

JOURNAL DES SOLUTIONS CNC GLOBALES

- 04 **CNC Flexium⁺** : gestion des broches, nouvelles fonctionnalités et améliorations
- 14 **L'université Purdue** : adopte la technologie CNC de NUM pour ses programmes d'ingénierie mécanique
- 18 **Weingärtner Maschinenbau** : Flexium aux commandes de machines-outils pour la production de pièces de foreuse pour l'industrie pétrolière
- 20 **Perndorfer Maschinenbau** : machine CNC de précision pour découpe au jet d'eau 3D à 5 axes
- 22 **ORT/MICO et Cadei** : une avancée majeure dans l'automatisation du filetage par roulage
- 24 **SOMAB et NUM** : Flexium booste les performances du centre d'usinage multifonction « Genymab »
- 26 **Fiat Powertrain** : une mise à niveau majeur du système CNC allonge la durée de vie des machines-outils de l'usine de fabrication de moteurs
- 30 **KLENK** : la base de données multiutilisateur NUMROTO accélère la production d'outils de perçage et de fraisage spécialisés
- 32 **La nouvelle solution NUMgear/Flexium⁺** : automatise entièrement la rectification par meule filetée
- 34 **Bourn & Koch** : migration de tailleuses d'engrenages 25H – 400H de série II vers le système CNC Flexium
- 37 **Université Feng Chia** : NUM Taiwan fait don de contrôleurs CNC d'une valeur de plus d'1,2 millions de dollars taïwanais

Éditorial

Peter von Rüti, PDG du Groupe NUM



Chères lectrices, chers lecteurs,

Pour NUM, l'IMTS est, comme tous les autres salons internationaux auxquels nous participons activement, une opportunité unique de présenter des nouveautés exceptionnelles dans le domaine de la technique CNC. Parmi les points forts de cette année se trouvent un système de commande CNC bicanal avec un très bon rapport coût-efficacité, une architecture de sécurité évolutive s'adaptant aisément aux machines de tout type, ainsi que de nouvelles fonctions dans le logiciel de rectification pour les outils à géométrie complexe.

Flexium+ 8, le dernier membre de la famille Flexium / Flexium+, allie un coût avantageux et une flexibilité extrême. Ce système CNC permet de commander des machines jusqu'à 5 axes et nécessitant un degré élevé de flexibilité. Les centres technologiques NUM (NTC) sont à l'origine des développements utilisant l'ouverture et la flexibilité du système. Le fabricant de machines, ou même l'utilisateur final, ont également la pos-

sibilité de développer eux-mêmes ces fonctionnalités spécifiques, en ayant accès aux mêmes fonctions que les ingénieurs des NTC.

NUM s'efforce d'investir énormément en R&D, afin de toujours garantir à nos clients un avantage concurrentiel technique, et aussi dans la formation des jeunes générations. Comme vous pourrez le lire dans cette édition du NUMin-

CNC de manière détaillée. Toutes les tâches de paramétrage et de programmation du système CNC, de l'asservissement, des I/O et de l'automate sont effectuées à l'aide d'un outil logiciel unique. Ceci permet de raccourcir la courbe d'apprentissage, d'accroître la productivité et la satisfaction au travail, ainsi que de promouvoir un effort communautaire. L'architecture ouverte du système CNC NUM offre

« La participation active de NUM à des salons dans le monde entier est une opportunité unique de présenter des nouveautés exceptionnelles dans le domaine des machines-outils CNC. »

(Peter von Rüti, PDG du Groupe NUM)

formation, les étudiants de l'université de Purdue aux États-Unis et de l'université Feng Chia de Taïwan suivent désormais leur formation sur des commandes CNC NUM.

Grâce à Flexium et à Flexium+, les étudiants et les chercheurs peuvent maintenant étudier les techniques

aux étudiants de nombreux avantages et leur ouvre les portes de perspectives jusqu'ici insoupçonnées. Une IHM (interface homme-machine) propre à chaque application peut être aisément créée ou modifiée au moyen d'éditeurs standard du marché et de langages comme HTML, JavaScript, Visual Basic, Delphi, C ou C++. La possibilité d'accéder directement au code de base CNC permet de favoriser une compréhension détaillée de la technologie CNC; la simulation graphique 3D d'augmenter la flexibilité de travail.

Je vous souhaite une bonne lecture de ce NUMinformation et espère pouvoir vous accueillir personnellement à l'IMTS.

Peter von Rüti
PDG du Groupe NUM

Mentions légales

Editeur NUM AG
Battenhusstrasse 16
CH-9053 Teufen
Phone +41 71 335 04 11
Fax +41 71 333 35 87
sales.ch@num.com
www.num.com

Rédaction & Réalisation Marco Martinaglia
Dimitry Schneider

NUM information est publié environ deux fois par an, en français, allemand, anglais, italien et chinois.

© Copyright by NUM AG © Coverpicture: NUM / NOSE Design
Réutilisation possible après autorisation.

Présence de NUM dans les salons du monde entier

Pour être plus proche de nos clients, NUM étend son programme de salons mondiaux. En 2014, NUM prend part à un total de 13 salons internationaux spécialisés de l'Amérique du Nord jusqu'à l'Asie. Nous prévoyons également en 2015 la participation à de nouvelles expositions.

Il est très important pour NUM de rencontrer ses clients sur leur marché national. L'un des points forts de 2014 est certainement la participation à l'IMTS à Chicago (du 8 au 13 septembre), la plus grande foire professionnelle de technologies de fabrication en Amérique du Nord, à laquelle nous présenterons notre nouveau système Flexium+ 6 / Flexium+ 8. Peu après, nous participerons pour la première fois au salon AsiaMetal de Guangzhou.

NUM est présent en 2014 dans les salons suivants :

Févr. 2014	CCMT Shanghai, Chine
Mars 2014	Grindtec Augsburg, Allemagne
Mars 2014	Industrie Paris, France
Avril 2014	SIMTOS Séoul, Corée du Sud
Mai 2014	SIAMS Moutier, Suisse
Mai 2014	SPS Parme, Italie
Juin 2014	BIEMH Bilbao, Espagne
Juin 2014	CIMES Pékin, Chine
Sept. 2014	IMTS Chicago, États-Unis
Sept. 2014	AsiaMetal Guangzhou, Chine
Sept. 2014	BI-MU Milan, Italie
Nov. 2014	EMAF Porto, Portugal
Nov. 2014	SPS Nuremberg, Allemagne



Calendrier des événements et des expositions dans le monde



IMTS

8 septembre 2014 au 13 septembre 2014 à Chicago, États-Unis
Stand 5135, dans le East Building



AsiaMetal

15 septembre 2014 au 17 septembre 2014 à Guangzhou, Chine
Stand N12, dans le hall 2.1



Bi-Mu

30 septembre 2014 au 4 octobre 2014 à Milan, Italie
Stand G35, dans le hall 11



EMAF

19 novembre 2014 au 22 novembre 2014 à Porto, Portugal



sps ipc drives

25 novembre 2014 au 27 novembre 2014 à Nuremberg, Allemagne
Stand 3-668, dans le hall 3

CNC Flexium+ : gestion des broches, nouvelles fonctionnalités et améliorations



Synthèse des nouvelles fonctionnalités de Flexium+

Cet article présente rapidement quelques-unes des nouvelles fonctionnalités de notre dernière plate-forme CNC, Flexium+. Développée à partir du très populaire système Flexium, que plus de 10 000 clients du monde entier ont adopté, la solution Flexium+ révolutionne l'univers de la commande numérique. Elle intègre de nouveaux composants matériels, logiciels et micrologiciels à hautes performances, tout en conservant la puissance, la flexibilité et l'ergonomie qui ont fait le succès des produits NUM.

L'un des principaux atouts de la plate-forme Flexium+ est sa modularité : les constructeurs de machines-outils peuvent appliquer la même architecture CNC à une grande variété d'applications, quelles que soient leur taille et leur complexité. Trois cœurs CNC sont disponibles afin de permettre l'élaboration de solutions économiques et performantes pour un large éventail d'applications. Le plus puissant, le Flexium+ 68, peut contrôler jusqu'à 32 variateurs. La gestion des broches innovante permet d'utiliser

n'importe quel appareil connecté comme axe ou broche, et de modifier à tout moment l'attribution des commandes. Ce système simplifie la commutation broche/axe C et offre une excellente base pour les applications multibroches telles que les machines de transfert de grande taille. L'attribution d'adresses logiques garantit une grande simplicité de programmation, comme vous pourrez le constater grâce à un exemple dans la suite de cet article.

Flexium+ est également doté d'une infrastructure de sécurité modulaire et couvrant l'ensemble du système. Toutes les opérations critiques sont surveillées par un automate programmable de sécurité s'appuyant sur des modules d'E/S de sécurité distribués de même que sur les fonctions de contrôle des déplacements sécurisés des nouveaux variateurs NUMDrive X. Les concepteurs de machines peuvent ainsi mettre en œuvre des fonctions de sécurité avancées avec très peu de composants. De plus, en associant les variateurs, décrits ci-après, aux nouveaux servomoteurs à simple

câble, des machines se trouvent grandement améliorées les coûts de câblage et la fiabilité. Les variateurs NUMDrive X offrent également de nouvelles options pour les applications en tandem, ce qui permet de commander plus facilement des axes à couple très élevé.

L'interface homme-machine (IHM) de Flexium+ est encore plus simple à utiliser et exploite pleinement les capacités de nouveaux périphériques, tels que le large pupitre tactile au format paysage décrit dans le présent article. Le nouveau logiciel graphique FXCAM permet aux opérateurs de gérer la programmation en atelier, tandis que le simulateur Flexium+ 3D utilise le code de commande numérique en cours de traitement par l'interpolateur CNC afin de produire une représentation réaliste du fonctionnement de la machine. Vous trouverez plus de détails sur le simulateur dans les pages suivantes, notamment concernant la prise en charge de l'usinage à 5 axes et la fonction oscilloscope CNC, qui peut être utilisée pour rendre l'affichage en ligne encore plus précis.

Pourquoi la dernière édition de la gamme Flexium mérite-t-elle un signe + ?

Peut-être parce qu'elle inclut de nombreuses nouveautés.

Tout comme son illustre prédécesseur, le système Flexium+ est disponible en trois configurations : Flexium+ 6, Flexium+ 8 et Flexium+ 68. Chacune présente les mêmes axes et options que son équivalent dans Flexium, mais repousse encore plus loin les limites de la performance. L'un des changements les plus importants, même s'il n'est pas visible au premier regard, concerne le logiciel, qui a été entièrement repensé. Cette amélioration ouvre la voie à de nouvelles méthodes de commande, capables de s'adapter aux dernières évolutions de l'industrie des machines-outils. Certaines de ces fonctionnalités sont d'ores et déjà disponibles : par exemple, les nouvelles configurations de variateurs en tandem, qui incluent une fonction de gestion des enroulements multiples destinée aux moteurs de broche particulièrement puissants. D'autres fonctionnalités, comme la

compensation d'erreur volumétrique (VEComp), sont déjà prêtes, et bien d'autres encore sont en préparation. Le nouveau logiciel permet également de repousser les limites actuelles en termes de vitesse et de déplacement. Il est maintenant possible d'envisager un déplacement d'axe de 1000 m avec interpolation subnanométrique, à plus du double de la vitesse maximale initiale, tout en maîtrisant l'accélération de manière encore plus précise. Autre nouveauté, cette fois plus visible : le bus numérique DISC NT+, qui permet une commande optimale de la nouvelle gamme de variateurs NUMDrive X. Vous bénéficiez ainsi d'une communication plus rapide, d'une précision accrue et de performances améliorées, avec la possibilité d'appliquer de nouvelles solutions comme les raccordement par câble unique aux moteurs.

Ou peut-être grâce à son système avancé de gestion des broches ?

La gestion des broches a fait l'objet d'améliorations notables. Flexium+ peut gérer jusqu'à 32 broches. Chaque canal permet de programmer et de commander une broche principale et jusqu'à trois broches auxiliaires (vous trouverez plus de détails à ce sujet dans la suite de l'article). La notion d'axe et de broche a été élargie afin de vous permettre de basculer d'un mode à l'autre à tout moment. Vous avez ainsi accès à un large éventail d'applications, allant des outils tournants aux machines de transfert les plus sophistiquées. Enfin, comme toujours avec NUM, ce nouveau système est parfaitement compatible avec les machines existantes.

Est-ce lié à sa nouvelle architecture de sécurité ?

Basé sur le protocole FSoE (Functional Safety over EtherCAT), Flexium+ propose une solution de sécurité complète et modulaire, incluant des modules d'E/S distribués et des variateurs dotés d'une interface NUM-STOX intégrée offrant une fonctionnalité d'arrêt sécurisé du couple (STO, « Safe Torque Off ») ou d'une interface NUM-SAMX donnant accès à l'ensemble des fonctions : arrêt opérationnel sécurisé (SOS, « Safe Operational Stop »), vitesse limite de sécurité (SLS, « Safe Limited Speed »), sens de fonctionnement sécurisé (SDI, « Safe Direction »), et bien d'autres encore. Seuls des câbles Ethernet standard sont requis pour la connexion ; vous n'avez besoin d'aucun outil logiciel spécifique dans la mesure où la programmation et la maintenance s'effectuent via Flexium Tools.

Ou à son interface homme machine (IHM) ?

Flexium+ est disponible avec une nouvelle gamme de périphériques, en particulier le pupitre opérateur FS192i à orientation portrait. Cet écran tactile 19 pouces prend en charge les gestes tactiles à deux doigts et peut afficher simultanément la nouvelle interface homme machine de Flexium+ et divers panneaux virtuels : un clavier complet, un clavier de programmation ISO ou un pupitre machine entièrement personnalisable. Il peut être associé au pupitre câblé MPO5, lequel permet une commande machine efficace et ergonomique. Avec son prix très attractif, le pupitre portable nPad constitue un outil pratique pour commander les machines à distance. Il existe en version câblée ou sans fil homologuée en matière de sécurité. D'autres périphériques vous sont présentés dans le reste de ce numéro de NUMinformation. Parlons maintenant de l'IHM de Flexium+ : développée à partir de l'IHM de Flexium afin de faciliter la prise en main, elle fournit différents contextes qui ont été totalement repensés pour offrir un aspect plus moderne. Les données sont encore plus accessibles grâce à une mise en page plus adaptée, comportant de nouvelles polices et un nouveau thème de couleurs. Par exemple, la page de diagnostics fournit maintenant davantage d'informations grâce à l'utilisation d'extensions de message détaillant la cause de chaque erreur. Les messages d'erreur restent accompagnés de fonctions d'aide ; ainsi, l'assistance fournie pour la résolution de problèmes peut inclure des graphiques, des extraits de manuels et même des liens vers une base de données en ligne.

Peut-être est-ce dû aux moteurs raccordés par un simple câble ?

Le développement de Flexium+ et des variateurs NUMDrive X nous ont permis de lancer deux nouvelles gammes de servo-moteurs, SHX et SPX, dont le raccordement puissance et capteur numérique certifié s'effectue par un simple câble. Grâce à un système d'interface numérique intégré particulièrement innovant, l'alimentation du codeur, les données de position, les informations de diagnostic et les données fournies par le capteur thermique du moteur peuvent être concentrées sur deux fils blindés contenus dans le câble d'alimentation du moteur. Cette réduction du nombre d'interconnexions permet non seulement de réduire les coûts de câblage, ainsi que la taille et le poids des supports de câbles, mais aussi d'offrir une plus grande fiabilité et une immunité renforcée aux interférences électromagnétiques. Pour une installation standard de machine CNC haut de gamme nécessitant 20 mètres de câble, cette nouvelle technologie permet une réduction des frais de câblage des moteurs pouvant atteindre 20 % par axe.

Ou encore à la puissante fonction de programmation en atelier ?

