

Produkt DM167

Nachweis zum Fehlerausschluss
nach EN 13849-2



A-5112 Lamprechtshausen, Sigmatekstrasse 1

DM167 Nachweis zum Fehlerausschluss nach EN 13849-2

Copyright © 2010

SIGMATEK GmbH & Co KG

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne ausdrückliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Copyright © 2010

SIGMATEK GmbH & Co KG

All rights reserved. No part of this work may be reproduced in any form whatever (printing, photocopying, microfilm or any other process), or processed, duplicated or distributed by means of electronic systems, without express permission.

Produkt DM167

Nachweis zum Fehlerausschluss
nach EN 13849-2



A-5112 Lamprechtshausen, Sigmatekstrasse 1

Copyright © 2010 SIGMATEK GmbH & Co KG

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne ausdrückliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

	Name	Datum	Unterschrift
Autor	Bartig Ingo	2016-06-06	

Historie

Version	Name	Datum	Review	Änderungen
01	BarIng	2016-06-06		Erstdokument
02	BarIng	2016-06-23		Kleine Korrekturen
03	Baring	2017-03-27		Formulierung auch für Eingänge deutlicher

Referenzdokumente

- [1] ÖNORM EN ISO 13849-2 Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen Teil 2: Validierung / Ausgabe: 2013-02-15
- [2] OVE/ÖNORM EN 60664-1 Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen Teil1: Grundsätze Anforderungen und Prüfungen / Ausgabe 2008-03-01
- [3] OENORM EN 201:2010-02-15 Titel (deutsch): Kunststoff- und Gummimaschinen - Spritzgießmaschinen – Sicherheitsanforderungen / Ausgabe: 2010-02-15
- [4] Datenblatt Bauteil Everlight 4 PIN SSOP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER EL3H7-G Series / (Release Date : August 9, 2013, Issue No: DPC-0000031 Rev. 5)
- [5] Datenblatt Bauteil Infineon PROFET® ITS724G / Rev. 1.1, 2008-10-07
- [6] Datenblatt Bauteil Lattice MachXO2 Family Data Sheet / Preliminary DS1035 Version 01.3, May 2011

Copyright © 2010 SIGMATEK GmbH & Co KG

All rights reserved. No part of this work may be reproduced in any form whatever (printing, photocopying, microfilm or any other process), or processed, duplicated or distributed by means of electronic systems, without express permission.

Erstellt von / am: BarIng / 2016-06-06	Freigegeben von / am:	Version: Seite 2 von 10
---	-----------------------	----------------------------

Produkt DM167

Nachweis zum Fehlerausschluss
nach EN 13849-2



A-5112 Lamprechtshausen, Sigmatekstrasse 1

Copyright © 2010 SIGMATEK GmbH & Co KG

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne ausdrückliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhaltsverzeichnis

HISTORIE	2
REFERENZDOKUMENTE	2
1. EINLEITUNG	4
1.1. ERWEITERUNG DER ANFORDERUNG	4
2. LÖSUNG	4
2.1. ERGEBNIS	4
2.2. ANFORDERUNG NACH EN 13849-2 / TABELLE D.19	4
2.3. PRÜFUNG DER SPANNUNGSFESTIGKEIT	5
2.3.1. Angaben / Vorgaben.....	5
2.3.2. EN 60664-1 / Tabelle F.1.....	5
2.3.3. EN 60664-1 / Tabelle F.2.....	6
2.3.4. EN 60664-1 / Tabelle F.4.....	6
2.3.5. Auslegung Optokoppler und Signalabstand.....	7
2.4. MAßNAHMEN OPTOKOPPLER TEMPERATUR ISOLATIONSMATERIALIEN	8

Copyright © 2010 SIGMATEK GmbH & Co KG

All rights reserved. No part of this work may be reproduced in any form whatever (printing, photocopying, microfilm or any other process), or processed, duplicated or distributed by means of electronic systems, without express permission.

Erstellt von / am: Barlmg / 2016-06-06	Freigegeben von / am:	Version: Seite 3 von 10
---	-----------------------	----------------------------

1. Einleitung

1.1. Erweiterung der Anforderung

Das Sigmatek-Produkt DM167 kommt zur Anwendung in einem Produkt welches nach EN 201 / Typ 1 zertifiziert werden soll.

