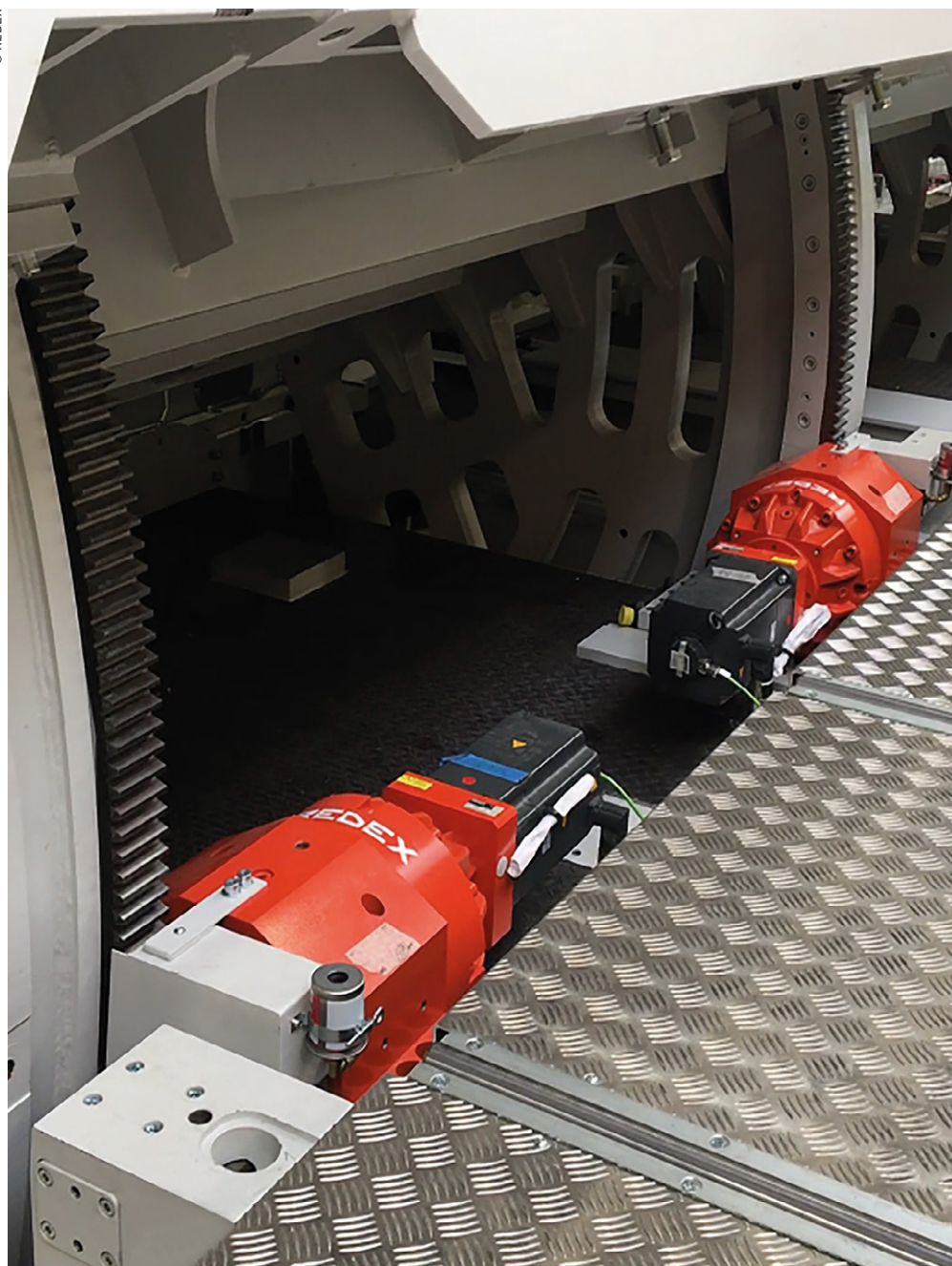


AÉRONAUTIQUE

Entraînements pignons-crémaillères de haute précision

Pour la fabrication haute précision d'éléments structuraux aéronautiques de grande taille, MSB & Co.KG a conçu un porte-pièce et une table rotative au format XXL. **Le système alimente un centre d'usinage hautes performances pour des blocs d'aluminium pouvant atteindre dix mètres de long.** Les quatre entraînements synchrones de la table rotative ont été réalisés au moyen de segments de couronne dentée et de réducteurs planétaires de précision Redex.



Le mouvement rotatif synchrone est commandé par des servomoteurs et des réducteurs planétaires Redex à trois étages. Un couple maxi d'environ 600 000 Nm est appliqué à l'axe de rotation.

Les constructeurs aéronautiques et leurs fournisseurs sont confrontés à des défis de taille pour répondre à la demande croissante des compagnies aériennes, tout en gérant leur carnet de commandes le plus efficacement possible. Le fraisage haute précision qui permet de passer d'un bloc compact en aluminium aux nervures d'ailes entièrement usinées sur les centres d'usinage à grande vitesse constitue l'une des étapes cruciales d'une chaîne de valeur complexe. Dans certains cas, l'enlèvement de métal dépasse 95 % de la matière initiale.

