

# Manual de seguridad

## VEGATOR 111, 112

Con cualificación SIL



Document ID: 49220



# VEGA

# Índice

<b>1 Idioma del documento</b>	
<b>2 Ámbito de vigencia</b>	
2.1 Versión del equipo.....	4
2.2 Área de aplicación.....	4
2.3 Conformidad SIL.....	4
<b>3 Planificación</b>	
3.1 Función de seguridad.....	5
3.2 Estado seguro.....	5
3.3 Condiciones previas para la operación.....	5
<b>4 Números característicos de seguridad técnica</b>	
4.1 Parámetros según IEC 61508 para detección de nivel.....	6
4.2 Parámetros según IEC 61508 para monitoreo de rango.....	7
4.3 Números característicos según ISO 13849-1.....	7
4.4 Informaciones complementarias.....	8
<b>5 Puesta en marcha</b>	
5.1 Información general.....	10
5.2 Instrucciones de ajuste.....	10
<b>6 Diagnóstico y Servicio</b>	
6.1 Comportamiento en caso de fallo.....	11
6.2 Reparación.....	11
<b>7 Prueba de verificación</b>	
7.1 Información general.....	12
7.2 Control 1 - (sin simulación de corriente de entrada.....)	12
7.3 Control 2 - con simulación de corriente de entrada.....	12
7.4 Control 3 - con control de impulso de conexión.....	13
<b>8 Anexo A - Protocolo de comprobación</b>	
<b>9 Anexo B - Definiciones de conceptos</b>	
<b>10 Anexo C - Conformidad SIL</b>	

## 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 Ámbito de vigencia

### 2.1 Versión del equipo

Este manual de seguridad se aplica para los aparatos analizadores **VEGATOR 111, 112**

Señal de entrada:

- NAMUR (IEC 60947-5-6)

Versión válida:

- a partir de HW Ver 1.0.0

**SIL** Las funciones siguientes están excluidas para aplicaciones de importancia para la seguridad:

- Versión VEGATOR 111: Relé de fallo
- Versión VEGATOR 112: Modo control de dos puntos

### 2.2 Área de aplicación

Los aparatos analizadores se pueden emplear con un transductor de medición adecuado para la detección de nivel o monitoreo de rango en un sistema instrumentado de seguridad según IEC 61508 en los modos *low demand mode* o *high demand mode*:

- Hasta SIL2 en una arquitectura de un solo canal
- Hasta SIL3 en una arquitectura de múltiples canales

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

- Versión VEGATOR 111: Relé 1
- Versión VEGATOR 112: Relé 1 o Relé 2

**SIL** En el VEGATOR 112 con una arquitectura SIL3 los dos canales no se pueden usar de forma redundante!

### 2.3 Conformidad SIL

La conformidad SIL fue evaluada y certificada de forma independiente por *TÜV Rheinland* según la norma IEC 61508:2010 (Ed.2).<sup>1)</sup>

**SIL** ¡El certificado está disponible para todos los dispositivos que se colocan en el mercado antes de la fecha de expiración del certificado, válido durante toda la vida del producto!

<sup>1)</sup> Documentos de verificación véase anexo

## 3 Planificación

### 3.1 Función de seguridad

#### Detección de nivel con VEGATOR 111 o 112

El transductor alimentado por el analizador genera una señal correspondiente con el proceso de  $> 1,6 \text{ mA}$  o  $< 1,6 \text{ ms}$ . En dependencia de esa señal y del modo seleccionado se conecta un relé para la detección de nivel.

Esto se aplica para ambos canales para la versión VEGATOR 112, cuando no está seleccionado el control de dos puntos.

#### Monitoreo de rango con VEGATOR 112

Dos transductores s el analizador generan cada uno una señal correspondiente con el proceso de  $> 1,6 \text{ mA}$  o  $< 1,6 \text{ ms}$ . De esta forma se pueden detectar dos valores límites para el monitoreo de rango.

