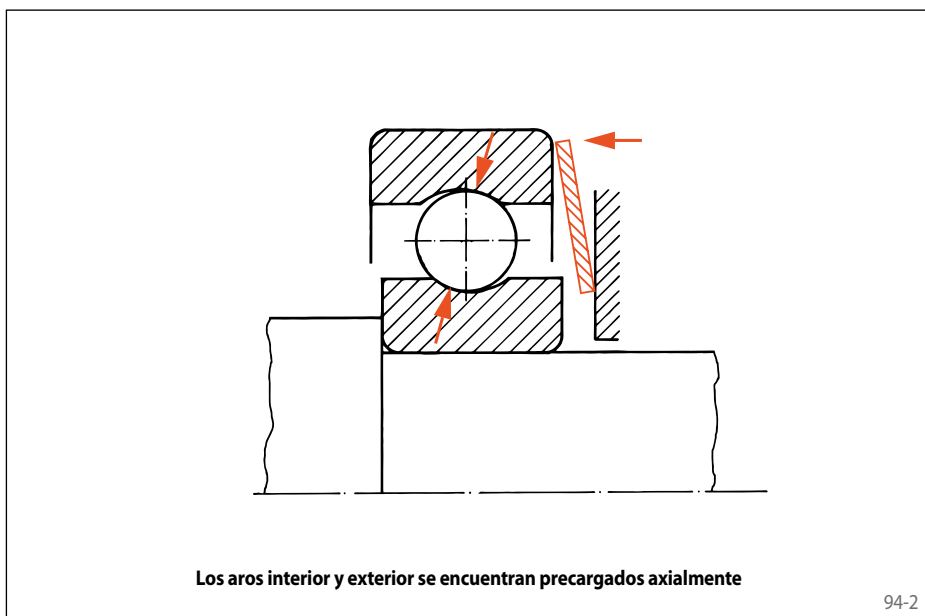




94-1



Los aros interior y exterior se encuentran precargados axialmente

94-2

### Condiciones para un mayor efecto de sujeción

El efecto de la carga elástica axial depende de unas condiciones previas:

- La carga elástica axial debe ser ajustada según la fuerza correspondiente al tamaño del rodamiento.
- Las variaciones de Longitud axial en estos elementos elásticos, a causa de las inevitables tolerancias de Longitud en los elementos de las máquinas, deben causar la mínima variación de la fuerza elástica.
- La carga elástica axial debe ser aplicada en toda la circunferencia del aro exterior.

### Protección de los rodamientos en parado sometidos a vibraciones

La carga elástica axial de la arandela también protege a los rodamientos del daño causado por las vibraciones en parado. Este tipo de daños es bien conocido, por ejemplo, en motores eléctricos para accionamientos auxiliares en los barcos y vehículos. Si el accionamiento auxiliar es estacionario, el rotor vibra por el juego radial que existe en los rodamientos, debido a las vibraciones del barco o el vehículo. En esta situación, las bolas golpean en las pistas de rodadura de los rodamientos, causando desgaste. Es por esto que los principales fabricantes de este tipo de maquinaria utilizan rodamientos de bolas, en los cuales, se ha eliminado el juego radial mediante las arandelas estrella de empuje, previniendo cualquier vibración del rotor. Por lo tanto, se ha eliminado la razón que provoca el daño.

### Características

- Las arandelas estrella de empuje RINGSPANN son elementos de presión particularmente blandos con características de resorte lineal o con características regresivas. Son adecuados para aplicaciones como elementos de presión en máquinas de precisión y como resortes de presión para evitar el juego y para reducir el ruido en rodamientos de bolas.
- El amplio movimiento axial de la arandela garantiza que puedan ser colocadas en diferentes posiciones axiales y con diferentes tolerancias de Longitud, sin tener grandes desviaciones del valor nominal de la fuerza axial de la arandela estrella de empuje.
- El amplio movimiento axial de la arandela, posibilita lograr el efecto deseado con una sola arandela estrella de empuje.
- Su fuerza de empuje corresponde con los valores óptimos de los tamaños de rodamientos más comunes.

### Vida de servicio

Los rodamientos de bolas alargan su vida de servicio, cuando se aplica una carga elástica axial entre el aro interior y el aro exterior (figura 94-2). Hace mucho tiempo que es conocido este hecho. La carga elástica axial que se consigue con las arandelas estrella de empuje RINGSPANN, elimina el juego radial de los rodamientos de bolas. Dado que se consigue una mejor distribución de la carga radial a transmitir por los aros del rodamiento, se consigue aumentar la vida de servicio del rodamiento.

