Multiturn-Positionssensor mit True-Power-On Funktion arbeitet ohne Stromversorgung

Der Beitrag beschreibt Möglichkeiten zur Realisierung von True-Power-On (TPO) Multiturn-Positionssensoren und präsentiert eine neue, vereinfachte Lösung, die den Markt für Positionserfassung im industriellen sowie im Automobilbereich neu gestalten dürfte. Mit dem vorgestellten System können im Umgang mit Magnetsystemen erfahrene und weniger erfahrene Entwickler große, komplexe und teure herkömmliche Lösungen ersetzen.

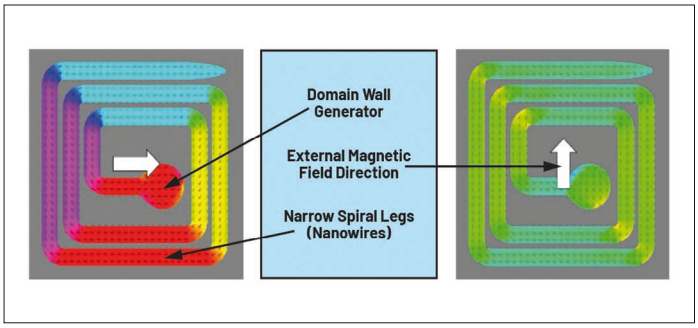

Bild 1: Das Multiturn-Funktionsprinzip

Positionssensoren und Drehgeber (Encoder) sind in der Automobilindustrie sowie in industriellen Anwendungen allgegenwärtig und stets dort zu finden, wo die aktuelle Position eines Systems jederzeit bekannt sein muss. Herkömmliche Positionssensoren und Encoder können jedoch nur eine einzige Umdrehung oder 360° TPO-Positionsinformationen liefern.

Information sichern

Systeme, die TPO-Positionsdaten über mehrere Umdrehungen oder einen größeren Messbereich benötigen, verfügen beispielsweise über eine Backup-Stromversorgung mithilfe einer zusätzlichen Batterie. Diese stellt sicher, dass die Zahl der Umdrehungen eines Systems mithilfe eines Singleturn-Sensors nach einem unerwarteten Stromausfall verfolgt und gespeichert oder Bewegungen über mehrere Umdrehungen im ausgeschalteten Zustand mitgezählt werden können.

Alternativ lassen sich solche Systeme mit einer Getriebeuntersetzung erweitern, um mehrere Umdrehungen auf nur eine Umdrehung zu reduzieren und in Kombination mit einem Singleturn-Sensor die TPO-Multiturn-Positionsdaten zu ermitteln.

Solche Lösungen sind nicht nur teuer und groß, sondern müssen im Falle der Lösung mit Backup-Stromversorgung mittels einer Batterie regelmäßig gewartet, die Batterien ggf. ausgetauscht werden

TPO-Position verfügbar machen

Drehgeber und Linear-Encoder sind wichtige Bauteile für Anwendungen, bei denen Systementwickler sicherstellen müssen, dass die Position eines mechanischen Systems für die Regelung stets bekannt ist. Dies gilt auch nach einem Stromausfall, der entweder Teil des normalen Betriebszyklus ist oder zufällig auftritt. Als Herausforderung müssen Systementwickler dafür sorgen, dass die

Autoren:
Stephen Bradshaw,
Product Applications Engineer,
Christian Nau,
Product Marketing Manager,
und Enda Nicholl,
Strategic Marketing Manager
Analog Devices
www.analog.com