Diese Anwendung setzt voraus, dass die Anschlüsse der externen 24V-Seite eine Rückwirkungsfreiheit zur SPS-Funktion aufweisen. Werden zur Erfüllung der Anforderungen Optokoppler eingesetzt, so müssen diese den Nachweis zum Fehlerausschluss nach EN 13849-2 Tabelle D.19 erbringen.

Davon betroffen sind die 8x 24V-Ausgänge, die 8x Eingänge und die 2x DC-OK-Schaltungen zur Überprüfung der 24V-Versorgungen der Ausgänge.

2. Lösung

Aufgrund der Anforderung wird nur der Fehlerausschluss zwischen Eingang und Ausgangspins der Optokoppler betrachtet.

2.1. Ergebnis

Die Anforderung ist erfüllt.

Die Schaltung mit den Optokopplern zur Trennung von 24V und SPS-Funktion im Produkt DM167 erfüllt die oben gestellte Forderung von Rückwirkungsfreiheit zwischen den 24V-Anschlüssen (Digitale 24V-Ausgänge, digitale 24V-Eingänge und Spannungsüberwachung der externen 24V-Versorgung) und der SPS-Funktionalität.

2.2. Anforderung nach EN 13849-2 / Tabelle D.19

Tabelle D.19 — Fehler und Fehlerausschlüsse — Elektronische Bauteile — Optokoppler

Betrachteter Fehler	Fehlerausschluss	Bemerkungen
Unterbrechung eines einzelnen Anschlusses	Nein	—
Kurzschluss zwischen zwei beliebigen eingangsseitigen Anschlüssen	Nein	
Kurzschluss zwischen zwei beliebigen ausgangsseitigen Anschlüssen	Nein	
Kurzschluss zwischen zwei beliebigen Anschlüssen des Ein- und Ausgangs	Kurzschluss zwischen Ein- und Ausgang kann ausgeschlossen werden, wenn die Bemerkungen zutreffen.	Der Optokoppler ist entsprechend Überspannungskategorie III nach IEC 60664-1 gebaut. Wird ein SELV/PELV-Netzanschluss verwendet, gelten Verschmutzungsgrad 2/ Überspannungskategorie II. ANMERKUNG Siehe Tabelle D.5. Es werden Maßnahmen getroffen, um sicherzustellen, dass ein interner Fehler des Optokopplers nicht zu übermäßigem Temperaturanstieg seiner Isolierwerkstoffe führen kann.

Erstellt von / am: Barling / 2016-06-06	Freigegeben von / am:	Version: Seite 4 von 10
--	-----------------------	----------------------------

Produkt DM167

Nachweis zum Fehlerausschluss
nach EN 13849-2



A-5112 Lamprechtshausen, Sigmatekstrasse 1

Copyright © 2010 SIGMATEK GmbH & Co KG

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne ausdrückliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Nach der Tabelle D.19 ist für die Betrachtung des Fehlerausschlusses von Kurzschlüssen zwischen Ein- und Ausgangspins die Einhaltung der Vorgaben in der Spalte Bemerkungen sicher zu stellen.

Es werden folgende Punkte durchgeführt:

- Prüfung der Spannungsfestigkeit und
- Prüfung der Maßnahmen zur Begrenzung des Temperaturanstieges im Fehlerfall

Dies wird im Folgenden dargestellt.

2.3. Prüfung der Spannungsfestigkeit

2.3.1. Angaben / Vorgaben

Die Versorgung der SPS bzw. der 24V-Ausgänge hat durch den Kunden mit SELV- oder PELV-Netzteilen zu erfolgen.