### Funcionamiento silencioso

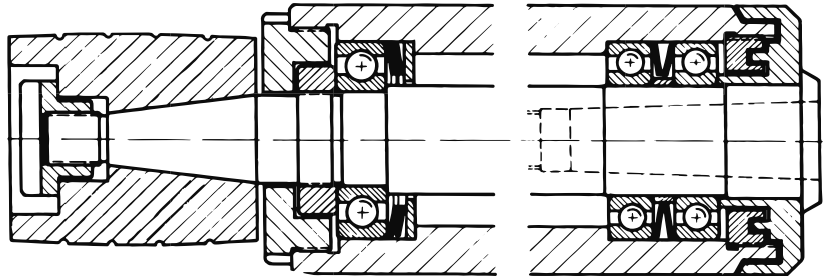
Máquinas de alta velocidad, en particular los pequeños motores eléctricos, crean problemas especiales en el diseño con respecto a un funcionamiento silencioso. Extensos ensayos en este campo han demostrado que, en general, el ruido se origina en los rodamientos de bolas y que se reduce el ruido con eficacia mediante la aplicación de la cantidad exacta de carga elástica axial, adecuada para cada puesto de trabajo.

### Disposición de un husillo para rectificado de interiores

Para la disposición de los husillos de rectificado se utilizan rodamientos de bolas para husillos. Estos se caracterizan por una alta precisión de rodadura a altas velocidades.

Sin embargo, estas propiedades especiales del rodamiento sólo pueden aprovecharse plenamente si el rodamiento se encuentra precargado con una fuerza definida.

Las arandelas estrella de empuje RINGSPANN le permite conseguir la fuerza de precarga requerida en los rodamientos para husillos, con una gran precisión.

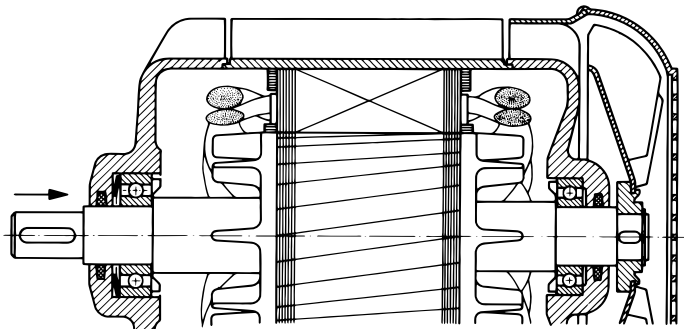


Disposición de un husillo para rectificado de interiores

95-1

### Resortes de presión sobre rodamientos de bolas

Un funcionamiento silencioso es un requisito esencial en los motores eléctricos. Para este propósito, la figura ilustra cómo una arandela estrella de empuje RINGSPANN precarga la pista exterior del rodamiento.

