



Niveau



Pression



Débit



Température



Analyses



Enregistreurs



Systèmes
Composants



Services

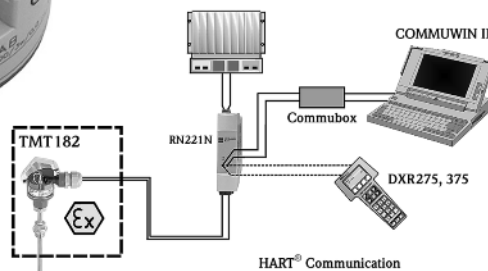


Solutions

Manuel de sécurité fonctionnelle

iTEMP[®] HART[®] TMT182 avec signal de sortie 4...20 mA

Transmetteur de température en tête de sonde



Domaine d'application

Mesures de température (par ex. pour l'utilisation dans le cadre d'une fonction de sécurité contre les dépassements de température par excès ou par défaut) qui satisfont aux exigences particulières de sécurité selon CEI 61508/CEI 61511-1.

Le dispositif de mesure satisfait aux exigences en matière de :

- sécurité fonctionnelle selon CEI 61508/CEI 61511-1
- protection contre les risques d'explosion (selon la version)
- compatibilité électromagnétique selon CEI 61326 et recommandation NAMUR NE 21.

Vos avantages

- Utilisation en surveillance de température limite jusqu'à SIL 2, évaluation indépendante (Functional Assessment) par exida.com selon CEI 61508/CEI 61511-1
- Mesure continue
- Mise en service aisée

Sommaire

Généralités	4
Abréviations, normes et termes	4
Détermination du Safety Integrity Level (SIL)	4
Fonction de sécurité avec TMT182	5
Fonction de sécurité pour la surveillance de la température limite	5
Données pour la fonction de sécurité	6
Version d'appareil	6
Documentation TMT182 valable	6
Mise en service et contrôles récurrents	7
Utilisation de l'appareil pour des mesures continues	7
Proposition de procédure pour les contrôles récurrents ..	7
Outils nécessaire pour les contrôles récurrents	7
Etapas	7
Classement des défauts	7
Evaluation	7
Réglages	7
Réglages	7
Grandeurs de sécurité	8
Grandeurs de sécurité spécifiques pour TMT182	8
PFDAVG en fonction de l'intervalle de maintenance sélectionné ..	8
Réparations	8
Réparations	8
Exida.com management summary	9
Annexe	15

SIL Konformitätserklärung

Funktionale Sicherheit eines Temperaturtransmitters nach IEC 61508/IEC61511

Endress+Hauser Wetzler GmbH+Co. KG, Obere Wank 1, 87484 Nesselwang

erklärt als Hersteller, dass der Temperaturtransmitter

iTEMP® HART® TMT 182

für den Einsatz in einer sicherheitsrelevanten Schutzfunktion entsprechend der IEC 61511-1 geeignet ist, wenn zugehörige Sicherheitshinweise beachtet werden.

Die FMEDA ergibt folgende Parameter:

SIL	2		
Prüfintervall	1 Jahr		
Gerätetyp	B		
HFT ¹⁾	0 (einkanalige Verwendung)		
SFF	> 73 %		
PFD _{AVG} ²⁾	4,69x10 ⁻⁴		
MTBF ³⁾	263 Jahre		
Sicherheitsfunktion ⁴⁾ Überwachung	min	max	Bereich
λ_{sd}	26 FIT	101 FIT	117 FIT
λ_{su}	165 FIT	165 FIT	165 FIT
λ_{dd}	108 FIT	33 FIT	17 FIT
λ_{du}	107 FIT	107 FIT	107 FIT

¹⁾ gemäss Kapitel 11.4.4 der IEC 61511-1

²⁾ der Wert ist nach ISA S84.01 und IEC 61511-1 innerhalb des für SIL2 definierten Bereichs

³⁾ gemäss Siemens SN29500

⁴⁾ unter Annahme der Einstellung 4 bis 20 mA

Im Rahmen des Nachweises der Betriebsbewährtheit wurde das Gerät einschließlich des Änderungswesens beurteilt.

