30
Características transversales del eje estriado	A3-17
Factor equivalente	A3-27
Juego en la dirección de rotación	A3-30
Estándares de precisión	A3-34
Longitud máxima de fabricación por precisión	A3-115

Estructura y características

En el eje nervado para par de torsión alto, el eje estriado posee tres crestas posicionadas de manera equidistante a 120° y a ambos lados de cada cresta, se colocan dos hileras de bolas (seis hileras en total) para sostener la cresta, como se muestra en Fig.1.

Las ranuras son muescas en R rectificado con precisión, cuyos diámetros son aproximados al diámetro de la bola. Cuando se genera un par de torsión desde el eje estriado o la tuerca estriada, las tres hileras de bolas en el lado de carga reciben el par de torsión de manera uniforme, y se determina automáticamente el centro de rotación. Cuando la rotación se invierte, las tres hileras de bolas restantes en el lado sin carga reciben el par de torsión.

Las hileras de bolas están sostenidas en una retén incorporada en la tuerca estriada para que giren y circulen uniformemente. Con este diseño, las bolas no se caerán aun si se retira el eje estriado de la tuerca.

[Sin retroceso angular]

Con el eje nervado para par de torsión alto, una sola tuerca estriada proporciona una precarga que elimina el retroceso angular y aumenta la rigidez.

A diferencia de los ejes nervados convencionales con muescas de arco circular o de arco gótico, el eje nervado para par de torsión alto elimina la necesidad de enroscar dos tuercas estriadas para proporcionar una precarga, lo que facilita lograr un diseño compacto.

[Posicionamiento preciso y gran rigidez]

Debido a que este modelo tiene un gran ángulo de contacto y proporciona una precarga desde una sola tuerca estriada, el desplazamiento inicial es mínimo y se logra gran rigidez y gran precisión de posicionamiento.

[Movimiento y rotación de alta velocidad]

Al adoptar una estructura con gran detención de grasa y una retén rígida, el eje nervado puede funcionar durante un largo período mediante la grasa de lubricación, aun cuando se desplace con un movimiento recto de alta velocidad. Debido a que la distancia en la dirección de radio es casi uniforme entre las bolas que reciben una carga y las que no, la fuerza centrífuga afecta levemente a las bolas y se alcanza un movimiento recto uniforme durante la rotación de alta velocidad.

[Diseño compacto]

A diferencia de los ejes nervados convencionales, las bolas que no reciben carga no circulan en la superficie exterior de la tuerca estriada en este modelo. Como resultado, se reduce el diámetro exterior de la tuerca estriada y se logra un diseño compacto que ahorra espacio.

[Tipo de retén de bolas]

La utilización de una retén previene que las bolas se caigan si se retira el eje estriado de la tuerca estriada.

[Puede utilizarse como casquillo lineal para cargas pesadas]

Debido a que las hileras se mecanizan en muescas en R cuyo diámetro es casi idéntico al del diámetro de las bolas, el área de contacto de la bola es grande, al igual que la capacidad de carga en la dirección radial.

[Los ejes dobles en paralelo pueden reemplazarse por un solo eje]

Debido a que un solo eje es capaz de recibir una carga en la dirección de par de torsión y la dirección radial, los ejes dobles en paralelo pueden reemplazarse por una configuración de un solo eje. De esta manera, se facilita la instalación y se obtiene un diseño que ahorra espacio.

Aplicaciones

El eje nervado para par de torsión alto es un sistema de movimiento recto confiable utilizado en una amplia gama de aplicaciones, como las columnas y los brazos de robots industriales, sistema de carga automático, máquina de transferencia, sistemas de transporte automáticos, máquinas de molde de neumáticos, husillo de soldadora por puntos, eje guía de máquina de revestir automática de alta velocidad, máquina remachadora, enrollador de alambre, cabeza de trabajo de máquinas de electroerosión, Eje motor de husillo de máquina rectificadora, engranajes de velocidad y ejes de indexación de precisión.

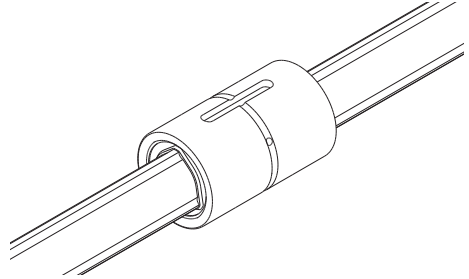
Tipos y características

[Tipos de tuercas estriadas]

Modelo LBS de eje nervado de tipo cilíndrico (tipo de carga media)

Tabla de especificación⇒ **A3-56**

El tipo más compacto con tuerca estriada recta cilíndrica. Al transmitir un par de torsión, se acciona una chaveta dentro del cuerpo. La superficie exterior de la tuerca estriada cuenta con un tratamiento anticarbonación.

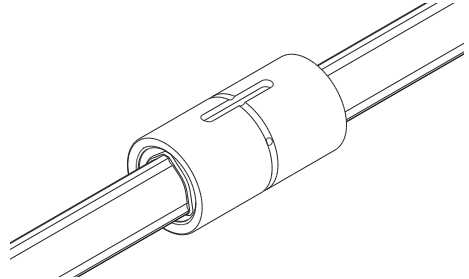


Eje nervado

Modelo LBST de eje nervado de tipo cilíndrico (tipo de carga pesada)

Tabla de especificación⇒ **A3-60**

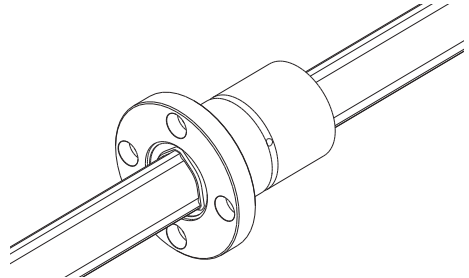
Un tipo de carga pesada que tiene el mismo diámetro de la tuerca estriada que el modelo LBS, pero tiene una longitud de tuerca estriada más prolongada. Es óptimo para lugares donde el espacio es reducido, y donde se aplica un alto par de torsión y una carga descentrada o una de momento.



Modelo LBF de eje nervado de tipo con brida

Tabla de especificación⇒ **A3-62**

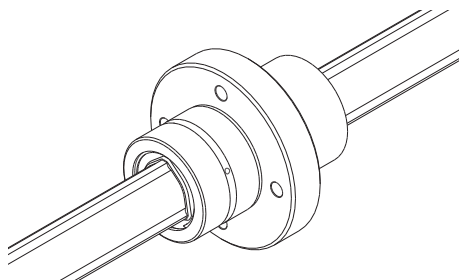
La tuerca estriada puede instalarse en la caja a través de la brida, lo que simplifica el montaje. Es óptima para lugares donde la caja puede deformarse si la ranura de chaveta se mecaniza en su superficie y donde el ancho de la caja es pequeño.



Modelo LBR de eje nervado de tipo con brida

Tabla de especificación⇒ **A3-64**

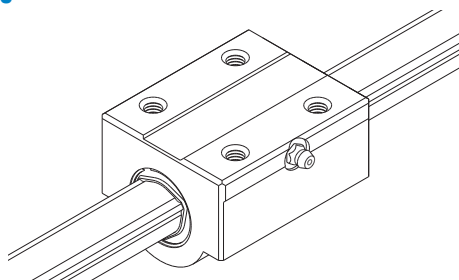
Basado en el modelo LBST de carga pesada, este modelo tiene una brida en el área central, lo que lo hace óptimo para ubicaciones bajo carga de momento, como brazos de robots industriales.



Modelo LBH de eje nervado de tipo rectangular

Tabla de especificación⇒ **A3-66**

Su tuerca estriada rígida rectangular no requiere un caja y puede montarse directamente en el cuerpo de la máquina. Por lo tanto, se logra un sistema de guía lineal altamente rígido.



[Tipos de ejes estriados]

Eje estriado macizo de precisión (tipo estándar)

El eje estriado se estira en frío y la ranura se rectifica con precisión. Se utiliza en combinación con una tuerca estriada.

**Eje estriado especial**

THK fabrica, a pedido, un eje estriado con extremos más gruesos o un área media más gruesa a través de un procesamiento especial.

**Eje estriado hueco (tipo K)**

Se encuentra disponible un eje estriado hueco estirado para ciertos requerimientos, como tubería, cableado, ventilación de aire y reducción de peso.

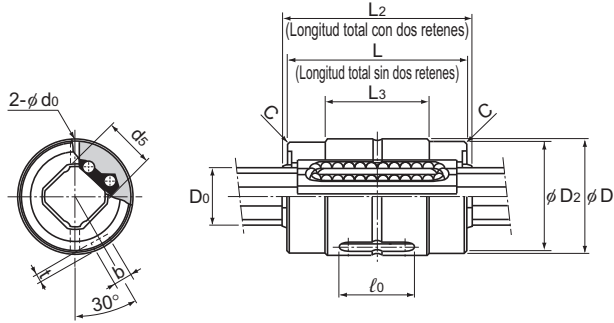
**Tolerancia de diámetro interior de la caja**

Cuando se conecta la tuerca estriada en la caja, suele recomendarse una conexión de transición. Si la precisión del eje nervado no debe ser muy elevada, también se aceptará una conexión con juego.

Tabla1 Tolerancia de diámetro interior de la caja

Tolerancia de diámetro interior de la caja	Condiciones generales	H7
	Cuando el juego debe ser reducida	J6

Modelo LBS (tipo de carga media)



Modelos LBS6 y 8

Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca nervada											
	Diámetro exterior		Longitud		L ₂	L ₃	D ₂	Dimensiones de la ranura de claveta			r	C
	D	Tolerancia	L	Tolerancia				b H8	t +0,1 0	l ₀		
LBS 6	12	0 -0,011	20	0 -0,2	20,8	11	11,5	2	0,8	10	—	0,3
LBS 8	16	0 -0,013	25		26,4	14,5	15,5	2,5	1,2	12,5	—	0,3
LBS 10	19	0 -0,013	30		—	—	—	3	1,5	17	—	0,3

Nota) Los modelos LBS6 y 8 son de tipo de tapón extremo. No los someta a impactos, etc.

Código del modelo

2 LBS6 UU CL +200L H

Descripción del modelo

Cantidad de tuercas
estriadas en un eje
(sin símbolo para una tuerca)

Símbolo de la precarga
en la dirección de rotación
(*)2

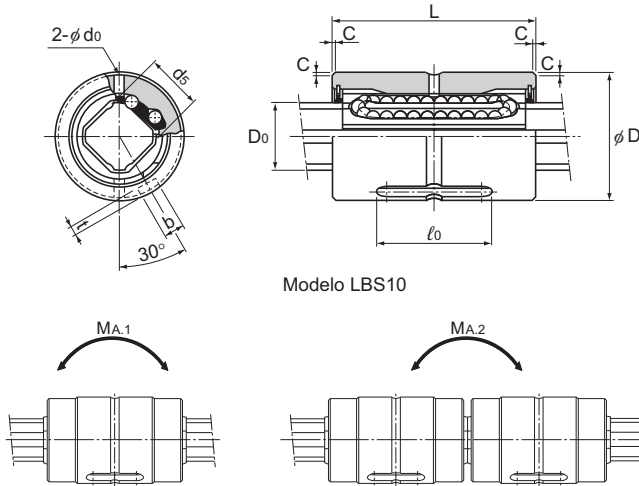
Símbolo del accesorio
de protección contra la
contaminación (*)1

Símbolo de precisión (*)3

Longitud total del eje estriado (*)4
(en mm)

(*)1 Consulte **A3-120**. (*)2 Consulte **A3-30**. (*)3 Consulte **A3-34**. (*)4 Consulte **A3-115**.

Eje nervado para par de torsión alto



Modelo LBS10

Unidad: mm

	Orificio de engrasado	Diámetro exterior del eje estriado			Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica (radial)		Momento estático admisible		Masa	
		d ₀	D ₀	d ₅	C _T N-m	C _{OT} N-m	C kN	C ₀ kN	M _{A.1} N-m	M _{A.2} N-m	Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
		1,2	6	5,3	1,53	2,41	0,637	0,785	2,2	19,4	0,0066	0,22
		1,2	8	7,3	4,07	6,16	1,18	1,42	5,1	39,6	0,0154	0,42
		1,5	10	8,3	7,02	10,4	1,62	1,96	8,1	67,6	0,0367	0,55

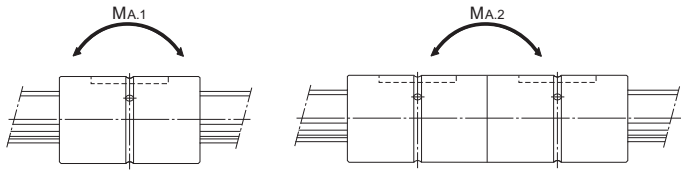
Nota) M_{A.1} indica el momento admisible en la dirección axial cuando se usa una sola tuerca estriada.

M_{A.2} indica la carga de momento admisible en la dirección axial cuando se usan dos tuercas estriadas que están en contacto.

(La precisión de una configuración que consta de una sola unidad LBS no será estable. Se recomienda usar una sola unidad LBST o dos unidades LBS que están en contacto cercano).

Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes estriados según la precisión, consulte **A3-115**.

Eje nervado para par de torsión alto



Unidad: mm

		Diámetro exterior del eje estriado		Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica (radial)		Momento estático admisible		Masa	
	Orificio de engrasado										
	d ₀	D ₀	d _S	C _T N·m	C _{OT} N·m	C kN	C ₀ kN	M _{A.1} N·m	M _{A.2} N·m	Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
	2	14,5	—	30,4	74,5	4,4	8,4	25,4	185	0,06	1
	2	19,7	—	74,5	160	7,8	14,9	60,2	408	0,14	1,8
	2	24,5	—	154	307	13	23,5	118	760	0,25	2,7
	3	29,6	—	273	538	19,3	33,8	203	1270	0,44	3,8
	3	39,8	—	599	1140	31,9	53,4	387	2640	1	6,8
	4	49,5	—	1100	1940	46,6	73	594	4050	1,7	10,6
	4	70	—	2190	3800	66,4	102	895	6530	3,1	21,3
	5	84	—	3620	6360	90,5	141	2000	12600	5,5	32
	5	99	—	5190	12600	126	237	3460	20600	9,5	45

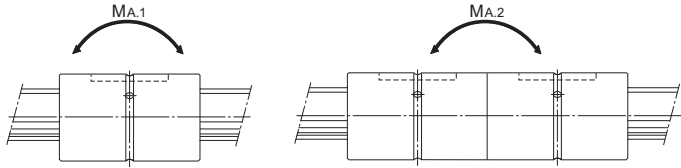
Nota) $M_{A.1}$ indica el valor del momento admisible en la dirección axial cuando se usa una sola tuerca estriada.

$M_{A.2}$ indica el valor de la carga de momento admisible en la dirección axial cuando se usan dos tuercas estriadas que están en contacto.

(La configuración de una sola unidad LBS no es estable en su precisión. Se recomienda usar una sola unidad LBST o dos unidades LBS que están en contacto cercano).

Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes estriados según la precisión, consulte **A3-115**.

Eje nervado para par de torsión alto



Unidad: mm

Eje nervado

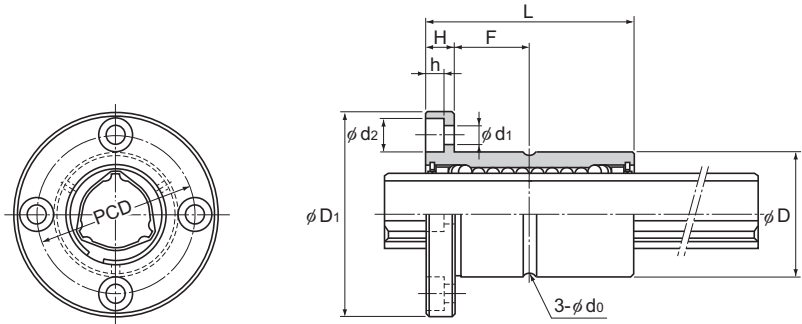
	Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica (radial)		Momento estático admisible		Masa	
	C _T N-m	C _{OT} N-m	C kN	C ₀ kN	M _{A1} ** N-m	M _{A2} ** N-m	Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
	90,2	213	9,4	20,1	103	632	0,17	1,8
	176	381	14,9	28,7	171	1060	0,29	2,7
	312	657	22,5	41,4	295	1740	0,5	3,8
	696	1420	37,1	66,9	586	3540	1,1	6,8
	1290	2500	55,1	94,1	941	5610	1,9	10,6
	1870	3830	66,2	121	1300	8280	3,3	15,6
	3000	6090	90,8	164	2080	11800	3,8	21,3
	4740	9550	119	213	3180	17300	6,1	32
	6460	14400	137	271	4410	25400	10,4	45
	8380	19400	148	306	5490	32400	12,9	69,5
	13900	32200	196	405	8060	55400	28	116,6

Nota) **M_{A1} indica el valor de momento admisible en la dirección axial cuando se utiliza una sola tuerca estriada, como se muestra en la figura anterior.

**M_{A2} indica el valor del momento admisible en la dirección axial cuando se utilizan dos tuercas estriadas en contacto entre sí, como se muestra en la figura anterior.

Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes nervados por precisión, consulte **A3-115**.

Modelo LBF (tipo de carga media)



Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca estriada									
	Diámetro exterior		Longitud		Diámetro de la brida		H	F	Orificio de engrasado d _o	PCD
	D	Tolerancia	L	Tolerancia	D ₁	Tolerancia				
LBF 15	23	0 -0,013	40	0 -0,2	43	0 -0,2	7	13	2	32
● LBF 20	30	0 -0,016	50	0 -0,3	49		7	18	2	38
● LBF 25	37		60		60		9	21	2	47
● LBF 30	45		70		70		10	25	3	54
● LBF 40	57	0 -0,019	90	0 -0,3	90	0 -0,3	14	31	3	70
● LBF 50	70		100		108		16	34	4	86
○ LBF 60	85		127		124		18	45,5	4	102
● LBF 70	95		110		142		20	35	4	117
● LBF 85	115	0 -0,022	140	0 -0,4	168	0 -0,4	22	48	5	138
● LBF 100	135	0 -0,025	160		195		25	55	5	162

(Nota) ○ : indica los códigos de modelo para los cuales se encuentran disponibles los tipos para alta temperatura (con retenes de metal; temperatura de servicio: hasta los 100°C).

(Ejemplo) LBF20 A CL+500L H

Simbolo para alta temperatura

● : indica los códigos de modelos para los cuales se encuentran disponibles tipos de sello de fieltro (consulte A3-120).
No se puede colocar un sello de fieltro en los modelos de eje nervado que utilizan retenes de metal.

Código del modelo

2 LBF20 DD CL +900L P K

Descripción del modelo

Simbolo de la precarga en la dirección de rotación (*2)

Simbolo de precisión (*3)

Simbolo para el eje estriado (*4)

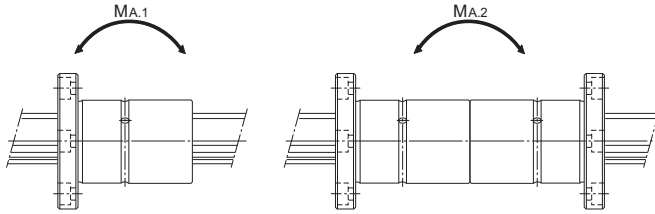
Cantidad de tuercas estriadas en un eje (sin simbolo para una tuerca)

Simbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1)

Longitud total del eje estriado (*5) (en mm)

(*1) Consulte A3-120. (*2) Consulte A3-30. (*3) Consulte A3-34. (*4) Consulte A3-69. (*5) Consulte A3-115.

Eje nervado para par de torsión alto



Unidad: mm

Orificio de montaje $d_1 \times d_2 \times h$		Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica (radial)		Momento estático admisible		Masa	
		C_T N-m	C_{DT} N-m	C kN	C_0 kN	$M_{A.1}^{**}$ N-m	$M_{A.2}^{**}$ N-m	Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
	4,5×8×4,4	30,4	74,5	4,4	8,4	25,4	185	0,11	1
	4,5×8×4,4	74,5	160	7,8	14,9	60,2	408	0,2	1,8
	5,5×9,5×5,4	154	307	13	23,5	118	760	0,36	2,7
	6,6×11×6,5	273	538	19,3	33,8	203	1270	0,6	3,8
	9×14×8,6	599	1140	31,9	53,4	387	2640	1,2	6,8
	11×17,5×11	1100	1940	46,6	73	594	4050	1,9	10,6
	11×17,5×11	1870	3830	66,2	121	1300	8280	3,5	15,6
	14×20×13	2190	3800	66,4	102	895	6530	3,6	21,3
	16×23×15,2	3620	6360	90,5	141	2000	12600	6,2	32
	18×26×17,5	5910	12600	126	237	3460	20600	11	45

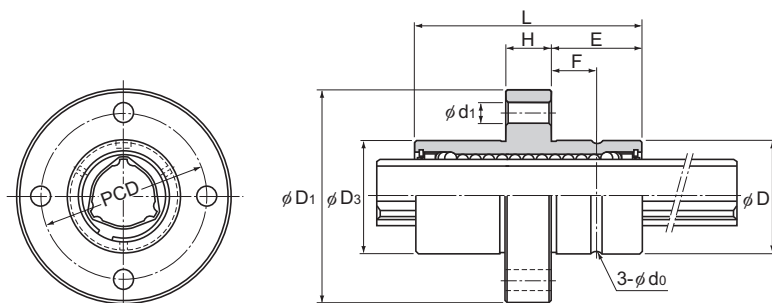
Nota) $M_{A.1}^{**}$ indica el valor de momento admisible en la dirección axial cuando se utiliza una sola tuerca estriada, como se muestra en la figura anterior.

$M_{A.2}^{**}$ indica el valor del momento admisible en la dirección axial cuando se utilizan dos tuercas estriadas en contacto entre sí, como se muestra en la figura anterior.

(La configuración de una sola tuerca estriada no presenta estabilidad en cuanto a la precisión. Recomendamos utilizar dos tuercas en contacto entre sí.)

Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes nervados por precisión, consulte **A3-115**.

Modelo LBR



Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca estriada								
	Diámetro exterior		Diámetro exterior D ₃	Longitud		Diámetro de la brida D ₁	H	E	PCD
	D	Tolerancia		L	Tolerancia				
LBR 15	25	0 -0,013	25,35	40	0 -0,2	45,4	9	15,5	34
○● LBR 20	30	0 -0,016	30,35	60	0 -0,3	56,4	12	24	44
○● LBR 25	40		40,35	70		70,4	14	28	54
○● LBR 30	45		45,4	80		75,4	16	32	61
○● LBR 40	60	0 -0,019	60,4	100		96,4	18	41	78
○● LBR 50	75		75,4	112		112,4	20	46	94
○ LBR 60	90		90,5	127	0 -0,4	134,5	22	52,5	112
○● LBR 70	95	0 -0,022	95,6	135		140,6	24	55,5	117
○● LBR 85	120		120,6	155		170,6	26	64,5	146
○● LBR 100	140	0 -0,025	140,6	175		198,6	34	70,5	170

Nota) ○: indica los códigos de modelo para los cuales se encuentran disponibles los tipos para alta temperatura (con retenes de metal; temperatura de servicio: hasta los 100°C).

(Ejemplo) LBR40 A CM+600L H

— Símbolo para alta temperatura

●: indica los códigos de modelos para los cuales se encuentran disponibles tipos de sello de fieltro (consulte **A3-120**).
No se puede colocar un sello de fieltro en los modelos de eje nervado que utilizan retenes de metal.

Código del modelo

2 LBR30 UU CM +700L H K

Descripción del modelo

Símbolo de la precarga en la dirección de rotación (*2)

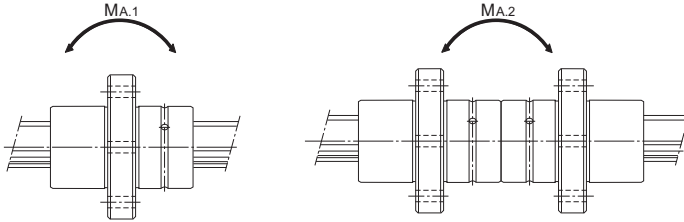
Símbolo de precisión (*3)

Símbolo para el eje estriado (*4)

Cantidad de tuercas estriadas en un eje (sin símbolo para una tuerca) Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1) Longitud total del eje estriado (*5) (en mm)

(*1) Consulte **A3-120**. (*2) Consulte **A3-30**. (*3) Consulte **A3-34**. (*4) Consulte **A3-69**. (*5) Consulte **A3-115**.

Eje nervado para par de torsión alto



Unidad: mm

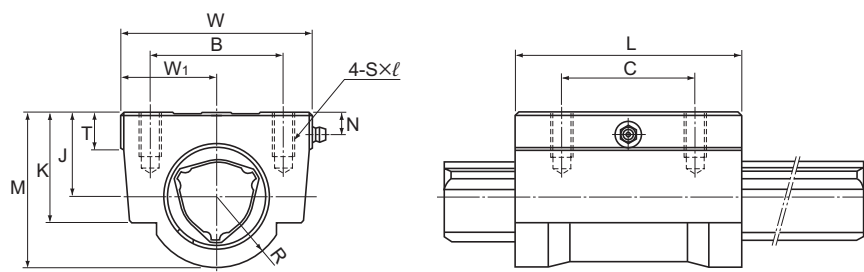
				Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica (radial)		Momento estático admisible		Masa	
Orificio de montaje	F	Orificio de engrasado		C_T N-m	C_{DT} N-m	C kN	C_0 kN	M_{A1}^{**} N-m	M_{A2}^{**} N-m	Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
d_1		d_0									
4,5	7,5	2		30,4	74,5	4,4	8,4	25,4	185	0,14	1
5,5	12	2		90,2	213	9,4	20,1	103	632	0,33	1,8
5,5	14	2		176	381	14,9	28,7	171	1060	0,54	2,7
6,6	16	3		312	657	22,5	41,4	295	1740	0,9	3,8
9	20,5	3		696	1420	37,1	66,9	586	3540	1,7	6,8
11	23	4		1290	2500	55,1	94,1	941	5610	2,7	10,6
11	26	4		1870	3830	66,2	121	1300	8280	3,7	15,6
14	27	4		3000	6090	90,8	164	2080	11800	6	21,3
16	32	5		4740	9550	119	213	3180	17300	8,3	32
18	35	5		6460	14400	137	271	4410	25400	14,2	45

Nota) M_{A1}^{**} indica el valor de momento admisible en la dirección axial cuando se utiliza una sola tuerca estriada, como se muestra en la figura anterior.

M_{A2}^{**} indica el valor del momento admisible en la dirección axial cuando se utilizan dos tuercas estriadas en contacto entre sí, como se muestra en la figura anterior.

Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes nervados por precisión, consulte **A3-115**.

Modelo LBH



Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca estriada									
	Altura	Ancho	Longitud							
	M	W	L	B	C	S × l	J ±0,15	W ₁ ±0,15	T	K
○ LBH 15	29	34	43	26	26	M4 × 10	15	17	6	20
○● LBH 20	38	48	62	35	35	M6 × 12	20	24	7	26
○● LBH 25	47	60	73	40	40	M8 × 16	25	30	8	33
○● LBH 30	57	70	83	50	50	M8 × 16	30	35	10	39
○● LBH 40	70	86	102	60	60	M10 × 20	38	43	15	50
○● LBH 50	88	100	115	75	75	M12 × 25	48	50	18	63

Nota) ○: indica los códigos de modelo para los cuales se encuentran disponibles los tipos para alta temperatura (con retenes de metal; temperatura de servicio: hasta los 100°C).

(Ejemplo) LBH30 A CM+600L H

Simbolo para alta temperatura

●: indica los códigos de modelos para los cuales se encuentran disponibles tipos de sello de fieltro (consulte **A3-120**). No se puede colocar un sello de fieltro en los modelos de eje nervado que utilizan retenes de metal.

