

15. Construcción Real de Pares Cinemáticos - Selección de Cojinetes.

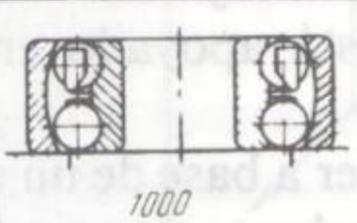
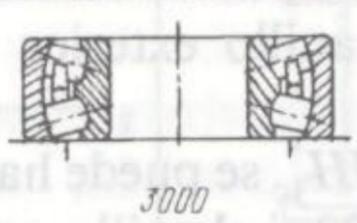
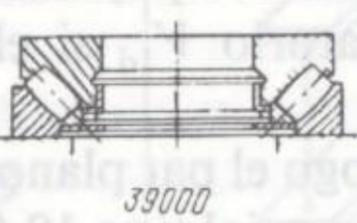
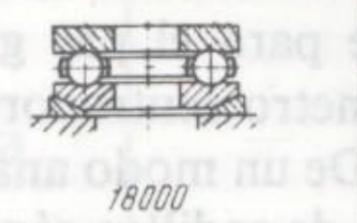
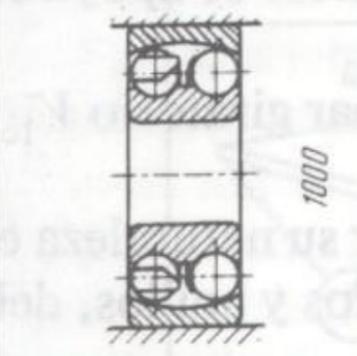
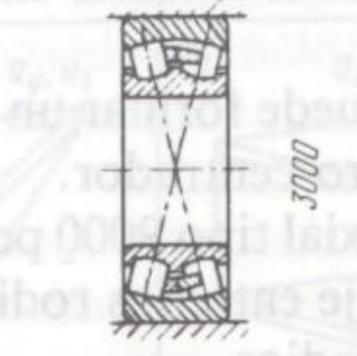
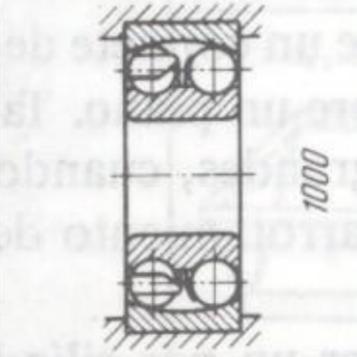
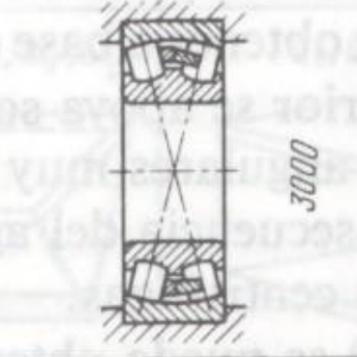
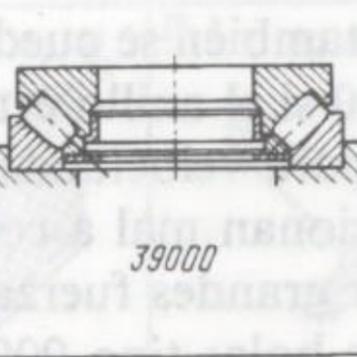
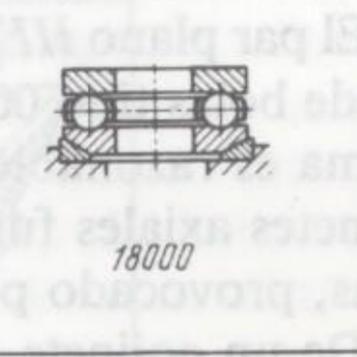
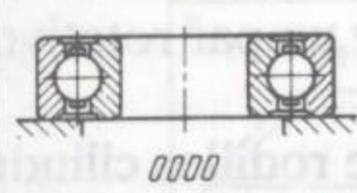
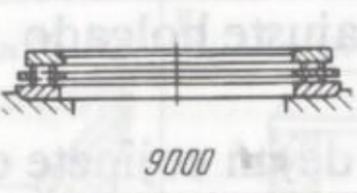
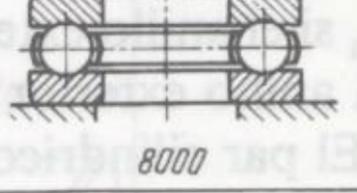
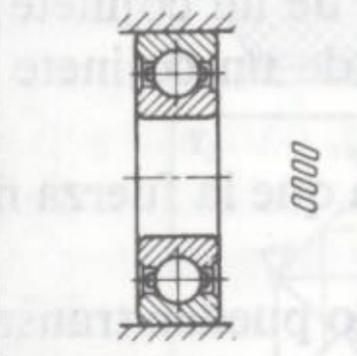
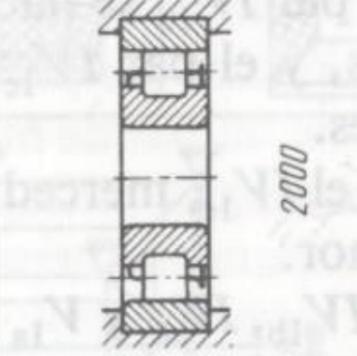
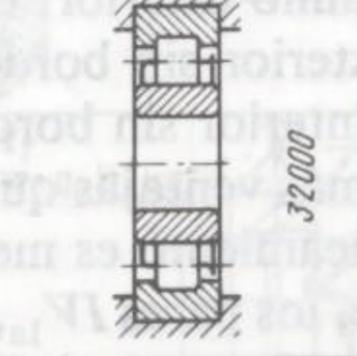
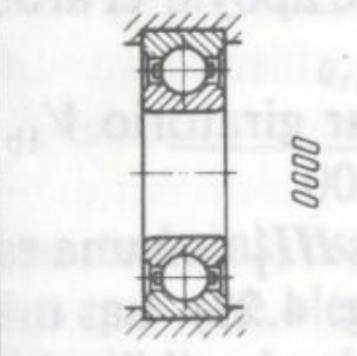
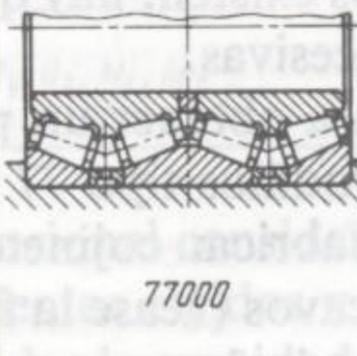
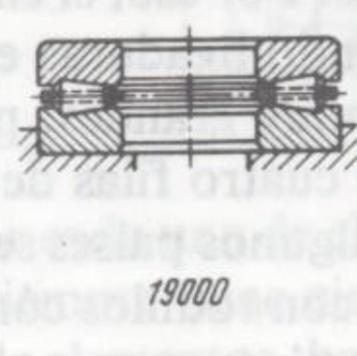
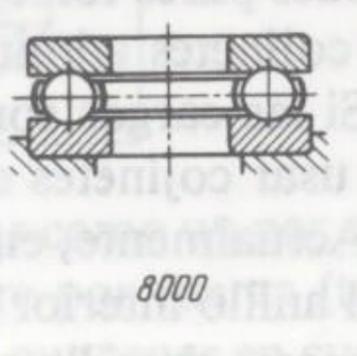
En presencia de rodamientos, por lo común no tienen interés las movilidades debidas al movimiento de las bolas, rodillos, separadores, anillos de ajuste, etc... (excepto en el caso que se investiga el propio cojinete). Por esta razón conviene considerar los rodamientos como pares cinemáticos, clasificándolos según el movimiento relativo de los elementos que ellos unen, teniendo en cuenta su construcción y el modo de fijación de los anillos, e insertarlos en la tabla de pares cinemáticos.