Nesselwang, 30. Juli 2003

Endress+Hauser Wetzler GmbH+Co. KG



Geschäftsführer

Endress+Hauser 
People for Process Automation



Level



Pressure



Flow



Temperature



Liquid
Analysis



Registration



Systems
Components



Services



Solutions

Généralités

Abréviations, normes et termes

Abréviations

Une explication des abréviations employées figure dans notre brochure SIL (SI002Z).

Normes appropriées

Norme	Anglais	Français
CEI 61508, partie 1 – 7	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (Target group: Manufacturers and Suppliers of Devices)	Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité (Groupe ciblé : fabricants et fournisseurs d'appareils)
CEI 61511, partie 1– 3 (FDIS)	Functional safety – Safety Instrumented Systems for the process industry sector (Target group: Safety Instrumented Systems Designers, Integrators and Users)	Sécurité fonctionnelle - Systèmes de sécurité pour l'industrie de process (Groupe ciblé : bureaux d'étude, installateurs, utilisateurs)

Termes

Terme	Explication
Défaillance dangereuse	Défaillance entraînant le risque que le système de sécurité présente un danger ou une possibilité de dysfonctionnement.
Système de sécurité	Un système de sécurité effectue les fonctions de sécurité nécessaires à l'atteinte ou au maintien d'un état de sûreté, par ex. dans une installation. Exemple : une sonde de température – une unité logique (par ex. détecteur de signal de seuil) – une vanne constituent un système de sécurité.
Fonction de sécurité	Fonction définie effectuée par un système de sécurité, avec pour objectif, après prise en compte d'un événement dangereux connu, d'atteindre ou de maintenir un état sûr pour l'installation. Exemple : surveillance de la température limite

Détermination du Safety Integrity Level (SIL)

Le Safety Integrity Level pouvant être atteint est déterminé par les grandeurs de sécurité suivantes :

- Probabilité moyenne de défaillances dangereuses à la sollicitation (PFD_{AVG})
- Tolérance aux pannes hardware (HFT) et
- Taux de défaillances non dangereuses (SFF).

Les grandeurs de sécurité spécifiques pour le TMT182, en tant que composantes de la fonction de sécurité, sont reprises au chapitre "Grandeurs de sécurité".

Le tableau suivant montre la relation entre le "Safety Integrity Level" (SIL) et la "probabilité moyenne de défaillances dangereuses d'une fonction de sécurité pour l'ensemble du système de sécurité" (PFD_{AVG}). On prend en compte ici le "Low demand mode" c'est à dire le système de sécurité est mis à contribution au max. une fois par an.

Safety Integrity Level (SIL)	PFD_{AVG} (Low demand mode)
4	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4} \dots < 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3} \dots < 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$

Le capteur, l'unité logique et l'actuateur constituent un système de sécurité qui exécute une fonction de sécurité. La "probabilité moyenne de défaillances dangereuses d'une fonction de sécurité pour l'ensemble du système de sécurité" (PFD_{AVG}) est habituellement répartie sur les systèmes partiels capteur, unité logique et actuateur selon fig. 1.

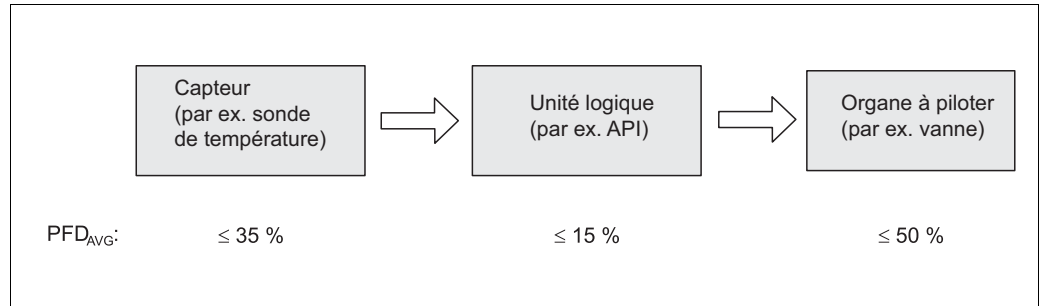


Fig. 1 : Répartition habituelle de la "probabilité moyenne de défaillances dangereuses d'une fonction de sécurité pour l'ensemble du système de sécurité" (PFD_{AVG}) sur les systèmes partiels



Remarque!

La présente documentation traite du TMT182 comme partie d'une fonction de sécurité.

