

CMMT-ST-C8-1C-...-S0

Регулятор сервопривода



Festo AG & Co. KG
Ruiter Straße 82
73734 Esslingen
Германия
+49 711 347-0
www.festo.com

Инструкция | Подключение, вспомогательная функция

безопасности
8097145
2019-01
[8097152]



Перевод оригинального руководства по эксплуатации

BISS®, EtherCAT®, EtherNet/IP®, PI PROFIBUS PROFINET®, PHOENIX CONTACT® являются зарегистрированными товарными знаками соответствующих владельцев в определенных странах.

1 Об этом документе

1.1 Целевая группа

Документ предназначен для лиц, занимающихся монтажом и эксплуатацией изделия. Кроме того, он предназначен для лиц, которым поручено проектирование и использование изделия в системе, ориентированной на безопасность (руководство по безопасности согласно EN 61508).

1.2 Параллельно действующая документация

Вся доступная документация на изделие → www.festo.com/pk.

Пользовательская документация на изделие включает в себя следующие документы:

Название	Содержание
Инструкция на изделие	Подключение, вспомогательная функция безопасности
Описания к изделию	Подробное описание монтажа, подключения Подробное описание вспомогательных функций безопасности
Описание/Онлайн-справка по плагину	Плагин: – функции и использование программного обеспечения – ассистент по первому вводу в эксплуатацию Функции встроенного ПО: – конфигурирование и параметризация – режимы работы, рабочие функции – диагностика и оптимизация Протокол шины/активация: – профиль устройства – управление и параметризация
Онлайн-справка Festo Automation Suite	– функция Festo Automation Suite – администрирование и интеграция плагинов, относящихся к конкретным устройствам

Tab. 1 Пользовательская документация на изделие

1.3 Варианты изделия

Изделие доступно в 3 вариантах Fieldbus. Следующий код для заказа отражает особенности варианта изделия (код для заказа).

Параметр	Код для заказа	Исполнение
Контроллер сервопривода	CMMT-	Контроллер сервопривода, серия T
Тип мотора	ST-	шаговый мотор или электромотор постоянного тока с электронным коммутатором
Номинальный ток	C8-	8 A
Номинальное входное напряжение	1C-	24 ... 48 В пост. тока
Протокол шины/активация	EC-	EtherCAT
	EP-	EtherNet/IP
	PN-	PROFINET
Функция обеспечения безопасности	S0	Basic safety

Tab. 2 Варианты изделия CMMT-ST-... (например CMMT-ST-C8-1C-EC-S0)
Настоящая документация относится к указанной ниже версии релиза:
– Контроллер сервопривода CMMT-AS-...-S0, начиная с версии 1, см. маркировку изделия.
Это первая доступная версия.

- Для более поздних версий изделия проверяйте, доступна ли обновленная документация → www.festo.com/pk.

1.4 Маркировка изделия

Учитывайте информацию на изделии.
Маркировка изделия находится на правой стороне устройства. Маркировка позволяет идентифицировать изделие и содержит следующую информацию:

Маркировка изделия (пример)	Пояснение
CMMT-ST-C8-1C-EC-S0	Код для заказа
8084005 MM-YYYY:XX Rev 01	Номер изделия, серийный номер (месяц изготовления, год изготовления, код завода), версия
Main Input: 24 ... 48 V DC 8 A	Технические характеристики напряжения питания сети (блок питания PELV)
Motor Out: 0 ... Input V AC 8 A _{RMS} 300 W	Технические характеристики выхода мотора (выходное напряжение, макс. выходная частота, номинальный ток, номинальная выходная мощность)
T _{AMB} : max. 50 °C	Температура окружающей среды (T _{AMB})
IP20	Степень защиты
MAC-ID: XF1 IN XX-XX-XX-XX-XX-XX	Первый MAC-адрес устройства для связи RTE XF1 IN, представленный также в виде штрихкода
R-R-FTO-KC-2018-1092	Сертификат KC Mark (знак технического контроля для Кореи)
01/205/5696.00/19	Номер сертификата TÜV
Матричный код DataMatrix, 123456789AB	Код изделия в виде кода DataMatrix и 11-значного буквенно-числового кода
Festo AG & Co. KG	Производитель
DE-73734 Esslingen	Адрес производителя
Made in Germany	Сделано в Германии

Tab. 3 Маркировка изделия (пример)

Предупредительный знак на передней стороне изделия

На передней стороне изделия размещен следующий предупредительный знак:



Fig. 1 Предупредительный знак на передней стороне изделия (пример CMMT-ST-...-EC)

Общее пояснение	Пояснение для CMMT-ST
Внимание! Горячая поверхность	Металлические части корпуса устройства при эксплуатации могут нагреваться до высоких температур.

Tab. 4 Значение предупредительного знака

1.5 Указанные стандарты

Состояние издания		
EN ISO 13849-1:2015	EN 61800-2:2015 EN 61800-5-1:2007+A1:2017 EN 61800-5-2:2017 EN 62061:2005+AC:2010+A1:2013+A2:2015 –	
EN ISO 14118:2018-02		
EN 60204-1:2018-09		
EN 60715:2017-11		
EN 61508 Parts 1-7:2010		

Tab. 5 Указанные в документе стандарты

2 Безопасность

2.1 Инструкции по безопасности

Общие инструкции по безопасности

- Монтаж и подключение должны проводиться только квалифицированным персоналом.
- Используйте изделие только в технически безупречном состоянии.
- Используйте изделие только в оригинальном состоянии без внесения каких-либо самовольных изменений.
- Не проводите ремонт изделия. В случае неисправности сразу замените изделие.
- Обращайте внимание на маркировку изделия.
- Учитывайте окружающие условия в месте применения изделия. Несоблюдение условий окружающей среды и подключения может привести к нарушениям в работе и к потере функции обеспечения безопасности.
- Штекерный разъем категорически запрещено отсоединять или подключать под напряжением.
- Установите изделие в подходящий распределительный шкаф. Распределительный шкаф должен иметь степень защиты, как минимум, IP54.
- Перед вводом в эксплуатацию обеспечьте, чтобы результирующие перемещения подсоединенных исполнительных механизмов не представляли опасности для людей.
- При вводе в эксплуатацию: систематически проверяйте все функции управления и интерфейс связи и сигналов между устройством управления и контроллером привода.
- Храните документацию в течение всего жизненного цикла изделия.

В случае ущерба, возникшего по причине несанкционированного вмешательства или использования изделия не по назначению, выставление производителю претензий по гарантии и возмещению ущерба исключается. В случае ущерба, возникшего по причине использования не одобренного производителем программного обеспечения или встроенного ПО устройства, выставление производителю претензий по гарантии и возмещению ущерба исключается.

Инструкции по безопасности для вспомогательных функций безопасности

Пригодность для конкретных случаев эксплуатации можно определить только после оценки других элементов всей системы. Проведите анализ и валидацию функции обеспечения безопасности для всей установки/системы.

Необходимо регулярно проверять работоспособность функций обеспечения безопасности. 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. Периодичность циклической проверки ➔ 15.1 Технические характеристики средств безопасности.

Перед первым вводом в эксплуатацию подключите управляющие входы вспомогательной функции безопасности STO. Вспомогательная функция безопасности STO доступна без дополнительной параметризации.

2.2 Использование по назначению

Контроллер сервопривода CMMT-ST предназначен для питания и регулирования шагового мотора или электромотора постоянного тока с электронным коммутатором. Встроенная электроника обеспечивает регулирование крутящего момента (тока), частоты вращения и положения.

Применение разрешено только:

- в технически безупречном состоянии,
- в оригинальном состоянии без каких-либо самовольных изменений,
- в рамках предельных значений изделия, заданных техническими характеристиками ➔ 15 Технические характеристики
- в сфере промышленности,

Несоблюдение условий окружающей среды и подключения может привести к нарушениям в работе и к потере функции обеспечения безопасности, а также нежелательному перемещению подключенных исполнительных элементов. CMMT-ST-...S0 поддерживает следующие вспомогательные функции безопасности согласно EN 61800-5-2:

- Безопасное выключение крутящего момента (STO/Safe torque off)
- Безопасная остановка 1 с контролем времени (SS1-t/Safe stop 1 time controlled), реализуется только с помощью специального предохранительного коммутационного устройства и специального подключения регулятора сервопривода

Вспомогательная функция безопасности STO предназначена для отключения крутящего момента подсоединенного мотора и предотвращает внезапный повторный пуск мотора.

Вспомогательная функция безопасности SS1-t предназначена для быстрой остановки с последующим отключением крутящего момента.

Необходимо учитывать стойкое к перекрестным замыканиями подключение согласно EN ISO 13849-1.

2.2.1 Область применения

Вспомогательные функции безопасности должны использоваться только для таких вариантов применения, для которых достаточно указанных параметров безопасности ➔ 15 Технические характеристики.

2.2.2 Допустимые элементы

Питание нагрузки и логики должно соответствовать требованиям EN 60204-1 (Protective extra-low voltage, PELV).

Поддерживаемые моторы

- Шаговые моторы
 - электродвигатели постоянного тока с электронным коммутатором
- Контроллер сервопривода поддерживает моторы как со встроенным удерживающим тормозом, так и без (пружинный тормоз с электрической активацией). Включение удерживающего тормоза происходит автоматически с использованием разблокировки регулятора сервопривода. Концепция управления основывается на предположении, что уже остановленный привод удерживается. Управление не предназначено для торможения подвижного привода. Торможение подвижного привода может приводить к ускоренному износу тормозов.

Конфигурация мотора	Поведение после отмены разблокировки регулятора
Мотор без удерживающего тормоза	Привод свободно перемещается.
Мотор с удерживающим тормозом	Удерживающий тормоз смыкается и удерживает мотор и привод в необходимой позиции.

Tab. 6 Пример: отмена разблокировки регулятора

Удерживающий тормоз должен быть рассчитан на поддерживаемый момент нагрузки. Подробная информация по управлению удерживающим тормозом ➔ Онлайн-справка по плагину CMMT-ST.

Поддерживаемые датчики:

- Энкодер BiSS-C
- Инкрементный энкодер

Дополнительная информация ➔ www.festo.com/catalogue.

2.3 Предполагаемые варианты неправильного использования

Предполагаемые варианты неправильного использования для вспомогательной функции безопасности STO

- Применение с выходом за предельные значения изделия, заданные техническими характеристиками
- Шунтирование функции обеспечения безопасности
- Перекрестная схема электропроводки для передачи ответных сообщений диагностики в случае более чем 10 регуляторов сервоприводов
- Использование контакта диагностики STA для переключения функции обеспечения безопасности.

Контакт диагностики STA запрещается использовать, например, для непосредственного размыкания тормозов.

