



Tripode submicronique chez Willemin-Macodel

Dans l'enlèvement de copeaux il est très rare qu'une nouvelle machine remette en cause les technologies.

Habituellement les nouveautés sont des évolutions plus ou moins importantes d'éléments connus. En première à l'EMO, ce constructeur suisse réinvente l'architecture parallèle pour tenter de révolutionner le monde de la microtechnique en usinage multiaxes.



La machine 701S sera présentée à l'EMO en première mondiale. Les premières livraisons sont prévues dès le premier trimestre 2014.

Sans cesse à la recherche de moyens pour réaliser des petites pièces toujours plus précises et avec des états de surface toujours plus fins, le constructeur **Willemin Macodel** franchit sans aucun doute un palier supplémentaire avec le centre d'usinage micromécanique 701S. La société jurassienne crée une nouvelle catégorie de machines qui ambitionne de révolutionner le marché de l'usinage 3 axes. L'horlogerie ou le micro-moule, par exemple, y sont déjà très sensibles. Pour se faire une idée rapide de ce nouveau concept, imaginons un robot Delta inversé supportant la pièce à usiner sur une « nacelle » supporté par trois vérins articulés et commandés par la CNC. La broche d'usinage est fixée sur un portique fixe surplombant cette table 3 axes. Grand avantage, les masses embarquées sont très faibles tout en conservant une très grande rigidité. Depuis le milieu des années 90, le principe des hexapodes ou tripode – appelé architectures parallèles – a souvent été intégré sur

des machines de plus grandes dimensions. Jusqu'à aujourd'hui, la technologie est restée confinée à des niches de marché.

Architecture et stratégie parallèles

Après plusieurs années de développement sur la base d'un concept de l'EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne), Willemin-Macodel a mis au point une machine Delta de micro-usinage à la précision submicronique des plus novatrices, entièrement conçue et produite en Suisse. Dédiée à l'usinage de petites pièces ($\varnothing 50 \times 30$ mm), toute la stratégie d'usinage a été développée autour de l'interpolation des axes. De cette manière, les usinages peuvent bénéficier de la très grande dynamique

de la nacelle tout en diminuant le nombre d'outils nécessaires. Les ingénieurs ont intégré une nouvelle commande numérique sur base PC capable de réaliser des boucles de régulation beaucoup plus rapidement que des commandes classiques ainsi que des règles de mesure à très haute résolution (moins de 10 nanomètres). La combinaison de la haute résolution des règles de mesure et du calcul ultra-rapide de la boucle de régulation permet de garantir des suivis de contours inférieurs au micron. L'erreur de trajectoire est réduite d'un facteur de 10 par rapport aux machines classiques du marché.

L'intelligence des composants

La motobroche 80 000 t/min dispose d'un arbre de broche sans pièces mécaniques flottantes avec de très bonnes qualités d'équilibrage conduit à une qualité de rotation extrême. La suppression du porte-outil et la fixation directe de l'outil dans l'arbre de broche conserve cette précision de rotation jusqu'à la pointe de l'outil et apporte une plus grande précision d'usinage, de meilleures qualités d'états de surface et une plus longue durée de vie des outils. A chaque changement d'outil, un système de mesure par vision contrôle la position et la géométrie des outils en rotation et applique les correcteurs nécessaires pour tenir compte des cotes réelles. Ce système corrige directement le faux-rond résiduel des outils. Il est également utilisé pour détecter et compenser les problèmes d'usure ou de dégradation des arêtes de coupes. Comme chaque élément de la machine, le logiciel du système a été développé spécifiquement par Willemin-Macodel afin qu'il soit parfaitement adapté à la machine 701S et sa nouvelle technologie.



L'idée de réaliser une machine d'usinage dotée d'une architecture parallèle par opposition à une cinématique sérielle classique n'est pas nouvelle, mais n'a encore jamais réellement trouvée son marché.

Plus légère, plus dynamique, plus rigide

Lorsque l'on parle de haute précision, les constructeurs de machines associent toujours masse et rigidité. Willemin-Macodel a choisi de changer de paradigme. L'architecture parallèle permet de minimiser la masse en mouvement tout en conservant une grande rigidité de la commande d'avance. La conjugaison de ces 2 éléments est garante d'une fréquence propre élevée, d'une haute dynamique et d'une très grande fidélité de suivi de trajectoire à haute vitesse. Cette architecture machine est capable de supporter des accélérations de l'ordre de 5G. Conséquence directe de ce concept innovant de machine, l'énergie à mobiliser pour réaliser les usinages est minimale. A tel point que la machine consomme l'équivalent d'un sèche-cheveux, selon le constructeur. Le choix de moteurs et d'actuateurs à haute efficacité énergétique minimise les pertes thermiques et assure la stabilité dimensionnelle de l'ensemble et donc une précision accrue sur la pièce. Autre conséquence de la faible consommation énergétique de la machine, il n'est pas nécessaire de développer des périphériques gourmands pour traiter l'énergie déjà dissipée. Au niveau énergétique, cette

machine est la première à apporter une telle efficacité. Il n'est dès lors plus usurpé de parler de cercle vertueux.

Nouvelle référence en précision et coût de production ?

Avec la nouvelle 701S les limites de l'usinage classique seraient clairement repoussées, selon les premiers résultats engrangés par Willemin Macodel. Sur les pièces réalisées pour des clients partenaires du développement de la machine, les gains de temps de cycle seraient d'un facteur de 2 à 5 x plus rapide qu'avec un processus classique, selon le type d'application. En termes de précision, la machine permet d'atteindre des cotes en dessous du micron et des états de surfaces proches des procédés de rectification. Les opérations de super finition s'en trouveront, en tout cas, grandement simplifiées. Les coûts d'exploitation de la 701S apparaissent comme sans commune mesure avec un procédé traditionnel. Mais cet argument seul ne suffit pas, et le constructeur a voulu prouver que les pièces produites le sont de manière totalement convaincante. Les ingénieurs de Willemin-Macodel ont testé la machine depuis de nombreux mois et plus récemment en collaboration avec des partenaires

Le système de changement d'outil et d'intégration de l'outil à la broche est à observer attentivement, car facteur d'une plus grande précision et d'une moindre usure d'outils, selon le constructeur.



Le centre d'usinage 701S de Willemin Macodel intéresse les marchés horlogers, joaillers et micromécanique de précision.

de l'entreprise. Les résultats obtenus sont au-dessus des objectifs fixés. Les clients ont été convaincus par la qualité des pièces produites et séduits par cette nouvelle technologie souligne la société.

La preuve par le copeau

Pour convaincre les gens de métier sur le nouveau procédé, l'entreprise a réalisé des nombreuses pièces à l'aide de la 701S. Les principaux avantages relevés par les clients proviennent de temps d'usinage très courts, d'une précision et état de surface hors du commun, du coût d'utilisation de la machine faible, d'une consommation énergétique minimale, de son très faible encombrement et de sa simplicité de programmation et de son ergonomie. Dans son article Willemin Macodel cite également la nouvelle moto-broche à 80 000 t/min, le nouveau système de palettisation et de changeur d'outils complètement intégré dans la machine, ou encore les innovations appliquées dans les systèmes des articulations et des bras supportant la nacelle porte-pièce. Dotée d'une surface au sol de 1 m² la nouvelle 701S de Willemin-Macodel devrait donc impressionner les visiteurs de ce stand de l'EMO par sa compacité et son efficacité.

Informations recueillies
par Michel Pech
mpech@machpro.fr