

Manual de seguridad

VEGASWING 61, 63

NAMUR

Con calificación SIL



Document ID: 52084



VEGA

Índice

1 Idioma del documento.....	3
2 Alcance	4
2.1 Versión del dispositivo.....	4
2.2 Rango de aplicación.....	4
2.3 Conformidad SIL	4
3 Planificación.....	5
3.1 Función de seguridad.....	5
3.2 Estado seguro	5
3.3 Condiciones previas para la operación	5
4 Números característicos de seguridad técnica.....	6
4.1 Parámetro según la norma IEC 61508.....	6
4.2 Números característicos según ISO 13849-1	6
4.3 Informaciones complementarias	7
5 Puesta en marcha	9
5.1 Informaciones generales	9
5.2 Instrucciones de ajuste	9
6 Diagnóstico y Servicio	10
6.1 Comportamiento en caso de fallo.....	10
6.2 Reparación.....	10
7 Prueba periódica.....	11
7.1 Informaciones generales	11
7.2 Prueba 1 - sin llenado/vacío o desmontaje del sensor	11
7.3 Prueba 2 - con llenado/vacío o desmontaje del sensor	11
8 Anexo A - Protocolo de comprobación.....	13
9 Anexo B - Definiciones de conceptos.....	14
10 Anexo C - Conformidad SIL.....	15

1 Idioma del documento

DE	Das vorliegende <i>Safety Manual</i> für Funktionale Sicherheit ist verfügbar in den Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch und Russisch.
EN	The current <i>Safety Manual</i> for Functional Safety is available in German, English, French and Russian language.
FR	Le présent <i>Safety Manual</i> de sécurité fonctionnelle est disponible dans les langues suivantes: allemand, anglais, français et russe.
RU	Данное руководство по функциональной безопасности <i>Safety Manual</i> имеется на немецком, английском, французском и русском языках.

2 Alcance

2.1 Versión del dispositivo

Este manual de seguridad es válido para los sensores de nivel

VEGASWING 61 con calificación SIL

VEGASWING 63 con calificación SIL

Módulo electrónico:

- NAMUR (IEC 60947-5-6)

2.2 Rango de aplicación

El convertidor de medición puede emplearse para la detección de nivel en líquidos en un sistema relacionado con la seguridad según IEC 61508 en los modos de funcionamiento *low demand mode* o *high demand mode*:

- Hasta SIL2 en arquitectura de un solo canal
- Hasta SIL3 en arquitectura de canales múltiples (adecuación sistemática SC3)

Para la salida de los valores de medición se puede emplear la interfaz siguiente:

- Salida de corriente NAMUR 1,2/2,1 mA

2.3 Conformidad SIL

La conformidad con SIL ha sido evaluada independientemente por *exida* Certification LLC conforme a IEC 61508. ¹⁾

¹⁾ Documentos de verificación véase anexo.

3 Planificación

3.1 Función de seguridad

Función de seguridad

Para el control de un límite de nivel, el sensor detecta un nivel límite determinado por el lugar de montaje a través de los estados " *Elemento vibratorio descubierto*" o " *Elemento vibratorio cubierto*".

El estado detectado se indica en la salida con " *Corriente < 1,2 mA*" o " *Corriente > 2,1 mA*".

3.2 Estado seguro

Estado seguro

El estado seguro de la señal de salida es independiente del modo de operación ajustado en el sensor.

Modo de operación	Protección contra sobrellenado (Modo de operación máx.)	Protección contra marcha en seco (Modo de operación min.)
Elemento vibratorio	cubierto	descubierto
Corriente de salida	0,4 ... 1 mA	0,4 ... 1 mA

Sñales de fallo en caso de fallo de funcionamiento

Posibles corrientes de fallo:

- < 1 mA ("fail low")
- > 6,5 mA ("fail high")

3.3 Condiciones previas para la operación

Instrucciones y restricciones

- Hay que prestar atención a un empleo del sistema de medición adecuado a la aplicación, teniendo en consideración la presión, temperatura, densidad y las propiedades químicas del producto. Hay que mantener los límites específicos de la aplicación.
- Las especificaciones según los datos del manual de instrucciones, especialmente la carga de corriente de los circuitos de salida, tienen que mantenerse dentro de los límites mencionados.
- Con un empleo como protección contra a marcha en seco hay que evitar que el producto se adhiera en el sistema vibratorio (posiblemente se requieran intervalos menores de comprobación)
- Hay que atender las instrucciones en el capítulo " *Parámetro de seguridad técnica*", capítulo " *Informaciones complementarias*"
- Todos los componentes de la cadena de medición tienen que corresponder con el " *Safety Integrity Level (SIL)*" previsto

