

ÍNDICE Anexos

Capítulo 1. Rodamientos.....	1
1.1. Catalogo FAG	1
1.1.1. Especificación	2
1.1.2. 32309A	3
1.1.3. 32310B	4
1.1.4. 30208A	5
1.1.5. 30310A	6
1.1.6. 33208.....	7
1.1.7. 33209.....	8
Capítulo 2. Cojinetes de fricción	10
Capítulo 3. Bolas de los sincronizadores	12
Capítulo 4. Tabla de cálculos EXCEL.....	14

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Croquis de las medidas de los rodamientos de la serie FAG	2
Ilustración 2. Croquis de las dimensiones de un cojinete.....	10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación del cada apoyo con el modelo de rodamiento que precisa	2
Tabla 2 Características del rodamiento modelo FAG 32309A.....	4
Tabla 3 Características del rodamiento modelo FAG 32310B.....	5
Tabla 4 Características del rodamiento modelo FAG 30208A.....	6
Tabla 5 Características del rodamiento modelo FAG 30310A.....	7
Tabla 6 Características del rodamiento modelo FAG 33208	8
Tabla 7 Características del rodamiento modelo FAG 33209	9
Tabla 8. Especificaciones de un cojinete de fricción de la serie EGF 40 de FAG.....	11
Tabla 9. Catálogo de bolas de acero disponibles.....	13
Tabla 10 Valores intermedios de cálculo resistente para los ejes E1, E2 y EP.....	14
Tabla 11 Valores intermedios de cálculo resistente para el eje E3.....	15
Tabla 12 Diámetros interiores y exteriores y FS mínimo para todos los ejes.....	16

CAPÍTULO 1.

RODAMIENTOS

1.1. Catalogo FAG

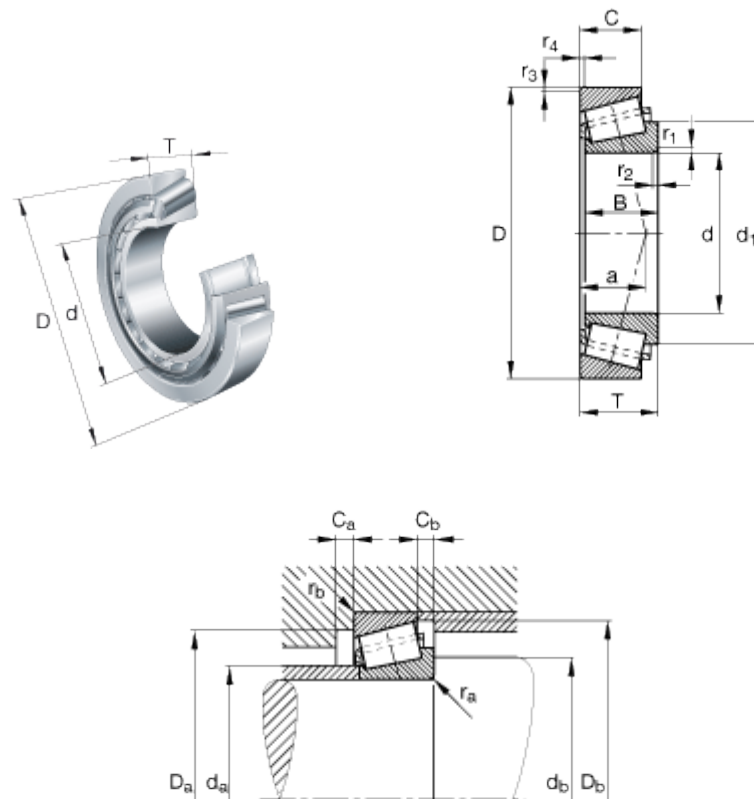


Ilustración 1. Croquis de las medidas de los rodamientos de la serie FAG

1.1.1. Especificación

Rodamientos Serie Fag				
		d	D	T
a1	30208A	40	80	19,75
b1	32310B	50	110	42,25
a2	30310A	50	110	29,25
b2	30310A	50	110	29,25
a3	32309A	45	100	38,25
b3	33208	40	80	32
ap	33208	40	80	32
bp	33209	45	85	32

