

LE JOURNAL DES SOLUTIONS NUMÉRIQUES

04 Ingénierie

14 MKM – Une machine innovante de 17 axes pour assises de chaises

16 Felastec – Créativité et Partenariat pour une nouvelle machine de soudage laser

18 HAM Präzision et NUM – Plus de 20 ans de partenariat et de coopération

20 CFM – D'un bloc de pierre à une luxueuse salle de bains

22 OPMT – Collaboration avec un constructeur de machines chinois pour développer un centre d'usinage multimatériaux à huit axes

24 Koike Aronson – Une machine de découpe au jet d'eau parmi les plus rapides dotée d'une tête 5 axes ultra précise

Éditorial

Peter von Rüti, PDG du Groupe NUM



Chères lectrices, chers lecteurs,

Les articles sur les thèmes „Industrie 4.0” et „IIoT” (Industrial Internet of Things) continuent de fleurir parmi les revues spécialisées. Tout comme l’année dernière, nous traiterons encore de ces sujets dans ce numéro en mettant cette fois-ci davantage l’accent sur la mise en œuvre et le transfert de données.

Comme vous le savez peut-être, Flexium+ 4.1 ou supérieur prend en charge OPC UA (Open Platform Communication Unified Architecture). **OPC UA** est la dernière génération de technologie OPC pour l’échange de données dans la communication industrielle. OPC UA est une avancée majeure par rapport à ses prédécesseurs, en particulier par sa capacité à transporter non seulement des données machine (variables de contrôle, valeurs mesurées, paramètres, etc.), mais aussi à les décrire sémantiquement sous une forme lisible par machine. Cela rend OPC UA bien adapté aux applications d’Industrie 4.0 et IIoT ainsi qu’aux solutions cloud.

Nos systèmes disposent en outre de solutions appropriées pour prendre en charge vos applications par l’intermédiaire de fonctions basées sur la messagerie de type publish-suscribe **MQTT** (Message Queue Telemetry Transport) de même que sur le standard **MTConnect**.

NUMROTO quant à lui, propose à partir de sa version 4.1.0, le package optionnel **AC Grinding (Adaptive Control Grinding)**. Cette fonction optionnelle d’optimisation des conditions de coupe en relation avec la puissance de broche permet une réduction significative des temps de production ainsi qu’une amélioration de l’état de surface.

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

Dimitry Schneider
Jacqueline Böni

© Copyright by NUM AG

Réutilisation possible après autorisation.

NUMinformation est publié une fois par an, en français, allemand, anglais, italien et chinois.

Dans un autre domaine les **axes hydrauliques** sont encore demandés pour certains types de machines en raison de leurs propriétés spécifiques. Ceci est particulièrement le cas lorsque la puissance requise est très élevée ou l’espace limité. Pour ces applications, NUM a bâti un partenariat avec un fournisseur mondialement connu dont les valves hydrauliques peuvent être connectées au Flexium+ par l’intermédiaire d’un bus de terrain moderne. Les axes hydrauliques sont alors gérés comme les axes électriques classiques tout en prenant en compte leurs spécificités, ce qui permet l’interpolation entre ces deux types.

“Avec les nouveaux moteurs couple TMX, nous complétons notre gamme de servomoteurs et de moteurs de broche. Les moteurs TMX sont spécialement conçus pour être utilisés sur des machines-outils et sont mécaniquement compatibles avec les moteurs couple des principaux concurrents.”

Peter von Rüti, PDG du Groupe NUM

Dans le domaine du matériel de pilotage, nous présentons de nouveaux **PC industriels** avec processeurs quadri-cœur. Cette structure de processeur qui permet de traiter les commandes en parallèle augmente considérablement la vitesse de traitement. Les nouveaux PC industriels disposent en outre de „disques” de type SSD aux normes industrielles, ce qui accélère considérablement l’accès aux données stockées. Les processeurs intégrés aux PC font partie de la gamme de produits Intel Embedded, ce qui garantit une disponibilité à long terme.

Avec les nouveaux **moteurs couple TMX**, nous complétons notre gamme de servomoteurs et de moteurs de broche. Les moteurs TMX sont spécialement conçus pour être utilisés sur des machines-outils et sont mécaniquement compatibles avec les moteurs couple des principaux concurrents tout en offrant l’avantage d’un effet de crantage particulièrement réduit. Les moteurs TMX complètent la vaste gamme de moteurs couple de notre partenaire IDAM, qui compte parmi ses clients nombre de constructeurs de machines européens renommés.

Le salon **IMTS** va ouvrir ses portes à Chicago cet automne. NUM est bien sûr à nouveau sur place et impatient de participer à ce salon qui est, pour la machine-outil, un moment fort de l’année 2018. Vous pourrez nous y trouver dans le **bâtiment Est, niveau 3**.

J’espère que vous apprécierez la lecture de cette édition de NUMinformation et serais heureux de vous rencontrer personnellement à IMTS.

Peter von Rüti
PDG du Groupe NUM

NUM sur les réseaux sociaux

La communication sur les réseaux sociaux est en constante progression. Ils deviennent indispensables et NUM en est un acteur actif depuis déjà longtemps. Mais il n'est pas suffisant d'y être présent. Nous fournissons continuellement des informations nouvelles ou actualisées sur les produits existants, des annonces de nouveaux développements, des articles techniques, des informations et comptes rendus sur les salons professionnels à travers le monde, mais aussi des offres d'emploi, communiqués de presse, événements internes.

Vous trouverez principalement NUM sur LinkedIn, un réseau social orienté sur le suivi des contacts commerciaux existants et l'établissement de nouvelles relations d'affaires. Mais nous plaçons également de nombreux articles d'actualité sur Facebook, Twitter et YouTube.

Êtes-vous déjà abonné à NUM sur ces réseaux ? Si ce n'est pas encore le cas, n'hésitez plus ; les avantages que vous pourrez en retirer sont nombreux.



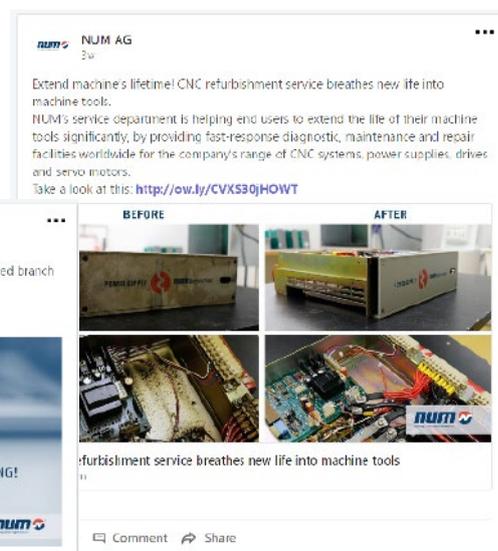
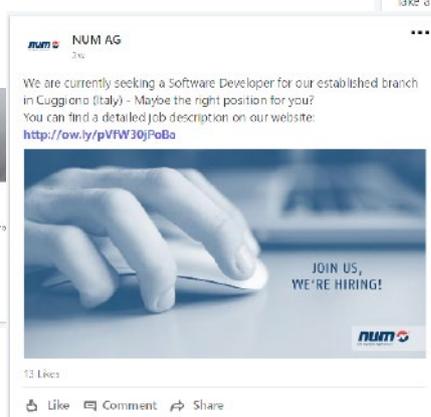
linkedin.com/company/num-ag



facebook.com/NUM.CNC.Applications



twitter.com/NUM_CNC



Événements

Calendrier des événements 2018

IMTS 2018

10 au 15 septembre à Chicago, États-Unis
Bâtiment Est, niveau 3



FMB 2018

7 au 9 novembre à Bad Salzungen, Allemagne
Hall 20, H1



TMTS 2018

7 au 11 novembre à Taichung City, Taïwan



EMAF 2018

21 au 24 novembre à Porto, Portugal
Hall GAL5, G528



SPS IPC Drives 2018

27 au 29 novembre à Nuremberg, Allemagne
Hall 3, 450

sps ipc drives



Nürnberg, 27.-29.11.2018

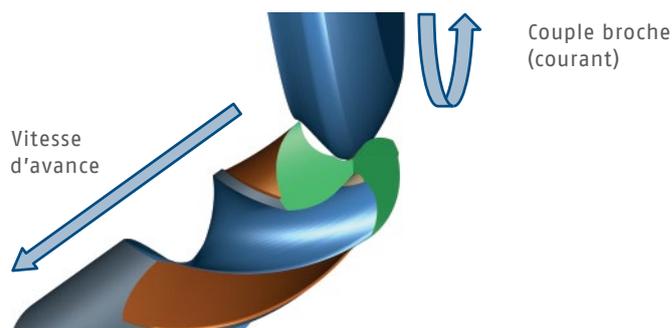
Rectification AC – Commande d'avance adaptative intégrée

Rectification à commande adaptative (rectification AC)

Cette nouvelle fonctionnalité de régulation adaptative intégrée va permettre l'amélioration de l'état de surface ainsi que la réduction des temps de production de nombreux types d'outils. Ceci est rendu possible en mesurant et surveillant constamment le couple de la broche principale et en régulant automatiquement la vitesse d'avance à sa valeur optimale. Basée exclusivement sur du logiciel, cette fonction peut être intégrée dans tous les systèmes Flexium et Flexium+ sans nécessiter de matériel supplémentaire. La mesure de courant de broche est réalisée par un variateur de la série NUMDrive X ou MDLÜ3 pilotant un moteur synchrone.

Comment fonctionne la rectification AC ?

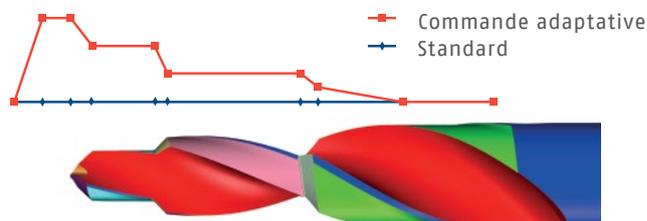
L'opérateur usine une pièce de référence avec la vitesse d'avance adaptée, le courant de broche étant évalué en permanence durant cette phase. Cette valeur de référence de courant est ensuite traitée dans l'interface utilisateur NUMROTO de façon à ce que toutes les pièces suivantes soient rectifiées dans des conditions de puissance équivalentes. Grâce à la commande d'avance adaptative, la puissance nécessaire à la rectification restera constante au cours de l'usinage, ce qui permet d'obtenir des états de surface uniformes. Cette valeur de puissance de référence peut également être prise en compte sur d'autres machines, en fonction de la pièce à usiner et de la meule.



Le package logiciel «Rectification AC» offre avant tout une fonction d'enregistrement, qui mémorise en temps réel les caractéristiques de puissance consommée à la broche. L'application propose diverses options de paramétrage, qui peuvent être définies dans l'interface utilisateur de NUMROTO de manière conviviale. Pendant le processus de rectification AC l'opérateur de la machine reste maître de l'atténuateur d'avance (potentiomètre) et peut intervenir à tout moment dans le processus d'usinage.

Temps de traitement plus courts

La rectification AC permet d'augmenter la vitesse d'avance jusqu'à un maximum prédéfini lors des phases de coupe en l'air. Dès le contact avec le matériau celle-ci sera réduite en fonction du courant de référence. Ceci permet de gagner un temps précieux lors des phases correspondant à un enlèvement de matière faible ou nul. Les essais ont montré que les temps de production peuvent être réduits de 10 à 30 %.



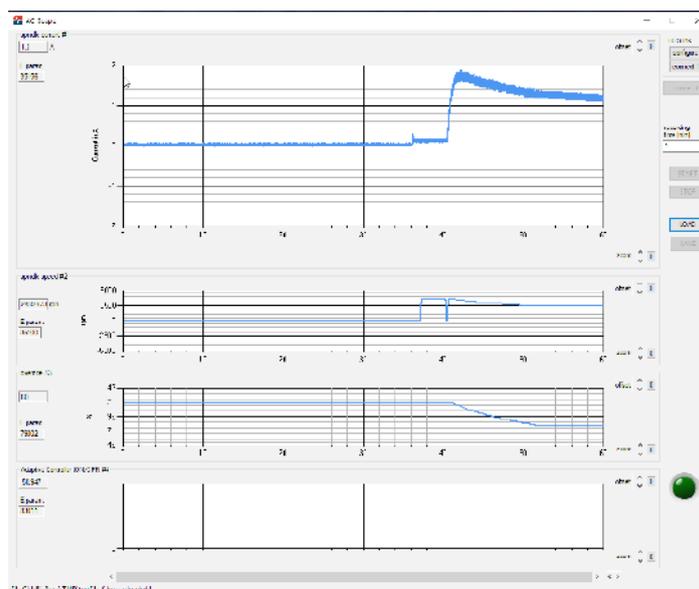
Protection contre une pression d'usinage excessive

Puisque la pression de rectification est contrôlée durant la rectification AC, les pièces seront protégées si celle-ci devient beaucoup trop élevée. La rupture des bruts à cause de meules usées est évitée. Le réglage des seuils d'erreur permet d'adapter au mieux cette fonctionnalité.



