



Manual de segurança SIL 2

Monitorização de vibração Série HE200



- ATEX/IECEx Zona 2/22 e 1/21
- cULus OrdLoc/HazLoc Div 2



Este manual aplica-se a sensores da
versão 2.0

Manual de segurança

Monitorização de vibração Tipo HE200

Padrão e ATEX/IECEX

Edição: 2025-12-04

Atenção!

Antes da colocação em funcionamento do produto, é necessário ler e compreender o manual de segurança.

Todos os direitos reservados, incluindo os direitos de tradução.
Reservado o direito a alterações.

Em caso de dúvidas, contacte a empresa:

HAUBER-Elektronik GmbH

Fabrikstraße 6

D-72622 Nürtingen

Alemanha

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

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

info@hauber-elektronik.de

www.hauber-elektronik.de

1 Índice

1	Índice.....	3
2	Âmbito de aplicação do manual de segurança.....	4
3	Área de aplicação	4
4	Abreviaturas e conceitos	4
5	Normas relevantes.....	5
6	Requisitos de segurança	5
7	Projeto.....	6
7.1	Função de segurança	6
7.2	Fail Safe State	6
7.3	Código de evento e erro	7
7.4	Códigos de evento e erro mais frequentes.....	8
7.5	Sair do Fail Safe State	8
7.6	Tabela de códigos de evento e erro	9
7.7	Configuration Safe State.....	10
7.8	Descrição das categorias de falha.....	10
8	Exclusão da ocorrência de falhas	10
9	Vista geral das áreas de aplicação	11
10	Placas de características Exemplos	12
11	Ligações.....	12
12	Montagem e instalação.....	14
13	Descrição do funcionamento	14
13.1	Estados de funcionamento	14
13.2	Modo de configuração (ajuste de alarme e do valor limite).....	15
13.3	Valores limite e tempos de atraso	16
14	Comportamento durante o funcionamento e em caso de avarias.....	17
15	Autodiagnóstico e verificações periódicas.....	18
16	Vida útil	18
17	Parâmetros técnicos de segurança	19
18	Declaração de conformidade UE	20

2 Âmbito de aplicação do manual de segurança

O presente manual de segurança da monitorização de vibração Tipo HE200 aplica-se às variantes HE200.00, HE200.01 e HE200.02 com sensores da versão 2.0
A funcionalidade das variantes é idêntica. As variantes HE200.02 e HE200.01 dispõem adicionalmente de certificações e identificações que permitem a utilização em atmosferas potencialmente explosivas.

3 Área de aplicação

A monitorização de vibração Tipo HE200 é utilizada para a medição e monitorização da vibração de apoio absoluto nas máquinas com base na norma DIN ISO 10816. O valor efetivo da velocidade de vibração ou da aceleração de vibração é utilizado como grandeza de medição. A avaliação da amplitude de vibração é feita em dois canais independentes entre si. Se o valor limite de vibração ajustável for excedido, os dispositivos semicondutores sinalizam-no. Estes podem ser utilizados para gerar um pré-alarme e um alarme principal. Além disso, o tipo HE200 tem uma saída de corrente analógica. Este fornece uma corrente contínua proporcional à grandeza de vibração de 4 a 20 mA.

Na determinação da função de segurança, os dispositivos semicondutores e a saída de corrente foram avaliados e considerados com base nos parâmetros de segurança técnica e de acordo com as normas referidas no capítulo 5.

4 Abreviaturas e conceitos

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 13849-1:2023

Tab. 1: Abreviaturas e conceitos

A norma IEC 61508-4 inclui mais abreviaturas e conceitos.

5 Normas relevantes

IEC 61508 — Segurança funcional de sistemas elétricos/eletrônicos/programáveis eletronicamente relacionados com a segurança. (IEC 61508:2010)

ISO 13849-1 — Segurança das máquinas — Partes dos sistemas de comando relacionadas com a segurança — Parte 1: Princípios gerais de concepção (ISO 13849-1:2023)

6 Requisitos de segurança

Nível de integridade de segurança	Modo de funcionamento com baixa taxa de solicitação	Modo de funcionamento com alta taxa de solicitação
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: Limites de falha para uma função de segurança, dependendo da classe SIL (IEC 61508-1, 7.6.2)

