

Esta hoja informativa se relaciona con el catálogo **PRT2**

54 - 56

N° 3 Información sobre Carga y Duración

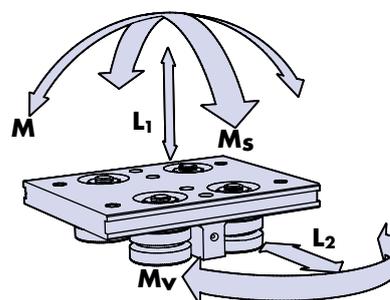
La capacidad de carga y la duración de los anillos, segmentos curvos y sistemas de circuito de HepcoMotion, se determinan mediante varios factores que incluyen el tamaño de la guía, el tipo y número de rodamientos, la presencia de lubricación, la magnitud y dirección de las cargas, así como la velocidad y la distancia de recorrido.

Es habitual hacer funcionar los sistemas a una capacidad de carga menor que la máxima permitida para prolongar su duración. Esta duración se puede calcular utilizando la información y fórmulas de esta sección. A efectos de cálculo, los sistemas se dividen en dos categorías, aquellos donde los carros se mueven en un anillo, segmento curvo o sistema de circuito y aquellos donde la guía circular está fijado y gira en un cierto número de rodamientos (o una disposición similar donde la guía circular es estacionaria y los rodamientos y la carga son los que giran).

Cuando sea posible, los sistemas se deberían lubricar utilizando los lubricadores de Hepco 37 y/o el sistema de lubricación por dosificación 52. Incrementará considerablemente la duración del sistema.

Sistemas con carros

Cuando calcule la duración de un sistema, primero se debe descomponer la carga sobre cada carro en los componentes de carga directa L_1 y L_2 y los componentes de carga de momento M , M_v y M_s .



Capacidades de carga de los carros

Las capacidades de carga se muestran tanto para una condición 'lubricada' como en 'seco' – esto se refiere al contacto en 'V' del rodamiento y la guía, ya que todos los rodamientos están lubricados internamente de por vida.

Los valores están basados en un servicio sin choques.

Número de pieza del carro	Sistema seco (Rodamiento tipo doble y DR)					Sistema lubricado (Rodamientos tipo doble)					Sistema lubricado (Rodamientos tipo DR)				
	L_1 (máx)	L_2 (máx)	M_s (máx)	M_v (máx)	M (máx)	L_1 (máx)	L_2 (máx)	M_s (máx)	M_v (máx)	M (máx)	L_1 (máx)	L_2 (máx)	M_s (máx)	M_v (máx)	M (máx)
	N	N	Nm	Nm	Nm	N	N	Nm	Nm	Nm	N	N	Nm	Nm	Nm
FCC 12 93	90	90	0.5	1	1	240	240	1.3	2.7	2.7	No disponible				
FCC 12 127	90	90	0.5	1	1	240	240	1.3	2.6	2.6	No disponible				
FCC 20 143	180	180	1.6	2.5	2.5	500	400	4.5	5.5	7	760	1200	7	16	10
FCC 20 210	180	180	1.6	2.7	2.7	500	400	4.5	6	7.5	760	1200	7	18	11
FCC 25 159	400	400	4.5	8.5	8.5	1280	1200	14	25	27	1600	3000	18	64	33
FCC 25 255	400	400	4.5	8	8	1280	1200	14	23	25	1600	3000	18	60	31
FCC 25 351	400	400	4.5	8.5	8.5	1280	1200	14	24	27	1600	3000	18	63	33
BCP 25	400	400	4.5	15	15	1280 [†]	1200 [†]	14 [†]	45 [†]	45 [†]	1600 [†]	3000 [†]	18 [†]	110 [†]	60 [†]
FCC 44 468	800	800	16	28	28	3200	2800	64	95	110	3600	6000	73	210	120
FCC 44 612	800	800	16	29	29	3200	2800	64	100	115	3600	6000	73	220	130
BCP 44	800	800	16	40	40	3200 [†]	2800 [†]	64 [†]	140 [†]	160 [†]	3600 [†]	6000 [†]	73 [†]	300 [†]	180 [†]
FCC 76 799	1800	1800	64	85	85	7200	6400	250	300	340	10000	10000	360	470	470
FCC 76 1033	1800	1800	64	105	105	7200	6400	250	360	410	10000	10000	360	570	570
FCC 76 1267	1800	1800	64	120	120	7200	6400	250	420	480	10000	10000	360	670	670
FCC 76 1501	1800	1800	64	140	140	7200	6400	250	480	550	10000	10000	360	770	770
BCP 76	1800	1800	64	115	115	7200 [†]	6400 [†]	250 [†]	415 [†]	460 [†]	10000 [†]	10000 [†]	360 [†]	650 [†]	650 [†]

