

Moderne Positionier- und Stoppmechanismen steigern die Wettbewerbsfähigkeit

Präzise wie ein Servo, kompakt wie ein Stepper



Artikel
anhören!



Manche Anwendungen benötigen Antriebe mit hoher Positioniergenauigkeit. Schrittmotoren mit CVD-Fully-Closed-Loop-Treiber von Oriental Motor bieten die Präzision eines Servos, bauen aber kompakter und arbeiten ohne aufwändige Verstärkereinstellung. Die neue Lastpositionskorrektur-Funktion ermöglicht zudem eine Kompensation von Abweichungen.

Die fortschreitende Miniaturisierung in der Industrie erhöht die Anforderungen an die Präzision der Produktionsanlagen für Halbleiter, Displays und andere elektronische Komponenten. Insbesondere bei Prozessen wie Inspektion, Ionenimplantation und Belichtung ist die derzeitige Positioniergenauigkeit in einigen Fällen nicht ausreichend. Gleichzeitig müssen Anlagen im Stoppfall schnell und vollständig zum Stillstand gebracht werden, um Qualität und Sicherheit zu gewährleisten. Neben technischen Verbesserungen sind auch die Kostenreduktion sowie die Vermeidung von Hunting-Effekten zentrale Ziele der Branche. Die Weiterentwicklung von Positionierungs- und Stoppmechanismen ist daher ein entscheidender Schlüssel zur Steigerung ihrer Wettbewerbsfähigkeit.

Hochgenaue Open-Loop-Steuerung

Der CVD-Fully-Closed-Loop-Treiber von Oriental Motor verbindet die Einfachheit einer Open-Loop-Steuerung mit der Präzision eines externen Encoders. Klassische Servosysteme verfügen zwar über

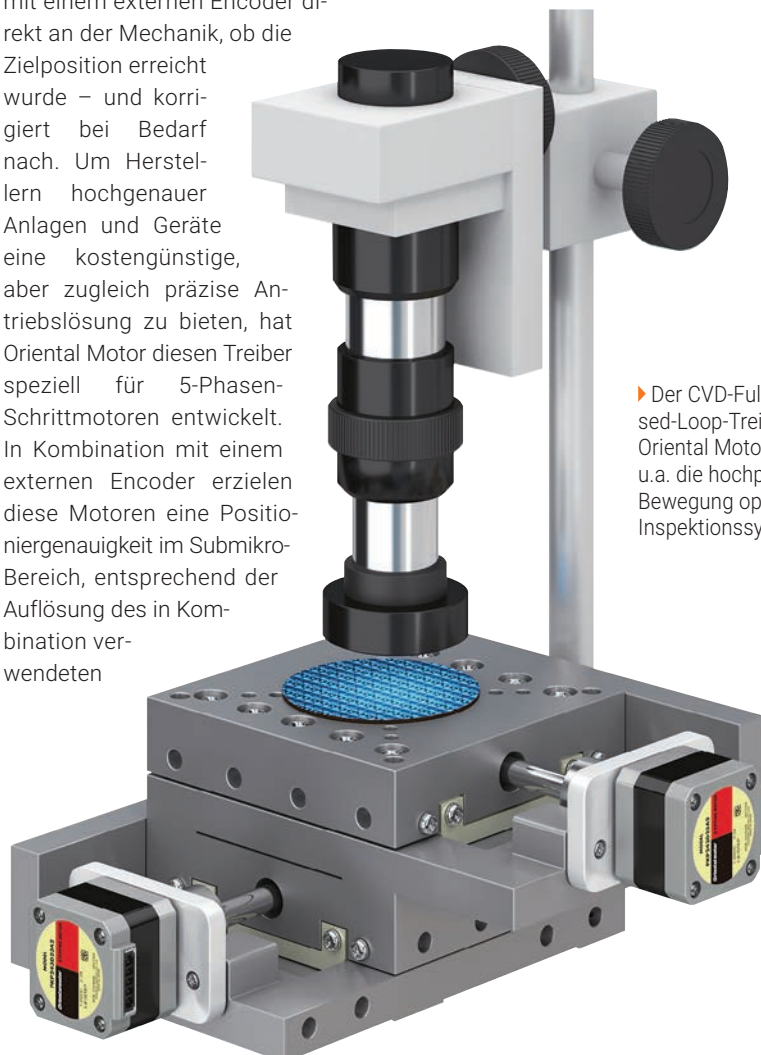
hochwertige integrierte Encoder am Motor, aber diese erfassen nur die Motordrehung und nicht die tatsächliche Position der Last. Eine Positionsabweichung an der Mechanik bleibt daher unerkannt. Schrittmotoren können zwar ohne integrierten Encoder positionieren und sind dadurch einfach und kostengünstig – sie sind ohne Feedback aber insbesondere bei komplexen Mechaniken anfällig für Abweichungen.

