



Esta hoja informativa se relaciona con el
 catálogo **HDS2**
 42 a 44

Nº 5 HDS2 Cálculos de Vida y Carga + Ejemplos

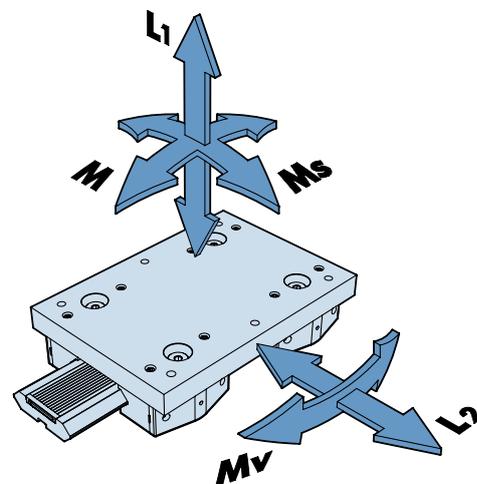
La capacidad de carga y la duración del sistema HDS2 de Hepco se determinarán según varios factores. Los factores más importantes son el tamaño y tipo de rodamiento y guías, la presencia o ausencia de lubricación y la magnitud y dirección de las cargas. La velocidad de funcionamiento, longitud de carrera y condiciones ambientales son otros factores que también pueden influir.

Cuando se calcula la capacidad de carga y vida del sistema, se deberán tener en cuenta un par de aspectos. Si el sistema utiliza un carro convencional con 4 rodamientos (como cualquier carro de Hepco), éste deberá ser considerado como un conjunto individual y por lo tanto la carga y la vida se determinarán tal y como se especifica en la sección **Sistemas con carros**, mostrado más abajo. Alternativamente, cada rodamiento puede ser considerado aparte según el método mostrado en la sección **Cálculos de los Rodamientos Individuales**.

Sistemas con Carros

A la hora de calcular la capacidad de carga y la vida de un sistema de guías en V que utiliza un carro con 4 rodamientos, la carga sobre el sistema se debe descomponer en los componentes de carga directa L1 y L2, y en los componentes de momentos M, Mv y Ms (ver esquema de la derecha).

Las capacidades de carga directa y de momento máximas para los carros HDS2 se muestran en la tabla de abajo. Se incluyen las capacidades para condiciones tanto 'secas' como 'lubricadas' – esto se refiere al contacto en 'V', ya que todos los rodamientos vienen lubricados internamente de por vida. Los valores se basan en un servicio sin choques.



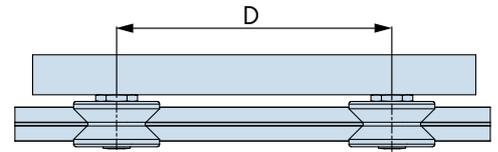
Nº de Pieza del Carro	Sistema en Seco					Sistema Lubricado				
	L1(máx)	L2(máx)	Ms(máx)	Mv(máx)	M(máx)	L1(máx)	L2(máx)	Ms(máx)	Mv(máx)	M(máx)
	N	N	Nm	Nm	Nm	N	N	Nm	Nm	Nm
AU6425D..	10 000	16 000	450	8 x D	5 x D	10 000	16 000	450	8 x D	5 x D
AU..6425C..	10 000	16 000	900	8 x D	5 x D	10 000	16 000	900	8 x D	5 x D
AU..6425N..	10 000	16 000	810	8 x D	5 x D	10 000	16 000	810	8 x D	5 x D
AU..6425W..	10 000	16 000	1260	8 x D	5 x D	10 000	16 000	1260	8 x D	5 x D
AU9525D..	28 000	40 000	1280	20 x D	14 x D	28 000	40 000	1280	20 x D	14 x D
AU..9525C..	28 000	40 000	2510	20 x D	14 x D	28 000	40 000	2510	20 x D	14 x D
AU..9525N..	28 000	40 000	2260	20 x D	14 x D	28 000	40 000	2260	20 x D	14 x D
AU..9525W..	28 000	40 000	3520	20 x D	14 x D	28 000	40 000	3520	20 x D	14 x D
AU12025D..	-	-	-	-	-	40 000	60 000	1830	30 x D	20 x D
AU..12025C..	-	-	-	-	-	40 000	60 000	3590	30 x D	20 x D
AU..12025N..	-	-	-	-	-	40 000	60 000	3230	30 x D	20 x D
AU..12025W..	-	-	-	-	-	40 000	60 000	5030	30 x D	20 x D
AU..12833N..	40 000	60 000	4530	30 x D	20 x D	40 000	60 000	4530	30 x D	20 x D
AU..12833W..	40 000	60 000	6530	30 x D	20 x D	40 000	60 000	6530	30 x D	20 x D
AU..15033N..	-	-	-	-	-	68 000	100 000	7710	50 x D	34 x D
AU..15033W..	-	-	-	-	-	68 000	100 000	11 110	50 x D	34 x D

