Optimiertes Liquid-Handling

Einsparung von Platz und Vermeidung von Probenverunreinigung durch den Einsatz von hybriden Koordinatensystemen. Hybride polar/kartesische Antriebssysteme dienen als innovativer Konstruktionsansatz in der Laborautomatisierung eines Pipettierprozesses.

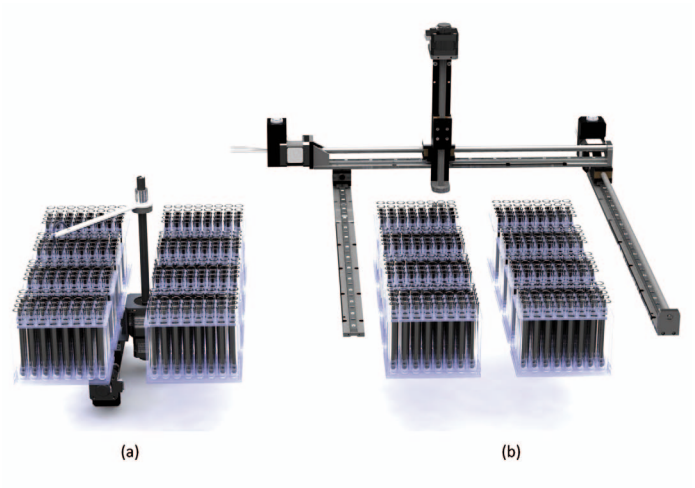

Bild 1: Polares/kartesisches Hybrid- (b) vs. kartesisches Koordinatensystem (a)

Konventionell wird bei einem Pipettierungsprozess für die Ansteuerung von Probenfeldern, eine X-Y- oder X-X'-Y-Achsenkonfiguration verwendet (Bild 1b). Dies sind bewährte Verfahren und werden seit Jahrzehnten erfolgreich in Laborgeräten eingesetzt. Hybride polar/kartesische Systeme (Bild 1a), bieten jedoch einen alternativen Ansatz, der eine zunehmende Rolle in der Laborautomatisierung spielt. Im Folgenden werden Aspekte genannt, die bei der Tätigkeit in der Laborautomatisierung zu beachten sind und wie polar-/kartesische Systeme die Maschinenkonstruktion optimieren können.

Kartesisches Koordinatensystem

In der Laborautomatisierung ist das in Bild 1(b) gezeigte System durch die Bewegungsflexibilität und der hohen Dichte an Proben innerhalb der Anlage, eine verbreitete Methode. Bei der Konfiguration einer Anlage ist ausschlaggebend, die Sensibilität des Prozesses zu berücksichtigen und zu beachten, dass Antriebskomponenten während des Betriebs häufig Partikel erzeugen können. In einigen Anwendungen können Fremdkörper die Integrität der Testergebnisse beeinflussen. Insbesondere im medizinischen Bereich wird sich ein System, dass hinsichtlich Funktion und Ergebnis keine hohe Zuverlässigkeit bietet, nicht auf dem Markt etablieren. Einige Hersteller bieten zur Risikoreduzierung einer Probenkontamination auch Optionen mit Schutzvorrichtungen oder versiegelten Antriebssystemen an, dies wirkt sich jedoch negativ auf die Größe und Kosten der Anlage aus. Die optimale Anwendung zur Risikominimierung bildet die Antriebssteuerungskomponente unterhalb der Proben bzw. dem Prozessbett zu

Autor:
Keith H. Knight
Aus dem Englischen übersetzt von Lisa Pfitzner, Marketingmanagerin bei MACCON Elektroniksysteme GmbH

©AMETEK, Inc. All rights reserved. Translated and distributed with permission from AMETEK Haydon Kerk Pittman. www.haydonkerkpittman.com

