



Podręcznik bezpieczeństwa SIL 2

Układ monitorowania drgań Seria HE200



- ATEX / IECEx strefa 2/22 i 1/21
- cULus OrdLoc / HazLoc Div 2



Niniejsza instrukcja dotyczy czujników w wersji 2.0

Podręcznik bezpieczeństwa

Układ monitorowania drgań Typ HE200

Standard i ATEX / IECEx

Wydanie: 2025-12-04

Uwaga! Przed uruchomieniem produktu należy koniecznie przeczytać ze zrozumieniem niniejszy podręcznik bezpieczeństwa.
--

Wszelkie prawa, również prawa związane z tłumaczeniem, zastrzeżone.
Zmiany zastrzeżone.

W przypadku pytań prosimy o kontakt z firmą:

HAUBER-Elektronik GmbH

Fabrikstraße 6

D-72622 Nürtingen

Niemcy

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

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

info@hauber-elektronik.de

www.hauber-elektronik.de

1 Spis treści

1	Spis treści	3
2	Zakres stosowania podręcznika bezpieczeństwa	4
3	Obszar zastosowania	4
4	Skróty i pojęcia	5
5	Normy mające zastosowanie	5
6	Wymagania bezpieczeństwa	6
7	Projektowanie	7
7.1	Funkcja bezpieczeństwa	7
7.2	Fail Safe State	7
7.3	Kod zdarzeń i usterek	8
7.4	Najczęstsze kody zdarzeń i usterek	9
7.5	Opuszczenie stanu Fail Safe State	9
7.6	Tabela kodów zdarzeń / usterek	10
7.7	Configuration Safe State	11
7.8	Opis kategorii awarii	11
8	Wykluczenia usterki	11
9	Przegląd obszarów zastosowania	12
10	Przykłady tabliczek znamionowych	13
11	Przyłącza	14
12	Montaż i instalacja	16
13	Opis działania	16
13.1	Stany robocze	16
13.2	Tryb konfiguracji (ustawianie alarmów i wartości granicznych)	17
13.3	Wartości graniczne i czasy opóźnienia	18
14	Zachowanie podczas pracy i w przypadku wystąpienia usterek	19
15	Samodzielna diagnoza i powtórne kontrole	20
16	Okres użytkowania	20
17	Wskaźniki bezpieczeństwa technicznego	21
18	Deklaracja zgodności UE	22

2 Zakres stosowania podręcznika bezpieczeństwa

Niniejszy podręcznik bezpieczeństwa układu monitorowania drgań typu HE200 dotyczy wariantów HE200.00, HE200.01 oraz HE200.02 z czujnikiem w wersji 2.0
Zakres funkcji wszystkich wariantów jest identyczny. Warianty HE200.02 i HE200.01 posiadają dodatkowo certyfikaty i oznaczenia, które dopuszczają do użytkowania w obszarach zagrożonych wybuchem.

3 Obszar zastosowania

Układ monitorowania drgań typu HE200 jest stosowany do pomiaru i monitorowania drgań bezwzględnych łożysk maszyn zgodnie z normą DIN ISO 10816. Wielkością pomiarową jest przy tym wartość skuteczna prędkości drgań lub przyspieszenia drgań.

Analiza amplitudy drgań odbywa się w dwóch niezależnych od siebie kanałach. Przekroczenie ustawialnej wartości granicznej drgań sygnalizowane jest za pomocą przełączników półprzewodnikowych. Można to wykorzystać do wygenerowania alarmu wstępnego i alarmu głównego. Ponadto typ HE200 posiada analogowe wyjście prądowe. Podawany jest na nie prąd stały o natężeniu 4...20 mA proporcjonalny do wielkości drgań.

Podczas określania funkcji bezpieczeństwa za pomocą wskaźników bezpieczeństwa zgodnie z normami wymienionymi w rozdziale 5 oceniono i uwzględniono przełączniki półprzewodnikowe oraz wyjście prądowe.

