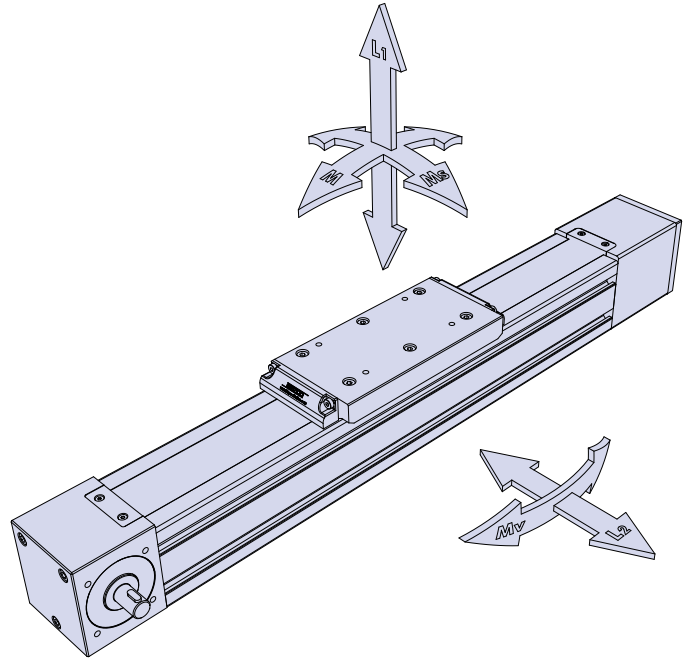


## Cálculos de duración de carga SBD

La duración de un sistema SBD se calcula en términos del número de kilómetros que el sistema puede desplazarse antes de que la guía lineal de recirculación de bolas alcance su duración de servicio de L10. La duración de servicio se expresa mediante el número de kilómetros alcanzados o superados por un 90% de una muestra representativa de guías lineales de recirculación de bolas idénticas antes de que se hagan evidentes los primeros signos de fatiga del material.

La duración de un sistema SBD se verá afectada por múltiples características, incluyendo la magnitud de la carga; la posición de esta en el carro, la velocidad a la cual funciona el sistema y las fuerzas de inercia que actúan en el sistema debido a la aceleración o la desaceleración.

Para calcular la duración de una unidad SBD, en primer lugar debe determinarse el factor de carga de los sistemas LF utilizando la ecuación siguiente:



$$LF = \frac{L1}{L1_{(m\acute{a}x.)}} + \frac{L2}{L2_{(m\acute{a}x.)}} + \frac{Ms}{Ms_{(m\acute{a}x.)}} + \frac{M}{M_{(m\acute{a}x.)}} + \frac{Mv}{Mv_{(m\acute{a}x.)}} \leq 0.2 \quad \text{Ecuación 1}$$

Los valores máximos para L1, L2, Ms, M y Mv se muestran en la tabla siguiente:

Unidad SBD					
SBD20-80	21200N nominal 1813N @ 10 000km	21200N nominal 1813N @ 10 000km	189Nm nominal 16.2Nm @ 10 000km	175Nm nominal 14.9Nm @ 10 000km	175Nm nominal 14.9Nm @ 10 000km
SBD30-100	52100N nominal 4455N @ 10 000km	52100N nominal 4455N @ 10 000km	639Nm nominal 54Nm @ 10 000km	755Nm nominal 64Nm @ 10 000km	755Nm nominal 64Nm @ 10 000km

\* Las cifras de carga mostradas arriba para 10.000 km suponen un valor para un factor de carga variable  $f_v = 2$ .

Nota:  $f_v$  es el factor de carga variable que representa las condiciones de velocidad y vibración/impacto que actúan en una unidad SBD. Un valor de 2 es apropiado para la mayoría de aplicaciones SBD, pero  $f_v$  puede variar en línea con los datos siguientes.

