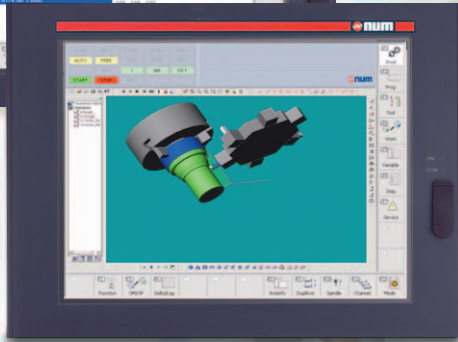
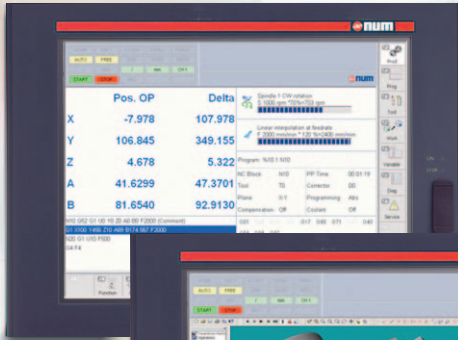


num

N° 40 - April 2004

information

Neue PC- Bedienfelder



PRODUKTE
Neues im Bereich der
Zahnradbearbeitung

LÖSUNGEN
Bearbeitung von
Holzmodellen

Schneider
 **Electric**

Num : CNC Complete Solutions



“Für das Jahr 2004 haben wir alle Trümpfe auf unserer Seite”

Philippe Toinet, Vertriebs- und Marketingleiter, erklärt, wie die Prognosen von Num für das Jahr 2004 aussehen.

Philippe Toinet, Vertriebs- und Marketingleiter von Num

Das Jahr 2003 hat mehrere Veränderungen bei der Organisation von Num mit sich gebracht. Welche Auswirkungen haben sich daraus ergeben?

Die Neupositionierung von Num innerhalb des Schneider-Electric-Konzerns und ganz besonders im Unternehmensbereich Motion hat selbstverständlich Veränderungen mit sich gebracht: Die Fertigung der CNC-Steuer-

rungen ist nach Carros in Südfrankreich verlagert worden, dem weltweiten Zentrum des Schneider-Electric-Konzerns für die Herstellung von Automatisierungsprodukten und Steuerungen. Unsere Niederlassung in Argenteuil ist nach Colombes umgezogen, wobei auch der neue Standort bei Paris liegt. Unsere Niederlassungen in Deutschland und Großbritannien sind ebenfalls umgezogen, um unsere Standorte besser an ihre Vertriebstätigkeit anzupassen. Wir haben unseren Filialen mehr Selbständigkeit übertragen, wodurch

sie reaktionsfähiger werden und ihre Nähe zum Kunden verstärken können. In einem Jahr macht dies wirklich viel aus. Hat aber Claude Mandil, Exekutivdirektor der Internationalen Energieagentur, nicht gesagt, dass die Effizienz in der permanenten Mobilität liegt? Ich glaube, dass man in der Tat keine Angst davor haben darf, das Problem bei sich selbst zu suchen und den Lösungsweg umzusetzen, wenn man sich verbessern will.

Welche Pläne haben Sie für 2004?

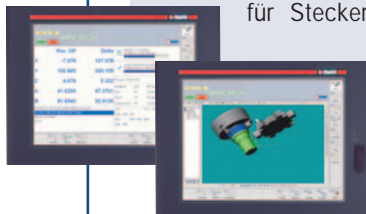
Wir haben flexible und dynamische Strukturen

eingesetzt, um unseren Mehrwert für den Kunden zu steigern. Zum Beispiel organisieren wir unsere Dienstleistungen wie Produktlinien, um eine globale und konkrete Vorgehensweise zu erreichen. Wir erweitern unser Produktangebot und passen es so weit wie nur möglich an die Anforderungen unserer Kunden an. Wir haben also alle Möglichkeiten auf unserer Seite. Die wichtigen Messen wie die Industriemesse Machine-outil 2004 in Frankreich, Xylexpo in Italien und GrindTec in Deutschland, die alle in den ersten sechs Mona-

ten 2004 stattfinden, werden eine gute Bewährungsprobe für unsere zahlreichen Neuheiten sein. Wir werden dort unsere neuesten Grafikfunktionen (siehe Seite 2) vorstellen, die bereits bei ihrer Vorpremieren-Vorstellung auf der EMO in Mailand sehr viel Aufmerksamkeit auf sich zogen. Auch unsere neuen PC-Bedienfelder (siehe Seite 2) stellen wir aus. Wir werden mit unserem Paket „Verzahnung“ (siehe Seite 3) auf dem Markt zeigen, dass wir uns primär auf die Applikation konzentrieren, um die beste Lösung zu finden.

Neue Grafikfunktionen von Num

Bereits als Vorpremiere auf der EMO in Mailand und auf der Werkzeugmesse Machine-outil 2004 wurden sie vorgestellt: die neuen Grafikfunktionen von Num. Sie sind das Ergebnis der Partnerschaft mit dem CAM-Softwarehaus DP Technology. DP Technology hat sich zum Ziel gesetzt, ein echtes CAM-System für Fräs- und Drehbearbeitung in die CNC-Steuerungen der Axiom Power zu integrieren. Drei Leistungsstufen werden verfügbar sein. Die erste Leistungsstufe dient als Basis für PC-Bedienfelder und bietet ein besonders benutzerfreundliches und didaktisches 2D-Bearbeitungsprogramm. Die zweite Leistungsstufe ermöglicht die 3D-Simulation des Bearbeitungsprogramms durch die G-Funktionen der CNC-Steuerung. Mit dieser Stufe kann ein Programm wirklich getestet werden, denn der Bediener sieht ganz genau, wie die einzelnen Bearbeitungsschritte und die speziellen Zyklen ablaufen. Die dritte Leistungsstufe eröffnet dem CNC-System alle CAD-Funktionen von Esprit, dem CAM-System von DP Technology. Diese vollständige Integration der CAD-Funktionen ermöglicht es, unter Berücksichtigung aller technologischen Bearbeitungsdaten Volumenmodelle je nach Erfordernis direkt in der CNC-Steuerung zu ändern.



Erweitertes Angebot an PC-Bedienfeldern

Die neuesten PC-Bedienfelder von Num, die erstmals 2004 auf der Industriemesse in Paris vorgestellt wurden, zeichnen sich durch ein hervorragendes Preis/Leistungs-Verhältnis und reduzierten Platzbedarf aus. Die "Compact Num iPC" genannten Bedienfelder sind mit zwei unterschiedlichen Mikroprozessoren verfügbar: die erste Ausführung mit einem Pentium4 1,7 GHz für Applikationen bei SCADA-Systemen und die zweite mit einem Celeron 667 MHz für die eher klassischen Applikationen bei der Bedieneroberfläche. Ihre großzügige Kommunikationsausstattung (1 Ethernet-Anschluss, 4 Ports RS-232, 2 USB-Ports, 2 PCMCIA-Ports und 1 PCI-Steckplatz) verleiht den PC-Bedienfeldern besondere Anpassungsfähigkeit. Durch diese Vielfalt von Anschlussoptionen, kombiniert mit anwendungsgerecht wählbarer Rechen- und Speicherleistung, werden die Bedienfelder den unterschiedlichsten Anforderungen gerecht.

