

Soluciones especiales personalizadas

Unidades de rodamientos libres precargados por muelles ..SPP

Soluciones especiales personalizadas

La sección de tablas del catálogo abarca las soluciones de rodamientos para husillos, para espacios constructivos normales y estandarizados.

En el área de las soluciones especiales personalizadas, mostraremos soluciones óptimas para cada aplicación en cuestión, con las correspondientes referencias para el pedido, que hacen posible adaptar los rodamientos para husillos de la mejor forma, a la situación de montaje del husillo. De esta manera, los productos no salen del área estándar de montaje normalizado y pueden ser montados sin dificultad, tanto en construcciones nuevas como en husillos ya existentes. Gracias al sistema de designación de tipos, en la referencia para el pedido queda reflejado el tipo de rodamiento, del que se deduce la clase de producto. Ésta es también la idea básica de la concepción de series para estas soluciones especiales, que se caracteriza por la rapidez, la flexibilidad y la seguridad.

Además, cualquier diseño individual puede ser suministrado, sobre consulta, como solución especial (número de plano).

Unidades de rodamientos libres precargados por muelles ..SPP

Las unidades de rodamientos libres precargados por muelles ("Spring Preloaded" ..SPP) son rodamientos estándar para husillos, con un anillo exterior ancho y doble. Todas las tolerancias de estos rodamientos corresponden a P4S. Adicionalmente en el anillo exterior están previstos agujeros para los muelles espirales y para un dispositivo de seguridad antigiro,

de forma que se obtiene una unidad precargada, lista para el montaje. La fuerza de precarga a través de los muelles se puede regular ajustando dichos muelles y modificando la cantidad de muelles incluidos en el suministro. El anillo exterior dispone, de forma estándar, de un fina capa de cromo. Con ello se garantiza una buena, permanente y segura función de deslizamiento en el alojamiento. Gracias a la anchura doble del anillo exterior del rodamiento, se favorece el



1: Unidades de rodamientos libres precargados por muelles (-SPP-)

Soluciones especiales personalizadas

Unidades de rodamientos libres precargados por muelles ..SPP

deslizamiento seguro de las unidades de rodamientos libres precargadas por muelles.

Todas las ejecuciones de rodamientos para husillos (ángulos de contacto, híbridos, Cronidur, acero, DLR, obturados...) están disponibles con la referencia adicional SPP.

Ejemplo de pedido:
HCB7014-E-SPP-2RSD-T-P4S



3: Unidades de rodamientos libres precargados por muelles y obturadas (..SPP-2RSD..)



2: Unidades de rodamientos libres precargados por muelles (-SPP-)

Soluciones especiales personalizadas

Rodamientos para husillos, grupo tándem térmicamente robusto

Rodamiento para husillos, grupo tándem térmicamente robusto

El grupo tándem en electromandrilos está cargado, por lo general, de forma diferente durante el funcionamiento del husillo.

La diferencia de temperatura entre ambos rodamientos del grupo, así como entre los anillos interior y exterior, tiene como consecuencia una diferente distribución de las fuerzas axiales y radiales en cada rodamiento individual durante el funcionamiento. Esta diferente carga sobre los rodamientos influye tanto en la rigidez como en la duración en servicio del grupo tándem.

Los grupos tándem para electro-mandrilos, especialmente diseñados para esta aplicación en concreto, pueden reducir significativamente esta problemática. En los grupos tándem térmicamente robustos, según referencia para el pedido N18, los rodamientos se disponen de tal forma que esta pareja de rodamientos universales absorba, uniformemente y **en funcionamiento**, las diferencias de temperatura debidas a la aplicación específica, entre la cara lateral y exterior del motor y el rodamiento interior. El grupo tándem térmicamente robusto N18 tiene:

- Rigidez constante
- Prolongada vida útil en servicio
- Funcionamiento seguro.

Referencia para el pedido:
HCB7014-E-T-P4S-N18-DTL



4: Grupo tándem de rodamientos para husillos

Estos grupos tándem pueden ser diseñados para aplicaciones en las que se presentan diferencias extremas de temperatura (N17).