Proporção de falhas não perigosas	Tolerância a falhas de hardware para subsistemas relacionados com a segurança do tipo B (IEC 61508-2, 7.4.3)		
SFF	HFT = 0	HFT = 1	HFT = 2
< 60 %	não permitido	SIL1	SIL2
60 % ... < 90 %	SIL1	SIL2	SIL3
90 % ... < 99 %	SIL2	SIL3	SIL4
≥ 99 %	SIL3	SIL4	-

Tab. 3: Tolerância a falhas de hardware, dependendo da proporção de falhas não perigosas

A monitorização de vibração Tipo HE200 é um desenvolvimento de acordo com a norma IEC 61508. A monitorização foi concebida como um sistema de elevada exigência (High Demand System). A monitorização corresponde a uma arquitetura 1oo1, com uma cobertura de diagnóstico superior a 90 %. O diagnóstico é feito de forma permanente e automática, tanto durante o funcionamento como na fase de arranque da monitorização. A monitorização cumpre uma fração de falha segura (Safe Failure Fraction) de 90 % a < 99 %, representando assim um sistema sensor de acordo com o nível SIL 2.

7 Projeto

7.1 Função de segurança

O sistema tem 3 funções de segurança:

1. Se o valor de vibração medido ultrapassar o valor limite ajustado para o pré-alarme durante um período superior ao tempo de atraso configurado, o dispositivo semiconductor do pré-alarme sem potência (pinos 5 e 6) abre-se.
2. Se o valor de vibração medido ultrapassar o valor limite ajustado para o alarme principal durante um período superior ao tempo de atraso configurado, o dispositivo semiconductor do alarme principal sem potência (pinos 7 e 8) abre-se.
3. A saída de corrente analógica mostra o valor de vibração medido num intervalo de 4 mA a 20 mA.

O valor de vibração pode corresponder à velocidade de vibração ou à aceleração de vibração, consoante a versão do sensor.

NOTA

Se a saída de corrente exceder 20 mA, o aparelho de comando seguinte tem de acionar a desativação.

7.2 Fail Safe State

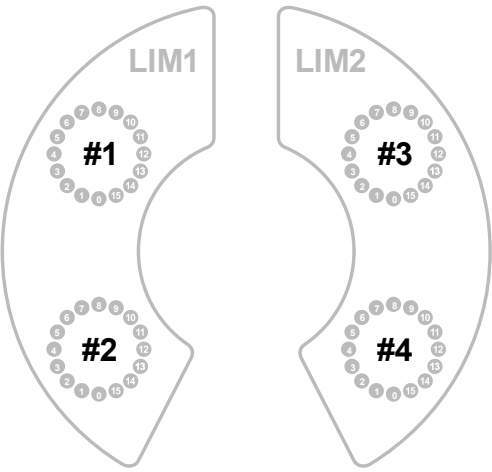
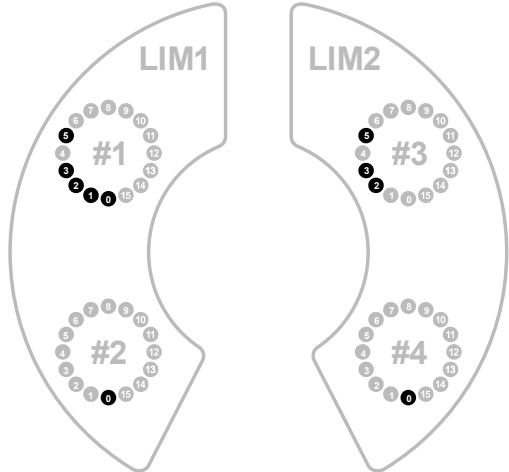
Se for detetado um erro que o sensor não consiga corrigir automaticamente, o sensor muda para o Fail Safe State. Para confirmar este estado, os 3 pontos seguintes têm de ocorrer simultaneamente:

1. Todos os LED de estado estão ligados (vermelho, amarelo, verde).
2. Todos os dispositivos semicondutores estão abertos (como no estado de avaria ou sem tensão).
3. A saída de corrente analógica fornece uma corrente de 0 mA.

7.3



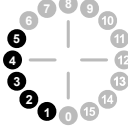

Código de evento e erro

No estado de falha segura, os 4 circuitos LED mostram os 4 códigos de evento e erro mais recentes.