Estado de vibración e impacto	Velocidad de desplazamiento	$f_v$
Ningún impacto externo ni vibración	$V \leq 15m / \text{min}$ (Velocidad baja)	1 - 1.5
Impacto y vibración ligeros	$15 < V \leq 60m / \text{min}$ (Velocidad media)	1.5 - 2.0
Impacto y vibración medios	$V > 60m / \text{min}$ (Velocidad alta)	2.0 - 3.5

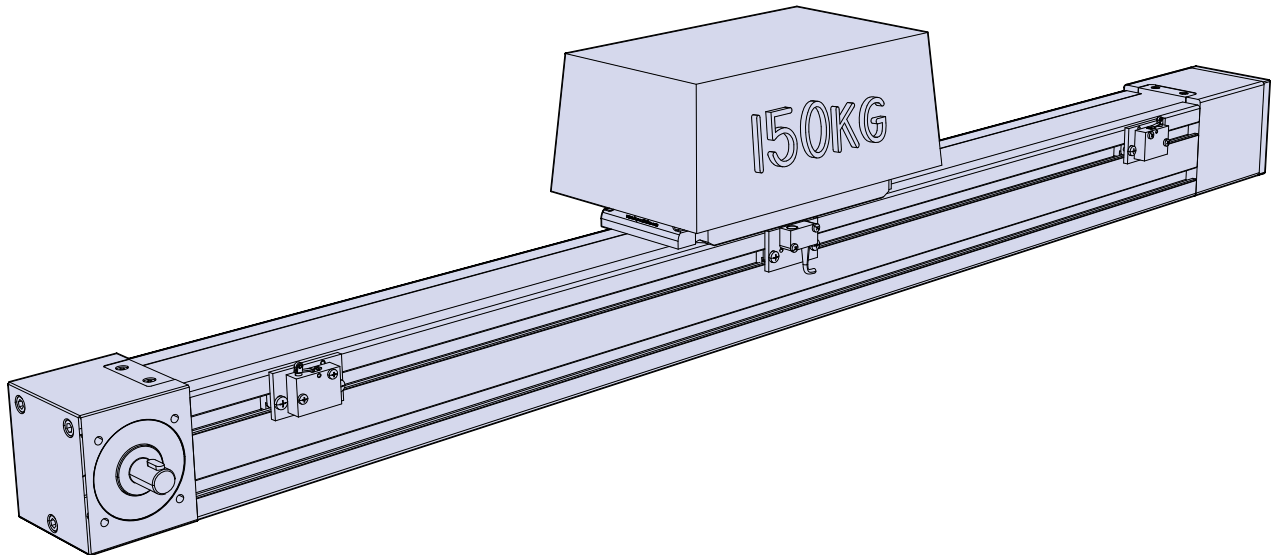
A continuación se calcula la duración del sistema utilizando la ecuación siguiente:

$$\text{Duración del sistema (km)} = 50 \times \left( \frac{1}{LF \times f_v} \right)^3 \quad \text{Ecuación 2}$$

# Cálculos de Vida y Carga del SBD

## Ejemplo 1

Una unidad SBD20-80 se utiliza en una aplicación donde se mueve una masa de 150 kg arriba y abajo en toda su longitud. El sistema acelera lentamente y se mueve a una velocidad media de 0,5 m/s, de esta forma se pueden ignorar las fuerzas inerciales. El sistema opera a un 75% del ciclo de trabajo durante 40 horas por semana. La masa se sitúa centralmente en el carro – ver la imagen.



Por lo tanto,  $L_1$  es la única fuerza que actúa en la unidad SBD.,  $L_1 = 150\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 1471.5\text{N}$ .  
Introduciendo los valores en la ecuación 1 se obtiene:

$$L_F = \frac{1471.5}{21200} = 0.0694$$

Sustituyendo  $L_F$  en la ecuación 2 y suponiendo que  $f_v = 2$ , se obtiene la vida lineal del sistema:

$$\text{Duración del sistema (km)} = 50 \times \left( \frac{1}{0.0694 \times 2} \right)^3 = 18700\text{km}$$

Para calcular la duración del sistema en años, en primer lugar es necesario que calculemos el número de kilómetros recorridos por semana:

Distancia/semana (km) = (0,75 (ciclo de trabajo) x 40 horas x 3600 s) x 0,5 m/s = 54 km/semana

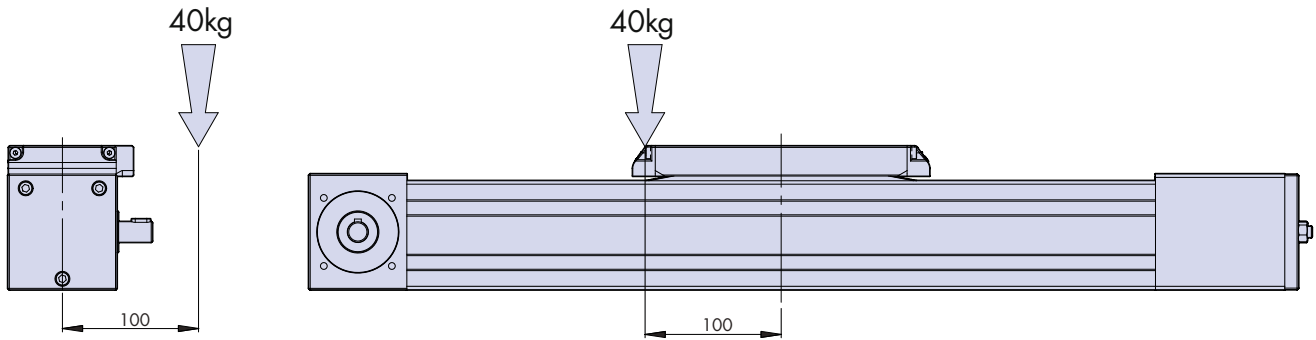
Por consiguiente, la duración del sistema puede calcularse en número de semanas:

$$\text{Duración del sistema} = \frac{18700 \text{ km}}{54 \text{ km/semana}} = 346 \text{ semanas} = 6,6 \text{ años}$$

# Cálculos de duración de carga SBD

## Ejemplo 2

Una unidad SBD30-100 se utiliza en una aplicación donde se mueve una masa de 40 kg arriba y abajo en toda su longitud. El sistema acelera lentamente y se desplaza a una velocidad media de 0,2 m/s, de esta forma pueden ignorarse las fuerzas inerciales. El sistema funciona en un ciclo de trabajo de un 50% durante 40 horas por semana. La masa se desvía del centro del carro. La figura siguiente muestra la posición del centro de masa en referencia al centro del carro.



En este caso hay componentes de  $L_I$ ,  $M$  y  $M_s$  actuando en el sistema:

$$L_I = 40\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 392.4\text{N} \quad M = 0.1\text{m} \times 40\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 39.2\text{Nm} \quad M_s = 0.1\text{m} \times 40\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 39.2\text{Nm}$$

Introduciendo estos valores en la ecuación 1 junto con los valores máximos mencionados en la tabla, se obtiene:

$$L_F = \frac{392.4}{52100} + \frac{39.2}{639} + \frac{39.2}{755} = 0.1208$$

Sustituyendo  $L_F$  en la ecuación 2 y suponiendo que  $f_v = 1,5$ , se obtiene la duración lineal del sistema:

$$\text{Duración del sistema (km)} = 50 \times \left( \frac{1}{0.1208 \times 1.5} \right)^3 = 8404\text{km}$$

Para calcular la duración del sistema en años, en primer lugar es necesario que calculemos el número de kilómetros recorridos por semana:

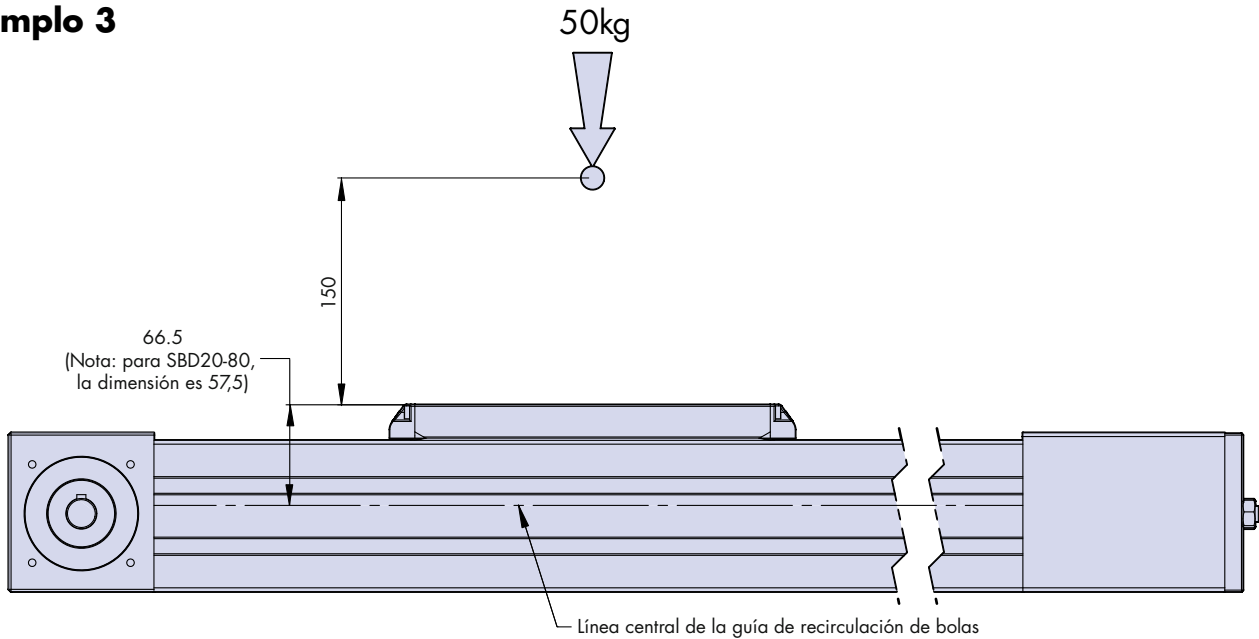
$$\text{Distancia/semana (km)} = (0,5 \text{ (ciclo de trabajo)} \times 40 \text{ horas} \times 3600 \text{ s}) \times 0,2 \text{ m/s} = 14,4 \text{ km/semana}$$

Por consiguiente, la duración del sistema puede calcularse en número de semanas:

$$\text{Duración del sistema} = \frac{8404 \text{ km}}{14,4 \text{ km/semana}} = 583,6 \text{ semanas} = 11,2 \text{ años}$$

# Cálculos de duración de carga SBD

## Ejemplo 3



Una unidad SBD30-80 se utiliza en una aplicación donde una masa de 50 kg se mueve arriba y abajo en toda su longitud en una carrera de 4 m. La masa se posiciona centralmente en un carro con su centro de masa 0,150 m por encima de la parte superior de la placa de carro, que a su vez está 0,065 m por encima del centro de la guía lineal de recirculación de bolas, que es el punto a través del cual actúa el momento, ver la figura superior. La masa se acelera a una velocidad de 2 m/s<sup>2</sup> en una distancia de 1 m, luego se mueve a una velocidad constante de 2 m/s en una distancia de 2m. Posteriormente decelera hasta pararse a una velocidad de 2 m/s<sup>2</sup> en el metro final de la carrera. La carrera de retorno sigue la misma secuencia de movimiento. El sistema opera en un ciclo de trabajo de un 60% durante 150 horas por semana..