Tabla 1.1

Clase	1	2	3	4	5	Movili- dad
I		Puntiforme $Q_z$ 	De hilo $Q_z$ De cinta $Q_z$ 	(De área) $Q_z$ 	(Lineal) $Q_z$ 	5
II	$Q_x, Q_z$ 	Lineal $Q_z, M_y$ 	Anular $Q_x, Q_z$ 	(Anular) $Q_z, Q_x$ 	(De banda) $Q_z, M_y$ 	4
III'	$Q_x, Q_y, Q_z$ 	Esférico $Q_x, Q_y, Q_z$ 		(Esférico) $Q_x, Q_y, Q_z$ 	(Helicoidal) $Q_x, Q_z [M_y = f(Q_y)]$ 	3
III''	$Q_z, M_x, M_y$ 	Plano $Q_z, M_x, M_y$ 	Anular con espiga $Q_x, Q_z, M_y$ 	$Q_x, Q_z, M_y$ 	(Estriado) $Q_x, Q_z, M_y$ 	3
IV	$Q_x, Q_z, M_x, M_z$ 	Cilíndrico $Q_x, Q_z, M_x, M_z$ 	Esférico con espiga $Q_x, Q_y, Q_z, M_y$ 	De cadena $Q_x, Q_y, Q_z, M_y$ 	(Estria con tope) $Q_x, Q_y, Q_z, M_y$ 	2
V	$Q_x, Q_y, Q_z, M_x, M_z$ 	Giratorio $Q_x, Q_y, Q_z, M_x, M_z$ 	De traslación $Q_x, Q_z, M_x, M_y, M_z$ 	Helicoidal $Q_x, Q_z, M_x, M_z [M_y = f(Q_y)]$ 	Espiral $Q_x, Q_z, M_x, M_z [M_y = f(Q_y)]$ 	1

La primera columna de la Tabla 1.1 se refiere a los rodamientos. Se presentan los pares cinemáticos mas usados. De forma más amplia, en la Tabla 1.2 podemos encontrar todos los pares cinemáticos que es posible crear utilizando rodamientos.

*Tabla 1.2*

	<i>1a</i>	<i>1b</i>	<i>1c</i>	<i>1d</i>
<i>I</i>	 10000	 30000	 39000	 18000
<i>II</i>	 10000	 30000		
<i>III'</i>	 10000	 30000	 39000	 18000
<i>III''</i>	 00000	 90000	 190000	 80000
<i>IV</i>	 00000	 20000	 320000	
<i>V</i>	 00000	 770000	 190000	 80000

De nuevo en cada una de las filas aparece una clase de par, y en las columnas posibles soluciones constructivas. *Es de suma importancia la forma de empotrar el anillo fijo, ya que según sea ésta, un mismo cojinete puede ser un par de dos o incluso de tres clases diferentes.*

Cojinete de Empuje de Rodillos Esféricos - Par Puntiforme.

