



Nombre y Apellidos:.....

Una lavadora de uso doméstico, de carga frontal, presenta sólo un programa de lavado. El proceso completo dura **una hora** y funciona según la siguiente secuencia:

- Prelavado y lavado (**50 minutos**). En el tambor, además de la ropa seca, hay una cantidad de agua de **1/5** de la capacidad del mismo. El tambor gira a **50 r.p.m.**
- Aclarado (**5 minutos**). Similar al caso anterior pero el tambor gira a **100 r.p.m.**
- Centrifugado (**5 minutos**). El tambor sólo contiene ropa mojada (con un peso medio de aproximadamente el **doblo** de la ropa seca). El tambor gira a **1000 r.p.m.**

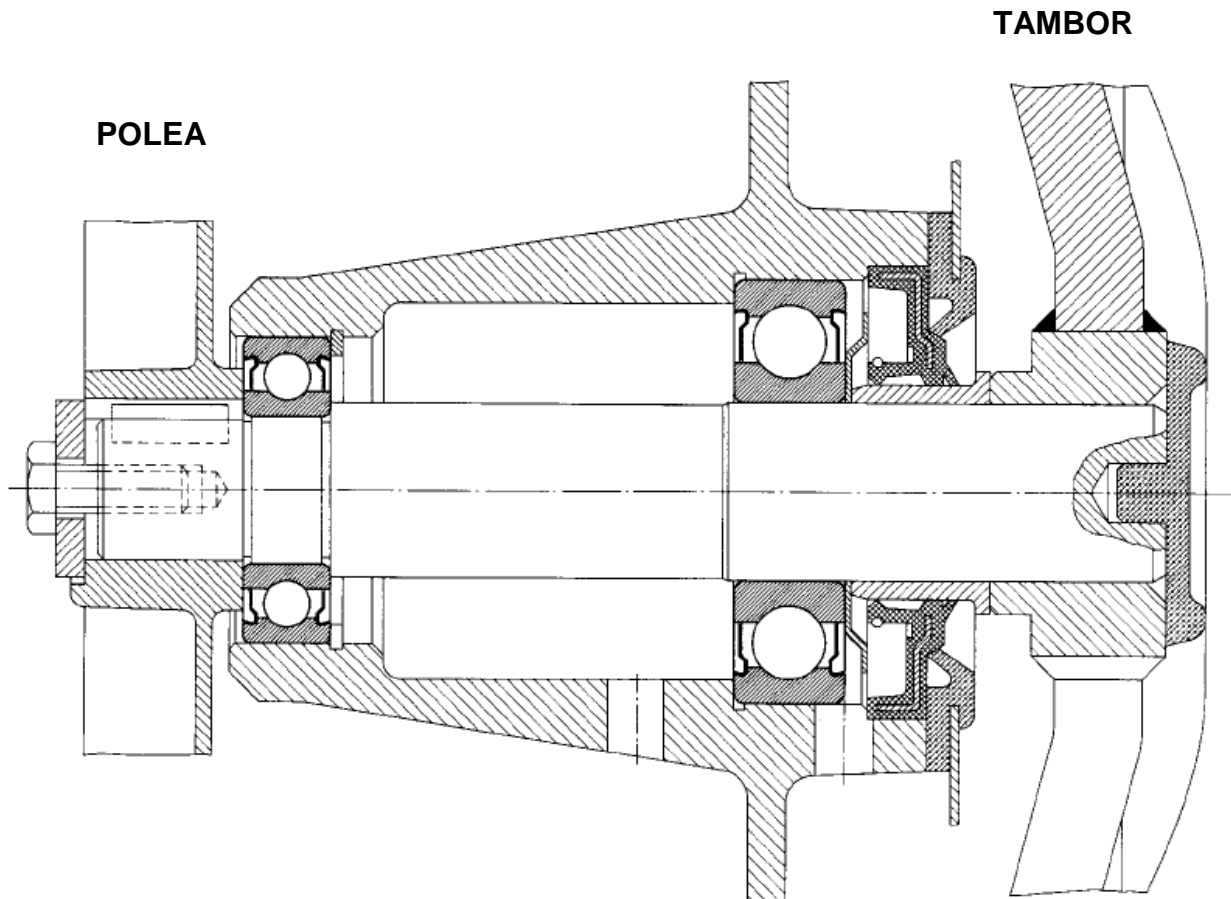
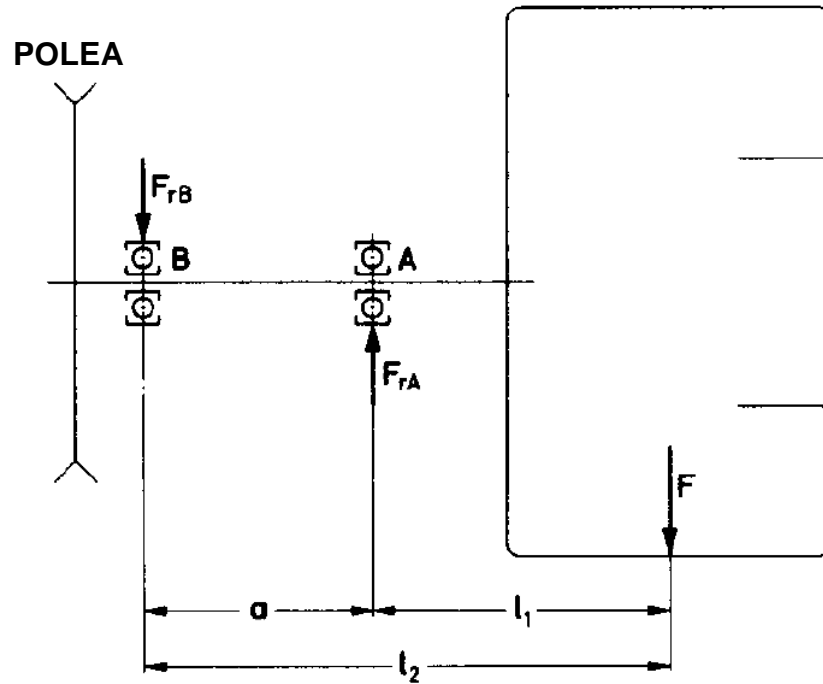
Durante el centrifugado, la ropa mojada tiende a depositarse sobre las paredes del tambor lo que origina una masa desequilibrada (**m**) de aproximadamente el **10 %** de la masa de la **ropa mojada**. Esto origina una fuerza centrífuga que puede ser estimada como $F_c = m \cdot \omega^2 \cdot r$, siendo el radio del tambor **r = 30 cm**. Esta fuerza centrífuga es despreciable en los ciclos de prelavado, lavado y aclarado.