Контакт диагностики STA не является частью защитной цепи. Контакт диагностики STA служит для улучшения степени охвата диагностикой соответствующей вспомогательной функции безопасности. Контакт диагностики STA должен использоваться только в сочетании с соответствующими безопасными сигналами управления (логическая операция И) и безопасным контролем времени в предохранительном коммутационном устройстве для переключения других критически важных для безопасности функций.

- Использование вспомогательной функции безопасности STO без внешних мер для направляющих реек осей, на которые действуют внешние моменты.

При действии внешних моментов на направляющую рейку привода одной только вспомогательной функции безопасности STO недостаточно для безопасной остановки привода. Во избежание опасных перемещений направляющей рейки привода требуется принятие дополнительных мер, например применение механического тормоза.

- Эксплуатация электромоторов постоянного тока с электронным коммутатором, для которых требуется соответствие классу безопасности SIL 3, кат. 3, PL e, без анализа контакта диагностики STA.
- Эксплуатация подключенного мотора без размещения опасной зоны в шкафу или кожухе. Пользователю запрещено проникать в опасную зону без активации функции обеспечения безопасности.
- Вспомогательная функция безопасности STO не защищает от удара электротоком, она обеспечивает защиту только от опасных перемещений.
- Вспомогательная функция безопасности STO не может воспрепятствовать выходу из строя вспомогательных функций, не относящихся к безопасности, например профиля торможения для функции SS1-t или контроля температуры устройства.

2.4 Квалификация специалистов

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

- правила подключения, эксплуатации и технического обслуживания электрических систем управления
- действующие предписания по эксплуатации систем производственной безопасности

К работам на технических системах безопасности допускаются только уполномоченные специалисты, обладающие необходимой квалификацией в области техники безопасности.

2.5 Разрешения и сертификаты

Изделие отмечено знаком CE. Директивы см.

➔ 15.2 Технические характеристики, соответствие продукции спецификациям и разрешения.

Директивы ЕС и стандарты, относящиеся к данному изделию, указаны в Декларации о соответствии ➔ www.festo.com/sp.

Изделие представляет собой элемент обеспечения безопасности согласно Директиве по машинному оборудованию. Ориентированные на безопасность стандарты и контрольные параметры, которым соответствует изделие → 15.1 Технические характеристики средств безопасности. Следует учитывать, что соблюдение указанных стандартов ограничивается устройством CMMT-ST-...-S0.

Определенные конфигурации изделий имеют сертификат организации Underwriters Laboratories Inc. (UL) для США и Канады. Эти конфигурации обозначены следующим способом:



Fig. 2

cUL listed mark for Canada and the United States (Внесено в списки UL для Канады и США).

При подключении и эксплуатации этого изделия учитывайте все действующие в данной области требования по безопасности, законы, регламенты, правила, нормативы и стандарты, например, NEC – National Electrical Code (США), CEC – Canadian Electrical Code (Канада), предписания управления OSHA в Министерстве труда США. При выборе миниатюрного автоматического выключателя соблюдайте требования максимально допустимой защиты предохранителями для UL.

3 **Дополнительная информация**

- Принадлежности → www.festo.com/catalogue.
- Запасные части → www.festo.com/spareparts.
- Вся доступная документация на изделие и текущие версии встроенного ПО и программных средств ввода в эксплуатацию → www.festo.com/sp.

4 **Сервис**

По техническим вопросам обращайтесь к региональному представителю компании Festo → www.festo.com.

5 **Описание продукта**

5.1 **Комплект поставки**

Элемент	Количество
Контроллер сервопривода CMMT-ST-...	1
Набор штекеров NEKM-C-22	1
Клемма монтажной рейки (в сборе)	1
Инструкция CMMT-ST-...	1

Tab. 7 Комплект поставки

Текущая информация о принадлежностях → www.festo.com/catalogue.

5.2 **Структура системы**

Контроллер сервопривода CMMT-ST представляет собой 1-координатный контроллер для управления шаговым мотором или электромотором постоянного тока с электронным коммутатором с подключенными механическими элементами, например координатные приводы Festo. Управление устройством выполняется через вышестоящую систему управления в зависимости от исполнения изделия по протоколу шины EtherCAT, EtherNet/IP или PROFINET через интерфейс Real-Time Ethernet.

Параметризация через ПК может выполняться на выбор: через интерфейс Real-Time Ethernet или через отдельный интерфейс Standard Ethernet.

Устройство является контроллером низкого напряжения. Подача напряжения нагрузки и питания логики выполняется посредством блока питания PELV.

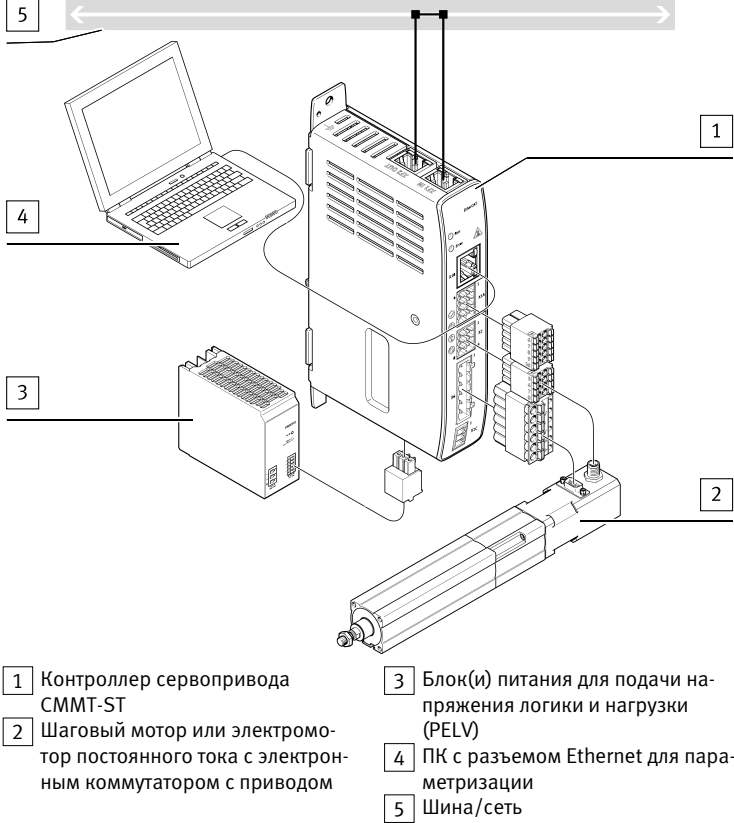
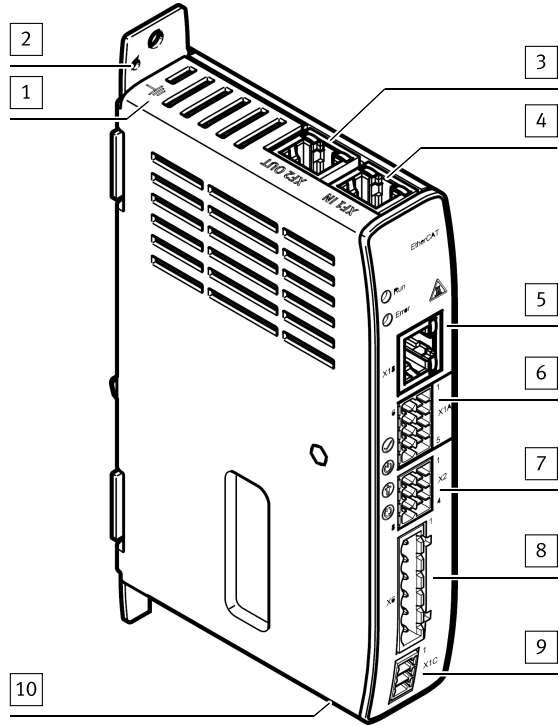


Fig. 3 Структура системы (пример)

5.2.1 **Обзор средств подключения**



- 1 Маркировка функционального заземления
- 2 Разъем для функционального заземления
- 3 [XF2 OUT] Интерфейс RTE, порт 2
- 4 [XF1 IN] Интерфейс RTE, порт 1
- 5 [X18] Standard Ethernet
- 6 [X1A] Интерфейс входов/выходов
- 7 [X2] Разъем датчика
- 8 [X6] Разъем двигателя
- 9 [X1C] Разъем для датчика начала отсчета или концевого выключателя
- 10 [X9] Напряжение нагрузки и напряжения логики (на нижней стороне)

Fig. 4 Разъемы CMMT-ST (пример CMMT-ST-C8-1C-EC)

5.3 **Вспомогательные функции безопасности**

5.3.1 **Принцип действия и применение**

Контроллер сервопривода CMMT-ST-...-S0 обладает следующими характеристиками безопасности:

- Безопасное выключение крутящего момента (STO/Safe torque off)

- Безопасная остановка 1 с контролем времени (SS1-t/Safe stop 1 time controlled) при использовании специального внешнего предохранительного коммутационного устройства и специального подключения регулятора сервопривода
- Контакт диагностики STA для обратной связи с активной вспомогательной функцией безопасности STO

5.3.2 Вспомогательная функция безопасности STO

Принцип действия и применение STO

Вспомогательная функция безопасности STO вызывает отключение питания задающего устройства для силовых полупроводников и тем самым предотвращает перенос необходимой мотору энергии силовым выходным каскадом. При активной вспомогательной функции безопасности STO энергоснабжение привода гарантированно прерывается. Привод не может создавать крутящий момент и, следовательно, вызывать опасные перемещения. При наличии вертикально перемещаемой нагрузки или других внешних усилий предусмотрены дополнительные меры безопасного предотвращения перемещения (например, механические фиксаторы). В состоянии STO контроль позиции состояния покоя не осуществляется. Остановка машины должна быть направлена на поддержание уровня безопасности и обеспечиваться соответствующим образом. Это относится, прежде всего, к вертикальным приводам без самотормозящихся механических элементов, узла фиксации или уравнивания.

Запрос STO

Запрос вспомогательной функции безопасности STO выполняется по 2-канальной связи; для этого управляющее напряжение на обоих управляющих входах #STO-A и #STO-B одновременно отключается. Сигналы входов #STO-A и #STO-B характеризуются низкой активностью (low) и поэтому обозначаются #. Безопасное состояние в соответствии с требованиями вспомогательной функции безопасности STO достигается при отключении всех катушек электромотор и невозможности протекания тока.

ПРИМЕЧАНИЕ!

Рывки при отказе выходного каскада.

Отказ выходного каскада устройства при активной вспомогательной функции безопасности STO может привести к рывкам привода из-за ограниченного перемещения ротора с остановками. Максимальный угол поворота/длина пути соответствует расстоянию между двумя соседними обмотками используемого мотора.

- Учитывайте такое поведение при расчете функции безопасности установки.

По требованию вспомогательной функции безопасности STO и по его завершении должна быть произведена функциональная деблокировка регулятора.