Las capacidades de carga se refieren a sistemas de acero. Para los sistemas en acero inoxidable las capacidades de carga son un 25% inferiores.

Nº 5 HDS2 Cálculos de Vida y Carga + Ejemplos

Cómo calcular el Factor de Carga de un Sistema

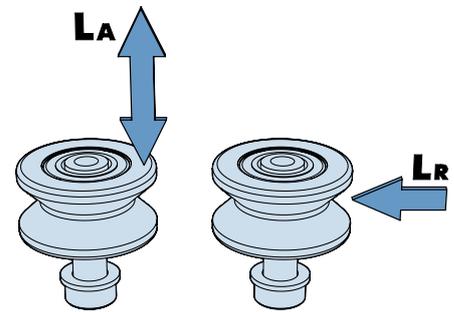
Para calcular la vida de un sistema, primero hay que calcular el factor de carga LF utilizando la ecuación de abajo. En el caso de los momentos MV y M, habrá que determinar el Mv(máx) y M(máx) para el carro correspondiente. El dato se obtiene multiplicando la cifra que se muestra en la tabla por la distancia entre centros del rodamiento, D, en milímetros. El factor LF no debería superar a 1 en ninguna combinación de cargas. Una vez se haya determinado el factor LF para la aplicación, se calculará la vida según se muestra en la 43 del catálogo HDS2.



$$\text{Factor de Carga LF} = \frac{L1}{L1_{(\text{máx})}} + \frac{L2}{L2_{(\text{máx})}} + \frac{Ms}{Ms_{(\text{máx})}} + \frac{Mv}{Mv_{(\text{máx})}} + \frac{M}{M_{(\text{máx})}}$$

Cálculos para Rodamientos en V Individuales

Muchas aplicaciones no utilizan los carros estándar. En estos casos es necesario emplear los cálculos convencionales de carga estática para determinar la carga en cada rodamiento del sistema, descomponiendo las cargas en componentes axiales LA y radiales LR. Las máximas capacidades de carga LA y LR para todos los tipos de rodamientos 'V' del HDS2 de Hepco se muestran en la tabla de abajo. Se incluyen las capacidades tanto para condiciones 'secas' como 'lubricadas' – esto se refiere a la superficie de contacto en V, puesto que todos los rodamientos vienen lubricados internamente de por vida. Los valores se basan en un servicio sin impactos o choques.



Nº de Pieza del Rodamiento	Seco			Lubricado		
	LA (máx)	LR (máx)	Vida básica (km)	LA (máx)	LR (máx)	Vida básica (km)
	N	N		N	N	
..HJ64	2500	8000	300	2500	8000	500
..HJ95	7000	20 000	400	7000	20 000	400
..HJ120	-	-	-	10 000	30 000	700
..HJ128	10 000	30 000	500	10 000	30 000	700
..HJ150	-	-	-	17 000	50 000	2000

Las cifras de arriba presuponen el uso de los rodamientos con guías iguales o más grandes que la selección de guía óptima para ese tamaño de rodamiento. Para detalles de los tamaños óptimos, 18-19 del catálogo HDS2. Para la capacidad de carga de los rodamientos con guías más pequeñas, contacte con Hepco.

Cómo calcular el Factor de Carga del Sistema

Para calcular la duración del sistema, primero hay que calcular el factor de carga LF usando la ecuación de abajo.

$$\text{Factor de Carga LF} = \frac{LA}{LA_{(\text{máx})}} + \frac{LR}{LR_{(\text{máx})}}$$

LF no debe superar a 1 para ninguna combinación de cargas.

