

Your Global Automation Partner

TURCK

IMX12-AO | IM12-AO

Analogsignaltrenner

Sicherheitshandbuch



Inhalt

1	Über dieses Dokument	5
2	Geltungsbereich	5
3	Safety Integrity Level/Sicherheits-Integritätslevel	5
4	Produktbeschreibung	6
4.1	Sicherheitsfunktion	6
4.2	Sicherer Zustand	6
5	Sicherheitsplanung	6
5.1	Architektonische Anforderungen	6
5.2	Annahmen	7
5.3	Ergebnisse der FMEDA	7
5.4	Beispiele für die Verwendung der Ergebnisse	7
5.4.1	Mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Fehlers pro Stunde (High Demand Mode)	7
5.4.2	Mittlere Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bei Anforderung (Low Demand Mode)	7
6	Hinweise zum Betrieb	8
6.1	Allgemeines	8
6.2	Vor dem Betrieb	9
6.3	Betrieb	10
6.4	Außerbetriebnahme	11
7	Anhang: Anschlussbilder	12
7.1	IMX12-AO01-1I-1I	12
7.2	IM12-AO01-1I-1I	12
7.3	IMX12-AO01-2I-2I	13
7.4	IM12-AO01-2I-2I	13
8	Anhang: Begriffe und Abkürzungen	14
9	Anhang: Funktionstests	15
10	Anhang: Dokumentenhistorie	15
11	Anhang: Zertifikat	16



1 Über dieses Dokument

Dieses Sicherheitshandbuch enthält alle Informationen, die der Benutzer benötigt, um das Gerät in Anwendungen Funktionaler Sicherheit zu betreiben. Lesen Sie dieses Handbuch sorgfältig durch, bevor Sie das Gerät in Betrieb nehmen.

Dieses Dokument befasst sich nur mit der Funktionalen Sicherheit nach IEC 61508. Andere Themen, wie z. B. Eigensicherheit, werden hier nicht berücksichtigt.

Um die Funktionale Sicherheit zu gewährleisten, müssen sämtliche Anweisungen erfüllt werden.

Achten Sie darauf, dass Sie ausschließlich die neueste Version dieses Sicherheitshandbuchs verwenden (erhältlich auf www.turck.com). Die englische Version ist das maßgebliche Dokument. Die Übersetzung dieses Dokuments wurde mit aller Sorgfalt erstellt. Wenn Sie unsicher hinsichtlich der Auslegung sind, beziehen Sie sich auf das englischsprachige Sicherheitshandbuch oder kontaktieren Sie Turck.

2 Geltungsbereich

Dieses Sicherheitshandbuch gilt für die folgenden Geräte.

Ident-No.	Produktbezeichnung	Anzahl der Kanäle	Anschlussklemmen	Power-Bridge-Anschluss	Eigensicherheit
7580400	IMX12-AO01-1I-1I-HPR/24VDC	1	Schraubklemmen	ja	ja
7580401	IMX12-AO01-1I-1I-H0/24VDC	1	Schraubklemmen	nein	ja
7580402	IMX12-AO01-1I-1I-HPR/24VDC/CC	1	Federzugklemmen	ja	ja
7580403	IMX12-AO01-1I-1I-H0/24VDC/CC	1	Federzugklemmen	nein	ja
7580404	IMX12-AO01-2I-2I-HPR/24VDC	2	Schraubklemmen	ja	ja
7580405	IMX12-AO01-2I-2I-H0/24VDC	2	Schraubklemmen	nein	ja
7580406	IMX12-AO01-2I-2I-HPR/24VDC/CC	2	Federzugklemmen	ja	ja
7580407	IMX12-AO01-2I-2I-H0/24VDC/CC	2	Federzugklemmen	nein	ja
7580420	IM12-AO01-1I-1I-HPR/24VDC	1	Schraubklemmen	ja	nein
7580421	IM12-AO01-1I-1I-H0/24VDC	1	Schraubklemmen	nein	nein
7580422	IM12-AO01-1I-1I-HPR/24VDC/CC	1	Federzugklemmen	ja	nein
7580423	IM12-AO01-1I-1I-H0/24VDC/CC	1	Federzugklemmen	nein	nein
7580424	IM12-AO01-2I-2I-HPR/24VDC	2	Schraubklemmen	ja	nein
7580425	IM12-AO01-2I-2I-H0/24VDC	2	Schraubklemmen	nein	nein
7580426	IM12-AO01-2I-2I-HPR/24VDC/CC	2	Federzugklemmen	ja	nein
7580427	IM12-AO01-2I-2I-H0/24VDC/CC	2	Federzugklemmen	nein	nein

