

Linearisierung magnetischer Sensorik

Messungen und Lösungsvorschläge



Der piezoelektrische Effekt wird auf unterschiedlichste Art und Weisen zur Erzeugung von makroskopischen Bewegungen genutzt. Obwohl die Antriebsprinzipien aller kommerziell erhältlichen Piezo-Technologien leicht verständlich sind, ist für das Erlangen des maximalen Leistungspotentials in einer Anwendung immer Hersteller-spezifisches Know-How nötig.

Der piezoelektrische Effekt wird auf unterschiedlichste Art und Weisen zur Erzeugung von makroskopischen Bewegungen genutzt. Obwohl die Antriebsprinzipien aller kommerziell erhältlichen Piezo-Technologien leicht verständlich sind, ist für das Erlangen des maximalen Leistungspotentials in einer Anwendung immer Hersteller-spezifisches Know-How nötig.

Piezomotoren werden deshalb oft nur als fertig integrierte Antriebslösungen mit standardisierten Spezifikationen (z.B. als Servo) angeboten. Das Piezoprinzip wird hierbei komplett vom Anwender versteckt. Solche Lösungen sind zwangsweise überdimensioniert und nicht kostenoptimiert und behindern im Denken des Anwenders möglicherweise sogar den Einstieg in interessantere und kostenkritischere Anwendungsgebiete.

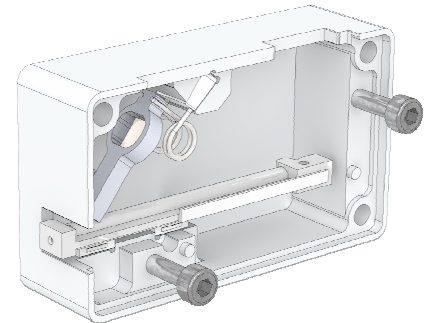
Starter-Kits werden angeboten, um dem Entwickler vertiefte Kenntnisse der jeweiligen Piezotechnologie zu vermitteln. Der damit verbundene Evaluierungsaufwand ist der eigentlichen Produktentwicklung vorgelagert und ist insbesondere im Bereich des Spezialgerätebaus und im Labor-

Um die Einstiegshürde für Piezomotoren im low-cost Segment der Antriebstechnik zu senken hat Elliptec AG eine lineare Positionierungslösung in Modulform entwickelt. Sie ist eine allein stehende Antriebslösung (Abb. 1), welche alle Merkmale eines Starter-Kits besitzt und gleichzeitig konstruktiv wegweisend für anwendungs-spezifische Neuentwicklungen ist (Abb. 2). Der Anwender kann somit Elliptec's patentierte Piezoantriebstechnik direkt aus der Box für die Produktentwicklung einsetzen und kontinuierlich auf produktoptimierte Lösungen hinarbeiten.

Das Modul beinhaltet neben dem Elliptec Motor X15G die komplette Antriebs-Elektronik mit Mikrokontroller und hochauflösenden Inkrementalsensor für das Positionsfeedback. Der vom Motor angetriebene Linearschlitten ist über ein Miniaturkugelumlauf-

wesen wirtschaftlich oft nicht tragbar.

lager reibungsarm mit dem Modulgehäuse verbunden wodurch Positionierungsaufgaben mit einer Auflösung von +/- 2,5µm vorgenommen werden können. Mit einer Kraft von ca. 0,2N eignet sich das Modul besonders zum Positionieren kleinerer Massen.



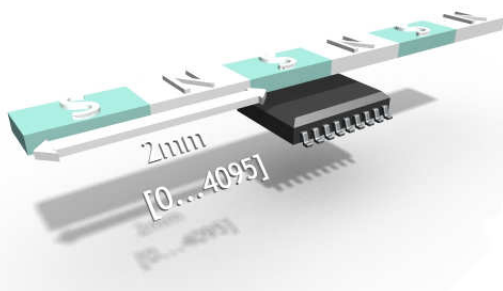
1: Linearführung in Elliptec ML2K1 (Elektronik entfernt)