Código del modelo

2 LBH40 UU CL +700L P K

Descripción del modelo

Simbolo de la precarga en la dirección de rotación (*2)

Simbolo de precisión (*3)

Simbolo para el eje estriado (*4)

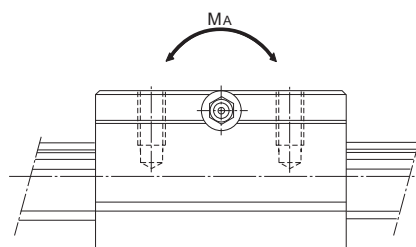
Cantidad de tuercas estriadas en un eje (sin simbolo para una tuerca)

Simbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1)

Longitud total del eje estriado (*5) (en mm)

(*1) Consulte **A3-120**. (*2) Consulte **A3-30**. (*3) Consulte **A3-34**. (*4) Consulte **A3-69**. (*5) Consulte **A3-115**.

Eje nervado para par de torsión alto



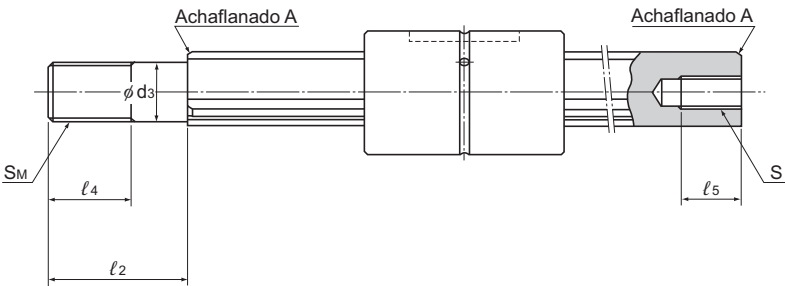
Eje nervado

Unidad: mm

				Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica (radial)		Momento estático admisible	Masa	
	R	N	Engrasador	C _T N-m	C _{OT} N-m	C kN	C ₀ kN		Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
	14	5	φ4 impulsión Conector	30,4	74,5	4,4	8,4	25,4	0,23	1
	18	7	A-M6F	90,2	213	9,4	20,1	103	0,58	1,8
	22	6	A-M6F	176	381	14,9	28,7	171	1,1	2,7
	26	8	A-M6F	312	657	22,5	41,4	295	1,73	3,8
	32	10	A-M6F	696	1420	37,1	66,9	586	3,18	6,8
	40	13,5	A-PT1/8	1290	2500	55,1	94,1	941	5,1	10,6

Nota) **M_A indica el valor de momento admisible en la dirección axial cuando se utiliza una sola tuerca estriada, como se muestra en la figura anterior.
Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes nervados por precisión, consulte **A3-115**.

Modelo LBS con forma del extremo del eje recomendada



Unidad: mm

Descripción del modelo	d_3	Tolerancia	l_2	S_M	l_4	$S \times l_5$
LBS 15	10	$\begin{matrix} 0 \\ -0,015 \end{matrix}$	23	M10 $\times$ 1,25	14	M6 $\times$ 10
LBS 20	14	$\begin{matrix} 0 \\ -0,018 \end{matrix}$	30	M14 $\times$ 1,5	18	M8 $\times$ 15
LBS 25	18		42	M18 $\times$ 1,5	25	M10 $\times$ 18
LBS 30	20	$\begin{matrix} 0 \\ -0,021 \end{matrix}$	46	M20 $\times$ 1,5	27	M12 $\times$ 20
LBS 40	30		70	M30 $\times$ 2	40	M18 $\times$ 30
LBS 50	36	$\begin{matrix} 0 \\ -0,025 \end{matrix}$	80	M36 $\times$ 3	46	M20 $\times$ 35

Nota) Para obtener detalles del Achaflanado A, consulte **A3-70**.

Eje estriado

Los ejes estriados se dividen por su forma en eje estriado macizo de precisión, eje estriado especial y eje estriado hueco (tipo K), como se describe en **A3-55**.

Debido a que la producción de un eje estriado con una forma específica se realiza bajo pedido, proporcione un dibujo de la forma deseada cuando solicite un presupuesto o realice un pedido.

[Forma de sección del eje estriado]

Tabla2 muestra la forma de sección de un eje estriado. Si los extremos del eje estriado deben ser cilíndricos, no debe excederse el valor del diámetro menor (ϕd) si es posible.

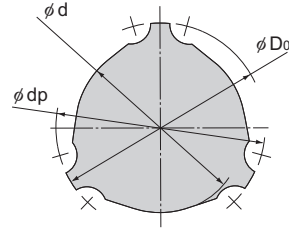


Tabla2 Forma de sección del eje estriado

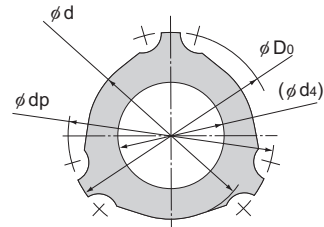
Unidad: mm

Diámetro de eje nominal	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
Diámetro menor ϕd	11,7	15,3	19,5	22,5	31	39	46,5	54,5	67	81	101	130
Diámetro mayor ϕD_0	14,5	19,7	24,5	29,6	39,8	49,5	60	70	84	99	117	147
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
Masa (kg/m)	1	1,8	2,7	3,8	6,8	10,6	15,6	21,3	32	45	69,5	116,6

*El diámetro menor ϕd debe ser un valor mediante el cual no quede ninguna muesca luego del mecanizado.

[Forma del orificio del eje estriado hueco estándar]

Tabla3 muestra la forma del orificio del eje estriado hueco estándar. Utilice esta tabla cuando deba cubrir ciertos requerimientos, como tubería, cableado, ventilación de aire o reducción de peso.



Tipo K

Tabla3 Forma de sección del eje estriado hueco estándar

Unidad: mm

Diámetro de eje nominal	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
Diámetro menor ϕd	15,3	19,5	22,5	31	39	46,5	54,5	67	81	101	130
Diámetro mayor ϕD_0	19,7	24,5	29,6	39,8	49,5	60	70	84	99	117	147
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
Diámetro del orificio (ϕd_4)	6	8	12	18	24	30	35	45	56	60	80
Masa (kg/m)	1,6	2,3	2,9	4,9	7	10	13,7	19,5	25,7	47,3	77,1

*El diámetro menor ϕd debe ser un valor mediante el cual no quede ninguna muesca luego del mecanizado.

[Achaflanado de los extremos del eje estriado]

Para facilitar la inserción del eje estriado en la tuerca estriada, los extremos del eje suelen Achaflanarse con las dimensiones que se indican a continuación salvo que se especifique lo contrario.

● Achaflanado A

Si los extremos del eje estriado están escalonados, roscados o perforados para un uso específico, se mecanizan con las dimensiones del inglete A indicadas en Tabla4.

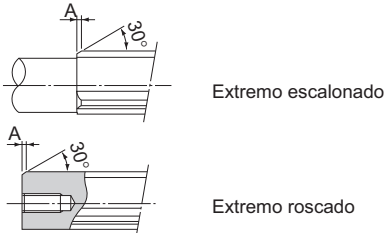


Fig.2 Inglete A

● Achaflanado B

Si no se utiliza alguno de los extremos del eje estriado, por ejemplo apoyo con ménsula, se mecaniza con las dimensiones del inglete B indicadas en Tabla4.

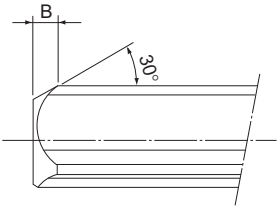


Fig.3 Inglete B

Tabla4 Dimensiones del inglete de los extremos del eje estriado Unidad: mm

Diámetro de eje nominal	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
Inglete A	1	1	1,5	2,5	3	3,5	5	6,5	7	7	7,5	8
Inglete B	3,5	4,5	5,5	7	8,5	10	13	15	16	17	17	18

Nota) Los ejes estriados con diámetros nominales 6, 8 y 10 se ingletean a C0,5.

[Longitud del área imperfecta de un eje estriado especial]

Si el área media o el extremo de un eje estriado debe ser más ancho que el diámetro menor (ϕd), se requiere un área de eje imperfecta para asegurar una depresión por rectificación. Tabla5 muestra la relación entre la longitud de la sección incompleta (S) y el diámetro de la brida (ϕdf). (Esta tabla no aplica para longitudes totales de 1500 mm o mayores. Póngase en contacto con THK para obtener más detalles.)

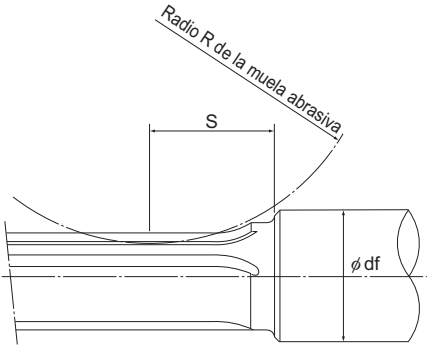


Tabla5 Longitud del área de eje imperfecta: S Unidad: mm

Diámetro de la brida ϕdf	15	20	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200
Diámetro de eje nominal	15	20	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200
15	32	42	49	55	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	35	43	51	57	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	51	64	74	82	97	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	54	67	76	92	105	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	59	80	95	119	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	63	83	110	131	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	66	100	123	140	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—	89	115	134	150	—	—	—
85	—	—	—	—	—	—	—	—	61	98	122	140	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78	108	130	147	—	—
120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81	111	133	150	—
150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64	101	125	144

*Esta tabla no aplica para longitudes totales de 1500 mm o mayores. Póngase en contacto con THK para obtener más detalles.

Accesorios

Los modelos de eje nervado LBS y LBST cuentan con una chaveta estándar como se indica en Tabla6.

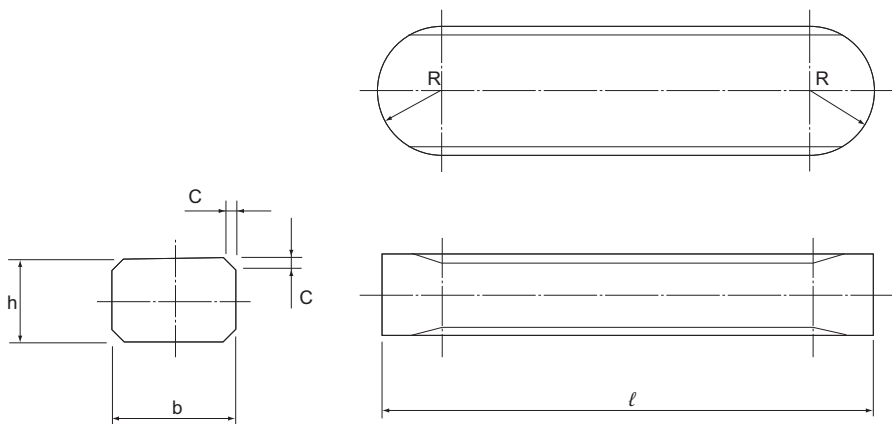


Tabla6 Chavetas estándar para los modelos LBS y LBST

Unidad: mm

Diámetro de eje nominal	Ancho b		Altura h		Longitud ℓ		R	C
		Tolerancia (p7)		Tolerancia (h9)		Tolerancia (h12)		
LBS 6	2	+0,016 +0,006	1,3	0 -0,025	10	0 -0,150	1	0,3
LBS 8	2,5		2		12,5	0	1,25	
LBS 10	3		2,5		17	-0,180	1,5	
LBS 15	3,5	+0,024 +0,012	3,5	0 -0,030	20	0	1,75	0,5
LBS 20	4		4		26	-0,210	2	
LBST 20	4		4		26	-0,210	2	
LBS 25	5	+0,030 +0,015	5	0 -0,036	33	0	2,5	0,8
LBST 25	5		5		33	-0,250	2,5	
LBS 30	7		7		41	0	3,5	
LBST 30	7	+0,036 +0,018	7	0 -0,043	41	0	3,5	0,8
LBS 40	10		8		55	-0,300	5	
LBST 40	10		8		55	-0,300	5	
LBS 50	15	+0,043 +0,022	10	0 -0,052	60	0	7,5	1,2
LBST 50	15		10		60	-0,300	7,5	
LBS 60	18		12		68	0	9	
LBS 70	18	+0,051 +0,026	12	0 -0,052	68	0	9	1,2
LBST 70	18		12		68	-0,350	9	
LBS 85	20		13		80	0	14	
LBST 85	20	+0,043 +0,022	13	0 -0,052	80	-0,350	14	
LBS 100	28		18		93	0	14	
LBST 100	28		18		93	-0,400	14	
LBST 120	28	+0,051 +0,026	18	0 -0,052	123	0	14	2
LBST 150	32		20		157	-0,400	16	

Eje nervado para par de torsión alto

Eje nervado

Eje nervado para par de torsión medio

Modelos LT, LF, LT-X y LF-X

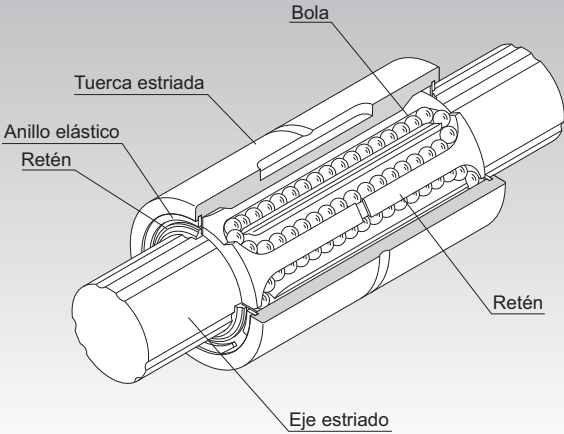


Fig.1 Estructura del modelo LT de eje nervado para par de torsión medio

Punto de selección	A3-6
Punto de diseño	A3-117
Opciones	A3-120
Descripción del modelo	A3-122
Precauciones de uso	A3-123
Accesorios para la lubricación	A24-1
Procedimiento de montaje y mantenimiento	B3-30
Características transversales del eje estriado	A3-17
Factor equivalente	A3-27
Juego en la dirección de rotación	A3-30
Estándares de precisión	A3-34
Longitud máxima de fabricación por precisión	A3-115

Estructura y características

Con el eje nervado para par de torsión medio, el eje estriado tiene de dos a tres crestas en la circunferencia y, a ambos lados de cada cresta, se colocan dos hileras (cuatro a seis hileras en total) de bolas para sostener la cresta a fin de aplicar una carga previa razonable.

Las hileras de bolas están sostenidas en una retén de resina especial incorporada en la tuerca estriada para que giren y circulen de manera uniforme. Con este diseño, las bolas no caerán aunque se quite la tuerca del eje estriado.

[Gran capacidad de carga]

Las ranuras están formadas en muescas de arco circular similares a la curvatura de la bola y aseguran el contacto angular. Así, este modelo tiene gran capacidad de carga en las direcciones radial y de par de torsión.

[Sin retroceso angular]

Dos hileras de bolas, una en frente de la otra, sostienen una cresta, formada en la circunferencia de la tuerca estriada, en un ángulo de contacto de 20° para proporcionar una carga previa en una estructura de contacto angular. De esta manera, se elimina el retroceso angular en la dirección de rotación y se aumenta la rigidez.

[Gran rigidez]

Debido a que el ángulo de contacto es elevado y se proporciona una carga previa apropiada, se alcanza una gran rigidez contra el par de torsión y el momento.

[Tipo de retén de bolas]

La utilización de una retén previene que las bolas se caigan si se retira el eje estriado de la tuerca estriada.

(excepto en los modelos LT4 y 5)

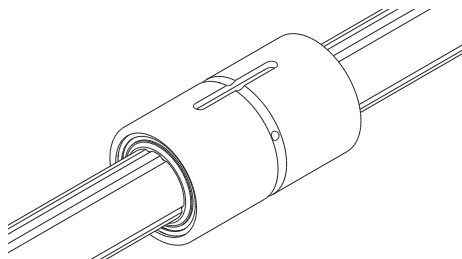
Tipos y características

[Tipos de tuercas estriadas]

Modelo LT de eje nervado de tipo cilíndrico

Tabla de especificación⇒ **A3-78**

El tipo más compacto con una tuerca estriada recta cilíndrica. Al transmitir un par de torsión, se acciona una chaveta dentro del cuerpo.

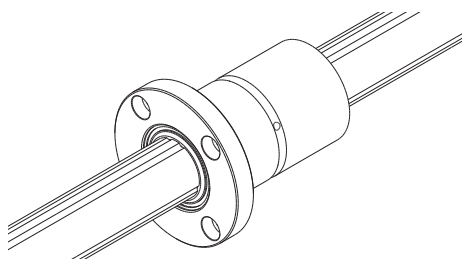


Modelo LF de eje nervado de tipo con brida

Tabla de especificación⇒ **A3-80**

La tuerca estriada puede instalarse en el alojamiento a través de la brida, lo que simplifica el montaje.

Es óptima para lugares donde el alojamiento puede deformarse si la ranura de chaveta se mecaniza en su superficie y donde el ancho del alojamiento es pequeño.



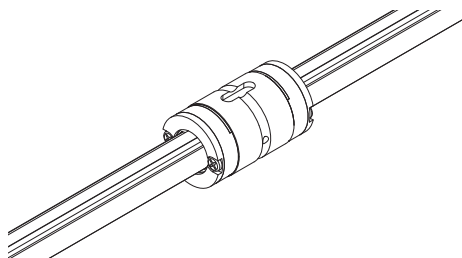
Eje estriado en miniatura del modelo LT-X

Tabla de especificación⇒ **A3-82**

La tuerca es más compacta que la del modelo LT actual gracias a las nuevas rutas de circulación.

El diámetro exterior de la tuerca es el mismo que el del casquillo lineal.

El modelo LT-XL es apropiado para cargas de momento, par de torsión o cargas voladizas que exceden las que tolera el modelo LT-X.



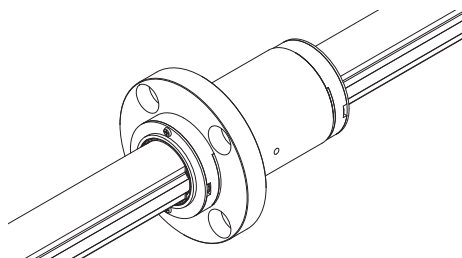
Eje estriado en miniatura del modelo LF-X

Tabla de especificación⇒ **A3-84**

La tuerca es más compacta que la del modelo LF actual gracias a las nuevas rutas de circulación.

El diámetro exterior de la tuerca es el mismo que el del casquillo lineal.

El modelo LF-XL es apropiado para cargas de momento, par de torsión o cargas voladizas que excedan las que tolera el modelo LF-X.



[Tipos de ejes estriados]

Eje estriado macizo de precisión (tipo estándar)

La ranura del eje estriado se rectifica con precisión. Se utiliza en combinación con una tuerca estriada.

**Eje estriado especial**

THK fabrica, a pedido, un eje estriado con extremos más gruesos o un área media más gruesa a través de un procesamiento especial.

**Eje estriado hueco (tipo K)**

Se encuentra disponible un eje estriado hueco estirado para ciertos requerimientos, como tubería, cableado, ventilación de aire y reducción de peso.



Grueso

Eje estriado hueco (tipo N)

Se encuentra disponible un eje estriado hueco estirado para ciertos requerimientos, como tubería, cableado, ventilación de aire y reducción de peso.



Delgado

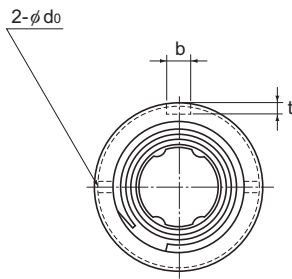
Tolerancia de diámetro interior del alojamiento

Cuando se conecta la tuerca estriada en el alojamiento, suele recomendarse una conexión de transición. Si la precisión del eje nervado no debe ser muy elevada, también se aceptará una conexión con juego.

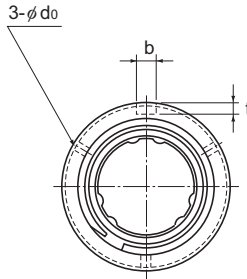
Tabla1 Tolerancia de diámetro interior del alojamiento

Tolerancia de diámetro interior de la caja	Condiciones generales	H7
	Cuando el juego debe ser reducida	J6

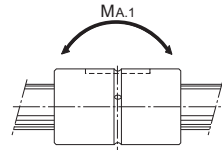
Modelo LT



Modelo LT13 o menor



Modelo LT16 o mayor



Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca estriada								
	Diámetro exterior		Longitud		b H8	Dimensiones de la ranura de chaveta		r	Orificio de engrasado d ₀
	D	Tolerancia	L	Tolerancia		t +0,1 0	ℓ ₀		
Nota) LT 4	10	0 -0,009	16	0 -0,2	2	1,2	6	0,5	—
Nota) LT 5	12	0 -0,011	20		2,5	1,2	8	0,5	—
LT 6	14		25		2,5	1,2	10,5	0,5	1
LT 8	16		25		2,5	1,2	10,5	0,5	1,5
LT 10	21	0 -0,013	33		3	1,5	13	0,5	1,5
LT 13	24		36		3	1,5	15	0,5	1,5
○ LT 16	31		50	0 -0,3	3,5	2	17,5	0,5	2
○ LT 20	35	0 -0,016	63		4	2,5	29	0,5	2
○ LT 25	42		71		4	2,5	36	0,5	3
○ LT 30	47		80		4	2,5	42	0,5	3
○ LT 40	64	0	100		6	3,5	52	0,5	4
○ LT 50	80	-0,019	125		8	4	58	1	4
○ LT 60	90	0	140	0 -0,4	12	5	67	1	5
○ LT 80	120	-0,022	160		16	6	76	2	5
○ LT 100	150	0 -0,025	185		20	7	110	2,5	5

Nota) Los modelos LT4 y 5 no poseen retén. No quite el eje de la tuerca estriada (si lo hace, las bolas se caerán).

○: indica los códigos de modelo para los cuales se encuentran disponibles los tipos para alta temperatura (con retén de metal; temperatura de servicio: hasta los 100°C).

(Ejemplo) LT20 A CL+500L H

— Símbolo para alta temperatura

Código del modelo

2 LT30 UU CL +500L H K

Descripción del modelo

Símbolo de la precarga en la dirección de rotación^(*)

Símbolo de precisión^(*)

Símbolo para el eje estriado^(*)

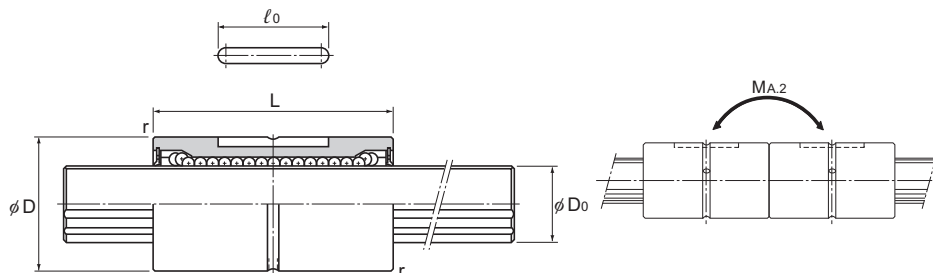
Cantidad de tuercas estriadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)

Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación^(*)

Longitud total del eje estriado^(*) (en mm)

(*)1) Consulte **A3-120**. (*)2) Consulte **A3-30**. (*)3) Consulte **A3-34**. (*)4) Consulte **A3-87**. (*)5) Consulte **A3-115**.

Eje nervado para par de torsión medio



Unidad: mm

	Diámetro del eje estriado	Hileras de bolas	Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica		Momento estático admisible		Masa	
			C_T N-m	C_{OT} N-m	C kN	C_0 kN	$M_{A,1}^{**}$ N-m	$M_{A,2}^{**}$ N-m	Tuerca estriada g	Eje estriado kg/m
	D_0 h7									
	4	4	0,59	0,78	0,44	0,61	0,88	6,4	5,2	0,1
	5	4	0,88	1,37	0,66	0,88	1,5	11,6	9,1	0,15
	6	4	0,98	1,96	1,18	2,16	4,9	36,3	17	0,23
	8	4	1,96	2,94	1,47	2,55	5,9	44,1	18	0,4
	10	4	3,92	7,84	2,84	4,9	15,7	98	50	0,62
	13	4	5,88	10,8	3,53	5,78	19,6	138	55	1,1
	16	6	31,4	34,3	7,06	12,6	67,6	393	165	1,6
	20	6	56,9	55,9	10,2	17,8	118	700	225	2,5
	25	6	105	103	15,2	25,8	210	1140	335	3,9
	30	6	171	148	20,5	34	290	1710	375	5,6
	40	6	419	377	37,8	60,5	687	3760	1000	9,9
	50	6	842	769	60,9	94,5	1340	7350	1950	15,5
	60	6	1220	1040	73,5	111,7	1600	9990	2500	22,3
	80	6	2310	1920	104,9	154,8	2510	16000	4680	39,6
	100	6	3730	3010	136,2	195	3400	24000	9550	61,8

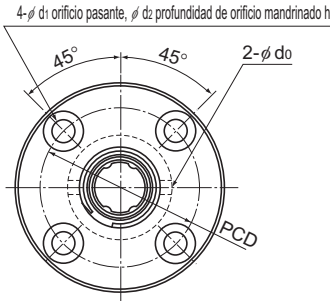
Nota) $M_{A,1}$ indica el valor de momento admisible en la dirección axial cuando se utiliza una sola tuerca estriada, como se muestra en la figura anterior.

$M_{A,2}$ indica el valor del momento admisible en la dirección axial cuando se utilizan dos tuercas estriadas en contacto entre sí, como se muestra en la figura anterior.

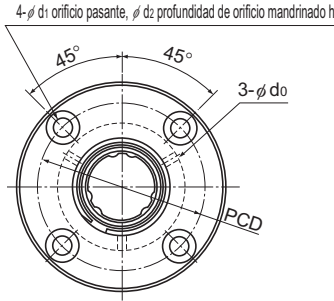
(La configuración de una sola unidad LT no presenta estabilidad en cuanto a la precisión. Recomendamos utilizar dos unidades en contacto entre sí.)

Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes nervados por precisión, consulte **A3-115**.

Modelo LF



Modelo LF13 o menor



Modelo LF16 o mayor

Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca estriada												
	Diámetro exterior		Longitud		Diámetro de la brida		H	F	C	r	Orificio de engrasado d _o	PCD	Orificio de montaje d ₁ ×d ₂ ×h
	D	Tolerancia	L	Tolerancia	D ₁	Tolerancia							
LF 6	14	0	25	0 -0,2	30	0 -0,2	5	7,5	0,5	0,5	1,5	22	3,4×6,5×3,3
LF 8	16	-0,011	25		32		5	7,5	0,5	0,5	1,5	24	3,4×6,5×3,3
LF 10	21	0 -0,013	33		42		6	10,5	0,5	0,5	1,5	32	4,5×8×4,4
LF 13	24		36		44		7	11	0,5	0,5	1,5	33	4,5×8×4,4
○ LF 16	31	0 -0,016	50	51	7		18	0,5	0,5	2	40	4,5×8×4,4	
○ LF 20	35		63	58	9		22,5	0,5	0,5	2	45	5,5×9,5×5,4	
○ LF 25	42		71	65	9		26,5	0,5	0,5	3	52	5,5×9,5×5,4	
○ LF 30	47		80	75	10		30	0,5	0,5	3	60	6,6×11×6,5	
○ LF 40	64	0	100	0 -0,3	100		14	36	1	0,5	4	82	9×14×8,6
○ LF 50	80	-0,019	125		124		16	46,5	1	1	4	102	11×17,5×11

Nota) ○ : indica los códigos de modelo para los cuales se encuentran disponibles los tipos para alta temperatura (con retén de metal; temperatura de servicio: hasta los 100°C).