Soluciones especiales personalizadas

Fina capa de cromo en el anillo exterior (J24)

Fina capa de cromo en el anillo exterior (J24)

Para evitar la corrosión de ajuste (fretting corrosion) en el anillo exterior, los rodamientos para husillos con J24) en la referencia, tienen el anillo exterior recubierto con una fina capa de cromo. Gracias a esta fina capa de cromo, el coeficiente de rozamiento entre el alojamiento y el anillo exterior se mantiene muy bajo y constante durante el funcionamiento. Dado que este fino recubrimiento de cromo se lleva a cabo durante la fabricación del anillo exterior, todas las tolerancias permanecen dentro de P4S. Se mantiene la clasificación habitual del diámetro exterior. Los rodamientos recubiertos pueden ser ajustados sin modificaciones en husillos ya existentes.

Ejemplo de pedido:
HCB7014-E-T-P4S-J24J-UL



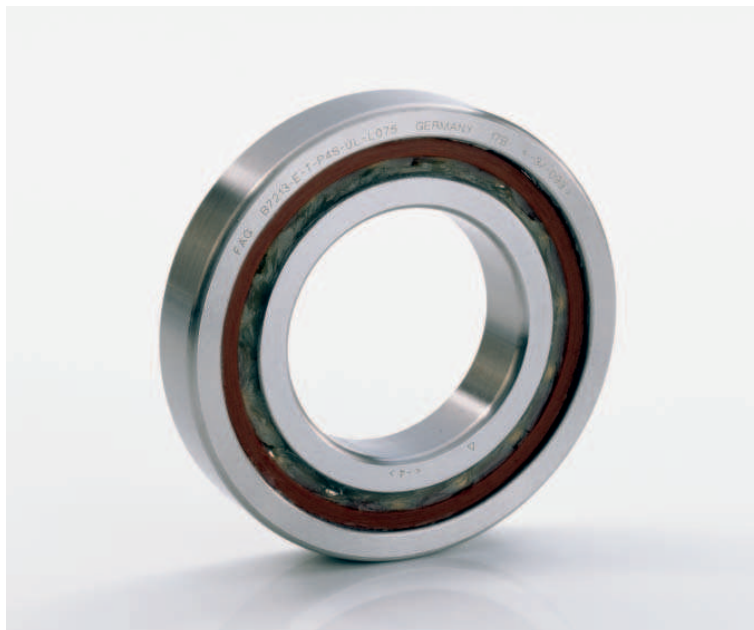
5: Rodamiento para husillos con una fina capa de cromo en el diámetro exterior (-J24J-)

Soluciones especiales personalizadas

Rodamiento para husillos, abierto y engrasado en fábrica

Rodamiento para husillos, abierto y engrasado en fábrica

Los rodamientos para husillos, abiertos y engrasados en fábrica con la cantidad óptima de grasa, se pueden suministrar con la referencia para el pedido -L075, -L210 o -L055. Las ventajas de esta variante consisten en que el cliente no tiene que lubricar los rodamientos y que la grasa adecuada se encuentra en el rodamiento en la cantidad correcta, con lo que se ahorra tiempo en el montaje. Si ninguna pieza próxima a los rodamientos necesita grasa, se recomienda el empleo de rodamientos obturados (ver las tablas de rodamientos). Adicionalmente, en casos individuales se puede consultar con el servicio de ingeniería de aplicaciones del Grupo Schaeffler Industrial



6: Rodamiento para husillos abierto y engrasado en fábrica con FAG ARCANOL L075

Ejemplo de pedido:

HCB7014-E-T-P4S-UL-L075

HCB7014-E-T-P4S-UL-L210



7: Rodamiento para husillos abierto y engrasado en fábrica con FAG ARCANOL L210



Soluciones especiales personalizadas

Rodamientos de desplazamiento flotante (FD.. -T64)

Rodamientos de desplazamiento flotante (FD.. -T64) con juego radial seleccionado

Los rodamientos FD con agujero cilíndrico pueden suministrarse, bajo consulta y para los actuales diámetros de agujero, con el juego radial seleccionado. Gracias a esta medida, se consigue que para una tolerancia indicada del diámetro del eje, el juego radial y la precarga de los rodamientos FD sean constantes después del montaje. Las ventajas consisten en que los rodamientos pueden montarse sin ser seleccionados previamente y también pueden cambiarse sin ninguna dificultad en una revisión o inspección del husillo. También pueden disponerse dos rodamientos FD uno junto al otro.