3 Safety Integrity Level/Sicherheits-Integritätslevel

Die Geräte sind klassifiziert für Anwendungen bis zu

SIL2

4 Produktbeschreibung

Über den Analogsignaltrenner IMX12-AO wird das normierte Stromsignal galvanisch getrennt aus dem Nicht-Ex-Bereich in den Ex-Bereich ohne Beeinflussung 1:1 übertragen. Neben den Analogsignalen werden auch bidirektional die digitalen Signale der HART®-Kommunikation übertragen.

Ausgang A1 ist Eingang E1 zugeordnet, Ausgang A2 ist E2 zugeordnet.

Typische Anwendungen sind die Ansteuerung von I/P-Wandlern sowie Anzeigegeräten und Aktuatoren.

4.1 Sicherheitsfunktion

Fließt ein Strom kleiner als 3,6 mA zum Eingang [E1, E2], wird innerhalb von max. 50 ms ein Strom von weniger als 3,6 mA am entsprechenden Ausgang [A1, A2] ausgegeben.

Die Übertragung des 4...20 mA Stromsignals ist nicht Teil der Sicherheitsfunktion.

Die Power-Bridge ist nicht Teil der Sicherheitsfunktion.

4.2 Sicherer Zustand

Im sicheren Zustand fließt ein Strom von kleiner als 3,6 mA aus dem Ausgang [A1, A2].

5 Sicherheitsplanung

Dieses Kapitel enthält Informationen zur Planung eines sicherheitsgerichteten Kreises.

Das Gerät ist nicht für eine bestimmte Anwendung ausgelegt. Stellen Sie sicher, dass die Daten in diesem Kapitel für Ihre Zielanwendung gelten.

Spezielle anwendungsspezifische Faktoren können zur vorzeitigen Abnutzung des Geräts führen und müssen bei der Planung von Systemen berücksichtigt werden. Treffen Sie besondere Maßnahmen, um einen Mangel an Erfahrungswerten zu kompensieren, beispielsweise durch Einführung kürzerer Prüfintervalle.

Die Eignung für bestimmte Anwendungen muss im Hinblick auf die Anforderungen der IEC 61508 bewertet werden. Dabei muss das jeweilige sicherheitstechnische Gesamtsystem betrachtet werden.

Die Sicherheitsplanung darf nur von geschultem und qualifiziertem Personal durchgeführt werden. Im Zweifelsfall wenden Sie sich direkt an Turck.

5.1 Architektonische Anforderungen

Aufgrund architektonischer Betrachtungen werden die folgenden Merkmale angegeben:

Typ	A
HFT	0

Die Nutzungsdauer liegt erfahrungsgemäß in einem Bereich von 8 bis 12 Jahren. Sie kann beträchtlich geringer sein, falls die Geräte mit Werten betrieben werden, die nahe des vorgegebenen Grenzbereichs liegen. Die Nutzungsdauer kann jedoch durch entsprechende Maßnahmen verlängert werden. Beispielsweise könnte sich die Nutzungsdauer durch starke Temperaturschwankungen möglicherweise verringern. Konstante Temperaturen unter 40 °C tragen möglicherweise dazu bei, sie zu erhöhen.

5.2 Annahmen

- Die Ausfallraten bleiben 10 Jahre lang konstant, der mechanische Verschleiß wird nicht berücksichtigt.
- Die Ausbreitung von Ausfällen ist nicht relevant.
- Die Ausfallraten einer externen Spannungsversorgung sind nicht berücksichtigt.
- Alle Komponenten, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind und die Sicherheitsfunktion (Feedback-immun) nicht beeinflussen können, sind ausgeschlossen.
- Lediglich ein Eingang und ein Ausgang sind Teil der Sicherheitsfunktion.

5.3 Ergebnisse der FMEDA

Auf Basis der FMEDA wurden folgende Kennwerte ermittelt.