Même si Flexium+ offre de nombreuses autres possibilités, la programmation en atelier reste un besoin important pour certains utilisateurs. Flexium+ a donc créé FXCAM, un outil destiné à guider les opérateurs de machines à l'aide d'illustrations tout au long du processus de création et d'exécution d'un programme. Il est important de noter que, même si l'opérateur est toujours guidé, il conserve une liberté de choix maximale. Le programme créé peut ensuite être exécuté sur n'importe quel système Flexium+. Intégré à l'IHM de Flexium+, FXCAM est déjà disponible pour certains processus sophistiqués tels que l'usinage d'engrenages. Mais ce n'est pas tout : pour différencier leurs produits de ceux de la concurrence, les constructeurs de machines peuvent créer facilement leur propre interface de programmation ou en adapter une existante à l'aide de FXCAM Designer. Cet outil puissant s'exécutant sur PC permet de créer tous les fichiers nécessaires à la fonctionnalité FXCAM dès que le processus d'usinage a été défini. Les traductions disponibles en plusieurs langues évitent d'ajouter un effort supplémentaire à la tâche de conception.

Face à toutes les innovations de ce nouveau système CNC, il est bien difficile de dire si une fonctionnalité est plus intéressante que les autres. Mais quelles que soient vos préférences, vous admettrez certainement que cette édition mérite amplement son signe plus. N'hésitez pas à contacter notre équipe commerciale pour découvrir comment Flexium+ peut vous aider à concevoir facilement des machines plus puissantes et à vous assurer un avantage concurrentiel.

Flexium+

Flexium⁺

Nouvelles fonctionnalités et améliorations



Broches Flexium⁺

Présentation

L'une des principales innovations de Flexium⁺ est son système avancé de gestion des broches. Grâce au bus numérique DISC NT⁺ amélioré, Flexium⁺ peut contrôler jusqu'à 32 variateurs, qui peuvent tous être associés à un axe ou une broche, tandis que l'attribution des commandes peut être modifiée à tout moment. Il est donc tout à fait possible d'envisager une unité comportant jusqu'à 32 broches. Bien sûr, dans la plupart des cas, il n'est pas nécessaire d'utiliser autant de broches, mais associée à la puissance et à la flexibilité du système CNC et des variateurs, cette option ouvre la porte à un large champ d'applications, allant des outils tournants aux machines de transfert.

Programmation

Même si ces fonctionnalités avancées constituent un atout, resteront-elles toujours aussi intéressantes si elles sont difficiles à programmer ? Les équipes de NUM se sont penchées très attentivement sur cette question ; en effet, notre entreprise est réputée pour la simplicité d'utilisation de ses logiciels et son souci d'assurer leur compatibilité. La broche principale se programme toujours à l'aide des fonctions habituelles : M3, M4, etc. et S pour la vitesse. Par conséquent, les programmes antérieurs restent entièrement compatibles avec les machines déjà équipées d'une broche par canal. En tant que nouveau concept, les broches auxiliaires rendaient bien sûr nécessaire l'utilisation d'une nouvelle stratégie de programmation. Nous avons donc intégré un système d'adresses logiques. Chaque broche est associée à un numéro unique (de 1 à 32) utilisé uniquement pour la programmation. Lorsqu'il est utilisé en tant que suffixe, ce numéro permet d'adresser une commande à chaque broche individuellement. Par exemple :

S2500:4 Définir la vitesse de la broche numéro 4 sur 2 500 tr/min

L'opérateur peut aussi accéder aux broches en se référant à leur rang (principale, auxiliaire) au sein du canal.

M19#2 Indexer la seconde broche auxiliaire

En outre, il est possible d'assigner un nom symbolique à chaque broche, par exemple « Unité de perçage » ou « Dégauchisseuse », afin de faciliter la tâche de l'opérateur de la machine.

Pour encore plus de flexibilité, il est possible de modifier le rang des broches en un instant ou de les transférer d'un canal à un autre, à condition que cette opération soit autorisée par le canal de départ. Pour ce faire, vous pouvez utiliser les trois codes suivants :

M61 Libère la broche afin de la rendre disponible dans un autre canal

M62 Déclare une broche en tant que broche principale ou auxiliaire à l'aide du suffixe #

M66 Utilise une broche en tant que référence pour la valeur d'avance/de révolution

Chacun de ces codes peut être appliqué à une adresse logique ou à un rang de broche spécifique.

Performances

Grâce à la rapidité accrue du bus numérique DISC NT⁺, chaque broche offre des performances supérieures.

Vitesse : De 0,01 tr/min à plus de 600 000 tr/min

Résolution : Plus de 8 millions de points par tour selon la vitesse maximale

Avec Flexium⁺, NUM est plus que jamais en mesure de respecter son objectif : fournir aux constructeurs de machines des solutions avancées et flexibles apportant un réel avantage concurrentiel.

Le simulateur Flexium⁺ 3D continue d'évoluer

Le logiciel de simulation Flexium⁺ 3D de NUM combine simulation de la pièce à usiner, surveillance/détection des collisions et autres fonctionnalités puissantes. Les constructeurs de machines sont ainsi en mesure d'optimiser leurs outils et leurs programmes de commande numérique afin de s'adapter à la cinématique d'une machine spécifique à l'aide de techniques faisant appel à des prototypes virtuels. Il est ainsi possible d'optimiser toute la partie usinage du processus de production de façon à en renforcer l'efficacité tout en réduisant l'usure des outils ; et ce, sans générer le moindre copeau. Le simulateur permet de

visualiser les outils, les propriétés cinématiques de la machine et la pièce à usiner sous forme de volumes 3D. Au fur et à mesure que l'outil se déplace selon la trajectoire d'usinage définie par le programme CNC et procède à l'enlèvement de matière sur la pièce à usiner, le volume correspondant est retiré en continu de l'ébauche de pièce.

Contrairement à de nombreux programmes de visualisation CAD/CAM concurrents, le simulateur Flexium+ 3D utilise, aussi bien en mode hors ligne qu'en ligne, le code de commande numérique en cours de traitement par l'interpolateur CNC de NUM. Cela permet d'obtenir une représentation fidèle du fonctionnement de la machine et, ainsi, d'améliorer encore davantage le processus global. Flexium+ 3D prend en charge des programmes d'usinage écrits en code ISO (DIN66025 et langage NUM) pour différentes applications de fraisage, de tournage et de découpe au jet d'eau. Par ailleurs, l'opérateur peut choisir d'afficher la pièce, la machine ou de diviser l'écran entre ces deux vues.

Le logiciel de simulation Flexium+ 3D est disponible en 2 versions :

- Version bureau : Flexium+ 3D en tant que programme autonome utilisé en planification de la production sans CNC
- Version machine : Flexium+ 3D intégré dans le logiciel du pupitre IHM Flexium+ pour les utilisations suivantes :
 - > Présimulation des programmes d'usinage ; plusieurs programmes d'usinage peuvent être exécutés simultanément sur CNC.
 - > Simulation en ligne avec exécution simultanée du programme d'usinage sur CNC (simulation du positionnement des axes).

Au cours de la simulation, le programme représente la trajectoire du centre de l'outil (TCP, Tool Center Point) (figure 1b), simule l'enlèvement de matière sur la pièce à usiner (figure 1a) et détecte les éventuelles collisions entre les composants des outils et machines.

Figure 1a

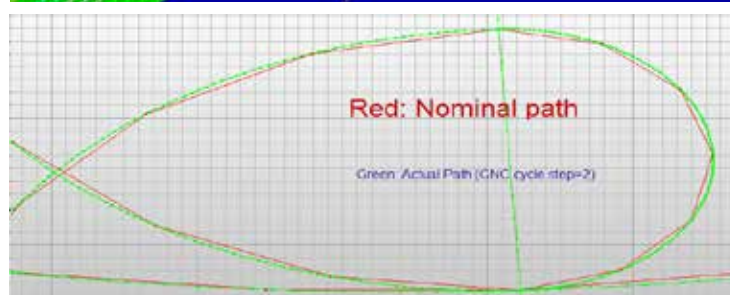
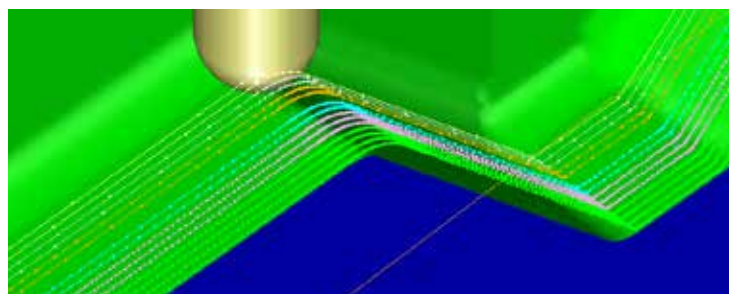


Figure 1b



Simulation 3D en ligne avec la fonction oscilloscope CNC

Comme indiqué ci-dessus, la simulation en ligne Flexium+ 3D permet de visualiser le mouvement des axes pendant l'exécution d'un programme d'usinage CNC, tout en indiquant l'enlèvement de matière effectué à l'aide des outils utilisés. En intégrant une fonction oscilloscope CNC, il est possible d'améliorer sensiblement le comportement et la précision de la simulation en ligne Flexium+ 3D. La fonction oscilloscope CNC offre un accès personnalisé permettant d'enregistrer, de lire et de visualiser des données concernant la position des axes en temps réel à partir du système CNC Flexium+. Le système transfère les données de position enregistrées et les données relatives à l'outil (type et dimensions) au simulateur

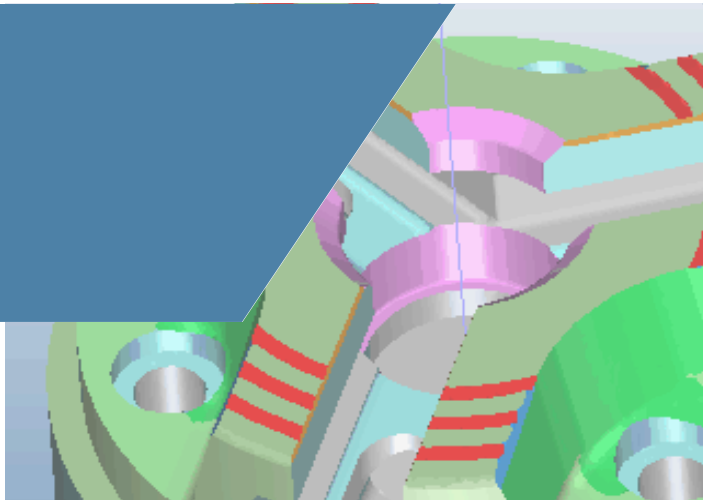


Flexium+ 3D pour permettre une visualisation simultanée. Ces informations, combinées aux données de position réelles, permettent d'obtenir une représentation fiable de la trajectoire de l'outil et de l'enlèvement de matière. Les améliorations apportées à la simulation en ligne permettent à l'utilisateur d'analyser des éléments géométriques critiques (bords, courbes de faible rayon, coins, etc.) ou encore de visualiser le comportement des axes afin de vérifier les prédictions de vitesse, l'accélération et la précision, et de repérer les oscillations de position imprévues. Il est également possible d'analyser les éventuelles différences entre les trajectoires nominales et réelles (simulation en ligne superposée légèrement agrandie).

Flexium+

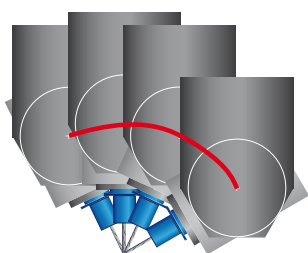
Flexium+

Simulateur Flexium+ 3D amélioré

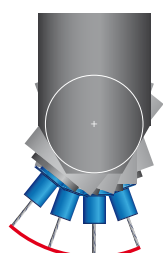


Simulation 3D en ligne avec la fonction oscilloscope CNC

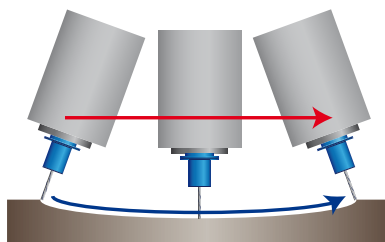
Depuis de nombreuses années, NUM intègre, dans chaque nouvelle génération de son microprogramme CNC, des fonctions RTCP (Rotation Tool Center Point) et de plan incliné. Dans le cas de cinématiques de machine comportant des axes rotatifs supplémentaires (A, B ou C), la fonction RTCP permet de modifier l'orientation de l'outil tout en conservant le point de contact entre l'outil et la pièce sur toute la trajectoire. Elle compense automatiquement, sur les principaux axes d'usinage linéaires, les décalages dus au déplacement des axes rotatifs. 16 cinématiques standard, ainsi que des cinématiques spécifiques pour 4 et 5 axes, sont actuellement définies et prises en charge. En définissant un plan incliné dans l'espace qui se réfère aux coordonnées d'origine, il est possible d'utiliser un nouveau système de coordonnées logiques afin de programmer et d'exécuter des formes géométriques.



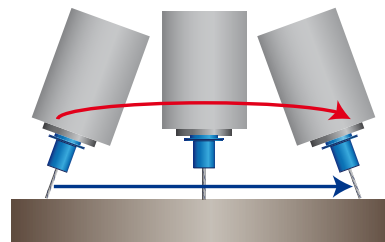
RTCP activé



RTCP désactivé



Sans contrôle de la pointe de l'outil

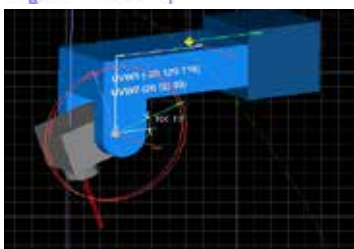
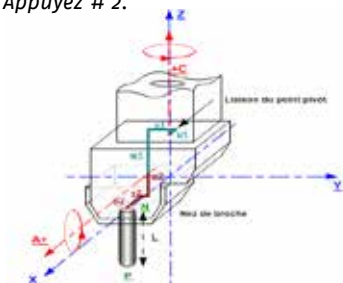


Avec contrôle de la pointe de l'outil

Pour vous permettre d'analyser et de simuler des programmes d'usinage pour ce type de cinématiques, des fonctions de transformation de coordonnées complexes sont maintenant intégrées au logiciel Flexium+ 3D. Les principales structures cinématiques prises en compte pour les fonctions RTCP/Plan incliné sont illustrées ci-dessous. D'autres cinématiques peuvent être obtenues à partir des trois cinématiques principales.

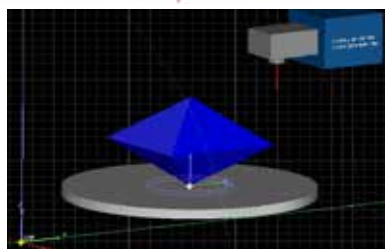
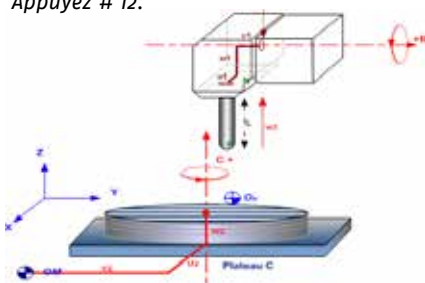
- Rotation sur deux axes tête d'outil
Appuyez # 2:

Modèle théorique

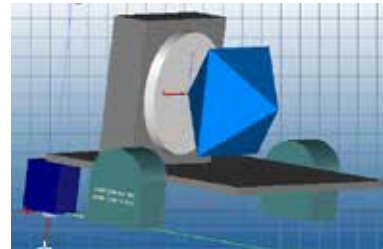
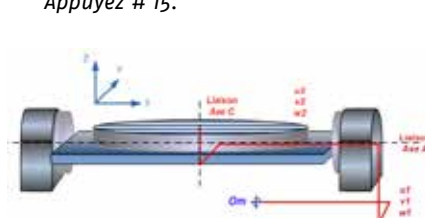


Modèle de simulation

- Rotation sur une axe tête d'outil avec une table de travail simple
Appuyez # 12:



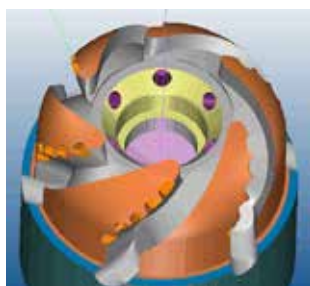
- Table de travail dans deux plans tournant
Appuyez # 15:



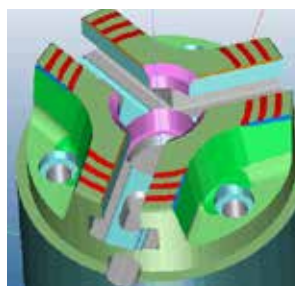
Grâce à ces modèles de cinématique, il est désormais possible de simuler le programme d'usinage hors ligne sans déplacer les axes spécifiques de la machine à 5 axes. Pendant la transformation des coordonnées, vous pouvez analyser et évaluer les programmes d'usinage, mais aussi détecter les éventuelles collisions des composants de la machine tels que la table, l'outil et le porte-pièces.

