



Sicherheitshandbuch SIL 1

Schwingungsüberwachung Serie HE050



IO-Link

SIL 1



IECEE

**UK
CA**



- SIL 1, PL-c

Sicherheitshandbuch

Schwingungsüberwachung Typ HE050-SIL1

Ausgabe: 2025-03-21

Achtung!

Vor Inbetriebnahme des Produktes muss das Sicherheitshandbuch gelesen und verstanden werden.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten.
Änderungen vorbehalten.

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an die Firma:

HAUBER-Elektronik GmbH

Fabrikstraße 6

D-72622 Nürtingen

Germany

Tel.: +49 (0) 7022 / 21750-0

Fax: +49 (0) 7022 / 21750-50

info@hauber-elektronik.de

www.hauber-elektronik.de

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	3
2	Geltungsbereich des Sicherheitshandbuchs	4
3	Einsatzbereich	4
4	Abkürzungen und Begriffe	4
5	Relevante Normen	5
6	Sicherheitsanforderungen	5
7	Projektierung	6
7.1	Sicherheitsfunktion	6
7.2	Fail Safe State	6
7.3	Beschreibung der Ausfallkategorien	6
8	Fehlerausschlüsse	7
9	Anschlüsse	7
10	Montage und Installation	7
11	Funktionsbeschreibung	8
11.1	Betriebszustände	8
12	Verhalten im Betrieb und bei Störungen	8
13	Selbstdiagnose und Wiederholungsprüfungen	8
14	Nutzungsdauer	9
15	Sicherheitstechnische Kennzahlen	9
16	EU- und UK-Konformitätserklärung	10
17	SIL-Herstellererklärung	11

2 Geltungsbereich des Sicherheitshandbuchs

Das vorliegende Sicherheitshandbuch gilt für die Schwingungsüberwachung Typ HE050-SIL1 in der Ausführung SIL 1.

3 Einsatzbereich

Die Schwingungsüberwachung Typ HE050-SIL1 wird zur Messung und Überwachung der absoluten Lagerschwingung an Maschinen in Anlehnung an die Norm DIN ISO 10816 und 20816 eingesetzt. Als Messgröße dient dabei der Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit, oder der Effektivwert der Schwingbeschleunigung oder der Peak-Wert der Schwingbeschleunigung.

Der analoge Stromausgang bildet den gemessenen Schwingungswert im Intervall von 4...20 mA ab. Eine Überschreitung des einstellbaren Schwingungsgrenzwertes wird an den Schaltkontakten signalisiert.

- Ausgang 1 / Out 1 (nicht sicher): Digitaler Schaltausgang (low active)
- Ausgang 2 / Out 2 (sicher): Analoger Stromausgang (4...20 mA) oder Digitaler Schaltausgang (low-active)

Bei der Ermittlung der Sicherheitsfunktion, mittels der sicherheitstechnischen Kennzahlen nach den in Kapitel "Relevante Normen" auf Seite 5. benannten Normen, wurde der Ausgang 2 (Out 2) als Stromausgang oder Schaltkontakt bewertet.

4 Abkürzungen und Begriffe

SIL	Safety Integrity Level
HFT	Hardware Fault Tolerance
SFF	Safe Failure Fraction
CCF	Common Cause Failures
PFD_{avg}	Average Probability of dangerous Failure on Demand
PFH	Probability of a dangerous Failure per Hour
FMEDA	Failure Mode, Effects and Diagnostics Analysis
λ_{sd}	Rate for safe detected failure
λ_{su}	Rate for safe undetected failure
λ_{dd}	Rate for dangerous detected failure
λ_{du}	Rate for dangerous undetected failure
DC_S	Diagnostics Coverage of safe failures; $DC_S = \lambda_{sd} / (\lambda_{sd} + \lambda_{su})$
DC_D	Diagnostics Coverage of dangerous failures; $DC_D = \lambda_{dd} / (\lambda_{dd} + \lambda_{du})$
FIT	Failure In Time; 1 FIT = 1 failure/10h
MTBF	Mean Time Between Failure
MTTF	Mean Time To Failure
MTTR	Mean Time To Repair
CAT	Category according to EN ISO 13849-1:2008

Tab. 1: Abkürzungen und Begriffe

Weitere Abkürzungen und Begriffe sind in der IEC 61508-4 benannt.