Der 15"-Bildschirm der PC-Bedienfelder besticht selbst bei unterschiedlichen Beleuchtungsbedingungen stets durch helle, kontrastreiche Abbildung. Darüber hinaus sind an vielen Arbeitsplätzen die Touchscreen-Funktionen von besonderem Vorteil, insbesondere weil die Funktionstasten ohne Benutzung einer Tastatur zugreifbar sind.

Die neuen PC-Bedienfelder zeichnen sich dank ihrer Tiefe von nur 95 mm hinter der Frontplatte (Fronttiefe 5 mm) durch besonders geringen Platzbedarf aus. Die Zusammenlegung aller Anschlüsse auf der Unterseite des Gehäuses vereinfacht die Installation der Bedien-PCs, da keine zusätzliche Schranktiefe für Stecker und Kabel benötigt wird. Industriegerecht ist die Robustheit der neuen Steuer-PCs: Sie sind gegen Stöße und Schwingungen besonders unempfindlich.

Die neuen PC-Bedienfelder zeichnen sich dank ihrer Tiefe von nur 95 mm hinter der Frontplatte (Fronttiefe 5 mm) durch geringen Platzbedarf aus.

Verzahnungen

Einfach programmierbare Komplettlösungen

Zahnräder sind Individualisten, bei denen spezielle Profilformen oftmals individuelle Programmierung der Fräsmaschinen erfordern. Viele Zahnräder lassen sich jedoch einfacher, schneller und kostengünstiger mit Software fertigen, die intelligente Assistentenfunktionen bereitstellt. Auf dieser Basis haben die Ingenieure von Num Komplettlösungen entwickelt, die alle wesentlichen Anforderungen erfüllen.

Die Kinematik einer Verzahnungsmaschine entspricht fast immer dem gleichen Schema (siehe Abb. 1): Die Maschine ist mit einer Spindel für das Werkzeug und einer synchronisierten Achse für das Werkstück ausgestattet, wobei die Verschiebungen der Werkzeugspindel und der Werkstückträgerachse genau aufeinander abgestimmt werden. Die Anzahl an synchronisierten Achsen weicht je nach Komplexität ab.

An die Bedürfnisse angepasste Pakete
Jetzt bietet Num für die Familien der CNC Num Power und der Axiom Power zwei Softwarepakete zum Verzahnungen an, die die bisherigen Fräsfunktionen vervollständigen. Jedes Paket besteht aus einer

Reihe von G-Funktionen, die Verzahnungszyklen durch Anwendung von Schleifscheiben oder Messern ermöglichen und zusätzlich Makros zum Werkzeugwechsel sowie zum Freifahren von Werkzeugen enthalten.

Mit dem Grundpaket synchronisiert die CNC-Steuerung die Aufwärts- und Abwärtsbewegung der Fräse (Z-Achse) mit der Werkstückdrehung (C-Achse) und der Werkzeugträgerspindel. Diese Konfiguration ist also für einfache Maschinen mit drei Achsen (X, Z, C) und einer Spindel vorgesehen. Mit dem zweiten Paket synchronisiert die CNC-Steuerung zusätzlich zur Z- und C-Achse die Tangentialverschiebung des Werkzeugs (Y-Achse). Diese Lösung kann alle Anwendungen mit bis zu sechs Achsen (X, Y, Z, A, C, W) und einer Spindel



abdecken. Darüber hinaus weitet sie den Anwendungsbereich auf Zahnräder mit Schräg- und Spiralverzahnung aus. Zu diesen zwei neuen Paketen kommt außerdem die Funktion der „Selbstausrichtung“ hinzu. Sie ermöglicht Bearbeitungskorrekturen, die automatisch nach dem Schrumpfen oder nach einer Bearbeitung durchgeführt werden. Diese Funktion ist ebenfalls bei der Ausrichtung von

Zähnen zu lösen, wenn zwei Zahnräder auf derselben Achse fertig bearbeitet werden (siehe Foto). Die genaue Bestimmung der Position des ersten Hauptzahnrades über einen berührungslosen Geber ermöglicht die perfekte Positionierung des Werkzeugs für das zweite Hauptzahnrad. Die Zähne des zweiten Hauptzahnrades sind nun perfekt an denen des ersten Hauptzahnrades ausgerichtet.

Beim Programmieren seiner Maschine wird der Anwender durch eine Reihe von Fragen und Antworten mit dazu passenden Grafikanzeigen geleitet.

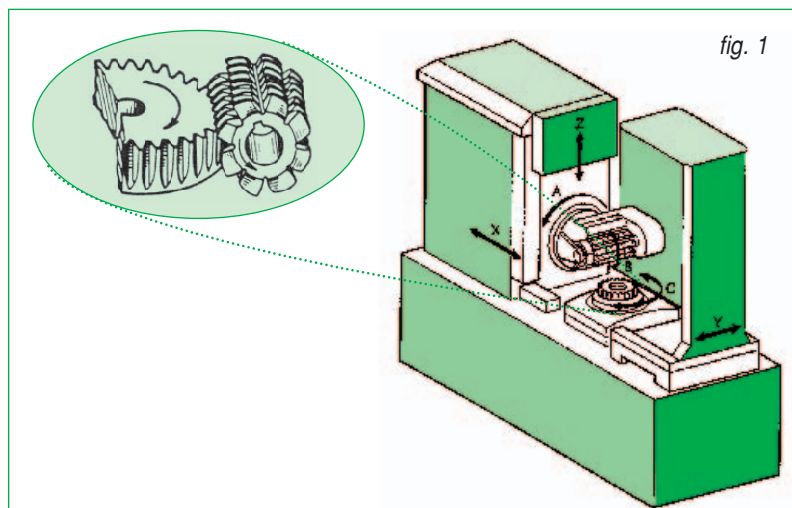


fig. 1

X-Achse - radialer Vorschub der Wälzfräse im Vergleich zum Zahnrad; Y-Achse - das tangential Abtasten des Wälzfräasers ermöglicht, die Werkzeugabnutzung zu verwalten und Zahnrädern mit Schrägverzahnung zu bearbeiten; Z-Achse - Axialbewegung des Wälzfräasers im Zahnrad für die Bearbeitung; A-Achse - Neigung der Werkzeugachse zur Einstellung des Wälzfräasers bei Bearbeitungen von Zahnrädern mit Schrägverzahnung; C-Achse - Werkstückrotation; B Rotation der Werkzeugachse.

(Ende Seite 4)

Vereintes Europa im Maschinenbau

Italienische Maschinen, französische Steuerungen und ein zufriedener Kunde auf der britischen Insel: Das ist erfolgreiche europäische Harmonisierung im Werkzeugmaschinenbau.

Cosmec stellt seit 1960 Spezialmaschinen für die Holz- und Kunststoffbearbeitung her. Der italienische Maschinenhersteller bietet eine Palette von Standardmaschinen, die er entsprechend den Anforderungen seiner Kunden zusammenstellt und adaptiert. Speziell die außerordentliche Vielfalt der Ausstattung mit Bearbeitungswerkzeugen ist eine besondere Stärke von Cosmec.

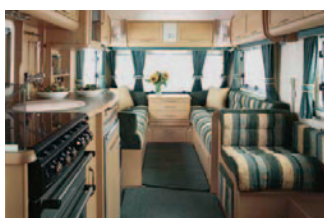
Präzision für edle Wohnwagen

Swift, der britische Marktführer für Wohnwagen und Wohnmobilen, ist besonders für seine qualitativ hochwertigen und eleganten Inneneinrichtungen aus Holz bekannt. Im Zuge der Neustrukturierung der Möbelherstellung entschied man sich für eine Maschine von Cosmec, die sich durch Schnelligkeit und Präzision auszeichnet.

