



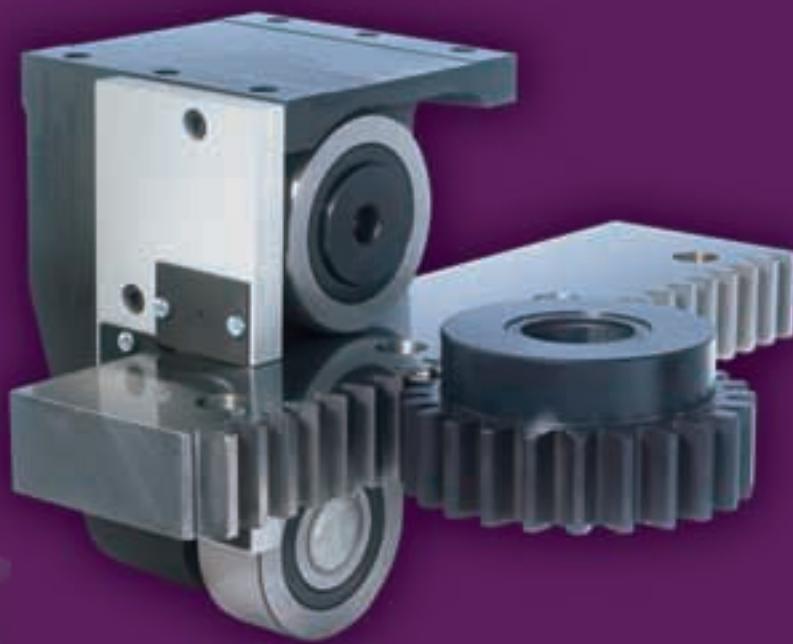
RODAVIGO, S.A.
RODAMIENTOS VIGO, S.A.

www.rodavigo.net

+34 986 288118
Servicio de Att. al Cliente

HepcoMotion®

MHD
sistema de rodillos
carga pesada



HEPCO

www.HepcoMotion.com

Composición del Sistema

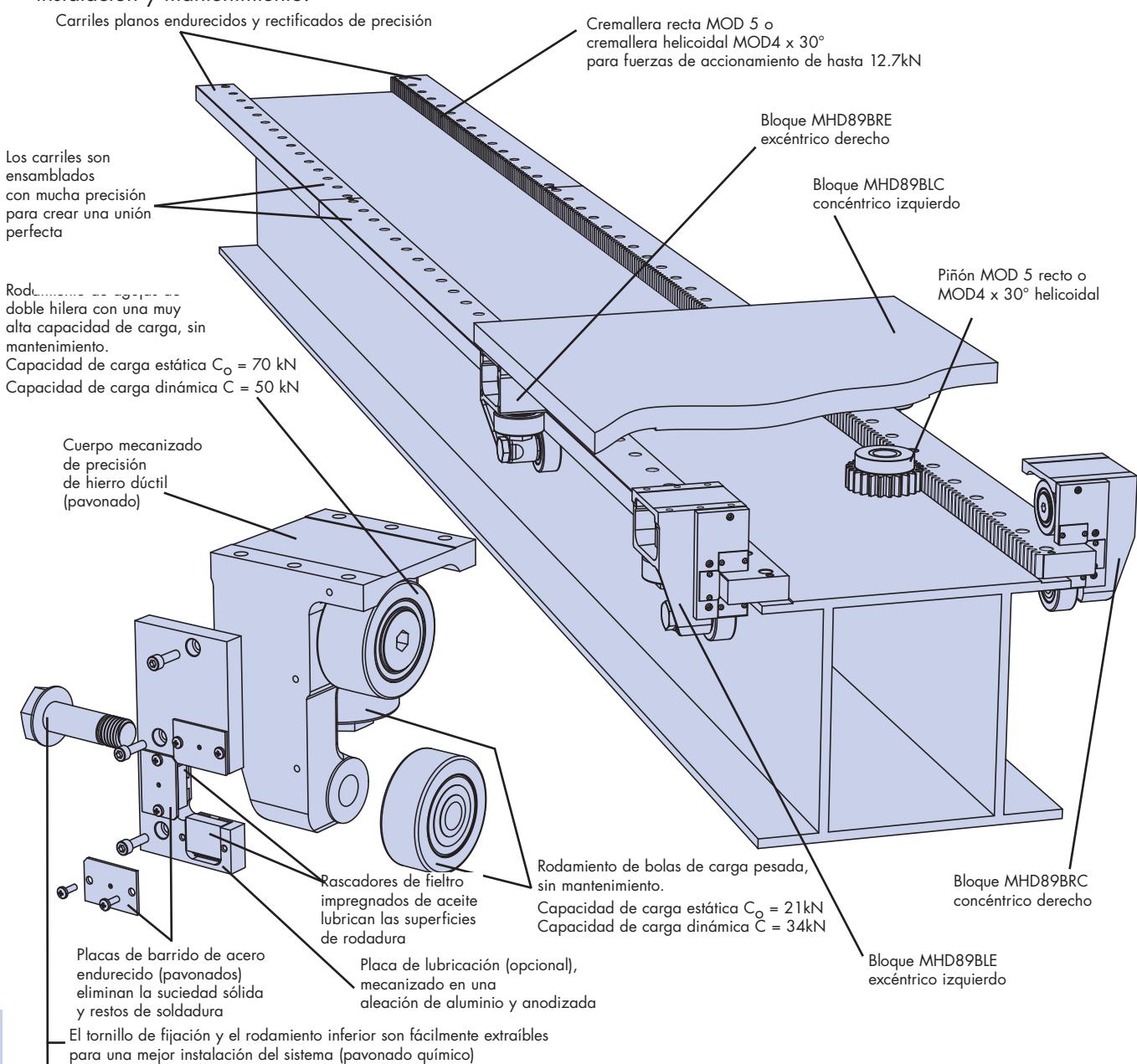
El sistema MHD de HepcoMotion proporciona un guiado lineal **preciso, duradero** y de **baja fricción** que es especialmente adecuado en automatizaciones para mover piezas muy pesadas. Los rodillos de los bloques incorporan unos rodamientos de agujas de doble hilera sellados y unos rodamientos de bolas **sin mantenimiento**. Los carriles planos están endurecidos y rectificados con precisión, y pueden ser especificados con cremallera recta o helicoidal y junto a los piñones disponibles, proporcionarán un accionamiento robusto y preciso.

El sistema tiene una **alta capacidad de carga** y puede conseguir velocidades de hasta **6 m/s**. Las grandes ruedas tienen una capacidad axial que hace que el sistema sea **tolerante a la introducción de suciedad, desalineación, alteraciones en las juntas y averías accidentales**. El sistema es **fácil de instalar** en máquinas de cualquier longitud y es muy fiable y además suministrará una larga vida de servicio y sin problemas.

maquinas de cualquier longitud y es muy estable y ademas suministrara una larga vida de servicio y sin problemas. Los bloques se pueden suministrar con lubricadores que aplican una capa de aceite sobre los carriles a fin de incrementar la duración del sistema, y los rascadores eliminan la suciedad de la superficie del carril, incluso los restos de soldadura.

Los bloques de soporte tienen una capacidad sustancial en todas las direcciones, pero tienen una mayor capacidad de carga en sentido descendente para soportar grandes cargas. Esta disposición es muy adecuada para las aplicaciones con robots, aún cuando haya una carga en voladizo y con aceleraciones altas.

El rodamiento inferior de cada bloque puede ser fácilmente extraíble, lo cual facilita el ensamblaje en los carriles bajando el carro que está encima. Esta característica única simplifica considerablemente los procesos de instalación y mantenimiento.