5 Relevante Normen

IEC 61508 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems. (IEC 61508:2010)

ISO 13849-1 Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design (ISO 13849-1:2015); German version EN ISO 13849-1:2016

6 Sicherheitsanforderungen

Sicherheits-Integritäts-Level	Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate	Betriebsart mit hoher Anforderungsrate
SIL	PFD_{avg}	PFH
4	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$	$\geq 10^{-9} \dots < 10^{-8}$
3	$\geq 10^{-4} \dots < 10^{-3}$	$\geq 10^{-8} \dots < 10^{-7}$
2	$\geq 10^{-3} \dots < 10^{-2}$	$\geq 10^{-7} \dots < 10^{-6}$
1	$\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$	$\geq 10^{-6} \dots < 10^{-5}$

Tab. 2: Ausfallgrenzwerte für eine Sicherheitsfunktion, abhängig von der SIL Klasse (IEC 61508-1, 7.6.2)

Anteil ungefährlicher Ausfälle	Fehlertoleranz der Hardware für sicherheitsbezogene Teilsysteme vom Typ B (IEC 61508-2, 7.4.3)		
	HFT = 0	HFT = 1	HFT = 2
SFF			
< 60 %	nicht erlaubt	SIL1	SIL2
60 % ... < 90 %	SIL1	SIL2	SIL3
90 % ... < 99 %	SIL2	SIL3	SIL4
≥ 99 %	SIL3	SIL4	-

Tab. 3: Fehlertoleranz von Hardware, abhängig vom Anteil ungefährlicher Ausfälle

Die Schwingungsüberwachung Typ HE050-SIL1 ist eine Entwicklung gemäß IEC-61508. Die Überwachung wurde als ein „High Demand System“ entwickelt. Die Überwachung entspricht einer 1oo1 Architektur mit einer Diagnostischen Abdeckung von > 85 %. Die Diagnostik erfolgt permanent und automatisch im Betrieb und in der Startup-Phase der Überwachung. Die Überwachung erfüllt eine Safe Failure Fraction von 60...90 % und stellt damit ein Sensorsystem nach SIL1 dar.

7 Projektierung

7.1 Sicherheitsfunktion

Das System beinhaltet 2 Sicherheitsfunktionen (abhängig von der gewählten Konfiguration):

1. Überschreitet der gemessene Schwingungswert den eingestellten Alarm-Grenzwert, schaltet der Ausgang 2 (Out 2) nach Ablauf der der Verzögerungszeit von 24V DC auf 0V. Der Ausgang 2 (Out 2) ist low-active.
2. Der analoge Stromausgang bildet den gemessenen Schwingungswert im Intervall von 4...20 mA ab. Der Schwingungswert ist dabei der Effektivwert der Schwinggeschwindigkeit, Schwingbeschleunigung oder der Peak Wert der Schwingbeschleunigung, abhängig von der Konfiguration.

HINWEIS

Sollte der Stromausgang weniger als 3,5 mA oder über 20,5 mA liefern, muss das nachfolgende Steuergerät die Abschaltung auslösen.

7.2 Fail Safe State

Im Falle eines Fehlers, der nicht korrigiert werden kann (z.B. Hardware-Defekt) wechselt der Sensor in den Fail Safe State. Dieser kann nur durch einen Powercycle verlassen werden. Der Fail Safe State ist erkennbar durch:

- digitaler Schaltausgang 2 (Out 2) geht auf 0V (low-active)
- analoger Stromausgang (4..20 mA) geht auf 0 mA

7.3 Beschreibung der Ausfallkategorien

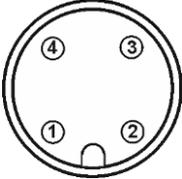
Um das Ausfallverhalten der Schwingungsüberwachung zu beurteilen, wurden die folgenden Definitionen für den Ausfall der Vorrichtung betrachtet:

- Fail-Safe State
Auf einen Fehlerzustand wird durch den Wechsel in einen sicheren Zustand reagiert. (fail safe state)
- Safe Failure ($\lambda_{sd} + \lambda_{su}$)
Ein ungefährlicher Ausfall (S) liegt vor, wenn das Messsystem ohne Anforderung des Prozesses in den definierten sicheren Zustand oder in den Störmodus wechselt.
- Dangerous Failure ($\lambda_{dd} + \lambda_{du}$)
Ein gefährlicher Ausfall (D) liegt generell dann vor, wenn das Messsystem in einen gefährlichen oder funktionsunfähigen Zustand versetzt wird.
- Dangerous Detected Failure (λ_{dd})
Ein gefährlicher entdeckter Ausfall (dangerous detected failure) liegt vor, wenn das Messsystem bei einer Anforderung des Prozesses in den definierten sicheren Zustand oder in den Störmodus wechselt.
- Dangerous Undetected Failure (λ_{du}):
Ein gefährlicher unentdeckter Ausfall (dangerous undetected failure) liegt vor, wenn das Messsystem bei einer Anforderung des Prozesses weder in den definierten sicheren Zustand noch in den Störmodus wechselt.

8 Fehlerausschlüsse

Die mehrpolige Steckverbindung wurde gemäß ISO 13849-2 (Tabelle D.7) gewählt, um einen Kurzschluss zwischen zwei beliebigen benachbarten Steckerstiften auszuschließen.

9 Anschlüsse

Stecker, M12, 4-polig			
	Pin 1:	L+	18...30 V DC
	Pin 2:	Out 2	4...20 mA oder Schaltkontakt
	Pin 3:	L-	0V / GND
	Pin 4:	Out 1	Schaltkontakt

10 Montage und Installation

Es sind die Montage- und Installationshinweise der Betriebsanleitung zu beachten. Hierbei muss die Einstellung der Grenzwerte so gewählt werden, dass die Sicherheitsfunktion auslöst, bevor es zu einem Schaden an der Anlage kommt.

HINWEIS

Im sicheren Betrieb muss der Sensor von einem SELV / PELV Netzteil gespeist werden.

11 Funktionsbeschreibung

Der Typ HE050-SIL1 ist in verschiedenen Konfigurationen erhältlich.

- Ausgang 1 / Out 1 (nicht sicher): Digitaler Schaltausgang (low active)
- Ausgang 2 / Out 2 (sicher): Analoger Stromausgang (4...20 mA) oder Digitaler Schaltausgang (low-active)

Schaltausgänge (Out 1 und Out 2):

Überschreitet der Wert der gemessenen Schwingungsgröße den eingestellten Alarmgrenzwert, schaltet der Ausgang nach Ablauf der Verzögerungszeit von 24 V DC auf 0 V. Der Ausgang ist low-active. Bei Unterschreiten des Grenzwertes schaltet der Ausgang automatisch von 0 V auf 24 V DC.

Stromausgang (Out 2):

Der Stromausgang liefert einen zum Wert der Schwingungsgröße proportionalen Gleichstrom von 4...20 mA.

11.1 Betriebszustände

Betriebszustand	Messwert	Schaltkontakte
OK	≤ Grenzwert	24V DC
ALARM	> Grenzwert	0 V (Low-Pegel)
Fail Safe State	Kein Messwert, 0 mA	0 V (Low-Pegel)
Spannungsfrei	Kein Messwert, 0 mA	0 V (Low-Pegel)

12 Verhalten im Betrieb und bei Störungen

Auftretende Störungen sind in der Fehlertabelle der Betriebsanleitung beschrieben. Bei festgestellten Fehlern muss die gesamte Schwingungsüberwachung außer Betrieb genommen und der Prozess durch andere Maßnahmen im sicheren Zustand gehalten werden. Ein Austausch der Schwingungsüberwachung ist in der Betriebsanleitung beschrieben.

13 Selbstdiagnose und Wiederholungsprüfungen

Der Sensor verfügt über einen Satz an Selbst-Diagnostik Maßnahmen. Diese unterteilen sich in 2 Kategorien:

1. Startup-Diagnostik:

Diese Tests werden nur in der initialen Startup-Phase des Sensors durchgeführt. Hier werden unter anderem hardwarekritische Pfade getestet, die im Betrieb nicht mehr abgeschaltet werden können. Einer dieser kritischen Tests ist die Diagnostik der Schaltausgänge für den Alarm. Um die Funktionalität der Ausgänge über den Produktlebenszeitraum sicherzustellen, muss vom Anlagenbetreiber sichergestellt werden, dass von der Schwingungsüberwachung jährlich ein Powercycle durchgeführt wird.