La mejor forma de crear el PAR PUNTUAL  $I_{1c}$  es mediante un COJINETE DE EMPUJE DE RODILLOS ESFÉRICOS, tipo 39000, cuyo anillo exterior se apoya sobre un plano. Este cojinete puede transmitir fuerzas muy grandes en caso de auto alineamiento, con un rozamiento pequeño. Si en este cojinete sujetamos el anillo exterior mediante un diámetro centrador, tendremos el par  $III'_{1c}$



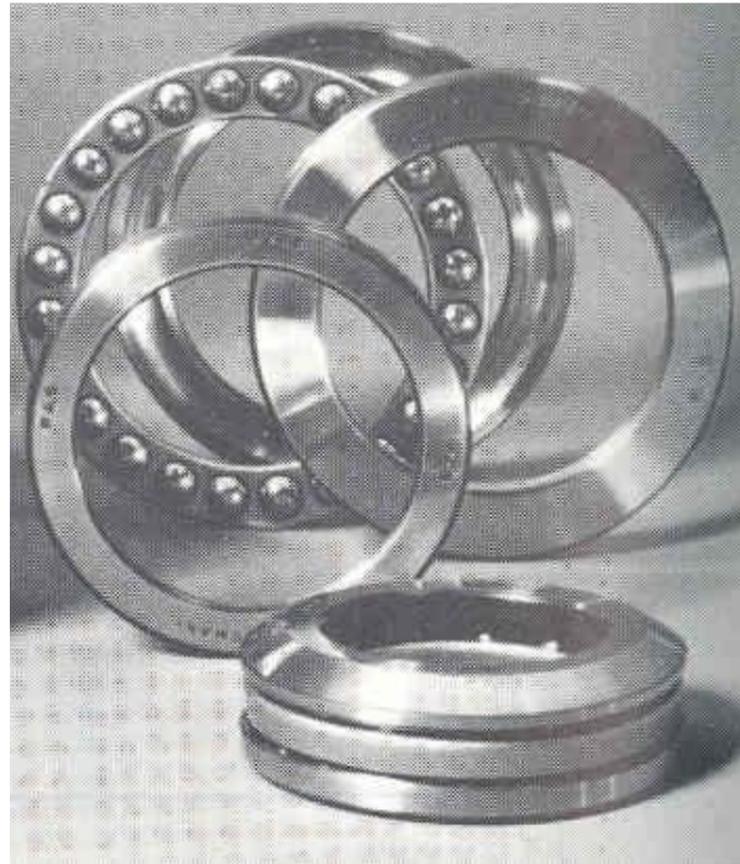
- Ⓓ Axial-Pendelrollenlager
- ⒼⒸ Axial spherical roller bearings
- Ⓕ Butées à rotule sur rouleaux
- Ⓔ Rodamientos axiales oscilantes de rodillos
- Ⓘ Cuscinetti assiali orientabili a rulli
- Ⓝ Axiaal pendelrollagers
- Ⓢ Sfäriska axialrullager
- ⒹⓀ Sfæriske aksialrullelejer
- ⒻⓂ Pallomaiset aksiaalirullalaakerit
- Ⓖ Rolamentos axiais oscilantes de rolos
- Ⓝ Sfæriske-Aksialrullelager
- ⒼⓁ Łożyska baryłkowe wzdłużne
- ⒸⒶ Axialní soudečková ložiska
- ⓈⓀ Axialne súdkové ložiská
- ⒻⓂ Axiallis beálló görgőscsapágyak
- ⒼⒸ Аксиални самонагаждащи ролкови лагери
- ⒹⓀ Eksenel oynak makaralı rulmanlar
- ⒼⓈ Роликоподшипники упорно-радиальные сферические



COJINETES DE EMPUJE DE RODILLOS ESFÉRICOS - 39000 - FAG #

**Cojinete de Bolas de Empuje Axial - Para Puntiforme.**

El PAR PUNTIFORME  $I_{1d}$  se puede crear mediante un COJINETE DE BOLAS DE EMPUJE AXIAL, tipo 18000, con un anillo de soporte. Su auto alineamiento se realiza con un rozamiento considerable, por lo que no es recomendable su utilización. Si en este cojinete sujetamos el anillo exterior mediante un diámetro centrador, tendremos el par  $III'_{1d}$



COJINETES DE BOLAS DE EMPUJE AXIAL - 18000

**Cojinete de Bolas Doble Esférico Radial - Par Puntiforme.**

El PAR PUNTIFORME  $I_{1a}$  se puede obtener a partir de un COJINETE DE BOLAS DOBLE ESFÉRICO RADIAL, tipo 1000, al apoyar en un plano el anillo fijo.