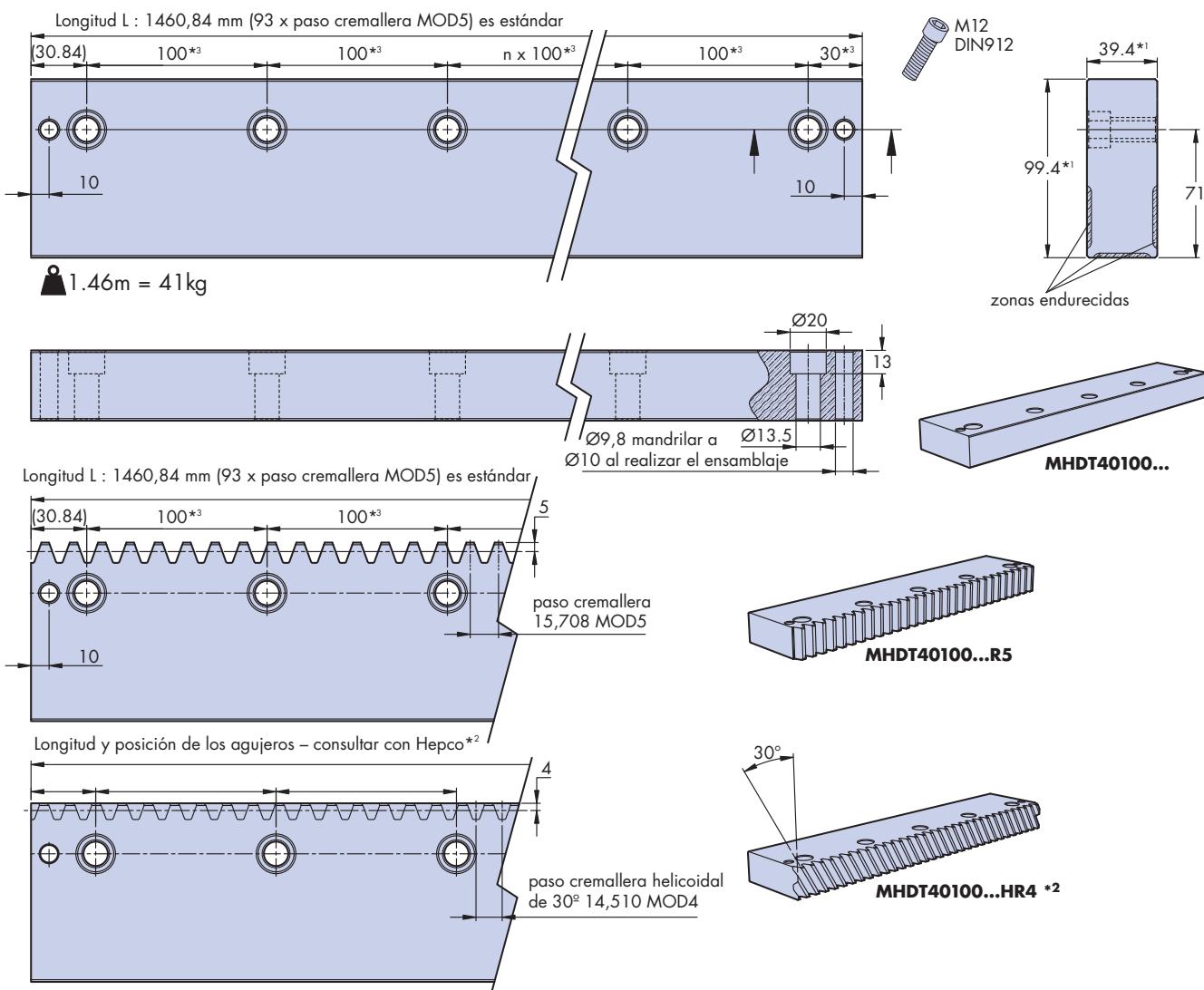




Carries Planos

Los carries planos MHD de Hepco están hechos de acero al carbono de alta calidad, con las superficies de rodadura endurecidas para una máxima duración y todas las superficies planas están rectificadas con precisión. Los carries se pueden especificar planos, con una cremallera recta de MOD5 o bien con una cremallera helicoidal MOD4 de 30° a ISO 1328 grado 10. Los carries planos o con cremallera recta se fabrican en longitudes predeterminadas de ~ 1.46 m, que se pueden unir para formar longitudes ilimitadas*1. Se pueden suministrar otras longitudes. Todos los carries tienen agujeros escariados para acoplar tornillos de fijación de cabeza hueca M12 *3.

La instalación se realiza ensamblando*1 los carries mediante un registro mecanizado. Este procedimiento permite una unión perfecta para el paso de los rodamientos y los piñones. Los carries se fijan mediante espigas a ambos lados de la unión. Para instrucciones completas de instalación, visite por favor nuestra página web www.HepcoMotion.com/mhddatauk y seleccione la hoja informativa n° 1 – MHD Instrucciones de Instalación.



Detalles de Pedido

Número de Referencia. **MHDT40100** indica un carry plano MHD _____

Código Longitud. **1461** indica la longitud nominal del carry en mm*2. _____

Opción cremallera. **R5** – MOD5 cremallera recta; **HR4** – MOD4 x 30° cremallera helicoidal; dejar en blanco si no se requiere cremallera.

Notas:

- Las dimensiones de espesores y anchura de los carries de un conjunto están terminadas con una precisión de 0,025mm y la posición de los extremos de los carries se controla de forma precisa para que coincida con el centro del diente de la cremallera, a fin de proporcionar una unión perfecta de rodadura para los carries y cremalleras.
- Indique la longitud de carrera completa. Para carries planos y para aquellos que lleven una cremallera R5, la longitud estándar de cada pieza es de L1461 mm. Los sistemas más largos se obtienen de múltiplos de esta longitud. Los carries planos con la opción de una cremallera helicoidal HR4 para longitudes de más de 1500 mm, serán suministrados en varios tramos. Debido a la cremallera helicoidal, las uniones son angulares y están endurecidas. En estos casos, Hepco proporcionará un plano con las dimensiones de los carries y las posiciones de los agujeros.
- Los agujeros de fijación están posicionados de forma precisa y para sistemas de hasta 3 m los agujeros de la superficie de montaje pueden estar pre-taladrados a la posición nominal. Para sistemas más largos que el indicado, se recomienda que los agujeros se taladren en el momento de ensamblaje o si así se requiere, Hepco le confeccionará un plano con el pedido con las posiciones exactas de los agujeros.

MHDT40100 L1461 R5



Bloques

Los bloques de rodadura MHD de Hepco tienen un cuerpo de hierro dúctil de alta resistencia, mecanizado de precisión y con un pavonado químico. El rodillo superior utiliza un rodamiento de agujas de doble hilera de contacto angular y con una capacidad de carga muy alta y los dos rodillos inferiores llevan rodamientos de doble hilera. Esta combinación ofrece una alta capacidad de carga, una duración excelente y una capacidad de carga predominante en la dirección L_{1A} (§ 6).

