

## STK GAMME D'UNITES ROTO-STATORIQUES POUR ENTRAINEMENT DIRECT

Depuis plus de 10 ans, **ALXION** est reconnu pour être le spécialiste incontesté de l'**ENTRAINEMENT DIRECT** avec la gamme des moteurs **FC**. Cette gamme de moteurs habillés avec flasques, carcasse, et roulements, prêts à l'emploi est la solution idéale pour les machines de type rotatives d'imprimerie, machines de cintrage, machines textile, machines d'usinage etc.. nécessitant une excellente qualité de rotation, notamment à basse vitesse, et une grande précision, avec un arbre creux de 70 mm maximum en standard.

Avec les kits **STK**, **ALXION** répond à des applications d'Entraînement Direct qui ne pourraient pas être atteintes par la gamme **FC** :

- soit une intégration complète de la motorisation dans la mécanique en raison de l'encombrement ;
- soit un arbre creux traversant de fort diamètre impliquant le recours à une technologie de type annulaire.

### **CARACTERISTIQUES PRINCIPALES :**

- Couple permanent de 14,6N.m à 2 708N.m en convection naturelle **selon la taille et jusqu'à 6 100N.m en refroidissement par fluide.**
- Six diamètres extérieurs depuis 145 mm jusqu'à 800 mm.
- Diamètre intérieur depuis 56 mm jusqu'à 630 mm.
- Divers bobinages disponibles depuis 30tr/mn jusqu'à 1 500tr/mn **selon la taille.**

La gamme de kits de moteurs sans balais **ALXION STK** a spécialement été conçue pour les entraînements directs d'axes sans réducteurs nécessitant des encombrements **et des masses réduits** pour les couples et les puissances développés.

Une optimisation électromagnétique et thermique a permis d'accéder à des couples permanents massiques jusqu'à 15N.m/Kg en convection naturelle et 30N.m/Kg en convection forcée par fluide.

La gamme de kits **ALXION STK** s'adresse à des applications industrielles exigeantes en performances (dynamique, compacité, précision, régularité de rotation à basse vitesse) en fiabilité mais aussi en prix de revient. Une attention particulière a donc été portée lors de la conception afin de réaliser une optimisation technico-économique.

Les industriels reprochent parfois aux moteurs à Entraînement Direct d'être généralement des moteurs couple, de puissance, donc de vitesse réduite. **ALXION** a voulu répondre à cette objection avec la gamme **STK** en créant des moteurs qui peuvent satisfaire les applications de basse vitesse avec les régularités de rotation demandées et d'autre part pouvoir répondre à des applications d'Entraînement Direct jusqu'à 30 kW en convection naturelle et 100kW en refroidissement par fluide avec des vitesses pouvant atteindre jusqu'à 1500 tr/mn selon la taille.

Les différentes vitesses sont atteintes grâce à plusieurs variantes de bobinage. Certaines sont illustrées dans ce catalogue mais de nombreuses variantes permettant une optimisation du calibre du variateur associé sont réalisables aisément.



### **CONSTITUTION DU MOTEUR**

**STATOR** : Il s'agit d'une armature de tôles ferromagnétiques portant les bobinages et solidaire d'une carcasse. Les bobinages sont surmoulés dans une résine d'enrobage. La carcasse est soit lisse, soit usinée pour porter la gravure du circuit de refroidissement lorsque celui-ci est demandé.

- Bobinage Classe H.
- Câble de sortie Classe 6, 4 brins, blindé pour la puissance.
- Protection thermique par résistance CTP et KTY84 (résistance linéaire) noyées dans le bobinage. Câble de sortie Classe 6 avec 2 paires blindées.

**ROTOR** : Des aimants terres rares traités contre la corrosion sont collés à la périphérie d'une bague en acier.

## MONTAGE DU STATOR ET DU ROTOR

Les rotors et stators de la gamme STK peuvent être livrés optionnellement montés, centrés et positionnés axialement sur un flasque afin d'éviter à l'utilisateur l'opération de montage du rotor à l'intérieur du stator.

