



01 Entwicklungsingenieure Shahab Nakhjavan (rechts) und Johannes Losch mit dem Mehrachs-demonstrator

Schritt für Schritt

Studie: Mehrachssystem ermöglicht hohe Applikationsperformance

Im Bereich der industriellen und mobilen Antriebstechnik steigen die Anforderungen an Integrität und Funktionalität. Automatisierungs- und Stabilisierungsaufgaben erfordern ein hohes technisches Systemverständnis. Als Hersteller hochpräziser Antriebstechnik hat Harmonic Drive es sich zur Aufgabe gemacht, ein solches Systemverständnis Schritt für Schritt aufzubauen. Im Rahmen einer Konzeptstudie ist es nun gelungen, ein vollintegriertes Mehrachssystem zu entwickeln.

Johannes Losch und Shahab Nakhjavan sind Entwicklungsingenieure Mechatronik bei der Harmonic Drive AG in Limburg

Der Mehrachs-demonstrator zeigt modular aufgebaute Aktuatoren, sogenannte Achsmodule, mit integrierter Antriebsregelung. Anwendungen hierfür sind u. a. sogenannte Pan-&-Tilt-Systeme, welche zur Ausrichtung und Nachführung von Azimut- und Elevationswinkeln dienen (z. B. zur Stabilisierung einer Kamera). Einen großen Vorteil bietet die dezentrale Regelung der Achsen. Es werden nur eine Spannungsversorgung und eine Kommunikationsschnittstelle benötigt, um viele kombinierte Achsmodule anzusteuern.

Der Mehrachs-demonstrator

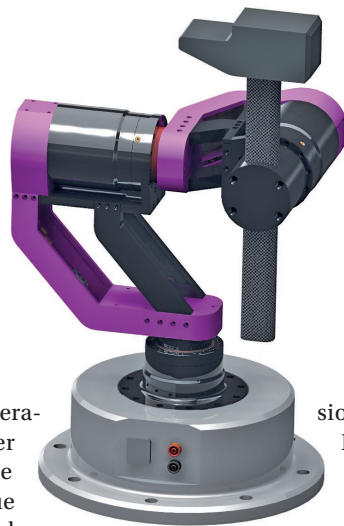
Der Mehrachs-demonstrator kann mit Kleinspannung betrieben werden (24–60 VDC) und bietet verschiedene Kommunikationsschnittstellen (CANopen oder EtherCAT). Applikationsleitungen sowie die Bereitstellung der Versorgungsspannung sind zu jedem integrierten Achsmodul verfügbar, wodurch keine externen bzw. außerhalb der Aktuatoren verlaufenden Applikationskabel benötigt werden. Diese Option ermöglicht ein robustes Design. So-

wohl die Kommunikations- als auch die Versorgungsleitungen werden intern gefiltert und geschirmt. Das Verhalten des Systems hinsichtlich elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV-Verhalten) konnte inklusive Kabel und Schirmungen verbessert werden. Unterschiedlichste Bewegungsabläufe und Stabilisierungsaufgaben können mit dem System realisiert werden. Die optimale Einstellung zwischen Aktuator und Antriebsregler ermöglicht ein hohes Maß an Wiederholgenauigkeit. Das Modell weist bei einer Last von etwa 3 kg und in einem simultanen Bewegungsablauf aller Achsen eine Wiederholgenauigkeit von wenigen μm auf. Präzise Positionieraufgaben sind in vielen Automatisierungsanwendungen zwingend erforderlich. Die Studie zeigt, welche Möglichkeiten Achsmodule dazu bieten.

Das Achsmodul

Für jedes Achsmodul ist ein Servoantrieb der Baureihe CanisDrive in der Baugröße 17 mit Kleinspannungswicklung vorgesehen. Mit dem erstmaligen Einsatz

02 Der Harmonic Drive Mehrachs-demonstrator



der CobaltLine-Getriebegeneration in Servoantrieben der Harmonic Drive AG, stößt die Baureihe CanisDrive in neue Dimensionen hinsichtlich Drehmomentendichte, Lebensdauer und Zuverlässigkeit vor. Diese neue Antriebsbaureihe zeichnet sich durchgängig durch ein höheres maximales Drehmoment von 30 % aus. Darüber hinaus bieten die Servoantriebe dieser Baureihe eine große zentrale Hohlwelle, welche die Durchführung von Versorgungsleitungen für weiterführende Antriebssysteme ermöglicht. Die Servoantriebe bestehen aus einem Synchronservomotor sowie der Unit der Baureihe CobaltLine-CPM. Der Servomotor ist ein permanent erregter Synchronmotor, ausgestattet mit einem speziell entwickelten Ringmagnet zur Optimierung der Gleichlauf-eigenschaften und zur Erhöhung der Robustheit.

Die Servoantriebe der Baureihe CanisDrive sind erhältlich in sechs Baugrößen und fünf Untersetzungen zwischen 50:1 und 160:1 bei einem maximalen Drehmoment zwischen 23 und 841 Nm. Das kippsteife Abtriebslager ermöglicht die direkte Anbringung hoher Nutzlasten ohne weitere Abstützung und erlaubt so eine einfache und platzsparende Konstruktion. Durch die hohe Schutzart und den Korro-

sionsschutz ist die Baureihe ideal geeignet für den Einsatz unter rauen Umgebungsbedingungen.