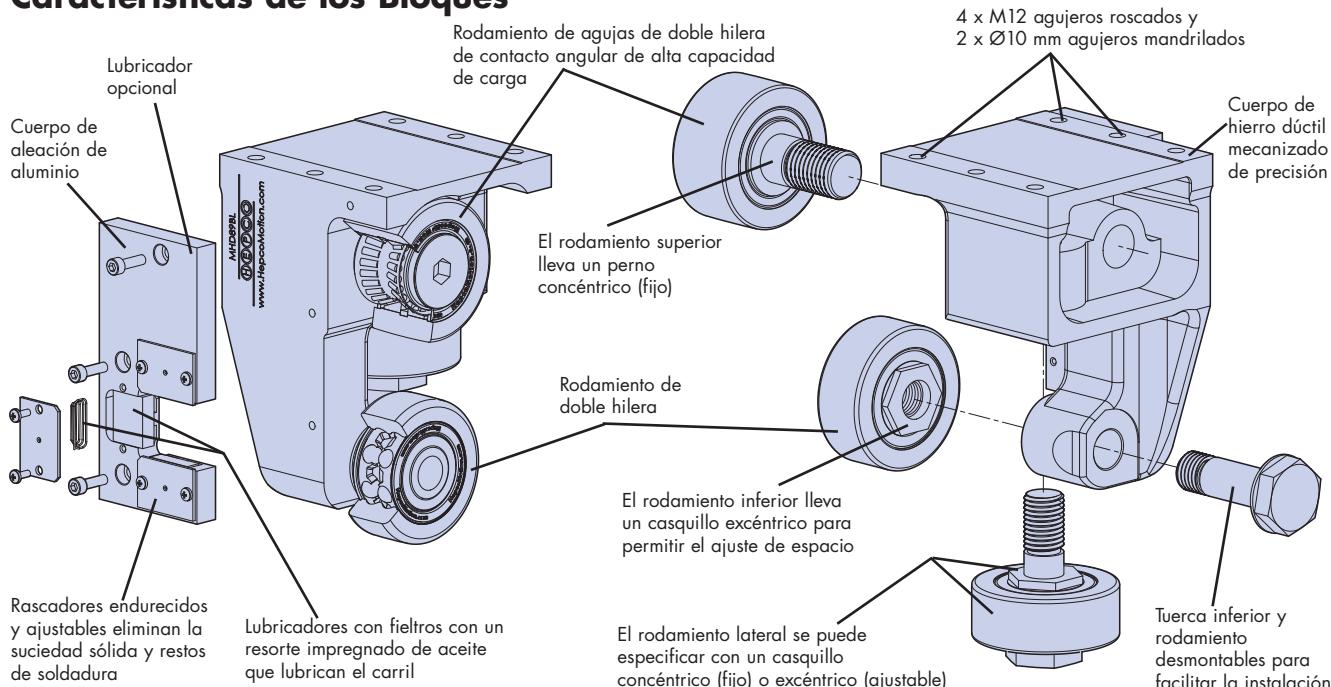
El rodillo superior gira en un perno fijo (concéntrico). El rodillo inferior gira en una fijación excéntrica a fin de permitir el ajuste del espacio de rodadura. Esta rueda se puede desmontar cómodamente para facilitar la instalación. La tercera rueda se puede montar de forma concéntrica o excéntrica dependiendo de lo que se requiera. En la mayoría de sistemas se especifican generalmente los pernos fijos (concéntricos) en el lado de referencia del sistema, y los excéntricos al otro lado a fin de facilitar la instalación (§ 1).

El lubricador tiene unos filtros con un resorte impregnado de aceite que lubrica las superficies de rodadura de los carriles. Los rascadores están endurecidos y son ajustables eliminando la suciedad de la superficie de los carriles, lo cual asegura que la calidad de rodadura se mantiene aún en ambientes muy sucios. Los lubricadores se pueden suprimir en las aplicaciones que no los requieran.

El diseño estándar tiene los agujeros roscados, unos registros mecanizados con precisión y agujeros para espigas para desmontar la superficie superior. Hay un diseño alternativo de bloque que permite montar el bloque por la cara trasera.

Para obtener las instrucciones completas de instalación, visite nuestra página web www.HepcoMotion.com/hjddatauk y seleccione la hoja informativa n° 1 – Instrucciones de Instalación MHD.

Características de los Bloques



Los dibujos muestran un bloque derecho

Detalles de Pedido

MHD89B L E NL R

Número de Referencia. **MHD89B** indica un bloque MHD.

L indica un bloque izquierdo; **R** indica un bloque derecho (ver arriba).

E indica un ajuste excéntrico (ajustable) del rodamiento lateral; **C** indica un ajuste concéntrico (fijo).

NL indica un bloque sin lubricador / rascador de carril. Dejar en blanco para bloques con lubricador / rascador de carril.

R indica la opción de fijación trasera. Dejar en blanco para bloques con fijaciones estándar

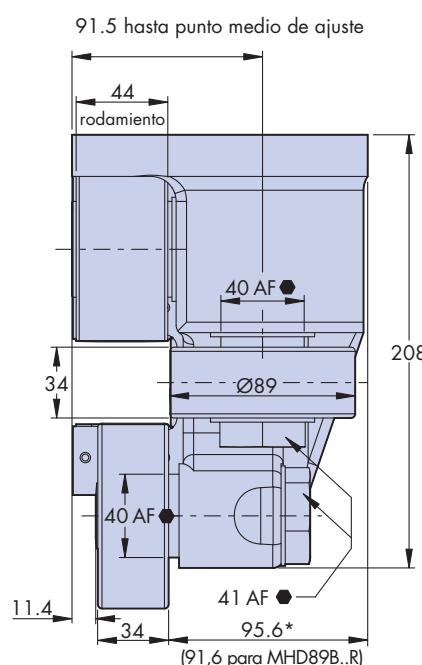
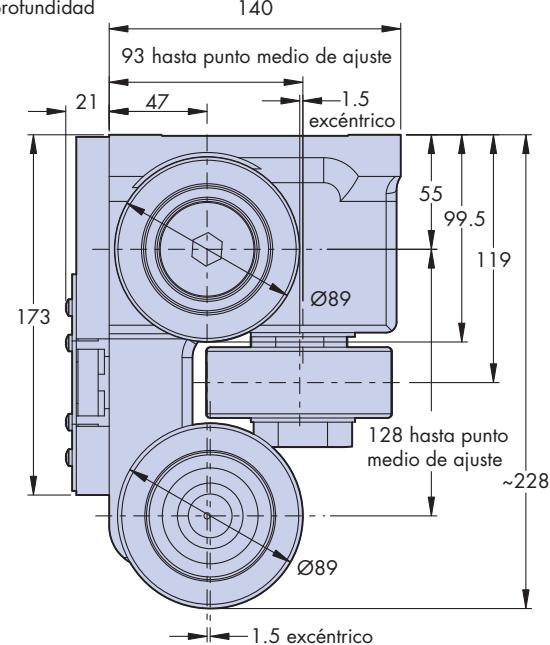
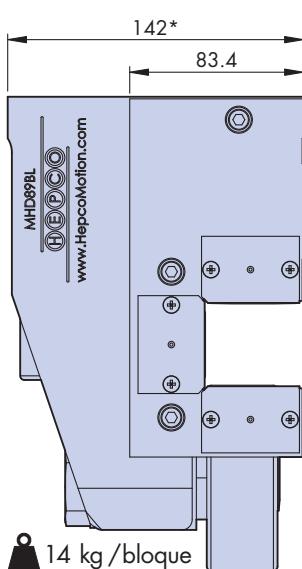
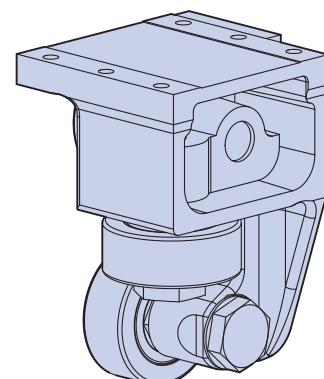
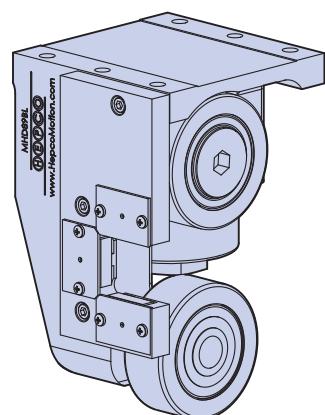
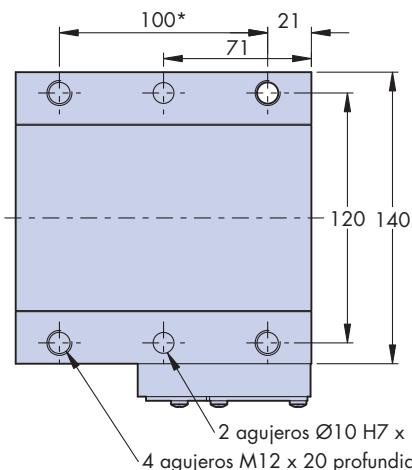
Notas:

- Para fijar un bloque MHD en un carril es necesario ajustar los excéntricos. Para realizar esta operación se necesitan una llave de ajuste estándar de 41 mm A/F y una llave de ajuste especial más fina de 40 mm A/F (disponible de Hepco: número de pieza AT95).



