

Nachweis der Anforderungen an nicht zertifizierte Messgeräte zur sicheren Auswertung von Sinus-Cosinus-Signalen

ACOPOSmulti mit SafeMC SinCos

Inhaltliche Änderungen dieses Dokuments behalten wir uns ohne Ankündigung vor. Die Bernecker + Rainer Industrie-Elektronik Ges.m.b.H. haftet nicht für technische oder drucktechnische Fehler und Mängel in diesem Dokument. Außerdem übernimmt die Bernecker + Rainer Industrie-Elektronik Ges.m.b.H. keine Haftung für Schäden, die direkt oder indirekt auf Lieferung, Leistung und Nutzung dieses Materials zurückzuführen sind. Wir weisen darauf hin, dass die in diesem Dokument verwendeten Soft- und Hardwarebezeichnungen und Markennamen der jeweiligen Firmen dem allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichen Schutz unterliegen.

1 Allgemein

Für die sicherheitsgerichtete Auswertung eines nicht zertifizierten Positionsmessgeräts an einem ACOPOSmulti mit SafeMC SinCos Wechselrichtermodul 8BVlxxxxHxSA.00x-1 müssen die in Folge angeführten Anforderungen erfüllt werden. Die Beurteilung der Anforderungen muss vom Messgerätehersteller durchgeführt und bestätigt werden.

2 Messgeräteliste

Folgende Messgeräte werden beurteilt:

Hersteller	Messgerätetyp

Tabelle 1: Messgeräteliste

3 Technische Daten

Die Messgeräte müssen die in der Tabelle angeführten technischen Daten der Auswerteschaltung unterstützen.

Technische Daten Geberschnittstellen ¹⁾		Anforderungen erfüllt (ja/nein) / Anmerkungen
Gebersversorgung		ja nein
Ausgangsspannung	5 V ±5% ²⁾	
Belastbarkeit	300 mA ³⁾	
Senseleitungen	2, Kompensation von max. 2 x 0,7 V	Bewertung nicht erforderlich, da es sich um Eigenschaften der Auswerteschaltung handelt.
Schutzmaßnahmen kurzschlussfest	Ja	
Sinus-Cosinus-Eingänge		ja nein
Signalübertragung	Differenzsignale, symmetrisch	
Differenzspannung in Bewegung	0,5 bis 1,35 V ⁴⁾	
Differenzspannung im Stillstand	0,8 bis 1,35 V ⁵⁾	
Differenzspannungsabweichung pro Signalperiode	±10% ⁶⁾	
Gleichtaktspannung	max. ±7 V	
Abschlusswiderstand	120 Ω	
max. Eingangsfrequenz	200 kHz	
Signalfrequenz (-5 dB)	<300 kHz	
Signalfrequenz (-3 dB)	DC bis 200 kHz	
ADC-Auflösung	12 Bit	Bewertung nicht erforderlich, da es sich um Eigenschaften der Auswerteschaltung handelt.

- 1) Zur Verkabelung dürfen ausschließlich geschirmte Leitungen verwendet werden.
Die Litzen für die analoge Schnittstelle (Sin, nSin, Cos, nCos, Ref, nRef) und die digitale Schnittstelle (T, nT, D, nD) müssen paarweise verdreht sein und einen Wellenwiderstand von 120 Ω ±10% aufweisen.
Die zusätzliche Schirmung der analogen Schnittstelle wird empfohlen.
- 2) Während des Einschaltvorgangs der Gebersversorgungsspannung (2 Sekunden) wird die Überwachungsgrenze der Spannungsversorgung von 5,25 V auf 6 V erhöht. In dieser Phase werden Überspannungen bis zu 6 V nicht detektiert.
Eine kurzzeitige Überspannung von maximal 6 V darf zu keiner Schädigung der Geberelektronik führen.
Eine Unterspannung an der Gebersversorgung muss zu einem Sinus- bzw. Cosinussignal ausserhalb der Spezifikation führen.
- 3) Eine tatsächliche Reserve von 12 mA für den Abschlusswiderstand ist vorhanden.
- 4) Die Sinus-Cosinus-Ausgangssignale des Messgeräts werden von der Auswerteschaltung mit einer Zeigerlängenüberwachung geprüft.
Die Zeigerlänge $z = 2 \sqrt{(\text{Sin} - n\text{Sin})^2 + (\text{Cos} - n\text{Cos})^2}$ wird auf die angeführten Grenzen überwacht.
- 5) Die Sinus-Cosinus-Ausgangssignale des Messgeräts werden von der Auswerteschaltung mit einer Zeigerlängenüberwachung geprüft.
Die Zeigerlänge $z = 2 \sqrt{(\text{Sin} - n\text{Sin})^2 + (\text{Cos} - n\text{Cos})^2}$ wird nach dem Einschalten der Auswerteschaltung bis zum Verfahren einer Signalperiode zusätzlich auf die angeführten Grenzen überwacht.
- 6) Die Sinus-Cosinus-Ausgangssignale des Messgeräts werden von der Auswerteschaltung mit einer Zeigerlängenüberwachung geprüft.
Die Zeigerlänge $z = 2 \sqrt{(\text{Sin} - n\text{Sin})^2 + (\text{Cos} - n\text{Cos})^2}$ darf pro Signalperiode maximal ±10% schwanken.