4 Números característicos de seguridad técnica

4.1 Parámetro según la norma IEC 61508

Parámetro	Valor
Safety Integrity Level	SIL2 en arquitectura de un solo canal SIL2 en arquitectura de múltiples canales ²⁾
Tolerancia de error de hardware	HFT = 0
Tipo de instrumento	Tipo A
Modo de operación	Low demand mode, High demand mode
SFF	> 60 %
MTBF = MTTF + MTTR ³⁾	3,76 x 10 ⁵ h (429 años)
Tiempo de respuesta en caso de error ⁴⁾	< 1,5 s

Tasa de fallo

λ_s	λ_{DD}	λ_{DU}	λ_H	λ_L	λ_{AD}	λ_{AU}
126 FIT	0 FIT	45 FIT	9 FIT	9 FIT	0 FIT	5 FIT

PFD _{AVG}	0,038 x 10 ⁻²	(T1 = 1 Año)
PFD _{AVG}	0,108 x 10 ⁻²	(T1 = 5 años)
PFD _{AVG}	0,197 x 10 ⁻²	(T1 = 10 años)
PFH _D	0,045 x 10 ⁻⁶ 1/h	

Cobertura para el control periódico (PTC)

Tipo de prueba ⁵⁾	Tasa de fallo residual de fallos desconocidos peligrosos	PTC
Control 1	22 FIT	52 %
Control 2	2 FIT	97 %

4.2 Números característicos según ISO 13849-1

Derivado de los indicadores técnicos de seguridad, según la norma ISO 13849-1 (Seguridad de Máquinas) resultan los indicadores siguientes: ⁶⁾

Parámetro	Valor
MTTFd	1812 años
DC	29 %

²⁾ Redundancia homogénea posible.

³⁾ Incluso errores fuera de la función de seguridad

⁴⁾ Tiempo entre la ocurrencia del evento y la salida de la señal de fallo.

⁵⁾ Véase capítulo "Control periódico".

⁶⁾ La norma ISO 13849-1 no formaba parte de la certificación del equipo.

Parámetro	Valor
PFH _D	4,50 x 10 ⁻⁸ 1/h

4.3 Informaciones complementarias

Determinación de las tasas de fallo

Las tasas de fallo del aparato han sido determinadas por medio de un FMEDA conforme a IEC 61508. Los cálculos están basados en tasas de fallo de los elementos constructivos conforme a **SN 29500**.

Todos los valores numéricos se refieren a una temperatura ambiente promedio 40 °C (104 °F) durante el tiempo de funcionamiento. Para temperaturas mayores deben corregirse los valores.

- Temperatura de operación continua > 50 °C (122 °F) por el factor 1,3
- Temperatura de operación continua > 60 °C (140 °F) por el factor 2,5

Se aplican factores similares, si se esperan variaciones de temperatura frecuentes.

Suposiciones de la FMEDA

- Las tasas de fallo son constantes. Al mismo tiempo hay que atender la vida útil aprovechable según la norma IEC 61508-2.
- No se consideran fallos múltiples
- No se considera el desgaste mecánico de piezas
- No se incluyen los índices de fallo de fuentes de corriente externas
- Las condiciones ambientales corresponden a un ambiente industrial normal

Cálculo de PFD_{AVG}

Los valores nombrados anteriormente para PFD_{AVG} fueron calculados para una arquitectura 1oo1 de la forma siguiente:

$$PFD_{AVG} = \frac{PTC \times \lambda_{DU} \times T1}{2} + \lambda_{DD} \times MTTR + \frac{(1 - PTC) \times \lambda_{DU} \times LT}{2}$$

Parámetros empleados:

- T1 = Proof Test Interval
- PTC = 90 %
- LT = 10 años
- MTTR = 24 h

Restricciones relativas a la configuración de la unidad de evaluación

Una unidad de control y evaluación conectada a continuación tiene que tener las propiedades siguientes:

- Las señales de fallo del sistema de medición son evaluadas conforme al principio de corriente de reposo
- Las señales "fail low" y "fail high" son interpretadas como fallo a raíz del cual tiene que adoptarse el estado seguro.

¡En caso contrario hay que asignar a las cuotas correspondientes de tasas de fallo a los fallos peligrosos y recalcular los valores mencionados en el capítulo " *Parámetros de seguridad técnica* "!