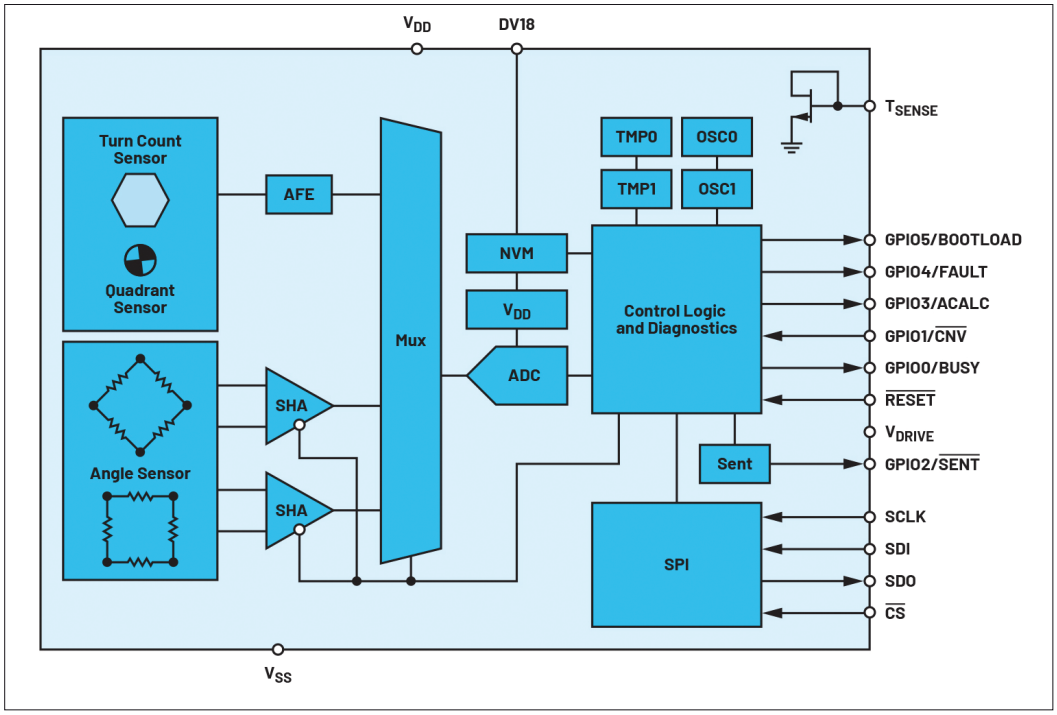

Bild 2: Blockschaltung des Multiturn-Sensors ADMT4000

TPO-Position auch nach einem Stromausfall verfügbar ist. Wenn der Systemzustand verloren geht, ist ein langwieriges und oft kompliziertes Verfahren erforderlich, um das System in einen bekannten Zustand zu bringen.

Etablierte Lösungen

Moderne Fabriken werden zunehmend abhängiger von Robotern und Cobots, um die Produktionszykluszeiten zu verkürzen, den Durchsatz zu erhöhen und die Effizienz zu steigern. Standardroboter, Cobots und andere automatisierte Montageanlagen verursachen jedoch hohe Kosten und Ineffizienzen infolge von Ausfallzeiten, die nach einem plötzlichen Stromausfall im Betrieb für das Rehoming und die Initialisierung der Stromversorgung entstehen.

Die Problematik im Zusammenhang mit Ausfallzeiten lässt sich mit Pufferbatterien, Speichern oder Getrieben mit Singleturn-Sensoren vermeiden, wobei diese Lösungen Grenzen aufweisen. Durch die begrenzte Lebensdauer von Batteriepacks sind oft Wartungs- und Serviceverträge erforderlich, die deren Austausch sicherstellen.

In explosionsgefährdeten Umgebungen ist die maximale Energie, die im Batteriepack gespeichert werden darf, begrenzt. Dadurch verkürzen sich die Wartungszyklen, und die Batterien müssen häufiger ausgetauscht werden.

Energy-Harvesting-Module

Eine Alternative zum Batterie-Backup sind Energy-Harvesting-Module mit Wiegand-Draht. Bei diesen Modulen wird ein speziell behandelter Draht, bei dem die magnetische Koerzitivfeldstärke der äußeren Hülle wesentlich höher ist als die des inneren Kerns, eingebettet in eine Kupferspule im Sensorgehäuse. Wird der Wiegand-Draht dem Magnetfeld eines rotierenden Permanentmagneten ausgesetzt, erzeugen plötzliche Änderungen der Magnetisierung des Drahtes Spannungsimpulse in der Spule .

Diese Spannungsimpulse können zur kurzzeitigen Versorgung externer Schaltungen und zur Aufzeichnung der Anzahl der Umdrehungen in nicht-flüchtigen FRAMs verwendet werden. Es gibt magnetische Multiturn-Speicher, die keine externe Energie benötigen, um die Anzahl der Umdrehungen eines externen Magnetfeldes aufzuzeichnen. Dies verringert die Systemabmessungen sowie die Kosten.