Daraus, und aus der Tabelle D.19 resultieren folgende Vorgaben:

Überspannungskategorie: II

Verschmutzungsgrad: 2

Nennspannung: 24V (+/-15%)

2.3.2. EN 60664-1 / Tabelle F.1

**Tabelle F.1 – Bemessungs-Stoßspannung für Betriebsmittel,
die direkt vom Niederspannungsnetz gespeist werden**

Nennspannung des Stromversorgungssystems ¹⁾ (Netz) nach IEC 60038 ³⁾		Spannung Leiter zu Neutralleiter, abgeleitet von der Nennwechsel- oder Nengleich- spannung bis einschließlich	Bemessungs-Stoßspannung ²⁾			
Dreiphasig	Einphasig		Überspannungskategorie ⁴⁾			
V	V	V	I V	II V	III V	IV V
		50	330	500	800	1 500
		100	500	800	1 500	2 500
	120–240	150 ⁵⁾	800	1 500	2 500	4 000

Die Bemessungsstoßspannung für die die Optokoppler ausgelegt werden müssen beträgt laut Tabelle F.1:

ÜS-Kategorie	II	(Vorgabe)
Nengleichspannung	50V	(Vorgabe aus zulässigem Bereich 18-30V)
Bemessungsstoßspannung	500V	(Ergebnis)

D.h. die Optokoppler müssen für eine Überslagsspannung von mind. 500V zwischen Ein- und Ausgängen ausgelegt sein.

Copyright © 2010 SIGMATEK GmbH & Co KG
All rights reserved. No part of this work may be reproduced in any form whatever (printing, photocopying, microfilm or any other process), or processed, duplicated or distributed by means of electronic systems, without express permission.

Erstellt von / am: Barling / 2016-06-06	Freigegeben von / am:	Version: Seite 5 von 10
--	-----------------------	----------------------------

Produkt DM167

Nachweis zum Fehlerausschluss
nach EN 13849-2



A-5112 Lamprechtshausen, Sigmatekstrasse 1

Copyright © 2010 SIGMATEK GmbH & Co KG

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne ausdrückliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

2.3.3. EN 60664-1 / Tabelle F.2

Tabelle F.2 – Luftstrecken für transiente Überspannungen

Erforderliche Steh-Stoßspannung ^{1) 5)}	Mindestluftstrecken bei Höhen bis 2 000 m über NN					
	Bedingung A inhomogenes Feld (siehe 3.15)			Bedingung B homogenes Feld (siehe 3.14)		
	Verschmutzungsgrad ⁶⁾			Verschmutzungsgrad ⁶⁾		
	1	2	3	1	2	3
kV	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,33 ²⁾	0,01	0,2 ^{3) 4)}	0,8 ⁴⁾	0,01	0,2 ^{3) 4)}	0,8 ⁴⁾
0,40	0,02			0,02		
0,50 ²⁾	0,04			0,04		
0,60	0,06			0,06		
0,80 ²⁾	0,10			0,10		
1,0	0,15			0,15		

Die Luftstrecke für transiente Überspannungen für die Schaltung über dem Optokoppler muss mindestens nach Tabelle F.2 betragen:

Bemessungsstoßspannung 500V (Vorgabe)
 Verschmutzungsgrad 2 (Vorgabe)
 Mindestluftstrecke 0,2 mm (Ergebnis)

2.3.4. EN 60664-1 / Tabelle F.4

Tabelle F.4 – Kriechstrecken zur Vermeidung des Versagens durch Kriechwegbildung

Spannung ¹⁾ Effektivwert	Mindestkriechstrecken								
	Gedruckte Schaltungen								
	Verschmutzungsgrad								
	1	2	1	2			3		
Alle Isolierstoff- gruppen	Alle Isolierstoff- gruppen außer IIIb	Alle Isolierstoff- gruppen	Isolier- stoff- gruppe I	Isolier- stoff- gruppe II	Isolier- stoff- gruppe III	Isolier- stoff- gruppe I	Isolier- stoff- gruppe II	Isolier- stoff- gruppe III ²⁾	Isolier- stoff- gruppe III ²⁾
V	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10	0,025	0,040	0,080	0,400	0,400	0,400	1,000	1,000	1,000
12,5	0,025	0,040	0,090	0,420	0,420	0,420	1,050	1,050	1,050
16	0,025	0,040	0,100	0,450	0,450	0,450	1,100	1,100	1,100
20	0,025	0,040	0,110	0,480	0,480	0,480	1,200	1,200	1,200
25	0,025	0,040	0,125	0,500	0,500	0,500	1,250	1,250	1,250
32	0,025	0,040	0,14	0,53	0,53	0,53	1,30	1,30	1,30
40	0,025	0,040	0,16	0,56	0,80	1,10	1,40	1,60	1,80

Copyright © 2010 SIGMATEK GmbH & Co KG

All rights reserved. No part of this work may be reproduced in any form (printing, photocopying, microfilm or any other process), or processed, duplicated or distributed by means of electronic systems, without express permission.

