

SIL Declaration of Conformity

Functional Safety according to IEC 61508 and IEC 61511

No. A5E44816277A - 001

Manufacturer: Siemens AG
Process Industries and Drives
Process Automation

Address: 76181 Karlsruhe, Germany

Product description: **Temperature transmitter, two-wire system, universal SITRANS**
TH320 / TH420 / TR320 / TR420
Type: TH320 7NG0310-kmn*0-0pA0-Z C20
Type: TH420 7NG0410-kmn*0-0pA0-Z C20
Type: TR320 7NG0320-kmn*0-0pA0-Z C20
Type: TR420 7NG0420-kmn*0-0pA0-Z C20
 $k = \{0..9\}$; m^1 , $n = \{A...H, J...L, N, P...R, Y\}$; $p = \{A, N\}$;
¹: m without $\{A\}$

We as manufacturer declare that the above identified devices are suitable for use in safety instrumented systems according to IEC 61508 / IEC 61511. The devices convert various sensor input signals from hazardous areas to a 4 ... 20 mA current output signal with a safety accuracy of $\pm 2\%$. They are suitable for a safety instrumented function of Safety Integrity Level (SIL) 3 / 2. For SIL 3 applications two temperature transmitter shall be used. The appropriate SIL safety instructions of the provided Functional Safety Application Manual shall be observed. The assessment of the development was carried out by exida.com according to IEC 61508. Product revisions will be carried out by the manufacturer in accordance with IEC 61508.

The FMEDA was carried out by manufacturer in accordance with IEC 61508 and the result was reviewed by exida.com.

The safety related characteristics are listed on page 3.

These characteristics are valid for low demand /high demand/continuous mode of operation within a 1oo2 (SIL 3) / 1oo1 (SIL 2) architecture. (Guidance to calculation see IEC 61508-6, annex B).

June, 29th 2018

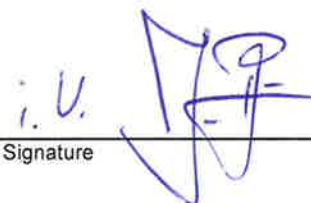
Siemens Aktiengesellschaft

V. Rissland / Research & Development
(Name, function)

J. Pflaum / Quality Management
(Name, function)



Signature



Signature

SIL Konformitätserklärung

Funktionale Sicherheit gemäß den Normen IEC 61508 und IEC 61511

Nr. A5E44816277A - 001

Hersteller: Siemens AG
Process Industries and Drives
Process Automation

Anschrift: 76181 Karlsruhe, Germany

Produktbezeichnung: **Temperaturmessumformer, Zweileitertechnik, Universal SITRANS**
TH320 / TH420 / TR320 / TR420

Type: TH320 7NG0310-kmn*0-0pA0-Z C20
Type: TH420 7NG0410-kmn*0-0pA0-Z C20
Type: TR320 7NG0320-kmn*0-0pA0-Z C20
Type: TR420 7NG0420-kmn*0-0pA0-Z C20

$k = \{0..9\}$; m^1 , $n = \{A...H, J...L, N, P...R, Y\}$; $p = \{A, N\}$;
¹: m , mit Ausnahme von $\{A\}$

Wir als Hersteller erklären hiermit, dass die oben genannten Geräte für den Einsatz in einem technischen Sicherheitssystem nach IEC 61508 / IEC 61511 geeignet sind. Die Geräte wandeln diverse Sensor Eingangssignale aus gefährlicher Umgebung in ein 4 ... 20 mA Ausgangssignal mit einer Sicherheitsgenauigkeit von $\pm 2\%$ um. Sie sind zum Einsatz in einem technischen Sicherheitssystem bis Sicherheits-Integritätslevel (SIL) 3 / 2 geeignet. Für SIL 3 Anwendungen müssen 2 Temperaturtransmitter verwendet werden. Die entsprechenden SIL Sicherheitsanweisungen des bereitgestellten Sicherheitshandbuchs müssen befolgt werden. Die Beurteilung der Entwicklung wurde durch exida.com auf Basis der IEC 61508 ausgeführt. Produktänderungen werden vom Hersteller nach den Anforderungen der IEC 61508 durchgeführt.