Der CVD-Fully-Closed-Loop-Treiber fährt den Schrittmotor zunächst im schnellen Open-Loop-Modus an, überprüft dann mit einem externen Encoder direkt an der Mechanik, ob die Zielposition erreicht wurde – und korrigiert bei Bedarf nach. Um Herstellern hochgenauer Anlagen und Geräte eine kostengünstige, aber zugleich präzise Antriebslösung zu bieten, hat Oriental Motor diesen Treiber speziell für 5-Phasen-Schrittmotoren entwickelt. In Kombination mit einem externen Encoder erzielen diese Motoren eine Positioniergenauigkeit im Submikrobereich, entsprechend der Auflösung des in Kombination verwendeten

linearen Encoders. Zusammen mit den High-Torque-PKP-Schrittmotoren von Oriental Motor eignet sich das System selbst für anspruchsvolle Anwendungen wie optische Tische und Mikroskop-Achsen in der Halbleiterfertigung.

Kombination verschiedener Modi

Zu Beginn einer Positionierung arbeitet der CVD-Fully-Closed-Loop-Treiber im Open-Loop Modus, um das schnelle Ansprechverhalten des Motors zu nutzen. Nach der Positionierung schaltet der



► Der CVD-Fully-Closed-Loop-Treiber von Oriental Motor erlaubt u.a. die hochpräzise Bewegung optischer Inspektionssysteme.



► Der neue CVD-Fully-Closed-Loop-Treiber baut sehr kompakt und beansprucht daher nur wenig Platz im Motor.

Treiber bei entsprechender Rückmeldung des externen Sensors in den Closed-Loop Modus, um eventuell nötige Korrekturen vorzunehmen. Ist die Positionskorrektur abgeschlossen, schaltet der Treiber in den Open-Loop Modus zurück.

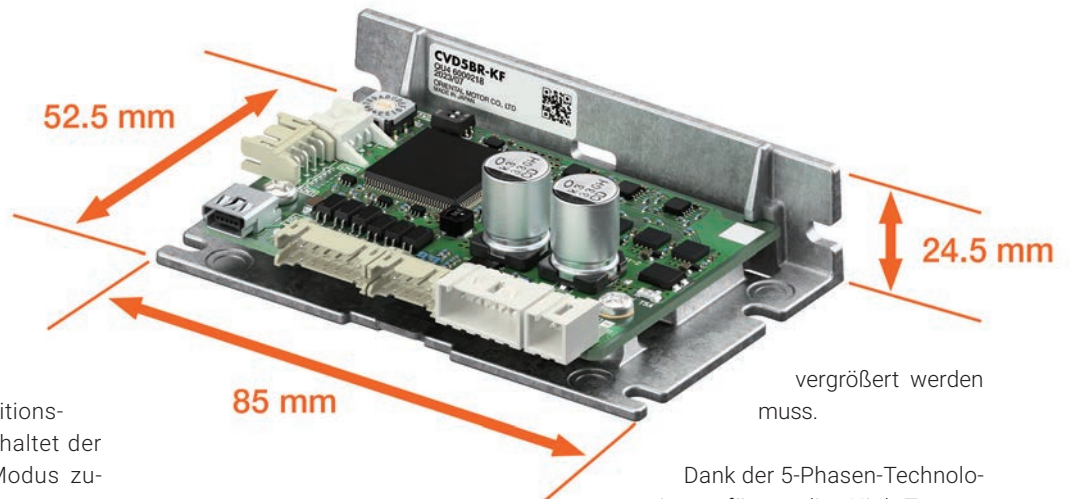
Die von Oriental Motor entwickelte Lastpositionskorrektur hat gegenüber der Positionskorrektur von Servomotoren einige Vorteile: Im Gegensatz zu Servoantrieben, die ihre Position nicht statisch halten können und deshalb permanent nachregeln, bleibt ein Schrittmotor mit dem CVD-Fully-Closed-Loop-Treiber nach der Korrektur absolut still. Da Servos selbst im Stillstand kontinuierlich in Regelung sind, entstehen feine Vibrationen, die insbesondere bei Anwendungen im Submikro-Bereich zu Messfehlern führen können.

