

Les avantages du contrôle anticollision intégrés dans les systèmes de FAO

► **Qu'est-ce que le contrôle anticollision ?**

La principale exigence du contrôle anticollision est la détection des interférences entre le porte-outil, la machine elle-même et la pièce. Toutefois, un programme de contrôle anticollision intégré complet peut aller bien au-delà.

Dans la mesure où les algorithmes sont intégrés au système de FAO, ils disposent à l'aide d'un accès bidirectionnel à des informations bien nombreuses que le code CNC, l'outil et le modèle de la pièce. Les avantages supplémentaires peuvent inclure :

- une détection des collisions en temps réel,
- des suggestions de parcours alternatifs,
- des informations sur la longueur d'outil minimale requise pour terminer le travail,
- l'identification des zones de travail impossible d'accès et qui nécessitent un usinage plus poussé ou de processus alternatifs pour être terminées,
- la localisation des zones de matière en excès pour éviter les surcharges dynamiques de l'outil,
- la capacité d'éditer le parcours au cours de la programmation pour réduire le temps nécessaire au nouveau calcul d'un parcours avec collision,
- la prise en compte des limites d'axes spécifiques à la machine,
- l'optimisation des vitesses et des mouvements rapides pour réduire les temps de cycle,
- la capacité de vérifier la pièce complète par rapport au modèle d'origine.

► **Les avantages du contrôle anticollision**

Il est clair que le principal avantage du contrôle anticollision est d'éviter l'endommagement de l'outil, de la machine et de la pièce. Ceux-ci peuvent s'avérer très coûteux en termes de perte de temps, de réparation ou de remplacement d'équipement et de mécontentement client. Le contrôle anticollision intégré répond à ces exigences de base tout en procurant également de précieux avantages :

- Contribue à réaliser une plus grande partie ou la totalité de la pièce en une seule opération
- Permet l'utilisation des outils les plus courts et les plus rigides possibles
- Permet l'usinage en 3+2 axes et 5 axes en toute confiance

- Réduit les charges dynamiques des outils et augmente la durée de vie des outils
- Réduit les temps de programmation
- Modifie de manière intelligente le parcours afin de rendre la programmation simple et fiable
- Maximise l'utilisation de l'ensemble des capacités d'une machine
- Réduit les temps de cycle
- Produit la pièce correctement dès la première passe
- Aucune formation supplémentaire n'est nécessaire pour utiliser le logiciel.

► **Programmes de contrôle anticollision autonomes**

Le principal avantage de ces derniers est qu'ils vérifient le code CNC : ils ne reposent donc pas sur les calculs internes d'un système de FAO et sont conçus pour "prendre le contrôle" de la machine. Pour certaines applications, cette approche de sécurité est utile, mais constitue un coût supplémentaire considérable qui est inutile pour la majorité des pièces et qui ne se justifie que si l'on considère que le contrôle anticollision interne d'un système de FAO est non existant ou n'est pas fiable.

La même logique peut s'appliquer au système de vérification autonome : simule-t-il correctement la machine et quelle est la précision de son interprétation du code CNC ? Révérifier un parcours déjà vérifié via un contrôle anticollision intégré dans un système de FAO réduit naturellement le risque d'erreur non détectée, mais y avait-il un risque la première fois ?

Les systèmes de FAO modernes sont, généralement, très fiables. WorkNC, notamment, a un niveau enviable de fiabilité, permettant des parcours sûrs et prenant en compte entièrement la cinématique de la machine.

Les inconvénients de l'ajout d'un système de vérification autonome résident dans la formation supplémentaire et les compétences requises pour son fonctionnement, le temps additionnel nécessaire pour sa programmation - une nouvelle étape dans le processus de fabrication et le coût de l'investissement. Faire le choix d'un système de FAO tel que WorkNC qui dispose d'une fonction de contrôle anticollision intégrée et qui est réputé pour sa fiabilité est, bien entendu, la meilleure solution.