Tabla 1. Relación del cada apoyo con el modelo de rodamiento que precisa

DISEÑO DE UNA CAJA DE CAMBIOS DE SEIS MARCHAS

PFC2

1.1.2. 32309A

d	45 mm	
D	100 mm	
T	38,25 mm	
a	25 mm	
B	36 mm	
C	30 mm	
C_{a min}	4 mm	
C_{b min}	8 mm	
D_{a max}	91 mm	
D_{a min}	82 mm	
D_{b min}	93 mm	
d_i	71,1 mm	
d_{a max}	56 mm	
d_{b min}	54 mm	
r_{1, 2 min}	2 mm	
r_{3, 4 min}	1,5 mm	
r_{a max}	2 mm	
r_{b max}	1,5 mm	
m	1,43 kg	Peso
C_r	154000 N	Capacidad de carga dinámica, radial
C_{0r}	193000 N	Capacidad de carga estática, radial
e	0,35	
Y	1,74	
Y₀	0,96	
C_{ur}	23900 N	Carga límite de fatiga, radial
n_G	7000 1/min	Velocidad límite
n_B	4900 1/min	Velocidad de referencia
	T2FD045	Designación comparativa según DIN ISO 355

Tabla 2 Características del rodamiento modelo FAG 32309A

1.1.3. 32310B

d	50 mm	
D	110 mm	
T	42,25 mm	
a	33 mm	
B	40 mm	
C	33 mm	
C_{a min}	5 mm	
C_{b min}	9 mm	
D_{a max}	100 mm	
D_{a min}	83 mm	
D_{b min}	103 mm	
d_i	82,6 mm	
d_{a max}	60 mm	
d_{b min}	60 mm	
r_{1, 2 min}	2,5 mm	
r_{3, 4 min}	2 mm	
r_{a max}	2,5 mm	
r_{b max}	2 mm	
m	1,94 kg	Peso
C_r	165000 N	Capacidad de carga dinámica, radial
C_{0r}	223000 N	Capacidad de carga estática, radial
e	0,55	
Y	1,1	
Y₀	0,6	
C_{ur}	28000 N	Carga límite de fatiga, radial
n_G	6300 1/min	Velocidad límite
n_B	4800 1/min	Velocidad de referencia

	T5FD050	Designación comparativa según DIN ISO 355
--	---------	---

Tabla 3 Características del rodamiento modelo FAG 32310B

1.1.4. 30208A

d	40 mm	
D	80 mm	
T	19,75 mm	
a	17 mm	
B	18 mm	
C	16 mm	
C_{a min}	3 mm	
C_{b min}	3,5 mm	
D_{a max}	73 mm	
D_{a min}	69 mm	
D_{b min}	74 mm	
d_i	58,4 mm	
d_{a max}	49 mm	
d_{b min}	47 mm	
r_{1, 2 min}	1,5 mm	
r_{3, 4 min}	1,5 mm	
r_{a max}	1,5 mm	
r_{b max}	1,5 mm	
m	0,435 kg	Peso
C_r	61000 N	Capacidad de carga dinámica, radial
C_{0r}	67000 N	Capacidad de carga estática, radial
e	0,37	
Y	1,6	
Y₀	0,88	
C_{ur}	7600 N	Carga límite de fatiga, radial
n_G	8800 1/min	Velocidad límite

DISEÑO DE UNA CAJA DE CAMBIOS DE SEIS MARCHAS

PFC2

n_B	5900 1/min	Velocidad de referencia
	T3DB040	Designación comparativa según DIN ISO 355