Les images ci-dessous montrent deux pièces de simulation et deux pièces réelles usinées sur une machine de fraisage/tour-nage à 5 axes (axes rotatifs C dans la pièce et B dans l'outil). Remarquez l'excellente concordance entre les pièces obtenues en simulation et les pièces réelles.

Transformation RTCP (5 axes):
pièce simulée et pièce usinée en simulation hors ligne



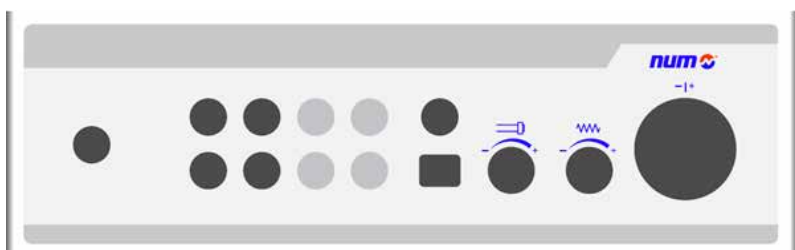
Plan incliné et transformation RTCP (5 axes):
pièce simulée et pièce usinée en simulation hors ligne



Pupitre tactile FS192 au format paysage



Lorsque NUM a présenté, en 2012, son écran tactile vertical 19 pouces à technologie capacitive projetée (PCAP), celui-ci a révolutionné l'industrie des pupitres opérateurs pour machines-outils. NUM a depuis pris en compte l'avis de ses clients pour développer une version au format paysage de cet écran. Le nouveau pupitre opérateur FS192L-TS conserve le côté moderne et ergonomique de la version verticale, et offre les mêmes indices de protection : IP65 à l'avant et IP20 à l'arrière. La version correspondante du pupitre machine est également disponible : il s'agit du modèle MP05L.



Flexium+

Flexium+ Pupitre tactile FS192 format paysage et améliorations de l'IHM



Pupitre tactile FS192 et améliorations de l'IHM

Le nouveau pupitre tactile NUM FS192L-TS au format paysage dispose de la même zone d'affichage que le FS192i, mais a été pivoté de 90 degrés et offre un angle de vue symétrique d'environ 170 degrés à l'horizontale et à la verticale. L'écran est protégé par une couche de 4 mm en verre trempé haute qualité traité anti-reflets. De fins bords arrondis en aluminium brossé fournissent une protection latérale complète pour le verre et le capteur multipoints.

Code produit	FXPC19LCNNNNNo0 (FS192L-TS)	Détails
Écran	19" TFT PCAP	(écran tactile à technologie capacitive projetée)
Résolution	SXGA	1280 x 1024 (ratio 5:4)
Angle de vue	170° à l'horizontale et à la verticale	
Communication	3 x USB V2.0 à l'arrière 1 x USB à l'arrière (PC) 1 x DVI (<= 50m)	Type A, 1.5/12/480 Mbps Type B Hub USB 4 ports intégré

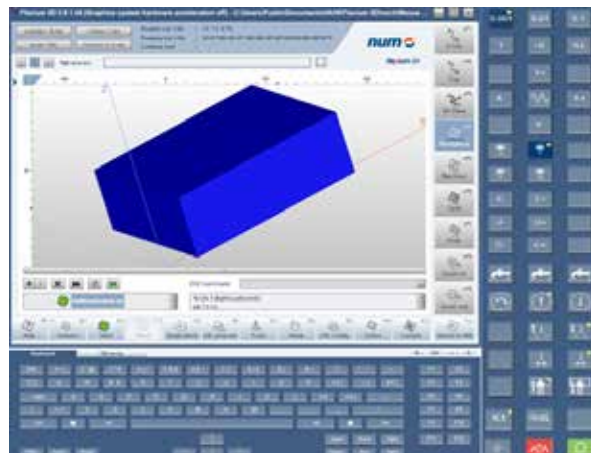
Ce modèle revisité dispose de nouvelles tailles de fenêtres pour l'IHM, le clavier virtuel, le pupitre virtuel ou les applications client spécifiques l'IHM, du clavier virtuel et du logiciel de pupitre virtuel, mais aussi pour les applications dépendant d'un client.

L'écran est divisé en trois zones comportant chacune des composants logiciels spécifiques :

1. L'IHM Flexium (ou d'autres applications telles que Flexium+ Tools, Flexium+ 3D, NUMROTO, NUMROTO 3D ou la solution IHM du client) s'exécute avec une résolution optimisée de 1024 x 768 pixels.
2. Le clavier virtuel (clavier QWERTY complet, clavier de programmation ISO) s'exécute avec une résolution de 1024 x 256 pixels.
3. Le pupitre machine virtuel (ou zone pour la barre d'applications du client) s'exécute avec une résolution de 256 x 1024 pixels.



écran partagé



écran partagé

Les fenêtres de configuration de la visualisation et du clavier contrôlent la position, la taille et le comportement des zones 2 et 3. Il est donc possible d'adopter une configuration flexible en affichant les applications en plein écran ou en scindant l'écran de 19 pouces en plusieurs parties. Toutes les zones d'applications peuvent être contrôlées à l'aide de la souris ou du clavier, mais aussi de gestes doigts. Les gestes à deux doigts Flexium+ HMI et Flexium+ 3D peuvent également être utilisés, mais uniquement si le PC intégré du pupitre s'exécute sous Windows 7 ou 8.

Avec son écran de 19 pouces et son cadre de capteur adapté, le nouveau pupitre opérateur FS192L-TS au format paysage présente des dimensions différentes de celles des pupitres de la célèbre gamme FS152 de NUM ; cependant, sa taille est globalement identique à celle des modèles FS192i/FS192. Sa forme facilement encastrable permet aux constructeurs de machines d'intégrer sans difficulté ce nouveau panneau. En association avec le panneau machine MP05L, le panneau opérateur FS192L-TS offre une ergonomie de pointe en matière de commande de machine, permettant ainsi aux OEM de se distinguer clairement de leurs concurrents.

Applications en tandem grâce aux variateurs MDLUX

Il convient tout d'abord d'expliquer ce que NUM entend par applications « en tandem » : il s'agit d'applications pour lesquelles deux variateurs ou plus échangent des informations (en lien avec des références ou d'autres types de retours) à l'aide d'un bus de communication à part entière autre que le bus DISC NT+ standard utilisé par la commande numérique. En général, une application en tandem NUM comprend un variateur appelé « maître », qui est contrôlé directement par le NCK, et un ou plusieurs variateurs « esclaves » qui reçoivent les références de commande directement du variateur maître. L'un des exemples les plus connus est l'application « anti-jeu » des variateurs MDLU2 et MDLU3.

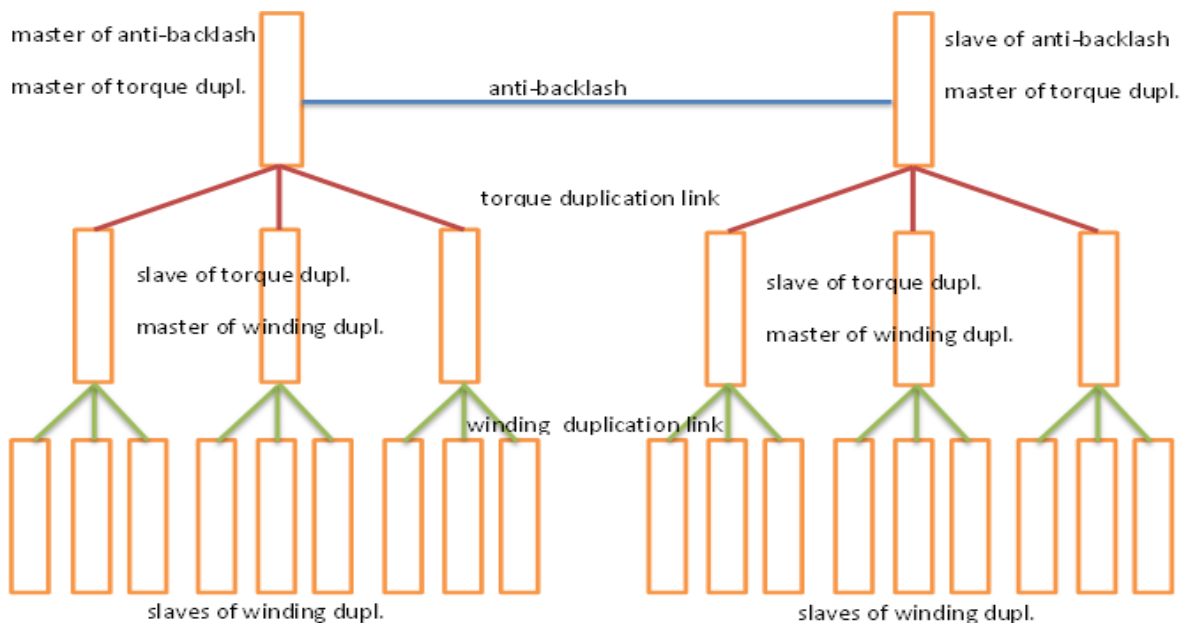
Par rapport au modèle MDLU3, les variateurs MDLUX offrent un plus large choix d'applications en tandem :

- application anti-jeu
- application de duplication de couple
- application de gestion d'enroulements multiples
- applications mécatroniques utilisant la nouvelle fonctionnalité « Macro intégrée au variateur »

Les variateurs MDLUX permettent également de créer des structures hiérarchiques très efficaces pour les applications en tandem. Par exemple, il est possible de créer, à l'aide de variateurs MDLUX, une application en tandem comportant 26 variateurs organisés selon la structure hiérarchique suivante :

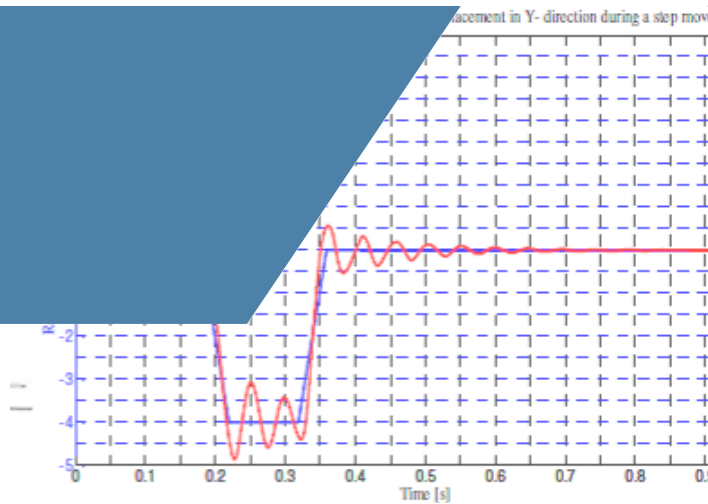
- une paire de variateurs anti-jeu (maître/esclave)
- dont chacun des variateurs, maître et esclave, occupe la position de maître d'un groupe de 4 variateurs utilisés pour le dédoublement de couple ;
- chacun des variateurs esclaves de dédoublement de couple est lui-même maître d'un groupe de 4 variateurs utilisés pour le dédoublement de l'enroulement.

L'image suivante vous montre la structure hiérarchique complète :



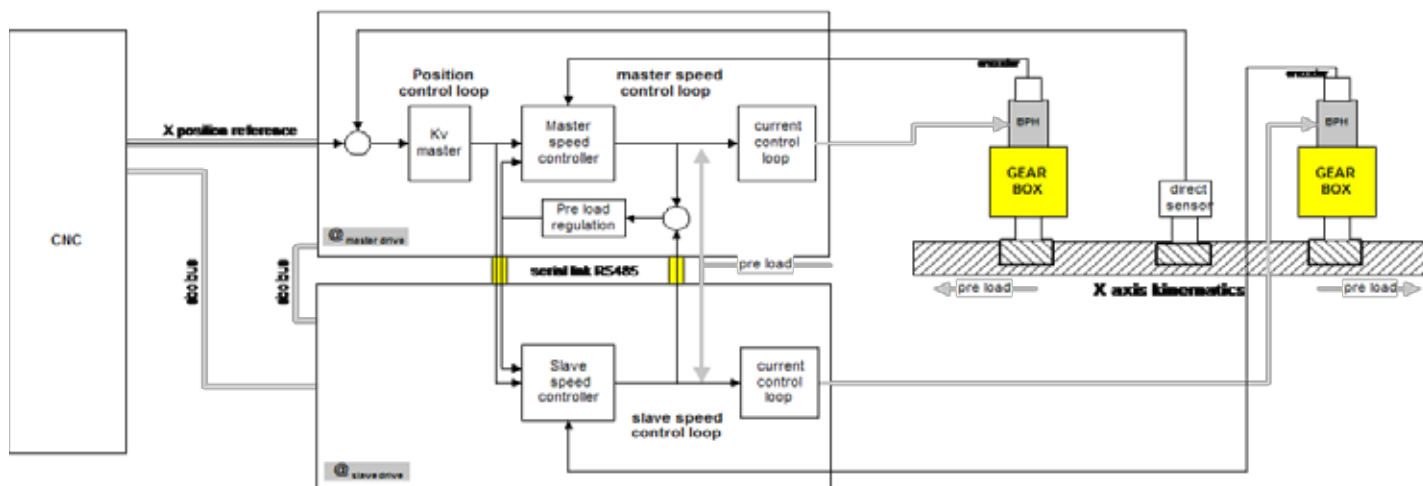
Le seul variateur recevant des commandes de la CNC est le maître utilisé pour l'application anti-jeu ; tous les autres variateurs reçoivent les commandes de leur maître direct au sein de l'application en tandem. Ainsi, la commande de positionnement de la CNC est envoyée uniquement au variateur maître de l'application anti-jeu, lequel propage ensuite cette commande via la structure hiérarchique en tandem jusqu'aux variateurs esclaves. Penchons-nous à présent sur le fonctionnement des différentes applications en tandem.

Flexium+ Applications en tandem grâce aux variateurs MDLUX

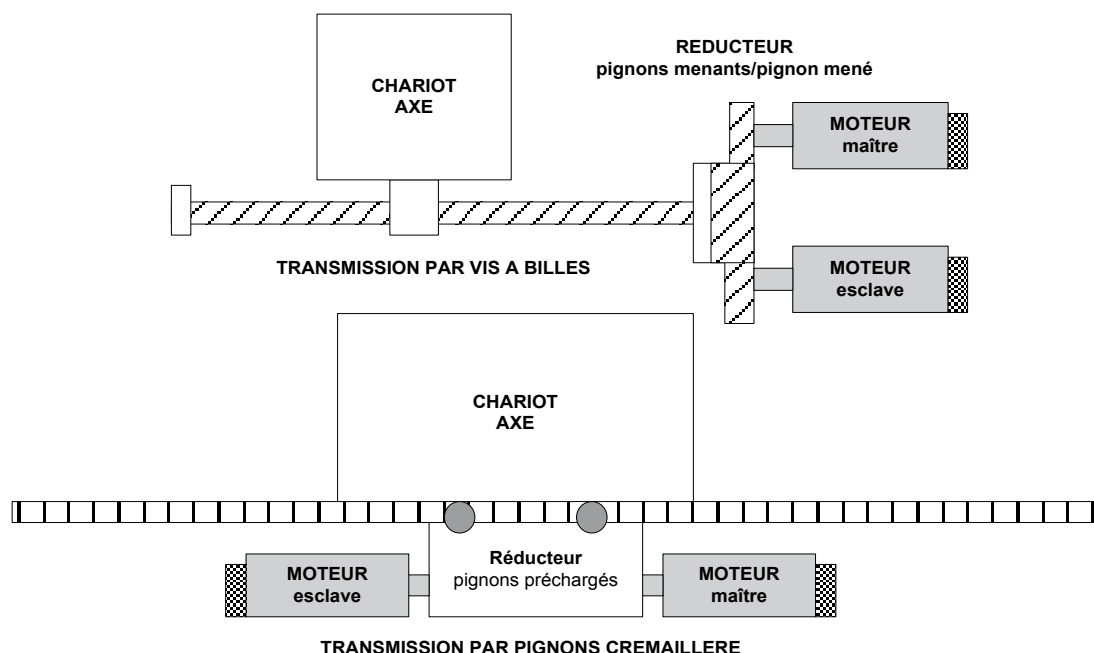


Anti-jeu

Cette application en tandem fait appel à deux variateurs : un maître et un esclave. Elle vise à mettre en place une pré-charge électronique sur un couple crémaillère/pignon de façon à éliminer tout effet de jeu mécanique. Le variateur maître tente de maintenir la différence de couple entre maître et esclave à un niveau constant pendant le déplacement de l'axe (ce qui maintient également la pré-charge d'engrenage du couple crémaillère/pignon à un niveau constant), tout en permettant à l'axe de suivre la référence de position de la CNC sans le moindre jeu. Dans de telles applications, la CNC envoie sa référence de position au variateur maître, qui transmet à son tour une référence de vitesse appropriée à son esclave. Le degré de « précharge de transmission électronique » est bien sûr programmable via les paramètres du variateur.