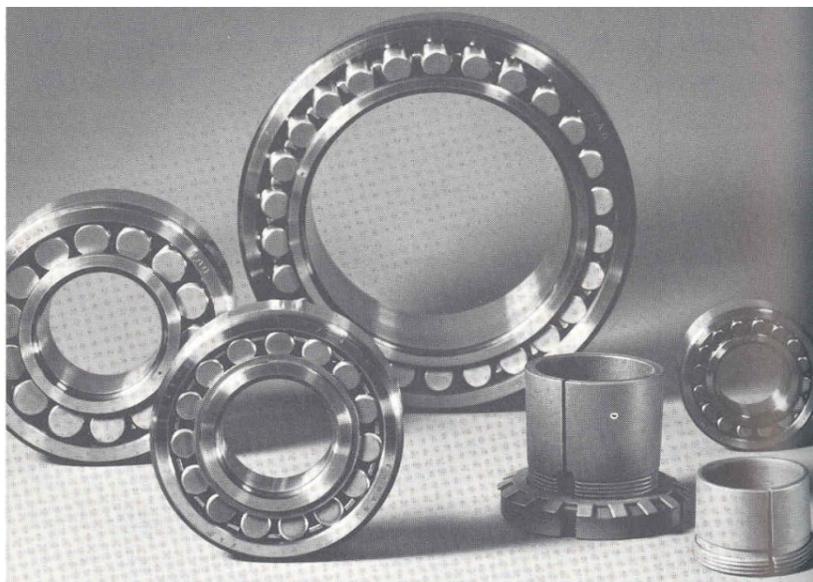
- Ⓓ Pendelkugellager
- ⒼⒷ Self-aligning ball bearings
- Ⓕ Roulements à rotule sur billes
- Ⓔ Rodamientos oscilantes de bolas
- Ⓘ Cuscinetti orientabili a sfera
- ⓃⓁ Instelbare kogellagers
- Ⓔ Sfériska kullager
- ⒹⓀ Sfæriske kuglelejer
- ⒻⓂ Pallomaiset kuulalaakerit
- ⒫ Rolamento oscilante de esferas
- Ⓓ Sférisk kulelager
- ⒫Ⓛ Łożyska kulkowe wahliwe
- ⒻⓏ Naklápěcí kuličková ložiska
- ⒺⓀ Naklápacie guľkové ložiská
- Ⓕ Beálló golyóscsapágy
- ⒼⒼ Самонагаждащи сачмени лагери
- ⒹⓂ Оунак бilyalı rulmanlar
- ⒻⓂ Шарикоподшипники сферические



COJINETES DE BOLAS DOBLE ESFERICO RADIAL - 1000 - FAG - 1204-TVH-C3

**Cojinete de Rodillos Doble Esférico Radial - Par Puntiforme.**

De un modo semejante al PAR PUNTIFORME  $I_{1b}$  se puede obtener de un COJINETE DE RODILLOS DOBLE ESFERICO RADIAL, tipo 3000, si el mismo anillo fijo se apoya en un plano.



- Ⓓ Pendelrollenlager
- ⒼⒷ Spherical roller bearings
- Ⓕ Roulements à rotule sur deux rangées de rouleaux
- Ⓔ Rodamientos oscilantes de rodillos
- Ⓘ Cuscinetti orientabili a rulli
- ⓃⓁ Pendelrollagers
- Ⓢ Sfæriska rullager
- ⒹⓀ Sfæriske rullelejer, toradede
- ⒻⓂ Pallomaiset rullalaakerit
- Ⓟ Rolamentos oscilantes de rolos
- Ⓝ Sfæriske rullelager
- ⓅⓁ Łożyska barytkowe
- ⒸⓏ Naklápečí ložiska
- ⓈⓀ Dvojrádové súdkové ložiská
- Ⓕ Beálló hengergörgös csapágy
- ⒷⒼ Самонагаждащи ролкови лагери
- ⒹⓇ Оунак макарали рулманлар
- ⓇⓊⓈ Роликоподшипники радиальные сферические двухрядные



COJINETES DE RODILLOS DOBLE ESFERICO RADIAL - 3000 - FAG 21304-E1-TVPB

Lamentablemente los cojinetes esféricos transmiten muy mal las fuerzas axiales. Por eso los pares  $I_{1a}$  y  $I_{1b}$  solo son recomendables en los casos en que las fuerzas axiales no son considerables. Por ejemplo, para la fijación de los elementos flotantes en los mecanismos planetarios.

