

Mechatronik schafft Optimierungspotenziale

Verdrehsteife Servoantriebe positionieren hochdynamisch und konturtreu

Alois Buss

In der Kombination von Mechanik und Elektronik, der Mechatronik, stecken große Optimierungspotenziale. Dies gilt auch für die Antriebstechnik. Hier sind in den nächsten Jahren große Technologiesprünge zu erwarten. Die gestiegenen Leistungsanforderungen in fast allen Bereichen dieses Marktsegmentes benötigen hochintegrierte Servoantriebe mit einer perfekten Anpassung von Mechanik und Elektronik.

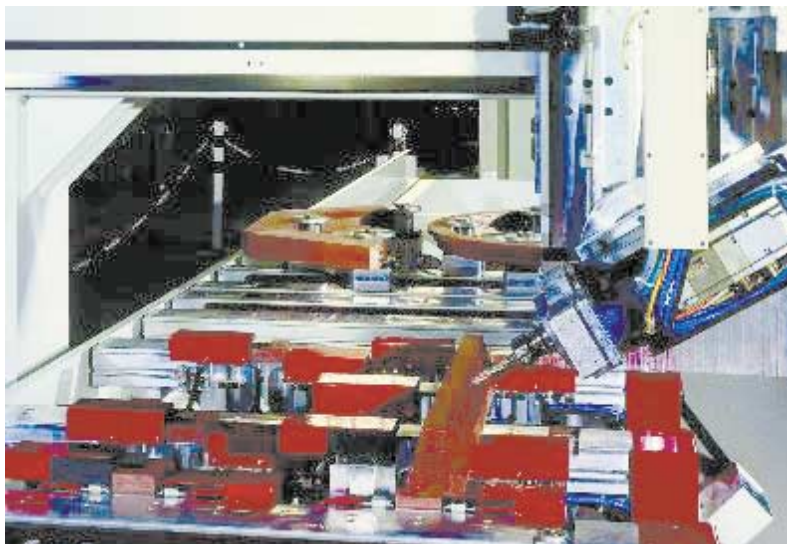


Bild 2: Einsatz in der A-Achse zur Holzbearbeitung

In der Servoantriebstechnik sind heute mehrere Trends festzustellen. Kunden erwarten eine höhere Einschaltdauer der Antriebe bzw. auch kürzere Zykluszeiten, eine schnelle Kommunikation der einzelnen Komponenten untereinander, intelligente Antriebe durch Sensorik und zum Teil die Substitution der Hydraulik und Pneumatik durch elektromechanische Antriebssysteme. Des Weiteren gibt es das Bedürfnis nach verbesserten Dienstleistungen rund um das Produkt. Ein hoher Servicegrad oder weltweite Verfügbarkeit des Lieferanten, einfachere und schnelle Inbetriebnahme, schnelle Realisierung von kundenspezifischen Ausführungen auch bei Ein-Stück-Ausführung oder unregelmäßiger Bestellung werden gefordert.

Moderne Servotechnik

Die Harmonic Drive AG ist ein Vorreiter bei der Entwicklung von kompakten, hochintegrierten Servoantrieben. Die ersten Hohlwellenantriebe der FHA-Baureihe wurden bereits 1992 eingeführt. Inzwischen bieten die FHA-Servoantriebe in der 3. Generation eine technisch hochwertige Lösung für anspruchsvolle Positionieraufgaben. Die neue

Bild 1: Schnitt durch den kompakten FHA-C-Hohlwellenservoantrieb

FHAC Variante bietet eine erhöhte Drehmomentkapazität und Verdrehsteifigkeit, wobei gleichzeitig eine Reduzierung der axialen Länge realisiert wurde. Die Kombination von Genauigkeit und Leistungsdichte ist die Grundlage für ein breites Anwendungsspektrum. Zur Vervollständigung der Servoachse werden auch die zum FHA-C zugehörigen digitalen Servoregler vom Typ SC610 angeboten. Sie werden vor allem bei drehzahl- oder positionsgeregelten Zusatz- und Peripherieachsen eingesetzt.