► **Détection des interférences**

C'est l'objectif principal d'un système de contrôle anticollision. Les systèmes intégrés et autonomes complètent cette fonction de base. Dans WorkNC, l'utilisateur peut définir une limite d'approche en plus de la surépaisseur, permettant ainsi au système de détecter les mouvements situés dans ces limites. De plus, l'utilisateur peut définir l'outil, son support et une partie de la broche de manière à permettre la vérification de tous ces éléments par rapport à la pièce, aux brides de fixation et à toutes les surfaces qui ne sont pas à usiner.

Pour un contrôle 3+2 ou 5 axes plus complexe, la machine peut être modélisée dans son intégralité de manière à ce que toute collision avec d'autres pièces de la machine puisse également être détectée. Pour accélérer le processus, WorkNC permet à l'utilisateur de visualiser et de contrôler uniquement les parties concernées du parcours. Par exemple, une grande pièce peut présenter une petite cavité complexe ; le programmeur sait déjà que c'est précisément cette zone qui sera susceptible de produire une collision. Le logiciel lui permet d'examiner uniquement la cavité, lui évitant de visualiser toutes les autres zones qui, selon lui, ne présenteront aucun problème.

Le dépassement des limites de la machine peut poser un sérieux problème, notamment dans les applications 5 axes. Chaque machine a ses propres particularités, en particulier sur les axes rotatifs. Par exemple, la machine Auerbach IA 5 B a une limite au niveau de l'angle d'inclinaison de -95° à $+95^{\circ}$ tandis que la machine DMG DMC 75V en a une de -110° à $+9.5^{\circ}$. WorkNC est capable d'en tenir compte de manière à pouvoir ajouter des mouvements de repositionnement ou de déroulement avant que les limites soient atteintes, permettant un usinage ininterrompu.

Cette technologie présente de nombreux avantages. Certaines sociétés peuvent utiliser une découpe d'essai pour s'assurer que le programme est correct. Cela prend un temps d'usinage précieux et réduit la capacité disponible, tout en s'ajoutant directement au coût des pièces. Avec un système de programmation fiable et une fonction de contrôle anticollision intégrée, cela devient complètement inutile.

La confiance dans le parcours produit repose sur les compétences des opérateurs, permettant à ces derniers d'obtenir la productivité maximale des machines. Les programmes non fiables occasionnent de graves interruptions du processus de production. Ce sont non seulement des coûts directs concernant l'outil cassé et la machine endommagée, mais également des coûts masqués dus au retard de production, à l'interruption d'autres tâches, aux blessures potentielles du personnel, à la mise au rebut de pièces, à la retouche des pièces, aux retards générés par des temps de correction excessifs des

programmes, aux temps d'immobilisation lors de l'attente de la réparation de la machine ou un nouvel outil, à un usinage plus lent dû à un opérateur faisant preuve de prudence et aux clients mécontents, ce qui peut avoir un impact sur l'activité future.

Faire le choix d'un système de FAO fiable comme WorkNC avec une fonction de contrôle anticollision intégrée permet aux sociétés d'éviter tous ces problèmes et de produire des programmes optimisés permettant à l'usinage CNC de devenir l'opération simple qu'elle est censée être.

Comme l'indique Simon Doleman, Responsable fabrication pour Expert Tooling & Automation : "Pour nous, WorkNC a une importance primordiale et nous en sommes très contents. Ce qui était une source de problèmes dans le passé est maintenant une routine. Nous avons une confiance absolue dans les résultats produits par WorkNC. Nous sommes également ravis du support assuré par SESCOI. Sur site, les ingénieurs de SESCOI nous ont aidé à faire fonctionner parfaitement les programmes 5 axes que nous avons fournis sur les machines de nos clients."

► **Détection des collisions**

Cette fonction est possible uniquement dans un système de FAO avec une détection anticollision intégrée, car toute interférence entre le porte-outil et la pièce doit être saisie dans les calculs du parcours de manière à pouvoir calculer une nouvelle solution sûre au fur et à mesure de la programmation.