Sequência do código de evento/erro	Código de evento/erro típico
	
(O n.º 1 é o código mais recente e o n.º 4 é o mais antigo)	

7.4 Códigos de evento e erro mais frequentes

Os códigos de evento e erro são apresentados no circuito LED em formato binário. Um código binário de 8 dígitos é representado no circuito LED com os números de 0 a 7. Se um número no circuito LED estiver aceso, isso representa um binário 1. Se um número no circuito LED estiver apagado, isso representa um binário 0. Seguem-se 4 dos códigos de evento e erro mais comuns para ilustração.

Circuito LED	Código	LED								Evento/erro
		7	6	5	4	3	2	1	0	
	0x00	0	0	0	0	0	0	0	0	Valor inicial
	0x01	0	0	0	0	0	0	0	1	Arranque bem-sucedido
	0x3E	0	0	1	1	1	1	1	0	Tensão de alimentação fora da especificação
	0x46	0	1	0	0	0	1	1	0	Medição reversa da saída analógica fora da tolerância
As medidas para a resolução de erros, bem como uma lista completa dos códigos de erro, podem ser consultadas mais adiante no presente documento.										

7.5 Sair do Fail Safe State

É necessário executar um ciclo de energia para o sensor voltar ao seu estado normal de funcionamento. Para tal, o sensor tem de ficar sem tensão durante 1 s, pelo menos.

7.6 Tabela de códigos de evento e erro

Para cada erro, outra medida recomendada é a execução de um ciclo de energia.

Circuito LED								Descrição dos códigos de evento e erro	Medida
7	6	5	4	3	2	1	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	Valor inicial	-
0	0	0	0	0	0	0	1	Arranque bem-sucedido	
Tensão de alimentação									
0	0	1	1	1	1	1	0	Tensão de alimentação fora da especificação	Verificar a tensão de alimentação
0	0	1	1	1	1	0	1	Tensão interna fora da especificação	
0	1	0	0	0	1	0	1	Tensão interna fora da especificação	
0	0	1	0	1	0	1	0	A medição 1 da tensão interna falhou	
0	0	1	0	1	0	1	1	A medição 2 da tensão interna falhou	
0	0	1	0	1	1	0	0	A medição 3 da tensão interna falhou	
Saída analógica									
0	1	0	0	0	1	1	0	Medição reversa da saída analógica fora da tolerância	Verificar as ligações
0	0	1	0	1	1	1	1	A medição da monitorização da saída analógica falhou	
Dispositivo semicondutor sem potência/interruptores hexadecimais									
0	0	1	1	0	0	0	0	A medição da monitorização dos dispositivos semicondutores sem potência falhou	Verificar as ligações
0	0	0	0	1	0	1	1	Os interruptores hexadecimais apresentam anomalias	Verificar os interruptores hexadecimais
Temperatura									
0	0	1	1	1	1	0	0	Temperatura fora da especificação	Verificar a temperatura ambiente e da cabeça de medição
0	0	1	0	1	1	0	1	A medição 1 da temperatura falhou	
0	0	1	0	1	1	1	0	A medição 2 da temperatura falhou	
Armazenamento de dados									
0	0	1	1	1	0	0	1	Erro ao armazenar dados	Nenhuma medida necessária
0	0	1	1	1	0	1	0	Erro ao armazenar dados	
Para todos os outros códigos de erro, deve contactar o fabricante.									

7.7 Configuration Safe State

A entidade exploradora pode colocar o sensor no modo de configuração, conforme descrito no manual de instruções. Um sensor no modo de configuração não pode ser considerado seguro. As funções de segurança só ficam ativas conforme as especificações quando se guardar a configuração e o sensor se encontrar no modo de funcionamento normal. O sinal de medição só é validado novamente quando o sensor sair do modo Configuration Safe, passando então a cumprir os requisitos da função de segurança.

7.8 Descrição das categorias de falha

Para avaliar o comportamento em caso de falha da monitorização de vibração, foram consideradas as seguintes definições relativas à falha do dispositivo:


- Fail-Safe State
Em caso de falha, o sistema reage passando para um estado seguro. (fail safe state)
- Safe Failure ($\lambda_{sd} + \lambda_{su}$)
Uma falha não perigosa (S) ocorre quando o sistema de medição passa para o estado seguro definido ou para o modo de avaria, sem que exista solicitação para tal.
- Dangerous Failure ($\lambda_{dd} + \lambda_{du}$)
Por norma, uma falha perigosa (D) ocorre quando o sistema de medição é colocado num estado perigoso ou não funcional.
- Dangerous Detected Failure (λ_{dd})
Uma falha perigosa detetada (dangerous detected failure) ocorre quando o sistema de medição passa para o estado seguro definido ou para o modo de avaria, após uma solicitação para tal.
- Dangerous Undetected Failure (λ_{du}):
Uma falha perigosa não detetada (dangerous detected failure) ocorre quando o sistema de medição não passa para o estado seguro definido nem para o modo de avaria, após uma solicitação para tal.
- Definição do modo de avaria:
O modo de avaria corresponde ao estado de funcionamento de alarme dos dispositivos semicondutores.