Tabla 4 Características del rodamiento modelo FAG 30208A

1.1.5. 30310A

d	50 mm	
D	110 mm	
T	29,25 mm	
a	23 mm	
B	27 mm	
C	23 mm	
C_{a min}	4 mm	
C_{b min}	6 mm	
D_{a max}	100 mm	
D_{a min}	95 mm	
D_{b min}	102 mm	
d_i	77,6 mm	
d_{a max}	65 mm	
d_{b min}	60 mm	
r_{1, 2 min}	2,5 mm	
r_{3, 4 min}	2 mm	
r_{a max}	2,5 mm	
r_{b max}	2 mm	
m	1,38 kg	Peso
C_r	130000 N	Capacidad de carga dinámica, radial
C_{0r}	148000 N	Capacidad de carga estática, radial
e	0,35	
Y	1,74	
Y₀	0,96	
C_{ur}	17600 N	Carga límite de fatiga, radial

DISEÑO DE UNA CAJA DE CAMBIOS DE SEIS MARCHAS

PFC2

n_G	6300 1/min	Velocidad límite
n_B	4800 1/min	Velocidad de referencia
	T2FB050	Designación comparativa según DIN ISO 355

Tabla 5 Características del rodamiento modelo FAG 30310A

1.1.6. 33208

d	40 mm	
D	80 mm	
T	32 mm	
a	21 mm	
B	32 mm	
C	25 mm	
C_{a min}	5 mm	
C_{b min}	7 mm	
D_{a max}	73 mm	
D_{a min}	67 mm	
D_{b min}	76 mm	
d_i	60,1 mm	
d_{a max}	47 mm	
d_{b min}	47 mm	
r_{1, 2 min}	1,5 mm	
r_{3, 4 min}	1,5 mm	
r_{a max}	1,5 mm	
r_{b max}	1,5 mm	
m	0,741 kg	Peso
C_r	105000 N	Capacidad de carga dinámica, radial
C_{0r}	134000 N	Capacidad de carga estática, radial
e	0,36	
Y	1,68	
Y₀	0,92	

C_{ur}	16600 N	Carga límite de fatiga, radial
n_G	8400 1/min	Velocidad límite
n_B	5700 1/min	Velocidad de referencia
	T2DE040	Designación comparativa según DIN ISO 355

Tabla 6 Características del rodamiento modelo FAG 33208

1.1.7. 33209

d	45 mm
D	85 mm
T	32 mm

a	22 mm
B	32 mm
C	25 mm
C_{a min}	5 mm
C_{b min}	7 mm
D_{a max}	78 mm
D_{a min}	72 mm
D_{b min}	81 mm
d₁	66,2 mm
d_{a max}	52 mm
d_{b min}	52 mm
r_{1, 2 min}	1,5 mm
r_{3, 4 min}	1,5 mm
r_{a max}	1,5 mm
r_{b max}	1,5 mm

m	0,895 kg	Peso
C_r	107000 N	Capacidad de carga dinámica, radial
C_{0r}	146000 N	Capacidad de carga estática, radial
e	0,39	

Y	1,56	
Y₀	0,86	
C_{ur}	18300 N	Carga límite de fatiga, radial
n_G	8000 1/min	Velocidad límite
n_B	5200 1/min	Velocidad de referencia
	T3DE045	Designación comparativa según DIN ISO 355

Tabla 7 Características del rodamiento modelo FAG 33209

CAPÍTULO 2.

COJINETES DE FRICCIÓN

Este catálogo se incluye a modo de ejemplo, dado que estas piezas deberán ser fabricadas bajo demanda.

