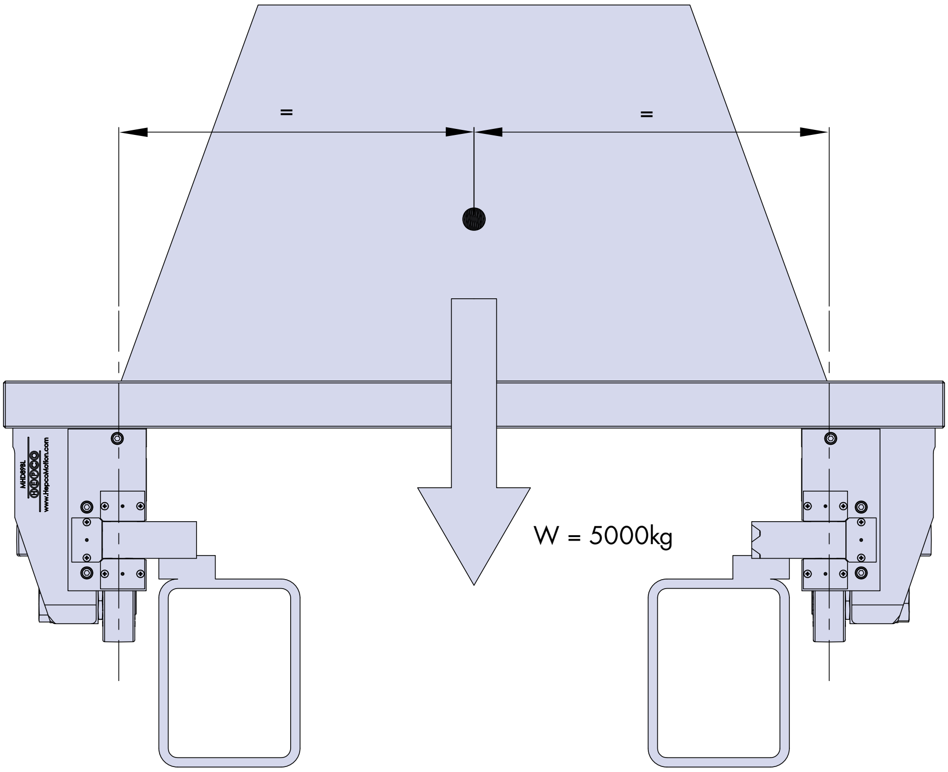
MHD Calcul de Durée de Vie

Exemple 1



Un ensemble d'une masse totale de 5000kg est positionné centralement sur un chariot muni de 4 blocs de roulement. Un graissage est assuré par les graisseurs disponibles en option. La course du système est de 5m, la vitesse est de 0,5m/s, le temps de fonctionnement est de 50% sur 40 heures par semaine. Les moments dus à l'inertie du système pendant l'accélération sont négligés dans le calcul. Le seul effort sur le guidage est le poids combiné du chariot et de la masse embarquée.

Le poids total supporté par les quatre galets est de 49050N (= masse x g = 5000kg x 9,81m/s² = 49050N). Ce poids étant également réparti sur les quatre blocs, chacun supporte 25% de la charge, soit 12262,5N.

Dans cet exemple, l'effort est seulement dirigé vers le bas; il est donc supporté par les galets à deux rangées de rouleaux coniques. La durée de vie de ces galets se calcule par l'équation suivante (voir catalogue MHD, p.6) :