Das Modul wird über eine serielle Schnittstelle mit String-Kommandos angesprochen, zu den Funktionen zählen neben dem zeit-gesteuerten Verfahren und dem weg-geregelten Positionieren auch das Auslesen der aktuellen Schlittenposition. Woher die seriellen Kommandos stammen entscheidet der Anwender, sei es ein SPS-System, eine Telnetsoftware oder eine .net-Umgebung. Für letzteres stellt Elliptec eine Beispielsoftware bereit mit der die Module bequem betrieben werden können. Auf Basis dieser Anwendung kann der Kunde die Module in seine Prozesse einbinden. Das Modul ist innerhalb

kürzester Zeit in die Produktentwicklung integriert.

Um der angestrebten Kostenstruktur des Moduls gerecht zu werden, wurde entschieden, für das Positionfeedback einen kostengünstigen aber präzisen magnetischen Sensor einzusetzen (Abb. 3). Solche Sensoren haben gewisse Eigenschaften, deren sich Entwickler bewusst sein sollten, um die vom Piezoantrieb prinzipiell erreichbare hohe Positioniergenauigkeit ausschöpfen zu können. Der Modul-Bauraum von 60mmx35mmx27mm erlaubt aber grundsätzlich auch die Unterbringung eines optischen Messsystems für höhere Anforderungen.

Im ML2K1 wird ein am Läufer befestigter spezieller Magnetstreifen über einen stationären Feld-Sensor verfahren [vgl. application note¹]. Der Streifen ist 20mm lang und ist in wechselnde Polpaare von 2mm Länge unterteilt. Der Sensor löst das Magnetfeld eines Polpaares in 4096 Schritte auf, wodurch eine nominelle Auflösung von $0,488 \mu\text{m}$ ($2\text{mm}/2^{12}$) erreicht wird.

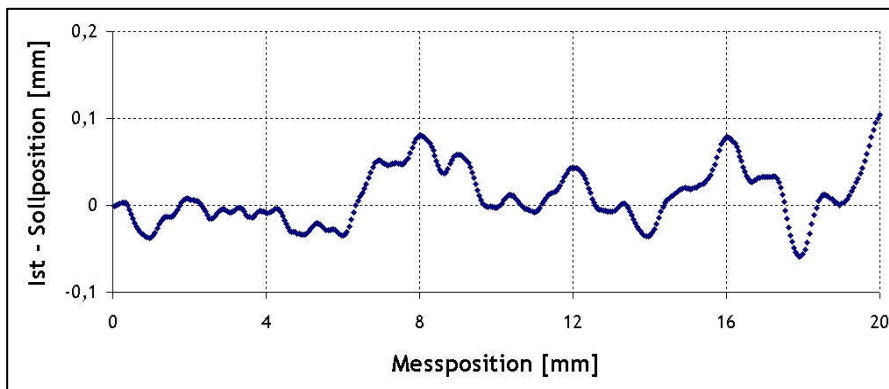


4: Magnetisches Messprinzip für Schlittenposition im Elliptec Modul ML2K1

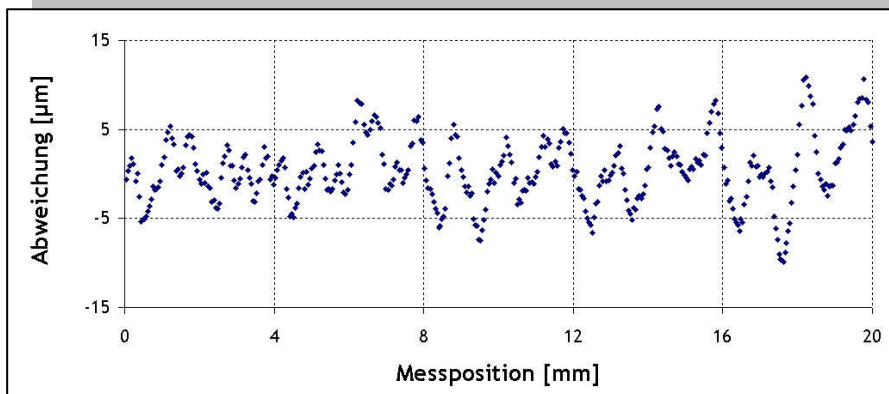
Die im Modul integrierte Positionsregelung arbeitet zur Gunsten von möglichst kurzen Stellzeiten mit einer Toleranz von ± 5 Schritten. Daraus ergibt sich

¹

<http://www51.honeywell.com/aero/common/documents/Applications-of-Magnetic-Position-Sensors.pdf>



2: Abweichung zwischen Soll- und Ist-Position des magnetischen Positionssensors.