Una vez determinado LF para la aplicación, se calcula la duración de la siguiente manera:

Cómo calcular la vida del sistema

Una vez determinado LF para un carro con 4 rodamientos o un rodamiento individual, se puede calcular la duración en Km utilizando una de las tres ecuaciones de abajo. En estas ecuaciones, la duración básica se toma de la tabla (arriba) en cuanto al rodamiento y el estado de lubricación que corresponda.

Nº 5 HDS2 Cálculos de Vida y Carga + Ejemplos

Sistema Seco

$$\text{Vida (km)} = \frac{\text{Vida básica}}{(0.04 + 0.96Lf)^2}$$

$$\text{Vida (km)} = \frac{\text{Vida básica}}{(0.04 + 0.96Lf)^3}$$

(Utilice este cálculo para todos los rodamientos excepto ..HJR150.)

Sistema Lubricado

$$\text{Vida (km)} = \frac{\text{Vida básica}}{(0.04 + 0.96Lf)^{3.3}}$$

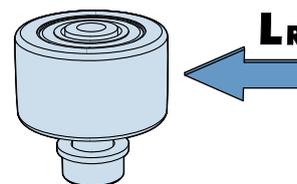
(Utilice este cálculo sólo para el rodamiento ..HJR150.)

Notas:

- Los valores máximos de L1, L2, MS, M, MV, LA y Lr y las magnitudes de la vida básica del sistema para cada tipo de rodamiento se refieren al rendimiento conjunto de guía y rodamiento. Las pruebas han demostrado que estas cifras son más fiables que cuando se trabaja con las capacidades de carga estática y dinámica teóricas (C y CO) de los rodamientos.
- Los cálculos dentro de esta sección presuponen que la carrera lineal comprende un determinado número de revoluciones completas de los rodamientos. Si la carrera en cualquier aplicación fuese inferior a cinco veces el diámetro exterior del rodamiento, entonces calcule la distancia recorrida como si se moviera igual a cinco veces el diámetro. Puede que los sistemas que funcionan a velocidades superiores a 8 m/s requieran un cálculo adicional. Contacte con Hepco para más detalles.
- A efectos de los cálculos de carga/vida de esta página, la carga axial LA es la que acepta el rodamiento encajado a una guía en 'V' en su aro exterior. Se considera pues una carga desplazada respecto al eje. Esta carga axial sería mayor si fuese aplicada en el centro del rodamiento.
- En los cálculos que figuran arriba, el término lubricado se refiere a la superficie de contacto entre la guía y las 'V' de los rodamientos. La mejor forma de conseguir esta lubricación es a través de los lubricadores, caperuzas de retén o caperuzas de barrido de Hepco, sin embargo son aceptables otros métodos que aseguren la presencia de una grasa o aceite apropiado en la zona de contacto.
- Cuando un sistema consta de más de 4 rodamientos por carro (por ej. vea los ejemplos de aplicación en la 9) no siempre se puede garantizar que la carga se distribuirá por igual entre todos los rodamientos. En estos casos se recomienda utilizar rodamientos de altura controlada (cuando sea posible hacerlo) y que se reduzca la capacidad máxima del sistema para compensar la disminución de vida del rodamiento que más carga lleva. Contacte con Hepco para más detalles.

Cálculos de los Rodillos para Carril

Los sistemas que llevan incorporados Rodillos para Carril que ruedan sobre Carriles Planos o en las superficies planas de las Guías de simple canto en 'V' necesitarán un cálculo distinto para determinar la carga y vida. Para los rodillos para carril sólo se cita su capacidad de carga radial ya que no se suelen cargar axialmente. Su contacto de rodadura pura con el carril significa que no hace falta reducir su capacidad normal para el uso en aplicaciones sin lubricación (aunque se recomienda que los carriles y rodillos se lubriquen ligeramente para un mejor rendimiento).



La capacidad de carga radial máxima LR para la gama de Rodillos para carril HDS2 de Hepco se muestra en la tabla de abajo.