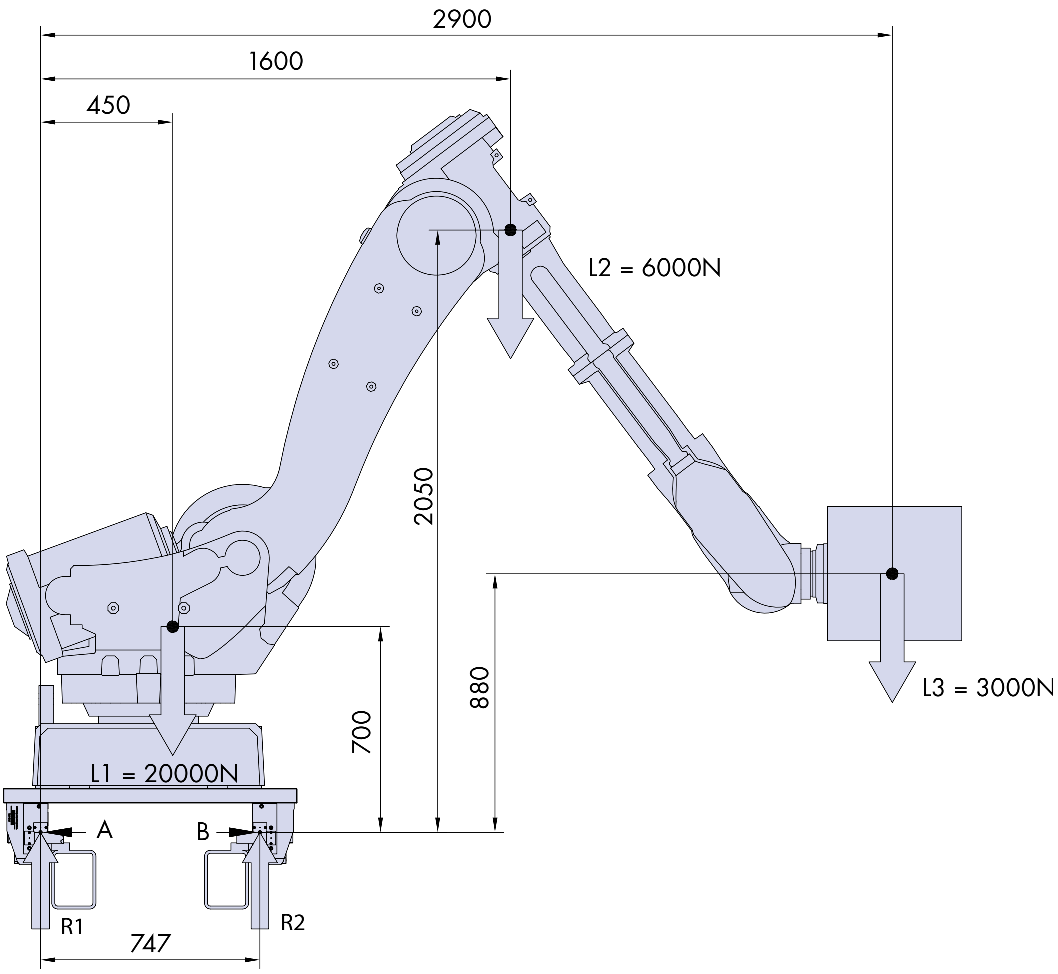
$$\text{Durée de vie du galet supérieur (km)} = 1000 \times \left(\frac{L_{1A(max)}}{L_{1A}}\right)^{3.3}$$

$L_{1A(max)}$ = 34000N et L1A = 12262,5N

La durée de vie des galets supérieurs ainsi obtenue est donc de 28945km environ.

A la cadence indiquée ci-dessus, le système parcourt 0,5m/s x 60 x 60 x 40 (secondes par semaine) x 0,5 (50% du temps) = 36000m, soit 36km par semaine. La durée de vie estimée du système est donc 28945km / 36 = 804 semaines, soit environ 15,5 années.

Exemple 2



Un guidage MHD est utilisé pour le transfert d'un robot monté sur un chariot entraîné par une crémaillère, et se déplaçant sur une course linéaire pour manipuler une charge. Le schéma montre la position de travail du robot. Le bras articulé comporte trois centres de gravité, dont les masses et les positions sont indiquées ci-dessus. Les centres de gravité sont situés dans le même plan, passant par le centre du chariot. Dans le cycle de travail, le robot se déplace entre deux postes de travail distants de 10m. Le système fonctionne à une vitesse de 1m/s 40% du temps, 40 heures par semaine. Le moment dû à l'inertie à l'accélération et à la décélération n'est pas pris en compte dans le calcul , l'accélération étant considérée comme faible.