Die FMEDA wurde vom Hersteller entsprechend der IEC 61508 durchgeführt und das Ergebnis von exida.com reviewt.

Die Sicherheitskennzahlen sind auf Seite 3 aufgeführt.

Diese Kennzahlen sind gültig für eine Betriebsart mit niedriger/hoher Anforderungsrate/ kontinuierlicher Anforderung in einer 1oo2 (SIL 3) / 1oo1 (SIL 2) Architektur (Anleitung zur Berechnung siehe in IEC 61508-6, Anhang B).

Karlsruhe, 29.06.2018


Siemens Aktiengesellschaft

V. Rissland / Research & Development
(Name, Funktion)



Unterschrift

J. Pflaum / Quality Management
(Name, Funktion)



Unterschrift

SIL Declaration of Conformity / SIL Konformitätserklärung

Product description: <i>Produktbezeichnung</i>	Temperature transmitter / Temperaturmessumformer SITRANS TH320 / TH420 two-wire system, universal / Zweileitertechnik, Universal Type / Typ: TH320/420 7NG0310/7NG0410 Product version V01.x.xx
	Temperature transmitter / Temperaturmessumformer SITRANS TR320 / TR420 two-wire system, universal / Zweileitertechnik, Universal Type / Typ: TR320/420 7NG0320/7NG0420 Product version V01.x.xx

Safety Related Characteristics			
Configuration	single sensor	redundant sensor	dual sensor
Device Type	B	B	B
SIL Safety Integrity Level	2/3	2/3	2/3
HFT	0/1	0/1	0/1
Safe detected (λ_{SD})	0	0	0
Safe undetected (λ_{SU})	0	0	0
Dangerous detected (λ_{DD})	443	486	472
Dangerous detected (λ_{dd}) by internal diagnostics	358	400	386
High (λ_H) detected by logic solver	17	17	17
Low (λ_L) detected by logic solver	49	49	49
Annunciation Detected (λ_{AD})	19	20	20
λ_{DU} Dangerous undetected Failure Rate	27	22	34
Annunciation Undetected (λ_{AU})	11	12	11
No effect ($\lambda_{\#}$)	213	266	258
No part (λ_{\cdot})	287	195	203
Total failure rate of the safety function (λ_{total})	470	508	506
Safe failure fraction (SFF)	94%	95%	93%
DC	94%	95%	93%

Failure rates (λ values) are listed in [FIT].

The listed failure rates are valid for operating stress conditions typical of an industrial field environment with temperature limits within the manufacturer's rating and an average temperature over a long period of time of 40°C. For higher average temperatures, the failure rates should be multiplied with an experience factor of e.g. 1,5 for 50°C, 2,5 for 60°C and 5 for 80°C.

Single:

Only one sensor is measured, the signal is evaluated to control the current output. In case of device variants with two inputs, one of the inputs is not used.

Dual:

Two sensors are measured: The evaluation of the signals includes a mathematical combination such as difference of two temperatures. The result of the evaluation is used to control the output.

Redundant:

Two sensors are measured and evaluated. The two results are compared; the output is set to the safe state if the difference between the evaluated values exceeds a defined limit.



The manufacturer
may use the mark:



Revision 1.1 June 28, 2018
Surveillance Audit Due
July 1, 2021



ANSI Accredited Program
ISO/IEC 17065
PRODUCT CERTIFICATION BODY
#1004

Certificate / Certificat Zertifikat / 合格証

SIE 16031107 P002 C001

exida hereby confirms that the:

**TR/TH320 TR/TH420
Temperature Transmitters**

Product Version V01.xx.xx

Siemens AG

76181 Karlsruhe, Germany

Have been assessed per the relevant requirements of:

IEC 61508 : 2010 Parts 1-7

and meets requirements providing a level of integrity to:

Systematic Capability: SC 3 (SIL 3 Capable)

Random Capability: Type B Element

SIL 2 @ HFT=0; SIL 3 @ HFT = 1; Route 1_H

**PFH/PFD_{avg} and Architecture Constraints
must be verified for each application**

Safety Function:

The TR/TH320 and TR/TH420 Temperature Transmitters convert various sensor input signals from hazardous areas to a 4..20 mA current output signal with a safety accuracy of $\pm 2\%$.