Las capacidades de carga L_2 y M_v para los carros que utilicen rodamientos flotantes, 36, son las mismas que los que se muestran arriba para los rodamientos de tipo DR. Las capacidades de carga L_1 y M_s para los carros que utilicen rodamientos flotantes son cero (están libres de flotar en estas direcciones).

Note que los carros articulados (BCP) no están disponibles con los rodamientos flotantes.

N° 3 Información sobre Carga y Duración

Para determinar la duración, calcule el factor de carga FL utilizando la ecuación [1] de abajo, luego utilice la ecuación [3] ó [4] para determinar la duración del sistema.

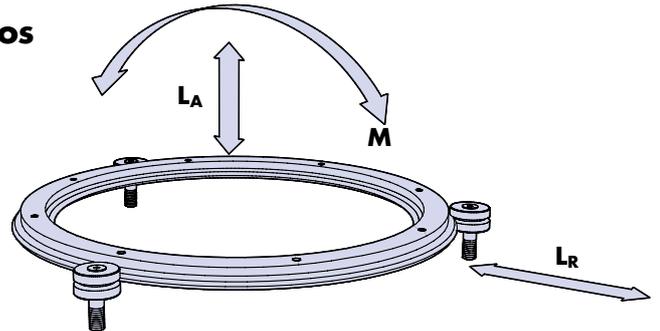
$$[1] \quad L_F = \frac{L_1}{L_{1(max)}} + \frac{L_2}{L_{2(max)}} + \frac{M_S}{M_{S(max)}} + \frac{M_V}{M_{V(max)}} + \frac{M}{M_{(max)}} \leq 1 \text{ ó } 0.8 \text{ para acero inoxidable}$$

Notas:

1. En aplicaciones con cargas altas que utilicen carros de un solo radio de giro, los rodamientos giratorios pueden afectar la duración. En las aplicaciones con carros de un solo radio de giro donde LF es más que 0.5, calculado utilizando la figura de carga *1 de la tabla de arriba, rogamos contacten con Hepco para asegurar la idoneidad de los mismos.
2. Al calcular las cargas L2 y MS, se ha de tener en cuenta la fuerza centrífuga que actúa radialmente hacia fuera sobre el centro de gravedad (CDG) del objeto en movimiento. Su magnitud es $F = DV^2/R$, donde V es la velocidad del CDG en m/s, R es la distancia del CDG al eje del anillo en metros y D es la masa en Kg. F se indica en N (newtons).

Sistemas con anillos girando entre rodamientos

Es habitual espaciar los rodamientos por igual alrededor del anillo *1. Al calcular la duración, la carga se ha de descomponer en dos cargas directas LA y LR y en el componente de momento M, tal y como se muestra en la ilustración de al lado.



Capacidades de carga del sistema

Las capacidades de carga se muestran tanto para una condición en 'seco' como 'lubricada' – esto se refiere al contacto en 'V' del rodamiento y la guía, ya que todos los rodamientos están lubricados internamente de por vida.

Los valores están basados en un servicio sin choques.