Capacidades de carga para rodillos para carril		Vida básica (km)
Número de Pieza de los Rodillos	LR (máx) N	
..HRN58	5 000	500
..HRR58	10 000	300
..HRR89	20 000	400
..HRR122	30 000	700
..HRR144	80 000	500

Cómo calcular el factor de carga del sistema

Para calcular la duración del rodillo, primero hay que calcular el factor de carga LF usando la ecuación de abajo.

$$\text{Factor de Carg } Lf = \frac{LR}{LR_{(máx)}} \quad Lf \text{ no debe ser superior a } 1$$

Cómo calcular la vida del rodillo para carril

Habiendo determinado LF para cada rodillo, se puede calcular la vida en km usando la ecuación de abajo. La 'vida básica' se toma de la tabla de arriba para cada rodillo respectivamente.

$$\text{Vida (km)} = \frac{\text{Vida básica}}{Lf^3}$$

(utilice este cálculo para todos los rodillos excepto el ..HRR144)

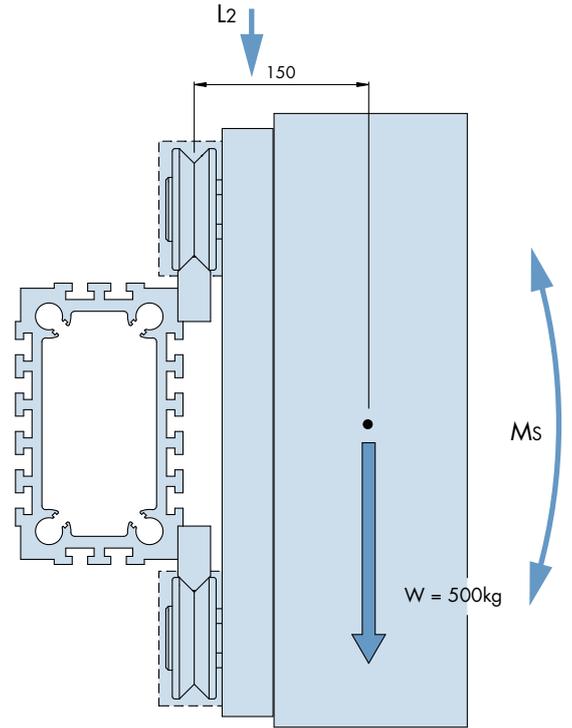
$$\text{Vida (km)} = \frac{\text{Vida básica}}{Lf^{3.3}}$$

(utilice este cálculo sólo para el rodillo ..HRR144)

Nº 5 HDS2 Cálculos de Vida y Carga + Ejemplos

Ejemplo 1

Una máquina incorpora un pesado componente de fundición que va montado en un carro AU9525WCW de Hepco (carro ensamblado con caperuzas, 26-27 del catálogo), que a su vez está instalado en un ensamblaje de una viga HB25 con guías CHSS25NK. El peso del componente de fundición y el carro es de 500 Kg, y el centro de la masa está centrado a lo largo de la longitud del carro y a 150 mm de la V de la guía, tal y como se muestra en el dibujo.



$$\text{Factor de Carga LF} = \frac{L1}{L1_{(\text{máx})}} + \frac{L2}{L2_{(\text{máx})}} + \frac{MS}{MS_{(\text{máx})}} + \frac{MV}{MV_{(\text{máx})}} + \frac{M}{M_{(\text{máx})}}$$

$$L1 = M = MV = 0$$

$$L2 = 500\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 \text{ (gravedad)} = 4905\text{N}$$

$$MS = 4905\text{N} \times 0.15\text{m} = 735.75\text{Nm}$$

Los valores para $L1_{(\text{máx})}$, $L2_{(\text{máx})}$, $MS_{(\text{máx})}$ se obtienen directamente de la tabla de la página 1, los valores para $MV_{(\text{máx})}$, $M_{(\text{máx})}$ también se pueden encontrar en la mencionada tabla. De todas formas, el valor deberá ser multiplicado por 'D', que es la dimensión entre los rodamientos a lo largo de la longitud del carro. Esta dimensión se puede encontrar en la página 26 del catálogo HDS2.

