

Magnetisch, verschleißfrei und robust:

Kontaktlose Winkelsensorik

Die Notwendigkeit, Winkel zu messen spielt in der Technik schon seit langem eine große Rolle. Entsprechend viele unterschiedliche Methoden wurden erdacht, um dies in der Praxis zu bewerkstelligen. Nicht alle davon konnten sich am Markt behaupten, da die Anforderungen an die in industriellen oder mobilen Anwendungen eingesetzte Sensorik vor allem in den letzten Jahren gestiegen sind. Gefordert sind heute hochpräzise Positionsmeldungen trotz widriger Umgebungsbedingungen, lange Lebensdauer und ein geringer oder besser noch gar kein Wartungsaufwand, selbst bei hochfrequenter, oszillierender oder ständig drehender Bewegung. Kein Wunder also, dass in vielen Anwendungsbereichen kontaktlose Verfahren zur Winkelmessung gefragt sind, da praktisch verschleißfrei arbeiten.

Zu den Funktionsprinzipien, die häufig zur kontaktlosen Winkelerfassung eingesetzt werden, gehören heute magnetische Verfahren. Sie liefern absolute Messwerte, arbeiten auch unter rauen Umgebungsbedingungen zuverlässig und eignen sich aufgrund der zu digitalen Messverfahren vergleichsweise niedrigen Kosten nicht nur für zahllose Applikationen im Maschinen- und Anlagenbau, sondern auch für mobile Einsatzfälle, z.B. in der Fahrzeugtechnik oder auf Schiffen. Oft können sie hier dank ähnlicher oder sogar gleicher Bauform konventionelle, prinzipbedingt eher verschleißanfällige Potentiometertechnik ersetzen.

Viele Einsatzmöglichkeiten in industriellen mobilen Anwendungen

Die realisierbaren Anwendungen sind damit breit gefächert. Sie reichen von Windrichtungsmesssystemen über Stellantriebe, Regelventile, Handlungssysteme und Industrieroboter bis hin zu mobilen Applikationen in Nutzfahrzeugen, z.B. Traktoren, Erntemaschinen etc. Auch als Positionsmesssysteme in Pedalen, für Sitzverstellungen oder Joysticks in Armaturentafeln erschließen die vielseitigen Winkelaufnehmer interessante Möglichkeiten.

Dazu trägt nicht zuletzt auch ihre Anpassungsfähigkeit bei. Je nach Aufbau lassen sich die Sensoren beispielsweise hinsichtlich Kosten, Messwinkel,

Genauigkeit oder Linearität optimieren. Zudem kann man Sensor und Positionsgeber als getrennte Komponenten auslegen, was den Einsatz oft sogar in Applikationen möglich macht, bei denen man bisher auf Winkelaufnehmer verzichten musste, z.B. weil der Platz zu knapp bemessen oder eine Wellenankopplung unmöglich war.

Verschiedene Verfahren für unterschiedliche Erfassungsbereiche

Magnetische Winkelmess-Verfahren sind nicht alle gleich. Es gibt unterschiedliche Methoden, wobei der prinzipielle Aufbau zunächst einmal nahezu identisch erscheint. Ein Magnet ist an einer drehenden Achse angebracht. Der je nach Drehwinkel unterschiedliche Verlauf der Feldlinien wird von einem Sensorelement detektiert. Die Wahl dieses Sensorelements entscheidet maßgeblich über den Erfassungsbereich der Winkelaufnehmer:

Häufig eingesetzt werden einfache magnetoresistive Sensorelemente, z.B. aus der Nickel-Eisen-Legierung Permalloy. Hier verändert sich der Widerstand des Sensorelements je nach Stellung innerhalb des Magnetfeldes. Das rotierende Magnetfeld erzeugt dadurch über 180° ein periodisches sinusförmiges Ausgangssignal. Allerdings lässt sich dabei die Polarität des Magnetfeldes nicht erkennen. Ohne zusätzliche Maßnahmen ist die Methode daher eigentlich nur für die Erfassung von Drehwinkeln bis 90° geeignet. Ein lineares Ausgangssignal bis maximal 180° ist jedoch mit einem zusätzlichen um 45° versetzten Sensorelement und einen integrierten Schaltkreis realisierbar.