Erstellt von / am: Barling / 2016-06-06	Freigegeben von / am:	Version: Seite 6 von 10
--	-----------------------	----------------------------

Produkt DM167

Nachweis zum Fehlerausschluss
nach EN 13849-2



A-5112 Lamprechtshausen, Sigmatekstrasse 1

Die Kriechstecken auf der gedruckten Schaltung müssen mindestens betragen:

Betriebsspannung max.	32V	(Vorgabe aus zulässigem Bereich 18-30V)
Verschmutzungsgrad	2	(Vorgabe)
Kriechstrecke	0,04mm	(Ergebnis)

Der größere Abstand aus Mindestluftstrecke von 0,2mm und Kriechstrecke von 0,04mm, also 0,2mm muss bei der Leiterbahnführung zwischen den beiden Netzen über dem Optokoppler eingehalten werden.

2.3.5. Auslegung Optokoppler und Signalabstand

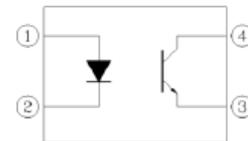
Betroffene Baugruppe	Board Nr. 1305.00
Betroffene Bauteile / Optokoppler	OK1 – OK18
Verwendeter Typ	EL3H7-G-Serie
Hersteller	Everlight

Datenblatt-Auszug Optokoppler (Release Date : August 9, 2013, Issue No: DPC-0000031 Rev. 5)

4 PIN SSOP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER EL3H7-G Series



Schematic



Features:

- Halogens free
- Current transfer ratio
(CTR: 50~600% at IF =5mA, VCE =5V)
(CTR: 40~320% at IF =10mA, VCE =5V)
- High isolation voltage between input and output (Viso=3750 V rms)
- Compact 4 Pin SSOP with a 2.0 mm profile
- Pb free and RoHS compliant.
- UL approved (No. E214129)
- VDE approved (No. 132249)
- SEMKO approved
- NEMKO approved
- DEMKO approved
- FIMKO approved
- CSA approved

Pin Configuration

1. Anode
2. Cathode
3. Emitter
4. Collector

Laut Datenblatt ist eine Spannungsfestigkeit von 3750V rms zwischen Eingang und Ausgang gegeben. Dies übertrifft die geforderte Spannungsfestigkeit laut Punkt 2.4 mit 500V.

Signalabstand:

Die Leiterbahnabstände zwischen den Netzen der 24V-Ausgangsschaltung und der SPS-Funktion im vorhandenen Layout LP1305.00 sind mit mind. 3mm größer als der geforderte 0,2mm Mindestabstand eingehalten.

Erfüllung Überspannungsfestigkeit:

Somit ist die Anforderung zum Fehlerausschluss zwischen Ein- und Ausgängen nach Tabelle D.19 bezüglich Überspannung erfüllt.

Erstellt von / am: Barling / 2016-06-06	Freigegeben von / am:	Version: Seite 7 von 10
--	-----------------------	----------------------------

2.4. Maßnahmen Optokoppler Temperatur Isolationsmaterialien

Nach Tabelle D.19 in der Spalte Bemerkungen ist sicher zu stellen dass:

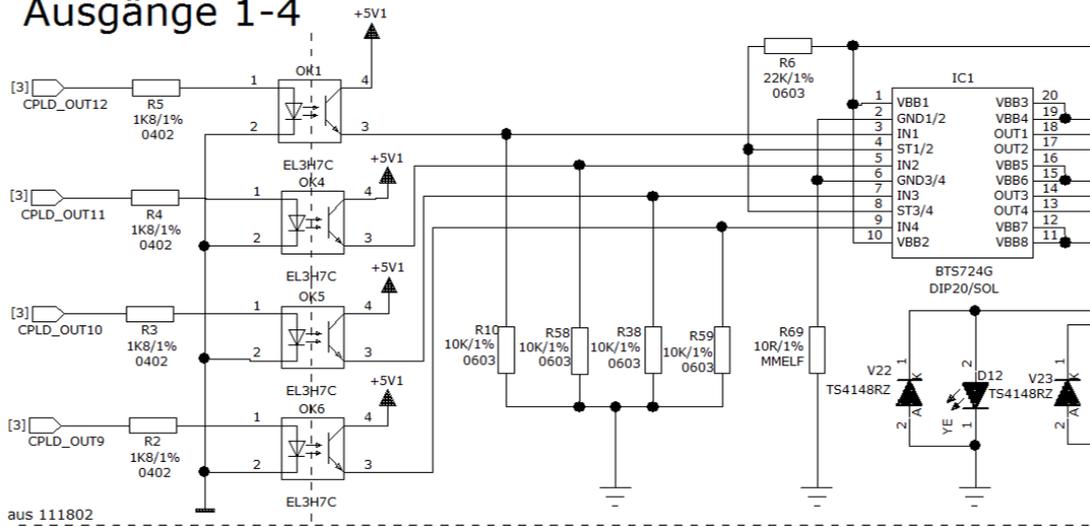
- interne Fehler der Optokoppler nicht zu übermäßigem Temperaturanstieg ihrer Isolierstoffe führen kann.

Dies wird durch Vorwiderstände in den Strompfaden sichergestellt.

Betroffene Baugruppe Board Nr. 1305.00 /Ausgänge
 Betroffene Bauteile / Optokoppler OK1 – OK8

Typische Beschaltung:

Ausgänge 1-4



Eingangsstrom OK1 Pin 1:

Begrenzung des Eingangsstromes von einem Steuer-IC an 5V durch Vorwiderstand R5 (1,8K) auf max. 2,8mA (bei defektem Optokoppler).

Ausgangsstrom OK1 Pin 3:

Maximaler Ausgangsstrom bei Dauer-EIN oder internem Schluss des Optokoppler-Ausgangstransistors begrenzt durch R10 = 10k von 5V auf max. 0,5mA. Vom Eingangsstrom des IC1= BTS724G kommen nach Datenblatt von Infineon max. 60µA dazu.

Betroffene Baugruppe Board Nr. 1305.00 /Eingänge
 Betroffene Bauteile / Optokoppler OK10 – OK13, OK15 – OK18

Typische Beschaltung:

Erstellt von / am: Barling / 2016-06-06	Freigegeben von / am:	Version: Seite 8 von 10
--	-----------------------	----------------------------

Produkt DM167

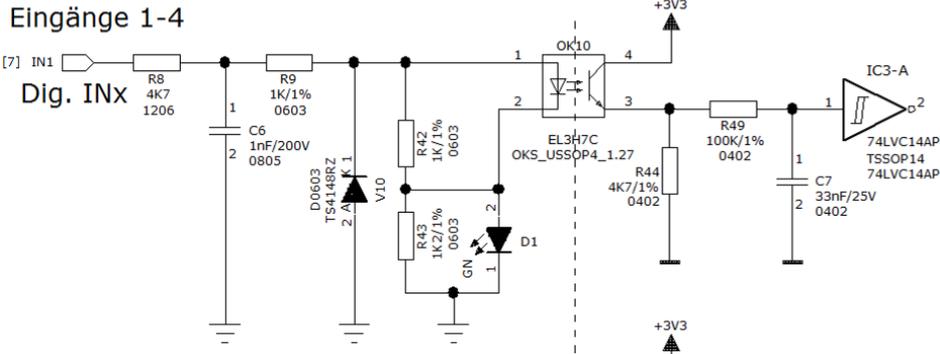
Nachweis zum Fehlerausschluss
nach EN 13849-2



A-5112 Lamprechtshausen, Sigmatekstrasse 1

Copyright © 2010 SIGMATEK GmbH & Co KG

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne ausdrückliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.



