

DES MOTEURS MINIATURES DE PRÉCISION POUR FAIRE PROGRESSER LES SYSTÈMES AÉROSPATIAUX ET DE DÉFENSE



Les secteurs de l'aérospatiale et de la défense sont exigeants et nécessitent des solutions de contrôle de mouvement extrêmement précises et puissantes. Par conséquent, il s'agit de certaines des applications les plus difficiles à concevoir et à mettre en œuvre pour les ingénieurs en contrôle de mouvement. Les spécifications typiques de l'A&D requièrent des moteurs capables de résister à des plages de températures extrêmes, de fonctionner dans des conditions de chocs et de vibrations sévères et de s'intégrer dans des espaces restreints, tout en maintenant des niveaux de performance élevés. Cet article passe en revue ces exigences rigoureuses et aborde les défis de conception auxquels sont confrontés les fabricants de moteurs miniatures de précision.

TECHNOLOGIES DES MOTEURS MINIATURES COURAMMENT UTILISÉES DANS L'AÉROSPATIALE ET LA DÉFENSE

Trois technologies de moteur sont fréquemment utilisées pour répondre aux besoins de mouvement dans les applications de l'A&D : les moteurs CC à balais sans fer, les moteurs CC sans balais (BLDC) et les moteurs pas-à-pas. Les moteurs CC sans fer et CC sans balais sont généralement choisis pour leurs rendements supérieurs et leur poids plus faible, les moteurs CC sans balais étant disponibles sous forme cylindrique et plate et utilisant des bobinages avec ou sans encoches. Les moteurs pas-à-pas constituent également un choix idéal pour les applications où la précision est requise, mais où le rapport prix/performance est le principal facteur déterminant.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques de performance de chaque type de moteur :

Caractéristiques de performance	Moteur CC sans balais			Moteur CC à balais	Moteur pas-à-pas
	À encoches	Sans encoches	Plat à encoches (rotor externe)	Sans fer	
Densité de couple	+++	+++	+++	++	++
Aucune perte de charge	+	+	+	+++	+
Vitesse maximale	+++	+++	+	+	+
Couple résiduel	+	+++	+	+++	++
Durée de vie	+++	+++	+++	+	+++
Inertie	+++	++	+	++	+
Robustesse (chocs et vibrations)	+++	++	+	++	+

Tableau 1 : Caractéristiques de performance des technologies de moteurs miniatures

Ces trois technologies s'adaptent non seulement aux exigences de performance des applications A&D types, mais aussi à leurs conditions environnementales extrêmes. Les exigences en matière de température en sont un exemple clé, car elles peuvent varier de -55 °C/-67 °F à 200 °C/392 °F ; cela signifie que tous les composants de contrôle de mouvement doivent être spécialement conçus pour résister à ces conditions extrêmes et maintenir des niveaux de performance élevés sur toute la plage de fonctionnement. Les progrès réalisés dans les matériaux, notamment les métaux utilisés dans les carters de moteur, les lubrifiants spéciaux pour roulements, les revêtements spéciaux pour l'électronique et les plastiques pour l'isolation des bobines permettent aux minimoteurs de fonctionner de manière fiable dans ces conditions.

Le fonctionnement dans des environnements soumis à des chocs et à des vibrations importants est un deuxième défi courant qui doit être pris en compte. Des considérations particulières en matière de conception sont nécessaires pour permettre aux moteurs miniatures de fonctionner dans ces environnements extrêmes, car même de petits mouvements des bobines du moteur peuvent l'endommager. La conception du moteur doit garantir que les composants internes critiques du moteur (rotor, arbre, roulements) et les composants connectés (réducteurs, codeurs) sont correctement fixés pour empêcher tout mouvement lorsqu'ils sont exposés aux chocs et aux vibrations les plus violents.

L'exposition aux matériaux potentiellement dangereux souvent rencontrés dans ces applications est un troisième mode de défaillance potentielle du moteur qui doit être pris en compte. Les ingénieurs chargés de la conception des moteurs cherchent à intégrer des matériaux de pointe associés à des conceptions d'étanchéité spécialisées dans le moteur. La conception optimale garantit que le moteur peut fonctionner avec une efficacité maximale dans ces environnements extrêmes et, plus important encore, qu'il fonctionne de manière sûre et fiable.