'D' para AU9525WCW es 290 mm, por lo tanto, $MV_{(\text{máx})} = 20 \times 290 = 5\,800\text{Nm}$, and $M_{(\text{máx})} = 14 \times 290 = 4\,060\text{Nm}$.

$$LF = \frac{0}{28000} + \frac{4905}{40000} + \frac{735.75}{3520} + \frac{0}{5800} + \frac{0}{4060} = 0.332$$

La vida básica para este sistema (utilizando rodamientos THJR95 en la condición de lubricados) se toma de la tabla de la página 2 – es decir, de 400 Km. La duración del sistema se calcula según se muestra más abajo.

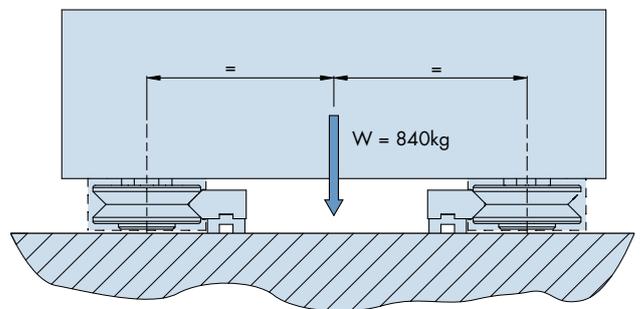
$$\text{Vida (km)} = \frac{\text{Vida básica}}{(0.04 + 0.96LF)^3} = \frac{400}{(0.04 + 0.96 \times 0.332)^3} = 8\,690\text{km}$$

Con estos esfuerzos, el sistema recorrerá $0.4 \text{ m/s} \times 60 \times 60 \times 40$ (segundos / semana) $\times 0.5$ (50% ciclo de trabajo) = 28.800 m = 28.8 Km / semana. 8.690 Km de vida, equivalentes a 301.7 semanas ó **5.8 años**.

Ejemplo 2

Un sistema consiste en un carro que pesa 840 Kg con 2 rodamientos BHJR95CNS y BHJR95ENS. La lubricación la proporcionan 4 caperuzas CW95. El carro se mueve en 2 guías en V PHSS25. La longitud de la carrera del sistema es de 1.6 m. La única carga para el sistema de guías es el peso del carro, cuyo centro de masa está en el centro del ensamblaje de los cuatro rodamientos. El sistema funciona a 0.6 m/s en un ciclo de trabajo del 25% durante 45 horas semanales.

Ya que el peso de 8240N (= masa \times g = 840 kg \times 9.81 m/s² = 8240N) está centrado en el carro, está igualmente distribuido entre los cuatro rodamientos, por lo que cada rodamiento soporta una carga de 2060N.



La carga en este caso es puramente axial, por lo que $LA = 2060$, $LR = 0$. A partir de aquí podemos calcular el factor de carga según la ecuación que se muestra en la página 2.

$$\text{Factor de Carga LF} = \frac{LA}{LA_{(\text{máx})}} + \frac{LR}{LR_{(\text{máx})}} = \frac{2060}{7000} + \frac{0}{20000} = 0.294$$

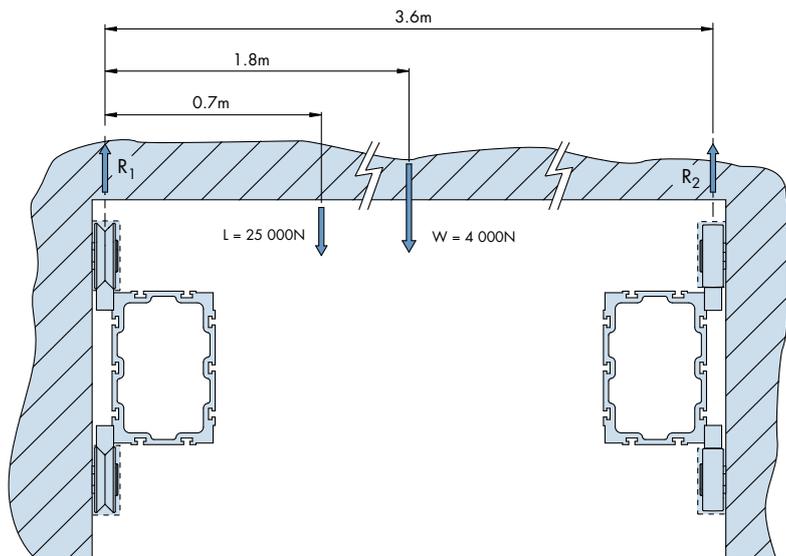
N° 5 HDS2 Cálculos de Vida y Carga + Ejemplos