8 Exclusão da ocorrência de falhas

1. O conector multipolar foi selecionado de acordo com a ISO 13849-2 (Tabela D.7), de forma a excluir a possibilidade de um curto-circuito entre dois pinos adjacentes quaisquer dos pinos do conector.

9 Vista geral das áreas de aplicação

Codificação		HE200.00.xx.xx.xx.00.xxx	HE200.00.xx.xx.xx.01.xxx	HE200.02.xx.xx.xx.00.xxx	HE200.02.xx.xx.xx.01.xxx	HE200.01.xx.xx.xx.00.xxx	HE200.01.xx.xx.xx.02.xxx
Ligação	Ficha M12	x		x			
	Cabo integrado		x		x	x	x
Temperatura da cabeça de medição T_M Temperatura ambiente T_A Limitação para a área de aplicação cULus: $-30\text{ °C} \leq T_M \leq 80\text{ °C}$ $-30\text{ °C} \leq T_A \leq 60\text{ °C}$	$-40\text{ °C} \leq T_M \leq 85\text{ °C}$ $-40\text{ °C} \leq T_A \leq 60\text{ °C}$	x		x		x	
	$-35\text{ °C} \leq T_M \leq 125\text{ °C}$ $-35\text{ °C} \leq T_A \leq 60\text{ °C}$		x		x		
	$-20\text{ °C} \leq T_M \leq 125\text{ °C}$ $-20\text{ °C} \leq T_A \leq 60\text{ °C}$						x

Padrão	CE IEC	x	x	x	x	x	x
	 Proc. Cont. Eq. Ord. Loc E507077	x	x	x	x		

Zona EX 2 e 22	 II 3G Ex ec IIC T4 Gc II 3D Ex tc IIIC 135°C Dc	UL 21 ATEX 2570 X;			x	x		
	 Ex ec IIC T4 Gc Ex tc IIIC 135°C Dc	IECEx ULD 20.0022 Issue 0X; UL-BR 21.1250X			x	x		
	 Ex ec IIC T4 Gc Ex tc IIIC T135°C DC	23-AV4BO-0275X 23-AV4BO-0276X			x	x		
	 Proc. Cont. Eq. Haz. Loc. Class I, Division 2, Groups A, B, C and D, T4 Class II, Division 2 Groups F and G, T4	E516625			x	x		
	CCC Ex nA IIC T4 Gc Ex tD A22 IP66/67 T135°C	No: 2021122315114599			x	x		

Zona EX 1 e 21	 II 2G Ex db IIC T4 Gb II 2D Ex tb IIIC 135°C Db	UL 20 ATEX 2421 X;					x	x
	 Ex db IIC T4 Gb Ex tb IIIC 135°C Db	IECEx ULD 20.0022 Issue 0X; UL-BR 21.1250X					x	x
	 Ex db IIC T4 Gb Ex tb IIIC T135°C Db	23-AV4BO-0277X 23-AV4BO-0278X					x	x
	CCC Ex d IIC T4 Gb Ex tD A21 IP66/67 T135°C	No: 2021122315114599					x	x

10 Placas de características Exemplos

Variante 1 - HE200.00.xx.xx.xx.xxx

HE HAUBER ELEKTRONIK Type: HE200.00.xx.xx.xx.xxx Item-no.: 12345 Ver.: 2.0 Serial-no.: 123456 / 2025 Measuring range: 0...xxx mm/s, x-rms Frequency range: xx...xxx Hz -xx °C ≤ T-amb ≤ +xx °C	MADE IN GERMANY TÜV SIL2 PL-d	IEC CE UL LISTED E50767 Prot. Conf. Eq. Ord. Loc.	18...27 V DC / ≤ 100 mA IP 66/67 Type 4x Enclosure	Manufacturer: HAUBER-Elektronik GmbH Fabrikstraße 6 72622 Nürtingen Germany www.hauber-elektronik.de
--	--	---	---	---