Обратная связь через контакт диагностики STA

Через контакт диагностики STA может передаваться информация о состоянии вспомогательной функции безопасности STO предохранительному коммутационному устройству. Если для эксплуатации электромоторов постоянного тока с электронным коммутатором требуется соответствие классу безопасности SIL 3, кат. 3, PL e, анализ контакта диагностики STA также необходим. Обратная связь диагностики STA реализована в виде беспотенциального контакта (оптрона). Контакт диагностики STA замыкается только в том случае (проводит ток), если обращение к STO выполняется по 2 каналам через управляющие входы #STO-A и #STO-B. Если контакт замкнут (проводит ток), то состояние STO достигнуто (безопасное состояние).

#STO-A	#STO-B	STA-C1/C2
Уровень Low	Уровень Low	Контакт диагностики замкнут (низкоомный)
Уровень Low	Уровень High	
Уровень High	Уровень Low	
Уровень High	Уровень High	

Tab. 8 Состояние контакта диагностики STA

Если обращение к вспомогательной функции безопасности STO не происходит, но при этом по обоим каналам (#STO-A и #STO-B) одновременно срабатывают защитные функции, например, при слишком высоком напряжении на #STO-A и #STO-B, то внутренние защитные функции отключают каналы так же, как и при обращении к STO, при этом контакт диагностики STA замыкается (сигнал безопасного состояния). Рекомендация: предохранительное коммутационное устройство должно проверять состояние контакта диагностики при каждом запросе STO. При этом состоянии STA должно изменяться согласно таблицелогики. Сигналы #STO-A и #STO-B могут циклически тестироваться предохранительным коммутационным устройством при уровне High тестовыми импульсами Low, а при уровне Low тестовыми импульсами High в пределах, обозначенных в спецификации → 5.3.5 Предохранительное коммутационное устройство. Контакт диагностики STA не анализируется с точки зрения технических средств безопасности.

5.3.3 Вспомогательная функция безопасности SS1

Вместе со специальным предохранительным коммутационным устройством может быть реализовано следующее исполнение:

- Безопасная остановка с контролем времени (SS1-t/Safe stop 1 time controlled); запуск задержки мотора и после соответствующей конкретному применению задержки времени – вспомогательная функция безопасности STO

Вспомогательная функция безопасности SS1 → Описание вспомогательная функция безопасности

5.3.4 Искключение неисправностей

Предусмотрены особые меры предотвращения ошибок при соединении:

- исключение неисправностей в схеме электропроводки согласно EN 61800-5-2
- контроль выходов реле безопасности и схемы электропроводки до регулятора сервопривода с помощью реле безопасности

5.3.5 Предохранительное коммутационное устройство

Используйте реле безопасности со следующими характеристиками:

- 2-канальные выходы с
 - распознаванием перекрестных замыканий
 - требуемым выходным током (также для STO)
 - Анализ контакта диагностики регулятора сервопривода
- Реле безопасности с тестовыми импульсами могут применяться со следующими ограничениями:
- тестовые импульсы High длиной максимум 1 мс
 - тестовые импульсы Low длиной максимум 1 мс
 - Тестовые импульсы не одновременны/перекрывают друг друга на #STO-A/B

6 Транспортировка и хранение

- При транспортировке и хранении защищайте изделие от указанных ниже недопустимых воздействий. К недопустимым воздействиям относятся, например:
 - механические нагрузки
 - недопустимые температуры
 - влажность
 - агрессивные среды
- Храните и транспортируйте изделие в оригинальной упаковке или встроенным в распределительный шкаф. Оригинальная упаковка обеспечивает достаточную защиту от обычных воздействий.

7 Монтаж

Размеры

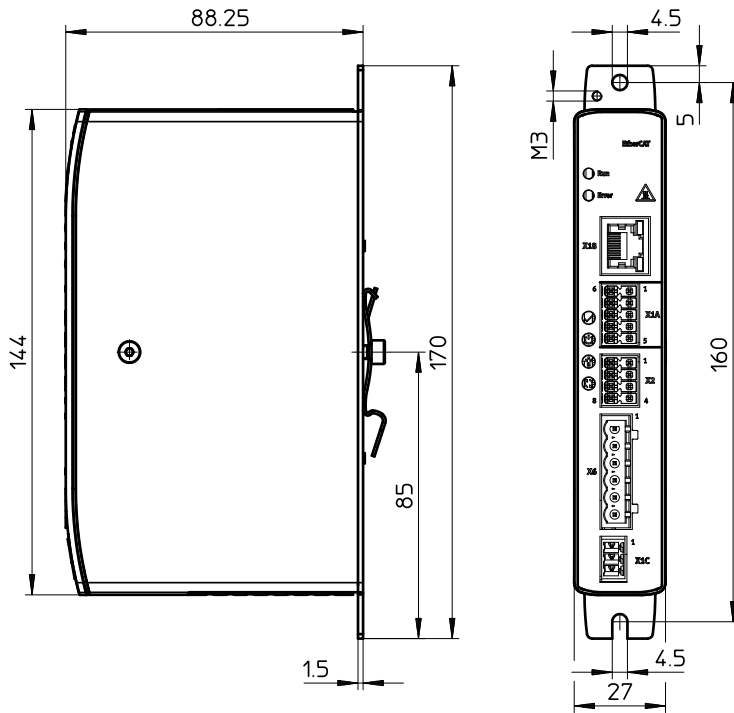


Fig. 5 Размеры [мм]

7.1 Отступы при монтаже

Контроллеры сервоприводов серии CMMT-ST можно устанавливать в ряд. Если значение эффективного выходного тока > 4,5 А, отступы при монтаже могут потребоваться с обеих сторон, чтобы тепло, возникающее при работе, отводилось достаточным потоком воздуха. Подробная информация по необходимым отступам при монтаже и возможному снижению уровня мощности в зависимости от температуры окружающей среды см. → Fig.9

Отступы при монтаже для типичных значений выходного тока и температуры окружающей среды приводятся в таблице ниже.

Примеры	Температура окружающей среды при эксплуатации		
	30 °C	40 °C	50 °C
Длительный установившийся выходной ток в управляемом режиме [A]	Отступы при монтаже		
4	0 мм	0 мм	0 мм
5			3 мм
6			10 мм
7		3 мм	недопустимо
8		15 мм	

Tab. 9 Требуемые отступы при монтаже (примеры)

7.2 Монтаж

Предписания по монтажу

- Всегда монтируйте устройство вертикально в распределительном шкафу (кабель питания [X9] снизу).
- Соблюдайте минимальный отступ и свободное пространство при монтаже, чтобы обеспечить прохождение достаточного потока воздуха. Поток воздуха в распределительном шкафу должен проходить через устройство беспрепятственно снизу вверх. Подробная информация по необходимым отступам при монтаже и возможному снижению уровня мощности в зависимости от температуры окружающей среды см. ➔ Fig.9.
- Для кабельного подключения учитывайте необходимое свободное пространство (соединительные кабели устройства подводятся сверху, снизу и спереди).
- Вблизи устройства нельзя монтировать элементы, чувствительные к температуре. Устройство в процессе эксплуатации может стать очень горячим (температура отключения контроля температуры ➔ технические характеристики).
- При монтаже на монтажную рейку: используйте монтажную рейку TH 35-7.5 или TH 35-15 согласно EN 60715.
- При монтаже на заднюю стенку распределительного шкафа: прикрутить устройство вертикально и вровень с монтажной поверхностью.

Установка клеммы монтажной рейки

- Если клемма монтажной рейки не установлена, прикрутите ее при помощи оригинального винта с тыльной стороны.

Монтаж на монтажную рейку

1. Зацепите устройство за монтажную рейку сверху, воспользовавшись верхним крючком клеммы.
2. Прижмите нижнюю часть устройства к монтажной рейке до щелчка.

Монтаж на стену

В задней стенке устройства сверху имеется отверстие, а внизу — паз. Через отверстие и паз устройство привинчивается вертикально и ровно относительно монтажной поверхности.

1. Если с обратной стороны установлена клемма монтажной рейки, ее следует демонтировать.
2. Закрепите контроллер сервопривода на задней стенке распределительного шкафа, соблюдая предписания по монтажу и пользуясь специальными винтами.

8 Подключение

8.1 Безопасность

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

Опасность ожога в результате контакта с горячей поверхностью корпуса. Металлические части корпуса при эксплуатации могут нагреваться до высоких температур.

- Контакт с металлическими частями корпуса может привести к ожогам.
- Не прикасайтесь к металлическим частям корпуса.
 - После отключения электропитания дождитесь, когда устройство остынет до комнатной температуры.

Указания по работе с функцией обеспечения безопасности

ПРИМЕЧАНИЕ!

Проводите проверку функций обеспечения безопасности для завершения подключения и после внесения любого изменения в подключение.

Перед подключением значимых для системы безопасности входов и выходов дополнительно учитывайте следующее:

- Соблюдайте все указанные требования, например:
 - окружающая зона (ЭМС)
 - подача напряжения логики и нагрузки
 - ответная часть разъема
 - соединительные кабели
 - перекрестная схема электропроводки
- Дополнительная информация ➔ Описание Монтаж, Подключение.
- Максимально допустимая длина провода между предохранительным коммутационным устройством и штекерным разъемом интерфейса входов/выходов (I/O) составляет 25 м.

- При подключении выполняйте требования EN 60204-1 по использованию блоков питания PELV. В случае неисправности напряжение не должно быть больше 60 В пост. тока. Реле безопасности в случае неисправности должно отключить свои выходы.
- Для реле безопасности и питания логики CMMT-ST следует использовать блок питания PELV, при этом контакты GND (0 В) обоих блоков питания должны быть соединены между собой. Питание устройства и питание входов STO должно быть соединено с одним и тем же потенциалом GND.
- Укладывайте электропроводку между реле безопасности и интерфейсом I/O регулятора сервопривода так, чтобы исключить вероятность короткого замыкания между проводниками или относительно 24 В, а также перекрестное замыкание ➔ EN 61800-5-2, табл. D.3.1. В противном случае реле безопасности должно иметь функцию обнаружения перекрестного замыкания и в случае неисправности отключать сигналы управления по 2 каналам.
- Используйте только специальные ответные разъемы и соединительные кабели ➔ Описание Монтаж, Подключение. Для многопроводочных жил следует использовать гильзы для обжима концов проводов.
- Не допускайте токопроводящих загрязнений между соседними контактными штифтами.
- Убедитесь в том, что исключена возможность применения перемычек и т. п. параллельно защитной схеме, например, путем использования максимального сечения жил или специальных гильз для обжима концов проводов с пластмассовым корпусом.
- Для перекрестной схемы электропроводки значимых для системы безопасности входов используйте сдвоенные гильзы для обжима концов проводов. При перекрестном подключении контактов диагностики STA разрешается соединять в перекрестной схеме не более 10 устройств ➔ Описание Монтаж, Подключение.
- Реле безопасности и его входы и выходы должны иметь достаточные характеристики согласно требуемой классификации безопасности для необходимой в данном случае функции обеспечения безопасности.
- Подключите управляющие входы 2-канально к реле безопасности.
- Если требуется проанализировать обратную связь STA применяемой вспомогательной функции безопасности STO: подсоедините контакт диагностики непосредственно к реле безопасности. Параллельное подключение контактов диагностики недопустимо, поскольку в этом случае устройство с активной вспомогательной функцией безопасности будет сигнализировать о безопасном состоянии всех устройств.
- Должен ли анализироваться контакт диагностики, зависит от типа подключенного мотора и требуемого класса безопасности.
- Если в комплексе устройств выполняется перекрестное подключение контактов диагностики: подсоедините контакты диагностики последовательно.