λ_{SD}	λ_{SU}	λ_{DD}	λ_{DU}	No effect	SFF	DC
0 FIT	324 FIT	0 FIT	76 FIT	588 FIT	80 %	0 %

Der angegebene SFF (Anteil sicherer Ausfälle) dient nur als Referenz. Um den SFF-Gesamtwert bestimmen zu können, muss das vollständige Subsystem ausgewertet werden.

Die in dieser Analyse verwendeten Ausfallraten sind die grundlegenden Ausfallraten der Siemens-Norm SN 29500 basierend auf der mittleren Umgebungstemperatur der Bauelemente von 40 °C.

„No effect“ bezeichnet die Ausfallart einer Komponente, die zwar an der Umsetzung der Sicherheitsfunktion beteiligt ist, aber weder einen sicheren noch einen gefährlichen Ausfall darstellt. Nach IEC 62061 ist es möglich, die „No effect“-Ausfälle als „sicher nicht erkannte“ Ausfälle zu klassifizieren. Wird diese Klassifizierung nicht vorgenommen, stellt dies den „Worst Case“ dar.

5.4 Beispiele für die Verwendung der Ergebnisse

5.4.1 Mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Fehlers pro Stunde (High Demand Mode)

Die PFH-Werte basieren auf einer Worst-Case-Diagnose-Testrate und einer Reaktionszeit von 20 ms. Das Verhältnis der Diagnose-Testrate zur Anforderungsrate muss größer oder gleich als 100 sein.

PFH
7.63E-08 1/h

5.4.2 Mittlere Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bei Anforderung (Low Demand Mode)

Mit den Ergebnissen der FMEDA und den in der folgenden Tabelle angegebenen Werten kann die durchschnittliche Häufigkeit der gefährlichen Ausfälle exemplarisch berechnet werden:

T1	8760 h
MTTR	24 h
PFDavg	
7.84E-04	

6 Hinweise zum Betrieb

6.1 Allgemeines

- Das Gerät muss entweder online unter www.turck.com/SIL oder über die mitgelieferte SIL-Registrierungskarte registriert werden. Die SIL-Karte muss bei Empfang vollständig ausgefüllt an Turck gesendet werden.
- Das Gerät darf nur von geschultem und qualifiziertem Personal montiert, installiert, in Betrieb genommen und instand gehalten werden.
- Das Gerät ist nicht für eine bestimmte Anwendung ausgelegt. Stellen Sie sicher, dass anwendungsspezifische Aspekte berücksichtigt werden.
- Daten aus anderen Dokumenten (wie z. B. Datenblätter) gelten nicht für Anwendungen der Funktionalen Sicherheit. Die Geräte müssen in Schaltschränken in einer typischen industriellen Umgebung eingesetzt werden. Folgende Einschränkungen gelten für die Bedienung und Lagerung:
 - Stellen Sie sicher, dass die Umgebung die folgenden Bedingungen erfüllt:

Min. Umgebungstemperatur	-25 °C
Max. Umgebungstemperatur	70 °C
Min. Lagertemperatur	-40 °C
Max. Lagertemperatur	80 °C
Max. Luftfeuchtigkeit	95 %
Min. Luftdruck	80 kPa
Max. Luftdruck	110 kPa

- Die Durchschnittstemperatur auf der unmittelbaren Gehäuseaußenwand über einen langen Zeitraum darf maximal 40 °C betragen.
 - Die Temperatur auf der Außenseite des Gehäuses kann erheblich von der Schaltschrank-Temperatur abweichen.
 - Die Temperatur auf der Außenseite des Gehäuses muss im eingeschwungenen Zustand betrachtet werden.
 - Für den Fall, dass die Temperatur auf der Außenseite des Gehäuses höher ist, müssen die Ausfallwahrscheinlichkeiten aus „5.3 Ergebnisse der FMEDA“ auf Seite 7 angepasst werden:
 - Für eine Durchschnittstemperatur von 60 °C auf der unmittelbaren Gehäuseaußenwand multiplizieren sich die Ausfallwahrscheinlichkeiten mit einem Erfahrungsfaktor von 2,5.
 - Stellen Sie sicher, dass eine ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet ist.
 - Schützen Sie das Gerät vor Wärmestrahlung und starken Temperaturschwankungen.
 - Schützen Sie das Gerät vor Staub, Schmutz, Feuchtigkeit, Schock, Vibration, chemischer Belastung, erhöhter Strahlung und anderen Umwelteinflüssen.
 - Achten Sie auf einen Schutz von mindestens IP20 nach IEC 60529 an der Montagestelle.
 - Stellen Sie sicher, dass die elektromagnetische Belastung nicht die Anforderungen der IEC 61326-3.1 übersteigt.
- Bei sichtbaren Fehlern, z. B. bei einem defekten Gehäuse, darf das Gerät nicht verwendet werden.
- Beim Betrieb der Geräte können Oberflächentemperaturen auftreten, die bei Berührung zu Verbrennungen führen könnten.
- Das Gerät darf nicht repariert werden. Bei Problemen im Hinblick auf die Funktionale Sicherheit muss Turck sofort benachrichtigt und das Gerät zurückgegeben werden an:

Hans Turck GmbH & Co. KG
 Witzlebenstraße 7
 45472 Mülheim an der Ruhr
 Germany

6.2 Vor dem Betrieb

- Befestigen Sie das Gerät wie folgt an einer DIN Schiene nach EN 60715 (TH35):

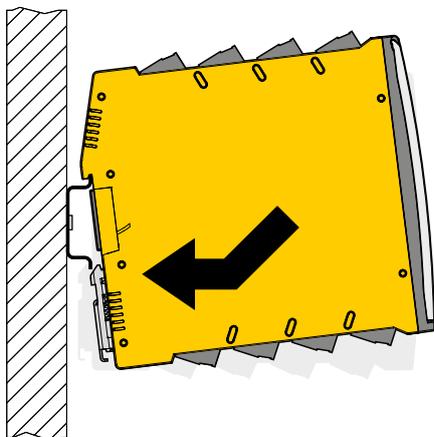


Abb. 1: Gerät befestigen

- Schließen Sie die Kabel gemäß den Anschlussbildern an (siehe „7 Anhang: Anschlussbilder“ auf Seite 12.).
- Verwenden Sie ausschließlich Leiter mit einem Klemmenquerschnitt von
 - starr: 0,2 mm² bis 2,5 mm² oder
 - flexibel: 0,2 mm² bis 2,5 mm²
- Bei der Verdrahtung mit Litzendrähten: Befestigen Sie die Drahtenden mit Ader-Endhülsen.

Anschluss über Schraubklemmen

- Führen Sie die abisolierten Leitungsenden (7 mm) in die Führungen der Kabelverschraubungen ein.
- Befestigen Sie die Schrauben. Das max. Anzugsdrehmoment beträgt 0,5 Nm.

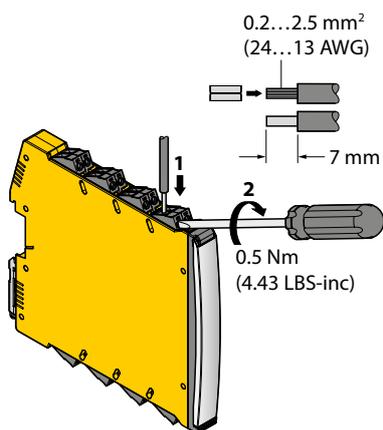


Abb. 2: Anschluss über Schraubklemmen

Anschluss über Federzugklemmen

- ▶ Drücken Sie die Federzugklemme mit einem geeigneten Schraubendreher nach unten.
- ▶ Führen Sie die abisolierten Leitungsenden (7 mm) in die Führungen der Kabelverschraubungen ein.
- ▶ Ziehen Sie den Schraubendreher heraus, um die Kabelenden zu fixieren.

