

## **Produkt TO 127**

Nachweis zum Fehlerausschluss  
nach EN 13849-2



A-5112 Lamprechtshausen, Sigmatekstrasse 1

# **TO 127 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 TO 127

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
<b>Autor</b>	Mory Michael	2016-01-11	

## Historie

Version	Name	Datum	Review	Änderungen
01	MorMic	2016-01-11		Erstdokument
02	BarIng	2016-06-23		Kleine Korrekturen

## 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 Netzteil Phoenix contact / TRIO-PS/3AC/24DC/20A / vom 24.02.2011

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: MorMic / 2016-01-11	Freigegeben von / am:	Version: Seite 2 von 8
---	-----------------------	---------------------------

# Produkt TO 127

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

<b>HISTORIE</b> .....	<b>2</b>
<b>REFERENZDOKUMENTE</b> .....	<b>2</b>
<b>1. EINLEITUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1. ERWEITERUNG DER ANFORDERUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>2. LÖSUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. ERGEBNIS</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2. ANFORDERUNG NACH EN 13849-1 / TABELLE D.19</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3. PRÜFUNG DER SPANNUNGSFESTIGKEIT</b> .....	<b>5</b>
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
<b>2.4. MAßNAHMEN OPTOKOPPLER TEMPERATUR ISOLATIONSMATERIALIEN</b> .....	<b>8</b>

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: MorMic / 2016-01-11	Freigegeben von / am:	Version: Seite 3 von 8
---	-----------------------	---------------------------

# Produkt TO 127

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.

## 1. Einleitung

### 1.1. Erweiterung der Anforderung

Das Sigmatek-Produkt TO 127 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 12x 24V-Ausgänge und die 3x 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 Produkt TO 127 erfüllt die oben gestellt Forderung von Rückwirkungsfreiheit zwischen den 24V-Ausgängen und der SPS-Funktionalität.

### 2.2. Anforderung nach EN 13849-1 / 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.

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: MorMic / 2016-01-11	Freigegeben von / am:	Version: Seite 4 von 8
---	-----------------------	---------------------------

# Produkt TO 127

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 erfolgt mit SELV / PELV-Netzteilen. Verwendetes Netzteil des Kunden DEMAG: Phoenix contact / TRIO-PS/3AC/24DC/20A (nach Rücksprache Zanner Martin mit DEMAG / Hr. Reinecke / 2016-01-12)

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 <sup>1)</sup> (Netz) nach IEC 60038 <sup>3)</sup>		Spannung Leiter zu Neutralleiter, abgeleitet von der Nennwechsel- oder Nengleichspannung bis einschließlich	Bemessungs-Stoßspannung <sup>2)</sup>			
Dreiphasig	Einphasig		Überspannungskategorie <sup>4)</sup>			
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 <sup>5)</sup>	800	1 500	2 500	4 000
230/400 277/480		300	1 500	2 500	4 000	6 000
400/690		600	2 500	4 000	6 000	8 000
1000		1 000	4 000	6 000	8 000	12 000

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

ÜS-Kategorie	II	(Vorgabe)
Nengleichspannung	50V	(Vorgabe)
Bemessungsstoßspannung	500V	(Ergebnis)

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

Erstellt von / am: MorMic / 2016-01-11	Freigegeben von / am:	Version: Seite 5 von 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.

# Produkt TO 127

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 <sup>1) 5)</sup>	Mindestluftstrecken bei Höhen bis 2 000 m über NN					
	Bedingung A inhomogenes Feld (siehe 3.15)			Bedingung B homogenes Feld (siehe 3.14)		
	Verschmutzungsgrad <sup>6)</sup>			Verschmutzungsgrad <sup>6)</sup>		
	1	2	3	1	2	3
kV	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,33 <sup>2)</sup>	0,01	0,2 <sup>3) 4)</sup>	0,8 <sup>4)</sup>	0,01	0,2 <sup>3) 4)</sup>	0,8 <sup>4)</sup>
0,40	0,02			0,02		
0,50 <sup>2)</sup>	0,04			0,04		
0,60	0,06			0,06		
0,80 <sup>2)</sup>	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 <sup>1)</sup> 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 <sup>2)</sup>	Isolier- stoff- gruppe III <sup>2)</sup>
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: MorMic / 2016-01-11	Freigegeben von / am:	Version: Seite 6 von 8
---	-----------------------	---------------------------

# Produkt TO 127

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.

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)

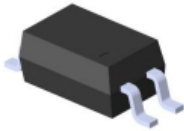
Der größere Abstand aus Mindestluftstrecke von 0,2mm und Kriechstrecke von 0,04mm, also 0,2mm muss bei der Leiterbahnführung zwischen den beiden Netzen über dem Optokoppler eingehalten werden.