8: Rodamientos FD en ejecución Direct Lube

Ejemplo de pedido:
FD1012-T-P4S-T64

Soluciones especiales personalizadas

Rodamientos de rodillos cilíndricos con agujero cilíndrico/Juego radial especial

Rodamientos de rodillos cilíndricos

Agujero cilíndrico/Juego radial especial

Además de las series estándar de rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos (ver página 102 y siguientes)

- N10 K-M1-SP
- N10..K-PVPA-SP
- N10..K-HS-PVPA-SP
- HCN10..K-PVPA-SP
- N19..K-M1-SP

todas estas series también son suministrables, bajo consulta, con agujero cilíndrico (sin K). Rogamos consulte con el departamento de Técnica de aplicación el juego radial correcto cuando se utilizan rodamientos con agujero cilíndrico en aplicaciones con elevadas velocidades. Las tablas de juego radial, para rodamientos de rodillos cilíndricos con agujero cilíndrico, incluyen los valores estandarizados. A elevadas velocidades, puede suceder que, debido a la interferencia del anillo interior (ningún levantamiento del anillo interior respecto al eje), los rodamientos de rodillos cilíndricos funcionen con precarga después del montaje. En este caso, el juego radial del rodamiento de rodillos cilíndricos debe ser determinado de nuevo.

Referencia para el pedido para rodamientos de rodillos cilíndricos con juego radial especial:

HCN1014-PVPA-SP-R15-30NA



9: Rodamientos de rodillos cilíndricos de superprecisión

Soluciones especiales personalizadas

Rodamientos de rodillos cilíndricos con menor cantidad de rodillos

Rodamientos de rodillos cilíndricos

Menor número de rodillos

Con objeto de optimizar la aptitud para la velocidad de rotación, la rigidez y la duración en servicio de la grasa, los rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos con jaula PVPA pueden suministrarse con una cantidad inferior de rodillos. Una reducción del número de rodillos significa también una pérdida de rigidez y de capacidad de carga, sin embargo, en rodamientos precargados, la evolución de la temperatura y el rozamiento también se reducen. Mediante una gran distancia entre dos elementos rodantes, es posible un incremento de la velocidad. Además, también se reduce la carga sobre la grasa, lo que conduce a un incremento de la duración en servicio de la misma, en rodamientos engrasados. Para este dimensionado especial de los rodamientos de rodillos cilíndricos, es necesaria una consulta y un cálculo con el servicio de técnica de aplicación.

Los rodamientos N.. y HCN con jaulas PVPA y con la mitad de los elementos rodantes, son también estándar con "H193" en la referencia para el pedido.

Referencia para el pedido:
HCN1014-K-PVPA-H193-SP



10: Rodamientos híbridos de rodillos cilíndricos con la mitad del número de rodillos

BEARINX®

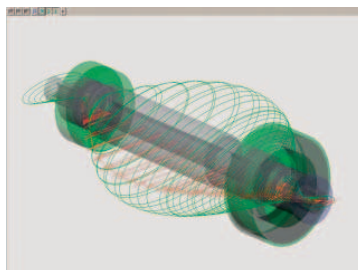
Diseño de husillos principales con el programa BEARINX®

El programa de cálculo para el análisis y el cálculo de sistemas completos de rodamientos para husillos.

El Grupo Schaeffler ofrece a sus clientes, ya desde la fase de proyecto y desarrollo, el soporte necesario para el empleo de rodamientos de superprecisión. Un elemento clave en las consultas relativas al diseño es la ejecución del rodamiento. El Grupo Schaeffler está aplicando programas de cálculo de manera satisfactoria en este área desde hace 30 años. El análisis computarizado del comportamiento de los rodamientos bajo modelos de condiciones de funcionamiento reales, proporciona ahorro de tiempo en el desarrollo y contribuye a aumentar la seguridad en funcionamiento.