Le déport du poids accentue l'effort sur les galets supérieurs du côté droit du chariot, et réduit l'effort sur les galets supérieurs du côté gauche.du chariot. Le calcul des efforts sur les galets est donné ci-dessous :

[total des forces]	R1 + R2 = L = 29000N
[moments autour de A]	R2 x 0,747m – (0,45m x 20000N) – (1,6m x 6000N) - (2,9m x 3000N) = 0
[d'où on déduit :]	R2 = 27300 / 0,747 = 36546N
[intégration dans l'équation 1]	R1 + 36546 = 29000N :. R1 = -7546N

Les équations ci-dessus montrent que les blocs du côté droit du guidage sont fortement chargés, et que cet effort porte sur les galets supérieurs. Les galets du côté gauche sont, en revanche, beaucoup moins chargés et ce sont les galets inférieurs qui reçoivent l'effort et supportent le moment de renversement créé par la charge. La durée de vie du système sera donc déterminée par les galets supérieurs droits.

Les forces R1 et R2 s'exercent chacune sur deux blocs, chaque bloc recevant la moitié de l'effort. Chacun des blocs les plus chargés supporte donc un effort de 36546/2 = 18273N.

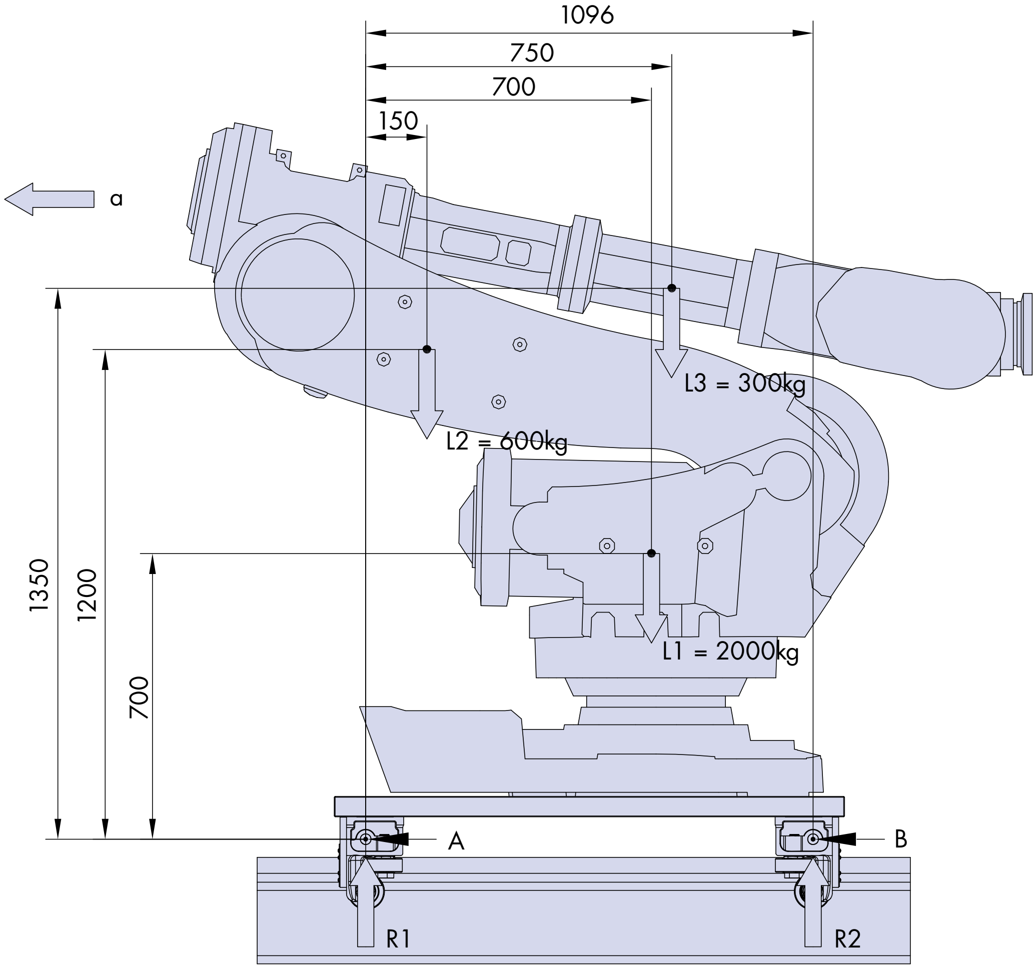
L'équation pour le calcul de durée de vie du galet supérieur donne :

$$\text{Durée de vie du galet supérieur} = 1000 \times \left(\frac{L_{1A(max)}}{L_{1A}}\right)^{3.3} = 7760\text{km}$$

si L_{1A}(max) = 34000N and L_{1A} = 18273N

Dans cette application, le système parcourt 1m/s x 60 x 60 x 40 (secondes/semaine) x 0,4 (40% du temps) = 57600m, soit 57,6km/semaine. La durée de vie du sytème est donc de 7760 / 57,6 = 135 semaines, soit **2,6 années.**