Multiturn-Sensorprinzip

Das Herzstück des magnetischen Multiturn-Sensors ist eine Spirale aus GMR-Material (GMR: Giant Magneto Resistance), die aus mehreren Nanodrähten von GMR-Elementen besteht. Das Funktionsprinzip des GMR-Sensors basiert auf der Formanisotropie und der Erzeugung von Domänenwänden in einem Domänenwandgenerator in Gegenwart eines externen Magnetfeldes. Wenn das äußere Magnetfeld rotiert, bewegen sich die Domänenwände durch die schmalen spiralförmigen Bahnen (Nanodrähte) (Bild 1).

Während sich die Domänenwände durch die Struktur bewegen, ändert sich der magnetische Zustand der einzelnen Spiralarme. Da die Elemente aus GMR-Material hergestellt sind, lässt sich der Zustand jedes Elements durch Messung des elektrischen Widerstands bestimmen. Der Sensor arbeitet lediglich mit dem externen Magnetfeld. Um die Zahl der Umdrehungen im stromlosen Zustand zu zählen, ist keine zusätzliche Backup-Stromversorgung oder Energy-Harvesting-Technik erforderlich. Sobald die Versorgungsspannung am Sensor wieder hergestellt ist, kann die entsprechende Winkelinformation ausgelesen werden, ohne dass weitere Benutzeraktionen erforderlich sind oder das System zurückgesetzt werden muss.

Kombinierte Technologien vereinfachen die Systementwicklung

Bild 2 zeigt das Blockschaltbild des Multiturn-Positionssensors ADMT4000. Das Bauteil enthält den bereits beschriebenen GMR-Multiturn-Sensor, einen hochgenauen AMR-Winkelsensor sowie eine interne Signalaufbereitungsschaltung. Die Einchip-Lösung kann 46 Umdrehungen

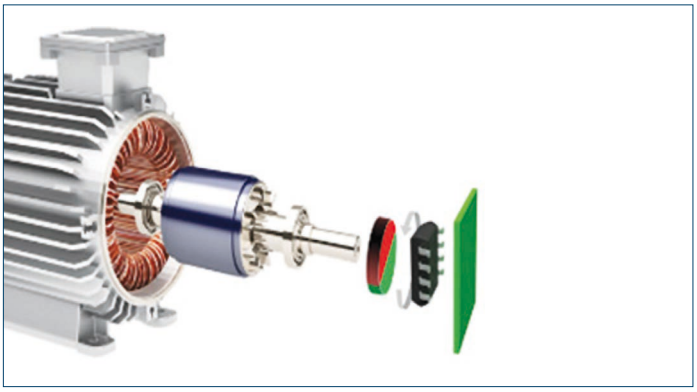

Bild 3: Der ADMT4000 wird gegenüber einem Dipolmagneten positioniert, der an einer rotierenden Welle befestigt ist

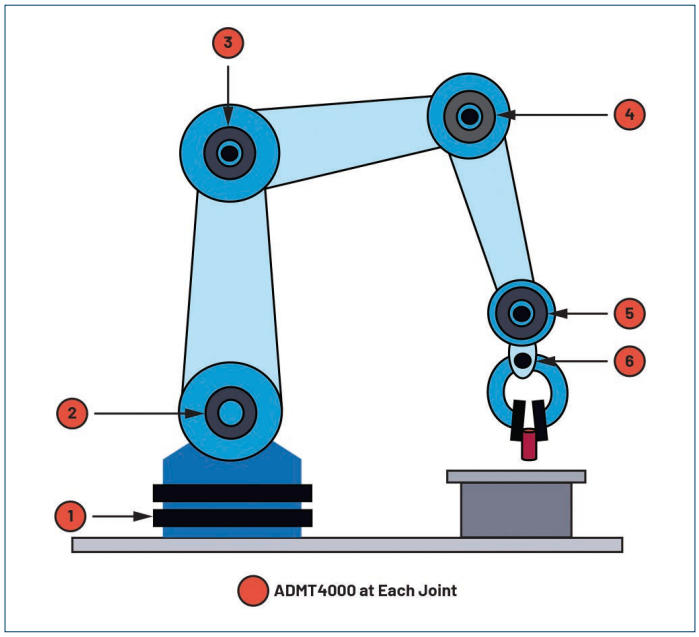

Bild 4: Der Multiturn-Positionssensor in einer Roboter/Cobot-Anwendung

beziehungsweise Drehwinkel von 0 bis 16.560° mit einer typischen Genauigkeit von ±0,25° über den gesamten Messbereich erfassen.