Safety Integrity Level TMT182 (Type B)

Le tableau suivant montre le "Safety Integrity Level" (SIL) pouvant être atteint par l'ensemble du système de sécurité pour des systèmes du type B en fonction du "taux de défaillances non dangereuses" (SFF) et de la "tolérance aux pannes hardware" (HFT). Les systèmes du type B sont par ex. des capteurs munis de composants complexes comme les ASICs (→ voir aussi CEI 61508, partie 2).

Taux de défaillances non dangereuses (SFF).	Tolérance aux pannes hardware (HFT)		
	0	1 (0) ¹	2 (1) ¹
< 60 %	interdit	SIL 1	SIL 2
60...< 90 %	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90...< 99 %	SIL 2	SIL 3	–
$\geq 99\%$	SIL 3	–	–

- 1) Selon CEI 61511-1, section 11.4.3, il est possible de réduire d'un point (valeurs entre parenthèses) la "tolérance aux pannes hardware" (HFT) si les conditions suivantes peuvent être appliquées :
- L'appareil est apte à fonctionner.
 - L'utilisateur peut seulement configurer des paramètres se rapportant au process, par ex. gamme de mesure, sens du signal en cas de défaut etc.
 - Le niveau de configuration de l'appareil est protégé, par ex. via un pont ou un mot de passe (ici : code chiffré)
 - La fonction possède un "Safety integrity Level" (SIL) inférieur à 4.
- Toutes ces conditions sont applicables au iTEMP® HART® TMT182

Fonction de sécurité avec TMT182

Fonction de sécurité pour la surveillance de la température limite

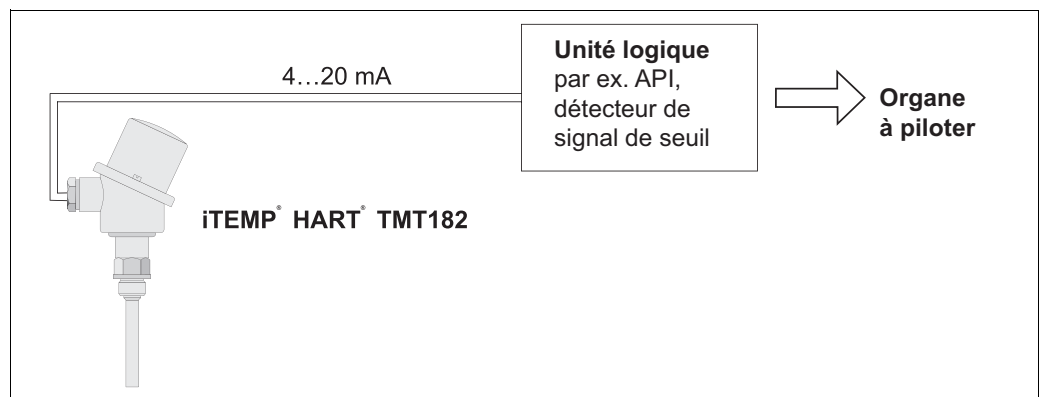


Fig. 2 : Fonction de sécurité (par ex. surveillance de température limite) avec TMT182 comme système partiel

Le transmetteur TMT182 génère un signal analogique proportionnel à la température (4...20 mA). Le signal analogique est amené à une unité logique connectée en aval comme par ex. un API ou un détecteur de signal de seuil qui le vérifie quant à un éventuel dépassement d'une valeur maximale. Pour une surveillance de défaut, l'unité logique doit pouvoir reconnaître aussi bien les alarmes hautes $\geq 21,6$ mA que les alarmes basses $\leq 3,6$ mA.

Données pour la fonction de sécurité



Attention!
Des indications relatives aux fonctions de sécurité sont reprises au chapitre "Grandeurs de sécurité".



Remarque!
MTTR est réglé à 8 heures.
Les systèmes de sécurité sans fonctions à autoverrouillage doivent passer, après exécution de la fonction de sécurité dans MTTR, dans un état surveillé ou sûr.