2. Zyklische Überwachung:

Die zyklische Überwachung läuft vollkommen automatisch ab und garantiert, dass alle Tests für eine Diagnostic Coverage von >85% binnen 12h durchgeführt und ausgewertet sind.

14 Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer des Messsystems beträgt 10 Jahre.

15 Sicherheitstechnische Kennzahlen

Failure category	Failure rate (FIT)
$\Sigma\lambda$ Safe / Fail Safe Detected (λ SD)	120
$\Sigma\lambda$ Dangerous / Fail Dangerous Detected (λ DD)	100
$\Sigma\lambda$ no part	5
$\Sigma\lambda$ Total	225
$\Sigma\lambda$ Dangerous Undetected / Fail Dangerous Undetected (λ DU)	5

SFF	94 %
SIL	1
Performance Level	C
Category	2
PFD_{avg}	$\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$
PFH	$< 3 \cdot 10^{-6}$ 1/h bei einer durchschnittlichen zu erwartenden Anforderungsrate von weniger als 25 mal pro Jahr
Diagnostic Coverage	>85%

Tab. 4: Ausfallraten

MTTF	984898h = 112,43 years
DC_{avg}	>85% Diagnostic Coverage
$MTTF_d$	2889526h = 329,85 years = HIGH
CCF	75 (fulfilled)
Reaktionszeit	300 ms

Tab. 5: Sicherheitstechnische Kennzahlen nach ISO 13849-1

16 EU- und UK-Konformitätserklärung

Konformitätserklärung

HAUBER-Elektronik GmbH
Fabrikstraße 6
D-72622 Nürtingen-Zizishausen

erklärt in alleiniger Verantwortung, dass die unten gelisteten Produkte, auf die sich diese Erklärung bezieht, die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der untenstehenden Richtlinien und Normen erfüllt.

Produktreihen

HE050

Unterschrift

Nürtingen, den 21.03.2025

Ort und Datum

Richtlinien und Normen

EU-Richtlinie	Normen
2014/30/EU UKSI 2016:1091	EN 55011:2016 + A1:2017 + A11:2020 EN 61000-6-3:2007 + A1:2011
<i>Ergänzend:</i>	<i>EN 61000-6-7:2015</i>
2011/65/EU UKSI 2012:3032	EN IEC 63000:2018



Tobias Bronkal, Geschäftsführender Inhaber

17 SIL-Herstellererklärung

Funktionale Sicherheit nach IEC 61508.

HAUBER-Elektronik GmbH
Fabrikstraße 6
D-72622 Nürtingen

erklärt, dass für das unten aufgeführte Produkt in sicherheitsbezogenen Anwendungen gemäß IEC 61508 die unten aufgeführten Ausfallraten ermittelt wurden.

Die Ausfallraten wurden durch eine FMEDA (Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis) nach IEC 61508 ermittelt.

Produkt

HE050.1

Failure category	Failure rate (FIT)
$\Sigma\lambda$ Safe / Fail Safe Detected (λ SD)	120
$\Sigma\lambda$ Dangerous / Fail Dangerous Detected (λ DD)	100
$\Sigma\lambda$ no part	5
$\Sigma\lambda$ Total	225
$\Sigma\lambda$ Dangerous Undetected / Fail Dangerous Undetected (λ DU)	5

SFF	94 %
SIL	1
Performance Level	C
Category	2
PFD_{avg}	$\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$
PFH	$< 3 \cdot 10^{-6} 1/h$ bei einer durchschnittlichen zu erwartenden Anforderungsrate von weniger als 25 mal pro Jahr
Diagnostic Coverage	>85%

Tab. 6: Ausfallraten

Unterschrift

Nürtingen, den 25.07.2023

Ort und Datum



 Tobias Bronkal, Geschäftsführender Inhaber