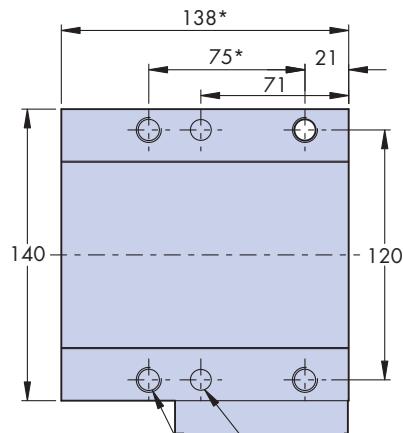
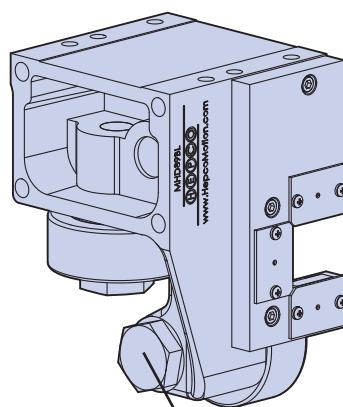
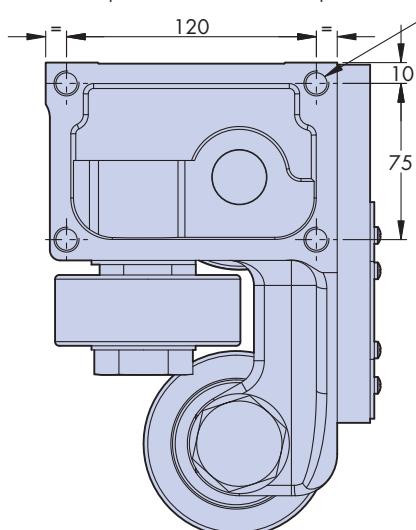
Bloque de rodadura

Dimensiones



Los 6 dibujos muestran un bloque estándar MHD89BLE

Los bloques derechos son un reflejo de las versiones de bloques izquierdos mostrados.



Los 3 dibujos de arriba muestran un bloque con fijación trasera MHD89BLER

Las dimensiones marcadas con * se diferencian entre los tipos de fijación estándar y fijación trasera

Para la versión de fijación trasera, la tuerca de fijación inferior puede ser fabricada, previa petición, para ser retirada por el lado del rodamiento del bloque, a fin de facilitar la instalación.

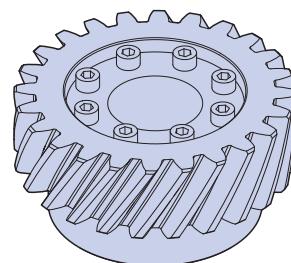
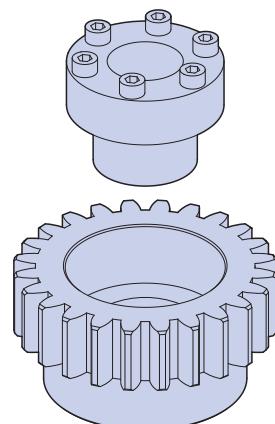
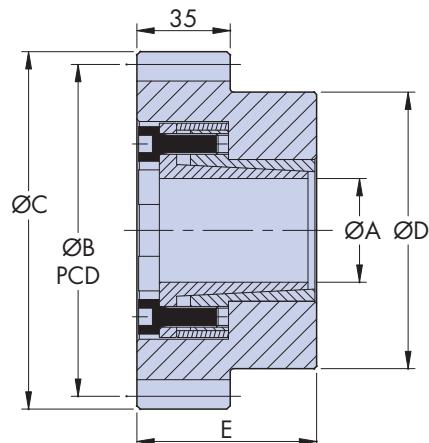
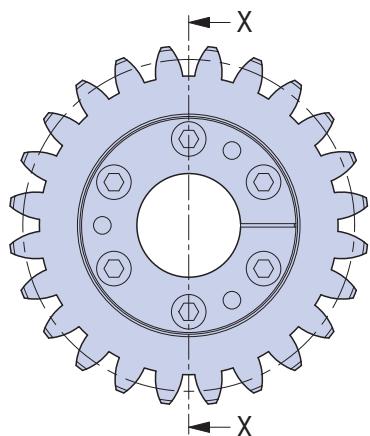


Piñones

Los piñones Hepco están disponibles en dos tamaños para acoplarse a los carriles planos MHD con cremallera recta o cremallera helicoidal. Los dientes de los piñones tienen un módulo métrico con un ángulo de presión de 20° y están fabricados en acero con las superficies endurecidas de alta calidad. Los dientes son rectificados de precisión a la normativa ISO 1328 grado 6.

Los piñones se suministran con un casquillo de bloqueo sin chaveta que permite acoplarlos a un eje estándar de tolerancia h8.

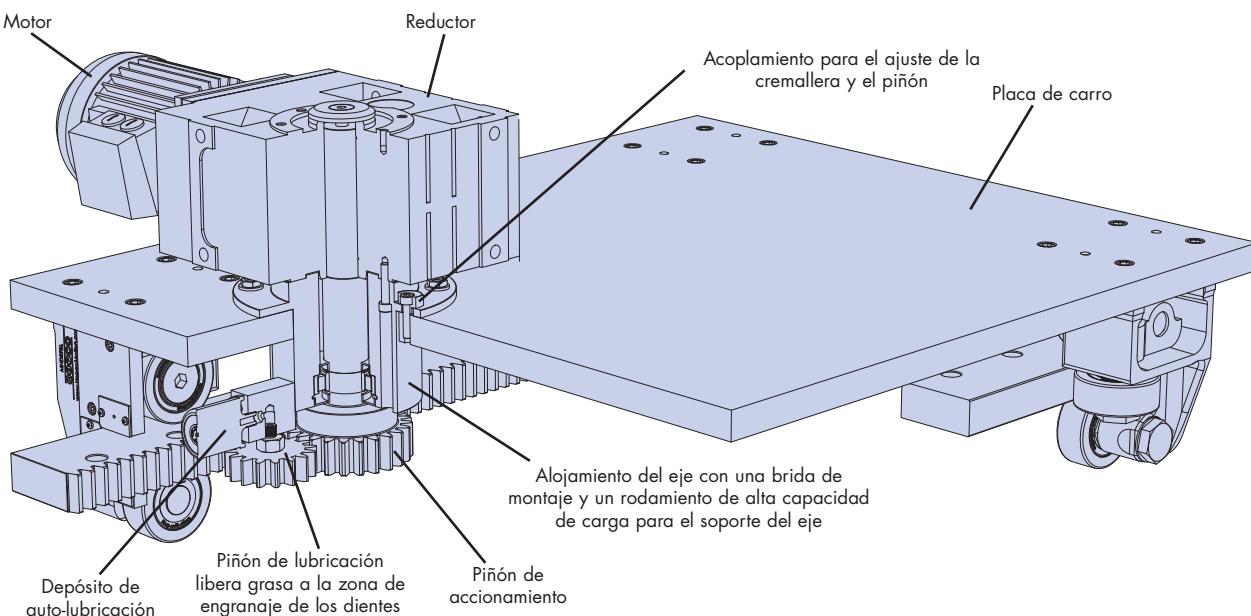
Para un funcionamiento óptimo, el piñón y la cremallera deberían lubrificarse (ver parte inferior de la página).