Números de pieza de los rodamientos 	Para usar con anillos	N° de rodamientos equidistantes	Sistema en seco (Rodamientos de tipo y DR)			Sistema lubricado (Rodamientos tipo doble)			Sistema lubricado (Rodamientos tipo DR)		
			LA(máx)	LR(máx)	M(máx)	LA(máx)	LR(máx)	M(máx)	LA(máx)	LR(máx)	M(máx)
			N	N	Nm	N	N	Nm	N	N	Nm
...J13...	R12	3	67	38	16 x Øc°	180	102	43 x Øc°	No disponible		
		4	83	45	19 x Øc°	220	120	52 x Øc°	No disponible		
		Cada unidad adicional 1	10	6	2 x Øc°	43	30	9 x Øc°	No disponible		
...J18...	R20 REV RIV	3	135	76	32 x Øc°	375	170	90 x Øc°	570	510	135 x Øc°
		4	165	90	39 x Øc°	465	200	108 x Øc°	700	600	165 x Øc°
		Cada unidad adicional 1	21	13	4 x Øc°	90	50	18 x Øc°	135	150	28 x Øc°
...J25...	R25 RES RIS	3	300	170	72 x Øc°	960	510	230 x Øc°	1200	1280	285 x Øc°
		4	370	200	87 x Øc°	1190	600	278 x Øc°	1480	1500	340 x Øc°
		Cada unidad adicional 1	48	30	9 x Øc°	230	150	48 x Øc°	285	375	60 x Øc°
...J34...	R44 REM RIM	3	600	340	140 x Øc°	2400	1200	570 x Øc°	2700	2550	640 x Øc°
		4	740	400	170 x Øc°	2950	1400	690 x Øc°	3340	3000	780 x Øc°
		Cada unidad adicional 1	96	60	19 x Øc°	570	350	120 x Øc°	640	750	135 x Øc°
...J54...	R76 REL RIL	3	1350	765	320 x Øc°	5400	2740	1290 x Øc°	7500	4250	1800 x Øc°
		4	1670	900	390 x Øc°	6650	3200	1560 x Øc°	9300	5000	2170 x Øc°
		Cada unidad adicional 1	210	130	44 x Øc°	1290	800	270 x Øc°	1800	1250	375 x Øc°

Las capacidades de carga LR en los sistemas que utilicen rodamientos flotantes,  36, son las mismas que los que se muestran arriba para los rodamientos de tipo DR. Las capacidades de carga LA y M para los sistemas que utilicen rodamientos flotantes son cero (están libres de flotar en estas direcciones).

Para determinar la duración de este sistema, primero debemos obtener el factor LF introduciendo los valores en la ecuación [2] de abajo para LA, LR y M con respecto al ciclo deseado, conjuntamente con las máximas capacidades de carga de la tabla de arriba.

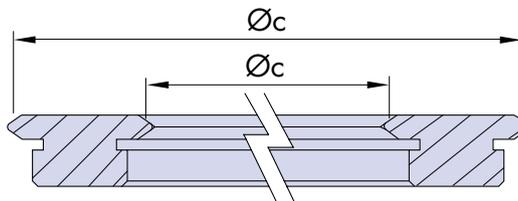
$$[2] \quad L_F = \frac{L_A}{L_{A(máx)}} + \frac{L_R}{L_{R(máx)}} + \frac{M}{M_{(máx)}} \leq \text{ó } 0.8 \text{ para acero inoxidable}$$

La duración se calculará utilizando las ecuaciones [3] ó [4].

N° 3 Información sobre Carga y Duración

Notas:

- En algunas aplicaciones donde los rodamientos giran con la carga puede ser beneficioso distribuir los rodamientos de forma desigual. Contacte con Hepco para más información en estos casos.
- VELOCIDAD DE TRABAJO. Los anillos, segmentos curvos y sistemas de circuito de Hepco están clasificados para velocidades de 1 m/s sin lubricación o 5 m/s en caso lubricado, pero tengan cuidado en calcular con precisión las fuerzas de inercia. Se pueden tolerar velocidades mayores en cargas pequeñas. Contacte con Hepco para más detalles.
- OPERACIÓN EN UNA CARRERA CORTA: Si la longitud de la carrera es menos de cinco veces el diámetro exterior del rodamiento, hay que calcular la vida como si la carrera fuera cinco veces el diámetro exterior del rodamiento.
- \varnothing_c es el diámetro de contacto del anillo en metros (el diámetro del círculo que pasa por los puntos de contacto entre los rodamientos y el anillo).



Diámetro de contacto del anillo \varnothing_c (m)		
Número de pieza del anillo	V externas	V internas
R12 93	0.10325	0.08275
R12 127	0.13725	0.11675
R20 143	0.1605	0.1255
R20 210	0.2275	0.1925
R25 159	0.1815	0.1365
R25 255	0.2775	0.2325
R25 351	0.3735	0.3285
R44 468	0.5085	0.4275
R44 612	0.6525	0.5715
R76 799	0.8695	0.7285
R76 1033	1.1035	0.9625
R76 1267	1.3375	1.1965
R76 1501	1.5715	1.4305

Diámetro de contacto del anillo \varnothing_c (m)	
Número de pieza del anillo	V externas
REV 156	0.154
REV 223	0.2215
RES 184	0.1815
RES 280	0.2775
RES 376	0.3735
REM 505	0.502
REM 655	0.652
REL 874	0.8683

