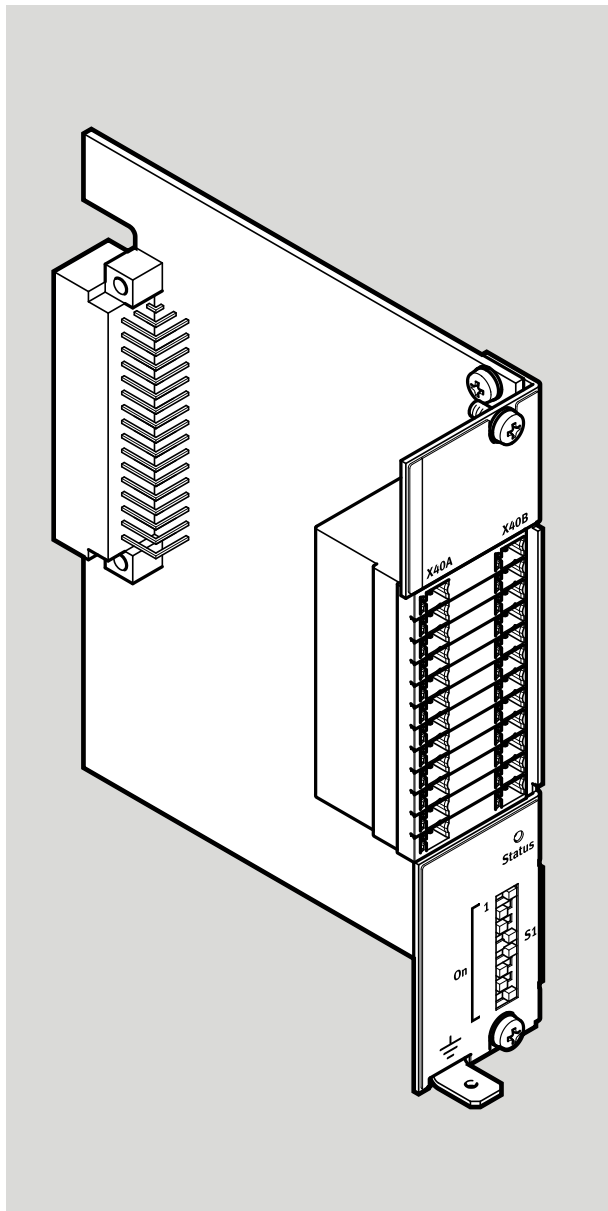


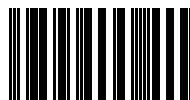
# CAMC-G-S3

Модуль безопасности



# FESTO

Описание | Повышен-  
ная безопасность,  
функция безопасно-  
сти, STO, SS1, SS2,  
SOS, SBC, SLS, SSR,  
SSM



8125577

8125577  
2019-12a  
[8125584]

Перевод оригинального руководства по эксплуатации

BISS®, EnDat®, DR. JOHANNES HEIDENHAIN®, Hiperface®, PHOENIX CONTACT® являются зарегистрированными товарными знаками соответствующих владельцев в определенных странах.

# Содержание

<b>1</b>	<b>Об этом документе.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Безопасность и условия применения изделия.....</b>	<b>12</b>
2.1	Безопасность.....	12
2.1.1	Общие инструкции по безопасности.....	12
2.1.2	Использование по назначению.....	13
2.1.3	Предполагаемые варианты неправильного использования.....	14
2.1.4	Достижимый уровень безопасности/функция обеспечения безопасности согласно EN ISO 13849-1/EN 61800-5-2 ..	14
2.2	Условия применения изделия.....	15
2.2.1	Необходимые технические условия.....	16
2.2.2	Квалификация специалистов (требования к персоналу).....	16
2.2.3	Степень охвата диагностикой (DC).....	16
2.2.4	Область применения и разрешения.....	17
<b>3</b>	<b>Описание изделия: модуль безопасности CAMC-G-S3.....</b>	<b>17</b>
3.1	Обзор продукции.....	17
3.1.1	Назначение.....	17
3.1.2	Характеристики.....	18
3.1.3	Поддерживаемые устройства.....	18
3.1.4	Элементы управления и разъемы.....	19
3.1.5	Комплект поставки.....	20
3.2	Принцип действия и применение.....	21
3.2.1	Обзор системы.....	21
3.2.2	Подключение модуля безопасности [X40].....	24
3.2.3	Общий обзор поддерживаемых функций обеспечения безопасности.....	25
3.2.4	Функциональная принципиальная схема модуля безопасности.....	26
3.2.5	Общий обзор поддерживаемых датчиков положения.....	32
3.2.6	Обмен данными и управление контроллером.....	35
3.2.7	Конфигурирование функций обеспечения безопасности с помощью SafetyTool ..	38
3.3	Передача данных из контроллера.....	39
3.3.1	Основная информация.....	40
3.3.2	Конфигурирование датчиков.....	42
3.3.3	Параметры для датчиков положения.....	44
3.3.4	Параметры для контроля датчиков и регистрации частоты вращения.....	46
3.3.5	Список всех параметров для конфигурации датчиков.....	50
3.4	Цифровые входы.....	52
3.4.1	Общий обзор.....	52
3.4.2	Двухканальные безопасные входы DIN40 ... DIN43 [X40].....	58
3.4.3	Одноканальные (условно безопасные) цифровые входы DIN44 ... DIN49 [X40] ..	65

3.5	Функции обеспечения безопасности.....	69
3.5.1	STO – безопасное выключение крутящего момента (Safe Torque Off).....	73
3.5.2	SBC – безопасное управление тормозом (Safe Brake Control).....	77
3.5.3	SS1 - безопасная остановка 1 (Safe Stop 1).....	85
3.5.4	SS2 - безопасная остановка 2 (Safe Stop 2).....	93
3.5.5	SOS - безопасная остановка работы (Safe Operating Stop).....	101
3.5.6	Универсальные функции обеспечения безопасности USF.....	105
3.5.7	Безопасные функции скорости SSF.....	106
3.5.8	SLS - безопасное ограничение скорости (Safely-Limited Speed).....	114
3.5.9	SSR - безопасный диапазон скоростей (Safe Speed Range).....	116
3.5.10	SSM - безопасный контроль скорости (Safe Speed Monitor).....	117
3.6	Логические функции.....	118
3.6.1	Селектор режимов работы.....	118
3.6.2	Устройство безопасного старта двумя руками.....	120
3.6.3	Additional Logic Functions (расширенные логические функции) - ALF.....	122
3.7	Завершение функций обеспечения безопасности.....	123
3.7.1	Спектр функций.....	123
3.7.2	Примеры и особые указания по реализации.....	125
3.8	Управление ошибками и квитирование ошибок.....	126
3.8.1	Условия появления ошибок и классы ошибок.....	126
3.8.2	Параметризация реакции на ошибку модуля безопасности.....	130
3.8.3	Логика для квитирования ошибки.....	131
3.9	Цифровые выходы.....	133
3.9.1	Двухканальные безопасные выходы DOUT40 ... DOUT42 [X40].....	133
3.9.2	Внутреннее управление тормозом контроллера [X6].....	137
3.9.3	Сигнальный контакт C1, C2 [X40].....	141
3.9.4	Вспомогательное питание 24 В [X40].....	143
3.10	Рабочее состояние и индикация состояния.....	143
3.10.1	Состояния системы / автомат состояний.....	143
3.10.2	Индикация состояния на модуле безопасности.....	147
3.10.3	7-сегментный индикатор контроллера.....	149
3.11	Постоянная и временная память диагностики в контроллере.....	149
3.12	Диаграммы времени.....	151
3.12.1	Время считывания.....	151
3.12.2	Время реакции при запросе функции обеспечения безопасности.....	152
3.12.3	Время реакции при нарушении функции обеспечения безопасности.....	153
3.12.4	Прочие показатели времени для распознавания ошибок и связи.....	156
3.13	DIP-переключатель.....	157
<b>4</b>	<b>Монтаж и подключение.....</b>	<b>157</b>
4.1	Монтаж / демонтаж.....	157

4.2	Подключение электрической части.....	159
4.2.1	Инструкции по безопасности.....	159
4.2.2	Функциональное заземление.....	160
4.2.3	Разъем [X40].....	160
4.2.4	Минимальный объем подключения для первого ввода в эксплуатацию [X40]..	162
4.3	Примеры схем соединений.....	163
4.3.1	Запрос безопасности через устройства с переключающими контактами.....	163
4.3.2	Запрос безопасности через устройства с полупроводниковыми выходами.....	164
4.3.3	Запрос безопасности через предохранительное коммутационное устрой- ..	165
	ство	
4.3.4	Соединение нескольких CMMP-AS-...-M3 с CAMC-G-S3.....	167
4.3.5	Активация узла фиксации.....	169
4.3.6	Активация 2-канального узла фиксации.....	171
4.3.7	Подключение энкодеров для динамических функций обеспечения безопас- ..	172
	ности	
4.3.8	Активация 2-канального пневматического блока управления с функциями ..	173
	обеспечения безопасности	
<b>5</b>	<b>Ввод в эксплуатацию.....</b>	<b>175</b>
5.1	Перед вводом в эксплуатацию.....	176
5.2	Настройка DIP-переключателей.....	176
5.3	Указания по параметризации с плагином FCT CMMP-AS.....	176
5.3.1	Настройка конфигурации.....	177
5.3.2	Настройка конфигурации датчика.....	177
5.3.3	Установка единиц измерения (опция).....	177
5.3.4	Принятие настроек модуля безопасности.....	178
5.3.5	Индикация состояния.....	179
5.3.6	Отображение постоянной памяти диагностики контроллера.....	180
5.4	Основы параметризации модуля безопасности.....	182
5.4.1	Заводская настройка.....	182
5.4.2	Состояние при поставке.....	185
5.4.3	Плагин FCT CMMP-AS и SafetyTool.....	185
5.5	Безопасная параметризация с помощью SafetyTool.....	186
5.5.1	Запуск программы.....	186
5.5.2	Выбор типов сеанса – Ассистент конфигурации.....	186
5.5.3	Онлайн-параметризация.....	188
5.5.4	Офлайн-параметризация.....	189
5.5.5	Основные правила при параметризации с помощью SafetyTool.....	190
5.5.6	Поведение при недействительной параметризации.....	194
5.5.7	Версия набора параметров.....	194
5.6	Процесс параметризации с помощью SafetyTool (пример).....	194

5.6.1	Выбор варианта сеанса в программе-ассистенте.....	195
5.6.2	Передача данных и синхронизация.....	198
5.6.3	Начало параметризации.....	201
5.6.4	Проверка передачи данных.....	202
5.6.5	Основная информация.....	202
5.6.6	Конфигурирование датчиков.....	202
5.6.7	Конфигурирование цифровых входов.....	202
5.6.8	Выбор и параметризация функций обеспечения безопасности.....	204
5.6.9	Логические функции.....	209
5.6.10	Логика квитирования ошибки.....	209
5.6.11	Цифровые выходы.....	210
5.6.12	Управление ошибками.....	210
5.6.13	Завершение параметризации.....	210
5.7	Специальные функции SafetyTool.....	212
5.7.1	Смена пароля.....	212
5.7.2	Установка заводских настроек.....	212
5.7.3	Проверка на приемлемость.....	213
5.7.4	Общий обзор параметров.....	213
5.7.5	Окно диагностики.....	214
5.8	Функциональное испытание, валидация.....	216
<b>6</b>	<b>Управление и эксплуатация.....</b>	<b>219</b>
6.1	Обязанности эксплуатирующего лица.....	219
6.2	Техническое обслуживание и уход.....	220
6.3	Функции защиты.....	220
6.3.1	Питание – Контроль напряжения для защиты от повышенного напряжения и..	220
	смены полярности	
6.3.2	Внутреннее электропитание электронных элементов.....	220
6.3.3	Отказоустойчивое питание.....	220
6.3.4	Функции защиты для цифровых выходов.....	220
6.3.5	Функции защиты для цифровых входов.....	220
6.3.6	Функции защиты для управления тормозом.....	221
6.3.7	Функции защиты питания для активации задающего устройства.....	221
6.3.8	Функции защиты для подсоединенных датчиков положения.....	221
6.3.9	Внутренние функции защиты электроники на модуле безопасности.....	221
6.3.10	Контроль соблюдения запрошенных функций обеспечения безопасности.....	222
6.4	Диагностика и устранение неполадок.....	222
6.4.1	Светодиодная индикация на модуле безопасности.....	222
6.4.2	7-сегментный индикатор контроллера.....	223
6.5	Сообщения об ошибках и обработка ошибок.....	225
6.5.1	Номера ошибок.....	225

6.5.2	Квитирование ошибок.....	225
6.5.3	Диагностические сообщения.....	226
6.6	Диагностические сообщения с указаниями по устранению неполадок.....	227
<b>7</b>	<b>Техническое обслуживание, ремонт, замена, утилизация.....</b>	<b>249</b>
7.1	Техническое обслуживание.....	249
7.2	Ремонт.....	249
7.3	Замена модуля безопасности.....	250
7.3.1	Демонтаж и установка.....	250
7.3.2	Принятие настроек модуля безопасности.....	250
7.3.3	Повторный ввод в эксплуатацию с помощью SafetyTool.....	250
7.4	Вывод из эксплуатации и утилизация.....	251
<b>8</b>	<b>Техническое приложение.....</b>	<b>252</b>
8.1	Технические характеристики.....	252
8.1.1	Технические средства безопасности.....	252
8.1.2	Общая информация.....	254
8.1.3	Условия эксплуатации и окружающей среды.....	254
8.1.4	Цифровые входы DIN40A/B – DIN43A/B и DIN44 – DIN49 [X40].....	256
8.1.5	Цифровые выходы DOUT40A/B – DOUT42A/B [X40].....	258
8.1.6	Сигнальный контакт C1/C2 [X40] .....	259
8.1.7	Вспомогательное питание 24 В [X40].....	259
8.1.8	Исполнение кабелей [X40].....	260
8.1.9	Цифровой выход для удерживающего тормоза на базовом устройстве [X6].....	260
8.2	Показатели безопасности.....	262
8.2.1	Функции обеспечения безопасности.....	262
8.2.2	Цифровые входы.....	263
8.2.3	Системы датчиков.....	265
8.2.4	Цифровые выходы.....	289
8.3	Системная точность и время реакции.....	291
8.3.1	Точность контроля позиции (SOS) с точки зрения практического применения ..	292
8.3.2	Точность контроля скорости (SLS, SSR) с точки зрения практического применения ..	293
8.3.3	Определение значимых параметров для функции безопасной скорости Safe Speed Function (с SLS, SSR) ..	294
8.3.4	Требования при ошибках датчиков с точки зрения практического применения ..	295
8.3.5	Контроль длины вектора аналоговых сигналов датчика (резольвер, датчик SIN/COS) ..	298
8.3.6	Влияние угловой погрешности внутри пределов ошибки контроля длины вектора на сигнал скорости ..	301
8.3.7	База для рассмотрения системной точности.....	303

8.4	Сообщения о состоянии, диагностика с помощью полевой шины.....	305
8.4.1	Выдача сообщений о состоянии с помощью цифровых выходов базового устройства	.. 305
8.4.2	Сообщения о состоянии через полевую шину – Протокол CiA 402.....	306
8.4.3	Сообщения о состоянии через полевую шину – Протокол FHPP.....	312
8.5	Запись данных измерения – “Trace”.....	315
8.5.1	Общий обзор.....	315
8.5.2	Конфигурирование.....	316
8.5.3	Запуск функции Trace.....	318
8.5.4	Пример.....	318
<b>9</b>	<b>Базовый список сигналов управления и параметров.....</b>	<b>320</b>
9.1	Список всех логических сигналов.....	320
9.1.1	Логические входы LIN.....	320
9.1.2	Виртуальные входы VIN.....	324
9.1.3	Виртуальные выходы VOUT.....	326
9.1.4	Логические выходы LOUT.....	328
9.1.5	Слова состояния для обмена данными / Диагностика через полевые шины.....	329
9.2	Список дополнительных параметров.....	331
9.3	Список важных объектов связи в базовом устройстве.....	341
<b>10</b>	<b>Словарь терминов.....</b>	<b>346</b>
10.1	Термины и сокращения, относящиеся к технике безопасности.....	346
10.2	Термины к SafetyTool и к безопасной параметризации.....	348

# 1 Об этом документе

## Указания по представленной документации

Настоящая документация предназначена для надежной работы согласно EN 61800-5-2 за счет использования модуля безопасности CAMC-G-S3 для контроллеров CMMP-AS-...-M3 со следующими функциями обеспечения безопасности:

- STO – безопасное выключение крутящего момента (Safe Torque Off)
- SS1 - безопасная остановка 1 (Safe Stop 1)
- SS2 - безопасная остановка 2 (Safe Stop 2)
- SOS - безопасная остановка работы (Safe Operating Stop)
- SLS - безопасное ограничение скорости (Safely-Limited Speed)
- SSR - безопасный диапазон скоростей (Safe Speed Range)
- SSM - безопасный контроль скорости (Safe Speed Monitor)
- SBC – безопасное управление тормозом (Safe Brake Control)
- Кроме того, обязательно соблюдайте общие правила техники безопасности для CMMP-AS-...-M3.

---

### i

Общие правила техники безопасности для CMMP-AS-...-M3 содержатся в описании аппаратной части “Монтаж и подключение”, GDCP-CMMP-M3-HW-...

→ Tab. 2 Документация по контроллеру CMMP-AS-...-M3.

Учитывайте информацию по безопасности и условиям применения изделия

→ 2.2 Условия применения изделия.

---

## Идентификация изделия

---

### i

Настоящая документация относится к следующим версиям:

- модуль безопасности CAMC-G-S3 версии 03 и выше (общая версия 1.4),
- контроллер CMMP-AS-...-M3 с прошивкой версии 4.0.1501.2.1 и выше и аппаратным обеспечением версии 6.0 и выше (CMMP-AS-C2-3A-M3, CMMP-AS-C5-3A-M3) или версии 4.1 и выше (CMMP-AS-C5-11A-P3-M3, CMMP-AS-C10-11A-P3-M3),
- плагин FCT CMMP-AS версии 2.14.1.x и выше с Safetytool версии 1.0.5.x и выше.

Это первые доступные или поддерживаемые версии. В случае более новых версий или при замене модуля безопасности проверьте, совместимы ли версии между собой → документация к соответствующей используемой версии.

---

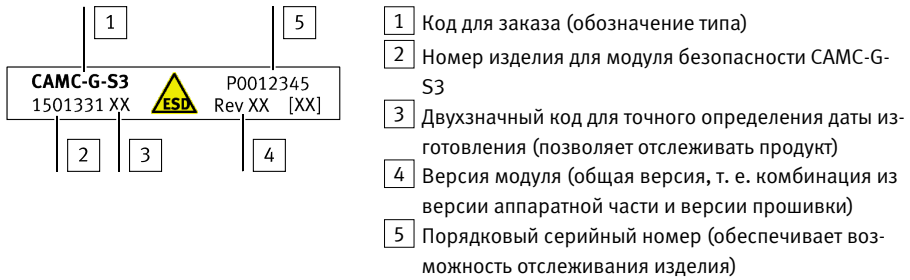


Fig. 1 Фирменная табличка CAMC-G-S3 (пример)

### Сервис

По техническим вопросам обращайтесь к контактному лицу компании Festo в вашем регионе.

### Редакция указанных стандартов

Редакция	
EN 61326-3-1:2008	EN ISO 13849-1:2015
EN 61800-3:2018	EN ISO 13849-2:2012
EN 61800-5-1:2007 + A1:2017	EN 62061:2005 + AC:2010 + A1:2013 + A2:2015
EN 61800-5-2:2017	IEC 61508-1/.../-7:2010

Tab. 1 Указанные в документе стандарты

### Документация

Информация о контроллере содержится в следующей документации:

Руководство по контроллеру CMMP-AS-...-M3	
Название, тип	Содержание
Описание аппаратной части, GDSP-CMMP-M3-HW-...	Монтаж и подключение контроллера CMMP-AS-...-M3 для всех вариантов/классов мощности (1-фазных, 3-фазных), назначения контактов, сообщения об ошибках, техническое обслуживание.
Описание функций, GDSP-CMMP-M3-FW-...	Описание функций (прошивка) CMMP-AS-...-M3, указания по вводу в эксплуатацию.
Описание FHPP, GDSP-CMMP-M3/-M0-C-HP-...	Управление и параметризация контроллера с помощью профиля Festo FHPP. Контроллер CMMP-AS-...-M3 со следующими протоколами полевых шин: CANopen, PROFINET, PROFIBUS, EtherNet/IP, DeviceNet, EtherCAT. Контроллер CMMP-AS-...-M0 с полевой шиной CANopen.







<b>Руководство по контроллеру CMMP-AS-...-M3</b>	
Название, тип	Содержание
Описание CiA 402 (DS 402), GDCP-CMMP-M3/-M0-C-CO-...	Управление и параметризация контроллера через профиль устройства CiA 402 (DS402) контроллера CMMP-AS-...-M3 со следующими полевыми шинами: CANopen и EtherCAT. Контроллер CMMP-AS-...-M0 с полевой шиной CANopen.
Описание редактора CAM, P.BE-CMMP-CAM-SW-...	Набор функций кулачка (CAM) контроллера CMMP-AS-...-M3/-M0.
Описание модуля безопасности, GDCP-CAMC-G-S1-...	Функциональные средства обеспечения безопасности для контроллера CMMP-AS-...-M3 с функцией обеспечения безопасности STO.
Описание модуля безопасности, GDCP-CAMC-G-S3-...	Функциональные средства обеспечения безопасности для контроллера CMMP-AS-...-M3 с функциями обеспечения безопасности STO, SS1, SS2, SOS, SLS, SSR, SSM, SBC.
Описание замены и конвертации проекта GDCP-CMMP-M3-RP-...	Контроллер CMMP-AS-...-M3 как устройство на замену для применявшегося до сих пор контроллера CMMP-AS. Изменения при электроподключении и описание конвертации проекта.
Справка по плагину FCT CMMP-AS	Пользовательский интерфейс и функции плагина CMMP-AS для Festo Configuration Tool. → <a href="http://www.festo.com">www.festo.com</a>
Справка по SafetyTool	Пользовательский интерфейс и функции SafetyTool для параметризации модуля безопасности CAMC-G-S3.





















Tab. 2 Документация по контроллеру CMMP-AS-...-M3



Вся доступная документация на изделие → [www.festo.com/sp](http://www.festo.com/sp).

### Используемые символы для технических средств безопасности

Входы и выходы	
 Вход двухканальный	 Выход двухканальный
 Вход одноканальный	 Выход реле
Типы датчиков	
 Селектор режимов работы	 Кнопка запуска (Start)

Используемые символы для технических средств безопасности			
	Удерживающий тормоз		Завершение функции обеспечения безопасности (повторный пуск)
	Световая завеса		Блокировка дверец/защитная крышка
	Кнопка аварийной остановки		Кнопка подтверждения
	Квитирование		Устройство безопасного старта двумя руками
	Безопасный датчик начала отсчета		Датчик положения
Функции обеспечения безопасности			
	STO – безопасное выключение крутящего момента (Safe Torque Off)		USF – универсальная функция обеспечения безопасности (Universal Safety Function)
	SS1 - безопасная остановка 1 (Safe Stop 1)		SLS - безопасное ограничение скорости (Safely-Limited Speed)
	SS2 - безопасная остановка 2 (Safe Stop 2)		SSR - безопасный диапазон скоростей (Safe Speed Range)
	SOS - безопасная остановка работы (Safe Operating Stop)		SSM - безопасный контроль скорости (Safe Speed Monitor)
	SBC – безопасное управление тормозом (Safe Brake Control)		ALF – расширенная логическая функция, не функция обеспечения безопасности (Advanced Logic Function)

Tab. 3 Символы для технических средств безопасности

## 2 Безопасность и условия применения изделия

### 2.1 Безопасность

#### 2.1.1 Общие инструкции по безопасности

- Кроме того, обязательно соблюдайте общие правила техники безопасности для CMMP-AS-...-МЗ.

---

**i**

Общие правила техники безопасности для CMMP-AS-...-M3 содержатся в описании аппаратной части, GDCP-CMMP-M3-HW-... → Tab. 2 Документация по контроллеру CMMP-AS-...-M3.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

**Потеря функции обеспечения безопасности.**

Несоблюдение условий окружающей среды и подключения может привести к потере функции обеспечения безопасности.

- Соблюдайте установленные спецификацией условия окружающей среды и подключения, в частности, допуски входного напряжения → 8.1 Технические характеристики.
- 

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

**Повреждение модуля безопасности или контроллера из-за неправильного обращения.**

- Перед проведением работ по монтажу и подключению следует выключить напряжение питания. Включать напряжение питания можно только после полного завершения работ по монтажу и подключению.
  - Модуль безопасности под напряжением категорически запрещено отсоединять от контроллера или подсоединять к нему!
  - Соблюдайте предписания по обращению с элементами, чувствительными к воздействию статического электричества.
- 

**2.1.2 Использование по назначению**

Модуль безопасности CAMC-G-S3 служит расширителем контроллера CMMP-AS-...-M3 для выполнения функции обеспечения безопасности:

- STO – безопасное выключение крутящего момента (Safe Torque Off)
- SS1 - безопасная остановка 1 (Safe Stop 1)
- SS2 - безопасная остановка 2 (Safe Stop 2)
- SOS - безопасная остановка работы (Safe Operating Stop)
- SLS - безопасное ограничение скорости (Safely-Limited Speed)
- SSR - безопасный диапазон скоростей (Safe Speed Range)
- SSM - безопасный контроль скорости (Safe Speed Monitor)
- SBC – безопасное управление тормозом (Safe Brake Control)

При условии использования соответствующих блоков датчиков и соответствующей схемы активации модуль безопасности выполняются требования стандарта EN 61800-5-2 до SIL3 включительно и, соответственно, требования стандарта EN ISO 13849-1 до категории 4 / PL e включительно.

Достижимый уровень безопасности зависит от других элементов, которые используются для реализации функции обеспечения безопасности, например от датчиков, используемых для определения положения

→ 2.1.4 Достижимый уровень безопасности/функция обеспечения безопасности.

Контроллер CMMP-AS-...-M3 с модулем безопасности CAMC-G-S3 является изделием с функциями, имеющими значение для безопасности, предназначен для установки на машинном оборудовании или технических средствах автоматизации и может использоваться только:

- в технически безупречном состоянии,

- в оригинальном состоянии без каких-либо самовольных изменений,
- в рамках предельных значений, заданных техническими характеристиками изделия  
→ 8.1 Технические характеристики,
- в сфере промышленности.

Модуль безопасности CAMC-G-S3 может эксплуатироваться во всех контроллерах CMMP-AS-...-M3, снабженных отсеком Ext3 для технических средств безопасности. Его нельзя подключить ни к одному из отсеков Ext1 или Ext2 для электрических интерфейсов.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ!**

В случае ущерба, возникшего по причине несанкционированного вмешательства или использования изделия не по назначению, выставление производителю претензий по гарантии и возмещению ущерба исключается.

### **2.1.3 Предполагаемые варианты неправильного использования**

К случаям использования не по назначению относятся следующие варианты прогнозируемого неправильного применения:

- использование в другом устройстве, отличающемся от CMMP-AS-...-M3,
- применение вне помещений,
- использование не в непромышленной сфере (в жилой зоне),
- применение с выходом за предельные значения, заданные техническими характеристиками изделия,
- самовольное внесение изменений.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ!**

- Для приводов, на которые воздействует постоянный момент (например, подвешенные грузы), использования функции STO в качестве единственной функции обеспечения безопасности недостаточно. Для закрепления требуются подходящие дополнительные меры, например узел фиксации.
- Шунтирование предохранительных устройств является недопустимым.
- Ремонтные работы на модуле безопасности недопустимы! Разрешается соответствующая техническим правилам замена модуля безопасности.

#### **i**

Функция STO (Safe Torque Off) не защищает от удара электротоком, она обеспечивает защиту только от опасных перемещений! Не происходит отсоединения привода от источника энерго-снабжения в понимании норм электробезопасности → описание аппаратной части, GDCP-CMMP-M3-HW-...

### **2.1.4 Достижимый уровень безопасности/функция обеспечения безопасности согласно EN ISO 13849-1/EN 61800-5-2**

Модуль безопасности соответствует требованиям основных положений о техническом контроле:

- категория 4, PLe согласно EN ISO 13849-1,
- SIL CL 3 согласно EN 62061.

Модуль безопасности может эксплуатироваться в вариантах применения до кат. 4 / PL e согласно EN ISO 13849-1 и до SIL 3 согласно EN 62061 / IEC 61508.

Достижимый уровень безопасности зависит от других элементов, которые используются для реализации функции обеспечения безопасности.

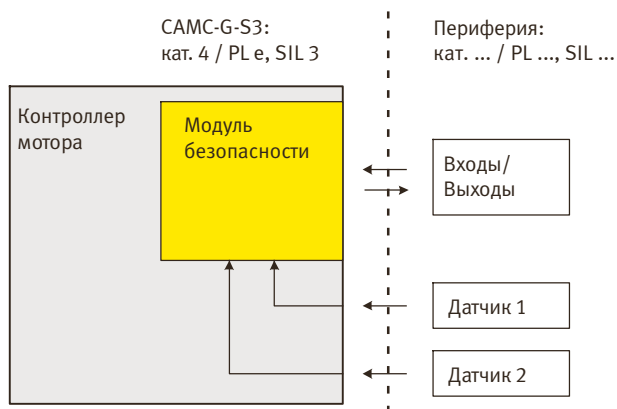


Fig. 2 Уровень безопасности CAMC-G-S3 и системы в целом

### i

Учитывайте допустимые комбинации датчиков положения и выполняйте соответствующие указания → Tab. 10 Допустимые комбинации датчиков положения.

Информация о достижимых с помощью соответствующего периферийного оборудования параметрах безопасности для различных функций обеспечения безопасности

→ 8.2 Показатели безопасности.

## 2.2 Условия применения изделия

- Предоставьте полный объем документации конструктору, монтажнику и персоналу, ответственному за ввод в эксплуатацию установки или системы, в которой используется данное изделие.
- Обеспечьте постоянное соблюдение заданных условий, описанных в этой документации. При этом также учитывайте требования документации на дополнительные элементы и модули (например, контроллер, кабели и т. д.).
- Соблюдайте действующие законодательные нормативы, распространяющиеся на область применения оборудования, а также:
  - нормативные предписания и стандарты,
  - регламенты органов технического контроля и страховых компаний,
  - государственные постановления.
- Модуль безопасности соответствует требованиям EN 61800-5-2. В отношении других используемых элементов обеспечения безопасности в машине и их применения, как правило, действуют дополнительные предписания, стандарты и директивы, которые тоже должны учитываться.

- В случаях использования для аварийной остановки должна быть предусмотрена защита от автоматического повторного пуска согласно требуемой категории. Это можно обеспечить, например, за счет внешнего предохранительного коммутационного устройства или специальной параметризации модуля безопасности CAMC-G-S3
  - ➔ 3.7 Завершение функций обеспечения безопасности.

### 2.2.1 Необходимые технические условия

Общие, обязательные к соблюдению указания по надлежащему и безопасному использованию изделия:

- Выполняйте приведенные в технических характеристиках условия подключения и окружающей среды модуля безопасности (➔ 8.1 Технические характеристики), контроллера и всех подсоединяемых элементов.  
Только при соблюдении предельных значений или ограничений по нагрузке возможна эксплуатация изделия согласно соответствующим правилам техники безопасности.
- Учитывайте указания и предупреждения, содержащиеся в настоящей документации.

### 2.2.2 Квалификация специалистов (требования к персоналу)

К вводу устройства в эксплуатацию допускаются только имеющие соответствующую квалификацию в области электротехники лица, которые успешно изучили:

- правила установки и эксплуатации электрических систем управления,
- действующие предписания по эксплуатации систем производственной безопасности,
- действующие предписания по предотвращению несчастных случаев и охране труда,
- документацию на изделие.

### 2.2.3 Степень охвата диагностикой (DC)

Степень охвата диагностикой зависит от интеграции контроллера с модулем безопасности в цепь управления, от используемых двигателей/датчиков положения, а также от реализуемых мероприятий по диагностике.

Если при диагностике обнаруживается неполадка, должны быть предусмотрены специальные мероприятия для поддержания уровня безопасности.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Реакцию модуля безопасности на распознанные ошибки можно параметризовать соответственно, например, это может быть активация функции обеспечения безопасности SS1 и SBC в случае перекрестного замыкания безопасных входных сигналов.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Проверьте, требуется ли для вашего варианта применения обнаружение перекрестного замыкания во входном контуре и соединительной электропроводке.

При необходимости используйте предохранительное коммутационное устройство с функцией обнаружения перекрестного замыкания для включения модуля безопасности или применяйте безопасные выходы модуля безопасности для питания пассивных коммутационных устройств в сочетании с соответствующими функциями контроля для безопасных входов.

### 2.2.4 Область применения и разрешения

Контроллер со встроенным модулем безопасности является элементом для обеспечения безопасности согласно Директиве по машинному оборудованию 2006/42/EG; контроллер отмечен знаком CE.

Ориентированные на безопасность стандарты и контрольные параметры, которым соответствует изделие, содержатся в разделе “Технические характеристики”

→ 8.1 Технические характеристики. Директивы ЕС и стандарты, под которые подпадает данное изделие, указаны в декларации о соответствии.

---

#### i

Сертификаты и декларацию о соответствии для данного изделия можно найти на сайте

→ [www.festo.com/sp](http://www.festo.com/sp)

---

## 3 Описание изделия: модуль безопасности CAMC-G-S3

### 3.1 Обзор продукции

#### 3.1.1 Назначение

С ростом использования техники автоматизации защита персонала от опасных перемещений оборудования приобретает все большую важность. Функциональная безопасность охватывает требуемые меры предотвращения или устранения опасностей, вызванных функциональными неисправностями, с помощью электромеханических или электронных устройств. В штатном режиме работы защитные устройства предотвращают доступ людей к опасным участкам. В определенных режимах, например в процессе установки, персонал должен также находиться в опасных зонах. В таких ситуациях оператор оборудования должен быть защищен с помощью внутренних средств привода и контроллера.

Интегрируемые с модулем безопасности CAMC-G-S3 в контроллеры CMMP-AS-...-M3 функциональные средства обеспечения безопасности создают условия на стороне оператора и стороне привода для оптимальной реализации функций защиты. Затраты на этапе проектирования и подключения сокращаются. Встроенная функциональная техника безопасности обеспечивает расширенную функциональность и более высокий уровень эксплуатационной готовности оборудования по сравнению с традиционными защитными устройствами.

Контроллеры серии CMMP-AS-...-M3 могут оснащаться вставными модулями для встроенных функциональных средств обеспечения безопасности. Доступны следующие модули:

Тип	Описание
CAMC-DS-M1	Электрический модуль с DIP-переключателями, без функции обеспечения безопасности.
CAMC-G-S1	Модуль безопасности с DIP-переключателями и функцией STO.
CAMC-G-S3	Модуль безопасности с функциями STO, SS1, SS2, SOS, SBC, SLS, SSR, SSM и DIP-переключателями.

Tab. 4 Общий обзор модулей безопасности и электрических модулей для CMMP-AS-...-M3

### 3.1.2 Характеристики

Модуль безопасности CAMC-G-S3 обладает следующими характеристиками:

- Достижение одной или нескольких функций обеспечения безопасности:
  - STO – безопасное выключение крутящего момента (Safe Torque Off)
  - SS1 - безопасная остановка 1 (Safe Stop 1)
  - SS2 - безопасная остановка 2 (Safe Stop 2)
  - SOS - безопасная остановка работы (Safe Operating Stop)
  - SLS - безопасное ограничение скорости (Safely-Limited Speed)
  - SSR - безопасный диапазон скоростей (Safe Speed Range)
  - SSM - безопасный контроль скорости (Safe Speed Monitor)
  - SBC – безопасное управление тормозом (Safe Brake Control)
- Двухканальные и одноканальные входы для запроса функций обеспечения безопасности
- Двухканальные безопасные выходы для управления другими элементами и функциями обеспечения безопасности
- Беспотенциальный контакт обратной связи для состояния эксплуатации
- Исполнение в виде вставного модуля с подключением снаружи для дооснащения

Встроенные функции обеспечения безопасности в контроллере позволяют:

- предельно малое время реакции за счет быстрого выявления опасных состояний,
- комплексное распознавание опасностей благодаря быстрому и прямому доступу к множеству сигналов и измеряемых параметров в контроллере.
- Анализ информации множества блоков датчиков, например резольверов, датчиков SIN/COS, датчиков Hiperface, а также анализ информации блоков датчиков с обычными последовательными протоколами (EnDat 2.2, BiSS, ...)
- При необходимости – быстрый, прямой доступ к заданным значениям / контроллеру регулятора сервопривода. Кроме того, возможен безопасный и контролируемый переход привода в неподвижное состояние без участия функционального контроллера / ПЛК или торможение до ограниченного значения скорости.
- Прямое взаимодействие между схемой управления процессом в контроллере и модулем безопасности. Поэтому, например, узел фиксации или удерживающий тормоз размыкаются после запроса функции обеспечения безопасности SBC и последующего повторного пуска только в том случае, если контроллер снова выполняет активное регулирование позиции. Предотвращается “проворачивание” вертикальных приводов, отпадает необходимость в программировании соответствующих последовательностей в функциональном контроллере.

### 3.1.3 Поддерживаемые устройства

Модуль безопасности CAMC-G-S3 может использоваться только в контроллерах типа CMMP-AS-...-M3 с соответствующей версией аппаратного обеспечения и прошивки → 1 Об этом документе.

---

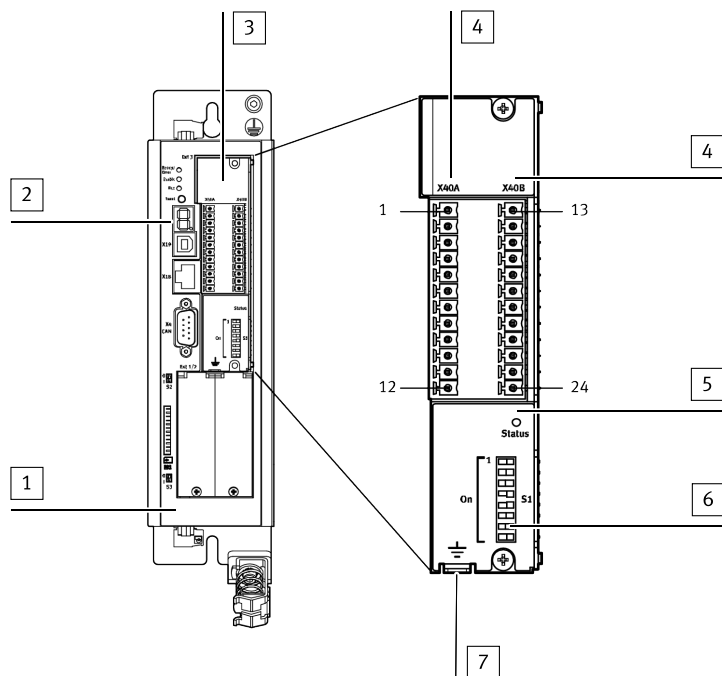
**i**

Контроллеры SMMP-AS-...-M3 поставляются без модуля безопасности или электрического модуля в отсеке Ext3.

- Если функция обеспечения безопасности не требуется, следует заказать электрический модуль CAMC-DS-M1 и установить его в отсек Ext3.
  - Для реализации описанной в настоящем документе функции обеспечения безопасности для контроля и управления перемещениями, имеющими значение для безопасности, следует установить модуль безопасности CAMC-G-S3 в отсек Ext3.
- 

### **3.1.4 Элементы управления и разъемы**

Модуль безопасности CAMC-G-S3 снабжен следующими элементами управления, разъемами и средствами индикации:



- 1 Контроллер CMMP-AS-...-M3 с отсеком Ext3
- 2 7-сегментный индикатор контроллера для отображения активной функции обеспечения безопасности или сообщений об ошибках модуля безопасности
- 3 модуль безопасности CAMC-G-S3
- 4 Интерфейс входов/выходов [X40A] и [X40B] для управления функциями обеспечения безопасности
- 5 Светодиод для индикации рабочего состояния (состояния функциональной безопасности)
- 6 DIP-переключатель (активация/настройка связи по полевой шине в контроллере)
- 7 Клемма функционального заземления (плоский штекер 6,3 мм)

Fig. 3 Элемент управления и разъемы CAMC-G-S3

### 3.1.5 Комплект поставки

модуль безопасности CAMC-G-S3	
Модуль безопасности с крепежными принадлежностями (2 винта с пружинной шайбой)	Модуль для функций обеспечения безопасности STO, SS1, SS2, SOS, SLS, SSR, SSM, SBC

<b>модуль безопасности CAMC-G-S3</b>	
2 штекера для интерфейса входов/выходов [X40A], [X40B] (также отдельно предлагаются штекеры NEKM-C-9 в ассортименте)	Phoenix Contact Mini-Combicon MC1,5_12-ST-3,81-BK
Инструкция к модулю безопасности	Краткий обзор функции, монтажа и подключения модуля безопасности

Tab. 5 Комплект поставки

## 3.2 Принцип действия и применение

### 3.2.1 Обзор системы

На следующем рисунке показана типовая приводная система со встроенными функциональными средствами обеспечения безопасности, состоящая из указанных ниже элементов:

- контроллер CMMP-AS-...-M3,
- модуль безопасности CAMC-G-S3
- синхронный мотор, например из серии EMMS-AS или EMME-AS от Festo,
- электрический линейный привод со второй измерительной системой, например EGC-...-M... от Festo,
- надежный узел фиксации.

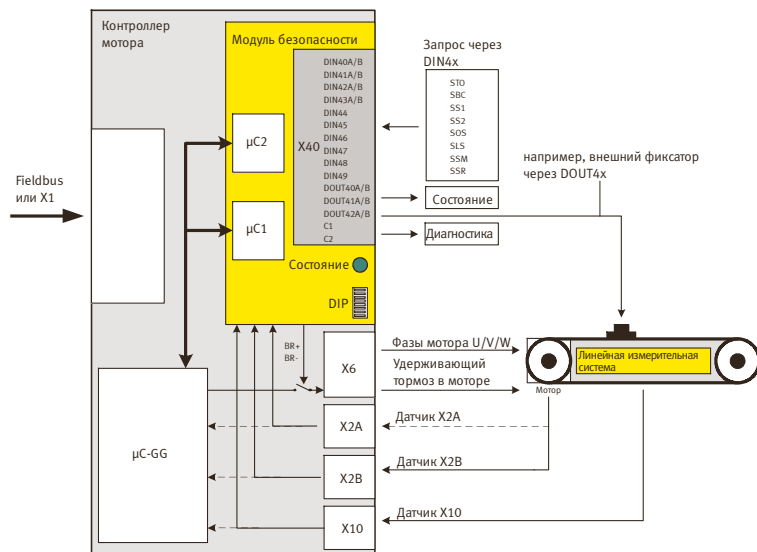


Fig. 4 Принцип действия модуля безопасности

Управление приводом и функциональное управление устройством перемещения по выбору осуществляется с помощью:

- контроллера СММР-AS -...- М3 и назначенного интерфейса управления, например [X1],
- полевой шины.

Модуль безопасности контролирует регулятор сервопривода контроллера в объеме своих функций. Для этого регистрируются и в зависимости от выбранных функций обеспечения безопасности контролируются значимые для безопасности параметры (величины) перемещения двигателя. Например, при нарушении пределов безопасности путем превышения максимально допустимой скорости, модуль безопасности может безопасно отключить питание задающего устройства для силовых полупроводников и тем самым предотвратить подачу силовым выходным каскадом необходимой двигателю энергии.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ!**

Технический сбой или отказ блока питания приводит к отключению силового выходного каскада контроллера. В зависимости от варианта применения результатом этого могут быть ограничения безопасности.

Нацеленный на безопасность контроль привода выполняется в модуле безопасности следующим образом:

- В CAMC-G-S3 работает два микроконтроллера в резервируемой структуре. Во время эксплуатации оборудования они непрерывно сравнивают все значимые входные и выходные сигналы, а также данные от датчиков положения.
- Функции обеспечения безопасности в CAMC-G-S3 запрашиваются или активируются через безопасные цифровые входы на модуле безопасности, через другие функции обеспечения безопасности или в качестве реакции на ошибку. С помощью логических операций можно настроить, какие цифровые входы в какой комбинации сигналов запрашивают функцию обеспечения безопасности.
- Если активна функция обеспечения безопасности, выполняется безопасный контроль состояния базового устройства и привода.
- Для этого модуль безопасности регистрирует перемещение привода (позицию, скорость) с помощью датчика положения в моторе и (в зависимости от структуры системы) еще и второй измерительной системы.
- С этой целью к базовому устройству, как обычно, на [X2A], [X2B] и [X10] подсоединяются блоки датчиков. Сигналы направляются внутри устройства далее к модулю безопасности.



Важно: в зависимости от требуемой классификации безопасности и конфигурации привода может возникнуть обязательная необходимость во второй измерительной системе на приводе.

- Если привод находится в безопасном состоянии, функция обеспечения безопасности сообщает о состоянии SSR, “Safe State Reached” (безопасное состояние достигнуто). При нарушении условий безопасности функция обеспечения безопасности сообщает о состоянии SCV “Safety Condition Violated” (условие безопасности нарушено).
- Безопасные цифровые выходы сообщают о состоянии безопасности во внешнюю систему, например, внешнему контроллеру безопасности, другому CAMC-G-S3 или цифровым входам для подачи тестовых импульсов.

- Модуль безопасности управляет через путь внутри устройства управляющим выходом тормоза на разъеме мотора [X6] и тем самым реализует функцию обеспечения безопасности SBC в комбинации с имеющим соответствующий сертификат узлом фиксации.
- Внешний узел фиксации также может активироваться через безопасный цифровой выход и внешнее безопасное коммутационное устройство.

---

**i**

Важно: для использования функции обеспечения безопасности SBC должен применяться узел фиксации с соответствующей классификацией безопасности. В основном действует следующее правило: для всех типов удерживающих тормозов или узлов фиксации без сертификации должна проводиться оценка рисков и устанавливаться пригодность для указанного нацеленного на безопасность применения. В противном случае их использование не разрешено. Удерживающий тормоз в моторах, как правило, не подпадает под требуемую классификацию и поэтому не подходит.

- 
- Имеется беспотенциальный сигнальный контакт для целей диагностики
  - С помощью светодиода состояния и 7-сегментного индикатора базового устройства отображается рабочее состояние модуля безопасности.

Через внутренний интерфейс связи происходит обмен данными между модулем безопасности и базовым устройством.

- За счет этого базовому устройству всегда известно текущее рабочее состояние модуля безопасности, например, запрашивается и выполняется ли функция обеспечения безопасности, или обнаружено ли нарушение условия безопасности.
- Таким образом, о рабочем состоянии средств обеспечения безопасности через различные интерфейсы полевой шины также может сообщаться системе функциональной безопасности.
- Модуль безопасности может активно вмешиваться в работу контроллера базового устройства без обхода через функциональный контроллер. Например, привод при активном запросе функции обеспечения безопасности SS2 замедляется до нулевой скорости

---

**i**

Важно: эта функция, прежде всего, имеет преимущества, если перемещаются отдельные приводы. Если привод перемещается в интерполируемом режиме работы (например, CAN interpolated position mode), использование этой функции менее целесообразно.

Другие функции прошивки в модуле безопасности:

- безопасное отключение контроллера в случае ошибки, регулируемая реакция на различные ошибки,
- анализ сигналов безопасных входов, контроль правильного функционирования аппаратной части (тестовые импульсы),
- управление безопасными выходами, контроль правильного функционирования аппаратной части,
- безопасный контроль правильной работы микроконтроллеров: циклическое тестирование карты памяти (RAM, Flash) и ЦП,
- контроль напряжений питания,
- перекрестный контроль обоих задействованных микроконтроллеров,

- управление структурой наборов параметров, реализация безопасных настроек параметризации, защищенных контрольными суммами и паролем.

### 3.2.2 Подключение модуля безопасности [X40]

Для подключения функций обеспечения безопасности модуль безопасности снабжен 24-полюсным интерфейсом [X40A/B] со следующими разъемами:

- 4 цифровых двухканальных входа датчиков с конфигурируемой схемой назначения (входы SIL3),
- 6 цифровых одноканальных входов с конфигурируемой схемой назначения (макс. SIL2), например, в следующем качестве:
  - 1 цифровой 3-полюсный селектор режимов работы,
  - 1 вход для квитирования ошибок,
  - 1 вход для завершения запроса функции обеспечения безопасности,
  - 1 вход для ответного сигнала подтверждения внешнего узла фиксации,
- 3 двухканальных цифровых выхода (SIL3) с конфигурируемой схемой назначения, на выбор
  - возможность использовать в качестве тактового выхода,
- 1 контакт обратной связи (релейный контакт) для целей диагностики,
- опорный потенциал для всех входов и выходов,
- вспомогательный источник питания 24 В для подсоединенных датчиков.

В следующей таблице показаны разъемы, классифицированные по функциям (назначение контактов в соответствии с номером контакта → 4.2 Подключение электрической части).

Обозначение	Описание (заводская настройка <sup>1)</sup> )	Контакт, штекер	
Цифровые входы			<b>X40A X40B</b>
DIN40A	Цифровой вход 40, двухканальный (заводская настройка: коммутационное устройство аварийной остановки, запрос STO и SBC)	X40A.1	
DIN40B		X40A.2	
DIN41A	Цифровой вход 41, двухканальный	X40B.13	
DIN41B		X40B.14	
DIN42A	Цифровой вход 42, двухканальный	X40A.3	
DIN42B		X40A.4	
DIN43A	Цифровой вход 43, двухканальный	X40B.15	
DIN43B		X40B.16	
DIN44	Цифровой вход 44 (заводская настройка: ответное сообщение управления тормозом)	X40A.7	
DIN45	Цифровые входы 45, 46, 47 (заводская настройка: селектор режимов работы)	X40A.8	
DIN46		X40A.9	
DIN47		X40A.10	

Обозначение	Описание (заводская настройка <sup>1)</sup> )	Контакт, штекер	
DIN48	Цифровой вход 48 (заводская настройка: квитирование ошибки)	X40A.11	
DIN49	Цифровой вход 49 (заводская настройка: завершение функции обеспечения безопасности при нарастающем фронте)	X40A.12	
Цифровые выходы и сигнальный контакт			
DOUT40A	Цифровой выход 40, двухканальный	X40A.5	
DOUT40B		X40A.6	
DOUT41A	Цифровой выход 41, двухканальный	X40B.17	
DOUT41B		X40B.18	
DOUT42A	Цифровой выход 42, двухканальный	X40B.19	
DOUT42B		X40B.20	
C1	Сигнальный контакт, релейные контакты (заводская настройка: безопасное состояние достигнуто, условие безопасности не нарушено.) – Разомкнут: “функции обеспечения безопасности не активны” – Замкнут: “функции обеспечения безопасности активны”	X40B.21	
C2		X40B.22	
Опорный потенциал и вспомогательное питание			
GND24	0 В, опорный потенциал для DINx / DOUTx / +24 В	X40B.23	
+24 В	Выход 24 В, вспомогательное питание, например для ориентированной на безопасность периферии (питание логики контроллера 24 В пост. тока).	X40B.24	

1) функция в состоянии при поставке или после сброса до заводских настроек (предварительная параметризация)

Tab. 6 Цифровые входы и выходы, сигнальный контакт, опорный потенциал и вспомогательное питание [X40]

### 3.2.3 Общий обзор поддерживаемых функций обеспечения безопасности

Модуль безопасности поддерживает следующие функции безопасной остановки/перемещения:

Функция	Количество	Комментарий	
STO	1	Неуправляемая остановка, безопасная блокировка пуска	
SS1	1	Управляемая остановка с последующей STO	
SS2	1	Управляемая остановка с последующей SOS	
SOS	1	Безопасная остановка (с “точным ограничением скорости” <sup>1)</sup> )	
USF	4	“Universal Safety Function”, объединенные функции обеспечения безопасности. В исполнении “Safe Speed Funktion” (SSF) за счет соответствующей параметризации могут быть реализованы следующие функции обеспечения безопасности:	
		SLS	Безопасное ограничение скорости
		SSR	Безопасный диапазон скоростей
		SSM	Безопасный контроль скорость
SBC	1	Безопасное управление тормозом	

1) Может быть допустимым плавное перемещение внутри контролируемого окна позиции.

Tab. 7 Оснащение модуля безопасности

Подробная информация → 3.5 Функции обеспечения безопасности.

### 3.2.4 Функциональная принципиальная схема модуля безопасности

Функции модуля безопасности поясняются с помощью следующей функциональной принципиальной схемы:

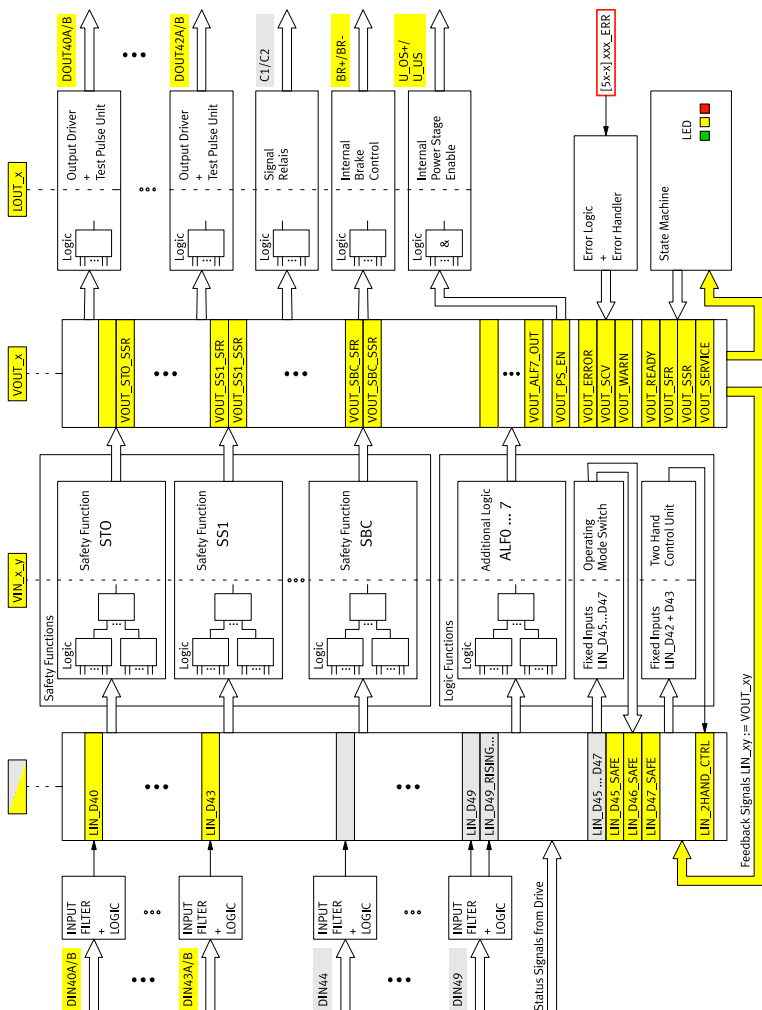


Fig. 5 Функциональная принципиальная схема модуля безопасности

Термин/сокращение	Пояснение
DIN40A/B ... DIN43A/B	Двухканальные цифровые входы
DIN44 ... DIN49	Одноканальные цифровые входы
INPUT FILTER + LOGIC	Входной фильтр и входная логика
Status Signals from Drive	Сигналы состояния от привода

<b>Термин/сокращение</b>	<b>Пояснение</b>
LIN_x	Логические входы
VIN_x_y	Виртуальные входы
Safety Functions	Функции обеспечения безопасности
Logic	Логика, при которой функции обеспечения безопасности можно конфигурировать с помощью конъюнктивных термов
Safety Function STO, SS1, ...	Функция обеспечения безопасности STO, SS1, ...
Logic Functions	Логические функции
Additional Logic ALF...	Расширенные логические функции ALF...
Fixed Inputs LIN_...	Фиксировано назначенные логические входы LIN_...
Operating Mode Switch (селектор режимов работы)	Селектор режимов работы
Two Hand Control Unit	Устройство безопасного старта двумя руками
VOUT_x	Виртуальные выходы
LOUT_x	Логические выходы
Output Driver + Test Pulse Unit	Выходной формирователь и генератор тестовых импульсов
DOUT40A/B ... DOUT42A/B	Двухканальные цифровые выходы
Signal Relais	Сигнальный контакт
C1/C2	Контакты C1/C2 сигнального контакта
Internal Brake Control	Внутреннее управление тормозом
BR+/BR-	Контакты BR+/BR- внутреннего управления тормозом
Internal Power Stage Enable	Внутренняя разблокировка выходного каскада
U_OS+/U_OS-	Контакты U_OS+/U_OS- внутренней разблокировки выходного каскада
Error Logic + Error Handler	Логика ошибок и обработка ошибок
[5x-x] xxx_ERR	Внутренний сигнал ошибки, ошибка 5x-x
State Machine	Автомат состояний
Feedback Signals LIN_xy := VOUT_xy	Ответное сообщение сигналов LIN_xy := VOUT_xy

Tab. 8 Пояснение к функциональной принципиальной схеме модуля безопасности

---

**i**

Цифровые входы интерфейса [X40] показаны на функциональной принципиальной схеме по левому краю, цифровые выходы – по правому краю. Между ними показана структура с логическими блоками и функциями обеспечения безопасности.

Общие правила, действующие для функциональных принципиальных схем и других принципиальных блок-схем:

- Все безопасные сигналы выделены на функциональной принципиальной схеме и на других принципиальных блок-схемах желтым цветом.
  - Потенциально небезопасные сигналы выделены серым цветом.
- 

**Входной фильтр и логические входы:**

Цифровые входные сигналы на [X40] сначала фильтруются в функциональном блоке “Input Filter + Logic”. Кроме того, блок проверяет, присутствуют ли тестовые импульсы на входных сигналах, и приемлемы ли они. Для двухканальных входов проводится проверка того, соответствует ли входной уровень сконфигурированному типу входа (с равнозначным/неравнозначным переключением), и переключаются ли сигналы одновременно.

Как результат этих проверок отображаются логические состояния входных сигналов. Входные сигналы показаны на принципиальной блок-схеме как <LIN\_x „Logic Inputs“>. Например, сигнал LIN\_D40 представляет логическое состояние переключения двухканального входа DIN40.

Список логических входов

→ Tab. 183 Логические входы, назначение уровня физическим входам.

**Функции обеспечения безопасности:**

Функции обеспечения безопасности имеют единые параметры. Конфигурируемая логическая функция определяет, какие входные логические сигналы (Local Inputs, LInS) переключаются на функцию обеспечения безопасности:

- для запроса функции обеспечения безопасности,
- для завершения запроса,
- для выбора дополнительных управляющих сигналов в качестве опции.

Состояние переключения этих сигналов может считываться и отображаться. Внутренние управляющие сигналы для функций обеспечения безопасности называются VIN\_x\_y “Virtual Inputs” (виртуальные входы).

Например, <VIN\_SS1\_RSf> называется вход для запроса (Request Safety Function) функции обеспечения безопасности SS1.

Список виртуальных входов → Tab. 186 Виртуальные входы.

Для конфигурирования условий переключения доступно в общей сложности 32 конъюнктивных термина. Конъюнктивные термины сопоставимы с программируемыми логическими модулями (PLD) и могут гибко распределяться по требуемым функциям. Управление структурой конъюнктивных терминов происходит автоматически с помощью SafetyTool (специального, встроенного в плагин FCT программного средства) и поэтому в значительной степени невидимо для пользователя.

**i**

Для каждого управляющего сигнала VIN\_x\_u и для конфигурирования выходов VOUT\_x можно использовать максимум 4 связанных логическими операторами ИЛИ конъюнктивных термина с максимум 7 входами с инверсией или без нее.

Виртуальные входы, которым не назначен никакой конъюнктивный терм, имеют логическое состояние “0”.

В следующем примере используется два из 32 конъюнктивных термина, чтобы запросить функцию STO:

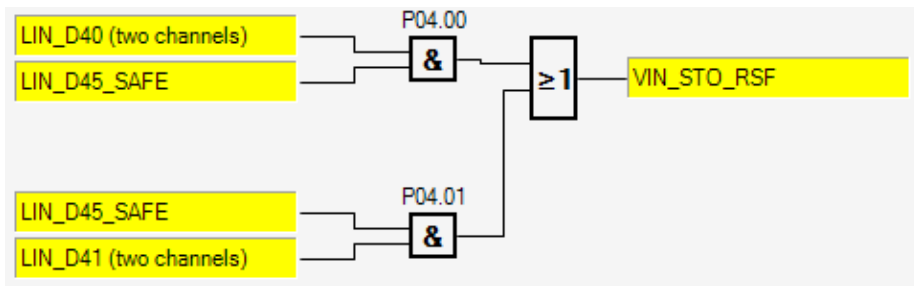


Fig. 6 Пример конфигурирования STO

Сама функция обеспечения безопасности содержит параметризуемые функции логики и процесса. Она учитывает текущее состояние привода (позицию, скорость) и осуществляет контроль привода. Каждая функция обеспечения безопасности предоставляет следующие выходные сигналы:

- сообщение о состоянии – о том, что запрошена функция обеспечения безопасности,
- сообщение о состоянии – о том, что достигнуто безопасное состояние,
- сообщение об ошибке в случае нарушения условия безопасности.

Кроме того, некоторые функции обеспечения безопасности обеспечивают и другие управляющие сигналы для прямого управления функциями в регуляторе сервопривода. Эти сообщения о состоянии в совокупности показаны на принципиальной блок-схеме, они обозначены как VOUT\_x “Virtual Output Signals” (сигналы виртуальных выходов).

Список виртуальных выходов → Tab. 187 Виртуальные выходные сигналы.

**Логические функции для входов:**

Для некоторых вариантов применения требуются специальные логические управляющие сигналы, которые образуются комбинацией нескольких входных сигналов. Модуль безопасности поддерживает эти применения, тем самым обеспечивая предварительно заданные логические функции для:

- селектора режимов работы,
- устройства безопасного старта двумя руками

Выходные сигналы этих логических блоков напрямую отображаются в LIN\_x, поскольку они также служат для управления функциями обеспечения безопасности.

Кроме того, можно сконфигурировать собственные дополнительные логические блоки. Для этого доступны расширенные логические функции “Additional Logic Functions” (ALF0 ... ALF7). Выходные сигналы логических функций доступны в качестве виртуальных выходных сигналов “Virtual Output Signals” (VOUT\_x).

Список виртуальных выходов → Tab. 187 Виртуальные выходные сигналы.

#### **Логические выходы и выходной формирователь:**

Модуль безопасности снабжен конфигурируемыми блоками с силовыми задающими устройствами для следующих задач:

- активация цифровых выходов с генерированием тестовых импульсов,
- активация релейного выхода,
- активация базового устройства.

Примеры:

- активация выхода для управления тормозом,
- отключение питания задающего устройства для STO.

С помощью конфигурируемой логической функции определяется, какие сигналы VOUT в качестве логических выходных сигналов “Logic Output Signal” (LOUT) переключаются на соответствующее выходное задающее устройство.

Логическая функция состоит из конъюнктивного термина с максимум семью входами и инверсией входов и выходов.

Список логических выходов → Tab. 188 Логические выходы, образ физических выходов.

Состояние логического выхода (один бит) преобразуется выходным формирователем в физические выходные сигналы (часто два сигнала, конфигурируемые неравнозначные / равнозначные / тестовые импульсы).

#### **Обратная связь:**

Так как в некоторых вариантах применения желательно, чтобы функции обеспечения безопасности выполнялись в зависимости от состояния какой-либо другой функции обеспечения безопасности или логической функции, модуль безопасности имеет внутренний путь обратной связи:

Поэтому важнейшие сигналы VOUT направляются обратно на логические входы LIN и предоставляются для логических операций.

Список логических входов

→ Tab. 183 Логические входы, назначение уровня физическим входам.

#### **Автомат состояний (State Machine):**

Управление рабочим состоянием модуля безопасности осуществляется через автомат состояний. Рабочее состояние отображается с помощью многоцветного светодиода и дополнительно выводится в VOUT.

Подробное описание рабочих состояний → 3.10 Рабочее состояние и индикация состояния.

#### **Управление ошибками:**

Функция управления ошибками управляет реакцией модуля безопасности на возникающие ошибки. Важнейшей реакцией на ошибку является безотлагательное отключение силового выходного каскада в базовом устройстве (Safe Torque Off, STO), а также отключение всех безопасных выходов.

Конфигурирование реакций на ошибку → 3.8 Управление ошибками и квитирование ошибок.

### 3.2.5 Общий обзор поддерживаемых датчиков положения

Безопасный контроль скорости, например, для SLS, и позиции, например, для SOS, требует соответствующих датчиков для регистрации позиций.

Контроллер CMMPAS... M3 поддерживает много различных датчиков угла поворота через интерфейсы устройств X2A, X2B и X10. Сигналы датчиков положения направляются внутри устройства далее от CMM-PAS-...-M3 к модулю безопасности (→ Fig.4). Большинство датчиков угла поворота могут также непосредственно анализироваться модулем безопасности, так как сигналы предоставляются модулю безопасности.

С помощью датчиков угла поворота регистрируется позиция и скорость. Модуль безопасности поддерживает следующие датчики угла поворота:

- резольверы через X2A,
- инкрементные датчики SIN/COS через X2B,
- датчики угла поворота SICK HiPerface через X2B (только канал данных процесса),
- датчики HEIDENHAIN EnDat через X2B,
- инкрементные датчики с цифровыми сигналами A/B через X2B,
- блоки датчиков BiSS для линейных электродвигателей через X2B,
- инкрементные датчики с цифровыми сигналами A/B через X10.

#### i

Поддерживаемые модулем безопасности функции обеспечения безопасности не требуют знания абсолютной позиции. Поэтому безопасный анализ абсолютной позиции датчиков или безопасное перемещение к началу отсчета не предусмотрены.

### Оценка энкодера

Каждый микроконтроллер на модуле безопасности может анализировать до двух блоков датчиков:

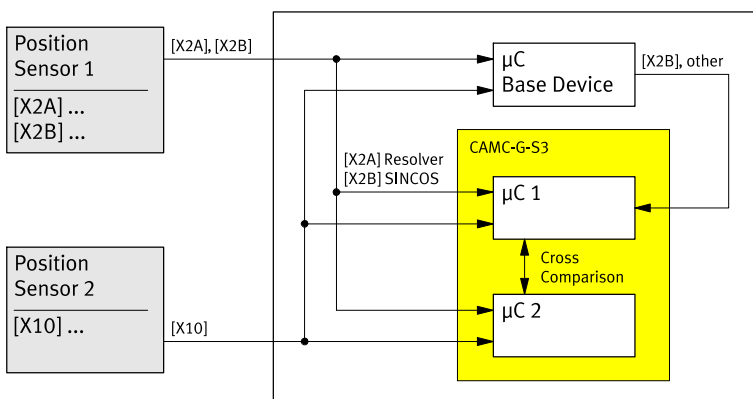


Fig. 7 Анализ блоков датчиков на модуле безопасности

Термин/сокращение	Пояснение
Position Sensor 1/2	Датчик положения 1/2
µC Base Device	Микроконтроллер базового устройства
Cross Comparison	Перекрестное сравнение

Tab. 9 Пояснение к анализу блоков датчиков на модуле безопасности

- Если используется два блока датчиков, каждый микроконтроллер анализирует оба блока. Каждый микроконтроллер сравнивает значения позиции и скорости обоих блоков датчиков и запускает сообщение об ошибке при недопустимых отклонениях.
- Если используется только один блок датчиков с классификацией SIL, он также анализируется обоими микроконтроллерами на модуле безопасности.
- Если используется один блок датчиков, который хотя и может анализироваться базовым устройством (µC GG), но не поддерживается модулем безопасности напрямую, существует возможность передачи нормированной информации углового положения от базового устройства к модулю безопасности. В сочетании со вторым блоком датчиков, который напрямую анализируется модулем безопасности, также можно сконфигурировать безопасную систему (до SIL2). Вариант указан в таблице “Допустимые комбинации датчиков положения” с “другим датчиком X2B” → Tab. 10 Допустимые комбинации датчиков положения.
- Во всех случаях происходит постоянное перекрестное сравнение данных позиции между микроконтроллером 1 и микроконтроллером 2 с выдачей сообщения об ошибке при недопустимых отклонениях.
- Оба микроконтроллера 1 и 2 применяют в каждой конфигурации диверсифицированные значения позиции и скорости для контроля привода. Дополнительно также можно настроить конфигурацию контроля ускорения для проверки приемлемости.

### i

Производители сертифицированных по SIL датчиков угла поворота выпускают директивы по использованию этих датчиков в нацеленных на безопасность вариантах применения. CAMC-G-S3 учитывает при анализе сигналов датчиков следующие технические требования производителей:

- спецификация требований безопасности E/E/PES для мастер-станции EnDat от 19.10.2009 (D533095 - 04 - G - 01) → [www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de) (в процессе подготовки),
- руководство по реализации / Implementation Manual HEIDENHAIN Safety от 21.12.2010 (8014120/2010-12-21) → [www.sick.com](http://www.sick.com).

Изучите эти документы, чтобы узнать о требуемых мероприятиях для установки датчиков угла поворота и исключения неисправностей.

### Допустимые комбинации датчиков положения

В следующей таблице представлены допустимые комбинации датчиков. Другие комбинации в модуле безопасности не могут быть параметризованы.

Характеристики достижимой безопасности для этих комбинаций → 8.2.3 Системы датчиков.

Первый датчик	Второй датчик	Указание
[X2A] Резольвер	[X2B] Другой датчик	–
[X2A] Резольвер	[X10] Инкрементный датчик	–
[X2A] Резольвер	Отсутствует	Соблюдайте следующие указания!
[X2B] Инкрементный датчик SIN/COS	Отсутствует	Требуется классификация датчика по SIL.
[X2B] Инкрементный датчик SIN/COS	[X10] Инкрементный датчик	Соблюдайте следующие указания!
[X2B] Инкрементный датчик Hiperface	[X10] Инкрементный датчик	Соблюдайте следующие указания!
[X2B] Инкрементный датчик Hiperface	Отсутствует	Требуется классификация датчика по SIL.
[X2B] Датчик EnDat	[X10] Инкрементный датчик	Настройка датчика 1: “[X2B] Другой датчик”. Соблюдайте следующие указания!
[X2B] Датчик EnDat	Отсутствует	На стадии подготовки. Требуется классификация датчика по SIL.
[X2B] Прочие датчики	[X10] Инкрементный датчик	–

Tab. 10 Допустимые комбинации датчиков положения

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

- Оцените, обладают ли выбранные вами датчики положения достаточной точностью для выполнения задачи контроля, специально для функции обеспечения безопасности SOS.
- Соблюдайте указания по системной точности → 8.3 Системная точность и время реакции.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Для вариантах применения только с одним датчиком угла поворота/положения требуется датчик с классификацией SIL согласно оценке рисков.

Классификацией в большинстве случаев обусловлены дополнительные требования или исключения неисправностей в механических элементах.

- Внимательно проверьте, чтобы эти требования выполнялись в вашем варианте применения, и чтобы можно было принять меры для соответствующего исключения неисправностей!
- В этой связи также всегда соблюдайте указания по реализации и требования исключения неисправностей, установленные производителем датчика положения.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

В вариантах применения с датчиком угла поворота/положения с интерфейсом аналоговых сигналов (резольвер, SIN / COS, Hiperface,...):

- учитывайте ограничения охвата диагностики и ограничения достижимой точности контроля состояния покоя и скорости
  - ➔ 8.3.5 Контроль длины вектора аналоговых сигналов датчика (резольвер, датчик SIN/COS) и
  - ➔ 8.3.6 Влияние угловой погрешности внутри пределов ошибки контроля длины вектора на сигнал скорости.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

При использовании двух функциональных датчиков без классификации SIL

- Пригодность комбинации датчиков для использования в безопасных системах до уровня SIL3 подтверждается отдельно. Требуются такие подтверждения, как например: разнообразие систем датчиков с точки зрения CCF, MTTFd, ... , пригодность датчиков для условий эксплуатации и окружающей среды в части ЭМС ... .



Рекомендация: используйте разработанные производителем примеры решений с определенными комбинациями приводов, моторов и датчиков.

### 3.2.6 Обмен данными и управление контроллером

Модуль безопасности через цифровые управляющие сигналы можно включить в силовой выходной каскад контроллера. Через другие цифровые управляющие сигналы контроллер сигнализирует о своем рабочем состоянии. Дополнительно через внутренний интерфейс связи модуль безопасности соединен с микроконтроллером в базовом устройстве ➔ Fig.4.



Модуль безопасности может управлять контроллером (“приоритет управления”). :

- отключение силового выходного каскада,
- вмешательство в управление тормозом,
- установка заданных значений для регулирования,
- Квитирование ошибок

Цифровые управляющие сигналы используются следующим образом:

- а) Отключение питания задающего устройства в контроллере:  
Силовой выходной каскад контроллера можно отключить через два независимых канала. Один канал управляет питанием верхних переключателей, другой – питанием нижних переключателей. Каналы диверсифицированы и активируются модулем безопасности и во время работы постоянно контролируются посредством тестовых импульсов. Активация производится только через функцию обеспечения безопасности STO
  - ➔ 3.5.1 STO – безопасное выключение крутящего момента (Safe Torque Off).

– б) Доступ к управлению тормозом (разъем [X6]):

Отключение управления тормозом происходит в модуле безопасности с резервированием через соответствующие управляющие сигналы к базовому устройству. Кроме того, управление тормозом во время работы непрерывно контролируется посредством тестовых импульсов. Таким образом, безопасный выход тормоза базового устройства также может использоваться для активации узлов фиксации. Активация производится только через функцию обеспечения безопасности SBC

➔ 3.5.2 SBC – безопасное управление тормозом (Safe Brake Control).

Отпускание удерживающего тормоза, напротив, происходит только в том случае, если базовое устройство сигнализирует модулю безопасности по дополнительному кабелю управления о своем намерении произвести функциональную разблокировку удерживающего тормоза. Эта операция позволяет легко перезапустить привод после SBC.

---

**i**

При системных ошибках на модуле безопасности динамически управляемые схемы переключения оборудования обеспечивают быстрое и безопасное отключение кабелей управления для питания задающего устройства и для управления тормозом.

в) Запуск быстрой остановки в базовом устройстве:

Через внутренний кабель управления модуль безопасности может ввести в действие быструю остановку в базовом устройстве. Время реакции базового устройства чрезвычайно мало (< 2 мс).

Если сигнал активируется, базовое устройство выполняет торможение в режимах работы “регулирование частоты вращения” и “позиционирование” по профилю быстрой остановки (Quick Stop) до нулевой скорости, а затем в зависимости от режима работы происходит регулирование частоты вращения на 0 об/мин или положения на текущую позицию.

---

**i**

Функция используется для реализации функции обеспечения безопасности SS1 или SS2 типа б)

➔ 3.5.3 SS1 - безопасная остановка 1 (Safe Stop 1) и

➔ 3.5.4 SS2 - безопасная остановка 2 (Safe Stop 2).

---

Внутренний интерфейс связи между модулем безопасности и базовым устройством применяется для следующих задач:

- создание соединения обмена данными с внешней системой между модулем безопасности и ПК для параметризации и диагностики,
- дополнительные активные средства доступа модуля безопасности в систему управления контроллера,
- обмен сообщениями о состоянии и информацией о рабочем состоянии,
- отправка данных отладки для поиска ошибок / анализа,
- двунаправленная передача безопасных телеграмм данных к внешним устройствам управления безопасностью (на стадии подготовки).

г) Интерфейс для параметризации:

Параметризация модуля безопасности выполняется через SafetyTool

→ 3.2.7 Конфигурирование функций обеспечения безопасности с помощью SafetyTool и

→ 5.5 Безопасная параметризация с помощью SafetyTool.

SafetyTool вызывается через Festo Configuration Tool (FCT). Безопасная связь между SafetyTool и модулем безопасности осуществляется на выбор через один из интерфейсов контроллера (Ethernet [X18] или USB [X19]). Контроллер направляет телеграммы данных от модуля безопасности и к нему, не изменяя их.

д) Активное ограничение частоты вращения / скорости в базовом устройстве:

Модуль безопасности может через внутреннее соединение связи напрямую включиться в регулирование привода базового устройства, за счет чего он активно ограничивает заданное значение скорости в базовом устройстве. Базовое устройство затормаживается по профилю, параметризованному в модуле безопасности. Ограничение действует в следующих режимах работы базового устройства:

- регулирование частоты вращения / скорости,
- позиционирование (режим наборов данных или режим прямой работы).

---

**i**

Функция используется для реализации функции обеспечения безопасности SS1 или SS2 типа а)

→ 3.5.3 SS1 - безопасная остановка 1 (Safe Stop 1) и

→ 3.5.4 SS2 - безопасная остановка 2 (Safe Stop 2). Ее также целесообразно применять в сочетании с безопасными функциями скорости, например, SLS, так как привод может тормозиться автономно, в том числе без вмешательства контроллера.

---

Если на модуле безопасности одновременно активно несколько функций обеспечения безопасности, которые задают разные ограничения скорости, то образуется минимум предельных значений из всех функций обеспечения безопасности, и этот минимум передается к базовому устройству.

Во всех интерполируемых режимах работы, в которых базовое устройство непосредственно направляется контроллером, активное ограничение частоты вращения нецелесообразно.

е) Сообщения о состоянии:

Рабочее состояние модуля безопасности и состояние функций обеспечения безопасности (например, Safety Function Requested (SFR), Safe State Reached (SSR)) циклически передается по внутреннему интерфейсу связи к базовому устройству.

Базовое устройство может выполнить с этим состоянием следующие действия:

- выдать и отобразить через цифровые выходы,
- отправить через активный интерфейс полевой шины к вышестоящему контроллеру,
- выдать через 7-сегментный индикатор.

---

**i**

Описание доступных сообщений о состоянии → 3.10 Рабочее состояние и индикация состояния.

Информация о состоянии, которая доступна через протоколы связи FHP и CiA 402

→ 8.4 Сообщения о состоянии, диагностика с помощью полевой шины.

---

ж) Анализ ошибок / отладка:

Через интерфейс связи базовое устройство также получает состояние ошибки и имеет доступ к внутренним параметрам состояния, таким как измеренная безопасная скорость или пределы контроля для скорости.

Базовое устройство использует эти данные:

- для отображения рабочего состояния и (при наличии) сообщений об ошибках на 7-сегментном индикаторе,
- для регистрации всех сообщений в энергонезависимой памяти диагностики для последующей диагностики,
- для анализа параметров состояния модуля безопасности с помощью функции осциллографа (Trace). Можно, например, посредством записи контролируемого предела скорости и текущей скорости проверить, почему модуль безопасности обнаруживает нарушение условия безопасности.

### **3.2.7 Конфигурирование функций обеспечения безопасности с помощью SafetyTool**

В отличие от системы управления безопасностью модуль безопасности не является свободно программируемым.

Он имеет определенный спектр функций, которые пользователь может активировать и параметризовать. Тем не менее, чтобы гибко адаптировать функции в модуле безопасности к различным применениям, сами функции обеспечения безопасности и выходы имеют конфигурируемый логический блок для установления условий переключения.

Выбор функций обеспечения безопасности, назначение входов/выходов (I/O) и запрос функций обеспечения безопасности через входы, а также другие условия конфигурируются с помощью SafetyTool.

SafetyTool – это программный модуль для безопасного ввода в эксплуатацию модуля безопасности, который запускается плагином FCT CMMP-AS.

За счет параметризации, помимо прочего, определяются следующие настройки:

- Входы активируются путем назначения им функции, например, типа датчика, пример  
→ 5.6.7 Конфигурирование цифровых входов.
- Отдельные функции обеспечения безопасности активируются и параметризуются, например, за счет указания значений скорости и т. п.
- Запрос функции обеспечения безопасности параметризуется как логическая операция, например, с помощью запроса через вход, пример  
→ 5.6.8 Выбор и параметризация функций обеспечения безопасности.
- Для сигнализации активной функции обеспечения безопасности можно логически связать внутреннее состояние, например, с выходом.
- Поведение в случае ошибки (реакцию на ошибку) можно сконфигурировать.



Описание порядка действий при параметризации модуля безопасности с помощью SafetyTool  
→ 5.5 Безопасная параметризация с помощью SafetyTool.

---

---

**i**

Важно:

SafetyTool поддерживает автоматическую передачу данных из базового устройства.

Датчики угла поворота, редукторы, постоянные подачи и т. п. конфигурируются в рамках ввода в эксплуатацию базового устройства лишь однократно. После ввода в эксплуатацию базового устройства эти данные считываются SafetyTool и в диалоговом режиме передаются в модуль безопасности.

- На первом этапе параметризуйте базовое устройство и оптимизируйте применение с точки зрения функциональности.
- На втором этапе параметризуйте средства обеспечения безопасности.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

**Функции обеспечения безопасности на этапе ввода в эксплуатацию.**

Поскольку уже в фазе ввода в эксплуатацию установки (системы) следует принять меры по обеспечению требуемой функциональной безопасности, соблюдайте следующее условие:

- Модуль безопасности должен быть полностью сконфигурирован, а применение – полностью проверено, прежде чем он предоставит необходимый уровень защиты.

---

**i**

Модуль безопасности поставляется “предварительно сконфигурированным” на предприятии-изготовителе → 5.4 Основы параметризации модуля безопасности.

- Через DIN40 запрашиваются функции обеспечения безопасности STO и SBC.
- Через DIN49 завершаются функции обеспечения безопасности STO и SBC и обеспечивается возможность повторного пуска.
- Через DIN48 выполняется квитирование ошибки.

Состояние при поставке может распознаваться также без FCT / SafetyTool на мигающем зеленом/красном светодиоде модуля безопасности (если подключено DIN40, и не запрошена функция обеспечения безопасности → 3.10 Рабочее состояние и индикация состояния).

---


### 3.3 Передача данных из контроллера

Для безопасного контроля (мониторинга) перемещений модулю безопасности должно быть известно, какие датчики для регистрации позиций подсоединены, каково их разрешение, какой тип механической системы, подачи, передачи (редуктора) используется, и в каких единицах измерения пользователь параметризует приложение для варианта применения. SafetyTool оказывает поддержку посредством управляемой через меню передачи всех этих данных из базового устройства, что позволяет упростить параметризацию и избежать ошибочного ввода данных.

---

**i**

Рекомендации по созданию новых проектов:

- Используйте модуль безопасности в состоянии поставки или сбросьте модуль безопасности до заводских настроек → 5.4.2 Состояние при поставке и → 5.4.1 Заводская настройка
- Сначала полностью параметризируйте базовое устройство посредством FCT и введите его в эксплуатацию (если возможно).
-  Только после этого запустите безопасную параметризацию через SafetyTool и передайте настроенные данные из базового устройства с помощью экранных кнопок “Копировать” автоматически в SafetyTool → 5.5.1 Запуск программы и → 5.6.2 Передача данных и синхронизация.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Передача данных из базового устройства также требуется, если вы намерены использовать модуль безопасности, который уже эксплуатировался в другом варианте применения с другой механической системой, или если вы в ручном режиме установили модуль безопасности на заводские настройки.

И в этом случае конфигурирование базового устройства тоже является “направляемым”. Соответствующие данные для единиц измерения индикации, для механических элементов и для конфигурации датчиков должны передаваться из базового устройства.

Если в модуле безопасности имеются уже параметризованные безопасные функции перемещения, настроенные в модуле безопасности предельные значения принимаются в качестве заданных значений в SafetyTool. Их следует заново передать в модуль безопасности, чтобы предельные значения остались неизменными.

---

Пример:

В модуле безопасности изначально сконфигурирована функция SLS с предельным значением +/- 200 мм/с. Он эксплуатировался на линейном приводе с подачей 100 мм/об.

Теперь модуль безопасности действует в другом варианте применения (приложении); подача в этом применении составляет 150 мм/об.

После принятия данных измененной подачи SafetyTool отображает в функции SLS рассогласование между заданным и фактическим значением:

- Заданное значение: 200 мм/с
- Фактическое значение: 300 мм/с

Поэтому заданное значение следует заново записать в модуль безопасности и подтвердить.

### **3.3.1 Основная информация**

Основная информация пересчета между значениями индикации и значениями устройств и включает в себя:

- выбранные единицы измерения индикации для следующих параметров:
  - путь (P06.3E и P06.41),
  - скорость (от P06.42 до P06.45),
  - ускорение (от P06.46 до P06.49),

- а также описание механической передачи с помощью следующих показателей:
  - передаточное число (числитель и знаменатель) между мотором и выходным валом (P06.4A и P06.4B),
  - постоянная подачи (числитель и знаменатель) для пересчета вращательного перемещения -> в линейное (P06.3F и P06.4O).

**Параметры основной информации:**

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Эти параметры должны передаваться в модуль безопасности, проверяться и подтверждаться; только так можно обеспечить, чтобы модуль безопасности проводил вычисления в тех же единицах измерения, что и базовое устройство.

Основная информация		
Номер	Название	Описание
P06.3E	Отображаемая единица измерения для позиций.	Отображаемая единица измерения для позиций. При "UserDefined" (по выбору пользователя) в SafetyTool не отображается никакая единица измерения для значений позиции.
P06.3F	Числитель постоянной подачи привода в единицах измерения позиции	Числитель постоянной подачи привода в единицах измерения позиции на один оборот мотора (без передаточных чисел редуктора).
P06.4O	Знаменатель постоянной подачи привода в единицах измерения позиции	Знаменатель постоянной подачи привода в единицах измерения позиции на один оборот мотора (без передаточных чисел редуктора).
P06.41	Количество отображаемых знаков после запятой для позиций.	Количество отображаемых знаков после запятой для значений позиций.
P06.42	Отображаемая единица измерения для скоростей.	Отображаемая единица измерения для скоростей. При "UserDefined" (по выбору пользователя) не отображается никакая единица измерения. Если позиция "UserDefined" (по выбору пользователя), это должна быть и скорость тоже.
P06.43	Числитель измененной временной базы для скоростей типа "UserDefined" (по выбору пользователя).	Числитель измененной временной базы для скоростей типа "UserDefined" (по выбору пользователя).