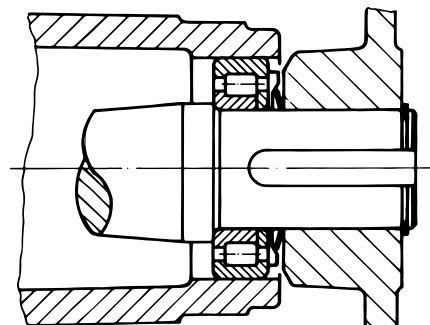


Resortes de presión sobre rodamientos de bolas

95-2

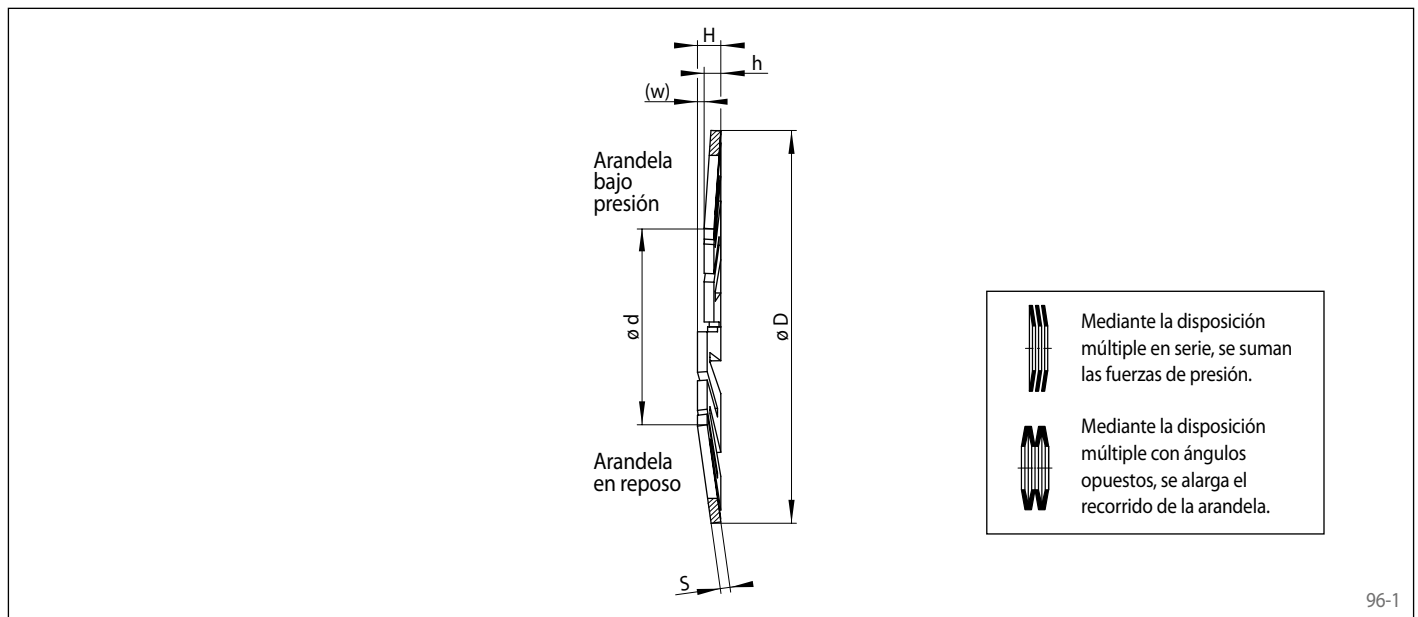
### Compensación de tolerancia de la Longitud

Como se muestra en el ejemplo de la izquierda, entre el eje macizo de salida y un anillo sellado NILOS, se encuentra fijada una arandela estrella de empuje RINGSPANN que permite la compensación de tolerancia de la Longitud.



