



Manual de segurança SIL 2

Monitoramento de vibração Série HE200



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



Este manual é válido para os sensores da versão 2.0

Manual de segurança

Monitoramento de vibração Tipo HE200

Padrão e ATEX/IECEX

Edição: 2025-12-04

Atenção!

Antes do comissionamento do produto, o manual de segurança precisa ter sido lido e compreendido.

Todos os direitos reservados, também os da tradução.
Reservado o direito a alterações.

Em caso de dúvidas, contate 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	Escopo do manual de segurança	4
3	Área de utilização	4
4	Abreviaturas e termos.....	5
5	Normas relevantes.....	5
6	Exigências de segurança.....	6
7	Projeto.....	7
7.1	Função de segurança	7
7.2	Status Fail Safe.....	7
7.3	Código de evento e de erro	8
7.4	Códigos de evento e de erro mais frequentes.....	9
7.5	Sair do status Fail Safe.....	9
7.6	Tabela de códigos de evento e de erro	10
7.7	Status Configuration Safe	11
7.8	Descrição das categorias de falha.....	11
8	Exclusões de falhas	11
9	Visão geral das faixas de aplicação	12
10	Exemplos de placas de características	13
11	Conexões.....	14
12	Montagem e instalação.....	16
13	Descrição do funcionamento	16
13.1	Status de operação.....	16
13.2	Modo de configuração (ajuste de alarme e do valor-limite)	17
13.3	Valores-limite e tempos de retardo.....	18
14	Comportamento durante a operação e em caso de falhas	20
15	Autodiagnóstico e testes periódicos	21
16	Vida útil	21
17	Índices técnicos de segurança	22
18	Declaração de conformidade da União Europeia (UE)	23

2 Escopo do manual de segurança

O presente manual de segurança do monitoramento de vibração tipo HE200 aplica-se às variantes HE200.00, HE200.01 e HE200.02 com a versão 2.0 do sensor

A funcionalidade das variantes é idêntica. As variantes HE200.02 e HE200.01 possuem certificações e marcações adicionais, que permitem a utilização em áreas críticas com risco de explosão.

3 Área de utilização

O monitoramento de vibração do tipo HE200 é utilizado para a medição e o monitoramento da vibração absoluta de mancais de rolamento nas máquinas com base no padrão DIN ISO 10816. A grandeza de medição utilizada é o valor efetivo da velocidade de vibração ou da aceleração de vibração.

A avaliação da amplitude de vibração é realizada em dois canais independentes um do outro. Uma ultrapassagem do valor-limite de vibração ajustável é sinalizada pelos interruptores semicondutores. Eles podem ser utilizados para a geração de um pré-alarme e de um alarme principal. Além disso, o tipo HE200 possui uma saída de corrente analógica. A mesma fornece uma corrente contínua de 4 a 20 mA, proporcional à grandeza de vibração.

Ao determinar a função de segurança, por meio dos índices técnicos de segurança em conformidade com as normas citadas no capítulo 5, os interruptores semicondutores e a saída de corrente foram avaliados ou considerados.

4 Abreviaturas e termos

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 termos

Outras abreviaturas e termos são mencionados na IEC 61508-4.

5 Normas relevantes

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 13849-1:2023); German version EN ISO 13849-1:2023

6 Exigências de segurança

Nível de integridade de segurança	Modo de operação com baixa taxa de exigência	Modo de operação com alta taxa de exigência
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)

Parcela de falhas não perigosas	Tolerância a falhas do hardware para subsistemas relacionados à 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
$\geq 99\%$	SIL3	SIL4	-

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

O monitoramento de vibração do tipo HE200 é um desdobramento de acordo com a IEC-61508. O monitoramento foi desenvolvido como um "High Demand System" (sistema de alta demanda). O monitoramento corresponde a uma arquitetura 1oo1 com uma cobertura de diagnóstico > 90%. O diagnóstico é realizado de modo permanente e automático durante o funcionamento e na fase de inicialização do monitoramento. O monitoramento cumpre uma Safe Failure Fraction (fração de falhas seguras) de 90% ... < 99%, representando assim um sistema de sensores de acordo com a SIL2.