<b>Основная информация</b>		
P06.44	Знаменатель измененной временной базы для скоростей типа “UserDefined” (по выбору пользователя).	Знаменатель измененной временной базы для скоростей типа “UserDefined” (по выбору пользователя).
P06.45	Количество отображаемых знаков после запятой для скоростей.	Количество отображаемых знаков после запятой для скоростей.
P06.46	Отображаемая единица измерения для ускорений.	Отображаемая единица измерения для ускорений. При “UserDefined” (по выбору пользователя) не отображается никакая единица измерения. Если позиция “UserDefined” (по выбору пользователя), это должно быть и ускорение тоже.
P06.47	Числитель измененной временной базы для ускорений типа “UserDefined” (по выбору пользователя).	Числитель измененной временной базы для ускорений типа “UserDefined” (по выбору пользователя).
P06.48	Знаменатель измененной временной базы для ускорений типа “UserDefined” (по выбору пользователя).	Знаменатель измененной временной базы для ускорений типа “UserDefined” (по выбору пользователя).
P06.49	Количество отображаемых знаков после запятой для ускорений.	Количество отображаемых знаков после запятой для ускорений.
P06.4A	Числитель общего передаточного числа между мотором и приводом.	Числитель общего передаточного числа между мотором и приводом.
P06.4B	Знаменатель общего передаточного числа между мотором и приводом.	Знаменатель общего передаточного числа между мотором и приводом.

Tab. 11 Параметры основной информации

### 3.3.2 Конфигурирование датчиков

Выбор и настройка датчиков угла поворота для регистрации позиций, настройка направления отсчета углов/позиций, разрешение датчика положения и настройка передаточных чисел датчика положения также автоматически принимаются из конфигурации базового устройства.

#### **i**

Важно:

Зачастую в базовом устройстве для регулирования используется только один датчик положения на моторе. Но для функциональной безопасности во многих случаях предусмотрен еще один датчик положения, например на выходном валу.

Убедитесь, что вы уже сконфигурировали используемые датчики в базовом устройстве через FCT. Только в этом случае передача данных может быть выполнена в полном объеме.

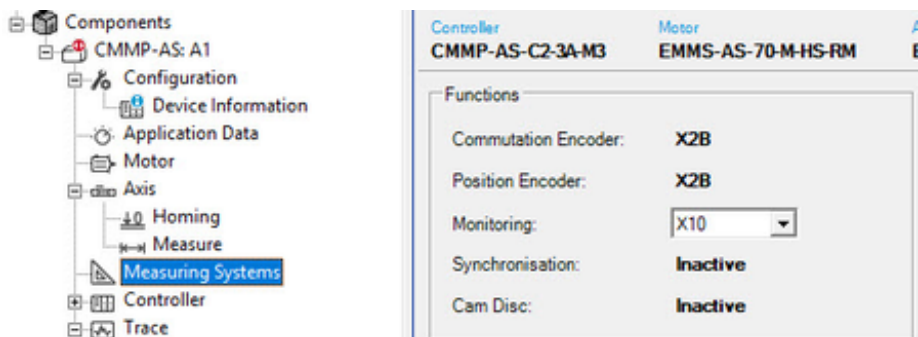


Fig. 8 Пример конфигурации для 2 датчиков

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Эти параметры должны передаваться в модуль безопасности, проверяться и подтверждаться; только так можно обеспечить, чтобы модуль безопасности проводил вычисления в тех же единицах измерения, что и базовое устройство.

Конфигурация датчиков положения имеет относительно большую область применения, так как модуль безопасности поддерживает очень много различных типов датчиков и конфигураций. В Safety-Tool конфигурация разделена на следующие вкладки:

- стандартные параметры (выбор интерфейсов датчиков и типов датчиков),
- параметры для датчиков положения на [X2B],
- параметры для датчиков положения на [X10],
- экспертные параметры для перекрестного сравнения данных позиции,
- экспертные параметры для конфигурирования безопасной регистрации частоты вращения и распознавания состояния покоя,
- экспертные параметры для контроля сигналов безопасных датчиков с аналоговыми сигналами (резольвер, датчик SIN/COS).

#### Стандартные параметры

Здесь выбирается, какой интерфейс и тип датчика используются в модуле безопасности в качестве датчика положения 1 и датчика положения 2. Передаточными числами представлена передача между мотором и приводом, с помощью отрицательных передаточных чисел учитывается переход на обратное направление вращения.

Выполняется передача данных/настройка ведущего датчика положения 1 (первого датчика):

- резольвер [X2A],
- датчик SIN/COS или HiPerface [X2B],
- другие датчики [X2B], например EnDat, BiSS.

Кроме того, возможна настройка передаточного числа для датчика положения 1 между датчиком и мотором.

Затем выполняется передача данных / настройка датчика положения 2 (второго датчика):

- другой датчик [X2B], например SIN/COS, EnDat, BiSS,
- инкрементный датчик [X10],

- отсутствует (только если датчик положения 1 является сертифицированным датчиком положения).

Также возможна настройка передаточного числа для датчика положения 2 между датчиком и мотором.



Важно: SafetyTool предупреждает о недопустимых комбинациях датчиков.

Input of parameters				
Send	ID	Name	Unit	Nominal value
	P06.00	Selection of leading position sensor 1		SINCOS / Hiperface (X2B) = [2]
	P06.0B	Gear ratio enumerator for position sen		1
	P06.0C	Gear ratio denominator for position se		1
	P06.01	Selection of redundant position sensor		Other encoder (X2B) = [4]
	P06.0D	Gear ratio enumerator for position sen		1

Fig. 9

Допустимые комбинации датчиков и соответствующая классификация безопасности

→ 3.2.5 Общий обзор поддерживаемых датчиков положения и

→ Tab. 10 Допустимые комбинации датчиков положения.



Для линейных электродвигателей FCT рассчитывает с помощью разрешения позиций измерительной системы и полюсного деления  $T_p$  двигателя, а также постоянную подачи (основную информацию), передаточное число и разрешение измерительной системы, исходя из  $2T_p$ .

Эти данные передаются к SafetyTool. Так автоматическая передача данных обеспечивается и для линейных электродвигателей.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Несмотря на успешную передачу данных, может возникнуть ошибка перекрестного сравнения датчиков 1 / 2.

- В этом случае проверьте показатель передаточного числа датчика 2, так как он контролируется только модулем безопасности и не включается в состав схемы регулирования в FCT.

### 3.3.3 Параметры для датчиков положения

#### Параметры для датчиков положения на [X2A]

Разъем [X2A] предусмотрен для резольверов. Модулированные по амплитуде аналоговые сигналы слежения резольвера снимаются в СММPAS... МЗ за дифференциальным усилителем входа, направляются по внутреннему каналу к модулю безопасности и там надежно анализируются в двухканальном режиме обоими микроконтроллерами.

Параметризация / передача данных из базового устройства не требуется.

### Параметры для датчиков положения на [X2B]

Разъем [X2B] предусмотрен для датчиков с аналоговыми сигналами слежения, таких как:

- инкрементные датчики с сигналами слежения SIN/COS,
- датчики HiPerface с сигналами слежения SIN/COS.

Сигналы слежения датчиков SIN / COS и HiPerface снимаются в СММPAS... М3 за дифференциальным усилителем входа, направляются по внутреннему каналу к модулю безопасности и там надежно анализируются в двухканальном режиме обоими микроконтроллерами. Это всегда происходит в том случае, если на вкладке “Стандартные параметры” выбрано “Датчики SIN/COS / HiPerface (X2B) = [2]”.

В ходе передачи данных/параметризации настраивается количество дискретных шагов счета углов (угловых положений) (соответствует 4 x число штрихов на оборот мотора или (для линейных электродвигателей) на  $2T_p$ ).

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

При использовании неподвижной оси датчики SIN/COS выдают статические сигналы. Если не используется второй датчик углового положения, константные погрешности сигнала (“застывание” значения из-за отсутствия изменения или незначительного изменения выходного сигнала) не могут распознаваться. Поэтому при запрошенных функциях обеспечения безопасности привод следует регулярно перемещать.

Если датчик SIN/COS или HiPerface применяется в качестве единственного датчика, через 10 дней состояния покоя при запрошенной функции обеспечения безопасности возникает ошибка 55-2.

Если функция обеспечения безопасности SS2 / SOS непрерывно запрашивается дольше 10 дней, появляется ошибка 54-7.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

В условиях использования только с одним датчиком угла поворота / датчиком положения с аналоговым интерфейсом сигналов (резольвер, SIN/COS, HiPerface,...) следует учитывать ограничения охвата диагностики и ограничение достижимой точности контроля состояния покоя и скорости.

Дополнительная информация:

→ 8.3.5 Контроль длины вектора аналоговых сигналов датчика (резольвер, датчик SIN/COS)

→ 8.3.6 Влияние угловой погрешности внутри пределов ошибки контроля длины вектора на сигнал скорости

Кроме того, разъем [X2B] также предусмотрен для датчиков с цифровым интерфейсом, таких как:

- цифровые инкрементные датчики с сигналами прямоугольной формы A/B/N,
- датчики EnDat-2.1 и EnDat-2.2 с цифровым интерфейсом,
- последовательные датчики с цифровым интерфейсом, например, BiSS.

Эти датчики анализируются в базовом устройстве СММP-AS...-М3 без ориентации на обеспечение безопасности. Через внутренний интерфейс данных модуль безопасности циклически вызывает нормированную цифровую информацию углового положения из базового устройства. Это всегда происходит в том случае, если на вкладке “Стандартные параметры” выбрано “Другой датчик (X2B) = [4]”.

Информация об угловом положении от любого датчика, подсоединенного к X2B на контроллере, может использоваться как канал для двухканальной безопасной регистрации угла. Можно параметризовать время допустимого отклонения для ошибки, если модуль безопасности обнаруживает телеграммы данных с помехами. Значение по умолчанию, равное 1 мс, не следует изменять без веских причин, так как значение действует как дополнительный фильтр на время реакции модуля безопасности.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ!**

Применение датчиков с простой цифровой передачей данных в безопасных системах является допустимым только в сочетании со вторым датчиком, например, на [X10].

#### **i**

Использование безопасного датчика EnDat пока невозможно (на стадии подготовки). Формально при использовании безопасного датчика EnDat параметризуется настройка “Датчик углового положения 1 = EnDat”. В качестве датчика углового положения 2 можно дополнительно анализировать только еще один инкрементный датчик на [X10].

#### **ПРИМЕЧАНИЕ!**

При перемещении к началу отсчета приводов с датчиком EnDat с сохранением в памяти смещения нулевой точки в датчике во время сохранения происходит переход в фактическую позицию. Этот переход приводит к срабатыванию контроля ускорения в модуле безопасности и тем самым к ошибке модуля безопасности.

Это перемещение к началу отсчета следует выполнить лишь один раз при установке машины.

#### **Параметры для датчиков положения на [X10]**

Разъем [X10] предусмотрен для цифровых инкрементных датчиков с сигналами прямоугольной формы A/B/N. Регистрация позиций осуществляется через квадратурные входы датчиков микроконтроллеров модуля безопасности. В качестве второй системы измерения позиций преимущественно используется инкрементный датчик [X10]. Это всегда происходит в том случае, если на вкладке “Стандартные параметры” выбрано “Инкрементные датчики (X10) = [5]”.

В ходе передачи данных/параметризации настраивается количество дискретных шагов счета углов (угловых положений) (соответствует 4 x число штрихов на оборот мотора или (для линейных электродвигателей) на 2T<sub>p</sub>).

#### **3.3.4 Параметры для контроля датчиков и регистрации частоты вращения**

На следующем рисунке показана структура анализа датчиков и контроля:

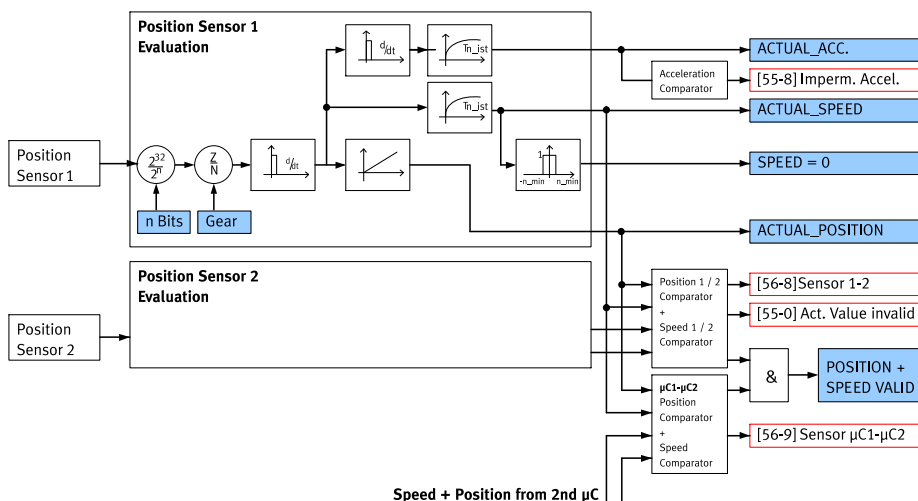


Fig. 10 Расчет скорости и ускорения

Термин/сокращение	Пояснение
Position Sensor 1/2	Анализ датчиков положения 1/2
Evaluation	Анализ или оценка
Gear	Редуктор
Acceleration Comparator	Сравнение ускорения 1/2
Position 1/2 Comparator + Speed 1/2 Comparator	Сравнение положение 1/2 и сравнение скорости 1/2
ACTUAL_ACC.	Внутренний сигнал: текущее ускорение
ACTUAL_SPEED	Внутренний сигнал: текущая скорость
SPEED = 0	Внутренний сигнал: скорость = 0
ACTUAL_POSITION	Внутренний сигнал: текущая позиция
POSITION + SPEED VALID	Внутренний сигнал: позиция и скорость действительны
[5x-x] xxx_ERR	Внутренний сигнал ошибки, ошибка 5x-x

Tab. 12 Пояснение к расчету скорости и ускорения

**Описание:**

- Каждый микроконтроллер оснащается двумя блоками «Position Sensor Evaluation» (анализ датчиков положения), отдельно для датчика положения 1 и датчика положения 2.
- Информация о позиции от датчика 1 и датчика 2 сначала нормируется на  $2^{32}$ . Затем учитывается еще одно передаточное число, с помощью которого также можно представить смену на направления счета на обратное (реверс).

- Блок выдает нормированную позицию и на ее основе рассчитывает текущую скорость и ускорение.
- Данные датчика положения 1 используются для контроля параметров (величин) состояния.
- Ускорение контролируется и проверяется на приемлемость – с возможностью параметризации.
- Каждый микроконтроллер проводит непрерывное сравнение значений позиции и значений скорости от датчика 1 со значениями от датчика 2.
- Допуски для такого сравнения датчиков можно параметризовать.
- Дополнительно каждый микроконтроллер при перекрестном сравнении сравнивает собственные данные о позиции и скорости с аналогичными данными другого микроконтроллера, для этого сравнения также можно параметризовать предельные значения.
- Микроконтроллер генерирует различные сообщения об ошибках при обнаружении отклонений или превышения предельных значений.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ!**

Заводская настройка параметров для анализа датчиков адаптирована к разрешению датчика положения и к электронным блокам обработки результатов в модуле безопасности.

Так называемые “экспертные параметры” следует изменять только в обоснованных случаях, так как они оказывают влияние на время реакции модуля безопасности при выявлении опасных перемещений или распознавании ошибок.

#### **Экспертные параметры для конфигурирования безопасной регистрации частоты вращения и распознавания состояния покоя**

Оба микроконтроллера рассчитывают на основании регистрируемых данных позиции безопасную скорость и ускорение. Доступны следующие параметры регистрации частоты вращения и распознавания состояния покоя:

- Контроль ускорения служит для контроля приемлемости регистрируемых позиций. Параметризуется ускорение, которого мотор однозначно не может достигать из-за особенностей его конструкции. Если профиль частоты вращения превышает заданный максимальным ускорением предел, появляется ошибка 55-8  
→ 6.6 Диагностические сообщения с указаниями по устранению неполадок.
- Фильтр для регистрации частоты вращения/скорости уменьшает показатель шумов сигнала скорости, в частности, если применяются датчики с аналоговыми сигналами или “грубым” разрешением.
- Пороговое значение и время фильтрации для выявления состояния покоя. Распознавание состояния покоя используется, например, для функции обеспечения безопасности SOS.

#### **Экспертные параметры для перекрестного сравнения данных позиции**

Эта вкладка содержит параметры для проверки приемлемости данных позиции и скорости.

- Окно допусков и время допуска для сравнения данных позиции датчика 1 / датчика 2 с помощью соответствующего микроконтроллера в модуле безопасности.
- Окно допусков и время допуска для сравнения данных скорости датчика 1 / датчика 2 с помощью соответствующего микроконтроллера в модуле безопасности.
- Окно допусков и время допуска для перекрестного сравнения данных позиции между микроконтроллером 1 и микроконтроллером 2 на модуле безопасности.

- Окно допусков для перекрестного сравнения данных скорости между микроконтроллером 1 и микроконтроллером 2 на модуле безопасности.

Если модуль безопасности обнаруживает отклонение данных позиции или скорости, значение которого в течение параметризованного времени непрерывно превышает параметризованное значение, появляется ошибка, и фактические значения становятся недействительными.

**Экспертные параметры для контроля сигналов безопасных датчиков с аналоговыми сигналами**

Эта вкладка содержит параметры для контроля аналоговых сигналов датчиков SIN/COS и резольверов.

- Контроль амплитуды и длины вектора для сигналов резольвера, а также время допуска для контроля.
- Параметризуемый фильтр-наблюдатель для анализа резольвера.
- Контроль амплитуды и длины вектора для датчиков SIN/COS и Hiperface, а также время допуска для контроля.

**Влияние параметров для конфигурации датчиков на диаграмму времени**

Следующие параметры для конфигурирования безопасной регистрации частоты вращения влияют на время реакции, с которым регистрируются изменения в перемещении.

<b>Параметры для регистрации перемещений и распознавания ошибок, которые влияют на диаграмму времени</b>		мин.	макс.	Заводская настройка
P06.08	Постоянная времени фильтрации для регистрации частоты вращения	0,4 мс	1000 мс	8,0 мс
P06.0A	Время фильтрации для распознавания состояния покоя	0,0 мс	1000 мс	10,0 мс
P06.04	Время допуска для разницы позиций 1 - 2	0,0 мс	1000 мс	10,0 мс
P06.06	Время допуска для разницы скоростей 1 - 2	0,0 мс	1000 мс	10,0 мс
P06.15	Резольвер, фильтр-наблюдатель – время фильтрации	0,0 мс	3 мс	1,0 мс
P06.13	Контроль сигналов резольвера, время допуска	0,0 мс	10 мс	1,0 мс
P06.1E	Контроль сигналов SIN/COS, время допуска	0,0 мс	10 мс	1,0 мс

Tab. 13 Параметры для распознавания ошибок в блоках датчиков, которые влияют на диаграмму времени

**i**

Если вы не изменяете заводские настройки, вы можете упрощенно использовать в расчетах для времени реакции следующие показатели времени:

Регистрация скорости и позиции  $T_I < 10$  мс

Распознавание ошибок в регистрации позиций  $T_F < 10$  мс

### 3.3.5 Список всех параметров для конфигурации датчиков

<b>Конфигурация датчиков</b>		
Номер	Название	Описание
<b>Стандартные параметры</b>		
P06.00	Выбор ведущего датчика положения 1	Используемый датчик 1 для угла
P06.0B	Передаточное число, числитель для датчика положения 1	Передаточное число / число пар полюсов, числитель
P06.0C	Передаточное число, знаменатель для датчика положения 1	Передаточное число / число пар полюсов, знаменатель
P06.01	Выбор резервного датчика положения 2	Используемый датчик 2 для угла
P06.0D	Передаточное число, числитель для датчика положения 2	Передаточное число / число пар полюсов, числитель
P06.0E	Передаточное число, знаменатель для датчика положения 2	Передаточное число / число пар полюсов, знаменатель
<b>X2B</b>		
P06.19	Количество инкр./об инкрементного датчика на X2B	Количество инкрементов (приращений) / оборот инкрементного датчика на X2B
Экспертные параметры		
P06.28	Время допуска для связи с датчиком, имеющей помехи	Время допуска для связи с датчиком, имеющей помехи
<b>X10</b>		
P06.18	Количество инкр./об инкрементного датчика на X10	Количество инкрементов (приращений) / оборот инкрементного датчика на X10
<b>Регистрация частоты вращения</b>		
Экспертные параметры		
P06.07	Максимальное ускорение для контроля датчика	Максимальное ускорение, которого привод никогда не достигает → предел ошибки (погрешности) для проверки на достоверность углового положения
P06.08	Постоянная времени фильтрации для регистрации частоты вращения	Постоянная времени фильтрации, фильтр фактических значений частоты вращения
P06.09	Пороговое значение скорости для распознавания состояния покоя	Макс. частота вращения для распознавания состояния покоя

<b>Конфигурация датчиков</b>		
Номер	Название	Описание
P06.0A	Время фильтрации для распознавания состояния покоя	Окно времени для $n < n_{\min}$ для распознавания состояния покоя
<b>Сравнение датчиков 1 - 2</b>		
P06.03	Окно допусков для сдвига позиции датчиков 1 - 2	Допустимый сдвиг позиции между датчиками углового положения 1 и 2
P06.04	Время допуска для разницы позиций	Время (максимальное), в течение которого разница позиций может находиться за отметкой предельного значения
P06.05	Окно допусков, отклонение скорости датчиков 1 - 2	Допустимый сдвиг частоты вращения между датчиками углового положения 1 и 2
P06.06	Время допуска для разницы скоростей	Время (максимальное), в течение которого разница частоты вращения может находиться за отметкой предельного значения
<b>Экспертные параметры</b>		
P1D.04	Окно допусков для позиции – перекрестное сравнение $\mu C1 - \mu C2$	Допустимый угловой сдвиг между этим процессором и партнером
P1D.05	Время допуска для позиции – перекрестное сравнение $\mu C1 - \mu C2$	Время (максимальное), в течение которого значения перекрестного сравнения могут находиться за отметкой предельного значения
P1D.06	Окно допусков для скорости – перекрестное сравнение $\mu C1 - \mu C2$	Допустимая разница частоты вращения между этим процессором и партнером
<b>Контроль сигналов</b>		
<b>Экспертные параметры</b>		
P06.11	Амплитуда сигнала резольвера – нижний предел ошибки	Мин. входное напряжение, сигнал синуса или косинуса
P06.12	Амплитуда сигнала резольвера – верхний предел ошибки	Макс. входное напряжение, сигнал синуса или косинуса
P06.0F	Резольвер – нижний предел длины вектора	Мин. входное напряжение $U = \sqrt{\sin^2 + \cos^2}$
P06.10	Резольвер – верхний предел длины вектора	Макс. входное напряжение $U = \sqrt{\sin^2 + \cos^2}$

<b>Конфигурация датчиков</b>		
Номер	Название	Описание
P06.13	Контроль сигналов резольвера, время допуска	Максимальное время, в течение которого сигнал резольвера может находиться за отметками предельных значений контроля сигнала, прежде чем возникнет ошибка.
P06.15	Время фильтрации, анализ резольвера	Время фильтрации для фильтра-наблюдателя
P06.1C	Амплитуда сигнала SIN/COS – нижний предел ошибки	Мин. входное напряжение, сигнал синуса или косинуса
P06.1D	Амплитуда сигнала SIN/COS – верхний предел ошибки	Макс. входное напряжение, сигнал синуса или косинуса
P06.1A	SIN/COS – нижний предел длины вектора	Корень длины вектора ( $\sin^2 + \cos^2$ ) мин.
P06.1B	SIN/COS – верхний предел длины вектора	Корень длины вектора ( $\sin^2 + \cos^2$ ) макс.
P06.1E	Время допуска, контроль амплитуды сигналов	Максимальное время, в течение которого сигнал может находиться за отметкой предельного значения, прежде чем возникнет ошибка.

Tab. 14 Конфигурация датчиков

## 3.4 Цифровые входы

### 3.4.1 Общий обзор

Модуль безопасности снабжен множеством цифровых входов и выходов для подсоединения пассивных и активных датчиков. Функции обеспечения безопасности запрашиваются через двухканальные безопасные входы.

Термин	Значение
Время рассогласования	Максимальное время, в течение которого оба канала безопасного входа могут находиться в неравнозначных состояниях без появления реакции на ошибку от средств обеспечения безопасности.
Время фильтрации входного фильтра	Время, в течение которого не распознаются помеховые импульсы и тестовые импульсы, например, подключенных активных датчиков.

<b>Термин</b>	<b>Значение</b>
Функция обеспечения безопасности в выключенном состоянии	Функцию входов можно свободно конфигурировать в широких диапазонах. Для конфигурирования пользователь должен следить за тем, чтобы обеспечивалось безопасное состояние при обесточенных входах (соблюдайте принцип тока покоя!)
Функция управления в состоянии включения	Функцию входов можно свободно конфигурировать в широких диапазонах. Функции управления требуют активного включения / подключения управляющего входа с 24 В, чтобы вызвать нужную реакцию (например: квитирование ошибки, завершение функции обеспечения безопасности, повторный пуск, селектор режимов работы). Принцип тока покоя для этого был бы недостаточно надежен!
Равнозначные входные сигналы	Безопасный вход состоит из двух линий управления, и они обе одновременно переключаются на HIGH или LOW (одинаково переключаемые входы).
Неравнозначные входные сигналы	Безопасный вход состоит из двух линий управления, и они обе противоположно переключаются на HIGH или LOW. На каждый момент времени (за исключением времени рассогласования) только один сигнал одновременно HIGH или LOW (неодинаково переключаемые входы).

Tab. 15 Определение терминов для описания цифровых входов

### **Пассивные датчики (двухканальные)**

Пассивные датчики – это двухканальные контактные коммутационные элементы. Кабели и функционирование датчиков должны контролироваться.

Контакты могут переключаться неравнозначно и равнозначно (согласно стандарту для соответствующего коммутационного элемента). Несмотря на это, запускаются функции обеспечения безопасности, если переключен, по меньшей мере, один канал.






Примеры пассивных датчиков:

- коммутационные устройства аварийной остановки (всегда равнозначны),
- концевые выключатели дверцы (как неравнозначны, так и равнозначны),
- кнопки подтверждения (как неравнозначны, так и равнозначны),
- устройства безопасного старта двумя руками
- селекторы режимов работы (1 из выбора N).

У пассивных датчиков модулем безопасности распознаются следующие ошибки:

- неравнозначные или равнозначные входные сигналы по истечении времени рассогласования, в зависимости от типа датчика и параметризации.
- при подаче питания через безопасный выход модуля безопасности: перекрестные замыкания и замыкания по +24 В и 0 В из-за того, что не поступают тестовые импульсы.

**i**  
 Пассивные датчики, которые запускают аварийную остановку системы (установки) (STO, SBC, SS1) согласно EN 60204-1 должны иметь “принудительно размыкаемое” исполнение и подлежать параметризации в качестве равнозначных входов.

<b>Типы датчиков</b>					
Функция	Коммутационное устройство аварийной остановки	Концевой выключатель дверцы	Кнопка подтверждения	Устройство безопасного старта двумя руками	Селектор режимов работы
Символ					
Вход	DIN40A/B ... DIN43A/B	DIN40A/B ... DIN43A/B	DIN40A/B ... DIN43A/B	DIN40A/B ... DIN43A/B	DIN45, DIN46, DIN47
Выход	DOUT40A/B ... DOUT42A/B (тактовый A/B)				+24 В <sup>1)</sup>

1) Может также снабжаться тестовыми импульсами от DOUT40 ... 42.

Tab. 16 Назначение датчиков входам и выходам (примеры)

### Коммутационное устройство аварийной остановки

Обычно коммутационное устройство аварийной остановки используется, чтобы запустить аварийную остановку, в большинстве случаев активируется функция обеспечения безопасности STO или SS1.

### Концевой выключатель дверцы

Контролируется, происходит ли, например, размыкание / пересечение защитной дверцы, световой завесы и т. п.

### Кнопка подтверждения

Кнопка подтверждения используется, как правило, в режиме наладки (установки). Например, в режиме наладки при открытой (разомкнутой) защитной дверце с функцией SLS режим действия машины разрешен, если активирована кнопка подтверждения. При этом кнопка подтверждения временно отменяет действие функции обеспечения безопасности, она на некоторое время заменяется другой функцией обеспечения безопасности. Функция кнопки подтверждения обеспечивается через соответствующую параметризацию логики (запрос, завершение запроса) функций обеспечения безопасности.

Следующие логические функции фиксировано назначены определенным входам:

### Устройство безопасного старта двумя руками (DIN42A/B и DIN43A/B)

Устройство безопасного старта двумя руками используется в вариантах применения, в которых оператор должен разблокировать перемещение двумя руками, если он вышел из опасной зоны. Устройство безопасного старта двумя руками занимает две безопасные пары входов. И в этом случае одна функция обеспечения безопасности, например, SS1, может перезаписываться дру-

гой функцией, например SLS. Функция устройства безопасного старта двумя руками (контроль двух входов) реализована как фиксированная логическая функция в модуле безопасности; переключение функций обеспечения безопасности выполняется через соответствующую параметризацию логики (запрос, завершение запроса) функций обеспечения безопасности.

### **Селектор режимов работы (DIN45, DIN46, DIN47)**

Переключатель для выбора режима работы поддерживает следующие режимы работы:

- штатный режим / режим работы 1,
- режим наладки / режим работы 2,
- специальный режим / режим работы 3.

Указание: режимы работы обозначаются согласно стандартам С для соответствующих машин. Функция селектора режимов работы реализована в виде фиксированной логической функции в модуле безопасности. Функция переключения функций обеспечения безопасности обеспечивается через соответствующую параметризацию логики (запрос, завершение запроса) функций обеспечения безопасности.

### **Повторный пуск / завершение функций обеспечения безопасности**

«Повторный пуск» означает запуск привода после выполненной ранее остановки. Модуль безопасности может вызвать эту остановку, например, через функции обеспечения безопасности STO, SS1 или SS2. Завершение соответствующих функций обеспечения безопасности является необходимым условием для повторного пуска. Для завершения функций обеспечения безопасности предназначен DIN49, но для этого можно параметризовать любой другой вход.

Пример:

- SS1 запрошена через аварийную остановку, SS2 - через концевой выключатель дверцы.
  - Теперь аварийная остановка снова отменяется, дверца остается открытой.
- ⇒ При активации входа “Завершение функции обеспечения безопасности” установка с активной функцией обеспечения безопасности SS2 остается неподвижной и при закрытии защитной дверцы может быть сразу снова запущена в работу, если для SS2 установлен параметр “Автоматический повторный пуск”.

### **Активные датчики (двухканальные)**

Активные датчики - это устройства с двухканальными полупроводниковыми выходами (выходами OSSD).

Примеры активных датчиков:

- защитный световой барьер
- лазерный сканер,
- контроллеры.

Модуль безопасности поддерживает активные датчики с равнозначными / неравнозначными выходными сигналами, а также с выходами контрольных импульсов / без них. Благодаря встроенным средствам обеспечения безопасности устройств серии CMM-PAS-...- M3 допускаются контрольные импульсы для контроля (мониторинга) выходов и кабелей. Датчики с позитивным/негативным переключением служат для переключения плюсовой и минусовой линии или сигнальной и заземляющей линии сигнала датчика. Выходы должны переключаться одновременно. Несмотря на это, запускаются функции обеспечения безопасности, если переключен, по меньшей мере, один канал.

У активных датчиков распознаются следующие ошибки:

- неравнозначные или равнозначные входные сигналы по истечении времени рассогласования, в зависимости от типа датчика и параметризации.

### Пассивные и активные датчики (одноканальные)

Одноканальные датчики используются для управления процессом (последовательностью), а также для ответных сообщений и диагностики.

Примеры пассивных датчиков:

- контакт обратной связи внешнего узла фиксации,
- кнопка для квитирования имеющихся ошибок,
- кнопка для завершения функций обеспечения безопасности.

Кроме того, комбинации одноканальных датчиков могут применяться для управления функциями обеспечения безопасности.

Например, селекторы режимов работы (1 из выбора N)

У одноканальных пассивных датчиков распознаются следующие ошибки:

- при подаче питания через безопасный выход модуля безопасности: перекрестные замыкания и замыкания по +24 В и 0 В из-за того, что не поступают тестовые импульсы

### Допустимые типы датчиков

В следующей таблице представлен общий обзор допустимых типов датчиков на цифровых входах.

Допустимый тип датчика		DIN	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
		...	двухканальный				одноканальный					
1:	Общий двухканальный вход		X	X	X	X						
2:	Коммутационное устройство аварийной остановки		X <sup>1)</sup>	X	X	X						
3:	Кнопка подтверждения		X	X	X	X						
4:	Устройство безопасного старта двумя руками <sup>2)</sup>		X	X	X	X						
5:	Кнопка запуска		X	X	X	X						

Допустимый тип датчика		DIN	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
		...	двухканальный				одноканальный					
6:	Блокировка дверец		X	X	X	X						
7:	Безопасный датчик начала отсчета		X	X	X	X						
8:	защитный световой барьер		X	X	X	X						
9:	Ответное сообщение управления тормозом		X	X	X	X	X <sup>1)</sup>	X	X	X		
10:	Общий одноканальный вход		X	X	X	X	X	X	X	X		
11:	Селектор режимов работы <sup>2)</sup>		X	X	X	X		X <sup>1)</sup>	X <sup>1)</sup>	X <sup>1)</sup>		
12:	Квитирование ошибки		X	X	X	X					X <sup>1)</sup>	
13:	Завершение функций обеспечения безопасности (возможен повторный пуск)		X	X	X	X						X <sup>1)</sup>

1) Заводская настройка

2) С помощью активации логической функции в SafetyTool следует сконфигурировать требуемые входы соответственно.

Tab. 17 Общий обзор допустимых типов датчиков на цифровых входах

### 3.4.2 Двухканальные безопасные входы DIN40 ... DIN43 [X40]

#### Назначение



Fig. 11 Символ двухканального входа

Цифровые входы DIN40..DIN43 имеют двухканальное исполнение (DIN40A/B ... DIN43A/B). Они служат для запроса функций обеспечения безопасности до кат. 4 / PL e или SIL3 и поэтому созданы в архитектуре 1oo2.

Для запроса функций обеспечения безопасности образуется логическая связь назначенных внутренних логических входов с соответствующей функцией обеспечения безопасности.

#### Функция

На следующем рисунке показана принципиальная блок-схема входа. Далее функция поясняется на примере DIN40. Входы с DIN40 по DIN43 имеют идентичную структуру.

#### DIN40 ... DIN43

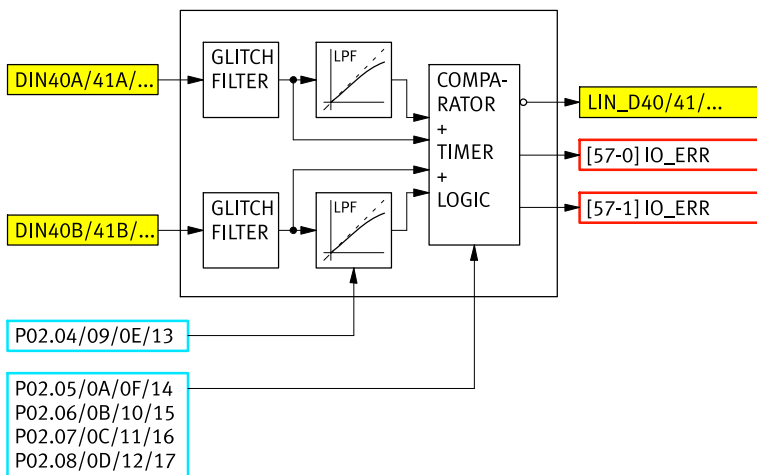


Fig. 12 Принципиальная блок-схема двухканальных безопасных входов

Термин/сокращение	Пояснение
DIN40A/..., DIN40B/ ...	Двухканальные цифровые входы DIN40A/DIN40B ...
GLITCH FILTER	Фильтр для помеховых импульсов
LPF	Low-pass filter, низкочастотный фильтр

Термин/сокращение	Пояснение
COMPARATOR + TIMER + LOGIC	Сравнивающее устройство (компаратор), задатчик времени (таймер) и логическая схема
LIN_x	Логические входы ...
[5x-x] xxx_ERR	Внутренний сигнал ошибки, ошибка 5x-x

Tab. 18 Пояснение к принципиальной блок-схеме двухканальных безопасных входов

Уровни сигналов на входах DIN40A и DIN40B сначала очищаются от помех в предварительном фильтре ЭМС (“Glitch Filter”). Постоянная времени фильтрации составляет 500 мкс и не может быть параметризована.

За этим первым фильтром для каждого входного сигнала следует второй параметризуемый через параметр “Постоянная времени фильтрации” (P02.04/...) низкочастотный фильтр “LPF”, выполненный как программируемый моностабильный мультивибратор.

Моностабильный мультивибратор служит следующим целям:

- Отфильтрация внешних тестовых импульсов, например, активного датчика с выходами OSSD.
- Отфильтрация тестовых импульсов DOUT4x в случае пассивных датчиков.
- Отфильтрация дребезга контактов.

В подключенной после этой точки логической схеме со сравнивающим устройством из двух входных сигналов А и В формируется логический сигнал управления LIN\_D40. В этой части также анализируются тестовые импульсы на входе. Для запроса функций обеспечения безопасности образуется логическая связь логического входа с соответствующей функцией обеспечения безопасности (LIN\_D40 = 1 соответствует запрошенной функции обеспечения безопасности). С помощью параметра “Тип датчика” (P02.24/...) можно выбрать тип датчика.

Посредством параметра “Режим работы” (P02.06/...) могут использоваться входы в трех разных режимах работы:

- Режим работы = “Неиспользуемый” (P02.06/... = 0)  
Вход не используется. Логический входной сигнал LIN\_D40 длительное время на 0.
- Режим работы = “Равнозначный” (P02.06 = 1)  
Вход вход переключается равнозначно:
  - входы А и В канала всегда должны иметь одинаковый уровень сигнала.
  - Логический входной сигнал LIN\_D40 является инвертированным к уровню сигнала на DIN40A, как показано в следующей таблице.

Указание: инверсия логического состояния соответствует принципу тока покоя. Используйте входы исключительно по принципу тока покоя. Запрашивайте безопасное состояние через 0 В на входе.

- Режим работы = “Неравнозначный” (P02.06 = 2)

Вход переключается неравнозначно:

- входы А и В канала должны иметь противоположные уровни сигнала.
- Логический входной сигнал LIN\_D40 является инвертированным к уровню сигнала на DIN40A, как показано в следующей таблице.

Указание: пассивные датчики, которые запускают аварийную остановку системы (установки) (STO, SBC, SS1) согласно EN 60204-1 должны иметь “принудительно размыкаемое” исполнение и подлежать параметризации в качестве равнозначных входов.

Вход DIN40/ ... /43 с равнозначным переключением	Состояние покоя	Запрошена функция обеспечения безопасности
DIN40A / ... / 43A	24 В	0 В
DIN40B / ... / 43B	24 В	0 В
Состояние LIN_D40 / ... /43	0	1

Tab. 19 Входы с равнозначным переключением

Вход DIN40/ ... /43 с неравнозначным переключением	Состояние покоя	Запрошена функция обеспечения безопасности
DIN40A / ... / 43A	24 В	0 В
DIN40B / ... / 43B	0 В	24 В
Состояние LIN_D40 / ... /43	0	1

Tab. 20 Входы с неравнозначным переключением

### Распознавание ошибок

Уровень входов А и В может в течение параметризуемого интервала времени (“Время рассогласования”, P02.05/...) отклоняться от представленных состояний. Если отклонение существует дольше, сообщается об ошибке “[57-1] Цифровые входы - ошибка уровня сигнала” (ошибка рассогласования).

Входы А и В могут контролироваться посредством тестовых импульсов. Выбор источника тестовых импульсов выполняется через параметр “Источник для тестового импульса” (P02.07/...). Если тестовый импульс отсутствует, или входная логическая схема устанавливает короткое либо перекрестное замыкание, сообщается об ошибке “[57-0] Самотестирование входов/выходов (внутреннее/внешнее)”.

В случае ошибки логический вход LIN\_D40 переходит на 1 (запрошена функция обеспечения безопасности).

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Распознанная ошибка направляется дальше через показанные на принципиальной блок-схеме сигналы ошибок к устройству управления ошибками. Реакцию на ошибку можно настроить (только предупреждение, STO, SS1, SS2...). Для дальнейшей обработки логический вход LIN\_D40 в этом случае принимает состояние 1.

При этом пользователь должен проследить за тем, чтобы ошибка (управление ошибками) привела к безопасному состоянию всей системы в целом.

**Временные диаграммы**

На следующих рисунках показаны соответствующие временные диаграммы двухканального входа, для равнозначной и неравнозначной схемы параметризации.

**Request Safety Function – Equivalent (P02.06 = 1)**

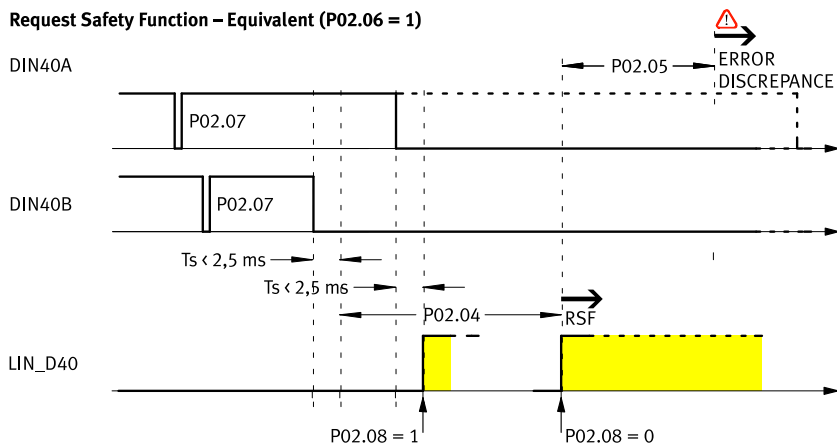


Fig. 13 Временная диаграмма двухканального безопасного входа с равнозначным переключением – Запуск запроса (DIN40)

**Release Safety Function request – Equivalent (P02.06 = 1)**

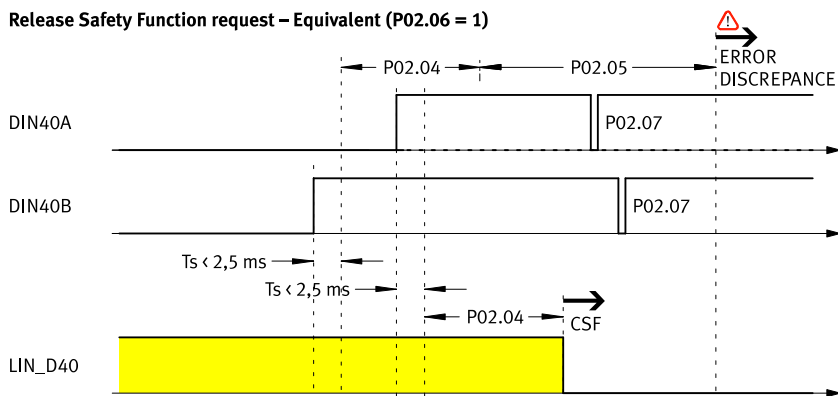


Fig. 14 Временная диаграмма двухканального безопасного входа с равнозначным переключением – Завершение запроса (DIN40)

Термин/сокращение	Пояснение
RSF: Request Safety Function	Запрос функции обеспечения безопасности
CSF: Release Safety Function request	Завершение запроса функции обеспечения безопасности
Error Discrepance	Ошибка рассогласования

Tab. 21 Пояснение к временной диаграмме двухканального безопасного входного с равнозначным переключением

**Request Safety Function – Antivalent (P02.06 = 2)**

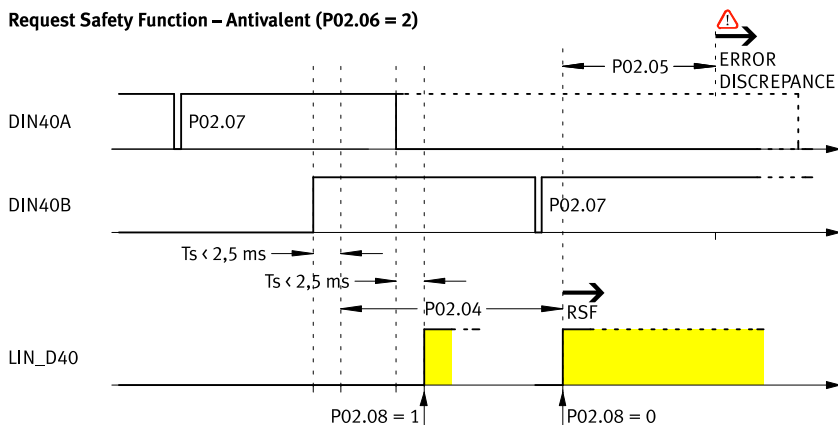


Fig. 15 Временная диаграмма двухканального безопасного входа с неравнозначным переключением – Запуск запроса (DIN40)

**Release Safety Function request – Antivalent (P02.06 = 2)**

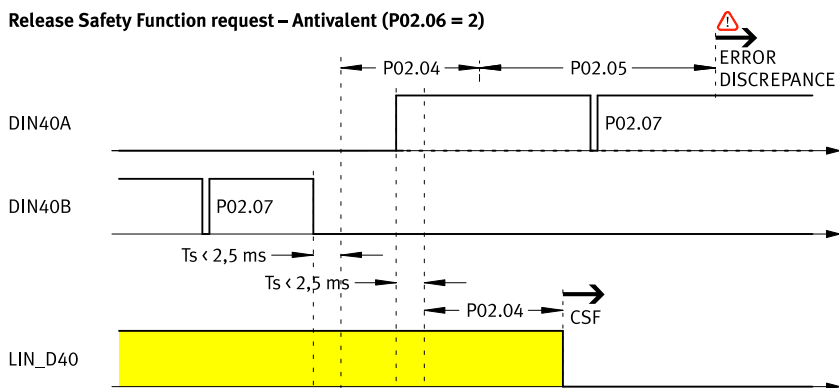


Fig. 16 Временная диаграмма двухканального безопасного входа с равнозначным переключением – Завершение запроса (DIN40)

Термин/сокращение	Пояснение
RSF: Request Safety Function	Запрос функции обеспечения безопасности
CSF: Release Safety Function request	Завершение запроса функции обеспечения безопасности
Error Discrepance	Ошибка рассогласования

Tab. 22 Пояснение к временной диаграмме двухканального безопасного входного с равнозначным переключением

С помощью параметра “Быстрое выявление запроса” (P02.08/...) можно активировать быстрое распознавание запроса безопасности. Если оба входа DIN40A и DIN40B одновременно сменяют уровень, состояние переключения направляется далее в обход фильтра “LPF” к логическому сигналу LIN\_D40. Т. е. даже при относительно долгих тестовых импульсах и, соответственно, большой постоянной времени фильтра возможно очень быстрое выявление запроса функции обеспечения безопасности.

С момента запроса функции обеспечения безопасности через DIN40 ... DIN43 проходит время (указанное далее) до активации логического входа LIN\_D... и запроса функции обеспечения безопасности:

Время задержки с момента смены уровня	Минимально	Максимально	Типично
$T_s$	0,5 мс	2,5 мс	1,5 мс
“Постоянная времени фильтрации” (P02.04/09/0E/13)	1,0 мс	1000,0 мс	3,0 мс
Время реакции для параметра “Быстрое выявление запроса” = 0 (P02.08/P02.0D/P02.12/P02.17 = 0)	1,5 мс	12,5 мс	4,5 мс

Время задержки с момента смены уровня	Минимально	Максимально	Типично
Время реакции для параметра “Быстрое выявление запроса” = 1 (P02.08/P02.0D/P02.12/P02.17 = 1)	0,5 мс	2,5 мс	1,5 мс

Tab. 23 Время задержки DIN40 ... DIN43

#### Параметры для двухканальных цифровых входов

Номер параметра для входа ...				Название	Описание
DIN40	DIN41	DIN42	DIN43		
P02.24	P02.25	P02.26	P02.27	Тип датчика	Код подсоединенного к DIN4х датчика.
P02.06	P02.0B	P02.10	P02.15	Режим работы	Режим: 0 = неиспользуемый, 1 = равнозначный, 2 = неравнозначный
P02.05	P02.0A	P02.0F	P02.14	Время рассогласования	Время рассогласования.
P02.07	P02.0C	P02.11	P02.16	Источник для тестового импульса	Выбор выхода, подающего тестовые импульсы.
Экспертные параметры					
P02.04	P02.09	P02.0E	P02.13	Постоянная времени фильтрации	Постоянная времени фильтрации.
P02.08	P02.0D	P02.12	P02.17	Быстрое выявление запроса	Использовать быстрое отключение при уровне Low на DIN4xA и DIN4xB.

Tab. 24 Параметры двухканальных цифровых входов

#### i

Описание технических характеристик для управляющих входов в установленном спецификацией рабочем диапазоне напряжения питания логических схем согласно EN 61131-1

➔ Tab. 141 Технические характеристики: цифровые входы DIN40A/B – DIN43A/B и DIN44 – DIN49 [X40].

### 3.4.3 Одноканальные (условно безопасные) цифровые входы DIN44 ... DIN49 [X40]

#### Назначение



Fig. 17 Символ одноканального входа

Цифровые входы DIN44..DIN49 имеют одноканальное исполнение. Они предназначены для подключения пассивных переключателей и активных датчиков.

Используйте одноканальные входы в качестве диагностических входов:

- для функций управления, требующих только одноканального входа,
- в комбинации из нескольких входов для запроса функций обеспечения безопасности.

---

#### i

При использовании активных двухпроводочных датчиков без самодиагностики:

Если активный двухпроводочный датчик не приводится в действие, выполняются не все требуемые проверки с помощью модуля безопасности. Поэтому для функционального испытания требуется регулярное включение (активация). Рекомендуется проводить активацию через каждые 8 часов или один раз в смену, но не реже, чем один раз каждые 24 часа

→ Tab. 141 Технические характеристики: цифровые входы DIN40A/B – DIN43A/B и DIN44 – DIN49 [X40].

---

#### i

Для запроса и деактивации функций обеспечения безопасности должны использоваться только двухканальные входы DIN40 ... DIN43 или специальные логические комбинации из одноканальных входов.

---

#### Функция

На следующем рисунке показана принципиальная блок-схема одноканальных входов. Далее функция поясняется на примере DIN44. Входы с DIN44 по DIN49 имеют идентичную структуру.

## DIN44 ... DIN49

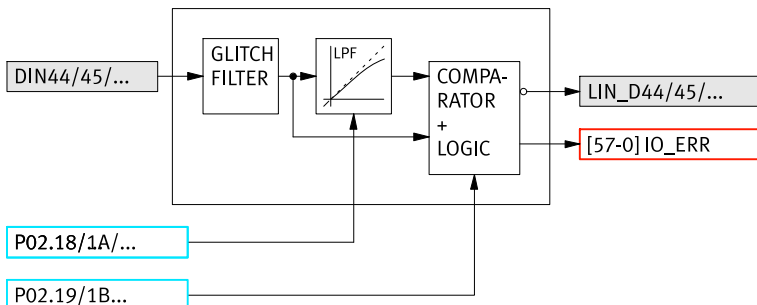


Fig. 18 Принципиальная блок-схема одноканальных входов

Термин/сокращение	Пояснение
DIN40A/..., DIN40B/...	Двухканальные цифровые входы DIN40A/DIN40B ...
GLITCH FILTER	Фильтр для помеховых импульсов
LPF	Low-pass filter, низкочастотный фильтр
COMPARATOR + LOGIC	Сравнивающее устройство (компаратор) и логическая схема
LIN_x	Логические входы ...
[5x-x] xxx_ERR	Внутренний сигнал ошибки, ошибка 5x-x

Tab. 25 Пояснение к принципиальной блок-схеме одноканальных входов

Уровни сигналов на входах DIN44 – DIN49 сначала очищаются от помех в предварительном фильтре ЭМС (“Glitch Filter”). Постоянная времени фильтрации составляет 500 мкс и не может быть параметризована.

За этим первым фильтром для каждого входного сигнала следует второй параметризуемый через параметр “Постоянная времени фильтрации” (P02.18) фильтр “LPF”, выполненный как программируемый моностабильный мультивибратор. Он служит для следующих целей:

- Отфильтровка внешних тестовых импульсов, например, активного датчика с выходами OSSD.
- Отфильтровка тестовых импульсов DOUT4x в случае пассивных датчиков.
- Отфильтровка дребезга контактов.

В подключенной после этой точки логической схеме со сравнивающим устройством из входных сигналов формируется логический сигнал управления LIN\_D44/.../49 (LIN\_D44/.../49 = 1 соответствует параметру “Запрошена функция управления”). В этой части также анализируются тестовые импульсы на входе.

С помощью параметра “Тип датчика” (P02.28 ... P02.2D) можно выбрать тип датчика.

Вход DIN44/ ... /49	Состояние покоя	Запрошена функция управления
DIN44 / ... / 49	0 В	24 В
Состояние LIN_D44 / ... /49	0	1

Tab. 26 Входы с неравнозначным переключением

**i**

Логическое состояние непосредственно отражает уровень напряжения на входе – в отличие от двухканальных входов DIN40...DIN43, которые подчиняются принципу тока покоя! Таким образом, входы рассчитаны на функции управления, например, селектор режимов работы, требующие положительной логики. Например, селектор режимов работы

Если нужно применять одноканальные входы или их комбинацию для запроса функций обеспечения безопасности, следует, напротив, соблюдать принцип тока покоя:

- в таком случае используйте инвертированный логический сигнал для запроса функции обеспечения безопасности.

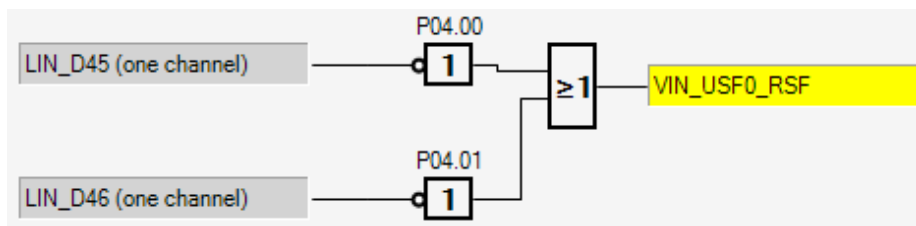


Fig. 19 Использование инвертированного логического сигнала для запроса функции обеспечения безопасности (пример)

**Распознавание ошибок**

Входы могут контролироваться посредством тестовых импульсов. Выбор источника тестовых импульсов (DOUT40 – DOUT42) выполняется через параметр “Источник для тестового импульса” (P02.19/...).

В следующих случаях поступает сообщение об ошибке “[57-0] Самотестирование входов/выходов (внутренняя/внешняя)”:

- Тестовой импульс не поступает.
  - Входная логическая схема обнаруживает короткое замыкание или перекрестное замыкание.
- В случае ошибки логический вход LIN\_D44 переходит на 1 (запрошена функция управления).

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Распознанная ошибка направляется дальше через показанные на принципиальной блок-схеме сигналы ошибок к устройству управления ошибками. Реакцию на ошибку можно настроить (только предупреждение, STO, SS1, SS2...). Для дальнейшей обработки логический вход LIN\_D44 в этом случае принимает состояние 1.

При этом пользователь должен проследить за тем, чтобы ошибка (управление ошибками) привела к безопасному состоянию всей системы в целом.

**Параметры для одноканальных цифровых входов**

Номер параметра для входа ...						Название	Описание
DIN44	DIN45	DIN46	DIN47	DIN48	DIN49		
P02.28	P02.29	P02.2A	P02.2B	P02.2C	P02.2D	Тип датчика	Код подсоединенного к DIN4x датчика.
P02.19	P02.1B	P02.1D	P02.1F	P02.21	P02.23	Источник для тестового импульса	Выбор выхода, подающего тестовые импульсы.
Экспертные параметры							
P02.18	P02.1A	P02.1C	P02.1E	P02.20	P02.22	Постоянная времени фильтрации	Постоянная времени фильтрации

Tab. 27 Цифровые входы

**Временная диаграмма**

На следующем рисунке показана временная диаграмма одноканального входа:

### Digital Input (цифровой вход) DIN44

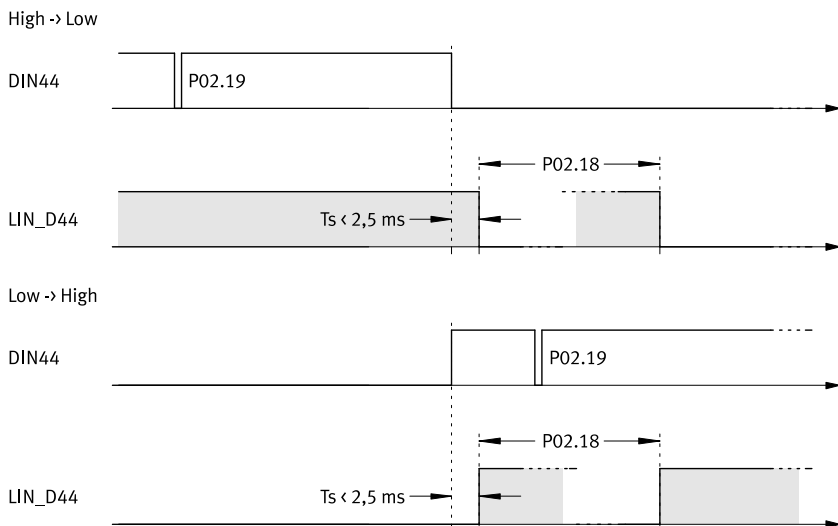


Fig. 20 Временная диаграмма одноканального входа (пример DIN44)

С момента запроса функции управления через DIN44 ... DIN49 проходит время (указанное далее) до переключения логического входа LIN\_D... в активное состояние:

Время задержки с момента смены уровня	Минимально	Максимально	Типично
$T_s$	0,5 мс	2,5 мс	1,5 мс
Постоянная времени фильтрации (P02.18/1A/1C/1E/20/22)	1,0 мс	10,0 мс	3,0 мс
Время реакции	1,5 мс	12,5 мс	4,5 мс

Tab. 28 Время задержки DIN44 ... DIN49

### i

Описание технических характеристик для управляющих входов в установленном спецификацией рабочем диапазоне напряжения питания логических схем согласно EN 61131-1

→ Tab. 141 Технические характеристики: цифровые входы DIN40A/B – DIN43A/B и DIN44 – DIN49 [X40].

## 3.5 Функции обеспечения безопасности

Функции обеспечения безопасности имеют двухчастную структуру, которая проявляется у всех функций:

### Safety Function (функция обеспечения безопасности)

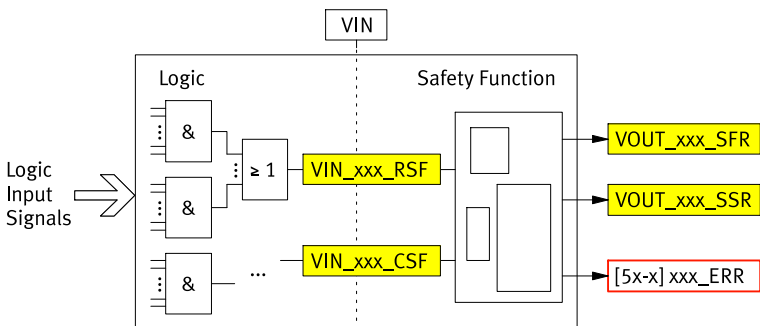


Fig. 21 Принципиальная блок-схема общей структуры функций обеспечения безопасности

Термин/сокращение	Пояснение
Logic Input Signals	Логические входные сигналы
Logic	Логика, при которой функции обеспечения безопасности можно конфигурировать с помощью конъюнктивных термов
Safety Function (функция обеспечения безопасности)	Функция обеспечения безопасности
VIN_xxx_RSFR	Виртуальный вход: запрос функции обеспечения безопасности xxx (Request Safety Function)
VIN_xxx_CSF	Виртуальный вход: завершение запроса функции обеспечения безопасности xxx (Clear Safety Function Request)
VOUT_xxx_SFR	Виртуальный выход: запрошена функция обеспечения безопасности xxx (Safety Function requested)
VOUT_xxx_SSR	Виртуальный выход: функция обеспечения безопасности xxx, безопасное состояние достигнуто (Safe State Reached)
[5x-x] xxx_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 5x-x

Tab. 29 Пояснение к принципиальной блок-схеме общей структуры функций обеспечения безопасности

#### Логический блок (левая часть)

С помощью конфигурируемой логической функции (элемент И либо элемент ИЛИ в дизъюнктивной нормальной форме) определяется, какие входные сигналы (LIN\_x) переключаются на функцию обеспечения безопасности для следующих задач:

- запрос функции обеспечения безопасности, сигнал VIN\_xxx\_RSFR (Request Safety Function),

- завершение запроса функции обеспечения безопасности, сигнал VIN\_xxx\_CSF (Clear Safety Function),
- выбор дополнительных ответных сигналов подтверждения (например, для SBC).

---

**i**

Входная логическая схема для функции STO в SafetyTool на вкладке “Запросить” может выглядеть, например, так:

---

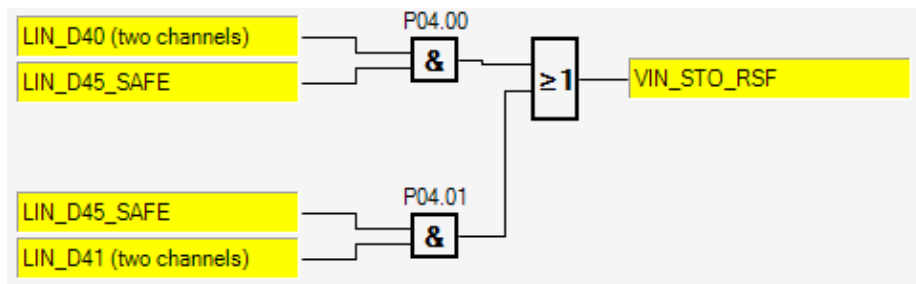


Fig. 22

---

**i**

Функция STO запрашивается через DIN40, если переключатель режимов работы DIN45 активен, либо через DIN41, если переключатель режимов работы DIN45 не активен. Для каждого входа VIN... доступен элемент ИЛИ с четырьмя входами и переключаемыми перед ним элементами И с семью входами. Кроме того, все сигналы можно инвертировать.

---

Любой запрос функции обеспечения безопасности имеет приоритет над завершением запроса. Это означает, что пока присутствует один из сигналов xxx\_RSF (Request Safety Function), функция обеспечения безопасности не может быть завершена сигналом xxx\_CSF (Clear Safety Function).

**Функция обеспечения безопасности (правая часть)**

Пока функция обеспечения безопасности запрошена, она безопасно осуществляет соответствующий контроль параметров состояния привода. Она включает в себя требуемые для этого функции логики и процесса, которые можно параметризовать.

При нарастающем фронте запроса инициализируется функция логики и процесса, т. е., например, рассчитываются стартовые значения для профилей торможения.

Функция обеспечения безопасности учитывает текущее состояние привода (позицию, скорость) и генерирует различные сообщения о состоянии и сигналы управления. Ниже кратко описываются важнейшие функции:

- С помощью параметра определяется, должна ли функция обеспечения безопасности завершаться автоматически после снятия запроса.

- Функции остановки снабжены дополнительным управляющим входом для запроса функции обеспечения безопасности – этот вход ERR\_xxx\_RSf напрямую запрашивается из блока управления ошибками, поскольку функции остановки также могут запрашиваться блоком управления ошибками как реакция на ошибку.
- Некоторые функции обеспечения безопасности также можно непосредственно запрашивать из других функций обеспечения безопасности; так STO в конце профиля торможения функции SS1 автоматически активируется ею, а также автоматически ею завершается (совместно с ней).

Каждая функция обеспечения безопасности предоставляет, по меньшей мере, следующие выходные сигналы:

- сообщение о состоянии VOUT\_xxx\_SFR, запрошена функция обеспечения безопасности xxx,
- сообщение о состоянии VOUT\_xxx\_SSR, безопасное состояние xxx достигнуто,
- как минимум, сообщение об ошибке xxx\_ERR в случае нарушения условия безопасности.

Кроме того, некоторые функции обеспечения безопасности обеспечивают и другие сигналы управления, например:

- для непосредственной активации аппаратной части, например, питания задающего устройства или выхода удерживающего тормоза для безопасного управления тормозом,
- для запроса подключенных после определенной точки функций обеспечения безопасности, например, STO\_SBC\_RSf.



Эти выходные сигналы в виде сообщения о состоянии могут передаваться к функциональному контроллеру; они могут с помощью безопасных выходов использоваться для управления внешними предохранительными коммутационными устройствами, чтобы можно было, например, активировать внешний узел фиксации.

Функции обеспечения безопасности для контроля перемещений дополнительно задействуют безопасно регистрируемую скорость (ACTUAL\_SPEED) или безопасно регистрируемую позицию (ACTAL\_POSITION) для контроля. Они регулируют допустимую скорость в функциональном блоке контроллера через ограничение скорости (SPEED\_LIMIT).

Функции обеспечения безопасности конфигурируются с помощью ряда параметров; можно настроить следующие характеристики:

- профили скорости,
- предельные значения контроля для скорости и позиции,
- время задержки.

Другие настраиваемые опции:

- рабочие характеристики для завершения функции обеспечения безопасности.
- Принцип, по которому модуль безопасности участвует в работе базового устройства:
  - Он не принимает активного участия, а только наблюдает.
  - Он активирует быструю остановку в базовом устройстве, т. е. приводит базовое устройство в состояние “Quick Stop”, а в это время контролирует процесс торможения.
  - Он активно регулирует скорость в базовом устройстве, снижая ее, и одновременно контролирует соблюдение предельных значений.

---

**i**

В EN 61800-5-2 определены различные функции обеспечения безопасности для регуляторов сервоприводов. В этом стандарте также установлено три метода для контроля процесса торможения. За счет описанной выше конфигурации модуль безопасности поддерживает все перечисленные в стандарте методы.

Модуль безопасности поддерживает описанные в следующих разделах функции безопасной остановки и безопасного перемещения.

---

### 3.5.1 STO – безопасное выключение крутящего момента (Safe Torque Off)

#### Применение



Fig. 23 Символ STO

Функция реализует функцию обеспечения безопасности STO согласно EN 61800-5-2 (соответствует категории остановки 0 из EN 60204-1).

Пользуйтесь функцией „Безопасное выключение крутящего момента“ (“Safe Torque Off”, STO), если в ваших условиях применения требуется безопасно отключить энергоснабжение двигателя, но при этом нет никаких иных запросов на целенаправленную остановку привода.

---

**i**

Функция STO активирована через заводские настройки (предварительную параметризацию).

Поскольку функция используется другими функциями (запрос через SS1 или реакция на ошибку при нарушении других запрошенных функций обеспечения безопасности), ее выбор в большинстве случаев нельзя отменить.

---

#### Функция

Функция “Безопасное выключение крутящего момента” вызывает отключение питания задающего устройства для силовых полупроводников и тем самым предотвращает перенос требуемой двигателю энергии силовым выходным каскадом.

При активной функции обеспечения безопасности STO “Safe Torque Off” (безопасное выключение крутящего момента) энергоснабжение привода гарантированно прерывается. Привод не может создавать крутящий момент, а следовательно, вызывать опасные перемещения. При наличии вертикально перемещаемой нагрузки или других внешних усилий предусмотрены дополнительные меры безопасного предотвращения падения (например, узлы фиксации). В состоянии STO “Safe Torque Off” контроль позиции состояния покоя не осуществляется.

Остановка машины должна быть обеспечена и направлена на поддержание уровня безопасности. Это относится, прежде всего, к вертикальным приводам без самотормозящихся механических элементов, узла фиксации или уравнивания.

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Существует опасность рывков при перемещении привода в случае многократных ошибок в CMMPAS-...- МЗ.

Если во время действия состояния STO происходит отказ выходного каскада контроллера (одно-временное короткое замыкание 2 силовых полупроводников в разных фазах), может выполняться ограниченное перемещение ротора с остановками. Угол поворота / длина пути соответствует полюсному делению.

Примеры:

- Поворотный привод, синхронная машина, 8 степеней → свободы < 45° на валу мотора.
- Линейный электродвигатель, полюсное деление 20 мм → перемещение < 20 мм на движущемся элементе.



Функция STO (Safe Torque Off) не защищает от удара электротоком, она обеспечивает защиту только от опасных перемещений! Не происходит отсоединения привода от источника энерго-снабжения в понимании норм электробезопасности → описание аппаратной части, GDCP-CMMP-МЗ-HW-...

Логическая схема для запроса функции обеспечения безопасности STO показана на следующей принципиальной блок-схеме:

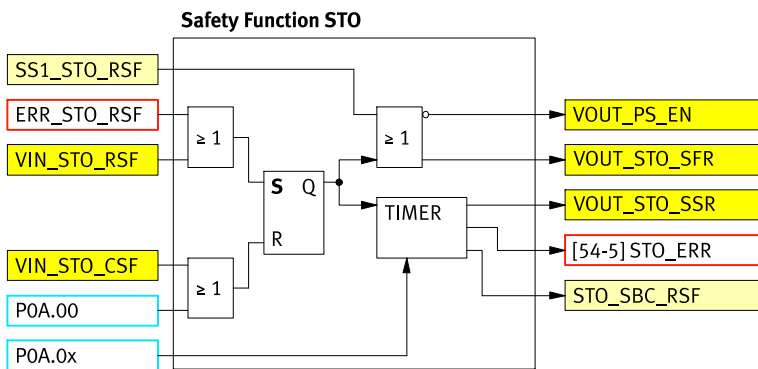


Fig. 24 Принципиальная блок-схема STO

Термин/сокращение	Пояснение
Safety Function STO	Функция обеспечения безопасности STO
SS1_STO_RSIF	Внутренний сигнал: запрос STO через SS1
ERR_STO_RSIF	Внутренний сигнал: запрос STO через реакцию на ошибку
VIN_STO_RSIF	Виртуальный вход: запрос STO
VIN_STO_CSIF	Виртуальный вход: завершение запроса STO

Термин/сокращение	Пояснение
TIMER	Задатчик времени (таймер)
VOUT_PS_EN	Виртуальный выход: разблокировка выходного каскада разрешена
VOUT_STO_SFR	Виртуальный выход: запрошена STO
VOUT_STO_SSR	Виртуальный выход: безопасное состояние STO достигнуто
[54-5] STO_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 54-5
STO_SBC_RSF	Внутренний сигнал: запрос SBC через STO

Tab. 30 Пояснение к принципиальной блок-схеме STO

Функция обеспечения безопасности запрашивается следующим образом:

- пользователем через произвольную комбинацию входных сигналов LIN\_D..., которые направляются к сигналу VIN\_STO\_RSF,
- в качестве реакции на ошибку, регулируемой через блок управления ошибками, сигнал ERR\_STO\_RSF,
- через функцию обеспечения безопасности SS1, сигнал SS1\_STO\_RSF.

Запрос функции обеспечения безопасности STO снимается следующим образом:

- пользователем через комбинацию различных входов, которые направляются к сигналу VIN\_STO\_CSF,
- путем установки параметра “Автоматический повторный пуск разрешен” (P0A.00).  
Таким образом функция обеспечения безопасности автоматически завершается после удаления запроса.

Любой запрос функции обеспечения безопасности имеет приоритет над завершением запроса. Это означает, что пока присутствует один из сигналов xxx\_RSf (Request Safety Function), функция обеспечения безопасности не может быть завершена сигналом xxx\_CSF (Clear Safety Function). Функция обеспечения безопасности управляет отключением питания задающего устройства через сигнал VOUT\_PS\_EN. При необходимости функцию обеспечения безопасности SBC можно автоматически запросить совместно (сигнал STO\_SBC\_RSf).

Кроме того, функция обеспечения безопасности генерирует сообщения о состоянии:

- VOUT\_STO\_SFR, запрошена функция обеспечения безопасности STO.
- VOUT\_STO\_SSR, безопасное состояние STO достигнуто.

#### **Распознавание ошибок:**

При активной функции обеспечения безопасности STO “Safe Torque Off” энергоснабжение привода сразу и безопасно прерывается, для этого служит двухканальное исполнение контура отключения, которое в процессе работы непрерывно проверяется. При отказе какого-либо канала отключения генерируется сообщение об ошибке. Привод отключается с помощью оставшегося канала.

Сообщение об ошибке [54-5] STO\_ERR “Условие безопасности STO нарушено” возникает в случае ошибки в функции STO.

#### **Процесс**

Последовательность процесса функции обеспечения безопасности STO показана на следующей диаграмме:

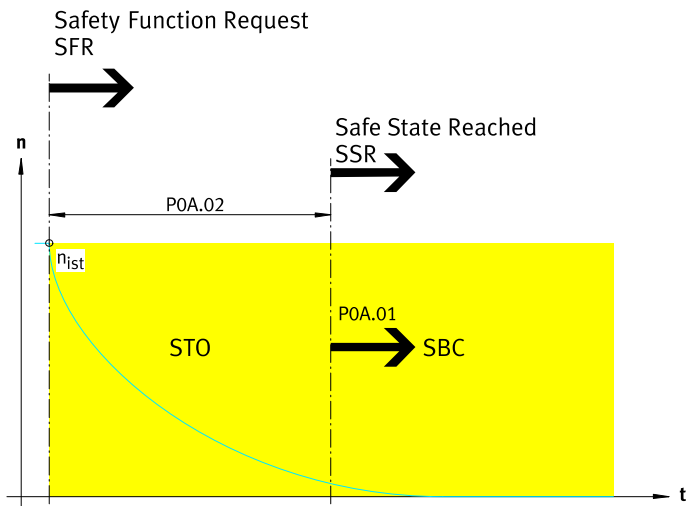


Fig. 25 Диаграмма последовательности действий STO

Термин/сокращение	Пояснение
Safety Function Request SFR	Запрос функции обеспечения безопасности
Safe State Reached SSR	Безопасное состояние достигнуто
$n_{ist}$	Фактическая скорость

Tab. 31 Пояснение к диаграмме последовательности действий STO

При запросе функции обеспечения безопасности STO питание задающего устройства отключается сразу и без сколь-либо значимой задержки в двухканальном режиме.

По истечении параметризуемого времени задержки “Время задержки до сообщения “STO”” (POA.02) активируется внутреннее состояние VOUT\_STO\_SSR, “Безопасное состояние достигнуто”.

С момента запроса функции обеспечения безопасности STO проходит время (указанное далее) до переключения функции обеспечения безопасности в активное состояние:

Время задержки с VIN_STO_RSF	Минимально	Максимально	Типично
VOUT_STO_SFR	2,0 мс	2,1 мс	2,0 мс
VOUT_STO_SSR	2,0 мс + POA.02	2,1 мс + POA.02	2,0 мс + POA.02

Время задержки с VIN_STO_RSF	Минимально	Максимально	Типично
Время реакции до отключения питания задающего устройства, базовое устройство и выходной каскад ВЫКЛ.	2,5 мс	4,5 мс	3,5 мс

Tab. 32 Время задержки STO

### Параметры для STO

STO: безопасное выключение крутящего момента		
Номер	Название	Описание
P0A.02	Время задержки до сообщения "STO"	Время задержки до активации выхода "Безопасное состояние достигнуто".
P0A.00	Автоматический повторный пуск разрешен	Если задано: снятие запроса (повторный пуск) при неактивном входе запроса
P0A.01	Автоматическая активация SBC	Если задано: при достижении безопасного состояния (по истечении времени задержки) активируется безопасное управление тормозом.

Tab. 33 STO: безопасное выключение крутящего момента

### 3.5.2 SBC – безопасное управление тормозом (Safe Brake Control)

#### Применение



Fig. 26 Символ SBC

Функция реализует функцию обеспечения безопасности SBC согласно EN 61800-5-2. Пользуйтесь функцией "Безопасное управление тормозом" ("Safe Brake Control", SBC) для активации узла фиксации или удерживающего тормоза, чтобы целенаправленно механическим способом притормаживать или безопасно удерживать привод.

Активировать узел фиксации или удерживающий тормоз можно с помощью следующих средств (на выбор):

- безопасный выход тормоза [X6] в контроллере,
- безопасный выход модуля безопасности и внешнее коммутационное устройство тормоза.

---

**i**

Важно: для использования функции обеспечения безопасности SBC должен применяться узел фиксации или удерживающий тормоз с соответствующей классификацией безопасности. В общем случае действует следующее правило: для всех типов узлов фиксации без сертификации должна проводиться оценка рисков и устанавливаться пригодность для указанного нацеленного на безопасность применения. В противном случае их использование не разрешено. Удерживающий тормоз в моторах, как правило, не подпадает под требуемую классификацию.

---

**i**

Функция STO активирована через заводские настройки (предварительную параметризацию). Пока функция используется другими функциями (запрос через STO, через другие схемы параметризации или через реакцию на ошибку при нарушении других запрошенных функций обеспечения безопасности), ее выбор в большинстве случаев нельзя отменить.

---

**Функция**

Функция “Safe Brake Control” сразу отключает напряжение для подсоединенного узла фиксации или удерживающего тормоза. Узел фиксации или удерживающий тормоз срабатывает и вызывает торможение мотора и привода. Так опасные перемещения затормаживаются механическим способом. Время торможения зависит от того, как быстро вводится в действие тормоз, и насколько высок уровень энергии в системе.

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Наличие вертикально перемещаемой нагрузки, как правило, приводит к падению, если SBC запрашивается в тот же момент времени, что и STO. Это обусловлено механической инерцией узла фиксации или удерживающего тормоза и потому неизбежно.

Кроме того, модуль безопасности предоставляет функцию обеспечения безопасности SS1 в сочетании с SBC или функцию обеспечения безопасности SS2. Проверьте, возможно ли разрешено ли использовать эти функции обеспечения безопасности в вашем варианте применения вместо STO с SBC.

---

Безопасное управление тормозом можно использовать только для узлов фиксации или удерживающих тормозов, которые срабатывают в обесточенном состоянии. В таком случае размыкание узла фиксации или удерживающего тормоза происходит за счет подвода энергии.

При использовании выхода тормоза базового устройства обеспечьте защищенную укладку кабелей. Если допустимая нагрузка безопасных выходов модуля безопасности является достаточной, возможно обнаружение перекрестных замыканий с помощью тестовых импульсов.

Логическая схема для запроса функции обеспечения безопасности SBC показана на следующей принципиальной блок-схеме:

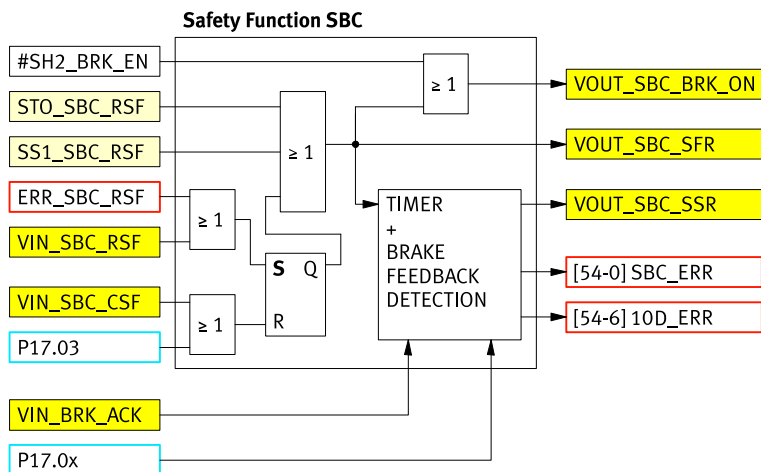


Fig. 27 Принципиальная блок-схема SBC

Термин/сокращение	Пояснение
Safety Function SBC	Функция обеспечения безопасности SBC
#SH2_BRK_EN	Базовое устройство разблокирует безопасное управление тормозом
STO_SBC_RSf	Внутренний сигнал: запрос SBC через STO
SS1_SBC_RSf	Внутренний сигнал: запрос SBC через SS1
ERR_SBC_RSf	Внутренний сигнал: запрос SBC через реакцию на ошибку
VIN_STO_RSf	Виртуальный вход: запрос SBC
VIN_STO_CSf	Виртуальный вход: завершение запроса SBC
VIN_BRK_ACK	Виртуальный вход: анализ ответного сигнала подтверждения безопасного управления тормозом
TIMER + BRAKE FEED BACK DETECTION	Задатчик времени (таймер) и анализ ответного сообщения безопасного управления тормозом
VOUT_SBC_BRK_ON	Виртуальный выход: переключение выхода тормоза
VOUT_SBC_SFR	Виртуальный выход: запрошена SBC
VOUT_SBC_SSR	Виртуальный выход: безопасное состояние SBC достигнуто
[54-0] SBC_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 54-0
[54-6] 10D_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 54-6

Tab. 34 Пояснение к принципиальной блок-схеме SBC

Функция обеспечения безопасности SBC запрашивается следующим образом:

- пользователем через произвольную комбинацию входных сигналов LIN\_D..., которые направляются к сигналу VIN\_SBC\_RSf,
- в качестве реакции на ошибку, регулируемой через блок управления ошибками, сигнал ERR\_SBC\_RSf,
- через функцию обеспечения безопасности STO, сигнал STO\_SBC\_RSf,
- через функцию обеспечения безопасности SS1, сигнал SS1\_SBC\_RSf.

Запрос функции обеспечения безопасности STO снимается следующим образом:

- пользователем через комбинацию различных входов, которые направляются к сигналу VIN\_SBC\_CSF,
- Установкой параметра P17.03 обеспечивается автоматическое завершение функция обеспечения безопасности после снятия запроса.

Любой запрос функции обеспечения безопасности имеет приоритет над завершением запроса. Это означает, что пока присутствует один из сигналов xxx\_RSf (Request Safety Function), функция обеспечения безопасности не может быть завершена сигналом xxx\_CSF (Clear Safety Function). Функция обеспечения безопасности управляет отключением безопасного управления тормозом через сигнал VOUT\_SBC\_BRK\_ON. При запросе функции обеспечения безопасности VOUT\_SBC\_BRK\_ON = 1. VOUT\_SBC\_BRK\_ON внутри дополнительно логически связан с сигналом управления базового устройства, который снова выдает состояние переключения управления тормозом в базовом устройстве. Безопасное управление тормозом запрашивается только в том случае, если не запрошена SBC, и если базовое устройство разблокирует тормоз (#SH2\_BRK\_EN на уровне Low).



После запроса SBC и последующей отмены безопасное управление тормозом снова запрашивается только в том случае, если базовое устройство разблокирует удерживающий тормоз. Так снова обеспечивается возможность работы, в том числе приводов координаты z с вертикальной перемещаемой нагрузкой без падения.

Сигнал управления VOUT\_SBC\_BRK\_ON должен переключаться на внутреннее управление тормозом контроллера (сигнал управления LOUТ\_BRAKE\_CTRL, → 9.1.4 Логические выходы LOUТ) или на цифровой выход для управления внешним узлом фиксации (LOUТ\_D4x, → 9.1.4 Логические выходы LOUТ).



Чтобы использовать управление тормозом базового устройства на [X6] в сочетании с SBC, сконфигурируйте выход “Внутренний тормоз” модуля безопасности:

Конфигурирование выхода “Внутренний тормоз”			
Требование:			
Стандартные параметры:	P02.36	Operating mode	Equivalent = [1]
	P02.37	Test pulse length	ms 1.0

Tab. 35

**i**

Теперь управление тормозом базового устройства дополнительно контролируется посредством тестовых импульсов.

Контроллер распознает отключение безопасного управления тормозом из внешней системы; он при необходимости выполняет быструю остановку (Quick Stop) и отключает выходной каскад. Управление тормозом также может на длительное время включаться со стороны контроллера (использование параметров из системы управления удерживающим тормозом в контроллере), чтобы управление осуществлялось только через модуль безопасности.

**i**

Чтобы использовать управление тормозом базового устройства [X6] независимо от SBC и использовать SBC в сочетании с DOUT4x, сконфигурируйте выход “Внутренний тормоз” модуля безопасности на длительное включенное состояние:

Конфигурирование выхода “Внутренний тормоз” на длительное включенное состояние			
Требование:	There is no gate configured You can configure gates by: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</span> — VIN_SBC_RSF		
Стандартные параметры:	P02.36	Operating mode	Static High = [2]
	P02.37	Test pulse length	ms 1.0

Tab. 36

**i**

Дополнительно сконфигурируйте выход, например, DOUT41, для выдачи сигнала управления для безопасного управления тормозом:

Конфигурирование выхода DOUT41			
Требование:	VOUT_SBC_BRK_ON — P05.01 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span> — <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span> — LOUT_D41		
Стандартные параметры:	P02.36	Operating mode	Equivalent = [1]
	P02.37	Test pulse length	ms 1.0

Tab. 37

Если функция SBC активирует внешний узел фиксации или удерживающий тормоз через цифровой выход, сигналы управления можно сконфигурировать для безопасного управления тормозом внутри базового устройства так, чтобы функция SBC перестала на них воздействовать. В таком случае выход тормоза базового устройства остается доступным для других функций (=> сигналы управления FSM\_BR+\_EN и FSM\_BR-\_EN можно параметризовать на high).