4 Skróty i pojęcia

SIL	Safety Integrity Level (poziom integralności bezpieczeństwa)
HFT	Hardware Fault Tolerance (odporność sprzętu na awarie)
SFF	Safe Failure Fraction (współczynnik bezpiecznych awarii)
CCF	Common Cause Failures (awarie o wspólnej przyczynie)
PFD _{avg}	Average Probability of dangerous Failure on Demand (średnie prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznej awarii przy wywołaniu funkcji)
PFH	Probability of a dangerous Failure per Hour (prawdopodobieństwo wystąpienia niebezpiecznej awarii na godzinę)
FMEDA	Failure Mode, Effects and Diagnostics Analysis (analiza rodzajów awarii, ich skutków i diagnostyki)
λ_{sd}	Rate for safe detected failure (częstość występowania wykrytych awarii bezpiecznych)
λ_{su}	Rate for safe undetected failure (częstość występowania niewykrytych awarii bezpiecznych)
λ_{dd}	Rate for dangerous detected failure (częstość występowania wykrytych awarii niebezpiecznych)
λ_{du}	Rate for dangerous undetected failure (częstość występowania niewykrytych awarii niebezpiecznych)
DC _s	Diagnostics Coverage of safe failures (pokrycie diagnostyczne awarii bezpiecznych); $DC_s = \lambda_{sd} / (\lambda_{sd} + \lambda_{su})$
DC _d	Diagnostics Coverage of dangerous failures (pokrycie diagnostyczne awarii niebezpiecznych); $DC_d = \lambda_{dd} / (\lambda_{dd} + \lambda_{du})$
FIT	Failure In Time (wskaźnik częstości awarii); 1 FIT = 1 failure/10h
MTBF	Mean Time Between Failure (średni czas między awariami)
MTTF	Mean Time To Failure (średni czas do awarii)
MTTR	Mean Time To Repair (średni czas do naprawy)
CAT	Kategoria zgodnie z normą EN ISO 13849-1:2023

Tab. 1: Skróty i pojęcia

Dalsze skróty i pojęcia są wyszczególnione w normie IEC 61508-4.

5 Normy mające zastosowanie

IEC 61508 Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych/elektronicznych/programowalnych systemów elektronicznych związanych z bezpieczeństwem. (IEC 61508:2010)
 ISO 13849-1 Bezpieczeństwo maszyn – Części systemów sterowania związane z bezpieczeństwem – Część 1: Ogólne zasady projektowania (ISO 13849-1:2023); wersja niemiecka EN ISO 13849-1:2023

6 Wymagania bezpieczeństwa

Poziom integralności bezpieczeństwa	Tryb pracy z niską częstotliwością wywołań	Tryb pracy z wysoką częstotliwością wywołań
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: Wartości graniczne awarii dla funkcji bezpieczeństwa w zależności od klasy SIL (IEC 61508-1, 7.6.2)

Współczynnik bezpiecznych awarii	Odporność sprzętu na awarie dla podsystemów bezpieczeństwa typu B (IEC 61508-2, 7.4.3)		
SFF	HFT = 0	HFT = 1	HFT = 2
< 60%	niedozwolone	SIL1	SIL2
60% ... < 90%	SIL1	SIL2	SIL3
90% ... < 99%	SIL2	SIL3	SIL4
$\geq 99\%$	SIL3	SIL4	-

Tab. 3: Odporność sprzętu na awarie w zależności od współczynnika bezpiecznych awarii

Układ monitorowania drgań typu HE200 jest rozwiązaniem opracowanym zgodnie z normą IEC-61508. Monitorowanie zostało opracowane jako system o wysokiej częstotliwości wywołań („High Demand System”). Monitorowanie odpowiada architekturze 1oo1 z pokryciem diagnostycznym > 90%. Diagnostyka odbywa się w sposób ciągły i automatyczny podczas pracy oraz w fazie rozruchu monitorowania. Monitorowanie zapewnia współczynnik bezpiecznych awarii (Safe Failure Fraction) na poziomie 90% ... < 99%, co oznacza, że jest to system czujników zgodny z SIL2.

7 Projektowanie

7.1 Funkcja bezpieczeństwa

System posiada 3 funkcje bezpieczeństwa:

1. Jeśli zmierzona wartość drgań przekroczy ustawioną wartość graniczną dla wstępnego alarmu na czas dłuższy niż ustawiony czas opóźnienia, bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy wstępnego alarmu (pin 5 i pin 6) otwiera się.
2. Jeśli zmierzona wartość drgań przekroczy ustawioną wartość graniczną dla głównego alarmu na czas dłuższy niż ustawiony czas opóźnienia, bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy głównego alarmu (pin 7 i pin 8) otwiera się.
3. Analogowe wyjście prądowe odwzorowuje zmierzoną wartość drgań w zakresie od 4 mA do 20 mA.