Version d'appareil

SIL à partir de version 1.02.08

Documentation TMT182 valable

Pour le transmetteur de température iTEMP® HART® TMT182 il faut que les documentations suivantes soient disponibles en fonction de la version :

Mode de protection/Certificat	Manuel de mise en service	Autre documentation Ex
Aucun	KA142R	Aucune
ATEX II 1G EEx ia IIC T4/T5/T6	KA142R	Conseils de sécurité XA006R
ATEX II 3G EEx nA IIC T4/T5/T6	KA142R	Conseils de sécurité XA011R
ATEX II 3D	KA142R	Conseils de sécurité XA027R

Mode de protection/Certificat	Manuel de mise en service	Control Drawings FM	Control Drawings CSA
Aucun	KA142R	Aucun	Aucun
FM IS I/1+2/A-D CSA IS I/1+2/A-D	KA142R KA142R	14 06 00 111	14 06 00 112



Attention!

- Les conseils d'installation et de réglage ainsi que les valeurs de seuil techniques figurant dans les manuels de mise en service (KA142R et BA139R) doivent être pris en compte.
- Pour les appareils utilisés en zone explosible il faut en outre tenir compte des conseils de sécurité correspondants (XA) ou des Control Drawings selon tableaux ci-dessus.

Documentation complémentaire iTEMP® HART® TMT182

Pour d'autres informations se reporter à l'Information technique TI078R.

Mise en service et contrôles récurrents

Utilisation de l'appareil pour des mesures continues

Le bon fonctionnement du système de sécurité doit être vérifié à des intervalles adéquats. C'est à l'exploitant de choisir le type de contrôle et la périodicité. Le contrôle doit permettre d'établir le bon fonctionnement du système de sécurité en synergie avec tous les composants.

Proposition de procédure pour les contrôles récurrents

Outils nécessaire pour les contrôles récurrents

Ampèremètre, pont

Étapes

1. Régler deux points dans la gamme de mesure réglée, soit avec la décade de résistances, soit avec un capteur raccordé possédant une précision suffisante. Mesurer les courants de sortie.
2. Déconnecter le capteur de l'entrée, entrée ouverte. Mesurer le courant de sortie.
3. Seulement en cas d'utilisation d'un RTD : court-circuiter l'entrée à l'aide d'un pont. Mesurer le courant de sortie.

Classement des défauts

Le tableau suivant sert à évaluer les résultats des étapes de contrôle 1-3. Dès qu'une étape est sanctionnée par le résultat "dangereux", l'appareil est arrêté et les autres étapes de contrôles sont superflues.

Étape	Résultat Courant de sortie	Classement
1	Courant défaut	sûr
1	Courant de sortie correspond aux valeurs appliquées (dans la limite des spécifications voir Information technique)	fonctionnement normal
1	Courant de sortie ne correspond pas aux valeurs appliquées	dangereux
2	Courant défaut	sûr
2	Pas courant défaut	dangereux
3 (seulement RTD)	Courant défaut	sûr
3 (seulement RTD)	Pas courant défaut	dangereux

Évaluation



Si le résultat d'une des étapes est une défaillance dangereuse, l'appareil présente un défaut dangereux.

Remarque!

Dans ce cas, prière d'en informer Endress+Hauser avec l'indication qu'un appareil présentant un défaut dangereux a subi une défaillance dans une fonction de sécurité.

Réglages

Réglages

Pour le TMT182 il est possible de procéder à divers réglages de software. D'autres informations figurent dans le manuel de mise en service BA139R.

Grandeurs de sécurité

Grandeurs de sécurité spécifiques pour TMT182

Le tableau indique les grandeurs de sécurité spécifiques pour le TMT182.

	TMT182
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	> 73 %
PFD_{AVG}	$4,69 \times 10^{-4}$
TI ¹⁾	annuel

1) Test de fonction complet

PFD_{AVG} en fonction de l'intervalle de maintenance sélectionné

Le diagramme suivant représente la relation entre PFD_{AVG} et l'intervalle de maintenance. PFD_{AVG} augmente proportionnellement à l'intervalle de maintenance.