BEARINX® – Un programa de cálculo líder

Con BEARINX®, el Grupo Schaeffler Industrial ha creado uno de los programas de cálculo líderes en el cálculo de rodamientos. Permite un análisis detallado de las disposiciones de rodamientos, desde rodamientos individuales hasta sistemas complejos de ejes, reductores y sistemas de guiado lineal. El proceso de cálculo completo tiene lugar en un modelo de cálculo cohesivo. Incluso en el caso de extensas aplicaciones, la presión de contacto de cada elemento rodante es introducida individualmente en el cálculo. La versión actual de BEARINX® contiene un módulo especial para el cálculo de husillos. El rango de funciones de BEARINX® tiene en cuenta la influencia de la fuerza centrífuga en la distribución de la carga y en el comportamiento de rodadura de los elementos rodantes,



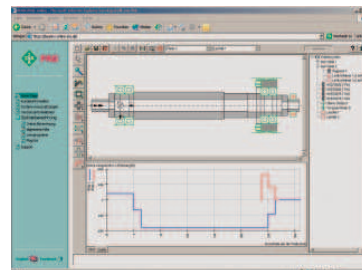
1: Deformación del eje

en los rodamientos a bolas de contacto angular.

BEARINX® tiene en cuenta, entre otros:

- El comportamiento elástico no lineal de los rodamientos
- La elasticidad de árboles y ejes
- La influencia de los ajustes, la temperatura y la velocidad en el juego de funcionamiento o en la precarga de los rodamientos, así como en el ángulo de contacto
- El perfilado de los elementos rodantes y de las pistas de rodadura, así como la osculación
- Las variaciones en el ángulo de contacto debidas a las cargas, en los rodamientos a bolas y en los rodamientos a bolas de contacto angular
- La presión real de contacto teniendo en cuenta las inclinaciones y el perfilado de los elementos rodantes
- La influencia de las condiciones de lubricación, la suciedad y la presión real de contacto, en la duración de vida a la fatiga de los rodamientos.

BEARINX® ofrece así la posibilidad de determinar las solicitaciones reales en los rodamientos para husillos.



2: Cálculo de la distribución de la carga

El cálculo de husillos de BEARINX® ofrece:

- Recomendaciones para los ajustes de montaje, como una función de la velocidad de giro especificada
- El cálculo de parámetros de diseño para la presión superficial y la cinemática en el rodamiento
- Las frecuencias cinemáticas del rodamiento para el análisis de las vibraciones
- El cálculo de la rigidez de los rodamientos en el punto de funcionamiento, teniendo en cuenta todas las influencias relevantes
- Las reacciones gráficas del eje como deformaciones e inclinaciones del mismo
- Las velocidades críticas a la flexión y representación gráfica de las formas propias
- El cálculo de la duración de vida a la fatiga según DIN ISO 281, hoja 4
- Y otras muchas informaciones adicionales.

3: Datos para un cálculo de rodamientos (derecha)



RODAVIGO, S.A.

RODAMIENTOS VIGO, S.A.

Schaeffler KG

Línea de Productos Rodamientos para Husillos

www.rodavigo.net

+34 986 288118

Servicio de At. al Cliente

FAIG

LH-Nr.:

Solicitud de datos para el cálculo de los rodamientos (Plano adjunto: / no)

Disposición de los rodam. (croquis, p.ej. << >>): <div style="border: 1px dashed black; height: 100px; width: 100%;"></div>	Aplicación: _____
	Accionamiento: _____
rígida <input type="checkbox"/> elástica <input type="checkbox"/>	Posición del eje: <input type="checkbox"/> vertical <input type="checkbox"/> horizontal <input type="checkbox"/> inclinado
Fuerza de los muelles: _____	