Diámetro de contacto del anillo \varnothing_c (m)	
Número de pieza del anillo	V internas
RIV 161	0.1316
RIV 228	0.1988
RIS 182	0.1425
RIS 278	0.2385
RIS 374	0.3345
RIM 482	0.428
RIM 627	0.573
RIL 820	0.7397

Diámetro de contacto del anillo \varnothing_c (m)	
Número de pieza del anillo	V externa
RD25 159	0.1815
RD25 255	0.2775
RD25 351	0.3735
RD44 468	0.5085

Cálculos de duración de un Sistema

Una vez determinado L_F de un carro con 4 rodamientos, o bien de un anillo,  2, podremos calcular la vida en km utilizando una de las dos ecuaciones de más abajo. En estas ecuaciones, la Vida Básica se toma de la tabla de la derecha con respecto a los rodamientos y la condición de lubricación que se aplique.

Para sistemas en seco utilice la ecuación [3]:

$$[3] \text{ Vida del Sistema (km)} = \frac{B_L}{(0.03 + 0.97L_F)^2}$$

Para sistemas lubricados utilice la ecuación [4]:

$$[4] \text{ Vida del Sistema (km)} = \frac{B_L}{(0.03 + 0.97L_F)^3}$$

Rodamientos	Incluidos en		Vida Básica En seco	Vida Básica Lubricado
	FCC 	BCP 		
...J13...	FCC 12 ...	-	40	40
SS...J13...	CR FCC 12 ...	-	30	30
...J18...	FCC 20 ...	-	50	60
SS...J18...	CR FCC 20 ...	-	35	45
...J18DR...	FCC 20 ... DR	-	50	60
SS...J18DR...	CR FCC 20 ... DR	-	35	45
...J25...	FCC 25 ...	BCP 25	70	40
SS...J25...	CR FCC 25 ...	-	40	25
...J25DR...	FCC 25 ... DR	BCP 25 DR	70	45
SS...J25DR...	CR FCC 25 ... DR	-	40	35
...J34...	FCC 44 ...	BCP 44	100	70
SS...J34...	CR FCC 44 ...	-	60	50
...J34DR...	FCC 44 ... DR	BCP 44 DR	100	160
SS...J34DR...	CR FCC 44 ... DR	-	60	120
...J54...	FCC 76 ...	BCP 76	150	150
SS...J54...	CR FCC 76 ...	-	100	110
...J54DR...	FCC 76 ... DR	BCP 76 DR	150	280
SS...J54DR...	CR FCC 76 ... DR	-	100	220

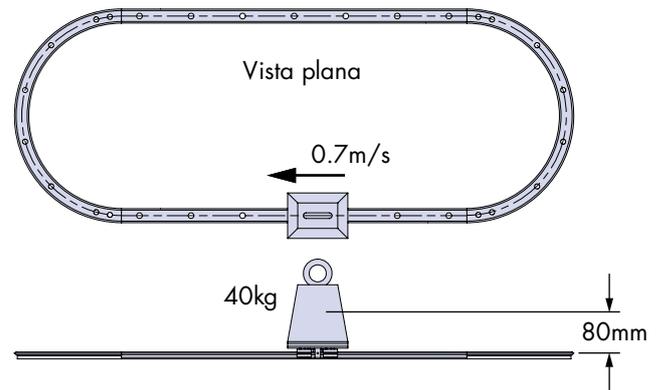
La información arriba detallada supone que los rodamientos en acero trabajan en anillos de acero y que los rodamientos en acero inoxidable trabajan en anillos en acero inoxidable.

N° 3 Información sobre Carga y Duración

Ejemplo 1

Un circuito está compuesto de: 1 x TR44 468 R180C; 1 x TNM44 B870 + 2 x AK; 1 x TR44 468 R180C; 1 x TNM44 B870 + 2 x AK; 1 x FCC 44 468 LB

El carro lleva un peso, entre la masa de la carga y el carro conjuntamente, de 40 Kg y cuyo centro de gravedad está situado en medio del carro. El centro de gravedad está a 80mm por encima de las V's de la guía. La velocidad de operación es de 0.7m/s y el carro de un solo radio de giro lleva lubricadores.