Ein Schrittmotor hingegen erzeugt durch das Anlegen eines konstanten Stroms eine Kraft, die den Motor ohne Vibration in der Position hält. Der CVD-Fully-Closed-Loop-Treiber führt die Lastpositionskorrektur nur einmal am Ende der Bewegung durch und hält die

Position anschließend vibrationsfrei. Messungen von Oriental Motor bestätigen diesen Vorteil: Während im reinen Open-Loop-Betrieb eine Abweichung von $0,51\mu\text{m}$ gemessen wurde, reduziert der CVD-Fully-Closed-Loop-Treiber diese auf nur $0,15\mu\text{m}$ (bei einer Abweichung der Linearskala von $\pm 0,2\mu\text{m}$) – und das ohne die für Servos typischen Schwingungen im Stillstand.

Laufruhige und vibrationsarme Schrittmotoren

Der CVD-Fully-Closed-Loop-Treiber wurde speziell für die 5-Phasen-Schrittmotoren der PKP-Serie von Oriental Motor entwickelt. Die High-Torque-Stepper erreichen im Vergleich zu anderen Motoren derselben Größe ein höheres Drehmoment. Sie können daher die Kapazität und den Produktionsdurchsatz einer Maschine erhöhen, ohne, dass dafür die Maschinenfläche



vergrößert werden muss.

Dank der 5-Phasen-Technologie verfügen die High-Torque-Schrittmotoren der PKP-Serie über einen kleineren Basisschrittwinkel von $0,72^\circ$ im Vergleich zu $1,8^\circ$ bei herkömmlichen 2-Phasen-Schrittmotoren. Spezielle Varianten erreichen sogar einen Basisschrittwinkel von nur $0,36^\circ$, der durch die Verdoppelung von Rotor- und Statorzähnen realisiert wird. Diese Bauweise sorgt für eine hohe Laufruhe, und geringe Vibrationen.

Verschiedene Treiberausführungen lieferbar

Mit dem CVD-Fully-Closed-Loop-Treiber hat Oriental Motor ein zuverlässiges, hochpräzises Positionierungssystem entwickelt, das die hohen Anforderungen an Präzision mit der Benutzerfreundlichkeit und Einfachheit von Schrittmotoren kombiniert. Das CVD-Treiberportfolio bietet flexible Lösungen für vielfältige Anwendungen. Neben dem Fully-Closed-Loop-Typ für hohe Positioniergenauigkeit stehen weitere Ausführungen zur Verfügung: Dazu zählen Pulse-Input-Varianten für eine klassische Puls/Richtung-Ansteuerung, RS-485-Versionen mit integrierter Fahrdatenspeicherung und Diagnose sowie Multi-Axis-Ethercat-Treiber für kompakte, synchrone Mehrachssysteme. Board-Mount-Modelle (CVD-S) sparen Bauraum in Embedded-Designs, während Speed-Control-Typen (SC-Paket) eine einfache, drehzahlgeregelte Lösung bieten. Einheitliche Bauformen, leiser Lauf und flexible Schnittstellen machen die Serie zur skalierbaren Plattform – vom einfachen Standardantrieb bis zur hochpräzisen Achse. ■



Oriental Motor
www.orientalmotor.eu/de



► Um branchenspezifischen Richtlinien in der Halbleiterfertigung zu entsprechen, müssen auch die in den Maschinen und Anlagen eingesetzten Servomotoren hohe Präzisionsstandards erfüllen.

Kompakte Servomotoren für synchrone Achsenregelung

Präzision trifft Integration



Artikel
anhören!



Effiziente und fehlerresistente Servoantriebssysteme sind heute in der hochautomatisierten Fertigung unverzichtbar. Moderne Lösungen wie das Servosystem Sigma-X von Yaskawa kombinieren smarte Regelalgorithmen mit leistungsfähiger Sensorik, um Präzision, Anlagenverfügbarkeit und Wartungsfreundlichkeit steigern zu können. In komplexen Anwendungen der Elektronik- und Halbleiterproduktion ermöglichen integrierte Überwachungsfunktionen, flexible Kommunikationsschnittstellen und modulare Leistungsstufen eine fortschrittliche Prozesskontrolle.