(Ejemplo) LF30 A CL+700L H

Simbolo para alta temperatura

Código del modelo

2 LF20 UU CM +400L P N

Descripción del modelo

Simbolo de la precarga en la dirección de rotación (*2)

Simbolo de precisión (*3)

Simbolo para el eje estriado (*4)

Cantidad de tuercas estriadas en un eje (sin simbolo para una tuerca)

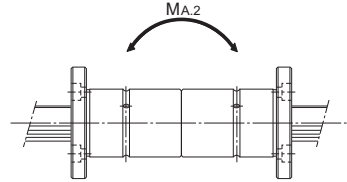
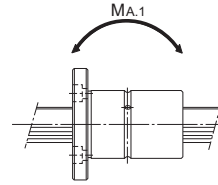
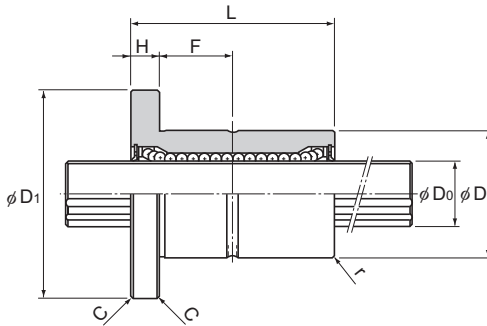
Simbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1)

Longitud total del eje estriado (*5) (en mm)

(*1) Consulte **A3-120**. (*2) Consulte **A3-30**. (*3) Consulte **A3-34**. (*4) Consulte **A3-87**. (*5) Consulte **A3-115**.

Eje nervado para par de torsión medio

Eje nervado



Unidad: mm

	Diámetro del eje estriado D ₀ h7	Hileras de bolas	Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica		Momento estático admisible		Masa	
			C _T N-m	C _{OT} N-m	C kN	C ₀ kN	M _{A.1} ** N-m	M _{A.2} ** N-m	Tuerca estriada g	Eje estriado kg/m
	6	4	0,98	1,96	1,18	2,16	4,9	36,3	35	0,23
	8	4	1,96	2,94	1,47	2,55	5,9	44,1	37	0,4
	10	4	3,92	7,84	2,84	4,9	15,7	98	90	0,62
	13	4	5,88	10,8	3,53	5,78	19,6	138	110	1,1
	16	6	31,4	34,3	7,06	12,6	67,6	393	230	1,6
	20	6	56,9	55,9	10,2	17,8	118	700	330	2,5
	25	6	105	103	15,2	25,8	210	1140	455	3,9
	30	6	171	148	20,5	34	290	1710	565	5,6
	40	6	419	377	37,8	60,5	687	3760	1460	9,9
	50	6	842	769	60,9	94,5	1340	7350	2760	15,5

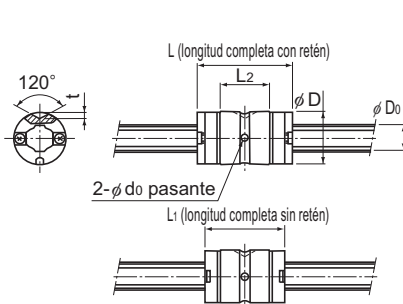
Nota) **M_{A.1}: indica el valor de momento admisible en la dirección axial cuando se utiliza una sola tuerca estriada, como se muestra en la figura anterior.

**M_{A.2}: indica el valor del momento admisible en la dirección axial cuando se utilizan dos tuercas estriadas en contacto entre sí, como se muestra en la figura anterior.

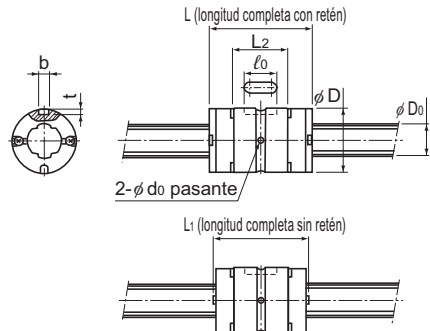
(La configuración de una sola unidad LF no presenta estabilidad en cuanto a la precisión. Recomendamos utilizar dos unidades en contacto entre sí.)

Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes nervados por precisión, consulte **A3-115**.

Modelo LT-X



LT4X

LT5X, LT5XL, LT6X
LT6XL, LT8X, LT8XL

Descripción del modelo	Diámetro del eje nervado D ₀ h7	Dimensiones de la tuerca nervada							
		Diámetro exterior		Longitud			Dimensiones de la ranura de chaveta		
		D	Tolerancia	L (Con retenes)	L ₁ (Sin retenes)	L ₂	b H8	t	Orificio de engrasado d ₀
LT 4X	4	8	⁰ -0,009	14,4	12	7,5	—	1	1
LT 5X LT 5XL	5	10	⁰ -0,009	15 26	13,6 24,6	7,3 18,3	2	1,2	¹ 1
LT 6X LT 6XL	6	12	⁰ -0,009	19 30	17,6 28,6	10,2 21,2	2	1,2	¹ 1
LT 8X LT 8XL	8	15	⁰ -0,011	25 40	23,8 38,8	14,6 29,6	2,5	1,2	¹ 1
LT 10X	10	19	⁰ -0,013	33	30,8	23,9	3	1,5	1,5
LT 13X	13	23	⁰ -0,013	36	32,4	24	3	1,5	1,5
LT 16X	16	28	⁰ -0,013	50	46,4	35,4	3,5	2	17,5
LT 20X	20	32	⁰ -0,016	63	59	47,4	4	2,5	29
LT 25X	25	40	⁰ -0,016	71	67	52,6	4	2,5	36
LT 30X	30	45	⁰ -0,016	80	75,6	59,6	4	2,5	42

Código del modelo

2 LT20X UU CL +700L P K

Descripción del modelo

Símbolo de la precarga en la dirección de rotación (*2)

Símbolo de precisión (*3)

Símbolo para el eje estriado (*4)

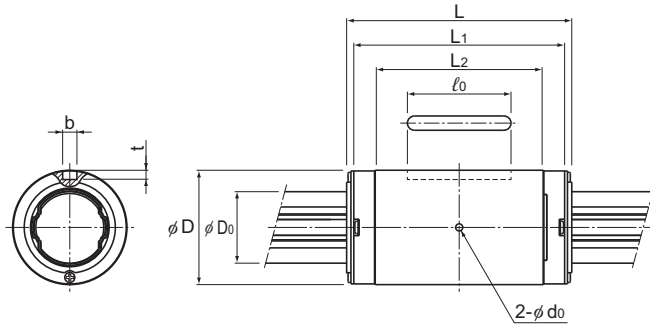
Cantidad de tueras estriadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)

Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1)

Longitud total del eje estriado (*5) (en mm)

(*1) Consulte **A3-120**. (*2) Consulte **A3-30**. (*3) Consulte **A3-34**. (*4) Consulte **A3-87**. (*5) Consulte **A3-115**.

Eje nervado para par de torsión medio



Modelos LT10X a 30X

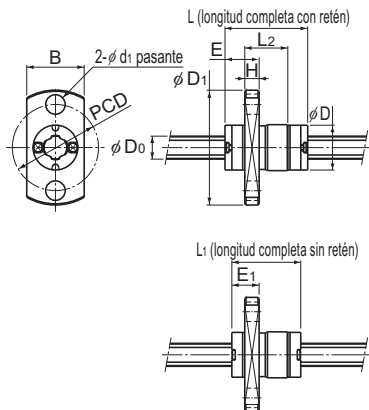
Unidad: mm

	Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica		Momento estático admisible			Masa	
	C_T N-m	C_{OT} N-m	C kN	C_0 kN	M_{A1}  N-m	M_{A2} (Con retén)  N-m	M_{A2} (Sin retén)  N-m	Tuerca estriada g	Eje estriado kg/m
	0,49	0,82	0,42	0,7	0,84	6,2	5,0	2,2	0,1
	0,82 1,59	1,25 3,20	0,56 1,09	0,85 2,19	1,04 6,11	8,2 35,5	6,6 28,4	3,3 8	0,15
	1,73 2,81	2,77 5,54	0,98 1,60	1,58 3,15	2,85 10,6	19 59,8	15,2 47,8	6,6 13,3	0,21
	6,00 10,10	9,23 19,4	1,39 2,35	2,15 4,53	5,13 21,1	34,3 110,9	27,4 88,7	14,3 24,3	0,38
	9,41	17,3	2,94	5,40	21,5	114	104	30	0,59
	17,1	28,7	4,16	6,96	28,9	164	149	40	1,01
	42,9	68,6	8,40	13,4	77,4	419	381	81	1,52
	66,4	117	10,5	18,6	144	735	669	130	2,41
	125	207	15,9	26,2	230	1183	1077	235	3,71
	196	319	20,8	34,0	335	1714	1560	295	5,37

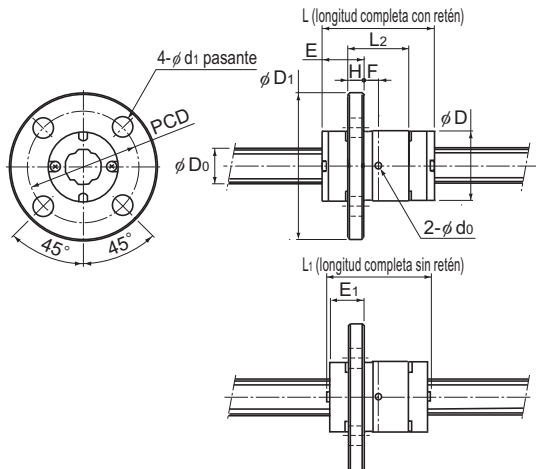
Nota) La masa de la tuerca estriada no incluye el retén.

Revise las pruebas de fuerza del eje estriado (A3-12) antes de usarlo.

Modelo LF-X



LF4X



LF5X, LF5XL, LF6X, LF6XL, LF8X, LF8XL

Descripción del modelo	Diámetro del eje nervado	Dimensiones de la tuerca nervada											
		Diámetro exterior		Longitud			Diámetro exterior de la brida	H	F	E	E ₁	Orificio de engrasado	PCD
		D	Tolerancia	L (Con retén)	L ₁ (Sin retén)	L ₂							
LF 4X	4	8	⁰ _{-0,009}	14,4	12	7,5	20	2,5	—	5,95	4,74	—	15
LF 5X LF 5XL	5	10	⁰ _{-0,009}	15 26	13,6 24,6	7,3 18,3	23	2,7	— 6,5	6,55	5,35	— 1	17
LF 6X LF 6XL	6	12	⁰ _{-0,009}	19 30	17,6 28,6	10,2 21,2	25	2,7	2,4 7,9	7,1	6,4	1 —	19
LF 8X LF 8XL	8	15	⁰ _{-0,011}	25 40	23,8 38,8	14,6 29,6	28	3,8	3,5 11	9	8,4	1,5	22
LF 10X	10	19	⁰ _{-0,013}	33	30,8	23,9	39	6	5,95	10,55	9,45	1,5	29
LF 13X	13	23	⁰ _{-0,013}	36	32,4	24	43	6	6	12	10,2	1,5	33
LF 16X	16	28	⁰ _{-0,013}	50	46,4	35,4	48	6	11,7	13,3	11,5	2	38
LF 20X	20	32	⁰ _{-0,016}	63	59	47,4	54	8	15,7	15,8	13,8	2	43
LF 25X	25	40	⁰ _{-0,016}	71	67	52,6	62	8	18,3	17,2	15,2	3	51
LF 30X	30	45	⁰ _{-0,016}	80	75,6	59,6	74	10	19,8	20,2	18	3	60

Código del modelo

2 LF20X UU CL +700L P K

Descripción del modelo

Símbolo de la precarga en la dirección de rotación (*2)

Símbolo de precisión (*3)

Símbolo para el eje estriado (*4)

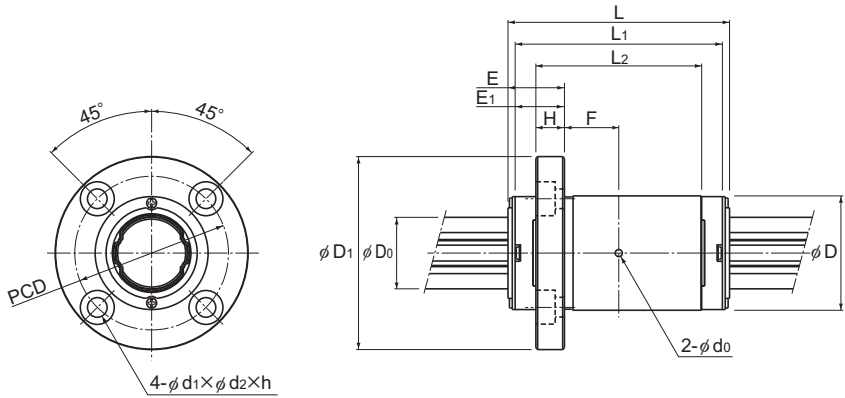
Cantidad de tuercas estriadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)

Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1)

Longitud total del eje estriado (*5)

(*1) Consulte **A3-120**. (*2) Consulte **A3-30**. (*3) Consulte **A3-34**. (*4) Consulte **A3-87**. (*5) Consulte **A3-115**.

Eje nervado para par de torsión medio



Eje nervado

Modelos LF10X a 30X

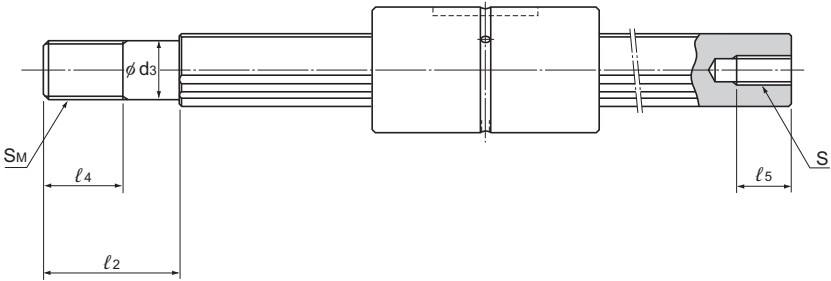
Unidad: mm

Orificio de montaje		Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica		Momento estático admisible			Masa	
		C_T N-m	C_{OT} N-m	C kN	C_0 kN	M_{A1} N-m	M_{A2} (Con retén) N-m	M_{A2} (Sin retén) N-m	Tuerca estriada g	Eje estriado kg/m
$d_1 \times d_2 \times h$										
	3,4 pasante	0,49	0,82	0,42	0,7	0,84	6,2	4,9	4,7	0,1
	3,4 pasante	0,82 1,59	1,25 3,20	0,56 1,09	0,85 2,19	1,04 6,11	8,2 35,5	6,5 28,4	9,9 14,6	0,15
	3,4 pasante	1,73 2,81	2,77 5,54	0,98 1,60	1,58 3,15	2,85 10,6	19 59,8	15,2 47,8	13,8 20,5	0,21
	3,4 pasante	6,00 10,10	9,23 19,4	1,39 2,35	2,15 4,53	5,13 21,1	34,3 110,9	27,4 88,7	26,5 36,5	0,38
	4,5×8×4,4	9,41	17,3	2,94	5,40	21,5	114	104	66	0,59
	4,5×8×4,4	17,1	28,7	4,16	6,96	28,9	164	149	82	1,01
	4,5×8×4,4	42,9	68,6	8,40	13,4	77,4	419	381	131	1,52
	5,5×9,5×5,4	66,4	117	10,5	18,6	144	735	669	212	2,41
	5,5×9,5×5,4	125	207	15,9	26,2	230	1183	1077	335	3,71
	6,6×11×6,5	196	319	20,8	34,0	335	1714	1560	489	5,37

Nota) La masa de la tuerca estriada no incluye el retén.

Revise las pruebas de fuerza del eje estriado (A3-12) antes de usarlo.

Modelo LT con forma del extremo del eje recomendada



Unidad: mm

Descripción del modelo	d ₃	Tolerancia	l ₂	S _M	l ₄	S × l ₅
LT 6	5	0 -0,012	12	M5 × 0,8	7	M2,5 × 4
LT 8	6		14	M6 × 1	8	M3 × 5
LT 10	8	0 -0,015	18	M8 × 1	11	M4 × 6
LT 13	10		23	M10 × 1,25	14	M5 × 8
LT 16	14	0 -0,018	30	M14 × 1,5	18	M6 × 10
LT 20	16		38	M16 × 1,5	22	M8 × 15
LT 25	22	0 -0,021	50	M22 × 1,5	28	M10 × 18
LT 30	27		60	M27 × 2	34	M14 × 25
LT 40	36	0 -0,025	80	M36 × 3	45	M18 × 30
LT 50	45		100	M45 × 4,5	58	M22 × 40

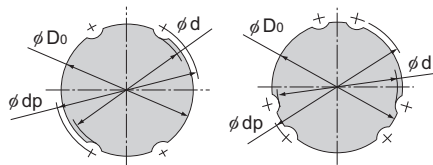
Eje estriado

Los ejes estriados se dividen por su forma en eje estriado macizo de precisión, eje estriado especial y eje estriado hueco (tipo K y N), como se describe en **A3-77**.

Debido a que la producción de un eje estriado con una forma específica se realiza bajo pedido, proporcione un dibujo de la forma deseada cuando solicite un presupuesto o realice un pedido.

[Forma de sección del eje estriado]

Tabla2 muestra la forma de sección de un eje estriado. Si los extremos del eje estriado deben ser cilíndricos, no debe excederse el valor del diámetro menor (ϕd) si es posible.



Modelo LT13 o menor

Modelo LT16 o mayor

Tabla2 Características transversales del eje estriado para los modelos de LT y LF

Unidad: mm

Diámetro de eje nominal	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100
Diámetro menor ϕd	3,5	4,5	5	7	8,5	11,5	14,5	18,5	23	28	37,5	46,5	56,5	75,5	95
Diámetro mayor ϕD_0 h7	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	4,6	5,7	7	9,3	11,5	14,8	17,8	22,1	27,6	33,2	44,2	55,2	66,3	87,9	109,5
Masa (kg/m)	0,1	0,15	0,23	0,4	0,62	1,1	1,6	2,5	3,9	5,6	9,9	15,5	22,3	39,6	61,8

*El diámetro menor ϕd debe ser un valor mediante el cual no quede ninguna muesca luego del mecanizado.

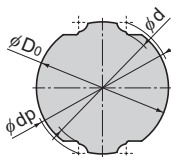


Tabla3 Forma transversal del eje estriado para los modelos de LT-X y LF-X

Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
Diámetro menor ϕd	3,6	4,5	5,4	7	8,6	11,3	13,9	17,9	22,4	27
Diámetro mayor ϕD_0	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	4,4	5,5	6,6	8,6	10,7	13,8	17,1	21,1	26,4	31,6
Masa (g/m)	100	150	210	380	590	1010	1520	2410	3710	5370

[Forma del orificio del eje estriado hueco estándar]

Tabla4 muestra la forma de orificio del eje estriado hueco estándar (tipos K y N).

Utilice esta tabla cuando deba cubrir ciertos requerimientos, como tubería, cableado, ventilación de aire o reducción de peso.

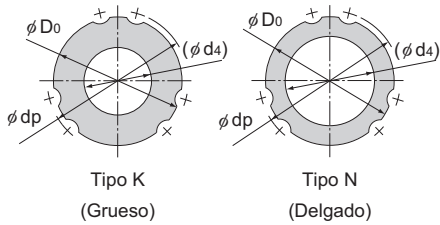
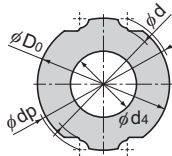


Tabla4 Características transversales del eje estriado hueco estándar para los modelos de LT y LF Unidad: mm

Diámetro de eje nominal		6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100
Diámetro mayor ϕD_c h7		6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100
Diámetro de bola centro a centro ϕdp		7	9,3	11,5	14,8	17,8	22,1	27,6	33,2	44,2	55,2	66,3	87,9	109,5
Tipo K	Diámetro del orificio (ϕd_4)	2,5	3	4	5	7	10	12	16	22	25	32	52,5	67,5
	Masa (kg/m)	0,2	0,35	0,52	0,95	1,3	1,8	3	4	6,9	11,6	16	22,6	33,7
Tipo N	Diámetro del orificio (ϕd_4)	—	—	—	—	11	14	18	21	29	36	—	—	—
	Masa (kg/m)	—	—	—	—	0,8	1,3	1,9	2,8	4,7	7,4	—	—	—

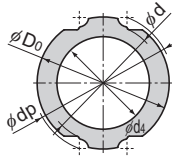
Nota) El eje estriado hueco estándar se divide en dos tipos K y N. Indique "K" o "N" al final del código de modelo para poder distinguirlos cuando realice el pedido.



Tipo K (Grueso)

Tabla5 Características transversales del eje estriado hueco para los modelos de LT-X (tipo K) Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
Diámetro menor ϕd	—	—	—	—	8,6	11,3	13,9	17,9	22,4	27
Diámetro mayor ϕD_0	—	—	—	—	10	13	16	20	25	30
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	—	—	—	—	10,7	13,8	17,1	21,1	26,4	31,6
Diámetro del orificio ϕd_4	—	—	—	—	4	5	7	10	12	16
Masa (g/m)	—	—	—	—	490	850	1220	1790	2820	3780



Tipo N (Delgado)

Tabla6 Características transversales del eje estriado hueco para los modelos de LT-X (tipo N) Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
Diámetro menor ϕd	—	—	—	—	—	—	13,9	17,9	22,4	27
Diámetro mayor ϕD_0	—	—	—	—	—	—	16	20	25	30
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	—	—	—	—	—	—	17,1	21,1	26,4	31,6
Diámetro del orificio ϕd_4	—	—	—	—	—	—	11	14	18	21
Masa (g/m)	—	—	—	—	—	—	770	1190	1700	2630

[Inclinación de los extremos del eje nervado]

Para facilitar la inserción del eje estriado en la tuerca estriada, los extremos del eje suelen biselarse con las dimensiones que se indican a continuación, salvo que se especifique lo contrario.

Los extremos están biselados ya sea si están usados, como ocurre con los extremos escalonados, roscados o perforados, o no usados, como ocurre con los soportes voladizos.

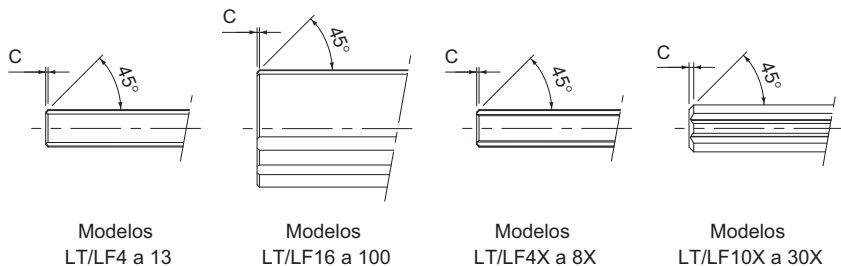


Tabla7 Dimensiones de biselado de los ejes estriados de los modelos LT y LF

Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	32	40	50	60	80	100
Biselado C	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0

Tabla8 Dimensiones de biselado de los ejes estriados de los modelos LT-X y LF-X

Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30
Biselado C	0,3	0,3	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0

[Longitud del área imperfecta de un eje estriado especial]

Si el área media o el extremo de un eje estriado debe ser más ancho que el diámetro menor (ϕd), se requiere un área de eje imperfecta para asegurar una depresión por rectificación. Tabla9 muestra la relación entre la longitud de la sección incompleta (S) y el diámetro de la brida (ϕdf).

(Esta tabla no aplica para longitudes totales de 1500 mm o mayores. Póngase en contacto con THK para obtener más detalles.)

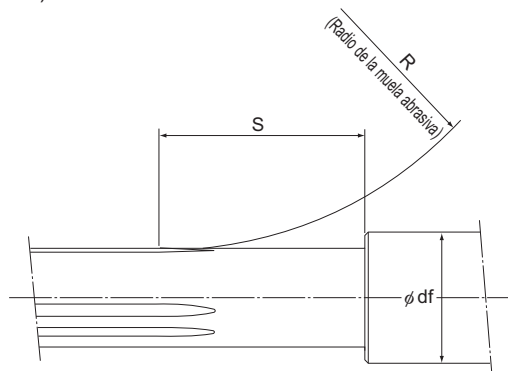


Tabla9 Longitud del área de eje imperfecta: tipo miniatura S
Unidad: mm

Diámetro de la brida ϕ df	4	5	6	8	10
Diámetro de eje nominal					
4	23	25	27	31	—
5	—	24	26	29	33

Tipo estándar

Unidad: mm

Diámetro de la brida ϕ df	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100	120	140	160
Diámetro de eje nominal																
6	24	28	31	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	25	29	35	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	26	31	38	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	33	39	46	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	36	47	58	67	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	37	50	60	76	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	38	51	72	88	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	40	62	80	95	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	42	63	81	107	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	65	96	118	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	87	114	134	—	—
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53	89	115	135	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57	90	116	136

*Esta tabla no aplica para longitudes totales de 1500 mm o mayores. Póngase en contacto con THK para obtener más detalles.

Compacto

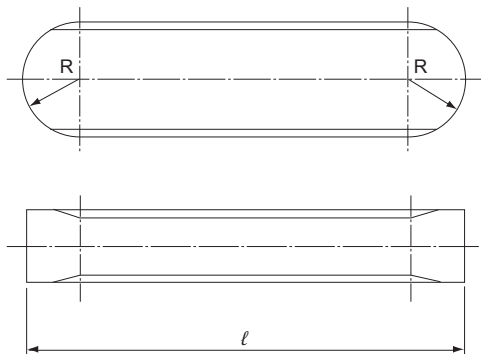
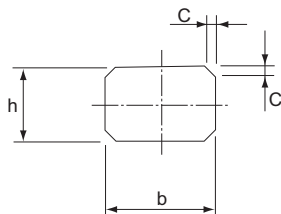
Unidad: mm

Diámetro de la brida ϕ df	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	35	40	50	60
Diámetro del eje nominal														
4X	23	25	27	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5X	—	24	26	29	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6X	—	—	24	28	31	39	—	—	—	—	—	—	—	—
8X	—	—	—	25	29	35	41	—	—	—	—	—	—	—
10X	—	—	—	—	26	40	48	56	—	—	—	—	—	—
13X	—	—	—	—	—	33	41	51	61	—	—	—	—	—
16X	—	—	—	—	—	—	36	47	58	67	—	—	—	—
20X	—	—	—	—	—	—	—	37	50	60	67	76	—	—
25X	—	—	—	—	—	—	—	—	38	51	59	72	88	—
30X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	50	62	80	95

Eje nervado para par de torsión medio

Accesorios

El modelo LT de eje nervado contiene una chaveta estándar como se indica en Tabla10.