Des avantages immédiats

- Des temps de production plus courts grâce à :
 - Une vitesse d'avance plus élevée avec enlèvement de matière réduit
 - Une vitesse d'avance maximale pendant la coupe en l'air (définie par l'opérateur)
- Un état de surface homogène grâce à une pression de rectification constante et contrôlée
- La protection des pièces contre une pression de rectification excessive, ce qui contribue à éviter la rupture de la pièce et la surcharge de la meule
- Une usure régulière de la meule pendant le processus
- La surveillance permanente du courant de broche
 - Détection de collision comme fonction de surveillance
 - Évitement des dommages indirects dus à une surcharge
- Des fonctions de marquage individuelles offertes par le contrôleur d'avance :
 - Réinitialisation à chaque nouvelle phase : la régulation démarre toujours avec la valeur pré-réglée de l'atténuateur d'avance
 - Avec marqueur : Le régulateur d'avance débute chaque nouvelle phase avec l'ancienne valeur de l'atténuateur
- Les paramètres du régulateur d'avance ajustables pour une optimisation de son comportement
- La surveillance
 - Affichage des dernières valeurs de puissance pendant le processus de rectification
 - Fonction d'enregistrement est utilisée pour évaluer le courant de la broche
 - Enregistrement des données de mesure pour une évaluation ultérieure possible
- La détection de l'état de la meule
 - La vitesse d'avance diminue lorsque la meule s'use
 - Le besoin de diamantage ou de changement de meule peut être contrôlé grâce à cette information
- Les différents paramètres définis d'une manière conviviale via l'interface NUMROTO
- Les réactions à la surveillance et la surcharge éventuelles présentent de nombreuses possibilités de paramétrage (par l'automate)
- L'opérateur reste toujours en charge (validation de l'atténuateur d'avance maintenue)
- La vitesse d'avance peut être augmentée ou réduite selon des pré-réglages définis et l'état actuel de la meule



Surveillance

La rectification AC fournit également des fonctions de surveillance pour la broche. Le contrôle de collision avec un temps de détection maximal de 2 ms arrêtera immédiatement la machine lorsque la valeur maximale de courant est dépassée (configurable), l'information correspondante est transmise à l'automate.

L'usure de la meule peut également être surveillée. Si ses performances d'abrasion diminuent, l'avance sera réduite en conséquence. Lorsqu'un seuil d'avance minimum est atteint, la rectification AC envoie un message à l'automate, ce qui permet une réaction personnalisée à cette situation : par exemple un diamantage automatique de la meule.

Installation

Comme indiqué précédemment, un moteur synchrone et un variateur de type NUMDrive X ou MDLÜ3 sont nécessaires pour la mesure du courant de broche. Les moteurs asynchrones pouvant aussi être pilotés vectoriellement (avec capteur) l'utilisation de certains convertisseurs de fréquence peut donc s'avérer possible après vérification. Rectification AC étant une solution logicielle entièrement intégrée entre le système CNC et le logiciel NUMROTO, l'installation se fait très simplement grâce à une mise à niveau logicielle pour les machines existantes. La connexion à Industrie 4.0 pour une production efficace et intelligente est évidemment possible.

Disponibilité

Le package «Rectification AC» est disponible à partir de NUMROTO version 4.1.0 (vers le troisième trimestre 2018).

Contrôle adaptatif pour d'autres domaines que la rectification

La fonction de base de la rectification AC est la commande d'avance adaptative, qui réagit en fonction de la charge de la broche. Le système peut donc également être adapté à diverses autres applications.

Éditeur RTCP, G164

Éditeur RTCP

Dès le milieu des années quatre-vingt NUM était un pionnier avec des solutions pour l'usinage en plan incliné et le RTCP. Pour ceux qui ne sont pas familiers avec l'usinage 5 axes, le RTCP (acronyme de Rotation autour du Centre d'Outil en anglais) permet de maintenir le centre d'un outil à bout sphérique sur la trajectoire programmée en déplaçant automatiquement les axes linéaires suivant les changements de l'orientation d'outil et ce quelle que soit cette dernière.

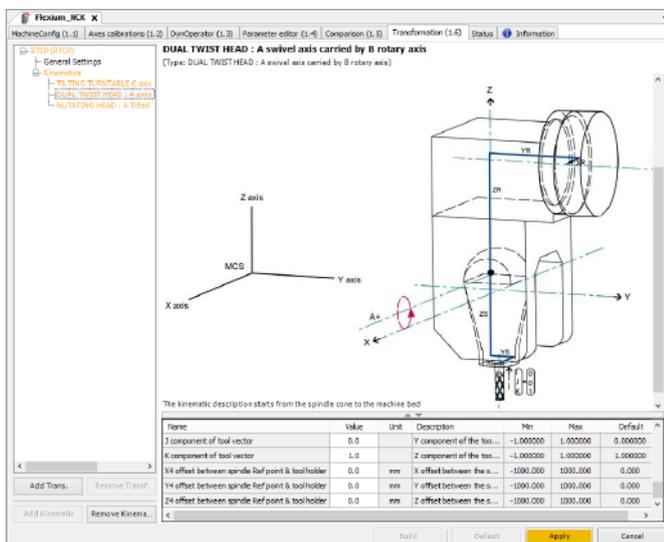
Décrire cette fonction semble chose aisée, mais l'implémenter est un peu plus compliqué car chaque mouvement sur un axe rotatif peut générer une survitesse, un défaut de surcourse ou même parfois une collision, selon la posture actuelle de la machine et ce d'autant plus que cet outil est long.

La solution initiale basée sur les opérateurs dynamiques a depuis été constamment améliorée pour gérer la plupart des structures cinématiques de machines, pour éviter efficacement les dangers et s'adapter aux différentes situations tout en gardant la programmation aussi simple que possible.

Pour cela, deux fonctions ont été développées : G24 pour l'usinage dans le plan incliné et G26 pour le RTCP. Elles comprennent d'assez nombreux paramètres pour s'adapter aux différentes cinématiques et situations d'usinage. Afin de limiter la complexité de programmation, elles seront alors encapsulées dans une macro de niveau supérieur, paramétrée une fois pour toutes en fonction de la machine ou même de chaque canal pour les machines les plus complexes. Grâce à cela, le programmeur peut facilement définir des opérations d'usinage en considérant jusqu'à huit possibilités de cinématique différentes (pour les machines à têtes d'usinage amovibles). Il pourra également traiter facilement des situations comme l'activation du RTCP soit après avoir défini un plan incliné ou soit après avoir pré positionné l'outil, prendre en compte les décalages avant ou après la transformation, programmer une suspension temporaire (par exemple pour un changement d'outil), réactiver, etc.

Il faut bien évidemment personnaliser cette fameuse macro de niveau supérieur. Il s'agit d'une opération parfois plutôt complexe qui est réalisée une fois pour toutes par le constructeur de la machine. Pour la rendre aussi aisée et sûre que possible, Flexium Tools vient à la rescousse sous la forme d'un nouvel onglet dans l'éditeur CNC.

Comme le montre l'image, cet onglet reproduit l'apparence générale de Flexium Tools, la fenêtre de gauche définissant l'architecture principale et la fenêtre de droite plus grande pour les paramètres associés.



On renseigne tout d'abord les paramètres généraux comme le numéro de macro généralement unique par canal, l'emplacement des variables sauvegardées, le moyen de sélectionner une cinématique, les indicateurs d'activation du RTCP et du plan incliné, etc.

Puis il faut choisir la (ou les) cinématique (s) de la machine sélectionnée et ceci parmi 23 possibilités. Pour chaque cinématique, il faut renseigner ses paramètres particuliers tels que les angles et les décalages entre les axes et les centres de rotation. Une cinématique complète est toujours décrite à partir du cône de broche et vers le bâti de la machine. Bien sûr seules les informations nécessaires à la cinématique choisie seront demandées.

Il sera parfois nécessaire de réajuster ces paramètres après une intervention mécanique, une collision ou pour toute autre raison. Pour ce NUM a développé un cycle particulier (G248) qui par le truchement d'un simple palpeur à contact sur une boule calibrée va ajuster automatiquement les paramètres après avoir pris les mesures en des points choisis. Cette macro peut être exécutée aussi souvent que nécessaire, soit pour ajuster la cinématique, soit simplement pour valider les réglages actuels avant une opération de haute précision. Mais ceci est une autre histoire que nous aborderons dans un prochain article.

G164

Lors de l'exécution d'un programme pièce généré par CAO, chaque système CNC est confronté au même dilemme : suivre strictement le chemin programmé ou l'optimiser pour lisser les transitions. La philosophie de NUM a toujours été la première : suivre strictement la trajectoire programmée. Après tout, si un point a été programmé, il y a une raison à cela !

Ceci assure bien sûr la meilleure conformité au plan, mais il y a un inconvénient : lorsque deux segments ne sont pas colinéaires (et ils ne le sont pas par définition), ils forment un angle responsable de quelques brèves accélérations orthogonales surtout si les blocs sont courts et si ces accélérations dépassent une certaine valeur, la CNC devra ralentir la vitesse pour passer le point sans choc. Bien sûr, il y a des paramètres pour définir ce qui est acceptable et ce qui ne l'est pas, mais comme la vie n'est pas parfaite et que la physique a des règles immuables, il est toujours nécessaire de trouver un compromis entre vitesse et précision.

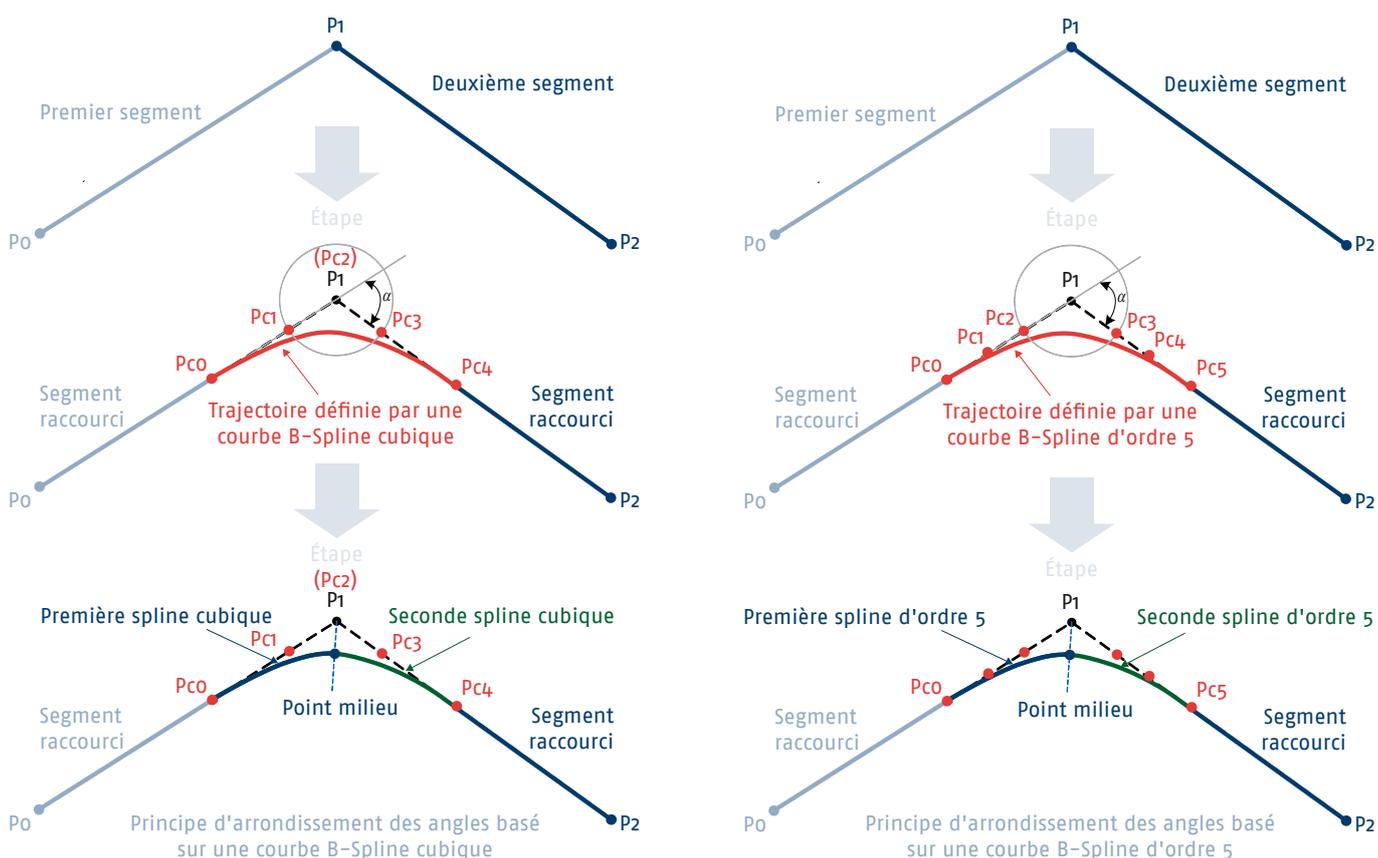
C'est pourquoi, afin de maximiser les possibilités des clients tout en respectant sa priorité absolue, la précision, Flexium⁺ bien connu pour sa flexibilité offre plusieurs méthodes pour trouver le meilleur compromis, chacune d'entre elles offrant des avantages spécifiques pour une utilisation optimale. L'interpolation Spline, l'interpolation polynomiale et NUMcoss sont maintenant complétées par le dernier développement sur ce sujet : une fonction de lissage des angles, connue sous le nom de G164. Comme il s'agit d'une fonction G, elle est modale et peut être invoquée et révoquée à plusieurs phases du programme.