Das High-End-Servosystem Sigma-X setzt Maßstäbe in der technischen Ausstattung und Systemintegration. Die Servomotoren sind aktuell als 200V-Versionen mit einem Leistungsspektrum von 50W bis 15kW verfügbar. Modelle mit 400V folgen in Kürze. Für komplexe Anwendungen lassen sich die Geräte flexibel kombinieren: Servoverstärker ermöglichen den gleichzeitigen Anschluss von bis zu drei Motoren, spezielle Firmware-Versionen unterstützen Mehrachs- oder Gantry-Systeme für synchrone Prozessabläufe. Die achsenübergreifende Steuerung gelingt mit dem ic9226-Con-

troller, der basierend auf dem industrieeigenen Triton-Chip von Yaskawa bis zu 64 Servoachsen in Echtzeit synchronisiert. Dabei stehen je nach Applikationsanforderung verschiedene Schnittstellen wie Analog/Pulse, Ethercat oder Mechatrolink-4/III bereit. Die Kompatibilität mit unterschiedlichen Feldbussystemen erleichtert den Retrofit vorhandener Anlagen ebenso wie die Neuinstallation.

Ein wichtiger Aspekt ist die funktionale Sicherheit. Alle Servoverstärker sind standardmäßig mit einer STO-(Safe Torque Off-)Funktion ausgestattet, die eine sichere und normgerechte Ab-

schaltung des Motors garantiert. Damit erfüllt Sigma-X die Sicherheitsanforderungen in anspruchsvollen Industrien wie der Halbleiterfertigung und bietet die Grundlage für weitere Safety-Features, welche in Zukunft zunehmen an Bedeutung gewinnen.

Regelalgorithmen und Condition Monitoring

Im laufenden Betrieb punktet Sigma-X mit hochpräziser Regelung und smarter Prozessüberwachung. Zentrale Features sind ein optimierter Drehmomentausgleich und eine automatische Lastanpas-



sung. Durch diese Funktionen werden Positionsbeefehle unter wechselnden Lastbedingungen exakt ausgeführt – Positionierzeiten bleiben selbst bei variierenden Trägheitsmomenten innerhalb von ± 500 Prozent des Referenzwerts konstant. Ein in den Servomotor integrierter Beschleunigungssensor erkennt frühzeitig mechanische Vibrationen oder Resonanzen, welche die Prozessqualität beeinträchtigen könnten. Darauf basierend werden Anpassungen an der Regelung eingeleitet, die Schwingungsanfälligkeit verringert und Stillstände vermieden.

Für Anwendungen, bei denen eine gezielte Reduktion der Geschwindigkeitswelligkeit gefordert ist – wie beim rotierenden, hochdynamischen Beschichten oder Polieren von Wafern – unterstützt Sigma-X eine spezifische Drehzahlwelligkeitskompensation. Bei Yaskawa-Motoren ist diese Funktion ab Werk aktiviert, für andere Motortypen kann sie über die Software SigmaWin+ konfiguriert werden. Mehrere Vibrationsfrequenzen lassen sich gleichzeitig unterdrücken, was eine mechanische Überdimensionierung vielfach überflüssig macht und Materialkosten reduziert. Für das Monitoring stehen dem Anwender permanent elektrische Verbrauchswerte, aktuelle Leistungs- und Temperaturreserve sowie Wartungs-

zyklusindikatoren zur Verfügung. Durch die systeminterne Analyse von Bewegungsmustern und den kontinuierlichen Vergleich mit definierten Sollabläufen werden entstehende Fehler frühzeitig identifiziert und gemeldet, wodurch Service- und Wartungsprozesse gezielter planbar sind.