Die Wahl fiel auf ein Bearbeitungszentrum der Baureihe NR – einen Klassiker im Programm von Cosmec, der seit über 30 Jahren in verschiedensten

Ausführungen mit drei bis fünf Achsen und unterschiedlichsten Werkzeugausrüstungen produziert wird. Ausgestattet ist die Maschine mit feststehendem Portal und beweglichen Tischen. Die beiden Drei-Achs-Bearbeitungsköpfe mit einer Leistung von 10 kW verfügen jeweils über einen Werkzeugwechsler mit zwölf Plätzen. Zwei getrennt arbeitende Tische ermöglichen das Be- und Entladen in Echtzeit während der Bearbeitung.

Das Ganze wird von einem CNC-System Num Power 1050 gesteuert: „Wir benötigten Präzision und Rechenleistung, um die gesamte Maschinenkinematik simultan zu überwachen und somit maximale Zeitoptimierung zu gewährleisten“, erklärt Dr. Dimitri Tansini, der Inhaber von Cosmec: „Swift legte außerdem auf die Kompatibilität mit dem schon vorhandenen Maschinenpark großen Wert.“ Nachdem sich die Cosmec-Maschine mit Num-Steuerung in der Praxis bereits bestens bewährt hat, zeigt sich, dass dies ein europäisches Projekt mit Zukunft ist: Swift hat nämlich schon weitere Maschinen bestellt!



Angesichts der vielen Fertigungsvarianten benötigte Swift große Flexibilität.

Verzahren (Folge)

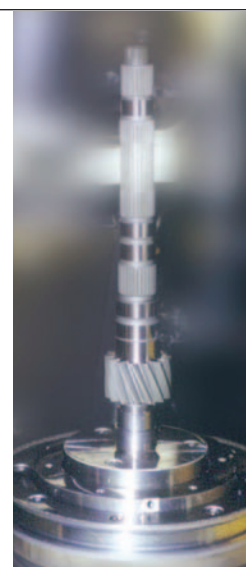
Grafikfunktionen bieten Hilfestellung Eine wesentliche Unterstützung bei der Bearbeitung von Zahnrädern stellt die grafische, interaktive Bedienoberfläche dar. So kann der Anwender Bearbeitungsprogramme erstellen, indem er einfach eine bestimmte Anzahl von Fragen beantwortet, die das zu bearbeitende Werkstück und die verwendete Wälz-

fräse betreffen (siehe Fotos). Die ISO-Sprache braucht er dafür gar nicht zu kennen! Diese Vorgehensweise wird durch Grafiken zu den unterschiedlichen Elementen (Werkstücke und Werkzeuge) zusätzlich vereinfacht. Die Bedienoberfläche verwaltet darüber hinaus die Werkzeugabnutzung, wodurch sich der Einsatz der Wälzfräse so optimieren

lässt, dass die gesamte Oberfläche dieses oft sehr teuren Werkzeugs genutzt wird. Diese Möglichkeit ist besonders interessant, da sie Abweichungen verhindert und dadurch langfristig hohe Qualität gewährleistet. Diese neuen Funktionen stellen eine technisch effiziente und wirtschaftlich günstige Lösung für Standardanwendungen dar,

die sich gleichermaßen für neue oder aufzurüstende Maschinen eignet. Sobald die Anforderungen spezifischer werden, greift Num auf seine Erfahrung zurück, um individuelle Lösungen zu entwickeln (siehe Artikel S. 11).

Beispiele für mehrere Zahnräder auf derselben Achse.



Übersicht der Möglichkeiten, die die neuen Pakete hinsichtlich der Verzahnung bieten.

CNC-System	Anzahl an Achsen min./max.	Package Basic	Package Advanced				
Num Power 1020	3/4	●	○	●	○	○	○
Num Power 1040	3/5	●	●	●	●	●	●
Num Power 1060	3/8	●	●	●	●	●	●
Num Power 1080	3/32	●	●	●	●	●	●
Axiom Power	4/32	●	●	●	●	●	●

● verfügbar ○ nicht verfügbar

Wasserstrahlbearbeitung

Wie schneidet man 160 mm Titan mit Wasser ?

Das Schneiden mit dem Wasserstrahl unter Hochdruck war für Baumwolle, Lebensmittel, verschiedene Metalle und Gestein schon bekannt. Bislang hielten sich aber die Materialstärken noch in Grenzen. Die Spezialisten von Aquarese haben jedoch für den Triebwerkshersteller Snecma Moteurs eine Maschine entwickelt, die über 100 mm dicke Teile aus Titan schneiden kann.

Das französische Unternehmen Aquarese hat sich auf Ultrahochdruck (2000 bis 4000 bar) spezialisiert und diese Technik für die verschiedensten Bearbeitungen wie Schneiden, Oberflächenbehandlung, Mikrobohren und Entgraten optimiert. „Unsere Dienstleistungen reichen von der Realisierbarkeitsanalyse eines Projekts bis zur Komplettbearbeitung von Teilen“, erläutert Bruno Galiot, Projektverantwortlicher bei Aquarese. „Wir passen unsere Dienstleistungen den Bedürfnissen unserer Kunden genau an und setzen auf langfristige Zusammenarbeit, damit das gemeinsam gewonnene Know-how auch optimal genutzt wird.“ In diesem Rahmen ging Aquarese für Snecma Moteurs, französischer Hersteller von Strahltriebwerken für die Luft- und Raumfahrt, eine echte Herausforderung ein. Zu beweisen galt: Fünffachs-Schneiden mit Wasserstrahltechnik stellt einen realen wirtschaftlichen Gewinn dar und kann in der Luftfahrtindustrie das Fräsen von über 100 mm dicken Rohteilen aus Titan vorteilhaft ersetzen.

Wette gewonnen

Selbst wenn einige Punkte noch offen sind, um die Zuverlässigkeit des Prozesses völlig zu sichern: Der Beweis ist erbracht. Zahlreiche Schwierigkeiten hinsichtlich der Stärke und der Beschaffenheit des Materials sind schon überwunden.

Das Wasserstrahlschneiden auch von sehr harten Materialien bis hin zu Edelstahl und Granit ist zwar grundsätzlich nicht neu. Doch die Anwendung dieser Technik bei derartigen Materialstärken stellt in der Luftfahrtindustrie eine Premiere dar. „Die Ergebnisse, die wir bei Dicken bis zu 160 mm erzielen, sind sehr zufriedenstellend“, betont Bruno Galiot. „Dabei ist Titan das Metall, welches das beste Stärke/Gewicht-Verhältnis aufweist. Seine Bearbeitung ist aus diesem Grund sehr schwierig und geht weit über das einfache Schneiden hinaus: Wir haben es hier mit einer richtigen Bearbeitungstechnik zu tun.“

Die verwendete Maschine setzt sich aus einem Fünffachs-Portal und einem Drehtisch zusammen. Die Achsen werden durch ein CNC-System Axiom Power gesteuert, wobei die Funktion RTCP (Rotating around Tool Center Point) es ermöglicht, den Winkel des Wasserstrahls entsprechend der Laufrichtung zu optimieren. Dies ist sehr wichtig, weil sich der Wasserstrahl mit zunehmender Länge

immer schwerer steuern lässt – ähnlich einem Faden, der nur an einem Ende festgebunden ist. Die Offenheit der Axiom Power ließ die Erstellung von neuen, anwendungsspezifischen Seiten und der zugehörigen Steuerfunktionen in das MMI des Systems problemlos zu.