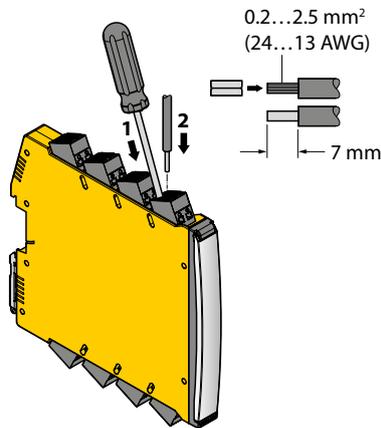


Abb. 3: Anschluss über Federzugklemmen

- ▶ Stellen Sie sicher, dass nur geeignete Geräte (z. B. Sensoren) an das Gerät angeschlossen sind (siehe „7 Anhang: Anschlussbilder“ auf Seite 12).
- ▶ Stellen Sie sicher, dass eine geeignete Spannungsversorgung mit den folgenden Merkmalen verwendet wird:

Mindestspannung	10 VDC
Max. Spannung	30 VDC
Min. Leistung	4 W

- ▶ Nach der Installation muss ein Funktionstest ausgeführt werden, um die gewünschte Funktion zu überprüfen (siehe „9 Anhang: Funktionstests“ auf Seite 15).
- ▶ Das Gerät muss gegen unbeabsichtigte Bedienung/Änderung gesperrt werden.

6.3 Betrieb

- ▶ Falls das Gerät im Low-Demand-Modus verwendet wird, müssen Funktionstests entsprechend T1 durchgeführt werden (siehe „9 Anhang: Funktionstests“ auf Seite 15).
- ▶ Stellen Sie sicher, dass die Verbindungen und Kabel immer in einem ordnungsgemäßen Zustand sind.
- ▶ Das Gerät muss sofort ausgetauscht werden, wenn die Klemmen fehlerhaft sind oder das Gerät sichtbare Mängel hat.
- ▶ Wenn eine Reinigung erforderlich ist, verwenden Sie keine flüssigen oder statisch aufladenden Reinigungsmittel. Führen Sie nach jeder Reinigung Funktionstests durch (siehe „9 Anhang: Funktionstests“ auf Seite 15).

6.4 Außerbetriebnahme

- ▶ Lösen Sie den Klemmenanschluss am Gerät.
- ▶ Entfernen Sie das Gerät gemäß Abbildung aus seiner Befestigung:

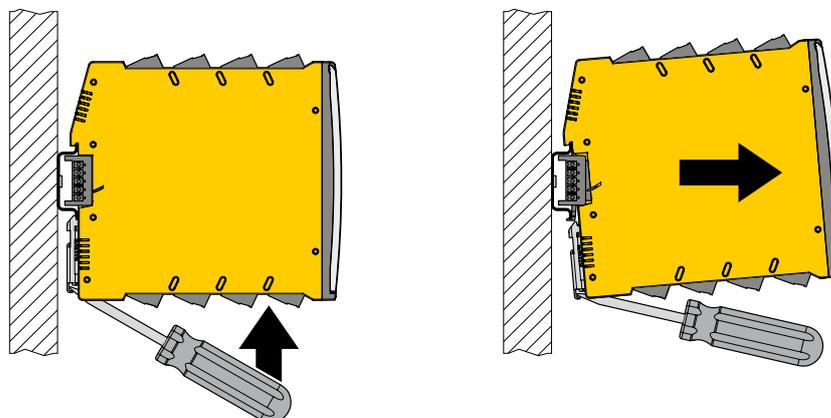


Abb. 4: Gerät entfernen

- ▶ Entsorgen Sie das Gerät fachgerecht.

7 Anhang: Anschlussbilder

Die Anschlussbelegung finden Sie auf der Seite des Geräts.
 Lastwiderstand (A1, A2): $\leq 800 \Omega$

