

# Safety Manual

## VEGASWING 66

Транзистор (NPN/PNP)  
с квалификацией SIL



Document ID: 45308



# VEGA

## Содержание

<b>1</b>	<b>Язык документации</b>	
<b>2</b>	<b>Сфера действия</b>	
2.1	Исполнение устройства.....	4
2.2	Область применения.....	4
2.3	Соответствие SIL.....	4
<b>3</b>	<b>Проектирование</b>	
3.1	Функция безопасности.....	5
3.2	Безопасное состояние.....	5
3.3	Необходимые условия для эксплуатации.....	5
<b>4</b>	<b>Технические показатели безопасности</b>	
4.1	Показатель соотв. IEC 61508.....	6
4.2	Показатели соотв. ISO 13849-1.....	6
4.3	Дополнительные сведения.....	7
<b>5</b>	<b>Пуск в эксплуатацию</b>	
5.1	Общее.....	9
5.2	Параметрирование устройства.....	9
<b>6</b>	<b>Диагностика и сервис</b>	
6.1	Состояние в случае ошибки.....	10
6.2	Ремонт.....	10
<b>7</b>	<b>Контрольная проверка</b>	
7.1	Общее.....	11
7.2	Проверка 1 - без заполнения или демонтажа датчика.....	11
7.3	Проверка 2 - с заполнением или демонтажом датчика.....	12
<b>8</b>	<b>Приложение А - Протокол проверки</b>	
<b>9</b>	<b>Приложение В - Определения понятий</b>	
<b>10</b>	<b>Приложение С - Соответствие SIL</b>	

## 1 Язык документации

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 Сфера действия

### 2.1 Исполнение устройства

Данное руководство по безопасности действует для сигнализаторов предельного уровня

**VEGASWING 66 - транзистор (NPN/PNP)** с квалификацией SIL

Блок электроники:

- SG60HT-I

Действительные версии:

- Аппаратная версия 1.0.0 и выше
- Программная версия 1.1.0 и выше

**SIL**

Исполнения с "пластиковым корпусом" и "выносным корпусом" исключаются!

### 2.2 Область применения

Датчик может применяться для сигнализации уровня на жидкостях в связанных с безопасностью системах, в соответствии с IEC 61508, в режимах работы *low demand mode* (с низкой частотой запросов) или *high demand mode* (с высокой частотой запросов):

- До SIL2 в одноканальной архитектуре
- До SIL3 в многоканальной архитектуре

Для выдачи измеренных значений могут использоваться следующие интерфейсы:

- Транзистор (NPN/PNP)

**SIL**

Должны обрабатываться оба транзисторных выхода!

Для подключения должен использоваться экранированный кабель!

### 2.3 Соответствие SIL

Соответствие SIL по IEC 61508:2010 (Ed.2) было оценено независимой организацией *TÜV Rheinland* и подтверждено ее сертификатом.<sup>1)</sup>

**SIL**

Этот сертификат действителен для всех устройств, выпущенных в обращение до истечения срока действия этого сертификата, в течение всего срока службы устройства!

<sup>1)</sup> Сертификат см. в Приложении.

### 3 Проектирование

#### 3.1 Функция безопасности

**Функция безопасности**

Для контроля одного предела уровня датчик, через состояния "вибрирующий элемент не покрыт" или "вибрирующий элемент покрыт", обнаруживает предельный уровень, заданный монтажной позицией датчика.

Обнаруженное состояние сигнализируется на выходе "транзистором непроводящим" или "транзистором проводящим".

#### 3.2 Безопасное состояние

**Безопасное состояние**

Безопасное состояние транзисторных выходов является независимым от установленного на датчике режима работы.



Для функции безопасности должны использоваться оба транзисторных выхода!