Информацию о параметризации выхода тормоза можно найти в → описании функций для CMMP-AS-...-M3, GDCP-CMMP-M3-FW-...

Управление узлом фиксации с повышенным потреблением тока (типично 8 А или более) требует внешнего подключения через два переключаемых контактора с принудительно срабатывающи-

ми контактами обратной связи. В этом случае сигнализация ответными сообщениями должна быть отдельно включена в состав электрической схемы. В такой ситуации это отправляется на модуль безопасности через цифровой вход, как правило, DIN44.

Кроме того, функция SBC генерирует сообщения о состоянии:

- VOUT\_SBC\_SFR, запрошена функция обеспечения безопасности SBC.
- VOUT\_SBC\_SSR, безопасное состояние SSBC достигнуто (задержку можно настроить через P17.01).

Выходные сигналы SBC	Состояние по-коя	Функция обеспечения безопасности запрошена / достигнута
VOUT_SBC_BRK_ON	0	1
VOUT_SBC_SFR	0	1
VOUT_SBC_SSR	0	1 (с задержкой P17.01)

Tab. 38 Выходные сигналы SBC

#### Распознавание ошибок:

Функция обеспечения безопасности может анализировать внешний ответный сигнал подтверждения и таким образом контролировать, действительно ли срабатывает узел фиксации или удерживающий тормоз. Анализ проводится через вход VIN\_BRK\_ACK, если эта функция активируется через параметр P17.02.

С помощью параметра P17.00 можно параметризовать время задержки для ответного сообщения. Ответный сигнал подтверждения анализируется по истечении времени задержки. Если отсутствует ответное сообщение, генерируется сообщение об ошибке [54-0] SBC\_ERR.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Вход ответной сигнализации VIN\_BRK\_ACK при использовании выхода тормоза на [X6] может переключаться на вход ответной сигнализации базовым устройством (сигнал LIN\_BRAKE\_X6\_FB). Этот сигнал отражает состояние переключения безопасного выхода тормоза на базовом устройстве.

Если на выходе тормоза [X6] подсоединен кабель мотора, а не узел фиксации или удерживающий тормоз, может произойти проникновение помех в открытую линию тормоза и вследствие этого возникнуть неверное ответное сообщение (ошибка [54-0]).

- В таком случае деактивируйте вход ответной сигнализации.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Вход ответной сигнализации VIN\_BRK\_ACK при использовании внешнего узла фиксации должен присваиваться безопасному цифровому входу.

Контролируется только состояние “Тормоз сработал” (контроль уровня VIN\_BRK\_ACK). Контроль ответной сигнализации при “запитанном тормозе” отсутствует.

Дополнительно функция SBC снабжена встроенной функцией контроля времени:

Функция SBC должна запрашиваться не более чем на 10 дней. Т. е. узел фиксации или удерживающий тормоз следует включать (продувать), как минимум, каждые 10 дней, так как силовой вы-

ключатель можно проверять только во включенном состоянии посредством тестовых импульсов. Узел фиксации или удерживающий тормоз должны включаться (продуваться), как минимум, в течение 20 с, пока не будут выполнены все процедуры самотестирования.

При превышении предела времени генерируется ошибка [54-6] 10D\_ERR.

Необходимость в ограничении времени отпадает, если функция SBC используется в сочетании с безопасным выходом (DOUT40 ... DOUT42), или удерживающий тормоз используется без ориентации на обеспечение безопасности. Таким образом, контроль каждые 10 дней может деактивироваться через экспертный параметр P17.04.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

В состоянии при поставке модуля безопасности функция SBC всегда сконфигурирована в сочетании с выходом [X6], даже если вы не намерены пользоваться функцией SBC.

В следующем варианте применения проникновение помех в открытые линии тормоза может привести к тому, что модуль безопасности сообщит об ошибке 57-0:

- Линии тормоза проложены в кабеле мотора.
- На стороне мотора не подключен удерживающий тормоз.

В этом случае:

- Отсоедините линии тормоза от [X6].
- Подсоедините линии тормоза к [PE].

#### Процесс:

Последовательность процесса функции обеспечения безопасности STO показана на следующей диаграмме:

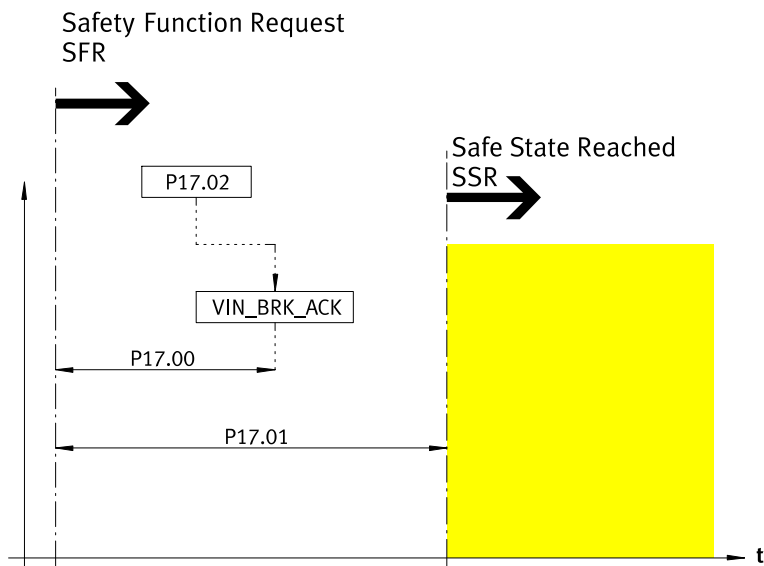


Fig. 28 Диаграмма последовательности действий SBC

Термин/сокращение	Пояснение
Safety Function Request SFR	Запрос функции обеспечения безопасности
Safe State Reached SSR	Безопасное состояние достигнуто
VIN_BRK_ACK	Виртуальный вход: анализ ответного сигнала подтверждения удерживающего тормоза

Tab. 39 Пояснение к диаграмме последовательности действий SBC

При запросе функции обеспечения безопасности SBC проходит время (указанное далее) для отключения узла фиксации или удерживающего тормоза (VOUT\_SBC\_BRK\_ON) и ответной сигнализации функции обеспечения безопасности:

Время задержки с VIN_SBC_RSF	Минимально	Максимально	Типично
VOUT_SBC_BRK_ON	2,0 мс	2,1 мс	2,0 мс
VOUT_SBC_SFR	2,0 мс	2,1 мс	2,0 мс
VOUT_SBC_SSR	2,0 мс + P17.01	2,1 мс + P17.01	2,0 мс + P17.01
Время реакции на ошибку при отсутствии ответного сообщения VIN_BRK_ACK	2,0 мс + P17.00	2,1 мс + P17.00	2,0 мс + P17.00

Tab. 40 Время задержки SBC

#### Параметры для SBC

SBC: безопасное управление тормозом		
Номер	Название	Описание
P17.00	Время задержки анализа ответного сообщения тормоза	Время, которое должно пройти с момента запроса функции обеспечения безопасности до ответного сообщения удерживающего тормоза.
P17.01	Время задержки сообщения “Тормоз сработал”	Время задержки от запроса функции обеспечения безопасности до активации выхода „Безопасное состояние достигнуто“
P17.02	Анализ ответного сообщения удерживающего тормоза	Если 1: анализ ответного сообщения удерживающего тормоза.
P17.03	Автоматический повторный пуск разрешен	Если 1: снятие запроса (повторный пуск) при неактивном входе запроса
Экспертные параметры		

<b>SBC: безопасное управление тормозом</b>		
Номер	Название	Описание
P17.04	Деактивация циклического тестирования/контроля каждые 10 дней	Установите на 0, если для SBC используется выход удерживающего тормоза на базовом устройстве, или на 1, если для SBC управление внешним тормозом осуществляется через DOUT4х. Если 1: циклическое тестирование управления тормозом и контроль каждые 10 дней для активации удерживающего тормоза деактивируются через GG. Безопасный выход тормоза GG может использоваться как “нормальный” DOUT с высокой допустимой токовой нагрузкой.

Tab. 41 SBC: безопасное управление тормозом

### 3.5.3 SS1 - безопасная остановка 1 (Safe Stop 1)

#### Применение



Fig. 29 Символ SS1

Функция реализует функцию обеспечения безопасности SS1 согласно EN 61800-5-2. Пользуйтесь функцией „Безопасная остановка 1” (“Safe Stop 1”, SS1), если в ваших условиях применения требуется затормозить мотор и после этого безопасно отключить энергоснабжение мотора, но при этом нет никаких иных запросов на целенаправленную остановку привода (сравн. категорию остановки 1 из EN 60204-1).

Поддерживается три описанных в стандарте исполнения:

а) Запуск и управление величиной (параметром) задержки мотора внутри установленных пределов и запуск функции STO, если частота вращения мотора опускается ниже установленного предельного значения.

➔ Привод перемещается по профилю торможения до выявления состояния покоя (P06.09), затем выходной каскад отключается.

б) Запуск и контроль величины (параметра) задержки мотора внутри установленных пределов и запуск функции STO, если частота вращения мотора опускается ниже установленного предельного значения.

➔ Модуль безопасности активирует быструю остановку в базовом устройстве, профиль торможения контролируется, затем выходной каскад отключается.

в) Запуск задержки мотора и после соответствующей конкретному применению задержки времени – срабатывание функции STO.

➔ Модуль безопасности подает сообщение о состоянии, базовое устройство должно затормаживаться функциональным средством управления, по истечении времени ожидания выходной каскад отключается.

**i**

Функция SS1 активирована через заводские настройки (предварительную параметризацию). Пока функция используется другими функциями (реакция на ошибку при нарушении других запрошенных функций обеспечения безопасности), ее выбор в большинстве случаев нельзя отменить.

**Функция**

При запросе функции обеспечения безопасности SS1 она контролирует, чтобы привод в течение определенного времени с помощью определенного профиля торможения затормаживался до состояния покоя. По истечении определенного времени запускается STO, и силовой выходной каскад безопасно отключается.

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Наличие вертикально перемещаемой нагрузки, как правило, приводит к падению, если по окончании профиля торможения сразу запрашивается STO.

Поэтому функция SS1 также может запустить SBC, в связи с чем необходимость в имеющемся элементе фиксации или удерживающем тормозе отпадает, и падение нагрузки предотвращается. В таком случае SBC опять запускает STO (объединение функций обеспечения безопасности SS1 → SBC → STO).

Логическая схема для запроса функции обеспечения безопасности SS1 показана на следующей принципиальной блок-схеме:

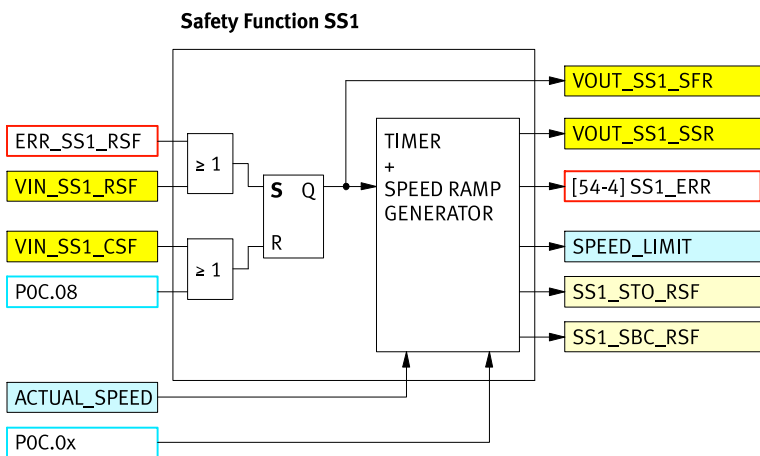


Fig. 30 Принципиальная блок-схема SS1

<b>Термин/сокращение</b>	<b>Пояснение</b>
Safety Function SS1	Функция обеспечения безопасности SS1
ERR_SS1_RSf	Внутренний сигнал: запрос SS1 через реакцию на ошибку
VIN_SS1_RSf	Виртуальный вход: запрос SS1
VIN_SS1_CSf	Виртуальный вход: завершение запроса SS1
ACTUAL SPEED	Внутренний сигнал: текущая скорость
TIMER + SPEED RAMP GENERATOR	Задатчик времени (таймер) и расчет профилей скорости
VOUТ_SS1_SFR	Виртуальный выход: запрошена SS1
VOUТ_SS1_SSR	Виртуальный выход: безопасное состояние SS1 достигнуто
[54-4]SS1_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 54-4
SPEED_LIMIT	Внутренний сигнал: ограничение скорости в базовом устройстве
SS1_STO_RSf	Внутренний сигнал: запрос STO через SS1
SS1_SBC_RSf	Внутренний сигнал: запрос SBC через SS1

Tab. 42 Пояснение к принципиальной блок-схеме SS1

Функция обеспечения безопасности SS1 запрашивается следующим образом:

- пользователем через произвольную комбинацию входных сигналов LIN\_D..., которые направляются к сигналу VIN\_SS1\_RSf,
- в качестве реакции на ошибку, регулируемой через блок управления ошибками, сигнал ERR\_SS1\_RSf.

Запрос функции обеспечения безопасности SS1 снимается следующим образом:

- пользователем через комбинацию различных входов, которые направляются к сигналу VIN\_SS1\_CSf,
- Установкой параметра “Автоматический повторный пуск разрешен” (P0C.08) функция обеспечения безопасности автоматически завершается после снятия запроса.

Любой запрос функции обеспечения безопасности имеет приоритет над завершением запроса. Это означает, что пока присутствует один из сигналов xxx\_RSf (Request Safety Function), функция обеспечения безопасности не может быть завершена сигналом xxx\_CSf (Clear Safety Function).

Функция обеспечения безопасности напрямую управляет следующими функциями обеспечения безопасности:

- STO через сигнал SS1\_STO\_SFR,
- SBC через сигнал SS1\_SBC\_SFR.

При окончании запроса функции SS1 автоматически совместно завершаются непосредственно следующие за ней функции обеспечения безопасности.

Кроме того, функция SS1 также подает некоторые сигналы управления для активации базового устройства:

- ограничения для скорости в базовом устройстве, SPEED\_LIMIT,
- сигнал управления для запуска профиля быстрой остановки в базовом устройстве (не показано на принципиальной блок-схеме).

Кроме того, функция SS1 генерирует сообщения о состоянии:

- VOUT\_SS1\_SFR, запрошена функция обеспечения безопасности SS1,
- VOUT\_SS1\_SSR, безопасное состояние SS1 достигнуто.

Выходные сигналы SS1	Состояние по- кой	Функция обеспечения безопасности запроше- на / достигнута
VOUT_SS1_SFR	0	1
VOUT_SS1_SSR	0	1 (с задержкой через P0C.01 + P0C.0C + P0C.0B)

Tab. 43 Выходные сигналы SS1

### Распознавание ошибок

Функция обеспечения безопасности циклически сравнивает текущую скорость (ACTUAL SPEED) со скоростью по рассчитанному профилю. Если текущая скорость для параметризуемого времени “Время допуска при выходе за верхнее предельное значение” (P0C.02) находится за пределами разрешенного диапазона скорости, появляется ошибка [54-4] SS1\_ERR.

Состояние “Условие безопасности нарушено” при SS1 не отменяется, если привод после временного нарушения снова находится в разрешенном диапазоне.

### i

EN 61800-5-2 требует в случае нарушения условия безопасности в качестве реакции на ошибку “STO”. Но в некоторых вариантах применения могут также быть целесообразны другие реакции на ошибку, например, “STO + SBC”

➔ 3.8.2 Параметризация реакции на ошибку модуля безопасности.

### Процесс

Последовательность процесса функции обеспечения безопасности SS1 показана на следующей диаграмме:

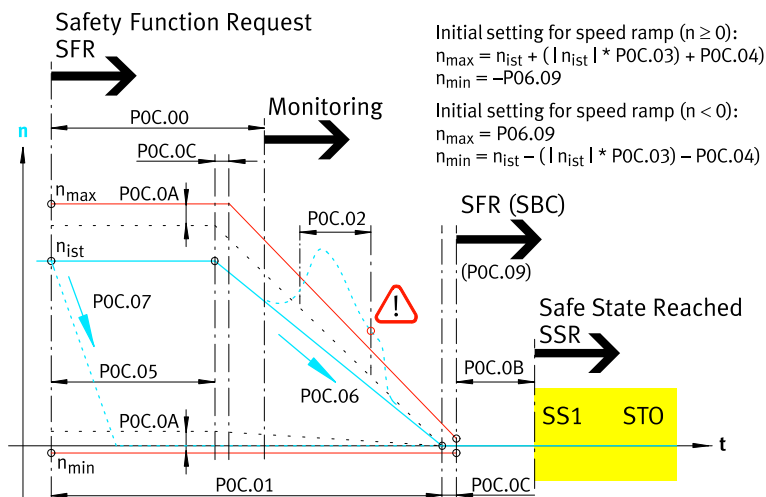


Fig. 31 Диаграмма последовательности действий SS1

Термин/сокращение	Пояснение
Safety Function Request SFR	Запрос функции обеспечения безопасности
Monitoring	Контроль
SFR (SBC)	Запрос SBC
Safe State Reached SSR	Безопасное состояние достигнуто
Initial setting for speed ramp	Стартовые значения для профиля скорости
$n_{ist}$	Фактическая скорость

Tab. 44 Пояснение к диаграмме последовательности действий SS1



Диаграмма последовательности и приведенное после нее описание действительны для положительной скорости  $n_{ist}$ . Для отрицательной скорости это действует соответственно, причем  $n_{ist}$  задерживается отрицательной частотой вращения до нуля.

После запроса SS1 модулем безопасности запускается профиль торможения для контроля процесса торможения:

- Через параметр “Время задержки, до запуска контроля” (POC.00) определяется время задержки.  
Только после этого времени контролируется соблюдение текущих предельных значений скорости.
- Через параметр “Время для профиля торможения” (POC.01) определяет длительность профиля торможения.

- Если активирован параметр “Автоматическая активация SBC” (P0C.09), по истечении времени параметра “Время для профиля торможения” (P0C.01) запускается функция обеспечения безопасности SBC, иначе запускается STO.
- Только при запуске SBC (P0C.09 = 1):  
Время механической задержки узла фиксации или удерживающего тормоза может учитываться через параметр “Задержка по истечении P0C.01 до момента запуска STO” (P0C.0B). По истечении времени P0C.01 + P0C.0B запускается STO, и выдается сообщение VOUT\_SS1\_SSR. Время P0C.0b всегда выжидается, даже если P0C.01 = 0.
- Стартовое значение профиля торможения контроля,  $\mu_{тах}$ , рассчитывается по формуле в диаграмме, его можно параметризовать с помощью параметров “Профиль торможения - коэффициент стартового значения” (P0C.03) и “Профиль торможения - смещение стартового значения” (P0C.04). Рампа заканчивается на скорости = 0.  
Допуск предварительно задан предельным значением “Пороговое значение скорости для выявления состояния покоя” (P06.09).
- Через параметр “Профиль торможения - время задержки до запуска” (P0C.05) можно параметризовать время задержки для запуска профиля торможения.

---

**i**

Если процесс торможения при SS1 должен управляться не через модуль безопасности, а через функциональный контроллер, можно параметризовать через P0C.05 задержку профиля, чтобы тем самым компенсировать время реакции контроллера.

---

Через параметр “Активное ограничение скорости в базовом устройстве” (P0C.06) включается активное ограничение скорости в базовом устройстве:

- Текущие пределы скорости циклически передаются базовому устройству. Должен быть безопасный интервал между пределом скорости и пределом контроля, который настраивается с помощью параметра “Смещение скорости для ограничения в базовом устройстве” (P0C.0A).
- В конце профиля торможения для контроля находится предел скорости = 0.
- Базовое устройство активно ограничивает заданное значение скорости и в зависимости от параметризации также скорость перемещения для выполняющихся в данный момент процессов позиционирования.

Через параметр “Активация профиля быстрой остановки в базовом устройстве” (P0C.07) активируется быстрая остановка в базовом устройстве:

- При запросе SS1 автоматически активируется профиль быстрой остановки в базовом устройстве, привод затормаживается с профилем быстрой остановки до нуля.

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Во избежание нарушения условия безопасности при торможении из-за профиля быстрой остановки базового устройства:

- убедитесь в том, что безопасно параметризованное через параметр “Время для профиля торможения” (P0C.01) время профиля больше, чем время торможения базового устройства в профиле быстрой остановки с максимальной скорости.

SafetyTool при параметризации указывает на возможный конфликт.

---

После завершения запроса функции SS1 снова происходит сброс внутренних сигналов управления для быстрой остановки и ограничения скорости в базовом устройстве.

**Указания по параметризации режима а), б) и с) согласно EN 61800-5-2**

Режим	Параметризация
Режим а)	Установка параметра “Активное ограничение скорости в базовом устройстве” (POC.06). Модуль безопасности управляет профилем торможения в базовом устройстве с помощью заданных в модуле безопасности параметров для профиля.
Режим б)	Установка параметра “Активация профиля быстрой остановки в базовом устройстве” (POC.07). Модуль безопасности приводит базовое устройство с профилем быстрой остановки в состояние торможения и одновременно контролирует настроенный в модуле безопасности профиль торможения.
Режим в)	Отсутствие параметризованного профиля торможения: Функциональный контроллер должен затормозить привод, для этого о сигнале VOUT_SS1_SFR или комплексном сообщении VOUT_SFR должно быть сообщено функциональному контроллеру → параграф В.1.5. Через параметр “Время задержки до запуска контроля” (POC.00) нужный интервал времени до наступления момента, когда ось остановится, и должен будет сработать контроль SS1, в любом случае более 4 мс. Кроме того, до этого профиль торможения не контролируется. Установка параметра “Время для профиля торможения” (POC.01), “Профиль частоты вращения - время задержки контроля” (POC.0C) и “Время задержки по достижении $n = 0$ до момента запуска STO” (PC.0B) на минимальное значение (по 2 мс).

Tab. 45 Параметризация режима а), б) и с) согласно EN 61800-5-2

С момента запроса функции обеспечения безопасности SS1 проходит время (указанное далее) до переключения функции обеспечения безопасности в активное состояние и распознавания ошибок:

Время задержки с VIN_SS1_RSf	Минимально	Максимально	Типично
VOUT_SS1_SFR	2,0 мс	2,1 мс	2,0 мс
VOUT_SS1_SSR	2,0 мс + POC.01 + POC.0B + POC.0C	2,1 мс + POC.01 + POC.0B + POC.0C	2,0 мс + POC.01 + POC.0B + POC.0C
Распознавание нарушения условия безопасности после VOUT_SBC_SFR	2,0 мс + POC.00 + POC.02	2,1 мс + POC.00 + POC.02	2,0 мс + POC.00 + POC.02

Tab. 46 Время задержки SS1

**i**

Параметризируйте POC.00 ниже профиля торможения до STO (POC.01 + POC.0B + POC.0C).  
Если параметр “Время задержки, до запуска контроля” (POC.00) настроен как превышающий весь профиль торможения до STO (POC.01 + POC.0B + POC.0C), то STO и, следовательно, сообщение SS1\_SSR также обеспечивается только через 2,1 мс + POC.00.

**Параметры для SS1**

<b>SS1: безопасная остановка 1</b>		
Номер	Название	Описание
POC.00	Время задержки до запуска контроля	Время с момента запроса функции обеспечения безопасности, в течение которого отсутствует контроль частоты вращения
POC.01	Время для профиля торможения	Время с момента запроса функции обеспечения безопасности, по истечении которого профили частоты вращения приостанавливаются, и безопасное состояние достигнуто.
POC.02	Время допуска при выходе за верхнее предельное значение	Интервал времени, в течение которого фактическое значение частоты вращения может находиться за отметками пределов, прежде чем будет достигнуто состояние “Условие безопасности нарушено”.
POC.06	Активное ограничение скорости в базовом устройстве	Если задано: управление частотой вращения базового устройства
POC.07	Активация профиля быстрой остановки в базовом устройстве	Если задано: при запросе функции обеспечения безопасности базовому устройству выдается команда быстрой остановки (кабель управления)
POC.08	Автоматический повторный пуск разрешен	Если задано: снятие запроса (повторный пуск) при неактивном входе запроса
POC.09	Автоматическая активация SBC	Если задано: при достижении состояния или по истечении времени задержки активируется безопасное управление тормозом.
<b>Экспертные параметры</b>		

<b>SS1: безопасная остановка 1</b>		
Номер	Название	Описание
POC.0C	Профиль частоты вращения - время задержки контроля	Время задержки между профилем частоты вращения, который записывается в базовое устройство, и запуском контроля через модуль безопасности.
POC.0B	Задержка по истечении POC.01 до момента запуска STO	Время, по истечении которого в конце процесса торможения запускается STO.
POC.05	Профиль торможения - время задержки до запуска	Время задержки, по истечении которого запускаются профили.
POC.03	Профиль торможения - коэффициент стартового значения	Коэффициент для расчета стартового значения профилей частоты вращения.
POC.04	Профиль торможения - смещение стартового значения	Смещение для расчета стартового значения профилей частоты вращения.
POC.0A	Смещение скорости для ограничения в базовом устройстве	Смещение для пределов частоты вращения с целью управления базовым устройством.

Tab. 47 SS1: безопасная остановка 1

### 3.5.4 SS2 - безопасная остановка 2 (Safe Stop 2)

#### Применение



Fig. 32 Символ SS2

Функция реализует функцию обеспечения безопасности SS2 согласно EN 61800-5-2. Пользуйтесь функцией „Безопасная остановка 2“ (“Safe Stop 2”, SS2), если в вашем варианте применения требуется затормозить мотор и после этого не допустить, чтобы он отклонялся от позиции удержания более чем на установленную величину (сравн. категорию остановки 2 из EN 60204-1).

Поддерживается три описанных в стандарте исполнения:

а) Запуск и управление величиной (параметром) задержки мотора внутри установленных пределов и запуск функции SOS, если частота вращения мотора опускается ниже установленного предельного значения.

→ Привод направляется по профилю торможения до выявления состояния покоя (P06.09), затем выполняется безопасная остановка работы.

б) Запуск и контроль величины (параметра) задержки мотора внутри установленных пределов и запуск функции SOS, если частота вращения мотора опускается ниже установленного предельного значения.

- Модуль безопасности активирует быструю остановку в базовом устройстве, профиль торможения контролируется, затем выполняется безопасная остановка работы.
- в) Запуск задержки мотора и после соответствующей конкретному применению задержки времени – срабатывание функции SOS.
- Модуль безопасности подает сообщение о состоянии, базовое устройство должно затормаживаться функциональным контроллером, по истечении времени ожидания активируется функция обеспечения безопасности SOS.

**i**

Функцию SS2 можно также использовать как реакцию на ошибку (при нарушении других запрошенных функций обеспечения безопасности). Для этого функция должна быть активирована и параметризована.

**Функция**

При запросе функции обеспечения безопасности SS2 она контролирует, чтобы привод в течение определенного времени с помощью определенного профиля торможения затормаживался до состояния покоя. По истечении определенного времени запускается SOS, и за счет этого выполняется безопасная остановка работы.

Логическая схема для запроса функции обеспечения безопасности SS2 показана на следующей принципиальной блок-схеме:

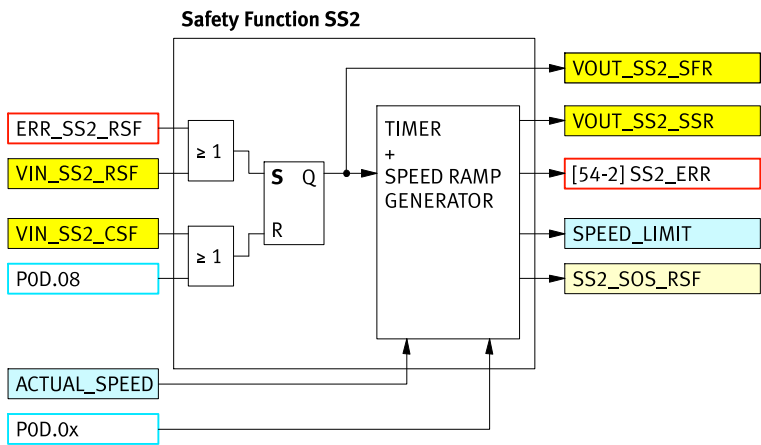


Fig. 33 Принципиальная блок-схема SS2

Термин/сокращение	Пояснение
Safety Function SS2	Функция обеспечения безопасности SS2
ERR_SS2_RSf	Внутренний сигнал: запрос SS2 через реакцию на ошибку
VIN_SS2_RSf	Виртуальный вход: запрос SS2

<b>Термин/сокращение</b>	<b>Пояснение</b>
VIN_SS2_CSF	Виртуальный вход: завершение запроса SS2
ACTUAL SPEED	Внутренний сигнал: текущая скорость
TIMER + SPEED RAMP GENERATOR	Задатчик времени (таймер) и расчет профилей скорости
VOUT_SS2_SFR	Виртуальный выход: запрошена SS2
VOUT_SS2_SSR	Виртуальный выход: безопасное состояние SS2 достигнуто
[54-2] SS2_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 54-2
SPEED_LIMIT	Внутренний сигнал: ограничение скорости в базовом устройстве
SS2_SOS_RSf	Внутренний сигнал: запрос SOS через SS2

Tab. 48 Пояснение к принципиальной блок-схеме SS2

Функция обеспечения безопасности SS2 запрашивается следующим образом:

- пользователем через произвольную комбинацию входных сигналов LIN\_D..., которые направляются к сигналу VIN\_SS2\_RSf,
- в качестве реакции на ошибку, регулируемой через блок управления ошибками, сигнал ERR\_SS2\_RSf.

Запрос функции обеспечения безопасности SS2 снимается следующим образом:

- пользователем через комбинацию различных входов, которые направляются к сигналу VIN\_SS2\_CSF,
- Установкой параметра “Автоматический повторный пуск разрешен” (POD.08) функция обеспечения безопасности автоматически завершается после снятия запроса.

Любой запрос функции обеспечения безопасности имеет приоритет над завершением запроса. Это означает, что пока присутствует один из сигналов xxx\_RSf (Request Safety Function), функция обеспечения безопасности не может быть завершена сигналом xxx\_CSF (Clear Safety Function). Функция обеспечения безопасности напрямую управляет следующими функциями обеспечения безопасности:

- SOS через сигнал SS2\_SOS\_RSf.

При окончании запроса функции SS2 автоматически совместно завершаются непосредственно следующие за ней функции обеспечения безопасности.

Кроме того, функция SS2 также подает некоторые сигналы управления для активации базового устройства:

- ограничения для скорости в базовом устройстве, SPEED\_LIMIT,
- сигнал управления для запуска профиля быстрой остановки в базовом устройстве (не показано на принципиальной блок-схеме).

Кроме того, функция SS2 генерирует сообщения о состоянии:

- VOUT\_SS2\_SFR, запрошена функция обеспечения безопасности SS2,
- VOUT\_SS2\_SSR, безопасное состояние SS2 достигнуто.

Выходные сигналы SS2	Состояние покоя	Функция обеспечения безопасности запрошена / достигнута
VOUT_SS2_SFR	0	1
VOUT_SS2_SSR	0	1 (с задержкой через POD.01 + POD.0A)

Tab. 49 Выходные сигналы SS2

### Распознавание ошибок

Функция обеспечения безопасности циклически сравнивает текущую скорость (ACTUAL SPEED) со скоростью по рассчитанному профилю. Если текущая скорость для параметризуемого времени “Время допуска при выходе за верхнее предельное значение” (POD.02) находится за пределами разрешенного диапазона скорости, появляется ошибка [54-2] SS2\_ERR.

Состояние “Условие безопасности нарушено” при SS2 не отменяется, если привод после временного нарушения снова находится в разрешенном диапазоне.

Как только привод заторможен до состояния покоя, запрашивается функция обеспечения безопасности SOS, которая обладает собственным средством распознавания ошибок (контроль позиции).

### i

EN 61800-5-2 требует в случае нарушения условия безопасности в качестве реакции на ошибку “STO”. Но в некоторых вариантах применения могут также быть целесообразны другие реакции на ошибку, например, “STO + SBC”

➔ 3.8.2 Параметризация реакции на ошибку модуля безопасности.

### Процесс

Последовательность процесса функции обеспечения безопасности SS2 показана на следующей диаграмме:

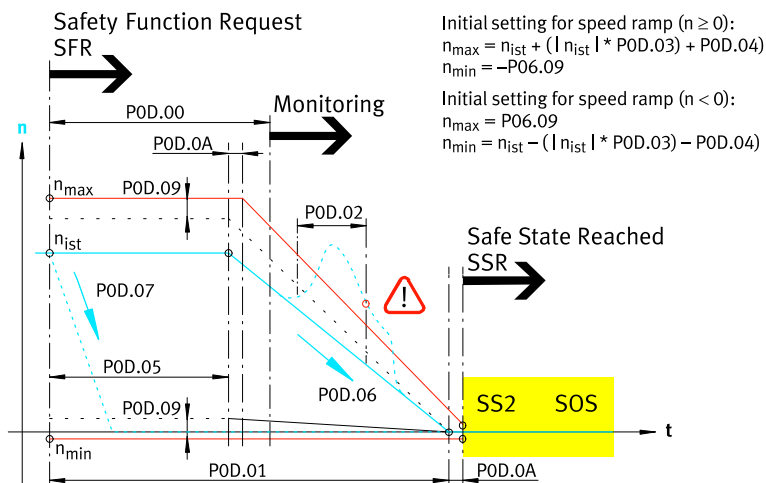


Fig. 34 Диаграмма последовательности действий SS2

Термин/сокращение	Пояснение
Safety Function Request SFR	Запрос функции обеспечения безопасности
Monitoring	Контроль
Safe State Reached SSR	Безопасное состояние достигнуто
Initial setting for speed ramp	Стартовые значения для профиля скорости
$n_{ist}$	Фактическая скорость

Tab. 50 Пояснение к диаграмме последовательности действий SS2

**i**

Диаграмма последовательности и приведенное после нее описание действительны для положительной скорости  $n_{ist}$ , для отрицательной скорости действует отраженная по оси времени диаграмма.

После запроса SS2 модулем безопасности запускается профиль торможения:

- Через параметр “Время задержки до запуска контроля” (POD.00) определяется время задержки. Только после этого времени контролируется соблюдение текущих предельных значений скорости.
- Через параметр “Время для профиля торможения” (POD.01) определяется длительность профиля торможения.

- Стартовое значение профиля торможения контроля,  $\mu_{тах}$ , рассчитывается по формуле в диаграмме, его можно параметризовать с помощью параметров “Профиль торможения - коэффициент начального значения” (POD.03) и “Профиль торможения - смещение начального значения” (POD.04). Профиль заканчивается при скорости = 0 (допуск предварительно задан предельным значением “Пороговое значение скорости для выявления состояния покоя” (PO6.09)).
- Через параметр “Профиль торможения - время задержки до запуска” (POD.05) можно параметризовать время задержки для запуска профиля торможения.

---

**i**

Если управление процессом торможения при SS2 должно осуществляться не через модуль безопасности, а через функциональный контроллер, можно параметризовать через POD.05 задержку профиля, чтобы тем самым компенсировать время реакции контроллера.

---

Через параметр “Активное ограничение скорости в базовом устройстве” (POD.06) включается активное ограничение скорости в базовом устройстве:

- Текущие пределы скорости циклически передаются базовому устройству. Должен быть безопасный интервал между пределом скорости и пределом контроля, который настраивается с помощью параметра “Смещение скорости для ограничения в базовом устройстве” (POD.09).
- В конце профиля торможения для контроля находится предел скорости = 0.
- Базовое устройство активно ограничивает заданное значение скорости и в зависимости от параметризации также скорость перемещения для выполняющихся в данный момент процессов позиционирования.

Через параметр “Активация профиля быстрой остановки в базовом устройстве” (POD.07) активируется быстрая остановка в базовом устройстве:

- При запросе SS2 автоматически активируется профиль быстрой остановки в базовом устройстве, привод затормаживается с профилем быстрой остановки до нуля.

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Во избежание нарушения условия безопасности при торможении из-за профиля быстрой остановки базового устройства:

- убедитесь в том, что параметризованное через параметр POD.01 время профиля больше, чем время торможения базового устройства в профиле быстрой остановки с максимальной скорости.

SafetyTool при параметризации указывает на возможный конфликт.

---

После завершения запроса функции SS2 снова происходит сброс внутренних сигналов управления для быстрой остановки и ограничения скорости в базовом устройстве.

**Указания по параметризации режима а), б) и с) согласно EN 61800-5-2**

Режим	Параметризация
Режим а)	Установка параметра “Активное ограничение скорости в базовом устройстве” (POD.06). Модуль безопасности управляет профилем торможения в базовом устройстве с помощью заданных в модуле безопасности параметров для профиля.
Режим б)	Установка параметра “Активация профиля быстрой остановки в базовом устройстве” (POD.07). Модуль безопасности приводит базовое устройство с профилем быстрой остановки в состояние торможения и одновременно контролирует настроенный в модуле безопасности профиль торможения.
Режим в)	Отсутствие параметризованного профиля торможения: Функциональный контроллер должен затормозить привод, для этого о сигнале VOUT_SS2_SFR или комплексном сообщении VOUT_SFR должно быть сообщено функциональному контроллеру → 9.1.5 Слова состояния для обмена данными / Диагностика через полевые шины. Через параметр “Время задержки до запуска контроля” (POD.00) нужный интервал времени до наступления момента, когда привод остановится, и должен будет сработать контроль SS2, в любом случае более 4 мс. Кроме того, до этого профиль торможения не контролируется. Установка параметра “Время для профиля торможения” (POD.01) и “Профиль частоты вращения - время задержки контроля” (POD.0A) на минимальное значение (по 2 мс).

Tab. 51 Параметризация режима а), б) и с) согласно EN 61800-5-2

С момента запроса функции обеспечения безопасности SS2 проходит время (указанное далее) до переключения функции обеспечения безопасности в активное состояние и распознавания ошибок:

Время задержки с VIN_SS2_RSFR	Минимально	Максимально	Типично
VOUT_SS2_SFR	2,0 мс	2,1 мс	2,0 мс
VOUT_SS2_SSR	2,0 мс + POD.01 + POD.0A	2,1 мс + POD.01 + POD.0A	2,0 мс + POD.01 + POD.0A
Распознавание нарушения условия безопасности после VOUT_SS2_SFR	2,0 мс + POD.00 + POD.02	2,0 мс + POD.00 + POD.02	2,0 мс + POD.00 + POD.02

Tab. 52 Время задержки SS2

**i**

Параметризируйте POD.00 ниже профиля торможения до SOS (POD.01 + POD.0A).  
 Если параметр “Время задержки, до запуска контроля” (POD.00) настроен как превышающий весь профиль торможения до SOS (POD.01 + POD.0A), то SOS и, следовательно, сообщение SS2\_SSR также обеспечивается только через 2,1 мс + POD.00.

**Параметры для SS2**

<b>SS2: безопасная остановка 2</b>		
Номер	Название	Описание
POD.00	Время задержки до запуска контроля	Время с момента запроса функции обеспечения безопасности, в течение которого отсутствует контроль частоты вращения Для SS2 используются пределы контроля функции SOS.
POD.01	Время для профиля торможения	Время с момента запроса функции обеспечения безопасности, по истечении которого профили частоты вращения приостанавливаются, и безопасное состояние достигнуто.
POD.02	Время допуска при выходе за верхнее предельное значение	Интервал времени, в течение которого фактическое значение частоты вращения может находиться за отметками пределов, прежде чем будет достигнуто состояние “Условие безопасности нарушено”.
POD.06	Активное ограничение скорости в базовом устройстве	Если задано: управление частотой вращения базового устройства
POD.07	Активация профиля быстрой остановки в базовом устройстве	Если задано: при запросе функции обеспечения безопасности базовому устройству выдается команда быстрой остановки (кабель управления)
POD.08	Автоматический повторный пуск разрешен	Если задано: снятие запроса (повторный пуск) при неактивном входе запроса
Экспертные параметры		
POD.0A	Профиль частоты вращения - время задержки контроля	Время задержки между профилем частоты вращения, который записывается в базовое устройство, и запуском контроля через модуль безопасности.
POD.05	Профиль торможения - время задержки до запуска	Время задержки, по истечении которого запускаются профили.

<b>SS2: безопасная остановка 2</b>		
Номер	Название	Описание
POD.03	Профиль торможения - коэффициент стартового значения	Коэффициент для расчета стартового значения профилей частоты вращения
POD.04	Профиль торможения - смещение стартового значения	Смещение для расчета стартового значения профилей частоты вращения.
POD.09	Смещение скорости для ограничения в базовом устройстве	Смещение для пределов частоты вращения с целью управления базовым устройством.

Tab. 53 SS2: безопасная остановка 2

### 3.5.5 SOS - безопасная остановка работы (Safe Operating Stop)

#### Применение



Fig. 35 Символ SOS

Функция реализует функцию безопасности SOS в соответствии с EN 61800-5-2. Пользуйтесь функцией „Безопасная остановка работы“ (“Safe Operating Stop”, SOS), если в вашем варианте применения необходимо обеспечить, чтобы позиция мотора или позиция привода поддерживались активными и при этом безопасно контролировались.

#### i

Функция SOS тоже запускается функцией SS2 и поэтому также может использоваться как реакция на ошибку (при нарушении других запрошенных функций обеспечения безопасности). В этом случае она активируется через заводскую настройку, и ее выбор в большинстве случаев нельзя отменить.

#### Функция

При запросе функции обеспечения безопасности SOS она через определенное время контролирует, чтобы привод регулировался в рамках установленного допуска позиции. При необходимости можно предварительно запросить в базовом устройстве быструю остановку, с помощью которой привод будет затормаживаться до состояния покоя. Кроме того, при запрошенной функции обеспечения безопасности SOS к мотору продолжает подводиться энергия, чтобы он выдерживал действие возникающих внешних сил. При этом скорость в базовом устройстве регулируется до нуля.

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Поскольку сигналы датчика положения в состоянии покоя могут быть статичными, например, в случае сигналов слежения SIN/COS, не разрешаются неограниченные непрерывные запросы функции SOS, требуется перемещение привода в промежутке между ними.

При запросе SOS > 10 дней возникает ошибка 54-7.

Поэтому максимальное время состояния покоя в функции SOS ограничено 10 днями.

Логическая схема для запроса функции обеспечения безопасности SOS показана на следующей принципиальной блок-схеме:

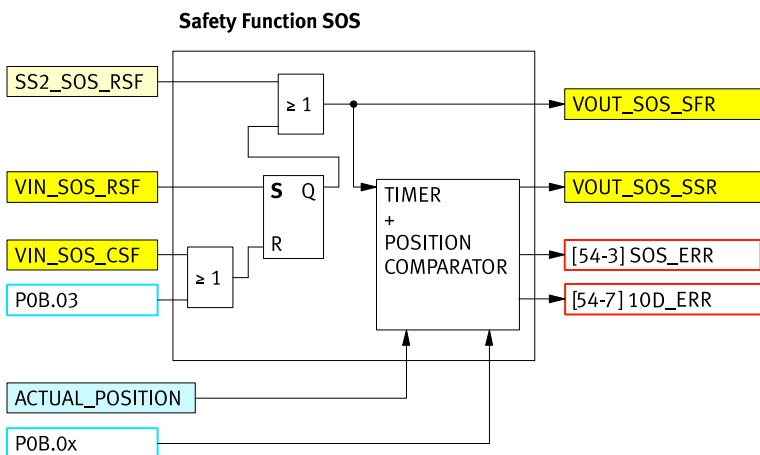


Fig. 36 Принципиальная блок-схема SOS

Термин/сокращение	Пояснение
Safety Function SOS	Функция обеспечения безопасности SOS
VIN_SOS_RSf	Виртуальный вход: запрос SOS
VIN_SOS_CSf	Виртуальный вход: завершение запроса SOS
ACTUAL POSITION	Внутренний сигнал: текущая позиция
TIMER + POSITION COMPARATOR	Задатчик времени (таймер) и компаратор позиций
VOUT_SOS_SFR	Виртуальный выход: запрошена SOS
VOUT_SOS_SSR	Виртуальный выход: безопасное состояние SOS достигнуто
[54-3] SOS_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 54-3
[54-7] 10D_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 54-7

Tab. 54 Пояснение к принципиальной блок-схеме SOS

Функция обеспечения безопасности SOS запрашивается следующим образом:

- пользователем через произвольную комбинацию входных сигналов LIN\_D..., которые направляются к сигналу VIN\_SOS\_RSf,
- через функцию обеспечения безопасности SS2, сигнал SS2\_SOS\_RSf.

Запрос функции обеспечения безопасности SOS снимается следующим образом:

- пользователем через комбинацию различных входов, которые направляются к сигналу VIN\_SOS\_CSf,
- Установкой параметра “Автоматический повторный пуск разрешен” (P0B.03) функция обеспечения безопасности автоматически завершается после снятия запроса.

Любой запрос функции обеспечения безопасности имеет приоритет над завершением запроса. Это означает, что пока присутствует один из сигналов xxx\_RSf, функция обеспечения безопасности не может быть завершена сигналом xxx\_CSf.

### **Распознавание ошибок**

Условие безопасности считается нарушенным, если привод по истечении P0B.00 перемещается на расстояние больше, чем отрезок пути “Окно допусков контроля позиции” ( $\pm$ P0B.01), или если с помощью измерения скорости обнаружено перемещение привода.

#### **ПРИМЕЧАНИЕ!**

В условиях использования только с одним датчиком угла поворота / датчиком положения с аналоговым интерфейсом сигналов (резольвер, SIN/COS, Hiperface,...) следует учитывать ограничения охвата диагностики и ограничение достижимой точности контроля состояния покоя и скорости → 8.3.5 Контроль длины вектора аналоговых сигналов датчика (резольвер, датчик SIN/COS) и

→ 8.3.6 Влияние угловой погрешности внутри пределов ошибки контроля длины вектора на сигнал скорости.

Условие безопасности также считается нарушенным, если фактическое значение позиции принимает состояние “недействительное” в течение времени, когда запрошена функция обеспечения безопасности (например, при отказе датчика положения).

Если условие безопасности нарушается, возникает ошибка. Функция “SOS” реализована согласно EN 61800-5-2, если реакция на ошибку параметризована на “STO”.

Функция обеспечения безопасности может выполняться независимо от того, имеет ли координатный привод привязку к началу отсчета.

### **Процесс**

Последовательность процесса функции обеспечения безопасности SOS показана на следующей диаграмме:

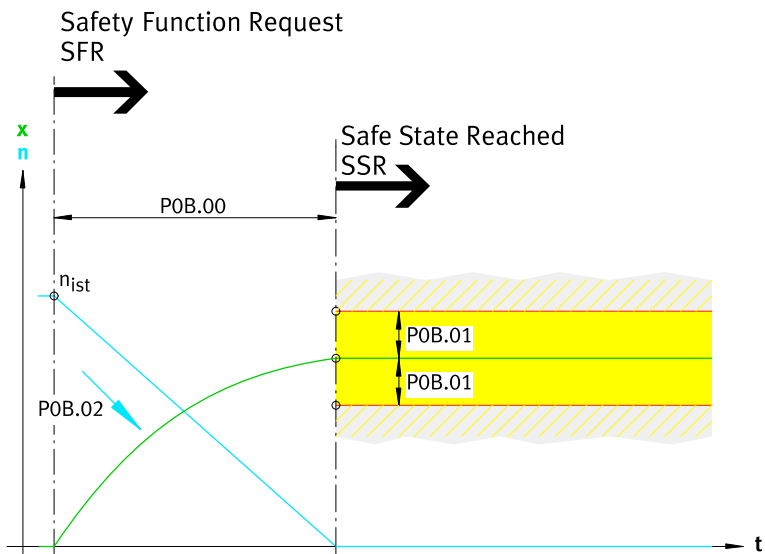


Fig. 37 Диаграмма последовательности действий SOS

Термин/сокращение	Пояснение
Safety Function Request SFR	Запрос функции обеспечения безопасности
Safe State Reached SSR	Безопасное состояние достигнуто
n <sub>ist</sub>	Фактическая скорость

Tab. 55 Пояснение к диаграмме последовательности действий SOS

Если проведена соответствующая параметризация с параметром “Активация профиля быстрой остановки в базовом устройстве” (P0B.02), контроллер двигателя по линии (кабелю) “Быстрая остановка” получает инструкцию остановить привод.

По истечении времени параметра “Время задержки до запуска контроля” (P0B.00) привод контролируется для достижения состояния покоя. К этому моменту активируется выход “Безопасное состояние достигнуто”, если нет ни одного нарушения состояния безопасности.

Пока идет время P0B.00, контроль позиции еще не активен. По истечении P0B.00 текущая фактическая позиция сохраняется и в качестве заданного значения используется для контролируемого положения. Положение контролируется, при этом фактическое значение положения циклически сравнивается с сохраненным значением.

С момента запроса функции обеспечения безопасности SOS проходит время (указанное далее) до переключения функции обеспечения безопасности в активное состояние и распознавания ошибок:

Время задержки с VIN_SOS_RSФ	Минимально	Максимально	Типично
VOUT_SOS_SFR	2,0 мс	2,1 мс	2,0 мс
VOUT_SOS_SSR	2,0 мс + P0B.00	2,1 мс + P0B.00	2,0 мс + P0B.00
Обнаружение нарушения условия безопасности <sup>1)</sup> после P0B.00 в течение	0,0 мс	2,0 мс	2,1 мс

1) Условие безопасности считается нарушенным при выходе из окна контроля +/- P0B.01 или при распознавании перемещения привода за счет выявления состояния покоя внутри окна позиции.

Tab. 56 Время задержки SOS

### Параметры для SOS

SOS: безопасная остановка работы		
Номер	Название	Описание
P0B.00	Время задержки до запуска контроля	Время задержки после запроса функции до запуска контроля
P0B.01	Окно допусков контроля позиции	Предельное значение для перемещения после принятия состояния „Состояние покоя“
P0B.03	Автоматический повторный пуск разрешен	Если задано: снятие запроса (повторный пуск) при неактивном входе запроса
Экспертные параметры		
P0B.02	Активация профиля быстрой остановки в базовом устройстве	Отправить команду торможения к базовому устройству (сигнал SS1) Да / Нет

Tab. 57 SOS: безопасная остановка работы

### 3.5.6 Универсальные функции обеспечения безопасности USF



Fig. 38 Символ USF

“Универсальные функции обеспечения безопасности” (Universal Safety Function, USF) служат для контроля параметров (величин) состояния (путь, скорость и усилие / крутящий момент) мотора / привода.

В настоящее время доступно следующее:

- “Безопасная функция скорости” („Save Speed Function“, SSF)

Функция USF объединяет следующие конъюнктивные термы:

- “Запрос”, “Завершение запроса”,

- логические и виртуальные входы и выходы (LIN\_USFх..., VOUT\_USFх...),
- параметры управления ошибками.

Доступны 4 функции USF (USF0 ... USF3).

### 3.5.7 Безопасные функции скорости SSF

#### Применение

“Безопасную функцию скорости” (“Save Speed Function”, SSF) можно через настройки параметризации реализовать как одну из следующих функций обеспечения безопасности:

- SLS - безопасное ограничение скорости (Safely-Limited Speed)
  - 3.5.8 SLS - безопасное ограничение скорости (Safely-Limited Speed),
- SSR - безопасный диапазон скоростей (Safe Speed Range)
  - 3.5.9 SSR - безопасный диапазон скоростей (Safe Speed Range),
- SSM - безопасный контроль скорости (Safe Speed Monitor)
  - 3.5.10 SSM - безопасный контроль скорости (Safe Speed Monitor).

Каждая конкретная функция устанавливается с помощью специальной параметризации SSF, см. следующие разделы.

Каждая из 4 функций USF содержит для этого одну функцию SSF (SSF0 ... SSF3). Таким образом, можно реализовать и параллельно выполнять до 4 функций обеспечения безопасности.

#### Функция

SSF в исполнениях (типах реализации) SLS / SSR / SSM контролируют скорости привода с помощью минимального и максимального предела. Если скорость мотора превышает предельное значение, возникает ошибка “Нарушение условия безопасности”.

Пределы скорости для контроля не заданы статически. SSF может динамически рассчитывать профили скорости и тем самым также контролировать, чтобы привод из любой имеющейся скорости переносился в нужный безопасный диапазон скорости.

Кроме того, ограничением скорости контроллера можно управлять так, чтобы условие безопасности не нарушалось.

Логическая схема для запроса функции обеспечения безопасности SSF0 показана на следующей принципиальной блок-схеме:

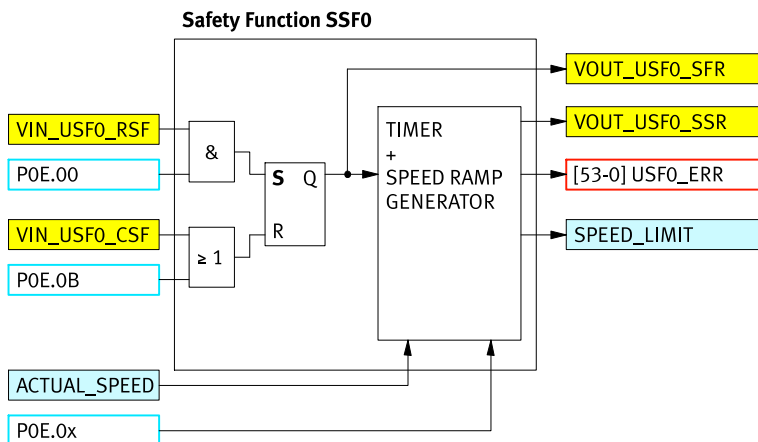


Fig. 39 Принципиальная блок-схема SSF0

Термин/сокращение	Пояснение
Safety Function SFF0	Функция обеспечения безопасности SFF0
VIN_USF0_RSf	Виртуальный вход: запрос USF0
VIN_USF0_CSf	Виртуальный вход: завершение запроса USF0
ACTUAL SPEED	Внутренний сигнал: текущая скорость
TIMER + SPEED RAMP GENERATOR	Задатчик времени (таймер) и расчет профилей скорости
VOUT_USF0_SFR	Виртуальный выход: запрошена USF0
VOUT_USF0_SSR	Виртуальный выход: безопасное состояние USF0 достигнуто
[53-0] USF0_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 53-0
SPEED_LIMIT	Внутренний сигнал: ограничение скорости в базовом устройстве

Tab. 58 Пояснение к принципиальной блок-схеме SSF0

Функция обеспечения безопасности SSF0 запрашивается следующим образом:

- пользователем через произвольную комбинацию входных сигналов LIN\_D..., которые направляются к сигналу VIN\_USF0\_RSf, если функция SSF активирована через параметр “Активация SSF” (POE.00/...).

Запрос функции обеспечения безопасности SSF0 снимается следующим образом:

- пользователем через комбинацию различных входов, которые направляются к сигналу VIN\_USF0\_CSf.
- Установкой параметра “Автоматический повторный пуск разрешен” (POE.0B/...) функция обеспечения безопасности автоматически завершается после снятия запроса.

Функция SSF0 подает следующие сигналы управления для активации базового устройства:

- зависящие от времени ограничения для скорости в базовом устройстве, SPEED\_LIMIT.

Кроме того, функция SSF0 генерирует сообщения о состоянии

- VOUT\_USF0\_SFR, запрошена функция обеспечения безопасности USF0.
- VOUT\_USF0\_SSR, безопасное состояние USF0 достигнуто.

Выходные сигналы USF0	Состояние по- коя	Функция обеспечения безопасности запроше- на / достигнута
VOUT_USF0_SFR	0	1
VOUT_USF0_SSR	0	1 (с задержкой, см. диаграммы времени)

Tab. 59 Сообщения о состоянии SSF0

Любой запрос функции обеспечения безопасности имеет приоритет над завершением запроса. Это означает, что пока присутствует один из сигналов xxx\_RSf, функция обеспечения безопасно-сти не может быть завершена сигналом xxx\_CSf.

### Распознавание ошибок

Условие безопасности считается нарушенным, если частота вращения в течение времени “Время допуска при выходе за верхнее предельное значение” (POE.03/...) непрерывно находится за пре-делами разрешенного диапазона. Нарушение считается снятым, если частота вращения в тече-ние времени “Время допуска при выходе за верхнее предельное значение” непрерывно нахо-дится в пределах разрешенного диапазона.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

В условиях использования только с одним датчиком угла поворота / датчиком положения с ана-логовым интерфейсом сигналов (резольвер, SIN/COS, Hiperface,...) следует учитывать ограниче-ния охвата диагностики и ограничение достижимой точности контроля состояния покоя и скоро-сти → 8.3.5 Контроль длины вектора аналоговых сигналов датчика (резольвер, датчик SIN/COS) и

→ 8.3.6 Влияние угловой погрешности внутри пределов ошибки контроля длины вектора на сигнал скорости.

Если условие безопасности нарушается, возникает ошибка, следствием которой является пара-метризуемая реакция на ошибку.

Ошибка “Условие безопасности нарушено” также генерируется в том случае, если датчик поло-жения выходит из строя, т. е. больше нет безопасной информации скорости.

### Последовательность процесса функции обеспечения безопасности (параметр è Tab. 62 SSF: безопасная скорость)

Последовательность процесса функции обеспечения безопасности SSF0 показана на следующей диаграмме:

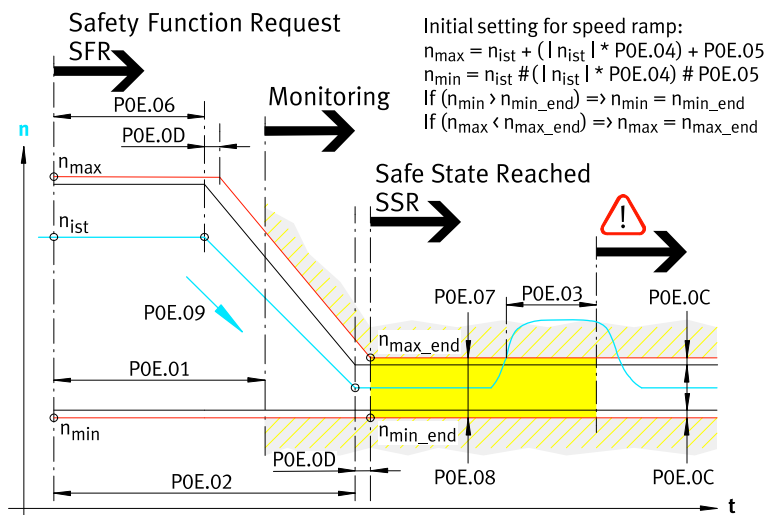


Fig. 40 Диаграмма последовательности действий SSF0

Термин/сокращение	Пояснение
Safety Function Request SFR	Запрос функции обеспечения безопасности
Monitoring	Контроль
Safe State Reached SSR	Безопасное состояние достигнуто
Initial setting for speed ramp	Стартовые значения для профиля скорости
$n_{ist}$	Фактическая скорость

Tab. 60 Пояснение к диаграмме последовательности действий SSF0

Функция обеспечения безопасности SSF0 в стационарном состоянии контролирует скорость привода. Разрешенный коридор скорости определяется параметрами “Безопасная скорость - верхний предел” (POE.07/...,  $n_{max\_end}$ ) и “Безопасная скорость - нижний предел” (POE.08/...,  $n_{min\_end}$ ) (→ Fig.40, правая часть).

Если фактическая скорость выходит из коридора скорости, то по истечении времени допуска, “Время допуска при выходе за верхнее предельное значение” (POE.03/...), генерируется ошибка “Условие безопасности нарушено”.

---

**i**

Реализация функции обеспечения безопасности SSF как SLS, SSR или SSM в основном определяется настройками параметризации конечной скорости:

- “Безопасное ограничение скорости” (SLS)  
→ 3.5.8 SLS - безопасное ограничение скорости (Safely-Limited Speed),
- “Безопасный диапазон скоростей” (SSR)  
→ 3.5.9 SSR - безопасный диапазон скоростей (Safe Speed Range),
- “Безопасный контроль скорости” (SSM)  
→ 3.5.10 SSM - безопасный контроль скорости (Safe Speed Monitor).

---

При запросе функции обеспечения безопасности SSFO (VOUT\_USFO\_SFR) выполняется расчет профиля скорости, чтобы, исходя из текущей скорости, перенести привод в разрешенный коридор скорости:

- стартовые значения  $p_{max}$  и  $p_{min}$  рассчитываются на основании текущей фактической скорости  $n_{ist}$  как стартового значения. Исходя из параметра усиления “Профиль торможения - коэффициент стартового значения” (POE.04/...) и параметра смещения “Профиль торможения - смещение стартового значения” (POE.05/...), сначала рассчитывается стартовое окно относительно текущей фактической скорости.
- Положение стартового окна задается относительно желаемого коридора скорости, стартовые значения при необходимости адаптируются так, чтобы образовался сужающийся трапецеидальный коридор скорости → Fig.40.
- Начальный момент профиля можно установить через параметр “Профиль торможения - время задержки до запуска” (POE.06/..., минимальное значение: 6 мс), конечный момент профиля – через параметр “Время для профиля торможения” (POE.02). По истечении POE.02 стационарный коридор скорости достигнут, и SSFO сообщает о VOUT\_USFO\_SSR (если фактическая скорость находится в разрешенном диапазоне!).
- Через параметр “Время задержки, до запуска контроля” (POE.01/...) можно установить, с какого момента функция SSFO контролирует скорость.

---

**i**

Задержка профиля через параметр “Профиль торможения - время задержки до запуска” (POE.06/...) всегда целесообразна в том случае, если ось затормаживается с помощью функционального контроллера и переводится в контролируемый коридор скорости. За счет POE.06 можно компенсировать время реакции функционального контроллера.

---

Модуль безопасности может активно вводиться в систему регулирования базового устройства и тем самым активно ограничивать скорость оси. Предельные значения циклически передаются базовому устройству:

- Эта функция активируется установкой параметра “Активное ограничение скорости в базовом устройстве” (POE.09/...).

- Чтобы при активном ограничении скорости обеспечить безопасное соблюдение контролируемых предельных значений, следует предусмотреть дополнительные параметры:
  - С помощью минимального значения “Профиль торможения - время задержки до запуска” (POE.06, 6 мс) компенсируются имеющиеся внутри устройства периоды распространения передаваемых сигналов новых предельных значений к базовому устройству до ввода в действие схемы регулирования в базовом устройстве.
  - Через параметр “Профиль частоты вращения - время задержки контроля” (POE.0D/...) можно целенаправленно задержать наступление используемого для контроля предела скорости в модуле безопасности еще на несколько миллисекунд. Это дает базовому устройству дополнительное время, если, например, в базовом устройстве выбран профиль перемещения с ограничением рывков, и торможение разрешено только с ограничением рывков.
  - В результате через параметр “Смещение ограничения скорости” (POE.0C/...) можно параметризовать смещение скорости. Таким образом, пределы скорости для базового устройства расположены со сдвигом POE.0C/... внутри коридора скорости для контроля, чтобы незначительные колебания фактической скорости не приводили к срабатыванию контроля.
  - Если верхний и нижний предел скорости для базового устройства по причине очень узкого коридора и смещения POE.0C/... пересекаются, то оба предела устанавливаются на среднее значение между контролируемой минимальной и максимальной частотой вращения.

Описание может соответственно передаваться на параметры для функций SSF1, SSF2 и SSF3.

## i

Так SSFO позволяет провести адаптацию к различным вариантам применения.

Параметры SSFO в SafetyTool делятся на следующие группы:

- Стандартные параметры – это простые параметры, которые для каждого случая контроля скорости должны индивидуально адаптироваться к варианту применения.
- Экспертные параметры – это параметры для оптимизации функции во взаимодействии с функциями регулирования в базовом устройстве; эти параметры предварительно настроены с наибольшей практической целесообразностью предприятием-изготовителем.

В большинстве областей применения вам необходимы лишь стандартные параметры!

С момента запроса функции обеспечения безопасности SSFO проходит время (указанное далее) до переключения функции обеспечения безопасности в активное состояние и распознавания ошибок:

Время задержки с VIN_USFO_RSf	мин.	макс.	типично
Сообщение VOUT_USFO_SFR	2,0 мс	2,1 мс	2,0 мс
Сообщение VOUT_USFO_SSR	8,0 мс + (POE.02 + POE.0D)	8,1 мс + (POE.02 + POE.0D)	8,0 мс + (POE.02 + POE.0D)

Время задержки с VIN_USFO_RSF	мин.	макс.	типично
Запуск контроля условия безопасности после VOUT_USFO_SFR	2,0 мс + МАКС. (POE.01 ИЛИ (POE.06 + POE.0D))	2,1 мс + МАКС. (POE.01 ИЛИ (POE.06 + POE.0D))	2,0 мс + МАКС. (POE.01 ИЛИ (POE.06 + POE.0D))
Распознавание нарушения условия безопасности после POE.01 или (POE.06 + POE.0D) в течение указанного времени	POE.03	POE.03	POE.03

Tab. 61 Время задержки SSF0

### Параметры для SSF

SSF: безопасная скорость				Название	Описание
Номер параметра для ...					
SSF0	SSF1	SSF2	SSF3		
POE.00	POE.14	POE.28	POE.3C	Активация SSF	Если 1: запрос USF запускает запрос SSF
POE.01	POE.15	POE.29	POE.3D	Время задержки до запуска контроля	Время с момента запроса функции обеспечения безопасности, в течение которого отсутствует контроль частоты вращения
POE.07	POE.1B	POE.2F	POE.43	Безопасная скорость, верхний предел	Конечное значение верхнего профиля на nmax_end
POE.08	POE.1C	POE.30	POE.44	Безопасная скорость, нижний предел	Конечное значение нижнего профиля на nmin_end
POE.02	POE.16	POE.2A	POE.3E	Время для профиля торможения	Время с момента запроса функции обеспечения безопасности, по истечении которого профили восстанавливаются, и

<b>SSF: безопасная скорость</b>				Название	Описание
Номер параметра для ...					
SSF0	SSF1	SSF2	SSF3		
					безопасное состояние достигнуто.
POE.03	POE.17	POE.2B	POE.3F	Время допуска при выходе за верхнее предельное значение	Интервал времени, в течение которого фактическое значение скорости может находиться за отметками пределов, прежде чем будет достигнуто состояние “Условие безопасности нарушено”.
POE.09	POE.1D	POE.31	POE.45	Активное ограничение скорости в базовом устройстве	Если задано: ограничение скорости передается базовому устройству, скорость активно ограничивается в базовом устройстве.
POE.0B	POE.1F	POE.33	POE.47	Автоматический повторный пуск разрешен	Если 1: снятие запроса (повторный пуск) при неактивном входе запроса
POE.0D	POE.21	POE.35	POE.49	Профиль частоты вращения - время задержки контроля	Профиль, который используется для контроля скорости в модуле безопасности, дополнительно задерживается относительно профиля, который ниже записывается для базового устройства.
POE.06	POE.1A	POE.2E	POE.42	Профиль торможения - время задержки до запуска	Время задержки, по истечении которого запускается профиль контроля в модуле безопасности.

<b>SSF: безопасная скорость</b>				Название	Описание
Номер параметра для ...					
SSF0	SSF1	SSF2	SSF3		
P0E.04	P0E.18	P0E.2C	P0E.40	Профиль торможения - коэффициент стартового значения	Коэффициент для расчета стартового значения профилей
P0E.05	P0E.19	P0E.2D	P0E.41	Профиль торможения - смещение стартового значения	Смещение для расчета стартового значения профилей
P0E.0C	P0E.20	P0E.34	P0E.48	Смещение ограничения скорости	Смещение для пределов скорости для управления базовым устройством.
P0E.0A	P0E.1E	P0E.32	P0E.46	Активация профиля быстрой остановки в базовом устройстве	Если задано: при запросе функции обеспечения безопасности базовому устройству выдается команда быстрой остановки (кабель управления)

Tab. 62 SSF: безопасная скорость

### 3.5.8 SLS - безопасное ограничение скорости (Safely-Limited Speed)



Fig. 41 Символ SLS

Функция реализует функцию обеспечения безопасности SLS в соответствии с EN 61800-5-2.

Пользуйтесь функцией „Безопасное ограничение скорости” (“Safely-Limited Speed”, SLS), если в вашем варианте применения требуется не допустить превышения двигателем установленного ограничения скорости.

Функция отличается симметричным относительно нуля диапазоном контроля для скорости. Пределы можно настраивать отдельно.

Привод может затормаживаться вдоль профиля торможения до допустимой частоты вращения. Функцию можно отключать. В простейшем случае контроль начинается по истечении времени из параметра “Время задержки до запуска контроля” (P0E.01/P0E.15/P0E.29/P0E.3D). Максимальная частота вращения устанавливается через параметр “Безопасная скорость - верхний предел” (P0E.07/P0E.1B/P0E.2F/P0E.43).

Со следующей параметризацией “Безопасная функция скорости” SSF соответствует функции обеспечения безопасности SLS (с безотлагательным контролем скорости без профиля торможения):

<b>Параметризация SSF как SLS</b>					
Номер параметра для ...				Название	Настройка для функции обеспечения безопасности SLS
SSF0	SSF1	SSF2	SSF3		
<b>Стандартные параметры SSF</b>					
P0E.00	P0E.14	P0E.28	P0E.3C	Активация SSF	= 1, активировать
P0E.01	P0E.15	P0E.29	P0E.3D	Время задержки до запуска контроля	2,0 мс
P0E.07	P0E.1B	P0E.2F	P0E.43	Безопасная скорость, верхний предел	Установка положительной предельной скорости для SLS.
P0E.08	P0E.1C	P0E.30	P0E.44	Безопасная скорость, нижний предел	= -P0E.07/-P0E.1B /-P0E.27 /-P0E.43
P0E.02	P0E.16	P0E.2A	P0E.3E	Время для профиля торможения	6,2 мс, минимальное значение
P0E.03	P0E.17	P0E.2B	P0E.3F	Время допуска при выходе за верхнее предельное значение	Значение по умолчанию: 10 мс, можно уменьшить для более быстрого распознавания ошибок.
P0E.09	P0E.1D	P0E.31	P0E.45	Активное ограничение скорости в базовом устройстве	Можно задать.
<b>Экспертные параметры SSF: без изменений относительно заводских настроек (важно!)</b>					
P0E.06	P0E.1A	P0E.2E	P0E.42	Профиль торможения - время задержки до запуска	= 6 мс (наименьшее настраиваемое значение)
<b>Управление ошибками</b>					
P20.00	P20.01	P20.02	P20.03	[53-х] USFx: условие безопасности нарушено	В соответствии с необходимой реакцией на ошибку для данного применения.

Tab. 63 Параметризация SSF как SLS

### 3.5.9 SSR - безопасный диапазон скоростей (Safe Speed Range)



Fig. 42 Символ SSR

Функция реализует функцию обеспечения безопасности SSR в соответствии с EN 61800-5-2. Пользуйтесь функцией „Безопасный диапазон скорости“ (“Safe Speed Range”, SSR), если в вашем варианте применения требуется, чтобы скорость двигателя оставалась в рамках установленных предельных значений.

Со следующей параметризацией “Безопасная функция скорости” SSF соответствует функции обеспечения безопасности SSR (с безотлагательным контролем скорости без профиля торможения):

Параметризация SSF как SSR					
Номер параметра для ...				Название	Настройка для функции обеспечения безопасности SSR
SSF0	SSF1	SSF2	SSF3		
Стандартные параметры SSF					
P0E.00	P0E.14	P0E.28	P0E.3C	Активация SSF	= 1, активировать
P0E.01	P0E.15	P0E.29	P0E.3D	Время задержки до запуска контроля	2,0 мс
P0E.07	P0E.1B	P0E.2F	P0E.43	Безопасная скорость, верхний предел	Установка верхней предельной скорости для SSR.
P0E.08	P0E.1C	P0E.30	P0E.44	Безопасная скорость, нижний предел	Установка нижней предельной скорости для SSR.
P0E.02	P0E.16	P0E.2A	P0E.3E	Время для профиля торможения	6,2 мс, минимальное значение
P0E.03	P0E.17	P0E.2B	P0E.3F	Время допуска при выходе за верхнее предельное значение	Значение по умолчанию: 10 мс, можно уменьшить для более быстрого распознавания ошибок.
P0E.09	P0E.1D	P0E.31	P0E.45	Активное ограничение скорости в базовом устройстве	Можно задать.
Экспертные параметры SSF: без изменений относительно заводских настроек (важно!)					

Параметризация SSF как SSR					
Номер параметра для ...				Название	Настройка для функции обеспечения безопасности SSR
SSF0	SSF1	SSF2	SSF3		
POE.06	POE.1A	POE.2E	POE.42	Профиль торможения - время задержки до запуска	= 6 мс (наименьшее настраиваемое значение)
Управление ошибками					
P20.00	P20.01	P20.02	P20.03	[53-х] USFх: условие безопасности нарушено	В соответствии с необходимой реакцией на ошибку для данного применения.

Tab. 64 Параметризация SSF как SSR

### 3.5.10 SSM - безопасный контроль скорости (Safe Speed Monitor)



Fig. 43 Символ SSM

Функция реализует функцию обеспечения безопасности SSM в соответствии с EN 61800-5-2. Пользуйтесь функцией „Безопасный контроль скорости“ (“Safe Speed Monitor”, SSM), если в вашем варианте применения требуется выходной сигнал для оповещения о том, что частота вращения мотора находится в рамках установленных предельных значений. Установите предельное значение на ноль для реализации функции SSM, как описано в EN 61800-5-2. Параметризация SSM соответствует параметризации для SSR, только управление ошибками нужно адаптировать:

Параметризация SSF как SSM					
Номер параметра для ...				Название	Настройка для функции обеспечения безопасности SSM
SSF0	SSF1	SSF2	SSF3		
Стандартные параметры SSF: см. SSR, → Tab. 64 Параметризация SSF как SSR					
Экспертные параметры SSF: см. SSR, → Tab. 64 Параметризация SSF как SSR					
Управление ошибками					
P20.00	P20.01	P20.02	P20.03	[53-х] USFх: условие безопасности нарушено	В зависимости от применения: – отсутствует = [0] или

Параметризация SSF как SSM				Название	Настройка для функции обеспечения безопасности SSM
Номер параметра для ...					
SSF0	SSF1	SSF2	SSF3		
					<ul style="list-style-type: none"> <li>– отсутствует, только запись памяти диагностики = [1]</li> <li>– предупреждение + запись памяти диагностики = [2]</li> </ul>

Tab. 65 Параметризация SSF как SSM

## 3.6 Логические функции

### 3.6.1 Селектор режимов работы

#### Назначение



Fig. 44 Символ селектора режимов работы

Используйте логическую функцию “Селектор режимов работы”, чтобы переключаться между различными режимами работы / функциями контроля модуля безопасности.

Пример:

- В положении переключателя “Штатный режим” возможно обычное (штатное) перемещение установки. При вмешательстве в работу установки происходит остановка, например, через SS1.
- В положении переключателя “Режим наладки” активируется функция обеспечения безопасности SLS. Вмешательство в работу установки не должно приводить к SS1, так как режим наладки разрешен.

Входы DIN45, DIN46 и DIN47 можно сконфигурировать как входы для выбора режима работы. Параметр “Селектор режимов работы” предоставляет три безопасных логических сигнала управления, которые можно использовать для переключения между разными функциями обеспечения безопасности.

- LIN\_D45\_SAFE
- LIN\_D46\_SAFE
- LIN\_D47\_SAFE

#### Функция

Состояние трех входов DIN45, DIN46 и DIN47 отражается 1:1 на безопасных логических сигналах LIN\_D45\_SAFE, LIN\_D46\_SAFE и LIN\_D47\_SAFE.

Если входы DIN45 ... DIN47 сконфигурированы как селектор режимов работы, к уровню High должен точно приводить один вход. Для этого логическая функция выполняет контроль 1/N с контролем времени рассогласования.

Логические входы	Запуск системы <sup>1)</sup>	Штатный режим	Состояние ошибки
LIN_D45_SAFE	1	= LIN_D45	последнее действительное состояние
LIN_D46_SAFE	0	= LIN_D46	
LIN_D47_SAFE	0	= LIN_D47	

1) Состояние до момента распознавания действительного состояния - или - состояние, когда безопасный анализ селектора режимов работы не активен.

Tab. 66 Логические входы селектора режимов работы

### Operating Mode Switch (селектор режимов работы)

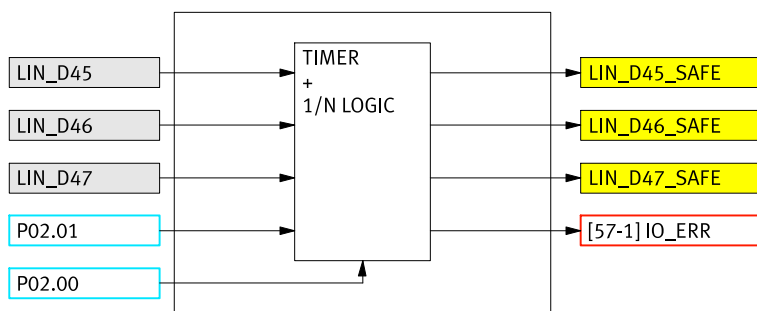


Fig. 45 Принципиальная блок-схема селектора режимов работы

Термин/сокращение	Пояснение
LIN_ ...	Логические входы
TIMER + 1/N LOGIC	Задатчик времени (таймер) и 1 из n-логики
[57-1] IO_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 57-1

Tab. 67 Пояснение к принципиальной блок-схеме селектора режимов работы

### Распознавание ошибок

Если при функции селектора режимов работы в течение параметризуемого интервала времени нет ни одного входа, приводящего к уровню High, или есть более одного такого входа, появляется ошибка, и входные сигналы обозначаются как недействительные.

Если входы DIN45 ... DIN47 имеют состояние с ошибкой, сигналы LIN\_D45\_SAFE, LIN\_D46\_SAFE и LIN\_D47\_SAFE сохраняют последнее распознанное правильное (не имеющее ошибок) состояние.

Время задержки с момента смены уровня LIN_D...	Минимально	Максимально	Типично
LIN_D45/46/47_SAFE	2,0 мс	2,1 мс	2,0 мс
Время реакции на ошибку при нарушении условия 1/N	2,0 мс + P02.01	2,1 мс + P02.01	2,0 мс + P02.01

Tab. 68 Диаграмма времени селектора режимов работы

### Параметры селектора режимов работы

Селектор режимов работы		
Номер	Название	Описание
P02.00	Активация	DIN45..DIN47 используются как селектор режимов работы (1 из 3).
P02.01	Время рассогласования	Время, в течение которого к уровню High может направлять более одного входа одновременно или не может направлять ни один вход.

Tab. 69 Селектор режимов работы

### 3.6.2 Устройство безопасного старта двумя руками

#### Назначение



Fig. 46 Символ устройства безопасного старта двумя руками

Логическая функция “Устройство безопасного старта двумя руками” используется в вариантах применения, в которых оператор должен разблокировать перемещение двумя руками, если он вышел из опасной зоны (например, при использовании в прессах)

#### Назначение

Устройство безопасного старта двумя руками подает сигнал управления LIN\_2HAND\_CTRL = LIN\_DIN42 OR LIN\_DIN43, который позволяет переключать функции обеспечения безопасности могут с помощью логических операций. Дополнительно оно контролирует одновременное переключение входов (контроль времени рассогласования).

Устройство безопасного старта двумя руками занимает оба входа DIN42 и DIN43 (соответственно в двухканальном режиме А и В) и может активироваться только в том случае, если для управляющих входов DIN42 и DIN43 в качестве типа подсоединенного датчика выбрано “Устройство безопасного старта двумя руками”. Кроме того, отдельные входы DIN42 и DIN43 в режиме работы “Устройство безопасного старта двумя руками” обладают всеми “стандартными” функциями (равнозначность/неравнозначность, тестовые сигналы, перекрестное сравнение со 2-м процессором ...).

### Функция

Результат логической операции (связи) двух входов направляется к отдельному логическому входу LIN\_2HAND\_CTRL. LIN\_2HAND\_CTRL представляет собой операцию ИЛИ из LIN\_D42 и LIN\_D43. LIN\_2HAND\_CTRL имеет состояние “0” только в том случае, если оба логических входа имеют состояние “0”.

$$\text{LIN\_2HAND\_CTRL} = \text{LIN\_DIN42 OR LIN\_DIN43}$$

### Two Hand Control Unit (устройство безопасного старта двумя руками)

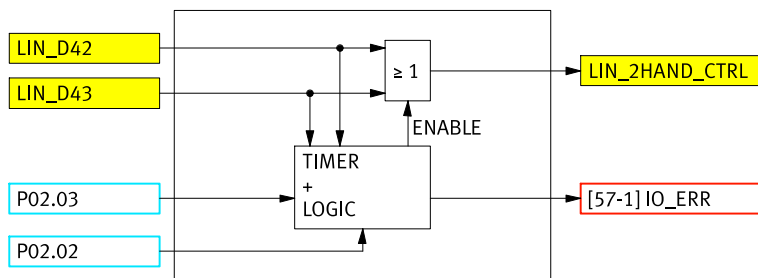


Fig. 47 Принципиальная блок-схема устройства безопасного старта двумя руками

Термин/сокращение	Пояснение
LIN_ ...	Логические входы
TIMER + LOGIC	Задатчик времени (таймер) и логическая схема
ENABLE	Сигнал разблокировки
[57-1] IO_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 57-1

Tab. 70 Пояснение к принципиальной блок-схеме устройства безопасного старта двумя руками

### Распознавание ошибок

Логические состояния входов DIN42 и DIN43 должны совпадать. Если логические состояния отличаются друг от друга дольше настраиваемого времени рассогласования, сообщается об ошибке.

#### i

Параметр “Время рассогласования” (P02.03), как правило, следует настроить как более длительное время, чем время рассогласования для контроля входов DIN42, DIN43, так как с его помощью заполняется время, которое требуется оператору, чтобы нажать или отпустить обе кнопки устройства безопасного старта двумя руками.

Время задержки с момента смены уровня LIN_D...	Минимально	Максимально	Типично
LIN_2HAND_CTRL	2,0 мс	2,1 мс	2,0 мс

Время задержки с момента смены уровня LIN_D...	Минимально	Максимально	Типично
Время реакции на ошибку при нарушении условия старта двумя руками	2,0 мс + P02.03	2,1 мс + P02.03	2,0 мс + P02.03

Tab. 71 Диаграмма времени устройства безопасного старта двумя руками

### Параметры устройства безопасного старта двумя руками

Устройство безопасного старта двумя руками		
Номер	Название	Описание
P02.02	Активация	DIN42 и DIN43 используются как терминал старта двумя руками
P02.03	Время рассогласования	Время, в течение которого логические состояния DIN42 и DIN43 могут отличаться друг от друга

Tab. 72 Устройство безопасного старта двумя руками

### 3.6.3 Additional Logic Functions (расширенные логические функции) - ALF

#### Назначение



Fig. 48 Символ ALF

Пользуйтесь ALF, если требуется создать более сложные связи (операции) логических входных сигналов LIN\_x, или из-за внешнего вида структуры в варианте применения целесообразно объединить и представить определенную комбинацию LIN\_x как внутренний безопасный логический сигнал.

С помощью Additional Logic Function (расширенная логической функции) можно логически соединять внутренние входы и выходы. Благодаря этому могут быть реализованы, например, специальные комбинации входов. ALF применяется, если требуются сложные логические операции, и входной логической схемы (элемент ИЛИ с 4 подключенными до него элементами И, имеющими по 7 входов соответственно) функции обеспечения безопасности недостаточно.

#### Функция

#### Additional Logic Function (расширенная логическая функция)

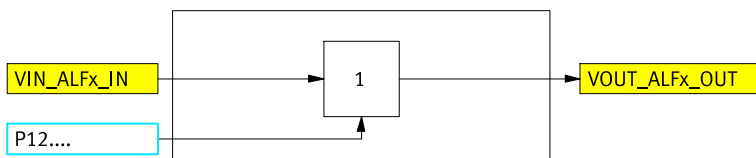


Fig. 49 Принципиальная блок-схема Advanced Logic Fuctions (расширенных логических функций)

Термин/сокращение	Пояснение
VIN_x_y	Виртуальные входы
VOUT_x_y	Виртуальные выходы

Tab. 73 Пояснение к принципиальной блок-схеме Advanced Logic Functions (расширенных логических функций)

Время задержки с VIN_ALFx_IN	Минимально	Максимально	Типично
VOUT_ALFx_OUT	2,0 мс	2,1 мс	2,0 мс

Tab. 74 Диаграмма времени Additional Logic Functions (расширенных логических функций)

### Дополнительные параметры Additional Logic Functions (расширенных логических функций)

Additional Logic Functions (расширенные логические функции)			
ALF...	Номер	Название	Описание
ALF0	P12.00	Функция передачи	Выбор набора функций (фикс.): Идентичность (OUT = IN) = [2] Выход при наличии функции “Идентичность” всегда имеет логическое состояние входа.
ALF1	P12.03	Функция передачи	
ALF2	P12.06	Функция передачи	
ALF3	P12.09	Функция передачи	
ALF4	P12.0C	Функция передачи	
ALF5	P12.0F	Функция передачи	
ALF6	P12.12	Функция передачи	
ALF7	P12.15	Функция передачи	

Tab. 75 Additional Logic Functions (расширенные логические функции)

## 3.7 Завершение функций обеспечения безопасности

### 3.7.1 Спектр функций

#### Спектр функций



Fig. 50 Символ завершения функции обеспечения безопасности (повторный запуск)

С помощью этой функции завершается одна или более функций обеспечения безопасности, чтобы привод можно было “повторно запустить”.

В сочетании с безопасными функциями перемещения, такими как SLS “Повторный пуск” означает, что привод не может больше контролироваться и снова может перемещаться с полной скоростью.