Wartością drgań jest przy tym albo prędkość drgań, albo przyspieszenie drgań, w zależności od typu czujnika.

UWAGA

Jeśli natężenie prądu na wyjściu prądowym przekroczy 20 mA, wówczas następny moduł sterujący musi wyzwoić odłączenie.

7.2 Fail Safe State

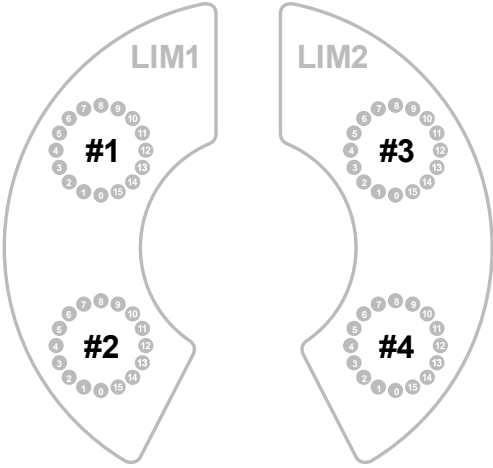
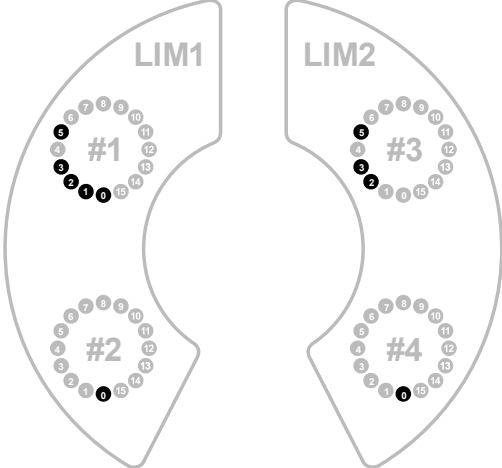
W przypadku wykrycia usterki, której czujnik nie może automatycznie skorygować, czujnik przechodzi w stan Fail Safe State. Stan Fail Safe State można rozpoznać po jednoczesnym wystąpieniu następujących 3 punktów:

1. Wszystkie diody LED stanu są włączone (czerwona, żółta, zielona).
2. Wszystkie przełączniki półprzewodnikowe są otwarte (jak w stanie bez napięcia lub awarii).
3. Natężenie prądu na wyjściu analogowym wynosi 0 mA.

7.3

Kod zdarzeń i usterek

W stanie Fail Safe State 4 kręgi diod LED wskazują 4 ostatnie kody zdarzeń i usterek.

Kolejność kodów zdarzeń / usterek	Typowy widok kodu zdarzenia i usterek
	
(nr 1 to najnowszy kod, a nr 4 to najstarszy kod)	

7.4 Najczęstsze kody zdarzeń i usterek

Kody zdarzeń i usterek są prezentowane na kręgu diod LED w postaci kodów binarnych. Na kręgu diod LED wyświetlany jest 8-cyfrowy kod binarny za pomocą cyfr od 0 do 7. Jeśli na kręgu diod LED świeci się cyfra, oznacza to binarną wartość 1. Jeśli na kręgu diod LED nie świeci się cyfra, oznacza to binarną wartość 0. W celu zobrazowania poniżej przedstawiono 4 najczęściej występujące kody zdarzeń i usterek.

Krąg diod LED	Kod	Diody LED								Zdarzenie / usterka
		7	6	5	4	3	2	1	0	
	0x00	0	0	0	0	0	0	0	0	Wartość początkowa
	0x01	0	0	0	0	0	0	0	1	Pomyślny start
	0x3E	0	0	1	1	1	1	1	0	Napięcie zasilania poza wytycznymi specyfikacji
	0x46	0	1	0	0	0	1	1	0	Pomiar zwrotny wyjścia analogowego poza zakresem tolerancji
Działania mające na celu usunięcie usterek oraz pełna lista kodów usterek zamieszczone są w dalszej części.										