Para eso hay que atender los puntos siguientes:

- Hay que conectar en serie los dos contactos NO
- Canal para el límite superior: Modo máx.
- Canal para el límite inferior: Modo mín.
- El control de dos puntos no se puede seleccionar

### 3.2 Estado seguro

#### Estado seguro

El estado seguro de la salida es independiente del modo, por definición el estado sin corriente del relé (Principio de corriente de reposo).

Por eso para las aplicaciones importantes de seguridad solamente se puede usar el contacto NO.

#### Señales de salida en caso de mal funcionamiento

Salidas de relé:

- Contactos NO abiertos

### 3.3 Condiciones previas para la operación

#### Instrucciones y restricciones

- Hay que atender a un empleo del sistema de medición acorde a la aplicación Hay que respetar 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.
- Para evitar la soldadura de los contactos del relé hay que protegerlos con un fusible externo, que dispara a un 60 % de la carga de corriente del contacto
- El lugar de montaje tiene que satisfacer el tipo de protección IP 54
- 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 Parámetros según IEC 61508 para detección de nivel

VEGATOR 111 o un canal del VEGATOR 112

Parámetro	Valor
Safety Integrity Level	SIL2 en arquitectura de un solo canal SIL2 en arquitectura de múltiples canales <sup>2)</sup>
Tolerancia de error de hardware	HFT = 0
Tipo de instrumento	Tipo A
Modo de operación	Low demand mode, High demand mode
SFF	> 60 %
MTBF <sup>3)</sup>	1,93 x 10 <sup>6</sup> h (220 años)
Tiempo de respuesta en caso de error <sup>4)</sup>	< 2 s

#### Tasa de fallo

$\lambda_s$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	$\lambda_H$	$\lambda_L$	$\lambda_{AD}$	$\lambda_{AU}$
170 FIT	29 FIT	46 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	19 FIT

PFD <sub>AVG</sub>	0,038 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 1 Año)
PFD <sub>AVG</sub>	0,057 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 2 Años)
PFD <sub>AVG</sub>	0,111 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 5 Años)
PFH	0,046 x 10 <sup>-6</sup> 1/h	

#### Cobertura para el control periódico (PTC)

Tipo de prueba <sup>5)</sup>	Interrupciones peligrosas existentes sin detectar	PTC
Control 1	5 FIT	89 %
Control 2 y 3	2 FIT	96 %

<sup>2)</sup> Redundancia homogénea posible (Véase la indicación en el capítulo "Campo de aplicación").

<sup>3)</sup> Incluso errores fuera de la función de seguridad

<sup>4)</sup> Tiempo entre la ocurrencia del evento y la salida de la señal de fallo.

<sup>5)</sup> Véase capítulo "Control periódico".

## 4.2 Parámetros según IEC 61508 para monitoreo de rango

### VEGATOR 112

Parámetro	Valor
Safety Integrity Level	SIL2 en arquitectura de un solo canal SIL2 en arquitectura de múltiples canales <sup>6)</sup>
Tolerancia de error de hardware	HFT = 0
Tipo de instrumento	Tipo A
Modo de operación	Low demand mode, High demand mode
SFF	> 60 %
MTBF <sup>7)</sup>	1,65 x 10 <sup>6</sup> h (188 años)
Tiempo de respuesta en caso de error <sup>8)</sup>	< 2 s

### Tasa de fallo

$\lambda_s$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	$\lambda_H$	$\lambda_L$	$\lambda_{AD}$	$\lambda_{AU}$
240 FIT	44 FIT	74 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	35 FIT

PFD <sub>AVG</sub>	0,062 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 1 Año)
PFD <sub>AVG</sub>	0,091 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 2 Años)
PFD <sub>AVG</sub>	0,178 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 5 Años)
PFH	0,074 x 10 <sup>-6</sup> 1/h	

### Cobertura para el control periódico (PTC)

Tipo de prueba <sup>9)</sup>	Interrupciones peligrosas existentes sin detectar	PTC
Control 1	8 FIT	89 %
Control 2 y 3	2 FIT	97 %

## 4.3 Números característicos según ISO 13849-1

Derivados de los Parámetro de seguridad técnica resultan según la norma ISO 13849-1 (Seguridad de máquinas) los parámetros siguientes:<sup>10)</sup>

### Detección de nivel con VEGATOR 111 o un canal del VEGATOR 112

Parámetro	Valor
MTTFd	1522 años
DC	38 %

<sup>6)</sup> Redundancia homogénea posible.