Пользователь может для каждой функции обеспечения безопасности отдельно установить, какой сигнал управления должен завершать эту функцию. Для этого функции обеспечения безопасности снабжены виртуальным входом VIN\_xxx\_CSF (Clear Safety Function).

Для каждой функции обеспечения безопасности следует определить повторный пуск, за исключением случаев, когда функция обеспечения безопасности параметризована на “автоматический повторный пуск”. В этом случае функция обеспечения безопасности завершается автоматически, как только запрос функции обеспечения безопасности отменяется.

Завершение функции безопасности возможно только при предварительном снятии запроса функции безопасности. Запрос функции обеспечения безопасности всегда имеет более высокий приоритет, чем завершение.



В состоянии при поставке одноканальный вход DIN49 предварительно настроен на тип датчика “Завершение функции обеспечения безопасности” и переключен на функции обеспечения безопасности “STO” и “SBC”.

Сигнал LIN\_D49\_RISING\_EDGE при нарастающем фронте (0 В -> 24 В) подает к DIN49 короткий переключающий импульс длиной 2 мс, посредством которого можно выполнить сброс функций обеспечения безопасности.

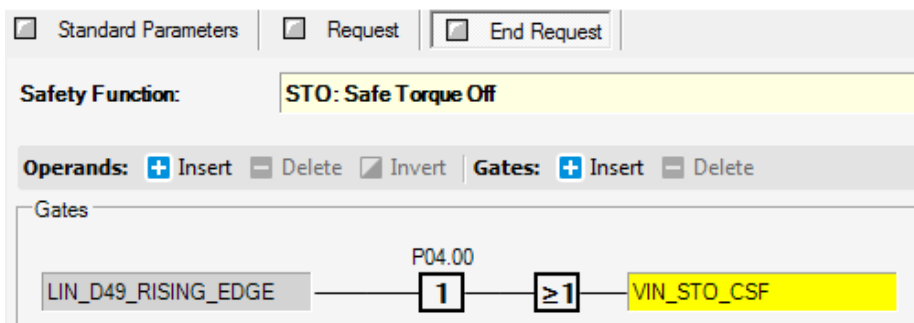


Fig. 51 Конфигурирование повторного пуска (пример)

Время задержки с LIN_D49_RISING_EDGE	Минимально	Максимально	Типично
VIN_xxx_CSF до завершения функции обеспечения безопасности	0,0 мс	2,1 мс	2,0 мс

Tab. 76 Диаграмма времени завершения функции безопасности

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Проверьте, разрешен ли в вашем варианте применения одноканальный управляющий вход для завершения функции обеспечения безопасности, и как он должен использоваться: с управлением по уровню или по фронту.

Используйте следующие входы:

- LIN\_D49, если разрешен управляемый по уровню сброс,
- LIN\_D49\_RISING\_EDGE, если требуется управляемый по фронту сброс,
- во всех остальных случаях двухканальный вход LIN\_D40 – LIN\_D43.

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Проверьте, имеются ли, исходя из оценки рисков для машины, дополнительные запросы для управления повторным пуском и для диагностики соответствующего управляющего входа, например, **при доступных для входа защитных устройствах ручной сброс, управляемый по фронту.**

**3.7.2 Примеры и особые указания по реализации**

**Завершение STO**

На следующем рисунке показана структура функции обеспечения безопасности STO → Fig.52. STO в процессе работы может быть запрошена через VIN\_STO\_RSf. Запрос функции обеспечения безопасности STO вызывает отключение питания задающего устройства в контроллере. Чтобы снова включить привод после выполнения запроса STO, требуется завершить запрос → 3.7.1 Спектр функций.

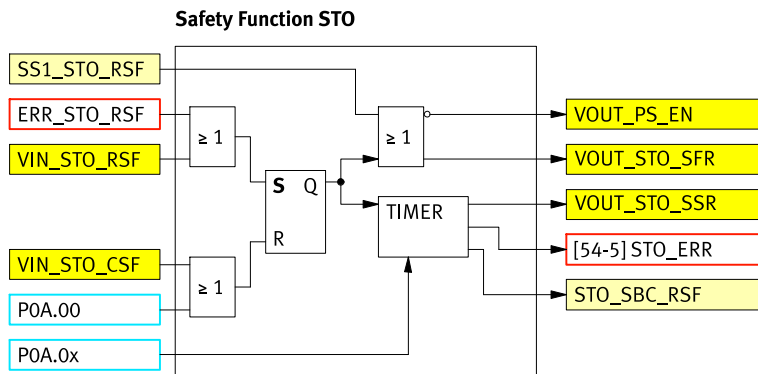


Fig. 52 Запрос функции обеспечения безопасности (пример STO) / повторный пуск

**Завершение функции обеспечения безопасности после квитирования**

Блок управления ошибками в качестве реакции на ошибку также может запросить функцию STO (через сигнал ERR\_STO\_RSf). Запрос подается, как показано на рисунке выше, в функцию STO. Чтобы завершить STO после квитирования ошибки, следует выполнить повторный пуск через VIN\_STO\_CSf или задать параметр “Автоматический повторный пуск разрешен” (POA.00). Кроме

того, это соответствующим образом распространяется на функции обеспечения безопасности SS1, SS2 и SBC, которые можно сконфигурировать как реакцию на ошибку.

#### **Завершение STO после завершения SS1**

Функция SS1 запрашивает в конце своего процесса STO через управляющий вход SS1\_STO\_RSf. Запрос STO автоматически совместно деактивируется, если запроса функции SS1 больше нет → Fig.52. Запрос функции STO не должен деактивироваться отдельно. Это также применимо, когда функция SS1 запрашивается в случае ошибки: ошибка должна быть подтверждена, а функция SS1 - деактивирована. STO не нужно деактивировать отдельно.

#### **Завершение SBC после завершения STO / SS1**

Логическая схема для запроса и завершения функции SBC в значительной мере соответствует логической схеме для запроса STO → Fig.27.

В дополнение к обычной логической схеме SBC можно активировать через прямые сигналы управления STO (STO\_SBC\_RSf) и SS1 (SS1\_SBC\_RSf). При завершении STO или SS1 функция SBC также автоматически завершается.

---

### **i**

Благодаря этому есть возможность ввести различные условия для завершения функций обеспечения безопасности несмотря на использование одинаковых функций обеспечения безопасности:

- прямой запрос от SBC, завершение, например, через LIN\_D49\_RISING\_EDGE,
- не прямой запрос, например, через SS1, завершение SBC вместе с завершением SS1, если их условие повторного пуска выполнено (например, LIN\_D40).

---

#### **Завершение SOS после завершения SS2**

Аналогично описанной выше комбинации из SS1 и STO функционирует комбинация из SS2 и SOS.

## **3.8 Управление ошибками и квитирование ошибок**

### **3.8.1 Условия появления ошибок и классы ошибок**

Модуль безопасности выполняет запрошенные функции обеспечения безопасности. Он контролирует себя, входы и выходы и датчики положения 1 и 2. При нарушении функции обеспечения безопасности или при распознавании ошибки модуль безопасности переключается в состояние ошибки.

В сочетании с функциональными средствами обеспечения безопасности и модулем безопасности CAMC-G-S3 существуют следующие группы ошибок:

- Ошибки, вызванные основным устройством.
- Ошибки, вызванные модулем безопасности.

Ошибки подразделяются на разные классы, которые различаются между собой отображаемым номером ошибки на 7-сегментном индикаторе контроллера.

Номер состоит из двузначного главного индекса (диапазон 51 ... 59) и субиндекса (диапазон 0 ... 9):

<b>Номер ошибки</b>											
Главный индекс	Субиндекс										Тип ошибки/класс
<b>Ошибка базового устройства</b>											
51-х	9 <sup>1)</sup>	8 <sup>1)</sup>	7 <sup>1)</sup>	6	5	4	3	2	1	0	Сигналы управления модуля безопасности не в порядке, тип модуля / метка не в порядке
52-х	9 <sup>1)</sup>	8 <sup>1)</sup>	7 <sup>1)</sup>	6 <sup>1)</sup>	5 <sup>1)</sup>	4 <sup>1)</sup>	3	2	1	0	Ошибка в процессе управления с помощью модуля безопасности
<b>Ошибка модуля безопасности</b>											
53-х	9 <sup>1)</sup>	8 <sup>1)</sup>	7 <sup>1)</sup>	6 <sup>1)</sup>	5 <sup>1)</sup>	4 <sup>1)</sup>	3	2	1	0	Нарушение функции обеспечения безопасности
54-х	9 <sup>1)</sup>	8 <sup>1)</sup>	7	6	5	4	3	2	1 <sup>1)</sup>	0	Нарушение функции обеспечения безопасности
55-х	9 <sup>1)</sup>	8 <sup>1)</sup>	7	6	5	4	3	2	1	0	Системная ошибка: регистрация фактического значения / датчик положения не в порядке
56-х	9	8	7 <sup>1)</sup>	6 <sup>1)</sup>	5 <sup>1)</sup>	4 <sup>1)</sup>	3 <sup>1)</sup>	2 <sup>1)</sup>	1 <sup>1)</sup>	0 <sup>1)</sup>	Системная ошибка: регистрация позиции / сравнение не в порядке
57-х	9 <sup>1)</sup>	8 <sup>1)</sup>	7 <sup>1)</sup>	6	5	4	3	2	1	0	Системная ошибка: входы и выходы или внутренние тестовые сигналы не в порядке

Номер ошибки											
Главный индекс	Субиндекс										Тип ошибки/класс
58-x	9 <sup>1)</sup>	8 <sup>1)</sup>	7 <sup>1)</sup>	6	5	4	3	2	1	0	Системная ошибка: связь внешняя / внутренняя не в порядке
59-x	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Системная ошибка прошивки / аппаратная ошибка модуля безопасности

1) зарезервировано для расширений в будущем

Tab. 77 Битовое поле номеров ошибок

## i

Полное описание всех ошибок с возможными причинами и возможными действиями по предотвращению → 6.6 Диагностические сообщения с указаниями по устранению неполадок.

### Ошибка базового устройства:

Базовое устройство в процессе работы контролирует связь с модулем безопасности и достоверность сигналов управления модуля безопасности. После включения базовое устройство проверяет, правильный ли тип модуля безопасности смонтирован, и не произошла ли замена модуля. В случае ошибок он генерирует соответствующее сообщение об ошибке с параметризуемой реакцией на ошибку (→ описание функций к CMMP-AS-...-M3, GDPC-CMMP-M3-FW-...).

### Ошибка модуля безопасности:

Модуль безопасности выполняет запрошенные функции обеспечения безопасности. Он контролирует себя, входы и выходы и датчики положения 1 и 2. При нарушении функции обеспечения безопасности или при распознавании ошибки модуль безопасности переключается в состояние ошибки.

В модуле безопасности различают следующие ошибки:

- ошибки при нарушении условия безопасности (53-x и 54-x), светодиод непрерывно горит красным,
- системные ошибки (от 55-x до 59-x), светодиод мигает красным.

Дополнительная информация о светодиодной индикации

→ 3.10.2 Индикация состояния на модуле безопасности

Ошибки генерируются различными функциональными блоками в модуле безопасности:

Например, функция обеспечения безопасности SSF генерирует ошибку, если привод перемещается вне контролируемого диапазона скорости.

Сигнал ошибки может также быть коротким, если привод лишь кратковременно выходит из раз-

решенного диапазона. Поэтому как базовое устройство, так и модуль безопасности снабжены внутри памятью диагностики.

Каждая ошибка, возникающая во время работы, сначала записывается в это запоминающее устройство диагностики и сохраняется в промежуточной памяти:

- Объем памяти диагностики базового устройства составляет более 200 записей. При достижении этого предела самые ранние записи перезаписываются.
- Память диагностики модуля безопасности вмещает 32 записи. Она служит промежуточным буфером, прежде чем ошибки сообщаются базовому устройству и там записываются в его постоянную память диагностики.



Постоянная память диагностики базового устройства сохраняется, в том числе при сбое напряжения, т. е. доступен архив ошибок. В постоянную память диагностики, помимо ошибок, также записываются другие события.

Подробное описание → 3.11 Постоянная и временная память диагностики в контроллере.

Кроме того, на 7-сегментный индикатор контроллера выводится номер ошибки, состоящий из главного индекса и субиндекса. Отображается, соответственно, последняя возникшая ошибка с наивысшим приоритетом (номер ошибки). Более поздние ошибки с более низким приоритетом хотя и записываются в память диагностики, но не выводятся на 7-сегментном индикаторе.

Состояние ошибки остается до тех пор, пока она не будет квитирована.

### **Нарушение условий безопасности**

Сигналы “Условие безопасности нарушено” отдельных функций обеспечения безопасности в зависимости от параметризованной реакции на ошибку сводятся в комплексное сообщение об ошибке или комплексное предупредительное сообщение. За счет этого можно, например, управлять сигнальным реле. Сами комплексные сообщения не приводят к реакции на ошибку.

Реакция на ошибку индивидуально устанавливается для каждой функции обеспечения безопасности → 5.6.12 Управление ошибками и → 9.2 Список дополнительных параметров. Ошибка возникает однократно при первом нарушении условия безопасности после запроса функции обеспечения безопасности. Повторное нарушение условия безопасности только после квитирования ошибки приводит снова к сообщению об ошибке.

Выход “Условие безопасности нарушено” передает текущее состояние. Пример:

1. SLS запрашивается.
2. Скорость вне допустимого диапазона } Сообщение об ошибке, выход активен.
3. Скорость снова в допустимом диапазоне } Выход снова неактивен.
4. Скорость снова вне допустимого диапазона } Выход активен, нет нового сообщения об ошибке.

### **Реакция на параметры состояния, имеющие ошибку**

Пока функция обеспечения безопасности не запрошена, не контролируется и не проверяется тот факт, являются ли входные параметры (величины) (например, сигнал скорости, сигнал выявления состояния покоя,...) действительными.

В течение того времени, когда функция обеспечения безопасности запрашивается или достигнута, действительность входных величин контролируется. Если распознается ошибка, это вызывает появление соответствующего сообщения об ошибке “Условие безопасности нарушено”.

---

**i**

Имеется скрытый экспертный параметр P09.00, с помощью которого можно задать маску, чтобы исключить отдельные функции обеспечения безопасности из генерирования состояний VOUT\_SSR и VOUT\_SCV.

Это может быть целесообразным, если нужно использовать функции обеспечения безопасности для наблюдения, например, “Safe Speed Monitor, SSM” и их требуется скрыть из сообщений о рабочем состоянии.

При необходимости обращайтесь к контактному лицу компании Festo в вашем регионе.

---

### **3.8.2 Параметризация реакции на ошибку модуля безопасности**

Для многих ошибок групп 53-х – 57-х можно сконфигурировать реакцию на ошибку в широком диапазоне. Для некоторых критических ошибок выбор ограничен или полностью исключен. Каждая ошибка независимо от временной последовательности появления запускает назначенную ей реакцию на ошибку. Если одновременно существует несколько ошибок, то одновременно происходит несколько реакций на ошибки.

При нарушении условия безопасности модуль безопасности должен ввести в действие определенную остановку оси, в зависимости от требуемой категории остановки (STO, SS1, SS2, при необходимости SBC).

При системных ошибках объем требуемой реакции на ошибку зависит от того, может ли еще обеспечиваться безопасная функция модуля безопасности.

Доступны следующие реакции на ошибки (начиная с наиболее приоритетных):

[8] Запрос STO + SBC + установить все цифровые выходы на “0”

[7] Запрос STO + SBC

[6] Запрос STO

[5] Запрос SS1 + SBC

[4] Запрос SS1

[3] Запрос SS2

[2] Генерирование предупреждения (дисплей контроллера), нет последующей реакции

[1] Нет реакции, только запись в памяти диагностики

[0] Нет реакции, нет записи в памяти диагностики

#### **ПРИМЕЧАНИЕ!**

При наличии ошибок привод в случае сомнений должен быть как можно скорее отключен от источника энергии (STO), должен сработать узел фиксации или удерживающий тормоз (SBC), и безопасные выходы должны быть отключены все вместе, это соответствует реакции на ошибку [8]. Этим состоянием является “Безопасное исходное состояние” модуля безопасности.

- Подвод энергии к мотору уже невозможен.
- Перемещение затормаживается с помощью внешнего узла фиксации с характеристиками аварийного торможения.
- Внешняя следящая электроника отключается / приводится в безопасное состояние.

Проверьте, какая реакция на ошибку требуется в вашем приложении безопасности. В случае сомнений выбирайте максимальный уровень приоритета [8].

---

### 3.8.3 Логика для квитирования ошибки



Fig. 53 Символ квитирования

С помощью описанной здесь функции “Квитирование ошибки” выполняется сброс возникших ошибок. Это является необходимым условием для завершения соответствующих функций обеспечения безопасности в результате реакции на ошибку.

За счет нарастающего фронта сигнала управления VIN\_ERR\_QUIT можно квитировать ошибки. Для этого необходимо связать сигнал управления с цифровым входом.

- Переключите управляющий вход на VIN\_ERR\_QUIT
- Активируйте вход, чтобы модуль безопасности вышел из состояния ошибки.

Конфигурирование проводится аналогично конфигурированию запроса или завершения функции обеспечения безопасности.

---

#### i

В состоянии при поставке и после возврата к заводским настройкам вход DIN48 предназначен для функции “Квитирование ошибки”. Ошибки квитируются с нарастающим фронтом (0 В - > 24 В).

---

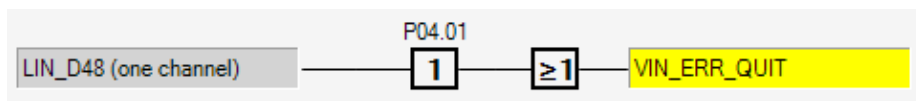


Fig. 54 Конфигурация квитирования ошибки

Ошибку можно квитировать (удалить из “временной” памяти диагностики модуля безопасности) только в том случае, если условие ошибки больше не существует. Поэтому модуль безопасности при квитировании систематически проверяет все условия ошибок и удаляет записи ошибок, которые устранены. Другие ошибки остаются. После пройденного процесса квитирования модуль безопасности вносит запись “Квитирование ошибки” в “постоянную” память базового устройства. По окончании квитирования ошибок оставшиеся ошибки заново записываются в память диагностики.

В конце квитирования ошибок в модуле безопасности этот модуль отправляет команду “Квитировать ошибку” базовому устройству, чтобы также квитировались оставшиеся ошибки в базовом устройстве.

**i**

Таким образом модуль безопасности обладает функцией мастер-станции для квитирования ошибок:

- Ошибки, которые квитируются в модуле безопасности, также квитируются в базовом устройстве.
- Номера ошибок, генерируемые модулем безопасности (53-х – 59-х) могут быть квитированы только с помощью модуля безопасности.
- Базовое устройство при квитировании ошибок через функциональное устройство управления или через входы/выходы может квитировать только те номера ошибок, которые также генерируются базовым устройством.

Квитирование ошибок модуля безопасности проводится исключительно через сконфигурированный для этого управляющий вход.

Время задержки LIN_D48 до ...	Минимально	Максимально	Типично
VIN_ERR_QUIT до удаления (очистки) временной памяти диагностики и смены режима работы	4,0 мс	20 мс	10 мс
VIN_ERR_QUIT до удаления ошибок в базовом устройстве и наступления готовности к работе базового устройства	20 мс	500 мс	100 мс

Tab. 78 Диаграмма времени квитирования ошибки

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

При нарушении условия безопасности ошибку можно квитировать только в том случае, если параметры (величины) состояния привода снова находятся в разрешенном диапазоне.

**Пример - нарушение SOS:**

После запроса функции SOS привод переместился за рамки диапазона допуска → Генерируется ошибка [54-3], нарушение SOS.

Ошибку можно квитировать только в том случае, если:

- привод перемещен обратно в разрешенный диапазон, или (как альтернатива)
- запрос функции обеспечения безопасности SOS завершен.

Из-за нарушения SOS в качестве реакции на ошибку выполняется другая функция обеспечения безопасности, в этом примере: SS1.

Для повторного пуска после параметра “Нарушение SOS” требуется следующий процесс:

1. Активация “Завершение функции обеспечения безопасности”
  - Завершает функцию SOS, SS1 (из реакции на ошибку) продолжает выполняться
2. Квитирование ошибки
  - Удаляет ошибку “Нарушение SOS”
3. Повторная активация “Завершение функции обеспечения безопасности”
  - Завершает функцию обеспечения безопасности SS1 → Ось/двигатель можно снова запустить

---

**i**

Ошибки следующих функций обеспечения безопасности можно квитировать также при запрошенной функции обеспечения безопасности:

STO, SS1, SBC, USF/SSF во всех трех исполнениях SLS, SSR, SSM.

---

## 3.9 Цифровые выходы

### 3.9.1 Двухканальные безопасные выходы DOUT40 ... DOUT42 [X40]

Назначение



Fig. 55 Символ двухканального выхода

Используйте двухканальные безопасные выходы для следующих целей:

- передача безопасных сообщений о состояниях к внешним устройствам управления,
- активация предохранительных коммутационных устройств.
- При длительном включении они могут использоваться как источник тестовых импульсов.

#### Функция

Модуль безопасности снабжен тремя безопасными выходами DOUT40A/B, DOUT41A/B, DOUT42A/B. Выходы в значительной степени свободно конфигурируются, и им можно назначать различные функции (функция обеспечения безопасности запрошена, безопасное состояние достигнуто, ошибка ...). Таким образом, о рабочем состоянии модуля безопасности или отдельной функции обеспечения безопасности можно сообщить во внешнюю систему:

- чтобы сообщить о состоянии (статусе) безопасности подчиненным приводам,
- чтобы запросить функции обеспечения безопасности в подчиненных приводах с модулем безопасности CAMC-G-S3,
- чтобы сообщить о состоянии безопасности внешней системе управления безопасностью или функциональному контроллеру,
- чтобы активировать внешние безопасные исполнительные элементы, например, узел фиксации, узел сброса воздуха распределителя, удерживающий переключатель дверцы и т. п.

#### Принципиальная блок-схема

## DOU40 ... DOU42

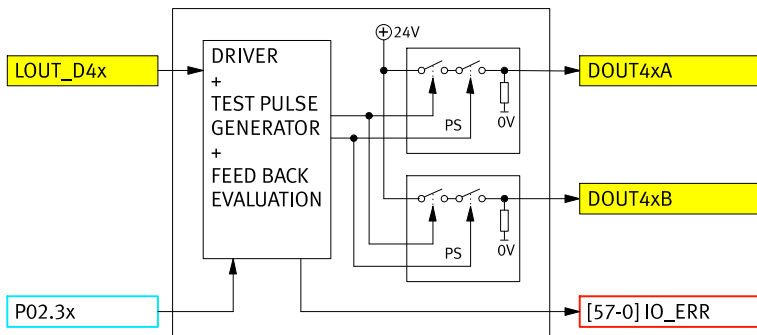


Fig. 56 Принципиальная блок-схема двухканальных безопасных выходов

Термин/сокращение	Пояснение
LOUT_x	Логические выходы
DRIVER + TEST PULSE GENERATOR + FEED BACK EVALUATION	Задающее устройство, генерирование тестовых импульсов и анализ
DOUT4...A / DOUT4...B	Двухканальные цифровые выходы
[57-0] IO_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 57-0

Tab. 79 Пояснение к принципиальной блок-схеме двухканальных безопасных выходов

Активация выхода выполняется посредством выбора одного или нескольких сигналов VOUT\_x, которые устанавливаются на LOUT\_D4x.

Каждый безопасный цифровой выход можно сконфигурировать следующим образом (P03.30 для DOU40):

- длительно ВЫКЛ. (DOUT40A/B = 0 В),
- длительно ВКЛ. (DOUT40A/B = 24 В),
- с равнозначным переключением,
- с неравнозначным переключением.

Длину тестовых импульсов можно параметризовать (P03.31 для DOU40).

### i

Вы можете использовать выходы, чтобы контролировать пассивные датчики посредством тестовых импульсов. Для этого сконфигурируйте выходы на “длительно вкл.” и используйте выходы DOUT4x A/B для питания коммутационного устройства → 4.3 Примеры схем соединений.

В следующих таблицах представлено назначение логического сигнала LOUT\_D4x выходному уровню для выходов с равнозначным и неравнозначным переключением:

Выход DOUT40/41/42 с равнозначным переключением	Состояние покоя	Безопасное состояние запрошено
LOUT_D40/41/42	1	0
DOUT40A/41A/42A	24 В	0 В
DOUT40B/41B/42B	24 В	0 В

Tab. 80 Логические сигналы DOUT40/41/42, равнозначные

Выход DOUT40/41/42 с неравнозначным переключением	Состояние покоя	Безопасное состояние запрошено
LOUT_D40/41/42	1	0
DOUT40A/41A/42A	24 В	0 В
DOUT40B/41B/42B	0 В	24 В

Tab. 81 Логические сигналы DOUT40/41/42, неравнозначные

### i

Безопасные выходы (включая тактовый выход) должны всегда подчиняться принципу тока покоя; это означает, что уровень Low является безопасным состоянием.

При конфигурировании пользователь должен обеспечить, чтобы сигнал управления LOUT\_D40 был инвертирован: это необходимо для соблюдения данного принципа.

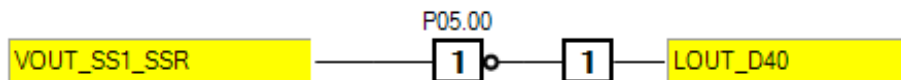


Fig. 57 Конфигурирование безопасных выходов (пример)

Пользователь должен проследить за тем, чтобы обесточенный выход приводил к безопасному состоянию всей системы в целом.

Каждый безопасный цифровой выход можно также использовать как тактовый выход для питания пассивных датчиков, в этом случае он конфигурируется как “длительно ВКЛ.”.

### Распознавание ошибок

Выходные формирователи (задающие устройства) имеют двухканальную и резервируемую структуру. Выходные уровни DOUT4xA/V в процессе работы непрерывно считываются обоими микроконтроллерами. Оба микроконтроллера подают на выходы тестовые импульсы, которые они поочередно считывают друг с друга и анализируют.

С помощью этих действий безопасно распознаются короткие замыкания по 24 В, 0 В и перекрестные замыкания между любыми выходами. В случае ошибки выход переходит в безопасное состояние (DOUT4xA/V отключен, или 0 В). Генерируется сообщение об ошибке [57-0] IO-ERR.

При критических внутренних ошибках, приводящих к тому, что один или оба микроконтроллера не могут больше безопасно управлять состоянием входов, все выходы совместно отключаются, в

том числе, при неравнозначных выходах оба контакта A/B переключаются на уровень Low.

Примеры таких ошибок:

- ошибка рабочего напряжения,
- ошибка блоков датчиков,
- ошибка памяти, ошибка стека,
- устройство контроля выполнения программы сообщает об ошибках, внутренние ошибки связи.

### Временная диаграмма

На следующем рисунке в качестве примера показана диаграмма отключения и повторного включения выхода DOUT40. Также отображаются тестовые импульсы для уровня High. Они имеют временной сдвиг для всех выходов.

### Digital Output (цифровой выход) DOUT40A/B

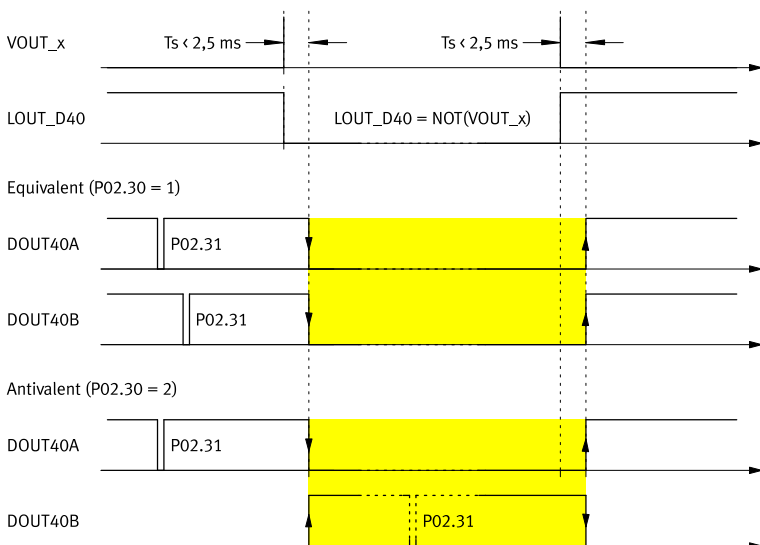


Fig. 58 Временная диаграмма двухканальных безопасных выходов

Термин/сокращение	Пояснение
VOUT_x	Виртуальные выходы
LOUT_x	Логические выходы
DOUT40A, DOUT40B	Двухканальные цифровые выходы
Равнозначные / неравнозначные	Равнозначные / Неравнозначные

Tab. 82 Пояснение к временной диаграмме двухканальных безопасных выходов

С момента активации безопасного выхода проходит некоторое время, прежде чем контакты выхода переключатся:

Время задержки с LOUT_D4x до смены уровня выхода	Минимально	Максимально	Типично
Время задержки Ts	0,0 мс	2,5 мс	0,5 мс
Длительность тестовых импульсов (P02.31, ...)	0,4 мс	10,0 мс	1,0 мс

Tab. 83 Время задержки DOUT40 ... DOUT42

### Параметры для двухканальных цифровых выходов

Номер параметра для выхода ...			Название	Описание
DIN40	DIN41	DIN42		
P02.30	P02.32	P02.34	Режим работы	Режим: выкл. (0 В) / равнозначный / неравнозначный / ВКЛ. (24 В)
P02.31	P02.33	P02.35	Длина тестового импульса	Длина импульса тестирования

Tab. 84 Параметры двухканальных цифровых выходов

## 3.9.2 Внутреннее управление тормозом контроллера [X6]

### Назначение



Fig. 59 Символ удерживающего тормоза

Контроллер снабжен встроенными силовыми выключателями для безопасного управления тормозом. Выполняется переключение как разъема +24 В, так и разъема 0 В удерживающего тормоза с помощью отдельных силовых транзисторов.

Активация удерживающего тормоза обычно происходит функционально через контроллер. Но, кроме того, можно использовать силовые выключатели в сочетании с CAMC-G-S3, чтобы активировать узел фиксации или удерживающий тормоз с помощью функции обеспечения безопасности SBC.

### i

Встроенное управление тормозом на выходе [X6] выполняет запросы PL d / кат. 3 согласно EN ISO 13849 или SIL 2 согласно EN 61800-5-2.

### Функция

Модуль безопасности активно участвует в управлении переключателями “High Side” и “Low Side” в контроллере. Доступ осуществляется на модуле безопасности диверсифицировано через оба

микроконтроллера с помощью сигналов BR+\_BASEUNIT и BR-\_BASEUNIT. Состояние Low соответствующего сигнала отключает соответствующий силовой транзистор, срабатывает удерживающий тормоз.



В состоянии при поставке внутреннее управление тормозом уже сконфигурировано так, что запрос функции обеспечения безопасности SBC вызывает отключение сигналов BR+\_BASEUNIT и BR-\_BASEUNIT.

Соблюдайте полярность сигналов управления из функции SBC:

$VOUT\_SBC\_BRK\_ON = 1$  означает, что должен сработать узел фиксации или удерживающий тормоз.

Поэтому сигнал управления следует инвертировать:

$LOUT\_BRAKE\_CTRL = NOT(VOUT\_SBC\_BRK\_ON)$

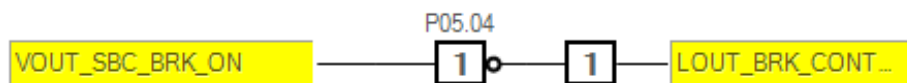


Fig. 60 Конфигурирование управления тормозом (пример)

### Принципиальная блок-схема

#### Internal Brake

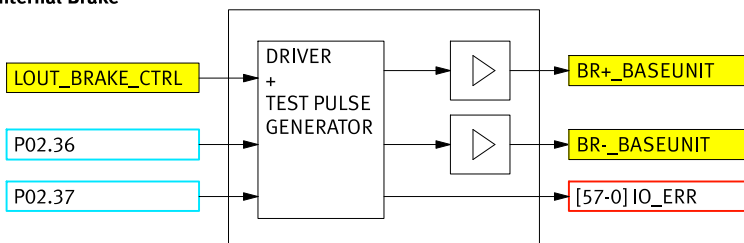


Fig. 61 Принципиальная блок-схема безопасного управления тормозом в базовом устройстве

Термин/сокращение	Пояснение
LOUT_BRAKE_CONTROL	Логический выход управления тормозом
DRIVER + TEST PULSE GENERATOR	Задающее устройство и генерирование тестовых импульсов
BR+_BASEUNIT/BR-_BASEUNIT	Внутренние сигналы: управление тормозом
[57-0] IO_ERR	Внутренний сигнал ошибки: ошибка 57-0

Tab. 85 Пояснение к принципиальной блок-схеме безопасного управления тормозом в базовом устройстве

<b>Выход сигналов управления BR+ / BR-</b>	<b>безопасное управление тормозом не снабжается током</b>	<b>безопасное управление тормозом снабжается током</b>
LOUT_BRAKE_CTRL	1	0
BR+_BASEUNIT	0	1
BR-_BASEUNIT	0	1

Tab. 86 Логические сигналы BR+\_BASEUNIT/BR-\_BASEUNIT

### Распознавание ошибок

За счет тестовых импульсов проверяется функция выключателей “High Side” и “Low Side” в процессе работы. Длину тестовых импульсов можно параметризовать (P02.37). Проверка посредством тестовых импульсов проводится отдельно для каждого силового выключателя в базовом устройстве всегда в том случае, если безопасное управление тормозом снабжается током. Длительность импульсов можно параметризовать. С помощью внутреннего ответного сигнала подтверждения модулем безопасности измеряется напряжение на безопасном выходе тормоза.

Распознаются следующие ошибки:

- Замыкание с BR+ на 24 В.
- Замыкание с BR- на 0 В.

В случае ошибки генерируется ошибка [57-0] IO\_ERR.



Встроенная схема управления тормозом на выходе [X6] предназначена для узлов фиксации или удерживающих тормозов с 24 В и потреблением тока макс. 2 А → технические характеристики выхода тормоза в описании аппаратной части GDCP-CMMP-AS-G3-HW-...

В качестве альтернативы управление узлом фиксации или удерживающим тормозом может выполняться через безопасный цифровой выход (DOUT40 – DOUT42) и внешнее коммутационное устройство тормоза.

Примеры → 4.3.5 Активация узла фиксации и → 4.3.6 Активация 2-канального узла фиксации.

### Временная диаграмма

На следующем рисунке в качестве примера показана диаграмма отключения и повторного включения внутреннего выхода тормоза [X6]. Также отображаются тестовые импульсы при снабжаемом током узле фиксации или удерживающем тормозе (продуваемом). Они имеют временной сдвиг.

### Internal Brake (внутренний тормоз)

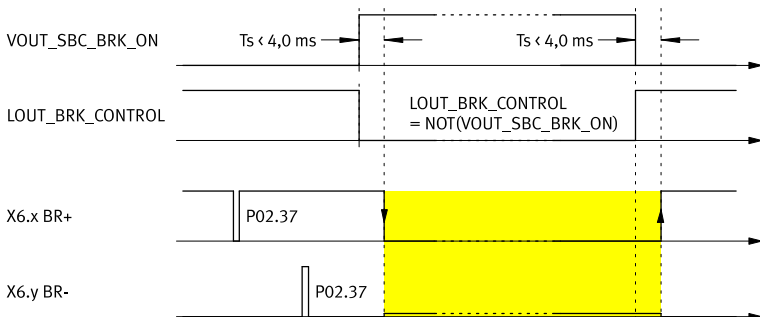


Fig. 62 Временная диаграмма встроенного управления тормозом в базовом устройстве

Термин/сокращение	Пояснение
VOUT_SBC_BRK_ON	Виртуальный выход управления внутренним тормозом
LOUT_BRK_CONTROL	Логический выход управления внутренним тормозом
X6.x BR+ / X6.y BR-	Сигналы на контактах выхода тормоза в базовом устройстве

Tab. 87 Пояснение к временной диаграмме встроенного управления тормозом в базовом устройстве

С момента активации встроенного тормоза проходит некоторое время, прежде чем контакты выхода переключатся на [X6]:

Время задержки с LOUT_BRAKE_CTRL до смены уровня выхода тормоза [X6] базового устройства	Минимально	Максимально	Типично
Время задержки Ts	0,0 мс	4,0 мс	2,0 мс
Длительность тестовых импульсов (P02.37)	0,4 мс	10,0 мс	1,0 мс

Tab. 88 Время задержки внутреннего тормоза

### Параметры для внутреннего безопасного управления тормозом

Внутренний тормоз		
Номер	Название	Описание
P02.37	Длина тестового импульса	Длина импульса тестирования

Tab. 89 Параметры внутреннего тормоза

### 3.9.3 Сигнальный контакт C1, C2 [X40]

#### Назначение



Fig. 63 Символ выхода реле

В качестве выхода диагностики преимущественно используется беспотенциальный сигнальный контакт. Через него можно сообщить о рабочем состоянии модуля безопасности внешней системе управления безопасностью.

#### Функция

Сигнальный контакт является одноканальным и не должен использоваться как часть цепочки обеспечения безопасности.

Контакт не снабжен принудительно срабатывающими контактами для нацеленного на безопасность контроля безошибочной работы. Беспотенциальный сигнальный контакт можно сконфигурировать точно так же, как безопасный выход, но невозможна выдача тестовых импульсов для проверки цифровых входов.

Контакт выполнен как замыкающий. В состоянии покоя / не снабжаемом током состоянии контакт разомкнут, равно как и во время инициализации и выключения/включения питания (Power off/on) модуля безопасности.

#### Принципиальная блок-схема

#### Signal Relais C1/C2

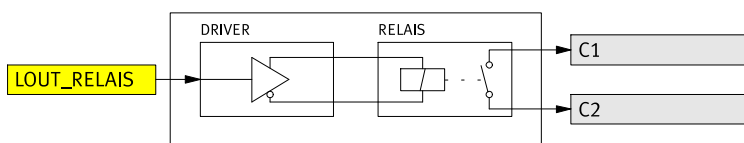


Fig. 64 Принципиальная блок-схема беспотенциального релейного выхода

Термин/сокращение	Пояснение
LOUT_RELAIS	Логический выход контакта обратной связи
DRIVER	Задающее устройство

Tab. 90 Пояснение к принципиальной блок-схеме беспотенциального релейного выхода

Выход сигнального контакта	Состояние покоя	Активное состояние
LOUT_RELAIS	0	1
Контакт C1/C2	разомкнут	замкнут

Tab. 91 Логические сигналы сигнального контакта

### Распознавание ошибок

Состояние переключающего контакта не контролируется.



В состоянии при поставке сигнальный контакт предварительно сконфигурирован следующим образом:  
 контакт замкнут, если нет ошибок, и все запрошенные функции обеспечения безопасности сообщают в ответ о безопасном состоянии (комплексное сообщение VOUT\_SSR “Safe State Reached”).

### Временная диаграмма

На следующем рисунке в качестве примера показана диаграмма отключения и повторного включения сигнального контакта.

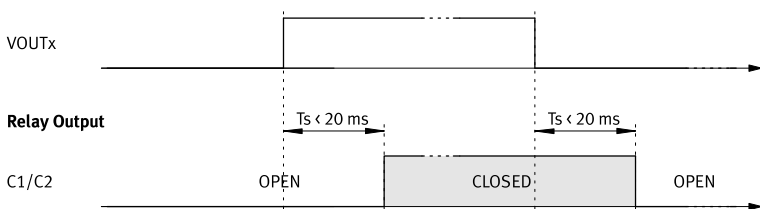


Fig. 65 Временная диаграмма беспотенциального сигнального контакта

### Signaling contact (сигнальный контакт) C1/C2

Термин/сокращение	Пояснение
VOUTx	Виртуальный выход
OPEN / CLOSED	(Релейный контакт) разомкнут / замкнут

Tab. 92 Пояснение к временной диаграмме беспотенциального сигнального контакта

С момента активации реле проходит некоторое время, прежде чем контакты выхода переключатся:

Время задержки с LOUT_RELAIS до переключения реле	Минимально	Максимально	Типично
Время задержки $T_s$	0,0 мс	20,0 мс	6,0 мс

Tab. 93 Время задержки релейного выхода

Сигнальный контакт выполнен как миниатюрное реле.



Срок службы и выдерживаемые циклы переключения реле во многом зависят от величины и типа нагрузки релейного контакта.

Электрические параметры сигнального контакта

→ Tab. 143 Технические характеристики: сигнальный контакт C1/C2 [X40].

### **3.9.4    Вспомогательное питание 24 В [X40]**

Вспомогательное питание может задействоваться при использовании контакта обратной связи C1/C2 или для питания внешних активных датчиков.

Модуль безопасности обеспечивает на интерфейсе X40 постоянное напряжение 24 В с допустимой нагрузкой максимум 100 мА.

Выход для 24 В защищен резистором с ТКС от перегрузки и короткого замыкания.

---

#### **i**

Электрические параметры вспомогательного питания

→ Tab. 144 Технические характеристики: вспомогательное питание 24 В [X40].

---

## **3.10    Рабочее состояние и индикация состояния**

### **3.10.1    Состояния системы / автомат состояний**

На следующем рисунке показаны переходы между состояниями модуля безопасности при запуске после включения питания.

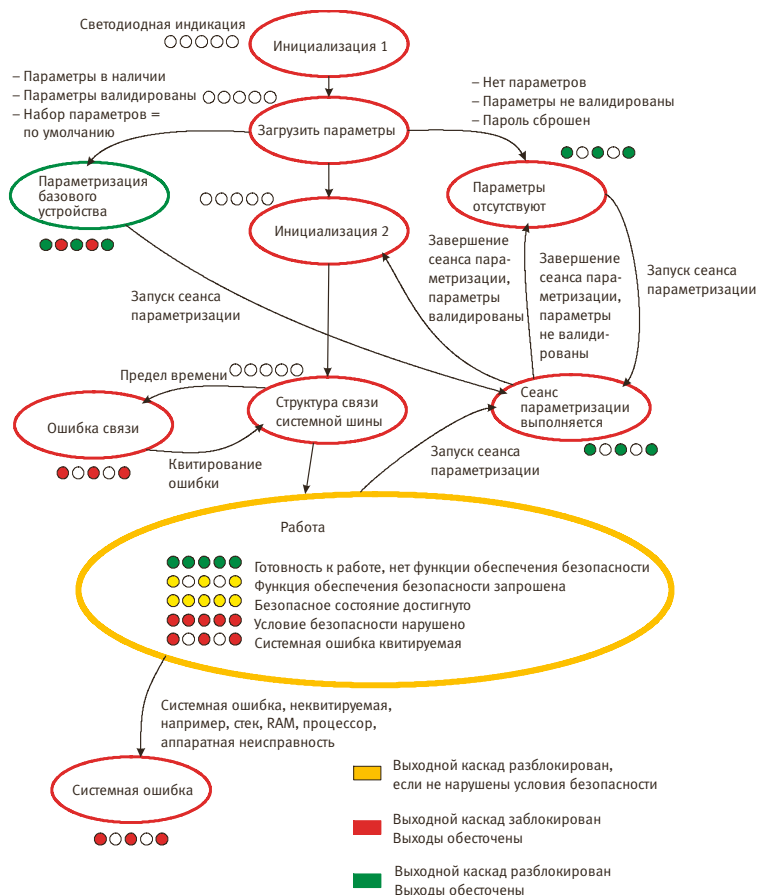


Fig. 66 Состояния “всей системы”

**Описание состояний “всей системы”**

- В фазе инициализации 1 выполняются основные системные тесты аппаратной части и прошивки.
- Затем набор параметров загружается из карты памяти модуля и проверяется:
  - Модуль безопасности проверяет, имеется ли в модуле безопасности действительный безопасный набор параметров. Действительный безопасный набор параметров присутствует, если все отдельные параметры валидированы, и весь набор параметров имеет статус “валидирован”.
  - Он проверяет, находится ли модуль безопасности в состоянии поставки. В состоянии поставки все отдельные параметры валидированы, но весь набор параметров имеет статус “не валидирован”. Дополнительно в наборе параметров задан признак “Состояние при поставке”.

---

**i**

В состоянии при поставке можно ввести базовое устройство в эксплуатацию и управлять перемещением мотора. Модуль безопасности предварительно сконфигурирован с функциями обеспечения безопасности STO и SBC, которые могут запрашиваться через DIN40, и предоставляет минимальную защиту → 5.4.2 Состояние при поставке и → 5.4.1 Заводская настройка.

---

- Если не все отдельные параметры валидированы, или набор параметров в целом обладает признаком “не валидирован”, и отсутствует состояние при поставке, модуль безопасности переходит в состояние “Сервис” и ждет параметризации от внешней системы.
- 

**i**

В состоянии “Сервис” нельзя ввести двигатель и базовое устройство в эксплуатацию. Модуль безопасности отключил все безопасные выходы, а также сигналы управления внутри устройства для разблокировки выходного каскада и удерживающего тормоза.

---

- При завершении параметризации подсоединяется вторая система инициализации.
- Затем устанавливается связь с базовым устройством.
- Если до сих пор не установлены никакие ошибки, и модуль безопасности имеет действительный безопасный и полностью валидированный набор параметров, он переходит в состояние “Работа”, в котором можно запрашивать и выполнять функции обеспечения безопасности. В состоянии “Работа” все модули эксплуатируются согласно своим установленным требованиями функциональным возможностям.
- При обнаружении системной ошибки, например, неисправного датчика положения, модуль безопасности переходит в состояние “Системная ошибка”, из которого можно выйти только после устранения ошибки и последующего квитирования ошибки или перезапуска системы.

Переходы между состояниями модуля безопасности во время действия состояния “Работа”

→ Fig.67.

- Пока не запрошена ни одна функция обеспечения безопасности, существует состояние “Готовность к работе”.
- Если запрошена, по меньшей мере, одна функция обеспечения безопасности, модуль безопасности переходит в состояние “Функция обеспечения безопасности запрошена”. Контроль уже активен, но безопасное состояние еще не достигнуто, например, из-за того, что обходится профиль скорости.
- Наступает состояние “Безопасное состояние достигнуто”. Контроль активен. Привод находится в безопасном состоянии.
- Состояние “Условие безопасности нарушено” принимается в случае ошибки. Из него можно выйти только через квитирование ошибки.

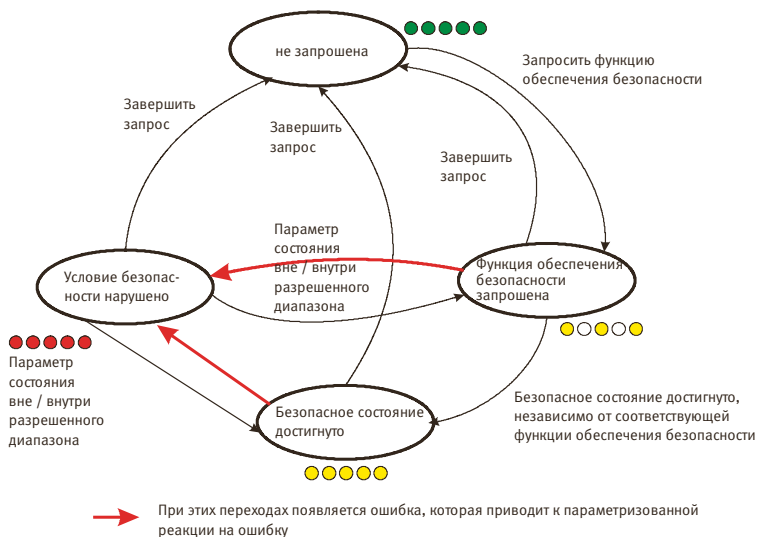


Fig. 67 Состояния функций обеспечения безопасности “Работа”

Функции обеспечения безопасности, со своей стороны, не имеют средств управления процессом (последовательностью) и генерируют сообщения о состояниях и ошибках (пример функции обеспечения безопасности SS1 → Fig.30). Из состояний ошибки и рабочих состояний отдельных функций обеспечения безопасности и логических функций генерируются различные комплексные сообщения о состоянии.

Комплексные сообщения формально реализуются как виртуальные выходы. Они направляются обратно как соответствующие логические входы. За счет этого можно активировать выходы (например, сигнальное реле) в зависимости от состояния системы, а также активировать функции обеспечения безопасности в зависимости от состояния системы. Ниже описываются комплексные сообщения о состоянии.

**VOUT\_READY: “Готовность к работе, функция обеспечения безопасности не запрошена”**

Сигнал “Готовность к работе, функция обеспечения безопасности не запрошена” становится “1”, если нет сообщения об ошибке, реакция на которое превышает предупреждение, и если не запрошена ни одна функция обеспечения безопасности.

**VOUT\_SERVICE: “Сервис”, модуль безопасности следует параметризовать**

Сигнал “Service” становится “1”, если набор параметров модуля недействителен, если выполняется сеанс параметризации, или если нет ни одного набора параметров. В наборе параметров существует код (признак), с помощью которого модуль безопасности может распознать, идет ли речь о состоянии при поставке (=стандартный набор параметров).

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Если контрольная сумма набора параметров имеет ошибку, то это серьезная внутренняя ошибка, которая приводит к состоянию “Системная ошибка”.

#### **VOUT\_SFR: “Safety Function Requested” / “Функция обеспечения безопасности запрошена”**

Сигнал “Функция обеспечения безопасности запрошена” становится “1”, если запрошена, по меньшей мере, одна функция обеспечения безопасности. Он остается активным до тех пор, пока не произойдет сброс всех запросов.

#### **VOUT\_SSR: “Safe State Reached” / “Безопасное состояние достигнуто”**

Сигнал “Безопасное состояние достигнуто” становится “1”, если при **всех** запрошенных функциях обеспечения безопасности выход “Безопасное состояние достигнуто” активен, и если запрошена, как минимум, одна функция обеспечения безопасности.

#### **VOUT\_ERROR: “System Error” / “Внутренняя системная ошибка”**

Сигнал “Системная ошибка” становится “1”, если имеется минимум одна ошибка, реакция на которую параметризована выше уровня “Предупреждение”. Отсюда исключены ошибки категории “Условие безопасности нарушено”, которые имеют собственную сигнализацию сообщениями комплексных ошибок.

Примечание: это тот случай, когда либо имеется квитируемая ошибка модуля, либо вся система в целом находится в состоянии “Системная ошибка” или “Ошибка связи”.

#### **VOUT\_SCV: “Safety Condition Violated” / “Условие безопасности нарушено”**

Сигнал “Условие безопасности нарушено” становится “1”, если в блоке управления ошибками присутствует, по меньшей мере, одна ошибка категории “Условие безопасности нарушено”, и если реакция на ошибку для этой ошибки имеет более высокий приоритет, чем “Предупреждение”.

#### **VOUT\_WARN: “Предупреждение”**

Сигнал “Предупреждение” становится “1”, если имеется минимум одна ошибка, реакция на которую параметризована на уровне “Предупреждение”. Отсюда исключены ошибки категории “Условие безопасности нарушено”.

#### **VOUT\_PS\_EN: “Power Stage Enable” / “Готовность к включению выходного каскада”**

Сигнал “Готовность к включению выходного каскада” напрямую отражает состояние безопасной блокировки импульсов (функция обеспечения безопасности STO). Оно установлено на “1”, если питание задающего устройства разблокировано модулем безопасности, и на “0”, если питание задающего устройства было отключено через функцию обеспечения безопасности STO.









### **3.10.2 Индикация состояния на модуле безопасности**

Для индикации состояния функции безопасности модуль безопасности снабжен светодиодом на лицевой стороне → 6.4.1 Светодиодная индикация на модуле безопасности.

Светодиод состояния обеспечивают индикацию рабочего состояния модуля безопасности. Индикация должна использоваться только для диагностики и не предназначена для обеспечения безопасности.

Если одновременно существует несколько состояний, вызывающих индикацию, отображается состояние с наивысшим приоритетом. Приоритеты представлены в следующей таблице.

Индикация представляет собой непрерывный свет или мигание с частотой ок. 3 Гц.

Светодиодная индикация	Сообщение о состоянии	Приоритет	Состояние модуля безопасности	Внутреннее состояние
мигает красным 	VOUT_ERROR = 1	7	“Системная ошибка”	Вся система находится в состоянии “Системная ошибка” или “Ошибка связи”.
горит красным 	VOUT_SCV = 1 VOUT_SFR = 1	6	“Safety Condition Violated”, запущена реакция на ошибку	Нарушение как минимум одной из запрошенных в текущий момент функций обеспечения безопасности.
горит желтым 	VOUT_SSR = 1 VOUT_SFR = 1	5	“Safe State Reached”, безопасное состояние достигнуто	Все запрошенные функции обеспечения безопасности находятся в состоянии “Безопасное состояние достигнуто”.
мигает желтым 	VOUT_SFR = 1	4	“Safety Function Requested”, функция обеспечения безопасности запрошена.	Сигнал активен, если запрошена, как минимум, одна функция обеспечения безопасности. Он остается активным до тех пор, пока не произойдет сброс всех запросов.
мигает красным/зеленым 	VOUT_SERVICE = 1 VOUT_PS_EN = 1	3	“Состояние при поставке”	Состояние при поставке можно отличить от состояния “Сервис” в части VOUT_PS_EN.
мигает зеленым 	VOUT_SERVICE = 1 VOUT_PS_EN = 0	2	Состояние “Сервис”	Параметры отсутствуют, параметры недействительны, или выполняется сеанс параметризации.
горит зеленым 	VOUT_READY = 1 VOUT_PS_EN = 1	1	“Ready”, готов к работе	Готовность к работе, функция обеспечения безопасности не запрошена, нет ошибок.
выкл. 	VOUT_READY = 0 VOUT_PS_EN = 0	0	“Выполняется инициализация”	Инициализация 1: загрузка параметров, инициализация 2: структура связи.

Tab. 94 Состояния системы и сообщения

### 3.10.3 7-сегментный индикатор контроллера

7-сегментный индикатор контроллера отображает дополнительную информацию

→ 6.4.2 7-сегментный индикатор контроллера, например:

- индикация активной функции обеспечения безопасности,
- индикация сообщений об ошибках модуля безопасности с однозначными номерами ошибок.  
При этом уже запрошенные функции остановки (STO, SS1, SS2, SOS) имеют более высокий приоритет, чем остальные функции обеспечения безопасности
- 6.6 Диагностические сообщения с указаниями по устранению неполадок.
- Индикация активного сеанса параметризации.

## 3.11 Постоянная и временная память диагностики в контроллере

В постоянной памяти контроллеров диагностические сообщения сохраняются на длительный срок (с защитой от сбоя сетевого питания). Это запоминающее устройство состоит из 2 сегментов, которые заполняются друг за другом. Если оба сегмента заполнены, более старый сегмент автоматически стирается. Таким образом, доступен квазикольцевой буфер для долговременно хранящихся сообщений.

Контроллер управляет постоянной памятью диагностики, которая хранится в системе энергонезависимой памяти устройства и остается, в том числе, при сбое напряжения / выключении питания (Power Off). Постоянная память диагностики служит для сохранения в энергонезависимой памяти ошибок и прочих событий.

Постоянная память диагностики состоит из двух блоков, которые заполняются записями поочередно. Если один блок переполнен, другой блок стирается. Архитектурой памяти обусловлено, что в процессе удаления содержимого теряется половина сохраненных записей.

Постоянная память диагностики используется как модулем безопасности, так и контроллером. Записи контроллера будут отнесены ко всей доступной в итоге ячейке памяти. Для модуля безопасности не зарезервирована ячейка памяти.

Сообщения о состояниях и об ошибках записываются в хронологическом порядке. Самые ранние записи удаляются, когда блок переполняется.

Применительно к модулю безопасности в постоянной памяти диагностики протоколируются следующие события:

- открытие сеанса параметризации (а также попытка открытия),
- закрытие сеанса параметризации,
- изменение / сброс пароля,
- сохранение набора параметров в модуле безопасности,
- ошибки и предупреждения,
- квитирование ошибок,
- запрос функции безопасности (с возможностью активации).

---

### i

Протоколирование запроса функции обеспечения безопасности деактивировано предприятием-изготовителем, при необходимости его можно активировать через параметр P20.4A.

---

Запись в списке ошибок в FCT выглядит следующим образом:

Но-мер	Номер неполадки	Описание неполадки	Отметка времени	Постоянная	Свободный параметр	Тип
1	00-21	Запись журнала из модуля безопасности	580:15:0-3	0x0000	Ошибка квитирувана, источник: 0x01, без ошибок	Ошибка
2	00-8	Контроллер включен	580:15:0-0	0x0000	0x0000	Ошибка
3	00-12	Замена модуля: текущий модуль	580:15:2-2	0x4830	CAMC-G-S3, S/N: 1212820487, версия аппаратной части: 1.0, Версия ПО: 1.0	Ошибка
4	00-11	Замена модуля: предыдущий модуль	580:15:2-2	0x48FF	CAMC-DS-M1, S/N: 3781764777, версия аппаратной части: 0.1, Версия ПО: 0.1	Ошибка
...	...	...	...	...	...	...

Tab. 95 Пример записей в постоянной памяти диагностики базового устройства с сообщениями об ошибках модуля безопасности

Запись в постоянной памяти диагностики содержит следующую информацию:

- порядковый номер,
- номер состояния или ошибки, состоящий из главного индекса и субиндекса, с кратким описанием,
- параметры диагностики в шестнадцатеричном формате:
  - 1 x 16 битов: постоянная,
  - 1 x 32 бита: свободный параметр (расшифровка зависит от ошибки),
- отметка времени, текущее системное время счетчика часов работы в контроллере.

Сообщения об ошибках модуля безопасности при необходимости содержат еще дополнительную информацию, которая представлена в виде “последующей записи”. Таким образом, запись № 2 содержит дополнительную информацию к записи ошибки № 1.

**i**

При запросах в службу клиентской поддержки всегда документируйте полную информацию об ошибках, прежде всего, параметры диагностики и последующие записи.

Параметры диагностики содержат внутреннюю информацию, например, о том, в каком программном модуле и при каких условиях возникла ошибка. Эта информация предназначена для производителя и в определенных ситуациях может быть полезна для решения проблем.

Вы можете считывать и экспортировать в CSV-файл всю память диагностики устройства. В этом случае файл содержит весь архив ошибок устройства и может использоваться для выяснения ошибок и для запросов в службу клиентской поддержки.

### 3.12 Диаграммы времени

#### 3.12.1 Время считывания

Модуль безопасности работает с циклической регистрацией всех входных и выходных величин. Регистрация проводится с помощью двух фиксированных тактовых частот

→ Tab. 96 Время считывания модуля безопасности.

Такт	Частота считывания	Время цикла	Функция
T <sub>Sample</sub>	тип. 8 кГц	тип. 125 мкс	Такт синхронизируется внутри по уровню такта считывания для регулирования базового устройства, диапазон T <sub>Sample</sub> = 100 мкс - 200 мкс <ul style="list-style-type: none"> <li>– Регистрация всех входов и выходов</li> <li>– Анализ датчиков положения</li> <li>– Расчет фильтров</li> <li>– Генерирование тестовых импульсов</li> <li>– Внутренняя связь</li> </ul>
T <sub>Logic</sub>	500 Гц	2 мс	Фиксированный такт считывания для функций обеспечения безопасности <ul style="list-style-type: none"> <li>– Расчет функций обеспечения безопасности</li> <li>– Расчет логических функций</li> <li>– Автомат состояний, управление ошибками</li> <li>– Прохождение сигнала LIN_x → VOUT_x</li> </ul>

Tab. 96 Время считывания модуля безопасности

**i**

При этом регистрация входных сигналов подвержена воздействию максимального дрожания сигналов  $T_{Logic} + T_{Sample}$ . Входной сигнал регистрируется либо сразу, либо позже, но не позднее чем через 2,125 мс. Такое дрожание применительно к входному сигналу может воздействовать и при запуске функции обеспечения безопасности. Дрожание сигнала учитывается в установленных требованиях значениях времени реакции отдельных функциональных блоков.

**3.12.2 Время реакции при запросе функции обеспечения безопасности**

Время реакции модуля безопасности состоит из трех элементов:

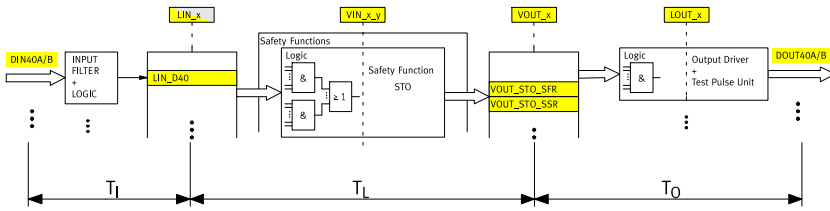


Fig. 68 Время реакции модуля безопасности (схематическое изображение, фрагмент из Функциональная принципиальная схема модуля безопасности)

$T_1$  : время с момента смены сигнала на входе до момента представления состояния входа в логическом входном сигнале  $LIN_x$ . Время зависит от настроек входного фильтра

➔ 3.4 Цифровые входы.

$T_L$  : время для выполнения функции обеспечения безопасности или логической функции от  $LIN_x$  до выдачи состояния в  $VOUT_x$ . Время зависит от настроек функций обеспечения безопасности и логических функций, установленное требованиями в ➔ 3.5 Функции обеспечения безопасности и ➔ 3.6 Логические функции.

$T_O$  : время для выдачи информации о состоянии  $VOUT_x$  на цифровые выходы. Время зависит от задержки переключения выходов ➔ 3.8 Управление ошибками и квитирование ошибок.

**i**

Если выходные сигналы  $VOUT_x$  отводятся на входы  $LIN_x$ , следует учитывать, что дополнительно возникает время распространения сигнала  $T_{Logic}$ .

Пример: использование расширенных логических функций для запроса функции обеспечения безопасности, через сигнал  $LIN\_ALFx\_OUT$ .

➔ Если возможно, следует запрашивать функции обеспечения безопасности напрямую, чтобы минимизировать время распространения сигнала.

Полученное в результате время реакции до выполнения функции обеспечения безопасности представляет собой сумму:

$$T_{res} = T_1 + T_L$$

Пример: Запрос STO через DIN40, задан быстрый запрос P02.08

Время реакции	Минимально	Максимально	Типично
Данные для T <sub>I</sub> для DIN4x → Tab. 23 Время задержки DIN40 ... DIN43			
Время реакции для параметра “Быстрое выявление запроса” = 1 (P02.08/P02.0D/P02.12/P02.17 = 1)	0,5 мс	2,5 мс	1,5 мс
Данные для T <sub>L</sub> для STO → Tab. 32 Время задержки STO			
Время реакции до отключения питания задающего устройства, базовое устройство и выходной каскад ВЫКЛ.	2,5 мс	4,5 мс	3,5 мс
<b>Сумма:</b>	<b>3,5 мс</b>	<b>7,0 мс</b>	<b>5,0 мс</b>

Tab. 97

Время до сообщения о состоянии – о том, что запрошена функция обеспечения безопасности, рассчитывается по формуле:

$$T_{res} = T_I + T_L + T_O$$

Пример: запрос SOS через DIN40, P02.08 = 0, P02.04 = 3 мс, P0B.00 = 2 мс

Время реакции	Минимально	Максимально	Типично
Данные для T <sub>I</sub> для DIN4x → Tab. 23 Время задержки DIN40 ... DIN43			
Время реакции без параметра “Быстрое выявления запроса” и времени фильтрации 3 мс	3,5 мс	5,5 мс	4,5 мс
Данные для T <sub>L</sub> для SOS → Tab. 56 Время задержки SOS			
Данные VOUT_SOS_SSR с P0B.00 = 2 мс	4,0 мс	4,1 мс	4,0 мс
Данные для T <sub>O</sub> через DOUT40 → Tab. 83 Время задержки DOUT40 ... DOUT42			
Время задержки T <sub>s</sub>	0,0 мс	2,5 мс	0,5 мс
<b>Сумма:</b>	<b>7,5 мс</b>	<b>12,1 мс</b>	<b>9,0 мс</b>

Tab. 98

### 3.12.3 Время реакции при нарушении функции обеспечения безопасности

Время реакции модуля безопасности при появлении опасных перемещений или отказе датчика положения тоже состоит из трех элементов:

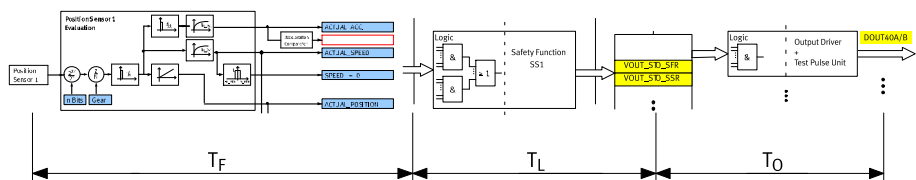


Fig. 69 Расчет скорости и ускорения (схематическое изображение, фрагменты из Расчет скорости и ускорения и Функциональная принципиальная схема модуля безопасности)

$T_F$  : время с момента появления опасного перемещения до момента представления в модуле безопасности (фильтр для сигналов скорости), или время до выявления неисправного датчика положения

→ Tab. 13 Параметры для распознавания ошибок в блоках датчиков, которые влияют на диаграмму времени

$T_L$  : время для выполнения функции обеспечения безопасности или логической функции от LIN\_x с учетом (при наличии) времени допуска до выдачи сигнала ошибки VOUT\_xxx\_SCV

→ 3.5 Функции обеспечения безопасности.

$T_O$  : время для выдачи информации о состоянии VOUT\_x на цифровые выходы. Время зависит от задержки переключения выходов → 3.8 Управление ошибками и квитирование ошибок.

Обнаружение опасного перемещения: время реакции до происходящего в модуле распознавания нарушения является суммой:

$$T_{res} = T_F + T_L$$

Пример: функция обеспечения безопасности SSF0, реализованная как SLS, время допуска POE.03 = 4 мс Конфигурация датчика с фильтром частоты вращения PO6.08 = 8 мс

Время реакции	Минимально	Максимально	Типично
Регистрация опасного перемещения $T_F$			
Задержка сигнала в фильтре частоты вращения, PO6.08	8,0 мс	8,1 мс	8,0 мс
Функция обеспечения безопасности SS0, $T_L$			
Время реакции с учетом времени допуска POE.03	4,0 мс	6,0 мс	5,0 мс
<b>Сумма:</b>	<b>12,0 мс</b>	<b>14,1 мс</b>	<b>13,0 мс</b>

Tab. 99

Обнаружение опасного перемещения: время до безопасной выдачи сообщения о состоянии – о том, что нарушена функция обеспечения безопасности, рассчитывается по формуле:

$$T_{res} = T_F + T_L + T_O$$

Время реакции	Минимально	Максимально	Типично
Регистрация опасного перемещения $T_F$			

<b>Время реакции</b>	<b>Минимально</b>	<b>Максимально</b>	<b>Типично</b>
Задержка сигнала в фильтре частоты вращения, P06.08	8,0 мс	8,1 мс	8,0 мс
Функция обеспечения безопасности SS0, T <sub>L</sub>			
Время реакции с учетом времени допуска P0E.03 = 4 мс	4,0 мс	6,0 мс	5,0 мс
Данные для T <sub>0</sub> через DOUT40 → Tab. 83 Время задержки DOUT40 ... DOUT42			
Время задержки Ts	0,0 мс	2,5 мс	0,5 мс
<b>Сумма:</b>	<b>12,0 мс</b>	<b>16,6 мс</b>	<b>13,5 мс</b>

Tab. 100

Обнаружение опасного перемещения: время с момента появления опасного перемещения до реакции на ошибку (здесь: STO) и до безопасного отключения выходного каскада, рассчитывается по формуле:

$$T_{res} = T_F + T_{L,SSFO} + T_{L,STO}$$

Пример: как и до этого, отключение привода через реакцию на ошибку STO

<b>Время реакции</b>	<b>Минимально</b>	<b>Максимально</b>	<b>Типично</b>
Регистрация опасного перемещения T <sub>F</sub>			
Задержка сигнала в фильтре частоты вращения, P06.08	8,0 мс	8,1 мс	8,0 мс
Функция обеспечения безопасности SS0, T <sub>L</sub>			
Время реакции с учетом времени допуска P0E.03 = 4 мс	4,0 мс	6,0 мс	5,0 мс
Данные для T <sub>L</sub> для STO → Tab. 32 Время задержки STO			
Время реакции до отключения питания задающего устройства, базовое устройство и выходной каскад ВЫКЛ.	2,5 мс	4,5 мс	3,5 мс
<b>Сумма:</b>	<b>14,5 мс</b>	<b>18,6 мс</b>	<b>16,5 мс</b>

Tab. 101

Обнаружение неисправного датчика положения. Время с момента появления ошибки в датчике положения до реакции на ошибку (здесь: STO) и до безопасного отключения выходного каскада, рассчитывается по формуле:

$$T_{res} = T_F + T_{L,STO}$$

Пример: обнаружение ошибки датчика, отключение привода через реакцию на ошибку STO

Время реакции	Минимально	Максимально	Типично
Обнаружение ошибки датчика T <sub>F</sub>			
Распознавание ошибки в анализе датчика	10,0 мс	10,1 мс	10,0 мс
Данные для T <sub>L</sub> для STO → Tab. 32 Время задержки STO			
Время реакции до отключения питания задающего устройства, базовое устройство и выходной каскад ВЫКЛ.	2,5 мс	4,5 мс	3,5 мс
<b>Сумма:</b>	<b>12,5 мс</b>	<b>14,6 мс</b>	<b>13,5 мс</b>

Tab. 102

### 3.12.4 Прочие показатели времени для распознавания ошибок и связи

Подробнее о времени задержки / времени реакции на ошибку см. в следующей таблице:

Описание	Время T <sub>F</sub> максимальное
Функция обеспечения безопасности запрашивается, параметры (величины) состояния недоступны → условие безопасности нарушено	2 мс
Вход: обнаружена константная погрешность сигнала, отсутствие тестового импульса	< 16 с
Выход: обнаружена константная погрешность сигнала, отсутствие тестового импульса	< 16 с
Двухканальные входы: ошибка равнозначности / неравнозначности на входе (время рассогласования)	с возможностью параметризации, типично 100 мс (P02.05, P02.0A, P02.0F, P02.14)
Устройство безопасного старта двумя руками: нарушение времени одновременности (время рассогласования)	с возможностью параметризации, типично 500 мс (P02.03)
Селектор режимов работы: нарушение 1-из-N (время рассогласования)	с возможностью параметризации, типично 100 мс (P02.01)
Ошибки оперативной памяти RAM, ошибки карты памяти, ошибки стека, ошибки ЦПУ, ошибки выполнения программы	в зависимости от типа ошибки 2 мс ... 8 ч
Перекрестное сравнение данных μC1/μC2 дает ошибку	< 16 с
Ошибка рабочего напряжения: время между появлением ошибки и запуском реакции	≤ 2 мс

Описание	Время TF максимальное
Цифровой датчик углового положения: ошибка связи, ошибка четверки цикла (пакеты EnDat неверны или отсутствуют)	≤ 2 мс
Другой датчик углового положения [X2B]: время задержки для передачи данных из базового устройства	≤ 400 мкс, типично 250 мкс
Передача пределов заданных значений (функции обеспечения безопасности управляют пределами заданных значений в контроллере)	≤ 2 мс

Tab. 103 Прочие показатели времени задержки / времени реакции на ошибку

### 3.13 DIP-переключатель

На лицевой стороне модуля безопасности находятся DIP-переключатели. Они не имеют функций, нацеленных на безопасность. Значение отдельных переключателей зависит от используемого интерфейса для связи по полевой шине.

С помощью DIP-переключателей можно активировать/деактивировать связь по полевой шине и, например, настроить адрес ведомой станции (слэйва).



Информацию о настройке DIP-переключателей см. в → описании монтажа и подключения, GDSP-CMMP-M3-HW-...

## 4 Монтаж и подключение

### 4.1 Монтаж / демонтаж

Модуль безопасности CAMC-G-S3 предназначен исключительно для установки в контроллеры CMMPAS-...- M3. Он не может работать вне контроллера.

#### **⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

#### **Опасность удара электрическим током при несмонтированном модуле безопасности**

Прикосновение к токоведущим частям может привести к тяжелым травмам, в том числе со смертельным исходом.

Перед прикосновением к токоведущим частям при проведении работ по техническому обслуживанию, ремонту и очистке, а также при длительных перерывах в эксплуатации:

- обесточьте электрооборудование с помощью главного выключателя и заблокируйте его от повторного включения.
- После отключения подождать минимум 5 минут, до окончания времени разгрузки, прежде чем получить доступ к контроллеру.

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

**Повреждение модуля безопасности или контроллера из-за неправильного обращения.**

- Перед проведением работ по монтажу и подключению следует выключить напряжение питания. Включать напряжение питания можно только после полного завершения работ по монтажу и подключению.
- Модуль безопасности под напряжением категорически запрещено отсоединять от контроллера или подсоединять к нему!
- Соблюдайте предписания по обращению с элементами, чувствительными к статическому электричеству. Не прикасайтесь к элементам и токопроводящим дорожкам платы и к контактам монтажной платы в контроллере. Можно брать только за переднюю панель или кромку платы модуля безопасности.

**Монтаж модуля безопасности**

1. Введите модуль безопасности в направляющие.
2. Затяните винты. Соблюдайте момент затяжки  $0,4 \text{ Н}\cdot\text{м} \pm 10 \%$ .  
Результат: передняя панель имеет токопроводящий контакт с корпусом.

**Демонтаж модуля безопасности**

1. Выкрутите винты.
2. Отсоедините модуль безопасности, слегка приподняв рычажок на переднем щитке или вытянув за ответную часть разъема на несколько миллиметров, и извлеките из отсека.

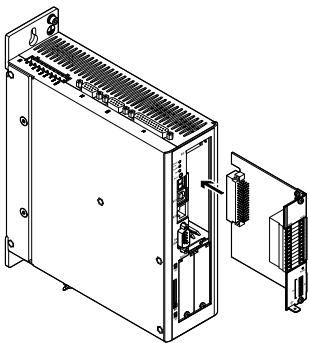


Fig. 70 Монтаж / демонтаж

## 4.2 Подключение электрической части

### 4.2.1 Инструкции по безопасности

#### **⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

##### **Потеря функции обеспечения безопасности!**

В машинном оборудовании без воздействия внешних сил, как правило, предполагается, что потери энергии происходят в безопасном состоянии (принцип тока покоя). Это следует продемонстрировать/подтвердить с помощью анализа опасностей и рисков использования.

Отсутствие функции обеспечения безопасности может привести к тяжелым необратимым повреждениям, например, из-за непредусмотренных перемещений подсоединенных исполнительных механизмов.

- С учетом вашего варианта применения обеспечьте безопасное электропитание или предусмотрите иные необходимые мероприятия.

При установке должны выполняться требования EN 60204-1. Если это невозможно, для исключения неисправностей служит, например, предохранительное коммутационное устройство с функцией обнаружения перекрестного замыкания.

#### **⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

##### **Опасность удара электрическим током от источников напряжения, в отношении которых не были приняты меры по защите.**

- Для электропитания логических схем следует использовать только цепи защитного сверхнизкого напряжения согласно EN 60204-1 (protective extra low voltage, PELV).
- Должны соблюдаться общие требования к электрическим цепям защитного сверхнизкого напряжения (PELV) согласно EN 60204-1.
- Применяйте только такие источники питания, которые обеспечивают надежную электроизоляцию рабочего напряжения других активных электрических цепей согласно EN 60204-1.

За счет использования электрических цепей PELV обеспечивается защита от удара электротоком (защита от прямого и косвенного прикосновения) согласно EN 60204-1. Используемое в системе устройство питания от сети 24 В должно выдерживать определенные в EN 60204-1 перебои в подаче напряжения.

Подключение кабелей выполняется на двух штекерах. За счет этого, например, при замене модуля безопасности, кабели могут оставаться подключенными в штекерах.

#### **i**

Убедитесь в том, что исключена возможность применения перемычек и т. п. параллельно защитной схеме, например, путем использования максимального сечения жил, равного 1,5 мм<sup>2</sup>, или специальных кабельных зажимов с изолирующим воротником.

Для укладки переходных кабелей между соседними устройствами используйте спаренные кабельные зажимы.

##### **Защита от электростатических разрядов**

Для неиспользуемых разъемов существует опасность повреждения устройства или других элементов установки электростатическим разрядом (electrostatic discharge, ESD). Заземлите части

установки перед подключением и примените специальное оснащение для защиты от электростатических разрядов (например, полосы для заземления и т. п.).

#### 4.2.2 Функциональное заземление

Если вы используете экранированный кабель для [X40]:

Неэкранированная часть кабеля должна быть как можно короче (< 50 мм), используйте короткий заземляющий ремень с плоским штекером 6,3 мм для подключения экрана.

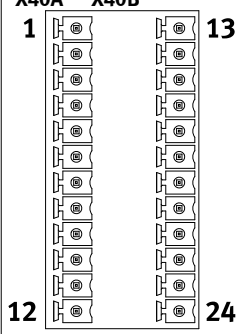
Вставьте плоский штекер для подключения экрана в предусмотренный разъем для функционального заземления на → Fig.3, разъем [7].

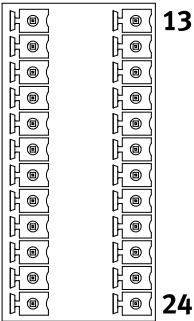
#### 4.2.3 Разъем [X40]

Модуль безопасности CAMC-G-S3 имеет на передней панели комбинированный интерфейс для управления и обратной связи посредством разъема [X40].

- Версия на устройстве: Phoenix Contact MINICOMBICON MC 1,5/8-GF-3,81 BK
- Разъем (в комплекте поставки): Phoenix Contact MINICOMBICON MC 1,5/8-STF-3,81 BK

Ответные части, представленные ответными разъемами для X40A и X40B, также заказываются отдельно: ассортимент разъемов NEKM-C-9.

Штекер	Контакт	Обозначение	Описание (заводская настройка <sup>1)</sup> )
	Штекерный разъем X40A		
	1	DIN40A	Цифровой вход 40, двухканальный (заводская настройка: коммутационное устройство аварийной остановки, запрос STO и SBC)
	2	DIN40B	
	3	DIN42A	Цифровой вход 42, двухканальный
	4	DIN42B	
	5	DOU40A	Цифровой выход 40, двухканальный
	6	DOU40B	
	7	DIN44	Цифровой вход 44 (заводская настройка: ответное сообщение тормоза)
	8	DIN45	Цифровые входы 45, 46, 47 (заводская настройка: селектор режимов работы)
	9	DIN46	
	10	DIN47	
11	DIN48	Цифровой вход 48 (заводская настройка: квитирование ошибки).	

Штекер	Контакт	Обозначение	Описание (заводская настройка*)
	12	DIN49	Цифровой вход 49 (заводская настройка: завершение функции обеспечения безопасности при нарастающем фронте).
	Штекерный разъем X40B		
	13	DIN41A	Цифровой вход 41, двухканальный
	14	DIN41B	
	15	DIN43A	Цифровой вход 43, двухканальный
	16	DIN43B	
	17	DOUT41A	Цифровой выход 41, двухканальный
	18	DOUT41B	
	19	DOUT42A	Цифровой выход 42, двухканальный
	20	DOUT42B	
	21	C1	Сигнальный контакт, релейные контакты (заводская настройка: безопасное состояние достигнуто, условия безопасности не нарушены). – Разомкнут: “функции обеспечения безопасности не активны” – Замкнут: “функции обеспечения безопасности активны”
	22	C2	
	23	GND24	0 В, опорный потенциал для DINx / DOUTx / +24 В
	24	+24 В	Выход 24 В, вспомогательное питание, например для ориентированной на безопасность периферии (питание логики контроллера 24 В пост. тока).

1) функция в состоянии при поставке или после сброса до заводских настроек (предварительная параметризация)

Tab. 104 Назначение контактов [X40]

Для выполнения функций обеспечения безопасности управляющие входы следует подключать в двухканальной параллельной схеме, пример

➔ Функция обеспечения безопасности (например, STO – безопасное выключение крутящего момента или SS1 – безопасная остановка 1) запускается через устройство ввода для запроса безопасности. Запрос безопасности подается в 2-канальном режиме через устройство ввода S1

и приводит к 2-канальному отключению выходного каскада контроллера.-

1T1: контроллер с модулем безопасности (показаны только соединения, относящиеся к данной функции)-

2S1: устройство ввода, например, выключатель аварийной остановки-

3S1: устройство ввода, например, защитная дверцаFig. 71 Пример схемы соединений с переключающими контактами.

#### 4.2.4 Минимальный объем подключения для первого ввода в эксплуатацию [X40]

##### ПРИМЕЧАНИЕ!

##### Потеря функции обеспечения безопасности!

Отсутствие функции обеспечения безопасности может привести к тяжелым необратимым повреждениям, например, из-за непредусмотренных перемещений подсоединенных исполнительных механизмов.

- Перед первым вводом в эксплуатацию выясните, какие функции обеспечения безопасности необходимы во время фазы ввода в эксплуатацию, чтобы гарантировать безопасность установки также в этой фазе перед поставкой.


В большинстве случаев требуется, как минимум, функция безопасной аварийной остановки!



Согласно Директиве по машинному оборудованию вводом в эксплуатацию является первое использование оборудования по назначению конечным заказчиком. Здесь под ним понимается ввод в эксплуатацию производителем оборудования во время монтажа оборудования.

Если в фазе ввода в эксплуатацию относящееся к безопасности подключение (еще) не нужно, может применяться модуль переключения CAMC-DS-M1. В таком случае CAMC-G-S3 можно встраивать в контроллер только после функционального ввода в эксплуатацию приводов.

Если в фазе ввода в эксплуатацию необходимы только функции обеспечения безопасности STO и SBC (аварийная остановка), первый ввод в эксплуатацию контроллера CMMP-AS-...-M3 должен проводиться с модулем безопасности CAMC-G-S3 в минимальном варианте подключения в соответствии с примером схемы соединений (→ 4.3 Примеры схем соединений) с использованием выключателя аварийной остановки (2).

Используйте для этого модуль безопасности, который находится в “состоянии при поставке” (он мигает красным/зеленым , → Tab. 94 Состояния системы и сообщения. В состоянии при поставке функции обеспечения безопасности STO и SBC уже подготовлены.

##### ПРИМЕЧАНИЕ!

Категорически запрещается шунтировать функции обеспечения безопасности.

- Выполните минимальный объем электромонтажа для первого ввода в эксплуатацию так, чтобы при окончательном подключении схемы безопасности эти соединения нужно было принудительно удалить.

---

**i**

Другие примеры схем соединений с подробным описанием см. в следующих разделах.

---

### 4.3 Примеры схем соединений

---

**i**

В следующих примерах схем соединений показан однофазный контроллер СММР-AS-С...-3А-М3. Для трехфазных контроллеров необходимо адаптировать подключение [X9] соответствующим образом.

Соответственно показано только одно устройство ввода / коммутационное устройство. Но можно использовать все четыре двухканальных входа для запроса функций обеспечения безопасности!

---

#### **ПРИМЕЧАНИЕ!**

В следующих примерах схем соединений используются частично пассивные датчики, например, выключатели аварийной остановки, которые контролируются посредством внешних тактовых сигналов. Цифровые выходы модуля безопасности должны применяться как источник этих тактовых сигналов. Таким образом, возможно распознавание следующих ошибок:

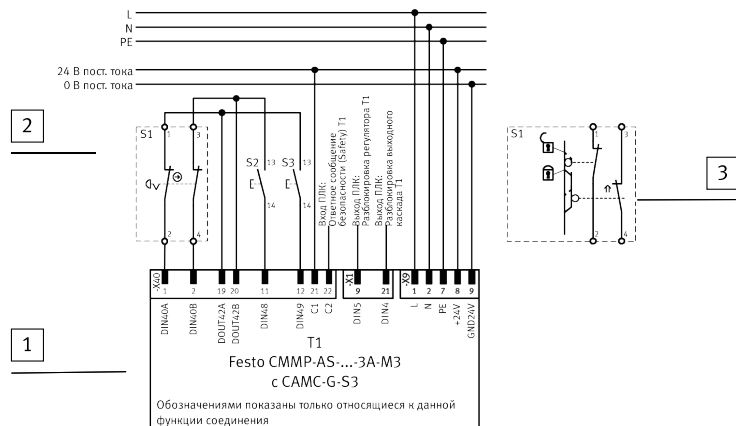
- Короткие замыкания между входом А и В, в выходном контуре (DOUТ4х) и во входном контуре (DIN4х).
- Замыкания провода между 0 В или +24 В.

Замыкания между входом и выходом пассивного датчика не распознаются совсем либо распознаются только при активации (через контроль рассогласования). Поэтому при создании электрической схемы системы следует принять меры по предотвращению этой ошибки (исключение неисправностей).

---

#### **4.3.1 Запрос безопасности через устройства с переключающими контактами**

Функция обеспечения безопасности (например, STO – безопасное выключение крутящего момента или SS1 – безопасная остановка 1) запускается через устройство ввода для запроса безопасности. Запрос безопасности подается в 2-канальном режиме через устройство ввода S1 и приводит к 2-канальному отключению выходного каскада контроллера.



1 T1: контроллер с модулем безопасности (показаны только соединения, относящиеся к данной функции)

2 S1: устройство ввода, например, выключатель аварийной остановки

3 S1: устройство ввода, например, защитная дверца

Fig. 71 Пример схемы соединений с переключающими контактами

**Указания к примеру схемы соединений:**

- Во входном контуре для переключателей S1, для кнопки квитирования S2 и для кнопки запуска S3 происходит обнаружение перекрестного замыкания с помощью модуля безопасности CAMC-G-S3.
- Функции обеспечения безопасности завершаются нажатием кнопки запуска S3.
- Если модуль безопасности CAMC-G-S3 обнаруживает нарушение условия безопасности, или имеется ошибка, например, в соединительной электропроводке, он переходит к состоянию неполадки. Квитирование ошибки проводится кнопкой квитирования S2.
- Контакт обратной связи C1/C2 должен опрашиваться контроллером.
- Входная схема соединений имеет 2-канальную структуру, предназначенную для категории 4.
- То, какие дополнительные меры необходимы, зависит от области применения и концепции безопасности оборудования.