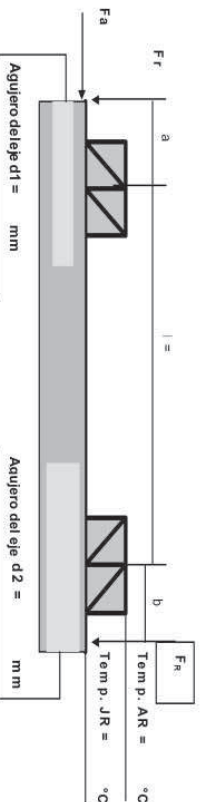
Tipo de rodamiento (s) Lado de trabajo (delantero) _____	Tipo de rodamiento (s) Lado opuesto (trasero) _____
---	--

Velocidad máx. [min ⁻¹]: _____	Lubricación: _____	Viscosidad nominal: <input type="checkbox"/> cSt
--	--------------------	--

Colectivo de cargas:	F_r [kN]	F_a [kN]	F_t [kN]	Velocidad n [min ⁻¹]	Porcentaje de tiempo %	Ø de la herramienta [mm]	Voladizo a [mm]	Tensión de la polea de accionam. F_R [kN]

Influencias ambientales especiales/ Condiciones de funcionamiento:	Hipótesis: Temperatura de servicio de los rodamientos delantero/trasero: T = _____ / C _t ΔT (IR/AR) v/h = _____ / K, Sobremedida (Eje/IR) v/h: _____ / μm
---	---

Distancia entre rodam. l = _____ mm, Distancia del accionamiento b = _____ mm, a = _____ (ver fig.)



Preguntas: (¡Por favor, si es posible, adjuntar un plano!)

Técnico: _____ Fecha: _____
Este formulario está disponible en www.fag.com y se puede descargar.

Checklist para el montaje de los rodamientos para husillos principales

Husillo de fresadora _____ 		
Diámetro de los asientos de los rodamientos Husillo $\varnothing 70 \pm 0,004$ delante d1 = + 0,002 detrás d2 = 0 Alojamiento $\varnothing 110 - 0,004 / + 0,006$ delante D1= + 0,003 detrás D2 = +0,003		
Diferencia de longitud entre ambos casquillos distanciadores: max. $\pm 0,002$ Es: 0		
Intersticio para el apriete de los tornillos 0,01 hasta 0,03 Es: 0,02		
Equilibrado de las partes rotativas <input type="checkbox"/> OK		
Rodam. para husillos delanteros	Designación del tipo	FAG CS7014E.T.P4S.QUL
Rodam. para husillos traseros	Designación del tipo	"
Notas especiales: no ángulo de contacto C, no precarga UM <input type="checkbox"/> OK,		
Cantidad de grasa por rodamiento: 9,2 cm³ <input type="checkbox"/> OK, <input type="checkbox"/> diferente: _____		
Momento de apriete de la tuerca, 1^{as} 3 veces = 219 Nm <input type="checkbox"/> OK, aflojar, luego		
Momento de apriete de la tuerca, una vez y definitiva: 73 Nm <input type="checkbox"/> OK		
Conducto de distribución de la grasa realizado <input type="checkbox"/> OK		
Servicio continuo realizado, velocidad 10.000 min⁻¹ , <input type="checkbox"/> OK		
Temperatura de servicio 44°C Temperatura ambiente 24°C Nota: La diferencia, sin refrigeración, no debe superar 30 K		
Concentricidad R máx. 0,002 Es: 0,001		
Salto axial A máx. 0,002 Es: 0,001		
Máquina: Centro de mecanizado del cliente Husillo: Número de serie Localidad: _____ Fecha: _____ Montador: _____		