Un système autonome peut fonctionner uniquement avec le code CNC généré ou les données CL (emplacement de coupe). Ainsi si une collision est détectée, le programmeur doit retourner dans le système de FAO, localiser l'erreur, la corriger, puis recalculer le parcours. Parfois cela peut prendre beaucoup de temps.

WorkNC calcule automatiquement des parcours sans collision à la fois pour l'ébauche et l'usinage 5 axes. Pour les parcours d'ébauche, il génère uniquement des parcours sans collision et met à jour le modèle de brut pour montrer où il reste de la matière. Le programmeur peut alors voir clairement qu'il est nécessaire de recourir à des opérations de semi-finition supplémentaires. Cela peut impliquer l'utilisation d'un outil différent, l'orientation de la pièce pour un usinage en 3+2 axes ou en 5 axes.

Pour les opérations de finition, qui par définition ne requièrent l'enlèvement que d'une petite quantité de matière, WorkNC peut calculer le parcours et le diviser en sections avec ou sans collision. Pour la section avec collision, le système conseille une nouvelle

longueur d'outils pour un usinage en toute sécurité. Le programmeur peut soit accepter la solution proposée, soit choisir d'accéder à ces parties de la pièce par d'autres moyens. Dans ce cas, le modèle de matière restante montre clairement les zones non usinées. Si l'usinage est impossible, l'ingénieur peut utiliser le modèle de matière restante pour voir exactement ce qu'il reste à faire pour finir la pièce et peut alors produire la finesse du détail via l'électroérosion par exemple.

Enfin, la programmation 5 axes requiert un certain niveau de vérification et de contrôle anticollision. Le risque de cassure de l'outil et de son support dans la pièce est plus grand et la probabilité de dépassement des limites de rotation de la machine est plus grande. Le modèle Auto 5 de WorkNC résout dynamiquement ces problèmes et simplifie la programmation en une seule étape simple.

La programmation 5 axes simple est obtenue en préparant un parcours 3 ou 3+2 axis normal à l'aide de n'importe quelle stratégie d'usinage d'ébauche ou de finition de WorkNC. Le résultat est ensuite transmis au module Auto 5, qui modifie automatiquement le parcours en parcours 5 axes continu complet. Auto 5 offre neuf options permettant de contrôler la manière dont les mouvements 5 axes sont générés, offrant la possibilité au programmeur de choisir la meilleure solution pour la topologie de surface.

Les options les plus populaires du module Auto 5 sont les suivantes :

- Vertical : l'outil est maintenu aussi vertical que possible et est incliné seulement si nécessaire pour atteindre une zone complexe.
- Constant à l'axe : l'outil est maintenu autant que possible à un angle constant par rapport à la verticale.
- Normal à la surface : l'outil est perpendiculaire à la surface usinée (convient le mieux aux formes linéaires).
- Pas de changement : l'outil reste autant que possible au même angle. De trop nombreux mouvements rotatifs ralentiraient considérablement la machine, aussi le fait de maintenir l'angle constant jusqu'à ce qu'il soit absolument nécessaire de le modifier a-t-il pour avantage de permettre de réduire considérablement les temps d'usinage.

Lors de la génération de parcours 5 axes, le logiciel vérifie en continu l'absence de collision avec le support et avec les limites de la machine. En cas de rapprochement des limites, WorkNC introduit automatiquement des mouvements de basculement et de déroulement sur les axes rotatifs. Cela permet un fonctionnement continu de la machine et la finition

d'une plus grande partie de la pièce en une fois. Si ce contrôle n'est effectué qu'une fois le projet postprocessé, la probabilité de collision est très grande lorsque le contrôle est réalisé via un système de vérification autonome. Le programmeur devra alors retourner dans le système de FAO, localiser l'axe dépassé, le corriger, puis postprocesser de nouveau le projet et enfin vérifier de nouveau le parcours. Il est préférable d'éviter les collisions dès le début, tel que le fait WorkNC, en vérifiant les interférences et les limites au moment de la programmation.