Eje nervado

Tabla10 Chaveta estándar para el modelo LT

Unidad: mm

Diámetro de eje nominal	Ancho b			Altura h		Longitud ℓ		R	C
		Tolerancia (p7)			Tolerancia (h9)		Tolerancia (h12)		
LT 4	2	+0,016 +0,006	2	0 -0,025	6	0 -0,120	1	0,3	
LT 5	2,5		2,5		8	0 -0,150	1,25	0,5	
LT 6 LT 8	2,5		2,5		10,5	0 -0,180	1,25	0,5	
LT 10	3		3		13		1,5		
LT 13	3		3		15		1,5		
LT 16	3,5	+0,024 +0,012	3,5	0 -0,030	17,5	1,75			
LT 20	4		4		29	0 -0,210	2		
LT 25	4		4		36	0 -0,250	2		
LT 30	4		4		42	2			
LT 40	6		6		52	3			
LT 50	8	+0,030 +0,015	7	0 -0,036	58	0 -0,300	4	0,8	
LT 60	12	+0,036	8		67		6		
LT 80	16	+0,018	10		76		8		
LT 100	20	+0,043 +0,022	13	0 -0,043	110	0 -0,350	10		

Eje nervado rotatorio

Tipo con engranajes Modelos LBG y LBGT

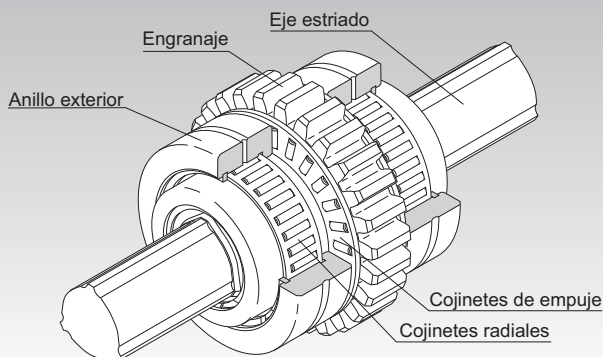


Fig.1 Estructura del modelo LBG de eje nervado rotatorio

Punto de selección **A3-6**

Punto de diseño **A3-117**

Opciones **A3-120**

Descripción del modelo **A3-122**

Precauciones de uso **A3-123**

Accesorios para la lubricación **A24-1**

Procedimiento de montaje y mantenimiento **B3-30**

Características transversales del eje estriado **A3-17**

Factor equivalente **A3-27**

Juego en la dirección de rotación **A3-30**

Estándares de precisión **A3-34**

Longitud máxima de fabricación por precisión **A3-115**

Estructura y características

En el eje nervado rotatorio, el eje estriado posee tres crestas y a ambos lados de cada cresta se disponen dos hileras de bolas (seis hileras en total) que sostienen las crestas para aplicar una carga previa razonable.

Estos modelos son tipos de unidades basados en el modelo LBR, pero tienen dientes de engranaje en la brida de la circunferencia y cojinetes radiales y de empuje en la tuerca estriada, todos integrados de manera compacta.

Las hileras de bolas están sostenidas en una retención de resina especial para que giren y circulen de manera uniforme. Con este diseño, las bolas no caerán aunque se quite el eje estriado.

[Sin retroceso angular]

El eje estriado posee tres crestas posicionadas de manera equidistante a 120° , y a ambos lados de cada cresta, se colocan dos hileras de bolas (seis hileras en total) para sostener la cresta en un ángulo de contacto de 45° y proporcionar una carga previa. Como resultado, se elimina el retroceso en la dirección de rotación y se aumenta la rigidez.

[Diseño compacto]

La tuerca estriada está integrada de forma compacta con los cojinetes radiales y de empuje, para lograr un diseño compacto.

[Gran rigidez]

Debido a que el ángulo de contacto es elevado y se proporciona una carga previa apropiada, se alcanza una gran rigidez contra el par de torsión y el momento.

Al usar cojinetes de aguja en la unidad de soporte, se puede obtener un soporte rígido para la tuerca contra la carga radial.

[Opción óptima para transmisión de par de torsión con tuerca estriada]

Como los cojinetes con soporte permiten obtener un soporte rígido para la tuerca, estos modelos son óptimos para la transmisión de par de torsión con tuerca estriada.

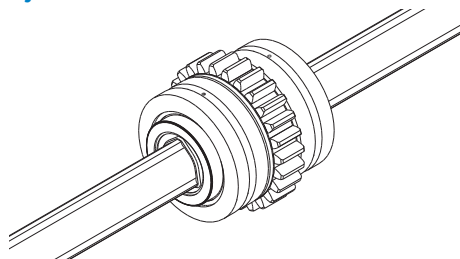
Tipos y características

[Tipos de tuercas estriadas]

Modelo LBG de eje nervado con engranajes

Estos modelos son tipos de unidades basados en el modelo LBR, pero tienen dientes de engranaje en la brida de la circunferencia y cojinetes radiales y de empuje en la tuerca estriada, todos integrados de manera compacta. Es óptimo para mecanismos de transmisión de par de torsión con tuerca estriada.

Tabla de especificación⇒ **A3-96**

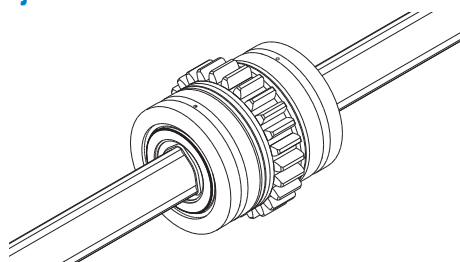


Sin ranura de empuje

Modelo LBGT de eje nervado con engranajes

Estos modelos son tipos de unidades basados en el modelo LBR, pero tienen dientes de engranaje en la brida de la circunferencia y cojinetes radiales y de empuje en la tuerca estriada, todos integrados de manera compacta. Es óptimo para mecanismos de transmisión de par de torsión con tuerca estriada.

Tabla de especificación⇒ **A3-98**



Con una ranura de empuje

[Tipos de ejes estriados]

Para obtener más detalles, consulte **A3-55**.

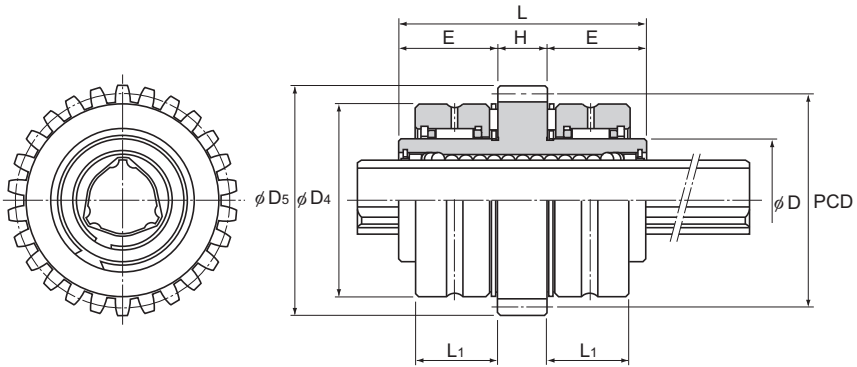
Tolerancia de diámetro interior del alojamiento

Tabla1 muestra la tolerancia de diámetro interior del alojamiento de los modelos LBG y LBGT.

Tabla1 Tolerancia de diámetro interior del alojamiento

Tolerancia de diámetro interior del alojamiento	Condiciones generales	H7
	Cuando la juego debe ser reducida	J6

Modelo LBG



Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca estriada									
	Diámetro exterior de la tuerca estriada		Longitud		Diámetro exterior		Ancho		H	E
	D	Tolerancia	L	Tolerancia	D _e	Tolerancia	L ₁	Tolerancia		
● LBG 20	30	0 -0,009	60	0 -0,2	47	0 -0,011	20	0 -0,16	12	24
● LBG 25	40	0 -0,011	70		60	0 -0,013	23	0 -0,19	14	28
● LBG 30	45	0 -0,013	80		65	0 -0,015	27	0 -0,25	16	32
● LBG 40	60	0 -0,015	100		85	0 -0,025	31	0 -0,25	18	41
● LBG 50	75	0 -0,015	112	0 -0,3	100	0 -0,025	32	0 -0,25	20	46
● LBG 60	90	0 -0,015	127		120	0 -0,025	38	0 -0,25	22	52,5
● LBG 85	120	0 -0,015	155		150	0 -0,025	40	0 -0,25	26	64,5
● LBG 100	150	0 -0,015	190		190	0 -0,025	45	0 -0,25	30	76

Nota) ●: indica los códigos de modelos para los cuales se encuentran disponibles tipos de sello de fieltro (consulte **A3-120**).

Código del modelo

2 LBG50 UU CM +700L H K

Descripción del modelo

Cantidad de tuercas estriadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)

Símbolo de la precarga en la dirección de rotación (*2)

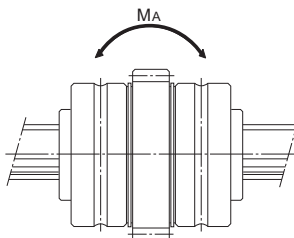
Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1)

Símbolo de precisión (*3)

Longitud total del eje estriado (*5) (en mm)

Símbolo para el eje estriado (*4)

(*1) Consulte **A3-120**. (*2) Consulte **A3-30**. (*3) Consulte **A3-34**. (*4) Consulte **A3-100**. (*5) Consulte **A3-115**.



Unidad: mm

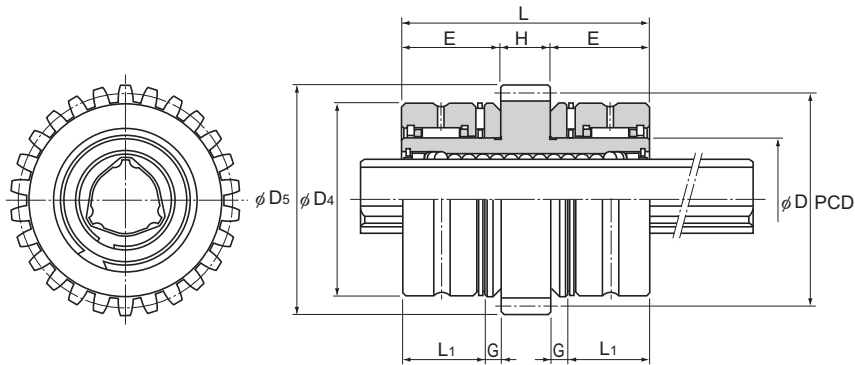
	Especificaciones de engranajes*				Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica		Momento estático admisible	Masa	
	Diámetro del círculo de la punta D_s	Diámetro del paso estándar PCD	Módulo m	Cantidad de dientes z	C_T N-m	C_{OT} N-m	C kN	C_o kN	M_A^{**} N-m	Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
	56	52	2	26	90,2	213	9,4	20,1	103	0,61	1,8
	70	65	2,5	26	176	381	14,9	28,7	171	1,4	2,7
	75	70	2,5	28	312	657	22,5	41,4	295	2,1	3,8
	96	90	3	30	696	1420	37,1	66,9	586	3	6,8
	111	105	3	35	1290	2500	55,1	94,1	941	4,1	10,6
	133	126	3,5	36	1870	3830	66,2	121	1300	6,3	15,6
	168	160	4	40	4740	9550	119	213	3180	11,8	32

Nota) *Las especificaciones de engranajes que se muestran en la tabla representan las dimensiones con un módulo máximo. También pueden fabricarse a pedido tipos especiales de engranajes, como engranajes helicoidales y engranajes de tornillo sin fin.

** M_A indica el valor de momento admisible en la dirección axial cuando se utiliza una sola tuerca estriada, como se muestra en la figura anterior.

Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes nervados por precisión, consulte **A3-115**.

Modelo LBGT



Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca estriada										
	Diámetro exterior de la tuerca estriada		Longitud		Diámetro exterior		Ancho		Ancho de la ranura de empuje	H	E
	D	Tolerancia	L	Tolerancia	D ₄	Tolerancia	L ₁	Tolerancia			
● LBGT 20	30	0 -0,009	60	0 -0,2	47	0 -0,011	20	0 -0,16	4	12	24
● LBGT 25	40	0	70		60	0	23	0	5	14	28
● LBGT 30	45	-0,011	80		65	-0,013	27	-0,19	5	16	32
● LBGT 40	60	0	100	0 -0,3	85	0 -0,015	31	0 -0,25	8	18	41
● LBGT 50	75	-0,013	112		100		32		10	20	46
LBGT 60	90	0	127		120		38		12	22	52,5
● LBGT 85	120	-0,015	155		150	0 -0,025	40		16	26	64,5

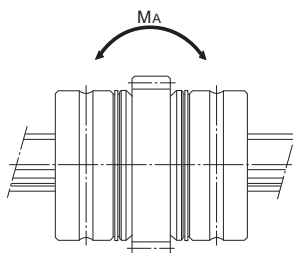
Nota) ●: indica los códigos de modelos para los cuales se encuentran disponibles tipos de sello de fieltro (consulte **A3-120**).

Código del modelo

2 LBGT40 UU CL +700L P K

- Descripción del modelo
- Símbolo de la precarga en la dirección de rotación (*2)
- Símbolo de precisión (*3)
- Símbolo para el eje estriado (*4)
- Cantidad de tuercas estriadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)
- Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1)
- Longitud total del eje estriado (*5) (en mm)

(*1) Consulte **A3-120**. (*2) Consulte **A3-30**. (*3) Consulte **A3-34**. (*4) Consulte **A3-100**. (*5) Consulte **A3-115**.



Unidad: mm

	Especificaciones de engranajes*				Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica		Momento estático admisible	Masa	
	Diámetro del círculo de la punta D_s	Diámetro del paso estándar PCD	Módulo m	Cantidad de dientes z	C_T N-m	C_{OT} N-m	C kN	C_0 kN	M_A^{**} N-m	Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
	56	52	2	26	90,2	213	9,4	20,1	103	0,67	1,8
	70	65	2,5	26	176	381	14,9	28,7	171	1,5	2,7
	75	70	2,5	28	312	657	22,5	41,4	295	2,2	3,8
	96	90	3	30	696	1420	37,1	66,9	586	3,3	6,8
	111	105	3	35	1290	2500	55,1	94,1	941	4,8	10,6
	133	126	3,5	36	1870	3830	66,2	121	1300	7,2	15,6
	168	160	4	40	4740	9550	119	213	3180	13,4	32

Nota) *Las especificaciones de engranajes que se muestran en la tabla representan las dimensiones con un módulo máximo. También pueden fabricarse a pedido tipos especiales de engranajes, como engranajes helicoidales y engranajes de tornillo sin fin.

** M_A indica el valor de momento admisible en la dirección axial cuando se utiliza una sola tuerca estriada, como se muestra en la figura anterior.

Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes nervados por precisión, consulte **A3-115**.

Eje estriado

Los ejes estriados se dividen por su forma en eje estriado macizo de precisión, eje estriado especial y eje estriado hueco (tipo K), como se describe en **A3-55**.

Debido a que la producción de un eje estriado con una forma específica se realiza a pedido, proporcione un dibujo de la forma deseada cuando solicite un presupuesto o realice un pedido.

[Forma de sección del eje estriado]

Tabla2 muestra la forma de sección de un eje estriado. Si los extremos del eje estriado deben ser cilíndricos, no debe excederse el valor del diámetro menor (ϕd) si es posible.

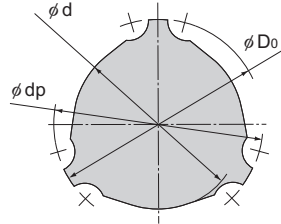


Tabla2 Forma de sección del eje estriado

Unidad: mm

Diámetro de eje nominal	20	25	30	40	50	60	85
Diámetro menor ϕd	15,3	19,5	22,5	31	39	46,5	67
Diámetro mayor ϕD_0	19,7	24,5	29,6	39,8	49,5	60	84
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	20	25	30	40	50	60	85
Masa (kg/m)	1,8	2,7	3,8	6,8	10,6	15,6	32

*El diámetro menor ϕd debe ser un valor mediante el cual no quede ninguna muesca luego del mecanizado.

[Forma del orificio del eje estriado hueco estándar]

Tabla3 muestra la forma de orificio del eje estriado hueco estándar (tipo K) para los modelos LBG y LBGT.

Utilice esta tabla cuando deba cubrir ciertos requerimientos, como tubería, cableado, ventilación de aire o reducción de peso.

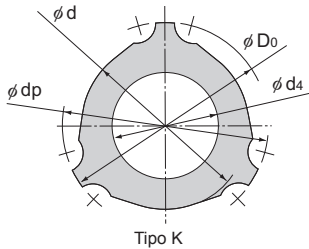


Tabla3 Forma de sección del eje estriado hueco estándar

Unidad: mm

Diámetro de eje nominal	20	25	30	40	50	60	85
Diámetro menor ϕd	15,3	19,5	22,5	31	39	46,5	67
Diámetro mayor ϕD_0	19,7	24,5	29,6	39,8	49,5	60	84
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	20	25	30	40	50	60	85
Diámetro del orificio ϕd_1	6	8	12	18	24	30	45
Masa (kg/m)	1,6	2,3	2,9	4,9	7	10	19,5

*El diámetro menor ϕd debe ser un valor mediante el cual no quede ninguna muesca luego del mecanizado.

[Achaflanado de los extremos del eje estriado]

Para facilitar la inserción del eje estriado en la tuerca estriada, los extremos del eje suelen Achaflanarse con las dimensiones que se indican a continuación salvo que se especifique lo contrario.

● **Achaflanado A**

Si los extremos del eje estriado están escalonados, roscados o perforados para un uso específico, se mecanizan con las dimensiones del inglete A indicadas en Tabla4.

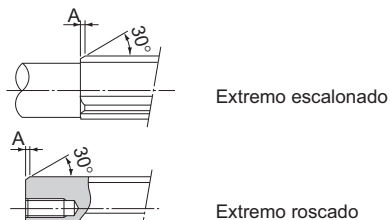


Fig.2 Inglete A

● **Achaflanado B**

Si no se utiliza alguno de los extremos del eje estriado, por ejemplo apoyo con ménsula, se mecaniza con las dimensiones del inglete B indicadas en Tabla4.

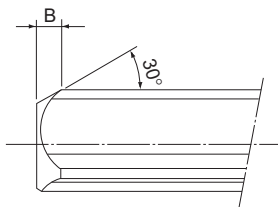


Fig.3 Inglete B

Tabla4 Dimensiones del inglete de los extremos del eje estriado

Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	20	25	30	40	50	60	85
Inglete A	1	1,5	2,5	3	3,5	5	7
Achaflanado B	4,5	5,5	7	8,5	10	13	16

Nota) Los ejes estriados con diámetros nominales 6, 8 y 10 se biselan a C0,5.

[Longitud del área imperfecta de un eje estriado especial]

Si el área media o el extremo de un eje estriado debe ser más ancho que el diámetro menor (ϕd), se requiere un área de eje imperfecta para asegurar una depresión por rectificación. Tabla5 muestra la relación entre la longitud de la sección incompleta (S) y el diámetro de la brida (ϕdf).

(Esta tabla no aplica para longitudes totales de 1500 mm o mayores. Póngase en contacto con THK para obtener más detalles.)

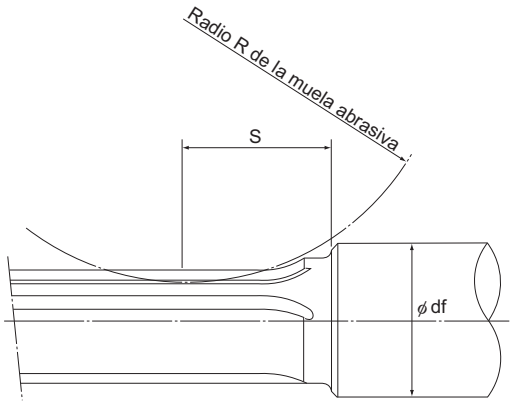


Tabla5 Longitud del área de eje imperfecta: S

Unidad: mm

Diámetro de la brida ϕdf	20	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140
Diámetro de eje nominal	20	25	30	35	40	50	60	80	100	120	140
20	35	43	51	57	62	—	—	—	—	—	—
25	—	51	64	74	82	97	—	—	—	—	—
30	—	—	54	67	76	92	105	—	—	—	—
40	—	—	—	—	59	80	95	119	—	—	—
50	—	—	—	—	—	63	83	110	131	—	—
60	—	—	—	—	—	—	66	100	123	140	—
70	—	—	—	—	—	—	—	89	115	134	150
85	—	—	—	—	—	—	—	61	98	122	140

Eje nervado rotativo

Tipo de cojinete con soporte Modelos LTR y LTR-A

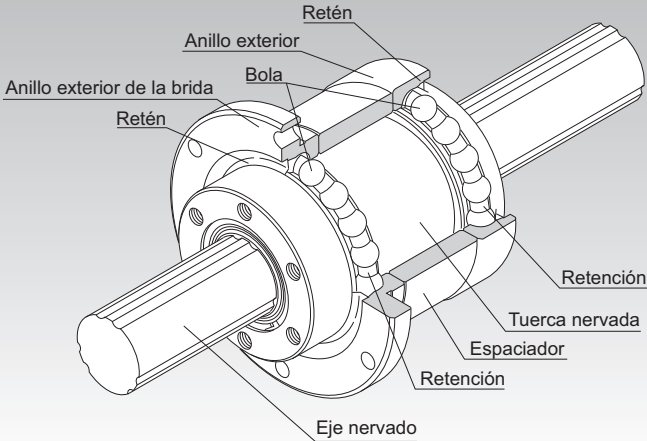


Fig.1 Estructura del modelo LTR de eje nervado rotativo

Punto de selección	A3-6
Punto de diseño	A3-117
Opciones	A3-120
Descripción del modelo	A3-122
Precauciones de uso	A3-123
Accesorios para la lubricación	A24-1
Procedimiento de montaje y mantenimiento	B3-30
Características transversales del eje estriado	A3-17
Factor equivalente	A3-27
Juego en la dirección de rotación	A3-30
Estándares de precisión	A3-34
Longitud máxima de fabricación por precisión	A3-115

Estructura y características

En modelo LTR de eje nervado rotativo, el eje nervado tiene tres crestas en la circunferencia y a ambos lados de cada cresta se disponen dos hileras de bolas (seis hileras en total) que sostienen las crestas para aplicar una carga previa razonable.

Los canales de bolas con contacto angular se mecanizan sobre la superficie exterior de la tuerca nervada para formar los cojinetes con soporte, lo que permite lograr que todo el cuerpo tenga un diseño compacto y liviano.

Las hileras de bolas están sostenidas en una retención de resina especial para que giren y circulen de manera uniforme. Con este diseño, las bolas no caerán aunque se quite el eje nervado.

Además, se encuentra disponible un retén especial para evitar la entrada de material extraño a los cojinetes con soporte.

[Sin retroceso angular]

Dos hileras de bolas, una en frente de la otra, sostienen una cresta, formada en la circunferencia de la tuerca nervada, en un ángulo de contacto de 20° para proporcionar una precarga en una estructura de contacto angular. De esta manera, se elimina el retroceso angular en la dirección de rotación y se aumenta la rigidez.

[Diseño compacto]

La tuerca nervada está integrada con los cojinetes con soporte, lo que permite lograr un diseño compacto de gran precisión.

[Instalación sencilla]

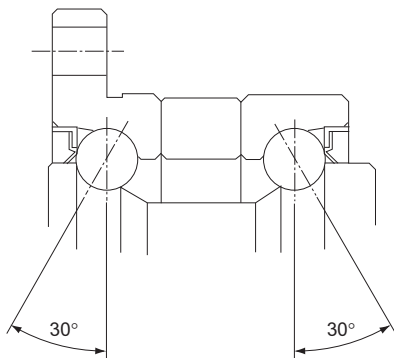
Este eje nervado puede instalarse fácilmente con sólo conectarlo a la caja con tornillos.

[Gran rigidez]

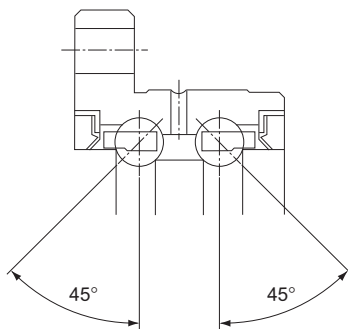
Debido a que el ángulo de contacto es elevado y se proporciona una precarga apropiada, se alcanza una gran rigidez contra el par de torsión y el momento.

El cojinete con soporte tiene un ángulo de contacto de 30° para garantizar gran rigidez contra una carga de momento, y lograr un soporte rígido para el eje.

El modelo LTR-A, un tipo compacto del LTR, tiene un ángulo de contacto de 45° .



Modelo LTR



Modelo LTR-A

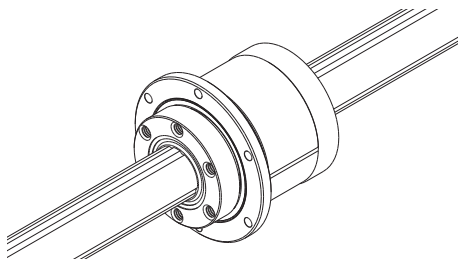
Tipos y características

[Tipos de tuercas nervadas]

Modelo LTR de eje nervado

Un tipo de unidad compacta cuyos cojinetes con soporte están directamente integrados a la superficie exterior de la tuerca nervada.

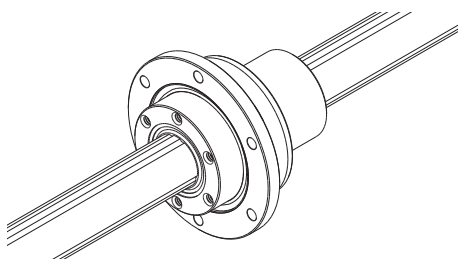
Tabla de especificación⇒ **A3-110**



Modelo LTR-A de eje nervado

Un tipo compacto, incluso más pequeño que LTR.

Tabla de especificación⇒ **A3-108**



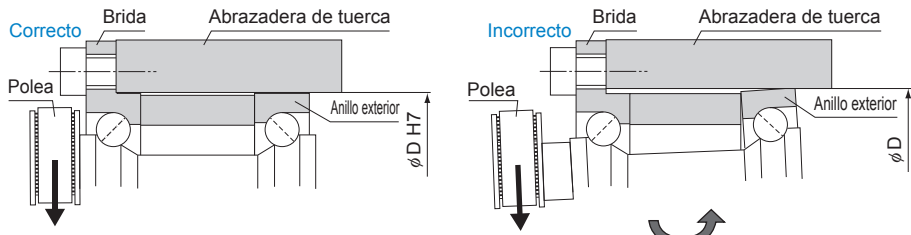
[Tipos de ejes nervados]

Para obtener más detalles, consulte **A3-77**.

Tolerancia de diámetro interior del alojamiento

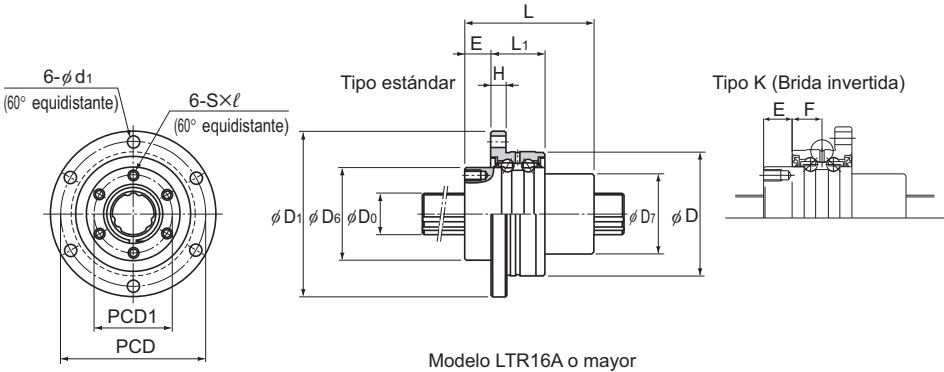
Para el modelo LTR, se recomienda la clase H7 para la tolerancia de diámetro interior de la caja.

[Nota importante sobre el modelo LTR]



Nata) Debido al anillo exterior dividido, es necesario incorporar la tolerancia de diámetro interior en la abrazadera de la tuerca (se recomienda H7) para evitar el cambio del anillo exterior en el lado opuesto de la brida.

