Choisir une conception de ventilateur qui minimise les compromis
Par Jeff Smoot, Vice-Président de l'ingénierie des applications, CUI Inc

De la même manière que l'oxygène et l'eau sont essentiels à la vie humaine, les ventilateurs de refroidissement sont essentiels à la plupart des appareils dont nous dépendons chaque jour. Des appareils ménagers aux machines de qualité industrielle, et des ordinateurs portables aux centres de données à grande échelle, la nécessité d'éliminer l'air chaud est essentielle. Si le ventilateur tombe en panne, la machine qu'il est censé refroidir finira par tomber en panne – ou, plus probablement, par s'arrêter automatiquement pour éviter une surchauffe. Les deux scénarios ne sont pas souhaitables, ce qui signifie que les concepteurs d'appareils doivent sélectionner des ventilateurs qui seront à la hauteur de la tâche pendant la durée de vie prévue de leur produit.

L'importance du palier de ventilateur
Un critère clé qui influe sur la durée de vie attendue d'un ventilateur est le type de palier utilisé dans la conception. Cet élément crucial assure le bon fonctionnement du rotor. On demande beaucoup au palier du ventilateur au cours de sa vie: en plus d'assurer que le rotor peut effectuer un nombre important de rotations, le palier peut également devoir fonctionner selon différentes orientations et être suffisamment résistant aux impacts pour résister aux chocs ou aux chutes.

Les moteurs d'un ventilateur sont généralement du type à palier lisse ou à roulement à billes. Les deux solutions ont leurs avantages et leurs inconvénients, et les concepteurs sont souvent obligés de faire des compromis en choisissant l'une ou l'autre. Examinons les principales caractéristiques de ces deux types de paliers.

Paliers lisses (*sleeve bearings*) : le faible coût a un prix
Le palier lisse est le plus simple, et donc le moins cher, des deux types de paliers traditionnels. Dans cette conception, l'arbre central tourne à l'intérieur d'un manchon cylindrique, avec de l'huile lubrifiant le palier. Le manchon est chargé de maintenir le rotor dans la bonne position par rapport au stator du moteur, en s'assurant que la distance reste constante entre les deux éléments. En plus de coûter moins cher que les roulements à billes, les paliers lisses sont généralement plus résistants aux chocs. Cependant, cette conception a ses inconvénients.

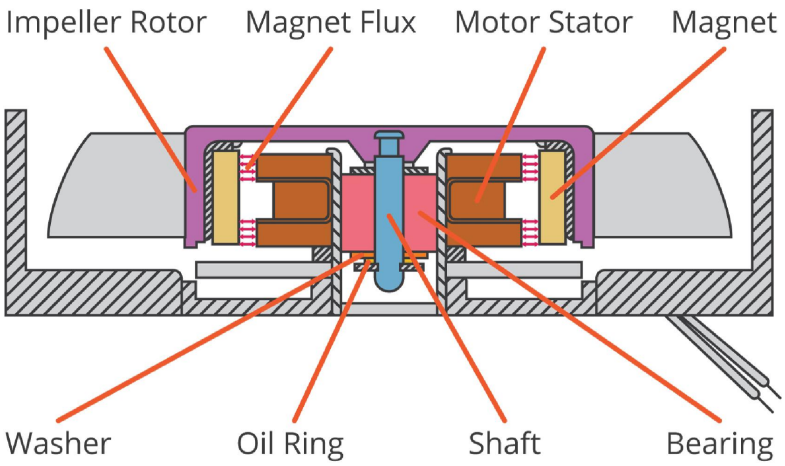


Figure 1 : Coupe transversale d'un palier lisse
(*Translation figure 1 : Impeller rotor, roue rotor ; magnet flux, flux magnétique ; motor stator, stator du moteur ; magnet, élément magnétique, washer, rondelle ; oil ring, bague de graissage ; shaft, arbre ; bearing, palier*)

D'une part, l'espace entre l'intérieur du manchon et l'arbre doit être le plus petit possible, afin de minimiser l'oscillation du rotor. Cependant, plus le manchon est serré, plus vous avez de friction à surmonter lorsque vous démarrez et faites tourner le rotor. Par conséquent, les paliers lisses peuvent être plus lents à démarrer et nécessitent plus d'énergie pour fonctionner.

Un autre problème lié au frottement sur les paliers lisses est causé, ironiquement, par les bagues de graissage et les rondelles en Mylar à chaque extrémité de l'alésage du palier. Ceux-ci retiennent le lubrifiant nécessaire pour que l'arbre tourne régulièrement et en douceur, mais leur présence même ajoute de la friction. Ils piègent également une partie du gaz créé par le frottement de rotation. Lorsque ce gaz ne peut pas s'échapper, il se solidifie en particules de nitrure qui obstruent le palier, gênent la rotation de l'arbre et réduisent sa durée de vie.