Le principe général est décrit sur le schéma suivant. Deux points intermédiaires sont calculés dynamiquement de chaque côté de l'intersection de deux blocs adjacents, puis ces deux points sont reliés par une courbe polynomiale. Les points intermédiaires sont calculés de telle sorte qu'aucune interférence ne puisse être créée et la courbe polynomiale peut être soit une B-Spline cubique soit une B-Spline quintique (5e ordre). Il n'y a pas de limite au nombre de blocs dans lesquels G164 est actif et la fonction est opérationnelle avec des blocs aussi petits que 100 µm.

La syntaxe est assez simple `G164 [Hfile] Nbegin Nend ER .. [EQ ..] * [ES ..] * [ET ..] *`

- Hfile, Nbegin, Nend spécifient la portion de trajectoire sur laquelle la fonction de lissage des angles est appliquée
- ER définit l'erreur maximale autorisée (par rapport au point programmé)
- EQ spécifie le type de polynôme
- ES spécifie une interpolation polynomiale lisse ou segmentée
- ET est la trajectoire d'engagement : tangentielle ou linéaire

Un point intéressant à noter à propos de cette fonction est qu'elle a été développée comme un code G personnalisé à l'aide d'une macro spécifique et n'est donc pas strictement intégrée dans le firmware de la CNC. Cela donne d'une part une flexibilité supplémentaire et démontre également la puissance de la fonctionnalité de ces macros de codes G personnalisables. On pourrait craindre que cette approche nécessite trop de ressources système mais cet exemple montre que ce n'est pas le cas. Ces macros sont prétraitées et fonctionnent directement sur les variables du firmware. Bien sûr, la puissance de calcul de Flexium⁺ est là, mais un code G personnalisé sera aussi efficace qu'une fonction intégrée – et offrira de plus grandes possibilités d'adaptation. Pour plus d'informations sur G164 ou les codes G personnalisés, vous pouvez vous référer à la documentation ou entrer en contact avec votre correspondant NUM local, qui se fera un plaisir de fournir des suggestions, des exemples et de la formation si nécessaire.



IloT, Axes Hydrauliques

IloT

Pour mettre en évidence l'ouverture et la flexibilité de nos systèmes lors du salon EMO en 2017, nous avons décidé de mettre en place une application représentative d'Industrie 4.0. Tout commence par l'implémentation d'une application de l'Internet des objets (IdO ou plus communément IoT comme Internet of Things). C'est alors, au fur et à mesure de la démarche, que de nombreuses interrogations surgissent.

- Qu'est-ce donc vraiment que l'IoT ?
- Qu'est ce qui est exactement inclus dans Industrie 4.0 ou IloT (Industrial Internet of Things) ?
- Que faut-il mettre en œuvre et comment ?

La réponse à la première question est plutôt simple, trop simple même : l'IoT permet de connecter tout avec tout, ou si vous préférez, n'importe quoi avec n'importe quoi. (Construire l'Internet des Objets / Page 12 / Maciej Kranz)

Avançons dans cette direction. Nous devons tout d'abord connecter notre CN au „cloud“. Après quelques recherches, il apparaît clairement que tout le concept d'IloT manque de normes. Et ce manque de normes s'applique non seulement à la variété des protocoles, mais aussi à chaque protocole pris individuellement. Peut-être avez-vous entendu parler d'OPC UA, de MT Connect, de MQTT ou de bien d'autres. L'objectif principal de ces protocoles est de collecter puis de publier les données d'une machine à un autre emplacement de votre installation ou dans votre cloud. Certains protocoles s'adaptent mieux que d'autres. Certains sont plus populaires dans l'industrie et d'autres sont plus fréquents pour les amateurs et utilisés pour l'IoT. Pour tout simplifier (!), en plus de ces protocoles, vous allez pouvoir créer vos propres applications qui utiliseront vos propres protocoles propriétaires ou ouverts.

Quelles applications faut-il mettre en place pour rattraper le train de l'IloT. Il existe quatre catégories d'applications principales pour répartir vos besoins spécifiques. Ce sont :

1. **Les Opérations connectées** où vous reliez des périphériques, des capteurs ou des compteurs à un réseau ou que vous vous y connectez.
2. **Les Opérations distantes** où vous surveillez et gérez vos ressources de contrôle.
3. **Les Analyses prédictives** où vous identifiez, comprenez et réagissez immédiatement avec les meilleures actions possibles.
4. **La Maintenance prédictive** où vous pouvez augmenter la productivité et la disponibilité de vos équipements.

Dans notre cas d'utilisation – pour la présentation à l'exposition EMO 2017 – nous avons mis en œuvre „Opérations connectées“ jumelées avec „Opérations distantes“. La connexion vers le cloud de plusieurs CN, installées sur des machines du salon ou dans des sociétés du monde entier a été réalisée via MQTT et combinée à un tableau de bord sur lequel les valeurs correspondant à des données de ces machines ont été perpétuellement mises à jour quasiment en temps réel. Ce tableau de bord n'est pas aussi complexe que ce que l'on pourrait craindre. De nombreux composants uniques opèrent en arrière-plan. Il comprend un éditeur installé sur la machine elle-même, celui-ci obtient des données de la CN et les envoie au cloud. Puis une base de données où les valeurs surveillées sont enregistrées, et enfin l'interface utilisateur multiplateforme (ordinateur, tablette, etc.). Le tout est connecté via un protocole de message sécurisé.

Le système Flexium / Flexium+ est donc connecté au cloud, l'objectif est atteint. Mais il faut reconnaître que l'ensemble peut rester complexe à appréhender. L'objectif n'est pas de mettre en œuvre une solution ou une technologie, mais plutôt une évolution dans votre processus métier. Vous souhaitez collecter des données fiables que vous pourrez utiliser pour améliorer rentabilité et fiabilité. Il vous faudra définir des objectifs précis dans le cadre de votre propre concept Industry 4.0 ou IloT. Vous devrez décider quelles données doivent être obtenues et traitées.

Nos ingénieurs d'application sont à même de vous aider à connecter vos systèmes NUM au cloud ou à votre ERP, en s'appuyant par exemple sur OPC UA, le SDK de FXServer ou un éditeur de cloud. Ce faisant, vous serez assuré que vos données seront présentées et partagées dans un format standardisé et interopérable. Cela permet à la solution d'être étendue avec un minimum d'effort.

Quels sont les avantages d'une telle coopération ? En quelques mots : vous n'avez plus à vous soucier de la mise en œuvre de la base de données elle-même. Considérez par exemple Analyses prédictives et imaginez l'avantage d'être en mesure de collecter simplement des informations standardisées. Vous pourrez alors utiliser vos ressources pour vous concentrer sur l'optimisation de problèmes réels liés à votre processus métier. Comme les données obtenues proviennent non plus d'un seul système mais de nombreux secteurs de votre entreprise – votre chaîne d'appro-



visionnement, l'atelier, les stocks, etc. – vous pourrez optimiser le processus car le temps de latence est proche de zéro.

Il faut toutefois rester prudent ; la simple connexion de périphériques et la collecte de données à partir de quelques capteurs génèrent rapidement un flot continu d'information qui peut devenir difficile à gérer. Votre personnel risque de se trouver submergé lorsque les données commencent à arriver plus vite qu'elles ne peuvent être traitées, même avec l'appui d'alertes et d'autres messages. Pour gérer ce flot d'informations, un filtrage important de données doit avoir lieu. Avec l'apprentissage automatique et le „brouillard“ (fog computing en anglais), vous devriez être en mesure d'extraire les données que vous voulez. À titre d'exemple de Maintenance prédictive, les données d'un variateur pourront permettre de détecter une défaillance future de ce variateur ou même d'un élément mécanique associé et réagir à temps pour éviter la défaillance de pièces coûteuses. Cette détection est rendue possible grâce à l'apprentissage automatique utilisant l'intelligence artificielle (IA). C'est donc l'intelligence artificielle qui peut alors donner un sens à l'ensemble des données et rendre l'IIoT utile.

Avez-vous un projet IIoT en tête? Souhaitez-vous éclaircir certains points d'ombre ? Alors n'hésitez pas à faire appel à NUM. Nous serons heureux de vous prêter assistance dans un esprit de partenariat afin d'étudier ensemble les solutions les plus adaptées et vous aider à toujours améliorer efficacité et fiabilité et développer ainsi votre avantage concurrentiel.

Axes Hydrauliques

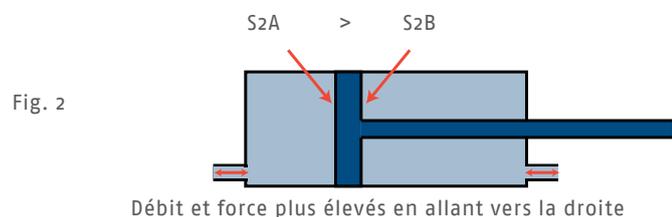
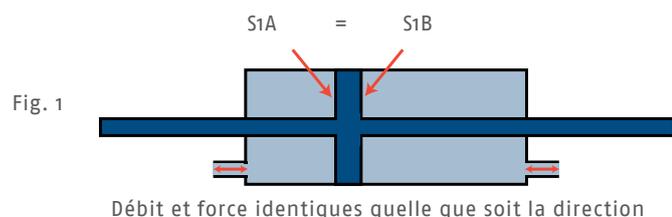
Les systèmes NUM sont réputés pour leur flexibilité et leur faculté à prendre en compte les applications les moins conventionnelles ; Flexium⁺ ne fait pas exception à cette règle. L'un des tout derniers exemples est une application de pilotage d'axes hydrauliques.

La gamme de moteurs NUM et leurs variateurs NUMDrive X associés couvrent un large champ de possibilités. Cependant, lorsqu'une poussée particulièrement élevée est requise, les axes hydrauliques restent une solution intéressante.

Pour cette application spécifique, NUM a coopéré avec une entreprise connue mondialement et spécialisée dans la production de vérins hydrauliques, de servovalves et de tout l'environnement requis. Cette société offre en particulier une servovalve qui peut être connectée à l'API Flexium⁺ au moyen d'un bus de terrain.

Le projet est bien évidemment de pouvoir piloter cet axe comme un axe auxiliaire, mais plus encore de pouvoir le gérer comme tout autre axe CN, c'est-à-dire en prenant en compte l'interpolation, la compensation de rayon d'outil, les cycles fixes, les différentes calibrations, etc. C'est ici que la puissance et la flexibilité de l'architecture Flexium⁺ viennent à la rescousse.

CN et automate communiquent grâce à une efficace liaison Ethernet temps réel (RTE). Une évolution récente du logiciel permet d'échanger en outre et par cet intermédiaire les références de vitesse issues des interpolateurs et les valeurs de mesures issues des capteurs incrémentaux ou absolus ; toutes ces données vont transiter sur le bus de terrain. Mais avant la transmission à la servovalve, la référence de vitesse est adaptée dans l'automate en fonction du sens de déplacement pour pouvoir prendre en compte les différentes formes de vérins qui ne réagissent pas toujours de façon symétrique (voir fig. 1 / fig. 2). La boucle de position est fermée et paramétrée grâce aux paramètres standards de la machine. L'axe hydraulique sera alors contrôlé comme n'importe quel autre axe. Bien entendu, cette adaptation logicielle, qui est désormais une fonctionnalité standard, inclut également des algorithmes pour compenser le retard supplémentaire induit par la transmission à l'automate, et ce afin de pouvoir interpoler correctement l'axe hydraulique avec les axes mus de façon plus conventionnelle s'il en existe.