4: Lista de comprobación para el montaje de los rodamientos de un husillo



Modelo de Checklist para husillos principales

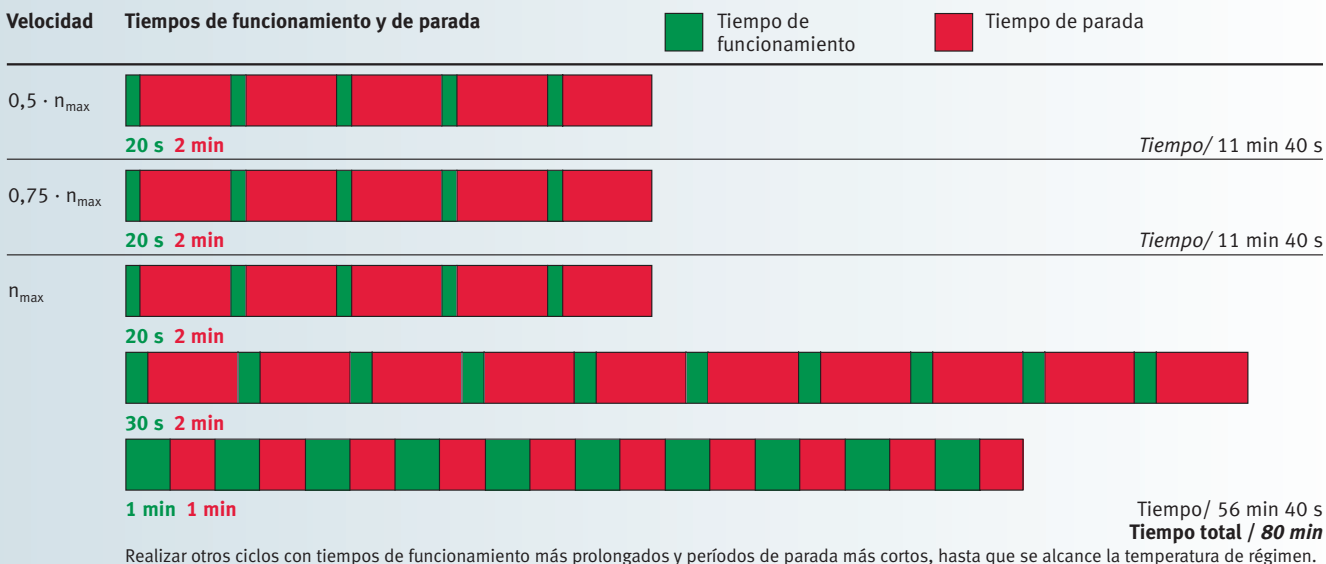
Nombre del husillo y aplicación _____	
<div style="border: 1px dashed black; width: 80%; margin: 0 auto; padding: 10px;"> <p>Husillo – Plano de la sección con dimensiones</p> </div>	
Diámetro de los asientos de los rodamientos Husillo Ø delante d1 = _____ detrás d2 = _____ Alojamiento Ø delante D1 = _____ detrás D2 = _____	
Diferencia máx. de longitud entre ambos casquillos distanciadores Es: _____ Intersticio para el apriete de los tornillos Es: _____	
Equilibrado de las partes rotativas <input type="checkbox"/> OK	
Rodam. para husillos delanteros Designación del tipo _____	_____
Rodam. para husillos traseros Designación del tipo _____	_____
Notas especiales: _____ _____	
Cantidad de grasa por rodamiento: _____ <input type="checkbox"/> OK, diferente: _____	
Momento de apriete de la tuerca , 1 ^{as} _____ veces = _____ Nm <input type="checkbox"/> OK, aflojar, luego Momento de apriete de la tuerca , una vez y definitiva: _____ <input type="checkbox"/> OK	
Conducto de distribución de la grasa realizado <input type="checkbox"/> OK Servicio continuo realizado, velocidad _____ <input type="checkbox"/> OK Temperatura de servicio _____ °C Temperatura ambiente _____ °C	
Notas: _____	
Concentricidad R máx. 0,002 = _____ Salto axial A máx. 0,002 = _____	
Máquina _____	Husillo _____
Localidad _____	Fecha _____ Montador _____

Este modelo de checklist puede ser descargado de nuestra web www.fag.com

Schaeffler Iberia, s.l.