Die integrierte Signalaufbereitungsschaltung ermöglicht weitere Systemoptimierungen, die harmonische Fehler aufgrund magnetischer und mechanischer Toleranzen aus der Anwendung entfernen kann. Der Sensor bietet einen absoluten Digitalausgang für 46 Umdrehungen (0° bis 16.560°) über eine SPI- oder SENT-Schnittstelle. Positioniert wird der ADMT4000 gegenüber einem Dipolmagneten, der an einer rotierenden Welle befestigt ist (Bild 3).

Einfache Anwendung

Analog Devices entwickelt gerade ein magnetisches Referenzdesign, welches Anwender mit wenig Erfahrung bei magnetischen Designs unterstützt, den ADMT4000 problemlos in die Anwendung einzubinden. Zusätzlich ist das Magnetdesign robust gegenüber magnetischen Streufeldern. Dies gibt Anwendern die Möglichkeit, den Sensor auch in harschen Umgebungen einzusetzen. Magnetische Streufelder werden beispielsweise von stromdurchflossenen Leitern verursacht, die sich in der Anwendung in unmittelbarer Umgebung des Sensors befinden können.

Die Fähigkeiten des Sensors sind in vielen industriellen Anwendungen wertvoll. So beispielsweise bei der Positionsverfolgung von Roboter- und Cobot-Armgelenken bei einem Stromausfall oder im ausgeschalteten Zustand der Anlage (Bild 4). Weitere industrielle Anwendungen sind die absolute und die TPO-Nachführung

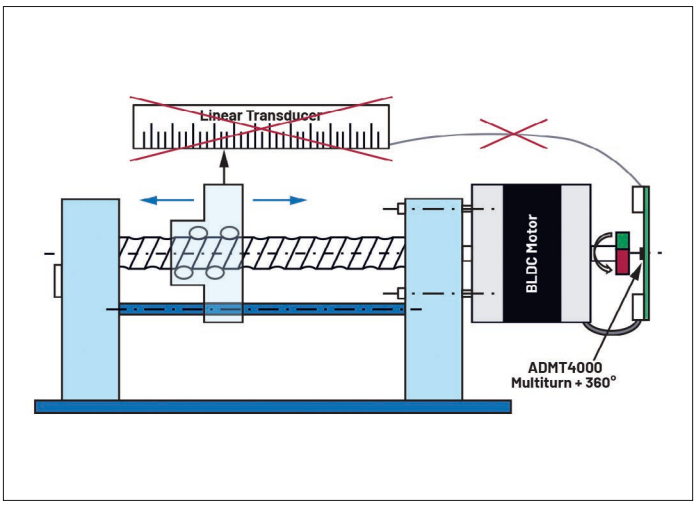

Bild 5: Der Multiturn-Positionssensor in einer rotierenden bis linearen Aktuator-Anwendung

von XY-Positioniertischen in der Automatisierung, bei Werkzeugmaschinen oder in der Medizintechnik (Bild 5).

Andere rotierende oder lineare Anwendungen umfassen unter anderem das Zählen der Umdrehungen von Spulen, Trommeln, Bandspulen, Rollen, Hebezeugen, Winden und Aufzügen (Bild 6), nicht nur wenn diese versorgt sind, sondern auch die Verfolgung von Drehbewegungen im ausgeschalteten Zustand oder bei Stromausfällen.

Darüber hinaus ist die TPO-Positionserfassung des ADMT4000 von erheblichem Wert für Automobilanwendungen wie Aktuatoren zur Steuerung von Getrieben (Bild 5), elektrischen Servolenkungen (EPS) einschließlich Steer-by-Wire (Bild 7), Steuereinrichtungen für Parksperren sowie andere Allzweck-Aktuatoren und Aufrollvorrichtungen für Sicherheitsgurte (Bild 8).

Breites Anwendungsspektrum

Die Baugröße sowie die Kosten und der zulässige Betriebstemperaturbereich des ADMT4000 ermöglichen dessen Einsatz in einem breiten Anwendungsspektrum, darunter sicherheitsrelevante Anwendungen im Automobil- und Industriebereich. Sicherheitskritische Anwendungen für den Automobilbereich erfüllen die Norm ISO 26262 und ein bestimmtes Sicherheitslevel (ASIL).