L'autre grand inconvénient des paliers lisses classiques est une conséquence du fait que le manchon assume l'entière responsabilité du maintien du rotor en position. En d'autres termes, le poids total du rotor repose sur l'intérieur du manchon du palier. Lorsque le rotor tourne, du fait de la gravité, l'arbre va progressivement user l'intérieur du manchon. Si votre ventilateur fonctionne toujours dans la même position, votre manchon prendra progressivement une forme ovale qui peut induire du bruit et des oscillations de rotor. Ou alors, si votre ventilateur doit fonctionner sous plusieurs angles, l'intérieur du roulement s'usera dans des directions différentes, ce qui entraînera une forme irrégulière qui aggravera ces problèmes de

bruit et d'oscillations. À long terme, toute cette usure raccourcit la durée de vie du palier, et potentiellement l'ensemble du ventilateur.

Ainsi, bien que le palier lisse soit à la fois économique et robuste, ces inconvénients inhérents font que les concepteurs se tournent souvent vers les ventilateurs de technologies alternatives. La plus commune d'entre elles est le roulement à billes.

Roulements à billes : durée de vie plus longue mais plus coûteuse
Les roulements à billes consistent en une couronne de billes d'acier autour de l'arbre du rotor. Lorsqu'ils sont utilisés dans les moteurs de ventilateur, vous en trouverez généralement une paire sur l'arbre, séparés par un anneau de ressorts. Dans le cas des ventilateurs, cette approche présente un certain nombre d'avantages par rapport aux paliers
lisses.

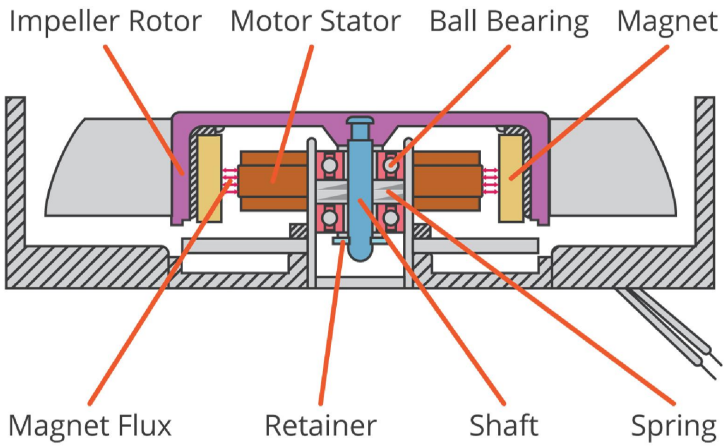


Figure 2 : Coupe transversale d'un roulement à billes
(*Translation figure 2 : Impeller rotor, roue rotor ; magnet flux, flux magnétique ; motor stator, stator du moteur ; magnet, élément magnétique, ball bearing, roulement à billes ; retainer, butée ; shaft, arbre ; spring, ressort*)

Premièrement, les roulements à billes réduisent la quantité de frottement à surmonter lors du démarrage et de l'utilisation de votre ventilateur. Deuxièmement, les ressorts entre les deux roulements à billes aident à compenser toute inclinaison causée par le poids du rotor. Par conséquent, l'usure réduite des roulements fait que le temps moyen entre pannes (*Mean Time Between Failures*, MTBF) des roulements à billes est beaucoup plus élevé qu'avec un palier lisse.

Malgré ces avantages, les roulements à billes ont leurs inconvénients. Le fait qu'ils puissent être utilisés sous n'importe quel angle les rend plus attrayants que les

paliers lisses pour les appareils portables. Cependant, en même temps, les roulements à billes sont moins robustes et doivent être traités plus soigneusement.

Les roulements à billes sont également plus bruyants que les paliers lisses, tandis que leur plus grande complexité et leur plus grand nombre de composants les rendent plus coûteux.

La nécessité d'une troisième solution : l'introduction d'omniCOOL™
Les paliers lisses et les roulements à billes présentent tous deux des inconvénients qui obligent les concepteurs à faire des compromis d'une manière ou d'une autre. C'est pourquoi CUI a développé un nouveau type de ventilateur qui comble le fossé entre les conceptions traditionnelles à roulement à billes et à palier lisse, éliminant ainsi les divers compromis que nous venons d'examiner.