7.5 Opuszczenie stanu Fail Safe State

Aby przywrócić czujnik do normalnego stanu roboczego, należy wykonać cykl zasilania. W tym celu czujnik należy odłączyć od napięcia na co najmniej 1 sekundę.

7.6

Tabela kodów zdarzeń / usterek

W przypadku każdej usterki zaleca się również wykonanie cyklu zasilania.

Krańcowa dioda LED								Opis kodów zdarzeń i usterek	Działanie
7	6	5	4	3	2	1	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	Wartość początkowa	-
0	0	0	0	0	0	0	1	Pomyślny start	
Napięcie zasilania									
0	0	1	1	1	1	1	0	Napięcie zasilania poza wytycznymi specyfikacji	Sprawdzić napięcie zasilania
0	0	1	1	1	1	0	1	Napięcie wewnętrzne poza wytycznymi specyfikacji	
0	1	0	0	0	1	0	1	Napięcie wewnętrzne poza wytycznymi specyfikacji	
0	0	1	0	1	0	1	0	Pomiar 1 napięcia wewnętrznego nie powiódł się	
0	0	1	0	1	0	1	1	Pomiar 2 napięcia wewnętrznego nie powiódł się	
0	0	1	0	1	1	0	0	Pomiar 3 napięcia wewnętrznego nie powiódł się	
Wyjście analogowe									
0	1	0	0	0	1	1	0	Pomiar zwrotny wyjścia analogowego poza zakresem tolerancji	Sprawdzić podłączenia
0	0	1	0	1	1	1	1	Pomiar monitorowania wyjścia analogowego nie powiódł się	
Bezpotencjałowe przełączniki półprzewodnikowe / przełączniki Hex									
0	0	1	1	0	0	0	0	Pomiar monitorowania bezpotencjałowych przełączników półprzewodnikowych nie powiódł się	Sprawdzić podłączenia
0	0	0	0	1	0	1	1	Przełączniki Hex nie działają prawidłowo	Sprawdzić przełączniki Hex
Temperatura									
0	0	1	1	1	1	0	0	Temperatura poza wytycznymi specyfikacji	Sprawdzić temperaturę otoczenia i głowicy pomiarowej
0	0	1	0	1	1	0	1	Pomiar 1 temperatury nie powiódł się	
0	0	1	0	1	1	1	0	Pomiar 2 temperatury nie powiódł się	
Zapis danych									
0	0	1	1	1	0	0	1	Błąd podczas zapisu danych	Nie są wymagane żadne działania
0	0	1	1	1	0	1	0	Błąd podczas zapisu danych	
W przypadku wszystkich pozostałych kodów usterek należy skontaktować się z producentem.									

7.7 Configuration Safe State

Użytkownik może ustawić czujnik na tryb konfiguracji zgodnie z opisem w instrukcji obsługi. Czujnika w trybie konfiguracji nie można uznać za bezpieczny. Dopiero po zapisaniu konfiguracji i przejściu czujnika do trybu normalnej pracy funkcje bezpieczeństwa działają zgodnie ze specyfikacją. Sygnał pomiarowy zostaje ponownie zwalidowany dopiero po opuszczeniu trybu Configuration Safe i spełnia wymagania funkcji bezpieczeństwa.

7.8 Opis kategorii awarii

W celu oceny zachowania się układu monitorowania drgań w przypadku awarii uwzględniono następujące definicje awarii urządzenia:

- Fail-Safe State
Na stan usterki urządzenie reaguje przejściem do stanu bezpiecznego. (fail safe state)
- Safe Failure ($\lambda_{sd} + \lambda_{su}$)
Awaria bezpieczna (S) ma miejsce, gdy system pomiarowy przechodzi w zdefiniowany stan bezpieczny lub tryb usterki bez żądania ze strony procesu.
- Dangerous Failure ($\lambda_{dd} + \lambda_{du}$)
Awaria niebezpieczna (D) ma miejsce zasadniczo wtedy, gdy system pomiarowy zostaje wprowadzony w stan niebezpieczny lub niezdolny do działania.
- Dangerous Detected Failure (λ_{dd})
Wykryta awaria niebezpieczna (dangerous detected failure) ma miejsce, gdy system pomiarowy przechodzi w zdefiniowany stan bezpieczny lub tryb usterki w przypadku żądania ze strony procesu.
- Dangerous Undetected Failure (λ_{du}):
Niewykryta awaria niebezpieczna (dangerous undetected failure) ma miejsce, gdy system pomiarowy w przypadku żądania ze strony procesu nie przechodzi ani w zdefiniowany stan bezpieczny, ani w tryb usterki.
- Definicja trybu usterki:
Tryb usterki odpowiada stanowi alarmowemu przełączników półprzewodnikowych.