El factor de carga se calcula utilizando la ecuación [1].

$$L_F = \frac{L_1}{L_{1(máx)}} + \frac{L_2}{L_{2(máx)}} + \frac{M_s}{M_{s(máx)}} + \frac{M_v}{M_{v(máx)}} + \frac{M}{M_{l(máx)}}$$

$$L_1 = 40\text{kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 (g) = 392.4\text{N}$$

$$L_2 = (\text{fuerza centrífuga, ver nota 2 pág. 2})$$

$$L_2 = 40\text{kg} \times (0.7\text{m/s})^2 \div 0.234\text{m} = 83.7\text{N}$$

$$M_s = L_2 \times 0.08\text{m} = 83.7 \times 0.08\text{m} = 6.7\text{Nm}$$

$$M_v = M = 0$$

Los valores para $L_{1(máx)}$, $L_{2(máx)}$ and $M_{s(máx)}$ se pueden obtener directamente de la tabla de la [1](#);

Para un FCC 44 468 LB

$$L_{1(máx)} = 3200\text{N}$$

$$L_{2(máx)} = 2800\text{N}$$

$$M_{s(máx)} = 64\text{Nm}$$

$$L_F = \frac{392.4}{3200} + \frac{83.7}{2800} + \frac{6.7}{64} = 0.2572$$

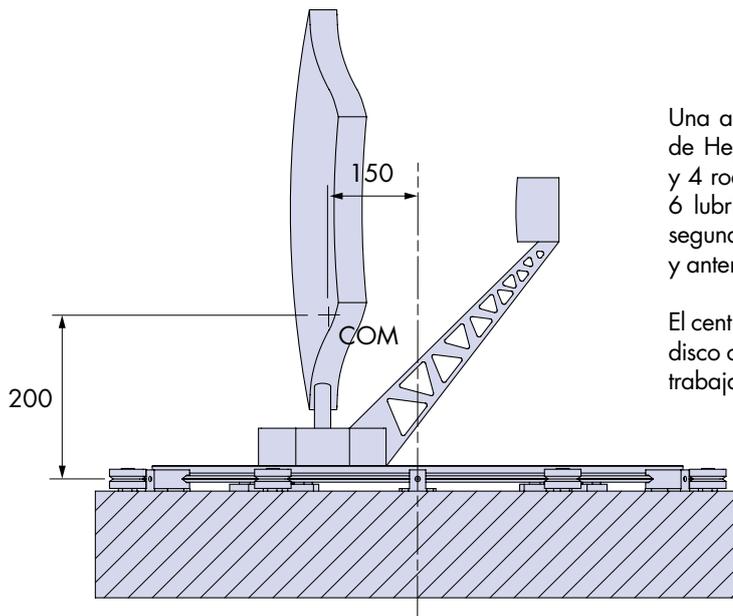
La vida básica para este sistema (FCC44 468 LB incluye rodamientos...J34 y está lubricado) se toma de la tabla de la [3](#) – es decir 70 Km.

La duración del sistema se calcula utilizando la ecuación [4].

$$\text{Duración del sistema (km)} = \frac{B_L}{(0.03 + 0.97L_F)^3} = \frac{70}{(0.03 + 0.97 \times 0.2572)^3} = 3206 \text{ km}$$

Nº 3 Información sobre Carga y Duración

Ejemplo 2



Una antena de radar se monta en un disco circular SSRD44 468 LP de HepcoMotion, que gira en 2 rodamientos SSRBHJ34CDRNSCHK y 4 rodamientos SSRBHJ34EDRNSCHK. El sistema está lubricado con ó lubricadores LB44F. La antena de radar hace una rotación cada segundo y la masa del ensamblaje rotatorio (que incluye el anillo, base y antena de radar) es de 15kg.

El centro de gravedad (CDG) del ensamblaje está a 150 mm del eje del disco circular y a 200mm por encima de las V's de las guías. El sistema trabaja una media de 36 horas a la semana.