La vida básica para este sistema (utilizando rodamientos THJR95 en la condición de lubricados) se toma de la tabla de la página 2 – es decir de 400 Km. La duración del sistema se calcula según se muestra más abajo.

$$\text{Vida (km)} = \frac{\text{Vida básica}}{(0.04 + 0.96LF)^3} = \frac{400}{(0.04 + 0.96 \times 0.294)^3} = 11\,922 \text{ km}$$

Con estos esfuerzos, el sistema recorrerá $0.6 \text{ m/s} \times 60 \times 60 \times 45$ (segundos / semana) $\times 0.25$ (25% ciclo de trabajo) = 24.300 m ó 24.3 Km por semana. La vida estimada del sistema es por lo tanto de 11.922 Km / 24.3 Km = 490 semanas ó **9.4 años**.

Ejemplo 3



Una máquina tipo pórtico utiliza 2 guías en V CHSS33 y 2 carriles planos CHTS33 por donde se mueve una máquina plataforma que pesa 4.000 N, y cuyo centro de masa está en el centro del sistema (ver dibujo de la izquierda). También se soporta una carga externa de 25.000N, pero ésta está sólo a 0.7 m de la línea central de la guía en V. La carga está soportada por 2 rodamientos en V BHJR128CNS y 2 rodamientos en V BHJR128ENS, combinados con la guía en V y 2 rodillos BHRR122CNS y BHRR122ENS que funcionan en los carriles planos.

El sistema funciona a 1 m/s en un ciclo de trabajo del 10% durante 24 horas, 6 días a la semana.

La carga en cada uno de los elementos de rodadura se calcula utilizando métodos básicos estáticos.

[Sumando todas las fuerzas]

$$R_1 + R_2 = L + W = 25\,000 + 4\,000 \text{ N} = 29\,000 \text{ N}$$

[Tomando momentos de la línea central de la V de la guía]

$$L \times 0.7 \text{ m} + W \times 1.8 \text{ m} = 25\,000 \text{ N} \times 0.7 \text{ m} + 4\,000 \text{ N} \times 1.8 \text{ m} = R_2 \times 3.6 \text{ m}$$

[Por lo tanto]

$$R_2 \times 3.6 \text{ m} = 24\,700 \text{ Nm} \therefore R_2 = 6861 \text{ N}$$

[Sustituyendo a la primera ecuación]

$$R_1 + 6861 \text{ N} = 29\,000 \text{ N} \therefore R_1 = 22\,139 \text{ N}$$

Ambos R1 y R2 están soportados por dos elementos de rodadura, así que las cargas radiales son: rodamientos en V 11.069,5N; rodillos 3.430,5N

$$\text{Factor de carga LF para los rodamientos en V} = \frac{L_A}{L_{A(\text{máx})}} + \frac{L_R}{L_{R(\text{máx})}} = \frac{0}{10\,000} + \frac{11\,069.5}{30\,000} = 0.369$$

$$\text{Factor de carga LF para los rodillos} = \frac{L_R}{L_{R(\text{máx})}} = \frac{3\,430.5}{30\,000} = 0.114$$

Utilizando los cálculos de la página 3, podremos determinar la vida del sistema basado en los factores de carga calculados. La vida básica para este sistema (utilizando rodamientos THJR128 en la condición de lubricados) se toma de la tabla de la página 2 – es decir de 700 Km.

Para los rodamientos en V:

$$\text{Vida (Km) para los rodamientos en V} = \frac{\text{Vida básica}}{(0.04 + 0.96LF)^3} = \frac{700}{(0.04 + 0.96 \times 0.369)^3} = 11\,425 \text{ km}$$

La vida básica para este sistema, utilizando rodillos THJR122 se toma de la tabla de la página 3 – es decir también 700 Km.