7 Projeto

7.1 Função de segurança

O sistema possui 3 funções de segurança:

1. Se o valor de vibração medido exceder o valor-limite definido para o pré-alarme por um tempo superior ao tempo de atraso definido, o interruptor semicondutor sem potencial do pré-alarme (pino 5 e pino 6) será acionado.
2. Se o valor de vibração medido exceder o valor-limite definido para o alarme principal por um tempo superior ao tempo de atraso definido, o interruptor semicondutor sem potencial do alarme principal (pino 7 e pino 8) será acionado.
3. A saída de corrente analógica representa o valor de vibração medido em um intervalo de 4 mA a 20 mA.

O valor de vibração é a velocidade de vibração ou a aceleração de vibração, dependendo do modelo do sensor.

OBSERVAÇÃO

Se a saída de corrente fornecer mais de 20 mA, a próxima unidade de controle deve acionar o desligamento.

7.2 Status Fail Safe

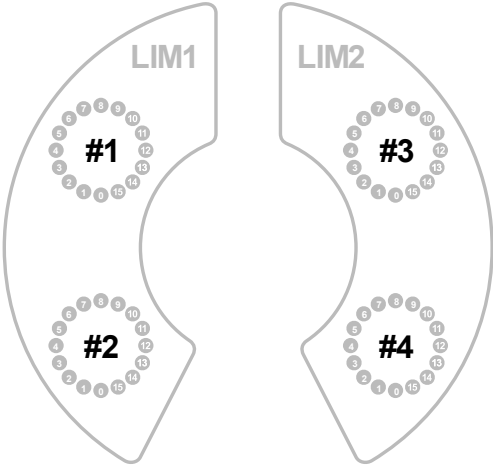
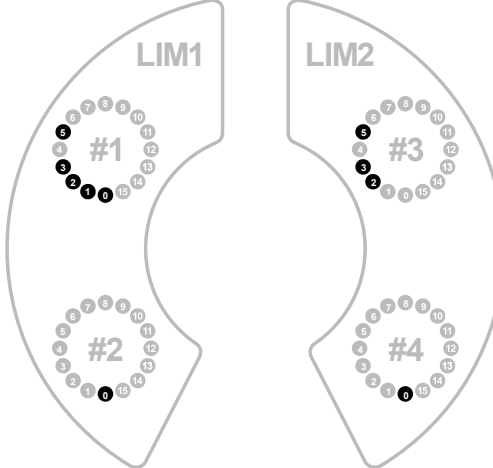
No caso de um erro detectado que o sensor não possa corrigir automaticamente, o sensor muda para o status Fail Safe. O status Fail Safe é reconhecível quando os 3 pontos a seguir ocorrerem simultaneamente:

1. Todos os LEDs de status estão acesos (vermelho, amarelo, verde).
2. Todos os interruptores semicondutores estão abertos (como em estado sem tensão ou no estado de falha).
3. A saída de corrente analógica fornece 0 mA.

7.3

Código de evento e de erro

No status Fail Safe, os 4 círculos de LED mostram os 4 últimos códigos de evento e de erro.

Sequência de códigos de evento/erro	Imagem típica do código de evento e de erro
	
(o n.º 1 é o código mais recente e o n.º 4 o mais antigo)	

7.4 Códigos de evento e de erro mais frequentes

Os códigos de evento e de erro são exibidos no círculo de LED com codificação binária. Um código binário de 8 dígitos é exibido no círculo de LED usando os números de 0 a 7. Quando um número acende no círculo de LED, isso representa um 1 binário. Quando um número não acende no círculo de LED, isso representa um 0 binário. A seguir, são apresentados 4 dos códigos de evento e de erro mais comuns para exemplificação.

Círculo de LED	Código	LEDs								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	Inicialização bem-sucedida
	0x3E	0	0	1	1	1	1	1	0	Tensão de alimentação fora do especificado
	0x46	0	1	0	0	0	1	1	0	Medição de retorno da saída analógica fora da tolerância
As ações para a correção de erros, bem como uma lista completa dos códigos de erro, podem ser encontradas a seguir.										

7.5 Sair do status Fail Safe

Para retornar o sensor ao seu status normal de operação, é necessário executar um ciclo de reativação. Para isso, o sensor deve ficar sem tensão por pelo menos 1 s.