Il est certain qu'un axe hydraulique ne se comporte pas comme un axe électrique. Plusieurs nouveaux paramètres doivent être pris en compte ; la variation de température de l'huile n'étant pas le moindre. Certains de ceux-ci sont déjà gérés dans la servovalve, mais toujours dans le but de maintenir au mieux les performances d'interpolation, les opérateurs dynamiques – une autre fonction puissante de Flexium⁺ – sont mis en service. Au rythme de la tâche d'échantillonnage des axes, ils vont effectuer des compensations supplémentaires comme une gestion spécifique du gain intégral afin de réduire l'erreur de poursuite à l'arrêt.

Ceci n'est bien sûr qu'un exemple des nombreuses possibilités d'utilisation de Flexium⁺. Si vous avez un défi à relever, n'hésitez pas à contacter votre centre technique NUM local. Nos ingénieurs de vente et d'application seront heureux de vous démontrer les multiples possibilités, parfois inconnues, de nos produits et ils vous conseilleront pour leur mise en œuvre afin de vous aider à toujours tirer le maximum de votre savoir-faire et augmenter ainsi votre avantage concurrentiel.

OPC UA : Open Platform Communication Unified Architecture

OPC UA: Open Platform Communication Unified Architecture

Qu'est-ce que l'OPC et pourquoi avons-nous besoin de OPC UA ?

Depuis la version 4.1.00.00, la fonctionnalité optionnelle „Licence RTS pour serveur OPC UA“ est disponible pour les plates-formes Flexium+. Avant de présenter la solution OPC UA des systèmes Flexium, jetons un coup d'œil à OPC et aux différences entre OPC et OPC UA.

Les technologies OPC (OPC ou OPC Classic) ont été créées au début des années 2000 pour permettre l'échange simple et sécurisé d'informations entre de nombreuses plates-formes – provenant de fournisseurs distincts – et permettre ainsi une intégration transparente de ces plates-formes sans nécessiter un développement logiciel long et coûteux. Mais les points critiques étaient les problèmes de sécurité, la dépendance aux plates-formes Microsoft, ainsi que le manque d'efficacité pour le transfert des données. OPC a donc bien fonctionné dans le passé, lorsque l'application OPC était bien gérée, très bien gérée.

Pourquoi avons-nous besoin d'une architecture de communication complètement nouvelle appelée OPC UA ?

OPC Classic était limité et mal adapté aux exigences actuelles de transfert de grande quantité de données entre les machines / les entreprises / les systèmes Internet et les systèmes qui contrôlent les processus en temps réel pour générer, observer et surveiller les données.

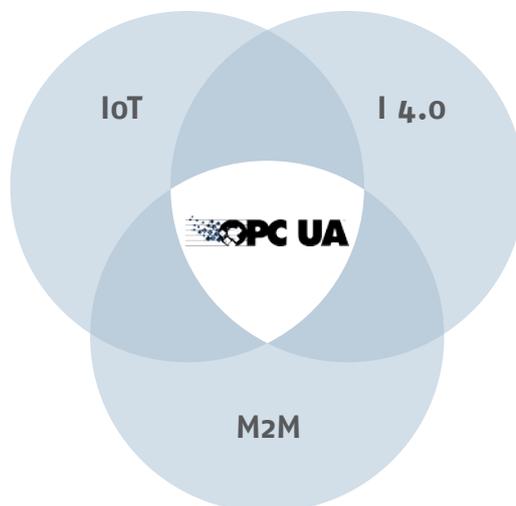
OPC UA est donc la prochaine génération de technologie OPC et peut être décrite comme un échange d'informations pour les communications industrielles. OPC UA est la première technologie de communication conçue spécifiquement pour vivre dans un «no man's land» où les données doivent traverser des pare-feu, des plates-formes spécialisées et des barrières de sécurité pour arriver à un endroit où elles peuvent être converties en informations. Par conséquent, OPC UA convient à l'industrie 4.0, aux applications IoT, aux solutions Cloud et à la communication machine-machine.

Les points forts de OPC UA sont :

- Mécanisme sûr et ouvert pour le transfert de tout type d'informations entre les serveurs et les clients
- Évolutif et indépendant de la plateforme et du fournisseur (Windows, iOS, Android, Linux)
- Communication standardisée sur Internet (binaire / HTTP)
- Architecture orientée service
- Sécurité et fiabilité des données (architecture solide avec un mécanisme de communication fiable pour éviter la perte de données)
- Norme OPC UA Companion (OPC UA pour FDI / Entreprise et systèmes de contrôle / automates / etc.)
- OPC UA fournit un mécanisme très flexible et adaptable pour transférer les données des systèmes ERP d'une part et les automatismes, les capteurs, les dispositifs de surveillance le monde physique d'autre part

OPC Unified Architecture

Interopérabilité entre Industrie 4.0 et Internet des objets



L'avantage est, en particulier, non seulement de transporter des données machine (variables de contrôle, valeurs mesurées, informations de capteur, paramètres, etc.), mais aussi de les présenter sous une forme lisible par d'autres machines ou sur réseau, sur internet, vers d'autres départements d'entreprise, vers des smartphones, des tablettes etc.

Comment NUM intègre-t-il OPC UA ?

Pour avoir une interface de communication standard pour les usines intelligentes, les environnements IoT et les solutions Industry 4.0, OPC UA (pour «Unified Architecture») est recommandé. Ce standard est donc intégré dans les systèmes Flexium+. Le serveur OPC UA est entièrement intégré dans l'environnement RTS de NUM et peut être activé pour une solution TCP client avec des variables l'automatisme.

L'exemple ci-dessous illustre un client OPC UA standard pour visualiser les variables d'un automate Flexium+ via intranet.

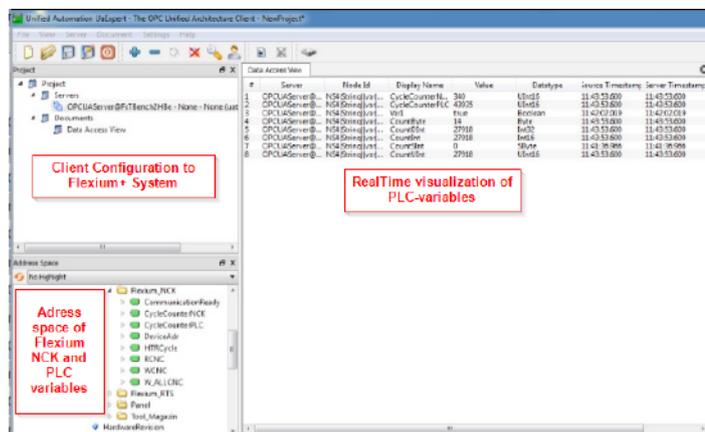
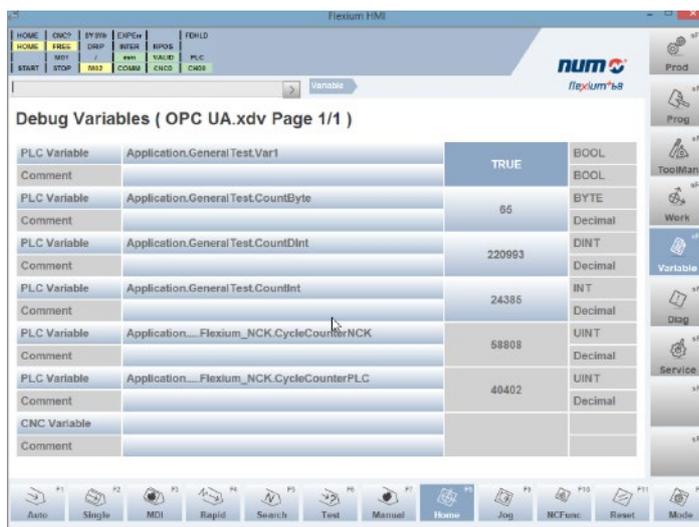


Image de gauche : après la configuration du client pour fournir un accès avec le Flexium RTS (serveur), vous définissez l'espace d'adressage dans l'environnement de programme de l'automate, en spécifiant quelles variables d'automate doivent faire partie de la communication OPC UA. Les variables spécifiées sont affichées dans la fenêtre de vue d'accès aux données.

Image de droite : ceci montre une visualisation simple des variables à l'intérieur du système Flexium+, facilitant l'évaluation de la communication des données transmises.



Notez que pour avoir un accès en lecture aux variables de la CN (positions etc.) à l'intérieur de OPC UA, la librairie NUM ENA est nécessaire et des adaptations de l'automatisme sont éventuellement à prévoir.

Bien sûr, l'intégration de OPC UA dans Flexium ne se contente pas de prendre en charge les seules informations de l'automate. Vous pourriez avoir besoin de transférer par OPC UA des informations de la CNC elle-même (ou tout autre type d'information). Il se peut alors que vous ayez besoin de fonctionnalités ou options supplémentaires ; NUM se fera un plaisir de vous conseiller sur tous vos projets Smart Factory.

Moteurs Couple, NUM Flexium+ Évolution du matériel PC

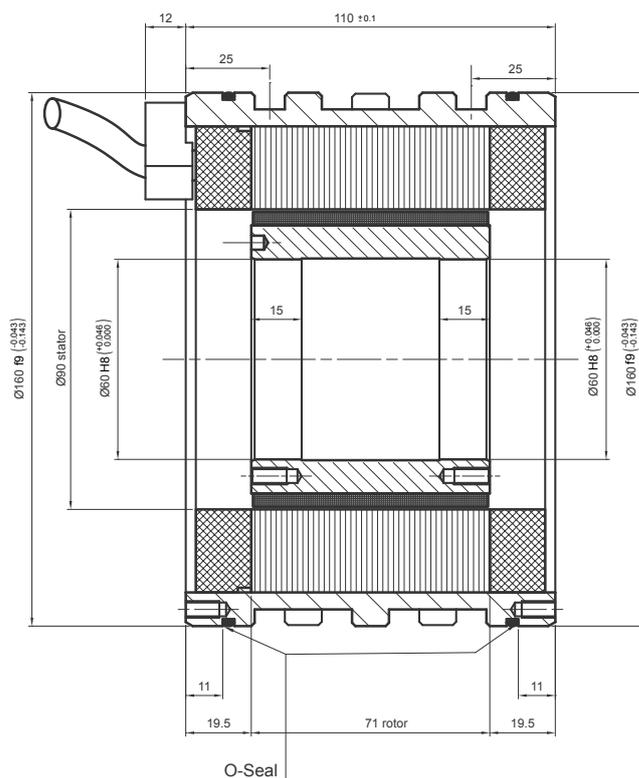
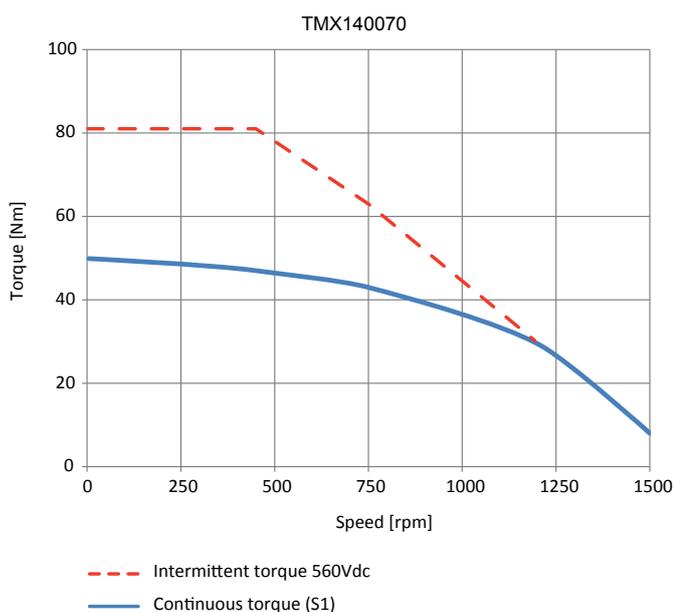
NUM complète sa gamme de moteurs avec le lancement des moteurs couple série TMX

Pionniers dans le développement et la production de servomoteurs sans balai (brushless) ainsi que de moteurs synchrones à défluxage, NUM dispose maintenant de plus de 50 ans d'expérience dans le développement de servomoteurs et de moteurs de broche.

Cependant, NUM n'a, jusqu'à présent et pour diverses raisons, jamais proposé sa propre gamme de moteurs couple. C'est maintenant chose faite. La situation du marché a changé. De nos jours, les clients préfèrent obtenir des solutions d'automatisation complètes auprès d'un fournisseur unique, afin de simplifier les relations et les responsabilités. Les clients demandent également de plus en plus des solutions personnalisées.

C'est pour suivre ces évolutions que NUM a décidé de développer et de fabriquer sa propre gamme de moteurs couple, connue sous le nom de série TMX. Pour le moment, la gamme est lancée avec deux diamètres de stator: 140 et 291 mm, mais elle est appelée à s'étoffer dans le futur. La courbe couple-vitesse et le schéma ci-dessous montrent un moteur couple NUM TMX140070 refroidi à l'eau.