Número de Referencia	Tipo de Piñón	Ángulo Helicoidal	Mod	Número de Dientes	ØA	ØB	ØC	ØD	E
HP4HX20	Helicoidal	30°	4	20	30	92.38	100.38	75	52
HP4HX24	Helicoidal	30°	4	24	40	110.85	118.85	90	59
HP5X18	Recto	-	5	18	30	90	100	75	52
HP5X24	Recto	-	5	24	40	120	130	100	59

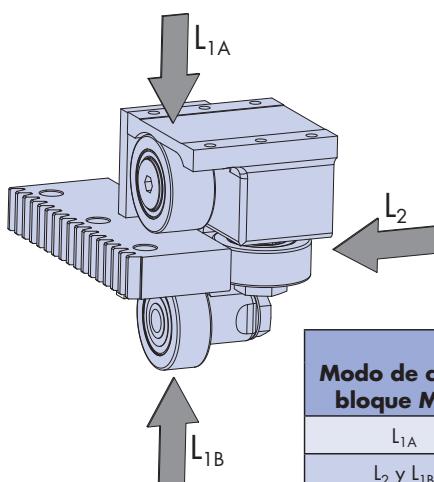
Soluciones de Carros

Hepco puede fabricar carros para los sistemas MHD para acoplarse a cualquier aplicación. Disponemos de un número de elementos estándar que incluyen reductores, motorreductores, alojamiento de rodamientos y piñones lubricantes, así como bloques MHD y piñones. Estos elementos se pueden integrar en un carro accionado por cremallera, resistente y coste-efectivo, tal y como se muestra en el dibujo de abajo. Contacte con Hepco para más detalles.





Información Técnica



Cálculos de los Rodamientos

El sistema MHD utiliza los rodamientos de carriles que se deslizan en un carril plano. Gracias a la dureza del carril y el contacto con los rodamientos, el carril no determina la vida del sistema. La vida del sistema será equivalente a la vida más corta de sus rodamientos.

Hepco indica la vida básica de cada rodamiento, que corresponde a una carrera lineal de 1.000 km. La tabla también incluye la supuesta carga de los rodamientos para 10.000 km de carrera lineal y las figuras de la capacidad de carga estática (C_0) y dinámica (C) según los estándares de la industria *1.

Modo de carga bloque MHD	Capacidad de carga básica para una vida de 1.000 km	Carga para 10.000 km	Capacidades de carga *1	
			C - Dinámico	C_0 - Estático
L_{1A}	$L_{1A(max)} = 34000 \text{ N}$	17000 N	50000 N	70000 N
L_2 y L_{1B}	$L_{2(max)}=L_{1B(max)} = 21000 \text{ N}$	9830 N	34000 N	21000 N

*1 Las figuras C y C_0 mencionadas son de una operación de leva-rodillo. Los valores C y C_0 normales pueden ser hasta un 40% más altos, pero no son relevantes en esta aplicación. Algunas empresas indican estos valores más altos.

Para determinar la vida del sistema, el usuario debería primero descomponer la carga en sus componentes L_{1A} , L_{1B} y L_2 para cada bloque MHD utilizando cálculos estáticos normales. La vida del rodamiento superior (rodamientos de agujas de doble hilera) se determina utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Vida del rodamiento superior (km)} = 1000 \times \left(\frac{L_{1A(max)}}{L_{1A}} \right)^{3.3}$$

La vida del rodamiento inferior (rodamientos de bolas) se determina utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Vida del rodamiento inferior (km)} = 1000 \times \left(\frac{L_{1B(max)}}{L_{1B}} \right)^3$$

La vida del rodamiento lateral (rodamientos de bolas) es muy parecida a la de arriba y se determina utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Vida del rodamiento lateral (km)} = 1000 \times \left(\frac{L_{2(max)}}{L_2} \right)^3$$

Después de la descomposición de la carga en sus componentes, normalmente estará claro qué rodamiento determinará la vida del sistema. Los cálculos de arriba generalmente se deberán realizar para ese rodamiento. Se deberán aplicar los márgenes de seguridad habituales.

Cálculos de vida de los rodamientos completamente realizados se pueden encontrar en nuestra página web.

Visite www.HepcoMotion.com/mhddatauk y seleccione la hoja informativa N° 2 – MHD Cálculos de Carga y Vida.

Cálculos de Fuerza de la Cremallera y del Piñón

La fuerza de accionamiento que se puede transmitir mediante un carril y un piñón dependerá de la cremallera que se utilice. (i.e. MOD5 recta o MOD4X30° helicoidal), el tamaño del piñón seleccionado, la longitud de carrera y la vida deseada (carrera total en km). La tabla de abajo muestra la fuerza de accionamiento N para todas las combinaciones de las piezas y para carreras más habituales y de duración. Todos los valores se suponen en unas condiciones óptimas de lubricación y contacto del piñón, y que todo el movimiento sea para la carrera indicada. Se recomienda aplicar un factor de seguridad al seleccionar los componentes del carril y piñón. Esta tabla es útil para una selección inicial de piezas, pero contacte con Hepco si requiere un cálculo específico para su aplicación.

Fuerzas de Accionamiento de la Cremallera y el Piñón

Combinación de cremallera y piñón	Longitud de carrera = 1m			Longitud de carrera = 4m			Longitud de carrera = 16m		
	Vida estimada de la cremallera y piñón			Vida estimada de la cremallera y piñón			Vida estimada de la cremallera y piñón		
	1.000 km	5.000 km	25.000 km	1.000 km	5.000 km	25.000 km	1.000 km	5.000 km	25.000 km
MOD5 y piñón de 18 dientes MHDT40100...R5 y HP5X18	5700 N	4500 N	3300 N	8300 N	7200 N	4700 N	8600 N	7500 N	4900 N
MOD5 y piñón de 24 dientes MHDT40100...R5 y HP5X24	7000 N	5500 N	4000 N	12500 N	8700 N	6300 N	12700 N	9600 N	6300 N
MOD4 helicoidal y piñón de 20 dientes MHDT40100...HR4 y HP4HX20	7300 N	5700 N	4200 N	8600 N	7900 N	5700 N	8700 N	8000 N	5800 N
MOD4 helicoidal y piñón de 24 dientes MHDT40100...HR4 y HP4HX24	8200 N	6400 N	4700 N	10000 N	8100 N	5900 N	10200 N	8300 N	6000 N



RODAVIGO, S.A.
RODAMIENTOS VIGO, S.A.

www.rodavigo.net

+34 986 288118
Servicio de Att. al Cliente

HepcoMotion® Gama de Producto



Bishop-Wisecarver Gama de Producto

HepcoMotion® – Asociado y distribuidor exclusivo europeo de Bishop-Wisecarver desde 1984.



Para obtener más información sobre los productos
HepcoMotion® solicite nuestro catálogo general

HEPCO®
www.HepcoMotion.com
HepcoMotion®

C/ Alt de Gironella, 36-38 bajos, E-08017, Barcelona, España
Tel: +34 93 205 84 47 Fax: +34 93 280 62 14
E-mail: info.es@hepcomotion.com

CATÁLOGO No. MHD 01 ES © 2007 Hepco Slide Systems Ltd.

Está prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización previa por escrito de Hepco. Aunque se han tomado todas las precauciones para asegurar la exactitud de la información dada en este catálogo, Hepco no puede aceptar responsabilidades por ninguna omisión o error. Hepco se reserva el derecho de realizar alteraciones en el producto como resultado de los desarrollos técnicos.

Muchos de los productos de Hepco están protegidos por: Patentes, Marca Registrada, Derecho de diseño o Diseño registrado. Infringir estas normas quede terminantemente prohibido y puede ser causa de procesamiento judicial.

Se llama la atención del cliente a la siguiente cláusula en las condiciones de venta de Hepco:

'Será responsabilidad exclusiva del cliente asegurarse de que los productos suministrados por Hepco serán apropiados a aptos para cualquier aplicación específica o cualquier propósito del cliente, conozca o no Hepco tal aplicación o propósito. El cliente será el único responsable de cualquier error o omisión en cualquier especificación o información suministrada por él. Hepco no tendrá la obligación de verificar si tales especificaciones o información son correctas o suficientes para cualquier aplicación o propósito.'