Arquitectura de canales múltiples

A causa de la adecuación sistemática SC3 ese instrumento se puede usar en sistemas de canales múltiples hasta SIL3 incluso con redundancia homogénea.

Hay que calcular los parámetros de seguridad técnica de forma especial para la estructura seleccionada de la cadena de medición mediante las tasas de fallo especificadas. Aquí hay que considerar un factor Common Cause adecuado (CCF) (véase IEC 61508-6, Anexo D).

5 Puesta en marcha

5.1 Informaciones generales

Montaje e instalación

Hay que atender las instrucciones de montaje e instalación de la instrucción de servicio.

La puesta en marcha tiene que ejecutarse bajo condiciones de proceso.

5.2 Instrucciones de ajuste

Elementos de configuración

Los elementos de mando tienen que ser ajustados en correspondencia con la función de seguridad prevista:

- Interruptor deslizante para la conmutación del modo de operación (mín./máx.)
- Interruptor deslizante para la conmutación de la sensibilidad

La función de los elementos de manejo se describe en la instrucción de servicio.

Hay que observar lo siguiente:



¡Durante el proceso de ajuste hay que considerar la función de seguridad como insegura!

En caso necesario hay que tomar medidas, para mantener la función de seguridad.



¡En relación con el retardo de conexión hay que tener en cuenta, que la suma de todos los retardos de conexión desde el transductor hasta el actor esté adaptada al tiempo de seguridad de proceso!



Hay que proteger el instrumento contra un ajuste indeseado o no autorizado.

6 Diagnóstico y Servicio

6.1 Comportamiento en caso de fallo

Diagnósticos internos

El aparato es vigilado constantemente por un sistema de diagnóstico interno. Si se detecta un fallo de funcionamiento, entonces las correspondientes señales de salida cambian al estado seguro (ver sección "Estado seguro").

El tiempo de reacción del fallo se indica en el capítulo "Números característicos de seguridad técnica".



En caso de que se constate un fallo hay que poner fuera de servicio la totalidad del sistema de medición y hay que mantener el proceso en estado seguro por medio de otras medidas.

Hay que dar cuenta al fabricante si se presentara un fallo peligroso no detectado (incluyendo una descripción del fallo).

6.2 Reparación

Cambio de la electrónica

El modo de procedimiento se describe en el manual de instrucciones. Hay que tener en cuenta las indicaciones para la puesta en marcha.

7 Prueba periódica

7.1 Informaciones generales

Objetivo

Para detectar posibles fallos peligrosos desconocidos, hay que comprobar la función de seguridad a intervalos de tiempo adecuados mediante un control repetitivo. La selección del tipo de control es responsabilidad del usuario. Los intervalos de tiempo se rigen por el PFD_{AVG} ocupado (véase capítulo " *Parámetros de seguridad técnica* "). Para la documentación de esta comprobación se puede usar el protocolo de comprobación en el anexo.

Si una de las prueba de funcionamiento transcurre negativamente, hay que desactivar el sistema de medición completo, manteniendo el proceso en estado seguro mediante otras medidas.

En una arquitectura de canales múltiples esto se aplica de forma individual para cada canal.

Preparación

- Determinar la función de seguridad (modo, puntos de conmutación)
- En caso necesario quitar el equipo de la cadena de seguridad y mantener la función de seguridad de otro modo

Estado inseguro del equipo



Advertencia:

Durante el control de funcionamiento hay que considerar insegura la función de seguridad. Hay que tener en cuenta, que el control de funcionamiento afecta los equipos conectados a continuación.

En caso necesario hay que tomar medidas, para mantener la función de seguridad.

Después de terminar el control de funcionamiento hay que restaurar el estado especificado para la función de seguridad.

7.2 Prueba 1 - sin llenado/vacío o desmontaje del sensor

Condiciones

- El aparato puede permanecer montado
- La señal de salida se corresponde con el nivel de llenado (elemento vibratorio cubierto o descubierto)

Secuencia

1. Llevar a cabo un reinicio (accionar la tecla de prueba en sensor o en el controlador o desconectar y volver a conectar el aparato)
2. Accionar el interruptor mín./máx. en el sensor

Resultado esperado

Con respecto a 1: La señal de salida se corresponde con el nivel
 Con respecto a 2: La señal de salida cambia el estado

Grado de cobertura del control

Véase *Números característicos de seguridad técnica*

7.3 Prueba 2 - con llenado/vacío o desmontaje del sensor

Condiciones

- **Alternativa 1:** El instrumento permanece en estado montado y existe la posibilidad de realizar un cambio de los estados "