Die FHA-C Baureihe ist beispielhaft für eine hochintegrierte mechatronische Lösung. Diese Antriebe bestehen aus einem hochpräzisen Harmonic Drive Getriebe, einem ringförmigen AC-Servomotor und einem optischen Sinus-Cosinus Geber für die Drehzahl- und Lageregelung. Die Antriebe verfügen darüber hinaus über eine kompakte, steife Abtriebslagerung, um das Lastsystem zu stützen, ohne eine zusätzliche Stützlagerung zu benötigen. Charakteristisches Merkmal der FHA-Antriebe, die zentrale Hohlwelle, ermöglicht die Durchführung von Versorgungsleitungen, Wellen oder sogar Laserstrahlen durch die Mitte des Antriebes. Diese einzigartige Eigenschaft vereinfacht insbesondere die Konstruktion von Industrierobotern, Rundtackmaschinen, Werkzeugmaschinen, Wafer-Handling-Geräten oder Laserbearbeitungsmaschinen.

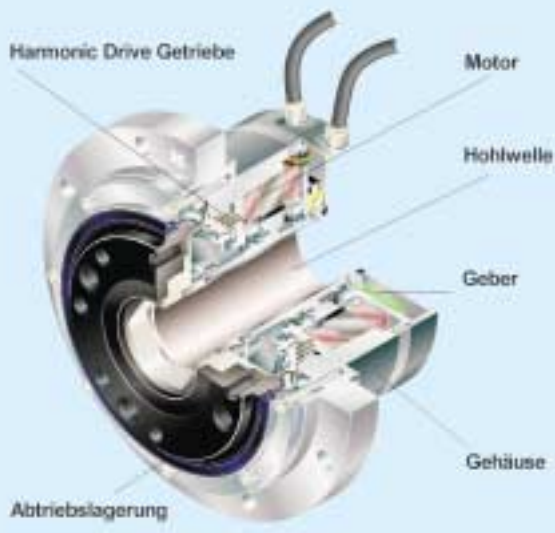




Bild 3: Robotkopf zur 5-Achs-Fräsbearbeitung

Herzstück Getriebe

Die Grundlage für die Weiterentwicklung der bewährten FHA-Baureihe zur jetzigen FHA-C-Klasse bildet der weiter verkürzte Flexspline des „Super Flat“ (CSD) Getriebeeinbausatzes. Zusätzlich zu dem um 30% verkürzten Flexspline hat diese Baureihe die bekannten Vorteile der Harmonic Drive Getriebe.

Aufgrund des großen Zahneingriffbereiches haben diese eine Drehmomentkapazität, die mit konventionellen Antriebslösungen doppelten Bauraums, doppelter Anzahl von Bauteilen und dreifachen Gewichts vergleichbar ist. Die absolute Positioniergenauigkeit liegt weit unter einer Winkelminute und die Wiederholgenauigkeit beträgt nur wenige Winkelsekunden. Aufgrund der natürlichen Vorspannung und der radialen Zahnbewegung dieses Getriebetyps weisen sie kein Spiel in der Verzahnung auf.

Mit nur drei Bauteilen werden, je nach Baugröße, Untersetzungsverhältnisse von 30:1 bis 320:1 bei Getriebeaußendurchmessern von 20 bis 330 mm erzielt. Die Spitzendrehmomente betragen 0,5 bis über 9000 Nm. Bei Nennbetriebsbedingungen werden Wirkungsgrade von über 90% erreicht. Die Relativbewegungen der Zähne beschränken sich fast ausschließlich auf radiale Bewegungen, und die Gleitgeschwindigkeiten zwischen den Zähnen ist auch bei hohen Drehzahlen sehr gering. Der Zahnverschleiß ist daher vernachlässigbar, mit der Folge, dass es keine Spielzunahme während der gesamten Lebensdauer des Getriebes gibt.

Die neue Getriebeserie weist folgende Leistungssteigerungen verglichen mit der Vorgängerversion, FHA-B Baureihe, auf: Die Drehmomentkapazität wurde um bis zu

50% gesteigert. Die Verdrehsteifigkeit wurde um beinahe 100% erhöht. Die axiale Länge wurde um bis zu 14% verringert. Die maximale Drehzahl wurde um bis zu 20% gesteigert.

Die Baureihe besteht zunächst aus den Baugrößen FHA-17C/FHA-25C/FHA-40C, jeweils mit der Untersetzung 50:1, 100:1 und 160:1 (Tabelle). Als Ergänzung im mittleren Drehmomentbereich befindet sich derzeit die Baugröße FHA-32C in der Entwicklung.