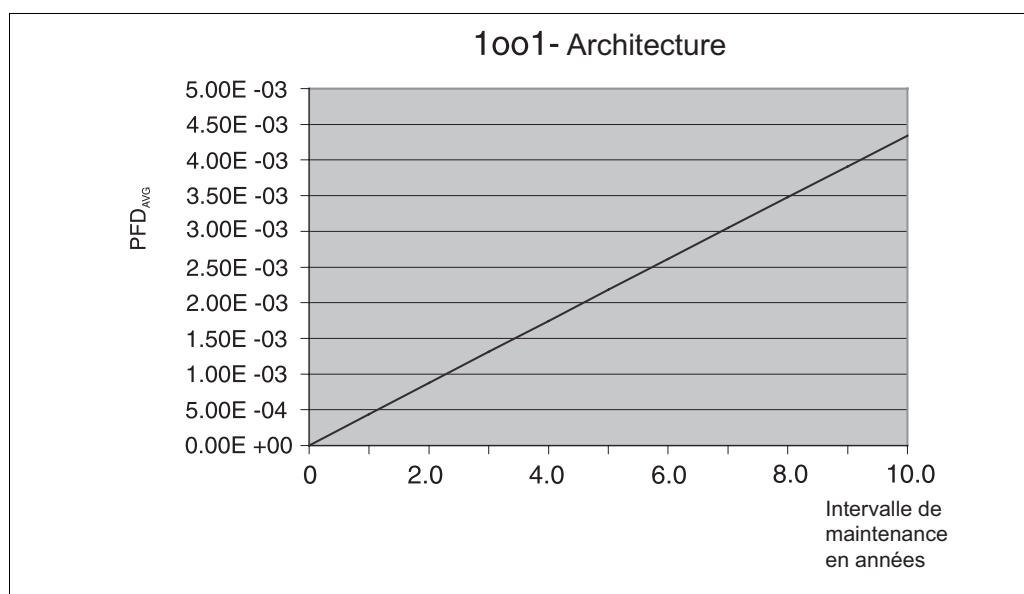


Fig. 4 : "Probabilité moyenne de défaillances dangereuses à la sollicitation" (PFD_{AVG}) en fonction de l'intervalle de maintenance sélectionné

Réparations

Réparations



Remarque!

En cas de défaillance d'un appareil E+H marqué SIL dans le cadre d'une fonction de sécurité, il convient de joindre à l'appareil défectueux en retour la "Déclaration de matériaux dangereux et de décontamination" avec l'indication " Utilisation comme appareil SIL dans un système de sécurité"

La "Déclaration de matériaux dangereux et de décontamination" figure comme annexe à la fin du présent manuel de sécurité fonctionnelle.

Exida.com management summary



FMEDA and Proven-in-use Assessment

Project:

Temperature head transmitter iTEMP® HART® TMT 182 and
temperature transmitters iTEMP® HART® DIN rail TMT 122 and TMT 112

Customer:

Endress+Hauser Wetzer GmbH + Co. KG
Nesselwang
Germany

Contract No.: E+H 02/11-05

Report No.: E+H 02/11-05 R005

Version V2, Revision R1.0, April 2005

Stephan Aschenbrenner

The document was prepared using best effort. The authors make no warranty of any kind and shall not be liable in any event for incidental or consequential damages in connection with the application of the document.
© All rights reserved.



Management summary

This report summarizes the results of the hardware assessment with proven-in-use consideration according to IEC 61508 / IEC 61511 carried out on the temperature head transmitter iTEMP® HART® TMT 182 with device version V1.02.08 and the temperature transmitters iTEMP® HART® DIN rail TMT 122 and TMT 112 with device version V1.00.06 and V1.00.04. Table 1 gives an overview of the different configurations which have been assessed.

The hardware assessment consists of a Failure Modes, Effects and Diagnostics Analysis (FMEDA). A FMEDA is one of the steps taken to achieve functional safety assessment of a device per IEC 61508. From the FMEDA, failure rates are determined and consequently the Safe Failure Fraction (SFF) is calculated for the device. For full assessment purposes all requirements of IEC 61508 must be considered.

Table 1: Configuration overview

	Configurations
[CONF 1]	Temperature head transmitter iTEMP® HART® TMT 182
[CONF 2]	Temperature transmitter iTEMP® HART® DIN rail TMT 122
[CONF 3]	Temperature transmitter iTEMP® HART® DIN rail TMT 112

The failure rates used in this analysis are the basic failure rates of the Siemens standard SN 29500.