Les moteurs de la série TMX sont compatibles avec les moteurs couple des principaux concurrents, et offrent en outre l'avantage d'un effet d'encoche très réduit souvent proche de la moitié de celui des solutions concurrentes. De plus, comme autre avantage, la densité de couple (ratio couple/volume) en régime S1 s'avère très élevée.



NUM Flexium+ Évolution du matériel PC

Nouveaux PC industriels NUM avec technologie quadruple cœur

Le marché de la machine-outil demande un PC industriel toujours plus performant, répondant à des exigences spécifiques en matière de temps réel ainsi que de nombreuses interfaces de communication rapides telles que DVI, HDMI et USB 3.0.

Pour cette raison, NUM présente la quatrième déclinaison de son PC, basée sur une carte mère de dernière génération qui utilise les processeurs CPU Intel® i5 Quad-Core. Les multiples cœurs de ces processeurs permettent d'exécuter simultanément plusieurs traitements, ce qui augmente drastiquement la vitesse pour les programmes prévus pour le traitement parallèle.

Les PC industriels de NUM sont disponibles en deux niveaux de performance :

- **P1:** performance standard avec processeur Celeron J1900 Quad-Core, disque dur conventionnel et système d'exploitation Windows Embedded 8.1 Industry Pro
- **P2:** haute performance avec processeur i5 Quad-Core de sixième génération, Disque dur SSD industriel, 8 Go de RAM et Windows 10 64 bits version IoT Enterprise

Les deux modèles de processeurs appartiennent à la ligne intégrée Intel afin d'assurer une disponibilité à long terme.

Tous les appareils peuvent être équipés en option d'une carte NVRAM + CAN.

Différentes versions de PC sont disponibles dans les deux niveaux de performance :

- **Box PC industriel :** PC sans interface homme-machine (ni écran ni clavier), généralement utilisé pour l'intégration dans l'armoire électrique
- **FS154i :** Pupitre PC avec écran 15 pouces et diverses options d'interface : écran tactile, clavier QWERTY complet, touches de fonction
- **FS194i :** Pupitre PC avec affichage de 19 pouces en format portrait, robuste écran en verre trempé et système multi-touch capacitif. Ce pupitre convient pour la mise en œuvre du pupitre virtuel NUM comprenant un clavier ISO, un clavier de programmation et un pupitre machine totalement personnalisable (disponible uniquement avec le niveau de performance P2)

Ces nouveaux PC à hautes performances offrent en outre les caractéristiques suivantes :

- Gestion avancée de la perte d'alimentation pour mémorisation des données en toute sécurité
- Augmentation de la réserve d'alimentation qui permet de sauvegarder jusqu'à 30 fois plus de données en cas de perte d'énergie
- Conception de qualité industrielle : le disque SSD choisi peut supporter des chocs, des vibrations et offre une résilience thermique élevée. Une communication fiable dans des environnements difficiles est donc garantie

L'introduction de ces fonctionnalités supplémentaires telles que la technologie CPU Quad-Core, la technologie SSD industrielle le tout ajouté à de nouvelles interfaces (USB 3.0, HDMI) et un système d'exploitation le plus moderne rendent les nouvelles lignes PC extrêmement intéressantes et compétitives pour le marché des machines-outils.



Une machine innovante de 17 axes pour assises de chaises



C'est un accueil particulièrement chaleureux qui vous attend lorsque, par -3° de température extérieure, vous pénétrez dans le hall de réception de MKM International. Un impressionnant palmier (Phoenix Canariensis) vous gratifie d'un «Bienvenue» et vous échappez à l'hiver, au moins pour un instant. Une petite fontaine et quelques chaises confortables invitent à la détente. Cette zone d'accueil est aussi, et en toutes saisons, un lieu de « brainstorming » et une source d'inspiration. Ce nouveau bâtiment, moderne et accueillant construit il y a quatre ans, voit ses différentes pièces inondées de lumière. Avec son siège à Bad Oeynhausen (Allemagne), entre Hanovre et Bielefeld, MKM International se concentre sur le développement et la production de machines spéciales innovantes.

MKM International a été fondée en 1998 par Michaël Köhler. En 1999, l'activité a commencé avec seulement huit employés. Depuis le tout début, MKM a fait confiance aux systèmes NUM et cela continue aujourd'hui. Les premières machines à commande numérique étaient dédiées au travail du bois brut, le catalogue s'est ensuite enrichi régulièrement avec des machines pour le travail des plastiques, des métaux légers et de l'acier, ainsi que des poinçonneuses. MKM qui emploie aujourd'hui 60 personnes a réalisé en 2017 un chiffre d'affaires d'environ 21,5 millions d'euros. Ce nouveau bâtiment ainsi que quelques autres conversions et ajouts, ont permis un doublement de l'espace utilisable.

La créativité et l'innovation de MKM ne se manifestent pas uniquement dans le développement et la construction des machines pour ses clients, mais aussi dans les solutions pour sa propre production interne. Un exemple parmi d'autres, les mâchoires de bridage sont fabriquées en une nuit grâce à des méthodes d'impression 3d. Il n'y a plus d'opérations de moulage dans ce processus ce qui génère des économies significatives de temps et de matière. Toutes les différentes têtes d'usinage sont également fabriquées par MKM, et si c'est nécessaire MKM développera de nouvelles solutions pour répondre aux exigences des clients. Tous les bancs des machines sont traités afin de les libérer des contraintes issues de la fabrication, tous les axes disposent de guides à rouleaux exclusifs de la classe la plus élevée qui comprennent des systèmes de surpression pour prévenir la pollution éventuelle. Ces exemples soulignent la haute qualité de fabrica-



Changeur d'outil de la machine Uni_Portal DT.

tion et garantissent la longévité des machines. Aujourd'hui, MKM fabrique environ 90 % de ses composants et machines en interne. Tout comme NUM, MKM se concentre en particulier sur son savoir-faire et tout ce qui peut avoir un impact positif sur le produit final. Dans le même temps, MKM suit de près les tendances intersectorielles dans les domaines Automatisation, manutention et Industrie 4.0.



Uni_Portal DT dans le hall d'assemblage juste avant la livraison. C'est la même équipe qui construit la machine dans les locaux de MKM et l'installe ensuite chez le client final.



Tête d'usinage RTCP et fraise sur une pièce.

Le centre de fraisage Uni_Portal DT présenté ici apporte de nombreux avantages. Jusqu'à présent, le client final était capable de produire, avec sa machine actuelle, 1200 assises de chaises par équipe. Grâce à cette nouvelle machine, la production a pu être augmentée de plus de 30 % pour atteindre maintenant 1600 sièges par poste, le tout obtenu en réduisant simultanément les besoins en énergie de plus de 20 % ! Aujourd'hui c'est l'effi-



De gauche à droite : M. Michael Köhler, Fondateur et Directeur de MKM International, M. Bernhard Simon, ingénieur de vente de NUM Allemagne, M. Jörg Wilkening, Programmeur CNC chez MKM International.

cacité qui prime, il n'est donc pas surprenant que MKM équipe toutes les nouvelles machines CNC d'un certificat énergétique – sorte de fiche technique – qui liste les données d'efficacité et de consommation de ressources, comme par exemple le volume d'air consommé. Ces données peuvent être vérifiées et comparées à tout moment pour détecter toute évolution des caractéristiques machine.

Les 17 axes de la fraiseuse uni_Portal DT sont gérés par une commande Flexium+ 68, des moteurs et variateurs NUMDrive X mono et bi-axes avec fonctions de sécurité intégrées (SAMX – SIL3). Des accélérations jusqu'à 4 m/s² et des vitesses de déplacement jusqu'à 25 m / min peuvent être atteintes durant l'usinage. Trois assises de chaises par côté de la machine peuvent être fabriquées simultanément. L'usinage d'assises individuelles se fait par l'intermédiaire d'une tête d'usinage spécifique équipée de quatre axes d'interpolation dotés de la fonction RTCP. Les deux côtés de la machine disposent chacun d'un volet roulant afin d'assurer la sécurité du personnel pendant l'utilisation.



Commande numérique Flexium+ 68 avec pupitre opérateur FS153i et pupitre machine MPO6.

« Je suis très satisfait de la flexibilité des produits ainsi que de la coopération et du partenariat que nous entretenons avec NUM, » nous dit Michaël Köhler, ajoutant : « Mes collaborateurs sont également très satisfaits et apprécient la communication simple et directe qu'ils ont avec les équipes de NUM. »

Créativité et Partenariat pour une nouvelle machine de soudage laser



Fondée en 1998, Felastec GmbH est située à Unterseen entre le lac de Thoune et le lac de Brienz dans les hautes terres bernoises (Suisse). Rudy Reichen qui compte plus de 25 ans d'expérience dans les lasers à semi-conducteurs et à fibre gère depuis 2017 la destinée de cette petite entreprise particulièrement créative. Felastec offre avant tout à ses clients des solutions pour le soudage et le perçage au laser mais également pour le soudage du titane - une technique complexe qui nécessite une expertise spécifique et un équipement spécialisé pour obtenir des résultats optimaux. Le service n'est pas oublié notamment la fourniture de pièces de rechange pour les lasers à semi-conducteurs. La LSW 330 lancée sur le marché est aujourd'hui la première machine de soudage laser développée en interne.

Près de 90 % des commandes de Felastec proviennent du secteur de la santé, mais l'entreprise peut désormais répondre aux besoins des industries automobile et horlogère pour des développements personnalisés comme pour des prototypes. La taille des lots varie généralement de quelques centaines à quelques milliers d'unités. Dans le domaine des produits de santé, des articles tels que des stents, des pércelles en titane pour la chirurgie oculaire, ou des plaques également en titane pour les fractures sont fabriqués. Enfin des matériaux céramiques tels que le saphir industriel peuvent eux aussi être usinés grâce aux lasers à fibre.

Le partenariat de l'entreprise avec NUM remonte à plusieurs années. Felastec, utilise encore aujourd'hui le tout premier NUM 1050 jamais fourni (le NUM 1050 a été fabriqué de 1997 à 2002). « J'apprécie en particulier le service après-vente simple et efficace de NUM. Nous utilisons encore les commandes de type NUM 760 [fabriqués de 1983 à 1995] qui sont toujours suivies par NUM » nous dit Rudy Reichen qui considère la qualité des produits NUM comme un autre avantage clé : « Toutes ces années, nous n'avons pas connu de problèmes. »

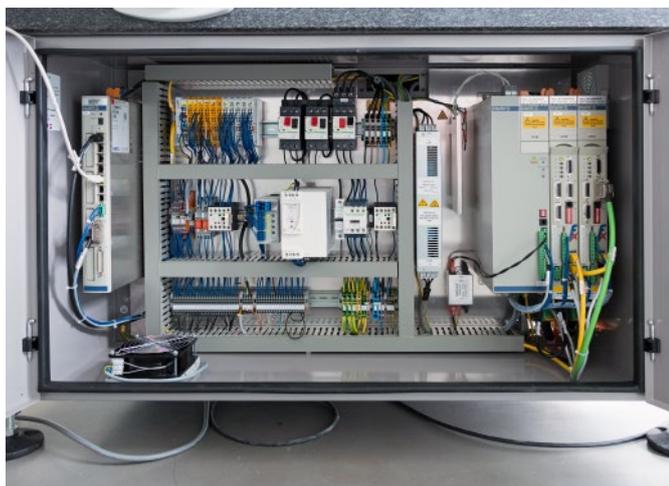
La machine de soudage laser, présentée ici et appelée LSW 330, est la première machine CNC de Felastec développée en interne. Un client, de l'autre côté de la frontière, qui souhaitait pouvoir réaliser en interne le processus de soudage au laser a fait appel à la créativité de Felastec. Une analyse des risques a été réalisée et le concept de cette nouvelle machine a été développé en collaboration avec NUM ainsi qu'avec un expert en matière de sécurité. Le client souhaitait une bonne accessibilité et des dimensions compactes, ce que Felastec a réussi à accomplir. L'ensemble de la machine a des dimensions de 170 x 90 x 190 cm pour un volume d'usinage de 300 mm³. La base de machine en granit assure la stabilité nécessaire. En outre, en réponse aux exigences des clients, la machine est certifiée CE et dispose d'un laser Nd : Yag de classe 1. Un fonctionnement ouvert dans la



Le pupitre opérateur FS192i, complété par un pupitre machine développée par Felastec.

classe de sécurité 4 est également possible avec les mesures de sécurité nécessaires ce qui est fréquemment demandé, en particulier pour le soudage au laser de petites séries, et pour une grande diversité de pièces.