Базовая концепция подключения

- Датчики безопасности, например, выключатель аварийной остановки, защитная фоторелейная завеса, выводятся на реле безопасности (или ПЛК безопасности).
- Реле безопасности запрашивает вспомогательную функцию безопасности 2-канально на контроллере сервопривода и анализирует сигналы обратной связи STA.

8.2 Подключение с соблюдением требований по ЭМС

и

Подключение без учета требований по ЭМС может привести к помехам при передаче сигналов по проводам энкодера, электромотора или кабелям связи.

Длина кабелей и экран кабеля

- Пользуйтесь только специальными кабелями, которые соответствуют нормативным требованиям EN 60204-1.
- Соблюдайте максимально допустимую длину кабеля.

Разъем		Макс. длина кабеля [м]	Экран кабеля
[X1A]	Входы/выходы для вышестоящего ПЛК	25	не обязательно
[X1C]	Входы/выходы датчика начала отсчета/концевого выключателя	25	
[X2]	Датчик	25 ¹⁾	не обязательно, однако скручены попарно ²⁾
[X6]	Фазовый разъем мотора	25	не обязательно, однако скручены попарно ²⁾
[X9]	Подача питания логики и напряжения нагрузки	30	не обязательно
[X18]	Standard Ethernet	30	двойное экранирование (CAT 5)
[XF1 IN]	RTE (порт 1)		
[XF2 OUT]	RTE (порт 2)		

1) Учитывайте максимально допустимую длину кабеля используемого датчика.

2) Можно использовать экранированные кабели Festo. Экран должен прикрепляться только на стороне мотора.

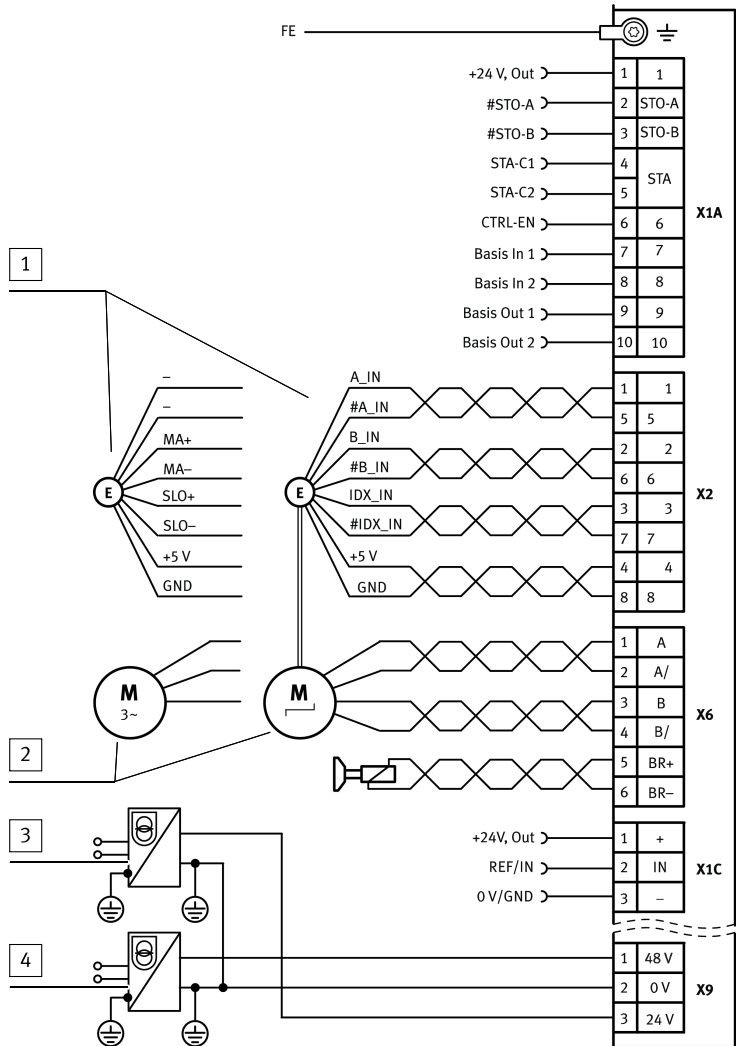
Tab. 10 Длина кабелей и экран кабеля

Укладка кабелей

Соблюдайте общие директивы по соответствующему требованиям ЭМС подключения, например:

- Не укладывайте сигнальные кабели параллельно силовым кабелям.
- Соблюдайте требуемые минимальные расстояния от сигнальных кабелей до силовых в зависимости от условий подключения. Сигнальные линии должны прокладываться как можно дальше от силовых кабелей.
- По возможности не допускайте пересечения сигнальных кабелей с силовыми или же выполняйте пересечения только под углом 90°.

8.3 Пример подключения



- 1 Датчик BiSS-C или инкрементный датчик

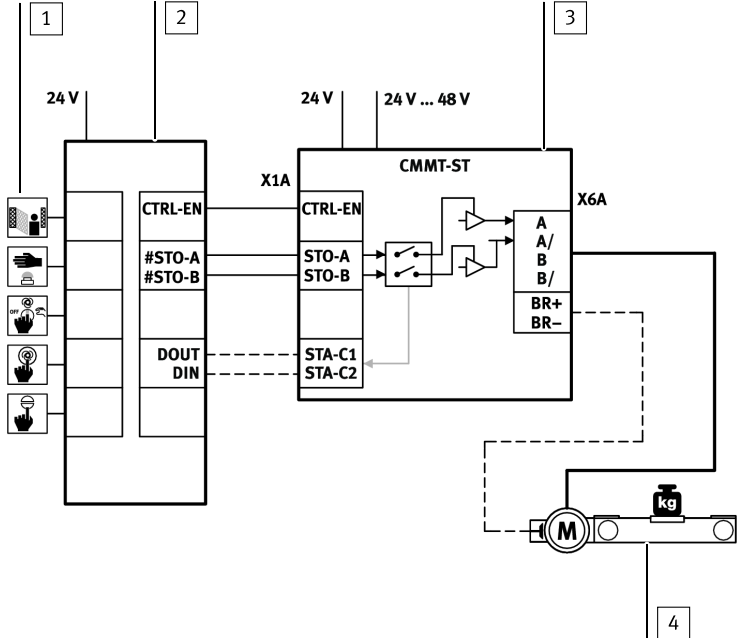
2 Электромотор постоянного тока с электронным коммутатором или шаговый мотор
- 3 Блок питания PELV для электропитания логики (24 В)

4 Блок питания PELV для подачи напряжения нагрузки (24 В ... 48 В)

Fig. 6 Пример подключения

Пример подключения STO

Вспомогательная функция безопасности STO (безопасное выключение крутящего момента) запускается на примере через устройство ввода для запроса безопасности (например, защитную фоторелейную завесу).



- 1 Устройство ввода для запроса безопасности (например, защитная фоторелейная завеса)

2 Реле безопасности

3 Контроллер сервопривода

4 Направляющая рейка привода

Fig. 7 Пример схемы переключения STO

Примечания к примеру схемы переключения

Запрос безопасности перенаправляется 2-канально через входы #STO-A и #STO-B на разъем [X1A] к регулятору сервопривода. Этот запрос безопасности приводит к 2-канальному отключению питания задающего устройства силового выходного каскада контроллера сервопривода. Реле безопасности через контакт диагностики STA может контролировать, достигнуто ли безопасное состояние для вспомогательной функции безопасности STO. Представленная проводка CTRL-EN для вспомогательной функции безопасности STO не требуется.

8.4 Интерфейсы

Соблюдайте требования к ответной части разъема ➔ Описание Монтаж, Подключение.

8.4.1 [X1A], входы и выходы для вышестоящего ПЛК

Интерфейс входов/выходов [X1A] находится на передней стороне устройства. Данный интерфейс предлагает:

- 2 свободно конфигурируемых дискретных выхода (настраиваемая логика переключения, логика PNP или NPN)
- 2 свободно конфигурируемых дискретных входа (настраиваемая логика переключения, логика PNP или NPN)
- 1 дискретный вход для функций деблокировки выходного каскада и Reset Error; использование этой функции настраивается через плагин (настраиваемая логика переключения, логика PNP или NPN)
- 2 входа для подключения вспомогательной функции безопасности STO (#STO-A, #STO-B)
- 2 контакта для подключения контакта диагностики вспомогательной функции безопасности STO (STA-C1, STA-C2)

Подробная информация по подключению вспомогательной функции безопасности изделия содержится в Описании вспомогательная функция безопасности ➔ 1.2 Параллельно действующая документация.

Функциональные входы и выходы этого интерфейса I/O служат, например, для связи с вышестоящим ПЛК. Устройства, подключенные к CMMT-ST, должны обладать той же логикой переключения (PNP/NPN). Конфигурирование

Логика PNP и NPN

- Логика PNP означает, что выполняется переключение потенциала.
 - Логика NPN означает, что выполняется переключение массы.
- Требуемая логика задается через плагин CMMT-ST ➔ описание или онлайн-справка по CMMT-ST.