Drazen Vincekovic, de la société Adelaide Pattern Tooling & Design, explique la manière dont ils utilisent WorkNC Auto 5, qui convertit automatiquement les parcours 3 axes en parcours 5 axes : "Nous commençons généralement avec une fraise cylindrique de 40 mm et une ébauche haute puissance, puis nous effectuons une reprise d'ébauche avec un outil à plaquette rapportée de 16 mm et une carbure de 10 mm, en descendant jusqu'à 1 mm avec les parcours Reprise en contournage et Contours 3D avec parallèles de WorkNC. Nous exécutons tous les parcours via Auto 5, ce qui nous permet d'effectuer la reprise de parois entre 70-80 mm de haut avec les outils les plus courts possibles, en inclinant l'outil en 5 axes pour atteindre les zones de la pièce qui autrement seraient inaccessibles. Désormais, nous n'utilisons plus d'outils d'électroérosion. Auparavant, nous utilisions 10 ou 20 électrodes sur chaque modèle. Nous avons gagné 40 % de temps."

► **Visualisation de la machine dans son intégralité**

Aussi bien les systèmes de contrôle anticollision autonomes qu'intégrés dans un logiciel de FAO en sont capables. Cela est généralement nécessaire uniquement pour les programmes 5 axes, et même pour ces derniers, cela peut se limiter aux zones potentiellement problématiques évidentes, telles que les cavités ou les grandes zones surélevées.

WorkNC utilise le module VisuNC, dans lequel l'utilisateur peut modéliser toute la machine ainsi que l'ensemble de ses limites d'axe. En exécutant le programme 5 axes via VisuNC, le programmeur peut identifier les zones à problème, puis éditer le parcours si nécessaire. VisuNC met automatiquement en surbrillance les collisions ou limites de collision et permet au programmeur d'exécuter des fonctions telles que la découpe d'une partie du parcours, son lissage ou l'ajout de points supplémentaires au début ou à la fin.

Les opérateurs pourront trouver cela très utile pour les parcours 5 axes standard de WorkNC, tels que l'usinage de tubes, de pales ou roulant : le module Auto 5 évite les collisions lors du calcul. Pour ces applications plus spécialisées, l'avantage est qu'il permet de réaliser le contrôle dans le même environnement que la programmation et de modifier les parcours au fur et à mesure de la progression de la programmation. Les systèmes autonomes permettent d'obtenir les mêmes résultats, mais à partir de données postprocessées. Cela signifie que les ingénieurs doivent retourner dans le système de FAO pour apporter les corrections, ce qui à la fois prend du temps et ajoute à la complexité.

Comme l'affirme Jon Ingleby de la société Gordon Murray Design, qui développe la voiture T.25 : "Nous n'avons jamais eu aucun problème avec WorkNC. Nous pouvons le laisser procéder à la découpe la nuit entière avec une totale confiance dans les résultats pendant que nous réalisons d'autres tâches."

► **Optimisation du parcours**

Pour réduire les temps de cycle, les opérateurs veulent réduire les trajets hors matière, le nombre de mouvements de retrait et d'approche, les parcours à mouvements rapides et maintenir l'outil dans la matière autant que possible. De plus, ils doivent maintenir la charge de l'outil constante et basse, produire des parcours homogènes et supprimer les changements de direction soudains.

En plus de réduire les temps d'usinage, la mise en œuvre de ces principes permet d'augmenter la durée de vie de l'outil, de réduire l'usure de la machine et d'améliorer la qualité de la pièce finie.

Les systèmes de vérification autonomes ont parfois la capacité d'optimiser le parcours de cette manière, associant les parcours, optimisant les vitesses et supprimant les trajets hors matière.

WorkNC inclut déjà ces fonctions dans ses parcours. Des mouvements trochoïdaux sont introduits le cas échéant, le lissage des angles supprime les changements de direction soudains, de nouveaux algorithmes ont réduit le nombre de mouvements de retrait et les modèles de brut et de matière restante assurent la réduction à un minimum des trajets hors matière. Par ailleurs, la connaissance de l'emplacement et de la profondeur de matière à usiner permet au logiciel de maintenir la charge de l'outil constante, réduisant ainsi considérablement les risques de cassure de l'outil, même dans les matières dures à usiner.