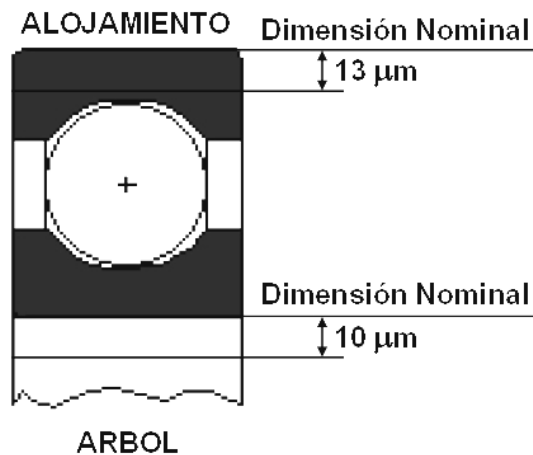
- ⇒ Los puntos de aplicación y la distribución de fuerzas son los que aparecen en el dibujo de la siguiente página, donde la fuerza **F** es $F = F_c + P_R + P_A + P_T$, siendo **P_R**, **P_A** y **P_T**, los pesos de la ropa, el agua y el tambor, respectivamente.
- ⇒ La tensión de la correa sobre la polea se considerará despreciable.
- ⇒ El tambor pesa **3 kg**, admite **5 kg** de ropa seca y su capacidad es de **60 litros**.
- ⇒ **a = 10 cm**, **l₁ = 15 cm** y **l₂ = 25 cm**.

Los apoyos son rodamientos de bolas que sólo soportan carga radial:

- De tipo **6306** el de la posición **A**.
- De tipo **6205** el de la posición **B**.
- ⇒ El ambiente está medianamente limpio ($\eta_c = 0.6$).
- ⇒ En la estimación de la vida de los rodamientos se considera una fiabilidad del **95 %**.
- ⇒ La temperatura operativa de los rodamientos es de **60° C**.
- ⇒ Se utiliza un aceite de tipo ISO 68, de viscosidad igual a **68 mm²/s** (40°C).

a) Determina el número aproximado de procesos completos que puede efectuar la lavadora, antes de sustituir los rodamientos, considerando la vida útil ajustada ampliada de los mismos.





En la figura de arriba se representan las tolerancias del rodamiento B de la lavadora, modelo 6205.