Anwendungsorientierte Performance und Ausblick

Das große Anwendungsspektrum von Sigma-X belegt die Vielseitigkeit des Systems. In der Halbleiterfertigung – sei es für Pick&Place-Prozesse, Leiterplattenbestückung, Wafer-Handling, Drahtbonden, Nassätzen, Pfadverfolgung, Schleifpolieren oder Waferdicing – profitiert der Maschinen- und Anlagenbau von der permanenten Zustandsüberwachung und der geringen Latenz in der Ansteuerung. Beim Crimp-Prozess ist die präzise Regelung des Kontaktdrucks über mehrere synchronisierte Achsen ausschlaggebend; Sigma-X sorgt für gleichbleibende Prozessstabilität und erlaubt, den Arbeitszyklus flexibel, aber exakt an spezifische Anforderungen anzupassen. Auch in der Verpackungsinindustrie oder bei Digitaldruckprozessen mit hoher Lastwechselrate kommen die automatischen Optimierungsfunktionen zum Einsatz.

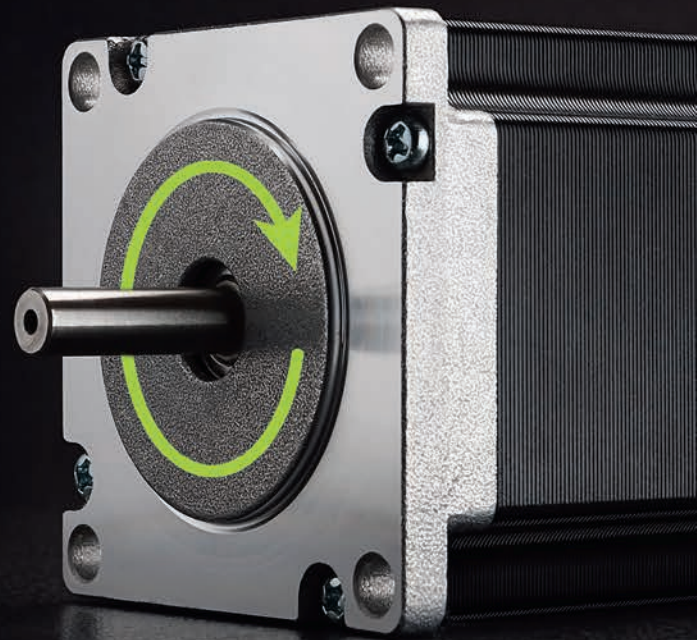
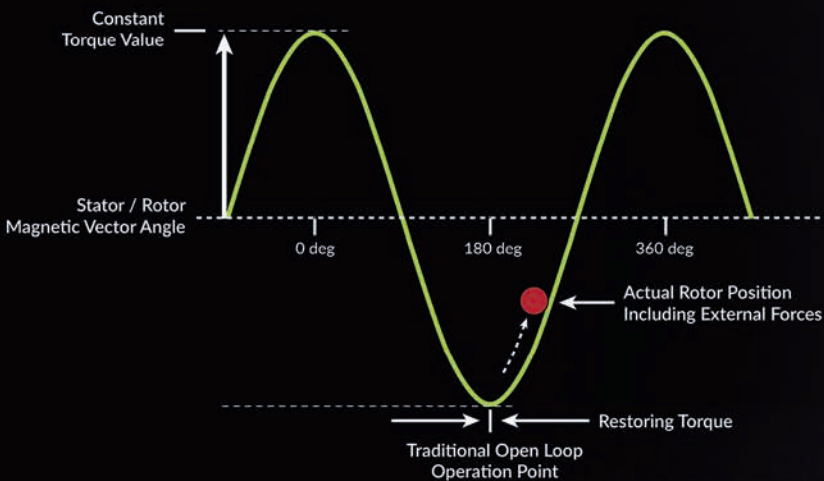
Die Inbetriebnahme der Servopacks erfolgt durch vorkonfigurierte und leicht erlernbare Tuningparameter, sodass sowohl Integratoren als auch Endanwender von einer schnellen Implementierung profitieren. Im Betrieb gewährleistet die Digitalisierung aller relevanten Betriebs- und Diagnosedaten eine vollständige Transparenz über den Zustand jeder einzelnen Achse und des Gesamtsystems. Die intelligente Systemarchitektur macht eine permanente Analyse und Nachjustierung möglich, um Performance und Ausfallsicherheit weiter zu steigern.