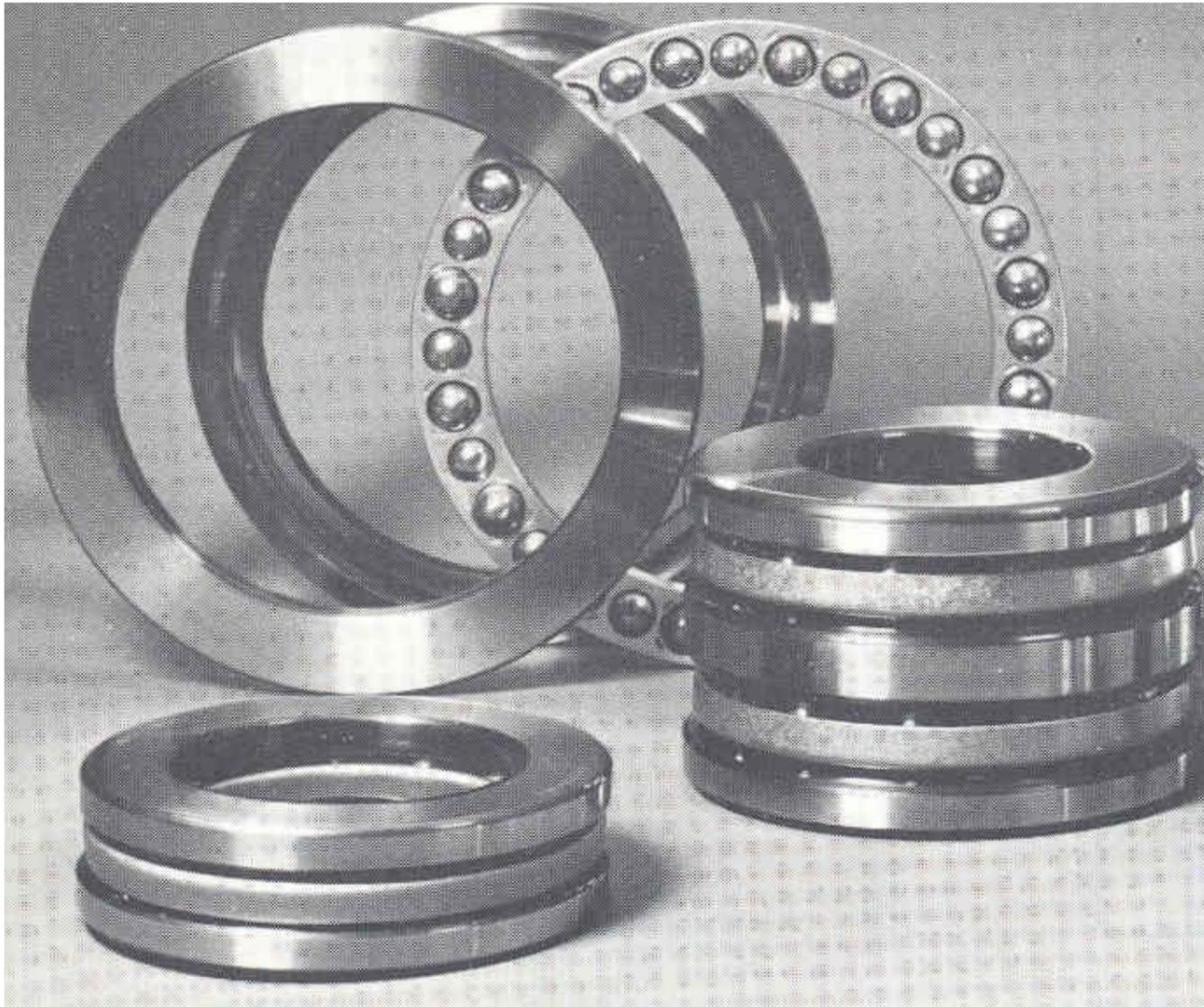
**Pares Anulares.**

A base de los cojinetes tipo 1000 ó 3000, es posible obtener los PARES ANULARES  $II_{1a}$  ó  $II_{1b}$  si el anillo exterior se coloca con un ajuste holgado. A partir de estos mismos cojinetes también se pueden obtener los pares esféricos  $III'_{1a}$  ó  $III'_{1b}$  si se fija el anillo exterior.

Con lo que se puede observar que a base de cada uno de los cojinetes tipo 1000 ó 3000 es posible obtener tres pares cinemáticos diferentes, dependiendo de la forma en que se fije el anillo exterior.

**Cojinete de Bolas Axial - Par Plano.**

El PAR PLANO III<sub>1d</sub>' se puede obtener de un COJINETE DE BOLAS AXIAL, tipo 8000, si el anillo exterior se apoya en un plano. Este mismo cojinete sirve de base para el par giratorio V<sub>1b</sub> si el anillo exterior está apoyado en un diámetro centrador.



- Ⓓ Axial-Rillenkugellager
- ⒼⒷ Axial deep groove ball bearings
- Ⓕ Butées à billes
- Ⓔ Rodamientos axiales a bolas
- Ⓘ Cuscinetti assiali a sfera
- ⓃⓁ Axiaal groefkogellagers
- Ⓒ Axialkullager
- ⒹⓀ Aksialkuglelejer
- ⒻⓂ Aksiaalirakuulalaakerit
- Ⓖ Rolamentos axiais de esferas
- Ⓝ Aksial-sporkulelager
- ⒼⓁ Łożyska kulkowe wzdłużne
- ⒸⓏ Axialní kuličková ložiska
- ⒸⓀ Axialne guľkové ložiská
- Ⓕ Axialis golyóscsapágy
- ⒼⒼ Aksialni sacmeni lageri
- ⒼⓇ Eksenel bilyalı rulmanlar
- ⒼⓇⓈ Шарикоподшипники упорные



COJINETES DE BOLAS AXIAL - 8000 - FAG - 51106

### Cojinete de Rodillos Cónicos Axial - Par Plano - Par Giratorio.

De un modo análogo el PAR PLANO III<sub>1c</sub>' se puede crear a base de un COJINETE DE RODILLOS CÓNICO AXIAL, tipo 19000, si el anillo exterior se apoya en un plano.