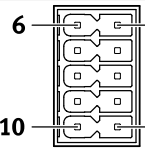
Сигнал	Уровень	Вход	Выход
логич. 0	0 В	внутри через стягивающий (Pull Down) резистор	внутри через стягивающий (Pull Down) резистор
логич. 1	24 В	–	через драйвер High-Side (подача тока)

Tab. 11 Логика PNP

Сигнал	Уровень	Вход	Выход
логич. 0	24 В	внутри через подтягивающий (Pull Up) резистор	внутри через подтягивающий (Pull Up) резистор

Сигнал	Уро- вень	Вход	Выход
логич. 1	0 В	–	через драйвер Low-Side (прием тока)

Tab. 12 Логика NPN

[X1A]	Контакт	Функ- ция	Описание	Обозначение ответной ча- сти разъема
	1	+ 24 V, Out	Выход + 24 В пост. тока (защита предохраните-лем)	1
	2	#STO-A	Управляющий вход Safe torque off, канал А	STO-A
	3	#STO-B	Управляющий вход Safe torque off, канал В	STO-B
	4	STA-C1	Контакт диагностики STA Safe torque off acknowledge	STA
	5	STA-C2		
	6	CTRL-EN	Деблокировка выходно-го каскада/квитировать ошибку	6
	7	Basis In 01	конфигурируемый вход	7
	8	Basis In 02	конфигурируемый вход	8
	9	Basis Out 01	конфигурируемый вы-ход	9
	10	Basis Out 02	конфигурируемый вы-ход	10

Tab. 13 Входы и выходы для вышестоящего ПЛК

Настройка входов и выходов выполняется через плагин CMMT-ST ➔ описа-ние или онлайн-справка по CMMT-ST.
Сигналы входов STO-A/В характеризуются низкой активностью (low) и поэто-му обозначаются #.

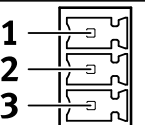
Требования к соединительному кабелю	
Экранирование	не обязательно
Мин. сечение провода, включая гильзу для обжима концов проводов с пластмассовым корпус-ом ¹⁾	0,2 мм²
Макс. сечение провода, включая гильзу для обжима концов проводов с пластмассовым корпусом	1,5 мм²
Макс. длина	25 м

1) Используемое сечение кабеля должно соответствовать току. При использовании гибких многопрово-лочных кабелей с гильзами для обжима концов проводов с пластмассовым корпусом допускается ми-нимальное сечение 0,14 мм².

Tab. 14 Требования к соединительному кабелю

8.4.2 [X1C], датчик начала отсчета/концевой выключатель

Разъем [X1C] находится на передней стороне устройства и служит для подклю-чения датчика начала отсчета или концевого выключателя. Логика переключе-ния входа настраиивается (логика PNP или NPN).

[X1C]	Контакт	Функ- ция	Описание	Обозначение ответной ча- сти разъема
	1	+24 V, Out	Выход + 24 В пост. тока (защита предохраните-лем)	+
	2	REF/IN	Опорный сигнал/сигнал концевого датчика	IN
	3	0 V/GND	Опорный потенциал датчика начала отсчета	-

Tab. 15 Разъем для датчика начала отсчета/концевого выключателя

Требования к кабелю	
Экранирование	не обязательно
Мин. сечение провода, включая гильзу для обжима концов проводов с пластмассовым корпусом ¹⁾	0,14 мм²
Макс. сечение провода, включая гильзу для обжима концов проводов с пластмассовым корпусом	1,5 мм²
Макс. длина	25 м

1) Используемое сечение кабеля должно соответствовать току.

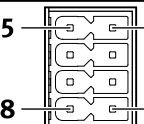
Tab. 16 Требования к кабелю

8.4.3 [X2], интерфейс датчика

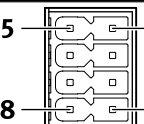
Интерфейс датчика [X2] находится на передней стороне устройства. Этот ин-терфейс используется для связи с датчиком. Сигналы датчика принимаются, и на датчик подается напряжение.

Поддерживаются следующие датчики:

- Инкрементные датчики с сигналами АВ (квадратурные энкодеры)
- Абсолютный энкодер с поддержкой протокола BiSS-C

[X2]	Контакт	Функ- ция	Описание	Обозначение ответной ча- сти разъема
	1	A_IN	Вход А-сигнала	1
	2	B_IN	Вход В-сигнала	2
	3	IDX_IN	Вход индексного сигна-ла	3
	4	+5 V	Питание датчика 5 В	4
	5	#A_IN	Вход А-сигнала, инвер-тированный	5
	6	#B_IN	Вход В-сигнала, инвер-тированный	6
	7	#IDX_IN	Вход индексного сигна-ла, инвертированный	7
	8	GND	Опорный потенциал пи-тания датчика	8

Tab. 17 Инкрементные датчики с сигналами АВ (квадратурные энкодеры)

[X2]	Контакт	Функ- ция	Описание	Обозначение ответной ча- сти разъема
	1	–	–	1
	2	MA+	Тактовый кабель BiSS-C, выход	2
	3	SLO+	Кабель данных BiSS-C, вход	3
	4	+5 V	Питание датчика 5 В	4
	5	–	–	5
	6	MA–	Тактовый кабель BiSS-C, выход, инвертирован-ный	6
	7	SLO–	Кабель данных BiSS-C, вход, инвертированный	7
	8	GND	Опорный потенциал пи-тания датчика	8

Tab. 18 Абсолютный энкодер с поддержкой протокола BiSS-C

Требования к соединительному кабелю	
Экранирование	не обязательно, однако скручены попарно ¹⁾
Мин. сечение провода ²⁾	0,2 мм²
Макс. сечение провода	1,5 мм²
Макс. длина	25 м

1) Можно использовать экранированные кабели Festo. Экран должен прикрепляться только на стороне мотора.

2) Используемое сечение кабеля должно соответствовать току. При использовании гибких многопрово-лочных кабелей с гильзами для обжима концов проводов с пластмассовым корпусом допускается ми-нимальное сечение 0,14 мм².

Tab. 19 Требования к соединительному кабелю

8.4.4 [X18], Standard Ethernet

Интерфейс [X18] находится на передней стороне устройства. Через интерфейс [X18] с помощью программных средств ввода в эксплуатацию могут выпол-няться следующие процессы:

- Диагностика
- Параметризация
- Управление
- Обновление встроенного ПО

Интерфейс выполняет требования стандарта IEEE 802.3:2012. Интерфейс имеет гальваническую развязку и предназначен для использования с кабеля-ми ограниченной длины.

Разъем [X18] имеет исполнение в виде розетки RJ45. В розетку RJ45 встроено 2 светодиода. Зеленый светодиод горит, если интерфейс активирован. Жел-тый светодиод мигает при передаче данных.

Требования к соединительному кабелю	
Характеристики	CAT 5, коммутационный кабель, двойное экра-нирование
Макс. длина кабеля	30 м

Tab. 20 Требования к соединительному кабелю

На базе интерфейса Ethernet возможны следующие соединения:

Соединения	Описание
Соединение “от точки к точке”	Устройство непосредственно соединяется с ПК кабелем Ethernet.
Сетевое соединение	Устройство подключается к сети Ethernet.

Tab. 21 Возможности соединения

Устройство поддерживает следующие методы настройки IP-конфигурации (ба-зируется на IPv4):

Методы	Описание
Автоматическое получение IP-адреса (DHCP-клиент)	Устройство получает IP-адрес от имеющегося в сети DHCP-сервера. Этот метод предназначен для сетей, в которых уже существует DHCP-сервер.
Фиксированный IP-адрес	Устройство использует фиксированный IP-адрес. IP-адрес устройства можно фиксированно назначить в ручном режиме. Но устройство доступно только в том случае, если присвоенный IP-адрес соответствует IP-адресу ПК. Заводская настройка: 192.168.0.1

Tab. 22 Возможности IP-конфигурирования

8.4.5 [XF1 IN] и [XF2 OUT], Real-time Ethernet (RTE) порт 1 и 2

Интерфейс Real-Time-Ethernet [XF1 IN] и [XF2 OUT] находится на верхней стороне устройства. Этот интерфейс обеспечивает возможность связи по RTE. В зависимости от исполнения изделия поддерживаются следующие протоколы:

Вариант изделия	Поддерживаемый протокол
CMMT-ST-...-EC	EtherCAT
CMMT-ST-...-EP	EtherNet/IP
CMMT-ST-...-PN	PROFINET

Tab. 23 Поддерживаемый протокол

Физический уровень интерфейса выполняет требования согласно IEEE 802.3:2012-00. Интерфейс имеет гальваническую развязку и предназначен для использования с кабелями ограниченной длины. В розетки RJ45 встроено по 2 светодиода. Поведение светодиодов зависит от протокола шины. Не всегда используются оба светодиода.

Требования к соединительному кабелю	
Характеристики	CAT 5, коммутационный кабель, двойное экранирование
Макс. длина кабеля	30 м

Tab. 24 Требования к соединительному кабелю

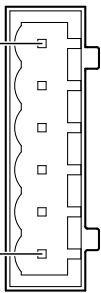
8.5 Разъем двигателя

Разъем [X6] находится на передней стороне устройства. Разъем [X6] используется для следующих задач:

- подача тока на катушки двигателя
 - активация опционального удерживающего тормоза двигателя
- В случае применяемых тормозов речь идет, как правило, об удерживающих тормозах. Т. е. тормоза оптимально подходят для удержания мотора в неподвижном состоянии. Удерживающий тормоз должен быть рассчитан на под-держиваемый момент нагрузки. Удерживающие тормоза, как правило, не предназначены для торможения перемещаемых масс или нагрузок.
- Проверьте применяемый тормоз на пригодность для конкретного случая применения.

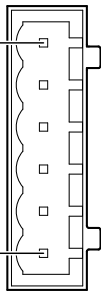
Контроллер сервопривода автоматически управляет выходом удерживающе-го тормоза. Информация по управлению удерживающим тормозом ➔ Он-лайновая справка по плагину CMMT-ST.

Назначение контактов при подключении шагового мотора:

[X6]	Контакт	Функ-ция	Описание	Обозначение ответной ча-сти разъема
	1	A	Ветвь A	A
	2	A/	Ветвь A/	A/
	3	B	Ветвь B	B
	4	B/	Ветвь B/	B/
	5	Br+	Тормоз +24 В	Br+
	6	Br-/0 V	Тормоз 0 В	Br-/

Tab. 25 Фазовый разъем мотора при подключении шагового мотора

Назначение контактов при подключении электромотора постоянного тока с электронным коммутатором:

[X6]	Контакт	Функ-ция	Описание	Обозначение ответной ча-сти разъема
	1	U	Фаза U	A
	2	V	Фаза V	A/
	3	W	Фаза W	B
	4	зарезерви-ровано	не подключать	B/
	5	Br+	Тормоз +24 В	Br+
	6	Br-/0 V	Тормоз 0 В	Br-/

Tab. 26 Фазовый разъем мотора при подключении электромотора постоянно-го тока с электронным коммутатором

Требования к соединительному кабелю	
Экранирование	не обязательно, однако скручены попарно ¹⁾
Мин. сечение провода ²⁾ вместе с гильзой для обжима концов проводов с пласт-массовым корпусом	0,2 мм²
Макс. сечение провода без гильзы для обжи-ма концов проводов	2,5 мм²
Макс. длина	25 м

- 1) Можно использовать экранированные кабели Festo. Экран должен прикрепляться только на стороне мотора.
- 2) Используемое сечение кабеля должно соответствовать току.