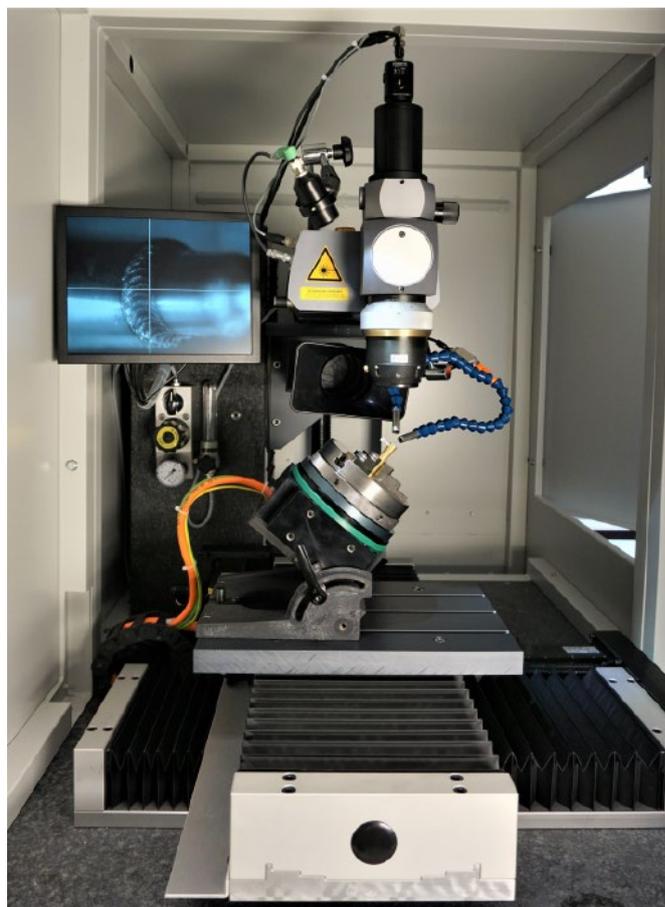
Le contrôle des 4 axes de la machine équipés de variateurs NUMDrive X est confié à un Flexium⁺ 6 disposant de l'architecture de sécurité NUMSafe. Les moteurs monocâbles de type SPX sont utilisés ce qui permet de réduire le câblage et la masse em-



L'armoire électrique de la machine LSW 330.

barquée. Le pupitre opérateur FS192i propose une IHM moderne et conviviale, secondé par un pupitre machine développé par Felastec qui complète les caractéristiques de la machine.

Celle-ci dispose d'une configuration extrêmement flexible. Il est possible de basculer à tout moment entre le soudage, la découpe et le perçage laser sans devoir modifier le concept de commande. Les connaissances de Felastec en matière de machines et de processus d'usinage laser combinées à l'expertise de NUM ont permis la conception et la mise au point de cette nouvelle machine dans un délai très court.



Zone de travail de la machine LSW 330.



La machine LSW 330 de Felastec: extrêmement compacte.



À gauche: Carl Södertun, Responsable de production et Rudy Reichen, Directeur opérationnel de Felastec GmbH. À droite : Jean-François Hermann, Ingénieur des ventes à NUM Bienne.

HAM Präzision et NUM

Plus de 20 ans de partenariat et de coopération



La société de fabrication d'outils en carbure Hartmetallwerkzeugfabrik Andreas Maier GmbH, plus communément appelée HAM, a été fondée en 1969 à Schwendi-Hörenhausen, dans le Bade-Wurtemberg. Ce qui n'était au début qu'une start-up classique basée dans un garage rassemble aujourd'hui plus de 450 collaborateurs dans le monde entier, dont 240 dans l'usine principale de Schwendi-Hörenhausen, à environ 30 km au sud d'Ulm. HAM dispose de filiales et de sociétés partenaires partout dans le monde. Depuis plus de 20 ans déjà, HAM et NUM travaillent ensemble avec succès. Le système de programmation reconnu NUMROTO est ainsi employé sur nombre de machines au sein du groupe HAM.

HAM veut procurer à ses clients des produits de haute performance, se donnant pour objectif de fournir rapidement des outils revêtus de qualité optimale. Pour y parvenir, HAM a beaucoup investi ces dernières années dans le développement de ses sites de production et de leurs infrastructures. En 2013, le groupe a procédé à une importante restructuration, grâce à laquelle les procédures de stockage, les méthodes de fabrication et les processus de livraison ont pu être sensiblement améliorés, permettant ainsi d'atteindre l'objectif précédemment évoqué. Par ailleurs, HAM offre bien évidemment à ses clients un service express en cas d'urgence. Des systèmes de revêtement sur site et une gamme complète de prestations de services, dont Tool Management, viennent compléter le portefeuille « all-in-one » de la société.

HAM se spécialise dans quatre domaines principaux : HAM Précision avec des outils de perçage et de fraisage en carbure monobloc et des outils en diamant polycristallin (PCD) pour les entreprises du secteur de l'automobile, de l'aéronautique et de la mécanique, ainsi que leurs sous-traitants, HAM Électronique avec des outils pour l'industrie des circuits imprimés, HAM Technologie médicale avec des outils rotatifs pour des

applications dentaires et médicales ; et HAM Technologie cristal avec des composants pour les lasers à état solide.

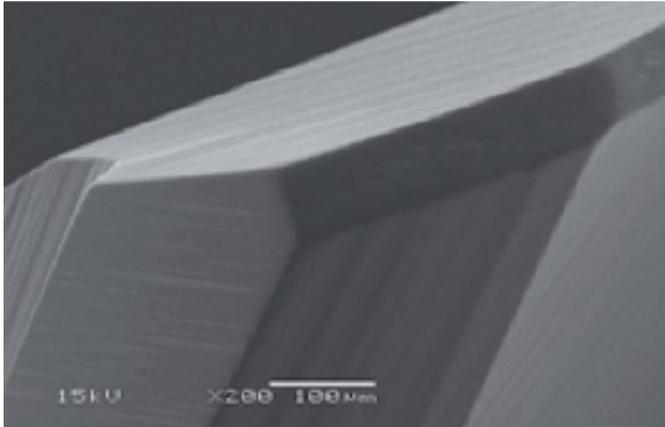
Pour garantir une qualité optimale, HAM veut continuer à miser sur

son site de production en Allemagne. Andreas Marcus Maier, directeur de production de HAM et fils du fondateur de l'entreprise, considère la spécialisation dans les outils spéciaux destinés au segment haut de gamme comme un immense avantage concurrentiel. Selon lui, « la recherche, le développement et les produits innovants sont les clés de l'avenir. » Dans le cadre de cette spécialisation dans des solutions spécifiques, NUMROTO permet d'apporter beaucoup de savoir-faire technique, en particulier des solutions modulables pour les outils les plus complexes. Dawid Jaruga, directeur de production des outils en carbure monobloc chez HAM, ajoute ainsi que « la solution NUMROTO permet de mettre en œuvre nos outils les plus complexes. »



Un outil spécial fabriqué, poli et revêtu par HAM (foret étagé avec plusieurs étages de forme) selon les spécifications du client.

Parmi les avantages cités, on note également la grande facilité d'utilisation et les simulations 3D précises. Andreas Marcus Maier confirme : « Ce que l'on voit dans la simulation 3D est directement appliqué à l'outil. » Le système Multi-User, qui permet à plusieurs postes



Arête d'un outil spécial grossie 200 fois après polissage avec la technologie MMP Technology®. Des bords d'attaque avec un arrondi d'arête minimum, garantie d'une découpe parfaite.

NUMROTO (embarqués ou sur station de travail) de travailler avec les mêmes données, est également employé avec succès chez HAM. Les données d'outils, de meules, de machines et de configuration sont stockées de manière centralisée sur le serveur de base de données.

Un autre point fort spécifique est le procédé de polissage MMP Technology® (Micro Machining Process, par BinC Industries SA) dont HAM a obtenu le droit exclusif à l'échelle européenne et ce pour l'essentiel de son catalogue. Le traitement sélectif de la microrugosité permet d'obtenir une fabrication et une finition précises et reproductibles des surfaces et arêtes de coupe des outils en carbure monobloc. Les outils de coupe traités avec ce procédé, et dont les bords d'attaque sont arrondis avec une précision de l'ordre du μm , présentent un état de surface sensiblement meilleur que les outils polis de manière traditionnelle, ce qui augmente leur durée de vie tout en assurant une vitesse de coupe supérieure.



Outils spéciaux traités avec le procédé MMP Technology® et fabriqués via le logiciel NUMROTO. Le microtraitement se déroule selon un procédé mécanique, physique et catalytique spécial.

« One Step Ahead » (Une longueur d'avance) – la devise de HAM Précision et de NUM-Service illustre également la promesse de ces deux entreprises en matière de proximité avec le client, de conseil, ainsi que recherche et développement.



De droite à gauche : Andreas Marcus Maier, directeur de production de HAM Précision, Dawid Jaruga, directeur de production des outils en carbure monobloc de HAM Précision, Jörg Federer, directeur de l'ingénierie d'application NUMROTO.

D'un bloc de pierre à une luxueuse salle de bains



La société CFM International, basée à Pero Pinheiro (Portugal), est spécialisée dans la conception et la construction de machines à travailler la pierre. CFM fait partie du groupe Construal, qui comprend Construal au Portugal et au Canada, Feist Machine Service aux États-Unis et CFM au Portugal. Tirant parti de ces nombreuses synergies, Construal propose une gamme de produits particulièrement étendue. Depuis maintenant plus d'une décennie CFM et NUM sont engagés dans un partenariat constructif et fructueux.

Créée au Portugal le 1er septembre 2006, CFM est située près de Lisbonne (la capitale portugaise) et emploie actuellement 26 personnes. Ses activités couvrent la construction de machines, les rénovations l'entretien et le conseil. La société est à même de proposer rénovation et modernisation des systèmes existants dans plus de 18 pays et sur 5 continents. Sa spécialité première réside dans la conception et la construction de machines pour scier, usiner, polir des matériaux tels que le granit ou le marbre. Les machines de CFM couvrent l'ensemble du processus d'usinage, de la coupe du bloc brut de pierre à sa mise en forme et jusqu'à la pièce finie.

La coopération entre CFM, qui était à l'époque un département au sein de Construal, et NUM a démarré en 2003. CFM cherchait un partenaire pour l'aider à répondre au large éventail de besoins de ses clients. NUM a remporté le contrat grâce à son offre globale et sa vaste expertise. Les équipes ont développé en commun des solutions de travail de la pierre qui sont opérationnelles sur plusieurs générations de commandes numériques NUM telles que toute la série NUM1000, Axiom, Flexium et maintenant Flexium+. Actuellement, les systèmes Flexium et Flexium+, qui sont installés sur les machines CFM, permettent également l'usinage sur des plans inclinés.

Le partenariat fructueux entre CFM et NUM a également permis de produire la machine de type FP, un portique CNC à 5 axes, équipé d'un changeur d'outils ainsi que d'une lame de scie d'un diamètre pouvant aller jusqu'à 1 mètre 30. Avec sa hauteur impressionnante de 4 m, sa surface de près de 40 m² et son poids qui avoisine les 7 tonnes, la machine peut couper d'énormes blocs de pierre. Malgré les capacités d'accélération de la scie qui peut atteindre 650 trs / min en 30 secondes, le processus complet d'usinage d'une baignoire peut prendre jusqu'à 30 heures. De manière impressionnante, la lame de scie de 6 mm d'épaisseur est capable d'usiner la pierre sous n'importe quelle forme, tout en assurant une qualité de surface exceptionnelle.

Le processus d'usinage est créé par un système CAO / DAO de fourniture externe (EasySTONE Premium), puis envoyé au contrôleur CNC NUM Flexium+ doté de variateurs MDLUX pour contrôler les 5 axes de la machine. Après quoi la pierre sera ensuite usinée

grâce aux 22 – 30 kW de puissance de la broche. De nombreuses options sont disponibles comme : des vitesses de scie contrôlées, un laser pour les marques de coupe, une table basculante, des pompes à vide, un changeur d'outils jusqu'à 24 postes, et un suivi par caméra.



Exemples du processus d'usinage.