Compensación de tolerancia de la Longitud

95-3



96-1

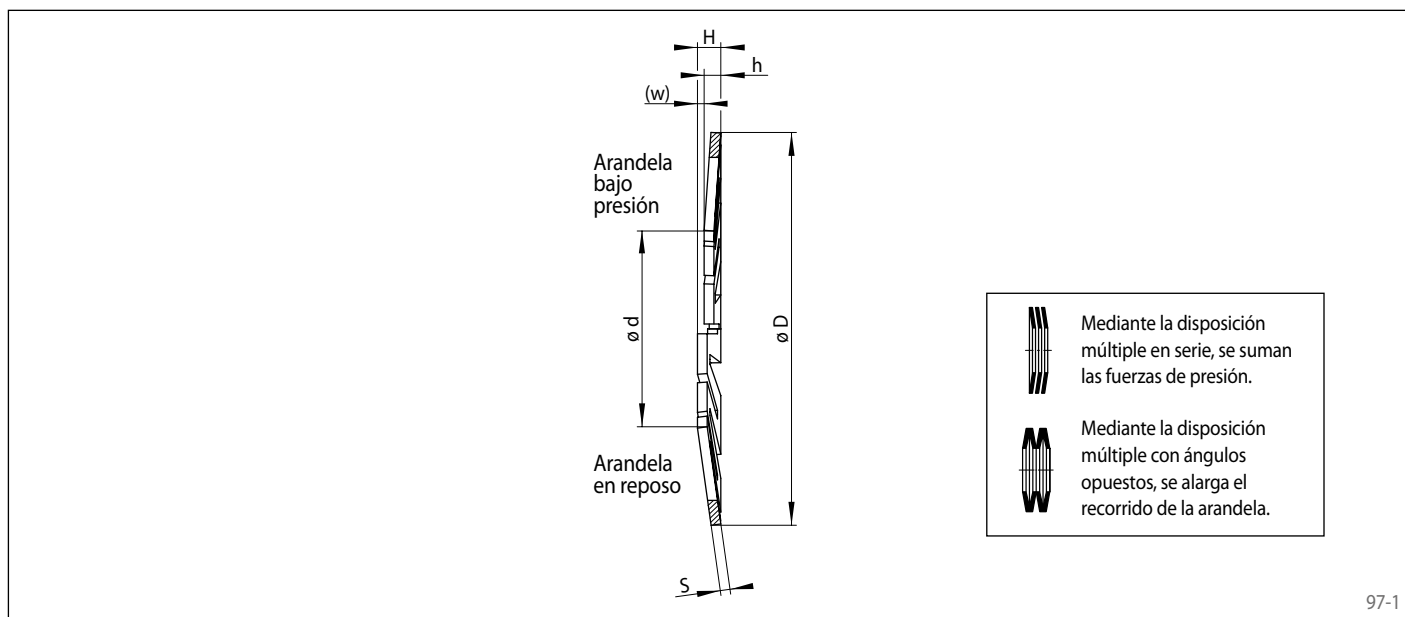
Para rodamiento de bolas					Dimensiones			Altura		Tolerancia para h	Recorrido de la arandela (w) mm	Fuerza de empuje F N	Constante de elasticidad c N/mm	Número de artículo 1051-
					D mm	d mm	s mm	en reposo H mm	bajo presión h mm					
634	E 3	E 4	E 5	624	12,7	5,3	0,3	1,1	0,7	± 0,15	0,4	14	35	012001
635			626	607	15,7	7,5	0,3	1,1	0,7	± 0,15	0,4	9	23	015001
635			626	607	18,7	7,5	0,3	1,4	0,7	± 0,15	0,7	10	14	018001
					18,7	9,2	0,3	1,2	0,7	± 0,15	0,5	11	22	018002
	E 6				20,7	10,5	0,3	1,3	0,7	± 0,15	0,6	7	12	020001
627	E 7			608	21,7	11	0,5	1,6	0,9	± 0,15	0,7	34	49	021001
	E 8			609	23,7	11	0,5	1,8	1,0	± 0,2	0,8	33	41	023001
629			6000		25,7	11	0,5	2,0	1,0	± 0,2	1,0	31	31	025001
629			6000		25,7	13,5	0,5	1,7	1,0	± 0,2	0,7	30	43	025002
16100	E 9	E 10		6001	27,7	15	0,65	1,9	1,1	± 0,2	0,8	52	65	027001
16101	E 13			6200	29,7	15	0,65	2,1	1,1	± 0,21	1,0	38	38	029001
	E 11	E 12		6201	31,7	15	0,65	2,3	1,1	± 0,2	1,2	46	38	031001
16002			6002	6201	31,7	18	0,65	2,0	1,1	± 0,21	0,9	36	40	031002
16003	E 14	E 15	6003	6202	6300	34,7	20	0,9	2,4	± 0,2	1,0	89	89	034001
					6301	36,7	20	0,9	2,6	± 0,21	1,2	92	77	036001
	E 16				37,7	20	0,9	2,7	1,4	± 0,2	1,3	84	65	037001
	E 19	L 17a	Bo 15	6203	39,7	20	0,9	2,9	1,4	± 0,2	1,5	81	54	039001
	E 19			6203	39,7	23	0,9	2,6	1,4	± 0,2	1,2	103	86	039002
16004			6004		6302	41,7	27	0,9	2,4	± 0,2	1,0	76	76	041001
		EA 17	Bo 17			43,5	27	0,9	2,6	± 0,2	1,2	68	57	043001
16005	E 20	L 20	6005	6204	6303	46,5	27	0,9	2,9	± 0,2	1,5	74	49	046001
16005			6005			46,5	30	0,9	2,6	± 0,2	1,2	72	60	046002
	M 20	L 25	6205	6304		51,5	35	0,9	2,6	± 0,2	1,2	61	51	051001
16006			6006			54,5	35	1,15	3,1	± 0,25	1,4	98	70	054001
16007	L 30		6007	6206	6305	6403	61,5	40	1,15	± 0,25	1,6	110	69	061001
16008			6008				67,5	45	1,15	± 0,25	1,7	90	53	067001
				6207	6306	6404	71,5	45	1,15	± 0,25	2,1	110	52	071001
16009			6009				74,5	50	1,15	± 0,25	1,9	130	68	074001

### Montaje

Por lo general, es más aconsejable que la arandela estrella de empuje actúe en el aro exterior del rodamiento de bolas. Los diámetros exteriores de las arandelas están basados en los diámetros exteriores de los rodamientos de bolas. El diseño RINGSPANN con ranuras en el interior y el exterior junto con su forma cóni-

ca, garantiza una presión axial uniforme sobre toda la circunferencia exterior. Si una fuerza axial actúa sobre el eje macizo solamente en una dirección, la arandela estrella de empuje debe montarse de tal manera que no soporte presión axial sobre ella (figura 95-2). Si la fuerza axial es variable o se aplica en ambas direc-

ciones, se deben montar arandelas estrella de empuje en ambos lados de los rodamientos. En este caso y en otros donde se puedan plantear dudas, estaremos a su disposición para ofrecer una propuesta de instalación.