4 Fehlerliste für Bewegungs- und Lagesensoren

Das Messgerät muss die in der Tabelle „Fehlerliste für Bewegungs- und Lagesensoren gemäß EN 61800-5-2:2007“, Tabelle D.16 angeführten Anforderungen erfüllen.

Nr	Fehlerannahme	Fehlerausschluss	Bemerkung	Anforderungen an den Messgerätehersteller bzw. den Maschinenbauer	Anforderungen erfüllt (ja/nein) / Anmerkung
8	Befestigung löst sich im Stillstand: <ul style="list-style-type: none"> Sensorgehäuse löst sich von Motorgehäuse Sensorwelle löst sich von Motorwelle 	Durchführung einer FMEA und Nachweis der Dauerfestigkeit der mechanischen Befestigung	Ausgangssignal entspricht Drehzahl Null. Wenn der Fehlerausschluss angewendet wird, hält die Konstruktion der Befestigung des Sensorgehäuses am Motorgehäuse und Sensorwelle an der Motorwelle gewöhnlich einem Faktor einer etwa 20fachen Überbeanspruchung stand und es sollten besondere Instandhaltungsinformationen angegeben werden.	Der Fehlerausschluss durch geeigneten Anbau ist immer anzuwenden. <u>Ausnahmen:</u> Bei Anwendungen mit Synchronmotoren, bei welchen der Geber in die Positionsregelung eingebunden ist, besteht die Möglichkeit, den angenommenen Fehler durch die sichere Schleppfehlerüberwachung im SafeMC Modul aufzudecken.	
9	Befestigung löst sich während der Bewegung: <ul style="list-style-type: none"> Sensorgehäuse löst sich von Motorgehäuse Sensorwelle löst sich von Motorwelle 	Durchführung einer FMEA und Nachweis der Dauerfestigkeit der mechanischen Befestigung	<u>Mögliche Auswirkung:</u> <ul style="list-style-type: none"> statischer Versatz der Sensorwelle dynamischer Schlupf der Sensorwelle Ausgangssignal ist falsch/ entspricht Drehzahl Null Wenn der Fehlerausschluss angewendet wird, hält die Konstruktion der Befestigung des Sensorgehäuses am Motorgehäuse und Sensorwelle an der Motorwelle gewöhnlich einem Faktor einer etwa 20fachen Überbeanspruchung stand und es sollten besondere Instandhaltungsinformationen angegeben werden.	Der Fehlerausschluss durch geeigneten Anbau ist immer anzuwenden. <u>Ausnahmen:</u> Bei Anwendungen mit Synchronmotoren, bei welchen der Geber in die Positionsregelung eingebunden ist, besteht die Möglichkeit, den angenommenen Fehler durch die sichere Schleppfehlerüberwachung im SafeMC Modul aufzudecken.	
10	Maßverkörperung löst sich ³⁾ (z. B. optische Codescheibe)	Keine	Ausgang liefert falsche Positionsinformation.	Ein Fehler, der zu einer Positionsabweichung von größer $\pm 1/2$ einer Signalperiode führen würde, muss das Sinus-Cosinus-Signal derart verfälschen, dass die Zeigerlängenüberwachung einen Fehler erkennt. Die Bewertung des Fehlers ist durch den Messgerätehersteller durchzuführen.	
11	Kein Licht vor der Sensordiode	Keine	-	Ein Fehler, der zu einer Positionsabweichung von größer $\pm 1/2$ einer Signalperiode führen würde, muss das Sinus-Cosinus-Signal derart verfälschen, dass die Zeigerlängenüberwachung einen Fehler erkennt. Die Bewertung des Fehlers ist durch den Messgerätehersteller durchzuführen.	
Zusätzliche Anforderungen für Drehgeber mit sin/cos-Ausgangssignalen, analoge Signalerzeugung					