Usinage à grande vitesse

Pour cette tâche, un fournisseur chinois de l'industrie aéronautique a fait appel à plusieurs centres d'usinage de type Ecospeed 25100 conçus par Starrag Technology. Ces centres d'usinage sont équipés d'une tête de

“ Ces centres d'usinage sont équipés d'une tête de travail à cinématique parallèle assurant un usinage en 5-axes simultanés extrêmement dynamique.

travail à cinématique parallèle assurant un usinage en 5-axes simultanés extrêmement dynamique. Les broches opèrent à une puissance nominale de 120 kW à 30 000 tr/min en mode S1. Avec une accélération de 1g sur les cinq axes et des valeurs de jerk (à-coup) atteignant 200m³/s, les axes linéaires font face à une dynamique particulièrement sévère. Ces machines sont notamment utilisées pour



Les centres d'usinage Ecospeed F de Starrag ont été utilisés pour la production de nervures d'ailes et autres éléments structurels d'avions. Quatre couronnes d'orientation font tourner de 90° la pièce de 10 mètres de long avec le composant à usiner.

la production de nervures d'ailes et autres éléments structurels destinés à différents modèles d'avions. Les trois premiers centres d'usinage de ce type ont été mis en service en Corée en 2009. Ils permettent de réaliser un volume d'usinage maximal de 10 000 cm³/min et sont, par exemple, capables de transformer en moins de vingt heures un bloc d'aluminium de 4 tonnes en une pièce structurelle complexe de 120 kg.

Table rotative pour usinage horizontal

L'usinage des blocs d'aluminium en position verticale constitue une caractéristique typique de ce type de machine. Entre autres avantages : la très grande quantité de copeaux est naturellement évacuée de l'espace de travail par gravité. Et pour ce faire, les blocs d'aluminium qui peuvent atteindre 10 mètres de long, sont d'abord fixés horizontalement à un porte-palette avant de pivoter en position verticale. Sur le tout dernier centre d'usinage Ecospeed 25100, désormais en service chez ce fournisseur pour l'aéronautique, un ensemble porte-pièce et sa table rotative pour pièces au format XXL a été conçu et fabriqué par MSB&Co. à Bischofsheim/Rhön (Allemagne), pour le compte de Starrag Technology. Les porte-pièces mesurent 10m de long et 2,50m de large, et pèsent au total (pièce incluse) environ 60 tonnes. Le mouvement rotatif de 90° doit être exécuté avec la plus grande précision, car des irrégularités de mouvement même très faibles au long du support sont susceptibles d'introduire des contraintes internes inacceptables dans la pièce usinée une fois démontée.

La mécatronique remplace l'hydraulique

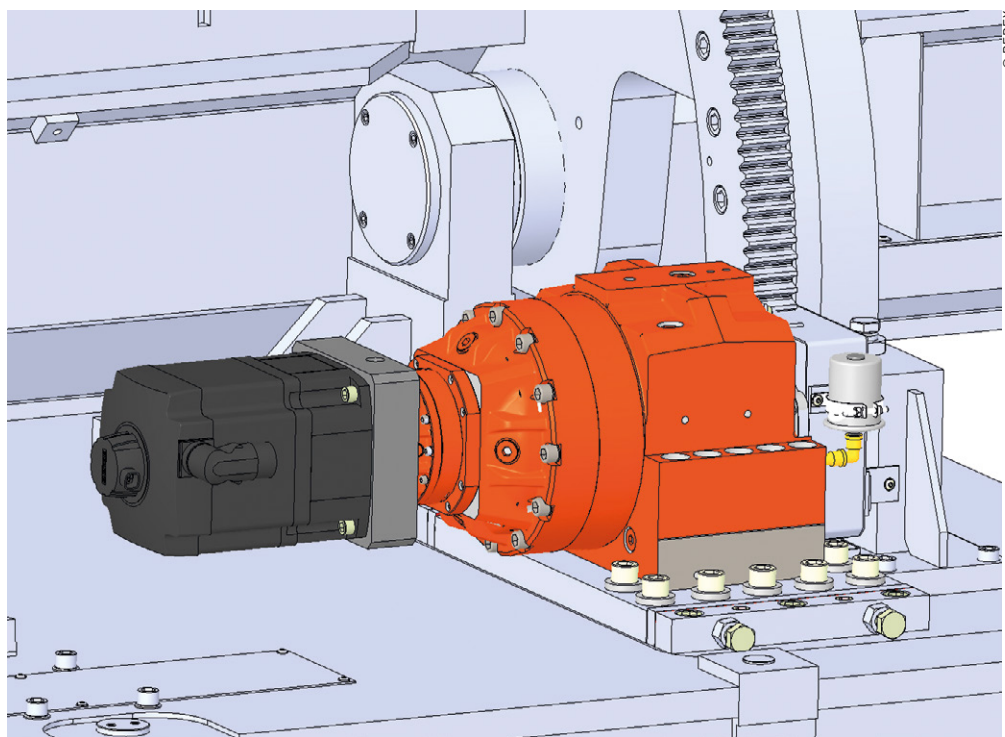
Pour ces entraînements pivotants de haute précision, la mécatronique remplace l'hydraulique. Une synchronisation extrêmement précise des actionneurs montés le long de la table rotative s'avère indispensable. Comme l'indique Jürgen Enders, directeur général de MSB : « Nous avons déjà développé bon nombre de systèmes similaires. Nous avons mis en œuvre le mouvement de rotation par des vérins hydrauliques. Mais c'était hors de question pour ce projet car l'hydraulique prend beaucoup de place et nécessite une forte infrastructure, alors que l'utilisateur souhaitait conserver une certaine souplesse. C'est la raison pour laquelle les concepteurs ont opté pour un système mécatronique constitué de quatre segments de couronne dentée entraînés par des servomoteurs associés à des réducteurs planétaires compacts à trois étages. Redex a été choisi comme fabricant de ces réducteurs de haute précision. »