<sup>7)</sup> Incluso errores fuera de la función de seguridad

<sup>8)</sup> Tiempo entre la ocurrencia del evento y la salida de la señal de fallo.

<sup>9)</sup> Véase capítulo "Control periódico".

<sup>10)</sup> La norma ISO 13849-1 no formaba parte de la certificación del equipo.

**Monitoreo de rango con VEGATOR 112**

Parámetro	Valor
Performance Level	4,61 x 10 <sup>-8</sup> 1/h (corresponde a "e")

Parámetro	Valor
MTTFd	970 años
DC	37 %
Performance Level	7,38 x 10 <sup>-8</sup> 1/h ((corresponde a "e")

**4.4 Informaciones complementarias****Determinación de las tasas de fallo**

Las tasas de fallo del dispositivo se determinan mediante una FME-DA según la norma IEC 61508. Los cálculos son tasas de fallo de los elementos constructivos basados en la norma **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 errores 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
- Para evitar la soldadura de los contactos del relé hay que protegerlos con un fusible externo.

**Cálculo de PFD<sub>AVG</sub>**

Los valores nombrados anteriormente para PFD<sub>AVG</sub> fueron calculados para una arquitectura 1oo1 de la forma siguiente:

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

- T1 (Proof Test Interval)
- MTTR = 8 h
- PTC = 90 %
- LT = 10 Años

**Arquitectura de canales múltiples**

En sistemas de canales múltiples para aplicaciones SIL3 ese sistema se puede usar también 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 (véase IEC 61508-6, Anexo D).

## 5 Puesta en marcha

### 5.1 Información general

#### Montaje e instalación

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

### 5.2 Instrucciones de ajuste

#### Elementos de configuración

Hay que ajustar los elementos de operación de acuerdo con la aplicación. La función de los elementos de operación así como el procedimiento de parametrización se describen en el manual de operación.

**SIL**

¡Durante la configuración hay que considerar insegura la función de seguridad! Si es necesario, hay que adoptar otras medidas para mantener la función de seguridad.

**SIL**

¡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!

**SIL**

Hay que proteger el instrumento contra operación indeseada o no autorizada.

## 6 Diagnóstico y Servicio

### 6.1 Comportamiento en caso de fallo

#### Diagnósticos internos

El equipo es vigilado constantemente por un sistema de diagnóstico interno. Si se detecta un fallo de funcionamiento, entonces las señales de salida cambian al estado configurado para ello (véase capítulo "*Estado seguro*").

#### Avisos de error

La aparición de un fallo se emite a través del LED rojo y dado el caso a través del relé de aviso de fallo.

### 6.2 Reparación

#### Comportamiento en caso de fallos

En caso de detección de errores hay que desactivar el sistema de medición completo, manteniendo el proceso en estado seguro mediante otras medidas.

La aparición de un error peligroso sin detectar tiene que ser avisada al fabricante (incluyendo una descripción del error).