8 Wykluczenia usterki

1. Wielobiegunowe złącze wtykowe zostało wybrane zgodnie z normą ISO 13849-2 (tabela D.7) w celu wykluczenia zwarcia między dowolnymi dwoma sąsiednimi kołkami wtyku.

9 Przegląd obszarów zastosowania

Kodowanie		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
Przylącze	wtyk M12	x		x			
	Zintegrowany przewód		x		x	x	x
Temperatura głowicy pomiarowej T_M	$-40^{\circ}\text{C} \leq T_M \leq 85^{\circ}\text{C}$	x		x		x	
Temperatura otoczenia T_A	$-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 60^{\circ}\text{C}$						
Ograniczenie obszaru zastosowania cULus: $-30^{\circ}\text{C} \leq T_M \leq 80^{\circ}\text{C}$ $-30^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 60^{\circ}\text{C}$	$-35^{\circ}\text{C} \leq T_M \leq 125^{\circ}\text{C}$ $-35^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 60^{\circ}\text{C}$		x		x		
	$-20^{\circ}\text{C} \leq T_M \leq 125^{\circ}\text{C}$ $-20^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 60^{\circ}\text{C}$						x

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

Ex strefa 2 i 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		

Ex strefa 1 i 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 Przykłady tabliczek znamionowych

Wariant 1 - HE200.00.xx.xx.xx.xx.xxx

HE HAUBER ELEKTRONIK Type: HE20x.00.xx.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 SIL2 PL-d	IEC CE	cUL US 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	

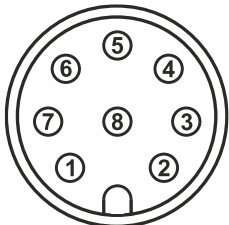
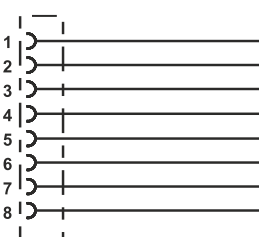
Wariant 2 - HE200.02.xx.xx.xx.xx.xxx

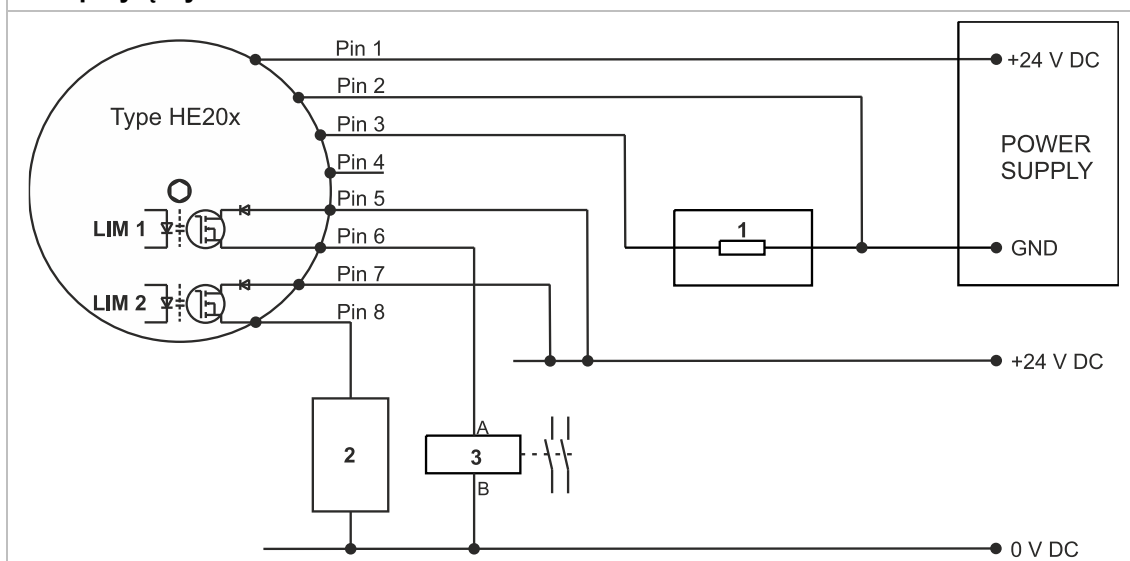
HE HAUBER ELEKTRONIK Type: HE20x.01.xx.xx.xx.xx.xxx Item-no.: 12345 Ver.: 2.0 Serial-no.: 123456 / 2025 Measuring range: 0...xxx mm/s, x-rms Frequency range: xx...xxxx Hz -xx °C ≤ T-amb ≤ +xx °C	MADE IN GERMANY SIL2 PL-d	IECEx CE 0539	Ex 2 D Ex db BC T4 Gb 2 D Ex db BC T135°C Db UL 20 ATEX 2421X IECEx ULD 20.0022X UL-BR 21.1250X UL22UKEX478X	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	