According to table 2 of IEC 61508-1 the average PFD for systems operating in low demand mode has to be $\geq 10^{-3}$ to $< 10^{-2}$ for SIL 2 safety functions. A generally accepted distribution of PFD_{AVG} values of a SIF over the sensor part, logic solver part, and final element part assumes that 35% of the total SIF PFD_{AVG} value is caused by the sensor part. For a SIL 2 application the total PFD_{AVG} value of the SIF should be smaller than $1,00E-02$, hence the maximum allowable PFD_{AVG} value for the sensor part would then be $3,50E-03$.

The temperature head transmitter iTEMP® HART® TMT 182 and the temperature transmitters iTEMP® HART® DIN rail TMT 122 and TMT 112 are considered to be Type B¹ components. Both have a hardware fault tolerance of 0.

Type B components with a SFF of 60% to < 90% must have a hardware fault tolerance of 1 according to table 3 of IEC 61508-2 for SIL 2 (sub-) systems.

As the temperature head transmitter iTEMP® HART® TMT 182 and the temperature transmitters iTEMP® HART® DIN rail TMT 122 and TMT 112 are supposed to be proven-in-use devices, an assessment of the hardware with additional proven-in-use demonstration for the device and its software was carried out. Therefore according to the requirements of IEC 61511-1 First Edition 2003-01 section 11.4.4 and the assessment described in section 5.1 a hardware fault tolerance of 0 is sufficient for SIL 2 (sub-) systems being Type B components and having a SFF of 60% to < 90%.

Assuming that a connected logic solver can detect both over-range (fail high) and under-range (fail low), high and low failures can be classified as safe detected failures or dangerous detected failures depending on whether the temperature transmitters are used in an application for "low level monitoring", "high level monitoring" or "range monitoring". For these applications the following tables show how the above stated requirements are fulfilled.

Type B component: "Complex" component (using micro controllers or programmable logic); for details see 7.4.3.1.3 of IEC 61508-2.

**Table 2: Summary for TMT 182 – PFD_{AVG} values**

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD _{AVG} = 4,69E-04	PFD _{AVG} = 2,34E-03	PFD _{AVG} = 4,67E-03

Table 3: Summary for TMT 182 – Failure rates

Failure Categories	λ_{sd}	λ_{su}	λ_{dd}	λ_{du}	SFF	DC _S ²	DC _D
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	26 FIT	165 FIT	108 FIT	107 FIT	> 73%	14%	50%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	101 FIT	165 FIT	33 FIT	107 FIT	> 73%	38%	24%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	117 FIT	165 FIT	17 FIT	107 FIT	> 73%	41%	14%

Table 4: Summary for TMT 122 – PFD_{AVG} values

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD _{AVG} = 4,82E-04	PFD _{AVG} = 2,41E-03	PFD _{AVG} = 4,80E-03

Table 5: Summary for TMT 122 – Failure rates

Failure Categories	λ_{sd}	λ_{su}	λ_{dd}	λ_{du}	SFF	DC _S ²	DC _D
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	26 FIT	190 FIT	132 FIT	110 FIT	> 75%	12%	55%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	124 FIT	190 FIT	33 FIT	110 FIT	> 75%	39%	23%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	141 FIT	190 FIT	17 FIT	110 FIT	> 75%	43%	13%

Table 6: Summary for TMT 112 – PFD_{AVG} values

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD _{AVG} = 4,85E-04	PFD _{AVG} = 2,45E-03	PFD _{AVG} = 4,83E-03

Table 7: Summary for TMT 112 – Failure rates

Failure Categories	λ_{sd}	λ_{su}	λ_{dd}	λ_{du}	SFF	DC _S ²	DC _D
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	25 FIT	183 FIT	128 FIT	111 FIT	> 75%	12%	55%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	120 FIT	183 FIT	32 FIT	111 FIT	> 75%	39%	23%
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	136 FIT	183 FIT	17 FIT	111 FIT	> 75%	43%	13%

² DC means the diagnostic coverage (safe or dangerous) of the safety logic solver for the temperature transmitters.



A user of the temperature head transmitter iTEMP® HART® TMT 182 and the temperature transmitters iTEMP® HART® DIN rail TMT 122 and TMT 112 can utilize these failure rates in a probabilistic model of a safety instrumented function (SIF) to determine suitability in part for safety instrumented system (SIS) usage in a particular safety integrity level (SIL). A full table of failure rates is presented in section 5.2 to 5.4 along with all assumptions.