Exemple 3



Un guidage MHD est utilisé dans un ensemble automatisé pour le déplacement d'un robot sur une trajectoire linéaire entre deux postes de travail. Pendant ce déplacement, le robot est en position repliée, et a trois centres de gravité dont les positions et les masses sont indiquées sur le schéma ci-dessus. Tous les centres de gravité sont dans un même plan passant par le centre du chariot. L'ensemble chariot + robot accélère à a1 (=1m/s²) jusqu'à une vitesse maximum de 3m/s. Cette vitesse est maintenue jusqu'à ce que le système décélère à a2 (= 0,4m/s²), puis s'arrête. Au retour, la vitesse moyenne est de 0,5m/s, et l'accélération, peu importante, n'est pas prise en compte dans ce calcul. La course du système est de 20m. Le système fonctionne 35% du temps pendant 40 heures par semaine. Si nous considérons que les galets sont chargés en-deçà de leur capacité statique quand le robot est stationné aux postes de travail, la durée de vie du système sera déterminée par les galets les plus chargés pendant le déplacement.

Un examen rapide du schéma montre que R2 sera l'effort principal pendant le déplacement quand le chariot est à vitesse constante, et quand il accélère dans la direction indiquée par la flèche.

Etape 1 : Calcul des forces de réaction pendant l'accélération dans le sens de la flèche.

[total des forces]	R1 + R2 = L = (2900kg x g) = 28449N
[moments autour de A]	R2 x 1,096 – (0,15m x 600kg x g) – (0,7m x 2000kg x g) - (0,75m x 300kg x g) – (0,7m x 2000kg x a_1) – (1,2m x 600kg x a_1) – (1,35m x 300kg x a_1) = 0
[d'où on déduit :]	R2 = 19349 / 1,096 = 17654N
[intégration dans l'équation 1]	R1 + 17654 = 28449N :. R1 = 10795N

g = accélération due à la gravité (9,81m/s²)
a_1 = accélération du système (1m/s²)

Les forces R1 et R2 s'exercent chacune sur deux blocs, chacun des blocs supportant la moitié de l'effort. Les blocs les plus chargés supportent donc chacun un effort de 17654 / 2 = 8827N.

Etape 2 : Calcul des forces de réaction à vitesse constante

[total des forces]	R1 + R2 = L = 28449N
[moments autour de A]	R2 x 1,096 – (0,15m x 600kg x g) - (0,7m x 2000kg x g) - (0,75m x 300kg x g) = 0
[d'où on déduit :]	R2 = 16824 / 1,096 = 15350N
[intégration dans l'équation 1]	R1 + 15350 = 28449N :. R1 = 13099N

Les forces R1 et R2 s'exercent chacune sur deux blocs, chacun des blocs supportant la moitié de l'effort. Les blocs les plus chargés supportent donc chacun un effort de 15350 / 2 = 7675N

Il apparaît que les forces de réaction sont modifiées quand le système accélère : dans cet exemple, R2 augmente de 15% environ pendant l'accélération. En revanche, les forces de réaction resteront inchangées au retour, puisqu'on considère que ce trajet est effectué à une vitesse constante de 0,5m/s.

Etape 3 : Calcul des forces de réaction pendant la décélération.

[total des forces]	R1 + R2 = L = (2900kg x g) = 28449N
[moments autour de A]	R2 x 1,096 – (0,15m x 600kg x g) – (0,7m x 2000kg x g) - (0,75m x 300kg x g) + (0,7m x 2000kg x a_2) + (1,2m x 600kg x a_2) + (1,35m x 300kg x a_2) = 0
[d'où on déduit :]	R2 = 15814 / 1,096 = 14429N
[intégration dans l'équation 1]	R1 + 14429 = 28449N :. R1 = 14020N

Les forces R1 et R2 s'exercent chacune sur deux blocs, chacun des blocs supportant la moitié de l'effort. Les blocs les plus chargés supportent donc chacun un effort de 14020 / 2 = 7010N.