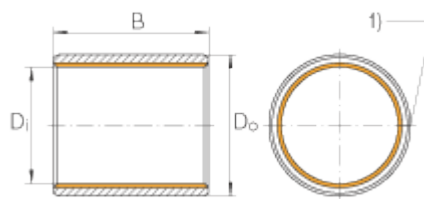


Ilustración 2. Croquis de las dimensiones de un cojinete

Di	40 mm		
Do	44 mm		
B	50 mm		Tolerancia: +/- 0,25

			Tolerancias de montaje recomendadas:
			Eje
			$dw < 5$: h6
			$5 \leq dw < 80$: f7
			$80 \leq dw < \infty$: h8
			Alojamiento
			$dG \leq 5,5$: H6
			$5,5 < dG$: H7
1)			Junta de tope
$C_{i \max}$	0,7 mm		
$C_{i \min}$	0,1 mm		
C_o	1,2 mm		Tolerancia: $\pm 0,4$
s_3	2 mm		
m	102 g		Peso
			Casquillos en medidas especiales, bajo consulta.

Tabla 8. Especificaciones de un cojinete de fricción de la serie EGF 40 de FAG

CAPÍTULO 3.

BOLAS DE LOS

SINCRONIZADORES

Relación de diámetros estándar de bolas de precisión y pesos aproximados de las bolas de acero al cromo

Precision balls list of standard diameters and chrome steel balls approximate weight

DIÁMETROS DIAMETERS			PESO DE UNA BOLA WEIGHT ONE BALL			DIÁMETROS DIAMETERS			PESO DE UNA BOLA WEIGHT ONE BALL			DIÁMETROS DIAMETERS			PESO DE UNA BOLA WEIGHT ONE BALL		
MM	PULGADAS / INCHES	GRAMOS / GRAMS	MM	PULGADAS / INCHES	GRAMOS / GRAMS	MM	PULGADAS / INCHES	GRAMOS / GRAMS	MM	PULGADAS / INCHES	GRAMOS / GRAMS	MM	PULGADAS / INCHES	GRAMOS / GRAMS	MM	PULGADAS / INCHES	GRAMOS / GRAMS
0.397	1/64"	0.00026	10.000	---	4.110	25.000	---	64.22	60.325	2 3/8"	894.15	60.325	2 3/8"	894.15	60.325	2 3/8"	894.15
0.500	---	0.00051	10.319	13/32"	4.434	25.400	1"	67.36	63.500	2 1/2"	1.052.42	63.500	2 1/2"	1.052.42	63.500	2 1/2"	1.052.42
0.794	1/32"	0.00210	11.000	---	5.471	26.000	---	72.24	65.000	---	1.128.78	65.000	---	1.128.78	65.000	---	1.128.78
1.000	---	0.00410	11.112	7/16"	5.641	26.988	1 1/16"	80.80	66.675	2 5/8"	1.219.68	66.675	2 5/8"	1.219.68	66.675	2 5/8"	1.219.68
1.191	3/64"	0.00730	11.906	15/32"	6.931	28.000	---	90.23	69.850	2 3/4"	1.403.79	69.850	2 3/4"	1.403.79	69.850	2 3/4"	1.403.79
1.500	---	0.01380	12.000	---	7.102	28.575	1 1/8"	95.51	70.000	---	1.409.83	70.000	---	1.409.83	70.000	---	1.409.83
1.588	1/16"	0.01640	12.700	1/2"	8.420	30.000	---	110.98	73.025	2 7/8"	1.605.54	73.025	2 7/8"	1.605.54	73.025	2 7/8"	1.605.54
2.000	---	0.03660	13.000	---	9.050	30.162	1 3/16"	112.60	75.000	---	1.734.02	75.000	---	1.734.02	75.000	---	1.734.02
2.381	3/32"	0.05600	13.494	17/32"	10.100	31.750	1 1/4"	131.94	76.200	3"	1.818.59	76.200	3"	1.818.59	76.200	3"	1.818.59
2.500	---	0.06360	14.000	---	11.280	32.000	---	134.69	79.375	3 1/8"	2.057.46	79.375	3 1/8"	2.057.46	79.375	3 1/8"	2.057.46
2.778	7/64"	0.08250	14.288	9/16"	12.020	33.338	1 5/16"	152.08	80.000	---	2.104.46	80.000	---	2.104.46	80.000	---	2.104.46