3: Nach einer Linearisierung mit Hilfe einer Vergleichstabelle kann die Linearität schon verbessert werden.

eine nominelle Wiederholbarkeit von $\pm 2,5 \mu\text{m}$.

Aus der Beschreibung der Sensor-Funktionsweise wird unmittelbar klar, dass die Positioniergenauigkeit fertigungsbedingt von der Polpaar-Lage und -Länge abhängt, obwohl die Präzision sehr gut ist. Die Linearität ist deshalb auf keinen Fall garantiert, was in Abb. 4 illustriert ist. In dieser Beispielmessung wurde der Modülläufer positionsgeregelt in Schritten von jeweils nominellen $50 \mu\text{m}$ ausgefahren (440 Schritte für nominelle 22mm Distanz). Die tatsächliche Läuferposition wurde von einem externen Wegmesser gemessen (Keyence LS-7501). Abb. 4 zeigt die gemessenen Abweichungen zwischen den Soll- und Ist-Positionen.

Die hier gemessene Differenzkurve ist relativ glatt und es bietet sich deshalb an, sie als Kalibrierungskurve für Korrekturrechnungen zu verwenden. Für die interpolationsfreie Korrekturrechnung wird von einem Sensorwert z. B.

einfach der Korrekturwert des tiefer liegenden Stützpunktes subtrahiert. Für die Daten aus Abb. 4 kann der Erfolg dieser Korrekturrechnung annähernd genau abgeschätzt werden, indem paarweise Differenzen gebildet werden (Abb. 5). Interpolation würde dieses Ergebnis noch verbessern.

Nachteil dieser Methode ist natürlich, dass eine Kalibrierungsfahrt nötig ist, was für jede Einheit mit Aufwand verbunden ist (abgesehen vom externen Messsystem). Die Kalibrierung darf sich zeitlich oder temperaturbedingt auch nicht ändern. Außerdem muss für die Stützwerte genügend Speicher vorhanden sein. Oft ist eine strecken- bzw. punktweise Kalibrierung aber ausreichend, solange nur einzelne Positionen wiederholt präzise angefahren werden müssen. Die Kalibrierung ist unnötig, wenn eine Sollposition anderweitig bestimmt werden kann. Für diese Anwendungen ist

der magnetische Sensor ausgezeichnet. Gerade im Bereich der Optik ist die Zahl der Anwendungen groß, so können Linsen, Filter, Spiegel und Blenden verwendet werden. Aber auch Anwendungen aus dem Bereich der Mikro und Nanodosierung können von dieser verhältnismäßig kostengünstigen profitieren. Als rotatorischen Antrieb hat Elliptec das Modul MR2K1



6: MR2K1 Hochauflösendes rotatorisches Modul

entwickelt. Der magnetische Feld-Sensor ist identisch zum ML2K1, aber der Magnetstreifen ist durch einen Ring mit 64 Polpaaren ersetzt (262144 Schritte pro Umdrehung oder nominell 4.94"). Die Endanschläge des linearen Moduls ML2K1 sind im rotatorischen Modul MR2K1 durch einen zusätzlichen optischen Punktsensor ersetzt, so dass auch hier selbst nach AUS/EIN-Schalten des Moduls eine Kalibrierung möglich ist. Das Modul hat ein Drehmoment von ca. 4 Nmm.

Benötigen Sie weitere Informationen zu diesem Thema? Dann kontaktieren Sie:

Christoph Wolthaus
wolthaus@elliptec.de
Tel. +49 (0)231 292702 - 91