MACCON Elektroniksysteme GmbH
www.maccon.de

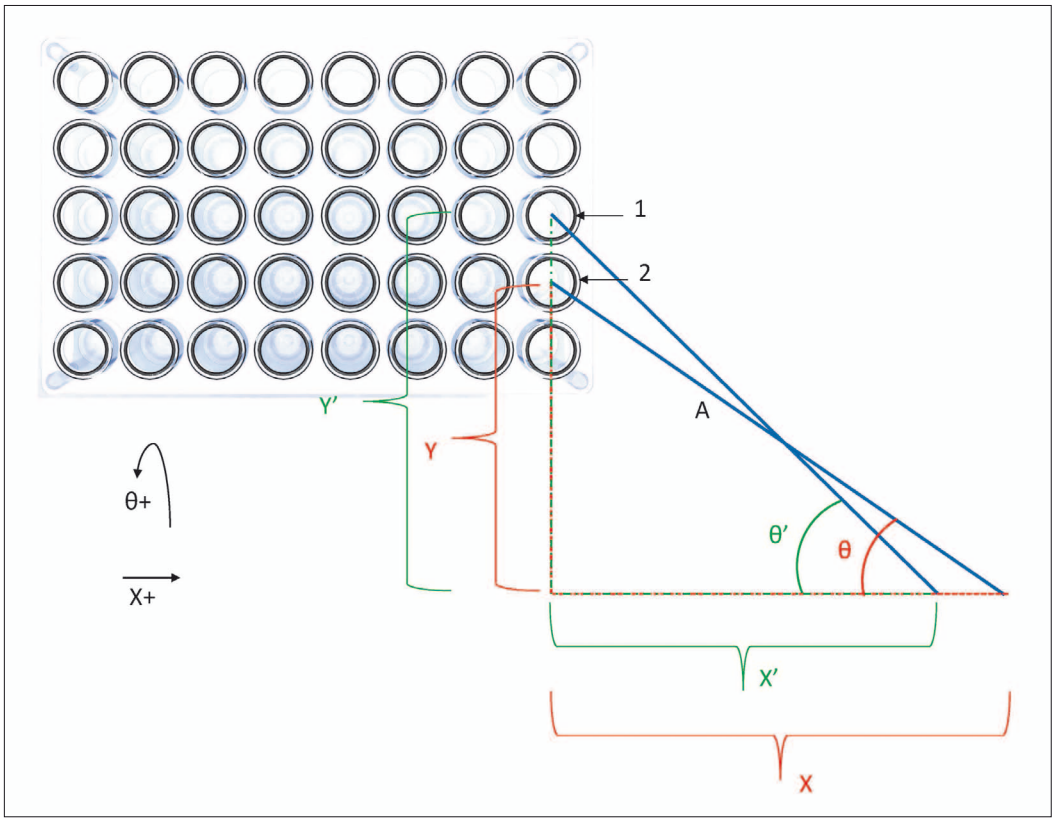

Bild 2: Theta-X-Bewegungsberechnung

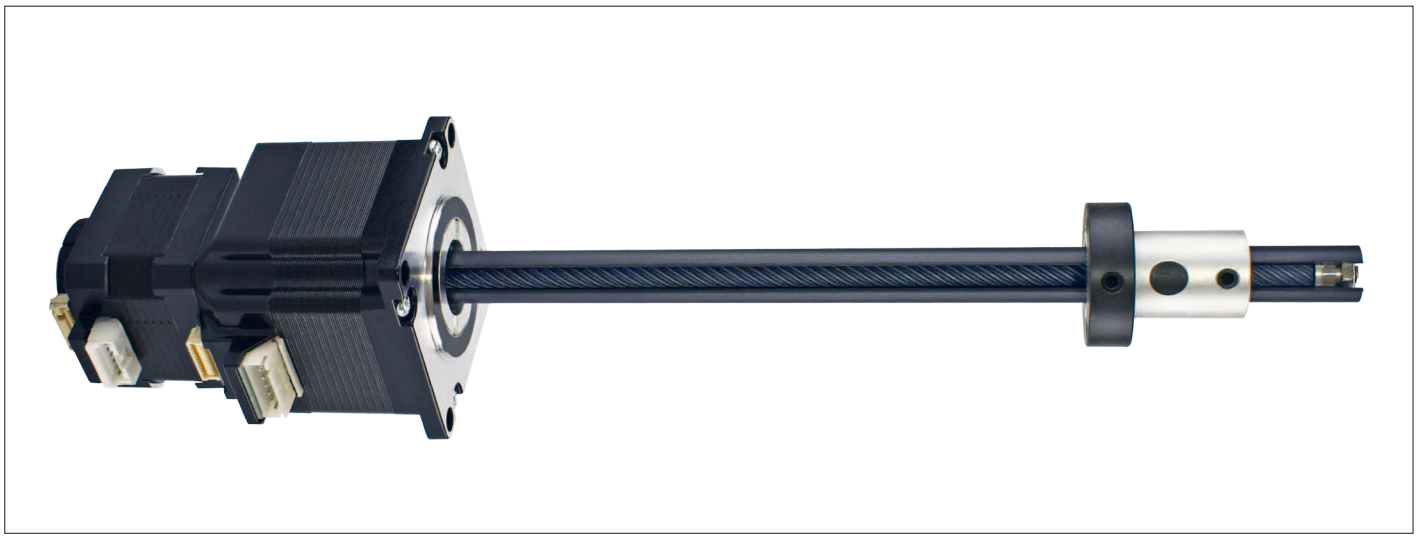

Bild 3: Der Z-Theta Aktuator

installieren. Dies bietet bei einem rein kartesischen Koordinatensystem Einschränkungen, da der Verfahrweg durch die Lage der Proben begrenzt ist.

Hybrides polar/kartesisches System

Eine Methode diese Einschränkung zu überwinden besteht darin, eine Polarkoordinatenachse in das System zu integrieren. Ein primärer Vorteil des in Bild 1(a) gezeigten kartesisch/polaren Hybridkoordinatensystems ist, dass es keine Komponenten gibt, die Partikel über den Proben bilden können. Partikel können überall dort entstehen, wo Komponenten sich gegeneinander bewegen. Der Gelenkarm des Systems bewegt sich jedoch nicht relativ zu den Komponenten. Somit werden keine Partikel erzeugt. Auch die gezeigte Führung der z-Achse ist ein Gleitelement, sie befindet sich über dem Verfahrweg der x-Achse und nicht über den Proben. Diese Faktoren begrenzen das Risiko, einer Verunreinigung der Proben.