El factor de carga se puede calcular utilizando la ecuación 2.

$$L_F = \frac{L_A}{L_{A(máx)}} + \frac{L_R}{L_{R(máx)}} + \frac{M}{M_{(máx)}}$$

$$L_A = 20\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 \text{ (g)} = 147.15\text{N}$$

$$\text{Velocidad del centro de gravedad: } 1 \text{ rev/sec} = 2 \times \pi \times 0.15\text{m} \times 1 = 0.942\text{m/s}$$

$$L_R = DV^2/R = 20\text{kg} \times (0.942\text{m/s})^2 \div 0.15\text{m} = 88.826\text{N}$$

$$M = L_R \times h + L_A \times R = 88.826\text{N} \times 0.2\text{m} + 147 \text{ ISN} \times 0.15 = 39.84\text{Nm}$$

Los valores para $L_{A(máx)}$, $L_{R(máx)}$ y $M_{(máx)}$ se pueden calcular a partir de la información que figura en la tabla de la [2](#).

$$L_{A(máx)} = 3340\text{N} + 2 \times 640\text{N} = 4620\text{N}$$

$$L_{R(máx)} = 3000\text{N} + 2 \times 750\text{N} = 4500\text{N}$$

$$M_{(máx)} = (780 + 2 \times 135) \times 0.5085\text{m} \text{ (}\varnothing\text{c de la página 3)} = 533.925\text{Nm}$$

$$L_F = \frac{147.15}{4620} + \frac{88.826}{4500} + \frac{39.84}{533.925} = 0.126$$

La vida básica para este sistema (con rodamientos SSBHJR34DR..y lubricado) – se toma de la tabla en la [3](#) – es de 120km. La duración del sistema se calcula utilizando la ecuación [4].

$$\text{Duración del sistema (km)} = \frac{B_L}{(0.03 + 0.97L_F)^3} = \frac{120}{(0.03 + 0.97 \times 0.126)^3} = 33890 \text{ km}$$

Para determinar la duración del sistema en años: 1 revolución = $0.5085\text{m} \times \pi = 1.5975\text{m}$. Cada semana el sistema realiza $3600\text{rev/hora} \times 36 \text{ horas} = 207\text{km}$. Duración del sistema = $33890 \div 207 = 163.7 \text{ semanas} = 3.15 \text{ años}$.

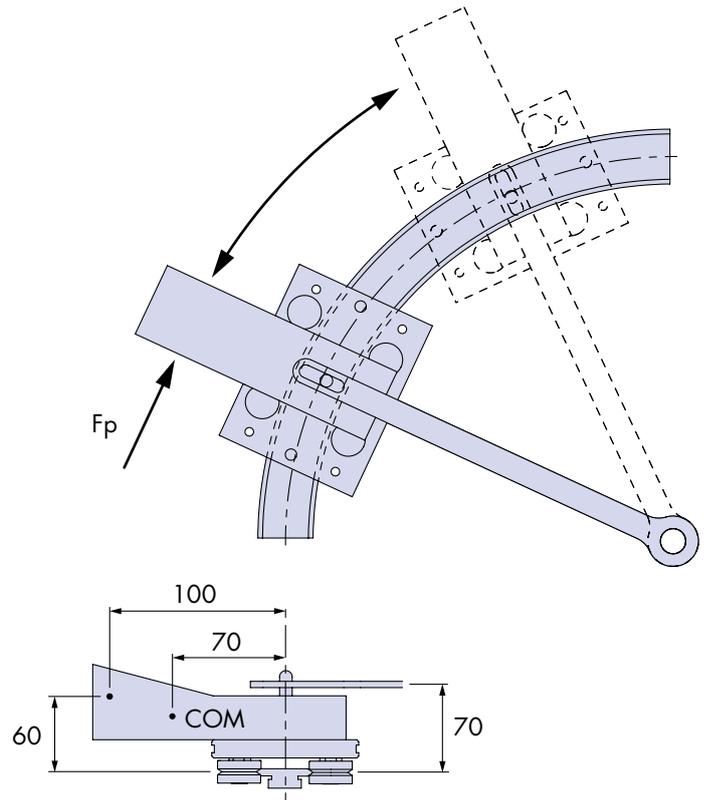
Nº 3 Información sobre Carga y Duración

Ejemplo 3

Un mecanismo de alimentación incorpora un segmento curvo de doble canto R44 612 R90 y un carro de un solo radio de giro FCC 44 612 LB DR CHK. Este mecanismo tiene una paleta que empuja los componentes a un transportador a través de un recorrido curvo. El empujador se acciona por un actuador rotatorio que encaja en una clavija en el centro de la placa de carro, a 70mm por encima de la línea central de las V's. La masa del ensamblaje del carro es de 15kg y el centro de gravedad está a 70mm del centro del carro.

Cuando el mecanismo está empujando productos al transportador, la fuerza de empuje F_p es de 300N y actúa a 100mm del centro del carro y a una altura de 60mm del centro de las V's. La longitud de recorrido es de 150mm y el sistema está lubricado mediante los lubricadores ensamblados en el carro.