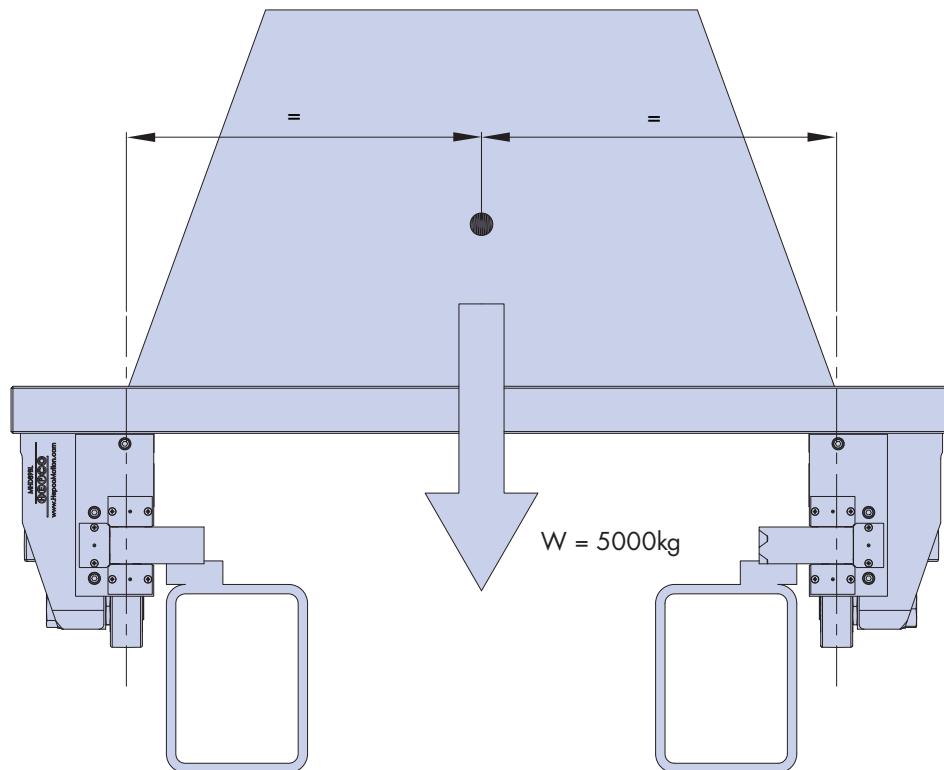
Se pueden pedir las condiciones de venta completas de Hepco y se aplicarán a todo presupuesto y contrato para el suministro de los elementos que se describen en este catálogo.

HepcoMotion® es el nombre comercial de Hepco Slide Systems Ltd.



MHD Berekeningen belasting/levensduur

Voorbeeld 1



Een systeem met een gecombineerde massa van 5000kg is centraal geïnstalleerd op een wagen die met 4 lagerblokken is uitgerust. Smering wordt voorzien door de montage van optionele smeereenheden. De slaglengte van het systeem is 5m en de snelheid is 0.5m/s tijdens een 50% werkcyclus voor 40 uur per week. Traagheidsbelastingen die aanwezig zijn op het systeem tijdens acceleratie, worden genegeerd ten behoeve van deze berekening. De enige belasting voor het geleidingssysteem is het gecombineerde gewicht van de wagen en de ondersteunende massa.

Het totale gewicht dat gedragen wordt door de vier lagers is berekend als $49,050\text{N}$ (= massa \times g = $5000\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 49,050\text{N}$). Aangezien dit gewicht gelijk wordt verdeeld tussen de 4 lagerblokken, draagt elk blok 25% van de belasting, namelijk $12,262.5\text{N}$.

In dit voorbeeld is de belastingsrichting enkel omlaag, daarom dragen de bovenste lagers de belasting. De levensduur voor de lagers wordt berekend met de formule (zie MHD catalogus, pag. 6):

$$\text{Levensduur bovenste lager (km)} = 1000 \times \left(\frac{L_{1A(\max)}}{L_{1A}} \right)^{3.3}$$

Hierbij is $L_{1A(\max)} = 34,000\text{N}$ en $L_{1A} = 12,262.5\text{N}$

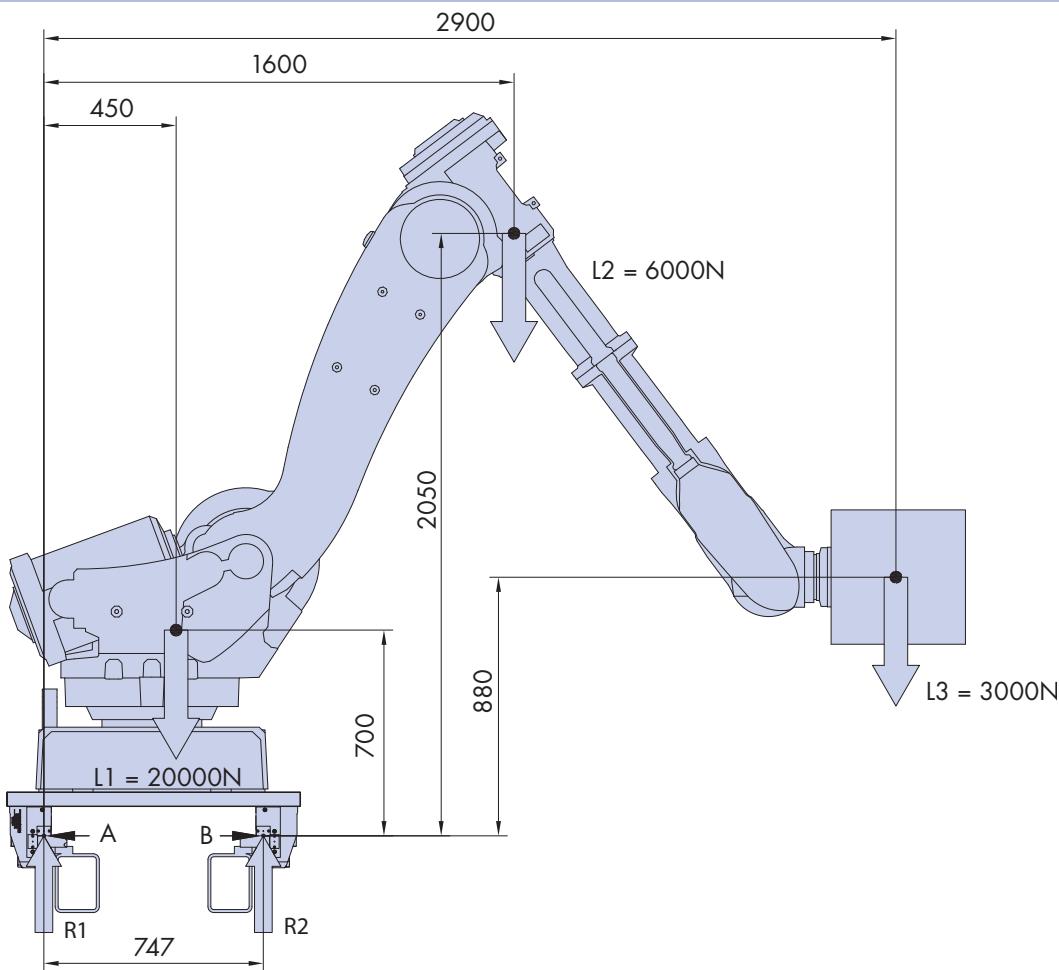
De levensduur van het bovenste lager wordt hiermee berekend als ongeveer 28.945km.

Met bovenvermelde werkcyclus is de systeemsnelheid $0.5\text{m/s} \times 60 \times 60 \times 40$ (seconden/week) $\times 0.5$ (50% werkcyclus) = $36,000\text{m}$ of 36km per week. De verwachte systeem levensduur is derhalve $28,945\text{km}/36 = 804$ weken of ongeveer 15.5 jaar.



MHD Berekeningen belasting/levensduur

Voorbeeld 2



Een MHD systeem wordt gebruikt in een robot toepassing waar een robot bevestigd is op een tandheugel aangedreven wagen die voor de langsbeweging zorgt in een pick and place toepassing. Het diagram toont hoe de robot is gepositioneerd gedurende de werkcyclus. De uitgestrekte robot arm heeft 3 zwaartepunten welke posities en waarden zijn weergegeven in voorbeeld 2, hierboven getoond. De zwaartepunten liggen allemaal in hetzelfde verticale vlak dat zich centraal ten opzichte van de wagenlengte bevindt. De werkcyclus vereist dat de robot zich verplaatst tussen 2 werkstations, 10m uit elkaar. De snelheid is 1m/s voor een 40% werkcyclus van 40 uur per week. De traagheidsbelastingen bij het opstarten en deceleratie zijn genegeerd ten behoeve van deze berekening, aangezien de acceleratie zeer gering is.