Etape 4 : Calcul de l'effort moyen sur les galets pour déterminer la durée de vie du système.

On constate que ce sont les galets supérieurs du côté droit du schéma qui sont soumis aux plus grands efforts pendant le transfert.L'effort sur ces galets étant variable au cours du cycle, il est nécessaire de calculer l'effort moyen sur la base des portions du temps où s'exercent les différents efforts. Cet effort moyen servira alors à calculer la durée de vie du système.

Quand un effort est variable, l'effort moyen se calcule comme suit :

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

Fm = effort moyen
q = portion du temps (%)

pour calculer les portions du temps, on doit déterminer les temps d'accélération, de décélération et de vitesse constante, puis les exprimer en pourcentage de la durée du cycle.

Le temps d'accélération t1 se calcule par l'équation suivante :

v = u + at

v = vitesse finale
u = vitesse initiale
a = accélération
t = temps

En intégrant les valeurs réelles, on obtient :

t_1 = (3m/s – 0m/s) / 1m/s² = 3s

Le temps de décélération t_2 se calcule par la même équation, qui donne comme résultat 7,5s.
Le temps passé à vitesse constante t_3 est la somme des temps passés à vitesse constante à l'aller et au retour. Le temps passé à vitesse constante au retour se calcule simplement par l'équation :

t = s / v

v = vitesse
s = distance

En intégrant les valeurs réelles, on obtient :

t_r = 20m / 0,5m/s = 40s

MHD Calcul de Durée de Vie

Pour calculer la distance parcourue à vitesse constante à l'aller, il faut d'abord déterminer la distance parcourue pendant l'accélération et la décélération, puis soustraire cette valeur de la course totale. La distance parcourue pendant l'accélératon se calcule par une troisième équation :

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

v = vitesse finale

u = vitesse initiale

a = accélération

s = distance

En intégrant les valeurs réelles, on obtient :

$s_1 = (3^2 - 0^2) / 2 \times 1 = 4{,}5m$

De même, on obtient, pour la distance parcourue pendant la décélération, $s_2 = 11{,}25m$

La distance parcourue à vitesse constante est donc $s_3 = 4{,}25m$ (20m – (4.5 + 11,25m)) et le temps passé à vitesse constante à l'aller est $t_o = 1{,}4s$ (4,25m / 3m/s).

Ainsi, le temps total passé à vitesse constante est $t_3 = 41{,}4s$ (= $t_r + t_o$) et le temps pour accomplir un cycle complet est 51,9s (= 3s + 7.5s + 41,4s)

On peut alors calculer les portions du temps : $q_1 = 6\%$ (3s / 51,9s x 100), $q_2 = 14\%$ (7,5s / 51,9s x 100) et $q_3 = 80\%$ (41,4s / 51,9s x 100).

On intègre alors ces valeurs à l'équation du calcul de l'effort moyen :

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

Puis, par l'équation de calcul de la durée de vie du galet supérieur, on obtient :

$$\text{Durée de vie du galet supérieur (km)} = 1000 \times \left(\frac{L_{1A(max)}}{L_{1A}}\right)^{3.3} = 135986\text{km}$$

si $L_1A(max) = 34000N$ and $L_1A = 7673N$

Dans cette application, le système accomplit [60 x 60 x 40 (secondes/semaine) x 0,35 (35% du temps)] / 51,9s (durée du cycle) = 971 cycles par semaine. Chaque cycle équivaut à 40m, donc le système parcourt 38,8km par semaine. La durée de vie du système est donc 135986 / 38,8 = 3505 semaines, soit **67,4 années.**

Remarque
Pour les applications où les galets latéraux ou inférieurs supportent les efforts dynamiques les plus grands, on substituera la puissance 3 à la puissance 3,3 . L'équation ci-dessus devient ainsi :

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

HepcoMotion®, Chemin de la Chapelle,
Saint Antoine, ENNERY, 95300, France
Tél : +33(0) 1 34 64 30 44
E-mail: info.fr@hepcomotion.com