Die nachhaltige Verfügbarkeit entscheidender Systemfunktionen wird auch durch die Möglichkeit zum Software-Upgrade und zur Integration in die iCube-Control-Plattform unterstrichen. Die Architektur ist darauf ausgelegt, künftige Anforderungen etwa hinsichtlich weiterführender Sicherheitsfunktionen, Predictive-Maintenance-Konzepte und vernetzter Fertigungsanlagen zu erfüllen. Maschinenbauer, Integratoren und Anwender profitieren so von einer flexiblen, skalierbaren Lösung, die für den industriellen Dauereinsatz konzipiert wurde und durch präzise Steuerung, effizientes Monitoring und kompakte Bauform überzeugt. ■

Yaskawa Europe GmbH
www.yaskawa.de



► Die technisch aufeinander abgestimmten Sigma-X-Komponenten bieten eine hohe Performance und sind in die neue iCube-Control-Plattform integriert.



► Im Kern handelt es sich bei Schrittmotoren mit geschlossenem Regelkreis um eine Steuerungstechnik, bei der ein Encoder zum Motor hinzugefügt wurde, sodass er wie ein Servo-Motor, und nicht über den herkömmlichen Open-Loop-Ansatz angetrieben werden kann.



Artikel
anhören!



Energieeffiziente Antriebslösungen durch lastabhängige Stromregelungstechniken

Schritt für Schritt zu mehr Präzision

Wer Bewegungsaufgaben zuverlässig und wirtschaftlich lösen will, steht vor einer Vielzahl technischer Möglichkeiten. In den letzten Jahren hat sich besonders der klassische Schrittmotor durch technologische Weiterentwicklungen gewandelt und eröffnet mit neuen Steuerungs- und Regelschemen zusätzliche Einsatzbereiche. Ein genauerer Blick auf die technischen Hintergründe lohnt sich für alle, die auf der Suche nach zukunftssicheren Antriebskonzepten sind.

Schrittmotoren gelten seit Langem als kosteneffiziente und bewährte Antriebslösung, wenn es um bürstenlosen Betrieb und robuste Bewegungsaufgaben geht. Traditionell kommt dabei die Mikroschrittsteuerung im offenen Regelkreis zum Einsatz. Die Anforderungen an leistungsfähige Maschinenlösungen steigen jedoch, sodass sich zunehmend die fortschrittlichere Closed-Loop-Schrittmortertechnolo-

gie verbreitet. Entsprechend dafür ausgelegte Motoren finden heute ihren Platz auch dort, wo hohe Beschleunigungen und Zuverlässigkeit gefragt sind, etwa in Textilmaschinen, Spulenwicklern oder der Fertigung elektronischer Baugruppen.

Schrittmotoren und ihre Steuerung: Grundlagen und Unterschiede

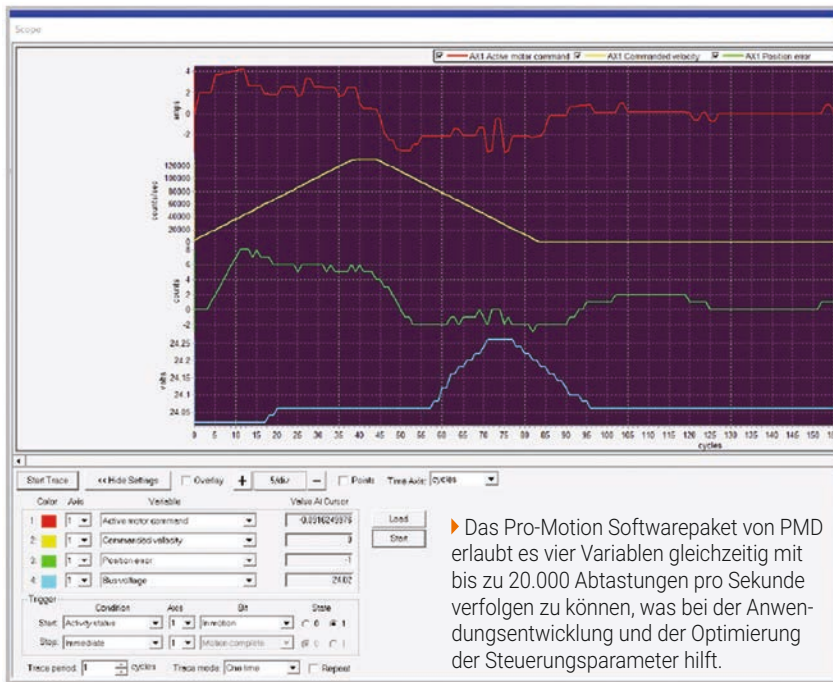
Kern eines Schrittmotors ist meist eine Zweiphasen-Konstruktion, bei der die Motorspulen elektrisch angesteuert werden und das Statorfeld erzeugen. Ein typischer 1,8°-Schrittmotor verfügt über 200 Vollschrte pro Umdrehung. In der neuen Motorgeneration für Closed-Loop-Anwendungen werden zunehmend 3,6°-Schritte gewählt. Das Bewegungsprinzip basiert auf dem Zusammenspiel von Rotor- und Statorflusswinkeln, wodurch ein sinusförmiges Kraftprofil entsteht. Mikroschrittbetrieb positioniert den Rotor in eine Gleichgewichtslage – die Tiefe des Krafttals hängt dabei unmittelbar vom Spulenstrom ab. Kommt Bewegung ins Spiel,