En este caso, las fuerzas inerciales no pueden ignorarse ya que los índices de aceleración son significativos. Las cargas de momento actúan en el carro durante las fases de aceleración y desaceleración de la carrera. Para activar el efecto que esto tiene en la duración en el sistema, en primer lugar hay que calcular la fracción de tiempo para las fases de aceleración y desaceleración. El tiempo empleado en la aceleración en una carrera dada se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$v = u + at$$

Donde "v" es velocidad final, "u" es velocidad inicial, "a" es la aceleración y "t" es el tiempo. Cambiando el orden de la ecuación anterior y sustituyendo los valores, se obtiene:

$$t = \frac{v - u}{a} = \frac{2\text{m/s} - 0\text{m/s}}{2\text{m/s}^2} = 1\text{s}$$

Dado que la tasa de desaceleración también es de 2 m/s<sup>2</sup>, el tiempo que se tarda en reducir la velocidad del carro de 2 m/s a reposo es también de 1s. El tiempo empleado a velocidad constante es 1s para todas las carreras, ya que el carro se desplaza 2m a 2 m/s. Por lo tanto, el tiempo total para cada carrera es de 3s y el tiempo empleado en cada fase de la carrera es el siguiente; aceleración = 33,3% del tiempo total de carrera, velocidad constante = 33,3% del tiempo total de carrera, y desaceleración = 33,3% del tiempo total de carrera.

Durante las fases de aceleración y desaceleración de la carrera, las cargas L1 y M actúan en el sistema:

$$L1 = 50\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 490.5\text{N}$$

$$M = (0.15\text{m} + 0.0665\text{m}) \times 50\text{kg} \times 2\text{m/s}^2 = 21.65\text{Nm}$$

Durante la fase de velocidad constante de la carrera, sólo la carga L1 actúa en el sistema. Dado que el factor de carga LF variará durante la carrera, será necesario calcularlo para cada fase de la carrera; ya que las tasas de aceleración y desaceleración son las mismas, el factor LF será el mismo para esos tiempos.

# Cálculos de Vida y Carga SBD

Para las fases de aceleración y desaceleración de la carrera, el factor de carga  $LF_A$  será:

$$LF_A = \frac{490.5}{52100} + \frac{21.65}{755} = 0.0381$$

Para la fase de velocidad constante de la carrera, el factor de carga  $LF_C$  será:

$$LF_C = \frac{490.5}{52100} = 0.00941$$

Cuando el factor de carga varíe, el factor de carga medio puede calcularse de la forma siguiente:

$$LF = \sqrt[3]{LF_1^3 \times \frac{q_1}{100} + LF_2^3 \times \frac{q_2}{100} \dots + LF_x^3 \times \frac{q_x}{100}}$$

Donde  $q$  = fracción de tiempo (%)

Sustituyendo el valor anterior por el factor de carga en esta ecuación:

$$LF = \sqrt[3]{0.0381^3 \times \frac{33.3}{100} + 0.00941^3 \times \frac{33.3}{100} + 0.0381^3 \times \frac{33.3}{100}} = 0.03336$$

Sustituyendo  $LF$  en la ecuación 2 y suponiendo que  $fv = 2$ , se obtiene la duración lineal del sistema:

$$\text{Duración del sistema (km)} = 50 \times \left( \frac{1}{0.03336 \times 3} \right)^3 = 49880 \text{ km}$$

Para calcular la duración del sistema en años, en primer lugar es necesario que calculemos el número de kilómetros recorridos por semana:

El tiempo para recorrer la carrera de 4 m se ha calculado como 3s; por consiguiente, la distancia recorrida en una semana puede calcularse:

$$\text{Distancia/semana (km)} = (0,6 \text{ (ciclo de trabajo)} \times 150 \text{ horas} \times 3600 \text{ s}) \times (4 \text{ m}/3 \text{ s}) = 432 \text{ km/semana}$$

Por lo tanto, la duración del sistema puede calcularse en semanas:

$$\text{Duración del sistema} = \frac{49880 \text{ km}}{432 \text{ km/semana}} = 115,5 \text{ semanas} = 2,2 \text{ años}$$

**HepcoMotion®**

Edificio Spaces 22@

Calle Pallars, 193, ES-08005 Barcelona, España

**Tel: +34 93 607 22 55**

**Fax: +34 93 280 62 14**

E-mail: [info.es@hepcotion.com](mailto:info.es@hepcotion.com)