APPLICATIONS AÉROSPATIALES ET DE DÉFENSE NÉCESSITANT DES MOTEURS MINIATURES

Les applications A&D peuvent être classées en trois catégories : l'aérospatiale commerciale, l'aérospatiale militaire et la défense, ainsi que les engins spatiaux et les fusées. L'élément commun à tous ces projets est la nécessité de concevoir des moteurs légers et peu gourmands en énergie qui fournissent une forme d'actionnement. De l'actionnement des sièges aux systèmes de commande de vol, en passant par l'actionnement des ailettes ou le contrôle des vannes, les moteurs miniatures de précision sont un élément essentiel de ces applications.

Vannes et actuateurs

Différents types de vannes et actuateurs sont utilisés sur les véhicules aéronautiques pour remplir des fonctions critiques, notamment la régulation du flux de carburant vers le moteur et le contrôle du flux d'air dans la cabine de l'avion. En raison de leur emplacement physique dans l'avion, ces dispositifs sont généralement exposés à des environnements extrêmes et exigent une densité de puissance et une réponse dynamique maximales de la part du système de mouvement. Les considérations de conception types incluent :

- Des modifications du matériau de l'aimant pour garantir que la force de l'aimant ne se dégrade pas lorsque les températures augmentent
- La sélection des matériaux de laminage pour garantir que les moteurs peuvent résister à des plages de températures extrêmes
- La sélection appropriée des fils conducteurs qui relient les moteurs à l'électronique du système pour garantir qu'ils restent souples par grand froid et qu'ils ne fondent pas par grande chaleur

Applications aérospatiales et de défense

Aérospatiale commerciale

- Système d'actionnement de sièges
- Stores de fenêtres
- Systèmes de contrôle de vol
- Vannes de carburant et systèmes de propulsion
- Systèmes de conditionnement d'air
- Drones I UAV

Aérospatiale et défense militaires

- Missiles/munitions intelligentes
- Systèmes EO/IR
- Drones I UAV
- Systèmes de contrôle de vol
- Vannes de carburant et systèmes de propulsion
- Robots mobiles et de surveillance
- Véhicules sous-marins autonomes
- Lanceurs et vérins de torpille
- Gimbals

Vaisseaux spatiaux et fusées

- Systèmes de propulsion
- Actionnement de satellite
- Systèmes de contrôle de vol

Tableau 2 : Applications et catégories d'applications A&D

Chacune de ces modifications de la conception du moteur doit être prise en compte pour garantir un fonctionnement performant dans des conditions de température extrêmes tout au long du cycle de vie de l'aéronef. De nombreuses conceptions de vannes, qu'elles soient anciennes ou de la génération actuelle, utilisent des moteurs pas-à-pas qui régulent finement la position ou des moteurs CC à balais qui conviennent parfaitement aux vannes tout ou rien. Cependant, les conceptions de la prochaine génération passent progressivement à l'utilisation de moteurs CC sans balais pour les applications d'actionnement intelligent. Cela est dû aux capacités de positionnement précis du moteur BLDC qui peut fournir des données sur le nombre d'opérations, surveiller tout comportement anormal et fournir des informations sur la maintenance, améliorant ainsi la fiabilité et les performances globales de l'équipement.



Image 2 : Exemples d'applications d'actionnement de vannes, de systèmes de régulation environnementale et de régulation de vannes de carburant

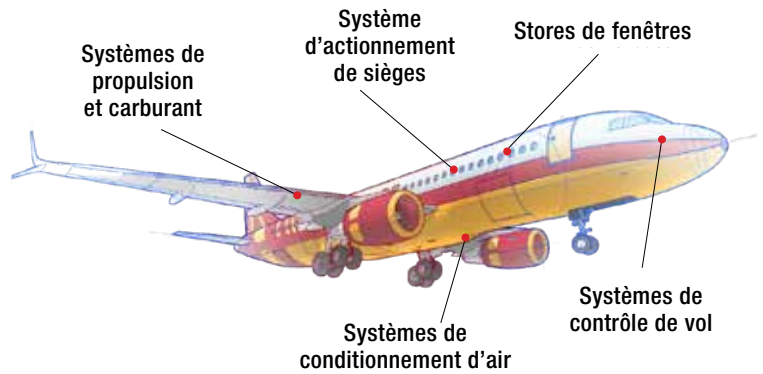


Image 3 : Exemples d'applications aérospatiales commerciales

Actionnement des stores et des sièges

Les commandes électromécaniques pour l'actionnement des stores de fenêtre et des sièges sont des innovations de plus en plus nombreuses pour les avions privés et commerciaux, qui visent à faciliter l'utilisation par les passagers et à accroître le contrôle par le personnel de la compagnie aérienne. Ces systèmes permettent au passager de relever ou d'abaisser aisément le store ou la surface d'assise sur simple pression d'un bouton ; ils permettent également au personnel navigant de contrôler la lumière ambiante de la cabine et de s'assurer que le passager est bien assis au décollage et à l'atterrissage. En raison de leur densité de puissance élevée, de leur faible niveau de bruit et de leur faible élévation de température, les moteurs CC sans fer sont principalement utilisés dans cette application. La possibilité de faire fonctionner les moteurs sans aucune électronique de commande constitue un avantage évident en termes de coûts, tandis que le rendement élevé et le faible poids du moteur réduisent la consommation d'énergie et de carburant, un objectif clé pour toutes les compagnies aériennes aujourd'hui.