Application Restrictions:

The unit must be properly designed into a Safety Instrumented Function per the Safety Manual requirements.



Evaluating Assessor

Certifying Assessor

Page 1 of 2

Certificate / Certificat / Zertifikat / 合格証

SIE 16031107 P002 C001

Systematic Capability: SC 3 (SIL 3 Capable)

Random Capability: Type B Element

SIL 2 @ HFT=0; SIL 3 @ HFT = 1; Route 1_H

**PFH/PFD_{avg} and Architecture Constraints
must be verified for each application**

TR/TH320
TR/TH420

Temperature
Transmitters

Systematic Capability :

The product has met manufacturer design process requirements of Safety Integrity Level (SIL) 3. These are intended to achieve sufficient integrity against systematic errors of design by the manufacturer.

A Safety Instrumented Function (SIF) designed with this product must not be used at a SIL level higher than stated.

Random Capability:

The SIL limit imposed by the Architectural Constraints must be met for each element.

IEC 61508 Failure Rates in FIT*

TR/TH320/420 Temperature Transmitters	λ_{safe}	λ_{DD}	λ_{DU}
Single sensor configuration	0	443	27
Dual sensor configuration	0	472	34
Redundant sensor configuration	0	486	22

* FIT = 1 failure / 10⁹ hours

SIL Verification:

The Safety Integrity Level (SIL) of an entire Safety Instrumented Function (SIF) must be verified via a calculation of PFH/PFD_{avg} considering redundant architectures, proof test interval, proof test effectiveness, any automatic diagnostics, average repair time and the specific failure rates of all products included in the SIF. Each element must be checked to assure compliance with minimum hardware fault tolerance (HFT) requirements.

The following documents are a mandatory part of certification:

Assessment Report: SIE 16-09-078-C R004 V1R0

Safety Manual: SITRANS TH320/TH420/TR320/TR420 (mA/HART) Functional Safety Manual, 06/2018, A5E41864869-AA



80 N Main St
Sellersville, PA 18960

T-061, V3R1

Page 2 of 2

Additional information:

Calculation of failure rates of a sensor using the example of TH320 / TH420 system.

The calculation for the other temperature transmitters TR320 / TR420 is similar.

1 Using the FMEDA results

The temperature transmitters SITRANS TH320 / TH420 with 4...20 mA output together with a temperature sensing device become a temperature sensor assembly. When using the results of this FMEDA in a SIL verification assessment, the failure rates and failure modes of the temperature sensing device must be considered.

1.1 SITRANS TH320 / TH420 with thermocouple

The failure mode distributions for thermocouples vary in published literature. But there is strong agreement that open circuit or “burn-out” failure is the dominant failure mode. While some estimates put this failure mode at 99%, a more conservative failure rate distribution suitable for SIS applications is shown in Table 1 to Table 2 when thermocouples are connected to the temperature transmitters SITRANS TH320 / TH420 with 4...20 mA output. The drift failure mode is primarily due to thermocouple aging. The temperature transmitters SITRANS TH320 / TH420 with 4...20 mA output will detect a thermocouple open circuit (burn-out) failure and drive their output to the specified failure state.

Table 1 Typical failure rates for thermocouples (with extension wire)

Thermocouple Failure Mode Distribution	Low Stress	High Stress	Classification
Open Circuit (Burn-out)	900 FIT	18000 FIT	λ_{DD}
Short Circuit (Temperature measurement error)	50 FIT	1000 FIT	λ_{DU1}
Drift (Temperature measurement error)	50 FIT	1000 FIT	λ_{DU2}

Table 2 Typical failure rates for thermocouples (close coupled)

Thermocouple Failure Mode Distribution	Low Stress	High Stress	Classification
Open Circuit (Burn-out)	95 FIT	1900 FIT	λ_{DD}
Short Circuit (Temperature measurement error)	4 FIT	80 FIT	λ_{DU1}
Drift (Temperature measurement error)	1 FIT	20 FIT	λ_{DU2}

Definitions:

- **Low stress** applies to a low vibration environment or the use of a cushioned sensor.
- **High stress** relates to a high vibration environment.