Der Fertigungsprozess wird in das MMI integriert. Aus Sicherheits- und

Zuverlässigkeitsgründen müssen bei der Bearbeitung die Wasserdruck, Wasser- und Schleifmittelmenge ständig überwacht werden. Jegliche Abweichung dieser Parameter könnte zu Produktionsfehlern führen. Schneller Zugriff auf diese Daten muss daher stets gewährleistet sein.

„Wir haben zum Kontext der CNC noch zwei zusätzliche Positionen entwickelt“, erläutert Bruno Galiot. „Mit der Taste ‚Produktionsablauf‘ lässt sich jederzeit eine graphische Darstellung der von der SPS kontrollierten Messwerte aufrufen. Diese Funktion dient vor allem der Qualitätskontrolle: Anhand der Seriennummer wird der gesamte Produktionsablauf dokumentiert. Darüber hinaus gelangt man mit der Taste ‚Aquarese‘ zu den Wartungsfunktionen.“

Diese Daten werden auf der Festplatte des PC-Bedienfelds gespeichert und sind über das Netzwerk abrufbar. Die Teileprogramme können ebenfalls direkt über das CAD/CAM-System übertragen werden.

„Diese Maschine bietet zweifellos sowohl wirtschaftliche wie auch technische Vorteile“, schließt Bruno Galiot. „Wir haben schon weitere Anfragen aus der Luftfahrtindustrie für ähnliche Schneidanlagen.“



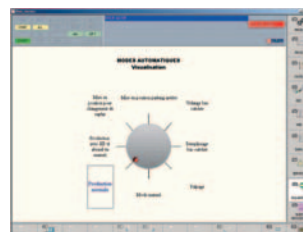
Snecma Moteurs ist einer von Europas führenden Herstellern von Strahltriebwerken für die Luft- und Raumfahrt (Bild: Snecma)



Steuerpult der Wasserstrahl-Maschine



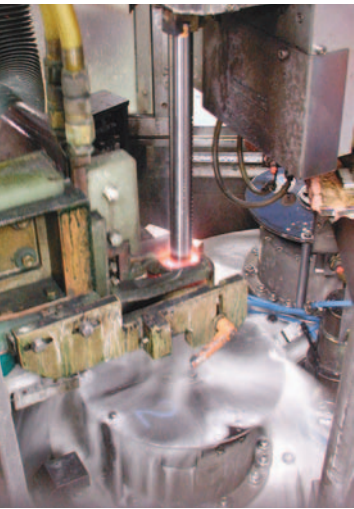
Speziell für Aquarese wurde die Bedienoberfläche der Axiom Power um neue Funktionen erweitert.



Automobilzulieferung

Härtemaschine erhält zweites Leben durch Retrofitting

Als Spezialist für die Herstellung von Lenksystemen für Automobile hat sich KSDSE bei der Aufrüstung einer wichtigen Maschine für die CNC-Steuerung Axium Power von Num entschieden.



Die Verschiebung des Induktors im Verhältnis zum Werkstück muss exakt gesteuert werden.

Die zunehmende Verbreitung von elektrisch gestützten Servolenkungen trägt heute wesentlich zum Erfolg neuer Automodelle bei: Erhöhte Zuverlässigkeit, Platzersparnis und niedrigere Produktionskosten sind Trümpfe, die Automobilhersteller gerne nutzen. So war denn auch die jahrelange Erfahrung des ehemaligen Werkes von PSA Peugeot Citroën in Dijon auf diesem Gebiet der Hauptgrund, warum die japanische Koyo-Gruppe, der weltweit zweitgrößte Hersteller von Lenksystemen für Automobile, im Jahr 2000 dieses Werk übernommen hat. Für die heutige KSDSE (Koyo Steering Dijon Saint-Etienne) ist wie in den Jahren zuvor das Induktionshärten von Stählen ein Spezialgebiet, auf dem das Unternehmen über besonderes Know-how verfügt, und wo es auch andere Standorte der Unternehmensgruppe bei der Weiterentwicklung von Prozessen unterstützt. Auch bei der Modernisierung der Produktionsanlagen genießen die Maschinen für das Induktionshärten besondere Aufmerksamkeit – so wie zuletzt beim Retrofitting einer dreiachsigen Härtemaschine.

Induktionshärtung – eine Aufgabe für Spezialisten

Der Prozess des Induktionshärtens besteht im Prinzip darin, dass die Oberfläche eines Werkstücks sehr schnell auf etwa 900°C erhitzt und anschließend ebenso schnell wieder abgekühlt wird. Um diese Aufwärmung zu erreichen, wird ein elektromagnetisches Wechselfeld verwendet, dessen periodische Schwankungen Wirbelströme hervorufen. Bei ausreichender Intensität erhitzen diese Wirbelströme die Oberflächen der Werkstücke. Die Qualität der Ergebnisse hängt von zwei Kriterien ab: von der Frequenz und Form des Induktors. Diese Bearbeitungsmethode trägt zum Zusammenspiel hervorragender Eigenschaften bezüglich der Härte bei. Im Jahr 2003 wurde bei der KSDSE-Gruppe aufgrund verbesserter Induktionsverfahren beschlossen, eine Härtemaschine für in Lenkungen eingesetzte Zahnstangen zu modernisieren. „Die Härtung ist keine sehr schnelle Bearbeitungsart“, erklärt Jean Pierre Rzczynski von der Hätewerkstatt, „wir erreichen Taktraten im Bereich von einem Werkstück pro Minute. Jedoch ist es absolut notwendig, dass der Zwischenraum zwischen dem Induktor und dem Werkstück sehr genau gesteuert wird, da die Qualität des Ergebnisses davon abhängt. Die Modernisierungsmaßnahmen werden es in

Zukunft ermöglichen, den Induktor hinsichtlich der Position des Werkstücks perfekt zu positionieren.“

Heute, nach dem Retrofitting, übernimmt eine CNC-Steuerung „Axium Power“ die Messung und die anschließende Verschiebung des Induktors entlang des Werkstücks. Retrofitting sorgt auch in diesem Fall dafür, dass eine ältere, jedoch mechanisch noch sehr gut intakte Maschine weiter in Betrieb bleiben kann, aber mit einer benutzerfreundlicheren und leistungsstärkeren Bedienoberfläche ausgestattet wird. Das Ersetzen des alten Systems durch die Axium Power sorgt darüber hinaus für mehr Flexibilität bei den Einstellungen und insbesondere bei der Messung. „Wir sind nicht mehr gezwungen, eine bestimmte Anzahl und Positionierung von festen Punkten einzuhalten“, erklärt Jean Pierre Rzczynski. „Wir können nun in Betracht ziehen, auf dieser Maschine auch empfindlichere Serienteile zu bearbeiten.“

Zusammenspiel von Zuverlässigkeit und Optimierung

„Am Anfang wollten wir vor allem höhere Zuverlässigkeit des Werkzeugwechslers erreichen“, versichert Michel Lambert vom Wartungsdienst. „Er unterstützt 56 Werkzeuge. Dieses 6-Achsen-Bearbeitungszentrum ermöglicht den gleichzeitigen Bau von drei Maschinengehäusen. Für deren Bearbeitung erfolgen etwa 12 Wechsel pro Zyklus. Früher brachte diese etwas komplexe Werkzeugverwaltung immer wieder Fehler beim Einlesen der Werkzeuge mit sich und dadurch Ausfälle bei den Maschinen. Von nun an wird diese Funktion wie eine Achse verwaltet, was eine viel präzisere Positionierung des Werkzeugwechslers gewährleistet, so dass sich der Arm genau gegenüber dem Werkzeug befindet, das aufgenommen und benutzt werden soll.“

Für diesen Vorgang musste das SPS-Programm umgeschrieben werden; es ist weiterhin als Kontakplan geschrieben, da es so verständlich ist und die Wartung erheblich erleichtert. Die Werkstückprogramme benötigen nur ein paar kleinere Anpassungen, um die neuen verfügbaren Funktionalitäten nutzen zu können, wie beispielsweise das Gewindebohren.