Entraînement à crémaillère électriquement pré-chargé avec deux moteurs en tandem



Duplication de couple

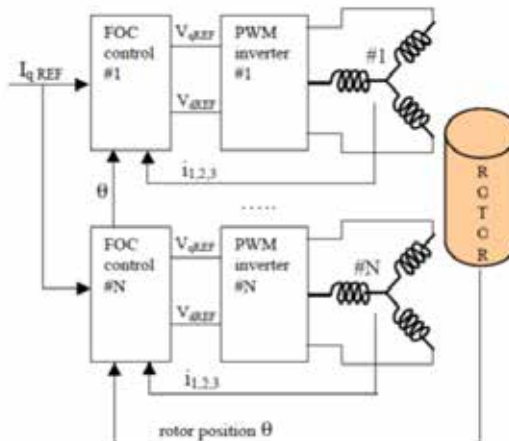
Cette application en tandem implique jusqu'à 4 variateurs : un maître et jusqu'à 3 esclaves. Son objectif est d'augmenter le couple/la force appliqués à l'axe en utilisant deux à quatre moteurs en parallèle sur un même chariot d'axe. Il est possible d'utiliser cette application même en cas de non-réversibilité du couple mécanique entre moteur et axe. Dans ce cas, la CNC envoie sa référence de position au variateur maître, qui transmet ensuite la référence actuelle de couple à tous ses esclaves. Chaque variateur impliqué contrôle son propre moteur. Tous les moteurs exercent une poussée sur l'axe en parallèle (ils appliquent leur couple à un chariot d'axe unique).

Gestion d'enroulements multiples

Cette application en tandem implique elle aussi jusqu'à 4 variateurs : un maître et jusqu'à 3 esclaves. Son objectif est d'augmenter le courant d'entraînement fourni à un moteur unique en utilisant deux à quatre enroulements statoriques en parallèle sur le même moteur.

Dans une application de ce type, chaque variateur impliqué contrôle son propre enroulement statorique. Les différents courants générés par les enroulements statoriques sont associés de manière synchrone afin d'appliquer un couple approprié au rotor unique du moteur.

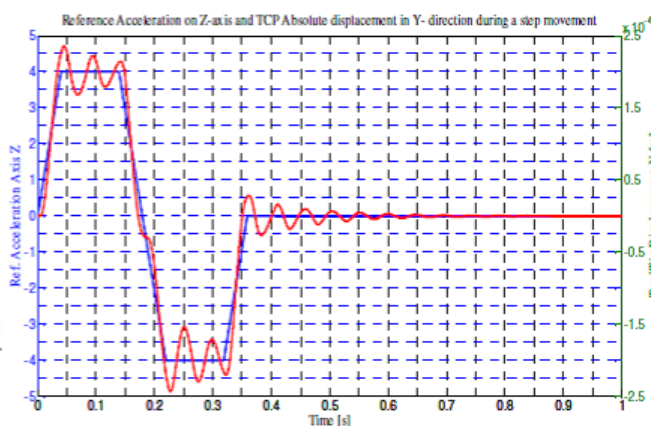
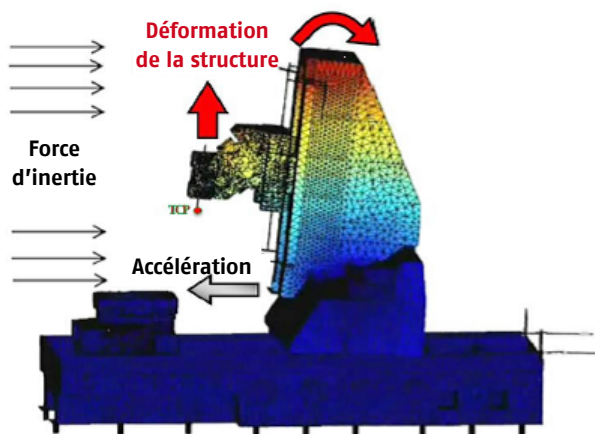
Seul le variateur maître reçoit les données fournies par le capteur de position du codeur ; aucun des variateurs esclaves n'a accès aux données des capteurs. Le NCK envoie sa référence de position au variateur maître, qui transmet ensuite la référence de tension triphasée à tous ses esclaves.



Grâce à l'application de duplication de couple, NUM a pu contrôler l'axe d'une machine spéciale nécessitant 1000 A RMS (avec un pic à 1400 A) de courant de couple. Le moteur était constitué d'un rotor et de quatre enroulements distincts, d'une capacité de 250 A RMS chacun. Alors que le variateur le plus imposant de NUM est évalué à 280 A RMS, l'utilisation de cette fonction a permis de mettre en parallèle les quatre enroulements du rotor et de mettre en œuvre un variateur « virtuel » capable de fournir jusqu'à 1 000 A RMS de courant de couple.

Application mécatronique

Cette application en tandem fait appel à deux variateurs MDLUX, un maître et un esclave, et exploite leur fonctionnalité de macro intégrée (DEMX). L'objectif de cette application est de tester et de mettre en œuvre de nouvelles fonctions mécatroniques interaxiales telles que celles présentées ci-dessous, qui peuvent s'avérer utiles pour éliminer les vibrations d'axe causées par le déplacement des autres axes.



Effet de basculement: forces d'inertie dues à l'accélération le long de l'axe Z et oscillation de la pointe de l'outil dans la direction Y

Dans cet exemple, la nouvelle fonctionnalité mécatronique vise à éliminer l'oscillation de l'axe Y, laquelle est causée par l'accélération sur l'axe Z, en appliquant un couple de compensation approprié à l'axe Y. Ce couple est calculé à l'aide de la fonction de macro intégrée au variateur à partir des données d'accélération sur l'axe Z, reçues via l'application en tandem.

Chacun des variateurs est contrôlé directement par la CNC, si bien que les deux axes obéissent à leurs propres références de position, dans la mesure où ils doivent continuer à interpoler leur mouvement comme en temps normal. L'application mécatronique en tandem joue simplement le rôle de « compensateur » supplémentaire introduit dans la boucle de commande des deux variateurs.

Une preuve de plus de l'incroyable puissance des variateurs MDLUX !

L'université Purdue adopte la technologie CNC de NUM pour ses
en ingénierie mécanique



cours de formation



La Faculté d'ingénierie de la prestigieuse Purdue University située à Lafayette dans l'Indiana a choisi d'équiper un de ses principaux laboratoires avec les commandes numériques et les logiciels de simulation 3D NUM. Ce matériel à l'architecture ouverte offre aux étudiants une expérience pratique de la programmation CNC et les familiarise avec les techniques sophistiquées de programmation et d'utilisation des machines-outils à CNC grâce à une combinaison de machines virtuelles et de matériels de démonstration à hautes performances.

Purdue University, un des principaux organismes de recherche aux États-Unis, accueille une des plus grandes écoles techniques du pays. Sa Faculté d'ingénierie composée de 14 départements, chacun spécialisé dans un domaine technique particulier, connaît actuellement une extension majeure. Dans le cadre de cette extension, Purdue University met à niveau son laboratoire d'ingénierie mécanique sur le campus principal. Ce laboratoire enseigne principalement les bases de l'utilisation et de la programmation CNC et présente aux étudiants les procédés et techniques de fabrication avec diverses machines-outils. Il est actuellement équipé de plusieurs machines CNC 2 axes ainsi que d'un simulateur 2D tous basés sur des équipements NUM.

Le professeur Yung C. Shin, qui supervise tous les programmes de formation et de recherche du département Génie mécanique, déclare : «Lorsque nous avons installé le laboratoire de génie mécanique dans les années 1990, nous avons examiné les systèmes de commande numérique de divers fabricants. Cependant, la plupart des systèmes ressemblaient à des boîtes fermées : leur utilisation était difficilement compréhensible, contrairement à ce que nous

recherchions pour enseigner les bases de la commande numérique. Nous avons décidé de réaliser notre plateforme de formation à base de systèmes de commande numérique NUM, essentiellement du fait de leur architecture ouverte et de l'assistance de NUM pour l'utilisation pédagogique de ses produits. L'ouverture des systèmes CNC NUM, en particulier pour le code de commande numérique et leurs entrées/sorties, nous permet de démontrer facilement l'échange de données entre l'automate programmable, la commande numérique et l'électronique de commande, de même qu'elle simplifie l'intégration avec d'autres matériels de laboratoire. De plus, de nombreuses machines à commande numérique utilisées dans nos laboratoires d'études de fabrication sont équipées de sys-

tèmes CNC NUM : le codage est donc pratiquement identique. »

NUM est le partenaire de la Faculté pour ses activités de commande numérique depuis 24 ans. Steven Schilling, Directeur général de NUM Corporation à Naperville (Illinois), fait remarquer l'importance de l'assistance apportée à long terme aux établissements de formation, «Le personnel de Purdue dispose d'un accès permanent à notre support technique et reçoit de l'aide lorsqu'il doit reconfigurer ou reprogrammer ses systèmes CNC pour de nouveaux projets. Cette coopération étroite garantit que le matériel CNC de Purdue est équipé des dernières fonctionnalités et des derniers outils afin de permettre aux étudiants de se familiariser et de développer de nouvelles techniques d'usinage.»

Steven Schilling (à gauche), Directeur général de NUM Corporation, et Yung C. Shin (à droite), Professeur de génie mécanique à l'Université de Purdue, devant l'horloge historique du Heavilon Hall de l'Université.



éducation



Le prestigieux College of Engineering de l'Université de Purdue a décidé d'installer dans l'un de ses principaux laboratoires les systèmes CNC à architecture ouverte et le logiciel de simulation 3D NUM.

La dernière mise à niveau du matériel CNC du laboratoire technique est terminée. NUM a fourni deux systèmes Flexium 68 configurés pour les applications de fraisage, chacun étant équipé d'une unité NCK (Numerical Control Kernel), d'un automate programmable, d'un pupitre opérateur, du logiciel de simulation 3D, ainsi que de l'option de simulation pour quatre PC supplémentaires. Le système Flexium 68 constitue une base polyvalente pour les applications d'étude et de recherche où le type de machine et la commande évoluent dans le temps. De série, l'unité NCK gère jusqu'à cinq axes/broches sur un canal, avec interpolation totale sur quatre axes. Plusieurs options peuvent étendre cette caractéristique jusqu'à



trente-deux axes/broches sur huit canaux, avec trente-deux axes interpolés, alors que des configurations à plusieurs unités NCK peuvent, elles, gérer plus de deux cents axes.

Pour améliorer l'ergonomie, le laboratoire a installé deux consoles de bureau pour l'interaction homme/machine. Chaque console est équipée d'un pupitre opérateur FS152i et d'un pupitre machine MPO4 utilisant des interfaces CAN. Les pupitres opérateur, équipés d'écrans à cristaux liquides 15 pouces et de PC industriels intégrés avec disques SSD à semi-conducteurs, fonctionnent sous une version intégrée de Windows et sont connectés au réseau Ethernet de l'université. Chaque console est utilisable pour la simulation ou la commande des machines CNC de démonstration du laboratoire.

NUM a également fourni tous les moteurs, variateurs, alimentations et accessoires pour deux autres machines de démonstration 2 axes. Ces deux machines sont équipées de variateurs bi-axes NUMDrive C pilotant des servomoteurs de type 'Brushless' BPH. Une de ces machines utilise la version HP du variateur avec boucles de commande



hautes performances pour faciliter la recherche dans des applications de cinématique très rapide ou très précise.

Avec l'utilisation du système Flexium, les étudiants et les chercheurs de Purdue University peuvent maintenant étudier dans le détail les techniques de commande numérique. L'ensemble de la configuration et de la programmation de la commande numérique, des variateurs d'asservissement et des automates programmables s'effectue à l'aide d'un seul logiciel qui diminue les temps d'apprentissage, augmente la productivité et la satisfaction du travail, et favorise le travail en collaboration. L'architecture ouverte inhérente au système présente de nombreux avantages. Il est ainsi très facile de créer des pupitres opérateur virtuels dédiés aux applications au moyen d'éditeurs et de langages standard (HTML, JavaScript, Visual Basic, Delphi, C ou C++); l'automate est programmable avec n'importe quel langage orienté objet graphique ou textuel conforme à IEC 61131-3. De plus, les étudiants qui ont besoin d'agir sur les fonctions de bas niveau de l'unité NCK (ex. transformations des coordonnées d'axes en temps réel) peuvent utiliser des opérateurs dynamiques dans le code, alors que des techniques telles que la compensation en temps réel peuvent être mises au point au moyen de macros intégrées de commande des boucles dans les variateurs asservis.

Les fonctions graphiques de simulation 3D de Flexium que Purdue University installe dans son laboratoire de génie mécanique améliorent remarquablement la souplesse du travail. Jusqu'à aujourd'hui, le logiciel de simulation nécessitait une connexion physique au système CNC : un seul étudiant





Bon nombre des machines à commande numérique des laboratoires de recherche sur la fabrication de l'Université de Purdue sont basées sur les systèmes CNC de NUM, comme ce système d'usinage par laser pour matériaux céramiques. Le nouveau laboratoire comptera six ordinateurs de travail, tous aptes à exécuter une véritable simulation 3D d'une pièce sans devoir accéder à un système CNC.

pouvait l'utiliser à un moment donné et il se limitait à la simulation 2D des trajectoires. Le laboratoire dispose maintenant de six postes de simulation indépendants : deux sur les consoles de bureau et quatre sur des PC autonomes, chacun effectuant une véritable simulation 3D de la pièce en mode autonome sans devoir accéder à un système de commande numérique. Six autres PC sont également en cours d'installation pour permettre aux étudiants d'effectuer des simulations à différents endroits.

Les étudiants peuvent désormais simuler et optimiser le programme d'une pièce qu'ils ont écrit en code ISO, en visualisant complètement la trajectoire de l'outil et l'enlèvement de matière

sur la pièce. Cette procédure assure également le contrôle automatique des collisions entre les différents composants de la machine, l'outil et la pièce à usiner. Le logiciel de simulation prend actuellement en charge de 3 à 5 axes de tournage, 3 axes de fraisage/perçage, ainsi que la découpe par jet d'eau et plasma et peut commuter très facilement entre ces diverses applications. Il crée une représentation en couleur et en volume de la pièce que l'on peut faire pivoter afin de l'observer sous n'importe quel angle.

Purdue University prévoit de mettre le laboratoire de commande numérique à disposition des étudiants à l'automne. Le professeur Shin explique : « Nous devons proposer à davantage

d'étudiants une expérience pratique de la programmation CNC et de la visualisation dans les plus brefs délais. Nous constatons une renaissance du marché intérieur des automatismes grâce à de nouveaux procédés tels que l'impression 3D : nous manquons encore de compétences de programmation CNC. Les étudiants apprécient beaucoup lorsqu'ils peuvent voir le résultat de leur travail, que ce soit sur un simulateur, une machine ou une machine-outil à commande numérique. C'est pourquoi nos nouvelles installations constituent un outil de formation essentiel.