Modelo LTR-A, tipo compacto



Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca nervada														
	Diámetro exterior		Longitud L	Diámetro de la brida D ₁	D _s h7	D ₇	H	L ₁	Tipo estándar E	Tipo K E	Posición del orificio de lubricación F		PCD	PCD1	S×ℓ
	D	Tolerancia									E ₁				
LTR8 A	32	-0,009 -0,025	25	44	24	16	3	10,5	6	8,5	4	3	38	19	M2,6×3
LTR10 A	36		33	48	28	21	3	10,5	9	11,5	4	—	42	23	M3×4
LTR16 A	48		50	64	36	31	6	21	10	10	10,5	—	56	30	M4×6
LTR20 A	56	-0,010 -0,029	63	72	43,5	35	6	21	12	12	10,5	—	64	36	M5×8
LTR25 A	66		71	86	52	42	7	25	13	13	12,5	—	75	44	M5×8
LTR32 A	78		80	103	63	52	8	25	17	17	12,5	—	89	54	M6×10
LTR40 A	100	-0,012 -0,034	100	130	79,5	64	10	33	20	20	16,5	—	113	68	M6×10

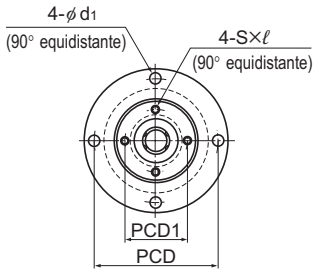
Código del modelo

2 LTR32 K UU ZZ CL A +500L P K

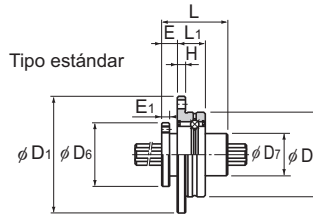
Descripción del modelo	Símbolo de orientación de la brida ^{(*)1}	Símbolo de la precarga en la dirección de rotación. ^{(*)4}	Tipo de soporte compacto	Símbolo de precisión ^{(*)5}	Símbolo para el eje estriado ^{(*)6}
Cantidad de tuercas nervadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)	Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación de la tuerca nervada ^{(*)2}	Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación de los cojinetes con soporte ^{(*)3}		Longitud total del eje nervado ^{(*)7} (en mm)	

(*)2) Consulte **A3-120**. (*)3) Consulte **A3-120**. (*)4) Consulte **A3-30**. (*)5) Consulte **A3-34**. (*)6) Consulte **A3-112**. (*)7) Consulte **A3-115**.

(*)1) Sin símbolo: estándar K: brida invertida

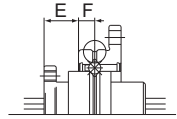


Modelo LTR8A Modelo LTR10A

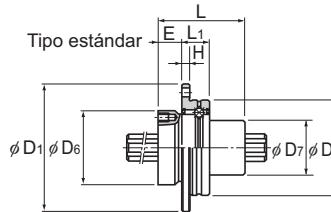


Tipo estándar

Tipo K (Brida invertida)

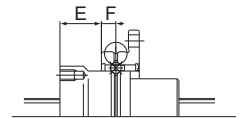


Modelo LTR8A



Tipo estándar

Tipo K (Brida invertida)



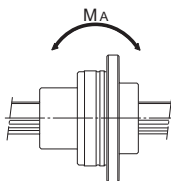
Modelo LTR10A

Unidad: mm

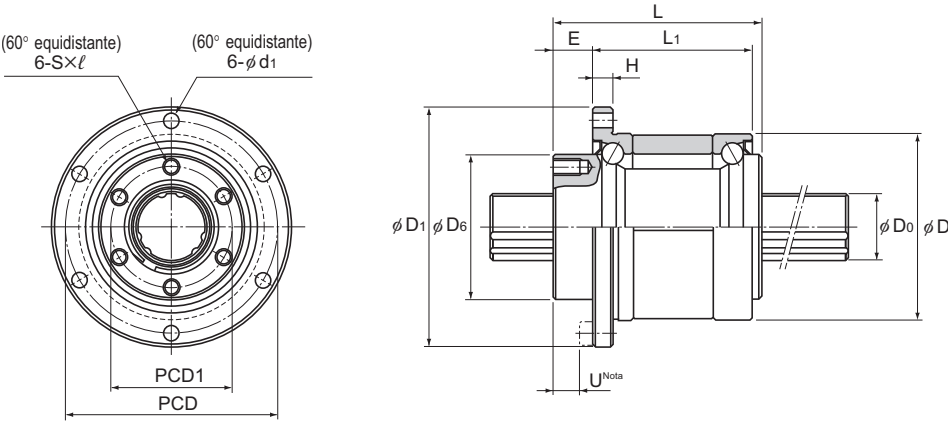
	d ₁	Diámetro del eje nervado		Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica		Momento estático admisible	Capacidad de carga básica del cojinete con soporte		Masa	
		D ₀ h7	Hileras de bolas	C _T N-m	C _{0T} N-m	C kN	C ₀ kN		C kN	C ₀ kN	Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
	3,4	8	4	1,96	2,94	1,47	2,55	5,9	0,69	0,24	0,08	0,4
	3,4	10	4	3,92	7,84	2,84	4,9	15,7	0,77	0,3	0,13	0,62
	4,5	16	6	31,3	34,3	7,06	12,6	67,6	6,7	6,4	0,35	1,6
	4,5	20	6	56,8	55,8	10,2	17,8	118	7,4	7,8	0,51	2,5
	5,5	25	6	105	103	15,2	25,8	210	9,7	10,6	0,79	3,9
	6,6	32	6	180	157	20,5	34	290	10,5	12,5	1,25	5,6
	9	40	6	418	377	37,8	60,4	687	16,5	20,7	2,51	9,9

Nota) **M_A indica el valor del momento de torsión admisible en la dirección axial cuando se utiliza una sola tuerca nervada, como se muestra en la siguiente figura.

Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes nervados por precisión, consulte **A3-115**.



Modelo LTR

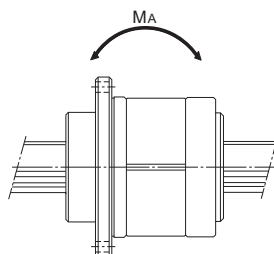


Descripción del modelo	Dimensiones de la tuerca nervada										
	Diámetro exterior		Longitud	Diámetro de la brida	D_6 h7	H	L_1	E	PCD	PCD1	$S \times l$
	D	Tolerancia									
LTR 16	52	0 -0,007	50	68	39,5	5	37	10	60	32	M5×8
LTR 20	56		63	72	43,5	6	48	12	64	36	M5×8
LTR 25	62		71	78	53	6	55	13	70	45	M6×8
LTR 32	80		80	105	65,5	9	60	17	91	55	M6×10
LTR 40	100	0 -0,008	100	130	79,5	11	74	23	113	68	M6×10
LTR 50	120		125	156	99,5	12	97	25	136	85	M10×15
LTR 60	134	0 -0,009	140	170	115	12	112	25	150	100	M10×15

Código del modelo

2	LTR50	K	UU	ZZ	CM	+1000L	H	K
Descripción del modelo	Símbolo de orientación de la brida ^(*)			Símbolo de la precarga en la dirección de rotación. ^(*)		Símbolo de precisión ^(*)	Símbolo para el eje estriado ^(*)	
Cantidad de tuercas nervadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)	Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación de la tuerca nervada ^(*)		Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación de los cojinetes con soporte ^(*)		Longitud total del eje nervado ^(*) (en mm)			

(*)2) Consulte **A3-120**. (*)3) Consulte **A3-120**. (*)4) Consulte **A3-30**. (*)5) Consulte **A3-34**. (*)6) Consulte **A3-112**. (*)7) Consulte **A3-115**.
 (*)1) Sin símbolo: estándar K: brida invertida



Unidad: mm

			Diámetro del eje nervado	Hileras de bolas	Capacidad de par de torsión básica		Capacidad de carga básica		Momento estático admisible	Capacidad de carga básica del cojinete con soporte		Masa	
	d_1	U ^{Nota}			C_T N-m	C_{OT} N-m	C kN	C_0 kN		C kN	C_0 kN	Tuerca estriada kg	Eje estriado kg/m
	4,5	5	16	6	31,4	34,3	7,06	12,6	67,6	12,7	11,8	0,51	1,6
	4,5	7	20	6	56,9	55,9	10,2	17,8	118	16,3	15,5	0,7	2,5
	4,5	8	25	6	105	103	15,2	25,8	210	17,6	18	0,93	3,9
	6,6	10	32	6	180	157	20,5	34	290	20,1	24	1,8	5,6
	9	13	40	6	419	377	37,8	60,5	687	37,2	42,5	3,9	9,9
	11	13	50	6	842	769	60,9	94,5	1340	41,7	54,1	6,7	15,5
	11	13	60	6	1220	1040	73,5	111,7	1600	53,1	68,4	8,8	22,3

Nota) ** M_A indica el valor de momento admisible en la dirección axial cuando se utiliza una sola tuerca nervada, como se muestra en la figura anterior.

La dimensión U representa la dimensión desde la cabeza del tornillo de cabeza hueca hexagonal hasta el extremo de la tuerca estriada.

Para obtener más detalles sobre las longitudes máximas de los ejes que se incluyen en los ejes nervados por precisión, consulte **A3-115**.

Eje nervado

Los ejes nervados se dividen por su forma en eje nervado macizo de precisión, eje nervado especial y eje nervado hueco (tipo K y N), como se describe en **A3-77**.

Debido a que la producción de un eje nervado con una forma específica se realiza a pedido, proporcione un dibujo de la forma deseada cuando solicite un presupuesto o realice un pedido.

[Forma de sección del eje nervado]

Tabla1 muestra la forma de sección de un eje nervado. Si los extremos del eje nervado deben ser cilíndricos, no debe excederse el valor del diámetro menor (ϕd) si es posible.

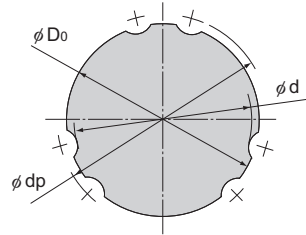


Tabla1 Forma de sección del eje nervado

Unidad: mm

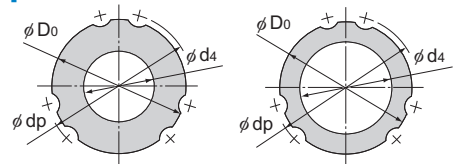
Diámetro de eje nominal	8	10	16	20	25	32	40	50	60
Diámetro menor ϕd	7	8,5	14,5	18,5	23	30	37,5	46,5	56,5
Diámetro mayor ϕD_0 h7	8	10	16	20	25	32	40	50	60
Diámetro de bola centro a centro ϕdp	9,3	11,5	17,8	22,1	27,6	35,2	44,2	55,2	66,3
Masa (kg/m)	0,4	0,62	1,6	2,5	3,9	5,6	9,9	15,5	22,3

*El diámetro menor ϕd debe ser un valor mediante el cual no quede ninguna muesca luego del mecanizado.

[Forma del orificio del eje nervado hueco estándar]

Tabla2 muestra la forma de orificio del eje nervado hueco estándar (tipo K y N).

Utilice esta tabla cuando deba cubrir ciertos requerimientos, como tubería, cableado, ventilación de aire o reducción de peso.



Tipo K
(Grueso)

Tipo N
(Delgado)

Tabla2 Forma de sección del eje nervado hueco estándar

Unidad: mm

Diámetro de eje nominal		8	10	16	20	25	32	40	50	60
Diámetro mayor ϕ D ₀ h7		8	10	16	20	25	32	40	50	60
Diámetro de bola centro a centro ϕ dp		9,3	11,5	17,8	22,1	27,6	35,2	44,2	55,2	66,3
Tipo K	Diámetro del orificio ϕ d ₄	3	4	7	10	12	18	22	25	32
	Masa (kg/m)	0,35	0,52	1,3	1,8	3	4,3	6,9	11,6	16
Tipo N	Diámetro del orificio ϕ d ₄	—	—	11	14	18	23	29	36	—
	Masa (kg/m)	—	—	0,8	1,3	1,9	3,1	4,7	7,4	—

Nota) El eje nervado hueco estándar se divide en dos tipos K y N. Indique "K" o "N" al final del código de modelo para poder distinguirlos cuando realice el pedido.

[Inclinación de los extremos del eje nervado]

Para facilitar la inserción del eje estriado en la tuerca estriada, los extremos del eje suelen biselarse con las dimensiones que se indican a continuación, salvo que se especifique lo contrario.

Los extremos están biselados ya sea si están usados, como ocurre con los extremos escalonados, roscados o perforados, o no usados, como ocurre con los soportes voladizos.

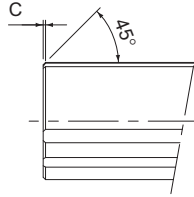


Tabla3 Dimensiones de biselado de los ejes estriados de los modelos LTR-A y LTR

Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	8	10	16	20	25	32	40	50	60
Biselado C	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0

[Longitud del área imperfecta de un eje nervado especial]

Si el área media o el extremo de un eje nervado debe ser más ancho que el diámetro menor (ϕd), se requiere un área de eje imperfecta para asegurar una depresión por rectificación. Tabla4 muestra la relación entre la longitud de la sección incompleta (S) y el diámetro de la brida (ϕdf).

(Esta tabla no aplica para longitudes totales de 1500 mm o mayores. Póngase en contacto con THK para obtener más detalles.)

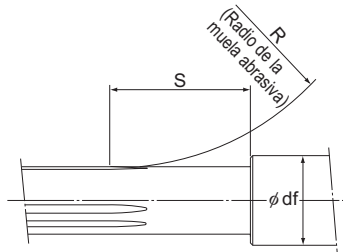


Tabla4 Longitud del área de eje imperfecta: S

Unidad: mm

Diámetro de la brida ϕdf	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100	120	140	160
Diámetro de eje nominal	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100	120	140	160
8	—	25	29	35	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	26	31	38	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	36	47	58	67	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	37	50	60	76	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	38	51	72	88	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	40	75	88	109	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	42	63	81	107	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	65	96	118	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	87	114	134	—	—

Velocidad de rotación admisible para ejes nervados rotativos

Para el modelo LTR de ejes nervados rotativos, la velocidad se restringe al menor valor que resulte entre la velocidad de rotación admisible para el cojinete con soporte y la velocidad crítica del eje. Cuando utilice el producto, no exceda la velocidad de rotación admisible.

Tabla5 Velocidad de rotación admisible para el modelo LTR Unidad: min⁻¹

Descripción del modelo	Velocidad de rotación admisible		
	Eje nervado	Cojinete con soporte	
	Cálculo mediante la longitud del eje	Grasa de lubricación	Aceite de lubricación
LTR16	consulte A3-16 .	4000	5400
LTR20		3600	4900
LTR25		3200	4300
LTR32		2400	3300
LTR40		2000	2700
LTR50		1600	2200
LTR60		1400	2000

Tabla6 Velocidad de rotación admisible para el modelo LTR-A Unidad: min⁻¹

Descripción del modelo	Velocidad de rotación admisible		
	Eje nervado	Cojinete con soporte	
	Cálculo mediante la longitud del eje	Grasa de lubricación	Aceite de lubricación
LTR8A	consulte A3-16 .	6900	9300
LTR10A		5900	7900
LTR16A		4000	5400
LTR20A		3600	4900
LTR25A		3200	4300
LTR32A		2400	3300
LTR40A		2000	2700

Longitud máxima de fabricación por precisión

Tabla1, Tabla2, Tabla3 y Tabla4 muestran las longitudes máximas de fabricación de los ejes que se incluyen en los ejes nervados por precisión.

Tabla1 La longitud máxima de fabricación de los modelos SLS, SLS-L y SLF

Unidad: mm

Diámetro de eje nominal	Precisión		
	Nivel normal (sin símbolo)	Nivel de precisión (H)	Nivel de precisión (P)
25	2000	1500	1000
30	2000	1600	1250
40	2000	2000	1500
50	3000	2000	1500
60	4000	2000	2000
70	4000	2000	2000
80	4000	2000	2000
100	4000	3000	3000

Tabla2 Longitud máxima de fabricación de los modelos LBS, LBST, LBF, LBR, LBH, LBG y LBGT por precisión

Unidad: mm

Diámetro de eje nominal	Precisión		
	Nivel normal (sin símbolo)	Nivel de precisión (H)	Nivel de precisión (P)
6	200	150	100
8	600	200	150
10	600	400	300
15	1800	600	600
20	1800	700	700
25	3000	1400	1400
30	3000	1400	1400
40	3000	1400	1400
50	3000	1400	1400
60	3800	2500	2000
70	3800	2500	2000
85	3800	3000	3000
100	4000	3000	3000
120	3000	3000	3000
150	3000	3000	3000

Eje nervado

Tabla3 Longitud de fabricación máxima de los modelos LT-X y LF-X según la precisión

Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	Precisión		
	Nivel normal (sin símbolo)	Nivel de precisión (H)	Nivel de precisión (P)
4	200	200	200
5	250	200	200
6	315	250	200
8	500	400	315
10	1000	630	500
13	1000	800	630
16	2000	1000	1000
20	2000	1500	1000
25	3000	1500	1000
30	3000	1600	1250

Tabla4 Longitud máxima de fabricación de los modelos LT, LF, LTR y LTR-A por precisión

Unidad: mm

Diámetro de eje nominal	Precisión		
	Nivel normal (sin símbolo)	Nivel de precisión (H)	Nivel de precisión (P)
4	600	200	200
5	600	315	200
6	600	400	315
8	1000	500	400
10	1000	630	500
13	1000	800	630
16	2000	1000	1000
20	2000	1500	1000
25	3000	1500	1000
30	3000	1600	1250
40	3000	2000	1520
50	3000	2000	1500
60	4000	2000	2000
80	4000	2000	2000
100	4000	3000	3000

1. La longitud que se muestra en la tabla representa la longitud total del eje.
2. Para los ejes huecos estándar (K), se aplican los valores de la tabla.
3. Para los ejes huecos estándar (N), la longitud máxima disponible, tanto para los de nivel normal como para los de nivel de alta precisión, equivale a la longitud definida en el nivel de precisión de la tabla.

Tolerancia de diámetro interior del alojamiento

Cuando se conecta la tuerca estriada en el alojamiento, suele recomendarse una conexión ajustada. Si la precisión del eje nervado no debe ser muy elevada, también se aceptará una conexión con juego.

Tabla1 Tolerancia de diámetro interior del alojamiento

Tolerancia de diámetro interior del alojamiento	Condiciones generales	H7
	Cuando la juego debe ser reducida	J6

Nota) Para el modelo LTR de eje nervado rotatorio, se recomienda que la tolerancia de diámetro interior de la caja sea H7.

Posiciones de la ranura de chaveta de la tuerca estriada y de los orificios de montaje

Las ranuras de chaveta que se forman en la superficie exterior de las tuercas rectas para los modelos de ejes nervados se ubican donde se colocan las bolas sometidas a una carga, como se muestra en Fig.1.

En el caso de los tipos con brida, los orificios de montaje de brida se ubican como se muestra en Fig.2. Al realizar un pedido, indique la posición, en relación con la ranura de chaveta o elemento similar, que adoptarán en el eje estriado.

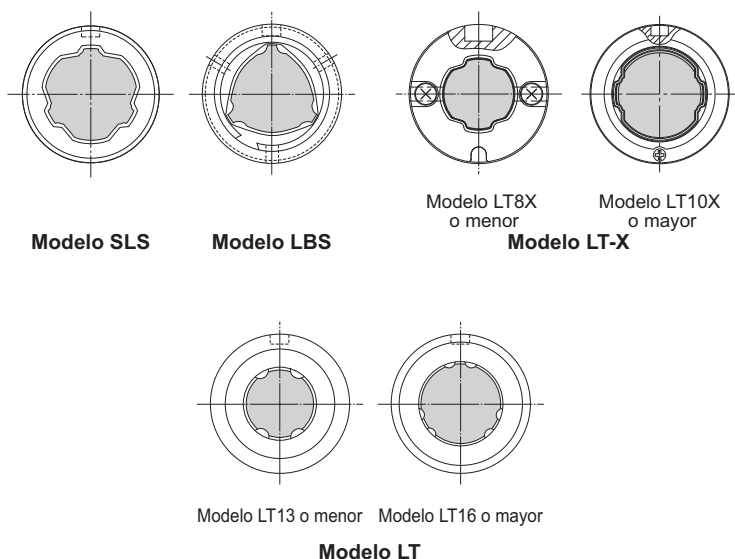
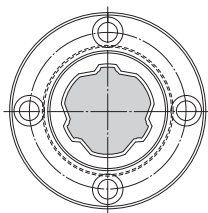
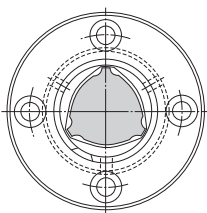
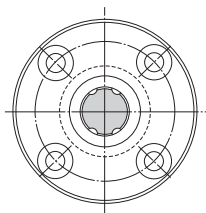
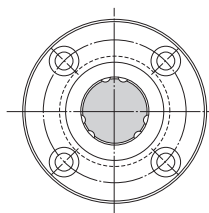


Fig.1 Posiciones de las ranuras de chaveta

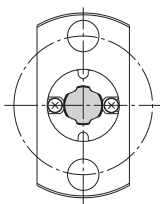
Posiciones de la ranura de chaveta de la tuerca estriada y de los orificios de montaje

**Modelo SLF****Modelo LBF**

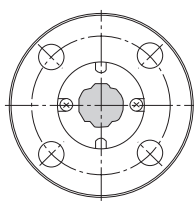
Modelo LF13 o menor



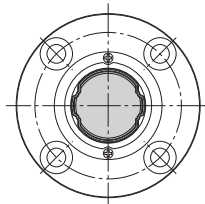
Modelo LF16 o mayor

Modelo LF

Modelo LF4X



Modelos LF5X a 8X



Modelo LF10X o mayor

Modelo LF-X

Fig.2 Posiciones de los orificios de montaje de brida

Lubricación

Para evitar el ingreso de material extraño a la tuerca estriada y la pérdida de lubricante, se encuentran disponibles retenes de resina sintética especiales con alta resistencia al desgaste para el eje nervado. Las tuercas estriadas con retenes (un retén en ambos extremos tipo UU o un retén en un solo extremo) contienen grasa de jabón de litio de alta calidad n.º 2. Sin embargo, si van a utilizarse en aplicaciones de alta velocidad o con una carrera larga, reponga la grasa del mismo grupo desde el orificio de engrasado ubicado en la tuerca estriada después del funcionamiento.

Luego, reponga la grasa del mismo grupo según sea necesario de acuerdo con las condiciones de servicio. Los intervalos de engrasado varían según las condiciones. En condiciones normales, reponga el lubricante (o reemplace el producto), como regla general, aproximadamente cada 100 km de distancia recorrida (de seis meses a un año).

Para el tipo de modelo de eje nervado sin retén, aplique grasa en el interior de la tuerca estriada o en los canales del eje estriado.

Tratamiento de la superficie y material

Dependiendo del entorno de servicio, es posible que se necesite un tratamiento contra la corrosión o un material diferente para el eje nervado. Para obtener más detalles sobre tratamientos contra la corrosión o cambios en el material, póngase en contacto con THK.

Protección contra la contaminación

El ingreso de polvo o material extraño en la tuerca estriada provocará un desgaste anormal o una reducción en la vida útil. Por lo tanto, es necesario evitar el ingreso de material extraño perjudicial al eje nervado. Si se considera que existe la posibilidad de que ingrese polvo u otros materiales extraños, es necesario seleccionar un dispositivo de sellado o de protección contra el polvo que satisfaga las condiciones del entorno.

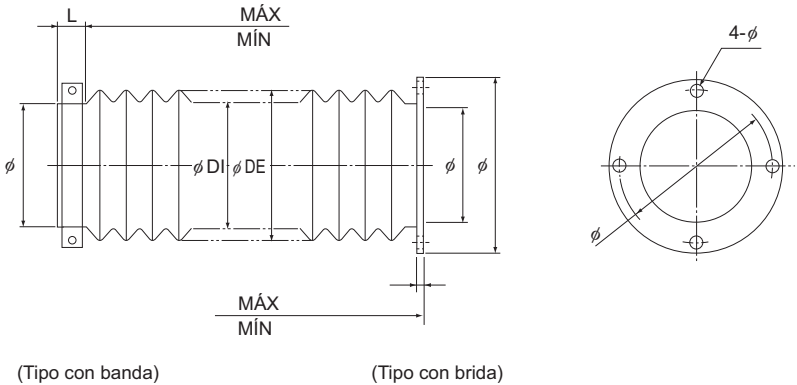
En el caso de los ejes nervados, uno de los accesorios de protección contra la contaminación que se encuentra disponible es un retén especial de caucho sintético de una resistencia elevada al desgaste. Si desea lograr una mayor protección contra la contaminación, se ofrecen sellos de fieltro para determinados tipos de ejes. Para obtener más detalles sobre retenes de fieltro, póngase en contacto con THK. THK también fabrica fuelles redondos. Póngase en contacto con nosotros si desea recibir más detalles.

Tabla1 Símbolo del accesorio para la eliminación de polvo

Símbolo	Accesorio de protección contra la contaminación
Sin símbolo	Sin retén
UU	Retén de caucho colocado en ambos extremos de la tuerca estriada
U	Retén de caucho colocado en cualquiera de los extremos de la tuerca estriada
DD	Retén de fieltro colocado en ambos extremos de la tuerca estriada
D	Retén de fieltro colocado en cualquiera de los extremos de la tuerca estriada
ZZ	Retén de caucho colocado en ambos extremos de los cojinetes con soporte
Z	Retén de caucho colocado en cualquiera de los extremos de los cojinetes con soporte

Especificaciones de los fuelles

Los fuelles se ofrecen como un accesorio de protección contra la contaminación. Utilice esta hoja de especificaciones.



Eje nervado (opciones)

Especificaciones de los fuelles

Modelos de husillo a bola admitidos:

Dimensiones de los fuelles

Carrera:() mm MÁX:() mm MÍN:() mm
Diámetro exterior admisible: (φ DE) Diámetro interior deseado: (φ DI)

Cómo se utiliza

Dirección de instalación: (horizontal, vertical, inclinado) Velocidad: ()mm/seg. min.
Movimiento: (vaivén, vibración)

Condiciones

Resistencia al aceite y al agua: (necesaria, innecesaria) Nombre del aceite ()
Resistencia química: Nombre () × () %
Ubicación: (interior, exterior)

Observaciones:

Cantidad de unidades a fabricar:

Descripción del modelo

Eje nervado

Código de modelo

Las configuraciones de los códigos de modelos varían según las características del modelo. Remítase a la configuración del código de modelo de muestra correspondiente.

[Eje nervado]

● Modelos SLS, SLS-L, SLF, LBS, LBST, LBF, LBR, LBH, LT, LF, LT-X y LF-X

2	LBS40	UU	CL	+1000L	P	K
Descripción del modelo	Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1)			Símbolo de precisión (*3)		Símbolo para el eje estriado (*4)
Cantidad de tuercas nervadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)		Símbolo de la precarga en la dirección de rotación (*2)		Longitud total del eje nervado (*5) (en mm)		

(*1) Consulte [A3-120](#). (*2) Consulte [A3-30](#). (*3) Consulte [A3-34](#). (*4) Consulte [A3-69](#). (*5) Consulte [A3-115](#).

[Eje nervado rotatorio]

● Modelos LTR, LTR-A, LBG y LBG-T

2	LTR32	K	UU	ZZ	CL	A	+500L	P	K
Descripción del modelo	Símbolo de orientación de la brida (*1)				Símbolo de la precarga en la dirección de rotación (*4)	Tipo de soporte compacto		Símbolo de precisión (*5)	
Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación del eje nervado (*2)					Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación de los cojinetes con soporte (*3)				Símbolo para el eje estriado (*6)
Cantidad de tuercas nervadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)							Longitud total del eje nervado (*7) (en mm)		

(*2) Consulte [A3-120](#). (*3) Consulte [A3-120](#). (*4) Consulte [A3-30](#). (*5) Consulte [A3-34](#). (*6) Consulte [A3-112](#). (*7) Consulte [A3-115](#).

(*1) Sin símbolo: estándar K: brida invertida

Precauciones de uso

Eje nervado

[Manipulación]

- (1) Solicite al menos a dos personas que muevan cualquier producto que pese más de 20 kg, o bien, utilice un carro u otro sistema de transporte. Si lo hace se pueden producir lesiones o daños.
- (2) No desmonte las piezas. Esto provocará una pérdida de funcionalidad.
- (3) La inclinación de una tuerca estriada o un eje estriado podrían causar la caída de estos objetos por su propio peso.
- (4) Tenga cuidado de no dejar caer o golpear el eje nervado. Si lo hace se pueden producir lesiones o daños. Si el producto recibe un impacto, su funcionamiento podría verse afectado incluso cuando el producto parece intacto.
- (5) Al ensamblar, no retire la tuerca estriada del eje nervado.
- (6) Al manipular el producto, use guantes protectores, zapatos de seguridad, etc., según sea necesario para garantizar la seguridad.