Elemento vibratorio descubierto"/" Elemento vibratorio cubierto" mediante el llenado o vaciado hasta el punto de conmutación

- **Alternativa 2:** El instrumento se desmonta y existe la posibilidad de realizar un cambio de los estados "*Elemento vibratorio descubierto"/" Elemento vibratorio cubierto"* mediante la inmersión en el producto original
- La señal de salida se corresponde con el nivel de llenado (elemento vibratorio cubierto o descubierto)

Secuencia

Llenado o vaciado hasta el punto de conmutación o inmersión en el producto original y evaluar el estado de conmutación correspondiente mediante medición de la corriente

Resultado esperado

El valor de corriente de la señal de salida se corresponde con el nivel modificado (0,4 ... 1,0 mA ó 2,2 ... 6,5 mA)

Grado de cobertura del control

Véase *Números característicos de seguridad técnica*

8 Anexo A - Protocolo de comprobación

Identificación	
Empresa/Controlador	
TAG Instalación/equipo	
Punto de medición TAG	
Tipo de equipo/Código de pedido	
Número de serie del instrumento	
Fecha puesta en marcha	
Fecha último control de funcionamiento	

Causa del control		Alcance del control	
(...)	Puesta en marcha	(...)	sin llenado o desmontaje del sensor
(...)	Prueba periódica	(...)	con llenado o desmontaje del sensor

Modo de operación		Sensibilidad	
(...)	Protección contra sobrellenado	(...)	≥ 0,7 g/cm ³ (0.025 lbs/in ³)
(...)	Protección contra marcha en seco	(...)	≥ 0,5 g/cm ³ (0.018 lbs/in ³)

Resultado del control

Paso de prueba	Nivel	Valor de medición esperado	Valor real	Resultado del control

Confirmación	
Fecha:	Firma:

9 Anexo B - Definiciones de conceptos

Abreviaturas

SIL	Safety Integrity Level (SIL1, SIL2, SIL3, SIL4)
SC	Systematic Capability (SC1, SC2, SC3, SC4)
HFT	Hardware Fault Tolerance
SFF	Safe Failure Fraction
PFD_{AVG}	Average Probability of dangerous Failure on Demand
PFH_D	Average frequency of a dangerous failure per hour (Ed.2)
FMEDA	Failure Mode, Effects and Diagnostics Analysis
FIT	Failure In Time (1 FIT = 1 failure/10 ⁹ h)
λ_{SD}	Rate for safe detected failure
λ_{SU}	Rate for safe undetected failure
λ_S	$\lambda_S = \lambda_{SD} + \lambda_{SU}$
λ_{DD}	Rate for dangerous detected failure
λ_{DU}	Rate for dangerous undetected failure
λ_H	Rate for failure, who causes a high output current (> 21 mA)
λ_L	Rate for failure, who causes a low output current (≤ 3.6 mA)
λ_{AD}	Rate for diagnostic failure (detected)
λ_{AU}	Rate for diagnostic failure (undetected)
DC	Diagnostic Coverage
PTC	Proof Test Coverage (Diagnostic coverage for manual proof tests)
T1	Proof Test Interval
LT	Useful Life Time
MTBF	Mean Time Between Failure = MTTF + MTTR
MTTF	Mean Time To Failure
MTTR	IEC 61508, Ed1: Mean Time To Repair IEC 61508, Ed2: Mean Time To Restoration
$MTTF_d$	Mean Time To dangerous Failure (ISO 13849-1)

10 Anexo C - Conformidad SIL

SIL Declaration of conformity

Functional safety according to IEC 61508 / IEC 61511 / NE130

Vibrating level switch

VEGASWING 61, 63

NAMUR

VEGA Grieshaber KG hereby declares, in sole responsibility, that the instruments can be used for level detection of liquids in a safety-related system according to IEC 61508:

- Up to SIL2 / HFT=0 in a single-channel architecture
- Up to SIL3 / HFT=1 in a multiple-channel architecture

Level of Integrity to:

- Systematic Capability: SC3 (SIL3 capable)
- Random Capability: Type A Element

Safety-related characteristics ¹⁾

λ_s	λ_{DD}	λ_{DU}	λ_H	λ_L	SFF	PFD _{AVG} ²⁾	PTC1	PTC2
126 FIT	0 FIT	45 FIT	9 FIT	9 FIT	76%	$0,038 \times 10^{-2}$	52%	97%

¹⁾ independently evaluated by exida as per IEC 61508-2:2010

²⁾ calculated with T1= 1 year and PTC=90%

This declaration of conformity applies only in connection with the valid operating and safety instructions manuals from VEGA.