- b) Si la tolerancia del alojamiento del rodamiento es $52\text{Ø}J6$, establecer que tipo de ajuste se produce y especificar el juego o aprieto máximo y mínimo.
- c) ¿Cual será la tolerancia normalizada ISO con la que se debe fabricar el árbol donde se acopla el rodamiento si el montaje se efectúa con un aprieto mínimo de $8 \mu\text{m}$ y un aprieto máximo de $27 \mu\text{m}$ (tolerancias de aprieto)?

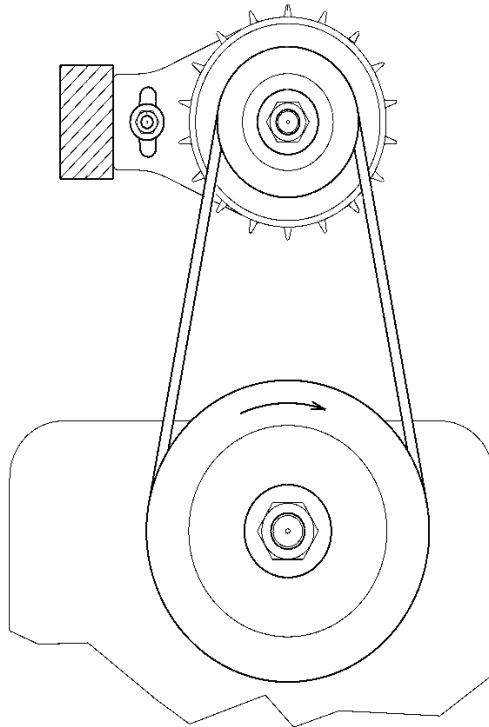
Nota:

- Se usará la notación normalizada ISO, considerando calidades IT5, IT6, IT7 o IT8.
- Si no puede conseguir una tolerancia exacta, aproxímese lo más que pueda a la solicitada.

M (mm)	CALIDADES DE LA TOLERANCIA																	
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
≤ 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
3 a 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
6 a 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
10 a 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
18 a 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
30 a 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
50 a 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
80 a 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
120 a 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
180 a 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
250 a 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
315 a 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
400 a 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000



La transmisión de potencia del motor al tambor de la lavadora se efectúa por medio de una **correa trapezoidal Oleostatic tipo Z**, sobre poleas de acero de **Ø200 mm** (motriz) y **Ø80 mm** (conducida), con una distancia entre ejes próxima a los **280 mm**, según la disposición que se muestra en la figura.



El coeficiente de rozamiento entre correa y pared de la garganta de la polea es $\mu_0 = 0,28$ y el ángulo del canal de la polea de $\gamma = 35^\circ$.

Cuando la lavadora está centrifugando, el motor gira a **2500 rpm** y transmite una potencia de **2,4 kW**.

- d) **Determinar la longitud de la correa, los arcos abrazados en cada polea y especificar el coeficiente teórico de tracción de la transmisión.**

- e) **Considerando la situación de la lavadora centrifugando, calcular la tensión inicial que se debe aplicar a la correa.**

Posición	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j			k												
Calidad												5 y 6	7	8	>4 y ≤ 7	<4 y >7											
Diferencia fundamental	Diferencia superior ds											Diferencia inferior di					Diferencia inferior di										
m ≤ 3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0											
3 < m ≤ 6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	-	+1	0											
6 < m ≤ 10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	-	+1	0											
10 < m ≤ 14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-3	-6	-	+1	0											
14 < m ≤ 18																											
18 < m ≤ 24	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-	+2	0											
24 < m ≤ 30																											
30 < m ≤ 40	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	9	0	-5	-10	-	+2	0											
40 < m ≤ 50	-320	-180	-130																								
50 < m ≤ 65	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-7	-12	-	+2	0											
65 < m ≤ 80	-360	-200	-150																								
80 < m ≤ 100	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-9	-15	-	+3	0											
100 < m ≤ 120	-410	-240	-180																								
120 < m ≤ 140	-460	-260	-200																								
140 < m ≤ 160	-520	-280	-210	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-11	-18	-	+3	0											
160 < m ≤ 180	-580	-310	-230																								
180 < m ≤ 200	-660	-340	-240																								
200 < m ≤ 225	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-	+4	0											
225 < m ≤ 250	-820	-420	-280																								
250 < m ≤ 280	-920	-460	-300	-	-190	-110	-	-56	-	-17	0	-16	-26	-	+4	0											
280 < m ≤ 315	-1050	-540	-330																								
315 < m ≤ 355	-1200	-600	-360	-	-210	-125	-	-62	-	-18	0	-18	-28	-	+4	0											
355 < m ≤ 400	-1350	-680	-400																								
400 < m ≤ 450	-1500	-760	-440	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-20	-32	-	+5	0											
450 < m ≤ 500	-1650	-840	-480																								