**4.3.2 Запрос безопасности через устройства с полупроводниковыми выходами**

Функция обеспечения безопасности может запрашиваться через различные устройства. Переключателем S1 может быть световая завеса или предохранительное коммутационное устройство с полупроводниковыми выходами. Запрос безопасности поступает в 2-канальном режиме через переключатель S1. Если функция обеспечения безопасности активна, это будет представлено, например, через беспотенциальный контакт C1/C2.

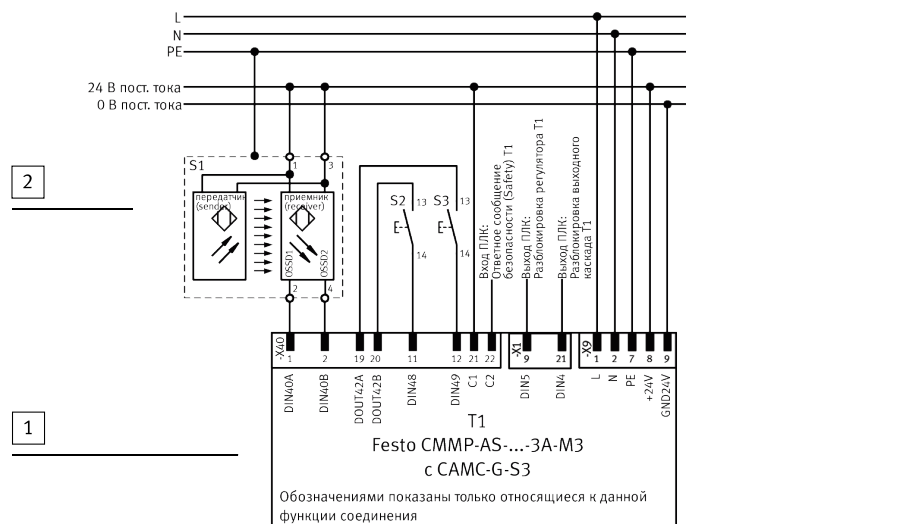


Fig. 72 Пример схемы соединений устройства с полупроводниковыми выходами

**Указания к примеру схемы соединений:**

- Во входном контуре для переключателей S1 происходит обнаружение перекрестного замыкания с помощью световой завесы S1.
- Во входном контуре для кнопки запуска S3 и кнопки квитирования S2 происходит обнаружение перекрестного замыкания с помощью модуля безопасности CAMC-G-S3.
- Ошибки подтверждаются нажатием кнопки квитирования S2, а функции обеспечения безопасности завершаются нажатием S3.
- Если модуль безопасности CAMC-G-S3 обнаруживает нарушение условия безопасности, или имеется ошибка, например, в соединительной электропроводке, он переходит к состоянию неполадки. Квитирование ошибки проводится кнопкой квитирования S2.
- Контакт обратной связи C1/C2 должен опрашиваться контроллером.
- Входная схема соединений имеет 2-канальную структуру, предназначенную для категории 4.
- То, какие дополнительные меры необходимы, зависит от области применения и концепции безопасности оборудования.

**4.3.3 Запрос безопасности через предохранительное коммутационное устройство**

Если необходимо более четырех предохранительных управляющих устройств (S1), или должна использоваться вышестоящая система управления безопасностью, контроллер (T1) может также активироваться через другие предохранительные управляющие устройства.

Функция обеспечения безопасности может запрашиваться через различные устройства. Запрос безопасности поступает в 2-канальном режиме через переключатель S1 и анализируется предохранительным коммутационным устройством S2 (предохранительным реле, предохранительным

ПЛК). Если функция обеспечения безопасности активна, это будет представлено, например, через беспотенциальный контакт C1/C2.

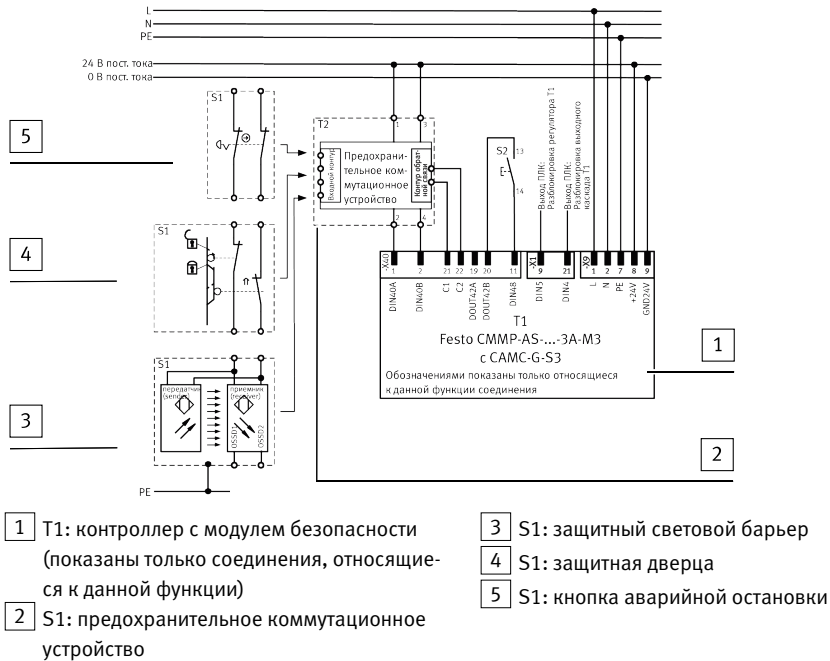


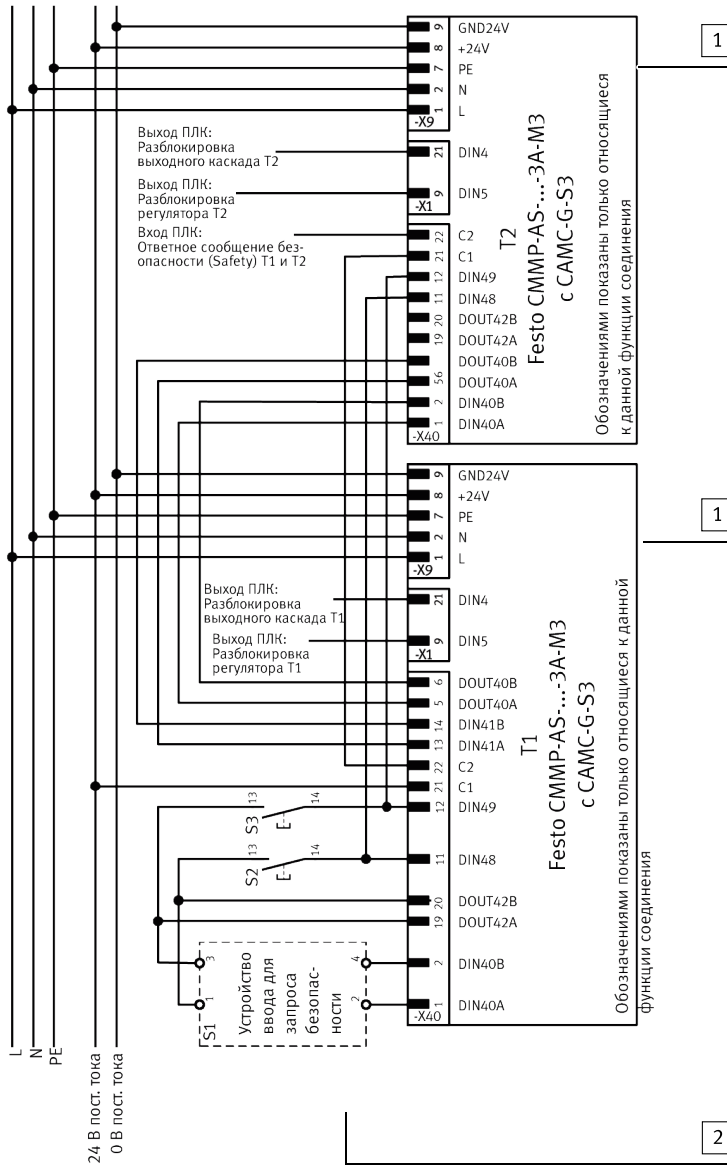
Fig. 73 Пример схемы соединений с предохранительным коммутационным устройством

**Указания к примеру схемы соединений:**

- Во входном контуре для переключателей S1 происходит обнаружение перекрестного замыкания с помощью предохранительного коммутационного устройства T2. Если для варианта применения требуется кнопка запуска, она также подсоединяется к предохранительному коммутационному устройству T2. Для кнопки квитирования S2 происходит обнаружение перекрестного замыкания с помощью модуля безопасности CAMC-G-S3.
- Функции обеспечения безопасности в CAMC-G-S3 при использовании внешнего предохранительного коммутационного устройства параметризуются на функцию “автоматический повторный пуск после снятия запроса”.
- Если модуль безопасности CAMC-G-S3 обнаруживает нарушение условия безопасности, или имеется ошибка, например, в соединительной электропроводке, он переходит к состоянию неполадки. Квитирование ошибки проводится кнопкой квитирования S2.
- Контакт обратной связи C1/C2 включается в состав контура обратной связи предохранительного коммутационного устройства.
- Входная схема соединений имеет 2-канальную структуру, предназначенную для категории 4.
- То, какие дополнительные меры необходимы, зависит от области применения и концепции безопасности оборудования.

#### **4.3.4 Соединение нескольких CMMP-AS-...-M3 с CAMC-G-S3**

Функция обеспечения безопасности запускается через устройство ввода для запроса безопасности для обоих контроллеров. Запрос безопасности подается в 2-канальном режиме через устройство ввода S1 и приводит к 2-канальному отключению выходного каскада контроллера T1 и T2. Если достигнуто безопасное состояние в обоих контроллерах, это будет представлено через беспотенциальный контакт C1-C2 контроллеров T1 и T2.



1 T1/T2: контроллер с модулем безопасности (показаны только соединения, относящиеся к данной функции)

2 S1: устройство ввода для запроса безопасности

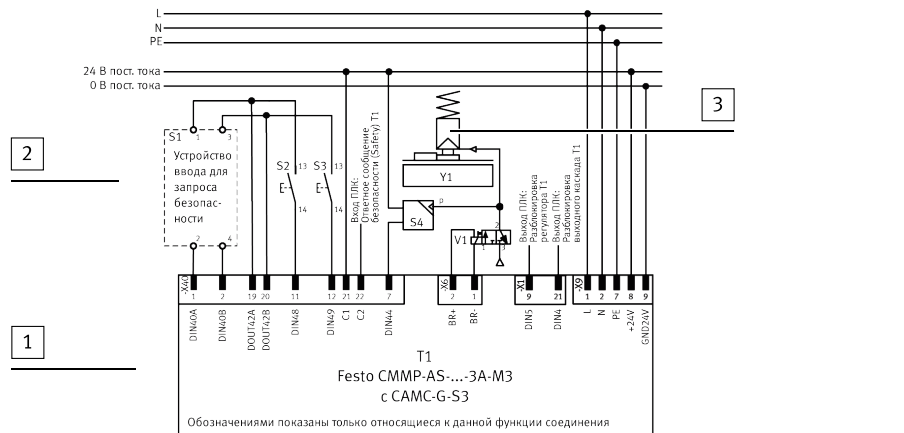
Fig. 74 Пример схемы соединений нескольких CMMP-AS...-M3 с CAMC-G-S3

**Указания к примеру схемы соединений:**

- Во входном контуре для устройств ввода для запроса безопасности S1, для кнопки квитирования S2 и для кнопки запуска S3 происходит обнаружение перекрестного замыкания с помощью CAMC-G-S3 в T1.
- Функции обеспечения безопасности завершаются нажатием кнопки запуска S3.
- Контроллер T1 должен передать запрос безопасности через DOUT40A/B к контроллеру T2, который затем также реагирует на запрос безопасности. – Контроллер T2 должен отправить контроллеру T1 обратное сообщение в ответ на запрос безопасности.
- Контакты обратной связи C1, C2 устройств T1 и T2 соединены последовательно, сигнал должен запрашиваться через контроллер. Если появился запрос безопасности, контроллер должен отреагировать соответственно (например, при SLS требуется уменьшить заданные значения, при SS1 требуется отменить разблокировку регулятора).
- Если модуль безопасности CAMC-G-S3 обнаруживает нарушение условия безопасности, или имеется ошибка, например, в соединительной электропроводке, он переходит к состоянию неполадки. Квитирование ошибки проводится кнопкой квитирования S2.
- Входная схема соединений имеет 2-канальную структуру, предназначенную для категории 4.
- То, какие дополнительные меры необходимы, зависит от области применения и концепции безопасности оборудования.

**4.3.5 Активация узла фиксации**

Функция обеспечения безопасности (например, STO – безопасное выключение крутящего момента или SS1 – безопасная остановка 1) запускается через устройство ввода для запроса безопасности. Запрос безопасности подается в 2-канальном режиме через устройство ввода S1 и приводит к 2-канальному отключению выходного каскада контроллера. Одновременно активируется и контролируется узел фиксации.



1 T1: контроллер с модулем безопасности (показаны только соединения, относящиеся к данной функции)

2 S1: устройство ввода для запроса безопасности

3 V1/Y1: клапан и блокировка S4: реле давления для контроля управления блокировкой

Fig. 75 Пример схемы соединений узла фиксации

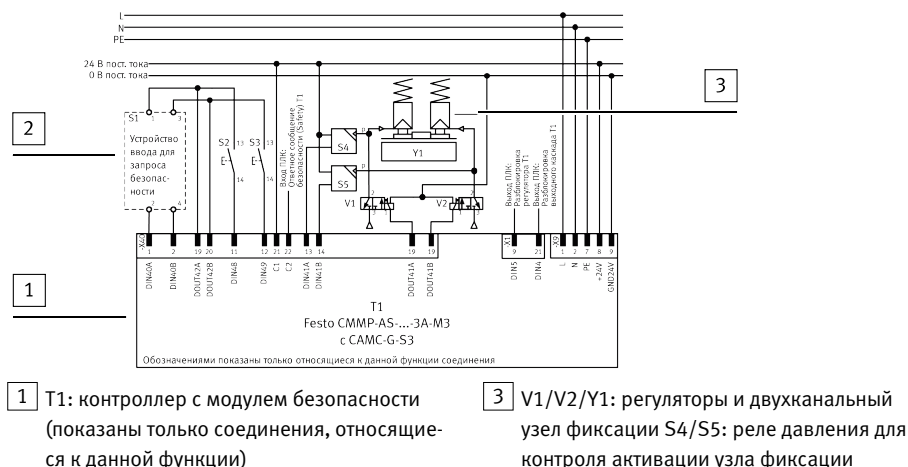
**Указания к примеру схемы соединений:**

- Во входном контуре для устройств ввода для запроса безопасности S1, для кнопки квитирования S2 и для кнопки запуска S3 происходит обнаружение перекрестного замыкания с помощью CAMC-G-S3.
- Функции обеспечения безопасности завершаются нажатием кнопки запуска S3.
- Контакт обратной связи C1, C2 должен опрашиваться контроллером. Если появился запрос безопасности, разблокировку регулятора следует отменить.
- Если модуль безопасности CAMC-G-S3 обнаруживает нарушение условия безопасности, или имеется ошибка, например, в соединительной электропроводке, он переходит к состоянию неполадки. Квитирование ошибки проводится кнопкой квитирования S2.
- Узел фиксации активируется через выход BR+/BR- контроллера (T1) и контролируется через переключатель S4 модулем безопасности CAMC-G-S3. (Примечание: для этого используются активные реле давления, обнаружение перекрестного замыкания с помощью DOUT42 невозможно!). Указанный опосредованный контроль требует регулярного функционального испытания узла фиксации.
- При контроле узла фиксации проверяется только активация (ввод в действие), но не проверяется, достаточна ли величина коэффициента трения для его правильного функционирования.
- На примере переключения в узле фиксации показана контролируемая 1-канальная структура, которая в сочетании с функциональным испытанием соответствует уровню до категории 2.

- То, какие дополнительные меры необходимы, зависит от области применения и концепции безопасности оборудования.

### 4.3.6 Активация 2-канального узла фиксации

Функция обеспечения безопасности (например, STO – безопасное выключение крутящего момента или SS1 – безопасная остановка 1) запускается через устройство ввода для запроса безопасности. Запрос безопасности подается в 2-канальном режиме через устройство ввода S1 и приводит к 2-канальному отключению выходного каскада контроллера. Одновременно активируются и контролируются узлы фиксации.



1 S1: устройство ввода для запроса безопасности

Fig. 76 Пример схемы соединений 2-канального узла фиксации

#### Указания к примеру схемы соединений:

- Во входном контуре для устройств ввода для запроса безопасности S1, для кнопки квитирования S2 и для кнопки запуска S3 происходит обнаружение перекрестного замыкания с помощью CAMC-G-S3.
- Функции обеспечения безопасности завершаются нажатием кнопки запуска S3.
- Если модуль безопасности CAMC-G-S3 обнаруживает нарушение условия безопасности, или имеется ошибка, например, в соединительной электропроводке, он переходит к состоянию неполадки. Квитирование ошибки проводится кнопкой квитирования S2.
- Узлы фиксации активируются через двухканальный выход DOUT41A/DOUT41B модуля безопасности.
- Если распределители для узлов фиксации требуют большего уровня тока, чем может поступать из DOUT41, требуется промежуточное включение через специальное реле (с принудительно срабатывающими контактами и выдачей ответного сообщения). В качестве альтернативы следует проверить, можно ли использовать выход BR+/BR- контроллера T1.

- Функционирование узлов фиксации контролируется через реле давления S4 и S5 модулем безопасности (указание: для этого используются активные реле давления, обнаружение перекрестного замыкания с помощью DOUТ41 невозможно!). Указанный опосредованный контроль требует регулярного функционального испытания узла фиксации.
- При контроле узла фиксации проверяется только активация (ввод в действие), но не проверяется, достаточна ли величина коэффициента трения для его правильного функционирования.
- На примере схемы соединений в узле фиксации показана контролируемая 2-канальная структура, которая в сочетании с функциональным испытанием соответствует уровню до категории 3.
- То, какие дополнительные меры необходимы, зависит от области применения и концепции безопасности оборудования.

#### **4.3.7 Подключение энкодеров для динамических функций обеспечения безопасности**

Контроль с помощью энкодеров осуществляется через штекерные соединения [X2A], [X2B] и [X10]. В зависимости от доступных инкрементных или абсолютных измеренных значений могут быть реализованы средства контроля скорости и состояния покоя.

В режиме работы “Автоматический” функция обеспечения безопасности (например, STO – безопасное выключение крутящего момента или SS1 – безопасная остановка 1) запускается через устройство ввода для запроса безопасности.

Функция обеспечения безопасности “Безопасная ограниченная скорость (SLS)” запрашивается через селектор режимов работы S6 в положении “Ручной”.

Запрос безопасности подается в 2-канальном режиме через устройство ввода S1 и приводит к 2-канальному отключению выходного каскада контроллера. Если произошло отключение выходного каскада, это будет представлено через беспотенциальный контакт C1/C2 контроллера.

## Монтаж и подключение

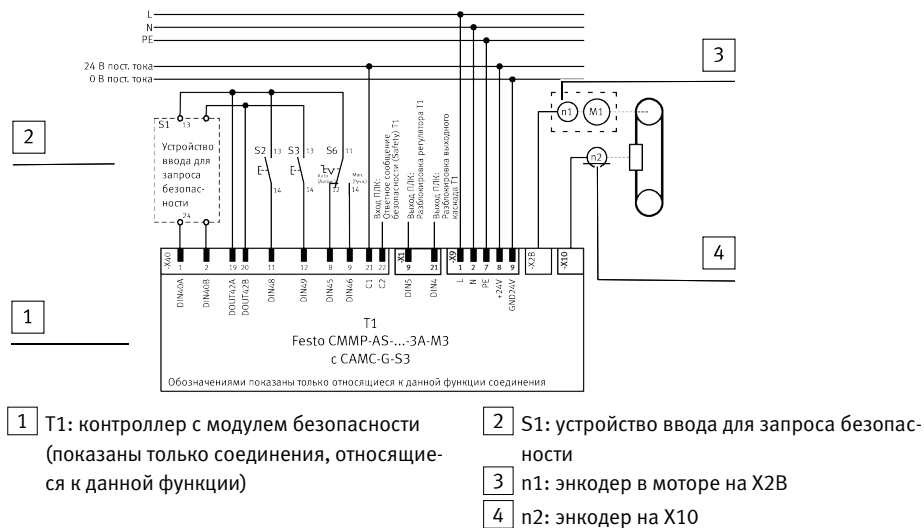


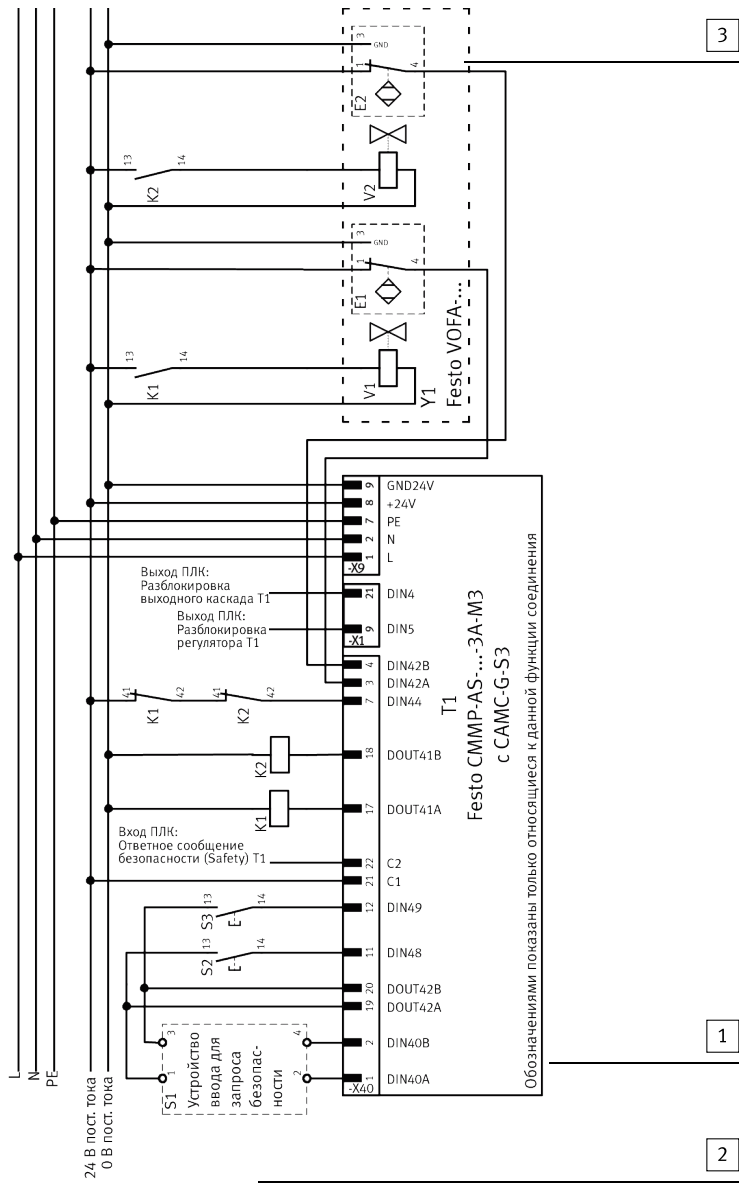
Fig. 77 Пример схемы соединений энкодеров для динамических функций обеспечения безопасности

### Указания к примеру схемы соединений:

- Энкодеры должны быть предназначены для использования, ориентированного на безопасность.
- Безопасный контроль скорости (SLS, SSR, SS1 и др.) и контроль позиции состояния покоя посредством SS2 и SOS возможен с помощью энкодеров с простыми инкрементными сигналами.
- Во входном контуре для устройств ввода для запроса безопасности S1, для кнопки квитирования S2, кнопки запуска S3 и селектора режимов работы S6 происходит обнаружение перекрестного замыкания с помощью модуля безопасности CAMC-G-S3.
- Функции обеспечения безопасности завершаются нажатием кнопки запуска S3.
- Контакт обратной связи C1, C2 должен опрашиваться контроллером. Если появился запрос безопасности, разблокировку регулятора следует отменить.

### 4.3.8 Активация 2-канального пневматического блока управления с функциями обеспечения безопасности

Функция обеспечения безопасности (например, для контроллера STO – безопасное выключение крутящего момента или SS1 – безопасная остановка 1; для пневматического блока управления VOFA безопасный сброс воздуха или безопасное реверсирование) запускается через устройство ввода для запроса безопасности для контроллера и блока управления с функцией обеспечения безопасности. Запрос безопасности подается в 2-канальном режиме через устройство ввода S1 и приводит к 2-канальному отключению выходного каскада контроллера и блока управления.



- 1 T1: контроллер с модулем безопасности (показаны только соединения, относящиеся к данной функции)
- 2 S1: устройство ввода для запроса безопасности
- 3 Y1: двухканальный блок управления

Fig. 78 Пример схемы соединений 2-канального блока управления с функциями обеспечения безопасности

**Указания к примеру схемы соединений:**

- Во входном контуре для переключателей S1, для кнопки квитирования S2 и для кнопки запуска S3 происходит обнаружение перекрестного замыкания с помощью модуля безопасности CAMC-G-S3.
- Функции обеспечения безопасности завершаются нажатием кнопки запуска S3.
- Если модуль безопасности CAMC-G-S3 обнаруживает нарушение условия безопасности, или имеется ошибка, например, в соединительной электропроводке, он переходит к состоянию неполадки. Квитирование ошибки проводится кнопкой квитирования S2.
- Входы DIN42A/B следует сконфигурировать так, чтобы они контролировали включение и выключение блока управления V1. Последовательное соединение с контактными точками контактора 41/42 для контакторов K1 и K2 невозможно, поскольку это исключено в случае используемых индуктивных бесконтактных датчиков положения.
- Контакт обратной связи C1, C2 должен опрашиваться контроллером. Если появился запрос безопасности, требуется отменить разблокировку регулятора.
- Входная схема соединений имеет 2-канальную структуру, предназначенную для категории 4.
- То, какие дополнительные меры необходимы, зависит от области применения и концепции безопасности оборудования.

## 5 Ввод в эксплуатацию

### i

В этой главе описан ввод в эксплуатацию модуля безопасности. Информацию о вводе в эксплуатацию контроллера можно найти здесь:

- ➔ Описание оборудования “Монтаж и подключение” GDSP-CMMP-M3-HW-...
- ➔ Справка по плагину FCT CMMP-AS.

### **ПРИМЕЧАНИЕ!**

Под вводом в эксплуатацию в контексте данного документа понимается не первое использование по назначению конечным заказчиком, а ввод в эксплуатацию производителем машины во время изготовления машины.

## ПРИМЕЧАНИЕ!

### Потеря функции обеспечения безопасности!

Отсутствие функций обеспечения безопасности может привести к тяжелым необратимым повреждениям, например, из-за непредусмотренных перемещений подсоединенных исполнительных механизмов.

- Эксплуатируйте модуль безопасности только:
  - во встроеном состоянии,
  - после полной параметризации модуля безопасности,
  - после того, как все средства защиты (включая функцию обеспечения безопасности) смонтированы и проверены на работоспособность.
- Проведите валидацию функции безопасности для завершения ввода в эксплуатацию  
→ 5.8 Функциональное испытание, валидация.

---

## i

Неправильная схема электропроводки, использование неверного типа модуля безопасности или внешних элементов, которые выбраны не в соответствии с категорией, приводят к потере функции обеспечения безопасности.

- Проведите оценку рисков для вашего варианта применения и выберите способ подключения и конструктивные элементы соответствующим образом.
- Следуйте примерам → 4.3 Примеры схем соединений.

## 5.1 Перед вводом в эксплуатацию

Выполните перечисленные ниже действия для подготовки к вводу в эксплуатацию.

1. Убедитесь в том, что монтаж модуля безопасности выполнен правильно  
→ 4.1 Монтаж / демонтаж.
2. Проверьте электромонтаж (кабели, распределение контактов,  
→ 4.2 Подключение электрической части). Все защитные провода PE подключены?

## 5.2 Настройка DIP-переключателей

На модуле безопасности находятся DIP-переключатели для активации и управления конфигурацией шины. Функции DIP-переключателей идентичны для всех модулей в отсеке Ext3 и зависят от используемого интерфейса шины.

---

## i

Настройте DIP-переключатели, как указано в описании оборудования “Монтаж и подключение” GDCP-CMMP-M3-HW... или в соответствующей документации по конкретной шине

→ Tab. 2 Документация по контроллеру CMMP-AS-...-M3.

---

## 5.3 Указания по параметризации с плагином FCT CMMP-AS

Перед параметризацией модуля безопасности посредством SafetyTool следует полностью параметризовать контроллер с помощью плагина FCT CMMP-AS.

В следующих разделах представлены указания, которые должны соблюдаться в связи с использованием модуля безопасности.



Дополнительную информацию по вводу в эксплуатацию с FCT см. в справке по плагину FCT CMMP-AS или (при наличии) в описании функций к CMMP-AS-...-M3, GDCP-CMMPM3- FW-...

### 5.3.1 Настройка конфигурации

Выполните конфигурирование модуля безопасности в FCT на странице “Конфигурация” плагина CMMP-AS:

- При отсутствии конфигурации привода: экранная кнопка “Создание новой конфигурации привода”.
- При наличии конфигурации привода: экранная кнопка “Изменить”.
- Затем выберите в окне “Создание конфигурации привода” или “Обработка конфигурации привода” для слота расширения Ext3 используемый модуль безопасности.

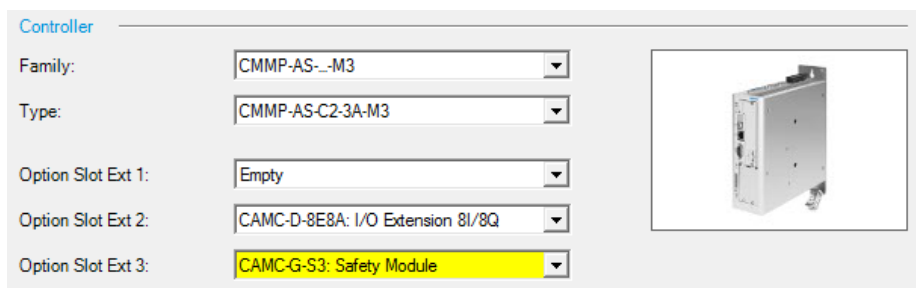


Fig. 79 Плагин FCT CMMP-AS: “Создание/обработка конфигурации привода”

В ходе дальнейшей параметризации контроллера вы должны в явной форме принять модуль безопасности в онлайн-режиме → 5.3 Указания по параметризации с плагином FCT CMMP-AS.

### 5.3.2 Настройка конфигурации датчика

Безопасный контроль скорости, например, для SLS, и позиции, например, для SOS, требует соответствующих датчиков для регистрации позиций.



Информация о требуемых датчиках → 3.2 Принцип действия и применение. Учитывайте допустимые комбинации датчиков → Tab. 10 Допустимые комбинации датчиков положения.

Первый датчик устанавливается посредством выбора мотора при конфигурировании привода. Информация отображается на странице “Мотор”, вкладка “Датчик углового положения”. Выберите интерфейс второго датчика на странице “Измерительные системы”, вкладка “Общее” под заголовком “Контроль”.

Затем следует сконфигурировать датчик в соответствующей вкладке выбранного интерфейса.

### 5.3.3 Установка единиц измерения (опция)

Единицы измерения в плагине FCT CMMP-AS устанавливаются с помощью следующих настроек:

- Выбор привода – единицы измерения для линейных или поворотных устройств.

- Опция: адаптация единиц измерения (меню [Элемент][Ед. измерения]) – ед. измерения метрической/британской системы (мм/дюймы), знаки после запятой.

#### 5.3.4 Принятие настроек модуля безопасности

Для функциональной безопасности существует требование отслеживаемости изменений. Чтобы обеспечить его выполнение, на модуле безопасности сохраняется информация о типе модуля, серийном номере, версии и номере уровня версии. В контроллере эти данные считываются и при принятии настроек сохраняются в памяти на длительный срок. По ним можно выявить изменение в элементах.

На странице “Информация об устройствах” в онлайн-режиме отображается информация о версиях.

Страница “Информация об устройствах”	
Контроллер	
Controller Type (тип контроллера)	Тип контроллера (базовое устройство).
Версия аппаратного обеспечения	Версия аппаратного обеспечения контроллера.
Версия прошивки	Версия прошивки контроллера.
Серийный номер	Серийный номер контроллера.
Option Slot Ext3 (слот расширения Ext3)	
Тип модуля	Тип модуля: CAMC-G-S3: модуль безопасности.
Общий уровень версии	Общий уровень версии модуля безопасности, например, 1.0.
Серийный номер	Серийный номер модуля безопасности, например, 1212820487.

Tab. 105 Страница “Контроллер” – Информация о версиях

#### Принятие настроек модуля безопасности

При распознавании недопустимого изменения, например, замены модуля, появляется неkwитируемая ошибка. Чтобы снова включить в работу приложение с контроллером, изменение следует “сконфигурировать”. Это означает, что изменение явно принято или подтверждено. Что касается модулей безопасности или переключателей, эти приемлемые изменения включают замену модулей.

**i**

При замене модуля действуют следующие правила:

- Всегда возможна замена модуля переключения модулем переключения.
- Замену модуля CAMC-G-S1 другим CAMC-G-S1, как правило, не требуется подтверждать. Исключение: проверка версии в базовом устройстве показала, что модули несовместимы – сообщение об ошибке 51-3 – в таком случае необходимо подтвердить замену модуля.
- При замене одного типа модуля другим типом – сообщение об ошибке 51-2 – всегда требуется подтверждать замену модуля.
- При замене модуля CAMC-G-S3 модулем CAMC-G-S3 – сообщение об ошибке 51-6 – также всегда требуется подтверждать замену модуля.

Для подтверждения замены модуля существуют две следующие возможности:

- При активации режима “Онлайн” выявляется замена модуля и автоматически отображается диалоговое окно для подтверждения.
- Если вы не подтвердили замену модуля непосредственно при активации режима “Онлайн”, вы можете в любое время открыть окно для подтверждения командой меню [Элемент][Онлайн][Подтверждение замены модуля].

В диалоговом окне “Подтверждение замены модуля” отображаются тип модуля, общий уровень версии (CAMC-G-S3) или номер уровня версии и версия (CAMC-G-S1, CAMC-DS-M1), а также серийный номер предыдущего модуля и текущего смонтированного модуля.

- При выборе ответа “Да” вы подтверждаете замену модуля, параметры сохраняются в постоянной памяти в базовом устройстве, и выполняется перезапуск.

### 5.3.5 Индикация состояния

Информация о состоянии модуля безопасности отображается в режиме “Онлайн” в области вывода проекта во вкладке “Функции обеспечения безопасности”.

#### Область вывода проекта – онлайн-вкладка “CAMC-G-S3: модуль безопасности”

##### Рамка “CAMC-G-S3: сигналы состояния”

Индикация состояния модуля безопасности		Состояние <sup>1)</sup>
Зеленый	Разблокировка выходного каскада разрешена	VOUT_PS_EN = 1
Красный	Предупреждение	VOUT_WARN = 1
Красный	Условие безопасности нарушено	VOUT_SCV = 1
Красный	Ошибка	VOUT_ERROR = 1
Желтый	Функция обеспечения безопасности достигнута	VOUT_SSR = 1
Желтый	Безопасное состояние запрошено	VOUT_SFR = 1
Зеленый	Состояние “Сервис”	VOUT_SERVICE = 1
Зеленый	Готов к работе	VOUT_READY = 1

##### Рамка “CAMC-G-S3: функции обеспечения безопасности”

Область вывода проекта – онлайн-вкладка “САС-G-S3: модуль безопасности”		
Функции обеспечения безопасности STO SS1 SS2 SOS SBC USF0 USF1 USF2 USF3		Состояние <sup>2)</sup>
Зеленый	Штатный режим	VOUT_xxx_SFR = 0
Желтый	Безопасное состояние достигнуто	VOUT_xxx_SFR = 1
Рамка „САС-G-S3: цифровые входы/выходы“		
Состояние DINxx, DOUTxx, C1/C2 (GND/+24 В без функций)		
Зеленый	Вход = 1	
Желтый	Выход = 1, или реле замкнуто	
Серый	Вход или выход = 0, или реле разомкнуто	

1) Состояние модуля безопасности

2) Состояние функции обеспечения безопасности

Tab. 106 Индикация на онлайн-вкладке “САС-G-S3: модуль безопасности”

Состояние модуля безопасности → Tab. 94 Состояния системы и сообщения.

Состояние функции обеспечения безопасности → 3.5 Функции обеспечения безопасности.

### 5.3.6 Отображение постоянной памяти диагностики контроллера

Для отображения или для сохранения постоянной памяти диагностики активируйте в плагине FCT онлайн-вкладку “Диагностика”.

Затем при активном онлайн-соединении активируйте вкладку “Постоянная”. С помощью функции “Считывание” считывается установленное под названием “Записи” количество записей постоянной памяти диагностики и отображается в хронологическом порядке; последняя по времени запись выводится первой по счету.

Через “Все записи” вы считываете все содержимое постоянной памяти диагностики. Это может занять несколько минут.

Содержимое памяти диагностики выводится в табличной форме:

Столбец	Пояснение
Номер	Порядковый номер записи.
Номер неполадки	Номер ошибки, предупреждения или события → 6.5.3 Диагностические сообщения.
Описание неполадки	Имя записи, текст ошибки.
Отметка времени	Момент времени события диагностики в формате <чч><мм><сс> (счетчик часов работы, продолжительность включения питания логической схемы).
Постоянная	Дополнительная информация для сервисного персонала Festo
Свободный параметр	Дополнительная информация для сервисного персонала Festo
Тип	Тип записи (ошибка, предупреждение, запись журнала).

Tab. 107 Индикация постоянной памяти диагностики

В следующей таблице в качестве примера показаны некоторые записи:

Но-мер	Номер неполадки	Описание неполадки	Отметка времени	Постоянная	Свободный параметр	Тип
1	00-21	Запись журнала из модуля безопасности	580:15:03	0x0000	Ошибка квитирования, источник: 0x01, без ошибок	Ошибка
2	00-8	Контроллер включен	580:15:00	0x0000	0x0000	Ошибка
3	00-12	Замена модуля: текущий модуль	580:15:22	0x4830	CAMC-G-S3, S/N: 1212820487, версия аппаратной части: 1.0, Версия ПО: 1.0	Ошибка
4	00-11	Замена модуля: предыдущий модуль	580:15:22	0x48FF	CAMC-DS-M1, S/N: 3781764777, версия аппаратной части: 0.1, Версия ПО: 0.1	Ошибка
...	...	...	...	...	...	...

Tab. 108 Записи в памяти диагностики

**i**

Дополнительные указания по записям в памяти диагностики:

- Записи следуют в хронологическом порядке, верхняя запись – это последняя по времени запись.
- Отметка времени может иметь небольшие отличия после выключения и включения питания, поскольку контроллер сохраняет отметку времени в энергонезависимой памяти только раз в минуту.

С помощью функций “Копировать” и “Экспортировать” можно принять содержимое в csv-формате с разделителем ‘;’ в буфер обмена Windows или в файл.

В столбце “Отметка времени” отображается значение счетчика часов работы контроллера на момент записи журнала.

**i**

Над списком выводится как “Текущее системное время” имеющееся в данный момент значение счетчика часов работы контроллера

## 5.4 Основы параметризации модуля безопасности

### 5.4.1 Заводская настройка

Для упрощения параметризации в состоянии при поставке или после сброса на заводскую настройку активированы некоторые функции, или предварительно настроены стандартные значения.

В следующей таблице представлен общий обзор наиболее важных настроек.

Страница	Заводская настройка		Назначение
Цифровые входы			
DIN40	Тип датчика:	Коммутационное устройство аварийной остановки	Запрос STO и SBC
	Режим работы:	Равнозначный	
	Время рассогласования:	100 мс	
	Источник для тестового импульса:	Отсутствует	
DIN41	Тип датчика:	Не определен	Без использования
	Режим работы:	Равнозначный	
	Время рассогласования:	100 мс	
	Источник для тестового импульса:	Отсутствует	
DIN42	Тип датчика:	Не определен	Без использования
	Режим работы:	Равнозначный	
	Время рассогласования:	100 мс	
	Источник для тестового импульса:	Отсутствует	
DIN43	Тип датчика:	Не определен	Без использования
	Режим работы:	Равнозначный	
	Время рассогласования:	100 мс	
	Источник для тестового импульса:	Отсутствует	
DIN44	Тип датчика:	Ответное сообщение тормоза	Без использования
	Источник для тестового импульса:	Отсутствует	

Страница	Заводская настройка		Назначение
DIN45	Тип датчика:	Селектор режимов работы	Без использования
	Источник для тестового импульса:	Отсутствует	
DIN46	Тип датчика:	Селектор режимов работы	Без использования
	Источник для тестового импульса:	Отсутствует	
DIN47	Тип датчика:	Селектор режимов работы	Без использования
	Источник для тестового импульса:	Отсутствует	
DIN48	Тип датчика:	Квитирование ошибок	Запрос квитирования ошибки
	Источник для тестового импульса:	Отсутствует	
DIN49	Тип датчика:	Завершение функции обеспечения безопасности	Нарастающий фронт: завершение STO, SS1 и SBC
	Источник для тестового импульса:	Отсутствует	
<b>Функции обеспечения безопасности</b>			
STO	Запрос:	DIN40	–
	Автоматический повторный пуск:	нет	
	Автоматическая активация SBC:	да	
	Завершение запроса:	DIN49, нарастающий фронт	
SS1	Запрос:	Без назначения	Без использования
	Профиль быстрой остановки:	да	
	Автоматический повторный пуск:	нет	
	Автоматическая активация SBC:	нет	
	Завершение запроса:	DIN49, нарастающий фронт	
SS2	не активировано		–
SOS	не активировано		–
USF...	не активировано		–

Страница	Заводская настройка		Назначение
SBC	Запрос:	DIN40	–
	Ответное сообщение удерживающего тормоза:	нет	
	Автоматический повторный пуск:	нет	
	Деактивация циклического тестирования каждые 10 дней:	нет	
	Завершение запроса:	DIN49, нарастающий фронт	
<b>Логические функции</b>			
Селектор режимов работы	Не активировано		–
Устройство безопасного старта двумя руками	Не активировано		–
ALF...	Не активировано		–
<b>Логика квитирования ошибки</b>			
Логика квитирования ошибки	Запрос:	DIN48	–
<b>Цифровые выходы</b>			
DOU40	Запрос:	Без назначения	–
	Режим работы:	Равнозначный	–
DOU41	Запрос:	Без назначения	–
	Режим работы:	Равнозначный	–
DOU42	Запрос:	Без назначения	–
	Режим работы:	В течение длительного времени включен	–

Страница	Заводская настройка		Назначение
Внутренний тормоз	Запрос:	SBC запрошено	–
	Режим работы:	Равнозначный	–
Сигнальный контакт C1/C2	Запрос:	Безопасное состояние достигнуто, и условия безопасности не нарушены	–
Управление ошибками			
Управление ошибками	Нарушение условия безопасности: различные другие	SBC + STO	Учесть и проверить дополнительные настройки.
	Другие критические ошибки:	SBC + STO + выходы = 0	

Tab. 109 Заводская настройка

#### 5.4.2 Состояние при поставке

Вы получаете модуль безопасности с предприятия-изготовителя в так называемом “состоянии при поставке”.

Оно отображается мигающим зеленым/красным светодиодом, а также соответствующими сообщениями о состоянии → Tab. 94 Состояния системы и сообщения.

Особенности состояния при поставке, отличающие его от заводских настроек:

- Модуль безопасности в результате параметризации заводской настройки прошел “общую валидацию”, а следовательно, функционально пригоден. Можно ввести контроллер в эксплуатацию, можно задать разблокировку выходного каскада и контроллера.
- Блокируются все сообщения об ошибках, которые относятся к отличающейся параметризации базового устройства и модуля безопасности.

При этом возможен базовый ввод в эксплуатацию контроллера независимо от дорогостоящей периферии технических средств безопасности. Например, настройки параметризации модуля безопасности в состоянии при поставке установлены на “Резольвер”. При использовании других датчиков контроллер нельзя ввести в эксплуатацию без подавления сообщения об ошибке модуля безопасности.

#### i

Состояние при поставке не может быть восстановлено пользователем. Только заводские настройки можно восстановить.

#### 5.4.3 Плагин FCT CMMP-AS и SafetyTool

Базовый ввод в эксплуатацию контроллера проводится с использованием соответствующего плагина CMMP-AS для Festo Configuration Tool (FCT).

Это включает в себя определение конфигурации аппаратной части, например, подключаемый мотор, измерительные системы, привод координаты, а также смонтированные в слотах расширения модули и интерфейсы.

В этом случае параметризация модуля безопасности выполняется с применением специального программного средства – SafetyTool. SafetyTool вызывается из плагина FCT CMMP-AS.

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Перед запуском SafetyTool следует обязательно загрузить в контроллер и сохранить конфигурацию аппаратной части и (при наличии) установленные единицы измерения

→ 5.3 Указания по параметризации с плагином FCT CMMP-AS.

Это требуется для принятия данных в SafetyTool.

## 5.5 Безопасная параметризация с помощью SafetyTool

### 5.5.1 Запуск программы

Запустите SafetyTool при активном плагине FCT CMMP-AS с помощью экранной кнопки “Запуск SafetyTool”.

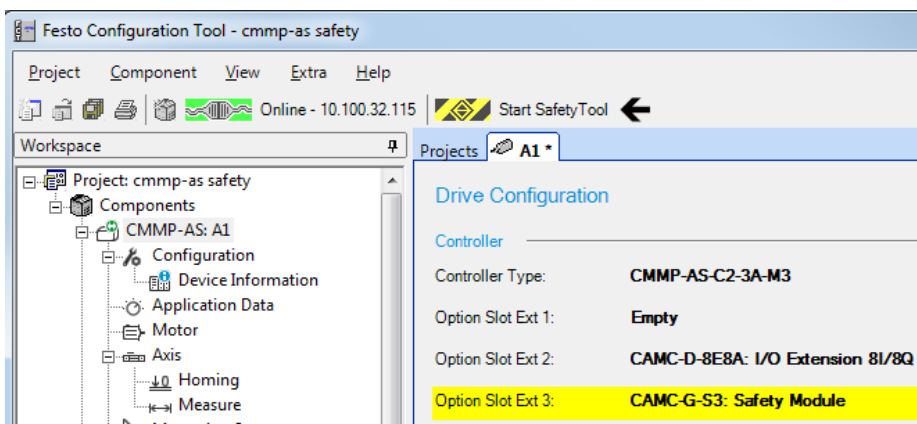


Fig. 80 Запуск SafetyTool

### 5.5.2 Выбор типов сеанса – Ассистент конфигурации

**i** SafetyTool в обоих типах сеанса (онлайн/офлайн) является программным офлайн-инструментом согласно EN 61508 для подключения и ввода в эксплуатацию (фаза 12). Кроме того, поддержку при валидации (фаза 13) обеспечивает SafetyTool, в котором можно создать соответствующий протокол через параметризованные функции модуля безопасности. Изменение параметров в активном режиме невозможно, модуль безопасности при открытии онлайн-сеанса параметризации переходит в безопасное состояние (STO + SBC). Валидация функций в любом случае является обязанностью производителя машинного оборудования либо лица, эксплуатирующего это оборудование.

SafetyTool поддерживает 2 типа сеанса:

- **Онлайн: работа на модуле безопасности.**  
SafetyTool обменивается данными с целевой системой (модулем безопасности). Вы можете следить за показаниями модуля безопасности и считывать параметры; вы можете изменять отдельные параметры или полностью передавать безопасный набор параметров. Перед изменением параметров модуль безопасности переключается в “Безопасное исходное состояние”. Параметры следует валидировать, прежде чем модуль безопасности выйдет из “Безопасного исходного состояния”. Измененные параметры вступают в действие не сразу, а только после общей валидации и перезапуска.
- **Офлайн: работа с локальным файлом.** SafetyTool не обменивается данными с целевой системой (модулем безопасности). Но вы можете создать и сохранить предварительную параметризацию для модуля безопасности.



Если SafetyTool не позволяет провести онлайн-сеанс несмотря на наличие соединения связи с устройством, появляется следующее сообщение:

- Сеанс параметризации уже открыт в модуле безопасности!  
Возможны только офлайн-сеансы параметризации.  
Альтернативный вариант: завершить другой сеанс.  
После завершения соединения перезапустите устройство.

SafetyTool поддерживает вас при запуске программы с помощью функции “Ассистент конфигурации для безопасной параметризации”. Выберите нужный вариант сеанса.

Тип сеанса	Вариант сеанса	Описание
Онлайн → 5.5 Безопасная параметризация с помощью SafetyTool	Запуск новой параметризации	Открывает новый проект со стандартными параметрами из модуля безопасности.
	Начало новой параметризации с существующим проектом <sup>1)</sup>	Открывает новый проект на базе локально сохраненного файла проекта.
	Отображение параметризации	Показывает существующие в модуле безопасности данные параметризации (только чтение!).
	Изменение существующей параметризации	Загружает существующие в модуле безопасности данные параметризации для обработки.
	Передача безопасного набора параметров	Передает сохраненный ранее безопасный набор параметров в модуль безопасности.

Тип сеанса	Вариант сеанса	Описание
Офлайн	Создание нового проекта	Открывает новый проект со стандартными настройками SafetyTool.
→ 5.5 Безопасная параметризация с помощью SafetyTool	Создание нового проекта из безопасного набора параметров	Открывает новый проект на базе сохраненного безопасного набора параметров.
	Открытие существующего проекта <sup>1)</sup>	Открывает локально сохраненный файл проекта.

1) Возможно только в том случае, если тип привода (линейный/поворотный) файла проекта SafetyTool соответствует текущему проекту FCT.

Tab. 110 Выбор вариантов сеанса – Ассистент конфигурации

### 5.5.3 Онлайн-параметризация

Если в плагине FCT активно онлайн-соединение с контроллером, в SafetyTool доступны функции онлайн-параметризации.



Убедитесь в том, что данные в контроллере совпадают с данными проекта (“Загрузить”) и сохранены (“Сохранить”), прежде чем запустить SafetyTool. В противном случае существует вероятность того, что основная информация после перезапуска базового устройства будет отличаться от используемой основной информации.

Только при онлайн-параметризации могут валидироваться параметры и набор параметров! Для функций онлайн-параметризации всегда необходимо указать имя пользователя и ввести пароль:



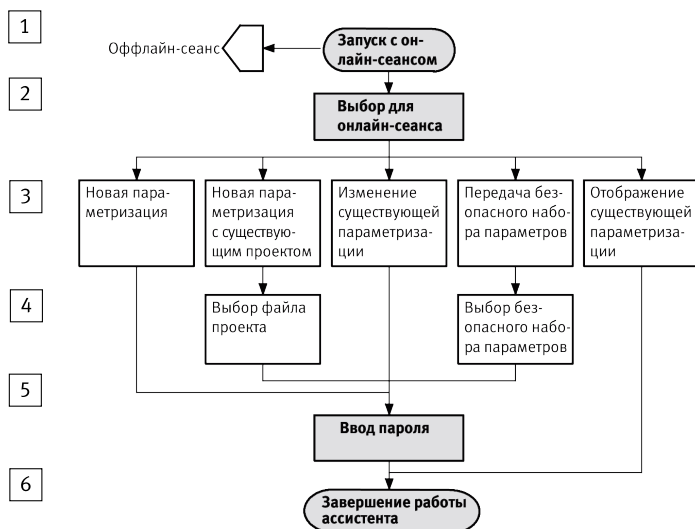
Заводская настройка для пароля: **SAFETY**

Назначьте для вашего проекта индивидуальный пароль, чтобы защитить параметры безопасности от непредусмотренных изменений (Меню [Опции][Сменить пароль]

→ 5.7 Специальные функции SafetyTool).

При запуске SafetyTool синхронизирует свою базу данных с данными базового устройства и данными модуля безопасности. В зависимости от выбранного варианта сеанса для этого требуется выгрузка всех параметров из модуля безопасности.

Процедура отображается с помощью индикатора хода выполнения процесса. Продолжительность может варьироваться в зависимости от варианта сеанса и скорости канала связи.



- |  |  |
|--|--|
| <p>1 Запуск ассистента с возможностью также выбрать офлайн-режим</p> <p>2 Выбор онлайн-варианта сеанса</p> <p>3 Указание по соответствующему варианту сеанса</p> | <p>4 Выбор файла проекта / набора параметров</p> <p>5 Персональная идентификация</p> <p>6 Запуск завершения ассистента</p> |
|--|--|

Fig. 81 Шаги для выбора онлайн-варианта сеанса

Сеанс параметризации можно запустить даже при включенном приводе. Если запущен сеанс параметризации, привод отключается модулем безопасности (без разблокировки выходного каскада).

При выполняющемся сеансе параметризации все цифровые выходы отключаются.

SafetyTool при окончании автоматически завершает сеанс параметризации. При завершении все параметры должны иметь статус “валидированы”. В противном случае все изменения будут потеряны; модуль безопасности запускается с последним сохраненным и валидированным набором параметров.

#### 5.5.4 Офлайн-параметризация

Для подготовки параметризации вы можете сначала полностью провести ее офлайн.

Тем не менее, чтобы правильно ввести в эксплуатацию модуль безопасности, вы должны валидировать параметры и передать валидированные параметры в модуль безопасности.

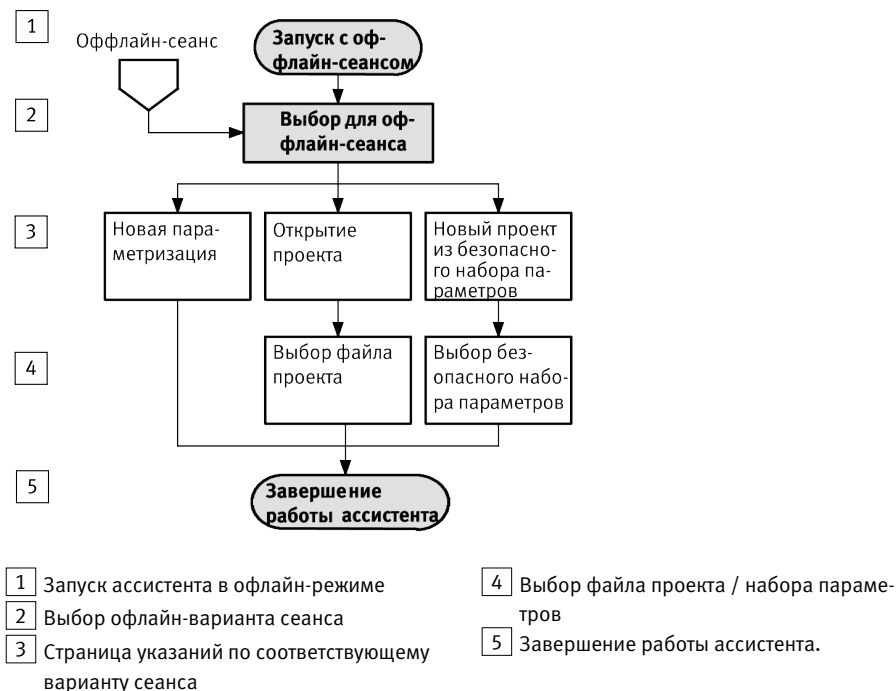


Fig. 82 Шаги для выбора офлайн-варианта сеанса

### 5.5.5 Основные правила при параметризации с помощью SafetyTool

#### Общие свойства процессов параметризации

Параметризация всегда состоит из следующих этапов:

1. Открытие сеанса параметризации.
2. Изменение отдельных параметров.
3. Валидация отдельных параметров или всего набора параметров (создание кода валидации).
4. Сохранение набора параметров в постоянной памяти в модуле безопасности; весь набор параметров считается валидированным. После дальнейших изменений параметров следует заново выполнить этапы 3 и 4.
5. Закройте сеанс параметризации, “Активация” набора параметров.
6. Перезапуск модуля безопасности.

#### Открытие сеанса параметризации

При открытии сеанса параметризации модуль безопасности переходит в безопасное исходное состояние, привод отключается (выходной каскад отключен, безопасное управление тормозом не запрашивается, DOUT4x на модуле безопасности отключен).

Во время сеанса параметризации активно состояние (статус) VOUT\_SERVICE.

Включение / запуск привода снова возможны только после закрытия сеанса параметризации и только в том случае, если набор параметров валидирован.

Открытие сеанса параметризации сохраняется в постоянной памяти диагностики.

Во время активного сеанса параметризации выводится сообщение “FSPArA” на 7-сегментном индикаторе (если нет ошибок), см. → 6.4 Диагностика и устранение неполадок. Экранной кнопкой “Запуск идентификации” в ассистенте запуска можно вывести сообщение “HELLO...”. Сообщение служит для идентификации контроллера, если несколько контроллеров соединены с ПК параметризации.

На этот момент времени можно открыть только по одному сеансу параметризации на модуль безопасности.

Если уже открыт сеанс параметризации, модуль безопасности отклоняет другие запросы до тех пор, пока не будет закрыт уже выполняющийся сеанс параметризации.

За счет этого исключается вероятность того, что модуль безопасности будет одновременно параметризован с помощью нескольких ПК с SafetyTool. SafetyTool позволяет изменять параметры только после того, как открыт сеанс параметризации.

### **Код пользователя и пароль**

При открытии сеанса параметризации необходимо ввести код пользователя (имя пользователя) и пароль.

Код пользователя и пароль состоят из символов ASCII (букв, цифр и умлаутов, без специальных символов), и каждый из них имеет длину максимум 8 символов.

В состоянии при поставке или после возврата (сброса) к заводским настройкам паролем является “SAFETY”.

---

#### **i**

Пароль требуется изменить сразу после ввода в эксплуатацию.

Новый пароль и пароль заводских настроек должны быть известны только “ответственному за функциональную безопасность машины”.

Измененный пароль сохраняется в модуле безопасности и заменяет действовавший до этого; он имеет силу для всех пользователей. Пароль не сохраняется в файле параметров. Его нельзя считывать из модуля безопасности.

---

### **Передача данных из контроллера**

Чтобы синхронизировать значимые параметры в модуле безопасности с параметрами контроллера (базового устройства), при онлайн-варианте сеанса всегда сначала выполняется передача данных из базового устройства.

---

#### **i**

Чтобы данные, которые могли быть загружены плагином FCT в контроллер, при перезапуске после завершения работы SafetyTool не были потеряны, следует обязательно сохранить данные для запуска SafetyTool при активном онлайн-соединении. Это запрашивается через диалоговое окно.

При передаче данных в SafetyTool принимаются помимо единиц измерения прежде всего, параметры подсоединенных датчиков угла поворота, которые отображаются в параметрах безопасности для датчика 1 и датчика 2.



### Принцип “Отправка и валидация”

Все измененные в SafetyTool параметры следует отправить в модуль безопасности, проверить и валидировать. Это действительно для принятых данных из контроллера (базового устройства) так же, как и для термов производства для запроса функций обеспечения безопасности или других процедур присвоения (Mapping).

При этом процесс одинаков для всех страниц параметров:



- Шаг 1: разблокировка параметров для обработки с помощью экранной кнопки “Разблокировка обработки”.
- Шаг 2: выполните манипуляции или изменения параметров. При этом проверяется диапазон значений.
- Шаг 3: отправьте измененные параметры модулю безопасности нажатием экранной кнопки “Отправка”.
- Шаг 4: после этого следует валидировать отправляемые параметры.

Для валидации соответственно отображаются заданные значения (из SafetyTool) и фактические значения (из модуля безопасности). Отличающиеся значения обозначены символом:

Символ	Состояние
	Заданное и фактическое значение отличаются друг от друга. Этот параметр необходимо привести в соответствие.
	Заданное и фактическое значение незначительно отличаются друг от друга. Определенные значения – например, показатели времени – округляются в модуле безопасности до кратного для базовой единицы измерения. Поэтому заданное значение и фактическое значение в рамках этого округления могут отличаться друг от друга. Но такое значение можно валидировать!

Tab. 111 Индикация отклонения фактического значения от заданного

Для валидации после проверки активируйте соответствующее окошко метки в столбце “Проверено” и валидируйте выбранные параметры экранной кнопкой “Валидация”. Только после этого параметры также принимаются в модуле безопасности как действительные. В столбце “Действительно” отображается, действительны ли фактические значения параметров, т. е. валидированы ли они.

Символ	Состояние
	Параметр еще не валидирован.
	Параметр валидирован.

Tab. 112 Индикация действительности параметров

### Проверка на приемлемость

SafetyTool во время сеанса параметризации проводит различные проверки на приемлемость. Сюда входят разные операции от контроля пределов диапазона до логической проверки пределов частоты вращения (верхний предел частоты вращения не должен находиться ниже минимальной частоты вращения, нижние пределы должны находиться ниже верхних пределов, ...). Вы

можете также выполнить проверку на приемлемость в ручном режиме

→ 5.7 Специальные функции SafetyTool.

### Разблокировка и сохранение в постоянной памяти устройства

После того, как параметры изменены, их нужно сохранить в постоянной памяти в модуле безопасности. Дополнительно целостность набора параметров защищена однозначным кодом общей валидации. Сохранение в постоянной памяти и расчет кода валидации производится с помощью соответствующей экранной кнопки на странице “Завершение”.

Если был активен сеанс параметризации в SafetyTool с доступом с правом записи, при завершении работы SafetyTool автоматически выполняется перезапуск.

### Сохранение параметризованных промежуточных состояний (без общей валидации):

С помощью функции “Параметризация/сохранение параметров в постоянной памяти в модуле безопасности” параметры сохраняются, но не считаются прошедшими “общую валидацию”. Модуль безопасности распознает это состояние при перезапуске и переходит в безопасное исходное состояние.

### Стандартные и экспертные параметры





Некоторые параметры называются “экспертные параметры” или, соответственно, находятся на собственной вкладке “Экспертные параметры”.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Экспертные параметры, как правило, нельзя изменять; только при определенных обстоятельствах может потребоваться изменение.

### Состояние групп параметров

Каждая страница в SafetyTool содержит так называемую “группу параметров”. Состояние этой группы параметров при онлайн-сеансе отображается символом светодиода в дереве навигации:

Символ	Состояние
	Параметры еще не валидированы (все стадии параметров перед валидацией).
	Все параметры этой страницы валидированы. Эти параметры идентичны параметрам в устройстве. Только если все параметры на всех страницах валидированы, возможна общая валидация и сохранение параметров в постоянной памяти в модуле безопасности.
	Как минимум, один параметр отличается от параметра в устройстве. Различия следует привести в соответствие.
	В поле ввода или выбора имеется ошибочное значение. Требуется коррекция ошибки.

Tab. 113 Отображение состояния групп параметров

### 5.5.6 Поведение при недействительной параметризации

Если в модуле безопасности нет действительного набора параметров, выходной каскад контроллера блокируется, все цифровые выходы обесточены. Модуль безопасности можно заново параметризовать с помощью SafetyTool.

### 5.5.7 Версия набора параметров

Изменение уровня версии модуля безопасности не обязательно приводит к новой версии набора параметров (результатом изменения версии встроенного ПО или версии оборудования является новая общая версия модуля безопасности).

Посредством версии набора параметров контролируется совместимость между SafetyTool и модулем безопасности.

#### Новый набор параметров в старой прошивке

Наборы параметров, которые сгенерированы с помощью более новой версии встроенного ПО как представленные в модуле безопасности, не принимаются как утвержденные. Генерируется сообщение об ошибке “Набор параметров несовместим”.

#### Старый набор параметров в новой прошивке

Сначала параметры загружаются. С помощью номера версии набора параметров проверяется, как действовать с набором параметров.

Если версия набора параметров несовместима, валидация через код валидации отклоняется.

Если версия набора параметров совместима, то, например, не входящие в состав параметры устанавливаются на значения, обеспечивающие наличие у модуля безопасности тех же характеристик функционирования (поведение), что и при версии более старого уровня.



Обновление прошивки возможно только у производителя.

---

## 5.6 Процесс параметризации с помощью SafetyTool (пример)

В данном разделе на одном из возможных примеров полностью описывается процесс параметризации. Но основные этапы можно также использовать в любых других случаях применения. Для выполнения процесса имеются следующие необходимые условия:

- Базовый ввод в эксплуатацию контроллера проводится с использованием плагина FCT, активно онлайн-соединение с FCT.
- Модуль безопасности находится в состоянии при поставке или в состоянии с заводской настройкой → 5.7 Специальные функции SafetyTool.



Подробное описание пользовательского интерфейса и функций SafetyTool можно найти в справке по SafetyTool.

Информация о некоторых специальных функциях → 5.7 Специальные функции SafetyTool.

---

#### Пример использования:

Установка снабжена следующими функциями:

1. Выключатель аварийной остановки (DIN40), который при активации всегда должен запускать SS1 типа “б”), а затем SBC.
2. Защитный световой барьер (DIN41) для защиты от проникновения внутрь установки, в штатном режиме также запускается SS1, в режиме наладки запрашивается SS2.
3. Кнопка подтверждения (DIN42), чтобы можно было в режиме наладки перемещать ось с помощью SLS.
4. Селектор режимов работы для штатного режима и режима наладки (DIN45, DIN46).
5. Контроль переключателей посредством тестовых импульсов через DOUT42.
6. Квитирование ошибки (DIN48).
7. При отключении переднего фронта функции безопасности (DIN49) SS1 завершается с помощью внешнего управляющего сигнала.
8. Переключение между SS2 и SLS выполняется с помощью “автоматического повторного пуска”.

В примере проводится следующая процедура параметризации:

- **После включения:**  
Запрошена функция STO с автоматической активацией SBC.
- **Штатный режим:**  
При активации аварийной остановки или входа в зону защитного светового барьера занавесы следует запустить SS1 с последующим SBC, повторный пуск только через DIN49.
- **Режим наладки:**
  - При выборе в качестве режима работы режима наладки всегда запрашивается SLS.
  - SLS можно завершить только при выполнении всех следующих условий:
    - а) переключатель режимов работы снова находится в штатном режиме,
    - б) световой барьер больше не прерывается,
    - в) повторный пуск активируется.
  - При входе в зону защитного светового барьера дополнительно запускается SS2.
  - Завершение SS2 только через DIN49 и при условии выполненного выхода из зоны защитного светового барьера или через кнопку подтверждения DIN42.
  - При активации кнопки подтверждения следует переключиться с SS2 на SLS.

---

## i

Требуемое для конкретного случая применения подключение и параметризацию необходимо определить индивидуально в рамках вашей оценки рисков.

---

### 5.6.1 Выбор варианта сеанса в программе-ассистенте

1. Запустите SafetyTool с помощью экранной кнопки “Запуск SafetyTool”  
➔ 5.5.1 Запуск программы.

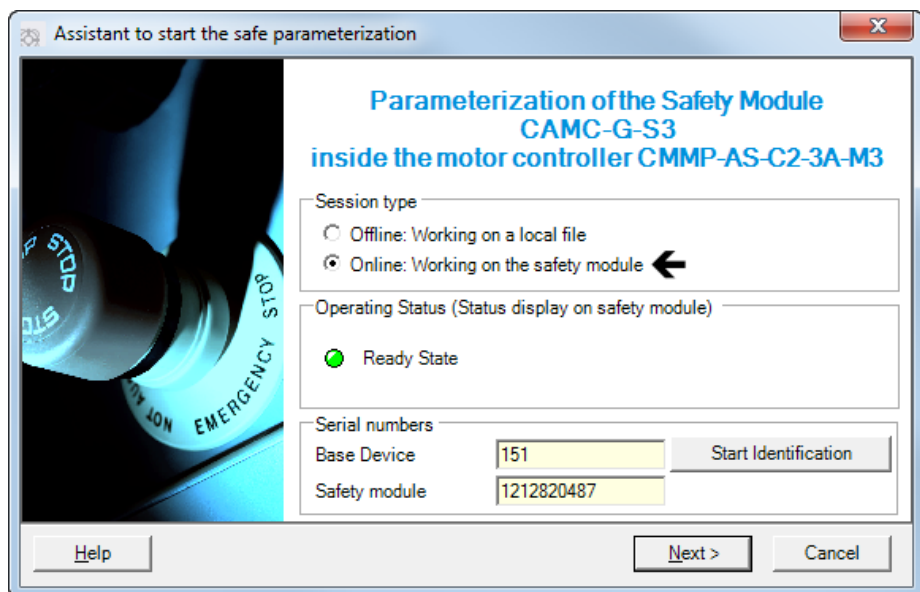


Fig. 83

2. Выберите в ассистенте для запуска безопасной параметризации тип сеанса “Онлайн ...” и подтвердите это нажатием “Далее”.

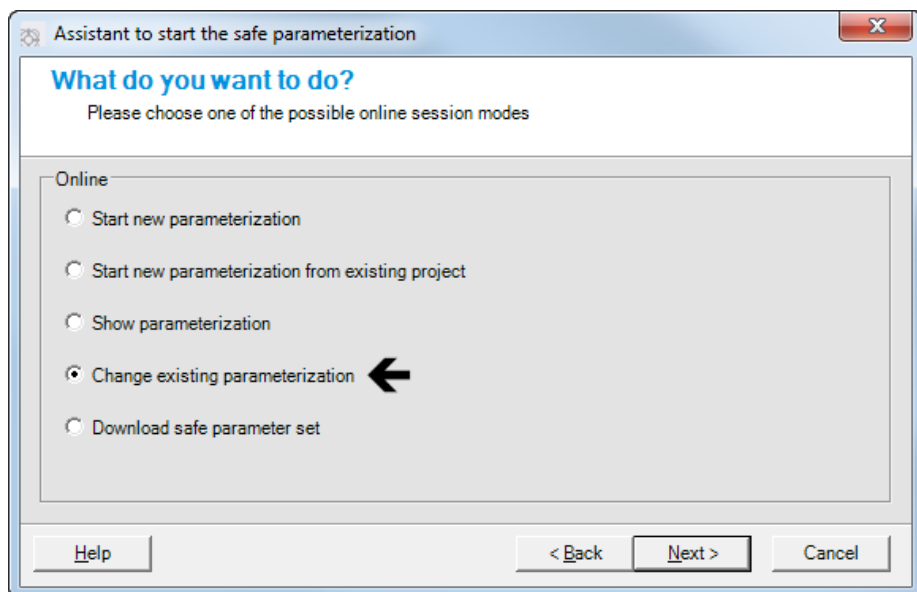


Fig. 84

3. Выберите вариант сеанса “Изменение имеющейся параметризации” и подтвердите выбор нажатием кнопки “Далее”.

После этого отобразится указание на вариант сеанса, который вам нужно учесть и подтвердить кнопкой “Далее”.

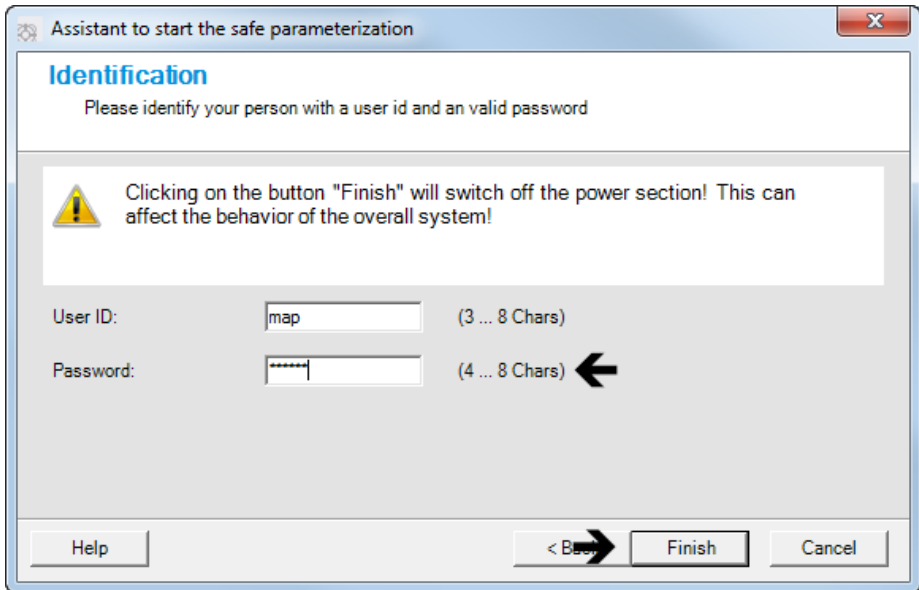



Fig. 85

4. Для записи параметров требуется ввод кода пользователя и пароля. В состоянии при поставке или после возврата (сброса) к заводским настройкам это “SAFETY”. После этого завершите работу ассистента, нажав “Готово”.

### 5.6.2 Передача данных и синхронизация

1. Как правило, основная информация заводских настроек отличается от текущих данных параметризации базового устройства. Это отображается через диалоговое окно, которое вы подтверждаете кнопкой “OK”. Если это не так, вы можете продолжить с пункта 3.

Data Acquisition: **Basic Informations**

 **Parameters can not be written or displayed until the different base info parameters are downloaded and validated by user. So long all subsequent pages are inaccessible**

Input of parameters				Validation		
Send	ID	Name	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	P06.3E	Display unit for position values	mm = [4]	0		✓
	P06.3F	Enumerator feed constant of axis in m/R	4	1		✓
	P06.40	Denominator feed constant of axis in m/R	125	1		✓
	P06.41	Number of displayed decimal places for position values	2	2		✓
	P06.42	Display unit for speed values	mm/s = [5]	0		✓
	P06.43	Enumerator changed time base for speed values of type 'user defined'	1	1		✓
	P06.44	Denominator changed time base for speed values of type 'user defined'	1	1		✓
	P06.45	Number of displayed decimal places for speed values	2	2		✓
	P06.46	Display unit for acceleration values	m/s <sup>2</sup> = [4]	0		✓
	P06.47	Enumerator changed time base for acceleration values of type 'user defi	1	1		✓
	P06.48	Denominator changed time base for acceleration values of type 'user def	1	1		✓
	P06.49	Number of displayed decimal places for acceleration values	3	2		✓
	P06.4A	Enumerator total gear factor between motor and axis	1	1		✓
	P06.4B	Denominator total gear factor between motor and axis	1	1		✓

What you can do in the next step  
[With the key <Release editing>, you switch the target value column into editing mode.](#)

Send all         ←   

Fig. 86

- Отличающиеся значения отображаются на странице основной информации красным цветом и должны быть сначала приведены в соответствие.

Input of parameters				Validation		
Send	ID	Name	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
<input checked="" type="checkbox"/>	P06.3E	Display unit for position values	mm = [4]	0		✓
<input checked="" type="checkbox"/>	P06.3F	Enumerator feed constant of axis in m/R	4	1		✓

Fig. 87

- Щелкните на “Разблокировка обработки” и активируйте окошко метки отличающихся параметров в разделе “Отправка”.
- Нажатием экранной кнопки “Отправка” выбранные параметры загружаются в модуль безопасности.

## Ввод в эксплуатацию

Input of parameters				Validation		
Send	ID	Name	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	P06.3E	Display unit for position values	mm = [4]	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	P06.3F	Enumerator feed constant of axis in m/R	4	4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fig. 88

- За счет этого параметры на данный момент уже недействительны. Проверьте параметры путем сравнения значений под заголовками “Заданное значение” и “Фактическое значение”. Подтвердите проверку, активировав окошко метки “Проверено”. После этого выполните валидацию с помощью экранной кнопкой “Валидация”.

	P06.49	Number of displayed decimal places for acceleration values	3	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	P06.4A	Enumerator total gear factor between motor and axis	1	1		<input checked="" type="checkbox"/>
	P06.4B	Denominator total gear factor between motor and axis	1	1		<input checked="" type="checkbox"/>

What you can do in the next step

The parameters were successfully loaded to the safety module. The actual values reflected from the safety module are displayed with their validation status in the validation area.

Check the actual values by comparing them with the corresponding target values and confirm correctness by checking off each individual parameter. Now you can identify all parameters marked as checked in the safety module with the key <Validate>.

Send all           

Fig. 89

- Если все параметры основной информации идентичны, другие параметры загружаются из модуля безопасности, отображается страница “Передача данных” с сопоставлением данных, переданных базовым устройством.

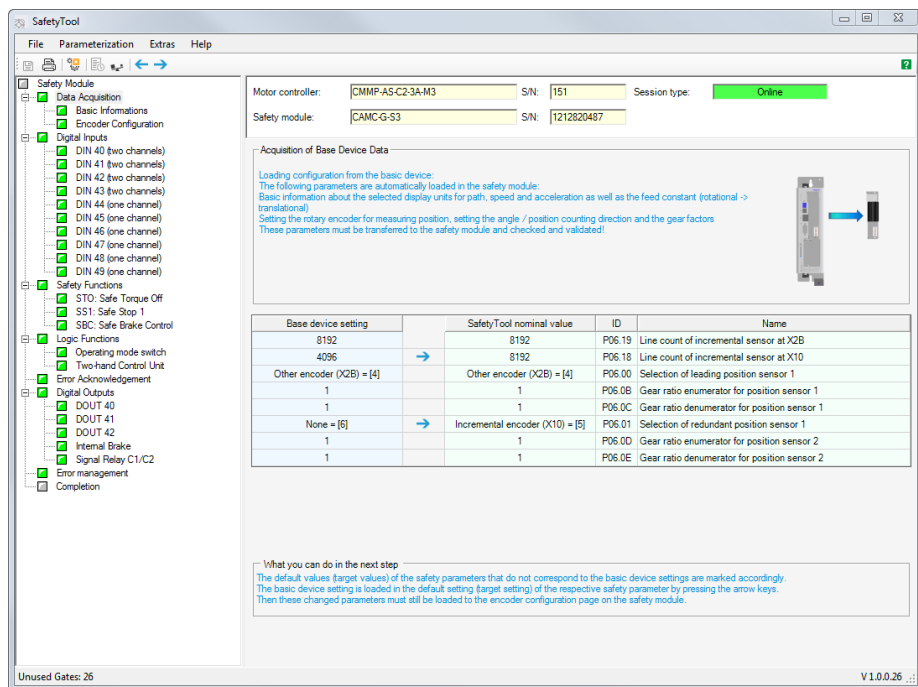


Fig. 90

### 5.6.3 Начало параметризации

Теперь активен вариант сеанса “Изменение имеющейся параметризации”, и вы можете приступить непосредственно к параметризации.

- Для этого с помощью экранных кнопок со стрелками 1 последовательно пройдите по **всем** страницам параметров и проверьте или измените отображаемые параметры.

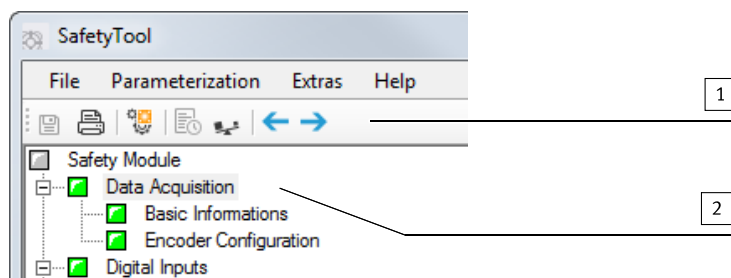


Fig. 91 Передача данных

Соответствующая страница параметров отображается в дереве навигации [2], с помощью которого вы также напрямую можете переключиться на другую страницу, например, чтобы позже снова просмотреть параметры.

Для ввода в эксплуатацию рекомендуется проверить или обработать все страницы одну за другой.

#### 5.6.4 Проверка передачи данных

На первой странице параметров “Передача данных” выводятся важнейшие параметры конфигурации датчика.

Base device setting		SafetyTool nominal value	ID	Name
8192	↓	8192	P06.19	Line count of incremental sensor at X2B
4096	→	8192	P06.18	Line count of incremental sensor at X10
Other encoder (X2B) = [4]		Other encoder (X2B) = [4]	P06.00	Selection of leading position sensor 1
1		1	P06.0B	Gear ratio enumerator for position sensor 1
1		1	P06.0C	Gear ratio denominator for position sensor 1
None = [6]	→	Incremental encoder (X10) = [5]	P06.01	Selection of redundant position sensor 1
1		1	P06.0D	Gear ratio enumerator for position sensor 2
1		1	P06.0E	Gear ratio denominator for position sensor 2

Fig. 92

Имеющиеся отклонения будут соответственно показаны синей стрелкой. Щелчком мыши на стрелке настройка базового устройства принимается как заданное значение параметра. Позже еще следует выполнить на соответствующей странице конфигурации датчика отправку заданного значения параметра модулю безопасности и валидацию.

#### 5.6.5 Основная информация

Если основная информация уже была обработана (→ 5.6 Процесс параметризации с помощью SafetyTool (пример)), значения на этой странице уже должны быть правильными.

#### 5.6.6 Конфигурация датчиков

- Проверьте или обработайте один за другим параметры конфигурации датчика.

Если вы приняли заданные значения, они уже введены для соответствующего параметра (→ 5.6 Процесс параметризации с помощью SafetyTool (пример)). Т. е. с помощью “Разблокировка обработки”, “Отправка” вы можете их принять и в дальнейшем провести проверку и валидацию.

Input of parameters						Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value		Actual value	Checked	Valid
	P06.18	Line count of incremental sensor at X10		4096	↓	8192		✓

Fig. 93

#### 5.6.7 Конфигурирование цифровых входов

На странице “Цифровые входы” отображается назначение всех двух- и одноканальных входов. Но в таком случае обработка на следующих страницах проводится для каждого входа по отдельности.

## Ввод в эксплуатацию

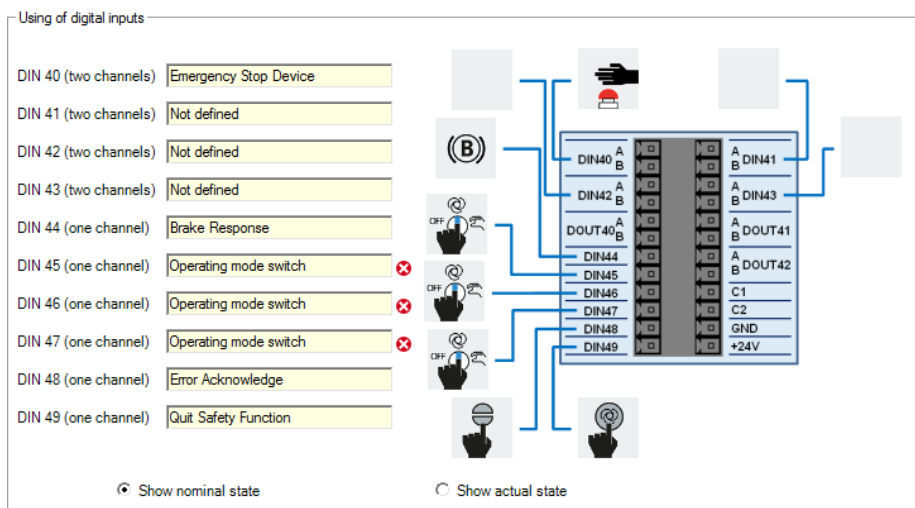


Fig. 94

Случаи несогласованности данных отмечены символом ошибки, и хотя в примере DIN45, DIN46 и DIN47 параметризован тип датчика “Селектор режимов работы”, параметр “Активация” селектора режимов работы неактивен.

Теперь обработайте одну за другой страницы цифровых входов.

### DIN40

- В качестве примера DOUT42A/B настраивается как источник для тестового импульса.

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
<input type="checkbox"/>	P02.24	Sensor type		Emergency Stop Device = [2]	2		✓
<input type="checkbox"/>	P02.06	Operating mode		Equivalent = [1]	1		✓
<input type="checkbox"/>	P02.05	Discrepancy time	ms	100.0	100.0		✓
<input checked="" type="checkbox"/>	P02.07	Test pulse source		DOUT42A/B = [3]	0		✓

Fig. 95

### DIN41

- В качестве примера настраивается тип датчика “Защитный световой барьер” и DOUT42A/B как источник для тестового импульса.

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
<input checked="" type="checkbox"/>	P02.25	Sensor type		Light Curtain = [8]	0		✓
<input type="checkbox"/>	P02.0B	Operating mode		Equivalent = [1]	1		✓
<input type="checkbox"/>	P02.0A	Discrepancy time	ms	100.0	100.0		✓
<input checked="" type="checkbox"/>	P02.0C	Test pulse source		DOUT42A/B = [3]	0		✓

Fig. 96

#### DIN42

- В качестве примера настраивается тип датчика “Кнопка подтверждения” и DOUT42A/B как источник для тестового импульса.

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
<input checked="" type="checkbox"/>	P02.26	Sensor type		Enable Switch = [3]	0		✔
<input type="checkbox"/>	P02.10	Operating mode		Equivalent = [1]	1		✔
<input type="checkbox"/>	P02.0F	Discrepancy time	ms	100.0	100.0		✔
<input checked="" type="checkbox"/>	P02.11	Test pulse source		DOUT42A/B = [3]	0		✔

Fig. 97

#### DIN45 ... DIN47

- В качестве примера для DIN45, DIN46 и DIN47 соответственно настраивается DOUT42B как источник для тестового импульса.