De momentbelasting vermeerderd de belasting op de bovenste lagers aan de rechtse kant van de wagen en vermindert de belasting op de bovenste lagers aan de linkse kant van de wagen. De krachten die gedragen worden door de lagers worden als volgt berekend:

[opsomming van alle krachten]

$$R1 + R2 = L = 29000N$$

[momenten van A]

$$R2 \times 0.747m - (0.45m \times 20000N) - (1.6m \times 6000N) - (2.9m \times 3000N) = 0$$

[herschikken bovenstaande]

$$R2 = 27300 / 0.747 = 36546N$$

[vervangen in eerste formule]

$$R1 + 36546 = 29000 : R1 = -7546N$$

Het wordt duidelijk uit bovenstaande formules dat de blokken aan de rechter kant van de geleiding een zwaardere belasting hebben en dat de bovenste lagers deze belasting dragen. De blokken aan de linker kant zijn minder zwaar belast en het zijn de onderste lagers die de belasting dragen en die het draaimoment van de belasting weerstaan. Hierdoor zijn het de bovenste lagers die de levensduur van het systeem bepalen.

Zowel R1 en R2 worden ondersteund door 2 lagerblokken, dus elk blok draagt de helft van de belasting. Het zwaarste belaste blok draagt daarom een kracht van $36546/2 = 18273N$.

Door de formule voor levensduur voor het bovenste lager te gebruiken komt de levensduur neer op:

$$\text{Levensduur bovenste lager (km)} = 1000 \times \left(\frac{L_{1A(\max)}}{L_{1A}} \right)^{3.3} = 7760\text{km}$$

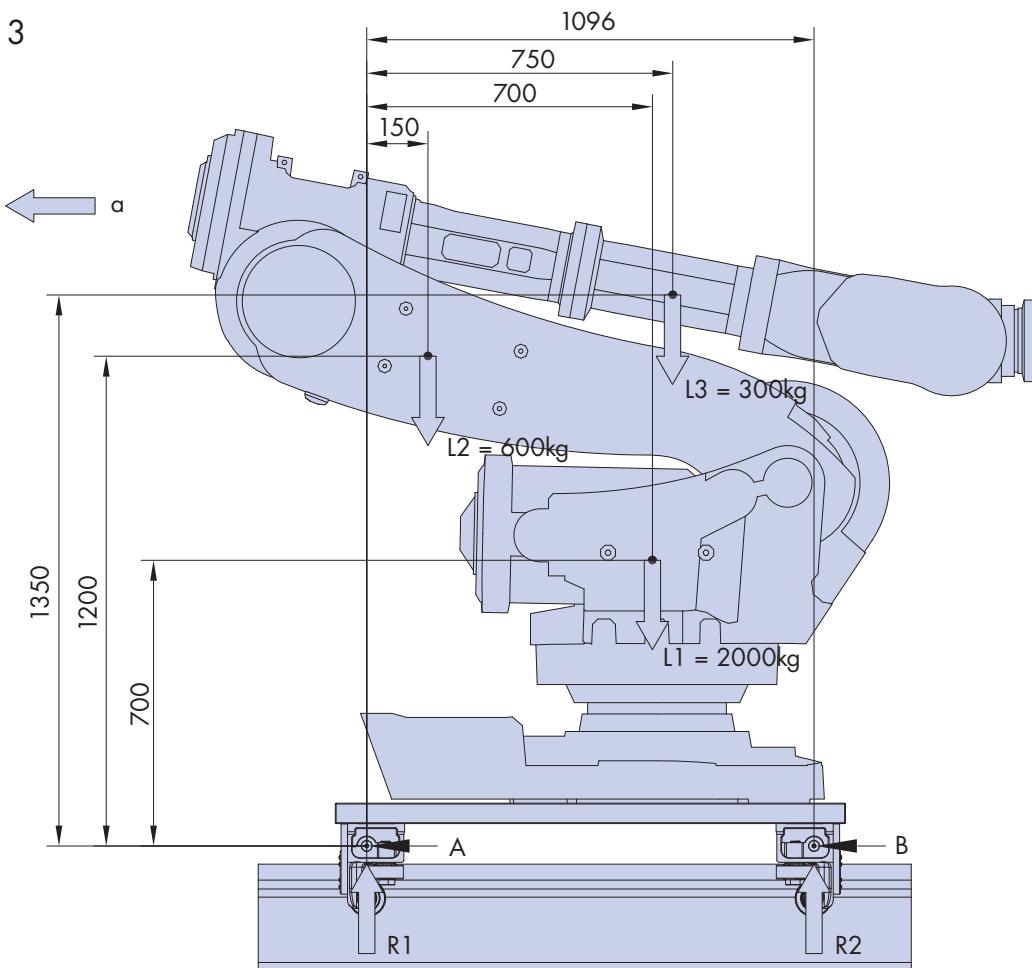
Waar $L_{1A(\max)} = 34,000N$ en $L_{1A} = 18273N$

In deze toepassing is de systeemsnelheid $1\text{m/s} \times 60 \times 60 \times 40$ (seconden/week) $\times 0.4$ (40% werkcyclus) = 57600m of 57.6km per week. De systeem levensduur is derhalve $7760/57.6 = 136$ weken of ongeveer **2.6 jaar**



MHD Berekeningen belasting/levensduur

Voorbeeld 3



Een MHD geleidingssysteem wordt gebruikt in een automatiseringsomgeving om een robot te verplaatsen tussen twee werkstations. Bij beweging is de robot in de ruststand en heeft 3 zwaartepunten welke posities en waarden zijn weergegeven in het diagram. De zwaartepunten liggen allemaal in hetzelfde verticale vlak dat zich centraal ten opzichte van de breedte van de wagen bevindt. De robot versnelt met $a_1 (=1m/s^2)$ totdat de maximale snelheid van $3m/s$ wordt gehaald. Hij behoudt deze constante snelheid totdat hij decelereert met een $a_2 (=0.4m/s^2)$ tot een volledige stop. Tijdens de terugtocht loopt het systeem met een snelheid van $0.5m/s$, waarbij de krachten van de acceleratie te verwaarlozen zijn en worden genegeerd ten behoeve van dit voorbeeld. Het systeem heeft een slag van $20m$. Deze loopcyclus werkt op een 35% werkcyclus van 40 uur per week. Als we aannemen dat de lagers ruim binnen hun statische belastingscapaciteit worden benut wanneer de robot operationeel is bij ieder werkstation, dan zal de levensduur van het systeem bepaald worden door de meest zwaar belaste lagers gedurende de loopcyclus.

Een korte kijk op het diagram suggereert dat R2 de grotere reactiekracht zal zijn wanneer het systeem werkt op constante snelheid en wanneer het systeem versnelt in de richting van de pijl.

Fase 1 : De reactiekrachten berekenen wanneer het systeem accelereert in de richting van de pijl.

[opsomming van alle krachten]

$$R1 + R2 = L = (2900kg \times g) = 28449N$$

[momenten van A]

$$R2 \times 1.096 - (0.15m \times 600kg \times g) - (0.7m \times 2000kg \times g) - (0.75m \times 300kg \times g) - (0.7m \times 2000kg \times a_1) - (1.2m \times 600kg \times a_1) - (1.35m \times 300kg \times a_1) = 0$$

[herschikken bovenstaande]

$$R2 = 19349 / 1.096 = 17654N$$

[vervangen in eerste formule]

$$R1 + 17654 = 28449N : R1 = 10795N$$

Hierbij is

g = acceleratie vanwege zwaartekracht ($9.81m/s^2$)

a_1 = acceleratie van het systeem ($1m/s^2$)

Zowel R1 en R2 worden ondersteund door twee lagerblokken, dus ieder blok draagt de helft van de belasting. Het meest zwaar belaste blok ondergaat een belasting van $17654/2=8827N$.