Tab. 27 Требования к соединительному кабелю

Festo предлагает готовые кабели заводской сборки для моторов в качестве принадлежностей ➔ www.festo.com/catalogue.

8.6 Подача напряжения нагрузки и питания логики

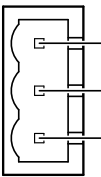
Электропитание

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

Опасность травмирования из-за удара электротоком.

- Для электропитания с малым напряжением применяйте только такие це-пи защитного сверхнизкого напряжения (PELV), которые обеспечивают надежную электроизоляцию сети.
- Соблюдайте IEC 60204-1/EN 60204-1.

Электропитание

[X9]	Контакт	Функ-ция	Описание	Обозначение ответной ча-сти разъема
	1	+ 48 В	Электропитание цепи нагрузки 24–48 В пост. тока	48 В
	2	0 В	Опорный потенциал для напряжения нагрузки и логики	0 В
	3	+24 В	Электропитание для це-пи логики 24 В пост. то-ка	24 В

Tab. 28 Электропитание

Требования к соединительному кабелю	
Экранирование	не обязательно
Мин. сечение провода ¹⁾ вместе с гильзой для обжима концов проводов с пластмассовым корпу-сом	0,2 мм²
Макс. сечение провода, включая гильзу для обжима концов проводов с пластмассовым корпусом	2,5 мм²
Макс. длина	30 м

- 1) Используемое сечение кабеля должно соответствовать току.

Tab. 29 Требования к соединительному кабелю

8.7 Перекрестная схема соединения нескольких контроллеров серво-приводов

Перекрестная схема соединения позволяет объединять устройства между со-бой.

- При перекрестной схеме соединения конфигурируемых входов/выходов следует учитывать допустимую нагрузку по току для проводов и ответных частей разъемов.

Возможно ли перекрестное соединение контакта диагностики, зависит от тре-буемого класса безопасности.

В случае электромоторов постоянного тока с электронным коммутатором класса SIL 3, кат. 3, PL е контакт диагностики должен анализироваться отдель-

но. Перекрестное соединение контакта диагностики не допускается. Для всех остальных случаев перекрестного соединения нескольких контроллеров сервоприводов действуют следующие правила:

- Входы #STO-A и #STO-B соединять параллельно.
- Контакты диагностики STA-C1/C2 соединять последовательно.
- Контакты диагностики максимум 10 контроллеров сервоприводов соединять последовательно. Максимальная длина кабеля относится ко всей ветви, от предохранительного коммутационного устройства до последнего устройства.



Пример перекрестного соединения ➔ www.festo.com/sp, Вкладка “Для специалистов” (Application note).

Смешанное перекрестное соединение контактов и выходов диагностики не рекомендуется. При необходимости в комплексе устройств допускается перекрестное соединение разъемов для напряжения питания нагрузки и логики. Для перекрестной схемы можно использовать сдвоенные гильзы для обжима концов проводов или двойные ответные части разъемов. Сдвоенные гильзы для обжима концов проводов согласно спецификации ответной части разъема подходят для максимального сечения провода 2 по 1 мм² на контакт. Двойная ответная часть разъема TFKC 2,5/ 3-ST-5,08 фирмы Phoenix Contact подходит для сечений проводов 2 по 1,5 мм² на контакт.

Перекрестная схема электропроводки	Сдвоенная гильза для обжима концов проводов	Двойная ответная часть разъема TFKC 2,5/ 3-ST-5,08
Макс. сечение каждого провода (2)	1 мм ²	1,5 мм ²
Макс. допустимый ток при использовании термостойкого кабеля	19 А	24 А, согласно спецификации ответной части разъема для cUL макс. 10 А

Tab. 30 Макс. допустимый ток

Рекомендация:

- Используйте подходящий предохранитель для линейной защиты. Номинальный ток предохранителя должен быть меньше или равен допустимой нагрузке по току выбранного сечения провода.
- Количество устройств, соединенных перекрестно, зависит от потребления тока устройствами.

8.8 Подключение STO

Входы и выходы для вспомогательной функции безопасности STO
2-канальный запрос вспомогательной функции безопасности выполняется через дискретные входы #STO-A и #STO-B. Дискретный вход #STO-A не должен быть связан с дискретным входом #STO-B. Убедитесь в том, что исключена возможность применения перемычек и т. п. параллельно вспомогательной защитной функции.
Контакт диагностики STA указывает на то, достигнуто ли безопасное состояние для вспомогательной функции безопасности STO.

[X1A]	Контакт	Тип	Указатель	Функция
	X1A.2	Дискретный вход	#STO-A	Safe torque off, канал A
	X1A.3		#STO-B	Safe torque off, канал B
	X1A.4	Контакт	STA-C1	Safe torque off acknowledge, контакт диагностики
	X1A.5		STA-C2	

Tab. 31 Входы и выходы для вспомогательной функции безопасности STO
Контроллер мотора не может самостоятельно распознать перекрестное замыкание во входном контуре.

1. Проверьте, требуется ли обнаружение перекрестного замыкания для проводки входного контура и контактов диагностики в вашем варианте применения.
2. При необходимости используйте реле безопасности с функцией обнаружения перекрестного замыкания.

Указания по применению электромоторов постоянного тока с электронным коммутатором и шаговых двигателей

При использовании шаговых моторов класса безопасности SIL 3, кат. 3, Pl e и электромоторов постоянного тока с электронным коммутатором класса SIL 2, кат. 3, Pl d реле безопасности и анализ сигналов обратной связи STA не требуются в обязательном порядке. К управляющим входам #STO-A и #STO-B можно подсоединять следующие элементы для запроса вспомогательной функции безопасности STO:

- безопасные полупроводниковые выходы (электронные предохранительные коммутационные устройства, активные датчики безопасности, такие как защитная фоторелейная завеса с сигналами предохранительных коммутационных выходов, OSSD = "Output Signal Switching Device")
- переключающие контакты (предохранительные коммутационные устройства с выходами реле, пассивные датчики безопасности, такие как позиционные переключатели с принудительной активацией)

При использовании электромоторов постоянного тока с электронным коммутатором, для которых требуется обеспечить класс безопасности SIL 3, кат. 3,

Pl e, необходимо применять реле безопасности и анализ сигналов обратной связи через контакт диагностики STA. Прямое подключение датчиков обеспечения безопасности запрещено.

8.9 Подключение SS1-t

Входы и выходы для вспомогательной функции безопасности SS1-t
Вспомогательная функция безопасности SS1-t подключается как вспомогательная функция безопасности STO, дополненная запросом быстрой остановки (либо напрямую через соединение CTRL-EN, либо опосредованно с помощью дополнительного функционального контроллера) для активации профиля торможения с помощью реле безопасности.

8.10 Подключение для работы без функции обеспечения безопасности
Для работы без вспомогательной функции безопасности подключите входы с X1A.2 по X1A.5, как описано ниже:

[X1A]	Контакт	Тип	Указатель	Функция
	X1A.2	Дискретный вход	#STO-A	запитывать напряжением 24 В
	X1A.3		#STO-B	
	X1A.4	Контакт	STA-C1	не подключать
	X1A.5		STA-C2	

Tab. 32 Подключение входов и выходов без вспомогательной функции безопасности

9 Ввод в эксплуатацию
9.1 Безопасность

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

Тяжелые необратимые травмы из-за непредусмотренных перемещений подсоединенных исполнительных механизмов.
Непредусмотренные перемещения подсоединенных исполнительных механизмов могут возникнуть, если поменять местами соединительные кабели регулятора сервопривода или между соседними регуляторами сервопривода.

- Перед вводом в эксплуатацию: все кабели должны быть правильно назначены и подсоединены.

ПРИМЕЧАНИЕ!

При вводе в эксплуатацию: оставляйте свободной зону перемещения подсоединенных исполнительных механизмов, чтобы не подвергать людей опасности.

Использование функций обеспечения безопасности

ПРИМЕЧАНИЕ!

В состоянии на момент поставки контроллера сервопривода вспомогательная функция безопасности STO доступна уже без дополнительной параметризации. Перед первым вводом в эксплуатацию подключите как минимум вспомогательную функцию безопасности STO.

1. Убедитесь в том, что проводится анализ и оценка каждой функции обеспечения безопасности установки. Эксплуатирующее лицо несет ответственность за определение и подтверждение требуемого класса безопасности (уровня полноты безопасности, уровня эффективности и категории) установки.
 2. Введите контроллер сервопривода в эксплуатацию и проверьте функционирование с помощью валидации в режиме пробной эксплуатации.
- Проведите необходимые мероприятия во время интеграции PDS по стандарту EN ISO 13849-1, глава G.4:
- функциональное испытание
 - менеджмент проекта
 - документирование
 - тестирование методом черного ящика

ПРИМЕЧАНИЕ!

Несанкционированный доступ к устройству может привести к ущербу или нарушениям в работе.

При подсоединении устройства к сети обеспечьте защиту сети от несанкционированного доступа.
Меры защиты сети, например:

- защитный экран
- система предотвращения вторжений (Intrusion Prevention System, IPS)
- сегментирование сети
- виртуальная LAN (VLAN)
- виртуальная частная сеть (Virtual Private Network, VPN)
- безопасность на физическом уровне доступа (Port Security)

Дополнительные указания ➔ Директивы и стандарты по безопасности в сфере информационного оборудования, например, IEC 62443, ISO/IEC 27001.

9.2 Подготовка к вводу в эксплуатацию

Для первого ввода в эксплуатацию требуется программа Festo Automation Suite с установленным плагином CMMT-ST ➔ www.festo.com/sp.

Подготовьте ввод в эксплуатацию, как описано ниже:

1. Проверьте электропроводку CMMT-ST.
2. Установите Festo Automation Suite с плагином CMMT-ST на ПК.
3. Создайте проект и добавьте устройство CMMT-ST.

4. Установите соединение с CMMT-ST и настройте конфигурацию сети.
5. Определите технические характеристики элементов, требуемые для конфигурирования.

9.3 Действия по вводу в эксплуатацию

ПРИМЕЧАНИЕ!

Нежелательные перемещения привода или повреждение элементов.

Ошибка параметризации может после разблокировки контроллера привести к нежелательному перемещению привода или перегрузке и повреждению присоединенных элементов.

- Разблокируйте контроллер, только если сконфигурированные элементы (контроллер сервопривода, мотор, координатный привод и др.) соответствуют присоединенным элементам.