7.6

Tabela de códigos de evento e de erro

Para cada erro, uma ação recomendada é um ciclo de reativação.

Círculo de LED								Descrição dos códigos de evento e de 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	Inicialização bem-sucedida	
Tensão de alimentação									
0	0	1	1	1	1	1	0	Tensão de alimentação fora do especificado	Verificar a tensão de alimentação
0	0	1	1	1	1	0	1	Tensão interna fora do especificado	
0	1	0	0	0	1	0	1	Tensão interna fora do especificado	
0	0	1	0	1	0	1	0	Falha na medição 1 da tensão interna	
0	0	1	0	1	0	1	1	Falha na medição 2 da tensão interna	
0	0	1	0	1	1	0	0	Falha na medição 3 da tensão interna	
Saída analógica									
0	1	0	0	0	1	1	0	Medição de retorno da saída analógica fora da tolerância	Verificar as conexões
0	0	1	0	1	1	1	1	Falha na medição do monitoramento da saída analógica	
Interruptor semiconductor sem potencial/interruptor hexadecimal									
0	0	1	1	0	0	0	0	Falha na medição do monitoramento dos interruptores semicondutores sem potencial	Verificar as conexões
0	0	0	0	1	0	1	1	Interruptores hexadecimais apresentam mau funcionamento	Verificar os interruptores hexadecimais
Temperatura									
0	0	1	1	1	1	0	0	Temperatura fora do especificado	Verificar a temperatura ambiente e da cabeça de medição
0	0	1	0	1	1	0	1	Falha na medição 1 da temperatura	
0	0	1	0	1	1	1	0	Falha na medição 2 da temperatura	
Armazenamento de dados									
0	0	1	1	1	0	0	1	Erro no armazenamento de dados	Nenhuma ação necessária
0	0	1	1	1	0	1	0	Erro no armazenamento de dados	
Para todos os outros códigos de erro, entre em contato com o fabricante.									

7.7 Status Configuration Safe

O operador pode colocar o sensor no modo de configuração, conforme descrito no manual de instruções. Um sensor no modo de configuração não deve ser considerado como seguro. Somente depois que a configuração for salva e o sensor voltar para o modo de operação normal, as funções de segurança estarão em operação de acordo com o especificado. O sinal de medição só é validado novamente após sair do modo "Configuration Safe" (configuração segura) e atende aos requisitos da função de segurança.

7.8 Descrição das categorias de falha

Para avaliar o comportamento de falha do monitoramento de vibração, foram consideradas as seguintes definições para a falha do dispositivo:

- Status Fail Safe
Uma condição de falha é respondida com a mudança para um estado seguro. (status fail safe)
- Safe Failure ($\lambda_{sd} + \lambda_{su}$)
Uma falha não perigosa (S) ocorre quando o sistema de medição, não recebe uma solicitação do processo e muda para o estado seguro definido ou para o modo de falha.
- Dangerous Failure ($\lambda_{dd} + \lambda_{du}$)
Uma falha perigosa (D) normalmente ocorre quando o sistema de medição é colocado em um estado perigoso ou inoperante.
- Dangerous Detected Failure (λ_{dd})
Uma falha perigosa detectada (dangerous detected failure) ocorre quando o sistema de medição recebe uma solicitação do processo e muda para o estado seguro definido ou para o modo de falha. quando solicitado pelo processo.
- Dangerous Undetected Failure (λ_{du}):
Uma falha perigosa não detectada (dangerous undetected failure) ocorre quando o sistema de medição recebe uma solicitação do processo e não muda nem para o estado seguro definido nem para o modo de falha.
- Definição do modo de falha:
O modo de falha corresponde ao estado operacional do alarme dos interruptores semicondutores.

8 Exclusões de falhas

1. A conexão multipolar foi selecionada de acordo com a ISO 13849-2 (tabela D.7) para excluir um curto-circuito entre quaisquer dois pinos de ligação adjacentes.