Das Resultat dieses vom Prinzip her einfachen Messverfahrens sind hochgenaue kontaktlose Sensoren. Bei den von Novotechnik entwickelten Geräten der Serie RSC 2800-100 beispielsweise lassen sich die Erfassungsbereiche zwischen 0° und 180° in 10° -Schritten programmieren. Die Linearität des Ausgangssignals liegt bei 0,5 % und ist unabhängig vom elektrischen Messwinkel. Da die magnetischen Winkelaufnehmer lediglich einen Außendurchmesser von 28 mm haben, lassen sie sich auch bei beengten Einbauverhältnissen meist problemlos unterbringen.

Prinzip des einfachen Hall-Sensors

In der gleichen oder ähnlichen Bauform gibt es weitere Sensoren, die sich für kleinere und auch größere Erfassungsbereiche bis zu vollen 360° eignen. Sie unterscheiden sich hauptsächlich in der Wahl des Sensorelements, das auf sich ändernde Magnetfeldeinflüsse nicht mit Widerstands-, sondern mit (richtungsabhängigen) Spannungsänderungen reagiert. Die prinzipielle Funktion dieser ebenfalls magnetisch, kontaktlos und damit verschleißfrei arbeitenden Sensoren ist einfach zu verstehen. Ein kleiner Ausflug in die Physik veranschaulicht ihre Arbeitsweise:

Ein Magnetfeld, das senkrecht zu einem stromdurchflossenen Leiter angeordnet ist, lenkt diesen bekanntlich ab. Nach diesem Prinzip funktionieren beispielsweise auch Elektromotoren. Innerhalb des Leiters gibt es eine analoge Erscheinung: Die Stromlinien werden nach einer Seite hin verdrängt. Durch den Verdrängungseffekt ergibt sich eine Verschiebespannung quer zum Stromfluss. Besonders ausgeprägt ist dieser nach dem Physiker Hall benannte Effekt bei den so genannten Hallgeneratoren. Da die Signaländerung bei den nach diesem Prinzip funktionierenden, auf dem Hall-Effekt basierenden Sensorelementen nicht linear zum Drehwinkel ist, lassen sich auf diese Weise nur begrenzte Winkel erfassen.

Magnetische Winkelaufnehmer für volle 360°

Damit Anwender die Vorzüge magnetischer Verfahren auch bei großen Drehwinkeln und bei Applikationen mit hohen Anforderungen an die Genauigkeit nutzen können, ist der Sensorikspezialist Novotechnik in der jüngsten Vergangenheit jedoch noch einen Schritt weiter gegangen: Durch Modifizierung und Optimierung der Hall-Sensorelemente und der Auswerteelektronik konnte Novotechnik die Winkelaufnehmer für die Erfassung von Messwinkeln bis zu vollen 360°-Winkeln auslegen.

An der drehenden Achse ist auch beim NOVO Hall Sensor ein Magnet angebracht. Je nach Drehwinkel verändert sich die Orientierung des Magnetfeldes und damit die Signalspannung des Sensorelements, das im Prinzip aus zwei senkrecht zueinander angeordneten Hallsensoren besteht. Dadurch ist jede

Winkelposition eindeutig zuzuordnen. Die jeweilige Spannungsänderung wird innerhalb des Sensor-ICs in ein drehwinkelproportionales Analogsignal umge

rechnet und linearisiert. Der Sensor arbeitet dabei mit einer Auflösung von 12 Bit und einer unabhängigen Linearität von +/- 0,5 %. Er ist unempfindlich gegenüber Verschmutzungen oder Feuchtigkeit (IP54 oder IP65) und so ausgelegt, dass eine spielfreie Ankopplung einfach möglich ist. Langlöcher am Gehäuse vereinfachen das Justieren. Für den elektrischen Anschluss ist ein geschirmtes Kabel in das Gehäuse eingegossen.

Technik mit Zukunft

Durch die Vielzahl der unterschiedlichen magnetischen Winkelaufnehmer lässt sich dazu für nahezu jeden Anwendungsbereich eine maßgeschneiderte Lösung finden, zumal sich die Sensoren problemlos an die Anforderungen unterschiedliche Einsatzbereiche anpassen lassen. Mit dem RFC4800-600 beispielsweise steht demnächst eine Ausführung zur Verfügung, die sämtliche in mobilen Anwendungen geforderten EMV- und EMC-Spezifikationen entspricht, die Anforderungen der Schutzart bis IP69 erfüllt und sich dank unterschiedlicher Mechaniken und Steckermodule einfach in die unterschiedlichen Anwendungen integrieren lässt.

Text: Dipl.-Ing. Stefan Sester, Technisches Marketing Rotative Sensoren bei Novotechnik (Bild 9), und Ellen-Christine Reiff, M.A., Redaktionsbüro Stutensee