[Precauciones de uso]

- (1) Evite la entrada de material extraño, como rebabas de corte o refrigerante, en el producto. Si no lo hace, podrían producirse daños.
- (2) Si el producto se utiliza en un entorno en que pueden ingresar rebabas de corte, refrigerante, disolventes corrosivos, agua, etc. al producto, utilice fuelles, cubiertas, etc. para evitar que esto ocurra.
- (3) No utilice el producto a una temperatura de 80°C o superior. Excepto para los modelos resistentes al calor, la exposición a altas temperaturas puede provocar que las piezas de resina o caucho se deformen o dañen.
- (4) Si se adhiere material extraño al producto, como rebabas de corte, reponga el lubricante después de limpiar el producto.
- (5) Las microcarreras tienden a obstruir la formación de una película de aceite en la ranura en contacto con el elemento giratorio y esto puede provocar corrosión por fricción. Considere usar grasa que ofrezca una excelente prevención de fricción. También se recomienda realizar un movimiento de carrera correspondiente a la longitud de la tuerca estriada en forma regular a fin de asegurarse que se forme una película de aceite en la ranura y el elemento giratorio.
- (6) No utilice fuerza excesiva al colocar piezas (pasador, chaveta, etc.) en el producto. Esto puede generar una deformación permanente en la ranura, lo que provoca una pérdida de funcionalidad.
- (7) Desviar o alinear mal el soporte del eje nervado y la tuerca estriada puede acortar considerablemente la vida útil. Inspeccione los componentes cuidadosamente y asegúrese de que estén montados correctamente.
- (8) La tuerca estriada debe contener todos sus elementos giratorios internos (bolas) al instalarse en el eje nervado. Utilizando una tuerca estriada con cualquier bola retirada podría provocar daños prematuros.
- (9) Póngase en contacto con THK si alguna de las bolas se cae de la tuerca estriada, no utilice la tuerca estriada si falta alguna bola.
- (10) Para montar la tuerca estriada en el eje nervado, primero ubique los indicadores de alineación en ambos componentes, luego inserte el eje a través de la abertura de la tuerca estriada, sin forzarlo, y ajuste la posición hasta que los indicadores se alineen. Forzar el eje podría provocar que las bolas se caigan. Al montar una tuerca estriada con un retén o una precarga, primero lubrique la superficie exterior del eje nervado.
- (11) Manipule la tuerca estriada suavemente con una plantilla al insertarla en el alojamiento, teniendo cuidado de no golpear la placa lateral, el tapón de extremo o el retén.
- (12) Si un componente instalado no es suficientemente rígido o no está montado correctamente, la carga del cojinete se concentrará en una ubicación y el rendimiento disminuirá significativamente. Asegúrese de que el alojamiento y la base sean lo suficientemente rígidos, que los pernos de anclaje lo sean lo suficientemente resistentes y que el componente esté montado correctamente.
- (13) Si desea ordenar el mecanizado adicional de un eje de tipo nervado de tipo con brida, como un orificio para un pasador de guía, póngase en contacto con THK.

[Lubricación]

- (1) Limpie a fondo el aceite antióxido y aplique lubricante antes de utilizar el producto.
- (2) No combine lubricantes distintos. Mezclar lubricantes puede causar una interacción adversa entre aditivos u otros ingredientes discrepantes.
- (3) Si el producto va a estar expuesto a vibración constante o temperaturas altas o bajas, o si se utiliza en una sala blanca, vacío u otro entorno especial, aplique un lubricante adecuado tanto para las especificaciones como el entorno.
- (4) Para lubricar un producto que no tiene engrasador ni orificio de engrase, aplique lubricante directamente en la superficie de la ranura y ejecute algunas carreras preliminares para garantizar que el interior esté completamente lubricado.
- (5) Tenga en cuenta que la resistencia al deslizamiento del eje nervado se ve afectado por los cambios en la consistencia del lubricante, la que varía de acuerdo con la temperatura.
- (6) El eje nervado puede encontrarse con una mayor resistencia al deslizamiento después de la lubricación, debido a la resistencia a la agitación del lubricante. Asegúrese de exponer la unidad a movimiento preliminar para garantizar que está completamente lubricada antes de arrancar la máquina.
- (7) Es posible que salpique exceso de lubricante inmediatamente después de la lubricación. De ser necesario, limpie la grasa salpicada.
- (8) Debido a que el rendimiento del lubricante disminuye con el tiempo, se debe monitorear la lubricación en forma regular y se debe aplicar lubricante fresco cuando sea necesario, según la frecuencia con la que se opere la máquina.
- (9) El programa de lubricación adecuado dependerá de las condiciones de uso y del entorno circundante. En general, la unidad se debe lubricar después de cada 100 kilómetros de operación (cada 3 a 6 meses). El programa de lubricación real y la cantidad de lubricante utilizado se debe determinar según la condición de la maquinaria.
- (10) Con lubricación de aceite, es posible que el lubricante no siempre se propague completamente al interior del eje nervado, dependiendo de su posición de montaje. Si el método de lubricación preferido es lubricación de aceite, consulte con THK de manera anticipada.

[Almacenado]

El eje nervado se debe almacenar en posición horizontal envuelto en el embalaje diseñado por THK, teniendo cuidado de evitar las altas y bajas temperaturas, y la humedad elevada.

Después de que el producto ha estado almacenado durante un período largo, es posible que el lubricante en su interior se haya deteriorado, de modo que añada lubricante nuevo antes de usarlo.

[Eliminación]

Elimine el producto adecuadamente como desecho industrial.



Eje nervado

THK Catálogo General

Eje nervado

THK Catálogo General

B Libro de soporte

Tipos y características	B 3-4
Características del eje nervado	B 3-4
• Estructura y características	B 3-4
Clasificación de los ejes nervados	B 3-6
Punto de selección	B 3-8
Diagrama de flujo para seleccionar un eje nervado ..	B 3-8
• Pasos para elegir un eje nervado	B 3-8
• Selección del tipo de eje nervado	B 3-10
• Análisis de la resistencia del eje nervado ..	B 3-14
• Predicción de la vida útil	B 3-19
• Ejemplo de cálculo de la vida útil	B 3-24
Procedimiento de montaje y mantenimiento ..	B 3-30
Ensamblaje del eje nervado	B 3-30
• Montaje del eje	B 3-30
• Instalación de la tuerca nervada	B 3-32
• Instalación del eje nervado	B 3-32
Lubricación	B 3-33
Opciones	B 3-34
Tratamiento de la superficie y material ..	B 3-34
Protección contra la contaminación	B 3-34
Descripción del modelo	B 3-35
• Código de modelo	B 3-35
Precauciones de uso	B 3-36

A Descripciónes de productos (separado)

Clasificación de los ejes nervados A3-4

Punto de selección A3-6

Diagrama de flujo para seleccionar un eje nervado .. A3-6

- Pasos para elegir un eje nervado A3-6
- Selección del tipo de eje nervado A3-8
- Análisis de la resistencia del eje estriado .. A3-12
- Predicción de la vida útil A3-21

Selección de una carga previa A3-30

- Juego en la dirección de rotación A3-30
- Precarga y rigidez A3-30
- Pautas y condiciones para seleccionar una precarga .. A3-31

Determinación de la precisión A3-34

- Niveles de precisión A3-34
- Estándares de precisión A3-34

Eje nervado con jaula para par de torsión alto

Modelos SLS, SLS-L y SLF A3-36

- Estructura y características A3-37
- Tipos y características A3-40
- Tolerancia de diámetro interior del alojamiento .. A3-41

Diagrama de dimensiones, tabla de dimensiones

Modelo SLS A3-42

Modelo SLF A3-44

- Eje nervado A3-46
- Accesorios A3-48

Eje nervado para par de torsión alto

Modelos LBS, LBST, LBF, LBR y LBH .. A3-50

- Estructura y características A3-51
- Aplicaciones A3-52
- Tipos y características A3-53
- Tolerancia de diámetro interior de la caja .. A3-55

Diagrama de dimensiones, tabla de dimensiones

Modelo LBS (tipo de carga media) A3-56

Modelo LBST (tipo de carga pesada) A3-60

Modelo LBF (tipo de carga media) A3-62

Modelo LBR A3-64

Modelo LBH A3-66

Modelo LBS con forma del extremo del eje recomendada .. A3-68

- Eje estriado A3-69
- Accesorios A3-72

Eje nervado para par de torsión medio

Modelos LT, LF, LT-X y LF-X A3-74

- Estructura y características A3-75
- Tipos y características A3-76
- Tolerancia de diámetro interior del alojamiento .. A3-77

Diagrama de dimensiones, tabla de dimensiones

Modelo LT A3-78

Modelo LF A3-80

Modelo LT-X A3-82

Modelo LF-X A3-84

Modelo LT con forma del extremo del eje recomendada... A3-86

- Eje estriado A3-87
- Accesorios A3-91

Eje nervado rotatorio

Tipo con engranajes Modelos LBG y LBGT .. A3-92

- Estructura y características A3-93
- Tipos y características A3-94
- Tolerancia de diámetro interior del alojamiento .. A3-95

Diagrama de dimensiones, tabla de dimensiones

Modelo LBG A3-96

Modelo LBGT A3-98

- Eje estriado A3-100

Eje nervado rotativo

Tipo de cojinete con soporte Modelos LTR y LTR-A .. A3-104

- Estructura y características A3-105
- Tipos y características A3-106
- Tolerancia de diámetro interior del alojamiento .. A3-107

Diagrama de dimensiones, tabla de dimensiones

Modelo LTR-A, tipo compacto A3-108

Modelo LTR A3-110

- Eje nervado A3-112
- Velocidad de rotación admisible para ejes nervados rotativos .. A3-114

Longitud máxima de fabricación por precisión .. A3-115

Punto de diseño A3-117

Lista de verificación para la forma del extremo del eje estriado .. A3-117

Tolerancia de diámetro interior del alojamiento .. A3-118

Posiciones de la ranura de chaveta de la tuerca estriada
y de los orificios de montaje A3-118

Opciones A3-120

Lubricación A3-120

Tratamiento de la superficie y material .. A3-120

Protección contra la contaminación A3-120

- Especificaciones de los fuelles A3-121

Descripción del modelo A3-122

- Código de modelo A3-122

Precauciones de uso A3-123

Características del eje nervado

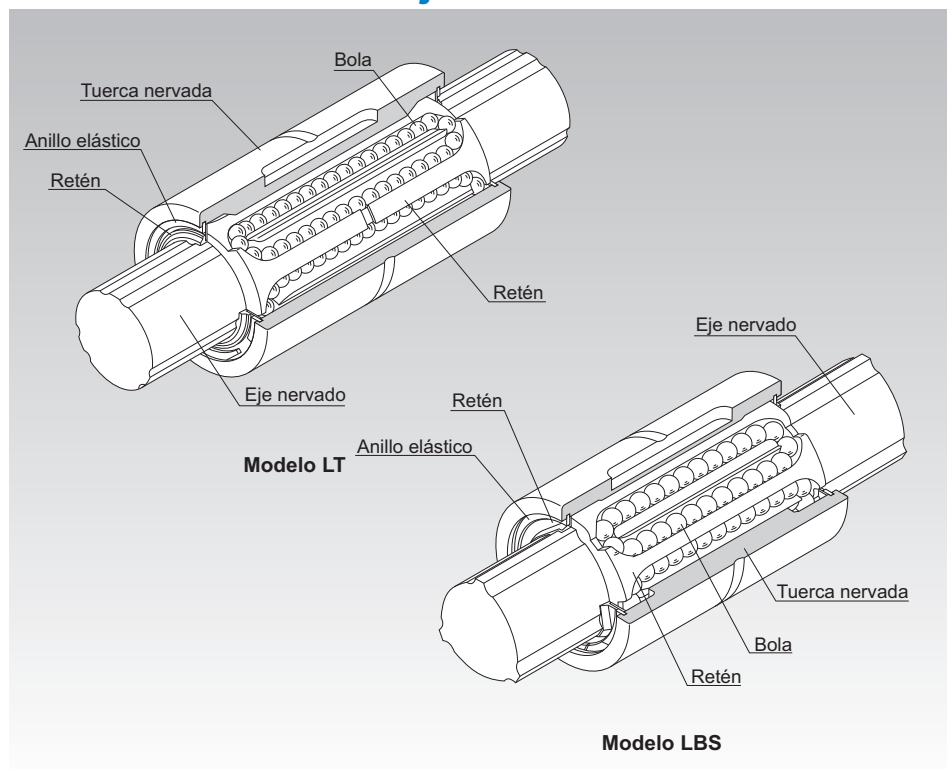


Fig.1 Estructura de los modelos LBS y LT de eje nervado

Estructura y características

El eje nervado es un novedoso sistema de movimiento lineal en el que las bolas ubicadas en la tuerca nervada transmiten par de torsión mientras se mueven en forma lineal sobre los canales rectificados con precisión del eje nervado.

A diferencia de la estructura convencional, en el eje nervado de THK, una sola tuerca nervada puede proporcionar una precarga. Por esta razón, el eje nervado demuestra un alto rendimiento en entornos sujetos a vibraciones y cargas de impactos, entornos en los que se requiere una alta precisión de posicionamiento o en áreas donde se requiere un rendimiento cinético de alta velocidad.

Además, aunque se utilice en lugar de un casquillo lineal, el eje nervado alcanza una carga máxima admisible 10 veces superior respecto de un casquillo lineal con el mismo diámetro de eje. Esto permite lograr un diseño compacto y utilizar este elemento en lugares donde se aplica una carga en saliente o una carga de momento. De esta forma, el eje nervado ofrece un elevado factor de seguridad y una vida útil prolongada.

Tipos y características

Características del eje nervado

Eje nervado

Clasificación de los ejes nervados

Eje nervado

Tipo con jaula de bolas

Tipo de par de torsión alto

Tipo cilíndrico
(tipo de carga media)
Modelo SLS

Tipo cilíndrico
(tipo de carga pesada)
Modelo SLS-L

Tipo con brida
Modelo SLF

Tipo estándar

Tipo cilíndrico
Modelo LBS

Tipo con brida
Modelo LBF

Tipo de tuerca cuadrada
Modelo LBH

Tipo largo

Tipo cilíndrico
Modelo LBST

Tipo con
brida intermedia
Modelo LBR

Tipo con bola completa

Tipo de par de torsión medio

Tipo cilíndrico
Modelo LT

Tipo con brida
Modelo LF

Tipo compacto
Modelo LT-X

Tipo compacto
Modelo LF-X

Tipo rotatorio

Tipo con engranajes

Tipo estándar
Modelo LBG

**Con un tipo de ranura
de empuje**
Modelo LBGT

Tipo de cojinete con soporte

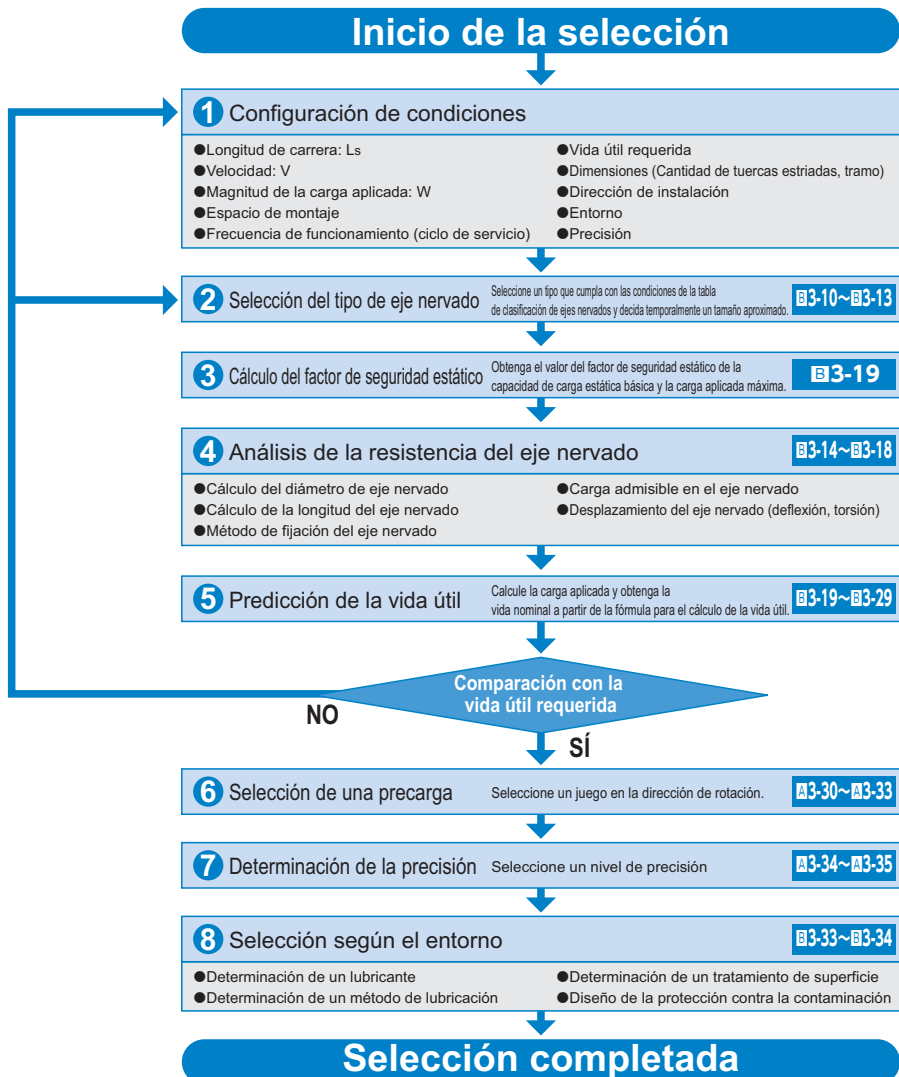
Tipo estándar
Modelo LTR

Tipo compacto
Modelo LTR-A

Diagrama de flujo para seleccionar un eje nervado

Pasos para elegir un eje nervado

El siguiente es un diagrama de flujo al que puede referirse al seleccionar un eje nervado.



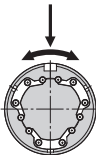
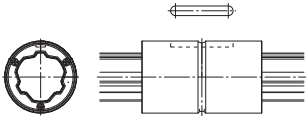
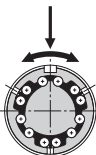
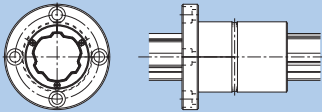
Punto de selección

Diagrama de flujo para seleccionar un eje nervado

Eje nervado

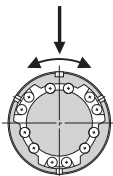
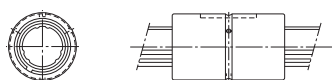
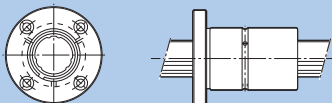
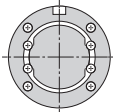
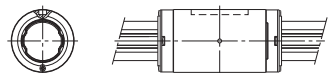
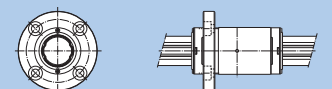
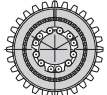
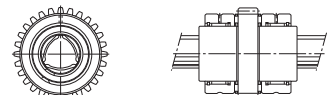
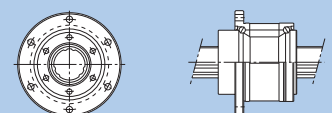
Selección del tipo de eje nervado

Existen tres tipos de ejes nervados: el tipo de par de torsión alto, el tipo de par de torsión medio y el tipo rotativo. Usted puede seleccionar un tipo de acuerdo con el uso previsto. Además, se encuentra disponible una amplia variedad de formas para las tuercas nervado según cada tipo, lo que le permite al usuario elegir la medida deseada de acuerdo con los requerimientos de montaje o de uso.

Clasificación	Tipo	Forma	Diámetro de eje
Tipo con jaula de bolas para par de torsión alto			
		Tipo SLS Tipo SLS-L 	Diámetro del eje nominal 25 a 100 mm
Tipo de par de torsión alto			
		Tipo SLF 	Diámetro del eje nominal 25 a 100 mm
Tipo de par de torsión medio			
Tipo de par de torsión bajo			

*Para ver las tablas de especificación de cada modelo, consulte la sección "A Descripción de productos".

Tabla de especificación	Estructura y características	Principales aplicaciones
A3-42	● Rediseñar la forma del Eje nervado de tipo para par de torsión alto convencional para que sea más circular mejora significativamente su torsión y rigidez a la flexión. ● Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas para permitir que se mantenga el movimiento de circulación de bolas separadas uniformemente y que se logre una respuesta de alta velocidad, lo que permite que se pueda mejorar el tiempo de ciclo de la máquina. ● Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas, eliminan la colisión y fricción mutua entre las bolas, además de producir poco ruido, un agradable sonido de funcionamiento y una baja generación de partículas. ● Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas para aumentar considerablemente la retención de grasa, logrando así una operación duradera que no necesita mantenimiento. ● Los modelos SLS/SLF adoptan la tecnología de jaula de bolas y un nuevo método de circulación, logrando así un movimiento estable y suave con poca fluctuación de rodadura.	● Columna y brazo de robot industrial ● Sistema de carga automático ● Máquina de transferencia ● Sistema de transporte automático ● Máquina de molde de neumáticos ● Husillo de soldadora por puntos ● Eje guía de máquina de tratamientos de superficies automática de alta velocidad ● Máquina remachadora ● Enrollador de alambre ● Cabeza de trabajo de máquina de electroerosión ● Eje motor de husillo de máquina rectificadora ● Engranajes de velocidad ● Máquina de indexación de precisión
A3-44		
A3-56		
A3-62	● El eje estriado posee tres crestas formadas equidistantes en ángulos de 120°. A ambos lados de cada cresta, se colocan dos hileras (seis hileras en total) de bolas para sostener la cresta de ambos lados. El diseño de contacto angular de la bola permite aplicar una carga previa apropiada de manera uniforme. ● Debido a que las bolas circulan dentro de la tuerca estriada, las dimensiones exteriores de dicha tuerca presentan un diseño compacto. ● Incluso bajo una carga previa elevada, se logra un movimiento recto uniforme. ● Debido a que el ángulo de contacto es elevado (45°) y el desplazamiento es mínimo, se logra gran rigidez. ● No se genera un retroceso angular. ● Puede transmitir un par de torsión elevado.	
A3-64		
A3-66		

Clasificación		Tipo	Forma		Diámetro de eje
Tipo de par de torsión medio		Tipo LT		Diámetro de eje nominal 4 a 100 mm	
		Tipo LF		Diámetro de eje nominal 6 a 50 mm	
		Tipo LT-X		Diámetro de eje nominal 4 a 30 mm	
		Tipo LF-X		Diámetro del eje nominal 4 a 30 mm	
Tipo rotatorio	Rotación 	Tipo LBG Tipo LBGT		Diámetro de eje nominal 20 a 85 mm	
	Rotación 	Tipo LTR-A Tipo LTR		Diámetro de eje nominal 8 a 60 mm	

*Para ver las tablas de especificación de cada modelo, consulte la sección "A Descripciones de productos".

Punto de selección

Selección del tipo de eje nervado

Tabla de especificación	Estructura y características	Principales aplicaciones	
A3-78	El eje estriado posee dos o tres crestas. A ambos lados de cada cresta, se colocan dos hileras (cuatro a seis hileras en total) de bolas para sostener la cresta de ambos lados. Este diseño permite que se aplique una carga previa apropiada de manera uniforme.	- Eje de fijación por matriz y aplicaciones similares que requieran movimiento recto bajo una carga pesada - Sistema de carga y aplicaciones similares que requieren una rotación en un ángulo dado en una posición fija - Husillo de máquina automática de soldadura por llama de gas y aplicaciones similares que requieren una parada de giro en un eje	- Columna y brazo de robot industrial - Soldadora por puntos - Máquina remachadora - Máquina de encuadernación - Rellenadora automática - Grabadores XY - Centrifugadora automática - Instrumento de medición óptica
A3-80	El ángulo de contacto de 20° y un nivel de carga previa apropiado eliminan el retroceso angular, lo que proporciona una rigidez de momento de alto par de torsión.		
A3-82	La longitud y el diámetro externo del cilindro exterior del eje nervado LT-X son los mismos que los del buje lineal de la serie LM, por lo que el usuario puede reemplazar un buje lineal por el LT-X.		
A3-84	La longitud y el diámetro externo de la tuerca del eje estriado de LF-X son las mismas que las del casquillo lineal del modelo LMF, lo que significa que la tuerca se puede reemplazar con un casquillo lineal.		
A3-96	Un tipo de unidad que tiene la misma estructura de contacto que el modelo LBS. La circunferencia de la brida en la tuerca estriada está mecanizada para incluir dientes de engranaje y se combinan cojinetes de agujas radiales y de empuje de manera compacta en la circunferencia de la tuerca estriada.	Engranajes de velocidad para transmisión de par de torsión elevado	
A3-108	Un tipo ligero y compacto basado en el modelo LT, pero cuya circunferencia de tuerca estriada se mecaniza para incluir canales de bola de contacto angular en donde se alojan los cojinetes con soporte.	- Eje Z de robot escalar - Enrollador de alambre	

Eje nervado

Análisis de la resistencia del eje nervado

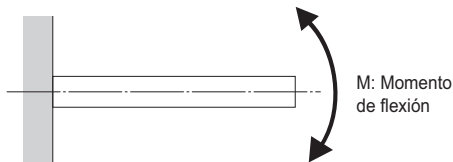
El eje nervado es un elemento compuesto que puede recibir una carga radial y un par de torsión. Cuando la carga y el par de torsión son elevados, la resistencia del eje nervado debe ser tomada en cuenta.

[Eje nervado que recibe una carga de flexión]

Cuando se aplica una carga de flexión al eje nervado de un eje nervado, obtenga el diámetro de eje nervado utilizando la ecuación (1) detallada a continuación.

$$M = \sigma \cdot Z \quad \text{y} \quad Z = \frac{M}{\sigma} \quad \dots\dots\dots (1)$$

- M : Momento de flexión máximo que actúa en el eje nervado (N-mm)
 σ : Esfuerzo de flexión admisible del eje nervado (98 N/mm²)
 Z : Factor de sección de módulo del eje nervado (mm³)
 (consulte la Tabla3 en **A3-17**, Tabla4 en **A3-18**, Tabla5 en **A3-19** y Tabla6 en **A3-20**)



[Referencia] Módulo de sección (círculo continuo)

$$Z = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

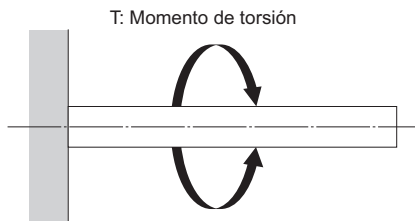
- Z : Módulo de sección (mm³)
 d : Diámetro exterior del eje (mm)

[Eje nervado que recibe una carga de torsión]

Si se aplica una carga de torsión en el eje nervado, obtenga el diámetro de eje nervado utilizando la ecuación (2) detallada a continuación.

$$T = \tau_a \cdot Z_p \quad \text{y} \quad Z_p = \frac{T}{\tau_a} \quad \dots\dots\dots (2)$$

- T : Momento de torsión máximo (N-mm)
 τ_a : Esfuerzo de torsión admisible del eje nervado (49 N/mm²)
 Z_p : Módulo polar de la sección de la tuerca estriada (mm³)
 (consulte la Tabla3 en **A3-17**, Tabla4 en **A3-18**, Tabla5 en **A3-19** y Tabla6 en **A3-20**)



[Referencia] Módulo de sección (círculo continuo)

$$Z_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

- Z_p : Módulo de sección (mm³)
 d : Diámetro exterior del eje (mm)

Punto de selección

Análisis de la resistencia del eje nervado

[Cuando el eje nervado recibe simultáneamente una carga de flexión y una carga de torsión]

Si el eje nervado recibe una carga de flexión y una carga de torsión simultáneamente, calcule dos diámetros de eje nervado diferentes: uno para el momento de flexión equivalente (M_e) y otro para el momento de torsión equivalente (T_e). Luego, utilice el mayor de los valores como diámetro de eje nervado.