При первом вводе в эксплуатацию с помощью Festo Automation Suite с установленным плагином CMMT-ST выполните, например, указанные ниже действия:

1. Выполните конфигурирование и параметризацию с помощью плагина CMMT-ST (конфигурация оборудования, предельные значения и параметры).
2. При использовании функции обеспечения безопасности проверьте ее эффективность ➔ Описание вспомогательная функция безопасности.
3. Проверьте поведение сигналов цифровых входов/выходов (например, концевого выключателя/датчика начала отсчета).
4. Обеспечьте требуемые сигналы управления.
5. Проверьте направление вращения/перемещения электромеханического привода (например, в шаговом режиме).
6. Выполните перемещение к началу отсчета.
7. Проверьте характеристики (режим) позиционирования (тестовый режим, ➔ Справка по плагину CMMT-ST).
8. Если необходимо, оптимизируйте настройку контроллера (опционально, ➔ Справка по плагину CMMT-ST).
9. Выполните конфигурирование Fieldbus и проверьте профиль управления (➔ описание к используемому профилю устройства).
10. Завершите ввод в эксплуатацию (например, сохраните проект с помощью Festo Automation Suite и заархивируйте проект).

10 Эксплуатация

Необходимо регулярно проверять работоспособность функций обеспечения безопасности. 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. Периодичность циклической проверки (PTI)

➔ 15.1 Технические характеристики средств безопасности.

По требованию вспомогательной функции безопасности STO и по его завершении должна быть произведена повторная функциональная деблокировка регулятора.

Функция контакта диагностики должна регулярно проверяться и документироваться квалифицированным персоналом. Периодичность регламентируется производителем установки на основании области применения.

CMMT-ST в рамках срока службы и установленной спецификациями долговечности является необслуживаемым устройством.

Производитель установки должен учитывать требования по защите от повторного пуска согласно стандарту EN ISO 14118 “Безопасность машин – избежание непреднамеренного запуска”.

В случае вертикальных осей необходимо также принять меры по защите от падения грузов. Устройство оснащено вспомогательной функцией безопасности “Безопасная активация тормоза” (SBC/Safe brake control).

Необходимо принять меры по защите от движущихся по инерции грузов. Перед включением тормоза рекомендуется полностью остановить привод. См. реализацию функции обеспечения безопасности SS1-t.

11 Техническое обслуживание и уход

При использовании изделия по назначению техническое обслуживание не требуется.

11.1 Очистка

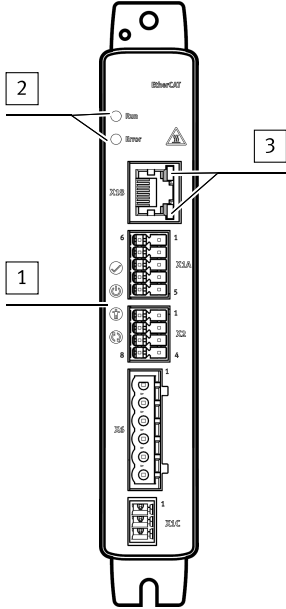
- Очищайте изделие снаружи мягкой тканью.

12 Неполадки

12.1 Диагностика с помощью светодиодов

Для индикации информации о состоянии устройство снабжено светодиодами на передней стороне и разъемах RJ45 [XF1 IN], [XF2 OUT] и [X18].

На следующем рисунке в качестве примера показаны светодиоды на передней стороне варианта изделия CMMT-ST-...-EC. В зависимости от исполнения изделия функции светодиодов статуса сети RTE[2] могут отличаться.



- 1 Светодиоды состояния устройства (4x) 2 Светодиоды состояния сети RTE (пример)
- 3 Светодиоды состояния Ethernet

Fig. 8 Светодиоды на передней стороне (пример CMMT-ST-...-EC)

12.1.1 Индикация состояния устройств

Светодиод	Название	Краткое описание
✓	Светодиод Status (состояние)	отображает общее состояние устройства
⏻	Светодиод Power (питание)	отображает состояние электропитания
⚠	Светодиод Safety (безопасность)	отображает состояние технических средств безопасности
⌚	Светодиод состояния приложения	отображает последовательность идентификации и зарезервирован для расширения в будущем

Tab. 33 Светодиоды состояния устройств (светодиоды Status, Power, Safety и светодиод состояния приложения)

✓ Светодиод Status, индикация состояния устройства

Светодиод	Пояснение
мигает красным	Имеется ошибка.
мигает желтым	Имеется предупреждение, или контроллер сервопривода непосредственно выполняет обновление встроенного ПО.
горит желтым	Контроллер сервопривода находится в фазе инициализации.
мигает зеленым	Контроллер сервопривода готов, и выходной каскад выключен (Ready).
горит зеленым	Выходной каскад и контроллер разблокированы.

Tab. 34 Светодиод Status (состояние)

⏻ Светодиод Power, состояние электропитания

Светодиод	Пояснение
горит желтым	Подача напряжения логики присутствует, но подача напряжения нагрузки отсутствует или в настоящее время выполняется измерение.
горит зеленым	Подача напряжения нагрузки и логики присутствует.

Tab. 35 Светодиод Power (питание)

⚠ Светодиод Safety, функциональное состояние технических средств безопасности

Неполадки во вспомогательной функции безопасности распознаются и отображаются в функциональном устройстве. Распознаются:

- 1-канально запрошенная вспомогательная функции безопасности STO (контроль рассогласований)
- Проверка на достоверность для отключения каналов STO

О неполадках также сообщается функциональным элементом на внешнюю сторону через другие интерфейсы связи (шина, программа ввода в эксплуатацию).

Светодиод	Пояснение
 мигает красным	Ошибка в элементе обеспечения безопасности, или условие безопасности нарушено.
 горит желтым	Вспомогательная функция безопасности запрошена и активна.
 горит зеленым	Ready (готовность), не запрошена ни одна вспомогательная функция безопасности.

Tab. 36 Светодиод Safety (безопасность)

12.2 Ремонт

Ремонт или восстановление изделия не допускается. При необходимости замените все изделие полностью.

- В случае дефекта: обязательно замените изделие.
- Отправьте неисправное изделие в неизменном состоянии с описанием ошибки и случая применения для анализа в фирму Festo.
- Уточните условия возврата у регионального представителя фирмы Festo.
- Валидируйте функцию обеспечения безопасности после каждого внесения изменения в систему. Контрольные листы по валидации см. Описание вспомогательная функция безопасности
➔ 1.2 Параллельно действующая документация.

13 Демонтаж

 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

Опасность ожога в результате контакта с горячей поверхностью корпуса. Металлические части корпуса при эксплуатации могут нагреваться до высоких температур.

- Контакт с металлическими частями корпуса может привести к ожогам.
- Не прикасайтесь к металлическим частям корпуса.
 - После отключения электропитания дождитесь, когда устройство остынет до комнатной температуры.

Выполняйте демонтаж в последовательности, обратной порядку монтажа.

Перед демонтажем

- Отключите электропитание главным выключателем.
- Обеспечьте защиту установки от случайного повторного включения.
- Дождитесь, когда устройство остынет до комнатной температуры.
- Отсоедините все электрические кабели.

Демонтаж при установке на стену

- Выкрутите крепежные винты (2x) и снимите устройство с крепежной поверхности.

Демонтаж при креплении на монтажную рейку

- Аккуратно отклоните контроллер сервопривода вверх и снимите его с монтажной рейки.

14 Утилизация

 ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА!

- Упаковка пригодна для утилизации по виду материала.
- Для окончательной утилизации изделия следует обратиться на предприятие, сертифицированное для утилизации электронного лома.

15 Технические характеристики

15.1 Технические характеристики средств безопасности

Общие показатели безопасности		
Частота запросов по EN 61508		высокая частота запросов
Время реакции при запросе вспомогательной функции безопасности (t _{STO,IO})	[мс]	макс. 11 (типичн. 6)

Tab. 37 Показатели безопасности и информация о безопасности

Показатели безопасности вспомогательной функции безопасности STO			
Подключение	Шаговый мотор	Электромотор постоянного тока с электронным коммутатором без анализа STA	Электромотор постоянного тока с электронным коммутатором с анализом STA
Вспомогательная функция безопасности согласно EN 61800-5-2	Безопасное выключение крутящего момента (STO)		
Уровень полноты безопасности по EN 61508	SIL 3	SIL 2	SIL 3
Предел срабатывания SIL для подсистемы по EN 62061	SILCL 3	SILCL 2	SILCL 3

Показатели безопасности вспомогательной функции безопасности STO			
Подключение	Шаговый мотор	Электромотор постоянного тока с электронным коммутатором без анализа STA	Электромотор постоянного тока с электронным коммутатором с анализом STA
Категория по EN ISO 13849-1	кат. 3		
Уровень эффективности (Performance Level) по EN ISO 13849-1	PL e	PL d	PL e
Вероятность опасного отказа в течение часа по EN 61508, PFH	[1/ч]	6 * 10 ⁻¹¹	8 * 10 ⁻⁹ 3 * 10 ⁻⁹
Среднее время до опасного отказа по EN ISO 13849-1, MTTF _d	[a]	> 12000	> 5000
Средняя степень охвата диагностики по EN ISO 13849-1, DC _{AVG}	[%]	91	72 90
Степень охвата диагностикой согласно EN 61508, DC	[%]	99	85 95
Срок службы по EN ISO 13849-1, T _M	[a]	20	
Интервал контрольной проверки согласно EN 61800-5-2, PTI ¹⁾	[a]	20 ²⁾	20 ³⁾ 0,25 ⁴⁾
Классификация узлов по EN 61508	Тип B		
Доля безопасных отказов SFF по EN 61508	[%]	99	
Допуск на отказы аппаратного обеспечения по EN 61508, HFT		1	
Бета-фактор (β) отказов по общей причине для не обнаруживаемых опасных отказов по EN 61508	[%]	5	

- В зависимости от желаемого класса безопасности анализ контакта диагностики STA с помощью реле безопасности требуется или является опциональным.
- Для соответствия классу SIL 3 кат. 3, PL e с шаговым мотором анализ контакта диагностики STA не является обязательным. В качестве контрольного интервала рекомендуется проверка раз в год.
- Для соответствия классу SIL 2 кат. 3, PL d с электромотором постоянного тока с электронным коммутатором анализ контакта диагностики STA не является обязательным. В качестве контрольного интервала рекомендуется проверка раз в год.
- Для соответствия классу SIL 3 кат. 3, PL e с электромотором постоянного тока с электронным коммутатором анализ контакта диагностики STA является обязательным. Для этого необходимо проводить циклический тест путем динамического изменения входных сигналов с последующим анализом STA согласно EN 13849-1 минимум раз в 3 месяца согласно EN 61800-5-2.

Tab. 38 Показатели безопасности вспомогательной функции безопасности STO

i
Технические характеристики для вспомогательной функции безопасности SS1-t должны рассчитываться индивидуально в соответствии с условиями применения. Для расчета используйте приведенные показатели безопасности STO.