9 Visão geral das faixas 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
Conexão	Conector M12	x		x			
	Cabo integrado		x		x	x	x
Temperatura do sensor de medição T_M	$-40\text{ °C} \leq T_M \leq 85\text{ °C}$	x		x		x	
Temperatura ambiente T_A	$-40\text{ °C} \leq T_A \leq 60\text{ °C}$						
Restrição para a área de utilização cULus:	$-35\text{ °C} \leq T_M \leq 125\text{ °C}$		x		x		
	$-35\text{ °C} \leq T_A \leq 60\text{ °C}$						
	$-20\text{ °C} \leq T_M \leq 125\text{ °C}$ $-20\text{ °C} \leq T_A \leq 60\text{ °C}$						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 Exemplos de placas de características

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

HE HAUBER ELEKTRONIK Type: HE20x.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...xxxx Hz -xx °C ≤ T-amb ≤ +xx °C	MADE IN GERMANY TÜV SIL2 PL-d	IEC CE LISTED E597877 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
---	--	--	---	---

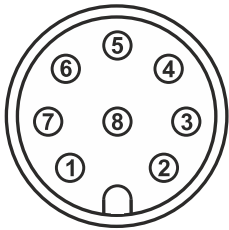
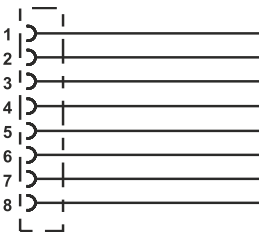
Variante 2 - HE200.02.xx.xx.xx.xxx

HE HAUBER ELEKTRONIK Type: HE20x.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...xxxx Hz -xx °C ≤ T-amb ≤ +xx °C	MADE IN GERMANY TÜV SIL2 PL-d	IECEx CE 0539 Ex 20 Ex db BC T4 Gb 20 Ex db IIC T135°C Db UL 20 ATEX 2421X IECEx ULD 20.0022X UL-BR 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: HE20x.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...xxxx Hz -xx °C ≤ T-amb ≤ +xx °C	MADE IN GERMANY TÜV SIL2 PL-d	IECEx CE Ex 20 Ex db BC T4 Gb 20 Ex db IIC T135°C Db UL 21 ATEX 2570X IECEx ULD 20.0022X UL-BR 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	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 Conexões

Variante:	Conector M12		
	Pino 1:	24 V CC	
	Pino 2:	GND	
	Pino 3:	4 a 20 mA Sinal de saída	
	Pino 4:	NC (não conectado)	
	Pino 5:	Interruptor semiconductor sem potencial 1 +	
	Pino 6:	Interruptor semiconductor sem potencial 1 -	
	Pino 7:	Interruptor semiconductor sem potencial 2 +	
	Pino 8:	Interruptor semiconductor sem potencial 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 conectado)
	Pino 5:	Cinza	Interruptor semiconductor sem potencial 1 +
	Pino 6:	Cor-de-rosa	Interruptor semiconductor sem potencial 1 -
	Pino 7:	Azul	Interruptor semiconductor sem potencial 2 +
	Pino 8:	Ver-melho	Interruptor semiconductor sem potencial 2 -

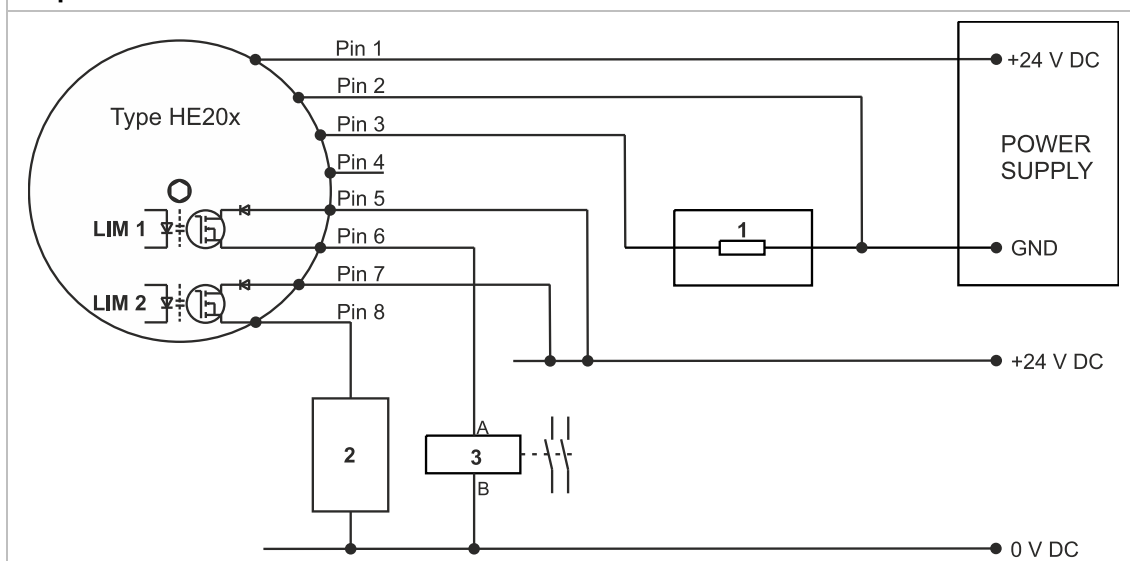
Esquema elétrico:

Fig. 1: Esquema de conexões

- LIM 1 Interruptor semicondutor sem potencial 1 (unidirecional, pino 5: + , pino 6: -)
- LIM 2 Interruptor semicondutor sem potencial 2 (unidirecional, pino 7: + , pino 8: -)
- 1 Entrada analógica (4 a 20 mA) de uma unidade de avaliação (p.ex. Safety Controller, PLC, ...)
- 2 Exemplo de aplicação: Entrada digital (I/O) de um Safety Controller
- 3 Exemplo de aplicação: Safety Relais



Os interruptores semicondutores sem potencial LIM 1 e LIM 2 estão em estado de alarme ou desenergizados em modo bloqueado ("aberto").



Quando a saída de corrente não for necessária, o pino 3 deve ser conectado ao GND

12 Montagem e instalação

As instruções de montagem e de instalação do manual de operação devem ser respeitadas. Aqui, a configuração dos valores-limite deve ser selecionada de forma que a função de segurança seja acionada antes que ocorra qualquer dano ao sistema.

Para uma operação segura, o sensor deve ser alimentado por uma fonte de alimentação SELV.

13 Descrição do funcionamento



Numa atmosfera potencialmente explosiva, o monitoramento de vibração HE200 somente pode ser aberto em estado isento de tensão.

No tipo HE200 existem dois valores-limite, Lim1 e LIM2, mais os respectivos tempos de retardo, que podem ser ajustados em separado. Ao exceder o valor-limite ajustado e depois de decorrido o tempo de retardo ajustado, é aberto o respectivo interruptor semicondutor unidirecional sem potencial. Isso pode ser utilizado para a geração de um pré-alarme e de um alarme principal.

A descida abaixo do valor-limite seguinte também é sinalizada nos interruptores semicondutores unidirecionais sem potencial 1 e 2, ou seja, o respectivo interruptor semicondutor fecha automaticamente.

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

13.1 Status de operação

Status de operação	Valor de medição	Interruptor semicondutor	LEDs de status	Círculos de LED
OK	$\leq$ valor-limite	fechado	Verde	Configuração realizada (permanente ativo)
AVISO	$>$ Valor-limite, decorrendo tempo de retardo	fechado	Verde + amarelo	Configuração realizada (permanente ativo)
ALARME	$>$ Valor-limite, tempo de retardo decorrido	Aberto	Vermelho	Configuração realizada (permanente ativo)
Status Fail Safe	0 mA	Aberto	Vermelho + amarelo + verde	Código de evento e de erro (permanente ativo)
Modo de configuração (Config Safe State)	0 mA	indefinido	indefinido	configuração não realizada (pis-cando)
Isento de tensão	0 mA	Aberto	Todos os LEDs desligados	todos os LEDs desligados

Tab. 4: Status de operação

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



Enquanto o sensor estiver no modo de configuração, as funções de segurança permanecem desativadas.

Ao pressionar brevemente o botão “Save Config” (Salvar configuração), a configuração atual é visualizada pelos LEDs em volta dos interruptores hexadecimais.

Os valores-limite e os tempos de retardo são ajustados com o respectivo interruptor hexadecimal. Assim que a posição do interruptor for alterada, todos os LEDs começam a piscar. Para salvar a configuração, mantenha a **tecla “Save Config” (Salvar configuração) pressionada durante três segundos**. A aceitação da configuração é sinalizada através da iluminação contínua dos LEDs na posição selecionada do interruptor hexadecimal.