A complete temperature sensor assembly consisting of TMT 182, TMT 122 or TMT 112 and a closely coupled thermocouple or cushioned 4-wire RTD supplied with TMT 182, TMT 122 or TMT 112 can be modeled by considering a series subsystem where a failure occurs if there is a failure in either component. For such a system, failure rates are added.

Section 5.5 gives typical failure rates and failure distributions for thermocouples and RTDs which were the basis for the following tables.

Assuming that TMT 182, TMT 122 and TMT 112 are programmed to drive it's output high on detected failures of the thermocouple or RTD ($\lambda_{low} = \lambda_{dd}$, $\lambda_{high} = \lambda_{sd}$), the failure rate contribution or the PFD_{AVG} value for the thermocouple or RTD in a low stress environment is as follows:

Table 8: Summary for the sensor assembly TMT 182 / thermocouple in low stress environment

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFD _{AVG} = 1,56E-03	PFD _{AVG} = 7,80E-03	PFD _{AVG} = 1,56E-02	> 93%

$$\lambda_{sd} = 4,85E-06 \text{ 1/h} = 4851 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{su} = 1,65E-07 \text{ 1/h} = 165 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{dd} = 3,34E-08 \text{ 1/h} = 33 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{du} = 3,57E-07 \text{ 1/h} = 357 \text{ FIT}$$

Table 9: Summary for the sensor assembly TMT 122 / thermocouple in low stress environment

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFD _{AVG} = 1,58E-03	PFD _{AVG} = 7,90E-03	PFD _{AVG} = 1,58E-02	> 93%

$$\lambda_{sd} = 4,87E-06 \text{ 1/h} = 4874 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{su} = 1,90E-07 \text{ 1/h} = 190 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{dd} = 3,34E-08 \text{ 1/h} = 33 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{du} = 3,60E-07 \text{ 1/h} = 360 \text{ FIT}$$

Table 10: Summary for the sensor assembly TMT 112 / thermocouple in low stress environment

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFD _{AVG} = 1,58E-03	PFD _{AVG} = 7,91E-03	PFD _{AVG} = 1,58E-02	> 93%

$$\lambda_{sd} = 4,87E-06 \text{ 1/h} = 4870 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{su} = 1,83E-07 \text{ 1/h} = 183 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{dd} = 3,24E-08 \text{ 1/h} = 32 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{du} = 3,61E-07 \text{ 1/h} = 361 \text{ FIT}$$

**Table 11: Summary for the sensor assembly TMT 182 / 4-wire RTD in low stress environment**

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFD _{AVG} = 5,56E-04	PFD _{AVG} = 2,78E-03	PFD _{AVG} = 5,56E-03	> 94%

$$\lambda_{sd} = 2,08E-06 \text{ 1/h} = 2081 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{su} = 1,65E-07 \text{ 1/h} = 165 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{dd} = 3,34E-08 \text{ 1/h} = 33 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{du} = 1,27E-07 \text{ 1/h} = 127 \text{ FIT}$$

Table 12: Summary for the sensor assembly TMT 122 / 4-wire RTD in low stress environment

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFD _{AVG} = 5,69E-04	PFD _{AVG} = 2,85E-03	PFD _{AVG} = 5,69E-03	> 94%

$$\lambda_{sd} = 2,10E-06 \text{ 1/h} = 2104 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{su} = 1,90E-07 \text{ 1/h} = 190 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{dd} = 3,34E-08 \text{ 1/h} = 33 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{du} = 1,30E-07 \text{ 1/h} = 130 \text{ FIT}$$

Table 13: Summary for the sensor assembly TMT 112 / 4-wire RTD in low stress environment

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFD _{AVG} = 5,74E-04	PFD _{AVG} = 2,87E-03	PFD _{AVG} = 5,74E-03	> 94%

$$\lambda_{sd} = 2,10E-06 \text{ 1/h} = 2100 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{su} = 1,83E-07 \text{ 1/h} = 183 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{dd} = 3,24E-08 \text{ 1/h} = 32 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{du} = 1,31E-07 \text{ 1/h} = 131 \text{ FIT}$$



Table 14: Summary for the sensor assembly TMT 182 / 2/3-wire RTD in low stress environment