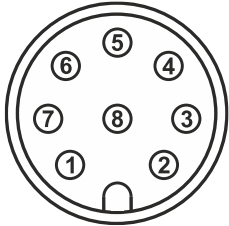
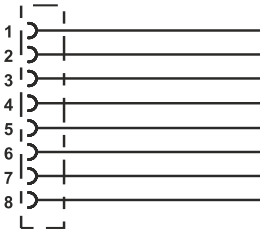
Variante 2 - HE200.02.xx.xx.xx.xxx

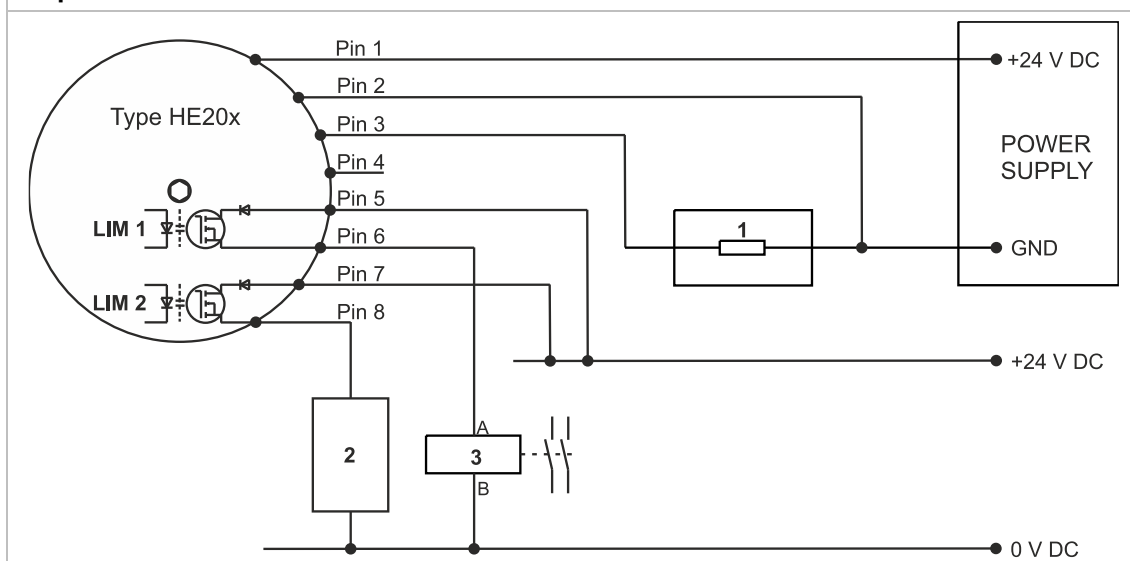
HE HAUBER ELEKTRONIK Type: HE200.01.xx.xx.xx.xxx Item-no.: 12345 Ver.: 2.0 Serial-no.: 123456 / 2025 Measuring range: 0...xxx mm/s, x-rms Frequency range: xx...xxx Hz -xx °C ≤ T-amb ≤ +xx °C	MADE IN GERMANY TÜV SIL2 PL-d	IECEx CE 0539 Ex 8 2D Ex db BC T4 Db 8 2D Ex db BC T135°C Db UL 20 ATEX 2421X IECEx ULD 20.0022X UL-88F 21, 1250X UL22UKEX2478X	18...27 V DC / ≤ 100 mA IP 66/67 Type 4x Enclosure	Manufacturer: HAUBER-Elektronik GmbH Fabrikstraße 6 72622 Nürtingen Germany www.hauber-elektronik.de
--	--	--	---	---

Variante 3 - HE200.01.xx.xx.xx.xxx

HE HAUBER ELEKTRONIK Type: HE200.02.xx.xx.xx.xxx Item-no.: 12345 Ver.: 2.0 Serial-no.: 123456 / 2025 Measuring range: 0...xxx mm/s, x-rms Frequency range: xx...xxx Hz -xx °C ≤ T-amb ≤ +xx °C	MADE IN GERMANY TÜV SIL2 PL-d	IECEx CE 0539 Ex 8 3D Ex db BC T4 Gc 8 3D Ex db BC T135°C Db UL 21 ATEX 2570X IECEx ULD 20.0022X UL-88F 21, 1250X UL22UKEX2480X Class I, Div 2, Groups A, B, C and D, T4 Class II, Div 2, Groups F and G, T4 Class III UL1625 Prot. Conf. Eq. Haz. Loc.	18...27 V DC / ≤ 100 mA IP 66/67 Type 4x Enclosure	Manufacturer: HAUBER-Elektronik GmbH Fabrikstraße 6 72622 Nürtingen Germany www.hauber-elektronik.de
--	--	--	---	---