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
<input type="checkbox"/>	P02.29	Sensor type		Operating mode switch = [11]	11		✔
<input checked="" type="checkbox"/>	P02.1B	Test pulse source		DOUT42B = [10]	4		✔

Fig. 98

#### DIN43 и DIN44, DIN48 и DIN49

Для примера не требуется никаких изменений, так как все настройки соответствуют заводским.

#### 5.6.8 Выбор и параметризация функций обеспечения безопасности

На странице “Функции обеспечения безопасности” отображаются активные функции.

- Для примера активируйте дополнительно SS2, SOS и USF0. С помощью USF вы можете параметризовать функцию обеспечения безопасности SLS. Для активации функций обеспечения безопасности не нужна отправка и валидация.

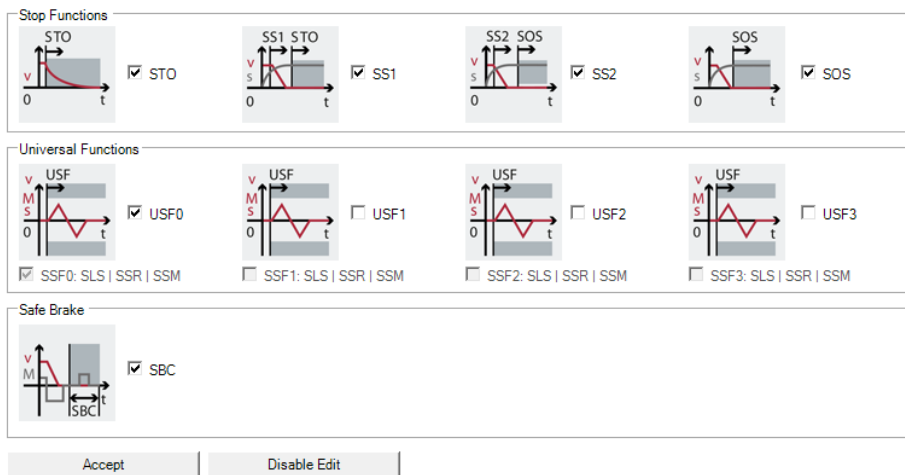


Fig. 99

### STO: безопасное выключение крутящего момента

1. Проверьте и при необходимости измените параметры функции обеспечения безопасности STO → 3.5 Функции обеспечения безопасности.
2. Удалите на вкладке “Запрос” имеющийся в заводских настройках запрос через DIN40. Для этого после разблокировки обработки выберите в решетке логический вход LIN\_D40 (отмечен синим) и удалите его с помощью “Операнды: удалить”.  
И хотя операнд удален из конъюнктивного терма, сам терм (здесь: P04.00) еще занят и все еще отображается внизу.

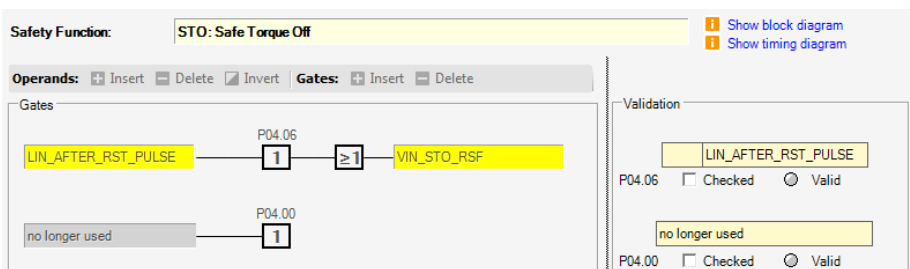


Fig. 100

3. Выберите в правой рамке “Операнды” LIN\_AFTER\_RST\_PULSE и примите запись с помощью “Решетки: вставить”.
4. В помощь “Отправить” передайте изменение модулю безопасности. Затем в разделе “Валидация” (на рисунке вверху справа) появится новое назначение и операция удаления, и можно будет выполнить проверку и валидацию.

Настройку на вкладке “Завершение запроса” через LIN\_D49\_RISING\_EDGE в примере можно оставить.

**SS1: безопасная остановка 1**

1. Проверьте на вкладке “Стандартные параметры” настройки и при необходимости адаптируйте их к вашему варианту применения → 3.5 Функции обеспечения безопасности.
2. Активируйте для примера функцию “Автоматическая активация SBC” (POC.09).  
Для примера создайте на вкладке “Запрос” следующую логику:



Input of parameters						Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid	
	POC.00	Delay time for start of monitoring	ms	2.0	2.0		✓	
	POC.01	Brake ramp time	ms	300.0	300.0		✓	
	POC.02	Tolerance time for limit exceed	ms	10.0	10.0		✓	
	POC.06	Limit speed in base device			0		✓	
	POC.07	Activate quick stop ramp in base device			1	<input checked="" type="checkbox"/>	✓	
	POC.08	Automatic restart allowed			0		✓	
	POC.09	Automatic activate SBC			1	<input checked="" type="checkbox"/>	✓	

Fig. 101

3. Для примера создайте на вкладке “Запрос” следующую логику:

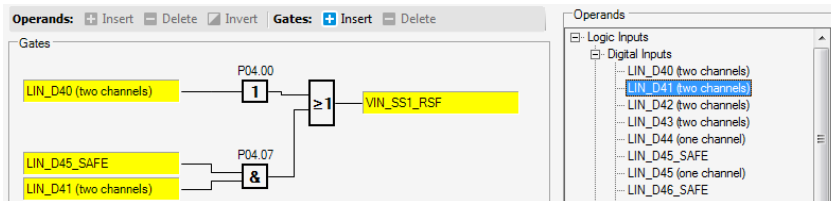


Fig. 102

4. Выберите в правой рамке “Операнды” LIN\_D40 и примите запись с помощью “Операнды: вставить”. В качестве альтернативы вы можете с помощью мыши привязать запись к логической операции задающего устройства (здесь: конъюнктивный терм P04.00).
5. Затем выберите LIN\_D45\_SAFE и примите запись с помощью “Решетки: вставить”. В качестве альтернативы вы можете с помощью мыши привязать запись к решетке “ИЛИ” ( $\geq 1$ ). При этом добавляется новая решетка со входом LIN\_D45\_SAFE (в примере: конъюнктивный терм P04.07).
6. Теперь под заголовком “Решетки” выберите только что добавленную (вставленную) запись LIN\_D45\_SAFE, чтобы отметить вторую решетку как цель для добавления других операндов (здесь: конъюнктивный терм P04.07).
7. После этого выберите в правой рамке “Операнды” запись LIN\_D41 и примите ее с помощью “Операнды: вставить”. В качестве альтернативы вы можете с помощью мыши привязать запись к логической операции задающего устройства. Тем самым логическая операция задающего устройства автоматически изменяется на логическую операцию “И”.
8. Теперь после отправки вы должны через логическую операцию “ИЛИ” валидировать 2 конъюнктивных термина.

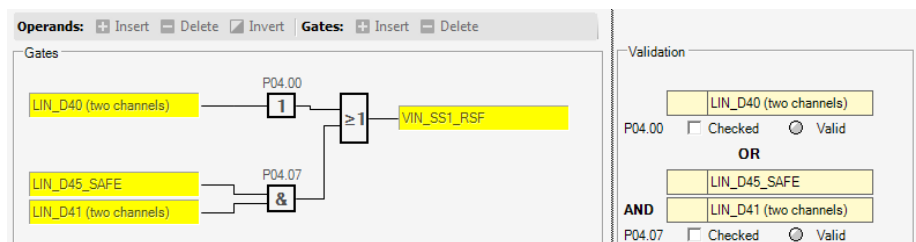


Fig. 103

Настройку на вкладке “Завершение запроса” через LIN\_D49\_RISING\_EDGE в примере можно оставить.

### SS2: безопасная остановка 2

1. Проверьте на вкладке “Стандартные параметры” настройки и при необходимости адаптируйте их к вашему варианту применения → 3.5 Функции обеспечения безопасности.

Для примера создайте на вкладке “Запрос” следующую логику:



Fig. 104

2. Выберите в правой рамке “Операнды” LIN\_D41 и примите запись с помощью “Операнды: вставить”. В качестве альтернативы вы можете с помощью мыши привязать запись к логической операции задающего устройства (здесь: конъюнктивный терм P04.08).
3. Повторите этап 2 с операндами LIN\_D46\_SAFE и LIN\_D42.
4. Инвертируйте LIN\_D42 с помощью “Операнды: инвертировать”. Если в какой-то промежуток времени до этого вы выбрали другой элемент, вам может потребоваться предварительно еще раз выбрать LIN\_D42.

5. После отправки вы должны валидировать только один конъюнктивный терм. Для примера создайте на вкладке “Завершение запроса” следующую логику:

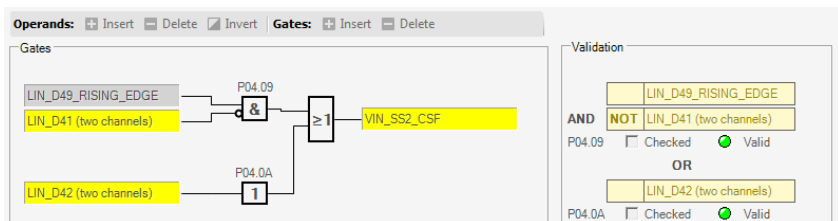


Fig. 105

- Выберите в правой рамке “Операнды” LIN\_D49\_RISING\_EDGE и примите запись с помощью “Операнды: вставить”.
- Повторите этап 6 с LIN\_D41.
- Инвертируйте LIN\_D41 с помощью “Операнды: инвертировать”.
- Затем выберите LIN\_D42 и добавьте эту запись с помощью “Решетки: вставить” как логическую операцию “И”.
- Теперь после отправки вы должны через логическую операцию “ИЛИ” валидировать 2 конъюнктивных термина.

**SOS: безопасная остановка работы**

- Параметризируйте функцию обеспечения безопасности SOS согласно вашему применению → 3.5 Функции обеспечения безопасности.
- Для запроса SOS не требуется логическая схема, поскольку SOS используется только как реакция на ошибку.
- Для действия “Завершение запроса” добавьте LIN\_D49\_RISING\_EDGE (как для SS2).

**USF0: универсальная функция обеспечения безопасности**

- Добавьте для запроса USF0 в примере LIN\_DIN46\_SAFE.

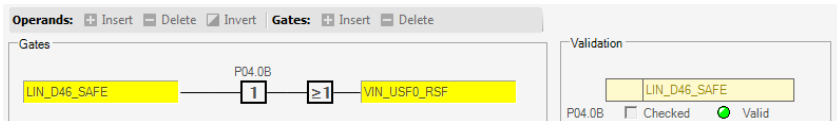


Fig. 106

- Для примера создайте на вкладке “Завершение запроса” следующую логику:

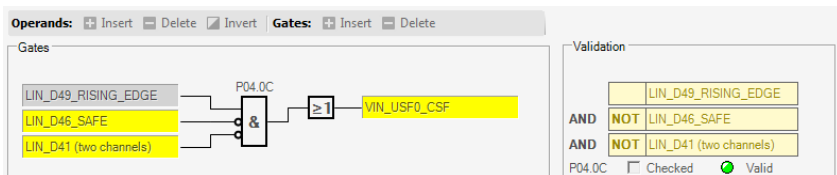


Fig. 107

Основные этапы управления описаны в предыдущих пунктах.

**SSF0: безопасная скорость**

- Параметризируйте для функции обеспечения безопасности SLS функцию SSF0 согласно вашему применению → 3.5 Функции обеспечения безопасности.

## Ввод в эксплуатацию

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	P0E.00	Activate SSF		<input checked="" type="checkbox"/>	1		<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.01	Delay time for start of monitoring	ms	2,0	2,0		<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.07	Safe speed - upper limit	mm/s	225,00	225,00		<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.08	Safe speed - lower limit	mm/s	-225,00	-225,00		<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.02	Brake ramp time	ms	300,0	300,0		<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.03	Tolerance time for limit exceed	ms	10,0	10,0		<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.09	Limit speed in base device		<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.0B	Automatic restart allowed		<input type="checkbox"/>	0		<input checked="" type="checkbox"/>

Fig. 108

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	P0E.0D	Speed ramp - Delay time monitoring	ms	0,0	0,0		<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.06	Brake ramp - start delay	ms	6,0	6,0		<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.04	Brake ramp - starting value factor		0,10	0,10		<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.05	Brake ramp - starting value offset	mm/s	75,00	75,00		<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.0C	Offset speed limit	mm/s	75,00	75,00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	P0E.0A	Activate quick stop ramp in base device		<input type="checkbox"/>	0		<input checked="" type="checkbox"/>

Fig. 109

### SBC: безопасное управление тормозом

1. Параметризируйте функцию обеспечения безопасности SBC согласно вашему применению  
→ 3.5 Функции обеспечения безопасности.
2. Удалите для примера запрос через LIN\_D40.
3. Для действия “Завершение запроса” оставьте LIN\_D49\_RISING\_EDGE.
4. В зависимости от вашего варианта применения на вкладке “Ответное сообщение” может понадобиться логика для ответного сообщения тормоза.

### 5.6.9 Логические функции

В примере Additional Logic Functions ALFx (расширенные логические функции) не используются и поэтому не должны активироваться на странице “Логические функции”.

### Селектор режимов работы

- Активируйте селектор режимов работы на странице “Селектор режимов работы”.

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	P02.00	Activation		<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	P02.01	Discrepancy time	ms	500,0	500,0		<input checked="" type="checkbox"/>

Fig. 110

### Устройство безопасного старта двумя руками

Устройство безопасного старта двумя руками в этом примере не используется.

### 5.6.10 Логика квитирования ошибки

Для примера можно оставить логику квитирования ошибки на заводских настройках.

### **5.6.11 Цифровые выходы**

#### **DOU40, DOU41**

Для примера цифровые выходы DOU40 и DOU41 не используются.

#### **DOU42**

Для примера не следует ничего менять в параметризации, так как DOU42 в заводских настройках уже параметризован на “В течение длительного времени включен”.

#### **Внутренний тормоз**

Параметры конфигурации для внутреннего тормоза можно оставить в примере на заводских настройках.

#### **Сигнальный контакт**

В примере можно оставить параметры конфигурации сигнального контакта на заводских настройках. Реле замкнуто, если все запрошенные функции обеспечения безопасности активны, и ни одно условие безопасности не нарушено.

### **5.6.12 Управление ошибками**

Для случаев нарушения условий безопасности и случаев ошибки, например, при анализе датчика углового положения, вы должны выбрать на странице “Управление ошибками” адекватную реакцию на ошибку.

Для примера заводские настройки остаются неизменными, т. е. в основном в случае ошибки запускается STO или SS1, а также SBC.

### **5.6.13 Завершение параметризации**

Если светодиоды главного узла показаны зеленым цветом, можно провести валидацию набора параметров (общую валидацию).

Текущий рассчитанный модулем безопасности код валидации считывается и отображается в поле индикации “Код валидации” в шестнадцатеричном формате.

Под полем “Код валидации” на экран выводится текущее состояние параметризации.

Для успешного завершения параметризации следует сохранить параметры в устройстве.

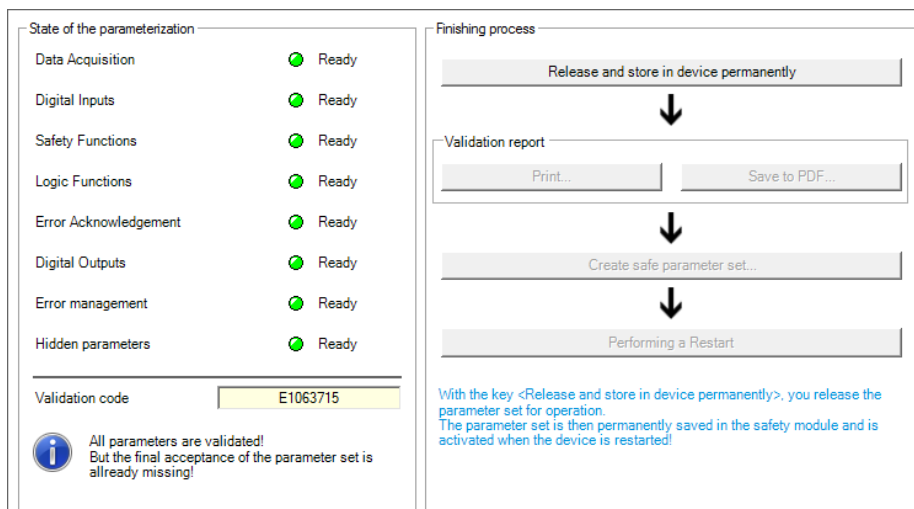


Fig. 111

1. Для этого сначала нажмите “Разблокировать и сохранить в постоянной памяти устройства”.
2. Код валидации для подтверждения нужно ввести **в обратном порядке** и подтвердить нажатием “OK”.

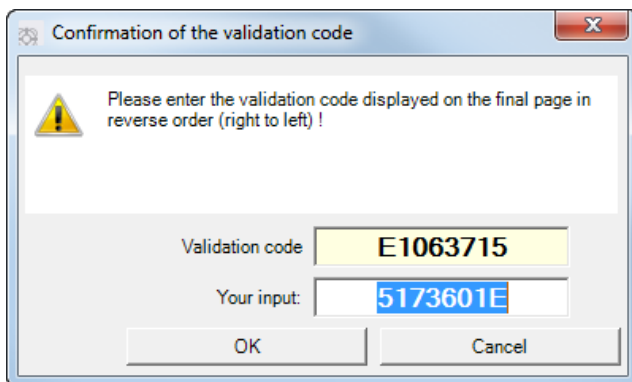


Fig. 112

3. При правильном вводе кода валидации модуль безопасности записывает параметры в сохраненном состоянии на карте памяти, теперь страница “Завершение” в дереве навигации также отображается зеленым.
4. Для создания необходимого отчета валидации можно либо непосредственно вывести сводную таблицу на принтер кнопкой “Печать” или с помощью “Сохранить в PDF” сгенерировать соответствующий PDF-документ.

5. Для последующего использования на других, аналогично параметризуемых модулях безопасности или при замене модуля безопасности вы можете посредством операции “Создать безопасный набор параметров” сохранить файл, с помощью которого можно будет в дальнейшем отправить валидированный набор параметров на другой модуль безопасности.
6. Для завершения параметризации щелкните мышью на “Выполнить перезапуск”. В результате контроллер и модуль безопасности перезапускаются.

Таким образом параметризация на конкретном примере завершена.

## 5.7 Специальные функции SafetyTool

### 5.7.1 Смена пароля

Пока активен сеанс параметризации, вы можете в любой момент изменить пароль.

1. Откройте диалоговое окно “Сменить пароль” с помощью команды меню [Опции][Сменить пароль].

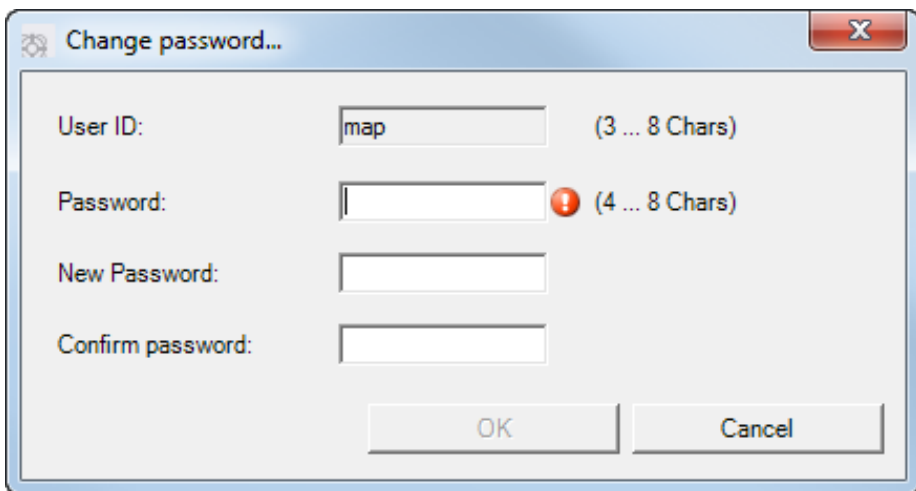


Fig. 113

2. В строке “Пароль” введите существующий пароль.
3. Введите новый пароль дважды: в строке “Новый пароль” и “Подтверждение пароля”.
4. Подтвердите нажатием “OK”.

Новый пароль сразу становится активным в модуле безопасности.

### 5.7.2 Установка заводских настроек

Заводские настройки → 5.4.1 Заводская настройка.

Чтобы вернуть модуль безопасности к заводским настройкам:

1. Запустите SafetyTool при активном онлайн-соединении  
→ 5.6 Процесс параметризации с помощью SafetyTool (пример).
2. Выберите онлайн-вариант параметризации “Индикация параметризации” (пароль не требуется).

3. После этого отображается (при наличии) отличающаяся основная информация; подтвердите ее нажатием “OK”.
4. С помощью команды меню [Опции][Установка заводских настроек] выполняется сброс модуля безопасности. Для этого запрашивается имя пользователя (протоколируется в постоянной памяти диагностики).
5. Затем набор параметров снова считывается из модуля безопасности. При этом требуется заново подтвердить отличающуюся основную информацию (при ее наличии).
6. Завершите работу SafetyTool.

### 5.7.3 Проверка на приемлемость

Проверку на приемлемость можно провести в любой момент в течение сеанса параметризации.

- Откройте окно “Проверка на приемлемость” с помощью команды [Опции][Проверка параметров на приемлемость].

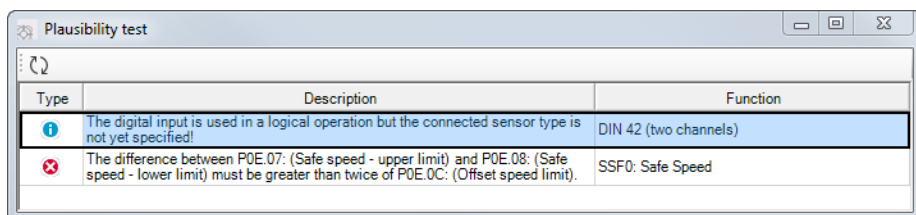


Fig. 114

Выявленные при проверке пункты отмечаются соответствующими символами.

Символ	Значение
i	Информация: просто информация, не влияет на функционирование.
!	Предупреждение: параметры конфигурации работают, но, возможно, не в полном объеме.
x	Ошибка: параметризация с ошибками, модуль безопасности функционирует неправильно.

Tab. 114 Индикация результатов проверки на приемлемость

### 5.7.4 Общий обзор параметров

С целью быстрого доступа для экспертов параметры могут выводиться и обрабатываться в отдельном окне.

- Откройте окно “Общий обзор параметров” с помощью команды [Опции][Общий обзор параметров].

Parameter Overview

Filter: Show only standard parameters      Number of displayed parameters: 215

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	P00.00	Version parameter set			1.0		✓
	P00.03	Lowest supported version of the p			1.0		✓
	P02.00	Activation		<input type="checkbox"/>	0		✓
	P02.01	Discrepancy time	ms	500,0	500,0		✓
	P02.02	Activation		<input type="checkbox"/>	0		✓
	P02.03	Discrepancy time	ms	500,0	500,0		✓
	P02.05	Discrepancy time	ms	300,0	300,0		✓
	P02.06	Operating mode		Equivalent = [1]	1		✓
	P02.07	Test pulse source		None = [0]	0		✓
	P02.0A	Discrepancy time	ms	100,0	100,0		✓
	P02.0B	Operating mode		Equivalent = [1]	1		✓
	P02.0C	Test pulse source		None = [0]	0		✓

Send all                 

Fig. 115

### 5.7.5 Окно диагностики

В подменю [Опции] [Диагностика] вы найдете различные команды для вывода на экран разных окон диагностики. Дополнительную информацию см. в справке по SafetyTool.

Например, в окне “Цифровые входы/выходы (логические состояния)” отображается логическое состояние входов и выходов:

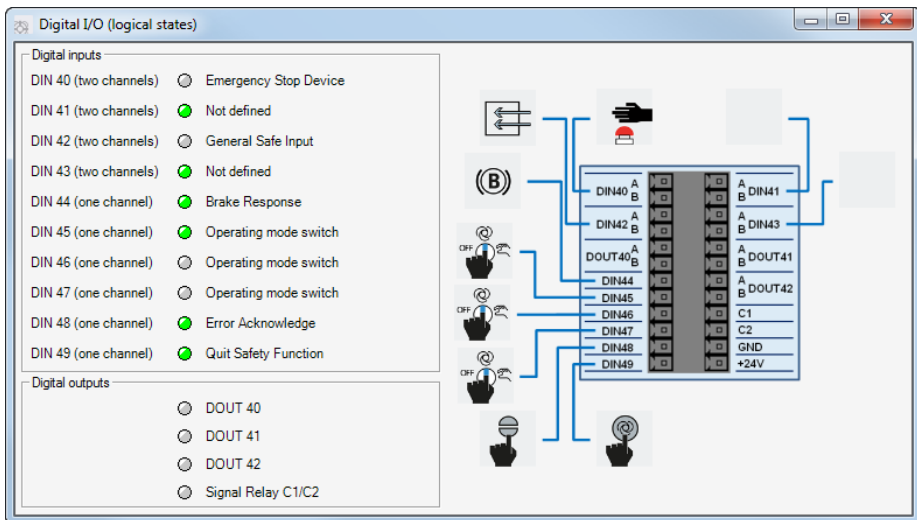


Fig. 116 Цифровые входы/выходы – логические состояния

Ввод в эксплуатацию

В окне “Индикация ошибок” отображаются активные ошибки, экранная кнопка “Квитиловать ошибки!” служит для их подтверждения, если это возможно.

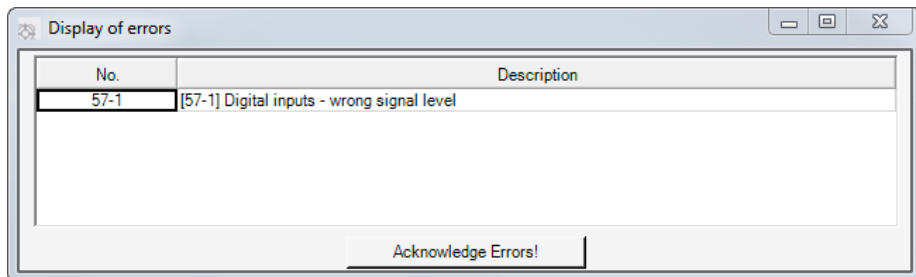


Fig. 117 Индикация ошибок

С помощью команды меню [Опции][Диагностика][Внутренние сигналы] открывается окно “Функциональная принципиальная схема”. В окне выводится общий обзор логических и виртуальных входов, а также виртуальных и логических выходов модуля безопасности.

Щелчком на синей текстовой ссылке открывается еще одно окно, в котором отображается состояние соответствующей группы сигналов (например, показанные физическими входами логические входы).

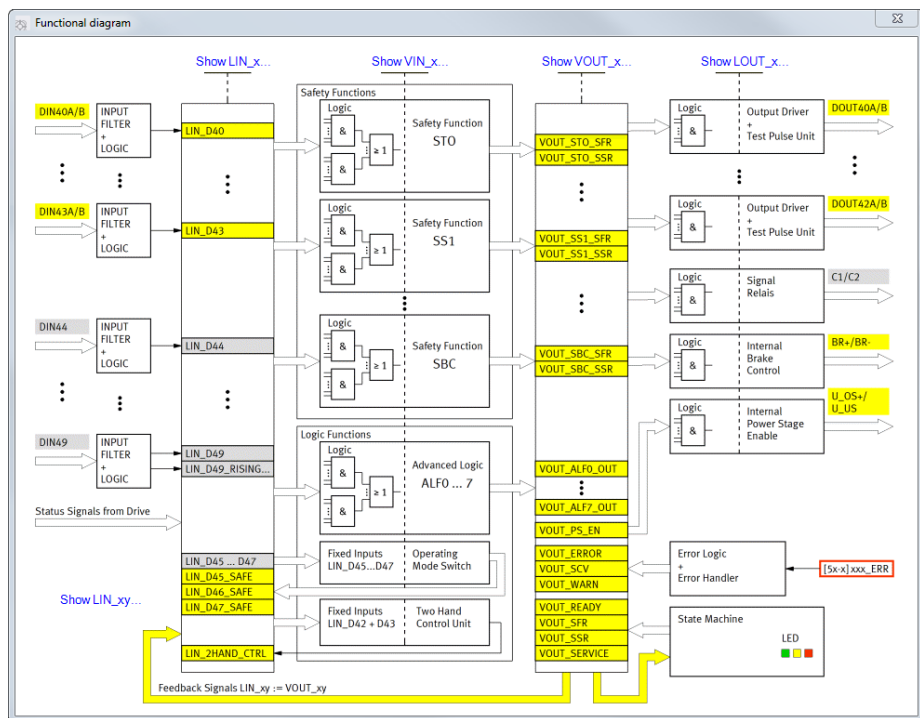


Fig. 118 Функциональная принципиальная схема

## 5.8 Функциональное испытание, валидация

### ПРИМЕЧАНИЕ!

Требуется валидация функций обеспечения безопасности после подключения и после каждого внесения изменений в подключение.

Лицо, выполняющее ввод в эксплуатацию, должно задокументировать эту валидацию. В качестве помощи для ввода в эксплуатацию ниже приведены контрольные списки, в которые объединены вопросы, касающиеся снижения рисков.



Следующие контрольные списки не заменяют инструктаж по технике безопасности. Полнота содержания контрольных списков не гарантируется.

Номер	Вопросы	Верно	Выполнено
1.	Все ли окружающие условия и способы вмешательства соблюдаются?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Номер	Вопросы	Верно	Выполнено
2.	Использовался ли “3-ступенчатый метод” снижения рисков, т. е. 1. Безопасная конструкция самой установки; 2. Технические и, возможно, дополняющие меры защиты; 3. Информация для эксплуатирующего лица об остаточных рисках?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Опасности устранены, или вероятность опасностей снижена настолько, насколько это возможно реализовать на практике?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Гарантируется ли, что принятые меры не повлекут за собой новых опасностей?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Эксплуатирующее лицо в достаточной степени информировано и предупреждено об остаточных рисках?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Гарантируется ли, что принятые меры защиты не приводят к ухудшению условий труда операторов?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Согласованы ли между собой проводимые защитные мероприятия?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	В достаточной ли степени учтены последствия, которые могут возникнуть из-за применения установки, сконструированной для коммерческих/промышленных целей, в некоммерческой/непромышленной сфере?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	Гарантируется ли, что проводимые мероприятия не оказывают чрезмерного влияния на возможность выполнения установкой ее функции?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tab. 115 Вопросы для валидации согласно EN 12100 (пример)

Номер	Вопросы	Верно	Выполнено
1.	Была ли проведена оценка рисков?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Составлен ли список неисправностей и план валидации?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Выполнен ли план валидации, включая анализ и испытание, и составлен ли отчет о валидации? В рамках валидации должны проводиться, по меньшей мере, следующие испытания:	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	а) Проверка элементов: используется ли CMMP-AS-...-M3 с CAMC-G-S3 (проверка согласно фирменным табличкам)?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Номер	Вопросы	Верно	Выполнено
3.	б) Правильно ли подсоединены провода (проверка согласно схеме соединений)?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	– Подсоединены ли предохранительные управляющие устройства, например, переключатель защитной дверцы, выключатель аварийной остановки и т. п., проводами к X40 в электрической схеме?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	– Предохранительные управляющие устройства пригодны и включены в состав электрической схемы согласно требованиям варианта применения?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	в) Проверка параметризации:	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	– Завершена ли параметризация модуля безопасности, все ли параметры валидированы?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	– Набор параметров распечатан и приложен к плану валидации?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	г) Функциональные испытания:	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	– Активация аварийной остановки системы: привод остановлен?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	– Активация аварийной остановки системы: При активации только одного из назначенных аварийной остановке входов DIN4xA или DIN4xB – сразу выполняется назначенная функция обеспечения безопасности, и по истечении времени рассогласования сообщается об ошибке “Нарушение времени рассогласования” (индикация 57-1) в СММР-AS-M3?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	– Активация других функций обеспечения безопасности системы - проверка выполняется отдельно для каждой функции обеспечения безопасности: При активации только одного из назначенных для запроса функции обеспечения безопасности двухканальных входов DIN4xA/B – сразу выполняется назначенная функция обеспечения безопасности, и по истечении времени рассогласования сообщается об ошибке “Нарушение времени рассогласования” (индикация 57-1) в СММР-AS-M3?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Номер	Вопросы	Верно	Выполнено
3.	– При использовании безопасных выходов - проверка выполняется отдельно для каждого выхода: Переключаются ли оба выхода DOUT4xA/B равнозначно при наличии соответствующего условия переключения, и принимается ли безопасное состояние в последующем предохранительном коммутационном устройстве в случае ошибки (обрыв кабеля, короткое замыкание,...)?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	– Только при использовании предохранительного коммутационного устройства с анализом контакта обратной связи C1/C2: При коротком замыкании с C1 на C2 привод останавливается не позднее, чем при следующем запросе безопасности?	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	– Предотвращается ли повторный пуск? Т. е. при включенной аварийной остановке и активных сигналах разблокировки (Eenable) в случае команды запуска никакого движения не происходит без предварительной активации входа “Завершение функции обеспечения безопасности”.	Да <input type="checkbox"/> Нет <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tab. 116 Вопросы для валидации согласно EN ISO 13849-2 (пример)

## 6 Управление и эксплуатация

### 6.1 Обязанности эксплуатирующего лица

Необходимо регулярно проверять работоспособность модуля безопасности CAMC-G-S3. Эксплуатирующая организация несет ответственность за выбор типа и периодичности проверок в указанный промежуток времени. Проверка должна выполняться таким образом, чтобы можно было подтвердить безупречное функционирование защитных устройств при взаимодействии всех элементов. Интервал проверки (Proof Test Interval) → 8.1.1 Технические средства безопасности.

#### **⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

##### **Потеря функции обеспечения безопасности!**

При сбое напряжения функции обеспечения безопасности не обеспечиваются (исключение: безопасное выключение крутящего момента, STO; безопасное управление тормозом, SBC). Отсутствие функции обеспечения безопасности может привести к тяжелым необратимым повреждениям, например, из-за непредусмотренных перемещений подсоединенных исполнительных механизмов.

- С учетом вашего варианта применения обеспечьте безопасное электропитание или предусмотрите иные необходимые мероприятия.

## 6.2 Техническое обслуживание и уход

Модуль безопасности не требует технического обслуживания.

## 6.3 Функции защиты

### 6.3.1 Питание – Контроль напряжения для защиты от повышенного напряжения и смены полярности

Питание 24 В осуществляется через базовое устройство. Допустимый диапазон рабочего напряжения контролируется модулем безопасности. Кроме того, питание модуля безопасности имеет особую защиту от следующих воздействий:

- броски напряжения согласно EN 61326-3-1,
- рост напряжения питания 24 В в случае неисправности до 60 В (спецификация питания цепей защитного сверхнизкого напряжения (PELV)).

Защита от смены полярности обеспечена посредством базового устройства.

### 6.3.2 Внутреннее электропитание электронных элементов

Внутренние рабочие напряжения генерируются источником питания 24 В.

Внутренние схемы напряжения питания электроники выполнены с резервированием.

Поэтому два микроконтроллера в модуле безопасности запрашиваются независимо друг от друга.

Они поочередно контролируют все внутренние рабочие напряжения.

### 6.3.3 Отказоустойчивое питание

Ядром активации выходов является так называемое “Отказоустойчивое питание”. Каждый микроконтроллер за счет динамического сигнала обеспечивает собственное (внутреннее) вспомогательное питание ( $U_{FS1}$ ,  $U_{FS2}$ ) для активации различных (безопасных) выходов:

- схемы питания для активации задающего устройства, отдельно для верхних и нижних переключателей,
- управления тормозом, отдельно для силовых выключателей BR+ и BR-,
- цифровых выходов DOUT40 – DOUT42, отдельно для контакта А и контакта В.

$U_{FS1}$  воздействует на выходы, управляемые микроконтроллером 2, и, наоборот,  $U_{FS2}$  воздействует на выходы микроконтроллера 1. Таким образом каждый из микроконтроллеров в случае ошибки может отключить выходы другого микроконтроллера.

При отказе микроконтроллера (неважно, по какой причине – аппаратная ошибка, аварийный отказ программного обеспечения и т. д.) работа соответствующей отказоустойчивой (“Failsafe”) схемы питания прекращается, и выходы отключаются.

### 6.3.4 Функции защиты для цифровых выходов

Дискретные выходы защищены от следующих воздействий:

- короткое замыкание при 0 В и 24 В и РЕ,
- любые перекрестные замыкания на других выходах,
- рост напряжения до 60 В.

Активные выходы во время работы контролируются посредством тестовых импульсов.

В случае ошибки выходы отключаются, тоже все вместе.

### 6.3.5 Функции защиты для цифровых входов

Цифровые входы защищены от следующих воздействий:

- короткое замыкание при 0 В и 24 В и PE,
- любые перекрестные замыкания на других выходах,
- неполадки из-за бросков напряжения,
- рост напряжения до 60 В.

Выходы во время работы контролируются посредством внутренних тестовых импульсов.

Контроль подсоединенных пассивных датчиков выполняется с помощью внешних тестовых импульсов через DOUT4х.

Для многоканальных входов проверка на приемлемость проводится по одновременному переключению с контролем времени рассогласования.

### **6.3.6 Функции защиты для управления тормозом**

Выходы для управления тормозом защищены от следующих воздействий:

- короткое замыкание при 0 В и 24 В и PE,
- любые перекрестные замыкания на других выходах,
- рост напряжения до 60 В.

Выходы во время работы контролируются посредством тестовых импульсов. В случае ошибки выходы отключаются.

### **6.3.7 Функции защиты питания для активации задающего устройства**

Выходы для активации задающего устройства защищены от следующих воздействий:

- короткое замыкание при 0 В и 5 В, а также напряжение во внешней цепи до 60 В,
- перекрестные замыкания между двумя источниками питания,
- рост напряжения до 60 В.

Выходы во время работы контролируются посредством тестовых импульсов.

В случае ошибки выходы отключаются.

### **6.3.8 Функции защиты для подсоединенных датчиков положения**

Функционирование датчиков положения постоянно контролируется во время работы.

Объем контроля определяется используемым типом датчика, например:

- контроль аналоговых сигналов слежения, контроль амплитуды и длины вектора для датчиков SIN/COS и HiPerface, а также резольверов,
- контроль обмена данными для обычных последовательных датчиков,
- дополнительно проверка на приемлемость позиционных данных с помощью контроля ускорения,
- сопоставление данных позиции и скорости датчика положения 1 с теми же данными датчика положения 2 в перекрестном сравнении между микроконтроллерами,
- контроль времени при состоянии покоя и запрошенной функции обеспечения безопасности для датчиков положения без принудительного стимулирования (контроль каждые 10 дней).

### **6.3.9 Внутренние функции защиты электроники на модуле безопасности**

Модуль безопасности оснащен множеством других внутренних функций контроля – взаимного контроля, осуществляемого внутренними микроконтроллерами:

- стимулирование множества внутренних аналоговых сигналов посредством тестовых импульсов,
- самоконтроль микроконтроллеров в процессе работы с помощью тестирования памяти, тестирования кодов операции (OP Code), контроля стека и выполнения программы,

- перекрестное сравнение корректного выполнения программ и синхронной отработки программ между микроконтроллером 1 и микроконтроллером 2,
- перекрестное сравнение всех важных рабочих состояний и важных параметров состояний между микроконтроллером 1 и микроконтроллером 2,
- контроль окружающих условий (температуры),
- контроль внутренних интерфейсов связи,
- контроль обмена данными с внешней системой,
- контроль целостности данных безопасных наборов параметров,
- контроль рабочих состояний и переходов,
- контроль сеанса параметризации (сессия, пароль, приоритет управления, ...),
- контроль состояния ошибки.

### 6.3.10 Контроль соблюдения запрошенных функций обеспечения безопасности

Все запрошенные функции обеспечения безопасности и логические функции постоянно контролируются в модуле безопасности. При нарушении предела безопасности появляется соответствующая ошибка. Контроль заключается, главным образом, в следующем:




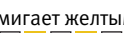
- соблюдение заданных пределов скорости,
- соблюдение заданных позиционных пределов,
- контроль состояния покоя,
- соблюдение требуемых временных условий,
- контроль ответных сигналов (наличие, диаграммы времени),
- контроль каждые 10 дней (для безопасной остановки работы SOS и безопасного управления тормозом SBC).



## 6.4 Диагностика и устранение неполадок

### 6.4.1 Светодиодная индикация на модуле безопасности

Индикация рабочего состояния обеспечивается непосредственно двухцветным светодиодом состояния модуля безопасности → Fig.3, [5].

Отображаются следующие состояния:

Светодиодная индикация	Рабочее состояние	Сообщение о состоянии
мигает красным 	Модуль безопасности находится в состоянии “Внутренняя ошибка”, ошибка в модуле безопасности.	VOUT_ERROR = 1
горит красным 	Модуль безопасности находится в состоянии “Условие безопасности нарушено”, запущена реакция на ошибку.	VOUT_SCV = 1 VOUT_SFR = 1
горит желтым 	Модуль безопасности находится в состоянии “Безопасное состояние достигнуто”.	VOUT_SSR = 1 VOUT_SFR = 1
мигает желтым 	Модуль безопасности находится в состоянии “Функция обеспечения безопасности запрошена, но еще не достигнута”.	VOUT_SFR = 1

Светодиодная индикация	Рабочее состояние	Сообщение о состоянии
мигает красным/зеленым 	Модуль безопасности находится в состоянии “Состояние при поставке - Параметризация контроллера”. Привод разблокирован, все цифровые входы/выходы обесточены.	VOUT_SERVICE = 1 VOUT_PS_EN = 1
мигает зеленым 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Модуль безопасности находится в состоянии “Сервис” (исходное состояние).</li> <li>– Набор параметров модуля безопасности не валидирован.</li> <li>– В контроллере нет ни одного набора параметров.</li> <li>– Открыт сеанс параметризации.</li> <li>– Наборы параметров в контроллере и в модуле безопасности различаются.</li> </ul>	VOUT_SERVICE = 1 VOUT_PS_EN = 0
горит зеленым 	Модуль безопасности находится в состоянии “Готовность к работе, функция обеспечения безопасности не запрошена”. Модуль безопасности инициализирован без ошибок и готов к работе.	VOUT_READY = 1 VOUT_PS_EN = 1
выкл. 	Модуль безопасности не инициализирован / не готов к работе.	VOUT_READY = 0 VOUT_PS_EN = 0

Tab. 117 Светодиодная индикация модуля безопасности



Полное описание состояний → 3.10.2 Индикация состояния на модуле безопасности.

#### 6.4.2 7-сегментный индикатор контроллера

##### ПРИМЕЧАНИЕ!

Семисегментный индикатор контроллера является простым индикатором диагностики. Отображение данных, предназначенных для обеспечения безопасности, потребовало бы проведения с внешней стороны функционального испытания индикатора – но это не предусмотрено.

На 7-сегментный индикатор контроллера выводятся сообщения о состоянии контроллера. Кроме того, модуль безопасности может выдавать сообщения о состоянии и ошибках через 7-сегментный индикатор, если сам контроллер не находится в состоянии ошибки.

##### Индикация цепочек символов

Отдельные символы могут отображаться друг за другом. При каждом переходе к следующему символу индикация ненадолго гаснет. Индикация циклически повторяется. Между последним символом цепочки и первым символом повтора существует пауза, индикация ненадолго гаснет. Цепочки символов также могут быть показаны “быстро мигающими”. При этом каждый символ несколько раз мигает в течение времени индикации.

### Индикация ошибок

На экран выводятся только ошибки и предупреждения (возникла ошибка, реакция на которую не параметризована как “нет реакции, только запись в памяти диагностики”).

Индикация ошибок модуля безопасности выполняется точно так же, как индикация ошибок в контроллере.

### Запрошена функция обеспечения безопасности

Функции, следствием которых является остановка привода (STO, SOS, SS1, SS2) имеют приоритет при индикации, в остальных случаях отображается последняя запрошенная функция обеспечения безопасности.

Если запрошена функция обеспечения безопасности, но безопасное состояние еще не достигнуто, выводится быстро мигающее название функции.



Индикация запрошенных функций обеспечения безопасности реализуется, как описано в следующей таблице.

Функция обеспечения безопасности	Индикация	
STO	StO	
SS1	S S 1	
SS2	S S 2	
SOS	S O S	
USF0 (с SSF0: SLS, SSR, SSM)	U S F 0	
USF1 (с SSF1: SLS, SSR, SSM)	U S F 1	
USF2 (с SSF2: SLS, SSR, SSM)	U S F 2	
USF3 (с SSF3: SLS, SSR, SSM)	U S F 3	
SBC	S b C	

Tab. 118 Индикация функций обеспечения безопасности

### Другие средства индикации

Другие средства индикации, связанные с модулем безопасности, представлены в следующей таблице.

Функция/Состояние	Индикация	
<b>Активный сеанс параметризации</b> Последовательность символов отображается циклически, пока функционирует сеанс параметризации.	F S P A r A	
<b>Идентификация контроллера</b> Последовательность символов “HELLO”, за которой следует серийный номер <sup>1)</sup> базового устройства, отображается циклически, пока активна функция “Идентификация” (волновая функция).	H E L L O ...	

1) Серийный номер базового устройства выводится на экран в плагине FCT на странице “Контроллер” и в SafetyTool. Кроме того, серийный номер можно найти на небольшой наклейке на нижней стороне устройства (между [X6] и [X2A])

Tab. 119 Другие средства индикации

## 6.5 Сообщения об ошибках и обработка ошибок

### 6.5.1 Номера ошибок

Номера ошибок с 51 по 59 зарезервированы для модуля безопасности.

В следующей таблице представлен общий обзор назначения.

Номер	Описание
51-x	Контроллер: ошибки аппаратной части (имеется модуль безопасности, замена модуля).
52-x	Контроллер: ошибки для модуля безопасности (автомат состояний, время рассогласования ...) и ошибки контроллера, если они относятся к модулю безопасности.
53-x	Модуль безопасности (ошибки модуля безопасности).
54-x	
55-x	
56-x	
57-x	
58-x	
59-x	

Tab. 120 Сообщения об ошибках, создаваемые контроллером и модулем безопасности

### 6.5.2 Квитирование ошибок

Сгенерированные контроллером ошибки 51-x и 52-x можно квитировать с помощью контроллера → см. описание функций к CMMP-AS-...-M3.

Ошибки с 53-x по 59-x генерируются модулем безопасности и могут быть квитированы только через модуль безопасности.

Квитирование выполняется через параметризованный управляющий вход на модуле безопасности или в SafetyTool (на стартовой странице “Модуль безопасности” или в окне “Индикация ошибок” – Меню [Опции] [Диагностика] [Ошибки]. При этом по возможности квитируются все ошибки, включая ошибки базового устройства. При перезапуске контроллера (кнопка Reset базового устройства или выключение/включение блока питания) тоже происходит квитирование ошибок, если причины их появления больше не существует.



Дополнительная информация о квитировании ошибок в модуле безопасности

➔ 3.8.3 Логика для квитирования ошибки.

### 6.5.3 Диагностические сообщения

При возникновении ошибки модуль безопасности указывает на это с помощью светодиода, который горит или мигает красным. Кроме того, контроллер CMMP-AS-...-M3 циклически отображает диагностическое сообщение на 7-сегментном индикаторе. Сообщение об ошибке состоит из “E” (Error), главного индекса и субиндекса, например: **E 0 1 0**.

Предупреждения имеют тот же номер, что и сообщения об ошибке. Однако в отличие от сообщения предупреждение заключено в тире, например: -. **1 7 0** -



В разделе ➔ 6.6 Диагностические сообщения с указаниями по устранению неполадок перечислены сообщения, относящиеся к функциональной безопасности в связи с модулем безопасности.

Полный список сообщений об ошибках приведен в документации на аппаратное обеспечение GDSP-CMMP-M3-HW-... используемого контроллера.

Следующая таблица поясняет записи в таблицах в разделе

➔ 6.6 Диагностические сообщения с указаниями по устранению неполадок.

Столбец	Значение
Номер	Главный индекс и субиндекс диагностического сообщения.
Код	Столбец “Код” содержит код ошибки (шестнадцатеричн.) по CiA 301.
Сообщение	Сообщение, которое отображается в FCT.
Причина	Возможные причины появления сообщения.
Действие	Мероприятие, проводимое пользователем.
Реакция	В столбце “Реакция” указана реакция на ошибку (настройка по умолчанию, частично конфигурируемая): <ul style="list-style-type: none"> <li>– PS off (отключение выходного каскада),</li> <li>– MCStop (быстрая остановка с максимальным током),</li> <li>– QStop (быстрая остановка с параметризованным профилем),</li> <li>– Warn (предупреждение),</li> <li>– Ignore (сообщения отсутствуют, только запись в памяти диагностики),</li> </ul>

Столбец	Значение
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– NoLog (сообщения и записи в памяти диагностики отсутствуют).</li> <li>Реакция на ошибки 53-х – 59-х конфигурируется с помощью SafetyTool:</li> <li>– Запрос SBC + STO + установить все цифровые выходы на “0” [8]</li> <li>– Запрос SBC + STO [7]</li> <li>– Запрос STO [6]</li> <li>– Запрос SBC SS1 [5]</li> <li>– Запрос SS1 [4]</li> <li>– Запрос SS2 [3]</li> <li>– Генерирование предупреждения, без дальнейшей реакции [2] – соответствует “Warn”</li> <li>– Нет реакции, только запись в памяти диагностики [1] – соответствует “Eintrag” (запись)</li> <li>– Нет реакции, нет записи в памяти диагностики [0] – соответствует “Ignore”</li> </ul>

Tab. 121 Пояснения к таблице “Диагностические сообщения CMMP-AS-...-M3”

В случае неквируемого сообщения об ошибке сначала следует устранить его причину с помощью рекомендуемых действий. После этого необходимо перезагрузить контроллер и проверить, исчезла ли причина ошибки, а следовательно, и сообщение о ней.

## 6.6 Диагностические сообщения с указаниями по устранению неполадок

Группа ошибок 0		Информация		
Номер	Код	Сообщение	Реакция	
0-0	-	<b>Недействительная ошибка</b>		Ignore
		Причина	Информация: недействительная запись ошибки (поврежденная) отмечена этим номером ошибки в памяти диагностики. Запись системного времени устанавливается на “0”.	
		Действие	-	
0-1	-	<b>Обнаружена и исправлена недействительная ошибка</b>		Ignore
		Причина	Информация: недействительная запись ошибки (поврежденная) обнаружена и исправлена в памяти диагностики. В дополнительной информации содержится первоначальный номер ошибки. В записи системного времени содержится адрес поврежденного номера ошибки.	
		Действие	-	

Группа ошибок 0		Информация	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
0-2	-	<b>Ошибка удалена</b>	Ignore
		Причина	Информация: активные ошибки квитируются.
		Действие	-
0-4	-	<b>Серийный номер / тип устройства (замена модуля)</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-7	-	<b>Следующая запись</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-8	-	<b>Контроллер включен</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-9	-	<b>Параметры безопасности контроллера изменены</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-10	-	<b>Модуль безопасности: параметры изменены</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-11	-	<b>Замена модуля: предыдущий модуль</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-12	-	<b>Замена модуля: текущий модуль</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-13	-	<b>Модуль безопасности: ошибка квитируется</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-14	-	<b>Запрошена функция обеспечения безопасности</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-

Группа ошибок 0		Информация	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
0-15	-	<b>Модуль безопасности: сеанс параметризации открыт</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-16	-	<b>Модуль безопасности: сеанс параметризации закрыт</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-17	-	<b>Модуль безопасности: пароль изменен</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-18	-	<b>Модуль безопасности: пароль сброшен</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-19	-	<b>Модуль безопасности: набор параметров загружен</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-20	-	<b>Модуль безопасности: набор параметров сохранен</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-
0-21	-	<b>Запись журнала из модуля безопасности</b>	Ignore
		Причина	Информация: → запись в памяти диагностики.
		Действие	-

Tab. 122

Группа ошибок 51		Модуль/функция обеспечения безопасности	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
51-0	8091h	<b>Модуль безопасности отсутствует/неизвестен, или имеется ошибка питания задающего устройства</b>	PSoff
		Причина	Внутренняя ошибка напряжения модуля безопасности или электрического модуля.
		Действие	- Вероятно, имеется дефект модуля. Если возможно, замените другим модулем.

Группа ошибок 51		Модуль/функция обеспечения безопасности		
Номер	Код	Сообщение	Реакция	
51-0	8091h	Причина	Модуль безопасности не обнаружен, или неизвестный тип модуля.	
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите модуль безопасности или электрический модуль, предназначенный для данной прошивки и аппаратных средств.</li> <li>– Загрузите соответствующую модулю безопасности или электрическому модулю прошивку, сравните типовое обозначение на модуле.</li> </ul>	
51-1	8092h	<b>Функция безопасности: питание задающего устройства неисправно</b>		PSoff
		Причина	Внутренняя аппаратная ошибка (ошибка напряжения) модуля безопасности или электрического модуля.	
		Действие	– Вероятно, имеется дефект модуля. Если возможно, замените другим модулем.	
		Причина	– Ошибка в блоке переключения задающего устройства в базовом устройстве.	
Действие	– Вероятно, имеется дефект базового устройства. Если возможно, замените другим базовым устройством.			
51-2	8093h	<b>Модуль безопасности: неодинаковый тип модуля</b>		PSoff
		Причина	Тип или версия модуля не согласуются с конфигурацией.	
Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Убедитесь, что используются правильный тип модуля и версия.</li> <li>– При замене модуля: тип модуля еще не сконфигурирован. Примите фактически установленный модуль безопасности или электрический модуль как утвержденный.</li> </ul>			
51-3	8094h	<b>Модуль безопасности: неодинаковая версия модуля</b>		PSoff
		Причина	Тип или версия модуля не поддерживаются.	
Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите модуль безопасности или электрический модуль, предназначенный для данной прошивки и аппаратных средств.</li> <li>– Загрузите соответствующую модулю прошивку, сравните типовое обозначение на модуле.</li> </ul>			

Группа ошибок 51		Модуль/функция обеспечения безопасности	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
51-3	8094h	Причина	Правильный тип модуля, но версия модуля не поддерживается базовым устройством.
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проверка версии модуля; после замены по возможности используйте модуль той же версии. Установите модуль безопасности или электрический модуль, предназначенный для данной прошивки и аппаратных средств.</li> <li>– Если доступен только модуль с более поздней версией: загрузите соответствующую модулю прошивку в базовое устройство, сравните типовое обозначение на модуле.</li> </ul>
51-4	8095h	<b>Модуль безопасности: ошибка связи SSIO</b>	
		Причина	Нарушена связь между базовым устройством и модулем безопасности.
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ошибка может возникать, если в базовом устройстве сконфигурирован CAMC-G-S3, но вставлен модуль другого типа.</li> <li>– Загрузите соответствующую модулю безопасности или электрическому модулю прошивку, сравните типовое обозначение на модуле.</li> </ul>
51-5	8096h	<b>Модуль безопасности: ошибка в системе управления тормозом</b>	
		Причина	Внутренняя ошибка оборудования (управляющие сигналы системы управления тормозом) модуля безопасности или электрического модуля.
		Действие	– Вероятно, имеется дефект модуля. Если возможно, замените другим модулем.
		Причина	Ошибка в блоке переключения задающего устройства тормоза в базовом устройстве.
		Действие	– Вероятно, имеется дефект базового устройства. Если возможно, замените другим базовым устройством.
51-6	8097h	<b>Модуль безопасности: разные серийные номера модуля</b>	PSoff

Группа ошибок 51		Модуль/функция обеспечения безопасности	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
51-6	8097h	Причина	Серийный номер подключенного в настоящий момент модуля безопасности отличается от сохраненного в памяти.
		Действие	Ошибка возникает только после замены САМС-G-S3. – При замене модуля: тип модуля еще не сконфигурирован. Принять фактически установленный модуль САМС-G-S3 как утвержденный.

Tab. 123

Группа ошибок 52		Функция обеспечения безопасности	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
52-1	8099h	<b>САМС-G-S1: функция безопасности: время рассогласования STO истекло</b>	
			PSoff
		Причина	– Управляющие входы STO-A и STO-B активируются не одновременно.
		Действие	– Проверьте время рассогласования.
		Причина	– Управляющие входы STO-A и STO-B подключены не одинаково.
		Действие	– Проверьте время рассогласования.
		Причина	Питание верхнего и нижнего переключателей переключается не одновременно (время рассогласования превышено) – Ошибка в активации / внешнем подключении модуля безопасности. – Ошибка в модуле безопасности.
Действие	– Проверьте подключение модуля безопасности, – отключаются ли входы STO-A и STO-B в двухканальном режиме и одновременно? – Замените модуль безопасности, если есть подозрение на наличие дефекта модуля.		
52-2	809Ah	<b>Функция обеспечения безопасности: сбой питания задающего устройства при активной функции включения ШИМ</b>	PSoff

Группа ошибок 52		Функция обеспечения безопасности		
Номер	Код	Сообщение	Реакция	
52-2	809Ah	Причина	Это сообщение об ошибке не появляется на устройствах, поставляемых предприятием-изготовителем. Оно может возникнуть при использовании прошивки устройства, имеющегося у конкретного заказчика.	
		Действие	– Безопасное состояние было запрошено при разблокированном силовом выходном каскаде. Проверьте подсоединение к схеме подключения, ориентированной на безопасность.	
52-3	809Bh	<b>Модуль безопасности: перекрытие предельных значений для частоты вращения в базовом устройстве</b>		PSoff
		Причина	Базовое устройство сигнализирует об ошибке, если невозможно выполнить перемещение в заданное в данный момент направление, поскольку модуль безопасности заблокировал заданное значение для данного направления. Ошибка может возникать также в связи с функцией обеспечения безопасной скорости SSFx при использовании несимметричного окна скорости, при котором предельное значение равно нулю. В этом случае ошибка возникает, если базовое устройство в режиме позиционирования перемещается в заблокированном направлении.	
		Действие	– Проверьте вариант применения и при необходимости внести изменения.	

Tab. 124

Группа ошибок 53		Нарушение условий безопасности		
Номер	Код	Сообщение	Реакция	
53-0	80A1h	<b>USF0: условие безопасности нарушено</b>		возможность конфигурирования
		Причина	– Выход за пределы контролируемого диапазона скорости SSF0 во время работы / при запрошенной функции USF0 / SSF0.	

Группа ошибок 53		Нарушение условий безопасности	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
53-0	80A1h	Действие	Проверка, когда происходит нарушение условия безопасности: а) при динамичном торможении привода до безопасной частоты вращения, б) по достижении приводом безопасной частоты вращения. – В случае а) критическая проверка профиля торможения, запись следа - может ли привод функционировать в соответствии с профилем? – Измените параметры профиля торможения или момент запуска / время задержки для системы контроля. – В случае б) проверьте, насколько отличается текущая скорость от контролируемой предельной скорости; при необходимости увеличьте расстояние (параметры модуля безопасности) или скорректируйте значение скорости в контроллере.
53-1	80A2h	<b>USF1: условие безопасности нарушено</b>	
		возможность конфигурирования	
		Причина	– Выход за пределы контролируемого диапазона скорости SSF1 во время работы / при запрошенной функции USF1 / SSF1.
Действие	– см. USF0, ошибка 53-0.		
53-2	80A3h	<b>USF2: условие безопасности нарушено</b>	
		возможность конфигурирования	
		Причина	– Выход за пределы контролируемого диапазона скорости SSF2 во время работы / при запрошенной функции USF2 / SSF2.
Действие	– см. USF0, ошибка 53-0.		
53-3	80A4h	<b>USF3: условие безопасности нарушено</b>	
		возможность конфигурирования	
		Причина	– Выход за пределы контролируемого диапазона скорости SSF3 во время работы / при запрошенной функции USF3 / SSF3.
Действие	– см. USF0, ошибка 53-0.		

Tab. 125

Группа ошибок 54		Нарушение условий безопасности	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
54-0	80AAh	<b>SBС: условие безопасности нарушено</b>	
			возможность конфигурирования
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Должен сработать тормоз, сигнал подтверждения не поступает по истечении ожидаемого времени.</li> </ul>
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проверьте конфигурацию сигнала подтверждения — правильный ли вход выбран для сигнала подтверждения?</li> <li>– Соответствует ли полярность сигнала подтверждения?</li> <li>– Убедитесь, что сигнал подтверждения действительно подается.</li> <li>– Соответствует ли заданное время задержки анализа сигнала подтверждения используемому тормозу (при необходимости замерить время переключения).</li> </ul>
54-2	80ACh	<b>SS2: условие безопасности нарушено</b>	
			возможность конфигурирования
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Фактическое значение частоты вращения находится за пределами разрешенного диапазона в течение длительного времени.</li> </ul>
		Действие	<p>Проверка, когда происходит нарушение условия безопасности:</p> <p>а) при динамичном торможении привода до нуля,  б) по достижении приводом частоты вращения “0”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– В случае а) критическая проверка профиля торможения, запись следа - может ли привод функционировать в соответствии с профилем? Измените параметры профиля торможения или момент запуска / время задержки для системы контроля.</li> <li>– В случае а) при выбранной опции “Быстрая остановка базового устройства”: критическая проверка профиля быстрой остановки базового устройства.</li> <li>– В случае б) проверьте, вибрирует ли привод по достижении нулевой частоты вращения или же стабилизируется, при необходимости увеличьте время отклонения для системы контроля.</li> <li>– В случае б), если фактическое значение скорости в состоянии покоя зашумлено. Проверьте экспертные параметры регистрации частоты вращения и остановки, при необходимости измените.</li> </ul>

<b>Группа ошибок 54</b>		<b>Нарушение условий безопасности</b>	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
54-3	80ADh	<b>SOS: условие безопасности нарушено</b>	
			возможность конфигурирования
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>– При анализе датчика углового положения возникает сообщение “Мотор вращается” (фактическое значение частоты вращения превышает предельное).</li> <li>– Имеет место смещение привода из первоначального положения с момента достижения безопасного состояния.</li> </ul>
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проверьте значение допуска для позиции при контроле SOS, при необходимости увеличьте, если это возможно.</li> <li>– Если фактическое значение скорости в состоянии покоя зашумлено: проверьте экспертные параметры регистрации частоты вращения и остановки, при необходимости измените.</li> </ul>
54-4	80AEh	<b>SS1: условие безопасности нарушено</b>	
			возможность конфигурирования
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Фактическое значение частоты вращения находится за пределами разрешенного диапазона в течение длительного времени.</li> </ul>
		Действие	<p>Проверка, когда происходит нарушение условия безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) при динамичном торможении привода до нуля,</li> <li>б) по достижении приводом частоты вращения “0”.</li> <li>– В случае а) критическая проверка профиля торможения, запись следа - может ли привод функционировать в соответствии с профилем? Измените параметры профиля торможения или момент запуска / время задержки для системы контроля.</li> <li>– В случае а) при выбранной опции “Быстрая остановка базового устройства”: критическая проверка профиля быстрой остановки базового устройства.</li> <li>– В случае б) проверьте, вибрирует ли привод по достижении нулевой частоты вращения или же стабилизируется, при необходимости увеличьте время отклонения для системы контроля.</li> <li>– В случае б), если фактическое значение скорости в состоянии покоя зашумлено: проверьте экспертные параметры регистрации частоты вращения и остановки, при необходимости измените.</li> </ul>

Группа ошибок 54		Нарушение условий безопасности		
Номер	Код	Сообщение	Реакция	
54-5	80AFh	<b>STO: условие безопасности нарушено</b>		возможность конфигурирования
		Причина	– Внутренняя аппаратная ошибка (ошибка напряжения) модуля безопасности.	
		Действие	– Вероятно, имеется дефект модуля. Если возможно, замените другим модулем.	
		Причина	– Ошибка в блоке переключения задающего устройства в базовом устройстве.	
		Действие	– Вероятно, имеется дефект базового устройства. Если возможно, замените другим базовым устройством.	
		Причина	– Сигнал подтверждения от базового устройства о выключении выходного каскада не поступает.	
		Действие	– Убедитесь, что ошибку можно квитировать и проверьте, не появится ли она при повторном запросе STO, если появится, то весьма вероятно, что базовое устройство неисправно. Если возможно, замените другим базовым устройством.	
54-6	80B0h	<b>SBC: тормоз &gt;10 дней не проверялся</b>		возможность конфигурирования
		Причина	– Ошибка наступает при запросе SBC, в случае если тормоз не открывался базовым устройством в течение последних 10 дней.	
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Если управление тормозом производится через задающее устройство базового устройства [X6]: на тормоз должно подаваться питание не менее 1 раза в 10 дней до выполнения запроса SBC, поскольку проверка силового выключателя возможна только при включенном (запитанном) тормозе. Тормоз должен быть включен как минимум в течение 20 с.</li> <li>– Только для случаев, когда управление тормозом осуществляется через DOUT4x и внешний блок управления: отключите в параметрах SBC контроль каждые 10 дней, если внешний блок управления допускает такую возможность.</li> </ul>	

Группа ошибок 54		Нарушение условий безопасности	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
54-7	80B1h	<b>SOS: запрошена функция SOS &gt; 10 дней</b>	
		возможность конфигурирования	
		Причина	– При запросе SOS более 10 дней возникает ошибка.
Действие	– Завершите SOS, однократно переместите привод. Длина хода должна быть больше периода сигнала измерительной системы.		

Tab. 126

Группа ошибок 55		Регистрация фактических значений 1	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
55-0	80C1h	<b>Фактическое значение частоты вращения / позиции недоступно или состояние покоя &gt; 10 дней</b>	
		возможность конфигурирования	
		Причина	– Ошибка при выходе из строя датчика положения. – Выполнен запрос функции обеспечения безопасности SSF, SS1, SS2 или SOS при недействительном значении частоты вращения.
Действие	– Проверка исправности датчика(-ов) положения (см. следующую ошибку).		
55-1	80C2h	<b>Датчик SINCOS [X2B] - Ошибка сигналов слежения</b>	
		возможность конфигурирования	
		Причина	– Длина вектора $\sin^2 + \cos^2$ за пределами допустимого диапазона. – Амплитуда одного из двух сигналов за пределами разрешенного диапазона. – Сдвиг между аналоговым и дискретным сигналом > 1 четверть круга.
Действие	Ошибка может возникать при использовании датчиков SIN/COS, а также Hiperface. – Проверка датчика положения. – Проверка соединительной электропроводки (обрыв провода, замыкание между двумя сигналами или сигналом / экраном). – Проверка напряжения питания датчика положения. – Проверка кабеля мотора / контакта экрана со стороны мотора и привода, электромагнитные помехи могут привести к возникновению ошибки.		

Группа ошибок 55		Регистрация фактических значений 1	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
55-2	80C3h	<b>Датчик SINCOS [X2B] - Состояние покоя &gt; 10 дней</b>	возможность конфигурирования
		Причина	– Входные сигналы датчика SinCos в течение 10 дней при запрошенной функции обеспечения безопасности не претерпели даже минимальных изменений (как минимум один период сигнала).
		Действие	Завершите SS2 или SOS, однократно переместите привод.
55-3	80C4h	<b>Резольвер [X2A] - Ошибка сигнала</b>	возможность конфигурирования
		Причина	– Длина вектора $\sin^2 + \cos^2$ за пределами допустимого диапазона. – Амплитуда одного из двух сигналов за пределами разрешенного диапазона. – Входной сигнал статичен (равные значения справа и слева от максимума).
		Действие	– Проверка резольвера. – Проверка соединительной электропроводки (обрыв провода, замыкание между двумя сигналами или сигналом / экраном). – Проверка наличия сигнала возбуждения – Проверка кабеля мотора и датчика / контакта экрана со стороны двигателя и привода. Электромагнитные помехи могут привести к возникновению ошибки.
55-4	–	<b>Датчик EnDat [X2B] - Ошибка датчика</b>	возможность конфигурирования
		Причина	– Ошибка связи между модулем безопасности и датчиком EnDat. – Имеется сообщение об ошибке датчика EnDat.
		Действие	– Проверка датчика EnDat. – Проверка соединительной электропроводки (обрыв провода, замыкание между двумя сигналами или сигналом / экраном). – Проверка напряжения питания датчика EnDat. – Проверка кабеля мотора / контакта экрана со стороны мотора и привода. – Электромагнитные помехи могут привести к возникновению ошибки.

Группа ошибок 55		Регистрация фактических значений 1	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
55-5	-	<b>Датчик EnDat [X2B] - Неверный тип датчика</b>	возможность конфигурирования
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Число штрихов не соответствует заданным параметрам.</li> <li>- Серийный номер Не соответствует заданным параметрам.</li> <li>- Тип датчика не соответствует заданным параметрам.</li> </ul>
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проверьте параметры.</li> <li>- Используйте только разрешенные датчики.</li> </ul>
55-6	80C5h	<b>Инкрементный датчик [X10] - Ошибка слежения</b>	возможность конфигурирования
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Неверные сигналы слежения от инкрементного датчика.</li> </ul>
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проверка соединительной электропроводки (обрыв провода, замыкание между двумя сигналами или сигналом / экраном).</li> <li>- Проверка кабеля мотора / контакта экрана со стороны мотора и привода, электромагнитные помехи могут привести к возникновению ошибки.</li> </ul>
55-7	80C6h	<b>Другой тип датчика [X2B] - Неверная информация об угловом положении</b>	возможность конфигурирования
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Появляется сообщение “Неправильный угол”, если длительность состояния превышает разрешенное время.</li> <li>- Базовое устройство анализирует датчик на X2B,</li> <li>- Датчик неисправен.</li> </ul>
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проверка датчика положения на X2B.</li> <li>- Проверка соединительной электропроводки (обрыв провода, замыкание между двумя сигналами или сигналом / экраном).</li> <li>- Проверка напряжения питания датчика EnDat.</li> <li>- Проверка кабеля мотора / контакта экрана со стороны мотора и привода, электромагнитные помехи могут привести к возникновению ошибки.</li> </ul>

Группа ошибок 55		Регистрация фактических значений 1	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
55-8	-	<b>Обнаружено недопустимое ускорение</b>	возможность конфигурирования
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Неисправность подключенного датчика положения.</li> <li>- Электромагнитные помехи, воздействующие на датчик положения.</li> <li>- Недопустимо высокие значения ускорения в профилях перемещения.</li> <li>- Задан слишком малый предел ускорения.</li> <li>- Скачкообразное изменение значения угла после перемещения к началу отсчета в данных о положении, отправленных базовым устройством на модуль безопасности.</li> </ul>
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проверка подключенного датчика положения: при возникновении сообщений об ошибках, связанных с датчиками, необходимо сначала устранить их причину.</li> <li>- Проверка кабеля мотора и датчика / контакта экрана со стороны мотора и привода. Электромагнитные помехи могут привести к возникновению ошибки.</li> <li>- Проверка заданных значений / профилей перемещения контроллера: имеются ли недопустимо высокие значения ускорения, превышающие предельные значения ускорения (P06.07)?</li> <li>- Убедитесь в том, что задано корректное предельное значение для контроля ускорения, оно (P06.07) должно превышать максимально возможное ускорение минимум на 30 % ... На 50% выше максимального ускорения.</li> <li>- В случае скачкообразного изменения значения угла в данных о положении, поступающих от базового устройства, необходимо однократно квитировать ошибку.</li> </ul>

Tab. 127

Группа ошибок 56		Регистрация фактических значений 2	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
56-8	80D1h	<b>Датчики приращения частоты вращения / угла поворота 1 - 2</b>	
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Разница между значениями частоты вращения энкодера 1 и энкодера 2 <math>\mu\text{C}</math> превышает значение, допустимое при выходе за пределы диапазона.</li> <li>– Разница между значениями угла поворота энкодера 1 и энкодера 2 <math>\mu\text{C}</math> превышает значение, допустимое при выходе за пределы диапазона.</li> </ul>
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проблема может возникать, если в системе используются два датчика положения, между которыми отсутствует стабильное соединение.</li> <li>– Проверьте на эластичность или люфт, улучшите качество механического соединения.</li> <li>– Внесение изменений в экспертные параметры для сравнения положения, если это имеет практический смысл.</li> </ul>
56-9	-	<b>Ошибка при перекрестном сравнении данных, полученных от датчиков</b>	
		Причина	Перекрестное сравнение $\mu\text{C}1$ и $\mu\text{C}2$ выявило разницу в значениях углового положения или частоты вращения или же во времени регистрации значений датчиком положения.
		Действие	– Ошибка временной диаграммы. Повторное возникновение ошибки после сброса может указывать на возможную неисправность модуля безопасности.

Tab. 128

Группа ошибок 57		Ошибка входов / выходов	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
57-0	80E1h	<b>Ошибка самотестирования входов / выходов (внутренняя / внешняя)</b>	
57-0	80E1h	Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ошибки на выходах DOUT40 ... DOUT42 (обнаружение с помощью тестовых импульсов).</li> <li>– Внутренняя ошибка дискретных входов DIN40 ... DIN49 (обнаружение посредством подачи тестовых импульсов).</li> </ul>

Группа ошибок 57		Ошибка входов / выходов	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
57-0	80E1h		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ошибка на выходе тормоза на Х6 (изменение сигнала, обнаружение посредством подачи тестовых импульсов).</li> <li>– Внутренняя ошибка цифровых выходов (обнаружение посредством подачи тестовых импульсов).</li> <li>– Внутренняя ошибка цифровых выходов DOUT40 – DOUT42 (обнаружение посредством подачи тестовых импульсов).</li> </ul>
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проверка соединительных кабелей для цифровых выходов DOUT40 ... DOUT42 (короткое замыкание, перекрестное замыкание и т. п.).</li> <li>– Проверка соединительных кабелей для тормоза (короткое замыкание, перекрестное замыкание и т. п.).</li> <li>– Подключение тормоза: ошибка может возникать при использовании длинных кабелей мотора и одновременном выполнении следующих условий:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выход тормоза Х6 был сконфигурирован для тормоза (использование заводских настроек!).</li> <li>2. Мотор используется без удерживающего тормоза, а присоединительные жилы тормоза, расположенные внутри кабеля мотора, подключены к Х6. В этом случае необходимо отсоединить присоединительные жилы тормоза от Х6.</li> </ol> </li> <li>– Если неисправность в присоединительном кабеле отсутствует, то может иметь место неисправность модуля (проверку путем замены модуля).</li> </ul>
57-1	80E2h	<b>Цифровые входы - Ошибка уровня сигнала</b>	
		возможность конфигурирования	
		Причина	<p>Превышение / нарушение времени рассогласования в случае использования многоканальных входов (DIN40 ... DIN43, устройство безопасного старта двумя руками, селектор режимов работы).</p>
57-1	80E2h	Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проверка внешних активных и пассивных датчиков, выполняется ли переключение синхронно и в двухканальном режиме (в течение заданного времени рассогласования)?</li> </ul>

Группа ошибок 57		Ошибка входов / выходов	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Устройство с управлением двумя руками: проверьте, каким образом оператор осуществляет управление устройством, нажаты ли обе кнопки в течение времени рассогласования? При необходимости провести инструктаж.</li> <li>- Выполните проверку заданных значений для времени рассогласования, достаточны ли они?</li> </ul>	
57-2	-	<b>Цифровые входы - ошибка тестового импульса</b>	возможность конфигурирования
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Один или несколько входов (DIN40 ... DIN49) были сконфигурированы для анализа тестовых импульсов выходов (DOUT40 ... DOUT42). Тестовые импульсы DOUTx не приходят на DIN4x.</li> </ul>
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проверка электропроводки (замыкание на 0 В, 24 В, перекрестные замыкания).</li> <li>- Проверка правильности соответствия, правильный ли выход выбран / сконфигурирован для тестового импульса?</li> </ul>
57-6	-	<b>Слишком высокая температура электронных элементов</b>	возможность конфигурирования
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Сработала система контроля температуры модуля безопасности, температура <math>\mu\text{C} 1</math> или <math>\mu\text{C} 2</math> ниже <math>-20^\circ</math> или выше <math>+75^\circ \text{C}</math>.</li> </ul>
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проверка окружающих условий (температуры окружающей среды, температуры и особенностей компоновки внутри шкафа управления).</li> <li>- Если контроллер подвергается значительным тепловым нагрузкам (высокая температура внутри шкафа, высокая потребляемая / выходная мощность мотора, занято большое количество отсеков), то необходимо использовать контроллер с более высоким каскадом усиления мощности.</li> </ul>

Tab. 129

<b>Группа ошибок 58</b>		<b>Ошибка связи / параметризации</b>	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
<b>58-0</b>	80E9h	<b>Параметры проверки на приемлемость</b>	
		возможность конфигурирования	
		Причина	В ходе проверки на приемлемость в модуле безопасности были выявлены ошибки, например, недопустимая конфигурация датчика углового положения; ошибка возникает при запросе кода валидации SafetyTool и при блокировке параметров в модуле безопасности.
Действие	– Соблюдайте указания SafetyTool в процессе общей валидации, внимательно проверьте параметры.		
<b>58-1</b>	–	<b>Общая ошибка параметризации</b>	
		возможность конфигурирования	
		Причина	Сеанс параметризации активен уже > 8 ч. Поэтому модуль безопасности прервал сеанс параметризации. Сообщение об ошибке сохраняется в памяти диагностики.
Действие	– Завершите сеанс параметризации в течение 8 ч, при необходимости запустите сеанс повторно и продолжайте работу.		
<b>58-4</b>	80E9h	<b>Буфер внутреннего обмена данными</b>	
		Фиксированный [8]	
		Причина	– Нарушение соединения. – Предел времени / ошибка данных / неправильная последовательность (счетчик пакетов) при передаче данных от базового устройства на модуль безопасности. – Повышенная интенсивность передачи данных, новые запросы отправляются на модуль безопасности еще до получения ответа на предыдущие запросы.
Действие	– Проверка интерфейсов связи, кабелей, экрана и др. – Убедитесь, что в ходе сессии параметризации никакие другие устройства не имеют доступа к контроллеру и модулю безопасности в режиме чтения, тем самым перегружая канал связи. – Убедитесь, что версии прошивки, модуля безопасности, базового устройства совместимы с версией плагина FCT и SafetyTool.		

<b>Группа ошибок 58</b>		<b>Ошибка связи / параметризации</b>	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
<b>58-5</b>	80EAh	<b>Связь между модулем и базовым устройством</b>	
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ошибка счетчика пакетов при передаче <math>\mu C1 \leftrightarrow \mu C2</math>.</li> <li>– Ошибка контрольной суммы при передаче <math>\mu C1 \leftrightarrow \mu C2</math>.</li> </ul>
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Внутренняя неполадка контроллера.</li> <li>– Убедитесь, что версии прошивки, модуля безопасности, базового устройства совместимы с версией плагина FCT и SafetyTool.</li> </ul>
<b>58-6</b>	80EBh	<b>Ошибка при перекрестном сравнении, процессоры 1 - 2</b>	
		Причина	<p>Предел времени перекрестного сравнения (отсутствуют данные) или ошибка перекрестного сравнения (данные <math>\mu C1</math> и <math>\mu C2</math> отличаются).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ошибка при перекрестном сравнении, цифровые входы/выходы.</li> <li>– Ошибка при перекрестном сравнении, модуль аналоговых входов.</li> <li>– Ошибка при перекрестном сравнении в ходе измерения внутреннего рабочего напряжения (5 В, 3,3 В, 24 В) и эталонного напряжения (2,5 В).</li> <li>– Ошибка при перекрестном сравнении аналоговых значений датчиков углового положения SIN/COS.</li> <li>– Ошибка при перекрестном сравнении в ходе контроля выполнения программы.</li> <li>– Ошибка при перекрестном сравнении, счетчик прерывания.</li> <li>– Ошибка при перекрестном сравнении, образ входов.</li> <li>– Ошибка при перекрестном сравнении, нарушение условий безопасности.</li> <li>– Ошибка при перекрестном сравнении, измерение температуры.</li> </ul>
<b>58-6</b>	80EBh	Действие	<p>Речь идет о внутренней ошибке модуля, которая не должна возникать в процессе эксплуатации.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Проверка окружающих условий (температура, влажность воздуха, конденсат).</li> <li>– Проверка проводки на ЭМС в соответствии с предписаниями, концепции экранирования, присутствуют ли внешние источники помех?</li> </ul>

Группа ошибок 58		Ошибка связи / параметризации	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
			<ul style="list-style-type: none"> <li>– Модуль безопасности может быть неисправен, исчезла ли ошибка после замены модуля?</li> <li>– Проверьте наличие обновленной прошивки для контроллера или новой версии модуля безопасности у производителя.</li> </ul>

Tab. 130

Группа ошибок 59		Внутренняя ошибка модуля безопасности	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
59-1	80F1h	<b>Отказоустойчивое питание / безопасная блокировка импульсов</b>	
		Причина	– Внутренняя ошибка модуля в блоке переключения отказоустойчивого питания или питания задающего устройства для верхнего или нижнего переключателей.
		Действие	– Модуль неисправен, замените его.
59-2	80F2h	Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Эталонное напряжение 2,5 В за пределами допуска.</li> <li>– Обнаружено повышенное напряжение питания логики +24 В.</li> </ul>
		Действие	– Модуль неисправен, замените его.
59-3	80F3h	<b>Ошибка внутреннего блока питания</b>	
		Причина	– Значение напряжения (внутрен. 3,3 В, 5 В, базовое ADU) за пределами допустимого диапазона.
		Действие	– Модуль неисправен, замените его.
59-4	80F4h	<b>Управление ошибками: слишком много ошибок</b>	
		Причина	– Одновременно возникло большое количество ошибок.
59-4	80F4h	Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Необходимо выяснить, в каком состоянии находится установленный модуль безопасности, являются ли заданные параметры действительными?</li> <li>– Выполните считывание и анализ лог-файла при помощи FCT. Шаг за шагом устраните причины возникновения ошибок.</li> </ul>

Группа ошибок 59		Внутренняя ошибка модуля безопасности		
Номер	Код	Сообщение	Реакция	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите модуль безопасности с настройками по умолчанию и введите базовое устройство в эксплуатацию.</li> <li>– Если это невозможно: восстановите заводские настройки модуля безопасности, а затем перенести данные из базового устройства и выполните валидацию. Проверьте, не возникает ли ошибка повторно.</li> </ul>		
59-5	80F5h	<b>Ошибка записи в память диагностики</b>		Фиксированный [8]
		Причина	Ошибка при нарушении внутренней коммуникации в системе. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Базовое устройство не готово к эксплуатации, неисправно, или имеет место ошибка памяти.</li> </ul>	
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Проверка базового устройства на исправность</li> <li>– Сгенерируйте ошибку базового устройства, например, отсоедините для этого штекер датчика положения, и убедитесь, что базовое устройство внесло соответствующую запись в лог-файл.</li> <li>– Модуль или базовое устройство неисправны, замените их.</li> </ul>	
59-6	80F6h	<b>Ошибка при сохранении набора параметров</b>		Фиксированный [8]
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Сбой питания / отключение энергии в процессе сохранения параметров.</li> </ul>	
		Действие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Поддерживайте питание 24 В в течении всей сессии параметризации.</li> <li>– После возникновения ошибки следует заново параметризовать модуль и выполнить повторную валидацию модуля.</li> </ul>	
59-7	80F7h	<b>Ошибка контрольной суммы карты памяти</b>		Фиксированный [8]
		Причина	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Сбой питания / отключение энергии в процессе сохранения параметров.</li> <li>– Нарушение работы карты памяти модуля безопасности (например, под воздействием сильных помех).</li> </ul>	
59-7	80F7h	Действие	Проверьте, не возникает ли ошибка после выполнения сброса; если да, то <ul style="list-style-type: none"> <li>– следует заново параметризовать модуль, выполнить повторную валидацию набора параметров; если ошибка не устраняется:</li> </ul>	

Группа ошибок 59		Внутренняя ошибка модуля безопасности	
Номер	Код	Сообщение	Реакция
		– Модуль неисправен, замените его.	
59-8	80F8h	<b>Внутренний контроль, процессор 1 - 2</b>	
			Фиксированный [8]
		Причина	– Серьезная внутренняя ошибка в модуле безопасности: обнаружена ошибка при активизации передачи внутренних сигналов. – Нарушение выполнения программы, ошибка стека или в ходе тестирования кодов операции (OP-Code-Test), ошибка / прерывание процессора.
Действие	Проверьте, не возникает ли ошибка после выполнения сброса; если да, то – Модуль неисправен, замените его.		
59-9	80F9h	<b>Прочие неожиданные ошибки</b>	
			Фиксированный [8]
		Причина	Срабатывание системы контроля выполнения программы.
Действие	– Проверьте версии прошивки базового устройства и модуля безопасности, доступны ли обновления? – Модуль безопасности неисправен и подлежит замене.		

Tab. 131

## 7 Техническое обслуживание, ремонт, замена, утилизация

### 7.1 Техническое обслуживание

Модуль безопасности не содержит деталей, требующих технического обслуживания.

### 7.2 Ремонт

#### i

Ремонт или восстановление модуля безопасности не допускаются. При необходимости замените модуль безопасности полностью.

- В случае внутреннего дефекта модуль безопасности обязательно следует заменить.
- Отправьте неисправный модуль безопасности в неизменном состоянии, включая описание ошибки и случая применения, для анализа обратно в фирму Festo.
- Обратитесь к техническому консультанту нашей фирмы, чтобы уточнить условия обратной отправки.

### 7.3 Замена модуля безопасности

Если модуль безопасности вышел из строя и подлежит замене, исключите возникновение ненадежного состояния с помощью организационных мероприятий. Это значит,

- что модуль безопасности не может быть заменен модулем другого типа без функций безопасности (электрическим модулем);
- что модуль безопасности не может быть заменен модулем другого типа с меньшим спектром функций (CAMC-G-S1 вместо CAMC-G-S3);
- что версия нового модуля безопасности должна совпадать или быть совместимой со старым модулем безопасности;
- что параметризация нового модуля безопасности должна совпадать с параметризацией неисправного модуля безопасности.