- **Example calculation**

A complete temperature sensor assembly consisting of

- the temperature transmitters SITRANS TH320 / TH420 with 4...20 mA output and
- a close coupled thermocouple in low stress environment

can be modeled by considering a series of subsystem where a failure occurs if there is a failure in either component. For such a system, failure rates are added.

Assuming that the temperature transmitters SITRANS TH320 / TH420 with 4...20 mA output will go to the predefined alarm state on detected failures of the thermocouple, the failure rate contribution for a close coupled thermocouple in a low stress environment is (→ Table 2):

- $\lambda_{DD_all} = 95 \text{ FIT}$ (open is a detectable failure)
- $\lambda_{DU_all} = \lambda_{DU1} + \lambda_{DU2} = 4 \text{ FIT} + 1 \text{ FIT} = 5 \text{ FIT}$

This results in a failure rate distribution, SFF and PFD_{AVG} (assuming an operating time = 15 years) to:

Table 3 SITRANS TH320 / TH420 and a close coupled thermocouple (single sensor configuration) in low stress environment:

	λ_{SD}	λ_{SU}	λ_{DD}	λ_{DU}	SFF	PFD_{AVG}	PFH
TH320 / TH420	0 FIT	0 FIT	443 FIT	27 FIT	94%	1,78E-03	2,7E-08
Close coupled thermocouple in a low stress environment	0 FIT	0 FIT	95 FIT	5 FIT			
Result	0 FIT	0 FIT	538 FIT	32 FIT	94%	2,11E-03	3,2E-08

These numbers could be used in safety instrumented function SIL verification calculations for this set of assumptions.

1.2 SITRANS TH320 / TH420 with RTD

The failure mode distribution for an RTD also depends on the application with the key variables being stress level, RTD wire length and RTD type (2/3 wire or 4 wire). The key stress variables are high vibration and frequent temperature cycling. These environment conditions are known to cause cracks in the substrate leading to broken lead connection welds. Failure rate distributions are shown in Table 4 to Table 7. The temperature transmitters SITRANS TH320 / TH420 with 4...20 mA output will detect open and short circuit RTD failures and drive their output to the specified failure state.

Table 4 Typical failure rates for 4-Wire RTDs (with extension wire)

RTD Failure Mode Distribution	Low Stress	High Stress	Classification
Open Circuit	410 FIT	8200 FIT	λ_{DD1}
Short Circuit	20 FIT	400 FIT	λ_{DD2}
Drift (Temperature Measurement error)	70 FIT	1400 FIT	λ_{DU}

Table 5 Typical failure rates for 4-Wire RTDs (close coupled)

RTD Failure Mode Distribution	Low Stress	High Stress	Classification
Open Circuit	41,5 FIT	830 FIT	λ_{DD1}
Short Circuit	2,5 FIT	50 FIT	λ_{DD2}
Drift (Temperature Measurement error)	6 FIT	120 FIT	λ_{DU}

Table 6 Typical failure rates for 2/3-Wire RTDs (with extension wire)

RTD Failure Mode Distribution	Low Stress	High Stress	Classification
Open Circuit	370,5 FIT	7410 FIT	λ_{DD1}
Short Circuit	9,5 FIT	190 FIT	λ_{DD2}
Drift (Temperature Measurement error)	95 FIT	1900 FIT	λ_{DU}

Table 7 Typical failure rates for 2/3-Wire RTDs (close coupled)

RTD Failure Mode Distribution	Low Stress	High Stress	Classification
Open Circuit	38 FIT	758 FIT	λ_{DD1}
Short Circuit	1,5 FIT	29 FIT	λ_{DD2}
Drift (Temperature Measurement error)	8,6 FIT	173 FIT	λ_{DU}

Definitions:

Close coupled sensor ≤12 in / 30cm AND completely enclosed
Sensor with extension wire >12 in / 30cm or not completely enclosed

Example calculation

A complete temperature sensor assembly consisting of

- the temperature transmitters SITRANS TH320 / TH420 with 4...20 mA output and
- a close coupled 4-wire RTD in low stress environment

can be modeled by considering a series of subsystem where a failure occurs if there is a failure in either component. For such a system, failure rates are added.