- Ⓓ Kegelrollenlager
- ⒼⒹ Tapered roller bearings
- Ⓕ Roulements à rouleaux coniques
- Ⓔ Rodamientos de rodillos cónicos
- Ⓘ Cuscinetti a rulli conici
- ⓃⓁ Kegelrollagers
- Ⓢ Koniska rullager
- ⒹⓀ Koniske rullelejer
- ⒻⓂ Kartiorullalaakerit
- Ⓟ Rolamento de rolos cónicos
- Ⓝ Koniske rullelager
- ⓅⓁ Łożyska stożkowe
- ⒸⓏ Kuželíková ložiska
- ⓈⓀ Kuželíkové ložiská
- Ⓕ Kúpögörgös csapágy
- ⒷⒼ Конусно-ролкови лагери
- ⒹⓇ Konik makaralı rulmanlar
- ⓇⓊⓈ Роликоподшипники конические

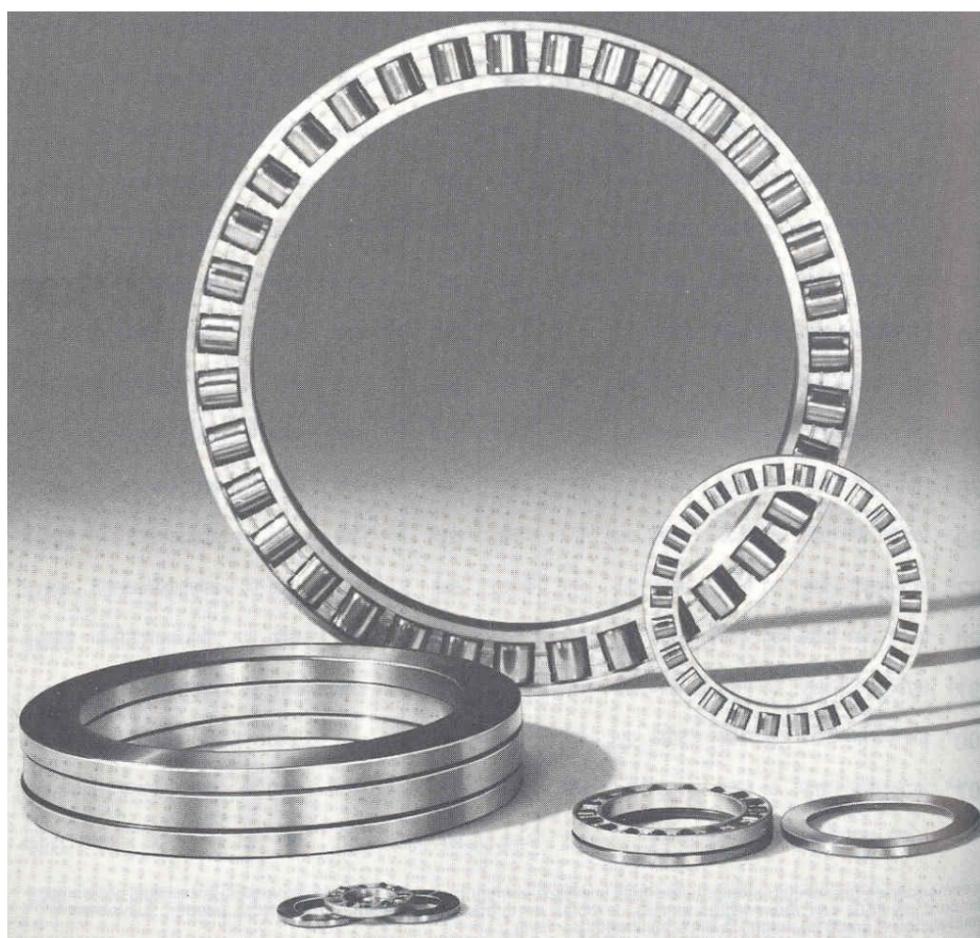


COJINETE DE RODILLOS CÓNICO AXIAL - 19000 -FAG 30206a

Partiendo del mismo cojinete se puede formar un PAR GIRATORIO V<sub>1c</sub> si el anillo exterior se apoya en un diámetro centrador.

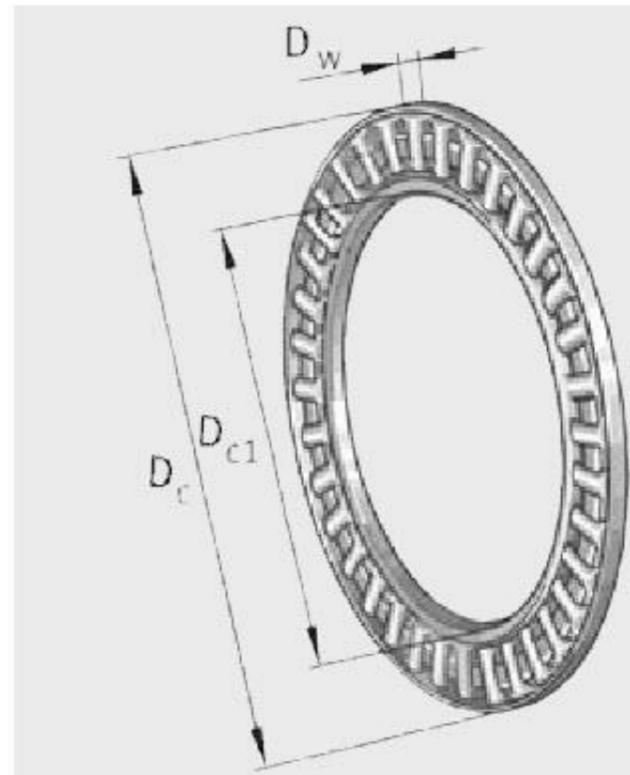
### Cojinete de Rodillos Axial - Par Plano.

El COJINETE DE RODILLOS AXIAL, tipo 9000, por su naturaleza es un PAR PLANO III<sub>1b</sub>'. Su defecto es el patinaje existente entre los rodillos y los anillos, debido a la velocidad distinta en diferentes radios.