Ce portique robuste et nécessitant peu d'entretien a été conçu pour couper et usiner marbre et granit. Il offre une excellente qualité de coupe, des performances élevées et de nombreuses facultés d'adaptation, tout en restant facile à utiliser. Fernando Calçada, copropriétaire de CFM en parle volontiers : « La facilité d'utilisation de la machine est un atout majeur. Cela signifie que les exigences et les objectifs peuvent être efficacement satisfaits en fonction des besoins du marché. »

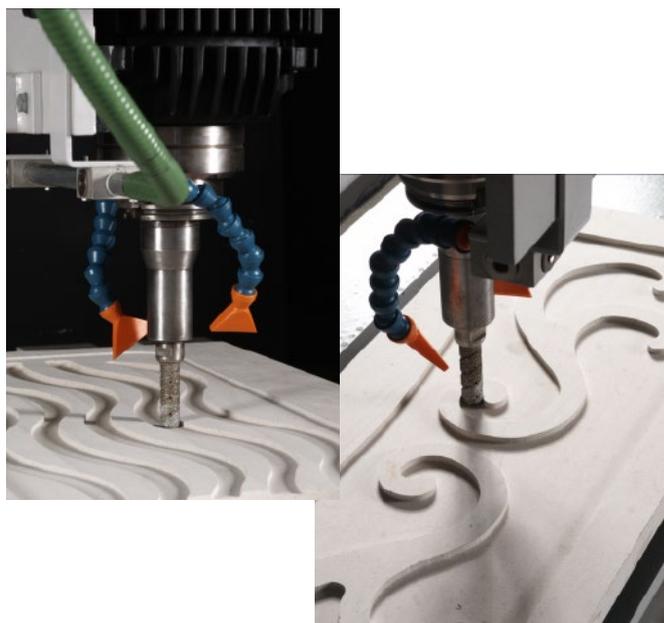


La lame de scie coupe la pierre à 650 trs/min et présente un diamètre jusqu'à 1.3 m.

Chez Construal Group, les clients sont entre de bonnes mains. CFM les accompagne dans le monde entier avec des équipes d'ingénierie, des services de maintenance à distance et des formations. En cas d'exigences complexes ou spécifiques, des solutions sont mises en place en étroite collaboration avec NUM, avec un objectif toujours centré sur la satisfaction du client. Le système Flexium+, produit haut de gamme de NUM, étant à la pointe de la technologie d'automatisation, le client final pourra utiliser pleinement toutes les possibilités offertes. Ce partenariat avec NUM a permis de développer un produit sur mesure pour CFM et ses clients finaux.

Les machines fabriquées par CFM produisent des pièces particulièrement impressionnantes, telles que des cheminées de modèle unique ou des ensembles de salle de bains étonnants comprenant des baignoires et des lavabos réalisés entièrement à partir d'un bloc en pierre. Selon Fernando Calçada : « La nature offre un éventail de structures et de couleurs incroyablement variées. Chaque pierre a sa propre et unique apparence. La pierre naturelle est un véritable accroche-regard et donne aux espaces une touche incomparable. »

Les pièces parfaitement conformes au design et la haute qualité issue des machines CFM garantissent à l'utilisateur un avantage compétitif clair. Investir dans une machine CFM signifie investir dans une solution durable et à long terme avec des technologies évolutives qui peuvent être adaptées pour répondre aux besoins futurs.



Exemples du processus d'usinage.



Portique CFM 5 axes équipé d'une commande numérique NUM.

Collaboration avec un constructeur de machines chinois pour développer un centre d'usinage multimatériaux à huit axes

ORIGINAL POINT
OPMT



NUM a assisté la société de machines-outils chinoise Original Point Machine Tools (OPMT) en vue de développer un centre d'usinage CNC à huit axes capable de traiter de nombreux types de matériaux, notamment le métal, la céramique, le verre et le carbure cémenté.

OPMT est encore une petite société mais sa croissance est rapide. Elle est basée à Fo'shan dans la province du Guangdong (sud de la Chine) et est en train d'acquérir rapidement une réputation d'ingénierie innovante. Après avoir développé un centre de fraisage 4 axes très performant pour une ligne de production automobile, elle a créé pour l'industrie dentaire une station de fraisage compacte à 5 axes.

Pour son dernier projet, OPMT a été chargé par l'Université de technologie de Guangdong de développer un centre d'usinage

combinant des capacités de fraisage et de découpe laser à grande vitesse. Cette université est située à Guangzhou, également dans la province du Guangdong, et offre un large éventail de spécialités mettant l'accent sur l'ingénierie. OPMT a choisi de s'associer à NUM pour son expertise en matière de CNC, à la société de fabrication microcristalline Zhongke de Xi'an et à l'Académie chinoise des sciences afin de résoudre certains problèmes complexes dans le traitement des matériaux.

Le résultat est le centre d'usinage mixte ML125 à 8 axes. La machine dispose d'une double tête laser capable de gérer alternativement un laser pico seconde de 20 watts pour la découpe à très grande vitesse et un laser femto seconde de 10 watts pour une qualité de processus encore supérieure. Le laser femto seconde est capable de percer et d'usiner presque n'importe quel type de matériau, et sa très courte longueur d'onde de 1030 nm signifie qu'il convient aux applications de micro ou nano traitement.

Totalement contrôlé par le système Flexium+ 68 de dernière génération, le centre d'usinage ML125 possède huit axes asservis, répartis en deux canaux CN indépendants ainsi que des entrées/sorties très rapides spécifiques à l'application et intégrées directement dans le cœur CN (NCK). Le mouvement de la tête laser est contrôlé par cinq variateurs NUMDrive X. En complément d'une interpolation à grande vitesse le système CNC fournit une fonction RTCP complète.

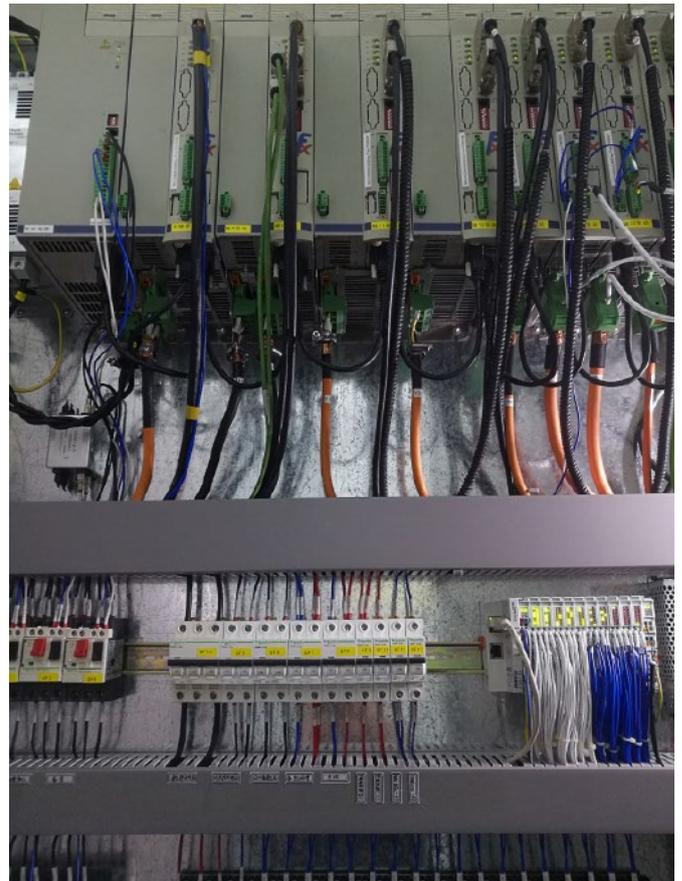
Grâce à un moteur couple spécial à arbre creux et un entraînement par moteur linéaire, la tête laser double offre une précision de positionnement exceptionnellement élevée de 8 micromètres, avec une répétabilité inférieure à 5 micromètres. Le double plateau A/C dispose d'une régulation d'avance de haute qualité avec une précision de positionnement de 5 minutes d'arc. La tête de fraisage utilise un moteur de broche de 40 000 trs / min. Enfin et non des moindres, le fraisage et la découpe au laser peuvent être effectués en une seule opération de serrage, ce qui améliore encore la précision du processus.

Selon Bruce Zheng, PDG d'OPMT : « Les exigences du marché de la production industrielle évoluent très rapidement, ce qui signifie que nos machines doivent être extrêmement flexibles pour toujours offrir aux clients ce dont ils ont besoin. Le partenariat



ML125, la dernière machine d'OPMT ; centre d'usinage multimatériaux à huit axes.

Le centre d'usinage ML125 repose en totalité sur le système Flexium⁺ 68.



avec NUM nous aide à y parvenir ; l'ouverture et la flexibilité de ses systèmes CNC permettent une intégration très facile avec des produits tiers, tels que des moteurs aux caractéristiques spécifiques. De plus l'entreprise est prête à offrir partenariat à long terme ainsi que tout le soutien technique nécessaire pour mener à bien des projets de machines complexes. »

Le centre d'usinage ML125 est maintenant installé dans un laboratoire de recherche de l'Université de Technologie du Guangdong.



L'IHM de la ML125 est basée sur la technologie d'affichage sensitive de NUM.

Le centre ML125 comprend une tête laser double qui concilie haute vitesse et haute qualité.

Partenariat entre Koike Aronson et NUM pour produire une tête de découpe de précision à 5 axes destinée au système renommé K-Jet



KOIKE ARONSON, INC.
K-JET

En partenariat avec NUM, l'un des principaux constructeurs américains de matériel de fabrication développe une tête 5 axes ultra-précise pour son système de découpe au jet d'eau leader sur le marché. Ce projet d'ingénierie innovateur permettra aux clients de découper sous abrasif avec des vitesses de coupe extrêmement élevées de manière à augmenter encore leur productivité pour la fabrication de pièces métalliques de précision.

Koike Aronson, Inc. est l'un des principaux fabricants de machines de découpe / soudage de haute technicité. Fondée en 1918, la société est basée à Arcade dans l'état de New York. Organisée en trois postes une centaine d'employés participe à la renommée de l'entreprise et à son expertise dans ce domaine. Les ressources en recherche et développement comprennent des ingénieurs en mécanique, automatisme et génie logiciel avec plus de 250 années/hommes d'expérience en conception et en processus.

La machine fait partie de la toute dernière génération de Koike Aronson. Dénommée K-Jet, elle est conçue pour travailler divers types de matériaux en particulier l'acier, l'aluminium, le plastique et le verre évidemment sans aucun effet thermique. Il existe un choix de cinq configurations de machines, offrant des zones de coupe standard allant jusqu'à 1 829 x 3 657 mm; les pompes haute pression d'origine KMT permettent d'atteindre jusqu'à 6 000 bars (90 000 psi) ce qui fait de ces machines les plus rapides en découpe au jet d'eau et en ligne droite.

Chaque machine K-Jet dispose d'une table de coupe fixée au sol pouvant supporter une charge de 610 kg / m², soit environ une épaisseur de 15 cm d'acier doux. Les poutres usinées avec une haute précision, les soufflets étanches sous pression ainsi que les glissières protégées assurent la fiabilité de l'ensemble. Il existe également un large choix de systèmes de filtration d'origine Ebco avec recyclage pour une gestion responsable de l'eau.

Dans le cadre de son engagement continu à aider ses clients à améliorer la productivité de leurs processus de fabrication, Koike, en collaboration avec NUM, a développé une tête 5 axes innovante et hautement polyvalente pour son système de découpe jet d'eau K-Jet. Cette tête de découpe est spécifiquement conçue pour combiner un mouvement ultra-rapide avec des capacités de positionnement de précision elle est disponible pour des pressions allant jusqu'à 4 000 bars (60 000 psi).

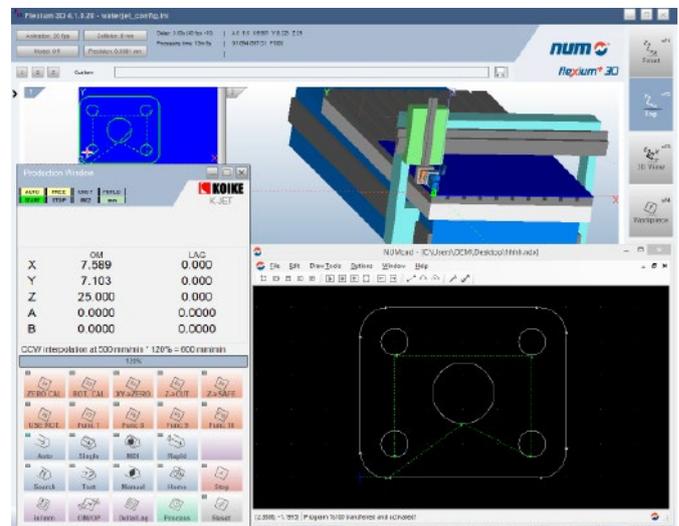
Koike a choisi de s'associer à NUM principalement en raison de l'architecture ouverte des CNC et de sa volonté de participer activement à des projets de développement en partenariat. Comme l'explique Tim Joslin, chef de produit chez Koike Aronson, Inc., « La plupart des fournisseurs de CNC proposent du matériel et des logiciels propriétaires, ce qui complique l'intégration de produits tiers. NUM, avec son approche de CNC à l'architecture ouverte, est une exception notable à cette pratique. Le système Flexium+, par exemple, s'interface facilement avec les logiciels de découpe standard tels que IGEMS et SigmaNEST. De plus, les variateurs NUMDrive

X sont entièrement compatibles avec les moteurs couple à entraînement direct intégrés dans notre nouvelle tête de découpe. »

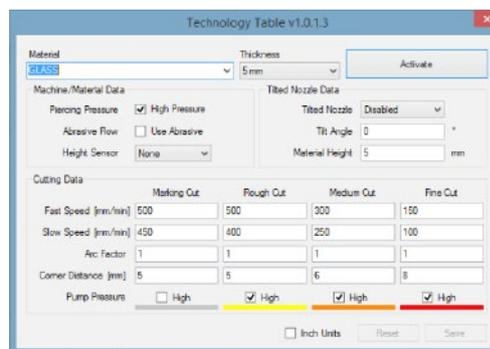
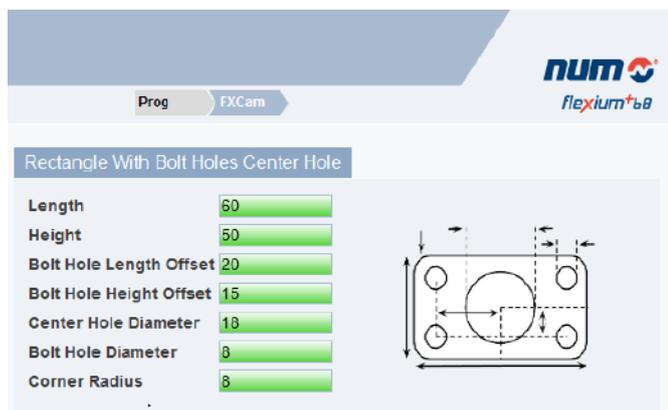
Basée sur la puissante plate-forme CNC Flexium+ 68, la tête 5 axes de Koike présente un niveau de performance de coupe sans précédent. Permettant des vitesses de coupe de plus de 12 m / minute (500° / minute), la machine offre une précision linéaire de +/- 0,07 mm (0,003°) et une répétabilité de 0,025 mm (0,001°).