Recomendaciones para la distribución de la grasa en rodamientos abiertos y obturados para husillos

El proceso de puesta en marcha se compone de varios ciclos de funcionamiento Start-Stop con diferentes velocidades de giro y varios tiempos de servicio, siendo sumamente importantes los tiempos de parada después de cada funcionamiento. El número necesario de ciclos puede ser diferente en función del tamaño y de la cantidad de rodamientos, de la velocidad de giro máxima admisible y del entorno y partes adyacentes del rodamiento. La monitorización de la evolución de la temperatura es siempre recomendable.


Schaeffler Iberia, s.l.

Cantidades recomendadas de grasa en cm³

Índice del agujero	HS719 HC70 XC70	HS70 HCB719 XCB719	B719 HCB70 XCB70	B70 HCB72 XCB72 FD	B72	N10	N19	NN30	NNU49 2347	2344
6		0,12		0,04						
7		0,13		0,06						
8		0,17		0,11						
9		0,21		0,10						
00	0,17	0,26	0,09	0,17	0,26					
01	0,18	0,28	0,10	0,21	0,36					
02	0,28	0,46	0,17	0,32	0,48					
03	0,32	0,58	0,17	0,42	0,68					
04	0,58	0,98	0,36	0,76	1,12					
05	0,68	1,14	0,40	0,86	1,44					
06	0,92	1,72	0,42	1,12	2,10	0,69		0,76		3,90
07	1,18	2,20	0,64	1,74	3,00	0,91		0,95		5,00
08	1,62	2,60	1,36	2,35	3,80	1,15		1,14		6,10
09	2,10	3,65	1,60	3,00	4,55	1,44		1,61		7,80
10	2,35	4,00	1,74	3,30	5,45	1,56	0,81	1,74		8,35
11	3,40	5,95	2,20	4,60	6,50	2,25	1,05	2,55		12,20
12	3,60	6,40	2,50	4,95	8,00	2,45	1,13	2,70		12,20
13	3,90	6,80	2,65	5,30	9,35	2,60	1,20	2,85		13,30
14	5,80	9,20	4,35	7,10	10,80	3,10	2,05	4,20	2,90	17,80
15	6,10	9,70	4,60	7,50	12,90	3,30	2,20	4,45	3,10	18,90
16	7,00	12,80	4,90	9,65	12,30	4,30	2,30	6,10	3,25	25,60
17	8,55	13,40	6,80	10,30	18,30	4,50	3,15	6,40	4,50	27,80
18	9,40	17,70	7,10	13,30	19,10	5,75	3,30	7,85	4,75	38,90
19	9,85	18,40	7,45	13,90	26,10	6,00	3,45	8,20	4,95	38,90
20	12,80	19,20	9,70	14,60	27,20	6,20	4,05	8,50	6,25	44,40
21	13,30	24,60	10,10	15,00	36,30	7,75	4,25	10,60	6,50	61,10
22	14,70	28,20	10,40	21,90	43,90	8,50	4,45	13,70	6,75	61,10
24	17,90	30,30	14,20	23,60	38,80	9,05	5,85	15,90	10,10	66,70
26	24,00	43,70	18,10	36,10	41,90	14,90	7,65	21,20	13,60	105,60
28	25,60	46,30	19,30	38,30	58,60	15,70	8,05	24,10	12,10	116,70
30	37,80	57,10	28,40	44,70	81,30	19,00	12,00	29,30	21,20	138,90
32	39,90	69,70	30,00	58,20	102,90	23,00	12,60	37,20	22,40	172,20
34			31,70	65,30	120,40	30,80	13,30	48,80	23,60	227,80
36			47,40	94,90	125,70	38,30	19,10	63,50	32,70	316,70
38			50,00	99,10	155,40	55,80	20,00	67,40	34,20	311,10
40			70,60	118,30	187,80	67,90	29,70	86,70	54,50	411,10
44			68,30	172,60	250,10	72,50	32,10	110,10	59,00	522,20
48			73,70	185,30		112,50	34,50	127,50	63,60	622,20
52			118,20	267,00		119,10	52,60	177,30	109,50	833,30
56			126,00	283,90		157,70	55,90	196,70	116,60	850,00

Los rodamientos para husillos HS, HC y XC están disponibles como rodamientos engrasados y obturados, referencias HSS, HCS y XCS. Asimismo, los rodamientos de la serie B también se pueden suministrar como rodamientos engrasados y obturados, ejecución 2RSD.