Wariant 3 - HE200.01.xx.xx.xx.xx.xxx

HE HAUBER ELEKTRONIK Type: HE20x.02.xx.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 SIL2 PL-d	IECEx CE 0539	Ex 2 D Ex db BC T4 Gb 2 D Ex db BC T135°C Db UL 21 ATEX 2570X IECEx ULD 20.0022X UL-BR 21.1250X UL22UKEX480X	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 Przyłącza

Wariant:	wtyk M12		
	Styk 1:	24 V DC	
	Styk 2:	GND	
	Styk 3:	sygnał wyjściowy 4 ... 20 mA	
	Styk 4:	NC (niepodłączony)	
	Styk 5:	Bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy 1 +	
	Styk 6:	Bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy 1 -	
	Styk 7:	Bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy 2 +	
	Styk 8:	Bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy 2 -	
Wariant:	Zintegrowany przewód		
	Styk 1:	biały	24 V DC
	Styk 2:	brązowy	GND
	Styk 3:	zielony	sygnał wyjściowy 4 ... 20 mA
	Styk 4:	żółty	NC (niepodłączony)
	Styk 5:	szary	Bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy 1 +
	Styk 6:	różowy	Bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy 1 -
	Styk 7:	niebieski	Bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy 2 +
	Styk 8:	czerwony	Bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy 2 -

Plan przyłączy:*Rys. 1: Plan przyłączy*

- LIM 1 Bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy 1 (jednokierunkowy, styk 5: + , styk 6: -)
- LIM 2 Bezpotencjałowy przełącznik półprzewodnikowy 2 (jednokierunkowy, styk 7: + , styk 8: -)
- 1 Wejście analogowe (4-20mA) jednostki analizującej (np. sterownik bezpieczeństwa, PLC, ...)
- 2 Przykład zastosowania: wejście cyfrowe (I/O) sterownika bezpieczeństwa
- 3 Przykład zastosowania: przekaźnik bezpieczeństwa



Bezpotencjałowe przełączniki półprzewodnikowe LIM 1 i LM 2 w stanie alarmu lub stanie bezprądowym można zablokować („otwarte”).



Jeśli wyjście prądowe nie będzie potrzebne, styk 3 trzeba połączyć z masą.

12 Montaż i instalacja

Należy przestrzegać wskazówek dotyczących montażu i instalacji zawartych w instrukcji obsługi. Wartości graniczne należy ustawić w taki sposób, aby funkcja bezpieczeństwa została wyzwolona, zanim dojdzie do uszkodzenia urządzenia.

W celu zapewnienia bezpiecznej pracy czujnik musi być zasilany z zasilacza SELV.

13 Opis działania



W atmosferze wybuchowej układ monitorowania drgań HE200 wolno otwierać tylko, gdy nie jest pod napięciem.

W przypadku typu HE200 są dwie wartości graniczne Lim1 i LIM2 oraz przynależne czasy opóźnienia, które można ustawiać osobno. W przypadku przekroczenia ustawionej wartości granicznej i po upływie ustawionego czasu opóźnienia otwierany jest odpowiedni bezpotencjałowy jednokierunkowy przełącznik półprzewodnikowy. Można to wykorzystać do wygenerowania alarmu wstępnego i alarmu głównego.