En plus du système CNC, doté de fonctions d'interpolation avancées sur cinq axes, NUM fournit quatre servomoteurs monocâble SHX de 1,2 Nm, ainsi qu'un servomoteur BPX de dimensions réduites pour la tête, chaque moteur étant associé à un variateur de type NUMDrive X. La fourniture de NUM comprend aussi l'automate équipé d'un bus de terrain EtherCAT, ainsi qu'un grand écran tactile de 19 pouces pour l'interface homme-machine.

Le logiciel CNC fourni par NUM comprend des fonctions spécifiques de découpe au jet d'eau. La bibliothèque de formes intégrée dans l'interface de programmation interactive Flexium CAM permet de programmer très facilement un grand nombre de profils prédéfinis. L'opérateur sélectionne la forme souhaitée dans la bibliothèque, entre les dimensions souhaitées puis il ne lui reste plus qu'à créer la séquence de mouvements sans jamais avoir à



L'interface opérateur Flexium+ permet une utilisation intuitive.

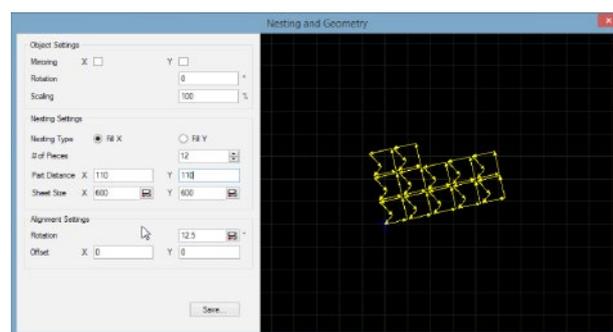


Tables de données technologiques intégrées pour optimiser les conditions de coupe.

Programmation simple et rapide grâce à Flexium CAM.

connaître le moindre code G. Les types de matériaux et les types de coupe peuvent alors être incorporés pour optimiser la vitesse de coupe du jet d'eau, et les pièces peuvent même être imbriquées.

Le logiciel du système Flexium+ contient plusieurs fonctions spécifiques ou optimisées pour la découpe au jet d'eau, l'une d'elles notamment pour assurer la précision lors de la découpe à grande vitesse. Comme l'explique Steven Schilling, directeur général de NUM Corporation à Naperville, Illinois: « Notre logiciel est doté d'une fonction intégrée de gestion progressive de la vitesse d'avance utilisée pour compenser les effets de déformation du jet sur les pièces plus épaisses. Cela permet une meilleure précision en garantissant une coupe précise sur toute la hauteur du matériau, ce qui est particulièrement sensible pour les vitesses de coupe élevées. De plus notre fonction de gestion des buses inclinées permet de compenser la conicité du jet. »



Répétition de motifs facilitée grâce à une page dédiée.

La nouvelle tête 5 axes de Koike sera présentée à Chicago lors de l'exposition IMTS 2018 du 10 au 15 septembre dans le bâtiment nord, niveau 3 stand 236244.



Machine K-Jet et Flexium+ : Ergonomie, efficacité et précision.

Service NUM



Le choix d'acquérir une machine-outil équipée de matériel NUM représente toujours un investissement à long terme. Nous favorisons l'idée du partenariat depuis la mise en œuvre de l'équipement jusqu'au service client sur site. Notre champ d'activité couvre le monde entier et nous voulons être disponibles partout pour vous avant même que des difficultés surviennent. C'est pourquoi notre devise pour le service est «Une longueur d'avance». Soutien et assistance internationaux tout au long du cycle de vie du produit.

Notre objectif est défini par le Service NUM dans le cadre d'un engagement clair, personnalisé et proactif. En collaboration avec nos clients, nous dressons un inventaire afin d'identifier tout potentiel d'améliorations. Nous pouvons ensuite les mettre en œuvre de manière ciblée et personnalisée. Nous ne nous concentrons pas sur le standard qui est plutôt la norme habituelle dans l'industrie, mais plutôt sur les besoins spécifiques et individuels des clients.

Les fabricants de machines tout comme les utilisateurs finaux ont accès au Service de NUM. En général, l'utilisateur final contactera d'abord le fabricant de la machine, car c'est lui qui connaît le mieux la machine dans son ensemble. Si nécessaire, NUM fournit alors un support direct et simple à ce dernier. Mais bien sûr les utilisateurs finaux bénéficient des mêmes services si le fabricant de la machine ne prend pas en charge les aspects liés au matériel NUM.

NUM dispose d'un réseau global et efficace de points de service et de succursales. Notre concept éprouvé à trois niveaux est structuré comme suit :

- NTC:** NUM Technology Center – Centre de compétence avec son propre entrepôt de pièces de rechange
- Agent:** Société partenaire indépendante de NUM avec entrepôt local de pièces de rechange. Les agents bénéficient d'un soutien et de formations régulières assurées par nos spécialistes
- Contact:** Intermédiaire local, communiquant dans la langue nationale du client et pouvant assurer l'interface avec le service centralisé

Grâce à nos agences nationales et à nos partenaires, les pièces de rechange sont livrées très rapidement. Chaque NTC dispose d'un stock local afin de minimiser les délais de livraison des pièces de rechange.

Pour garantir que les pièces de rechange requises se trouvent toujours dans l'entrepôt local de la filiale NUM en charge, nous avons introduit le processus de carte de garantie – il suffit de remplir la carte de garantie en ligne : <https://num.com/fr/support/garantie>. Grâce aux données ainsi récoltées, NUM peut assurer efficacement le stockage des pièces de rechange à proximité du client et réduire par conséquent les temps d'arrêt éventuels de la machine chez le client final. En contrepartie de ce petit effort, la garantie initiale du système NUM est prolongée d'un an.

Afin de minimiser les temps d'arrêt machine en cas de panne moteur, le service NUM peut proposer la production et la livraison de nouveaux moteurs axiaux en 48 heures. En raison de la grande variété (plus de 7 000 types de moteurs différents), il n'est évidemment pas possible de maintenir un stock complet de moteurs de remplacement dans l'entrepôt de pièces de rechange.



Les clients avec un contrat de service bénéficient d'une assurance de disponibilité encore supérieure. Ces contrats garantissent la disponibilité des pièces nécessaires dans les succursales de NUM respectives, en tenant compte des systèmes CNC installés sur le site de l'utilisateur. Ceci est particulièrement utile pour les systèmes plus anciens, pour lesquels la disponibilité des pièces de rechange devient plus difficile à gérer.

NUM attache une grande importance au support à long terme de ses systèmes de commandes et d'entraînement afin de garantir aux clients une durée de fonctionnement maximale. La plupart des pièces sont disponibles bien plus de 10 ans après dernière commercialisation ; elles sont remplacées par des produits compatibles lorsque la disponibilité de composants électroniques fait défaut. Ceci est illustré par le fait que le service client est toujours disponible pour des produits dont la commercialisation, terminée depuis longtemps, a eu lieu il y a plus de 30 ans.

Soyez convaincus et ayez « Une longueur d'avance. » Notre service clientèle est à votre disposition.

Une nouvelle jeunesse pour vos machines-outils

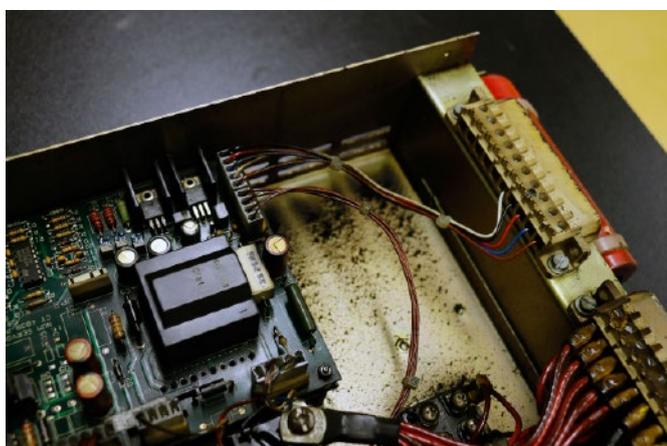
Les équipes Service de NUM aident les utilisateurs finaux à prolonger significativement la durée de vie de leurs machines, en fournissant, outre un diagnostic rapide, des solutions de maintenance et de réparation pour les systèmes CNC, les variateurs et leurs alimentations ainsi que les servomoteurs et ce dans le monde entier.

Les machines-outils à commande numérique sont des actifs précieux et pour aider à préserver leur valeur, elles nécessitent un entretien régulier. Cependant, le système CNC au cœur de la machine est souvent ignoré jusqu'à ce que, un malheureux jour, une défaillance subite ait de graves conséquences sur la productivité de tout l'atelier.

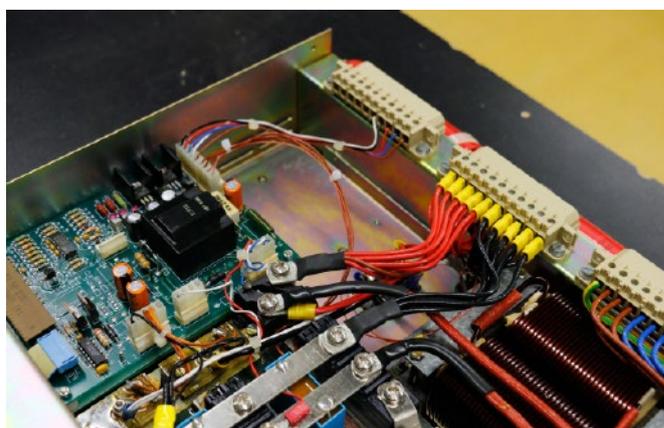
Pour NUM une maintenance préventive régulière est essentielle pour garantir la longévité des systèmes électroniques et même optimiser le fonctionnement des machines-outils en mettant à profit certaines des toutes dernières innovations. Au cours des 25 dernières années notamment, les équipes de Service ont ainsi participé à de nombreux projets de rénovation, allant du simple entretien des CNC associé à des réparations mineures, jusqu'au remplacement de servomoteurs et parfois même jusqu'à la remise à neuf de systèmes de pilotage complets.

Selon Steve Moore, directeur général de NUM au Royaume-Uni : « Nombre de nos utilisateurs finaux notamment dans les industries aérospatiales et automobiles sollicitent notre aide pour rénover les systèmes CNC, plutôt qu'en acheter de nouveaux, simplement parce que les délais de requalification ne s'accordent pas avec une production à forte demande. Environ 50 % de notre activité de service est effectuée sur site chez les utilisateurs finaux – et dans le cas des servomoteurs, notre usine en Italie est en mesure de fournir un service porte à porte en 3 jours. »

La capacité de service de NUM couvre aussi, bien évidemment, les générations précédentes de systèmes CNC de la société – y compris les séries 1020, 1040 et 1060 – ainsi que les variateurs avec leurs alimentations et servomoteurs associés.



Avant



Après

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 conception, 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.

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

www.num.com



facebook.com/NUM.CNC.Applications
twitter.com/NUM_CNC
linkedin.com/company/num-ag