Défense intelligente

Les applications de munitions intelligentes impliquent une utilisation unique où le contrôle de la précision dans un environnement à haute vitesse et à vibrations extrêmes est impératif. Le contrôle et la dynamique du moteur sont des facteurs clés des performances globales du système, où chaque paramètre potentiel qui peut affecter, même marginalement, les performances pendant le fonctionnement doit être pris en compte dans la conception du moteur.

Selon les priorités de conception, les modèles CC sans balais avec et sans encoches et plats constituent tous des solutions de mouvement appropriées pour les systèmes d'actionnement d'ailettes de missile. Grâce à leur densité de puissance élevée et à leur petite taille, ces moteurs réduisent le poids du système d'actionnement et fournissent une réponse dynamique élevée du système de navigation afin d'assurer un excellent contrôle du vol. Pour les applications de déploiement d'ailes, les technologies CC avec et sans balais sont idéales. Les applications EO/IR utilisent généralement de petits moteurs CC à



Image 4 : Applications d'actionnement de stores et sièges

balais et CC sans balais ni encoches avec une densité de puissance élevée pour réduire au maximum la taille de l'ensemble du système. Les moteurs CC à balais contribuent également à réduire l'encombrement global, car seule une électronique de commande simple est nécessaire pour le fonctionnement du moteur.

Dans l'ensemble, pour les systèmes de mouvement simples, les moteurs CC à balais sont les solutions les plus rentables pour répondre aux exigences des applications en termes de performances, de taille et de durée de vie. Pour des exigences plus strictes, un moteur CC sans balais entièrement sur mesure est probablement la meilleure solution.

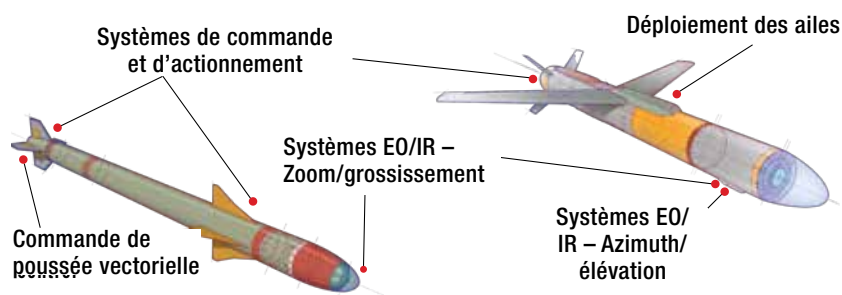


Image 5 : Applications de défense intelligente –
Missiles et munitions intelligentes

CONCLUSION

L'une des tâches les plus difficiles auxquelles sont confrontés les fournisseurs de solutions de mouvement dans le domaine de l'aérospatiale et de la défense consiste à adapter le système de moteur miniature aux exigences uniques de chaque application. Pour ce faire, les ingénieurs concepteurs de moteurs doivent savoir ajuster les éléments de conception aux exigences de l'application et adapter les conceptions existantes afin d'optimiser l'espace, le poids et la puissance et résister aux conditions environnementales. Les moteurs COTS (Commercial-Off-The-Shelf) s'avèrent être la solution idéale pour les applications aérospatiales et de défense dans ce contexte, car ils offrent une puissance de sortie substantielle dans un cadre compact et léger. Les fabricants dotés d'un éventail de technologies de moteurs possèdent une excellente capacité d'analyse des exigences spécifiques couvrant diverses technologies. Cela se traduit souvent par l'offre aux clients d'une gamme de solutions de contrôle de mouvement qui répondent précisément à leurs besoins. **P**

POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS :

110 Westtown Road
West Chester, PA 19382

Tél : +1 610 235 5499

Fax : +1 610 696 4598

portescap.sales.america@regalrexnord.com

www.portescap.com

CONTACTER UN INGÉNIEUR :

www.portescap.com/en/contact-portescap

Julian Del Campo

Responsable du développement
commercial, Aérospatiale et Défense

Portescap

A REGAL REXNORD BRAND