Diese Härtemaschine ist jetzt mit der Axium Power ausgerüstet und dient der Bearbeitung von Zahnstangen für Lenkungen.



Schon allein die höhere Zuverlässigkeit des Werkzeugwechslers gestaltet das Retrofitting rentabel.

Holz

Individuelle Haustüren vom laufenden Band

Mit seiner neuen Num-gesteuerten MKM-Fertigungsanlage ist Kegro für beliebig geformte Türen in Stückzahl eins bestens gerüstet.

Der Außentürenspezialist Kegro Deuren, Groesbeek, bietet auf dem holländischen Markt Außentüren im Komplettpaket vom Einmessen bis zum Einhängen an. Im Vergleich zu Innentüren sind die Außentüren wesentlich variantenreicher und komplizierter zu fertigen. Produktionsleiter Jan Hermanussen klagt jedoch nicht über den Variantenreichtum seiner zu fertigenden Produkte: „Seit vielen Jahren fertigen wir maßgenaue Außentüren. Doch um die notwendige Wirtschaftlichkeit solch einer Fertigung zu erreichen, mussten wir automatisieren.“ Den Zuschlag für die Fertigungsanlage bekam der Maschinenhersteller MKM im niedersächsischen Bad Oeynhausen. Bei so großen Projekten wie der Fertigungsstraße bei Kegro setzt Klaus Baumann, Betriebsleiter bei MKM, gerne auf die jahrelange Zusammenarbeit mit Num: „Wir haben fünf CNC-Steuerungen vom Typ Num Power 1080 eingesetzt. Dabei nutzen wir deren Möglichkeit, bis zu 32 Achsen in maximal 8 Gruppen parallel zu steuern.“

Flexibilität, Qualität und Schnelligkeit
Die Anlage besteht aus fünf Bearbeitungsstationen, einem Auflegeroboter am Beginn der Straße, der Abstapeleinrichtung am Ende und einem Rollenband zum Transport der Türen. Über einen Barcode erhält die Fräsmaschine alle Informationen zur Form der zu fertigenden Tür. Ist die Tür fertig profiliert, ob gerade oder rund, bringt sie ein Querförderer aufs Rollenband, das sie zur nächsten Bearbeitungsstation transportiert. „Die größte Herausforderung war das exakte Positionieren der unterschiedlich geformten Türen“, fährt Klaus Baumann fort. „Dazu haben wir in jeder Station absolut flexible Anschläge installiert. Das Maß der Türen und der eventuelle Radius sind ja bekannt, so dass der Anschlag auch dementsprechend in der Y-Achse eingestellt wird. Damit können wir die vorprofilieren Türen in jeder Station exakt positionieren, spannen und bearbeiten.“ Eine zusätzliche Herausforderung ist die kurze Fertigungszeit der Türen, die Produktionsleiter Jan Hermanussen ein besonders großes Anliegen ist: „Wir wollen uns nicht zuletzt durch Flexibilität, Qualität und Schnelligkeit vom Wettbewerb abheben, und dazu leistet die Fertigungsanlage einen wichtigen Beitrag.“

Neben der Mechanik haben auch die Elektronik und die Software einen großen Anteil am Erfolg. Den Ablauf der kompletten Maschinenstraße konzipierte das Ingenieurbüro Techni-Soft in Bad Oeynhausen, das über spezielle Erfahrungen mit CNC-Steuerungen von Num verfügt. Jede der fünf CNC-Maschinen, der Auflegeroboter, das Rollenband und die Abstapeleinheit bilden eine in sich abgeschlossenen Einheit. So lassen sich die verschiedenen Aggregate in den einzelnen Bearbeitungsstationen separat ansteuern. An jeder Station ist ein PC angeschlossen, der mit der CNC kommuniziert. Ein Clientprogramm an jeder Einheit erfasst die Zustände und Informationen, wie zum Beispiel „Tür auf Rollenband vorhanden“, „Störung“ oder „Tür fertig bearbeitet“. Es leitet diese Informationen über ein TCP/IP-Netzwerk an ein speziell entwickeltes Serverprogramm weiter. Das Serverprogramm wertet alle Informationen der einzelnen Clients aus und gibt entsprechende Anweisungen, wie „Tür auslaufen lassen“ oder „Einlauf vorbereiten“ wieder über das Netzwerk zurück zu den einzelnen Clients.

Die Anlage ist sehr flexibel, denn die CNC-Programme für die einzelnen Maschinen werden erst nach der Erfassung des Barcodes erzeugt. Bis dahin sind Änderungen möglich. Außerdem lassen sich aufgrund vorprojektierter 3D-Makrozyklen per Parameter Formteile mit gewölbtem Profil produzieren. Die Programmierung reduziert sich dabei auf interaktive Eingaben von Kommissionsdaten in Masken, zum Beispiel bei der Variantenfertigungen ebener Teile. Die Polynom-Interpolation unterstützt freie Design-Formen und führt zur Datenkomprimierung und zur perfekten Kurvenglättung. Ein wesentlicher Vorteil dieses Konzeptes besteht unter anderem darin, dass keine aufwändige Verdrahtung der einzelnen Maschinen untereinander erforderlich ist. Weiterhin konnten auch einige Hardwarekomponenten eingespart werden: Die exakte Stärke der Tür wird zum Beispiel nur an der ersten Maschine gemessen und dem Serverprogramm mitgeteilt. Sobald diese Tür in eine der anderen vier Maschinen einläuft, wird der gemessene Wert dieser Tür dem Client mitgeteilt, der daraufhin die Stärke der Tür in einen Parameter der SPS schreibt. Diesen Parameter wertet dann das CNC-Programm aus.



Fünf CNC-Steuerungen Num 1080 steuern die Bearbeitungsstationen der Anlage. Sie sind in ein TCP/IP-Netzwerk eingebunden und kommunizieren mit einem speziellen Serverprogramm.

Die größte Herausforderung war das exakte Positionieren der unterschiedlich geformten Türen.





Die HAWEMAT 2001CNC ist derzeit das Paradepony unter den 5-achsigen CNC-Werkzeugschleifmaschinen von Hawema.

Unzählige Standard- und Sonderwerkzeuge sind tagtäglich zur Metallbearbeitung im Einsatz. Werden sie stumpf, wandern die kleinen Juwelen nicht gleich auf den Schrott, schließlich können sie mehrfach nachgeschliffen werden. Ein diffiziler Job, denn die Geometrien sind komplex.

Hubert Haller, Geschäftsführer der Hawema Werkzeugschleifmaschinen GmbH, Trossingen, ist Spezialist in Sachen Werkzeugschleifen. Er betreibt mit seiner 1993 gegründeten Firma Hawema vor allem die Entwicklung und Konstruktion von CNC-Werkzeugschleifmaschinen. Mit großem Erfolg: Die 1997 vorgestellte 5-achsige bahngesteuerte HAWEMAT CNC Werkzeugschleifmaschine wurde mehrfach für ihr innovatives Konzept ausgezeichnet. Auf ihrer Basis entstanden in den letzten Jahren außerdem die HAWEMAT 3000 und 2001. Der Schwerpunkt der HAWEMAT 2001 ist der Nachschleifbereich und die Herstellung von kleineren Werkzeugen. Der HAWEMAT 3000 ist besonders geeignet für die Herstellung von Neuwerkzeugen und Sonderwerkzeugen.