7.1 IMX12-AO01-1I-1I

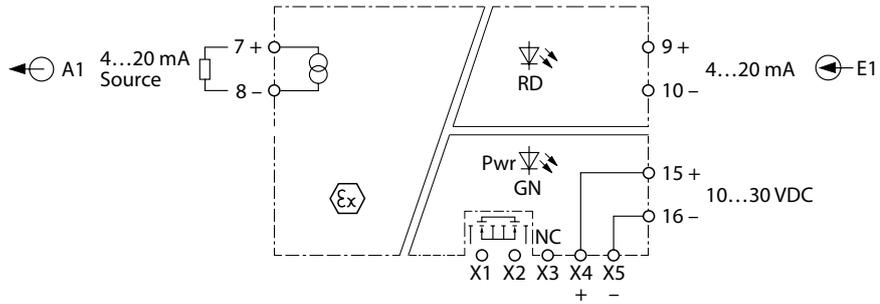


Abb. 5: IMX12-AO01-1I-1I

7.2 IM12-AO01-1I-1I

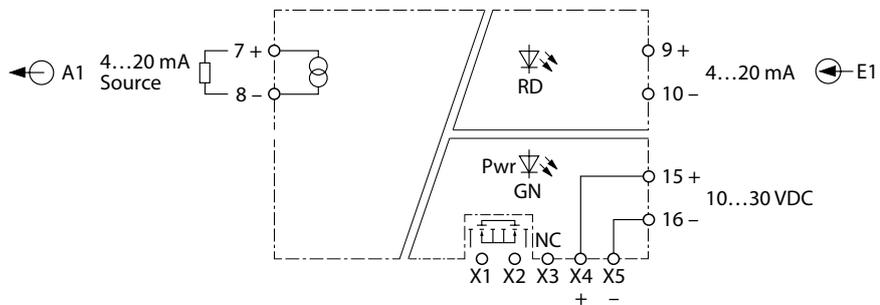


Abb. 6: IM12-AO01-1I-1I

7.3 IMX12-AO01-2I-2I

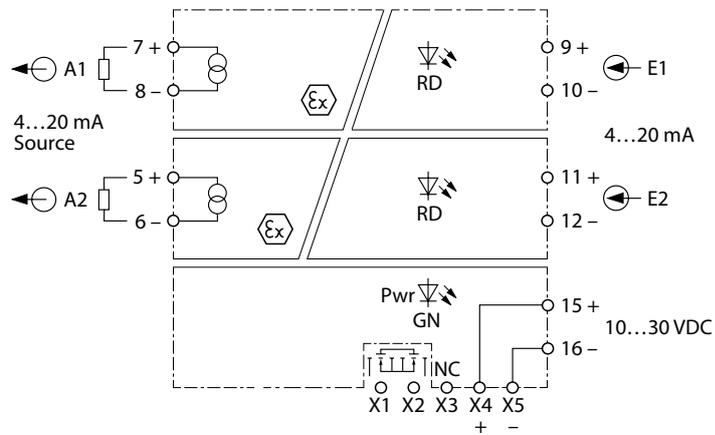


Abb. 7: IMX12-AO01-2I-2I

7.4 IM12-AO01-2I-2I

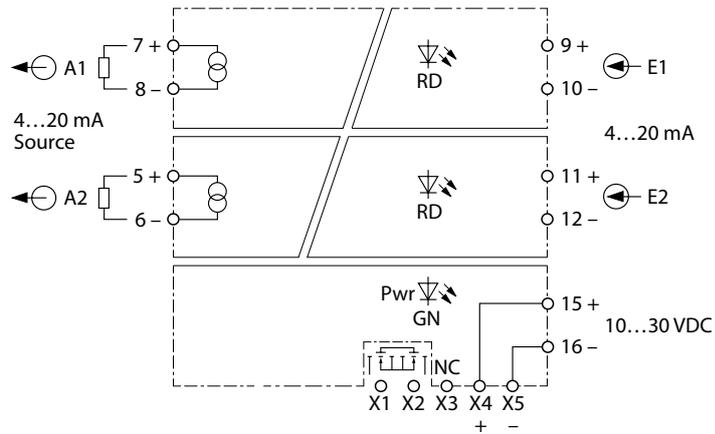


Abb. 8: IM12-AO01-2I-2I

8 Anhang: Begriffe und Abkürzungen

DC	Diagnostic Coverage/Diagnosedeckungsgrad
FIT	Failure in time/Ausfälle pro Zeit: 1 FIT ist 1 Fehler pro 10E09 Stunden
FMEDA	Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis/Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse
HFT	Hardware failure tolerance/Hardwarefehlertoleranz
λ_{AU}	Undetected Annunciation failure rate (per hour)/Rate der unerkannten Anzeigefehler (pro Stunde) Anzeigefehler haben keine direkten Auswirkungen auf die Sicherheit. Sie haben jedoch eine Auswirkung auf die Fähigkeit, einen künftigen Fehler zu erkennen (wie beispielsweise einen Fehler im Diagnoseschaltkreis).
λ_{DD}	Detected dangerous failure rate (per hour)/Rate gefährlicher erkannter Ausfälle (pro Stunde)
λ_{DU}	Undetected dangerous failure rate (per hour)/Rate gefährlicher nicht erkannter Ausfälle (pro Stunde)
λ_{SD}	Detected safe failure rate (per hour)/Rate sicher erkannter Ausfälle (pro Stunde)
λ_{SU}	Undetected safe failure rate (per hour)/Rate sicher nicht erkannter Ausfälle (pro Stunde)
MTTR	Mean time to restoration/mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung (Stunden)
PFD_{avg}	Average probability of failure on demand/mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung
PFH	Average probability of dangerous failure per hour/mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde
SFF	Safe Failure Fraction/Anteil sicherer Ausfälle
SIL	Safety Integrity Level/Sicherheits-Integritätslevel
T1	Proof Testintervall (hour)/Wiederholungsprüfung (Stunden)
Typ A	„Non-complex“ element (all failure modes are well defined); for details see 7.4.4.1.2 of IEC 61508-2/„Nicht-komplexes“ Element (alle Ausfallarten sind gut definiert); Einzelheiten finden Sie unter 7.4.4.1.2 der IEC 61508-2
Typ B	„Complex“ element (using micro controllers or programmable logic); for details see 7.4.4.1.3 of IEC 61508-2/„Komplexes“ Element (mit Mikrocontrollern und programmierbarer Logik); Einzelheiten finden Sie unter 7.4.4.1.3 der IEC 61508-2