Momento de flexión equivalente

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} = \frac{M}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M} \right)^2} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

$$M_e = \sigma \cdot Z$$

Momento de torsión equivalente

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = M \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{T}{M} \right)^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$T_e = \tau_a \cdot Z_p$$

[Rigidez del eje nervado]

La rigidez del eje nervado se expresa como un ángulo de torsión por metro de longitud del eje. Ese valor debe limitarse dentro de $1^\circ/4$.

$$\theta = 57,3 \times \frac{T \cdot L}{G \cdot I_p} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Rigidez del eje} = \frac{\text{Ángulo de torsión}}{\text{Longitud de la unidad}} = \frac{\theta \cdot \ell}{L} < \frac{1^\circ}{4}$$

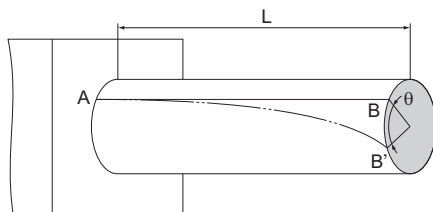
θ : Ángulo de torsión ($^\circ$)

L : Longitud del eje nervado (mm)

G : Módulo elástico transversal
($7,9 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$)

ℓ : Longitud de la unidad (1000 mm)

I_p : momento polar de inercia (mm⁴)
(consulte la Tabla3 en **A3-17**, la Tabla4 en **A3-18**,
la Tabla5 en **A3-19** y la Tabla6 en **A3-20**)



[Deflexión y ángulo de deflexión del eje nervado]

La deflexión y el ángulo de deflexión del eje que se incluye en el eje nervado deben calcularse utilizando las ecuaciones que cumplan con las condiciones relevantes. Tabla1 y Tabla2 representen estas condiciones, y las ecuaciones correspondientes.

Tabla3 En **A3-17**, la Tabla4 en **A3-18**, la Tabla5 en **A3-19** y la Tabla6 en **A3-20** muestran el módulo de la sección del eje estriado (Z) y el segundo momento de área (I). Con los valores Z e I de las tablas, se pueden obtener la fuerza y el desplazamiento (deflexión) de un eje estriado típico dentro de cada tipo de modelo.

Tabla1 Ecuaciones de deflexión y ángulo de deflexión

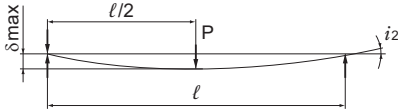
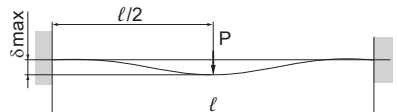
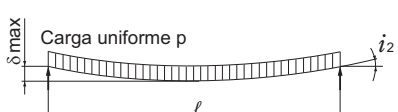
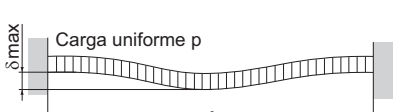
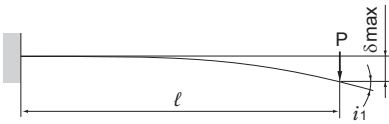
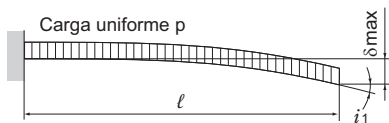
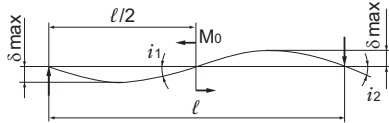
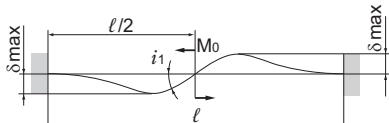
Método de soporte	Condición	Ecuación de deflexión	Ecuación de ángulo de deflexión
Ambos extremos libres		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{48EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = \frac{P\ell^2}{16EI}$
Ambos extremos ajustados		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{192EI}$	$i_1 = 0$ $i_2 = 0$
Ambos extremos libres		$\delta_{\max} = \frac{5p\ell^4}{384EI}$	$i_2 = \frac{p\ell^3}{24EI}$
Ambos extremos ajustados		$\delta_{\max} = \frac{p\ell^4}{384EI}$	$i_2 = 0$

Tabla2 Ecuaciones de deflexión y ángulo de deflexión

Método de soporte	Condición	Ecuación de deflexión	Ecuación de ángulo de deflexión
Un extremo ajustado		$\delta_{\max} = \frac{P\ell^3}{3EI}$	$i_1 = \frac{P\ell^2}{2EI}$ $i_2 = 0$
Un extremo ajustado		$\delta_{\max} = \frac{p\ell^4}{8EI}$	$i_1 = \frac{p\ell^3}{6EI}$ $i_2 = 0$
Ambos extremos libres		$\delta_{\max} = \frac{\sqrt{3}M_o\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_o\ell}{12EI}$ $i_2 = \frac{M_o\ell}{24EI}$
Ambos extremos ajustados		$\delta_{\max} = \frac{M_o\ell^2}{216EI}$	$i_1 = \frac{M_o\ell}{16EI}$ $i_2 = 0$

$\delta_{\max}$: Deflexión máxima (mm)

M_o : Momento (N-mm)

ℓ : Tramo (mm)

I: Momento geométrico de inercia (mm⁴)

i_1 : Ángulo de deflexión en el punto de carga

i_2 : Ángulo de deflexión en el punto de soporte

P: Carga concentrada (N)

p: Carga uniforme (N/mm)

E: Módulo de la elasticidad longitudinal $2,06 \times 10^5$ (N/mm²)

[Velocidad peligrosa del eje nervado]

Cuando un eje estriado se utiliza para transmitir potencia mientras se encuentra en rotación, a medida que la velocidad de rotación del eje aumenta, el ciclo de rotación se acerca a la frecuencia natural del eje estriado. Esto puede causar resonancia y, eventualmente, derivar en una incapacidad para moverse. Por lo tanto, la velocidad de rotación máxima del eje se debe limitar a un nivel inferior a la velocidad peligrosa que no cause resonancia.

La velocidad peligrosa del eje estriado se obtiene mediante la ecuación (6).

(0,8 se multiplica como factor de seguridad)

Si el ciclo de rotación del eje excede el punto de resonancia, o se acerca a este, durante el funcionamiento, es necesario reconsiderar el diámetro de eje estriado.

● Velocidad peligrosa

$$N_c = \frac{60\lambda^2}{2\pi \cdot \ell_b^2} \cdot \sqrt{\frac{E \times 10^3 \cdot I}{\gamma \cdot A}} \times 0,8 \quad \dots (6)$$

N_c : Velocidad peligrosa (min⁻¹)

ℓ_b : Distancia entre dos superficies de montaje (mm)

E : Módulo de Young (2,06 × 10⁵ N/mm²)

I : Momento geométrico mínimo de inercia del eje (mm⁴)

$$I = \frac{\pi}{64} d^4 \quad d: \text{Diámetro menor (mm)}$$

(consulte Tabla10, Tabla11, Tabla12 y Tabla13 en **A3-24**)

γ : Densidad (gravedad específica)
(7,85 × 10⁻⁶ kg/mm³)

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad d: \text{Diámetro menor (mm)}$$

(consulte Tabla10, Tabla11, Tabla12 y Tabla13 en **A3-24**)

A : Área transversal del eje nervado (mm²)

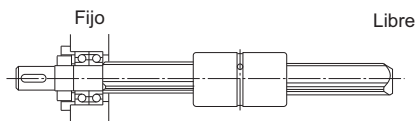
λ : Factor de acuerdo con el método de montaje

(1) Fijo - libre $\lambda=1,875$

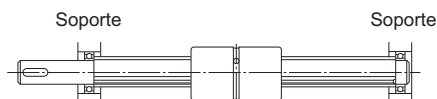
(2) Con soporte - con soporte $\lambda=3,142$

(3) Fijo - con soporte $\lambda=3,927$

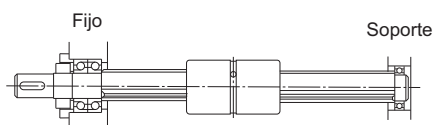
(4) Fijo - fijo $\lambda=4,73$



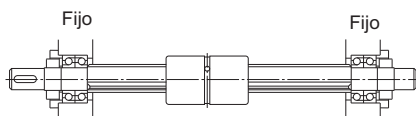
Fijo - libre



Con soporte - con soporte



Fijo - con soporte



Fijo - fijo

Predicción de la vida útil

[Factor de seguridad estático]

Para calcular una carga aplicada al eje estriado, primero debe conocer la carga promedio usada para calcular la vida útil y la carga máxima usada para calcular el factor de seguridad estático.

En particular, si el sistema arranca y se detiene frecuentemente o si se aplican las cargas de impacto, se puede aplicar una carga de momento grande o un par de torsión causado por las cargas en saliente al sistema. Al seleccionar el modelo, asegúrese de que el modelo deseado sea capaz de soportar la carga máxima requerida (ya sea que se encuentre en movimiento o no). Los valores de referencia para el factor de seguridad estático se muestran en la tabla de más abajo.

$$f_s = \frac{f_T \cdot f_c \cdot C_0}{P_{\max}}$$

f_s : Factor de seguridad estático

C_0 : Capacidad de carga estática básica* (N)

$P_{\max}$: Carga máxima aplicada (N)

f_T : factor de temperatura (consulte la Fig.1 en **A3-23**)

f_c : factor de contacto (consulte la Tabla8 en **A3-23**)

*La capacidad de carga estática básica es una carga estática de dirección y tamaño definidos, en la que la suma de la deformación permanente de la bola y de la muesca de rodadura en el área de contacto bajo el esfuerzo máximo es 0,0001 veces el diámetro de la bola.

Tabla3 Valores de referencia del factor de seguridad estático (f_s)

Máquina que usa el eje nervado	Condiciones de carga	Valores de referencia mínimos
Maquinaria industrial general	Sin vibración ni impacto	3,0 a 6,0
	Sin vibración ni impacto	4,0 a 7,0
	Con vibración o impacto bajo cargas combinadas	5,0 a 8,0

*Los valores de referencia para el factor de seguridad estático pueden variar según las condiciones de la carga, así como el entorno, el estado de lubricación, la precisión de la superficie montada o la rigidez.

[Vida nominal]

La vida útil de un eje nervado varía de acuerdo con la unidad, incluso si están construidas con el mismo proceso y si se utilizan en las mismas condiciones de funcionamiento. Por lo tanto, la vida nominal definida a continuación, suele utilizarse como referencia para obtener la vida útil de un eje nervado.

La vida nominal es la distancia de recorrido total que el 90% de un grupo de ejes nervados idénticos, que funcionan independientemente y bajo las mismas condiciones, puede lograr sin descascarillarse (partes con forma escama en la superficie de metal).

[Cálculo de la vida nominal]

La vida nominal de un eje nervado varía de acuerdo con el tipo de carga aplicada durante el funcionamiento: carga de par de torsión, carga radial y carga de momento. Los valores de vida nominal correspondientes se obtienen utilizando las ecuaciones (7) a (10) detalladas a continuación. (Las capacidades de carga básica en estas direcciones de carga se indican en la tabla de especificación para el código de modelo que corresponda).

● Cuando se aplica un carga de par de torsión

$$L = \left(\frac{f_T \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C_T}{T_c} \right)^3 \times 50 \quad \dots\dots\dots (7)$$

● Cuando se aplica una carga radial

$$L = \left(\frac{f_T \cdot f_c}{f_w} \cdot \frac{C}{P_c} \right)^3 \times 50 \quad \dots\dots\dots (8)$$

L : Vida nominal (km)

C_T : Capacidad de par de torsión dinámica básica (N-m)

T_c : Cálculo del par de torsión aplicado (N-m)

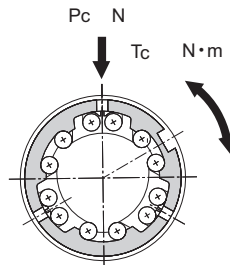
C : Capacidad de carga dinámica básica (N)

P_c : Cálculo de carga radial (N)

f_T : Factor de temperatura (consulte Fig.1 en **A3-21**)

f_c : Factor de contacto (consulte Tabla4 en **A3-21**)

f_w : Factor de carga (consulte Tabla5 en **A3-21**)



● **Cuando se aplican una carga de par de torsión y una carga radial simultáneamente**

Cuando se aplican una carga de par de torsión y una carga radial simultáneamente, calcule la vida nominal obteniendo la carga radial equivalente utilizando la ecuación (9) detallada a continuación.

$$P_E = P_c + \frac{4 \cdot T_c \times 10^3}{i \cdot dp \cdot \cos \alpha} \quad \dots\dots\dots(9)$$

P_E : Carga radial equivalente (N)

$\cos \alpha$: Ángulo de contacto i =Cantidad de hileras de bolas bajo una carga

Tipo LBS α =45°	$i=2$ (LBS10 o menor)	Tipo SLS α =40°	$i=3$
	$i=3$ (LBS15 o mayor)		
Tipo LT α =70°	$i=2$ (LT13 o menor)	Tipo LT-X α =65°	$i=2$
	$i=3$ (LT16 o mayor)		

dp : Diámetro de la bola centro a centro (mm)

(consulte la Tabla10, la Tabla11, la Tabla12 y la Tabla13 en **A3-24**)

● **Cuando se aplica una carga de momento a una o dos tuercas en contacto entre sí**

Obtenga la carga radial equivalente utilizando la ecuación (10) detallada a continuación.

$$P_u = K \cdot M \quad \dots\dots\dots(10)$$

P_u : Carga radial equivalente (N)

(con un momento aplicado)

K : Factores equivalentes

(consulte Tabla14 en **A3-27**, Tabla15 en **A3-28**, Tabla16 y Tabla17 en **A3-29**)

M : Momento aplicado (N-mm)

Sin embargo, M debe ubicarse dentro del rango del momento estático admisible.

● **Cuando se aplican una carga de momento y una carga radial simultáneamente**

Calcule la vida nominal de la suma de la carga radial y la carga radial equivalente.

● **Cálculo del tiempo de vida útil**

Cuando se haya obtenido la vida nominal (L) en la ecuación detallada más arriba, si la longitud de carrera y la cantidad de repeticiones por minuto son constantes, el tiempo de vida útil se obtendrá utilizando la ecuación (11) detallada a continuación.

$$L_h = \frac{L \times 10^3}{2 \times \ell_s \times n_1 \times 60} \quad \dots\dots\dots(11)$$

L_h : Tiempo de vida útil (h)

ℓ_s : Longitud de carrera (m)

n_1 : Cantidad de vaivenes por minuto (min^{-1})

■**f_t**: Factor de temperatura

Si la temperatura del entorno que rodea al eje nervado en funcionamiento excede los 100°C, tenga en cuenta el efecto adverso de las altas temperaturas y multiplique las capacidades de carga básica por el factor de temperatura indicado en Fig. 1.

Además, debe seleccionar un tipo de eje nervado para alta temperatura.

Nota) Si la temperatura del entorno excede los 80°C, se requerirán tipos de retén y reténs para alta temperatura. Póngase en contacto con THK para obtener más detalles.

■**f_c**: Factor de contacto

Cuando se utilizan múltiples tuercas nervadas en contacto entre sí, el movimiento lineal recibe la incidencia de momentos y de la precisión de montaje, lo que hace difícil lograr una distribución de carga uniforme. En dichas aplicaciones, multiplique la capacidad de carga básica (C) y (C₀) por el factor de contacto correspondiente en Tabla4.

Nota) Si se calcula una distribución irregular en una máquina de gran tamaño, tenga en cuenta el factor de contacto respectivo indicado en Tabla4.

■**f_w**: Factor de carga

En general, las máquinas de vaivén tienden a mostrar vibraciones o impacto durante el funcionamiento. Es muy difícil determinar con precisión las vibraciones que se generan durante el funcionamiento a alta velocidad y el impacto durante las puestas en marcha y las paradas frecuentes. Cuando las cargas aplicadas al eje nervado no puedan medirse, o cuando la velocidad y el impacto tengan una influencia significativa, divida la capacidad de carga básica (C o C₀) por el factor de carga correspondiente de la tabla de datos obtenidos empíricamente en Tabla5.

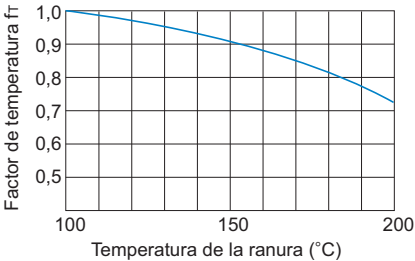


Fig.1 Factor de temperatura (f_t)

Tabla4 Factor de contacto (f_c)

Cantidad de tuercas nervadas en contacto entre sí	Factor de contacto f _c
2	0,81
3	0,72
4	0,66
5	0,61
Uso normal	1

Tabla5 Factor de carga (f_w)

Vibraciones/ impacto	Velocidad (V)	f _w
Leve	Muy baja V ≤ 0,25 m/s	1 a 1,2
Débiles	Lenta 0,25 < V ≤ 1m/s	1,2 a 1,5
Media	Media 1 < V ≤ 2 m/s	1,5 a 2
Fuertes	Alta V > 2 m/s	2 a 3,5

[Cálculo de la carga media]

Cuando la carga aplicada al eje nervado fluctúa de acuerdo con condiciones variables, como el brazo de un robot industrial que se desplaza hacia adelante mientras sostiene una pieza y se desplaza hacia atrás sin peso, y una máquina-herramienta que maneja varias piezas, esta condición de carga variable debe tenerse en cuenta al calcular la vida útil.

La carga media (P_m) es una carga constante bajo la cual la vida útil de un eje nervado, cuya tuerca nervada recibe una carga fluctuante en condiciones variables, es equivalente a la vida útil bajo esta condición variable.

La siguiente es la ecuación básica.

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} \cdot \sum_{n=1}^n (P_n^3 \cdot L_n)}$$

P_m : Carga media (N)

P_n : Carga variable (N)

L : Distancia de recorrido total (mm)

L_n : Distancia de recorrido bajo P_n (mm)

● Cuando la carga fluctúa escalonadamente

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{L} (P_1^3 \cdot L_1 + P_2^3 \cdot L_2 + \dots + P_n^3 \cdot L_n)} \dots\dots\dots(12)$$

P_m : Carga media (N)

P_n : Carga variable (N)

L : Distancia de recorrido total (m)

L_n : Distancia de recorrido bajo carga P_n (m)

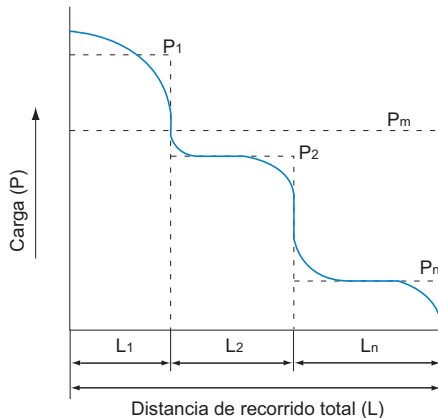


Fig.2

● Cuando la carga fluctúa monótonamente

$$P_m \doteq \frac{1}{3} (P_{\min} + 2 \cdot P_{\max}) \dots\dots\dots (13)$$

$P_{\min}$: Carga mínima (N)

$P_{\max}$: Carga máxima (N)

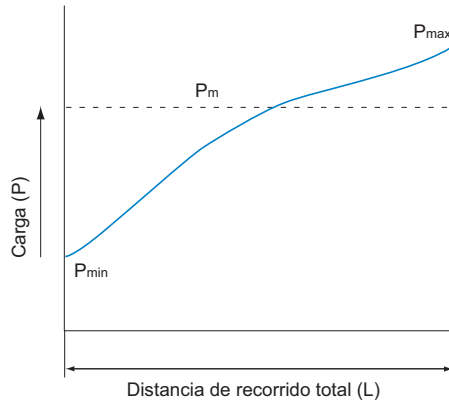


Fig.3

● Cuando la carga fluctúa de manera sinusoidal

(a) $P_m \doteq 0,65P_{\max} \dots\dots\dots (14)$

(b) $P_m \doteq 0,75P_{\max} \dots\dots\dots (15)$

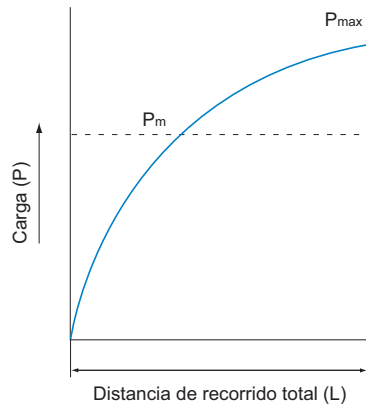
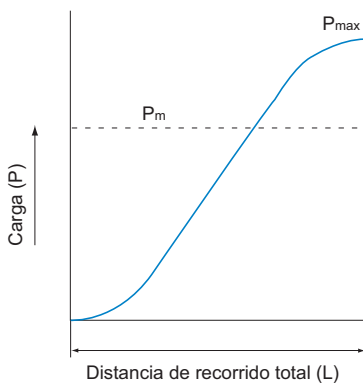


Fig.4

[Factor equivalente]

Tabla14 en **A3-27**, Tabla15 en **A3-28**, Tabla16 y Tabla17 en **A3-29** muestra los factores de carga radial equivalente calculados bajo una carga de momento.

Ejemplo de cálculo de la vida útil

● Ejemplo de cálculo - 1

Un brazo de robot industrial (horizontal)

[Condiciones]

Masa aplicada al extremo del brazo $m=50$ kg

Longitud del brazo en su máxima carrera

Carrera $\ell_s=200$ mm

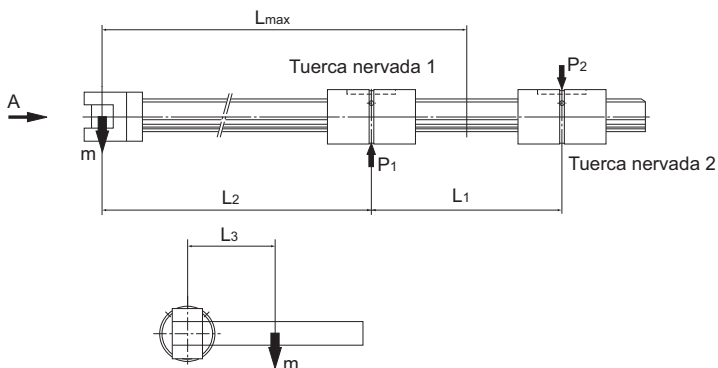
$L_{\max}=400$ mm

Tramo de montaje de la tuerca nervada (estimado)

$L_1=150$ mm

$L_2=325$ mm

$L_3=50$ mm



Vista fragmentaria en dirección de la flecha A (El tipo de eje nervado es LBS en este ejemplo).
Fig.5

■ Cálculo de la resistencia del eje

Se debe calcular el momento de flexión (M) y el momento de torsión (T) aplicados al eje.

$$M = m \times 9,8 \times L_{\max} = 196\,000 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$T = m \times 9,8 \times L_3 = 24\,500 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

Como los momentos de flexión y de torsión se aplican simultáneamente, debe obtener el momento de flexión (M_e) y el momento de torsión (T_e) correspondientes, para luego determinar el diámetro de eje basado en el valor más alto. A partir de las ecuaciones (3) a (4) en **B3-15**,

$$M_e = \frac{M + \sqrt{M^2 + T^2}}{2} \doteq 196\,762,7 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} \doteq 197\,525,3 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_e < T_e$$

$$\therefore T_e = \tau_a \times Z_P \text{ Por lo tanto,}$$

$$Z_P = \frac{T_e}{\tau_a} \doteq 4031 \text{ mm}^3$$

Por tanto, a juzgar por la Tabla4 en **A3-18**, el diámetro de eje nominal que cumple con Z_P es de por lo menos 40 mm.

■Carga media P_m

Se debe obtener el valor de la carga aplicada cuando el brazo esté extendido en su máxima longitud (P_{max}), y otro valor para cuando el brazo está contraído (P_{min}). Sobre los valores obtenidos, se debe calcular la carga media en la tuerca del eje nervado.

$$P_{1max} = \frac{m \times 9,8 (L_1 + L_2)}{L_1} \doteq 1551,7N$$

$$P_{2max} = \frac{m \times 9,8 \times L_2}{L_1} \doteq 1061,7N$$

Cuando el brazo está contraído

$$P_{1min} = \frac{m \times 9,8 \times [(L_2 - \ell_s) + L_1]}{L_1} \doteq 898,3N$$

$$P_{2min} = \frac{m \times 9,8 \times (L_2 - \ell_s)}{L_1} \doteq 408,3N$$

Como la carga varía monótonamente como se muestra en Fig.3 en **B3-23**, se debe calcular la carga media usando la ecuación (13) en **B3-23**.

La carga media (P_{1m}) sobre la tuerca nervada 1

$$P_{1m} \doteq \frac{1}{3} (P_{1min} + 2P_{1max}) = 1333,9N$$

La carga media (P_{2m}) sobre la tuerca nervada 2

$$P_{2m} \doteq \frac{1}{3} (P_{2min} + 2P_{2max}) = 843,9N$$

Se debe calcular el par de torsión aplicado sobre una tuerca nervada.

$$T = \frac{m \times 9,8 \times L_3}{2} = 12\,250N \cdot mm$$

Dado que se aplican simultáneamente la carga radial y el par de torsión, se debe calcular la carga radial equivalente utilizando la ecuación (9) en **B3-20**.

$$P_{1E} = P_{1m} + \frac{4 \times T}{3 \times dp \times \cos \alpha} = 1911,4N$$

$$P_{2E} = P_{2m} + \frac{4 \times T}{3 \times dp \times \cos \alpha} = 1421,4N$$

■Vida nominal L_n

En base a la ecuación para calcular la vida nominal (8) que se indica en **B3-19**, se obtiene cada valor de vida nominal de la siguiente manera.

$$\text{Vida nominal de la tuerca nervada } L_1 = \left(\frac{f_T \times f_c}{f_w} \times \frac{C}{P_{1E}} \right)^3 \times 50 = 68.867,4km$$

$$\text{Vida nominal de la tuerca nervada } L_2 = \left(\frac{f_T \times f_c}{f_w} \times \frac{C}{P_{2E}} \right)^3 \times 50 = 167.463,2km$$

f_r : Factor de temperatura = 1 (de Fig.1 en B3-21)

f_c : Factor de contacto = 1 (de Tabla4 en B3-21)

f_w : Factor de carga = 1,5 (de Tabla5 en B3-21)

C: Capacidad de carga dinámica básica = 31,9 kN (modelo LBS40)

Dada la vida nominal que se obtiene para cada una de las tuercas nervadas de arriba, la vida nominal de la unidad del eje nervado es igual a 68 867,4 km, el valor correspondiente a la tuerca nervada 1.