Tabelle 2: Fehlerliste für Bewegungs- und Lagesensoren auf das normierte Fehlermodell gemäß EN 61800-5-2:2007, Tabelle D.16

Nachweis der Anforderungen an nicht zertifizierte Messgeräte zur sicheren Auswertung von Sinus-Cosinus-Signalen

Nr	Fehlerannahme	Fehlerausschluss	Bemerkung	Anforderungen an den Messgerätehersteller bzw. den Maschinenbauer	Anforderungen erfüllt (ja/nein) / Anmerkung	
					ja	nein
12	Statisches Signal an Ein- und Ausgängen, einzeln oder an mehreren Signalen, Amplitude im Bereich der Spannungsversorgung	Keine	-	Die Ausgangssignale (Sinus und Cosinus) müssen voneinander unabhängig generiert werden. Unter dieser Voraussetzung wird der Fehler durch die Zeigerlängenüberwachung des SafeMC Moduls mit einem DC von 99% aufgedeckt.		
14	Vertauschen des sin- und cos- Ausgangssignals	Fehlerausschluss zulässig, wenn keine elektronischen Bauelemente verwendet werden, um ein Ausgangssignal von mehreren Quellen auszuwählen.	-	Fehlerausschluss wird vom Messgerätehersteller gefordert.		
Zusätzliche Anforderungen für Drehgeber ^{b)} mit synthetisch generierten Ausgangssignalen						
21	Beliebige Verfälschung der Ausgangssignale	Keine	-	Synthetisch generierte Ausgangssignale dürfen nicht verwendet werden. <u>Ausnahme:</u> Geber mit einer sicherheitstechnischen Zulassung, sofern die Fehleraufdeckung sicherheitsgerichtet im Geber erfolgt.		
Zusätzliche Anforderungen für Lineargeber						
23	Befestigung des Lesekopf gebrochen	Durchführung einer FMEA und Nachweis der Dauerfestigkeit der mechanischen Befestigung	Wenn der Fehlerausschluss gefordert wird, hält die Sensorbefestigung üblicherweise der Überbeanspruchung stand und es sollten besondere Instandhaltungsinformationen angegeben werden.	Der Fehlerausschluss durch geeigneten Anbau ist immer anzuwenden. <u>Ausnahmen:</u> Bei Anwendungen mit Synchronmotoren bei welchen der Geber in die Positionsregelung eingebunden ist, besteht die Möglichkeit, den angenommenen Fehler durch die sichere Schleppfehlerüberwachung im SafeMC Modul aufzudecken.		
24	Statischer Versatz der Maßverkörperung ^{a)} (z. B. optischer Codestreifen)	Keine	-	Ein Fehler, der zu einer Positionsabweichung von größer $\pm 1/2$ einer Signalperiode führen würde, muss das Sinus-Cosinus-Signal derart verfälschen, dass die Zeigerlängenüberwachung einen Fehler erkennt. Die Bewertung des Fehlers ist durch den Messgerätehersteller durchzuführen.		

Tabelle 2: Fehlerliste für Bewegungs- und Lagesensoren auf das normierte Fehlermodell gemäß EN 61800-5-2:2007, Tabelle D.16

Nachweis der Anforderungen an nicht zertifizierte Messgeräte zur sicheren Auswertung von Sinus-Cosinus-Signalen

Nr	Fehlerannahme	Fehlerausschluss	Bemerkung	Anforderungen an den Messgerätehersteller bzw. den Maschinenbauer	Anforderungen erfüllt (ja/nein) / Anmerkung	
					ja	nein
25	Beschädigte Maßverkörperung ^{a)} (z. B. optischer Codestreifen)	Keine	Impulsform ist verändert, Impulse bleiben aus bei Inkrementalgeber	Ein Fehler, der zu einer Positionsabweichung von größer $\pm 1/2$ einer Signalperiode führen würde, muss das Sinus-Cosinus-Signal derart verfälschen, dass die Zeigerlängenüberwachung einen Fehler erkennt. Die Bewertung des Fehlers ist durch den Messgerätehersteller durchzuführen.		