verschiebt der Controller die Phase des Stators, worauf der Rotor folgt.

Bei der Open-Loop-Technik steht die Einfachheit im Vordergrund, allerdings gehen damit technische Einschränkungen einher. Die Stabilität des Rotors um den Absetzpunkt ist begrenzt, was zu Schwingungen insbesondere bei abrupten Änderungen führen kann. Hinzu kommt eine erhöhte Wärmeentwicklung, da der Motor dauerhaft mit hohem Strom angesteuert werden muss, um Schrittverluste unabhängig von der tatsächlichen Last zu vermeiden. Die Steuerung ist nicht in der Lage, sich dynamisch an den Betriebszustand anzupassen – Effizienzverluste und Erwärmung sind die Folge.

Closed-Loop-Technik: Präzision und Effizienzsteigerung

Die Einführung der Closed-Loop-Technologie wirkt diesen Nachteilen entgegen. Durch den Einsatz eines Encoders wird die tatsächliche Rotorposition kontinuierlich erfasst. Die Steuerung regelt den Statorstrom adaptiv über eine PID-Schleife, woraus ein effizienterer und dem Bedarf angepasster Stromfluss resultiert. Die Selbsterwärmung des Motors sinkt und das System kann auf Abweichungen sofort reagieren: Positionsfehler lassen sich gezielt kompensieren, der Motor erreicht unabhängig von seiner Grundcharakteristik eine hohe Positionsgenauigkeit – limitiert nur durch die Encoderauflösung, die heute auch in preisgünstigen Segmenten hohe Werte bietet.



Das Pro-Motion Softwarepaket von PMD erlaubt es vier Variablen gleichzeitig mit bis zu 20.000 Abtastungen pro Sekunde verfolgen zu können, was bei der Anwendungsentwicklung und der Optimierung der Steuerungsparameter hilft.

Dynamisch spielt der geschlossene Regelkreis weitere Vorteile aus. Die erzielbaren Beschleunigungen sind im Vergleich zur klassischen Mikroschritttechnik mit offenem Regelkreis etwa zwei- bis dreimal höher. Voraussetzung dafür sind nicht nur die Rückführung und Regelung, sondern auch eine gezielte Verringerung der Rotormasse – etwa durch dünne Scheibenkonstruktionen – und die Erhöhung der Polzahl für maximiertes Drehmoment. Die Steuerung muss hohe Aktualisierungsraten liefern, um Kommutierungswinkel, PID-Schleife und Feldorientierte Regelung (FOC) zeitnah zu steuern. Moderne Steuerungslösungen erreichen bis zu 20.000 Regelzyklen pro Sekunde, was die Praxistauglichkeit auch in schnellen Anwendungen ermöglicht.

Ein Beispiel zeigt, dass ein für den Closed-Loop-Betrieb ausgelegter 3,6°-Schrittmotor innerhalb von 4,25ms aus dem Stillstand auf Maximalgeschwindigkeit und wieder zurück beschleunigt, ohne dass der Positionsfehler nennenswert ansteigt. Tools zur Echtzeitdatenerfassung, wie das Pro-Motion Softwarepaket, liefern dabei eine genaue Analyse des Zusammenspiels von Sollwert, Positionsabweichung und Systemspannung.

Marktbreite und technische Auswahl

Die Verfügbarkeit hochauflösender, zugleich erschwinglicher Encoder hat die Einstiegshürde für Closed-Loop-Schrittmotoren gesenkt. Während früher hohe

Auflösungen nur für Spezialanwendungen infrage kamen, sind sie heute auch wirtschaftlich in breiteren industriellen Segmenten einsetzbar, etwa in der Medizintechnik oder für wissenschaftliche und laborbasierte Geräte, in denen geringe Wärmeentwicklungen und hohe Positioniergenauigkeit entscheidend sind.