## 7 Prueba de verificación

### 7.1 Información general

#### Objetivo

Para detectar posibles fallos peligrosos sin detectar, 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<sub>AVG</sub> 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 Control 1 - (sin simulación de corriente de entrada)

#### Condiciones

- Empleo de un transductor de medición cualquiera
- Señales de salida según el nivel límite actual

#### Secuencia

1. Accionar el interruptor mín/máx. en el VEGATOR 111, 112
2. Comprobar contactos del relé

#### Resultado esperado

- para 1: el relé y la indicación de estado cambian el estado
- para 2: los contactos del relé abren y cierran según el punto 1

#### Grado de cobertura del control

Véase *Números característicos de seguridad técnica*

### 7.3 Control 2 - con simulación de corriente de entrada

#### Condiciones

- Posibilidad de simulación de la corriente del sensor
- Señales de salida según el nivel límite actual

#### Secuencia

1. Invertir la corriente del sensor mediante el interruptor mín/máx en el transductor de medición (2,1 mA/1,2 mA)

<b>Resultado esperado</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Comprobar contactos del relé             <ul style="list-style-type: none"> <li>● para 1: estado del relé e la indicación LED siguen la corriente del sensor simulada</li> <li>● para 2: los contactos del relé abren y cierran según el punto 1</li> </ul> </li> </ol>
<b>Grado de cobertura del control</b>	Véase <i>Números característicos de seguridad técnica</i>
<b>7.4 Control 3 - con control de impulso de conexión</b>	
<b>Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Empleo del transductor VEGAVIB 60 o VEGAWAVE 60 con salida según NAMUR</li> <li>● Señales de salida según el nivel límite actual</li> </ul>
<b>Secuencia</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pulsar tecla de control</li> <li>2. Comprobar contactos del relé</li> </ol>
<b>Resultado esperado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● para 1: El estado del relé y la indicación LED siguen el impulso de conexión (la evolución del impulso de conexión se describe en el manual de operación del transductor)</li> <li>● para 2: los contactos del relé abren y cierran según el punto 1</li> </ul>
<b>Grado de cobertura del control</b>	Véase <i>Números característicos de seguridad técnica</i>

## 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 de los equipos	
Fecha puesta en marcha	
Fecha último control de funcionamiento	

Causa del control		Alcance del control	
(...)	Puesta en marcha	(...)	sin simulación de corriente de entrada
(...)	Prueba de verificación	(...)	con simulación de corriente de entrada
		(...)	con control del impulso de arranque

Modo de operación		Tiempos de retardo	
Máx.	Canal 1 (...); Canal 2 (...)	(...)	Conexión retardada
Mín.	Canal 1 (...); Canal 2 (...)	(...)	Desconexión retardada
(...)	Monitoreo de rango		

### Resultado del control para control 1 y 2

Señal de nivel Canal 1	interruptor mín./máx. canal 1	Estado Relé 1	Señal de nivel Canal 2	Interruptor mín./máx. canal 2	Estado Relé 2	Resultado del control

### Resultado del control para control 3

Señal de nivel Canal 1	Estado control de funcionamiento	Estado Relé 1	Señal de nivel Canal 2	Estado control de funcionamiento	Estado Relé 2	Resultado del control
	Aviso de vacío			Aviso de vacío		
	Aviso de lleno			Aviso de lleno		

Confirmación	
Fecha:	Firma:

## 9 Anexo B - Definiciones de conceptos

### Abreviaturas

SIL	Safety Integrity Level
HFT	Hardware Fault Tolerance
SFF	Safe Failure Fraction
PFD <sub>AVG</sub>	Average Probability of dangerous Failure on Demand
PFH	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 <sup>9</sup> h)
$\lambda_{SD}$	Rate for safe detected failure
$\lambda_{SU}$	Rate for safe undetected failure
$\lambda_S$	$\lambda_S = \lambda_{SD} + \lambda_{SU}$
$\lambda_{DD}$	Rate for dangerous detected failure
$\lambda_{DU}$	Rate for dangerous undetected failure
$\lambda_H$	Rate for failure, who causes a high output current (> 21 mA)
$\lambda_L$	Rate for failure, who causes a low output current ( $\leq 3.6$ mA)
$\lambda_{AD}$	Rate for diagnostic failure (detected)
$\lambda_{AU}$	Rate for diagnostic failure (undetected)
DC	Diagnostic Coverage
PTC	Proof Test Coverage
T1	Proof Test Interval
LT	Useful Life Time
MTBF	Mean Time Between Failure
MTTF	Mean Time To Failure
MTTR	Mean Time To Restoration (Ed.2)
MTTF <sub>d</sub>	Mean Time To dangerous Failure (ISO 13849-1)
PL	Performance Level (ISO 13849-1)