Pratiquement 65 % de nos diplômés poursuivent une carrière dans la fabrication et nombreux d'entre eux sont devenus professeurs. J'aime penser que, lorsqu'ils installeront leurs propres laboratoires, ils se souviendront des bases que nous leur avons enseignées. »



éducation

Tourné vers le futur, un constructeur de machines autrichien connaît un succès mondial



La société Weingärtner Maschinenbau GmbH, fondée en 1965, exerce son activité à l'échelle mondiale dans le secteur de la fabrication de machines-outils pour l'industrie énergétique. Depuis plus de 35 ans, elle fournit à l'industrie du forage pétrolier et des matières plastiques des machines d'usinage et des centres de tournage/fraisage combinés pour l'usinage de pièces lourdes et complexes. Weingärtner et NUM travaillent depuis plus de 20 ans en étroite collaboration depuis la conception de projets jusqu'à leur mise en service.

Les principales machines fabriquées par Weingärtner et destinées à l'industrie pétrolière et gazière sont équipées de commandes numériques NUM. Ces machines sont utilisées pour la fabrication de pompes ou des pièces essentielles pour le forage. Weingärtner monte des commandes numériques NUM dans ses machines destinées à la fabrication de pièces, telles que les pompes ou les pièces d'âme de foreuses, qui sont utilisées dans l'industrie pétrolière et gazière. Ces composants sont employés à la fois pour les forages et pour le transport des matières premières liquides, mais aussi dans d'autres secteurs tels que le pompage de diverses substances fluides, de liquides épais et chargés, au moyen de pompes à vis excentrique. Les pièces

d'âme pour foreuses sont également fabriquées par les machines Weingärtner équipées de CNC NUM. Ces machines permettent le contournage et le pelage d'âmes de stators et de rotors à filet simple et à filets multiples qui sont utilisées dans les pompes et les « moteurs à boue » de la chimie industrielle et de la pétrochimie. La vitesse de rotation de l'outil doit être précisément synchronisée avec la vitesse de rotation de la pièce devant être usinée ; la maîtrise de ce paramètre est fondamentale. Pour satisfaire le procédé d'usinage il est nécessaire de pouvoir modifier le rapport de vitesse au moyen de l'interpolateur. Cette opération était auparavant réalisée mécaniquement, mais aujourd'hui, le système de com-

mande numérique NUM l'exécute électroniquement et garantit ainsi une précision maximale. La machine Vario de Weingärtner, voir photo ci-dessous, est équipée d'une CNC NUM Flexium et d'un logiciel de synchronisation spécifique. NUM sait fournir l'ensemble de la configuration correspondant au type de machine devant être piloté. LA configuration peut s'étendre jusqu'à 8 axes et 2 broches pour un niveau de puissance de 22 à 90 kW.

« Pour Weingärtner Maschinenbau, la grande flexibilité des commandes numériques NUM, tout autant que celle de la société NUM dans son ensemble, constitue un atout décisif », déclare Klaus Geissler, Directeur des ventes de machines-outils.

En bas : machine de fabrication de type Vario de Weingärtner Maschinenbau GmbH avec une commande CNC NUM Flexium



À droite : contrôle final de la machine de fabrication Vario de Weingärtner Maschinenbau, avec une commande CNC NUM Flexium

En bas : vis excentriques telles qu'elles sont utilisées dans les pompes de l'industrie pétrolière et gazière

En bas à droite : Klaus Geissler, Directeur des ventes de machines-outils de Weingärtner Maschinenbau GmbH (à gauche) et Andreas Lumesberger, Directeur commercial de NUM Autriche (à droite).



encore dans l'usinage de cylindres pour l'industrie papetière ou sidérurgique. La gamme de machines de Weingärtner inclut ainsi une multitude de machines-outils puissantes pour l'industrie formatrice des métaux. Ces installations de grande valeur se distinguent spécialement par leur conception commune reposant sur une machine solide, la technologie des procédés de l'usinage et les logiciels entièrement intégrés.

Sur le marché mondial, Weingärtner et NUM se distinguent des grandes entreprises concurrentes par leur philosophie de développement permanent, leurs solutions novatrices imaginées en partenariat, une équipe solide de collaborateurs hautement qualifiés et un bon réseau de service à l'échelle mondiale. Tels sont également les piliers sur lesquels les deux sociétés bâtissent leur prospérité.

Ainsi, une solution unique est à chaque fois élaborée et mise en pratique dans un esprit d'étroite collaboration. Ce n'est pas une simple relation client-fournisseur, mais une réelle collaboration entre deux partenaires système, qui constitue le terreau de la réussite de Weingärtner, mais aussi de NUM. Les principaux débouchés de Weingärtner se situent dans le secteur de l'équipement à destination de l'exploration pétrolière et gazière. La société opère dans le monde entier, mais l'Amérique, l'Union Européenne, la Russie, ainsi que le bassin asiatique, forment les marchés les plus importants pour ses machines.

À l'instar de NUM, Weingärtner offre à ses clients une solution globale. Réunissant les machines, les outils, l'ingénierie des procédés et les logiciels CAD/CAM, ces solutions globales ne sont pas seulement utilisées dans la fabrication de vis excentriques pour pompes, mais aussi dans la fabrication de grands vilebrequins, d'arbres de turbines et de générateurs pour centrales électriques, ou



progrès

Découpe au jet d'eau 3D – La précision pour une qualité maximale



La société Pendorfer Maschinenbau KG, connue à l'échelle planétaire, s'est spécialisée dans la découpe au jet d'eau, les installations de découpe au jet d'eau et les machines de découpe au jet d'eau. À la rubrique « haute technologie » de son catalogue figurent les systèmes de découpe au jet d'eau 2D et 3D à commande numérique. En collaboration avec NUM, Pendorfer a aujourd'hui conçu une installation de découpe au jet d'eau à 5 axes, qui peut usiner efficacement et avec une extrême précision des pièces de dimensions extérieures allant jusqu'à 9000 x 4000 mm.

Fondée en 1985 par Franz Pendorfer, la société Pendorfer est aujourd'hui une des entreprises les plus innovantes de son secteur. Avec environ 60 collaborateurs qualifiés, elle s'est engagée avec succès dans le marché international et atteste d'une compétitivité sans faille grâce à ses atouts d'innovation, de précision et de qualité. Sa collaboration avec NUM, entamée il y a environ 20 ans n'a cessé depuis de croître.



Des décennies d'expérience dans la conception, le développement et la fabrication d'installations de découpe au jet d'eau à commande numérique ainsi que dans la construction de machines spéciales ont permis à Perndorfer d'offrir à ses clients un large éventail de produits dans ces domaines et les services associés. Les projets spécifiques de chaque client sont concrétisés de façon flexible et compétente en étroite collaboration avec NUM : de la construction de prototypes aux solutions globales en passant par les formations, les conseils personnalisés sur site et le service 24 h/24.

La machine présentée est une installation de découpe au jet d'eau à 5 axes, qui peut découper efficacement

En haut : pupitre opérateur de la Commande Numérique NUM Flexium avec l'IHM spécifique de Perndorfer

En bas : vue d'ensemble de la machine de découpe au jet d'eau à 5 axes de Perndorfer avec une pièce à usiner installée



À droite : Peter Asböck, Directeur de projet Découpe au jet d'eau, Perndorfer Maschinenbau, Johann Humer, Directeur commercial, Perndorfer Maschinenbau, et Andreas Lumesberger, Directeur commercial de NUM Autriche.

En bas : la tête de découpe au jet d'eau à 5 axes pendant la découpe d'un fond torosphérique d'une épaisseur de 6 mm

les pièces d'acier d'une épaisseur allant jusqu'à 140 mm et d'aluminium jusqu'à 180 mm avec un jet d'eau à 4000 bars et l'adjonction d'abrasif. Le fond torosphérique illustré constitué d'acier de 6 mm d'épaisseur, peut être découpé précisément à une vitesse d'avance de 330 mm à la minute, l'angle de découpe pouvant être programmé à volonté. Il est également possible de découper des facettes qui seront déjà prêtes pour le soudage ultérieur d'autres pièces d'usinage, comme des collerettes, des tuyaux, des échangeurs thermiques, etc. Un déroulement rapide du travail est ainsi garanti.

Cette machine peut être totalement adaptée aux besoins client. Lors de sa conception l'ensemble du dimensionnel peut être personnalisé, y compris la hauteur de la potence (axe Z) comprenant la tête de découpe 3D. Au final cette machine découpera des pièces dont les dimensions pourront atteindre 9000 x 4000 mm et 500 mm en hauteur.



Cette machine convient donc tant pour la découpe 2D de tôles de toute nature que pour la découpe 3D de pièces diverses et variées, telles que des tuyaux, des conteneurs ou des couvercles pour réservoirs sous pression, et aussi le fond torosphérique pouvant être observé sur les photos.

La machine est conçue de telle sorte qu'elle peut aussi être équipée d'une tête de soudage à 5 axes, la transformant ainsi en machine à souder.

Les pièces posées sur le plateau peuvent être usinées de façon optimale depuis toutes les directions au moyen de la tête de découpe à 5 axes à commande numérique. Cette

machine de découpe au jet d'eau est équipée de la Commande Numérique NUM Flexium 6 axes, une fonction Gantry, ainsi que la technologie de jet d'eau et la technologie 5 axes. Pour Perndorfer comme pour NUM, il est important de mettre en œuvre une solution globale. Seule cette démarche permet de garantir la qualité à toutes les étapes du processus et d'aboutir à un résultat final d'une précision et d'une qualité élevée. La collaboration entre Perndorfer et NUM s'appuie sur un dialogue étroit qui commence dès le début d'un projet, c'est-à-dire au stade de la conception, et se poursuit jusqu'à la réception et la mise en service de la machine chez le client. Bien entendu, un service compétent et bien rôdé est également offert au client durant de longues années après la réception de la machine.

Le client de Perndorfer reçoit in fine, un produit de haute qualité, combinant une machine Perndorfer équipée de la commande numérique NUM, et lui assurant un avantage compétitif sur son marché. La fourniture de cet avantage au client final constitue à la fois l'objectif et la motivation de Perndorfer et de NUM.



Développement majeur dans l'automatisation du filetage par roulage en provenance d'Italie



En collaboration avec NUM, le constructeur de machines ORT, détenu aujourd'hui par MICO S.r.l, et la société d'ingénierie pour utilisateur final Cadei ont développé une machine avancée de filetage par roulage. La nouvelle machine fournit un contrôle et une précision améliorés du processus d'insertion du filetage. Grâce à l'utilisation d'un système CNC NUM Flexium, la commande de la machine est également très simple, les compétences nécessaires pouvant être maîtrisées très aisément et rapidement. Pratiquement n'importe qui peut désormais gérer le processus de production, ce qui aide à réduire les coûts et offre à Cadei un avantage concurrentiel unique.

La société d'ingénierie Cadei S.n.c. a été fondée en 1972 par Giacomino Cadei. Depuis 2005, la société est gérée par ses enfants, Massimo, Cristian et Michela, jouissant tous les trois de plus de vingt ans d'expérience dans le métier. Cadei se spécialise surtout dans la fabrication de pièces pour des presses de moulage hydrauliques, mais son savoir-faire technique permet également à la société de proposer à ses clients une gamme variée de produits, tels que des composantes pour équipement de pliage, des essieux pour le matériel ferroviaire roulant et différents types d'appareillage pneumatique et hydraulique. La taille n'est pas un problème et les pièces peuvent mesurer jusqu'à 650 mm de diamètre et 9 000 mm de longueur. Cadei a énormément investi dans une technologie de machines-outils de pointe, y compris des tours CNC haute qualité commandées par de l'équipement NUM, afin de garantir que ses produits sont usinés avec la plus haute précision et fiabilité. Ces dernières années, la société a également développé des compétences spécifiques dans le perçage profond de sections cylindriques ou autres dans des tailles allant de 6 à 150 mm de diamètre.

Avec l'acquisition d'ORT Italia, MICO S.r.l a également acheté tous les droits de propriété intellectuelle de la gamme de machines de filetage par roulage de la société



(y compris les plans de machines, les définitions de composants commerciaux, les diagrammes électriques/hydrauliques, les logiciels et les références de marché). MICO propose désormais ces machines et pièces détachées correspondantes, ainsi que des services de support technique aux utilisateurs finaux, sous la marque ORT Italia. Toutefois, la philosophie de MICO va au-delà de la simple fabrication et assistance dans le cadre des machines ORT originales. La société a décidé d'investir dans l'automatisation des machines afin d'en améliorer leur précision et productivité et afin de simplifier leur utilisation pour que celles-ci dépendent moins de l'expérience des travailleurs. MICO a aussi revu la structure globale et les composants mécaniques des machines, dans le but de les rendre encore plus robustes et fiables.

Ci-dessus : bout d'acier brut sur la gauche et filetage pressé pour une presse hydraulique comme produit final sur la droite.

A gauche : la machine de filetage par roulage dans le hall de production de Cadei.



En haut à droite : la machine de filetage par roulage de l'arrière, montrant 3 moteurs NUM

En bas à droite : la machine de filetage par roulage de l'avant, avec une pièce montée

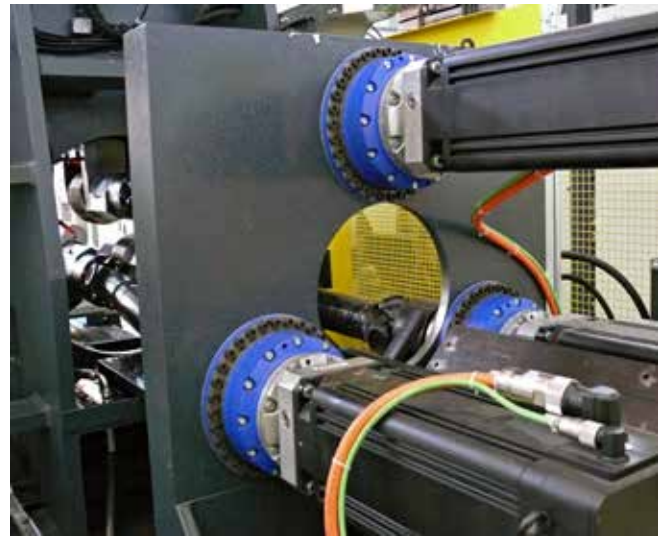
Ci-dessous : la machine de filetage par roulage en service

Bas : de gauche à droite, Simone Farina, directrice technique d'ORT, Cristian Cadei, directeur de Cadei S.n.c. et Marco Battistotti, directeur de NUM Italy

L'un des principaux avantages des nouvelles machines est une amélioration de la précision du contrôle dynamique de l'insertion du filetage tout au long du processus de filetage par roulage. Le nouveau système d'automatisation permet la définition et le contrôle plus précis de la force mécanique exercée par les filières de filetage par roulage sur la pièce, ce qui permet également de prolonger la durée de fonctionnement des filières. Les angles d'inclinaison et de décalage des filières sont calculés automatiquement (l'établissement de la phase correcte prend moins de cinq minutes, sans subir la moindre perte de matière de la pièce) et ces filières sont ensuite mises en position de manière entièrement automatique.

Tous les paramètres dérivés automatiquement associés aux cycles de fabrication demandés pour un filetage spécifique (en prenant en compte les dimensions et le matériel) peuvent être vérifiés en ligne. Toutes les étapes requises pour une séquence de fabrication particulière peuvent être réalisées entièrement automatiquement. Une attention particulière a été apportée à la conception d'une interface flexible, afin que tout type de système de chargement dédié ou d'équipement auxiliaire spécialisé puisse être facilement intégré à la machine principale.