Eingangsstrom OK10 Pin 1:

Begrenzung des Eingangsstromes von einem Moduleingang an 24V durch die Vorwiderstände R8 (4,7K) und R9 (1k) unter Vernachlässigung der Spannung über der LED D1 auf max. 4,2mA (bei defektem Optokoppler).

Ausgangsstrom OK10 Pin 3:

Maximaler Ausgangsstrom bei Dauer-EIN oder internem Schluss des Optokoppler-Ausgangstransistors begrenzt durch R44 = 4,7k von 3,3V auf max. 0,7mA. Der Strom durch den R49 = 100k ist dagegen zu vernachlässigen.

Betroffene Baugruppe

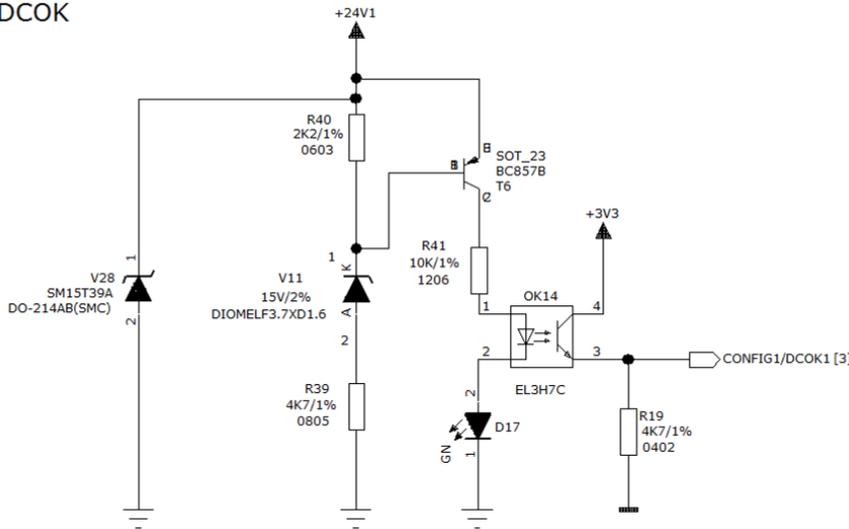
Board Nr. 1305.00 /24V-Überwachung

Betroffene Bauteile / Optokoppler

OK9, OK14

Typische Beschaltung:

24V1 - DCOK



Eingangsstrom OK14 Pin 1:

Begrenzung des Eingangsstromes von 24V unter Vernachlässigung der Spannungen über Transistor T6 und LED D17 durch Vorwiderstand R41 (10K) auf max. 2,4mA (bei defektem Optokoppler).

Ausgangsstrom OK1 Pin 3:

Maximaler Ausgangsstrom bei Dauer-EIN oder internem Schluss des Optokoppler-Ausgangstransistors begrenzt durch R19 = 4,7k von 3,3V auf max. 0,7mA. Vom Eingangsstrom des folgenden IC21= LCMXO2-1200HC kommen nach Datenblatt von Lattice max. 175µA dazu.

Copyright © 2010 SIGMATEK GmbH & Co KG

All rights reserved. No part of this work may be reproduced in any form (printing, photocopying, microfilm or any other process), or processed, duplicated or distributed by means of electronic systems, without express permission.

Erstellt von / am: Barling / 2016-06-06	Freigegeben von / am:	Version: Seite 9 von 10
--	-----------------------	----------------------------

Produkt DM167

Nachweis zum Fehlerausschluss
nach EN 13849-2



A-5112 Lamprechtshausen, Sigmatekstrasse 1

Die hier möglichen Ströme schließen eine Temperaturerhöhung der Isolationsmaterialien aus.

Erfüllung Temperaturbegrenzung:

Somit ist die Anforderung zum Fehlerausschluss zwischen Ein- und Ausgängen nach Tabelle D.19 bezüglich Temperaturbegrenzung der Isolationsmaterialien erfüllt.

Erstellt von / am: Barlmg / 2016-06-06	Freigegeben von / am:	Version: Seite 10 von 10
---	-----------------------	-----------------------------