Effiziente Platznutzung

Ein weiterer Vorteil ist die effiziente Platznutzung im Verhältnis zur Größe der Antriebssteuerungskomponenten. Die in Bild 1(a) und Bild 1(b) gezeigten Probenfelder umfassen acht Gestelle mit Reagenzgläsern. Das rein kartesische System kann den gesamten Bereich der Proben ansteuern, hat aber durch seiner Konstruktion eine größere Stellfläche. Bei einem polaren/kartesischen System befinden sich die Antriebskomponenten, mit Ausnahme der z-Achse und des Theta-Arms, unterhalb des Prüfstands. Die Z-Theta-Komponente fährt durch die Mitte des Prüffeldes. Durch diese Konstruktion kommt es zu Platzeinsparungen. Ein Vorteil der Platzersparnis ist, dass der Hub der x-Achse reduziert wird. Der Arm ist durch die Winkelbewegung gelenkig und vergrößert somit die Reichweite der x-Achse an beiden Enden des Hubs. Dies eliminiert den verlorenen Hub entlang der x-Achse und reduziert die Kosten.

Hohe Bewegungsflexibilität

Auch ein Vorteil des kartesischen/polaren Koordinatensystems ist die hohe Bewegungsflexibilität. Diese wird mit einem Gelenkarm erreicht, der mit der Theta-Achse verbunden ist, der über das Probenfeld schwenken kann und somit jede einzelne Probe ansteuert. Das Ergänzen der Theta-Achse mit einer x-Achse zur linearen Translation kann ein ausschließlich kartesisches X-Y- oder X-X'-Y-System effektiv ersetzen. In jedes System kann des Weiteren eine z-Achse integriert werden.

Draufsicht auf einen Probenträger

Viele Probenträger sind auf das kartesische Koordinatensystem ausgelegt. Bild 2 zeigt die Draufsicht auf einen Probenträger. Die blauen Linien stellen den Gelenkarm dar, der an der in Bild 1(a) gezeigten Z-Theta-Vorrichtung, befestigt ist. In der Abbildung sind die Beispielpositionen 1 und 2 gekennzeichnet. Im kartesischen Koordinatensystem wird die Bewegung von Position 1 zu Position 2 mit x- und y-Bewegungen realisiert. In einem polaren/kartesischen Koordinatensystem ist das allerdings eine Kombination aus x- und rotatorischen Bewegungen, die mit einfacher Trigonometrie berechnet werden kann. Dadurch dass die Geometrien bekannt sind, ist die Berechnung unkompliziert. Unter Berücksichtigung der positiven Konvention für die Theta- und x-Achse zeigen die Gleichungen Gl. 1 und Gl. 2 die Bewegungen, die für den Übergang von Position 1 zu Position 2 erforderlich sind. In der Praxis sind die Variablen Y, Y', X, X' und A durch den physikalischen Aufbau der Maschine bekannt. Die einzigen Parameter, die bestimmt werden müssen sind θ und θ'. Für den Fall, dass die Theta-Bewegung in negative Richtung verfahren soll (wie in Bild 2), lautet der Befehl der Theta-Achse wie in Gl.3 .

Z-Theta Aktuator

Mit dem Z-Theta Aktuator (Bild 3) wurde ein Produkt entwickelt, dass den stetig ansteigenden Performanceanforderungen von Rotations- und Linearbewegungen in der Laborautomatisierung entspricht. Der Z-Theta-Aktuator, wurde in Kombination aus Entwicklungsarbeit, Fertigungs-Know-how und einem geschulten Auge für das, was bei Rotations- und Linearbewegungen entscheidend ist, konstruiert. Der lineare Antrieb basiert auf dem ScrewRail und wird, durch den neuen Ansatz, der direkten Integration eines Rotationsmotors zum Antrieb der Theta-Bewegung ergänzt. Diese Konstruktion ist dann mit einem zweiten Motor gekoppelt, um die lineare Bewegung des Schlittens über eine Leitspindel zu steuern. Sowohl für die Linear- als auch für die Rotationsachse sind optional Drehgeber erhältlich, die entweder eine Positionsbestätigung oder eine vollständige Schritt-Servo-Steuerung des Geräts ermöglichen. Das Resultat ist eine überaus kompakte Systemlösung für Anwendungen in Bereichen mittlerer bis hoher Präzision, bei denen sowohl Rotations- als auch Linearbewegungen erforderlich sind.

Der Hersteller der Antriebskomponenten ist Fa. Haydon-Kerk-Pittmann aus USA. Der Vertrieb im deutschsprachigen Raum erfolgt über Fa. MACCON Elektroniksysteme GmbH. ◄

$$Winkelbewegung = \theta' - \theta = \tan^{-1}\left(\frac{Y'}{X'}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{Y}{X}\right) \quad \text{Gl.1}$$

$$x - Achsen\ Bewegung = X - X' = A\cos\theta - A\cos\theta' \quad \text{Gl.2}$$

$$Gegengesetzte\ Winkelbewegung = (\theta' - \theta) - 2\pi \quad \text{Gl.3}$$

Gleichungen