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFD _{AVG} = 2,22E-03	PFD _{AVG} = 1,11E-02	PFD _{AVG} = 2,22E-02	> 78%

$$\lambda_{sd} = 1,70E-06 \text{ 1/h} = 1701 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{su} = 1,65E-07 \text{ 1/h} = 165 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{dd} = 3,34E-08 \text{ 1/h} = 33 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{du} = 5,07E-07 \text{ 1/h} = 507 \text{ FIT}$$

Table 15: Summary for the sensor assembly TMT 122 / 2/3-wire RTD in low stress environment

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFD _{AVG} = 2,23E-03	PFD _{AVG} = 1,12E-02	PFD _{AVG} = 2,23E-02	> 79%

$$\lambda_{sd} = 1,72E-06 \text{ 1/h} = 1724 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{su} = 1,90E-07 \text{ 1/h} = 190 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{dd} = 3,34E-08 \text{ 1/h} = 33 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{du} = 5,10E-07 \text{ 1/h} = 510 \text{ FIT}$$

Table 16: Summary for the sensor assembly TMT 112 / 2/3-wire RTD in low stress environment

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFD _{AVG} = 2,24E-03	PFD _{AVG} = 1,12E-02	PFD _{AVG} = 2,24E-02	> 79%

$$\lambda_{sd} = 1,72E-06 \text{ 1/h} = 1720 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{su} = 1,83E-07 \text{ 1/h} = 183 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{dd} = 3,24E-08 \text{ 1/h} = 32 \text{ FIT}$$

$$\lambda_{du} = 5,11E-07 \text{ 1/h} = 511 \text{ FIT}$$

The boxes marked in yellow (■) mean that the calculated PFD_{AVG} values are within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 but do not fulfill the requirement to not claim more than 35% of this range, i.e. to be better than or equal to 3,50E-03. The boxes marked in green (■) mean that the calculated PFD_{AVG} values are within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 and table 3.1 of ANSI/ISA-84.01-1996 and do fulfill the requirement to not claim more than 35% of this range, i.e. to be better than or equal to 3,50E-03. The boxes marked in red (■) mean that the calculated PFD_{AVG} values do not fulfill the requirements for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1.

The hardware assessment has shown that the temperature head transmitter iTEMP® HART® TMT 182 and the temperature transmitters iTEMP® HART® DIN rail TMT 122 and TMT 112 with thermocouple or 4-wire RTD in low stress environment have a PFD_{AVG} within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 and table 3.1 of ANSI/ISA-84.01-1996 and a Safe Failure Fraction (SFF) of > 93%. Based on the verification of proven-in-use they can be used as a single device for SIL2 Safety Functions in terms of IEC 61511-1 First Edition 2003-01.

Annexe

Endress+Hauser 

People for Process Automation

Declaration of Hazardous Material and De-Contamination

Déclaration de matériaux dangereux et de décontamination

N° RA

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Please reference the Return Authorization Number (RA#), obtained from Endress+Hauser, on all paperwork and mark the RA# clearly on the outside of the box. If this procedure is not followed, it may result in the refusal of the package at our facility.
Prière d'indiquer le numéro de retour communiqué par E+H (RA#) sur tous les documents de livraison et de le marquer à l'extérieur sur l'emballage. Un non respect de cette directive entraîne un refus de votre envoi.

Because of legal regulations and for the safety of our employees and operating equipment, we need the "Declaration of Hazardous Material and De-Contamination", with your signature, before your order can be handled. Please make absolutely sure to attach it to the outside of the packaging.

Conformément aux directives légales et pour la sécurité de nos employés et de nos équipements, nous avons besoin de la présente "Déclaration de matériaux dangereux et de décontamination" dûment signée pour traiter votre commande. Par conséquent veuillez impérativement la coller sur l'emballage.

Type of instrument / sensor

Type d'appareil/de capteur

Serial number

Numéro de série

 Used as SIL device in a Safety Instrumented System / Utilisé comme appareil SIL dans des installations de sécurité
Process data/ Données processTemperature / *Température* _____ [°F] _____ [°C]Pressure / *Pression* _____ [psi] _____ [Pa]Conductivity / *Conductivité* _____ [µS/cm]Viscosity / *Viscosité* _____ [cp] _____ [mm²/s]