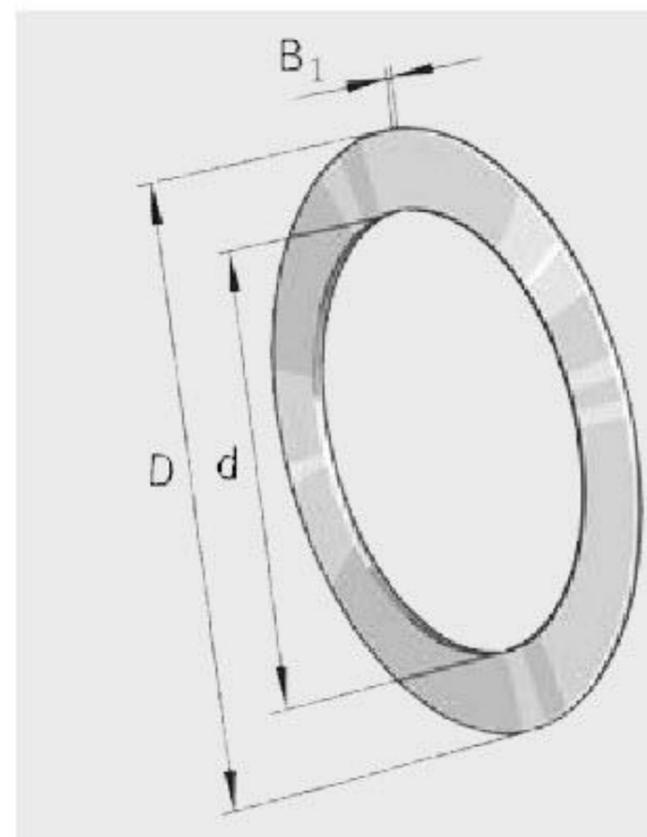
- Ⓓ **Axial-Nadelkränze**
- ⒼⒷ **Axial needle roller and cage assemblies**
- Ⓕ **Cages à aiguilles axiales**
- Ⓔ **Coronas axiales de agujas**
- Ⓘ **Gabbie assiali a rullini**
- ⓃⓁ **Axiaal naaldkransen**
- Ⓐ **Axialnålkransar**
- ⒹⓀ **Aksiale nålekranse**
- ⒻⒾⒿ **Aksiaalilevkehät**
- ⒫ **Gaiolas axiais de agulhas**
- Ⓒ **Aksial-nålekranser**

**AXK**



- Ⓓ **Axiallagerscheiben**
- ⒼⒷ **Axial bearing washers**
- Ⓕ **Rondelles de butées**
- Ⓔ **Discos axiales**
- Ⓘ **Ralle per cuscinetti assiali**
- ⓃⓁ **Axiale lagerschijven**
- Ⓐ **Axiallagerbrickor**
- ⒹⓀ **Aksial trykskiver**
- ⒻⒾⒿ **Aksiaalilevyt**
- ⒫ **Discos axiais**
- Ⓒ **Aksiallagerskiver**
- ⒫Ⓛ **Pierścienie łożysk wzdluznych**