VEGA Grieshaber KG
 Am Hohenstein 113
 77761 Schiltach
 Germany

07.03.2016



i.V. Thomas Deck
 Entwicklung / R&D

SIL_VEGASWING 61, 63 (N)



Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis

Project:

VEGASWING 61 / 63 with oscillator SWING E60 N (Ex)
Level limit switch with two-wire NAMUR output
Applications with level limit detection in liquids (MIN / MAX detection)

Customer:

VEGA Grieshaber KG
Schiltach
Germany

Contract No.: VEGA 03/4-04

Report No.: VEGA 03/4-04 R003

Version V2, Revision R1; August 20, 2015

Stephan Aschenbrenner

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



Management summary

This report summarizes the results of the hardware assessment carried out on the VEGASWING 61 / 63 with oscillator SWING E60 N (Ex). The devices manufactured in the USA by the Ohmart / VEGA Corporation carry the same name and are identically constructed under comparable quality aspects. Table 1 gives an overview of the different configurations that exist.

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

Table 1: Overview of the considered variants

VEGASWING 61	Standard (fixed length)
VEGASWING 63	Tube version (variable length)

The different devices can be equipped with:

- Fork-variants uncoated, coated, enamels
- High temperature version with temperature separator

For safety applications only the described variants of the VEGASWING 61 / 63 with oscillator SWING E60 N (Ex) have been considered. All other possible variants and configurations are not covered by this report.

The failure modes used in this analysis are from the *exida* Electrical Component Reliability Handbook (see [N2]). The failure rates used in this analysis are the basic failure rates from the Siemens standard SN 29500 (see [N3]). This failure rate database is specified in the safety requirements specification from VEGA Grieshaber KG for the VEGASWING 61 / 63 with oscillator SWING E60 N (Ex).

The VEGASWING 61 / 63 with oscillator SWING E60 N (Ex) can be considered to be Type A¹ elements with a hardware fault tolerance of 0.

For Type A components with a SFF of 60% to < 90% a hardware fault tolerance of 0 according to table 2 of IEC 61508-2 is sufficient for SIL 2 (sub-) systems.

The qualitative analysis of the forks (see [D14]) has shown that only unspecified use of the forks or incorrect installation can lead to an unintended system reaction. All other faults lead to a safe state. Therefore a failure rate of the fork is not included in the calculation. However, the failure rates of all other parts of the sensor system have been considered.

Assuming that a connected logic solver can detect both over-range (fail high) and under-range (fail low), high and low failures can be classified as safe detected failures or dangerous detected failures depending on whether the VEGASWING 61 / 63 with oscillator SWING E60 N (Ex) are working as "high level switches" or "low level switches". For these applications the following tables show how the above stated requirements are fulfilled.

¹ Type A element: "Non-complex" element (all failure modes are well defined); for details see 7.4.4.1.2 of IEC 61508-2.



Table 2: VEGASWING 6* N (MIN detection) – failure rates per IEC 61508:2010

Failure category	SN29500 [FIT]
Fail Safe Detected (λ_{SD})	0
Fail Safe Undetected (λ_{SU})	126
Fail Dangerous Detected (λ_{DD})	18
Fail Dangerous Detected (λ_{DD}), detected by internal diagnostics	0
Fail Annunciation Detected (λ_{AD}), detected by internal diagnostics	0
Fail High (λ_H), detected by safety logic solver	9
Fail Low (λ_L), detected by safety logic solver	9
Fail Dangerous Undetected (λ_{DU})	45
Fail Annunciation Undetected (λ_{AU})	5
No effect	70
No part	2
Total failure rate of the safety function (λ_{Total})	188
Safe failure fraction (SFF) ²	77%
DC_D	29%
SIL AC ³	SIL 2

² The complete sensor subsystem will need to be evaluated to determine the overall Safe Failure Fraction. The number listed is for reference only.

³ SIL AC (architectural constraints) will need to be evaluated on sensor subsystem level. The indicated value is for reference only and means that the calculated values are within the range for hardware architectural constraints for the corresponding SIL but does not imply all related IEC 61508 requirements are fulfilled.