Assuming that the temperature transmitters SITRANS TH320 / TH420 with 4...20 mA output will go to the predefined alarm state on a detected failure of the RTD, the failure rate contribution for a close coupled 4-wire RTD in a low stress environment is (→ Table 5):

- $\lambda_{DD_all} = \lambda_{DD1} + \lambda_{DD2} = 41,5 \text{ FIT} + 2,5 \text{ FIT} = 44 \text{ FIT}$ (open and short are detectable failures)
- $\lambda_{DU_all} = 6 \text{ FIT}$

This results in a failure rate distribution, SFF and PFD_{AVG} (assuming an operating time = 15 years) to:

Table 8 SITRANS TH320 / TH420 and a close coupled 4-wire RTD (single sensor configuration) in low stress environment:

	λ_{SD}	λ_{SU}	λ_{DD}	λ_{DU}	SFF	PFD_{AVG}	PFH
TH320 / TH420	0 FIT	0 FIT	443 FIT	27 FIT	94%	1,78E-03	2,7E-08
Close coupled 4-wire RTD in low stress environment	0 FIT	0 FIT	44 FIT	6 FIT			
Result	0 FIT	0 FIT	487 FIT	33 FIT	93%	2,18E-03	3,3E-08

These numbers could be used in safety instrumented function SIL verification calculations for this set of assumptions.

Zusätzliche Information: Berechnung der Fehlerraten eines Sensors am Beispiel eines TH320 / TH420 Systems.

Die Berechnung für die anderen Temperaturtransmitter TR200 / TR300, TF mit TH320 / TH420 ist gleich.

2 Verwendung der Ergebnisse der FMEDA

Der Temperaturtransmitter SITRANS TH320 / TH420 mit 4...20 mA Ausgang zusammen mit einem Temperaturfühler wird zu einer Temperaturmesseinheit. Sollen die Werte diese FMEDA in einer Beurteilung der Funktionalen Sicherheit verwendet werden, so sind die Fehlerraten und die Fehlerarten des Temperaturfühlers zu berücksichtigen.

2.1 SITRANS TH320 / TH420 mit Thermoelement

Die Aufteilung der Fehlerrate eines Thermoelements auf die Fehlerarten variiert in den Veröffentlichungen. Es gibt aber eine klare Übereinstimmung, dass das eine offene Verbindung oder Durchbrennen die dominierenden Fehlerarten sind. Während einige Abschätzungen den Anteil dieser Fehlerart mit 99% festlegen, zeigen Tabelle 1 bis Tabelle 2 eine etwas konservativere Verteilung der Fehler anwendbar für SIS Anwendung, wenn Thermoelemente an den Temperaturtransmitter SITRANS TH320 / TH420 mit 4...20 mA Ausgang angeschlossen werden. Der Driftfehler ist hauptsächlich auf die Alterung des Thermoelements zurückzuführen. Der SITRANS TH320 / TH420 mit 4...20 mA Ausgang erkennt ein offenes (durchgebranntes) Thermoelement und bringt den Ausgang in den spezifizierten Fehlerzustand.

Tabelle 1 Typische Fehlerraten eines Thermoelements (mit Anschlussleitungen)

Verteilung der Fehler eines Thermoelements	niedere Belastung	hohe Belastung	Fehlereinstufung
offen (durchgebrannt)	900 FIT	18000 FIT	λ_{DD}
Kurzschluss (Messfehler bei Temperaturmessung)	50 FIT	1000 FIT	λ_{DU1}
Drift (Messfehler bei Temperaturmessung)	50 FIT	1000 FIT	λ_{DU2}

Tabelle 2 Typische Fehlerraten eines Thermoelements (direkt angeschlossen)

Verteilung der Fehler eines Thermoelements	niedere Belastung	hohe Belastung	Fehlereinstufung
offen (durchgebrannt)	95 FIT	1900 FIT	λ_{DD}
Kurzschluss (Messfehler bei Temperaturmessung)	4 FIT	80 FIT	λ_{DU1}
Drift (Messfehler bei Temperaturmessung)	1 FIT	20 FIT	λ_{DU2}

Definition:

- **niedere Belastung** gilt für Umgebung mit geringen Schwingungen oder bei der Verwendung eines schwingungsgedämpften Sensors.
- **hohe Belastung** gilt für Umgebung mit starken Schwingungen.