Für die Auswahl der passenden Steuerungskomponente sind insbesondere geforderte Aktualisierungsraten ausschlaggebend. Diverse Motion-Control-ICs unterstützen 10.000 und mehr Zyklen pro Sekunde, was ihre Integration in schnelle industrielle Anwendungen ermöglicht. Dies macht die Technologie sowohl für klassische als auch für neue Applikationsbereiche attraktiv – von der Elektronikfertigung bis zum Hochgeschwindigkeitsaktor.

Die Entscheidung zwischen offenem und geschlossenem Regelkonzept sollte letztlich immer anhand individueller Anforderungen an Beschleunigung, Genauigkeit, Energieeffizienz und Kosten erfolgen. Fortschritte in Motor- und Sensortechnik eröffnen dabei immer neue Gestaltungsmöglichkeiten für die Automatisierung. ■

Chuck Lewin
Gründer und CEO
Performance Motion Devices Inc.
www.pmdcorp.com

- Anzeige -

Alles hört auf NORDAC PRO

Kompakter Schaltschrankumrichter für jede Antriebsaufgabe

- ▶ Multi-Geber-Interface und Multi-Protokoll-Ethernet-Schnittstelle
- ▶ Vielseitige Advanced Variante
- ▶ Funktional erweiterbar
- ▶ Für Ihre Systemlösung aus einer Hand mit weltweiter Verfügbarkeit



Sensorlose Regelungstechnik steigert Flexibilität von Frequenzumrichtern

Kraftvoll kombiniert:

Kostals kluge Konzeptantriebe



Artikel
anhören!



Wie viel Komfort, Effizienz und Flexibilität können moderne Frequenzumrichter tatsächlich bieten? Was steckt technisch hinter sensorloser Regelung, und wie gelingt es, Antriebe über den kompletten Drehzahlbereich ohne Lastgrenzen und teure Magnetwerkstoffe stabil zu regeln? Im Interview gibt Dirk Fedder, CEO von Kostal Drives Technology, persönlich Einblicke in technologische Details, verrät, wie Self-Commissioning die Inbetriebnahme revolutioniert, und wie sich mit robusten, universellen Systemen Arbeit, Material und Energie sparen lassen.

SPS Wie ist die Drives Technology organisatorisch in die Kostal Gruppe eingebettet und welche Rolle nehmen Sie im Konzern ein?

Kostal ist ein breit aufgestellter, international agierender Technologiekonzern mit primärem Automotive-Fokus. In der Gruppe sind wir, die Kostal Drives Technology, eine von drei Business Units der Kostal Industrie Elektrik GmbH & Co KG. Unsere Schwesterbereiche decken die Themen Mechatronik- und Leistungselektronik mit Produkten für die Photovoltaik und OEM-Elektronik ab. Wir haben uns auf elektrische Antriebstech-

nik spezialisiert, mit dem Fokus auf montierbare Frequenzumrichter. Das bedeutet: Während Kostal in der Gruppe eine breite Technologiebasis pflegt, sind wir der flexible Partner für die innovative, energieeffiziente und einfach zu integrierende, elektrische Antriebstechnik im industriellen Bereich.

SPS Welche strategischen Ziele leiten Ihre Arbeit in den nächsten Jahren?

Eines der wichtigsten strategischen Ziele ist es, Effizienz in sämtliche Bereiche der Industrie zu bringen. Der ressourcenschonende Einsatz von

Elektrizität und die Fähigkeit, Motoren exakt so auszulegen und zu regeln, wie es für die Anwendung optimal ist, stehen dabei im Vordergrund. Wir konzentrieren uns auf smarte, adaptive Regelverfahren, mit denen sich Effizienzpotenziale branchenübergreifend heben lassen – sei es bei klassischen Produktionsanlagen, Pumpen/Kompressoren oder der Intralogistik. Unter Effizienz verstehen wir aber auch, Fremdmotoren mechanisch einfach und zeitsparend zu adaptieren, zu identifizieren und möglichst vollautomatisch die motor- und anwendungsspezifischen Modell-



► Frank Nolte besuchte Kostal Drives Technology in Hagen und sprach dort mit CEO Dirk Fedder.