Table 3: VEGASWING 6° N (MAX detection) – failure rates per IEC 61508:2010

Failure category	SN29500 [FIT]
Fail Safe Detected (λ_{SD})	0
Fail Safe Undetected (λ_{SU})	126
Fail Dangerous Detected (λ_{DD})	18
Fail Dangerous Detected (λ_{dd}), detected by internal diagnostics	0
Fail Annunciation Detected (λ_{AD}), detected by internal diagnostics	0
Fail High (λ_H), detected by safety logic solver	9
Fail Low (λ_L), detected by safety logic solver	9
Fail Dangerous Undetected (λ_{DU})	43
Fail Annunciation Undetected (λ_{AU})	5
No effect	72
No part	2
Total failure rate of the safety function (λ_{Total})	187
Safe failure fraction (SFF) ⁶	77%
DC_D	29%
SIL AC ⁷	SIL 2

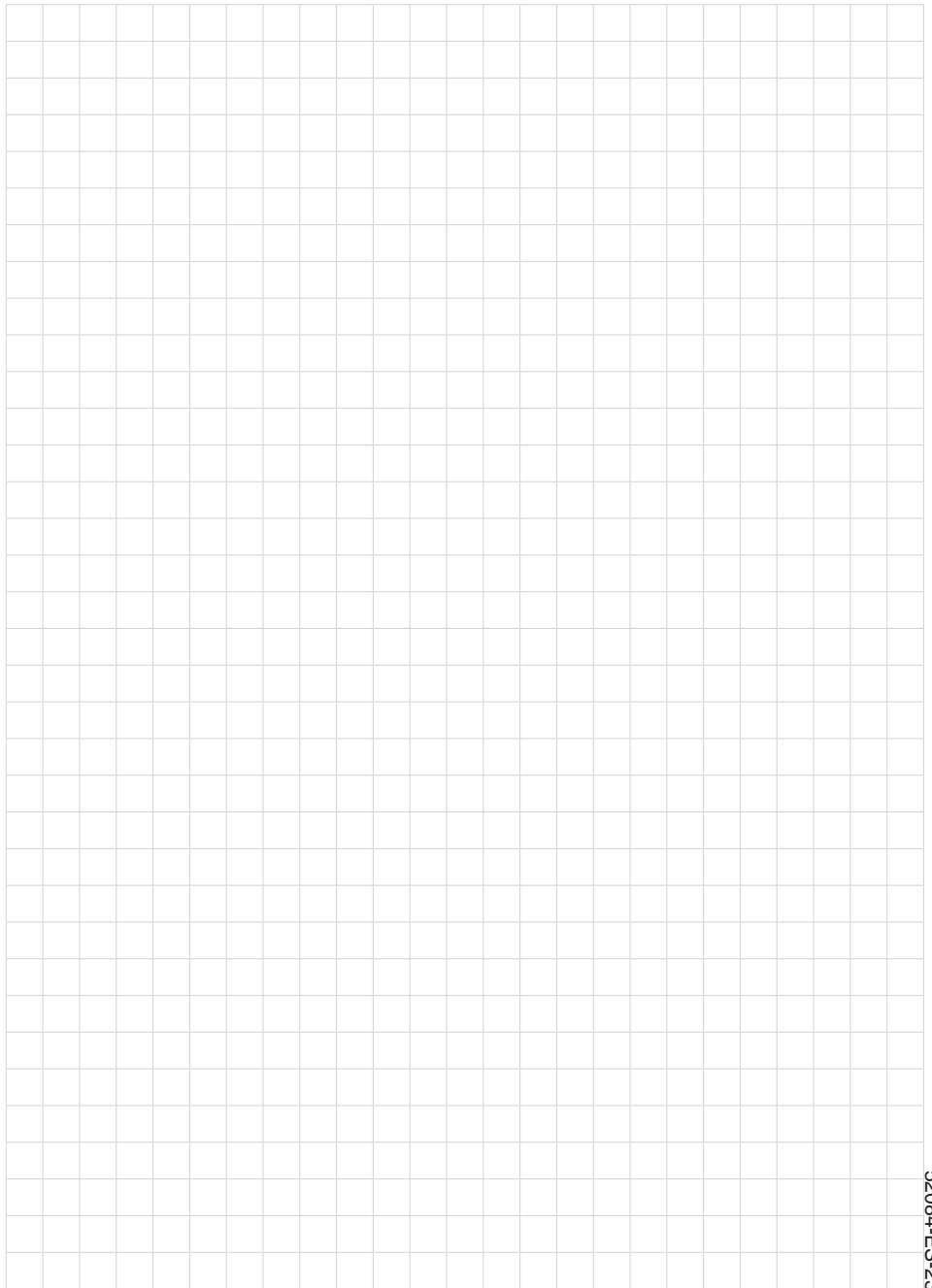
The failure rates are valid for the useful life of the VEGASWING 61 / 63 with oscillator SWING E60 N (Ex) (see Appendix A) when operating as defined in the considered scenarios.