---

#### i

Типовое обозначение модуля безопасности и номер версии следует брать с фирменной таблички  
→ Идентификация изделия.

---

Следует принимать требуемые организационные меры во избежание ошибок в связи с заменой модуля.

Например, из-за другого серийного номера модуля безопасности и нового кода валидации вам требуется в каждом случае создавать новый отчет о валидации.

#### 7.3.1 Демонтаж и установка

Перед заменой модуля следует проверить совместимость между модулем безопасности и базовым устройством, см. также → раздел “Версии” далее в этом документе.

---

#### i

Информацию по демонтажу и монтажу модуля безопасности см. под заголовком “Монтаж / демонтаж” модуля безопасности → 4.1 Монтаж / демонтаж.

---

Полезный совет: если заменяемый модуль безопасности может быть доступен из SafetyTool, рекомендуется сохранить из валидированного фактического состояния безопасный набор параметров (запуск SafetyTool в онлайн-режиме – индикация параметров конфигурации – а затем создание безопасного набора параметров).

#### 7.3.2 Принятие настроек модуля безопасности

После замены модуля вы должны сначала принять настройки нового модуля безопасности в плагине FCT CMMP-AS.

---

#### i

Принятие серийного номера заменяемого модуля безопасности  
→ 5.3.4 Принятие настроек модуля безопасности.

---

#### 7.3.3 Повторный ввод в эксплуатацию с помощью SafetyTool

После принятия настроек замененного модуля безопасности необходимо передать нужные параметры конфигурации на модуль безопасности, а затем провести валидацию.

---

**i**

Основную информацию можно найти в перечисленных ниже разделах:

SafetyTool → 5.5 Безопасная параметризация с помощью SafetyTool

Параметризация → 5.4 Основы параметризации модуля безопасности

Функциональное испытание и валидация → 5.8 Функциональное испытание, валидация

---

Для этого требуется сначала запустить SafetyTool в онлайн-режиме.

В зависимости от того, какие данные заменяемого модуля безопасности доступны, предлагаются следующие возможности:

а) Имеется набор безопасных параметров заменяемого модуля безопасности:

- Откройте набор параметров в SafetyTool и загрузите его на модуль безопасности. Для этого основная информация базового устройства должна совпадать с той, которая содержится в наборе параметров.

б) Имеется сохраненный проект SafetyTool, соответствующий параметризации:

- При необходимости установите модуль безопасности на заводские настройки, если он не находится в состоянии, как при поставке.
- После этого откройте проект SafetyTool.
- Основная информация базового устройства должна совпадать с представленной. В противном случае вы должны привести ее в соответствие.
- Затем вы можете провести валидацию отдельных страниц параметров и загрузить на модуль безопасности.

в) Нет сохраненных данных заменяемого модуля безопасности:

- При необходимости установите модуль безопасности на заводские настройки, если он не находится в состоянии, как при поставке.
- Тогда следует действовать, как при первом вводе в эксплуатацию.

Независимо от варианта а), б) или в) необходимо заново создать отчет о валидации с новым кодом валидации и новым серийным номером модуля безопасности.

## **7.4 Вывод из эксплуатации и утилизация**

Соблюдайте указания по демонтажу модуля безопасности → 4.1 Монтаж / демонтаж.

### **Утилизация**

Соблюдайте местные предписания по экологически безопасной утилизации электронной аппаратуры. Модуль безопасности соответствует Директиве RoHS об ограничении использования опасных веществ.

Упаковка пригодна для утилизации по виду материала.

## 8 Техническое приложение

### 8.1 Технические характеристики

#### 8.1.1 Технические средства безопасности

**i**

Следующая таблица содержит максимально достижимую классификацию. Ограничения зависят от функций обеспечения безопасности

→ 2.1.4 Достижимый уровень безопасности/функция обеспечения безопасности и

→ 8.2 Показатели безопасности.

Показатели безопасности		
Функции обеспечения безопасности согласно EN 61800-5-2	STO	Безопасное выключение крутящего момента (Safe Torque Off)
	SS1	Безопасная остановка 1 (Safe Stop 1)
	SS2	Безопасная остановка 2 (Safe Stop 2)
	SOS	Безопасная остановка работы (Safe Operating Stop)
	SLS	Безопасное ограничение скорости (Safely-Limited Speed)
	SSR	Безопасный диапазон скоростей (Safe Speed Range)
	SSM	Безопасный контроль скорости (Safe Speed Monitor)
	SBC	Безопасное управление тормозом (Safe Brake Control)
Значения согласно EN 61800-5-2		
SIL	SIL 3	Уровень полноты безопасности (Safety Integrity Level)
PFH [h <sup>-1</sup> ]	9,5 x 10 <sup>-9</sup>	Вероятность опасного случайного аппаратного отказа в течение часа (Probability of a dangerous random hardware failure per hour)
DC [%]	97,5	Степень охвата диагностикой (Diagnostic Coverage)
HFT	1	Допуск на отказы аппаратного обеспечения (Hardware Failure Tolerance)
SFF [%]	99,5	Доля безопасных отказов (Safe Failure Fraction)
T [лет]	20	Интервал проверки (Proof Test Interval)
Значения согласно EN 62061		
SIL	SIL CL 3	Предел срабатывания SIL, для подсистемы (Claim Limit, for a subsystem)
PFH <sub>D</sub> [h <sup>-1</sup> ]	9,5 x 10 <sup>-9</sup>	Вероятность опасного отказа в течение часа (Probability of dangerous Failure per Hour)

<b>Показатели безопасности</b>			
DC	[%]	97,5	Степень охвата диагностикой (Diagnostic Coverage)
HFT		1	Допуск на отказы аппаратного обеспечения (Hardware Failure Tolerance)
SFF	[%]	99,5	Доля безопасных отказов (Safe Failure Fraction)
T	[лет]	20	Интервал проверки (Proof Test Interval)
<b>Значения согласно EN 61508</b>			
SIL		SIL 3	Уровень полноты безопасности (Safety Integrity Level)
PFH	[h <sup>-1</sup> ]	9,5 x 10 <sup>-9</sup>	Средняя частота опасного отказа (Average Frequency of dangerous Failure)
DC	[%]	97,5	Степень охвата диагностикой (Diagnostic Coverage)
HFT		1	Допуск на отказы аппаратного обеспечения (Hardware Failure Tolerance)
SFF	[%]	99,5	Доля безопасных отказов (Safe Failure Fraction)
T	[лет]	20	Интервал проверки (Proof Test Interval)
<b>Значения согласно EN ISO 13849-1</b>			
Категория		4	Категория
Уровень эффективности (Performance Level)		PL e	Уровень эффективности (Performance Level)
PFH		9,5 x 10 <sup>-9</sup>	Средняя вероятность опасного отказа в течение часа (Average probability of a dangerous failure per hour)
DC		97,5	Степень охвата диагностикой (Diagnostic Coverage)
MTTF <sub>d</sub>		8700	Среднее время до опасного отказа (Mean time to dangerous failure)
T <sub>M</sub>		20	Срок службы (Mission time)

Tab. 132 Технические характеристики: показатели безопасности

<b>Информация о безопасности</b>	
Испытание промышленного образца	Функциональные средства обеспечения безопасности изделия сертифицированы независимой испытательной организацией, см. свидетельство ЕС об испытании промышленного образца → <a href="http://www.festo.com/sp">www.festo.com/sp</a>
Орган, выдавший сертификат	TÜV Rheinland, Certification Body of Machinery, NB 0035

<b>Информация о безопасности</b>	
Номер сертификата	01/205/5165.02/19
Прошедший испытание конструктивный элемент	да

Tab. 133 Технические характеристики: информация о безопасности

### 8.1.2 Общая информация

<b>Механическая часть</b>	
Длина / ширина / высота [мм]	112,2 x 99,1 x 28,7
Вес [г]	220
Отсек	Отсек Ext3 для модулей безопасности
Указание по материалам	Соответствуют Директиве RoHS об ограничении использования опасных веществ

Tab. 134 Технические характеристики: механическая часть

<b>Разрешения (модуль безопасности CAMC-G-S3 для контроллера CMMP-AS-...-M3)</b>	
Знак CE (см. декларацию о соответствии) → <a href="http://www.festo.com">www.festo.com</a>	согласно Директиве ЕС по машинному оборудованию
	согласно Директиве ЕС по ЭМС
	Устройство предназначено для использования в сфере промышленности. При использовании в жилой зоне необходимо принять дополнительные меры по устранению возможных радиопомех.

Tab. 135 Технические характеристики: разрешения

### 8.1.3 Условия эксплуатации и окружающей среды

<b>Транспортировка</b>	
Диапазон температур [°C]	-25 ... +70
Влажность воздуха [%]	0 ... 95, при температуре окружающей среды макс. 40 °C
Максимальная длительность транспортировки	максимум 4 недели в общем жизненном цикле изделия

Tab. 136 Технические характеристики: транспортировка

<b>Хранение</b>	
Температура хранения [°C]	-25 ... +55
Влажность воздуха [%]	5 ... 95, без конденсации влаги или с защитой от конденсации влаги
Допустимая высота [м]	< 3000 (над уровнем моря) <sup>1)</sup>

1) Соблюдайте дополнительные ограничения, например допустимую высоту установки контроллеров (как правило, < 2000 м над уровнем моря)

Tab. 137 Технические характеристики: хранение

<b>Окружающие условия СММР-AS -...- М3 с модулем безопасности САМС-G-S3 в Ext3</b>				
СММР-AS-...	C2-3A-M3	C5-3A-M3	C5-11A-P3-M3	C10-11A-P3-M3
Температура окружающей среды <sup>1)</sup> [°C]	0 ... +35	0 ... +40	0 ... +40	0 ... +40
	+35 ... +40	+40 ... +50	+40 ... +50	+40 ... +45
Температура окружающей среды со снижением мощности [°C]	В случае высокой выходной мощности базового устройства и/или высокой нагрузки на управляющего блока и входов/выходов происходит отключение вследствие превышения допустимого значения температуры.			
Охлаждение	Посредством окружающего воздуха в контроллере, без принудительной вентиляции			
Влажность воздуха [%]	0 ... 90 (без образования конденсата)			
	Недопустимо наличие в области устройства агрессивных сред.			
Допустимая высота установки над уровнем моря				
При номинальной мощности [м]	1000			
Со снижением мощности [м]	1000 ... 2000			
Степень защиты	IP20 (смонтированный в СММР-AS -...- М3).			
Вибрация / ударное воздействие	Требования EN 61800-5-1 и EN 61800-2 выполняются.			

1) Максимальная допустимая рабочая температура зависит от множества параметров, в том числе от количества задействованных входов и нагрузки на выходы САМС-G-S3, комплектации остальных модулей в EXT1 и EXT2, установленных в СММР-AS-M3, нагрузки в выходном каскаде мощности СММР-AS-M3, а также вентиляции внутри распределительного шкафа. Указанные значения действительны для типовых конфигураций устройства. В САМС-G-S3 имеется отдельная система контроля температуры, которая позволяет отключить модуль безопасности и базовое устройство в случае слишком сильного нагрева электронных элементов (ошибка 57-6).

Tab. 138 Технические характеристики: окружающие условия

<b>Условия эксплуатации электрического оборудования</b>	
Гальванически разделенные области потенциалов	Управляющее напряжение базового устройства
	Управляющее напряжение 24 В (все входы и выходы)
	Беспотенциальный сигнальный контакт C1/C2
Напряжение системы [В]	< 50 (электропитание PELV 24 В согласно EN60204-1).
	Используемый блок питания от сети 24 В должен выдерживать определенные в EN 60204-1 перебои в подаче напряжения.
Напряжение системы	3
Степень загрязнения согласно EN 61800-5-1	2
	Это должно всегда обеспечиваться специальными мероприятиями, например, установкой в распределительный шкаф.

Tab. 139 Технические характеристики: условия эксплуатации электрического оборудования

<b>Условия эксплуатации по ЭМС</b>	
Нечувствительность к помехам	Требования для “второго типа окружения” согласно EN61800-3 (система силового привода (PDS) категории C3) Требования согласно EN 61326-3-1
Уровень помех	Требования для “первого типа окружения при ограниченной доступности” согласно EN 61800-3 (система силового привода (PDS) категории C2)

Tab. 140 Технические характеристики: условия эксплуатации по ЭМС

#### 8.1.4 Цифровые входы DIN40A/B – DIN43A/B и DIN44 – DIN49 [X40]

<b>Цифровые входы DIN40A/B - DIN43A/B и DIN44 - DIN49<sup>1)</sup></b>		
Вход		Тип 3 согласно IEC 61131-2
Номинальное напряжение	[В пост. тока]	24
Допуст. диапазон напряжения	[В]	-3 ... 30
Максимальное входное напряжение “Н1” $U_{H,max}$	[В]	30
Минимальное входное напряжение “Н1” $U_{H,min}$		
типично	[В]	11
максимум	[В]	13 <sup>2)</sup>

<b>Цифровые входы DIN40A/B - DIN43A/B и DIN44 - DIN49<sup>1)</sup></b>		
Максимальное входное напряжение "LO" $U_{L,max}$	[В]	5
Минимальное входное напряжение "LO" $U_{L,min}$	[В]	-3
Максимальный входной ток "HI" $I_{H,max}$	[mA]	15
Минимальный входной ток "HI" $I_{H,min}$	[mA]	2
Максимальный входной ток "LO" $I_{L,max}$	[mA]	15
Минимальный входной ток "LO" } "HI" $I_{T,min}$	[mA]	1,5 <sup>3)</sup>
Задержка переключения до контакта порта (переход "Low-High")	[мс]	< 1
Допуск относительно тестовых импульсов	[мс]	0 ... 10 (с возможностью параметризации → 3.4.2 Двухканальные безопасные входы DIN40 ... DIN43 [X40] и → 3.4.3 Одноканальные (условно безопасные) цифровые входы DIN44 ... DIN49 [X40])

1) Обозначение данных в соответствии с IEC 61131-2

2) С учетом всех допусков в серии минимальное требуемое входное напряжение  $U_{H,min} = 13$  В, что отличается от требований IEC 61131.

3) Соблюдение  $I_{T,min}$  не может быть проверено в рамках самодиагностики. При использовании активных двухпроводных датчиков на DIN40A/B ... DIN43A/B для запроса функций обеспечения безопасности требуются циклические проверки (через каждые 24 ч).

Tab. 141 Технические характеристики: цифровые входы DIN40A/B – DIN43A/B и DIN44 – DIN49 [X40]



Fig. 119 Вход двухканальный



Fig. 120 Вход одноканальный

Цифровые входы DIN40A/B - DIN43A/B и DIN44 - DIN49 соответствуют требованиям по электромагнитной совместимости EN 61326-3-1.

### 8.1.5 Цифровые выходы DOUT40A/B – DOUT42A/B [X40]

Цифровые выходы DOUT40A/B – DOUT42A/B	
Выход	Переключатель High-Side со стягивающим резистором
Диапазон напряжения [В пост. тока]	18 ... 30
Допустимый выходной ток $I_{L,Nenn}$ (номинальный)	< 50
Потеря напряжения при $I_{L,Nenn}$	$\leq 1$ В
Остаточный ток в позиции переключателя ВЫКЛ. <sup>1)</sup>	< 100 $\mu$ А
Стягивающий резистор $R_{Pulldown}$	< 50 (ок. 0,6 мА при 24 В)
Защита от короткого замыкания / перегрузки по току	С защитой от короткого замыкания, с защитой от обратного питания, стойкость к повышенному напряжению до 60 В
Термозащита	Отключение всех выходов одной группы (DOUT40A – DOUT42A или DOUT40B – DOUT42B) при перегреве $T_j > 150$ °
Подача питания	Защита при индуктивных нагрузках
Нагрузки	
омическая нагрузка [Ом]	> 500
индуктивная нагрузка [мГн]	< 10
емкостная нагрузка <sup>2)</sup> [нФ]	< 10
Задержка переключения от контакта порта	< 1
Выдача тестовых импульсов	0,4 ... 10 (с возможностью параметризации) → 3.9.1 Двухканальные безопасные выходы DOUT40 ... DOUT42 [X40]

1) В определенных случаях ошибки (например, прерывание опорного потенциала 24 В внутри устройства) остаточный ток также может находиться на уровне значительно выше 100 мкА. При нагрузке выхода с совместимым с IEC 61131 входом типа 3 диапазон состояния Low не нарушается, в том числе в случае ошибки.

2) Требуется нагрузки выхода со входом типа 3 и длительностью испытательного импульса  $\geq 400$  мкс. Для других типов входов при необходимости требуются тестовые импульсы большей длины.

Tab. 142 Технические характеристики: цифровые выходы DOUT40A/B – DOUT42A/B [X40]



Fig. 121 Выход двухканальный

Цифровые выходы DOUT40A / B - DOUT42A / B соответствуют требованиям по электромагнитной совместимости согласно EN 61326-3-1.

### 8.1.6 Сигнальный контакт C1/C2 [X40]

Сигнальный контакт C1/C2	
Исполнение	Релейный контакт, замыкающий
Диапазон напряжения [В пост. тока]	18 ... 30
Номинальный выходной ток $I_{L,Nenn}$ (НОМ.) [mA]	< 200
Потеря напряжения при $I_{L,Nenn}$ [В]	$\leq 1$
Остаточный ток в позиции выключателя ВЫКЛ. [мкА]	< 10
Защита от короткого замыкания / перегрузки по току	Без защиты от короткого замыкания, стойкость к повышенному напряжению до 60 В
Задержка переключения [мс]	< 20
Срок службы контакта обратной связи [ $n_{op}$ ]	$10 \times 10^6$ (при 24 В и токе контакта $I_{Kontakt} = 10\text{mA}$ , при более высоких токах нагрузки срок службы сокращается)

Tab. 143 Технические характеристики: сигнальный контакт C1/C2 [X40]

### 8.1.7 Вспомогательное питание 24 В [X40]

Вспомогательное питание 24 В	
Исполнение	Направленное через контроллер напряжение питания логики (подводимое на [X9], без дополнительной фильтрации или стабилизации). С защитой от смены полярности, стойкость к повышенному напряжению до 60 В пост. тока
Номинальное напряжение [В]	24
Номинальный выходной ток $I_{L,Nenn}$ (НОМ.) [mA]	100

<b>Вспомогательное питание 24 В</b>	
Потеря напряжения при $I_{L,Nenn}$	$\leq 1$
Защита от смены полярности	Через последовательный диод 100 В / 1 А
Защита от короткого замыкания / перегрузки по току	Защита положительным ТКС с током расцепления тип. 300 мА, стойкость к повышенному напряжению до 60 В

Tab. 144 Технические характеристики: вспомогательное питание 24 В [X40]

**8.1.8 Исполнение кабелей [X40]**

<b>Подключение кабелей [X40]</b>	
Макс. длина кабеля [м]	< 30
Макс. длина кабеля	При наличии электропроводки за пределами распределительного шкафа используйте экранированный кабель. Экранирование проведите до распределительного шкафа / подсоедините на стороне распределительного шкафа
Сечение провода (гибкий провод, кабельный зажим с изолирующим воротником)	
один провод [мм <sup>2</sup> ]	0,25 ... 0,5
два провода [мм <sup>2</sup> ]	2 x 0,25 (со спаренными кабельными зажимами)
Момент затяжки ответной части разъема MC1,5_12ST3,81BK – M2 [Н·м]	0,22 ... 0,25

Tab. 145 Технические характеристики: подключение кабелей [X40]

**8.1.9 Цифровой выход для удерживающего тормоза на базовом устройстве [X6]**

<b>Цифровой выход BR+ / BR-</b>	
Выход	Переключатель High-Side для BR + Переключатель Low-Side для BR-
Диапазон напряжения [В пост. тока]	18 ... 30
Допустимый выходной ток $I_{L,Nenn}$ (ном.) [мА]	< 2000
Потеря напряжения при $I_{L,Nenn}$ [В]	$\leq 1$ В

Цифровой выход BR+ / BR-		
Стягивающий резистор $R_{\text{Pulldown}}$	[кОм]	ок. 2,5 (ок. 10 мА при 24 В) между BR+ и BR-
Защита от короткого замыкания / перегрузки по току		С защитой от короткого замыкания относительно 24 В, 0 В и PE
Термозащита		Отключение силового задающего устройства при перегреве
Подача питания		Защита при индуктивных нагрузках
Нагрузки		
омическая нагрузка	[Ом]	> 12
индуктивная нагрузка	[мГн]	< 1000
емкостная нагрузка	[нФ]	< 10
Задержка переключения от контакта порта	[мс]	< 1
Выдача тестовых импульсов	[мс]	0,4 ... 10 (с возможностью параметризации) → 3.9.2 Внутреннее управление тормозом контроллера [X6]

Tab. 146 Технические характеристики: цифровые выходы для удерживающего тормоза [X6]  
Цифровой выход базового устройства для удерживающего тормоза BR +, BR- соответствует требованиям ЭМС согласно EN 61326-3-1.



Fig. 122 Удерживающий тормоз

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

В состоянии при поставке модуля безопасности функция SBC всегда сконфигурирована в сочетании с выходом [X6], даже если вы не намерены пользоваться функцией SBC.

В следующем варианте применения проникновение помех в открытые линии тормоза может привести к тому, что модуль безопасности сообщит об ошибке 57-0:

- Линии тормоза проложены в кабеле двигателя.
- На стороне двигателя не подключен удерживающий тормоз.

В этом случае:

- Отсоедините линии тормоза от [X6].
- Подсоедините линии тормоза к [PE].

## 8.2 Показатели безопасности

### 8.2.1 Функции обеспечения безопасности

#### Назначение функции обеспечения безопасности - классификация

В следующей таблице показана классификация функций обеспечения безопасности в соответствии с EN 61800-5-2

Функция	Кат., PL <sup>1)</sup>	SIL <sup>2)</sup>	Указание
STO	Кат. 4, PL e	SIL 3	–
SBC			–
SS2	Кат. 3, PL d или Кат. 3, PL e	SIL 2 или SIL 3	Классификация зависит от используемой комбинации датчиков положения, при использовании отдельного датчика с классификацией SIL требуется безопасное соединение вала; в зависимости от конфигурации датчика достигаются только Кат. 3, PL d или SIL 2 → 8.2.3 Системы датчиков. Соблюдайте пределы точности регистрации позиций → 8.3 Системная точность и время реакции.
SS1			
SLS			
SSR			
SSM			
SOS			

1) Классификация по категории и уровню эффективности (Performance Level) согласно EN ISO 13849-1

2) Классификация по уровню полноты безопасности (Safety Integrity Level) согласно EN 62061

Tab. 147 Классификация функций обеспечения безопасности и указания

#### i

Информацию по определенным предварительно классифицированным комбинациям датчиков можно частично получить отдельно.

При необходимости обращайтесь к контактному лицу компании Festo в вашем регионе.

#### i

Для “безопасного соединения вала”, например, с геометрическим замыканием и/или соответствующим превышением размеров установленных снаружи элементов обеспечивается исключение неисправностей.

Для этого следует учитывать всю приводную цепочку до опасного участка.

#### i

Если перемещение вала двигателя контролируется каким-либо устройством с двухканальной структурой, за исключением отдельного датчика угла поворота или линейного датчика, оно должно иметь выданный уполномоченным органом сертификат о соответствии требованиям по снижению рисков.

**i**

При использовании двух датчиков предел разрешения для регистрации перемещения для функций обеспечения безопасности устанавливается по датчику с более низким пределом разрешения.

**i**

Датчики положения, которые применяются для контроля позиции состояния покоя, например, SOS, и имеют в состоянии покоя статические выходные сигналы, требуют стимулирования на стороне пользователя, т. е. привод должен перемещаться раз в 10 дней.

**i**

Безопасное управление тормозом CAMC-G-S3 разработано для SIL 3 / EN 61800-5-2. Просим проверить, обеспечивает ли используемый вами узел фиксации соответствующий SIL 3 уровень PL e. Сам узел фиксации, как правило, имеет более низкий уровень по классификации, т. е. функция обеспечения безопасности SBC в сочетании с узлом фиксации обеспечивает лишь сниженный уровень в классификации.

### 8.2.2 Цифровые входы

Следует соблюдать основные действующие стандарты по командоаппаратам для запроса функций обеспечения безопасности, например, EN ISO 13850 для аварийной остановки.

Тип датчика	Тип переключателя	Классификация по категориям, PL <sup>1)</sup>	Классификация SIL <sup>2)</sup>
1: общий 2-канальный вход	2 размыкателя или 1 размыкатель + 1 замыкатель	Кат. 4, PL e	SIL 3
2: коммутационное устройство аварийной остановки	2 размыкателя	Кат. 4, PL e	SIL 3
3: кнопка подтверждения	2 размыкателя или 1 размыкатель + 1 замыкатель	Кат. 4, PL e	SIL 3
4: двуручная панель управления	2 по 1 размыкателью, 1 замыкатель	Кат. 4, PL e	SIL 3
5: кнопка запуска	2 размыкателя или 1 размыкатель + 1 замыкатель	Кат. 4, PL e	SIL 3
6: блокировка дверец	2 размыкателя или 1 размыкатель + 1 замыкатель	Кат. 4, PL e	SIL 3

Тип датчика	Тип переключателя	Классификация по категориям, PL <sup>1)</sup>	Классификация SIL <sup>2)</sup>
7: безопасный датчик начала отсчета	2 размыкателя или 1 размыкатель + 1 замыкатель	Кат. 4, PL e	SIL 3
8: защитная фоторелейная завеса	2 размыкателя или 1 размыкатель + 1 замыкатель	Кат. 4, PL e	SIL 3
9: ответное сообщение тормоза	1 размыкатель или 2 размыкателя	только как обратная связь (Feedback) для SBC	
10: общий одноканальный вход	1 размыкателя или 1 замыкатель	без назначения тестового импульса кат. 1, PL c	SIL 1
		с назначением тестового импульса кат. 2, PL d	SIL 2
11: селектор режимов работы	1 из n	Кат. 4, PL e	SIL 3
12: квитирование ошибок	1 замыкатель	без назначения тестового импульса кат. 1, PL c	SIL 1
		с назначением тестового импульса кат. 2, PL d	SIL 2
13: завершение функции обеспечения безопасности	1 замыкатель	без назначения тестового импульса кат. 1, PL c	SIL 1
		с назначением тестового импульса Кат. 2, PL d	SIL 2

1) согласно EN ISO 13849-1

2) согласно EN 61800-5-2

Tab. 148 Показатели безопасности, цифровые входы

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

- Следующая информация о мероприятиях и степени охвата диагностикой (DC) основана на данных стандарта EN ISO 13849-1.
- Для оценки датчиков с точки зрения техники безопасности следует пользоваться данными производителя.
- Приведенные значения степени охвата диагностики (DC) являются допустимыми только при соблюдении перечисленных мероприятий и указанных дополнительных условий.
- Согласно действующим стандартам возможно исключение неисправностей, которым обусловлена необходимость в непрерывном обеспечении требуемых условий в течение длительного времени.

Действие	DC	Примечание	Назначение
Циклический тестовый импульс из-за динамического изменения входных сигналов.	90	Действительно, только если активно назначение тестовых импульсов.	Контроль перекрестных замыканий для 1-канальных датчиков.
Перекрестное сравнение входных сигналов с динамическим испытанием, если не отмечаются короткие замыкания (для многопозиционных входов/выходов).	90	Без назначения тестовых импульсов. Требуется циклическое изменение входных сигналов, например, через процесс или регулярную активацию.	Контроль 2-канальных датчиков.
Перекрестное сравнение входных сигналов с непосредственными и промежуточными результатами в логической схеме (L) и временной и логический контроль выполнения программ и распознавание статических отказов и коротких замыканий (для многопозиционных входов/выходов).	99	Только с назначением тестовых импульсов.	Контроль 2-канальных датчиков.
Проверка на достоверность, например, использование замыкающих и размыкающих контактов.	99	Только при использовании неравнозначных сигналов.	Контроль 2-канальных датчиков.

Tab. 149 Действия для цифровых входов

**8.2.3 Системы датчиков**

Следует соблюдать основные действующие стандарты по функциональной безопасности для электрических приводов, например, EN 61800-5-2.

В следующей таблице представлены допустимые комбинации датчиков и максимально достижимые уровни эффективности (Performance Level) и полноты безопасности (Safety Integrity Level).

P06.00: выбор датчика положения 1	P06.01: выбор датчика положения 2	Указания	Достижимый уровень безопасности	
			EN 61800-5-2	ISO 13849
Резольвер (X2A) = [1]	Другой датчик (X2B) = [4] <sup>в</sup>	-	SIL 3	Кат. 3, PL d или Кат. 3, PL e
Резольвер (X2A) = [1]	Инкрементный датчик (X10) = [5]	-	SIL 3	Кат. 3 / PL e
Резольвер (X2A) = [1]	Отсутствует = [6]	Требуется безопасное соединения вала. Резольвер должен соответствовать требованиям SIL 2 (значение MTTFd, ...)	SIL 2	Кат. 3 / PL d
SINCOS / Hiperface (X2B) = [2]	Инкрементный датчик (X10) = [5]	-	SIL 3	Кат. 3 / PL e
SINCOS / Hiperface (X2B) = [2]	Отсутствует = [6]	Требуется безопасное соединения вала. Требуется сертифицированных по SIL 2 датчиков	SIL 2	Кат. 3 / PL d
SINCOS / Hiperface (X2B) = [2]	Отсутствует = [6]	Требуется безопасное соединения вала. Требуется сертифицированных по SIL 3 датчиков	SIL 3	Кат. 3 / PL e
EnDat SIL (X2B) = [3]	Инкрементный датчик (X10) = [5]	Не является составной частью PS1	SIL 3	Кат. 3 / PL e
EnDat SIL (X2B) = [3]	Отсутствует = [6]	Не является составной частью PS1. Требуется безопасного соединения вала. Требуется сертифицированных по SIL 2 датчиков	SIL 2	Кат. 3 / PL d
EnDat SIL (X2B) = [3]	Отсутствует = [6]	Не является составной частью PS1. Требуется безопасного соединения вала. Требуется сертифицированных по SIL 3 датчиков	SIL 3	Кат. 3 / PL e

P06.00: выбор датчика положения 1	P06.01: выбор датчика положения 2	Указания	Достижимый уровень безопасности	
			EN 61800-5-2	ISO 13849
Другой датчик (X2B) = [4] <sup>1)</sup>	Инкрементный датчик (X10) = [5]	Соблюдайте следующее указание.	SIL 2	Кат. 3 / PL d
Другой датчик (X2B) = [4] <sup>1)</sup>	Отсутствует = [6]	Недопустимо, блокируется CAMC-G-S3 и SafetyTool	–	–

1) Другой датчик (X2B) = [4]: датчик EnDat без сертификации SIL, датчик BISS, инкрементный датчик с сигналами A/B/N, инкрементный датчик с сигналами SINCOS, датчик Hiperface без SIL

Tab. 150 Показатели безопасности, оценка систем датчиков

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Фактически достижимый уровень безопасности для системы, состоящей из CAMC-G-S3, двигателя, оси и при необходимости – второго датчика положения, должен рассчитываться на основании показателей безопасности CAMC-G-S3 → 8.1.1 Технические средства безопасности, а также показателей безопасности остальных элементов.

Чтобы получить предварительно рассчитанные варианты применения, обращайтесь к контактному лицу компании Festo в вашем регионе.



Учитывайте дополнительную информацию:

- общую информацию по анализу датчиков и поддерживаемым датчиком положения → 3.2.5 Общий обзор поддерживаемых датчиков положения,
- информацию по конфигурированию датчиков → 3.3.2 Конфигурирование датчиков,
- пример конфигурирования датчика в SafetyTool → 5.6.4 Проверка передачи данных.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Пригодность “стандартных датчиков” и “цифровых инкрементных датчиков” для использования в безопасных системах до уровня SIL3 (EN 61800-5-2, EN 61508) или PL e (EN ISO 13849) должна подтверждаться отдельно (например, из-за разнообразия систем датчиков с точки зрения CCF, МТТF<sub>d</sub> и т. п., а также пригодности датчиков для условий эксплуатации и окружающих условий, ЭМС, ...).

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

- Следующая информация о мероприятиях и степени охвата диагностикой (DC) базируется на информации EN 61800-5-2, таблица в приложении D.16.
- Для оценки датчиков положения с точки зрения техники безопасности в каждом случае следует дополнительно пользоваться данными производителя.
- Приведенные значения степени охвата диагностикой (DC) для анализа систем датчиков в модуле безопасности являются допустимыми только при соблюдении перечисленных мероприятий и указанных дополнительных условий.
- Согласно действующим стандартам возможно исключение неисправностей, которым обусловлена необходимость в непрерывном обеспечении требуемых условий в течение длительного времени.

**Датчик SIN/COS / датчик HiPerface**

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/Примечания
Короткое замыкание между двумя любыми проводами кабеля	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и длины вектора <sup>1)</sup>	Согласно → 8.3 Системная точность и время реакции; DC > 90 % <sup>2)</sup>
Прерывание на любом проводе кабеля	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Согласно → 8.3 Системная точность и время реакции; DC > 90% <sup>2)</sup>
Статический сигнал “0” или “1” на входах и выходах, по отдельности или одновременно на нескольких входах/выходах	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Согласно → 8.3 Системная точность и время реакции; DC > 90% <sup>2)</sup>
Прерывание или высокоомное состояние на одном или одновременно на нескольких входах/выходах	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Согласно → 8.3 Системная точность и время реакции; DC > 90% <sup>2)</sup>
Уменьшение или увеличение выходной амплитуды	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Согласно → 8.3 Системная точность и время реакции; DC > 90% <sup>2)</sup>

Условие неисправности	Исключе- ние неис- правностей	Распознавание ошибки через модуль безопасно- сти	Дополняющие указания/ Примечания
Паразитные колебания на одном или нескольких выходах	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Согласно → 8.3 Системная точность и время реакции; DC > 90% <sup>2)</sup> При осцилляции сигнала максимальное перемещение двигателя в окне допусков контроля амплитуды
Изменение сдвига фаз между выходными сигналами	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Согласно → 8.3 Системная точность и время реакции; DC > 90% <sup>2)</sup> например, вследствие загрязнения кодировочного диска
Крепление ослабляется в состоянии покоя: – корпус датчика отсоединяется от корпуса двигателя, – вал датчика отсоединяется от вала двигателя.	Необходимо! Согласно предоставленному производителем техническому паспорту датчика	Возможность не гарантирована! Но выполняется контроль интервала времени запроса SOS: Через 10 дней происходит отключение, и выдается сообщение об ошибке	Используйте исключение неисправностей для системы “двигатель – датчик” или применяйте вторую измерительную систему для сравнения позиций!
Крепление ослабляется во время перемещения: – корпус датчика отсоединяется от корпуса двигателя, – вал датчика отсоединяется от вала двигателя.			
Эталон отсоединяется (например, оптический кодировочный диск)			

Условие неисправности	Исключе-ние неис-правностей	Распознавание ошибки через модуль безопасно-сти	Дополняющие указания/Примечания
Нет света от передающего диода	Отсутствует	Контроль отдельных сиг-налов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Согласно → 8.3 Системная точность и время реакции; DC > 90% <sup>2)</sup>
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с выходными сигналами sin/cos, ге-нерирование аналоговых сигналов</b>			
Статический сигнал на входах и выходах, по от-дельности или несколько сигналов, амплитуда в диапазоне электропита-ния	Отсутствует	Контроль отдельных сиг-налов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Согласно → 8.3 Системная точность и время реакции; DC > 90% <sup>2)</sup>
Изменение формы сигнала	Отсутствует	Контроль отдельных сиг-налов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Согласно → 8.3 Системная точность и время реакции; DC > 90% <sup>2)</sup>
Перепутаны местами вы-ходной сигнал sin и cos	Да	Модуль безопасности имеет в достаточной сте-пени разделенную обра-ботку сигналов без мультплексора	–
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с инкрементными и абсолютными сигналами</b>			
Одновременно неверное изменение позиции от ин-крементного и от абсо-лютного сигнала	Отсутствует	Отсутствует, модуль без-опасности анализирует только аналоговые сигна-лы sin/cos	Только при интерфейсе HiPerface: базовое устройство выполняет ци-клическую проверку на приемлемость посред-ством перекрестного сравнения сигналов sin/cos со считываемой через интерфейс данных абсолютной позицией.
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с синтетически генерируемыми вы-ходными сигналами</b>			

Условие неисправности	Исключе- ние неис- правностей	Распознавание ошибки через модуль безопасно- сти	Дополняющие указания/ Примечания
Любое искажение выход- ного сигнала	Отсутствует	Не во всех случаях воз- можно, если оба выход- ных сигнала одновремен- но искажаются!	Используйте исключение неисправностей для дат- чиков или применяйте вторую измерительную систему для сравнения позиций!
<b>Дополнительные требования к линейным датчикам</b>			
Крепление считывающей головки разъединилось	Необходи- мо! Соглас- но предо- ставленно- му произво- дителем техническо- му паспорту датчика	Возможность не гаранти- рована! Но выполняется контроль интервала вре- мени запроса SOS: через 10 дней происходит от- ключение и появляется сообщение об ошибке.	Используйте исключение неисправностей для си- стемы “двигатель – датчик” или применяйте вторую измерительную систему для сравнения позиций!
Статическое смещение эталона (например, опти- ческой кодировочной по- лоски)			
Поврежденный эталон (например, оптическая кодировочная полоска)			
<b>Другие требования к анализу датчиков положения SIL</b>			
Контроль напряжения пи- тания датчика	Отсутствует	Отсутствует. Это должен обеспечивать датчик.	Базовое устройство со- держит средство регули- рования напряжения пи- тания для датчика. В слу- чае ошибки (повышенное напряжение, перегрузка по току) может произойти функциональное отклю- чение питания датчика
Соблюдение установлен- ных требованиями для датчика рабочих и окру- жающих условий	Отсутствует	Отсутствует. Это должен обеспечивать датчик.	Базовое устройство снаб- жено входом для контро- ля температуры двигате- ля. В случае ошибки мож- ет произойти функцио- нальное отключение при- вода.

1) Чувствительность и DC зависят от параметризованных пределов ошибки; информация действительна для заводских настроек  
 2) При ошибке информация о позиции “статично” => Фиксированная позиция коммутации, двигатель неподвижен / Напряжение канала статично => Позиция коммутации меняется макс. на +/-90° периода сигнала датчика, двигатель перемещается только в этом диапазоне

Tab. 151 Датчик SIN/COS, датчик Hiperface

**i**

Классификация модуля безопасности в сочетании с датчиком SIN/COS, датчиком Hiperface:  
охват ошибок датчика: DC > 90%

Классификация согласно EN 61800-5-2 / EN 13849-1:

- SIL2 / кат. 3 / PL d (безопасное позиционирование, включая состояние покоя)
- SIL3 / кат. 3 / PL e (безопасная скорость и ускорение)

**Резольвер**

<b>Условие неисправности</b>	<b>Исключе- ние неис- правностей</b>	<b>Распознавание ошибки через модуль безопасно- сти</b>	<b>Дополняющие указания/ Примечания</b>
Короткое замыкание между двумя любыми проводами кабеля	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Прерывание на любом проводе кабеля	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Статический сигнал “0” или “1” на входах и выходах, по отдельности или одновременно на нескольких входах/выходах	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Прерывание или высокоомное состояние на одном или одновременно на нескольких входах/выходах	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Уменьшение или увеличение выходной амплитуды	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Паразитные колебания на одном или нескольких выходах	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Изменение сдвига фаз между выходными сигналами	Отсутствует	Неприменимо к резольверам	—

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/Примечания
<p>Крепление ослабляется в состоянии покоя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– корпус датчика отсоединяется от корпуса двигателя,</li> <li>– вал датчика отсоединяется от вала двигателя.</li> </ul>	<p>Необходимо! Согласно предоставленному производителем техническому паспорту датчика</p>	<p>Возможность не гарантирована! Но выполняется контроль интервала времени запроса SOS: через 10 дней происходит отключение и появляется сообщение об ошибке.</p>	<p>Используйте исключение неисправностей для системы “двигатель – датчик” или применяйте вторую измерительную систему для сравнения позиций!</p>
<p>Крепление ослабляется во время перемещения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– корпус датчика отсоединяется от корпуса двигателя,</li> <li>– вал датчика отсоединяется от вала двигателя.</li> </ul>			
<p>Эталон отсоединяется (например, оптический кодировочный диск)</p>	<p>Отсутствует</p>	<p>Неприменимо к резольверам</p>	<p>–</p>
<p>Нет света от передающего диода</p>	<p>Отсутствует</p>	<p>Неприменимо к резольверам</p>	<p>–</p>
<b>Дополнительные требования к резольверам с обработкой сигналов / опорным генератором</b>			
<p>Перекрестные помехи опорной частоты</p>	<p>Отсутствует</p>	<p>Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора<sup>1)</sup></p>	<p>Ошибка надежно выявляется (DC<sub>AV</sub> модуля безопасности)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– отказ центрального таймера</li> <li>– не происходит запуск преобразования (Conversion Start) для аналого-цифрового преобразователя</li> <li>– Sample &amp; Hold (выборка и хранение) выполняется в неправильный момент времени</li> </ul>	<p>Отсутствует</p>	<p>Контроль сбоев сигнала SYNC</p>	<p>Ошибка надежно выявляется (DC<sub>AV</sub> модуля безопасности)</p>

<b>Условие неисправности</b>	<b>Исключе- ние неис- правностей</b>	<b>Распознавание ошибки через модуль безопасно- сти</b>	<b>Дополняющие указания/ Примечания</b>
Аналого-цифровой преобразователь генерирует неверные значения	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Аналого-цифровой преобразователь не генерирует никаких значений	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Опорный генератор не выдает частоту	Отсутствует	Контроль сбоев сигнала SYNC	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Опорный генератор выдает неверную частоту	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Опорный генератор не выдает периодический опорный сигнал	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Ошибка усиления при обработке сигналов (опорного сигнала, сигнала sin, cos), осцилляция	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
Магнитные воздействия в месте монтажа	Достаточное экранирование для места монтажа	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)
<b>Другие требования к анализу датчиков положения SIL</b>			
Контроль напряжения питания датчика	Отсутствует	Опосредованный контроль держателя резольвера через контроль длины вектора	Ошибка надежно выявляется (DC <sub>AV</sub> модуля безопасности)

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/Примечания
Соблюдение установленных требованиями для датчика рабочих и окружающих условий	Отсутствует	Отсутствует. Это должен обеспечивать датчик.	Базовое устройство снабжено входом для контроля температуры двигателя. В случае ошибки может произойти функциональное отключение привода.

1) DC = 60% действительна для заводских настроек, DC = 90% - для ограниченных допусков для контроля длины вектора согласно разделу "Системная точность и время реакции"

Tab. 152 Резольвер

### i

Классификация модуля безопасности в сочетании с резольвером:

охват ошибок датчика: DC > 90%

Классификация согласно EN 61800-5-2 / EN 13849-1:

- SIL2 / кат. 3 / PL d (безопасное позиционирование, включая состояние покоя)
- SIL3 / кат. 3 / PL e (безопасная скорость и ускорение)

### Комбинированные системы датчиков:

**Датчик 1: резольвер [X2A] или датчик SIN/COS [X2B]**

**Датчик 2: инкрементный датчик [X10]**

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/Примечания
Короткое замыкание между двумя любыми проводами кабеля	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC "высокий" <sup>2)</sup>
Прерывание на любом проводе кабеля			
Статический сигнал "0" или "1" на входах и выходах, по отдельности или одновременно на нескольких входах/выходах			
Прерывание или высокоомное состояние на одном или одновременно на нескольких входах/выходах			

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/ Примечания
Уменьшение или увеличение выходной амплитуды, паразитные колебания на одном или нескольких выходах	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC “высокий” <sup>2)</sup>
Изменение сдвига фаз между выходными сигналами			
Крепление ослабляется в состоянии покоя: – корпус датчика отсоединяется от корпуса двигателя, – вал датчика отсоединяется от вала двигателя.	Не требуется!	Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC “высокий” <sup>2)</sup>
Крепление ослабляется во время перемещения: – корпус датчика отсоединяется от корпуса двигателя, – вал датчика отсоединяется от вала двигателя.			
Эталон отсоединяется (например, оптический кодировочный диск)			
Нет света от передающего диода	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC “высокий” <sup>2)</sup>
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с выходными сигналами sin/cos, генерирование аналоговых сигналов</b>			

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/Примечания
Статический сигнал на входах и выходах, по отдельности или несколько сигналов, амплитуда в диапазоне электропитания	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	DC “высокий” <sup>2)</sup>
Изменение формы сигнала			
Перепутаны местами выходной сигнал sin и cos			
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с выходными сигналами прямоугольной формы (датчик 2)</b>			
Паразитные колебания на выходе	Отсутствует	Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC “высокий” <sup>2)</sup>
Выходной сигнал прерывается			
Сбой нулевого импульса: слишком короткий, слишком длинный или многократный			
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с синтетически генерируемыми выходными сигналами (датчик 1 или датчик 2)</b>			
Любое искажение выходного сигнала	Отсутствует	Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC “высокий” <sup>2)</sup>
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с определением позиций через счетчик (датчик 2)</b>			
Неверное значение позиции из-за ошибочного счета	Отсутствует	Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC “высокий” <sup>2)</sup>
<b>Дополнительные требования к резольверам с обработкой сигналов / опорным генератором</b>			
Перекрестные помехи опорной частоты	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и	DC “высокий” <sup>2)</sup>

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/ Примечания
отказ центрального таймера, не происходит запуск преобразования для аналого-цифрового преобразователя, Sample & Hold (выборка и хранение) выполняется в неправильный момент времени	Отсутствует	контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC “высокий” <sup>2)</sup>
Аналого-цифровой преобразователь генерирует неверные значения	Отсутствует		
Аналого-цифровой преобразователь не генерирует никаких значений	Отсутствует		
Опорный генератор не выдает частоту	Отсутствует		
Опорный генератор выдает неверную частоту	Отсутствует		
Опорный генератор не выдает периодический опорный сигнал	Отсутствует		
Ошибка усиления при обработке сигналов (опорного сигнала, сигнала sin, cos), осцилляция	Отсутствует		
Магнитные воздействия в месте монтажа	Достаточное экранирование для места монтажа		
<b>Другие требования к анализу датчиков положения SIL</b>			
Контроль напряжения питания датчика	Отсутствует	Отдельная обработка напряжения питания для следующих устройств: – резольвер [X2A], – датчик SIN/COS [X2B],	–

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/ Примечания
		– инкрементный датчик [X10].	
Соблюдение установленных требованиями для датчика рабочих и окружающих условий	Отсутствует	Отсутствует. Это должен обеспечить датчик.	Базовое устройство снабжено входом для контроля температуры двигателя. В случае ошибки может произойти функциональное отключение привода.

- 1) Чувствительность и DC зависят от параметризованных пределов ошибки; информация действительна для заводских настроек.  
 2) При ошибке информация о позиции "статично" => Фиксированная позиция коммутации, двигатель неподвижен / Напряжение канала статично => Позиция коммутации меняется макс. на +/-90° периода сигнала датчика, двигатель перемещается только в этом диапазоне.

Tab. 153 Комбинированные системы датчиков: датчик 1: резольвер [X2A] или датчик SIN/COS [X2B], датчик 2: инкрементный датчик [X10]

### **i**

Классификация модуля безопасности в сочетании с базовым устройством в комбинации датчиков: датчик 1: резольвер [X2A] или датчик SIN/COS [X2B], датчик 2: инкрементный датчик [X10] (без учета самих датчиков):

охват ошибок датчика: DC > 95%

Классификация согласно EN 61800-5-2: SIL3

Классификация согласно EN ISO 13849: кат. 4 / PL e

### **Комбинированные системы датчиков:**

**Датчик 1: резольвер [X2A] или инкрементный датчик [X10]**

**Датчик 2: другой датчик [X2B] (анализ через основное устройство)**

<b>Условие неисправности</b>	<b>Исключение неисправностей</b>	<b>Распознавание ошибки через модуль безопасности</b>	<b>Дополняющие указания/ Примечания</b>
Короткое замыкание между двумя любыми проводами кабеля	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 – датчик 2)	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) + 1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Прерывание на любом проводе кабеля	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) + 1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Статический сигнал “0” или “1” на входах и выходах, по отдельности или одновременно на нескольких входах/выходах	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) + 1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Прерывание или высокоомное состояние на одном или одновременно на нескольких входах/выходах	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup>	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) + 1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/ Примечания
		Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	
Уменьшение или увеличение выходной амплитуды	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) +1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Паразитные колебания на одном или нескольких выходах	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) +1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Изменение сдвига фаз между выходными сигналами	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) +1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/ Примечания
		(датчик 1 - датчик 2)	
Крепление ослабляется в состоянии покоя: <ul style="list-style-type: none"> <li>– корпус датчика отсоединяется от корпуса двигателя,</li> <li>– вал датчика отсоединяется от вала двигателя.</li> </ul>	Не требуется!	Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) +1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Крепление ослабляется во время перемещения: <ul style="list-style-type: none"> <li>– корпус датчика отсоединяется от корпуса двигателя,</li> <li>– вал датчика отсоединяется от вала двигателя.</li> </ul>			
Эталон отсоединяется (например, оптический кодировочный диск)			
Нет света от передающего диода	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) +1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с выходными сигналами sin/cos, генерирование аналоговых сигналов</b>			
Статический сигнал на входах и выходах, по отдельности или несколько сигналов, амплитуда в диапазоне электропитания	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) +1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/ Примечания
		сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	
Изменение формы сигнала	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) +1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Перепутаны местами выходной сигнал sin и cos	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) +1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>
<b>Дополнительные требования к резольверам с обработкой сигналов / опорным генератором (датчик 1)</b>			
Перекрестные помехи опорной частоты	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) + 1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/ Примечания
		данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– отказ центрального таймера</li> <li>– не происходит запуск преобразования (Conversion Start) для аналого-цифрового преобразователя</li> <li>– Sample &amp; Hold (выборка и хранение) выполняется в неправильный момент времени</li> </ul>	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) + 1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Аналого-цифровой преобразователь генерирует неверные значения	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) + 1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Аналого-цифровой преобразователь не генерирует никаких значений	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) + 1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/ Примечания
Опорный генератор не выдает частоту	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) + 1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Опорный генератор выдает неверную частоту	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) + 1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Опорный генератор не выдает периодический опорный сигнал	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) + 1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/ Примечания
Ошибка усиления при обработке сигналов (опорного сигнала, сигнала sin, cos), осцилляция	Отсутствует	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) + 1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>
Магнитные воздействия в месте монтажа	Достаточное экранирование для места монтажа	Контроль отдельных сигналов и контроль длины вектора <sup>1)</sup> Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) + 1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с выходными сигналами прямоугольной формы (датчик 1)</b>			
Паразитные колебания на выходе Выходной сигнал прерывается Сбой нулевого импульса: слишком короткий, слишком длинный или многократный	Отсутствует	Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x "высокий" (модуль безопасности) +1 x "низкий" (базовое устройство) <sup>2)</sup>
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с синтетически генерируемыми выходными сигналами (датчик 1 или датчик 2)</b>			

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/ Примечания
Любое искажение выходного сигнала	Отсутствует	Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) +1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с определением позиций через счетчик (датчик 1 или датчик 2)</b>			
Неверное значение позиции из-за ошибочного счета	Отсутствует	Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) +1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>
<b>Дополнительные требования к линейным датчикам (датчик 1 или датчик 2)</b>			
<p>Крепление считывающей головки разъединилось</p> <p>Статическое смещение эталона (например, оптической кодировочной полоски)</p> <p>Поврежденный эталон (например, оптическая кодировочная полоска)</p>	Не требуется!	Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) +1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>
<b>Дополнительные требования к датчикам угла поворота с компьютерным интерфейсом (датчик 2)</b>			
<p>Ошибка передачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повтор;</li> <li>– потеря;</li> <li>– вставка;</li> <li>– неверная последовательность;</li> <li>– искажение сообщений;</li> <li>– задержка.</li> </ul>	Отсутствует	Перекрестное сравнение данных позиции (датчик 1 - датчик 2)	DC 1 x “высокий” (модуль безопасности) +1 x “низкий” (базовое устройство) <sup>2)</sup>
<b>Другие требования к анализу датчиков положения SIL</b>			

Условие неисправности	Исключение неисправностей	Распознавание ошибки через модуль безопасности	Дополняющие указания/ Примечания
Контроль напряжения питания датчика	Отсутствует	Отдельная выработка напряжения питания для следующих устройств: – резольвер [X2A], – датчик SIN/COS [X2B], – инкрементный датчик [X10].	–
Соблюдение установленных требованиями для датчика рабочих и окружающих условий	Отсутствует	Отсутствует. Это должен обеспечивать датчик.	Базовое устройство снабжено входом для контроля температуры двигателя. В случае ошибки может произойти функциональное отключение привода.

1) Чувствительность и DC зависят от параметризованных пределов ошибки; информация действительна для заводских настроек.

2) Ограничение DCAV модуля степенью DC базового устройства

Tab. 154 Комбинированные системы датчиков: датчик 1: резольвер [X2A] или инкрементный датчик [X10], датчик 2: другой датчик [X2B] (анализ через базовое устройство)

## i

Классификация модуля безопасности в сочетании с базовым устройством в комбинации датчиков: датчик 1: резольвер [X2A] или инкрементный датчик [X10], датчик 2: другой датчик [X2B] (без учета самих датчиков):

Регистрация углового положения базового устройства:

- МТТФ каждого канала: >100 лет, “высокий”
- DC канала: = 50 %, “низкий”

Модуль безопасности: МТТФ каждого канала: >100 лет, “высокий”

Охват ошибок датчика DC: > 95 %, “высокий”

Классификация системы (модуль безопасности + базовое устройство):

- Классификация согласно EN 61800-5-2: SIL3
- Классификация согласно EN ISO 13849: кат. 3 / PL d

**8.2.4 Цифровые выходы**

Следует соблюдать основные действующие стандарты по управлению внешними предохранительными коммутационными устройствами.

Тип выхода	Тип переключателя	Классификация по категориям, PL <sup>1)</sup>	Классификация SIL <sup>2)</sup>
1: встроенная безопасная блокировка импульсов	2 размыкателя	Кат. 4, PL e	SIL 3
2: общий 2-канальный выход DOUT40 ... DOUT42	2 размыкателя или 1 размыкатель + 1 замыкатель	Кат. 4, PL e	SIL 3
2: общий 2-канальный выход	2 размыкателя или 1 размыкатель + 1 замыкатель	Кат. 4, PL e	SIL 3
3: управление удерживающим тормозом через [X6] в базовом устройстве CMMP-AS	2 размыкателя	Кат. 3, PL d, для прямую подсоединенных узлов фиксации, с запросом через SBC.	SIL 2
	2 размыкателя	Кат. 1, PL c, для опосредованно подсоединенных узлов фиксации (например, пневматически размыкаемых), с запросом через SBC.	SIL 1
	2 размыкателя	Кат. 3, PL d, для опосредованно подсоединенных узлов фиксации (например, пневматически размыкаемых), с запросом через SBC.	SIL 2
10: беспотенциальный контакт обратной связи (диагностика)	1 замыкатель	Только в качестве обратной связи (Feedback) для вышестоящего предохранительного коммутационного устройства.	

1) согласно ENISO 13849-1

2) согласно EN 61508, EN 61800-5-2, EN 62061

Tab. 155 Показатели безопасности, дискретные выходы

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

- Следующая информация о мероприятиях и степени охвата диагностикой (DC) основана на данных стандарта EN ISO 13849-1.
- Для оценки коммутационных устройств с точки зрения техники безопасности следует пользоваться данными производителя.
- Приведенные значения степени охвата диагностики (DC) являются допустимыми только при соблюдении перечисленных мероприятий и указанных дополнительных условий.
- Согласно действующим стандартам возможно исключение неисправностей, которым обусловлена необходимость в непрерывном обеспечении требуемых условий в течение длительного времени.

Действие	DC	Примечание	Назначение
Циклический тестовый импульс из-за динамического изменения выходных сигналов.	90	Всегда действует в модуле безопасности, поскольку тестовые импульсы для безопасной блокировки импульсов и для DOU40 ... 42 не могут быть отключены.	Контроль перекрестных замыканий для 2-канальных выходов.
Перекрестное сравнение выходных сигналов с динамическим испытанием, если не отмечаются короткие замыкания (для многопозиционных входов/выходов).	90	Без назначения тестовых импульсов. Требуется циклическое изменение входных сигналов, например, через процесс или регулярную активацию.	Контроль 2-канальных выходов
Перекрестное сравнение выходных сигналов с непосредственными и промежуточными результатами в логической схеме (L) и временной и логический контроль выполнения программ и распознавание статических отказов и коротких замыканий (для многопозиционных входов/выходов).	99	Всегда действует в модуле безопасности, поскольку тестовые импульсы для безопасной блокировки импульсов и для DOU40 ...42 не могут быть отключены	Контроль 2-канальных выходов

Действие	DC	Примечание	Назначение
Проверка на приемлемость, например, использование неравнозначно переключаемых выходов.	99	Применимо только для DOUT40 ... 42, для конфигурации с “неравнозначным” переключением.	Контроль 2-канальных выходов

Tab. 156 Действия, требуемые для цифровых выходов

### 8.3 Системная точность и время реакции

В следующих разделах рассматриваются требования к системной точности функциональных средств обеспечения безопасности с точки зрения безопасно контролируемых функций перемещения для позиции и скорости.

#### i

Достижимая системная точность зависит, в первую очередь, от структуры системы, которая состоит из: двигателя – редуктора – оси.

Ее можно повысить, в частности, путем применения редуктора или выбора оси с меньшей подачей (→ 8.3.7 База для рассмотрения системной точности).

Установленные техническими требованиями показатели точности и времени реакции модуля безопасности всегда представляют собой компромисс между следующими факторами:

- разрешение и точность подсоединенных блоков датчиков и назначенных им электронных блоков обработки результатов в модуле безопасности,
- необходимая высокая точность для контроля предельных значений для позиции и скорости,
- время реакции до момента, когда распознается нарушение условия,
- эксплуатационная готовность оборудования при эксплуатации в промышленной среде (помехи, ЭМС и др.).

Поэтому показатели точности и времени реакции следует выбирать настолько высокими, насколько требуют соображения безопасности, но не выше.

#### ПРИМЕЧАНИЕ!

Заводские настройки модуля безопасности для анализа информации датчиков, регистрации скорости и для контроля позиций подходят для большинства областей применения. Они адаптированы к разрешению датчика положения и к электронным блокам обработки результатов в модуле безопасности.

Их следует изменять только в обоснованных проблемных случаях, так как они оказывают влияние на время реакции модуля безопасности при выявлении опасных перемещений или распознавании ошибок. Это так называемые “экспертные параметры”.

В качестве альтернативы проверьте, можно ли изменить механические элементы (например, ось с уменьшенной подачей).

С помощью передачи данных (→ 3.3 Передача данных из контроллера) убедитесь в том, что модуль безопасности обладает правильными параметрами для постоянной подачи и передаточного числа редуктора, прежде чем параметризовать функции обеспечения безопасности.

### 8.3.1 Точность контроля позиции (SOS) с точки зрения практического применения

При запросе функции обеспечения безопасности SOS регистрируется и сохраняется в  $x\_sample$  текущая позиция.

Контроль осуществляется в окне позиции:

$$(x\_sample - x\_max) \leq x\_list \leq (x\_sample + x\_max)$$

Относящиеся к конкретному применению требования к  $x\_max$  (для SOS)

→ 8.3.7 База для рассмотрения системной точности. Настройка  $x\_max$  проводится с помощью P0B.01 → 3.5.5 SOS - безопасная остановка работы (Safe Operating Stop).

Параметры	Название	мин.	типично	макс.	Указание
x_max	Допуски позиции для SOS	-	1 мм	1,8 мм	Позиционные пределы → 8.3.7 База для рассмотрения системной точности раздел
phi_max	Допуски углового положения на валу двигателя для SOS	Типовые значения SOS	4,0°	7,2°	Пример расчета на базе подачи 90 мм/об

Tab. 157 Типовые значения SOS

Для этого модуль безопасности параметризуется следующим образом:

**Safety Function:** SOS: Safe Operating Stop

[Show block diagram](#)  
[Show timing diagram](#)

**Functional Description**  
Safe operating stop, safety function SOS according to EN 61800-5-2.  
The basic device controls the position. Energy is supplied to the motor which enables it to withstand the effect of external forces.  
The SOS function monitors the position and the speed. If the motor deviates from the stop position by more than a specified amount or if the motor moves at a speed, which is greater than the limit value of the standstill recognition (P06.09), it is recognized as a fault and the drive can be deliberately stopped via the fault reaction (e.g. via the safety functions STO and SBC).

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	P0B.00	Delay time for start of monitoring	ms	2.0	2.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	P0B.01	Tolerance window position monitoring	r	1.000	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	P0B.03	Automatic restart allowed		<input type="checkbox"/>	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fig. 123 Пример определения значимых параметров для безопасной остановки работы (Safe Operation Stop, SOS)

База для пересчета данных этого примера из линейных величин в величины вращательного движения:

- двигатель без редуктора,
- ось EGC-80 с подачей 90 мм/об.

### 8.3.2 Точность контроля скорости (SLS, SSR) с точки зрения практического применения

При запросе функций обеспечения безопасности с контролем скорости, например, SLS, SSR, текущая скорость  $v_{ist}$  постоянно регистрируется и проверяется на соблюдение определенных предельных значений.

Предельные значения могут изменяться динамически, например, при запросе SLS, если сначала происходит торможение до безопасного ограничения скорости.

Контроль осуществляется в окне скорости:

$$v_{min} \leq v_{ist} \leq v_{max}$$

Относящиеся к конкретному применению требования  $v_{max}$  (для SLS)

→ 8.3.7 База для рассмотрения системной точности.

Допустимая постоянная времени фильтрации  $t_{filter\_v}$  при регистрации скорости вычисляется из качества аналоговой обработки сигналов на модуле безопасности (для датчиков положения с аналоговыми сигналами, таких как резольвер или датчик HiPerface) и разрешения позиций (количество угловых шагов на оборот двигателя).

Кроме того, при динамических изменениях существует “переходный процесс” до того момента, как скорость установится на новое заданное значение. Длительность зависит от ширины полосы частот контура регулирования частоты вращения. Для достижения высокой степени эксплуатационной готовности оборудования краткие переходные процессы в диапазоне ширины полосы частот контура регулирования частоты вращения не приводят к срабатыванию контрольного устройства.

Для этого предусмотрен период времени  $t_{tol\_v}$ . В течение времени  $t_{tol\_v}$  текущая скорость  $v_{ist}$  может выходить за пределы окна скорости, и это не будет расцениваться как нарушение условия безопасности.

Параметры	Название	мин.	типично	макс.	Указание
$v_{max}$	Ограничение скорости для SLS	4 мм/с	250 мм/с	$\geq 10$ мм/с	Пределы скорости → 8.3.7 База для рассмотрения системной точности
$n_{max}$	Минимальное ограничение скорости на валу двигателя для SLS	2,1 об/мин	167 об/мин	-	Пример расчета на базе подачи 90 мм/об
$t_{filter\_v}$	Постоянная времени фильтрации, регистрация скорости	2 мс	8 мс	$\geq 100$ мс	Позиционные пределы → 8.3.7 База для рассмотрения системной точности раздел

Параметры	Название	мин.	типично	макс.	Указание
t_tol_v	Время, в течение которого v_ist может выходить за пределы допустимого диапазона скорости	0 мс	10 мс	≥ 100 мс	Типовая ширина полосы частот для регулирования скорости f_gr = 100 Гц

Tab. 158 Типовые значения SLS

Разрешение сигнала скорости в значительной степени определяется качеством используемых датчиков и параметризованным временем фильтрации фильтра скорости. Должна существовать возможность контроля на соблюдение n\_tyr\_min с помощью классических датчиков угла поворота, таких как резольверы или датчики SIN/COS, если фильтр скорости параметризован на диапазон 20 мс (ось перемещается за 20 мс при 4 мм/с на 0,08 мм).

### 8.3.3 Определение значимых параметров для функции безопасной скорости Safe Speed Function (с SLS, SSR)

Модуль безопасности параметризуется для соблюдения определенных в

➔ 8.3.2 Точность контроля скорости (SLS, SSR) с точки зрения практического применения требований следующим образом:

Standard Parameters
 Expert Parameters

**Safety Function:** SSF0: Safe Speed

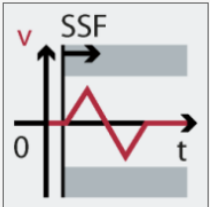
**Functional Description**

Safe speed function - collective function for safety functions regarding control or monitoring rotational speed or speed. The characterisation as safety function SLS, SSR or SSM according to EN 61800-5-2 is done through the parametrisation as follows:

SLS = Safe Limited Speed: setting a symmetrical speed range around zero  
 SSR = Safe Speed Range: setting an arbitrary speed window  
 SSM = Safe Speed Monitor: like SSR, the fault reaction of the SSF is parametrised to "none".

[Show block diagram](#)

[Show timing diagram](#)



Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	POE.00	Activate SSF		<input checked="" type="checkbox"/>	1	✓	✓
	POE.01	Delay time for start of monitoring	ms	10,0	10,0	✓	✓
	POE.07	Safe speed - upper limit	rpm	225,000	225,000	✓	✓
	POE.08	Safe speed - lower limit	rpm	-225,000	-225,000	✓	✓
	POE.02	Brake ramp time	ms	100,0	100,0	✓	✓
	POE.03	Tolerance time for limit exceed	ms	10,0	10,0	✓	✓
	POE.09	Limit speed in base device		<input checked="" type="checkbox"/>	1	✓	✓
	POE.08	Automatic restart allowed		<input type="checkbox"/>	0	✓	✓

Fig. 124 Пример определения значимых параметров для функции безопасной скорости Safe Speed Function (SLS, SSR)

Standard Parameters		Expert Parameters					
Safety Function: SSF0: Safe Speed				<a href="#">Show block diagram</a> <a href="#">Show timing diagram</a>			
Please note! Editing the listet parameters is reserved only for experts!							
Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	P0E.0D	Speed ramp - Delay time monitoring	ms	2,0	2,0		✓
	P0E.06	Brake ramp - start delay	ms	6,0	6,0		✓
	P0E.04	Brake ramp - starting value factor		0,10	0,10		✓
	P0E.05	Brake ramp - starting value offset	rpm	0,000	0,000		✓
	P0E.0C	Offset speed limit	rpm	50,000	50,000		✓
	P0E.0A	Activate quick stop ramp in base device		<input type="checkbox"/>	0		✓

Fig. 125 Пример определения экспертных параметров для функции безопасной скорости Safe Speed Function (SLS, SSR)

### 8.3.4 Требования при ошибках датчиков с точки зрения практического применения

Анализ датчиков положения на модуле безопасности основан на одном из двух следующих базовых принципов:

- В распоряжении имеются два дополнительных (резервных) блока позиционной информации, которые дополнительно по-отдельности анализируются двумя микроконтроллерами, т. е. есть два независимых сигнала скорости. Пример: двигатель с датчиком EnDat + второй инкрементный датчик положения на оси.
- “Надежно” доступен только один блок позиционной информации, информация передается по одинаковым линиям и через частично идентичные блоки переключения (например, дифференциальный усилитель для входных сигналов) и дополнительно (резервно) анализируется двумя микроконтроллерами на модуле безопасности.

Пример: резольвер (SIL2) или датчик SIN/COS с SIL 2/SIL 3.

- В случае а) распознавание ошибок датчиков и отклонений позиций между датчиками положения 1 и 2 является “не строго зависящим от времени”, так как всегда обеспечен контроль посредством какого-либо другого датчика в случае отказа одного из датчиков.
- В случае б) распознавание отклонений позиций между микроконтроллером 1 и микроконтроллером 2 является “не строго зависящим от времени”, так как всегда обеспечен контроль посредством какого-либо другого микроконтроллера.

Распознавание ошибок в канале передачи (например, кабеле) и в совместно используемых блоках переключения для анализа информации датчиков должно как можно быстрее проводиться в рамках установленного техническими требованиями времени реакции на ошибку. Распознавание ошибок датчиков в значительной степени основано на контроле аналоговых сигналов; пределы контроля сигналов влияют на получаемую в результате точность контроля и на степень охвата диагностикой → 8.2.3 Системы датчиков.

Контроль разницы позиций не должен быть точнее, чем в других случаях ошибок.

“Самым критическим случаем” для неконтролируемого перемещения оси является сплавнение двух силовых полупроводников в выходном каскаде CMMP-AS-M3. Эта ошибка в самом критическом случае приводит к рывку привода на угол до 180 ° электрическим способом (== 45 ° на ва-

лу при 8-полюсном двигателе).

Примечание: безусловно, система должна быть выполнена так, чтобы эта ошибка не приводила к недопустимой разнице позиций, например путем выбора специальной малой подачи или редуктора.

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Существует опасность рывков при перемещении привода в случае многократных ошибок в СММР-AS-...- МЗ.

Если во время действия состояния STO происходит отказ выходного каскада контроллера (одно-временное короткое замыкание 2 силовых полупроводников в разных фазах), может выполняться ограниченное перемещение ротора с остановками. Угол поворота / длина пути соответствует полюсному делению. Примеры:

- ➔ Поворотный привод, синхронная машина, 8-полюсные перемещение < 45° на валу двигателя.
- Линейный электродвигатель, полюсное деление 20 мм ➔ перемещение 20<мм на движущемся элементе.

<b>Определение разницы углового положения (динамически)</b>	
Регистрация ошибок сигналов на “общем” пути передачи (резольвер, датчик SIN/COS)	≤ 2 мс
Сдвиг позиции для “сплавления” двух силовых полупроводников (Worst Case – самый критический случай)	ок. 60 ° на валу
Сдвиг позиции из-за сдвинутого по времени считывания позиции микроконтроллера 1 и микроконтроллера 2	ок. 1 ° на валу
Динамический сдвиг позиции при ускорении	тип. 30 ° на валу
Длительность процесса компенсации	тип. ≤ 10 мс
Результирующая общая разница позиций	ок. 0,167 об

Tab. 159 Оценка возможной разницы позиций между микроконтроллером 1 и 2

Контроль разницы скоростей ориентирован на разрешения в анализе информации датчиков и на возможный временной сдвиг в регистрации между микроконтроллером 1 и микроконтроллером 2 при максимальном ускорении. Постоянная времени фильтрации вычисляется согласно

➔ 8.3.7 База для рассмотрения системной точности

(➔ Tab. 164 Позиционные пределы SOS, время фильтрации).

<b>Определение общей разницы частоты вращения (динамически)</b>	
Разрешение анализа информации датчиков (ориентировочно) (важно для распознавания состояния покоя, P06.09)	ок. 20 об/мин

Определение общей разницы частоты вращения (динамически)	
Сдвиг частоты вращения при ускорении	ок. 120 об/мин
Временной сдвиг	1 базовый такт => ≤ 200 мкс
Максимальное ускорение	0 → 5000 об/мин за 1 мс
Сдвиг частоты вращения при ускорении	200 мкс x 6000 об/мин / 10 мс
Результирующая общая разница частоты вращения	ок. 150 об/мин
Постоянная времени фильтрации для сигналов скорости	тип. 8 мс

Tab. 160 Оценка возможной динамической разницы частоты вращения между микроконтроллером 1 и 2

Время допустимого отклонения для контроля датчиков за счет высокой надежности (PFH) переключения наверх можно легко установить на 100 мс.

Исходя из этого, конфигурация датчиков модуля безопасности параметризуется следующим образом:

Standard Parameters X2B X10 Speed detection Comparison encoder 1 - 2 Signal monitoring

Data Acquisition: Encoder Configuration Show block diagram

Functional Description

- Parameter for measuring rotational speed.
- Parametrising an acceleration monitoring (plausibility check of the position measurement)
- Parametrising a filter for measuring rotational speed / speed
- Parametrising the threshold value and time tolerance for the standstill recognition (e.g. for SOS)
- The parameter presettings should only be changed in justified problem cases.

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	P06.07	Maximum acceleration for sensor monitoring	m/s <sup>2</sup>	100,000	100,000		✓
	P06.08	Filter time constant for revolution speed monitoring	ms	2,0	2,0		✓
	P06.09	Threshold speed for standstill detection	mm/s	30,00	30,00		✓
	P06.0A	Filter time for standstill detection	ms	10,0	10,0		✓

Fig. 126 Настройка параметров для регистрации частоты вращения

Standard Parameters X2B X10 Speed detection Comparison encoder 1 - 2 Signal monitoring

Data Acquisition: Encoder Configuration Show block diagram

Functional Description  
 Parameter for comparing encoder 1 and encoder 2.  
 Parametrising a tolerance window for comparing position encoders 1 and 2 (position difference, tolerance time)  
 Parametrising a tolerance window for the cross-comparison of the safe positions and speeds with tolerance time between  $\mu C1$  and  $\mu C2$

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	P06.03	Tolerance window for position displacem. sensor 1 - 2	mm	7,50	7,50		✓
	P06.04	Tolerance time for position difference	ms	10,0	10,0		✓
	P06.05	Tolerance window for speed deviation sensor 1 - 2	mm/s	225,00	225,00		✓
	P06.06	Tolerance time for speed difference	ms	10,0	10,0		✓
	P1D.04	Tolerance window for position comparator $\mu C1$ - $\mu C2$	mm	15,00	15,00		✓
	P1D.05	Tolerance time for position comparator $\mu C1$ - $\mu C2$	ms		100,0		✓
	P1D.06	Tolerance window for speed comparator $\mu C1$ - $\mu C2$	mm/s	225,00	225,00		✓

Fig. 127 Настройка параметров для сравнения датчиков 1 – 2

### 8.3.5 Контроль длины вектора аналоговых сигналов датчика (резольвер, датчик SIN/COS)

Модуль безопасности контролирует аналоговые сигналы датчика SIN/COS или резольвера:

- Измеряются сигналы слежения  $e_x$  (соответствует сигналу COS датчика SINCOS / резольвера) и  $e_y$  (соответствует сигналу SIN датчика SINCOS / резольвера).
- Каждый отдельный сигнал контролируется (соблюдение допустимого диапазона сигнала). Выявляются короткие замыкания отдельных сигналов относительно GND / VCC и недопустимо высокий уровень сигнала.
- Дополнительно рассчитывается длина вектора:

$$e = \sqrt{e_x^2 + e_y^2}$$

- Текущая измеренная длина вектора  $e$  проверяется на соблюдение параметризуемых предельных значений:  
 $e_{\min} < e < e_{\max}$  (параметры P06.0F, P06.10, P06.1A, P06.1B)
- Если отдельный сигнал ( $e_x$ ,  $e_y$ ) или вектор ( $e$ ) находится за пределами допустимого диапазона, возникает ошибка датчика, и запускается реакция на ошибку (ошибка группы 55-х).

Контроль длины вектора используется для распознавания различных ошибок датчика и для распознавания ошибок в регистрации аналоговых сигналов → 8.2.3 Системы датчиков:

- Отказ сигнала из-за короткого замыкания, прерывание, ...
- Амплитудные и фазовые погрешности
- Константные погрешности сигнала
- Дрейф и колебание (осцилляция)

Максимальный угол ошибки до тех пор, пока контроль длины вектора не ответит, основан на номинальной длине вектора  $e_{\text{rating}}$ , включая предельные значения, следующим образом:

$$\Delta e = \arcsin\left(\frac{e_{\min}}{e_{\text{rating}}}\right) + \arcsin\left(\frac{e_{\max}}{e_{\text{rating}}}\right)$$

#### Охват диагностикой контроля длины вектора:

Степень охвата диагностикой можно рассчитать из соотношения участков напряжения в координатном пространстве  $x$ - $y$  с учетом равномерного распределения ошибок напряжения следующим образом:

Значение	Датчик SIN/COS	Резольвер
Диапазон напряжения сигналов датчика $e_x, e_y$	$0,5 \text{ В} \leq e_x, e_y \leq 4,5 \text{ В}$	$-6,7 \text{ В} \leq e_x, e_y \leq 6,7 \text{ В}$
Общая площадь пространства напряжений $F_{\text{total}}$	$F_{\text{total}} = (4,50 \text{ В} - 0,50 \text{ В})^2$	$F_{\text{total}} = (6,7 \text{ В} - (-6,7 \text{ В}))^2$
Доля “разрешенного” диапазона напряжения $F_{\text{valid}}$ $F_{\text{valid}} = \pi(e_{\text{max}}^2 - e_{\text{min}}^2)$	$F_{\text{valid}} = \pi(0,70 \text{ В}^2 - 0,21 \text{ В}^2)^{1)}$ $F_{\text{valid}} = \pi(0,60 \text{ В}^2 - 0,40 \text{ В}^2)^{2)}$	$F_{\text{valid}} = \pi(2,20 \text{ В}^2 - 6,40 \text{ В}^2)^{1)}$ $F_{\text{valid}} = \pi(5,20 \text{ В}^2 - 6,40 \text{ В}^2)^{2)}$
Охват диагностикой $DC_{v1}$ $DC_{v1} = 1 - F_{\text{valid}} / F_{\text{total}}$	$DC_{v1} = 91 \%^{1)}$ $DC_{v1} = 95 \%^{2)}$	$DC_{v1} = 37 \%$ $DC_{v1} = 76 \%^{2)}$

1) заводская настройка

2) настройка с пониженным допуском

Tab. 161 Расчет степени охвата диагностикой

Степень охвата диагностикой контроля длины векторов  $DC_{vL}$  за счет FMEA-анализа возможных ошибок датчика (энкодера) входит в состав общего объема охвата диагностикой  $DC_{AV}$  для системы датчиков (энкодеров). При этом  $DC_{AV}$  обычно значительно выше, чем  $DC_{vL}$ .

Параметры для контроля длины вектора в состоянии при поставке параметризованы “относительно грубо (ориентировочно)”, чтобы обеспечить возможность работы со множеством разных датчиков (энкодеров) и достичь максимальной эксплуатационной готовности в случае внешних возмущающих воздействий:

The screenshot shows the 'Encoder Configuration' window with several checked options: Standard Parameters, X2B, X10, Speed detection, Comparison encoder 1 - 2, and Signal monitoring. Below the options is a 'Data Acquisition' section with a 'Functional Description' box containing text about expert parameters for measuring encoder signals and monitoring track signals.

Input of parameters					Validation		
Send	ID	Name	Unit	Nominal value	Actual value	Checked	Valid
	P06.11	Resolver signal amplitude - lower error limit	V	-6,40	-6,40		✓
	P06.12	Resolver signal amplitude - upper error limit	V	6,40	6,40		✓
	P06.0F	Resolver - lower limit vektor length	V	2,20	2,20		✓
	P06.10	Resolver - upper limit vektor length	V	6,40	6,40		✓
	P06.13	Resolver signal monitoring - tolerance time	ms	1,0	1,0		✓
	P06.15	Filter time resolver evaluation	ms	1,0	1,0		✓
	P06.1C	SIN/COS signal amplitude - lower error limit	V	-0,70	-0,70		✓
	P06.1D	SIN/COS signal amplitude - upper error limit	V	0,70	0,70		✓
	P06.1A	SIN/COS - lower limit vektor length	V	0,21	0,21		✓
	P06.1B	SIN/COS - upper limit vektor length	V	0,70	0,70		✓
	P06.1E	Tolerance time signal amplitude monitoring	ms	1,0	1,0		✓

Fig. 128 Настройка параметров для контроля аналоговых сигналов и распознавания ошибок

В приведенную ниже таблицу сведены дополнительные данные датчиков в сериях двигателей Festo. Указаны номинальные значения векторов, числа периодов датчиков, значения для  $e_{\text{min}}$ ,  $e_{\text{max}}$  (см. выше), результирующие максимальные угловые погрешности до срабатывания распо-

знавания ошибок,  $DC_{VL}$ , а также результирующая общая степень охвата диагностикой  $DC_{AV}$  для двигателя с системой датчиков.

Серия двигателя	Датчик 1	$p_0$	$e_{min}$	$e_{rated}$	$e_{max}$	$\Delta e_{mech}$	Ошибка позиционирования при подаче [мм/об]		$DC_{VL}$	$DC_{AV}$
							100	20		
EMMS-AS с резольвером	Резольвер	1	2,20 - В	5,80 - В	6,40 - В	138°	38 мм	7 мм	36 %	91 %
EMME-AS	Датчик HiPerface (датчик SIN/COS)	16	0,21 - В	0,50 - В	0,70 - В	8,6°	2,4 м-м	0,5 м-м	91 %	93 %
Двигатель с датчиком HiPerface SKS 36 / SKM 36	Датчик HiPerface (датчик SIN/COS)	128	0,21 - В	0,50 - В	0,70 - В	1,1°	0,3 м-м	0,06 - мм	91 %	93 %

Tab. 162 Ошибка (погрешность) позиционирования до срабатывания контроля длины вектора и соответствующей степени охвата диагностикой (DC) (заводская настройка)

Если показатели степени охвата диагностикой слишком малы, возможно ограничение через изменение  $e_{min}$  и  $e_{max}$  до следующих предельных значений (при необходимости за счет эксплуатационной готовности системы в промышленной среде с помеховыми искажениями):

Серия двигателя	Датчик 1	$p_0$	$e_{min}$	$e_{rated}$	$e_{max}$	$\Delta e_{mech}$	Ошибка позиционирования при подаче [мм/об]		$DC_{VL}$	$DC_{AV}$
							100	20		
EMMS-AS с резольвером	Резольвер	1	5,20 - В	5,80 - В	6,40 - В	62°	17 мм	3,4 м-м	75 %	91 %
EMME-AS	Датчик HiPerface (датчик SIN/COS)	16	0,40 - В	0,50 - В	0,60 - В	5,3°	1,5 м-м	0,3 м-м	95 %	96 %

Серия двигателя	Датчик 1	$p_0$	$e_{min}$	$e_{rated}$	$e_{max}$	$\Delta e_{mech}$	Ошибка позиционирования при подаче [мм/об]		$DC_{VL}$	$DC_{AV}$
							100	20		
							Двигатель с датчиком Hiperface SKS 36 / SKM 36	Датчик Hiperface (датчик SIN/COS)		

Tab. 163 Ошибка (погрешность) позиционирования до срабатывания контроля длины вектора и соответствующей степени охвата диагностикой (DC) (ограниченные допуски)

### i

Степень охвата диагностикой контроля длины вектора  $DC_{VL}$  входит в состав общего объема охвата диагностикой для эксплуатации CAMC-G-S3 с соответствующей системой датчиков (энкодеров). Но многие ошибки надежно распознаются и при “относительно грубо” (ориентировочно) настроенном контроле длины векторов, либо они выявляются с помощью других механизмов для распознавания ошибок. Поэтому общая степень  $DC_{AV}$  выше, чем  $DC_{VL}$ .

Пример: резольвер с заводской настройкой для контроля  $\rightarrow DC_{VL} = 37 \%$ , но в системе достигается  $DC_{AV} = 91 \%$ .

### ПРИМЕЧАНИЕ!

Проверьте ваш вариант применения критически:

- Какие требования предъявляются к точности контроля позиций и состояния покоя?

При вашем выборе системы учитывайте приведенные в этой главе ограничения.

### 8.3.6 Влияние угловой погрешности внутри пределов ошибки контроля длины вектора на сигнал скорости

Предположим следующий случай: имеется ошибка сигнала датчика  $e_x$  или  $e_y$ , это может быть, например, амплитудная погрешность. Но ошибка достаточно мала, настолько, что контроль длины вектора еще не срабатывает.

Если ось перемещается с постоянной скоростью / вал вращается с постоянной частотой вращения, ошибка переводит к “колебаниям” текущей измеренной мгновенной скорости. Но средняя по периоду датчика скорость соответствует фактической скорости перемещения.

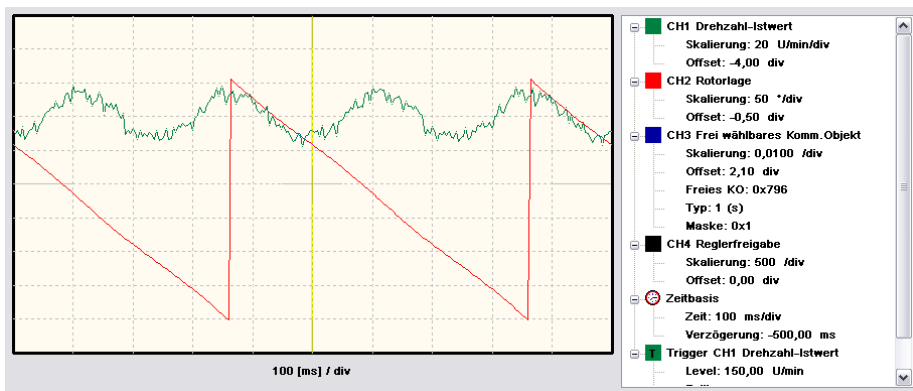


Fig. 129 Кривые (распределения) ошибок на сигнале скорости (CH1) при снижении амплитуды сигнала  $e_x$  на 10 %. Результатом также является пульсация частоты вращения, равная 10 %. Измерение проводилось для независимого привода вала с постоянной частотой вращения.

Обычно датчик положения 1 также анализируется в базовом устройстве и используется для регулирования частоты вращения. В этом случае базовое устройство выполняет регулирование по колебаниям мгновенной скорости. По крайней мере, при низких частотах ниже предельной частоты контура регулирования частоты вращения устраняется предположительное колебание, ось уже не перемещается с постоянной скоростью, а фактическая частота вращения колеблется, но сигнал углового положения и скорости теперь внешне “в порядке”.

Поэтому возможность обнаружения ошибок скорости в функциях обеспечения безопасности, таких как SLS или SSR, зависит от нескольких факторов:

а) Если на выходном валу дополнительно используется вторая измерительная система, надежно выявляется колебание.