Polígono Ind. Pont Reixat · 08960 Sant Just Desvern · Tel. +34 93 / 480 34 10 · Fax +34 93 / 372 92 50 · Internet: www.schaeffler.es

Otros productos

El mundo de los rodamientos de superprecisión



7: Rodamientos a bolas de superprecisión de Barden – Productos especiales

Otros productos de superprecisión están incluidos en el catálogo “Rodamientos a bolas de superprecisión de Barden – Productos especiales”

Está disponible en:
The Barden Corporation (UK)
Plymbridge Road, Estover,
Plymouth PL6 7LH, Devon
Tel.: +44(0) 17 52-73 55 55
Fax: +44(0) 17 52-73 34 81
E-Mail: sales@barden.co.uk

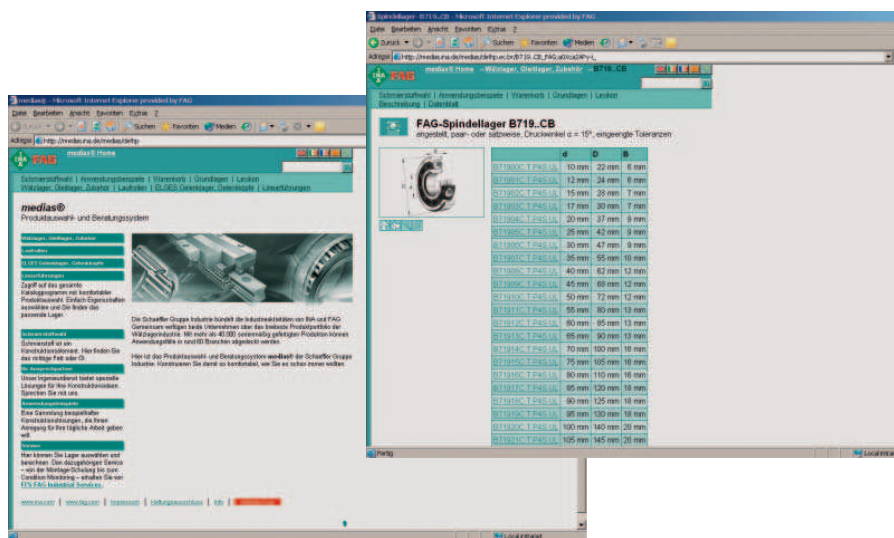
Una vista general de la gama de productos del Grupo Schaeffler Industrial se puede encontrar en el catálogo “Rodamientos” (HR1 y/o WL 41 700), figura 8.



8: Catálogo del Grupo Schaeffler Industrial (HR1)

En www.schaeffler.es están disponibles los productos de INA y FAG en un formato funcional y adecuado para los cálculos, realización de planos,....etc. También se puede acceder a servicios adicionales, como la biblioteca de rodamientos, asesoramiento regional y muchas otras informaciones.

El catálogo electrónico medias® contiene todo el programa de rodamientos, casquillos de fricción y sistemas de guiado lineal de Schaeffler KG y también es suministrable en CD.



9: www.schaeffler.es – Datos de rodamientos y posibilidades de cálculo con medias®

6: Izquierda

Cuadro general de recomendaciones para la distribución de grasa y para las cantidades de la misma

Otros productos

El mundo de los rodamientos de superprecisión



10: Newsletter “added competence” para clientes del sector Maquinaria de Producción del Grupo Schaeffler

La división Maquinaria de Producción del Grupo Schaeffler Industrial facilita un newsletter en 5 idiomas (alemán, inglés, francés, italiano y español) con informaciones actualizadas del sector. Puede consultar y descargar este newsletter en nuestra página web www.schaeffler.es.



Para las máquinas-herramienta, el Grupo Schaeffler dispone en su amplia gama de productos, de otros productos estrella. Si precisa más información, en su idioma, a través de los datos de contacto (ver el anexo).

11: Otros productos INA y FAG para la máquina-herramienta