11 Ligações

Variante:	Ficha M12
	Pino 1: 24 V CC Pino 2: GND Pino 3: 4 a 20 mA Sinal de saída Pino 4: NC (não ligado) Pino 5: Dispositivo semicondutor sem potência 1 + Pino 6: Dispositivo semicondutor sem potência 1 - Pino 7: Dispositivo semicondutor sem potência 2 + Pino 8: Dispositivo semicondutor sem potência 2 -
Variante:	Cabo integrado
	Pino 1: Branco 24 V CC Pino 2: Cas-tanho GND Pino 3: Verde 4 a 20 mA Sinal de saída Pino 4: Ama-relo NC (não ligado) Pino 5: Cin-zento Dispositivo semicondutor sem potência 1 + Pino 6: Cor-de-rosa Dispositivo semicondutor sem potência 1 - Pino 7: Azul Dispositivo semicondutor sem potência 2 + Pino 8: Ver-melho Dispositivo semicondutor sem potência 2 -

Esquema elétrico:*Fig. 1: Esquema elétrico*

- LIM 1 Dispositivo semicondutor sem potência 1 (unidirecional, pino 5: + , pino 6: -)
- LIM 2 Dispositivo semicondutor sem potência 2 (unidirecional, pino 7: + , pino 8: -)
- 1 Entrada analógica (4–20 mA) de uma unidade de avaliação (por exemplo, Safety Controller, CLP, ...)
- 2 Exemplo de aplicação: Entrada digital (I/O) de um Safety Controller
- 3 Exemplo de aplicação: Relés de segurança



Os dispositivos semicondutores sem potência LIM 1 e LIM 2 estão a bloquear (“abertos”) no estado de alarme ou no estado isento de corrente.



Se a saída de corrente não for necessária, o pino 3 tem de ser ligado à terra.

12 Montagem e instalação

Deve respeitar as instruções de montagem e instalação do presente manual de instruções. Para tal, o ajuste dos valores limite tem de garantir o acionamento da função de segurança antes de ocorrer qualquer dano na instalação.

No modo seguro, o sensor tem de ser alimentado por uma fonte de alimentação SELV.

13 Descrição do funcionamento



Numa atmosfera potencialmente explosiva, a monitorização de vibração HE200 apenas pode ser aberta em estado isento de tensão.

No tipo HE200 existem dois valores limite Lim1 e LIM2 e os respetivos tempos de atraso, que podem ser ajustados em separado. Ao exceder o valor limite ajustado e depois de decorrido o tempo de atraso ajustado, o respetivo dispositivo semicondutor unidirecional sem potência abre-se. Isto pode ser utilizado para a geração de um pré-alarme e de um alarme principal. Uma descida subsequente abaixo do valor limite também é sinalizada nos dispositivos semicondutores unidirecionais sem potência 1 e 2, ou seja, o respetivo dispositivo semicondutor fecha-se automaticamente.

Além disso, o tipo HE200 tem uma saída de corrente analógica. Este fornece uma corrente contínua proporcional à grandeza de vibração de 4 a 20 mA.

13.1 Estados de funcionamento

Estado de funcionamento	incorreto	Dispositivo semicondutor	LED de estado	Circuitos LED
OK	\leq valor limite	Fechados	Verde	Configuração aceite (sempre ligado)
WARNING	> Valor limite, tempo de atraso em curso	Fechados	Verde + amarelo	Configuração aceite (sempre ligado)
ALARM	> Valor limite, tempo de atraso decorrido	Abertos	Vermelho	Configuração aceite (sempre ligado)
Fail Safe State	0 mA	Abertos	Vermelho + amarelo + verde	Código de evento e erro (sempre ligado)
Modo de configuração (Config Safe State)	0 mA	Indefinido	Indefinido	Configuração não aceite (intermitente)
Isento de tensão	0 mA	Abertos	Todos os LED desligados	Todos os LED desligados

Tab. 4: Estados de funcionamento

13.2 Modo de configuração (ajuste de alarme e do valor limite)



Enquanto o sensor se encontrar no modo de configuração, as funções de segurança estão desativadas.

Ao premir brevemente o botão “Save Config” (Guardar configuração), a configuração atual é visualizada pelos LED à volta dos interruptores hexadecimais.