La aplicación tiene una velocidad lenta y una aceleración baja, así que las fuerzas centrífugas y de inercia se pueden ignorar para los cálculos.



El factor de carga se puede calcular utilizando la ecuación [1].

$$L_F = \frac{L_1}{L_{1(\text{máx})}} + \frac{L_2}{L_{2(\text{máx})}} + \frac{M_s}{M_{s(\text{máx})}} + \frac{M_v}{M_{v(\text{máx})}} + \frac{M}{M_{(\text{máx})}}$$

$$L_1 = 15\text{kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 (g) = 147.15\text{N}$$

$$L_2 = 0$$

La fuerza de reacción en la clavija del carro = $F_p \times$ ventaja mecánica

= $F_p \times$ radio fuerza de la paleta \div radio fuerza de reacción del carro

$$= F_p \times [(306\text{mm} + 100\text{mm}) \div 306\text{mm}] = 300\text{N} \times 1.327 = 398\text{N}$$

$$M = 398\text{N} \times 0.07\text{m} - 300\text{N} \times 0.06\text{m} = 9.86\text{Nm}$$

$$M_v = 300\text{N} \times 0.1\text{m} = 30\text{Nm}$$

$$M_s = 147.15\text{N} \times 0.07\text{m} = 10.3\text{Nm}$$

Los valores para $L_{1(\text{máx})}$, $M_{s(\text{máx})}$, $M_{v(\text{máx})}$ y $M_{(\text{máx})}$ se pueden obtener directamente de la tabla de la [Fig. 1](#);

Para un FCC 44 612 LB DR

$$L_{1(\text{máx})} = 3600\text{N}$$

$$M_{v(\text{máx})} = 220\text{Nm}$$

$$M_{s(\text{máx})} = 73\text{Nm}$$

$$M_{(\text{máx})} = 130 \text{ Nm}$$

$$L_F = \frac{147.15}{3600} + \frac{9.86}{130} + \frac{30}{220} + \frac{10.3}{73} = 0.3942$$

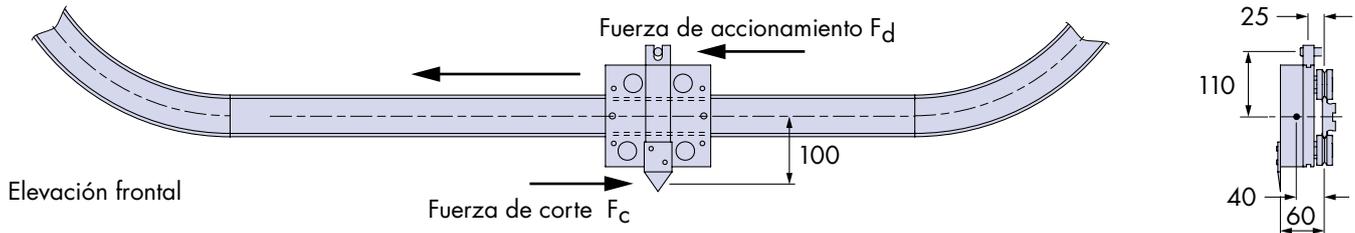
La vida básica para este sistema (FCC 44 612 LB DR incluyendo rodamientos ...J34DR y lubricado) – se toma de la tabla en la [Fig. 3](#) – es de 160km. La duración del sistema se calcula utilizando la ecuación [4].

$$\text{Duración del sistema (km)} = \frac{B_L}{(0.03 + 0.97L_F)^3} = \frac{160}{(0.03 + 0.97 \times 0.3942)^3} = 2282 \text{ km}$$

El recorrido lineal de esta aplicación es de 150mm, que es menos que 5 veces el diámetro exterior del rodamiento ($5 \times \varnothing 34 = 170\text{mm}$, ver nota 3 en la [Fig. 3](#)). Por lo tanto, la duración del sistema debería estar basada en una carrera de 170mm; $2281\text{km} \div 170\text{mm} \approx 13.4$ millones de recorridos.