97-1

Para rodamiento de bolas					Dimensiones			Altura		Tolerancia para h	Recorrido de la arandela (w) mm	Fuerza de empuje F N	Constante de elasticidad c N/mm	Número de artículo 1052-
					D mm	d mm	s mm	en reposo H mm	bajo presión h mm					
16010	6010	6208	6307	6405	79,4	58	1,15	3,3	1,7	± 0,25	1,6	290	Característica elástica regresiva	079001
		6209			84,5	63	1,15	3,3	1,7	± 0,25	1,6	320		084001
16011	6011	6210	6308	6406	89,2	63	1,15	3,8	1,7	± 0,25	2,1	290		089001
16012	6012				93	68	1,15	3,8	1,9	± 0,4	1,9	260		094001
16013	6013	6211	6309	6407	99	73	1,15	3,8	1,9	± 0,4	1,9	280		099001
16014	6014	6212	6310	6408	108	78	1,15	4,2	2,0	± 0,4	2,2	180		109001
16015	6015				113	83	1,15	4,2	2,0	± 0,4	2,2	200		114001
		6213	6311	6409	118	88	1,15	4,2	2,0	± 0,4	2,2	270		119001
16016	6016	6214			123	93	1,15	4,2	2,0	± 0,4	2,2	250		124001
16017	6017	6215	6312	6410	128	98	1,15	4,2	2,0	± 0,4	2,2	250		129001
16018	6018	6216	6313	6411	138	98	1,25	5,3	2,3	± 0,5	3,0	330		139001
16019	6019				144	103	1,25	5,3	2,3	± 0,5	3,0	330		144001
16020	6020	6217	6314	6412	148	108	1,25	5,3	2,3	± 0,5	3,0	370		149001
16021	6021	6218	6315	6413	158	118	1,5	5,5	2,5	± 0,5	3,0	410		158001
16022	6022	6219	6316		168	123	1,5	6,0	2,7	± 0,5	3,3	470		168001
16024	6024	6220	6317	6414	178	133	1,5	6,0	2,7	± 0,5	3,3	600		178001
		6221	6318	6415	188	138	2,1	7,0	3,3	± 0,5	3,7	520		188001
16026	6026	6222	6319	6416	198	143	2	7,5	3,3	± 0,5	4,2	660		198001
16028	6028			6417	208	163	2	6,2	3,0	± 0,5	3,2	1160		208001
		6224	6320		213	168	2	6,4	3,1	± 0,5	3,3	1120		213001
16030	6030		6321	6418	223	183	2	6,1	3,0	± 0,5	3,1	1200		223001
		6226			228	188	2	6,2	3,0	± 0,5	3,2	1160		228001
16032	6032		6322		238	198	2	6,4	3,1	± 0,5	3,3	1120		238001
		6228			248	211	2	6,2	3,0	± 0,5	3,2	1160		248001
16034	6034		6324		258	223	2	6,2	3,0	± 0,5	3,2	1180		258001

### Característica elástica regresiva

Aparte de las series de rodamientos mostradas en la tabla, las arandelas estrella de empuje pueden ser utilizadas con las series 32, 33, 42, 74 y 75. La fuerza de empuje  $f$  se obtiene con la altura  $h$ . La constante de elasticidad  $c$ , es decir, el incremento de presión por mm de recorrido, se cumple sólo hasta el tamaño 74 x 50 x 1,15 especificado.

Para arandelas estrella de empuje más grandes, la constante de elasticidad no es lineal, sino regresiva. Por lo tanto, con las tolerancias de la altura de montaje  $h$ , la fuerza de empuje  $f$  varía incluso menos que con las arandelas pequeñas.

### Ejemplo de pedido

Arandelas estrella de empuje para series de rodamientos de bolas 16011:

- Número de artículo 1052-089001