Parallel zur Entwicklung der HAWEMAT 2001CNC entschloss sich Hubert Haller zu einem weiteren innovativen Schritt: der festen Partnerschaft mit Num als einzigem Lieferanten für die gesamte Elektrotechnik und Software: „Wir hatten auch früher schon Num-Steuerungen und die Software NUMROTOplus®, im Angebot, allerdings neben anderen Anbietern. Vor einem Jahr haben wir uns exklusiv für Num entschieden. Num bietet die weltweit dominierende Software zum Werkzeugschleifen zusammen mit der neuen digitalen Axiom Power Level 1-Steuerung und den MBLE-Achsv Verstärkern, die zu unseren Maschinen passende

NUMROTOplus® Die Vorteile auf einen Blick

- Große Werkzeugpalette vom einfachen Bohrer bis zum komplexen Sonderwerkzeug
- Herstellen und Nachschärfen von Werkzeugen
- Simulation in 2D und 3D
- Schnittstellen zu Messsystem und CAD/CAM
- Netzwerkanbindung
- Software, CNC und Antriebe aus einer Hand
- Individuelle Schulung für Anfänger und Experten

Werkzeugschleifen

Nachschleifen leicht gemacht

Der Markt fürs Werkzeugschleifen unterteilt sich in Neuproduktion und Nachschleifen. Der Anteil des Nachschleifens ist deutlich größer und die Arbeit oft schwieriger. Mit den neuen HAWEMAT CNC-Werkzeugschleifmaschinen und der weltweit führenden Software NUMROTOplus®, lässt sich das gesamte Aufgabenspektrum effizient bewältigen.

Antriebstechnik. So erhalten wir zu unserem mechanischen Teil, die komplette Elektronik und Software aus einer Hand.“ Ein weiterer Vorteil ist der weltweite Service, den Num bieten kann. Denn Hawema hat Lizenznehmer in Amerika und Asien, die für die dortigen Märkte produzieren. Auch sie setzen die kompletten Num-Pakete ein. Ein treuer Hawema-Kunde ist die Metzmeier Werkzeugservice GmbH, Villingen-Schwenningen. Der Dienstleister fürs Werkzeugschleifen hat Ende letzten Jahres in eine HAWEMAT 2001 investiert. Geschäftsführer Klaus Metzmeier erklärt: „Wir bekommen vermehrt Anfragen aus der Sonderwerkzeugtechnik, so dass wir in diese Richtung wachsen wollen. Das ist nur möglich mit einer Maschine, die von der Software her möglichst einfach zu bedienen ist und komplette Werkzeuge fertigen kann. Die Software NUMROTOplus®, ist in unseren Augen der Mercedes unter der Schleifsoftware, und im Sinne unserer Kunden ist uns diesbezüglich nur das Beste gut genug.“

Neben der Zuverlässigkeit von Maschine, Steuerung und Software schätzt Metzmeier die hohe Flexibilität des Systems. Wie Mosaiksteine lassen sich die Programme zusammensetzen und in der Simulation begutachten. „Was mir auch sehr gut gefällt“, ergänzt Klaus Metzmeier, „ist die mögliche Kalkulation des gesamten Schleifvorgangs. Anstatt früherer Pi-mal-Daumen-Kalkulation bietet mir das System innerhalb kürzester Zeit aussagekräftige Daten, so dass ich dem Kunden gegenüber eine realistische Aussage machen kann.“

Weitere wichtige Kunden von Hawema sind die Firmen Gühring, DaimlerChrysler, HAM, Aesculap und weitere renommierte Schleifbetriebe. Weltweit stehen bis heute über 250 HAWEMATEN erfolgreich im täglichen Einsatz.



Werkzeuge exakt nachzuschleifen ist aufgrund der erst zu erfassenden Kontur sehr anspruchsvoll, teils gar schwieriger als neue zu produzieren.

Hawema -Geschäftsführer Hubert Haller: „Num als Partner ist für mich perfekt. Num bietet die weltweit dominierende Software zum Werkzeugschleifen zusammen mit der neuen digitalen Axiom Power Level 1-Steuerung und den MBLE-Achsv Verstärkern, die zu unseren Maschinen passende Antriebstechnik.“



Perfekt in Form

Modeltek, ein junges italienisches Unternehmen, stellt Formen für den Thermoformprozess her. Zur Bearbeitung seiner Formwerkzeuge setzt es auf die digitale Technologie von Num.



Die Besonderheiten der CNC-Steuerung und der Num-Antriebe waren beim Realisieren bestimmter Modelle entscheidend, bei denen komplexe Konturen und schwierige Bearbeitung durch die an unser Bearbeitungsgebiet angepasste Bedienoberfläche einfach erledigt werden konnten.

„dass wir von der Idee des Endwerkstück aus eine Modellskizze entwerfen und anschließend eine 3D-Analyse des Bearbeitungsvorgangs durch CAD/CAM-Simulation erstellen. Dann fertigen wir eine Vorserie, mit den unterschiedlichen Entwicklungs-, Montage- und Testphasen bezüglich der Formen und Masken, die durch die Schneidprogramme für die fertigen Kunststoffteile vervollständigt werden.“

Die Formen können Geometrien mit einfacher oder komplexer Kontur aufweisen, wobei die maximalen Maße bei 4000 x 1360 x 1300 mm liegen. Dabei sind zahlreiche Stunden für Planung und Programmierung erforderlich sowie mehrere Zerspanungsdurchläufe, um genau die gewünschte Beschaffenheit der Werkstückoberfläche zu erzielen. Für den Thermoformvorgang, der unter Druck stattfindet, sind genau definierte Oberflächen und hohe Präzision unerlässlich. Denn im Prozess wird eine Kunststoffplatte auf die erforderliche

Das 2002 gegründete italienische Unternehmen Modeltek s.r.l. ist auf die Holz- und Leichtmetallbearbeitung zur Herstellung von Formen spezialisiert. Durch die Fähigkeit, auch spezielle Anforderungen zu erfüllen, hat Modeltek sich schnell einen Namen in der Formenbaubranche gemacht – insbesondere mit dem Formenbau für Reifen von Großfahrzeugen, wie sie etwa zur Erdbearbeitung und in der Landwirtschaft zum Einsatz kommen. Bekannte italienische Unternehmen gehören zum Kundenstamm.

Vom Konzept zur Bearbeitung

„Durch die Erfahrung mit den Reifenformen“, erklärt der technische Direktor Massimiliano Salvarani, „ist Modeltek in der Lage, komplette Projekte zu unterstützen. So kommt es vor,

Temperatur aufgeheizt und durch Druck und Unterdruck in die Form gepresst, um so genau wie möglich das gewünschte Profil abzuformen. Zur Herstellung dieser Formen wird ein aktuelles CTC-Bearbeitungszentrum des italienischen Herstellers Routech eingesetzt, das Materialien wie Holz oder Aluminium bearbeiten kann. Hohe Spindelleistungen und ein solider mechanischer Aufbau, kombiniert mit fünf hochdynamischen, interpolierten Achsen, verleihen der gesamten Anlage eine beeindruckende Produktivität.