С помощью второй измерительной системы правильно регистрируется колебание частоты вращения, модуль безопасности выявляет превышение мгновенной частоты вращения и переходит в безопасное состояние.

б) Используется только одна система датчиков с большим количеством периодов на оборот: Даже на низких скоростях имеется относительно высокая частота, которая больше не корректируется, колебание скорости распознается модулем безопасности и переходит в безопасное состояние.

с) Используется только одна система датчиков с небольшим числом периодов на оборот: На низких скоростях есть частота колебаний низкой частоты, которая в значительной степени исправлена.

с1) Модуль безопасности может надежно выявлять превышение средней скорости в течение периода датчика.

с2) Чтобы обеспечить, что мгновенная частота вращения тоже контролируется, следует снизить предел контроля.

Пример к с2): контроль длины вектора резольвера с  $\pm 20\%$   $\Rightarrow$  Контролируемую частоту вращения требуется уменьшить на ожидаемую величину колебания частоты вращения, т. е. также на  $20\%$   $\Rightarrow$  Для требуемого контроля на  $v = 200$  мм/с контроль настраивается на  $v = 160$  мм/с.

**ПРИМЕЧАНИЕ!**

Проверьте ваш вариант применения критически:

- Какие требования предъявляются к контролю скорости?
- Является ли контроль средней скорости за оборот двигателя достаточным?

При вашем выборе системы учитывайте приведенные в этой главе ограничения.

**8.3.7 База для рассмотрения системной точности**

<b>Позиционные пределы SOS</b>	
Контроль позиции	
Пример для максимального допуска, при оценке рисков следует установить требуемое значение	1,8 мм - это верхний предел для SOS, т. е. ось может перемещаться на макс. 1,8 мм в опасном направлении.
Контроль скорости	
Обычное макс. время фильтрации	64 мс
Типовое значение по умолчанию	Немедленное распознавание с тактом контроля 8 мс.
Заключение	
Типовое допустимое значение допуска позиции	+ / 1 мм
Типовое время фильтрации	Фильтр 8 мс, время считывания 2 мс.

Tab. 164 Позиционные пределы SOS, время фильтрации

<b>Пределы скорости SLS</b>	
DIN EN 12417:2009-07 Станки металлообрабатывающие. Безопасность. Машинные центры	
Ограниченная скорость в специальном режиме	
– разомкнутые, разъединяющие защитные устройства	5 м/мин = 83,3 мм/с
Ограниченная скорость при смене инструмента, работы по техническому обслуживанию и регулировке	
– только опасность удара	15 м/мин = 250 мм/с
– Опасность защемления	2 м/мин = 33,3 мм/с
DIN EN 23125:2010-10 Токарные станки. Безопасность. Вращающиеся станки	
Ограниченная скорость в ручном режиме	
– для малогабаритных токарных станков	6 м/мин = 100 мм/с
– для крупногабаритных токарных станков	10 м/мин = 166,7 мм/с
– Скорость смыкания кулачкового патрона	4 мм/с

<b>Пределы скорости SLS</b>	
– Движение оси	2 м/мин = 33,3 мм/с
– Движение подачи пиноли	1,2 м/мин = 20 мм/с
EN 10218-1:2012-01 Роботы манипуляционные промышленные. Требования к технике безопасности. Часть 1. Роботы	
Ограниченная скорость	250 мм/с
Заключение	
Диапазон значений «Ограниченная скорость»	
– Минимально	4 мм/с
– Максимально	250 мм/с
– Типовое время фильтрации	Фильтр 8 мс, время считывания 2 мс.

Tab. 165 Пределы скорости SLS

<b>Типовые характеристики некоторых электрических линейных приводов Festo</b>						
Линейные приводы EGC-TB-KF с шариковой направляющей						
Типоразмер	50	70	80	120	185	
Деление [мм]	2	3	3	5	8	
Растяжение (макс. усилие) [%]	0,094	0,08	0,24	0,13	0,29	
Эффективный диаметр [мм]	18,46	24,83	28,65	39,79	73,85	
Постоянная подачи [мм/об]	58	78	90	125	232	
Линейные приводы EGCBSKF с шариковой направляющей						
Типоразмер	70	80	120	185		
Диаметр [мм]	12	15	25	40		
Шаг [мм/об]	10	10 20	10 25	40		
Линейные приводы DGEZR (высокая скорость, в зависимости от типа до 10 м/с)						
Типоразмер	8	12	18	25	40	63
Деление [мм]	2	2	2	3	5	8
Растяжение (макс. усилие) [%]	0,04	0,1	0,2	0,11	0,1	0,15
Эффективный диаметр [мм]	10,18	12,09	16,55	20,05	31,83	56,02
Постоянная подачи [мм/об]	32	28	52	63	100	176

Типовые характеристики некоторых электрических линейных приводов Festo						
Линейные приводы ELGA-TB-G						
Типоразмер		70	80	120		
Деление [мм]		3	5	5		
Растяжение (макс. усилие) [%]		0,31	0,19	0,23		
Эффективный диаметр [мм]		28,65	39,79	52,52		
Постоянная подачи [мм/об]		90	125	165		
Линейные приводы, например ELGLLAS, с аэростатическими подшипниками и линейным электродвигателем						
Типовые полюсные деления	в диапазоне 20 мм ... 80 мм == 40 мм ... 160 мм подачи					
Заключение						
Диапазон значений "Подача"	Z : 20 мм/об .... 300 мм/об					

Tab. 166 Типовые электрические линейные приводы Festo – рассматриваемые постоянные подачи

$$\text{Фактор позиции} = \frac{\text{передаточное число} * \text{инкрементов/оборот}}{\text{постоянная подачи}}$$

Fig. 130

## 8.4 Сообщения о состоянии, диагностика с помощью полевой шины

### 8.4.1 Выдача сообщений о состоянии с помощью цифровых выходов базового устройства

Контроллер может выдавать важные сообщения о состоянии модуля безопасности на цифровых выходах DOUT0 – DOUT3 через интерфейс входов/выходов [X1].

Настройка конфигурации цифровых выходов проводится с помощью Festo Configuration Tool. Для выдачи доступны следующие комплексные сообщения (сравн.

→ 3.10.2 Индикация состояния на модуле безопасности):

VOUT	Сигнал	Название	Функция
40	VOUT_PS_EN	Разблокировка выходного каскада разрешена	Бит состояния указывает на то, может ли контроллер включить выходной каскад.
41	VOUT_WARN	Предупреждение	Возникла минимум одна ошибка приоритета "Предупреждение".

VOUT	Сигнал	Название	Функция
42	VOUT_SCV	Условие безопасности нарушено	Минимум одно условие безопасности нарушено.
43	VOUT_ERROR	Ошибка	Модуль безопасности установил внутреннюю ошибку.
44	VOUT_SSR	Безопасное состояние достигнуто	Глобальный бит “Safety State reached”, все запрошенные функции обеспечения безопасности сообщают о безопасном состоянии.
45	VOUT_SFR	Запрошена функция обеспечения безопасности	Глобальный бит “Safety Function requested”, запрашивается минимум одна функция обеспечения безопасности. Он остается активным до тех пор, пока не произойдет сброс всех запросов.
46	VOUT_SERVICE	Состояние “Сервис”	Состояние “Сервис”, параметры отсутствуют, параметры недействительны, или выполняется сеанс параметризации.
47	VOUT_READY	Готов к работе	Состояние “Готовность к работе”, функция обеспечения безопасности не запрошена.

Tab. 167 Сигналы состояния модуля безопасности для выдачи через DOUTx базового устройства



Сообщения о состоянии CAMC-G-S3 совместимы с сообщениями о состоянии CAMC-G-S1 (модуль безопасности с функцией обеспечения безопасности “Safe Torque Off”).

В случаях смешанного использования модулей безопасности так обеспечивается единое ответное сообщение, поступающее к контроллеру.

#### 8.4.2 Сообщения о состоянии через полевую шину – Протокол CiA 402

Контроллер обладает всей важной информацией модуля безопасности (состояния, режимы, ошибки, входы/выходы). Для передачи к шинным системам значимой является, прежде всего, нижеприведенная информация (для создания в функциональном контроллере подробного образа системы):

- Комплексные сообщения о состоянии, касающиеся состояния модуля безопасности (штатный режим, функция обеспечения безопасности запрошена, ошибка, и т. д. (сравн. → 3.10.2 Индикация состояния на модуле безопасности)).
- Состояние отдельных функций обеспечения безопасности (какие из них запрошены, какие достигнуты).
- Состояние цифровых входов и выходов.

Далее перечислены соответствующие объекты CiA 402, которые содержат информацию о модуле безопасности, и которые поддерживает CMMP-AS-...- M3.

**Объект 2000h: manufacturer\_statuswords**

Чтобы можно было показать дополнительные состояния контроллера, которые не обязательно содержатся в statusword (часто запрашиваемом циклически), введена группа объектов manufacturer\_statuswords, которая расширена для модуля безопасности.

Индекс	<b>2000<sub>h</sub></b>
Название	manufacturer_statuswords
Код объекта	RECORD (запись)
Кол-во элементов	2

Tab. 168

Субиндекс	<b>00<sub>h</sub></b>
Описание	manufacturer_statuswords
Тип данных	UINT8
Доступ	ro (только чтение)
Присвоение PDO	Нет
Единицы измерения	-
Диапазон значений	-
Значение по умолчанию	1

Tab. 169

Субиндекс	<b>01<sub>h</sub></b>
Описание	manufacturer_statusword_1
Тип данных	UINT32
Доступ	ro (только чтение)
Присвоение PDO	Да
Единицы измерения	-
Диапазон значений	-
Значение по умолчанию	-

Tab. 170

<b>manufacturer_statusword_1</b>		
Бит	Сигнал	Описание
Бит 0	IS_REFERENCED	Привод перешел в точку начала отсчета
Бит 1	COMMUTATION_VALID	Коммутация действительна
Бит 2	READY_FOR_ENABLE	Бит задается, если имеются все условия для того, чтобы разблокировать контроллер, но сама разблокировка отсутствует. Должны присутствовать следующие условия: <ul style="list-style-type: none"> <li>– привод исправен.</li> <li>– Промежуточный контур загружен.</li> <li>– Анализ датчика углового положения готов. Не активирован ни один процесс (например, последовательная передача), который мог бы препятствовать разблокировке.</li> <li>– Нет активных блокирующих процессов (например, автоматической идентификации параметров двигателя).</li> <li>– STO не активно, или активна функция обеспечения безопасности, которая разрешает разблокировку.</li> </ul>
Бит 3	IPO_IN_TARGET	Генератор позиционирования завершил профиль.
Бит 4 ... 7	CAM	Резервируется и используется для кулачка.
Бит 8	SAFE_STANDSTILL	“Безопасная остановка” “Н” на 7-сегментном индикаторе. Использование через модуль безопасности CAMC-G-S1.
Бит 9 ... 11	–	Зарезервировано для расширений.
Бит 12	VOUT_PS_EN	Указывает на то, что привод можно включить (нет ограничений вследствие модуля безопасности).
Бит 13	VOUT_WARN	Соответствует VOUT_WARN (VOUT41) модуля безопасности. Имеется минимум одна ошибка, для которой параметризована реакция “Предупреждение”.
Бит 14	VOUT_SCV	Соответствует VOUT_SCV (VOUT 42) модуля безопасности. Минимум одно условие безопасности нарушено.
Бит 15	VOUT_ERROR	Соответствует VOUT_ERROR (VOUT 43) модуля безопасности. Установлена внутренняя ошибка.

<b>manufacturer_statusword_1</b>		
Бит	Сигнал	Описание
Бит 16	VOUT_SAVE_STAT	Соответствует VOUT_SSR (VOUT 44) модуля безопасности. Бит задается, если в модуле безопасности запрошена функция обеспечения безопасности, и достигнуто безопасное состояние.
Бит 17	VOUT_SFR	Соответствует VOUT_SFR (VOUT 45) модуля безопасности. Бит задается, если в модуле безопасности запрошена минимум одна функция обеспечения безопасности. Бит остается активным до тех пор, пока не произойдет сброс всех запросов.
Бит 18	VOUT_SERVICE	Параметры отсутствуют, параметры недействительны, или выполняется сеанс параметризации (не поддерживается устройством CAMC-G-S1). Состояние принимается, если модуль безопасности заменен модулем другого типа.
Бит 19	VOUT_READY	Штатное состояние: VOUT_READY= NOT(VOUT_SFR)
Бит 20 ... 31	-	Зарезервировано.

Tab. 171 Назначение битов manufacturer\_statusword\_1

**Объект 2600h: FSM\_VOUT**

Эти объекты отображают состояние VOUT (0..64).

Индекс	<b>2600<sub>h</sub></b>
Название	FSM_vout
Код объекта	RECORD (запись)
Кол-во элементов	2

Tab. 172

Субиндекс	<b>01<sub>h</sub></b>
Описание	FSM_vout_0_31
Тип данных	UINT32
Доступ	ro (только чтение)
Присвоение PDO	Да
Единицы измерения	-

Диапазон значений	–
Значение по умолчанию	–

Tab. 173

Биты 0..31 = VOUT0..31 модуля безопасности

Субиндекс	<b>02<sub>h</sub></b>
Описание	FSM_vout_32_63
Тип данных	UINT32
Доступ	ro (только чтение)
Присвоение PDO	Да
Единицы измерения	–
Диапазон значений	–
Значение по умолчанию	–

Tab. 174

Биты 0..31 = VOUT32..63 модуля безопасности

### Объект 2602<sub>h</sub>: FSM\_IO

Чтение уровня на входах модуля безопасности

Индекс	<b>2602<sub>h</sub></b>
Название	FSM_io
Код объекта	RECORD (запись)
Кол-во элементов	1

Tab. 175

Субиндекс	<b>01<sub>h</sub></b>
Описание	FSM_dig_io
Тип данных	UINT32
Доступ	ro (только чтение)
Присвоение PDO	Да
Единицы измерения	–

Диапазон значений	-
Значение по умолчанию	-

Tab. 176

<b>FSM_dig_io</b>		
Бит	Сигнал	Описание
Бит 0	LOUT48	Логическое состояние DIN40 A/B
Бит 1	LOUT49	Логическое состояние DIN41 A/B
Бит 2	LOUT50	Логическое состояние DIN42 A/B
Бит 3	LOUT51	Логическое состояние DIN43 A/B
Бит 4	LOUT52	Логическое состояние DIN44
Бит 5	LOUT53	Логическое состояние DIN45; селектор режимов работы (1 из 3)
Бит 6	LOUT54	Логическое состояние DIN46; селектор режимов работы (1 из 3)
Бит 7	LOUT55	Логическое состояние DIN47; селектор режимов работы (1 из 3)
Бит 8	LOUT56	Квитирование ошибки через DIN48
Бит 9	LOUT57	Завершение функции обеспечения безопасности через DIN49
Бит 10	LOUT58	Логическое состояние двуручной панели управления (пара из 2 x DIN4x)
Бит 11	LOUT59	Ответное сообщение удерживающего тормоза
Бит 12 ... 15	LOUT60... 63	Не занят
Бит 16	LOUT64	Состояние выхода DOUT40
Бит 17	LOUT65	Состояние выхода DOUT41
Бит 18	LOUT66	Состояние выхода DOUT42
Бит 19	LOUT67	Состояние сигнального реле
Бит 20	LOUT68	Управление тормозом
Бит 21	LOUT69	Состояние сигнала управления SS1
Бит 22 ... 31	LOUT70 ...	Не занят

Tab. 177 Назначение битов FSM\_dig\_io

### 8.4.3 Сообщения о состоянии через полевую шину – Протокол FHPP

Контроллер обладает всей важной информацией модуля безопасности (состояния, режимы, ошибки, входы/выходы). Для передачи к шинным системам значимой является, прежде всего, нижеприведенная информация (для создания в функциональном контроллере подробного образа системы):

- Комплексные сообщения о состоянии, касающиеся состояния модуля безопасности (штатный режим, функция обеспечения безопасности запрошена, ошибка, ... (сравн. → 3.10.2 Индикация состояния на модуле безопасности).
- Состояние отдельных функций обеспечения безопасности (какие из них запрошены, какие достигнуты).
- Состояние цифровых входов и выходов.

Далее перечислены соответствующие объекты для протокола связи FHPP (перемещение и позиционирование Festo), которые содержат информацию о модуле безопасности.

#### FSM\_STATE через FHPP

PNU 280		Safety State (состояние безопасности)		
Субиндекс 01	Класс: Var	Тип данных: uint32	Прошивка версии 4.0.1501.2.1 и выше	Доступ: ro (только чтение)
Слово состояния функции обеспечения безопасности.				
Бит	Название	Значение	Значение	
0 ... 7	–	0x0000 00FF	Зарезервировано.	
8	VOUT_PS_EN	0x0000 0100	Разблокировка выходного каскада возможна.	
			CAMC-G-S3: VOUT_PS_EN = NOT (VOUT_SFR).	
			CAMC-G-S1: ни один из входов STO-A или STO-B не был переключен.	
9	VOUT_WARN	0x0000 0200	Предупреждение. Имеется минимум одна ошибка, для которой параметризована реакция “Предупреждение”.	
			CAMC-G-S3: VOUT_WARN (VOUT41).	
			CAMC-G-S1: зарезервировано.	
10	VOUT_SCV	0x0000 0400	Минимум одно условие безопасности нарушено.	
			CAMC-G-S3: VOUT_SCV (VOUT 42).	
			CAMC-G-S1: зарезервировано.	

<b>PNU 280</b>		<b>Safety State (состояние безопасности)</b>			
Субиндекс 01		Класс: Var	Тип данных: uint32	Прошивка версии 4.0.1501.2.1 и выше	Доступ: го (только чтение)
11	VOUT_ERROR	0x0000 0800	Внутренняя ошибка (комплексное сообщение об ошибке) модуля безопасности.		
			CAMC-G-S3: VOUT_ERROR (VOUT 43).		
			CAMC-G-S1: время рассогласования нарушено.		
12	VOUT_SSR	0x0000 1000	Состояние безопасности достигнуто (комплексное сообщение).		
			CAMC-G-S3: VOUT_SSR (VOUT 44). Бит задается, если в модуле безопасности для всех запрошенных функций обеспечения безопасности достигнуто безопасное состояние.		
			CAMC-G-S1: функция STO активна.		
13	VOUT_SFR	0x0000 2000	Запрошена функция обеспечения безопасности.		
			CAMC-G-S3: VOUT_SFR (VOUT 45): Бит задается, если в модуле безопасности запрошена минимум одна функция обеспечения безопасности. Бит остается активным до тех пор, пока не произойдет сброс всех запросов.		
			CAMC-G-S1: минимум один из входов STO-A или STO-B был переключен.		
14	VOUT_SERVICE	0x0000 4000	Сервисное сообщение.		
			CAMC-G-S3: состояние принимается,... ...после замены модуля, ...в состоянии при поставке, ... во время сеанса параметризации.		
			CAMC-G-S1: зарезервировано.		
15	VOUT_READY	0x0000 8000	Ready (готов). Нормальное состояние, функция обеспечения безопасности не запрашивается.		
			CAMC-G-S3: VOUT_READY= NOT(VOUT_SFR).		

PNU 280		Safety State (состояние безопасности)			
Субиндекс 01		Класс: Var	Тип данных: uint32	Прошивка версии 4.0.1501.2.1 и выше	Доступ: ro (только чтение)
15	VOUT_READY	0x0000 8000	CAMC-G-S1: функция STO не запрашивается.		
16... 31	-	0xFFFF 0000	Зарезервировано.		

Tab. 178

PNU 281		FSM Status word (слово состояния FSM)		
Субиндекс 01 ... 02		Класс: Array	Тип данных: uint32	Прошивка версии 4.0.1501.2.1 и выше
CAMC-G-S3: содержание слова состояния VOUT (0 ...63).				
Субиндекс 01		Lower Bytes (нижние байты)		
Биты 0 ... 31 = VOUT_0 ... 31 модуля безопасности CAMC-G-S3.				
Субиндекс 02		Upper Bytes (верхние байты)		
Биты 0 ... 31 = VOUT_32 ... 63 модуля безопасности CAMC-G-S3.				

Tab. 179 PNU 281

PNU 282		FSM IO (входы/выходы FSM IO)			
Субиндекс 01		Класс: Var	Тип данных: uint32	Прошивка версии 4.0.1501.2.1 и выше	Доступ: ro (только чтение)
CAMC-G-S3: уровень на входах модуля безопасности.					
Бит	Сигнал	Значение			
0	LOUT48	Логическое состояние DIN40A/B			
1	LOUT49	Логическое состояние DIN41A/B			
2	LOUT50	Логическое состояние DIN42A/B			
3	LOUT51	Логическое состояние DIN43A/B			
4	LOUT52	Логическое состояние DIN44			

PNU 282		FSM IO (входы/выходы FSM IO)			
Субиндекс 01		Класс: Var	Тип данных: uint32	Прошивка версии 4.0.1501.2.1 и выше	Доступ: го (только чтение)
5	LOUT53	Логическое состояние DIN45; селектор режимов работы (1 из 3)			
6	LOUT54	Логическое состояние DIN46; селектор режимов работы (1 из 3)			
7	LOUT55	Логическое состояние DIN47; селектор режимов работы (1 из 3)			
8	LOUT56	Логическое состояние квитирования ошибки через DIN48			
9	LOUT57	Логическое состояние завершения функции обеспечения безопасности через DIN49			
10	LOUT58	Логическое состояние двуручной панели управления (пара из 2 x DIN4x)			
11	LOUT59	Ответное сообщение удерживающего тормоза			
12 . 15	LOUT60 ... 63	Не занят			
16	LOUT64	Логическое состояние выхода DOUT40			
17	LOUT65	Логическое состояние выхода DOUT41			
18	LOUT66	Логическое состояние выхода DOUT42			
19	LOUT67	Логическое состояние сигнального реле			
20	LOUT68	Логическое состояние управления тормозом			
21	LOUT69	Логическое состояние сигнала управления SS1			
22 ... 31	LOUT70 ... 79	Не занят.			

Tab. 180 PNU 282

## 8.5 Запись данных измерения – “Trace”

### 8.5.1 Общий обзор

Для диагностики вы можете с помощью функции Trace (функции осциллографа) плагина FCT CMMP-AS помимо обычных данных контроллера также записывать данные измерения модуля безопасности.



Записанные данные измерения служат для поиска ошибок. Они не значимы для безопасности.

Параметризация данных измерения и запись выполняются посредством FCT (→ 8.5.2 Конфигурирование).

Вы можете параллельно записывать до четырех блоков числовых или цифровых данных. Для модуля безопасности доступны следующие данные:

Данные	Описание
Числовые данные	
Верхний предел заданного значения частоты вращения <sup>1)</sup>	Текущее верхнее ограничение скорости в базовом устройстве, заданный модулем безопасности предел.
Нижний предел заданного значения частоты вращения <sup>1)</sup>	Текущее нижнее ограничение скорости в базовом устройстве, заданный модулем безопасности предел.
CAMC-G-S3: частота вращения - фактическое значение	Фактическое значение частоты вращения из модуля безопасности.
CAMC-G-S3: позиция - фактическое значение	Фактическое значение позиции из модуля безопасности.
CAMC-G-S3: текущий контролируемый верхний предел скорости	Текущее контролируемое модулем безопасности верхнее ограничение скорости.
CAMC-G-S3: текущий контролируемый нижний предел скорости	Текущее контролируемое модулем безопасности нижнее ограничение скорости.
Свободно выбираемый объект связи ...	С помощью этого выбора можно записывать любые параметры → 8.5.2 Конфигурирование.
Цифровые данные	
CAMC-G-S3: ...	Биты состояния модуля безопасности
CAMC-G-S3: DIN40A	Физическое состояние входа DIN40A
...	Физические состояния других входов ...
CAMC-G-S3: DOUT40A	Физическое состояние выхода DOUT40A
...	Физические состояния других выходов ...
CAMC-G-S3: C1/C2	Физическое состояние релейного контакта C1/C2

<sup>1)</sup> данные базового устройства

Tab. 181 Данные измерения для модуля безопасности

### 8.5.2 Конфигурирование

Записанные данные устанавливаются, как обычно, в плагине FCT CMMP-AS на странице “Конфигурирование данных измерения”.

Для модуля безопасности доступны содержащиеся в

→ Tab. 181 Данные измерения для модуля безопасности дополнительные числовые и цифровые данные.

Controller	Motor	Axis
<b>CMMP-AS-C2-3A-M3</b>	<b>EMMS-AS-55-S-HS-TMB</b>	<b>DGE-8-100-ZR</b>
<b>Channel 1</b> <input checked="" type="radio"/> Numeric Data: Upper value of rotation speed <input type="radio"/> Digital Data:	<b>Recording</b> Duration: 2 s Delay (Samples): 2 15,625 ms	
<b>Channel 2</b> <input checked="" type="radio"/> Numeric Data: CAMC-G-S3: Actual upper va <input type="radio"/> Digital Data:	<b>Trigger</b> <input type="checkbox"/> Force trace Source: Channel 4 Edge: <input type="radio"/> Rising <input checked="" type="radio"/> Falling Threshold: Mode: <input checked="" type="radio"/> Normal <input type="radio"/> Single	
<b>Channel 3</b> <input checked="" type="radio"/> Numeric Data: CAMC-G-S3 CO: 0x639, Filter <input type="radio"/> Digital Data:	<b>Display mode</b> <input checked="" type="radio"/> New Page <input type="radio"/> Current page - overwrite <input type="radio"/> Current page - overlay	
<b>Channel 4</b> <input type="radio"/> Numeric Data: <input checked="" type="radio"/> Digital Data: CAMC-G-S3: DOUT40B		

Fig. 131 Конфигурирование данных измерения

За исключением типа данных “Свободно выбираемый объект связи ...” записи можно настраивать напрямую.

Для свободно выбираемых объектов связи открывается специальное диалоговое окно:

**Freely Selectable Communication Object**

Base Module: **CAMC-G-S3: Safety Module**

Freely Selectable CO:  (Hex)

Filter:  (Hex)

Measure:

Parameter Id: **P06.39**

Help... OK Cancel

Fig. 132 Свободно выбираемый объект связи

1. Сначала активируйте для данных измерения модуля безопасности вкладку “CAMC-G-S3: модуль безопасности”.

2. Введите под заголовком “Свободно выбираемый объект связи” номер в виде шестнадцатеричного значения. Номер соответствует номеру параметра без “P” с добавлением точки, в примере “639” для P06.39 – фактическое значение безопасной скорости. Номер параметра отображается внизу.  
Полезные параметры можно найти, например в → 9.2 Список дополнительных параметров, → Tab. 190 Управление ошибками.
3. В строке “Фильтр” можно задать маску, например для битовых массивов или других цифровых данных.
4. Выберите в строке “Единицы измерения” нужную запись для измеряемого параметра, чтобы он в дальнейшем правильно отображался на диаграмме.

Для изменения настроек просто заново выберите запись “Свободно выбираемый объект связи ...”.

### 8.5.3 Запуск функции Trace

Как правило, настройки страницы “Конфигурирование данных измерения” при запуске функции Trace (трассировка) автоматически передаются контроллеру. Это невозможно, если подключен модуль безопасности CAMC-G-S3, так как определенные модулем безопасности данные измерения вступают в действие только после перезапуска.

Поэтому плагин FCT отображает следующее диалоговое окно при выборе одного или нескольких содержащихся в “→ Tab. 181 Данные измерения для модуля безопасности” блоков данных (за исключением обозначенных как данные базового устройства).

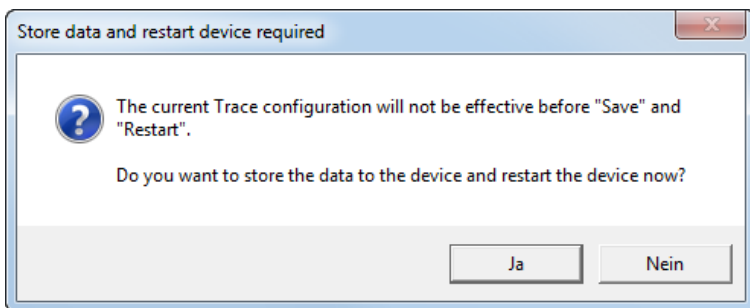


Fig. 133 Сохранение данных и перезапуск

Это необходимо выполнять однократно после каждого открытия плагина CMMP-AS в FCT или после каждого изменения данных измерения.

После перезапуска контроллера вы можете запустить функцию Trace (трассировка), как обычно.

### 8.5.4 Пример

Требуется записать в память нарушения условия безопасности при SS1. В качестве триггера запрашивается DOUT42 через VOUT\_SCV “Safety Condition Violated”.

Controller	Motor	Axis
<b>CMP-AS-C2-3A-M3</b>	<b>EMMS-AS-55-S-HS-TMB</b>	<b>DGE-8-100-ZR</b>
<b>Channel 1</b> <input checked="" type="radio"/> Numeric Data: CAMC-G-S3: Actual upper va <input type="radio"/> Digital Data:	<b>Recording</b> Duration: 500 ms Delay (Samples): -64 -125,000 ms	
<b>Channel 2</b> <input checked="" type="radio"/> Numeric Data: CAMC-G-S3 CO: 0x639, Filter <input type="radio"/> Digital Data:	<b>Trigger</b> <input type="checkbox"/> Force trace Source: Channel 1 Edge: <input type="radio"/> Rising <input checked="" type="radio"/> Falling Threshold: 0,00 mm/s Mode: <input checked="" type="radio"/> Normal <input type="radio"/> Single	
<b>Channel 3</b> <input checked="" type="radio"/> Numeric Data: CAMC-G-S3: Actual lower va <input type="radio"/> Digital Data:		
<b>Channel 4</b> <input type="radio"/> Numeric Data: <input checked="" type="radio"/> Digital Data: CAMC-G-S3: DOUT42B	<b>Display mode</b> <input type="radio"/> New Page <input type="radio"/> Current page - overwrite <input checked="" type="radio"/> Current page - overlay	

Fig. 134 Пример конфигурирования данных измерения

Как показано на рисунке, настраиваются следующие данные:

- Канал трассировки 1 – Числовые данные – CAMC-G-S3: текущий контролируемый верхний предел скорости
- Канал трассировки 2 – Числовые данные – CAMC-G-S3: объект связи: 0x639, фильтр 0xFFFFFFFF (P06.39 – фактическое значение безопасной скорости)
- Канал трассировки 3 – Числовые данные – CAMC-G-S3: текущий контролируемый нижний предел скорости
- Канал трассировки 4 – Цифровые данные – CAMC-G-S3: DOUT42B

В результате получается, например, следующая диаграмма:

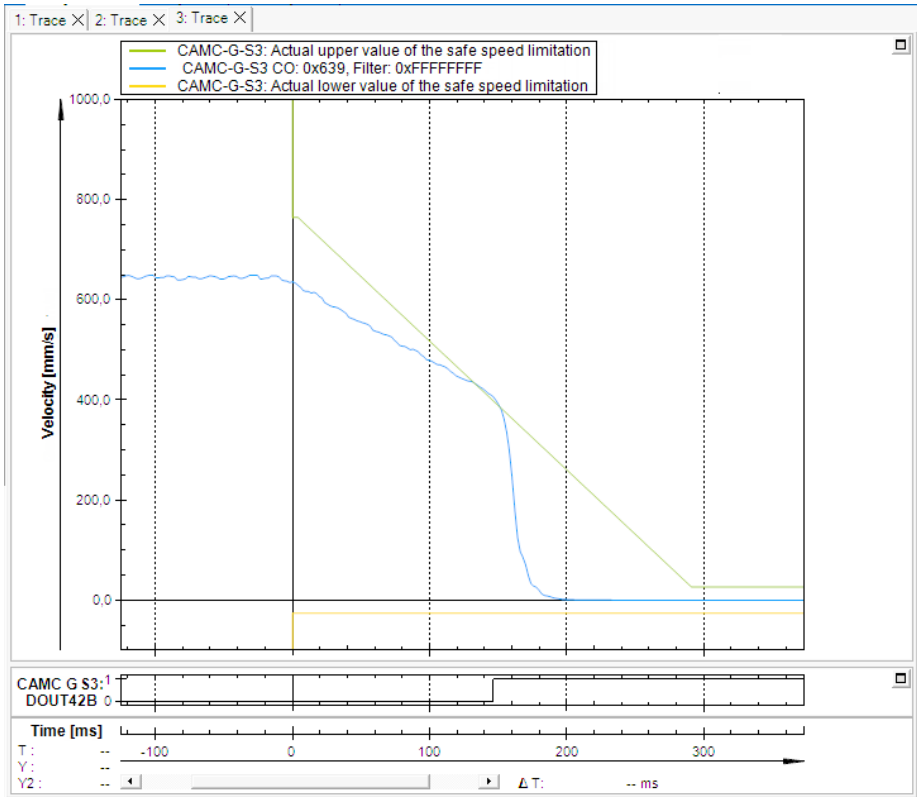


Fig. 135 Пример диаграммы

## 9 Базовый список сигналов управления и параметров

### 9.1 Список всех логических сигналов

#### 9.1.1 Логические входы LIN

Логические входы сведены к двоичному вектору с длиной 128 битов. В двоичном векторе различают следующие области:

LIN	Название	Функция
0	-	Зарезервировано для последующего формирования набора функций модуля безопасности, всегда ноль.
...	...	
63	-	

LIN	Название	Функция
64	LIN_USF0_SSR	Возвращаемые (направляемые обратно) виртуальные выходные сигналы VOUT (сообщения о состоянии функций обеспечения безопасности, комплексные сообщения). Таким образом они могут логически связываться с входными сигналами.
...	...	
95	LIN_READY	Логическое состояние цифровых входов DIN40...DIN49 и выходных сигналов логических функций, а также некоторые вспомогательные состояния.
96	LIN_D40	
...	...	
127	LIN_STATIC_ONE	

Tab. 182 Состав двоичного вектора логических входов

**i**

Текущее состояние двоичного вектора LIN может считываться через объекты связи:

- Бит 00 ... Бит 31: P04.20
- Бит 32 ... Бит 63: P04.21
- Бит 64 ... Бит 95: P04.22
- Бит 96 ... Бит 127: P04.23

**Представление физических входов на логических входах**

Физические входы отображаются на логических входах следующим образом (указано стационарное состояние после фильтрации, анализа тестовых импульсов и т. д.):

LIN	Название	Функция
96	LIN_D40	Бит LIN_D40 задан, если DIN40 A/B = 0 В (принцип тока покоя) <sup>1)</sup>
97	LIN_D41	Бит LIN_D41 задан, если DIN41 A/B = 0 В (принцип тока покоя) <sup>1)</sup>
98	LIN_D42	Бит LIN_D42 задан, если DIN42 A/B = 0 В (принцип тока покоя) <sup>1)</sup>
99	LIN_D43	Бит LIN_D43 задан, если DIN43 A/B = 0 В (принцип тока покоя) <sup>1)</sup>
100	LIN_D44	Бит LIN_D44 задан, если DIN44 = 24 В
101	LIN_D45	Бит LIN_D45 задан, если DIN47 = 0 В, DIN46 = 0 В, а DIN45 = 24 В
102	LIN_D46	Бит LIN_D46 задан, если DIN47 = 0 В, DIN46 = 24 В, а DIN45 = 0 В
103	LIN_D47	Бит LIN_D47 задан, если DIN47 = 24 В, DIN46 = 0 В, а DIN45 = 0 В
104	LIN_D48	Бит LIN_D48 задан, если DIN48 = 24 В
105	LIN_D49	Бит LIN_D49 задан, если DIN49 = 24 В

<sup>1)</sup> Действителен для конфигурации как равнозначный вход. Конфигурация в качестве неравнозначного входа соответственно: LIN\_DIN4x задано, если D4xA = 0 В и D4xB = 24 В.

Tab. 183 Логические входы, назначение уровня физическим входам

**i**

Обратите внимание: LIN\_D40 ... LIN\_D43 имеют специальную схему назначения к уровням напряжения. Благодаря этому логические входы можно направить на функции обеспечения безопасности (например, запросить STO) без инверсии, чтобы обеспечить принцип тока покоя (вход 0 В = STO запрошено).

**Логические входы после предварительной обработки и вспомогательные функции**

Образ физических входов после предварительной обработки (ожидание времени, 1 из п и т. д.)

<b>LIN</b>	<b>Название</b>	<b>Функция</b>
96	LIN_D40	Логическое состояние DIN40 A/B
97	LIN_D41	Логическое состояние DIN41 A/B
98	LIN_D42	Логическое состояние DIN42 A/B
99	LIN_D43	Логическое состояние DIN43 A/B
100	LIN_D44	Логическое состояние DIN44
101	LIN_D45	Логическое состояние DIN45; селектор режимов работы (1 из 3) Логическое состояние DIN45 - 47 (1 из 3) DIN45
102	LIN_D46	Логическое состояние DIN45 - 47 (1 из 3) DIN46
103	LIN_D47	Логическое состояние DIN45 - 47 (1 из 3) DIN47
104	LIN_D48	Логическое состояние DIN48
105	LIN_D49	Логическое состояние DIN49
106	LIN_2HAND_CTRL	Логическое состояние двуручной панели управления (пара из 2 x DIN4x)
107	LIN_BRAKE_X6_FB	Ответное сообщение удерживающего тормоза
117	LIN_PWSTG_ON	Выходной каскад базового устройства активен
121	LIN_D45_SAFE	Логическое состояние DIN45 после анализа селектора режимов работы
122	LIN_D46_SAFE	DIN46 после анализа селектора режимов работы
123	LIN_D47_SAFE	DIN47 после анализа селектора режимов работы
124	LIN_D49_RISING_EDGE	Логический импульс “1” длиной ок. 2 мс – 10 мс после каждого нарастающего фронта сигнала LIN_D49. Предназначен для чувствительного к фронту сигнала завершения функции обеспечения безопасности.
125	LIN_AFTER_RST_PULSE	Логический импульс “1” длиной ок. 2 мс – 10 мс после каждого сброса (RESET). Предусмотрен для первой автоматической установки запроса функции обеспечения безопасности после включения

LIN	Название	Функция
		электропитания (Power ON) или после сброса системы (System RESET).
126	LIN_STATIC_ZERO	Всегда “0”
127	LIN_STATIC_ONE	Всегда “1”

Tab. 184 Логические входы после предварительной обработки

**Возвращаемые как логические входы виртуальные выходы**

LIN	Название	Функция
64	LIN_USF0_SSR	Безопасное состояние USF0 достигнуто
65	LIN_USF1_SSR	Безопасное состояние USF1 достигнуто
66	LIN_USF2_SSR	Безопасное состояние USF2 достигнуто
67	LIN_USF3_SSR	Безопасное состояние USF3 достигнуто
75	LIN_SBC_SSR	Безопасное состояние SBC достигнуто
76	LIN_SS2_SSR	Безопасное состояние SS2 достигнуто
77	LIN_SOS_SSR	Безопасное состояние SOS достигнуто
78	LIN_SS1_SSR	Безопасное состояние SS1 достигнуто
79	LIN_STO_SSR	Безопасное состояние STO достигнуто
80	LIN_ALF0_OUT	“Additional Logic Function” (расширенная логическая функция) для обратной связи или собственной логики
81	LIN_ALF1_OUT	“Additional Logic Function” (расширенная логическая функция) для обратной связи или собственной логики
82	LIN_ALF2_OUT	“Additional Logic Function” (расширенная логическая функция) для обратной связи или собственной логики
83	LIN_ALF3_OUT	“Additional Logic Function” (расширенная логическая функция) для обратной связи или собственной логики
84	LIN_ALF4_OUT	“Additional Logic Function” (расширенная логическая функция) для обратной связи или собственной логики
85	LIN_ALF5_OUT	“Additional Logic Function” (расширенная логическая функция) для обратной связи или собственной логики
86	LIN_ALF6_OUT	“Additional Logic Function” (расширенная логическая функция) для обратной связи или собственной логики
87	LIN_ALF7_OUT	“Additional Logic Function” (расширенная логическая функция) для обратной связи или собственной логики

LIN	Название	Функция
88	LIN_PS_EN	Бит состояния указывает на то, может ли контроллер включить выходной каскад.
89	LIN_WARN	Возникла минимум одна ошибка приоритета “Предупреждение”.
90	LIN_SCV	Минимум одно из условий безопасности нарушено.
91	LIN_ERROR	Модуль безопасности установил внутреннюю ошибку.
92	LIN_SSR	Глобальный бит “Safe State Reached” (безопасное состояние достигнуто), в модуле безопасности запрашивается минимум одна функция обеспечения безопасности. Бит остается активным до тех пор, пока не произойдет сброс всех запросов.
93	LIN_SFR	Глобальный бит “Safety Function requested” (запрошена функция обеспечения безопасности), минимум одна функция обеспечения безопасности запрошена, но еще не достигнута.
94	LIN_SERVICE	Состояние “Сервис”, параметры отсутствуют, параметры недействительны, или выполняется сеанс параметризации.
95	LIN_READY	Состояние “Готовность к работе”, функция обеспечения безопасности не запрошена.

Tab. 185 Возвращаемые как логические входы виртуальные выходы

### 9.1.2 Виртуальные входы VIN

Виртуальные входы являются входами функций обеспечения безопасности и дополнительных логических функций (ALF = additional logic function). Действуют следующие сокращения:

- “RSF” = Request Safety Function (запрос функции обеспечения безопасности).
- “CSF” = Clear Safety Function, завершение функции обеспечения безопасности после нарушения условия безопасности.

Виртуальные входы сведены к двоичному вектору с длиной 64 бита.

#### i

Текущее состояние двоичного вектора LIN может считываться через объекты связи:

- Бит 00 ... Бит 31: P04.24
- Бит 32 ... Бит 63: P04.25

### Образ виртуальных входов

VIN	Название	Функция
0	VIN_USF0_RSF	Запрос функции обеспечения безопасности USF0
1	VIN_USF1_RSF	Запрос функции обеспечения безопасности USF1
2	VIN_USF2_RSF	Запрос функции обеспечения безопасности USF2
3	VIN_USF3_RSF	Запрос функции обеспечения безопасности USF3

Базовый список сигналов управления и параметров

<b>VIN</b>	<b>Название</b>	<b>Функция</b>
4	–	Зарезервировано, всегда ноль
...	...	
10	–	
11	VIN_SBC_RSF	Запрос функции обеспечения безопасности SBC
12	VIN_SS2_RSF	Запрос функции обеспечения безопасности SS2
13	VIN_SOS_RSF	Запрос функции обеспечения безопасности SOS
14	VIN_SS1_RSF	Запрос функции обеспечения безопасности SS1
15	VIN_STO_RSF	Запрос функции обеспечения безопасности STO
16	VN_USF0_CSF	Завершение запроса USF0
17	VIN_USF1_CSF	Завершение запроса USF1
18	VIN_USF2_CSF	Завершение запроса USF2
19	VIN_USF3_CSF	Завершение запроса USF3
27	VIN_SBC_CSF	Завершение запроса SBC
28	VIN_SS2_CSF	Завершение запроса SS2
29	VIN_SOS_CSF	Завершение запроса SOS
30	VIN_SS1_CSF	Завершение запроса SS1
31	VIN_STO_CSF	Завершение запроса STO
32	VIN_ALF0_IN	Вход дополнительной логической функции ALF0
33	VIN_ALF1_IN	Вход дополнительной логической функции ALF1
34	VIN_ALF2_IN	Вход дополнительной логической функции ALF2
35	VIN_ALF3_IN	Вход дополнительной логической функции ALF3
36	VIN_ALF4_IN	Вход дополнительной логической функции ALF4
37	VIN_ALF5_IN	Вход дополнительной логической функции ALF5
38	VIN_ALF6_IN	Вход дополнительной логической функции ALF6
39	VIN_ALF7_IN	Вход дополнительной логической функции ALF7
40	–	Зарезервировано для расширений ALF, всегда ноль
...	...	
47	–	
48	–	Зарезервировано для последующего формирования набора функций модуля безопасности, всегда ноль.
...	...	
59	–	
60	VIN_ERR_QUIT	Квитиование ошибки

VIN	Название	Функция
61	-	Зарезервировано, всегда ноль
62	-	Зарезервировано, всегда ноль
63	VIN_BRK_ACK	Ответное сообщение удерживающего тормоза

Tab. 186 Виртуальные входы

### 9.1.3 Виртуальные выходы VOUT

Виртуальные выходы – это выходы функций обеспечения безопасности и дополнительных логических функций. Они определяются такими терминами, как

“SS1\_Безопасное\_состояние\_достигнуто”. Действуют следующие сокращения:

SSR = “Safety Function Requested” (запрошена функция обеспечения безопасности)

SSR = Safe State Reached (безопасное состояние достигнуто)

Виртуальные выходы сведены к двоичному вектору с длиной 64 бита. Выбранные виртуальные выходныe сигналы получают обратное питание как логические входы в обработке, сравн.

→ Возвращаемые как логические входы виртуальные выходы.

#### i

Текущее состояние двоичного вектора LIN может считываться через объекты связи:

- Бит 00 ... Бит 31: P05.10
- Бит 32 ... Бит 63: P05.11

VOU-T	Название	Функция
0	VOUT_USF0_SFR	Запрошена функция безопасности USF0
1	VOUT_USF1_SFR	Запрошена функция безопасности USF1
2	VOUT_USF2_SFR	Запрошена функция безопасности USF2
3	VOUT_USF3_SFR	Запрошена функция безопасности USF3
4	-	Зарезервировано, всегда ноль
...	...	
10	-	
11	VOUT_SBC_SFR	
12	VOUT_SS2_SFR	Запрошена функция безопасности SS2
13	VOUT_SOS_SFR	Запрошена функция безопасности SOS
14	VOUT_SS1_SFR	Запрошена функция безопасности SS1
15	VOUT_STO_SFR	Запрошена функция обеспечения безопасности STO
16	VOUT_USF0_SSR	Безопасное состояние USF0 достигнуто
17	VOUT_USF1_SSR	Безопасное состояние USF1 достигнуто

<b>VOU-T</b>	<b>Название</b>	<b>Функция</b>
18	VOUT_USF2_SSR	Безопасное состояние USF2 достигнуто
19	VOUT_USF3_SSR	Безопасное состояние USF3 достигнуто
20	-	Зарезервировано, всегда ноль
...	...	
26	-	
27	VOUT_SBC_SSR	
28	VOUT_SS2_SSR	Безопасное состояние SS2 достигнуто
29	VOUT_SOS_SSR	Безопасное состояние SOS достигнуто
30	VOUT_SS1_SSR	Безопасное состояние SS1 достигнуто
31	VOUT_STO_SSR	Безопасное состояние STO достигнуто
32	VOUT_ALF0_OUT	Выход дополнительной логической функции ALF0
33	VOUT_ALF1_OUT	Выход дополнительной логической функции ALF1
34	VOUT_ALF2_OUT	Выход дополнительной логической функции ALF2
35	VOUT_ALF3_OUT	Выход дополнительной логической функции ALF3
36	VOUT_ALF4_OUT	Выход дополнительной логической функции ALF4
37	VOUT_ALF5_OUT	Выход дополнительной логической функции ALF5
38	VOUT_ALF6_OUT	Выход дополнительной логической функции ALF6
39	VOUT_ALF7_OUT	Выход дополнительной логической функции ALF7
40	VOUT_PS_EN	Бит состояния указывает на то, может ли контроллер включить выходной каскад.
41	VOUT_WARN	Возникла минимум одна ошибка приоритета “Предупреждение”.
42	VOUT_SCV	Минимум одно условие безопасности нарушено.
43	VOUT_ERROR	Модуль безопасности установил внутреннюю ошибку.
44	VOUT_SSR	Глобальный бит “Safety State reached” (безопасное состояние достигнуто), все запрошенные функции обеспечения безопасности сообщают о безопасном состоянии.
45	VOUT_SFR	Глобальный бит “Safety Function requested” (безопасное состояние достигнуто), в модуле безопасности запрашивается минимум одна функция обеспечения безопасности. Бит остается активным до тех пор, пока не произойдет сброс всех запросов.
46	VOUT_SERVICE	Состояние “Сервис”, параметры отсутствуют, параметры недействительны, или выполняется сеанс параметризации.

VOU-T	Название	Функция
47	VOUT_READY	Состояние “Готовность к работе”, функция обеспечения безопасности не запрошена.
48	-	Зарезервировано, всегда ноль
...	...	
62	-	
63	VOUT_SBC_BRK_ON	Установка удерживающего тормоза

Tab. 187 Виртуальные выходные сигналы

#### 9.1.4 Логические выходы LOUТ

Состояние логических выходов отображается аналогично отображению логических входов через 1 бит. Это действительно также для двухканальных выходов.

Равнозначность / неравнозначность и тестовые сигналы обрабатываются при преобразовании логических выходов в физические выходы.

Логические выходы сведены к двоичному вектору с длиной 96 битов.

#### i

Текущее состояние двоичного вектора LOUТ может считываться через объекты связи:

- Бит 00 ... Бит 31: P05.12
- Бит 32 ... Бит 63: P05.13
- Бит 64 ... Бит 95: P05.14

#### Образ логических выходов

LOUТ	Название	Функция
0	-	Логические выходы для диагностики через полевые шины → 8.4 Сообщения о состоянии, диагностика с помощью полевой шины
...	...	
63	-	
64	LOUТ_D40	Состояние выхода DOUT40
65	LOUТ_D41	Состояние выхода DOUT41
66	LOUТ_D42	Состояние выхода DOUT42
67	LOUТ_RELAIS	Состояние сигнального реле C1/C2
68	LOUТ_BRAKE_CTRL	Управление тормозом
69	LOUТ_SS1_RQ	Сигнал управления SS1 (с жесткой разводкой)

LOUT	Название	Функция
70	–	Зарезервировано, всегда ноль
...	...	
95	–	

Tab. 188 Логические выходы, образ физических выходов

Физическим выходам назначены логические выходы LOUT64 ... LOUT69.

### 9.1.5 Слова состояния для обмена данными / Диагностика через полевые шины

Между модулем безопасности и базовым устройством происходит циклический обмен данными. Так важные данные модуля безопасности передаются в базовое устройство и доступны для обмена данными с функциональным устройством управления и для функций диагностики.

Данные объектов связи в модуле безопасности “зеркально отображаются” в соответствующие объекты связи.

Эти данные используются для следующих целей:

- сообщения о состоянии через полевые шины и цифровые выходы,
- запись данных посредством функции Trase (трассировка) базового устройства.

В следующей таблице перечислены соответствующие объекты связи диагностики. Таким образом, данные модуля безопасности могут считываться в базовом устройстве с помощью объектов связи с 0794h по 0797h.

Объект связи базового устройства	Название объекта связи в базовом устройстве	Объект связи модуля безопасности	Передаваемое значение <sup>e)</sup>	Передаваемая базовому устройству расшифровка/значение
0782	ioh_fsm_mov_vout_0_31	P05.10	---	Фактическое значение виртуальных выходов VOUT00...VOUT31
0783	ioh_fsm_mov_vout_32_63	P05.11	---	Фактическое значение виртуальных выходов VOUT32...VOUT63
079B	ioh_fsm_limit_speed_upper			Текущее верхнее ограничение скорости в базовом устройстве
079C	ioh_fsm_limit_speed_lower			Текущее нижнее ограничение скорости в базовом устройстве
0790	ioh_fsm_diag_ch0	---	P06.39	Выбор объекта связи, который передается каналу диагностики 0
0791	ioh_fsm_diag_ch1	---	P04.23	Выбор объекта связи, который передается каналу диагностики 1
0792	ioh_fsm_diag_ch2	---	P05.10	Выбор объекта связи, который передается каналу диагностики 2

Объект связи базового устройства	Название объекта связи в базовом устройстве	Объект связи модуля безопасности	Передаваемое значение <sup>1)</sup>	Передаваемая базовому устройству расшифровка/значение
0793	ioh_fsm_diag_ch3	---	P05.11	Выбор объекта связи, который передается каналу диагностики 3
0794	ioh_fsm_dat_ch0	P1D.00	P06.39	Безопасная фактическая скорость модуля безопасности
0795	ioh_fsm_dat_ch1	P1D.01	P04.23	Состояние логических входов LIN96...LIN127
0796	ioh_fsm_dat_ch2	P1D.02	P05.10	Состояние виртуальных выходов VOUT0...VOUT31
0797	ioh_fsm_dat_ch3	P1D.03	P05.11	Состояние виртуальных выходов VOUT32...VOUT63

1) Настройка по умолчанию

Tab. 189 Список диагностической информации для базового устройства

### i

Выводимые данные диагностики при необходимости можно изменить. Пользуйтесь для этого функцией Trace (трассировка) плагина FCT CMMP-AS → 8.5 Запись данных измерения – “Trace”.

1. В объекты связи базовых устройств № 0790h – 0793h вводятся объекты связи модуля безопасности, которые требуется записать.
2. Настройки сохраняются в базовом устройстве, и выполняется перезапуск. Затем настройки передаются модулю безопасности.

Пример:

Объект связи 0790h → значение: 0639h, передача безопасной скорости

Объект связи 0791h → значение: 0423h, состояние LIN96... LIN127 (LIN\_D40... LIN\_D49 и т. д.)

Объект связи 0792h → значение: 1D09h, верхний предел контроля скорости

Объект связи 0793h → значение: 1D0Ah, нижний предел контроля скорости

RESET / перезапуск::

Объект связи 0794h ← значение: 0639h, передача безопасной скорости

Объект связи 0795h ← значение: 0423h, состояние LIN96... LIN127 (LIN\_D40... LIN\_D49 и т. д.)

Объект связи 0796h ← значение: 1D09h, верхний предел контроля скорости

Объект связи 0797h ← значение: 1D0Ah, нижний предел контроля скорости

В объектах связи базовых устройств с 0794h по 0797h отображаются соответствующие данные (временное разрешение ок. 2 мс)

## 9.2 Список дополнительных параметров

С помощью пункта меню “Опции/Обзор параметров” SafetyTool дает специалистам возможность просмотра или изменения всех параметров модуля безопасности. Пользуясь фильтром, можно выбрать, какие параметры будут отображаться. Таким образом, можно, например, быстро найти все параметры, настройка которых у SafetyTool и модуля безопасности различается.



Большинство параметров описывается в рамках соответствующей функции:

- Основная информация → 3.3.1 Основная информация
- Конфигурация датчиков → 3.3.5 Список всех параметров для конфигурации датчиков
- Двухканальные цифровые входы  
→ 3.4.2 Двухканальные безопасные входы DIN40 ... DIN43 [X40]
- Одноканальные цифровые входы  
→ 3.4.2 Двухканальные безопасные входы DIN40 ... DIN43 [X40]
- STO: безопасное выключение крутящего момента  
→ 3.5.1 STO – безопасное выключение крутящего момента (Safe Torque Off)
- SS1: безопасная остановка 1 → 3.5.3 SS1 - безопасная остановка 1 (Safe Stop 1)
- SS2: безопасная остановка 2 → 3.5.4 SS2 - безопасная остановка 2 (Safe Stop 2)
- SOS: безопасная остановка работы  
→ 3.5.5 SOS - безопасная остановка работы (Safe Operating Stop)
- SSF: безопасная скорость → 3.5.7 Безопасные функции скорости SSF
- SBC: безопасное управление тормозом  
→ 3.5.2 SBC – безопасное управление тормозом (Safe Brake Control)
- Логические функции селектора режимов работы → 3.6.1 Селектор режимов работы
- Логические функции двуручной панели управления  
→ 3.6.2 Устройство безопасного старта двумя руками
- Дополнительные логические функции Additional Logic-Functions → 3.6.3 Additional Logic Functions (расширенные логические функции) - ALF
- Цифровые выходы → 3.9 Цифровые выходы

В следующих таблицах содержится сводный обзор всех параметров, которые не поясняются в рамках применявшихся до сих пор описаний.

Управление ошибками		
Номер	Название	Описание
P20.00	[53-0] USF0: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 53-0
P20.01	[53-1] USF1: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 53-1
P20.02	[53-2] USF2: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 53-2

<b>Управление ошибками</b>		
Номер	Название	Описание
P20.03	[53-3] USF3: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 53-3
P20.0A	[54-0] SBC: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 54-0
P20.0C	[54-2] SS2: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 54-2
P20.0D	[54-3] SOS: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 54-3
P20.0E	[54-4] SS1: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 54-4
P20.0F	[54-5] STO: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 54-5
P20.10	[54-6] SBC: тормоз > 10 дней не продувался	Реакция на ошибку 54-6
P20.11	[54-7] SOS: запрошена функция SOS > 10 дней	Реакция на ошибку 54-7
P20.14	[55-0] Фактическое значение частоты вращения / позиции недоступно или состояние покоя > 10 дней	Реакция на ошибку 55-0
P20.15	[55-1] Датчик SINCOS [X2B] - Ошибка сигналов слежения	Реакция на ошибку 55-1
P20.16	[55-2] Датчик SINCOS [X2B] - Состояние покоя > 10 дней	Реакция на ошибку 55-2
P20.17	[55-3] Резольвер [X2A] - Ошибка сигнала	Реакция на ошибку 55-3
P20.18	[55-4] Датчик EnDat [X2B] - Ошибка датчика	Реакция на ошибку 55-4
P20.19	[55-5] Датчик EnDat [X2B] - Неверный тип датчика	Реакция на ошибку 55-5
P20.1A	[55-6] Инкрементный датчик [X10] - Ошибка сигнала слежения	Реакция на ошибку 55-6
P20.1B	[55-7] Другой тип датчика [X2B] - Неверная информация об угловом положении	Реакция на ошибку 55-7

<b>Управление ошибками</b>		
Номер	Название	Описание
P20.26	[56-8] Датчики приращения частоты вращения / угла поворота 1 - 2	Реакция на ошибку 56-8. Ошибка возникает, если один из двух микроконтроллеров устанавливает недопустимую разницу позиций или скоростей между датчиком 1 и датчиком 2
P20.27	[56-9] Ошибка при перекрестном сравнении данных, полученных от датчиков	Реакция на ошибку 56-9. Ошибка возникает, если при перекрестном сравнении данных безопасных значений позиций между микроконтроллером 1 и 2 устанавливается недопустимая разница позиций
P20.28	[57-0] Ошибка самотестирования входов / выходов (внутренняя / внешняя)	Реакция на ошибку 57-0
P20.29	[57-1] Цифровые входы - Ошибка уровня сигнала	Реакция на ошибку 57-1
P20.2A	[57-2] Цифровые входы - ошибка тестового импульса	Реакция на ошибку 57-2
P20.2E	[57-6] Слишком высокая температура электронных элементов	Реакция на ошибку 57-6
P20.32	[58-0] Параметры проверки на приемлемость	Реакция на ошибку 58-0
P20.33	[58-1] Общая ошибка параметризации	Реакция на ошибку 58-1
P20.36	[58-4] Буфер внутреннего обмена данными	Реакция на ошибку 58-4
P20.37	[58-5] Связь между модулем и базовым устройством	Реакция на ошибку 58-5
P20.38	[58-6] Ошибка при перекрестном сравнении, процессоры 1 - 2	Реакция на ошибку 58-6. Ошибка возникает, если при перекрестном сравнении между микроконтроллером 1 и 2 появляется недопустимое отклонение, например, различия состояний входов и выходов или различия безопасных значений скорости. В особом случае отличающихся значений позиций возникает ошибка 56-9!

<b>Управление ошибками</b>		
Номер	Название	Описание
P20.3D	[59-1] Отказоустойчивое питание / безопасная блокировка импульсов	Реакция на ошибку 59-1
P20.3E	[59-2] Ошибка внешнего блока питания	Реакция на ошибку 59-2
P20.3F	[59-3] Ошибка внутреннего блока питания	Реакция на ошибку 59-3
P20.40	[59-4] Управление ошибками: слишком много ошибок	Реакция на ошибку 59-4
P20.41	[59-5] Ошибка записи в память диагностики	Реакция на ошибку 59-5
P20.42	[59-6] Ошибка при сохранении набора параметров	Реакция на ошибку 59-6
P20.43	[59-7] Ошибка контрольной суммы карты памяти	Реакция на ошибку 59-7
P20.44	[59-8] Внутренний контроль, процессор 1 - 2	Реакция на ошибку 59-8
P20.45	[59-9] Прочие неожиданные ошибки	Реакция на ошибку 59-9

Tab. 190 Управление ошибками

<b>Параметры диагностики</b>		
Номер	Название	Описание
P00.00	Версия набора параметров	Версия набора параметров
P20.46	Состояние ошибки группы 53 и 54:	Главный номер ошибки 53 и 54 в поле ошибки
P20.47	Состояние ошибки группы 55 и 56:	Главный номер ошибки 55 и 56 в поле ошибки
P20.48	Состояние ошибки группы 57 и 58:	Главный номер ошибки 57 и 58 в поле ошибки
P20.49	Состояние ошибки группы 59:	Главный номер ошибки 59 в поле ошибки
Экспертные параметры		
P02.2F	Состояние цифровых входов	Состояние цифровых входов
P02.38	Состояние цифровых выходов	Состояние цифровых выходов
P02.39	Состояние цифровых выходов В	Состояние цифровых выходов
P02.3A	Состояние цифровых входов В	Состояние цифровых входов

<b>Параметры диагностики</b>		
Номер	Название	Описание
P05.10	Состояние VOUT0VOUT31	Фактические значения VOUT0..VOUT31
P05.11	Состояние VOUT32VOUT63	Фактические значения VOUT32..VOUT63
P05.12	Состояние LOUT0...LOUT31	Фактические значения LOUT0..LOUT31
P05.13	Состояние LOUT32...LOUT63	Фактические значения LOUT32..LOUT63
P05.14	Состояние LOUT64...LOUT95	Фактические значения LOUT64..LOUT95
P06.39	Фактическое значение безопасной скорости	Фактическое значение частоты вращения
P06.3A	Безопасная позиция	Фактическое значение позиции сокращено до 32 битов
P06.3B	Безопасное ускорение	Ускорение из датчика углового положения
P06.3C	Угол из датчика 1	Угол из датчика 1 (без редуктора)
P06.3D	Угол из датчика 2	Угол из датчика 2 (без редуктора)
P06.56	Позиция из датчика 1	Рассчитанная позиция датчика 1 (содержит пересчет редуктора)
P06.57	Позиция из датчика 2	Рассчитанная позиция датчика 2 (содержит пересчет редуктора)
P1D.00	Объект связи для канала диагностики 0	Объект связи для выдачи в качестве канала диагностики 0
P06.58	Скорость из датчика 1	Рассчитанная скорость датчика 1 (содержит пересчет редуктора)
P1D.01	Объект связи для канала диагностики 1	Объект связи для выдачи в качестве канала диагностики 1
P06.59	Скорость из датчика 2	Рассчитанная скорость датчика 2 (содержит пересчет редуктора)
P1D.02	Объект связи для канала диагностики 2	Объект связи для выдачи в качестве канала диагностики 2
P1D.03	Объект связи для канала диагностики 3	Объект связи для выдачи в качестве канала диагностики 3
P0E.50	Текущее верхнее ограничение скорости	Текущее верхнее ограничение скорости в модуле безопасности
P0E.51	Текущее нижнее ограничение скорости	Текущее нижнее ограничение скорости в модуле безопасности

Tab. 191 Параметры диагностики

<b>Mapping (присвоение)</b>		
Номер	Название	Описание
P04.00	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 0
P04.01	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 1
P04.02	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 2
P04.03	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 3
P04.04	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 4
P04.05	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 5
P04.06	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 6
P04.07	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 7
P04.08	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 8
P04.09	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 9
P04.0A	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 10
P04.0B	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 11
P04.0C	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 12
P04.0D	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 13
P04.0E	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 14
P04.0F	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 15
P04.10	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 16

<b>Mapping (присвоение)</b>		
Номер	Название	Описание
P04.11	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 17
P04.12	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 18
P04.13	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 19
P04.14	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 20
P04.15	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 21
P04.16	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 22
P04.17	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 23
P04.18	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 24
P04.19	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 25
P04.1A	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 26
P04.1B	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 27
P04.1C	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 28
P04.1D	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 29
P04.1E	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 30
P04.1F	Конъюнктивный терм	Присвоение и схема назначения для конъюнктивного терма 31
P05.00	Выбор функций DOUT40	Присвоение выхода для LOUT64 (DOUT40)
P05.01	Выбор функций DOUT41	Присвоение выхода для LOUT65 (DOUT41)

<b>Mapping (присвоение)</b>		
Номер	Название	Описание
P05.02	Выбор функций DOUT42	Присвоение выхода для LOUT66 (DOUT42)
P05.03	Выбор функций контакта обратной связи C1/C2	Присвоение выхода для LOUT67 (сигнальное реле)
Экспертные параметры		
P04.20	Состояние LIN0..LIN31	Фактические значения LIN0..LIN31
P04.21	Состояние LIN32..LIN63	Фактические значения LIN32..LIN63
P04.22	Состояние LIN64..LIN95	Фактические значения LIN64..LIN95
P04.23	Состояние LIN96..LIN127	Фактические значения LIN96..LIN127
P04.24	Состояние VIN0..VIN31	Фактические значения VIN0..VIN31
P04.25	Состояние VIN32..VIN63	Фактические значения VIN32..VIN63
P05.04	Выбор функций выхода тормоза базового устройства	Присвоение выхода для LOUT68 (удерживающий тормоз базового устройства)

Tab. 192 Mapping (присвоение)

<b>Внутренние/скрытые параметры</b>		
Номер	Название	Описание
P06.14	Резольвер сдвига фаз	Сдвиг фаз между PWM-Toggle (переключением ШИМ) и моментом считывания
P06.20	Разрешение Singleturn (однооборотный) в битах	Количество битов на значение угла
P06.21	Количество измеримых оборотов (Multiturn)	Количество измеримых оборотов (Multiturn)
P06.22	Серийный номер датчика EnDat (часть 1)	Серийный номер датчика EnDat (часть 1)
P06.23	Серийный номер датчика EnDat (часть 2)	Серийный номер датчика EnDat (часть 2)
P06.24	Серийный номер датчика EnDat (часть 3)	Серийный номер датчика EnDat (часть 3)
P06.25	Идент. номер датчика EnDat (часть 1)	Идент. номер датчика EnDat (часть 1)
P06.26	Идент. номер датчика EnDat (часть 2)	Идент. номер датчика EnDat (часть 2)
P06.27	Идент. номер датчика EnDat (часть 3)	Идент. номер датчика EnDat (часть 3)
P06.38	Время допустимого отклонения для неверно передаваемых данных угла	Максимальное время, в течение которого может ошибочно передаваться угол базового устройства.

<b>Внутренние/скрытые параметры</b>		
<b>Номер</b>	<b>Название</b>	<b>Описание</b>
P09.00	Фильтр для комплексного сообщения SFR или SSR	Маска для того, чтобы исключить сообщения о состоянии отдельных функций обеспечения безопасности из расчета комплексного сообщения
P09.01	Время между двумя импульсами Sync (базовый такт)	Время между двумя импульсами Sync (базовый такт)
P12.01	Задержка включения	Время задержки при задержке включения
P12.02	Задержка выключения	Время задержки при задержке выключения
P12.04	Задержка включения	Время задержки при задержке включения
P12.05	Задержка выключения	Время задержки при задержке выключения
P12.07	Задержка включения	Время задержки при задержке включения
P12.08	Задержка выключения	Время задержки при задержке выключения
P12.0A	Задержка включения	Время задержки при задержке включения
P12.0B	Задержка выключения	Время задержки при задержке выключения
P12.0D	Задержка включения	Время задержки при задержке включения
P12.0E	Задержка выключения	Время задержки при задержке выключения
P12.10	Задержка включения	Время задержки при задержке включения
P12.11	Задержка выключения	Время задержки при задержке выключения
P12.13	Задержка включения	Время задержки при задержке включения
P12.14	Задержка выключения	Время задержки при задержке выключения

<b>Внутренние/скрытые параметры</b>		
Номер	Название	Описание
P12.16	Задержка включения	Время задержки при задержке включения
P12.17	Задержка выключения	Время задержки при задержке выключения
P1C.00	Версия программного обеспечения (основная версия)	Версия программного обеспечения (основная версия)
P1C.01	Версия программного обеспечения (номер приложения)	Версия программного обеспечения (номер приложения)
P1C.02	Версия программного обеспечения (КМ / подверсия)	Версия программного обеспечения (КМ / подверсия)
P20.06	[53-6] SDI0: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 53-6
P20.07	[53-7] SDI1: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 53-7
P20.08	[53-8] SLI0: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 53-8
P20.09	[53-9] SLI1: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 53-9
P20.0B	[54-1] SBT: условие безопасности нарушено	Реакция на ошибку 54-1
P20.2B	[57-3] Ошибка аналогового входа (диапазон значений)	Реакция на ошибку 57-3
P20.2C	[57-4] Ошибка в измерении тока	Реакция на ошибку 57-4
P20.2D	[57-5] Ошибка измерения напряжения двигателя	Реакция на ошибку 57-5
P20.4A	Протоколирование запроса функции обеспечения безопасности	Если задано: протоколирование запроса функции обеспечения безопасности
PFF.00	Рабочее состояние:	Текущее состояние сеанса параметризации
PFF.01	Обозначение “Состояние при поставке” 1 = ДА	Обозначение “Состояние при поставке”
PFF.02	Обозначение “Общая валидация” 1= ДА	Обозначение “Общая валидация”
<b>Экспертные параметры</b>		

Внутренние/скрытые параметры		
Номер	Название	Описание
PFF.03	Код валидации:	Код валидации сеанса параметров

Tab. 193 Внутренние/скрытые параметры

### 9.3 Список важных объектов связи в базовом устройстве

Базовый список объектов связи в контроллере, в котором представлена информация для модуля безопасности.

№ объекта связи	Название	Тип	Единица измерения	Описание
0750	ioh_fsm_ctrl	RW	UINT32	Управляющее слово для модуля безопасности
0751	ioh_fsm_stat	RO	UINT32	Слово состояния для модуля безопасности
0752	ioh_fsm_sto_disc rep_time	RW	UINT32	Время рассогласования, в течение которого могут существовать кратковременно отличающиеся уровни на входах STO CAMC-G-S1, не приводя к появлению ошибки
0753	ioh_fsm_config	RW	UINT32	Слово конфигурации для модуля безопасности
0760	srvc_fsm_act_art_hi	RO	UINT32	Текущий заданный конкретным производителем артикул модуля безопасности: ASCII-кодировка верхних 4 разрядов, например, 0x39313030 = '9100'
0761	srvc_fsm_act_art_mid	RO	UINT32	Текущий заданный конкретным производителем артикул модуля безопасности: среднее длинное слово
0762	srvc_fsm_act_art_lo	RO	UINT32	Текущий заданный конкретным производителем артикул модуля безопасности: нижнее длинное слово
0763	srvc_fsm_act_typ	RO	UINT32	Текущий тип вставленного модуля безопасности:

№ объекта связи	Название	Тип	Единица измерения	Описание
0764	svrc_fsm_act_ser_hi	RO	UINT32	Заданный конкретным производителем серийный номер вставленного модуля безопасности: ASCII-кодировка верхних 4 разрядов, например, 0x30303134 = '0014'
0765	svrc_fsm_act_ser_mid	RO	UINT32	Заданный конкретным производителем серийный номер вставленного модуля безопасности: среднее длинное слово
0766	svrc_fsm_act_ser_lo	RO	UINT32	Заданный конкретным производителем серийный номер вставленного модуля безопасности: нижнее длинное слово
0767	svrc_fsm_act_rev_idx	RO	UINT32	Версия аппаратного обеспечения вставленного модуля безопасности
0768	svrc_fsm_act_sof t_ref_idx	RO	UINT32	Версия программного обеспечения вставленного модуля безопасности
0769	ioh_fsm_proj_art_hi	RW	UINT32	Заданный конкретным производителем артикул сконфигурированного через программу параметризации модуля безопасности: ASCII-кодировка верхних 4 разрядов, например, 0x39313030 = '9100'
076A	ioh_fsm_proj_art_mid	RW	UINT32	Сконфигурированный заданный конкретным производителем артикул модуля безопасности: среднее длинное слово
076B	ioh_fsm_proj_art_lo	RW	UINT32	Сконфигурированный заданный конкретным производителем артикул модуля безопасности: нижнее длинное слово
076C	ioh_fsm_proj_typ	RW	UINT32	Сконфигурированный тип вставленного модуля безопасности.

№ объекта связи	Название	Тип	Единица измерения	Описание
076D	ioh_fsm_proj_ser_hi	RW	UINT32	Заданный конкретным производителем серийный номер сконфигурированного модуля безопасности: ASCII-кодировка верхних 4 разрядов, например, 0x30303134 = '0014'
076E	ioh_fsm_proj_ser_mid	RW	UINT32	Заданный конкретным производителем серийный номер сконфигурированного модуля безопасности: среднее длинное слово
076F	ioh_fsm_proj_ser_lo	RW	UINT32	Заданный конкретным производителем серийный номер сконфигурированного модуля безопасности: нижнее длинное слово
0770	ioh_fsm_proj_rev_idx	RW	UINT32	Уровень версии аппаратного обеспечения сконфигурированного модуля безопасности
0771	ioh_fsm_proj_soft_rev_idx	RW	UINT32	Уровень версии программного обеспечения сконфигурированного модуля безопасности
0772	srvc_fsm_dip_val_std	RO	UINT32	Выдает считанное после сброса значение DIP-переключателей на модуле безопасности/модуле переключения
0773	ioh_fsm_num_entry_act	RO	UINT32	Выдает количество записей в памяти журнала ошибок базового устройства
0774	ioh_fsm_num_entry_max	RO	UINT32	Выдает максимальное количество возможных записей в памяти журнала ошибок базового устройства
0780	ioh_7segment_fsm_ctrl	RW	UINT32	Контрольное слово для управления 7-сегментным индикатором с модуля безопасности.
0781	ioh_7segment_fsm_data	RW	UINT32	Управление 7-сегментным индикатором с модуля безопасности

Базовый список сигналов управления и параметров

№ объекта связи	Название	Тип	Единица измерения	Описание
0782	ioh_fsm_mov_vout_0_31	RW	UINT32	Внутреннее состояние модуля безопасности (64 бита системной шины), слово Low (табл. В.6, VOUT 0 ... 31)
0783	ioh_fsm_mov_vout_32_63	RW	UINT32	Внутреннее состояние модуля безопасности (64 бита системной шины), слово High (табл. В.6, VOUT 32 ... 64)
0784	ioh_fsm_mov_mscfct_rx	RW	UINT32	Полученный символ от FCT. Входящие данные от USB, сеть Ethernet. Следование за индексом чтения, система FIFO (первый на входе – первый на выходе)
0785	ioh_fsm_mov_mscfct_tx	RW	UINT32	Символ, отправляемый к FCT. Исходящие данные к USB, Ethernet, система FIFO (первый на входе – первый на выходе)
0786	ioh_fsm_mscfct_rx_cnt	RO	UINT32	Количество символов от FCT в буфере USB, Ethernet, система FIFO (первый на входе – первый на выходе)
0787	ioh_fsm_mscfct_tx_cnt	RO	UINT32	Количество символов от модуля безопасности для FCT в буфере USB, Ethernet, система FIFO (первый на входе – первый на выходе)
0788	ioh_fsm_din_dout	RO	UINT32	Чтение цифровых входов от модуля безопасности
0789	ioh_fsm_mov_status_arb	RW	UINT32	Установка/чтение автомата состояний модуля безопасности
078B	svcs_fsm_act_gesamt_rev_idx	RO	UINT16	--
078C	ioh_fsm_proj_gesamt_rev_idx	RW	UINT16	--
0790	ioh_fsm_diag_channel	RW	UINT32	Модуль безопасности – канал диагностики 1: количество объектов связи в модуле безопасности

№ объекта связи	Название	Тип	Единица измерения	Описание
0791	ioh_fsm_diag_ch 1	RW	UINT32	Модуль безопасности – канал диагностики 2: количество объектов связи в модуле безопасности
0792	ioh_fsm_diag_ch 2	RW	UINT32	Модуль безопасности – канал диагностики 3: количество объектов связи в модуле безопасности
0793	ioh_fsm_diag_ch 3	RW	UINT32	Модуль безопасности – канал диагностики 4: количество объектов связи в модуле безопасности
0794	ioh_fsm_dat_ch0	RO	UINT32	Модуль безопасности – канал диагностики 1: дата, динамически обновляемая модулем безопасности
0795	ioh_fsm_dat_ch1	RO	UINT32	Модуль безопасности – канал диагностики 2: дата, динамически обновляемая модулем безопасности
0796	ioh_fsm_dat_ch2	RO	UINT32	Модуль безопасности – канал диагностики 3: дата, динамически обновляемая модулем безопасности
0797	ioh_fsm_dat_ch3	RO	UINT32	Модуль безопасности – канал диагностики 4: дата, динамически обновляемая модулем безопасности
0798	ioh_fsm_log_entr_y_0	RW	UINT32	Внесение записи журнала в память диагностики модуля безопасности. Внесение выполняется только с третьей записи
0799	ioh_fsm_log_entr_y_1	RW	UINT32	Внесение записи журнала в память диагностики модуля безопасности. Внесение выполняется только с третьей записи
079A	ioh_fsm_log_entr_y_2	RW	UINT32	Внесение записи журнала в память диагностики модуля безопасности. Внесение выполняется только с третьей записи
079B	ioh_fsm_limit_speed_upper	RW	INT32	Ограничение заданного значения частоты вращения: верхний предел ограничения > 0

№ объекта связи	Название	Тип	Единица измерения	Описание
079C	ioh_fsm_limit_speed_lower	RW	INT32	Ограничение заданного значения частоты вращения: разрешен нижний предел ограничения только $< 0$
079D	ioh_fsm_limit_torque_upper	RW	INT32	Ограничение заданного значения момента: разрешен верхний предел только $> 0$
079E	ioh_fsm_limit_torque_lower	RW	INT32	Ограничение заданного значения момента: разрешен нижний предел только $< 0$
079F	ioh_fsm_deccelramp	RW	INT32	Профиль STOP модуля безопасности

Tab. 194 Список важных объектов связи в базовом устройстве

## 10 Словарь терминов

### 10.1 Термины и сокращения, относящиеся к технике безопасности

Термин/сокращение	Описание
ALF	“Additional Logic Function”, расширенная логическая функция. Не функция обеспечения безопасности. Позволяет выполнять логическое подключение внутренних входов и выходов.
CCF	Common Cause Failure, отказ по общей причине согласно EN ISO 13849-1.
DC avg	Average Diagnostic Coverage, средняя степень охвата диагностикой согласно IEC 61508 и EN 61800-5-2.
FCT	Festo Configuration Tool, программная платформа для конфигурирования и ввода в эксплуатацию.
HFT	Hardware Fault Tolerance, допуск на отказы аппаратного обеспечения согласно IEC 61508.
Кат.	Категория согласно EN ISO 13849-1, уровни 1 ... 4.
MTTFd	Mean Time To Failure (dangerous): время (в годах) до возникновения первого опасного отказа со 100 % вероятностью согласно EN ISO 13849-1.

Термин/сокращение	Описание
Аварийное выключение	Согласно EN 60204-1: безопасность электрических систем в аварийной ситуации за счет отключения подачи электроэнергии на установку в целом или на один из ее элементов. Аварийное выключение следует применять в случае риска удара электротоком или иного риска, вызванного электричеством.
Аварийная остановка	Согласно EN 60204-1: функциональная безопасность в аварийной ситуации за счет остановки машины или подвижных элементов. Аварийная остановка предназначена для прекращения движения, которое может привести к опасности.
OSSD	“Output Signal Switching Device”: выходные сигналы с тактированием уровня 24 В для обнаружения неисправностей.
PFH	Probability of Dangerous Failures per Hour, общая вероятность опасного отказа в течение часа, согласно IEC 61508.
PL	Уровень эффективности (Performance Level) согласно EN ISO 13849-1: уровни a ... e.
SBC	Safe Brake Control, безопасное управление тормозом согласно EN 61800-5-2.
SFF	Safe Failure Fraction [%], отношение суммы средних частот безопасных и опасных (но распознаваемых) отказов к полной средней частоте отказов всей системы, согласно IEC 61508.
Предохранительное коммутационное устройство	Устройство для выполнения функций безопасности или достижения безопасного состояния установки посредством отключения энергопитания опасных функций установки. Необходимая функция обеспечения безопасности выполняется только в сочетании с другими мерами снижения рисков.
SIL	Уровень полноты безопасности, дискретные уровни для установления требований к полноте безопасности функций обеспечения безопасности, согласно IEC 61508, EN 62061 и EN ISO 13849.
SILCL	Максимальный SIL, который может выдерживаться подсистемой.
SLS	Safely-Limited Speed, безопасно ограниченная скорость согласно EN 61800-5-2.
SOS	Safe Operating Stop, безопасная остановка работы согласно EN 61800-5-2.
SS1	Safe Stop 1, безопасная остановка 1 согласно EN 61800-5-2.
SS2	Safe Stop 2, безопасная остановка 2 согласно EN 61800-5-2.
SSF	“Safe Speed Funktion”, объединенные функции обеспечения безопасности, касающиеся контроля скорости и управления ею.

Термин/сокращение	Описание
SSM	Safe Speed Monitor, безопасный контроль скорости согласно EN 61800-5-2.
SSR	Safe Speed Range, безопасный диапазон скоростей согласно EN 61800-5-2.
STO	Safe Torque Off, безопасное выключение крутящего момента согласно EN 61800-5-2.
T	Срок службы согласно EN ISO 13849-1.
USF	“Universal Safety Function”, объединенные функции обеспечения безопасности.

Tab. 195 Термины и сокращения

## 10.2 Термины к SafetyTool и к безопасной параметризации

Термин	Значение / функция
Единица измерения для индикации	Единица измерения, в которой отображаются соответствующие параметры. Нужные единицы измерения для индикации значений позиций, скорости и ускорения задаются при запуске SafetyTool вызываемой программой.
Значение индикации	Пересчитанное в нужную единицу измерения индикации значение параметра.
Базовое устройство	Контроллер как держатель модуля безопасности, здесь: SMMP-AS-...-M3.
Фактическое значение	Текущее значение параметра в модуле безопасности, пересчитанное в единицу измерения индикации
Объект связи	Отдельный элемент данных, чтение, запись и валидация которого могут выполняться SafetyTool.
Офлайн-параметризация	Режим SafetyTool без соединения с устройством (на письменном столе)
Онлайн-параметризация	Режим SafetyTool с соединением с модулем безопасности (через базовое устройство).
Конъюнктивный терм	Для конфигурирования условий переключения модуля безопасности настраивается конфигурация логической операции между логическими входами и виртуальными выходами, а также между виртуальными выходами и логическими выходами в виде так называемых “конъюнктивных термов”. Конъюнктивный терм – это логическая операция И с инверсией либо без инверсии с максимум 7 входами. Максимум 4 конъюнктивных термина могут комбинироваться

Термин	Значение /функция
	как логическая операция ИЛИ. Конъюнктивные термы (логическая операция И) и логические операции ИЛИ в общем случае называются “решетки”.
Проект	См. “Проект SafetyTool”.
Контрольная сумма	Средство обеспечения целостности данных при передаче или сохранении данных. При этом на основании данных получаются контрольные суммы, которые в рационально обоснованной степени гарантируют тождество данных.
Квантование	Некоторые параметры квантуются модулем безопасности (образуют растровые сетки), например, если значение должно представлять собой кратное времени цикла. В таких случаях при чтении из модуля безопасности в ответном сообщении может прийти значение, отличное от записанного. Но вследствие установленных диапазонов квантования не возникает никаких значимых отклонений.
Диапазон квантования	Допустимое отклонение между записанным значением и считанным значением параметра. Значения в рамках предела квантования можно рассматривать как идентичные. Предел квантования считается при доступе записи к параметрам из модуля безопасности.
Проект SafetyTool	SafetyTool позволяет пользователю сохранять локально доступные настройки параметризации как “Проект SafetyTool-Projekt”. Этот файл содержит параметры в виде значений индикации (в отличие от безопасного набора параметров, в котором сохраняются значения устройства). Проект SafetyTool может передаваться в онлайн-сеансе модулю безопасности. Валидация передаваемых параметров должна проводиться пользователем по отдельности.
SCV	Safety Condition Violated, условие безопасности нарушено.
SFR	“Safety Function Requested”, функция обеспечения безопасности запрошена.
Безопасное исходное состояние	Если параметризация отсутствует, недействительна или не полностью подтверждена, модуль безопасности переходит в безопасное базовое состояние: выходной каскад выключен, блокировка или удерживающий тормоз закрыты, выходы DOU4x на модуле безопасности отключены
Безопасный набор параметров	Все параметры модуля безопасности в сумме составляют набор параметров. Если этот набор параметров содержит действительный код валидации, речь идет о “безопасном наборе параметров”. Таким образом, безопасный набор параметров приложения всегда находится в готовом к выполнению процесса модуле безопасности.

Термин	Значение /функция
	Дополнительно – включая созданный модулем безопасности код валидации – он может с помощью SafetyTool считываться и сохраняться на носителе данных. Здесь он защищен от изменений контрольной суммой.
Модуль безопасности	СМС-G-S3 как сменный модуль в базовом устройстве, отвечающий за безопасность применения привода. Параметризация этого модуля безопасности выполняется с помощью SafetyTool.
Заданное значение	Заданное пользователем значение индикации параметра.
SSR	Safe State Reached, безопасное состояние достигнуто.
Код валидации	Содержимое специального объекта связи, создаваемого модулем безопасности, если проведена валидация всех параметров.

Tab. 196 Термины к SafetyTool и к безопасной параметризации



Copyright:  
Festo SE & Co. KG  
Ruiter Straße 82  
73734 Esslingen  
Германия

Phone:  
+49 711 347-0

Internet:  
[www.festo.com](http://www.festo.com)