

Kontaktlose Winkelsensoren für den Maschinenbau

Innovationen treiben die Positionssensorik voran

Kontaktlos arbeitende Winkelsensoren setzen sich in vielen Anwendungsbereichen immer stärker durch. Da sie geringen Verschleiß versprechen, bleiben wichtige Eigenschaften wie Genauigkeit und Linearität lang erhalten, und so wird zu jeder Zeit die Funktion des Sensors sichergestellt. Weil die Entwicklung weiter geht, erschließen sich den vielseitigen Sensoren neue Einsatzbereiche.

Der Sensorikspezialist Novotechnik liefert dafür einige Beispiele: magnetische Winkelsensoren mit IO-Link-Schnittstelle sowie kompakte und zugleich robuste Single- und Multiturn-Drehgeber, die das bewährte Novohall-Verfahren und damit auch den GMR-Effekt (Giant Magneto Resistance) nutzen. Die magnetischen Sensoren der Baureihe RFC-4800 haben sich mittlerweile in vielen industriellen und mobilen Anwendungen bewährt. Sie sind kompakt, einfach zu montieren und erfassen den Drehwinkel über volle 360 Grad mit einer Auflösung von bis zu 14 Bit. Jetzt gibt es diese berührungslosen Sensoren auch mit IO-Link-Schnittstelle.

In der Praxis bringt das gleich mehrere Vorteile: Die Punkt-zu-Punkt-Verbindung bietet Feldbus-Funktionalität und ermöglicht die durchgängige Kommunikation bis in die Sensorebene. Bei der Inbetriebnahme kann der Kunde Parameter wie den Nullpunkt oder die Drehrichtung verändern. Neben der reinen Positionsinformation können zudem weitere Informationen wie Sta-

tus- beziehungsweise Diagnosemeldungen ausgetauscht werden. Fehler im Regelkreis lassen sich dadurch rasch lokalisieren und, da die Einstellparameter zentral gespeichert sind, geht ein Sensoraus-tausch schnell. Letztendlich bringt IO-Link damit eine Kostenreduktion, von der sich in Automatisierungstechnik und Maschinenbau gleichermaßen profitieren lässt.

Klein, leicht, getriebelos und mit digitalen Schnittstellen

Das Unternehmen hat die GMR-Sensorik weiterentwickelt und bietet die Multiturn-Sensoren der Baureihe RSM 2800 auch mit digitalen Schnittstellen an. Der Messbereich beträgt 14 oder 16 Umdrehungen; der Messwert wird als SPI- oder SSI-Signal ausgegeben. Eine Variante mit CAN-Open-Schnittstelle ist in Vorbereitung. Die robusten und mit einem Durchmesser von lediglich 28 Millimeter kompakten Sensoren arbeiten mit 16 bis 18 Bit Gesamtauflösung (Winkel 14 Bit und ein bis vier Bit für die Umdrehungszahl) und hoher Genauigkeit. Über den gesamten Messbereich liegen die Linearitätsabweichungen bei $\pm 0,031$ Prozent.



1 Der Sensorikspezialist hat die GMR-Sensorik weiterentwickelt und bietet die Multiturn-Sensoren der Baureihe RSM 2800 jetzt auch mit digitalen Schnittstellen an. Der Messbereich beträgt 14 oder 16 Umdrehungen; der Messwert wird als SPI- oder SSI-Signal ausgegeben.

2 Magnetischer Drehgeber mit IO-Link-Schnittstelle. Messwerte und Status- bzw. Diagnosemeldungen werden gleichzeitig übertragen.



Die Sensoren erfüllen serienmäßig die Anforderungen bis Schutzart IP67, sind also staubdicht und gegen zeitweiliges Untertauchen geschützt. Sie lassen sich gut in die jeweilige Applikation integrieren. Die Welle wurde so ausgestaltet, dass sie einfach und winkelindexiert von einem entsprechenden kundenseitigen Gegenstück aufgenommen werden kann. Typische Einsatzbereiche finden sich in mobilen Arbeitsmaschinen, Stellantrieben oder Hebebühnen ebenso wie in der Robotik oder ganz allgemein als Alternative zu Mehrgangpotenziometern sowie Encodern.

Robuste Drehgeber im kompakten 36-Millimeter-Gehäuse

Mit den Single- und Multiturngebern der Baureihe RSB-3600 und RMB-3600 stehen robuste Ausführungen auch im nur 36,5 Millimeter durchmessenden Vollmetallgehäuse und mit langlebigen Kugellagern zur Verfügung. Dank unterschiedlicher Versionen mit Voll- oder Hohlwellen sowie einer Heavy-Duty-Ausführung mit Schutzart IP69k eignen sich die neuen Drehgeber für unterschiedliche Industrieanwendungen, so beispielsweise für Blechbearbeitungs- und Verpackungsmaschinen oder für den Einsatz in Fertigungslinien in der Automatisierungstechnik.

Die Messwerte werden als analoge Strom- oder Spannungswerte digital über eine Inkremental- oder schnelle SSI-Schnittstelle ausgegeben. Eine CAN-Open-Schnittstelle wird in Kürze folgen. Außerdem stehen ein- und mehrkanalige, also auch vollredundante Ausführungen zur Wahl, die sich alle für hohe Drehzahlen bis 12.000 Umdrehungen pro Minute eignen und außerdem durch ein günstiges Preis-Leistungs-Verhältnis überzeugen.