« La technologie d'entraînement qui a été choisie par MSB se révèle donc compacte, extrêmement précise, mais aussi propre, sûre et éco-énergétique. »

La solution mécatronique est d'abord très compacte, mais elle présente également d'autres avantages. Il n'est pas nécessaire de prévoir une unité hydraulique qui comporte des canalisations et tuyauteries. Les risques de fuite sont donc tout simplement oubliés. En outre, les besoins en énergie et en refroidissement des entraînements électromécaniques sont particulièrement faibles par rapport à un système hydraulique. La technologie d'entraînement qui a été choisie par MSB se révèle donc non seulement compacte et extrêmement précise, mais aussi propre, sûre et éco-énergétique.

Rotation synchronisée de haute précision

Les ingénieurs de Redex ont conçu un entraînement pivotant constitué de quatre segments individuels de couronne dentée entraînés par autant de réducteurs avec pignons de sortie intégrés. Le mouvement de rotation fourni par chaque servomoteur pilote le pignon de sortie de chaque réducteur planétaire à trois étages (série Redex KRFX), avec un rapport de réduction de 310 et un couple de sortie maxi de 10 050 Nm. Au total, c'est un couple maxi d'environ 600 000 Nm qui peut être appliqué sur l'axe de la table rotative. Le pignon vient s'engrener sur un segment de couronne dentée (environ 95°) de diamètre primitif de 4 496 mm, également fourni par Redex. La couronne dentée et les dents Module 8 sont cémentées, trempées et rectifiées. Les réducteurs



Le dessin CAO montre l'intégration du système d'entraînement compact dans la structure environnante.

de la série KRP/KRPX ont été spécifiquement développés pour les entraînements de haute précision pignons-crémaillères (ou pignons-couronnes), destinés aux machines-outils. Ils permettent de garantir une très grande précision de positionnement grâce à l'engrènement très précis des dents sur le segment de la couronne dentée. La grande rigidité des réducteurs est bien sûr essentielle à la précision globale du système d'entraînement. Dans de nombreux cas, ces réducteurs sont également utilisés comme entraînements doubles de positionnement de haute précision. Ils sont alors couplés électriquement l'un avec l'autre en maître-esclave pour supprimer la totalité des jeux d'engrènement, par exemple sur des fraiseuses à portique. L'application décrite ici présente deux autres avantages : la conception monobloc des boîtiers de réducteurs KRPX empêche la pénétration de copeaux.



Les réducteurs série KRP/KRPX de Redex ont été spécifiquement développés pour les entraînements pignon-crémaillère de haute précision destinés aux machines-outils.

Réducteur compact

Les dimensions très compactes du réducteur cubique, permettent de les monter directement sur le bâti de la table rotative sans aucun besoin de supports de montage supplé-

mentaires. Les concepteurs de MSB et Redex ont collaboré étroitement à l'élaboration de la commande du plateau pivotant. Jürgen Enders souligne : « *Redex nous a beaucoup aidé quant au choix des composants et à la planification du projet.* » Entre-temps, le système de palettes (table rotative comprise) a été installé en Chine, conjointement avec le centre d'usinage à grande vitesse. L'usine produit des nervures d'ailes avec une productivité et une précision élevées et contribue ainsi à l'approvisionnement rapide des clients de l'industrie aéronautique en éléments structurels de qualité. MSB a également déployé de grandes tables rotatives à entraînement par pignon et crémaillère de Redex dans d'autres projets similaires. La société REDEX, dont le siège social est installé à Ferrières, en France, emploie 320 personnes et possède quatre sites de production en Europe et en Amérique du Nord. Son chiffre d'affaires est réalisé pour plus de 90% en dehors de son pays d'origine. ■