Kein Vergleich

Wer bisher häufig Schneckengetriebe oder Direct Drive-Motoren für Hohlwellenanwendungen eingesetzt hat, der wird die Vorteile des neuen Hohlwellen-Servoantriebs gleichfalls zu schätzen wissen. Bei Direct Drive-Motoren handelt es sich entweder um modifizierte Schrittmotoren oder Bausatzmotoren mit einem hochauflösenden Absolut-Mess-System. Sie können verhältnismäßig hohe Drehmomente bei niedrigen Abtriebsdrehzahlen liefern. Ihre Leistungsdichte ist jedoch sehr niedrig, da kein Getriebe verwendet wird. Das führt dazu, dass solche Motoren schwer sind in Bezug auf ihre

Modell	FHA-17C			FHA-25C			FHA-40C		
	50	100	160	50	100	160	50	100	160
Max. Drehmoment (Nm)	39	57	64	151	233	250	500	686	823
Max. Drehzahl (min ⁻¹)	96	48	30	90	45	28	70	35	22
Hohlwellendurchmesser (mm)	18			32			45		
Gewicht (kg)	2,8			4,3			12,2		

Tabelle 1: Technische Daten der Getriebe-Baureihe

Drehmomentkapazität. Letzteres hat zur Folge, dass diese Motoren fast ausschließlich in statischen Anwendungen, bei denen der Motor nicht Teil einer bewegten Struktur ist, zum Einsatz kommen.

Außerdem bietet der FHA-C-Antrieb einen erheblichen höheren Wirkungsgrad sowie eine bessere Positioniergenauigkeit als Schneckengetriebe und bringt dabei zugleich nur etwa ein Viertel des Gewichtes eines Direkt-Antriebs der selben Drehmomentkapazität mit sich. Und er fängt erhebliche Variationen im Lastträgheitsmoment auf, ohne eine Modifizierung der Regelungsparameter zu benötigen.

Anwendungsvielfalt

Für hochdynamische und konturtreue Positionieranwendungen sind die FHA-C Hohlwellenantriebe bestens geeignet. Aufgrund ihrer Spielfreiheit und der serienmäßigen Wiederholgenauigkeit von 5 Winkelsekunden (dies entspricht einer Abweichung von 5 µm bei einem Hebelarm von 200 mm) kann in vielen Anwendungen auf ein teures Direkt-Mess-System verzichtet werden.

Durch die hohen Steifigkeiten der FHA-C Servoantriebe können die Verstärkungsfaktoren im Regelkreis sehr hoch eingestellt werden, was die Konturtreue verbessert und die Einschwingzeit in die Endposition verringert.

Das herausragendste Merkmal der FHA-Baureihe ist die zentrische Hohlwelle. Zusammen mit den guten Leistungsmerkmalen bietet sie die Basis für vielfältige Applikationen. Die Antriebe werden in einer Palette von Anwendungen eingesetzt wie z.B.: Schulter- und Ellbogengelenk-Antriebe für Scara-Roboter; Rotationsachsen in Metall-, Holz- und Glasbearbeitungsmaschinen; Schwenk- und Kippachsen für Rundtaktmaschinen; Zustellachsen in Schleifmaschinen; Schwenkköpfe für Laser-Bearbeitungsmaschinen; Index-tische für Montageautomaten und Positionierachsen in Verpackungsmaschinen.

Alle Vorteile nutzen

Die Firma Torwegge Hüllhorst GmbH aus Löhne setzt die FHA-40C Servoantriebe zur Holzbearbeitung in den Maschinenbaureihen Uniflex und Gantry als schwenkbare Frässpindel in der A-Achse (Bild 2) oder im Ro-

botkopf zur 5-Achs Fräsbearbeitung (Bild 3) ein. Der Einsatz des FHA-40C schafft den Vorteil, dass der Schwenkwinkel flexibel einen beliebigen Wert einnehmen kann und so auch Schrägfräsungen vorgenommen werden können. Alle Vorteile des FHA-40C Hohlwellenantriebs werden dabei genutzt.

Die äußerst kompakte Bauform des Antriebs ermöglicht die Montage in dem knappen Einbauraum. Über die Hohlwelle wird die Frässpindel mit den erforderlichen Energien versorgt. Die kippsteife Abtriebslagerung ermöglicht die direkte Aufnahme der Frässpindel und vereinfacht somit den konstruktiven Zusatzaufwand. Die Positioniergenauigkeit und Spielfreiheit sichert die Qualität des Endprodukts.

Ausführlichere Informationen zu den Hohlwellen-Servoantrieben:

HARMONIC DRIVE 319

Dipl.-Ing. Alois Buss, Harmonic Drive AG, Limburg

Bildnachweis: Bild 1 Harmonic Drive, Bilder 2 und 3 Torwegge Hüllhorst