15.2 Технические характеристики, соответствие продукции спецификациям и разрешения

Соответствие продукции спецификациям и разрешения	
Знак CE (декларация о соответствии ➔ www.festo.com/sp)	согласно Директиве ЕС по ЭМС ¹⁾ согласно Директиве ЕС по машинному оборудованию согласно Директиве RoHS об ограничении использования опасных веществ

- Элемент предназначен для использования в сфере промышленности. За исключением случаев применения в промышленной среде, например, в районах со смешанной застройкой (из жилых и производственных зданий), при необходимости должны быть приняты меры по устранению радиопомех.

Tab. 39 Соответствие продукции спецификациям и разрешения

Информация о безопасности	
Испытание промышленного образца	Функциональные средства обеспечения безопасности изделия сертифицированы независимой испытательной организацией, см. свидетельство ЕС об испытании промышленного образца ➔ www.festo.com/sp .
Орган, выдавший сертификат	TÜV Rheinland, Certification Body of Machinery, NB 0035
Номер сертификата	01/205/5696.00/19

Tab. 40 Информация о безопасности

15.3 Технические характеристики, общая информация

Общие технические характеристики		
Условное обозначение типа		CMMT-ST
Тип крепления	монтажная панель, привинчивается Монтаж на монтажную рейку	
Монтажное положение	вертикальное, свободная конвекция с беспрепятственным потоком воздуха, направленным снизу вверх	
Вес изделия	[кг]	ок. 0,35

Tab. 41 Общие технические характеристики

Окружающие условия, транспортировка в оригинальной упаковке или в распределительном шкафу		
Температура транспортировки	[°C]	–25 ... +70
Относительная влажность воздуха	[%]	5 ... 95 (без образования конденсата)
Макс. длительность транспортировки	[дней]	56 при 70 °C
Допустимая высота	[м]	12000 (над уровнем моря) для 12 ч
Виброустойчивость	Испытание на виброустойчивость и свободное падение в упаковке согласно EN 61800-2	

Tab. 42 Окружающие условия, транспортировка

Окружающие условия, хранение в оригинальной упаковке или в распределительном шкафу		
Температура хранения	[°C]	–25 ... +55
Относительная влажность воздуха	[%]	5 ... 95 (без образования конденсата)
Допустимая высота	[м]	3000 (над уровнем моря)

Tab. 43 Окружающие условия, хранение

Окружающие условия, эксплуатация		
Температура окружающей среды	[°C]	0 ... +50
Относительная влажность воздуха	[%]	5 ... 90 (без образования конденсата) недопустимо наличие в области устройства сред, вызывающих коррозию
Допустимая высота установки над уровнем моря	[м]	0 ... 2000 Эксплуатация на высоте выше 2000 м недопустима!
Степень защиты	IP20 Эксплуатация в распределительном шкафу со степенью защиты не ниже IP54, исполнение в виде “закрытой электрической рабочей области” согласно EN 61800-5-1, раздел 3.5	
Класс безопасности	III (безопасное сверхнизкое напряжение)	
Категория перенапряжения	I	
Степень загрязнения	2	
Виброустойчивость согласно	EN 61800-5-1 и EN 61800-2	
Ударопрочность согласно	EN 61800-2	
ЭМС согласно	EN 61800-5-2	

Tab. 44 Окружающие условия, эксплуатация

Срок службы		
Срок службы устройства при номинальной нагрузке	[ч]	25000 в зависимости от потребляемого тока и температуры окружающей среды при соблюдении требуемых отступов при монтаже и снижении мощности → Fig.9

Tab. 45 Срок службы

15.4 Технические характеристики, электротехника
15.4.1 Подача напряжения нагрузки и питания логики [X9]

Электрические параметры подачи напряжения нагрузки [X9], контакт 1		
Диапазон напряжения	[В пост. тока]	24 – 15 % ... 48 + 15 %
Номинальное рабочее напряжение	[В пост. тока]	24 ... 48
Номинальный ток	[А]	8
Пиковый ток	[А]	10 в течение 3 с
Номинальная мощность	[Вт]	300 при 48 В
КПД нагрузки	[%]	96,5 при номинальной мощности 300 Вт
Стойкость при коротком замыкании (SCCR)	[А]	5000

Электрические параметры подачи напряжения нагрузки [X9], контакт 1	
Защитные функции	– Защита от переплюсовки – Защита входа от перегрузки по току (предохранитель 15 А, срабатывает однократно) – настраиваемая защита от обратного питания при повышении напряжения в промежуточной цепи

Tab. 46 Подача напряжения нагрузки

Электрические параметры подачи напряжения логики [X9], контакт 3		
Диапазон напряжения логики	[В пост. тока]	24 ± 15 %
Номинальное напряжение	[В пост. тока]	24
Потребляемый ток (без удерживающего тормоза)	[А]	1
Потребляемый ток (с удерживающим тормозом)	[А]	2
КПД логики	[%]	82
Защитные функции	– Защита от переплюсовки – Защита от перегрузки по напряжению (начиная с 32 В) – Защита входа от перегрузки по току (предохранитель 4 А, срабатывает однократно) – Защита от перегрузки по току + 24 В пост. тока, выход [X1A] контакт 1 и [X1C] контакт 1 (предохранитель 0,5 А, срабатывает однократно, РТС)	

Tab. 47 Питание логики

15.4.2 Параметры мощности разъема мотора [X6]

Параметры мощности при работе		
Номинальный выходной ток	[А]	8

Tab. 48 Параметры мощности при работе
Возможно необходимое снижение мощности в зависимости от температуры окружающей среды → Fig.9.
CMMT-ST не оснащен встроенной электронной защитой от перегрузки и перегрева мотора. Для защиты мотора можно настроить I²t-контроль тока двигателя, например при помощи соответствующего плагина.

Контроль температуры, силовой блок (настраивается)		
Предупреждение	[°C]	85
Отключение	[°C]	› 95

Tab. 49 Контроль температуры

Выход удерживающего тормоза [X6]		
Исполнение	Переключатель High-Side	
Макс. установившийся выходной ток	[А]	1 (настраиваемое снижение выдерживаемого тока)
Макс. падение напряжение от выхода + 24 В на разьеме [X9] до выхода тормоза на [X6]	[В пост. тока]	1
Защитные функции	Выдерживает короткие замыкания и перегрузки	

Tab. 50 Выход удерживающего тормоза [X6]

15.4.3 Дискретные входы и выходы [X1A]

Управляющие входы #STO-A и #STO-B на [X1A]		
Спецификация	согласно типу 3 по стандарту EN 61131-2; отличия потребления тока	
Номинальное напряжение	[В пост. тока]	24 (относительно 0 В на X9)
Допустимый диапазон напряжения ¹⁾	[В пост. тока]	–3 ... 30
Макс. входное напряжение уровня High (U _{H max})	[В]	28,8
Мин. входное напряжение уровня High (U _{H min})	[В]	17
Макс. входное напряжение уровня Low (U _{L max})	[В]	5
Мин. входное напряжение уровня Low (U _{L min})	[В]	–3
Макс. входной ток при уровне High (I _{H max})	[мА]	15
Мин. входной ток при уровне High (I _{H min})	[мА]	8
Макс. входной ток при уровне Low (I _{L max})	[мА]	0,6
Мин. входной ток в переходной зоне (I _{T min})	[мА]	0,4

Управляющие входы #STO-A и #STO-B на [X1A]		
Допуск относительно тестовых импульсов Low		
Допуском разрешены тестовые импульсы Low (t _{STO,TP}) до макс.	[мс]	1
Мин. время между тестовыми импульсами Low	[мс]	50
Допуск относительно тестовых импульсов High ²⁾		
Допуском разрешены тестовые импульсы High (t _{STO,TP}) до макс.	[мс]	1
Мин. время между тестовыми импульсами High при U _{STO-A/B} < U _{L max}	[мс]	50

- 1) Каждый канал имеет на входе собственный контроль повышенного напряжения электропитания. Если напряжение на входе превышает допустимое максимальное значение, канал отключается.
- 2) Тестовые импульсы High никогда не должны одновременно появляться на входах #STO-A и #STO-B, а должны быть смещены по времени.

Tab. 51 Управляющие входы #STO-A и #STO-B на [X1A]

Контакт диагностики STA на [X1A]		
Исполнение		беспотенциальный контакт
Диапазон напряжения	[В пост. тока]	18 ... 30
Макс. ток	[мА]	100 (без защиты от короткого замыкания)
Макс. внутреннее сопротивление	[Ω]	< 6
Остаточный ток (контакт разомкнут)	[мкА]	< 2
Время реакции, замыкание t _{STA,Rise}	[мс]	< 80 (тип. 20)
Время реакции, размыкание t _{STA,Fall}	[мс]	≤ 35 (тип. 16)
Гальваническая развязка		через оптрон
Защитные функции		стойкость к повышенному напряжению до 60 В пост. тока

Tab. 52 Контакт диагностики STA-C1/C2 на [X1A]

15.5 Другие технические характеристики

Другие технические характеристики для изделия и подробные описания всех интерфейсов ➔ Описание Монтаж, Подключение.

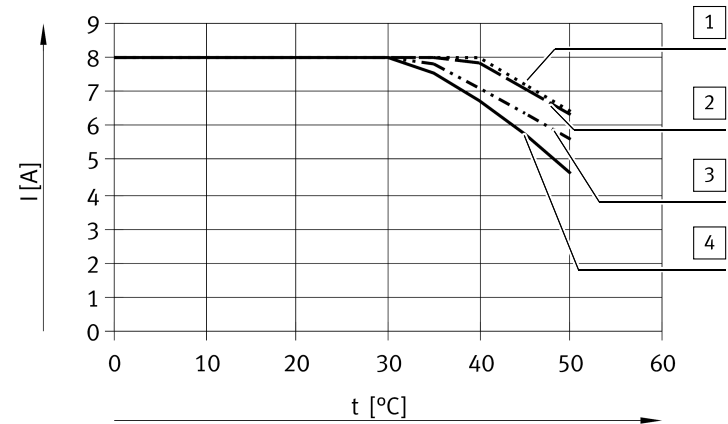
15.6 Параметрические кривые

Необходимое снижение мощности

Чтобы устройство проработало указанный в спецификации срок службы, в случае значения выходного тока > 4,6 А могут потребоваться отступы при монтаже. Монтажное расстояние зависит от температуры окружающей среды и выходного тока.

В случае комплекса из нескольких контроллеров сервоприводов CMMT-ST требуются отступы при монтаже от 0 мм. На параметрических кривых ниже показаны максимально допустимые эффективные токи для боковых отступов при монтаже 0 мм, 3 мм, 10 мм и 15 мм.

CMMT-ST



- 1

Отступ при монтаже 15 мм
- 2

Отступ при монтаже 10 мм
- 3

Отступ при монтаже 3 мм
- 4

Отступ при монтаже 0 мм

Fig. 9 Снижение мощности в зависимости от температуры окружающей среды и отступа при монтаже