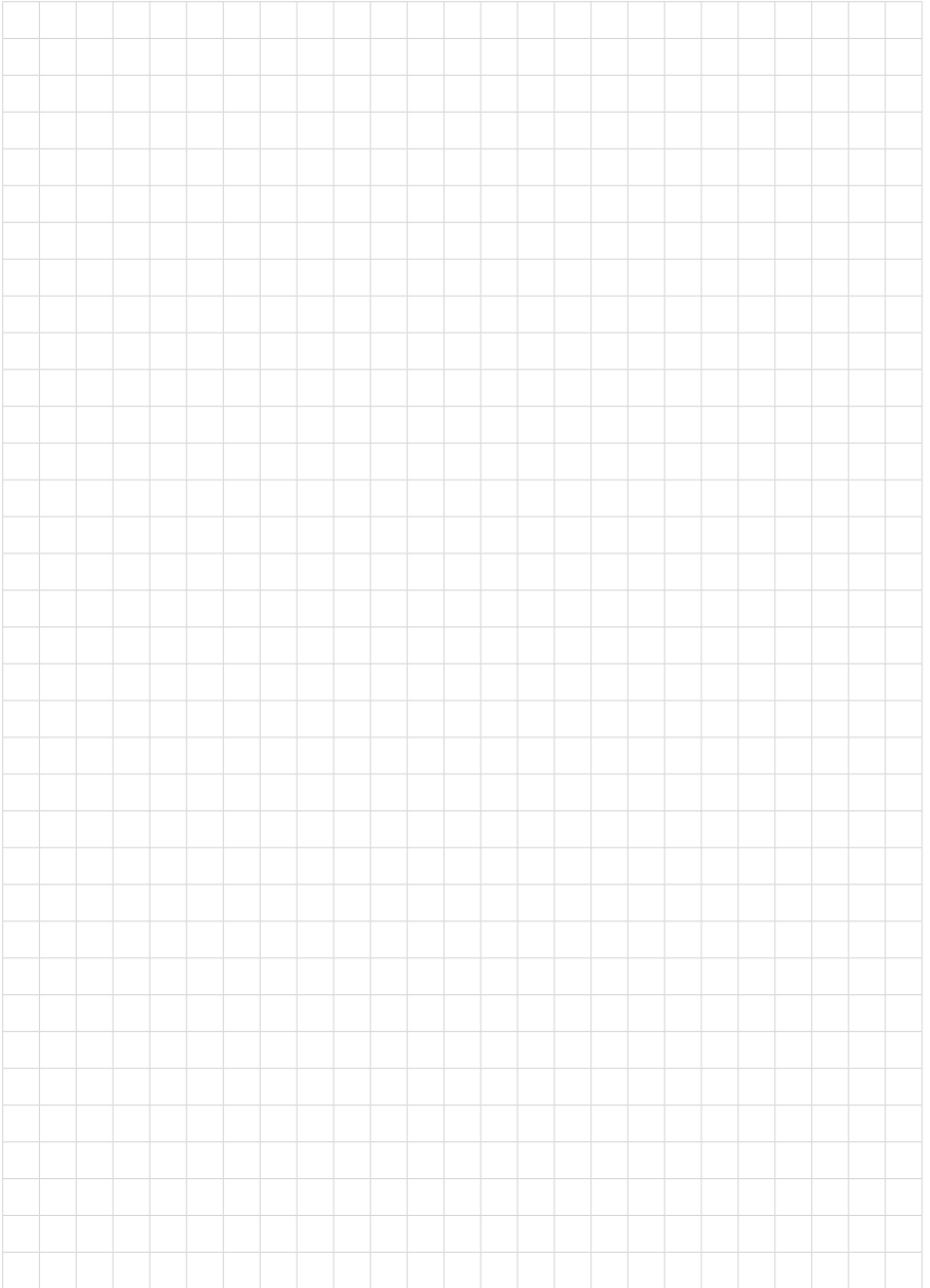
⁶ The complete sensor subsystem will need to be evaluated to determine the overall Safe Failure Fraction. The number listed is for reference only.