3.000	---	0.11030	15.000	---	13.870	34.000	---	161.55	82.550	3 1/4"	2.316.38	82.550	3 1/4"	2.316.38	82.550	3 1/4"	2.316.38
3.175	1/8"	0.13010	15.081	19/32"	14.130	34.925	1 3/8"	175.10	85.000	---	2.524.21	85.000	---	2.524.21	85.000	---	2.524.21
3.500	---	0.17620	15.875	5/8"	16.490	35.000	---	176.22	85.725	3 3/8"	2.587.09	85.725	3 3/8"	2.587.09	85.725	3 3/8"	2.587.09
3.969	5/32"	0.25530	16.000	---	16.840	36.000	---	191.77	88.900	3 1/2"	2.887.85	88.900	3 1/2"	2.887.85	88.900	3 1/2"	2.887.85
4.000	---	0.26300	16.669	21/32"	19.060	36.512	1 7/16"	200.06	90.000	---	2.996.40	90.000	---	2.996.40	90.000	---	2.996.40
4.500	---	0.37450	17.000	---	20.190	38.000	---	225.54	92.075	3 5/8"	3.111.06	92.075	3 5/8"	3.111.06	92.075	3 5/8"	3.111.06
4.762	3/16"	0.44120	17.462	11/16"	21.870	38.100	1 1/2"	227.32	95.000	---	3.524.03	95.000	---	3.524.03	95.000	---	3.524.03
5.000	---	0.51380	18.000	---	23.970	38.688	1 9/16"	257.18	95.250	3 3/4"	3.557.53	95.250	3 3/4"	3.557.53	95.250	3 3/4"	3.557.53
5.500	---	0.68380	18.256	23/32"	25.010	40.000	---	283.06	98.425	3 7/8"	3.925.00	98.425	3 7/8"	3.925.00	98.425	3 7/8"	3.925.00
5.556	7/32"	0.70280	19.050	3/4"	28.420	41.275	1 5/8"	289.55	100.000	---	4.110.28	100.000	---	4.110.28	100.000	---	4.110.28
6.000	---	0.88780	19.844	25/32"	32.390	42.862	1 11/16"	324.52	101.600	4"	4.310.72	101.600	4"	4.310.72	101.600	4"	4.310.72
6.350	1/4"	1.02100	20.000	---	32.880	44.450	1 3/4"	360.98	107.950	4 1/4"	5.170.56	107.950	4 1/4"	5.170.56	107.950	4 1/4"	5.170.56
6.500	---	1.12900	20.638	13/16"	36.180	45.000	---	374.53	110.000	---	5.470.78	110.000	---	5.470.78	110.000	---	5.470.78

DIÁMETROS DIAMETERS		PESO DE UNA BOLA WEIGHT ONE BALL
MM.	PULGADAS / INCHES	GRAMOS / GRAMS
0,397	1/64"	0,00026
0,500	---	0,00051
0,794	1/32"	0,00210
1,000	---	0,00410
1,191	3/64"	0,00730
1,500	---	0,01380
1,588	1/16"	0,01640
2,000	---	0,03260
2,381	3/32"	0,05600
2,500	---	0,06380
2,778	7/64"	0,08250
3,000	---	0,11030
3,175	1/8"	0,13010
3,500	---	0,17620
3,969	5/32"	0,25530
4,000	---	0,26300
4,500	---	0,37450
4,762	3/16"	0,44120
5,000	---	0,51380
5,500	---	0,68380
5,556	7/32"	0,70280
6,000	---	0,88780
6,350	1/4"	1,02100
6,500	---	1,12900

Tabla 9. Catálogo de bolas de acero disponibles

Las bolas necesarias son las de 5mm de diámetro.

CAPÍTULO 4.

TABLA DE

CÁLCULOS

EXCEL

Como se ha comentado en el documento Cálculos se incluye para consulta la hoja de cálculo correspondiente al diámetro de los ejes.