## FONCTIONNEMENT EN CONVECTION NATURELLE

Le stator est une source de pertes par effet joules et par hystérésis et courants de Foucault. On devra prendre en compte cet aspect dans l'intégration du moteur. Voici les éléments à retenir :

- Les couples permanents des moteurs sont donnés pour une élévation de température de 120 °C du cuivre pour des stators en contact avec l'air ambiant ou solidaires sur toute leur surface périphérique d'une pièce métallique en contact avec l'air ambiant. De plus, on considère que la carcasse statorique est bridée sur une pièce métallique de surface au moins égale à deux fois sa section.

Par exemple, pour un moteur de diamètre 400 mm, la bride devra avoir une surface de :

$$2 \cdot \frac{\pi \cdot 0,4^2}{4} \text{ soit } 0,25m^2$$

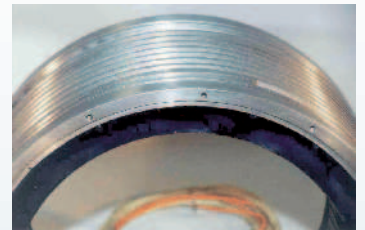
- Eviter toute ambiance confinée ou si cela est obligatoire, nous consulter pour connaître le déclassement du moteur.
- S'assurer que les pièces placées dans le voisinage du moteur peuvent supporter des températures élevées ou si ce n'est pas le cas nous consulter pour le déclassement du moteur.

## REFROIDISSEMENT PAR FLUIDE

Si l'on souhaite s'affranchir des problèmes environnementaux liés à l'échauffement, ou si l'on veut pousser les moteurs à des couples permanents supérieurs à ceux obtenus en convection naturelle, on aura recours au refroidissement en convection forcée par fluide.

Deux points de fonctionnement sont caractérisés en convection par fluide :

- Bobinage à 60 °C.
- Refroidissement maximal (bobinage à 140 °C) afin de maximiser le couple permanent du moteur.



On utilisera de l'eau adoucie glycolée ou un fluide agréé pour circuit fermé de refroidissement afin de minimiser les risques de corrosion et de dépôts.

La gravure de la carcasse prévoit 2 gorges d'extrémités pour joints toriques, puis deux gorges circulaires permettant l'arrivée et le départ du fluide, séparées par un circuit de refroidissement.

On prendra soin lors du montage de disposer les buses d'arrivée et de départ sur la même génératrice à l'opposé du départ et de l'arrivée du circuit de refroidissement.

## VARIATEURS ET CAPTEURS ASSOCIES

Les moteurs **ALXION** STK ont été conçus pour minimiser les harmoniques de couple lorsqu'ils sont alimentés par des variateurs pour moteurs sans balais à commande sinusoïdale.

Les kits STK sont donc compatibles avec un large éventail de variateurs brushless disponibles sur le marché et notamment avec les gammes de variateurs MOOG monoaxes DBS et DS 2000 et multiaxes DBM, SIEMENS SIMODRIVE 611D avec alimentation AN, NUM Schneider MDLU, Parker COMPAX, GE FANUC, CONTROL TECHNIQUES UNIDRIVE, B & R, DANAHER Servostar 600 ...

Cependant, dans l'optique de maximiser les performances d'asservissement, nous recommandons l'utilisation de variateurs présentant les particularités suivantes :

- Boucle de courant numérique à gains programmables ou auto-adaptative.
- Présence de filtres anti-résonnants programmables sur l'erreur de vitesse afin de pouvoir maintenir des gains d'asservissement élevés dans le cas où l'inertie de charge est très grande par rapport à l'inertie du rotor.

· Différents types d'interfaces : les variateurs peuvent être compatibles avec 4 types d'interfaces de positionnement :

- Résolver :

Les résolveurs sont dans les meilleurs cas (résolveur **ALXION** RES FC6 72 32) limités à une précision de 1 minute d'arc. Dans la majorité des résolveurs disponibles, la précision est plutôt de plusieurs minutes.