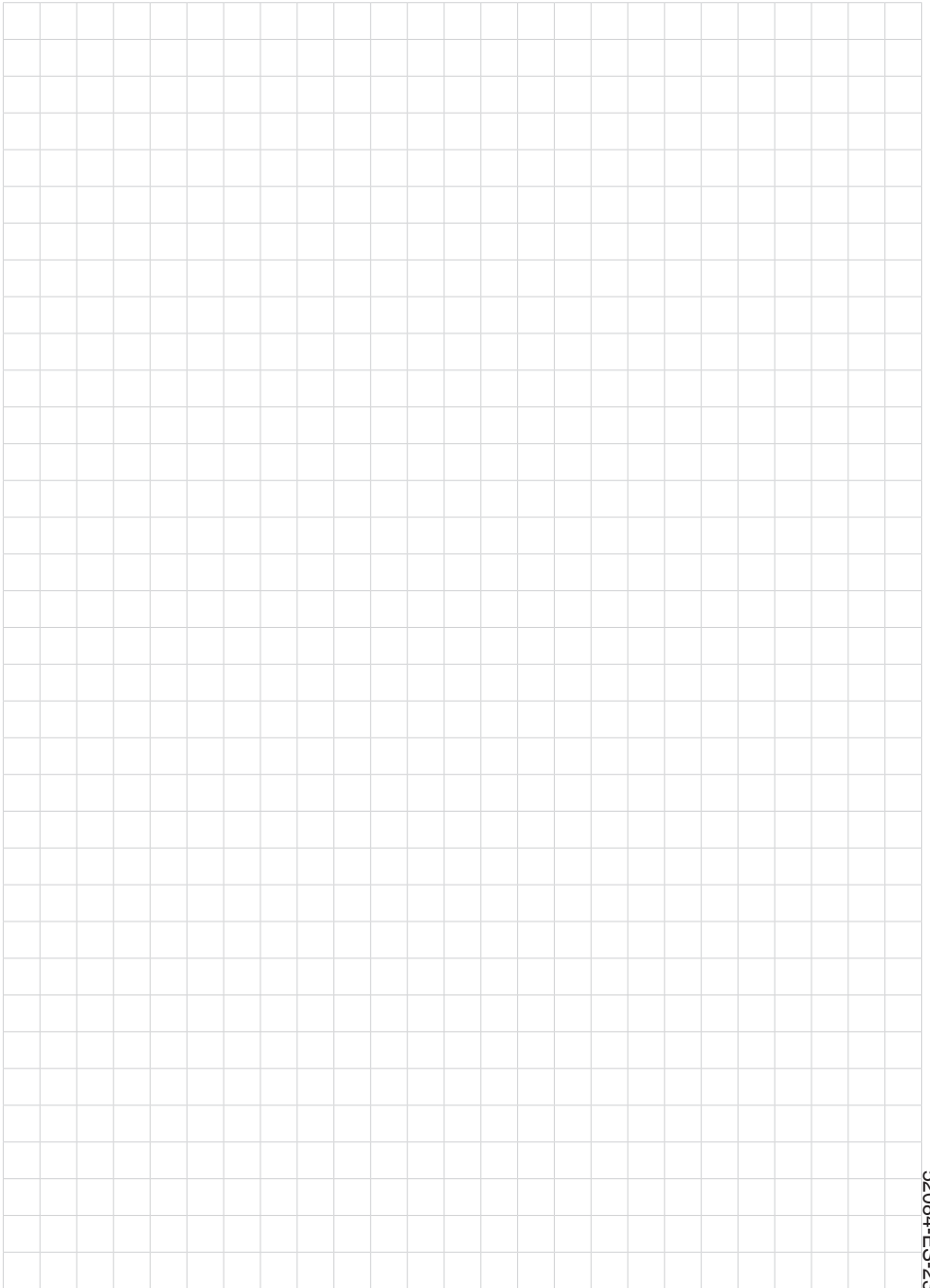
⁷ SIL AC (architectural constraints) will need to be evaluated on sensor subsystem level. The indicated value is for reference only and means that the calculated values are within the range for hardware architectural constraints for the corresponding SIL but does not imply all related IEC 61508 requirements are fulfilled.

© exida.com GmbH
Stephan Aschenbrenner

VEGA 03-4-04 R003 V2R1; August 20, 2015
Page 4 of 4







52084-ES-230925





Fecha de impresión:

Las informaciones acerca del alcance de suministros, aplicación, uso y condiciones de funcionamiento de los sensores y los sistemas de análisis corresponden con los conocimientos existentes al momento de la impresión.

Reservado el derecho de modificación

© VEGA Grieshaber KG, Schiltach/Germany 2023



52084-ES-230925

VEGA Grieshaber KG
Am Hohenstein 113
77761 Schiltach
Alemania

Teléfono +49 7836 50-0
E-Mail: info.de@vega.com
www.vega.com