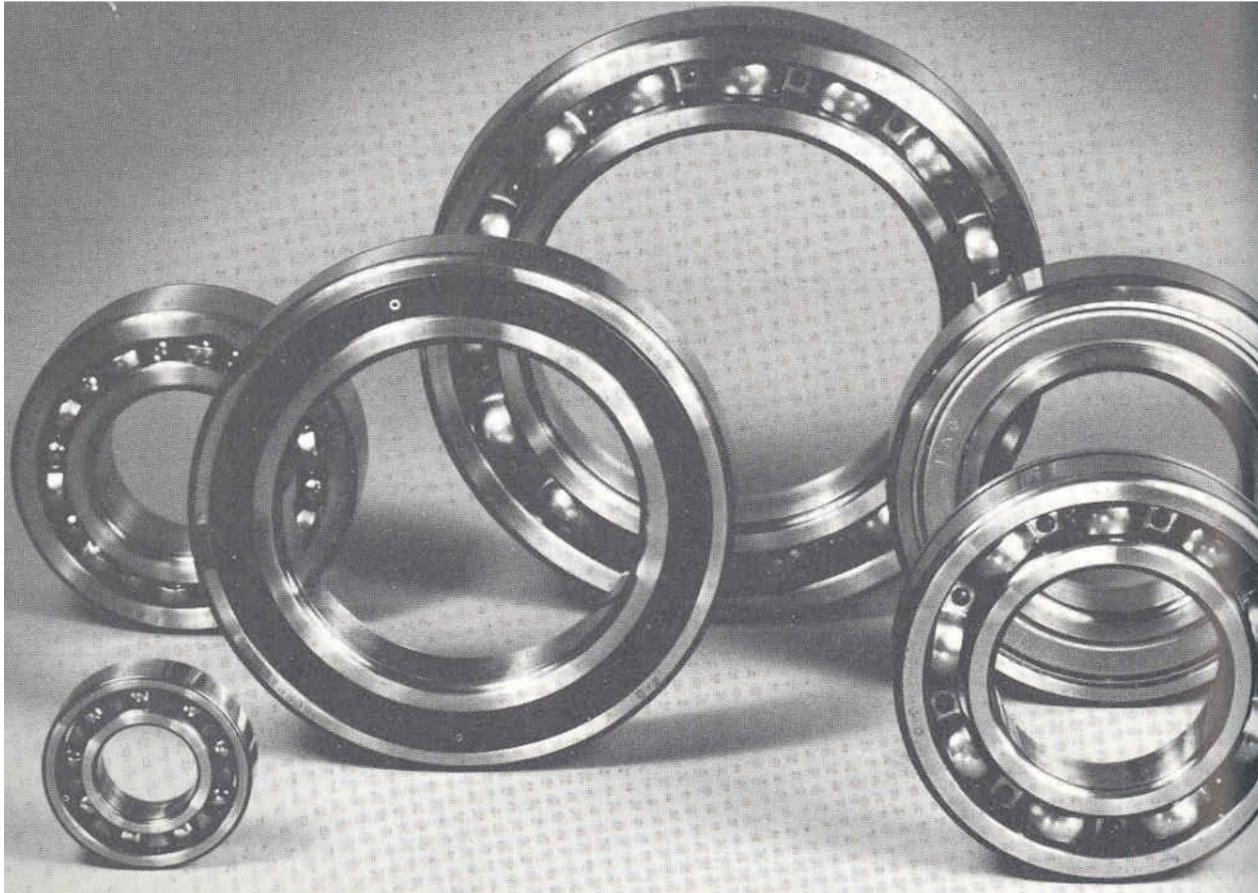
**AS**



COJINETES DE RODILLOS AXIAL - 9000 - INA K81106-TV

Cojinete de Bolas Radial - Par Plano - Para Cilíndrico - Par Giratorio.

El PAR PLANO III<sub>1a</sub> también se puede obtener a base de un COJINETE DE una fila de BOLAS, tipo 0000, si el anillo exterior se apoya sobre un plano. Esta solución constructiva es apropiada para velocidades angulares muy grandes, cuando los cojinetes axiales de bolas funcionan mal debido al agarrotamiento de las bolas, provocado por las grandes fuerzas centrífugas que aparecen.



- Ⓓ Rillenkugellager
- ⒼⒷ Deep groove ball bearings
- Ⓕ Roulements à billes
- Ⓔ Rodamientos rígidos a bolas
- Ⓘ Cuscinetti a sfera
- ⓃⓁ Groefkogellagers
- Ⓔ Spårkullager
- ⒹⓀ Sporkuglelejer
- ⒻⒶ Urakuulalaakerit
- Ⓕ Rolamentos rígidos de esferas
- Ⓒ Sporkulelager
- ⒻⓁ Łożyska kulkowe zwykłe
- ⒻⒸ Kullčková ložiska
- ⒺⓀ Guľkové ložiská
- Ⓕ Mélyhornyú golyóscsapágy
- ⒺⒼⒶ Радиални сачмени лагери
- ⒻⒻ Bilyalı rulmanlar
- ⒻⒶⒺ Шарикоподшипники радиальные



COJINETES DE BOLLAS RADIAL - 0000 - FAG 6206.C3

De un cojinete de bolas tipo 0000 se puede obtener un PAR CILINDRICO  $IV_{1a}$  si el anillo exterior se coloca con un ajuste holgado, y un PAR GIRATORIO  $V_{1c}$  si el anillo exterior se inmoviliza.

#### Cojinete de Rodillos Cilíndricos Cortos - Para Cilíndrico - Para Giratorio.

El PAR CILINDRICO se puede obtener de un COJINETE DE RODILLOS CILINDRICOS CORTOS sujetando el anillo exterior: el PAR  $IV_{1b}$  se hace de un cojinete tipo 2000 con el anillo exterior sin bordes; y el PAR  $IV_{1c}$  de un cojinete tipo 32000 con el anillo interior sin bordes. El par  $IV_{1b}$  tiene más ventajas que él  $IV_{1c}$ , debido a que la fuerza necesaria para el auto alineamiento es menor.



- Ⓓ Zylinderrollenlager
- ⒼⒷ Cylindrical roller bearings
- Ⓕ Roulements à rouleaux cylindriques
- Ⓔ Rodamientos de rodillos cilíndricos
- Ⓘ Cuscinetti a rulli cilindrici
- ⓃⓁ Cilinderrollagers
- Ⓢ Cylindriska rullager
- ⒹⓀ Cylindriske rullelejer
- ⒻⒾⓃ Lieriörullalaakerit
- Ⓟ Rolamentos de rolos cilíndricos
- Ⓝ Syinderrullelager.
- Ⓟ Łożyska walcowe
- ⒸⓏ Válečková ložiska
- ⓈⓀ Valčekové ložiská
- Ⓕ Hengergörgös csapágy
- ⒷⒼ Цилиндрично-ролкови лагери
- ⓉⓇ Silindirik makaralı rulmanlar
- ⓇⓊⓈ Роликоподшипники радиальные цилиндрические



COJINETES DE RODILLOS RADIAL - 2000 - FAG N206E Y 32000 - FAG NJ204E & NU304E

Lamentablemente los pares  $IV_{1a}$ ,  $IV_{1b}$ ,  $IV_{1c}$  y  $V_{1a}$  no pueden transmitir grandes pares torsores. Por eso, si ellos existen, hay que apoyar el árbol en dos cojinetes, admitiendo restricciones en exceso.

Si las cargas son muy grandes para obtener un PAR GIRATORIO  $V_{1b}$  hay que usar cojinetes de cuatro filas de rodillos tipo 77000.