Als Getriebekopf kommen die Units der Baureihe CobaltLine mit der Untersetzung $i = 50$ zum Einsatz. Das Getriebe bietet eine große Hohlwelle zur Durchführung weiterführender Antriebssysteme. Durch das verstärkte Abtriebslager mit hoher Kippsteifigkeit und Präzision können die Units schnell und einfach hohe Lasten aufnehmen, zeichnen sich durch ihre hohe Lebensdauer aus und erlauben eine platzsparende Konstruktion. Aufgrund der Positioniergenauigkeit sind stabile Maschineneigenschaften mit kurzen Taktzeiten möglich. Für die Messung der Rotor- und Abtriebslage wird ein eigenentwickeltes magnetisches Messsystem verwendet.

Industrielle und mobile Automatisierung

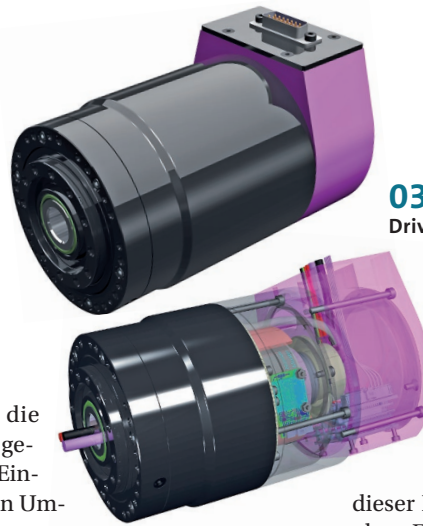
Mithilfe von Achsmodulen wird eine Vereinfachung der Umsetzung zahlreicher Automatisierungsaufgaben erzielt. Automatisierungstechniker können schneller mit der Applikationsumsetzung arbeiten, da aufwendige Integrations- und Einstellprozesse zwischen Antriebsregler und Aktuator entfallen. Der integrierte Regler ist auf den dazugehörigen Servoantrieb abgestimmt, wodurch eine Zeit- und Kostenreduktion im Vergleich zu einer herkömmlichen Inbetriebnahme erzielt wird.

Um Bewegungsvorgaben zu ermitteln, können Anwender mithilfe etablierter Feldbus-Schnittstellen eine Kommunikation zu vielen verschiedenen Achsmodulen aufbauen. Echtzeitfähige Steuerungen ermöglichen es, mehrere Achsmodule synchron anzusteuern bzw. Abläufe zeitlich zu koordinieren. Der Mehrachs-demonstrator veranschaulicht diese Möglichkeit.

Kompakt und robust

Das kompakte Design ermöglicht die Einsparung von Motor- und Geberleitungen. Roboter-Kinematiken bestehen oftmals aus vielen verschiedenen Antrieben, wodurch diverse Motor- und Geberleitungen von Achse zu Achse verlegt werden müssen.

03 Das Harmonic Drive Achsmodul



Gewicht und Kosten können mit Wegfall dieser Leitungen eingespart werden. Ein häufiger Aus-

fallgrund in der Automatisierungstechnik ist der Kabelbruch aufgrund von zu hoher mechanischer Belastung. Gründe können bspw. Kabeltorsion und Wechselbiegung sein. Die Auftretenswahrscheinlichkeit dieser Fehlerfälle kann durch dezentrale Achsmodule verbessert werden, da nur noch Versorgungs- und Kommunikationsleitungen seriell verlegt werden müssen und nicht parallel, wie es bei einer zentralen Regelung üblich ist. Des Weiteren steht mehr Platz im Schaltschrank zur Verfügung bzw. kann gänzlich auf einen Schaltschrank verzichtet werden, sofern eine Versorgung sichergestellt ist.

Mithilfe interner Verkabelung und Schirmung wird eine hohe Robustheit erzielt, welche für mobile Anwendungen von besonderer Bedeutung ist. Alle Leitungen verlaufen intern durch die einzelnen Hohlwellen der jeweiligen Achsmodule. Zusätzlich können weitere Applikationsleitungen durch die Hohlwellen geführt werden, da aufgrund der dezentralen Achsansteuerung ausreichend Platz vorhanden ist.

Performance-Optimierung mit Software

Ein Achsmodul mit integriertem Antriebsregler ermöglicht es, Getriebemotor und Antriebsregler aufeinander abzustimmen, wodurch eine hohe Applikationsperformance erzielt werden kann. Aktuell werden neue Möglichkeiten zur Verbesserung der Übertragungsgenauigkeit validiert. Durch Kompensationstabellen können Genauigkeitsverbesserungen erzielt werden. Zusätzlich wird derzeit an einer neuen Methode zur Drehmomentmessung gearbeitet. In vielen Anwendungen ist eine indirekte Messung des Drehmoments über den Motorstrom nicht ausreichend, daher stellt eine direkte Messung des Drehmoments einen großen Mehrwert dar.

Fotos: Harmonic Drive

www.harmonicdrive.de

Untersetzung	i []	50
Maximales Drehmoment	T_{\max} [Nm]	44
Maximale Drehzahl	n_{\max} [min^{-1}]	146
Stillstands-drehmoment	T_0 [Nm]	33
Hohlwellen-durchmesser	d_H [mm]	16
Übertragungs-genauigkeit	[arcmin]	< 1,5
Lost Motion	[arcmin]	< 1
Torsions-steifigkeit	K_3 [$\times 10^3$ Nm/rad]	13
Umgebungs-temperatur (Betrieb)	[°C]	0–40 (Standard) -46–63 (erweitert)

Leistungsdaten CanisDrive 17 A-Aktuator-Technologie