

Kontaktlose Wegmessung mit integrierten magnetischen Lineargebern

Magnetische Lineargeber ermöglichen hochauflösende Wegmessungen in rauen Umgebungen, in denen optische Sensoren nicht eingesetzt werden können.

Die berührungslose Messung von linearen Bewegungen ist ein häufig gefragtes Thema. Viele Anwendungen, z.B. Werkzeugtische oder lineare Aktuatoren benötigen diese Art der Positionsbestimmung.

Eine häufig eingesetzte Methode ist die Verwendung von reflektiven oder transmissiven optischen Sensoren. Transmissive Sensoren verwenden ein lichtdurchlässiges Medium (z.B. Glas oder Kunststoffstreifen) auf dem lichtundurchlässige Markierungen aufgebracht sind. Der Strahl einer Lichtschranke, bestehend aus einer Leuchtdiode auf der einen und einer oder zwei zueinander versetzten Fotodioden auf der anderen Seite des Streifens wird entsprechend den Markierungen auf dem Streifen unterbrochen oder durchgelassen.

Reflektive Sensoren verwenden ein ähnliches Prinzip, in diesem Fall sind sowohl Leuchtdiode als auch Fotodiode auf derselben Seite eines Streifen angebracht, der aus reflektiven (typ. weißen) und nicht-reflektiven (typ. Schwarzen) Markierungen besteht.

Wird der Codestreifen bewegt, erzeugt die Fotodiode durch die Änderung der Lichtdurchlässigkeit bzw. der Reflexion Pulse, die der Anzahl der Markierungen auf dem Codestreifen entsprechen.

Dieses an sich sehr einfache und bewährte Prinzip hat allerdings den Nachteil, dass Verschmutzungen des Codestreifens bzw. auf der Fotodiode unmittelbar zu einer fehlerhaften Ausgabe führen können. Daher ist dieses Verfahren für raue Umgebungen die Verschmutzung oder Feuchtigkeit ausgesetzt sind nur sehr bedingt einsetzbar. Reflektive Sensoren erreichen Auflösungen im zweistelligen μm -Bereich, mit transmissiven optischen Encodern sind Auflösungen im einstelligen μm -Bereich möglich.

Hallschalter ersetzen optische Sensoren

Analog zum optischen Prinzip lässt sich eine Wegmessung auch mit Hallschaltern aufbauen. Anstelle des optischen Codestreifens wird ein Mehrpol-Magnet eingesetzt (siehe Abbildung 1) und anstelle der Fotodioden werden ein oder zwei zueinander versetzte Hallschalter eingesetzt. Die Hallschalter schalten entsprechend der Polarität des Magnetstreifens aus und ein (Signal A). Wird ein zweiter Hallschalter eine halbe Pollänge versetzt angebracht, so entsteht analog zum optischen Encoder ein um 90° phasenversetztes Signal (Signal B). Durch dieses zweite Signal ist es möglich die Bewegungsrichtung (rechts-links) zu

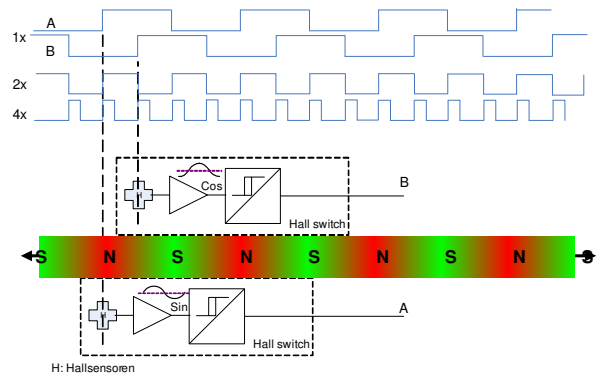


Abbildung 1: Wegmessung mit Hallschaltern

erkennen, indem man z.B. detektiert welches Signal (A oder B) zuerst eine steigende Flanke erzeugt. In Abbildung 1 würde eine Bewegung des Sensors von links nach rechts zuerst auf Signal A eine steigende Flanke erzeugen, bei Bewegung von rechts nach links wäre es umgekehrt.

Das phasenversetzte Signalpaar A und B wird als Quadratursignal bezeichnet, da es eine weitere Erhöhung der Auflösung erlaubt. Während A und B nur einen Puls pro Polpaar erzeugen, kann durch EXOR-Verknüpfung der Signale A und B eine Verdoppelung der Pulse erreicht werden (siehe Signal 2x). Eine weitere Erhöhung der Auflösung wird erreicht, indem jede Flanke von A und B einen Impuls (z.B. von einem Monoflop) auslöst (siehe Signal 4x). Diese Methode ist ebenfalls sehr robust und hat vor allem den Vorteil dass sie unempfindlich gegen Verschmutzung oder Feuchtigkeit ist. Dadurch ist das magnetische Verfahren ideal für raue Umgebungen. Die Auflösung ist allerdings bedingt durch die Pollänge des Mehrpolmagneten auf etwa 0.5mm ($1x$) begrenzt. Durch Vierfach-Decodierung ($4x$) sind Auflösungen bis ca. $125\mu\text{m}$ möglich.

Erhöhung der Auflösung durch Interpolation

Um mit magnetischen Sensoren ähnlich hohe Auflösungen wie mit optischen Sensoren zu erreichen, sind präzisere Verfahren notwendig. Die Lösung dazu heißt Interpolation. Anstelle von Hallschaltern werden lineare Hallsensoren eingesetzt, also Sensoren die eine Analogspannung liefern die proportional dem normal auf den Sensor wirkenden Magnetfeld sind. Somit erzeugt ein bewegter Mehrpol-Magnetstreifen ein Sinussignal am Ausgang des Linearsensors.

