

# Sicherheit mit CANopen-Safety

## Winkelcodierer und Neigungssensoren jetzt SIL2 zertifiziert

Für die Kran- und Hebertechnik wie für viele andere stationäre und mobile Maschinen und industrielle Anlagen werden Steuerungssysteme gefordert, die den Vorschriften der IEC-Norm 61508 entsprechen und daher für den Einsatz in sicherheitsrelevanten Bereichen geeignet sind. Winkelcodierer mit CANopen-Schnittstelle zum Erfassen von Dreh- und Längsbewegungen wurden daher als CANopen-Safety vom TÜV SIL2 zertifiziert. Das gleiche gilt für Neigungssensoren, die zur Justierung und Überwachung von Untergestellen und Bauwerken bestimmt sind.

### SIL2: Die Voraussetzungen und Zielfunktionen

Drei wesentliche Voraussetzungen bilden die Grundlage für den Einsatz von Winkelcodierern und Neigungssensoren mit CANopen-Safety-Schnittstelle: Zum ersten müssen sie den geltenden Normen hinsichtlich Umweltverhalten und den anwenderspezifischen Bedingungen im Maschinen- und Anlagenbau entsprechen. Zum zweiten müssen die eingesetzten Bauelemente hohen Zuverlässigkeitsforderungen genügen. Der Schaltungsaufbau des Sensorsystems muss eine fehlerfreie Funktion gewährleisten. Zum dritten ist Voraussetzung für den Einsatz die Kommunikation mit einem sicheren Steuerungssystem.

Die Zielfunktionen des CANopen-Safety Einsatzes bestehen darin, alle möglichen Fehler zu erkennen und auf einem vorhersagbaren, sicheren Weg zu reagieren. Der Safe-Status muss erreicht werden als Reaktion auf ein »Emergency Command« in Form einer Alarm- und Fehleranzeige. Dazu ist der Safe-Status permanent zu überwachen. Die Reaktion auf eine Fehleranzeige muss innerhalb einer genau bestimmten Zeit erfolgen.

### Die Umsetzung der Normen

Bei den Winkelcodierern der Serie TBN (Monotour) und TMN/TRN (Multi-tour) sowie bei Neigungssensoren NBN erfolgt die praktische Umsetzung dieser Forderungen auf der Basis des

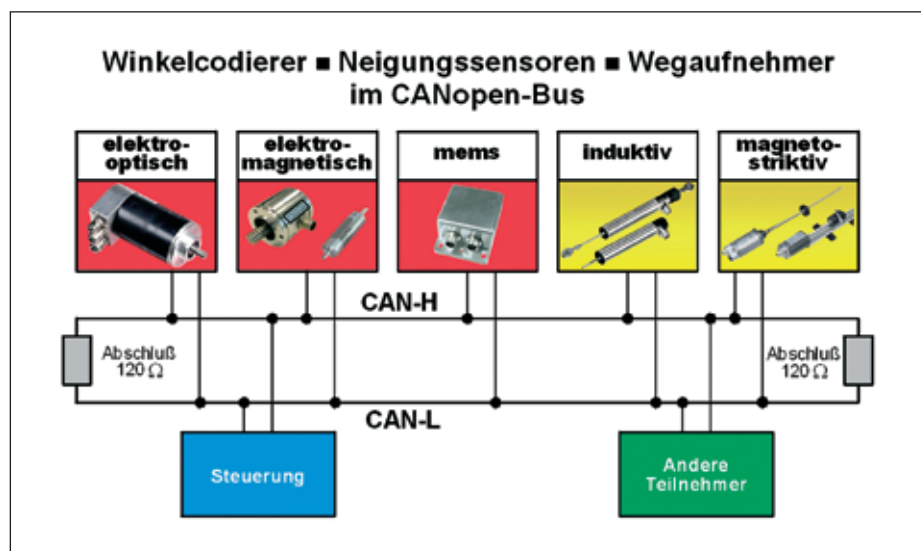
CiA-Norm DSP304, CANopen Framework for safety-relevant communication, Version 1.0.1. bei gleichzeitiger Erweiterung der Funktionalität hinsichtlich der Safety relevant data objects (SRD0), der Timing Anforderung (SCT und SRVT), der Cyclic Redundancy Check (CRC) und als Mapping der sicheren Prozessdatenobjekte. Ein redundanter Schaltungsaufbau ist Grundlage des Systems. Bei den Winkelcodierern werden jeweils zwei Hall-Sensoren und bei den Neigungssensoren zwei MEMS-Schaltungen zur Ermittlung des physikalischen Messwertes eingesetzt.

Die beiden getrennten Sensorsysteme verfügen über eine eigene Stromversorgung und Signalaufbereitung. Deren Ausgänge werden zu je einem Bus-Knoten geführt. Die Positionsdaten und das Geschwindigkeitssignal werden normal und bit-invertiert (SRDO1 und SRDO2) übertragen.

Im Rahmen der Zertifizierung nach der IEC-Norm 61508 ist eine Fehlermöglichkeits- und -Einflussanalyse (FMEA) erforderlich. Die Ermittlung der MTBF-Werte für die einzelnen Bauteile erfolgt nach den Regeln, die in den Handbüchern der British Telecommunication plc und des Department of Defence Washington DC festgelegt sind. So wurde z. B. für den Winkelcodierer TBN ein PFH-Wert von  $3,82 \times 10^{-8}$  1/h ermittelt.