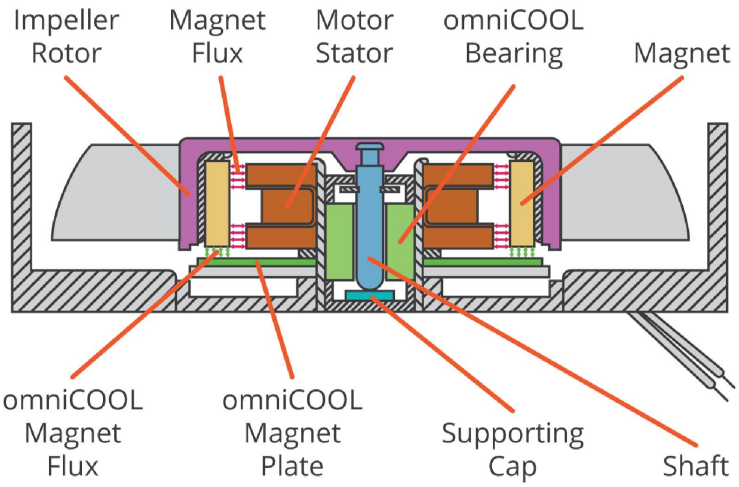


Figure 3 : Coupe transversale d'un moteur de ventilateur équipé du système omniCOOL
(*Translation figure 3 : Impeller rotor, roue rotor ; magnet flux, flux magnétique ; motor stator, stator du moteur ; bearing, palier ; magnet, élément magnétique, magnet plate, surface magnétique ; supporting cap, capuchon ; shaft, arbre*)

Connu sous le nom de système «omniCOOL», ce nouveau design de ventilateur utilise une structure magnétique pour équilibrer le rotor, en combinaison avec un palier lisse amélioré.

Le rotor d'un système omniCOOL™ fonctionne comme une toupie qui ne chute jamais et peut fonctionner sous n'importe quel angle.

L'extrémité de l'arbre fonctionne comme une pointe de toupie maintenue en place par un bouchon de support. La structure magnétique se trouve devant le rotor et

l'attire uniformément sur toute sa circonférence, en équilibrant le rotor quel que soit l'angle de fonctionnement du ventilateur. Par conséquent, l'intérieur du roulement n'a plus à supporter le poids du rotor – celui-ci est supporté par le flux magnétique et le capuchon de support.

Le système omniCOOL réduit ou élimine de nombreux inconvénients des paliers lisses ou roulements à billes traditionnels. Par exemple, avec la structure magnétique qui équilibre activement le rotor, les problèmes d'inclinaison et d'oscillation communs aux paliers lisses standards sont minimisés.

Et parce que l'arbre ne repose pas contre l'intérieur du palier, le frottement entre les deux est considérablement plus faible qu'avec un palier lisse traditionnel.

Les concepteurs expérimentés savent qu'une structure magnétique de ce type peut être appliquée à un palier lisse traditionnel ou à un roulement à billes. Cependant, elle ne suffit pas à elle seule pour relever tous les défis que nous avons examinés plus haut. Et c'est ici qu'intervient l'autre composant clé du système omniCOOL : le palier lisse amélioré.

Le palier lisse amélioré
Le manchon utilisé dans le système omniCOOL est spécialement conçu pour résister à l'abrasion et à la chaleur. Cela permet un fonctionnement jusqu'à 90°C, alors que les paliers lisses traditionnels ne peuvent généralement pas supporter plus de 70°C.

Le manchon durci et l'abrasion réduite (grâce à la structure magnétique qui équilibre le rotor) prolongent également considérablement la durée de vie du roulement – des résultats du test ont montré qu'un système omniCOOL dure plus de trois fois plus longtemps qu'un palier lisse standard lorsqu'il est utilisé à 70°C ; une durée qui va jusqu'à 5,5 fois plus longtemps à 20°C.

L'autre différence clé entre le roulement amélioré utilisé dans les systèmes omniCOOL et les paliers lisses standard est l'absence de bagues de graissage et des rondelles Mylar. La structure magnétique minimise les risques de frottement de l'arbre contre l'intérieur du roulement, ce qui signifie que ces composants ne sont plus nécessaires. Ceci réduit encore plus le frottement et fournit un espace libre à chaque extrémité du roulement pour que tous les gaz produits par le frottement de rotation puissent s'échapper. Cela réduit également le coût et la complexité de la conception globale, accélérant ainsi la fabrication et l'assurance de qualité, par rapport à des configurations plus complexes.

Absence de compromis pour les concepteurs
Le système omniCOOL résout les traditionnels problèmes auxquels sont confrontés les concepteurs d'équipement lorsqu'ils choisissent des ventilateurs avec des paliers lisses ou à roulements à billes standards. La combinaison d'une structure magnétique avec un palier lisse amélioré permet d'obtenir des ventilateurs silencieux, résistants et durables qui peuvent être utilisés sous n'importe quel angle, tout en étant moins onéreux que les dispositifs équivalents avec des roulements à billes.

La prochaine fois que vous aurez besoin d'un ventilateur pour refroidir l'un de vos produits et que vous envisagerez d'adopter une conception à base de palier lisse ou de roulement à billes, ajoutez un ventilateur omniCOOL aux options que vous envisagerez. Vous pourriez bien réaliser qu'il représente l'équilibre parfait du prix et de la performance pour votre produit final.

Vous en saurez plus sur la gamme de ventilateurs à courant continu de CUI avec le système omniCOOL ici.