La machine de filetage par roulage confère à Cadei une longueur d'avance sur ses concurrents. Et cela, non seulement en raison des résultats précis pouvant être obtenus à l'aide de cette

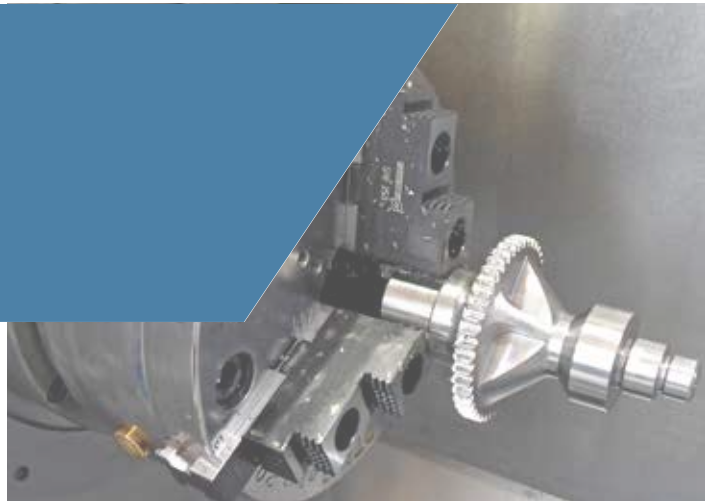


machine innovante, mais également du contrôle par un système CNC NUM qui en facilite grandement la manipulation. En fait, son utilisation est tellement aisée que Cadei peut permettre à quiconque d'employer la machine. Cette simplicité de fonctionnement a un avantage majeur en termes de productivité : en cas d'absence d'un employé, son travail peut aisément être effectué par quelqu'un d'autre, ce qui évite tout retard de production. « En outre, cela permet de garantir un produit final de qualité homogène au client en tout temps », déclare Cristian Cadei, directeur de Cadei S.n.c. « Une coopération étroite avec NUM nous a permis de créer une machine d'une très grande précision et d'un usage aisé, ce qui représente un avantage concurrentiel pour le client », affirme Simone Farina, directrice technique d'ORT.

puissant



SOMAB et NUM, une coopération de longue date avec succès



Usinage cinq axes, tournage trois axes, taillage, rectification, mortaisage et plus encore : quand SOMAB a voulu équiper sa machine porte drapeau, le Genymab, c'est tout naturellement qu'elle s'est tournée vers NUM, son partenaire de toujours. Née en 1985, la Société de Mécanique et d'Automatismes du Bourbonnais a hérité de la compétence d'Ernault Somua dont les machines sont connues dans le monde entier.

Genymab est basé sur un concept simple : Passer directement de la pièce brute à la pièce finie quelles que soient les opérations à effectuer. Pour ce faire les classiques X, Z et C sont épaulés par deux axes supplémentaires Y et B. De nombreuses options permettent d'adapter cette machine à des besoins particuliers : nombre d'outils en magasin, palpeurs divers, second chariot, table d'usinage pour n'en citer que quelques-unes. Cette cinématique est montée sur un banc en granit reconstitué qui amortit naturellement les vibrations dont les limites sont repoussées encore plus loin grâce aux variateurs de

la série NUMDrive C dotés d'algorithmes évolués et performants. C'est souvent par leur facilité d'usage que l'on reconnaît les grandes solutions. Le Genymab n'y fait pas exception. Equipée à l'origine en Axiom Power la machine est maintenant reconvertie en Flexium pour tirer profit des fonctionnalités les plus avancées. Le passage de broche en axe C, de tournage en fraisage et réciproquement, la validation d'un plan incliné se font tout naturellement par l'intermédiaire d'un simple code G qui valide la prise en compte des changements de structure et autorise les fonctionnalités correspondantes.



La zone de travail du Genymab avec la contre pointe et la table de fraisage sur la droite



Voyons un peu plus en détail l'aspect taillage. NUM a intégré sur son logiciel standard une 'boîte de vitesse électronique' qui permet la synchronisation entre une fraise mère et la pièce à tailler ; le tout en prenant en compte de nombreux paramètres pour permettre aussi bien le taillage droit qu'hélicoïdal et ce avec différentes options de shifting. Liée à sa conception même, la rigidité de la tête porte outil permet d'effectuer ces opérations avec la qualité d'usinage souhaitée. La sécurité n'est pas oubliée puisque la performance de synchronisation est surveillée en permanence afin de générer un dégagement d'urgence si quelque événement fortuit venait à se produire. Les variateurs disposent d'une réserve d'énergie suffisante pour enclencher un mouvement même en cas de disparition du réseau électrique.

De gauche à droite : Mr Roland Vesvres Directeur Commercial SOMAB, Mr Bernard Jacquard Directeur SOMAB et Mr Elia Barsanti Directeur NUM France

Bas : Exemple d'une pièce réalisée entièrement sur le Genymab : Tournage + Fraisage + Taillage

Tout en bas : La pupitre de contrôle du Genymab composé du pupitre industriel FS152i et du pupitre machine MPO4.



Cette machine, qui n'a pas la structure classique d'une tailleuse, bénéficie des atouts nécessaires pour exécuter toutes sortes de profils. La pièce qui est en général portée par un axe spécifique l'est ici par la broche principale de tournage, les axes X (prise de passe) et Y (shifting) sont intervertis. Il a suffi d'adapter le paramétrage de l'algorithme pour prendre en compte cette spécificité. La programmation

d'une opération de taillage se fait en une seule ligne qui stipule le nombre de dents à tailler, le nombre de filets de la fraise mère, l'angle d'hélice éventuel après quoi différents cycles de plongée vont permettre d'obtenir la pièce désirée.

La puissance accrue de Flexium permet d'encore améliorer les performances, grâce, entre autres, à une période d'échantillonnage plus courte, un automatisme plus performant tout en gardant une compatibilité de programmation totale hormis bien sûr les fonctions nouvelles. Les possibilités de personnalisation de l'IHM notamment en graphique vont simplifier la conduite machine. La simulation FX3D permet de se représenter sous tous ses angles la pièce qui va être réalisée (l'aspect taillage est en cours de développement) mais peut être plus intéressant encore, les collisions éventuelles qui sont parfois difficiles à imaginer sur une structure complexe seront signalées avant qu'elles ne puissent avoir des conséquences graves.

La programmation au pied de la machine n'est pas oubliée, Genymab est équipé d'une ergonomie de programmation spécifique qui pourra être secondée par l'outil FXCAM.

Mais même le meilleur système serait peu de chose sans accompagnement humain. C'est ici un autre aspect de l'offre NUM qui permet d'obtenir la meilleure solution pour

chaque projet. Il en existe trois volets.

- La participation active : NUM apporte tout son savoir-faire en automatisation et assure assistance et conseil.
- La coopération active : Mutualisation des compétences avec les équipes du client et réalisation en partenariat.
- La solution globale : NUM prend en charge la direction globale en tant que maître d'œuvre depuis le cahier des charges jusqu'à la mise en service, la formation et la maintenance.

Dans le cas présent participation et coopération ont été mises en œuvre pour aider SOMAB à prendre en main ce nouvel équipement mais aussi pour appréhender plus rapidement les fonctionnalités nouvelles telles que la simulation et le taillage.

Cette coopération s'est très vraisemblablement avérée efficace, mais laissons la parole à M. Jacquard, le directeur de SOMAB pour s'en assurer :

« Le Genymab est une machine qui peut tout faire ou presque si elle est associée à une commande numérique performante. SOMAB a trouvé en NUM le fournisseur qui pouvait piloter efficacement ce type de machine. Pour preuve l'intégration de la fonction taillage d'engrenage a été réalisée rapidement et sans problème »

Une fois encore le slogan de NUM s'applique à merveille : Fournir à nos partenaires des solutions de numérisation avancées afin de développer un avantage compétitif dans l'intérêt de tous.



efficacité

Un vaste programme de modernisation des CNC permet au fabri
de vie des chaînes de production essentielles



Commande de moteurs de prolonger le cycle



Fiat Powertrain met à niveau les systèmes de commande numérique des 20 principales machines utilisées dans les lignes de production des vilebrequins et des blocs-cylindres dans son usine de Campo (Brésil) afin d'augmenter leur durée de vie et de minimiser les temps d'immobilisation futurs à prévoir. Chaque machine reçoit un kit de mise à niveau personnalisé composé d'un système de commande numérique hautes performances, de variateurs et de moteurs ; kit spécialement conçu par NUM pour faciliter l'installation, améliorer les diagnostics et simplifier la gestion des pièces détachées.

Division du groupe Fiat Chrysler, Fiat Powertrain dispose d'usines de fabrication dans des lieux stratégiques, y compris en Amérique du Sud. Son usine de Campo Largo à la périphérie de Curitiba (Brésil) est spécialisée dans la fabrication des moteurs flex-fuel 1.6 litre et 1.8 litre « E.torQ » pour les véhicules de milieu de gamme qui fonctionnent à l'essence ou à l'éthanol. Installée à l'origine par Chrysler et rachetée par Fiat en 2008, cette usine, une des plus modernes d'Amérique du Sud, joue un rôle important dans la position dominante de Fiat sur le marché automobile brésilien, qu'elle détient depuis 12 ans. L'usine de Campo Largo produit actuellement environ 230 000 moteurs par an.

Cette usine utilise de nombreuses machines transfert à commande numérique ainsi que des centres d'usinage et des machines-outils spécialisées pour l'ensemble des opérations de fabrication : rectifieuses de vilebrequins Cinetic-Landis, machines Heller pour le fraisage et la rectification des vilebrequins et machines transfert Comau, filiale de Fiat, pour l'usinage des blocs moteur. Au total, les lignes de production des vilebrequins et des blocs

moteurs sont équipées de 20 machines stratégiques à commande numérique et totalisant plus de 120 axes d'avance. Chaque machine est commandée à l'origine par un système NUM 1050 équipé de variateurs NUM MDL1 et de servomoteurs NUM BMH.

Avec le vieillissement des machines, Fiat Powertrain a été de plus en plus préoccupé par le risque d'augmentation des temps d'immobilisation. Le dépannage et l'approvisionnement des pièces détachées, ainsi que la maintenance générale des machines, risquaient de prendre trop de temps et nuire au rendement de la production. La maintenance mécanique des machines restant parfaitement possible, la société a pris en 2012 la décision de prolonger la durée de vie des lignes de production en mettant à niveau ces 20 machines avec des systèmes de commande numérique, des variateurs et des moteurs plus modernes.

Après avoir consulté les produits et services de divers fabricants, Fiat Powertrain a constaté que NUM proposait la meilleure solution de mise à niveau ; solution parfaitement adaptée aux besoins de l'usine et ce pour deux raisons : d'une part, NUM est le fabricant d'origine du matériel de commande numérique de ces machines dont la fonctionnalité répondait en totalité aux besoins et d'autre part pouvait fournir la solution la plus rapide à mettre en place avec le meilleur rapport avantages/coût.

Tarcisio Cruz Filho, Directeur du support technique de l'usine de Campo Largo explique : « La mise à niveau des machines pour la production quotidienne impose des conditions extrêmement rigoureuses. Nous avons besoin d'un fournisseur ayant le savoir-faire et les moyens de collaborer à la conception et à l'installation de systèmes au Brésil. De plus, les systèmes eux-mêmes

Gauche : Usine de fabrication de moteurs, Fiat Powertrain à Campo Largo, Brésil.

À droite : Entrée principale de l'usine Fiat Powertrain à Campo Largo, Brésil.



mise à niveau CNC



devaient offrir au moins le niveau de fonctionnalités de notre matériel de commande numérique existant. L'engagement dans ce projet de l'équipe NUM en Suisse nous a réellement impressionnés, ainsi que la qualité du support technique que nous avons pu constater, en particulier avec l'agence aux États-unis, surtout si nous tenons compte du fait que le marché brésilien de ces matériels est limité. »

Une condition essentielle du remplacement des systèmes de commande numérique était qu'ils soient conçus de façon à pouvoir effectuer une mise à niveau aussi rapide que pos-

sible afin de minimiser les interruptions de production. Par vidéoconférence, les équipes techniques Fiat Powertrain et NUM ont rapidement conclu que la plateforme NUM Axiom offrait la solution de mise à niveau la mieux adaptée pour les machines car elle utilise la même architecture que l'ancien système de commande numérique NUM 1050 ce qui a permis de minimiser le câblage et les modifications logicielles.

Dans cette mise à niveau, les variateurs de chaque machine sont remplacés par des modèles de la dernière gamme NUMDrive C qui sont parmi les

En haut : Avant la mise à niveau, chaque machine était équipé du système de commande numérique NUM 1050.

Au centre : Les nouveaux automatismes des machines s'appuient sur les derniers variateurs NUMDrive C et leurs alimentations MDLL3

En bas : La ligne de production de vilebrequins à l'usine de Campo Largo Fiat Powertrain utilise un grand nombre de machines à commande numérique.





De gauche à droite : Wilson Netto, Ingénieur contrôle ; Frederico Ferrarini, Technicien de maintenance ; Everton Stroparo, superviseur de maintenance ; Alexandre Machado, coordinateur de l'Ingénierie, Mauricio Lopes, Ingénieur contrôle et Tarcísio Cruz Filho, Directeur technique maintenance de l'usine Fiat Powertrain, Campo Largo, Brésil.

varianteurs les plus efficaces et qui offrent la meilleure densité de puissance du marché. En supprimant les armoires de refroidissement complexes, ils permettent de simplifier l'installation.

La mise à niveau comporte également le remplacement de tous les moteurs d'axes. Les moteurs BMH d'origine ont été remplacés par les moteurs NUM BPH qui améliorent encore les performances et la protection de l'environnement. Les bouts d'arbres, les diamètres et les brides sont identiques aux modèles antérieurs, ce qui a facilité le remplacement. L'orientation réglable des connecteurs d'alimentation et de puissance simplifie également l'adaptation à la configuration des machines. NUM fournit d'autre part des adaptateurs de façon à ne pas avoir à refaire le câblage du moteur existant, d'où un gain de temps considérable.

Tarcísio Cruz Filho insiste sur la rapidité de mise à jour qui est essentielle pour les plannings de production de Fiat Powertrain : « Nous avons autorisé un arrêt de production maximum de 4 jours pour chaque machine de nos lignes de production de vilebrequins et de blocs moteur. La plupart

des machines sur ces lignes sont maintenant mises à niveau. Dans tous les cas, même sur les machines équipées de 7 axes et broches, la mise à niveau a pris moins de temps que prévu, ce qui en dit long sur l'étude et la qualité du planning. Les diagnostics des machines, maintenant plus faciles et plus précis, nous permettent d'effectuer une maintenance préventive plus efficace. De plus, nos techniciens connaissent maintenant les systèmes de commande numérique. Tous ces avantages réduiront les temps d'immobilisation à l'avenir. Nous respectons parfaitement le planning de mise à niveau qui doit être terminé à la fin de l'année. »

La collaboration dans le transfert des connaissances a été un autre atout précieux de ce partenariat. Claudio Rocha, Directeur technique des fabrications de Fiat Powertrain en Amérique du Sud, déclare : « L'échange d'information et la formation dispensée par NUM à notre personnel de maintenance ont été importants. Nous apprécions l'ouverture et l'engagement de ce fournisseur pour ce programme. »

Steven Schilling, Directeur général de NUM Corporation à Naperville (Illinois), déclare : « Nos ingénieurs ont

une excellente expérience des machines à commande numérique utilisées dans l'industrie automobile : en effet, nous travaillons depuis longtemps avec les 'Big Three' à Detroit, au Canada et au Mexique. Dans ce cas précis, Fiat a été totalement impliqué à chaque phase de la mise à niveau et a travaillé avec l'assistance de NUM. Cela a permis aux techniciens Fiat de l'usine de Campo Largo d'acquiescer un savoir-faire de haut niveau sur les systèmes NUM afin d'atteindre l'objectif global de durée de vie maximale des lignes de production. Il s'agit d'un parfait exemple de la capacité de NUM à offrir à ses clients des options de services complètes pour permettre à Fiat de prendre de l'avance sur ses concurrents. »

mise à niveau

Plus de 50 ans d'expérience et de savoir-faire



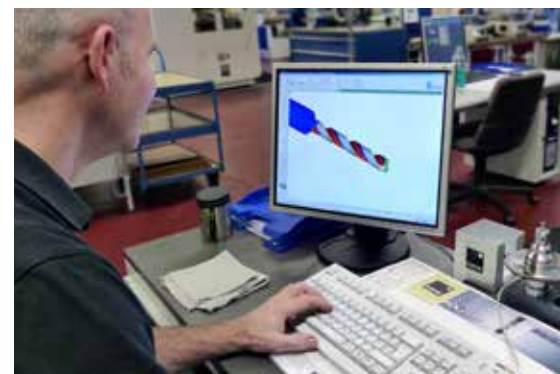
Cette affirmation s'applique à la fois aux deux entreprises : à KLENK et à NUM, respectivement à NUMROTO. Des décennies d'expérience et de recherche, le partenariat entre KLENK et NUM et entre utilisateurs et institutions à la pointe de la recherche, ce sont là les ingrédients garantissant la qualité et le succès des forets et des fraises NUMROTO. Ces outils sont principalement utilisés dans des secteurs high-tech tels que l'industrie aéronautique et automobile ou la technologie médicale.