### Die elektromagnetischen Winkelcodierer

Kompakte Bauform bei gleichzeitiger hoher Widerstandsfähigkeit gegen Schock, Vibration, Feuchte und aggressive Medien waren die Leitlinien bei der Entwicklung elektromagnetischer Winkelcodierer der T-Serie. Sie sind mit Hall-Elementen und einem oder mehreren kleinen Permanentma-



▲ Schematischer Aufbau des CANopen-Bus



▲ Monotour- und Multitour Winkelcodierer mit 25, 50 und 65 mm Gehäusedurchmesser und redundanter CANopen-Safety-Sensorik.

gneten aufgebaut. Dabei sind der rotierende Teil in der Vorkammer und die Elektronik in der Hauptkammer durch eine Metallwand getrennt. Durch Verguss der Hauptkammer und Dichtungen der Vorkammer wird somit eine hohe Sicherheit gegen Schock, Erschütterungen und Feuchte erreicht.

Es gibt eine Baureihe, bei der die Aktivierung der Sensorik berührungslos durch einen extern gelagerten Permanentmagneten erfolgt. Dabei entsteht keine Reibung, kein zusätzlicher Drehmomentbedarf und eine völlige Dichtigkeit gegen Außendruck.

### Handhabung und zusätzliche Optionen

Wenn der Anwender die Parametrierungen vornimmt, braucht er nur den Master-Knoten zu parametrieren. Über die implementierte UART wird der Slave-Knoten automatisch mit parametrieren. Dabei werden die Positionswerte der Winkelcodierer sowie ein Geschwindigkeitssignal zur Bewegungsdetektierung übertragen. Das gleiche gilt für die Positionswerte der Neigungssensoren.

Das Geschwindigkeitssignal wird auf Basis »Schritte/Torzeit« berechnet. Die Torzeit kann bei der Werksprogrammierung variabel gestaltet werden. Zukünftige Entwicklungen legen insbesondere das Augenmerk auf den unteren Drehzahlbereich, sodass der Anwender z. B. bei Langsamfahrten exakt die Position bestimmen kann.

Praktische Erfahrungen in Zusammenarbeit mit Anwendern haben dazu geführt, weitere Optionen basierend auf dem Standard DS 304 bereitzustellen. Dazu gehören z. B. das Abschalten der UART nach erfolgter Werksprogrammierung, das Hinzufügen zusätzlicher CRC-Berechnungen bzw. Zeitstempel (Counter), Toggle-Bits und die Überprüfung des Gleichlaufverhaltens zwischen Sensor 1 und 2, wobei zwi-

## PRAXIS



▲ Elektromagnetische Winkelcodierer zur Lenkung von Straßenfräsen und zur Schwenkung des Förderbandes bei der Abraumentsorgung.  
Bild: Wirtgen Group / TWK

schen statisch und dynamischen Forderungswerten unterschieden wird. Schließlich können eine Überwachung der Versorgungsspannung und Filtermaßnahmen bezüglich des Ansprechverhaltens vorgesehen werden.

### Neigungssensoren redundant aufgebaut

Bei den Neigungssensoren der Modellreihe NBN werden als Sensorelement MEMS-Schaltungen eingesetzt. In Form mikro-elektro-mechanischer Strukturen werden Doppelkapazitäten gebildet, deren Werte sich bei einer Beschleunigung im Gravitationsfeld der Erde verändern. In zwei voneinander unabhängigen Kanälen erfolgt die Aufbereitung der Messwerte

und die Weitergabe an zwei Controller zur Einbindung in das CANopen-Netz. Das Protokoll ist nach CiA Draft Standard 410, Version 1.2 »Device profile for inclinometers« ausgelegt. Drei Messachsen für Winkel bis  $\pm 90^\circ$ , auch unsymmetrisch, stehen zur Verfügung. Die Messgenauigkeit beträgt  $\pm 0,1^\circ$  im Bereich von  $\pm 10^\circ$  und  $\pm 0,3^\circ$  im Bereich von  $\pm 25^\circ$  Winkel. Die Eingabe eines Presetwertes ist möglich.

### CANopen-Winkelcodierer im Einsatz

Mit der Pitch-Regelung wird bei Windkraftanlagen die Stellung der Rotorblätter der Windgeschwindigkeit und -stärke angepasst. Zur Positionsrückmeldung dient an jedem Blatt ein

Winkelcodierer mit CANopen-Schnittstelle und  $360^\circ$  Messbereich.

Zur Positionierung der Gondel werden am Drehkranz Multitour-Winkelcodierer mit Zahnraduntersetzung eingesetzt.

Auch unter den rauen Bedingungen des Straßenbaues dienen Winkelcodierer mit CANopen-Schnittstelle zur individuellen Lenkung der vier Fahrtrauen von Straßenfräsen, die viele Autofahrer kennen. Ein weiterer Winkelcodierer ermittelt den Schwenkwinkel des Förderbandes, mit dem der Abraum in Längs- oder Querrichtung zur Fahrbahn mit LKWs entsorgt werden kann.

An und in mobilen und stationären Kranen liefern Winkelcodierer Positions- und Geschwindigkeitssignale an die Steuerung. Winkel und Bewegungen am Ausleger, am Drehkranz und an Winden werden damit erfasst. Zur Abwendung von Gefahren für Mensch und Umwelt müssen die Geräte allen sicherheitsrelevanten Bedingungen entsprechen und SIL2 zertifiziert sein.

#### ► INFO

Autoren:

- Theo W. Kessler  
Geschäftsführer  
TWK-Consult GmbH
- Ulf Stark  
Leitung des Technischen Büros  
TWK-ELEKTRONIK GmbH

Kontakt:

TWK-ELEKTRONIK GmbH  
Heinrichstrasse 85  
40239 Düsseldorf  
Tel.: 0211 63 20 67  
Fax: 0211 63 77 05  
E-Mail: info@twk.de  
www.twk.de

ANZEIGE