## 10 Anexo C - Conformidad SIL

## Certificate



Functional  
Safety  
Type  
Approved

www.tuv.com  
ID 060000000

Nr./No.: 968/FSP 1025.00/14

<b>Prüfgegenstand</b> Product tested	Auswertgerät VEGATOR Serie 100 Signal conditioning instrument VEGATOR 100 Series	<b>Zertifikats- inhaber</b> <b>Certificate holder</b>	VEGA Grieshaber KG Am Hohenstein 113 77761 Schillach Germany
<b>Typbezeichnung</b> Type designation	VEGATOR 111/112 (NAMUR)		
<b>Prüfgrundlagen</b> Codes and standards	IEC 61508 Parts 1-7:2010 IEC 61511-1:2003 + Corr. 1:2004	IEC 61010-1:2010 IEC 61326-3-2:2008	
<b>Bestimmungsgemäße Verwendung</b> Intended application	Auswertgerät zur Grenzstanderfassung. Die Auswertgeräte der VEGATOR Serie 100 erfüllen die Anforderungen der genannten Prüfgrundlagen und können in einem sicherheitsbezogenen System gemäß IEC 61508 eingesetzt werden, in HFT=0 Struktur bis SIL 2 und redundant (HFT=1) bis SIL 3. Signal conditioning instrument for level detection. The signal conditioning instruments of the VEGATOR 100 Series comply with the requirements of the stated standards and can be used in a safety-related system acc. IEC 61508, in HFT=0 configuration up to SIL 2 and redundant (HFT=1) up to SIL 3.		
<b>Besondere Bedingungen</b> Specific requirements	Die zugehörigen Betriebsanleitungen und das Safety Manual sind zu beachten. The operating instructions and the safety manual shall be considered.		
Gültig bis / Valid until 2019-09-22			

Der Ausstellung dieses Zertifikates liegt eine Prüfung zugrunde, deren Ergebnisse im Bericht-Nr. 968/FSP 1025.00/14 vom 22.09.2014 dokumentiert sind.  
Dieses Zertifikat ist nur gültig für Erzeugnisse, die mit dem Prüfgegenstand übereinstimmen. Es wird ungültig bei jeglicher Änderung der Prüfgrundlagen für den angegebenen Verwendungszweck.  
The issue of this certificate is based upon an examination, whose results are documented in report-no.: 968/FSP 1025.00/14 dated 2014-09-22.  
This certificate is valid only for products which are identical with the product tested. It becomes invalid at any change of the codes and standards forming the basis of testing for the intended application.

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH

Bereich Automation  
Funktionale Sicherheit  
Am Grauen Stein, 51105 Köln  
Certification Body for FS-Products

Köln, 2014-09-22

*H. Gall*

Dipl.-Ing. Heinz Gall

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH, Am Grauen Stein, 51105 Köln / Germany  
Tel.: +49 221 806-1790, Fax: +49 221 806-1539, E-Mail: industrie-service@tuv.com