Os valores limite e os tempos de atraso são ajustados com o respetivo interruptor hexadecimal. Em caso de alteração da posição de um interruptor, todos os LED começam a piscar. Para guardar a configuração, mantenha a tecla **“Save Config” (Guardar configuração) premida durante três segundos**. A aceitação da configuração é sinalizada através da iluminação contínua dos LED na posição selecionada do interruptor hexadecimal.

Só é possível assumir a configuração se $LIM1 \leq LIM2$.

Após cinco minutos, os LED desligam-se automaticamente.

13.3 Valores limite e tempos de atraso

O **seletor SET** tem 16 posições que representam o valor limite de um alarme. O intervalo de medição da monitorização de vibração está subdividido em 16 níveis lineares crescentes.

Em geral, aplica-se: $Grenzwert = \frac{\text{Messbereich Obergrenze}}{16} \times SET \text{ Position}$

Exemplo: Ajuste do valor limite

Intervalo de medição: 0 a 32 mm/s

Seletor SET Pos.: 8 (9)

Valor limite: 16 mm/s (18 mm/s)

Po- siçã o SET	↓ Valores limite (mm/s)								
	0 – 8 mm/ s	0 – 10 mm/ s	0 – 16 mm/ s	0 – 20 mm/ s	0 – 25 mm/ s	0 – 32 mm/ s	0 – 50 mm/ s	0 – 64 mm/ s	0 – 128 mm/ s
0	0,0	0	0	0	0	0	0,00	0	0
1	0,5	0,625	1	1,25	1,563	2	3,13	4	8
2	1,0	1,25	2	2,5	3,125	4	6,25	8	16
3	1,5	1,875	3	3,75	4,688	6	9,38	12	24
4	2,0	2,5	4	5	6,25	8	12,50	16	32
5	2,5	3,125	5	6,25	7,813	10	15,63	20	40
6	3,0	3,75	6	7,5	9,375	12	18,75	24	48
7	3,5	4,375	7	8,75	10,938	14	21,88	28	56
8	4,0	5	8	10	12,5	16	25,00	32	64
9	4,5	5,625	9	11,25	14,063	18	28,13	36	72
10	5,0	6,25	10	12,5	15,625	20	31,25	40	80
11	5,5	6,875	11	13,75	17,188	22	34,38	44	88
12	6,0	7,5	12	15	18,75	24	37,50	48	96
13	6,5	8,125	13	16,25	20,313	26	40,63	52	104
14	7,0	8,75	14	17,5	21,875	28	43,75	56	112
15	7,5	9,375	15	18,75	23,438	30	46,88	60	120

Tab. 5: Valores limite das velocidades de vibração

Posição SET ↓	Valores limite (g)					
Intervalo de medição →	0 a 1 g	0 a 2 g	0 a 4 g	0 a 6 g	0 a 8 g	0 a 10 g
0	0	0	0	0	0	0
1	0,063	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625
2	0,125	0,25	0,5	0,75	1	1,25
3	0,188	0,375	0,75	1,125	1,5	1,875
4	0,25	0,5	1	1,5	2	2,5
5	0,313	0,625	1,25	1,875	2,5	3,125
6	0,375	0,75	1,5	2,25	3	3,75
7	0,438	0,875	1,75	2,625	3,5	4,375
8	0,5	1	2	3	4	5
9	0,563	1,125	2,25	3,375	4,5	5,625
10	0,625	1,25	2,5	3,75	5	6,25
11	0,688	1,375	2,75	4,125	5,5	6,875
12	0,75	1,5	3	4,5	6	7,5
13	0,813	1,625	3,25	4,875	6,5	8,125
14	0,875	1,75	3,5	5,25	7	8,75
15	0,938	1,875	3,75	5,625	7,5	9,375

Tab. 6: Valores limite de acelerações de vibração

Tempos de atraso

Posição TEMPO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tempo de at- raso (s)	0	1	2	3	4	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	25	30	45	60

Tab. 7: Tempos de atraso

14**Comportamento durante o funcionamento e em caso de avarias**

Os elementos de ajuste e/ou os parâmetros do aparelho não devem ser alterados durante o funcionamento. Se os elementos de ajuste ou os parâmetros do aparelho forem alterados durante o funcionamento, a entidade exploradora tem de garantir a segurança da instalação! As avarias que possam ocorrer estão descritas na tabela de erros do manual de instruções. Em caso de deteção de erros, é necessário desligar todo o sistema de monitorização de vibração e manter o processo em estado seguro através de outras medidas. A substituição da monitorização de vibração encontra-se descrita no manual de instruções.