Para los rodillos:

$$\text{Vida (Km) para los rodillos} = \frac{\text{Vida básica}}{LF^3} = \frac{700}{0.114^3} = 468\,155 \text{ km}$$

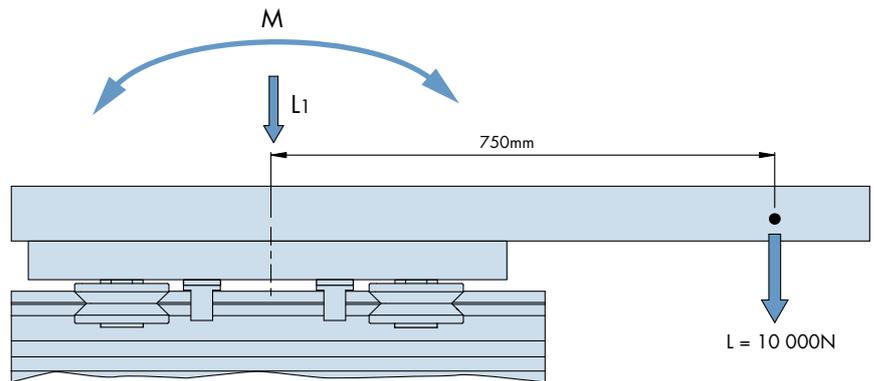
Tal y como se puede observar de los cálculos de arriba, los rodamientos en V serán el factor determinante de la duración del sistema.

Con estos esfuerzos, el sistema recorrerá $1 \text{ m/s} \times 60 \times 60 \times 24 \times 6$ (segundos / semana) $\times 0.1$ (10% ciclo de trabajo) = 51840 m = 51.8 Km / semana. 11.425 Km de duración, equivalente a 220,5 semanas ó **4,2 años**.

Nº 5 HDS2 Cálculos de Vida y Carga + Ejemplos

Ejemplo 4

Una máquina utiliza un carro ensamblado AU15033WLB montado en una viga HB33 con guías en V CHSS33 para soportar una carga de 10.000N, que está desplazada 750mm del centro del sistema, tal y como se ilustra. El sistema se mueve a 0.4 m/s durante 40 horas semanales en un ciclo de trabajo del 60%. Las cargas en el carro se determinan como sigue:



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

$$L_2 = M_s = M_v = 0$$

$$L_1 = 10\,000\text{N}$$

$$M = 10\,000\text{N} \times 0.75\text{m} = 7500\text{Nm}$$

Los valores para $L_{1(\text{máx})}$, $L_{2(\text{máx})}$, $M_{s(\text{máx})}$ se obtienen directamente de la tabla de la página 1, los valores para $M_{v(\text{máx})}$, $M_{(\text{máx})}$ también se pueden encontrar en la mencionada tabla. De todas formas, el valor deberá ser multiplicado por 'D', que es la dimensión entre los rodamientos a lo largo de la longitud del carro. Esta dimensión se puede encontrar en la página 26 del catálogo HDS2.

'D' para AU15033WLB es 435 mm, por lo tanto, $M_{v(\text{máx})} = 50 \times 435 = 21\,750\text{Nm}$, and $M_{(\text{máx})} = 34 \times 435 = 14\,790\text{Nm}$.

$$L_f = \frac{10\,000}{68\,000} + \frac{0}{100\,000} + \frac{0}{11\,110} + \frac{0}{21\,750} + \frac{7500}{14\,790} = 0.654$$

La vida básica para este sistema (utilizando rodamientos THJR150 en la condición de lubricados) se toma de la tabla de la página 2 – es decir, de 2000 Km. La duración del sistema se calcula utilizando el cálculo de duración para los rodamientos .HJR150.. que se muestran en la página 3..

$$\text{Vida (km)} = \frac{\text{Vida básica}}{(0.04 + 0.96L_f)^{3.3}} = \frac{2000}{(0.04 + 0.96 \times 0.654)^{3.3}} = 7573\text{km}$$

Para este trabajo, el sistema se mueve a $0.4\text{ m/s} \times 60 \times 60 \times 40$ (segundos / semana) $\times 0.6$ (60% ciclo de trabajo) = 34.560 m = 34.56 Km / semana. 7.573 Km de vida es igual a 219 semanas ó 4.2 años.

HepcoMotion®, Alt de Gironella,
36-38 bajos 08017 Barcelona
Tel. 93 205 84 47
Fax. 93 280 62 14
E-mail: info.es@hepcotion.com