Примеры:

- При настройке выходной нагрузки, выходная нагрузка подключается к клеммам 2 и 3
- При подключении к контроллеру, выходы NPN и PNP обрабатываются по двум отдельным каналам

Режим работы	Защита от переполнения Режим работы max.	Защита от сухого хода Режим работы min.
Вибрирующий элемент	покрыт	не покрыт
Транзисторы	Непроводящие (обесточено)	Непроводящие (обесточено)

**Выходные сигналы при нарушении функции**

Транзисторные выходы:

- Непроводящие

#### 3.3 Необходимые условия для эксплуатации

**Указания и ограничения**

- Применение измерительной системы должно соответствовать условиям применения с учетом давления, температуры, плотности и химических свойств среды. Должны выдерживаться границы условий применения.
- Спецификации согласно данным руководства по эксплуатации, особенно токовая нагрузка выходной цепи, должны выдерживаться в названных пределах.
- Должны быть приняты во внимание указания в гл. "Технические показатели безопасности", п. "Дополнительные сведения".
- Все составные части измерительной цепи должны соответствовать предусмотренному уровню полноты безопасности "Safety Integrity Level (SIL)".

## 4 Технические показатели безопасности

### 4.1 Показатель соотв. IEC 61508

Показатель	Значение
Safety Integrity Level	SIL2 в одноканальной архитектуре SIL3 в многоканальной архитектуре <sup>2)</sup>
Устойчивость к отказам аппаратных средств	HFT = 0
Тип устройства	Тип В
Режим работы	Low demand mode, High demand mode
SFF	> 90 %
MTTR	8 h
MTBF = MTTF + MTTR <sup>3)</sup>	1,17 x 10 <sup>6</sup> ч (134 года)
Интервал между диагностическими проверками <sup>4)</sup>	< 120 s
Время реакции на ошибку <sup>5)</sup>	< 2 s

#### Частота отказов

$\lambda_s$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	$\lambda_H$	$\lambda_L$	$\lambda_{AD}$	$\lambda_{AU}$
211 FIT	167 FIT	31 FIT	0 FIT	0 FIT	11 FIT	43 FIT

PFD <sub>AVG</sub>	0,026 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 1 год)
PFD <sub>AVG</sub>	0,038 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 2 года)
PFD <sub>AVG</sub>	0,075 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 5 лет)
PFH	0,031 x 10 <sup>-6</sup> 1/ч	

### 4.2 Показатели соотв. ISO 13849-1

Согласно ISO 13849-1 (безопасность машин), из технических показателей безопасности производятся следующие показатели:<sup>6)</sup>

Показатель	Значение
MTTFd	544 года
DC	85 %
Performance Level	3,12 x 10 <sup>-8</sup> 1/ч (соответствует "e")

<sup>2)</sup> Возможна однородная избыточность

<sup>3)</sup> Включая ошибки, лежащие вне пределов функции безопасности

<sup>4)</sup> Время, в течение которого все внутренние диагностики выполняются не менее одного раза

<sup>5)</sup> Время между наступлением события и выдачей сигнала неисправности

<sup>6)</sup> ISO 13849-1 не был предметом сертификации устройства.

**Определение частот отказов**

**4.3 Дополнительные сведения**

Частоты отказов устройства определяются посредством FMEDA по IEC 61508. В основе расчетов лежат частоты отказов конструктивных элементов по **SN 29500**.

Все числовые значения относятся к средней температуре окружающей среды во время эксплуатации 40 °C (104 °F). Для более высоких температур значения должны корректироваться:

- Для длительной температуры эксплуатации > 50 °C (122 °F), с коэффициентом 1,3
- Для длительной температуры эксплуатации > 60 °C (140 °F), с коэффициентом 2,5

Аналогичные коэффициенты действительны, если следует ожидать частых колебаний температуры.

**Допущения FMEDA**

- Частоты отказов постоянные. При этом должен учитываться полезный срок службы конструктивных элементов согласно IEC 61508-2.
- Многократные ошибки не учитываются.
- Износ механических частей не учитывается.
- Частота отказов внешних источников питания не включается в расчет.
- Окружающие условия соответствуют средним промышленным условиям.

**Расчет PFD<sub>AVG</sub>**

Приведенные выше значения для PFD<sub>AVG</sub> были рассчитаны для архитектуры 1oo1 следующим образом:

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

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

**Краевые условия относительно конфигурации блока обработки сигнала**

Подключенный блок управления и обработки сигнала должен иметь следующие свойства:

- Выходная цепь датчика оценивается по принципу тока покоя.
- Сигналы "fail low" и "fail high" интерпретируются как неисправность, реакцией на которую является сообщение о неисправности.

В ином случае, соответствующие доли частот отказов должны быть присвоены опасным отказам и произведен новый расчет значений, указанных в гл. "Технические показатели безопасности" !