● Ejemplo de cálculo - 2

[Condiciones]

Posición de empuje: F_s

Velocidad de carrera: $V_{max} = 0,25$ m/s

Aceleración: $a=0,36$ m/s²

(del diagrama de velocidad correspondiente)

Carrera: $S=700$ mm

Masa de la caja: $m_1=30$ kg

Masa del brazo: $m_2=20$ kg

Masa de la cabeza: $m_3=15$ kg

Masa de trabajo: $m_4=12$ kg

Distancia desde la posición de empuje hasta cada masa

$\ell_1=200$ mm $\ell_2=500$ mm

$\ell_3=1276$ mm

Ciclo (1 ciclo: 30 s)

1. Descenso (3,5 s) 2.Reposo (1 s): con trabajo

3. Ascenso (3,5 s) 4.Reposo (7 s)

5. Descenso (3,5 s) 6.Reposo (1 s): sin trabajo

7. Ascenso (3,5 s) 8.Reposo (7 s)

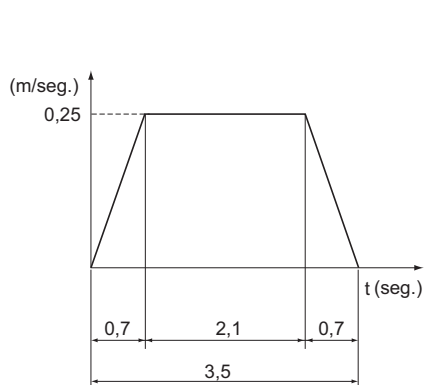
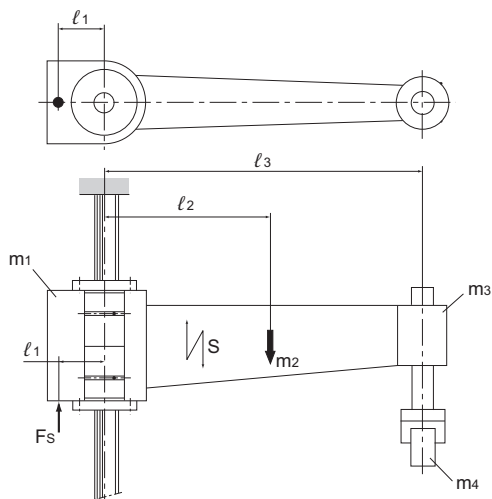


Diagrama de velocidad



(El tipo de eje nervado es LBF en este ejemplo.)

Fig.6

■Cálculo de la resistencia del eje

Se calculará la resistencia del eje presuponiendo que el diámetro de eje es de 60 mm. (con dos tuercas nervadas en contacto entre sí)

■Cálculo del momento (M_n) que se aplica sobre la tuerca nervada durante la aceleración, el movimiento uniforme y la deceleración con diferentes masas (m_n)

Momento aplicado durante la deceleración: M_1

$$M_1 = m_n \times 9,8 \left(1 \pm \frac{a}{g}\right) \times \ell_n \quad \dots\dots(a)$$

Momento aplicado durante el movimiento uniforme: M_2

$$M_2 = m_n \times 9,8 \times \ell_n \quad \dots\dots(b)$$

Momento aplicado durante la deceleración: M_3

$$M_3 = m_n \times 9,8 \left(1 \pm \frac{a}{g}\right) \times \ell_n \quad \dots\dots(c)$$

m_n : Masa (kg)

a : Aceleración (m/s^2)

g : Aceleración gravitacional (m/s^2)

ℓ_n : Ajuste desde cada punto de carga al centro de empuje (mm)

Se presupone:

$$A = \left(1 + \frac{a}{g}\right), \quad B = \left(1 - \frac{a}{g}\right)$$

- Durante el descenso

A partir de la ecuación (c), durante la aceleración

$$\begin{aligned} M_{m1} &= m_1 \times 9,8 \times B \times \ell_1 + m_2 \times 9,8 \times B \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times 9,8 \times B \times (\ell_1 + \ell_3) \\ &= 398\,105,01 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

A partir de la ecuación (b), durante el movimiento uniforme

$$\begin{aligned} M_{m2} &= m_1 \times 9,8 \times \ell_1 + m_2 \times 9,8 \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times 9,8 \times (\ell_1 + \ell_3) \\ &= 412\,972 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

A partir de la ecuación (a), durante la deceleración

$$\begin{aligned} M_{m3} &= m_1 \times 9,8 \times A \times \ell_1 + m_2 \times 9,8 \times A \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times 9,8 \times A \times (\ell_1 + \ell_3) \\ &= 427\,838,99 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

- Durante el ascenso

A partir de la ecuación (a), durante la aceleración

$$\begin{aligned} M_{m1}' &= m_1 \times 9,8 \times A \times \ell_1 + m_2 \times 9,8 \times A \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times 9,8 \times A \times (\ell_1 + \ell_3) \\ &= 427\,838,99 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

A partir de la ecuación (b), durante el movimiento uniforme

$$\begin{aligned} M_{m2}' &= m_1 \times 9,8 \times \ell_1 + m_2 \times 9,8 \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times 9,8 \times (\ell_1 + \ell_3) \\ &= 412\,972 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

A partir de la ecuación (c), durante la deceleración

$$M_{m3}' = m_1 \times 9,8 \times B \times \ell_1 + m_2 \times 9,8 \times B \times (\ell_1 + \ell_2) + m_3 \times 9,8 \times B \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 398\,105,01 \text{ N-mm}$$

- Durante el descenso (con carga de trabajo)

A partir de la ecuación (c), durante la aceleración

$$M_{m1}'' = M_{m1}' + m_4 \times 9,8 \times B \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 565\,433,83 \text{ N-mm}$$

A partir de la ecuación (b), durante el movimiento uniforme

$$M_{m2}'' = M_{m2}' + m_4 \times 9,8 \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 586\,549,6 \text{ N-mm}$$

A partir de la ecuación (a), durante la deceleración

$$M_{m3}'' = M_{m3}' + m_4 \times 9,8 \times A \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 607\,665,37 \text{ N-mm}$$

- Durante el ascenso (con una carga de trabajo)

A partir de la ecuación (a), durante la aceleración

$$M_{m1}''' = M_{m1}'' + m_4 \times 9,8 \times A \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 607\,665,37 \text{ N-mm}$$

A partir de la ecuación (b), durante el movimiento uniforme

$$M_{m2}''' = M_{m2}'' + m_4 \times 9,8 \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 586\,549,6 \text{ N-mm}$$

A partir de la ecuación (c), durante la deceleración

$$M_{m3}''' = M_{m3}'' + m_4 \times 9,8 \times B \times (\ell_1 + \ell_3) \\ = 565\,433,83 \text{ N-mm}$$

$$\therefore M_1 = M_{m1} = M_{m3}' = 398\,105,01 \text{ N-mm}$$

$$M_2 = M_{m2} = M_{m2}' = 412\,972 \text{ N-mm}$$

$$M_3 = M_{m3} = M_{m1}' = 427\,838,99 \text{ N-mm}$$

$$M_1' = M_{m1}'' = M_{m3}''' = 565\,433,83 \text{ N-mm}$$

$$M_2' = M_{m2}'' = M_{m2}''' = 586\,549,6 \text{ N-mm}$$

$$M_3' = M_{m3}'' = M_{m1}''' = 607\,665,37 \text{ N-mm}$$

Punto de selección

Ejemplo de cálculo de la vida útil

■Cálculo de la carga radial equivalente que considera aplicar sobre la tuerca nervada con diferentes momentos

Expresión de la relación entre el momento M_n y P_n

$$P_n = M_n \times K$$

.....(d)

P_n : Carga radial equivalente (N)

M_n : Momento aplicado (N-mm)

K : Factor equivalente

(de Tabla15 a **A3-28**)

(Si dos tuercas nervadas de LBF60 están en contacto entre sí, $K = 0,013$)

Se debe calcular la carga radial equivalente con diferentes momentos aplicados utilizando la ecuación (d).

$$P_{m1} = P_{m3}' = M_1 \times 0,013 \div 5175,4 \text{ N}$$

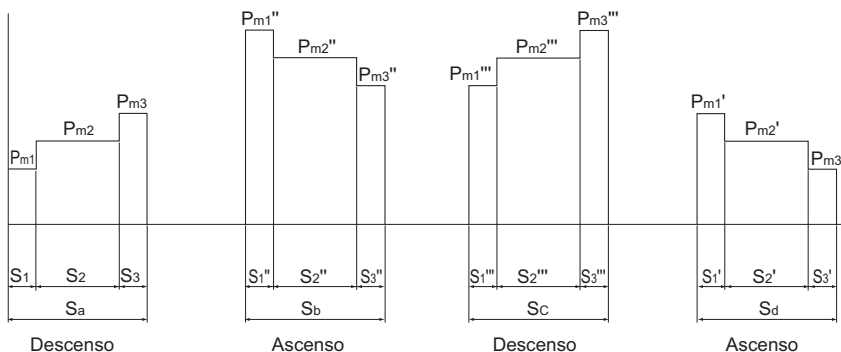
$$P_{m2} = P_{m2}'' = M_2 \times 0,013 \div 5368,6 \text{ N}$$

$$P_{m3} = P_{m1}' = M_3 \times 0,013 \div 5561,9 \text{ N}$$

$$P_{m1}'' = P_{m3}''' = M_1' \times 0,013 \div 7350,7 \text{ N}$$

$$P_{m2}' = P_{m2}''' = M_2' \times 0,013 \div 7625,2 \text{ N}$$

$$P_{m3}' = P_{m1}''' = M_3' \times 0,013 \div 7899,7 \text{ N}$$



$$\begin{cases} P_1 = P_{m1} = P_{m3}' \div 5175,4 \text{ N} \\ P_2 = P_{m2} = P_{m2}'' \div 5368,6 \text{ N} \\ P_3 = P_{m3} = P_{m1}' \div 5561,9 \text{ N} \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_4 = P_{m1}'' = P_{m3}''' \div 7350,7 \text{ N} \\ P_5 = P_{m2}'' = P_{m2}''' \div 7625,2 \text{ N} \\ P_6 = P_{m3}'' = P_{m1}''' \div 7899,7 \text{ N} \end{cases}$$

$$\begin{cases} S = S_a = S_b = S_c = S_d = 700 \text{ mm} \\ S_1 = S_1' = S_1'' = S_1''' = S_1'''' = 87,5 \text{ mm} \\ S_2 = S_2' = S_2'' = S_2''' = S_2'''' = 525 \text{ mm} \\ S_3 = S_3' = S_3'' = S_3''' = S_3'''' = 87,5 \text{ mm} \end{cases}$$

■Cálculo de la carga media P_m

Mediante la ecuación (12) en **B3-22**,

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{4 \times S} \{ 2 \{ (P_1^3 \times S_1) + (P_2^3 \times S_2) + (P_3^3 \times S_3) \} + 2 \{ (P_4^3 \times S_3) + (P_5^3 \times S_2) + (P_6^3 \times S_1) \} \}} \div 6689,5 \text{ N}$$

■Cálculo de la vida nominal L usando la carga media

Mediante la ecuación (8) en **B3-19**,

$$L = \left(\frac{f_T \cdot f_C}{f_W} \cdot \frac{C}{P_m} \right)^3 \times 50$$

$$= 7630 \text{ km}$$

f_T : Factor de temperatura = 1
(de Fig.1 en **B3-21**)

f_C : Factor de contacto = 0,81
(de Tabla4 en **B3-21**)

f_W : Factor de carga = 1,5
(de Tabla5 en **B3-21**)

C : Capacidad de carga dinámica básica = 66,2 kN
(modelo LBF60)

Teniendo en cuenta el resultado anterior, la vida nominal del modelo LBF60 con dos tuercas nervadas en contacto entre sí es de 7630 km.

Ensamblaje del eje nervado

Montaje del eje

Fig.1 y Fig.2 muestran ejemplos de montaje de una tuerca nervada. Aunque no se requiere aplicar mucha fuerza para ajustar el eje nervado en la dirección del eje, no instale el eje con un simple ajuste a presión.

Nota) En ambos extremos de la tuerca estriada del eje nervado de jaula de bolas modelo SLS, hay tapones de extremo de resina instalados. Golpearlos o presionarlos fuertemente podría provocar daños. Debe tener cuidado de no aplicar una carga excesiva.

Tipo de tuerca recta

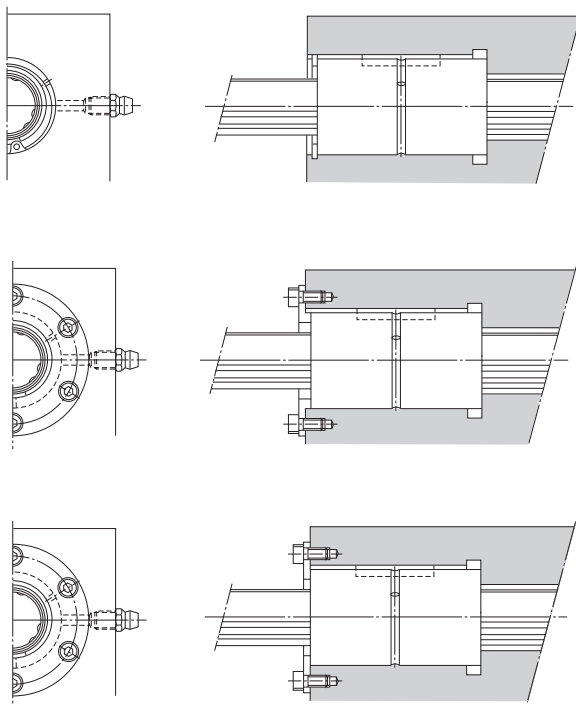
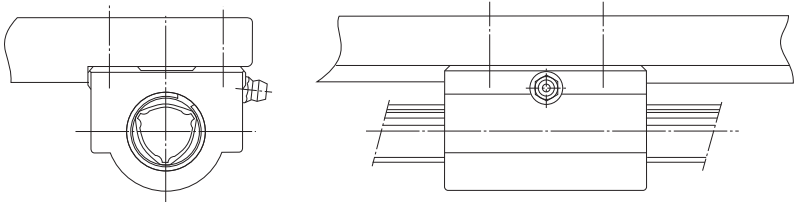


Fig.1 Ejemplos de conexiones de la tuerca nervada

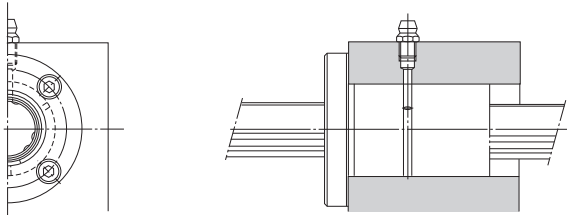
Procedimiento de montaje y mantenimiento

Ensamblaje del eje nervado

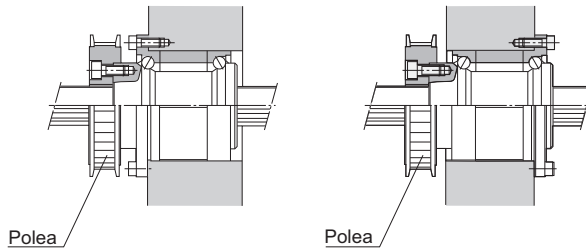
Modelo LBH



Tipo con brida



Modelo LTR



Modelo LBG

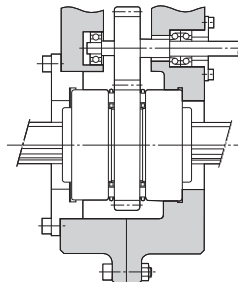


Fig.2 Ejemplos de conexiones de la tuerca nervada

Instalación de la tuerca nervada

Para instalar la tuerca nervada en la caja, sin golpear la placa lateral o el retén, insértela suavemente con una plantilla (Fig.3).

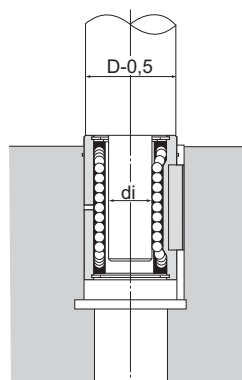


Fig.3

Tabla1 Dimensiones de la plantilla para el modelo LBS

Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	15	20	25	30	40	50	60	70	85	100	120	150
di	12,5	16,1	20,3	24,4	32,4	40,1	47,8	55,9	69,3	83,8	103,8	131,8

Tabla2 Dimensiones de la plantilla para el modelo LT

Unidad: mm

Diámetro del eje nominal	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50	60	80	100
di	5,0	7	8,5	11,5	14,5	18,5	23	28	37,5	46,5	56	75,5	94,5

Instalación del eje nervado

Cuando instale el eje nervado en la tuerca nervada, identifique las marcas de posición (Fig.4) ubicadas en el eje nervado y en la tuerca, e introduzca el eje de manera directa revisando sus respectivas posiciones.

Tenga en cuenta que si inserta el eje empleando la fuerza puede provocar que las bolas se desprendan.

Si conecta la tuerca nervada con un retén o con una precarga dada, aplique un lubricante sobre la superficie exterior del eje nervado.

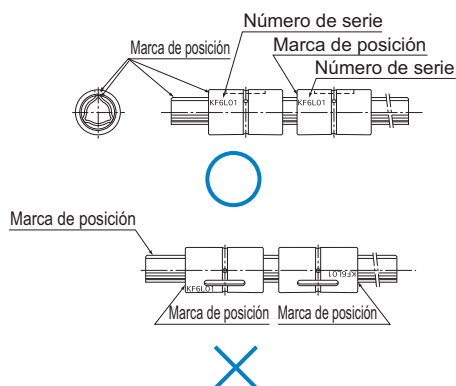


Fig.4

Lubricación

Para evitar la entrada de material extraño a la tuerca nervada y la pérdida de lubricante, se encuentran disponibles retenes de resina sintética especiales con alta resistencia al desgaste para el eje nervado.

Las tuercas nervadas con retenes (un retén en ambos extremos tipo UU o un retén en un solo extremo) contienen grasa de jabón de litio de alta calidad n.º 2. Sin embargo, si van a utilizarse en aplicaciones de alta velocidad o con una carrera larga, reponga la grasa del mismo grupo desde el orificio de engrasado ubicado en la tuerca nervada tras el funcionamiento.

Después, reponga la grasa del mismo grupo según sea necesario de acuerdo con las condiciones de servicio.

Los intervalos de engrasado varían según las condiciones. En condiciones normales, reponga el lubricante (o reemplace el producto), como regla general, aproximadamente cada 100 km de distancia recorrida (de seis meses a un año).

Para el tipo de modelo de eje nervado sin retén, aplique grasa en el interior de la tuerca nervada o en los canales del eje nervado.

Tratamiento de la superficie y material

Dependiendo del entorno de servicio, es posible que se necesite un tratamiento contra la corrosión o un material diferente para el eje nervado. Para obtener más detalles sobre tratamientos contra la corrosión o cambios en el material, póngase en contacto con THK.

Protección contra la contaminación

La entrada de polvo o material extraño en la tuerca nervada provocará un desgaste anormal o una reducción en la vida útil. Por lo tanto, es necesario evitar la entrada de material extraño perjudicial al eje nervado. Si se considera que existe la posibilidad de que entre polvo u otros materiales extraños, es necesario seleccionar un dispositivo de protección contra el polvo que satisfaga las condiciones del entorno.

En el caso de los ejes nervados, uno de los accesorios de protección contra la contaminación que se encuentra disponible es un retén especial de caucho sintético de una resistencia elevada al desgaste. Si desea lograr una mayor protección contra la contaminación, se ofrecen retenes de fieltro para determinados tipos de ejes. Para obtener más detalles sobre retenes de fieltro, póngase en contacto con THK.

THK también fabrica fuelles redondos. Pongase en contacto con nosotros si desea recibir más detalles.

Tabla1 Símbolo del accesorio para la eliminación de polvo

Símbolo	Accesorio de protección contra la contaminación
Sin símbolo	Sin retén
UU	Retén de caucho colocado en ambos extremos de la tuerca nervada
U	Retén de caucho colocado en cualquiera de los extremos de la tuerca nervada
DD	Retén de fieltro colocado en ambos extremos de la tuerca nervada
D	Retén de fieltro colocado en cualquiera de los extremos de la tuerca nervada
ZZ	Retén de caucho colocado en ambos extremos de los cojinetes con soporte
Z	Retén de caucho colocado en cualquiera de los extremos de los cojinetes con soporte

Descripción del modelo

Eje nervado

Código de modelo

Las configuraciones de los códigos de modelos varían según las características del modelo. Remítase a la configuración del código de modelo de muestra correspondiente.

[Eje nervado]

- Modelos SLS, SLS-L, SLF, LBS, LBST, LBF, LBR, LBH, LT, LF, LT-X y LF-X

2	LBS40	UU	CL	+1000L	P	K
Descripción del modelo	Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación (*1)			Símbolo de precisión (*3)		Símbolo para el eje estriado (*4)
Cantidad de tuercas nervadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)		Símbolo de la precarga en la dirección de rotación (*2)		Longitud total del eje nervado (*5) (en mm)		

(*1) Consulte [A3-120](#). (*2) Consulte [A3-30](#). (*3) Consulte [A3-34](#). (*4) Consulte [A3-69](#). (*5) Consulte [A3-115](#).

[Eje nervado rotatorio]

- Modelos LTR, LTR-A, LBG y LBGT

2	LTR32	K	UU	ZZ	CL	A	+500L	P	K
Descripción del modelo	Símbolo de orientación de la brida (*1)				Símbolo de la precarga en la dirección de rotación (*4)	Tipo de soporte compacto		Símbolo de precisión (*5)	
	Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación del eje nervado (*2)			Símbolo del accesorio de protección contra la contaminación de los cojinetes con soporte (*3)					Símbolo para el eje estriado (*6)
Cantidad de tuercas nervadas en un eje (sin símbolo para una tuerca)							Longitud total del eje nervado (*7) (en mm)		

(*2) Consulte [A3-120](#). (*3) Consulte [A3-120](#). (*4) Consulte [A3-30](#). (*5) Consulte [A3-34](#). (*6) Consulte [A3-112](#). (*7) Consulte [A3-115](#).

(*1) Sin símbolo: estándar K: brida invertida

Precauciones de uso

Eje nervado

[Manipulación]

- (1) Solicite al menos a dos personas que muevan cualquier producto que pese más de 20 kg, o bien, utilice un carro u otro sistema de transporte. Si lo hace se pueden producir lesiones o daños.
- (2) No desmonte las piezas. Esto provocará una pérdida de funcionalidad.
- (3) La inclinación de una tuerca estriada o un eje estriado podrían causar la caída de estos objetos por su propio peso.
- (4) Tenga cuidado de no dejar caer o golpear el eje nervado. Si lo hace se pueden producir lesiones o daños. Si el producto recibe un impacto, su funcionamiento podría verse afectado incluso cuando el producto parece intacto.
- (5) Al ensamblar, no retire la tuerca estriada del eje nervado.
- (6) Al manipular el producto, use guantes protectores, zapatos de seguridad, etc., según sea necesario para garantizar la seguridad.

[Precauciones de uso]

- (1) Evite la entrada de material extraño, como rebabas de corte o refrigerante, en el producto. Si no lo hace, podrían producirse daños.
- (2) Si el producto se utiliza en un entorno en que pueden ingresar rebabas de corte, refrigerante, disolventes corrosivos, agua, etc. al producto, utilice fuelles, cubiertas, etc. para evitar que esto ocurra.
- (3) No utilice el producto a una temperatura de 80°C o superior. Excepto para los modelos resistentes al calor, la exposición a altas temperaturas puede provocar que las piezas de resina o caucho se deformen o dañen.
- (4) Si se adhiere material extraño al producto, como rebabas de corte, reponga el lubricante después de limpiar el producto.
- (5) Las microcarreras tienden a obstruir la formación de una película de aceite en la ranura en contacto con el elemento giratorio y esto puede provocar corrosión por fricción. Considere usar grasa que ofrezca una excelente prevención de fricción. También se recomienda realizar un movimiento de carrera correspondiente a la longitud de la tuerca estriada en forma regular a fin de asegurarse que se forme una película de aceite en la ranura y el elemento giratorio.
- (6) No utilice fuerza excesiva al colocar piezas (pasador, chaveta, etc.) en el producto. Esto puede generar una deformación permanente en la ranura, lo que provoca una pérdida de funcionalidad.
- (7) Desviar o alinear mal el soporte del eje nervado y la tuerca estriada puede acortar considerablemente la vida útil. Inspeccione los componentes cuidadosamente y asegúrese de que estén montados correctamente.
- (8) La tuerca estriada debe contener todos sus elementos giratorios internos (bolas) al instalarse en el eje nervado. Utilizando una tuerca estriada con cualquier bola retirada podría provocar daños prematuros.
- (9) Póngase en contacto con THK si alguna de las bolas se cae de la tuerca estriada, no utilice la tuerca estriada si falta alguna bola.
- (10) Para montar la tuerca estriada en el eje nervado, primero ubique los indicadores de alineación en ambos componentes, luego inserte el eje a través de la abertura de la tuerca estriada, sin forzarlo, y ajuste la posición hasta que los indicadores se alineen. Forzar el eje podría provocar que las bolas se caigan. Al montar una tuerca estriada con un retén o una precarga, primero lubrique la superficie exterior del eje nervado.
- (11) Manipule la tuerca estriada suavemente con una plantilla al insertarla en el alojamiento, teniendo cuidado de no golpear la placa lateral, el tapón de extremo o el retén.
- (12) Si un componente instalado no es suficientemente rígido o no está montado correctamente, la carga del cojinete se concentrará en una ubicación y el rendimiento disminuirá significativamente. Asegúrese de que el alojamiento y la base sean lo suficientemente rígidos, que los pernos de anclaje lo sean lo suficientemente resistentes y que el componente esté montado correctamente.
- (13) Si desea ordenar el mecanizado adicional de un eje de tipo nervado de tipo con brida, como un orificio para un pasador de guía, póngase en contacto con THK.

[Lubricación]

- (1) Limpie a fondo el aceite antióxido y aplique lubricante antes de utilizar el producto.
- (2) No combine lubricantes distintos. Mezclar lubricantes puede causar una interacción adversa entre aditivos u otros ingredientes discrepantes.
- (3) Si el producto va a estar expuesto a vibración constante o temperaturas altas o bajas, o si se utiliza en una sala blanca, vacío u otro entorno especial, aplique un lubricante adecuado tanto para las especificaciones como el entorno.
- (4) Para lubricar un producto que no tiene engrasador ni orificio de engrase, aplique lubricante directamente en la superficie de la ranura y ejecute algunas carreras preliminares para garantizar que el interior esté completamente lubricado.
- (5) Tenga en cuenta que la resistencia al deslizamiento del eje nervado se ve afectado por los cambios en la consistencia del lubricante, la que varía de acuerdo con la temperatura.
- (6) El eje nervado puede encontrarse con una mayor resistencia al deslizamiento después de la lubricación, debido a la resistencia a la agitación del lubricante. Asegúrese de exponer la unidad a movimiento preliminar para garantizar que está completamente lubricada antes de arrancar la máquina.
- (7) Es posible que salpique exceso de lubricante inmediatamente después de la lubricación. De ser necesario, limpie la grasa salpicada.
- (8) Debido a que el rendimiento del lubricante disminuye con el tiempo, se debe monitorear la lubricación en forma regular y se debe aplicar lubricante fresco cuando sea necesario, según la frecuencia con la que se opere la máquina.
- (9) El programa de lubricación adecuado dependerá de las condiciones de uso y del entorno circundante. En general, la unidad se debe lubricar después de cada 100 kilómetros de operación (cada 3 a 6 meses). El programa de lubricación real y la cantidad de lubricante utilizado se debe determinar según la condición de la maquinaria.
- (10) Con lubricación de aceite, es posible que el lubricante no siempre se propague completamente al interior del eje nervado, dependiendo de su posición de montaje. Si el método de lubricación preferido es lubricación de aceite, consulte con THK de manera anticipada.

[Almacenado]

El eje nervado se debe almacenar en posición horizontal envuelto en el embalaje diseñado por THK, teniendo cuidado de evitar las altas y bajas temperaturas, y la humedad elevada.

Después de que el producto ha estado almacenado durante un período largo, es posible que el lubricante en su interior se haya deteriorado, de modo que añada lubricante nuevo antes de usarlo.

[Eliminación]

Elimine el producto adecuadamente como desecho industrial.