Die Drehgeber arbeiten nach dem bewährten Novohall-Verfahren. Im Singleturnbereich wird über volle 360 Grad mit bis zu 14 Bit Auflösung gemessen. Der Multiturn kann bis zu 16 Umdrehungen (zukünftig bis zu 40 Umdrehungen) erfassen. Er nutzt ebenfalls den GMR-Effekt (Giant Magneto Resistance) und kann zusätzlich zum Drehwinkelsignal im stromlosen Zustand ohne Pufferbatterie und ohne Getriebe die Umdrehungen zählen und speichern. Er liefert absolute Positionswerte und stellt den Messwert als „True-power-on“-System nach dem Start zur Verfügung.

Funktionsweise basiert auf Nobelpreistechnologie

Die grundlegende Funktionsweise dieses Multiturns, die auf dem GMR-Effekt (Giant-Magneto-Resistance) basiert, ist einfach zu verstehen: An der rotierenden Achse oder Hohlwelle befindet sich

ein Magnet, der bei einer Drehung den Magnetisierungszustand in den Spiralarmlen des GMR-Sensorelements verändert. Das GMR-Sensorelement mit der Größe von einem Quadratmillimeter besteht aus einem GMR-Schichtstapel mit einer Dicke von etwa 100 Nanometer und enthält im Wesentlichen eine sogenannte Referenzschicht und eine Sensorschicht.

Durch das rotierende externe Magnetfeld kann nun der Magnetisierungszustand der Sensorschicht verändert werden. Der GMR-Chip besteht aus einer rautenförmig angeordneten Spiralstruktur. Die Anzahl der zu zählenden Umdrehungen entspricht der Anzahl der Spiralarmlen. Die Magnetisierungsrichtung der Sensorschicht in den etwa 250 Nanometern breiten Spiralarmlen kann nur mithilfe des sogenannten Domänenwandgenerators, der am Anfang der Spirale sitzt, verändert werden. Aufgrund seiner relativ großen Fläche kann in diesem Bereich die Magnetisierung leicht dem äußeren Magnetfeld folgen.

Bei der Drehung des externen Magnetfeldes und damit des Positionsgabers werden im Domänenwandgenerator 180-Grad-Domänen erzeugt. Diese werden wiederum in die Spiralstruktur injiziert beziehungsweise können aus dieser auch wieder gelöscht werden. Die Magnetisierung der Sensorschicht in den Spiralarmlen richtet sich dabei entweder parallel oder antiparallel zur Referenzschicht aus, diese Ausrichtung kann dann über den Spin-Effekt detektiert werden. Die Widerstandswerte dieser Struktur sind damit abhängig vom Magnetisierungszustand beziehungsweise der Umdrehungsanzahl.

Mit einem Sensorelement kombiniert, das Drehwinkel bis 360 Grad erfassen kann – zum Beispiel mit dem Hall-Effekt – lassen sich abhängig von der Anzahl der Spiralarmlen n -mal 360 Grad messen. Da die Umdrehungsanzahl magnetisch gespeichert wird, erfasst der Sensor Drehbewegungen auch ohne Spannungsversorgung. Durch die Rautenstruktur lässt sich aus jeder Winkelstellung ein eindeutiger Umdrehungswert ableiten. Dazu wird einzig ein passender Algorithmus benötigt, der die Daten entsprechend auswertet. Der magnetische Multiturn-Sensor kann auf diese Weise zusätzlich zum Drehwinkelsignal im stromlosen Zustand ohne Pufferbatterie und ohne Getriebe bis zu 16 Umdrehungen erfassen und dauerhaft speichern. ssc ■

Autoren

Stefan Sester, Novotechnik
und Ellen-Christine Reiff, Redaktionsbüro Stutensee



Mit den Single- und Multiturmgebern der Baureihe RSB-3600 und RMB-3600 stehen sehr robuste Ausführungen im nur 36,5 Millimeter durchmessenden Vollmetallgehäuse und mit langlebigen Kugellagern zur Verfügung.

Technik im Detail

Drehgeber nutzen den Halleffekt

Wird ein Hall-Element von einem Strom durchflossen, so liefert es eine Spannung quer zum Stromfluss, wenn ein Magnetfeld senkrecht zu beiden einwirkt. Da diese Spannung proportional zur magnetischen Feldstärke verläuft, ist durch Anbringen eines Positionsmagneten auf einer drehbaren Welle auf einfache Weise eine berührungslose Winkelmessung machbar. Diese Technologie hat in jüngerer Vergangenheit Fortschritte gemacht, die diesen Sensor zur exakten Winkelmessung ideal anbieten. Durch Kombination mehrerer Sensorelemente und Integration der kompletten Signalverarbeitung in wenigen Bauelementen sind komplexe Systeme auf kleinstem Bauraum möglich. Die Systeme arbeiten weitgehend alterungsunempfindlich und unabhängig von Feldstärkenschwankungen der Gebermagnete. Sowohl kontaktlose, wellengeführte als auch berührungslose Systeme ohne mechanische Wellenanbindung ermöglichen die Messung über volle 360 Grad oder gar über mehrere Umdrehungen. Hohe Auflösungen bei guter Dynamik, große mechanische Toleranzen und schnelle Machbarkeit kundenspezifischer Sonderlösungen sind weitere überzeugende Eigenschaften dieser Technologie.