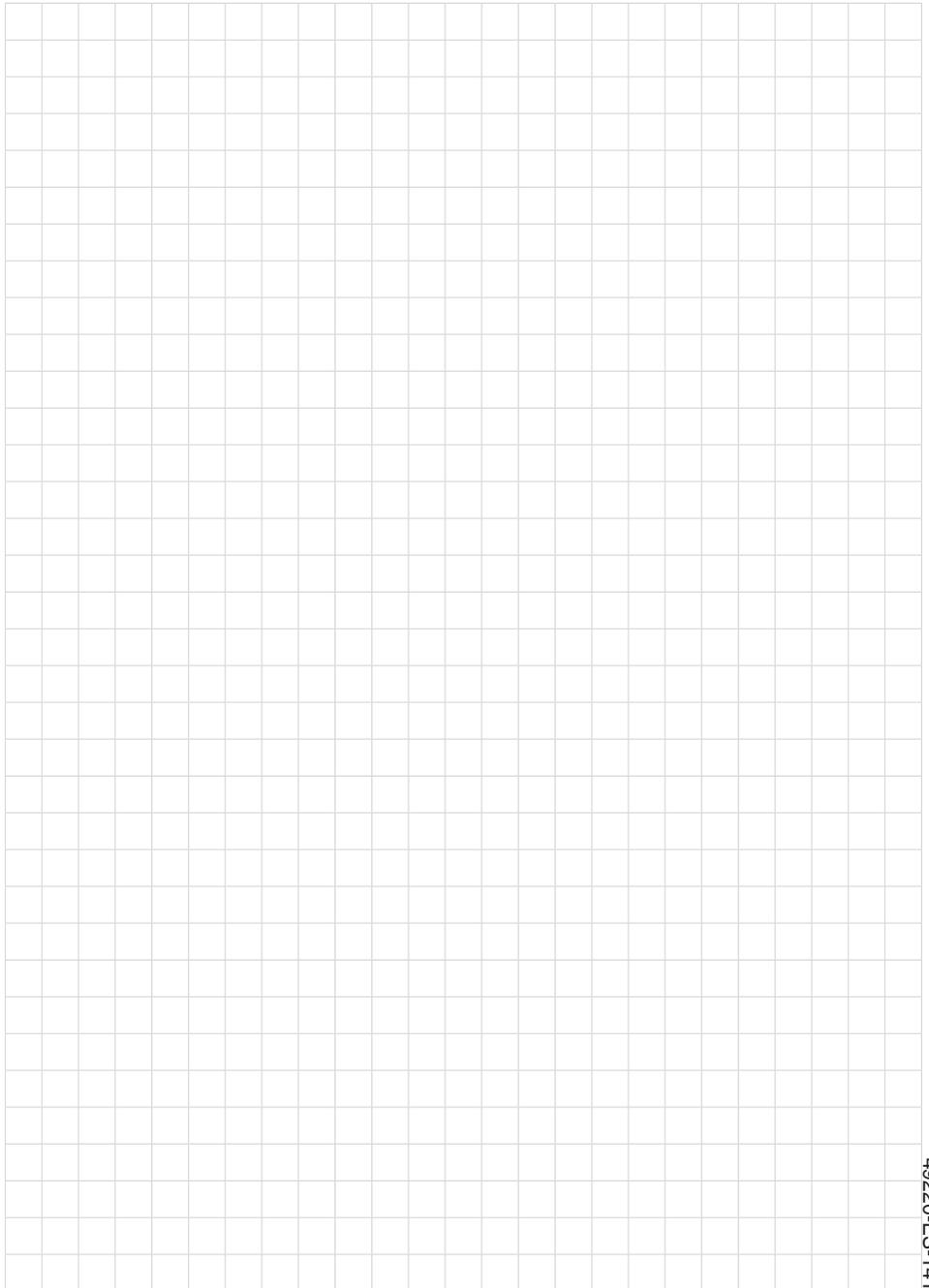
10222-12\_12 E.44 © TÜV, TÜV' and TÜV are registered trademarks. Utilisation and application requires prior approval.

www.fs-products.com  
www.tuv.com

 TÜVRheinland®  
Genau. Richtig.

49220-ES-141029









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 2014



49220-ES-141029

VEGA Grieshaber KG  
Am Hohenstein 113  
77761 Schiltach  
Alemania

Teléfono +49 7836 50-0  
Fax +49 7836 50-201  
E-Mail: [info.de@vega.com](mailto:info.de@vega.com)  
[www.vega.com](http://www.vega.com)