MHD Berekeningen belasting/levensduur

Fase 2 : De reactiekrachten berekenen wanneer het systeem werkt met een constante snelheid.

[opsomming van alle krachten]	$R_1 + R_2 = L = 28449N$
[momenten van A]	$R_2 \times 1.096 - (0.15m \times 600kg \times g) - (0.7m \times 2000kg \times g) - (0.75m \times 300kg \times g) = 0$
[herschikken bovenstaande]	$R_2 = 16824 / 1.096 = 15350N$
[vervangen in eerste formule]	$R_1 + 15350 = 28449N : R_1 = 13099N$

Zowel R_1 en R_2 worden ondersteund door twee lagerblokken, dus ieder blok draagt de helft van de belasting. Het meest zwaar belaste blok ondergaat een belasting van $15350/2=7675N$

Men kan zien dat er een verandering in reactiekrachten is wanneer het systeem versnelt, in dit voorbeeld neemt R_2 met ongeveer 15% toe gedurende de periode van acceleratie. Deze reactiekrachten zullen hetzelfde zijn tijdens de terugloop van de loopcyclus omdat aangenomen wordt dat de gehele slag een constante snelheid van 0.5m/s heeft.

Fase 3 : De reactiekrachten berekenen wanneer het systeem decelereert tot stilstand.

[opsomming van alle krachten]	$R_1 + R_2 = L = (2900kg \times g) = 28449N$
[momenten van A]	$R_2 \times 1.096 - (0.15m \times 600kg \times g) - (0.7m \times 2000kg \times g) - (0.75m \times 300kg \times g) + (0.7m \times 2000kg \times a_2) + (1.2m \times 600kg \times a_2) + (1.35m \times 300kg \times a_2) = 0$
[herschikken bovenstaande]	$R_2 = 15814 / 1.096 = 14429N$
[vervangen in eerste formule]	$R_1 + 14429 = 28449N : R_1 = 14020N$

Zowel R_1 en R_2 worden ondersteund door twee lagerblokken, dus ieder blok draagt de helft van de belasting. Het meest zwaar belaste blok ondergaat een belasting van $14020/2=7010N$

Fase 4 : De gemiddelde belasting van de lagers berekenen om zodoende de levensduur van het systeem te berekenen.

Men kan zien dat de bovenste lagers aan de rechtse kant van het diagram onder de zwaarste belastingen staan tijdens de werkcyclus. Aangezien de belastingen van de bovenste lagers veranderen tijdens de werkcyclus, is het noodzakelijk om de gemiddelde belasting te berekenen gebaseerd op de tijdverdeling in relatie tot de verschillende belastingswaarden. Deze gemiddelde belasting kan dan gebruikt worden om de levensduur van het systeem te berekenen.

Bij verschillende belastingen, wordt de gemiddelde belasting als volgt berekend:

$$F_m = \sqrt[3]{F_1^{3.3} \times \frac{q_1}{100} + F_2^{3.3} \times \frac{q_2}{100} + F_3^{3.3} \times \frac{q_3}{100}}$$

Hierbij is F_m = gemiddelde belasting
 q = tijdverdeling (%)

Om de tijdverdeling te berekenen moet de tijd berekend worden die gespendeerd wordt aan acceleratie, de tijd gespendeerd aan deceleratie en de tijd gespendeerd aan de constante snelheid en deze als percentages weer te geven van de totale tijd om een volledige werkcyclus te volbrengen.

Tijd voor acceleratie, t_1 , wordt berekend met behulp van de volgende formule:

$$v = u + at$$

Hierbij is v = uiteindelijke snelheid
 u = initiële snelheid
 a = acceleratie
 t = tijd

Door bovenstaande formule te herschikken en de waarden te vervangen krijgt men:

$$t_1 = (3m/s - 0m/s) / 1m/s^2 = 3s$$

Tijd gespendeerd aan deceleratie, t_2 , wordt berekend met dezelfde formule en komt uit op 7.5s.

De tijd gespendeerd aan constante snelheid, t_3 , is de som van de tijd gespendeerd aan constante snelheid bij de heen- en teruggaande beweging. De tijd gespendeerd aan constante snelheid bij de teruggaande beweging kan berekend worden door middel van de volgende formule:

$$t = s / v$$

Hierbij is v = snelheid
 s = afstand

Door de waarden te vervangen krijgt men:

$$t_r = 20m / 0.5m/s = 40s$$



MHD Berekeningen belasting/levensduur

Om de afgelegde afstand bij constante snelheid van de heengaande beweging te berekenen moeten we de afgelegde afstand berekenen als het systeem accelereert/ decelereert en deze waarde van de slag aftrekken. De afgelegde afstand als het systeem accelereert wordt berekend door middel van de volgende formule van beweging:

$$v^2 = u^2 + 2as$$

Hierbij is v = uiteindelijke snelheid

u = initiële snelheid

a = acceleratie

s = afstand

Door bovenstaande formule te herschikken en de waarden te vervangen krijgt men:

$$s_1 = (3^2 - 0^2) / 2 \times 1 = 4.5m$$

De afgelegde afstand bij deceleratie is dan $s_2 = 11.25m$

De afstand bij gelijke snelheid is dan $s_3 = 4.25m$ ($20m - (4.5 + 11.25m)$) en de tijd gespendeerd bij constante snelheid bij de heengaande beweging = $1.4s$ ($4.25m / 3m/s$).

Concluderend is de totale tijd gespendeerd bij constante snelheid $t_3 = 41.4s$ ($= t_r + t_o$) en de tijd om één werkcyclus te voltooien is $51.9s$ ($= 3s + 7.5s + 41.4s$)

De tijdverdelingen kunnen nu berekend worden en zijn als volgt, $q_1 = 6\%$ ($3s / 51.9s \times 100$), $q_2 = 14\%$ ($7.5s / 51.9s \times 100$) en $q_3 = 80\%$ ($41.4s / 51.9s \times 100$).

Door de waarden te vervangen in de formule voor gemiddelde belasting:

$$F_m = \sqrt[3]{8827^{3.3} \times \frac{6}{100} + 7010^{3.3} \times \frac{14}{100} + 7675^{3.3} \times \frac{80}{100}} = 7673N$$

Door gebruik te maken van de formule voor levensduur voor het bovenste lager, komt de levensduur in km op het volgende:

$$\text{Levensduur bovenste lager (km)} = 1000 \times \left(\frac{L_{IA(max)}}{L_{IA}} \right)^{3.3} = 135,986 \text{ km}$$

Hierbij is $L_{IA(max)} = 34000N$ en $L_{IA} = 7673N$

In deze toepassing loopt het systeem $[60 \times 60 \times 40(\text{seconden}/\text{week}) \times 0.35 (\text{35\% werkcyclus})] / 51.9s (\text{cyclus tijd}) = 971$ cycli per week. Elke cyclus is 40m, dus het systeem loopt 38.8km per week. De levensduur van het systeem is daarom $135,986 / 38.8 = 3505$ weken of **67.4 jaar**.

Opmerking

Voor berekeningen waarbij de zijlagers of onderste lagers het meest zwaar belast worden in een dynamisch systeem, moet de krachtfactor 3.3 vervangen worden door 3 in bovenstaande formule voor gemiddelde belasting, wat resulteert in:

$$F_m = \sqrt[3]{F_1^3 \times \frac{q_1}{100} + F_2^3 \times \frac{q_2}{100} + F_3^3 \times \frac{q_2}{100}}$$

HepcoMotion®

Berkveld 14A, NL-5709 AE Helmond

Tel: +31 (0)492 551290

Fax: +31 (0)492 528105

E-mail: info.nl@hepc motion.com

Ref: No.2 MHD Berekeningen belasting/levensduur - 01 - NL