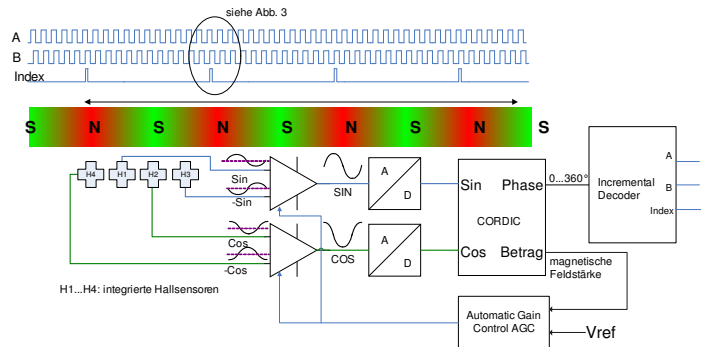


Abbildung 2: Integrierte Hallsensorschaltung mit Interpolator

Durch entsprechende Zusammenschaltung von mehreren Hallsensoren (siehe Abbildung 2), wird ein Sinus- und Kosinussignal erzeugt das wiederum durch Koordinatentransformation ein Signal von 0° ... 360° pro Polpaar erzeugt. Die Auflösung dieses Signals (z.B. 48 Schritte von 0° ... 360° wie in in Abbildung 2 gezeigt) ergibt gleichzeitig die Auflösung des Systems, da der Wert 0° ... 360° der Länge eines Polpaars entspricht.

In der Praxis sind allerdings weit höhere Interpolationsfaktoren erreichbar. Bei einer Pollänge von 1.2mm und einem Interpolationsfaktor von 160 Schritten pro Polpaar erreicht man somit eine Auflösung von 15µm pro Schritt.

Abbildung 3 zeigt eine vergrößerte Darstellung der Quadraturausgänge von Abbildung 2. Aus der Zeichnung lässt sich erkennen, dass aus 40 Pulsen pro Ausgang (A oder B) durch Vierfach-Interpolation 160 echte Schritte gewonnen werden.

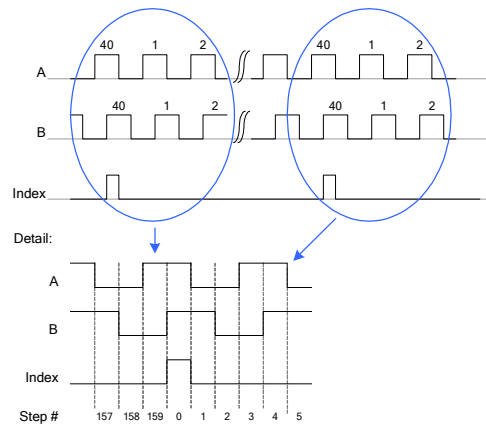


Abbildung 3: vergrößerte Darstellung der Impulsvervielfachung aus Abbildung 2

Einfluß von unerwünschten magnetischen Fremdfeldern

Ein Nachteil der Schaltung nach Abbildung 1 ist die Empfindlichkeit gegenüber magnetischen Störfeldern. Der Hallschalter kann das Sensormagnetfeld nicht von unerwünschten Störfeldern unterscheiden was zu fehlerhaften Ausgaben führen kann. Mit der integrierten Lösung nach Abbildung 2 kann hier Abhilfe geschaffen werden. Anstelle eines absolut messenden Sensors werden jeweils zwei um eine Pollänge versetzte Sensoren differentiell gemessen. Das hat den Vorteil, dass unerwünschte Störfelder die ja auf alle Sensoren gleichermaßen einwirken die Differenz der Signale nicht verändern und somit auch das Ausgangssignal nicht beeinflussen.

Integrierte Einchip-Lösung für hochauflösende Wegmessung

austriamicrosystems (www.austriamicrosystems.com) bietet mit dem AS5304 und AS5306 zwei vollintegrierte Einchip-Lösungen an die sowohl für lineare Wegmessung mit Mehrpolstreifen als auch für Rotationsmessung mit mehrpoligen Magnetringen geeignet sind.

Rotationsmessungen dieser Art sind z.B. für Hohlwellen interessant oder auch für Motoren wo es aus Baugründen nicht möglich ist am Ende der Welle einen Encoder zu montieren. Die Winkelauflösung steigt linear mit der Anzahl der Pole des Magnetings, wodurch bei entsprechender Auswahl des Ringdurchmessers sehr hohe Winkelauflösungen möglich sind.

Während der AS5304 mit einer Auflösung von 25µm bei einer Geschwindigkeit von bis zu 20 Metern pro Sekunde aufwarten kann, bietet der AS5306 eine Auflösung von 15µm bei 12m/s an.

Beide Chips sind pinkompatibel im TSSOP-20 Gehäuse verfügbar. Neben einem 2-kanaligen Quadraturausgang wird auch ein Indexausgang bereitgestellt, der einen Impuls pro Polpaar erzeugt. Darüber hinaus gibt es einen Analogausgang, der eine Spannung in Abhängigkeit des Abstands zwischen Chip und Magneten liefert. Diese beiden Ausgänge können z.B. dazu benutzt werden, das Ende des Magnetstreifens zu erkennen und damit einen definierten Null- oder Referenzpunkt zu markieren.