9 Anhang: Funktionstests

Funktionstests müssen durchgeführt werden, um gefährliche Fehler aufzudecken, die durch Diagnosefunktionen nicht entdeckt werden. Das bedeutet, es muss festgelegt werden, wie die nicht erkannten gefährlichen Fehler, die im Rahmen der FMEDA ermittelt wurden, durch Funktionstests aufgedeckt werden können.

Stellen Sie sicher, dass der Funktionstest nur durch Fachpersonal durchgeführt wird.

Ein vorgeschlagener Funktionstest besteht aus den folgenden Schritten:

Schritt	Maßnahme
1.	Überbrücken Sie die Sicherheitsfunktionen und verhindern Sie durch geeignete Maßnahmen eine Fehlauflösung.
2.	Geben Sie geeignete Eingabe-/Steuersignale an das Gerät, um zu überprüfen, ob das Gerät die erwarteten Eingabe-/Ausgabebedingungen für die Schnittstellen zur Verfügung stellt.
3.	Überprüfen Sie, ob die interne Fehlererkennung funktioniert, für den Fall, dass diese aktiviert ist.
4.	Geben Sie geeignete Eingabe-/Steuersignale an die Interface-Module, um zu überprüfen, ob die Sicherheitsfunktion korrekt durchgeführt wird.
5.	Entfernen Sie die Überbrückung und stellen Sie den normalen Betrieb wieder her.

Dieser Test erkennt 85 % aller möglichen, gefährlichen unentdeckten Fehler.
Sobald die Prüfung abgeschlossen ist, dokumentieren und archivieren Sie die Ergebnisse.

10 Anhang: Dokumentenhistorie

Version	Datum	Modifikationen
1.0	10.06.2015	Erste Version
2.0	13.07.2018	<ul style="list-style-type: none"> - Konkretisierung der Temperaturbedingungen - Faktor 2,5 für eine Umgebungstemperatur von 60 °C hinzugefügt - Anwendung der SN29500 angegeben
3.0	05.04.2019	<ul style="list-style-type: none"> - IM-Geräte (nicht X-Geräte) hinzugefügt - Kabelenden gekürzt auf 7 mm - Nutzungsdauer aktualisiert - Überschriften für „High-/Low-Demand“ aktualisiert - Begriffe aktualisiert - Allgemeiner Hinweis: Nur ein Eingang und ein Ausgang sind Teil der Sicherheitsfunktion - Online-Registrierung hinzugefügt - Lastwiderstand hinzugefügt - Hinweis für 61326-3-1 abgeändert: überschreiten (nicht erhöhen) - „Power Rail“ in „Power Bridge“ umbenannt - Eigensicherheit in Kapitel 2 hinzugefügt

11 Anhang: Zertifikat

Das Zertifikat finden Sie im Internet unter www.turck.com.

TURCK

Over 30 subsidiaries and over
60 representations worldwide!

D201480 | 2019/04



www.turck.com