L'entreprise familiale KLENK, fondée en 1959 à Balzheim, dans le Baden-Württemberg, se consacre depuis plus de 50 ans au développement, à la production, à l'application et à la vente d'outils de coupe hauts de gamme en métal dur pour le perçage, le chanfreinage, l'alésage et le fraisage. KLENK emploie aujourd'hui plus de 100 collaborateurs spécialisés, formés pour la plupart au sein de l'entreprise. KLENK s'assure ainsi que les connaissances et le savoir-faire pour la fabrication d'outils spéciaux, qui représente environ 85 % du chiffre d'affaires, restent en de très bonnes mains. De plus, offrir personnellement et avec compétence le soutien technique et l'aide à la planification de projet est particulièrement important pour les clients et partenaires. C'est ici que NUM intervient directement : depuis plus de 15 ans, l'excel-

lente collaboration avec KLENK, placée sous le signe de l'ouverture et de la spécialisation, est basée sur la volonté de poursuivre un même but et de le réaliser ensemble. La devise : « Les solutions CNC NUM confèrent un avantage concurrentiel aux constructeurs de machines et aux utilisateurs. » KLENK consolide son savoir-faire également par les moyens numériques en utilisant une banque de données multiutilisateurs de NUMROTO. Grâce à la structure de données NUMROTO, KLENK satisfait aux exigences élevées en matière de reproductibilité parfaite des outils lors de commandes répétitives. Le fait que toutes les machines KLENK soient reliées à la banque de données multiutilisateurs, permet d'agir avec flexibilité au sein des groupes de machines ayant une configuration identique. De cette façon il est possible de raccourcir

En haut à gauche : Foret étagé à chanfreiner, haute performance, pour des applications dans l'aéronautique

En haut à droite : Foret étagé à chanfreiner avec couche de diamant pour l'usinage du PRFC.



À gauche : de gauche à droite, M. Jörg Federer, Directeur de l'Application NUMROTO, NUM SA ; M. Horst Klenk, Propriétaire et Directeur de KLENK ; M. Klaus Kohlhepp, Responsable Production de KLENK.

En bas : Foret étagé à chanfreiner, avec amincissement en S et revêtement AF – pour une grande sécurité dans le processus et la planification.



les temps de réponse et d'optimiser l'exploitation des capacités. De plus, chaque collaborateur peut travailler sur presque chaque machine, étant donné qu'elles sont toutes équipées des mêmes commandes NUMROTO.

Grâce aux relations étroites avec les clients et les fournisseurs, KLENK est en mesure de se distinguer de la masse et de développer pour chaque client un outil taillé sur mesure. Les illustrations sur cette page montrent quelques exemples. Tout au long du processus, la flexibilité de la solution logicielle NUMROTO joue un rôle essentiel et simplifie considérablement le déroulement. De la planification à la documentation, à la gestion et à la sauvegarde des données, en passant par la simulation et, bien évidemment par la production, tout peut être exécuté avec NUMROTO.

Outils pour l'industrie aéronautique
KLENK entretient une collaboration fructueuse de longue date avec l'industrie aéronautique. Dans ce secteur, il existe une forte demande d'outils haute performance pour l'usinage de l'aluminium, du titane et de matériaux composites. Pour les fraises, la configuration de l'espace de rainure et la géométrie de la dent dans la zone du rayon d'angle sont décisives pour la qualité de surface pendant le fraisage et pour la durée de vie. La mesure en processus garantit une grande précision, même dans les longues séries.

PRFC – plastique renforcé de fibres de carbone : le composite de l'avenir !

Le PRFC ne cesse de gagner en importance. Pour ce matériau, KLENK développe continuellement de nouvelles géométries d'outils. Le PRFC permet de construire des composants résistants et relativement légers. Dans l'aéronautique, le PRFC est souvent utilisé en combinaison avec le titane ou l'aluminium. Il en résulte des points de jonction où l'on perce deux ou plusieurs matériaux différents à la fois. Les matières employées ont généralement des propriétés spécifiques antagonistes, ce qui complique l'usinage du de l'ensemble. Malgré ses avantages indéniables, le PRFC présente un gros inconvénient : lorsqu'il est percé ou fraisé, il a un effet très abrasif et entraîne en peu de temps une usure importante de l'outil. Cela pose problème, parce que les résultats d'usinage obtenus dans les domaines d'utilisation du PRFC doivent répondre à des exigences de qualité extrêmement élevées, comme d'excellentes qualités de surface, le respect des tolérances de diamètre et l'absence de délaminage et de dépassement de fibres. Les outils spéciaux de KLENK permettent de relever tous ces défis.

expérience



La nouvelle solution NUMgear/Flexium+ automatise entièrement la rectification par meule filetée

flexium+

NUM
CNC HighEnd Applications



Une solution CNC réduit de façon significative les temps de production et permet d'atteindre une précision de niveau DIN classe 3 ! NUM a annoncé aujourd'hui pour les machines à tailler les engrenages une solution sophistiquée basée sur la commande numérique Flexium+ qui automatise complètement la rectification par meule filetée. Grâce à une technique unique d'alignement des pignons beaucoup plus rapide que les solutions comparables, ce nouveau système de commande numérique réduit de façon spectaculaire les temps de rectification des filetages et améliore d'autant le rendement en production. Cette nouvelle solution complète convient idéalement aux fabricants de machines qui cherchent à améliorer les performances de leurs machines de production d'engrenages ou pour permettre aux sociétés d'enrichir leur gamme de machines de taillage avec des rectifieuses à meule filetée.

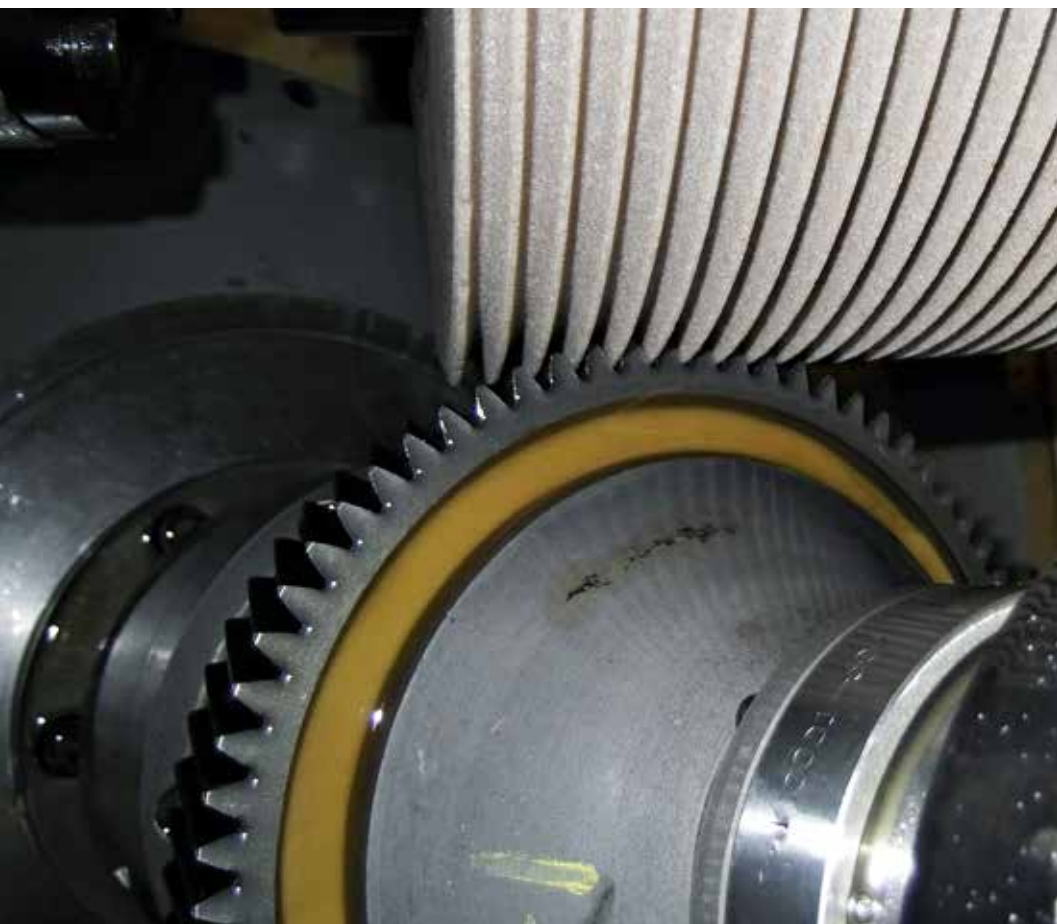
S'appuyant sur la plateforme de commande numérique NUM de dernière génération Flexium+, cette solution de rectification par meule filetée rejoint la suite de logiciels de production d'engrenages NUMgear. Développées à l'origine pour la taille des engrenages par fraise-mère, les fonctionnalités de NUMgear n'ont

cessé de s'enrichir et comprennent aujourd'hui des solutions pour un grand nombre de procédés d'usinage d'engrenages, comprenant le taillage, la rectification et le rodage ; NUMgear est aujourd'hui utilisé par de nombreux fabricants mondiaux de machines de production d'engrenages de premier plan.

NUM a développé cette dernière addition à son offre NUMgear en partenariat avec un fabricant de machines de façon à optimiser les performances d'un prototype de rectifieuse par meule filetée. Pour améliorer la vitesse de rectification par rapport aux performances actuelles, NUM a décidé de développer un logiciel spécifique. Les objectifs principaux consistaient à réduire les temps hors coupe nécessaires à l'alignement par rapport aux positions des dents du pignon préalablement trempé ainsi qu'à améliorer la précision de la rectification des engrenages.

Ce nouveau produit NUM offre une solution complète de commande numérique pour les machines de fabrication des engrenages. Le cœur du système est la « boîte de vitesses électronique » qui permet de synchroniser tous les axes maîtres (axes de rectification, X, Y et Z) et à la broche (axe C). Au cours du développement de cette nouvelle rectifieuse, NUM a ajouté une fonction importante : un algorithme prédictif de l'accélération et de la vitesse des axes afin de minimiser le temps de synchronisation. Avec l'alignement rapide des pignons, cette fonction est partie intégrante de la nouvelle application NUMgear de rectification par meule filetée.

Pendant l'usinage des engrenages, l'opération de mise en contact de



la meule avec l'ébauche du pignon implique d'ajuster en permanence sa position par rapport à la pièce usinée. Une opération similaire est par ailleurs utilisée entre la meule de dressage et la meule de rectification. Une technique courante est basée sur l'utilisation de capteurs acoustiques pour identifier les signatures sonores d'un engrenage type que l'on utilisera ensuite pour contrôler le positionnement pendant la production. Cependant, la vitesse et la précision de la nouvelle fonction d'alignement rapide des pignons éliminent complètement ce besoin. A titre d'exemple, l'alignement de la meule de rectification avec un pignon de diamètre 180 mm à 71 dents hélicoïdales prend seulement 0.5 seconde, sans aucune intervention manuelle.

Un deuxième objectif de ce développement imposait que la commande numérique de la rectifieuse d'engrenages produise des engrenages avec la meilleure précision possible. Les récentes machines du partenaire de ce projet produisaient des engrenages ayant une qualité du profil des dents normalisée



DIN Classe 7. Au cours du développement, il a été constaté que la meule de dressage au diamant ne correspondait aux spécifications. L'expertise de NUM a permis d'optimiser les programmes techniques pour régler ce problème sans coûts d'outillage importants. Les résultats positifs de cette action ont dépassé de loin les attentes : la solution NUM a permis de produire de façon homogène des dents des pignons avec une précision de 3.5 microns, largement conforme à la norme DIN Classe 3 soit une amélioration de 4 classes.

Ce dernier développement pour la rectification des engrenages est l'exemple d'un essentiel principe sous-jacent de la philosophie NUM : sa volonté de personnaliser sa technologie de commande numérique pour et en coopération avec les fabricants de machines. NUM l'assure avec une structure R&D personnalisée qui regroupe le personnel technique réparti sur le monde entier afin de travailler étroitement avec tous les fabricants de machines. Dans ce cas précis, la nouvelle solution de rectification d'engrenages a été développée en collaboration entre le centre technique de NUM Suisse et celui de notre partenaire à proximité des principaux fabricants de machines de taillage d'engrenages qui connaissent actuellement une expansion continue.

« NUM s'engage à aider ses clients à développer des machines de premier

plan sur le marché par un partenariat étroit », a déclaré Peter von Rüti, PDG de NUM. « Notre présence locale et notre volonté de collaborer directement avec nos clients pour résoudre très rapidement les problèmes techniques offre aux deux parties un avantage compétitif majeur. »

NUM, l'un des plus anciens acteurs sur le marché de la commande numérique, a produit son premier contrôleur en 1961. Son expansion notamment en Asie est prometteuse. Pour faciliter ce développement, NUM réalise des investissements importants dans cette partie du globe, dont l'ouverture récente d'un nouveau centre d'assistance technique à Séoul (Corée du Sud) et l'extension de son centre technique à Chanzhou (Chine) ouvert en 2010.

Peter von Rüti fait remarquer que le marché européen est également prometteur pour NUM et ses partenaires. « La capacité de NUM à créer des solutions individuelles pour diverses machines offre aux moyennes entreprises un énorme avantage concurrentiel. L'ouverture et la souplesse de nos produits et la structure de développement décentralisée, associées au savoir-faire de nos clients, ouvrent des opportunités commerciales uniques. Nous sommes ouverts à tout nouveau projet. »

précision

L'installation d'une Commande Numérique performante a permis des fabricants de machines aux USA



Les commandes numériques NUM de par leur performance, participent amplement à l'amélioration de la compétitivité de Bourn & Koch, Inc. Suite à la parfaite migration sur NUM Flexium CNC, du pilotage de leurs puissantes machines destinées au taillage d'engrenages, la CNC NUM Flexium est devenue la solution standard pour l'ensemble de leurs machines de production.

Bourn & Koch a choisi la plateforme NUM Flexium pour la modernisation de ses machines 25H - 400H Série II, en commençant par le modèle 400H. La vitesse et la puissance de cette machine lui ont permis de remplacer sept anciennes machines de production. Cette solution est très répandue dans les sociétés usinant des engrenages de grande précision (trains d'engrenages, couronnes dentées, vis sans fin, pignons, cannelures, etc.) La machine 400H peut recevoir des pièces de diamètre 400 mm, avec une course de 1168 mm. Cette dernière peut être personnalisée pour produire des pièces encore plus longues. Les clients sont généralement des constructeurs de machines ou des sous-traitants produisant des composants et des systèmes de transmission mécanique pour la défense, l'aéronautique, l'industrie pétrolière, les mines et la production d'énergie.

Cela fait déjà 25 ans que Bourn & Koch a choisi comme partenaire NUM Corporation. Aujourd'hui, cette société utilise les



systèmes de commande numérique NUM sur ses machines de taillage d'engrenages, ses fraiseuses et ses rectifieuses, ainsi que sur d'autres types de machines d'usinage. Plusieurs projets d'envergure ont déjà été réalisés en parfaite collaboration. Les deux sociétés et leurs clients profitent largement de cette synergie. Le logiciel conversationnel développé en commun est cité par de nombreux clients de Bourn & Koch comme un important critère de décision lors du cycle de décision d'achat.

Le pupitre opérateur (HMI) de la machine 400H utilise totalement les fonctionnalités de ce logiciel avec l'association d'un dialogue conversationnel et de puissants graphiques. L'opérateur de la machine ne nécessite aucune connaissance des langages ISO. Pour produire une pièce, il saisit simplement les informations de configuration de la machine (vitesse de coupe, géométrie de la pièce à usiner et de l'outillage) dans des formulaires présentés dans des menus : les fonctions graphiques fournissent des vues claires et sans ambiguïté de la fraise-mère et de la pièce finie. Tous les calculs effectués pour créer le programme de commande de

d'améliorer la compétitivité



la machine pour une pièce donnée sont entièrement automatiques.