Późniejszy spadek poniżej wartości granicznej sygnalizowany jest również na bezpotencjałowych jednokierunkowych przełącznikach półprzewodnikowych 1 i 2, tzn. odpowiedni przełącznik półprzewodnikowy zamyka się automatycznie.

Ponadto typ HE200 posiada analogowe wyjście prądowe. Podawany jest na nie prąd stały o natężeniu 4...20 mA proporcjonalny do wielkości drgań.

13.1 Stany robocze

Stan roboczy	Wartość pomiarowa	Przełącznik półprzewodnikowy	Diody LED stanu	Kręgi diod LED
OK	≤ wartości granicznej	zamknięte	zielony	Przejęte ustawienie (stałe włączone)
WARNING	> wartości granicznej, czas opóźnienia bieżący	zamknięte	zielona + żółta	Przejęte ustawienie (stałe włączone)
ALARM	> wartości granicznej, czas opóźnienia upłynął	otwarte	czerwony	Przejęte ustawienie (stałe włączone)
Fail Safe State	0 mA	otwarte	czerwona + żółta + zielona	Kody zdarzeń i usterek (stałe włączone)
Tryb konfiguracji (Config Safe State)	0 mA	niezdefiniowane	niezdefiniowane	ustawienie nieprzejęte (migające)
Bez napięcia	0 mA	otwarte	wszystkie diody LED są wyłączone	wszystkie diody LED są wyłączone

Tab. 4: Stany robocze

13.2 Tryb konfiguracji (ustawianie alarmów i wartości granicznych)



Gdy czujnik jest w trybie konfiguracji, funkcje bezpieczeństwa są wyłączone.

Krótkie naciśnięcie przycisku „Save Config” powoduje wizualizację aktualnej konfiguracji za pomocą diod LED wokół przełączników HEX.

Wartości graniczne i czasy opóźnienia ustawiane są za pomocą odpowiedniego przełącznika HEX. Gdy tylko zmienione zostanie położenie przełącznika, wszystkie diody LED zaczynają migać. Aby zapisać konfigurację, **nacisnąć i przytrzymać przycisk „Safe Config” przez trzy sekundy..** Przyjęcie konfiguracji sygnalizowane jest ciągłym świeceniem diod LED w wybranej pozycji przełączników HEX.

Przyjęcie konfiguracji jest możliwe tylko w przypadku, gdy $LIM1 \leq LIM2$.

Po upływie pięciu minut diody LED automatycznie gasną.

13.3 Wartości graniczne i czasy opóźnienia

Przełącznik obrotowy SET ma 16 pozycji reprezentujących wartości graniczne alarmu. Zakres pomiarowy układu monitorowania drgań podzielony jest na 16 rosnących liniowo stopni.

Zastosowanie ma formuła: $Grenzwert = \frac{\text{Messbereich Obergrenze}}{16} \times \text{SET Position}$

Przykład: Ustawienie wartości granicznej

Zakres pomiarowy: 0 ... 32 mm/s

Poz. przełącznika obro- 8 (9)
towego SET:

Wartość graniczna: 16 mm/s (18 mm/s)

Pozycja SET ↓	Wartości graniczne (mm/s)								
Zakres pomi- arowy →	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: Wartości graniczne prędkości drgań

Pozycja SET ↓	Wartości graniczne (g)					
Zakres pomiarowy →	0..1 g	0..2 g	0..4 g	0..6 g	0..8 g	0..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: Wartości graniczne przyspieszeń drgań

Czasy opóźnień

Pozycja TIME	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Czas opóźnień (w sekundach)	0	1	2	3	4	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	25	30	45	60

Tab. 7: Czasy opóźnień

14**Zachowanie podczas pracy i w przypadku wystąpienia usterek**

Podczas pracy nie należy zmieniać ustawień elementów nastawczych ani parametrów urządzenia. W przypadku zmiany ustawień elementów nastawczych lub parametrów urządzenia podczas pracy użytkownik musi zapewnić bezpieczeństwo urządzenia! Występujące usterki opisano w tabeli usterek w instrukcji obsługi. W przypadku stwierdzenia usterek należy wyłączyć cały układ monitorowania drgań i zapewnić bezpieczeństwo procesu za pomocą innych środków. Wymiana układu monitorowania drgań została opisana w instrukcji obsługi.