N° 3 Información sobre Carga y Duración

Ejemplo 4



Una máquina de corte de textil utiliza un sistema circuito de doble canto de HepcoMotion, que consiste en 1 x TR76 799 R180C; 1 x TNL 76 B2040 + 2 x AK; 1 x TR79 799 R180C; 1 x TNL 76 B2040 + 2 x AK Y 1 x FCC 76 799 LB. El carro de un solo radio de giro lleva un mecanismo de corte que experimenta una fuerza de resistencia de 250N a una distancia de 100mm del centro del carro, y la cuchilla tiene un offset de 60mm de la línea central de las V's. El carro se acciona mediante una correa de distribución que encaja una clavija en una estructura de soporte que está a un lado del carro. La línea de fuerza tiene un offset de 110mm desde el centro del carro. El ensamblaje del carro y el mecanismo de corte pesa 20kg y se mueve a 1m/s. El cuchillo sólo corta cuando el carro se encuentra en el tramo recto inferior del sistema de circuito.

El factor de carga se puede calcular utilizando la ecuación [1].

$$L_F = \frac{L_1}{L_{1(\text{máx})}} + \frac{L_2}{L_{2(\text{máx})}} + \frac{M_s}{M_{s(\text{máx})}} + \frac{M_v}{M_{v(\text{máx})}} + \frac{M}{M_{(\text{máx})}}$$

$$L_1 = 0$$

$$L_2 = 20\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 (g) = 196.2\text{N}$$

La fricción dentro del sistema es insignificante, por lo que la fuerza de accionamiento (F_d) igualará la fuerza de corte (F_c), ambos de 250N

$$M = F_c \times 0.06\text{m} - F_d \times 0.025\text{m} = 250 \times 0.06 - 250 \times 0.025 = 8.75\text{Nm}$$

$$M_v = F_c \times 0.1\text{m} + F_d \times 0.11\text{m} = 250 \times 0.1 + 250 \times 0.11 = 52.5\text{Nm}$$

$$M_s = 196.2 \times 0.04 = 7.848\text{Nm}$$

Los valores para $L_{2(\text{máx})}$, $M_{s(\text{máx})}$, $M_{v(\text{máx})}$ y $M_{(\text{máx})}$ se pueden obtener directamente de la tabla de la [Fig. 1](#);

Para un FCC 76 799 LB

$$L_{2(\text{máx})} = 6400\text{N}$$

$$M_{v(\text{máx})} = 300\text{Nm}$$

$$M_{s(\text{máx})} = 250\text{Nm}$$

$$M_{(\text{máx})} = 340\text{Nm}$$

$$L_F = \frac{196.2}{6400} + \frac{7.848}{250} + \frac{52.5}{300} + \frac{8.75}{340} = 0.2628$$

La vida básica para este sistema (FCC 76 799 LB incluyendo rodamientos ...J54 y lubricado) – se toma de la tabla en la [Fig. 3](#) – es de 150km. La duración del sistema se calcula utilizando la ecuación [4].

$$\text{Duración del sistema (km)} = \frac{B_L}{(0.03 + 0.97L_F)^3} = \frac{150}{(0.03 + 0.97 \times 0.2628)^3} = 6486 \text{ km}$$

En los segmentos curvos de doble canto del sistema circuito no hay ninguna fuerza de corte y la fuerza de accionamiento será pequeña, pero sí hay una fuerza centrífuga = $DV^2/R = 20\text{kg} \times 12 / 0.3995 = 50.06\text{N}$ más el peso del carro. En el tramo recto superior sólo actúa el peso del carro. En el peor de los casos, cargar en cualquier otro lugar del sistema que no sea el tramo recto inferior sería en la parte inferior de los segmentos curvos del circuito, donde los varios componentes de carga son como siguen:

$$L_1 = 0$$

$$L_2 = 20\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 + 50.06\text{N} = 246.26\text{N}$$

$$M = 0$$

$$M_v = 0$$

$$M_s = 246.26\text{N} \times 0.04\text{m} = 9.85\text{Nm}$$

Estas figuras se pueden introducir en la ecuación [1], dando 0.078 a la figura L_F , aplicando esto a la ecuación [4], proporciona una duración del sistema de 127590km. Los cálculos de duración muestran que la vida esperada en la sección donde se produce el corte es 20 veces más corta que en la sección de retorno del tramo recto, por lo que el desgaste en la sección de retorno se puede ignorar para los propósitos de esta predicción de vida. Basándonos en esto, la duración del sistema se puede convertir en revolución del sistema como sigue:

$$6486\text{km} \div 2040\text{mm} \approx 3.1 \text{ millones de circuitos del sistema}$$