Rechenbeispiel:

Eine vollständige Temperaturmesseinheit bestehend aus

- dem Temperaturtransmitter SITRANS TH320 / TH420 mit 4...20 mA Ausgang und
- einem direkt angeschlossenen Thermoelement in einer Anwendung mit niedriger Belastung

kann durch eine Reihe von Teilsystemen modelliert werden, bei dem ein Fehler auftritt, wenn eines der Teilsysteme einen Fehler aufweist. Für derartige Systeme werden Fehlerraten addiert.

Unter der Annahme, dass der Temperaturtransmitter SITRANS TH320 / TH420 mit 4...20 mA Ausgang in den definierten Alarmzustand beim Erkennen eines Fehlers des Thermoelements geht, so trägt ein direkt angeschlossenes Thermoelement in einer Anwendung mit niedrigerer Belastung folgende Fehlerraten bei (→ Tabelle 2):

- $\lambda_{DD_all} = 95 \text{ FIT}$ (offen ist ein erkennbarer Fehler)
- $\lambda_{DU_all} = \lambda_{DU1} + \lambda_{DU2} = 4 \text{ FIT} + 1 \text{ FIT} = 5 \text{ FIT}$

Das ergibt folgende Fehlerverteilung, SFF und PFD_{AVG} (unter der Annahme einer Betriebszeit von 15 Jahren):

Tabelle 3 SITRANS TH320 / TH420, direkt angeschlossenes Thermoelement (Konfiguration mit einem Sensor) in einer Umgebung mit niedriger Belastung:

	λ_{SD}	λ_{SU}	λ_{DD}	λ_{DU}	SFF	PFD_{AVG}	PFH
TH320 / TH420	0 FIT	0 FIT	443 FIT	27 FIT	94%	1,78E-03	2,7E-08
Close coupled thermocouple in a low stress environment	0 FIT	0 FIT	95 FIT	5 FIT			
Result	0 FIT	0 FIT	538 FIT	32 FIT	94%	2,11E-03	3,2E-08

Diese Werte können dazu verwendet werden, eine SIL Verifikation eines Sicherheitsinstrumentierten Systems, unter diesen Annahmen, durchzuführen.

2.2 SITRANS TH320 / TH420 mit Widerstandsthermometer

Die Aufteilung der Fehlerrate eines Widerstandsthermometers auf die Fehlerarten hängt von der Anwendung ab. Wichtige Kriterien sind hier Belastung, Länge der Anschlussleitung und Anschlussart (2/3- oder 4-Leiter Anschluss). Kriterien für die Belastung sind starke Vibration und die Häufigkeit von Temperaturzyklen. Diese Umgebungsbedingungen sind bekannt dafür zu Rissen im Substrat, und damit zu gebrochenen Anschlussverbindungen zu führen. Die Verteilung der Fehler auf die verschiedenen Fehlerarten zeigen die Tabelle 4 bis Tabelle 7. Der Temperaturtransmitter SITRANS TH320 / TH420 mit 4...20 mA Ausgang erkennt Unterbrechungen und Kurzschlüsse des Widerstandsthermometers und bringt den Ausgang dann in den spezifizierten Fehlerzustand.