## 2.3.5. Auslegung Optokoppler und Signalabstand

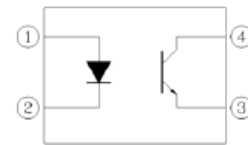
Betroffene Baugruppe	Board Nr. 1118.02
Betroffene Bauteile / Optokoppler	OK1 – OK14, OK16
Verwendeter Typ	EL3H7-G-Serie
Hersteller	Everlight

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  $I_F = 5\text{mA}$ ,  $V_{CE} = 5\text{V}$ )  
(CTR: 40~320% at  $I_F = 10\text{mA}$ ,  $V_{CE} = 5\text{V}$ )
- High isolation voltage between input and output ( $V_{iso} = 3750\text{ V rms}$ )
- 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 Netzen der 24V-Ausgangsschaltung und der SPS-Funktion im vorhandenen Layout LP1118.02 sind mit mind. 1,7mm für die geforderten 500V ausreichend gewählt (gemessen zwischen D22 Pin 2/Anode und V25 Pin 2/Anode).

### Erfüllung Überspannungsfestigkeit:

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

Erstellt von / am: MorMic / 2016-01-11	Freigegeben von / am:	Version: Seite 7 von 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.

## 2.4. Maßnahmen Optokoppler Temperatur Isolationsmaterialien

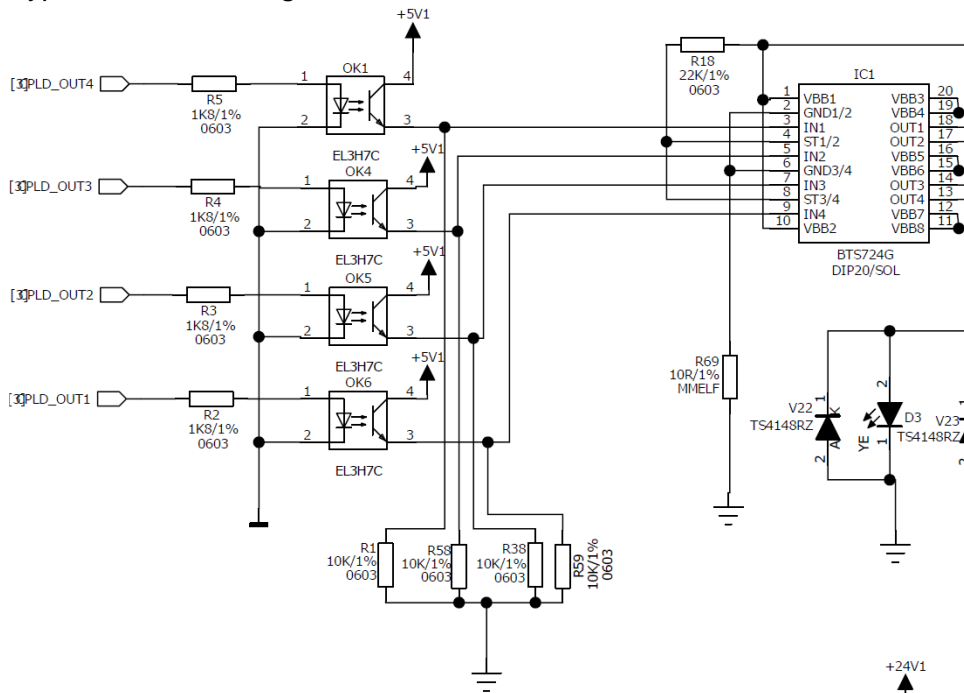
Nach Tabelle D.19 in der Spalte Bemerkungen ist sicher zu stellen dass:

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

Dies wird durch Vorwiderstände in den Strompfaden sichergestellt

Betroffene Baugruppe Board Nr. 1118.02  
Betroffene Bauteile / Optokoppler OK1 – OK14, OK16

Typische Beschaltung:



Eingangsstrom OK1 Pin 1:  
Begrenzung des Eingangsstromes durch Vorwiderstand R5 (1K8) auf max. 2,7mA (bei defektem Optokoppler)

Ausgangsstrom OK1 Pin 3:  
Maximaler Ausgangsstrom bei Dauer-EIN oder internem Schluss des Optokoppler-Ausgangsstroms begrenzt durch R1 = 10k von 5V auf max. 0,5mA. Vom Eingangsstrom des IC1= BTS724G kommen nach Datenblatt von Infineon max. 60µA dazu.

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: MorMic / 2016-01-11	Freigegeben von / am:	Version: Seite 8 von 8
---	-----------------------	---------------------------