ANMERKUNG Diese Tabelle wurde unter Annahme des Einsatzes von optischen Sensoren geschrieben. Wenn andere Sensoren (z. B. induktive Sensoren) verwendet werden, gelten entsprechende Fehler.

Tabelle 2: Fehlerliste für Bewegungs- und Lagesensoren auf das normierte Fehlermodell gemäß EN 61800-5-2:2007, Tabelle D.16

- a) Gilt nicht für Resolver
- b) Gilt sinngemäß auch für Lineargeber

5 EMV-Prüfung

Anforderung	Anforderungen erfüllt (ja/nein) / Anmerkung
	ja nein
Die erforderlichen EMV Prüfungen müssen den erhöhten Prüfpegeln nach IEC 61326-3-1 entsprechen. Der Nachweis, dass das Messgerät den erhöhten Prüfpegeln genügt, ist vom Messgerätehersteller oder Maschinenbauer zu erbringen!	

Tabelle 3: EMV-Prüfung

6 Sicherheitsintegrität

Zu Beurteilung der Sicherheitsintegrität muss der Messgerätehersteller eine der folgende Kennzahlen zur Verfügung stellen. Aus diesen Werten kann in weiterer Folge der PFH Wert des Gebers mit der Diagnose der Geberauswertung berechnet und somit die Sicherheitsintegrität des Gesamtsystems bewertet werden.

Kennzahl	Einheit	Kurzbezeichnung	Beschreibung
MTTF	[h]	Zeit bis zu einem Ausfall (mean time to failure)	Die MTTF kann für die Beurteilung von Sicherheitskonzepten nach EN ISO 13849 direkt verwendet werden. Die MTTF (mean time to failure) kann für Bauelemente durch die Analyse von Felddaten oder mittels Vorhersagen durchgeführt werden. Bei einer konstanten Ausfallrate ist der Mittelwert der ausfallfreien Arbeitszeit $MTTF = 1/\lambda$, wobei λ die Ausfallrate des Geräts ist. (Statistisch gesehen kann angenommen werden, dass nach Ablauf der MTTF 63,2% der betreffenden Komponenten ausgefallen sind.)
MTBF	[h]	Mittlere Zeit zwischen zwei Ausfällen (mean time between failure)	Die MTBF ist die Betriebszeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausfällen eines instandzusetzenden Messgeräts.
λ	[10^{-9} 1/h],[FIT]	Ausfallsrate (failures in time)	Zur Beurteilung der Sicherheit nach DIN EN 61508 ist der FIT-Wert (Kehrwert des MTTF-Wert) als Ausfallrate zu verwenden. Wenn keine genauere Aufteilung der Ausfallraten ($\lambda_F = \lambda_{F1} + \lambda_{F2} + \dots + \lambda_{Fn}$) des verwendeten Messgeräts angegeben ist, wird die Ausfallsrate gleichmäßig auf die zu berücksichtigten Fehler des Fehlermodells DIN EN 61800-5-2 Tabelle D.16 aufgeteilt. Wenn keine genauere Aufteilung ($\lambda_F = \lambda_S + \lambda_D$) der Ausfallraten des verwendeten Messgeräts angegeben ist, werden gemäß EN ISO 13849 50% der Fehler als gefährlich angenommen.
λ_D		gefährliche Ausfallsrate	
λ_S		sichere Ausfallsrate	

Tabelle 4: Notwendige Kennwerte für nicht zertifizierte SinCos Messgeräte

Hersteller	Messgerätetyp	Sicherheitsintegrität

Tabelle 5: Sicherheitsintegrität: Messgeräte

7 Bestätigung der Korrektheit der Angaben

Hiermit bestätige ich die Korrektheit der herstellerspezifischen Angaben.

Hersteller	
Name	
Anschrift	
Unterschrift	
Ort, Datum	
Name, Titel	
Unterschrift	