Pour relever l'optimisation au niveau supérieur, SESCOI peut offrir CSpeed, qui fonctionne sur les données postprocessées et utilise les calculs volumétriques pour affiner les vitesses de coupe. Cette étape

supplémentaire peut s'avérer particulièrement utile pour les outils de coupe fins et longs et pour les matières dures, améliorant les conditions de coupe et réduisant davantage les temps de cycle.

► **Simplicité, vitesse et productivité**

Le fait d'être en mesure de détecter les collisions au sein du système de FAO présentent des avantages majeurs pour les programmeurs. Avoir à apprendre un seul système élimine tout risque de confusion pouvant survenir lorsque que l'on doit utiliser plusieurs progiciels. WorkNC a été particulièrement conçu pour être très facile à utiliser. Cela présente de nombreux avantages, y compris la possibilité de programmer au pied de la machine, de faire appel à plus de personnes comme opérateurs, ce qui améliore la souplesse du personnel et permet une courbe d'apprentissage plus courte, des niveaux d'utilisation plus élevés du logiciel et des programmes CNC fiables.

La vitesse de programmation est considérablement élevée sur un système intégré dans la mesure où la programmation et le contrôle anticollision s'effectuent en même temps. La fonction de contrôle anticollision va même plus loin en permettant la modification du parcours à l'avance plutôt qu'après, cette dernière méthode étant la seule possible sur les systèmes de vérification autonomes basés sur le code CNC.

La fonction de contrôle anticollision intégrée permet d'augmenter les niveaux de productivité. Des outils plus courts et plus rigides peuvent être utilisés, tout comme les techniques 5 axes qui vont permettre l'usinage de pièces en une seule opération et avec une plus grande qualité. Les opérateurs et les responsables ont confiance dans les parcours fiables produits, ce qui augmente l'efficacité de chaque machine et permet un fonctionnement sans surveillance en dehors des horaires de travail normaux.

CERPI a réussi dans le secteur aérospatial avec l'aide de WorkNC. Comme l'explique Louis Ristic : "L'arrivée de l'usinage 5 axes dans WorkNC a été une réelle avancée pour nous, car nous disposons désormais de toutes les fonctionnalités nécessaires à la création de programmes d'usinage 5 axes performants. Comme il est très facile à utiliser, nous avons réduit les temps de programmation d'un facteur de 4 ou 5, nous sommes capables de modéliser la géométrie de la pièce et la cinématique de la machine d'usinage afin de simuler et de valider nos programmes à l'écran avant la fabrication. Cela offre une sécurité accrue, rend le test inutile et nous permet de laisser tourner les machines sans supervision toute la nuit, ce qui est particulièrement utile pour les opérations avec des temps de cycle long, telles que pour Airbus."

Conclusion

Les programmes de contrôle anticollision autonomes ont leur place, mais pour la majorité des applications, les systèmes de FAO tels que WorkNC qui disposent d'une fonction de contrôle anticollision intégrée, exécutent exactement le même travail et présentent cependant des avantages significatifs en termes de facilité d'utilisation, de fonctionnalités plus avancées, de fonctionnement interactif et de vitesse.

L'avantage le plus important des systèmes intégrés est la détection des collisions, qui n'est pas disponible sur les systèmes de vérification autonomes. Elle permet de corriger le parcours au fur et à mesure de la programmation. Il n'est donc plus nécessaire de localiser et de corriger les erreurs une fois le projet postprocessé. La détection des collisions produit un parcours efficace, sûr et rapide.

Avant, les systèmes de FAO étaient moins fiables, mais les systèmes modernes comme WorkNC se sont révélés sûrs dans leur fonctionnement. Un grand nombre de ses utilisateurs réalisent régulièrement un usinage sans surveillance en toute confiance, la répétition de l'étape de vérification via un système autonome est donc inutile, prend du temps et coûte cher. En mettant en œuvre WorkNC avec sa fonction de contrôle anticollision intégrée, les sociétés obtiennent un système qui optimise le processus d'usinage pour une productivité et une rentabilité maximales.