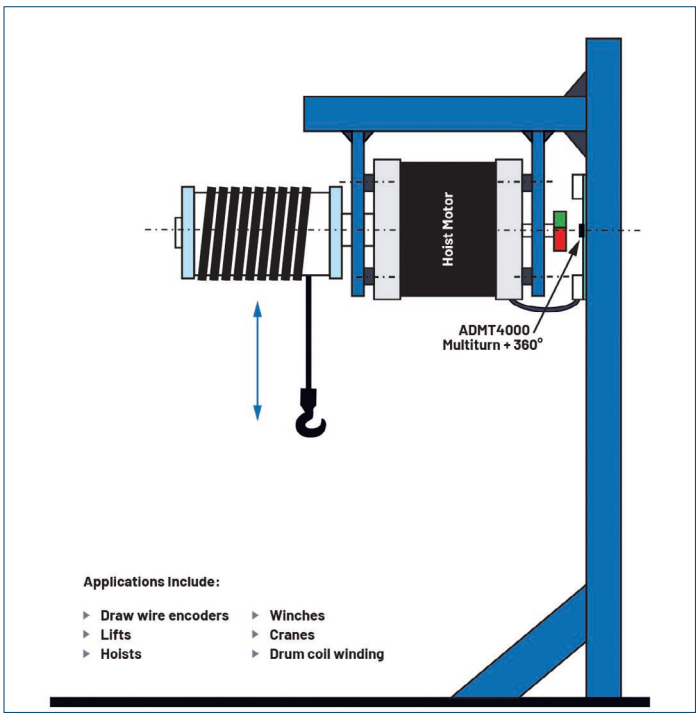

Bild 6: Einsatz des ADMT4000 in einer Seilzug-Encoder-Anwendung

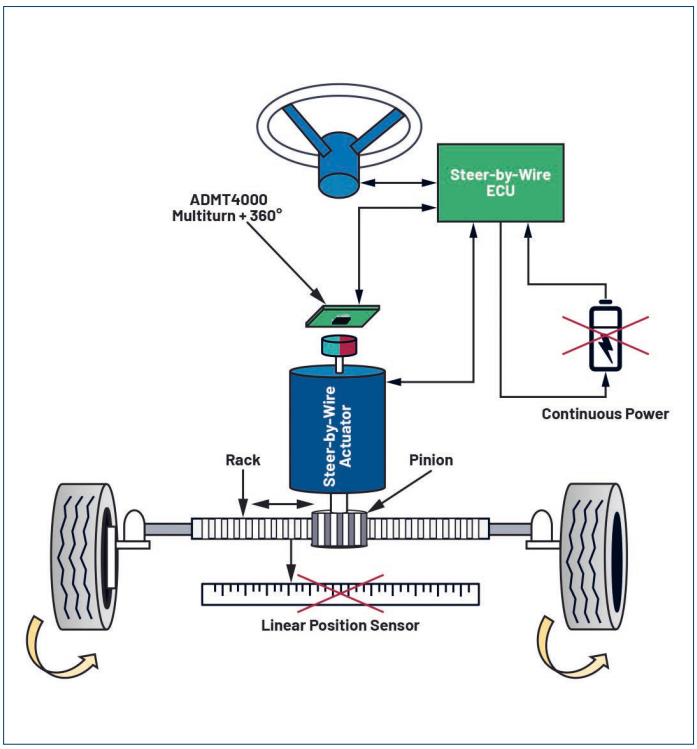

Bild 7: Einsatz des ADMT4000 in einer Steer-by-Wire-Anwendung

Schlussbemerkung

Mit dem ersten integrierten TPO-Multiturn-Positionssensor von Analog Devices lässt sich die Komplexität und der Aufwand beim Systemdesign erheblich reduzieren, woraus letztlich kleinere, leichtere und kostengünstigere Lösungen entstehen.

Die einfache Handhabung zusammen mit dem Referenzdesign ermöglicht es Entwicklern mit und ohne Erfahrung bei magnetischen Designs, aktuelle Anwendungen mit neuen und optimierten Funktionen zu erweitern und die Tür zu vielen neuen Anwendungen zu öffnen. ◀

Bild 8: Einsatz des ADMT4000 in einer Aufrollvorrichtung für Sicherheitsgurte