Il faudra donc vérifier si la précision de positionnement souhaitée est compatible avec la précision du résolveur employé et du circuit de traitement transformant les signaux résolveurs en signaux codeur.

D'autre part, les résolveurs pourront être limitatifs du fait de leur diamètre traversant. Les résolveurs **ALXION** RES FC6 72 32 permettent un diamètre traversant de 90 mm.

Enfin, les résolveurs permettent de monter jusqu'à une résolution de plusieurs centaines de milliers de points mais une telle résolution n'est pas utile car elle est incompatible avec la précision du système de mesure.

- Codeur TTL ou règle optique TTL :

Les codeurs TTL ont en général un nombre de points limité (de 500 à 5000). Il existe quelques codeurs avec arbre creux jusqu'à 50 mm dont le nombre de points est de 15000 à 20000 par tour (à multiplier par 4).

La meilleure solution en termes de résolution et de précision est représentée par les règles optiques au pas, selon le cas de 0,5  $\mu$ , 1  $\mu$ , 5  $\mu$  qui collées sur un moyeu creux de diamètre approprié peuvent permettre une résolution de 1 million de points voire plusieurs millions de points selon le diamètre.

Les têtes de lecture associées à ces règles ont une fréquence maximale de lecture limitant la vitesse pour une résolution donnée.

- Codeur de type sin / cos ou règle de type sin / cos :

Il s'agit des solutions les plus répandues dans les applications de nos moteurs.

On retrouve pour ces codeurs les mêmes limitations d'arbre traversant que mentionnées précédemment. Cependant, l'avantage de cette technologie réside dans la possibilité de multiplier les fréquences des signaux sinusoïdaux délivrés par ces codeurs grâce aux interfaces variateurs. Ainsi, un codeur à 1024 sinusoïdes par tour permettra avec une multiplication par 1000 de reconstituer un million de points. La règle optique de type sin / cos présente l'avantage d'offrir à la fois des résolutions élevées soit naturellement soit par interpolation interne au variateur et un diamètre traversant sans limitation grâce à son collage sur un moyeu de diamètre approprié. Certains fabricants de codeurs intègrent à leur catalogue des règles optiques directement montées sur des moyeux de diamètres variables. Certains fabricants de roulements intègrent des systèmes de mesure de même type dans les roulements.

- Capteurs absolus :

Les capteurs absolus permettent d'obtenir les caractéristiques décrites pour les codeurs soit TTL, soit Sin-Cos sans nécessité de séquence d'initialisation pour la commutation des phases (voir paragraphe suivant), ni pour la prise d'origine de l'axe.

## COMMUTATION DES PHASES

Les moteurs synchrones à aimants nécessitent un repérage angulaire des champs tournants statorique et rotorique afin de piloter le couple. Le résolveur permet ce repérage et donne en même temps la position de l'axe (modulo le pas polaire). Les capteurs absolus permettent également ce repérage. Ce n'est pas le cas des codeurs ou règles incrémentaux.

Les fournisseurs de codeurs prévoient donc des versions pour moteurs brushless intégrant soit :

- Des signaux rectangulaires de commutation triphasés  $U, V, W, \bar{U}, \bar{V}, \bar{W}$  dans le cas de codeurs TTL ; mais ces signaux doivent avoir le même nombre de périodes par tour que le moteur (polarité).
- Des signaux sinusoïdaux (1 période par tour) sinus et cosinus donnant la position absolue sur un tour dans le cas des codeurs sin / cos. L'électronique variateur multiplie cette fréquence par le nombre de paires de pôles moteur.

Dans le cas de règles optiques montées sur moyeux, on ne dispose pas de l'information de détection angulaire des champs rotorique et statorique. On s'expose alors à la nécessité d'une phase d'initialisation à la mise sous tension pendant laquelle le rotor va faire un mouvement d'indexation ou au minimum être soumis à une microvibration.