Tabelle 4 Typische Fehlerraten eines 4-Draht Widerstandsthermometers (mit Anschlussleitungen)

Verteilung der Fehler eines Widerstandsthermometers	niedere Belastung	hohe Belastung	Fehlereinstufung
offen	410 FIT	8200 FIT	λ_{DD1}
Kurzschluss	20 FIT	400 FIT	λ_{DD2}
Drift (Messfehler bei Temperaturmessung)	70 FIT	1400 FIT	λ_{DU}

Tabelle 5 Typische Fehlerraten eines 4-Draht Widerstandsthermometers (direkt angeschlossen)

Verteilung der Fehler eines Widerstandsthermometers	niedere Belastung	hohe Belastung	Fehlereinstufung
offen	41,5 FIT	830 FIT	λ_{DD1}
Kurzschluss	2,5 FIT	50 FIT	λ_{DD2}
Drift (Messfehler bei Temperaturmessung)	6 FIT	120 FIT	λ_{DU}

Tabelle 6 Typische Fehlerraten eines 2/3-Leiter Widerstandsthermometers (mit Anschlussleitungen)

Verteilung der Fehler eines Widerstandsthermometers	niedere Belastung	hohe Belastung	Fehlereinstufung
offen	370,5 FIT	7410 FIT	λ_{DD1}
Kurzschluss	9,5 FIT	190 FIT	λ_{DD2}
Drift (Messfehler bei Temperaturmessung)	95 FIT	1900 FIT	λ_{DU}

Tabelle 7 Typische Fehlerraten eines 2/3-Leiter Widerstandsthermometers (direkt angeschlossen)

Verteilung der Fehler eines Widerstandsthermometers	niedere Belastung	hohe Belastung	Fehlereinstufung
offen	38 FIT	758 FIT	λ_{DD1}
Kurzschluss	1,5 FIT	29 FIT	λ_{DD2}
Drift (Messfehler bei Temperaturmessung)	8,6 FIT	173 FIT	λ_{DU}

Definitionen:

direkt angeschlossener Sensor ≤12 in / 30cm UND vollständig abgeschlossen

Sensor mit Anschlussleitungen >12 in / 30cm oder nicht vollständig abgeschlossen

Rechenbeispiel:

Eine vollständige Temperaturmesseinheit bestehend aus

- dem Temperaturtransmitter SITRANS TH320 / TH420 mit 4...20 mA Ausgang und
- einem direkt angeschlossenen 4-Draht Widerstandsthermometers in einer Anwendung mit niedriger Belastung

kann durch eine Reihe von Teilsystemen modelliert werden, bei dem ein Fehler auftritt, wenn eines der Teilsysteme einen Fehler aufweist. Für derartige Systeme werden Fehlerraten addiert.

Unter der Annahme, dass der Temperaturtransmitter SITRANS TH320 / TH420 mit 4...20 mA Ausgang in den definierten Alarmzustand beim Erkennen eines Fehlers des Widerstandsthermometers geht, so trägt ein direkt angeschlossener 4-Draht Widerstandsthermometer in einer Anwendung mit niedriger Belastung folgende Fehlerraten bei (→ Tabelle 5):

- $\lambda_{DD_all} = \lambda_{DD1} + \lambda_{DD2} = 41,5 \text{ FIT} + 2,5 \text{ FIT} = 44 \text{ FIT}$
(offen und Kurzschluss sind erkennbare Fehler)
- $\lambda_{DU_all} = 6 \text{ FIT}$

Das ergibt folgende Fehlerverteilung, SFF und PFD_{AVG} (unter der Annahme einer Betriebszeit von 15 Jahren):

Tabelle 8 SITRANS TH320 / TH420 mit einem direkt angeschlossenen 4-Draht Widerstandsthermometer (Konfiguration mit einem Sensor) in einer Umgebung mit niedriger Belastung:

	λ_{SD}	λ_{SU}	λ_{DD}	λ_{DU}	SFF	PFD _{AVG}	PFH
TH320 / TH420	0 FIT	0 FIT	443 FIT	27 FIT	94%	1,78E-03	2,7E-08
Close coupled 4-wire RTD in low stress environment	0 FIT	0 FIT	44 FIT	6 FIT			
Result	0 FIT	0 FIT	487 FIT	33 FIT	93%	2,18E-03	3,3E-08

Diese Werte können dazu verwendet werden, eine SIL Verifikation eines Sicherheitsinstrumentierten Systems, unter diesen Annahmen, durchzuführen.