Posición	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
Calidad	Todas las calidades													
Diferencia fundamental	Diferencia inferior di													
m ≤ 3	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60
3 < m ≤ 6	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80
6 < m ≤ 10	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97
10 < m ≤ 14	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130
14 < m ≤ 18								+39	+45	-	+60	+77	+108	+150
18 < m ≤ 24	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
24 < m ≤ 30						+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
30 < m ≤ 40	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
40 < m ≤ 50						+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
50 < m ≤ 65	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
65 < m ≤ 80				+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
80 < m ≤ 100	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
100 < m ≤ 120				+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
120 < m ≤ 140				+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
140 < m ≤ 160	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
160 < m ≤ 180				+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
180 < m ≤ 200				+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
200 < m ≤ 225	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
225 < m ≤ 250				+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
250 < m ≤ 280	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
280 < m ≤ 315				+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
315 < m ≤ 355	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
355 < m ≤ 400				+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
400 < m ≤ 450	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400
450 < m ≤ 500				+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600

Datos de los rodamientos:

- El fabricante de rodamientos seleccionado calcula la carga dinámica equivalente de sus rodamientos atendiendo a la siguiente condición (siendo $e = 0,25$):

$$P = F_r \quad \text{cuando } F_a/F_r \leq e$$

$$P = X F_r + Y F_a \quad \text{cuando } F_a/F_r > e$$

- Tabla de valores del factor de ajuste de vida útil por fiabilidad:

FIABILIDAD	90%	95%	96%	97%	98%	99%
Factor de ajuste a_F	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

- Hoja del catálogo de los rodamientos de bolas empleados.

Dimensiones principales			Capacidad de carga		Carga límite de fatiga P_u	Velocidad nominal		Masa	Designación
d	D	B	C	C_0		Lubricación con grasa	aceite		
mm			N	N	N	r/min	kg	-	
15	24	5	1 560	800	34	28 000	34 000	0,0074	61802
	28	7	4 030	2 040	85	24 000	30 000	0,016	61902
	32	8	5 590	2 850	120	22 000	28 000	0,025	16002
	32	9	5 590	2 850	120	22 000	28 000	0,030	6002
	35	11	7 800	3 750	160	19 000	24 000	0,045	6202
	42	13	11 400	5 400	228	17 000	20 000	0,082	6302
17	26	5	1 680	930	39	24 000	30 000	0,0082	61803
	30	7	4 360	2 320	98	22 000	28 000	0,018	61903
	35	8	6 050	3 250	137	19 000	24 000	0,032	16003
	35	10	6 050	3 250	137	19 000	24 000	0,039	6003
	40	12	9 560	4 750	200	17 000	20 000	0,065	6203
	47	14	13 500	6 550	275	16 000	19 000	0,12	6303
62	17	22 900	10 800	455	12 000	15 000	0,27	6403	
20	32	7	2 700	1 500	63	19 000	24 000	0,018	61804
	37	9	6 370	3 650	156	18 000	22 000	0,038	61904
	42	8	6 890	4 050	173	17 000	20 000	0,050	16004
	42	12	9 360	5 000	212	17 000	20 000	0,069	6004
	47	14	12 700	6 550	280	15 000	18 000	0,11	6204
	52	15	15 900	7 800	335	13 000	16 000	0,14	6304
72	19	30 700	15 000	640	10 000	13 000	0,40	6404	
25	37	7	4 360	2 600	125	17 000	20 000	0,022	61805
	42	9	6 630	4 000	176	16 000	19 000	0,045	61905
	47	8	7 610	4 750	212	14 000	17 000	0,060	16005
	47	12	11 200	6 550	275	15 000	18 000	0,080	6005
	52	15	14 000	7 800	335	12 000	15 000	0,13	6205
	62	17	22 500	11 600	490	11 000	14 000	0,23	6305
80	21	35 800	19 300	815	9 000	11 000	0,53	6405	
30	42	7	4 490	2 900	146	15 000	18 000	0,027	61806
	47	9	7 280	4 550	212	14 000	17 000	0,051	61906
	55	9	11 200	7 350	310	12 000	15 000	0,085	16006
	55	13	13 300	8 300	355	12 000	15 000	0,12	6006
	62	16	19 500	11 200	475	10 000	13 000	0,20	6206
	72	19	28 100	16 000	670	9 000	11 000	0,35	6306
90	23	43 600	23 600	1 000	8 500	10 000	0,74	6406	