15 Autodiagnóstico e verificações periódicas

O sensor dispõe de um conjunto de medidas de autodiagnóstico, divididas em 2 categorias:

1. Diagnóstico de arranque:

Estes testes são executados apenas durante a fase inicial de arranque do sensor. Nesta fase, são testados, entre outros, os circuitos de hardware críticos que não podem ser desligados durante o funcionamento. Um destes testes críticos é o diagnóstico das saídas de comutação relativas ao pré-alarme e ao alarme principal. Para garantir a funcionalidade das saídas de comutação ao longo do ciclo de vida do produto, a entidade exploradora da instalação tem de garantir a realização anual de um ciclo de energia da monitorização de vibração.

2. Monitorização cíclica:

A monitorização cíclica é executada de forma totalmente automática e garante que todos os testes necessários para uma cobertura de diagnóstico superior a 90 % são realizados e avaliados no prazo de 12 horas.

16 Vida útil

O sistema de medição tem uma vida útil de 10 anos.

17 Parâmetros técnicos de segurança

Failure category	Failure rate (FIT)
$\Sigma \lambda$ Safe/Fail Safe Detected (λ_{SD})	600
$\Sigma \lambda$ Dangerous/Fail Dangerous Detected (λ_{DD})	350
$\Sigma \lambda$ no part	80
$\Sigma \lambda$ Total	1030
$\Sigma \lambda$ Dangerous Detected/Fail Dangerous Detected (λ_{DD})	350
$\Sigma \lambda$ Dangerous Undetected/Fail Dangerous Undetected (λ_{DU})	15

SFF (tipo B) SF	93,24 %
SIL	2
Performance Level	D
Category	2
PFD	$9,2463 \cdot 10^{-4}$
PFH	$< 2 \cdot 10^{-7}$ 1/h com uma taxa média de solicitação esperada inferior a 25 vezes por ano
Diagnostic Coverage	< 90 %

Tab. 8: Taxas de falhas

MTTF	984 898 h = 112,43 anos
DC_{avg}	>90 % Diagnostic Coverage
$MTTF_d$	2 889 526 h = 329,85 anos = HIGH
CCF	95 (fulfilled)
Tempo de reação	200 ms

Tab. 9: Parâmetros técnicos de segurança conforme a norma ISO 13849-1

18 Declaração de conformidade UE

Declaração de conformidade

HAUBER-Elektronik GmbH
Fabrikstraße 6
D-72622 Nürtingen

declara, sob a sua exclusiva responsabilidade, que os produtos abaixo enumerados, aos quais se refere a presente declaração, cumprem os requisitos essenciais de saúde e segurança das diretivas e normas a seguir referidas.

Séries do produto

HE200, HE205

Anexo ATEX

A UL International Demko A/S, na qualidade de **organismo notificado n.º 0539** ao abrigo da diretiva do Conselho da União Europeia de 26 de fevereiro de 2014 (2014/34/UE), certifica que o fabricante mantém um sistema de qualidade de produção, que cumpre o **Anexo IV** da presente diretiva.

Marcação CE aposta



CE 0539

Diretivas e normas



Diretiva UE	Normas
2014/30/UE/	EN 61000-6-3:2007 + A1:2011 EN 61000-6-2:2005 + AC:2005-09 EN 55011:2016 + A1:2017 + A11:2020 <i>Complementar:</i> EN 61000-6-7:2015
2014/34/UE/	EN IEC 60079-0:2018 + AC:2020-02 EN 60079-1:2014 + AC:2018-09 EN IEC 60079-7:2015 + A1:2018 EN 60079-31:2014
2011/65/UE/	EN IEC 63000:2018

Marca e certificados

HE200.02/HE205.02

Identificação	Certificado
 II 3G Ex ec IIC T4 Gc  II 3D Ex tc IIIC 135 °C Dc	ATEX: UL 21 ATEX 2570 X

HE200.01/HE205.01

Identificação	Certificado
 II 2G Ex db IIC T4 Gb  II 2D Ex tb IIIC 135 °C Db	ATEX: UL 20 ATEX 2421 X Rev. 0

Assinatura

Nürtingen, **04.12.2025**

Local e data



Tobias Bronkal, proprietário e diretor