**Многоканальная архитектура**

В многоканальных системах для применений SIL3 эта измерительная система может применяться также с однородной избыточностью.

Расчет технических показателей безопасности должен производиться специально для выбранной структуры

измерительной цепи на основании данных частот отказов. При этом должен учитываться применимый фактор общей причины (см. IEC 61508-6, Приложение D).

## 5 Пуск в эксплуатацию

### 5.1 Общее

#### Монтаж и установка

Требуется выполнять содержащиеся в руководстве по эксплуатации рекомендации по монтажу и подключению.

### 5.2 Параметрирование устройства

#### Элементы настройки

Для параметрирования функции безопасности служат следующие элементы настройки:

- Ползунковый переключатель для переключения режима работы (min./max.)
- Ползунковый переключатель для переключения чувствительности

Функции элементов настройки описаны в руководстве по эксплуатации.

#### Указания



Во время параметрирования функция безопасности должна рассматриваться как ненадежная!

При необходимости, должны предприниматься другие меры для поддержания функции безопасности.



Датчик должен быть защищен от случайной или несанкционированной настройки!

## 6 Диагностика и сервис

### Внутренняя диагностика

### 6.1 Состояние в случае ошибки

При обнаружении нарушения функции, соответствующие выходные сигналы переходят в безопасное состояние (см. п. "Безопасное состояние").

Это состояние сохраняется не менее 1 секунды. Если больше ошибок не обнаружено, функция безопасности снова выполняется правильно.

Интервал диагностической проверки дан в главе "Технические показатели безопасности".

### Состояние при неисправностях

### 6.2 Ремонт

При обнаружении ошибок вся измерительная система должна быть выведена из работы, а безопасное состояние процесса должно поддерживаться другими мерами.

О появлении опасной необнаруженной ошибки следует сообщить производителю (с приложением описания ошибки).

### Замена электроники

Соответствующая процедура описана в руководстве по эксплуатации. Следует соблюдать указания по параметрированию и начальной установке.

## 7 Контрольная проверка

### 7.1 Общее

#### Постановка цели

Для обнаружения возможных опасных необнаруженных ошибок, функция безопасности должна проверяться через соответствующие промежутки времени посредством контрольной проверки. Выбор вида проверки является ответственностью лица, эксплуатирующего устройство. Временные интервалы между проверками выбираются, руководствуясь требуемой средней вероятностью опасных ошибок по запросу  $PFD_{AVG}$  (см. гл. "Технические показатели безопасности").

Для документирования этой проверки может использоваться форма протокола проверки, показанная в Приложении.

Если одна из проверок протекает отрицательно, то вся измерительная система должна быть выведена из работы, а безопасное состояние процесса должно поддерживаться другими мерами.

При многоканальной архитектуре это должно выполняться отдельно для каждого канала.

#### Подготовка

- Установить функцию безопасности (режим работы, точки переключения)
- При необходимости, устройство удалить из безопасной цепи и поддерживать функцию безопасности иными средствами

#### Небезопасное состояние устройства



#### Внимание!

Во время функционального теста функция безопасности должна рассматриваться как небезопасная. Следует учитывать, что функциональный тест оказывает влияние на подключенные устройства.

При необходимости, должны предприниматься другие меры для поддержания функции безопасности.

После завершения функционального теста должно быть восстановлено состояние, определенное для функции безопасности.

### 7.2 Проверка 1 - без заполнения или демонтажа датчика

#### Условия

- Устройство в смонтированном состоянии
- Выходной сигнал соответствует уровню (покрытый или непокрытый вибрирующий элемент)
- **Оба транзисторных выхода NPN и PNP должны обрабатываться отдельно!**

#### Процедура

1. Выполнить перезапуск (выключить и снова включить устройство)
2. Привести в действие переключатель Min./Max.