„Durch die vereinfachte Zyklen-Programmierung hat die Num Power 1050 beigetragen, die Arbeit des Personals zu optimieren, das für die Entwicklung und Realisierung der Modelle zuständig ist“, fährt Massimiliano Salvarani fort. „Die digitale Technik des gesamten Systems mit CNC-Steuerung und Antrieben hat darüber hinaus bewirkt, dass hohe Bearbeitungspräzision erreicht werden konnte.“

Maximale Zusammenarbeit

„Die Besonderheiten der CNC-Steuerung und der Num-Antriebe“, erklärt Massimiliano Salvarani, „waren beim Realisieren bestimmter Modelle entscheidend, bei denen komplexe Konturen und schwierige Bearbeitung durch die an unser Bearbeitungsgebiet angepasste Bedienoberfläche einfach erledigt werden konnten. Dank seiner Struktur und Antriebe für Achsen und Spindel mit hoher Leistung ist das System der Num Power 1050 ein sehr flexibles Werkzeug für uns Formenbauer. Denn wir programmieren unsere Formen entweder übers CAD/CAM-System oder direkt.“

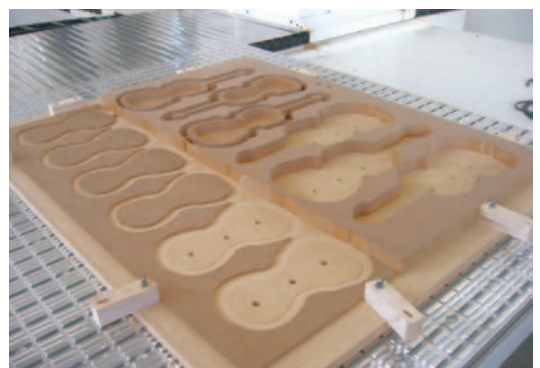
Weitere Potenziale erschließt das in die CNC-Steuerung integrierte PC-Bedienfeld: Es ermöglicht eine Bedienoberfläche für jede Applikation, den Einsatz spezieller Visualisierungs- und Grafiksoftware, von Wartungsprogrammen für die Maschine, oder die Kompatibilität mit gängigen Betriebssystemen sowie den Anschluss ans Unternehmensnetzwerk.

Das Fazit von Massimiliano Salvarani: „Das sind die Stärken des Num-Systems, das uns die Flexibilität ermöglicht, um gegen die zunehmende Konkurrenz bestehen zu können.“



Der 5-Achsen-Kopf des Routech-CNC-Bearbeitungszentrums trägt zur Produktivität der Maschine bei.

Realisierungsbeispiel



Retrofitting

Ein Fall für Profis

Die Modernisierung einer Maschine kann manchmal außerordentliche Anforderungen an die Automatisierungsspezialisten stellen. Eine solche besondere Herausforderung war das Retrofitting zweier anwendungsspezifischer Verzahnungsmaschinen bei Renault, für die es keine Dokumentation gab.

Zahnradgetriebe gibt es in einer erstaunlichen Vielfalt von Typen und Varianten, Baugrößen und Verzahnungsgeometrien. Die Konstruktion erfolgt heute unter Anwendung spezieller mathematischer Formeln, durch die das Getriebe genau auf die geplante Anwendung und die geforderten Leistungen wie Drehzahlen und Drehmoment abgestimmt wird. So bietet zum Beispiel ein Spiralverzahnungsgetriebe mit parallelen Achsen progressives Eingreifen und arbeitet mit besonders vielen ineinander greifenden Zähnen. Daraus ergibt sich der konstante Antrieb mit leichter und geräuscharmer Kraftübertragung. Wenn außer den Zähnen mit Schraubverzahnung auch das Rad und das Ritzel nicht mehr spiralförmig, sondern kegelförmig sind, erhält man eine Winkelübersetzung. Ein solches Getriebe wird als spiralkonisch (siehe Foto) oder als hypoid bezeichnet, wenn die Achsen von Ritzel und Zahnkranz nicht konzentrisch sind. Die Auslegung eines Getriebes ist also wirklich eine Aufgabe für Profis, und erst recht dessen Fertigung!

modernere Steuerungen ausgerüstet werden sollten. Das Problem: Wie kann man die speziell für die Bearbeitung von Hypoidgetrieben entwickelten Funktionen erhalten, die für das Leistungsniveau der Renault-Getriebe unverzichtbar sind, und gleichzeitig die Schnittgeschwindigkeit erhöhen? Ein gravierendes Problem war in diesem Fall, dass spezielle CNC-Steuerungen für die Verzahnung verwendet wurden, die schon seit geraumer Zeit nicht mehr weiterentwickelt wurden und deren Programmabläufe komplett undokumentiert waren. Man wusste also, was die Maschine macht, aber nicht wie.

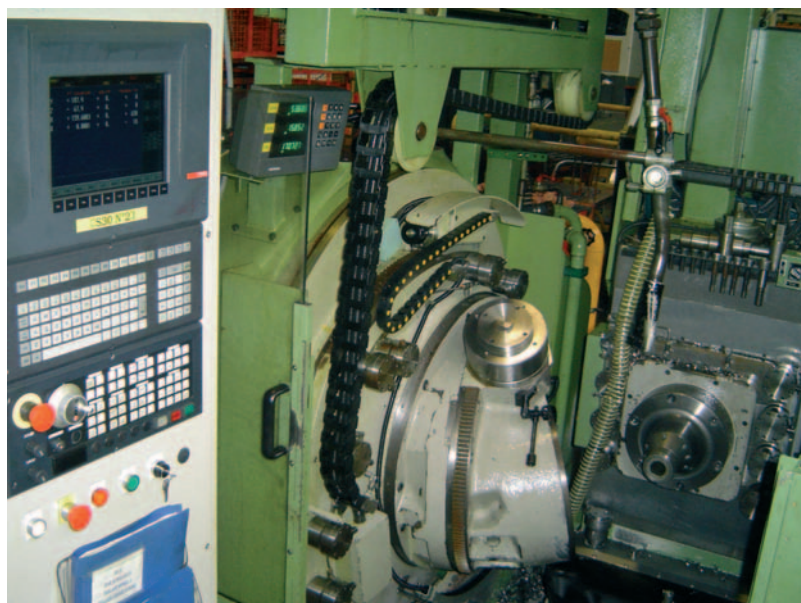
Die Aufgabe, diese „Black box“ zu ersetzen und die Achsen dieser Maschinen neu zu motorisieren, war eine enorme Herausforderung. Den Auftrag für dieses anspruchsvolle Umrüstungsprojekt vergab RVI an Num und Arielec. „Der erste Schritt bestand darin, die gesamten kinematischen Abläufe der Maschine zu erfassen, um diese verbessern zu können, ohne das ursprüngliche Konzept der Maschine in Frage zu stellen“, berichtet Denis Castang von Num.

Sehr wichtig war zu diesem Zeitpunkt die Erfahrung der Ingenieure von Num im Bereich der Verzahnung. Denn so konnten sie eine bestehende CNC-Steuerung Axiom Power an die Bedürfnisse von Renault V. I. anpassen und mit digitalen Antrieben von Num kombinieren. Deren gute Drehmomentleistungen verleihen den Fräsoptionen besondere mechanische Stabilität, was wesentlich zur hohen Bearbeitungsqualität beiträgt.