La société a donc tout naturellement décidé d'adopter la plateforme de commande numérique NUM Flexium. Tim Helle, Président de Bourn & Koch, explique : « Nous proposons à nos clients divers systèmes de commande numérique. NUM est le standard sur la plupart de nos machines à tailler les engrenages et notre politique est d'utiliser les plus récentes technologies pour la rentabilité maximale et les meilleures performances de nos machines. Cette approche simplifie également progressivement l'utilisation des machines en nécessitant moins de formation. De plus, les pièces détachées sont instantanément disponibles, ce qui augmente le temps d'utilisation et réduit les frais de maintenance des clients. »



Dans ce cas précis, la migration vers la plateforme NUM Flexium offrait aussi des avantages techniques : la plus grande rapidité de traitement des blocs et de mise à jour des boucles réduit les temps d'exécution et améliore la précision. La plateforme Flexium dispose d'une plus grande mémoire de commande numérique, d'un ensemble beaucoup plus riche et unifié d'outils de développement des automates programmables, et offre aux OEM une plus grande liberté de création d'interfaces homme/machine dédiées aux applications. Cette souplesse de personnalisation des commandes et des pupitres opérateur a permis à Bourn & Koch d'améliorer de nombreux aspects de l'utilisation de la machine à tailler les engrenages.

Lorsque la dernière machine 400H Série II est proposée avec le système NUM, elle est totalement commandée par la technologie NUM, à la seule exception du moteur de broche supportant la pièce (axe C). Celui-ci est un composant spécial à transmission directe, refroidi par eau et délivrant un couple de 560 N.m à 110 tr/min. En addition du coeur Flexium 68 NCK (Numerical Control Kernel, le plus puissant modèle jamais produit par NUM et pouvant piloter 32 axes ou broches interpolés) et de son automate programmable, NUM fournit toutes les entrées/sorties ainsi que tous les variateurs et les servomoteurs de la machine.

Tim Helle fait remarquer : « NUM Corporation nous a fourni l'assistance technique nécessaire à la transition du système Axium vers la plateforme Flexium ; nous avons déjà commencé à utiliser cette plateforme sur notre gamme de machines à tailler les engrenages. A plus long terme, nous

prévoyons de proposer la technologie NUM Flexium sur toutes nos nouvelles machines à tailler les engrenages. »

Les sept axes de la machine et le moteur de broche supportant la pièce à usiner, sont contrôlés par Flexium 68 et ses variateurs asservis NUMDrive C. Les axes d'avance radiale (X) et axiale (Z), ainsi que les axes de décalage (Y) et de pivotement de la tête de fraisage (A) ainsi que la poupée (W), sont tous programmables et entraînés par les servomoteurs NUM BPH à inertie moyenne. L'effort appliqué par le servomoteur de la poupée mobile est modifiable à la volée pendant le cycle d'usinage, de façon à s'adapter à la variation de masse de la pièce et à empêcher toute erreur de calage. La broche de la fraise-mère (axe B) est entraînée par un moteur asynchrone NUM AMS équipé d'un encodeur multi-tours haute résolution et commandée par un variateur asservi NUMDrive C ; un autre module NUMDrive C commande directement le moteur de la broche de la pièce.

Pour simplifier et faciliter son utilisation, la machine 400 H est équipée d'un pupitre opérateur et d'un clavier NUM FS152i montés devant la machine avec un bras pivotant ergonomique. Ce pupitre regroupe un écran tactile 15 pouces et un PC industriel intégré exécutant le système d'exploitation temps réel Windows Embedded et doté d'un disque dur SSD ainsi que d'un double processeur. Cette configuration propose un pupitre rapide et réactif. De nombreuses fonctions de la machine (ex. avance positive/négative et correction de la vitesse d'axes sélectionnés) peuvent être commandées à distance au moyen d'une manivelle portable reliée par câble.

avantage



La machine utilise la « boîte de vitesses électronique » 4 axes incluse en standard dans le package NUMgear qui permet d'accélérer la production d'engrenages complexes. Associée aux fonctions intégrées de synchronisation rapide, elle permet de corréliser les avances axiale et radiale et l'axe de décalage de la tête de fraisage avec la broche de la pièce. L'utilisation de cette fonctionnalité est entièrement automatique : l'opérateur saisit simplement les données de base pour la fabrication de l'engrenage telles que, le nombre de dents, le nombre de démarrages de

l'outil, le module de la denture (pouvant atteindre 6.4) et l'angle d'hélice.

Un soin particulier a été apporté à la gestion de l'usure de l'outil. Le logiciel supervise en permanence l'état de la fraise et utilise une séquence pré-programmée de rattrapage de l'usure tangentielle qui garantit que l'arête de coupe est toujours engagée pendant la coupe ; cette procédure totalement automatique peut même être activée pendant un cycle d'usinage et l'opérateur est alerté lorsque la fraise doit être contrôlée ou remplacée. Les fraises

en bon état peuvent être réaffûtées ou rechargées plusieurs fois avant leur usure totale : les frais d'outillage sont ainsi minimaux. La synchronisation de la tête de fraisage est maintenue pendant le décalage de la fraise de façon à minimiser les temps d'engagement/dégagement et à éviter d'endommager l'outil ou la pièce à usiner.

Bourn & Koch utilise également la fonction d'alignement automatique sans contact de la denture fournie par le logiciel pour améliorer le rendement de la machine 400H : une pièce comportant déjà des dents est automatiquement synchronisée avec les goujures de la fraise-mère. Cette fonction est essentiellement utilisée pour les pignons retouchés ou pour la finition de pignons droits ou hélicoïdaux après un traitement thermique afin de réduire les erreurs de déformation.

Steven Schilling, Directeur général de NUM Corporation (Naperville – Illinois) ajoute : « Bourn & Koch est un de nos plus précieux clients et un partenaire commercial de premier plan. Cette société dispose d'une grande base installée de clients qui utilisent des machines équipées de systèmes de commande numérique NUM. Beaucoup d'entre eux considèrent que la facilité d'utilisation est un des principaux critères de choix des machines. La décision de cette société en faveur de la plateforme Flexium pour toutes ses offres à base de technologie NUM constitue une véritable reconnaissance technique et commerciale. Nous intensifions actuellement la formation approfondie sur nos produits pour les équipes techniques et commerciales afin d'encourager cette initiative. »



NUM investit à Taïwan dans la relève de personnel qualifié sur commande CNC



L'une des missions déclarées de NUM consiste à fournir un avantage concurrentiel aux constructeurs de machines. Pour garantir cet avantage à long terme, un soutien actif à la formation de main-d'œuvre qualifiée est également essentiel.

NUM Taiwan Ltd. a fait don de systèmes CNC d'une valeur supérieure à TWD 1,2 million à l'Université Feng Chia (FCU), située à Taichung, afin de développer les liens entre l'industrie et les milieux académiques et de promouvoir le développement industriel. Les systèmes CNC serviront à contrôler des fraiseuses à cinq axes pour l'usinage d'engrenages. Le 29 avril 2014, Dr Lee, directeur de l'Université, M. Jan Koch, directeur

commercial mondial de NUM, et M. Adrian Kiener, directeur général de NUM Taiwan, ont signé un accord de partenariat. La coopération profitera à parts égales aux étudiants et aux professeurs.

Selon le Dr Lee, l'industrie de la machine-outil représente la principale branche industrielle dans le centre de Taïwan. Ce partenariat avec NUM permettra à l'Université d'aligner

davantage son programme et sa formation du personnel sur les besoins industriels, afin que les étudiants puissent acquérir les compétences clés et les connaissances spécialisées nécessaires pour réussir dans le domaine des machines.



NUM pour vous...

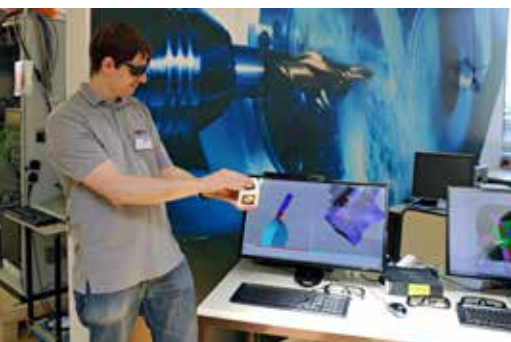
Mise à jour : nouveau centre logistique en Suisse et nouveau centre technologique en Allemagne

NUM ouvre un nouveau centre de services et de logistique

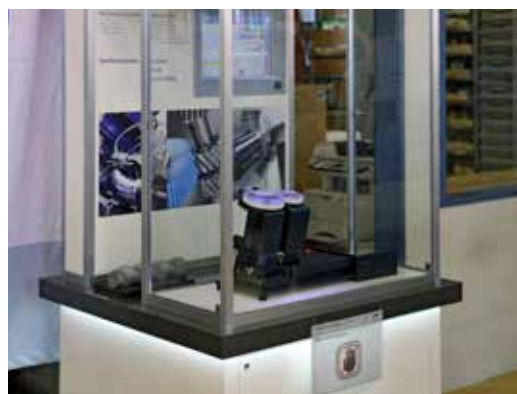
La construction du nouveau centre de services et de logistique, qui étaient annoncée dans le n° 54 du NUMinformation, s'est achevée comme prévu à la fin 2013. Les départements concernés ayant été transférés de Bühler à Teufen l'an dernier, NUM a pu démarrer l'année 2014 sur les chapeaux de roues.



Le nouveau centre de services et de logistique dispose d'une surface utile totale de 2525 m², répartie sur trois étages de 800 m² chacun et un sous-sol de 125 m² pour l'accès. Outre les différents entrepôts, une cantine offrant un superbe panorama a également été aménagée au dernier étage. Le bâtiment Minergie puise l'énergie destinée au chauffage à partir de neuf sondes géothermiques installées à 170 m de profondeur. Près de deux tiers des besoins énergétiques du site de Teufen sont couverts par l'installation photovoltaïque de 447 m² placée sur le toit du nouveau bâtiment. Son rendement est d'environ 74 kWc. Les investissements pour le nouveau bâtiment s'élèvent à 8 millions de francs suisses.



Le nouveau bâtiment a été inauguré le 17 mai 2014 à l'occasion d'une journée « portes ouvertes », en présence des habitants de Teufen et des familles des collaborateurs. C'est par un temps des plus cléments que quelque 400 personnes ont visité les locaux des deux bâtiments de NUM et découvrent nos différentes activités. Les visiteurs ont eu l'occasion de suivre un parcours à l'intérieur des bâtiments, au cours duquel différentes stations leur permettaient de mieux connaître les activités et les produits de NUM. Les curieux ont, par exemple, pu faire pivoter et observer avec des lunettes 3D une pièce à usiner sur un écran.





Centre technologique de NUM Allemagne

Après une année de travaux, notre nouveau centre technologique situé à la Zeller Strasse 18 à Holzmaden en Allemagne est terminé. Nous pourrons y emménager fin juillet, dès la clôture des finitions intérieures. Nos clients et collaborateurs y seront accueillis dans de vastes locaux, modernes et lumineux.

Des bureaux et locaux de travail sont installés sur 800 m² dans ce nouveau bâtiment à deux étages. Un entrepôt de 200 m² a été construit directement contre l'immeuble. Les investissements s'élèvent à 2 millions d'euros.

Le nouveau bâtiment est conçu conformément aux normes énergétiques les plus récentes; il est chauffé par une pompe à chaleur air-eau, assistée par une chaudière à gaz pour couvrir les pointes.

Une nette amélioration des processus de travail est obtenue grâce à des accès simplifiés et à la visibilité

entre bureaux, séparés par des parois de verre. Les postes de travail sont disposés autour d'une zone centrale destinée à la communication et comprenant les imprimantes, les fax, ainsi qu'une cafétéria.

Les bureaux sont divisés par département et reliés à cette zone par des baies vitrées. Une grande attention a ainsi été portée à la communication interne et à la consolidation du sentiment d'appartenance. Deux salles de formation/séance peuvent être réunies lors d'événements internes ou externes. De plus, le nombre de places

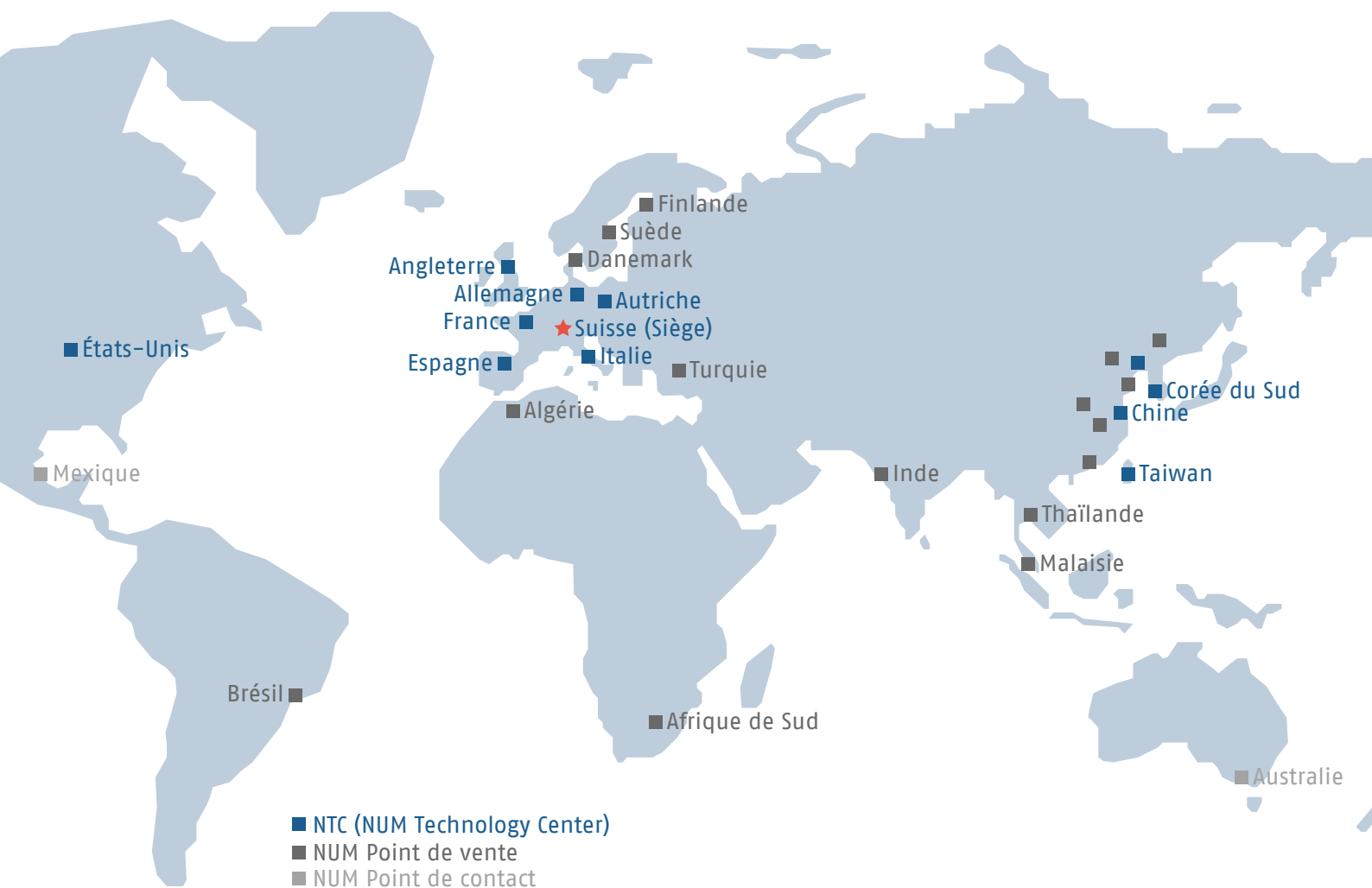
de stationnement disponibles permet d'organiser aisément des événements importants avec nos clients.

Comme le nouveau bâtiment se trouve à 100 m à peine de l'ancien, la grande accessibilité de notre site de Holzmaden est préservée.



NUM pour vous...

Solutions CNC Globales dans le monde entier



Les solutions et les systèmes de la société NUM sont utilisés partout dans le monde.

Grâce à notre réseau commercial et notre service après-vente répartis dans le monde entier, nous garantissons un suivi complet de toutes les machines, depuis leur onception, en passant par leur intégration et leur période productive jusqu'à leur fin de vie.

NUM possède des centres de service après-vente dans le monde entier. Vous en trouverez la liste actualisée sur Internet.

www.num.com



Suivez-nous sur Facebook et Twitter pour obtenir les dernières informations sur la commande numérique NUM applications.

 <http://www.facebook.com/NUM.CNC.Applications>

 [@NUM_CNC](http://www.twitter.com/NUM_CNC)