#### Ожидаемый результат

для 1: Выходной сигнал соответствует уровню заполнения

для 2: Выходной сигнал изменяет состояние

**Охват проверки**

Остающиеся опасные необнаруженные ошибки: 11 FIT  
(PTC = 64 %)

### 7.3 Проверка 2 - с заполнением или демонтажом датчика

**Условия**

- **Альтернатива 1:** устройство остается в смонтированном состоянии и есть возможность вызвать смену состояний "вибрирующий элемент не покрыт"/"вибрирующий элемент покрыт" посредством заполнения или опорожнения емкости.
- **Альтернатива 2:** устройство демонтировано и есть возможность вызвать смену состояний "вибрирующий элемент не покрыт"/"вибрирующий элемент покрыт" опусканием в исходный продукт.
- Выходной сигнал соответствует уровню (покрытый или непокрытый вибрирующий элемент)
- **Оба транзисторных выхода NPN и PNP должны обрабатываться отдельно!**

**Процедура**

1. Выполнить перезапуск (выключить и снова включить устройство)
2. Привести в действие переключатель Min./Max.
3. Заполнение или опорожнение до точки переключения или опускание в исходный продукт

**Ожидаемый результат**

для 1: Выходной сигнал соответствует уровню заполнения  
для 2: Выходной сигнал изменяет состояние  
для 3: Выходной сигнал соответствует измененному уровню заполнения

**Охват проверки**

Остающиеся опасные необнаруженные ошибки: 2 FIT  
(PTC = 95 %)

## 8 Приложение А - Протокол проверки

Идентификация	
Фирма/Проверяющее лицо	
ТЕГ установки/устройства	
ТЕГ места измерения	
Тип устройства/Код заказа	
Серийный номер устройства	
Дата начальной установки	
Дата последней проверки функции	

Основание/объем проверки	
	Начальная установка без "заполнения или демонтажа датчика"
	Начальная установка с "заполнением или демонтажом датчика"
	Контрольная проверка без "заполнения или демонтажа датчика"
	Контрольная проверка с "заполнением или демонтажом датчика"

Режим работы	
	Защита от переполнения
	Защита от сухого хода

Чувствительность	
	$\geq 0,7 \text{ г/см}^3$ (0.025 lbs/in <sup>3</sup> )
	$\geq 0,5 \text{ г/см}^3$ (0.018 lbs/in <sup>3</sup> )

Результат проверки (если требуется)				
Шаг проверки	Уровень	Ожидаемое измененное значение	Действительное значение	Результат проверки

Подтверждение	
Дата:	Подпись:

## 9 Приложение В - Определения понятий

### Аббревиатуры

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	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 Приложение С - Соответствие SIL



ZERTIFIKAT  
CERTIFICATE

Nr./No.: 968/EZ 567.02/13

<b>Prüfgegenstand</b> Product tested	Sensoren zur Grenzstanderfassung Sensors for level detection	<b>Zertifikatsinhaber</b> Certificate holder	VEGA Grieshaber KG Am Hohenstein 113 77761 Schiltach Germany
<b>Typbezeichnung</b> Type designation	VEGASWING 66 S (Relay), VEGASWING 66 I (Transistor), VEGASWING 66 L (8/16mA)	<b>Hersteller</b> Manufacturer	wie Zertifikatsinhaber see certificate holder
<b>Prüfgrundlagen</b> Codes and standards forming the basis of testing	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	Sensoren zur Grenzstanderfassung in Flüssigkeiten. Die Sensoren VEGASWING 66 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.  Sensors for level detection of liquids. The VEGASWING 66 sensors 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.		
Dieses Zertifikat ist gültig bis 18.07.2018. This certificate is valid until 2018-07-18.			

Der Ausstellung dieses Zertifikates liegt eine Prüfung zugrunde, deren Ergebnisse im Bericht-Nr. 968/EZ 567.02/13 vom 18.07.2013 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/EZ 567.02/13 dated 2013-07-18.

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

Köln, 2013-07-18

Certification Body for FS-Products

Dr.-Ing. Thorsten Gantevoort

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH, Am Grauen Stein, 51105 Köln / Germany  
Tel.: +49 221 806-1700, Fax: +49 221 806-1639, E-Mail: industrie-service@de.tuv.com

45308-RU-130827

Дата печати:

**VEGA**



Вся приведенная здесь информация о комплектности поставки, применении и условиях эксплуатации датчиков и систем обработки сигнала соответствует фактическим данным на момент.

Возможны изменения технических данных

© VEGA Grieshaber KG, Schiltach/Germany 2013



45308-RU-130827

VEGA Grieshaber KG  
Am Hohenstein 113  
77761 Schiltach  
Germany

Phone +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)