A aceitação da configuração somente é possível se $LIM1 \leq LIM2$.

Após 5 minutos, os LEDs desligam automaticamente.

13.3 Valores-limite e tempos de retardo

O **seletor SET** tem 16 posições que representam o valor-limite de um alarme. A faixa de medição do monitoramento de vibração está subdividida em 16 níveis crescentes de forma linear.

Em geral, é válido: $Grenzwert = \frac{\text{Messbereich Obergrenze}}{16} \times SET \text{ Position}$

Exemplo: Ajuste do valor-limite

Faixa de medição: 0 a 32 mm/s rms

Seletor SET Pos.: 8 (9)

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

Posi- ção o SET	Valores-limite (mm/s)								
	0 a 8 mm/s r ms	0 a 10 mm/s r ms	0 a 16 mm/s r ms	0 a 20 mm/s r ms	0 a 25 mm/s r ms	0 a 32 mm/s r ms	0 a 50 mm/s r ms	0 a 64 mm/s r ms	0 a 128 mm/s r ms
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)					
Faixa 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 das acelerações de vibração

Tempos de retardo

Posição TIME	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tempos de retardo (s)	0	1	2	3	4	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	25	30	45	60

Tab. 7: Tempos de retardo

14 Comportamento durante a operação e em caso de falhas

Os elementos de ajuste ou parâmetros do dispositivo não devem ser alterados durante a operação. Em caso de alterações nos elementos de ajuste ou nos parâmetros do dispositivo durante a operação, a segurança do sistema deve ser garantida pelo operador! As falhas que ocorrem estão descritas na tabela de erros do manual de instruções. Em caso de erros detectados, o monitoramento de vibração completo deve ser desativado e o processo deve ser mantido no estado seguro por meio de outras ações. A substituição do monitoramento de vibração está descrita no manual de instruções.

15 Autodiagnóstico e testes periódicos

O sensor possui um conjunto de ações de autodiagnóstico. Estas dividem-se em 2 categorias:

1. Diagnóstico de inicialização:

Estes testes somente são realizados na fase inicial de inicialização do sensor. Aqui são testados, entre outros, caminhos críticos de hardware que não podem mais ser desligados durante a operação. Um destes testes críticos é o diagnóstico das saídas de comutação para o pré-alarme e o alarme principal. Para garantir a funcionalidade das saídas de comutação durante o ciclo de vida do produto, o operador do sistema deve garantir que seja realizado anualmente um ciclo de reativação pelo monitoramento de vibração.

2. Monitoramento cíclico:

O monitoramento cíclico é totalmente automático e garante que todos os testes para uma Diagnostic Coverage (cobertura de diagnóstico) >90% sejam realizados e avaliados em 12h.

16 Vida útil

A vida útil do sistema de medição é de 10 anos.

17 Índices 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 (nível de desempenho)	D
Category	2
PFD	$9,2463 \cdot 10^{-4}$
PFH	$< 2 \cdot 10^{-7}$ 1/h com uma taxa média de exigência aguardada inferior a 25 vezes por ano
Diagnostic Coverage	>90%

Tab. 8: Taxas de falha

MTTF	984898h = 112,43 years
DC_{avg}	>90% Diagnostic Coverage
$MTTF_d$	2889526h = 329,85 years = HIGH
CCF	95 (fulfilled)
Tempo de reação	200 ms

Tab. 9: Índices técnicos de segurança de acordo com a ISO 13849-1

18 Declaração de conformidade da União Europeia (UE)

Declaração de conformidade

HAUBER-Elektronik GmbH
Fabrikstraße 6
D-72622 Nürtingen

declara sob sua exclusiva responsabilidade que os produtos listados abaixo, aos quais esta declaração se refere, cumprem os requisitos essenciais de segurança e de proteção de saúde das diretrizes e normas listadas abaixo.

Famílias de produto

HE200, HE205

Anexo tipo ATEX

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

Identificação CE colocada

CE 0539

Diretrizes e normas

Diretriz 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

Marcações e certificados

HE200.02/HE205.02

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

HE200.01/HE205.01

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

Assinatura

Nürtingen, **04.12.2025**

Local e data



Tobias Bronkal, gerente proprietário