15 Samodzielna diagnoza i powtórne kontrole

Czujnik wyposażony jest w zestaw funkcji autodiagnostycznych. Dzieli się one na 2 kategorie:

1. Diagnostyka rozruchowa:

Testy te są przeprowadzane wyłącznie w początkowej fazie rozruchu czujnika. Testowane są tu między innymi ścieżki krytyczne dla sprzętu, których nie można wyłączyć podczas pracy. Jednym z tych krytycznych testów jest diagnostyka wyjść przełączających dla alarmu wstępnego i głównego. Aby zapewnić funkcjonalność wyjść przełączających przez cały okres użytkowania produktu, użytkownik urządzenia musi raz w roku upewnić się, że układ monitorowania drgań przeprowadza cykl zasilania.

2. Monitorowanie cykliczne:

Monitorowanie cykliczne przebiega całkowicie automatycznie i gwarantuje, że wszystkie testy zapewniające pokrycie diagnostyczne >90% zostaną przeprowadzone i ocenione w ciągu 12 godzin.

16 Okres użytkowania

Okres użytkowania systemu pomiarowego wynosi 10 lat.

17 Wskaźniki bezpieczeństwa technicznego

Kategoria awarii	Wskaźnik częstości awarii (FIT)
$\Sigma \lambda$ suma bezpiecznych / intensywność wykrytych awarii bezpiecznych (λ_{SD})	600
$\Sigma \lambda$ suma niebezpiecznych / intensywność wykrytych awarii niebezpiecznych (λ_{DD})	350
$\Sigma \lambda$ sumaryczna intensywność awarii niezwiązanych z żadnym elementem	80
$\Sigma \lambda$ suma wszystkich typów awarii	1030
$\Sigma \lambda$ suma wykrytych niebezpiecznych / intensywność wykrytych awarii niebezpiecznych (λ_{DD})	350
$\Sigma \lambda$ suma niewykrytych niebezpiecznych / intensywność niewykrytych awarii niebezpiecznych (λ_{DU})	15

SFF (typ B) SF	93,24%
SIL	2
Poziom zapewnienia bezpieczeństwa	D
Kategoria	2
PFD	$9,2463 \cdot 10^{-4}$
PFH	$< 2 \cdot 10^{-7}$ 1/h przy średniej oczekiwanej częstości wywołań mniejszej niż 25 razy w roku
Pokrycie diagnostyczne	>90%

Tab. 8: Wskaźniki awaryjności

MTTF	984898 h = 112,43 lat
DC_{avg}	>90% pokrycia diagnostycznego
$MTTF_d$	2889526h = 329,85 lat = HIGH
CCF	95 (spełnione)
Czas reakcji	200 ms

Tab. 9: Wskaźniki bezpieczeństwa technicznego wg ISO 13849-1

18 Deklaracja zgodności UE

Deklaracja zgodności

HAUBER-Elektronik GmbH
Fabrikstraße 6
D-72622 Nürtingen

oświadcza na własną odpowiedzialność, że określone poniżej produkty, które obejmuje niniejsza deklaracja, spełniają podstawowe wymagania w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia zawarte w podanych poniżej dyrektywach i normach.

Linie produktów

HE200, HE205

Załącznik ATEX

UL International Demko A/S zaświadcza jako **Jednostka Notyfikowana nr 0539** zgodnie z dyrektywą Rady Wspólnot Europejskich z dnia 26 lutego 2014 r. (2014/34/UE), że producent stosuje w produkcji system zapewnienia jakości zgodny z wymogami określonymi w **załączniku IV** do tej dyrektywy.

Umieszczone oznaczenie CE

CE 0539

Dyrektywy i normy

Dyrektywa UE	Normy
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>Uzupełniająco:</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

Oznaczenia i certyfikaty

HE200.02 / HE205.02

Oznaczenie	Certyfikat
 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

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

Podpis

Nürtingen, **04.12.2025**

Miejscowość i data



Tobias Bronkal, właściciel zarządzający