Vier Funktionen wurden dabei speziell für Renault entwickelt. Die erste Funktion, in der Programmiersprache C entwickelt, ermöglicht anhand der Zähnezahl des Wälzfräasers die automatische Berechnung des Synchronisationskoeffizienten zwischen der Werkstückträgerspindel, der Werkzeugträgerspindel und der Y-Achse, was die Arbeit des Bedieners besonders erleichtert. Die zweite Funktion besteht darin, einen Block mit einer Startgeschwindigkeit zu programmieren, die sich von der Zielgeschwindigkeit unterscheidet. Durch die Verschiebung einer Achse wird die Zerspannung optimiert und die Bearbeitung unter optimalen Bedingungen durchgeführt.

Die dritte Funktion, die Umschaltung des Werkzeugträgers als Achse oder als Spindel, ermöglicht es genaue Überarbeitungen vorzunehmen und einen Zahn mehrfach zu bearbeiten.

Die vierte Funktion bedeutet einen großen Vorteil im Vergleich zu den bisherigen Möglichkeiten: es handelt sich um einen Notrückzug des Werkzeuges unter Aufrechterhaltung der Synchronisation mit



**Oerlikon
S30-Maschine**

Jede Maschine ein Original. Die Verzahnungsmaschinen sind derart spezifisch, dass der Austausch der CNC-Steuerung eine schwierige Aufgabe darstellt. Diese Erfahrung machte man auch bei Renault Véhicules Industriels (RVI), dem Nutzfahrzeugbereich von Renault, als zwei Verzahnungsmaschinen Oerlikon S30 (4 CNC-Achsen und 6 gemessene Achsen zur Ausrichtung der Werkzeug- und Werkstückträgerspindeln) mit

dem Werkstück und dies auch bei einem Stromausfall. Die intelligente Ausnutzung der letzten Stromreserven ermöglicht den Notrückzug ohne Beschädigung des Werkzeugs. Der Verlust eines teuren Werkzeugs kann somit vermieden werden.

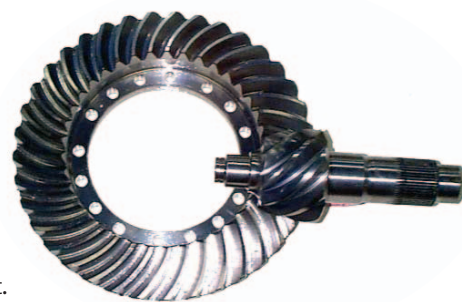
Die Offenheit der Axiom Power ermöglichte darüber hinaus, eine Benutzeroberfläche zu entwickeln, die mit der ursprünglichen identisch ist. So kann der Bediener seine Arbeit wieder aufnehmen, als wäre nichts gewesen – abgesehen von der beträchtlichen Produktivitätssteigerung.

Geschwindigkeit fast verdoppelt

Die neue CNC-Steuerung in Verbindung mit den Num HP Drive und den Num-Drive-Motoren hat die Leistungen dieser beiden Maschinen immens verbessert. Die Drehzahl der Spindeln ist jetzt von etwa 130 U/min auf 250 U/min gestiegen, was sich natürlich sehr positiv auf die Produk-

tivität auswirkt. Außerdem lassen sich die im Laufe der Zeit ausgearbeiteten Verzahnwerkzeuge weiterverwenden, was einen nicht unerheblichen Investitionsschutz darstellt.

Fazit: Auch in schwierigen Fällen ist die Modernisierung einer Maschine meist möglich, selbst wenn sie sehr alt ist und kaum Dokumentation vorliegt. Dafür muss das gewählte System natürlich offen und leistungsstark sein, und der Hersteller der CNC-Steuerungen muss über die speziellen Fachkenntnisse verfügen, die ihm das Verständnis der Applikation ermöglichen.

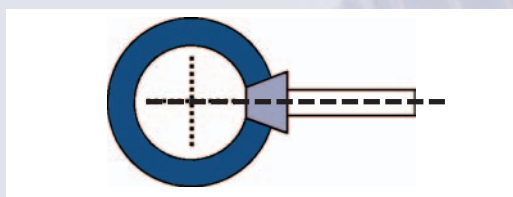


Spiralkegelgetriebe

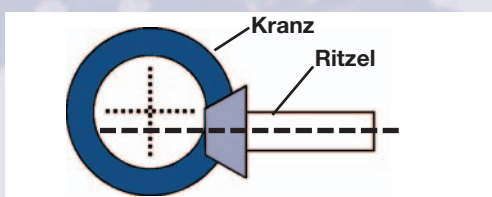
Hypoides Getriebe

Was ist ein Kegelradgetriebe?

Es gibt zwei Bauarten:



Spiralkegelgetriebe



Hypoidgetriebe

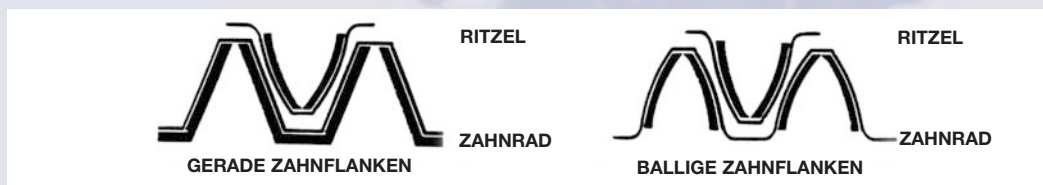
Bei den Spiralkegelgetrieben führt die Kranzachse durch die Ritzelachse, der Spiralwinkel des Ritzels und der des Kranzes sind identisch. Bei den Hypoidgetrieben ist die Ritzelachse in Bezug auf den Kranz versetzt, die Spiralwinkel des Ritzels und des Kranzes weichen voneinander ab, der Ritzelwinkel nimmt entsprechend der dezentralen Bewegung ab.

Alle von RVI hergestellten Zahnradpaare sind hypoid, da die Verlagerung eine größere Belastbarkeit mit sich bringt. Dieses Konzept lässt einen größeren Ritzeldurchmesser für einen minimalen Kranzdurchmesser zu. Das ist einer der Gründe, die die geringe Größe der Räderpaare von RVI im Gegensatz zu den Produkten der Konkurrenz erklärt.

Die Verzahnung kann zwei Profilarten haben:

In der Regel haben die von RVI hergestellten Zahnradpaare gerade Zahnflanken.

Zahnäder mit geraden Flanken können schneller produziert werden.



Die Verzahnung erfolgt auf zwei Arten:

- die fortlaufende Fertigung (Oerlikon)

Alle Zähne werden gleichzeitig bearbeitet, die Zahnflanke ist epizykloidisch und kann nicht geschliffen werden.

- die aufeinander folgende Fertigung (Gleason)

Die Zähne werden nacheinander gebildet, die Zahnflanke ist epizykloidisch und kann nicht geschliffen werden.

Die Kegelräderpaare von RVI werden fortlaufend gefertigt, da sie dadurch resistenter gegen Biegespannungen sind, bedingt durch die Form der Verzahnung, die bei Belastungen viel Stabilität verleiht.

P. Ollier von RVI

num information

Herausgeber:
Num Güttinger
Deutschland:
Num Güttinger GmbH
Gottlieb-Stoll-Strasse 1
D-73271 Holzmaden
Tel.: +49 (0)7023 7440-0
Fax: +49 (0)7023 7440-10
www.schneider-num.de
sales@schneider-num.de
Schweiz:
Num Güttinger AG
Battenhusstr. 16, Postfach
Lustmühle CH-9053 Teufen
Tel.: 41 (0)71 335 04 11
Fax: 41 (0)71 333 35 87
www.schneider-num.ch
sales@schneider-num.ch
Chefredakteur:
Laurence Petitguyot
Gestaltung:
AVANA - Orléans - France
ISSN 0248 - 73062

